

2018 한국산업융합학회 춘계학술대회 논문집

장 소 | 부산 웨스틴 조선 호텔

일 시 | 2018년 7월 5일(목) ~ 6일(금)

• 주요행사

◎ 7월 5일(목)

- 공장견학
- 산학연 전문가 워크샵
- 이사회 및 총회

◎ 7월 6일(금)

- 논문발표(구두발표/포스터발표)
- 융합기술산업포럼
- 시상 및 폐회

• 발표부문

- | | | | |
|--------------|---------------|---------------|----------------|
| • 차량설계 및 부품 | • 인공지능로봇융합 | • 제어계측 및 센서 | • 메카트로닉스 |
| • 정밀기계 및 부품 | • IT융합 및 전자기기 | • 컴퓨터 정보통신 | • 비전 및 레이저융합기술 |
| • 바이오 및 산업융합 | • CAD/CAM/CAE | • 전력전자 및 산업융합 | • 로봇틱스 및 산업융합 |
| • 건설 및 도시환경 | • 조성해양플랜트 | • 나노 및 신소재 | • 의생명/줄기세포 |
| • 그린에너지 산업융합 | • 우주항공 및 부품 | • 지능생산기계 및 가공 | • 자원 플랜트 |



[사]한국산업융합학회

<http://www.ksicon.or.kr>

“이 발표논문집은 2018년도 정부재원으로 한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음”

“This work was supported by the Korean Federation of Science and
Technology Societies Grant funded by the Korea Government.”

□ 준계학술대회 조직위원회

<대회장>

한성현 [한국산업융합학회/경남대학교]

■ 조직위원장 : 최원식 교수[부산대학교] / 이 호 교수[경북대학교]

<조직위원>

이 호 [경북대학교]

최원식 [부산대학교]

박용운 [ADD고등기술원장]

김경수 [한국과학기술원]

김영실 [(사)한국줄기세포산업협회장]

김임수 [(주)KAI]

조상용 [한국공작기계협회부회장]

조해용 [충북대학교]

이문희 [동의과학대학교]

김창훈 [한국산업기술평가원]

장성철 [한국폴리텍대학교]

최만성 [한국기술교육대]

이원구 [경희대학교]

김재훈 [KAIST]

고석조 [동의과학대]

김태규 [부산대학교]

노태정 [동명대학교]

박성준 [전남대학교]

김한성 [경남대학교]

박강박 [고려대학교]

조현덕 [경일대학교]

계중음 [산업통산자원부]

박한웅 [해군사관학교]

윤찬한 [조선대학교]

조창제 [(주)디엠테크놀러지]

■ 프로그램위원장 이주장 교수[KAIST]

<프로그램위원>

고태조 [영남대학교]

조강현 [울산대학교]

이우송 [(주)선진기술]

김종원 [서울대학교]

최만성 [한국기술교육대]

조용현 [대구카톨릭대학]

이세한 [경남대학교]

이득우 [부산대학교]

이장훈 [한국산업단지공단]

서희식 [(주)엘엠에이티대표]

김소희 [대구과학기술원]

한응규 [부산과학기술기획평가원]

심형보 [서울대학교]

김동식 [한국광기술원]

김동엽 [영남이공대학교]

박철재 [대구대학교]

최주용 [경성대학교]

백운보 [동의대학교]

김경동 [한국공작기계협회]

조흥현 [조선대학교]

윤강섭 [대구대학교]

김동현 [경남대학교]

조두산 [순천대학교]

김재실 [창원대학교]

황선환 [경남대학교]

곽재섭 [부경대학교]

황갑식 [(주)르노삼성자동차]

김병일 [영남대학교]

원종섭 [전주대학교]

김만호 [동의과학대학교]

<재무위원회>

동근한 [(주)세광산업]

정양근 [신라정보기술(주)]

윤경화 [(주)건화]

심현석 [(주)동산테크]

정종교 [(주)카바스]

박인만 [(주)인템]

정규현 [(주)세영산업]

원종범 [(주)SMEC]

문병갑 [(주)광진정밀]

<심사위원회>

이주장 [한국과학기술원]

한창수 [한양대학교]

이경창 [부경대학교]

황상문 [부산대학교]

정 슬 [충남대학교]

김종원 [서울대학교]

이종년 [동서대학교]

부광석 [인제대학교]

조해룡 [충북대학교]

김홍건 [전주대학교]

원종범 [(주)SMEC]

이장명 [부산대학교]

박원규 [부산대학교]

반갑수 [경북대학교]

윤강섭 [대구대학교]

김창훈 [산업기술평가관리원]

심재홍 [산업기술대학교]

김형재 [생산기술연구원]

<출판위원회>

이순동 [한국학술정보]

양승윤 [국방과학연구소]

이현철 [(주)SG서보]

<홍보위원회>

진태석 [동서대학교]

박영우 [(주)현대위아]

최준홍 [경남벤처산업협회]

이현철 [(주)SG서보]

김기현 [두산중공업(주)]

<총무이사>

진철규 [경남대학교]

장성철 [한국폴리텍대학]

초대의 글

21C 4차 산업혁명시대를 맞이하여 세계 최고의 국제 해양 및 첨단산업 도시인 부산 해운대에서 2018년 한국산업융합학회 춘계학술대회를 개최하게 된 것을 매우 기쁘고 자랑스럽게 생각합니다. 그리고 이번 한국산업융합학회 춘계학술대회에 참석하신 융합산업기술 분야의 국내외 전문가 및 연구자 여러분들을 진심으로 환영합니다.

이번 2018 한국산업융합학회의 춘계학술대회는 최근 미래 신성장동력산업의 주요핵심 기술분야라 할 수 있는 융복합기술 시대를 맞이하여 기존의 국내 제조산업의 현황분석과 문제점의 진단을 통하여 첨단융합기술 산업의 육성 및 향후 발전 방향을 제시하고, 그리고 신산업 창출을 위한 새로운 신기술의 소개와 토론을 통하여 국가 미래 신성장동력산업발전에 이바지 하고자 하는 것이 본 학술대회의 궁극적 목적이라 할 수 있습니다.

이번 한국산업융합학회 춘계학술대회에는 주요 성장동력원으로 각광받는 첨단기계, IT, NT, BT 등의 융합기술 분야를 비롯하여, 제조IT기술의 핵심분야인 지능로봇, 제어계측, 해양자원플랜트, 비전 및 센서, 전력전자 그리고 바이오산업 및 줄기세포산업 등 미래 신수요 창출을 위한 신기술에 대한 논문이 많이 발표됨으로써 향후 우리나라 미래 창조산업의 육성에 크게 이바지 할 것으로 기대 됩니다.

그리고 2018한국산업융합학회 춘계학술대회에는 한국로봇산업협회, 한국지질자원연구원, 한국조선해양기자재연구원, 생산기술연구원, 기계연구원, 중소기업융합연합회, 벤처기업협회를 비롯하여 ㈜두산중공업, S&T중공업, 한화테크윈, ㈜르노삼성자동차 많은 전문가들이 참석하였으며, 특히 특별 Session에서 소개되는 다양한 분야의 신기술 내용은 향후 한국의 미래성장동력산업의 육성 및 발전을 주도해나갈 초석이 될 것으로 사료됩니다.

또한 본 학술대회를 통하여 많은 기업인들과 학계전문가들이 효율적인 산학협력을 통하여 본 학술대회에서 소개되는 다양한 산업분야의 실용화 기술에 대한 신수요 창출과 창의적 아이디어를 제공하고, 신기술개발을 위한 정보를 공유하는 토론의 장이 되기를 바랍니다.

끝으로, 이번 2018 춘계학술대회를 찾아주신 모든 분들이 세계적 국제 해양 도시인 이곳 부산 해운대에서 학술 및 기술정보 교류를 통해 보다 더 유익하고 보람 있는 시간이 될 수 있기를 희망하면서 이번 학술대회에 참석하신 전문가 여러분들이 수행하시는 모든 사업과 연구에 더 좋은 결과가 있으시기를 기원합니다. 이번 2018 한국산업융합학회 춘계학술대회 준비를 위해 많은 도움을 주신 조직위원 및 학회 준비위원 여러분들께 깊이 감사드립니다.

2018년 7월 5일

(사)한국산업융합학회

회 장 한 성 현 드림



2018 한국산업융합학회 춘계학술대회 행사프로그램

장소 : 부산 웨스틴 조선호텔

□ 2018년 7월 5일(목)

시 간	내 용	프로그램 내용
09:00 ~ 14:00		리더스 미팅(부산 해운대 비치)
13:00 ~ 16:30		공장 견학 [(주)르노삼성자동차]
16:30 ~ 17:00		편집위원회(웨스틴 조선호텔 2층 세미나실 F)
17:00 ~ 18:00		이사회 및 총회(2층 세미나실)
18:00 ~ 20:00		Welcome reception (해운대 Bay 101)

▣ 발표 장소 안내

구 분	장 소
개회식, 초청강연	2층 대회의실
제 1 발표장	세미나실 A (웨스틴 조선호텔 2층)
제 2 발표장	세미나실 B (웨스틴 조선호텔 2층)
제 3 발표장	세미나실 C (웨스틴 조선호텔 2층)
제 4 발표장	세미나실 D (웨스틴 조선호텔 2층)
제 5 발표장	포스터발표장 (웨스틴 조선호텔 2층)
접 수 처	세미나실 E (웨스틴 조선호텔 2층)
임원휴게실	세미나실 E (웨스틴 조선호텔 2층)
회원휴게실	세미나실 E (웨스틴 조선호텔 2층)

□ 2018년 7월 6일(금)

시 간	내 용	프로그램 내용			
08:30 ~ 08:50		등록 및 준비			
09:00 ~ 10:40		논문 발표(구두발표/포스터발표)			
		<구두발표 (I)>			
		Session A (O-I-A) (제1발표장)	Session B (O-I-B) (제2발표장)	Session C (O-I-C) (제3발표장)	Session D (O-I-D) (제4발표장)
10:00 ~ 10:40		<포스터발표 (I)>			
		Session A (P-I-A) (포스터발표장)	Session B (P-I-B) (포스터발표장)	Session C (P-I-C) (포스터발표장)	Session D (P-I-D) (포스터발표장)
10:40 ~ 12:00		<구두발표 (II)>			
		Session A (O-II-A) (제1발표장)	Session B (O-II-B) (제2발표장)	Session C (O-II-C) (제3발표장)	Session D (O-II-D) (제4발표장)
11:00 ~ 11:40		<포스터발표 (II)>			
		Session A (P-II-A) (포스터발표장)	Session B (P-II-B) (포스터발표장)	Session C (P-II-C) (포스터발표장)	Session D (P-II-D) (포스터발표장)
12:00 ~ 13:00		< 점심 시간 >			

□ 2018년 7월 6일(금)

13:00 ~ 14:40	<구두발표 (Ⅲ)>				
	Session A (O-Ⅲ-A) (제1발표장)	Session B (O-Ⅲ-B) (제2발표장)	Session C (O-Ⅲ-C) (제3발표장)	Session D (O-Ⅲ-D) (제4발표장)	
13:20 ~ 14:00	<포스터발표 (Ⅲ)>				
	Session A (P-Ⅲ-A) (포스터발표장)	Session B (P-Ⅲ-B) (포스터발표장)	Session C (P-Ⅲ-C) (포스터발표장)	Session D (P-Ⅲ-D) (포스터발표장)	
14:20 ~ 15:00	<포스터발표 (Ⅳ)>				
	Session A (P-Ⅳ-A) (포스터발표장)	Session B (P-Ⅳ-B) (포스터발표장)	Session C (P-Ⅳ-C) (포스터발표장)	Session D (P-Ⅳ-D) (포스터발표장)	
14:40 ~ 17:40	<구두발표 (Ⅳ)>				
	Session A (O-Ⅳ-A) (제1발표장)	Session B (O-Ⅳ-B) (제2발표장)	Session C (O-Ⅳ-C) (제3발표장)	Session D (O-Ⅳ-D) (제4발표장)	Session D (O-V-D) (제4발표장)
15:20 ~ 16:00	<포스터발표 (Ⅴ)>				
	Session A (P-V-A) (포스터발표장)	Session B (P-V-B) (포스터발표장)	Session C (P-V-C) (포스터발표장)	Session D (P-V-D) (포스터발표장)	
16:20 ~ 17:00	<포스터발표 (Ⅵ)>				
	Session A (P-VI-A) (포스터발표장)	Session B (P-VI-B) (포스터발표장)	Session C (P-VI-C) (포스터발표장)	Session D (P-VI-D) (포스터발표장)	

□ 2018년 7월 6일(금)

16:00 ~ 16:10	<p style="text-align: center;">< 개 회 식 ></p> <p style="text-align: center;">- 개 회 사 - 환 영 사 - 축 사</p>
16:10 ~ 17:20	<p style="text-align: center;">< 융합기술산업포럼 > [주제 : 4차 산업혁명]</p>
	<p style="text-align: center;"><초청강연 1부></p> <p style="text-align: center;">< 사 회 : 이경창 교수/부경대 ></p>
	<p><초 청 강 연 I> 이훈희 본부장(한국중소기업기술정보진흥원장) (주 제 : 2018년 중소기업 R&D)</p>
<p><초 청 강 연 II> 박용운 박사(고등기술원장(ADD)) (주 제 : 4차 산업혁명 기술과 국방 ABC 융합 방향)</p>	
17:20 ~ 17:30	<p style="text-align: center;">Coffee Break</p>
17:30 ~ 18:00	<p style="text-align: center;"><초청특강 2부> < 사 회 : 박강박 교수/고려대 ></p>
	<p><초 청 특 강 I> 김영실 박사(한국즐기세포협회장) (주 제 : 4차산업혁명과 즐기세포융합기술)</p>
18:00 ~ 18:20	<p style="text-align: center;">< 패 널 토 의 (KAIST 이주장 교수 외 4인) ></p>
18:20 ~ 18:30	<p style="text-align: center;">폐 회 식</p>
18:30 ~ 20:20	<p style="text-align: center;">시상식 및 만찬</p>

논문발표 목차

7월 6일 (금)

[구두 발표]

Track I [09:00 ~ 10:20] : 제1발표장 [세미나 A실]

	□ (O-I-A) 융복합기술(I)	좌장 : 최원식 교수(부산대학교)
(O-I-A-1) 09:00~09:20	삼륜 전동운반차의 후윤 속도 및 조향각에 기초한 운동학적 모델 연구 변재영1, 프라티마 판두 산디1, 전연호2, 정성원1, 최원식1 [부산대학교, 근우테크2]	
(O-I-A-2) 09:20~09:40	The Effect of Different Lamp Color in Lettuce Growth 키피1, 양지웅1, 문유청1, 황현지1, 최원식1, 조정열2 [부산대학교, ㈜룩서스2]	
(O-I-A-3) 09:40~10:00	램프광 색상에 따른 상추의 발아 특성 양지웅1, 문유청1, 황현지1, 키피1, 최원식1, 조정열2 [부산대학교, ㈜룩서스2]	
(O-I-A-4) 10:00~10:20	기장미역의 천연발효특성 임혜니1, 우지희2, 최원식2 [바투아트1, 부산대학교2]	

Track II [10:20 ~ 12:00] : 제1발표장 [세미나 A실]

	□ (O-II-A) 로봇자동화(I)	좌장 : 하언태 박사((주)미래기술연구소 대표)
(O-II-A-1) 10:20~10:40	스마트팩토리 실현을 위한 모바일 로봇의 물건 핸들링 지능제어 최민혁 [경남대학교 대학원 기계융합공학과]	
(O-II-A-2) 10:40~11:00	HMM법을 기반으로 한 로봇의 작업동작제어에 관한 연구 김희진 [경남대학교 산업경영대학원 기계공학과]	
(O-II-A-3) 11:00~11:20	영상인식 자율주행로봇 개발 하언태 [(주)미래정보기술]	
(O-II-A-4) 11:20~11:40	제조공정 물건이송 및 핸들링을 위한 로봇의 정밀제어 김상현1, 최민혁2, 한성현1 [경남대학교 기계공학부1, 경남대학교 대학원 기계융합공학과2]	
(O-II-A-5) 11:40~12:00	제조공정지능화를 위한 모바일 로봇의 위치추적제어 최민혁1, 임오득2, 한성현3 [경남대학교 대학원 기계융합공학과1, 해군정비창2, 경남대학교 기계공학부3]	

7월 6일 (금)

[구두 발표]

Track III [13:00 ~ 14:40] : 제1발표장 [세미나 A실]

□ (O-III-A) 로봇자동화(II) 좌장 : 정양근 박사((주)신라정보기술 대표)	
(O-III-A-1) 13:00~13:20	<p>학습기반 다관절로봇의 반복작업수행을 위한 모션제어</p> <p style="text-align: right;">최민혁 [경남대학교 대학원 기계융합공학과]</p>
(O-III-A-2) 13:20~13:40	<p>무인공정자동화를 위한 공장내외의 자율이동로봇의 주행제어</p> <p style="text-align: right;">배호영 [(주)브이맥]</p>
(O-III-A-3) 13:40~14:00	<p>인간-로봇 협조제어를 위한 로봇의 음성명령 제어기술</p> <p style="text-align: right;">김희진 [경남대학교 산업경영대학원 기계공학과]</p>
(O-III-A-4) 14:00~14:20	<p>20관절의 휴머노이드로봇의 기구학적 해석 및 모션제어</p> <p style="text-align: right;">박수영¹, 최민혁², 한성현¹ [경남대학교 기계공학부¹, 경남대학교 대학원 기계융합공학과²]</p>
(O-III-A-5) 14:20~14:40	<p>정규화된 작업공장내에서의 모바일 로봇의 최적 작업경로제어</p> <p style="text-align: right;">최민혁¹ 김두범², 한성현³ [경남대학교 대학원 기계융합공학과¹, 경남대학교 대학원 첨단공학과², 경남대학교 기계공학부³]</p>

Track IV [14:40 ~ 16:00] : 제1발표장 [세미나 A실]

□ (O-IV-A) 바이오메카트로닉스(I) 좌장 : 최원식 교수(부산대학교)	
(O-IV-A-1) 14:40~15:00	<p>오미자량에 따른 문경오미자의 발효특성</p> <p style="text-align: right;">우지희¹, 데스티아니 수페노¹, 크리스타 마이난디¹, 브리기타¹, 이은숙¹, 김미자², 최원식¹ [부산대학교¹, 문경시농업기술센터²]</p>
(O-IV-A-2) 15:00~15:20	<p>The effects of brix on fresh-cut lettuce fermentation condition by fermented powder Yinkin</p> <p style="text-align: right;">크리스타 마이난디¹, 브리기타¹, 권순홍¹, 정성원¹, 권순구¹, 박종민¹, 김종순¹, 최원식¹ [부산대학교¹]</p>
(O-IV-A-3) 15:20~15:40	<p>Optimization of Black Chokeberry "Aronia melanocarpa" Fermentation Process based on Response Surface Methodology</p> <p style="text-align: right;">데스티아니 수페노¹, 권순홍¹, 정성원¹, 권순구¹, 박종민¹, 김종순¹, 최원식¹ [부산대학교¹]</p>
(O-IV-A-4) 15:40~16:00	<p>Leakage Current of Maintenance Free Super-capacitor Battery in Agricultural Electric Carrier</p> <p style="text-align: right;">프라타마 판두 산디¹, 수페노 데스티아니¹, 변재영¹, 이은숙¹, 강언욱², 전연호³, 정성원¹, 최원식¹ [부산대학교¹, 디엠테크², 근우테크³]</p>

Track I [09:00 ~ 10:40] : 제2발표장 [세미나 B실]

□ (O-I-B) 융복합기술(II)		좌장 : 이문희 교수(동의과학대학교)
(O-I-B-1) 09:00~09:20	케이블형 운동 머신의 동특성 분석 고석조, 백준영, 윤성민, 노치범, 김태훈, 차병수, 이민철 [동의과학대학교 기계계열, (주)론펙, 동의과학대학교 전자과, 동의과학대학교 산업디자인과, 부산대학교 기계공학부]	
(O-I-B-2) 09:20~09:40	용매에 따른 텅스텐의 기계적 특성 박광모, 이상필, 이진경, 이문희, 이종호 [동의대학교 기계공학과, 동의과학대학교 기계계열, 동의과학대학교 자동차계열]	
(O-I-B-3) 09:40~10:00	탄화규소 재료 및 탄화규소 복합재료의 제조 및 특성평가 이준엽, 이상필, 이진경, 이문희, 김성원 [동의대학교 기계공학과, 동의과학대학교 기계계열]	
(O-I-B-4) 10:00~10:20	텅스텐 섬유 함량에 따른 텅스텐 복합체의 기계적 특성 박광모, 이상필, 이진경, 이문희, 이종호 [동의대학교 기계공학과, 동의과학대학교 기계계열, 동의과학대학교 자동차계열]	
(O-I-B-5) 10:20~10:40	레이저 스캐너를 이용한 옥외 및 동적환경에서의 휴먼 인식 전상신, 진태석 [동서대학교 학사과정, 동서대학교 메카트로닉스공학과]	

Track II [10:40 ~ 12:00] : 제2발표장 [세미나 B실]

□ (O-II-B) 특별세션		좌장 : 정성우 교수(고려대학교)
(O-II-B-1) 10:40~11:00	구름 이동 로봇의 경로 추적을 위한 퍼지-신경망 제어기 설계 김기현 [두산중공업(주)]	
(O-II-B-2) 11:00~11:20	다양한 환경을 고려한 시스템 SW 레벨의 CPU 발열 예측에 대한 연구 정성우, 김영근, 김선영, 최승훈, 민동원 [고려대학교, 단국대학교]	
(O-II-B-3) 11:20~11:40	전력수요 예측에서 결측치 대체를 위한 다양한 기계 학습 기법의 성능 비교 박성우, 문지훈, 황인준 [고려대학교 전기전자공학과]	
(O-II-B-4) 11:40~12:00	연료전지 금속 분리핀의 공정변수에 의한 실험 진철규 [경남대학교 기계공학부]	

Track III [13:00 ~ 14:20] : 제2발표장 [세미나 B실]

□ (O-III-B) 광융합기술		좌장 : 이호 교수(경북대학교)
(O-III-B-1) 13:00~13:20	공초점 현미경을 이용한 마우스 맥박 측정	박재성 ¹ , 부틸리에 리차드 마틴 ¹ , 이호 ^{1,2} [경북대학교 기계공학과 ¹ , 경북대학교 레이저 응용 기술센터 ²]
(O-III-B-2) 13:20~13:40	Deep UV 광원에 의한 마우스 백혈구 auto-fluorescence 특성	박재성 ¹ , 손민지 ¹ , 이호 ^{1,2} [경북대학교 기계공학과 ¹ , 경북대학교 레이저 응용 기술센터 ²]
(O-III-B-3) 13:40~14:00	고 반복율 레이저 가공 시 폴리머 소재별 열 중첩 현상 연구	함승식 ¹ , 김성현 ¹ , 이새봄 ³ , 이호 ^{1,2} [경북대학교 기계공학과 ¹ , 경북대학교 레이저 응용 기술센터 ² , 경북대학교 나노포토닉스응용연구소 ³]
(O-III-B-4) 14:00~14:20	레이저 치료를 위한 다방면 광섬유 system의 소형화 개발	함승식 ¹ , 이호 ² [경남대학교 기계공학부 ¹ , 경북대학교 레이저 응용 기술센터 ²]

Track IV [14:20 ~ 15:40] : 제2발표장 [세미나 B실]

□ (O-IV-B) 바이오 메카트로닉스(II)		좌장 : 최원식 교수(부산대학교)
(O-IV-B-1) 14:20~14:40	Crush로 제조한 콩분말의 두부제조시 거품의 특성	이은숙 ¹ , 변재영 ¹ , 우지희 ¹ , 이강삼 ² , 최원식 ¹ [부산대학교, 슬로푸드 ²]
(O-IV-B-2) 14:40~15:00	고농축 액상천일염에 의한 칩냉쿨의 생태연구	이새용 ¹ , 문우창 ² , 양지웅 ² , 최원식 ² [열우물 ¹ , 부산대학교 ²]
(O-IV-B-3) 15:00~15:20	Review on climate and crop production in closed greenhouse	니콜라스 ¹ , 변재영 ¹ , 최원식 ¹ [부산대학교]
(O-IV-B-4) 15:20~15:40	300mesh급 미쇄분말용 분쇄기의 시운전 평가	고준영 ¹ , 변재영 ¹ , 프라타마 판두 산디 ¹ , 수페노 데스티아니 ¹ , 양지웅 ¹ , 문유청 ¹ , 키피 ¹ , 크리스타 마이난다 ¹ , 니콜라스 ¹ , 이은숙 ¹ , 이강삼 ² , 최원식 ¹ [부산대학교, 슬로푸드 ²]

Track I [09:00 ~ 10:20] : 제3발표장 [세미나 C실]

□ (O-I-C) 융합시스템(I)		좌장 : 송해근 교수(동의과학대학교)
(O-I-C-1) 09:00~09:20	초고속 해상무선통신에 관한 연구	조수범 [동의과학대학교 전자통신과]
(O-I-C-2) 09:20~09:40	생산 자동화용 소형 미니 펌프 설계 사양	김형준 ¹ , 이상협 ¹ , 김만호 ² [부산대학교 기계공학부 ¹ , 동의과학대학교 자동차계열 ²]
(O-I-C-3) 09:40~10:00	스포츠 경기 동안 행해지는 의료 지원 분석	김인주 [동의과학대학교 응급구조학과]
(O-I-C-4) 10:00~10:20	개선의 우선순위 모형을 이용한 가중치 결정의 연구	송해근 [동의과학대학교 경영계열]

Track II [10:20 ~ 11:40] : 제3발표장 [세미나 C실]

□ (O-II-C) IoT융합시스템(I)		좌장 : 조강현 교수(울산대학교)
(O-II-C-1) 10:20~10:40	안구인식을 이용한 IoT 조명 절환	조인우 ¹ , 김보겸 ¹ , 박부영 ¹ , 이원영 ¹ , 정일영 ¹ , 이현석 ¹ , 조강현 ¹ [울산대학교]
(O-II-C-2) 10:40~11:00	IoT기반 스마트 실내화	박성호 ¹ , 이동건 ¹ , 박재준 ¹ , 김태영 ¹ , 최진호 ¹ , 최건 ¹ , 조강현 ¹ [울산대학교]
(O-II-C-3) 11:00~11:20	건망증이 심한 사람을 위한 스마트 약통	안진수 ¹ , 조강현 ¹ [울산대학교]
(O-II-C-4) 11:20~11:40	운동강도에 따라 적합한 곡을 선별하는 음악 플레이어	정호제 ¹ , 서정호 ¹ , 유은진 ¹ , 양권모 ¹ , 김병천 ¹ , 조강현 ¹ [울산대학교]

Track III [13:00 ~ 14:40] : 제3발표장 [세미나 C실]

□ (O-III-C) 로봇메카트로닉스설계		좌장 : 김한성 교수(경남대학교)
(O-III-C-1) 13:00~13:20	6축 힘/모멘트 측정기능을 갖는 병렬구조형 로봇 베이스 플랫폼 설계	정성훈 ¹ , 김한성 ² [경남대학교 대학원 기계융합공학과 ¹ , 경남대학교 기계공학부 ²]
(O-III-C-2) 13:20~13:40	6축 델타형 순응장치 설계 연구	전동화 ¹ , 김한성 ² [경남대학교 대학원 기계융합공학과 ¹ , 경남대학교 기계공학부 ²]
(O-III-C-3) 13:40~14:00	디버링용 2축 순응장치의 강성해석	김기성 ¹ , 김한성 ² [경남대학교 대학원 기계융합공학과 ¹ , 경남대학교 기계공학부 ²]
(O-III-C-4) 14:00~14:20	레일 음향 조도 저감장치의 힘/모멘트 측정을 위한 순응기구의 최적 설계	이영걸 ¹ , 최한신 ¹ , 정우태 ² [연세대학교 기계공학과 ¹ , 한국철도기술연구원 고통환경연구팀 ²]
(O-III-C-5) 14:20~14:40	구동휠 추가에 따른 레일 표면조도 측정에 미치는 영향	정다해 ¹ , 신지선 ¹ , 정우태 ² [과학기술연합대학원대학교 로봇틱스 및 가상공학 ¹ , 한국철도기술연구원 고통환경연구팀 ²]

Track IV [14:40 ~ 16:20] : 제3발표장 [세미나 C실]

□ (O-IV-C) 융복합기술(I)		좌장 : 최성대 교수[금오공과대학교]
(O-IV-C-1) 14:40~15:00	태양광 충전형 스마트 표지병 개발	최성대 ¹ , 김장수 ¹ , 허성범 ² , 김철광 ² , 이승현 ³ [금오공과대학교 ¹ , 거봉산업 ² , (주)디오시스 ³]
(O-IV-C-2) 15:00~15:20	무선제어가 가능한 탄소섬유 발열시트 개발	최성대 ¹ , 김기만 ¹ , 김장수 ¹ , 신석균 ² [금오공과대학교 ¹ , (주)GUMIC ²]
(O-IV-C-3) 15:20~15:40	핸드피스 드릴 안내장치가 탑재된 치과 임플란트 수술기용 감속장치 개발	최성대 ¹ , 김기만 ¹ , 김장수 ¹ , 전금상 ² , 이종건 ² [금오공과대학교 ¹ , (주)마이크로엔엑스 ²]
(O-IV-C-4) 15:40~16:00	경주용 자동차의 동력전달허브의 경량화에 관한 연구	김장수 ¹ , 최성대 ¹ [금오공과대학교 ¹]
(O-IV-C-5) 16:00~16:20	슈퍼커패시터를 활용한 발농업용 소형 예취기 개발	변재영 ¹ , 전연호 ² , 양지웅 ¹ , 문유청 ¹ , 이은숙 ¹ , 키피 ¹ , 강언욱 ³ , 정성원 ¹ , 최원식 ¹ [부산대학교 ¹ , 근우테크 ² , 디엠테크 ³]

Track I [09:00 ~ 10:20] : 제4발표장 [세미나 D실]

□ (O-I-D) 자원플랜트(I)		좌장 : 김영주 연구원(한국지질자원연구원)
(O-I-D-1) 09:00~09:20	In-Line type 액-액 세퍼레이터의 다상유동 분리특성에 관한 연구	김영주 ¹ , 우남섭 ¹ , 한상목 ¹ , 하지호 ¹ , 김현지 ¹ [한국지질자원연구원 탐사시스템연구실]
(O-I-D-2) 09:20~09:40	ROV용 진수 및 회수 시스템(LARS)의 피로수명 분석	우남섭 ¹ , 김영주 ¹ , 한상목 ¹ , 하지호 ¹ , 김현지 ¹ [한국지질자원연구원 탐사시스템연구실]
(O-I-D-3) 09:40~10:00	스탠딩 빌딩 공정용 인터페이스 모듈 개발	김강국 ¹ , 배재일 ¹ , 박재형 ¹ [(주)유연이앤이]
(O-I-D-4) 10:00~10:20	해양플랜트용 500psi급 Diverter 유압 테스트 및 HILS 적용 검토	박재문 ¹ , 하연철 ² [(주)오에스랩 ¹ , 부산대학교 선박해양플랜트기술연구원 ²]

Track II [10:20 ~ 11:40] : 제4발표장 [세미나 D실]

□ (O-II-D) 자원플랜트(II)		좌장 : 정광호 교수(부산대학교)
(O-II-D-1) 10:20~10:40	글로브 밸브 내부 다상유동의 유체동역학적 특성에 관한 연구	정광호 ¹ , 응우옌 팡 카이 ¹ , 이강남 ² [부산대학교 조선해양공학과 ¹ , 부산대학교 대학원 ²]
(O-II-D-2) 10:40~11:00	해상크레인용 150톤 원치 제어기(PLC) HIL-test	임채욱 ¹ , 신성철 ¹ [부산대학교 조선해양공학과 ¹]
(O-II-D-3) 11:00~11:20	Drilling 이수 Diverter 위한 Sealing 장치 제작 및 개발 연구	김민규 ¹ , 배선봉 ¹ , 장석수 ¹ , 박진우 ¹ , 김인규 ¹ [산동금속공업(주) ¹]
(O-II-D-4) 11:20~11:40	발전소 배가스 열회수 및 냉각을 통한 물회수 유기랭킨사이클 발전시스템 해석	김영민 ¹ , 조규백 ¹ , 이선엽 ¹ , 신동걸 ¹ [한국기계연구원 그린동력연구실 ¹]

7월 6일 (금)

[구두 발표]

Track III [13:00 ~ 14:20] : 제4발표장 [세미나 D실]

□ (O-III-D) 자원플랜트(III)		좌장 : 이재훈 연구원(한국조선해양기자재연구원)
(O-III-D-1) 13:00~13:20	유한요소해석을 이용한 밸브용 액추에이터의 구조안정성 검토 이재훈1, 김한울1, 최주형1, 김정환1, 공길영1, 설관훈2, 박성현2 [한국조선해양기자재연구원1, 플로우버스2]	
(O-III-D-2) 13:20~13:40	전산해석을 이용한 A60급 방화셔터의 성능평가 김한울1, 이재훈1, 최주형1, 김정환1, 공길영1, 류진호2, 김경태2 [한국조선해양기자재연구원1, 대현테크2]	
(O-III-D-3) 13:40~14:00	부유식 해양 구조물의 벌크 이송 시스템 국산화 연구 개발 황종덕 [우민기술(주)]	
(O-III-D-4) 14:00~14:20	소규모탐사를 통한 천해저 지반 탐사 이다운1, 정우근1, 신성렬1, 하지호2 [한국해양대학교 해양에너지자원공학과1, 한국지질자원연구원2]	

Track IV [14:20 ~ 15:40] : 제4발표장 [세미나 D실]

□ (O-IV-D) 자원플랜트(IV)		좌장 : 하지호 연구원(한국지질자원연구원)
(O-IV-D-1) 14:20~14:40	고압 Diverter용 Cr-Mo 저합금강 용접부의 건전성 평가 이동률1, 김형익1, 김보현1, 장석수2, 김민규2, 김영주3, 우남섭3 [한국생산기술연구원1, 산동금속공업(주)2, 한국지질자원연구원3]	
(O-IV-D-2) 14:40~15:00	해양플랜트용 Lattice Boom Crane의 구조해석 및 유압시스템 개선 성헌진1, 정창권2, 정용길1, 김현지3, 김영주3, 허선철1 [경상대학교 에너지기계공학과1, 디엠씨(주)2, 한국지질자원연구원3]	
(O-IV-D-3) 15:00~15:20	나노분말로 코팅된 스테인리스의 열확산 특성 전중훈1, 김현지2, 김영주2, 허선철1 [경상대학교 에너지기계공학과1, 한국지질자원연구원2]	
(O-IV-D-4) 15:20~15:40	파라핀 왁스 집적 감지 및 성장 과정 가시화 시스템 개발 연구 이동건1, 하지호1, 김영주1, 우남섭1, 한상목1 [한국지질자원연구원 탐사시스템연구실1]	

Track V [15:40 ~ 17:40] : 제4발표장 [세미나 D실]

□ (O-V-D) 전력전자(I)		좌장 : 박성준 교수[전남대학교]
(O-V-D-1) 15:40~16:00	2단 절연형 준공진 타입을 이용한 고압 SMPS에 관한 연구	강일규1, 박성미2, 박성준1 [전남대학교1, 한국승강기대2]
(O-V-D-2) 16:00~16:20	2종 절연형 DCDC 컨버터를 이용한 연료전지용 고효율 전원장치	김동희1, 송광석1, 박성미2, 박성준1 [전남대학교1, 한국승강기대2]
(O-V-D-3) 16:20~16:40	LLC공진 회로를 이용한 고효율 공진형 LDC에 관한 연구	박이수1, 나정승2, 박성미3, 박성준1 [전남대학교1, 호남대학교2, 한국승강기대3]
(O-V-D-4) 16:40~17:00	고주파 스위칭을 위한 액티브 클램프 타입의 게이트 드라이버	최희성1, 송광석1, 박성미2, 박성준1 [전남대학교1, 한국승강기대2]
(O-V-D-5) 17:00~17:20	배터리 전압 계측을 위한 관측기 개념을 적용한 저가형 전압 센싱회로	나정승1, 박성미2, 정대원1, 양승혁1, 박성준3 [호남대학교1, 한국승강기대2, 전남대학교3]
(O-V-D-6) 17:02~17:40	APF 기반 동기 좌표계 DQ 모델을 이용한 단상 영구자석 동기전동기의 운전에 관한 연구	강형도1, 황선환1 [경남대학교 전기공학과]

Track I [10:00 ~ 10:40]

□ (P-I-A) 산업용 로봇 및 응용(I) 좌장 : 이세한 교수 [경남대학교]	
(P-I-A-1)	유연핸드 아암을 갖는 로봇시스템 비선형제어기 설계 오세봉 ¹ , 이권재 ² , 이진규 ³ (주)S&T중공업 ¹ , (주)오토엔 ² , (주)두산모트롤 ²
(P-I-A-2)	퍼지-뉴럴네트워크 이론을 이용한 로봇의 작업동작제어에 관한연구 김두범 ¹ , 임요득 ¹ 경남대학교 기계공학부 ¹
(P-I-A-3)	강인제어 기법에 의한 로봇의 반복정밀작업최적 경로제어에 관한 연구 아오방첸 ¹ , 송현우 ¹ 경남대학교 메카트로닉스학과 ¹
(P-I-A-4)	지능제어기법에 의한 자동화기계의 정밀 모션 제어에 관한 연구 서희식 ¹ , 배길호 ² , 김성일 ² (주)LMAT ¹ , (주)S&T중공업 ²
(P-I-A-5)	3월구동 로봇의 생산공정 바깥환경 필드에서의 자율이동에 관한연구 김종수 ¹ , 심병균 ² 경남로봇산업진흥재단 ¹ , 경남대학교 첨단공학과 ²
(P-I-A-6)	극한환경 작업공정에서의 협력제어를 위한 최적 작업경로제어에 관한연구 한덕기 ¹ , 강동준 ² , 김영업 ² , 이승업 ² , 강지현 ² , 김종부 ² 해안엔지니어링(주) ¹ , 경남대학교 기계공학부 ²

Track I [10:00 ~ 10:40]

□ (P-I-B) 산업용 로봇 및 응용(II) 좌장 : 진철규 교수 [경남대학교]	
(P-I-B-1)	디지털협동로봇의 로봇아암의 충돌회피에 관한연구 김세일 ¹ , 양승윤 ¹ , 이권재 ² 해군정비창 ¹ , (주)오토엔 ²
(P-I-B-2)	신경회로망이론을 이용한 지능로봇의 동작제어에 관한 연구 최민혁 ¹ , 배호영 ² , 김두범 ² 경남대학교 기계융합학과 ¹ , 경남대학교 기계공학부 ²
(P-I-B-3)	22관절의 보행 로봇의 안정된자세 제어 임요득 ¹ , 김두범 ² 해군정비창 ¹ , 경남대학교 대학원 ²
(P-I-B-4)	인간-로봇 협력작업을 위한 인공지능형 로봇제어시스템의 설계 및 구현에 관한 연구 정양근 ¹ 신라정보기술(주) ¹
(P-I-B-5)	인간형 로봇의 운동학적 모델링에 대한 연구 김수봉 ¹ , 김현우 ² , 노동욱 ² , 문규탁 ² 해군정비창 ¹ , 경남대학교 ²
(P-I-B-6)	출력 피드백기반 동력시스템의 건설제어 백성학 ¹ 두산중공업 ¹

Track I [10:00 ~ 10:40]

□ (P-I-C) 융복합기술(II)		좌장 : 최성대 교수[금오공과대학교]
(P-I-C-1)	하이브리드 드론의 진동제어시스템 성능 검증에 대한 연구 배대원 ¹ , 손재환 ² , 니콜라스 ³ , 변재영 ³ , 최원식 ³ [비바R&D1, 대구기계부품연구원, 부산대학교3]	
(P-I-C-2)	임업용 드론의 잣 수확 기구의 강성분석 배대원 ¹ , 손재환 ² , 니콜라스 ³ , 변재영 ³ , 최원식 ³ [비바R&D1, 대구기계부품연구원, 부산대학교3]	
(P-I-C-3)	시설하우스 냉난방을 위한 AI코팅된 보온소재 개발 특성 박진규 ¹ , 양지웅 ² , 문유청 ² , 변재영 ² , 최원식 ² [(주)정일글로벌, 부산대학교2]	
(P-I-C-4)	순수 칼륨이 상추의 생육 환경에 미치는 효과 윤상진 ¹ , 양지웅 ¹ , 권순홍 ¹ , 정성원 ¹ , 권순규 ¹ , 박종만 ¹ , 김종순 ¹ , 최원식 ¹ [부산대학교1]	
(P-I-C-5)	기장다시마를 이용한 천연발효 특성 임혜니 ¹ , 우지희 ² , 최원식 ² [바투아트1, 부산대학교2]	

Track I [10:00 ~ 10:40]

□ (P-I-D) 융복합기술(III)		좌장 : 최성대 교수[금오공과대학교]
(P-I-D-1)	고농축 액상천일염을 이용한 밭 농업 잡초 (미국실새삼) 제거 실험에 관한 연구 문유청 ¹ , 양지웅 ¹ , 우지희 ¹ , 이세용 ² , 최원식 ¹ [부산대학교, 열우물2]	
(P-I-D-2)	1,500°C에서 구운 태안반도 천일염의 잔존물 제거를 위한 실험연구 문유청 ¹ , 이은숙 ¹ , 우지희 ¹ , 이세용 ² , 최원식 ¹ [부산대학교, 열우물2]	
(P-I-D-3)	수평형 브로칭머신 소재의 트라이볼로지 특성에 대한 수학적 모델 변재영 ¹ , 프라타마 판두 산디 ¹ , 이은숙 ¹ , 키피 ¹ , 이중순 ² , 정정환 ² , 최원식 ¹ [부산대학교, 한국브로치2]	
(P-I-D-4)	응축수 회수를 위한 미세 벤츄리관 내의 유동 및 온도분포 해석 김승일 ¹ , 박상희 ¹ , 구성득 ² [금오공과대학교, 퓨어셀코리아2]	
(P-I-D-5)	흰 부착 유무에 따른 스팀 챔버 내의 유동 및 온도분포에 대한 연구 황정규 ¹ , 박성희 ¹ , 권성환 ² , 김학성 ² [금오공과대학교, 플러스솔루션2]	
(P-I-D-6)	고농축 액상천일염에 의한 칩냉쿨의 생태연구 최원식 ¹ , 문유청 ¹ , 이은숙 ¹ , 이세용 ² [부산대학교, 열우물2]	

Track II [11:00 ~ 11:40]

<input type="checkbox"/> (P-II-A) 로보틱스(I)		좌장 : 이우송 박사[(주)선진기술 대표]
(P-II-A-1)	스마트FA를 위한 로봇의 무인원격제어 네트워크	배호영 [(주)브이맥]
(P-II-A-2)	스마트FA를 위한 지능로봇의 제어기설계 및 모션제어	심현석 [(주)동산테크]
(P-II-A-3)	모바일로봇의 극한환경 생산공정 작업경로 추적제어	심현석1, 하연태2 [(주)동산테크1, (주)미래기술연구소2]
(P-II-A-4)	지능로봇의 보행패턴생성 및 정밀위킹제어에 관한 연구	동근한, 정규현 [(주)세광산업1, (주)세영산업2]
(P-II-A-5)	3D환경 공정내에서의 모바일 로봇의 장애물회피 및 지능제어	임오득1, 김기복2 [해군정비창1, (주)르노삼성자동차2]
(P-II-A-6)	모바일-매니플레이터구조의 하이브리드형 지능로봇설계 및 제어에 관한 연구	하연태 [(주)미래기술연구소]

Track II [11:00 ~ 11:40]

<input type="checkbox"/> (P-III-B) 로보틱스(II)		좌장 : 이경창 교수[부경대학교]
(P-II-B-1)	다중센서기반 이동로봇의 학습제어에 관한 연구	김두범 [경남대학교 대학원 첨단공학과]
(P-II-B-2)	스마트FA를 위한 모바일 로봇의 위치 및 속도제어	이우송1, 임오득2 [(주)선진기술1, 해군정비창2]
(P-II-B-3)	고열 단조공정내에서 트리밍작업 및 단조부품양불검사를 위한 공정지능화기술	최민혁1, 강정석2, 원종범2, 한성현3 [경남대학교 대학원 기계융합공학과1, (주)SMC2, 경남대학교 기계공학부3]
(P-II-B-4)	조립 및 분해공정의 반복작업실현을 위한 2축보행 로봇의 작업지능기술	이우송1, 정양근2 [(주)선진기술1, (주)신라정보기술2]
(P-II-B-5)	고온내열 특수환경 7축 다관절로봇의 오프라인제어	배호영1, 강정석2, 원종범2 [(주)브이맥1, (주)SMC2]
(P-II-B-6)	대화기능을 갖는 지능로봇설계 및 모션제어	정양근1, 김기복2 [(주)신라정보기술1, (주)르노삼성자동차2]

Track II [11:00 ~ 11:40]

□ (P-II-C) 최적화설계 및 응용(I) 좌장 : 장성철 교수[한국폴리텍IV대학 충주캠퍼스]

(P-II-C-1)	유전자 알고리즘을 이용한 로봇 최적 설계에 관한 연구 류제두1, 이동구1, 남건석1, 하경남1 [한국생산기술연구원]
(P-II-C-2)	가우징 집진기의 최적화 설계 장성철1, 조정식2 [한국폴리텍 IV대학 충주캠퍼스, 더에버원(주) 기술연구소]
(P-II-C-3)	로봇 그리퍼 촉각센서의 신호처리시스템 설계 정기민1, 류혜연1, 김현희1, 이경창1 [부경대학교 제어계측공학과]
(P-II-C-4)	Ethernet 네트워크 기반 심해용 원격 영상제어 모듈 설계 정기민1, 박철수2, 류혜연1, 김현희1, 이경창1 [부경대학교 제어계측공학과, 수테크2]
(P-II-C-5)	EDEM을 이용한 모래지 위를 구르는 휠의 동적거동 시뮬레이션 오윤지1, 손정현2 [부경대학교 대학원 기계설계공학과1, 부경대학교 기계설계공학과2]
(P-II-C-6)	STS 극저온 밸로우즈의 구조해석 서창명1, 권민수1, 장성철1, 정현철2, 박중호3 [한국폴리텍 IV대학 충주캠퍼스, 엔이에스(주) 기술연구소2, 한국기계연구원 극한기계3]
(P-II-C-7)	지역주력산업 기업지원 성과분석에 관한 연구-최근 2년간 지능형기계부품산업(부산)을 중심으로 이동구1, 류제두1, 남건석1, 하경남1 [한국생산기술연구원]

Track II [11:00 ~ 11:40]

□ (P-II-D) 융복합기술(IV) 좌장 : 이영세 교수[경북대학교]

(P-II-D-1)	연료전지 금속 분리핀의 공정변수에 의한 실험 진철규 [경남대학교 기계공학부]
(P-II-D-2)	마이크로 웨이브 레이저 정밀 표면패턴 가공기술과 마찰특성평가 채영훈1, 허원영2, 김동진2, 이수민2, 박민식2 [경북대학교 음향공학연구소1, 경북대학교 금속신소재공학과2]
(P-II-D-3)	SNCM 420 소재 인성 평가를 위한 오스템퍼링 열처리 조건별 충격 값 연구 이호1, 최만호1 [(주)청호열처리]
(P-II-D-4)	호안공사용 보수/보강재 개발 이영세 [경북대학교 나노소재공학부]
(P-II-D-5)	Mesh-belt 오스템퍼링 시스템 설계를 위한 염욕조에서의 낙하시험에 관한 연구 최만호1, 이호1 [(주)청호열처리]
(P-II-D-6)	풀 브리지 PWM 인버터를 이용한 단상 유도전동기의 운전 기법에 대한 연구 김태성1, 김성호2, 김용후3, 황선환1 [경남대학교 전기공학과1, 키스톤 에너지2, 부산테크노파크3]

Track III [13:20 ~ 14:00]

□ (P-III-A) 시스템제어 및 응용(II)		좌장 : 김기복 박사[(주)르노삼성자동차]
(P-III-A-1)	중소기업 맞춤형 금형공정 무인자동화를 위한 자율이동로봇의 정밀제어	이창영 [해군정비창]
(P-III-A-2)	가공공정 지원을 위한 제조용 로봇의 강인제어에 관한 연구	조문근 [(주)히수테크]
(P-III-A-3)	고온내열 6축 수직다관절로봇의 단조품 이동 및 핸들링 작업제어에 관한 연구	백영태 ¹ , 강정석 ² , 원종범 ² [(주)S&T중공업 ¹ , (주)SMC ²]
(P-III-A-4)	극한환경 작업공정지원을 위한 로봇의 학습제어기법의 실현	박성규 [(주)지엠비코리아]

Track III [13:20 ~ 14:00]

□ (P-III-B) 시스템제어 및 응용(III)		좌장 : 김기현[두산중공업(주)]
(P-III-B-1)	비선형제어기법을 이용한 양의 피드백을 갖는 로봇시스템의 최적제어	주은택 [(주)TESS]
(P-III-B-2)	사물인터넷기반 로봇의 최적작업경로 무인원격제어에 관한 연구	배호영 [(주)브이맥]
(P-III-B-3)	자율구동 로봇의 정밀 구동제어에 관한 연구	김민성 ¹ , 전동화 ¹ , 이우송 ² , 정양근 ³ , 김한성 ⁴ , 한성현 ⁴ [경남대학교 대학원 ¹ , (주)선진기술 ² , 신리정보기술(주) ³ , 경남대학교 기계공학부 ⁴]
(P-III-B-4)	다중센서기반을 이용한 지능형 로봇의 모션 제어	이우송 ¹ , 박인만 ² [(주)선진기술 ¹ , (주)인템 ²]

Track III [13:20 ~ 14:00]

□ (P-III-C) 시스템제어 및 응용(IV)		좌장 : 황선환 교수 [경남대학교]
(P-III-C-1)	신경망 기반 이동로봇의 제어기설계에 관한 연구	정양근1, 정성원2 [신라정보기술(주)1, DT(주)2]
(P-III-C-2)	필드용 모바일로봇의 정밀 제어기 설계	이성진1, 이현철2 [한화테크윈(주)1, (주)SG서보2]
(P-III-C-3)	물류 자동화를 위한 이동로봇의 원격제어	신행봉1, 이희섭2 [(주)SG서보1, 두산공작기계2]
(P-III-C-4)	단조품 제조공정 적용 로봇의 지능작업구현에 관한 연구	차보남1, 남택중2 [두산인프라코어1, S&T중공업2]
(P-III-C-5)	로봇 시스템의 고성능 이동경로 건설제어에 관한 연구	김성일1, 황원준2 [S&T중공업1, 경남TP2]

Track III [13:20 ~ 14:00]

□ (P-III-D) 시스템제어 및 응용(V)		좌장 : 김한성 교수 [경남대학교]
(P-III-D-1)	7축 다관절 로봇의 작업경로 정밀제어에 관한 연구	정동연1, 김민성2 [(주)대호테크1, 경남대학교 첨단공학과2]
(P-III-D-2)	6축 로봇의 지능형 모방제어에 관한 연구	배호영1, 최민혁2 [브이맥1, 경남대학교 기계공학부2]
(P-III-D-3)	4휠 구동 모바일 로봇의 작업 경로건설 제어에 관한 연구	김기현1, 김희진2 [두산중공업(주)1, 부산인력개발원2]
(P-III-D-4)	금형 가공정밀도 검사용 형상인식기술 개발	김민성1, 김종훈1, 최민혁2, 원종범3, 원종대4, 한성현2 [경남대학교 대학원1, 경남대학교 기계공학부2, (주)SMC3, (주)영창로보테크4]
(P-III-D-5)	작업효율 최적화 로봇의 작업공간최적 제어에 관한 연구	임오득1, 임창식2 [해군정비창1, 퍼스텍(주)2]

Track IV [14:20 ~ 15:00]

□ (P-IV-A) 로봇틱스(III)		좌장 : 이우송 박사 [[주]선진기술]
(P-IV-A-1)	랏을 위한 이동로봇의 작업공간 궤적제어에 관한 연구	이희섭1, 김성일2 [두산공작기계1, S&T중공업(주)2]
(P-IV-A-2)	자율이동로봇의 자세정밀제어 실현에 관한 연구	임창식1, 차보남2 [퍼스텍(주)1, 두산인프라코어(주)2]
(P-IV-A-3)	5축 수평다관절 로봇 아암의 건설제어에 관한 연구	박인만1, 정성원2 [(주)인템1, DY(주)2]
(P-IV-A-4)	출력 비선형제어기법에 의한 로봇의 강인제어	이현철1, 김민성2 [(주)SG서보1, 경남대학교 첨단공학과2]
(P-IV-A-5)	스위칭모드기법을 이용한 로봇 아암의 정밀제어	남택중1, 신행봉2 [S&T중공업1, (주)SG서보2]

Track IV [14:20 ~ 15:00]

□ (P-IV-B) 로봇틱스(III)		좌장 : 황선환 교수[경남대학교]
(P-IV-B-1)	무인 FA를 위한 다관절로봇의 지능 제어에 관한 연구	황원준1, 조문근2 [경남TP1, (주)희수테크2]
(P-IV-B-2)	산업용 로봇의 속도경로 제어에 관한 연구	정동연1, 이우송2 [(주)대호테크1, (주)선진기술2]
(P-IV-B-3)	6축 다관절 로봇의 속도피드백 제어에 관한 연구	백승학1, 이성진2 [두산중공업(주)1, 한화테크2]
(P-IV-B-4)	3축 겐튜리 로봇의 고성능 속도제어에 관한 연구	김희진1, 정양근2 [부산인력개발원1, (주)신라정보기술2]
(P-IV-B-5)	비상 발전기를 이용한 무정전 시스템 설계	박성준1, 이정환2, 임상길2, 양지훈2, 레동부2, 박성미3 [전남대학교1, (주)지엔이피에스2, 한국승강기대3]

Track IV [14:20 ~ 15:00]

□ (P-IV-C) 메카트로닉스 및 응용(I)		좌장 : 나언주 교수 [경남대학교]
(P-IV-C-1)	이론 산업용 고효율 네트워크 시스템이론	송해근 [동의과학대학교 경영계열]
(P-IV-C-2)	2휠 드라이빙 구동 로봇의 서보제어에 관한 연구	고기영 [경남대학교 산업경영대학원]
(P-IV-C-3)	제조 공정용 양팔로봇의 지능 작업제어기술에 관한 연구	김기현 [경남대학교 산업경영대학원]
(P-IV-C-4)	연마공정 자동화를 위한 고성능 지능로봇제어에 관한 연구	김희진 [경남대학교 산업경영대학원]
(P-IV-C-5)	2족 보행 로봇의 안전한 워킹운동에 관한 연구	김두범 [경남대학교 산업경영대학원]
(P-IV-C-6)	극한환경 표면처리 공정용 고성능 그리퍼 설계	김희진 [경남대학교 산업경영대학원]

Track IV [14:20 ~ 15:00]

□ (P-IV-D) 로봇틱스 및 응용 I		좌장 : 이현철 대표 [SG서보]
(P-IV-D-1)	5축 다관절로봇의 무인원격제어에 관한 연구	남택종[경남대학교 산업경영대학원]
(P-IV-D-2)	4축 수평다관절 공간 위치 및 속도 제어에 관한 연구	문정철[경남대학교 산업경영대학원]
(P-IV-D-3)	고중량 핸들링 작업용 로봇의 지능 제어에 관한 연구	박세민1, 최성주1, 이형태1[경남대학교 산업경영대학원]
(P-IV-D-4)	주단조물의 이송 및 정렬작업을 위한 수직다관절 로봇의 작업경로제어에 관한 연구	김희진1, 김두범1[경남대학교 산업경영대학원1]
(P-IV-D-5)	3휠 구동 자율주행 로봇의 운동학적 모델링	윤창한1, 최성원2[해군정비창1, 경남대학교 산업대학원2]

7월 6일 (금)

[포스터 발표]

Track V [15:20 ~ 16:00]

□ (P-V-A) 로봇틱스 및 응용 II		좌장 : 정동연 박사[대호테크]
(P-V-A-1)	18축 관절로봇의 실시간작업 구현에 관한 연구	하언태 [경남대학교]
(P-V-A-2)	뉴로기법에 의한 자율주행자동차 경로제어에 관한 연구	서희식1, 배성진2, 배정훈2, 서명진2 [(주)LMAT1, 경남대학교 산업대학원2]
(P-V-A-3)	병진관절을 갖는 수직다관절로봇 매니플레이터의 기구학적 해석	원종범 [(주)SMEC2]
(P-V-A-4)	스마트팩토리를 위한 제조용로봇의 비주얼서보잉제어	배길호1, 윤찬헌2 [(주)S&T중공업1, (주)영동테크2]

삼륜 전동운반차의 후륜 속도 및 조향각에 기초한 운동학적 모델 연구

변재영¹, 프라타마 판두 산디², 전연호³, 정성원¹, 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹, 부산대학교 생명산업융합연구원², 근우테크(주)³

A Kinematic Model Based on the Rear Speed and Steering Angle of Three-Wheeled Electric Vehicle

Jaeyoung Byun¹, Pandu Sandi Pratama², Yeonho Jeon³, Sungwon Chung¹, Wonsik Choi¹
Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University¹, Life and Industry
Convergence Research Institute Pusan National University², Keunwoo Tech Co. Ltd³

Abstract

In the development of electric trains, it is common to verify the design results through proper experiment including actual vehicle. Nonetheless, because the experimental setup is often expensive and time-consuming, simulation testing is often performed before actual verification. In this study, a kinematic model for the steering range was created through simulations based on MATLAB Simulink for a three-wheel drive train. Many vehicles use a drive known as a tricycle. Use a tricycle configuration with two electric drive wheels on the front and one steering wheel on the rear. The two front drive wheels are mounted on a common axis, and each wheel can be independently driven forward or backward. This configuration has several advantages over a delta configuration with two wheels on the back and wheels on the front. The kinematic model for the three-wheel drive system was completed and the results were analyzed using actual vehicle drawings. With Simulink, you can simulate a vehicle that performs linear and rotational motion. A mathematical model was used to obtain the results for the radius of rotation of the three-wheel drive vehicle.

1. Introduction

In vehicle development, it is standard to validate the design results by suitable experiments involving real vehicle. Nevertheless, since experimental setups are usually costly and time demanding, simulation tests are often performed before the real verification. In this study present the simulation behavior of tricycle vehicle based on MATLAB Simulink.

2. Mathematical model of tricycle

Many vehicle use a drive mechanism known as tricycle. In this research the tricycle configuration using tadpole configuration that consist of two motorized drive wheel on the front side and one steering wheel on the rear side. The two front drive wheels are mounted on a common axis, and each wheel can independently being driven either forward or backward. This tadpole configuration has several advantages compare to delta configuration where the two wheels are on the rear side and one wheel on the front side

2.1 Mathematical model

The purpose of forward kinematics in tricycle modeling is to determine vehicle position and orientation based on wheel rotation measurement. By varying the velocities of the two wheels, we can vary the trajectories that the vehicle takes. Because the rate of rotation ω about the ICR must be the same for both wheels, we can write the following equations: Fig. 1 is a schematic diagram of a three-wheel drive modeled for a mathematical model. Fig. 2 is a mathematical model for three-wheel drive.

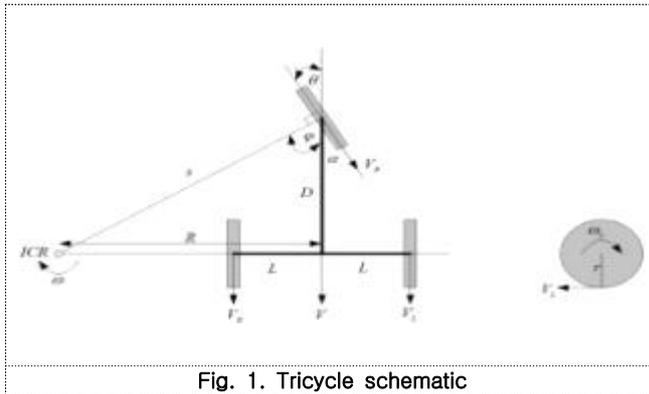


Fig. 1. Tricycle schematic

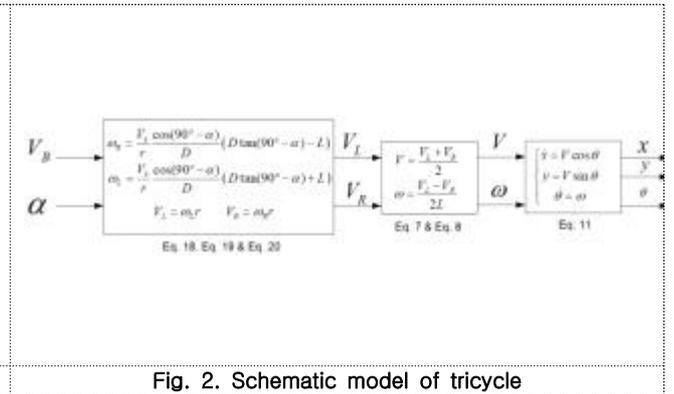


Fig. 2. Schematic model of tricycle

3. Result and discussion

The results for the fixed steer angle are shown in Fig. 3, and 4, respectively. Fig. 3, the wheel speed is constant at 5 km / h, and the steering angle is set from -90° to 90° . The simulation time is 9 seconds and the steering angle increment rate is $20^\circ / \text{s}$. The relationship between the steering angle and the left and right wheel speed was confirmed. Fig. 4 shows the left wheel, right wheel and rear wheel angular velocity as output. If the steering angle is negative, the right wheel speed moves faster than the left wheel. When the steering angle is 0, the left and right wheels move at the same speed 872.6 rpm. When the steering angle is positive, the left wheel speed is higher than the right wheel speed. The rear wheels move at 872.6 rpm at a constant speed during the simulation.

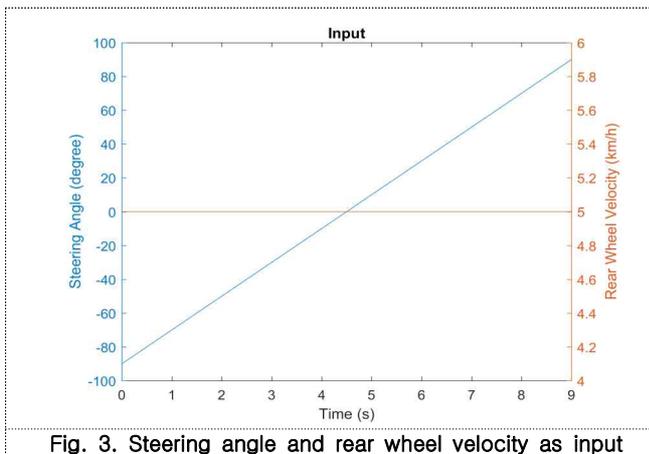


Fig. 3. Steering angle and rear wheel velocity as input

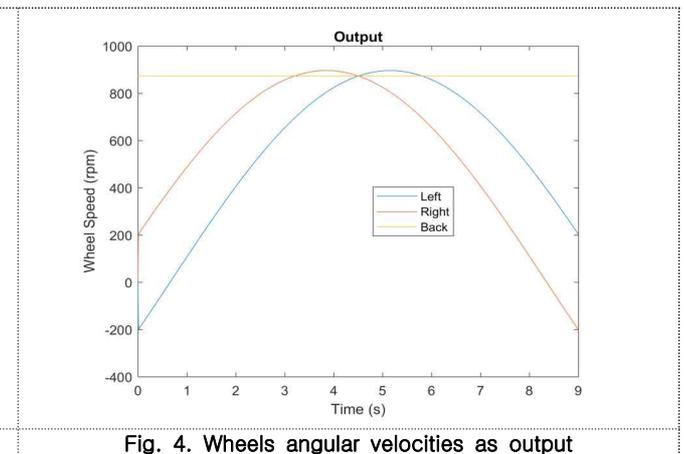


Fig. 4. Wheels angular velocities as output

4. Conclusion

The kinematic model for the three - wheel drive system was completed and the results were analyzed using the actual vehicle drawings. A mathematical model has been developed. With Simulink, you can simulate a vehicle that performs linear and rotational motion. Using the mathematical model, we can apply it directly to other vehicles with the tricycle system. The mathematical model was used to obtain the result of the rotation echo according to the vehicle condition.

Acknowledgement

This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry(IPET) through Agriculture, Food and Rural Affairs Research Center Support Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA)(716001-7)

램프 색상에 따른 상추 (*Lactuca sativa* L)의 성장 특성

키피 디마스 하리스 신¹, 양지웅¹, 문유청¹, 황현지¹, 최원식¹, 조정열²
부산대학교 바이오산업기계공학과¹, (주)룩서스²

The effect of different lamp color in lettuce (*Lactuca sativa* L) growth

Dimas Harris Sean Keefe¹, Ji Ung Yang¹, Yu Cheong Moon¹, Hyeon Ji Hwang¹, Choi Won Sik¹,
Joeng Yeol Jo²
Departement of Bio Industry Machinery engineering, Pusan National University¹
Luxus Co. Ltd.²

Abstract

The aim of this research is to determine the effect of using different light color for growing lettuce. The light colors used in this research were white, red, green, and blue. The colors of light had an effect on plant growth. Red color and blue color showed significant result. The result showed that the red light could increase plant height by 35.47 cm and blue light could enlarge plant root by 17.40 cm. However, no significant result between white light or green light and lettuce growth were found.

1. Introduction

Lettuce is one of vegetables grown in greenhouse. it is also the most popular vegetables consumed as salad or raw leaves due to the taste and nutritional quality. Consuming vegetables is benefit to people health. Antioxidant, vitamin and nutrition in vegetables play important roles in reducing diseases [1]. The demand of vegetables are continuously increasing. Olaimat and Holley, (2012) reported that vegetables productions raised by 94% from 1980 to 2004. To meet the demand for vegetables, different programs have been done. For example, increasing vegetables production by enlarge planted area or using lamp irradiation in closed system production [2]. Light regulating plant growth and development is the most critical factor. Light is used by plant not only for photosynthesis but also for adjust the plant growth. Red light, Blue light, green light, and UV are the light undertaking the process of plant growth and development. Red, blue, and UV manage the responses of plant photo morphogenic. For instance, seedling growth, vegetative period, generative period and branching. This research was conducted to determine the effect of using different light color for growing lettuce.

2. Materials and methods

2.1 Material

The materials used in this research were lettuce seed (Kyoungshinseed, Miryang, South Korea), peat moss mixed with perlite and magnetic water. The tools used in this research were tray, sprayer, fluorescent lamp, chamber, incubator, pot and rule, scale and other analysis tools.

2.2 Experiment Methods

The lettuce seeds were soaked for 1 hour and stored in an incubator for 2 days. The temperature of incubator was controlled at 4°C. The seeds then were planted into a tray. Each tray had 3 seeds. The seedlings were germinated for 25 days. Following germination, the seeds were individually transplanted in a vinyl pot and arranged in a growth chamber. The morphological characteristic of lettuce were tested, such as plant height, plant weight, leaf number, leaf length, root weight, and root length. Plant height, leaf length, and root length are measured by using a ruler. Plant weight, and root weight are measured by using analytic scale. Collected data of measurements were analyzed used SPSS with 5%

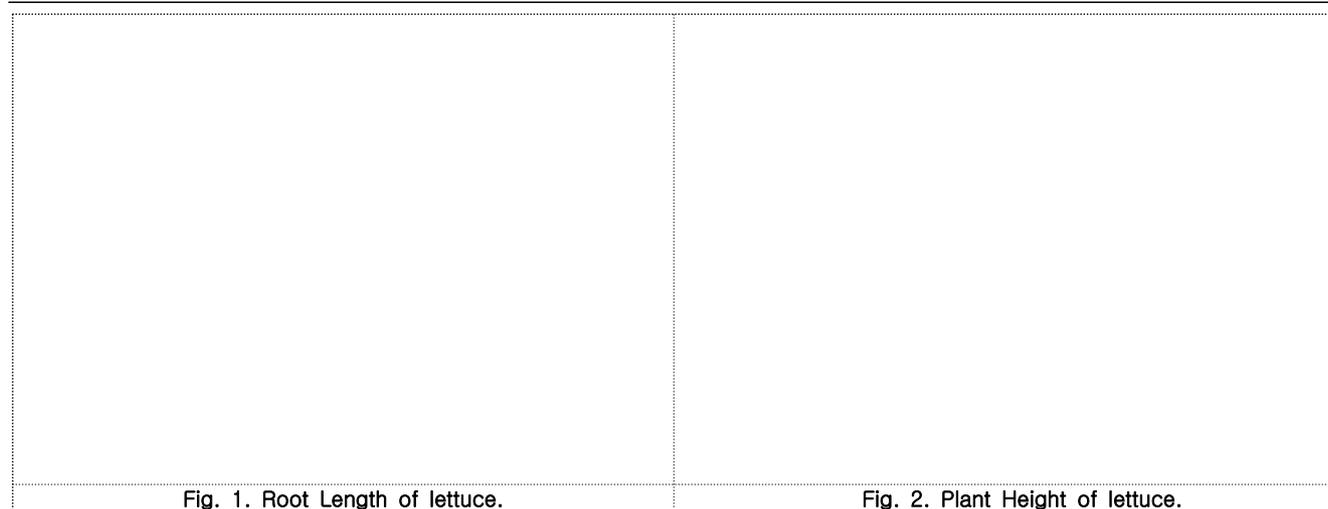
error and Duncan if there are significant results.

3. Results and Discussion

The response of lettuce irradiated with different light colors are shown in table 1. It has been shown that no substantial correlations between white light or green light and lettuce were found. Other study report that the influence of white light is lower than other color [3]. Under red light irradiation, the height of the plant was 35.47 cm. It is showed lettuce height was greatly influenced by red light. Root length of lettuce showed significant result cultivated under blue light. The root length was 17.40 cm.

Table 1. Lettuce growth under light treatment.

Treatment	Root length		Root weight		Leaf number		Leaf length		Plant weight		Plant height	
White	13.30	b	2.54	a	9.67	a	17.17	a	9.32	a	20.63	c
Red	13.13	b	2.44	a	10.67	a	22.30	a	15.37	a	35.47	a
Green	13.07	b	1.06	a	11.67	a	21.17	a	9.45	a	28.00	b
Blue	17.40	a	2.19	a	9.00	a	19.27	a	10.97	a	20.50	c



4. Conclusion

The influence of light lamp on lettuce growth varied. Mostly, different light color was significantly greater than light color of control in lettuce. The result showed that the red light could increase plant height by 35.47 cm and blue light could enlarge plant root by 17.40 cm. However, no significant result between green light and lettuce growth were found.

Acknowledgement

This work was supported by the SMinistry of SMEs and Startups, 2017 Business Growth Technology Development Project(S2534546).

[Reference]

- 1) B. Mou, 2009, Nutrient content of lettuce and its improvement, *Curr. Nutr. Food Sci.*, 5 , pp. 242-248.
- 2) Amin N. Olaimat, Richard A. Holley, Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review, *Food Microbiology*, Volume 32, Issue 1, 2012, Pages 1-19, ISSN 0740-0020, <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.04.016>.
- 3) Lixiang Miao, Yuchao Zhang, Xiaofang Yang, Jinping Xiao, Huiqin Zhang, Zuofa Zhang, Yuezhi Wang, Guihua Jiang, 2016, Colored light-quality selective plastic films affect anthocyanin content, enzyme activities, and the expression of flavonoid genes in strawberry (*Fragaria×ananassa*) fruit, *Food Chemistry*, Volume 207, 2016, Pages 93-100, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.077>.

램프 광 색상에 따른 상추의 발아 특성

양지웅¹, 문유청¹, 황현지¹, 키피¹, 조정열², 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹ (주)룩서스²

Characteristic of lettuce germination under lamp colors.

Ji Ung Yang¹, Yu Cheong Moon¹, Hyeon Ji Hwang¹, Keefe¹, Joeng Yeol Jo², Won Sik Choi¹
Departement of Bio Industry Machinery engineering, Pusan National University¹
Luxus Co. Ltd.²

Abstract

In the food industry, lettuce is a leafy vegetable crop with increasing demand, and lettuce is greatly affected by the presence of light. In this experiment, we investigated the germination response in white, red, green and blue according to color by using electrodeless lamp for 14 days. the result showed that the germination growth rate was 71.42% under red light, 85.71% under green light, and 100% under blue light at 2 days of germination. Furthermore, Red light showed the highest efficiency of lettuce growth. Green light showed the highest growth efficiency of lettuce root. Using red and green light in the effective period according to the growth of lettuce will improve the growth and quality of lettuce.

1. Introduction

식품산업에서 상추는 수요가 증가하는 엽채류 작물이며 우리의 식단과 영양에 도움을 준다. 상추의 환경 조건에는 온도, 습도, CO_2 및 광 등으로 이러한 요소들은 상추 생육에 중요한 역할을 하며 이러한 요소들 중 상추는 광의 유무에 큰 영향을 받는다. 적색광과 청색광은 상추의 광합성에 중요한 에너지원으로 생육에 큰 영향을 준다.(1) 적색광은 줄기생장 및 광합성에 영향을 주고(2) 청색광은 잎의 두께 축진과 줄기 생장 억제 등에 영향을 준다.(3) 본 실험에 사용한 무전극 램프는 LED에 비해 램프 발열이 상대적으로 낮고 색 균일도가 균일 하며 수명 또한 30,000~60,000으로 LED에 비해 수명이 10,000시간 길다. LED에 비해 수명이 길고 색 균일도가 균일한 무전극 형광램프를 활용하여 백색, 적색, 녹색, 청색 4가지 색상에 따른 상추의 발아 반응을 알아보려고 하였다.

2. Materials and methods

2.1 Material

실험 주재료는 적치마 상추 씨앗(경신씨앗), 자화 육각수, 상토(perlite)가 사용 되었으며 실험 도구로 백색형광등, 적색형광등, 녹색형광등, 청색형광등, 자, Satorius 미세저울CPA225D, 디지털 카메라, 분무기, 플라스틱 화분이 사용 되었다.

2.2 Experiment Methods

14일간 무전극 형광램프의 색상에 따른 발아 반응을 조사 하고자 찬물에 1시간 침지 한 후 상토가 들어 있는 플라스틱 화분에 상추 씨앗을 심었으며 백색, 적색, 녹색, 청색 조명 아래 각 7개씩 배치하였다. 형광등 색상에 따른 상추의 높이는 매일 측정 하였으며, 상추의 높이와 뿌리 길이 그리고 잎의 길이는 자를 사용하여 측정 되었다. 상추 무게와 뿌리 무게는 미세저울을 사용하여 마지막 날 측정 하였다. 불필요한 외부 빛의 영향을 차단하기 위해 차단막을 설치하였고 매일 14시간 연속 광으로 발아 시켰다.

3. Results and Discussion

Table 1. Lettuce growth under Electrodeless fluorescent light treatment.

Treatment	germination rate (%)	Root length (cm)	Root weight (mg)	Leaf of length (cm)	Lettuce weight (mg)	Lettuce height (cm)
White	71.42	6.33	56.18	8.23	775.82	6.27
Red	71.42	7.57	60.6	10.67	903.85	10.17
Green	85.71	9.1	70.15	10.5	816.81	8.17
Blue	100	5.83	34.73	9.5	667.34	7.97

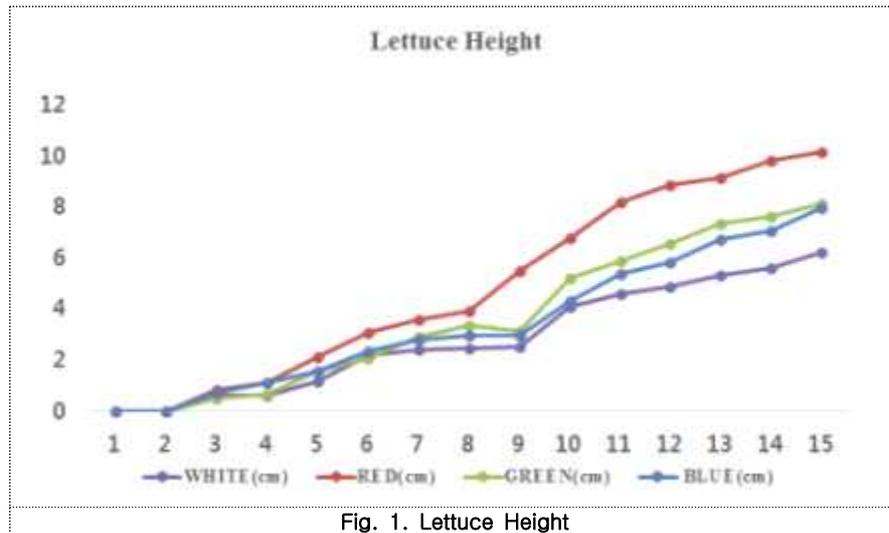


Fig. 1. Lettuce Height

무전극 형광등 색상에 따른 상추의 발아 반응은 표.1를 통해 확인 할 수 있으며 Fig.1를 통해 지상부 상추의 높이를 확인 할 수 있다. 상추의 발아는 색상에 관계없이 2일후 71.42%를 보였고 3일후 녹색광은 85.71% 청색광은 100%의 발아율을 보였다. 적색광은 지상부 상추의 높이가 10.17cm로 가장 높게 측정되었다. 상추의 높이는 적색광에 크게 영향을 받았으며 상추의 뿌리 길이는 녹색광에서 9.1cm로 가장 높게 측정되어 상추 뿌리 성장에 가장 많은 영향을 주었다.

4. Conclusion

본 실험을 통해 적색광을 사용하면 상추 성장 효율이 가장 높게 나타난다는 것을 확인 할 수 있었고 녹색광을 사용하면 상추 뿌리의 성장 효율이 가장 크게 나타난다는 것을 확인 할 수 있었다. 적색광과 녹색광을 상추 성장에 따른 효율적인 시기에 사용 한다면 상추 성장 생육 및 품질을 향상 시켜 줄 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 결과물은 중소벤처기업부의 재원으로 2017년도 창업성장기술개발사업(S2534546)의 지원을 받아 연구되었음.

[Reference]

- 1) Lin, K.H., M.Y. Huang, W.D. Huang, M.H. Hsu, Z.W. Yang, and C.M. Yang. 2013. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). *Sci. Hort.* 150:86-91.
- 2) Shin, K.S., H.N. Murthy, J.W. Heo, E.J. Hahn, and K.Y. Paek.2008. The effect of light quality on the growth and developmentof in vitro cultured *Doritaenopsis* plants. *Acta Physiol.Plant* 30:339-343.
- 3) Yorio, N.C., G.D. Goins, H.R. Kagie, R.M. Wheeler, and J.C.Sager. 2001. Improving spinach, radish, and lettuce growthunder red light-emitting diodes (LEDs) wit
- 4) Cha MK, Cho JH, Cho YY(2013) Growth of Leaf Lettuce as Affected by Light Quality of LED in Closed-Type Plant Factory System. *Protected Horticulture and Plant Factory*, Vol 22, No. 4:291-297, December (2013)

기장미역을 이용한 천연발효 특성

임혜니², 우지희¹, 최원식¹
부산대학교 바이오산업 기계공학과¹
바투아트²

Natural Fermentation Characteristics of Gijang Seaweed *Undaria Pinnatifida*

Hye-Ni Lim², Ji-Hee Woo¹, Won-Sik Choi¹
Dept. of Bio Industrial Machinery Engineering, Pusan National University¹
Batoo Art²

Abstract

Recently, carbohydrates contained in seaweeds have been used to prevent blood vessel cholesterol deposition and facilitate intestinal motility, It has been reported that physiologically active substances are identified along with improvement of hyperlipidemia, promotion of heavy metal exercise, stimulation of intestinal motility, development of health functional food. Native fermentation was carried out using Gijang seaweed *Undaria Pinnatifida* in south korea. The initial sugar content is 25 Brix, The fermentation was carried out at 35° C for 5 days in an incubator under a total of 8 conditions. As a result of the fermentation, the pH was continuously decreased according to the fermentation time for 5 days. The Brix was only slightly changed on the first day after the start of the experiment. Brix did not change after 2 days. During the fermentation process, the brix is reduced by microorganisms. However, it seems that the Brix has not changed and it has not been fermented.

1. 서 론

해조류는 복합다당류로 기능성식품, 의약품 등 다양하게 이용되고 있으며, 특히 미역에 들어 있는 점질 다당류인 알긴산(alginic acid)은 중금속 및 방사능 물질의 체외 배출, 콜레스테롤 저하, 비만 및 변비 방지 효능과 더불어 혈압이나 당뇨 예방 효과가 높다는 보고가 있다. 발효를 할경 우 생으로 섭취하였을 때보다 영양성분이 잘 우려나올 뿐 아니라, 체내 흡수율을 증가시킨다고 알려져 있어, 기장의 특산품인 미역을 이용하여 천연발효의 특성을 알아보하고자 본 실험을 하였다.

2. 본 론

2.1 실험 재료

실험재료는 기장에서 재배하는 미역을 사용하였으며, 물은 정제수, 사용된 당은 국내 생산되는 B사, 미네랄은 천일염을 사용하였으며, 발효 균주로는 유인균을 사용하였다. 발효용기는 L사에서 판매하고 있는 숨쉬는 유리용기를 구입하여 용기에 발효하였다.

2.2 실험 방법

본 연구에서는 기장의 미역을 같은 발효조건하에 유인균사용의 유무와 물의 양에 따라 미역 발효조건에 미치는 pH와 Brix 영향을 알기 위하여 당도는 25 Brix로 설정하여 물의 양과 유인균 유무만 달리하여, 크게 A, B로 나누어 총 8가지 조건으로 인큐베이터 안에서 35°C로 설정하여 5일 동안 발효 하였다. 그 비율은 다음 Table. 1.과 같다. pH 와 Brix의 측정은 매 12시간 마다 측정 관찰하였다.

Table 1. Fermentation ratio

Treatment	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
Seaweed (g)	10	10	10	10	10	10	10	10
Water (ml)	600	800	1000	1200	600	800	1000	1200
Sugar content (g)	152.5	202.5	252.5	302.5	152.5	202.5	252.5	302.5
Salt (g)	1	1	1	1	1	1	1	1
EM (g)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

3. 결과 및 토의

기장 미역을 이용하여 5일 동안 발효한 pH와 Brix의 결과는 다음 Fig1, Fig2 와 같다. 본 실험결과 pH는 처음 7.0으로 측정되어 5일 째 모두 5.0이하로 감소되었으며, Brix는 실험 1일 후 감소하다가 2일 후 부터는 5일 동안 같은 당도를 유지하였다. 또한 발효과정의 기본 반응 인 기포 증상도 거의 없었으며, 이로 보아 발효가 일어나지 않은 것으로 사료된다.

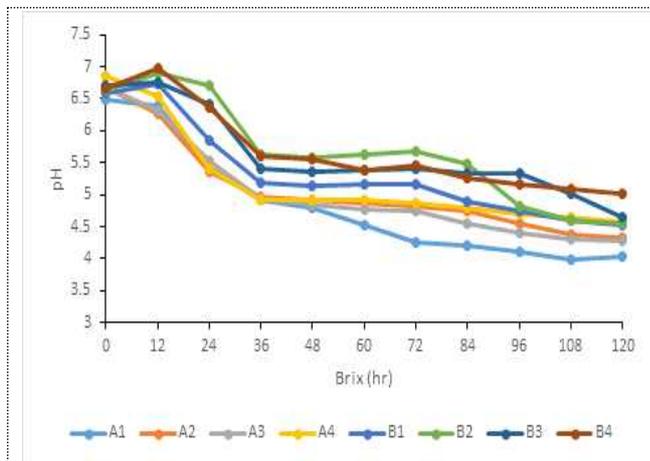


Fig. 1. 25 Brix pH value depend on fermentation time

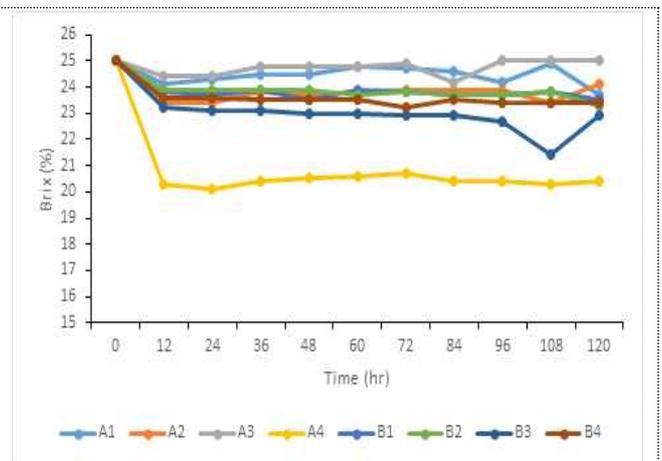


Fig. 2. 25 Brix Brix value depend on fermentation time

4. 결 론

본 연구에서는 기장의 특산품인 미역을 이용하여 5일 동안 발효한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 기장미역은 발효시간의 따라 pH는 계속 감소율을 보였지만 당도는 실험 시작 후 1일째 약간의 변화만 있을 뿐 2일 후 부터는 변화를 나타내지 않았다. 발효과정 중 미생물에 의해 당도가 감소되는 현상이 나타나는데 당도에 변함이 없는 것으로 보아 발효가 진행되지 않은 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- 1) M .L Kim, M. A. Choi, J. S chung. “Development of Fermented Beverage Using the Sea Tangle Extract, and Quality Characteristics Thereof”. Korean journal of food preservation , Vol.15, No 1, pp.21-29, 2008
- 2) B. J. Lee “Development of Functional Food Using Fermented Marine Organism” Food Industry and Nutrition, Vol. 18. No 1.. pp8-12, 2013 .
- 3) J. H. Kim, L.Y. Park, ,S. H. Lee, “Seaweed Fermentation and Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Korean Traditional Foods” Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, Vol.45, No.10, 2016

스마트 팩토리 실현을 위한 모바일 로봇의 물건 핸들링 지능제어

최민혁¹

경남대학교 대학원 기계융합공학과¹

1. 서 론

이동로봇의 제어에서는 로봇 구동축의 중심점과 로봇의 무게중심점이 일치하는 이상적인 경우를 가정으로 제어기를 설계한다. 그러나, 본 로봇은 차체의 폭과 길이가 크기 때문에 양 중심점의 거리차를 무시하는 일반적 가정에 대하여 설계된 제어 이론을 적용할 수 없다. 따라서, 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 양 중심점 사이의 거리차를 포함하여 운동학적 모델링을 수행하고, 이를 고려함으로써 로봇 자세 및 속도의 응답에 발생하는 과도상태 오차를 분석한다.

2. 본 론

이동로봇은 변형되지 않는 바퀴를 장착하여 로봇의 위치/속도 변위 문제에 대해 현재 자세를 판단하여 기준 궤적에 따라 조향하며 주행하는 것을 목적으로 한다.

이동로봇의 기구학적 모델링에서는 구동축의 중심점을 로봇의 중심점과 일치한다고 가정하고 두점 사이의 거리차를 0으로하는 이상적인 경우를 통하여 제어 입력을 설계한다. 모바일 로봇은 차체 폭과 길이가 크기 때문에 거리차를 무시하는 일반적 가정에 대한 적용이 불가능하다. 따라서, 제작된 모바일 로봇의 주행/조향제어의 영향을 미치는 기구학적 위치상태식을 주행 선속도와 조향 각속도의 제어입력 $v = [v, w]^T$ 에 의한 중심점 P의 상태 행렬로 식(1-a)와 같이 나타낸다.(1)

$$\begin{pmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{q} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -d\sin\theta \\ \sin\theta & d\cos\theta \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \quad (1-a)$$

그리고, 중심점 $P = [X \ Y \ q]^T$ 가 기준점 $Q_r = [x_{ref}, y_{ref}, \theta_{ref}]^T$ 을 추종하는 식의 고정 좌표계의 오차벡터 e_p 를 천이행렬 T_c 에 의해 식(1-b)와 같이 운동좌표에 대한 오차 벡터로 정의한다.

$$\begin{pmatrix} e_x \\ e_y \\ e_\theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e_x \cos\theta + e_y \sin\theta \\ -e_x \sin\theta + e_y \cos\theta \\ e_\theta \end{pmatrix} \quad (1-b)$$

여기서, e_x 는 구동방향 오차, e_y 는 e_x 에 수직하는 측면방향 오차 그리고, e_θ 는 회전각 오차를 나타낸다.

	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	B	B	B	B	B	B	B
NM	S	B	B	B	B	B	S
NS	S	S	B	B	B	S	S
ZO	S	S	S	B	S	S	S
PS	S	S	B	B	B	S	S
PM	S	B	B	B	B	B	S
PB	B	B	B	B	B	B	B

	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	S	S	S	S	S	S	S
NM	B	B	S	S	S	B	B
NS	B	B	B	S	B	B	B
ZO	B	B	B	B	B	B	B
PS	B	B	B	S	B	B	B
PM	B	B	S	S	S	B	B
PB	S	S	S	S	S	S	S

3. 결 론

본 연구에서는 이동 로봇의 위치제어를 위하여 위치추정 센서를 이용 측정된 로봇 중심점에서 구성된 정적 위치상태가 기준위치를 추종하는데 있어 본 연구에서는 두 중심점과 측정된 로봇 중심점 사이의 거리차를 고려함으로써 로봇의 주행과 조향을 제어하는 제어입력을 퍼지 PI알고리즘을 이용 설계하였다. 그리고 제안된 퍼지 PI제어의 성능을 각각 기준 직선운동과 원운동에 대해 모의실험으로 검증해보았다. 이를 통해 본 연구에서 제안된 퍼지 PI알고리즘이 모바일 로봇의 위치제어에 있어 초기 추종 특성이 우수함을 예증하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) Kevin M. Passino, and Stephen Yurkovich, Fuzzy Control, Addison Wesley Longman. 1998.

HMM법을 기반으로 한 로봇의 작업동작제어에 관한 연구

김희진¹

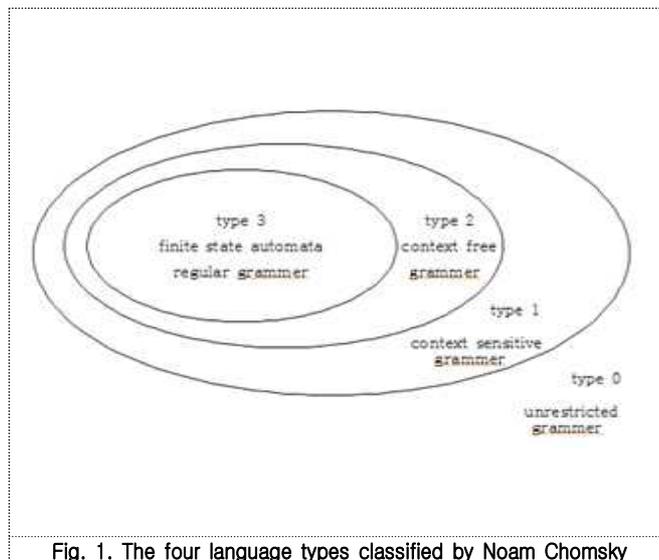
경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서론

로봇의 작업동작제어를 음성명령에 기반을 둔 음성신호 인식기술은 특정 화자에게만 인식하는 화자종속 시스템과 모든 사람에게 다 인식하는 화자독립 시스템으로 나뉜다. 본 연구에서는 음성 명령에 따른 로봇의 동작제어에 관한 연구를 수행하고 실험을 통하여 그 신뢰성을 증명한다. 음성 명령에 의한 동작제어 성능 검증은 여러 번의 반복 실험을 통하여 수행하였다.

2. 연속음성 인식 알고리즘

Fig. 1.은 Noam Chomsky가 분류한 네 가지 언어형의 관계를 나타낸다. 네 가지 언어형 중에 type 3의 언어 생성규칙을 유한상태 오토마타라고 한다. 이는 언어생성에 가장 많은 제약을 가지고 있기 때문에 소규모 연속 음성인식에 알맞은 형식이다. 이는 음성인식 시스템에서 언어를 제약함으로써 단어열을 최적으로 탐색하는 것이 가능하게 된다.



3. 음성 인식을 향상 방법

3.1 잡음 처리

위너필터링 방법으로 신호와 소음 스펙트럼의 양상블 평균을 이용한다. $H(w)$ 는 위너 필터의 전달함수로 정의한다. 여기서 $P_s(w)$ 는 깨끗한 음성신호 세그먼트이고, $P_y(w)$ 는 잡음이 섞인 음성신호 세그먼트이다. 만약 식 (1)에서 $P_s(w)$ 가 $P_d(w)$ 보다 훨씬 크다고 가정하면 1로 전달되고, 반대로 $P_d(w)$ 가 $P_s(w)$ 보다 크다고 한다면 0으로 전달된다.

$$H(w) = \frac{P_s(w)}{P_y(w)} = \frac{P_s(w)}{P_s(w) + P_d(w)} \approx \begin{cases} 1, P_s(w) \gg P_d(w) \\ 0, P_s(w) \ll P_d(w) \end{cases} \quad (1)$$

3.2 끝점 검출

비트율, 패딩비트, 샘플링 주파수, 인덱스를 기본으로 하여 프레임 길이를 산출하는데, 프레임 사이는 가장 작은 간격으로 설정하였으며, 프레임과 프레임 사이의 데이터 손실을 줄이기 위해서 프레임 중첩을 사용하였다. 또한 음성신호는 무성음보다 유성음이 절대 에너지가 크기 때문에 절대 에너지 값을 구하는 방식은 식(2)를 이용하여 음성 감지를 하였다.

$$M_i = \sum_{n=0}^{N-1} [s_i(n)] \quad (2)$$

4. 결론

본 연구에서는 로봇의 실시간 작업제어를 위하여 HMM법을 이용한 동작제어 기법을 제안하였다. 작업동작제어용 음성인식프로그램 개발에 관한 주요 연구내용으로는 음성인식 알고리즘 개발, 음성인식 시스템을 개발하였으며, 이에 대한 세부 연구내용으로 음성인식기 및 동작제어를 위한 제어시스템을 개발하였다. 음성인식으로 동작제어를 수행하였고, 반복적인 작업제어 성능실험을 통해 음성 인식률 향상을 확인하였다.

하지만 음성명령에 대한 동작제어 실험 시에 실험실 내부에서 성능 실험을 하였기에, 주변 환경에서 오는 잡음에 따른 음성 인식률에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

[참 고 문 헌]

- (1) P. Renevey, R. Vetter, and J. Kraus, "Robust speech recognition using missing feature theory and vector quantization," in Proc. Of Eurospeech-2001. ESCA, 2001, pp. 1107-1110.
- (2) Lawrence Rabiner, "A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition", Proc. IEEE, Vol 77, No. 2, february 1989.
- (3) S. Yamamoto, K. Nakadai, H. Tsujino, and H. Okuno, "Assessment of general applicability of robot audition system by recognizing three simultaneous speeches." in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS-2004). IEEE and RSJ, 2001, p. to appear.

영상인식 자율주행로봇 개발

하연태¹
(주)미래정보기술¹

1. 서론

모바일 로봇의 자율 주행을 위해서는 장애물과의 충돌을 회피할 수 있는 주행 알고리즘이 반드시 필요하다. 이런 충돌 회피 주행 알고리즘은 기본적으로 장애물을 인식하는 단계와 주어진 회피 전략에 따라 주행하는 단계로 구분될 수 있다. 대부분의 모바일 로봇의 경우 카메라의 영상정보 외에 거리 정보를 획득할 수 있는 레이저 스캐너, 초음파 센서 등을 이용해 장애물을 인식하고, 각 상황에 맞게 미리 프로그램 되어 있는 회피 전략에 의해 주행하게 된다.

모바일 로봇의 자율 주행 알고리즘은 사람의 장애물 인지 과정과 주행 방법을 학습하는 과정을 모방하여 오직 카메라의 영상정보와 기계학습 알고리즘을 이용해 구현하고, 작업장이나, 주행 로봇의 이동 경로에는 많은 장애물이 존재하며, 모바일 로봇의 자율 주행을 위해서는 장애물 충돌을 회피하는 주행 알고리즘이 요구된다.

2. 본론

본 논문에서 모바일 로봇의 자율 주행을 위한 알고리즘을 구성되어 오프라인으로 진행되는 과정과 온라인으로 진행되는 과정으로 대별할 수 있다.

오프라인으로 진행하는, 주행환경 인식을 위한 학습데이터 수집부터 피치 선택알고리즘 및 인공 신경망까지의 과정은, 영상으로부터 주행 환경에 대한 정보를 인식할 수 있도록 하여 인공신경망을 학습하는 과정이며, 인공신경망을 학습하기 위한 학습 데이터는 모바일 로봇을 수동으로 조작하면서 일정 시간 간격에 따라 영상과 각속도를 취득하는 방법을 통해 만들어 지고, 인공신경망의 인식 성능을 높이기 위해 원본 영상을 다양한 방법으로 가공하여, 입력 후보 형상(Feature)를 생성하며, 형상 선택 알고리즘을 통해 그 중에서 최적의 형상을 입력으로 하여 학습된 인공신경망은 주행 환경을 인식하는 패턴인식기로서 온라인 학습에 사용하고 있다.

온라인 과정은 실제 강화학습을 이용하여 주행 방법을 학습하는 과정이다. 본 연구에서는 강화학습의 한 방법인 Q-Learning을 이용하여 주행 학습 알고리즘을 구현하였다. 이어서 오프라인 단계에서 학습된 인공신경망을 이용하여 주행 환경에 대한 상태를 정의함으로써 학습을 진행하게 된다.

시각적인 정보만을 이용하여 보행하는 사람과 같이 카메라의 영상 정보만을 이용하여 인공 신경망의 패턴인식을 통해 주행 환경에 대한 정보를 인식하는 방법을 사용하였다.

인공신경망을 이용한 패턴인식의 경우 훈련 데이터로부터 하나의 함수를 유추해내기 위한 기계학습의 한 방법인 지도 학습을 이용하였다. 다시 말하면 지도 학습은 입력-출력 조합으로 이루어진 학습 데이터를 이용하여 입력에 대한 출력값을 학습하는 방법이다. 따라서 인공신경망의 학습데이터를 수집하는 과정을 모바일 로봇의 절차적인 동작을 통해 수행하였다.

또한, 카메라 영상만을 이용하여 로봇 전방의 장애물 상태를 인식하기 때문에 인공신경망의 인식 성능을 높이기 위해 형상 선택 알고리즘을 이용함으로써 최적의 입력 형상 조합을 찾는 절차와 과정을 수행하였다.

카메라의 영상정보만을 이용하여 패턴인식을 통하여 주행 환경을 인식하기 방법을 시행함에 있어서 패턴인식기의 성능을 높이는 것이 매우 중요하다. 따라서 영상을 다양한 방법으로 가공하여 여러 가지 형상을 만들고, 이 중에서 의미 있는 형상을 선정하여 인공신경망의 입력으로 사용하였다.

3. 결론

광학식 모션 캡처 시스템으로부터 얻은 좌표 데이터를 이용해 그린 학습에 따른 모바일 로봇의 이동 경로에서. 먼저 학습 초기에 학습되지 않은 상태의 Q-value 테이블을 이용해 주행하고, 다음으로 학습이 완료된 상태의 Q-value 테이블을 이용하여 주행하였다.

학습 초기에는 올바르지 못한 Q-value 테이블을 갖고 있기 때문에 제대로 된 주행을 하지 못하고, 장애물에 근접하여 학습이 종료되었으나, 반면 학습이 완료된 후의 주행 경로를 보면 장애물을 회피하여 올바른 주행을 하고 있음을 알 수 있다.

학습한 환경과 동일한 첫 번째 장애물 외에 두 번째 장애물을 설치함으로써 주행 경로와 달리 두 번째 장애물을 회피할 수 있도록 주행 하는 것을 알 수 있다. 또한 실험 환경을 좀 더 복잡한 주행 환경으로서, 첫 번째 장애물의 위치가 가까워지고 두 번째 및 3번째 장애물은 크기가 커지고 위치도 가깝게 배치한 결과 주행 환경에서도 모바일 로봇은 두 장애물을 피해 주행하는 것을 확인 할 수 있다. 이로써 학습하지 않은 장애물의 배치 환경에서도 안정적인 주행을 기대할 수 있음을 확인하고, 자율 주행 모바일 로봇의 장애물 회피 주행 제어 알고리즘에 적용을 할 수 있는 로봇의 제어하는 방법을 수행하였다

[참 고 문 헌]

- (1) Craig, J.J, "Introduction to Robotics", Dorling Kindersley, 2006
- (2) K. Komoriya, E. Oyama and K. Tani, "Planning of Landmark Measurement for the Navigation of a Mobile Robot," Proc. of the IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp. 1476-1481, 1992.
- (3) Y. H. Joo, H. S. Hwang, K. B. Woo and K. B. Kim, "'Fuzzy System Modeling and Its Application to Mobile Robot Control'", Fuzzy Logic and Its Applications, Information Sciences, and Intelligent Systems, Kluwer Academic Publishers, pp.131-146, Dec..1995.

제조공정 물건이송 및 핸들링을 위한 로봇의 정밀제어

김상현¹, 최민혁², 한성현¹

경남대학교 기계공학부¹, 경남대학교 대학원 기계융합공학과²

1. 서 론

본 연구에서는 안전한 주행을 위해 갑자기 나타나는 장애물과의 충돌을 피할 수 있는 정밀제어 기술을 개발하였다. 충돌에 대한 위험요인을 도출하고, 그 결과가 경로계획에 반영되어 시야를 확보하는 경로를 생성하고, 시야가 제한된 지역에서 안전을 보장하기 위한 속도제어에 활용된다.

2. 본 론

미래는 로봇 사용이 보편화 되는 시대로 발전하면서 로봇과 인간이 공존하는 사회가 될 것이다. 로봇이 주어진 임무를 수행하기 위해서 로봇 자신의 위치를 알기위해 위치 인식 시스템이 필요하며, 이를 위한 많은 연구가 이루어 졌다.

데이터 처리 과정은 장애물 운동 상태 추정을 위한 선행 단계이다. 센서는 각 장애물 표면으로부터 반사된 센서의 이동 시간을 고려하여 거리 정보를 자신 센서 데이터들을 수집한다. 장애물의 운동 상태를 추정하기 위하여 우선 의미 없는 센서 데이터 군을 각 장애물에게 할당하는 작업이 필요하다. 레이저 센서 데이터는 반 시계 방향으로 순차적인 거리 정보를 받아들인다.(1)

3. 실험 결과 및 고찰

시야가 제한되는 환경에서의 위치정보와 안전한 최대 주행속도 정보를 계산하였다. 경로는 주행 위험성을 반영하지 않은 기존의 경로계획 기법으로 생성하고 운동제어에서도 가려짐을 고려한 최대 안전속도 조건을 고려하지 않았다.

4. 맺음말

본 연구에서는 카메라 정보를 바탕으로 가려진 장애물과의 충돌을 고려한 주행기술을 제안하였다. 돌발 장애물의 출현에 경로를 정량적으로 도출하여 충돌회피와 제어에 활용하였다. 제안한 경로계획법은 시야를 확보면서 빠르게 움직일 수 있는 경로를 생성하게 해주고, 위치·속도·가속도 제어기법은 위험지역에서의 최적(optimum) 속도를 제한하여 안전한 주행을 가능하게 하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) D. Hahnel, W. Burgard, D. Fox, K. Fishkin, and M. Philipose, "Mapping and localization with RFID technology," Proc. of the 2004 IEEE International Conference on Robotics & Automation, vol. 1, pp. 1015-1020, 2004.

제조공정지능화를 위한 모바일로봇의 위치추적제어

최민혁¹

경남대학원 기계융합공학과¹

1. 서론

본 연구에서는 최단 거리 경로계획을 목표로 하여 경로계획방법을 제안한다. 경로의 생성방법은 골격선 그래프 기반의 방법으로 접근하고, 기존의 정적 경로계획 방법이 아닌 그래프 구성과 경로탐색을 반복하는 동적 경로계획 방법을 제안한다. 제안된 방법은 경로생성 단계와 경로개선 단계로 구성되며, 각 단계는 그래프 구성과 경로 탐색 과정을 포함한다. 경로 생성 단계에서는 기존의 방법과 같이 세션화 알고리즘으로 골격선 그래프를 구성하고, 디스트라 알고리즘을 적용하여 경로를 탐색하여 로봇의 초기 경로를 생성한다.

2. 본론

복잡한 최적화 문제의 해법으로서 널리 사용 되는 방법 중 하나가 국지적 최적화기법으로 본 연구에서는 모바일 로봇의 경로 계획 문제에 국지적 최적화 기법을 적용한다.

구성된 그래프에 대하여 시작점에서 목표점에 이르는 최단 경로를 찾는 경로 탐색 단계는 간선 길이의 총합이 최소화 정점들의 순서 조합을 찾는 문제로서 전형적인 최단경로문제이다.(1)

장애물을 포함한 전체 평면의 골격선으로 그래프를 구성하고, 이 그래프 상에서 최단 경로가 초기 경로이고 초기 경로를 구성하는 경유점들은 반드시 골격선에 포함되어 있어야 한다. 하지만 경유점들이 골격선에서 벗어난 위치에 존재하는 것이, 경로 단축에 유리할 수 있다. 따라서, 경로 개선 단계는 초기 경로를 구성하는 경유점들의 위치를 변경하여, 이동거리의 총합을 단축시키는 단계이다. 로봇의 이동경로는 시작점과 목표점 사이에 존재하는 경유점들의 순열 집합으로 표현된다.

본 연구는 골격선 그래프 상에 생성된 경로를 개선시키기 위하여 격자지도(grid map)를 도입한다. 초기 경로를 구성하는 경유점 중 시작점 및 목표점을 제외한 나머지 경유점에 대하여 각 경유점을 중심으로 평면에 $W \times W$ 개의 정방형 격자를 구성한다. 이 때 경유점을 중심으로 한 격자점들을 표시한다. 경유점이 격자지도 상의 다른 격자점으로 변경되는 경우, 전체 이동거리가 감소될 수 있다.(2)

3. 모의실험 및 고찰

제안된 방법의 성능을 비교 평가하기 위해 경로계획방법을 구현하였다. 세션화 알고리즘으로 골격선 그래프를 구성하고, 디스트라 알고리즘으로 최단 경로를 탐색하였으며 모든 장애물의 꼭지점을 정점으로 하여 가시거리에 있는 정점과 정점 사이를 간선으로 하는 그래프를 구성하였다.

가시도 방법은 경로 단축 효과가 매우 뛰어난 방법으로 알려져 있으나 가시도 방법을 적용한 경우에는 평균 10.3%의 경로단축 효과가 있고 제안된 방법은 골격선 방법의 결과를 개선시키는 방법으로, 평균 17.31%의 경로단축 효과가 있었다.

4. 결론

최소의 계산시간으로 최소거리의 경로 계획을 위하여, 기존의 로드 맵 방식에 셀 분할 방식을 추가한 새로운 방법을 연구하였다. 한 번의 그래프 구성과 경로 탐색으로 최종경로를 생성하는 기존의 정적 경로계획 방법에서 효율을 높이기 위해 그래프 구성과 경로탐색을 반복하여 그래프와 경로를 계속 변화시키는 동적 경로계획 방법이다. 이를 위하여 동적 프로그래밍 기법을 적용하였다. 기존 방법에 비해 상대적으로 적은 계산시간으로 상대적으로 짧은 이동거리의 경로를 생성함을 실험 결과를 통해 검증하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) K. P. Valavanis, T. Hebert, R. Kolluru, N. Tsourveloudis, "Mobile robot navigation in 2-d dynamic environments using an electrostatic potential field," *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 30, no. 2, pp. 187-196, 2000.
- (2) O. Khatib, "Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots," *International Journal of Robotics Research*, vol. 5, pp. 90-98, 1986.

학습기반 다관절로봇의 반복작업수행을 위한 모션제어

최민혁¹

경남대학교 대학원 기계융합공학과¹

1. 서 론

최근 4차산업혁명시대를 맞이하여 제조용 로봇에 대한 연구는 로봇 공학의 역사만큼이나 오래되었으며 또한 오랜 역사만큼이나 다양한 연구가 진행되었다. 하지만 실제 산업현장에서 사용되고 있는 제어방법으로는 PID제어가 대부분이며 진동을 해결하기 위한 제진제어기 그리고 일부 힘 제어 등이 적용되고 있다. 그 이유는 복잡한 제어기는 많은 계산 시간 및 경제적인 이유로 현장에서 사용할 수 없기 때문이다. 본 논문에서는 실제 로봇에의 적용성을 높이기 위해 제어기 변경 없이 반복학습제어 알고리즘을 이용하여 로봇의 추종 궤적을 변경하고 로봇 끝단의 궤적 추종 오차를 향상시킨다. 로봇 끝단의 위치정보를 얻기 위해서는 외계센서를 이용하였으며 이를 로봇 하단 3자유도의 궤적을 변경 시키는데 이용하였다. 그리고 6자유도 산업용 로봇을 이용하여 제어 알고리즘의 성능을 확인하였다.

2. 학습제어

파라미터의 불확실성 및 조인트 강성에 의한 로봇 끝단의 궤적 추종 오차를 줄이기 위해 본 논문에서는 반복 학습 제어를 이용한 궤적 정보를 수정하게 된다. 제어가 반복될수록 제어 궤적은 오차가 감소하는 쪽으로 업데이트 된다. 결과적으로 제어기 변경 없이 만족하는 궤적오차를 만족하는 제어궤적을 얻게 된다.

본 논문에서는 제어기 자체의 변화 없이 제어 성능을 향상시키기 위해 후자의 제어 방식을 이용하게 된다. 본 논문에서는 Heuristic ILC를 이용한 6축 로봇의 제어로 로봇 추종 궤적이 매회 제어가 거듭 될수록 다음과 같이 변환된다.

여기서 학습 계인은 0과 1사이의 값이며 또한 시간 지연을 하게 되며, butterworth filter로 외란을 제거하게 된다. 그리고 궤적오차는 로봇 끝단의 궤적과 외계센서에 의해 지정된 실제 로봇의 위치의 차이이다.

결국 실 제어기(PID)에 사용하는 에러는 변경된 궤적과 엔코더에 의해 얻어진 조인트 위치 값이 된다.

파라미터의 불확실성 및 조인트 강성에 의해 로봇을 정밀하게 주어진 궤적에 대해 제어 하였을 때도 로봇 끝단의 위치는 원하는 위치로 가지 못하는 경우가 대부분이다. 그러한 이유로 외계센서로부터 얻은 로봇 끝단의 위치 정보를 이용하여 역기구학을 통해 기존의 조인트별 궤적을 변경하게 된다.

3. 성능시험 및 고찰

모의실험을 통해 외계 센서로부터 샘플링 주기 1200Hz 미만의 로봇 끝단의 위치 정보를 얻게 된다. 하지만 위치 정보만으로 일반적인 기구학적 해석 방식으로는 역기구학을 해석할 수 없다. 그러한 이유로 본 논문에서는 로봇 끝단의 오차를 마지막 피치방향의 회전 중심점의 오차로 변환하여 문제를 해결하였다. 비록 변형된 로봇의 하단 3개의 조인트로 인해 로봇 끝단의 방향벡터가 원하는 방향과 다를 수 있지만 로봇 끝단의 위치 오차가 작다면 그 변화도 작기 때문에 그로인한 방향벡터의 변화는 적을 것으로 예상된다.

4. 결 론

제조공정지능화를 위한 제조용 로봇의 위치·속도제어를 하기 위해서는 좋은 제어기가 필요하다. 하지만 제어기의 교체없이 로봇의 파라미터 및 강성에 의한 로봇의 추종오차를 본 연구에서는 외계센서로부터 얻은 로봇 끝단의 정보를 이용하여 반복 학습 제어 알고리즘으로 궤적을 변경함으로써 얻을 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- (1) J.-J. E. Slotine, and W. Li, 1987, "n the Adaptive Control of Robot Manipulators ."The International Journal of Robotics and Research. Vol. 6, No. 3, pp. 49-59.
- (2) M. kristic, I. Kanelleakopoulos, and P. Kokotovic, 1995, "onlinear and Adaptive Control Design,"Wiley-Interscience Publication.

무인공정자동화를 위한 공장내외의 자율이동로봇의 주행제어

배호영¹
(주)브이맥¹

1. 서 론

자율주행 로봇은 생산제조공장 및 공공기구나 업무현장등의 다양한 용도에서 그 필요성이 증가 되고 있고 각 분야별로 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중에서도 중요한 분야는 경로 계획과 그것을 충실하게 따라가게 제어하는 메크로(macro) 및 마이크로(micro)제어기이며 이것은 자동 운행의 가장 기본적이고 필수적인 분야라고 볼 수 있다. 그리고 계획된 경로를 어떤 구조로 하위 제어 시스템으로 넘기는가 하는 문제, 어떤 계층으로 분리하는가 하는 문제, 그리고 어느 계층이 어떤 일을 분담하는가 하는 것은 중요한 관건이다. 중복성 (redundency) 문제를 피하기 위해 이동로봇이 경로를 모두 직선으로 표시하고 각 직선경로사이의 보간은 하위 제어기가 부드러운 곡선으로 대처하는 방법을 이용했다. 본 논문은 실내외용 이동 로봇 개발과정에서 선행된, macro제어시스템의 실험 결과와 micro제어 시스템과의 네트워크제어에 대하여 언급하였다.

2. 본 론

기준계적은 RMC를 위한 적당한 기준 궤적을 만드는 기능을 한다. 뿐만 아니라 로봇의 위치 상태를 실시간으로 점검하고 그 상태가 명령과 큰 오차를 보였을 때는 긴급 상황임을 LPP에 알리기도 한다. RTG는 각 제어사이클 마다 경로의 기준 위치, 조향각과 구동 속도, 현재 경로 구간의 끝까지의 거리 등을 계산한다. 구간의 끝점까지의 거리가 직전의 두 기준 위치 사이의 거리보다 작아졌을 때 LPP에 새로운 구간을 요구하게 된다. RTG에서 RMC로 넘기는 데이터는 가야할 위치, 자세, 선속도, 각속도로 표시할 수 있다. 차량의 부드러운 운동을 위해서는 적당한 가속과 감속으로 속도 값을 정해야 한다. 정지에서 출발, 또는 각 경로 구간에서의 속도 변화를 위해서 적당한 가속으로 선형적인 변화에 의한 기준 선속도를 만든다.

RMC 는 자세-속도 오차를 정확히 계산하여 그 오차를 보상할 수 있는 최적 선속도와 각속도를 계산하여 양 모터가 내양할 속도 값을 모터제어기에 알려주므로, 모터 제어가 그 속도 명령을 정확하게 수행한다는 보장(거의 보장됨)이 있다면 전체적으로 경로 계획기가 만들어 낸 경로대로 이동로봇을 정확하게 주행하게 된다. 이런 구조의 자세 제어 시스템에서는 이동로봇의 효율적 이고 정확한 자세-속도 제어를 얻을 수 있다.

3. 실험 및 고찰

앞에서 논의된 RTG, RMC는 현재 실내용 이동로봇으로 개발되고 있는 ALiVE에 구현되어 그 성능을 실험중에 있다. ALiVE의 하드웨어 시스템은 VME 버스 환경의 개방 구조(open architecture)를 가지고 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 이동 로봇의 효율적인 자세-속도 제어를 위한 새로운 제어 구조를 제시했다. 그것은 실내용 이동로봇시스템에 구현되어 그 성능을 실험중에 있다. RTG 는 정확히 그리고 부드럽고 유연한 보간 궤적을 만들어내는 역할을 하는데 그것의 특징으로는 경로계획기로부터의 데이터 양을 크게 줄이고 경로 계획기와 자세 제어기를 분리시켜 주며, 이동로봇의 주행 상태를 실시간으로 점검하여 상위 시스템에 알리는 것이다. RMC는 RTG 로부터의 자세-속도 명령과 현재 자세-속도를 비교 하여 오차를 보상시켜주는 제어 신호를 모터 제어기에 넘긴다.

[참 고 문 헌]

- [1] Y. Kanayama et al "Vehicle Path Specification by a Sequence of Straight Lines", IEEE Journal of Robotics & Automation, Vol.4, No.3, 265-276, 1988
- [2] W. L .Nelson, "Continuous-Curvature Path for Autonomous Vehicles", IEEE Int.Conf.on Robotics & Automation, 1989
- [3] W. L .Nelson, "Continuous Steering-Function Control of Robot Carts", IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol.36, No.3, 330-337 1989

인간-로봇 협조제어를 위한 로봇의 음성명령 제어기술

김희진¹
경남대학원 기계공학과¹

1. 개요

화자독립방식에 의한 음성명령에 기반을 둔 지능형 로봇의 지능제어 기술인 음성인식기술은 크게 음성인식과 화자인식으로 분류되며 음성인식 시스템은 특별한 화자에 대해서만 인식하는 화자종속 방식과 화자에 상관없이 인식하는 화자독립 방식으로 나뉜다. 본 연구에서는 사람의 소리명령에 의해 로봇의 작업모션 제어에 관한 연구를 수행하여 그 신뢰성을 증명한다. 음성명령에 의한 모션제어 성능 검증은 여러 번의 반복 테스트를 통하여 음성인식 실험을 자율주행 이동로봇의 지능제어에 대한 실험을 수행하였다.

2. 본론

본 연구에서는 로봇의 경로 제어, 장애물회피제어에 관한 내용을 연구하였다. 이 제어는 두 개의 피드백 루프로 구성되어 있는데, 하나는 바퀴의 속도가 퍼지 제어기에 의해 생성된 목표 속도를 추종하도록 하는 내부 루프로써 이는 PID 제어기로서 구현하였다. 반면에 외부 루프는 목표 지점의 위치, 장애물의 위치 및 힘 센서의 입력에 따라 로봇의 속도 및 조향각을 산출하는 제어기로서 이는 규칙 기반의 퍼지 제어를 이용하여 구현하였다.

먼저 입력된 컬러영상을 색상 평면으로 나누고 원 영상과 가장 유사한 명도성분을 나타내는 영상을 구한 후 영상에 발생하는 random noise를 제거하기 위해 메디안 필터를 사용하였으며 영상 안에서 영역의 경계를 나타내기 위하여 공간필터의 하나인 소벨 연산자를 사용하였다. 그리고 적은 메모리양과 빠른 영상을 위해 이진 영상으로 변환 시켰고, 임계값에 의한 이진영상은 불필요한 조명에 의한 반사 부분이 노이즈로 나타나게 되어 이를 제거하기 위해서 모폴로지 기법 중 closing 연산을 사용하였다.

임시 목표가 정해지면 로봇간의 거리를 계산해야하는데 이를 위해 구해진 영상의 정보와 적외선 센서를 이용하였다. 두 개의 카메라에서 각각 얻어진 두 영상을 비교해 보다 정확한 거리를 산출할 수 있는 스테레오 비전 방법도 있지만 본 연구에서는 하나의 카메라로 거리를 측정하였다. 바닥에서 카메라까지의 높이인 h_y , 카메라 앞부분에 존재하는 사각의 거리인 b_y , 카메라로 포착 가능한 최장거리인 $l_y + b_y$, 카메라의 좌우 폭인 l_x 는 실제 측정하고, 이 4개의 측정값을 이용하여 세 가지 각도를 구할 수 있다.

3. 결론

음성인식 구동부 실행프로그램 및 제어를 위한 명령프로그램을 개발하고 음성인식에 의한 주행 및 무인 작업실험을 위하여 음성인식에 의한 무인원격 명령제어를 수행하고, 실시간 위치추적기술 및 위치정밀유도에 대한 반복 작업실험의 성능실험을 통해 무인 작업실험에 관한 가능성을 검증하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) L. R. Rabinar and B. H. Juang, "An Introduction to Hidden Markov Models," IEEE ASSP Magazine, Vol. 3, No. 1, pp 4-16, January 1986
- (2) Siverman H. F., and Morgan D.P, "The application of dynamic programming to connected speech recognition," IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing Magazine, Vol. 7, pp. 6-25, July 1990.

20관절의 휴머노이드로봇의 기구학적 해석 및 모션제어

박수영¹
경남대학교 기계공학부¹

1. 서 론

4차 산업혁명시대를 맞이하여 로봇들이 인간을 대신하여 사용되고 있다. 이동로봇은 동작이 안정적이고 설계나 제어가 간단하며 평지에서 만족스러운 효과를 나타내지만 경사가 완만하지 않은 곳에서는 만족스럽지 못한 결과가 나타나고 있다. 그래서 지형제한을 적게 받는 보행로봇에 관한 연구가 진행되고 있다.

2. 구동기 메커니즘과 보행제어 시스템

본 연구에서는 보행로봇의 건설하고 균형 있는 보행패턴 생성을 위해 회전력 변화에 로봇의 보행 중 회전력이 수렴하도록 실시간 보행 패턴을 생성하고, 전방면적 패턴은 이족로봇의 보행 중 안정성을 보장하기 위해 궤적을 고려하여 이족로봇의 보행 패턴을 결합시키고 다중 측면 최적화 문제를 해결하기 위해 보행 패턴의 모델링과 궤적을 최적화하고 실험을 통해 성능이 검증된다.

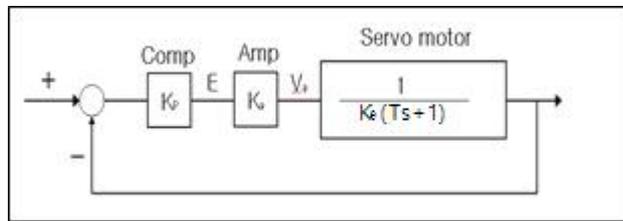


Fig. 1. 로봇구동 서보제어기 블록도

3. 모의실험 및 고찰

우선 로봇의 보행을 오프라인 프로그램을 사용하여 시간에 따른 관절의 변화와 시간에 따른 회전각도의 변화를 분석하였다.

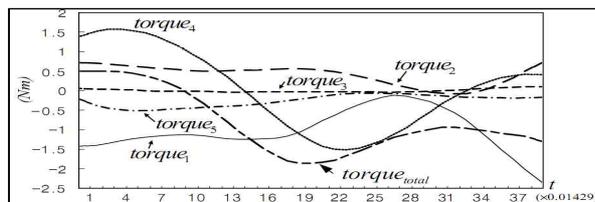


Fig. 2. 로봇의 관절 회전각 및 토크 곡선

본 연구에서 제안한 이족로봇 보행의 성능평가를 위해 제로모멘트포지션궤적과 역기구학을 이용하여 얻어진 로봇의 보행 궤적을 이용한관절의 보행 중 토크의 변화는 Fig. 2와 같다.

4. 결 론

본 연구에서는 보행로봇의 운동학적 모델링 및 궤적 최적화를 통해 보행 패턴을 획득하고 보행 중 작용 토크에 관한 연구를 수행하였다. 이족보행로봇의 보행 중 안정성을 보장하기 위해 궤적을 고려하여 이족로봇의 보행 패턴을 결합시키고 동적구조의 불안정성 문제를 해결하기 위해 최적보행 패턴을 생성함으로써 기존의 보행 연구 결과에 비해 매우 효율적인 보행 패턴을 생성할 수 있음을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) Kyung-Hak Sung, Jin-Oh Kim, Sung-Kwon Kim. "The intelligent robot system for a factory automation," Control automobile system engineering bulletin, The2th,3th pp.16~24, 1997

정규화된 작업공장내에서의 모바일 로봇의 최적 작업경로제어

최민혁¹

경남대학원 기계융합공학과¹

1. 서론

지금까지 모바일 로봇의 주행제어는 제어하려는 대상 시스템의 동적방정식을 통한 로봇의 동적정보를 알고 있을 때만 가능하였다. 그러나 정규화된 공장내에서의 무인작업 실현을 위한 모바일 로봇의 구조는 로봇의 운동방정식이 비선형성을 나타냄으로써 복잡하고 대부분의 경우 운동방정식을 정확히 구하지 못하는 경우가 많다. 본 연구에서는 이동용 로봇의 학습제어를 위하여 신경회로망기반 역전파알고리즘에 의한 및 가우스 멤버쉽함수의 혼합 퍼지추론법을 적용한 새로운 구조의 지능제어기법을 제안하고, 제안된 모바일 로봇 제어기의 성능을 모의실험을 통하여 검증한다.

2. 본론

본 연구에서 채택된 로봇의 지능제어방법은 퍼지추론의 특별한 경우로써 설명될 수 있는 단순화된 혼합 추론법이다. 사실, 퍼지신경회로제어법은 퍼지추론의 끝단의 함수가 상수가 되거나 또는 최소-최대 도심법의 끝단에서의 퍼지집합의 범위가 미소값, 즉 싱글톤(singleton) 이 될 때의 경우와 일치한다. 따라서, 임의의 i 번째 제어칙은 다음과 같이 쓸 수 있다.(1)

$$D_i : \text{If } x_1 = M_{i1} \text{ and } \dots \text{ and } x_n = M_{in} \text{ then } \Gamma_1 = N_{i1}, \dots, \Gamma_n = N_{in}$$

D_i 는 i 번째 제어칙을 나타내고, M_{ij} 는 i 번째 제어칙에서 j 번째 입력변수와 결합되는 선행단에서의 퍼지집합이고 N_{ij} 는 i 번째 제어칙의 끝단에서의 j 번째 변수와 결합되는 상수를 나타낸다.

3. 성능실험 및 고찰

두개의 독립 구동바퀴를 가지는 이동 로봇이 평면상에서 정확히 움직이며, 절대 좌표계 O-XY는 평면상에 고정되었다고 가정한 상태에서 이동 로봇의 운동방정식은 다음과 같이 표현된다.⁽¹⁾

$$M_v \ddot{q} + (-D_r + D_l)l = 0$$

여기서, m 은 로봇의 질량, D_l, D_r 는 좌측과 우측의 구동력, l 은 좌측 또는 우측 구동바퀴와 로봇의 무게중심 사이의 거리, θ 는 로봇의 방향각, v 는 로봇의 속도, M_w 는 바퀴의 회전 관성 모멘트, f_k 는 점성 마찰계수, f_g 는 구름 이득 계수, R 은 바퀴의 반경, ψ_i 는 바퀴의 회전각, Γ_i 는 구동 입력, M_v 는 로봇의 무게중심에 대한 관성 모멘트 또한, 변수 θ, V, ψ_i 사이의 기하학적인 관계는 다음과 같이 주어진다.

4. 결론

본 연구에서는 지능제어기법에 의한 모바일 로봇의 주행제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 퍼지 신경망 제어기의 성능을 확인하기 위하여 시스템의 정확한 동적 모델링이 어려운 불확실성 시스템인 이동용 로봇의 속도 및 방향각 제어에 대한 제어 성능 시험을 모의실험을 통하여 검증하였다.

[참고 문헌]

(1) S. Horikawa, T. Furuhashi, S. Okuma, And Y. Uchikawa, 1991, "A Learning Fuzzy Controller Using a Neural Network", Trans. SICE, Vol.27, No.2, pp.208-215.

오미자량에 따른 문경오미자의 발효특성

우지희¹, 데스티아니 수페노¹, 크리스타 마이난다 브리기타¹, 이은숙¹, 김미자², 최원식¹
부산대학교 바이오산업 기계공학과¹
문경시농업기술센터²

The characteristic of omiza fermentation by various quantity.

Ji-Hee Woo¹, Destiani Supeno¹, Chrysta Maynanda Brigita¹, Eun-Suk Lee¹, Mi-Ja Kim²,
Won-Sik Choi¹
Dept. of Bio Industrial Machinery Engineering, Pusan National University¹
Mungyeong Agricultural Technology Center²

Abstract

Omija is used as main medical material because of its flavors of sweetness, sourness, bitterness, spiciness, and saltiness. Omija provides nutrition for healthiness, cure cough and diarrhea. However, there is a difficulties to ferment Omija due to its lacks of sugar content and the content of organic acid is very high, which makes it difficult to perform natural fermentation. In this study, omija was used as material in the fermentation process. the fermentations were prepared into 7 treatment. The sugar content of all the samples was 25 Brix. The results showed that the amount of Omija effect fermentation speed and time. Treatment A7 showed significant result amongs the treatment.

1. 서 론

오미자는 목련과의 목본 낙엽성 덩굴식물로 주로 중국과 우리나라의 경우 태백산, 지리산 등에서 자생하고 있다. 오미자에는 schizandrin(C₂₃H₃₂O₆), gomisins A~Q, citral, citric acid, malic acid, 지방유, β-chamigrene 등의 주요 성분이 함유되어 있으며, 약리작용으로는 중추신경흥분작용, 진해작용, 거담작용, 자궁수축작용, 항균작용 등이 연구되어 보고되어 있다. 이와 같이 오미자는 다양한 효능을 가지고 있지만 오미자는 발효당이 거의 없고, 유기산함량이 높아 자연발효에는 어려움이 있다. 그래서 주로 술에 오미자를 담그는 방식이나, 청으로 만들어 음용하고 있다. 발효를 할경 우 그냥 섭취하였을 때보다 영양성분이 잘 우려나올 뿐 아니라, 체내 흡수율을 증가시킨다고 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 같은 당도의 조건하에 오미자 양을 달리하여 발효하였을 경우 pH와 당도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

2. 본 론

2.1 실험 재료

주 실험재료는 경북 문경에서 재배되는 냉동 오미자를 사용하였으며, 물은 정제수, 당은 국내 생산되는 B사, 미네랄은 천일염을 사용하였으며, 발효 균주로는 유인균을 사용하였다. 발효용기는 L사에서 판매하고 있는 숨 쉬는 유리용기 1.5L를 구입하여 용기에 발효하였다.

2.2 실험 방법

본 연구에서는 오미자의 양이 발효조건에 미치는 pH와 Brix 영향을 알기위하여 당도는 25 Brix로 하여 냉동오미자 양만 달리하여, 총 7가지 조건으로 인큐베이터 안에서 35℃로 설정하여 7일 동안 발효 하였다. 그 비율은 다음 Table. 1.과 같다. pH 와 Brix의 측정은 매 24시간 마다 측정하였다.

Table 1. Fermentation ratio

Treatment	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Omija (g)	1	5	10	20	30	50	100
Sugar content (g)	250.25	251.25	252.5	255	247.2	241.5	231

3. 결과 및 토의

오미자의 양을 달리하여 7일 동안 발효를 하였다. 매 24시간 마다 pH와 Brix를 측정된 결과는 다음 Fig. 1과 Fig. 2와 같다. 같은 당도의 조건하에 오미자의 양만 달리한 결과 Brix의 경우 A6와 A7에 변화를 나타냈었는데, 이 두 실험군을 제외한 나머지에 실험군에는 당도에 변함이 없는 것을 확인할 수 있었다. 또한 오미자의 양에 따라 pH가 변하는 것을 확인 할 수 있었는데, 오미자의 양이 많을수록 pH가 낮아지는 것을 확인할 수 있었으며, 72시간 까지 pH는 감소되다가 72시간 이후로는 변화가 없었다. Brix의 변화는 오미자의 양이 가장 많았던 A7의 당도가 가장 변화가 큰 변화를 보였으며, 계속 급감함을 보였다.

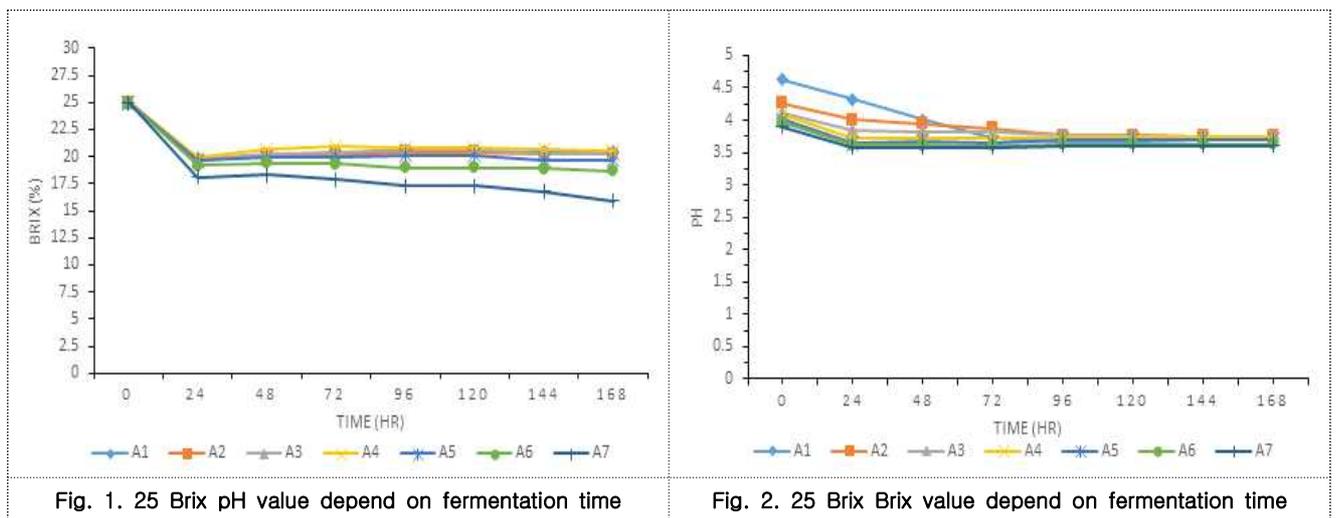


Fig. 1. 25 Brix pH value depend on fermentation time

Fig. 2. 25 Brix Brix value depend on fermentation time

4. 결 론

본 연구에서는 당도는 같은 조건하에 오미자 양을 달리하여 오미자발효를 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 오미자의 양이 많을수록 pH가 낮아지는 것을 확인할 수 있었으며, pH는 모든 샘플모두 72시간 이후 변화를 나타내지 않았다. 오미자 샘플이 가장 많이 함유된 A7 실험군에서 당도가 급격히 떨어지는 경향을 보였는데, 미생물이 물질을 분해하는 과정에서 나타나는 현상으로 사료된다. 오미자의 양에 따라 발효과정의 속도에 영향을 미치는 것을 확인 할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- 1) Park Sung-Su, Biochemical Characterizaion and Biological Activity of Schizandra chinensis (Turcz.) Baill fermented by Lactobacillus fermentum MieV L1106, Donga University, Master's Thesis 2014
- 2) Cho Hye Eun, "Studies on the biological activity of fermented Omija beverage and hot water extracts of Omija" Silla University, Master's Thesis, 2010
- 3) Lee Si Hyeong, "Production and Physicochemical and Organoleptic Properties of Omija Wine using Yeasts" Yeungnam University Master's Thesis , 2010
- 4) Lee Su Jeong, "Production of Omija Vinegar Using Two Step Fermentation Method and Its Quality Characteristics" Gyeongsang National University Master's Thesis, 2017

유인균을 활용한 상추 발효 조건에 따른 초기 당도의 효과

크리스타 마이난다 브리기타¹, 권순홍¹, 정성원¹, 권순구¹, 박종민¹, 김종순¹, 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹

The effects of brix on fresh-cut lettuce fermentation condition by fermented powder Yinkin

Maynanda Brigita Chrysta¹, Soon Hong Kwon¹, Sung Won Chung¹, Soon Goo Kwon¹,
Jong Min Park¹, Jong Soon Kim¹, Won Sik Choi¹
Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Pusan National University¹

Abstract

This study was examined to find out the effect of initial brix on condition of fresh-cut lettuce fermentation by yoo in-gyeon (유인균) fermented powder. The observed conditions were total soluble solids, pH content, and microbial populations during the fermentation process. Fermentation was carried in 10° Brix, 17° Brix, and 23° Brix. The fermentation observation process was carried out for 7 days with storage temperature 30° C in fermentation chamber. The results of this experiment showed that the difference in initial sugar content did not give so different results in total soluble solids and pH conditions during the fermentation process. However, the initial brix condition gave an effect on the microbial population of the product. The overall best condition for fresh-cut lettuce fermentation based on the research done was using an initial brix of 17° Brix.

1. Introduction

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the popular and important leafy vegetables grown throughout the world, including Korea. Lettuce production and consumption mostly occurs from July to September. Fresh lettuce leaves contain many beneficial nutrients for humans, including vitamins (A, D, B6, B12, C, etc.) and minerals (calcium, phosphorus, iodine, potassium, magnesium and so on). However, the shelf-life of this leafy vegetable is enough short. There must be a way to keep the product beside the storage methods. One of the method that has been known by the wider community is to use the method of fermentation. This method is also known as the easiest and cheapest method to extend the shelf-life of a food-stuff, especially vegetables and fruits [1]. Some of the parameters commonly used to predict the result of fermentation are the total soluble solids (TSS) and pH content.

2. Material and method

2.1 Fermentation of fresh-cut lettuce

Clean and fresh lettuce was cut before put in the container for the fermentation process. The fermentation sample contains 50 gram of fresh - cut lettuces, 1 liter of water, 2 gram of salts, 1 gram of fermented powder (유인균, Korea), and some amount of sugar. The fermented powder was added as strater to increase the fermentation efficiency [4]. Fresh-cut lettuce was fermented using three different sugar contents, which are 10° Brix, 17° Brix, and 23° Brix. After the fermentation samples were completed, the samples stored in the fermentation chamber (Mi:el Multipurpose Fermentor, Korea) at 30° C for 7 days while checking the condition every day.

2.2 Observation of fermentation condition

The observed condition of fermentation product in this study were total soluble solids (TSS), pH, and microbial population. The observation of TSS was measured using pocket refractometer (Pocket Refractometer Cat No. 3810, ATAGO, Japan) by following ISO 2173 (2003) method. The pH of the solution was measured using pH meter (NeoMet pH-250L, iSTEK, Korea). Whereas the microbial

analysis was using MRS media.

3. Results and Discussion

TSS content changes that occurred during the 7 days process did not make a big difference (Fig.1). In general, the sugar content of the material will decrease due to converted into alcohol and carbon dioxide [1]. In contrast to TSS conditions, pH value of the product was decreasing during the fermentation time for each initial brix used (Fig.2).

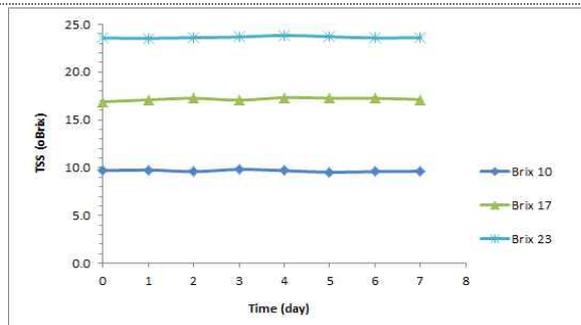


Fig. 1. Change in total soluble solids during fermentation

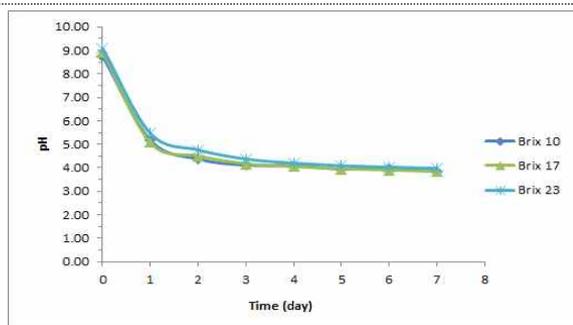


Fig. 2. Change in pH value during fermentation

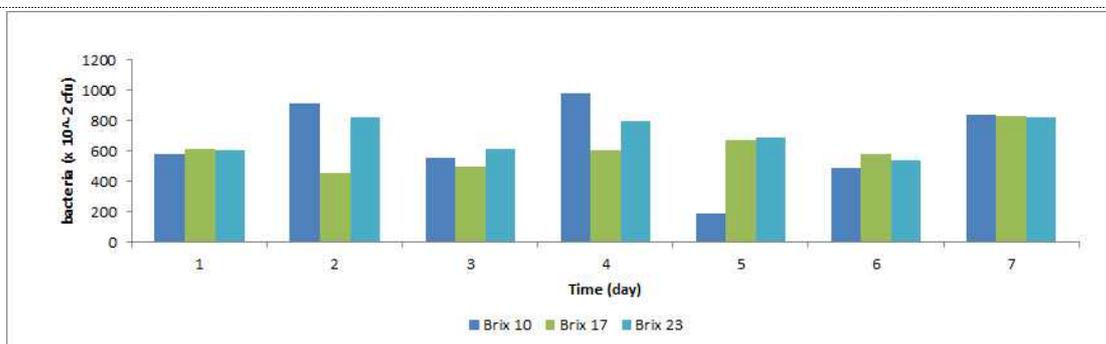


Fig. 3. Change in microbial population with time during fermentation

pH decline in the fermentation process occurs due to the ethanol produced from sugar synthesis converted into organic acids [2]. However, the variate on initial brix used had not a significant influence on the pH value. *Lactobacilli* are the important microorganisms for the dairy, food, and also beverage industry [3]. The highest population occurred on day-4 on initial brix of 10°Brix with 984 microbes.

4. Conclusion

There was different results in the microbial population but no correlation between initial brix and the total soluble solids content or pH value during the fermentation time. The best condition for fresh-cut lettuce fermentation based on this study is using storage temperature 30°C with initial brix of 17° Brix.

[References]

- 1) Gonzales-Saiz, J.M., Pizarro, C., Esteban-Diez, I., Ramirez, O., Gonzales-Navarro, C.J., Saiz-Abajo, M.J., and Itoiz, R. 2007. Monitoring of Alcoholic Fermentation of Onion Juice by NIR Spectroscopy: Valorization of Worthless Onions. *J. Agricultural and Food Chem.* 55: 2930-2936.
- 2) Sreeramulu, G., Knol, W., and Zhu, Y. 2000. Kombucha Fermentation and Its Antimicrobial Activity. *J. Agricultural and Food Chem.* 48(6): 2589-2594.
- 3) MacFaddin, J.F. 2000. *Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria*. Philadelphia, PA. Lippincott Williams & Wilkins.
- 4) Hwang, S.R., Destiani, S., Kwon, S.H., Chung, S.W., Kwon, S.G., Park, J.M., Kim, J.S., and Choi, W.S. 2017. A Study on the Vinegar Fermentation Processes of Fresh Korean Ginseng Extract Using Mix Microbial Yinkin. *Journal of The Korean Society of Industry Convergence*, 20(4): 345-350.

반응 표면 방법론을 이용한 블랙 초크베리 "아로니아 멜라노카르파" 발효 공정의 최적화

데스티아니 수페노¹, 권순홍¹, 정성원¹, 권순구¹, 박종민¹, 김종순¹, 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹

Optimization of Black Chokeberry "Aronia melanocarpa" Fermentation Process based on Response Surface Methodology

Destiani Supeno¹, Soon Hong Kwon¹, Sung Won Chung¹, Soon Goo Kwon¹, Jong Min Park¹,
Jong Soon Kim¹, Won Sik Choi¹
Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Pusan National University¹

Abstract

Fermented black chokeberry "Aronia melanocarpa" beverages gained the attention of the worldwide market as one of the emerging functional beverages. In this study, to optimize the fermentation treatment and to obtain the optimal fermentation time, response surface methodology is used. The fermentation temperature and amount of sugar in this beverage served as inputs and the pH served as output for the mathematical model. Quadratic polynomial equation was used as mathematical model of fermentation. Moreover, from the mathematical model, the optimal fermentation time can be found. The optimal fermentation time is based on the lowest pH level obtained from combination of temperature and sugar addition. The experimental result shows that the quality of chokeberries fermented beverage is greatly affected by the fermentation temperature and sugar. The optimal temperature for vinegar fermentation process based on this research obtain from quadratic polynomial is 27°C and °Brix is 21% for minimum pH 3.8, moreover,

1. Introduction

Black chokeberry "Aronia melanocarpa" classified as Rosaceae family was originated from North America and nowadays it is also cultivated around Europe, and South Korea. Previous study prove that black chokeberry have potential use as herbal medicine. The improvement of computer technology enabled the development of mathematical models of fermentation processes. In this research, response surface methodology was proposed to optimize the black chokeberry vinegar fermentation process. This method was used to obtain the mathematical model of vinegar fermentation; moreover, the optimal fermentation time was obtained by calculating the peak of the surface. The result of optimization will improve the fermentation process, such as raw material efficiency.

2. Material and Method

2.1 Material

First, black chokeberries obtained from Mungyeong, South Korea was washed with tap water, and then separated from the stalk. The initial pH of these berries is 3.9 and initial sugar content is 13.7°Brix. 16 mason jars contain 360g of mashed black chokeberry where prepared. First step is alcoholic fermentation was done for three days. A white grape vinegar products by Beksul, Cheil Jedang co.,ltd., South Korea was added as starter and the fermentation proces was done for 27 days.

2.2 Method

The pH value was measure using digital pH meter and brix analysis of sugar content was conducted by using a portable refractometer. Fermented solution of black chokeberries was analyzed in triplicate to determine an average sugar content value for each juice sample. The pH and brix was measured in the beginning and in the end of fermentation. The final pH value

was used as input for Response method methodology. The fitting function was obtained using MATLAB curve fitting function.

3. Result and Discussion

The pH of fermentation product depends upon how much acid are present, fermentation proceeds satisfactorily when the pH of the mash has been adjusted to a pH of 3.0 to 4.5, which is a favorable pH for the yeast growth. The final pH levels are shown in Table 1. Using response surface methodology (RSM), the surface generated by linear model as shown in Fig. 1. can be used to determine the optimal condition. Based on experimental data obtained from Table 1., the input and output relation is shown in Fig. 1. as follows:

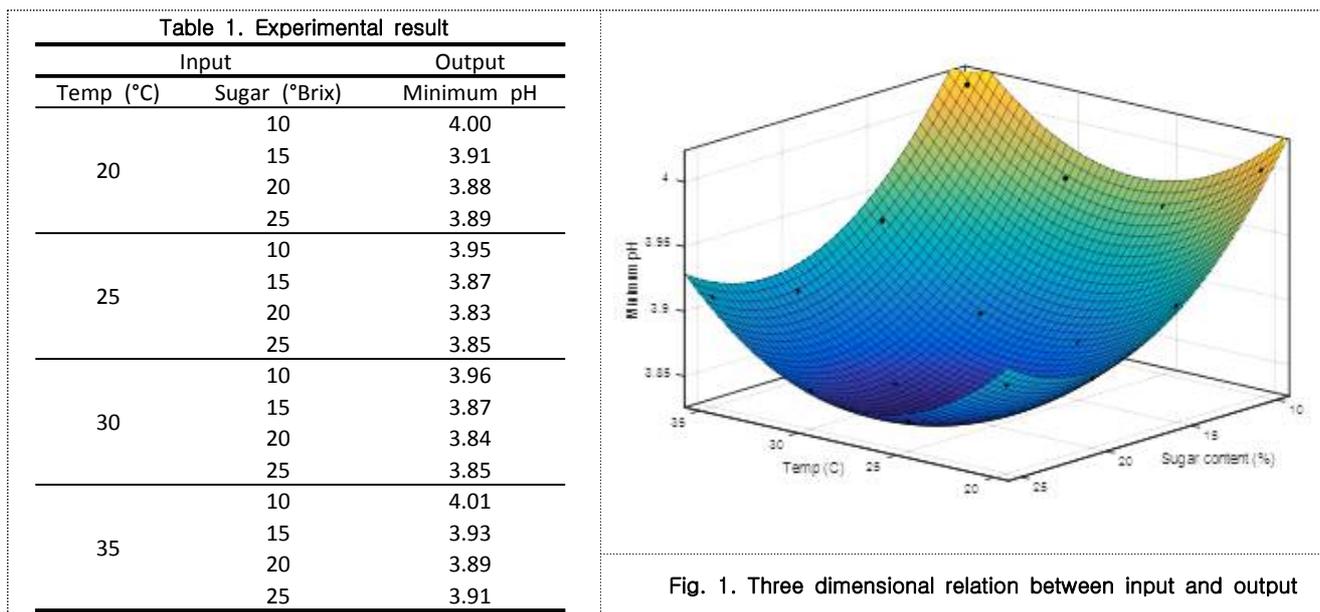


Fig. 1. Three dimensional relation between input and output

The polynomial equation obtained from the curve fitting tool is:

$$y = 5 - 0.054x_1 - 0.042x_2 + 0.001x_1^2 + 0.001x_2^2 + 2.44e^{-17}x_1x_2$$

where x_1 is the fermentation temperature, x_2 is sugar content, and the output y is the minimum pH. Using an equation to calculate peak value of polynomial curve, the optimal condition for fermentation can be obtained when $x_1 = 27^\circ\text{C}$ and $x_2 = 21^\circ\text{brix}$.

4. Conclusion

From the experimental result it can be conclude that temperature and sugar contain in black chokeberries vinegar influence the final pH of fermentation. The possibility of the modeling of fermentation system was done by response surface methodology. This research shown that fermentation at 27°C room temperature and 21°brix of sugar content is recommended condition for black chokeberries vinegar fermentation.

Reference

- 1) Adeyemo, J., & Enitan, A. "Optimization of fermentation processes using evolutionary algorithms - A review". Scientific Research and Essays, Vol. 6(7), pp. 1464-1472, 2011.
- 2) Ba, D., and Boyaci, I. H. "Modeling and optimization: Usability of response surface methodology". Journal of Food Engineering, Vol. 78(3), pp. 836-845, 2007.
- 3) Choi, W. S., Kwon, S. H., Chung, S. W., Kwon, S. G., Park, J. M., Kim, J. S., and Supeno, D. "Effects of Temperature , Mother of Vinegar, and Amount of Sugar on Aronia melanocarpa Chokeberry Fermentation". International Journal Of Medical Research and Pharmaceutical Sciences, Vol. 3(12), pp. 62-68, 2016.

농업 전동차의 유지 보수가 필요 없는 슈퍼 커패시터 배터리의 누설 전류

프라타마 판두 산디¹, 수페노 데스티아니², 변재영², 강언욱², 전연호³, 정성원², 최원식²
부산대학교 생명산업융합연구원¹, 부산대학교 바이오산업기계공학과², 근우테크³

Leakage current of maintenance free super-capacitor battery in agricultural electric vehicle

Pandu Sandi Pratama¹, Destiani Supeno², Jae Young Byun², Eon Uck Kang²,
Yeon Ho Jeon³, Sung Won Chung², Won Sik Choi²

Life and Industry Convergence Research Institute Pusan National University¹, Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University², Keunwoo Tech Co. Ltd³

Abstract

Maintenance free super-capacitor battery recently becomes main interest in new energy storage device technology, since it greener, safer, charges faster and cheaper compared to recent lead acid and lithium battery technology. However, similar to any other battery technologies, leakage current occurred during super-capacitor operation. Understanding how the leakage current occurred in a super-capacitor battery is essential. This research focused on the leakage current of super-capacitor battery in agricultural electric carrier. Super-capacitor battery packs LSUM 016R2C 0500F EA, LS-Mtron Ltd., Anyang, Gyeonggi-do, Rep. Korea was used in this research. The super-capacitor leakage current was measured using a voltage source and an ammeter. From this research, it was found that the leakage current mainly caused by insulation resistance and dielectric absorption current.

1. Introduction

Recently, many agricultural electric carriers have been used for short-distance transportation of harvested crops or cargoes. Generally, these vehicles are powered by lead acid or lithium battery. Although batteries have high energy density, it suffered from slow dynamic response and low charge/discharge rates. A super-capacitor can be an alternative solution to overcome this problem. Efficiency is main concern in electric vehicle. Therefore leakage current of energy storage device is a serious problem in electric vehicle operation. In this research, leakage current was measured and the source of this condition was observed. The result of this research can be used to improve the efficiency of super-capacitor battery technology.

2. Material and Method

2.1 Material

The super-capacitor energy storage device consisted of single module build from 6 cell 3000F electric double-layer capacitor (LSUC 2.7V, LS-Mtron Ltd., Anyang, Gyeonggi-do, Rep. Korea) connected in series which has a total capacitance of 500 F and maximum voltage of 16.2 V for each module (LSUM 016R2C 0500F EA, LS-Mtron Ltd., Anyang, Gyeonggi-do, Rep. Korea).

2.2 Method

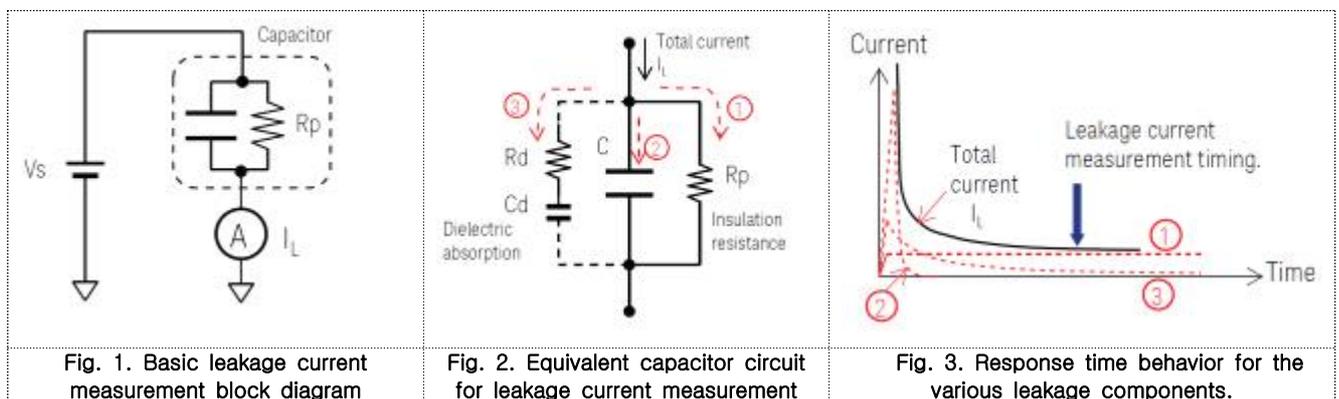
Super-capacitor leakage current was measured using a voltage source and an ammeter as shown in Fig 1. The leakage current I_L can be measured as: $I_L = V_s/R_p$. Where V_s is the test voltage of the voltage source and R_p is the insulation resistance of the capacitor. V_s is set at the rating voltage of the capacitor 16.2V. The measured value of capacitor leakage current was varied depends on when the measurement is made after the test voltage is applied.

3. Result and Discussion

Fig 2 shows the three basic elements that affect the super-capacitor leakage current measurement, and Fig 3 shows the corresponding time response image for each of these leakage current components labeled by number. The total leakage current flowing in the capacitor shown in Fig. 2 consists of the following three components:

1. Leakage current flowing through the insulation resistor R_p .
This current depends on the test voltage, and the time response is flat as shown in curve number 1 in Fig 3.
2. Current that charges the capacitor C when a test voltage is applied to measure the leakage current.
This current is instantaneous as shown by curve number 2 in Fig. 3.
3. Dielectric absorption current, which consists of dielectric absorption components R_d and C_d . The current response of this component after the test voltage is applied as shown in curve number 3 in Fig. 3. The current magnitude is inversely proportional to the value of R_d , and this leakage current component exponentially decays to zero amperes.

The total leakage current response is the sum of these three leakage current components; it converges to the current flowing through the insulation resistance which is shown by curve number 1.



4. Conclusion

Measurement of the leakage current of super-capacitor battery in agricultural electric carrier was done. From this research, it was found that the leakage current mainly caused by insulation resistance and dielectric absorption current. The absorption current can be ignored for most applications, although it is necessary to understand its behavior to determine the leakage current measurement timing.

Acknowledgement

This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry(IPET) through Agriculture, Food and Rural Affairs Research Center Support Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA)(716001-7)

Reference

- 1) Hussain, M. I. and G. H. Lee. "Utilization of solar energy in agricultural machinery engineering: A review". Journal of Biosystems Engineering. Vol. 40(3), pp. 186-192, 2015.
- 2) Azwan, M. B., A. L. Norasikin, K. Sopian, S. Abd Rahim, K. Norman, K. Ramdhan and D. Solah. "Assessment of electric vehicle and photovoltaic integration for oil palm mechanisation practise". Journal of Cleaner Production. Vol. 140, pp. 1365-1375, 2017.
- 3) Kouchachvili, L., W. Yaïci and E. Entchev. "Hybrid battery/supercapacitor energy storage system for the electric vehicles". Journal of Power Sources, Vol. 374, pp. 237-248, 2018.

케이블형 운동 머신의 동특성 분석

고석조¹, 백준영², 윤성민², 노치범², 김태훈³, 차병수⁴, 이민철⁵
동의과학대학교 기계계열¹, ㈜론펍², 동의과학대학교 전자과³,
동의과학대학교 산업디자인과⁴, 부산대학교 기계공학부⁵

Dynamic Characteristic of Training System with Cable Type

Seok Jo Go¹, Jun Young Baek², Sung Min Yoon², Chi Beom No²,
Tae Hun Kim³, Byung Su Cha⁴, Min Cheol Lee⁵
Donggeui Institute of Technology^{1,3,4}, Ronfic Co. Ltd², Pusan National University⁵

Abstract

We designed an auto training system in the previous study. The auto training system can effectively manage the exerciser while supporting the strength movement. The purpose of this study is to analyze the dynamic characteristics of friction elements which can influence the control and external force estimation in the cable mountable module manufactured in the previous research.

1. 서 론

본 연구의 선행연구에서는 근력 운동을 보조하면서 운동자를 효과적으로 관리할 수 있는 오토 트레이닝 시스템(auto training system)을 개발하고자 하였다[1,2]. 본 연구에서는 Fig. 1과 같이 선행 연구에서 제작된 케이블 운동기구 장착 모듈(cable mountable module)에서 제어 및 외력 추정에 영향을 미칠 수 있는 마찰 요소에 대한 동특성을 분석하고자 한다.

2. 동특성 분석

구동 액츄에이터를 저속에서부터 고속까지 제어 했을 때 나타나는 마찰 특성을 실험하였으며 Fig. 2과 같이 속도 변화에 따라 마찰특성이 비선형적으로 나타남을 알 수 있었다.



Fig. 1. Cable mountable module

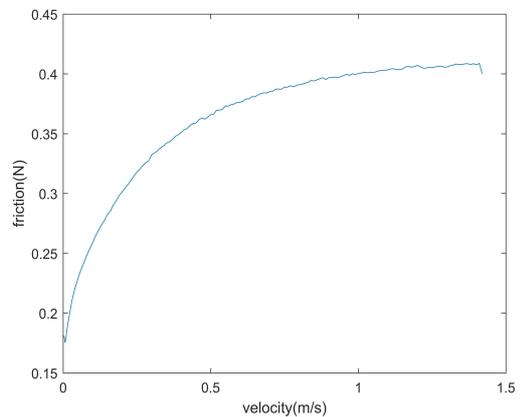


Fig. 2. Experiment results

3. 결 론

본 연구에서는 오토 트레이닝 시스템의 케이블 운동기구 장착 모듈에 대한 동특성을 분석하고자 하였다. 비선형 형태의 마찰 특성을 확인하였으며 관측기 설계 시 이를 보상하여 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2016년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0395988)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Go, S. J., Baek, J. Y., Yoon, S. M., No, C. B., Kim, T. H., Cha, B. S., Lee and M. C., "Development of Training Information Monitoring Module for Auto Training System," Proceedings of KSIC SPRING CONFERENCE 2017, pp. 15-16, Westin Chosun Busan Hotel, 2017.
- 2) Go, S. J., Baek, J. Y., Yoon, S. M., No, C. B., Kim, T. H., Cha, B. S., Lee and M. C., "Motor Driving Test of Control Module for Auto Training System," Proceedings of KSIC AUTUMN CONFERENCE 2017, pp. 184-185, CECO, 2017.

용매에 따른 핵구조용 텅스텐의 기계적 특성

박광모¹, 이상필², 이진경², 이문희³, 이종호⁴

동의대학교 기계공학과^{1,2}, 동의과학대학교 기계공학과³, 동의과학대학교 자동차공학과⁴

Mechanical Properties of Tungsten for Nuclear Structure by Solvent

Kwang mo Park¹, Sang pill Lee², Jin kyong Lee², Moon he Lee³, Jong ho Lee⁴
Dong Eui University^{1,2}, Dong Eui instute of technology^{3,4}

Abstract

This study the influence of different types of solvents on the mechanical properties of tungsten materials, based on the analysis of microstructures. The PEG 400 (polyethylene glycol) and acetone were used as solvents in this system. A pressure assisted sintering process was used in the tungsten sintering process. The properties of these materials were evaluated by various means such as density measurement, Vicker's hardness test and microscope observation.

1. 서 론

텅스텐은 높은 강도와 용점, 내 산화성, 우수한 열 전도성으로 많은 응용 분야에서 우수한 재료이며, 현재 군사 및 에너지 산업의 구조재, 우주항공에서 널리 사용되고 있습니다. ITER(국제핵융합로)에서는 가혹한 오파지 플라즈마 조건에서 장기간 반복적으로 노출되는 동안 다이버터의 생존 가능성은 ITER프로젝트에서 필수 성공요인으로 자리 잡고 있다고 하고 있습니다. 이에 따라 다이버터의 대면재로 가장 적합한 재료로 텅스텐 재료를 선정하였다. 텅스텐 재결정 온도 이상의 환경에서 나타나는 극 취성현상을 극복하기 위해서는 첨가제에 의한 인성 강화, 텅스텐의 강화재 복합화가 요구된다. 강화재 복합화 과정을 거치기 이전에 기지재의 소결 조건 확립 또한 중요하다. 그러나 텅스텐의 제조특성이 용점이 높고, 대형 부품의 제작을 위한 분말소결 기법을 적용하기에는 어려움이 있다. 이러한 특성을 극복하기 위하여 기지재의 소결 조건 및 제조공정을 확보함으로써 텅스텐의 강화재 복합화 문제를 풀어갈 수 있는 하나의 해법이 될 수 있다. 본 연구에서는 용매로 폴리에틸렌글리콜(polyethylene glycol ;PEG 400), 아세톤을 사용하여 용매에 따른 텅스텐 기지재의 제조특성과 텅스텐 재료의 기계적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

평균입경 5 μm 텅스텐 분말을 사용하였습니다. 용매제로 폴리에틸렌글리콜 (PEG 400)과 아세톤을 사용하였다. 소결체 성형을 위하여 텅스텐 분말을 블렌딩 후 건조하여 핫프레스 공정에 의해 소결하였다. 핫프레스의 소결온도는 1700 $^{\circ}\text{C}$, 가압력은 20 MPa로 하였다. 소결재의 특성은 아르키메데스 법에 의한 밀도 측정하였다. 시험편의 대기 중에서 무게를 W_1 , 시험편에 액체 및 유체를 침투시킨 시험편의 무게를 W_2 라 하고 아래의 식에 의해 소결밀도를 계산하였다.

$$\rho = \frac{W_1 \rho_w}{W_2 - W_3} \quad (\rho_w: \text{물의 밀도})$$

소결체의 경도를 측정하기 위하여 $3(L) \times 3(w) \times 1.5(t) \text{mm}$ 로 시험편을 절단하여 KS B 0811 (단일체 금속의 실온 경도 시험방법)의 규격에 따라 표면상태는 경면연마를 하였고 시험하중은 1.961 N 이상으로 하여 재료의 경도를 평가하였다. 경면연마된 표면을 에칭하여 미세구조를 평가하였다.

3. 결과 및 토의

Fig. 1은 각 용매에 따른 소결밀도와 상대밀도를 나타내었다. 용매가 아세톤인 경우에 텅스텐 소결체는 약 17 g/cm^3 , 약 93 %로 높은 소결밀도와 상대밀도를 나타내었다. 이에 비해 PEG 400을 용매로 사용한 경우에는 Fig. 4에서 확인할 수 있듯이 기공의 증가로 인하여 소결밀도가 약 15 g/cm^3 로 상대적으로 밀도가 저하되는 것을 알 수가 있다. Fig. 2는 용매에 따른 텅스텐 소결체의 비커스경도를 나타내고 있다. 용매로 아세톤을 사용한 텅스텐 소결체의 비커스경도는 약 300 Hv로, PEG 400을 용매로 사용한 소결체 보다 약 100 Hv의 높은 경도를 보였다. 소결온도가 1700°C 에서 용매로 아세톤을 사용한 텅스텐 소결체는 약 93 %의 상대밀도를 나타낸 반면, PEG 400을 용매로 사용한 텅스텐 소결체는 약 83 %의 상대밀도를 나타내었다. 즉, 소결밀도가 소결체의 경도에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 용매로 PEG 400을 사용한 텅스텐 소결체는 다소 밀도 및 경도측면에서 아세톤을 사용한 텅스텐 소결체와 비교해 우수한 특성을 보이지는 않았지만, 앞으로 텅스텐의 인성강화의 측면 및 복합재료 제조 공정상 텅스텐 재료의 치밀화 효과에 대한 연구 진행이 필요할 것으로 판단된다.

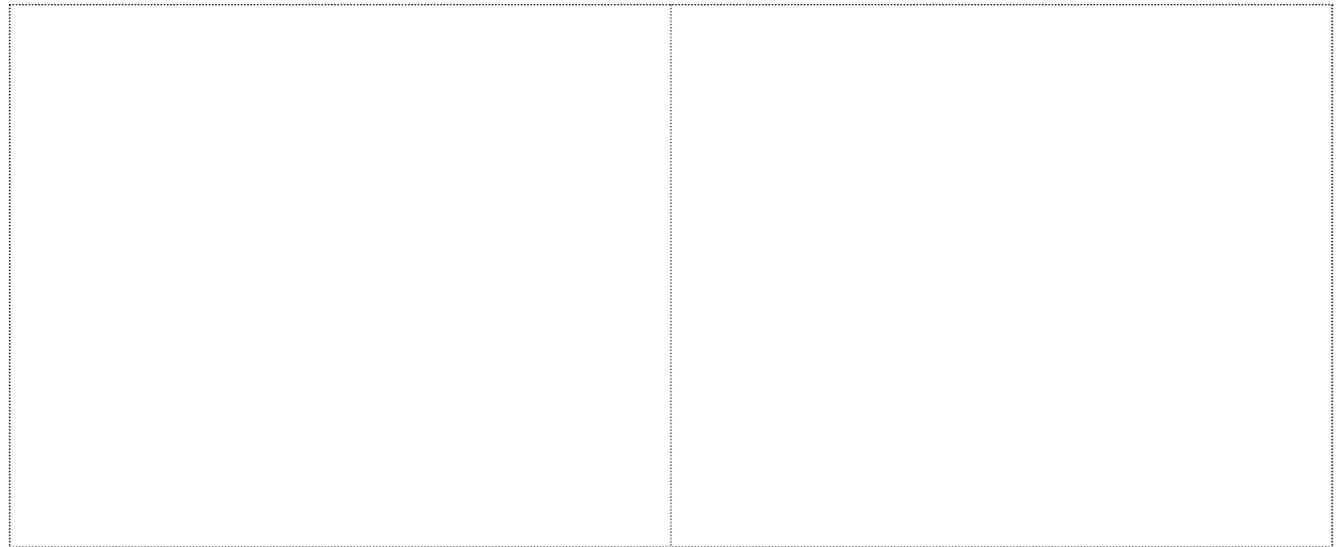


Fig. 1. Sintered density and relative density of W materials by solvent type

Fig. 2. Vicker's hardness of W materials by solvent type



Fig. 3. Optical microscope of sintered tungsten material by acetone.

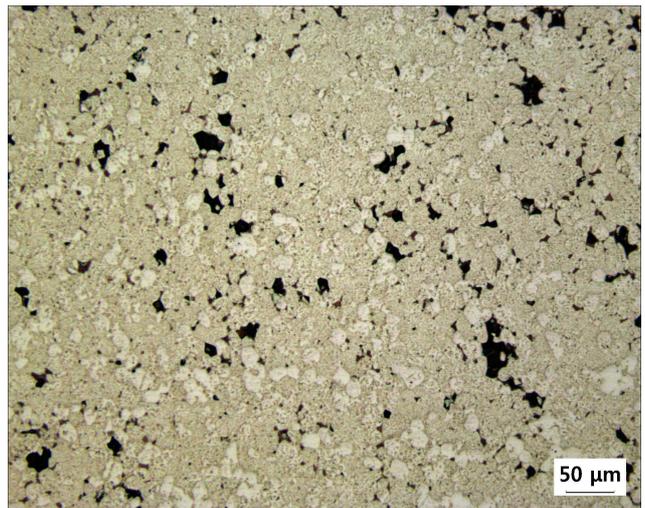


Fig. 4. Optical microscope of sintered tungsten material by PEG 400.

[참 고 문 헌]

- 2) P. Schade, "Sintering behavior of spherical mono-sized tungsten powder", International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, Volume 74, August 2018, Pages 14-19

탄화규소 재료 및 탄화규소 복합재료의 제조 및 특성 평가

이준엽¹, 이상필², 이진경², 이문희³, 김성원³
동의대학교 기계공학과^{1,2}, 동의과학대학 기계계열³

Fabrication and characteristic evaluation of SiC materials and SiC_f/SiC composites

Jun Yeab Lee¹, Sang Pill Lee², Jin Kyung Lee², Moon Hee Lee³, Sung Won Kim³
Mechanical Engineering, Dong-Eui University^{1,2}, Division of Mechanical Engineering, Dong-Eui
Institute of Technology³

Abstract

In this study, the fabrication and properties of silicon carbide materials and silicon carbide composites were evaluated. The SiC material produced by LPS process showed partial micropores around the SiC particles in the microstructure. However, this material possessed a relative density of about 90 % for the theoretical density and a flexural strength of about 510 MPa. The SiC fiber-reinforced SiC matrix(SiC_f/SiC) composites fabricated by LPS-process showed a relative density of about 80% for the theoretical density and a flexural strength of about 560MPa.

1. 서 론

에너지 및 광물 자원의 소비는 지난 200년 동안 세계 경제 성장에 따라 급격하게 증가하고 있다. 화석연료는 오늘 날 소비되는 에너지의 90% 이상을 공급하고 있으나, 제한적인 자원 공급과 환경을 파괴한다는 세계적 문제가 야기되고 있다. 에너지 효율이 높은 원자력 및 기타 에너지 시스템 개발의 주된 기술적 장벽 중 하나는 고온, 산화 환경 및 방사선 손상과 같은 가혹한 조건에서의 재료 기술의 개발이다. 핵융합 에너지를 이용하면 안정적이고 장기적인 에너지 공급이 가능하며, 원료 또한 바닷물에서 무한히 산출 가능하다. 이러한 핵융합 장치의 구조재료로써, CMCs(Ceramic Matrix Composites)의 일종인 SiC_f/SiC가 사용되고 있다. 고온 작동과 높은 에너지 변환 효율, 낮은 원자번호를 가지고 있어 핵융합 장치의 '토크막(Tokamak)'의 구조재료로 대두되고 있다.

이번 연구에서는 여러 가지 SiC_f/SiC 제조 방법 중 액상소결법을 사용하였으며, 액상소결법은 CVI나 PIP법에 비해 빠르고 정밀한 SiC 기지재가 형성 가능하나, 제조조건이 최적화가 필요한 단점이 있다. 이러한 액상소결법을 이용하여, LPS-SiC와 LPS-SiC_f/SiC를 제조하고 기계적 특성을 평가하였다.

2. 본 론

2.1 시험편 제작

LPS-SiC 기지재 제작을 위해 SiC 초기 분말에 첨가제로 Al₂O₃와 Y₂O₃를 1.5의 배합 비로 10wt% 첨가하였다. 용매로는 에탄올을 사용하여, Planetary Mono-mill(FRITSCH, Germany)를 사용하여 볼밀 공정을 실시하였다. 블렌딩 조건은 160rpm으로 12시간동안 분산시키고, 제조된 슬러리를 건조 시킨 후, 분말화 처리하여 초기 혼합분말을 제조하여 탄소몰드에 넣어 액상소결 하였다. 또한, LPS-SiC_f/SiC를 제작하기 위하여, 동일조건인 혼합 슬러리와 Tyranno SA 연속섬유(UBE Co. Ltd)를 사용하였다. 복합재료 제작 전에 예비 성형체(prepreg)를 제조하기 위해 최종 소결체 크기에 맞추어 섬유를 자른 다음 적정 크기의 용기에 섬유와 혼합 슬러리를 반복하여 적층하였다. 섬유 사이에 혼합슬러리를 적절하게 침투시키기 위하여 일정 크기의 압력을 반복해서 주었으며, 압력은 섬유의 손상을 막기 위해 섬유가 손상되지 않는 범위에서 주었다. 압력을 주어 고정시킨 다음 혼합 슬러리가 다 마를 수 있도록 24시간 이상 대기중에서 건조시킨 후 예비성형체를 제작하였다. 예비성형체는 마찬가지로 탄소몰드에 넣어 액상소결 처리 하였다.

2.2 밀도 및 기계적 특성 평가

본 연구에서는 제조된 재료의 밀도를 측정하기 위해 아르키메데스의 원리를 이용하였다. 시험편을 대기 중에서 무게를 측정하고 그 무게를 W_1 이라 한다. 그 후 증류수가 들어있는 비커 속에 담근 후 비커를 진공용기 속에 넣어 시험편 내부에 존재하고 있는 기공이 빠져 나가고 그 자리를 증류수(유체)를 침투시켜 유체를 침투시킨 시험편의 대기 중 무게를 측정하여 그 무게를 W_2 라 한다. 마지막으로 증류수 속에서 무게를 측정하여 W_3 이라 하고, 아래 식에 대입하여 소결 밀도를 계산하였다.

$$\rho = \frac{W_1 \rho_w}{W_2 - W_3} \quad (\rho_w: \text{물의 밀도, 온도 의존})$$

소결체의 굽힘 강도를 측정하기 위해, $25(L) \times 2(w) \times 1.5(t)mm$ 의 크기로 재료를 절단 후, 표면의 미세기공과 모서리 부분의 응력 집중을 억제하기 위해 ASTM C 1161의 방법으로 표면 연마를 실시하였다. 시험기는 국내 KyungDo 사의 Universal Testing Machine_1000kgf를 사용하였다. 3점 굽힘 시험의 지지대 스패 길이(s)는 16mm로 고정하였고, 시험속도는 0.2mm/min으로 하였다.

3. 결과 및 토의

LPS-SiC와 LPS-SiC_f/SiC 두 재료의 밀도를 Fig. 1.에 정리하여 나타내었다. 이론밀도의 계산은 복합법칙(rule of mixture)을 사용하여 계산하였다. 참고를 위해 순수 탄화규소의 밀도($3.21g/cm^3$)를 정규화하여 나타내었다. 두 재료 모두 약 90%의 상대 밀도로 약간의 기공을 보유하지만 상대적으로 치밀한 구조의 재료를 제작할 수 있었다.

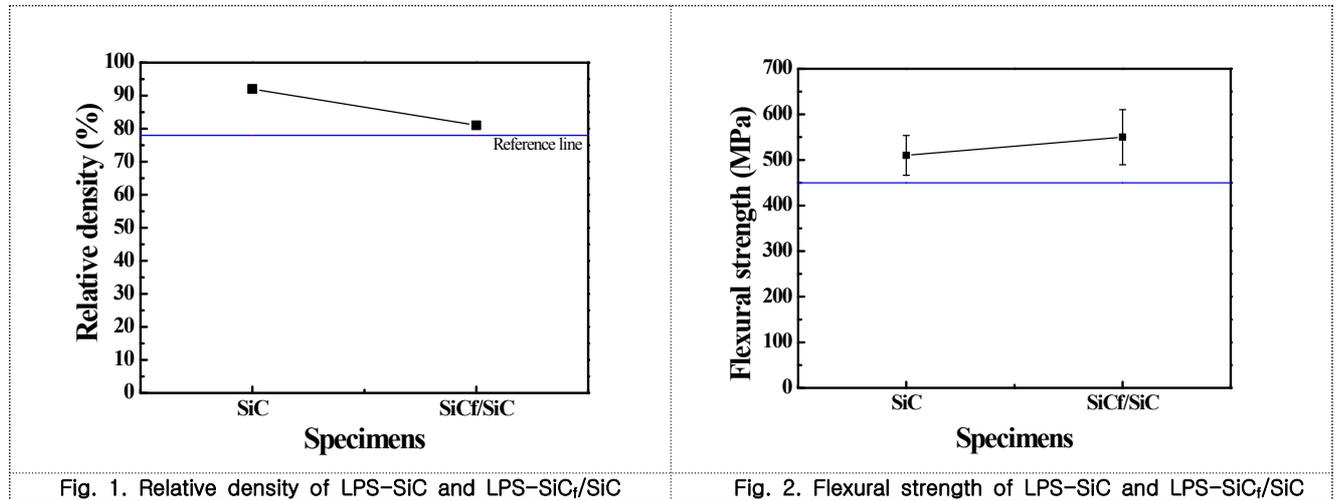


Fig. 1. Relative density of LPS-SiC and LPS-SiC_f/SiC

Fig. 2. Flexural strength of LPS-SiC and LPS-SiC_f/SiC

LPS-SiC와 LPS-SiC_f/SiC의 3점 굽힘 강도를 Fig. 2.에 나타내었다. 또한, 참고를 위하여 이전의 연구에서 측정되었던 LPS-SiC 재료의 굽힘강도를 Reference Line으로 나타내었다. SiC 기지재의 굽힘강도는 약 510MPa로 이전의 연구에서 측정되었던 강도보다 다소 높은 강도를 보유하고 있다. SiC 복합재료의 경우에는 약 580MPa의 강도를 보이고 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 액상소결한 탄화규소와 탄화규소 함유강화 탄화규소 복합재료의 제조와 기계적 특성을 평가하였다. 적절한 소결 첨가제의 조성과 첨가량을 이용하여 SiC 원료 분말과의 제조 조건의 최적화를 이루었으며, 이에 대한 결과는 다음과 같다. ①LPS-SiC의 상대 밀도는 90% 이상, LPS-SiC_f/SiC의 상대 밀도는 약 80%로, 기지재의 경우에는 치밀한 재료를 제작할 수 있었지만 복합재료의 경우에는 섬유와 기지재 사이의 내부 기공으로 인하여 기공이 약 20%의 재료가 제조되었다. 기지재는 충분한 밀도를 가지지만, 복합재료 제조공정에서 연속 섬유 내부로 섬유의 침투공정의 개선이 필요한 것으로 사료된다. ②LPS-SiC의 굽힘강도는 약 510MPa의 분포를 보이고, LPS-SiC_f/SiC의 굽힘강도는 약 560MPa의 분포를 보인다. 이는 밀도와 관계없이 강도적으로 우수한 강도를 지닌 재료를 제작한 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- 1) R. Naslain, "Design, preparation and properties of non-oxide CMCs for application in engines and nuclear reactors: an overview", Composites Science and Technology, Vol. 64, pp. 155-170, 2003.

텅스텐 섬유 함량에 따른 텅스텐 복합체의 기계적 특성

정상현¹, 이상필², 이진경², 이문희³, 이종호⁴

동의대학교 기계공학과^{1,2}, 동의과학대학교 기계공학과³, 동의과학대학교 자동차공학과⁴

Mechanical properties of tungsten composites with tungsten fiber contents

Sang hyun Jung¹, Sang pill Lee², Jin kyong Lee², Moon he Lee³, Jong ho Lee⁴
Dong Eui University^{1,2}, Dong Eui instute of technology^{3,4}

Abstract

In this study, mechanical properties of sintered tungsten composites were investigated according to fiber content. Three specimens were prepared according to the volume fraction of the fibers and blended to mix the powders and fibers. Tungsten composites are manufactured using high temperature compression press processes. The properties of the material were measured by density measurement by Archimedes' principle and 3 - point bending test, and the results were evaluated.

1. 서 론

현재 텅스텐은 고융점 및 고온 강도는 물론 우수한 내식성과 낮은 삼중수소 유지율을 가진다. 필라멘트, 절삭 공구용 재료의 합금제조용(탄화텅스텐) 등 고온에서 사용되는 환경이나 높은 강도를 요하는 분야에서 많이 사용되고 있다. 현재 이러한 특성으로 인해 ITER의 핵융합 반응기의 다이버터용 재료로 연구 및 개발이 이루어지고 있다. 다이버터는 고온으로부터 다른 장치를 보호하고 노심 내 스퍼터링 현상 등에 의하여 발생된 불순물을 제거하여 오염을 최소화하는 중요한 1차 내벽 플라즈마 대향부품 이다. 하지만 텅스텐은 전형적인 bcc 금속으로 연성-취성 천이(DBT)를 가진다. 이러한 물질은 연성-취성 천이온도(DBTT) 이하에서는 취성 거동을 보이는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하고 파괴인성을 개선하기 위해 본 연구에서는 텅스텐 기지재에 텅스텐 단섬유를 첨가하여 섬유의 함량에 따른 텅스텐 복합체의 기계적 특성을 연구하였다.

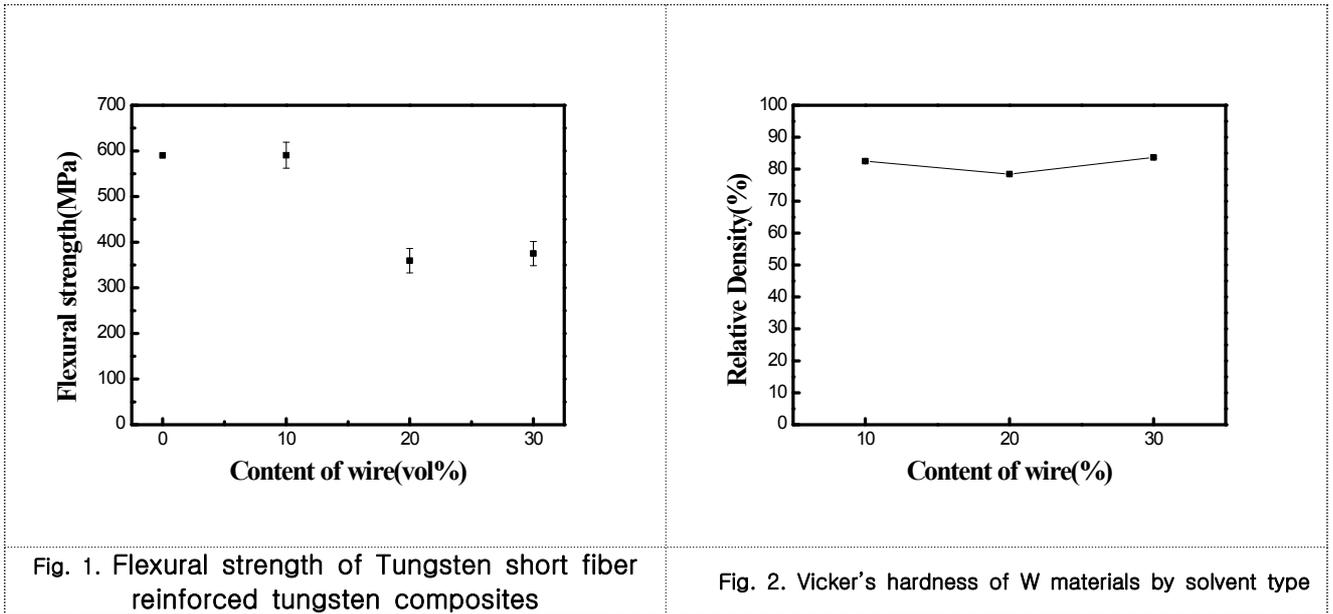
2. 실험 방법

평균 입경 $5\mu\text{m}$ 인 텅스텐 분말에 직경 $60\mu\text{m}$, 순도 99.95 %의 텅스텐 와이어를 약 2~3mm로 절단하여 혼합하여 섬유의 함량을 각각 10, 20, 30 vol% 로 섬유의 분산을 위해 블렌딩 후 건조하여 사용하였다. 실험에 사용된 텅스텐 와이어는 non-interface 상태로 혼합 하였다. 배합속도는 160rpm, 배합시간은 12시간으로 아세톤을 용매로 사용하여 세가지 경우 모두 동일하게 하였다. 복합체 제작은 고온프레스(Hot-press) 공정으로 제작하였고 아르곤(Ar) 분위기에서 소결온도 1500°C , 가압력 20MPa를 가하여 가압유지시간 1hr로 탄소금형에 혼합물을 넣어 고상소결 하였으며 복합체의 크기는 $40\times 40\times (3.5)\text{mm}$ 를 기준으로 제작 하였다.

아르키메데스법을 이용하여 텅스텐 강화 복합체의 소결밀도를 측정하였고 ASTM C 1161에 의거하여 3점 굽힘 시험으로 기계적 강도를 평가하였다.

3. 측정 결과

Fig. 1 은 각각의 와이어 함량에 따른 소결밀도 및 상대밀도를 나타낸다. 10 %의 텅스텐 와이어가 함유된 경우 약 83 %의 상대 밀도를 나타내었고, 다음 두 가지 20 %, 30 %의 경우 각각 79 %와 84 %의 값을 나타내었다. Fig. 2 는 시험편의 굽힘 강도를 와이어의 함량에 따라 그래프로 나타낸 것이다. 텅스텐 와이어의 함량이 20 %, 30 %인 경우에 비해 10 %인 경우에 높은 굽힘 강도를 보여주었다. 와이어 함량이 30 %보다 20 % 시험편이 낮은 굽힘 강도 값을 보여주는데 이는 30 % 보다 비교적 낮은 소결 밀도에서 비롯된 것으로 보인다.



4. 결 론

단섬유 강화 텅스텐의 섬유 함량에 따른 기계적 특성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 10 %, 20 %의 순서로 밀도가 높게 나왔으며 섬유의 함량이 30 %일 때 약 84 %의 가장 높은 밀도를 나타내었고 밀도에 영향을 미치는 요인 중 섬유의 함량은 큰 영향을 주지 않았다
- (2) 굽힘강도 결과는 와이어의 함량이 10 %일 때 약 590MPa의 높은 강도를 나타내었다. 그러나 20%와 30%는 큰 차이를 보이지 않았고 이는 미세조직관찰 등의 연구를 요한다.

[참 고 문 헌]

- 1) J. Riesch, M. Aumann, J.W. Coenen, H. Gietl, G. Holzner, T.Hösch, P. Huber, M.Li, CH. Linsmeier, R. Neu "Chemically deposited tungsten fiber-reinforced tungsten-The way to a mock-up for divertor applications", Nuclear Materials and Energy. Vol. 9, pp. 75-83, December 2016.
- 2) Y. Mao, J.W. Coenen, J. Riesch, S. Sistla, J. Almanstötter, B. Jasper, A. Terra, T.Hösch, H. Gietl, Ch. Linsmeier, C. Broeckmann "Influence of the interface strength on the mechanical properties of discontinuous tungsten fiber-reinforced tungsten composites produced by field assisted sintering technology", Composites Part A, Vol. 107, pp. 342-353, 2018.

레이저 스캐너를 이용한 옥외 및 동적환경에서의 휴먼 인식

전상신¹, 진태석²

동서대학교 학사 과정¹, 동서대학교 메카트로닉스공학과 교수²

Human Sensing of Outdoor and Dynamic Environment using Laser Scanner

Sang Sin Jeon¹, Tae Seok Jin²

Dongseo University Student¹, Dongseo University Mechatronics Professor²

Abstract

In this research, we propose a method to tackle these problems using laser scanners for human sensing in crowds. We especially focus on human tracking and gait analysis techniques. Our proposed method is well-suited to privacy protection because it does not use images but only range data. A key component of an intelligent human tracker system is the reliable perception of the environment. Laser range finders have been popular sensors which are widely used in this context. The classical 2D laser scanners have some limitations which are often compensated by the addition of other complementary sensors including cameras and lidar. The computer simulation results of estimating and following of the human trackier with the 2D laser scanner are presented.

1. 서 론

최근 빅데이터 관련한 다양한 서비스 분야가 도출되면서 공공 건물내 군중들의 이동 흐름에 따른 각종 서비스나 마케팅을 위한 전략을 세우기 위하여 각 진행방향에 대한 사람들의 이동성에 대한 데이터를 필요로 하게 된다. 그중 대규모 지하 쇼핑몰이나 지하철 회사 등으로 역 구내와 시내 도로 등에서 보행자 수에 대한 조사, 지하철 복잡도 조사에 따른 지하철 출구 연결안내, 보행자 밀집도에 따른 광고 노출, 병원 및 용양원 등에서의 노약자의 야간 이동에 따른 사고방지를 위한 환자 모니터링을 하게 된다.

2. 복수의 인물 인식 시스템 구성

행동 인식 시스템의 센서데이터 처리 및 추적 프로세서 구성은 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. 일반적인 패턴 인식 시스템[1]과 동일하며, 전처리부분, 특징추출부분, 식별부분으로 구성되어있다. 특징점 추출 및 선택, 학습을 수행하는 학습 단계와 측정 및 분류를 수행하는 식별 단계로 구분할 수 있다. 각 모듈별에 대한 기능은 다음과 같다.

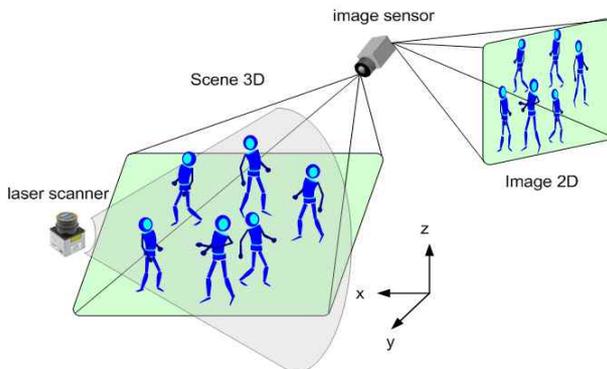


그림 1. 레이저스캐너와 이미지센서의 기하학적 관계

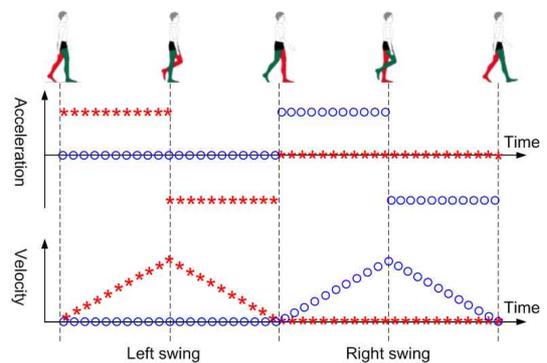


그림 2. 보행자 보행 모델

전처리 부분에서는 레이저 스캐너를 이용한 인물 추적 [3]을 수행한다. 이 기술은 여러 레이저 스캐너를 바닥면에 설치하고 수평 스캔으로 사람의 발목 부분의 단면변화 패턴에 착안하여 보행자 추적을 수행하였다. 추적 프로세스는 다음과 같은 기능으로 구성하였다: (1) 레이저스캐너의 레인지 데이터의 배경 차에 의한 동체 추출, (2) 데이터 클러스터링을 통한 다리에 대한 후보정보의 발견 (3) 다리 후보 정보의 그룹화에 의한 보행자 후보의 발견 (4) 보행자 후보 움직임 벡터 검출 (5) 보행 모델을 기반으로 확장 칼만 필터에 의한 기존 경로의 연장 처리와 같이 구성된다. 본 실험의 결과로는 지하철역에서 실증 실험에서는 통근 러시아워에서도 80 % 이상 추적 정밀도를 얻을 수 있다[3].

3. 움직이는 인간의 궤도 추적

데이터의 통합에 의해 얻은 스캐닝 파티클을 정지 물체와 이동물체와 구별하기 위해 정지 물체 영역에 대한 추정을 실시한다. 인간과 사물이 공존하는 환경에서는 가구처럼 수시로 위치를 바꾸는 준 정지 물체가 존재한다. 따라서 미리 만들어 놓은 지도 정보에 의해 정지 물체 영역을 할당 할 수 없기 때문에 정지 물체 영역은 항상 업데이트해야 할 필요가 있다. LRF에 의해 일정 시간동안 장애물이 계속해서 관측되는 영역을 정지 물체 영역으로 추정함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있었다.

양 다리에서 추출한 스캐닝정보에서 칼만 필터를 이용하여 인물의 추적을 실시하였다. 우선 동일 인물의 다리 쌍은 (1) 일정한 거리 이상 떠나지 않는다. (2) 진행 방향이 거의 같다는 특징을 가진다. 이러한 조건을 일정 기간 충족하는 다리의 쌍을 동일 인물의 다리 쌍으로 간주할 수 있다. 하였다. 다리의 위치를 구한 후 그 중간 지점을 인물 위치로 결정할 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 기존의 2차원 레이저 스캐너를 이용한 복잡한 환경에서의 복수의 인간들에 대한 추적 시스템을 분석했다. 제안 추적 시스템의 능력 향상을 위한 움직이는 인간 추적 기능의 구성과 설치를 위해 우리는 각각의 능력 반응, 그리고 시뮬레이션을 위한 수학적 모델링과 좌표상 시스템의 조화를 연구했다. 또한, 우리는 계속 진행중인 실내환경에서의 드론의 인간 추적 기능 시뮬레이션을 제시했다. 걸어가는 사람을 추적하는 것은 2D 스캐닝 데이터 기반으로 하는 위치정보를 데이터를 기반으로 각 개인을 보행특성으로 개별 추적을 통한 상시모니터링 부분에 응용할 수 있다. 특히, 병원 및 요양원 같은 공공 장소에서의 노약자의 야간 이동에 따른 사고예방이나 공공장소의 이동성 조사 등에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 논문은 2017년도 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구결과임(No. 201-0021054)

[참 고 문 헌]

- [1] D.M., Gavrila, "The analysis of human motion and its application for visual surveillance" in proceeding of the 2nd *International workshop on visual surveillance*, 1999.
- [2] P. Perez, C. Hue, J. Vermaak, M. Gangnet, "Color-Based Probabilistic Tracking," *Proc. of European Conference on Computer Vision*, Copenhagen, 27 May- 2 June 2002.
- [3] Zhao, H. and Shibasaki, R., "A Novel System for Tracking Pedestrians using Multiple Single-Row Laser Range Scanners," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-part A*, Vol. 35, No. 2, pp. 283-291, 2005.
- [4] Yang, J., Xu, Y. and Chen, C. S., "Human action learning via hidden Markov model," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-part A*, vol. 27, no. 1, pp. 34-44, 1997.

구륜 이동 로봇의 경로 추적을 위한 퍼지-신경망 제어기 설계

김기현¹
두산중공업(주)¹

A Design of Fuzzy-Neural Network Controller of Wheeled-Mobile Robot for Path-Tracking

Kim Ki Hyeon¹
Doosan Heavy Industries co., Ltd.¹

Abstract

A controller of wheeled mobile robot(WMR) based on Lyapunov theory is designed and a Fuzzy-Neural Network algorithm is applied to this system to adjust controller gain. In conventional controller of WMR that adopts fixed controller gain, controller can not pursuit trajectory perfectly when initial condition of system is changed. Moreover, acquisition of optimal value of controller gain due to variation of initial condition is not easy because it can be get through lots of try and error process. To solve such problem, a Fuzzy-Neural Network algorithm is proposed. The Fuzzy logic adjusts gains to act up to position error and rate. And, the Neural Network algorithm optimizes gains according to initial position and initial direction. Computer simulation shows that the proposed Fuzzy-Neural Network controller is effective.

1. 서 론

산업현장에서 널리 사용되고 있는 매니플레이터는 고정된 위치에서 반복된 작업만을 하는 작업 가능 영역이 제한되어 있어, 작업 영역을 확대하기 위한 이동성을 갖춘 로봇에 대한 필요성이 대두되고 그러한 기능을 하는 이동로봇에 대한 연구가 현재 활발히 진행되고 있다. 구륜 이동 로봇의 궁극적 목적은 외부의 지원없이 자율적으로 목적지점으로 이동하며 작업을 수행하는 데 있다. 구륜 이동로봇에서 고전적으로 사용되는 제어기는 환경에 대한 적응력이 떨어져 초기 위치의 변화나 다른 여러 가지 환경적인 요인으로 많은 영향을 받는다.

본 논문은 4륜 2자유도 이동 로봇을 대상으로 기준 궤적에 대하여 초기 위치와 방향에 상관없이 유효하게 경로를 추적하기 위해 퍼지-신경망 알고리즘 제어기를 설계하고 이에 대해 모의실험을 통해 제어기의 유효성을 제시한다.

2. 본 론

1. 구륜 이동 로봇의 구조 및 좌표할당

본 논문에서 제안된 구륜 이동 로봇은 4-구륜 2자유도 구륜 이동로봇으로써, 구동기에 의해 구동되는 2개의 전륜구동구륜과 안전성을 위해 뒤에 설치된 2개의 보조구륜으로 이루어진다.

구륜 이동로봇의 방향전환은 두 개의 독립적인 구동 구륜의 속도 차에 의해 이루어진다. 구륜 이동로봇의 좌표계 원점은 기하학적인 구륜 이동로봇의 무게중심에 위치한다.

2.. 구륜 이동 로봇의 기구학

기구학은 구륜 이동 로봇의 본체 속도와 구륜 속도 사이의 속도 관계를 나타낸다. 구륜 이동로봇을 구성하는 구성요소 사이의 상대적 위치와 방향을 나타내고 구성 요소 사이의 상대적 위치와 방향을 나타내고 구성 요소 사이의 동작 관계를 분석하기 위해서 Sheth-Uicker 표기법을 이용하여 각 구성 요소에 좌표계를 할당한다.

역 기구학은 구륜 이동로봇의 기준 궤적을 추적하기 위해 요구되는 구륜 속도를 계산한다. 기준 궤적이 본체 속도 및 회전 속도로 주어졌을 경우, 역 기구학을 이용하여 기준 궤적을 추적하기 위해 필요한 양 구륜 속도를 산출한다.

3. 실험

로봇의 위치 추종 시 가장 많이 영향을 주는 것으로 이득 값 K_x, K_y 이다

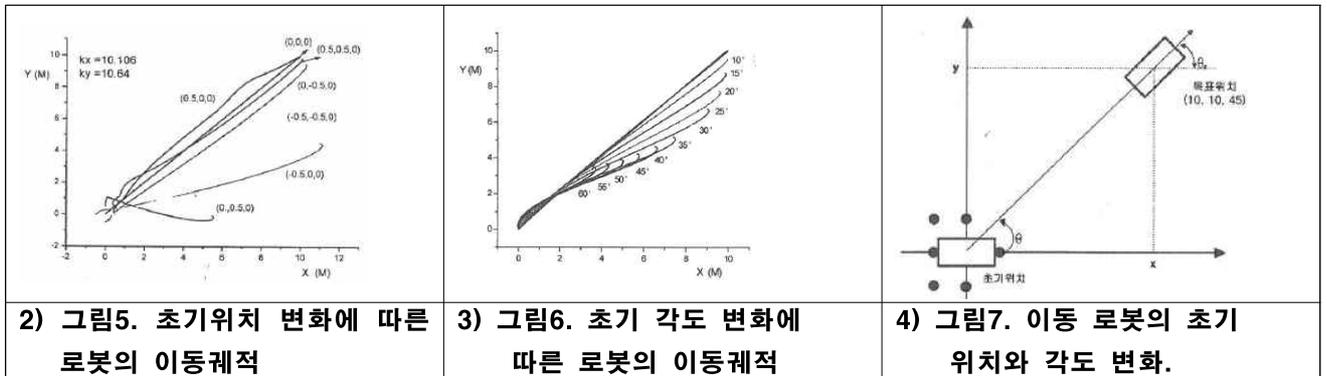
초기 위치 (0, 0, 0)에서의 $K_x = 10.106, K_y = 10.64$ 일때와 초기 위치가 달라짐에 따라 로봇의 이동궤적의 변화를 모의실험을 하였다. 모의실험은 구륜 이동 로봇이 추적해야할 초기 위치에서 사선으로 일정하게 X, Y 축으로 증가하여 종점 (10, 10, 45°)으로 가는 것이다. 이때 초기 위치와 방향은 (0, 0, 0°)은 기준으로 X, Y 위치와 방향을 0°~60°까지 변화를 주어 각각의 위치 추종 형태를 확인 하였다. 이때 모의실험에 사용된 구륜의 재원과 매개 변수는 표 1과 같다.

Lyapunov Theory를 근간으로 설계한 제어를 통한 모의실험은 구륜 이동 로봇의 고정된 제어 이득값을 사용하여 초기위치와 방향에 따른 각각의 이동 궤적은 그림 5, 그림6과 같다

그림 5은 초기 위치(0, 0, 0°)에서 경로 추적을 위한 제어 이득 값이 $K_x = 10.106, K_y = 10.64$ 일 때, 그림 7과 같이 초기 위치를 달리 하여 로봇이 이동하는 경로를 모의실험을 통하여 모의실험한 것이고, 그림 6은 (0, 0, 0)에서 각도를 0°~60°까지 초기 각도를 달리하여 로봇이 이동하는 경로를 모의실험 한 결과이다.

1) 초기조건 : 구륜 이동 로봇의 재원 및 매개 변수.

기호	수치값	단위	내용
la	0.22	m	본체 폭/2
lb	0.25	m	본체 길이/2
lc	0.22	m	보조구륜의 y변위
ld	0.11	m	구동구륜의 z변위
le	0.12	m	보조구륜의 x변위
lf	0.15	m	보조구륜의 z변위
R	0.05	m	구동구륜의 반경
r	0.025	m	보조구륜의 반경



실험 결과 이동 로봇이 초기값에 따라서 설정된 이동경로를 제대로 추적하지 못하는 것을 볼 수 있다. 위 결과에서 보는 바와 같이 제어 이득 값은 초기 위치나 방향의 변할 경우 각기 다른 값을 설정해 주어야 한다는 점을 확인하였다

4. 결 론

기존 로봇이 지나는 지역적 한계성을 극복하기 위해 구륜 이동로봇에 대한 연구가 진행되고 있으나, 구륜 이동로봇은 모델링의 불확실성과 Non-holonomic 등의 제약조건과 환경에 대한 적응력이 떨어지는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 여러 가지 알고리즘을 이용한 제어가 연구되고 있으나 제한된 범위에 머물고 있는 상황이다. Lyapunov Theory에 의해 설계한 고전 제어기의 경우 초기위치와 각도 변화에 상관없이 고정된 제어 이득값을 가지고 있다. 비선형 시스템의 경우 초기 상태가 변하게 되면 다른 결과가 출력되는데, 이동 로봇 또한 비선형 시스템으로서 초기 상태가 변하게 되면 원하는 경로를 추적하지 못하게 된다. 따라서 초기 상태가 변하게 되면 각기 다른 제어 이득값을 주어야 한다.

본문에서 제안된 퍼지-신경망 제어를 이용한 컴퓨터 모의실험을 통해 제어기의 유용성을 제시 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] G. Campion, G. Bastin, and B. D'Andrea-Novel, "Structural properties and classification of kinematic and dynamic models of wheeled mobile robots," IEEE trans. on Robotics and Auto. Vol. 12, PP. 47-62, 1996.
- [2] P. F. Muir and C. P. Neuman, "Kinematic modeling for feedback control of an omnidirectional wheeled mobile robot," Inter. Conf. on robotics and Auto, pp. 1772-1778, 1987.
- [3] B. Thuilot, B. D'Andrea-Novel and A. Micaelli, "Modeling and feedback control of mobile robots equipped with several steering wheels," IEEE trans. on Robotics and Auto vol 12, pp. 375-390, 1996.
- [4] A. Meystel, Autonomous Mobile Robots, World Scientific, 1991.
- [5] Yuan F. Zheng, Recent Trends in Mobile Robots, World Scientific, 1993.
- [6] P. N. Sheth, J. J. Uicker, " A generalized symbolic notation for machanism," Journal of Engineering of Industry, Series B, vol. 93, no. 70-Mech-19, pp. 102-112, 1971.
- [7] I. Kolmanovsky, N. H. McClamroch, "Development in non-holonomic control problems," IEEE Control Systems Magazine, vol. 15, pp. 20-36, 1995
- [8] Y. Kanayama, Y. Kimuro, F. Miyazai, T. Noguchi, "A stable tracking control method for an autonomous mobile Robot," IEEE International Conference, pp. 384-389. 1990.
- [9] C. Samson and K. Ait-Abderrahim, "Feedback control of a non-holonomics wheeled cart in cartesian space," IEEE Inter. Conf. Robotics and Auto., pp. 1136-1141, 1991.
- [10] B. G. Hu, G. K. I. Mann and R. G. Gosine, "Theoretic and genetic design of a three-rule fuzzy PI controller," FUZZ-IEEE, pp. 489-496, 1997
- [11] J. A. Freeman, D. M. Skapura, Neural Networks Algorithm, Applications and Programming Techniques, Assison-Wesley Publishing Company, 1991.
- [12] G. J. Klir and B. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Application, Pretice Hall, USA, 1995.
- [13] S. T. Welstead, Neural Network ans Fuzzy Logic Application in C/C++, Wiley Professional Computing, USA. 1994.
- [14] P. Meling, O. Castillo, "Interlligent control of non-linear dynamic plants using type-2 fuzzy logic and neural networks," Fuzzy Information Processing Society, 2002. Proceedings. NAFIPS, pp. 22-27, 27-29 June 2002.

다양한 환경을 고려한 시스템 SW 레벨의 CPU 발열 예측에 대한 연구

정성우¹, 김영근¹, 김선영¹, 최승훈¹, 민동원²
고려대학교¹, 단국대학교²

A study on system software level CPU thermal prediction considering various environments

Sung Woo Chung¹, Young Geun Kim¹, Seon Young Kim, Seung Hun Choi, and Dongwon Min²
Korea University¹, Dankook University²

Abstract

In this study, we propose a thermal prediction method, which is beneficial for CPU thermal management. Previous studies have focused on thermal prediction not considering various environments such as ambient(room) temperature and fan speed. However, in practice, it is necessary to consider the various environments, which affects CPU temperature significantly. Our proposed prediction method includes ambient temperature and fan speed to accurately predict CPU temperature, which leads to better performance and lower power consumption eventually. The proposed prediction method reduces MAE(Mean Absolute Error) from 1.1 degree to 0.8 degree. In the future work, we plan to adopt a machine learning solution to enhance the accuracy of thermal prediction.

1. 서 론

최근 인공지능 및 빅 데이터 분야가 각광 받으면서, 많은 양의 연산 작업과 데이터를 처리하기 위한 대규모의 서버와 데이터 센터가 증가하는 추세이다[1]. 하지만, 서버 및 데이터 센터는 많은 양의 작업을 처리해야하기 때문에 매우 높은 전력을 소모하며, 이로 인해 서버와 데이터 센터에 대한 전력 공급 비용이 지속적으로 증가하고 있다. 서버 및 데이터 센터의 과도한 전력 소모는 시스템의 온도를 높여 시스템의 가용성에 큰 영향을 미치게 되고, 높은 온도는 컴포넌트들의 정적 전력 소모 증가로 이어지기 때문에, 서버 및 데이터 센터의 전력 소모는 더욱 더 증가하게 된다. 본 논문에서는 서버 및 데이터 센터의 전력을 추가적인 비용 없이 발열에 대해서 최적화하기 위해 시스템 SW 수준의 발열 관리 기술을 연구한다. 서버의 여러 가지 요소 중에서 많은 양의 연산 작업과 데이터를 처리하기 위해 CPU에서 매우 높은 에너지를 소모한다. 즉, CPU에서의 발열은 반드시 고려해야 한다. 효율적인 발열 관리를 위해서, 현재의 CPU 작업량에 따른 미래의 온도 예측이 필수적인데, 이 논문에서는 다양한 환경에서 온도 예측이 얼마나 달라지는 지를 알아보고, 이에 대한 결과를 보인다.

2. 본 문

2.1 시스템 SW 수준의 발열 관리의 중요성

하드웨어 수준에서 에너지 소모를 줄이기 위한 기술들의 경우, 어플리케이션의 특성이나 사용자의 상태와 같이 작업의 성능 요구량과 밀접한 관련이 있는 정보들을 파악하는데 어려움이 있다. 또한, 이미 존재하는 서버에 바로 적용할 수 없다는 단점을 갖고 있다. 서버에서 발열을 억제하기 위해 주로 사용하는 기계적인 방식 (e.g., 쿨링 팬, 수랭 방식, 등)은 추가적인 쿨링 비용을 야기한다. 서버에서 수행되고 있는 작업의 성능 요구량을 파악하고, 그에 따라 CPU 및 메모리의 전력 상태 (e.g., 전압, 주파수, 등)를 제어하면 추가적인 비용 없이 에너지/발열을 줄일 수 있으며, 이는 시스템 SW 수준에서 가능하다. 그림 1에서 보이는 것처럼, CPU 에너지/발열은 CPU의 전력 상태나 사용률뿐만 아니라 어플리케이션이 동작하는 코어들의 위치, 쿨러의 위치 및 종류, 케이스의 종류, 외부 온도 등 다양한 환경적 요인에 따라서 달라질 수 있기 때문에, 이를 종합적으로 고려해 CPU 전력 상태를 조절해 에너지/발열을 최적화할 수 있는 시스템 SW 수준의 기술이 필요하다[2].

2.2 온도 예측의 정확성

CPU 쿨러의 작동 여부, 외부 온도, 어플리케이션이 동작하는 CPU 코어의 수, 서버 CPU 사양 등을 고려하여 기존에 사용되고 있는 선형 회귀 (linear regression) 방식의 온도 예측 모델을 정립하고, 위와 같은 다양한 환경적 요인이 변할 때 해당 모델의 정확도를 측정하였다[3]. 기존 연구에서는 외부 환경을 고려하지 않고, CPU 내부의 작업량만을 고려하였으나, 본 연구에서는 앞에서 언급한 외부 환경과 함께 CPU의 전력 상태와 사용률에 기반 하여 온도를 예측한다.

3. 결과 및 토의

기존의 외부 온도(ambient temperature)를 고려하지 않은 선형 회귀 방식과 외부 온도를 고려한 제안한 방식에서의 예측한 온도와 실제 온도 사이의 MAE (Mean Absolute Error)를 보여준다. SPEC 벤치마크를 수행하였을 경우, 그림 2에서 보이듯이 기존 방식에서는 평균 1.1도의 MAE를 보이지만, 제안한 방식에서는 평균 0.8도의 MAE로 줄었다. 이러한 예측한 온도와 실제 온도 사이의 MAE 감소는 결국 발열 관리를 더 효율적으로 하여, 전력 소모를 감소하고 성능을 개선할 수 있도록 한다.

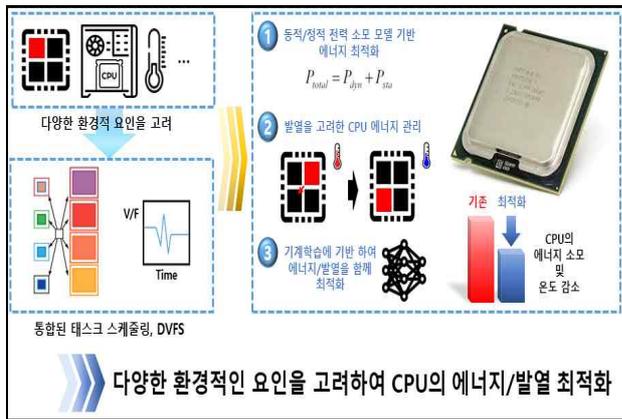


Fig. 1. CPU thermal management considering environmental parameters

w/o ambient temperature(MAE)		w/ ambient temperature(MAE)	
astar	1.130	astar	0.759
calculix	1.379	calculix	0.868
gams	1.255	gams	0.902
gcc	2.112	gcc	1.077
gobmk	1.114	gobmk	0.828
mcf	0.773	mcf	0.626
povray	1.641	povray	1.008
soplex	1.042	soplex	0.738
sphinx3	0.834	sphinx3	0.756
tonto	1.073	tonto	0.872
wrf	1.053	wrf	0.892
average	1.128	average	0.847

Fig. 2. MAE comparison of thermal prediction

4. 결론

본 연구에서는 외부 환경을 고려한 온도 예측을 함으로써, 미래의 온도를 정확히 예측할 수 있는 모델을 제안하고 이에 대한 정확성을 검증하였다. 본 연구를 기반으로 하여, 온도 예측을 정확성을 더욱 개선하기 위해서 머신 러닝 기법을 적용하여 온도 예측 정확성을 추후에 더욱 개선하고, 이를 통한 성능 및 전력 소모 개선을 연구할 계획이다.

이러한 연구를 통하여 서버 및 데이터 센터 전력 관리 핵심 기술을 확보하여, 사회적 비용을 절감하고 에너지 효율성 개선을 통해 한국이 전세계 데이터 센터 마켓에서의 주도권을 확보하는 데 기여하고자 한다.

사 사

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보·컴퓨팅기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다 (No. 2017M3C4A7080243).

[참고 문헌]

- 1) 451 Research, 세계 데이터센터 위탁 시장규모와 센터 공간 면적 증가율 [Online] Available: http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2016041202109960818003
- 2) J. Kong, S. W. Chung, and K. Skadron, "Recent Thermal Management Technique for Microprocessors," ACM Computing Surveys, vol. 44, no. 13, 2012
- 3) J. S. Lee, S. W. Chung, and K. Skadron, "Predictive Temperature-aware DVFS," IEEE Transactions on Computers, vol. 59, no. 1, pp. 127-133, 2010

전력수요 예측에서 결측치 대체를 위한 다양한 기계 학습 기법의 성능 비교

박성우, 문지훈, 황인준
고려대학교 전기전자공학과

A Comparison of Various Machine Learning Techniques for Missing Values Recovering in Load Prediction

Sungwoo Park, Jihoon Moon, Eenjun Hwang
School of Electrical Engineering, Korea University

Abstract

In this paper, we compare various machine learning techniques for missing values replacement in the load forecasting using time and weather information. For this, we first transform the sequence data in the one-dimensional space into continuous data in the two-dimensional space in the preprocessing. In addition, we consider not only the information provided by the Meteorological Agency but also weather information which is deeply related to electric load. After that, we build various electric load regression models using machine learning techniques. Finally, we compare their prediction performance by evaluating the prediction accuracy of each regression model using 10-fold cross-validation. The experimental results show that random forest model outperforms the other methods in terms of prediction accuracy.

1. 서 론

전력수요 예측은 안정적인 전력계통 운용 및 수급 계획에 있어 매우 중요하다. 특히, 1시간 단위 이하의 초단기 전력수요 예측(Very Short-Term Load Forecasting)은 에너지 관리 시스템(Energy Management System)의 일간 스케줄링을 결정하는 데 주로 사용된다(1). 전력수요 예측 모델을 구성하기 위해, 날짜 및 시간, 기상 정보 그리고 과거 전력수요 패턴 등을 고려한다(2). 하지만, 예측 모델은 전력수요 데이터에 많은 결측치(Missing Value)가 존재할 경우 정확한 학습이 어렵다는 단점이 있다. 기존 연구들은 결측치를 제거하거나 선형 보간법(Linear Interpolation) 등을 사용하여 결측치를 해결하고자 하였지만, 예측의 정확도에는 큰 영향을 주지 못하였다. 이에 본 논문에서는 다양한 기계학습 기법을 대상으로 날짜 및 시간과 기상 정보만을 이용하여 전력수요 결측치를 해결하는 방법을 제시하고 그들 간의 성능을 비교한다. 이를 위해, 날짜 및 시간 정보 데이터에 대해 주기성을 반영하고, 기상청에서 제공하는 기상 정보에 전력수요와 영향이 큰 변수를 추가한다. 다음으로 다양한 기계 학습 기법을 적용하여 10겹 교차검증(10-Fold Cross Validation)을 사용하여 모델의 성능을 평가 및 비교한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 기계 학습 기반의 전력수요 추정 기법에 관해 설명한다. 3장에서는 다양한 기계 학습 모델과 기존 연구(3)간의 성능을 평가 및 비교 분석한다. 마지막으로, 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향으로 본 논문의 끝을 맺는다.

2. 본 론

2.1 데이터 셋 구성

본 논문에서 전력수요량 추정 모델링을 위해, 구성된 데이터 셋에서 종속변수는 시간에 대한 전력수요이며, 독립변수는 시간과 기상 정보로 구성된다. 시간 정보는 월, 일, 시, 분, 요일, 휴일 데이터로 이루어져 있다. 여기서, 월, 일, 시, 분 데이터는 예측 모델에 그대로 사용할 경우 주기성을 반영할 수 없다. 따라서 본 논문은 기존 연구(3)의 방식을 사용하여 수열 형태의 1차원 데이터를 2차원 공간의 연속적인 데이터로 변환하여 주기성을 반영한다. 기상 정보는 기상청에서 제공하는 온도, 습도, 풍속, 기압을 사용한다. 또한, 전력수요와 연관 정도가 높다고 예상되는 체감온도 및 불쾌지수를 식(1)과 (2)를 통해 구하여 반영한다.

$$ST = 13.12 + 0.6215 \times T - 11.37 \times WS^{0.16} + 0.3965 \times T \times WS^{0.16} \quad (1)$$

$$DI = 1.8 \times T - 0.55(1.8 \times T - 26) \times (1 - 0.01 \times H) + 32 \quad (2)$$

여기서, T 는 온도, H 는 습도, WS 는 풍속, ST 는 체감온도, D 는 불쾌지수를 의미한다.

2.2 전력수요 추정 모델 구성

전력수요 데이터에 발생하는 결측치는 불규칙한 패턴과 길이를 갖는다. 그러므로 이를 추정할 때, 선형 보간법을 사용하면 데이터의 패턴을 반영하지 못하기 때문에 정확한 예측 모델을 구성하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 앞서 구성한 데이터를 이용하여 기계 학습 알고리즘을 통해 이를 학습한 뒤, 결측 데이터 부분을 예측되는 값으로 대체하는 방법을 제안한다.

이를 위해, 먼저 전체 데이터 셋에서 결측치가 들어있는 행을 제거하고, 회귀분석을 위해 대표적인 통계 기법인 Multiple Regression과 기계 학습인 Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosting Machine, Support Vector Machine, Artificial Neural Network를 이용하여 데이터 셋을 학습한다. 제안한 기법의 결측치 추정에 관한 성능을 검증하기 위해 10겹 교차검증을 사용한다. 결측치가 제거된 데이터 셋으로 학습한 기법의 예측이 정확하다면, 결측치에 대한 정확한 추정이 가능하다고 볼 수 있기 때문이다.

3. 결과 및 토의

본 논문의 데이터 셋은 인천의 K사 제조공장의 전력사용 데이터로써, 2015년 1월 1일부터 2017년 12월 31일까지 15분 단위의 데이터로 총 105,216개의 데이터가 들어있다. 이 중 이상이 생겨 측정되지 않은 부분과 센서의 이상으로 여겨지는 0으로 측정된 부분을 합친 3,849개의 데이터를 결측치로 판단하였다. 기계학습 기법의 예측 정확도는 평균절대 백분율 오차(Mean Absolute Percentage Error)로 나타내었다. Fig. 1에서 나타내듯이, Random Forest가 가장 좋은 성능을 보인다는 것을 알 수 있었다. ANN[3]과 SVR[3]은 (3)과 동일한 환경으로 구성된 추정 모델이다. 또한, Fig. 2와 같이, 선형 보간법을 적용한 것보다 본 논문에서 제안한 전력수요 추정 기법이 더욱 효과적으로 결측치를 반영할 수 있음을 알 수 있었다.

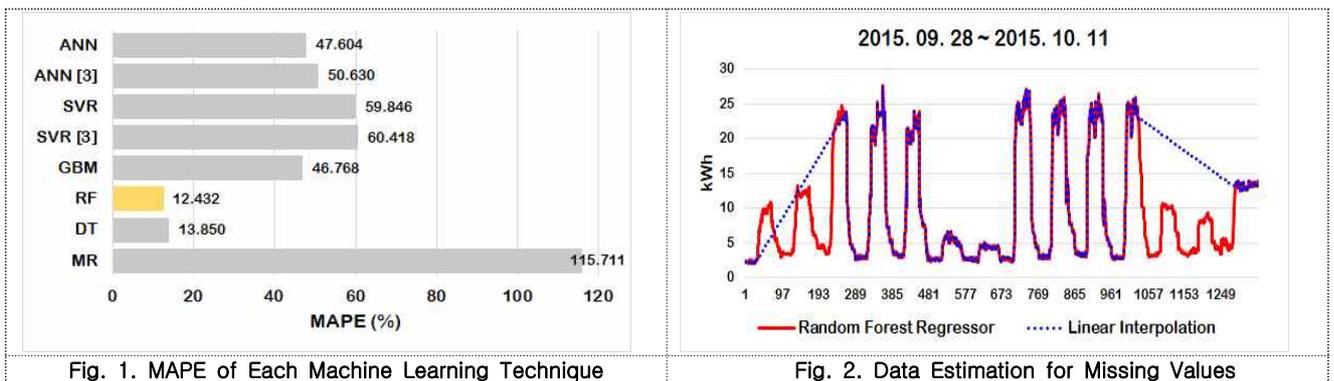


Fig. 1. MAPE of Each Machine Learning Technique

Fig. 2. Data Estimation for Missing Values

4. 결 론

본 논문은 정확한 전력수요 예측을 위해 주로 사용되는 전력수요 패턴의 결측치를 대체하기 위해, 기계 학습 기반의 전력수요 추정 모델링을 수행하였다. 실험 결과, Random Forest로 구성된 추정 모델이 10겹 교차검증에서 12.432%의 오차율로 가장 우수한 성능을 보였다. 향후, 결측치의 추정값과 시간, 기상 정보 등을 반영하여 딥러닝을 기반으로 더욱 정확한 전력수요 예측 모델을 구성할 계획이다.

사 사

본 연구는 한국전력공사의 2018년 착수 에너지 거점대학 클러스터 사업에 의해 지원되었음 (과제번호:R18XA05)

[참 고 문 헌]

- 1) H. Chitsaz, H. Shaker, H. Zareipour, D. Wood, N. Amjady, "Short-term electricity load forecasting of buildings in microgrids," Energy and Buildings, Vol. 99, pp. 50-60, 2015.
- 2) C. L. Hor, S. J. Watson, S. Majithia, "Analyzing the impact of weather variables on monthly electricity demand," IEEE Transactions on Power Systems. Vol. 20, pp. 2078-2085, 2005.
- 3) J. Moon, J. Park, S. Jun, Y. Choi, E. Hwang, "An Electric Load Forecasting Scheme for University Campus Buildings Using Artificial Neural Network and Support Vector Regression," KIPS Transactions on Computer and Communication Systems, Vol. 5, No. 10, pp. 293-302, Oct. 2016.

연료전지 금속 분리판의 공정변수에 의한 실험

진철규¹
경남대학교 기계공학부¹

Experiment by Parameters of Fuel Cell Bipolar Plates

Chul Kyu Jin¹
Kyungnam University¹

Abstract

In this study, bipolar plates in fuel cells are formed using rubber forming process. The effects of important parameters in rubber forming such as hardness and thickness of rubber pad, speed and pressure of punch that compress blank, and physical property of materials on the channel depth were analyzed. In the soft material sheet Al1050, deeper channels are formed than in materials STS304 and Ti. The channel depths of bipolar plates formed with Al1050, SS304 and Ti-G5 under the above process condition were 0.453, 0.307, and 0.270 mm, respectively

1. 서 론

연료전지 분리판(Bipolar plate)은 얇은 판재에 요철형상의 채널(Channel)이 패턴형태로 삽입된 제품이다. 채널을 통하여 화학반응에 필요한 수소와 산소가 이동하기 때문에 채널의 형상은 분리판 전체로 균일하게 제작되어야 한다. 이외에도 분리판은 전기 전도성 및 열 전도성이 우수한 소재여야 하며, 어느 정도 기계적 강도를 가져야 한다. 특히, 연료전지가 상업적으로 상용화되기 위해서 분리판 가공방법은 반드시 대량공법으로 제작되어야 한다. 분리판 소재로 Graphite가 사용되어 왔지만, 취성(Brittle), 기공에 의한 가스 침투율(gas impermeability), 고가의 채널 가공비용, 긴 가공시간 등으로 인해 현재는 금속으로 대체되고 있다. 이에 따라 금속 분리판을 대량 생산으로 가공할 수 있는 공법 개발에 관한 연구가 활발히 진행 중이다. 연료전지의 소재로 각광받고 있는 세가지 금속 소재인 Aluminum 1050, Stainless steel 304, Titanium G5를 이용하여 소재의 물리적 특성에 따른 분리판 채널의 성형성을 비교한다.

2. 본 론

2.1 실험

연료전지 금속 분리판 소재로 전기 전도성 및 열전도성, 내식성이 우수한 Aluminum, Stainless steel, Titanium이 가장 적합한 소재로 각광받고 있다. 이 세가지 소재를 두께 0.1 mm의 판재로된 것을 실험에 사용하였으며, 가로(압연방향) 및 세로를 각각100 mm로 절단하여 Blank를 제작하였다. 고무성형공법을 이용하여 금속 판재에 채널을 성형하기 위해 정격하중 200ton 유압프레스를 이용하였다. 실험 순서는 하부 컨테이너에 고무패드를 삽입한 후, 고무패드 위에 금속 Blank을 올려놓는다. 유압프레스에 펀치의 하강속도 및 압력을 설정한 다음 펀치를 하강시켜 Blank와 고무패드를 동시에 가압한다. 채널이 성형된 금속 판재를 하부 컨테이너에서 꺼내고, 다시Blank를 삽입하면서 실험을 반복한다.

3. 결과 및 토의

고무성형공법을 통하여 채널이 성형된 Al1050, SS304, Ti 분리판을 Fig. 4에 나타내었다. 눈으로는 세가지 분리판에 대한 채널 깊이 차이를 식별할 수는 없지만, Al1050 분리판의 채널 패턴 형상이 좀 더 또렷하게 보이는 것은 확인할 수 있다. 세가지 분리판 모두 균열 및 주름 현상이 없을 뿐만 아니라 판재 자체의 비틀림 없이 평탄하다.

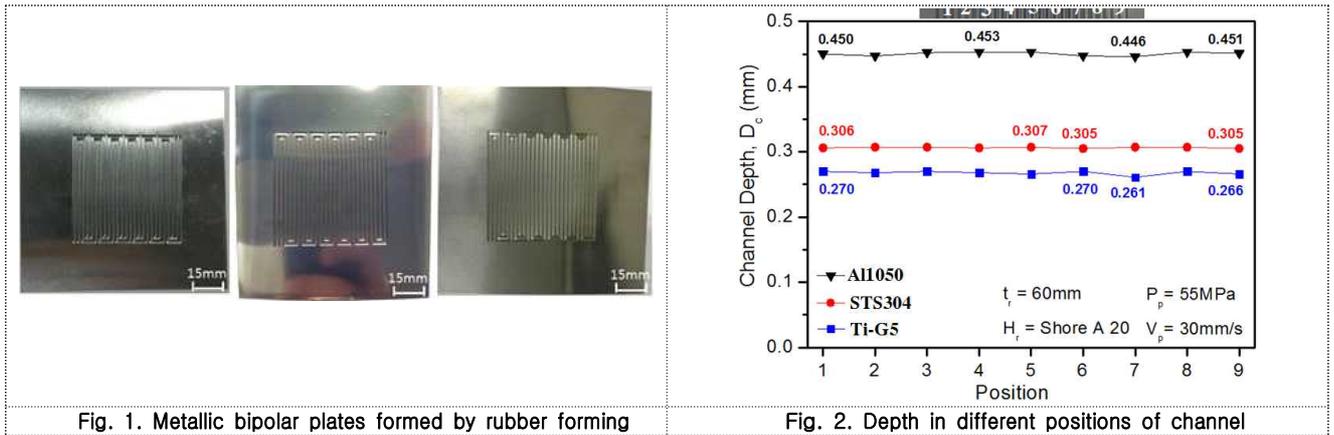


Fig. 1. Metallic bipolar plates formed by rubber forming

Fig. 2. Depth in different positions of channel

Fig. 9는 최적조건으로 제작된 세가지 금속 분리판의 아홉가지 위치에 대한 채널 깊이를 나타낸다. Al1050의 경우 최대와 최소의 깊이 차이는 0.007 mm, SS304는 0.002 mm, Ti는 0.004 mm 이다. Al1050이 채널의 깊이는 제일 깊지만, 채널의 균일성은 SS304가 가장 균일한 것을 알 수 있다.

4. 결론

상대적으로 연질인 Aluminum이 모든 성형조건에서 Stainless steel과 Titanium보다 성형된 채널의 깊이가 깊었다.

사 사

본 연구는 2018년 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (No.2017R1C1B5017242).

[참 고 문 헌]

- 1) G. Sala G, "A numerical and experimental approach to optimise sheet stamping technologies:Part II - aluminium alloys rubber-forming," Mater Des, Vol. 22, pp. 299-315 (2001).

공초점 현미경을 이용한 PIV 기반의 마우스 맥박 측정

박재성¹, 부틸리에 리차드 마틴¹ 이호^{1,2*}
경북대학교 기계공학과¹, 경북대학교 레이저응용센터²

Measurement of Mouse Heart Beat based on Particle Image Velocimetry using Confocal Laser Scanning Microscopy

Jae Sung Park¹, Richard M. Boutilier¹, Ho Lee²
Kyungpook National University, School of Mechanical engineering¹,
Kyungpook National University, Laser Application Center²

Abstract

Analysis technique for a variety of biological phenomena has been desired for the prevention and treatment of disease. Heart rate is one of the important things for diagnosis and prevention in cardiovascular disease. Methods of measuring the pulse rate have been variously developed, but measuring the blood flow velocity may also be an alternative method. We established high speed laser scanning confocal microscopy and protocol for analysis blood flow by Particle Image Velocimetry (PIV) in previous study. In this study, we took the blood flow videos at 30fps, 180fps from mouse by using high-speed confocal microscopy and applied Particle Image Velocimetry (PIV) analysis for that. As a result, we found out the period of blood flow speed from high-speed video. This mean that analysis of blood flow can be a method of measuring the pulse rate.

1. 서 론

맥박의 이상여부는 심혈관계 질환의 진단 및 예방에 있어 하나의 중요한 요인이다. 맥박은 다양한 요인에 의해 변화 할 수 있지만 혈류 속도 및 혈구의 상태가 중요한 원인이 될 수 있다. 이전 연구를 통해 고속 공초점 현미경과 PIV 기법을 통한 혈류 속도 분석을 진행하였다. 이번 연구에서는 30,180fps 에서 piv분석을 적용하여 혈류 속도 분석을 진행하고 이를 통해 실험용 마우스의 혈류 속도를 측정하였다. 그 결과, 고속의 프레임에서 혈류 속도가 약 0.33초의 주기로 반복됨을 확인 하였으며 이는 혈류 속도를 통해 심박을 측정 할 수 있음을 의미 한다.

2. 본 론

2.1 공초점 현미경

공초점 현미경의 광원으로 중심 파장 800nm를 갖는 Ti-Sapphire 레이저가 사용된다. 레이저 빔은 폴리곤 미러와 갈바노 스캐너, 2개의 스캐닝 미러를 통해 2차원 평면으로 스캐닝되어 대물렌즈를 통과해 샘플로 조사 된다. 샘플에서부터 발생하는 reflection 빔은 광경로를 되돌아 간 뒤 편광을 통과하여 Photomultiplier tube(PMT)에 의해 검출되고 빛을 전기적 신호로 변환된다. 여기에서 편광은 공초점 현미경의 핵심 부품으로 원하는 초점 평면의 빛 만들 통과시켜 샘플의 단층 이미징이 가능하게 한다.

2.2 Particle Image Velocimetry를 통한 혈류 속도 측정

Particle Image Velocimetry는 연속된 이미지 프레임 상에서 입자의 이동 변위를 추적하고 이를 이미지 프레임들 간의 시간 간격으로 나누어 입자의 속도 벡터를 계산하는 방법이다. 따라서 정확한 입자의 속도 측정이 가능하려면 먼저 추적 가능한 입자의 이미지를 획득하여야 하며, 시간간격 즉 현미경의 프레임 속도가 빨라야 한다. 본 연구에서는 공초점 현미경을 활용하여 마우스 혈류에 대한 영상을 얻고 이 영상으로부터 PIV기법을 통하여 혈류의 평균 속도를 측정하였다.

3. 결과 및 토의

아래 그림1은 혈류의 single frame image와 PIV를 통해 얻은 속도벡터와 평균 속도 프로파일을 나타 내었다.

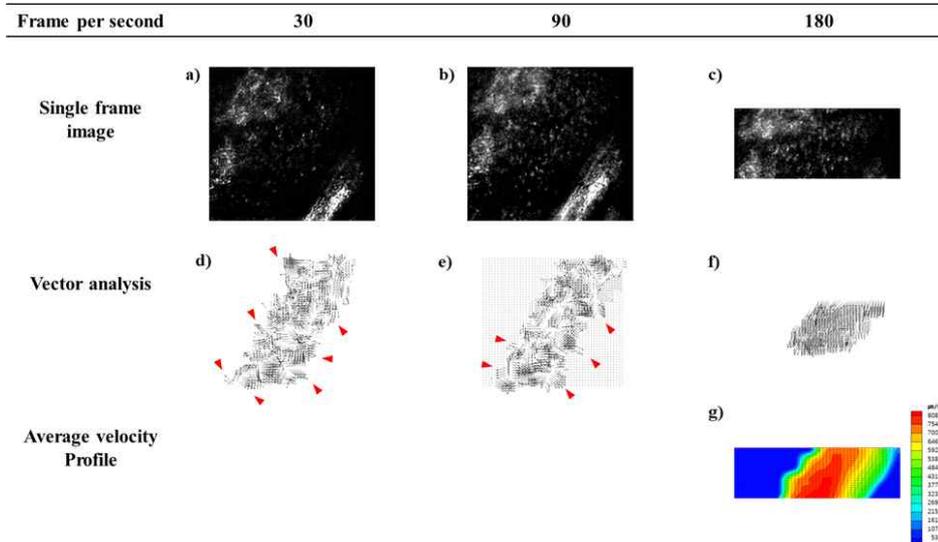


그림 45 PIV result of fast blood stream.

[Reference] *In vivo* Particle Image Velocimetry with High frame rate Confocal Laser Scanning Microscopy in a Mouse skin model. Journal of Biomedical Optics 투고 진행중. 2018

아래 그림2는 시간에 따른 혈류 속도 변화를 나타낸 것이다. 약0.33초의 주기로 혈류 속도가 변화 하는 것을 확인 할 수 있다.

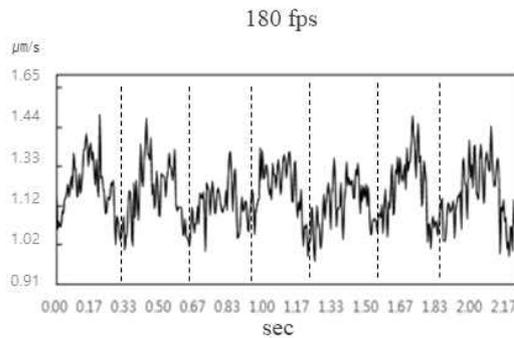


그림 46 Heart beat measurement by calculating average velocity of blood flow

4. 결 론

본 연구에서는 고속의 공초점 현미경과 PIV 기법을 기반으로 마우스 혈류의 속도를 측정하였고 시간에 따른 속도 변화를 확인함에 따라 마우스 모델의 맥박을 측정 할 수 있었다.

사 사

본 논문은 산업통상자원부(MOTIE)와 한국산업기술진흥원(KIAT)의 “레이저응용의료기기/첨단소재가공 산업기반 구축사업(과제번호: N0000598)”의 지원을 받아 수행된 연구결과임

[참 고 문 헌]

- 1) Sung Min Choi, “Blood cells assisted in vivo Particle Image Velocimetry using the confocal laser scanning microscope”, Optics express(2011).
- 2) Wi-Han Kim, “Particle Image Velocimetry of the Blood Flow in a Micro-channel Using the Confocal Laser Scanning Microscope”, Journal of the Optical Society of Korea(2010).

Deep UV 광원에 의한 마우스 백혈구의 auto-fluorescence 특성

박재성¹, 손민지¹, 이호^{1,2*}
경북대학교 기계공학과¹, 경북대학교 레이저응용센터²

Auto-fluorescence properties of mouse leukocyte excited by deep UV light

Jae Sung Park¹, Min Ji Son¹, Ho Lee^{1,2}
Kyungpook National University, School of Mechanical engineering¹,
Kyungpook National University, Laser Application Center²

Abstract

An endogenous fluorophore, which is one of the various substances in the cell, have the characteristic of fluorescence emission by absorbing light of a specific wavelength. Typical examples are the aromatic amino acids (AAA) and coenzyme, such as tryptophan (Trp), phenylalanine (Phe), tyrosine (Try), nicotinamide adenine dinucleotide hydrate (NADH) nicotinamide adenine dinucleotide (NAD), nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADP) and flavin adenine dinucleotide (FAD). These Cellular components are essential for the function of cells and the life phenomenon. Moreover, it is differentially expressed depending on the statement of the cell and the cell type. Thus, a fluorescence measurement is one of the cell analysis in order to allow researchers to better understand of the characteristics and functions of the cells with cellular types and statements. In this study, we measured the emission spectrum of mouse leukocytes with absorption wavelengths using photo-luminescence as a preliminary study to quantitatively provide the content of endogenous fluorophore in various cells. The bone marrow of the mouse model was extracted and separated into two types of cells such as monocytes and neutrophils. Monocytes and neutrophils were diluted to make the same number of cells per unit volume. The spectra were analyzed at 280 nm, which is the absorption band of aromatic amino acid, and 365 nm, which is the absorption band of the coenzyme. Monocytes and neutrophils were found to exhibit different emission spectra in the two wavelength regions.

1. 서 론

생명체의 기본 단위인 세포는 생명 활동을 수행하며 다양한 물질들을 내포 하고 있으며 항상성 유지에 의해 그 함량이 일정하게 유지 된다. 따라서 세포 분석은 항상성을 깨뜨리는 원인이 되는 다양한 질병의 진단, 세포 수준에서의 생명 현상 메커니즘 규명과 같은 진단의학 및 기초의학 연구에 필수적인 과정이다. 현재의 세포 분석기술은 혈액 세포에 레이저를 조사하고 이로부터 발생하는 산란광, 형광을 측정하여 세포의 종류와 개수를 측정하는 기법이다. 특히 정확한 혈액 세포 분석을 위해서는 bio-marker에 특이적으로 결합이 가능하도록 합성된 수많은 형광물질을 사용하게 된다. 하지만 분석하고자하는 혈액 세포의 종류에 따라 특정 형광체가 필요하게 되어 비용적인 문제와 염색과정에서의 오염, 숙련된 인력의 필요와 같은 문제점을 내포하고 있다. 형광체의 사용을 피하기위해서 혈액 세포 자체적으로 가지고 있는 내재성 형광체에 주목하게 되었다. 내재성 형광체는 생명 활동을 위해 세포내부에 포함된 다양한 물질 중 특정 파장의 빛을 흡수하여 형광을 나타내는 특성을 가진다. 대표적으로 방향족 아미노산인 트립토판, 페닐알라닌, 티로신과 세포 호흡에 관여하는 조효소 NADH를 들 수 있다. 이러한 물질들은 세포의 역할 및 생명 현상 유지에 필수적인 것으로 각 세포의 종류 및 상태에 따라 다르게 발현 된다.

2. 본 론

2.1 혈액 세포 isolation

각 종류의 백혈구의 형광 특성 스펙트럼을 확인하기 위해서는 먼저 혈액 내 포함된 백혈구를 종류 별로 나누어야 된다. 백혈구의 경우 적혈구에 비해 매우 적은 양을 차지하고 있기 때문에 혈액이 아닌 상대적으로 백혈구가 풍부한 골수를 채취한 후 백혈구를 분리 하였다. 먼저 마우스의 허벅지 뼈를 적출하여 분쇄한 후 pre-separation filter (#130-041-407, Miltenyi Biotec, Germany)를 사용하여 뱃가루 및 살점등의 이물질

을 걸러 내었다. 다음으로 잔존하는 적혈구 및 혈소판을 RBC lysis buffer를 이용하여 제거 하였다.(eBioscience™ 10x RBC lysis buffer Multi-species, 00-4600-54, Thermofisher, USA). 다음으로 분리하고자하는 세포에 맞는 isolation reagent를 활용하여 monocyte와 neutrophil을 분리 하였다. (Monocyte Isolation Kit(BM): 130-100-629, Neutrophil Isolation Kit : 130-097-658, Miltenyi Biotec, Germany).

2.2 Photo-luminescence를 활용한 혈구 spectrum 분석

분리된 두 종류의 혈액 샘플을 활용하여 Photo-luminescence(Sectra Pro 2150i, Acton Research, USA)분석을 진행하였다. Cover slip위에 monocyte 및 neutrophil 샘플을 각각 10 μ l 씩 로딩한 후 분석을 진행 하였다. 앞서 언급한 280nm/350nm (excitation/emission) 대역의 tryptophan과 360nm/450nm (excitation/emission)대역의 NADH에 대해서 발생하는 형광 세기를 측정 하였다.

3. 결과 및 토의

아래 그림 1은 360nm의 UV를 이용하여 샘플을 excitation한 후 450nm~480nm 대역에서 형광현미경을 이용한 실험에서 형광 이미징이 가능함을 육안으로 관찰 하였다.

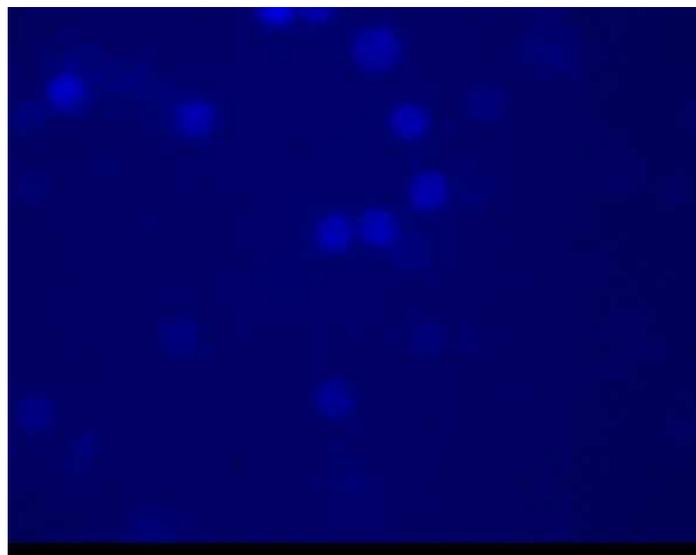


그림 47 . Fluorescence Image of Neutrophils using fluorescence microscope

4. 결 론

본 연구에서는 Photo-luminescence 분광 광도계를 활용하여 백혈구 샘플의 auto-fluorescence 특성을 확인 하였다. 다른 종류의 백혈구에서 서로 다른 형광 intensity를 갖는 것을 확인 하였으며 본 연구로부터 deep UV광원을 활용한 label-free 혈구 분석 기술의 가능할 것으로 사료 된다.

사 사

This study was supported by Technology innovation program (10067380)
본 논문은 산업통상자원부(MOTIE)와 한국산업기술진흥원(KIAT)의 “레이저응용의료기기/첨단소재가공 산업기반 구축사업(과제번호: N0000598)”의 지원을 받아 수행된 연구결과임

[참 고 문 헌]

- 1) C. P. Lin “Imaging leukocyte trafficking in vivo with two-photon-excited endogenous tryptophan fluorescence”(2010) / Optics express
- 2) P. R. Callis et al. “Two-photon fluorescence excitation spectra of aromatic amino acids” (1993) / Chemical physics letters

고 반복율 레이저 가공 시 열 중첩 현상 연구

함승식¹, 김성한¹, 이새봄³, 이호^{1,2}

경북대학교 기계공학과¹, 경북대학교 레이저 응용 기술센터², 경북대학교 나노포토닉스응용연구소³

Study of heat accumulation in high repetition rate laser processing.

Seung Sik Ham¹, Sung Han Kim¹, Sae Bom Lee³, Ho Lee^{1,2}

Graduate School, Department of Mechanical Engineering Kyungpook National University¹,

Laser Application Center Kyungpook National University²,

Nanophotonics Application Laboratory Kyungpook National University³

Abstract

We study the heat accumulation effect during laser processing of different sample with ultrashort pulses to large crater at high repetition rates. Heat transfer modeling was used to calculate the base line temperature behavior with different repetition rates for different sample when point laser sources were incident. Heat transfer modeling showed rapid base line temperature change at sample2 at high repetition rate. Based on this, we observed the process variation according to the repetition rate under stationary laser source and scanning laser source condition.

The source used for the laser experiment is 355nm 10ps. The repetition rate was 50 kHz and 500 kHz.

1. 서 론

Heat accumulation effect가 발생하기 위해서는 동일한 펄스 에너지가 입사하는 경우에만 발생한다. 이는 레이저 출력이 반복율에 연관되기 때문에 같은 출력인 조건이면, 반복율이 높은 경우 펄스 에너지는 낮다. 하지만 금속 소재를 이용한 경우에서 같은 출력인 조건 즉 서로 다른 펄스 에너지가 입사하여도 heat accumulation effect가 발생한다는 선행 연구 결과를 바탕으로 본 연구에서는 두 개의 Sample에서 같은 출력의 레이저가 조사하고, 다른 반복율 조건에 따른 경향성 파악을 하였다.

2. 본 론

2.1 Heat transfer modeling

Heat transfer modeling을 위하여 아래의 식을 통하여 포인트 레이저 소스에 대하여 낮은 반복율과 높은 반복율에 따라 서로 다른 폴리머 소재에서 base line temperature 형성 되는 것을 계산 하였다.

$$T_{3D} - T_0 = \Delta T_{3D} = \frac{Q_{3D}}{\rho \times c_p \times \sqrt{(4 \times \pi \times k \times t)^3}} e^{-\frac{r^2}{4 \times k \times t}} \quad (r^2 = x^2 + y^2 + z^2)$$

$$\Delta T_{\sum, nD(t)} = \frac{Q_{nD}}{\rho \times c_p \times \sqrt{(4 \times \pi \times k)^{nD}}} \sum_{N=1}^{N_p} \theta \left(t - \frac{N-1}{f_L} \right) e^{-\frac{1}{(t - \frac{N-1}{f_L})} \times \frac{rnD^2}{4 \times k}}$$

$$Q_{Heat} = \eta_{Abs} \times (1 - \eta_{Th}) \times E_{pulse} = \eta_{Heat} \times E_{pulse}$$

여기서, T : Temperature, t : time, nD : dimension, Q : energy, Q_{nD} : Residual heat thermal energy in the surrounding material that is not ablated. ρ : Mass density, c_p : Specific heat

capacity, k : Temperature conductivity, η_{th} : Thermal efficiency, η_{abs} : Absorptance at the interaction zone, E_{pulse} : Energy of the incident laser pulse.

2.2 Laser 가공 실험

실험에 사용된 레이저는 355nm의 파장, 10ps의 펄스 폭을 가지는 소스를 이용하였다. 실험에서는 stationary와 scanning 상태에서 가공을 진행하였으며, 실험에 사용된 소재는 Sample2를 이용하였다. 레이저 초점을 맞추기 위해 대물렌즈 10X(N.A 0.26)를 사용하였다.

3. 결과 및 토의

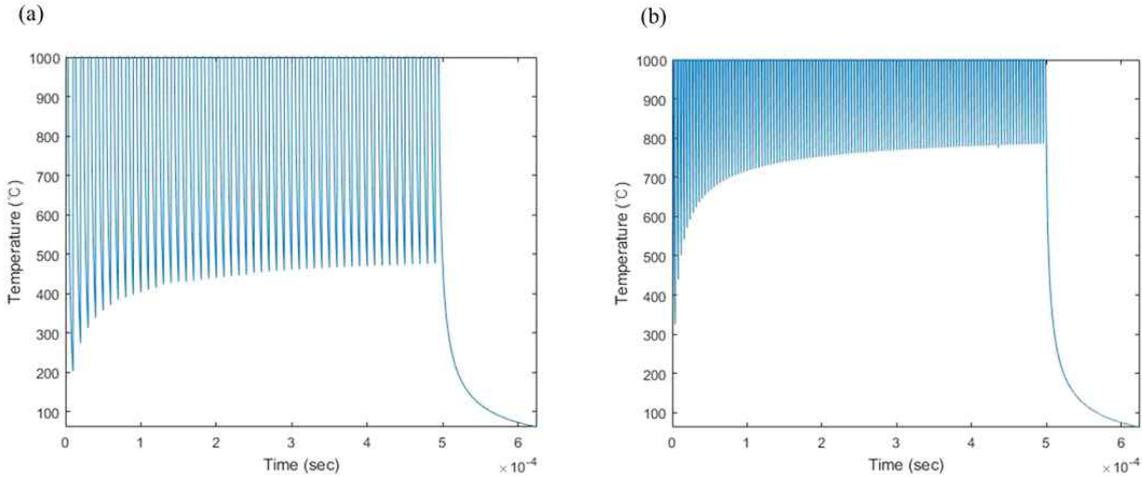


Fig. 1 Heat transfer modeling with a point source (a) 50kHz Sample 2, (b) 500kHz Sample 2

4. 결 론

본 연구에서는 고 반복률의 레이저를 이용하여 Sample 2 가공시 Heat accumulation effect에 의해 base line temperature가 상승하게 되고 이로 인해 가공 크레이터 사이즈가 커지는 것을 확인 할 수 있었다. 이를 토대로 Sample 2 소재를 레이저를 이용하여 가공 시에는 반복률에 의한 영향을 고려하여 가공하여야 할 것으로 사료 된다.

사 사

본 논문은 산업통상자원부(MOTIE)와 한국산업기술진흥원(KIAT)의 “레이저응용의료기기/첨단소재가공 산업 기반 구축사업(과제번호: N0000598)”의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

[참 고 문 헌]

- 1) DI NISO, Francesca, et al. Role of heat accumulation on the incubation effect in multi-shot laser ablation of stainless steel at high repetition rates. Optics express, 2014, 22.10: 12200-12210.
- 2) SHIMIZU, Masahiro, et al. Mechanism of heat-modification inside a glass after irradiation with high-repetition rate femtosecond laser pulses. Journal of Applied Physics, 2010, 108.7: 073533.
- 3) WEBER, Rudolf, et al. Heat accumulation during pulsed laser materials processing. Optics express, 2014, 22.9: 11312-11324.

레이저 치료를 위한 다방면 광섬유 system의 소형화 개발

함승식¹, 이호²

경북대학교 기계공학과¹, 경북대학교 레이저 응용기술 센터²

Development of miniaturization of Bundled fiber system for laser treatment

Seung Sik Ham¹, Ho Lee²

Graduate School, Department of Mechanical Engineering Kyungpook National University¹, Laser Application Center Kyungpook National University²

Abstract

In the area of medical applications, Optical fiber is mainly used for the treatment of tissues and organs within the human body. So far, the laser beams emitted from conventional optical fibers, used in the area of laser treatment, have mostly been irradiated in the forward direction. Alteration of emitted laser beam's direction and distribution is required for the treatment of diseases such as varicose vein and benign prostatic hyperplasia. However, it is difficult to alter the emitted laser beam's direction and distribution due to limitations inherent to tissue's internal structure. Studies with the objective of altering the shape to affect the emitted laser beam's direction and intensity have actively been conducted in order to overcome the above mentioned problem. In this paper, a miniaturized bundle fiber has an outer diameter of 1.2 millimeter that was made which permits the laser beam to be emitted from an optical fiber in a range of directions.

1. 서 론

레이저의 우수한 특성으로 인하여 산업 전반에서 활용을 하고 있다. 그중 치료 분야에서는 안과의 LASIK 기술, 피부과의 미용 기술, 비뇨기과의 전립선 비대증 치료 등에 활용이 되고 있다. 이러한 레이저를 이용한 치료 분야에서 레이저는 광섬유라는 매개체를 통해 시술 부위까지 전달을 하는 형태로 제작되어 있다. 레이저 빔이 전방향으로 조사되어 조직을 제거하고자 할 경우 광섬유 팁을 회전 시켜 조사하여야 하는 단점이 존재한다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 선행 연구에서 다방면으로 조사가 가능한 광섬유 시스템을 개발하였다. 제작된 광섬유의 직경이 다소 큰 한계점이 존재한다. 이에 본 연구에서는 기존의 큰 직경의 다방면 광섬유 시스템을 1.2mm로 소형화 개발을 진행하였다.

2. 본 론

2.1 측면 조사형 광섬유 제작

다방면 조사형 광섬유 제작을 위하여 우선 4개의 측면 조사형 광섬유를 제작 하였다. 측면 조사형 광섬유 제작에 사용된 광섬유 제품은 코어/클래드 직경이 200/220 μ m(NA=0.22, FBP200220240, PolymicroTechnologies)인 제품을 사용하였다.

자체 제작한 측면 조사형 광섬유 Jig에 광섬유를 삽입 후 황삭(5 μ m), 정삭(1 μ m) 과정을 거쳐 측면 조사형 광섬유를 제작하였다. 제작한 광섬유는 현미경 및 SEM 사진을 통해 표면에 미세 크랙이나 이물질이 없는 것을 확인 후 다방면 조사형 광섬유 제작에 사용하였다.

2.2 다방면 조사형 광섬유 제작

다방면 조사형 광섬유의 형태를 유지하고 광섬유 팁을 보호하기 위한 유리 튜브는 높은 열저항성을 가지는 쿼츠 유리를 사용하였다. 그리고 유리 튜브와 광섬유를 고정 시키기 위한 에폭시는 동물 실험을 통해 독성 시험을 통해 무해한 제품임을 증명받은 제품을(Epotech, 353ND) 사용하였다.

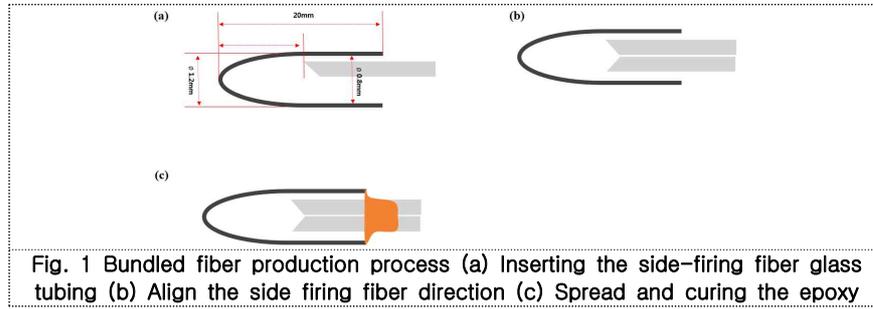


Fig. 1 Bundled fiber production process (a) Inserting the side-firing fiber glass tubing (b) Align the side firing fiber direction (c) Spread and curing the epoxy

3. 결과 및 토의

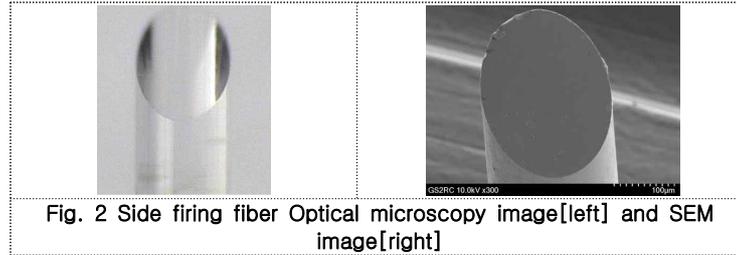


Fig. 2 Side firing fiber Optical microscopy image[left] and SEM image[right]

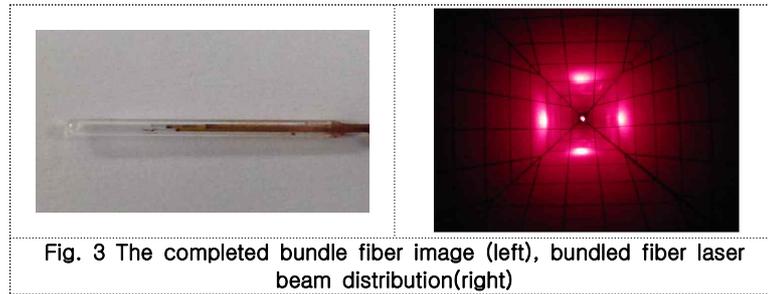


Fig. 3 The completed bundle fiber image (left), bundled fiber laser beam distribution(right)

4. 결 론

본 연구에서는 선행 연구에서 제작되었던 다방면 광섬유 시스템을 소형화(1.2mm) 하는데 성공하였다. 소형화된 다방면 광섬유를 이용하여 다양한 의료분야에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

사 사

본 논문은 산업통상자원부(MOTIE)와 한국산업기술진흥원(KIAT)의 “레이저응용의료기기/첨단소재가공 산업 기반 구축사업(과제번호: N0000598)”의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

[참 고 문 헌]

- 1) Yaqub Y, Suarez J, Jenkins LA. LASER endovascular atherectomy with secondary stenting of technically challenging calcified celiac trunk stenosis. *Catheter Cardio Inte* 2011; 78:301-303
- 2) Van Den Berg JC, Pedrotti M, Canevascini R, Chimchila Chevili S, Giovannacci L, Rosso R. Endovascular treatment of in-stent restenosis using excimer laser angioplasty and drug eluting balloons. *J Cardiovasc Surg* 2012;53(2):215-2223
- 3) Changhwan Kim, Myung Jin Jeon, Jin Hyang Jung, Jung Dug Yang, Hoyong Park, Hyun Wook Kang. Fabrication of Novel Bundled Fiber and Performance Assessment for Clinical Applications. *Lasers in Surgery and Medicine* 2014; 46:18-725
- 4) Zhao XL, Fu ZJ, Xu YG, Zhao XJ, Song WG, Zheng H. Treatment of lumbar intervertebral disc herniation using carm fluoroscopy guided target percutaneous laser disc decompression. *Photomed Laser Surg* 2012;30(2):92-95.
- 5) Choi B, Tabatabaei S, Bachmann A, Collins E, de la Rosette J, Sancha FG, Muir G, Reich O, Woo H. Greenlight HPS 120-W laser for benign prostatic hyperplasia: Comparative complications and technical recommendations. *Eur Urol Suppl* 2008;7:384-392.

Crush로 제조한 콩분말의 두부제조시 거품의 특성

이은숙¹, 변재영¹, 우지희¹, 양지웅¹, 문유청¹, 키피¹, 난다¹, 니콜라스¹, 키피¹, 데스티아니¹, 이강삼², 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹ (주)슬로푸드²

The Characteristics on the tofu bubble made from soybean crush

Eun Suk Lee ¹, Jae young Byun¹ Ji Hee Woo¹, Ji ung Yang¹, Yu Cheong Mun¹, Keffe¹, Destianil¹
,Nanda¹, Nicolas¹, Kang Sam Lee², Won Sik Choi¹
Dept. of Bio Industrial Machinery Engineering, Pusan National University¹,
Slow Food co.,Ltd.²

Abstract

In this study, we investigated that the yield of tofu did not reach a certain level as the amount of foaming increased and decreased during dilution with water to make soybean curd. The use of antifoaming agents (silicone resin, alcohol) approved for food additives as a way to remove tofu bubbles is possible, but overfeeding with chemicals may have a negative effect on the human body. We want to find out how to remove bubbles using natural friendly food without using defoamer. In other words, this study analyzes the form of making tofu even if the amount of foam is removed in manufacturing tofu, and it is meaningful to suggest appropriate solution for it.

1. 서 론

실리콘 소포제는 식용으로 우리나라 식약청 및 국제적으로 인증이 된 첨가물이며 두부 한모당 (300g-700g)에 들어가는 소포제 첨가량은 물에 희석한 비율로 0.1-0.3g 이다. 첨가제는 즉석 두부점이나 공장 대부분 넣는 양은 비슷하지만 몸에 해롭지 않다고 절대적으로 말할 수 없지만 유해하다는 정보 또한 없다. 일반두부의 제조는 물에 불린콩을 사용하며, 습식분쇄기로 콩을 갈아서 사용한다. 콩가루를 삶을 때 많은 거품이 발생하는데, 거품을 제거하는 방법으로 물을 끼얹거나 불조절을 하거나, 소포제를 사용을 하여 거품을 제거하는 일반적인 방식으로 두부를 만든다. 이와 반대로 일반두부와 달리 전두부의 제조과정은 마른콩을 분쇄기로 갈고 콩분말화된 가루를 교반과 증숙의 과정에서 거품이 발생을 하는 현상이 일어나는데 모든 시스템이 전기장치로 이루어져 전기 장치를 차단하거나 뚜껑을 열어 공기중으로 거품을 수위를 낮추는 방법 밖에 없다. 콩거품이 생기는 원인은 콩에는 0.3%의 사포닌을 함유하고 있는데, 사포닌은 물과 친한 친한 친수성기와 기름과 친한 소수성기를 모두 가지고 있는 양친성 분자이므로 비누처럼 물로 결합하면 거품을 형성 할 수 있다. 사포닌 함량이 많을수록 거품의 양도 증가한다. 본 연구에서는 콩물이 끓어 넘쳐 버려지는 콩물을 다 쓸수 있다면 두부는 항상 일정한 비율을 가지고 두부를 만들 수 있으며, 자연 친화적인 방법인 물 주정(알코올30%), 들기름, 식용유를 가지고 거품제거를 한다면 착한가격의 두부를 소비자에게 제공 할 뿐만 아니라 화학제품에서 벗어나 안전한 먹을거리를 제공할수 있다.

2. 본 론

2.1재료 및 방법

본 실험에서 사용되는 콩은 경상북도(문경)지역의 콩(200g)과 미국산 콩분말(100g) 인도산 콩분말(100g)을 사용하였고 껍질있는 마른콩은 100g과 껍질을 벗긴 콩 100g으로 분리를 하였고, 불린콩도 두가지로 분리하였다. 수입산 (인도산 미국산) 콩분말은 시중에 파는 것을 구입하여 물과 섞었을 때 거품의 양을 재고 거품을 제거하는 재료은 물, 주정(알코올30%) ,들기름,식용유를 사용하여 거품의 진행정도를 관찰을 하였다.

2.2콩의 형태에 따른 거품의 변화

마른콩과 마른껍질제거콩100g을 물과 희석하여 분쇄기에 갈았을 때 거품의 양의 높이는 0.5cm이고 불린콩을 갈았을 때 거품의 양의 높이는 2cm이고 불린껍질제거콩의 거품량은1cm였다 수입콩 분말로서 인도산 미국산은 0.5cm순으로 나타났으며, 마른콩외 5종은 콩가루100g과 물500cc로 비율을 맞추어서 10분간 끓인후 거품량의 높이는 1cm로 나타났으며, 끓여 오르고 난 후 물, 주정(알코올30%), 들기름,식용유를 넣고 거품의 변화는 물 주정은 변화가 없고 들기름은 약간의 거품이 사라지는 변화가 있었고 식용유는 거품이 거의 없어지는데 이는 콩의 입자가 가늘수록 들기름과 식용유의 흡수가 빠르게 전달되는 것을 알수 있었다.

3. 결과 및 토의

본 연구에서는 거품의 제거 형태를 6종으로 분류를 하고, 실험방법은 3차로 분류 하여 진행하였다. 6종의분류 종류는 다음과 같은 순서로 진행이 되었는데, 불린껍질콩, 불린껍질제거콩, 마른껍질콩, 마른껍질제거콩, 인도산, 미국산으로 나누고 30mesh~300mesh 의 종류에 따라 1차 진행방식은 콩100g에 물500ml를 희석하여 손으로 거품기를 저은 후 다음 Fig 1과 같이 불린껍질콩만 1cm가 나오고 다른 5종모두 거품이 0.5cm가 나왔으나 핸드분쇄기로 속도를 빠르게 한 후 거품의 양은 불린껍질콩이 거품의 높이가 2cm로 가장 높았으며, 마른껍질제거콩이0.5cm로 거품이 가장 낮게 측정이 되었음을 알수 있었다. 거품을 제거하기 위한 2차진행방식으로 콩과 물을 섞어 가열하여 거품의 정도를 확인한 결과 거품의 양은 끓여 오를 때가 제일 높았고 공기와 접촉을 하고 식은 후는 거품이 점점 줄어드는 현상을 보였다. 3차 진행방식은 같은 조건에서 물,-주정(알코올), 들기름,-식용유 순으로 사용량은 모두 큰스푼으로 한숟갈 넣었을 때 물과 주정은 거품이 없어지지 않고 그대로 있었고, 들기름은 조금은 없어지는 데 완전히 없어지지 않았다. 마지막으로 식용유를 사용했을때는 fig 2와 같이 거품이 거의 사라지는 현상을 알수 있었다.

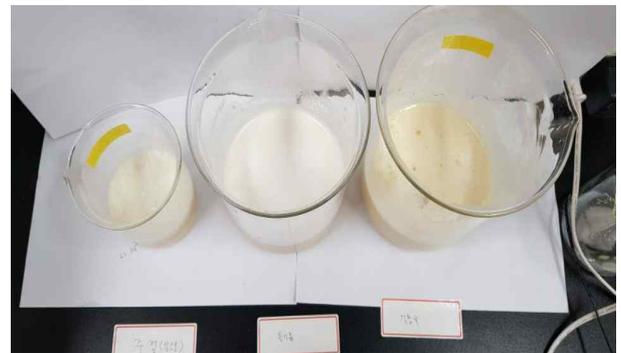
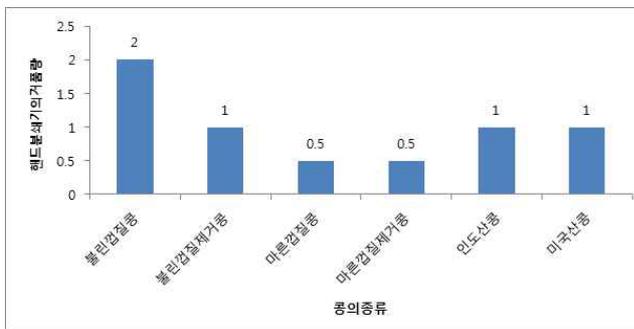
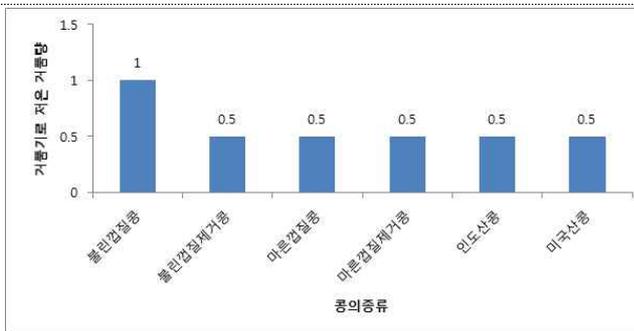


Fig. 1. Bubble removal form using alcohol, oil, cooking oil perilla oil

Fig. 2. Relationship between kinds of soybean and amount of foam

4. 결 론

콩의 사포닌 함량으로 거품이 발생하며 콩의 껍질이 있고 없음에 따라 거품이 발생하는 점을 발견할수 있었다. 거품은 인체에 나쁘지 않지만 두부를 만들 때 이 거품은 쓸모가 없고, 두부양을 조절하는 데 상당한 지장을 초래한다. 거품을 제거하는 방법으로 소포제를 사용하지 않고도 자연 친화적인 여러 가지 방법들을 사용

하여 실험한 결과과 있지만 편리성 때문에 소포제 사용을 많이 하고 있다. 소포제가 첨가되어 있는제품을 구별하는 방법으로는 두부를 물에 담그놓으면 하얀색 물이 빠져나오는 것을 볼수 있고, 두부의 단면을 잘랐을 때 매끄럽고 기포가 없으면 소포제를 사용한 공장제품으로 간주가 된다. 화학제품으로 알려진 소포제가 들어있는 두부를 과다 섭취할 경우 인체에 좋지않은 영향을 미칠수도 있다. 올바른 두부의 섭취 방법은 사포닌 거품이 들어있는 두부를 먹는 방법이 제일 좋고 그다음은 자연 친화적인 방법으로 만든두부를 먹는 것이 좋다.

사 사

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 농림축산식품연구센터지원사업의 지원을 받아 연구되었음(117056-2)

[참 고 문 헌]

- 1) 비만을 막아주는 사포닌 -콩에는 뭐가 들어 있나(콩 2004. 9. 17 김영사)
- 2) 식품과학회 식품첨가물의 중요성, 안전성, 규제, 식품뉴스7 (4) 1974
- 3) 농산식품가공학/오만진 외 7명 선진문화사/2007/
- 4) 인간이 만든 위대한 속임수 식품첨가물 2 아베쓰키사 지음/장만철 옮김

고농축 액상천일염에 의한 칩닝쿨의 생태연구

이세용¹, 문유청², 양지웅², 최원식²
열우물¹ 부산대학교 바이오산업기계공학과²

Ecological studies of arrowroot vine with highly concentrated liquid solar salt

Se Yong Lee¹, Yu Cheong Moon², Ji Ung Yang², Won Sik Choi²
Yeorumul¹, Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University²

Abstract

In this study, experiments on growth of plants were conducted using edible, non-toxic, highly concentrated liquid solar salt. Various experiments were carried out on arrowroot vine growing in field agriculture to demonstrate the plant growth effect by domestically produced edible, highly concentrated liquid solar salt using 100% western seawater as a raw material. As a result, when the liquid solar salt was 100%, we could observe that 80% of all the arrowroot vine were suppressed growth on the third day, and the proportion of liquid solar salt and water was 1: 1, it was possible to observe that arrowroot vine were almost suppressed for the first time in five days. Therefore, it was possible to verify through experiments that the domestically produced high-concentrated liquid solar salt was not only able to be edible, but also had no toxicity and had a very rapid effect on the inhibition of plant growth.

1. 서 론

오늘날 농경지, 목초지 또는 도로, 철로 변 등에 자라는 잡초를 죽이거나 성장을 억제시키기 위해서 제초제를 사용한다. 풀의 성장을 억제하는 역할을 하므로 흔히 그라목손이나 고엽제등 독성이 강한 것들을 이용한다. 이러한 독성이 강한 물질들이 토양에 잔류하게 되면 후작물에도 큰 영향을 미치게 되어 문제가 된다. 그리고 칩의 경우, 척박하고 인간의 흔적이 드문 곳에서 제일 먼저 자라고 번성하는 식물이다. 칩은 덩굴과 뿌리, 줄기, 꽃에 이르기까지 남김없이 활용되었던 자원가치가 매우 높은 식물이지만 사방에서 자라는 단점을 가지고 있어 길을 막을 수도 있으며 칩뿌리는 매우 단단하여 제거하는 일에 많은 노동이 필요하다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 토양잔류에 영향을 덜 미치는 방향에서 칩닝쿨을 대상으로 식용이 가능한 국산 고농축 액상천일염을 이용하여 빠르게 식물 성장억제를 할 수 있는 방법을 연구하였다.

2. 실험재료 및 방법

먼저, 갯벌 자연 증발지에서 서해 바닷물을 태양열에 의해서만 증발시켜 고농축 액상천일염을 얻었다. 이를 A, B, C로 물의 배율을 달리하여 2,000ml씩 제초제를 제조하였다. 각각 A, B, C의 비율은 다음 Table 1.과 같다. 식물성장 억제를 위한 실험으로 칩닝쿨이 많고 빛이 잘 드는 동산에 각각 가로1m*세로1m의 공간을 확보하여 600ml씩 한 번에 분사한 뒤, 24시간 간격으로 풀이 서서히 억제되는 것을 관찰하였다.

Table 1. The ratio of salt and water

Treatment	liquid sun-dried salt	Water
A	1	0
B	1	1
C	1	3

3. 결과 및 토의

국산식용 고농축 액상천일염과 물의 비율을 각각 A, B, C로 비율을 달리하여 칩닝쿨에 분사하였을 때의 사진을 [Fig.1.]에 나타내었다. 국산식용고농축 액상천일염을 분사하기 전에는 [Fig.1.]의 (a),(b),(c)에서 보듯이 칩닝쿨이 무성하였다. 각각 (d),(e),(f)는 A, B, C 용액을 분사 한 후, 사흘 뒤의 모습이다. (d)는 국산식용 고농축 액상천일염만을 사용하였으며, 80% 칩닝쿨이 서서히 성장 억제된 모습을 관찰 할 수 있었다. (e)는 물과의 비율을 1:1로 조성한 용액으로써, (d)와 비슷한 양상으로 성장 억제된 모습을 관찰 할 수 있었으며, (f)는 1:3의 비율로 물을 3배 더 넣은 용액으로써 (d)와(e)보다는 덜 성장 억제된 결과를 관찰 할 수 있었다. 그러므로 국산식용 고농축 액상천일염을 식물성장 억제제로 이용할 경우, 순 원액이 아닌 물과 1:1의 비율까지 희석하여 사용하여도 훌륭한 효과를 볼 수 있다고 판단된다.



Fig. 1. Results of arrowroot vine sprayed on highly concentrated liquid sun-dried salt

4. 결 론

본 연구에서는 고농축 액상천일염을 이용하여 식물성장 억제 연구를 한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 액상천일염을 식물성장 억제제로 이용할 경우, 순 100%원액을 사용하지 않아도 물과 1:1비율만으로도 훌륭한 효과를 볼 수 있다는 것을 입증할 수 있었다. 또한, 제조한 국산식용 고농축 액상천일염은 식용이 가능할 뿐만 아니라, 독성이 없으며 식물성장 억제에 상당히 빠른 효과를 보인 이유는 식물의 삼투현상 때문이라고 사료된다. 따라서 소금의 경우 적당한 농도에서 식물의 성장을 효과적으로 억제할 수 있다.

사 사

본 논문은 열우물과 부산대학교 바이오산업기계공학과와 공동으로 연구한 과제의 결과물입니다.

[참 고 문 헌]

- 1) 김균; 김용화. 제초제 butachlor 의 토양흡착. 한국환경농학회지, 1990, 9.2: 105-111.
- 2) Heap, I. M. "International survey of herbicide-resistant weeds." Western Society of Weed Science (USA). 1997.
- 3) Heap, Ian. "Herbicide resistant weeds." Integrated Pest Management. Springer Netherlands, 2014. 281-301.
- 4) Devine, Malcolm, Stephen O. Duke, and Carl Fedtke. Physiology of herbicide action. PTR Prentice Hall, 1992.

밀폐형 온실에서 환경 및 작물 생산 검토

오케 추쿠 니나 메카 니콜라스¹, 변재영¹, 최원식¹
부산대학교 바이오산업 기계공학과¹

Review of climate and crop production in closed greenhouse

Okechukwu Nnaemeka Nicholas¹, Jae Young Byun¹, Won-Sik Choi¹
Department of Bio Industrial Machinery Engineering, Pusan National University¹

Abstract

This paper describes the development of crop growth, climate, and yield of crop in closed greenhouses. Brief concept of a closed greenhouse is explained along with the climate effects on crop growth and development. At temperate climates, closed green houses can reduce the utilization of fossil fuel-derived energy by 25-35 % compared with open greenhouse. Accompanied by extreme global radiation, the climate in closed greenhouse is characterized by high CO₂ concentrations, improved temperature control, high air humidity and a vertical temperature gradient. A yearly increase in production of 10 % to 20 % is realistic, accompanied by minimized amounts of supplied CO₂. The production increase is mainly gotten via intensified level of photosynthesis because of the higher CO₂ concentration with in a closed greenhouse.

1. Introduction

The system of greenhouse was created to guide crops against unfavorable environmental situations, as a result, extending the growing season. Enhanced development condition has notably expanded product standard and output (Dorais et al., 2001). According to Bot (1992), the view of the closed greenhouse is to actively lessen CO₂ emissions and enhance crop and pest management. In a closed greenhouse, humidity, temperature and CO₂ concentration can be managed independently, during heating and cooling. This results to integrations of climate conditions which did not formally occur in open greenhouses. Specifically, a combination of high light intensity plus high CO₂ concentration, and a low rate of CO₂ supply, is possible only in a closed greenhouse. However, the initiation of closed greenhouse technology has raised queries about which fusion of climate conditions should be appraised favorable for crop growth and utmost obtainable production (Heuvelink and Gonzalez-Real, 2008).

2. Technology of a Closed Greenhouse

2.2 Closed greenhouse

Closing the greenhouse was a logical step to improve the control of greenhouse conditions and to save energy (Bot, 1992). In this integrated approach, in summer the greenhouse is cooled by cold water, with a temperature of approximately 7 °C, pumped from soil layers at depths between 20 ~ 100 m (aquifer). After absorbing the excess heat in the greenhouse, this aquifer water becomes heated to approximately 18 °C and is pumped into the warm well of the aquifer. In this way, excess solar energy can be stored in summer.



Fig. 1. Closed Greenhouse

3. Effects of Climate in a Closed Greenhouse on Crop Growth and Development

The climate within a closed greenhouse is characterized by high air humidity, a vertical temperature gradient, high CO₂ concentrations, and improved temperature control. These changed climate conditions influences plant development, growth, and production. These effects are in accordance with the following plant operation: assimilate partitioning, photosynthesis, fruit set and development, and transpiration.

4. CONCLUSION

The potential benefits of closed greenhouses for increased crop production, reduction of CO₂ emissions, water savings, and improved crop protection are high. The first successful analysis in a closed green house was carried out in 2002, with a tomato crop, and the crop yield was calculated to be approximately 20 % higher than in an open greenhouse. Temperature and humidity control, combined with high light intensity and CO₂ concentration in a closed green house boosted production.

[Reference]

- 1) Bot, G. P. A. Greenhouse growing: outlook 2000. *Acta Horticulture*, 304, 43?47,1992.
- 2) Heuvelink, E. and Gonzalez-real, M. M. Innovation in plant-greenhouse interactions and crop management. *Acta Horticulturae*,801, 63?74, 2008.
- 3) Dorais, M., Papadooulos, A. P. and Gosselin, A .Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Reviews*,26, 239 - 319, 2001.

300mesh급 미세분말용 분쇄기의 시운전 평가

고준영¹, 변재영¹, 프라타마 판두 산디², 이은숙¹, 이강삼³, 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹, 부산대학교 생명산업융합연구원², 슬로푸드(주)농업법인³

Evaluation of prototype for 300mesh crusher machine

Joonyoung Ko¹, Jaeyoung Byun¹, Pandu Sandi Pratama², Eunsuk Lee¹, Kangsam Lee³, Won Sik Choi¹
Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University¹, Life and Industry
Convergence Research Institute Pusan National University², Slow Food co.,Ltd.³

Abstract

Agricultural product powder technology is attracting attention in the field of agriculture for the development of high value added technology which is the 6th industry. In this study, prototypes were fabricated based on structural analysis, vibrational modal analysis, and fracture analysis of a 300 - mesh class grinder, and the trial run was carried out to examine the results. A grinder was fabricated based on the analysis results. During the trial run, black soybeans were used. The soybeans were put into the upper hopper of the prototype and the pulverized soybeans were collected for commissioning. As a result, some problems have been solved. To solve this problem, it is necessary to change the design of the cutting part and the discharge part of the grinder.

1. 서 론

6차 산업인 고부가가치 기술개발에 있어 농업분야에서는 곡물 및 채소의 분말화 기술이 각광받고 있다. 식품업계의 기술동향 또한 분말화 기술에 집중하고 있는 실정이다. 농업조합이나 식품회사에서 사용되고 있는 분쇄기의 성능향상에 대한 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 300mesh급의 분쇄기를 목적으로 기 수행한 분쇄기의 구조해석 및 모달해석, 파쇄해석 등을 기반으로 시제품을 제작하였고 시운전을 수행하여 결과를 검토하였다.

2. 연구재료 및 방법

기 수행한 해석 결과를 바탕으로 분쇄기를 제작하였다. Fig. 1은 제작 전 분쇄기의 3D 모델이며, Fig.2는 실제 제작한 분쇄기의 형상이다. 시운전은 시중에 판매 중인 검은콩을 사용하였으며, 시제품의 상단 호퍼에 콩을 넣어 분쇄한 콩을 수집하여 시운전을 수행하였다.



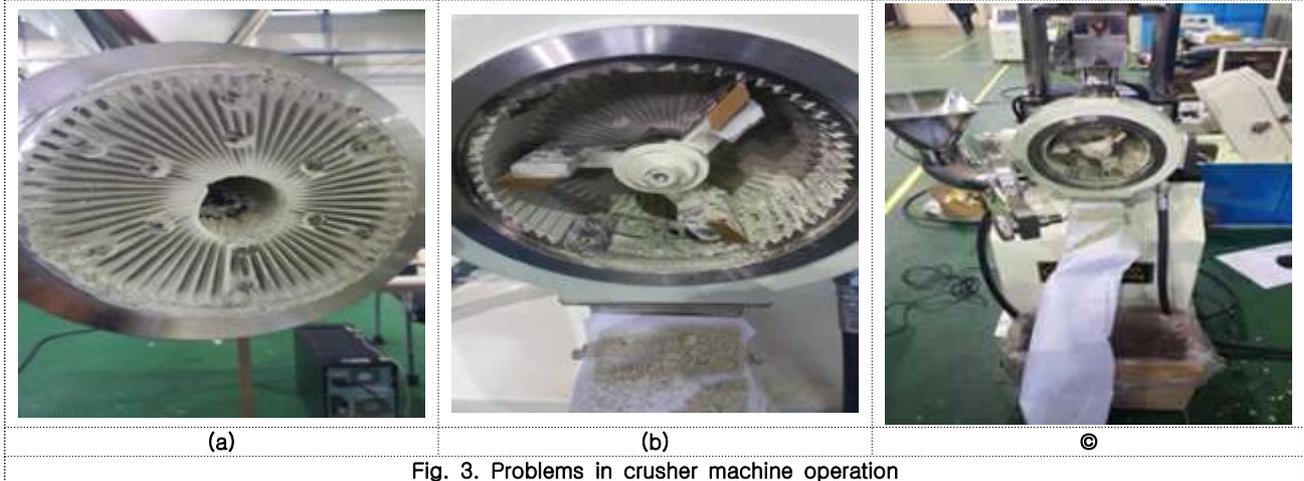
Fig. 1. Schematic of crusher machine(3D)



Fig. 2. Crusher prototype

3. 결과 및 토의

분쇄기의 시운전을 수행한 결과 몇 가지의 문제점이 도출되었다. 첫 번째로 곡물 분쇄 후 토출부 쪽으로 가루가 토출되지 않고 토출부 Mesh 망에 쌓이는 현상이 나타났으며, 기계 가공 후 장시간 운전 시 SIDE 칼날 부 곡물가루가 쌓여 메인 샤프트의 부하가 염려되는 부분이 있었다. 또한 메인드라이브 칼날과 SIDE 칼날의 간격이 너무 좁아 칼날부에 가루가 쌓이는 현상이 나타났다. 이에 해결방법으로는 토출부 쪽에 팬 설치를 고려해야 하며, 쌓이는 것을 방지하기 위해 칼날각도 조절 및 칼날부에 코팅 작업이 필요할 것으로 생각된다. 또한 칼날 사이즈를 줄여야 하는 것으로 생각된다. 아래의 Fig. 3의 (a)~(c)는 시운전 시 발생하는 문제점을 나타낸 것이다.



4. 결 론

분쇄기 시운전의 결과는 아래와 같다. 첫 번째로 발열 및 분쇄기의 과부하를 방지하기 위해 하우징 내부의 오일을 항상 유지하여 높은 RPM 에서도 메인 샤프트가 원활하게 회전할 수 있도록 해야 한다. 두 번째로 케이싱을 전체를 감싸도록 냉각수를 이동 시켜 케이싱을 일정한 온도로 유지하여, 원료의 손상방지 해야 한다. 마지막으로 목표치까지 분쇄된 가루는 집진기를 통해 포집되고, 그렇지 못한 원료는 자중에 의해 다시 내려와 재 분쇄 할 수 있도록 호퍼의 기능을 향상 시킬 수 있도록 해야 한다.

사 사

본 연구과제는 농림수산물식품기술기획평가원에서 지원하는 2018년도 고부가가치 식품기술개발사업(117056-2)의 일환으로 작성되었습니다.

참고문헌

- [1] Wang G.S., Si J.P., Chen Y.Y., Guo L.N., and Zhao Y.N., "Structural Stability Analysis of Dump Truck Body Based on ANSYS", Advanced Materials Research, Vol. 588, pp. 217-221, 2012.
- [2] Wang H.F, Jia K.K, and Guo Z.P, "Random Vibration Analysis for The Chassis Frame of Hydraulic Truck Based on ANSYS", Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, Vol. 6(3), pp. 849-852, 2014.

초고속 해상무선통신에 관한 연구

조수범
동의과학대학교 전자통신과

A study on ultra-high speed maritime wireless communications

Soo Bum Cho
Department of Information and Communication, Dong-Eui Institute of Technology

Abstract

LTE (Long Term Evolution), which is well known as 4th generation mobile communication technology, has been applied to various communication fields due to advantages such as high data transmission rate and low delay rate. In recent years, LTE technology has been applied for high-speed communication with ships in coastal waters. In this paper, technology trends for ultra high - speed maritime wireless communication are discussed.

1. 서 론

4세대 이동통신 기술로 잘 알려진 LTE(Long Term Evolution)는 높은 데이터 전송속도와 낮은 지연속도 등의 장점으로 다양한 통신분야에 응용되어 오고 있다. 최근에는 육지 근해에 있는 선박들과의 초고속 통신을 위해 LTE 기술이 적용되고 있다. 본 논문에서는 초고속 해상무선통신을 위한 기술 동향에 대하여 알아본다.

2. 본 문

2.1 LTE 기술의 응용

LTE 기술은 Release8의 최초 표준화를 시작으로 규모의 경제와 앞선 기술력으로 전 세계 4세대 이동통신 기술을 이끌어 왔다. 또한 LTE 기술은 안정적인 고속이동통신 기술을 바탕으로 수많은 응용 서비스에 적용되어 오고 있으며 국가재난통신망(PS-LTE: Public Safety-LTE), 고속철도통신(LTE-R: LTE-Railway), 그리고 초고속 해상무선통신망(LTE-M: LTE-Maritime) 등이 대표적이다.

PS-LTE는 세월호 사고 이후 국가재난안전통신망을 통합해야 한다는 요구에 따라서 2014년 7월 국가재난안전망 기술로 선정되었으며, 재난통신에 더욱 적합하도록 LTE 기술에 Push-to-talk, 그룹통화, 단독기지국 기능 등이 추가된 기술이다.

LTE-R은 4세대 이동통신기술규격을 철도 운영에 적합하도록 응용한 기술이다. LTE-R은 철도 운용에 필요한 음성통신, 데이터 및 영상통신, 열차제어신호를 위한 신뢰성 높은 통신을 지원하며 2020년대 말까지 전국 철도망을 LTE-R로 일원화 하려는 계획이다.

LTE-M은 해상 초고속 무선통신을 위하여 LTE 통신 방식을 적용한 기술이다. LTE-M은 해양수산부에서 국내의 해상환경을 고려하여 한국형 e-Navigation이라는 이름으로 추진되고 있으며, e-Navigation은 최신 이동통신 기술을 해양통신 서비스에 응용하기 위하여 IMO(International Maritime Organization)에서 기술기준을 제정하였다.

2.2 초고속 해상무선통신 동향

국외 e-Navigation 동향을 살펴보면 2010년부터 2012년까지 수행된 SAFE-PORT 프로젝트에서 위성통신을 기반으로 하여 선박의 위치를 상세히 추적하여 적극적인 관제를 할 수 있게 되었으며, 2012년부터 2015년까지 진행된 MUNIN(Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) 프로젝트에

서는 무인선박에 대한 개념을 정의하고 무인선박의 개발 및 항해 검증을 위한 시험 연구를 수행하였다. 또한 2012년부터 2015년에 진행된 ACCSEAS(Accessibility for Shipping, Efficiency Advantages and Substantiality) 프로젝트에서는 북해 환경 보호 및 안전을 위한 e-Navigation 테스트베드를 구축하였다.

국내에서 추진 중인 한국형 e-Navigation 사업은 IMO에서 제정한 e-Navigation에 국내 해상교통을 위한 Non-SOLAS와 전자해도 스트리밍 등의 멀티미디어 서비스를 위한 LTE-M을 접목한 서비스이다. 한국형 e-Navigation 사업은 해양수산부 주관으로 선박해양플랜트연구소에서 2016도부터 진행하고 있으며 서비스에 따라 총 6개로 분류된다. 사고 취약 선박 모니터링 지원, 선내시스템 원격모니터링, 최적 안전항로 지원, 소형 선박용 전자해도, 도선사/예선 지원, 해양 안전 정보 제공 등의 서비스로 분류되며 모든 서비스에는 LTE-M이 통신수단으로 사용되고 있다.

LTE는 육상의 이동통신에 최적화 된 기술로 국내에 LTE-M을 적용하기 위해서는 여러 가지 기술적 고려사항이 필요할 것이다. 첫째, 국내는 해안선이 복잡하며 남해인근에는 크고 작은 섬들이 많기 때문에 통신을 위한 채널환경이 좋다고 볼 수 없다. 따라서 해상통신을 위한 육지의 통신기지국 중심으로 기지국 간 및 해안선, 섬들 사이에 간섭 및 채널을 면밀히 분석할 필요가 있다. 둘째, 초고속 해상통신망은 육지와 100Km까지의 통신을 목표로 하고 있으며, 국내는 일본 및 중국 해안과 인접하고 있다. 특히, 일본의 대마도는 직접적인 통신간섭을 일으킬 수 있으므로, 인접국가와의 간섭분석도 필수적이다. 마지막으로, LTE-M은 100Km까지 통신반경을 목표로 하고 있지만, LTE 표준으로 100Km까지 통신신호가 도달하기 위해서는 비트당 에너지를 크게 하여야 하며 이로 인해 원하는 전송속도에 충분히 만족할 수 없는 경우도 있을 수 있을 것이다. 따라서 이에 대한 연구도 필요할 것이다.

4. 결 론

4세대 이동통신으로의 성공적인 기술인 LTE 표준은 최근 다양한 분야에 응용되고 있으며, 해상 초고속통신을 위해서도 적용되고 있다. 해상이라는 특수한 상황을 고려하여 적절한 연구가 필요할 것이다.

[참 고 문 헌]

- 1) 강희조, “PS-LTE 재난안전통신망에 관한 정책 연구,” 디지털콘텐츠학회 논문지, Vol. 16, No. 1, pp. 43-51, 2015.
- 2) 윤학선, 박종원, 윤유신, 정동일, “LTE-R(철도무선통신망) 실용화 및 국가철도통신망 구축 계획,” 한국통신학회지(정보와통신), Vol. 33, No. 3, pp.66-73, 2016.
- 3) 정낙주, 나기, 정회경, “LTE 기반 초고속 해상무선통신(LTE-M) 라우터 시스템”, 한국정보통신학회논문지 Vol. 22, No. 3, pp. 542-547, 2018.
- 4) www.smartnav.org

생산 자동화용 소형 미니 펌프 설계 사양에 관한 연구

김형준¹, 이상협¹, 김만호²
부산대학교 기계공학부¹, 동의과학대학교 자동차계열²

A study on the design of the mini pump for production automation

Hyung Joon Kim¹, Sang Hyup Lee¹, Man Ho Kim²

School of Mechanical Engineering, Pusan National University¹, Division of Automotive Engineering, Dong-Eui Institute of Technology²

Abstract

As the application of automation systems of industrial factory is expanded, the importance of facility maintenance is increasing. Particularly, the importance of lubrication apparatuses for reducing the failure due to friction of mechanical devices is increasing. Recently, directly automatic lubrication system is applied on a large mechanical device to reduce friction instead of lubrication by an operator. However, the existing production automation system to compared to the large lubrication system has a spatial difficulty in installing a large automatic lubrication system. Particularly, although lubrication is essential, such as small home appliances or semiconductor equipment, a small-sized automatic lubrication system is required. Therefore, this paper proposes a specification for a small automatic lubrication system. It also explains the process of promoting national R & D projects based on the proposed specifications.

1. 서 론

4차 산업 혁명의 시기에 생산 및 제조 산업도 많은 변화를 보이고 있다. 보다 많은 제품을 빠른 시간에 최소의 비용으로 생산하기 위한 노력으로 제조 혁신이 일어나고 있다. 특히, 생산을 위한 자동화 장비의 적용 비율이 점차적으로 증가하여 노동력 중심의 생산에서 자동화 설비 중심의 생산이 이루어지고 있다. 최근에, 생산 자동화 장비의 지속적인 도입과 함께 도입된 생산 자동화 장비에 대한 설비 보전에 관한 중요성이 증대되고 있다. 설비 보전은 대상 시스템이 가동이 가능한 상태로 유지하는 것을 의미하며 대상 시스템이 최적의 상태로 주어진 기능을 수행할 수 있도록 관리하는 모든 과정을 포함한다. 특히, 기계 장치 시스템은 기구적인 장치의 마찰로 인하여 마멸 혹은 마모가 빈번하게 발생하며 이로 인하여 기계 장치의 상태에 이상이 발생하여 고장이 발생될 수 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 작업자가 주기적으로 모든 기계 장치가 포함된 부분이 수작업으로 윤활유를 칠하거나 윤활유가 포함되어 있는 곳에 윤활유를 보충하는 방법을 사용하였다. 하지만, 작업자가 주기적으로 윤활을 하는 방법은 제한된 범위에서 가능하지만 대규모의 생산 자동화 시설에서는 한계를 가질 수밖에 없다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 자동 윤활 시스템이 다양한 산업 현장에 적용되고 있다. 또한, 자동차와 같이 윤활이 필수적인 장치에도 자동 윤활 시스템이 적용되어 사용되고 있다.

자동 윤활 시스템은 대형 생산 설비나 신규로 설치되는 생산 자동화 시스템을 중심으로 적용이 되고 있다. 반면에, 기존의 생산 자동화 시스템이나 소형 제품을 생산하는 생산 자동화 시스템은 대형 중심으로 개발되어 있는 자동 윤활 시스템을 설치할 수 없는 경우가 많다. 특히, 가전제품을 생산하는 생산 자동화 공정이나 반도체 장비와 같이 작은 크기의 제품은 대형 자동 윤활 시스템을 설치할 수 없어 작업자가 직접 윤활을 하거나 고가의 해외 제품을 구매하여 설치하고 있다. 특히, 해외 제품의 경우 제품의 경우 높은 가격에 비하여 개선되어야 할 사항이 많아 고객의 불만이 지속적으로 증가되고 있다.

본 논문은 이와 같은 자동 윤활 시스템의 상황을 고려하여 생산 자동화용 소형 미니 펌프에 필요한 성능 사양을 도출하고자 한다. 특히, 국가 R&D 과제를 통하여 고객의 불만 사항을 중심으로 차별화 목표 및 성능 개선 목표를 도출하여 양산을 목표로 개발하고자 한다. 본 논문은 서론을 포함하여 3장으로 구성되며 2장에서는 개발하고자 하는 미니 펌프 시스템의 차별화 방안 및 성능 사양을 제안한다. 마지막으로, 결론에서는 향후

개발 일정에 대해서 제안한다.

2. 본 문

2.1 소형 미니 펌프 개선 사항

본 연구에서 개발하고자 하는 소형 미니 펌프는 기존의 해외 제품을 벤치마킹하여 개발하고자 한다. 벤치마킹을 통하여 개선되어야 할 사항을 도출하여 기존의 제품과 차별화된 제품을 개발하고자 한다. 기존의 제품에 대한 고객의 불만 사항을 중심으로 차별화 사항은 세 가지로 정리가 되었다. 우선, 기존의 제품의 경우 펌프의 토출 압력이 상대적으로 낮아서 윤활에 불편이 발생하고 있다. 토출 압력을 높이는 것 자체가 어려운 것이 보다는 사용되는 분야에서 요구하는 토출 압력보다 기존의 제품에서 선정한 토출 압력이 낮다는 것이 개선되어야 할 사항이다. 본 연구에서는 25bar 정도의 토출 압력이 발생될 수 있도록 기존의 솔레노이드 방식에서 전기 모터 방식으로 개선하여 설계할 예정이다. 다음으로, 기존의 제품은 윤활유의 용량이 125cc인데 용량이 부족하여 너무 자주 윤활유 카트리지를 교환해야 하는 불편이 발생하고 있다. 이를 개선하기 위하여 250cc 방식과 500cc 방식의 윤활유 카트리지를 설계할 예정이다. 마지막으로, 윤활유 카트리지를 교체시기를 알려주지 않아 관리자가 주기적으로 확인을 해야 하는 불편이 발생되고 있다. 이를 위하여 홀 센서를 추가로 적용하여 low level 스위치를 통하여 교체시기를 관리자에게 알려줄 수 있도록 설계할 예정이다.

2.2 소형 미니 펌프 성능 지표

이와 같은 개선 사항을 바탕으로 소형 미니 펌프의 성능을 표 1과 같이 도출하였다. 성능 평가 지표는 7개 항목으로 선정하였으며 펌프의 기구적인 부분에 관련된 항목 네 가지, 전기에 관련된 항목 두 가지와 카트리지에 대한 항목 하나로 구성하였다. 성능 평가 항목은 기존의 제품에 대한 벤치마킹 결과를 중심으로 고객의 불만 사항을 중심으로 본 연구팀과 개발을 함께하는 회사가 협력하여 선정하였다. 또한, KS 규격을 중심으로 성능 평가 지표에 대한 측정 방법도 제안하였다.

Table. Performance index of mini pump system

	주요 성능 지표	단위	최종 목표	측정 방법
1	최대 작동 유압	bar	25	- KS B 6308 : 왕복 펌프 시험 및 검사 방법과 유사한 시험 규격 방식 채택 - 평가 신뢰도 향상을 위해 검·교정된 측정 장비를 활용할 예정임
2	토출량	cc/min	15	
3	토출 거리	m	1.5	
4	크기	mm	260×260×150	- KS B ISO 9248 : 토공기계 - 치수, 성능과 용량 단위 및 측정 정밀도
5	동작 전압	V	24	- KS R ISO 3559 : 도로차량-자동차와 피견인 트레일러용 광원의 동작전압
6	제어기 EMC	-	만족	- CISPR 25
7	카트리지 용량	cc	250, 500	- KS L 2317 부피계를 통한 용량 측정 (수요처의 요구에 따라 용량은 변경 가능)

3. 결 문

본 논문은 벤치마킹 제품을 바탕으로 고객의 불만 사항을 고려하여 차별화된 소형 미니 펌프의 성능 지표를 도출하였다. 향후에, 국가 R&D 과제를 통하여 성능 개선 목표를 바탕으로 양산형 제품을 개발할 예정이다.

사 사

본 연구는 중소기업청의 기술혁신개발사업의 일환으로 수행하였음.[S2584189, 생산 자동화용 최대 토출 압력 25bar급 미니 자동 윤활 장치 개발]

[참 고 문 헌]

- 1) Kim, M.S., Lee, S.H., Lee, S. and Lee, K.C. "Implementation of a small size electric automatic lubrication system for heavy commercial vehicle", J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 30, No. 10, pp. 1041-1049, 2013

스포츠 경기 동안 행해지는 의료지원 분석

김인주
동의과학대학교 응급구조과

Analysis of medical support during sports

In Joo Kim
Department of Emergency Medical Technology, Dong-Eui Institute of Technology

Abstract

Background: Triathlon race consists of swimming, cycling, and running. This study provide valuable insights that will be for further medical support.

Methods: The medical post was determined at the transition area between the cycling and running courses, which was close to the finish line. The organization group comprised of an emergency physician, an medical technician (EMT), two nurses, and an ambulance with a driver. The other five ambulances were located throughout the course. The medical staff identified participants according to their numbers when providing medical support, and described complaints, treatment provided, and disposition. When treating non-participants, gender and age were recorded instead of numbers. The treatment records were analyzed after the race.

Results: The medical team treated a total of 187 participants. One suffered cramps in the calf muscles during the swimming part of the course. Nineteen were treated for injuries suffered during the cycling race. A total of 159 were treated for injuries on the running course. Five casualties, all of which occurred during the cycling race, required transport to hospital.

Conclusions: Medical directors preparing medical support during a triathlon event should expect severe injuries in the cycling course. In hot climates, staff may also suffer from heat injuries as well as runners, and proper attention should be paid to these risks.

1. 서 론

철인3종 경기는 수영, 자전거, 달리기로 구성된 스포츠 경기이다. 철인3종경기 중 시간적·공간적으로 발생하는 부상의 특징 분석은 적절한 의료 지원 계획을 세우는데 용이할 것이다. 대중 참여 스포츠 행사가 많지만, 부상 데이터 및 의료지원 계획 등에 관한 응급의학적 보고는 거의 없다. 이 연구는 응급의료지원팀을 구성하여 철인3종 경기에서 의료지원을 통해 현장에서의 과정과 결과를 요약함으로써 미래의 의료지원에 유용한 정보로 활용될 것으로 사료된다.

2. 본 론

의료 팀은 총 187 명의 참가자 (남성 166 명, 여성 21 명)를 처치했다. 1명이 수영 코스에서 종아리 근육에 쥐가 났다. 19 명이 자전거 경주 중 부상으로 치료 받았다. 총 159 명이 달리기 코스에서 부상으로 치료 받았다. 직원, 가족, 언론인도 의료 텐트에서 치료를 받았다.

사이클링 경기 중에 발생한 5 명은 병원으로 이송되었다. 4 명은 어깨 부상을 입었고, 다른 1 명은 두부손상으로 인한 짧은 의식 소실이 있었다.

3. 결과 및 토의

대중 참여 스포츠의 사상자는 세계의 많은 지역에서 거의 보고되지 않았습니다. 유사한 스포츠 행사에서 진행요원들을 위한 훈련 및 장비 안내서를 제공하면 의료 기획자는 매우 유용하게 활용할 것이고 배운 내용은 사상자를 현저하게 줄일 수 있을 것이다.

Course	Chief complaint	Number of cases
Swimming	Muscle cramps	1
Cycling	Abrasion	11
	Shoulder injury	4
	Myalgia	3
	Head injury	1
Running	Myalgia	124
	Abrasion	22
	Blister	6
	Exhaustion	3
	Laceration	2
	Sprain and strain	2
	Staff	Exhaustion
	Headache	1
Family and press	Abrasion	2
	Foreign body	1
	Indigestion	1
	Total	187

Fig. 1. Injuries treated by the medical team during the triathlon event.

수영이 잠재적으로 가장 치명적으로 고려되지만, 이전 연구 결과들과 마찬가지로 수영 부분에서 부상 발생 빈도가 낮았다. 이번 행사에서는 수영에서 거의 문제가 발생하지 않았다. 이는 수영 거리가 약천후의 날씨로 인해 1 km로 감소했기 때문이다. 자전거 코스에서는 많은 부상자가 발생했고, 5 명은 인근병원으로 이송했다. 달리기 부분은 부상 환자 수가 가장 많았다. 총돌 지역에 접근하기 위해 경찰 순찰대는 무선 통신을 통해 부상관련 정보를 전달 받았다. 하지만 정확한 위치를 지정하기 힘들었다. 스마트폰 같은 위성 위치 확인 시스템을 이용한 지리적 좌표계 (GPS) 장치와 주변 식별을 위한 랜드 마크를 발전시켜야 할 것이다. 결과적으로 선수들은 달리기 경기 전에 자전거 경기 중에 탈수와 탈진이 많이 야기됨으로써 달리기가 가장 어렵다고 느낀다.

의료 감독자는 철인3종 경기 중 자전거 코스에서 다양한 부상을 예상하고 의료자원을 준비해야 합니다. 또한 더운 기후에서는 선수뿐만 아니라 행사를 위한 지원 진행요원들도 열에 의한 부상을 입을 수도 있습니다. 따라서 이런 위험에 대비하기 위한 적절한 계획을 세워야합니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Gosling C.M., Forbes A.B., McGivern J., Gobbe B.J. "A profile of injuries in athletes seeking treatment during a triathlon race series", *Am. J. Sports Med.*, Vol. 38(5), pp. 1007-1014, 2010.
- 2) Laird R.H., Johnson D. "The medical perspective of the Kona Ironman Triathlon", *Sports Med. Arthrosc.*, Vol. 20(4), pp.239, 2012.
- 3) Tan C.M., Tan I.W., Kok W.L., Lee M.C., and Lee V.J., "Medical planning for mass-participation running events: a 3-year review of a half-marathon in Singapore", *BMC Public Health.*, Vol. 14, pp. 1109, 2014.
- 4) Glendenning D.: ON LAND & SEA. Beach2Battleship Triathlon highlights importance of preparedness for medical response team, Vol. 40(12), pp. 42-45, *JEMS*. 2015.
- 5) Gosling CM, Gabbe BJ, McGivern J., and Forbes A.B., "The incidence of heat casualties in sprint triathlon: the tale of two Melbourne race events", *J. Sci. Med. Sport*. Vol. 11(1), pp. 52-57, 2008.
- 6) Kyong YY, Park KN, Choi S.P., Lee M.J., Kwak T.Y., Choi K.H., Choi S.M., Lee W.J., and Kim H.S., "Types of patients during a marathon course: two International scale of marathon runnings", *J. Korean Soc. Emerg. Med.*, Vol. 17(4), pp. 322-327, 2006.

개선의 우선순위 모형을 이용한 가중치 결정 연구

송해근

동의과학대학교 경영계열

Determining attribute importance weights using priority for improvement model

Haegeun Song

Dong-Eui Institute of Technology, Department of Management

Abstract

Several literatures have suggested sub-classification methods of quality attributes for attribute importance by integrating two-dimensional theory into IPA, however, no empirical evidences to determine the values of relative importance among quality elements are provided. This paper proposes a modified importance approach that provides a weighted importance parameter 'w' using the two-way theory of quality and Bacon(2003)'s improvement priority model. The proposed method determines the relative attribute importance (and the value) at each IPA quadrant differently depending on the quality elements such as attractive, must-be, and one-dimensional attributes. For empirical research, the current study investigates TV quality attributes. In this study, a validation test is performed using Bacon(2003)'s regression model.

서론

여러 품질속성 중에서 개선의 우선순위를 결정하는 것은 특히 재정압박 상황에서 중요한 문제이다. 몇몇 문헌들은 이원적 품질론(Kano, 1984; Song, 2013)을 이용한 품질속성의 상대적 중요도를 결정하는 방법론을 개념적으로 제시하였다. 예를 들어 Berger et al.(1993)은 당연적 > 일원적 > 매력적 속성을 중요도 기준으로 제안하였다. 또한 Eskildsen & Kristensen(2006)은 IPA(Martilla & James, 1977)의 사분면 상에서 품질속성의 유형에 따라 차등 해석할 것을 제안하였다: 당연적 속성(불충족시 불만족 유발)이 IPA의 중요한 영역(중요도 평균이상)에서 만족도 수준이 낮으면(예: 평균 이하) 동일한 영역에서 매력적 속성(충족시 만족)보다 중요도가 높아진다.

IPA의 사분면 상에서 품질속성의 유형에 따른 차등 해석은 당연적 속성은 불충족시 불만족에만 기여하고 매력적 속성은 충족시 만족에만 관여한다는 실증연구결과(Kano et al., 1984; Berger et al., 1993; Kuo et al., 2012)에 근거하고 있다. 지금까지 IPA와 이원적 품질론을 이용한 품질속성의 해석은 개념적 접근에 의한 상대적 중요도를 다룰 뿐 구체적인 방법(예를 들어 상대적 가중치의 결정)이나 실증결과 없었다.

본 연구는 Bacon(2003)이 제안한 개선의 우선순위 모형을 이용한 품질속성들의 상대적 가중치 결정을 위한 파라미터 접근법을 소개한다. 이를 위해 TV 품질속성에 대한 Kano 모델 및 IPA 결과를 이용하였다. 본 연구는 제안방식의 타당성 검증 결과도 포함하였다.

[참고 문헌]

- 1) Bacon, D.R.(2003), "A comparison of approaches to importance-performance analysis", *International Journal of Market Research*, Vol. 45, No. 1, pp. 55-71.
- 2) Berger, C., Blauth, R., Boger, D., Bolster, C., Burchill, G., DuMouchel, W., Pouliot, F., Richter, R., Rubinoff, A., Shen, D., Timko, M., and Walden, D.(1993), "Kano's methods for understanding customer-defined quality", *Center for Quality of Management Journal*, Vol. 2, No. 4, pp. 2-36.
- 3) Eskildsen, J. K. and Kristensen, K.(2006), "Enhancing importance performance analysis", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 55, No. 1, pp. 40-60.
- 4) Kuo, Y.-F., Chen, J.-Y., and Deng, W.-J.(2012), "IPA-Kano model: A new tool for categorising and diagnosing service quality attributes", *Total Quality Management and Business Excellence*, Vol. 23, No. 7/8, pp. 731-748.
- 5) Song, H. G.(2013), "Determination of Priority for Improvement Using the Theory of Two-dimensional Quality", *The society of Korea Industrial and Systems Engineering*, Vol. 36, No. 1, pp. 70-77..

안구인식을 이용한 IOT 조명 절환

조인우, 김보경, 박부영, 이원영, 이현석, 조강현*
울산대학교 전기공학부

LED Switch using an Eyeball Recognition

In Woo Cho, Bo Kyum Kim, Bu Yeong Park, Won Young Lee, Hyun seok Lee, Kang-Hyun Jo*
School of Electrical Engineering, University of Ulsan

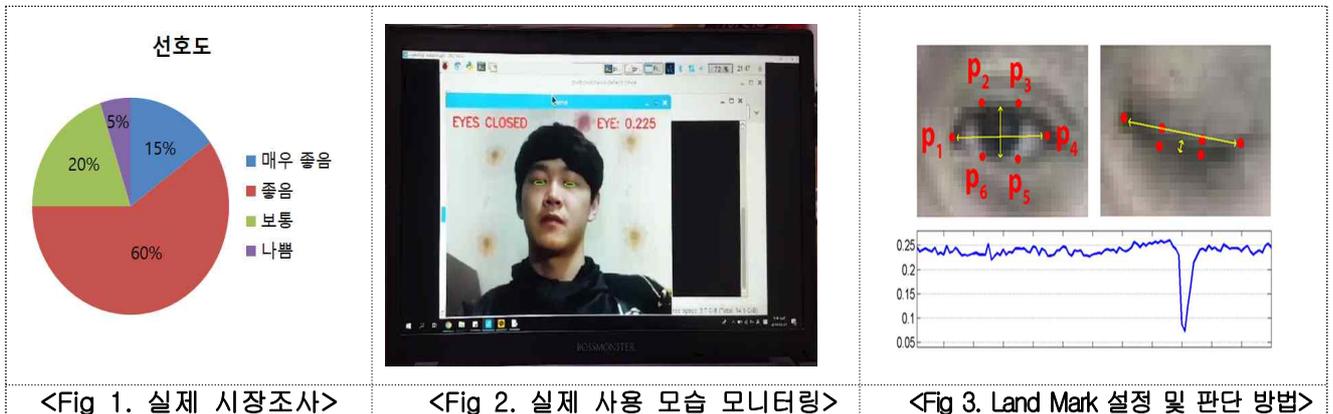
Abstract

IoT technology allows multiple objects to be connected together to provide new services that individual objects can not provide. In this study, IoT technology was used to develop a device that can help disabled people. We made a device to turn off the light in the room through the eyeballs movement. First, the camera is fixed in the direction of the face when people are lying on the bed. then the processor calculates the ratio of height and width of the user's eyes. When the user closes the eyes and the ratio of eyes is smaller than the threshold value, the processor inputs digital signal to the relay module so that turns off the LED lights.

1. 서 론

‘안구인식을 이용한 IoT 조명 절환’ 연구는 영상처리를 이용한 IoT를 기반으로 생활에 ‘편의성의 증진’과 ‘에너지 절감’이라는 두 가지의 목적을 가지고 있다. 기존의 조명 절환은 개폐장치를 통해 인위적인 조작이 수반되어야 한다. 때문에 간혹 조명을 켜둔 채 잠이 들거나 외출하게 되면 불필요한 전력이 낭비되어 에너지 절감의 측면에서 효율적이지 않고, 생활에 번거로움을 주는 요인이 된다. 이 번거로움을 덜고자 영상처리를 이용한 안구인식을 통해 조명의 절환을 프로세서가 수행하도록 하는 IoT 시스템을 개발했다.

하단의 자료들은 현재 시장에 대한 분석이다. 첫째로 코트라 해외 뉴스에 따르면, 현재 IoT의 시장 상승률은 2022년까지 연평균 21.8% 성장률을 보이며 1조2000억 달러 규모까지의 성장을 예견했다. 다음으로 생각했던 부분은 현재 시판되고 있는 IoT 기반의 장치들이다. 기본적으로 사용자의 편의성을 증진시키고자 하는 목적은 이 연구와 같지만 사용자가 스마트폰을 이용해 직접 조작을 한다는 부분은 변하지 않는다. Fig2.는 울산대학교 학생(약 60명)에게 연구에 대한 설문을 실시한 결과로서, 75%의 긍정적인 답변을 들을 수 있었다. 이 3가지 시장 조사를 통해 이 연구가 가질 경쟁력을 확인할 수 있었다.



2. 본 문

2.1 OpenCV를 이용한 안구인식

라즈베리파이와 OpenCV를 활용한 IoT시스템의 안구인식을 Fig.3에서 확인할 수 있다. 카메라에서 받는 영상을 Gray Scale로 전환하여 Cascade Classifier를 사용하여 얼굴을 인식하고, ROI로 설정한다. ROI 범위 내에서 HOG를 이용하여 눈의 6개의 특징점을 설정한다. (Fig4.를 참조하면 P1~P6의 6개의 점을 확인할 수 있다.)총 3쌍의 점들을 이어 눈의 가로길이를와 눈의 세로길이를 측정한다. 이때, 세로로 선을 두 개 긋는 이유는 우리의 눈이 타원형에 가깝기 때문에 정확성을 높이기 위해 2개를 긋는다. 따라서 두 세로선을 곱하고 그 값을 가로로 나눈다. 즉 Aspect Ratio에 따라 안구의 개폐를 확인한다. 실제 처음으로 진행했던 오픈소스에서는 이 비율이 0.3 정도로 서양인에 맞추어져 있었기 때문에, 실험을 통해 동양인에 맞도록 비율을 0.29로 조금 더 낮게 설정하여 동양인의 안구 크기에 맞는 사양으로 변경하였다.

2.2 라즈베리 파이와 연동된 아두이노를 이용한 조명으로의 출력

위에 설명한 안구인식이 끝난 이후 그 결과에 따라 눈이 떠져있으면 close = Low / open = High 로, 눈이 감겨 있으면 close = High / open = Low 라는 2개의 신호를 각각 결과별로 라즈베리 파이의 GPIO핀을 통하여 아두이노로 송신한다. 아두이노에서는 수신되는 open 과 close를 각각 카운트하며, 신호가 들어온 총 횟수 또한 카운트한다. 현재 설정값은 10회가 기준이 되며, 10회의 신호가 들어왔을 때 open 과 close 각각 카운트 된 값을 비교한다. open/close 카운트가 7회 미만이면 신뢰도가 낮다고 판단하고, 다시 피드백을 진행한다. open/close 카운트가 7회 이상이면 각각의 결과에 따라 open \geq 7 이면 High, close \geq 7 이면 Low의 출력값을 릴레이 모듈로 보내게 된다.

2.3 아두이노의 출력신호를 통한 릴레이 모듈 조정

아두이노에서 나온 출력 신호를 통해 릴레이 모듈을 조정하게 된다. 현재 사용된 모듈은 Active High/Low 둘 다 가능한 모듈이며, 현재 설정은 Active High로 설정되어 있다. 아두이노에서 Open에 대한 신호는 High값을 가지고 있으므로 스위치가 켜지게 되고 따라서 조명이 켜지게 된다. 그 반대로 Close에 대한 신호는 Low값을 가지고 있으므로 스위치가 꺼지게 되면서 조명도 꺼지게 된다.

3. 결 론

본 연구는 영상처리를 기반으로 한 IOT기술 보조 장치로서, 안구인식을 통하여 조명을 조정하도록 설계하였다. 영상처리를 위해 라즈베리 파이를 사용하였고, 라즈베리 파이의 부족한 처리능력을 아두이노와의 연동을 통해 보완했다. 그리고 그 둘을 통해 처리된 결과값을 릴레이 모듈로 보내어 LED 조명을 제어하는데 성공했다. 추후 개선 계획으로는 첫째, 유선을 Bluetooth를 이용해 무선으로 교체하여 설치와 사용에 있어 좀 더 용이하게 한다. 둘째, 라즈베리 파이를 최신 기종으로 교체하여 더 발전된 연산처리능력으로 아두이노를 제외한 라즈베리 파이 한 개의 프로세서를 사용한다. 그로 인해 제품의 부피 또한 줄어들게 된다. 셋째, 적외선 카메라로 교체하여 조도가 낮은 곳에서도 안구 인식률이 높아지도록 바꾼다. 이러한 개선을 진행한다면 인식률의 상승과 처리속도의 증가로 이 기술이 사용될 수 있는 분야가 넓어지게 될 것이다. 이를 실생활에 적용한다면 신생아를 위한 침대 위 조명이나 중환자실의 조명과 같은 특정적인 곳에서 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

[참 고 문 헌]

- 1) 정지영, 이상용, 최준호, 무게센서를 이용한 IoT 기반 수유 도우미. 한국HCI학회 학술대회, 700-704, 2016
- 2) 임호균, 이승현, 김서희, 최상호, 블루투스 모듈 및 안드로이드 App을 이용한 실시간 전력품질 모니터링 시스템, 대한전자공학회 학술대회, 1618-1621
- 3) 김주현, 김수정, 김수희, 김민규, 김문석, 유수연, 아두이노를 이용한 외부환경에 반응하는 능동형 창문 제어. 대한전기학회 학술대회 논문집, 107-108, 2015.

IoT기반 스마트 실내화

이동건, 박재준, 박성호, 김태영, 최건, 최진호, 조강현*
울산대학교 전기공학부

IoT-based Smart Indoor Slippers

Dong Gun Lee, Jae June Park, Sung Ho Park, Tae Young Kim, Gun Choi, Jin Ho Choi
Kang-Hyun Jo*

School of Electrical Engineering, University of Ulsan

Abstract

The purpose of this study is to design a LED to illuminate foreside of the shoes when walking in the dark. The adapted pressure sensor and an illuminance sensor are mounted on the shoes. A light is turned on by an LED. The method of this study is that battery and piezoelectric element supply power and that using the illuminance sensor, the ambient brightness is changed and the pressure applied to the pressure sensor is input to the LED when the user wears a slipper, the LED lights up. The smart slipper recognizes the surroundings and the situation by itself, and when the slipper is worn in the dark, the LED lights to protect the user in the dark.

1. 서론

최근 사용자의 편의를 고려한 다양하고 새로운 제품들이 끊임없이 개발되고 있다. 본 연구에서는 사람들이 가장 많이 사용하는 가정용 슬리퍼에 대해 IoT(Internet of Things)기술을 접목하여 사용자의 편의를 제공하는 제품을 개발하려고 한다. 가정용 슬리퍼의 목적은 발에 먼지를 안 묻게 하고, 바닥에 떨어져있을 유리조각이나 날카로운 모서리로부터 사람의 발을 보호하는 역할을 한다. 하지만, 밤에 실내에 들어왔을 때 또는 자다가 일어났을 때 전등 스위치까지 가거나 점등할 수 있는 물체를 찾다가 사람이 모서리에 발을 짚이는 경우가 발생한다. 여기서 착안하여 사람이 슬리퍼를 착용함과 동시에 점등하는 실내화를 제작하여 사용자의 실용성과 편리성을 추구한다.

2. 본론

2.1 아두이노, 압력 센서, 조도 센서에 의한 LED 제어

아두이노의 출력 전압에 LED를 연결하고 압력 센서, 조도 센서로 LED를 제어하도록 설계하였다. LED는 병렬연결을 하여 동일한 전압을 걸어주었다. 조도 센서는 주변 환경의 빛의 양을 판단하고, 압력 센서는 착용 여부를 판단한다. 밝을 때 착용 시 LED 점등이 불필요하므로 소등하고 어두울 때 미착용시 LED 점등이 불필요하므로 소등한다. 압력 센서와 조도 센서에 각각 보호 저항을 연결하고 이를 직렬로 아두이노의 입력값으로 연결한다. 그리고 LED에도 보호저항을 직렬로 연결하고 아두이노의 출력값에 연결한다. 주변 환경의 조도와, 착용자가 실내화에 가해지는 압력이 각기 다르기 때문에 이에 따른 정적값이 필요했다. 여러 시행 착오를 거쳐 조도의 밝기가 12 [Lux] 이하이면 어둡고, 이상이면 밝을 때로 설정했다. 그리고 가해진 입력이 50이상이면 착용 시, 이하이면 미착용 시로 설정하여 시스템 알고리즘을 형성했다.

2.2 delay 시간 구축

어두울 때 착용 시 LED가 점등되는데 실내화를 신고 움직일 때 착용했음에도 불구하고 충분한 압력이 가해지지 않을 수 있다. 이를 위해 delay 시간을 구축하여 지연 회로로 작동하도록 하였다.

2.3 외관 디자인

실내화에 아두이노와 보드를 달게 되면 체적도 커지고 무게도 무거워지기 때문에 실용성과 편리성이 떨어진다. 따라서 보드를 달지 않고 아두이노를 실내화에 부착 후 압력 센서, 조도 센서, 저항 등 소자들을 납땜 및 절연 테이프로 결선하여 회로를 구성하였다. 그리고 실내화에 부착한 되면 미관이 좋지 않기에 검은 천을 덮어 이를 개선하였다.

3.결과 및 토의

Fig.1은 아두이노 우노와 배터리를 사용한 것이고 Fig.2는 아두이노 나노와 수은 전지를 사용한 것이다.

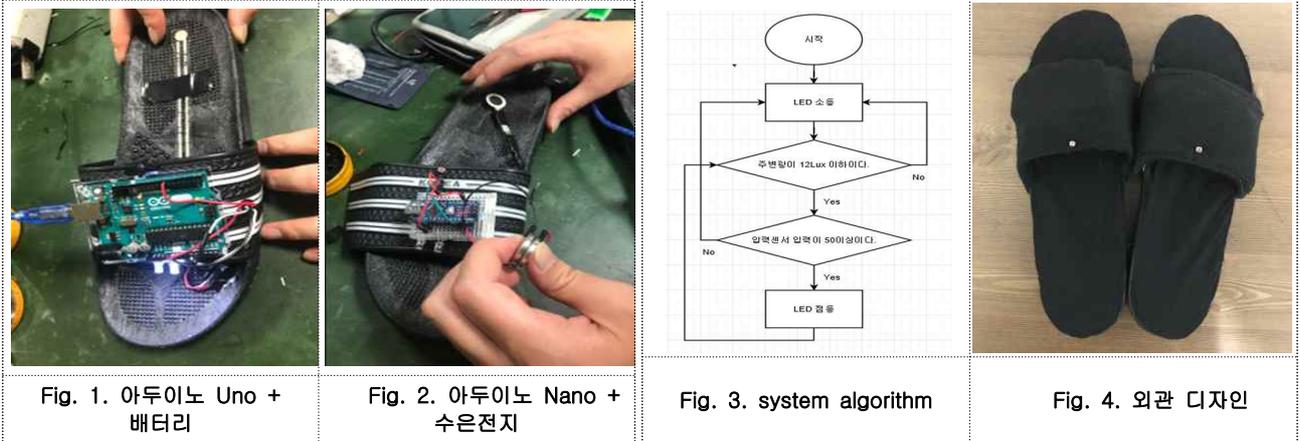


Fig. 1. 아두이노 Uno + 배터리

Fig. 2. 아두이노 Nano + 수은전지

Fig. 3. system algorithm

Fig. 4. 외관 디자인

아두이노 전원 공급에 있어서 압전소자로는 자가 발전량이 매우 미세하므로 지속적인 전원공급이 거의 불가능하고 아두이노 우노와 배터리를 사용하게 된다면 무게 측면에서 실용성이 떨어지게 된다. 이를 개선하기 위해서 아두이노 우노 대신 나노, 배터리 대신 수은 전지를 사용함으로써 부피 및 무게를 절감할 수 있는 장점도 있지만 나노를 사용하게 되면 보드를 사용해야 되고 수은 전지로는 배터리의 근본적인 한계까지는 해결하지 못하는 단점이 있었다. 본 연구에서 적정 값으로 설정한 조도 값과 압력 값이 실험 환경과 조원 기준으로 한정적이기 때문에 과체중이나 저체중인 사람, 또 다른 환경에서 오차가 크게 발생할 것으로 예상된다. Fig.3은 전체적인 시스템 흐름도를 나타낸 것이다. 주변광이 12Lux 이하이고 압력이 50이상 가해졌을 때, 즉 어두울 때 착용시 LED가 점등되는 방식이다. 그 외의 조건에서는 LED가 소등됨을 알 수 있다. Fig.4은 아두이노 및 실내화에 부착한 소자들을 납땜 및 절연테이프로 결선함으로써 부족했던 외관을 검은 천으로 덮어 외관 디자인을 개선하여 실용성을 높이고자 설계하였다.

4.결론

본 연구는 IoT를 기반으로 한 LED 제어 실내화를 구현하고자 조도 센서를 이용해 주변 환경의 빛의 양을 감지하고 압력 센서를 이용해 착용자가 가하는 압력을 감지하여 별도의 on/off 스위치 없이 실내화 스스로 판단하여 LED를 점등/소등하도록 설계하였다. 이 실내화의 실용성과 편리성을 극대화하기 위해 보드를 사용하지 않고 아두이노를 실내화에 부착 후 각종 소자들을 직접 결선하는 방향으로 설계하였다. 그리고 실내화를 검은 천으로 부착한 아두이노 및 회로를 덮어 전체적인 미관을 높였다. 추후의 발전 방향으로 현재 아두이노 우노와 나노를 사용하여 설계했지만 wearable lilypad 아두이노라는 초소형 아두이노를 부착하여 무게와 부피 측면에서 개선하여 실용성과 편리성을 향상시킬 수 있는 방법과 외부 전원 공급 문제에서 압전소자와 배터리를 함께 사용해 배터리 소모를 느리게 하는 방법으로 구현할 것이다.

[참고 문헌]

- 1) 노기평, 한준모, 문민중, 홍환성, 홍환영, 강동준, 이준기, 조도 센서를 이용한 제어형 LED 방폭등, 한국생산제조시스템학회 학술발표대회 논문집, 232, 2014
- 2) 김상호, 정치영, 정하민, 안진희, 강합성 교량에 설치된 압전소자의 전력 발생효과 분석 한국강구조학회, 411-420, 2010
- 3) 하유이, 김이경, 웨어러블 컴퓨터 기반의 인터랙티브 무대의상 디자인 연구. 한국패션디자인학회지, 2014
- 4) 서상현, 장시웅, 아두이노 기반 스마트 신발 모듈의 설계 및 구현, 한국정보통신학회논문지. 2697-2702, 2015

건망증이 심한 사람을 위한 스마트 약통

안진수, 조강현*
울산대학교 전기공학부

Smart Pillbox for Amnesic People

Jin Su An, Kang-Hyun Jo*
School of Electrical Engineering, University of Ulsan

Abstract

This paper shows a device that informs the patient about the time to take medicine. The smart pillbox is a Bluetooth communication between the arduino and the smartphone that will sound the buzzer when the patient has time to take the medicine. The patient opens the pillbox by hand and turns off the buzzer with the touch sensor attached to the lid. After taking medicine, you can end the alarm and operate the sensor to receive the date and time of taking the medicine. The results of this study will allow amnesic patients to take their medications on time.

1. 서 론

병원에서 처방 받은 약을 심장질환자, 당뇨병환자등은 항상 챙겨먹어야 생명유지를 할 수 있다. 미국과 유럽 전역의 제2형 당뇨병 환자들 중 43%는 약을 잘 복용하지 않는데, 그들 중 84%가 건망증 때문에 약을 복용해야하는 사실 자체를 잊어버린다. 한국보건사회연구원의 ‘노인실태조사’에 따르면, 우리나라 노인 10명 중 9명은 만성질환자로 1개 이상의 질환을 복합적으로 앓고 있는 환자가 70%에 달했다. 또한 노인환자 중 82%는 처방약물을 복용하고 있으며 1인당 평균 5.3개의 약을 먹고 있었다. 서울대 간호대의 연구결과에 따르면 약 복용을 잊은 적 있다는 응답률은 50%를 웃돈다. 우리나라도 건망증 때문에 약을 복용해야하는 사실 자체를 잊어버리는 현상이 발생한다. 실제로 약 미복용 이후 환자의 73%는 특별히 대처하지 않았으며, 전문가 상담 또는 병원 진찰을 받는 환자는 12.5%에 불과하다. 이런 현상을 ‘복약 불순응’ 이라고 한다. 이는 의료계의 오랜 고민거리다. 국내에서 회수되는 미복용 의약품은 연간 35톤이 넘는다. 미국에서는 환자들이 약을 안 먹어 해마다 3000억 달러의 비용 손실과 12만5000명의 사망자가 발생하고 있다. 이런 **복약 불순응** 문제를 해소하기 위해 환자들에게 약 복용 시간을 알려주는 복약 추적 시스템을 구현하여 스마트 약통을 만들려고 한다.

2. 본 론

2.1 제안된 모델

Fig. 1은 본 설계 작품의 하드웨어 구성도이다. 설계 작품에서는 앱인벤터를 이용하여 스마트폰 알람앱을 만들었다. 스마트폰 알람앱의 주요기능은 스마트약통과 블루투스 통신을 하여 알람시간에 스마트약통에서 LED와 부저가 동작하게 하는 것이다. 추가적으로, 센서값을 아두이노로 전송해 약을 먹는 시간을 확인할 수 있게 데이터 값을 받아 저장한다.

2.2 시스템과 모듈의 동작

Fig. 2는 설계 작품의 전체 흐름도이다. 스마트폰 알람 앱을 통해 약을 복용할 시간을 설정한다. 설정한 시간이 되면, 스마트폰에서 알람이 울리고 스마트약통에서도 LED가 ON되고 부저가 울린다. 약통 내부에 있는

터치센서를 터치하면 스마트폰의 알람이 종료되고 스마트약통의 LED가 OFF되고 부저도 멈춘다. 마찬가지로 스마트폰에서도 스마트폰 알람과 스마트약통의 알람을 종료할 수 있다.

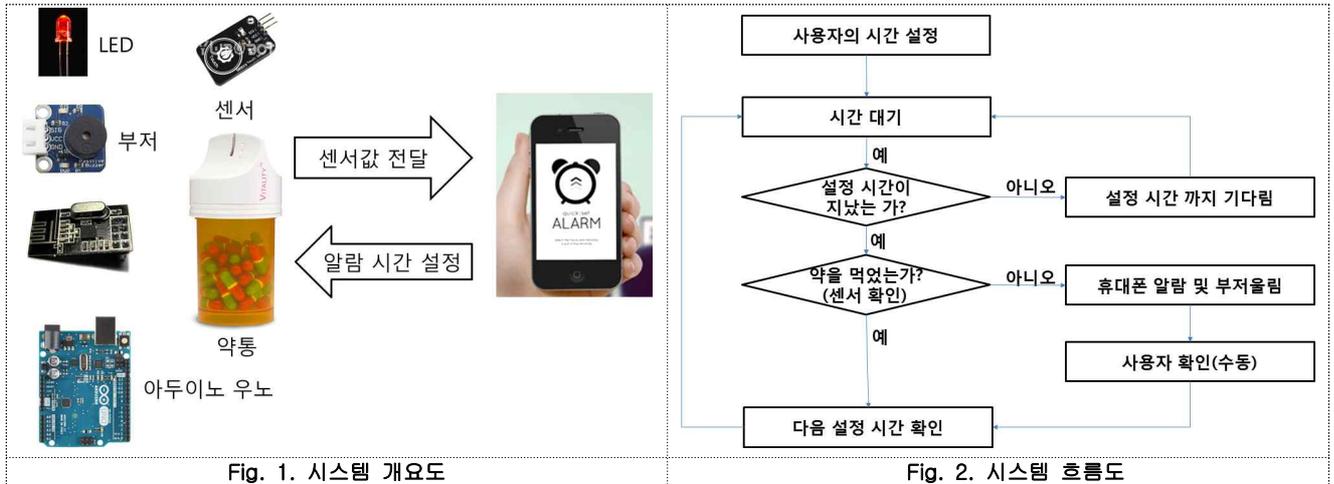


Fig. 1. 시스템 개요도

Fig. 2. 시스템 흐름도

3. 결과 및 토의

스마트약통은 사용자가 스마트폰에서 설정한 알람 시간에 스마트약통의 LED와 부저를 동작시키고, 스마트폰에서도 알람이 울리게 하는 기능이다. 현재는 블루투스 통신을 사용하기 때문에 스마트폰과 스마트약통이 사이의 통신거리가 멀어진다면 약 복용시간을 설정하여도 알람을 받지 못 할 수도 있다. 그리고 설정한 간이 지나면 알람을 다시 설정해야한다. ‘복약 자동 알림 시스템’의 구현을 위해서는 통신문제를 해결해야할 것이다.



Fig. 3. Application

Fig. 4. Model

4. 결 론

스마트약통과 어플리케이션간의 블루투스 통신을 통해 설정한 시간에 약통의 부저와 LED를 동작시킨다. 스마트폰에서도 알람이 울려 약통이 주위에 없어도 약 복용시간을 알 수 있다. 약 복용 후에 알람을 종료하기 위해 센서를 동작시켜 약을 먹은 날짜와 시간을 데이터로 받아 볼 수 있다. 결과적으로 건강증환자들의 약미복용 문제를 방지할 수 있고 약을 필요로 하는 환자들의 건강을 유지할 수 있는 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 우지운 “블루투스 와이파이 통신을 이용한 앱인벤터 + 아두이노 스마트폰 앱 프로젝트”, 2018.
- [2] 남상엽 “스마트폰으로 제어하는 아두이노”, 2017.
- [3] 임종권 “사물인터넷을 위한 아두이노 길라잡이”, 2017.
- [4] 조도현 “스마트폰, 블루투스, 인터넷, WIFI 그리고 아두이노”, 2017.

운동강도에 따라 적합한 곡을 선별하는 음악 플레이어

정호제, 서정호, 유은진, 양권모, 김병찬, 조강현*
 울산대학교 전기공학부

A Music Player Adequately Selects with respect to Exercise Intensity

Jung Ho Je, Seo Jung Ho, Yoo Eun Jin, Yang Kwon Mo,
 Kim Byeong Chan, Kang-Hyun Jo*
 School of Electrical Engineering, University of Ulsan

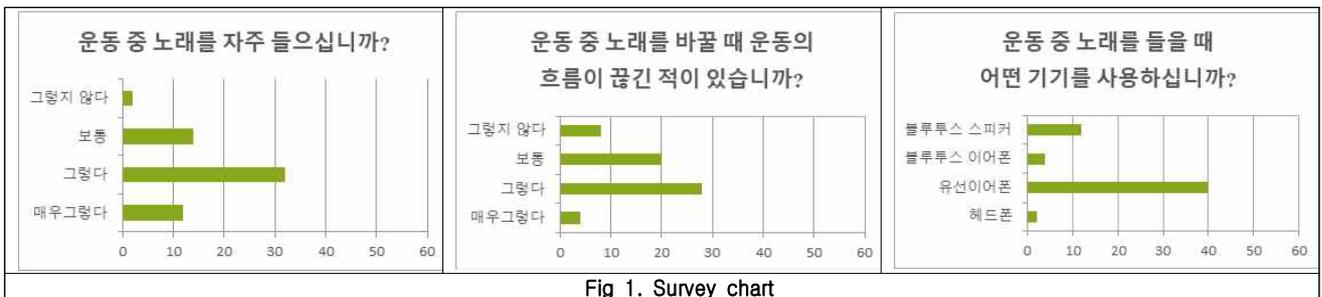
Abstract

This task is for a wearable device to select music based on the measured strength of the motion, and is sent to the smartphone after measuring the value of ECG data, which is the strength of the motion on the device. After the app receives the data, it is designed so that it can select sound sources according to the intensity of the movement. The strength of the motion is divided into three play lists, high, normal and low according to the range of electrocardiogram(ECG) numbers and the app automatically plays the play list corresponding to the strength of the motion.

1. 서 론

사람들은 운동할 때 음악을 듣는 경우가 많고, 운동 상황에 따라 선호하는 음악이 다르다. 하지만 일반 MP3 Player의 경우 사용자의 운동 상황과 음악 선호도에 상관없이 무작위로 선곡한다. 따라서 원하지 않는 음악이 재생되는 문제가 발생하며 운동의 효율을 떨어지게 한다. 이를 해결하기 위해 운동 중에 운동강도(심전도 수) 및 상황에 따라 선호하는 음악을 자동 선곡해주는 제품을 제작하였다.

Fig1의 자료를 보면 60명의 설문조사를 통해 이와 같은 어려움을 겪는 사용자가 많다는 것을 확인하였고 암 밴드 형태로 제품 제작을 결정하였다.



2. 본 론

2.1 심전도 센서(ECG sensor)와 이용한 운동강도 측정

Fig 2의 심전도 센서를 사용하여 심전도 수를 측정하였다. 하지만 흔들림이 많은 상황에서 사용하기 때문에 측정값이 순간적으로 크거나 낮게 측정되는 문제가 발생하였다. 이를 해결하기 위해서 10초 동안의 데이터 평균을 계산하여 순간적인 damping 문제를 해결하였다.

2.2 Bluetooth 3.0을 사용한 데이터 통신

데이터 송수신 기능을 구현하기 위해 BLE와 Bluetooth 3.0을 비교하였으며 Bluetooth 3.0(HC-06)을 선택하였다. 이유는 BLE가 전력소모 부분에서 15mA 미만으로 30mA의 전력소모를 가진 Bluetooth 3.0보다 효율적이지만 운동상황을 고려하여 전송속도 및 안정도가 높은 기존 Bluetooth 3.0이 효율적이라 판단하였다

2.3 Application을 사용한 음악 선곡

Fig 3과 같이 안드로이드 스튜디오를 사용하여 운동 시 편리하게 사용 가능한 UI/UX를 가진 Layout을 Design 하였으며 운동강도에 따른 HIGH, NORMAL, LOW 3가지의 Play List를 제작하였다. 따라서 App에서 심전도 데이터를 수신받은 후 자동으로 Play List를 선정하여 곡을 재생한다. 또한, 급변하는 심전도 수에 따른 곡의 부문별 한 변화를 방지하기 위해 심전도 수가 다른 Play List 범위로 변할 때는 음악 재생 시간이 전체시간의 50% 미만일 경우 기존음악을 재생하고 50% 이상일 경우 심전도 수에 맞는 Play List로 변환하여 음악을 재생시킨다.

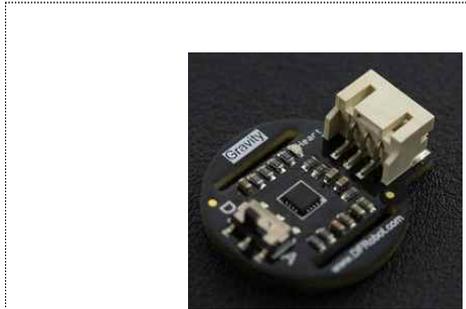


Fig 2. ECG sensor(SEN0203)



Fig 3. Application & layout

3. 결과 및 토의

최종적으로 완성된 하드웨어 Fig4의 성능 분석을 위해 기존의 Wearable device(샤오미 미 밴드)와 3가지 경우에서 비교분석 하였다. 아래 분석표에서 확인되듯이 최대 오차는 6.87%가 발생하였다. 이는 사용하는 심전도 센서의 성능의 문제로 판단되며 흔들림 방지와 심전도 센서와 인체의 적절한 거리를 유지한다면 오차가 줄어들 것으로 판단된다.

정확도 (평균값)	기준 (Wearable device)	측정(Heart band)	오차율 (%)
일상	68	72	5.88
운동 중	131	140	6.87
운동 후	103	102	0.97

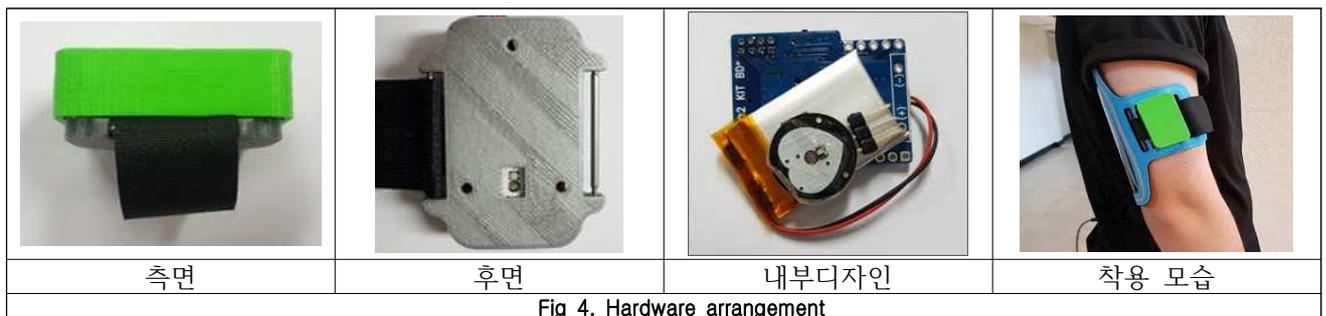


Fig 4. Hardware arrangement

4. 결 론

본 연구를 통해 심전도로 표현된 운동 강도에 따라 사용자의 기호에 맞는 음악을 자동 선곡해주는 디바이스를 제작하였다. 이 기술을 통해 운동 시 겪었던 음악재생 문제를 손쉽게 해결할 수 있으며 운동 효율을 효과적으로 향상 시킬 것으로 사료된다. 더 나아가 제품의 내구성을 높이고 심전도 측정의 오차를 줄인다면 제품의 효율성이 더욱 향상 될 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- 1) 정재근, Do it! 안드로이드 앱 프로그래밍, 이지스퍼블리싱, pp.430-482, 2017.
- 2) 천인국, 안드로이드 프로그래밍, 생능출판, pp.614-728, 2012.
- 3) 서용호, 김영준, 한중희, 아두이노 100% 호환 SPL-DUINO-BT 활용하기, 하늘기획, 2014, 9.
- 4) 마이클 실로, 손에 잡히는 아두이노, 인사이트, 2016, 11.

6축 힘/모멘트 측정기능을 갖는 병렬구조형 로봇 베이스 플랫폼 설계

정성훈¹, 김한성²

경남대학교 기계융합공학과¹, 경남대학교 기계공학부²

Design of a Parallel-structured Robotic Base Platform with 6-axis Force/Moment Sensing

Sung Hun Jung¹, Han Sung Kim²

Department of Mechanical Convergence Engineering¹ and Mechanical Engineering², Kyungnam Univ.

Abstract

In this study, the design of a Parallel-structured robotic base platform with 6-axis Force/Moment sensing capability is presented. The advantages of the F/T measurement at a robot base are introduced, comparing the methods of torque sensing at the joints and F/T measurement at the end-effector. The proposed base platform consists of connecting six legs of the moving Platform to the base. The measurement method of external force/moment by operator and/or environment is derived for cooperative work applications between operator and robot such as cooperative robot and direct teaching.

1. 서 론

본 연구에서는 로봇 기구부 베이스에 6축 힘/모멘트를 측정할 수 있는 병렬구조형 장치를 제안한다. 제안하는 방법은 로봇 기구부 베이스에 적용되고 위치제어기반 로봇에 힘/모멘트 측정을 가능하게 하여 힘제어 및 충돌 감지를 통한 협업기능, 직접교시 등의 기능을 수행할 수 있다. 제안하는 방법의 장점으로는 엔드이펙터뿐만 아니라 로봇 암 전체에 작용하는 힘/모멘트를 측정할 수 있게 된다. 또한, 조인트 토크를 측정하는 방법은 조인트 축 내부에 센서를 장착하여야 하나 이 방법은 상용 산업용 로봇에 별도의 조인트 센서 추가 없이 힘/모멘트 측정이 가능하다.

2. 본 론

로봇 베이스 플랫폼 장치는 Fig. 1과 같이, 6-SPS(Spherical-Prismatic-Spherical) 구조의 병렬 기구^[1]를 사용한다. 직선조인트(P)의 역할은 인장/압축력 모두를 측정할 수 있는 S-beam 로드셀을 사용하였다. 로드셀 양단에 구형조인트(S)가 연결되어 Fig. 1에서의 (b)와 같이, 이동플랫폼의 P점에 작용하는 힘/모멘트가 로드셀의 순인장/압축력으로만 전달되므로 힘측정의 민감도(sensitivity)를 최대화 할 수 있다. Fig. 3과 같이, 6축 베이스 플랫폼의 시작품을 개발하였고 이의 기구학적 변수를 Table 1에 나타내었다. 여기서 사용된 로드셀은 (CAS사의 SBA-25L, 3mV/V, 25kgf)이고 최대 측정 가능한 힘/모멘트를 Table 2에 나타내었다.

Table 1. Kinematic parameters of the 6-axis base platform prototype

kinematic Parameters	value
Radius of the fixed platform(r_a)	110.576mm
Radius of the moving platform(r_b)	72.993mm
Half angle at the fixed platform(ϕ_a)	10.627°
Half angle at the moving platform(ϕ_b)	9.462°
Initial height(h_0)	74.98mm
Initial leg length(l_0)	103.897mm

Table 2. Max. force/moment measurements

force/moment	value
$f_{x, \max}$	546N
$f_{y, \max}$	519N
$f_{z, \max}$	1,082N
$n_{x, \max}$	44.9Nm
$n_{y, \max}$	38.9Nm
$n_{z, \max}$	74.7Nm

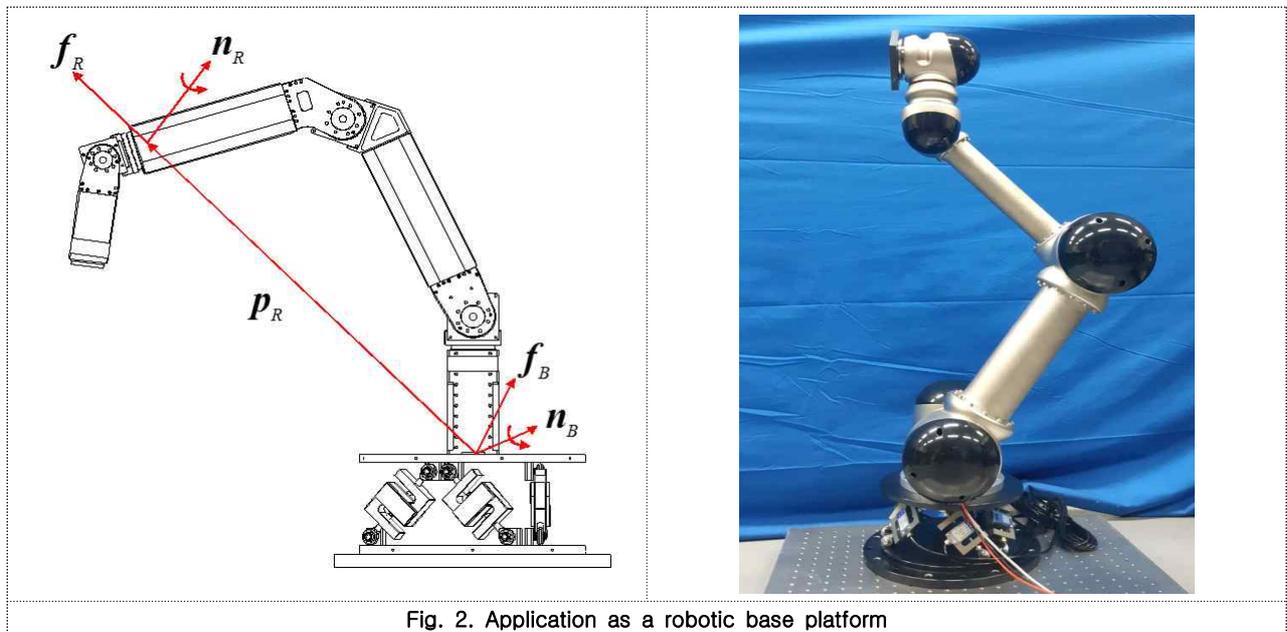
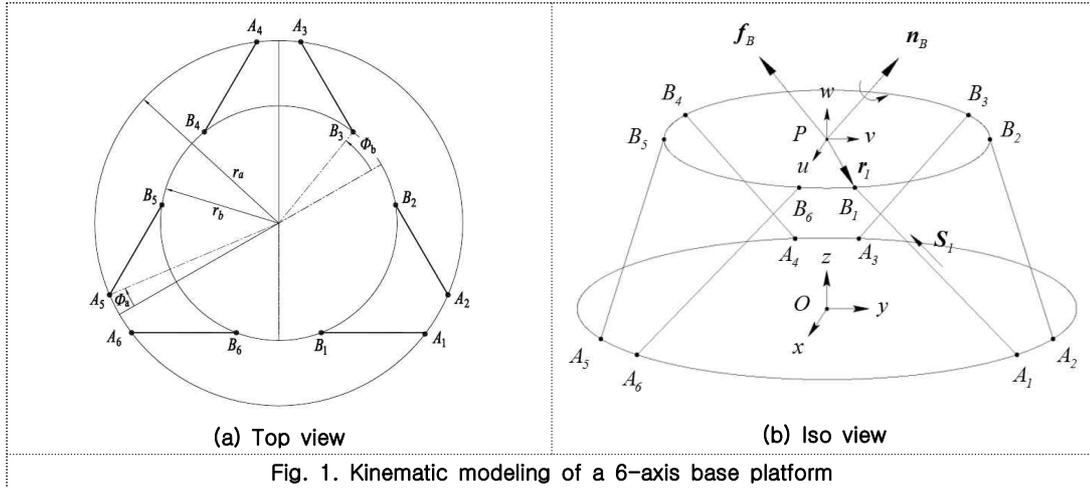
S빔 로드셀에서 인장/압축력(f_i)를 측정하여 베이스 플랫폼에 작용하는 힘(f_B)과 모멘트(n_B)를 구하고 작용점(p_R)을 이용하여 로봇에 작용하는 힘(f_R)과 모멘트(n_R)를 식(1)과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} f_B \\ n_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 & \dots & s_6 \\ r_1 \times s_1 & r_2 \times s_2 & \dots & r_6 \times s_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_6 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} f_B \\ n_B \end{bmatrix} = {}^B T_R \begin{bmatrix} f_R \\ n_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} {}^B R_R & 0_{3 \times 3} \\ \hat{p}_R & {}^B R_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_R \\ n_R \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} f_R \\ n_R \end{bmatrix} = {}^B T_R^{-1} \begin{bmatrix} f_B \\ n_B \end{bmatrix} \quad (1)$$

s_i : i 번째 다리의 단위방향벡터

r_i : 힘/모멘트 작용점에서 i 번째 다리까지의 거리벡터

$p_R = [p_x, p_y, p_z]^T$: 베이스플랫폼으로부터 로봇에 가해지는 접촉점의 위치



사 사

본 논문은 2018년도 정부(교육부)의 지원을 받아 수행중인 산학공동기술개발과제(LINC+) 연구지원사업 성과임.

[참 고 문 헌]

- 1) Kim, H. S., 2014, "Position/Force Control using a 6-axis Compliance Device with Force/Torque Sensing Capability," Journal of Automation and Control Engineering, 3(1), pp. 35-39.
- 2) Tsai, L. W., 1999, Robot Analysis: The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, Wiley.

6축 델타형 순응장치 설계 연구

전동화¹, 김한성²

경남대학교 대학원 기계융합공학과¹, 경남대학교 기계공학부²

Design of a Novel 6-axis Delta-type Compliance Device

Dong Wha Jeon¹, Han Sung Kim²

Department of Mechanical Convergence Engineering¹ and Mechanical Engineering², Kyungnam Univ.

Abstract

In this study, the design and stiffness of a novel 6-axis Delta-type compliance device with F/T sensing capability is presented. The proposed Delta mechanism consists of six P-S-S (Prismatic-Spherical-Spherical) legs and can be miniaturized compared with the previous prototype using a 6-6 type parallel one. The proposed compliance device has a compliance center at point C and F/T sensing can be measured with strain gauges attached at simple cantilever beams.

1. 서 론

최근 산업용 로봇을 이용한 자동화 작업에서 대부분의 후처리 공정은 산업용 로봇의 일정한 힘제어가 필요하다. 일반적으로 로봇 끝단에 순응성을 갖는 작업툴을 장착하여 기구적 변형을 이용하여 일정한 힘을 제어한다. 본 연구에서는 다수의 후처리 공정과 같이 동시 위치/힘제어가 요구되는 후처리 가공 및 기존 연구에 비하여 소형화 가능한 델타 메커니즘을 응용한 순응장치 설계방법을 제시한다.^[1,2]

2. 본 론

다수의 후처리 공정과 같이 작업물에 일정한 힘으로 접촉을 요하는 경우, 작업로봇의 위치정밀도보다 큰 순응성이 로봇 끝단과 작업툴 사이에 반드시 필요하다. 기존에 대표적으로 사용되는 F/T (Force Torque) 센서는 측정 정밀도가 우수하나 강도가 높은 주변환경에서 힘제어 작업 시, 추가의 순응부재가 필요하다.^[3] 기존 연구에서는 6개의 P-S-S (Prismatic-Spherical-Spherical) 다리로 구성된 가우-스튜어트(Gough-Stewart) 메커니즘을 이용한 6축 순응장치를 개발하였다.^[4]

본 연구에서는 Fig. 1.과 같이 델타 메커니즘(Delta mechanism)으로 6개의 P-S-S 다리로 구성하였다. 제안된 순응장치는 C점에서 순응중심(Compliance Center)을 이루며 단순 외팔보 빔에 부착된 스트레인게이지로 Force/Torque 측정이 가능하다. 본 연구 시작품은 기존 시작품에 비하여 소형화가 가능하다.

2.1 6축 델타형 순응모듈 설계 및 강성행렬 해석

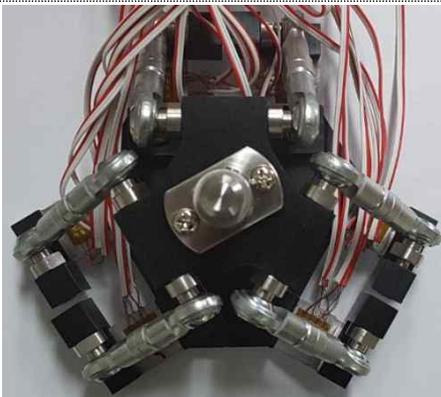


Fig 1. 6-axis Delta-type compliance device

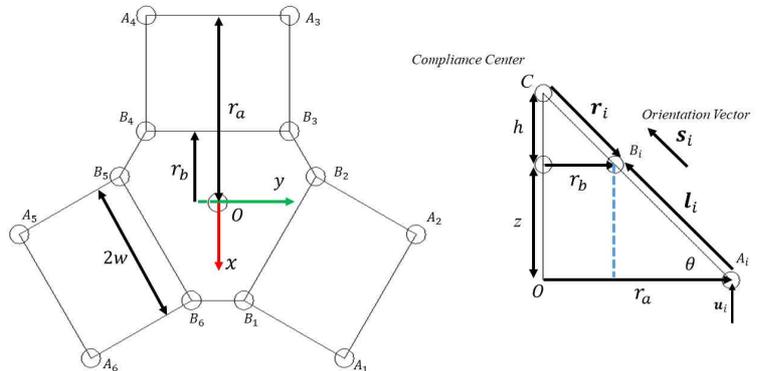


Fig. 2. Stiffness modeling of the 6-axis Delta-type compliance device

제작한 6축 델타형 순응장치는 Fig. 2.와 같이 모델링하였다. C 점에서 순응중심이 이루어진다. 기구학적 변수들을 결정하게 되면 강성행렬 K 는 대각화가 이루어진다. 정의한 설계변수는 다음과 같다.

Table. 1. Design parameters of the manipulator and beam

Parameter	Value	Parameter	Value
고정플랫폼 반경(r_a)	54.941mm	링크 길이(l_i)	48mm
이동플랫폼 반경(r_b)	21mm	이동플랫폼부터 순응중심까지의 거리(h)	21mm
조인트 폭($2w$)	42mm	플랫폼 사이 거리(z)	33.941mm
조인트 강성(k_i)	10.04[N/mm]	플랫폼과 다리 사이각(θ)	45°

Table. 2. Design parameters of joint stiffness

Parameter	Value	
외팔보 폭(b)	18mm	$k_i = \frac{3EI}{L^3} = \frac{bt^3E}{4L^3} = 10.04[\text{N/mm}]$ where, ($I = \frac{bt^3}{12}$, $E = 190 \text{ GPa}$, $\theta = 45^\circ$, SUS304)
외팔보 높이(t)	0.5mm	
외팔보 길이(L)	22mm	

이러한 기구학적 변수 및 조인트 강성을 대입하여 식(1)와 같은 강성행렬 K 를 얻을 수 있다.

$$K = k_i \text{diag}(3\cos^2\theta, 3\cos^2\theta, 6\sin^2\theta, 3w^2\sin^2\theta, 3w^2\sin^2\theta, 6w^2\cos^2\theta) / \sin^2\theta \quad (1)$$

$$K = \text{diag}(30.12, 30.12, 60.24, 13282.92, 13282.92, 26565.84)$$

3. 결론

본 연구에서는 델타 메커니즘을 적용한 순응장치 설계를 제시하였다. 연구 결과 기존 시작품에 비하여 소형화하여 순응장치 기구부를 제작 가능함을 확인하였다. 단순 외팔보에 부착된 스트레인게이지로 순응중심에서 F/T 측정 가능하다. 향후 본 시작품을 개선설계하여 강성 변화가 가능하고, 힘제어를 위한 위치보상값을 실시간으로 계산하여 상용 로봇제어기에 직렬 통신으로 실시간 전송이 가능하게 하는 힘제어모듈 연구를 진행하고자 한다.

사 사

본 논문은 2018년도 정부(교육부)의 지원을 받아 수행중인 산학공동기술개발과제(LINC+) 연구지원사업 성과임.

[참 고 문 헌]

- 1) Duffy, J., 1996, "Statics and Kinematics with applications to Robotics", Cambridge University Press.
- 2) Griffis, M. W., 1991, "Kinestatic Control: A Novel Theory for Simultaneously Regulating Force and Displacement," Ph.D Thesis, University of Florida.
- 3) J. H. Lee, C. G. Kang, 2001, "Signal Processing and Performance of a Six-Axis Force-Torque Sensor Using Strain Gauges" Institute of Control, Robotics and Systems, 7(2), pp. 146-151.
- 4) 김환성, 2014, "6축 병렬형 순응기구를 이용한 힘/위치 동시제어," 한국생산제조시스템학회지, 23(5), pp. 421-427.

디버링용 2축 순응장치의 강성해석

김기성¹, 김한성²

경남대학교 기계융합공학과¹, 경남대학교 기계공학부²

Stiffness Analysis of a Novel 2-Axis Compliance Device for Deburring

Gi Sung Kim¹, Han Sung Kim²

Department of Mechanical Convergence Engineering¹ and Mechanical Engineering², Kyungnam Univ.

Abstract

In this study, the stiffness analysis of a 2-axis compliance device for deburring is presented. Currently, commercial deburring tools provide compliance with simple mechanical springs without force measurements. However, the 2-axis compliance device with force measurement using strain gauges is developed, which makes deburring on complex shape possible. This paper presents 2-RPR (Revolute-Prismatic-Revolute) and 2-SSP (Spherical-Spherical-Prismatic) mechanisms and ADAMS[®] modeling. Through ADAMS[®] simulations, it is verified that the stiffness model has linearity, and the linear stiffnesses along the X- and Y-axis are obtained.

1. 서 론

본 연구에서는 디버링을 위한 2축 순응장치의 강성해석을 수행한다. 현재 상용 디버링툴은 힘 측정 없이 단순 기계적 스프링으로 툴 끝단의 순응성을 제공하여 단순 형상의 디버링 작업기능을 제공한다. 그러나 힘 측정이 가능한 2축 순응장치로는 복합 가공형상 정밀 디버링이 가능하고 Smart Factory 구축을 위하여 힘 제어 가능한 디버링 제어기술이 필요하다. 2축 순응장치는 2-RPR(Revolute-Prismatic-Revolute)와 2-SSP(Spherical-Spherical-Prismatic)의 메커니즘을 제안한다. 두 가지 모두 Fig. 2와 같이 유니버설 조인트(Universal Joint)에 의해 2자유도를 가지게 된다. 외팔보(Beam)에 대해서는 Fig. 1과 같이 강성해석이 가능하나 힘 작용 위치 및 2-SSP(Spherical-Spherical-Prismatic) 구조의 정확한 해석을 위하여 ADAMS 소프트웨어를 이용하여 외팔보(Beam)의 변형을 해석하였다.

2. 본 론

Fig. 3에서 보는 바와 같이 2-SSP(Spherical-Spherical-Prismatic)와 유니버설 조인트(Universal Joint) 구조로 Fig. 4와 같이 ADAMS에서 모델링 하였고 디버링툴 끝단에 힘 F 와 외팔보(Beam) 조건을 적용하였다. (Fig. 6 참고) 외팔보(Beam)의 재질은 SUS303 기준이며 조건은 Table. 1과 같다. 그리고 X, Y방향 모두 10N의 힘을 가하여 모델링에 이상이 없음을 확인하였다. 또한 외팔보(Beam)에 가해지는 힘의 크기가 선형적임을 증명하기 위해 10N, 20N, 30N의 힘을 가하였고 그 결과는 Table. 2와 같이 선형적으로 증가함을 알 수 있다. 2축 순응장치는 Fig. 2와 같이 평행한 2개의 외팔보(Beam)를 가지므로 강성 k 는 결과적으로 2배가 된다. 그리고 Table. 2와 같이 각 작용하는 힘에 의해 강성 k 는 $\frac{10}{16.12} = 0.620$ 배의 값을 가지게 된다. 결과적으로 외팔보(Beam) 1개의 강성 $k = \frac{3EI}{l^3} = 24.806[N/mm]$ 이고, 디버링툴 끝단의 힘 F 에 의해서 실질적으로 강성 $k = \frac{3EI}{l^3} \times 0.620 = 24.806 \times 0.620 = 15.380[N/mm]$ 값을 가지게 된다.

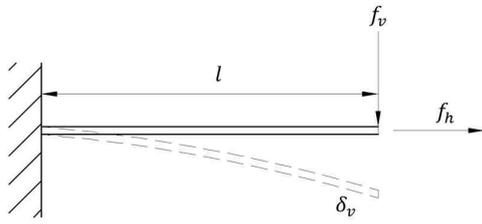


Fig. 1. Deflection of cantilever beams

$$\delta_v = \frac{f_v l^3}{3EI} \quad \left(k = \frac{f_v}{\delta_v}, I = \frac{bh^3}{12} \right)$$

$$k = \frac{3EI}{l^3}$$

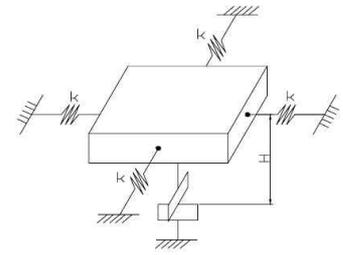


Fig. 2. 2-axis compliance device sketch

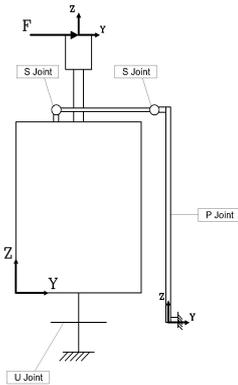


Fig. 3. Modeling of 2-axis deburring tool (2-SSP)

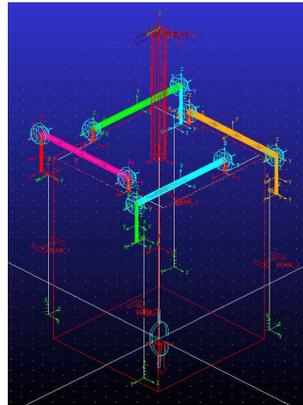


Fig. 4. Deburring mechanism modeling by ADAMS (2-SSP)

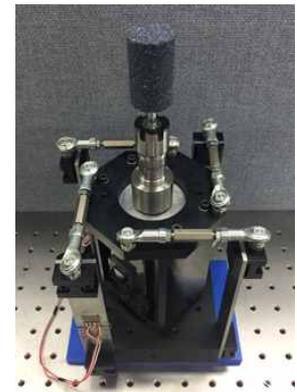


Fig. 5. 2-axis compliance device prototype

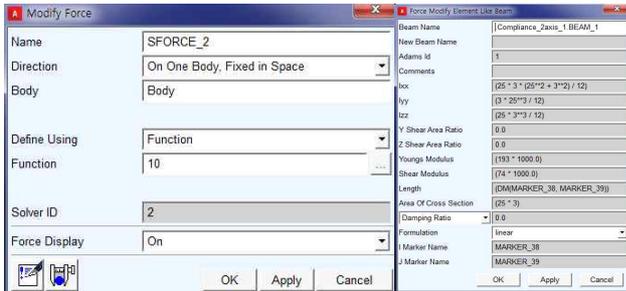


Fig. 6. Condition of force and beams

Parameter	Value
$l(mm)$	109.5
$E(GPa)$	193
$b(mm)$	25
$h(mm)$	3

Table 1. Beam parameters

Applied force at the tool [N]	Applied force at the beam 1 [N]	Applied force at the beam 2 [N]
10	8.06	8.06
20	16.11	16.14
30	24.14	24.22

Table 2. The applied force of each beam after applying force

사 사

본 논문은 2018년도 정부(교육부)의 지원을 받아 수행중인 산학공동기술개발과제(LINC+) 연구지원사업 성과임.

[참 고 문 헌]

- 1) Lung Wen Tsai, "Robot Analysis", Department of Mechanical Engineering and Institute for Systems Research University of Maryland, pp. 261-293, 2000
- 2) Han Sung Kim, "Kinestatic Control using Six-axis Parallel-type Compliant Device", School of Mechanical Engineering, pp. 422-424, 2014

레일 음향 조도 저감장치의 힘/모멘트 측정을 위한 순응기구의 최적 설계

이영걸¹, 최한신², 정우태³

연세대학교 기계공학과¹, 연세대학교 기계공학과², 한국철도기술연구원 교통환경연구팀³

Optimal design of compliant design for measurement of force/moment of rail acoustic emission reduction device

Yeong Geol Lee¹, Han Shin Choi² Woo Tae Jeong³

Mechanical engineering, Yonsei University^{1,2},

Transportation Environmental Research Team, Korea Railroad Research Institute³

Abstract

In this study, the rail roughness reduction device and the grinding force are described, and optimization of compliant device for a specific work environment was carried out. The compliance of compliant device is determined by the position of the joints and the stiffness of each hinge. The decision variables of the objective functions are the position of the joints and the stiffness of the hinges. The objective functions are the size of compliant device and the difference in magnitude of angular deformation when grinding force is applied to the compliant device. By the resultant of optimization of compliant device, the compliant device was designed. This guarantees accuracy of compliant device by maintaining the angular deformation at an infinitesimal displacement.

1. 서 론

국내에서 해외로의 물자이송이나 해외여행을 하기 위해서 항공편을 이용하는 것이 필수불가결한 상황이었으나 국제정황상 비행기를 이용하지 않고 철도를 통해 물자운송이나 여행할 수 있는 가능성이 열리게 되면서 철도산업에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다. 이렇게 철도산업이 주목받게 되면서 철도기술은 고속화 대형화가 더욱 빠르게 진행될 것으로 예상되지만 이를 위해선 철도 소음을 제거하기 위한 연구가 선행되어야 한다. 본 논문에서는 철도 소음을 줄이기 위한 방법으로 레일 음향조도 저감을 소개하며 정밀한 레일 조도 저감을 위해 미세 연마의 필요성을 제시하고 미세 연마를 위해 레일 조도 저감 장치가 받는 힘을 측정하는 순응기구를 설계하였다. 또한 작업환경에 맞추어 순응기구의 정확성을 향상시키는 방향으로 최적설계 하였다.

2. 본 론

2.1 레일 음향조도 저감장치

철도 소음의 원인은 차륜과 레일 사이의 마찰로 인해 발생하는 전동음이 대표적이다. 따라서 레일을 균일하게 연마를 함으로써 소음의 문제를 해결할 수 있다. 이러한 방식은 일정 파장에 대한 거칠기를 줄여야 하기 때문에 연마장치를 제어하여 미세하게 연마를 할 것이 요구된다. 본 연구에서는 모터 3개를 이용하여 상하제어와 연마석의 토크제어를 하면서 동시에 전진할 수 있는 레일 음향조도 저감장치를 설계하였고 3자유도 제어를 통해 미세연마를 할 수 있도록 하였다.

2.2 순응장치의 최적설계

일반적으로 연마장치는 세 방향으로 연삭저항을 받게 되는데, 이는 접선방향의 주분력, 반경방향의 배분력, 그리고 바퀴 축 방향의 이송분력으로 구분된다. 미세연마를 위해서 이 세 방향의 힘을 정확히 측정하여 연마장치를 제어하여야 하는데 일반적으로 배분력이 주분력과 이송분력에 비해 상당히 크게 나타난다. 이를 측정하는 순응장치는 세 힘의 크기차이로 인해 정밀도 저하가 우려된다. 이러한 작업환경 하에서 세 힘 모두 정확하게 측정 가능한 순응장치를 설계하기 위해서 형상 최적화를 진행하였다. 먼저 순응장치는 3 자유도 평면 병렬형 구조이며 힌지의 강성과 각 조인트들의 위치에 의해 순응장치의 강성이 결정되고, 이렇게 강성이 결정된 순응장치는 각 힌지의 변형각으로 힘을 측정한다. 순응장치의 최적화는 순응장치의 강성을 결정하는 인자

들을 변형시켜가면서 위와 같은 작업환경 속에서도 힌지의 변형각 크기 차이를 최소화하는 방식으로 진행하였다.

3. 결과 및 토의

최적화를 진행하는데 사용된 입력변수는 조인트들의 위치와 각 힌지의 강성으로 총 6개이며 목적함수는 센서의 크기와 배분력이 주분력과 이송분력의 10배가 작용할 때 각 힌지의 변형각들의 차이로 하였다. 두 개의 목적함수를 동시에 최적화하기 위해 NSGA-II 방식을 이용하였다. 모집단의 수는 100이며 세대수는 2000으로 하였다. 최적화 결과 그림 1처럼 바운더리가 형성되었다.

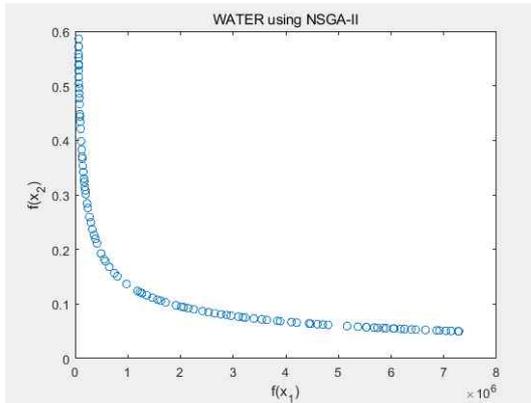


Fig. 1. Resultant of optimization of compliant device

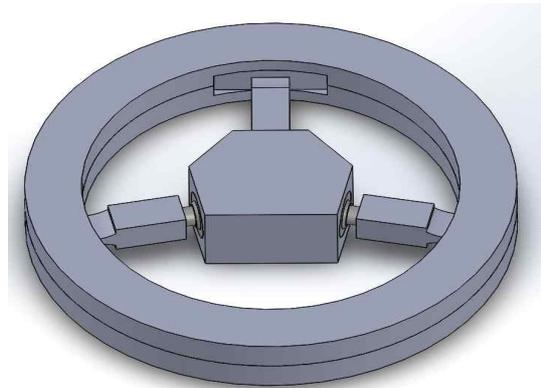


Fig. 2. Optimum compliant device

최적화 결과 한 힌지는 x 축 상에 놓이고 두 힌지는 x 축과 78° 를 이룬다. 각 힌지의 강성은 결국 크면 클수록 변형각의 크기가 작아져 힌지의 강성은 최적화 결과에 큰 영향을 주지 않았다. 결국 순응장치의 형상에 따라 요구되는 작업환경 하에서 변형각의 크기차이를 크게 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 NSGA-II 방식을 통해 요구되는 작업환경 하에서 순응장치의 최적설계를 진행하였다. 그 결과 변형각의 크기 차이가 현저히 줄어드는 순응장치의 모형을 얻을 수 있었다. 위와 같이 3 자유도 순응장치를 설계한다면 배분력, 주분력, 이송분력들의 크기 차이가 크게 나더라도 모든 방향에 대해서 변형각이 미소 변위를 벗어나지 않도록 설계 할 수 있게 된다.

사 사

본 연구는 국토교통부 철도기술연구개발사업의 연구비지원(17RTRP-B072484-05)에 의해 수행되었음.

[참 고 문 헌]

- 1) 양신추. "레일 연마에 따른 소음, 진동 저감효과의 평가." 대한토목학회 학술대회 3-6 (2002): 2616-2619.
- 2) 김형근, and 장서일. "휠/레일연마에 의한 지하철 곡선 구간의 소음저감에 관한 연구." 대한환경공학회 학술 발표논문집 (2003): 838-845.
- 3) 서사범. "일반철도에서 진동음을 저감하기 위한 레일요철의 관리." 대한토목학회지 57.7 (2009): 43-49.
- 4) 김만철, and 최은수. "경부고속선의 레일 연마에 따른 레일 피로수명 평가." 한국철도학회 논문집 13.6 (2010): 577-582.

구동휠 추가에 따른 레일 표면조도 측정에 미치는 영향

정다해¹, 신지선¹, 정우태²

과학기술연합대학원대학교, 로보틱스 및 가상공학¹, 한국철도기술연구원 교통환경연구팀²

Effect on Rail Surface Roughness Measurement according to additional wheels

Dahae Jeong¹, Jiseon Shin¹, Wootae Jeong²

Robotics & Virtual Engineering, University of Science and Technology(UST)¹,
Transportation Environmental Research Team, Korea Railroad Research Institute²

Abstract

In order to predict the rolling noise in the railway system, it is essential to measure the acoustic roughness of the railhead correctly. In general, trolley typed mobile measuring platforms are used to evaluate the acoustic roughness by measuring rail surface roughness. However the method of mobile platform based measuring devices results in incorrectness measurements from the pitching motion by the height difference between front and rear wheels. Therefore, to reduce the measurement errors of the wheel based mobile device, this paper proposes the new platform with additional wheels and analyzes the effects on consequent acoustic roughness measurement.

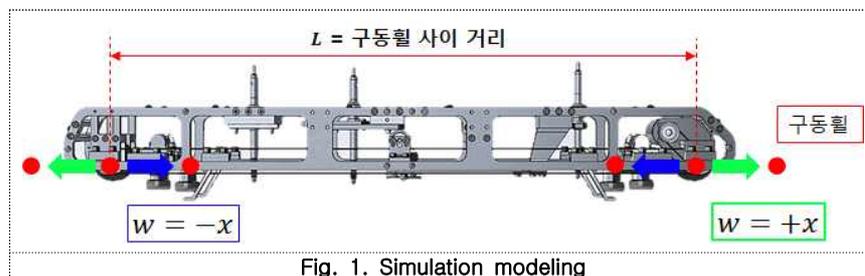
1. 서 론

철도 레일의 전동소음(rolling noise)을 예측하기 위해서는 레일헤드(railhead)의 음향 조도(acoustic roughness)를 정확하게 측정하는 것이 필수적이다. 특히 측정을 위해서 사용되는 모바일 플랫폼(mobile platform)을 이용한 음향조도 측정방식은 전후 바퀴의 고저 차이에 의한 피칭 운동(pitching motion)을 발생시켜 부정확한 측정값의 가장 큰 원인이 된다. 따라서 본 논문에서는 휠 구동형 측정 장치의 측정 오차를 감소시키기 위하여 구동휠이 추가된 플랫폼을 제안하고 음향조도에 미치는 영향을 해석하였다.^[1]

2. 본 론

2.1 측정 배경 및 시뮬레이션 구상

기존에 사용되고 있는 측정 장치는 전단부와 후단부에 위치한 두 개의 구동륜을 이용해 레일 위를 주행하면서 조도값을 측정한다. 본 논문에서는 데이터 왜곡의 근원인 피칭 운동을 감소시키고 측정 가능한 파장 범위를 확장하기 위하여 구동륜을 추가하는 방식을 고려하였다. 기존 바퀴를 기준으로 새로운 구동륜을 외부에 추가할 경우를 $w = +x$, 기존 바퀴를 기준으로 내부에 추가할 경우 $w = -x$ 로 정의하고 측정 시 모든 구동륜 중 가장 높은 위치에 있는 구동륜 2개만 레일 면과 접촉하는 방식을 구상했다.



2.2 구동휠 추가에 따른 시뮬레이션 결과

철도 운행선로에서 측정한 임의의 실험 데이터를 레일헤드 거칠기의 기준값(reference)로 설정하고 Fig. 2. 에 보이는 것과 같이 구동륜을($w = 0, \pm 50, \pm 150mm$) 추가하였을 때 센서가 측정하는 표면조도를 예측하였다. 그 결과 표면조도(surface roughness)는 추가 휠이 기존의 휠보다 바깥쪽에 배치될수록 데이터를 정확

하게 추정했으며, 휠을 가장 바깥쪽에 추가로 장착한 경우가 2개의 휠로 측정하는 경우보다 약 30%의 정확도 상승을 보였다. 음향조도(acoustic roughness)는 0.063m 이하의 단파장에서는 큰 차이가 없으나, 장파장의 경우에는 추가되는 휠이 기존 휠에 가까울수록 기준 스펙트럼과 유사한 조도레벨로 나타남을 확인하였다.

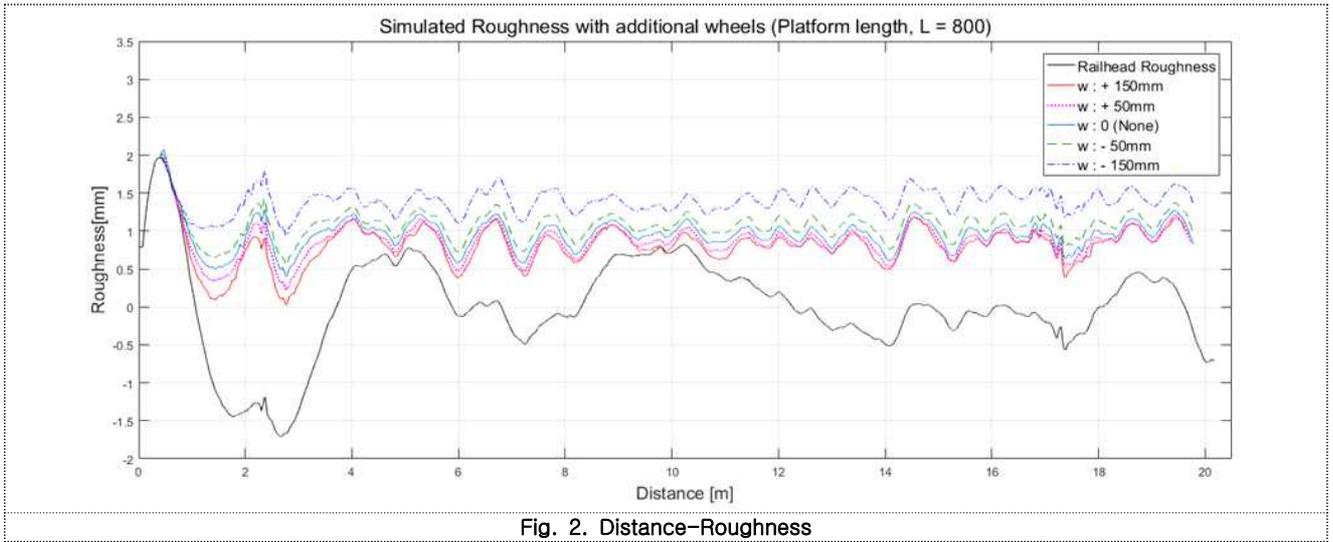


Fig. 2. Distance-Roughness

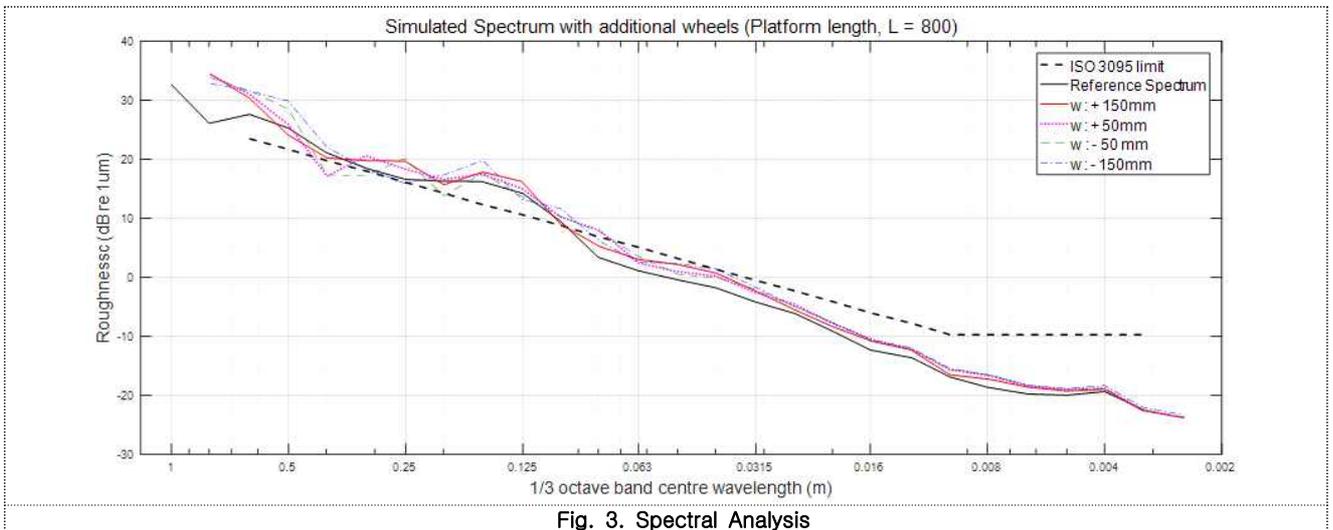


Fig. 3. Spectral Analysis

3. 결론

따라서 전동소음의 레일 음향조도를 계측하기 위해 사용 중인 휠 구동형 측정 장치는 본 논문의 해석결과에 따라 모바일 플랫폼형식의 측정장치의 경우 휠의 추가에 의해서 측정값의 오차를 줄이는 것이 가능함을 확인하였다.

사 사

본 논문은 국토교통부 철도기술연구 개발사업의 연구비지원(17RTRP-B072484-05)에 의해 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- 1) W. Jeong, S. Jeon, D. Jeong, H. Choi. "Effect of Design variables of Rail Surface Measuring Device on Acoustic Roughness and Spectrum Analysis", Journal of the Korean Society for Railway Vol.20, NO.4, pp.440-447(August 2017)

태양광 충전형 스마트 표지병 개발

최성대¹, 김장수¹, 허성범², 김철광², 이승현³

금오공과대학교 기계시스템공학과¹, 거봉산업², ㈜디오시스³

Development of smart raised pavement marker by solar-filled

Seong Dae Choi¹, Jang Su Kim¹, Seong Bum Hue², Chel Kwang Kim², Seung Hyun Lee³
Kumoh Institute of Technology¹, Geobong Industry², Deosys co. LTD.³

Abstract

A raised pavement marker is a safety device used on roads. These devices are usually made with plastic, ceramic, thermoplastic paint or occasionally metal, and come in a variety of shapes and colors. Raised reflective markers include a lens or sheeting that enhances their visibility by retro reflecting automotive headlights. The solar-powered Smart marker is an auxiliary lighting device that identifies pedestrian crossings and automobile-specific roads on the road. By installing a light source on the road surface, pedestrians and drivers can clearly identify pedestrian crossings. It is a hybrid LED display device that can save energy by using sunlight.

1. 서 론

도로 표지병은 도로에 사용되는 안전장치이다. 이러한 장치는 일반적으로 플라스틱, 세라믹, 열 가소성 페인트 또는 가끔 금속으로 제작되며 다양한 모양과 색상으로 제공된다. 반사율이 높은 마커에는 차량 헤드 라이트를 역 반사하여 가시성을 향상시키는 렌즈 또는 광택이 있다. 태양광 충전형 Smart 표지병은 태양광을 충전할 수 있는 충전 모듈과 이를 제어할 수 있는 회로, 그리고 개별 및 일체형 제어를 할 수 있는 송수신 모듈, 기구 함체를 포함한 개별 및 일체형 제어 가능한 LED 표지병을 개발 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 태양광 모듈과 LED 발광 시스템

Fig. 1에는 본 개발에 대한 모식도를 나타내었다. 본 시스템은 태양광 모듈과 배터리, LED 발광체, 송수신 제어기, 발광체 전원회로 등으로 구분된다. 적외선 신호를 보내기 위한 송신 회로도 Fig. 2 에서와 같이 IRED를 켜고 끄기 위한 회로를 갖추었으며 MCU의 PWM출력 핀을 IR_Tx에 연결한 뒤, PWM Frequency를 사용할 Carrier Frequency에 맞추고 PWM 출력을 통신 프로토콜에 따라 ON/OFF 하도록 개발 하였다.

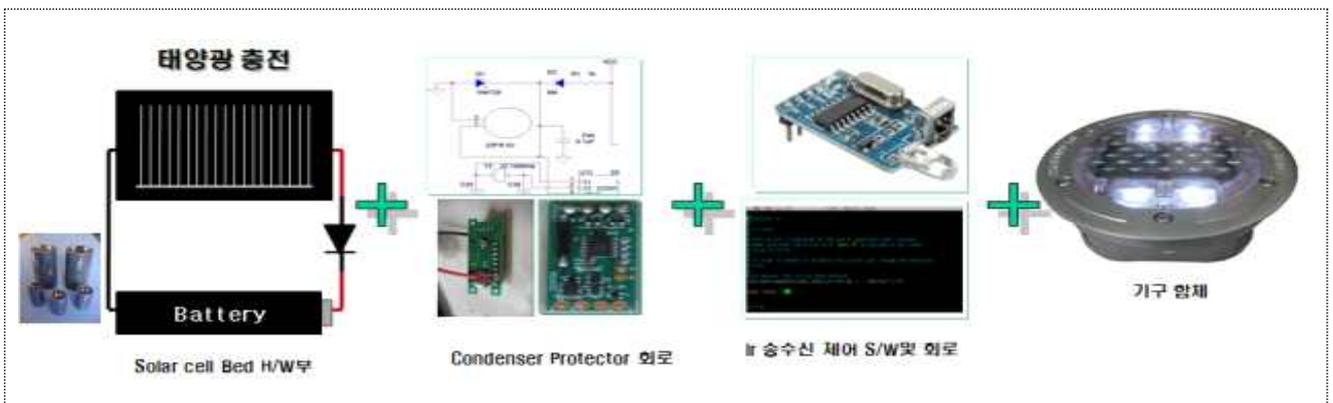


Fig. 1. A schematic diagram of development

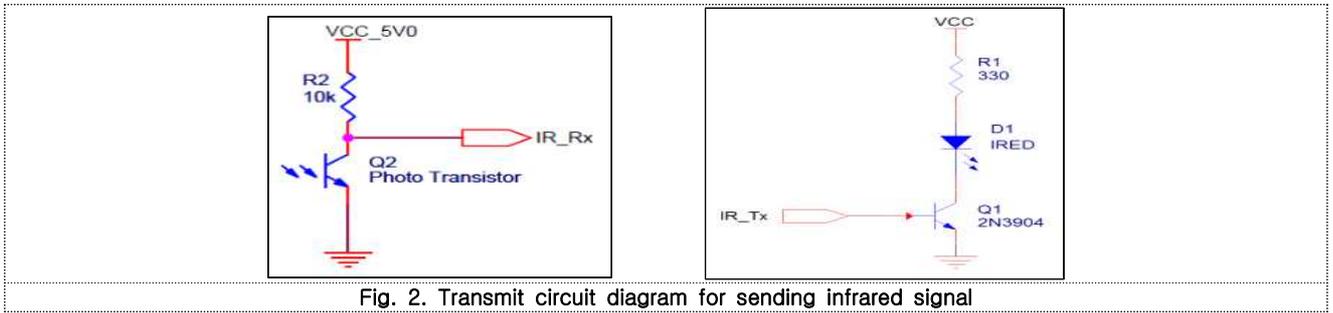


Fig. 2. Transmit circuit diagram for sending infrared signal

무선 제어 시스템에서 제시하는 Solar 시스템을 채택 하면서 표지병은 점등 이외에 점멸, 색상, 조도 등을 변경하도록 하는 것과 무선 제어를 통하여 무선 제어 및 상태 모니터링을 수행하는 기능을 갖는 시스템을 설계하였으며, LED 제어 프로그램은 전용 리모컨 등을 적용하여 각각의 PUSH BUTTON을 누를 경우 각각의 포스팅에 맞는 설정 값으로 제어될 수 있도록 개발하였으며, 시간에 대한 정확한 인지가 중요하므로 변수를 시간변수와 시간차 변수, 번호 순서 변수 등을 넣어 통합적으로 제어할 수 있도록 개발하였다.

2.2 표지병의 구조해석

제품의 특성 확인을 위해 시뮬레이션 방법을 1차적으로 진행하였으며, 설계되어진 Modeling은 Fig. 3과 같다. 제품의 기본 구성은 외각 하우징, 외각 덮개, 내부 열원부 및 브라켓으로 분류 설계하였으며 소재를 바탕으로 제품 신뢰성 검증을 위해 각각의 물성을 적용하여 해석 하였다. 또한 기존 도로 환경을 적용하여 Case 하단 부를 고정 후, Cover 상부에 가해지는 외력으로 30ton의 하중을 분포하중으로 설정하였다. Fig. 4는 시뮬레이션결과를 나타내었다.

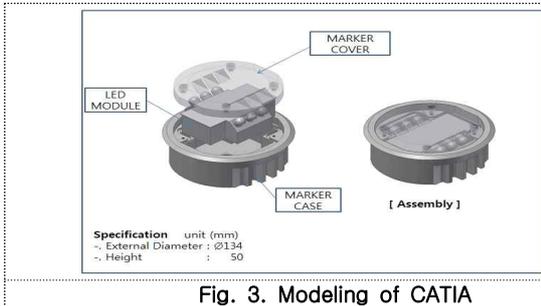


Fig. 3. Modeling of CATIA

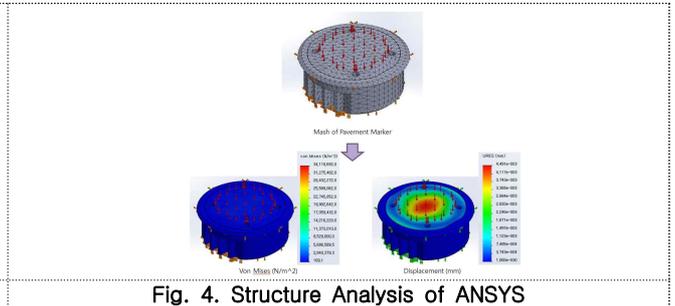


Fig. 4. Structure Analysis of ANSYS

3. 결과 및 토의

LED 신호 표시 장치+투광등의 IT 융합 기술을 실현하여 슬림형 및 고강도 LED LENS 설계 기술을 확보하고 LED 태양광 활용 기술을 확보 하였으며 IR센서 및 제어기술 확보와 태양광 발전에 대한 기술력을 확보 하였다. 도로 시인성을 높이는 방안으로 사용되는 LED도로 표지병에 대한 제품설계를 하였으며 이를 검증하기 위한 방안으로 구조해석을 통해 다음과 같이 검증 하였다. 구조 해석을 통한 내구성 시험결과 30ton의 하중을 가한 결과 최대응력 34,118,692N/m²으로 확인 되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 태양광 충전용 스마트 표지병의 개발함에 있어 태양광 모듈과 적외선을 이용한 송수신이 가능한 스마트형의 표지병의 역할이 매우 유용하게 실현하였다.

사 사

본 논문은 2017년 산학연협력기술개발사업 연구마을과제 일환으로 지원한 내용으로 작성되었음.

[참 고 문 헌]

- 1) Song, S. k., "Design of a LED driver using digital control method", J. Korea inf. Commun. Eng, Vol. 16, No. 16, pp.3-6, 2012.

무선제어가 가능한 탄소섬유 발열시트 개발

최성대¹, 김기만¹, 김장수¹, 신석균²
금오공과대학교 기계시스템공학과¹, (주)GUMIC²

Development carbon fiber heating sheet with wireless control

Seong Dae Choi¹, Gi Man Kim¹, Jang Su Kim¹, Seok kyun Shin²
Kumoh National Institute of Technology¹, GUMIC co. LTD.²

Abstract

Carbon-based linear heating materials have higher thermal efficiency than existing metal, water, and surface heating materials, and have a fiber yarn form that can be widely applied to textile products in the form of fabrics and knitted fabrics. Products can be created. The carbon fiber of 0.005 ~ 0.010mm in thickness is attached to the hexagonal ring crystal structure in the form of hexagonal ring crystals. Due to its high physical properties, high tensile strength, light weight and low thermal expansion coefficient, It is applied to various industries such as field. This study is to develop heat-emitting innerwear for ICT fusion outdoor using 100% carbon fiber yarn with excellent heat generation, low power consumption.

1. 서 론

탄소기반 선상 발열소재는 기존의 금속 또는 물, 면상발열소재 보다 발열에 대한 열 효율성이 높으며, 섬유사 형태를 가지고 있어 직물 및 편물 형태의 섬유제품에 광범위하게 응용이 가능하여 산업용/융합응용분야의 제품 창출이 가능하다. 0.005~0.010mm굵기의 탄소섬유는 분자배열 구조가 육각 고리 결정의 형태로 붙어 있어 강한 물리적 속성과 함께 높은 인장강도, 가벼운 무게, 낮은 열 팽창률 등의 특성으로 항공우주산업, 토목건축, 군사, 자동차 분야 등 다방면 산업에 적용된다. 본 연구는 발열기능이 뛰어나고 전력소모가 열량 대비 월등이 작으며, 유연성과 내구성을 확보한 100% 탄소 섬유사를 이용한 ICT 융복합 아웃도어용 발열 이너웨어를 개발하는 것이다.

2. 탄소섬유 발열패드설계

탄소섬유를 이용한 발열체는 Fig. 1에 나타난 것과 같이 유연하면서 전자파가 없는 것이 장점으로 웨어러블 용으로 널리 사용되고 있다. 탄소 발열사를 이용한 일체형 및 좌·우 분리형 구조의 전자파 상쇄 병렬회로 설계기술이 적용되어 전자파가 발생되지 않는다. 그리고 탄소섬유 소재의 전도성 특징을 이용하여 저 전력 고효율의 면상발열체를 설계하여 제작하였다. 이것은 탄소섬유와 내피와의 압착 기술에 의해 적용되었다.



Fig. 1 Heating pad using carbon fiber

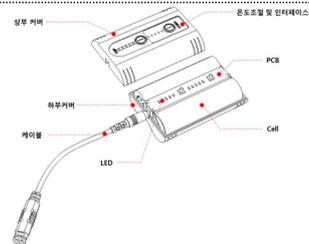


Fig. 2. Coordinate transformation

Fig. 2에는 탄소섬유 발열패드의 제어기를 나타내었으며, 전원장치 배터리와 휴대폰과 통신이 가능한 블루투스 장치를 설치하고 통신이 가능하다. 발열패드의 온도설정과 제어가 가능하고 전원장치의 on/off도 가능하도록 개발하였다. 전원은 DC5V로 하고 전류는 최대 2A까지 가능하다. 온도는 55°C이하로 제어하도록 설정하였다. Fig. 3에는 온도측정시험의 결과를 나타내었다. 각 부분에서 골고루 온도가 상승함을 알 수 있었다. Fig. 4에는 무선 제어가 가능한 PCB 기판을 나타내었다.

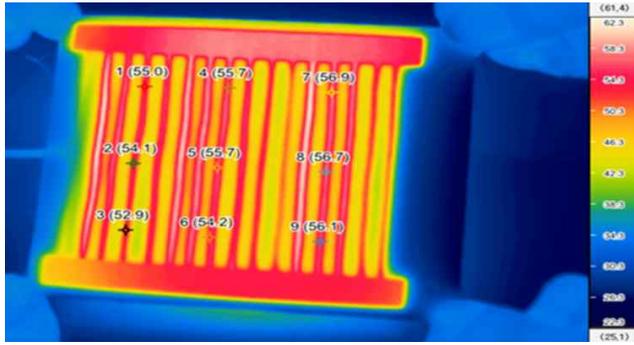


Fig. 3. Results of temperature test

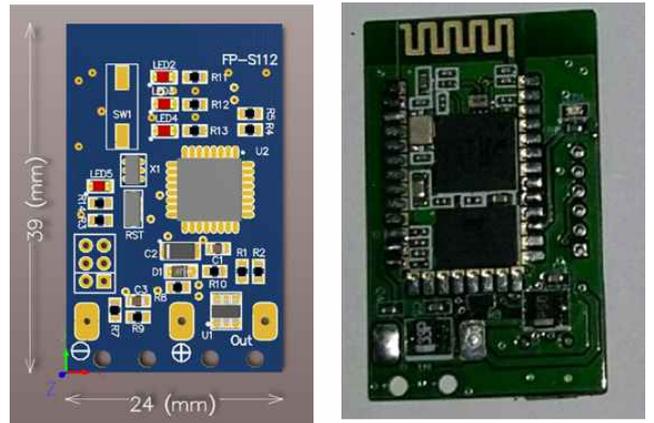


Fig. 4. PCB controller

3. 결 론

탄소섬유 소재의 전도성 특징을 이용한 온열기술의 경우 저전력 고효율성으로 대면적 제품에 활용도가 높으며, 기타 응용 제품군등 다양한 형태로 자유롭게 사용이 가능하며, 탄소 소재 기반의 Interface기술을 개발하여 섬유제품과 IT디바이스와의 완전한 일체화를 실현함으로써, 본래 온열매트 장치가 추구하는 보온쾌적성을 보존하고, 고기능 고효율성 제품을 실현하기 위해 고도화된 회로구성 기술을 요한다. 기존의 제품과는 다르게 탄소기반의 선상발열소재를 직물위에 병렬식 회로방식으로 구성함으로써 섬유소재기반의 발열제 제작 기술을 개발하여 섬유제품과 IT디바이스간의 융합도를 높임으로 100% 탄소섬유를 이용한 ICT 융복합 아웃도어용 발열 이너웨어를 개발에 대한 결과는 1) 전력소비량은 20W로 하였으며, 전자파는 2mG이하로 확인 되었으며, 온도반응속도는 40°C까지 60sec.이하로 설계되었다. 이것은 탄소섬유 발열패드의 특성상 빠르게 상승한다. 2) 온도오차율은 약 10%이하로 정밀 제어하였으며, 통신에 대한 에러율은 약 1% 이하로 하였다.

사 사

본 논문은 2017년 산학연협력기술개발사업 연구마을과제 일환으로 지원한 내용으로 작성되었음.

[참 고 문 헌]

- 1) K.E. Choi, C.H. Park, M.K. Seo, "Electrical and Resistance Heating Properties of Carbon Fiber Heating Element for Car Seat", Vol. 27, No. 2, pp.210-216, 2016,

핸드피스 드릴 안내장치가 탑재된 치과 임플란트 수술기용 감속장치 개발

최성대¹, 김기만¹, 김장수¹, 전금상², 이종건²
 금오공과대학교 기계시스템공학과¹, (주)마이크로엔엑스²

Development of Handpiece for Dental Implant Surgical Device with an angle navigation

Seong Dae Choi¹, Gi Man Kim¹, Jang Su Kim¹, Gum Sang Jeon², Jong Geon Lee²
 Kumoh National Institute of Technology¹, Micro NX co. LTD.²

Abstract

Dental implant surgery is a precise operation and requires a highly reliable procedure. The dental implant engine is a core technology possessed by advanced medical device manufacturers. With the recent development of motor and motor control technology, it has become more advanced and convenient electronic medical device. Maintaining accurate and constant angular information of the handpiece drill is the most important factor in the initial drilling process during the implant placement process and therefore requires an angle tracking algorithm.

1. 서 론

치과용 임플란트 수술은 정밀한 수술로써 높은 신뢰도를 갖는 시술기가 필요하다. 치과 임플란트 시술용엔진은 선진 의료기기 제조회사들이 보유하고 있는 핵심 기술이며 최근 모터와 모터제어 기술의 발달과함께 더욱 안전하고 편리하게 첨단 전자의료기기로 발전하고 있다. 핸드피스 드릴의 시술 각도 정보를 정확하고 일정하게 유지하는 것은 임플란트 식립 과정 중 Initial Drilling 시술 단계에서 가장 중요한 요소이다. 임플란트 시술용 핸드피스는 전기모터의회전력을 감속하여 토크를 증대시키기 위하여 감속기어를 사용하며 감속비는 20:1이 일반적이며, 형태에 따라 Contra Angle과 Straight Angle로 구분된다. 본 연구에서는 진동이 적고 정확한 감속비와 고효율 감속기어를 설계하였다.

2. 핸드피스 드릴의 3차원 공간 각도 추적 알고리즘 개발

핸드피스 드릴의 시술 각도 정보를 정확하고 일정하게 유지하는 것은 임플란트 식립 과정 중 Initial Drilling 시술단계에서 가장 중요한 요소이기에 각도 추적 알고리즘이 필요하다. 핸드피스 몸체와 헤드부에 각각 자이로 센서를 Fig.1과 같이 장착하여 핸드피스 몸체의 각도를 드릴부의 각도로 변환함으로써 시술자에게 드릴 각도 정보를 제공한다. Fig.2와 같은 좌표 변환식에 따라 몸체에 적용된 센서로부터 각도와 가속도 신호를 받아 필터를 적용하고 각도와 가속도의 비중을 조절하여 3차원 공간 각도의 오차를 최소화시켜 시술자에게 각도 정보를 제공한다.

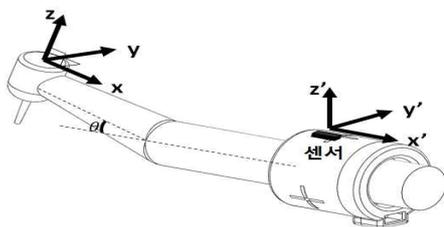


Fig. 1. Angle guidance diagram

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix}$$

Fig. 2. Coordinate transformation

3. 감속유성기어의 설계

치과 임플란트용 핸드피스의 감속기의 설계에서 감속비율을 20:1로 설정하며, Fig.3과 같은 Contra Angle 타입을 선정하였다. 유성기어의 전체모듈의 지름은 24mm를 선정하고 이의 크기인 모듈은 0.4로 결정하였다. 기어 물림율을 증가시켜 효율을 극대화하기 위해 기어의 잇수를 최대화하여 기어 제원 설계하였다. 기어의 효율 및 소음에 영향을 미치는 물림율과 언더컷 방지는 헬리컬기어를 채택과 전위량을 지정하여 설계하였다. 감속기어 부품의 재질은 STS304와 SCr강을 사용하였다. 진동방지를 위해 Fig.4와 같이 선기어와 유성기어의 지지축을 설정하여 설계하였으며 이 축을 기준으로 진동억제를 할 수 있도록 하였다.



Fig. 3. Parts of contra angle for handpiece drill

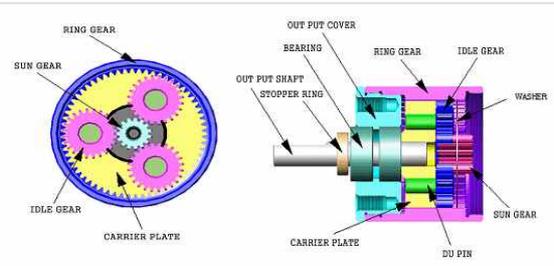


Fig. 4. Drill process of drill unit

4. 결과 및 토의

핸드 피스에 사용되는 BLDC 모터의 최대 회전 수는 40,000 rpm이며 최대 토크는 6 N.cm이다. 모터의 유성 기어 감속기를 통해 5 : 1로 감속하였다. 유성 기어의 태양 기어가 입력되어 동력이 유성 기어 및 캐리어에 전달된다. 내부 베벨 기어를 사용하여 콘트라 앵글을 사용하였다. 감속비는 2 : 1이고 입력 샤프트 베벨은 6개의 톱니가 있는 피니언이다. 내부 베벨 기어의 기어는 콘트라 앵글 샤프트에 연결되며, 직사각형 베벨 기어의 피니언이 축의 반대쪽에 장착된다. 직사각형 베벨 기어에서의 피니언의 잇수는 6이고, 감속비는 2 : 1이다. 본 연구에서 각 기어 전달 효율은 이론적으로 조사되었다. 유성 기어의 태양 기어와 유성 기어 사이의 접촉 효율 비 (0.92)를 구하였다. 유성 기어와 링 기어의 접촉 효율 비 (0.99)를 계산하고 유성 기어의 동력 전달 효율은 0.91로 계산된다. 내부 베벨 기어의 접촉 효율 비는 0.98이며, 직사각형 베벨 기어의 접촉 효율은 0.87이다. 따라서 이론적으로 접촉 효율 비를 적용하여 계산할 때 핸드 피스의 동력 전달 효율은 0.776이다.

4. 결 론

본 연구에서는 이론적으로 감속기어를 설계하여 동력전달효율을 구하였다. 모터에서 임플란트 수술공구까지의 동력전달효율은 0.776이다.

사 사

이 연구는 산업부의 재원으로 한국산업기술진흥원(사업화연계기술개발사업)의 지원을 받아 수행된 결과임. (과제번호 N0002391)

[참 고 문 헌]

- 1) G. S. Yoo, #S. Y. Chung “An Angle Measurement System of a Steering Wheel Using a Gyro and an Acceleration Sensor”, 한국정밀공학회, 추계학술대회논문집, pp. 189-190, 2015.

경주용 자동차의 동력전달 허브의 경량화에 관한 연구

김장수¹, 최성대¹
금오공과대학교 기계시스템공학과¹

A study on the weight reduction of power transmission hub of racing car

Jang Soo Kim¹, Seong Dae Choi¹
Kumoh National Institute of Technology, Department of Mechanical System Engineering¹

Abstract

In this study, we studied the integration of herbs in the drive train system to reduce the unsprung mass to improve the dynamic capabilities of racing cars. Structural analysis programs were used for verification of integrated hub design. As a result, the weight is 70 percent lighter than that of existing components. Also, dynamic capability improvement was verified through record measurement.

1. 서 론

경주용 자동차는 동적 성능의 향상을 위해 차량 부품의 경량화에 많은 노력을 기울이고 있다. 자작자동차 대회는 좁은 협로를 빠르게 주파하는 경기로 차량의 민첩한 거동이 필요로 한다. 민첩한 거동은 로드홀딩과 연관이 있다. 로드 홀딩이란 선회시 타이어의 노면에 밀착성을 나타낸다. 현가장치의 스프링에서 윗부분을 현가상질량, 아랫부분을 현가하질량으로 나누어 현가상질량의 증가함에 따라 로드홀딩이 상승하고 현가하질량은 감소함에 따라 로드홀딩이 증가한다. 전체적인 차량의 무게의 감소를 위해서는 현가하질량의 감소가 필요하다. 따라서 본 연구를 통해 현가하질량에 속하는 제동부와 구동부 중 구동부의 허브의 질량 감소를 위해 3D 프로그램을 이용하여 리어 허브의 경량화 설계와 구조해석 프로그램을 통하여 검증하고 계측장비를 이용하여 기록측정을 통하여 동적 성능향상을 확인하였다.

2. 본 론

2.1 모델링

후륜차량의 특성상 리어에 구동계가 장착되어진다. 구동부에 속하는 허브는 엔진에서 나온 동력을 바퀴로 전달해주는 부품이다. 현재 등속조인트 컵과 허브를 결합하여 사용하는 타입을 3D모델링 프로그램을 이용하여 일체형 타입으로 변경하여 모델링을 하였다. 휠과 브레이크 디스크 체결부는 기존 모델링을 적용하고 등속조인트컵과 허브의 일체형 모델인 Tripod Built in Hub를 설계하여 Fig.1에 기존 모델과 함께 나타내었다.

2.2 구조해석

Tripod Built in Hub의 검증을 위해 해석프로그램인 Ansys 18.0을 이용하여 Structural analysis를 진행하였다. 휠, 브레이크 체결부의 해석은 기존의 해석결과가 있어 생략하고, 일체형 타입으로 모델링한 부분의 해석을 진행하였다. 휠과 결합되는 부분을 Fix시키고 x축 방향으로 사용된 엔진의 최대 토크인 2.5의 $kN \cdot m$ 토크를 사용하여 해석을 하였다. 재료는 AL6061을 적용하였다. 최초 파단되는 응력을 확인하기 위해 Maximum principal stress 해석을 진행하였으며 Fig2는 Maximum principal stress의 결과값을 나타낸다. 해석 결과 일체화를 위해 결합한 부분에서 Maximum principal stress이 발생하는 것을 확인하였다. 하지만 Maximum principal stress이 2.31MPa로 재료의 항복응력인 110MPa가 넘지 않는 것으로 파단이 일어나지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

2.3 기록측정

동적성능 향상을 확인하기 위해 포토센서와 타이머를 이용하여 선회능력을 확인하는 스키드패드 테스트와

가속력을 확인하는 가속 테스트를 진행하여 계측하였다. 스키드 패드는 Fig .3과 Fig .4의 코스를 이용하여 계측하였다. 가속 테스트 직선거리 75m의 거리로 측정을 하였다. 성능 향상을 확인하기위해 기존의 부품을 이용하여 측정 후 일체형 부품으로 교체후 측정하였다.

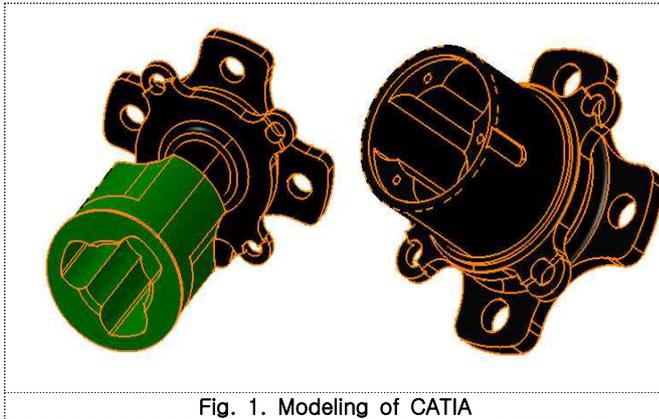


Fig. 1. Modeling of CATIA

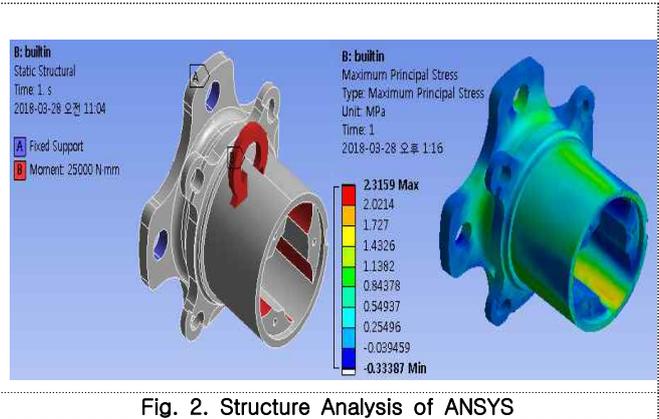


Fig. 2. Structure Analysis of ANSYS

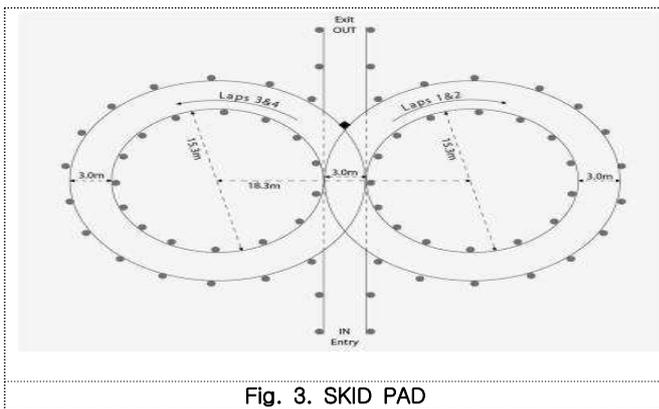


Fig. 3. SKID PAD

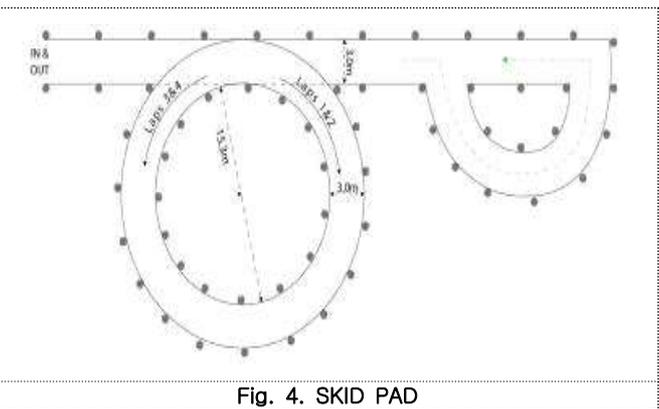


Fig. 4. SKID PAD

3. 결과 및 토의

3D 모델링을 이용하여 일체형 모델인 Tripod Builtin Hub을 설계하였고 해석프로그램인 Ansys 18.0을 이용하여 Structural analysis을 통하여 3D 모델링을 진행하고 파손되지 않음을 확인하였다. 모든 검증이 끝난 후 Tripod Builtin Hub을 제작하고 무게측정한 결과 현가하질량이 30kg에서 27kg으로 감소하는 결과를 보았다. 이후 경주용 자동차에 장착을 하여 테스트 20회를 진행하여 기존의 결과에서 가속능력은 0.39초를 줄였고 선회능력 테스트인 스키드패드에서는 0.3초를 줄이는 결과를 얻었다.

4. 결 론

본 연구에서는 경주용 자동차 일체형 허브에 관한 연구를 진행하였다. 엔진 최대 토크를 측정하여 구조해석을 하였다. 기존 허용 응력이상의 최적화 모델을 도출하였다. 기존 모델은 2.1Kg의 무게를 가지고 최적화 모델은 0.65Kg의 무게를 가진다. 약 70%의 경량화를 이루었고, 동적 성능 향상을 확인하기위해 계측을 하였다. 최종 결과는 경주용 자동차의 부품의 경량화 최적화 설계는 필수적인 요소임을 보여준다. 추후 구동계의 추가 경량화에 관한 최적화 설계를 진행하여 차량 동적 성능향상 방안에 대하여 연구를 진행할 것이다.

[참 고 문 헌]

1. 오세환, 백설, 민준호, “A Study of Design Variable on Strength of Tripod type CVJ”, 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회, pp. 502-505, 2014.
2. 이은호, 이용수, “A development of the integrated hub for weight-reduction”, 한국자동차공학회 춘계학술대회, pp. 973-979, 2011.

슈퍼커패시터를 활용한 밭농업용 소형 예취기 개발

변재영¹, 전연호², 양지웅¹, 문유청¹, 이은숙¹, 키피 디마스 하리스 신¹, 강언욱¹, 정성원¹, 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹, 근우테크(주)²

Development of Small Reaper for Upland-Filed Using Supercapacitor

Jaeyoung Byun¹, Yeonho Jeon², Ji Ung Yang¹, Yu Cheong Moon¹, Eunsuk Lee¹,
Keefe Dimas Harris Sean¹, Sungwon Chung¹, Wonsik Choi¹

Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University¹, Keunwoo Tech Co. Ltd²

Abstract

Most of the small-sized cutters used for agricultural use are powered by engines. In addition, when working with a power cutter on the shoulder, aged and women are hard to work for a long time and the risk of accidents is high. In order to compensate for this, a walking type cutter has been produced and used, but it is not suitable for small fields. The purpose of this study is to develop a motorized breaker by using a battery instead of an engine and to develop a basic structure for a walkable type for aged and women. A small electric motorized cutter with a super capacitor is applied to reduce the long charge time of the battery. As a result of the study on the development of the small motorized cutter, the following considerations are considered before the prototype of the system. First, 3D modeling should be done with actual dimensions to take into account the interferences between the mainframe and parts before the operation. Especially, it is necessary to precisely set the dimensions of the parts before setting the dimensions of the main frame so that the electric cutter can be miniaturized as much as possible to facilitate operation and storage. It is important to set the size and weight of the battery pack, the size and radius of the cutting edge, and the weight and specification of the motor so that the center of gravity of the electric cutter is moved forward. It is also important to determine the curvature of the guard for the smooth discharge of removed weeds. Secondly, it is necessary to check the capacity of the super capacitor and the output of the motor, and accurate information about the working time and the charging time is required, and the malfunction which may be a problem in the commissioning should be reviewed before the design. Finally, it is necessary to examine the design of ergonomic eyes to make it easier for elderly and women to fit the purpose of small electric shavers. Especially, it is necessary to review the location of the center of gravity, ease of filling, need. The plan for the development of a miniature cutter using a super capacitor is as follows. First, we set the size of the cutting edge, determine the capacity of the supercapacitor, and the output of the motor. Then, we model the main frame size, position, center of gravity and ergonomics. Second, after purchasing materials, complete the mainframe by welding and brazing, then attach each part to the mainframe. After that, the charging time, discharging time, output and current amount are checked through commissioning to examine usability. Finally, through empirical studies, we will complement the problems encountered in actual work and complete a small power cutter.

1. 서 론

농업용으로 사용되고 있는 소형 예취기의 경우 동력을 엔진으로 사용하고 있는 것이 대부분이다. 또한 동력예취기를 어깨에 짊어지고 작업을 할 경우 고령 및 여성은 장시간 작업이 어려우며, 사고의 위험 또한 높다. 이러한 점을 보완하기 위해 보행형 예취기가 제작되어 사용되고 있지만 소형 필드에서는 적합하지 않다. 본 연구에서는 고령 및 여성이 사용할 수 있도록 보행형으로 기본 구조를 제작하고 엔진이 아닌 배터리를 적용하여 전동예취기를 개발하고자 했으며, 배터리의 긴 충전시간을 줄이기 위해 슈퍼커패시터를 적용한 소형 전동예취기에 대한 연구를 수행하였다.

2. 본 문

2.1 소형 전동예취기 시스템

전동예취기의 시스템을 구성할 때 몇 가지의 고려사항이 있다. 첫째로 메인프레임의 구조는 장시간 작업을 하여도 인체에 무리가 가지 않도록 손수레와 같은 구조로 동력을 이용하지 않는 바퀴를 달아 작업할 곳에 대해 밀어서 사용하는 구조이다. 또한 손잡이 아래 부분에 슈퍼커패시터를 부착할 것이며, 프레임의 하단부에 모터와 절삭 날을 장착하여 예취기를 밀어서 작업이 가능하도록 할 것이다. 작업 시 돌이나 단단한 물체가 사용자에게 오는 것을 방지하기 위해 절삭 날이 있는 메인프레임의 가장 하단부에 가드를 설치할 것이며, 가드를 통해 제거된 잡초 등이 배출 될 수 있는 형상을 만들 것이다. 끝으로 작업 시 회전속도를 조절하기 위하여 손잡이 부분에 조절레버를 설치하여 원하는 속도로 작업이 가능하도록 구성하였으며, 사용자의 편의를 위해 메인프레임에 높낮이 조절장치를 설치할 것이다.

2.2 슈퍼커패시터 적용

전동예취기에 슈퍼커패시터를 사용할 경우 몇 가지의 장점이 있다. 첫 번째로 현재 사용되고 있는 납이나 칼슘배터리에 비해 상대적으로 매우 빠르게 충전을 할 수 있는 장점이 있어 수 십분 내로 충전하여 전동예취기의 사용이 가능하다. 두 번째로 예취기는 1년 내내 사용하는 것이 아닌 몇 개월을 사용하고 집 안이나 창고에 보관을 해야 한다. 이에 일반 납 혹은 칼슘배터리를 사용하게 되면 방전으로 인해 작동이 되지 않는 경우가 많이 발생하게 된다. 그러나 슈퍼커패시터는 방전으로 인한 오작동의 문제점이 없어 보관 후 다음 사용할 때까지 방치하여도 사용상 문제점이 없어 보관 시 관리의 시간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 마지막으로 슈퍼커패시터는 순간에 낼 수 있는 힘이 여타 배터리 보다 높기 때문에 작업 시 한 번에 많은 양의 잡초를 제거 할 수 있어 사용자의 작업효율성에 도움을 준다.

3. 결과 및 토의

소형 전동예취기의 개발에 대한 검토를 한 결과 시스템의 시제품의 제작 전 고려사항은 다음과 같다. 첫 번째로 실제 치수로 3D 모델링을 수행하여 작업 전 메인프레임과 부품간의 간섭 사항을 고려해야한다. 특히 메인프레임의 치수를 설정하기 전 부품들의 규격을 정확하게 설정하여 전동예취기를 되도록 소형화 하여 작업 및 보관이 용이하도록 해야 한다. 배터리 팩의 크기와 무게, 절삭 날의 크기 및 반경, 모터의 무게 및 사양을 정하여 전동예취기의 무게중심을 앞쪽으로 하여 이동이 편리하도록 해야하는 중요성이 있다. 또한 제거된 잡초의 원활한 배출을 위해 가드의 곡률을 정하는 것이 중요하다. 두 번째로 슈퍼커패시터의 용량 및 모터의 출력을 확인하여 작업시간 및 충전시간에 대한 정확한 정보가 필요하며 시운전 시 문제가 될 수 있는 오작동에 대해 설계 전 사전검토가 이루어 져야한다. 마지막으로 소형 전동예취기의 목적에 맞게 고려과 여성이 사용이 용이하도록 인체공학적인 시선에서 설계검토가 필요하며 특히 손잡이 부, 이동 시 구름이 쉽도록 무게중심의 위치, 충전의 용이성, 보관 등에 대한 검토가 필요하다.

4. 향후 계획

슈퍼커패시터를 적용한 소형예취기 개발의 계획은 다음과 같다. 절삭 날의 규격을 설정하고, 슈퍼커패시터의 용량, 모터의 출력을 확인한 후 모델링을 통하여 메인프레임의 크기 및 체결위치, 무게중심, 인체공학적인 검토를 수행한다. 재료를 구입 후 메인프레임을 용접 및 체결을 통하여 완성한 후 각 부품을 메인프레임에 부착시킨다. 이후 시운전을 통해 충전시간과 방전시간, 출력 및 전류량을 확인하여 사용가능성을 검토한다. 마지막으로 실증연구를 통해 실제 작업 시 발생하는 문제점을 보완하고 소형 전동예취기를 완성할 것이다.

사 사

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 농림축산식품연구센터지원사업의 지원을 받아 연구되었음(716001-7)

In-line type 액-액 세퍼레이터의 다상유동 분리특성에 관한 연구

김영주, 우남섭, 한상목, 하지호, 김현지
한국지질자원연구원 탐사시스템연구실

A study on the multi-flow separation efficiency of In-line type separator

Young Ju Kim, Nam Sub Woo, Sang Mok Han, Jiho Ha, Hyun Ji Kim
Dept. of Exploration System Research in KIGAM(Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)

Abstract

In this study, the implementation of subsea separation and liquid boosting is becoming a common development scheme for the exploration of deep water fields. Subsea separation is an attractive and economic solution to develop deep offshore fields producing fluid without hydrate or wax. Subsea separation system should be reliable to ensure successful operation in a wide range of 3-phase flow regime, without need for developments. A subsea separator can avoid or simplifying costly surface platforms of floating vessels, as well as being an efficient tool to enhance hydrocarbon production. One solution of interest is the separation and re-injection of water at the seabed to avoid bringing the water up to the surface facility. In this study, multiphase flow characteristics inside in-line type subsea separation system are investigated for the design of subsea separation system.

1. 서 론

최근 자원플랜트 산업에서는 해상에서 운용되던 여러 생산 설비 및 기자재들을 해저로 이동 설치하는 추세이다. 자원 생산 프로세스를 해저로 이동시키면 투자비용의 절감 및 작업자의 위험 감소 등 여러 장점이 있다. 해저로 이동 설치되는 기자재 중에는 세퍼레이터를 예로 들 수 있다. 세퍼레이터는 여러 유체 또는 물질이 섞여있을 때 이를 물리적 화학적 방법으로 분리하는 장치이다.¹ Sagatun² 등은 다상유체 분리실험을 진행하고 그 결과로 관 일체형 세퍼레이터의 설계를 제시하였다. 그러나 관 일체형 세퍼레이터를 시뮬레이션을 통해 해석적 방법으로 설계를 진행한 연구는 시작단계이다.³

따라서 본 연구에서는 유한요소해석을 이용하여 해저 유정분리 시스템에 사용되는 관 일체형 해저 세퍼레이터의 선회유동장치(ISE; Internal Swirl Element) 형상을 최적화 하고, FLUENT를 이용한 유한요소해석을 통해 다상유체의 흐름 및 분리특성에 관해 연구하였다.

2. 수치 해석

2.1 모델링

Figure 1은 세퍼레이터의 최적화된 ISE 형상이다. ISE는 선회유동을 발생시키기 위하여 Nose, Tail, 9개의 Vane으로 구성하고, 배관 고정형으로 설계하였다. 수치 해석에 사용된 세퍼레이터 배관의 직경은 10cm이며 2단 세퍼레이터의 총 길이는 2m이다. ASCOM사의 형상을 토대로 설계하였다. 입구에서 유입된 혼합유체는 Vane을 통과하면서 선회유동을 발생시켜 원심력에 의해 혼합유체가 분리된다. 유동해석을 위해 Fig. 2와 같이 세퍼레이터 3D 모델을 격자로 구성하였다. 격자 개수는 약 410만 개로, 모델 형상의 특성을 고려하여 곡선이 많은 ISE 파트는 Tetra mesh로, 유체가 지나가는 관 부분은 Hexa mesh로 설정하였다.

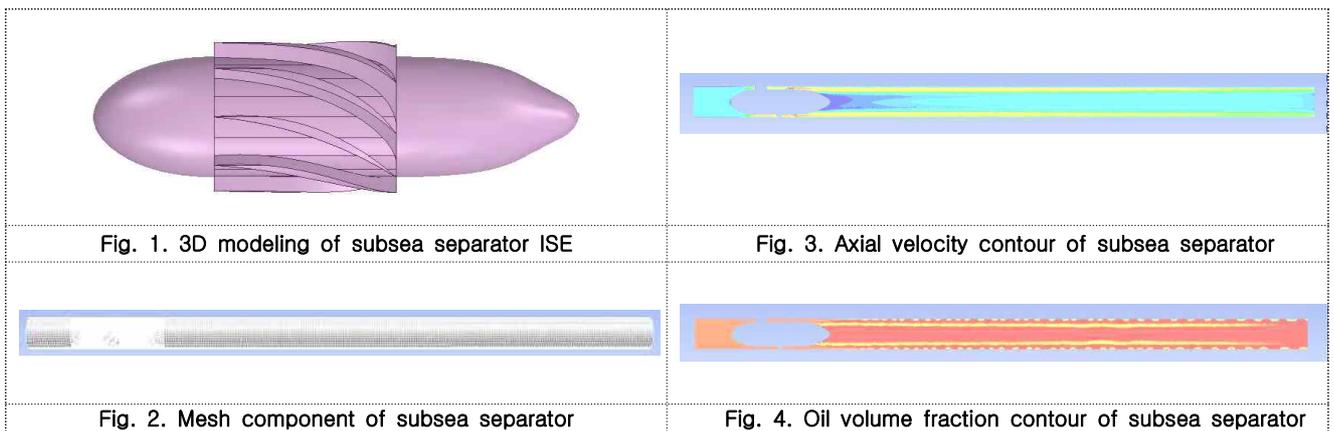
2.2 경계조건 설정

CFD 해석을 위해 다상해석에 적합한 Eulerian 모델을 적용하였으며 원유(Oil)를 연속상(continuous phase), 증류수(water)를 분산상(dispersed phase)으로 설정하였다. 해석에 사용된 Solver는 상용 CFD 코드인 FLUENT 19.0을 사용하였다. 입구에서 유입된 혼합물의 체적비는 오일 90%, 물 10%로 가정하였다. 입구 유량은 총량 7 m/s, 출구 조건은 대기압으로 설정하였으며, 수치해석에 적용한 작동유체 중 원유의 물성치는 밀도 830kg/m³ 점도 0.00332 kg/ms, 증류수는 일반 증류수의 물성치를 적용하였다.

3. 해석 결과

Figure 3,4는 세퍼레이터의 유동해석 결과이며, Fig. 3은 축 방향 유속을 나타낸다. ISE를 통과한 혼합유체는 ISE의 Vane을 따라 시계방향으로 선회한다. 이때, 빠른속도의 혼합유체는 밀도차에 의해 분리가 이루어진다. 전반적인 유속은 벽 쪽이 관 중심보다 빠른 것으로 보이며, 두 유체의 속도 및 압력차에 의해 ISE 끝단 쪽에서 난류가 발생한다. 하지만 유동이 진행될수록 관 중심부의 난류가 안정화되고, 분리된 두 유체의 경계면이 선명해짐을 알 수 있다.

Figure 4는 오일의 부피비를 나타낸다. 해석결과 혼합유체가 ISE를 통과 한 후 오일이 분리됨을 관찰할 수 있고, 관 중심에 오일이 집중되어 오일과 물의 경계면을 확인할 수 있다. 단, 오일은 비교적 선명하게 분리되고 있으나 물은 차지하는 부피가 작아 관 벽에서 생성된 후, 오일의 이동에 따라 버블의 형태로 함께 이동함을 알 수 있다. 또한, 약 1.8m 이상 유동이 이동되면 분리되었던 두 유체는 다시 혼합되므로, 분리관을 이전에 설치해야 한다. 1차 분리 후 남은 혼합유체는 2차 분리과정을 거쳐 재 분리된다.



4. 결 론

본 연구에서는 In-line type subsea separator의 최적화 된 ISE 형상의 다상유동 분리 특성에 관한 연구를 진행하였다. 초기 모델 대비, 상대적으로 회전 와류 현상이 완화되었고, 선회유동의 길이가 비약적으로 증가되었다. Contour 결과, 관 중심부에 오일이 밀집되고 관 벽으로 갈수록 Bubble 형태의 물이 관찰된다. 특히 벽 경계면 부분에서 약간의 Bubble과 Vortex가 소량 발생하는데, 이는 경계면에서의 점성유체 처리에 관한 변수 때문이라 판단된다. 전반적인 유속은 벽 쪽이 관 중심보다 빠르며, 밀도차에 의해 유체가 분리된 채 선회함을 확인할 수 있다. 향후 세퍼레이터에 대한 오일의 비율별 해석을 통해 각 비율별 분리효율 및 최적 모델을 검증할 계획이다.

사 사

본 논문은 한국지질자원연구원이 수행하고 있는 산업통상자원부 미래선도기술개발사업의 ‘심해유전 개발을 위한 500 MPa 급 URF 및 SIL 3 Manifold 개발과 Subsea 시스템 엔지니어링 기술개발(10042430)’ 과제에서 지원되었으며, 과제비 지원에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Kim, Y.J., Woo, N.S., Han, S.M., Kim, H.J., Lee, W.D. and Huh, S.C., “A Study on the Liquid-Liquid Separation Characteristics of In-line type Subsea Separator,” KSME conference in Jeju, 2017.
- 2) Bymaster, A.S., Olson, M.D., Grave, E.J., Svedeman, S.J., Viana, F., Mikkelsen, R. and Akdim, R., “High-Pressure Gas-Liquid Separation: An Experimental Study on Separator Performance of Natural Gas Streams at Elevated Pressures”, Offshore Tehnology Conference, OTC21781, 2011.
- 3) Kim, H.J., Kim, Y.J., Woo, N.S., Han, S.M., Ha, J.H., Lee, W.D. and Huh, S.C., “A Study on the Oil/Water Separation Characteristics of In-line type Subsea Separator,” KSME conference in Tongyeong, 2018.

ROV용 진수 및 회수 시스템(LARS)의 피로수명 분석

우남섭, 김영주, 한상목, 하지호, 김현지
한국지질자원연구원 탐사시스템연구실

A study on the fatigue life analysis of launch and recovery system(LARS)

Nam Sub Woo, Young Ju Kim, Sang Mok Han, Jiho Ha, Hyun Ji Kim
Dept. of Exploration System Research in KIGAM(Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)

Abstract

According to the recent trend for developing natural resources, the high-technology equipment on the exploration ships is getting more technologically advanced. One of the high-technology equipment is the ROV launch and recovery system(LARS). ROV LARS is essential equipment of drilling system package for offshore plant. In this study, the telescopic boom crane is divided into two parts, umbilical winch and telescopic boom crane, and it is respectively designed three dimensional models using CATIA. And, dynamic simulation and structural analysis are performed using ANSYS. In the results, the strain is identified and some stress is concentrated, but the strain is very small and the maximum stress value is lower than the allowable stress. Thus, the structure does not have any impact on the strain and stress, and it is determined that the structure is safely designed. These results will be used for future ROV LARS new design technology development.

1. 서 론

ROV는 사람이 들어갈 수 없는 지역의 해양사고 지원 및 해양자원개발, 심해 탐사까지 다양한 분야에서 폭 넓게 활용되고 있다. ROV Launch and recovery system(LARS)은 ROV를 진수 및 회수 시 사용되는 장치로서 육상보다는 해상에서 주로 사용되는 크레인이다. ROV LARS는 Umbilical winch와 Telescopic crane 두 파트로 구분되며, Umbilical cable에 의해 연결되어 있다. 일반 육상 플랜트 기자재와 달리 해상에서 사용되는 해양플랜트 기자재들은 많은 해양환경의 영향을 받는다. 그러나 통상적으로 해양플랜트 기자재 설계 시, 이러한 환경하중들이 고려되지 않아 과설계 되거나 기준수명 이전에 파손되는 등 안전성 확보가 어려운 시점이다. 따라서 본 연구에서는 해상환경조건을 적용한 ROV LARS용 Umbilical winch와 Telescopic crane의 구조해석 및 피로해석을 통해 설계된 모델의 피로수명 분석을 수행하고자 한다.

2. 본 론

2.1 구조해석 모델

Figure 1 은 ROV LARS의 3D 모델링 사진으로, Umbilical winch와 Telescopic crane으로 나뉜다. 모델링은 CATIA를 이용하여 Element와 Node로 구성된 유한요소모델로 설계하였다. ROV LARS 구조의 안정성 평가 및 피로수명 분석을 위해 볼트 등 부가적인 부품은 모두 생략하고 Drum, Level wind, Snubber 및 주요 프레임만 모델링하였다.

2.2 해석조건 설정

육상플랜트와 달리 해양플랜트의 경우 Rolling과 Pitching등 파도에 의한 동적거동과 같은 환경에 의한 영향이 크게 작용한다. 이러한 환경요건은 기존의 해양데이터를 기반으로 가속도 또는 하중으로 적용할 수 있으나, 세세한 환경하중까지 모두 구현할 수는 없는 부분이라 동적계수만큼 하중을 가중 적용해야만 한다. 따라서 ROV LARS는 해양환경을 고려하여 자중, 해상환경에 따른 가속도, 풍압, 드럼 속도, 정격하중 등을 적용하였다.

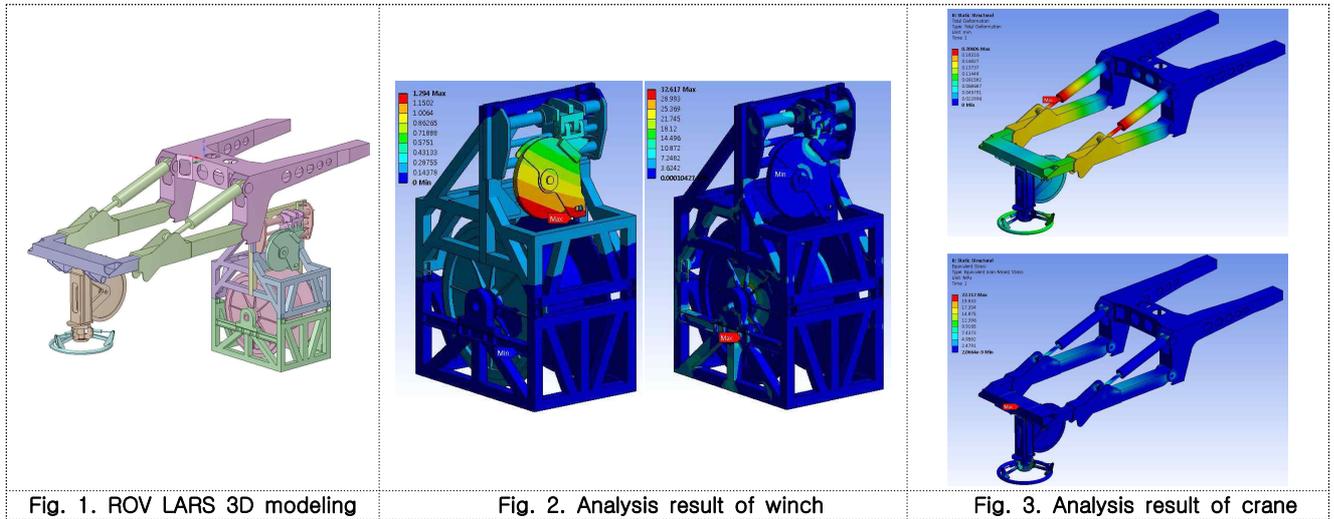


Fig. 1. ROV LARS 3D modeling

Fig. 2. Analysis result of winch

Fig. 3. Analysis result of crane

3. 결과 및 고찰

Figure 2,3는 구조해석 결과를 나타내고 있다. Fig.2는 Umbilical winch모델의 해석결과이며, Fig.3은 Telescopic crane의 해석결과이다. Umbilical winch 해석결과, 최대 응력 약 32.6MPa이 드럼 지지대 옆면 모서리에 나타나며, 최대응력 발생지점을 제외하고 구조물 전체의 평균응력은 약 3.6MPa이다. 최대 변형량은 약 1.3mm로 Level winding 장치 하단에서 발생한다. Telescopic crane 해석결과(Fig.3), 최대 응력 약 22MPa이 Snubber 지지대 모서리에 나타나며, 최대응력 발생지점을 제외하고 구조물 전체의 평균응력은 약 2MPa이다. 최대 변형량은 약 0.2mm로 실린더에서 발생한다. 하지만 변형량이 모두 탄성영역 내에서의 변형이며 구조물 전체 크기에 비해 아주 작아 Umbilical winch에는 영향이 없을 것으로 판단된다. 또한 최대 응력 값이 Umbilical winch의 허용응력 값보다 낮고 변형이 없으므로, 구조물은 안전하다고 판단된다.

피로해석 결과, 안전율 약 1.6으로 기준안전율(1.5)보다 높고, 약 1,000,000 cycle이상 사용 가능할 것으로 보인다. 이는 1일 10회 사용을 가정하면 최대 27년간 반복사용이 가능하다.

4. 결 론

본 연구에서는 해양플랜트용 ROV LARS의 주요부품인 Umbilical winch와 Telescopic crane의 구조해석을 수행하고 피로수명을 분석하였다. 구조해석 결과, 중력과 환경하중에 의한 약간의 변형과 응력이 발생하지만, 구조물 크기에 비해 적은 값으로 구조물에 큰 영향은 없을 것으로 판단된다. 또한 최대 응력값을 기준으로 계산한 안전율도 허용안전율보다 높으므로 구조물에 치명적인 변형은 일어나지 않는다고 판단되며, 1일 10회 사용을 기준으로 최대 사용수명은 약 27년 정도 사용 가능하다. 위 결과를 토대로 향후 관련 기자재의 개발을 위해 연구결과를 활용하고자 한다.

사 사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 경제협력관산업육성사업(R0004465)으로 수행된 연구결과를 토대로 작성되었습니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Ku, H. K., Kim, J. W., Won, C., Song, J. I., "Optimization and Structure Analysis of Brake Disc for Free-fall Winch", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 3, pp. 55-61, 2012.
- 2) Y.B.Kim, "A Positioning Mooring System Design for Barge Ship Based on PID Control Approach", Journal of the Korean Society for Power System Engineering, Vol. 17, No. 5, pp. 94-99, 2013.
- 3) H.J.Kim, C.K.Jeong, Y.G.Jung and S.C.Huh, "A Study on the Optimization Design of BOP Gantry Crane by ANSYS", Applied mechanics and Materials, Vol.479-480, pp.314-318, 2014.
- 4) N.S.Woo, Y.J.Kim, H.J.Kim, S.M.Han, W.D.Lee, J.R.Ran and S.K.Lee, "A Study of Structural Analysis of Winch Drum for ROV LARS", KSME conference, Yeosoo, Korea, 2016.

스탠딩 빌딩 공정용 인터페이스 모듈 개발

김강국¹, 배재일¹, 박재항¹
주식회사 유연이앤이¹

Development of Interface module for Standing Building Process

Kang Kuk Kim¹, Jae Il Bae¹, Jae Hang Park¹
YooYoun ENE Co Co.,Ltd¹

Abstract

The purpose of this study is to realize a DCN(Drilling Control Network) which directly supervises and controls several pieces of offshore drilling equipment by establishing a communication network among them. This direct-controlling DCN monitors and alerts the status of the equipment. OPC/UA protocol, which is industrial standard, is applied to the DCN(Drilling Control Network) for the integrated operation control. HMI and PLC are connected to the OPC server. The OPC client is programmed so that the equipment control signal data of the standing process can be accessed based on OPC/UA protocol. Separate data is to be stored and security features are implemented. The application of OPC/UA client under development is to make the drilling equipment compatible with any type of drivers. Redundancy function is applied so the equipment can run in case that some parts of the network are disconnected.

1. 서 론

해양플랜트산업은 석유, 가스 등 해양자원을 발굴, 시추 생산하는 자원개발 활동에 필요한 장비를 건조, 설치 공급하는 산업을 말한다. 해양 시추 운용제어 시스템은 스탠딩빌딩 공정 장비(Hydra Tong, Hydra Racker, Catwalk), 트리핑 공정 장비(Hydra Tong, Hydra Racker, Top Drive, Draw Work), 시추공정 장비(Top Drive, Draw Work), Subsea공정 장비(BOP, Riser) 등으로 이루어져 있으며 시추기자재 핸들링 장비 및 보상장비를 직접 제어 및 모니터링하며, 유정제어시스템에 대한 모니터링을 수행한다.

2. 본 론

본 연구는 해양플랜트산업의 장비운영제어시스템 DCS(Drilling Control System)와 해양 시추 장비 간의 네트워크 통신망을 이어주면서 통합운용제어 기능을 갖는 DCN(Drilling Control Network) 인터페이스 모듈을 개발하고자 한다.

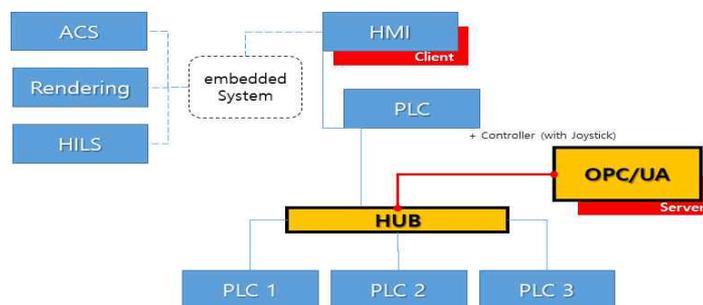


Fig.1 DCN System

OPC서버는 IEC62451 standard에 따르며, OPC Data Access, OPC Alarms and Evants, OPC Historical Data

Access, Security Policies 등 DCN서버가 구동할 수 있는 최적화된 구조로 개발하였다.

OPC/UA는 클라이언트와 서버가 통신하도록 설계되었고, 클라이언트와 서버 응용은 데이터 교환을 위해 OPC/UA 클라이언트와 서버 API를 사용한다. OPC/UA통신 스택은 OPC/UA클라이언트와 서버 API명령을 메시지로 변환시키고 메시지를 전달하는 역할을 한다.

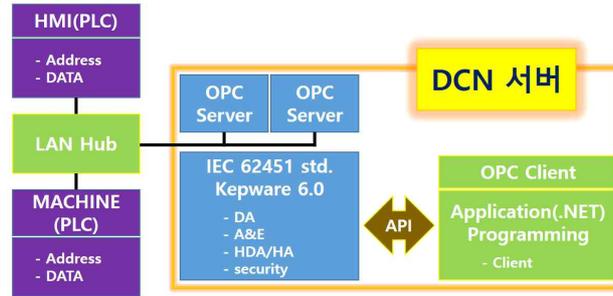


Fig.2 DCN Server

운영제어시스템에 포함되어 있는 HMI와 시추 장비의 PLC를 OPC서버와 연결하고, OPC클라이언트를 프로그래밍하여 산업규격인 OPC/UA프로토콜 기반으로 한 데이터 전달 인터페이스의 집합으로 구성하였다. 스탠딩 빌딩 공정의 장비 제어 신호데이터를 액세스하고, 별도의 Data를 저장하는 기능 과 보안기능을 구현하며, 개발 중인 OPC/UA 클라이언트의 어플리케이션은 시추 장비가 서로 다른 타입의 시추 장비 드라이버와 호환성을 극대화 한다. 통합운영제어 중 네트워크의 일부가 단선이 되어도 장비가 작동될 수 있도록 Redundancy기능을 적용하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 스탠딩 빌딩 공정용 DCN인터페이스 개발 과정을 소개하였다. 추후에는 OPC/UA 클라이언트 프로그래밍을 추가하여 Redundancy기능으로 Siemense S7이외에 Modbus가 지원할 수 있도록 프로그래밍을 수행할 예정이다.

DCN개발이 완성되면 특허 회피를 통해 자체적으로 기술력 확보가 가능할 것으로 보이며, 독자 기술을 확보할 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 산업통상자원부 산업기술혁신사업(과제번호: 10070163) "해양시추장비 통합 운영제어시스템 및 HILS기반 검증시스템 개발"과제의 지원으로 수행되었음.

[참 고 문 헌]

- (1) S. Cavalieri and F. Chiacchio, "Analysis of OPC UA performances,"Computer Standards & Interfaces, vol. 36, no. 1, pp. 165-177, 2013.
- (2) D. Hastbacka, L. Barna, M. Karaila, Y. Liang, P. Tuominen, and S. Kuikka, "Device status information service architecture for condition monitoring using OPC UA," in Proceedings of the 2014 IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA), Sept 2014, pp. 1-7.
- (3) A. Girbea, S. Nechifor, F. Sisak, and L. Perniu, "Design and implementation of an OLE for process control unified architecture aggregating server for a group of flexible manufacturing systems," IET Software, vol. 5, no. 4, pp. 406-414, August 2011.
- (4) M. J. A. G. Izaguirre, A. Lobov, and J. L. M. Lastra, "OPC-UA and DPWS interoperability for factory floor monitoring using complex event processing," in 2011 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics, July 2011, pp. 205-211.

해양플랜트용 500psi급 Diverter 유압 테스트 및 HILS 적용 검토

박재문¹, 하연철²

(주)오에스랩¹, 부산대학교 선박해양플랜트기술연구원²

Review of 500 psi Diverter for offshore Plant Hydraulic test and HILS Application

Jae Mun Park¹, Yeon Chul Ha²

OSLAB co., Ltd.¹, Pusan National University-The Korea Ship and Offshore Research Institute²

Abstract

High pressure Diverter for offshore plants is an important equipment for safety and worker's life protection in the initial drilling operation, and is a result of unexpected change in oil pressure during drilling, toxic gas and mud are released to the upper part of the Drill Floor.

Diverter and BOP(Blowout Preventer) are the most important equipment for safety, when they(Drill Crew) are able to determine whether or not, provide time to determine whether the drill crew will be able to make modifications to or give up on a loss of control.

This review describes the test conditions, environmental implementation and hydraulic application test results of the high-pressure Diverter for controlling wells for offshore plants, and HILS (Hardware In the Loop Simulation) method of equipment verification in hazardous environments.

1. 서 론

해양플랜트용 고압 Diverter는 시추 초기 작업에서 안전 및 작업자 생명보호에 있어 중요한 장비로 시추 작업 중 예상치 못한 유정 압력 변화로 유독가스 및 머드가 Drill Floor 상부로 분출하는 것을 막고 시추선 외부로 배출하여 플랜트의 안전을 확보하는 장비이다.

해양시추설비 중 Diverter와 BOP(blowout Preventer)는 드릴쉽과 잭업리그 상에 설치된 장비들 가운데 안전을 위한 가장 중요한 장비로 유정이 제어 기능을 상실 했을 때 시추요원(Drill Crew)들이 이에 대한 수정 조치를 할 것인지, 포기해야 할 것인지 판단할 수 있는 시간적인 여유를 줄 수 있는 최후의 안전시스템 역할을 수행한다.

본 검토에서는 해양플랜트용 유정제어를 위한 고압 Diverter의 테스트 조건, 환경 구현 그리고 유압 인가 테스트 결과 그리고, 위험 환경에서의 장비 검증 방법인 HILS(Hardware In the Loop Simulation) 적용 방안에 대하여 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 Diverter 테스트 조건

해양플랜트용 Diverter를 테스트하기 위해 삼성중공업의 FAT 테스트 절차서와 산동금속공업의 7 1/4" Diverter에 적합하고 실제 FAT 테스트와 흡사하도록 테스트 조건을 설계하였다. 아래의 Fig. 1은 FAT 절차서를 참고하여 설계한 Diverter 테스트 조건에 의한 유압 구성도이다.

Fig. 2는 Diverter를 테스트하기 위한 제어 순서도이며, 이는 삼성중공업에서 제공한 FAT 테스트 절차서에 준하여 제어기를 구성하여 제어 프로세스를 설계하고 테스트를 수행하였다.

2.2 Diverter 테스트 환경 구현

테스트 환경에서 사용할 Diverter는 산동금속공업에서 자체 개발한 7 1/4" Diverter에 맞추어 테스트 환경과 PLC기반의 제어기와 유압장치를 구현하였다. 유압 장치는 향후 21 1/16" Diverter 테스트에 사용가능하도록 3000psi인가 압력, 유압 공급량 100L/min, 유압탱크500L 이상의 사양을 설계하고 제작하였다.

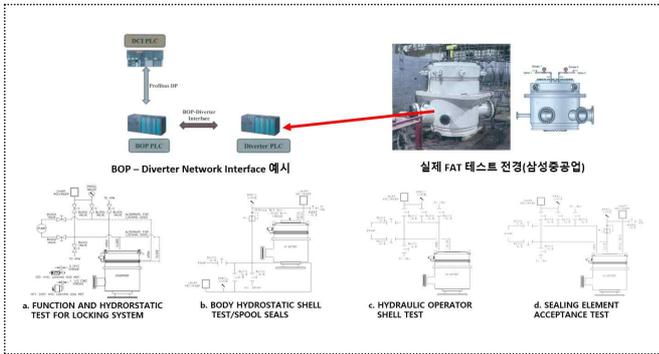


Fig. 1. Hydraulic System for 500 psi Diverter Application Test

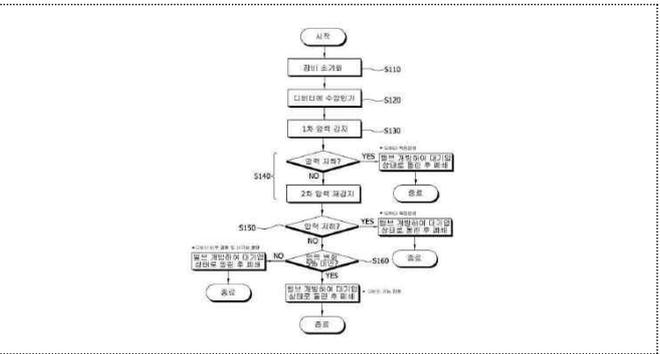


Fig. 2. 500psi Diverter Test Processor

3. 결과 및 토의

3.1 Diverter 테스트 결과

해양플랜트용 Diverter 유압 인가 테스트는 테스트의 신뢰성과 공인성을 확보하기 위하여 KTC(Korea Testing Certification)와 관련 전문가의 입회하에 테스트를 수행하였다. 아래는 시험 시료와 시험 결과이다.



Fig. 3. Hydraulic Unit and PLC Control Unit and 7 1/4" Diverter

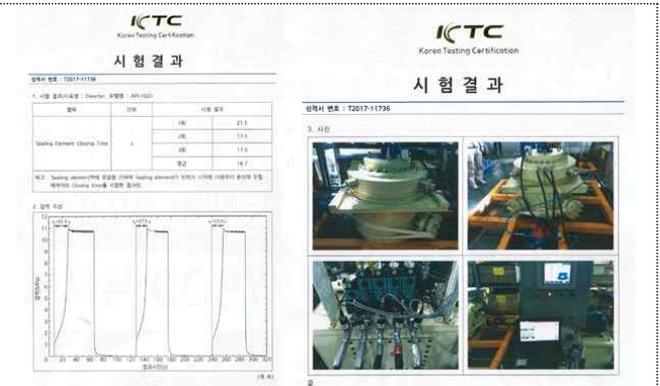


Fig. 4. Test Result

FAT 기준 테스트를 위한 테스트 배드로 플랜트에 적용하기 위한 최적의 테스트 조건 확보 및 추가 테스트 필요 21 1/16" Diverter 적용 및 테스트 진행하였다. 해양플랜트용 유정제어를 위한 고압 Diverter를 국내의 기술로 설계/제작하고 신뢰성 있게 성능을 테스트하고 검증하는 것은 많은 자금과 시간이 소요되므로, 시뮬레이터를 이용한 새로운 장치 테스트 방식 도출 필요하다고 판단된다.

이번 연구를 수행함으로써 국내에서도 해양플랜트용 기자재 개발이 가능하고 향후 선주사 및 사용자의 요구에 적합한 성능과 기능을 가진 고부가가치 제품을 개발하여 해양플랜트 분야 시장 진입이 가능할 것으로 예상된다.

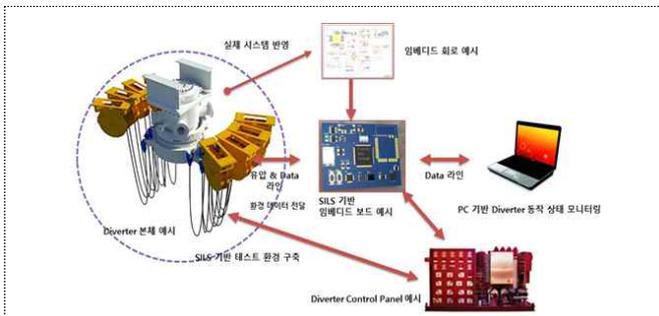


Fig. 5. Configuration of Embedded Based HILS Equipment Test Methods

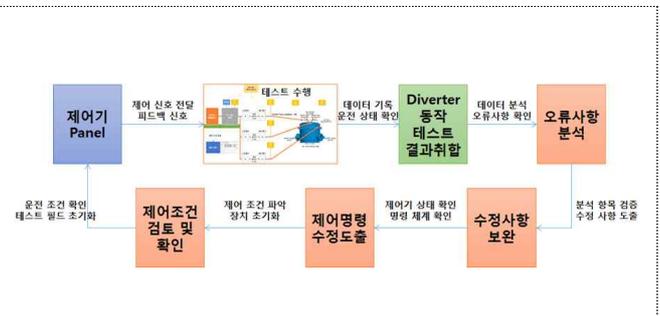


Fig. 6. HILS Process for Diverter Control System

4. 결 론

해양플랜트용 유정제어를 위한 고압 Diveter를 국내의 기술로 설계/제작하고 신뢰성 있게 성능을 테스트하고 검증하는 것은 많은 자금과 시간이 소요된다. 이번 과제를 수행함으로써 국내에서도 해양플랜트용 기자재 개발이 가능하고 향후 선주사 및 사용자의 요구에 적합한 성능과 기능을 가진 고부가가치 제품을 개발하여 해양플랜트 분야 시장 진입이 가능할 것으로 예상된다.

사 사

본 연구는 "2017년 산업기술혁신사업 수요자 연계형 기술개발사업" 연구개발 사업 지원에 의해 이루어진 것임.

[참 고 문 헌]

- 1) SMI.co.Ltd. 2017, First year Result report of "Development of High pressure Diverter for control offshore oil well"
- 2) SMI.co.Ltd. 2018, Second year Result report of "Development of High pressure Diverter for control offshore oil well"
- 3) "Engineering Test Requirements Diverters and Running/Testing Tools"

글로브 밸브 내부 다상유동의 유체동역학적 특성에 관한 연구

정광효¹, 응우옌 쩡 카이², 이강남²
 부산대학교 조선해양공학과¹, 부산대학교 대학원²

Investigation on Hydrodynamic Characteristics of Multi-phase Flow

in Globe Valve

Kwang Hyo Jung¹, Quang Khai Nguyen², Gang Nam Lee²
 Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Pusan National University¹
 The Graduate School, Pusan National University²

Abstract

Globe valves are commonly used as fluid flow control equipments in many engineering applications. Due to the complex geometries and multi-phase flow through the valve it is essential to understand the flow characteristics in order improve its performance. An experimental study was investigated on a transparent globe valve model which was installed on flow loop facilities. The experiments were conducted with various valve opening and water fraction to analyze the pressure field and the complex multi-phase flow was visualized using shadow graphy technique. In addition, the study demonstrates the usefulness of CFD simulations for analysis on 3-D.

1. Introduction

Although globe valves are available in broad spectrum of sizes and materials, a hydrodynamic investigation is required to improve their designs and to reduce the damage. This study focuses on details of the flow field such as pressure distribution and pressure drop through the valve. The shadowgraph imaging technique was utilized for flow visualization. The CFD simulations were also conducted and the numerical results are validated with experimental results.

2. Experimental Setup

The transparent 3-inch sized globe valve were installed in the test section of a flow loop which is shown in Figure 1. The flow loop which has total length of 18 meters consists of a tank, pump, flow meter and test section. A high-speed CCD camera was used for the shadowgraph technique. The pressures were measured at different positions, especially at the bottom of the valve (P9). The experiment was conducted with various parameters shown in Table 1.

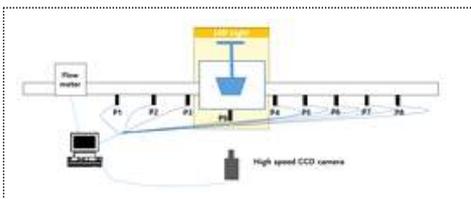


Fig. 1. Sketch of test section in experimental study

Table 1. Experimental conditions

Pump Speed (RPM)	Valve Opening (%)	Water Fraction (%)
800, 1100, 1400, 1700	20, 33, 47, 60, 73, 87, 100	95, 100

3. Simulation Setup

The globe valve model was simulated numerically using STAR-CCM+. The govern equations are Reynolds Averaged Navier–Stokes (RANS) equations and continuity equation. These equations are solved by the K- ω SST turbulent model. The set of 1.6 million cells is chosen in the following simulations.

4. Results

4.1 Flow kinematics

Figure 2 displays the flow inside the globe valve using Shadowgraph Imaging Technique. The flow is quite stable with 100% water in pipeline but with 95% water fraction, a large amount of bubbles occurs in the interaction regions between valve and fluid flow, especially at the plug-seat region.

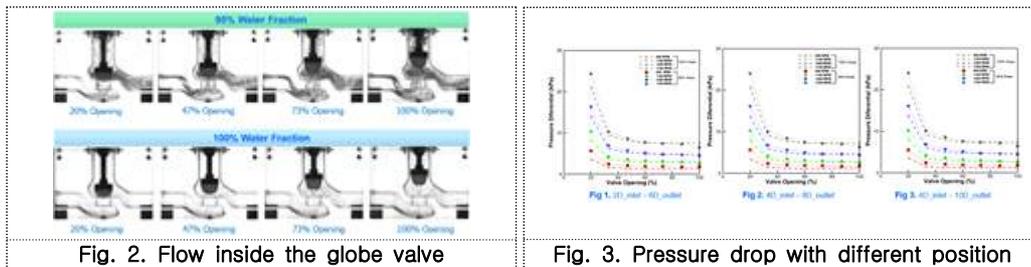


Fig. 2. Flow inside the globe valve

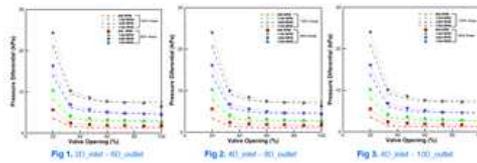


Fig. 3. Pressure drop with different position

4.2 Pressure distributions

There is a high pressure drop through Globe Valve and the position of pressure taps do not affect on the results (Figure 3). The pressure at 20% valve opening is much larger than those at greater partial opening. CFD has a good agreement with experimental results except at the small valve opening (Figure 4 and 5).

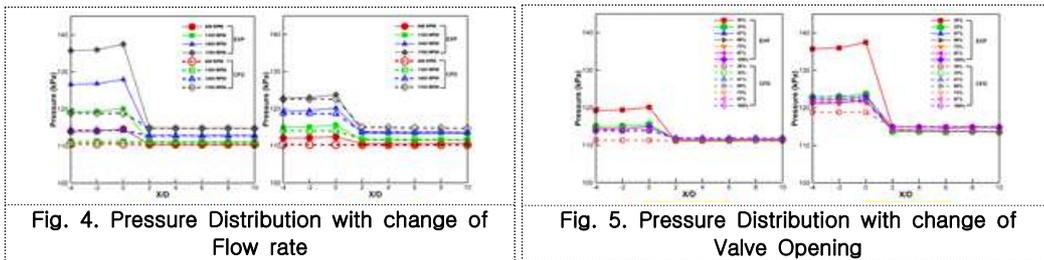


Fig. 4. Pressure Distribution with change of Flow rate

Fig. 5. Pressure Distribution with change of Valve Opening

4.3 Valve flow coefficient

The Valve Flow Coefficient is a function of valve geometry and as a tool to predict the flow and estimate the valve size in valve selection. It can be seen from Figure 7 that near maximum flow is reached at the relatively low percentage of valve opening.

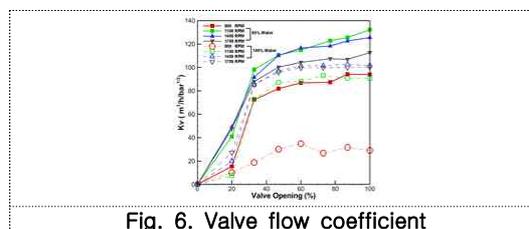


Fig. 6. Valve flow coefficient

5. Conclusions

1. Large amount of bubbles occurs in globe valve due to complex interaction between the valve and the flow.
2. Flow coefficient was calculated and it is showed that the valve has a quick opening characteristic.
3. Pressure diminishes and the flow coefficient increases as the water fraction decreases.
4. CFD results agree well with experimental measurements except at small valve opening.

해상크레인용 150톤 원치 제어기(PLC) HIL-test

임채옥¹, 신성철¹
부산대학교 조선해양공학과¹

HIL-test for winch controller(PLC) in 150t floating crane

Chae-og Lim¹, Sung-chul Shin¹
Pusan National University¹

Abstract

해상크레인용 원치란, 크레인을 이용하여 해상에서 중량물을 이동시키기 위해 필요한 동력을 공급하는 역할을 한다. 원치 제어기는 원치의 로프를 감거나 풀고, 제동을 위한 제어신호를 해당 장비인 모터, 인버터, 브레이크 유압장치 등에 보낸다. 원치 제어기를 설계 및 제작 하는 단계에서 제어기의 정상동작 유/무, 성능시험, 검증, 평가와 가혹한 조건에서 제어기 및 시스템 응답 및 거동의 확인이 필요하다. 하지만 이를 실제 하드웨어 장비와 연동하여 직접 수행하기에는 많은 제약과 위험이 따른다. 따라서 설계 엔지니어들은 HILS (Hardware-in-the-Loop Simulation, HIL-test)라는 방법을 이용하여 이러한 제약을 해결하고 있다. 본 연구에서는 150톤급 해상크레인용 원치 제어기의 HIL-test를 수행하고, test 결과를 분석하였다.

1. 서 론

해상크레인은 바지선(Barge)이나 반잠수식, 고정식 해양구조물에 설치되어 해상에서 무거운 중량물을 이동, 하역하기 위해 사용되는 크레인을 말한다. 해상크레인에서 중량물을 들어 올리거나 내려놓기 위해 필요한 동력을 제공하는 핵심 장비인 원치(Winch)와 원치를 제어하는 제어기의 중요도는 매우 높다고 볼 수 있다. 이와 같은 이유로 원치 제어기가 실제 해상크레인에 탑재되었을 때 안정적으로 동작하는지에 대한 확인은 엔지니어 입장에서 매우 중요하며, 이런 문제를 해결하기 위해 HILS (HIL-test)라는 방법을 이용한다. 따라서 본 연구에서는 원치 제어기의 HIL-test를 수행하고 test 결과를 분석하였다.

2. 원치 제어시스템 HILS 개발

2.1 원치 구동부 모델 개발

원치 제어기 HIL-test에 필요한 HIL Simulator 모델인 원치 구동부 모델을 개발하였다. 원치 구동부는, 회전기모델, 전력변환모델, 부하 및 제동기 모델로 구성되어 있으며 Matlab/Simulink를 이용하여 모델링 하였다.

2.2 HIL-test 플랫폼 개발

HIL-test를 수행하기 위해서는 제어기 I/O와 HIL Simulator I/O 간의 통신을 위한 인터페이스 모델 개발이 필요하며, 인터페이스 모델과 장비, HIL Simulator, 제어기를 이용하여 HIL-test 플랫폼을 개발해야 한다. 본 연구에서는 Labview (ver.2015, National Instruments)를 이용하여 TCP/IP Ethernet 기반의 인터페이스 모델을 개발하였고, HIL Simulator와 제어기인 PLC (XGK-CPUE, LSIS), 인터페이스 모델, 인터페이스 장비인 PXIe-8135 (National Instruments)를 이용하여 HIL-test 플랫폼을 개발하였다.

3. HIL-test 결과

원치 시스템 HIL-test를 위한 Test Case를 설정하여 Test를 수행하였다. Test Case에 따른 HIL-test 결과는 Table 1에 나타내었다. HIL-test Case 중 1, 11번 Case에서 이상동작을 확인하였다. 1번의 경우 모터의

정/역 회전 신호인 Heave(로프감기), Payout(로프풀기) 신호 두개를 강제로 모두 On(활성화) 시킨 경우이다. 이 경우 윈치 제어시스템이 동작을 하지 않는 것이 안전한 상태로 판단되지만, 실제 윈치제어 시스템은 정회전 신호를 발생하여, HIL Simulator를 구동시켰다. 11번의 경우 작업길이(Working Length)에 음수를 입력한 경우이다. 이 경우 작업길이에 음수가 입력되면 동작하지 않는 것이 안전한 상태로 판단되지만, 실제 윈치 제어시스템은 작업길이가 입력한 음수 작업길이에 도달할 때까지 모터구동 신호를 발생하였다. 극한 시험 조건건에 해당하는 Case 6, 7번은 정격부하인 150 ton 보다 무거운 200 ton, 250 ton 부하에서 윈치를 구동하는 Test이며, 6번인 Heave의 경우 200 ton 부하에서 구동이 가능하였고, 정격속도 보다 낮은 속도로 운전되었다. 250 ton의 경우 모터 회전지령 제어신호의 가속률에 따라 기동이 가능 하거나, 불가능 하였다. 7번 Payout의 경우 200 ton, 250 ton 모두 기동이 가능했고, 2가지 Case 모두 정격속도보다 높은 속도로 운전되었다.

Table 1 The HIL-test cases and results winch controller

No.	Test Case	Test Result
1	Check of starting at both heave and payout on	Working
2	Check of over the maximum speed set (over 28.3 m/min)	Reach the rated value(28.3 m/min), normal operation
3	Check of lower the minimum speed set (lower 0 m/min)	Not working
4	Check of heave starting at maximum load (150 ton)	Normal operation
5	Check of payout starting at maximum load (150 ton)	Normal operation
6	Check of heave starting at over the maximum load	200 ton: Slow acceleration, Lower speed(1160 rpm) than setting value, Normal operation 250 ton: Starting available at slow acceleration, No starting at fast acceleration
7	Check of payout starting at over the maximum load	200ton: High speed(1212 rpm) than rated speed 250ton: More high speed(1222 rpm) than rated speed
8	Check of payout, working length 0->999 m	Reach the 999 m, Normal operation
9	Check of heave, working length 999->0 m	Reach the 0 m, Normal operation
10	Check of working length limit (over 1000 m)	Normal operation
11	Check of working length limit (lower 0 m)	Reach the negative length

4. 결 론

본 연구에서는 150톤급 해상크레인용 윈치 제어시스템의 HILS 개발을 위하여 Matlab/Simulink, Veristand를 이용하여 HIL Simulator를 개발하였고 개발한 플랫폼을 이용하여 11가지 Test case에 대한 HIL-test를 수행하여 1, 11번 2가지 case에서 이상동작을 확인 하였다. 또한, 극한 시험조건에 해당하는 6, 7번 Case에 대한 Test를 수행하여 극한 조건에서의 제어기와 윈치의 거동 특성을 확인 할 수 있었다. Test 결과를 제어기 설계에 반영하여 검증된 제어기 설계를 할 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 0000년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0030013).

이 논문은 2017년도 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(17IFIP-B133628-01, 시추용 육상 드릴링 시스템의 방향제어 추진체 및 이수순환기술 개발)

[참 고 문 헌]

- 1) Lee, S.H. Kim, S.S. Jeong, W.H., HILS Environment Application of Real time Multibody Vehicle Dynamics model. Korea Society of Automotive Engineers, pp. 782-787, 2006.
- 2) Nho E. C., Joung G. B., Choi N. S., Power Electronics. Moon woon dang, 2011.
- 3) Park H. S., Woo K. I., *Understanding electric machine*. Pukyong National Uni. press, 2009.

Drilling이수 Diverting위한 Sealing장치 제작 및 개발 연구

김민규, 배선봉, 장석수, 박진우, 김인규
산동금속공업(주)

A study on the manufacture of Sealing equipment for drilling mud

Min-Gyu Kim, Sun-Bong Bae, Suk-Soo Chang, Jin-Woo Park, In-Kyu Kim
Sandong Metal Industry co.,Ltd

1. 서 론

Diverter는 시추 초기 작업에서 안전 및 작업자 생명보호에 있어 중요한 장비로 시추 작업 중 예상치 못한 유정 압력 변화로 유독가스 및 Mud가 Drill Floor 상부로 분출하는 것을 막고 시추선 외부로 배출하여 선박 안전을 도모하는 장치다. 본 연구에서는 Diverter의 구조특성 파악을 통한 실제 시제품을 제작하여 테스트를 수행하여 동작 방식에 대한 기술을 개발하고 성능을 평가하였다. 또한 기존 보다 우수한 Sealing Mechanism을 개발함으로써 시추 시 높은 안정성, 쉬운 유지보수를 가능케 하였다.

2. Diverter 설계 및 제작

본 연구에서는 시추 작업 시 발생하는 이상 압 력에 대한 Sealing 성을 확보하기 위한 기본 압력 조건을 설정하고, 내부 Capacity 를 분석하여 제품 에 대한 사양을 확정하였다. 확정된 사양은 기존 선박의 운영 System 과의 호환성을 확보하기 위해 기존 제품의 자료를 바탕으로 설정되었으며, Running & Test Tool 은 Diverter 본체의 내부 동작에 관한 검증을 위해 Design 되었다. 무엇보다 APIS tandard 기준에 부합하 는 테스트 절차를 토대로 가압테스트를 보다 용이하게 진행하기 위한 설계 요소를 반영하였다.

기존 양산 제품의 Sealing 기구에 대한 모식도 를 Fig. 1 에 나타내었다. Sealing Element 는 하부 로 부터의 유체가 Drilling Floor 로 분출하지 못 하게 하고, Flow Line Seal 은 유체 방향 전환을 위해 본체에서 의 Leak 를 방지하기 위한 장치이 다. 기본적으로 해당 두개의 Seal 은 유압에 의 해서 동작되고 동작을 위 한 압력조건은 1,500psi 로 동일하다.

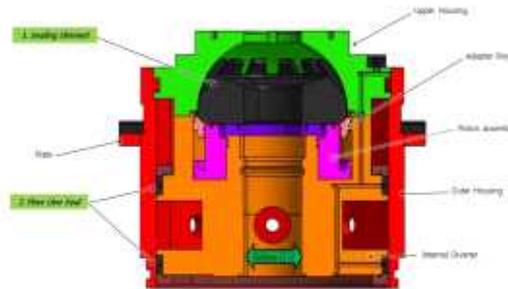


Fig. 1 Position of Sealing

동작 방식에 대한 선행 연구는 선진사 제품을 토대로 3D 모델링 및 모형 제작을 통해 진행되었다. 이후 제 품은 선박 안전에서 요구 되어지는 기능의 구현을 중점적으로 연구 진행하였고, 이를 바탕으로 개선 제품 설 계로 이어졌다. 초기 제품은 실제 모델 보다 1/3 규모로 제작하였고 제작된 Prototype 시제품은 Fig. 2 에 나타내었다.

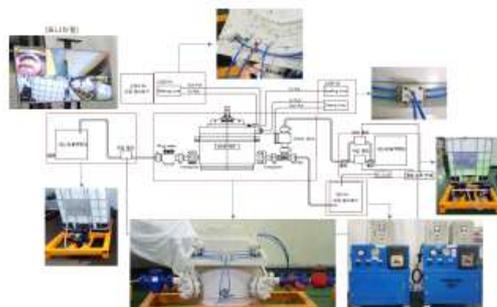


Fig. 2 Prototype Diverter 시제품 및 테스트 환경

3. Diverter 성능 검증

3.1 시제품 테스트 절차 수립

시제품 제작 후 기능 동작을 위한 유압 시스템을 구성하고, Sealing Element 의 안정적인 동작을 확인 하기 위해 정상 압력 수준의 1.5 배인 750psi 가압 가능한 압력 장치를 부착하였다. Test 규정을 검토하여 자체적인 절차를 수립하였다.

3.2 시제품 기능 테스트

기능 구현 테스트는 공신력 있는 결과물을 획득하기 위하여 공인기관 입회 하에 진행하였으며, Sealing Element Closing Pressure 1,500psi 인가시에 최종 Close 까지의 시간을 측정하여 data 화 하였고 750psi 를 내부에 가압하여 Leak 현상을 관찰하였다. 시간의 측정이 중요한 사유는 시추작업 시 이상 압력이 발생하였을 경우 이를 제어하기 위한 최소 동작 시간이 중요하므로 이를 초점으로 진행 하였다. 테스트 결과는 Fig.3 에 나타내었다.

평가항목 (정당적 목표)	단위	2사년도 목표	실적	평가 방법
3. Diverter element Closing Time	sec	40s 이하	18.7s	공인성적서

Fig. 3 Test Result

4. Sealing Mechanism 개선

기존 제품 대비하여 보다 우수한 Sealing 성 확보와 중량물에 대한 유지보수 효율을 증대하기 위한 연구를 추가로 진행하여 제품에 적용, 기존 대비 우수한 성능을 검증하였다. Sealing Element 의 경우 일체형을 분할형으로 개발하였으며, 12 분할을 통해 지속적인 사용으로 열화된 부분에 대해서만 교체하도록 제작하였으며, Flowline Seal의 경우에는 추가적인 압력 Port 를 구성하여 기존 대비 우수한 Sealing 능력을 갖출 수 있도록 제작하였다. 이렇게 제작된 Sealing 부품을 시제품에 적용하여 동등 이상 수준의 기능 구현을 검증하였다. 해당 제품으로 국내 특허등록 및 미 특허허를 출원하였다. (Fig 4)



Fig. 4 Sealing Mechanism

5. 결 론

본 연구에서는 1/3 Size의 Prototype 시제품을 제작하여 선박에서 요구 되어지는 기능 구현에 대한 전반적인 부분에 대해서 연구를 수행하였다. 기능 부분에 대한 이해와 더불어 추가적인 기능이 가능하도록 새로운 Sealing 부품을 개발 진행하였으며 향후 21 1/4" 시제품 제작 시 기본 data로 활용 가능한 수준의 연구였다고 판단된다.

후 기

본 연구는 산업통산자원부 산업기술혁신개발사업의 지원("해양플랜트용 유정제어를 위한 고압 Diverter 개발")으로 수행되었으며 이에 감사 드립니다. [과제번호 : 10062514]

[참 고 문 헌]

- (1) Specification for Control Systems for Drilling Well Control Equipment and Control Systems for Diverter Equipment, API SPECIFICATION 16D, SECOND EDITION, JULY 2004 EFFECTIVE DATE: JANUARY 2005
- (2) Blowout Prevention Equipment Systems for Drilling Wells, API STANDARD 53, FOURTH EDITION, NOVEMBER 2012 ADDENDUM 1, JULY 2016-
- (3) Recommended Practice for Diverter Systems Equipment and Operations, API RECOMMENDED PRACTICE 64 (RP 64), SECOND EDITION, NOVEMBER 2001 REAFFIRMED, JANUARY 2012

발전소 배가스 열회수 및 냉각을 통한 물회수 유기랭킨사이클 발전시스템 해석

김영민, 조규백, 이선엽, 신동길
한국기계연구원 그린동력연구실

Analysis of organic Rankine cycle for water recovery and generation system by waste heat recovery and cooling of flue gas in thermal power plant

Young Min Kim, Gyu Baek Cho, Sunyoup Lee, Dong Gil Shin
Korea Institute of Machinery and Materials

Abstract

Water is one of the vital inputs for thermal power generation because fossil fuel-based power plants consume significant amount of water. In order to reduce water requirement in the power plant, it is possible to recover waste heat and water in the flue gas of power plant. For example, a 600MW coal power plant releases 45 ton/min of flue gas including 7.2 ton/min of moisture. In this study, organic Rankine cycle (ORC) waste heat recovery system combined with pumped heat pipe cooling using the same working fluid was proposed to recovery waste heat and water in the flue gas of the power plant. In the case of 600MW power plant with 16% volume of water vapor in 150°C of flue gas, the ORC system can produce about 6MWe and 50% of water recovery by cooling the flue gas to 40°C. When it is difficult to recover water in the flue gas by the proposed ORC system with increase in the ambient temperature, a vapor compression cooling system can be combined with the previous ORC system in order to lower the temperature of the flue gas.

1. 서 론

화력발전소에서 물소비는 매우 크기 때문에 물은 화력발전소에서 가장 중요하고 필수적인 요소이다. 발전소 물소비를 줄이기 위한 방법으로 배가스의 열회수와 냉각을 통해 물을 응축시켜서 회수하고 이를 용수로 활용하는 것이 가능하다. 예를 들어 600MW 석탄화력발전소는 분당 45톤의 배가스를 배출하는데 이중에 포함된 수증기량은 분당 7.2톤에 이른다. 본 연구에서는 이러한 발전소 배가스에 포함된 물을 회수하기 위해서 배가스 열회수 발전이 가능한 유기랭킨사이클에 배가스 추가 냉각을 위한 펌프식 히트파이프 냉각시스템이 결합된 시스템을 제안하였다. 600MW 화력발전소에서 150°C 배가스에 16% 부피비의 수증기가 포함된 경우 제안된 시스템으로 배가스를 40°C까지 냉각하게 되면 최대 50% 물회수와 6MWe의 추가 발전이 가능하다. 대기온의 상승할 경우 제안된 시스템으로 물회수를 하기 어려워지게 되는데, 이때에는 유기랭킨사이클 발전 동력을 이용한 증기압축식 냉각루프를 추가하여 배기온을 더욱 낮게 하여 물회수율을 높일 수 있다.

2. 본 론

2.1 배가스 열회수 유기랭킨사이클 최적화

물회수를 위해 배가스를 냉각하려고 할 때 배가스의 폐열을 이용해서 유기랭킨사이클 시스템을 통한 추가 발전이 가능하며, 주어진 배가스로부터 최대 발전 출력을 얻기 위해서 유기랭킨사이클을 최적화 하였다. 유기랭킨사이클에서 저압 압력은 낮을수록 좋지만 대기온에 의해 제한되며 고압측은 높을수록 좋지만 시스템 고압화에 따른 비용증가로 적절하게 최적화가 필요하며 주어진 압력 조건에서 터빈 입구 온도도 최적화하였다.

2.2 배가스 물응축 온도와 방열 열량 해석

배가스의 수증기 분압과 물의 포화증기압이 같아지는 온도가 배가스내에 물이 응축되기 시작하는 이슬점이 되며, 배기온이 더욱 낮아지게 됨에 따라 포화증기압의 차이만큼 물이 응축되게 되고 물응축에 따른 잠열만큼 방열하여야 배기온을 낮출 수 있다. 배가스 물회수 유기랭킨사이클의 최적화 설계를 위해서 이러한 배가스의 이슬점과 배기온 냉각에 따른 물회수율과 방열열량을 해석하였다.

3. 결과 및 토의

150°C 배가스에 16% 부피비의 수증기가 포함된 경우 배가스의 수증기 분압과 물의 포화증기압이 같아지는 이슬점은 55°C이며 배기온이 낮아짐에 따라 물회수율은 포화 수증기분압의 차이만큼 높아지게 된다. 이때 최소한 40°C이하로 배가스를 냉각하여야 물회수율이 50% 이상을 달성할 수 있다. 응축이 시작하는 시점부터는 잠열이 방출되기 때문에 방열량이 급격히 증가하게 된다. 제안된 배가스 냉각 물회수 발전시스템에서는 배가스를 먼저 유기랭킨사이클 발전시스템을 통해 고압 증발기에서 1차적으로 이슬점인 55°C까지 냉각하고 2차적으로 냉매를 저압 증발기에서 증발하여 40°C이하로 냉각하게 된다. 600MW 발전소 배가스 유량 750kg/s 기준으로 유기랭킨사이클 발전시스템에서는 약 81MW의 열을 회수하며 저압증발기에서는 약 107MW의 열을 방열하여야 한다. 이때 유기랭킨사이클 발전 출력은 약 6.6MW가 되며 물회수 효율은 최대 50% 이상을 달성할 수 있게 된다. 대기온의 상승할 경우 제안된 시스템으로 물회수를 하기 어려워지게 되는데, 이때에는 추가적인 같은 냉매를 사용하는 증기압축식 냉각루프를 추가하여 배기온을 더욱 낮게 하여 물회수율을 높일 수 있다.

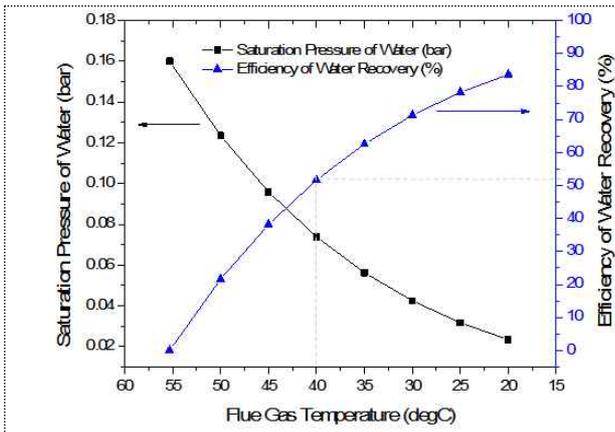


Fig. 1. Water recovery with flue gas temperature

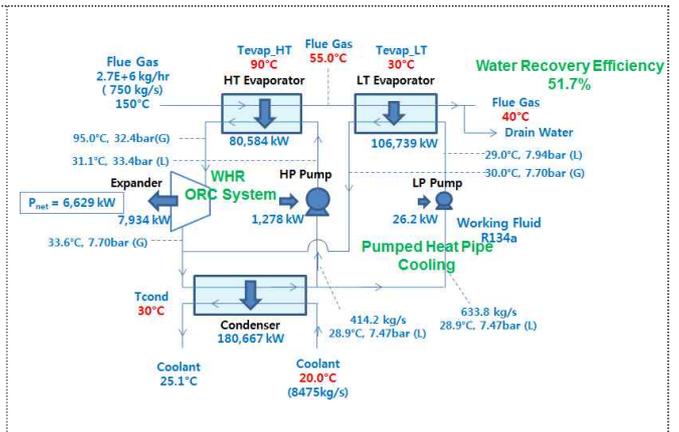


Fig. 2. Organic Rankine cycle combined with heat pipe cooling for water recovery from flue gas

4. 결 론

본 연구에서는 발전소 물소비를 저감하기 위해서 배가스에 포함된 수증기를 응축하여 회수하기 위한 배가스 열회수 및 냉각을 통한 물회수 유기랭킨사이클 발전시스템을 제안하였다. 600MW 화력발전소에서 150°C 배가스에 16% 부피비의 수증기가 포함된 경우 제안된 시스템으로 배가스를 40°C까지 냉각하게 되면 최대 50% 물회수와 6MWe의 추가 발전이 가능하다. 대기온의 상승할 경우 제안된 시스템으로 물회수를 하기 어려워지게 되는데, 이때에는 유기랭킨사이클 발전 동력을 이용한 증기압축식 냉각루프를 추가하여 배기온을 더욱 낮게 하여 물회수율을 높일 수 있다.

[참 고 문 헌]

- 1) K. Jeong and E. K. Levy, "Analytical modelling of water condensation in condensing heat exchanger," *International Journal of Heat and Mass Transfer.*, vol. 53, pp. 2361-68, 2010.
- 2) J. H. Copen, T. B. Sullivan, and B. C. Folkedahl, "Principles of flue gas water recovery system," in *Proceedings of the Power-Gen International Conference, Las Vegas NV, December 2005.*
- 3) D. Wang, A. Bao, W. Kunc, and W. Liss, "Coal power plant flue gas waste heat and water recovery," *Applied Energy.*, vol. 91, pp. 341-348, 2012.
- 4) K. Jeong and E. K. Levy, "Theoretical prediction of surfuric acid condensation rates in boiler flue gas," *International Journal of Heat and Mass Transfer.*, vol. 55, pp. 8010-19, 2012.
- 5) Z. Qi, J. Li, D. Wu, W. Xie, X. Li, and C. Liu, "Particulate matter emission characteristics removal efficiencies of a low-low temperature electrostatic precipitator," *Energy Fuels.*, vol. 31, pp. 1741-46, 2017.

유한요소해석을 이용한 밸브용 액추에이터의 구조안정성 검토

이재훈¹, 김한울¹, 최주형¹, 김정환¹, 공길영¹, 설관훈², 박성현²
한국조선해양기자재연구원¹, 플로우버스²

Structural Analysis and Evaluation for Valve Actuator by FEA

Jae-Hoon Lee¹, Han Ul Kim¹, Joo-Hyoung Choi¹, Jeong-Hwan Kim¹, Gil-Young Kong¹,
Kwan-Hun Seol², Sung-Hyun Park²
Korea Marine Equipment Research Institute¹, Flowbus²

Abstract

In this study, a major part of the HIPPS system, the valve actuator's structural analysis method was researched to examine a design and evaluated a structural stability. According to the actuator's driving system, static structural and dynamic structural analysis was performed by applying conservative load, analysis conditions. Based on analysis results, the actuator's components were evaluated to have enough structural stability.

1. 서 론

HIPPS(High Integrity Pressure Production System)는 고압 파이프라인이 포함된 시스템에서 주요 장비의 고장 및 파손 사고를 방지하기 위한 압력제어 안전시스템이다. 현재 HIPPS의 수요가 커지고 있는 추세이나, 국내에서는 개발된 사례가 없고 해외 선진사들에 의해 독점 공급되고 있는 상황이다. 이에 따라 HIPPS를 구성하는 부품 설계기술을 확보하기 위한 연구가 필요하며, 본 논문은 HIPPS의 주요 부품 중 하나인 밸브용 액추에이터의 설계를 검토하는데 필요한 구조해석 절차에 대해 연구하고 구조적 안정성을 평가하였다.

2. HIPPS의 구동 방식 및 해석방안

Fig. 1에 HIPPS 액추에이터의 3D 모델을 나타내고 있으며, 액추에이터는 실린더, 드라이브 및 스프링 파트로 나누어진다. Fig. 2에는 HIPPS 액추에이터의 구동 방식을 나타내고 있는데, 실린더 파트에 공압을 이용하여 내부 압력을 높이면 드라이브 파트가 움직이며 밸브가 열리며 스프링 파트는 압축된다. 이후 긴급상황이 발생하고 내부 압력이 제거되면 스프링의 이완에 따라 밸브가 닫히는 구동 방식이다. 이때, 밸브는 고압을 신속히 차단해야 하므로 3초 내에 닫혀야 한다. 이러한 구동방식에 따라 실린더, 드라이브 및 스프링 파트에 대하여 가장 보수적인 하중 및 경계조건을 고려하여 구조해석을 수행해야 하며, 또한 동적인 구동장비이므로 운동속도에 따라 정적 또는 동적 구조해석을 수행하여 설계를 검토할 필요가 있다. 밸브 열림은 저속이므로 정적구조해석, 밸브 닫힘은 3초 내에 완료되어야 하므로 동적구조해석 기법을 적용하였다.

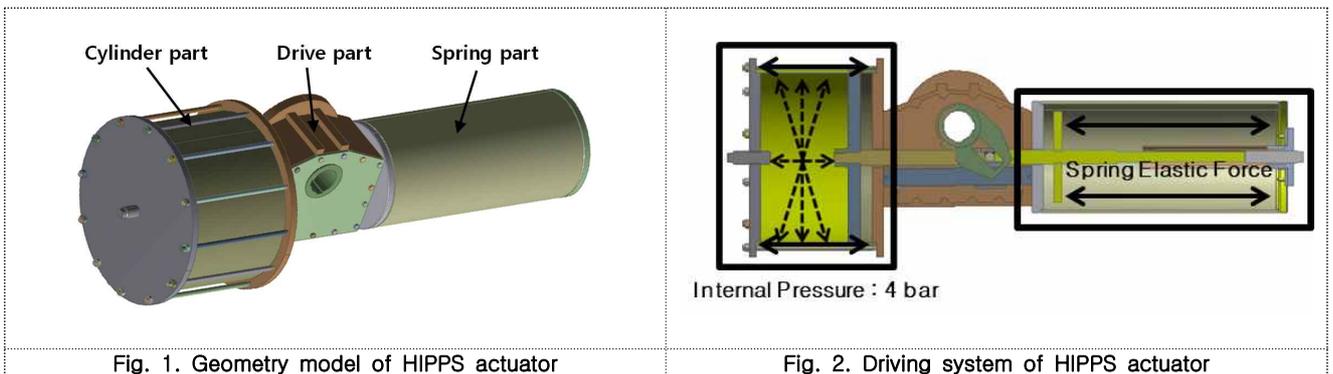


Fig. 1. Geometry model of HIPPS actuator

Fig. 2. Driving system of HIPPS actuator

3. 해석결과

Fig. 3은 스프링 파트의 정적 구조해석 결과를 나타낸다. 내부압력에 의해 스프링이 압축되며 밸브가 열린 상황을 해석한 결과로서 spring rod와 retainer의 이음부에 최대 등가응력 120.6 MPa이 발생하였다. Retainer의 항복강도(280MPa) 이하의 응력이므로 구조적으로 안정하다고 판단된다. Fig. 4는 밸브가 닫힐 때의 실린더 파트의 동적 구조해석 결과를 나타낸다. 내부압력이 낮아져 스프링이 이완되어 cylinder rod가 300 mm/s로 adjust bolt에 충격을 가하는 상황으로서 adjust bolt에 최대 등가응력 37.6 MPa이 발생하였다. Adjust bolt의 항복강도(240 MPa) 이하의 최대 등가응력이 나타나 구조적으로 안정하다고 판단된다. 그 밖에 드라이브 파트의 케이싱과 내부 부품들에 대한 구조평가가 동시에 이루어졌으며 구조적으로 안정한 것으로 판단되었다.

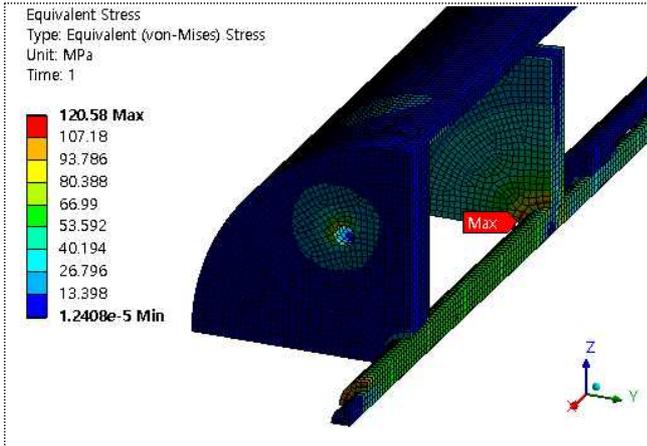


Fig. 3. Static structural analysis result of the spring part - Equivalent Stress @ 1 sec

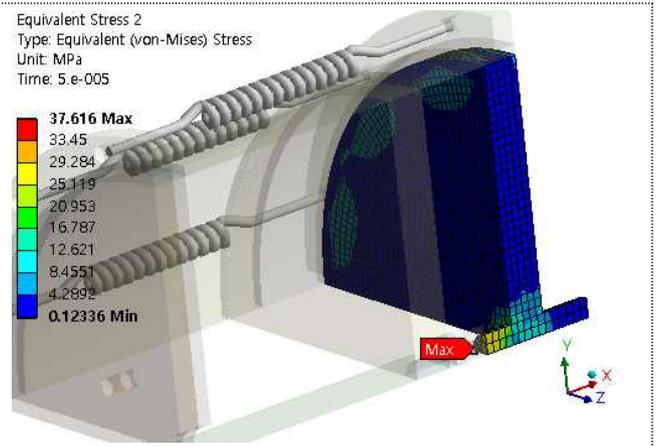


Fig. 4. Transient structural analysis result of the cylinder part - Equivalent Stress @ 5e-5 sec

4. 결 론

본 연구는 HIPPS의 주요 부품 중 하나인 밸브용 액추에이터의 설계를 검토하는데 필요한 구조해석 방안을 마련하고 구조적 안정성을 평가하는데 목적이 있다. 정적, 동적 구조해석을 수행하기 위해 필요한 보수적인 하중조건과 적용방법, 해석 조건에 대한 연구를 하였으며, 해석 결과를 제시하였다. 해석 결과, 본 시스템의 구동 속도, 압력 조건은 액추에이터 설계의 구조 안정성에 크게 영향을 미치지 않는다고 판단된다. 추가적인 실험 등을 통해 설계검증이 이루어질 예정으로 유사 액추에이터 설계 시 본 연구를 바탕으로 안정적인 구조설계가 가능할 것이라 판단된다.

사 사

본 연구는 산업통산자원부와 한국산업기술진흥원의 “경제협력권육성사업”의 지원을 받아 수행된 연구결과임. (과제번호 : R0006259, 과제명 : 고압 이송라인 압력 보호 시스템 HIPPS 기술개발)

[참 고 문 헌]

- 1) James M. Gere and Barry J. Goodno “Mechanics of Materials, SI Edition”, Cengage Learning, 2017.
- 2) J. L. Meriam, L. G. Kraige and J. N. Bolton “Engineering Mecanics : Dynamics”, Sigma Press , 2017.
- 3) ANSYS, “Users Guide, V18.0”, ANSYS

전산해석을 이용한 A60급 방화셔터의 성능 평가

김한울¹, 이재훈¹, 최주형¹, 김정환¹, 공길영¹, 류진호², 김경태²
한국조선해양기자재연구원¹, 대현테크²

Performance Evaluation of A60 Class Fire Shutter by Computational Analysis

Han Ul Kim¹, Jae-Hoon Lee¹, Joo-Hyoung Choi¹, Jeong-Hwan Kim¹, Gil-Young Kong¹,
Jin Ho Ryu², Kyung Tae Kim²
Korea Marine Equipment Research Institute¹, Dae Hyun Tech²

Abstract

In this study, the A60 class fire shutter was computationally analyzed to evaluate fire protecting performance. Before a fire protecting test, transient heat transfer analysis was performed to design accurately and cut the design cost down. And analysis was performed by applying temperature and time conditions of A60 class door's fire protecting test, called IMO Res. MSC. 307(88) : 2010.

1. 서 론

A60급 방화셔터는 조선해양플랜트 및 육상플랜트 그리고 건축, 건설 분야 등에서 사용되며, 화재발생 시 화염과 연기로부터 인적, 물적 피해를 막기 위한 안전 설비이다. A60급 방화셔터는 IMO Res. MSC. 307(88) :2010 규약에 따라 68분 동안 정해진 온도 조건에서 시험을 진행하여 성능을 평가하며, 화염에 노출된 반대면의 5개 지점에서의 평균온도와 최고 온도가 각각 최초 온도보다 140°C, 180°C를 초과하지 않아야 한다. A60급 방화셔터의 안정적인 설계와 설계비용 절감을 위해서는 시험에 앞서 방화성능 분석이 필요하다. 본 연구에서는 A60급 방화셔터의 방화성능을 사전에 평가하기 위해 유한요소법(FEM)을 이용하여 과도 열전달해석을 진행하였다.

2. A60급 방화셔터의 해석조건

Fig. 1은 IMO Res. MSC. 307(88) :2010 규약에 따른 온도 조건을 나타낸다. Fig. 2는 모델에 적용한 경계조건을 나타낸다. 방화 시험 조건에 따라 화염이 닿는 부분인 화염 적용면에 규약에 따른 방사 경계조건을 적용하였으며, 외기와 닿는 화염 반대면에는 대류 열전달 경계조건을 부여하였다. 과도해석은 A60 셔터의 실제 방화성능 시험과 동일한 조건을 구현하기 위하여 총 68분 동안 수행하였다.

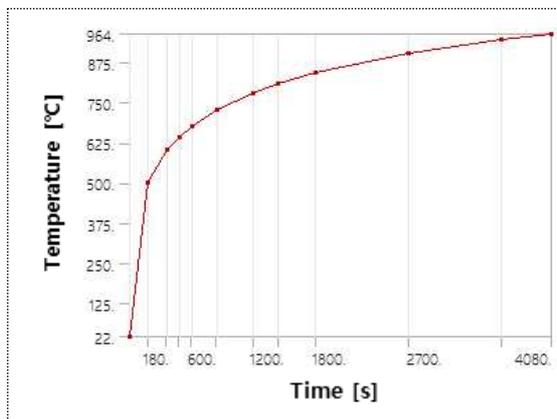


Fig. 1. Temperature conditions of IMO. Res. MSC 307(88) : 2010 rule

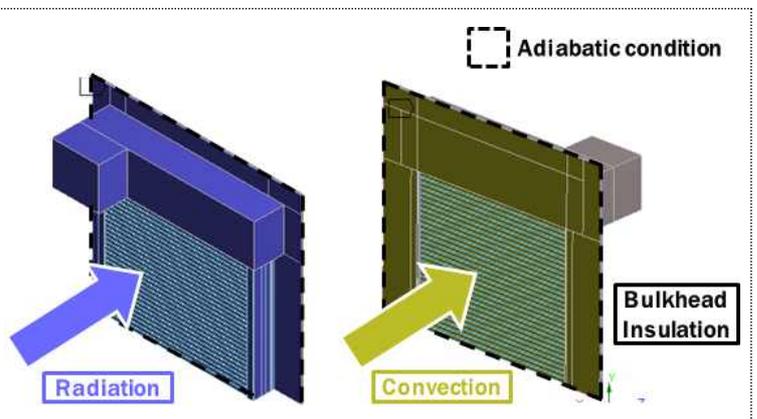


Fig. 2. Boundary conditions of an analysis model

3. 해석결과

Fig. 3은 과도 열전달해석 결과를 나타낸다. Rail과 bulkhead가 닿는 부분에 최고 온도 778.1°C가 발생하였다. 그러나 규약에서 요구하는 방화 성능 만족 조건은 정해진 5개 지점에서의 최고, 평균 온도를 기준으로 한다. Fig. 4는 화염 반대편 셔터면 5개 지점에서의 최고온도를 나타낸다. 5개 지점에서 최고 온도는 30.5°C, 평균 온도는 29.8°C로 나왔다. 결과적으로 평가 지점에서 기준 최고 온도(202°C)와 평균 온도(162°C) 이하를 만족하였다.

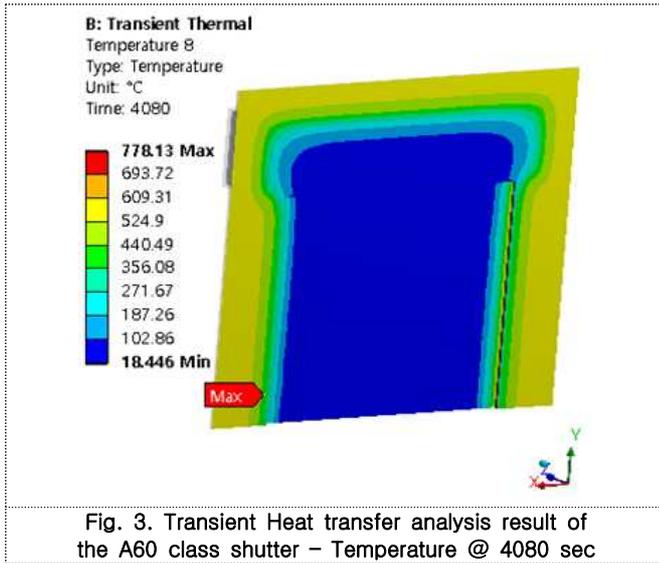


Fig. 3. Transient Heat transfer analysis result of the A60 class shutter – Temperature @ 4080 sec

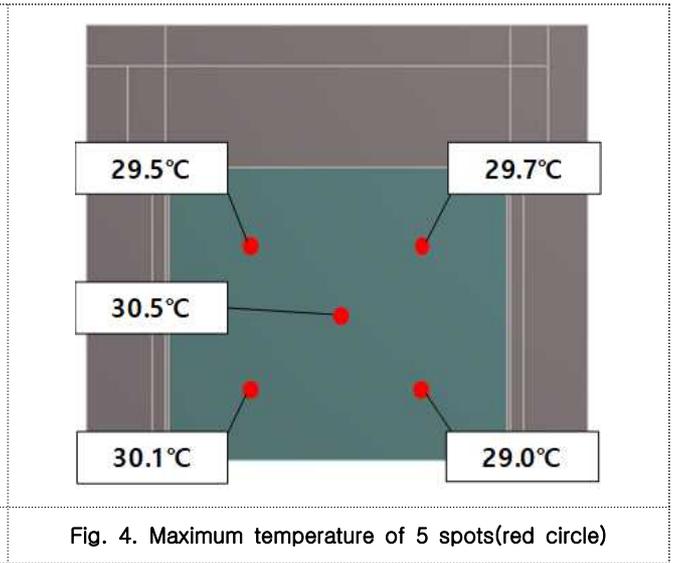


Fig. 4. Maximum temperature of 5 spots(red circle)

4. 결 론

본 연구에서는 A60방화셔터 설계에 대하여 사전에 방화성능 검토를 위해 과도 열전달해석 기법을 이용하였다. 해석결과 평가 지점에서의 최고 온도, 평균 온도가 IMO Res. MSC. 307(88) :2010 규약에서 요구하는 온도 이하를 나타내 열적 안정성을 만족하는 설계안이 도출된 것으로 평가되었다.

사 사

본 연구는 산업통산자원부와 한국산업기술진흥원의 “경제협력권육성사업”의 지원을 받아 수행된 연구결과임. (과제번호 : P000930, 과제명 : A60급 조선해양플랜트용 방화셔터 국산화 개발)

[참 고 문 헌]

- 1) Yunus A. Cengel and Afshin J. Ghajar “Heat and mass transfer : fundamentals & applications”, McGraw-Hill, 2012.
- 2) Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Daisie D. Boettner and Margaret B. Bailey “Principle of engineering thermodynamics : SI version. 7th ed.”, Wiley , 2013.
- 3) ANSYS, “Users Guide, V18.0”, ANSYS.

부유식 해양 구조물의 벌크 이송 시스템 국산화 연구 개발

황종덕¹
우민기술(주)

Research and Development of bulk Handling System for Offshore

Jong Duck Hwang¹
WoominTech¹

Abstract

When construct Offshore Structure(DrillShip, SemiRig), The MUD system import from abroad, Monopolies of foreign large corporations are getting increase. Most domestic products attempted to develop products focused on single items, Woomin developed package products by approaching package product development methods. Woomin have developed a system that is better than the current system. Woomin have reviewed an application of this development pjt to actual ship and verified bulk handling system of floating type offshore structure.

1. 서 론

국내 해양 시추용 시스템(드릴십, 시추리스)의 건조 시 머드시스템은 전면 수입에 의존하며, 소수 외국 대기업의 독과점 현상이 심화되고 있다. 또한 현재까지 국내 기술개발은 대부분 단품위주의 제품개발을 시도하였으나, 패키지 단위의 제품 개발 방법으로 접근하여 개별 장비를 패키지 단위의 제품을 개발을 하고 현 시스템 보다 더 나은 시스템을 개발을 진행하였다. 실선 기준에 따른 개발한 과제의 실선 적용성 검토와 부유식 해양 구조물의 벌크 이송 시스템에 대한 실증을 수행 하였다

2. 본 문

2.1 부유식 해양 구조물의 벌크이송 시스템의 개요

시추 작업시 Drilling Mud 는 암편 제거, 시추공 압력유지, 비트의 윤활 및 냉각 작용등 Drilling 시 필수적인 역할을 하고 이와 같은 Mud를 생성하는데 있어 재료는 Barite와 Bentonite를 주로 사용하게 된다. 분체를 실선에 저장 하고 이를 압력 이송을 통하여 Mixing 단계로 이송하게 되는데 이때 이송에 사용되는 System이 벌크이송 시스템이다.

2.2 부유식 해양 구조물의 벌크이송 시스템의 경쟁사 기술비교

현재 벌크 핸들링 시스템은 미국 NOV사 의 모델을 타겟으로 설정을 하여 제작을 하였으며 NOV사는 가압 유동화 고밀도 방식을 채택하여 하부 천공에 Air를 주입 하는 방식으로 Tank를 가압을 하게 된다. 반면 우민기술은 상부 가압 고밀도 방식을 채택하여 상부 대기압 Silo에서 CellFeeder로 분체를 받아 Tank 상부에 Air를 주입하여 상부가압 방식을 채택하였다.

3. 결과 및 토의

실선 기준 압력은 4.5bar로 이송을 진행하며 시간당 80 Ton을 기준으로 한다. 실선기준 압력으로 상부가

압고밀도 방식을 채택할 경우 시간당 최대 약 120 Ton을 이송을 할 수 있었으며 이송 시 공기 소비량은 현저하게 낮은 것으로 확인이 되었다. 기준을 시간당 80 Ton으로 규정하고 최대 탱크 압력을 얼마나 줄일 수 있는지에 대한 Test에서는 최대 0.7bar의 압력을 줄임으로써 공기 소비량도 줄일 수 있음을 확인하였다.

배관의 압력 Drop에 관련하여 곡관부(Elbow), Flange, Valve등 전 후단에 Pressure Transmitter를 설치하여 Instrument등에서의 압력 Drop을 확인 할 수 있었으며 이 부분에 손실된 압력의 보상을 해주기 위해 우민기술에서 자체 개발을 하고 부산시에서 3번째로 첨단기술로 인증 받은 Fig.2의 Air Booster를 사용하여 이송량 의 증가를 확인 할 수 있었다.

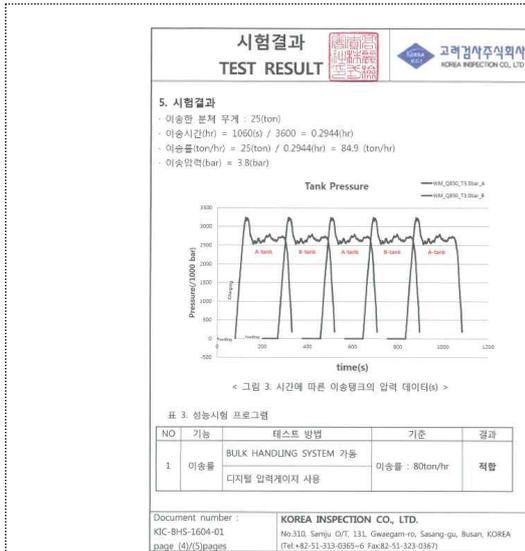


Fig. 1. Test Result.

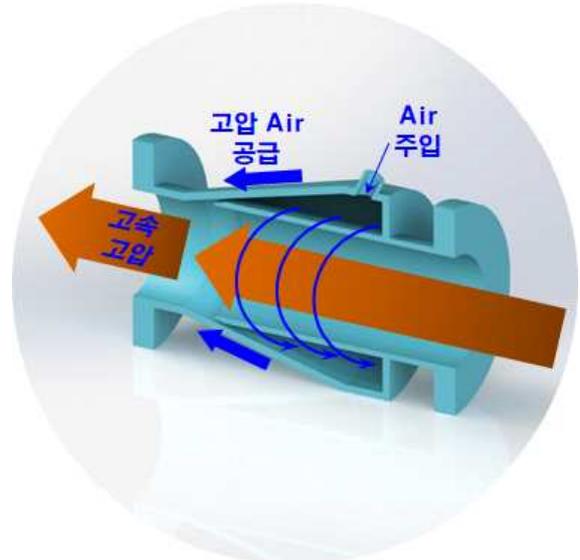


Fig. 2. Air Booster

따라서, 분체 이송에 있어서 상부 가압 고밀도 방식이 가압 유동화 고밀도 방식보다 우수함을 알수있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 현재 상용화되어 있는 가압 유동화 고밀도 방식보다 상부 가압 고밀도 방식의 이송 방법이 이송 시 공기소비량, 이송 시 관로 마모율, 재료 이송 밀도, 이송량등에 있어서 우수한 것으로 확인이 되었다. 이에 우민기술에서 개발한 Air Booster를 배관에 장착함으로써 이송량과 이소효율에 대한 부분이 증가함으로써 기존방식보다는 개발이 완료된 시스템의 우수성이 검증되었다.

사 사

본 연구는 중소기업청 창업성장기술개발 사업(2년)에 의하여 수행 되었습니다

[참 고 문 헌]

- 1) 이윤권(Y,K, Lee), 김금규(K,K, Kim), 강신영(S.M, Kang). "Effect of Design Parameters on formence of Ejector System for Conveying Solid Paticle", Colloids and Surfaces
- 2) 조형희, 이재근, 박호동, 서태원 "Partical Laden Flows Around orifice Plates for Pressure control in Pulverized coal pipe Line"

소규모탐사를 통한 천해저 지반 탐사

이다운¹, 정우근¹, 신성렬¹, 하지호²
한국해양대학교 해양에너지자원공학과¹, 한국지질자원연구원²

Exploration of submarine ground using small scale exploration

Da Woon Lee¹, Wookeen Chung¹, Sungryul Shin¹, Jiho Ha²

Korea Maritime and Ocean University¹, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources²

Abstract

In this study, we tried to judge the stability of the seabed and the structure using exploration data obtained at shallow sea through small scale exploration. The small scale exploration is suitable for mild lateral velocity variation of subsurface at shallow sea. It can be applied effectively for evaluating the stability of subsurface for installation of resource plant. For these reasons, we performed a single trace inversion and phase-shift migration using stacked data acquired by small scale exploration. After processing, we obtained physical properties and subsurface structure. These results can be used for judging the stability of installation of the resource plant.

1. 서 론

천해에서 석유·가스를 개발하기 위해 주로 설치되는 자원플랜트 구조물 중 고정식플랫폼은 해저지면에 하부 구조물을 설치한 다음 상부에 생산설비를 얹어놓은 플랫폼이다. 고정식플랫폼과 같은 구조물은 플랫폼에 의해 해저지반이 받을 영향을 파악해야하며, 안전한 설치 및 운영을 위해 해저지반의 특성을 파악하는 것이 중요하다. 일반적으로 해저지반의 불안정성 요소를 파악하기 위해 첵(Chirp) 혹은 다중 빔(Multi-beam)을 이용한 고주파대역탐사가 많이 이루어지고 있다. 고주파대역탐사(수kHz ~ 수백kHz)의 경우 해저면에 대한 불안정성 요소를 파악하기에 유리하지만, 해저면에 대한 특성을 파악하기에는 한계가 존재한다. 해저면의 특성을 알기 위해서는 비교적 저주파수 대역(수십Hz ~ 수백Hz)의 탐사가 이루어져야하지만, 현재 국내에 존재하는 많은 저주파수 대역 장비들은 매우 고가이며, 자원플랜트 설치의 탐사목적에는 적합하지 않다. 소규모탐사를 이용한 천해저지반의 특성을 알기 위해서는 소규모탐사를 통해 얻어진 자료를 이용하여 탄성파 자료처리 기법이 적용되어야 한다. 기존의 저주파수 대역 탐사의 경우 스트리머가 수백m에서 수km까지 매우 긴 전장을 가지지만, 본 연구에서는 소규모탐사로서 수십m에서 ~ 수백m의 저주파수대역의 소규모탐사장비를 이용하여 천해에서 해저지반의 특성을 파악하고자 하였으며, 수치예제를 통해 현장자료에 적용하기 전 적용가능성을 확인해 보았다.

2. 연구 방법

소규모탐사를 통해 취득된 자료의 경우 비교적 짧은 전장의 스트리머에서 취득되었기 때문에, 비교적 얇은 심도 및 수평적인 속도변화가 적은 곳에서 적합하다. 천해저지반의 특성 및 구조를 파악하기 위해, 중합 전 구조보정을 수행하였으며, 중합 전 구조보정인 상-이동 구조보정(Gazdag, 1978)에 적용하기 위해 송신원 모음 자료를 공통중간점 모음 자료로 분류하였다. 그리고 공통중간점 모음 자료를 Semblance 속도분석을 통해 얻어진 RMS 속도 및 주시정보를 이용하여 수직시간차 보정을 수행하였다. 별림 거리에 따라 보정된 자료를 중합하여 중합 단면도를 획득하며, 이를 이용하여 상 속도에서 중합 전 구조보정인 상-이동 구조보정을 수행하였다.

본 연구에서는 중합 단면도를 이용한 중합 전 구조보정을 수행하였으며, 중합 단면도를 이용하여 공통중간점에 따른 단일 트레이스 역산을 수행하고자 한다. 수직시간차 보정된 자료를 중합하여 얻어진 자료는 해당 공통중간점에서 수직입사 및 반사된 자료로 가정할 수 있으며, 이를 이용하여 단일 트레이스 역산을 수행하고자 하였다(Choi, Y. J., 2014). 단일 트레이스 역산을 수행하기 위해서 공통중간점 모음 자료를 이용하여 음원을 추정하였으며, 이를 음원으로 이용하였다(Kim, Y., 2013). 단일 트레이스 역산을 통해 얻어진 천부지층에 대한 물성정보는 지층의 안정성을 평가하기 위한 도구로서 이용될 것으로 사료된다.

3. 수치 예제

본 연구에서 수행한 소규모탐사를 통한 천해저 지반 탐사를 수행하기 위해 Marmousi-2 모델을 수정하여 소규모탐사를 가정한 인공합성자료를 생성하였다. 속도모델의 경우 음향모델을 가정하여 P파 속도만 존재하며, 밀도는 전체모델에서 1 g/cm^3 으로 설정하였다. 사용된 모델의 크기는 $1000\text{m} \times 169\text{m}$ 으로 설정하였다(Fig. 1). 설정된 환경에서 인공합성자료를 생성하였으며 자료처리를 통해 중합자료를 생성하고 이를 이용한 중합 전 구조보정을 수행하였다(Fig. 2). 중합 전 구조보정 결과 소규모 탐사를 가정하였음에도 불구하고 지층의 경계가 잘 나타남을 확인할 수 있다. 다음으로, 중합 후 자료를 이용한 단일 트레이스 역산을 수행하였다(Fig. 3). 역산 결과를 확인해보면 전반적인 실제 속도모델과 유사한 속도경향을 찾아가는 것을 확인할 수 있다.

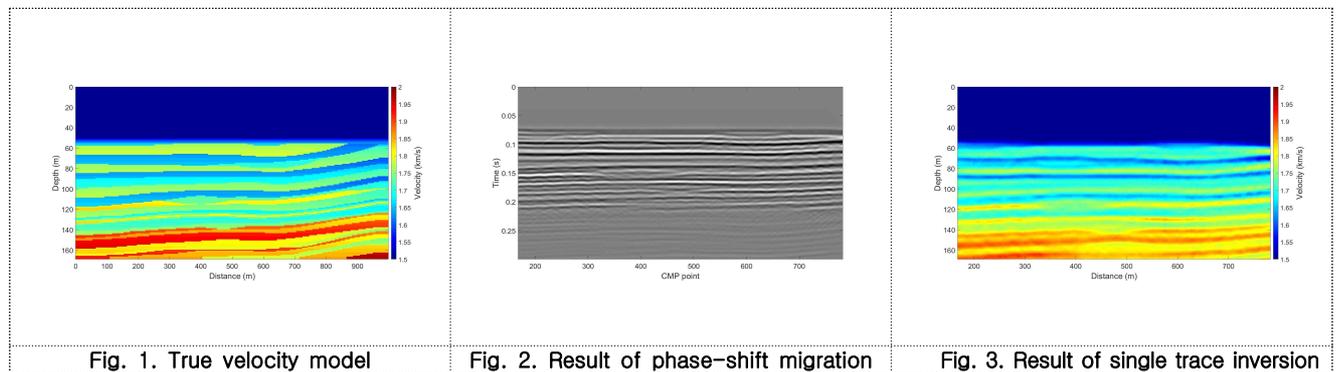


Fig. 1. True velocity model

Fig. 2. Result of phase-shift migration

Fig. 3. Result of single trace inversion

4. 결 론

본 연구에서는 소규모탐사를 통한 천해저 탐사자료를 이용하여 천해저 지반의 물성정보 및 지층구조를 파악하고자 하였다. 수행 결과 소규모탐사를 통해 취득된 자료를 이용하여 연속성 있는 지층경계구조를 파악할 수 있었으며, 물성정보 또한 유사한 형태로 취득되는 것을 확인할 수 있었다. 해당 소규모탐사를 통한 자료처리과정은 자원플랫폼 분야에서 지반의 안정성을 파악하기 위한 도구로서 유용하게 사용될 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원 주요사업(18-3312) 과제 및 해외자원개발협회의 자원개발특성화대학사업 지원으로 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Gazdag, "Wave-equation migration by phase shift", Geophysics, 43, pp. 1342~1351, 1978
- 1) Yeon Jin Choi, Sung Ryul Shin, Ji Ho Ha, Woo Keen Chung, and Won Sik Kim. "Velocity Model Building using Waveform Inversion from Single Channel Engineering Seismic Survey", Geophysics and Geophysical Exploration, Vol. 17, 4, pp. 231~241, 2014.
- 3) Kim, Y., Cho, Y. & Shin, C., "Estimated source wavelet incorporated reverse-time migration with a virtual source imaging condition". Geophysical Prospecting, 61, pp.314-333, 2013

고압 Diverter용 Cr-Mo 저합금강 용접부의 건전성 평가

이동률¹, 김형익¹, 김보현¹, 장석수², 김민규², 김영주³, 우남섭³,
한국생산기술연구원¹, 산동금속공업(주)², 한국지질자원연구원³

The evaluation of the soundness of Cr-Mo Low Alloy Steel Weldment for High Pressure Diverter

Dongryul Lee¹, Hyung-ick Kim¹, Bohyun kim¹, Suk-soo Jang²,
Min-kyu Kim², Young-ju Kim³, Nam-sub Woo³

Korea Institute of Industrial Technology¹, Sandong Metal Industrial Co.Ltd.²,
Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources³

Abstract

The high-pressure diverters for offshore plants are large in size and have complex shapes in which different parts are welded together with different materials applied to their roles and functions. In addition, since it operates in harsh environments such as high pressure and brine environments, it is very important to secure the soundness of weak structural parts such as welded parts of materials and parts. The soundness evaluation of the welding case for each part applied to the high pressure Diverter has been progressing in the previous research. In this study, the mechanical properties of AISI 4130 and welds were evaluated under two heat treatment conditions. The first heat treatment condition was normalizing only, and the second condition was quenching-tempering additionally, tensile properties and impact toughness were evaluated, and fracture patterns of materials and welds were analyzed by scanning electron microscope(SEM)

1. 서 론

해양플랜트용 고압 Diverter는 크기가 크고 여러 부품들이 각자의 역할과 기능에 맞게 다른 소재들이 적용되며, 서로 용접으로 연결되어 있는 복잡한 형태를 갖추고 있다. 또한, 고압, 염수분위기 등의 가혹한 환경에서 운용되므로 소재 및 부품의 용접부 등 구조적으로 취약한 부위에 대한 건전성을 확보하는 것은 매우 중요하다. 고압 Diverter에 적용된 부품 별 용접 case의 건전성 평가는 선행 연구로 진행이 되었으며, 본 연구에서는 고압 Diverter에 주로 쓰이는 Cr-Mo 저합금강에 Normalizing, Q-T를 추가한 두 가지 열처리 조건하에서 소재와 용접부에 대한 인장물성과 충격인성을 평가하고, 파단면 관찰을 통해 소재 및 용접부의 파괴 양상을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 실험 재료 및 열처리 조건

시편은 강도 및 내마모성, 용접성이 우수하여 고압 Diverter에 주로 쓰이는 Cr-Mo 저합금강(AISI 4130)을 사용하였으며, WPS 규격에 따라 용접접합을 시행하였다. 또한, AISI 4130강에 대하여 두 가지 조건의 열처리를 시행하였다. 첫 번째 열처리 조건은 오직 Normalizing만을, 두 번째 조건은 Quenching-Tempering을 추가적으로 수행하였다.

2.2 Cr-Mo 저합금강 용접부의 기계적 물성 평가

인장시편은 KS 13호 B에 따라 제작하였으며, 시험은 만능재료시험기(MTS 322.31)를 이용하였고 하중속도 5mm/min로 설정하여 완전 파단이 발생할 때까지 실시하였으며, 정확한 연신을 평가를 위해 extensometer (gauge length : 25mm)를 시편의 평행부에 부착하여 측정하였다. 충격 시험의 경우, KS B 0809 규정에 따라 가공하였으며 노치의 위치를 모재부(Base Metal), 열영향부(HAZ, Heat Affected Zone), 용접금속부(Weld Metal)로 나누어 샤르피 충격시험기를 통해 충격흡수에너지를 측정하였다. 충격시험을 실시한 후 시편의 파단면을 주사전자 현미경(SEM)을 이용하여 500배의 배율로 관찰하였다.

3. 결과 및 토의

각 열처리 조건하에서 용접유무에 따른 각 시험 결과를 열처리Case-1,2로 표기하였으며, Fig. 1에는 인장 시험 결과 값을 응력-변형률 그래프로 나타내었다. Normalizing 열처리만을 시행한 조건에서의 항복 및 인장강도(344MPa, 661MPa) 보다 Q-T 열처리를 추가한 조건에서 항복 및 인장강도(713MPa, 804MPa)가 크게 향상된 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 용접유무에 따른 강도는 대체로 비슷한 수준으로 평가되었고, 용접 후 연신율이 저하되는 경향이 나타났다. 이는 모재에 비해 높은 용접금속이 양 쪽의 모재부를 잡는 그립 역할을 하여 강도 및 연신율이 한 쪽 모재에 한해서만 측정된 것으로 사료된다.

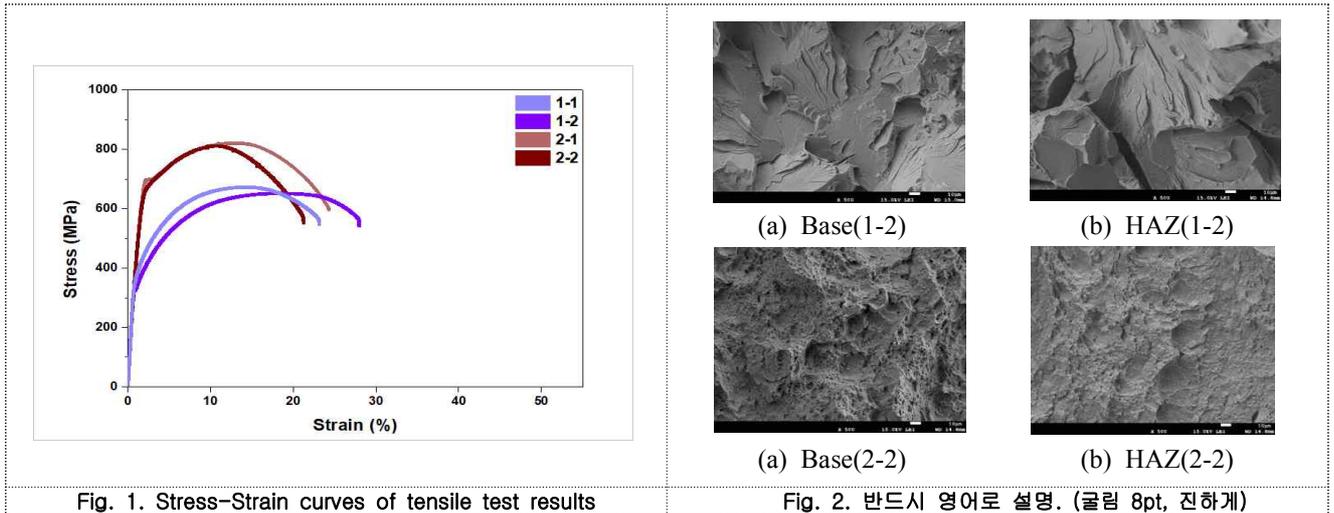


Fig. 1. Stress-Strain curves of tensile test results

Fig. 2. 반드시 영어로 설명. (골림 8pt, 진하게)

충격시험 및 파단면 관찰 결과, Normalizing 열처리만 시행한 용접시편의 경우, 모재부 및 열영향부의 충격 흡수에너지는 19, 29J로 비교적 낮게 평가되었으며, 파단면 관찰 역시 파단면이 매끄럽고 광택이 있으며 고배율에서는 벽개파단면이 관찰 되는 등 취성적인 경향을 확인할 수 있었다. Q-T 열처리를 추가로 시행한 용접시편에서의 모재부 및 열영향부의 충격흡수에너지는 116J, 77J로 전보다 증가하였으며, 파단면 관찰 결과 역시, Shear lip 등의 소성변형이 일어났으며, 고배율에서는 주로 Dimple 형상이 관찰되었다. 이로 볼 때, Q-T 열처리 후, 취성파괴에서 연성파괴로 파괴양상이 변화되었음을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 해양플랜트 고압 Diverter용 Cr-Mo 저합금강(AISI 4130)의 소재 및 용접접합부의 건전성 확보에 관하여 열처리 조건에 따른 기계적 물성 평가를 통해 기초적인 자료를 제시하였다. 두 가지 열처리 Case 모두 용접 후의 강도는 비슷한 수준이나 연신율이 저하되는 경향이 나타났다. Q-T 열처리 후, 인장강도 및 충격흡수에너지가 향상되었고 파단양상 또한 취성에서 연성으로 변화한 것으로 보아 Cr-Mo 저합금강(AISI 4130)의 더 높은 강도 및 인성을 확보할 수 있었다. 향후, 해양플랜트 운용환경(저온, 염수분위기)에서의 물성시험을 진행하여 용접부의 건전성을 평가 및 분석할 예정이다.

사 사

본 연구는 2018년 산업통상자원부에서 지원하는 소재부품기술개발사업의 연구수행 결과입니다. (과제번호 : 10062514)

[참 고 문 헌]

- (1) Bourgoyne, Adam T., 1986, ".Applied Drilling Engineering," 21-22
- (2) A. H. Madadian, H. Najafi, M. A. Safarkhanian, S. Nategh, 2016, "Mechanical Properties of Dissimilar Welds between AISI 4130 and GOST09ch16N4B", International Journal of ISSI, Vol. 13, pp. 1-7
- (3) Y.I Chung, H.K Kwon, 2010, "The evaluation of fatigue and mechanical properties about high strength steel according to tempering temperature", The Korean Society of Mechanical Engineers, pp.191~195.
- (4) NOV 21 1/4" Shaffer Diverter User manuals
- (5) ASM Handbook: volume 4 : Heat Treating

해양플랜트용 Lattice Boom Crane의 구조해석 및 유압시스템 개선

성헌진¹, 정창권², 정용길¹, 김현지³, 김영주³, 허선철¹
경상대학교 에너지기계공학과¹, 디엠씨(주)², 한국지질자원연구원²

Structural Analysis and Hydraulic System Improvement of Lattice Boom Offshore Crane

Heon Jin Seong¹, Chang Kweon Jeong², Yong Gil Jung¹, Hyun Ji Kim³, Young Ju Kim³, Sun Chul Huh¹

GyeongSang National University¹, Dongnam Marine Crane Co., Ltd.², KIGAM Pohang Branch³

Abstract

Over time, as the amount of domestic offshore plant orders increases, so will the amount of equipment that is mounted on the plants. In the case of marine plants, however, the localization rate is between 15 percent and 20 percent, with most of the equipment imported except for simple machinery. For this reason, technology development for localization of marine plant equipment is required due to the trend of specialization, magnification and advanced of ships. In this paper, the stress distribution and safety factor of offshore lattice boom crane mounted on offshore plant were confirmed using finite element analysis. In addition, the hydraulic circuit was analyzed to improve the hydraulic system to meet the target. OLBC was designed and evaluated based on API and ABS standards for offshore plants.

1. 서 론

시간이 지날수록, 국내 해양플랜트 발주량이 증가함에 따라 해양플랜트에 탑재되는 기자재 수주량도 증가할 것이다. 하지만 해양플랜트(FPSO, Semi-Rig, Drillship)의 경우 국산화율은 15~20%로 단순 기계장치를 제외한 대부분의 기자재는 수입하고 있는 실정이다. 또한 선박의 전문화, 대형화, 복합화, 고급화 추세로 해양플랜트용 기자재 국산화 기술개발이 요구 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 해양플랜트에 탑재 된 Lattice Boom Crane의 응력 분포 및 안전계수를 유한요소해석을 이용하여 확인하였으며, 유압회로를 분석하여 유압 시스템을 목표에 부합하도록 개선하였다.

2. 본 론

2.1 3D 모델링 및 구조해석

실제 LBC의 모델은 유한요소해석을 하기에는 복잡한 구조를 가지고 있기 때문에, CATIA를 이용하여 형상을 단순화하였으며, 총 10개의 파트로 나누어 제작하였다. 또한 LBC는 해양플랜트에 탑재되는 크레인이기 때문에, 지속적으로 변화하는 환경하중을 고려해야 한다. 모든 조건에 풍하중을 고려해주시기 위하여 유동해석을 실시하였으며, 규정에 의한 hoisting 하중을 경계조건으로 적용하였다. 또한 선체의 3축방향의 가속도, Dynamic Factor, Pedestal Factor의 식을 해석조건에 적용하였다.

2.2 유압회로 분석

Offshore Crane은 API 2C, API Q1, EN, Norsok등 각 선급의 Offshore 규정등을 적용 받기 때문에 FPSO에 설치되는 LBC를 설계, 제작하기 위해서는 개발 목표에 대하여 해석적으로 검증하는 절차가 필요하다. 본 연구의 LBC의 유압회로를 분석해보면 크게 4개의 액추에이팅을 하는 시스템이 있으며 Main hoisting, Aux hoisting, Luffing system, Slewing system으로 구분되며, 유압시스템 시뮬레이션 해석 결과를 바탕으로 3가지 시스템(Aux hoisting, Luffing system, Slewing system)을 개선하였다.

3. 결과 및 토의

해양플랜트에 탑재된 Lattice Boom Crane의 응력 분포 및 안전계수를 유한요소해석을 이용하여 확인한 결과 4개의 case에서 최대 응력 각각 161.26, 171.6, 165.22, 178.4MPa를 얻었으며, 모든 조건에서 규정 안전계수 1.5를 초과함으로써 안정성을 검증하였다.

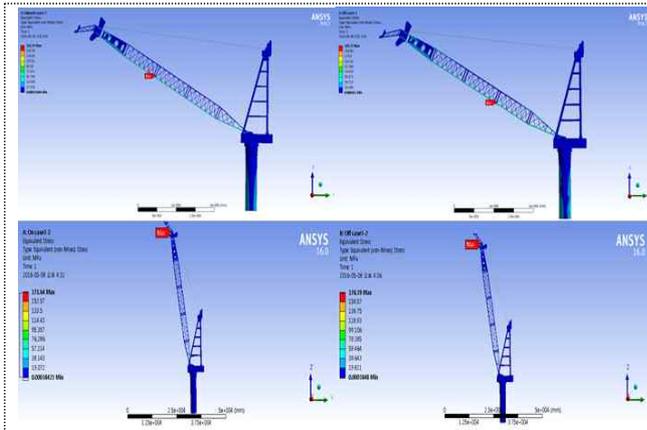


Fig. 1. The result of Structure Analysis

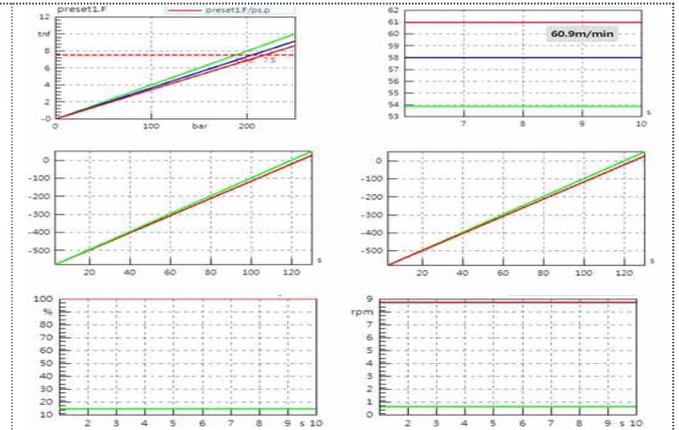


Fig. 2. Analysis graph of hydraulic system

Aux hoisting system의 설계 기준의 정량적 목표는 허용 용량 7.5ton, 속도 60m/min이다. 하지만 Fig.2의 개선 전 그래프(green)와 같이 유압 펌프와 유압 모터의 용적 효율에 회전 속도가 목표를 만족하지 못하는 것을 알 수 있다. 따라서 허용 부하 용량을 감소시키고 속도를 증가시키기 위하여 gear ratio와 drum의 회전 비율을 개선하여 부하 용량을 만족하고 회전 속도를 만족하는 개선 방안을 도출 하였다. 또한 Luffing system의 정량적 목표는 상승 속도가 120s를 만족해야 한다. 하지만 Fig.2의 개선 전 그래프(red)와 같이 목표를 만족하지 못하는 것을 알 수 있다. 따라서 3ton의 부하 조건하에 120s를 만족하기 위해서 펌프용량을 변경하고 모터용량을 변경하여 유압 펌프의 회전속도를 증가시켜 목표에 만족하는 방안을 도출 하였다. Slewing system 설계 기준의 정량적 목표는 회전속도가 0.6rpm 이상을 만족해야 한다. 그러나 Fig.4의 개선 전 그래프(red)를 보면 유압 모터에서 필요한 유량에 비해 유압 펌프에서 공급하는 유량이 매우 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 전자제어식 펌프의 공급전류를 제어하면 회전속도가 충분히 감소 된다는 것을 이용하여 펌프의 사관 각도를 100% 사용 조건에서 14.5% 사용조건으로 제어하였고, 9rpm에서 0.66rpm으로 회전속도를 개선하였다.

4. 결 론

육상, 해상조건에서 러핑각도에 따른 총 4가지의 조건으로 구조해석을 실시하였으며, 그 결과 두 조건 모두 항복강도보다 낮은 최대응력이 발생하였고, 안전율 1.5이상으로 안정성을 검증하였다. 또한 유압회로 분석을 통하여 유압 시스템을 개선하였고, 설계 기준의 정량적 목표를 만족시켰다.

사 사

본 연구는 경제협력권산업육성사업(R0004464)의 지원을 받아 수행된 연구 결과이며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Choi Jung-Hun, Koo Jae- Mean, Seok Chang-Sung, Huh Yong, Chang sung-Yong, 2010, "A Study on the Hydraulic Fall Prevention Device, Journal of the Korea Society for Precision Engineering", Vol. 27, p. 78-83
- 2) He, Y., Zhou, X., & Zhang, X. (2012). Finite element analysis of the elastic static properties and stability of pretensioned cylindrical reticulated megastructures. Thin-WalledStructures.
- 3) Dong-Hwan Choi, Kwon-Hee Lee, 2012, "Structural Analysis and Optimization of a Pedestal for Deck Crane", Vol. 11, p. 95-100
- 4) Kong, X., Qi, Z., & Wang, G. (2015). Elastic instability analysis for slender lattice-boom structures of crawler cranes. JCSR, 115, 206 - 222.

나노분말로 코팅된 스테인리스의 열확산 특성

전종훈¹, 김현지², 김영주², 허선철¹
경상대학교 에너지기계공학과¹, 한국지질자원연구원²

Thermal diffusion properties of stainless steel coated with nanoparticles

Jong-Hoon Jeon¹, Jung-Pil Noh¹, Sung-Hoon Im², Hyun Ji Kim³, Young Ju Kim³, Sun-Chul Huh¹,

Dept. of Energy and Mechanical Engineering, Gyeongsang National University¹,
Korea Institute of Geoscience and mineral Resources²

Abstract

In this study, graphenes with higher thermal conductivity than SUS 304 and Copper, silver, and nanoparticles were mixed with binders to make coating solutions. After coating, the heat release experiment was conducted from 100° C to 25° C and the thermal diffusion characteristics of the coated SUS 304 specimens was confirmed.

1. 서 론

열교환기 분야에서 열을 효율적으로 전달하기 위하여 전열관 또는 전열판 등을 다양하게 사용하고 있다. [1] 열전도도를 향상시키기 위한 방법으로는 높은 열전도도를 갖는 물질과의 합성 및 코팅 등이 있으며 코팅을 이용해 열전도도를 높이기 위해서는 금속보다 높은 열전도도를 갖는 물질을 이용해야 한다. [2] 본 연구에서는 SUS304 보다 높은 열전도도를 가진 그래핀과 전기선폭발법으로 제조한 구리, 은 나노 분말을 바인더와 혼합하여 코팅 용액을 제조 하여 시편의 표면에 코팅 후 시편의 열방열 실험을 실시하여 코팅된 SUS304시편의 열확산 특성을 규명하고자 한다.

2. 실 험

2.1 실험개요 및 재료

전기선폭발법을 이용하여 구리, 은 분말을 제조 하였으며 제조한 분말과 그래핀을 바인더(830, 643-1)와 혼합하여 SUS 표면에 코팅하였다. 코팅전 SUS의 표면의 이물질을 제거하기 위하여 폴리싱 후 아세톤 용액을 이용해 초음파세척을 10분간 실시하였고 코팅 후 Drying oven에서 50°C의 온도에서 3시간 동안 건조시켰다.

2.2 코팅

SUS304시편은 가로*세로 20mm 두께 2mm이며 표면에 전기선폭발법으로 제조한 구리, 은 분말과 그래핀을 무기 바인더 643-1, 830(AREMCO)와 부피비를 1:5로 혼합 후 스프레이를 이용하여 시편위에 코팅을 하였으며 Table 1의 재료별 밀도를 이용하여 부피비를 계산하였다. 스프레이 분무거리는 10cm로 유지하였으며 분무량은 평균 5회(3ml)이다. 도포 후 Drying oven에서 50°C에서 3시간동안 건조하였으며 Fig.1은 코팅과정을 나타내고 있다.

3. 결과 및 고찰

Fig.4는 코팅된 시편의 100°C부터 25°C까지의 열방출 시간을 나타낸 그래프이다. 평균적으로 643-1 바인더를 사용하여 코팅한 시편이 더 작은 시간이 소요되었으며 재료별로 비교를 해보면 그래핀을 사용한 시편들이 구리나 은을 사용한 시편보다 적은 열방출 시간을 나타내고 있다.

구리의 열전도도는 403W/mK, 은의 열전도도는 429W/mK, 그래핀의 열전도도는 5000W/mK으로 그래핀, 은, 구리 순서로 열전도도를 가지고 있으며 실험에서도 높은 열전도도를 가진 재료로 코팅한 시편이 빠른 열방출을 보여주고 있다. 하지만 그래핀의 경우 은의 10배 이상의 열전도도를 가지고 있지만 실험에서는 큰 차이가 없었다. 이는 그래핀이 한 층일 경우에는 높은 열전도도를 가지고 있지만 층이 쌓일 경우 열전도도는 낮아진다. 또한 수평방향의 열전도도는 1500W/mk 수직방향의 열전도도는 10W/mK으로 수직 수평 방향에 따라 열전도도의 값이 달라져 코팅과정에서 그래핀이 불규칙하게 배열이 되어있어 구리와 은의 열방출 시간에서 큰 차이를 보여주지 못하고 있다.[3, 4]

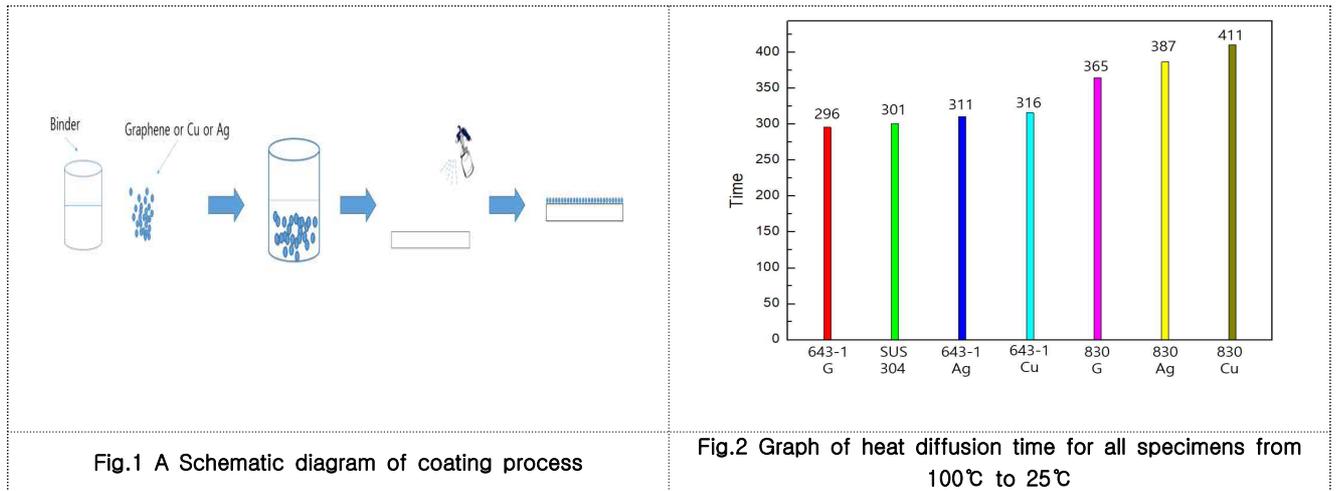


Fig.1 A Schematic diagram of coating process

Fig.2 Graph of heat diffusion time for all specimens from 100°C to 25°C

4. 결 론

본 연구에서는 그래핀, 구리, 은을 2가지 643-1, 830 무기 바인더에 혼합하여 코팅한 시편의 열방출 실험을 진행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 코팅 후 SEM 관찰 결과 643-1 무기 바인더는 코팅 후 매끈한 표면이 관찰되었으며 코팅이 잘 된 것으로 판단이 된다. 830 무기 바인더는 코팅 후 거친 표면이 관찰 되었으나 코팅은 잘 된 것으로 판단이 되었다.
- 2) 구리, 은, 그래핀을 각각 643-1, 830무기 바인더에 혼합하여 6개의 시편을 만들었으며 SUS를 포함하여 7개의 시편에 열방출 실험을 실시하여 643-1 무기 바인더를 사용하였을 때 830 바인더보다 평균적으로 작은 열방출 시간을 소요하였으며 643-1 바인더와 혼합한 그래핀은 296초, Ag는 311초, Cu는 316초의 시간이 소요되었다.

사 사

이 논문은 2018년 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초 연구사업 (No.2018R1A5A5A05022883) 연구지원비에 의하여 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Junmo Kang, Hyeongkeun Kim, Young Chul Park, Joo Dong Kim, Sung Choi, Byung Hee Hong, Young-Jin Kim, and Jae-Boong Choi (2010). Development of Corrosion Resistant Coating and High Thermal Conductive Heat Pipe using Graphene, KSME Volume.2010 No.11 4185-4187
- 2) Xuan-hui QU, Lin ZHANG, Mao Wu, Shu-bin REN. 2011, Review of metal matrix composites with high thermal conductivity for thermal management applications. Progress in Natural Science: Materials International, Volume 21, 189-197.
- 3) Minsoo Park, 2016, Enhancement of Heat Dissipation using Copper Based Multilayer with Graphene, Master Thesis, Seoul National University, 2014, Metals , volume 2016(12), 1719-1724
- 4) Nika, D. L., Pokatilov, E. P., Askerov, A. S., & Balandin, A. A. (2009). Phonon thermal conduction in graphene: Role of Umklapp and edge roughness scattering. Physical Review B, 79(15), 155413.

파라핀 왁스 집적 감지 및 성장 과정 가시화 시스템 개발 연구

이동건, 하지호, 김영주, 우남섭, 한상목
한국지질자원연구원 탐사시스템연구실

Development of Visualization System for Deposition Detection and Growth Process of Paraffin Wax

Dong Gun Lee, Jiho Ha, Young Ju Kim, Nam Sub Woo, Sang Mok Han
Dept. of Exploration System Research in KIGAM(Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)

Abstract

In order to overcome the limitations of the ASTM D2500 and ASTM D7397 standard methods for measuring cloud points, we have developed a cloud point measurement system consisting of a real-time temperature control module and a microscopic-based image acquisition module. In addition, the system was constructed to be able to apply the analysis of the inhibition efficiency according to the chemical additive concentration to inhibit wax deposition. The cloud point measurement system developed in this study can be used to analyze the low temperature characteristics of oil which is likely to wax deposition because it can simulate and visualize wax deposition and growth process experimentally.

1. 서 론

디젤엔진은 육상 소규모 발전플랜트부터 자원개발을 위한 해양플랜트에 이르기까지 플랜트 전반에 걸친 필수 요소로써 널리 활용되고 있는 가운데, 디젤을 구동용 연료로 활용하는 경우 바이오디젤과 혼합하여 사용하고 있다. 산업통상자원부 고시 제2015-155호 신재생에너지 연료혼합의무화 제도에 따라 바이오디젤 혼합비율이 2018년 현재 3% 수준에서 2020년 이후부터는 5%까지 상향조정될 예정이다. 그러나 바이오디젤을 혼합시, 바이오디젤의 포화지방산에 의해서 저온특성 문제가 대두될 수 있다.^{1,2} 이러한 저온특성을 규명하는 요소 중 하나인 운점(cloud point)은 액상연료 냉각 시 왁스나 바이오왁스 형성으로 균일상에서 비균일상으로 전환되는 온도를 의미한다. 이와 같은 운점은 디젤엔진 구동 중 시동꺼짐 현상과 직결되어 법적으로 규제하고 있는 실정이다.¹ 따라서 본 연구에서는 왁스생성 문제가 발생할 수 있는 오일의 저온특성을 분석하고자 왁스 결정의 생성 및 집적 과정을 실험적으로 모사하고 이를 가시화할 수 있는 운점 측정시스템을 개발하였다.

2. 본 론

2.1 연료 저온 특성 및 왁스 생성 원리

왁스란 오일 성분 중 n-파라핀(C₁₅~C₃₀) 사슬이 횡방향 결합하여 200 μ m의 판상 결정이 생성되고 상호 중첩되어 다공성 매질 구조로 형성되는 것을 의미한다. 운점 이하로 온도 강하 시 왁스결정이 박판형태로 상호 중첩되어 겔화(gelation)되므로 오일의 점도와 항복점(yield stress)이 증가되어 유동성이 급격히 저하된다.² 이로 인하여 연료관 또는 연료필터 내에 왁스 집적이 더 잘 이루어지게 되고 오일 유동을 위한 압력이 연료 펌프 이송압력을 초과할 시 디젤엔진 시동성 저하 문제가 발생할 수 있다.

2.2 운점 측정시스템 설계사양

본 연구에서는 오일의 저온특성 중 운점을 측정하되, 기 제안된 표준방법의 단점보완이 가능한 영상처리 기반 측정법을 제시하고자 하였다. 오일 운점을 측정하는 표준방법에는 오일 온도 강하 시 발생하는 투명도 변화를 관찰하여 운점을 파악하는 ASTM D2500 방법⁴이 있는데 이는 운점 결정 과정이 관찰자 주관에 영향을 받을 수 있어서 이를 보완하기 위하여 ASTM D7397 방법이 제안되었다.⁵ 이 방법은 오일에 광원을 조사하여 온도 강하에 따라 변화하는 광원량을 분석하는 기술적 특징이 있다. 그러나 전술한 표준방법은 일정 간격으로 온도를 강하시켜 운점을 측정하므로 세밀한 운점 측정이 어렵고 정확도가 낮아지는 문제가 있다. 이러한 문제

점을 해결하고자 본 연구에서 개발된 운점 측정시스템은 오일 500ml가 수용되는 투명셀(cell)과 온도 강하를 정밀제어(-20~90°C)하는 항온모듈을 구비하였고, 예측된 온도데이터와 오일의 색공간 변화를 초단위로 시간을 동기화하는 실시간 제어계측모듈과 비디오이미지 촬영모듈(최대배율:2,400배)을 구비하였다. 또한 실제 유동조건에서 운점 분석이 가능하도록 회전교반모듈(최대속도:12,500rpm)을 구비하였고, 임펠러 형상을 다양화하여 유체 유동 특성에 따른 운점 변화 또는 유동점강하제, 결정변형제, 분산제 및 용매제를 이용한 왁스 생성 억제 효율 시험이 가능하도록 설계하였다(Fig. 1).

3. 결과 및 토의

본 연구에서 개발된 운점 측정시스템의 유효성을 검증하고자 예비시험을 수행하였다. 예비시험에서는 디젤, 고체 파라핀 및 미네랄오일(mineral oil)의 혼합물인 합성오일(synthetic waxy oil)을 사용하였는데 이는 고체 파라핀 함량의 인위적 조절에 따른 운점 변화 분석이 가능한지를 검증하기 위한 것이다. 고체 파라핀 함량이 3, 7, 11, 15wt.%인 합성오일을 예비시험에 활용하였고 이에 대한 운점 관측 결과의 예시는 Fig. 2와 같으며 파라핀 함량에 따른 운점 변화 거동은 Fig. 3과 같다.

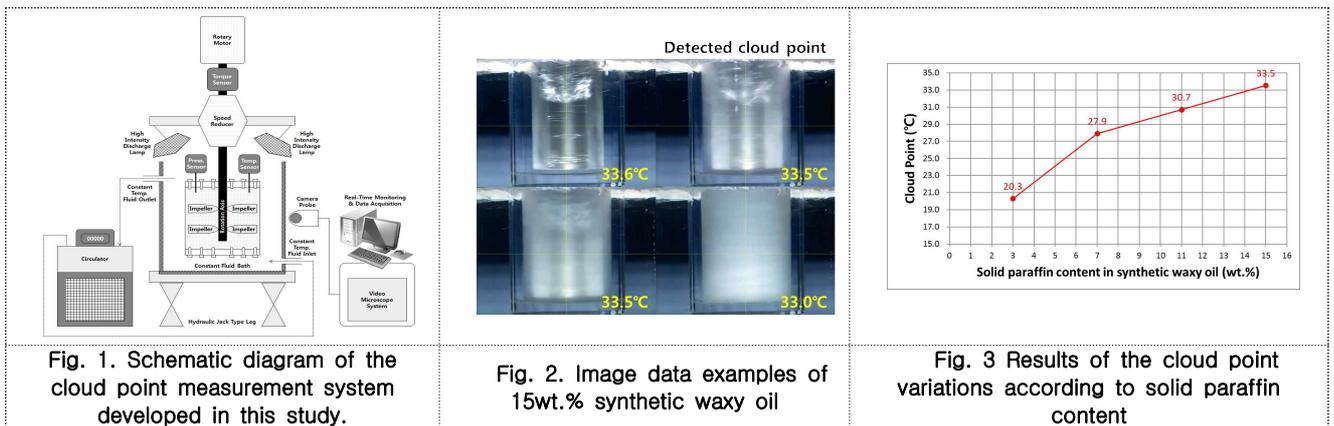


Fig. 1. Schematic diagram of the cloud point measurement system developed in this study.

Fig. 2. Image data examples of 15wt.% synthetic waxy oil

Fig. 3 Results of the cloud point variations according to solid paraffin content

4. 결 론

본 연구에서는 종래의 운점을 측정하는 표준방법인 ASTM D2500과 ASTM D7397이 갖는 제한점을 극복하기 위하여 실시간 온도제어계측 기능과 비디오 이미지 촬영 기능이 구현된 운점 측정시스템을 개발하였다. 또한 왁스생성 억제용 화학제 투입농도에 따른 억제효율 분석까지 응용할 수 있도록 시스템을 구축하였다. 개발된 운점 측정시스템은 왁스 생성 및 집적과정을 실험적으로 모사하고 가시화할 수 있으므로 왁스생성 문제 발생 가능성이 높은 오일의 저온특성 분석에 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 2018 년도 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (18IFIP-B133618-02, 이수 순환 시스템 통합 구축 및 파일럿 현장 검증). 또한, 한국지질자원연구원 자체사업인 '초음파 기반 유동관내 고형물 집적 가시화 시스템 개발 연구(18-7606)'과제의 일환으로 수행되었음.

[참 고 문 헌]

- 1) Lim, Y.K, Kim, D.K and Yim E.S., 2009, "Synthesis of Biodiesel from Vegetable Oil and Their Characteristics in Low Temperature", J. Korean Ind. Eng. Chem., Vol. 20, No. 2, pp. 208-212.
- 2) Jang, E.-J., Kim, S.-W., Min, K.-I., Park, C.-K., Ha, J.-H., and Lee, B.-H., 2015, "A Study on the cold weather performance for diesel vehicle as fuel properties", Journal of Energy Engineering, Vol. 24, No. 2, pp.144-153.
- 3) ucker, W.C. and Brown, R. "Moisture absorption of graphite/polymer composites under 2000 feet of seawater", J. Compos. Mater., Vol. 23, pp. 787-797, 1998.
- 4) Dirk Hegemann, Herwig Brunner, and Christian Oehr "Plasma Treatment of Polymers to Generate Stable, Hydrophobic Surfaces", J. plasma and polymers, Vol. 6, No.4, pp. 221-235, 2001.

2단 절연형 준공진 타입을 이용한 고압 SMPS에 관한 연구

강일구¹, 박성미², 박성준¹
전남대학교¹, 한국승강기대²

A Study on High Pressure SMPS using 2-stage Isolated Quasi-Resonant Type

Il-Gu Kang¹, Seong-Mi Park², Sung-Jun Park¹
Chonnam National University¹, Korea Lift College²

Abstract

Recently, HVDC has been actively studied for controlling SMPS using high voltage DC input to reduce system cost. Low-current high-voltage switching devices with high dielectric strength for driving high-pressure SMPS are not only difficult to arrange, but also have disadvantages in terms of economy due to their high cost. For stable operation of condenser high voltage SMPS, accurate load sharing control and output voltage control of each isolated DC / DC converter connected to the divider capacitor are essential. In this paper, propose a new high voltage SMPS topology with input two-stage series and two-stage output parallel type, using a quasi-resonant converter that automatically performs load sharing only for stable operation of high-pressure SMPS.

1. 서 론

최근 전력전송 시스템이 AC 시스템에서 DC 시스템으로 변화가 되고 있으며, 대표적인 DC 전력전송 시스템인 HVDC는 시스템 단가를 줄이기 위해 모듈 수를 줄이고 있는 추세이다. 이러한 모듈 수 저감은 곧 모듈의 고압화로 이루어져 이를 구동하기 위한 고압 DC 입력을 이용한 제어용 SMPS 장착이 필수적이다. 고압으로 구동되는 SMPS는 초기 기동을 위한 스타트 저항의 손실, 높은 절연내력 등으로 SMPS 구현에 큰 걸림돌이 되고 있다. 특히 높은 절연내력을 갖는 저전류 고전압 스위칭 소자는 수배가 어려울 뿐만 아니라 고 단가로 경제성 측면에서 단점을 갖고 있다. 따라서 최근 콘덴서 분압에 의한 스위칭 소자의 저압화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 콘덴서 분압형 고압 SMPS의 안정된 동작을 위해서는 분압콘덴서에 연결된 각 절연형 DC/DC 컨버터의 정확한 부하 분담 제어와 동시에 출력전압제어가 필수적이다. 만일 부하가 무너지면 분압콘덴서의 전압은 상이하게 되고 이로 인하여 스위칭 소자는 과전압으로 소손을 입게 된다. 본 논문에서는 고압 SMPS의 안정적인 동작을 위해 분압형 DC/DC 컨버터는 자동적으로 부하분담만 담당하는 준공진형 컨버터를 채용한 입력 2단 직렬 및 출력 2단 병렬방식의 새로운 고압 SMPS 토폴로지를 제안한다. 또한 제안된 방식의 타당성을 검증하기 위해 6,000[V]급 HVDC MMC용 40[W]급 SMPS를 설계하고 시뮬레이션을 통하여 그 타당성을 검증하였다.

2. 본 론

2.1 제안된 2단 준공진 타입 SMPS서

고전압 고효율 DC/DC 컨버터를 구성하기 위해서는 우선 소프트 스위칭 방식의 DC/DC 컨버터 토폴로지가 필요하다. 소프트 스위칭 방식의 DC/DC 컨버터의 한 예가 그림 1에 나타나있다. 그림 1의 공진형 컨버터에서 출력전압을 제어하기 위해서는 일반적으로 주파수변환방식을 채용하고 있다. 이러한 주파수 변환방식을 사용하므로 공진주파수 이외의 동작 영역에서는 무효전력에 의해 스위칭 소자의 전류증가 및 선로의 손실 증가와 고효율 구성이 어려운 실정이다. 그림 2는 소프트 스위칭방식의 LLC 공진형 DC/DC 컨버터의 동작영역을 나타내고 있다. 그림 2에서 공진주파수 영역에서는 이득이 1이며 무효전력이 영이 되어 모든 전류가 유효전력성분으로 이때 효율이 최대가 된다. DC전원 시스템에서 사용하는 DC 전압은 상당히 안정적이어서 전압 변동분은 무시할 수 있는 경우가 대부분이다. 이 경우 DC/DC 컨버터의 출력변동은 출력 임피던스에 의해 결정된다. 출력 임피던스가 큰 경우는 출력전압강하에 의한 전압변동을 보상하기 위해 전압제어기를 추가하여야 하지만 DC/DC 컨버터의 출력 임피던스가 적은 경우 임피던스에 의한 출력전압 변동이 규정치 이하인 경우에는 전압제어기를 제거하고 오프루프 제어만하여도 무방하다. 이 경우 에너지 밀도 및 효율 증대를 위한 최적의 조건이 된다.

본 연구에서는 반공진 LLC 컨버터를 이용하여 공진 점에서만 운전하도록 하여 컨버터의 무효전력을 영으로 컨버터의 에너지 밀도를 최대화하면서 고효율을 이루는 컨버터를 제안한다. 또한 전압제어기를 배제함으로써 발생하는 각종 문제점은 시스템의 설계에 의해 극복할 것이다. 고압측은 변압기 턴수 비를 1에 가깝게 가져가기 위해 Half-bridge 타입의 공진컨버터를 사용하여 각 컨버터를 직렬로 구동하는 토폴로지를 제안할 것이며, 저압측은 저전압 대전류에 적합한 센터 탭 방식을 사용하여 2차측 전류루프를 형성하는 스위치 소자의 수를 최소화 할 수 있는 방식을 채용하였다.

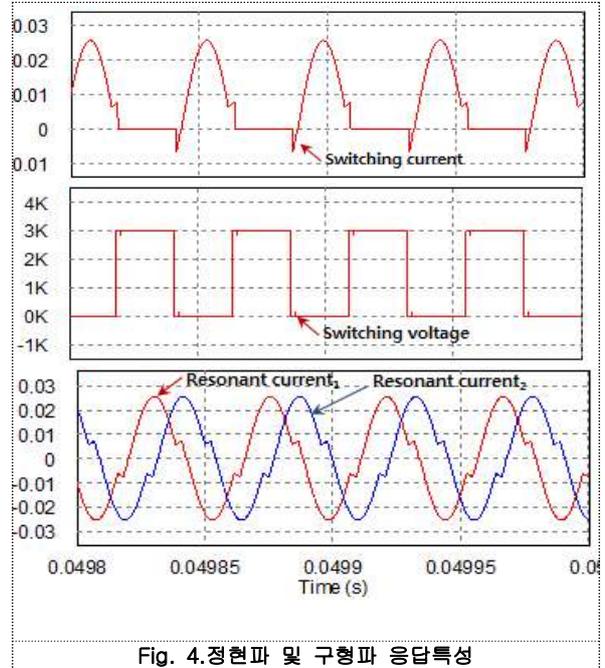
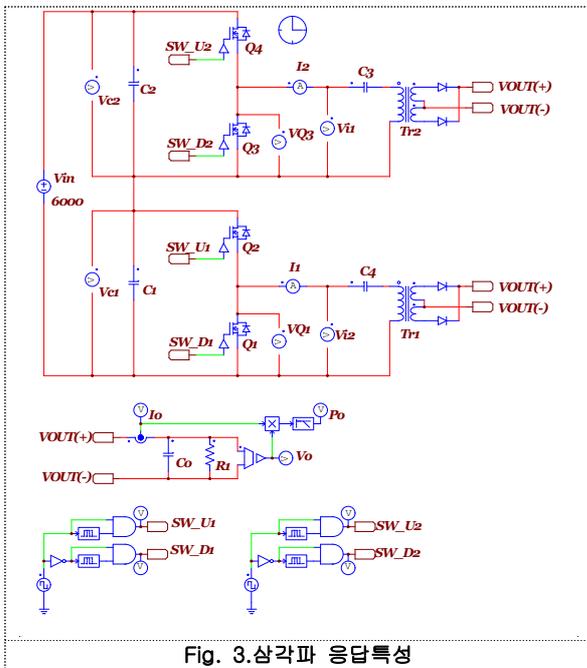
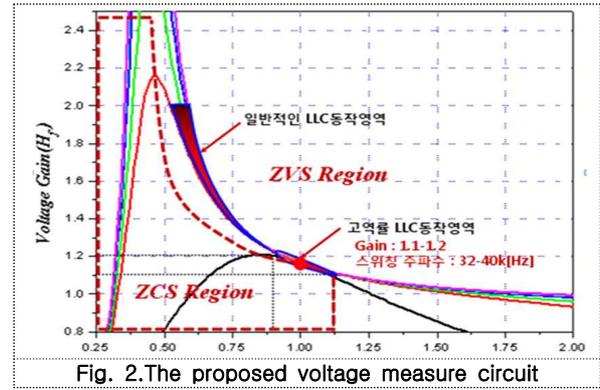
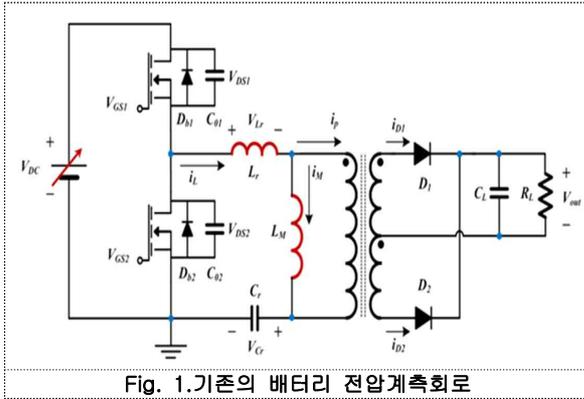


그림 3은 제안된 토폴로지의 시뮬레이션 회로도이며, 그림 4는 시뮬레이션 결과이다. 그림 4에서 보듯이 공진은 양호하게 이루어지며 스위치는 소프트 스위칭이 됨을 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 분압형 DC/DC 컨버터는 자동적으로 부하분담만 담당하는 준공진형 컨버터를 채용한 입력 2단 직렬 및 출력력 2단 병렬방식의 새로운 고압 SMPS 토폴로지를 제안하고, 시뮬레이션을 통하여 그 타당성을 검증하였다.

사 사

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성사업(R0006288)

[참 고 문 헌]

1) J.G. Hwang, S.P. Kim, S.M. Park, S.H. Lee, S.J. Park, “Study on SMPS for High Voltage Combining Buck and Flybac”, The Korean Institute of Power Electronics, pp. 435-436, 2015.

2종 절연형 DCDC 컨버터를 이용한 연료전지용 고효율 전원장치

김동희¹, 송광석¹, 박성미², 박성준¹
전남대학교¹, 한국승강기대²

High Efficiency Power Supply for Fuel Cells using 2-Isolated DC-DC Converter

Dong-Hee Kim¹, Kwang-Suk Song¹, Seong-Mi Park², Sung-Jun Park¹
Chonnam National University¹, Korea Lift College²

Abstract

Fuel cells are a relatively low-cost source of DC power. In order to promote the commercialization of domestic fuel cells, it is urgently required to develop power converters with high efficiency and high voltage. The proposed topology is a new DC / DC converter using two types of converters to realize a high voltage and high efficiency power converter suitable for fuel cell power generation. The proposed converter can reduce the output voltage ripple by performing interleaved switching of the converter modules connected in series. Psim simulation was performed to verify the validity of the proposed method.

1. 서 론

에너지 이용률이 수도권 및 주요 도시로 집중화됨에 따라 해안가에서 생산되는 에너지를 장거리에 있는 전력수요가 높은 수도권 및 대도시 지역으로 대규모 송전시설을 이용하여 공급하고 있는 실정이다. 이 경우 전기에너지는 기존 전력망을 통하여 수송이 가능하나 열에너지는 수송이 어려운 실정이다. 최근 신재생 에너지에 대한 관심이 고조되면서 이에 대한 영구가 활발히 진행되고 있다. 연료전지는 타 신재생에너지원과 다른 자연환경의 제약 없이 연중 가동이 가능하다는 장점이 있으며 설치면적도 적은 편이어서 전력수요가 높은 대도시 인근에 설치 가능한 유일한 친환경 분산형 전원 설비라고 할 수 있다. 현재 한국에너지공단 신재생에너지 센터를 중심으로 가정용 연료전지의 보급화사업이 실시되고 있다. 연료전지는 DC 발전원으로 발전전압이 낮아 높은 승압비를 요구하고 있다. 그러나 높은 승압비 갖는 전력변환기는 변환 효율이 낮아 연료전지 사업에 큰 걸림돌이 되고 있다. 본 논문에서는 연료전지 발전에 적합한 고승압 고효율을 갖는 전력변환기를 구현을 위해 이종의 컨버터를 이용한 새로운 DC/DC 컨버터 토폴로지를 제안한다. 제안된 컨버터의 특징은 전압제어 요소는 적으나 고효율로 동작하는 준공진형 컨버터를 기저전압용으로 사용하고, 전압제어 요소가 강한 위상천이 컨버터를 전압제어용으로 사용구조이다. 또한 각 컨버터의 출력을 직렬로 연결함으로써 낮은 승압비를 갖는 컨버터 모듈로 높은 승압비를 갖는 컨버터를 구성할 수 있었다. 특히 제안된 컨버터는 직렬로 연결된 컨버터 모듈을 인터리브 스위칭을 행함으로써 출력전압 리플을 저감할 수 있다. 제안된 방식의 타당성 검증을 위해 Psim 시뮬레이션을 행하였다.

2. 본 론

2.1 제안된 가정 연료전지용 컨버터 토폴로지

가정용 연료전지 발전시스템 구조를 나타내고 있다. 도시가스는 개질기를 통하여 수소와 산소로 분리되며, 연료극에 유입된 수소는 백금촉매에 의해 산화되어 수소양이온과 전자로 분해되어 전해질막과 외부회로를 통해 공기극으로 이동하면서 발전된다. 공기극으로 이동한 수소양이온과 전자는 산소와 결합하여 물 생성되며 이때 발생하는 열에너지는 온수나 난방으로 사용된다. 가정용 연료전지에서 발생하는 전압은 통상 50-60[V]로 AC220으로 변환하기 위해서는 300[V] 이상의 높은 전압으로 변환할 수 있는 장비가 필수적이다. 그림 1은 본 논문에서 제안한 이종의 컨버터를 이용한 고승압 고효율을 갖는 새로운 DC/DC 컨버터 토폴로지이다. 제안된 컨버터 시스템은 기저전압용으로 2조의 고효율로 동작하는 준공진형 컨버터를 사용하고, 전압제어기로 동작하는 2조의 위상천이 컨버터를 사용하여 각 컨버터 출력을 직렬로 구성하였다. 또한 제안된 컨버터 시스템에서 출력전압 리플 저감을 위해 기저전압용으로 2조 컨버터 모듈을 90도 위상차를 갖는 인터리브 스위칭을 행하였다.

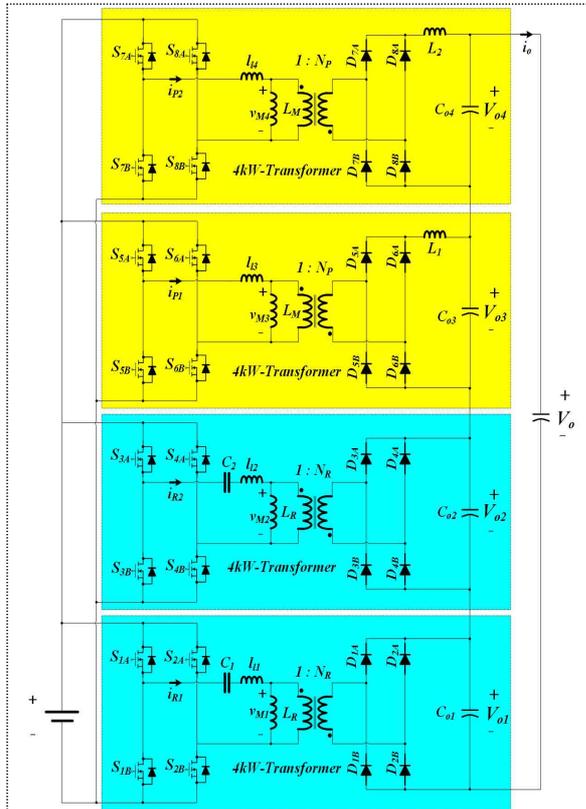


Fig. 1. 제안된 이중의 컨버터를 이용한 컨버터 시스템

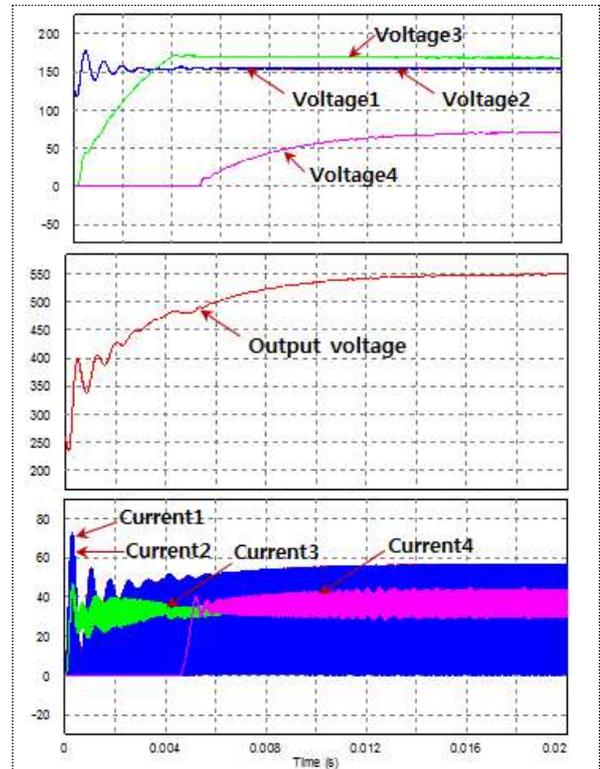


Fig. 2. 컨버터의 동특성

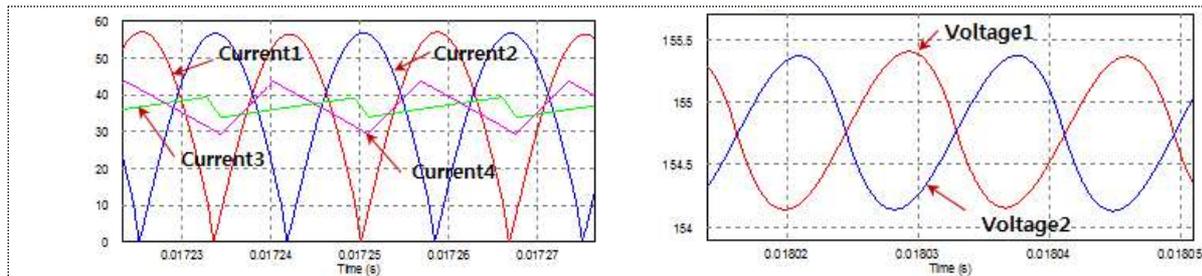


Fig. 3. 컨버터 전압전류 확대파형

그림 2는 제안된 컨버터의 동특성을 파악하기 위한 시뮬레이션 결과로 컨버터 1,2 출력전압은 기저전압을 형성하고 있으며 컨버터 3,4의 전압제어에 의해 출력전압이 550[V]로 제어됨을 알 수 있다. 그림 3은 그림 2의 정상상태 시 확대한 파형으로 컨버터 전류가 위상차 90도 차로 유지함으로 직렬로 연결된 컨버터 전압의 교류성분은 180도로 유지되어 출력에는 나타나지 않게 된다.

3. 결 론

본 논문에서는 가정용 연료전지용 고승압 고효율을 갖는 전력변환기 토폴로지 및 스위칭방식을 제안하였으며 시뮬레이션 결과 제안된 방식의 타당성을 검증하였다.

사 사

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성사업(R0006288)

[참 고 문 헌]

- 1) J.H. Jang, J.H. Shin, J.H. Park, “Low-Cost High-Efficiency Two-Stage Cascaded Converter of Step-Down Buck and Tapped-Inductor Boost for Photovoltaic Micro-Inverters ”, The Korean Institute of Power Electronics, pp. 157-163, 2014.
- 2) Jong-Ho Jang, Thang.T.V. Joung-Hu Park, “High Efficiency Photovoltaic Micro-Inverter Application of Two-Stage Tapped-inductor Buck-Boost Converter,” Power Electronics Annual Conference , pp. 258-259, 2013.

LLC공진 회로를 이용한 고효율 공진형 LDC에 관한연구

박이수¹, 나정승², 박성미³, 박성준¹
전남대학교¹, 호남대학교², 한국승강기대³

Study on High Efficiency Resonant LDC Using LLC Resonant Circuit

Lee-Su Park¹, Jeong-Sueng Na², Seong-Mi Park³, Sung-Jun Park¹
Chonnam National University¹, Honam University², Korea Lift College³

Abstract

In general, the electric system for fuel-efficient vehicles is a dual voltage system, and the ground of both power sources is commonly used through the chassis. In this dual system, the DC / DC converter for power transfer between the two power sources has a 4 times higher step-up ratio, which makes it difficult to increase the efficiency of the isolated DC / DC converter due to the high step Pumps are being studied. Therefore, in this paper, propose a LLC resonant circuit using a series transformer in parallel for a high efficiency resonant LDC converter suitable for a 12/48 [V] dual power source and conduct a Psim simulation to verify its feasibility.

1. 서 론

오늘날 자동차는 안전하고 편리함을 추구하는 소비자의 요구, 기술혁신, 경쟁, 제품의 차별화, 규제 등 다양한 요인에 따라 차량 내부의 전기/전자적인 구조가 점점 복잡해지고 있으며 자동차전장회로시스템은 더욱 복잡해지고 있다. 따라서 자동차의 각종 기능을 갖춘 모듈을 장착함에 따라 기존의 전력공급장치로 이를 충분히 커버하기 힘들게 됨에 따라 향후 고밀도 DC/DC 컨버터 주 시장인 차량에도 기존 12[V] 전원용 기기를 유지하면서 12[V]전원에서 48[V]전원으로의 설계변동이 이루어지고 있으며, 이 경우 전기에너지 요구 증대에 부응하기 위해 12[V] 발전기에서 48[V] 발전기로 교체하여 48[V] 전원시스템으로 구축하고 48[V]/12[V] SMPS로 기존 12[V] 기기에 대응하게 될 것이다. 이때 48[V]/12[V] SMPS의 수요가 급증할 것으로 예상된다. 따라서 본 논문에서는 고효율 공진형 LDC 컨버터를 위해 변압기 직병렬을 이용한 LLC 공진 회로를 제안하고 타당성 검증을 위해 Psim 시뮬레이션을 행하였다.

2. 본 론

2.1 제안된 변압기 직병렬형 LLC 컨버터

그림 1은 제안된 고밀도 DC/DC 컨버터 토폴로지이다. 변압기의 1차측은 풀브리지 형태로 양방향 전력 수수가 가능한 형태이며, 변압기 1차측의 Ls와 직렬 콘센서를 결합하여 직렬 공진을 통하여 각각의 스위치는 턴 온시 영전류 소프트 스위칭, 턴 오프 시 영전압 소프트 스위칭을 실현한다. 여러 스위치를 이용하여 스위치에 걸리는 양단의 전압이 클램프가 용이하다. 이는 스위치가 턴 오프 시 오버슈트 성 전압이 적게 되어 스위치의 스트레스를 줄여준다. 하드 스위칭의 경우 스위치에 다량의 열이 발생하게 되어 회로의 전체 효율에 영향을 주게 되며 스위칭 주파수가 증가할 때 스위칭 손실도 증가하므로 스위칭 주파수를 많이 올릴수 없다는 단점이 있다. 그러나 Full-Bridge DC/DC 컨버터의 경우에는 부가적인 회로 없이 모든 스위치에 ZVS 또는 ZCS 동작을 하여 스위치에 손실되는 에너지를 줄이고 전체 효율도 상승시킬 수 있는 장점이 있다. 저전압 측은 큰 전류에 의한 스위치 및 다이오드 도통손실을 줄이기 위하여 Push-Pull 컨버터로 구성된다. 다수의 고주파 변압기를 사용하여 변압기의 고전압측은 직렬로 연결하여 전압을 분담하고, 저전압 측은 병렬로 연결하여 스위치와 다이오드의 전류 스트레스를 줄이는 구조이다.

그림 2는 제안된 고밀도 양방향 DC/DC 컨버터의 전체 시스템 동작과 양방향 전력 변환 특성을 확인하기 위한 파형이다. 전류지령치는 1[kHz]의 극성을 가지며 변화시킴으로써 양방향 전력변환 특성을 확인하였다. 그림에서 보는 바와 같이 전류 지령치는 100[A]로 설정하였으며, 고압측 전압 48V, 저압측 전압 12V로 구성하여 출력전력 1.2[kW]가 출력됨을 확인하였다. Step-down 모드로 변환 시 오버슈트는 거의 없는 형태이며,

약 50[us] 이후에 정상상태에 도달하는 것을 확인하였다. Step-down 모드에서 Step-up 모드로 변환 시 전류리플치의 변화에 따라 약간의 오버슈트를 가지며, 약 100[us] 이후에 정상상태로 도달하는 것을 파형을 통해 확인하였다.

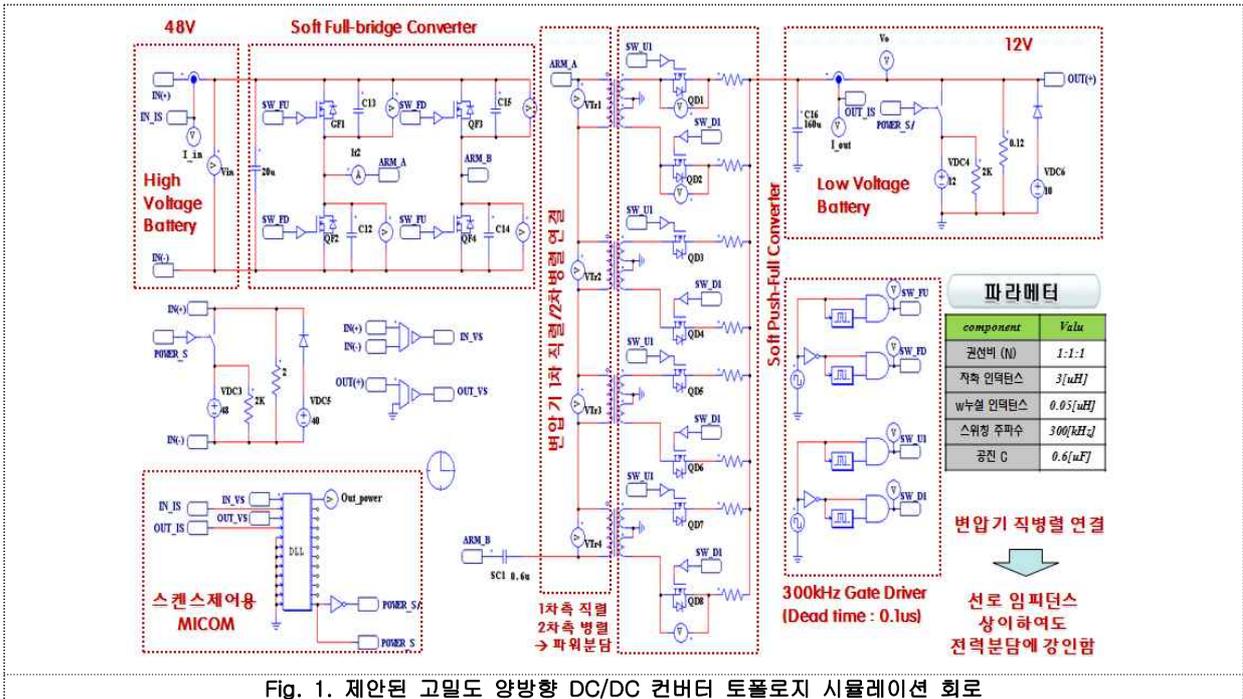


Fig. 1. 제안된 고밀도 양방향 DC/DC 컨버터 토폴로지 시뮬레이션 회로

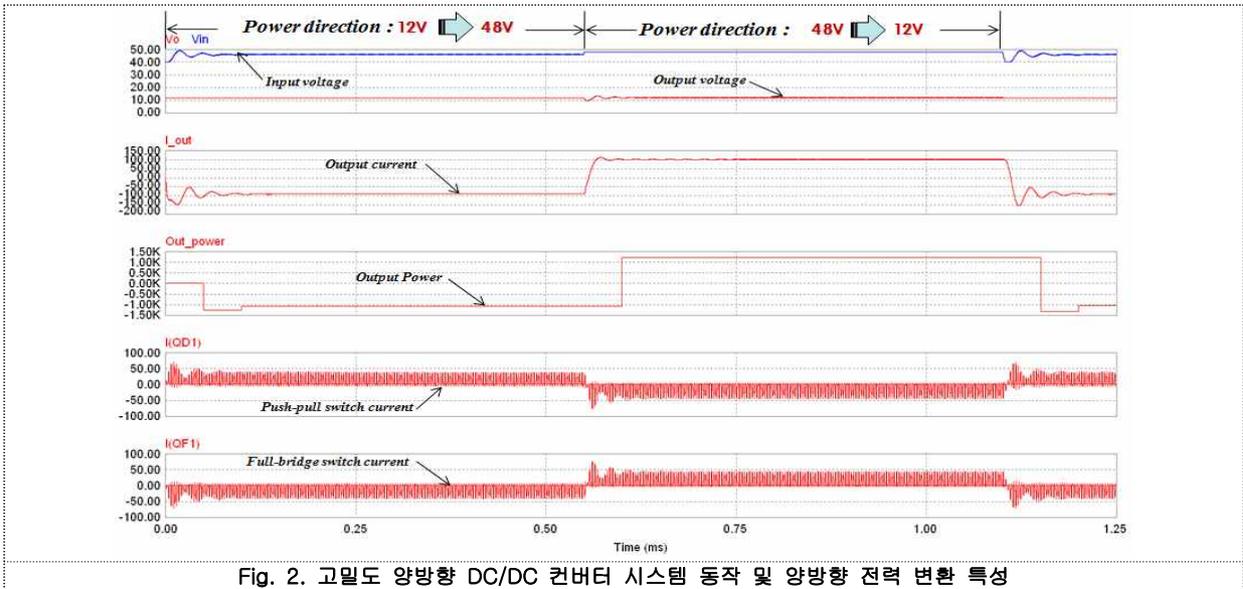


Fig. 2. 고밀도 양방향 DC/DC 컨버터 시스템 동작 및 양방향 전력 변환 특성

3. 결 론

본 연구는 LVDC용 변압기 직병렬 LLC 컨버터를 제작하여 시뮬레이션 기반으로 실제 실험을 한 결과 정격 용량인 1k[W]에서 Step-down 모드에서는 93.19%, Step-up 모드에서는 93.37로 양호하게 나타났다.

사 사

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성사업(R0006288)

[참 고 문 헌]

- 1) S.H. Lee, D.G. Moon, J.S. Park, S.W. Choi, “High Current Side Filterless Interleaved Resonant Converter for EV LDC”, The Korean Institute of Power Electronics, pp. 196-197.2 013.

고주파 스위칭을 위한 액티브 클램프 타입의 게이트 드라이버

최희성¹, 송광석¹, 박성미², 박성준¹
전남대학교¹, 한국승강기대²

Gate Driver of Active Clamp Type for High Frequency Switching

Hee-Seong Choi¹, Kwang-Suk Song¹, Seong-Mi Park², Sung-Jun Park¹
Chonnam National University¹, Korea Lift College²

Abstract

Recently, studies have been actively conducted to increase the switching frequency of a power converter using a MOSFET. The most important factors for high-frequency switching in gate drivers are transition time and drive power. Therefore, this paper proposes an active clamp type gate drive with a short transition time and low driving power. Psim simulation was performed to verify the validity of the proposed method.

1. 서 론

최근 MOSFET를 사용한 전력변환기가 제품화되면서 에너지 밀도를 높이기 위해 스위칭 주파수를 높이는 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 SMPS의 경우 수백 k[Hz]의 스위칭 주파수를 갖는 제품이 출시되고 있다. 스위칭 주파수를 높이기 위해서는 MOSFET와 같은 고속의 스위칭 소자와 이를 구동할 수 있는 게이트 드라이브 개발이 필수적이다. 고밀도 DC/DC 컨버터의 게이트 드라이버에서 가장 중요한 요소는 턴 온 시와 턴-오프 시 천이시간이다. 이러한 천이시간을 줄이는 게이트 드라이버는 상대적으로 큰 구동전력으로 인하여 소용량 전력변환기에서는 효율 저하에 큰 영향을 미치고 있다. 따라서 본 논문에서는 구동전력이 적은 액티브 클램프 타입 게이트 드라이버를 제안한다. 또한 제안된 방식의 타당성 검증을 위해 Psim 시뮬레이션을 행하였다.

2. 본 론

2.1 제안된 저가형 전압센서

고밀도 DC/DC 컨버터의 게이트 드라이버에서 가장 중요한 요소는 턴 온 시와 턴-오프 시의 천이시간이다. 스위칭 속도가 빠르므로 정해진 시간보다 천이시간이 길어진다면, 스위치가 오동작할 수 있는 문제점이 생긴다. 그림 1은 기존의 펄스렌스 방식의 게이트 드라이버이다. 스위치가 턴 온 시에 전원전압이 변압기를 통하여 Rg.on으로 도통경로가 형성되며, 스위치가 턴 오프 시 2차측 저항 Rg.off와 다이오드를 통하여 전류가 도통되며, 이는 변압기의 1차측 하위 스위치가 온이 되어 전류루프를 만들어 주는 형태로 구성된다. 제안된 고밀도 DC/DC 컨버터의 게이트 드라이버는 그림 2에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 변압기의 1차측은 액티브 클램프 방식의 회로 형태로 구성된다. 스위치 상위 스위치와 하위 스위치는 상호 인터리브로 동작하며, 듀티는 0.5로 고정이다. 스위치가 턴 온 시에 전원전압이 변압기를 통하여 Rg.on으로 도통경로가 형성되며, 스위치가 턴오프 시 2차측 저항 Rg.off와 다이오드를 통하여 전류가 도통되며, 이는 변압기의 1차측 상위 스위치가 온이 되어 전류루프를 만들어 주는 형태로 구성되므로 기존의 하프브리지 형태의 게이트드라이버와 유사한 전류루프 구조를 가지고 있다. 기존 게이트 드라이버 대비 제안된 게이트 드라이버의 차별성은 소프트 스위칭 구조라는 것이다. 제안된 액티브 클램프 방식의 게이트 드라이버는 게이트 드라이버 내의 스위치가 턴온, 턴오프 시에 ZCS로 동작되며 스위칭 속도가 빠른 고밀도 DC/DC 경우에 적합한 회로이다. 그림 3은 제안된 게이트 드라이버 회로의 소프트 스위칭을 확인하기 위해 기존 게이트 드라이버와 제안된 게이트 드라이버의 시뮬레이션 결과파형이다. 그림에서 보는바와 같이 스위칭 천이시간이 0.1[us]로써 스위치 턴온 시 오프 시 상당히 빠른 천이시간을 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한 기존 스위칭 드라이버는 입력 전류의 리플이 상당히 크며 입력 전류 피크치는 제안된 게이트 드라이버의 약 2배정도 크다는 것을 알 수 있다. 그림 3에서 알 수 있듯이 제안된 게이트 드라이버는 스위치가 턴온-오프 시 소프트 스위칭 하는 것을 확인할 수 있다.

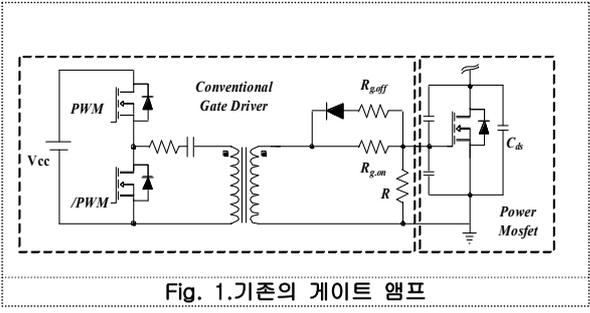
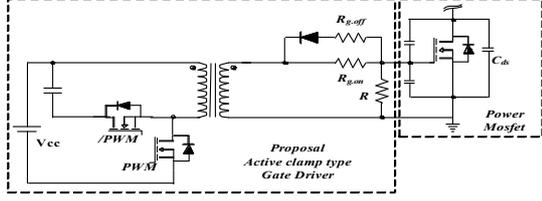


Fig. 1. 기존의 게이트 앰프



배터리 전압 계측을 위한 관측기 개념을 적용한 저가형 전압 센싱회로

나정승¹, 박성미², 정대원¹, 양승학¹, 박성준³
호남대학교¹, 한국승강기대², 전남대학교³

Low Voltage Sensing Circuit Using Observer Concept for Battery Voltage Measurement

Jeong-Sueng Na¹, Seong-Mi Park², Dae-Won Chung¹, Seung-Hak Yang¹, Sung-Jun Park³
Honam University¹, Korea Lift College², Chonnam National University³

Abstract

In recent years, a variety of passive or active battery balancing methods have been studied in order to eliminate unbalance of a serial-structured battery module in which a large capacity DC power source load of a battery module is rapidly increased. As the number of serial modules increases in the battery balancing circuit, the burden on the sensor for measuring the module voltage is increasing. Therefore, this paper proposes a new voltage measurement topology using an optocoupler for battery voltage measurement at low cost. The proposed topology consisted of an optocoupler for detection and an opto coupler for observation. The observer was able to detect the correct voltage and the validity of the proposed method was verified through the Psim simulation.

1. 서 론

최근 DC전원 사용부하가 급속히 증가하면서 에너지를 저장하는 장치의 수요가 증가하고 있다. 특히 2차 전지의 대용량 요구에 따른 배터리 모듈의 직렬 구성은 필수적이다. 용량이 같은 배터리 모듈을 직렬로 구성하면 초기에는 잘 동작하지만, 장시간 운영 시 각 배터리 특성의 차이로 인한 전압 불평형이 일어나며 이로 인하여 배터리 충전 방전 시 특성이 변화하여 효율 및 성능이 저감되는 주요 원인이 된다. 이렇게 직렬로 구성된 배터리 모듈의 불평형을 제거하기 위하여 수동(Passive) 또는 능동(Active) 방식의 다양한 배터리 밸런싱 방법 등이 연구되고 있다. 배터리 밸런싱 회로는 배터리 관리 시스템(BMS)과 결합되어 각 모듈의 전압을 측정하여 별도의 전력변환기를 통하여 모듈 간 밸런싱을 수행한다. 이때 배터리 모듈 직렬 수가 증가할수록 모듈전압을 계측하기 위한 센서에 대한 부담이 증가하고 있다. 따라서 본 논문에서는 저가형으로 배터리 전압 계측을 위해 옵토 커플러를 이용한 새로운 전압계측 토폴로지를 제안한다. 제안된 토폴로지는 검출용 옵토 커플러와 관측용 옵토 커플러로 구성하여 관측기를 구성함으로써 정확한 전압을 검출할 수 있었다. 또한 제안된 방식의 타당성 검증을 위해 Psim 시뮬레이션을 행하였다.

2. 본 문

2.1 제안된 저가형 전압센서

배터리 밸런싱을 위해서는 직렬로 연결된 배터리 모듈의 전압 검출은 필수적이다. 그림 1은 배터리 전압을 계측하기 위한 대표적인 칩인 Liner technology 사의 LTC6804칩 구조를 나타내고 있다. 본 칩은 절연 전압 센서가 고가임으로 이를 극복하기 위해 절연 고속 직렬통신방식을 채용하여 배터리 전압을 측정하는 구조이다. 본 칩은 배터리 전압 측정용 칩은 최대 12개 셀 전압을 계측할 수 있으며, 계측된 셀 전압은 절연된 시리얼통신에 의해 전달되며, 모든 셀 전압을 측정하기 위해서는 290[usec] 소요된다. 본 칩 구조는 상위 센서용 칩에서 하위 센서용 칩으로 전압정보를 전달하는 구조를 취함으로써 하위측으로 갈수록 센서용 칩이 통신부담이 크게 작용하는 단점이 있다. 이로 인하여 직렬구조수가 증가할수록 데이터 측정시간이 기하 급수적으로 증가하게 된다. 그림 2는 본 논문에서 제안한 옵토커플러를 이용한 저가형 절연전압센서 토폴로지를 나타내고 있다. 옵토커플로 사용 시 옵토 커플러의 문턱전압이하에서는 계측이 불가능하나 배터리 특성상 매우 낮은 전압 계측은 무의미함으로 계측 성능에는 영향을 미치지 않는다. 본 회로의 동작은 아래와 같다. 옵토 커플러에 직렬로 연결된 저항단에 배터리 전압이 인가되면 배터지 전압에 비례하는 전류가 형성되고 옵토 커플러 출력은 배터리 전압에 비례하는 전압을 발생한다. 그러나 옵토 커플러의 출력은 배터리 전압과 비선형적 비례 관계를 갖게 되어 일반적으로 전압센서로 사용이 불가능하게 된다. 본 논문에서는 옵토 커플러를 추가로 설치하여 배터리 입력전압을 관측기 출력으로 연결함으로써 배터리 전압과 관측기 전압이 동일하게 유지하게 된다.

관측기로는 그 구성이 간단한 적분기를 사용하여 구성하였다.

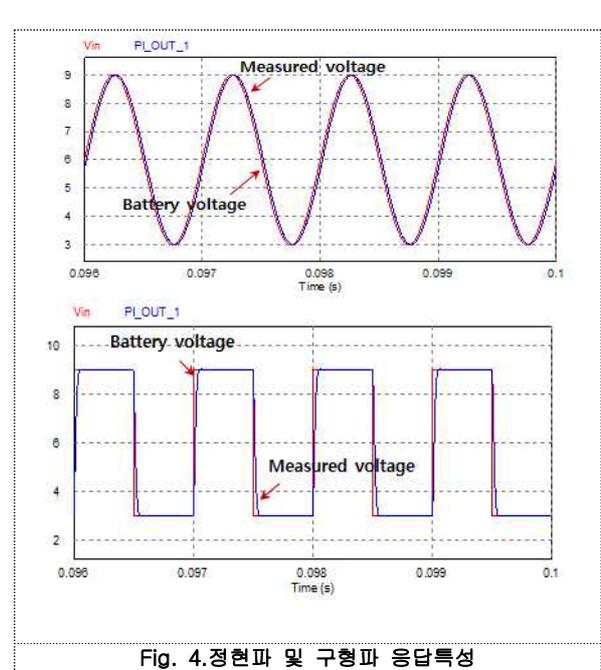
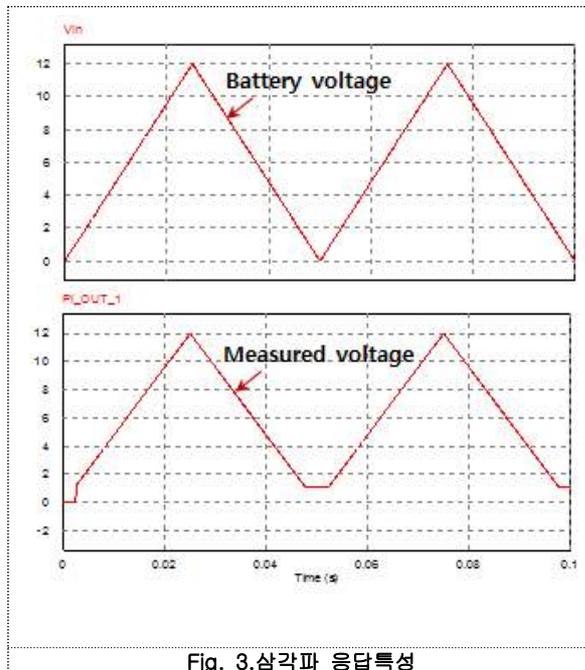
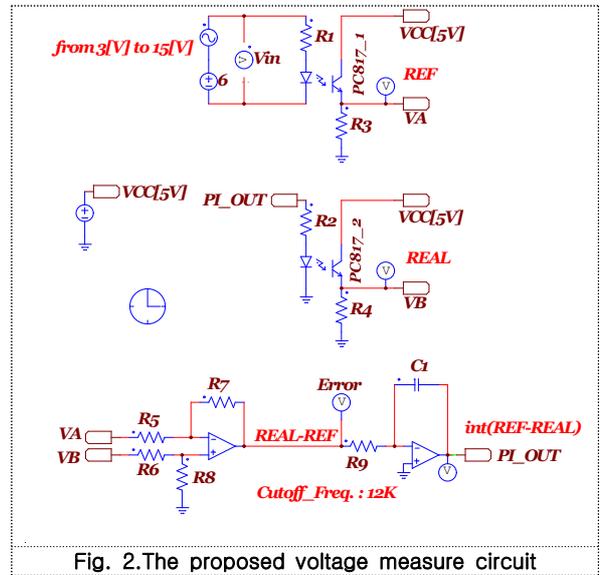
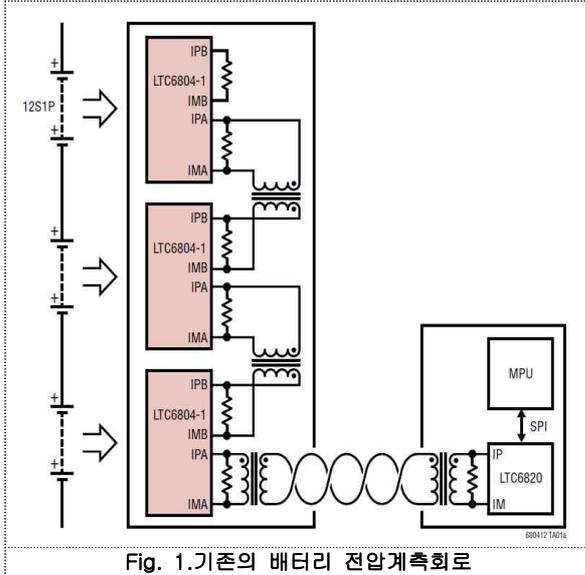


그림 3은 시스템의 Cutoff 주파수를 12k[Hz]로 설정한 후 삼각파응답특성이며, 그림 4는 정현파 및 구형파 응답특성을 나타내고 있다. 그림에서 보는바와 같이 입력전압 1.2[V]이상에서는 입력전압과 출력전압이 양호하게 계측됨을 알 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 저가형으로 배터리 전압 계측을 위해 저가형 오픈 커플러 PC817을 이용한 새로운 전압계측 토폴로지를 제안하고 시뮬레이션 한 결과 배터리 유효 전압 전 영역에서 그 계측 정도가 양호함을 확인할 수 있었다.

사 사

본 과제(결과물)는 교육부의 출연금으로 수행한 4차산업혁명 혁신선도대학 사업의 연구결과입니다.

[참 고 문 헌]

- 1) K. J. Lee, J. P. Lee, D.S. Shin., S.J. Park, D. Y. Yoo, J. Y. Yoo , “100kW BESS System using Battery Balancing Circuit”, The Korean Institute of Power Electronics , pp. 89-90 , 2011.

APF 기반 동기 좌표계 DQ 모델을 이용한 단상 영구자석 동기전동기의 운전에 관한 연구

강형도, 황선환
경남대학교 전기공학과

A study on Operation of Single-phase Permanent Magnet Synchronous Motor using Synchronous Reference Frame DQ modeling based on All Pass Filter

Hyeong Do kang, Seon Hwan Hwang
Kyunghnam University

Abstract

This paper presents the operation algorithm of Single-phase Permanent Magnet Synchronous Motor based on DQ model by applying all-pass filter. Generally, the position information of rotor is needed to control PMSM and the rotor position information can be obtained through the position detection sensor. However, the position detection sensor is expensive and has a disadvantage that it is necessary to secure additional space for mounting it. In order to overcome this disadvantage, the position sensor is removed to estimate the back-EMF from the stator voltage equation of the permanent magnet synchronous motor and the rotor position can be obtained from the back-EMF. For high speed operation using sensorless control, this paper proposes an algorithm that can generate the DQ-axis by applying the all-pass filter and secure the startup through current control. The validity and availability of the proposed method are verified through the experiment.

1. 서 론

영구자석 동기전동기는 벡터제어를 위해서 위치 센서를 통하여 회전자 위치 정보를 얻는 것이 필수적이다. 하지만, 위치 센서는 고가이며, 추가적인 설치 공간 확보가 필요한 단점을 가지고 있다. 이를 위해 단상 영구자석 동기전동기의 수학적 모델링을 이용하여 역기전력을 추정하고 추정된 역기전력을 통해 회전자 위치를 검출 할 수 있다. 하지만 영속 및 저속 영역에서 역기전력의 크기가 미소하여 정확한 위치를 검출하는데 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 단상 영구자석 동기전동기의 센서리스 제어를 오픈 루프 운전 영역인 정지 및 저속 영역에서 안정적인 기동 운전 특성을 확보하기 위하여 가변 차단 주파수를 갖는 전역통과필터를 이용한 동기 좌표계 DQ모델 기반 기동 알고리즘을 제안하였다.

2. 본 론

2.1 단상 영구자석 동기전동기의 수학적 모델

단상 영구자석 동기전동기의 고정자 전압 방정식은 고정자 권선과 회전자의 계자가 서로 독립적이므로 식 (1)과 같이 고정자 권선 저항에 대한 전압 강하성분과 고정자 권선에 쇄교하는 자속 λ의 시간당 변화율의 합으로 표현할 수 있다.

$$v_s = R_s i_s + \frac{d\lambda}{dt} \tag{1}$$

2.2 단상 영구자석 동기전동기의 기동 알고리즘

Fig. 1과 같이 좌표 변환을 이용한 가상 dq축 모델 기반 전류 제어를 단상 영구자석 동기전동기에 적용하였을 경우의 전체 블록도를 나타낸 것이다. 좌표 변환을 위한 회전자 위치각은 자속 기반 위치 추정기로부터 위치 정보를 얻는다.

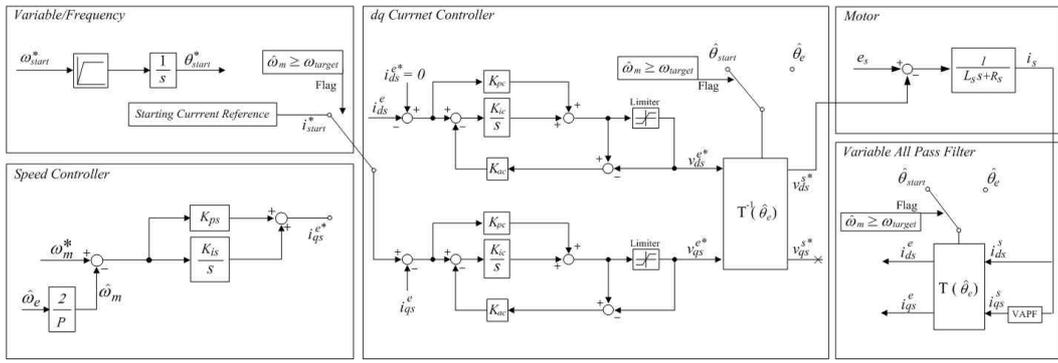


Fig. 1. Control block diagram of starting algorithm based on synchronous reference frame PI current controller.

3. 실험

Fig. 2와 Fig. 3은 직류단 전압 및 기동 전류 변동에 따른 가상 DQ 모델 기반 PI 전류 제어기의 동작 특성을 보여주고 있다.

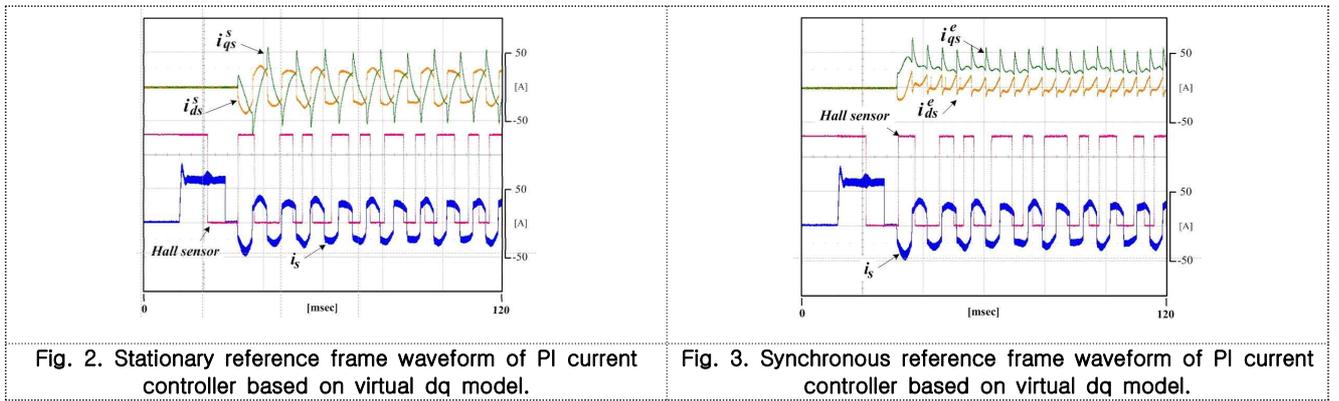


Fig. 2. Stationary reference frame waveform of PI current controller based on virtual dq model.

Fig. 3. Synchronous reference frame waveform of PI current controller based on virtual dq model.

4. 결 론

본 논문에서는 자속기반 센서리스 운전시 요구되는 정지 및 저속 운전영역에서의 오픈 루프 기동 특성을 확보하기 위한 기동 알고리즘을 제안하였다. 영속 및 저속에서 오픈루프를 이용한 전류 제어를 통해 일정 속도까지 도달하기 위한 제안된 동기 좌표계 DQ 모델 기반의 전류 제어를 적용하여 전류리플은 있으나 센서리스 적용 시점까지 안정적인 기동 운전이 가능함을 보였다.

사 사

본 논문은 (주) LG전자의 지원에 의하여 연구되었음.

[참 고 문 헌]

- 1) K-W. Lee and J. Ha. "Evaluation of Back-EMF Estimators for Sensorless Control of Permanent magnet Synchronous Motors . Journal of Power Electronics, vol. 12, no. 4, pp.605-615, Jul. 2012.
- 2) J. Ha, K. Ide, T. Sawa, and S. Sul, "Sensorless motor position estimation of an interior permanentmagnet motor from initial states," IEEE Trans, on Ind. Applicat., vol. 39, pp. 761-767, May/June.
- 3) Liviu I. Iepure, "Improved state observers for sensorless single phase BLDC-PM motor drives," IEEE trans. on Industrial Electronics Society., pp.870-875, Nov.2010.
- 4) S. Bentouati, Z. Q. Zhu, Member IEEE, and D. Howe, "Influence of Design Parameters on the Starting Torque of a Single-Phase PM brushless DC Motor", IEEE Transactions on Magnetics, vol. 36, Issue 5, Sep 2000, p.3533-3536.

유연핸드 아암을 갖는 로봇시스템 비선형제어기 설계

오세봉¹, 이권재², 이진규³
(주)S&T중공업¹, (주)오토엔², (주)두산모트롤³

1. 서 론

본 연구에서 자동차 부품 가공라인 적용시 Cycle time을 획기적으로 단축할 수 있으며, 작업공간이 협소한 전기/전자부품의 조립 및 핸들링에 적용시 기존의 로봇보다 훨씬 우수한 작업성능의 로봇을 제작하기 위해 기존 링크형 로봇의 협소공간 진입 및 작업영역 확장을 1개의 Prismatic 암을 부가한 7축 다관절 로봇을 구현하여 가변구조에 적합한 Harness Cable 적용을 한다.

2. 본 문

본 연구에서는 볼나사 구동 방식의 7절링크를 이용한 새로운 폐쇄인 구조의 다관절 로봇 매니플레이터를 제안하였다. 이의 구조는 Fig. 1. 같이 구성된다. (1)

3. 성능 실험

중력보상 장치의 최적설계 문제는 다음과 같은 최적화 문제로 나타내어질 수 있다.

$$\min f(\vec{X}) \\ s.t \vec{X} = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n,)$$

4. 결 론

본 연구 로봇은 미끄럼형구조 만에 의한 기존 6축 로봇과 달리 Lower Arm이 Prismatic구조로 신축 가능해 Fig. 3와 같이 협소공간 진입이 가능하므로, 로봇 진입이 문전체가 아닌 조그마한 개구부 및 Top Door만의 개폐만으로도 가능하다. 이러한 로봇의 작업 궤적상 이점은 가공공정의 사이클 단축하여 30%이상의 생산성 향상이 가능하며, 사이클 시간을 최소 약20초 이상 단축 가능하여 최적화 효과를 확인 하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) Mancini, L. J. and Piziali, R. L., 1976, "Optimal Design of Helical Springs by Geometrical Programming," Engineering Optimization, Vol. 2, pp. 73~81..
- 2) Segla, S, Kalker-Kalkman, C. M. and Schwab, A. L., 1988, "Static Balancing of a Robot Mechanism with the aid of a Genetic Algorithm," Mechanism and Machine Theory, Vol. 33, pp. 163~174.

퍼지-뉴럴네트워크 이론을 이용한 로봇의 작업동작제어에 관한연구

김두범¹, 임요득¹

1. 서 론

퍼지시스템은 지식의 논리적, 구조적 표현을 명확히 할 수 있고 퍼지추론 등의 퍼지 연산을 통해 퍼지 정보 처리를 할 수 있으며, 복잡한 시스템에 대한 개략적 시술을 가능하게 하여 자연적인 표현을 사용한 고위의 정보처리가 가능한 시스템이다. 그러나 소속함수와 규칙에 대한 조종 능력이 없어 변화하는 환경에 대해 적응성이 떨어지고 계산 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 자기구성 제어를 제안한다. (1)

2. 본 론

퍼지제어기의 성능을 개선할 때 규칙의 수정 방법은 크게 3가지로 나누어진다. 1. 제어규칙의 수정, 2. 조정인자(scaling factors), 3. 제어규칙과 이득항을 동시에 수정 여기서 두 번째 방법은 시스템의 제어성능을 향상시킬 수 있으나 적절한 퍼지 제어 규칙이 미리 설정되어 있다는 전제가 뒤따른다. 세 번째와 같은 반경 방법도 시스템의 성능을 향상시킬 수 있으나 제어 규칙과 조정인자의 두 성분을 동시에 어떻게 적절히 바꿀 수 있으나 하는 문제가 아직 연구과제로 남아있지만, 일반적인 자기구성 퍼지제어기는 첫 번째 방법, 제어 규칙의 수정에 의존한다. 본 연구에서는 규칙을 바꾸는 것 뿐 아니라 조정인자도 동시에 수정하였다.

3. 성능 실험

신경회로망 알고리즘은 인공지능의 한 분야로서, 인간의 뇌의 기능을 가진 로봇이나 컴퓨터에 대한 연구가 진행되어 왔으며, 이와 같은 연구 분야 중에서 인간의 뇌를 단순화 하여 신경 모델로 모델링한 신경 회로망 연구 분야가 대두 되었다. 신경 회로망은 상호 연결된 신경에 의해 임의의 입력 N차원 공간을 M차원 출력 공간으로 사상하는 것으로 생각할 수 있으며, 입력 및 출력 공간과 사상 특성에 따라 연상기억, 필터, 변환, 분류, 인식, 최적화 등의 기능을 수행할 수 있다.

4. 결 론

퍼지 조직과 신경회로망을 이용한 자율주행로봇의 주행제어 관한 연구를 수행하였다. 제안된 퍼지 신경망 제어기는 학습능력에 의해 스스로 적용할 수 있는 신경제어 구조와 퍼지 추론을 통해 제어압력을 생성하는 퍼지제어 구조를 결합한 새로운 구조의 실시간 제어 가능한 퍼지 신경망 제어기법에 의한 지능형 제어를 제안하였다.

또한 제안된 퍼지 신경망 제어기의 성능을 확인하기 위하여 시스템의 정확한 동적 모델링이 어려운 불확실성 시스템인 이동용 로봇의 속도 및 방향각 제어에 대한 제어 성능 시험을 통하여 확인하였다.

있다. 최근에 퍼지 신경망이론을 제어시스템에 적용함으로써 고전적 제어이론의 한계성 극복에 커다란 가능성을 보이고 있다. 퍼지이론과 신경망학설을 융합시키는 기술은 상당한 관심사로 부각되고 있다. 퍼지 신경망 제어기의 기본원리는 신경단위 세포의 학습 함수를 이용한 퍼지제어칙과 멤버십 함수를 자동적으로 조정하는 제어 방법이라 할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- 1) Sarkar, N. and Xiaoping Yun, 1998, "Tracrion control of wheeled vehicles using dynamic feedback approach," IEEE/RSI International Conference on Intelligent Robots and System, Vol, 1, pp, 413-418

강인제어 기법에 의한 로봇의 반복정밀작업최적 경로제어에 관한 연구

아오방첸¹, 송현우²

1. 서 론

생산현장에서이동로봇이 출발지점에서 목표지점에 도착하기 위하여 그 사이의 경로를 여러 개의 기본 운동 형태로 나누는 것이다. 공장 자동화 및 의료 분야 등에 사용되고 있는 무인 반송차(AGV)가 대표적이 예라할 수 있으며, 이동로봇은 가정용, 사무용, 산업용, 의료용 등 많은 분야에서 응용되어지고 있다. 특히 장애물이 많은 실내에서는 로봇이 스스로 실내구조나 장애물을 파악해 충돌을 회피하고 최적경로를 생성하여 안전하게 임무를 수행할 수 있는 능력을 갖추고 있어야 한다.

2. 본 론

초기의 실시간 장애물 회피 알고리즘은 장애물로부터의 척력과 목표점에서의 인력을 이용한 포텐셜 필드 방식을 기반으로 로봇이 안전할 수 있는 거리를 유지하도록 하여 장애물과의 충돌을 방지하였다. 포텐셜 필드 방식은 공간상의 각 점에 대하여 포텐셜 함수 또는 주행 함수 값을 구하고, 이 값을 최대화 또는 최소화시키는 방향으로 장애물 회피 경로를 생성시키는 방법이다. 셀 분할 방식은 전체 영역을 여러 개의 셀로 분할시키고 로봇이 이동할 셀의 조합을 선택하여 경로를 생성하는 방법이다. 로드맵 방식은 주어진 환경으로부터 정점과 간선으로 구성되는 그래프 지도를 구성하고 그래프 탐색을 통하여 경로를 생성하는 방법이다. (1)

3. 성능실험

로봇의 적은 계산시간으로 최단거리의 경로 계획을 위하여, 기존의 로드 맵 방식에 셀 분할 방식을 추가한 새로운 방법을 제안하였다. 한 번의 그래프 구성과 경로 탐색으로 최종경로를 생성하는 기존의 정적 경로계획 방법에서 효율을 높이기 위해 그래프 구성과 경로탐색을 반복하여 그래프와 경로를 계속 변화시키는 동적 경로계획 방법이다. 이를 위하여 동적 프로그래밍 기법을 적용하였다. 기존 방법에 비해 상대적으로 적은 계산 시간으로 상대적으로 짧은 이동거리의 경로를 생성함을 실험 결과를 통해 확인하였다.

경로를 생성하는 데 소요되는 계산 시간을 비교해 보여준다. 골격선 방법에 비하여가시도 방법의 계산시간이 장애물의 수에 의거 매우 급격하게 증가함을 볼 수 있다. 이는 장애물 각 꼭지점을 연결하는 간선의 수가 장애물의 수에 따라 기하급수적으로 증가하기 때문이다.

4. 결 론

본 연구에서 제안한 방법의 결과는 가정용, 사무용, 산업용, 의료용 등 많은 분야에 응용될 수 있다. 특히 실내 및 복잡한 산업현장에서 실시간으로 최단 경로를 생성하여야 하는 이동로봇에 효과적으로 적용될 수 있으리라 기대한다.

[참 고 문 헌]

- 1) H. Choset, K. M. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. E. Kavraki, S. Thrun, Principles of robot Motion, MIT Press, 2005.

지능제어기법에 의한 자동화기계의 정밀 모션 제어에 관한 연구

서희식¹, 배길호², 김성일²

(주)LMAT¹, (주)S&T중공업²

1. 서론

지금까지 모바일로봇의 주행 제어는 제어하려는 대상의 운동방정식을 알고 있을 때만 가능하였다. 그러나 이동로봇의 구조는 이동로봇의 운동방정식이 비선형성을 나타냄으로써 복잡하고 대부분의 경우 운동방정식을 정확히 구하지 못하는 경우가 많다. 본 연구에서는 이동용 로봇의 속도제어를 위하여 역전파알고리즘에 의한 및 가우스 멤버십함수의 혼합 퍼지추론법을 적용한 새로운 구조의 퍼지 신경망 제어기법이 제안되고, 제안된 퍼지 신경망 제어기법에 의해 제안된 모바일 로봇 제어기의 성능을 모의실험을 통하여 검증한다.

2. 본론

본 연구에서 채택된 퍼지제어에서 퍼지추론은 수지노의 퍼지추론의 특별한 경우로써 설명될 수 있는 단순화된 혼합 추론법이다. 사실, 퍼지신경회로 제어법은 수지노의 퍼지추론의 끝단의 함수가 상수가 되거나 또는 최소-최대 도식법의 끝단에서의 퍼지집합의 범위가 미소값, 즉 싱글톤(singleton) 이 될 때의 경우와 일치한다. 따라서, 임의의 i 번째 제어칙은 다음과 같이 쓸 수 있다. (1)

$$H_i : \text{If } x_1 = M_{i1} \text{ and } \dots \text{ and } x_n = M_{in} \text{ then} \\ \Gamma_1 = N_{i1} \text{ and } \dots \text{ and } \Gamma_n = N_{in} \quad (1)$$

3. 결과 및 토의

두개의 독립 구동바퀴를 가지는 이동 로봇이 평면상에서 정확히 움직이며, 절대 좌표계 O-XY는 평면상에 고정되었다고 가정한 상태에서 이동 로봇의 운동방정식은 다음과 같이 표현된다.

$$M_V \ddot{\theta} + (-T_l + T_r) L = 0 \\ m V - (T_l + T_r) = 0 \quad (2)$$

여기서, m 은 로봇의 질량, T_l , T_r 는 좌측과 우측의 구동력, L 은 좌측 또는 우측 구동바퀴와 로봇의 무게중심 사이의 거리, θ 는 로봇의 방향각, V 는 로봇의 속도, M_v 는 바퀴의 회전 관성 모멘트, f_c 는 점성 마찰계수, f_k 는 구름 이득 계수, R 은 바퀴의 반경, ψ_i 는 바퀴의 회전각, Γ_i 는 구동 입력, M_v 는 로봇의 무게중심에 대한 관성 모멘트 또한, 변수 θ , V , ψ_i 사이의 기하학적인 관계는 다음과 같이 주어진다.

4. 결 론

본 연구에서는 퍼지로직과 신경회로망을 이용한 모바일 로봇의 주행제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 퍼지 신경망 제어기의 성능을 확인하기 위하여 시스템의 정확한 동적 모델링이 어려운 불확실성 시스템인 이 동용 로봇의 속도 및 방향각 제어에 대한 제어 성능 시험을 모의실험을 통하여 검증하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) S. Horikawa, T. Furuhashi, S. Okuma, And Y. Uchikawa, 1991, "A Learning Fuzzy Controller Using a Neural Network", Trans. SICE, Vol.27, No.2, pp.208-215.

3월구동 로봇의 생산공정 바깥환경 필드에서의 자율이동에 관한연구

김종수¹, 심병균³

경남로봇산업진흥재단¹, 경남대학교 첨단공학과³

1. 서 론

현재 모바일 로봇은 주로 실내 서비스용 분야에 적용하기 위해 다루어지고 있으며 이를 위해 자율 주행 성능이 기본적으로 요구된다. 한편, 동특성을 다루는 제어기는 로봇에 내재된 비선형성을 다루기 위해 입/출력 선형화, 퍼지 및 신경회로망을 이용한 제어기 설계에 대한 결과들이 나오고 있다. 이러한 연구들은 주로 모바일 로봇에 내재된 포괄적인 비선형성을 처리하기 위한 것이며 특정 상황 하에서만 성립하게 된다. 결과적으로 모바일 로봇 성능의 해석적인 관점에서 한계를 보일 수 있다. 따라서 보다 해석적인 관점에서 모바일 로봇의 작업경로 제어에 대한 기술이 중요하다. (1)

본 연구에서는 이동 로봇의 경로 제어기와 동역학 제어기를 설계하는데 운동학 제어기는 계인 개수를 줄여 이동 설정에 따른 오차를 줄이고 마찰력과 외란을 고려한 동역학 제어기를 설계한다. 모의실험을 통해 설계한 제어기의 성능을 확인하여 제조공정내에서의 작업경로 제어기의 타당성을 검증하도록 한다. (2)

2. 본 론

이동로봇의 경로제어기는 기구학적 제어기와 다이내믹 제어기로 구성된다. 먼저 기구학 제어기로부터 추종하려는 경로에 대한 기준 명령을 구한 후 동역학 제어기에서 모바일 로봇의 휠 구동 토크를 계산하게 된다.

3. 결 론

본 연구에서는 모바일이동 로봇의 경로제어에 있어서 갖는 기구학적 제어기와 마찰력 및 외란을 고려한 다이내믹스 제어기를 구분하여 제어하는 구조로 제안하였다. 기구학 제어기는 2개의 계인 설정만으로 계인 설정에 대한 시행 착오를 줄일 수 있고 마찰력과 외란을 고려한 동적 제어기는 임의의 마찰력과 노이즈가 발생하더라도 이를 보상하여 기준 궤적을 제대로 경로 추종함을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) F. M. Raimondi, M. Meelluso, and L. S. Ciancimino, "A New Kinematic and Dynamic Direct Adaptive Fuzzy Control of Constrained Mobile Wheeled Vegicles," in Proc. IEEE, pp. 181-188. 2005.
- (2) N. Sarkar, X. Yun, and R. V. Kumar, Control of Mechanical Systems with Rolling Constraints : Application To Dynamic Control of Mobile Robots, Technical Report, Dept. of Computer & Information Science Univ. Pennsylvania, 1992.

극한환경 작업공정에서의 협력제어를 위한 최적 작업경로제어에 관한연구

한덕기¹, 강동준², 김영엽², 이승엽², 강지현², 김종부²
 해안엔지니어링(주)¹, 경남대학교 기계공학부²

1. 서 론

극한환경 작업공정에서의 로봇 협력제어를 위한 경로 계획 및 추종 시 에 신뢰도 높은 네트워크 구성을 가능하게 하기 위해서는 다음의 사항을 고려할 필요가 있다. 먼저, 기동 특성이 상이하므로 이를 고려하여야 하고, 6 자유도 운동이 가능하므로 동적안정성 확보가 필수적이며 에너지소비량도 제한되어 있다. 또한, 수중음향 통신의 신뢰도를 높이기 위해서는 음파의 전달 손실뿐만 아니라 협력제어 중인 해양로봇의 상대운동 및 다중경로에 의한 음파의 도플러 변형 등도 고려하여야 한다.

2. 본 론

본 논문에서는 동적/정적 제어성, 추진에너지 소모 관점에서 우수한 특징을 가지고 있어 민수뿐만 아니라 군수 적용이 가능하여 높은 활용도를 갖는 수중비행체(Underwater FlightVehicle : UFV)형 수중로봇의 6자유도 전체 운동방정식을 고려하였다.

$$[m + m_a]a = - \begin{bmatrix} F_I \\ G_I \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_R \\ G_R \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_H \\ G_H \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_P \\ G_P \end{bmatrix}$$

여기서, m 및 m_a 는 각각 질량 행렬 및 부가 질량 행렬이고, a 는 가속도 행렬이다. F_I 및 G_I 는 각각 관성 힘 및 모멘트 벡터이고, F_R 및 G_R 은 복원 힘 및 모멘트 벡터이고, F_H 및 G_H 은 선체 형상과 관련된 힘 및 모멘트 벡터이고, F_P 및 G_P 은 추진기/제어판과 관련된 힘 및 모멘트 벡터이다(1)(2).

3. 성능실험

제안된 경로 계획 및 추종 알고리즘의 성능 검증은 수중 로봇의 6자유도 전체 운동방정식을 적용하여, 수직면에서의 심도 변화 없이 수평면에서의 침로 제어 문제에 대해서 이루어 졌다. 수직면에서의 심도 변화 없이 수평면에서의 침로 제어 문제에 대해서 이루어 졌다.

경로 계획 및 추종은 잘 이루어지고 있으나 휴리스틱의 첫 번째 경험적 정보만을 충족하고 있음을 알 수 있다. 즉, 수중로봇은 초기 침로각 10도에서 침로 제어를 통하여 목적지를 향해 진행하는데, 약 250초 이후 부터는 거리 지수가 최대 통신거리를 초과한다.

4. 결 론

제안된 알고리즘은 앞서 언급한 이종 기동 특성, 효과적운용, 통신 거리 제한, 통신 오류, 용이한 설계 등의 문제를 모두 고려한 실제적인 해법을 갖는다. 즉, 시스템 모델링을 통해서는 이종 기동 특성, 효과적 운용 등의 문제를 해결하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) R. K. Lea, R. Allen and S. L. Merry, "A comparative study for control techniques for an underwater flight vehicle," International Journal of System Science, vol. 30, pp. 947-964, 1999.

디지털협동로봇의 로봇아암의 충돌회피에 관한연구

김세일², 이권재³, 양승윤²

해군정비창², (주)오토엔²

1. 서 론

위치추적을 구현하기 위한 방법에는 주행 중 바퀴에 장착된 엔코더를 사용하여 각 바퀴의 주행거리를 측정 한 후, 이로부터 각 소구 간마다의 위치변화량을 계산하여 초기 원위치로부터 현재의 위치를 계산하는 추측방법이 있다. 그러나 이동로봇의 휠과 바닥간의슬립, 휠 지름이 변화 평탄하지 않은 바닥에서의 주행, 휠 간의 거리 변경 등에 의해서 오차가 발생하게 되며, 이는 시간이 경과함에 따라 누적된다. 이러한 오차는 이동영역 내의 표적등과 같은 외부센서의 정보 또는 비전센서와 초음파센서 등으로부터의 정보를 이용하여 보정하여야 한다. 그래서 이동 로봇의 충돌회피기술에 대한 연구를 수행하였다(1).

2. 본 론

충돌 회피의 가장 필수적인 요소는 자율주행로봇 주위에 배치되어 있는 10개의 초음파 센서의 값을 받아들이고 장애물의 유무를 판단하는 것이다. 자율주행로봇의 진행도중 뒤쪽에 장애물이 출현했을 경우에는 방해 없이 진행을 할 수 있다. 그러나 자율주행로봇의 앞쪽이나 왼쪽, 오른쪽 방향에 장애물이 나타날 경우 자율주행로봇의 진행방향과 장애물이 평형을 이루지 않는 한 장애물과의 충돌이 일어나게 된다. 따라서 충돌 방지를 위해 자율주행로봇을 안전한 방향으로 회전시켜 주어야 하며 이때 로봇의 목적지와 깊은 관계가 있다. 본 연구에서는 어느 정도 크기를 가진 장애물을 설정하였고 외부 환경은 임의의 환경이 아닌 주어진 복도나 실험실의 벽면을 따라서 가는 어느 정도의 규격화된 방법을 정하였다(2).

3. 성능실험

Sampling Time은 초음파 센서 모듈에서는 데이터를 취득하기 위해서 내부 버퍼에 현재 거리 데이터를 저장하고 있다. 이 저장된 데이터는 RS-232 통신 방식으로 데이터를 받아들 수 있으며, 1개의 초음파 데이터를 가져오기 위해서는 55ms의 데이터 Timing이 필요하며, 이 초음파 센서가 여러 개의 경우 각각 디바이스별 700ms씩 추가된다.

그리고 초음파 센서를 사용하여 장애물의 위치를 감지하기 위한 방법으로 자율주행로봇몸체에 링형상으로 배열하는 경우와 몇 개의 초음파센서를 DC모터나 스텝모터를 사용하여 Scanning 하는 경우로 나누어진다.

4. 결 론

본 연구에서 자율주행 시뮬레이터의 개발로 보다 다양한 방법의 초음파 센서에 의한 무인원격제어기법을 이용한 자율주행로봇의 주행제어를 통하여 무인 공장자동화실현 무인 원격제어 성능을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) C.H.Choi, J. B. Song, M. S. Kim, "Localization of an Autonomous Mobile Robot Using Ultrasonic Sensor Data" KSPE, pp666-669
- (2) Raj, T., "Mobile robot Self-Location Using model Image Feature Correspondence," IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.11, No.1, Feb.1996

2018년도 한국산업응용학회 춘계학술대회 논문집
신경회로망이론을 이용한 지능로봇의 동작제어에 관한 연구

최민혁¹, 배호영², 김두범³

1. 서 론

이동로봇의 제어에서는 로봇 구동축의 중심점과 로봇의 무게중심점이 일치하는 이상적인 경우를 가정으로 제어기를 설계한다. 그러나, 본 로봇은 차체의 폭과 길이가 크기 때문에 양 중심점의 거리차를 무시하는 일반적 가정에 대하여 설계된 제어 이론을 적용할 수 없다. 따라서, 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 양 중심점 사이의 거리차(d)를 포함하여 운동학적 모델링을 수행하고, 이를 고려함으로써 로봇 자세 및 속도의 응답에 발생하는 과도상태 오차를 분석한다. 이를 위하여, 비선형 시스템에 적용이 용이하며, 외란에 대하여 견실한 제어 특성을 갖는 지능 제어기를 유도하여 기존의 PI 이득을 조정하는데 응용한다.

2. 본 론

이동로봇은 변형되지 않는 바퀴를 장착하여 로봇의 위치/속도 변위 문제에 대해 현재 자세를 판단하여 기준 궤적에 따라 조향하며 주행하는 것을 목적으로 한다. 따라서, 이와 같은 로봇의 주행/조향제어를 위해 로봇의 중심점에 대해 기구학적 모델링을 한다. Fig. 1은 로봇의 중심에 대한 기구학적 모델링을 위해 위치좌표계를 나타낸 그림이다. (1), (2)

3. 성능 실험

이동로봇의 기구학적 모델링에서는 구동축의 중심점을 로봇의 중심점과 일치한다고 가정하고 두점 사이의 거리차를 0으로하는 이상적인 경우를 통하여 제어 입력을 설계한다. 그러나, 본 모바일 로봇은 차체 폭과 길이가 크기 때문에 거리차를 무시하는 일반적 가정에 대한 적용이 불가능하다. 따라서, 본 논문에서는 제작된 모바일 로봇의 주행/조향제어의 영향을 미치는 거리차 d를 포함하여 기구학적 위치상태식을 주행 선속도와 조향 각속도의 제어입력 $v = [v, w]^T$ 에 의한 중심점 P의 상태 행렬로 식(1)와 같이 나타낸다.

4. 결 론

본 연구에서는 신경회로망을 이용한 모바일 이동 로봇의 및 속도를 위하여 위치추정 센서를 이용 측정된 로봇 중심점에서 구성된 정적위치상태가 기준위치를 추종하는데 있어 본 연구에서는 두 중심점과 측정된 로봇 중심점 사이의 거리차를 고려함으로써 로봇의 주행과 조향을 제어하는 제어입력을 퍼지 PI알고리즘을 이용 설계하였다. 그리고 제안된 퍼지 PI제어의 성능을 각각 기준 직선운동과 원운동에 대해 모의실험으로 검증해보았다. 이를 통해 본 연구에서 제안된 퍼지 PI알고리즘이 모바일 로봇의 위치제어에 있어 초기 추종 특성이 우수함을 예증하였다.

[참 고 문 헌]

(1) Kevin M. Passino, and Stephen Yurkovich, Fuzzy Control, Addison Wesley Longman. 1998.

22관절의 보행 로봇의 안정된자세 제어

임오득¹, 김두범²
해군정비창¹, 경남대학교 대학원²

1. INRODUCTION

This paper discusses the implementation of a binaural sensory pod using an ultrasonic emitter and two receivers on a mobile robot that employs legged-style locomotion. A series of obstacle avoidance behavior programmed onto a micro-controller allows the robot is to successfully navigate a cluttered environment both Semi-Autonomous and Automatically. Inspired by insects and other animals, robots have been designed with physical antennae and tactile sensors to navigate their environment.

2. WALKING ROBOT FEATURES

A microcontroller was mounted behind the sensor pod and was used to trigger the ultrasonic emitter and read echo signals from each of the receivers. The robot was programmed by two separate behaviors are as follows.

- Semi-Autonomous mode
- Autonomous operation mode

The new experiments were conducted in a similar manner with a tube (1.6m long, 0.3m diameter) at various positions in front of the sensor pod. The purposes of these additional experiments were then performed to determine the new xy-plane sensor envelope for the binaural ultrasonic sensor pod.

3. CONCLUSIONS

We have discussed the implementation of a binaural sensory pod using an ultrasonic emitter and two receivers on a mobile robot that employs legged-style locomotion.

By using the modular design implemented for these experiments, the sensor pods could be integrated with other mobile robots to provide non-contact sensing and navigation for them as well.

[References]

- (1) Tusty, J., Smith, S. and Zamudia. C., 1990, *Operation Planning Based on Cutting Process Model*, Annals of the CIRP, 39, pp. 517~521.
- (2) Shin, B. S, Choi, D. S, Je, T. J, Whang, K. H, Yang, D. Y, 2002, *Development of rapid manufacturing process by high-speed machining with automatic fixturing*, JMPT, pp. 363~371.
- (3) Lee, E.S, Je, T.j, Ohmori H, 2006, *Development of cylindrical grinding technology with electrolytic in-process dressing method*, International Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol.1, No.1, pp. 127~132.

인간-로봇 협력작업을 위한 인공지능형 로봇제어시스템의 설계 및 구현에 관한 연구

정양근¹,
신라정보기술(주)¹

1. 서 론

최근 산업 현장에서의 많은 자동화 공정을 로봇이 수행하고 있으며, 산업 현장뿐만 아니라 인간의 일상생활에도 깊이 관여하면서 급속하게 발전하고 있다. 특히 로봇 산업이 신 성장산업으로 부상하면서 저출산·고령화로 인한 심각한 인구 감소의 대안으로 로봇의 활용 분야가 넓어지게 되고, 로봇산업은 더욱 복잡하고 다양한 작업 수행이 요구되는 현시점에서 인공지능로봇 제어시스템의 설계는 매우 의미 있는 연구이다. 따라서 본 연구는 인공지능형 제어기법인 퍼지 및 신경회로망 제어 알고리즘과 고성능 음성인식시스템의 연구이다[1].

2. 본 론

이와 같이 인간 두뇌의 신경회로망 조직을 모델링 한 것이 신경회로망 모델이며, 뇌(brain)에 존재하는 생물학적 신경세포와 그것들의 연결관계를 단순화시키고 수학적으로 모델링함으로써 뇌가 나타내는 지능적 형태를 연구하기 위해 주 퍼지 제어기는 두 개의 입력과 두 개의 출력을 갖는 다변수 시스템으로 왼쪽 모터와 오른쪽 모터 각각 24개의 퍼지 규칙을 작성하였다[6][7]. 또한 인간의 언어를 해석하여 적절한 행동을 수행할 수 있도록 하는 고성능 음성인식알고리즘 및 제어기법을 개발하여 적용하는 연구가 시도되고 있으나 아직까지는 음성인식의 특성상 오인식에 의한 안전성의 저하 등 많은 문제점이 대두되고 있는 실정이며, 본 연구는 통계적 패턴인식을 이용한 HMM(Hidden Markov Model) 음성인식 기법에 인식률 향상을 위한 방법으로 신경회로망[3][8]을 사용하여 화자 독립형 음성인식 모듈을 임베디드 시스템(embedded system)으로 설계하였다.

3. 결 론

인공지능로봇 시스템은 음성모듈로부터 입력받은 사용자 정보에 의해서 로봇시스템의 동작을 최적으로 제어할 수 있는 방법을 제안하였으며, 실시간으로 로봇의 음성명령을 인식하기 위하여 DSP(digital signal process)를 사용하여 임베디드 시스템을 구성하였고, 주 제어부는 80C169KC를 사용하였다. 이를 이용하여 화자독립 형태의 고립단어 음성인식 시스템 구현을 위해 HMM을 사용하였고, HMM의 오인식을 보상하기 위한 방법으로 지능형 알고리즘인 신경회로망 중에서 처리속도가 빠르고 구조가 간단한 방사 기저함수 신경회로망을 사용하여 후처리하는 방법을 적용한 결과 약 1.7%의 인식률 향상을 보였다. 또한 로봇의 제어부에서는 퍼지 추론을 사용한 퍼지 제어를 제안하여, 모바일 로봇을 최적으로 제어 할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 구성된 시스템의 성능 평가를 위해 각각의 모터 응답 특성을 테스트 한 결과 일반 제어기에 비해 수렴시간의 단축 및 정밀성에서 향상된 결과를 얻을 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] Lawrence Rabiner, "A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition", Proc. IEEE, Vol 77, No.2, february 1989.
- [2] V. Bundhoo, E. Haslam, B. B. Birch, and E. J. Park, "A shape memory alloy-based tendon-driven actuation system for biomimetic artificial fingers, part I : design and evaluation,". Robotica, vol.27, pp.131-146, 2009.

인간형 로봇의 운동학적 모델링에 대한 연구

김봉수¹, 김현우², 노동욱², 문규탁²
해군정비창¹, 경남대학교 기계공학부²

1. 서 론

오늘날 산업 현장에는 많은 로봇들이 인간을 대신하여 사용되고 있다. 로봇의 종류는 크게 고정식과 이동식으로 분류되며, 그 중 이동식 로봇은 다시 바퀴로봇과 직립보행로봇으로 구분된다. 바퀴로봇은 동작이 안정적이고 설계나 제어가 간단하며 평지에서 만족스러운 효과를 나타내고 있으나, 경사가 완만하지 않는 곳에서는 만족스럽지 못한 결과가 나타나고 있다. 그래서 이동지형의 제한을 적게 받는 직립 보행로봇에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 보행로봇의 견실하고 균형 있는 보행패턴 생성을 위해 회전력 변화에 로봇의 보행 중 회전력이 수렴하도록 실시간 보행 패턴을 생성하고, 전방면적 패턴은 이족로봇의 보행 중 안정성을 보장하기 위해 궤적을 고려하여 이족로봇의 보행 패턴을 결합시키고 다중 측면 최적화 문제를 해결하기 위해 보행 패턴의 모델링과 궤적을 최적화하고 실험을 통해 성능이 검증된다.

2. 본 론

Fig. 1은 본 연구에서 사용된 이족보행의 모델을 나타내며 인간과 가장 유사한 6자유도로 구성되어 있다. 균형추 부분을 2자유도로 모델링 하여 아홉 개의 물체로 이루어진 14자유도의 다물체 동역학 모델로 나타냈다. Fig. 2는 관절 구동 직류전동기 위치 서보시스템과 블록도를 나타낸다. 위치 서보시스템은 각도입력에 대해 모터의 출력 샤프트각도를 추종시키는 위치 서보기구이다.

3. 결과 및 토의

우선 인간의 보행을 보행인자 추출프로그램을 사용하여 시간에 따른 관절의 변화와 시간에 따른 각도의 변화를 측정하였다.

그리고 인간의 왜도와 첨도를 사용하여 실제 이족로봇의 적응적으로 접근하는 보행패턴을 생성한다. 패턴을 위한 초기 세대는 인간의 보행으로부터 얻어진 관절의 값을 이용하여 이족로봇의 궤적 보행을 생성한다. 또한 본 연구에서 제안한 이족로봇 보행의 성능평가를 위해 ZMP궤적과 역기구학을 이용하여 얻어진 로봇의 보행 궤적을 이용한관절의 보행 중 회전력의 변화는 Fig. 4와 같다.

4. 결 론

본 연구에서는 보행로봇의 운동학적 모델링 및 궤적 최적화를 위해인간의 보행 패턴을 획득하고 보행 중 회전력이 수렴하도록 실시간 보행 패턴을 생성하고, 전방면적 패턴은 이족로봇의 보행 중 안정성을 보장하기 위해 궤적을 고려하여 이족로봇의 보행 패턴을 결합시키고 다중 측면 최적화 문제를 해결하기 위해 보행 패턴을 생성함으로써 기존의 이족로봇의 보행 연구 결과에 비해 인간의 보행에 더 가까운 이족로봇의 자연스러운 보행 패턴을 생성할 수 있음을 실험을 통해 검증 할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- (1) Kyung-Hak Sung, Jin-Oh Kim, Sung-Kwon Kim. "The intelligent robot system for a factory automation ,"Control automobile system engineering bulletin, The2th,3th pp.16~24, 1997

출력 피드백기반 동력시스템의 건설제어

백성학¹
두산중공업¹

1. 서 론

최근 스마트 팩토리에 사용되는 산업용 네트워크 시스템에 대한 관심이 증대되고 있다. 일반적으로 스마트 팩토리에서는 산업용 네트워크를 통해 시스템을 제어한다. 시스템의 기능이 다양해지고 구조가 복잡해짐에 따라 시스템에 사용되는 센서, 액추에이터, 제어기의 개수가 증가되고 있다. 고속, 고 정밀 제어를 수행하기 위해서는 높은 대역폭과 낮은 전송지연을 가지는 고성능 산업용 네트워크가 필요하다.

2. 본 문

RT-preempt 커널패치 방법은 작업순서를 정할 때, 우선순위가 높은 작업의 요청이 있으면 실행 중인 작업을 중단하고 공유자원을 사용할 수 있게 하는 방법이다. RT-preempt patch를 적용하여 커널 수준에서 태스크를 선점할 수 있도록 하였다. 실시간 태스크를 처리하기 위한 블록을 추가하고, 스케줄러를 수정하여 직접 프로세스에 전달되도록 하였다. 하나의 커널로 실시간 태스크와 비 실시간 태스크를 동시에 처리할 수 있도록 하여 제어기의 연산 지연을 감소하고, 처리 속도를 높여주었다.(1)

주기적으로 제어신호를 생성하는 EtherCAT 네트워크에서 메시지 생성 주기의 일정한 정도가 제어 성능에 큰 영향을 미친다. 메시지 생성 주기의 편차를 jitter라고 하며, 이를 줄이기 위해 EtherCAT 마스터에서 비확정적인 전송지연이 발생한 경우 태스크 최적화 방법을 사용한다. EtherCAT과 관련된 태스크의 우선순위를 임의로 변경하여 다른 태스크에 비해 상대적으로 높은 우선순위를 가지도록 조정한다. 태스크의 우선순위에 따라 선점을 허용하기 때문에 동일한 부하에서 일반커널에 비해 실시간 커널의 jitter에 대한 영향이 적게 된다. 또한 제어기의 연산 지연이 감소하게 된다.(2)

3. 결 론

본 연구에서는 스마트 팩토리 네트워크 시스템에서 지연요소의 영향 감소 방법에 대해 연구하였다. 고성능 산업용 네트워크인 EtherCAT을 사용하여 연산 전송 지연을 줄이는 것을 제안하였다. 제안한 시스템은 RT-preempt patch 태스크 스케줄 최적화 방법이다. RT-preempt patch를 적용하여 커널 수준에서 태스크를 선점할 수 있도록 하였으며, 우선순위가 높은 태스크에 대한 스케줄러의 수정이 즉각적으로 발생할 수 있도록 하였다. 또한 태스크 스케줄 최적화 방법을 통해 EtherCAT 연산과 관련된 태스크의 우선순위를 임의로 변경하여 다른 태스크에 비해 상대적으로 높은 우선순위를 가지도록 하였다. 그리고 EtherCAT 사용 시 발생하는 jitter에 대한 영향을 줄여주었다. 이를 통해 스마트 팩토리 시스템에서 지연요소의 영향이 감소되면서 시스템의 처리 속도가 높아지는 방법에 대해 제안하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) J.L., Yim, Y.W., Kim, "Functional Model for Smart Factory", Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communication and Information Sciences, Vol. 6, pp. 208-209, 2015.
- 2) J.W., Lim, D.H., Jo, S.Y., Lee, H.J., Park, J.W., Park, "A Case Study for the Smart Factory Application in the Manufacturing Industry", Korean Journal of Business Administration, Vol.30, pp. 1609-1630, 2017.
- 3) S.M., Bae, "Intelligent Plant-Smart Factory", The Korea Contents Association Review, Vol. 15, pp. 21-24, 2017.

하이브리드 드론의 진동제어시스템 성능 검증에 대한 연구

배대원¹, 손재환², 최원식³
비바알앤디¹, 대구기계부품연구원², 부산대학교 바이오시스템공학과²

A study on vibration control system of LPG engine hybrid drone

Bae Dae Won¹, Son Jae Hwan², Choi Won Sik²
Viva R&D¹, DMI² Pusan National University³

Abstract

As part of control that requires long flights, industrial hybrid drones that can be applied to forest pest control work, and control livestock infectious diseases (AI, foot-and-mouth disease) that require extensive distribution are being commercialized. Because it takes longer to fly back and forth in forests and forests than it needs to be sprayed, current drones are inefficient and can not be used for forest control and surveillance.

When a wide range of control measures such as precise control work and foot-and-mouth disease control are required, an extended flight time is absolutely necessary. To overcome this, we will develop a hybrid engine for drones using LPG engine with excellent quiet operation and a vibration noise reduction system for drone flight.

1. 서 론

장시간 비행이 필요한 방제분야로써 임야방제나 산림방제와 광범위한 살포가 필요한 가축전염병(AI, 구제역) 방제에 적용할 수 있는 산업용 하이브리드 드론의 상용화가 진행되고 있다. 접근성이 나쁜 임야의 경우 순수 살포에 필요한 비행시간보다 왕복에 소요되는 시간이 길어 기존의 드론방식은 비효율적이고 산림방제와 감시의 경우 방대한 대상지역 특성으로 기존의 드론이 활용되지 못하고 있다.

정밀한 방제작업 및 구제역 방제와 같이 광범위한 방제가 요구되는 경우 비행시간의 연장이 절대적으로 필요하며, 이를 극복하기 위해 최근에 개발되고 있는 엔진형 하이브리드 드론은 감항성(Airworthiness)¹ 유지에 치명적인 약점이 있다. 이를 극복하기 위해 정속 운전이 뛰어난 LPG 엔진을 이용하여 드론용 하이브리드 엔진을 개발하고, 드론 비행 감항성을 위해 진동 소음 저감장치를 개발하고자 한다.

2. 본 론

2.1 LPG 엔진 하이브리드 드론

정속한 운행과 공용화가 가능한 드론용 LPG엔진 유닛을 제작하고 이를 이용하여 산업용 드론을 개발하였으며, 하이브리드 드론은 드론용 저소음 LPG 엔진 유닛과 하이브리드 충전시스템, LPG 연료 공급시스템으로 구성되었다.



Fig. 1. Charge flow diagram of hybrid drone system



Fig. 2. Concept of hybrid drone system

2.2 엔진부 진동제어 시스템

엔진유니트의 진동소음을 저감하기 위한 다중 진동제어시스템을 구성하고, 관련 성능평가를 수행하였다.

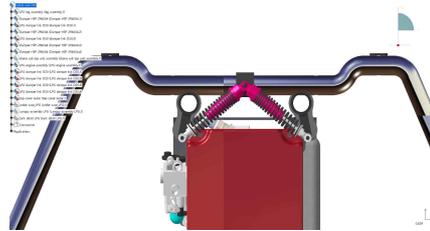


Fig. 3. Reduction system of vibration noise control

3. 결과 및 토의

Value	Dof	Node	x (mm)	y (mm)	z (mm)
7.1380e+005	Tx	2117	6.8000e+001	-2.6971e+001	5.8243e+001
2.3100e+006	Ty	2114	6.8000e+001	-9.7500e+000	6.7513e+001
5.2245e+006	Tx	286	-4.6042e+001	-7.3000e+001	-3.0038e+001
6.5006e+006	Tz	2119	-6.8875e+001	-2.6754e+001	5.2923e+001
7.7233e+006	Ty	2119	-6.8875e+001	-2.6754e+001	5.2923e+001
9.0654e+006	Tx	1066	-6.4152e+001	-7.0000e+001	4.4625e+001
9.3872e+006	Tx	2118	7.0042e+001	-2.6971e+001	5.8243e+001
1.3522e+007	Tz	2067	-6.8764e+001	-7.1457e+001	-1.5883e+000
1.5515e+007	Tx	1040	-6.9616e+001	-7.0542e+001	3.2491e+001

Occurrence 1 - Frequency 336.077Hz

Occurrence 2 - Frequency 592.684Hz

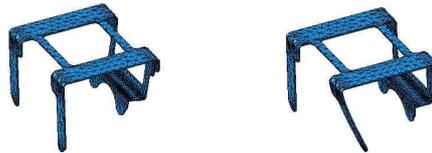


Fig. 4. Frequency analysis of drone maine frame

1차 고유주파수에서 동강성이 가장 큰 것은 $0.006\mu\text{m}(x)$ 이지만 진동의 전달방향이 센서에 영향이 미미한 방향이고 엔진의 회전수에 비해 주파수가 매우 높으므로 메인프레임의 형상과 재질은 적합한 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 LPG 엔진을 이용한 하이브리드 드론시스템을 개발하고 비행감항성을 보장하기 위해 진동제어시스템의 진동성능을 분석하고 검증하였다.

메인부품의 고유진동수를 분석하고 설계를 완료하였으며, 추가로 전체 드론 시스템의 동강성 평가를 진행할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- 1)Minsong Kim¹, Jaenam Kim¹, Youngseop Byun², Jeong Kim¹, and Beomsoo Kang “Study on Analysis of Vibration Characteristics and Modal Test for a Quad-Rotor Drone”, J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 33, No. 9, pp. 707-714

임업용 드론의 잣 수확 기구의 강성분석

배대원¹, 손재환², 최원식³
비바알앤디¹, 대구기계부품연구원², 부산대학교 바이오시스템공학과²

Structure analysis on extraction system of pine nut using hybrid drone

Bae Dae Won¹, Son Jae Hwan², Choi Won Sik²
Viva R&D¹, DMI² Pusan National University³

Abstract

The drone, which is a major technology of 4th industrial revolution, is able to use various sensors (acceleration sensor, gyro sensor, barometer, magnetic field sensor, GPS, vision sensor, laser, etc.), and real-time control devices, servo motors, and others. Optimizing the flight environment to perform the desired tasks while maintaining the performance of the sensors associated with flight control is a critical factor for airworthiness. In the forestry field, such as the extraction of pine nuts, the company aims to prevent the risk of high altitude work and improve productivity by using hybrid drones that significantly extend flight time compared to batteries. First of all, we wanted to develop pine nuts that can be attached to hybrid drones and optimize them through structural analysis.

1. 서 론

4차 산업혁명의 핵심 기술인 무인 자율비행이 가능한 드론은 다양한 센서(가속도센서, 자이로센서, 바로미터, 지자기센서, GPS, 비전센서, 레이저 등)와 비행제어장치(FC, Flight controller), 서보모터 및 제어신호를 실시간으로 주고받을 수 있는 통신시스템 등으로 구성되어 있다. 비행제어와 관련된 센서의 성능을 유지하면서 원하는 작업을 수행할 수 있도록 비행환경을 최적화하는 것이 비행감항성(Airworthiness)¹⁾에 매우 중요한 요인이다. 엔진을 적용하여 배터리에 비해 비행시간을 대폭적으로 연장한 하이브리드 드론을 이용한 임업분야에서 잣의 채취와 같이 고공작업의 위험성을 방지하고 생산성 향상을 기하고자 한다. 우선적으로 하이브리드 드론에 장착할 수 있는 잣 수확기구를 개발하고 구조해석을 통하여 최적화하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 가솔린 엔진 하이브리드 드론

장시간 비행이 가능한 드론용 가솔린 엔진 유닛을 제작하고 이를 이용하여 산업용 드론을 개발하였으며, 하이브리드 드론은 드론용 저소음 가솔린 엔진 유닛과 하이브리드 충전시스템, 연료 공급시스템으로 구성되었다.

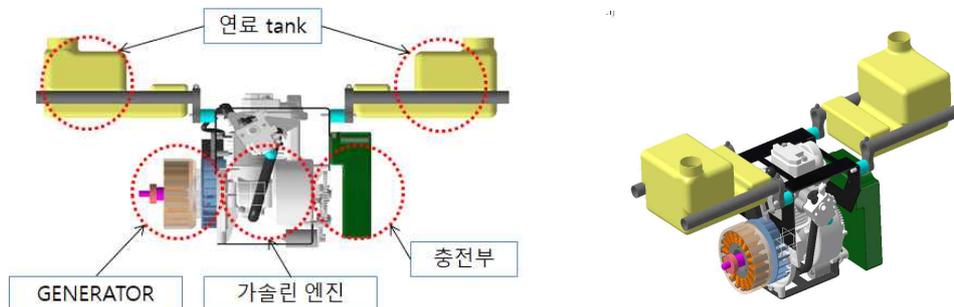


Fig. 1. Gasoline engine charging parts for hybrid drone



Fig. 2. Concept of hybrid drone system for nut pine threshing

2.2 잣 수확기구의 강성검토

잣수확기구는 무게 대비 강성이 뛰어난 카본함유 수지 파이프를 사용하였으며, 경량화를 목표로 드론이 감지한 위치에서 고정밀도로 구동하도록 최적화 설계를 수행하였다. 일차적으로 수확기구부가 하이브리드 드론의 비행감항성을 저해하지 않고 동력전달을 위한 강성이 충분한지 구조해석을 수행하였다.



Fig. 3. Hammer bar assembly for nut pine threshing

3. 결과 및 토의



Fig. 4. Meshing of hammer bar and analysis result of displacement

직경 대비 길이가 상대적으로 큰 햄머바의 해석 정확도를 높이기 위해 메시는 parabolic element 타입을 적용하였다. 구조해석 결과에서 잣열매의 원활한 채취를 위해 적용 하중을 10kg으로 하였을 때 변형량은 취부 기준으로 가장 끝지점(2,000mm)에서 2.1mm이며, 하이브리드 드론을 이용한 정밀한 잣 채취작업이 가능한 강성을 지니고 있음을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 산림에서 장시간 작업과 정밀한 작업이 가능한 엔진형 하이브리드 드론시스템을 개발하고 비행감항성을 유지하면서 잣열매 채취가 가능하도록 채취 구조물의 강성을 분석하고 검증하였다. 향후 비전센서와 인공지능을 이용하여 완전 자율비행의 잣열매 채취 하이브리드 드론을 구성하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- 1)Minsong Kim¹, Jaenam Kim¹, Youngseop Byun², Jeong Kim¹, and Beomsoo Kang “Study on Analysis of Vibration Characteristics and Modal Test for a Quad-Rotor Drone”, J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 33, No. 9, pp. 707-714

시설하우스 냉난방을 위한 AI코팅된 보온소재 개발 특성

최원식¹, 양지웅¹, 문유청¹, 오케추쿠 니나메카 니콜라스¹, 변재영¹, 박진규²
부산대학교 바이오산업기계공학과¹, (주)정일글로벌

Characteristics of the AI-coated thermal insulation material in green house

Won Sik Choi¹, Ji Ung Yang¹, Yu Cheong Moon¹, Okechukwu Nnaemeka Nicholas¹,
Jae Young Byun¹, Jin Kyu Park²
Department of Bio Industry Machinery Engineering, Pusan National University¹
JEONG-IL GLOCHEM CO.,LTD²,

Abstract

Agriculture in Korea is developing in the quality and production facilities of agricultural products in the face of market liberalization including the FTA. Many farming households use glass greenhouse and vinyl house as they contribute greatly to increase production of fruit and flower crops by creating seasonal plant cultivation environments and promoting growth. However, glass houses and vinyl houses have disadvantages in temperature such as warmness. In this study, water vapor transmission and infrared reflective experiments were conducted to compensate for the thermal resistance of glass greenhouse and vinyl house by developing materials coated with aluminum. The thermally coated material was highly insulated and highly permeable. The use of thermostatically charged aluminum coated insulation materials will greatly benefit farmers.

1. 서 론

우리나라 농업은 국제적으로 FTA 등 시장 개방화에 맞서 농산물의 품질 및 생산시설에서 발전 하고 있는 추세이다. 그 중 유리 온실과 비닐하우스는 계절에 무관한 식물 재배환경을 만들고 생육을 촉진하여 과채류나 화훼작물 등의 생산량을 높이는데 큰 기여를 하고 있어 많은 농가에서 활용하고 있다. 하지만 유리온실과 비닐하우스는 몇 가지 단점을 가지고 있다. 유리온실은 기온 및 습도 조절이 어렵고 여름과 겨울 작물의 생육 환경 유지가 어렵다. 비닐하우스는 주로 단동 비닐하우스를 사용 하고 있는데 단동 비닐하우스는 단위면적당 표면적이 넓어 에너지 손실이 많아 보온성이 떨어지며 난방비 지출이 심하다. 본 연구에서는 AI코팅된 보온 소재를 개발하여 유리온실과 비닐하우스의 단점인 보온성을 보완하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험재료

실험 주재료는 유리온실과 AI으로 코팅된 보온 커튼, 비닐이 사용 되었으며 실험 도구로는 비커와 적외선 온도계, 거울이 사용 되었다.

2.2 실험 방법

AI으로 코팅된 보온 커튼을 유리 온실에 설치하여 적외선 반사값과 세균, 항균 활성치를 조사하였다. 투과 기능을 확인하기 위해 비커에 79 °C 뜨거운 물을 채우고 AI으로 코팅된 보온 커튼과 비닐을 각각 비커에 씌우고 거울을 올린 후 수증기가 AI으로 코팅된 보온 커튼과 비닐을 통과하여 거울에 수증기가 맺히는지 투과 실험을 5분 동안 진행 하였다.

3. 결과 및 토의

Table 1.을 통해 세균수와 항균 활성치 수를 확인 할 수 있으며 Fig. 1을 통해 알루미늄 코팅 적외선 반사 값을 확인 할 수 있다. Fig 2.를 통해 알루미늄으로 코팅된 보온 커튼의 투습 실험 결과를 확인 할 수 있다. 비닐 투습기와 AI코팅된 보온 커튼의 투습 실험 결과 비닐은 수증기를 통과 하지 못 하였지만 AI 코팅된 보온 커튼은 투습 실험 결과 수증기가 커튼을 투과하여 거울에 수증기가 맺혔다. Fig. 2를 통해 알루미늄으로 코팅된 보온 커튼의 투습 실험 결과를 확인 할 수 있다.

Table 1. Number of bacteria and antibacterial activity

Test Items		Test result	
Antimicrobial Film adhesion, JIS Z 2801-2000)		Germ count / ml	
		Antibacterial activity : log	
		BLANK	SAMPLE
Germ 1	An early germ	2.1×10^5	2.1×10^5
	After 24 hours	3.8×10^5	3.0×10^3
	Antibacterial compound		2.1
Germ 2	An early germ	1.7×10^5	1.7×10^5
	After 24 hours	2.2×10^7	5.2×10^3
	Antibacterial compound		3.6

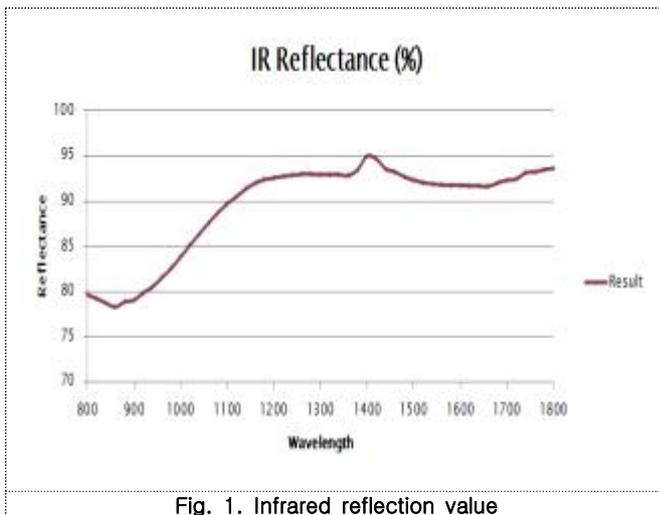


Fig. 1. Infrared reflection value



Fig. 2. Aluminium coating curtain permeation test results

4. 결 론

본 연구에서는 알루미늄커튼이 차가운 외부 공기 유입을 차단하고 열 손실을 줄여 고기능의 단열 작용을 하였다. 또 한 알루미늄 코팅 층 미세 구멍을 통해 수증기 배출이 용이 하고 투습 작용으로 인해 작물 재배에 효과적인 내부 환경을 조성하여 작물의 수확이 증가 될 것으로 예측된다. 빛 반사율 또한 우수하여 여름철 차광효과에 도움이 되며 기존 제품보다 작고 개폐가 용이하여 AI코팅된 보온 소재가 농가의 시설재배작물에 큰 기대가 될 것으로 사료 된다.

사 사

본 논문은부산대학교 바이오산업기계공학과와 ㈜정일 클로캠이 공동으로 연구한 과제의 결과물입니다.

[참 고 문 헌]

- 1) YB Kim, JC Park, MR Hun, SY Lee, SW Jeong, Effectiveness of the Alumium Thermal Screens Depending on the Allocation Type 생물환경조절학회지 제16권 제4호, 2007.12, 284-290
- 2) SW Chung, DK Kim, SG Lee, SH Nam, YB Lee. Heat Insulation Characteristics of Multi Layer Materials for Greenhouse 생물환경조절학회지 제18권 제4호, 2009.12, 341-347

순수 칼륨이 상추의 생육 환경에 미치는 효과

윤상진¹, 양지웅¹, 권순홍¹, 정성원¹, 권순구¹, 박종민¹, 김종순¹, 최원식¹,
부산대학교 바이오산업기계공학과¹

The influence of pure potassium on the growth environment of lettuce

Sang Jin Yoon¹, Ji Ung Yang¹, Soon Hong Kwon¹, Sung Won Chung¹, Soon Goo Kwon¹,
Jong Min Park¹, Jong Soon Kim¹, Won Sik Choi¹
Departement of Bio Industry Machinery engineering, Pusan National University¹

Abstract

As lettuce has a long history of growing, it is consumed as a salad or ssame vegetable. Lettuce is a field crop that is expected to be in high demand if it builds a system that is reliably supplied because it has the largest plant cultivation area of any species. Conditions for growth of the upper crust include temperature, light, water, soil, and nutritional elements. Among them, the nutritional element in the soil is important. As the nutritional element in the soil is good and bad, lettuce grows well and dies easily. The missing nutritional element can be supplemented through manure or by subsidizing the nutritional element due to lettuce deficiency. this experiment was conducted in glass greenhouse. Red potato lettuce seeds were used and the weight and root weight of the lettuce were measured after harvesting to check the growth of the lettuce with potassium by adjusting the concentration of potassium. As potassium was insufficient, the growth of the lettuce was reduced, and the leaves were reduced and began with aged leaves, and in the beginning of the deficiency symptoms such as sulfide and spots were detected and then dried to death. It is believed that adjusting the potassium content can improve lettuce growth and deficiency symptoms.

1. Introduction

As lettuce has a long history of growing, it is consumed as a salad or vegetable. Lettuce is a field crop that is expected to be in high demand if it builds a system that is reliably supplied because it has the largest plant cultivation area of any species. Conditions for growing lettuce include temperature, light, water, soil, and nutritional elements. Among them, the nutritional element in the soil is important. As the nutritional element in the soil is good and bad, lettuce grows well and dies easily. The missing nutritional element can be supplemented through manure or by subsidizing the nutritional element due to lettuce deficiency. Nutritional elements include a large number of nutritional elements and other trace elements of N, P, K, Ca, Mg, S. Potassium in large quantities of nutritional elements affects the photosynthesis of plants and strengthens the roots. If the plant is deficient in potassium, the leaves of the plant shows sulfide and necrosis. In this study, we wanted to determine the effect of pure potassium on the growing lettuce environment by adjusting the concentration of potassium.

2. Materials and methods

This experiment was conducted in glass greenhouse. Used red lettuce seeds (new seeds), plastic pots with furlite, and cultivated for 25 days on a formal basis. Treatment solutions were made using water produced by a distilled water maker for this experiment. The concentration of the treated solution was adjusted by changing the Hoagland solution (Hoagland, Arnon, 1950). After adjusting the concentration of potassium, put HCl or NaV into the solution to supply it at 6.0 pH. To check the growth of lettuce due to potassium, the weight and root weight of lettuce were measured after the harvest.

3. Results and Discussion



Fig. 1. Potassium deficient lettuce



Fig. 2. Potassium deficient lettuce

Although there was no significant difference in the weight of lettuce, the weight of lettuce, and the roots of lettuce, the lack of potassium caused the lettuce to grow less and the leaves to decrease. Deficiency symptoms started first in the aged leaves, early signs of sulfide and spots followed by drying and necrosis. It is possible to check the hydrogen sulfide phenomenon and spots through Fig 1 and 2. The area of deficiency is spread and necrosis is increased.

4. Conclusion

In this experiment, we wanted to look at the potassium content of the lettuce body related to the deficiency symptoms and the growth and harvest of lettuce when dealing with potassium concentrations. In the early days when potassium was scarce, there was a speckle-shaped hydrogen sulfide, and as it spread over time, the spots became larger. When potassium was over, the leaves bent or turned brown, causing an upward tendency. Therefore, adjusting the content of potassium is believed to improve the lettuce growth environment and deficiency symptoms.

[Reference]

- 1) Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Univ. of Calif. Agri. Exp. Sta. Circular 347.
- 2) Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Inc, San Diego, USA.
- 3) JM Kim, J Kim, HG Chon, ES Park, JS Jeong, JM Choi 2010. Influence of Potassium Concentrations in Fertilizer Solution on the Growth, Appearance of Physiological Disorder and Tissue Nutrient Contents of Eggplant (*Solanum melogena* L.), Korean journal of horticultural science & technology v.28 no.5 ,pp. 743 - 749 , 2010 , 1226-8763.
- 4) JM Choi, JY Park. 2007. Growth, Deficiency Symptom and Tissue Nutrient Contents of Leaf Perilla (*Perilla frutescens* Britt) as Influenced by Potassium Concentrations in the Fertigation Solution, Journal of bio-environment control v.16 no.4 ,pp. 372 - 378 , 2007 , 1229-4675.
- 5) YB Choi, JH Shin(2018). Development of Potassium Concentration of Nutrient and Supply Method for Low Potassium Lettuce Production in a Closed-type Plant Factory System, Protected horticulture and plant factory v.27 no.1 ,pp. 40 - 45 , 2018 , 2288-0992 ,

기장다시마를 이용한 천연발효 특성

임혜니², 우지희¹, 최원식¹
부산대학교 바이오산업 기계공학과¹
바투아트²

Natural Fermentation Characteristics of Gijang Kelp *Saccharina Japonica*

Hye-Ni Lim², Ji-Hee Woo¹, Won-Sik Choi¹
Dept. of Bio Industrial Machinery Engineering, Pusan National University¹
Batoo Art²

Abstract

Recently, carbohydrates contained in kelp *Saccharina Japonica* have been used to prevent blood vessel cholesterol deposition and facilitate intestinal motility, It has been reported that physiologically active substances are identified along with improvement of hyperlipidemia, promotion of heavy metal exercise, stimulation of intestinal motility, development of health functional food. Native fermentation was carried out using Gijang kelp in south korea. The sugar content is 25 Brix, The fermentation was carried out at 35 ° C for 5 days in an incubator under a total of 8 conditions. As a result of the fermentation, the pH was continuously decreased according to the fermentation time for 5 days. Brix showed no change for 3 days after the start of the experiment but continued to decrease after 3 days. The decrease of Brix is thought to be due to the decomposition of sugars due to the action of microorganisms. As the fermentation time passed, the pH and Brix showed a steady decline, indicating that the fermentation was successful. The pH and Brix are likely to continue to decline thereafter.

1. 서 론

해조류는 복합다당류로 기능성식품, 의약품 등 다양하게 이용되고 있으며, 특히 해조류 중 다시마는 수용성 식이섬유 32.8%과 비수용성식이섬유 17.9%로 이루어져 총 식이섬유 함량은 50.5%로 해조류와 식물 중에서 가장 높은 식이섬유 함량을 가지고 있다. 최근 해조류에 함유된 탄수화물이 혈관 내 콜레스테롤 침착 방지 및 장관 운동을 원활히 하고 중금속 배출을 촉진시키며 고지혈증 개선 보고와 함께 생리활성 물질들이 확인되면서 건강 기능성 식품으로서의 개발에 관심이 모아지고 있다. 발효를 할경 우 그냥 섭취하였을 때보다 영양성분이 잘 우러나올 뿐 아니라, 체내 흡수율을 증가시킨다고 알려져 있어, 기장의 특산품인 다시마를 이용하여 천연발효의 특성을 알아보고자 본 실험을 하였다.

2. 본 론

2.1 실험 재료

실험재료는 기장에서 재배하는 다시마를 사용하였으며, 물은 정제수, 당은 국내 생산되는 B사, 미네랄은 천일염을 사용하였으며, 발효 균주로는 유인균을 사용하였다. 발효용기는 L사에서 판매하고 있는 숨 쉬는 유리용기를 구입하여 용기에 발효하였다.

2.2 실험 방법

본 연구에서는 기장의 다시마를 같은 발효조건하에 유인균사용의 유무와 물의 양에 따라 다시마 발효조건에 미치는 pH와 Brix 영향을 알기위하여 당도는 25 Brix로 하여 물의 양과 유인균 유무만 달리하여, 크게

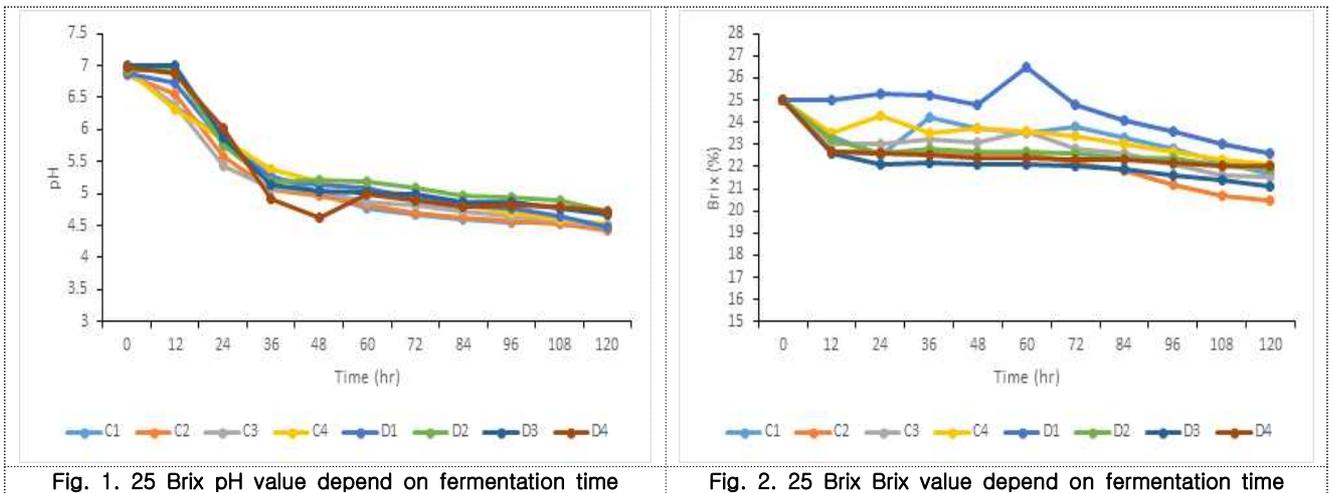
A, B로 나누어 총 8가지 조건으로 인큐베이터 안에서 35°C로 설정하여 5일 동안 발효 하였다. 그 비율은 다음 Table. 1.과 같다. pH 와 Brix의 측정은 매 12시간 마다 측정 관찰하였다.

Table 1. Fermentation ratio

Treatment	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
kelp (g)	10	10	10	10	10	10	10	10
Water (ml)	600	800	1000	1200	600	800	1000	1200
Sugar content (g)	152.5	202.5	252.5	302.5	152.5	202.5	252.5	302.5
Salt (g)	1	1	1	1	1	1	1	1
EM (g)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

3. 결과 및 토의

다음 Fig1, Fig2는 기장 미역을 이용하여 5일 동안 발효한 결과이다. 본 실험결과 다시마 발효액은 실험 2일째부터 액 색도가 탁해지는 것을 볼 수 있었으며, 3일후 많은 거품이 일어나는 것을 확인할 수 있었다. pH는 처음 7.0으로 측정되어 5일째 모두 5.0이하로 감소되었으며, Brix는 실험 시작 후 3동안 변화가 없다가 3일 이후부터는 계속 감소함을 보였다. Brix가 감소한 이유는 미생물의 작용으로 인해 당이 분해되어 감소함을 보인 것으로 사료된다.



4. 결 론

본 연구에서는 기장의 특산품인 다시마를 이용하여 5일 동안 천연발효 하였다. 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 다시마 발효의 경우 발효시간의 경과에 따라 pH와 Brix는 계속 감소율을 보였고, 감소함을 보임으로써 발효가 원만히 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 이후에도 계속 감소될 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- 1) Jung Hee Doo “Effect of Dietary Supplementation of Fermented Sea Mustard and Sea Weed Fusiforme By-products on Productivity in Poultry” Kunkuk University, Doctorate Thesis, 2013
- 2) B. J. Lee “Development of Functional Food Using Fermented Marine Organism” Food Industry and Nutrition, Vol. 18. No 1., pp8-12, 2013 .
- 3) J. H. Kim, L.Y. Park, ,S. H. Lee, “Seaweed Fermentation and Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Korean Traditional Foods” Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, Vol.45, No.10, 2016

고농축 액상천일염을 이용한 밭 농업 잡초 (미국실새삼) 제거 실험에 관한 연구

문유청¹, 양지웅¹, 우지희¹, 이세용², 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹, 열우물²

A study on the field dodder removal experiment of agricultural field using highly concentrated liquid solar salt

Yu Cheong Moon¹, Ji Ung Yang¹, Ji Hee Woo¹, Se Yong Lee², Won Sik Choi¹
Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University¹, Yeorumul²

Abstract

In this study, experiments on growth of plants were conducted using edible, non-toxic, highly concentrated liquid solar salt. Various experiments were carried out on field dodder growing in field agriculture to demonstrate the plant growth effect by domestically produced edible, highly concentrated liquid solar salt using 100% western seawater as a raw material. As a result, when the liquid solar salt was 100%, we could observe that 80% of all the field dodder were suppressed growth on the third day, and the proportion of liquid solar salt and water was 1: 1, it was possible to observe that field dodder were almost suppressed for the first time in five days. Therefore, it was possible to verify through experiments that the domestically produced high-concentrated liquid solar salt was not only able to be edible, but also had no toxicity and had a very rapid effect on the inhibition of plant growth.

1. 서 론

오늘날 농경지, 목초지 또는 도로, 철로 변 등에 자라는 잡초를 죽이거나 성장을 억제시키기 위해서 제초제를 사용한다. 풀의 성장을 억제하는 역할을 하므로 흔히 그라목손이나 고엽제등 독성이 강한 것들을 이용한다. 또한 이러한 독성이 강한 물질들이 토양에 잔류하게 되면 후작물에도 큰 영향을 미치게 되어 문제가 된다. 이러한 문제점을 감안하기 위하여 토양잔류에 영향을 덜 미치는 방법에 대한 많은 연구결과들이 있다. 본 논문에서는 이를 보완하기 위하여 농경지에 서식하면서 공밭을 황폐화 시킬 수 있는 기생식물인 미국실새삼을 대상으로 식용이 가능한 국산 고농축 액상천일염을 이용하여 빠르게 식물 성장억제를 할 수 있는 방법을 연구하였다.

2. 본 론

실험재료 및 방법

먼저, 갯벌 자연 증발지에서 서해 바닷물을 태양열에 의해서만 증발시켜 고농축 액상천일염을 얻었다. 이를 A, B, C로 물의 배율을 달리하여 2,000ml씩 제초제를 제조하였다. 각각 A, B, C의 비율은 다음 Table 1.과 같다. 식물성장 억제를 위한 실험으로 미국실새삼이 많고 빛이 잘 드는 공터에 각각 가로1m*세로1m의 공간을 확보하여 600ml씩 한 번에 분사한 뒤, 24시간 간격으로 풀이 상당부분 억제 될 때까지 관찰하였다.

Table 1. The ratio of salt and water

Treatment	liquid sun-dried salt	Water
A	1	0
B	1	1
C	1	3

3. 결과 및 토의

국산식용 고농축 액상천일염과 물의 비율을 각각 A, B, C로 비율을 달리하여 미국실새삼에 분사하였을 때의 사진을 [Fig.1.]에 나타내었다. 국산식용고농축 액상천일염을 분사하기 전에는 [Fig.1.]의 (a),(b),(c)에서 보듯이 미국실새삼이 무성하였다. 각각 (d),(e),(f)는 A, B, C 용액을 분사 한 후, 사흘 뒤의 모습이다. (d)는 국산식용 고농축 액상천일염만을 사용하였으며, 80% 미국실새삼이 성장 억제된 모습을 관찰 할 수 있었다. (e)는 물과의 비율을 1:1로 조성한 용액으로써, (d)와 비슷한 양상으로 성장 억제된 모습을 관찰 할 수 있었으며, (f)는 1:3의 비율로 물을 3배 더 넣은 용액으로써 (d)와(e)보다는 덜 성장 억제된 결과를 관찰 할 수 있었다. 그러므로 국산식용 고농축 액상천일염을 식물성장 억제제로 이용할 경우, 순 원액이 아닌 물과 1:1의 비율까지 희석하여 사용하여도 훌륭한 효과를 볼 수 있다고 판단된다.

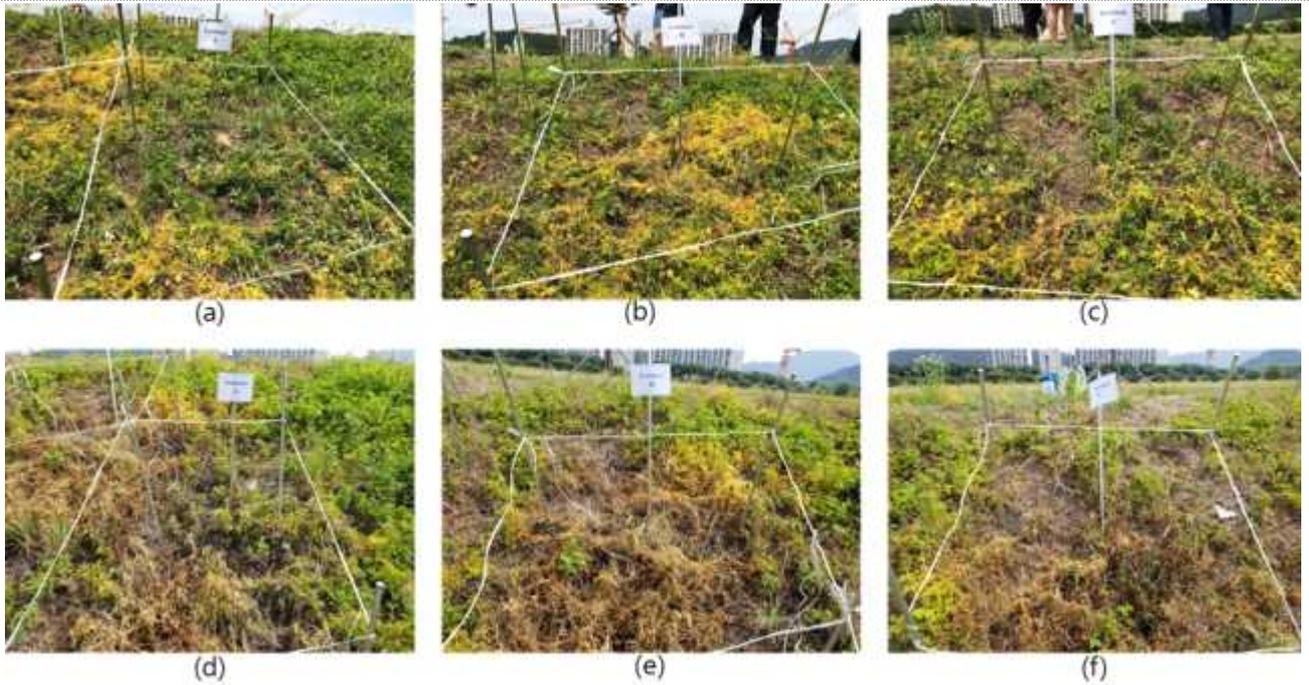


Fig. 1. Results of field dodder sprayed on highly concentrated liquid sun-dried salt

4. 결 론

본 연구에서는 고농축 액상천일염을 이용하여 식물성장 억제 연구를 한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 액상천일염을 식물성장 억제제로 이용할 경우, 순 100%원액을 사용하지 않아도 물과 1:1비율만으로도 훌륭한 효과를 볼 수 있다는 것을 입증할 수 있었다. 또한, 제조한 국산식용 고농축 액상천일염은 식용이 가능할 뿐만 아니라, 독성이 없으며 식물성장 억제에 상당히 빠른 효과를 보인 이유는 식물의 삼투현상 때문이라고 사료된다. 따라서 소금의 경우 적당한 농도에서 식물의 성장을 효과적으로 억제할 수 있다.

사 사

본 논문은 열우물과 부산대학교 바이오산업기계공학과와 공동으로 연구한 과제의 결과물입니다.

[참 고 문 헌]

- 1) 김균; 김용화. 제초제 butachlor 의 토양흡착. 한국환경농학회지, 1990, 9.2: 105-111.
- 2) Heap, I. M. "International survey of herbicide-resistant weeds." Western Society of Weed Science (USA). 1997.
- 3) Heap, Ian. "Herbicide resistant weeds." Integrated Pest Management. Springer Netherlands, 2014. 281-301.
- 4) Devine, Malcolm, Stephen O. Duke, and Carl Fedtke. Physiology of herbicide action. PTR Prentice Hall, 1992.

1,500℃에서 구운 태안반도 천일염의 잔존물 제거를 위한 실험연구

문유청¹, 이세용², 우지희¹, 이은숙¹, 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹, 열우물²

Experimental study to remove debris of Taean Peninsula solar salt baked at 1,500 degrees

Yu Cheong Moon¹, Se Yong Lee², Ji Hee Woo¹, Eun Suk Lee¹, Won Sik Choi¹
Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University¹, Yeorumul²

Abstract

In this study, in order to improve the quality of freshly baked solar salt, we conducted a purification test of solar salt baked at 1,500 degrees using an electric furnace, separating remaining matter and comparative analysis. Various experiments were conducted on salts baked using an electric furnace in order to demonstrate the residual removal effect of domestically produced solar salt using 100% Taean Peninsula seawater as raw material. As a result, it was confirmed that the difference between the residue of the solar salt baked at 1,500 degrees and the salt thereof after the purification of the residue was clearly confirmed. Therefore, it was possible to verify that removing the remnants for improving the quality of the baked peninsular solar salt from 1,500 degrees had a considerable beneficial effect on food safety, through experiments.

1. 서 론

태안반도에서 생성되는 천일염은 염분을 공급하는 식품의 한 성분으로 특히 다양한 미네랄 조성과 균형에 의한 기능적인 측면에서 그 중요성이 재인식되고 있다. 천일염은 다양한 가공 공정을 통해 소금의 맛과 품질, 기능성을 증진시키고 있으며, 가공염의 종류로서 대표적인 구운 소금 등이 있다. 또한 천일염을 세라믹 반응로에서 1,300℃이상 고온으로 구워 불순물과 간수, 유해성분을 제거한 구운 소금에 관한 성분 및 품질등 많은 연구가 행해지고 있다. 이에 본 논문에서는 전기로(Electric furnace)를 이용하여 1,500℃에서 구운 천일염을 정제 실험하였다. 그리고 그 소금의 잔존물을 분리하여 생성된 소금을 다시 구워 전자와 후자의 잔존물을 비교 분석하여 소금 품질을 더욱 향상시킬 수 있는 방법을 모색하는 실험연구를 하였다.

2. 실험재료 및 방법

먼저, 1,500℃에서 구운 천일염을 각 10g, 30g, 50g, 100g 양으로 하여 총 4가지 조건으로 실험계획을 세웠다. 이를 비커에 각 A, B, C, D로 담아 나누어 물 100ml와 혼합하였다. 그리고 깔때기와 여과지를 이용해 각 비커의 잔존물을 분리하였다. 각각 A, B, C, D의 비율은 다음 Table 1.과 같다. 기존 구운 천일염의 품질을 더욱 향상시키기 위한 실험으로 그것의 잔존물과 분리된 소금물을 약 100℃에 끓여 증발시켜 다시 소금을 생성하였다. 그리고 그 소금을 다시 1,500℃에서 구워서 정제 실험을 하여 전자와 후자의 각 잔존물을 관찰하였다.

Table 1. The ratio of salt and water

Treatment	Amount (Baked sun-dried salt)	Water
A	10g	100ml
B	30g	
C	50g	
D	100g	

3. 결과 및 토의

전기로(Electric furnace)를 이용하여 1,500°C에서 구운 태안반도 천일염을 각각 A, B, C, D로 소금의 비율을 달리하여 4가지 조건으로 분리한 것은 다음 Fig. 1과 같다. 각 Treatment에 100ml 물을 희석하고 여과지를 이용하여 필터링 한 결과, A와 B는 희석되어 소금의 결정체가 없었으며, C와 D는 모두 용해되지 않았다. 따라서 물 100ml의 최대 용해도는 10~35g까지 가능 할 것으로 보이며, A, B, C, D, E의 잔존물은 Fig. 2에 나타내었다. 그리고 E는 A, B의 잔존물과 분리된 소금을 증발시켜 새로운 소금을 만들어 다시 1500°C에서 구워 정제실험을 한 결과이다. 그 결과, 소금의 품질 향상을 위해서는 구운 천일염도 정제 실험을 통해 잔존물을 제거하는 것이 식품 안정성에 훌륭한 효과를 볼 수 있다는 것을 알 수 있었다.

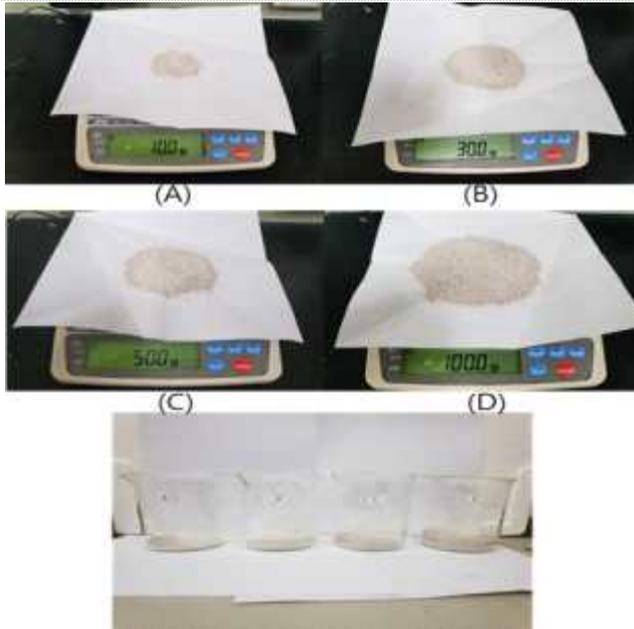


Fig. 1. Baked Tae'an Peninsula solar salt separated in 4 proportions.

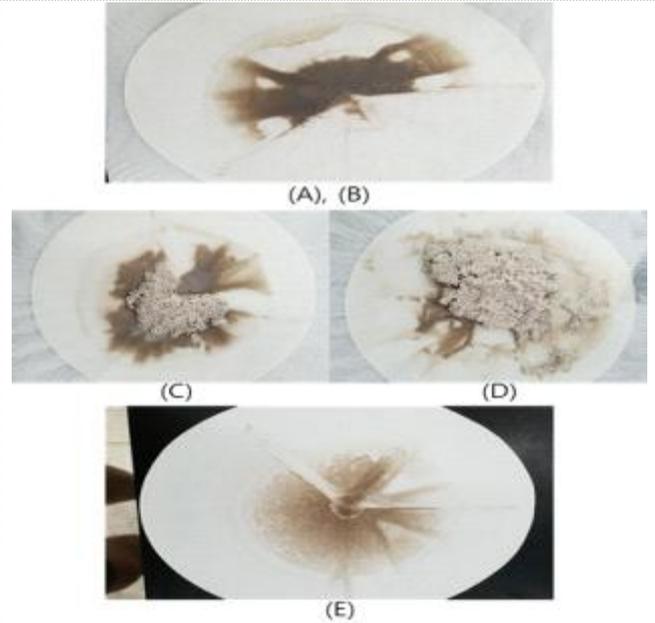


Fig. 2. State of the debris of baked Tae'an Peninsula solar salt through refining experiment.

4. 결 론

본 연구에서는 전기로(Electric furnace)를 이용하여 1,500°C에서 구운 태안반도 천일염의 품질 향상을 도모하기 위해 소금 정제실험을 한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 구운 천일염의 품질 및 성분 연구와 식품 안정성에 있어서 구운 천일염은 정제실험을 통해 잔존물을 제거하는 것이 기존 구운 소금만으로 결과를 도출하는 것 보다 더 훌륭한 효과를 가져 올 뿐만 아니라 위생적으로도 바람직하다는 것을 입증 할 수 있었다. 또한 이번 실험을 통해 전기로에서 구운 소금의 잔존물이 생기는 이유는 산소 때문이라고 사료된다. 따라서 구운 천일염의 경우, 식품의 안정성을 위해 위생적인 부분에 대한 경각심을 가져야 할 것이고 이번 정제 실험을 통해 약 80%정도 잔존물을 제거 할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

사 사

본 논문은 열우물과 부산대학교 바이오산업기계공학과와 공동으로 연구한 과제의 결과물입니다.

[참 고 문 헌]

- 1) 서지현, 김현정, 이삼빈. 국내 시판 천일염의 성분 조사. 한국식품저장유통학회, 2012; 554-559.
- 2) 이정희, 김학렬, 강인철. 갯벌천일염과 구운 소금의 이화학적 품질 특성. 한국식품영양과학회지, 2014.7; 1048-1054.
- 3) 김경미, 김인철. 염전의 함수로 제조한 천일식제조소금의 물리화학적 특성. 한국식품영양과학회지, 2013.10, 1664-1672.
- 4) 최성애. 소금 정제 장치 및 정제 방법. 2011.3.28.

수평형 브로칭머신 소재의 트라이볼로지 특성에 대한 수학적 모델

변재영¹, 판두 산디 프라타마², 이은숙¹, 키피 디마스 하리스 신¹, 이중순³, 정정환³, 최원식¹
부산대학교 바이오산업기계공학과¹, 부산대학교 생명산업융합연구원², 한국브로치(주)³

Mathematical Model of Broaching Material Tribological Properties on Horizontal Surface Type Broaching Machine

Jaeyoung Byun¹, Pandu Sandi Pratama², Eunsuk Lee¹, Dimas Haris Sean Keefe¹,
Jongsoon Lee³, Jeounghwan Jeong³, Wonsik Choi¹

Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University¹, Life and Industry
Convergence Research Institute Pusan National University², Korea Broach Manufacture Co., LTD³

Abstract

In this study, a mathematical model is developed to understand tribological characteristics between rack bar material and broach tool in horizontal surface type broaching machine. The rack bar material used in this study is made of carbon steel S45C and the broach tool is made of high-speed steel SKH55. A pin-on-disk tribosystem was used for the tests. The friction coefficient and wear were investigated with mechanical loading levels of 2N, 4N, 6N, 8N and velocities of 0.06m/s, 0.12m/s, 0.18m/s and 0.24m/s. Based on the experimental result the mathematical model was developed using response surface methodology. Three-dimensional plots for tribological properties as a function of test conditions were established. Results show that the predicted data are well acceptable when comparing with the real test values under different friction conditions and wear loss hold a closer correlation with the input parameters than friction coefficient.

1. Introduction

Broaching is a machining process that uses a toothed tool, called a broach to remove material. In the surface type broaching machine, the work pieces was put on the material holder and the broach tools were clamped stationary on the broach tool holder. The hydraulic cylinder then pushed the RAM body along the guide rail and the material was cut by the boarch tool. The objective of this paper is to develop a mathematical model and understand tribological characteristics between rack bar material and broach tool. The improvement of computer technology enabled the development of mathematical models of tribological characteristics in broaching process. Based on this mathematical model, the friction and wear during broaching operation can be predicted.

2. Material and Method

2.1 Material

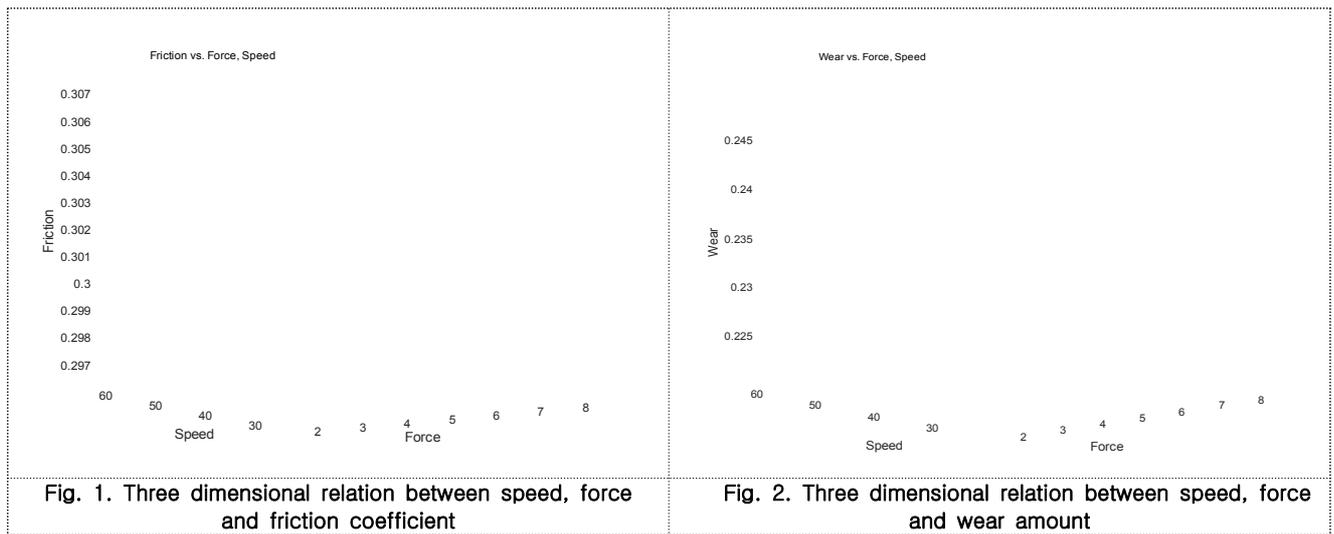
The specimen used in this study consist of a pin and a disk. The material of pin specimen was rack bar material carbon steel S45C. The pin diameter is 4 mm, thickness is 1 mm, and surface roughness 0.008Ra. The material of disk specimen was broach tool high-speed steel SKH55 with 60 mm diameter, 5 mm thickness, and surface roughness 0.039Ra.

2.2 Method

Sliding tests were performed using a pin-on-disk tribometer according to ASTM G99-05. Sliding was performed under dry friction and ambient temperature 25°C, humidity 50 ± 5%. The friction coefficient and wear were investigated with mechanical loading levels of 2N, 4N, 6N, 8N and velocities of 0.06m/s, 0.12m/s, 0.18m/s and 0.24m/s. The wear amount was measured after 1000 rotation and the friction was measured during 1 minute in the beginning of test. The friction coefficient and wear amount was used as input for response method methodology. The fitting function was obtained using MATLAB curve fitting function.

3. Result and Discussion

Fig. 1 shows the experimental result of friction coefficient under dry lubrication conditions. Fig. 2 shows the experimental result of wear amount under dry lubrication conditions. Based on the experimental data, three dimensional surface was fitted into experimental result using second order polynomial equation for two factors. The prediction quality is closely related to the number of experiment data. The mean relative error R for the friction coefficient is 0.598 and wear amount is 0.9687. Indicating that wear loss may have a closer relationship with the input parameters than friction coefficient. Using response surface methodology (RSM), the surface generated by linear model as shown in Fig. 1 and Fig. 2.



The polynomial equation obtained from the curve fitting tool is:

$$y_1 = 0.2892 + 0.002118x_1 + 0.0001761x_2 - 0.0001265x_1^2 + 3.14e^{-6}x_2^2 - 1.111e^{-17}x_1x_2$$

$$y_2 = 0.2122 - 0.003823x_1 - 1.815e^{-5}x_2 - 0.0001663x_1^2 + 2.118e^{-5}x_2^2 + 1.897e^{-6}x_1x_2$$

where y_1 is the output friction coefficient, and y_2 is output wear amount, x_1 is the input speed test, and x_2 is input applied load.

4. Conclusion

From the experimental result it can be conclude that speed and applied load influence the friction coefficient and wear amount during experiment. The possibility of the modeling of tribological properties was done by response surface methodology. This research shown that the mathematical model can be used to predict the behavior of friction coefficient and wear amount.

Acknowledgement

This work was supported by the SMinistry of SMEs and Startups, 2018 Technology Innovation and Development Project.

Reference

- 1) Ba, D., and Boyaci, I. H. "Modeling and optimization: Usability of response surface methodology". Journal of Food Engineering, Vol. 78(3), pp. 836 - 845, 2007.
- 2) W.S. Choi et al., "Friction Characteristics of W100×L25 Micro Elipse Type Pattern," Journal of The Korean Society of Tribologists and Lubrication Engineers, vol. 28, no. 3, pp. 136-141, 2012.
- 3) W. S. Choi et al., "Tribology Characteristics in 200 μm of Hexagonal Array Dimple Pattern," Journal of the Korean Society of Tribologists and Lubrication Engineers, vol. 31, no. 2, pp. 50-55, 2015.
- 4) Hosseini and Kishawy, H. A., "On the Optimized Design of Broaching Tools", Journal Manufacture Science Engineering, Vol.136, pp. 1 - 10, 2014.

응축수 회수를 위한 미세 벤츄리관 내의 유동 및 온도 분포 해석

김승일¹, 박상희², 구성득³

금오공과대학교 대학원 기계공학과¹, 금오공과대학교 기계공학과², (주)퓨어셀 코리아³

Analysis of flow and temperature distribution in a Micro Venturi tube for condensate recovery

Seung il Kim¹, Sang hee Park², Seong deug Ku³

Graduate school of Mechanical Engineering, Kumoh National institute of Technology¹,
Kumoh National Institute of Technology of Mechanical Engineering²
Purecell Korea³

Abstract

In this study, CFD analysis of flow characteristic and the temperature distribution by the change of the tube diameter and the venturi diameter was conducted. The analysis model used the k-epsilon turbulence model. The water at the inlet of the tube was applied at a flow rate of 200cc/min and a temperature of 288K. Condensate was applied so that water at a temperature of 323K flows into the tube by pressure-inlet conditions and atmospheric pressure. As a result of the analysis, the pressure at the branch point must be below atmospheric pressure so that condensate flows into the tube. Also, when the difference between the tube diameter and the Venturi diameter was significantly small, condensate did not enter the tube. The condensate inflow was best in the shape of the tube diameter 3.5mm and the Venturi diameter 1.6mm.

1. 서 론

최근 응축수 회수를 이용한 기술들이 다양한 분야에 적용되고 있다. 응축수를 회수하여 재사용할 경우 연료 절감, 용수비용 절감, 폐수처리비용 절감, 보일러 곁보기 용량 증대 및 효율 향상 등의 효과를 기대할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 효과적인 응축수 회수를 위한 벤츄리 튜브를 설계하고, 시뮬레이션을 통한 유동 및 온도 분포에 대해 연구한다.

2. 해석 모델 및 방법

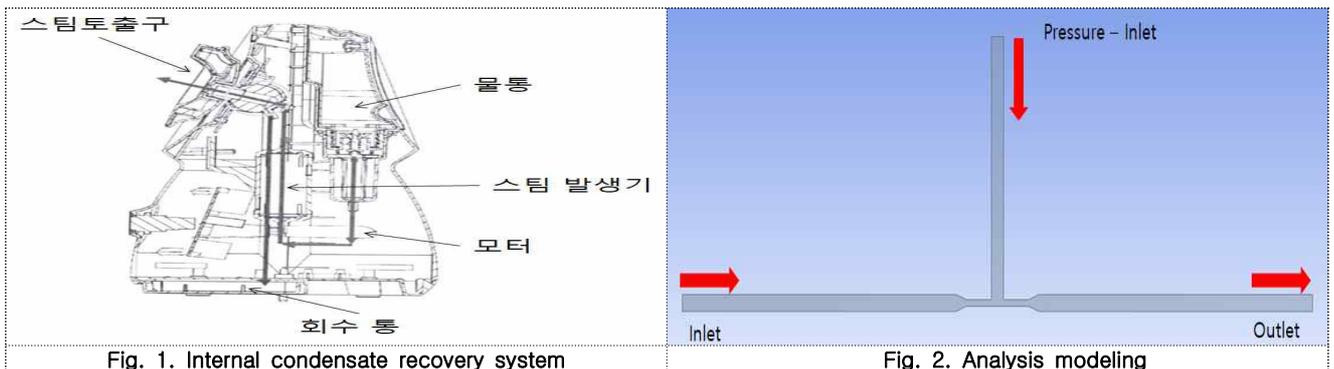


Fig. 1. Internal condensate recovery system

Fig. 2. Analysis modeling

Fig. 1은 내부 응축수 회수 system을 나타내며, 스팀 분사 과정과 스팀 회수 과정을 포함하고 있다. Fig. 2는 해석 모델링을 나타내는데 응축수를 회수하기 위한 방법으로 벤츄리관을 설계하였다. 튜브 직경은 2mm, 2.5mm, 3mm, 3.5mm, 4mm, 벤츄리 직경은 0.8mm, 1mm, 1.2mm, 1.4mm, 1.6mm 1.8mm로 변수로 설정하였다. Inlet은 물의 유량 200 cc/min, 온도 288 K, 압력 3.6 bar로 설정하였다. Pressure-inlet은 응축수가 압력차에 의해 관으로 유입되므로, 대기압조건과 온도 323K로 설정하였다. 격자수는 약 14만개로 격자 의존성 테스트 후 결정하였으며, 유동장 전체를 Triangles로 구성하였다. 해석은 k-epsilon 난류 모델과 중

력 작용 조건을 설정하였고, Ansys workbench Fluent를 이용하였다.

3. 결과 및 토의

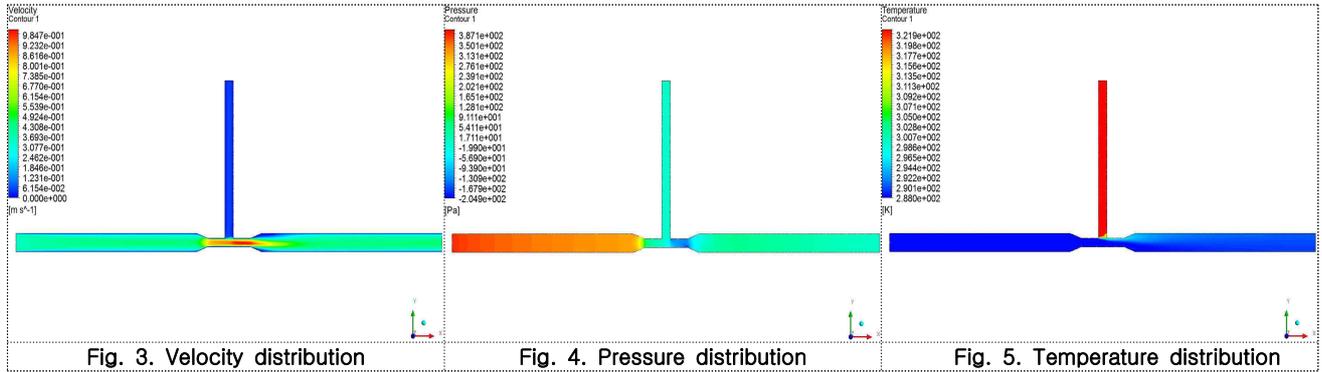


Fig. 3. Velocity distribution

Fig. 4. Pressure distribution

Fig. 5. Temperature distribution

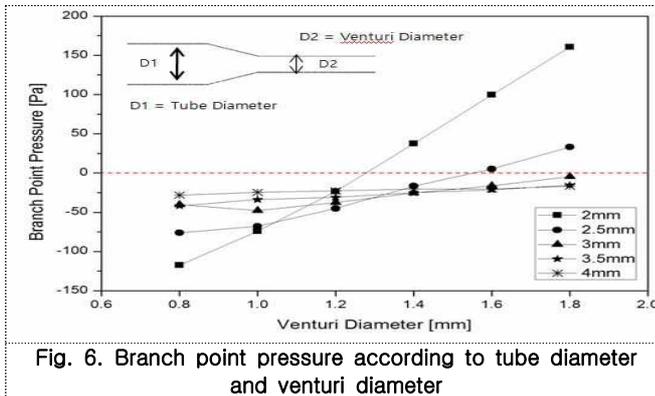


Fig. 6. Branch point pressure according to tube diameter and venturi diameter

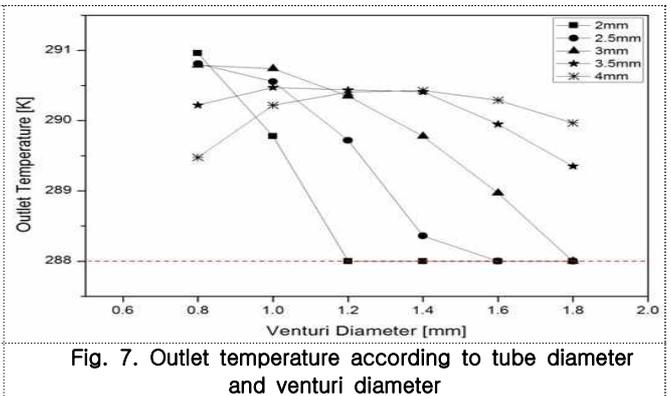


Fig. 7. Outlet temperature according to tube diameter and venturi diameter

Fig. 3.은 속도분포를 나타내는데, 벤츄리관의 특성과 같이 중심부에서 속도가 약 98 m/s까지 증가한 것을 볼 수 있다. Fig. 4.는 압력분포를 나타내며, 해석 모델의 중심부에서 압력이 대기압 이하로 떨어지는 것을 확인 할 수 있다. Fig. 4.는 온도분포를 나타내며, 유입되는 응축수 온도의 영향으로 인해 출구에서 온도가 약 290K로 증가하는 것을 알 수 있다. Fig. 6.은 튜브 직경과 관 직경에 변화에 따른 분지점에서의 압력을 나타낸다. 응축수가 유입되기 위해서는 분지점에서 대기압 이하의 압력이 필요한데, Red line 이하의 튜브 및 벤츄리 직경에서 응축수가 유입되는 것을 확인할 수 있다. Fig. 7. 은 튜브 직경 및 벤츄리 직경에 따른 출구 온도를 나타내는데, 288K의 온도에서는 응축수가 유입되지 않았음을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 응축수 회수를 위한 미세 벤츄리관을 설계하고, 유동 및 온도 분포에 대한 연구를 했다. 튜브 직경과 벤츄리 직경의 크기 차이가 현저히 작을 경우 응축수 회수가 되지 않았다. 그러므로 응축수가 회수되기 위해서는 튜브 분지점에서 대기압이하의 압력이 발생해야한다. 그리고 튜브 직경 3.5mm, 벤츄리 직경 1.6mm의 형상에서 응축수 유입이 가장 양호하였다.

사 사

본 안면미용기기 내부 응축수 회수 전략 및 시스템 관련 기술애로는 2017년도 맞춤형 기술파트너 지원사업 (C0562379)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Kuk. Bin. Keum., Soo. Ik. Kim., Chang. Eon. Lee., "Effect of Waste Heat Recovery Condensing Boiler with Condensed Water Recirculation Function", KOSCO SYMPOSIUM Vol. 51, pp. 201-204, 2015.
- 2) Soo. Ik. Kim., Byeong. Hun. Yu., Seung. Ro. Lee., Chang. Eon. Lee., "Analysis of the Thermodynamic Efficiency for Condensate Circulation Waste Heat Recovery EGR Boiler System", KOSCO SYMPOSIUM, Vol. 48, pp. 95-98, 2014.

흰 부착 유무에 따른 스팀 챔버 내의 유동 및 온도분포에 대한 연구

*황정규¹, #박상희², 권성환³, 김학성³

금오공과대학교 기계공학과 대학원¹, 금오공과대학교 기계공학과², (주)플러스솔루션³

A study on flow and temperature distribution in steam chamber with and without fin

*Jeong Gyu Hwang¹, #Sang Hee Park², Sung Hwan Kwon³, Hak Sung Kim³,
Graduate School of Kumoh National Institute of Technology University¹,
Kumoh National Institute of Technology University², Plus Solution³

Abstract

In this study, the flow and temperature distribution in the steam chamber were investigated. In order to improve the temperature inside the steam chamber in a short time, the number of fins inside the steam increases to increase the heating area. The analysis was done through ANSYS Fluent and the number of fins was changed to 0, 4, 8, 12, 16 EA. As a result, as the number of fins increased, the temperature inside the steam increased and the width of the stagnation zone became wider.

1. 서 론

친환경적인 청소용구의 개발은 사회적 문제점으로 대두되고 있는 각종 세정제의 과다 사용으로 인하여 필수 요건이라고 할 수 있다. 세정제의 과다사용은 환경호르몬의 변화를 가져올 뿐만 아니라 아토피성 피부염 등 어린이들의 알레르기성질환을 일으키는 주요 원인이라고 할 수 있다. 이와 같은 이유로 친환경적인 고압 스팀을 이용하여 청소할 수 있는 청소기기가 요구되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 단시간 안에 스팀 챔버 내의 온도 향상을 위한 연구로써 내부의 흰 부착 유무에 따른 유동 및 온도분포를 해석하였다.

2. 해석모델 및 방법

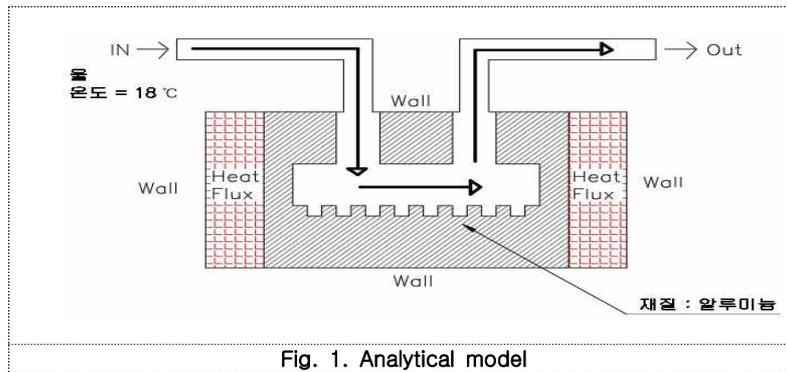
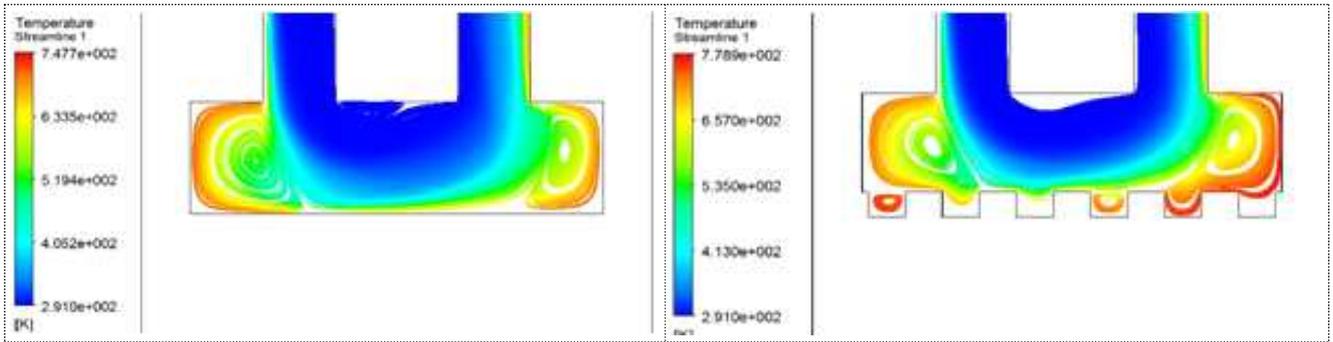


Fig. 1.은 스팀 챔버의 해석모델을 나타낸다. 물이 스팀 챔버 내로 유입되어 가열된 후 수증기가 유출된다. 스팀 챔버의 좌우에는 가열을 위한 히터봉이 있으며 일반 가정에서 사용할 수 있는 3Kw의 저 소비전력을 이용한다. Inlet은 물의 온도 18°C, 유량 $2.26 \times 10^{-3} m^3/h$ 으로 하였고 외부는 대기압 조건을 주었다. 스팀 챔버의 좌우에 Heat Flux는 $40kw/m^2$ 이고 챔버 내의 흰 변수는 0, 4, 8, 12, 16 EA으로 하였다.

ANSYS Fluent를 통해 해석하였으며 격자 의존성 테스트 결과 격자 수는 21만 개로 선택하였다. 격자 생성 방법으로는 고체는 Quadrilateral, 유체는 Triangles로 격자를 구성하였다.

3. 해석결과

스팀 챔버 내의 유동 및 온도분포 변화를 연구하기 위하여 흰의 개수를 변화시켰고 각 흰의 개수에 따라 0, 4, 8, 12, 16 EA의 온도분포 및 유속을 확인하였다.



(a) without fin (b) with fin
 Fig. 2. Temperature distribution in the chamber depending on the with/without of the fins on the bottom of the chamber

Fig. 2.는 스팀 챔버 내부를 확대한 모습으로 Fin부착 유무에 따른 온도 Streamline을 나타낸다. Fin부착 유무에 상관없이 챔버 내부의 좌우에 정체구간이 생기나, Fig. 2.(b) 일 때는 Fin이 있는 홈에도 정체구간이 생기는 것을 확인할 수 있었다. 정체구간은 주변의 온도에 영향을 받는 경향이 보였으며, 출구의 평균온도는 같았지만 Fin 없을 때 보다 Fin 있을 때 정체구간이 더 고온을 유지하는 것을 확인하였다.

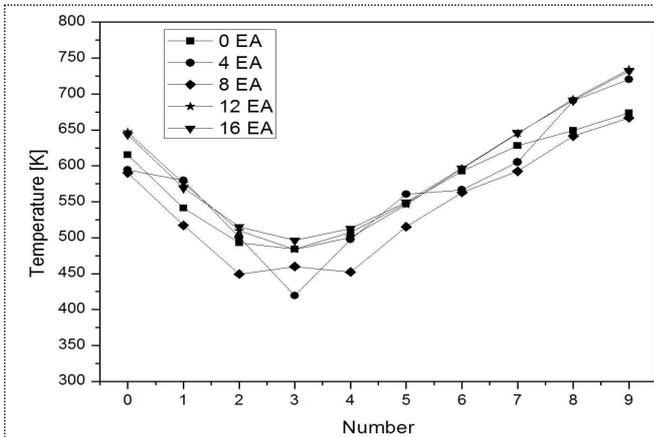


Fig. 3. Temperature in the steam chamber

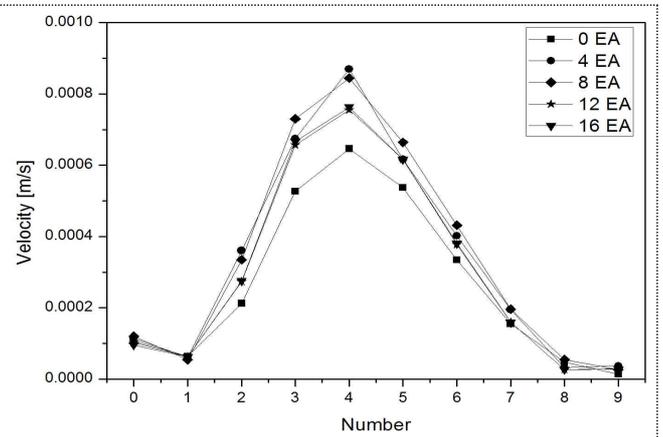


Fig. 4. Velocity in the steam chamber

Fig. 3.은 흰의 개수에 따라 스팀 챔버 내부의 포인트 10개 온도를 나타낸다. 4-Fin 일 때가 온도가 419K ~ 720K로 낮았으며 16-Fin(496K~732K), 12-Fin(483K~734K)일 때가 높은 온도로 나타났다. 0-Fin 일 때는 중간정도의 온도로 나타났다. 4-Fin 일 때는 3번 포인트 지점에서 가장 낮은 온도였지만 9번 포인트 지점에서는 0-Fin, 8-Fin 보다 높은 온도로 나타났다. 10개 포인트의 평균온도는 8-Fin 일 때 544K로 가장 낮았으며 16-Fin 일 때 595K로 가장 높았다. Fig. 4.는 흰의 개수에 따라 내부의 포인트 10개의 속도를 나타낸다. 4-Fin 일 때 가장 높았으며 0-Fin 일 때 가장 낮은 속도가 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 흰 부착 유무에 따른 스팀 챔버 내의 유동 및 온도분포를 수치해석으로 연구하였다. 스팀 챔버 내의 온도는 16-Fin흰 일 때 가장 높았으며 4-Fin 일 때 가장 낮았다. 스팀 챔버 내의 정체구간이 넓을수록 챔버 내의 온도는 증가하였으나 12-Fin 부터 흰 개수의 증가에 따른 온도변화는 감소했다.

사 사

본 친환경 스팀청소기 개발은 중소기업청에서 지원하는 2017년도 창업성장기술 개발사업(S2459149)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Piotr duda, Jan Taler. "A new method for identification of thermal boundary conditions in water-wall tubes of boiler furnaces", International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 52, pp. 1517-1524, 2008.

고농축 액상천일염에 의한 칩닝쿨의 생태연구

이세용¹, 문유청², 양지웅², 최원식²
열우물¹ 부산대학교 바이오산업기계공학과²

Ecological studies of arrowroot vine with highly concentrated liquid solar salt

Se Yong Lee¹, Yu Cheong Moon², Ji Ung Yang², Won Sik Choi²
Yeorumul¹, Department of Bio-industrial Machinery Engineering Pusan National University²

Abstract

In this study, experiments on growth of plants were conducted using edible, non-toxic, highly concentrated liquid solar salt. Various experiments were carried out on arrowroot vine growing in field agriculture to demonstrate the plant growth effect by domestically produced edible, highly concentrated liquid solar salt using 100% western seawater as a raw material. As a result, when the liquid solar salt was 100%, we could observe that 80% of all the arrowroot vine were suppressed growth on the third day, and the proportion of liquid solar salt and water was 1: 1, it was possible to observe that arrowroot vine were almost suppressed for the first time in five days. Therefore, it was possible to verify through experiments that the domestically produced high-concentrated liquid solar salt was not only able to be edible, but also had no toxicity and had a very rapid effect on the inhibition of plant growth.

1. 서 론

오늘날 농경지, 목초지 또는 도로, 철로 변 등에 자라는 잡초를 죽이거나 성장을 억제시키기 위해서 제초제를 사용한다. 풀의 성장을 억제하는 역할을 하므로 흔히 그라목손이나 고엽제등 독성이 강한 것들을 이용한다. 이러한 독성이 강한 물질들이 토양에 잔류하게 되면 후작물에도 큰 영향을 미치게 되어 문제가 된다. 그리고 칩의 경우, 척박하고 인간의 흔적이 드문 곳에서 제일 먼저 자라고 번성하는 식물이다. 칩은 덩굴과 뿌리, 줄기, 꽃에 이르기까지 남김없이 활용되었던 자원가치가 매우 높은 식물이지만 사방에서 자라는 단점을 가지고 있어 길을 막을 수도 있으며 칩뿌리는 매우 단단하여 제거하는 일에 많은 노동이 필요하다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 토양잔류에 영향을 덜 미치는 방향에서 칩닝쿨을 대상으로 식용이 가능한 국산 고농축 액상천일염을 이용하여 빠르게 식물 성장억제를 할 수 있는 방법을 연구하였다.

2. 실험재료 및 방법

먼저, 갯벌 자연 증발지에서 서해 바닷물을 태양열에 의해서만 증발시켜 고농축 액상천일염을 얻었다. 이를 A, B, C로 물의 배율을 달리하여 2,000ml씩 제초제를 제조하였다. 각각 A, B, C의 비율은 다음 Table 1.과 같다. 식물성장 억제를 위한 실험으로 칩닝쿨이 많고 빛이 잘 드는 동산에 각각 가로1m*세로1m의 공간을 확보하여 600ml씩 한 번에 분사한 뒤, 24시간 간격으로 풀이 서서히 억제되는 것을 관찰하였다.

Table 1. The ratio of salt and water

Treatment	liquid sun-dried salt	Water
A	1	0
B	1	1
C	1	3

3. 결과 및 토의

국산식용 고농축 액상천일염과 물의 비율을 각각 A, B, C로 비율을 달리하여 칩닝쿨에 분사하였을 때의 사진을 [Fig.1.]에 나타내었다. 국산식용고농축 액상천일염을 분사하기 전에는 [Fig.1.]의 (a),(b),(c)에서 보듯이 칩닝쿨이 무성하였다. 각각 (d),(e),(f)는 A, B, C 용액을 분사 한 후, 사흘 뒤의 모습이다. (d)는 국산식용 고농축 액상천일염만을 사용하였으며, 80% 칩닝쿨이 서서히 성장 억제된 모습을 관찰 할 수 있었다. (e)는 물과의 비율을 1:1로 조성한 용액으로써, (d)와 비슷한 양상으로 성장 억제된 모습을 관찰 할 수 있었으며, (f)는 1:3의 비율로 물을 3배 더 넣은 용액으로써 (d)와(e)보다는 덜 성장 억제된 결과를 관찰 할 수 있었다. 그러므로 국산식용 고농축 액상천일염을 식물성장 억제제로 이용할 경우, 순 원액이 아닌 물과 1:1의 비율까지 희석하여 사용하여도 훌륭한 효과를 볼 수 있다고 판단된다.



Fig. 1. Results of arrowroot vine sprayed on highly concentrated liquid sun-dried salt

4. 결 론

본 연구에서는 고농축 액상천일염을 이용하여 식물성장 억제 연구를 한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 액상천일염을 식물성장 억제제로 이용할 경우, 순 100%원액을 사용하지 않아도 물과 1:1비율만으로도 훌륭한 효과를 볼 수 있다는 것을 입증할 수 있었다. 또한, 제조한 국산식용 고농축 액상천일염은 식용이 가능할 뿐만 아니라, 독성이 없으며 식물성장 억제에 상당히 빠른 효과를 보인 이유는 식물의 삼투현상 때문이라고 사료된다. 따라서 소금의 경우 적당한 농도에서 식물의 성장을 효과적으로 억제할 수 있다.

사 사

본 논문은 열우물과 부산대학교 바이오산업기계공학과와 공동으로 연구한 과제의 결과물입니다.

[참 고 문 헌]

- 1) 김균; 김용화. 제초제 butachlor 의 토양흡착. 한국환경농학회지, 1990, 9.2: 105-111.
- 2) Heap, I. M. "International survey of herbicide-resistant weeds." Western Society of Weed Science (USA). 1997.
- 3) Heap, Ian. "Herbicide resistant weeds." Integrated Pest Management. Springer Netherlands, 2014. 281-301.
- 4) Devine, Malcolm, Stephen O. Duke, and Carl Fedtke. Physiology of herbicide action. PTR Prentice Hall, 1992.

스마트FA를 위한 로봇의 무인원격제어 네트워크

배호영¹
(주)브이맥¹

1. 서 론

무인FA를 위한 원격제어(teleoperation)란 인간의 감각과 작업능력을 확장 하는 것으로 정의된다. 이러한 원격제어를 구현하기 위해 설치된 시스템을 원격제어시스템(teleoperating system)이라한다. 원격제어의 주요 적용분야는 심해작업, 우주탐사, 의료기술, 원전설비 유지 보수, 공장 자동화 등이 있다. 근래에 컴퓨터와 인터넷기술의 발전과 더불어 원격제어에 관한 연구가 더욱 활발히 이루어지고 있다. 인터넷 기반의 원격제어는 자원의 공유, 원거리 학습, 원격실험 등과 같은 이점이 있다. 또한 인터넷을 통하여 전 세계가 하나의 네트워크로 구성되어 있으므로 별도의 통신수단을 강구하지 않아도 되는 이점도 있다.

2. 원격제어 시스템의 구조

원격제어시스템의 구조는 크게 이동로봇, 원격제어기, 그리고 통신 채널로 나눌 수 있다. 이때 서버는 이동로봇에 장착된 컴퓨터로 정의하고, 클라이언트는 조작자와 인터페이스 되는 원격제어용 컴퓨터로 정의한다. 통신 채널은 무선랜으로 구현하였다.

원격제어 시스템에서 이동로봇과 원격제어기는 무선랜을 통해 데이터를 송수신하며 영상 데이터는 손실이 있어도 실시간을 보장하기 위해서 UDP/IP를 사용하며 그 이외의 데이터는 신뢰성을 보장하기 위하여 TCMP를 사용하였다. 인터넷과 같이 공용망에 접속되어 있는 경우 통신지연이 불규칙하게 발생되고, 특히 무선랜의 경우 주위환경에 영향을 받으므로 이를 실시간으로 측정할 필요가 있다. 시험 데이터를 연속적으로 전송하는 경우에 통신대역의 오버헤드를 과다하게 발생 시킬 수 있으므로 RTT가 임의의 정해진 경계 값 $r \text{ min}$ 보다 작으면 일정 시간 후에 다시 전송하고 $r \text{ min}$ 보다 큰 경우에는 즉시 전송하여 오버헤드를 감소 시켰다.

3. 결 론

본 논문은 이동로봇을 원격으로 제어하는 원격제어 시스템을 구성하고 제어알고리즘을 개발 하고 센서로 환경에 대한 정보를 사용자가 원격 모니터링 할 수 있도록 하였으며, 이동로봇을 키보드와 조이스틱으로 간편하게 제어할 수 있도록 인터페이스를 구성하였다. 원격제어 시스템의 통신네트워크 지연시간을 측정하기 위한 알고리즘을 개발하여 네트워크 상태에 따라 제어를 선택할 수 있도록 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] P. X. Lui, M. Q-H. Meng, and J. J. Gu, "adaptive scaling control for the internet-base teleoperation" Proc. of 2001 IEEE Int. Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation July 2001.

스마트FA를 위한 지능로봇의 제어기설계 및 모션제어

심현석¹
(주)동산테크¹

1. 서론

최근 들어 공장 자동화 및 유연 생산 체계의 도입이 증가됨에 따라, 작업반경이 넓으며, 작업환경의 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 이동로봇에 대한 필요성이 높아지고 있다. 본 연구에서는 실수코딩유전알고리즘으로 최적화 시켜 학습시간을 줄이고 역전파 알고리즘을 사용하여 모바일로봇의 실시간 궤적추적 신경제어기를 설계하여 그 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 입증하였다.

2. 본론

직교 좌표에서 정의된 2차원 평면에 놓여진 모바일 로봇은 Fig. 1.에 보여지고 있다. 모바일 로봇의 동역학 모델제어를 위해서는 라그랑지법을 이용하여 모바일 로봇의 동역학적 운동방정식을 유도한다. 기준좌표계에 대한 모바일로봇의 위치에너지는 2차원 평면상에서만 운동하고, 탄성체가 없으며 시간이나 $\theta, \dot{\theta}$ 에 대한 변화량이 없다.

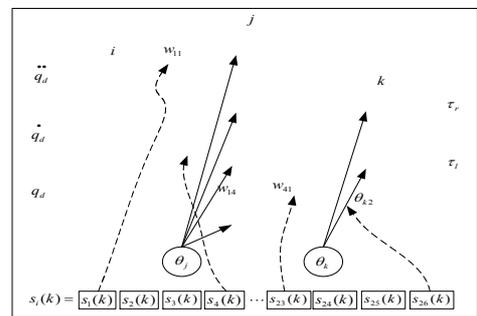
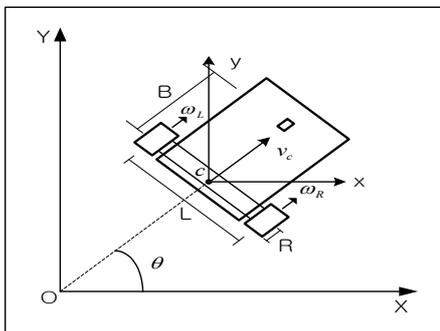


Fig. 2.는 본 연구에서 제안한 실수 코딩 유전 알고리즘 학습을 위한 다중 신경회로망의 구조이다. $q_d, \dot{q}_d, \ddot{q}_d$ 는 입력 벡터. i 는 입력층, j 는 은닉층, k 는 출력층. w_{ij} 는 가중치 $[\tau_r, \tau_l]^T$ 는 출력벡터이다. 여기서 $s_i(k)$ 는 실수코딩 유전알고리즘에서의 염색체 벡터로서 다중 가중치벡터를 나타낸다.

3. 모의 실험 및 고찰

모의실험은 최대속도 1.5 m/sec, 최대가속도 6m/sec², 샘플링 타임 0.02sec 로 하여서 속도 및 가속도 제한을 고려한 초기에 자세오차만을 가지며 정지 상태에서 실행하였다. 제안된 제어기와 PD제어기에 대한 비교 모의실험을 통해 비교하였다. 모의실험결과에서 cm/sec, 초기 오차=(0, 50 cm, 65°)인 직선 경로에서 초기 방향 오차로 인해 진동이 나타나는 것에 비해 제안된 제어기의 진동이 적게 나타남을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 Feedforward 제어기인 다중 신경회로망 제어기를 실수 코딩유전 알고리즘-BF도 학습의 초기를 실수코딩 유전알고리즘을 사용하여 수행하면서 최적의 해를 찾아내었다. 역전파를 통한 제어기성능을 최적화하고자 하였다. 모의실험결과 기존의 PD제어기보다 본 연구에서 제안된 다중 신경회로망제어기가 모바일 로봇의 궤적추적에 우수한 성능을 나타냄을 알 수 있다.

[참 고 문 헌]

- (1) Pomet, J.-B., Thuilot, B., Bastin, G. and Campion, G., "A hybrid strategy for stabilization of nonholonomic mobile robots," IEEE International Conference on Automation, Vol. 1, pp. 129-134.

모바일로봇의 극한환경 생산공정 작업경로 추적제어

심현석¹, 하언태²

(주)동산테크¹, (주)미래기술연구소²

1. 서 론

최근 금형 및 주단조공정같은 뿌리산업현장에서 사용되고 있는 매니플레이터는 작업반경의 제약으로 인해 작업수행에 한계를 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 주행기능을 갖춘 구륵이동로봇에 대한 연구방향은 수학적 모델링, 동작 및 경로설계, 위치추정에 대해 이루어지고 있다.

2. 본 론

본 논문에서 연구되어진 3륵 모바일 로봇은 2개의 전륵은 구동구륵이고, 1개의 후륵은 구륵이동로봇의 안정을 위한 보조구륵으로 구성된다. 모바일 로봇의 방향전환은 두 개의 독립적인 구동구륵에 의해 이루어진다.

구륵이동로봇의 위치는 $X=(x,y, Q)$ 로 표현된다. 여기서 (x,y) 는 제어점(controlled-point)의 직각좌표이며, Q 는 기준좌표계의 x축에 대한 모바일 로봇의 x축의 방향각을 나타낸다.

기구학 모델링의 단순화를 위해 모바일 로봇은 평지에서 이동하며, 구륵의 변형과 미끄러짐이 발생하지 않는 것으로 가정한다. 전향기구학에서는 엔코더에서 측정된 구륵의 속도로부터 모바일 로봇 본체의 속도를 구한다. 모바일 로봇의 전향기구학의 해는 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} V_1 \omega & W_{1x} \\ V_2 \omega & W_{2x} \end{bmatrix} = \frac{1}{R(l^2 + 1)} \begin{bmatrix} -l_a l_b & -l_b^2 - 1 & -l_a \\ l_a l_b & -l_b^2 - 1 & l_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v A_x \\ v A_y \\ w A_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

3. 모의실험 및 고찰

본 논문에서는 모바일 로봇의 안전한 경로 추정을 위한 제어법칙이 제시된다. 비선형 제어기법을 이용하여 안정하게 경로추적을 위한 제어법칙(control rule)을 구성하고, 선형화된 모델을 이용하여 제어기 매개변수(controller parameter)의 조건을 결정함으로써 제어입력을 구성한다. 또한 모의실험을 통하여 본 논문에서 제안된 제어법칙의 유용성을 입증한다.

모델링의 유효성과 제어 알고리즘의 효율성을 증명하기 위하여 모의실험을 수행한다. 모바일 로봇의 초기 위치는 (0,0,0도)에 있다고 가정하고 모바일 로봇이 추적해야할 기준궤적은 벽면에 평행하며 종점은 (1.5,7,90도)이다.

4. 결 론

본 논문에서는 3륵 모바일 로봇의 모델링과 경로추적에 대해 다뤘었다. 안전한 경로추적을 위한 제어법칙을 구성하기 위해 비선형 제어기법을 제시하였고, 시스템이 안정하기 위한 조건으로부터 제어동작을 제안하고 신뢰성을 검증하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Yuan F. Zheng, Recent Trends in Mobile Robots, World Scientific, 1993.
- [2] Jean Jacques E. Slotine, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Prentice-Hall. 1991.
- [3] 정대경, Nonholonomic 제약을 가지는 구륵이동 로봇의 위치추정과 경로추적, Proceedings of the 11th, KACC, 932-935, 1996.

지능로봇의 보행패턴생성 및 정밀위킹제어에 관한 연구

동근한¹, 정규현²
(주)세광산업¹, (주)세영산업²

1. 서 론

본 논문에서는 견실한 작업수행을 위해 보행 중 자세의 효과적인 적용 방법을 제시하고, 골반의 궤적에 중점을 둔 기존의 보행 방법과 달리, 보행 중 형성되는 지면에 투영된 무게 중심이 발바닥의 가장 안정한 점에 위치하도록 궤적을 생성하고, 생성된 궤적에 위치하기 위한 보행궤적을 생성하는 방법을 제시한다. 또한 이를 구현하기 위하여 기능적인 구조를 갖는 24자유도의 로봇 보행 알고리즘을 개발하고 신뢰성은 확인한다.

2. 본 론

본 연구에서 제안한 보행 궤적생성 알고리즘은 Fig. 1과 같은 과정들에 의해 수행된다. 우선 휴머노이드 로봇이 효과적으로 발목을 사용하는 보행 패턴을 생성하고, 보행 중 발바닥의 안정 영역에서 가장 안정한 궤적을 생성한다. 그리고 휴머노이드 로봇의 무게 중심이 이미 생성된 궤적을 추종하도록 발목과 골반 궤적을 형성하여 정적 보행 시 가장 안정한 보행을 가능하게 한다. 즉, 발목을 사용함으로써 보행 중 무릎이 가장 많이 굽혀지는 구간에서 무릎을 적게 굽히도록 하여 보행 시 전력 소비를 줄이고, 구간별로 발목과 골반 궤적을 생성하여 보행 중 무릎이 항상 굽혀있지 않도록 하여 보행 중 전체 전력 소비를 줄인다. 이와 같은 방법에 의해 구한 발목과 골반 궤적의 좌표들은 기존의 역삼각 함수나 3차 스플라인 보간법 등을 사용하여 각도로 변환하거나 직접 구간별로 테이블에 입력할 수 있다.

3. 모의실험 및 고찰

휴머노이드(humanoid)의 안정적이고 자연스러운 보행궤적을 안정하게 추종하는 제어문제, 기구적 설계 등에 초점을 두고 연구가 활발히 진행 되고 있으며 많은 연구 결과들이 발표되고 있다. 이와 같은 기존 연구들은 빠른 계산과 보행 동작의 정확성을 위해 보행 중 발바닥이 항상 지면과 평행하도록 하며, 발목과 골반의 부드러운 궤적 생성에 중점을 두었다. 그러나 이와 같이 발목과 골반 궤적 중심의 보행 패턴 생성은 발목을 사용하더라도 측면 궤적만을 고려하기 때문에 실제 구현 시 발목과 골반을 좌우로 움직이지 않고 상체에 질량체를 두고 좌우로 이동시키면서 무게 중심을 잡게 되므로, 발목과 골반을 좌우로 흔들면서 무게 중심을 이동하는 인간의 보행 모습과는 차이가 있다. 특히 골반 궤적이 이러한 곡선을 따르기 위해서는 무릎을 항상 구부리고 있어야 하기 때문에 보행에 불필요한 전력을 소비하게 되며 또한 모터에 부담을 가중시키게 된다.

4. 결 론

본 논문에서는 24관절 로봇의 보행 안정 알고리즘을 제안하였다. 이를 위해 궤적을 먼저 생성하고 생성된 궤적에 따른 발목 보행 궤적을 구간별로 생성함으로써 휴머노이드 로봇이 보행 중 항상 안정적인 자세제어가 되는 방법을 제안하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) H. Choi, "Dynamix Modeling and Analysis of a Biped Walking Robot Actuated by a Closed-Chain Mechanism," Journal of Robotic System, Vol. 21, No. 12, pp. 635-649, 2004.
- (2) Y. Ogura, H. O. Lim, A. Takanishi, "Development of a Human-like Walking Robot Having Two 7-DOF Legs and a 2-DOF Waist," Proc. of Int. Conf. on Robotics & Automation, pp. 134-139, 2004.

3D환경 공정내에서의 모바일로봇의 장애물회피 및 지능제어

임오득¹, 김기복²

해군정비창¹, (주)르노삼성자동차²

1. 서 론

모바일로봇의 위치추적을 구현하기 위한 방법에는 주행 중 바퀴에 장착된 엔코더를 사용하여 각 바퀴의 주행거리를 측정한 후, 이로부터 구간마다의 위치변화량을 계산하여 초기 원위치로부터 현재의 위치를 계산하는 추측항법이 있다. 하지만 모바일로봇의 휠과 바닥간의슬립, 휠 지름이 변화 평탄하지 않은 바닥에서의 주행, 휠 간의 거리 변경 등에 의해서 오차가 발생하게 되며, 이는 시간이 경과함에 따라 누적된다. 이러한 오차는 이동영역내의 표적등과 같은 외부센서의 정보 또는 이미지센서와 적외선센서 등으로부터의 정보를 이용한 보정이 필요하다.

2. 본 론

자율주행로봇의 오른쪽 방향에 장애물이 나타날 경우 자율주행로봇의 진행방향과 장애물이 평형을 이루지 않는 한 장애물과의 충돌이 일어나게 된다. 충돌 방지를 위해 자율주행로봇을 안전한 방향으로 회전시켜 주어야 하며 이는 로봇의 목적지와 깊은 관계가 있다. 본 연구에서는 어느 정도 크기를 가진 장애물을 설정하였고 외부 환경은 임의의 환경이 아닌 주어진 공장벽면 벽면이나 복도의 벽면을 따라서 가는 방법을 설정하여 실험하였다.

실험에 사용된 적외선 센서는 전방에 물체를 회피하기 위해 사용하고자 하는 적외선 센서 지정하고 감지하고자 하는 적외선을 선택하고 물체를 감지 하고자 하는 거리를 설정한 후 전방에 적외선 데이터 중 최소로 측정된 센서에 대해 이동에 대한 Define을 감지, Define된 센서 번호별 이동 각도를 지정 그리고 지정된 이동 각도로 이동 후 선택된 적외선 센서 중 사용자가 설정한 최소 거리에서 적외선 데이터가 검출이 되지 않는 경우 회피이동을 한다.

Sampling Time은 적외선 센서 모듈에서는 데이터를 취득하기 위해서 내부 버퍼에 현재 거리 데이터를 저장하고 있다. 이 저장된 데이터는 RS-232 통신 방식으로 데이터를 받아들 수 있으며, 1개의 적외선 데이터를 가져오기 위해서는 55ms의 데이터 Timing이 필요하며, 이 적외선 센서가 여러 개의 경우 각각 디바이스별 50ms씩 추가된다.

그리고 적외선 센서를 사용하여 장애물을 회피하기 위한 방법으로 적외선센서를 DC모터나 스텝모터를 사용하여 Scanning 하는 경우로 나누어진다.

문제는 정확도 및 오차보정등에서 생기게 되는데 여기서는 프로세서의 부담을 줄이는 문제 등을 고려하여 10개만 사용하고 나머지 오차가 생기는 문제는 간단히 평균을 취한다든지 기타 기법을 사용하여 해결하고자 한다. 그리고 오차 및 계산량을 최대한 줄이기 위해서 장애물의 크기를 규격화 했으며 주로 규격화된 환경에서의 실험을 행하였다.

3. 결 론

본 연구에서 자율주행 시뮬레이터의 개발로 보다 다양한 방법의 초음파 센서에 의한 무인원격제어기법을 이용한 자율주행로봇의 주행제어를 통하여 무인 공장자동화실현 무인 원격제어 성능을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) Raj, T., "Mobile robot Self-Location Using model Image Feature Correspondence," IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.11, No.1, Feb.1996
- (2) C.H.Choi, J. B. Song, M. S. Kim, "Localization of an Autonomous Mobile Robot Using Ultrasonic Sensor Data" KSPE, pp666-669

모바일-매니플레이터구조의 하이브리드형 지능로봇설계 및 제어에 관한 연구

하연태¹
 (주)미래기술연구소¹

1. 서 론

본 연구에서는 지능제어이론을 이용한 모바일 로봇의 자율주행제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 제어기는 반복 학습능력에 의해 스스로 적응할 수 있는 제어구조를 통해 제어입력을 생성하는 제어구조를 결합한 새로운 구조의 실시간 제어 가능한 제어기법을 제안하였다.

2. 본 론

본 연구에서는 구동토크와 플랜트의 출력 정보 사이의 관계식을 얻기 위하여 제어기의 영역에서 폭넓게 사용되는 컴퓨터 토크제어기를 모델기준서보제어기로 활용하였다. 로봇에 대한 속도와 편차는 양 구동바퀴를 구동하는데 사용되지만, 각 구동바퀴에서 똑같은 정보량을 가지지는 않는다. 반면 방향각의 비와 각 구동바퀴의 편차와 방향각의 편차는 두 구동바퀴를 구동하는데 사용되지만, 각 구동바퀴에서 반대기호의 정보량을 가지지는 않는다.(1)

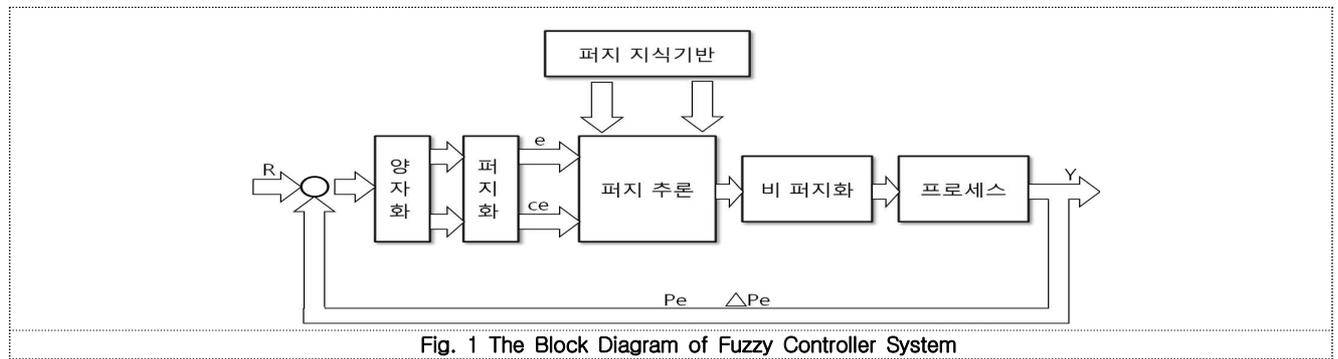


Fig. 1 The Block Diagram of Fuzzy Controller System

3. 성능실험

자율주행로봇의 성능시험을 FN제어기법에 의해 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 수행하였다. 수치실험은 미지의 외란 및 파라미터의 불확실성을 고려한 상태에서 이동용 로봇의 속도 및 방향 제어에 대한 성능 시험을 수행하였고 그 결과를 토크 계산법과 비교하였다.

모의실험의 조건은 5%의 파라미터의 불확실성을 고려한 상태에서의 제안된 제어기의 속도궤적추적 성능 실험 결과를 나타내고 있다. 성능실험결과 최대 오버슈트량은 약 0.15(m/s)를 나타내고, 정착시간(settling time)은 약 0.2초를 나타내고 있다. 속도기준궤적에 대한 추적성능이 매우 양호함을 보여주고 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 지능제어 알고리즘을 적용한 로봇의 자율주행제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 퍼지-뉴럴 제어알고리즘은 파라미터 및 주변환경의 불확실한 정보하에서도 자율 학습능력에 의해 스스로 적응할 수 있는 뉴럴제어 구조와 퍼지 추론을 통해 제어입력을 생성하는 자기구성 퍼지제어 구조를 결합한 새로운 융합구조의 제어기법을 제안하였다.

제어구조의 특징은 가우스 멤버쉽함수를 적용한 퍼지추론법과 역전파 알고리즘을 통한 다층구조의 신경망 제어구조로 설계함으로써 미지 외란 및 파라미터의 불확실성에 대한 매우 향상된 견실성이 유지되는 제어구조라 할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] Ti-Chung Lee, Kai-Tai Song, Ching-Hung Lee and Ching-Cheng Teng, 1999, "Tracking control of mobile robots using saturation feedback controller," IEEE International Conference on Robotics and Automation, Vol. 4, pp. 2639-2644.

다중센서기반 이동로봇의 학습제어에 관한 연구

김두범¹

경남대학교 대학원 첨단공학과¹

1. 서 론

최근 산업현장에서는 외부의 환경을 인식하면서 사람을 대신하여 여러 가지 작업물을 운반하고 이동할 수 있는 자율주행로봇을 절실히 필요로 하고 있다. 생산현장의 공장 자동화의 추세에 부응하여 무인 운반차 시스템 및 건설현장의 미장용 로봇, 3D환경의 위험물질 처리로봇등 많은 분야에서 적용이 가능하게 할 것이다. 본 연구에서는 FA용 자율주행로봇의 학습제어에 관한 연구를 수행하기 위해 자율주행 로봇의 모델링, 제어알고리즘 및 장애물 회피와 음성명령에 의한 자율주행 로봇의 학습제어에 대하여 연구하고 실험결과를 통해 분석고찰 한다.

2. 본 론

제시한 자율주행로봇은 두 개의 독립 구동바퀴를 가지며 평면상에서 정확히 움직이며 좌표계는 평면에 고정되었다고 가정한다.(1)

센서의 최대 측정거리까지 측정을 가능하도록 하기 위해서는 타이머 인터럽트 시간을 50ms 이상으로 만들어 줘야한다. 그래서 count상수를 몇 번 카운트 했는지를 확인하여 시간을 만들어주었고, 또한 거리의 편리성을 위해 35cm 간격으로 거리측정이 가능토록 하였다.

음성인식은 우선 사람의 목소리를 마이크나 헤드셋을 통하여 입력하여, 주어진 소스로부터 음성부분만을 검출하고 해당 음성의 특징을 추출하고 인식알고리즘을 통하여 해당 음성이 어떤 단어인지 결정한다.

성능실험은 여러 가지 장애 요소를 고려하여 실행하였고, 반복 주행 실험을 음성명령을 통해 두 번의 실험 방식으로 통합 성능 실험을 실시하였다.

Table. 1. Performance experiment result of Integration

명령어	실험방법 A		실험방법 B	
	성공횟수	확률(%)	성공횟수	확률(%)
앞으로(출발시)	96/100	96%	98/100	98%
뒤로(정지시)				

3. 결 론

자율주행 로봇을 제작하여 음성인식 명령에 의한 실험 및 장애물회피에 의한 공장내 자율주행에 대한 성능실험을 통하여 그 신뢰성을 확인하였고 실험은 두가지 경로를 이용하여 200번의 반복 실험을 하여 장애물 회피 주행 결과는 96%이상의 높은 결과가 나왔다. 하지만 초음파 센서와 음성인식의 실험시 최적의 조건으로 실험을 진행하였기 때문에 초음파센서의 경우 센서간의 간섭 및 다른 조건을 주었을 경우에 대비하여야 하고 음성인식의 경우 노이즈발생시 음성인식율에 대하여 수행하였다.

[참 고 문 헌]

(1) Craig, J.J, "Introduction to Robotics", Dorling Kindersley, 2006

스마트FA를 위한 모바일로봇의 위치 및 속도제어

이우송¹, 임오득²
 (주)선진기술¹, 해군정비창²

1. 서 론

전통적인 제어 이론은 지능형 로봇의 구성 요소인 바퀴와 센서들의 오차로 인해 시스템이 복잡하여 만족스러운 수학적 모델을 얻지 못하여 그 대안으로서 퍼지 제어, 인공 신경망을 이용한 제어, 퍼지-신경망 제어, 유전자 알고리즘을 이용한 제어 등 여러 가지 지능 제어 기법이 제안되었다. 그 중 퍼지 제어기는 전문가의 지식을 살려 제어 시스템을 언어적인 규칙을 기반으로 제어기를 구성하므로 정확한 수학적 모델을 알지 못할 지라도 좋은 결과를 얻을 수 있고 구현이 간단하다고 알려져 있다. 그러나 퍼지 제어기는 전문가의 주관적인 지식에 의해 구성되므로 시스템이 복잡해지거나 돌발 상황에 처했을 때 제어 성능이 떨어지기 쉽고 퍼지 제어가 최적 설계 보장이 없기 때문에 정확도 면에서 신뢰가 부족하다고 알려져 있다.

2. 본 론

각 개체들은 집단이 탐색 과정에서 발견한 목적 함수 값 $F(pbest)$ 값과 $pbest$ 의 위치벡터 정보를 공유하고 있다. 각 개체들은 현재의 위치벡터와 속도벡터와 개체가 탐색한 위치벡터 $pbest$ 와 전체가 탐색한 위치벡터 $pbest$ 를 이용하고 각 개체들의 위치는 위치벡터와 수정된 속도벡터를 이용하여 각 개체들을 학습한다.(1)

본 논문에서 제안한 센서를 이용한 모바일 로봇의 자율주행 제어에 필요한 퍼지 제어기의 멤버십 함수를 이용하여 동정하였다. 동정을 하기 위해서는 실험 데이터들을 필요로 하고 실험 데이터는 전문가의 지식을 기반으로 한 주행 시 얻은 데이터로 하였다.

Table. 1은 주행 실험을 위해 사용된 파라미터의 초기 값을 나타낸다. Table. 2는 본 논문에서 사용한 퍼지 제어 규칙을 보여 준다.

Table. 1 파라미터 초기 값

Parameter's name	Parameter's Value
Generation	2000
Swarm size	200
v_{max}	탐색공간의 25%
$[w_{min}, w_{max}]$	[0.5 0.8]
c_1, c_2	2.5

Table. 2 제어 규칙 테이블

		진행방향(θ)				
		NB	NS	Z	PS	PB
거리차 (dif)	NB	PB	PB	PS	Z	BS
	NS	PB	PB	PS	Z	NS
	Z	PB	PS	Z	NS	NS
	PS	PB	Z	NS	NS	NS
	PB	PS	Z	NS	NB	NS

3. 결 론

지능형 로봇의 자율주행을 위해 전문가의 지식을 기반으로 한 퍼지 제어기를 설계하고 수동 조작을 통해 데이터를 획득 하였다. 획득한 데이터들을 통해 퍼지 제어기를 구성하고 있는 멤버십 함수의 매개 변수들을 최적화하기 위해 센서로 동정하는 방법을 제시하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) Y. H. Joo, H. S. Hwang, K. B. Woo and K. B. Kim, "Fuzzy System Modeling and Its Application to Mobile Robot Control", Fuzzy Logic and Its Applications, Information Sciences, and Intelligent Systems, Kluwer Academic Publishers, pp.147-156, Dec..1995.

고열 단조공정내에서 트리밍작업 및 단조부품양불검사를 위한 공정지능화기술

최민혁¹, 강정석², 원종범², 한성현³
경남대학원 기계융합공학과¹, (주)SMC², 경남대학교 기계공학부³

1. 개 요

4차산업혁명시대를 맞이하여 모든 기계시스템의 첨단화가 요구되면서 영상처리기술, 영상인식, 그리고 시스템의 시각화 기능이 요구되면서부터 매우 중요한 산업분야로 부각된 정밀부품 중 핵심인 초정밀부품의 품질 향상 및 생산성향상을 위해 생산 공정 지능화를 위한 검사용 로봇 비전 시스템 개발이 매우 필요하다.

2. 본 문

영상인식 기술을 통한 부품양불검사 방법은 A/D 변환기로부터 출력되는 디지털 영상 데이터를 FM에 저장 시킬 때, 또는 FM에 저장된 디지털 영상데이터를 모니터로 출력 시킬 때 사용되는 변환 테이블로서, 원래의 디지털 영상 데이터에 실시간으로 효과를 가할 수 있는 메모리를 설계한다.(1)

영상 데이터에 가하는 효과는 영상의 실시간 명암조절, 실시간 필터링, gray-scale 영상의 실시간 이진화, 영상 속 물체의 실시간 윤곽 추출 등 다양한 영상조작에 이용 가능한 LUT 입력과 출력의 함수 관계에 의한 데이터의 변환기법 적용한다.

룩업테이블(Look-up-table) 입력영상(또는 영상 데이터)을 X라 하고 룩업테이블(Look-up-table) 출력영상을 Y라 한다면 $Y=F(X)$ 의 관계를 갖게 된다.(2)

3. 성능 실험 및 고찰

검사 프로그램의 실행을 전체적으로 관리·제어한다. 주요 기능으로는 프로그램 등록, 등록된 검사 프로그램 램프 표시, 배치된 화면 등록, 검사할 기준모델 데이터파일 등록/자동변환, 시스템사항 설정 기능이 있다. Image와 검사 결과 내용을 디스플레이하는 곳으로 주요 기능으로는 이미지 조작, 윈도우 크기 조절, Gray 값 출력, Image 확대/축소 기능이 있다.

4. 결 론

정밀검사를 위해 표면 Scratch 검사용비전 기술과 가공 정밀도 측정 검사용 비전기술로 나누어 설계하였다. 실제 측정 영상 데이터와 기준 영상 데이터를 상호 비교하여 그 오차를 계산한 후 일정 범위 이내의 오차는 정상제품으로 일정 오차 이상의 제품을 불량제품으로 판별하도록 하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) Markhlin, "Robot Control and Inspection by Multiple Camera Vision", 11th ISIR, pp.121-128, 1981.
- (2) B. Espiau, "Sensor and Sensory Systems for Advanced Robots: An Overview of Local Environment Sensing in Robotics Application". Spiager Verlog, pp. 125-151, 1988.

조립 및 분해공정의 반복작업실행을 위한 2족보행 로봇의 작업지능기술

이우송¹, 정양근²
(주)선진기술¹, (주)신라정보기술²

1. INTRODUCTION

This study proposes the implementation of a using an sensor emitter and two receivers on a mobile robot. A series of obstacle avoidance behavior programmed onto a micro-controller permits the robot is to successfully navigate a cluttered environment. robots have been designed with physical antennae and tactile sensors to control their environment information.

2. STABLE MOTION CONTROL

A microcontroller was mounted behind the sensor pod and was used to trigger the ultrasonic emitter and read echo signals from each of the receivers. The robot was programmed by two separate behaviors are as follows.

The microcontroller interpreted radio control commands from the receiver as initiated by the operator. The binaural sensor pod detected obstacles and corrected the robot's course and/or speed, overriding the operator's commands.(1)

The robot determined its own steering angle and drive speed based on the location and distance of detected obstacles without any input from an operator.

A sensory threshold of 2.5m was set. Objects beyond 2.5m were ignored. Obstacles within 1.5m were still considered to be in one of the three detection zones: left, center, and right.(2)

The new experiments were conducted in a similar manner with a tube (1.6m long, 0.3m diameter) at various positions in front of the sensor pod. The purposes of these additional experiments were then performed to determine the new sensor envelope for the binaural ultrasonic sensor pod.(2)

3. CONCLUSIONS

We proposed the implementation of a binaural sensory pod using an psn emitter and two receivers on a humanoid robot that employs legged-style locomotion.

By using the modular design implemented for these experiments, the sensor pods could be integrated with other robots to provide non-contact sensing and moving for them as well.

[참고문헌]

- (1) Lee, E.S, Je, T.j, Ohmori H, 2006, *Development of cylindrical grinding technology with electrologic in-process dressing method*, International Journal of the Korean Society of Precision Engineering. Vol.1, No.1, pp. 127~132.
- (2) Tusty, J., Smith, S. and Zamudia. C., 1990, *Operation Planning Based on Cutting Process Model*, Annals of the CIRP, 39, pp. 517~521.

고온내열 특수환경 7축 다관절로봇의 오프라인제어

배호영¹, 강정석², 원종범²
(주)브이맥¹, (주)SMEC²

1. 서 론

로봇의 설계에서 기구적으로 경량화 및 고가반하중화 되면서 로봇을 구동하기 위한 동작제어기는 점점 가혹한 조건에 놓이게 되었다. 경량화에 의해 기구는 유연해졌지만 무거운 부하를 고속으로 움직이면서도 고정도를 유지하는 것은 고전적인 제어방법만으로는 더 이상 원활한 제어가 어렵다. 이에 따라 최근 산업용 로봇의 동작제어에는 고성능제어를 실현하는 모델기반 제어기법(model based control)이 적용되고 있다.

2. 본 론

로봇시스템의 관측기는 시스템의 수학적 모델에 의한 출력과 실제 시스템의 출력간의 차이를 외란으로 가정하고, 관측된 외란을 이용해 입력을 보상하는 알고리즘이다. 시스템의 모델링 오차가 크지 않다면, 이러한 외란 보상을 통해 외란에 대해 강인한 제어기의 설계가 가능해 진다.

제어입력과 출력에 공칭 모델(nominal model)의 역함수를 곱한 것의 차이를 외란으로서 관측하고 이 신호를 필터에 통과시켜 제어입력에 가함으로써 모델링되지 않은 외란을 보상한다. 이 때 필터는 측정신호 잡음(noise)과 고주파 입력의 증폭을 방지하기 위해 저역통과필터(low pass filter)로 설계한다. 경험에 따르면, 필터에 사용되는 저역통과필터의 차수나 계수의 조절에 따라 외란보상 효과가 크게 좌우되므로 필터의 섬세한 조정이 필요하다.

3. 성능실험

부하 측에 가해지는 동역학적 간섭력에 대해 유연한 동력전달계를 거쳐 모터측에서 보상하기 위해서는, 2관성계 모델을 고려한 외란의 추정과 보상 신호의 생성이 필요하다. 180kg의 부하를 장착한 로봇의 팔을 전방으로 뻗은 상태에서 손목 축을 최대 가감속으로 회전시켰을 때 주축에 가해지는 동역학적 간섭력에 의한 선단의 흔들림을 평가한 것으로서, 외란관측기를 통해 외력이 보상되어 선단의 흔들림이 60%이상 감소됨을 알 수 있다.

4. 맺음말

모델링 되지 않는 고차 비선형 요소나 복잡한 부하의 계수추정 한계등은 모델의 불확실성을 초래하고 원하는 동작성능의 달성을 어렵게 하고 있다. 외란관측기는 간단한 구조로서 모델링 되지 않은 외란을 보상하여 제어기의 강인성을 높이는 효과적인 수단으로 활용될 수 있다. 본 논문에서는 산업용 로봇에 있어서 모델기반 제어기를 보완하여 동작성능을 확보할 수 있게 하는 외란관측기의 적용 가능성을 보였다.

[참 고 문 헌]

- (1) S. Moberg, J. Ohr and S. Gunnarsson, "A benchmark problem for robust control of a multivariable nonlinear flexible manipulator,"In Proc.17th IFAC World Congress, Seoul,Korea,July 2008.

대화기능을 갖는 지능로봇설계 및 모션제어

정양근¹, 김기복²

(주)신라정보기술¹, (주)르노삼성자동차²

1. 서 론

본 논문에서는 음성명령에 의한 모바일 로봇의 모션제어에 관한 연구를 수행하고자 한다. 이를 위한 세부 연구 내용으로는 2 자유도 2-휠 이동 로봇의 기구학 모델링을 수행하고, 자코비안 행렬을 구성하여 구륵의 각 속도를 본체 속도로 변환한다. 또한, 구륵의 속도 성분을 구동 성분과 비구동 성분, 그리고 감지 성분과 비감지 성분으로 구분하여 정 기구학과 역 기구학을 유도 하고 바퀴로 구성된 자율이동로봇의 미끄러짐 방지를 위한 이동경로계획 및 노이즈를 고려한 로봇의 위치추정 방식을 제안한다. 지금까지의 로봇의 제어는 유선 통신제어 또는 제어 알고리즘에 의한 PC기반 오프라인 제어기법에 의존하여 왔지만 본 논문에서는 음성명령에 의한 모바일 로봇의 무선 통신제어에 관한 연구를 수행하고자 한다. 모바일 로봇의 Dynamics를 고려한 위치 및 속도 제어는 퍼지-뉴럴제어 기법을 사용하여 적용한다. 그리고 미끄러짐 방지를 위한 이동경로 계획을 위해 퍼지 논리 시스템을 이용한 미끄러짐 보정을 하고, 신경 회로망을 이용한 미끄러짐 보정의 성능 개선을 수행한다.

2. 본 론

주행로봇의 모델링 및 제어를 수행하는 경우에 일반적으로 다음의 두 가지 조건이 만족된다는 가정을 한다. 이 조건들은 순수구름조건과 미끌림없음 조건이다. 순수구름조건은 주행로봇의 바퀴와 접촉면 사이의 순간적 이동 방향으로는 상대속도가 0이라는 조건이고 미끌림없음 조건은 주행로봇의 바퀴와 지면과 접촉면 사이에서 이동방향의 수직방향 순간적 상대속도가 0이라는 조건이다.

로봇의 미끄러짐이 가로 방향력(Lateral force)과 미끄러지는 각에 의해서 발생한다고 가정하면, 퍼텐셜 필드 이동경로계획 방식에 따라 장애물을 회피하는 경우 미끄러지는 각이 상대적으로 커질 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 퍼텐셜 필드 이동경로계획에서 척력에 대한 인위적인 힘은 평탄화 될 필요가 있으며, 척력에 대한 인위적인 힘을 평탄화시키는 방식을 제안한다.

3. 모의실험 및 고찰

음성인식시스템의 개념적인 model은 우선 사람의 목소리를 마이크나 헤드셋을 통하여 입력하면, 주어진 소스로부터 음성부분만을 검출한다. 이 부분이음성인식의 성능에 큰 영향을 미치는 부분이라 할 수 있다. 끝점 검출에서 음성의 시작점을 검출하면, 검출된 음성에 대해서 Front end feature extraction에서 MFCC로 변환하고, MFCC를 이용하여 Acoustic matcher에서 Speech model과 Acoustic score를 구한다. 그리고 그 Score를 이용하여 인식 Network을 Parsing해서 인식된 결과가 나오면 Rejection에서 음성의 신뢰도를 평가하게 된다.[3]

4. 결 론

본 논문에서는 모바일 로봇의 음성인식 지능제어 실현을 위하여 퍼지 신경망 이론을 도입하여 퍼지-신경망 제어기를 설계하여 모바일 로봇의 위치 및 속도제어 성능의 신뢰성을 모의성능실험을 통하여 검증하였다. 또한 자율주행로봇의 음성명령에 의한 모바일 로봇의 지능제어에 관한 무선원격제어 기술을 연구하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] B. Thuilot, B. D'Andrea-Novel and A. Micaelli, " Modeling and feedback control of mobile robots equipped with several steering wheels," IEEE Trans. on Robotics and Automation, vol. 12, pp. 375-390, 1996.
- [2] A. Meystel, Autonomous mobile robots, World Scientific, 1993.
- [3] Yuan F. Zheng, Recent trends in mobile robots, World Scientific, 1993

유전자 알고리즘을 이용한 로봇 최적 설계에 관한 연구

류제두¹, 이동구¹, 남건석¹, 하경남¹⁺
한국생산기술연구원

A Study on Robot Optimal Design of Using Genetic Algorithm

Je Doo Ryu¹, Dong Gu Lee¹, KeonSeokNam¹, KyoungNamHa¹⁺
Korea Institute of Industrial Technology¹

Abstract

In order to apply the robot system, it is necessary to consider robot link length, and robot motor torque, working speed, work tool load. The process and work radius must be selected and the robot's link selected accordingly. In addition, since the load applied to the robot changes with the load and the moment of inertia of the newly developed work tool, it should be designed as small as possible in designing the work tool, and the load acting on the robot based on the designed work tool is considered. The torque of each axis of the robot must be considered. At this time, consideration should also be given to the working speed. We propose a method to select the robot link considering working space and joint torque considering working speed and the working tool.

1. 서 론

똑같은 작업 반경, 속도, payload일지라도 로봇링크의 길이에 따라 모터의 스펙이 달라지고, 모터스펙에 따라 모터의 중량이 달라지면서 다른 모터의 부하는 달라진다. 로봇의 링크 길이가 길어지고, 모터 용량이 커지면 로봇의 비용도 올라가고, 유지보수도 증가하게 된다. 그러나 앞서 말했던 것과 같이, 로봇링크의 길이와 모터 용량이 복잡적으로 연결되어 최적의 해를 구하기 어렵다. 그래서 본 논문에선 유전자알고리즘을 적용한 로봇링크 길이 및 모터용량의 최적화 방법을 제안한다.

2. 본 론

2.1 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 존 홀랜드(John Holland)에 의해 1975년에 개발한 최적화 기법이다. 이 기법은 환경에 적응한 생물들만 살아남아 번식하고, 그러지 못한 생물은 도태된다는 다윈의 적자생존 이론을 기본 개념으로 한다. 유전자 알고리즘도 개체를 생성하고 정해진 적합함수(fitness)에 의해 선택된 일부 개체들이 생존 및 교차(crossover)에 의한 재생산(reproduction)을 반복하면서 최적해에 다가간다. 이때 지역적인 최적해(local optimization)를 방지하기 위해 각 돌연변이(mutation)를 만들어 전역적인 최적해(global optimization)를 찾는 것을 도와준다.

2.2 유전자 알고리즘을 이용한 신발 갑피 자동화 시스템의 최적 로봇 설계

로봇 설계 시 중요시 되는 로봇관절의 길이와 모터용량 선정방법을 제한한다. 일정한 작업반경에 대해서 로봇관절의 길이조건은 여러 가지 해가 존재하며, 로봇관절에 따라 관절 토크량도 달라지기 때문에 모터용량이 달라진다. 그렇기 때문에 본 논문에선 목표 작업 궤적, 시간에 따라서 최적의 토크량이 되는 로봇관절 길이, 모터용량을 적용하는 방법에 유전자 알고리즘을 적용하였다.

로봇 관절 개수에 맞기 임의의 길이로 생성한 세트를 설정한 개체 수만큼 생성하다. 이때 로봇이 작업 궤적을 만족하는 관절 길이들의 묶음으로 선정할 수 있게 하는 것이 중요하다. 로봇이 작업 궤적에 도달하지 못하면 다음 단계로 가는 의미가 없기 때문이다. 그렇기 때문에 한 묶음을 선정할 때 로봇 형태 및 작업

케적에 따라 로봇관절 길이를 제약조건들을 추가하면서 순차적으로 길이를 선정해야 한다.

작업케적을 다 도달할 수 있는 개체 수를 다 선정 후, 작업케적을 역기구학을 통해 각 관절의 케적으로 계산하고 이를 뉴턴-오일러 방식을 통해 각 관절의 토크량을 계산한다. 계산된 최대 토크량을 선정하여 각 개체의 적합도에 따라 순위를 나열한다.

적합도에 의해 상위 개체들만 생존하고, 생존한 개체들끼리 교차하여 다시 새로운 개체를 생성한다. 이때 소수의 임의 로봇 관절 길이들 묶음도 새로운 개체에 추가한다. 이는 돌연변이로 지역적인 최적해에 빠지지 않고, 제안한 알고리즘이 전역적인 최적해를 찾기 위함이다. 이를 반복하면서 최적의 로봇 길이 및 모터 용량을 선정한다.

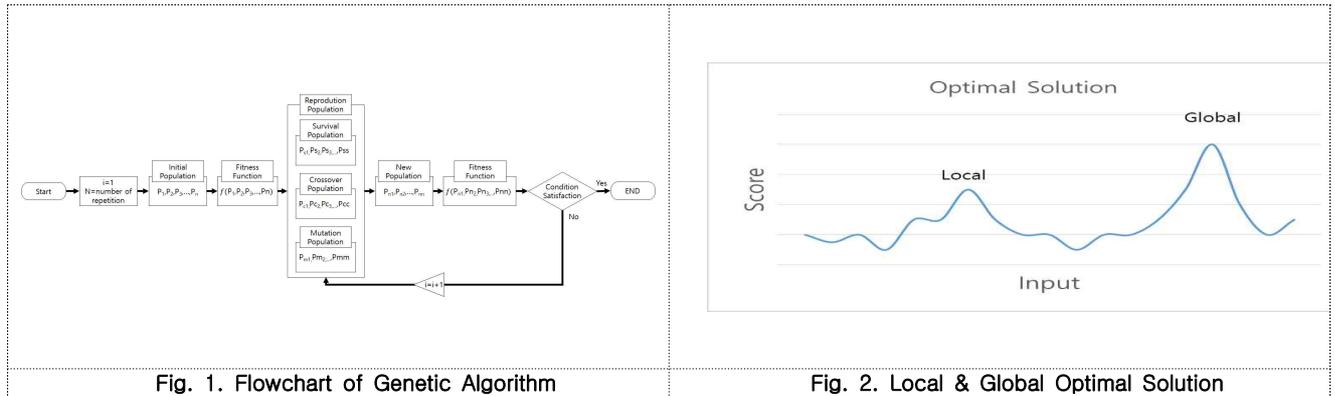


Fig. 1. Flowchart of Genetic Algorithm

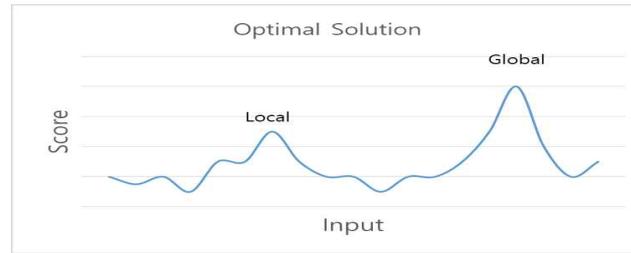


Fig. 2. Local & Global Optimal Solution

3. 결 론

본 논문은 로봇 자동화 공정 구성을 위한 로봇 설계 시 중요한 로봇 팔의 길이 및 모터 토크 선정을 위해 유전자 알고리즘을 이용한 최적의 로봇 팔 길이와 최적의 모터 토크 선정 방법을 제안하였다. 추후 제안된 알고리즘을 제안하고자 시뮬레이션을 개발할 예정이다. 제안된 알고리즘은 목표점과 시간을 변경하여도 짧은 시간 내 이를 만족하는 길이와 모터를 선정할 수 있어 활용도가 클 것으로 예상된다. 다만, 로봇의 형상에 따라 구현하지 못하는 각도나 위치가 존재하나 이를 반영하지 못한 점은 추후 고려해야 할 사항으로 생각된다.

[참 고 문 헌]

- 1) Jong Kil Park, 2011, "Stable Trotting of Quadruped Robot with Learning Algorithm", Hanyang University, Korea
- 2) Kwang-Baek Kim and Doo Heon Song, 2011, "Path Search Method using Genetic Algorithm," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 15, No. 6, pp. 1251~1255

가우징 집진기의 최적화 설계

장성철¹, 조정식²

한국폴리텍IV대학 충주캠퍼스¹, 더에버원(주) 기술연구소²

Optimization Design of Gausing Collector

Sung-Cheol Jang¹, Jung-Sik Cho²

Chungju Campus of Korea Polytechnic IV¹, TheEverone Co., LTD. R&D Center²

Abstract

In particular, a thorough analysis of design factors, such as capture rate, collection capacity calculation, filter speed, and materials selection, is required since spatial constraints are followed by structures, etc. In this study, conceived to address problems such as this cyclone and filtration filter system that combines all-in-one gausing collector prototype. Assessed through interpretation through the validity of the design and reliability.

1. 서 론

최근 문재인 정부에서는 미세먼지와와의 전쟁을 선포하고 있으며, 이에 따른 지자체, 관공서, 기업체 등에서도 많은 관심과 대응책을 준비하고 있다. 특히 근무환경이 열악한 조선소 내에서는 가우징 작업시 발생하는 불꽃과 고온의 금속분진을 포집하기 위해서 용접우산, 불티방지커버, 환기팬을 구매해서 작업현장에 활용하고 있으나, 작업자들의 작업환경이 개선이 미흡하여 이와 관련된 연구가 다수 이루어지고 있다^[1-2].

본 연구에서는 이와 같은 문제점들을 해결하기 위해 사이클론 방식과 카트리지 필터 방식을 결합한 가우징 집진기의 최적화 설계 타당성을 검증하였다.

2. 가우징 집진기 설계

Fig. 1은 조선소 현실에 알맞게 신규 개발된 사이클론-필터 일체형 가우징용 여과집진기의 형상을 나타낸 것이다. 절단불꽃을 동반한 고온의 금속입자와 미세한 흙을 포함한 유해가스 분진이 사이클론의 흡입구를 통해 입력접선 방향으로 들어가서 원추형 내측으로 진행하여 와류를 형성한다. 사이클론에 진입하는 절단불꽃과 금속입자는 사이클론 원통의 표면을 따라 회전하면서 아래로 내려간 다음, 하측의 원추표면에서 원심력에 의해 가압되고 중력과 하강공기 흐름에 의해 사이클론 바닥면 아래로 내려가게 되어 분리 제거된다. 그리고 초 미세 분진의 흙은 사이클론에 의해 형성된 내부 맴돌이 와류에 의해 집진기 내부의 원형 덕트 안으로 진입하게 된다. 미세한 분진은 집진기 상부에 설치된 임펠러에 의한 상향식 기류에 의해 카트리지 필터를 통과하면서 여과된 후 토출구를 통해 배출된다.

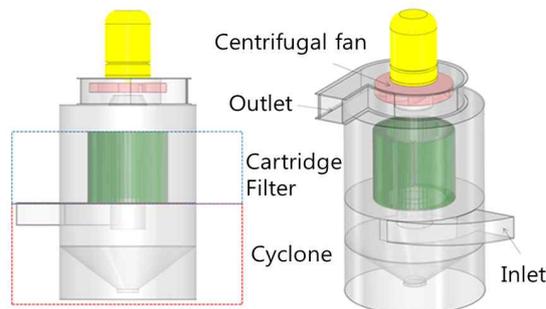


Fig. 1 Cyclone-Filter gausing collector

3. 최적화 설계

Fig. 2는 3,450 RPM으로 회전하는 임펠러의 원심팬에 의한 내부 유동흐름의 속도분포를 가시화한 유선과 단면에서의 속도분포도를 나타낸 것이다. 본 연구에서 임펠러의 회전수를 3,450RPM으로 선정한 것은 최적화 해석과 그전의 반복된 실험결과^[2]에서 사이클론-카트리지 필터의 여과효율이 최대화가 되었기 때문이다. 사이클론은 비교적 큰 입자인 불꽃을 제거하지만 여과면적이 최대화된 카트리지 필터의 경우 회전수에 따라서 여과효율 결정이 많이 좌우되기 때문이다. 가우징 작업에서 생성된 초미세 흡이 카트리지 필터를 거쳐 정화된 후에 원심팬을 통해 토출부로 흘러 나가고 있는 유동흐름 양상을 볼 수 있다. 오염된 흡의 미세먼지가 사이클론 내부의 좁은 원형 덕트 주입구를 통과하면서 유속이 빨라지고, 원통형상의 카트리지 필터 내부에서 상부 방향으로 속도구배가 형성되는 것을 볼 수 있다. 필터의 원통 상판에 부딪친 유동흐름은 얇은 주름형상의 필터를 따라 다시 아래 방향으로 흐르면서 여과되고 있음을 알 수 있다. Fig. 3에서와 같이 카트리지 필터를 통과하면서 유속은 급격히 떨어지고, 필터의 상부에서 최고 여과속도가 약 0.58m/s로 예측되었고 아래쪽으로 갈수록 여과속도가 점차 감소하고 있다. 카트리지 필터를 통해 여과된 공기는 상부 분리격판을 거쳐 임펠러를 통과하면서 원심팬의 회전운동에 의해 강한 난류유동흐름이 생성되며, 유속이 다시 크게 상승하는 분포양상을 보이고 있다.

Fig. 4는 흡입구, 사이클론, 카트리지 필터, 임펠러 및 토출구에 대한 단면에서의 유동장 압력분포도와 유선을 함께 도시한 것이다. 가우징 작업 시에 오염된 분진이 일체형 여과집진기 내부로 유입되고, 사이클론에 의해 절단불꽃 및 금속입자들이 분리 제거된 다음, 미세한 흡의 분진은 카트리지 필터에서 여과된 후에 정화된 공기가 토출부 쪽으로 흐를 수 있도록 점차 그 압력이 낮아지는 양상을 보인다.

Fig. 5는 카트리지 필터를 통과하기 전후에 대한 공기의 압력분포를 그래프로 나타낸 것이다, Fig. 5의 A 부터 D까지의 그래프는 원통형 필터의 높이에 따른 반경방향으로의 압력분포도를 나타낸 것이고, E와 F는 원통 필터의 내측 면에서 높이 방향으로의 압력분포도를 나타낸 것이다. Fig. 5를 자세히 살펴보면 상부 필터부 근에서 높은 압력분포가 도출되었고, 하부필터 쪽으로 갈수록 압력이 점차 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 이러한 양상은 결국 필터의 효율성 측면에서 필터가 전체 영역을 고루 활용하지 못하고, 필터 상부의 특정부위에만 집중되는 현상을 초래함에 따라, 일체형 여과 집진기의 필터 성능을 극대화하기 위해서는 필터상부에서 필터하부까지 전 영역을 고루 사용할 수 있는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

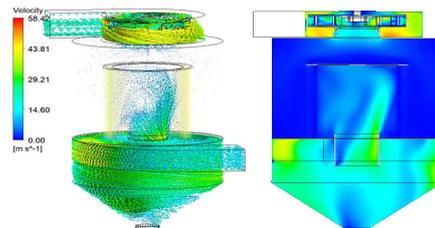


Fig. 2 Velocity distribution of gausing collector

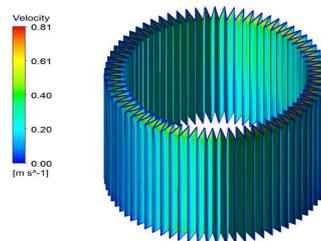


Fig. 3 Velocity distribution of cartridge filters

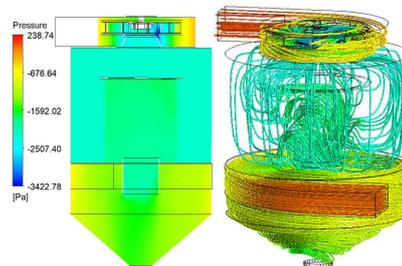


Fig. 4 Pressure distribution of gausing collector

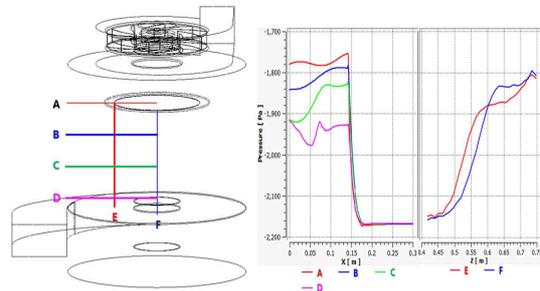


Fig. 5 Pressure variation near cartridge filters

4. 결론

본 연구에서는 이와 같은 문제점들을 해결하기 위해 사이클론 방식과 카트리지 필터 방식을 결합한 가우징 집진기의 최적화 설계 타당성을 검증하였다. 검증결과 상부 필터부근에서 높은 압력분포가 도출되었고, 하부 필터 쪽으로 갈수록 압력이 점차 낮아지는 것을 확인할 수 있으며, 일체형 여과 집진기의 필터 성능을 극대화하기 위해서는 필터상부에서 필터하부까지 전 영역을 고루 사용할 수 있도록 설계가 수행되어야 한다.

후기

본 연구는 2017년도 창업성장기술개발사업(창업과제, S2535048)에 의해서 수행된 연구되었으며, 이에 관계자 분께 감사함을 전합니다.

참고문헌

- (1) Han, B. W., Kim, H. J., Kim, Y. J., Song, D. K., Hong, W. S. and Shin, W. H., 2011, "Characteristics of Charging and Collection of 10nm Class Ultrafine Nanoparticles in an Electrostatic Precipitator", Trans. Korean Soc. Mech Eng. B, Vol. 35, No. 10, pp.1013~1018
- (2) Sung-Cheol Jang, Jung-Sick Cho, 2018, "A Basic Study on the Portable Collector of Ship Gausing", KSPSE Spring Conference, pp.139-141.

로봇 그리퍼 촉각센서의 신호처리시스템 설계

정기민¹, 류혜연¹, 김현희¹, 이경창¹,
부경대학교 제어계측공학과¹

A Signal Processing System Design of Robot Gripper Tactile Sensor

Ki Min Jeong¹, Hye Yeon Ryu¹, Hyun Hee Kim¹, Kyung Chang Lee¹
Department of Control and Instrumentation, Pukyong National University¹

Abstract

Reduced production population is emerging as a new social problem. As a result, much attention has been paid to how to replace labor by robots in the industrial field. Most of the current industrial robots are simple repetitive tasks. If the production method and the environment change, there is a problem that the setting must be changed. This problem can be solved if robots capable of catching things like people are put into the industrial field. For this purpose, a robot gripper using a tactile sensor should be developed. The tactile sensor can sense pressure and various tactile elements. Through the signal processing of the detected elements, various types of objects can be grasped. In this study, the signal processing system of robot gripper tactile sensor was designed.

1. 서 론

생산 인구 감소가 새로운 사회 문제로 대두되고 있다. 이에 따라 산업 현장에서는 로봇에 의한 인력 대체 방법에 많은 관심을 쏟고 있다. 현재의 산업용 로봇은 대부분 단순작업만을 반복해서 하는 수준이다. 생산 방법 및 환경이 바뀌면 세팅이 바뀌어야 하는 문제가 있는 것이다. 사람처럼 물건을 잡을 수 있는 로봇이 산업 현장에 투입된다면 이러한 문제를 해결할 수 있다. 이를 위해서는 촉각센서를 이용한 로봇 그리퍼가 개발되어야 한다. 촉각센서를 통해 압력과 여러 촉각 요소를 감지할 수 있다. 감지된 요소들은 적절한 신호처리 단계를 거쳐야만 다양한 형태의 물체를 파지할 수 있다. 본 연구에서는 로봇 그리퍼의 원활한 파지를 위한 촉각 센서의 신호처리 시스템을 설계하였다.

2. 촉각센서의 신호처리 시스템 설계

2.1 그리드 타입의 촉각센서의 압력감지

촉각센서의 구성은 센싱부의 간격을 일정한 array구조로 배치하였다. 센싱부의 사이에는 일정한 높이의 ionic conductive polymer를 배치하였다. 센서의 압력 감지 범위는 사용되는 이온 전도성 고분자의 높이에 의해 결정된다. 높이가 클수록 감지 가능한 압력이 높아지지만 민감도가 감소하게 된다. 반대의 경우에는 감지 가능한 압력이 낮아지지만 민감도가 향상된다. 센서의 대면적 감지를 위해 다층 저항 구조는 다양한 형상으로 제작이 가능하다.

2.2 촉각 센서 신호처리 시스템

촉각 센서 신호처리 시스템의 구조를 Fig. 1에 나타내었다. 먼저, 개발된 촉각 센서는 전압레벨이 낮으면 신호가 발산을 하는 특성이 있다. 신호의 발산 현상은 센서의 출력신호에 오차를 발생하게 된다. 오차를 최소화하기 위해 입력 전압 레벨을 20V이상으로 설정하였다.

다음으로 전압이 분배된 센서의 출력신호는 저항과 콘덴서로 구성된 적분회로에서 신호를 필터링한다. 적분 회로에 구성된 콘덴서는 적분회로 구성뿐 아니라 센서에서 발생하는 오버슈트를 안정화 시켜준다. 적분회로는 입력신호의 변화가 빠른 부분에 대하여 콘덴서의 충전시간 때문에 출력 신호의 변화가 바로 나타나지 않지만, 변화가 느린 부분에 대해서는 그대로 출력되는 경향을 보여준다.

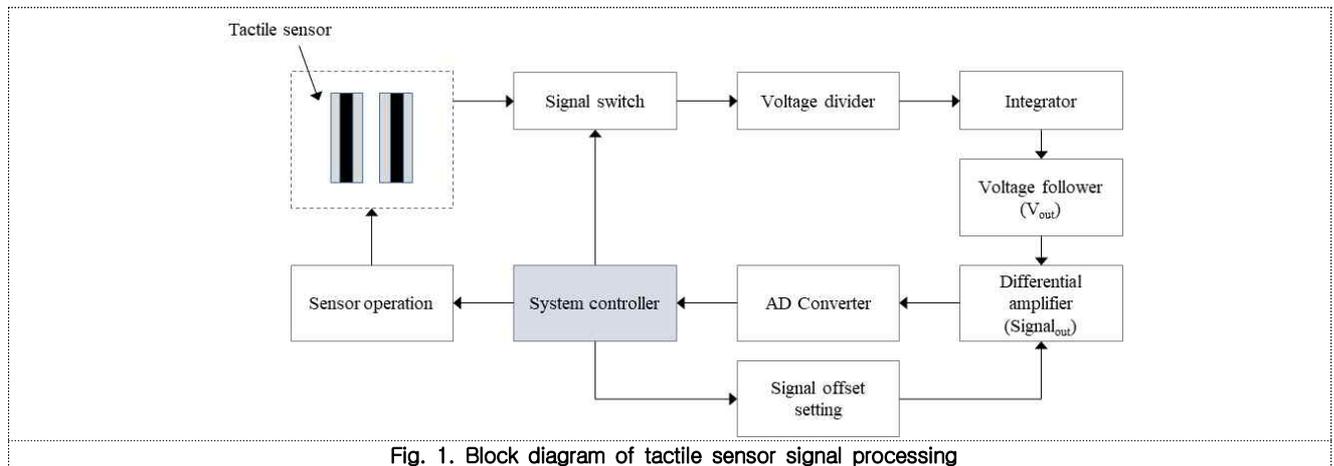


Fig. 1. Block diagram of tactile sensor signal processing

세 번째로, 위 단계에서 출력되는 신호는 촉각센서의 내부 저항이 출력 전류가 충분하지 않다. 입력 임피던스가 낮기 때문이다. 그래서 이 신호는 증폭 회로에서 정상동작을 하지 않는다. 이것을 해결하기 위해 신호처리 시스템에 voltage follower를 적용하여 회로의 양단을 분리하고, 입력 전압의 출력을 그대로 출력하는 buffer 역할을 수행하게 하였다.

마지막으로 센서의 신호 증폭 및 신호의 측정 범위를 동기화하기 위한 offset 회로를 구성하였다. Voltage follower 회로에서 출력되는 센서 신호는 촉각센서에서 출력되는 미세신호이다. 앞선 회로에서 필터링 및 전압 분배로 인하여 신호의 레벨이 낮은 상태로 넘어오게 되므로 센서의 신호를 증폭시킬 필요가 있다. 촉각센서는 기본 상태가 0V가 되지 않기 때문에 신호를 증폭시킬 때 신호의 offset을 설정하여 센서의 변화를 감지 가능한 범위로 조정하여야 한다. 이와 같은 사양을 만족시키기 위해서 두 입력 전압의 차이를 증폭하는 difference amplifier를 구성하였다. Difference amplifier는 두 개의 입력 단자와 한 개의 출력 단자를 가지며, 두 입력 신호의 차를 증폭해 준다.

이와 같은 방식을 통해 로봇 그리퍼 촉각 센서의 데이터는 신뢰성을 가질 수 있을 것으로 보인다. 이러한 신뢰성으로 인해 산업용 로봇의 동작 정밀도는 향상될 것이며, 산업 현장에서의 높은 활용도가 기대된다.

3. 결 론

본 논문에서는 로봇 그리퍼 촉각센서가 인식한 데이터가 신뢰성을 가질 수 있도록 신호처리를 설계하였다. 처리된 신호의 활용 통해 물체 파지 대상을 보다 명확하게 측정할 수 있을 것이다. 또한 로봇 그리퍼의 동작 정밀도도 향상될 것으로 기대된다. 향후 촉각센서의 다양한 활용을 위한 추가적인 평가를 진행할 예정이다.

사 사

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Ministry of Education the Ministry of Education(NRF-2016R1A6A3A11931489)

[참 고 문 헌]

- 1) Yoon, H. Y., Kim, H. C., Kim, S. S., "Robot gripper production for hybrid sensor mounting," P. of KSMPE Conference, pp.75-75, 2014.
- 2) Oh, S. T., Lee, I. H., Kim, H. C., Cho, H. Y., "Line width variation according to fabrication conditions and material characteristics", P.of KSMPE Spring Congerence, pp. 164-164, 2013.
- 3) Jin, S. H., Lee, J. K., Lee, S., Lee, K. C., "Output Characteristic of a Flexible Tactile Sensor Manufactured by 3D Printing Technique", J. of KSPE. Vol. 31, No. 2, pp.149-156, 2014.
- 4) Seo, J. W., Lee, J. K., Lee, S., Lee, K. C., "Slip Detection of Robot Gripper with Flexible Tactile Sensor," J.of KSPE, Vol. 31, No. 2, pp. 157-164, 2014.

Ethernet 네트워크 기반 심해용 원격 영상제어 모듈 설계

정기민¹, 박철수², 류혜연¹, 김현희¹, 이경창¹
부경대학교 제어계측공학과¹, 수테크²

Design of remote video control module for deep water based on Ethernet network

Ki Min Jeong¹, Chul soo Park², Hye Yeon Rye¹, Hyun Hee Kim¹, Kyung Chang Lee¹
Pukyong University¹, Soo TECH²

Abstract

Recently, deep water exploration using underwater unmanned submersible has been increasing due to ocean resource exploration and marine development at home and abroad. At this time, as the deep water high-functional camera system is used, interest in the deep-sea remote image control module is increasing. However, the R & D module for deep water has not been developed in Korea due to the technical specificity to be designed to withstand brine and high pressure in a cryogenic environment. The existing deep water remote image control system structure is vulnerable to environmental changes such as temperature and pressure, and it needs to be improved to enable control and communication in the deep water. Therefore, in this paper, the remote image control module for the deep water using the pressure vessel which can withstand in the deep water reduced the environmental change. We will design and control an Ethernet based the video control communication module, so that each part and the video control communication module can be remotely controlled and monitored.

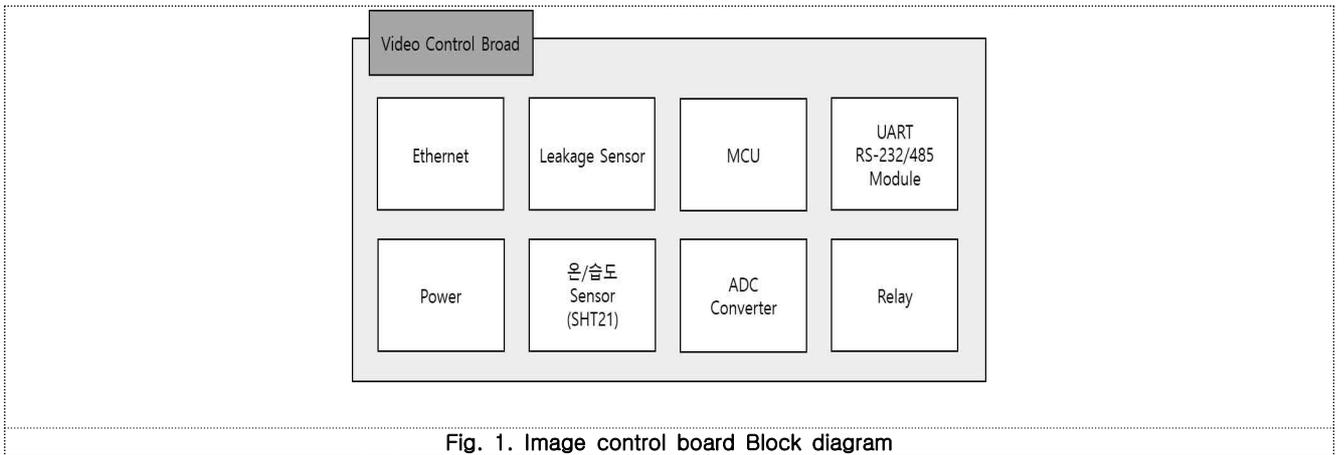
1. 서 론

최근 생물자원 개발, 심해 광물 탐사 등으로 인해 해양 탐사 장비에 대한 관심이 높아지면서 심해용 원격 영상제어 시스템에 대한 연구가 필요성이 증가되고 있다. 하지만 심해저 해양환경에서 사용할 수 있는 영상제어 시스템은 육상 환경에서 사용하고 있는 영상제어 시스템과는 기술, 환경적 차이가 크므로 해양기술 적용을 위해 지속적인 연구가 필요하다. 심해용 영상제어 시스템을 구성하기 위해서는 각 파트별 영상을 원격으로 제어할 수 있는 심해용 원격 영상 제어 모듈의 개발이 필요하다. 본 논문에서는 심해용 원격 영상 제어 시스템을 위한 영상 제어 모듈 회로와 이에 따른 S/W 설계를 제안한다.

2. 심해용 원격 영상 제어 모듈 설계

2.1 Ethernet 기반 원격 영상 제어 모듈 회로 설계

심해용 원격 영상 제어 모듈 회로를 부분 별로 나누어 설계하였으며, 통신방법은 파트 별 제어를 위해 Ethernet을 기반으로 하였다. 우선 영상 수집을 위해 IP 카메라, HD/SDI 카메라, Analog 카메라가 부착 가능한 제어보드와 원격 제어 명령에 따라 카메라 전원을 ON/OFF할 수 있는 전원 회로 부를 설계하였다. 심해의 영상을 취득하기 위해서는 라이트의 밝기가 세밀하게 제어되어야 하므로 이를 위한 라이트 제어부와 심해의 압력을 견딜 수 있는 내압용기 내부 온/습도 및 누수를 체크 및 용기 내부 결로현상을 방지하기 위한 회로를 설계하였다. 다양한 형태의 카메라를 원격지에서 동시에 제어 가능하고, 라이트의 밝기를 조절하여 우수한 영상을 취득할 수 있는 고기능성 영상 제어모듈을 제작하였다.



2.2 수중 원격 제어를 위한 영상제어보드 S/W 설계

원격 영상 제어모듈 S/W의 구성을 두 부분으로 나누어 설계하였다. 첫 번째로는 영상제어보드 S/W부분은 수중 카메라별 취득 영상을 영상제어보드 자체에서 제공 가능한 포맷으로 압축하는 Encoding기술 개발하여, 전송하고 원격지의 요청에 따라 영상제어보드 자체에서 해당 영상을 제공하는 Ethernet 기반 Network Server 기능을 하도록 구성하였다. 영상제어보드의 이상 정보 유무 및 상태정보를 수집하여 원격지로 전송하며, 이상 발생 시 알람을 원격지로 전송하고 원격지로부터 수신하는 명령을 처리하기 위한 데이터 프로토콜을 설계하였다. 두 번째로는 모션용 S/W Ethernet 송수신 Server를 통해 Client로 들어오게 설계하고 영상정보를 Decoding, 상태정보를 출력하도록 구성하였다. 명령 정보를 모션용 S/W Ethernet Client로 보내고, Server를 거쳐 명령정보를 변환 후 각 카메라 모듈로 전송하도록 설계하였다.

3. 결론

심해저 환경에 대한 염수와 고압을 견딜 수 있고, 다양한 카메라 모듈을 제어할 수 있는 제어보드가 필요하다. 본 논문은 심해용 원격 영상 제어 시스템에 적용할 수 있는 Ethernet 기반 심해용 영상제어 모듈과 수중 원격 제어를 위한 영상제어보드 S/W 설계하였다. 향후 심해용 전체 시스템 통합을 진행하고 통신 속도, 크기 및 시험 평가를 수행할 예정이다.

사 사

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2017년도 산학연협력 기술개발사업(No.C0532032)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

[참 고 문 헌]

- 1) Jeong, K.M., Park, C.S., Kim, H.H., Lee, K.C., "Structural design of Ethernet based deep sea remote image control system", 2017 Korean Society of Precision Engineering Autumn Conference, Vol.12, pp297, 2017.
- 2) Lee, M.S., Lim, J.H., Lee, J.B., "A study on image and control signal transmission for remote monitoring and control system", 2003 The Institute of Electronics Engineers of Korea Summer Conference, Vol.7, pp2815-2818, 2003.
- 3) Lee, J.H., Kim, J.H., Park, K.H., "Development of DC MOTOR Remote Control System using Ethernet", 2003 Journal of the Korean Institute of Electrical Engineers, Vol.2, pp.437-440, 2003.

EDEM을 이용한 모래지 위를 구르는 휠의 동적거동 시뮬레이션

오윤지¹, 손정현²

부경대학교 기계설계공학과 대학원¹, 부경대학교 기계설계공학과²

Dynamic Simulation of a Wheel on the Sand Road by Using EDEM

Yun Ji Oh¹, Jeong Hyun Sohn²

Mechanical Design Engineering, Graduate School, Pukyong National University¹, Mechanical Design Engineering, Pukyong National University²

Abstract

It is necessary to analyze the dynamic behavior of the wheel that travels on the sand road. The dynamic behavior of the wheel on the general asphalt road is different from on the sand road. In this study, the commercial software, EDEM is employed to carry out the dynamic simulation of a wheel. Dynamic behavior of three wheel models with straight, helical pattern, and V pattern are compared each other.

1. 서 론

모래지위와 일반 아스팔트 노면에서 휠의 거동은 상이하므로 모래지 위를 주행하는 휠의 거동분석이 필요하다. 휠 패턴 형태에 따라 휠이 모래지로부터 받는 힘의 작용이 달라질 수 있기 때문에 모래지위를 주행하기에 가장 최적인 휠 패턴을 설계하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 수평선, 사선, V자 3가지 패턴형태 휠을 모델링하고 각 패턴의 휠이 모래지 위를 구를 때 거동분석 수행하였다. 이산요소법(Discrete Element Method)을 기반으로 하는 입자 거동 해석 상용 프로그램인 EDEM을 이용하여 휠의 거동을 시뮬레이션하고 휠 패턴에 따른 거동을 비교분석하였다.

2. 동역학 시뮬레이션

2.1 벌크물성치

동역학 시뮬레이션을 위해서는 모래입자 개개의 물성보다는 입자들이 모였을 때의 물성인 벌크 물성치가 필요하다. 중요한 벌크물성치는 벌크밀도(Bulk density)와 안식각(Repose Angle)이며 실험으로 측정이 가능하다. 안식각은 흙 등을 쌓거나 깎아 냈을 때 그것의 자연상태로 생기는 경사면이 수평면과 이루는 각이며 본 연구의 경우 32.8° 로 측정되었다. 용기에 모래입자를 가득 넣고 흔들면 모래알갱이와 알갱이사이 공간틈새가 좁아지면서 알갱이들이 밀도 있게 모이게 된다. 이때 모래의 밀도를 벌크밀도라 하고 본 연구에서 벌크 밀도는 1487 kg/m^3 이다. 실험을 통한 교정으로 반발계수, 마찰계수 및 점성이 결정된다.

2.2 모래지 모델링

모래입자의 형태와 크기 및 벌크 물성치를 이용하여 이산요소법(Discrete Element Methods)을 기반으로 하는 입자거동해석 상용소프트웨어 EDEM을 이용하여 모델링한 모래지에 패턴이 다른 휠을 모델링한 것은 Fig. 1과 같다.

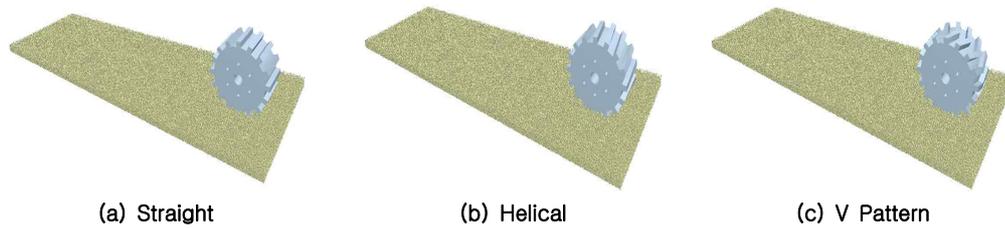


Fig. 1. Wheel modeling

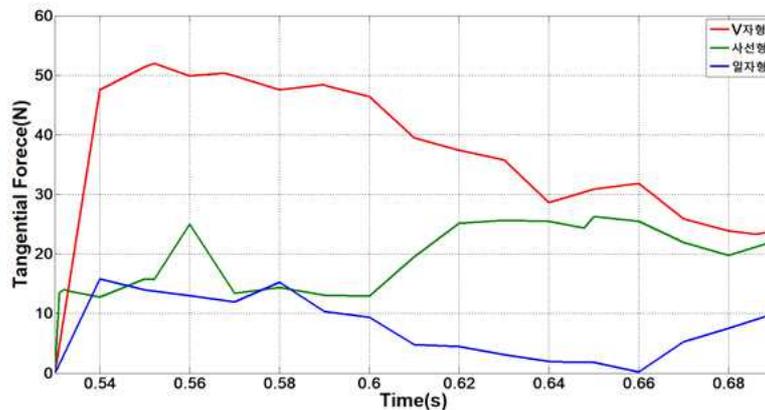


Fig. 2. Tangential Force

Fig. 2는 바퀴의 주행방향에서 패턴에 따른 모래입자와 휠의 접선력을 도출한 결과이다. 일자형과 사선형 패턴의 경우 결과 값에 큰 차이가 없지만 두 패턴에 비해 V자형 패턴의 접선력이 더 큰 것을 확인 할 수 있다. 일자형과 사선형의 경우 슬립이 상대적으로 많아서 접선력이 작은 것으로 사료된다.

3. 결 론

본 연구에서는 EDEM을 이용하여 패턴이 다른 휠이 모래지위를 주행 할 때 모래지와 휠의 접선력을 도출하여 패턴의 성능비교를 하였다. 접촉면적이 클수록 밀어내는 모래입자가 많아 더 큰 힘을 전달하기 때문에 세 패턴 중 V 자형이 가장 접선력이 큰 것을 확인하였다.

사 사

본 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 임.(No.2018R1D1A1B07050817)

[참 고 문 헌]

- 1) Mr. Senthil Arumugam, 2015, Introduction of EDEM 2.7, Director APAC, DEM Solutions
- 2) Smith William, Melanz Daniel, Senatore Carmine, Iagnemma Karl, Peng Huei, "Comparison of discrete element method and traditional modeling methods for steady-state wheel-terrain interaction of small vehicles", Journal of Terramechanics Vol. 56 61p ~ 75p, 2014
- 3) Zhenzhong Jia, William Smith and Huei Peng, "Fast Computation of Wheel-Soil Interactions for Safe and Efficient Operation of Mobile Robots", Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2011

STS 극저온 벨로우즈의 구조해석

서창명¹, 권민수¹, 장성철¹, 정현철², 박중호³

한국폴리텍IV대학 충주캠퍼스¹, 엔이에스(주) 기술연구소², 한국기계연구원 극한기계³

Structural Analysis of Ship to Ship Cryogenic Ballows

Chang-Myung Seo¹, Min-Soo Kwon¹, Sung-Cheol Jang¹, Hyoen-Chul Jeong², Joong-Ho Park³

Chungju Campus of Korea Polytechnic IV¹, NES Co., LTD.², Korea Institute Machinery & Materials³

Abstract

When the fuel supply to LNG ship to ship or pipe to ship is made, the flexible hoses will be displaced by waves. In particular, in the case of -162°C , cracks and ruptures are accelerated by the loss of flexibility due to freezing of pipelines. To address this, the basic study on optimization design by structural analysis was carried out with QC/DC, ERC, and Ballows mounted at the points where the greatest variation occurred.

1. 서 론

LNG 벙커링은 기존 석유계 연료에 비해 매연과 이산화황 배출이 거의 없고 질소 산화물은 90% 이상, 온실가스 20% 이상을 감축이 가능하며 연비도 거의 대등하다. 특히 LNG 가격이 석유보다 저렴하여 선주들에게도 환경적, 경제적 두 측면을 모두 만족시키는 매력적인 대안이기에 때문에 향후 급격한 시장 확대가 예상되므로 에너지, 조선, 해운업계 유수의 전문 기관들이 전망하고 있다. 이로 인해 LNG 벙커링 기술은 선박 및 LNG 연료 추진선박에 연료이송을 위한 핵심기술로 독자적 기술 선점시 국내 조선기자재 산업을 선도할 것으로 예측되고 있으며 이와 관련된 연구가 국내외에서 활발히 진행중이다¹⁻²⁾.

LNG 벙커링 선박 및 LNG 연료 추진선박은 강화되는 온실가스와 배기가스 규제에 대응하기 위한 대안 기술이며, 조선기자재 산업의 신성장 동력으로서 기여할 수 있는 차세대 제품이다. LNG 연료공급 시스템 기술은 친환경/고부가가치선박 시장의 주도권을 확보하기 위하여 필수적인 기술이며, 유럽, 미국, 일본, 중국 등 기술개발 투자가 집중되어 있다. 특히 LNG 벙커링의 핵심기자재인 QC/DC의 경우 국내에서 연구가 어느정도 이루어지고 있으나 기술적 결함 및 시장 선점이 되지 않아 사업화가 이루어지지 않은 상태로 파악된다. 수입 제품의 경우 QC/DC 단품으로 이루어져 있어 Flexible Hose의 전후단에 대한 특성 파악이 제대로 되지 않아 -162°C 의 극저온 상황에서의 작동시 균열 및 파열 등의 문제가 발생한다고 보고되어 있다. Ship to Ship이나 Pipe to Ship 등 LNG선박으로의 연료공급이 이루어지면 파도에 의한 Flexible Hose의 변위가 발생하게 된다. 특히 -162°C 의 상황에서는 송유관의 동결현상으로 인해 유연성을 잃게되어 균열 및 파열이 가속화되는 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 이를 해결하기 위해 변위량이 가장 많이 발생하는 지점에 QC/DC, ERC, 벨로우즈를 탑재하여 구조해석에 의한 최적화 설계에 대한 기초 연구를 수행하였다.

2. 설계 및 해석

LNG 벙커링 기자재는 연료가 극저온 환경에 상시 운용되므로 저온상태의 열변형, 고압조건에서 신뢰성이 반드시 확보되어야한다. 기존 기술은 STS 벙커링 주유시 -162°C 의 극저온과 재료의 단단한 특성으로 인해 파도 및 선박간의 높이차 고려시 플렉시블 호스의 피로누적 및 피로파괴 증가에 의한 안정성 측면이 선호되어져야 하나 피로파괴가 항상 내재되어 있다. 그러나 개발기술은 Fig 1과 같이 STS 주유시 파도 및 선박간의 높이차이가 발생되더라도 안정성이 고려되고, 극저온 단열성능을 높이기 위해 적용된 이중 단열 벨로우즈 구조를 포함하는 QC/DC 커넥팅 벨로우즈가 일체화된 국산화 기술 개발이다.

본 연구에서는 4", 6" QC/DC 국산화 개발을 수행하기 위한 전단계로서 3" 제품에 대한 Lab-Scale Kit를제

작하였다. 이를 위해서 국내외 제품 분석 및 자료 조사를 EN 1474-1, EN 1474-3에 의해서 수행하였다.

Fig. 2~3은 3" QC/DC, ERC에 대한 제품설계와 이에 대한 해석 자료이다. 해석은 -162°C 초저온 유체가 QC/DC, ERC 내부로 흘러가므로 심냉처리에 의한 초저온의 소재 변형 최소화이다. 해석결과 QC/DC 핸들이 인접한 곳은 상온에 근접한 온도 양상을 보이고 있으며, ERC의 경우 최대온도는 약 -140°C 정도 나타나는 것을 확인할 수 있다. 습도가 높은 병커링 환경에서는 표면에 얼음층이 형성될 것으로 예측된다.

Fig. 4는 QC/DC용 단열 이중관 구조를 가지는 Bellows 제품에 대한 설계/발열/유동해석 결과이다. 벨로우즈 안쪽 내부는 -162°C의 LNG에 노출되고, 안쪽과 바깥쪽 주름 사이는 진공층이 형성된다. 이로인한 열전달이 발생하지 않는 단열층이 존재하게 되어 온도구배가 상당히 크게 발생하는 현상이 관측된다. 본 연구에서는 상온용 3"의 QC/DC용 Bellows를 설계 및 제작하고, 변위량 상하/좌우 5° 이상을 가지는 이중관 구조의 Bellows를 설계하는 것이다. 극저온 환경을 고려한 열전달 계수는 0.015W/mk 단열소재의 Bellows에 대한 구조 및 열응력 해석에 따른 설계인자를 확보하는 것이다.

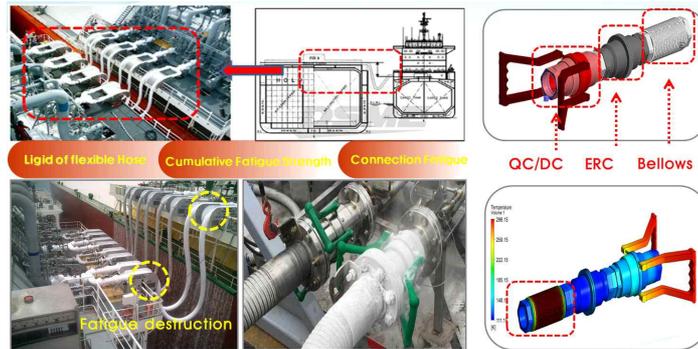


Fig. 1 Cryogenic hose hardening and bunkering parts

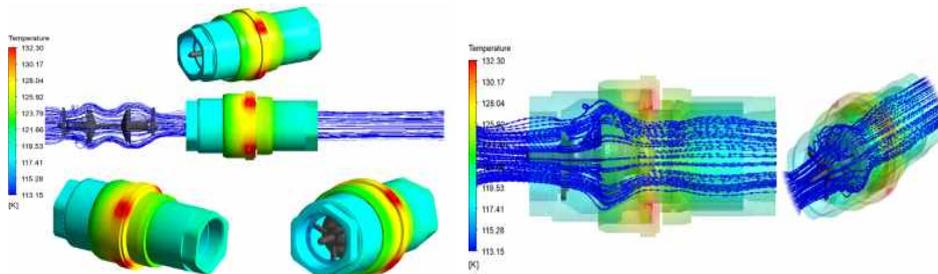
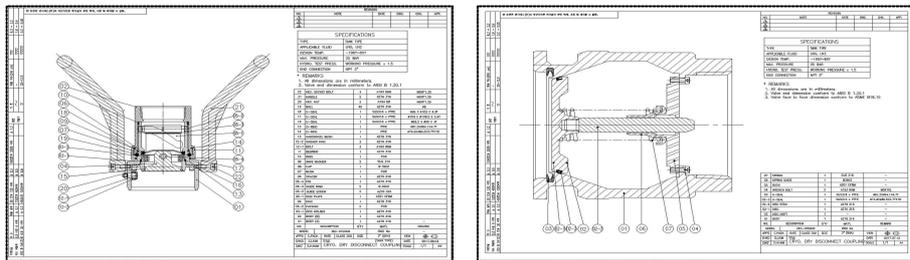


Fig. 2 QC/DC for localization of the design and heat flow analysis

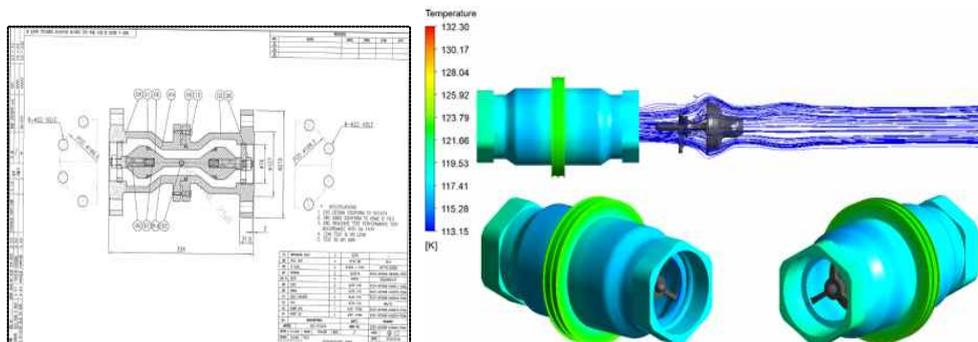


Fig. 3 ERC for localization of the design and heat flow analysis

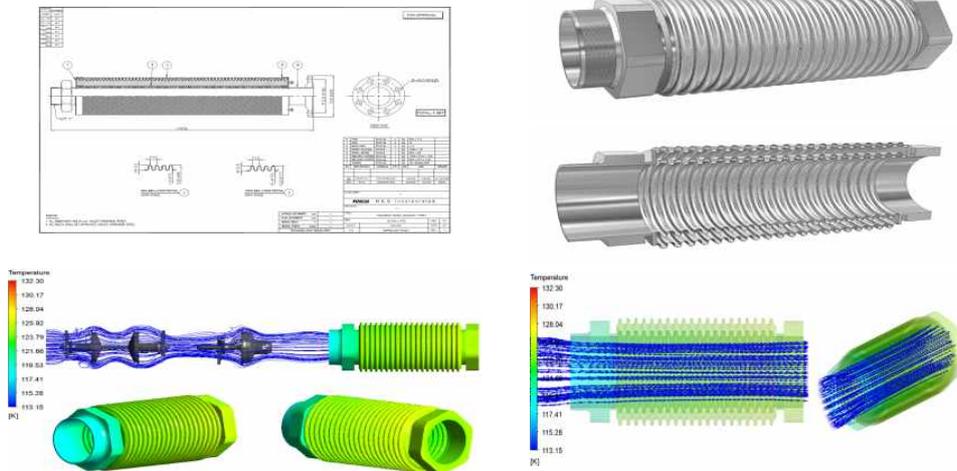


Fig. 4 Bellows for localization of the design and heat flow analysis

3. 결론

본 연구에서는 변위량이 가장 많이 발생하는 지점에 QC/DC, ERC, 벨로우즈를 탑재하여 구조해석에 의한 최적화 설계에 대한 기초 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. QC/DC 핸들이 인접한 곳은 상온에 근접한 온도 양상을 보이고 있으며, ERC의 경우 최대온도는 약 -140°C 정도 나타나는 것을 확인할 수 있다.
2. 벨로우즈 안쪽 내부는 -162°C의 LNG에 노출되고, 안쪽과 바깥쪽 주름 사이는 진공층이 형성된다. 이로 인한 열전달이 발생하지 않는 단열층이 존재하게 되어 온도구배가 상당히 크게 발생하는 현상이 나타나는 것을 알 수 있다.

후기

본 연구는 한국산업기술진흥원 경제협력권 산업육성사업(P0002316)에 의해 진행된 연구이며, 관계자에게 감사함을 전합니다.

[참 고 문 헌]

- 1) 정현철, 장성철, “벨로우즈가 설치된 LNG 벙커링 장치”, 특허출원, 10-2015-0022189, 2018
- 2) S. C. Jang, H. C. Jung, J. P. Eom, and G. J. Shin “Basic Design of QC/DC Bellows for LNG Bunkering Vessel”, KSPSE Spring Conference, pp.47-49, 2018.

2018년도 한국산업융합학회 춘계학술대회 논문집
지역주력산업 기업지원 성과분석에 관한 연구
- 최근 2년간 지능형기계부품산업(부산)을 중심으로

이동구¹, 류제두¹, 남건석¹, 하경남^{1#}
 한국생산기술연구원¹

Study on Analysis of the Outcomes of Supporting SMEs Project
- Focus on Intelligent Machine Parts Industry (Busan)

Dong Gu Lee¹, Je Doo Rye¹, Keon Seok Nam¹, Kyoung Nam Ha^{1#}
 Korea Institute of Industrial Technology¹

Abstract

Continued R&D investment by the government and corporate support played a major role as the background of the rapid growth of the Republic of Korea. In 2017 of the Republic of Korea, the R&D support size of the government accounted for 19.7 trillion won, accounting for 4.7% of the government budget. Government R&D budgets are increasing by 2.5% each year.

In this paper, we analyzed the outcomes of the Busan regional company support project conducted in the 2 years. For the time series analysis, we gathered company support amount by year, sales after company support, employment. We used IBM SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) statistics 18 for correlation analysis.

1. 서 론

본 연구에서는 2015년도, 2016년도에 수행된 부산지역주력산업육성사업 비R&D사업인 지능형기계부품산업 기업지원사업의 결과를 Pearson 상관관계분석을 통해 기업지원사업이 기업의 고용, 매출증대에 어떠한 상관관계를 보이고 있는지를 분석 하고자 한다. 연구모형은 2년간(2015~2016) 수행된 부산지역주력육성사업 지능형기계부품산업 4개지원사업 수혜기업 대상으로 하되, 기업의 지원금액과 고용 및 매출에 대한 228개 자료를 SPSS statistics 18을 활용하여 빈도분석과 상관관계분석을 실시하였다.

2. 연구방법 및 분석

2.1 변수의 정의

본 연구의 상관분석에 활용되는 변수는 아래의 표1에 영문 이니셜 첫 자로 정의하여 표시하였다.

표1. 분석모델의 변수 정의

Variable	Definition of variables	unit
Support project cost (C)	Through support projects, the supported amount	Thousand won
New Employment (NE)	New employment that occurred during the support period	Person
Sales (domestic) in commercialization (SD)	Domestic sales generated during the support period	Thousand won
Sales (overseas) in commercialization (SO)	Overseas sales generated during the support period	Thousand won

2.2 신규 고용 빈도분석

수집된 데이터 중 신규 고용에 대해 빈도분석을 선 수행하였으며, 표 2와 같이 2015년도에는 40명, 2016년에는 83명의 신규고용이 발생하였다. 하지만, 2015년도에는 84%이상, 2016년도에는 53%이상의 고용이 발생되지 않았다.

표2. 신규 고용

New employment	2015Y		2016Y	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent
0	117	84.8	48	53.53
1	9	6.5	22	24.4
2	8	5.8	12	13.3
3	2	1.4	2	2.2
4	1	0.7	2	2.2
5	1	0.7	1	1.1
6	0	0	3	3.3
TOTAL	138	100	90	100

2.3 상관관계 분석

기업지원사업의 기업지원비용이 고용과 매출에 어떠한 영향을 미치는지 상관관계 분석을 실시하였고, 상관관계 분석 결과는 표 3에서 확인할 수 있다. 2015년도 자료에 대한 상관관계 분석결과로 사업비는 신규고용(r=0.416)과 양(+)의 상관관계를 사업화매출(국내)은 사업화매출(국외)과 양(+)의 상관관계를 보이는 것으로 분석되었다. 2016년도 자료에 대한 상관관계 분석 결과로 사업비는 신규고용(r=0.303)과 양(+)의 상관관계를 가지나 국내외 사업화 매출은 유의한 상관관계를 가지지 못함을 보여주고 있다.

표3. 2015년 / 2016년 상관관계

		2015Y				2016Y					
		C	NE	SD	SO	C	NE	SD	SO		
C	Person correlation coefficient	1	.416	.066	.016	C	Person correlation coefficient	1	.303**	.068	-.126
	Person correlation coefficient	.416**	1	.118	-.009		Person correlation coefficient	.303**	1	.092	.103
	Person correlation coefficient	.066	.118	1	.453**		Person correlation coefficient	.068	.092	1	-.056
	Person correlation coefficient	.016	-.009	.453**	1		Person correlation coefficient	-.126	.103	-.056	1

** . Please note that the correlation coefficient is 0.01 level (both sides).

3. 결 론

2년간 수행된 부산지역 주력육성사업 중 지능형기계부품산업 기업지원사업의 신규고용과 매출에 대한 지원사업비의 상관관계 분석을 수행하였다. 상관관계 분석결과 기업지원비용과 신규고용은 다소 높은 상관관계를 보이고 있고, 기업지원금액에 따라 기업의 직간접 고용에 어느 정도 영향을 미친다고 볼 수 있다. 다만, 전체 고용 빈도 분석결과 상당히 낮은 고용이 이루어지고 있는 것으로 보아 사업비 지원만으로 고용을 증대시키기에는 한계가 있다는 것을 확인 하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) H. G. Lee, S. T. Seo, "A Study on the Policy Management System of the Promotion Program for Regional Strategic Industry", Journal of Korean Urban Management Association, vol. 19, no. 3, pp. 71-95, (2006).
- 2) Y. S. KIM, "Analysis and Implications of the Outcome of Regional Strategy Industry Development Policy", Korea Institute for Industrial Economics & Trade, 2008. 4. pp. 3-7.

연료전지 금속 분리판의 공정변수에 의한 실험

진철규¹
경남대학교 기계공학부¹

Experiment by Parameters of Fuel Cell Bipolar Plates

Chul Kyu Jin¹
Kyungnam University¹

Abstract

In this study, bipolar plates in fuel cells are formed using rubber forming process. The effects of important parameters in rubber forming such as hardness and thickness of rubber pad, speed and pressure of punch that compress blank, and physical property of materials on the channel depth were analyzed. In the soft material sheet Al1050, deeper channels are formed than in materials STS304 and Ti. The channel depths of bipolar plates formed with Al1050, SS304 and Ti-G5 under the above process condition were 0.453, 0.307, and 0.270 mm, respectively

1. 서 론

연료전지 분리판(Bipolar plate)은 얇은 판재에 요철형상의 채널(Channel)이 패턴형태로 삽입된 제품이다. 채널을 통하여 화학반응에 필요한 수소와 산소가 이동하기 때문에 채널의 형상은 분리판 전체로 균일하게 제작되어야 한다. 이외에도 분리판은 전기 전도성 및 열 전도성이 우수한 소재여야 하며, 어느 정도 기계적 강도를 가져야 한다. 특히, 연료전지가 상업적으로 상용화되기 위해서 분리판 가공방법은 반드시 대량공법으로 제작되어야 한다. 분리판 소재로 Graphite가 사용되어 왔지만, 취성(Brittle), 기공에 의한 가스 침투율(gas impermeability), 고가의 채널 가공비용, 긴 가공시간 등으로 인해 현재는 금속으로 대체되고 있다. 이에 따라 금속 분리판을 대량 생산으로 가공할 수 있는 공법 개발에 관한 연구가 활발히 진행 중이다. 연료전지의 소재로 각광받고 있는 세가지 금속 소재인 Aluminum 1050, Stainless steel 304, Titanium G5를 이용하여 소재의 물리적 특성에 따른 분리판 채널의 성형성을 비교한다.

2. 본 론

2.1 실험

연료전지 금속 분리판 소재로 전기 전도성 및 열전도성, 내식성이 우수한 Aluminum, Stainless steel, Titanium이 가장 적합한 소재로 각광받고 있다. 이 세가지 소재를 두께 0.1 mm의 판재로된 것을 실험에 사용하였으며, 가로(압연방향) 및 세로를 각각100 mm로 절단하여 Blank를 제작하였다. 고무성형공법을 이용하여 금속 판재에 채널을 성형하기 위해 정격하중 200ton 유압프레스를 이용하였다. 실험 순서는 하부 컨테이너에 고무 패드를 삽입한 후, 고무패드 위에 금속 Blank을 올려놓는다. 유압프레스에 펀치의 하강속도 및 압력을 설정한 다음 펀치를 하강시켜 Blank와 고무패드를 동시에 가압한다. 채널이 성형된 금속 판재를 하부 컨테이너에서 꺼내고, 다시Blank를 삽입하면서 실험을 반복한다.

3. 결과 및 토의

고무성형공법을 통하여 채널이 성형된 Al1050, SS304, Ti 분리판을 Fig. 4에 나타내었다. 눈으로는 세가지 분리판에 대한 채널 깊이 차이를 식별할 수는 없지만, Al1050 분리판의 채널 패턴 형상이 좀 더 또렷하게 보이는 것은 확인할 수 있다. 세가지 분리판 모두 균열 및 주름 현상이 없을 뿐만 아니라 판재 자체의 비틀림 없이 평탄하다.

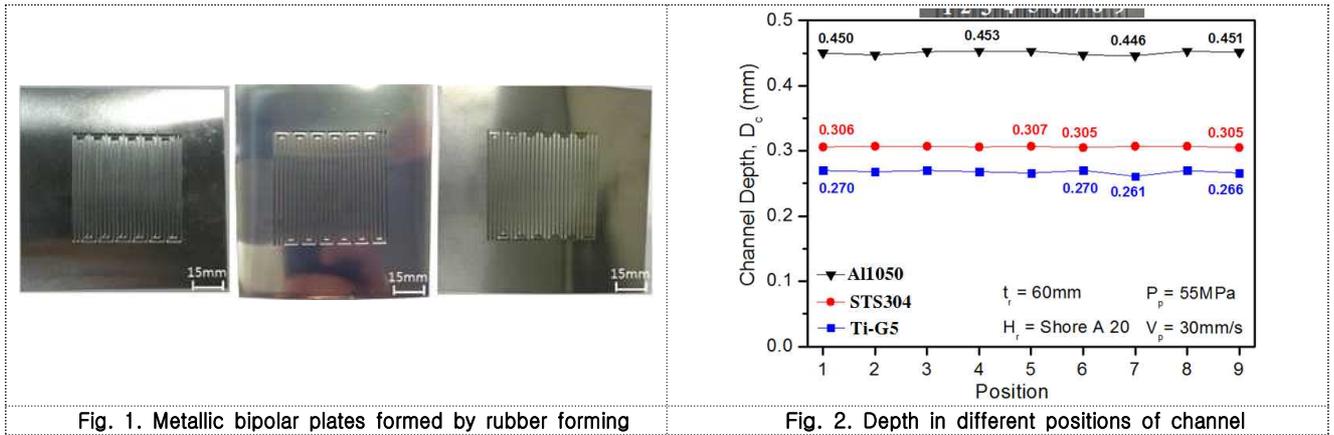


Fig. 9는 최적조건으로 제작된 세가지 금속 분리판의 아홉가지 위치에 대한 채널 깊이를 나타낸다. Al1050의 경우 최대와 최소의 깊이 차이는 0.007 mm, SS304는 0.002 mm, Ti는 0.004 mm 이다. Al1050이 채널의 깊이는 제일 깊지만, 채널의 균일성은 SS304가 가장 균일한 것을 알 수 있다.

4. 결 론

상대적으로 연질인 Aluminum이 모든 성형조건에서 Stainless steel과 Titanium보다 성형된 채널의 깊이가 깊었다.

사 사

본 연구는 2018년 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (No.2017R1C1B5017242).

[참 고 문 헌]

1) G. Sala G, "A numerical and experimental approach to optimise sheet stamping technologies:Part II - aluminium alloys rubber-forming," Mater Des, Vol. 22, pp. 299-315 (2001).

마이크로웨이브 레이저 정밀 표면패턴 가공기술과 마찰특성평가

채영훈¹, 허원영², 김동진², 이수민², 박민식²
경북대학교 음향공학연구소¹, 금속신소재공학과 학부생²

Friction property for micro wave surface pattern by laser surface texturing

Young Hun Chae¹, Won Young Heo², Dong Jin Kim², Soo Min Lee², Min Sik Park²
Institute of Acoustic Engineering¹ and Metallurgy² in Kyungpook National University

Abstract

Although the laser processing is applied to diverse sections as they are easily manipulated and processed, there are not enough understanding of 3D figures regarding to laser surface texturing. The research of friction lubricant property of the pattern is also insufficient. As adjusting focal length of fiber laser and processing it to research the precision laser process patterns, I study the friction properties. Furthermore I researched the friction lubricant property of process patterns. This research is focused on the processing figures of laser process surface appeared in designed variable of laser pattern processing.

1. 서 론

Nano/Micro surface patterning 가공기술은 수nm에서 수십nm에 대한 초정밀 가공이 발전되고 있다. 이러한 NT융합 가공기술은 기계부품의 성능 향상관점과 고부가가치화 부여 등의 발전으로 연결시키는 연구가 진행 중이다.[1] 표면텍스처링 기술은 마이크로 그루브(groove)와 마이크로 원형(circle)의 형상을 가지는 표면에서의 마찰특성에 대한 연구를 진행하고 있다. 아직까지 설계된 형상에 따른 마찰특성에 대한 마찰특성의 규명에 대하여 연구 중에 있다[2]. 이러한 패턴에 대한 정밀가공에 대한 연구와 관련 윤활특성에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다.

레이저가공은 조작과 가공이 쉬워 많은 분야에서 적용하고 있으나, 레이저 표면 텍스처링 기술에서 패턴 내의 3차원형상에 대한 가공에 대한 이해가 부족하고, 그 패턴의 마찰윤활특성에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 정밀레이저패턴가공 기술에 대한 연구를 위하여 파이버레이저의 초점거리를 조정하여 가공 후 표면 프로파일을 연구하고, 이것에 대한 마찰특성을 연구하고자 한다. 또한 가공패턴에 대한 마찰윤활특성에 대한 연구를 수행하였다. 우선 이번 연구에는 레이저패턴가공기술에서 설계된 변수에서 나타나는 레이저가공 표면 가공형상중심으로 연구하자 한다.

본 연구는 Fiber Laser pattern가공 기술에 대한 가공 변수 설계와 그 가공패턴에 대한 마찰윤활특성에 대한 연구를 수행하였다. 우선 이번 연구에는 Laser 패턴가공기술에서 설계된 파라메타에서 나타나는 레이저가공표면 형상중심으로 연구하고 그 패턴에 대한 마찰특성을 연구하였다.

2. 본 론

2.1 마이크로 웨이브 레이저가공 시편제작

마이크로 웨이브 레이저가공 시편을 제작하기 위하여 마이크로웨이브 폭 크기를 100 μ m, 200 μ m 및 300 μ m를 설정한 후에 밀도별 10%, 15% 및 20%로 나누어서 가공 파일을 설계하였다. 1개의 Wave를 먼저 만들고 넓이, 길이, 높이 등을 측정하여서 밀도별로 필요한 Wave의 수를 설계하였다. 설계된 패턴 형상을 얻기 위하여 가공 조건을 찾기 위해 마이크로 웨이브 가공성에 영향을 주는 가공 파라메타를 설계하여 시편을 Fig. 1-3과 같이 제작하였다.

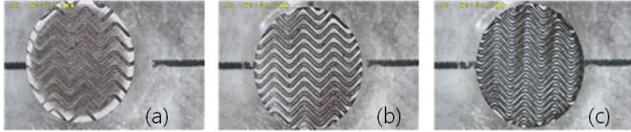


Fig. 1. Photos for micro wave pattern for 10%(a), 15%(b) and 20%(c) of density on 100µm of width

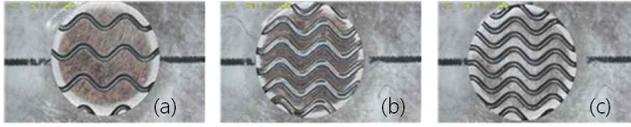


Fig. 2. Photos for micro wave pattern for 10%(a), 15%(b) and 20%(c) of density on 200µm of width

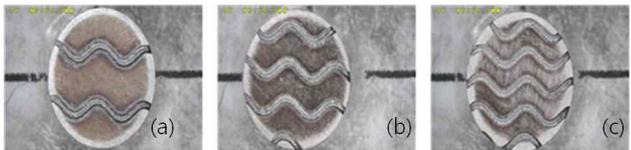


Fig. 3. Photos for micro wave pattern for 10%(a), 15%(b) and 20%(c) of density on 200µm of width

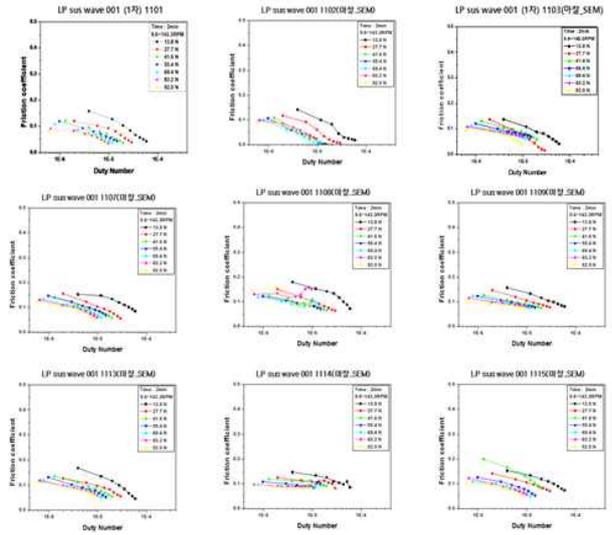


Fig. 4. Friction property for microwave pattern for 100µm

3. 결과 및 토의

표면 마이크로 웨이브 레이저 가공에 대한 SEM으로 촬영하고 표면 거칠기를 이용하여 깊이를 측정하였다. 레이저의 파워와 마이크로 웨이브 깊이간의 관계를 가지고 있었으며, 가공속도는 표면가공에서 레이저의 주파수와 각종파라메타에 따라 능동적으로 설계되어야함을 알 수 있었다.

마찰시험에서는 마이크로웨이브의 윤활특성은 패턴의 밀도에 따라 변화됨을 Fig. 4에 나타내었습니다. 윤활에서 혼합윤활에서 유체윤활로의 특성이 변화되고, 특정한 패턴에서 마찰윤활조건이 변화됨을 확인되었습니다. 이것은 Surface Texturing으로 마이크로 웨이브패턴이 유용될 것임을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구는 Laser Surface pattern가공 기술에 대한 가공 변수 설계와 그 가공패턴에 대한 마찰윤활특성에 대한 연구를 수행하였다. 마이크로 웨이브 패턴의 크기와 밀도에 대한 패턴가공의 품질에 영향을 받았으며, 이러한 패턴에 대한 마찰 시험을 수행하였다.

사 사

이 논문은 2016년 중소기업청에서 수행한 중소기업기술혁신개발사업(S2416832)의 지원을 받아 일부 수행되었음. 또한 한국연구재단 원자력연구개발사업 (NRF-2017M2A2A4A01071051)의 지원을 받아 수행되었음. 경북대학교 공학설계연구소에서 연구시설을 지원하였음.

[참 고 문 헌]

- 1) Chae, Y. H., Park, D. S and Lee, J.W.m “Friction property on the size of wide for Micro-Grooved Pattern under Mixed boundary lubrication condition”, KSTLE Proceeding , Fall P-01, 2013.
- 2) Chae, Y. H, Evaluation of Friction Properties and Precious Laser Engraving for a Dimple Pattern in Micro-Scale Laser Surface Texturing, KSTLE Proceeding, Fall, pp.119-120, 2015

SNCM 4 2 0 소재의 인성 평가를 위한 오스템퍼링 열처리 조건별 충격값 연구

이호, 최 만호
(주)청호열처리 기업부설연구소

A study on the impact values by aus tempering system conditions for the evaluation of SNCM420

Ho Lee, Man-Ho Choi
R&D Center, Chung Ho Heat Treatment Co.,Ltd.

Abstract

This study measured the variation in the impact value following the manufacture of the SNCM420 material for the main parts of the transport machine according to the heat treatment cooling conditions.

1. 서 론

수송기계의 엔진 및 변속기 부품등에 주로 사용되는 SNCM 420 소재의 인성평가를 위하여, 오스템퍼링 열처리 가열 및 냉각 조건별 시편의 충격 시험 및 그 결과 값을 평가 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시험용 Aus-tempering system

충격 시편 제작을 위한 시험용열처리 시스템은 가열실과 항온 냉각실로 분리 하였으며, 가열완료 후 가열된 시편이 냉각실로 낙하되어 pearlite 변태를 최대한 막기 위하여 투입될 수 있도록 하였다.

가열실의 내부 산화를 방지하기 위하여 질소가스를 공급하면서 Max. 950°C 가열할 수 있도록 하였고, 가열 온도 및 가열 시간을 제어 할 수 있도록 설계 하였다. 항온 냉각실은 염욕의 온도를 일정하게 유지할 수 있도록 하였다. 가열완료 후 pearlite 변태를 막기 위하여 1초 이내에 냉각실로 투입될 수 있도록 하였다.



Fig. 1. Aus-tempering system for testing

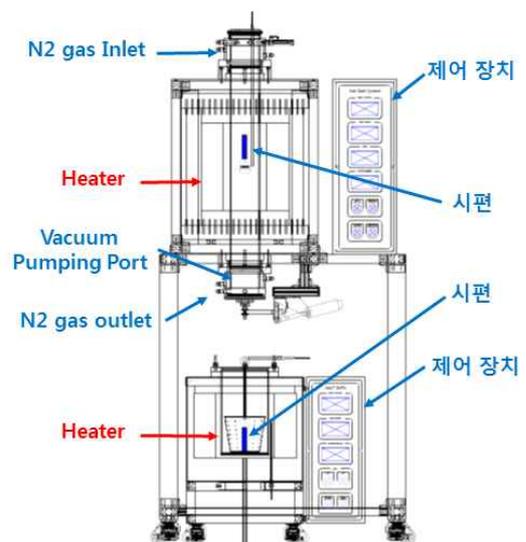


Fig. 2. Drawing of Aus-tempering system

2.2 시험 방법

시험 방법으로는 충격 시편 제작 후 가열시간 및 냉각 시간을 다르게 하여, 오스템퍼링을 진행 하였으며, SNCM420 충격시편은 KS B ISO TR 25679 기준이며, 그림과 같다.

Heat No.	Chemical Composition(wt.%)										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu		
Spec.	MIN.	.170	.150	.400			1.550	.350	.150		
	MAX.	.230	.350	.700	.0300	.0300	2.000	.650	.300	.300	
N07413	.187	.239	.634	.0091	.0009	1.700	.527	.258	.112		

Fig. 1. SNCM420 Inspection-certificate



Fig. 2. Impact test piece

3. 결과 및 토의

가열 850°C/2hr, 냉각: 350°C/2hr에서는 167,165,162(J) 평균 165(J), 가열 850°C/2hr, 냉각: 350°C/3hr에서는 257, 223, 201(J) 평균 227(J), 가열 850°C/2hr, 냉각: 350°C/4hr 186,181,179(J)평균 182(J)이 측정 되었다.

가열 850°C/2hr, 냉각: 300°C/3hr에서는 201,196,196(J) 평균 198(J), 가열 850°C/2hr, 냉각: 450°C/3hr에서는 72,72,62(J) 평균 69(J), 가열 850°C/2hr, 냉각: 400°C/2hr 205, 202, 190(J)평균 199(J), 냉각: 400°C/3hr 189, 186, 186(J) 평균 187(J)이 측정 되었다.

가열조건 (°C/hr)	냉각조건(°C/hr)		충격값 (J)
	온도	시간	
850/2	300	3	198
	350	2	165
	350	3	227
	350	4	182
	400	2	199
	400	3	187
	450	3	69

Fig. 1. result of Impact test



Fig. 2. graph of Impact test result

4. 결 론

오스템퍼링 열처리를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 가열 850°C/2hr에서 냉각온도 및 시간에 따라서 충격값이 다르게 측정 되었으며, 냉각: 350°C/2hr에서 평균값 227J 가장 높은값이 측정 되었고, 냉각: 450°C/3hr에서 가장 낮은 평균값 69J 측정 되었다.

후 기

본 논문은 2017년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구과제(ATC)입니다. (No.10077434)

[참 고 문 헌]

- 1) 최만호, 이호, "SNCM420 인성평가를 위한 오스템퍼링 열처리 시스템 개발 및 충격시험, 한국산학기술학회 추계학술발표논문집, pp.311~312, 2017.

호안공사용 보수/보강재 개발

이영세
경북대학교 나노소재공학부

Development of Repairing/Reinforcement material for sea defence work

Yooyng Sei Lee
School of Nano & Material Science and Engineering, Kyungpook National University

Abstract

In this study, characteristic of new materials for repairing/reinforcement of sea and underwater structures using urethane were studied experimentally.

As a results, following their good result was obtained.

Materials and construction methods due to a chemical reaction, so no seams, shape or form, regardless of the variety of civil engineering in the field can be applied. Fast workability, hardening existing concrete compared with 80% in shortening. Than the existing large concrete pouring construction cost could be reduced by more than 30%.

1. 서 론

일반적으로 하천이나 바다에 인접한 토사지반을 보호하기 위한 호안공사에 의해 구축되는 구조물은, 그 특성상 하천의 유수 혹은 바다의 파도 및 밀물에 견딜 수 있도록 경사면으로 설치되어야 하나, 우리나라 대다수의 호안공사에 의해 구축되는 옹벽들은 작은 국토 면적을 최대한 활용하기 위해, 하천이나 바다와 접하는 토사지반이 만나는 부분에서 연직방향으로 세워져 있고, 이 옹벽 배면에는 토사지반을 옹벽의 높이 만큼 쌓아서 그 위에 도로 등이 만들어져 있다. 이러한 연직방향으로 세워진 옹벽은 계속해서 하천의 유수 혹은 바다의 파도 및 밀물의 충격을 받게 되어, 시간이 지나감에 따라 옹벽의 기초 바닥면과 이 기초 바닥면에 접하고 있는 토사지반 사이에는 바닷물 등이 침투하게 되어 장시간이 경과 되면, 토사지반의 계속적 침식에 의해 수로형 공동부는 점차 커지게 되고, 큰 공동부는 옹벽 배면에 만들어진 노면의 함몰 또는 파손을 유발시켜, 교통 사고 또는 장애를 유발시킬 뿐만 아니라 옹벽자체를 붕괴시킬 수 있다. 따라서 본 연구는 호안공사의 의해 구축되는 옹벽의 배면에 위치하는 토사지반에 형성된 공동부를 반영구적으로 빠른 시간내에 보수 및 보강할 수 있는 신재료를 개발 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 우레탄 약액의 제조

주제는 폴리에테르폴리올과 저급글리콜인 모노에틸글리콜, 디에틸렌글리콜, 트리에틸렌글리콜, 비할로겐계 방향족1차디아민, 실리콘계 정포제, 3차아민계 반응촉매, 저점성 3차아미드계 화합물, 수분 등의 성분을 배합 비율로 혼합, 반응시켜 제조하였다. 경화제는 MDI 단량체, MDI 이량체, MDI 삼량체, Polymeric MDI, 머 및 지방족 3차디아미드계 화합물을 적절한 비율로 혼합, 반응 시켜 제조하였다. 발포고결체의 생성방법은 주제 및 경화제를 중량비로 계량하여 용기에 함께 넣은 후 1,000rpm의 속도로 10초간 교반한 후 발포, 고결반응을 유도하였다.

2.2 실험방법

우레탄 액비(100/110, 100/106, 100/99)는 다시 3가지 유형으로 세분하여 실험하고 주재료와 부재료 비율을 달리하여 2가지 타입으로 구분하여 발포 실험을 실시하였다. 발포우레탄에 췌석 비율을 달리하여 실험을 한

후 발포우레탄의 선형 수축, 물 흡수율, 인장 강도 및 압축 강도를 측정하였다.

3. 결과 및 토의

3.1 쇠석혼합비

쇠석혼합비에 따른 경화수축율, 인장강도, 압축강도 및 흡수율에 대한 특성을 각각 Fig. 1 및 Fig. 2에 나타내었다.

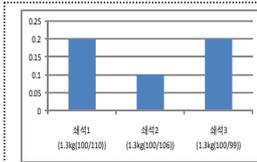


Fig. 1. Characteristics of hardening shrinkage for hard urethane.

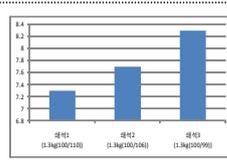


Fig. 2. Characteristics of tensile strength for hard urethane.

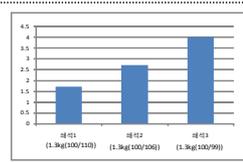


Fig. 3. Characteristics of compressive strength for hard urethane.

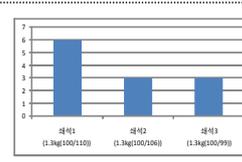


Fig. 4. Characteristics of absorptance for hard urethane.

쇠석 1.3kg, 액비 : C/C-MDI, 100/110, 100/106, 100/99의 경우 쇠석3에서 최상의 인장강도와 압축강도를 나타내 신재료로 적합한 것으로 판단된다.

3-2 3D 구조해석

SAP2000으로 해석한 그림을 Fig. 5에 나타내었다. S22는 y축 전단력, S33는 z축 전단력, SMAX는 최대 전단력, SMIN는 최소 전단력으로 나타내었다.

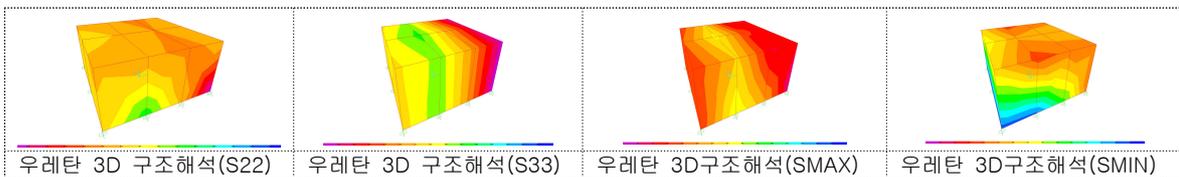


Fig. 5. Schematic diagram of 3-D analysis.

해석결과 3차원 구조 해석한 경질 우레탄의 최대압축강도는 4.0N/mm^2 이므로 허용 파괴계수 $f_r=2.0 \sqrt{f_{ck}}$ $=1.265\text{N/mm}^2$ 로 콘크리트 허용 파괴계수의 범위 내에 분포하는 것으로 판단된다. Y축 최대전단력과 최소전단력은 각각 296.6KN과 231.7KN로 나타났다. 또한 Z축은 최대와 최소가 각각 913.5KN과 661.9KN으로 나타났다며 외력이 10KN 작용시 최대전단력은 491.2KN으로서 전반적으로 허용 파괴 계수 범위를 초과하므로 수중구조물의 보수/보강재로서 유효성이 인정될 것으로 사료된다.

4. 결 론

획기적으로 보수/보강 또는 신축할 수 있는 신재료의 특성에 대하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

콘크리트를 대체할 수 있는 개발 신재료 및 공법은 방파제나 옹벽을 그대로 이용하면서 파도 충격으로부터 부식된 옹벽 지하 공동부를 기존 구조물의 변형 없이 반영구적인 보수/보강, 하천피해 지역의 복구 및 신축 공사에 즉시 실용화가 가능하였고 구조물의 변형 없이 반영구적으로 보수/보강이 가능하고 재난 상습피해 지역의 개보수 및 파손된 하천 양안 정비 및 신축공사에 즉시 실용화가 가능하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) 맹준호, 주용준, 신현화, 김규한, "해안개발사업에 따른 해안침식 영향 저감방안 연구", 한국환경정책평가연구원, KEI, RE-21, 연구보고서(2006)
- 2) 홍동호, "동해안 해안침식 관리와 개선방안에 관한 연구", 관동대학교 석사학위논문(2011)
- 3) 류택규, 이대호, 김용길, "해안 침식 방지 공법 연구", 생명자원과학연구 제26집, 92-97 (2004)
- 4) 이종석, 한재명, "자연 친화형 해안 침식방지 구조물의 안정성", 한국콘텐츠학회논문지 7, 9, 212-219(2007)

Mesh-belt 오스템퍼링 시스템 설계를 위한 염욕조에서의 낙하시험에 관한 연구

최만호, 이호
 (주)청호열처리 기업부설연구소

A study on the drop test in salt bath for mesh belt type aus-tempering system

Man-Ho Choi, Ho Lee
 R&D Center, Chung Ho Heat Treatment Co.,Ltd.

Abstract

In this study, the material is heated to austenite temperature (Ar1) and then cooled rapidly in the salt bath to improve the strength of the bainite, the retention time in salt bath and characteristics of the compound layer in fall are compared to use as a highly productive mesh-belter design data.

1. 서 론

자동차 엔진의 체인플레이트는 타이밍 체인벨트에 포함되는 핵심 부품으로 가혹한 운전 조건에 따라 인성, 내마모성, 내충격성, 제진성(소음방지), 저변형 등 기계적 성질이 요구되기 때문에 이러한 복합적인 요구 특성을 만족하고 부품의 제조원가를 절감하기 위해서 복합열처리(blend heat-treatment)법이 사용되고 있다. 오스템퍼링(austempering)과 침류질화(Sulfur-nitriding) 복합 열처리는 연강(SPCC)에서 고합금강, 스테인레스강 및 주철까지 여러 강종에 적용할 수 있으며, 특히 저급소재를 사용해서 고급소재와 비슷한 기계적 성질을 부여한다. 오스템퍼링은 소재를 오스테나이트(Austenite) 온도까지 가열(Ar₁) 후 염욕(salt bath)에서 급냉하여 베이나이트(Bainite)로 변태를 통해 제품의 강도와 인성의 개선을 주목적으로 하는 열처리법이다. 따라서 본 논문에서는 염욕에서의 유지시간 및 낙하시 겹침층에 따른 특성을 비교하여 생산성이 높은 오스템퍼링 연속로(mesh-belt furnace) 설계 자료로 활용하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시험방법

SPCC소재를 850°C로 가열하여 염욕(350°C)에 낙하시켜서 급냉 및 유지 시간을 10초, 30초, 2분, 5분, 1시간으로 설정하였으며, 시편을 단독 및 겹쳐지도록 하여 경도 및 조직 변화를 관찰하였다.

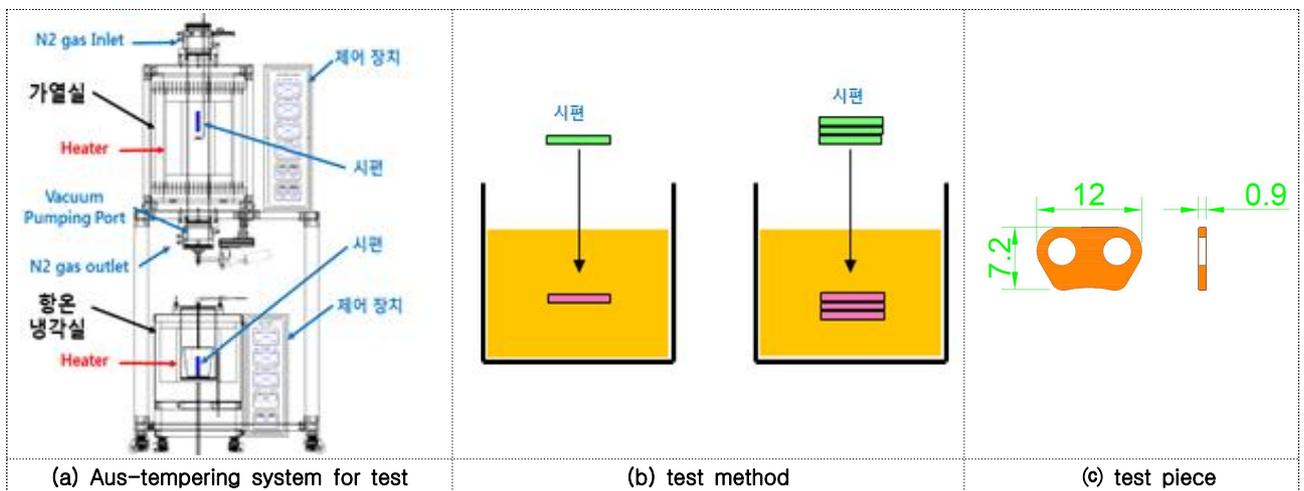


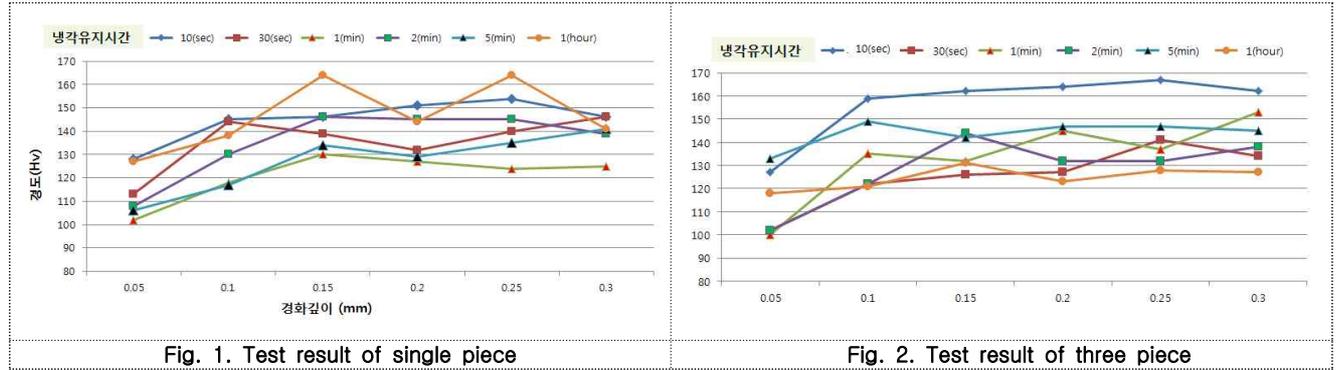
Fig. 1. Austempering system and Test piece

3. 결과 및 토의

3.1 표면경도 측정

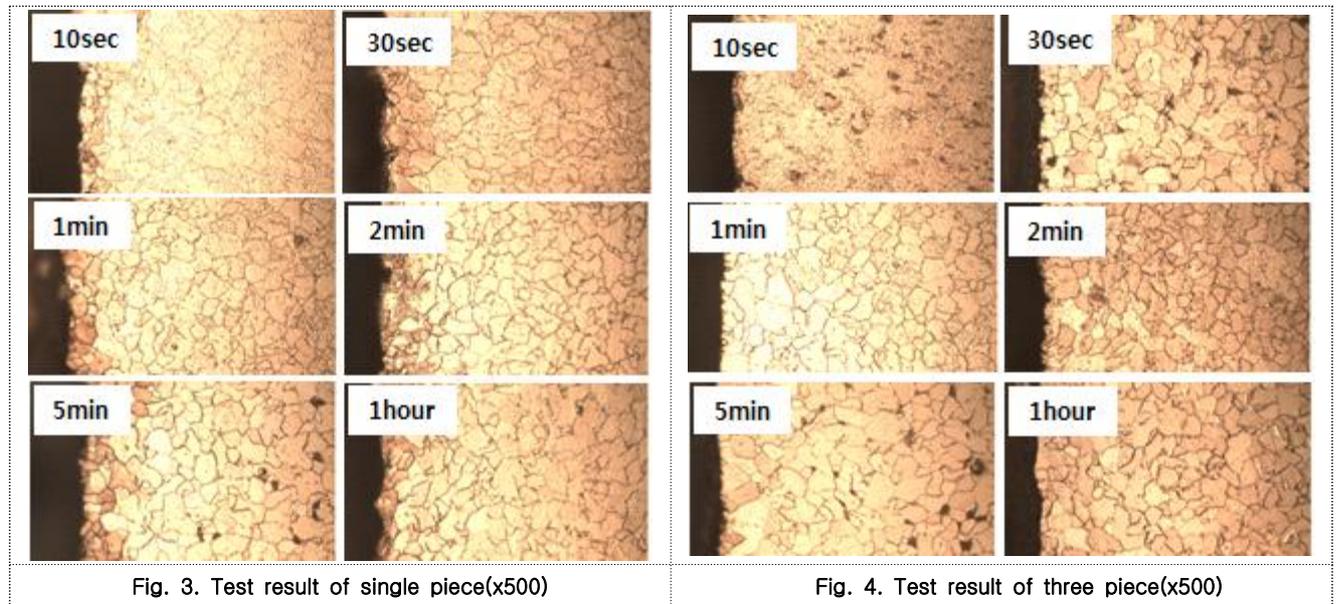
단일시편의 냉각유지 시간에 따른 경도 변화를 Fig1에 나타내었다. 표면에서의 경도값의 변화는 냉각시간이 10초에서 1분까지 증가함에 따라 처음에는 경도값이 평균 145(Hv)에서 121(Hv)까지 저하되었으며, 2min에서 1hour까지는 평균 경도값은 135(Hv)에서 146(Hv) 증가하였다.

3개 겹치기 시편에서는 냉각유지 시간에 따른 경도 변화를 Fig2에 나타내었다. 표면에서의 경도값의 변화는 냉각시간이 10초에서 1분까지 증가함에 따라 처음에는 경도값이 평균 157(Hv)에서 134(Hv)까지 저하되었으며, 2min에서 1hour까지는 평균 경도값은 128(Hv)에서 144(Hv)까지 증가하였다가 125(Hv)로 감소하였다.



3.2 미세 조직관찰

단일 및 3개 겹치기 시편의 냉각유지 시간에 따른 조직 변화를 Fig 3, Fig 4에 각각 나타내었다.



4. 결 론

본 연구에서는 염욕구간에서 개별 낙하 30초 이상, 겹침 낙하 2분 이상 유지 필요가 있다. 이는 메쉬벨트(mesh belt) 형식의 연속로 오스템퍼링 시스템의 생산량 및 가열 구간 길이 결정 판단 근거로 활용가능하다.

후 기

본 논문은 2017년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구과제(ATC)입니다. (No.10077434)

[참 고 문 헌]

- 1) 최만호, 이호, "SNM 420 인성평가를 위한 오스템퍼링 열처리 시스템 개발 및 충격시험, 한국산화기술학회 추계 학술발표 논문집, pp.311~312, 2017.

풀 브리지 PWM 인버터를 이용한 단상 유도전동기의 운전 기법에 대한 연구

김태성¹, 김성호², 김용휴³ 황선환¹
경남대학교 전기공학과¹, 키스톤 에너지², 부산테크노파크³

A study on Operation Algorithm of Single-Phase Induction Motor Using Full-bridge PWM Inverter

Tae Seong Kim¹, Seong Ho Kim², Yong Hyu Kim³, Seon Hwan Hwang¹
Kyungnam University¹, Keystone Energy², Pusan Technopark³

Abstract

This paper presents method to reduce the starting current that generates during start-up of single-phase induction motors. In general, single-phase induction motors requires separate starters to generate the starting torque because their structural characteristics. In this paper, a capacitor start-run method of the single-phase induction motor is fundamentally selected. This method is efficient and has a large starting torque, but it generates about 5~6 times of inrush current at start-up. As a result, a deep freezer starting and peripheral devices are damaged and life may be reduced. A current control algorithm based on the virtual dq model is applied to reduce the inrush current generated at start-up. Also, it proposed algorithm through experiments to smooth transit for start-up operation to the rated operating range.

1. 서 론

일반적인 가전제품의 경우, 상용전원이 단상 교류 전원이므로 추가적인 전력변환장치가 불필요하고 가격이 저렴하며 유지보수가 용이한 단상 유도전동기가 널리 사용되어지고 있다. 그러나 3상 유도전동기와는 달리, 단일 위상에 의해 생성된 자기장은 고정된 상태로 유지되고, 시간에 따라 맥동하기 때문에 추가적인 고정식 시스템 구조의 직접 기동방법이 요구되어진다. 이러한 직접 기동방법을 이용할 경우 모터의 기동 전류는 정격의 5~6배 정도의 과전류가 흐르게 된다. 이와 같은 이유로 단상 유도전동기의 기동전류 저감에 대한 많은 연구들이 수행되어지고 있다. 따라서, 본 논문에서는 단상 유도전동기용 커패시터기동 및 운전방법에서 PWM 인버터를 적용하여 기동 시 발생하는 돌입전류를 저감하고, 정상 상태에 도달하였을 때 일정전압/일정주파수 제어를 하도록 하는 정속운전전환 알고리즘을 제안한다.

2. 본 론

2.1 제안하는 소프트 스타트 기법

단상 유도전동기의 상전류 정보를 이용하여 전역통과필터를 거친 가상 dq 모델을 생성하고, 좌표변환을 통해 동기좌표계로 변환한 후에 PI제어기를 통해 제어한다. i_{ds}^e 는 '0'으로 제어되고, i_{qs}^e 는 PTC(Positive Temperature Coefficient)의 동작기준에 따라 기동 시 돌입전류보다 낮고, 최소 기동토크를 유지할 수 있는 크기로 제어된다. 제어기 출력인 v_{ds}^* , v_{qs}^* 는 역변환을 통한 v_{ds}^{s*} , v_{qs}^{s*} 로 변환되고 v_{ds}^{s*} 는 정현파 PWM의 전압지령과 정속운전전환의 전압제어 위상 추종에 사용된다.

2.2 정속운전전환

실험에 사용된 초저온 냉동고는 상용주파수에서 동작하므로 정상상태에서는 일정전압/일정주파수에서 동작해야한다. 모터가 구동하고 PTC가 동작하면 운전 전류는 제어기의 지령 전류보다 작아지므로 오차가 커져 제어되는 전압이 상승하게 되어 이상동작을 하게 된다. 이러한 문제로 인해 소프트 스타트와 정상상태구간 사이의 운전전환 알고리즘이 필요하다. 이때, 출력 전압과 위상각이 제어기의 목표 전압과 동일해야하는데 본 연구에서는 arctangent 기반 PLL 기법을 이용하고, 운전전환은 목표 전압 220[Vrms]에 도달 전에 수행된다.

3. 결과 및 토의

제안한 알고리즘의 타당성을 검증하기 위해 단상 유도전동기의 기동방법으로 직입기동과 제안한 알고리즘의 결과를 비교하였다. Fig. 1.과 Fig. 2는 -60°C 에서 -40°C 의 초저온 냉동고의 실내 온도변화에 따른 단상 유도전동기의 직입 기동 실험결과와 제안한 알고리즘을 적용한 결과를 보여준다. 직입 기동 시 입력전류가 순간적으로 약 24[A]까지 인가되며, 기동권선에는 약 6[A]의 높은 전류로 인한 기동소자 및 주변기기의 소손을 유발할 수 있다. Fig. 3은 알고리즘 적용 시 기동과 동시에 i_{ds}^e 와 i_{qs}^e 가 90° 의 위상 차이를 가지는 것을 확인할 수 있고, 기동시간은 약 2.2[sec]이며, 직입 기동방식에 비해 전체 입력 전류가 25%이상 감소하였다. Fig. 4.는 운전모드전환을 위한 위상각 생성파형을 보여준다. 알고리즘을 따라 각을 추종하고, 전환시점에 가까워지면 60[Hz]의 각을 만들고, 위상과 지령 전압조건이 만족할 때 운전모드전환을 시작하여 일정전압/일정주파수 제어를 하게 된다.

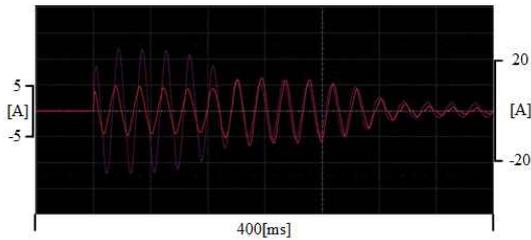


Fig. 1. Input current and starting winding current.

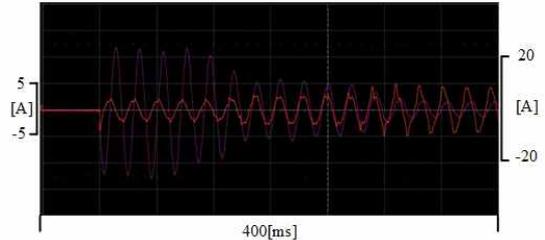


Fig. 2. Input current and auxiliary winding current.

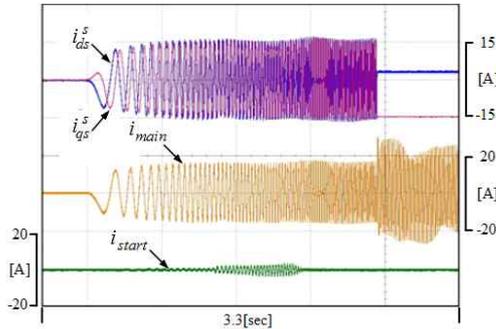


Fig. 3. Applying the starting current reduction algorithm.

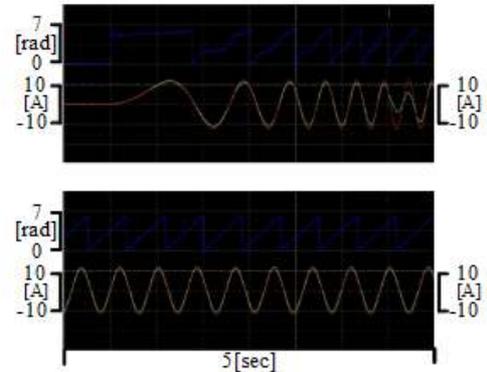


Fig. 4. Phase angle generation waveform for constant speed mode conversion.

4. 결론

본 연구에서는 초저온 냉동기의 기동전류를 저감하기 위해 가상 dq 모델 기반 새로운 소프트 스타트 알고리즘을 제안하고, 기동 후의 정상상태에서의 일정전압/일정주파수 운전을 위한 운전모드의 전환 알고리즘을 제안한다. 단상 유도전동기의 구동 시스템을 검증하고 실현하기 위해 초저온 냉동고가 사용되었고, 제안한 소프트 스타트 및 운전모드전환 알고리즘의 타당성을 실험결과를 토대로 검증하였다.

감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 지역주력산업 육성사업으로 수행된 결과임. (과제번호 R0006360)

[참고 문헌]

- 1) C. J. KIM, C. Y. Choi, D. E. Lee, G. S. Choi, and S. H. Beak, "Torque characteristics of single phase induction motor for phase control method", in Electrical Machines and Systems, 2003 ICEMS, pp. 510 - 513, 2003.
- 2) D. Yildirim and M. Bilgic, "PWM AC Chopper Control of Single-Phase Induction Motor for Variable-Speed Fan Application", 34th Annualconference of IEEE Industrial Electronics, 2008, Vol.1, No.1, pp.1337 - 1342, 2008.
- 3) M. K. Ghartemani, "A Unifying Approach to Single-Phase Synchronous Reference Frame PLLs," IEEE Trans. Power Electron., vol. 28, no. 10, pp. 4550-4556, 2013.
- 4) D. N. Zmood, "Frequency-domain analysis of three-phase linear current regulators," IEEE trans. on Industrial Electronics, vol. 37, pp. 601-610, 2001.

생산공정에서 물건의 이동 및 정렬작업지원용로봇 지능제어알고리즘 개발에 관한 연구

남택종¹
(주)S&T중공업¹

1. 서 론

본 연구에서는 생산공정지원용 모바일 로봇의 자율주행제어를 위한 지능제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 자율주행로봇의 제어기의 성능을 확인하기 위하여 시스템의 정확한 동적 모델링이 어려운 불확실성 시스템인 이동용 로봇의 초음파 센서 기반 무인 FA 실현을 위하여 공장 내 자율주행에 대한 제어 성능 시험을 통하여 검증하였다.

2. 본 론

본 연구에서는 모바일 로봇의 목적지까지 안전한 자율 주행을 위해 원 궤적 기법을 사용하였다. 원 궤적 기법은 다수의 장애물이 존재하는 환경에서 부드럽고 안정적인 주행 경로 생성이 가능하고, 장애물이 밀집해 있는 경우에서도 효율적이다.(1)

지능 모바일 로봇 시스템이 원하는 기능을 얻기 위해서는 현재 자기 위치와 주행 목표 위치를 알 수 있는 자기 위치인식기능과 작업공간에 대한 정보를 스스로 인식할 수 있는 환경인식기능, 원하는 목적지를 가기 위한 경로 생성회피 기능이 필수적이다. 뿐만 아니라 개별기술들이 효율적으로 연동되기 위해서는 이를 효율적으로 관리하기 위해 하드웨어와 소프트웨어 모듈의 원활한 시스템 통합을 위한 새로운 개념의 제어 구조의 도입이 필요하다. 모바일 로봇 전방에 장애물이 존재하면 장애물의 위치에 따라 원 궤적경로 결정이 이루어져야 한다.

카메라에 의해 획득된 영상 데이터에는 주행 경로 바닥과 비슷한 명도의 장애물은 나타나지 않는다.

본 연구에서는 초음파 센서 데이터와 영상 데이터를 동일한 표현 방식으로 변환하기 위해 격자 지도(Grid Map)를 사용하는데 각 센서 데이터를 융합하여 격자 지도를 완성한다. 모바일 로봇의 주변 환경을 정사각형의 작은 영역(Cell)으로 나눈 격자 지도의 각 영역을 장애물이 존재하는 상태(Occupied State) 또는 비어있는 상태(Empty State)로 표시된다. 각 영역은 장애물 존재 상태를 결정하기 위한 CV(Certainty Value)를 가지게 되는데 모바일 로봇이 목적지까지 주행하는 동안 센서 데이터에 의해 지속적으로 갱신(Update)된다. 두 데이터를 융합하여 갱신된 CV를 통해서 격자 지도가 생성된다.(2)

3. 결 론

생산공정에서 로봇이 정규화되지 않은 바닥을 이동한다거나 바퀴가 미끄러진다면 로봇이 목표점까지 정확하게 도달하지 못하게 된다. 따라서 초음파센서, 비전센서, 적외선센서와 같이 모바일 로봇의 절대위치를 알 수 있는 방법이 동시에 구현되어야만 어떠한 환경에서도 모바일 로봇의 자율성을 극대화 할 수 있다. 자율주행 모바일 로봇의 자율 주행은 로봇에 부착된 여러 센서 데이터를 통해 현재 위치를 추정하고, 경로계획을 통하여 주어진 기준 경로와 비교하여 그 경로오차를 감소하도록 제어하면서, 경로 상에 미리 예측되지 못한 장애물이 나타났을 경우 각종 센서를 이용하여 이것을 감지하여 회피한 후에 다시 기준 경로로 복귀하여, 원하는 목표점으로 정확하게 이동하는 기능을 구비하는 것이 필요하다.

[참 고 문 헌]

- (1) Primo Zingaretti, Emanuele Frontoni, "Vision and sonar fusion for mobile robot localization in aliased environments", Mechatronics and Embedded Systems and Applications, Proc. of the 2nd IEEE/ASME International Conference on, Aug. 2006
- (2) A.A.A Esmine, A.R Aoki, and G. Lambert-Torres "Particle Swarm Optimization For FuzzyMembership Functions Optimization", IEEE international Conference on Systems, Mans and Cybernetics, Vol.3, pp.6-13, Oct. 2002

센서융합기반 로봇-로봇의 협동제어에 관한 연구

이형태¹
동양직업전문학교¹

1. 서 론

본 논문에서는 인간대신 생산공정 무인화를 위해 로봇과 로봇의 협동제어를 위하여 연산량이 적고 시스템이 복잡해지지 않는 분산제어방식의 비동기 포위 행동 제어 기법을 제안하고자 한다. 협동 제어 방식이 갖는 문제점을 해결하기 위해 군집 로봇의 구조를 Leader 로봇과 Follow 로봇들로 나누어 각 로봇의 임무를 동기적 방법 및 비동기적으로방법을 혼합하여 수행하도록 각 로봇-로봇 협조제어기를 설계한다.

2. 본 론

다중네트워크 군집 로봇은 작업 공간에서 특정 상황이나 임무 수행 시 공간상의 목표 위치로 이동해야 한다. 이때, 각 군집 로봇의 계로 표현된 목표 위치의 방향, 떨어진 거리를 알 수 있다면 군집 로봇의 제어 가 용이해진다. 이를 위해 군집 로봇에서 바라본 작업 공간상 목표 위치를 기구학적 변환을 이용해 모델링 한다. 로봇의 위치는 $M\{x,y,z\}$ 만큼 전위하고 $WRz(\Theta)$ 만큼 회전한 ${}^W T(\theta_M)$ 로 목표 위치는 $WH(x,y,z)$ 로 나타낼 수 있다. 우주계로 표현된 목표 위치는 역변환 ${}^W T^{-1}$ 를 이용해 로봇 계로 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.(1)

$${}^M H = {}^M T {}^W H \tag{1}$$

작업공정중 장애물 회피 제어를 거친 군집 로봇의 목표 위치는 최종 목표 위치와 이동할 거리를 알고 있다. 이들 군집 로봇의 주행 제어를 위한 퍼지 주행 제어 기법을 사용하고자 한다. 퍼지 이론은 퍼지 집합의 사고 방식을 기초로 하고 있다. 퍼지 집합은 0또는 1이라는 이진법 논리에서 대상이 갖는 소속 정도를 소속 함수로 나타냄으로써 기존의 수학적 모델링이 어려운 비선형 시스템, 패턴인식 등 많은 분야에서 활용되고 있는 이론이다. 본 연구에서는 선형 추론을 이용해 퍼지 주행 제어기를 설계한다. 퍼지 주행 제어기는 군집 로봇의 목표 거리, 목표 위치와의 각도차를 입력으로 하고 로봇의 조향각을 출력으로 하여 설계한다.(2)

3. 모의실험 및 고찰

본 연구에서 제안한 기법을 실험 및 검증하기 위해 로봇 시뮬레이터 툴(Robotics Lab.)을 이용한다. 실험 환경은 로봇 3대, 실험 공간 100m², 통로 2개, 2명의 지원자를 가정했다. 실험은 작업장애물 인식을 위한 비동기 포위 행동 제어 알고리즘을 사용한 결과와 사용하지 않았을 때를 수행한다. 그 결과 포위 임무 위치를 할당해 주지 않은 포위 행동 제어는 각 로봇이 침입자를 추종하는 이동 형태를 가짐을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 공장내의 생산공정 공간에서 다중센서기반 로봇과 로봇의 협조제어기법을 이용해 침입자의 포위행동제어를 위한 군집 로봇상태모델링, 비동기 포위행동 제어알고리즘 및 각 군집 로봇간의 충돌회피제어 기법을 제안했다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 본 연구에서 제안한 기법은 로봇과 로봇이 협조작업하는데 있어서 로봇의 대수 변화 및 침입자의 이동시 포위 대형을 효과적으로 유지 시켜주는 결과를 보여주었다. 따라서 본 논문에서 제안한 기법의 효용성 및 응용 가능성을 예증하였다.

[참 고 문 헌]

[1] L. Sabattini, C. Secchi, C. Fantuzzi, and De M Possamai, "Tracking of closed-curve trajectories for multi-robot systems," IROS 2010, pp. 6089-6094, Oct. 2010.
[2] J. Guo, G. Yan, and Z. Lin, "Cooperative control synthesis for moving-target-enclosing with changing topologies," ICRA 2010 International Conference pp. 1468-1473, May 2010.

인간형 보행로봇의 보폭거리 및 자세제어에 관한 연구

문정철¹
해군정비창¹

1. 서 론

휴머노이드형 2족 보행로봇의 보행 안정화를 이루기 위해서 인간 보행에 대한 생리학 및 생체역학적인 연구에 기반을 둔 계층적 제어구조가 종종 사용되고 있다. 그 중 가장 간단한 것은 두 개의 레벨로 이루어져 있는 제어구조로서 상위 레벨은 균형된 움직임을 위한 안정한 궤적을 생성하는 기능을 담당하고 하위 레벨은 생성된 궤적의 정확한 추종을 위한 지능적 제어를 수행하는 기능을 담당하게 된다.

2. 본 론

계층적인 제어구조와 관련하여 본 논문에서는 상위 레벨에서는 두 개의 다리를 연결하는 골반 관절의 속도가 일정하다고 가정하고 각 단계별로 이족보행로봇 모델의 역기구학을 풀어서 관절궤적을 구하고 하위 레벨에서는 정확한 궤적추종을 위하여 로컬 PID 피드백제어기법에 피드포워드 학습제어기법을 결합한 반복학습제어기와 두 개 이상의 기존의 제어입력 프로파일을 이용하여 새로운 요구제어입력을 생성하는 직접학습제어기로 구성된 지능형 학습제어기법을 제안하고자 한다.(1)

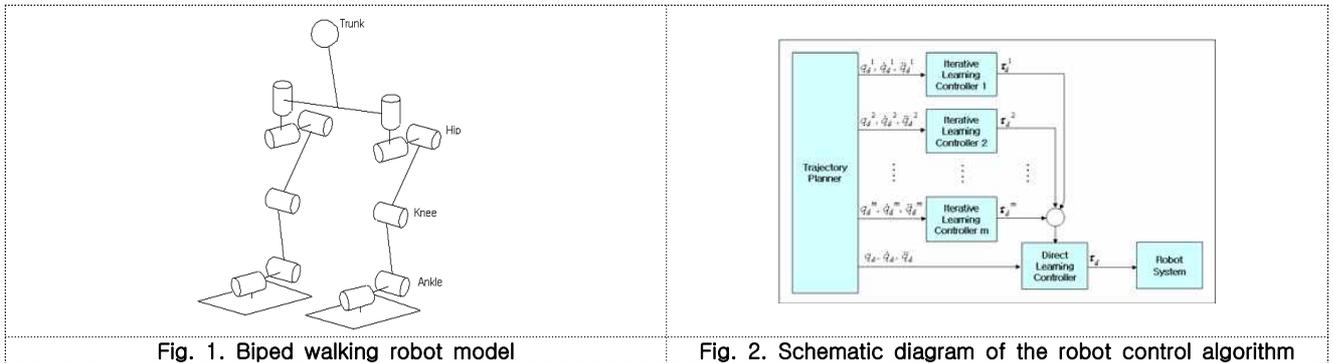


Fig. 1. Biped walking robot model

Fig. 2. Schematic diagram of the robot control algorithm

3. 성능실험 및 고찰

제안된 학습제어기는 Matlab을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 18자유도를 가지는 이족보행로봇의 보행 제어에 적용되었다. Fig. 1은 적용된 이족보행로봇 모델을 나타내고 있는데 골반 3자유도, 무릎 3자유도, 발목 3자유도의 9자유도를 두 다리에 각각 가지는 전체 18자유도의 이족보행로봇 모델을 보이고 있다.

또한, 적용된 로봇제어 알고리즘은 Fig. 2와 같다. 서로 다른 시간 스케일을 가지는 관절궤적들에 대하여 반복학습 제어기가 적용되고 난 후의 제어입력 프로파일을 이용하여 새로운 관절궤적을 추종하기 위한 제어입력을 생성하는 과정이 나타나 있다. 본 실험에서는 서로 다른 시간 스케일을 가지는 4개의 관절궤적을 사용하였다.

4. 결 론

반복학습제어기는 로컬 PID 제어기법과 피드포워드 학습제어기법으로 구성된다. 선형 PID 피드백제어기는 로봇시스템의 안정화를 가져오고 피드포워드 학습제어기는 로봇시스템의 비선형성을 보상하는 역할을 담당한다. 직접학습제어기는 서로 다른 시간 스케일을 가지는 두 개 이상의 관절궤적에 대하여 반복학습제어기가 적용되고 난후의 제어입력 프로파일을 이용하여 새로운 관절궤적을 추종하기 위한 제어입력을 직접 생성한다. 이에, 제안된 학습제어기에 대한 수학적 해석을 제시하였고 제어기의 실현가능성 및 효용성을 18자유도의 이족보행로봇에 대해서 시뮬레이션을 통하여 증명하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) M. Yagi and V. Lumelsky, "Biped Robot Locomotion in Scenes with Unknown Obstacles", Proceedings of the 1999 IEEE international Conference on Robotics & Automation, Detroit, Michigan, May, 1999.

정적 물체의 자세추적을 위한 하이브리드구조 로봇의 협업작업동작 실시간제어

박세빈¹

경남대학원 기계공학과¹

1. 서 론

인간을 보조하는 로봇의 경우에는 단순히 목표를 추적하는데 그치지 않고 목표와 일정한 간격을 유지하면서 원하는 서비스를 제공할 필요가 있다. 다수의 로봇이 하나의 물체를 들어 올리는 등의 협업용 로봇의 경우에는 특히 각 로봇 및 목표물 사이에서 일정한 거리를 가지는 대형을 유지하기 위한 제어가 필요하게 된다.

접근방법은 정밀제어를 하는데 있어서 주어진 상황에 맞게 대형 유지, 장애물 회피, 대형 내에서 로봇간의 충돌회피 등의 각 로봇 행동에 대한 가중치를 두어 이동 로봇의 속도 및 회전 방향에 대한 제어를 수행한다. 제어방법은 리더에 대한 대형 유지를 주목적으로 하며 리더의 진행방향과 추종자와 리더의 이격거리를 이용하여 리더를 추종하는 로봇에 대한 제어를 수행한다. 본 논문에서는 제어방법을 이용하여 리더를 목표물인 이동물체로, 추종자를 이동로봇으로 두어 물체추적을 수행하며 대형을 유지할 수 있도록 한다.(1)

2. 본 론

이동로봇의 모델은 기구학적 모델과 동역학적 모델로 나눌 수 있다. 기구학적 모델은 이동로봇의 기구적 특성에 대하여 속도에 관하여 나타낸 것이고 동역학적 모델은 이동로봇의 물리적 특성인 질량과 관성, 토크 등을 포함하는 것이다. 이 두 모델을 이용하여 이동로봇의 양 바퀴에 적용되는 토크를 구하고 물체의 움직임에 따라 로봇의 움직임을 제어 하는 실제적인 제어입력으로 사용한다.(2)

이동로봇의 속도는 직선속도와 회전속도로 이루어진 벡터이다. 이동로봇의 속도는 로봇의 진행방향과 로봇의 무게중심과 회전축 사이의 거리에 의해 절대좌표에서의 로봇의 위치 및 자세에 대한 미분으로 정의 된다.

로봇의 제어기는 시스템의 안정성을 확보하는 리아프노프(Lyapunov stability) 관점에서 백스테핑 방법(Backstepping Method)을 가지고 설계한다. 백스테핑 방법을 이용하여 로봇의 물리적인 요소들이 포함될 수 있도록 하고 이동로봇의 제어 입력을 속도가 아닌 실제 물리적인 제어입력으로 사용한다.(3)

3. 결 론

본 논문에서는 물체 추적과 동시에 대형을 유지하기 위해 물체 추적 알고리즘에서 대형 유지에 필요한 항을 추가하여 이동로봇의 대형 제어 알고리즘으로 확장하였다. 더 나아가 실제 로봇의 물리적인 부분을 고려한 동역학적 모델을 사용하여 백스테핑 방법으로 리아프노프 안정성을 만족하는 제어기를 설계하고 시뮬레이션을 통해 제어 가능성을 확인하였다. 시뮬레이션에서는 설계한 제어기를 가지고 목표물에서 서로 다른 위치에 있는 두개의 이동로봇에 대하여 성능 결과를 나타내었다. 이동로봇의 물리적인 변수인 로봇의 질량, 폭, 바퀴의 반지름 등을 Pioneer3-DX 모델에 맞춰서 고려하였다. 동적요소를 갖춘 이동로봇의 주행은 급격한 방향 전환에 따른 직선운동 오차의 증가와 회전운동 오차의 증가를 확인할 수 있었으며 그에 따른 오차 이득 값을 고려하여 목표물과 대형을 유지하는 것을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) Park, H.L., Lim, J.M., Seol, S.D., Lee, W.N., and Moon, J.B. "A study on polymer Surface Treatment Using Plasma", J. of the KOSOS, Vol. 20, No. 1, pp. 94-100, 2005.
- 2) Bhowmik, S., Chaki, T.K., Ray, S., Hoffman, F., Dorn, L. "Experimental investigation into the effect of DC glow discharge pretreatment of HDPE on tensile lap shear strength", International Journal of Adhesion & Adhesives, Vol. 24, pp. 461-470, 2004.
- 3) Park, S.H., Kim, S.D. "Functionalization of HDPE powder by Oxygen Plasma Surface Treatment in a Fluidized Bed Reactor", Theories and Applications of Chem. Eng., Vol. 2, No. 1, pp. 821-824, 1996.

제조용 로봇 및 휴머노이드로봇의 협조작업을 위한 지능제어에 관한 연구

윤인균¹
(주)르노삼성자동차¹

1. 서 론

신체장식자를 위한 재활공학의 시도는 부러진 다리 대신 지팡이로 혹은 없어진 손대신 집게로 대처하면서 부터 시작되었다. 그러나 이러한 시도는 몇 세기동안 큰 발전을 가져오지 못하였고 2차세계대전후 이런 장애인들을 위한 의수, 의족등 많은 보조기구들이 생산되기 시작하였다.

최근 로봇과 manipulator 의 발달과 이들의 응용이 전기로 구동되는 휠체어 및 전자의수 등의 출현까지 가능하게 해주었다. 또 디지털 계산기의 발달로 이들 보조기구에 상당히 많은 지능적인 기능(Intelligent Function)을 부여할 수 있게 되었고 이제 거의 실용화단계에 이르고 있다.

2. 본 론

Manipulator 와 Robotics의 분야에도 이러한 방법들이 도입되어 생산 공장의 조립라인, 작업환경이 나쁜 곳을 위한 원격 조정 장치, 화성 등에서의 무인자동차로의 탐사, 불구자를 위한 병원용 보조기구, 기타 자동 로봇의 제어 등의 목적으로 사용되고 있다. 대부분의 경우 제어프로세스는 조작자로부터 원격 조정되며 그 기능은 반 독립적이다. 제어 시스템은 행하여야 할 일을 이해하고 주위환경을 파악하고 그 일을 수행하기 위하여 인식 시스템들이 사용되어야 한다. 또 여러 가지 패턴인식 방법이 인식 시스템의 각 부분인 각종 센서로부터 나타나는 음성신호, 영상신호 혹은 각종정보를 분류하고 해석하는데 사용된다. 의사결정 및 동작제어는 Dynamic Programming 혹은 Optimal Control 등에 기초를 둔 Kinematic Method, 궤적추적 혹은 동역학적인 방법을 전자계산기로 실현 시켜 행해진다. 계층적 지능제어는 인식 및 제어시스템의 이론적인 접근방법의 하나로 제시되었다. 제어지능은 지능의 증가와 함께 정밀도는 감소한다는 원리에 의해 계층적으로 분포되어 있다는 것이다. 그 계층적 분포는 세 개의 계층으로 되어 있다.(1)

조직계층은 시스템의 최고 지휘 계층이다. 여기서는 입력과 시스템으로부터의 Feedback을 받고 분석하여 행하여야 할 과제를 정의하고 그 과제를 할 순서에 따라 부과제로 분해한다. 부과제 목록과 Learning Scheme 이 조직자에게 지적기능을 더해주기 위해 준비 될 수 있다. 조정계층은 조직자로부터의 명령과 실행할 부과제를 위한 프로세스로부터의 Feedback신호를 받아 아래 계층으로의 작업을 조정한다. 조정자는 평가함수와 종단조건 혹은 가능한 Penalty Function 등을 지정하기도 한다.(2)

최하위 계층은 움직이는 동작을 수행하기 위한 Process를 제어한다. 조정자로부터 받은 평가함수 혹은 종단 조건을 해결하기 위해 최적 혹은 준최적 제어이론이 적용되기도 한다. 이런 방법을 시각과 음성입력을 갖는 일반적인 로보트의 에어에 적용하려는 연구가 진행되고 있다.

3. 결 론

일반적인 레벨의 지능을 갖는 로봇시스템은 12개의 자유도를 갖는 로봇 팔 및 6개 관절의 제조용 다관절로봇, TV 카메라, 팔의 센서, 그리고 전자계산기 및 로봇의 interface 등으로 구성되어 있다. 사람이 원하는 일을 하기 위해서 계산기로 제어되는 이 시스템은 다음의 특성 즉, 사람의 명령을 알아듣고 그에 맞게 행동할 수 있고 사람의 도움없이 각종 제어 가 행해져야 하며, 카메라 및 다른 외부센서로부터의 Feedback 신호를 받아 거기에 적합한 지능을 가져야 한다.

[참 고 문 헌]

- 1) Graham. J. H., Saridis. G. N, ;“Linguistic Methods for Hierarchically Intelligent Control”, TR-EE 80-34. Report. Purdue University, Dec. 1980.
- 2) Graupe. D. et al; “A Microprocessor System for Multifunctional Control of Upper Limb Prostheses via EMG Identification”, IEEE Trans, on Aut. Control, Vol. AC-23, pp.538-544, Aug. 1978.

제조용 로봇의 조립분해작업을 위한 로봇작업동작 실시간 제어에 관한 연구

최성주¹
피에스티 캠토스¹

1. 서 론

본 연구에서 제안된 로봇제어 프로그래밍은 컴퓨터 그래픽의 방법에 의하여 충분히 확장된 로봇 프로그래밍 언어로서 로봇에 직접 접근하여 온라인 제어를 하지 않고도 로봇 프로그램을 제어할 수 있는 시스템을 연구한다. 본 연구에서 제안되는 실시간 제어 프로그래밍 시스템을 적용하면 로봇의 작동 중에도 동적 시뮬레이션이 가능하며, 작업교시, 궤적계획, 평가·진단 등의 분석 및 성능평가를 소프트웨어로 수행할 수 있는 것이 큰 특징이라 할 수 있다.

2. 본 론

다관절 로봇시스템 매니퓰레이터의 링크사이의 상호관계는 Denavit - Hartenberg의 표현방식에 의하여 표현될 수 있다. Denavit - Hartenberg 표현방법은 각 링크에 좌표계를 설정하여 전체계를 해석하는 행렬 해석방법으로서, 앞의 링크 좌표계에 대한 다음 링크 좌표계의 관계를 링크의 기하학적 파라미터 $\alpha_i, \theta_i, a_i, d_i$ 에 대한 (4×4) 동차변환행렬(homogeneous trans-form matrix)로서 표현된다.

링크 파라미터들을 이용하여 (i-1)번째 좌표계에 대한 i 번째 링크 좌표계의 상대적 위치를 나타내는 동차변환행렬 ${}^{i-1}A_i$ 를 구하면 다음과 같이 표현된다.(1)

$$\begin{aligned}
 {}^{i-1}A_i &= Rot(Z_i, \theta_i) Trans(0,0,d_i) Trans(a_i,0,0) Rot(X_i, \alpha_i) \\
 &= \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\sin\theta_i & 0 & 0 \\ \sin\theta_i & \cos\theta_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha_i & -\sin\alpha_i & 0 \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\sin\theta_i \cos\alpha_i & \sin\theta_i \sin\alpha_i & a_i \cos\theta_i \\ \sin\theta_i & \cos\theta_i \cos\alpha_i & -\cos\theta_i \sin\alpha_i & a_i \sin\theta_i \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)
 \end{aligned}$$

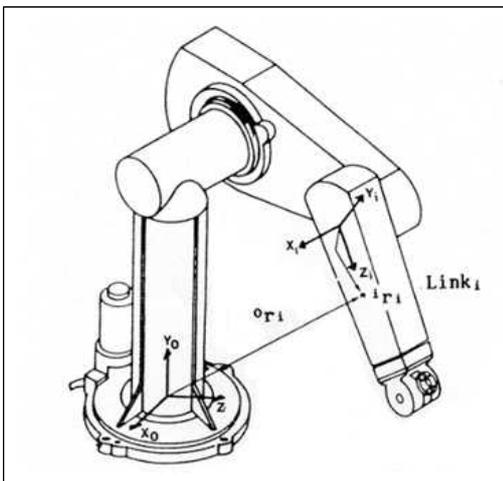


Fig. 1. Point ${}^i r_i$ in link i.

일반적으로 관절 i의 관절 변수는 회전관절의 경우에는 θ_i 가 변수이고 미끄럼관절의 경우에는 d_i 가 변수이므로 회전관절 및 미끄럼관절에 대하여 동시에 적용 가능한 동적방정식을 유도하기 위하여 관절 i에 대한 일반화된 좌표(generalized coordinate)를 나타내는 변수를 q_i 로 정의하면, 기준 좌표계에 대하여 표시된 링크 i의 점 ${}^i r_i$ 의 속도는 아래식과 같이 표현될 수 있다.(2)

$$\begin{aligned}
 V_i &= \frac{d}{dt}({}^o r_i) = \frac{d}{dt}({}^o A_i {}^i r_i) \\
 &= {}^o \dot{A}_1 {}^1 A_2 \dots {}^{i-1} A_i {}^i r_i + {}^o A_1 {}^1 \dot{A}_2 \dots {}^{i-1} A_i {}^i r_i + \dots \\
 &= + {}^o A_1 \dots {}^{i-1} \dot{A}_i {}^i r_i + {}^o A_i \dot{{}^i r_i} \\
 &= \left[\sum_{j=1}^i \frac{\partial {}^o A_i}{\partial q_j} \dot{q}_j \right] \quad (2)
 \end{aligned}$$

위의 식 (2)에서의 oA_i 의 q_i 에 대한 편미분 ($\partial {}^oA_i / \partial q_i$) 은 회전관절의 경우 ($q_i = \theta_i$)를 고려하면, 식 (1)의 θ_i 에 대한 미분으로부터 다음과 같은 관계식을 얻을 수 있다.

3. 성능시험 및 고찰

시뮬레이션 수행 과정 중 두 로봇간의 충돌 검색이나 작업장과의 충돌 검색을 프로그램 내에서 확인 할 수 있고 잘못된 교시를 한 경우 재 교시를 수행하여 원하는 결과를 얻을 수 있다. 생성된 가상의 경유 점을 통해 주어진 작업을 수행하는 것을 확인할 수 있다. 시뮬레이션이 끝난 후 각 관절의 위치, 속도, 위치 오차, 속도 오차를 결과를 확인한다.

그리고 개인용 컴퓨터 환경 하에서 운용되는 오프라인 제어를 위한 오프라인 프로그래밍 및 동적 그래픽 시뮬레이터 개발에 관한 연구를 수행하였으며 이에 대한 구체적인 세부 진행 연구 내용은 다음과 같이 요약된다. 첫째, 제조공정의 자동화에 필수적 요소인 다양한 구조의 다관절 로봇에 대한 운동학적 해석 및 모델링을 수행하였다. 언급된 로봇 모델은 수직다관절 로봇 3종류(5축, 6축, 7축)의 로봇 모델과 수평다관절의 SCARA 형 4축 로봇 모델에 대한 운동학적 해석 및 동적 특성의 분석에 대한 내용이 수행되었다. 둘째, 무인 FA의 실현을 위해서는 온라인 제어방법에는 한계점이 있으므로 이의 해결을 위해서 오프라인 제어 동적시뮬레이터에 대한 연구가 수행 되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 제조공정 자동화를 위해서는 필수적인 요소인 산업용 다관절 로봇의 운동학적 해석과 동적 제어를 수행하였다. 그리고 제안된 작업공정 제어 시뮬레이터의 성능시험은 로봇에 대한 정기구학, 역기구학 해석 데이터를 프로그램에 연결하여 로봇의 동역학적 특성을 프로그램에서 모의실험을 통하여 그 성능을 예측 하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) Kang, S. G., Son, K., Choi, H. J., "Path Optimization Using an Genetic Algorithm for Robots in Off-Line Programming," Journal of the KSPE, Vol. 19, No. 10, pp. 66-76, 2002.
- (2) Wittenberg, G., "Developments in Offline Programming : An Overview," Industrial Robot, Vol. 22, No. 3, pp. 21-23, 1995.

주단조공정작업용 8축 수직다관절로봇시스템의 실시간 영상피드백 제어에 관한 연구

김재상¹
(주)한화테크윈¹

1. 서 론

본 연구에서는 다양한 기능의 센서를 통해 다양한 형상의 윤곽선 및 특징점을 이용하여 특정 물체를 인식하고, 매니퓰레이터를 이용하여 물체를 잡고자 한다. 특히 형상인식 알고리즘은 물체의 3D 정보를 획득하기 위해서 단조품의 물건을 대표하는 여러개의 특징점을 사용하게 되는데, 물체를 한 점으로 인식할 수도 있고, 여러 개의 점으로 이루어진 선 또는 면으로 인식하여 원하는 정보를 획득할 수 있다.

2. 본 론

지금까지 산업용 로봇이 수행했던 단순 반복 작업뿐만 아니라, 복잡한 환경에서 다양한 작업을 능동적으로 수행하기 위해, 여러 가지 센서와 다양한 알고리즘에 대한 연구가 이루어지고 있다.

로봇시스템은 크게 두 가지로 나누어져 있다. 로봇의 제어 및 모니터링을 담당하는 서버 시스템과 비전과 7자유도 매니퓰레이터가 부착된 로봇으로 구성되어 있다. 이동 로봇은 구동부, 센서부, 제어부로 나누어져 있다. 구동부는 2개의 서보모터로 구성된다.(1)

이동로봇 상판에는 높이와 정면 거리 조절이 가능한 7자유도의 매니퓰레이터와 로봇의 눈에 해당하는 카메라가 상판으로부터 70cm 높이에 장착되어 있고 영상을 메인 서버에 전달하기 위한 무선 송신기가 장착되어 있다. 영상 및 초음파 센서 데이터, 엔코더 값 등을 서버시스템으로 송신하고, 로봇의 이동과 제어에 대한 명령을 수신 받는다. 로봇에서 서버로 전달된 영상은 비전 보드를 통해 영상 처리를 수행한다.(2)

랜드마크는 특정 색의 사각형 모양을 하고 있으며, 물체의 측면 상단에 부착되어 있다. 이동 로봇의 시각 제어시스템은 랜드마크의 정보를 이용하여, 매니퓰레이터 및 물체를 인식한다. 카메라의 영상으로부터, 배경과 물체를 나타내는 랜드마크를 분리하기 위해 영상의 픽셀정보를 분석한다. 입력받은 영상은 노이즈로 영상의 질이 저하될 수 있는데, 이를 향상시키기 위한 전처리 과정으로 히스토그램 평활화 기법을 적용하였다.(3)

3. 모의실험 및 결과고찰

물체를 어떤 모양으로 인식하는가에 따라 대상 물체의 정확한 위치 및 자세 정보를 알 수가 있다. 사각형을 인식함에 있어서 점, 또는 선 또는 면으로 인식할 수가 있다. 다양한 자세를 한 점으로 인식하게 되면 물체의 위치는 알 수 있으나 자세 정보를 소실하게 된다. 따라서 좀더 정확한 정보를 알아내기 위해서는 좀더 많은 특징점을 이용하여, 선이나 면으로 물체를 인식하는 것이 바람직하다. 실시간으로 로봇을 제어하기 위해서는 연산량이 작아야하는데, 이를 위해 형상인식기반 정합법을 사용하였다.

4. 결 론

매니퓰레이터의 경로 계획은 특징점으로 매니퓰레이터를 이동시킨 후, 물체의 기울어진 각도 만큼 손목관절을 꺾어서 물체를 잡고자 한다. 로봇 매니퓰레이터와 물체 사이의 기하학적 정보를 이용하면 특징점을 구할 수 있다. 본 실험에서는 특징점을 이용하여 물체의 위치 뿐 아니라 자세까지 계측하고, 매니퓰레이터를 통해 물체를 효과적으로 잡기 위한 방법을 제안하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) H.J. Leem M. C. Lee "Visual Servoing of a Mobile Manipulator Based on Stereo Vision", ICASE2003, 2003.
- 2) Radu Horaud, Fadi Dornaika "Visually Guider Object Grasping", IEEE Transactions on Robotics and Automation, 1996.
- 3) Forstner, W "Quality assessment of object location and point transfer using digital image comection techniques", Proc. 15th ISPRS Congress, Rio De Janeiro, Brazil pp. 169-191, 1987.

중소기업 맞춤형 금형공정 무인자동화를 위한 자율이동로봇의 정밀제어

이창영¹
해군정비창¹

1. 서 론

금형생산공장자동화의 실현을 위해서 자율주행제어 기능을 갖는 이동로봇은 정확한 방향과 거리를 자율적으로 조절할 수 있어야 한다. 이동로봇에서 고전적으로 사용되는 제어기는 환경에 대한 적응력이 떨어져 초기 위치의 변화나 다른 여러 가지 환경적인 요인에 영향을 받는다. 그래서 이동로봇을 대상으로 기준 궤적에 대하여 초기 위치와 방향에 상관없이 유효하게 경로를 추적하기 위해 퍼지-신경망 알고리즘 제어기를 설계하고 이에 대한 제어기의 실용화 가능성을 제시한다.

2. 본 론

로봇의 지능제어기법은 퍼지추론 등의 퍼지 연산을 통해 퍼지 정보처리를 할 수 있으며, 시스템에 대한 개략적 시술을 가능하게 하여 자연적인 표현을 사용한 고위의 정보처리가 가능한 지능제어기법을 적용한다. 그러나 소속 함수와 규칙에 대한 조종 능력이 없어 변화하는 환경에 대해 적응성이 떨어지고 계산 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 자기구성 제어기를 제안한다.(1)

신경회로망 알고리즘은 인공지능의 한 분야로서, 인간의 뇌의 기능을 가진 로봇이나 컴퓨터에 대한 연구가 진행되어 왔으며, 신경 회로망은 상호 연결된 신경에 의해 임의의 입력 N차원 공간을 M차원 출력 공간으로 사상하는 것으로 생각할 수 있으며, 입력 및 출력 공간과 사상 특성에 따라 연상기억, 필터, 변환, 분류, 인식, 최적화 등의 기능을 수행할 수 있다.

3. 모의실험 및 결과고찰

작업의 실현을 위하여 퍼지제어기의 성능을 개선할 때 규칙의 수정 방법은 크게 3가지로 나누어진다. 제어 규칙의 수정, 조정인자, 제어규칙과 이득항을 동시에 수정 여기서 두 번째 방법은 시스템의 제어성능을 향상시킬 수 있으나 적절한 퍼지 제어 규칙이 미리 설정되어 있다는 전제가 뒤따른다. 세 번째와 같은 반경 방법도 시스템의 성능을 향상시킬 수 있으나 제어 규칙과 조정인자의 두 성분을 동시에 어떻게 적절히 바꿀 수 있으나 하는 문제가 아직 연구과제로 남아있지만, 일반적인 자기구성 퍼지제어기는 첫 번째 방법, 제어 규칙의 수정에 의존한다. 본 연구에서는 규칙을 바꾸는 것 뿐 아니라 조정인자도 동시에 수정하였다.

지능제어알고리즘을 이용한 자율주행로봇의 주행제어 관한 연구를 수행하였다. 제안된 제어기는 학습능력에 의해 스스로 적응할 수 있는 신경제어 구조와 퍼지 추론을 통해 제어압력을 생성하는 퍼지제어 구조를 결합한 새로운 구조의 실시간 제어 가능한 퍼지 뉴럴제어알고리즘에 의한 로봇제어방법을 제안하였다.

4. 결 론

로봇의 운동방정식은 비선형성을 나타냄으로써 복잡하고 대부분의 경우 운동방정식을 정확히 구하지 못하는 경우가 많다. 또한 고전적 제어방법은 환경의 변화에 대응이 불가하여 제어성능에 한계를 드러내고 있다.

최근 퍼지 신경망이론을 제어시스템에 적용함으로써 고전적 제어이론의 한계성 극복에 커다란 가능성을 보이고 있다. 퍼지이론과 신경망이론을 융합시키는 기술은 상당한 관심사로 부각되고 있다. 퍼지 신경망 제어기의 기본원리는 신경단위 세포의 학습 함수를 이용한 퍼지제어칙과 멤버십 함수를 자동적으로 조정하는 제어 방법이라 할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- 1) Sarkar, N. and Xiaoping Yun, 1998, "Tracrion control of wheeled vehicles using dynamic feedback approach," IEEE/RSI International Conference on Intelligent Robots and System, Vol, 1, pp, 413-418

가공공정 지원을 위한 제조용 로봇의 강인제어에 관한 연구

조문근¹
(주)희수테크¹

1. 서 론

로봇 머니플레이터의 제어기에 대한 최근의 연구결과 중, 계산 토크에 기초한 제어기법은 로봇시스템의 불완전한 모델링으로 인한 파라미터 불확실성뿐만 아니라 로봇 동역학의 비선형까지도 고려하고 있다. 머니플레이터 동역학구조에 관하여 제어기의 전역 안정도 증명을 가능하게 하는 세 가지 핵심적인 특징을 분석한다.

2. 본 론

부등식은 $V_0(t)$ 가 유계이고 $w(t) \in L_2 \cap L_\infty$ 이라는 것을 의미한다. $\lambda=0$ 일 때 학습 신호 τ_o^f 와 \hat{d}_0 가 유계되었기 때문에 (4)에서 $z \in L_\infty$ 이 되고, 이것은 균일 유계성과 Barbalat의 lemma [16]로부터 전역적으로 점근적인 $\lim_{t \rightarrow \infty} z(t) = 0$ 을 뜻한다. 더욱이, $\lambda > 0$ 이면, $w(t) \in L_\infty$ 이므로 ii)가 구해진다. $\tilde{\theta}_w = \theta - e^{\lambda t} \hat{\theta}$. 행렬 $Y_e S^{-1} Y_e^T$ 로 표현되는 피드백 이득 L은 파라미터 불확실성으로 인하여 이전보다 더 크게 되리라 예상되나, $z(t-\delta)$ 대신에 $z(t)$ 를 사용하면, 동일한 피드백 이득 L을 사용할 수 있다.(1)

로봇 운동 궤적의 반복적인 성질을 바탕으로한 학습 기법들이 최근 로봇공학의 여러 문헌에 제시되고 있다. 다양한 학습제어 기법들 중에서 계산 토크에 기초한 학습제어 기법들은 학습 초기 단계에 로봇 동역학의 안정화를 위해 몇몇 추가적인 계산 토크에 기초한 적응제어 기법들과는 달리 정상 상태 뿐만 아니라 과도 상태에서도 로봇 운동의 성능을 향상시킨다. 학습제어는 로봇 운동을 시행하는 횟수에 따라 원하는 궤적(desired trajectory)에 대한 최적제어입력을 학습한다는 측면에서 볼 때 점근적인(asymptotic) 최적제어 방법으로 생각할 수도 있다.(2)

3. 성능실험 및 고찰

가공 및 생산제조공정 자동화를 위한 제어기법은 적응성 최적성, 강인성 등 나름대로 유용하고 장점들을 가지고 있기 때문에 두 제어 방법을 하나의 통일된 제어기로 합친다면 로봇 지능이라는 측면에서 더욱 실용적이고도 효과적인 제어를 기대할 수 있으므로 이에 대한 신뢰성 검증을 위한 모의실험을 수행하고 그 신뢰성을 검증하였다.

4. 결 론

로봇 머니플레이터는 7자유도를 가지고 있으며 4개의 관절에 대해서만 실험에 이용한다. 이것은 세 번째와 네 번째 링크(link)는 각각 말단장치(end_effector)의 이동과 방향만을 담당하므로 전체 동역학 식에서 분리할 수 있기 때문이다. 따라서 실험에서는 앞의 두 관절에 대한 동적 모델을 사용한다.

[참 고 문 헌]

- 1) S. Sastry and M. Bodson, Adaptive Control: Stability, Convergence and Robustness, Prentice-Hall, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1989
- 2) Z. Bien and J. X. Xu, Iterative learning control-Analysis, Design, Intergration and Applications, Boston: Kluwer Academic Pub., 1998

고온내열 6축 수직다관절로봇의 단조품 이동 및 핸들링 작업제어에 관한 연구

백영태¹, 강정석², 원종범²
(주S&T중공업¹, 주SMEC²)

1. 서 론

최근 21C에 접어들면서 산업현장에서 고임금에 의해 점점 높아지는 생산단가를 낮추고 사회전체가 고령사회로 발전함에 따라 수반되는 인력 부족현상에 대처하기 위해서, 현재까지 로봇으로 대체되지 못한 많은 생산라인에 로봇을 사용하고자 하는 많은 노력이 기울여지고 있다. 현재의 대부분의 산업용 로봇은 외팔구조를 가지고 있기 때문에 작업자가 두 손을 사용하여 작업하고 있는 생산라인에는 적용이 어렵다. 이러한 이유로 양팔형 산업용 로봇에 대한 관심이 증대되고 있다.

2. 본 론

조립공정은 5개의 공정으로 구성되며 그 각각은 작업물 입력공정, 조립공정, 검사공정, 시험 및 주입공정, 출하공정이다. 이 가운데 조립공정은 ASS'Y를 조립하는 공정으로써 본 연구에서 개발되는 로봇은 시험공정으로 선정되었다. 이러한 시험공정들은 현재 숙련된 작업자에 의해서 수행되고 있는 작업으로 이 가운데 다음과 같이 일부의 작업이 로봇에 의해서 수행될 예정이다.

본 연구에서는 산업용로봇을 개발하여 공장기계 및 수송기계의 자동화에 적용하는 것을 일차 목표로 하였다. 이 작업은 작업자가 양팔을 사용하여 작업하여야 하며, 이러한 이유로 대부분의 자동차부품회사에서 자동화가 되지 않고 있다. 산업용 로봇은 그 용도가 제한된 것이 아니라 가반 중량의 범위 내에서 다양한 용도로 사용될 수 있다. 개발되는 듀얼암 로봇의 경우에도 그 용도를 제한하는 것이 바람직하지는 않다. 그러나 적어도 적용될 용도의 범위를 결정하는 것이 의미 있는 개발결과를 가져올 개연성이 높다고 판단되어 본 연구에서는 적용공정을 기계부품 조립라인으로 결정하였다.(1)

3. 모의실험 및 고찰

로봇의 제어를 위해서 범용 모션제어기인 ZMP 모션제어기를 사용하였다. ZMP 모션제어기는 최대 32축의 동기제어가 가능하고 400Mhz의 CPU를 가지고 있으며 150Mhz의 통신기능을 가진다. 26 축의 동시 제어시에는 최대 5khz의 Position Feedback이 가능하다. Analog 입출력을 위해서는 100Mbps 통신을 통해 ZMP와 데이터를 입/출력할 수 있는 모델을 사용하였다.

Window XP는 실시간성이 보장되지 않으므로 이를 보완하기 위하여 Real Time Extension(RTX)을 사용하였다. RTX 는 Window XP의 커널을 확장하여 OS 의 실시간성을 확보하여 준다. 본 연구에서는 Intel 사의 Dual Core CPU를 채용하여 이를 통해 하나의 Core에서는 응용프로그램이 단독으로 실행되게 하고, 나머지 CPU에서는 Windows XP 용 응용프로그램이 실행되게 함으로써 실시간성을 구현하였다.(2)

4. 결 론

가변구조 형태의 범용 수직다관절로봇과 동일하게 선택하였기 때문에 각각의 팔은 개별적으로 제작되어 수직 다관절 로봇으로 판매될 수 있으므로 양팔로봇 제작자는 개발과 제작 비용의 절감효과를 얻을 수 있다. 양팔의 어깨의 제 1 관절은 벨트 및 풀리 메커니즘으로 구성하여 범용의 AC 서보 모터와 감속기를 사용할 때에도 양팔로봇의 어깨 관절간의 거리를 쉽게 조절할 수 있도록 하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) Siavico, L. and Siciliano, B., "Modelling and Control of Robot Manipulators,"Springer, 1999
- 2) <http://www.yaskawa.co.jp/Newsrelease/2005/15.htm>

극한환경 작업공정지원을 위한 로봇의 학습제어기법의 실현

박성규¹
 (주)지엠비코리아¹

1. 서 론

본 논문에서는 극한환경작업의 지원 및 서비스를 위한 로봇 팔 및 핸드그리퍼의 정밀제어에 관한 내용으로서 학습제어기와 선형피드백 제어기로 구성된 로봇을 위해 학습제어기를 구현한다. 이 같은 구조는 기존의 학습 제어 방법과 비슷하지만 학습방법에 있어서 피드포워드 액츄에이터 토크를 피드백 오차 인자에 의해서 계산하고 반복 학습단계의 증가에 따라 갱신된 학습인자를 사용하여 제어입력을 계산하는 단순한 구조로서 구현이 용이하다. 또한 이 같은 학습 방법은 노이즈에 약한 가속도 인자를 필요로 하지 않기 때문에 미지의 외란에 강하고 파라메타에 적응하는 성능을 가진다.

따라서 본 논문에서는 위와 같은 학습제어 방식을 로봇시스템에 적용하여 구현함으로써 제안된 학습 제어 방식의 산업현장에서의 적용 가능성과 실용성을 입증하고 기존의 다른 제어기들과의 성능비교 및 평가를 한다.

2. 학습제어기

현재 산업 현장에서 로봇메니플레이터의 제어방식의 대부분은 성능에서 한계를 가지는 선형 PID 피드백 제어가 차지하지만 비선형 보상방법으로 잘 알려진 토크 계산 방법(Computed Torque Method), 다양한 조건 변화에 어느 정도 유동적인 적용 제어 기법(Adaptive control)등이 앞으로 로봇제어에 응용될 수 있는 기술이다. 하지만 이러한 고급제어기술들도 제어에 직접 적용되기에는 특성상 여러 문제점을 내포하고 있는데 정확한 모델링, 파라미터의 실시간 추정 등이 이에 속한다. 이러한 이유로 최근 로봇 제어기로서 학습제어 방식의 적용에 관한 관심이 증가하고 있다. 학습 제어 방식은 정확한 로봇의 동역학을 필요로 하지 않기 때문에 적용에 있어서 유동적이고 단순한 장점이 있다.(1)

일반적인 로봇의 동역학 방정식은 다음과 같다.(2)

$$M(q(t))\ddot{q}(t) + V(q(t), \dot{q}(t)) + G(q(t)) + T_a(t) = T(t)$$

- $M(q(t))$ 관성행렬(inertia matrix)
- $V(q(t), \dot{q}(t))$ 원심력(centripetal)과 coriolies force벡터
- $G(q(t))$ 중력(gravitational force) 벡터
- $T_a(t)$ 모델화되지 않은 동역학 또는 외란
- $T(t)$ 관절의 입력 토크

관절의 추종궤적을 q_d 로 정의하면 제어의 목적은 로봇이 궤적 q_d 를 추종하는 것이다.

그러나 이러한 궤적의 추종문제에 대한 선형PID 제어기 등 단순한 기존의 제어방법의 적용은 말단부에 장치되는 공구의 무게에 따른 부하 변화, 기계적인상태 또는 노화 등과 같은 알려지지 않은 시스템 파라메타가 시간에 따른 변화와 비선형적이고 모델화 되지 않는 동역학 등으로 인하여 쉽지 않다. 본 논문에서는 이러한 모델화되지 않은 동역학에 기인하는 외란에 따른 제어의 어려움을 극복하고자 연속된 반복동작을 통해 원하는 입력을 찾는 반복학습제어기법(Iterative Learning Control Technique)을 구현한다. 반복 학습 제어기법은 반복되는 동작을 통하여 제어기를 훈련시킴으로서 반복된 학습횟수가 증가함에 따라 궤적추종 오차를 줄이려는 것이다.

H^i 가 미지의 값을 가지는 S_d 로 수렴하기 위해 H^i 를 갱신시키는 학습 규칙을 유도하기 위하여 다음의 지수를 선정한다.(3)

$$J_t = \frac{1}{2} \sum_{r=1}^{\infty} \| S_d(t) - H^r(t) \|^2$$

Gradient descent 규칙을 적용하여, H^i 의 생신식을 구하면 다음과 같다.

$$H^{i+1} = H^i - \beta \frac{\delta J_t}{\delta H^i} = H^i + \beta(S_d - H^i)$$

여기서 β 는 학습 인자(Training factor)로 불리는 양의 상수이고 β 의 범위는 S_d 에서 (식7)을 빼주면 $S_d - H^{i+1} = (S_d - H^i) - \beta(S_d - H^i) = (1 - \beta)(S_d - H^i)$ 가 되므로 β 는 H^i 의 수렴을 보장하기 위해 $0 < \beta < 2$

사이의 값을 가져야 한다.(4)

그러나 s_d 가 미지의 값이기 때문에 식(7)을 직접적으로 학습규칙으로 사용 할 수는 없다. 따라서 T_e^i 를 미지의 값 $s_d - H^i$ 대신 사용함으로써 다음의 학습 규칙을 얻는다.(5)

$$H^{i+1} = H^i + \beta T_e^i$$

3. 모의 실험

본 논문에서 구현하고자 하는 학습제어기를 실제 시스템에서 구현하기에 앞서 모의 실험을 하였다. 표1은 실험대상 로봇관절의 구조를 설정하였다.

표 1. 실험대상 로봇의 관절구조

관절	길이	질량	최대토크
1	40cm	40 kg	340 N/m
2	30cm	25 kg	550 N/m
3	10cm	7 kg	315 N/m

모의 실험에서는 관절 1과 관절 2만을 대상으로 실험하였고 사용된 궤적과 각 관절의 이득은 (표 2와) 같다.

표 2. 시뮬레이션 파라미터

관절	궤적(SamplingTime=1ms)	K	L	B
1	$(\frac{4}{3}\pi) \text{Sin}(2.5t)$	150	50	0.5
2	$(-\frac{4}{3}\pi) \text{Sin}(1.5t)$	150	50	0.5

4. 결과 및 고찰

본 논문은 무인FA를 위한 로봇의 학습제어기의 설계에 관한 것으로 설계된 로봇제어기의 안정도가 보장될 뿐만 아니라 학습이 진행됨에 따라서 위치 및 속도 오차가 수렴됨을 확인 하였고, 특히 로봇 매니플레이터의 실제 가속도 값을 이용하지 않는 중요한 특성을 가진다. 그리고 시뮬레이션 결과로 알 수 있듯이 실제 산업 현장에서 사용되고 있는 4축 로봇 매니플레이터 모델에 적용한 결과 제안한 제어기의 성능이 우수함을 확인할 수 있었고, 이를 기초로 현재 국내에서 제작된 4축 수평다관절 매니플레이터 에 적용할 제어기를 설계하여 성능을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Qu, Z, Dorsey, J, Dawson, D.M. and Johnson, R.W. "Linear Learning Control of Robot Motion" Journal of Robotics Systems Vol.10. No.1 1991
- [2] Jang, T.J, Choi, C.H., and Ahn, H.S., "Iterative Learning Control for A Class of nonlinear system" Automatica Vol.29 1993
- [3] Ahn, H.S., Choi, C.H., and Kim, K.B "Iterative Learning Control for A Class of nonlinear system" Automatica Vol.29 1993
- [4] Dawson, D.M., Qu, Z, Dorsey, J.F., and Lewis, F.L. "On The Learning Control of A Robot Manipulator" Journal of Intelligent and Robotic systems Vol.4 1991
- [5] Tae-yong Kuc and Jin S. Lee "An Adaptive Learning Control of Uncertain robotic Systems" Proceedings of the 30th Conf. on Decision and Control. Dec 1991

비선형제어기법을 이용한 양의 피드백을 갖는 로봇시스템의 최적제어

주은택¹
(주)TESS¹

1. 서 론

현재 대부분의 로봇 제어기는 로봇 모델의 모든 상태 즉, 위치와 속도 정보를 알고 있다는 가정 하에 설계된다. 따라서 이를 위해서는 위치 센서와 속도 센서가 필수적이다. 그러나 속도 센서는 노이즈에 매우 민감해서 오동작을 일으키는 원인이 되어 속도 센서 없이 위치 정보만을 이용하여 제어를 구성하기 위해 많은 연구가 이루어져 왔다. 가장 간단한 방법으로 정확한 위치 정보로부터 수치적 근사법을 이용하여 속도 정보를 구하는 방법이 이용되었으나 저속과 고속의 경우 이러한 단순 근사법은 부정확하다는 단점이 있다.

2. 본 론

n-자유도를 갖는 강체 로봇모델의 운동방정식은 다음과 같이 유도 될 수 있다.(1)

$$N(q)\ddot{q} + Q(q, \dot{q})\dot{q} + g(q) = u \quad (1)$$

여기서 $q \in R^n$ 은 모터의 위치이고, $N(q) \in R^{n \times n}$ 은 로봇의 관성행렬이며, $Q(q, \dot{q})\dot{q} \in R^n$ 은 코리올리스력과 원심력이다. $g(q) \in R^n$ 는 중력항을 나타내며 $u \in R^n$ 은 외부에서 입력되는 토크를 나타낸다. 제어기 설계의 편리성을 위해, 상태변수를 $X_1 = q, X_2 = \dot{q}$ 로 정하고 식(1)을 상태방정식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \dot{X}_1 &= X_2 \\ \dot{X}_2 &= N(X_1)^{-1}(-Q(X_1, X_2)X_2 - g(X_1) + u) \end{aligned} \quad (2)$$

3. 결과 및 고찰

로봇의 출력이 원하는 위치에 도달했을 때 새로운 부하를 추가하고 제거할 때의 출력의 변화를 관찰하였다. 정확한 부하의 변화 시간을 맞출 수는 없었지만 실험 결과에서 부하의 변화에도 불구하고 제어기 파라미터의 변화 없이 원하는 위치로 수렴함을 알 수 있다. 실험에 사용된 AC 서보모터의 사양은 표 1과 같다.

표 1. AC 서보모터의 사양

정격출력[kW]	2.0	정격회전속도[r/min]	1800
정격토크[Nm]	15.0	기계적시정수[ms]	2.0
정격전류[A(rms)]	20.0	전기적시정수[ms]	15.0
토크정수[Nm/A(rms)]	0.9	회전자관성[$kgm^2 \times 10^{-4}$]	36.0

4. 결 론

본 연구에서는 간단한 선형 제어기로 비선형시스템인 로봇을 시뮬레이션과 실험을 통하여 위치 제어함으로써 제안된 제어기의 우수성을 보였다. 그리고 실시간으로 실제 로봇 시스템을 위치 제어함으로써 제안된 제어기의 실용성을 입증하였다. 특히, 로봇의 부하를 변화시켰을 때 제어기 파라미터의 어떠한 변화 없이 원하는 출력을 얻을 수 있음을 보임으로써, 제안된 제어기는 산업 현장에서도 이용 가능한, 모델 파라미터의 불확실성에 강인한 제어기임을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) C. Canudas de Wit and N. Fixot, "Robot control via robust estimated state feedback," IEEE Trans. Automat. Cont. vol. 40, pp. 1497-1501, 2001

사물인터넷기반 로봇의 최적작업경로 무인원격제어에 관한 연구

배호영¹
(주)브이맥¹

1. 서 론

본 논문에서는 실제 비전영상과 가상현실 공간 내의 이미지 정보를 비교 분석하여 이동로봇의 위치 인식 오차를 최소한으로 하기 위하여 사물인터넷 네트워크를 사용하여 가상현실을 사용하여 가상공간을 구축하고, 입력 영상과 가상공간과의 오버레이를 통한 이동 로봇의 효율적인 위치보정 알고리즘을 제안함으로써, 이동로봇이 중행 중 장애물을 회피할 수 있는 능력을 갖도록 함으로 제안한 알고리즘의 유용성을 보인다.

2. 본 론

지능 로봇의 정확한 위치를 계산하기 위해서 적용된 선형화 방법은 선형위치추정 알고리즘을 사용함으로써 우수한 연산 속도를 갖도록 하여 이동 로봇의 정확한 위치를 빠른 시간 내에 계산할 수 있도록 하였다. 이 방법으로 로봇이 인식하는 대상을 복소평면 상의 점으로 간주하여 선형 벡터 방정식의 집합으로부터 해를 유도한다.

또한 로봇 측위를 수행하기 위해서는 카메라 영상을 통해 입력된 센서를 정확하게 인식을 위한 영상처리를 이용한 패턴 인식 방법을 제안한다.(1)

3. 모의실험 및 고찰

시뮬레이션을 통한 제안된 알고리즘의 유용성을 보이기 위해 구성된 실험 장비 사양은 다음과 같다. 실험에 사용된 로봇 작업 환경의 크기는 $800 \times 1000mm^2$ 의 모형을 사용하였다.(2)

위치 보정 실험을 위해 노이즈를 더하여 일부러 측위 결과에 에러를 갖도록 하였다.

4. 결 론

비전 영상에 3차원 영상을 오버레이 함으로 얻어진 장점은 두 영상의 오버레이를 통해 두 영상의 정확한 매칭을 통한 측위 결과의 정확성을 검증할 수 있었다. 또한 VRML에 의한 3차원 영상은 작업 환경의 정보를 담고 있기 때문에, 레퍼런스로서 활용됨으로 장애물의 뒷면이나 사물의 내부까지 파악이 가능함을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- 1) E. Krotkov, "Mobile robot localization using a single image," IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol. 2, pp. 978-983, May 1989.
- 2) K. Briechle and U. D. Hanebeck, Member, "Localization of a mobile robot using relative bearing measurements," IEEE Transaction on Robotics and Automation, vol. 20, no. 1, pp. 36-44 Feb 2004

자율구동 로봇의 정밀 구동제어에 관한 연구

김민성¹, 전동화¹, 이우송², 정양근³, 김한성⁴, 한성현⁴
경남대학교 대학원¹, (주)선진기술², 신라정보기술(주)³, 경남대학교 기계공학부⁴

1. 서 론

모바일 로봇에 대한 연구가 진행됨에 따라 사람과 로봇의 상호작용을 위한 많은 방법들이 제안되고 있는데 그중 음성명령에 의한 제어 기술의 필요성이 더욱 커지고 있다. 따라서 현재의 음성인식 기술에서 원격 마이크 환경의 전처리 음질 향상을 위해서는 어레이 신호처리 기술이 필수적이다. 또한 대화 모델링을 위한 현재의 접근방식은 강건성 유지와 영역 확장이 어려운 문제점이 있고 대화모델의 개념적 부분과 언어의 특성에 대한 고려도 필요하다.

2. 본 론

본 연구에서는 음성명령과 무선 네트워크 통신을 통하여 모바일 로봇 시스템을 실시간 제어하며 음성전달 방법은 PC상의 송신 마이크로폰을 이용하여 음원을 분석 후 로봇을 제어가 가능하도록 하였다. 또한 모바일 로봇의 위치 및 속도 제어를 무선통신 원격제어에 의해 수행되어 로봇 제어기의 성능이 검증된다.

Endpoint detection에서 음성의 시작점을 검출하면, 검출된 음성에 대해서 front end feature extraction에서 MFCC로 변환하고, MFCC를 이용하여 acoustic matcher에서 speech model과 acoustic score를 구한다. 그리고 score를 이용하여 인식 network을 parsing해서 인식된 결과가 나오면 rejection에서 음성의 신뢰도를 평가하게 된다.

3. 실험 결과 및 고찰

Table 1은 로봇 시스템에 저장해 놓은 음성단어이고 Table 2는 Table 1의 단어의 일부를 인식률을 나타내고 있다.

Table 1 실험 내용 및 조건

ID	단어이름	ID	단어이름
1	전진	6	좌회전
2	후진	7	우회전
3	정지	8	전진
4	우로	9	후진
5	좌로	10	멈춤

Table 2 음성인식 실험에 의한 인식률

4. 결 론

본 연구에서는 소리명령에 의한 실시간 무인원격 모바일 로봇의 주행제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 로봇의 성능을 확인하기 위하여 여러번의 반복 성능 실험을 통하여 예증하였다. 또한 본 연구에서 오프라인 실시간 무선원격 제어기술의 개발로 보다 다양한 방법의 모바일 로봇 시스템을 음성명령에 의한 실시간 무인원격 제어기법을 이용한 모바일 로봇의 주행제어를 통하여 무인 공장자동화실험 및 원거리 실시간 무인원격제어 성능을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) D. Psaltis, A. Sideris, and A. Yamamura, 1988, "A Multilayered Neural Network Controller", IEEE Control Systems Magazine, April, pp.17-21
- (2) E. H. Mamdani, 1974, "Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant", Proc. IEEE, Vol. 121, No.12, pp.1585-1588.

다중센서기반을 이용한 지능형 로봇의 모션 제어

이우송¹, 박인만²
(주)선진기술¹,(주)인템²

1. 서 론

지능형 로봇은 스스로 주위 환경을 인식하여 로봇의 판단에 의해 자율적으로 이동한다. 이를 위해서는 각종 센서들을 이용하여 환경 정보를 수집하고, 이 정보를 기반으로 이동 경로를 결정할 수 있는 제어기가 필요하다. 전통적인 제어 이론은 지능형 로봇의 구성 요소인 바퀴와 센서들의 오차로 인해 시스템이 복잡하여 만족스러운 수학적 모델을 얻지 못하여 그 대안으로서 퍼지 제어, 인공 신경망을 이용한 제어, 퍼지-신경망 제어, 유전자 알고리즘을 이용한 제어 등 여러 가지 지능 제어 기법이 제안되었다. 그 중 퍼지 제어기는 전문가의 지식을 살려 제어 시스템을 언어적인 규칙을 기반으로 제어기를 구성하므로 정확한 수학적 모델을 알지 못할지라도 좋은 결과를 얻을 수 있고 구현이 간단하다고 알려져 있다.

2. 본 론

현재까지 탐색한 최적의 목적함수 $F(pbest)$ 의 값을 기억한다. 각 개체들은 집단이 탐색 과정에서 발견한 최적의 목적 함수 값 $F(pbest)$ 값과 $pbest$ 의 위치 벡터의 정보를 공유하고 있다. 각 개체들은 현재의 위치 벡터와 속도 벡터와 개체가 지금까지 탐색한 최적의 위치 벡터 $pbest$ 와 무리 전체가 지금까지 탐색한 최적의 위치 벡터 $pbest$ 를 이용하여 식 (1)를 통해 이동을 하고 각 개체들의 위치는 현재의 위치 벡터와 수정된 속도 벡터를 이용하여 식 (2)과 같이 나타내고 각 개체들의 학습을 증가시키기 위해 속도 벡터의 제한 조건을 식 (3)로 나타낸다.

3. 실험 및 고찰

사용자는 원격지에서 TCP/IP 소켓 통신으로 로봇 제어 인터페이스에 접속을 하고, 로봇 제어 인터페이스는 PSO에 의해 동정된 퍼지 제어기로 지능형 로봇을 제어한다. 로봇 제어 인터페이스는 지능형 로봇의 센서들로부터 들어오는 데이터들을 사용자 인터페이스에 송신해 준다. 사용자 인터페이스는 수신된 데이터들을 기반으로 로봇의 이동궤적을 사용자 인터페이스에 표시하여 준다.

4. 결 론

지능형 로봇의 자율주행을 위해 전문가의 지식을 기반으로 한 퍼지 제어기를 설계하고 수동 조작을 통해 데이터를 획득 하였다. 획득한 데이터들을 통해 퍼지 제어기를 구성하고 있는 멤버십 함수의 매개 변수들을 최적화하기 위해 PSO로 동정하는 방법을 제시하였고, 사용자 인터페이스의 원격 제어를 통해 로봇 제어 인터페이스는 PSO로 동정된 퍼지 제어기로 지능형 로봇의 주행하도록 하였다. 마지막으로, 본 논문에서 제안한 원격 제어 시스템은 실험을 통해 그 응용 가능성을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- 1) Y. H. Joo, H. S. Hwang, K. B. Woo and K. B. Kim, "Fuzzy System Modeling and Its Application to Mobile Robot Control", Fuzzy Logic and Its Applications, Information Sciences, and Intelligent Systems, Kluwer Academic Publishers, pp.147-156, Dec..1995.

신경망 기반 이동로봇의 제어기설계에 관한 연구

정양근¹, 정성원²
신라정보기술(주)¹, DY(주)²

1. 서 론

최근 들어 공장 자동화 및 유연 생산 체계의 도입이 증가됨에 따라, 작업반경이 넓으며, 작업환경의 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 이동로봇에 대한 필요성이 높아지고 있다. 본 연구에서는 다층신경회로망의 단점인 학습시간이 긴 것과 국부 최소값에 빠질 위험을 보완하기 위해 실수코딩유전알고리즘으로 최적화 시켜서 학습시간을 줄이고 역전파 알고리즘을 사용하여 모바일로봇의 실시간 궤적추적 신경제어기를 설계하여 그 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 입증하였다.

2. 본 론

직교 좌표에서 정의된 2차원 평면에 놓여진 모바일 로봇은 아래의 그림 Fig. 1.에 보여지고 있다.(1)

모바일 로봇의 동역학 모델제어를 위해서는 라그랑지법을 이용하여 모바일 로봇의 동역학적 운동방정식을 유도한다. 기준좌표계에 대한 모바일로봇의 위치에너지는 2차원 평면상에서만 운동하고, 탄성체가 없으며 시간이나 $\theta, \dot{\theta}$ 에 대한 변화량이 없으므로 $U=0$ 이다. 그러면 Fig. 1의 모바일로봇에 대한 라그랑지 방정식은 다음과 같다.

3 모의 실험

모의실험은 최대속도 1.3 m/sec, 최대가속도 5m/sec², 샘플링 타임 0.01sec 로 하여서 로봇의 최대선속도 및 가속도 제한을 고려한 초기에 자세오차만을 가지며 정지 상태에서 실행하였다.

제안된 제어기와 PD제어기에 대한 비교 모의실험을 통해 비교하였다. 모의실험결과에서 기준 속도 20 cm/sec, 초기 오차 = (0, 20 cm, 45°)인 직선 경로에서 초기 방향 오차로 인해 진동이 나타나는데 PD 제어기에 비해 제안된 제어기의 진동이 적게 나타남을 알 수 있다.

4 결 론

본 연구에서는 Feedforward 제어기인 다층 신경회로망 제어기를 실수 코딩유전 알고리즘-BP법으로 연결강도 학습의 초기를 실수코딩 유전알고리즘을 사용하여 수행하면서 최적의 해를 찾아내었다. 역전파 알고리즘을 통해 제어기성능을 최적화하고자 하였다. 모의실험결과 기존의 PD제어기보다 본 연구에서 제안한 유전알고리즘을 이용한 신경회로망제어기가 모바일 로봇의 궤적추적에 우수한 성능을 나타냄을 알 수 있다.

[참 고 문 헌]

- (1) Pomet, J.-B., Thuilot, B., Bastin, G. and Campion, G., "A hybrid strategy for the feedback stabilization of nonholonomic mobile robots," IEEE International Conference on Robotics and Automation, Vol. 1, pp. 129-134,

필드용 모바일로봇의 정밀 제어기 설계

이성진¹, 이현철²
한화테크윈(주)¹, (주)SG서보²

1. 서 론

Autonomous Robot Vehicle 은 다양한 용도에서 그 필요성이 증가 되고 있고 각 분야별로 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중에서도 중요한 분야는 경로 계획과 그것을 충실하게 따라가게 제어하는 하위 레벨 제어 기이며 이것은 자동 운행의 가장 기본적인 분야라고 볼 수 있다. 그리고 계획된 경로를 어떤 구조로 하위 제어 시스템으로 넘기느냐 하는 문제, 어떤 계층으로 분리하느냐 하는 문제, 그리고 어느 계층이 어떤 일을 담당하느냐 하는 것은 중요한 관건이다. 이전의 연구들을 살펴보면, Tsumura[6]는 dense sequense로써 경로를 표시하고 매 제어 사이클마다 그 기준점과 미래의 위치를 비교하여 조향하는 방법을 제시했다.

2. 본 론

Reference Trajectory Generator(RTG)는 RMC를 위한 적당한 기준 궤적을 만드는 기능을 한다. 뿐만 아니라 로봇의 위치 상태를 실시간으로 점검하고 그 상태가 명령과 큰 오차를 보였을 때는 긴급 상황임을 LPP에 알리기도 한다. RTG는 각 제어 사이클 마다 경로의 기준 위치, 기준 조향각과 구동 속도, 현재 경로 구간의 끝까지의 거리 등을 계산한다. 구간의 끝점까지의 거리가 직전의 두 기준 위치 사이의 거리보다 작아졌을 때 LPP에 새로운 구간을 요구하게 된다. RTG에서 RMC로 넘기는 데이터는 가야할 위치, 자세, 선속도, 각속도로서, $(X_r, Y_r, \theta_r, V_r, \omega_r)$ 로 표시할 수 있다.

현재 update 시간 t에서 나아가야할 방향으로의 기준 위치와 방향은 t-T에서의(T:제어사이클) 위치와 방향, 현재 경로 구간의 형태, 그리고 기준 선속도 $V_r(t)$ 에 의해 계산된다. 새로운 기준 위치와 방향을 결정하기 위해서는 약간이 기하학적 계산이 요구된다. 먼저 몇 가지 사전 정의를 하자. 현재 구간의 끝점의 위치-방향 벡터를 $Z_d=[X_d, Y_d, \theta_d]$ 라고 하고, 현재 구간이 시작점의 위치-방향 벡터를 $Z_b=[X_b, Y_b, \theta_b]$ 라고 한다. 그리고, 결과로서 얻어져야할 t시간에서의 기준 위치-방향 벡터를 $Z_r(t)=[X_r(t), Y_r(t), \theta_r(t)]$ 라고 한다. 이때 (X_b, Y_b) 를 중심으로 하고 θ_b 만큼 회전한 새로운 좌표계를 잡을 수 있고, t-T 시간에서의 위치-방향 벡터를 변환된 좌표계 (X', Y') 에서 바라본 것을 $Z_f=[X_f, Y_f, \theta_f]$ 라고 한다. 따라서 Z_f 는 다음과 같이 표시할 수 있다.

3. 실험 및 구현

앞에서 논의된 RTG, RMC 는 현재 실내용 이동 로봇으로 개발되고 있는 ALiVE 에 구현되어 그 성능을 실험 중에 있다. ALiVE 의 하드웨어 시스템은 VME 버스 환경의 개방 구조(open architecture)를 가지고 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 이동 로봇의 효율적인 자세-속도 제어를 위한 새로운 제어 구조를 제시했다. 그것은 실내용 이동로봇 "ALiVE" 시스템에 구현되어 그 성능을 실험중에 있다. RTG 는 정확히 그리고 부드럽고 유연한 구간 궤적을 만들어내는 역할을 하는데 그것의 장점으로서는 1)경로계획기로부터의 데이터 양을 크게 줄이고 2)경로 계획기와 자세 제어를 분리시켜 주며 3)이동로봇의 주행 상태를 실시간으로 점검하여 상위 시스템에 알리는 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Y. Kanayama et al "Vehicle Path Specification by a Sequence of Straight Lines", IEEE Journal of Robotics & Automation, Vol.4, No.3, 265-276, 1988
- [2] W. L .Nelson, "Continuous-Curvature Path for Autonomous Vehicles", IEEE Int.Conf.on Robotics & Automation, 1989
- [3] W. L .Nelson, "Continuous Steering-Function Control of Robot Carts", IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol.36, No.3, 330-337 1989

물류 자동화를 위한 이동로봇의 원격제어

신행봉¹, 이희섭²
(주)SG서보¹, 두산공작기계²

1. 서 론

원격제어에 관한 연구는 대부분 통신지연이 일정하고 원 격지 환경이 정적이라고 가정하였다. 그러나 실제로 이동로봇의 원격제어에서 통신지연은 가변적이고 주위환경은 동적이다. 근래에는 통신지연이 가변적이고 원격지 환경이 동적인 상태에서 원격제어 시스템의 안정도와 성능을 개선하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있다. Liu는 동적 작업 할당 방법을 사용한 적응 비례 제어 알고리즘(adaptive scaling control algorithm)을 제안하고 간단한 예제를 통하여 응용 가능성을 보였다. Grange는 통신채널을 동적으로 사용함으로써 통신대역의 사용 효율을 개선하고자 하였다. SchUlz은 통신 지연 문제와 통신대역의 효율을 높이기 위하여 예측표시법을 사용하였다. 이들 연구의 공통점은 이동로봇이 고수준의 지능과 자율성을 갖추어야 한다는 점이다. 즉, 이동로봇은 장애물회피, 경로계획 등의 기능을 가지고 있어야 한다. 이들 연구는 이동로봇의 지능을 향상시킴으로써 통신지연 문제를 극복하고 통신대역의 효율을 개선하였다.

2. 본 론

통신지연이 큰 경우에는 이동로봇 주위환경에 대한 실시간 모니터링이 불가능하게 되고 따라서 이동로봇을 직접 제어하기 어렵게 된다. 이와 같은 경우 주위환경이 매우 복잡하지 않다면 이동로봇의 장애물회피 기능을 이용하여 원격제어 하는 것이 효과적이다. 즉 장애물회피모드에서는 조작자가 이동로봇이 진행해야 될 대략적인 방향을 조이스틱을 통해서 전달하고, 이동로봇은 지시된 방향으로 진행을 하되, 진행 중 장애물이 발견되면 이동로봇 스스로 장애물을 회피한다. 그림 4은 VFH를 이용하여 장애물 회피를 위한 이동로봇의 조향 방향을 결정하는 예를 보여준다. 일반적으로 VFH에서 두 개 혹은 여러 개의 free sector가 존재 할 수 있으며 이중 조작자에 의해 지시된 방향과 가장 가까운 한 개의 free sector를 선택하고 이때 이동로봇의 조향 방향은 free sector의 중심각 θ 가 된다.

3 결 론

본 논문은 무선 랜을 이용하여 이동로봇을 원격으로 제어하는 원격제어 시스템을 구성하고 제어 알고리즘을 개발 하였다. 이동로봇은 PC카메라와 레이저 센서로서 원격지 환경에 대한 정보를 사용자가 쉽게 모니터링 할 수 있도록 하였으며, 이동로봇을 키보드와 조이스틱으로 간편하게 제어 할 수 있도록 인터페이스를 구성하였다. 원격제어 시스템의 통신네트워크 지연시간을 실시간으로 측정하기 위한 알고리즘을 개발하여 네트워크 상태에 따라 제어모드를 선택할 수 있도록 하였다. 원격제어 방식으로 VFH를 이용한 힘 반영 직접제어 모드를 제안하고 실험을 통하여 유용성을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] P. X. Lui, M. Q-H. Meng, and J. J. Gu, "adaptive scaling control for the internet-base teleoperation" Proc. of 2001 IEEE Int. Sysposium on Computational Intelligence in Rpbotics and Automation July 2001.

단조품 제조공정 적용 로봇의 지능작업구현에 관한 연구

차보남¹, 남택중²
두산인프라코어¹ S&T중공업²

1. 서 론

화자독립방식에 의한 음성명령에 기반을 둔 지능형 이동로봇의 지능제어 기술인 음성신호의 인식기술은 크게 음성인식과 화자인식으로 분류되며 음성인식 시스템은 특별한 화자에 대해서만 인식하는 화자종속 시스템과 화자에 상관없이 인식하는 화자독립 시스템으로 나뉜다. 본 연구에서는 사람의 소리명령에 의해 자율주행로봇의 모션제어에 관한 연구를 수행하고 실험을 통하여 그 신뢰성을 증명한다. 음성명령에 의한 모션제어 성능 검증은 여러 번의 반복 테스트를 통하여 음성인식 실험을 자율주행 이동로봇의 지능제어에 대한 실험을 수행하였다.

2. 본 론

먼저 입력된 컬러영상을 HIS 색상 평면으로 나누고 원 영상과 가장 유사한 명도성분을 나타내는 영상을 구한 후 영상에 발생하는 random noise를 제거하기 위해 메디안 필터를 사용하였으며 영상 안에서 영역의 경계를 나타내기 위하여 공간필터의 하나인 소벨 연산자를 사용하였다. 그리고 적은 메모리양과 빠른 영상을 위해 이진 영상으로 변환 시켰고, 임계값에 의한 이진영상은 불필요한 조명에 의한 반사 부분이 노이즈로 나타나게 되어 이를 제거하기 위해서 모폴로지 기법 중 closing 연산을 사용하였다.

3. 모의 실험

임시 목표가 정해지면 로봇간의 거리를 계산해야하는데 이를 위해 구해진 영상의 정보와 적외선 센서를 이용하였다. 두 개의 카메라에서 각각 얻어진 두 영상을 비교해 보다 정확한 거리를 산출할 수 있는 스테레오 비전 방법도 있지만 본 연구에서는 하나의 카메라로 거리를 측정하였다. 바닥에서 카메라까지의 높이인 h_y , 카메라 앞부분에 존재하는 사각의 거리인 b_y , 카메라로 포착 가능한 최장거리인 $l_y + b_y$, 카메라의 좌우 폭인 l_x 는 실제 측정하고, 이 4개의 측정값을 이용하여 세 가지 각도를 구할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 자율주행로봇의 실시간 제어 실현을 위하여 음성인식 제어 기법을 적용한 모션제어 기법을 제안하였다. 자율주행 로봇 무인원격제어용 음성인식프로그램을 개발에 관한 주요 연구내용으로는 음성인식시스템 개발, 음성인식 실행프로그램을 개발하였으며, 이에 대한 세부 연구내용으로 음성인식 구동부 실행프로그램 및 주행제어를 위한 명령프로그램을 개발하였다. 음성인식에 의한 주행 및 무인 작업통합실험을 위하여 음성인식에 의한 무인 주행 및 무인원격 명령제어를 수행하였고, 실시간 위치추적기술 및 위치정밀유도에 대한 반복 작업실험의 성능실험을 통해 자율주행 및 무인 작업실험에 관한 가능성을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) Siverman H. F., and Morgan D.P, "The application of dynamic programming to connected .speech' recognition," IEEE Transactions on Acoustics,Speech, and Signal Processing Magazine, Vol. 7, pp. 6-25, July 1990.
- (2) Roe D. B. and Wilpon. J. G., "WhitherSpeech Recognition : The Next 25 Years," IEEE Communications Magazine, Vol. 31, No. 11, pp. 54-62, November, 1993.
- (3) L. R. Rabinar and B. H. Juang," An Introduction to Hidden MarkovModels, " IEEE ASSP Magazine, Vol. 3, No. 1, pp 4-16, January1986

로봇 시스템의 고성능 이동경로 건설제어에 관한 연구

김성일¹, 황원준²
S&T중공업¹, 경남TP²

1. 서론

지금까지 모바일로봇의 주행 제어는 제어하려는 대상의 운동방정식을 알고 있을 때만 가능하였다. 그러나 이동로봇의 구조는 이동로봇의 운동방정식이 비선형성을 나타냄으로써 복잡하고 대부분의 경우 운동방정식을 정확히 구하지 못하는 경우가 많다. 본 연구에서는 이동용 로봇의 속도제어를 위하여 역전파알고리즘에 의한 및 가우스 멤버십함수의 혼합 퍼지추론법을 적용한 새로운 구조의 퍼지 신경망 제어기법이 제안되고, 제안된 퍼지 신경망 제어기법에 의해 제안된 모바일 로봇 제어기의 성능을 모의실험을 통하여 검증한다.

2. 본론

본 연구에서 채택된 퍼지제어에서 퍼지추론은 수지노의 퍼지추론의 특별한 경우로써 설명될 수 있는 단순화된 혼합 추론법이다. 사실, 퍼지신경회로 제어법은 수지노의 퍼지추론의 끝단의 함수가 상수가 되거나 또는 최소-최대 도식법의 끝단에서의 퍼지집합의 범위가 미소값, 즉 싱글톤(singleton) 이 될 때의 경우와 일치한다. 따라서, 임의의 i 번째 제어칙은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$H_i : \text{If } x_1 = M_{i1} \text{ and ... and } x_n = M_{in} \text{ then} \\ \Gamma_1 = N_{i1} \text{ and ... and } \Gamma_n = N_{in} \quad (1)$$

여기서, H_i 는 i 번째 제어칙을 나타내고, M_{ij} 는 i 번째 제어칙에서 j 번째 입력변수와 결합되는 선행단에서의 퍼지집합이고 N_{ij} 는 i 번째 제어칙의 끝단에서의 j 번째 변수와 결합되는 상수를 나타낸다. 신뢰도 $\sigma M_{i1}(x_1), \dots, \sigma M_{in}(x_n)$ 을 적용하면, 선행단에서의 신뢰도 Q_i 는 다음과 같이 정의된다.

$$Q_i = \sigma M_{i1}(x_1) \cdot \sigma M_{i2}(x_2) \cdot \dots \cdot \sigma M_{in}(x_n) \quad (2)$$

j 번째 출력 결과는 가중치 Q_i 에 관하여 N_{ij} 의 가중 평균치로써 다음과 같이 계산된다.

$$\Gamma_j^* = \frac{\sum_{i=1}^r Q_i N_{ij}}{\sum_{i=1}^r Q_i}, \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

3. 결과 및 토의

두개의 독립 구동바퀴를 가지는 이동 로봇이 평면상에서 정확히 움직이며, 절대 좌표계 O-XY는 평면상에 고정되었다고 가정한 상태에서 이동 로봇의 운동방정식은 다음과 같이 표현된다.

$$M_V \ddot{\theta} + (-T_r + T_l) L = 0 \\ m V - (T_l + T_r) = 0 \quad (4)$$

오른쪽과 왼쪽 구동바퀴에 대한 구동 시스템의 동특성은 다음의 식으로 표현된다.

$$+ f_c \dot{\psi}_i + RT_i - f_k \Gamma_i = 0, \quad i = r, l \quad (5)$$

여기서, m 은 로봇의 질량, T_l, T_r 는 좌측과 우측의 구동력, L 은 좌측 또는 우측 구동바퀴와 로봇의 무게중심 사이의 거리, θ 는 로봇의 방향각, V 는 로봇의 속도, M_w 는 바퀴의 회전 관성 모멘트, f_c 는 점성 마찰계수, f_k 는 구름 이득 계수, R 은 바퀴의 반경, ψ_i 는 바퀴의 회전각, Γ_i 는 구동 입력, M_V 는 로봇의 무게중심에 대한 관성 모멘트 또한, 변수 θ, V, ψ_i 사이의 기하학적인 관계는 다음과 같이 주어진다.

4. 결론

본 연구에서는 퍼지로직과 신경회로망을 이용한 모바일 로봇의 주행제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 퍼지 신경망 제어기의 성능을 확인하기 위하여 시스템의 정확한 동적 모델링이 어려운 불확실성 시스템인 이동용 로봇의 속도 및 방향각 제어에 대한 제어 성능 시험을 모의실험을 통하여 검증하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) S. Horikawa, T. Furuhashi, S. Okuma, And Y. Uchikawa, 1991, "A Learning Fuzzy Controller Using a Neural Network", Trans. SICE, Vol.27, No.2, pp.208-215.

7축 다관절 로봇의 작업경로 정밀제어에 관한 연구

정동연¹, 김민성²

(주)대호테크¹, 경남대학교 첨단공학과²

1. 서 론

산업용 로봇은 빠른 작업속도와 높은 궤적정도 등 고도화된 동작성능으로 자동차 제조나 전자제품 제조 현장에 널리 사용되고 있다. 최근에는 생산성을 향상시키기 위해 좁은 면적에 많은 로봇을 배치할 수 있는 슬림화된 로봇이나, 무거운 부품을 한 번에 들어 작업할 수 있는 초고하중 작업용 로봇 등이 개발되어 적용되고 있다.

고성능화를 추구하고면서도 기구적으로 경량화 및 고가반하중화 되면서 로봇을 구동하기 위한 동작제어기는 점점더 가혹한 조건에 놓이게 되었다. 경량화에 의해 기구는 유연해졌지만 무거운 부하를 고속으로 움직이면서도 고정도를 유지해야하는 종작제어기는 고전적인 제어방법만으로는 더 이상 원활한 제어가 어렵다. 이에 따라 최근 산업용 로봇의 동작제어에는 정확한 동역학 모델을 기반으로 고성능 제어를 실현하는 모델기반 제어기법(model based control)이 적용되고 있다.

2. 본 론

모델 기반 제어를 근간으로 하는 산업용 로봇 동작의 고속 및 고정도화를 위해 가장 중요한 요소는 로봇의 시스템에 대한 정확한 모델링과 모델계수의 규명이다. 구동기와 부하 간의 동력전달 구조를 유연성이 없는 강체로 간주했던 과거와 달리 최근에는 감속기와 같은 동력전달부를 유연체로 고려하는 2관성계 모델을 기반으로 제어기를 설계하는 것이 일반적이다. 그러나 동력전달계의 유연성 외에도 동력전달계의 비선형 강성(nonlinear stiffness), 동역학적 간섭력, 기구적 오차, 토크 리플(torque ripple) 등 제어성능에 영향을 주는 다양한 문제 요인이 존재한다

3. 모의 실험

부하 측에 가해지는 동역학적 간섭력에 대해 유연한 동력전달계를 거쳐 모터측에서 보상하기 위해서는, 2관성계 모델을 고려한 외란의 추정과 보상 신호의 생성이 필요하다. Fig. 2는 외란관측기를 사용해 동역학적 간섭력을 보상한 제어기의 성능 시험 결과이다. 165kg의 부하를 장착한 로봇의 팔을 전방으로 뻗은 상태에서 손목 축을 최대 가감속으로 회전시켰을 때 주축에 가해지는 동역학적 간섭력에 의한 선단의 흔들림을 평가한 것으로서, 외란관측기를 통해 외력이 보상되어 선단의 흔들림이 50%이상 감소됨을 알 수 있다.

4. 결 론

최근 산업용 로봇은 높은 수준의 고속 고정도의 동작 성능이 요구되고 있으며, 이러한 동작성능을 달성하기 위해서 다관절 로봇의 동역학과 관절의 유연성 등을 묘사하는 정밀한 모델기반 제어기가 필수적으로 요구되고 있다. 모델기반 제어는 정확한 모델링과 계수의 파악이 관건이며, 이를 위해 로봇의 정밀한 모델링과 모

델의 정확한 계수를 규명하는 기술이 개발되어 적용되고 있다.

그러나 비선형 강성, 토크 리플 등 모델링 되지 않는 고차 비선형 요소나 복잡한 부하의 계수추정 한계등은 모델의 불확실성을 초래하고 원하는 동작성능의 달성을 어렵게 하고 있다. 외란관측기는 간단한 구조로서 모델링 되지 않은 외란을 보상하여 제어기의 강인성을 높이는 효과적인 수단으로 활용될 수 있다. 본 논문에서는 산업용 로봇에 있어서 모델기반 제어를 보완하여 동작성능을 확보할 수 있게 하는 외란관측기의 적용 가능성을 보였다.

[참 고 문 헌]

- (1) S. Moberg, J. Ohr and S. Gunnarsson, "A benchmark problem for robust control of a multivariable nonlinear flexible manipulator,"In Proc.17th IFAC World Congress, Seoul,Korea,July 2008.

6축 로봇의 지능형 모방제어에 관한 연구

배호영¹, 최민혁²
브이맥¹, 경남대학교 기계공학부²

1. 서 론

제조용 로봇에 대한 연구는 로봇 공학의 역사만큼이나 오래되었으며 또한 오랜 역사만큼이나 다양한 연구가 진행되었다. 하지만 실제 산업현장에서 사용되고 있는 제어방법으로는 PID제어가 대부분이며 진동을 해결하기 위한 제진제어기 그리고 일부 힘 제어 등이 적용되고 있다. 그 이유는 복잡한 제어기는 많은 계산 시간 및 경제적인 이유로 현장에서 사용할 수 없기 때문이다. 본 논문에서는 실제 로봇에의 적용성을 높이기 위해 제어기 변경 없이 반복학습제어 알고리즘을 이용하여 로봇의 추종 궤적을 변경하고 로봇 끝단의 궤적 추종 오차를 향상시킨다. 로봇 끝단의 위치정보를 얻기 위해서는 외계센서를 이용하였으며 이를 로봇 하단 3자유도의 궤적을 변경 시키는데 이용하였다. 그리고 6자유도 산업용 로봇을 이용하여 제어 알고리즘의 성능을 확인하였다.

2. 본 론

파라미터의 불확실성 및 조인트 강성에 의해 로봇을 정밀하게 주어진 궤적에 대해 제어 하였을 때도 로봇 끝단의 위치는 원하는 위치로 가지 못하는 경우가 대부분이다. 그러한 이유로 외계센서로부터 얻은 로봇 끝단의 위치 정보를 이용하여 역기구학을 통해 기존의 조인트별 궤적을 변경하게 된다. 본 논문에서 사용한 외계센서는 다음 Fig.3과 같은 Dynalog사의 *CompuGaugeTM* 를 사용하였다.

3. 모의 실험

외계 센서로부터 샘플링 주기 1000Hz 미만의 로봇 끝단의 위치 정보를 얻게 된다. 하지만 위치 정보만으로 일반적인 기구학적 해석 방식으로는 역기구학을 해석할 수 없다. 그러한 이유로 본 논문에서는 로봇 끝단의 오차를 마지막 피치방향의 회전 중심점의 오차로 변환하여 문제를 해결하였다. 비록 변형된 로봇의 하단 3개의 조인트로 인해 로봇 끝단의 방향벡터가 원하는 방향과 다를 수 있지만 로봇 끝단의 위치 오차가 작다면 그 변화도 작기 때문에 그로인한 방향벡터의 변화는 적을 것으로 예상된다.(3)

4. 결 론

제조용 로봇의 정밀한 제어를 하기 위해서는 좋은 제어기가 필요하다. 하지만 제어기의 교체없이 로봇의 파라미터 및 강성에 의한 로봇의 추종오차를 본 논문에서는 외계센서로부터 얻은 로봇 끝단의 정보를 이용하여 반복 학습 제어 알고리즘으로 궤적을 변경함으로써 얻을 수 있었다. 학습 횟수가 증가할수록 로봇이 끝단 정밀도는 크게 증가하였다. 본 논문에서는 외계센서를 통해 얻어진 정보를 조인트 궤적의 변환 값으로 변경하는데 있어 위치 오차로의 환산만을 하였다. 앞으로는 적은 외계센서 데이터 개수로부터 로봇 끝단의 회전 오차까지 줄일 것인가에 대한 연구가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- (1) T.-J. Ha, J. Lee and J. H. Park, 2007, "Robust Control by Inverse Optimal PID Approach for Flexible Joint Robot Manipulator," Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Biomimetics, pp. 336-341.
- (2) M. kritic, I. Kanelleakopoulos, and P. Kokotovic, 1995, "online and Adaptive Control Design," Wiley-Interscience Publication.
- (3) J.-J. E. Slotine, and W. Li, 1987, "n the Adaptive Control of Robot Manipulators ." The International Journal of Robotics and Research. Vol. 6, No. 3, pp. 49-59.

4월 구동 모바일 로봇의 작업 경로건설 제어에 관한 연구

김기현¹, 김희진²
두산중공업(주)¹, 부산인력개발원²

1. 서 론

미래는 로봇 사용이 보편화 되는 시대로 발전하면서 로봇과 인간이 공존하는 사회가 될 것이다. 로봇이 주어진 임무를 수행하기 위해서 로봇 자신의 위치를 알기위해 위치 인식 시스템이 필요하며, 이를 위한 많은 연구가 이루어 졌다. 본 연구에서는 안전한 주행을 위해 갑자기 나타나는 장애물과의 충돌 위험을 줄일 수 있는 기술을 개발하였다. 충돌에 대한 위험요인을 도출하고, 그 결과가 경로계획에 반영되어 시야를 확보하는 경로를 생성하고, 시야가 제한된 지역에서 안전을 보장하기 위한 속도제어에 활용된다.

2. 본 론

데이터 처리 과정은 장애물 운동 상태 추정을 위한 선행 단계이다. 센서는 각 장애물 표면으로부터 반사된 센서의 이동 시간을 고려하여 거리 정보를 자신 센서 데이터들을 수집한다. 장애물의 운동 상태를 추정하기 위하여 우선 의미 없는 센서 데이터 군을 각 장애물에게 할당하는 작업이 필요하다.(1)

3. 실험 결과 및 고찰

시야가 제한되는 환경에서의 위치정보와 안전한 최대 주행속도 정보를 계산하였다. 경로는 주행 위험성을 반영하지 않은 기존의 경로계획 기법으로 생성하고 운동제어에서도 가려짐을 고려한 최대 안전속도 조건을 고려하지 않았다.

4. 결 론

본 연구에서는 시야정보를 바탕으로 가려진 장애물과의 충돌을 고려한 주행기술을 제안하였다. 돌발 장애물의 출현에 경로를 정량적으로 도출하여 충돌회피와 제어에 활용하였다. 제안한 경로계획법은 시야를 확보면서 빠르게 움직일 수 있는 경로를 생성하게 해주고, 속도 제어기법은 위험지역에서의 최대 속도를 제한하여 안전한 주행을 가능하게 하였다. 시야의 가려짐에 의한 주행위험도를 활용한 주행기법이 안전하고 효율적임을 주행실험으로 검증하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) D. Hahnel, W. Burgard, D. Fox, K. Fishkin, and M. Philipose, "Mapping and localization with RFID technology," Proc. of the 2004 IEEE International Conference on Robotics & Automation, vol. 1, pp. 1015-1020, 2004.

금형 가공정밀도 검사용 형상인식기술 개발

김민성¹, 김종훈¹, 최민혁², 원종범³, 원종대⁴, 한성현²
경남대학교 대학원¹, 경남대학교 기계공학부², (주)SMEC³, (주)영창로보테크⁴

1. 서 론

시대의 흐름에 부응하여 모든 시스템의 지능화·첨단화가 추구되면서 화상처리기술, 영상인식, 그리고 시스템의 시각화 기능이 요구되면서부터 매우 중요한 산업분야로 부각된 정밀부품 중 핵심인 초정밀부품의 품질 향상 및 생산성증대를 위해 생산 공정 자동화를 위한 검사용 로봇 비전 시스템 개발이 시급한 실정이다. 본 연구에서는 Vision System을 설계 개발하여 비접촉 검사용 Vision System을 개발하였다.

2. 본 론

- A/D 변환기로부터 출력되는 디지털 영상 데이터를 FM에 저장 시킬 때, 또는 FM에 저장된 디지털 영상 데이터를 모니터로 출력 시킬 때 사용되는 변환 테이블로서, 원래의 디지털 영상 데이터에 실시간으로 효과를 가할 수 있는 메모리를 설계한다.
- 상 데이터에 가하는 효과 : 영상의 실시간 명암조절, 실시간 필터링, gray-scale 영상의 실시간 이진화, 영상 속 물체의 실시간 윤곽 추출 등 다양한 영상조작에 이용 가능한 LUT 입력과 출력의 함수 관계에 의한 데이터의 변환기법 적용

3. 모의실험

3.1 Inspection System Management Window

검사 프로그램의 실행을 전체적으로 관리·제어한다. 주요 기능으로는 프로그램 등록, 등록된 검사 프로그램 램프 표시, 배치된 화면 등록, 검사할 기준모델 데이터파일 등록/자동변환, 시스템사항 설정 기능이 있다.

3.2 Image View Window

Image와 검사 결과 내용을 디스플레이하는 곳으로 주요 기능으로는 이미지 조작, 윈도우 크기 조절, Gray 값 출력, Image 확대/축소 기능이 있다.

4. 결 론

가공된 정밀부품이 로봇에 의해 정밀부품 검사공정으로 이송되면 정밀검사를 수행하는데, 이를 위해 정밀부품 자동검사 계측을 위한 비전의 개발을 통해 부품의 가공 정밀도 및 외형 상태 판정을 수행할 수 있도록 하였다. 정밀검사를 위해 표면 Scratch 검사용비전 기술과 가공 정밀도 측정 검사용 비전기술로 나누어 설계하였다. 실제 측정 영상 데이터와 기준 영상 데이터를 상호 비교하여 그 오차를 계산한 후 일정 범위 이내의 오차는 정상제품으로 일정 오차 이상의 제품을 불량제품으로 판별하도록 하였다. 설계된 시스템은 최소 1 Pixel 단위까지 측정이 가능한데 그 정밀도는 $10^{-4}mm$ 까지 정밀하게 측정이 가능함을 실험에 의한 성능 검증을 통하여 신뢰성을 입증하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) B. Espiau, "Sensor and Sensory Systems for Advanced Robots: An Overview of Local Environment Sensing in Robotics Application". Spiager Verlag, pp. 125-151, 1988.
- (2) Markhlin, "Robot Control and Inspection by Multiple Camera Vision", 11th ISIR, pp.121-128, 1981.

작업효율 최적화 로봇의 작업공간최적 제어에 관한 연구

임오득¹, 임창식²
해군정비창¹, 퍼스텍(주)²

1. 서 론

본 논문에서는 선형방정식의 최소제곱법을 적용한 linear position estimation 기법을 도입하여, CCD 카메라를 통해 입력된 비전 영상과 가상의 VRML(Virtual Reality Modeling Language) 3차원 영상의 매칭 방법을 적용하여, 이동로봇의 위치를 보정하고 로봇이 정확한 이동 경로를 찾아 임무를 수행하기 위한 효율적인 경로 계획법을 제안한다. 이를 위하여, 먼저 이동 로봇은 주위환경 내의 Landmark를 추출하고, 신경망 패턴 인식 기법을 이용하여 위치정보를 갖는 Landmark를 정확하게 인식함으로써 로봇의 정확한 위치를 계산하게 된다. 또한, 실제 비전영상과 가상현실 공간 내의 이미지 정보를 비교 분석하여 이동로봇의 위치 인식 오차를 최소한으로 하기 위하여 가상현실 구현언어인 VRML(Virtual Reality Modeling Language)을 사용하여 가상 공간을 구축하고, 입력 영상과 가상공간과의 오버레이를 통한 이동 로봇의 효율적인 위치보정 알고리즘을 제안함으로써, 이동로봇이 중행 중 장애물을 회피할 수 있는 능력을 갖도록 함으로 제안한 알고리즘의 유용성을 보인다.

2. 본 론

이동 로봇의 정확한 위치를 계산하기 위해서 적용된 localization 방법은 linear position estimation 알고리즘[1]을 사용함으로써, 비선형 방정식들의 최소제곱해를 이용하는 Triangulation법[2,3]보다 우수한 연산 속도를 갖도록 함으로 이동 로봇의 정확한 위치를 빠른 시간 내에 계산할 수 있도록 하였다. 이 방법은 로봇이 인식하는 Landmark들을 복소평면 상의 점으로 간주하여 선형 벡터 방정식의 집합으로부터 해를 유도할 수 있다.

또한 로봇 측위를 수행하기 위해서는 카메라 영상을 통해 입력된 Landmark를 정확하게 인식을 위한 영상 처리 및 신경회로망을 이용한 패턴 인식 방법을 제안한다.

3. 실험 결과 및 고찰

위치 보정 실험을 위해 Landmark에 노이즈를 더하여 일부러 측위 결과에 에러를 갖도록 하였다. 그리고 VRML 3D영상을 이용한 위치 에러 보정을 실시하였다.

VRML을 이용한 위치 에러 보정 결과는 그림 2와 같다. 보정전의 위치 에러는 x, y 좌표 각각 $-14mm$ 에서 $+15mm$ 까지 넓은 분포를 보이지만 보정 후의 x, y 좌표는 거의 대부분의 에러 값이 $-4mm$ 에서 $+4mm$ 사이에 분포한다. 보정 전의 위치 에러가 x 방향으로 편향 되어 있는 이유는 Landmark가 보다 (-)방향에 있는 것처럼 인식 하도록 노이즈 추가했기 때문에 나타난 결과이다.

4. 결 론

제안된 방법에 의해 노이즈를 포함한 위치와 방향각 데이터의 에러를 약 30 ~ 60% 감소시켰으며, 노이즈를 포함하지 않은 Landmark-localization과의 비교에서도 거의 동등한 성능을 나타내는 결과를 얻었다.

비전 영상에 3차원 영상을 오버레이 함으로 얻어진 장점은 두 영상의 오버레이를 통해 두 영상의 정확한

매칭을 통한 측위 결과의 정확성을 검증할 수 있었다. 또한 VRML에 의한 3차원 영상은 작업 환경의 정보를 담고 있기 때문에, 레퍼런스로서 활용됨으로 장애물의 뒷면이나 사물의 내부까지 파악이 가능함을 알 수 있었다.

본 연구의 향후 과제는 이동 로봇의 안전한 임무 수행을 위해 보다 안전한 곡률 경로 설계에 관한 연구가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- 1) M. Betke and Leonid Gurvirs, "Mobile robot localization using landmarks," IEEE Transaction on Robotics and Automation, vol. 13, no. 2, pp. 251-263 Apr. 1997.
- 2) K. Briechle and U. D. Hanebeck, Member, "Localization of a mobile robot using relative bearing measurements," IEEE Transaction on Robotics and Automation, vol. 20, no. 1, pp. 36-44 Feb 2004
- 3) E. Krotkov, "Mobile robot localization using a single image," IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol. 2, pp. 978-983, May 1989.

맞춤 위한 이동로봇의 작업공간 궤적제어에 관한 연구

이희섭¹ 김성일²
두산공작기계¹, S&T 중공업(주)²

1. 서 론

장애물이 많은 실내에서는 로봇이 스스로 실내구조나 장애물을 파악해 충돌을 회피하고 최적경로를 생성하여 안전하게 임무를 수행할 수 있는 능력을 갖추고 있어야 한다. 초기의 실시간 장애물 회피 알고리즘은 장애물로부터의 척력과 목표점에서의 인력을 이용한 포텐셜 필드 방식을 기반으로 로봇이 안전할 수 있는 거리를 유지하도록 하여 장애물과의 충돌을 방지하였다.

2. 본 론

공간상의 각 점에 대하여 포텐셜 함수 또는 주행 함수 값을 구하고, 이 값을 최대화 또는 최소화시키는 방향으로 장애물 회피 경로를 생성시키는 방법이다. 셀 분할 방식은 전체 영역을 여러 개의 셀로 분할시키고 로봇이 이동할 셀의 조합을 선택하여 경로를 생성하는 방법이다. 로드맵 방식은 주어진 환경으로부터 정점과 간선으로 구성되는 그래프 지도를 구성하고 그래프 탐색을 통하여 경로를 생성하는 방법이다.

이차원평면에 존재하는 로봇의 현재위치를 시작점 $s \in R^2$ 라 정의하고, 도달하고자 하는 목표위치를 목표점 $g \in R^2$ 라 정의한다.

$$Q_i = (x,y) | l_i \leq x \leq r_i, b_i \leq y \leq t_i, i = 1, \dots, N \quad (1)$$

단, l_i 및 r_i 는 장애물의 좌한 및 우한 값이며, b_i 및 t_i 는 장애물의 하한 및 상한 값이다.

로봇의 이동경로 p 는 다음과 같이 시작점과 목표점 사이에 존재하는 경유점 $v_k \in R^2$ ($k = 1, \dots, M$)들의 순열 집합으로 표현될 수 있다.

3. 결 론

로봇의 적은 계산시간으로 최단거리의 경로 계획을 위하여, 기존의 로드 맵 방식에 셀 분할 방식을 추가한 새로운 방법을 제안하였다. 한 번의 그래프 구성과 경로 탐색으로 최종경로를 생성하는 기존의 정적 경로계획 방법에서 효율을 높이기 위해 그래프 구성과 경로탐색을 반복하여 그래프와 경로를 계속 변화시키는 동적 경로계획 방법이다. 이를 위하여 동적 프로그래밍 기법을 적용하였다. 기존 방법에 비해 상대적으로 적은 계산시간으로 상대적으로 짧은 이동거리의 경로를 생성함을 실험 결과를 통해 확인하였다.

본 연구에서 제안한 방법의 결과는 가정용, 사무용, 산업용, 의료용 등 많은 분야에 응용될 수 있다. 특히 실내 및 복잡한 산업현장에서 실시간으로 최단 경로를 생성하여야 하는 이동로봇에 효과적으로 적용될 수 있으리라 기대한다.

[참 고 문 헌]

- (1) H. Choset, K. M. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. E. Kavraki, S. Thrun, Principles of robot Motion, MIT Press, 2005.

자율이동로봇의 자세정밀제어 실험에 관한 연구

임창식¹, 차보남²

퍼스텍(주)¹, 두산인프라코어(주)²

1. 서 론

무인FA의 실현을 위해서 자율주행제어 기능을 갖는 이동로봇의 궁극적 목적은 외부의 지원 없이 자율적으로 목적지점으로 이동하는 것이다. 구륜 이동로봇에서 고전적으로 사용되는 제어기는 환경에 대한 적응력이 떨어져 초기 위치의 변화나 다른 여러 가지 환경적인 요인으로 인하여 많은 영향을 받는다. 그래서 이동로봇을 대상으로 기존 궤적에 대하여 초기 위치와 방향에 상관없이 유효하게 경로를 추적하기 위해 퍼지-신경망 알고리즘 제어를 설계하고 이에 대해 모의실험을 통하여 제어기의 실용화 가능성을 제시한다.

2. 본 론

신경회로망 알고리즘은 인공지능의 한 분야로서, 인간의 뇌의 기능을 가진 로봇이나 컴퓨터에 대한 연구가 진행되어 왔으며, 이와 같은 연구 분야 중에서 인간의 뇌를 단순화 하여 신경 모델로 모델링한 신경 회로망 연구 분야가 대두 되었다. 신경 회로망은 상호 연결된 신경에 의해 임의의 입력 N차원 공간을 M차원 출력 공간으로 사상하는 것으로 생각할 수 있으며, 입력 및 출력 공간과 사상 특성에 따라 연상기억, 필터, 변환, 분류, 인식, 최적화 등의 기능을 수행할 수 있다.

3. 모의 실험

퍼지 조직과 신경회로망을 이용한 자율주행로봇의 주행제어 관한 연구를 수행하였다. 제안된 퍼지 신경망 제어기는 학습능력에 의해 스스로 적응할 수 있는 신경제어 구조와 퍼지 추론을 통해 제어압력을 생성하는 퍼지제어 구조를 결합한 새로운 구조의 실시간 제어 가능한 퍼지 신경망 제어기법에 의한 지능형 제어기를 제안하였다.

또한 제안된 퍼지 신경망 제어기의 성능을 확인하기 위하여 시스템의 정확한 동적 모델링이 어려운 불확실성 시스템인 이동용 로봇의 속도 및 방향각 제어에 대한 제어 성능 시험을 통하여 확인하였다.

4. 결 론

모바일 로봇의 구조는 이동로봇의 운동방정식이 비선형성을 나타냄으로써 복잡하고 대부분의 경우 운동방정식을 정확히 구하지 못하는 경우가 많다. 또한, 널리 사용되는 고전적 제어의 경우 이득 값이 고정되어 있다. 이러한 고전적 제어방법은 외부환경의 변화에 대응할 수 없으므로 제어성능에 한계점을 드러내고 있다. 최근에 퍼지 신경망이론을 제어시스템에 적용함으로써 고전적 제어이론의 한계성 극복에 커다란 가능성을 보이고 있다. 퍼지이론과 신경망학설을 융합시키는 기술은 상당한 관심사로 부각되고 있다. 퍼지 신경망 제어기의 기본원리는 신경단위 세포의 학습 함수를 이용한 퍼지제어칙과 멤버쉽 함수를 자동적으로 조정하는 제어 방법이라 할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- 1) Sarkar, N. and Xiaoping Yun, 1998, "Tracriion control of wheeled vehicles using dynamic feedback approach," IEEE/RSI International Conference on Intelligent Robots and System, Vol, 1, pp, 413-418

5축 수평다관절 로봇 아암의 건설제어에 관한 연구

박인만¹, 정성원²
(주인템¹, DY(주)²)

1. 서 론

최근 로봇 매니퓰레이터의 완전한 비선형 동역학에 적용하기 위한 적응제어 방법들이 개발되어 오고 있다. 로봇 매니퓰레이터의 적응제어기에 대한 최근의 연구결과 중에, 소위 계산 토크(computed torque)에 기초한 제어기법은 로봇 시스템의 불완전한 모델링으로 인한 파라미터 불확실성(uncertainty)뿐만 아니라 로봇 동력학의 비선형까지도 고려하고 있다. 매니퓰레이터 동역학의 구조에 관하여 이들 제어기의 전역 안정도(global stability) 증명을 가능하게 하는 세 가지 핵심적인 특징은 관성행렬의 양의 한정성(positive definiteness), 선형 파라미터화(parameterization) 성질 로봇 시스템의 수동성(passivity)이다.

이와는 달리

2. 본 론

로봇 운동 궤적의 반복적인 성질을 바탕으로한 학습 기법들이 최근 로봇공학의 여러 문헌에 제시되고 있다. 다양한 학습제어 기법들 중에서 계산 토크에 기초한 학습제어 기법들은 학습 초기 단계에 로봇 동역학의 안정화를 위해 몇몇 추가적인 계산 토크에 기초한 적응제어 기법들과는 달리 정상 상태 뿐만 아니라 과도 상태에서도 로봇 운동의 성능을 향상시킨다. 학습제어는 로봇 운동을 시행하는 횟수에 따라 원하는 궤적(desired trajectory)에 대한 최적제어입력을 학습한다는 측면에서 볼 때 점근적인(asymptotic) 최적제어 방법으로 생각할 수도 있다.

적응제어와 학습제어 방법, 이 두 가지 제어 방법은 각각 적응성 최적성, 강인성 등 나름대로 유용하고 장점들을 가지고 있기 때문에 두 제어 방법을 하나의 통일된 제어기로 합친다면 로봇 지능이라는 측면에서 더욱 실용적이고도 효과적인 제어를 기대할 수 있다.

4. 결 론

제안한 학습 제어 기법의 시연을 위한 SCARA형 로봇 매니퓰레이터를 사용하여 몇 가지 실험을 한다. 사용된 로봇 매니퓰레이터는 4자유도를 가지고 있으나 앞 쪽 두 개의 링크(link)에 대해서만 실험에 이용한다. 이것은 세 번째와 네 번째 링크(link)는 각각 말단장치(end_effector)의 이동과 방향만을 담당하므로 전체 동역학 식에서 분리할 수 있기 때문이다. 따라서 실험에서는 앞의 두 관절에 대한 동적 모델을 사용한다.

[참 고 문 헌]

- 1) S. Arimoto, S. Kawamura, and F. Miyazaki, "Bettering operation of robots by learning, "Journal of Robotic Systems, vol. 1, no. 2, pp. 123-140, 1984.
- 2) Z. Bien and J. X. Xu, Iterative learning control-Analysis, Design, Intergration and Applications, Boston: Kluwer Academic Pub., 1998
- 3) S. Sastry and M. Bodson, Adaptive Control: Stability, Convergence and Robustness, Prentice-Hall, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1989

출력 비선형제어기법에 의한 로봇의 강인제어

이현철¹, 김민성²

(주)SG서보¹, 경남대학교 첨단공학과²

1. 서 론

현재 대부분의 로봇 제어기는 로봇 모델의 모든 상태 즉, 위치와 속도 정보를 알고 있다는 가정 하에 설계된다. 따라서 이를 위해서는 위치 센서와 속도 센서가 필수적이다. 그러나 속도 센서는 노이즈에 매우 민감해서 오동작을 일으키는 원인이 되어 속도 센서 없이 위치 정보만을 이용하여 제어를 구성하기 위해 많은 연구가 이루어져 왔다. 가장 간단한 방법으로 정확한 위치 정보로부터 수치적 근사법을 이용하여 속도 정보를 구하는 방법이 이용되었으나 저속과 고속의 경우 이러한 단순 근사법은 부정확하다는 단점이 있다.

2. 본 론

n -자유도를 갖는 강체 로봇(rigid robot) 모델의 운동 방정식은 Euler-Lagrange방법을 사용하여 다음과 같이 유도 될 수 있다.

$$D(q)\ddot{q} + C(q,\dot{q})\dot{q} + g(q) = u \quad (1)$$

여기서 $q \in R^n$ 은 모터의 각 위치이고, $D(q) \in R^{n \times n}$ 은 로봇의 관성행렬이며, $C(q,\dot{q})\dot{q} \in R^n$ 은 코리올리스(Coriolis)력과 원심력이다. 그리고 $g(q) \in R^n$ 는 중력 항을 나타내며 $u \in R^n$ 은 외부에서 입력되는 토크를 나타낸다. 제어기 설계의 편리성을 위해, 상태 변수를 $x_1 = q, x_2 = \dot{q}$ 로 정하고 (1)을 상태 방정식으로 표현하면,

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= D(x_1)^{-1}(-C(x_1, x_2)x_2 - g(x_1) + u) \end{aligned} \quad (2)$$

이 된다.

3 결 론

본 연구에서는 Ailon이 제안한 간단한 선형 제어기로 비선형시스템인 로봇을 시뮬레이션과 실험을 통하여 위치 제어함으로써 제안된 제어기의 우수성을 보였다. 그리고 실시간으로 실제 로봇 시스템을 위치 제어함으로써 제안된 제어기의 실용성을 입증하였다. 특히, 로봇의 부하를 변화시켰을 때 제어기 파라미터의 어떠한 변화 없이 원하는 출력을 얻을 수 있음을 보임으로써, 제안된 제어기는 산업 현장에서도 이용 가능한, 모델 파라미터의 불확실성에 강인한 제어기임을 검증하였다.

그러나, 본 논문에서 제안된 제어기는 고정밀도를 요구하는 시스템에서는 원하는 위치로 수렴하는데 오랜 시간이 걸린다는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 현재 연구가 진행 중이다.

[참 고 문 헌]

- 1) C. Canudas de Wit and N. Fixot, "Robot control via robust estimated state feedback," IEEE Trans. Automat. Cont. vol. 36, pp. 1497-1501, 1991

스위칭모드기법을 이용한 로봇 아암의 정밀제어

남택종¹, 신행봉²
S&T중공업1, (주)SG서보²

1. 서 론

파라미터의 변동이나 모델링 되지 않은 빠른 동특성이 나 입력 측으로 반영 할 수 있는 불확실한 외란 등이 정합 불확실성(matched uncertainty) 조건을 만족하면 제어기의 성능은 이들에 대하여 완전히 영향을 받지 않는 불변성 (invariance property)을 가진다[1]-[4]. 그리고 슬라이딩 평면에서 시스템의 동특성은 슬라이딩평면의 차수만큼 시스템 의 차수가 감소되는 특징도 가진다. 이런 특성 때문에 가장 널리 연구되고 있는 비선형 제어기법 중의하나이다.

2. 본 론

슬라이딩모드 제어법칙을 Lyapunov 안정 조건에 적용하여 새로운 연속 슬라이딩모드 제어법칙을 유도하기로 한다. 미지의 모델 불확실성을 포함하고 있으므로 정확한 모델 불확실성을 구해야만 이용 가능 하지만, 여기서는 정확히 모델 불확실성을 모르는 상태에서 연속 슬라이딩 모드 제어 법칙을 유도하고자 한다. 도달조건을 만족하는 연속 슬라이딩 모드 제어 법칙이 된다.(1)

본 제어 기법의 장점은 현재까지 채터링을 방지하기 위하여 제안된 어떤 방식 보다 간결하며, 제어 입력식에서 설계 파라미터 는 모델 불확실성의 크기를 고려하는 δ 와 슬라이딩 면의 선정뿐이다. 또한 플랜트의 운동 방정식에서 그대로 유도했기 때문에 슬라이딩 모드의 장점인 불변성(invariance)과 시스템의 차수감소(reduced order)가 조금도 손상되지 않는다. 고전 슬라이딩모드 제어에서 경계층 개념을 도입할 때 발생하는 경계에서의 불연속도 일어나지 않으며, 저주파 필터를 설계하기 위하여 자세한 외란에 대한 정보도 필요하지 않으며, 또한 2차 슬라이딩모드처럼 제어법칙이 복잡하지 않는 장점을 갖는다.(2)

3. 모의 실험

실험에 사용된, 매니플레이터의 파라미터들은 신호 압축 법(signal compression method)[13]을 이용하여 구했다.

인터페이스 카드에는 12비트 분해능의 2채널 D/A 변환기와 24비트의 엔코더 카운터 2채널이 탑재되어 있으며, 모터는 Parker사 제품으로, 다이렉트 드라이브 형태이고, 사양은 표1과 같다.

수치적으로 미분하여 구한 속도신호에서 잡음에 대한 민감성을 줄이기 위하여 2차 버터워스(Butterworth) 저역통과필터를 사용하였다.

4. 결 론

본 논문에서는 도달 법칙과 Lyapimov 안정도 조건을 이용하여 유도한 채터링 없는 반-연속 슬라이딩 모드 제어기와 PD 제어기를 조합한 PD-슬라이딩 복합 제어기를 제안하였다. 본 복합 제어기에서 PD제 어기는 SMC의 도달 단계인 과도기에 사용하고 슬라이딩 모드 제어기는 슬라이딩 영역에서 사용한다. 본 제어기의 특징은 각 제어기의 장점이 그대로 유지되므로 전 영역에서 모델 불확실성에 대한 우수한 성능 강인성을 갖는다. 또한 시스템의 복잡성에 비해서 간단한 설계방법과 단순 스윙칭 기법을 이용하므로 적용이 아주 용이하다. 이 특징을 입증하기 위하여 본 제어기를 2축 스카라 로봇 매니퓰레이터에 적용시켜 실험을 한 결과, 그 효용성을 입증하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] R. A. Decarlo, S. H. Zak, and G. P. Matthews, "Variable structure control of nonlinear multivariable systems : a tutorial," Proc. IEEE , vol. 76, no. 3, pp. 212-232, 1988.
- [2] J. Y. Hung and W. Gao, "Variable structure control : a survey," IEEE Trans, on Indus. Elect., vol. 40, no. 3, pp. 2- 22, 1993.
- [3] J. Slotine and S. Sastry, "Tracking control of nonlinear systems using sliding surfaces, with application to robot manipulators/' Int. J. Control, vol. 38, no. 2, pp. 465-492, 1983.

무인 FA를 위한 다관절로봇의 지능 제어에 관한 연구

황원준¹, 조문근²
경남TP¹, (주)희수테크²

2. 서 론

그래픽 처리는 3차원 그래픽 알고리즘의 적용으로 시뮬레이션 결과를 3차원 영상으로 볼 수 있게 하였으며, 이를 위해 월드 좌표계에서 시야좌표계로의 변환 및 원근 투영기술이 포함되었다. 음영처리에 의하여 현실감을 높일 수 있는데 솔리드모델을 생성한 후 배면을 소거하고 스캔라인 Z-버퍼법으로 은선, 은면을 제거한다. 그리고 이 방식은 메모리 사용을 극단적으로 줄여 개인용 컴퓨터에서 실현이 가능하지만 실행속도의 저하를 감수해야하는 단점이 있다. 음영처리 알고리즘으로는 Goraud 음영처리 방식을 사용하였다.

2. 본 론

영상제어 기술에 있어서 시각정보를 이용하여 로봇의 위치 오차를 계산 할 수 있다. 스카라 로봇의 엔드-이펙터에 설치된 카메라가 수직 아래 방향을 향한다는 특성을 이용하면 두 개의 대응점만으로 로봇의 오차를 계산할 수 있다. 오차는 수직축에 대한 회전, 수직방향으로의 병진, 수평방향의 병진으로 구분된다. 또한 예측 이미지와 카메라 이미지의 비교에서 얻어지는 2차원 오차로 3차원 좌표 상에서의 오차를 계산해 낼 수 있다. 로봇 단말효과기의 예측된 위치에서 생성된 예측 이미지와 실제 로봇의 단말효과기가 위치한 곳에서 얻어진 카메라 이미지의 비교로 실제 로봇의 위치를 구한다.(1)

3. 결과 및 고찰

스테레오 비전을 갖는 핸드-아이(hand-eye) 시스템의 프레임은 스테레오 카메라의 표준 모델을 정의하고 사용한다. 스테레오 카메라의 시각 축은 서로 평행이고 베이스라인에 수직이다. 두 카메라의 초점은 베이스라인 상에서 거리 d 만큼 떨어져 있고, 카메라 프레임의 원점은 두 카메라의 중앙에 위치한다. 비주얼 서보잉에서, 카메라의 이동속도와 이미지의 특징점의 속도간의 정확한 관계를 알아야 한다. 왜냐하면, 이미지 특징점의 속도에 기초한 매니퓰레이터의 피드백 명령을 발생하기 때문이다. 이미지 자코비안 형태로 표현할 수 있다. 시뮬레이션 조건은 Table 1에 나타나 있고, 대상물의 특징점은 한 변이 200(mm)인 정사각형의 각 꼭지점들이다.

2. 결 론

시뮬레이션 결과인 Monocular 비전과 스테레오 비전의 이미지 상의 특징의 궤적을 비교하자면, 모노 비전의 경우에 수렴속도가 느리고, 오버슈트가 큼을 알 수 있었다. 반대로, 스테레오 비전의 경우는 모노 비전의 경우보다 수렴속도가 빠르고, 오버슈트도 작음을 알 수 있다.

이것은 이미지 자코비안이 모노비전을 갖는 경우에 원하는 위치에서 이미지 자코비안이 고정되어 있기 때문이다. 이에 반해 스테레오 비전을 갖는 경우의 이미지 자코비안은 매 샘플링 시간마다 갱신할 수 있으므로 안정한 비주얼 피드백을 보장하는 정확한 피드백 신호를 발생시키는 것이 가능하다.

[참 고 문 헌]

(1) B.G. Donald, 1992, "Visual Tracking of Known Three- Dimensional Objects". Int, J, of Computer Vision, Vol, 3, pp, 243-270

산업용 로봇의 속도경로 제어에 관한 연구

정동연¹, 이우송²
(주)대호테크¹, (주)선진기술²

1. 서 론

일본, 독일 등 일부 국가에서는 이미 오래 전부터 자동화 및 제어를 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 따라서 앞으로는 필드로봇의 많은 적용 분야에서 보다 높은 작업 정밀도가 요구될 것이다. 본 논문의 구성은 2장에서 굴삭기의 기구부인 링크 시스템과 구동부인 유압시스템에 대한 동특성을 모델링 하고, 이들을 조합하여 전체 시스템에 대한 입출력 방정식으로 유도한다. 그리고, 3장에서는 시스템 규명을 이용한 적응제어기를 설계하고, 4장에서 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 제어기법의 유용성을 검토한다. 마지막으로 결론 및 추후 연구 계획에 대해 기술한다.

2. 본 론

굴삭기의 유압 시스템은 유압 펌프와 실린더로의 유량을 조절하는 유량제어밸브, 그리고 작업 장치에 힘을 전달 하는 유압 실린더로 구성되어 있다. 굴삭기 유압 회로의 도식적인 구성을 나타내며, 붐, 암, 버킷 모두 동일한 구조를 갖는 것으로 한다.(1)

유량 제어밸브의 스푼(spool)은 파일럿(pilot)압력에 의해 동작한다. 여기서, 제어전압에 대한 밸브의 스푼변위 (a) 응답은 충분히 빨라서, 시간 지연은 무시할 수 있는 것으로 한다. 그러므로 스푼의 변위가 굴삭기 전체 모델의 제어입력이 된다. 그리고 펌프에 의해 밸브로 공급되는 기름은 릴리프(relief) 밸브에 의해 일정한 압력으로 유지되고, 밸브에서 오일 탱크로 복귀하는 기름의 압력은 대기압으로 한다.(2)

3. 시뮬레이션 및 고찰

제안한 적응제어기의 성능을 평가하기 위해 굴삭기 작업 장치를 대상으로 일정 각 굴삭작업을 모델로 하여, 평면 직선 궤적을 추종하는 능력을 PID 제어기와 비교 하였다. 시뮬레이션은 15초간 수행되었으며, 5차 다항식을 통해 궤적계획을 수립 하였고, 버킷과 지면의 절대 각도는 일정하게 유지하는 3축 제어 방식을 사용하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 유압 굴삭기로 대표되는 필드 로봇의 궤적 추종 제어를 위해, 굴삭기 작업장치의 동역학 및 유압 특성을 분석하고 적응제어기를 설계하였다. 제안된 적응제어기는 시뮬레이션을 통해 PID 제어기와 비교하여 궤적제어에 대한 유효성을 검증하였다. 향후 연구과제는 제안된 적응제어기의 실제 시스템에 대한 적용과 그 타당성을 검증하는데 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] N.Kimura, H.Araya, M.Kakuzer, "Automatic control system for hydraulic excavator" KOBE Steel Engineering Report, vol.37, No.2, 1987
- [2] J.E.Slotine, Applied Nonlinear Control, New Jersey, Prentice-Hall, 1991
- [3] M.W.Spong, Robot Dynamics and Control, United State, John Wiley & Sons, 1989

6축 다관절 로봇의 속도피드백 제어에 관한 연구

백승학¹, 이성진²
두산중공업(주)¹, 한화테크²

1. 서 론

본 연구에서 제안된 오프라인 프로그래밍은 컴퓨터 그래픽의 방법에 의하여 충분히 확장된 로봇 프로그래밍 언어로서 로봇에 직접 접근하여 온라인 제어를 하지 않고도 로봇 프로그램을 제어할 수 있는 시스템을 연구한다. 본 연구에서 제안되는 오프라인 제어 프로그래밍 시스템을 적용하면 로봇의 작동 중에도 동적 시뮬레이션이 가능하며, 작업교시, 궤적계획, 제어 알고리즘 등의 분석 및 성능평가를 소프트웨어로 수행할 수 있는 것이 큰 특징이라 할 수 있다.

2. 본 론

제어알고리즘은 계산토크법에 의한 비선형 보상 비례 미분제어기를 사용하였다. 시뮬레이션 과정에서 MFC의 멀티 스레드 중 작업자 스레드를 이용하여 교시에 따라 두 로봇이 각각 독립적으로 주어진 궤적 계획을 수행한다. 한 로봇이 다른 로봇의 작업이 끝나기를 기다리는 것이 아니고 두 대의 로봇이 주어진 교시 조건에 의해 작업을 시작하고 끝낸다. 시뮬레이션 수행 과정 중 두 로봇간의 충돌 검색이나 작업장과의 충돌 검색을 프로그램 내에서 확인 할 수 있고 잘못된 교시를 한 경우 재 교시를 수행하여 원하는 결과를 얻을 수 있다. 생성된 가상의 경유 점을 통해 주어진 작업을 수행하는 것을 확인할 수 있다. 시뮬레이션이 끝난 후 각 관절의 위치, 속도, 위치 오차, 속도 오차를 결과 그래프로 확인한다.(1)(2)

3. 결 론

본 연구에서는 제조공정 자동화를 위해서는 필수적인 요소인 산업용 다관절 로봇의 운동학적 해석과 동적 모델링을 수행하였다. 그리고 개인용 컴퓨터 환경 하에서 운용되는 오프라인 제어를 위한 오프라인 프로그래밍 및 동적 그래픽 시뮬레이터 개발에 관한 연구를 수행하였으며 이에 대한 구체적인 세부 진행 연구 내용은 다음과 같이 요약된다. 첫째, 제조공정의 자동화에 필수적 요소인 다양한 구조의 다관절 로봇에 대한 운동학적 해석 및 모델링을 수행하였다.

[참 고 문 헌]

- (1) Kang, S. G., Son, K., Choi, H. J., "Path Optimization Using an Genetic Algorithm for Robots in Off-Line Programming," Journal of the KSPE, Vol. 19, No. 10, pp. 66-76, 2002.
- (2) Wittenberg, G., "Developments in Offline Programming : An Overview," Industrial Robot, Vol. 22, No. 3, pp. 21-23, 1995.

3축 갠트리 로봇의 고성능 속도제어에 관한 연구

김희진¹, 정양근²
부산인력개발원¹, (주)신라정보기술²

1. 서 론

고속 이송 시 잔류 진동 문제는 위치 제어기에서 기준 입력으로 사용하는 위치 프로파일(profile)과 밀접한 관련이 있다. 보통 제어기에서 기준 위치 입력으로써 사다리꼴 속도 프로파일[4]을 쓰게 되는데 이 프로파일의 불연속점들로 인해 큰 저크(jerk)를 가지게 되어 잔류 진동을 증가 시킨다. 여기서 저크란 가가속도라고도 하며, 가속도의 시간에 대한 미분값으로 정의된다. 따라서 잔류 진동을 줄이기 위해 불연속점이 없는 부드러운 속도 프로파일을 사용하는 것이 바람직하다.

2. 본 론

그림 1은 고차 모션 프로파일을 적용한 실험 장치의 3D모델링과 실물사진을 나타낸다. 한 개의 모터로 y축을 구동하는 단일 서보 방식의 경우 x축 방향으로의 외팔보 구조로 인한 진동이 발생한다는 것은 제어기가 포함된 이송프레임의 강성이 작음을 의미한다. 이와 반대로 두 개의 모터로 구동하는 듀얼 서보의 경우 외팔보 구조로 인한 진동 변형을 외팔보의 양 끝을 제어함으로써 진동이 감소한다는 말은 제어기가 포함된 이송프레임의 강성이 증가 하였다고 볼 수 있다. 이송시간이 0.03sec인 경우 앞섬 필터를 사용한 응답은 사용하지 않은 경우 보다 오버슈트(over shoot)가 크다는 것을 알 수 있다. 이는 이송시간이 짧을수록 위치 프로파일에 고주파 성분이 증가하게 된다. 이 고주파 성분들이 앞섬 필터의 고주파수 영역을 가진 시켜 오버슈트를 증가시키기 때문이다. 짧은 이송시간에서 오버슈트를 줄이기 위해서는 샘플링 주파수를 증가시키고, 규명된 플랜트의 차수를 높게 근사화 시켜 전체 페-루프 시스템의 이득이 1인 주파수 영역을 넓게 함으로써 가능할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 갠트리 이송 로봇의 이송거리 적용 대상에 따른 구동기 선정 기준을 제시하였다. 그리고 고차 위치프로파일과 사다리꼴의 가진 대역을 비교 분석하였고 잔류 진동 저감을 위한 이송 프레임의 강성 설계 기준을 제시하였다. 마지막으로 시스템 규명을 통하여 앞섬 필터를 사용하여 출력의 시간지연을 감소시킬 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- 1) J. H. Kim, Control of Linear Motor by using the DSP, Dongil, 2003.

비상 발전기를 이용한 무정전 시스템 설계

박성준¹, 이정환², 임상길², 양지훈², 레동부², 박성미³
전남대학교¹, (주)지엔이피에스², 한국승강기대³

1. 서 론

현재, 국내에는 발전기를 사용한 무정전 시스템으로 ATS(Automatic Transfer Switch), CTTS(Closed Transition Transfer Switch), Parallel 연계 등 제어보드는 일부 회사에서 개발 시판되고 있으나, 신뢰성이 검증되지 않아 국외 제품을 장착하여 사용하는 경우가 대부분이다. 이러한 ATS, CTTS, Parallel 연계에서 발전기의 전압 주파수를 계통의 전압주파수와 일치하는 연계시점 검출이 상당히 중요하다. 본 논문에서는 동기각 기준회전좌표변환에 의한 새로운 발전기 연계시점 검출알고리즘을 제안한다. 또한 제안된 방식의 타당성 검증을 위해 Psim 시뮬레이션을 행하였다.

2. 본 론

본 논문에서는 그림1과 같이 동기각 기준 회전좌표변환에 발전기전압의 가상 dq축 전압에 의한 연계시점 검출하는 시스템을 제안한다. 제안된 CTTS 기능은 절체기를 사용하지 않고 기존 MC에 의해 절환하는 하이브리드 타입의 새로운 개념의 HCTTS를 제안하였다. 제안된 방식은 계통 각을 기준으로 가상의 발전기 전압의 회전좌표계 d축 전압을 영(zero)이고 q축 전압이 계통전압과 동인한 순간을 검출한다. 이 순간이 검출되면 계통전압과 발전기 전압의 위상 및 크기를 같은 지점인 연계시점으로 사용하는 새로운 절체 시점검출 기법이다.

3. 모의 실험

그림 2는 발전기 전압 가상 회전좌표에 의한 고정도 절환 시점 검출 특성을 분석하기 위한 시뮬레이션 결과이다. 본 시뮬레이션에서는 실제발전기 발전기시스템의 시정수를 10배 빠르게하여 시뮬레이션을 행하는 시간을 단축시켰다. 그림에서 보는바와 같이 디젤발전기 기동과 동시에 가상 회전좌표로 변환된 가상 d-축 전압은 영으로 제어되고, q-축 전압은 계통전압 피크치인 310[V]로 제어함으로 발전기 축 전압과 주파수를 계통 축 전압과 주파수를 일치시킨다. 안정된 연계조건을 만족시킨 약 0.6초에서 디젤발전기 축 CTTS MC가 온하여 계통과 연계된다. 연계되는 순간 CTTS의 디젤발전기 축 전류는 영에서 시작하여 점차적으로 증대됨을 알 수 있다. 이때 디젤발전기 축 유효전력 및 무효전력은 계통 축 유효전력 및 무효전력이 영이 되도록 제어를 행하여 부하전력 전체량을 발전기 축에서 공급한다. 이때 전력제어기는 전향제어기를 구성하지 않은 상태로 오실레이션을 하면서 제어됨을 알 수 있다.

3. 결 론

본 연구는 발전기를 사용한 무정전 시스템에서 연계시점 검출을 위해 동기각 기준회전좌표변환에 의한 새로운 발전기 연계시점 검출알고리즘을 제안하였다. 그 결과 계통연계 시 돌입전류가 거의 나타나지 않는 안정된 절환을 확인 할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- 1) G.Hua,X.Yang,Y.Jiang,and F.C.Lee,"Novelzero-current-transition PWM converters",IEEE Trans.on Powerelectronics.Vol.09,No.06,pp.601-606,1994,Nov.

이론 산업용 고효율 네트워크 시스템이론

송해근
동의과학대학교 경영계열

Abstract

The purpose of this study is to introduce OPA(Originality and Practicality Analysis) as a new method for measuring creative ideas which are generated by SIT(Systematic Inventive Thinking) technique. The applicability and practicability of the proposed OPA are examined in this study. For this, a smartphone accessories are used as a case study. The results show that creative thinking tools such as SIT should be applied for a firm to be more effective in preparing so called industry 4.0.

서론

사회 패러다임이 지식기반의 정보화 시대에서 네트워크연결로 특징되는 융합시대로 전환되면서 인간중심의 창의성 및 혁신성이 어느 때 보다 강조되고 있다(Schwab, 2016; 한국과학창의재단, 2017). 박영택(2015)은 21세기를 창의적 시대로 정의하고, 제품이나 서비스의 만족도 향상을 위해 창의성 기법을 적용할 것을 주장하고 있다. 박영택(2015)은 창의성을 독창성과 실용성의 함수 관계로 보고(Finke, 1988) 독창성과 실용성 수준이 동시에(또는 평균 이상으로) 높으면 해당 제품(또는 제품이나 서비스 속성)이 창의적이라고 판단하고 창의성 수준과 기업의 수익성 관계가 유의하다고 주장한다. 최근에는 창의성 수준과 기업 수익성의 유의한 양의 관계를 규명하는 연구들이 국내를 중심으로 소개되고 있다(Na, 2014; Heo et al., 2015; Kang, 2016).

해외에서는 Goldenberg와 Mazursky(2002) 및 Horowitz(1999)를 중심으로 창의성 향상을 위한 체계적 접근법의 적용시도가 있었으나 국내에는 관련 연구가 미흡한 실정이다. 이들 저자는 몇 가지 공통된 발명 원리(SIT[Systematic Inventive Thinking])를 학습함으로써 창의적 문제해결(Creative problem solving)을 더욱 효과적으로 수행할 수 있음을 주장하였다. 이를 위해 창의성 기법(SIT)을 교육받은 집단이 그렇지 못한 그룹보다 창의성 수준이 유의하게 높음을 실증하였다.

본 연구는 창의적 발상기법 중 해외에서 널리 알려진 SIT 기법에 대해 살펴보고 이 기법을 적용한 창의성 측정 방법인 OPA를 소개하기로 한다.

[참고 문헌]

- 1) 한국과학창의재단. 2017. “미래 사회 변화 대응 과학기술인재 육성 방안 연구”, 미래창조과학부
- 2) Park, Y. T. 2015. “Quality Management and Creative Innovation.” Journal of the Korean Society for Quality Management 43(1):1-10.
- 3) Na, Y. 2014. “The effect of new product creativity on market performance - Focused on Quirky Products -.” MS diss., Sungkyunkwan University.
- 4) Kang, Ikseon, Haegeun Song, and Young-Taek Park. “Measuring Creativity of Ideas and the Corresponding Customer Satisfaction.” Journal of the Korean Society for Quality Management 44.1 (2016): 139-152.
- 5) Finke, R. A., and Slayton, K. 1988. “Explorations of Creative Visual Synthesis in Mental Imagery.” Memory & Cognition 16(3):252-257.
- 6) Heo, Keon, et al. “The Effect of SIT in the Development of Creative New Food Products-Focusing on the New Products of ‘H’Company.” Journal of the Korean Society for Quality Management 44.1 (2016): 95-108.
- 7) Goldenberg, J. and Mazursky, D. 2002. Creativity in Product Innovation. Cambridge University Press.
- 8) Horowitz, R. 1999. “Creative Problem Solving in Engineering Design.” PhD. diss., Tel-Aviv University.
- 9) Schwab K. 2016. “The Fourth Industrial Revolution.” Crown Publishing Group.

2월 드라이빙 구동 로봇의 서보제어에 관한 연구

고기영¹

경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

본 연구에서는 모바일-매니퓰레이터 구조 로봇시스템의 안정한 모션제어에 관한 연구를 수행하고자 한다. 3월 구동 모바일로봇 및 양팔구조 매니퓰레이터에 대한 기구학적 해석 및 동적모델링을 하고, 3월 모바일로봇의 자율주행 및 양팔구조 매니퓰레이터의 모션제어시스템을 설계하며, 또한 음성명령에 의한 로봇통합제어를 수행하고자 한다. 성능실험방법은 제안된 방식의 유용성을 확인하기 위하여 주행제어 및 양팔구조 매니퓰레이터의 시뮬레이션 모의실험을 통해 그 신뢰성을 확인한다. 음성명령기반 로봇모션 통합제어 실험은 주행제어 및 양팔구조 매니퓰레이터의 모션제어와 음성명령기반 통합제어를 통하여 음성명령기반 모바일 매니퓰레이터 구조 로봇시스템의 안정한 모션제어에 대한 실험을 검증한다.

2. 본 론

모델링을 위해서는 네가지의 가정을 하여야 하는데 첫 번째로, 구동 휠은 회전하거나 미끄러지지 않고, 두 번째는 외부에서 일어나는 외란은 없으며, 세 번째는 본 연구에 적용되는 로봇의 몸체는 강체여야 하며, 마지막으로 로봇은 2차원 평면에서만 이동한다는 것이다. (1)(2)

$$v_x = v \cos \theta \quad v_y = v \sin \theta \quad \dot{\theta} = w \quad (1)$$

3. 모의 실험

본 연구에서는 모바일로봇의 모션제어의 모의실험 시뮬레이션을 리커다인 프로그램을 이용하여 실험하였으며, 개요 및 특징은 다음과 같다. 운동하는 기계의 구조 해석을 위해서는 동하중이 필요하다. 이것은 계측 또는 동역학 해석을 통해 구할 수 있으며, 이 과정에서 근간이 되는 동역학은 모든 동적 구조 해석의 시작으로 볼 수 있다. 리커다인은 다물체 동역학을 시작으로 구조해석, 최적설계, 자동제어를 포함하는 전문 설계 및 제어 프로그램이며 특히, 기계제품에서 메카트로닉스의 중요성이 날로 증가하고 있으며, 이를 반영한 해석은 필수적이다. (3)

4. 결 론

1.1. 음성명령기반 로봇모션 통합제어 성능실험의 실험결과는 평균 약 90%의 비교적 높은 음성인식 결과를 나타내고 있다. 음성인식 기술 중에 제일 중요한 것은 잡음에 의한 인식률 저하인데, 본 연구에서는 외부의 잡음이 없는 상태에서 실험을 하였고, 또한 지평 등 좋은 환경에서 실험을 하였기 때문에 좋은 데이터를 얻을 수 있었다. 추후에서는 비평탄 지역에서의 주행, 주변 잡음이 발생하는 장소에서의 음성인식, 물품이송시 경로상에 장애물 발생으로 인해 목적 위치로 물건을 옮기는 도중 물체가 외부 충격에 의해 흔들렸을 경우 등 복합적인 외부 상황에도 작업을 처리할 수 있도록 연구를 검토하여야겠다.

[참 고 문 헌]

- [1] J. T. Spooner and K. M. Passino, "Stable adaptive control using fuzzy systems and neural networks," IEEE Trans. Fuzzy Syst., vol. 4, pp. 339-359, Aug. 1996.
- [2] 김성규, "음성명령에 의한 로봇의 구동," 충남대학교 석사학위논문, 2011
- [3] L.-X. Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1997.

제조 공정용 양팔로봇의 지능 작업제어기술에 관한 연구

김기현¹

경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

본 연구에서는 스마트 FA를 위해 이동 로봇의 작업공간상의 장애물 회피를 위한 새로운 방법을 제안한다. 제안하고자 하는 방법은 로봇이 충돌을 회피하면서 안전 방향으로 적절한 주행영역과 공간을 탐색하여, 이로부터 최적의 주향 방향과 속도를 구하고, 여기에 로봇의 운동 특성을 반영하여 작업 공간에서 로봇의 주행 명령을 실시간으로 실현하는 것이다.

이의 실현을 위해서는 정확한 신속한 센서의 정보를 획득하는 것이 필수적이므로 초음파 센서의 구조적 문제점을 보상하면서, 초음파 센서 보다 빠른 속도 정보를 얻기 위하여 레이저 센서유닛을 결합하는 것이 가장 중요한 특징이라 할 수 있다.

2. 본 론

이동로봇의 동적 모델을 구하기 전에 좌표계의 설정이 필요하다. 본 연구에서 사용된 주행로봇의 X-Y평면 상에서 좌표계를 설정하였다.(1)

주행로봇의 모델링 및 제어를 수행하는 경우에 일반적으로 다음의 두 가지 조건이 만족된다는 가정을 한다. 이 조건들은 순수구름조건과 미끌림없음 조건이다. 순수구름조건은 주행로봇의 바퀴와 접촉면 사이의 순간적 이동 방향으로는 상대속도가 0이라는 조건이고 미끌림없음 조건은 주행로봇의 바퀴와 지면과 접촉면 사이에서 이동방향의 수직방향 순간적 상대속도가 0이라는 조건이다. 순수구름조건을 각 바퀴에 대한 수식으로 표현하면 다음과 같다.(2)

$$\begin{aligned} -\cos\theta\dot{x}-\sin\theta\dot{y}+L\dot{\theta}+R\dot{q}_l &= 0 \\ -\cos\theta\dot{x}-\sin\theta\dot{y}-L\dot{\theta}+R\dot{q}_r &= 0 \end{aligned}$$

여기서, U_r^p 는 제안된 척력 퍼텐셜을 의미한다.

3. 결 론

본 연구에서 제안된 로봇의 지능제어방법은 단위 명령 주기 동안의 방향 변화량 등은 로봇의 최적 조향 방향을 결정하기 위하여 성능 함수에 반영되며, 이 네 가지 요소에 대한 반영 정도는 각각의 가중치로 조정된다. 제안된 방법은 속도 및 가속도 제한 조건과 장애물에 대한 여유 있는 회피 동작이 구현도리 수 있도록 로봇의 속도 공간에서 직진 속도와 회전 속도의 명령을 구하여 로봇의 구동 명령을 사용하는 방법으로서 스마트 팩터리(Smart Factory)의 실현에 매우 효율적인 방법이다.

[참 고 문 헌]

- (1) Larcommbe, M. H. E., "Tracking Stability of Wire Guided Vehicled," Proceeding of International Conference on Automatic Guided Vehicle System: 137-144, 1981.
- (2) Mckey, E. S., Drake, K. C., K. C., and Inigo, R. M., "Range Measurements by a Mobile Robot Using a navigation Line," IEEE Transaction on PAMI 8: 105-109, 1986.
- (3) Nilson, N. J., "A Mobile Automation: An Applcation of Artificial Intelligence Technique," Proceeding of 1st IJCAI, 1969.

연마공정 자동화를 위한 고성능 지능로봇제어에 관한 연구

김희진¹

경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

음성인식 및 화자인식기술(입력받은 음성 데이터를 미리 저장된 데이터베이스와 비교하여 화자가 누구인지 식별하는 기술)은 로봇 응용을 위한 원격 마이크 환경의 음질향상을 위해서 신호를 변환하고 기록 장치에 저장하는 기술이 필수적이다. 현재 기술은 고주파 부분의 잡음제거 효과는 많은 발전이 있었지만, 저주파 부분의 잡음제거 효과가 상대적으로 저조하고 방향 감지 성능에의 의존도가 큰 문제점이 있다. 최근 로봇 시스템의 제어기 부분은 시스템의 운동방정식을 아는 경우에만 가능하다. 그러나 이동로봇의 구조는 운동방정식이 일정하지 않은 패턴을 나타냄으로 대부분의 경우 부정확한 운동방정식을 나타낸다. 음성인식기반 대화형 지능 제어 알고리즘은 무선 네트워크를 통한 실시간 원격제어와 무인원격제어기능을 하며 Home Security 실험/실습 및 음성인식을 사용한 로봇 원격제어가 가능하고 음성전달 방법은 음원분석, 데이터베이스 저장, 음성인식으로 구성되고 리모컨을 사용하여 로봇제어가 가능하도록 하였다.

2. 본 론

HMM (Hidden Markov Models)는 음성데이터를 통계적으로 modeling한 것으로 word나 sub - word를 구성하는데 사용된다. 각 model은 통계적으로 음성데이터를 최적화 하여 계산된 것으로, 이 과정을 'training'이라고 한다. Training은 음성데이터의 대표로 구성되어야 하지만, 일반적으로 그렇지 못하기 때문에 model을 음성데이터와 유사하게 수정하는 'adaptation'과정이 필요하게 된다. Training에 사용되는 음성데이터를 모은 것을 'speaker dependent system'이라고 하며, 여러 사람들로 부터 많은 음성데이터를 받아서 training하는 경우 'speaker-independent system'을 적용하였다.(1)

2.2 끝점 탐색 (End Point Detection)

인식 대상 단어는 단어로 사용 될 수 있고, 또한 문장이 될 수 있다. 그렇기 때문에 사용자는 정해지지 않은 임의의 기간 동안 발성하게 되므로, 인식 시스템의 음성이 첫 시작되는 부분과 끝나는 부분을 추정하여 음성 구간 동안 인식을 하고, 음성이 끝나게 되면 인식결과를 사용자에게 알려 주어야 한다. 이러한 음성이 시작되는 구간과 단어사이의 pause는 생략하고, 사용자의 전체 발성이 끝나는 구간을 검출하는 module을 끝점 탐색 기법으로서, 화자 독립 방식의 실현에 적용하였다.(2)

2.3 처음과 끝 Front End

인식률과 효율성을 높이기 위해서 HMM (Hidden Markov Models)은 음성 데이터를 바로 modeling하지 않고 음성 데이터를 MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients)같은 음성 특징 벡터로 변환하여 modeling한다. 이 변환과정을 'Front End' 부분에서 수행되는 'feature extraction' 기법을 적용하여 실행하였다.(3)

3. 음성인식기반 주행제어

음성인식 자율주행 로봇에서 음성 원격 제어가 다른 인터페이스보다 뛰어난 점은 첫 번째로 편의성이고 두 번째, 병렬성 세 번째는 자료입력의 고속화와 원거리 입력이 가능하다는 점이다. 이에 따라, 음성으로 대화하며 키보드 치는 등의 동시적 처리가 가능하며, 정보를 처리하거나 입력하는데 자유로이 움직이면서 정보의 입출력이 가능하다.

3.1 음성인식 프로세서 프로그램

음성 인식 Process Program은 음성 인식 Library를 이용하여 사용자가 쉽게 음성 인식 결과를 확인 할 수 있도록 개발된 Program으로서, 사용자 Application에 포함이 되어 있지 않고, 윈도우 Tray Program으로 동작 된다.

이 Program이 동작하고 있는 동안 Micro를 통하여 입력되는 정보는 사용자가 입력한 음성 단어와 분석 작업을 통하여 대칭되는 단어를 사용자 Application에 매칭단어 및 인식률을 메시지로 전달하는 방법으로 구

성되어 있다.

3.2 음성인식 프로그램 연결

음성인식 소프트웨어인 경우에는 음성인식 프로세서를 통하여 현재 음원에 대한 분석결과를 Message 형태로 사용자의 Application에 전달하는 방식을 적용하였다.

프로그램은 사용자 PC에 RS-232 포트로 Serial Sensor Network (초음파) 연결하고 음성인식 지능형 로봇 시스템에서 프로그램 동작한 다음 프로그램 GUI로 구성되었다.



Fig. 1. Voice recognition module

4. 성능실험

Fig. 2는 로봇의 시스템에 저장해놓은 음성단어이고 음성 명령에 대한 파형을 나타내고 있다.

음성인식 실험은 음성인식실험의 신뢰성을 위하여 3명의 서로 다른 목소리를 대상으로 위의 조건에서 제시한 조건에서 명령어를 각각 30번씩 발성하고, 실험 결과를 분석 평가하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 음성 인식기반 대화형 지능제어 알고리즘 개발에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 모바일로봇의 음성인식 성능을 확인하기 위해서 3명의 서로 다른 목소리를 대상으로 각각 30번씩 명령어를 발성함으로써 성능 시험을 예증하였다. 또한 본 연구에서 지능제어 알고리즘의 개발로 자율주행로봇의 무인 공장자동화 실현 및 원거리 실시간 음성인식에 대한 성능을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] P. J. McKerrow, Introduction to Robotics, Addison Wesley, 1993.
- [2] B. Roe and J. G. Wilpon, "Whither speech recognition: the next 25 years," IEEE Communications Magazine, vol 31, no. 11, pp. 54-62, November 1993.

2족 보행 로봇의 안전한 워킹운동에 관한 연구

김두범¹

경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

HMM은 확률함수를 이용하여 음성신호의 시간에 따른 특징 변화를 통계적으로 모델링하는 것으로서 학습 시에 많은 정보와 계산량을 요구하지만 다수 화자의 음성특성을 모델링하는데 유리하고 높은 인식 성능을 나타낸다. 신경회로망은 인간 두뇌의 생물학적 신경 계통을 모방한 인공 신경망을 이용하여 여러 연결 마디들에 음성특징들을 분산 분포시켜 음성인식을 실현하고자 하는 방식으로 현재 소규모의 고립단어 인식에서는 우수한 성능 나타내고 있으나 대용량 또는 연속음성인식에 있어서는 아직 많은 연구를 필요로 한다.

2. 음성인식 기법

2.1 벡터 양자화

벡터 양자화는 선형예측법 및 케스트럼계수나 MFCC 계수 등을 이용하여 만들어진 양자화 테이블과 입력되는 음성신호로부터 추출한 계수와의 거리가 가장 가까운 양자화 테이블의 심볼을 얻는 것을 말한다. 양자화 테이블의 생성에는 K-means 알고리즘이나 이진트리 알고리즘이 주로 사용되며, 본 논문에서는 양자화 테이블을 생성하기 위해서 이진트리 알고리즘을 사용하였다. 그리고 벡터 양자화 크기인 M을 512로 설정하였으며, 오차비율은 0.000001, e(splitting parameter)값은 0.001로 각각 설정했다. (1)

2.2 HMM 음성인식 알고리즘

HMM은 크게 이산 HMM(DHMM : Discrete HMM), 반연속 HMM(SCHMM : Semi-Continuous HMM), 연속 HMM(CHMM : Continuous HMM)으로 나눌 수 있다. 이 중 본 논문에서는 화자 독립형 고립단어를 구현하기 적합한 DHMM을 사용하였다. DHMM은 특징 벡터인 코드북을 만든 후 벡터 양자화를 통하여 코드북 인덱스로 관찰열을 만든다. 생성된 관찰열은 HMM 학습 알고리즘을 통해서 학습 뒤, 인식 알고리즘에서 새로운 단어가 입력이 되면 학습된 단어들과 각각 확률을 구해서 가장 큰 확률을 가지는 것을 인식하게 된다.

3. 모의 실험

HMM-NN 음성인식시스템을 실시간으로 처리하고 또한 모듈형으로 구성할 수 있는 임베디드 시스템으로 구성하는 것이 매우 중요한 특징이라 할 수 있다. 음성신호처리의 특성상 많은 양의 데이터를 고속으로 처리해야 하고 실시간 동작되는 시스템을 구성하기 위해서 충분히 속도가 빠른 고성능 32비트 부동소수점 연산방식의 범용 DSP인 TMS320C32를 사용하였다. TMS320C32의 내부를 살펴보면 실수 연산에 적합하도록 설계된 내부 산술연산 장치(ALU : Arithmetic Logic Unit)뿐만 아니라, 32비트 데이터 버스와 24비트 어드레스 버스, 2개의 타이머, 2채널 DMA, 그리고 직렬통신 포트 등이 갖추어져 있음을 알 수 있다.(4)

본 실험에서는 화자 독립형 시스템을 구성하기 위해 DHMM 인식 알고리즘을 이용하여 10개의 단어에 대해 인식률을 테스트하였다. 또한 후처리 과정으로 방사 기저함수 신경회로망의 학습 후 음성인식기를 구성하여 인식률을 HMM 인식기와 비교하여 성능평가를 하였다. 본 실험은 먼저 PC상에서 학습 및 테스트과정을 거친 후, 실제 완성된 시스템은 DSP TMS320C32를 사용하여 구현한 음성인식 보드에서 마지막 테스트를 하였다. Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3은 한 사용자의 명령어 “앞으로”의 음성파형, MFCC 특징벡터, 벡터양자화 결과를 보여준다.(2)

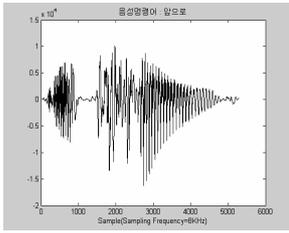


Fig. 1 Voice waveform of command "forward"

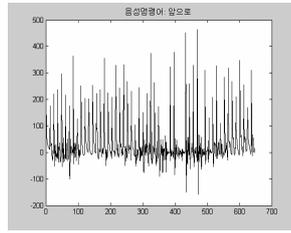


Fig. 2 The MFCC feature vector of the instruction "forward"

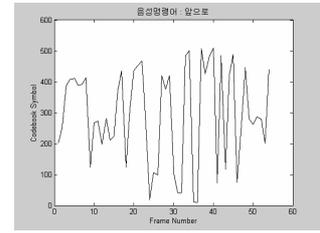


Fig. 3 Vector quantization result of command "forward"

외계 센서로부터 샘플링 주기 1000Hz 미만의 로봇 끝단의 위치 정보를 얻게 된다. 하지만 위치 정보만으로 일반적인 기구학적 해석 방식으로는 역기구학을 해석할 수 없다. 그러한 이유로 본 논문에서는 로봇 끝단의 오차를 마지막 피치방향의 회전 중심점의 오차로 변환하여 문제를 해결하였다. 비록 변형된 로봇의 하단 3개의 조인트로 인해 로봇 끝단의 방향벡터가 원하는 방향과 다를 수 있지만 로봇 끝단의 위치 오차가 작다면 그 변화도 작기 때문에 그로인한 방향벡터의 변화는 적을 것으로 예상된다.

5. 결 론

본 연구에서는 음성인식 기법을 이용한 휴머노이드 로봇의 실시간 작업 동작제어에 관한 연구를 수행하였다. 구현된 음성인식시스템은 HMM을 이용하여 인식을 수행 할 경우의 오인식을 최소화하기 위한 후처리 과정으로 신경회로망의 일종인 방사 기저함수 신경회로망을 결합하여 보다 높은 인식률을 얻을 수 있는 HMM과 방사 기저함수 신경회로망의 시스템으로 구현하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] H. J. M. Steeneken and D. A. van Leenwen, "MultiLingual Assessment of speaker independent large vocabulary speech-recognition systems: SQUALE Project," Proc. EUROSPEECH-95, pp. 1271-1274
- [2] T. Matsuoka "Large-vocabulary continuous-speech recognition using Japanes business newspaper (Nikkei)" DARPA Speech Recognition Workshop, pp. 137 - 142, 1997
- [3] 김현민, "지능형 발이 부착된 인간형 로봇의 하체 개발," 경상대학교 공학석사 학위논문, 2010.
- [4] J. T. Spooner and K. M. Passino, "Stable adaptive control using fuzzy systems and neural networks," IEEE Trans. Fuzzy Syst., vol. 4, pp. 339-359, Aug. 1996.

극한환경 표면처리 공정용 고성능 그리퍼 설계

김희진¹

경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

단순한 작업의 반복만을 요구하던 기존의 산업용 로봇에 사람의 기능과 같은 고기능을 부가하려는 노력이 커지고 있다. 첫 번째로 구동기를 핸드 밖, 팔뚝에 설치하는 방법이 있다. 이것은 핸드의 구조가 간단하고 큰 출력을 낼 수 있으며 가볍다는 장점이 있는 반면 다른 로봇의 팔에 적용하기 어렵다는 단점이 있다. 다른 방법으로 모터나 공압 실린더를 대신 할 수 있는 출력이 크고 작고 가벼운 구동기를 개발하려는 시도가 있다. 그리고 최근에 초음파모터와 형상기억합금이 구동기로 사용된 예가 있다.

2. 본 론

Fig. 1에 나타나는 유연핸드의 운동범위는 손의 해부학적 결과에 의해 제한된다. 모델링 되는 인간 손가락의 해부학적 특징을 로봇 손가락의 동작에 반영하기 위해 관절 회전 각도를 인간 손가락 동작 범위에 맞추어서 설계할 수 있다.

3. 모의 실험

핑거 하나가 1자유도를 갖도록 설계하기 위해서 손가락의 횡 운동은 무시되었고 중간과 끝 마디는 첫째마디와 구속되었다. 다양한 기계요소들이 검토된 후에 핑거 마디 사이의 구속조건을 생성하기 위해 4절 링크를 사용하기로 결정하였다. 하지만 동작의 비선형성이나 토크의 변화는 기구학적 해석을 통해 예측될 수 있다. 마지막으로 각 손가락의 MCP 관절은 그리퍼에 고정된다고 가정하였다.

Fig. 2는 설계개념에서 의도되었던 다양한 파지 동작들을 보여준다. 그림에서 나타난 대로 자연스럽게 안정적인 집 동작들이 구현되었으며, 이것은 인간 손가락의 움직임에 대한 해부학적 데이터와 기구학적 분석에 근거한 설계가 로봇의 핸드를 제작하는데 있어서 효과적이라는 사실을 입증한다. 그리퍼 전체를 이용한 움켜잡는 동작을 취할 때 접촉점들이 그리퍼의 중앙에 있는 것이 더 안정적이기 때문에 핑거의 끝을 이용한 정밀한 파지를 위해 엄지의 위치가 가운데 핑거와 만나도록 부착되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 플라즈마 표면처리를 통한 고분자의 표면개질로 이종재간의 접착강도 향상을 위한 효과적인 방법임을 입증하였다. 또한 플라즈마처리 유.무에 따른 전단시험을 실시하여 접착강도에 대한 비교분석을 실시하였으며 본 논문의 연구내용을 정리하면 다음과 같다.

[참 고 문 헌]

- (1) Tusty, J., Smith, S. and Zamudia. C., Operation Planning Based on Cutting Process Model, Annals of the CIRP, 39, pp. 517~521, 1990
- (2) Lee, E.S, Je, T.j, Ohmori H, Development of cylindrical grinding technology with electrolytic in-process dressing method, International Journal of the Korean Society of Precision Engineering. Vol.1, No.1, pp. 127~132, 2006

5축 다관절로봇의 무인원격제어에 관한 연구

남택종¹

경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

고온내열환경의 작업공정에서는 생산공정에 많이 적용되는 로봇의 형태는 크게 고 부하, 단순 반복 작업에 적합한 로봇과 제품의 형상이 복잡하고 작업반경이 커질 경우 사용되는 다관절 로봇 매니플레이터가 적합한 구조이다. 다관절 로봇은 구조상 고 부하가 요구되는 작업을 하기 위해서는 모터와 감속기의 용량과 부피가 커지고 이는 로봇 자체의 과열 등의 누적 부하로 작용한다. 기존의 제조용 로봇 매니플레이터는 이러한 연쇄적인 구조로 상기와 같은 문제점에서 벗어날 수가 없다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 강성을 매뉴 높이는 고온내열환경에서 적합한 6축 수직다관절로봇의 단조공정 작업경로제어방법에 대한 연구를 수행하였다.

2. 본 론

1.2. 본 연구에서는 고온내열환경작업을 위한 고강성을 갖는 불나사 구동 방식의 육절링크를 이용한 단조공정물의 핸들링을 위한 다관절 로봇 매니플레이터 경로제어에 관한 연구를 수행하였다. 이의 구조는 그림. 1 같이 구성된다. 본 논문의 6절 링크기구로 구성된 고강성을 갖는 새로운 형태의 구동기를 제안하고 이를 다관절형 로봇 매니플레이터에 적용하였다.

1.3. 링크의 스프링력으로부터 발생하는 토크 T_u 를 구하면 다음과 같다.

$$T_u = \sum_{i=1}^2 \frac{k_i (\sqrt{L^2 + M^2 - 2LM\cos\theta} - L + M) + f_i LM \sin\theta}{\sqrt{L^2 + M^2 - 2LM\cos\theta}}$$

• 고온환경 내구성 구조

$$\tau_{2,i} = \frac{8K_i D_i F_{2,i}}{\pi d_i^3} \leq 71 \text{Kgf/mm}^2$$

1.4. 동력 시뮬레이션 가 작동 시 최대 압축되었을 때의 전단 응력과 스프링 자체가 완전 압축되었을 때의 전단 응력을 각각 제한하여 응력 관점에서 안전성을 확보하도록 하였다.

1.5. 로봇의 반복적인 작업으로 인하여 동력 시뮬레이션의 스프링이 받는 피로하중에 대한 안전성 확보를 위하여, 동력 시뮬레이션의 스프링 각각에 대한 수명을 20,000시간 이상이 되도록 제약 조건을 부과하였다.

4. 결 론

1.6. 본 연구에서는 고온내열환경작업공정용 수직다관절 로봇의 다관절로봇 단조품 핸들링 작업을 위한 작업경로제어 설계에 관한 연구를 수행하였다.

[참 고 문 헌]

(1) Segla, S, Kalker-Kalkman, C. M. and Schwab, A. L., "Static Balancing of a Robot Mechanism with the aid of a Genetic Algorithm," Mechanism and Machine Theory, Vol. 33, pp. 163~174, 1988ism

4축 수평다관절 공간 위치 및 속도 제어에 관한 연구

문정철¹

경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

산업의 대형화, 정밀화, 자동화가 급격히 이루어지면서 현재 산업현장에서 로봇의 존재는 필수적인 것이 되고 있다. 간단한 링크를 가진 로봇으로부터 고온환경의 주조 및 단조 그리고 정밀 부품의 핸들링 작업에 쓰이는 고정밀/다관절 로봇에 이르기까지 산업현장에서 로봇의 종류와 그 적용범위는 다양하게 되었다.

본 논문에서는 수직다관절 로봇의 동적 특성 분석에 대한 기본적인 사항에 대해서 분석하였다.

2. 로봇 아암의 동적 특성 분석

머니플레이터의 정적 평형상태를 유지하기 위해서는 머니플레이터 말단에는 큰 힘과 모멘트가 작용하여야 하고 정적 평형상태 유지 조건으로 각 링크에 작용하는 모든 외력, 모멘트의 합이 0이 되어야 한다.

머니플레이터 관절에서 외부 작업에 의해 발생하는 힘과 모멘트를 상쇄시킬 수 있는 일정한 크기의 힘과 토크를 가하여야 한다.(1)

운동방정식에는 머니플레이터의 구체적인 운동을 구현하기 위해 필요한 관절토크를 계산하는데 방정식에는 Newton-Eule와 Lagrang방법이 있다.(2)

힘 I모멘트의 동적 평형상태를 이용한 운동방정식을 유도한 머니플레이터 운동방정식의 일반적인 형태는

$$\tau = M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q}) + G(q)$$

여기서 M은 머니플레이터의 질량행렬을 뜻하고, 원심력과 코리올리 힘은 $C(q, \dot{q})$ 로 나타내고, $G(q)$ 는 중력에 의한 항을 말한다. 작업자가 원하는 로봇의 특정한 운동 경로를 직교좌표 공간에서 설계를 하여 역기구학을 통해 그 운동경로를 구현할 수 있는 각 관절 좌표(θ, d)값 및 그 미분 값($\dot{\theta}, \dot{d}$)계산을 하여

$\tau = M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q}) + G(q)$ 에 대입하면 설계된 운동경로를 구현할 수 있는 관절 토크의 값을 얻을 수 있다.

보간된 91개의 초음파 센서 데이터는 레이저 레인지 파인더의 91개의 데이터와 아래 식의 과정을 통해 조합된다.

$$d_{\theta}(t) = \begin{cases} d_{l,\theta}(t) + k(t), & 0^{\circ} \leq \theta \leq 180^{\circ} \\ d_{s,\theta}(t), & 180^{\circ} < \theta < 360^{\circ} \end{cases}$$

3. 결 론

본 연구에서 제안된 로봇의 지능제어방법은 단위 명령 주기 동안의 방향 변화량 등은 로봇의 최적 조향 방향을 결정하기 위하여 성능 함수에 반영되며, 이 네 가지 요소에 대한 반영 정도는 각각의 가중치로 조정된다. 제안된 방법은 속도 및 가속도 제한 조건과 장애물에 대한 여유 있는 회피 동작이 구현도리 수 있도록 로봇의 속도 공간에서 직진 속도와 회전 속도의 명령을 구하여 로봇의 구동 명령을 사용하는 방법으로서 스마트 팩터리(Smart Factory)의 실현에 매우 효율적인 방법이다.

[참 고 문 헌]

- (1) D. B. Westmore and W. J. Wilson, "Direct Dynamic Control of a Robot Using and End-Point Mounted Camera and Kalman Filter Position Estimation", Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 2376-2384, 1991

고중량 핸들링 작업용 로봇의 지능 제어에 관한 연구

박세민¹, 최성주¹, 이형태¹
경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

본 논문에서는 알고리즘의 효율성이 잘 입증된 계산 토크 제어기의 구조를 유지하고 시스템의 강인성 증가를 설계전략의 목적으로 한다. 외란 입력 시 강인성을 가지고 비선형성을 다루는 능력이 있는 PID 타입 퍼지 제어기를 이용한 계산 토크 제어기를 제안하여 로봇 매니퓰레이터의 정확하지 못한 모델링과 변수의 변화에 민감한 문제점을 보상하여 추적오차를 감소시키고 외란에 의한 시스템의 성능감소를 최소화시켰다.

2. 본 론

1.7. 퍼지 이론은 1965년 미국 버클리 대학의 L. A. Zadeh 교수에 의해 ‘퍼지 집합 이론(fuzzy set theory)’으로 처음으로 소개되어진 뒤 많은 분야에서 다용도로 그리고 빠르게 응용되어지고 있다. 퍼지 이론에서 컴퓨터가 인공적인 지능을 가지고 인간의 의사대로 수행하기 위해서는 인간이 사용하는 수치는 물론 언어적으로 애매한 표현들을 처리할 수 있도록 한다. 기존의 디지털 논리 체계는 0과 1의 개념이 확실한 반면 퍼지 논리(fuzzy logic)는 어떤 집합에 완전히 속하면 1, 완전히 속하지 않으면 0, 그 이외에도 0과 1사이의 값을 가지게 되며, 인간의 애매 모한 상황도 표현할 수 있는 것이 퍼지 논리 이론이다. (1)

2. 모의 실험

퍼지 집합에서 확실히 이해해야 하는 문제는 집합과 집합간의 관계 즉 사건과 사건의 관계를 정의해 주는 퍼지 관계이다. 제어의 경우는 입력과 출력, 출력과 출력 또는 입력과 출력 관계 등이 어느 정도 상관관계가 있는지 정의 할 수 있는 것으로 볼 수 있다. (2)

앞서 설명한 일반적인 크리스프 관계는 이들의 관계가 정확히 구분되는 것이 특징이다. 그러나 사람들의 관계가 어느 정도 ‘관계가 있다.’, ‘관계가 전혀 없다.’ 등과 같은 애매한 관계는 나타낼 수 없다. 이에 비해 퍼지 관계는 이들 관계의 정도를 0에서 1의 숫자를 이용해 수치로 나타낼 수 있다. 이것이 퍼지 관계이다. 따라서 퍼지 관계는 $X \times Y$ 의 직접 집합 위에 퍼지 집합을 형성하는 것이 되므로 이 때의 소속함수를 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

4. 결 론

1.8. 제안된 제어기의 효율성을 입증하기 위해서 로봇 매니퓰레이터가 불확실성과 외란이 존재하는 경우에 대해 실험하였다. 실제 실험을 통하여 단순히 계산 토크 제어기만을 사용했을 경우와 제안된 제어기의 비교를 통해서 제안된 제어기가 우수한 성능을 가짐을 확인하였다. 그리고 명령입력이 변화된 다른 환경에서도 고정이득 계산 토크 제어기보다 제안된 제어기가 더 나은 성능을 나타냄을 보였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 류창렬, cockdgus, 김상희, 임재춘, “간편 간접추론 퍼지 PID 제어기를 이용한 2×2 상호 결합 공정제어,” 제 14회 자동제어학술회의 논문집, 1999.
- [2] F. L. Lewis, C. T. Abdallah, and D. M. Dawson, Control of Robot Manipulators, Macmillan Publishing Company, 1993.

주단조물의 이송 및 정렬작업을 위한 수직다관절 로봇의 작업경로제어에 관한 연구

김희진¹, 김두범¹
 경남대학교 산업경영대학원¹

1. 서 론

This paper describes a new approach to path control and planning system and real-time implementation using digital signal processors for robotic manipulators to achieve the improvement of speediness, repeating precision, and tracking performance at the joint and cartesian space (forging process automation). This paper is organized as follows : In Section II, the dynamic model of the robotic manipulator is derived. Section III derives control algorithm. Section IV presents simulation and experimental results obtained for a dual-arm robot. Finally, Section V discusses the findings and draws some conclusions.(1)

2. 본 론

Let us now consider payload in the manipulator dynamics. Suppose that the manipulator end-effector is firmly grasping a payload represented by the point mass ΔM_p . For the payload to move with acceleration $\ddot{X}(t)$ in the gravity field, the end-effector must apply the $n \times 1$ force vector $T(t)$ given by

$$T(t) = \Delta M_p [\ddot{X}(t) + g] \quad (1)$$

The end-effector requires the additional joint torque

$$\tau_f(t) = J(q)^T T(t) \quad (2)$$

where superscript T denotes transposition. Hence, the total joint torque vector can be obtained by combining equations (1) and (2) as

$$J(q)^T T(t) + D(q) \dot{q} + N(q, \dot{q}) + G(q) = \tau(t) \quad (3)$$

In order to cope with changes in operating point, the controller gains are varied with the change of external working condition. (2), (3)

This yields the adaptive control law

$$\tau(t) = [P_A(t) \ddot{q}(t) + P_B(t) \dot{q}(t) + P_C(t) q_r(t)] + [P_V(t) \dot{E}(t) + P_P(t) E(t) + P_I(t)] \quad (4)$$

where $P_A(t)$, $P_B(t)$, $P_C(t)$ are feedforward time-varying adaptive gains, and $P_P(t)$ and $P_V(t)$ are the feedback adaptive gains, and $P_I(t)$ is a time-varying control signal corresponding to the nominal operating point term, generated by a feedback controller driven by position tracking error $E(t)$ defined as $q_r(t) - q(t)$.(4)

3. 모의 실험

The model chosen for simulation is a two-link planar robot manipulator. In computer simulations, we select all parameters, desired trajectory, sliding surface, control constant, friction, disturbance, and the payload variation.(5)

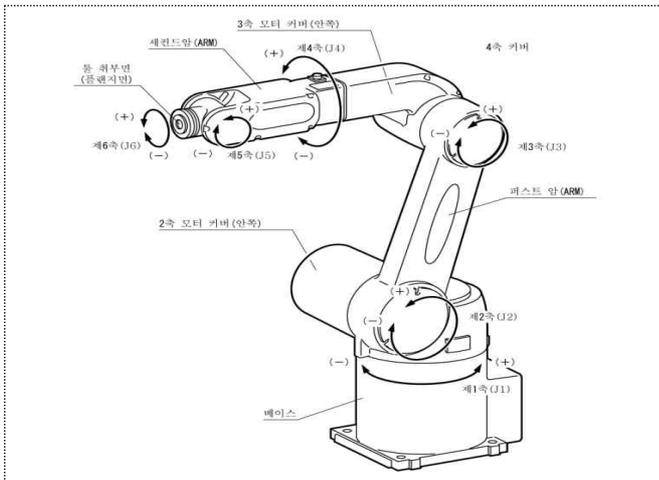


Fig .1 The coordinate frame of articulated robot manipulator



Fig .2 The experimental scene of articulated robot for handling task of forging objects.

4. 결 론

This adaptive controller has been found to be suitable to the real-time control of robot system. A novel feature of the proposed scheme is the utilization of an adaptive feedforward controller, an adaptive feedback controller, and a PI type time-varying control signal to the nominal operating point which result in improved tracking performance. Another attractive feature of this control scheme is that, to generate the control action, it neither requires a complex mathematical model of the manipulator dynamics nor any knowledge of the manipulator parameters and payload. The control scheme uses only the information contained in the actual and reference trajectories which are directly available.

[Reference]

- [1] S. H. Han, J. Lee, D. Ahn, M. Lee, and K. Son, July, "Implementation of Robust Adaptive Controller of Robotic Manipulator using DSPs," In Proceedings of Eleventh International Conference on System engineering, Lasvegas, pp. 668-673, 1996.
- [2] J.-G. Yim, J. S. Yeon, and J. H. Park, "Robust Control using Recursive Design Method for Flexible Joint Robot Manipulator," Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp. 3805-3810, 2007.
- [3] B.Band., T.C.M, M.U. "Modeling, control and implementaion of smart structures", Springer verlag, 2007.
- [4] Siaviccio, L. and Siciliano, B., "Modelling and Control of Robot Manipulators,"Springer, 1999.
- [5] Lee, E.S, Je, T.j, Ohmori H, Development of cylindrical grinding technology with electrolytic in-process dressing method, International Journal of the Korean Society of Precision Engineering. Vol.1, No.1, pp. 127~132, 2006.

3월 구동 자율주행 로봇의 운동학적 모델링

윤창한¹, 최성원²

해군정비창¹, 경남대학교 산업대학원²

1. 서 론

이동 로봇의 추종 제어를 위해 적응 제어 기법, 강인 제어 기법, 퍼지 이론 등을 이용한 많은 제어 기법들이 연구되었다. 본 논문에서는 이중 슬라이딩 표면에 기반한 SMC 기법을 이용하여 이동 로봇의 새로운 추종 제어기의 설계 방법을 제안한다. 상기의 슬라이딩 표면 제한 조건을 해결하기 위해 진행 각도(heading angle, θ)에 대한 추가적인 슬라이딩 표면과 이에 기반한 SMC 설계 방법을 제안한다. 또한 자세 오차에 대한 스위칭 법칙을 설정하여 기존의 SMC에 연결함으로써 이동 로봇의 새로운 추종 제어기를 설계하며, 이를 통해 주어진 기준 경로에 대한 이동 로봇의 경로 추종이 가능한 제어 입력을 구한다. 또한 리아프노프(Lyapunov) 함수를 이용하여 본 논문에서 제안한 이중 슬라이딩 표면에 기반한 SMC가 점근적으로 안정함을 증명한다. 마지막으로 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 본 논문에서 제안한 제어기의 성능을 검증하고자 한다.

2. 이동 로봇의 운동학적 모델링

논문에서 고려하는 이동 로봇은 2개의 구동 바퀴로 구성되며, 구동축과 중심축이 같은 이동로봇을 고려한다. 직교 좌표계상에서 이동 로봇의 현재 위치를 (x_c, y_c) , 현재 위치에서 진행 방향과 x 축과의 각도를 θ_c 라 정의하면 이동 로봇의 비홀로노믹 제약 조건을 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.(1)(2)

$$\dot{x}_c \sin \theta_c - \dot{y}_c \cos \theta_c = 0 \quad (1)$$

3. 모의실험

본 논문의 모의실험에서는 기존의 슬라이딩 표면에 기반한 제어기와 본 논문에서 제안한 슬라이딩 모드 제어기의 결과를 비교 및 분석하여 제안한 제어기의 성능을 검증하였다. 모의실험에 상용한 이동 로봇의 설계 파라미터 값은 $K_w = 0.1$, $k_1 = k_2 = 10$ 으로 설정한다. 한편 기준 경로에 대한 조건은 다음과 같다.

4. 결 론

각 오차가 0으로 수렴함을 증명하였다. 또한 모의 실험 결과를 통해 본 논문에서 제안한 제어기의 성능을 검증하였다. 향후에는 본 논문에서 제안한 스위칭 기법과 접근 각도를 접목한 슬라이딩 모드 제어기를 실제 로봇에 적용하여 실제 환경에서의 유용성을 확인하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] I. Kolmanovsky and N. H. McClamroch, "Developments in non-holonomic control problems," IEEE Control Systems, vol. 15, no. 6, pp. 20-36, 1995.
- [2] R. W. Brockett, "Asymptotic stability and feedback stabilization," in Differential Geometric Control Theory, Eds. Boston, MA: Birkhauser, pp. 181-191, 1983.

18축 관절로봇의 실시간작업 구현에 관한 연구

하연태¹
경남대학교¹

1. 서 론

현대 산업 사회에서 날로 증대되는 이동로봇에 대한 필요성으로 인해, 다양한 형태의 이동로봇에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는데 그 중에서도 휴머노이드가 각광받고 있는 이유는 인간의 생활 환경에서 인간과 유사한 행동을 할 수 있는 기계를 만들어 단순반복작업과 위험스러운 작업 환경에서 인간의 역할을 대신하도록 함으로써, 인간의 생활을 보다 편리하게 하는데 있다. 휴머노이드는 계단이나 문턱과 같이 바퀴형 로봇이 이동하기 어려운 환경에서도 이동이 가능하며 인간과 유사한 보행이 가능하기 때문에 인간 생활 환경에 적용이 용이한 장점이 있다.

2. 본 론

로봇이 보행하는 보행 패턴을 구현하기 위해서는 로봇이 동작을 할 때 각 조인트의 각도 값을 구할 필요성이 있다. 각 조인트의 각도 값은 일반적인 6축 매니퓰레이터에 주로 적용되는 기구학(kinematics)을 그대로 적용할 수 있다. 로봇의 발바닥을 End-Effector로 놓고 골반의 중심을 기준 좌표의 원점으로 설정한 후 기구학을 이용하여 해석한다.(1)

2.1 보행 주기 및 보행 패턴

인간의 보행 패턴은 크게 3가지의 상태로 나눌 수 있는데 발꿈치 접촉 상태(heel contact phase), 발 디딤 상태(stance phase), 스윙 상태(swing phase)로 나누어진다. 그 중 발 디딤 상태는 하중 이동 상태(weight acceptance phase)와 단일 지지 상태(single support phase)로 다시 나누어지며, 하중 이동 상태는 다리가 지면과 닿기 시작하는 순간인 랜딩상태(Landing Phase)와 반대편 다리가 스윙 상태로 들어갈 때까지의 구간을 의미한다. 이 구간에서 접촉 힘을 흡수해야 할 뿐만 아니라, 로봇 전체의 하중을 점차적으로 받아들이어야 한다. 단일 지지 상태에 해당되는 다리는 이족보행로봇의 전체 하중을 지탱하여야 하며 추종궤적에 따라 움직일 토크를 생성해야 한다. Fig. 2는 보행시 두 다리에서 나타나는 보행패턴을 시간의 흐름에 따라 표시한 것이다.

보행패턴은 기본적으로 세 가지 패턴으로 나뉘는데, 처음 서있는 자세에서 걷기 시작하는 동작과 연속적으로 계속 걷는 동작, 그리고 마지막으로 다시 멈추는 동작이다.

각 패턴은 발을 옮기는 부분과 몸의 중심을 이동하는 부분으로 나뉘지고 이 두 부분은 완전히 분리되는 것이 아니라 어느 정도 겹쳐지는 시간이 많을수록 좀 더 빠른 걸음을 할 수 있게 된다. 하지만 중심이동이 발의 이동과 동시에 이루어질 경우, 로봇의 안정성이 떨어지게 되므로 두 가지 모두의 절충이 필요하다.(2)

Neural Network는 생물 신경계의 기본 단위인 Neuron을 모델화한 인공적인 신경망으로 복잡한 유형을 찾아주는 컴퓨터프로그램이며 대용량의 데이터로부터 예측 모델을 만들어주는 기계적 학습알고리즘이다. 신경회로망은 경험을 통해 학습하고 이러한 과정을 통해 얻어진 지식을 새로운 상황에 일반화시킬 수 있는 특성을 가지고 있다.

이족보행로봇은 그 동적인 특성이 복잡하며 안정도의 판별이 어렵다. 또한 기구적인 오차가 있을 경우 로봇의 특성이 매우 불확실해진다. 즉, 로봇의 안정도를 개선하기 위해 각 액츄에이터로 어떠한 입력을 넣어야 하는지를 결정하기 어렵다. 본 논문에서는 이러한 복잡하고 불확실한 특성을 갖는 이족 보행로봇을 제어하기 위해 신경회로망을 이용한다. 신경회로망을 이용할 경우 신경회로망 스스로 로봇의 특성을 학습하고 이를 바탕으로

액추에이터로의 입력을 조정하여 안정도를 개선한다.(3)

3. 모의 실험

본 연구에 사용된 로봇의 시스템은 크게 3부분으로 나뉜다. 영상처리와 센싱을 담당하는 센서부와 모터를 동작시키는 구동부, 위치 추적을 위한 카메라 그리고 이 모든 것들을 처리하는 제어부가 있다.

Fig. 5은 이족 보행 로봇의 전체 시스템 블록도이다.(4)

4. 결 론

본 논문에서는 신경회로망 알고리즘을 사용하여 12자유도를 가지는 이족 보행 로봇의 보행 안정성을 높이고 보행 성능을 향상시키는 연구를 하였다. 제어 시스템들의 성능을 비교하여 비례-미분-적분 제어 시스템에 비해 신경회로망기반 학습제어 시스템의 우수성을 증명하였고, 학습제어알고리즘을 적용함으로써 같은 동작을 반복하는 횟수가 늘어남에 따라 오차가 적어짐을 실험을 통하여 그 신뢰성을 검증하였다. 제안된 신경회로망 제어 시스템의 성능은 PID 제어 시스템과 비교하여 결과를 고찰하였다.

본 연구를 통하여 학습의 범위를 보행 이외의 인간을 모방한 행위들로 확장할 수 있으며, 더 많은 연구와 시행착오를 통하여 산업현장에서 다양한 활동들을 학습하면서 성능을 키워나갈 수 있는 휴머노이드 로봇으로 발전될 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Sylvain Miossec, Yannick Aoustin, "A Simplified Stability Study for a Biped Walk with Underactuated and Overactuated Phases," the International Journal of Robotics Reserch, vol 24, no. 7, pp. 537-551, 2005.
- [2] Tang, Z., Zhou, C. and Sun, Z., "Trajectory Planning for Smooth Transition of a Biped Robot," Proc Int. conf. on Robotics & Automation, pp. 2455-2460, 2003.
- [3] Bebek, O. Erbatur, K., "A Gait Adaptation Scheme for Biped Walking Robots," AMC '04. The 8th IEEE International Workshop on 25-28, pp.409-414, March 2004.
- [4] J. Park and Y. Youm, "General ZMP Preview Control for Bipedal Walking," in Proc. of IEEE Int. conf. on Robotics and Automation, pp. 2682-2687, 2007
- [5] T. Sato and K. Ohnishi, "ZMP Disturbance Observer for Walking Stabilization of Biped Robot," in Proc. of IEEE Int. Workshop on Advanced Motion Control, pp.29

뉴로기법에 의한 자율주행자동차 경로제어에 관한 연구

서희식¹, 배성진², 배정훈², 서명진²
 (주)LMAT¹, 경남대학교 산업대학원²

1. 서론

지금까지 모바일로봇의 주행 제어는 제어하려는 대상의 운동방정식을 알고 있을 때만 가능하였다. 그러나 이동로봇의 구조는 이동로봇의 운동방정식이 비선형성을 나타냄으로써 복잡하고 대부분의 경우 운동방정식을 정확히 구하지 못하는 경우가 많다. 본 연구에서는 이동용 로봇의 속도제어를 위하여 역전파알고리즘에 의한 및 가우스 멤버십함수의 혼합 퍼지추론법을 적용한 새로운 구조의 퍼지 신경망 제어기법이 제안되고, 제안된 퍼지 신경망 제어기법에 의해 제안된 모바일 로봇 제어기의 성능을 모의실험을 통하여 검증한다.

2. 본론

본 연구에서 채택된 퍼지제어에서 퍼지추론은 수지노의 퍼지추론의 특별한 경우로써 설명될 수 있는 단순화된 혼합 추론법이다. 사실, 퍼지신경회로 제어법은 수지노의 퍼지추론의 끝단의 함수가 상수가 되거나 또는 최소-최대 도식법의 끝단에서의 퍼지집합의 범위가 미소값, 즉 싱글톤(singleton) 이 될 때의 경우와 일치한다. 따라서, 임의의 i 번째 제어칙은 다음과 같이 쓸 수 있다.(1)

$$H_i : \text{If } x_1 = M_{i1} \text{ and } \dots \text{ and } x_n = M_{in} \text{ then} \\ \Gamma_1 = N_{i1} \text{ and } \dots \text{ and } \Gamma_n = N_{in} \quad (1)$$

3. 모의 실험

두개의 독립 구동바퀴를 가지는 이동 로봇이 평면상에서 정확히 움직이며, 절대 좌표계 O-XY는 평면상에 고정되었다고 가정한 상태에서 이동 로봇의 운동방정식은 다음과 같이 표현된다.(1)

$$M_V \ddot{\theta} + (-T_r + T_l) L = 0 \\ m V \dot{V} - (T_l + T_r) = 0 \quad (4)$$

오른쪽과 왼쪽 구동바퀴에 대한 구동 시스템의 동특성은 다음의 식으로 표현된다.

$$+ f_c \dot{\psi}_i + RT_i - f_k \Gamma_i = 0, \quad i = r, l \quad (5)$$

4. 결론

본 연구에서는 퍼지로직과 신경회로망을 이용한 모바일 로봇의 주행제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 퍼지 신경망 제어기의 성능을 확인하기 위하여 시스템의 정확한 동적 모델링이 어려운 불확실성 시스템인 이동용 로봇의 속도 및 방향각 제어에 대한 제어 성능 시험을 모의실험을 통하여 검증하였다.

[참 고 문 헌]

(1) S. Horikawa, T. Furuhashi, S. Okuma, And Y. Uchikawa, 1991, "A Learning Fuzzy Controller Using a Neural Network", Trans. SICE, Vol.27, No.2, pp.208-215.

2018년도 한국산업융합학회 추계학술대회 논문집

주행로봇의 물건 이동 및 핸들링 작업 제어에 관한 연구

김성현¹, 김승준¹, 김영목¹
경남대학교 산업대학원¹

1. 서 론

복잡한 최적화 문제의 해법으로서 널리 사용 되는 방법 중 하나가 국지적 최적화(local optimization) 기법이다. 본 연구는 자율이동로봇의 경로 계획 문제에 국지적 최적화 기법을 적용한다. 구성된 그래프에 대하여 시작점에서 목표점에 이르는 최단 경로를 찾는 경로 탐색 단계는 간선 길이의 총합이 최소화 정점들의 순서 조합을 찾는 문제로서 전형적인 최단경로문제이다.

2. 본 론

장애물을 포함한 전체 평면의 골격선으로 그래프를 구성하고, 이 그래프 상에서의 최단 경로가 초기 경로이다. 즉, 초기 경로를 구성하는 경유점들은 반드시 골격선에 포함되어 있어야 한다. 그러나 경유점들이 골격선에서 벗어난 위치에 존재하는 것이, 경로 단축에 유리할 수 있다. 경로 개선 단계는 초기 경로를 구성하는 경유점들의 위치를 변경하여, 이동거리의 총합을 단축시키는 단계이다.

로봇의 이동경로 p 는 다음과 같이 시작점과 목표점 사이에 존재하는 경유점 $v_k \in R^2$ ($k = 1, \dots, M$)들의 순열 집합으로 표현될 수 있다.(1)(2)

3. 모의 실험

성능을 비교 평가하기 위해 다른 경로 계획 방법을 구현하였다. 세션화 알고리즘으로 골격선 그래프를 구성하고, 디스트라 알고리즘으로 최단 경로를 탐색하였다. 모든 장애물의 네 꼭지점을 정점으로 하고, 가시거리에 있는 정점과 정점 사이를 간선으로 하는 그래프를 구성하였다. 구성된 그래프에 디스트라 알고리즘을 적용하여 최단 경로를 탐색하였다.

제안 방법은 골격선 방법의 결과를 개선시키는 방법으로서, 평균 15.12%의 경로단축 효과가 있었다. 가시도 방법은 경로 단축 효과가 매우 뛰어난 방법으로 알려져 있다. 제안 방법을 적용한 경우, 가시도 방법을 적용한 경우 평균 1.5%의 이동거리만 증가였음을 알 수 있다. 제안한 방법은 가시화 방법과 근사한 수준의 경로 감소 효과를 갖고 있다.

4. 결 론

최소거리의 경로 계획을 위하여, 기존의 로드 맵 방식에 셀 분할 방식을 추가한 새로운 방법을 연구하였다. 한 번의 그래프 구성과 경로 탐색으로 최종경로를 생성하는 기존의 정적 경로계획 방법에서 효율을 높이기 위해 그래프 구성과 경로탐색을 반복하여 그래프와 경로를 계속 변화시키는 동적 경로계획 방법이다. 이를 위하여 동적 프로그래밍 기법을 적용하였다. 기존 방법에 비해 상대적으로 적은 계산시간으로 상대적으로 짧은 이동거리의 경로를 생성함을 실험 결과를 통해 검증하였다.

[참 고 문 헌]

(1) O. Khatib, "Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots," *International Journal of Robotics Research*, vol. 5, pp. 90-98, 1986.

(2) K. P. Valavanis, T. Hebert, R. Kolluru, N. Tsourveloudis, "Mobile robot navigation in 2-d dynamic environments using an electrostatic potential field," *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 30, no. 2, pp. 187-196, 2000.

3월 구동 자율주행 로봇의 운동학적 모델링

윤창한¹, 최성원²

해군정비창¹, 경남대학교 산업대학원²

1. 서 론

이동 로봇의 추종 제어를 위해 적응 제어 기법, 강인 제어 기법, 퍼지 이론 등을 이용한 많은 제어 기법들이 연구되었다. 본 논문에서는 이중 슬라이딩 표면에 기반한 SMC 기법을 이용하여 이동 로봇의 새로운 추종 제어기의 설계 방법을 제안한다. 상기의 슬라이딩 표면 제한 조건을 해결하기 위해 진행 각도(heading angle, θ)에 대한 추가적인 슬라이딩 표면과 이에 기반한 SMC 설계 방법을 제안한다. 또한 자세 오차에 대한 스위칭 법칙을 설정하여 기존의 SMC에 연결함으로써 이동 로봇의 새로운 추종 제어기를 설계하며, 이를 통해 주어진 기준 경로에 대한 이동 로봇의 경로 추종이 가능한 제어 입력을 구한다. 또한 리아프노프(Lyapunov) 함수를 이용하여 본 논문에서 제안한 이중 슬라이딩 표면에 기반한 SMC가 점근적으로 안정함을 증명한다. 마지막으로 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 본 논문에서 제안한 제어기의 성능을 검증하고자 한다.

2. 이동 로봇의 운동학적 모델링

논문에서 고려하는 이동 로봇은 2개의 구동 바퀴로 구성되며, 구동축과 중심축이 같은 이동로봇을 고려한다. 직교 좌표계상에서 이동 로봇의 현재 위치를 (x_c, y_c) , 현재 위치에서 진행 방향과 x 축과의 각도를 θ_c 라 정의하면 이동 로봇의 비홀로노믹 제약 조건을 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.(1)(2)

$$\dot{x}_c \sin \theta_c - \dot{y}_c \cos \theta_c = 0 \quad (1)$$

3. 모의실험

본 논문의 모의실험에서는 기존의 슬라이딩 표면에 기반한 제어기와 본 논문에서 제안한 슬라이딩 모드 제어기의 결과를 비교 및 분석하여 제안한 제어기의 성능을 검증하였다. 모의실험에 상ㅇ한 이동 로봇의 설계 파라미터 값은 $K_w = 0.1$, $k_1 = k_2 = 10$ 으로 설정한다. 한편 기준 경로에 대한 조건은 다음과 같다.

4. 결 론

각 오차가 0으로 수렴함을 증명하였다. 또한 모의 실험 결과를 통해 본 논문에서 제안한 제어기의 성능을 검증하였다. 향후에는 본 논문에서 제안한 스위칭 기법과 접근 각도를 접목한 슬라이딩 모드 제어기를 실제 로봇에 적용하여 실제 환경에서의 유용성을 확인하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] I. Kolmanovsky and N. H. McClamroch, "Developments in non-holonomic control problems," IEEE Control Systems, vol. 15, no. 6, pp. 20-36, 1995.
- [2] R. W. Brockett, "Asymptotic stability and feedback stabilization," in Differential Geometric Control Theory, Eds. Boston, MA:Birkhauser, pp. 181-191, 1983.

18축 관절로봇의 실시간작업 구현에 관한 연구

하연태¹
경남대학교¹

1. 서 론

현대 산업 사회에서 날로 증대되는 이동로봇에 대한 필요성으로 인해, 다양한 형태의 이동로봇에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는데 그 중에서도 휴머노이드가 각광받고 있는 이유는 인간의 생활 환경에서 인간과 유사한 행동을 할 수 있는 기계를 만들어 단순반복작업과 위험스러운 작업 환경에서 인간의 역할을 대신하도록 함으로써, 인간의 생활을 보다 편리하게 하는데 있다. 휴머노이드는 계단이나 문턱과 같이 바퀴형 로봇이 이동하기 어려운 환경에서도 이동이 가능하며 인간과 유사한 보행이 가능하기 때문에 인간 생활 환경에 적용이 용이한 장점이 있다.

2. 본 론

로봇이 보행하는 보행 패턴을 구현하기 위해서는 로봇이 동작을 할 때 각 조인트의 각도 값을 구할 필요성이 있다. 각 조인트의 각도 값은 일반적인 6축 매니퓰레이터에 주로 적용되는 기구학(kinematics)을 그대로 적용할 수 있다. 로봇의 발바닥을 End-Effector로 놓고 골반의 중심을 기준 좌표의 원점으로 설정한 후 기구학을 이용하여 해석한다.(1)

2.1 보행 주기 및 보행 패턴

인간의 보행 패턴은 크게 3가지의 상태로 나눌 수 있는데 발꿈치 접촉 상태(heel contact phase), 발 디딤 상태(stance phase), 스윙 상태(swing phase)로 나누어진다. 그 중 발 디딤 상태는 하중 이동 상태(weight acceptance phase)와 단일 지지 상태(single support phase)로 다시 나누어지며, 하중 이동 상태는 다리가 지면과 닿기 시작하는 순간인 랜딩상태(Landing Phase)와 반대편 다리가 스윙 상태로 들어갈 때까지의 구간을 의미한다. 이 구간에서 접촉 힘을 흡수해야 할 뿐만 아니라, 로봇 전체의 하중을 점차적으로 받아들이어야 한다. 단일 지지 상태에 해당되는 다리는 이족보행로봇의 전체 하중을 지탱하여야 하며 추종궤적에 따라 움직일 토크를 생성해야 한다. Fig. 2는 보행시 두 다리에서 나타나는 보행패턴을 시간의 흐름에 따라 표시한 것이다.

보행패턴은 기본적으로 세 가지 패턴으로 나뉘는데, 처음 서있는 자세에서 걷기 시작하는 동작과 연속적으로 계속 걷는 동작, 그리고 마지막으로 다시 멈추는 동작이다.

각 패턴은 발을 옮기는 부분과 몸의 중심을 이동하는 부분으로 나뉘지고 이 두 부분은 완전히 분리되는 것이 아니라 어느 정도 겹쳐지는 시간이 많을수록 좀 더 빠른 걸음을 할 수 있게 된다. 하지만 중심이동이 발의 이동과 동시에 이루어질 경우, 로봇의 안정성이 떨어지게 되므로 두 가지 모두의 절충이 필요하다.(2)

Neural Network는 생물 신경계의 기본 단위인 Neuron을 모델화한 인공적인 신경망으로 복잡한 유형을 찾아주는 컴퓨터프로그램이며 대용량의 데이터로부터 예측 모델을 만들어주는 기계적 학습알고리즘이다. 신경회로망은 경험을 통해 학습하고 이러한 과정을 통해 얻어진 지식을 새로운 상황에 일반화시킬 수 있는 특성을 가지고 있다.

이족보행로봇은 그 동적인 특성이 복잡하며 안정도의 판별이 어렵다. 또한 기구적인 오차가 있을 경우 로봇의 특성이 매우 불확실해진다. 즉, 로봇의 안정도를 개선하기 위해 각 액츄에이터로 어떠한 입력을 넣어야 하는지를 결정하기 어렵다. 본 논문에서는 이러한 복잡하고 불확실한 특성을 갖는 이족 보행로봇을 제어하기 위해 신경회로망을 이용한다. 신경회로망을 이용할 경우 신경회로망 스스로 로봇의 특성을 학습하고 이를 바탕으로 액츄에이터로의 입력을 조정하여 안정도를 개선한다.(3)

3. 모의 실험

본 연구에 사용된 로봇의 시스템은 크게 3부분으로 나뉜다. 영상처리와 센싱을 담당하는 센서부와 모터를 동작시키는 구동부, 위치 추적을 위한 카메라 그리고 이 모든 것들을 처리하는 제어부가 있다.

Fig. 5은 이족 보행 로봇의 전체 시스템 블록도이다.(4)

4. 결 론

본 논문에서는 신경회로망 알고리즘을 사용하여 12자유도를 가지는 이족 보행 로봇의 보행 안정성을 높이고 보행 성능을 향상시키는 연구를 하였다. 제어 시스템들의 성능을 비교하여 비례-미분-적분 제어 시스템에 비해 신경회로망기반 학습제어 시스템의 우수성을 증명하였고, 학습제어알고리즘을 적용함으로써 같은 동작을 반복하는 횟수가 늘어남에 따라 오차가 적어짐을 실험을 통하여 그 신뢰성을 검증하였다. 제안된 신경회로망 제어 시스템의 성능은 PID 제어 시스템과 비교하여 결과를 고찰하였다.

본 연구를 통하여 학습의 범위를 보행 이외의 인간을 모방한 행위들로 확장할 수 있으며, 더 많은 연구와 시행착오를 통하여 산업현장에서 다양한 활동들을 학습하면서 성능을 키워나갈 수 있는 휴머노이드 로봇으로 발전될 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Sylvain Miossec, Yannick Aoustin, "A Simplified Stability Study for a Biped Walk with Underactuated and Overactuated Phases," the International Journal of Robotics Reserch, vol 24, no. 7, pp. 537-551, 2005.
- [2] Tang, Z., Zhou, C. and Sun, Z., "Trajectory Planning for Smooth Transition of a Biped Robot," Proc Int. conf. on Robotics & Automation, pp. 2455-2460, 2003.
- [3] Bebek, O, Erbatur, K, "A Gait Adaptation Scheme for Biped Walking Robots," AMC '04. The 8th IEEE International Workshop on 25-28, pp.409-414, March 2004.
- [4] J. Park and Y. Youm, "General ZMP Preview Control for Bipedal Walking," in Proc. of IEEE Int. conf. on Robotics and Automation, pp. 2682-2687, 2007
- [5] T. Sato and K. Ohnishi, "ZMP Disturbance Observer for Walking Stabilization of Biped Robot," in Proc. of IEEE Int. Workshop on Advanced Motion Control, pp.290-295, 2008

뉴로기법에 의한 자율주행자동차 경로제어에 관한 연구

서희식¹, 배성진², 배정훈², 서명진²
 (주)LMAT¹, 경남대학교 산업대학원²

1. 서론

지금까지 모바일로봇의 주행 제어는 제어하려는 대상의 운동방정식을 알고 있을 때만 가능하였다. 그러나 이동로봇의 구조는 이동로봇의 운동방정식이 비선형성을 나타냄으로써 복잡하고 대부분의 경우 운동방정식을 정확히 구하지 못하는 경우가 많다. 본 연구에서는 이동용 로봇의 속도제어를 위하여 역전과알고리즘에 의한 및 가우스 멤버쉽함수의 혼합 퍼지추론법을 적용한 새로운 구조의 퍼지 신경망 제어기법이 제안되고, 제안된 퍼지 신경망 제어기법에 의해 제안된 모바일 로봇 제어기의 성능을 모의실험을 통하여 검증한다.

2. 본론

본 연구에서 채택된 퍼지제어에서 퍼지추론은 수지노의 퍼지추론의 특별한 경우로써 설명될 수 있는 단순화된 혼합 추론법이다. 사실, 퍼지신경회로 제어법은 수지노의 퍼지추론의 끝단의 함수가 상수가 되거나 또는 최소-최대 도식법의 끝단에서의 퍼지집합의 범위가 미소값, 즉 싱글톤(singleton) 이 될 때의 경우와 일치한다. 따라서, 임의의 i번째 제어칙은 다음과 같이 쓸 수 있다.(1)

$$H_i : \text{If } x_1 = M_{i1} \text{ and ... and } x_n = M_{in} \text{ then} \\ \Gamma_i = N_{i1} \text{ and ... and } \Gamma_n = N_{in} \quad (1)$$

3. 모의 실험

두개의 독립 구동바퀴를 가지는 이동 로봇이 평면상에서 정확히 움직이며, 절대 좌표계 O-XY는 평면상에 고정되었다고 가정한 상태에서 이동 로봇의 운동방정식은 다음과 같이 표현된다.(1)

$$M_V \ddot{\theta} + (-T_r + T_l) L = 0 \\ m V - (T_l + T_r) = 0 \quad (4)$$

오른쪽과 왼쪽 구동바퀴에 대한 구동 시스템의 동특성은 다음의 식으로 표현된다.

$$+ f_c \ddot{\psi}_i + RT_i - f_k \Gamma_i = 0, \quad i = r, l \quad (5)$$

4. 결론

본 연구에서는 퍼지로직과 신경회로망을 이용한 모바일 로봇의 주행제어에 관한 연구를 수행하였다. 제안된 퍼지 신경망 제어기의 성능을 확인하기 위하여 시스템의 정확한 동적 모델링이 어려운 불확실성 시스템인 이동용 로봇의 속도 및 방향각 제어에 대한 제어 성능 시험을 모의실험을 통하여 검증하였다.

[참 고 문 헌]

(1) S. Horikawa, T. Furuhashi, S. Okuma, And Y. Uchikawa, 1991, "A Learning Fuzzy Controller Using a Neural Network", Trans. SICE, Vol.27, No.2, pp.208-215.

병진관절을 갖는 수직다관절로봇 매니퓰레이터의 기구학적 해석

원종범
(주)SMEC

1. 서 론

본 연구에서는 비전정보를 이용한 보정기능을 갖는 오프라인 프로그래밍 시스템을 개발하여 물체의 형상을 스스로 인식할 수 있는 영상피드백제어 기술을 개발하고자 한다. 그리고 시각정보를 이용하여 시뮬레이션 결과를 현장에 직접 적용할 수 있다. 이 방법은 물체의 실제의 생산공정의 조립·검사라인의 자동화 기술에 크게 기여하리라 판단되므로 본 연구에서는 이대 한 기본연구를 수행하였다.

2. 본 론

본 연구의 프로그램은 편리한 사용자 인터페이스를 위하여 다양한 그래픽 기능들을 보유한다. 이러한 기능들을 위해서는 3차원적 데이터베이스 구축 및 그래픽 알고리즘의 구축이 필요하게 되었다.(1)

은선 및 은면제거기술이나 음영처리기술은 PC에서 이용되기가 상당히 까다로우며, 시뮬레이터에 적용하기 위해서 기존기존의 알고리즘을 수정·보완하여 적용하였다.

3차원적 그래픽을 위한 알고리즘의 개발로 시뮬레이션 결과를 3차원 영상으로 볼 수 있게 된다. 이를 위해서 실제 좌표계에서 시각 좌표계로의 변환 및 원근 투영 기술이 포함되었다.

그래픽을 이용한 시뮬레이터의 경우 가장 빈번히 사용되는 기능중의 하나가 시각위치 변경기능이므로 본 연구에서는 보다 편리하게 시각위치를 변경할 수 있는 기능을 갖추었다.(2)

3. 성능실험

카메라의 이동속도와 이미지의 특정점의 속도 간의 정확한 관계를 알아야 한다. 왜냐하면, 이미지 특정점의 속도에 기초한 매니퓰레이터의 피드백 명령을 발생하기 때문이다. 이미지 자코비안 형태로 표현할 수 있다.

이미지 프레임의 특정점 속도 ${}^I\dot{p}$ 와 카메라 이동속도 u 의 관계는 다음과 같다,

4. 결 론

본 연구에서는 로봇 매니퓰레이터이 영상 피드백 제어에 대한 연구를 수행하면서 오프라인 프로그램 시스템을 사용하여 수행하고 하는 온라인 작업을 오프라인 상에서 미리 시뮬레이션하고 성능 평가할 수 있었고, 작업 자체와 제어 추종성능을 예상할 수 이었다.

[참 고 문 헌]

- (1) D. B. westmore abd W. J. wilson. "Direct Dynamic control of a Robot Using and End-Point Mounted Camera and Kalman Filter Position Estimation", Proc IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp 2376-2384 1991.
- (2) P. K. Allen, A. Timcenko, B. Yoshimi and P. Michelman, "Real-time visual servoing." in proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 1850-1856, 1992

스마트팩토리를 위한 제조용로봇의 비주얼서보잉제어

배길호¹, 윤찬현²

(주)S&T중공업¹, (주)영동테크²

1. 서 론

그래픽 처리는 3차원 그래픽 알고리즘의 적용으로 시뮬레이션 결과를 3차원 영상으로 볼 수 있게 하였으며, 이를 위해 월드 좌표계에서 시야좌표계로의 변환 및 원근 투영기술이 포함되었다. 음영처리에 의하여 현실감을 높일 수 있는데 솔리드모델을 생성한 후 배면을 소거하고 스캔라인 Z-버퍼법으로 은선, 은면을 제거한다. 그리고 이 방식은 메모리 사용을 극단적으로 줄여 개인용 컴퓨터에서 실현이 가능하지만 실행속도의 저하를 감수해야하는 단점이 있다. 음영처리 알고리즘으로는 Goraud 음영처리 방식을 사용하였다.

2. 본 론

영상제어 기술에 있어서 시각정보를 이용하여 로봇의 위치 오차를 계산 할 수 있다. 스카라 로봇의 엔드-이펙터에 설치된 카메라가 수직 아래 방향을 향한다는 특성을 이용하면 두 개의 대응점만으로 로봇의 오차를 계산할 수 있다. 오차는 수직축에 대한 회전, 수직방향으로의 병진, 수평방향의 병진으로 구분된다. 또한 예측 이미지와 카메라 이미지의 비교에서 얻어지는 2차원 오차로 3차원 좌표 상에서의 오차를 계산해 낼 수 있다. 로봇 단말효과기의 예측된 위치에서 생성된 예측 이미지와 실제 로봇의 단말효과기가 위치한 곳에서 얻어진 카메라 이미지의 비교로 실제 로봇의 위치를 구한다. 본 연구에서는 원근 투영법을 사용하여 연관되어 있는 높이오차와 병진오차를 독립시킴으로써 간단히 오차를 계산하였다. 스카라 로봇이 수직 아랫방향을 향한다는 특성을 이용하여 오차를 네 가지로 구분함으로써 두 개의 대응점만을 가지고 오차를 계산하였다.(1)(2)

3. 모의실험

스테레오 비전을 갖는 핸드-아이(hand-eye) 시스템의 프레임은 스테레오 카메라의 표준 모델을 정의하고 사용한다. 스테레오 카메라의 시각 축은 서로 평행이고 베이스라인에 수직이다. 두 카메라의 초점은 베이스라인 상에서 거리 d 만큼 떨어져 있고, 카메라 프레임의 원점은 두 카메라의 중앙에 위치한다. 비주얼 서보잉에서, 카메라의 이동속도와 이미지의 특징점의 속도간의 정확한 관계를 알아야 한다. 왜냐하면, 이미지 특징점의 속도에 기초한 매니퓰레이터의 피드백 명령을 발생하기 때문이다. 이미지 자코비안 형태로 표현할 수 있다.

4. 결 론

Monocular 비전과 스테레오 비전의 이미지 상의 특징의 궤적을 비교하자면, 모노 비전의 경우에 수렴속도가 느리고, 오버슈트가 큼을 알 수 있었다. 반대로, 스테레오 비전의 경우는 모노 비전의 경우보다 수렴속도가 빠르고, 오버슈트도 작음을 알 수 있다.

이것은 이미지 자코비안이 모노비전을 갖는 경우에 원하는 위치에서 이미지 자코비안이 고정되어 있기 때문이다. 이에 반해 스테레오 비전을 갖는 경우의 이미지 자코비안은 매 샘플링 시감나다 갱신할 수 있으므로 안정한 비주얼 피드백을 보장하는 정확한 피드백 신호를 발생시키는 것이 가능하다.

[참 고 문 헌]

- (1) D. B. Westmore and W. J. Wilson, 1991, "Direct Dynamic Control of a Robot Using and End-Point Mounted Camera and Kalman Filter Position Estimation", Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 2376-2384.
- (2) B.G. Donald, 1992, "Visual Tracking of Known Three- Dimensional Objects". Int. J. of Computer Vision, Vol, 3, pp, 243-270
- (2) P, I, Corke, 1993, "Visual Control of Robot Manipulators - A Review", K, Hasimoto, Visual Servoing, pp, 1-31, World Scientific.



The Westin Chosun



한국산업융합학회