



21세기 프론티어연구개발사업
인간기능생활지원지능로봇기술개발사업

2단계 성과보고서

2009. 3. 13

Center for Intelligent Robotics

인간기능생활지원지능로봇기술개발사업단

Center for Intelligent Robotics

1. 세부과제별 실적요약서

2. 연구개발성과 목록

A. 논문게재 목록

B. 특허 출원 및 등록 목록

C. 기술실시계약 체결 목록

3. 홍보 및 과학문화활동 실적현황

Center for Intelligent Robotics



지식경제부

21C 프론티어기술개발사업

Center for Intelligent Robotics

1. 세부과제별 실적요약서



21C Frontier Program

Center for Intelligent Robotics

목 차

1. 로봇 지능 구현 아키텍처 기술 개발	1-1~10
2. 지능 구현 지식 체계 기술 개발	2-1~7
3. 지능형 인간로봇 상호작용 기술 개발	3-1~6
4. 휴먼 행동 분석 및 인식 기술 개발	4-1~11
5. 얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	5-1~12
6. 지능로봇의 능동청각시스템 기술 개발	6-1~6
7. 대화음성 인터페이스 기술	7-1~8
8. 조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	8-1~25
9. Dependable manipulation 기술 개발	9-1~7
10. 모바일 매니플레이터와 휴머노이드 모션 계획 및 제어 기술 개발	10-1~10
11. 생체모방형 인공피부 개발	11-1~9
12. 지능로봇의 환경이해를 위한 비전기반의 물체인식 기술 개발	12-1~7
13. Dependable Navigation 기술 개발	13-1~10
14. 감정인식 및 표현 기술 개발	14-1~14
15. 로봇의 표정 구현을 위한 매커니즘 및 립싱크 기술 개발	15-1~8
16. 시스템 통합 기술 개발	16-1~11
17. 범용 핸드/매니플레이터 개발	17-1~4
18. 장착형 보행 보조 기기 개발	18-1~6
19. 노약자 부축 및 이동보조를 위한 지능형 양중로봇 시스템 개발	19-1~4
20. 비전/음성 핵심기술 SoC 기술 개발	20-1~16
21. 실시간 제어 체계 기술 개발	21-1~12
22. 로봇 S/W 개발 환경	22-1~6
23. 로봇기능의 자가 치유, 적응 및 성장 기술 개발	23-1~6
24. 인체혈관모사 지능로봇용 냉각모듈 개발	24-1~3
25. 소형 휴머노이드 로봇의 동작 제어 알고리즘 개발	25-1~5
26. 생체모방형 smart MEMS ear 개발	26-1~6
27. 비선형 음성 신호처리 및 음성추출 기법 개발	27-1~5
28. 지능로봇용 MEMS기반 전자후각센서 개발	28-1~6
29. 지능로봇 실용화를 위한 디자인 개발	29-1~4
30. 로봇 환경에서 인지 기능 향상을 위한 Interactive Contents 개발	30-1~8
31. H-Robot 탑재 컨텐츠 개발	31-1~5
32. 실시간 3D 모델링을 이용한 3D 아바타의 얼굴 감정 표현 기술 개발	32-1~6
33. 로봇 미들웨어 플랫폼 개발	33-1~9

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	1-1			
과제명	한 글	로봇 지능 구현 아키텍처 / 세부과제		
	영 문	Intelligent Robot Architecture		
연구책임자	이재호	연구기관	서울시립대학교	
위탁연구기관	연세대학교	참여기업		
2단계 연구비	정부: 1,000백만원	민간:	백만원	총 연구비: 1,000백만원

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 지능적 기능 통합 아키텍처 개발
- 웹 서비스 기반 컴포넌트 서비스 프로토타입 개발
- Knowledge-Base Management System 개발
- 컴포넌트 서비스 기반 작업 계획 시스템 개발
- User Interaction Media 프로토타입 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지능적 기능 통합 아키텍처 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 분산 환경 지원, 로봇에 특화된 블랙보드 시스템 시범 개발 ◦ 이벤트 및 데이터를 효과적으로 정의하기 위한 Generalized List content language 정의 	100
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ BDI 에이전트 기반 작업 관리기 개발 ◦ 블랙보드 기반 상호작용 지원 ◦ 제어 컴포넌트의 개발 지원 매커니즘 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지식 공유 및 증식 지원 아키텍처 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 서비스 지향 아키텍처 정립 ◦ 컴포넌트 서비스 메타 모델 정립 ◦ 서비스 발견 방법 정립 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Knowledge Base 관리 시스템 프로토타입 시스템의 핵심부분 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Knowledge-Base의 모델링 ◦ Knowledge-Base 저장관리모듈의 기초 구현 ◦ Knowledge-Base 질의처리모듈의 기초 구현 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지식 베이스를 위한 프레임워크 확립 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 정책(Front-end)와 메커니즘(Back-end)의 상호 작용을 위한 인터페이스 	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 학습 지원 작업 계획 체계 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 표준 명세 언어간 변환기 개발 ◦ 데이터 흐름 작업 계획기 개발 ◦ 블랙보드 기반 Task Manager와 연동 		

2 차 년 도	◦ 지능적 기능 통합 아키텍처	◦ 분산 환경 지원, 로봇에 특화된 블랙보드 시스템 개발	100
		◦ 서비스 중심 및 에이전트 기반 프레임워크 시범 구축	
	◦ RETE 기반 블랙보드의 신속한 이벤트 탐지 및 전파 메커니즘 개발	◦ 에이전트 기반 작업 관리기 개선	
	◦ 작업 관리 모니터링 툴 개발		
◦ 지식의 공유 및 증식 지원 아키텍처 개발	◦ 웹 서비스 아키텍처 구축	100	
	◦ 컴포넌트 서비스 저장소 시범 개발		
	◦ 서비스 관리자와 조정자 시범 개발		
◦ Knowledge Base 관리 시스템 개발	◦ 지식 수용을 위한 고 효율의 DB Schema	100	
	◦ 고 효율의 RDB Schema를 위한 지식 Import 메커니즘 개발		
◦ 학습 지원 작업 관리 체계 개발	◦ Knowledge-Base 저장관리모듈의 완성 (RDB/XML 데이터베이스 기반 시스템 시범 구현 및 성능 평가, 검색/질의 최적화 위한 물리적 튜닝)	100	
	◦ Knowledge-Base 질의처리모듈의 완성 (추론 엔진과의 연동을 위한 질의 최적화 기법, 지능적 수정연산 지원)		
	◦ 1차 Knowledge-Base 관리시스템의 프로토타입 구현 (저장관리모듈, 질의처리모듈의 통합 및 성능개선)		
◦ 학습 지원 작업 관리 체계 개발	◦ 작업 계획기 확장		
3 차 년 도	◦ 지능적 기능 통합 아키텍처 개발	◦ 서비스 중심 및 에이전트 기반 C++, Java 지원 프레임워크 개발	100
		◦ 작업 관리 모니터링 툴 개선	
◦ 지식의 공유 및 증식 지원 아키텍처 개발	◦ 원격 블랙보드 모니터링 툴 개발	100	
	◦ 데이터 중심 지능, 시스템 분석 및 개발 프로세스 적용		
◦ 지식의 공유 및 증식 지원 아키텍처 개발	◦ 프레임워크 및 작업 관리기의 모니터링 툴 개발	100	
	◦ 임의의 GL 및 Poster facts를 수용하는 이벤트 탐지 및 전파 메커니즘 개발		
◦ 지식의 공유 및 증식 지원 아키텍처 개발	◦ 웹 서비스 기반 컴포넌트 서비스 프로토타입 개발	100	
	◦ 컴포넌트 서비스 저장소 시범 개발		
	◦ 서비스 관리자와 조정자 시범 개발		

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Knowledge Base 관리 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지식 편집기 및 지식의 제어를 위한 API구축 ◦ Knowledge 규칙관리모듈 구현 (규칙/Fact의 무결성 검증 기능 구현, Knowledge 규칙시행기 구현) ◦ 2차 Knowledge-Base 관리시스템의 프로토타입 구현 (저장관리모듈, 질의처리모듈, Knowledge 규칙관리모듈의 통합, 통합테스트 및 성능개선) 	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트 서비스 기반 작업 계획 체계 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 변환 ◦ 추론기와 작업기 연동 ◦ Data Mediation ◦ 작업 계획기 확장 	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ User Interaction Media 프로토타입 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 지식의 시각적 표현 ◦ 실시간 로봇 지식 업데이트 ◦ UIM을 통한 사용자 상호 작용 시범 구현 	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 의도 인지 및 사용자 모델 기반 의사 결정 실행 모듈 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용자의 의도를 컨텍스트를 통해서 파악하고 의사 결정을 수행하는 의사결정 서비스 에이전트의 구현 	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용자 모델 표현 및 관리 체계화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 현재의 목적과 관련을 갖는 컨텍스트를 정의하고 의사결정 시 이용하도록 정의 	
2단계 연구목표 달성도		100

2. 연구성과

가. 기술수준

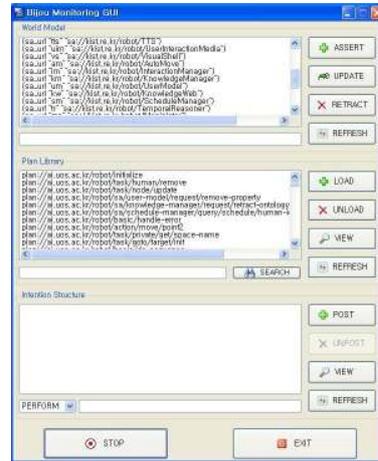
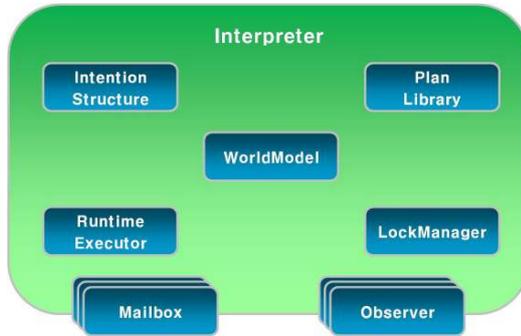
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 지능적 기능 통합 아키텍처	4	1	일본	70	일본	90
◦ Web Service System	10	5	미국	40	미국	60
◦ KBMS 관리	10	5	미국	50	미국	80
◦ Task Planning	10	6	미국	10	미국	50
◦ Human Modeling and Learning	8	4	미국	20	미국	60
◦ User Interaction Media	10	3	미국	30	미국	80
◦ SAGE Project	10	5	미국	30	미국	50
◦ ISAC Cognitive Robot Project	10	4	미국	50	미국	60

나. 연구성과(정성적)

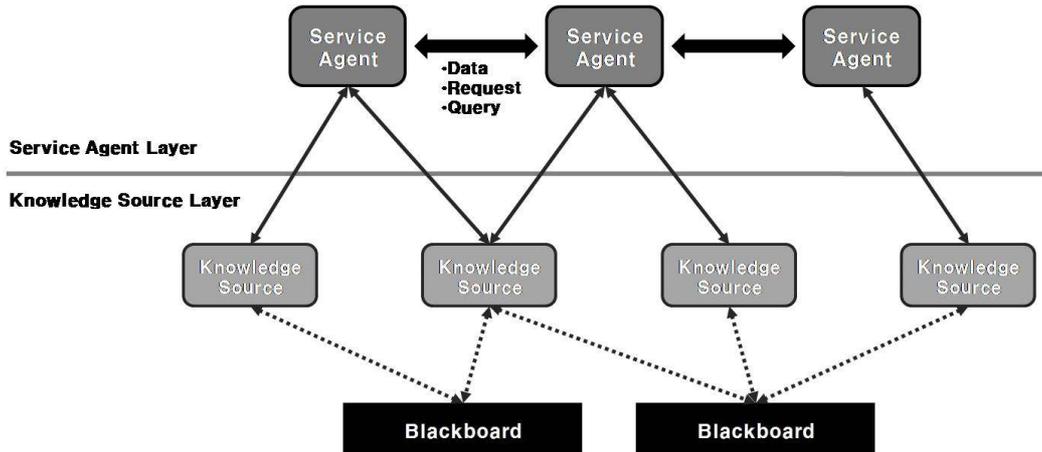
- 지능적 기능 통합 아키텍처
 - 분산 환경 지원
 - 다양한 플랫폼(Windows, Linux) 및 다양한 프로그래밍 언어(C++, Java)를 지원하여 개발 편의성을 높임.
 - 복잡한 로봇 시스템에서 단위 서비스별 개발을 용이하게 함.
 - 데이터 중심적인 시스템 설계 및 통합을 가능하게 함.
 - 모니터링 도구를 제공하여 개발 및 테스트를 용이하게 함.
- 학습 지원 작업 계획기
 - 계획 그래프 기반의 휴리스틱 자동 습득 기능과 시간 추론 기능을 갖춘 효율적인 주 문형 작업 계획기의 개발
 - 새로운 작업 환경과 가변적인 작업 목표, 돌발적인 작업 상황에 효과적으로 대응이 가능한 작업 계획 생성이 가능해 짐.
- 지식의 공유 및 증식 지원 아키텍처
 - 표준 기술인 웹 서비스 기술을 이용하여서, 로봇 지식 및 기능의 손쉬운 추가/삭제를 가능하게 함.
 - 로봇 지식 및 기능에 대한 메타 모델을 정립하여서 일관된 방법 및 기술을 사용하여서 검색이 가능하게 함.
- 지식 관리 시스템
 - Knowledge Base의 관리시스템 - 지식객체 저장 및 질의 처리 등을 수행 - 을 중심으로 시스템 내부의 서비스 에이전트 간의 데이터 교환을 원활하게 함으로써, 유연한 로봇지능 아키텍처 구현을 실현함
 - 규칙기반 자동 서비스 호출 기술은 수작업으로 수행되어져 할 번잡한 코딩을 대폭 줄일 수 있기 때문에 유연한 로봇지능 아키텍처의 실현한 크게 기여함
- 인간-로봇 상호작용 매체 시범 개발
 - 로봇의 상태 및 작업 관리가 용이한 그래픽 기반 인간-로봇 상호작용 도구를 개발.
- 신속한 이벤트 탐지 및 전파
 - 대규모 분산 환경에서 조건들의 변화를 실시간으로 감시하기 위한 기술로 여러 지식 제공자들로 구성된 로봇 제어에 적합하며 RETE Network 기술을 사용하여 실시간 블랙보드 이벤트 탐지 및 전파가 가능한 기술이다.
 - 개발된 기술은 공항, 발전소와 같은 실시간 모니터링을 요구하는 분야에 적용될 수 있다.
- 의도 인지 및 사용자 모델 기반 의사결정 실행 모듈 개발
 - 상황별 상호작용 기반 의사결정 매커니즘 모델링
 - 상호작용 기반 의사결정 실행 모듈 개발
 - 센서로부터 측정된 데이터가 아닌 사용자 컨텍스트와 같이 일반적인거나 추상적인 정보를 이용하여 의사결정을 가능하게 함
- 상황별 관련 컨텍스트 및 사용자 모델 표현
 - 의사 결정을 필요로 하는 상황별 사용자 모델과 컨텍스트를 정의
 - Knowledge base들의 환경 및 일반 데이터를 컨텍스트화
 - 의사 결정 시 필요한 사용자 모델의 속성 값 정의

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

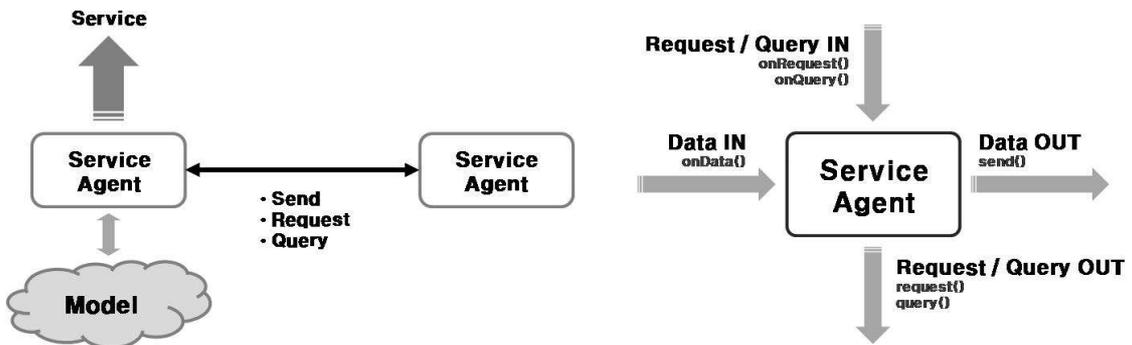
- 에이전트 기반 작업 관리기 및 모니터링 도구



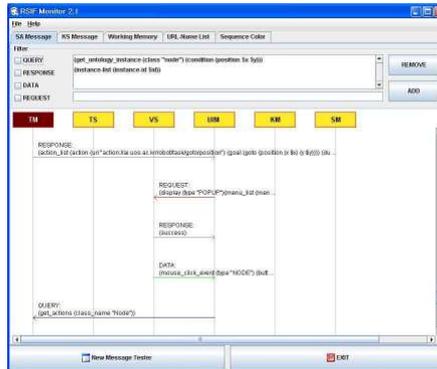
- 정보 공유 및 이벤트 발생/탐지를 효과적으로 지원하기 위한 블랙보드 시스템



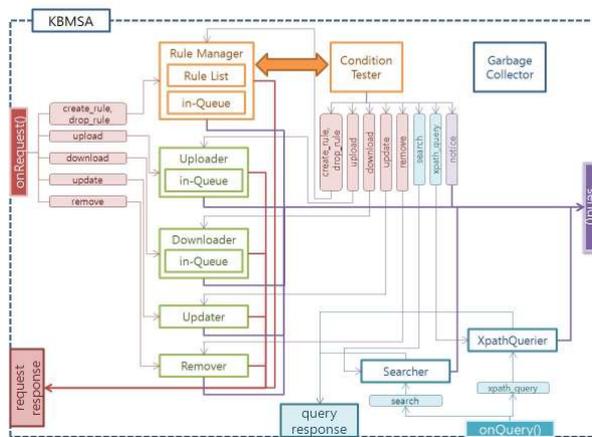
- 서비스 중심 및 에이전트 기반 프레임워크



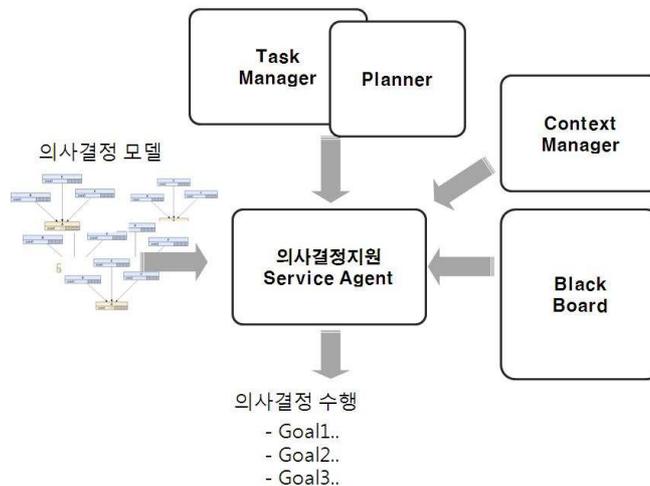
• 블랙보드 시스템 및 서비스 에이전트 모니터링 도구



• 지식 관리 시스템



• 의사 결정 지원 Service Agent는 미리 정의된 결정 모델을 실행하고 변화시키는 역할을 수행하는 서비스 에이전트이다. 이는 Task Manager 혹은 Planner 등의 다른 Service Agent의 요청에 대해, 결정 모델과 상황과 관련된 컨텍스트들을 입력으로 받아들이며 사용자에게 대한 추가적인 정보를 이용하여 결정 모델을 실행하여 수행을 위한 Goal을 도출한다. 해당 결정 모델에 대한 실행은 의사 결정 서비스 에이전트가 결정 모델의 결정에 존재하는 가중치 값을 변경하므로 결정 모델의 형태를 변화시키고 적용하도록 한다.



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	1	7	6					1					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	지능형 로봇을 위한 컴포넌트 기반 시퀀싱 층 소프트웨어 구조	제854675호		0	최문택, 김문상, 이재호, 박수용, 김민성, 김순태	한국과 학기술 연구원	0	

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 지능적 기능 통합 아키텍처 기술은 지식 기반 서비스 중심 소프트웨어의 효과적인 통합 환경을 제공하며, 다양한 플랫폼 및 개발환경을 지원하여 유연한 통합 환경을 제공한다. 또한 개방적이고 표준화된 서비스 개발이 가능하다.
- 웹 서비스 기반 서비스 지향 아키텍처 기술은 개방화되고 표준화된 컴포넌트 기술과 웹 서비스 기술을 적용함으로써 로봇 소프트웨어의 상호 운용성을 높이고 상호 작용 표준화를 기대할 수 있다.
- 지식 관리 시스템 기술은 관계 데이터베이스와 XML 데이터의 연계 기술을 발전시키고 XML 데이터 관리 및 탐색 기술 발전에 기여할 것으로 예상된다.
- 학습 지원 작업 계획 기술은 계획 그래프 기반의 휴리스틱 자동 습득 방법을 사용하여 자동화도니 작업 계획의 높은 복잡도를 극복하고 효과적인 작업 계획기 개발이 가능하다. 또한 시간 제약까지 고려한 작업 계획 생성이 가능하다.
- 신속한 이벤트 탐지 및 전파 기술은 복잡하고 동적으로 변화하는 정보들 간의 변화를 실시간으로 모니터링 가능하게 하며, 특히 복잡하고 동적인 환경에서 동작하는 지능 로봇의 기술 발전에 기여할 것으로 판단된다.

- 인간-로봇 상호 협력 작업 관리 기술은 로봇의 인지한 환경, 상황, 지식을 표현하기 위한 기본적인 시각 모델 및 시각화 엔진 기술을 발전시킬 것으로 예상된다.

나. 경제적 측면

- 지능적 기능 통합 아키텍처 기술은 통합을 위해서 다수의 복잡한 인터페이스를 사용하는 대신에 최소한의 인터페이스를 사용하고 있다. 이로 인해서 개발 및 통합에 소요되는 비용과 소용되는 시간을 절감할 수 있다.
- 학습 지원 작업 계획 기술은 예외/오류 상황을 처리하는 작업 계획의 효과적으로 생성이 가능하고, 이러한 특성은 서비스 로봇의 신뢰성을 높임일 수 있으므로 로봇 개발 및 보급을 촉진시킬 수 있을 것으로 기대된다.
- 지식 관리 시스템 기술은 현재 웹 표준으로 사용되고 있는 XML 데이터에 대한 효과적인 저장/관리가 가능하므로 XML 데이터베이스 시장 활성화 및 웹 산업에 일정 부분 기여할 수 있을 것으로 판단된다.
- 신속한 이벤트 탐지 및 전파 기술은 대규모 분산 환경에서 조건 변화에 대해 신속한 탐지가 가능하다. 이러한 특성을 살려서 공항, 발전소와 같이 실시간 모니터링을 요구하는 분야에 확대 적용할 수 있을 것으로 기대된다.
- 인간-로봇 상호 협력 작업 관리 기술은 그래픽 기반의 사용자 인터페이스 사용으로 인해서 일반 사용자에 대한 로봇 사용 편의성 및 접근성을 높여서 서비스 로봇 시장 활성화에 기여할 것으로 판단된다.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 지능적 기능 통합 아키텍처 기술
 - 단순한 인터페이스로 인한 빠르고 쉬운 통합 환경 제공, 다수의 플랫폼 및 여러 프로그래밍 언어, 분산 환경을 고려한 프레임워크 설계 등의 특성으로 인하여, 개발된 로봇 통합 프레임워크는 로봇 환경 이외에도 기업 관리 시스템, 일반 응용 프로그램의 기본 시스템 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다.
- 학습 지원 작업 계획 기술
 - 추가적인 정제 작업을 거치면, 로봇 작업 계획 생성 이외에도 일반 사용자의 일정 계획 생성과 응용 프로그램 소프트웨어의 관리 작업 계획 생성 등에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.
- 지식의 공유 및 증식 지원 아키텍처 기술
 - 영어 교육 로봇 시범 사업에서 영어 교육 콘텐츠를 다운로드 받아서 교육 과정에 반영하고, 교육 과정 중 학습된 정보를 공유하는 기능을 구현한다.
- 규칙기반 자동 서비스 호출의 확장
 - 자동 서비스 호출의 대상이 되는 데이터의 범위를 확장하여 서비스 스케줄링 기능에 활용할 수 있음
 - 서비스 스케줄링: 로봇 사용자가 특정 목적을 수행하기 위해 필요한 시나리오를 서비스 형태로 구현
- Knowledge warehouse 기반 로봇시스템 튜닝에 활용
 - 로봇지능 아키텍처 내부에서 생성되는 여러 유형의 (메타)데이터를 실시간 수집하여 시스템 내부 모니터링 용도의 Knowledge warehouse를 구축

- 환경변화에 적절한 대응을 수행해야 하는 로봇 시스템의 적절한 튜닝을 위해서 Knowledge warehouse에 대한 분석 질의를 수행하고, 이에 기반하여 튜닝 정책을 결정함
- 신속한 이벤트 탐지 및 전파 기술
 - 개발된 기술을 지능 로봇 시스템 통합 프레임워크의 블랙보드에 결합되어 이벤트의 신속한 탐지를 지원하여 효율적인 subscription 기능을 구현하다.
 - 또한 로봇과 같은 분산 환경에서 대상의 상태에 대한 고성능 실시간 모니터링 기능을 제공하므로 여러 프로세스(또는 쓰레드)간의 협업을 위한 기초적인 인프라 기술로 로봇, 교통 제어, 발전소 등의 여러 분야에서 활용될 수 있다.
- 상호 작용 기반 의사 결정 메커니즘
 - 환경에 대한 컨텍스트 정보 혹은 사용자의 주관적 성향을 고려한 의사 결정을 지원하므로, 소프트웨어 에이전트 기술로서 사용될 수 있다. 이는 로봇 분야뿐 아니라, 의료 분야 등의 전문가 시스템에서 활용될 수 있는 것으로 기대된다.
- 인간-로봇 상호 협력 작업 관리 기술
 - 인간-로봇 상호 협력 작업 관리 기술은 다양한 로봇 장치들을 간단한 인터페이스를 활용해서 쉽게 사용할 수 있도록 사용자 편의성을 높이는 기술로서, 사용자 편의성이 증시되는 서비스업 분야에서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

나. 향후 연구 계획

- 지능적 기능 통합 아키텍처 기술
 - 오류/예외 상황에 대한 분석 및 정제를 통한 예외 상황 모델을 구축한다.
 - 예외 상황 모델을 효과적으로 정의/처리할 수 있는 언어에 대한 연구가 필요하다.
 - 사용자와 상호협력을 통한 신뢰성 있는 작업 관리 및 수행 기술에 대한 연구가 필요하다.
- 학습 지원 작업 계획 기술
 - 그래픽 사용자 인터페이스를 활용한 대화형 점진적 작업 계획을 수립한다.
 - 사용자 의도 예측 기술에 대한 연구 및 사용자 의도 학습 기술에 대한 연구가 필요하다.
- 지식의 공유 및 증식 지원 아키텍처 기술
 - 주요 웹 정보의 표준적인 모델을 정의하고 웹 표준적인 방법을 활용한 동기/비동기적인 지식 증식 방법에 대한 연구가 필요하다.
- 지식 관리 시스템 기술
 - KBMS에서 발생될 수 있는 이벤트에 대한 정의 및 이벤트 모델에 대한 연구가 필요하다.
 - KBMS 이벤트에 대한 효과적인 처리를 위한 메커니즘 및 처리 방법을 서술할 수 있는 언어에 대한 연구가 필요하다.
- 신속한 이벤트 탐지 및 전파 기술
 - 이벤트 로깅 메커니즘 등과 같은 블랙보드 이벤트의 관리 및 분석을 위한 연구가 필요하다.
 - 블랙보드 이벤트 패턴 표현의 확장이 필요하다.
- 상호 작용 기반 의사 결정 메커니즘
 - 로봇의 수행 결과에 따른 사용자의 피드백 등을 통해서 컨텍스트와 의사 결정 모델과의 관계를 학습하고, 진화할 수 있는 형태로 향상시키고자 한다. 특히 모델링된 의사 결정 모델이 반복되는 실행에 따라서 변화하며 사용자의 만족도를 향상시키는 형태로

진화하도록 하는 방법에 대한 연구를 필요로 한다.

- 인간-로봇 상호 협력 작업 관리 기술

- 현재 로봇 기능의 일부분만을 처리하고 있지만 향후에서 전체 로봇 기능을 활용하기 위해서는 기본적인 로봇 기능을 시각적으로 표현하기 위한 시각 모델에 대한 연구가 필요하다.
- 현재 로봇 분야에 특화되어있는 시각화 엔진을 로봇 분야에 특화된 부분과 범용적인 부분을 구분하여 전체적인 범용성을 높이는 연구를 진행할 예정이다.

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	1-2			
과제명	한 글	지능 구현 지식 체계		
	영 문	Knowledge-based System for Robot Intelligence		
연구책임자	서일홍	연구기관	한양대학교	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 720백만원	민간: 백만원	총 연구비: 720백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 공유와 증식이 가능한 온톨로지 기반 로봇 지식 시스템 구축
- 지능 로봇의 지식 통합을 위한 표준 지식 추론 서비스 프레임워크 구축
 - 표준 통합 온톨로지 및 지식 인스턴스 개발
 - 온톨로지 기반 Robot Knowledge Manager 개발
 - 온톨로지 Repository 관리기 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	표준 통합 온톨로지 및 지식 인스턴스 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 표준 통합 온톨로지 스키마 개발 	100%
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 인스턴스 생성기 개발 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 기반 지식 추론 시스템 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ontology-based Multi-layered Robot Knowledge Framework(OMRKF) 개발 - 물체 온톨로지 20개 		
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 인스턴스 생성 API 정의 - 8개의 표준 질의 API 개발 		
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 추론 엔진을 이용한 온톨로지 실시간 추론 시스템 개발 ◦ 온톨로지 스키마 추론 개발 ◦ 온톨로지 인스턴스 추론 개발 		
온톨로지 기반 Robot Knowledge Manager	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Exception 처리를 위한 Knowledge Manager 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 예외 사항을 처리할 수 있는 온톨로지 및 KM의 개념 설계 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ World Model/Modeler 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ World Model 갱신을 위한 틀 온톨로지 개발 - 3평 정도의 실내 공간용 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Spatial/Temporal Context 생성을 위한 Knowledge manager 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Spatial/Temporal Context 후보 정보와 ST Context 인스턴스와의 연계 방법 개발 	

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시나리오를 통한 시스템 통합 작업 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물체 찾기, 상황 정보 말하기, 네비게이션 시나리오를 통한 통합 온톨로지/KM의 Integration 작업 		
	온톨로지 Repository 관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1단계 Ontology/Context Repository의 보완 및 확장 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ OWL-aware Relational Model 확장 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 모듈간 운영 정보 교환을 위한 Repository Handler 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Real-Time 환경 아래에서 Ontology/Context 정보의 구조적 분석을 통한 Quality Of Service를 지원하는 Repository Handler 개발 		
2 차 년 도	표준 통합 온톨로지 및 지식 인스턴스 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 표준 통합 온톨로지 스키마 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ontology-based Multi-layered Robot Knowledge Framework(OMRKF) 확장 <ul style="list-style-type: none"> - 물체 온톨로지 50개 - 상황 온톨로지 20개 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 인스턴스 생성기 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 인스턴스 생성 API 추가 <ul style="list-style-type: none"> - 12개의 표준 질의 API 개발 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 기반 지식 추론 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Protege OWL / Java 기반 공간 추론 엔진 개발 		
	온톨로지 기반 Robot Knowledge Manager	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Exception 처리를 위한 Knowledge Manager 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 예외 사항을 인지할 수 있는 Exception Monitor 개발 ◦ 복수개의 예외 사항을 처리할 수 있는 Knowledge Manager 개발 		100%
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ World Model/Modeler 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Topological Map과 시간 정보의 Semantic Map 연계 방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 사무실 및 사업단 데모룸 공간 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Spatial/Temporal Context 생성을 위한 Knowledge manager 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Spatial Context 인스턴스의 자동 생성 및 Temporal Context를 위한 temporal vocabulary 10종 생성 		
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시나리오를 통한 시스템 통합 작업 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3종의 시나리오를 통한 통합 온톨로지/KM의 Integration 작업 ◦ 사업단 통합 작업 (1중과제 통합, 비전 과제 통합) 		
온톨로지 Repository 관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1단계 Ontology / Context Repository의 보완 및 확장 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ OWL-aware Relational Model을 기반 OWL Storage & Processing System 개발 ◦ RDQL Query Processing Engine 개발 			

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 모듈간 운영 정보 교환을 위한 Repository Handler 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ OWL Instance History Buffer Management System 개발 	
3 차 년 도	표준 통합 온톨로지 및 지식 인스턴스 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 표준 통합 온톨로지 스키마 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ontology-based Multi-layered Robot Knowledge Framework(OMRKF) 완성 - Temporal Context 10개 	100%
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 인스턴스 생성기 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Temporal 온톨로지 인스턴스 생성 API 추가 - 7개의 Temporal 질의 API 개발 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 기반 지식 추론 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Protege OWL / Prolog 기반 Temporal 추론 엔진 개발 	
	온톨로지 기반 Robot Knowledge Manager	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 강인한 온톨로지 인스턴스 생성을 위한 Knowledge Manager 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 센서의 불확실한 정보하에서 강인한 온톨로지 인스턴스 생성 - 75%인식률하에서 온톨로지 인스턴스 등록률 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ World Model/Modeler 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Topological Map과 시간 정보의 Semantic Map 연계 방법 개발 - 사업단 1층 및 2층 공간 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Spatial/Temporal Context 생성을 위한 Knowledge manager 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Spatial Context 인스턴스의 자동 생성 및 Temporal Context 를 위한 temporal vocabulary 10종 생성 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시나리오를 통한 시스템 통합 작업 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3종의 시나리오를 통한 통합온톨로지/KM의 Integration 작업 ◦ 사업단 통합 작업 (1중과제 및 Visual Shell 통합) 	
	온톨로지 Repository 관리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1단계 Ontology / Context Repository의 보완 및 확장 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ OWL-aware Relational Model을 기반 OWL Storage & Processing System 확장 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 모듈간 운영 정보 교환을 위한 Repository Handler 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ OWL Instance History Buffer Management System 확장 	
	2단계 연구목표 달성도			

2. 연구성과

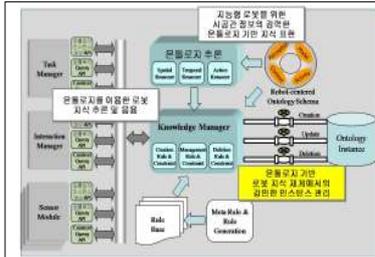
가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 표준 통합 온톨로지 및 지식 인스턴스 개발	7년 이상	3년	미국	50%	미국	70%
◦ 온톨로지 기반 Robot Knowledge Manager	7년 이상	2년	미국	40%	미국	80%
◦ 온톨로지 Repository 관리	7년 이상	3년	미국	50%	미국	70%

나. 연구성과(정성적)

- 로봇 지식 체계를 통하여 부분적인 정보에서도 물체 인식 및 주행이 가능하며 이를 통하여 가려진 물건 찾기 서비스를 제공
- Misidentification에 강인한 로봇 지식 인스턴스의 관리 방법은 로봇 지식 체계에서 중요한 이슈이며, 이를 가능케 하는 방법론에 대한 부분적 실험을 진행함
- 지능로봇의 지식 통합을 위한 표준 지식 추론 서비스 프레임워크 구축
- 로봇의 지식 통합을 위한 지식 체계 구축
- 공간 및 시간 추론 엔진 개발
- 강인한 지식 인스턴스 관리를 위한 규칙 시스템 개발
- 대략의 온톨로지 인스턴스 처리가 가능한 온톨로지 인스턴스 저장기 개발
- 로봇의 통합 온톨로지 및 지식 인스턴스 기술을 통하여 영어 교육 로봇, 인지 게임 로봇 등 특정 응용 도메인의 상황 추론으로 지능적 서비스가 제공이 가능하여 실용화 가능성을 높일 수 있음.
- 온톨로지 기반 지식 체계 및 시 공간 추론 엔진기술은 로봇 응용 도메인 뿐만 아니라 USN(Ubiquitous Sensor Network)과 같은 여러 분야에 적용 가능한 지능 기술임.
- 인신 모듈의 Misidentification 에 강인한 인스턴스 관리 모듈을 통하여 현 서비스 로봇이 직면하고 있는 인식의 한계를 극복하여 지능 로봇의 상품화가 가능한 기술임.

다. 연구성과(사진 및 사진설명)



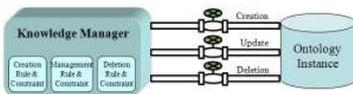
지능 구현 지식 체계 Block diagram



로봇 통합 온톨로지 스키마



시공간 추론 엔진 및 표준 API



강인한 온톨로지 인스턴스 관리 체계

- 지능 구현 지식 체계 기술은 지능 로봇의 지식 통합을 위한 표준 지식 추론 서비스 프레임 워크 기술이며 공유와 증식이 가능한 온톨로지 기반 로봇 지식 시스템 기술.

· 로봇을 위한 feature, object, space, context, action 온톨로지 스키마 및 지식 인스턴스 생성

· 온톨로지 기반 로봇 지식 체계 및 시공간 추론 엔진 개발

· 인식 모듈의 Misidentification에 강인한 인스턴스 관리 기법 개발

· 시간 기반 효율적 온톨로지 인스턴스 관리 기법 개발

· 로봇 통합 지식 체계를 통하여 부분적인 정보에서도 물체 인식 및 주행이 가능하며, 이를 통하여 가려진 물체 찾기 서비스를 제공.

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI(E)		비SCI(E)		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	3	6	1	10	12	4							

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	물체의 공간적 의미정보를 이용한 로봇의 자기위치 추정 방법	10-2008-0103769	○		서일홍, 이주호, 최병욱	대한민국	○	
2008	로봇 지식 프레임워크를 위한 강인한 물체 인스턴스 생성 방법	2008-0132071	○		서일홍, 임기현, 이대식	대한민국	○	
2008	RDF/S 및 OWL 저장소에서의 키워드 검색 알고리즘	2008-0136006	○		손진현, 김학수, 서일홍	대한민국	○	
2007	최적화 변환 규칙을 적용하여 RDQL 질의를 SQL 질의로 변환하는 RDQL-TO-SQL 시스템 및 방법	10-2007-0110580	○		손진현, 김학수, 서일홍	대한민국	○	

다. 홍보 활동 등

- 사업단 차원의 기술 교류 워크샵 6회 (매 3편의 포스터 발표)
- 2008년 4월 '08로봇 R&D 통합 워크샵 발표
- CIR-COE Joint workshop 2회 참석

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 서비스 로봇에서의 지능 구현을 위한 지식 체계 기술은 인간에게 유용한 서비스를 제공하기 위한 원천 기술임
- 로봇의 주요 기술 중 지각, 조작, 주행 기술에 비하여 지식 기반 체계 기술이 최근에서야 주목을 받기 시작하였음.
- 기존의 지식 기반 체계 기술은 심볼을 기반으로 하는 기술이어서 불확실성이 높은 로봇 영역에서는 활용성이 높지 않은 것으로 인식되어 왔음.
- 그럼에도 불구하고 지식 기반의 추론 기술은, 불확실성 문제를 다룰 수 있을 경우, 공유와 증식을 가능하게 하여 궁극적으로 서비스 로봇에 필요한 지능을 구현케 할 수 있음.
- 현재 프론티어의 2단계 사업까지 주로 물건 찾기 등 심부름 영역에 필요한 통합 로봇 지식 체계를 구현하고 불확실성 문제를 일부 다룰 수 있는 연구가 진행되어 왔음

나. 경제적 측면

- 21세기에 들어서 지구 환경 문제로 인하여 에너지 소비를 줄일 수 있는 Green IT 기술이 요구되고 있음.
- 국내에서는 Green IT 기술을 포함하여 신성장 동력사업 중 하나로 로봇 응용을 선정하였음

- 로봇 응용이 신성장 동력의 성공적 사례가 되기 위해서는 범용적인 로봇 보다는 교육 및 인지 게임 등의 구체적 영역에서의 로봇 보급이 필요함
- 이를 위하여 사용자가 유용하다고 느낄 수 있도록 하는 지능 구현 지식 체계 기술이 필요함.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 지능 구현 지식 체계 기술은 원천 기술로써 향후 특정한 응용 도메인에서의 지식 기반 상황 추론을 위한 기반 기술임
- 불확실한 센싱 정보 하에서도 강인한 지식 인스턴스 생성 및 관리가 가능한 지식 관리자를 통하여 실제 적용 가능한 지식 체계를 구축을 통하여 서비스 로봇의 인지 및 행동 선택의 전반에 사용 가능한 원천 기술임

나. 향후 연구 계획

- 실제 적용 가능한 Knowledge base 기반 상황 추론 소프트웨어 개발
 - 특정 영역에서 효율적이고 정확한 임무 수행을 위한 도메인 지식 체계 개발
 - Domain-specific Knowledge base를 이용하여 불완전한 인식 결과에서도 특정 상황 추론이 가능한 소프트웨어 개발
 - 사용자가 직접적으로 Knowledge base의 내용을 일부 변경이나 추가를 통하여 특정 상황 추론이 보다 원활하게 할 수 있는 사용자 친화적인 Knowledge base Interface 개발
- 여러 모듈로 이루어진 지능형 서비스 로봇의 동종 로봇간은 물론이고 이종 로봇간의 지식을 공유할 수 있는 통합 지식 체계 개발
 - 로봇 차원의 여러 모듈에서 요구되고, 생산된 지식 정보의 통합 관리를 위한 로봇 통합 지식 정보 체계 개발
 - 필요한 지식을 제공할 뿐만 아니라 필요한 지식을 생성하기 위하여 능동적 응용 도메인 지식 관리 체계 개발
 - 동종 로봇간 뿐만 아니라 이종 로봇간의 지식의 공유하기 위해서 지식 체계간의 연계 방법 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	1-3			
과제명	한 글	지능형 인간로봇 상호작용 기술 개발		
	영 문	Development of Intelligent Human-Robot Interaction Technology		
연구책임자	서정연	연구기관	서강대학교	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 460백만원	민간: 백만원	총 연구비: 460백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 시각 및 음성이 혼합된 실세계 멀티모달 환경에서 인간과 로봇 사이의 지능적인 상호작용을 실현하기 위하여 지식베이스와 플래너 등을 이용한 멀티모달 상호작용 관리자 개발.

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 멀티모달 상호작용 관리자 설계	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 멀티모달 대화 말뭉치 수집 ◦ 멀티모달 대응어 현상 분석 ◦ 멀티모달 대화모델 설계 	100%
	◦ 사용자 의도 인식/시스템 목적 생성 모델 설계	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 결정 영역에서의 플래너를 위한 형식 모델 정의 ◦ 영역 작업(domain task) 지식 및 담화 지식 표현 체계 설계 ◦ 멀티모달 사용자 의도 표현 및 로봇 응답 표현 체계 설계 ◦ 로봇의 communicative act와 domain act 스펙 결정 및 추론 모델 설계 	
	◦ 사용자 모델 기본 스펙 구축	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 사용자 모델링의 개선 사항 조사 및 효과적인 학습 모델 선정 ◦ 사용자 모델링을 위한 표준 지식 체계 조사 	
	◦ 문장 프레임 기반 생성의 일반화를 위한 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 멀티모달 사용자 의도 표현 및 로봇 응답 표현 체계 설계 ◦ 문장 프레임 지식 구축 ◦ 대화 관리자의 텍스트 planner와 입력체계 확정 ◦ 문장 프레임 기반 생성 엔진프레임기반 생성 엔진 확장 및 의미 구조 기반 생성 엔진 설계 	

2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 멀티모달 상호작용 관리자 프로토타입 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 멀티모달 대용어 처리기 개발 멀티모달 상호작용 관리자 프로토타입 개발 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 의도 인식/시스템 목적 생성 모델 프로토타입개발 	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 의도 분석 엔진 및 로봇 응답 생성 엔진 개발 영역 지식 및 담화 지식 구축 불확실한 초기 상태를 처리할 수 있는 플래너 개발 영역 지식 및 담화 지식 구축용 워크벤치 설계 	
	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 모델링과 의도인식 모델의 통합을 위한 추론 엔진 설계 	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 모델링과 대화 목적/의도 인식 모델의 통합을 위한 추론 기법 프로토타입 설계 사용자 모델링을 위한 지식체계 구축 및 추론 기법 프로토타입 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 멀티모달 생성 엔진 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 프레임기반 생성 엔진 확장 및 의미 구조 기반 생성 엔진 개발 멀티 모달 생성을 위한 표준 프레임 워크 구축 및 싱크 방안 연구 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 멀티모달 상호작용 관리자 시범 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 멀티모달 대용어 처리기 평가 및 기능 보완 멀티모달 상호작용 관리자 시범 시스템 개발 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 의도 인식/시스템 목적 생성 시범 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 의도 분석 엔진 및 로봇 의도 생성 엔진 개발 영역 지식 및 담화 지식 구축용 워크 벤치 설계 강화학습을 이용한 적응형 대화전략 개발 인지게임에서의 사용자 모델 기반의 상호작용 관리자 시범 시스템 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 모델 추론 엔진 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 모델링과 의도 인식 모델의 통합을 통한 추론 기법 개발 사용자 이력, 선호도, 생활패턴 등의 표준 지식 체계 결정 및 도메인별 지식 콘텐츠 구축 다수의 시나리오의 동작 구현을 통하여 추론 엔진의 확장성을 강화 사용자 모델 추가/변경을 위한 워크벤치 도구 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 멀티모달 생성과 통합 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 통합 및 모듈 테스트 및 튜닝 	
2단계 연구목표 달성도			100%

2. 연구성과

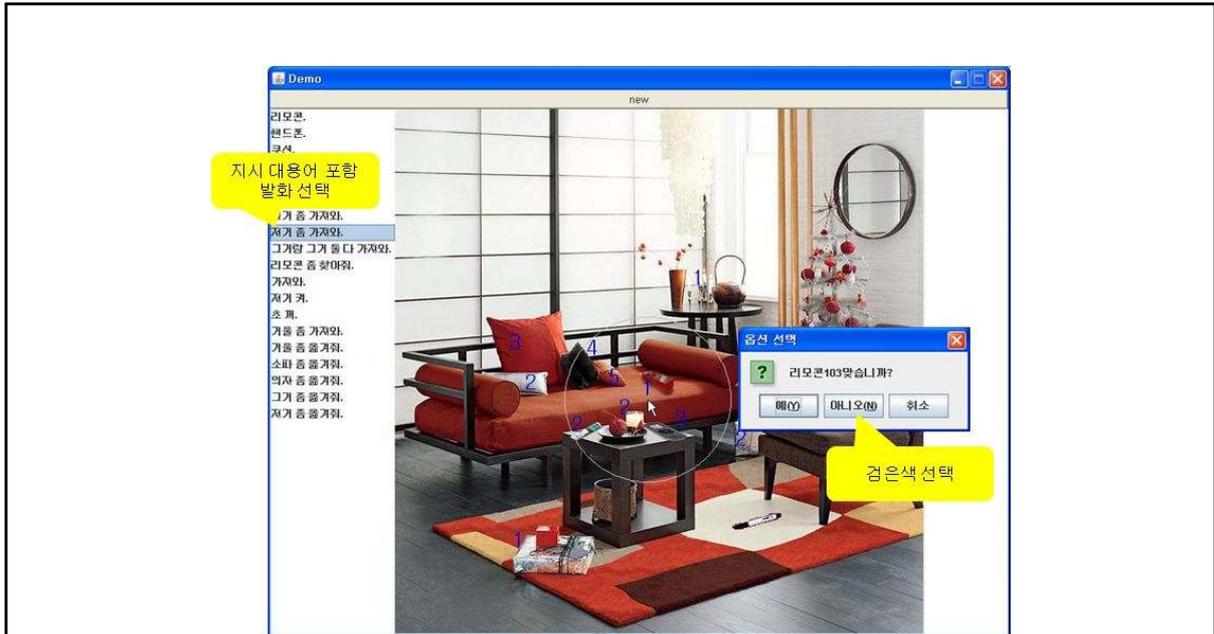
가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 멀티모달 인스턴스 그라운드	5년	2년	미국	50%	미국	85%
◦ 대화 모델링 및 생성 기술	5년	3년	미국	50%	미국	80%
◦ 멀티모달 대화처리 기술	5년	3년	미국	50%	미국	80%
◦ 사용자 모델링에 기반한 추론	3년	2년	미국	60%	미국	85%

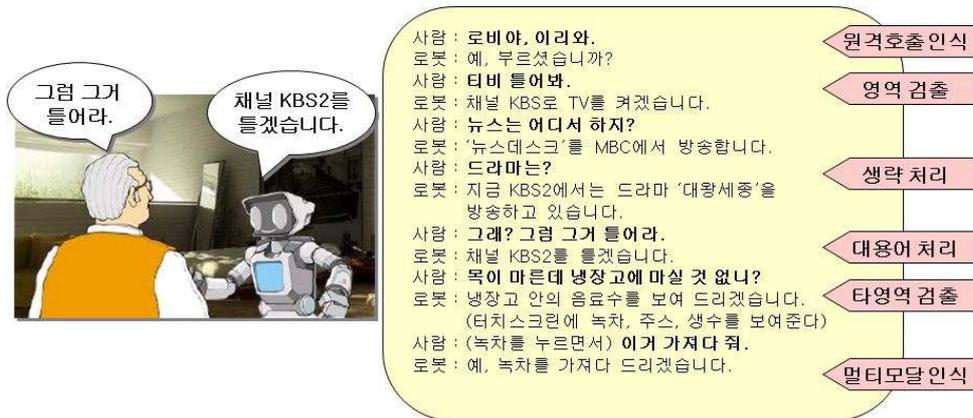
나. 연구성과(정성적)

- 멀티모달 대용어 처리 기술 개발, 인간과 로봇 사이의 멀티모달 인스턴스 그라운드 모듈 개발(터치 스크린 환경)
- 사용자 의도 인식/시스템 목적 생성 시범 시스템 개발
- 인지게임을 위한 코퍼스 기반 대화 시스템 개발
- 사용자 모델링과 의도 인식 모델의 통합을 통한 추론 기법 개발, 사용자 이력, 선호도, 생활패턴 등을 고려한 사용자 모델 기법 개발
- 멀티모달 생성을 위한 프레임워크 구축
- 화행 및 개념열 입력이외 다양한 행위의 생성을 위한 행위 표현 체계 연구 및 다양한 행위의 정의를 통한 로봇의 멀티모달 행위 생성과 멀티모달 생성을 위한 여러가지 행위의 싱크 방법에 대한 연구

다. 연구성과(사진 및 사진설명)



- 실제 멀티모달 환경과 같이 사용자의 포인팅이 정확하지 않을 때,
- 상호작용을 통하여 지시한 사물을 효과적으로 찾아가는 과정을 보여주는 시범 시스템



- 새로운 사용자 및 환경에 능동적 적응, 학습을 통해 다 영역 대화 성공률 90% 확보
- 대화의 양상에 따라 최적화된 대화모델을 적용함에 따라 대화 처리의 효율성 증가

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	7	9	2	11	10								

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 멀티모달 환경에서의 대화모델링 기술은 현재 국외의 선진 기술 보유국들도 아직 기초적인 수준을 벗어나지 못하고 있다. 기존의 연구를 바탕으로 멀티모달 대용어처리 기술, 사용자 모델에 기반한 계획 추론 기술 등의 개발은 세계적으로도 경쟁력 있는 기술이 될 것이다.
- 한국인의 행동 양식과 한국어라는 언어적 특성에 기반한 이점을 바탕으로 관련 기술들의 국내 도입을 차단하여 국가 핵심 기술력 확보에 일조할 것이다.
- 모바일 기기나 유비쿼터스 환경의 차세대 인터페이스로서 대화를 통한 정보요 구와 시스템의 다양한 응답형태을 위한 사용자 친화적인 멀티모달 생성 기술을 보유한다.
- 사용자 모델링 학습을 통하여 개인화된 자연스러운 인터랙션 기술을 확보한다.

나. 경제적 측면

- 실제로 많은 응용분야에서 멀티모달 대화 인터페이스 기술이 실용화되면, 사용자에게 제공하는 편리함으로 인해 기존 제품들의 부가가치를 크게 높여서 새로운 시장을 만들 것이다.
- 유비컴퓨팅 시스템에서의 차세대 인터페이스
- 모바일 기기에서의 멀티모달 인터페이스
- 인간에 가까운 아바타 서비스 기술
- 사용자 친화적인 멀티모달 생성 기술
- 사용자에 중심의 정보와 서비스를 제공할 수 있는 사용자 모델링 기술

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 멀티모달 대화시스템 구현에 필요한 핵심모듈로 활용
- 모바일 기기에서의 대화 인터페이스
- 사용자 친화적인 아바타 서비스 기술
- 자연스러운 인터랙션을 지원하는 기술을 가정용 로봇에 활용함으로써 사용자로 하여금 친근함과 편리함을 느낄 수 있도록 한다.

나. 향후 연구 계획

- 멀티모달 인스턴스 그라운드링 성공률 향상을 위해서 다양한 입력 자질(색상, 모양, 위치, 크기, 눈의 움직임 등)을 활용하는 방안을 연구.
- 음성 인식 오류에 강인한 대화 처리 기술
- 다양한 도메인에서의 시나리오 개발 및 구현을 통하여 사용자 모델링 추론 엔진의 확장성을 강화하고, 불확실성 기반의 추론을 위한 지식의 자동 학습 기술의 개발.

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	2-1			
과제명	한 글	휴먼 행동 분석 및 인식 기술 개발		
	영 문	Human Perception		
연구책임자	이성환	연구기관	고려대학교	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 770백만원	민간: 백만원	총 연구비: 770백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 인공부착물을 착용하지 않고, 노인 생활을 지원할 수 있는 기술 개발
- 스테레오 카메라 기반의 제스처, 수화, 방향 지시, 전신 제스처 인식 기술 연구
- 체계적인 수화 연구를 위한 한국인 수화 데이터베이스 구축

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 3차원 지시형 제스처 인식 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 프로토타입 시스템 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 단일 스테레오 카메라 환경 하에서 2.5m 거리에서 20도 이내의 오차로 3차원 공간상의 위치와 방향을 실시간 인식 ◦ 객체 선택 실험 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 방에 존재하는 8개의 객체 선택 <ul style="list-style-type: none"> ✓ TV, 액자, 쇼파 3개, 물통, 전기 단자함, 제어함 - 사용자가 지시하는 동안 자유롭게 움직일 수 있으며 왼손 또는 오른손을 이용하여 지시 - 실시간으로 지시형 제스처가 발생하는 것을 검출하고 가리키는 물체 인식 	100%
	◦ 대화형 제스처 인식 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 프로토타입 시스템 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 고정된 위치의 단일 스테레오 카메라 환경에서 상반신과 손이 가려지지 않는 환경에서 실시간 인식 - Spotting은 사용자로부터 주어짐 ◦ 4가지의 명령형 제스처 정의 <ul style="list-style-type: none"> - 오른쪽으로, 왼쪽으로, 위쪽으로, 아래쪽으로 ◦ 인식 성능 : 87.5% ◦ 처리속도 : 15 fps ◦ 수화 및 지화 인식용 DB 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수화단어(30가지), 지문자(32가지), 지숫자(22가지), 시점변화(5가지) - 한국 표준 수화를 구사하는 전문가 10명(국가 공인 수화통역사 자격증 소지자 및 강사) 	

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 행동 분석 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 휴먼 이벤트 모델링 및 다중 객체 추적 시스템 프로토타입 구성 ◦ 휴먼 상반신 인체 구성 요소 추출 기술 개발 중 <ul style="list-style-type: none"> - 학습되지 않은 동작에 대하여서도 구성 요소를 추출할 수 있는 기술 ◦ 3가지 이하의 움직이는 객체 추적 기술 개발 ◦ 이벤트 검출 및 인식용 DB 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 카메라 시점(4가지), 독립행동(9가지), 방 환경을 이용하는 행동(4가지), - 남녀 각각 10명씩 	
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 지시형 제스처 인식 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 조명이 변화하는 환경에서의 피부색 탐지 <ul style="list-style-type: none"> - 적응적 피부색 모델링을 통한 피부색 탐지 및 추적 ◦ 3차원 인체 구성 요소 검출 및 추적 <ul style="list-style-type: none"> - 깊이, 색, 패턴 정보를 이용한 얼굴, 손 영역 검출 - 3차원 파티클 필터를 이용한 인체 구성 요소 추적 ◦ 2 Layer HMM을 이용한 지시형 제스처 보정 및 검출 <ul style="list-style-type: none"> - 1st Layer: 추적 단계에서 발생하는 오차 보정 - 2nd layer: 지시형 제스처가 수행되는 것을 실시간으로 검출 (Non-Gesture, Move, Hold) 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 대화형 제스처 인식 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 명령형 제스처 인식 <ul style="list-style-type: none"> - Dynamic programming 알고리즘 기반 제스처 인식 - 10가지의 명령형 제스처 인식: 90% 인식률 ◦ 연속된 동작에서 동시에 수화 적출 및 인식 <ul style="list-style-type: none"> - 연속된 동작에서 수화를 적출하기 위해 Garbage Conditional Random Field(CRF) 기술 개발 ◦ 3차원 손 모델을 이용한 지화 인식 <ul style="list-style-type: none"> - DB 생성: 20개의 손모델 파라미터와 3가지 시점 파라미터 변화를 통한 샘플링 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전신 제스처 인식 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연속된 일련의 동작에서 핵심 포즈 추출 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 10개의 신체 부위로 전신 모델을 구성 - 인체 모델의 Belief Propagation에 기반한 파티클 필터링을 이용한 추적 - 반복적인 Smoothing 모션 커브 정의를 통한 핵심 포즈 추출 ◦ 인체 포즈 인식 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 인지게임 따라하기 포즈에 대한 인식 기술 개발 - 6가지 포즈: 기본자세, 왼팔 올리기, 오른팔 올리기, 머리에 손 얹기, 어깨에 손 얹기, 배에 손 얹기 - 에어로빅 동작 유사도 평가 기술 개발 	

	<ul style="list-style-type: none"> 개발 기술의 모듈화 및 데모 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> H-Robot 통합 <ul style="list-style-type: none"> 모션 따라하기: 제스처를 통해 바구니를 이동하여 과일은 바구니에 받고, 벌레를 피하는 게임 그림 맞추기: 화면에 나타난 그림을 수십 초 이상 보여준 뒤 다시 가리고, 그림의 쌍을 맞추는 게임 산술 게임: 수식에 필요한 숫자 및 기호를 지시하여 수식을 완성 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 3차원 지시형 제스처 인식 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> 고정된 스테레오 카메라에서 입력되는 영상 및 깊이 정보를 이용하여 지시형 제스처 인식에 필요한 얼굴과 손 영역을 추출하는 기술 개발 얼굴 및 손 영역을 이용하여 지시형 제스처의 3차원 방향을 인식하는 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 지시형 제스처 인식률: 85% 지시형 제스처 인식 기술을 이용한 가상 마우스 구현 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 가상 마우스 기능을 이용하여 웹 서핑을 하거나 Google Earth를 제어 가상 마우스 동작 정확도: 85% 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 대화형 제스처 인식 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 환경 변화에 강인한 손 검출 및 추적 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 손 검출 및 추적 정확도 : 85% 명령형 제스처 정의 및 명령형 제스처 인식 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 10가지 제스처 인식률 : 90% 연속된 동작에서 동시에 수화 적출 및 인식 <ul style="list-style-type: none"> 48 가지의 수화 검출 및 인식률: 87% 가위/바위/보의 손 모양 인식 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 인식률: 85% 	
	<ul style="list-style-type: none"> 전신 제스처 인식기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 전신 제스처 학습 기술 개발 온라인 핵심 포즈 추출 기술 개발 전신 제스처 DB 구축 <ul style="list-style-type: none"> 10명의 피촬영자, 10개의 전신 제스처 에어로빅 동작에 대한 유사도 평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 10가지 에어로빅 동작에 대해 인식률 : 85% 	
	<ul style="list-style-type: none"> 기술의 모듈화 및 로봇 플랫폼 통합 	<ul style="list-style-type: none"> 지능형 서비스 로봇과의 실시간 Full Integration을 위한 모듈화 	
2단계 연구목표 달성도			100%

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 지시형 제스처 인식 기술	2~3년	1년	미국	70%	미국	90%
◦ 대화형 제스처 인식 기술	3~4년	1년	미국	60%	미국	90%
◦ 전신 제스처 인식 기술	3~4년	1.5년	미국	70%	미국	85%

나. 연구성과(정성적)

- 지시형 제스처 인식 기술

- ✓ 이동 환경을 고려한 피부 영역 검출 및 추적
 - 기존 연구의 경우 고정된 환경에서 사용하는 것을 가정하여 배경 정보에 의존함
 - 배경 정보를 사용하지 않고 인체 영역 추적
 - 조명 변화에 강인한 피부영역 탐지 방법 개발
- ✓ 계층적 은닉 마르코프 모델(HMM)에 기반한 지시형 제스처 보정 및 검출
 - 인체 구조의 특성을 이용한 추적 결과 보정: 기존 연구는 추적 단계에서 생기는 오류 때문에 일정 시간 동안 측정된 값의 평균을 계산하여 지시 방향으로 인식
 - 팔 길이를 반지름으로 하는 구의 표면에서만 발생하는 인체 구조적 특성을 이용하여 추적 단계에서 발생한 오차 보정
 - 2계층 은닉 마르코프 모델에서 지시형 제스처가 수행되는 것을 실시간으로 검출
- ✓ 3차원 지시형 제스처를 실시간으로 인식
 - 기존 연구의 경우 대부분 고정된 위치에서 2차원 평면상의 위치를 지시하는 제스처만 인식
 - 3차원 공간에서 제스처를 인식하여 지시형 제스처의 3가지 주요 기능인 target selection, robot guidance, virtual mouse 기능을 실시간으로 수행

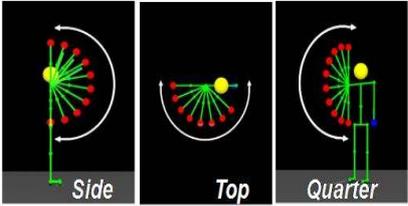
- 명령형 제스처 인식 기술

- ✓ 손과 얼굴의 검출
 - Weak classifier들로 얼굴을 학습하고, 커널 기반 검출 알고리즘 이용
 - 사전에 학습된 피부색 정보를 이용하여 손 후보를 검출
 - 손과 얼굴의 각 영역을 Gaussian 모델로 표현하고, 이동 위치의 예측을 위해 이웃한 두 프레임간의 광류(Optical Flow)를 이용함으로써 비선형적 움직임 및 가변적인 변화율에도 추적이 가능
- ✓ 제스처 인식
 - Dynamic Bayesian Network을 이용한 제스처 인식 모델 개발
 - 다양한 제스처의 길이와 다양한 종류의 제스처에 강인함
 - 모델과 입력된 제스처 사이의 가장 유사한 최적의 경로를 찾아 확률 우도를 이용하여 인식

- ✓ 제스처 분할
 - 기존 연구는 제스처의 시작과 끝을 알고 있다고 가정하고 제스처 인식
- ✓ 연속된 손동작에서 의미 있는 제스처와 의미 없는 손동작을 정확하게 구별하기 위해서 Garbage Conditional Random Fields 모델 제안
- 전신 제스처 인식 기술
 - ✓ 핵심 포즈 추출을 이용한 포즈 인식
 - 일련의 행동을 가장 잘 표현할 수 있는 ‘핵심 포즈’를 사용하여 동작의 유사도 비교
 - 동작의 모든 프레임 대하여 매칭 수행이 필요하지 않으므로, 계산량과 시간을 줄임
 - 동영상 시퀀스를 적은 수의 집합으로 표현하는 방법 제안
 - ✓ 온라인 핵심 포즈 추출
 - 기존 연구의 경우 동작이 완료된 후에 핵심 포즈를 추출하는 오프라인 추출임
 - 온라인으로 핵심 포즈를 추출함으로써 사용자에게 실시간 피드백이 가능
 - ✓ Lipschitz Embedding을 이용한 포즈 매칭 및 인식
 - 포즈의 개수가 많아지고, 다양한 사용자의 특징 변화에 강인한 인식을 위해서는 많은 양의 학습 데이터가 필요하고, 학습 데이터와 입력 데이터 비교 시에 많은 연산 시간이 필요함
 - 전체 데이터에 대한 비교를 수행하는 대신 일부 landmark를 이용함으로써 빠른 연산 수행으로 실시간 포즈 인식이 가능하도록 함

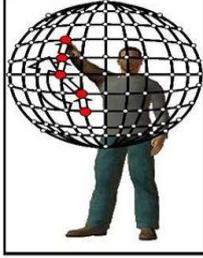
다. 연구성과(사진 및 사진설명)

지시형 제스처 인식 기술 개발



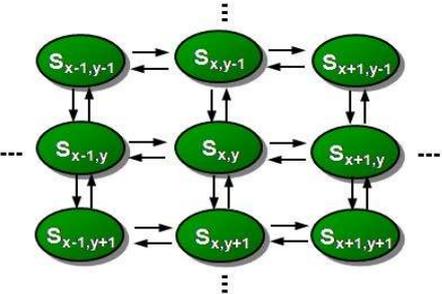
Side Top Quarter

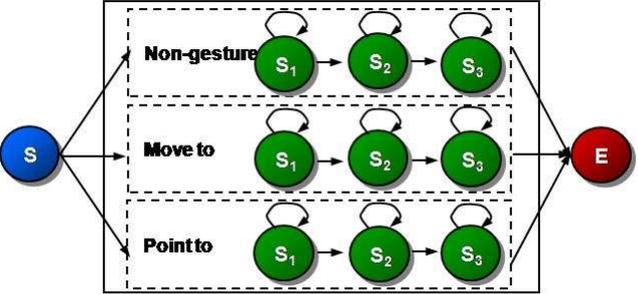
지시형 제스처의 이상적인 손 위치



HMM을 위한 구형 모델

계층적 은닉 마르코프 모델의 1계층: 지시형 제스처는 팔 길이를 반지름으로 하는 구의 표면에서만 발생한다는 가정하에 인체 구조적 특징을 이용





구의 표면에 일정 간격마다 상태 설정: 10도의 측정 오차는 사람이 차이를 못 느끼는 수준이어서 상태는 20도마다 설정

지시형 제스처의 실시간 인식을 위한 계층적 은닉 마르코프 모델의 2계층에서의 구조: 은닉 마르코프 모델을 이용하여 지시형 제스처를 3가지 상태를 이용하여 인식

그림 1. 지시형 제스처 인식을 위한 계층적 은닉 마르코프 모델의 구조

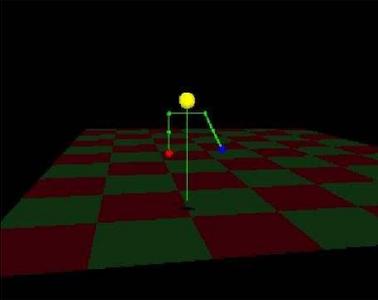


HEAD X:03 Y:-38 Z:198
HAND_R X:-33 Y:052 Z:193
HAND_L X:615 Y:077 Z:2118

얼굴 및 손 추적 결과



Target Selection 결과



3차원 지시 방향 결과

그림 2. 지시형 제스처 인식을 이용한 Target Selection: 사용자가 카메라의 Field Of View 내에서 이동하며 8개의 물체에 대해 지시하는 제스처를 실시간으로 검출하고 인식



HEAD X:817 Y:-38 Z:198
HAND_R X:827 Y:052 Z:193
HAND_L X:800 Y:077 Z:2118



그림 3. 지시형 제스처 기반 가상 가상마우스를 이용한 Google Earth 제어 응용 결과

명령형 제스처 인식 기술 개발

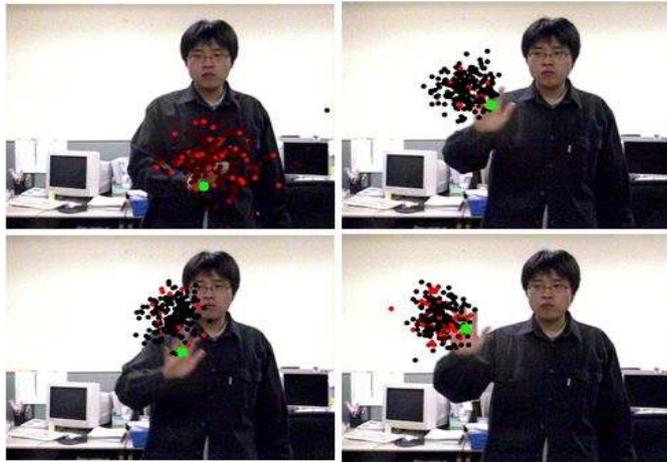


그림 4. CONDENSATION 알고리즘을 이용한 손 추적 결과: 빨간색 점은 이전 프레임에서의 손 위치를 기준으로 현재 프레임에서의 손 위치를 예측한 것이고, 녹색점은 관측값을 통해 추정된 현재 프레임에서의 손의 위치를 의미



손 추적 결과

아웃룩
[l]

제스처 인식 결과

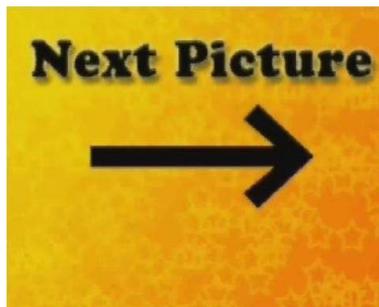


윈도우 창 제어 화면

그림 5. 명령형 제스처를 이용한 윈도우 제어 결과



손 추적 결과



제스처 인식 결과



фото 앨범 제어 화면

그림 6. 명령형 제스처를 이용한 포토 앨범 제어 결과

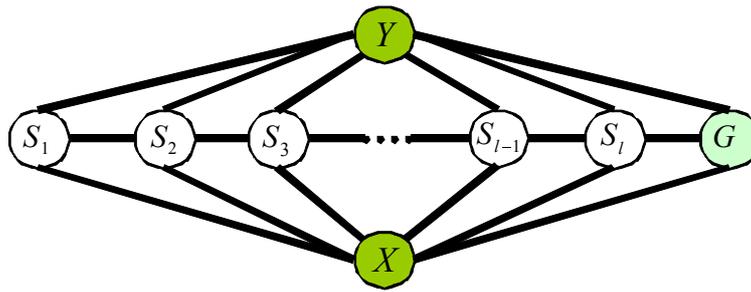
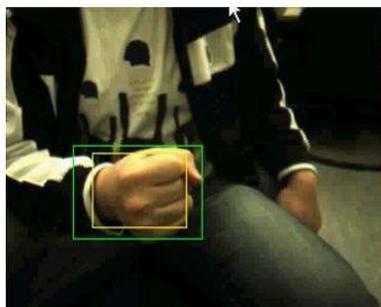


그림 7. 연속된 손동작에서의 수화 검출 및 인식을 위한
Garbage Conditional Random Field 모델의 도식화



그림 8. 미국 수화 검출 및 인식 결과: 여러 개의 수화 동작을 포함하는 비디오 시퀀스에서
의미있는 수화 동작만을 검출한 결과(B: Begin, E: End)



입력 이미지



인식 결과 이미지

그림 9. 가위/바위/보 게임에서 손모양 인식 결과

전신 제스처 인식 기술 개발

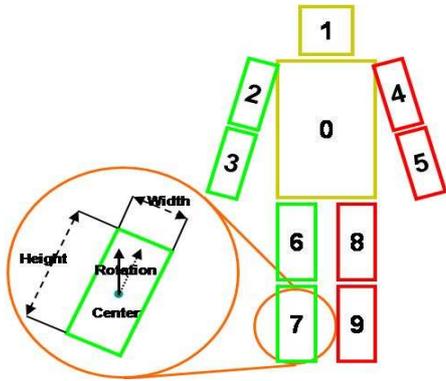


그림 10. 인체 구성 요소 추적을 위한 휴먼 모델: 구성 요소를 2차원 사각형 박스로 표현



그림 11. 입력 이미지에 대한 인체 구성 요소 추적 결과 이미지

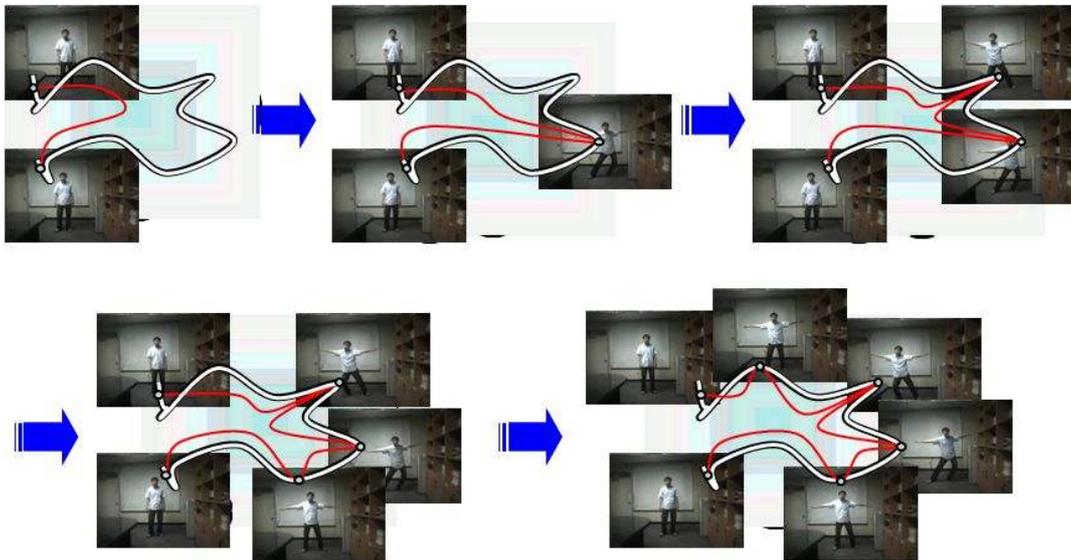


그림 12. 핵심 포즈 추출 과정: (흰색 굵은선: 모션 커브, 빨간색 얇은선: Smoothing)

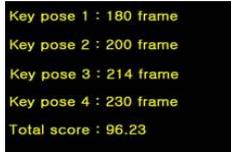
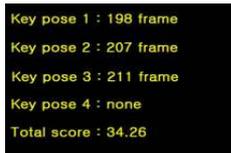
 <p>따라해야 할 동작</p>	 <p>올바른 동작에 대한 핵심 포즈 추출</p>	 <p>올바른 동작에 대한 핵심 포즈 프레임 및 유사도 결과</p>
	 <p>잘못된 동작에 대한 핵심 포즈 추출 결과</p>	 <p>잘못된 동작에 대한 핵심 포즈 프레임 및 유사도 결과</p>

그림 13. 에어로빅 동작 유사도 평가



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액 (천원)
	19	2	4	6	22	3							

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	손의 모양 변화에 기초하여 제어되는 가상 마우스 장치 및 그 구동 방법	2008-0050218	○		이성환	한국		○
2008	지시형 제스처를 인식하는 방법 및 장치	2008-0050219	○		이성환	한국		○
2008	3차원 손 모델 생성 기술을 이용한 가상 입력 방법 및 장치	2008-0100656	○		이성환	한국		○

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 인간-로봇 상호작용을 위한 신뢰성 있는 명령형 제스처 및 수화 인식 기술의 개발로 인해 세계 선두 그룹과 보조를 함께할 수 있음

- 세계적으로 손에 국한된 제스처 인식과 휴먼 추적 분야에 머무르고 있는 휴먼 제스처 분야에 새로운 전기를 마련
- 다양한 환경 변화에서도 안정된 인식 성능을 보이는 고수준의 기술 확보
- 다양한 영상 기반 선진 기술의 융합으로 인공지능 기반의 기술 확보
- 제한된 환경에서의 연구를 뛰어넘어 동적인 환경에서의 검지 및 인식 기술의 개발로 진보된 연구 분야로서의 근간을 제시
- 공공장소에서 감시 및 이상 행동 추출 등에 활용 가능하며, 지능적인 서비스 제공을 위한 개개인의 이벤트 분석을 위한 연구 근간을 제시함

나. 경제적 측면

- 지능형 로봇 시장뿐만 아니라 생체인식, 통신 장비, 지능형/미래형 산업에 대한 파급 효과가 매우 큼
- 생활 지원 로봇용으로 개발된 인간-로봇 상호작용을 위한 시각 인터페이스 기술은 영상 기반의 지능형 자동화 기술과 생체인식 기술을 포함하는 모든 분야에서 널리 사용될 수 있으며, 이 기술은 미래 산업의 핵심 요소 기술임
- 인체 구성 요소 검출 기술은 지능형 로봇 응용뿐만 아니라, 보안, 스포츠 분석 등의 많은 응용 분야를 가지고 고부가가치 제품을 생산하는데 활용될 수 있음
- 환경 변화에 강인한 3차원 지시형 제스처 인식 기술과 명령형 제스처 인식 기술은 게임, 화상 회의 등에 직접적으로 응용 가능한 기술로, 비전에 기반을 둔 대다수의 분야에 활용될 수 있는 세계적인 경쟁력 있는 기술 상품에 활용될 수 있음
- 우리나라의 인터넷, IT 분야 기술은 세계 최고 수준이므로 비전 기반의 온라인 서비스, 첨단 IT 기술 등과 접목시킨다면 국제 경쟁력 확보에 크게 기여할 것으로 기대됨

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 초·중·고등학교의 교실에 카메라를 설치하여 수업시간에 손을 든 학생을 검출 및 인식하는데 활용되어 선생님을 보조할 수 있는 장치나 로봇에 응용될 수 있음
- 명령형 제스처는 대화면 인터페이스 환경에 응용되어 물리적 마우스를 대체하는데 응용 가능함
- 사람에 의해 조작되는 모든 기계 장치들은 자동화를 위하여 자동 상황 인지 능력이 필요하며 이러한 기술은 본 과제에서 개발된 기술들을 바탕으로 상황 모델링의 학습을 통하여 적용 가능
- 향후 미래 IT, NT 등의 산업은 유비쿼터스 산업 기반을 지향하는데 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심적인 기술인 보이지 않는 컴퓨팅 기술은 사람의 의도를 능동적으로 알아내어 사람의 요구를 만족하는 기술로서 이는 영상 기반 Context-aware 기술에 의해 달성되며, 본 과제에서 개발한 기술의 응용을 통해 가능함

나. 향후 연구 계획

- 제스처, 표정, 음성 및 환경 정보를 연동한 복잡한 상황에서의 의도 인식 기술 개발
- 지능형 서비스 로봇 플랫폼에 적용하기 위한 통합 기술 개발
- 휴먼 행동 분석 및 인식 기술의 SoC 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	2-2			
과제명	한 글	얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술		
	영 문	Face-based Person Identification and Intention Recognition		
연구책임자	김대진(金大鎭)	연구기관	포항공과대학교	
위탁연구기관	-	참여기업	-	
2단계 연구비	정부: 520 백만원	민간: 0 백만원	총 연구비:	520 백만원

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 얼굴, 표정, 제스처 및 (미세) 표정 DB 구축
- 자동 얼굴 등록
- 다중 얼굴 추적 및 인식 동시 수행
- 다중 얼굴 제스처 인식
- 다중 (미세) 표정 인식

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 음성 인식을 이용한 ◦ 자동 얼굴 등록 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1m 이내 얼굴 등록 성공률 90% 이상 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다중 얼굴 추적 ◦ 및 인식 동시 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 얼굴 추적 및 인식을 위한 DB 구축 ◦ 상하좌우 15도 이내의 포즈변화 추적 ◦ 20명 이상의 동영상에 대한 인식률 90% 이상 	70
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다중 얼굴 제스처 인식 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 얼굴 제스처용 DB 구축 ◦ 긍정, 부정, 졸림 얼굴 제스처에 대한 인식률 85% 이상 	90
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미세 표정 인식용 DB 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 총 28명에 대하여 5개의 연속된 표정 시퀀스 DB 구축 ◦ 4 종류의 표정 인식 DB 구축 ◦ 5 pose variation 및 조명 반영 ◦ 표정 DB Landmarking 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용자 무관 표정 인식기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 20명 DB에서 네 가지 표정에 대하여 사용자 무관 표정 인식률 90% 이상 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 움직임 분석기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ AAM과 optical flow를 이용한 입술 및 눈썹 움직임 추출 	50

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미세 표정 인식기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 이미지 시퀀스에 대하여 HMM을 이용한 얼굴 표정 인식을 84% 	100
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 터치스크린을 이용한 ◦ 자동 얼굴 등록 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1.5m 이내 얼굴 등록 성공률 95% 이상 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 조명, 포즈에 강인한 실시간 다중 얼굴 검출기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계 표준 DB에 대한 얼굴 검출률 98% 이상 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 조명, 포즈에 강인한 실시간 다중 얼굴 인식기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계 표준 DB에 대한 얼굴 인식률 90% 이상 	90
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 얼굴 인식기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 얼굴 DB 획득 ◦ 2차원 입력 영상에 대한 피팅 및 얼굴 인식 실험 결과 인식률 70% 	75
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인물 검출 추적기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 실내 환경에서 휴먼 검출 및 추적률 85% 이상 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 휴먼 바디 모션 추적기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ DB 영상에 대한 바디 구성 요소 추적 인식률 80% 이상 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시선 인식기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 정상적으로 피팅된 얼굴 영상에 대한 시선 인식 오차 5도 이내 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다중 얼굴 제스처 인식 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 6가지 얼굴 제스처에 대한 인식률 90% 이상 	90
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 표정 증폭기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미세 표정 DB 구축 ◦ 스틸 영상에 대한 표정 증폭 영상 합성 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미세 표정 인식기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 스틸 영상에 대한 표정 증폭과 SVM 표정 인식기 적용 결과 인식률 88.125% 	90
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 표정 인식기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 얼굴 DB 획득 ◦ 2차원 입력 영상에 대한 피팅 및 표정 인식 실험 결과 인식률 70% 	75
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 음성 인식, 얼굴 제스처 및 터치스크린을 이용한 자동 얼굴 등록 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1.5m 이내 얼굴 등록 성공률 95% 이상 ◦ 음성 인식과의 통합은 하지 않음 	95
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 포즈 변화에 강인한 얼굴 검출기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 상하 40도, 좌우 70도 내의 포즈 변화를 갖는 얼굴 DB에 대하여 검출률 92% 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 경량화된 얼굴 검출 및 인식기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 검출 파라미터 400KB 이내 ◦ 인식 파라미터 100KB 이내 ◦ 처리속도 200ms/frame 이내(ARM9) 	100

◦ 3차원 얼굴 인식기	◦ 3차원 얼굴 DB 획득 ◦ 3차원 입력 영상에 대한 피팅 실험 결과 복원률 90% ◦ 3D 얼굴 DB 상에서의 얼굴 인식률 80%	85
◦ 카메라 움직임에 강인한 휴먼 검출 추적기	◦ 움직이는 카메라 환경에서 휴먼 검출 및 추적률 90% 이상	85
◦ 3차원 휴먼 바디 모션 추적기	◦ DB 영상에 대한 바디 구성 요소 추적 인식률 85% 이상	95
◦ 시선 추적기	◦ 좌우 5방향, 상하 2방향에 대한 DB 구축 ◦ 정상적으로 피팅된 얼굴 영상에 대한 시선 인식 ◦ 오차 각도 +/- 8도 이내의 정확도	95
◦ 원거리 제스처 인식	◦ 3m 거리에서 3가지 제스처(긍정/부정/가우똥)에 대해서 제스처 인식률 90% 이상	90
◦ 원거리 얼굴 추적기	◦ 3m 거리에서 얼굴 추적 오차 10도 이하	100
◦ 경량화된 표정 인식기	◦ 네 가지 표정 (무표정/웃음/놀람/화남) 인식률 94.5% ◦ PC(CPU-Core2Duo E8500 3.16GHz, Memory-8GBytes) 에서 처리 속도 76 frame/sec	100
◦ 3차원 표정 인식기	◦ 3차원 얼굴 DB 획득 ◦ 3D 얼굴 표정 DB 미확보 ◦ 3차원 입력 영상에 대한 피팅 실험 결과 복원률 90%	60
2단계 연구목표 달성도		92

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 조명변화에 강인한 다중 얼굴 검출 기술	1~2년	0년	독일/100%	90%	독일/100%	100%
◦ 포즈변화에 강인한 다중 얼굴 검출 기술	1~2년	0년	미국/100%	90%	미국/100%	100%
◦ 조명변화에 강인한 다중 얼굴 인식 기술	2~3년	1년	독일/100%	60%	독일/100%	85%

◦ 포즈변화에 강인한 다중 얼굴 인식 기술	2~3년	1년	미국/100%	60%	미국/100%	85%
◦ 원거리 제스처 인식 기술	3~4년	1~2년	미국/100%	60%	미국/100%	80%
◦ 원거리 얼굴 추적 기술	1~2년	0~1년	미국/100%	75%	미국/100%	85%
◦ 카메라 움직임에 강인한 휴먼 검출 기술 개발	13년	3년	미국/100%	10%	미국/100%	70%
◦ 3차원 바디 모션 추적기	6년	3년	미국/100%	10%	미국/100%	70%
◦ 경량화된 표정 인식기	2년	1년	미국/100%	80%	미국/100%	90%
◦ 시선 추적 기술	3년	1년반	미국/100%	70%	미국/100%	90%
◦ 3차원 얼굴 인식	2년	반년	독일/100%	60%	독일/100%	85%
◦ 3차원 표정 인식	2년	1년	미국/100%	50%	미국/100%	70%

나. 연구성과(정성적)

기술개발 내용	기술개발 결과
◦ 터치스크린을 이용한 자동 얼굴 등록 시스템	◦ 등록 성공률 95% 이상
◦ 포즈 변화에 강인한 ◦ 얼굴 검출 기술 개발	◦ LBP와 AdaBoost를 이용한 포즈 변화에 강인한 얼굴 검출 기술 개발 ◦ 상하 40도, 좌우 70도 내의 포즈 변화를 갖는 얼굴 DB에 대하여 검출률 92%
◦ 경량화된 얼굴 검출 및 ◦ 인식 기술 개발	◦ 얼굴검출/인식을 위한 Fixed-point coding 방법 개발 ◦ ULBP(Uniform LBP)를 이용한 경량화 얼굴 인식 기술 개발 ◦ 검출 파라미터 400KB 이내 ◦ 인식 파라미터 100KB 이내 ◦ 처리속도 200ms/frame 이내(ARM9)

<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 얼굴 인식 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 200명의 3D 얼굴 데이터 확보 ◦ 3차원 얼굴 데이터에 대한 단계별 구조의 3DMM 정합 기술 개발 ◦ 3차원 얼굴 데이터에 대해 90%의 복원률을 보이는 Gauss-Newton Optimization을 이용한 3DMM 정합 기술 개발 ◦ DB 상에서의 피팅 결과를 이용한 3차원 얼굴 인식 기술 개발
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 정보를 활용한 ◦ 인물 검출 및 추적 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 움직이는 카메라 환경에서 카메라 모션보상을 통한 전경 추출 ◦ 공간-깊이 히스토그램을 이용한 사람 후보 영역 검출 ◦ Adaboost기반 정면 얼굴 검출을 통한 사람 검증 ◦ 머리-어깨(Omega) 형태 정합을 통한 포즈에 강인한 사람 검증 ◦ 휴먼 DB 5명에 대해 바디 구성 요소 추적 인식률 80% 이상
<ul style="list-style-type: none"> ◦ ICP 기반 3차원 ◦ 휴먼 바디 모션 추적 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 스테레오 이미지 기반 ICP와 Particle filter를 이용한 휴먼 바디 모션 추적 기술 개발 ◦ Hierarchical Model Point Selection(HMPS)와 Logarithmic Data Point Search(LDPS)를 통해 동일 성능 대비, 2배 빠른 추적기 개발 ◦ 휴먼 DB 5명에 대해 바디 구성 요소 추적 인식률 80% 이상
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 안구 모델 구현 및 ◦ 시선 추적기 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ AAM 얼굴 추적 및 Anatomical Eye Model 기반 시선 추적기 개발, 얼굴 정상 fitting시 오차 5도 이내 ◦ Anatomical Eye Model 학습을 위한 Gaze DB 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 20명 X 25개시선 방향 X 5개 카메라 Angle ◦ 응용 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - Eye 모션을 통한 표정 로봇 제어 기술 개발 - 자동차 내 운전자 시선방향 추정 기술 개발
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Cylindrical/Ellipsoidal 모델을 이용한 원거리 얼굴 추적 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Head의 형태와 유사한 Cylinder 또는 Ellipsoid 모델을 이용하여 좌우 78도 상하 45도까지 오차 각도 5도 이내의 정확한 추적
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Particle filter를 이용한 급격한 움직임에 강인한 얼굴 추적 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Particle filter 구조를 이용하여 빠른 얼굴 움직임에 강인한 얼굴 추적 ◦ 1m거리에서 약 5도, 2m거리에서 약 5.5도, 3m 거리에서 약 7도 정도의 각도 오차의 성능
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Cylindrical/Ellipsoidal 모델의 추적 결과를 이용한 얼굴 제스처 인식 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ HMM 학습을 통해 긍정, 부정, 의아함등 3가지 제스처 인식 ◦ 3가지 제스처 인식률 90% 이상

<ul style="list-style-type: none"> ◦ ICIA 알고리즘에 기반한 표정 인식 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ AAM 보다 추적 성능이 높은 ICIA 알고리즘 개발 ◦ 4가지 표정, 5가지 포즈, 16가지 조명으로 200명에 대한 얼굴 모델 생성 ◦ SVM으로 4가지 표정에 대해 인식률 94.5%
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 표정 인식 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 얼굴 데이터에 대한 단계별 구조의 3DMM 정합 기술 개발 ◦ 3차원 얼굴 데이터에 대해 90%의 복원률을 보이는 Gauss-Newton Optimization을 이용한 3DMM 정합 기술 개발

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

- 포즈 변화에 강인한 얼굴 검출기



- 경량화된 얼굴 검출 및 인식기



◦ 원거리 얼굴 추적 기술 시스템



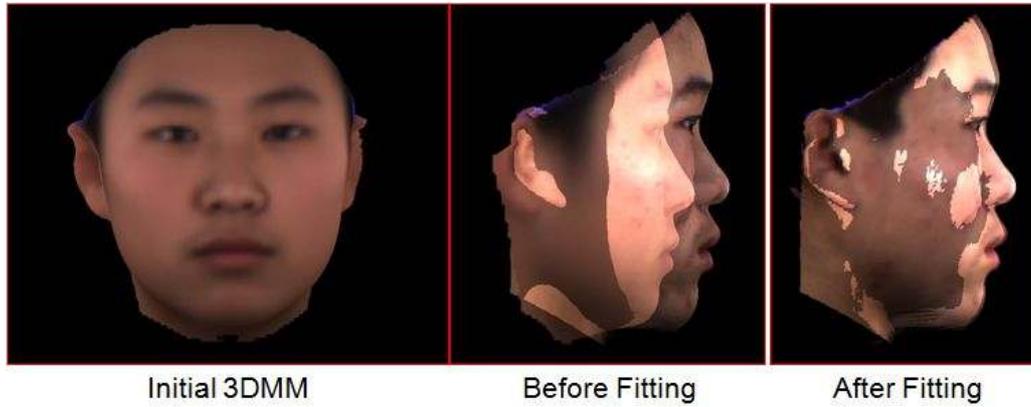
◦ 움직이는 카메라에서의 휴먼 검출 시스템



◦ 경량화된 표정 인식 시스템



◦ 3DMM을 이용한 3차원 얼굴 정합 시스템



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입 (백만원)			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
0	18	5	11	24	45	6	0	3	0	2	80	0	0

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2007	실시간 정확한 얼굴 검출 장치 및 방법	10-0779171		○	김대진	대한민국		○
2007	눈검증및눈위치보정을통 한눈검출방법	10-2007-00 63837	○		김대진	대한민국		○
2007	스테레오 영상을 이용한 사람 검출 방법	10-2007-01 15695	○		김대진	대한민국		○
2007	3차원실린더헤드모델을 이용한얼굴제스처인식방 법	10-2007-00 40489	○		김대진	대한민국		○
2008	카메라 핸드오프를 이용한 다중 카메라상의 연속적인 물체 추적 방법	10-2008-00 75571	○		김대진	대한민국		○
2008	표정 증폭을 이용한 미세 표정 인식 방법 및 장치	10-2008-00 72424	○		김대진	대한민국		○
2008	얼굴 특징점 추출 장치 및 그 방법, 머리카락 추출 장치 및 그 방법, 실사 캐릭터 생성 시스템 및 그 방법	10-0839536		○	김대진	대한민국		○
2008	얼굴 위장 판별 방법	10-0825689		○	김대진	대한민국		○
2008	타원체 모델을 이용한 파티클 필터에서의 머리 추적 방법	10-2008-00 01428	○		김대진	대한민국		○

다. 홍보 활동 등

성과물명	보도일시	보도일간지	보도 방송사	주요내용
제2회 미래 성장동력 연구성과 전시회	2006.09.28 ~ 2006.09.30			표정인식
로보월드 2006(PIRO)	2006.10.18 ~ 2006.10.22			얼굴 인식, 제스처 인식
로보월드 2006(ETRD)	2006.10.18 ~ 2006.10.22			얼굴 검출
제 8차 기술교류 워크샵	2007.8.29 ~ 2007.8.31			얼굴 인식, 표정 인식, 제스처 인식
로보월드 2007	2007.10.18 ~ 2007.10.20			얼굴 검출 및 인식
제 9차 기술교류 워크샵	2008.02.27 ~ 2008.02.29			얼굴 인식, 표정 인식, 제스처 인식
제 10차 기술교류 워크샵	2008.08.12 ~ 2008.08.14			얼굴 인식, 표정 인식, 제스처 인식
로보월드 2008	2008.10.17 ~ 2008.10.19			얼굴 검출 및 인식, 엘리베이터 버튼 인식

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 미래 기술인 로봇 분야 발전에 대한 국내 기술의 촉매 역할
- 실버 도우미 로봇용 얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 모듈의 개발은 인간-로봇 상호작용의 새로운 장을 여는 기회
- 안면 처리 기술의 국내 최고 수준의 기술 개발 및 기술 선도
- 디지털 TV/방송에서의 안면정보 처리 및 기술 파급효과
- 지능형 로봇의 다중 시각 인터페이스 제공을 통한 로봇산업의 가속화
- 지능형 홈 네트워크에서의 출입통제시스템, 각 개인에 맞는 스마트 홈서비스 제공 가능
- 디지털콘텐츠/SW솔루션에서의 다양한 콘텐츠, 기반기술 제공

나. 경제적 측면

- 현재 단순한 기계적 서비스 제공에 머무르고 있는 로봇 기술을 향상시켜 지능형/인간형 로봇을 가능하게 하여 로봇 산업 분야에 신규 수요 창출 기대

- 다중 얼굴 및 표정 인식 기술은 애니메이션 기술에 적용되어 광고, 영화, 게임 등의 영상 산업에 널리 활용됨은 물론 상업적 캐릭터 창조 산업을 활성화하는데 지대한 파급 효과 예상
- 다양한 환경에서 인식하고 의도를 로봇이 파악하는 실버 도우미 로봇의 실용화로 실버 로봇 산업 분야 수요 창출 가능
- SoC 적용, ATM 단말기용 위장 시스템, 보안 시장, VR 시장에 적극적으로 활용화 가능하여 추가 수요 시장 창출
- 실질적 매출로 직결되는 상용화 가능한 요소기술 및 시스템을 개발함으로써 로봇 산업 활성화

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 얼굴 인식 SoC 칩 개발
- ATM에서의 위장 판별 시스템
- 자동차 번호판 인식
- 완구용 로봇
- 증강현실 구현 장치
- 인간-컴퓨터 인터페이스
- 얼굴 인식 이용 보안장치, 생체 인식 기반 여권 확인
- 범죄 및 테러리스트 수색 및 심문
- 표정 아바타

나. 향후 연구 계획

- 얼굴 기반 HRI 기술을 확장한 멀티모달 interaction 기술 개발
- Lip reading을 이용한 명령어 인식 기술 개발
- 교육용 로봇에의 활용 기술 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	3-1			
과제명	한 글	지능로봇의 능동청각시스템 기술개발		
	영 문			
연구책임자	최 종 석	연구기관	KIST	
위탁연구기관	KAIST, 배재대학교	참여기업	-	
2단계 연구비	정부: 1,100백만원	민간: 0 백만원	총 연구비: 1,100백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 지능형 광대역 로봇 음성 처리 시스템 개발
- 소형 플랫폼을 위한 음원방향추정 시스템 개발
- 정보융합에 의한 화자 추적
- 로봇용 인공귀 개발
- 모듈화 기반의 시스템 통합

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 지능형 광대역 로봇음성 신호처리 시스템 구현	◦ 자가 적응형 음성신호처리보드 개발 (SLPv2.0, NABv3.0) 및 음성처리시스템 알고리즘 설계	100%
	◦ 소형 플랫폼을 위한 음원 방향검지 시스템 실용화 기술 개발	◦ 음원방향추정 알고리즘 최적화를 통한 처리 성능 향상 (마이크 반경: 15cm→12cm이하, 처리시간: 500ms→100ms이하) ◦ 비선형 증폭에 의한 왜곡된 신호의 선형화 모델 개발 (모델 파라미터 설정 자동화)	
	◦ 정보융합에 의한 화자추적 모델링 및 메카니즘 연구	◦ Particle filtering을 이용한 정보융합 단일화자 추적 알고리즘 개발	
	◦ 로봇용 인공귀 시스템 설계를 위한 정보 습득	◦ 인공귀 형상변화에 따른 음성신호 특성분석 ◦ 인공귀 모델링 및 분석	
	◦ 모듈화 기반 시스템 통합에 대한 기초 설계	◦ DSP기반의 음성처리 시스템 개발 및 단음원 방향검지 알고리즘 최적화(성능 향상) ◦ ARM 기반의 단음원 방향검지 알고리즘 최적화 ◦ FPGA 기반의 통신프로토콜 설계(SPI,TDM) 및 Feature 검증(FFT, Cross-Correlation)	

2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 지능형 광대역 로봇음성 신호처리 시스템 최적화 	<ul style="list-style-type: none"> SLP-NAB 시스템에 방향검지알고리즘 포팅 NAB 보드의 증폭 특성 분석 및 증폭비 제어 기술 개발 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 소형 플랫폼을 위한 생물체모방 음원방향검지 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> Birds level 동물의 음원방향추정 메커니즘을 모방한 소형 플랫폼용 알고리즘 개발 (마이크 반경: 12cm->9cm이하) 임베디드용 프로세서 기반 음원방향추정 시스템 모듈화 (CPU모듈: 40.0mm*67.6mm) 	
	<ul style="list-style-type: none"> 정보융합에 의한 화자추적을 위한 알고리즘 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 정보융합 다화자 상태에서 현재 발화자 추적 시뮬레이션 Data association +Tracking 알고리즘개발 Marcov 프로세스를 이용한 음원방향검지 성능 향상 	
	<ul style="list-style-type: none"> 인공귀 형상 설계 및 위치 추정 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 7cm크기 인공귀 제안 및 프로토타입 제작 인공귀에 따른 음원위치추정 (방위각, 고도각) 알고리즘 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 모듈화 기반 임베디드 시스템 통합 및 FPGA 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 프로토타입 로봇을 위한 방향검지 기술 개발 및 성능 테스트 완료 방향검지, 잡음제거(3-2과제), 핵심어검출(3-2과제)의 DSP기반 포팅 방향검지 기술의 FPGA시스템 개발을 위한 시뮬레이션 완료 및 하드웨어 테스트 진행 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 지능형 광대역 로봇음성 신호처리 시스템 모듈화 및 소형화 	<ul style="list-style-type: none"> SLPv2.1, NABv3.1 개발 및 성능 안정화 SLP-NAB Stand-Alone 통합프로그램 구축 로봇의 모터잡음에 강인한 방향검지 알고리즘 개발 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 소형 플랫폼용 음원방향추정 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> Birds level 플랫폼을 위한 음원방향추정 시스템 개발 (마이크 반경: 9cm->6cm이하) 	
	<ul style="list-style-type: none"> 정보융합에 의한 다화자 추적 알고리즘 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 다화자상황 발화자 추적 알고리즘 구현 CPSP와 Zero-Crossing을 응용한 안정적 ITD 추정 방법 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 인공귀 프로토타입 제작 및 실험을 통한 검증 	<ul style="list-style-type: none"> 4채널 마이크로폰과 귓바퀴를 이용한 음원 위치 추정 기술개발 및 DSP 모듈화 	
	<ul style="list-style-type: none"> 모듈화 기반 임베디드 시스템 통합 및 최적화 원천기술 FPGA화 	<ul style="list-style-type: none"> 방향검지, 잡음제거(3-2과제), 핵심어검출(3-2과제)의 DSP 기반 실시간 처리를 위한 계산량 감축 및 fixed point 연산화 방향검지 기술의 FPGA시스템 개발을 위한 하드웨어 개발 및 성능 테스트 완료 DSP기반 방향검지 시스템의 기술이전 완료 	
2단계 연구목표 달성도			100%

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
• 음원방향추정	3	0.5	일본	70	일본	95
• 정보융합에 의한 화자추적	3	0.5	일본	65	일본	90
• 로봇용 인공귀	2	0.5	일본	70	일본	90

나. 연구성과(정성적)

- 자가 적응형 시스템 설계 및 개발 (NAB, SLP보드)
- 모터잡음 스펙트럼 제거 방향검지 알고리즘 개발
- 소형 플랫폼용(2cm) 방향검지 기술 개발
- 생물체 모방 방향검지 알고리즘 개발
- 마코프 프로세스를 이용한 방향검지 성능 향상
- Data association 및 tracking 알고리즘 개발
- 인공귀 형상 설계 및 위치 추정 (방위각, 고도각) 알고리즘 개발
- 인공귀의 위치 추정 기술 개발 및 DSP 모듈화
- 방향검지 시스템의 FPGA화
- DSP기반 방향검지+잡음제거(3-2과제)+핵심어검출(3-2과제) 모듈 통합
- DSP 기반 방향검지 시스템의 기술 이전

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

- 지능형 광대역 음성처리
 - NABv3.1, SLPv2.1 보드 개발 : 증폭비 가변 가능한 음성신호처리용 모듈화 시스템



NABv3.1

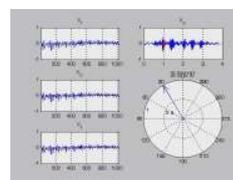


SLPv2.1



NAB-SLP 시스템

- 소형 플랫폼용 음원방향추정 알고리즘 개발
 - 반경 2.3cm 마이크로폰 어레이로 구성된 소형 시스템에서 음원방향추정 (마이크 간의 상대적인 지연 시간이 작은 경우로 고난이도 기술에 해당함)



- 임베디드 시스템 CPU(ARM) 모듈 개발 (크기 : 40.0mm*67.6mm), 100ms 이하의 프레임 단위로 실시간 처리

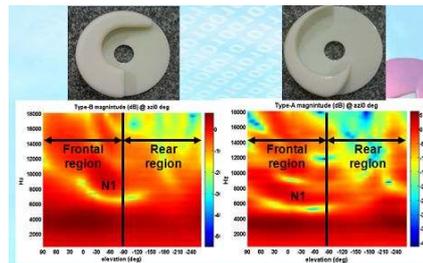


- 정보융합에 의한 화자 추적
 - 화상-음성 정보 융합에 의한 화자 추적 알고리즘 개발과 로봇에서의 구현

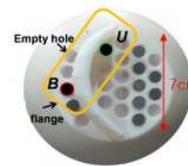


정보융합으로 화자 추적하는 로봇과 추적 상태 화면

- 로봇용 인공귀 개발
 - 인공귀 모양에 따른 음성신호 특성 분석과 인공귀 설계



음성신호 특성 분석



설계된 인공귀

- 모듈화 기반의 시스템 통합
 - 방향검지 기술의 FPGA 모듈화 및 DSP기반 방향검지+잡음제거+핵심어검출 통합 시스템



방향검지 FPGA 모듈



DSP기반 통합 시스템

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
0	0	4	0	3	17	4	0	2	0	1	5천만원	1	5천만원

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2007	음원위치-지연시간차 상관관계 역추정에 의한 음원방향검지 시스템	10-2007-007899	○		최종석, 이창훈, 김문상	한국	○	
2007	비선형 증폭을 이용한 음성 신호 증폭 시스템	0720337		○	김문상, 석청규, 최종석	한국	○	
2007	스펙트럼 왜곡을 유발하는 인공귀 및 이를 이용한 음원 음원 방향 검지 방법	10-2007-0116031	○		최종석, 김문상, 박영진, 황성목	한국	○	
2008	주문처리 시스템 및 방법	10-2008-0008236	○		최종석, 염승섭	한국		○
2008	실시간 음원 방향 검지 방법 및 장치	10-2008-0109243	○		전재욱, 진승훈, 김동균, 최종석, 이창훈, 김문상	한국	○	
2009	음원위치-지연시간차 상관관계 역추정에 의한 음원방향검지 시스템	10-877914		○	최종석, 이창훈, 김문상	한국	○	

다. 홍보 활동 등

- 2007 지능형로봇 그랜드 워크샵(2007.8.29~31, 원주) 포스터 발표
- 2008-04-22: 매경 TV, 프론티어과제 Active Audition 데모
- 2008-07-23: 연합 뉴스, 프론티어과제 KAAS system 및 화자추적기술 홍보
- 2008-07-23: 프론티어사업단, news letter 투고
- 2008-07-28: 전자신문, '로봇, 대화상대 인식한다'
- 2008-07-30: KISTory, '대화상대 위치 찾는 로봇'

- 2008-08-08: 시큐리티월드, 지능로봇의 능동청각시스템 관련 기술 자문
- 2008-08-20: YTN, '대화 상대 찾아가는 로봇'
- 2008 프론티어연구성과대전(2008.12.11~13, 과천) 출품 및 시연
- 각종 국내/국제 학회 발표 등

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 소형 플랫폼용 방향검지 기술, 로봇 플랫폼에 강인한 인공귀 제작 등 음성처리 시스템의 제약 조건 극복을 위한 연구 및 기술 개발을 통해 타 기술분야의 음성 인터페이스 활용 촉진
- 음성신호처리 기술과 연관성이 높은 인공지능, 인지과학, 센싱 기술 등의 첨단 과학 기술 분야의 연구 개발 촉진
- 지능형 자동차, 지능형 빌딩, 홈 오토메이션, 의료용 로봇 등 신개념의 제품 개발 기술촉진

나. 경제적 측면

- 음원방향추정 핵심 요소기술의 규격화 및 모듈화를 통한 지능로봇 시장의 선점
- 실용적 능동청각 기술의 개발을 통해, 음성 인터페이스가 기존의 산업과 접목되어 새로운 산업과 시장의 개척 가능
- 핵심 요소기술을 중소/벤처기업에 기술이전을 통한 국제 경쟁력 강화

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 3단계 연구에서 2단계 연구성과를 더욱 심화 발전
- smart 웹캠, 대화형 TV전자 가이드 등 상업화 가능성 검토 및 기술이전 추진

나. 향후 연구 계획

- Barge-in / In-motion 상황에 대응 가능한 방향검지 기술 개발
- 화상 및 음성 정보 처리 임베디드 시스템 개발 : STP 보드 개발
- 화상정보(얼굴 검출, 얼굴 구별, 입술움직임 검출)와 음성정보(음원방향검지, 음성 구별)융합에 의한 화자 구별 및 추적 기술 개발
- 초소형 플랫폼용 음원방향추정 알고리즘 개발 (마이크 반경: 2cm이하)
- 다음원에 대한 음원방향추정 기술 개발 (3~4인발화자, TV/Radio, Audio)
- 음원 변화에 강인한 음원방향추정 기술 개발 (비정형 환경 잡음, 발화자의 이동/부가/소멸)
- 로봇용 인공귀의 다음원 위치 추정 기술 개발 등

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	3-2			
과제명	한 글	대화음성 인터페이스 기술 개발		
	영 문	Development of Conversational Speech Interface Technology		
연구책임자	김 형 순	연구기관	부산대학교	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 890백만원	민간: 0백만원	총 연구비: 890백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 잡음 환경에서 로봇 내장 원격 마이크를 이용한 음성 인터페이스 기술 개발
- 미등록어 등록기능을 가지는 다영역 대화음성 인터페이스 요소기술 개발
- 다영역 대화 task completion rate 90% 달성

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 어레이 신호처리 음질개선 ◦ 캡스트럼 거리 오차 53% 향상 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 어레이 신호처리 음질개선 ◦ 캡스트럼 거리 오차 54% 향상 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 단일 채널 VAD 성능 97.5% ◦ 2m 원격음성호출 성능 90% 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 단일채널 음성검출율 98.0% ◦ 2m 거리 호출명령 인식 성능 90% 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 대화음성 인식기 안정화 및 성능 향상 - 인식률 80% ◦ 미등록어 검출 및 언어모델반영 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 5천 단어급 인식률 81.83% ◦ 신규단어 학습모듈 구현 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 대화 음성 인터페이스용 음성언어 의미구조 추출 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 의미구조 추출 성능 F1 75 이상 달성 (음성인식 85% 정확도 기준) ◦ 영역 분류 성능 70% 이상 달성 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다 영역 대화를 위한 영역 결정기술 개발 (정확도 80%, 영역 2개 기준) ◦ 멀티모달 대응어 처리 기술 개발 (정확도 75%) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 멀티모달 대응어 처리 성능 (정확도 78%, 터치스크린 기반 평가) ◦ 담화 정보를 이용한 영역 결정 기술 (정확도 80%) ◦ 개념 학습 대화 처리 기술 설계 	
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 어레이 신호처리 음질개선 ◦ 캡스트럼 거리 오차 56% 향상 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 어레이 신호처리 음질개선 ◦ 캡스트럼 거리 오차 60% 향상 	98
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 단일 채널 VAD 성능 향상 (동적 잡음환경 포함 검출율 97.5%) ◦ 원격음성 호출 성능향상 (3m 거리 85% 이상) ◦ 문맥독립 화자인식 성능개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 동적잡음 포함 단일 채널 음성 검출율 약 92% ◦ 원격음성 호출 : 3m 거리 87% ◦ 문맥독립 화자인식 성능 향상 : 오류감소율 32% (5초 훈련/3초 테스트) 	

	<ul style="list-style-type: none"> 대화음성 인식기 안정화 및 성능 향상 - 인식률 85% 미등록어 자동 검출 및 언어 모델 반영 - 검출 정확도 70%, 오인식 15% 	<ul style="list-style-type: none"> 5천 단어급 인식률 85.84% 미등록어 검출 모듈: 검출 정확도(DET) 75.32%, 오인식(FAR) 13.34% 	
	<ul style="list-style-type: none"> 대화음성 인터페이스용 의미구조 추출 기술 개발 및 워크벤치 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 의미구조 추출 성능 F1 80 이상 달성 영역 분류 성능 75% 이상 달성 워크벤치 기술 개발을 위한 프로토타입 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 다영역 대화 영역결정기술 개선 (정확도 90%, 영역 2개 기준) 멀티모달 대응어 처리기술 개발 (정확도 85%, 타 모달 정보 100% 인식 가정) 개념학습용 대화 인터페이스 전략 및 처리기술 개발 생략복원 모듈 (정확도 60%) 	<ul style="list-style-type: none"> 다 영역 대화를 위한 영역 결정기술 개선 (정확도 92%, 영역 2개 기준) 멀티모달 대응어 처리 기술 개발 (정확도 88%, 타 모달 정보 100% 인식 가정) 개념학습을 위한 대화 인터페이스 전략 및 처리 기술 개발 생략 복원 모듈 개발 (정확도 65%) (제한된 영역과 대상 기준) 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 캡스트림 거리 오차 60% 향상 DSP 캡스트림 거리 오차 30%향상 	<ul style="list-style-type: none"> 캡스트림 거리오차 60% 2차년도에 기달성 DSP 캡스트림 거리 33.6% 향상 	100
	<ul style="list-style-type: none"> 모델적응을 통한 인식성능향상 (오류감소율 25% 이상) 원격음성 호출 성능향상 (3m 거리 90% 이상) 음성검출/특징추출/핵심어검출 DSP 구현 (프레임당 10ms) 	<ul style="list-style-type: none"> 모델적응을 통한 인식성능향상 (오류감소율 30%) 원격음성 호출 성능향상 (3m 거리 90%) 음성검출/특징추출/핵심어검출 DSP 구현 (프레임당 10ms 처리속도 달성) 	
	<ul style="list-style-type: none"> 대화음성 인식기 안정화 및 성능 향상 - 인식률 90% 미등록어 자동 검출 및 언어모델 반영 (검출정확도 75%, 오인식 15%) 	<ul style="list-style-type: none"> 5천 단어급 인식률 90% 미등록어 검출 모듈: 검출 정확도(DET) 77.00%, 오인식(FAR) 5.12% 	
	<ul style="list-style-type: none"> 다영역 통합 의미구조 추출 기술 개발 및 워크벤치 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 하나의 언어이해 모델로 영역검출과 동시에 의미구조 추출을 할 수 있는 통계모델 개발 2~5 개 영역 검출 정확도 80% 달성과 함께 의미구조 추출 성능 F1 80 이상 유지 워크벤치 도구를 이용한 미등록 문장 편집 및 언어이해 모델 갱신을 위한 도구 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 멀티모달 기술 개발 (정확도 90%, 타 모달 100% 인식 가정) 인지게임을 위한 문장분석 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 멀티모달 기술 개발 (터치 스크린 환경, 정확도 = 92%) 유사도 만족도=7.7, 시스템 응답 만족도=8.4 	
2단계 연구목표 달성도			100

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 전처리 음질 향상	1~2년	0~1년	벨기에	90	미국	95
◦ 특징보상/원격호출	2년	1년	미국	80	미국	90
◦ 대화음성인식	2년	1년	미국	80	미국	90
◦ 통계적 의미구조추출	1~2년	0년	영국	80	영국	95
◦ 음성대화 워크벤치	3~4년	2년	미국	60	미국	80
◦ 멀티모달 대응어처리	2년	1년	영국	80	영국	90
◦ 멀티모달 대화모델링	5년	4년	미국	50	미국	60

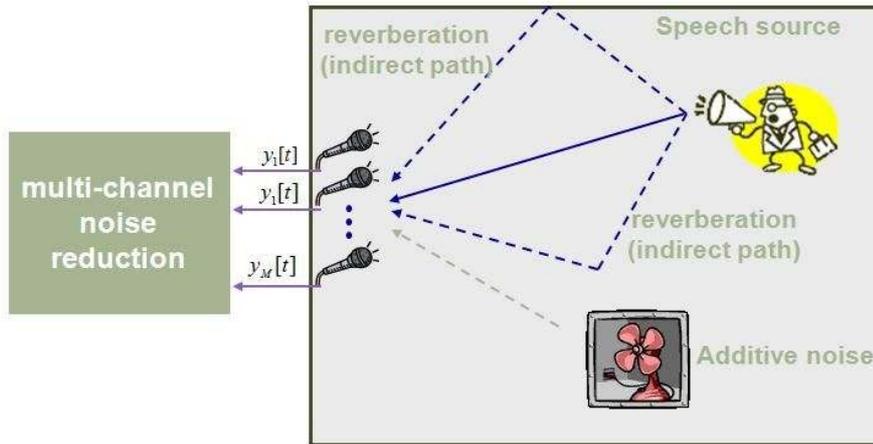
나. 연구성과(정성적)

- 원격 마이크 환경의 음성 전처리 기술 확보
- 잡음 제거 및 음질 개선을 위한 MWF (Multichannel Wiener Filter) 구현 기술 확보
- 다양한 잡음 환경에 적용 가능한 강인한 단일 채널 음성 검출기 개발
- 소규모의 적응 데이터를 이용하여 화자적응을 통해 특정화자의 음성인식 성능을 향상시키는 기술 개발
- 원거리에서 음성으로 로봇을 호출했을 때 특정 키워드를 인식하여 호출명령에 반응하는 원격호출 기술 개발
- 응용 영역에 최적화된 발음 모델링 기법으로 연속음성인식 인식률 향상
- 미등록어 자동검출 기능 향상 및 신규단어 추가인식모듈 구현
- Triangular-Chain CRF라는 새로운 통계모델을 개발하여, 다영역 의미구조 추출에 적용
- 음성대화 시스템의 각 모듈을 유지 관리를 위한 워크벤치 기술 개발을 위한 프로토타입 툴을 개발하고, 이를 기반으로 미등록 문장의 처리를 위한 말뭉치 편집 툴 및 언어이해 모델 훈련 툴을 개발
- 멀티모달 대화에 대응하기 위한 멀티모달 대응어 처리 기술 개발
- 효율적인 대화 처리를 위한 생략 복원 기술과 개념 학습 대화 전략 개발
- 인지게임을 위한 문장분석 기술 개발

다. 연구성과

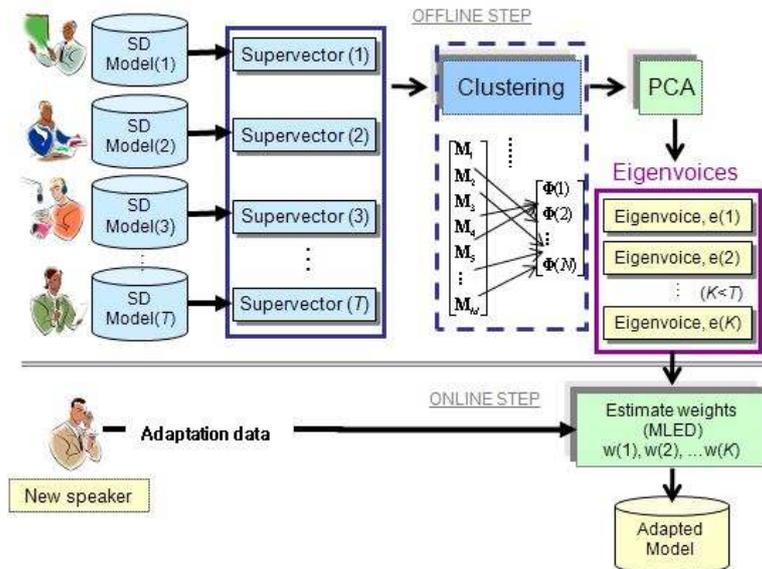
- 어레이 신호처리 기반 음질개선 분야

다양한 주변잡음과 반향음이 존재하는 원격 마이크 환경에서 사용자의 음성명령을 선택적으로 개선하는 MWF(Multichannel Wiener Filter)의 이론과 구현기술 개발 (캡스트럼 거리척도 기준으로 60%의 왜곡감소율을 얻음)



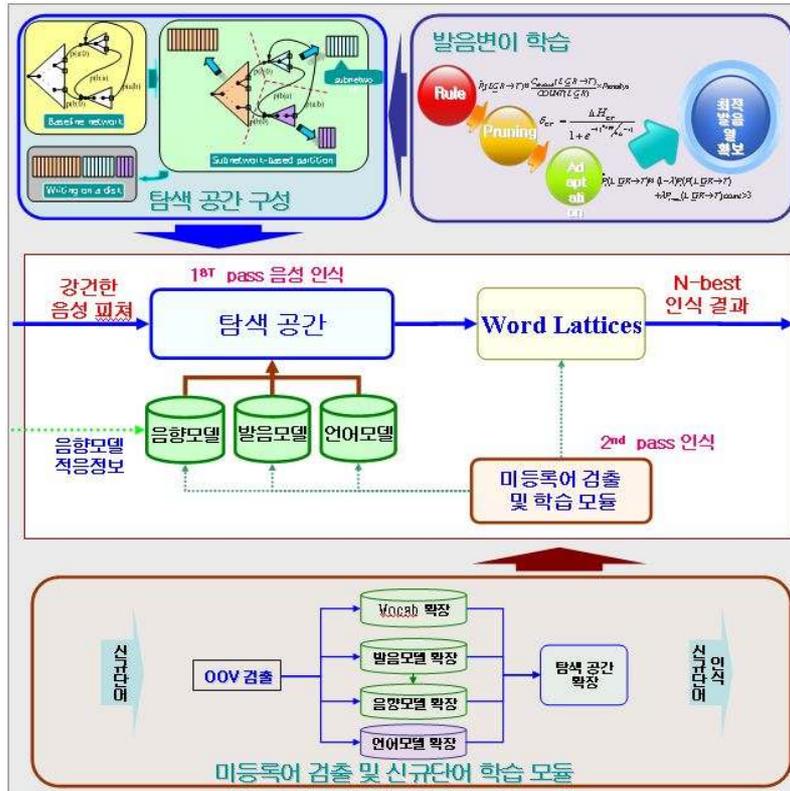
- 특징보상 및 원격호출 분야

소규모의 적응 데이터를 통해 특정 화자 음성의 인식오류를 30% 이상 감소시키고 메모리 소요량도 90% 감축시키는 효율적인 화자적응 방식을 개발하고, 이와 더불어 3m 거리 원격 호출 성능 90%를 달성함



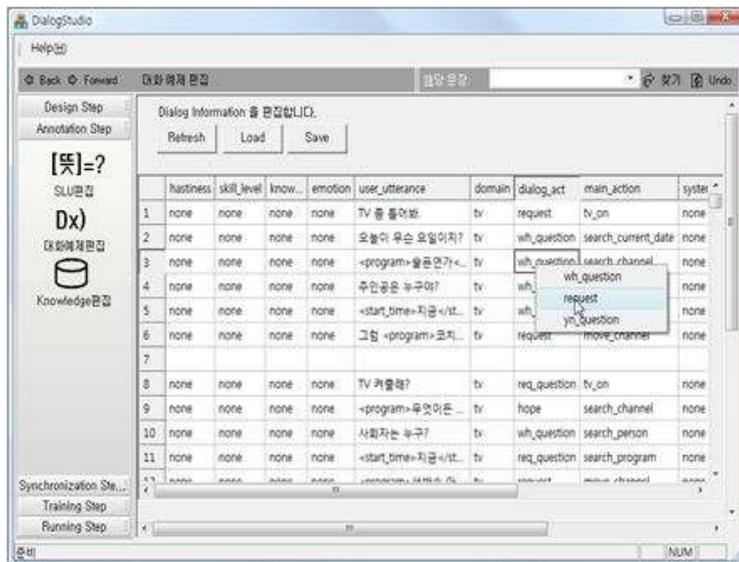
• 대화음성인식 분야

발음모델 및 탐색공간 구성의 정확도를 향상하여 연속음성인식 시스템의 인식을 90%를 달성하고, 신규단어(미등록어) 인식모듈을 도입하여 인식범위의 확장성을 확보함



• 음성대화시스템을 위한 워크벤치 프로토타입

음성대화 도메인의 추가/확장을 용이하게 하는 개발도구의 초기 모델을 설계구현하고 미등록 문장 편집 및 언어이해 모델 갱신을 위한 도구 개발



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
0	8	5	2	18	18	6		2				1	4000만원

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	음성 인식 시스템에서의 인식 오류 수정 방법	10-2006-0 089664	○	-	정민우 이근배	대한민국	○	-
2006	아이겐 환경 및 바이어스 벡터 동시 가중치 추정을 통한 잡음 보상 방법	10-2006-0 116214	○	-	김형순 송화전	대한민국	○	-
2007	아이겐 환경 및 바이어스 벡터 동시 가중치 추정을 통한 잡음 보상 방법	10-069487 9	-	○	김형순 송화전	대한민국	○	-
2007	기계 번역을 위한 문장 분할 방법	10-2007-0 112310	○	-	이중훈 이동현 이근배	대한민국	○	-
2007	전역 유발 자질을 이용한 통계적 음성 언어 이해 방법 및 프로그램 저장 매체	10-2007-0 115694	○	-	정민우 이근배	대한민국	○	-
2007	비구조 웹문서로부터 다수의 개념 간의 관계를 추출하여 온톨로지를 자동으로 구축하기 위한 방법 및 장치	10-2007-0 118084	○	-	김석환 노형중 이근배	대한민국	○	-
2008	음성인식 시스템에서의 인식오류 수정 방법	10-082569 0	-	○	정민우 이근배	대한민국	○	-
2008	환경군집화를 이용한 고속 화자 적용 시스템 및 방법	10-2008-0 040492	○	-	김영국 송화전 김형순	대한민국	○	-

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 다영역 대화음성 인터페이스를 위한 핵심 요소기술(음질개선, 특징추출 및 원격호출, 대화 음성인식, 인식오류수정 및 대화 모델링, 원격음성검출)에서 세계적 수준의 연구 결과를 얻었으며, 위상벡터를 이용한 다채널 음성검출, 개체명 분류와 화행분석의 결합 모델링을 통한 의미구조추출 기술, 음성 대화 워크벤치 도구 등 다수의 창의적인 접근 방법이 새롭게 도입되었음
- 특히 음성전처리, 음성인식 및 대화처리가 밀결합된 통합 모델은 국내에서 처음 시도된 사례로서, 향후 여타 분야의 대화음성 인터페이스 개발에도 그대로 적용됨으로써 동 분야 연구의 기반 역할을 할 것으로 전망됨
- 원거리 음성 개선 방법은 본 과제에서 추구하는 로봇 음성인식 환경 뿐 만 아니라 자동차 환경, 원격회의 환경 등등에서 음성인식 및 통신품질 향상을 가능하게 함
- 대규모의 음성데이터로부터 음성인식에 효과적인 발음 모델을 학습하였고 같은 방법론이 데이터로부터 의미 있는 지식을 유도하는 기계학습 분야에 적용될 수 있음
- 대화음성 인터페이스를 위한 의미 구조 추출 기술과 더불어 멀티모달 통합, 다 영역 결정 및 통합 의미 분석 기술, 반자동 지식 및 미등록어 학습 기술 등은 독립된 기술 자체로도 다양한 응용 분야에 적용이 가능하여 매우 큰 기술적 파급효과를 가져올 것임
- 대화음성 인터페이스는 사람에게 친숙하며 자연스러운 방법으로 공간상의 제약을 받지 않으며 로봇과 정보를 주고받기 위한 차세대 지능형 인터페이스이다.

나. 경제적 측면

- 홈/자동차 오토메이션, 텔레매틱스, 원격 회의 및 강의 시스템 등의 다른 응용 분야에 확장함으로써 경제, 산업적인 부가가치를 높일 수 있음
- 대화음성인식기는 텔레매틱스, 휴대폰 등 정보통신기기의 사용 편의성을 높여줄 수 있는 사용자 인터페이스로서 상용화될 수 있음
- 대화음성 인터페이스는 앞으로 모바일 기기 등이 더욱 더 증가하는 현재의 기술 추이를 볼 때, 다양한 응용분야에서 적용되어 경제, 산업적 부가가치를 높일 것으로 기대됨
- 멀티모달 대화 인터페이스는 홈 네트워킹의 모든 분야에서 비전문가도 간단하게 이용할 수 있는 인터페이스를 제공 할 수 있고, 텔레매틱스, 모바일 장치를 위한 멀티모달 인터페이스 등의 다양한 응용 산업에서 활용가능함

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 개발된 기술은 기존의 명령어 및 핵심어 인식 수준의 음성인식 기술과 차별화되는 대화 음성 인식기술로서, 1차적으로 로봇 응용 대화 인터페이스로 활용되며, 홈 오토메이션, 텔레매틱스 등 여타 분야의 대화음성 인터페이스로의 확장을 추진함
- 음원검지, 잡음제거 및 핵심어검출기가 DSP 내장형 소프트웨어 모듈로 개발됨으로써 향

후 SoC 개발을 위한 전단계 구현이 이루어졌으며, 장난감 로봇 응용을 비롯한 다양한 분야에 저가형 솔루션 제공을 추진함

- 의미구조 추출은 웹 데이터 마이닝 기술에 활용될 수 있음 (예를 들어 인터넷 뉴스, 게시판, 블로그 등의 다양한 정보 매체로부터 사용자가 관심이 있거나 중요한 정보를 추출하여 제공하는 서비스나, 특허문서나 논문 등의 기술 문서로부터 핵심 키워드를 추출, 분석하고 관련 연구나 저자들의 관계를 분석하는 Social Network 분야에도 활용 가능)
- 음성 대화를 사용하는 아바타 등과 모바일 기기에서 터치스크린과 음성을 결합한 인터페이스 기술 적용

나. 향후 연구 계획

- 마이크 어레이를 이용한 음성 구간 검출 기술 개발
- MWF 외에 웨이블렛 변환을 이용하여 계산량을 줄이면서 MWF와 비슷한 성능을 제공하는 새로운 음질개선 방법 개발
- 화자 특성과 환경 특성을 독립적으로 제어하는 효과적인 음향 모델 적용 방식 개발
- 다영역 대화체 발화에 강인한 음성인식 모델 개발
- 음성대화시스템을 위한 워크벤치 기술 및 워크벤치 도구를 개발하며 음성대화시스템의 자동평가를 위한 사용자 시뮬레이션 기술을 개발
- 음성오류에 강인한 대화 처리 기술 개발 및 채팅에 기반한 범용적 대화 시스템 개발
- 대화 모델 기반의 언어교육 응용 시스템 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	4-1			
과제명	한 글	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링		
	영 문	3D Object/Environment Recognition and Modeling for Manipulation		
연구책임자	이석한	연구기관	성균관대학교	
위탁연구기관	미국 USC	참여기업	유진로봇, 로보스타	
2단계 연구비 (현금)	정부: 1,410백만원	지자체/민간: 1,417백만원	총 연구비: 2,827백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 시각기반 자율 조작 기능의 실현을 위하여 환경 변화에 강인하고 실시간 처리가 가능한 물체 인식 및 위치/자세추정, 물체/작업환경 모델링, 비주얼서보 및 3차원 데이터 획득 (3차원 카메라) 관련 독창적 핵심원천 기술 개발
 - 인식/자세추정: 표면특성/텍스처, 조명(200-1000lux), 가려짐(50%)에 강인; 정형/반투명 물체 포함 (75종류); 실시간(1Hz), 인식률 (95%), 자세추정 오차(5mm-3도/1m)
 - 작업환경 모델링: 실시간 전역 기하특징 근사 모델링 (실시간: 1Hz, 근사오차: 길이기반 5%); 범주기반 물체 자가 등록/인식 (모델링 오차: 길이기반 5%/1m)
 - 비주얼 서보: 자연마커 기반, 제어 사이클: 5Hz/640x480, 상대오차: 3mm
 - 3차원 카메라: 해상도 (640*480), 거리정밀도 (1mm/m), 속도(5Hz), 측정범위(0.5m-4m), 저전력(30W)
- 다양한 물체들이 복잡/조밀하게 구성되어있는 가정환경에서 상차리기, 심부름, 정리정돈과 같은 고기능 생활지원 서비스제공을 위한 강인한 실시간 3차원 인식/모델링 소프트웨어 및 하드웨어 컴포넌트 및 툴킷 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년 도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)	
1 차 년 도	실시간 3차원 물체/환경 인식 및 자세 추정 ◦ 다중 feature 융합/필터링 모듈 완성 및 검증	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Particle Filtering에 기반 하여 시공간 연속 영상 하에서 다중 증거(예:Color, SIFT, Line 등)를 융합/필터링하는 모듈 개발 ◦ 성능이 5배 이상 개선된 새로운 Particle Filtering 방법 확립(국제 특허 출원) ◦ 상황에 따라 최적의 증거를 선택하고 수집하는 행위 기반 감지(Behavioral Cognition) 기능을 다중 증거 융합/필터링 모듈에 최초로 통합 ◦ 완성된 다중 특징 융합/필터링 모듈을 일반 가정환경 하에서의 인식/자세추정에 적 	110	102

			용한 결과 심한 환경변화 (조명:500lux~2000lux, 텍스처유무 무관, 원근:30cm~3m)에 강인한 결과를 실험적으로 검증 완료		
		◦ 텍스처 유무 무관, polyhedral 물체에 대한 실시간 인식	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 실시간 2D 및 3D 라인 추출 모듈 개발 ◦ 장면에서 추출된 3차원 라인 정보들과 인식/자세추정을 위한 텍스처가 없는 물체의 Wireframe 모델로부터 물체의 자세에 관한 확률적 분포를 3차원 공간에 실시간으로(700ms) 정의하는 모듈 개발 ◦ 위의 모듈들을 다중 Feature 융합/필터링 패러다임에 통합 완료 	100	
		◦ 인식 물체 종류(30개)를 늘리고, 인식률(90%)을 높이는 동시에, 실시간성의 보장(1.5sec/view (M:1))	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 가정환경에서 심부름 서비스 로봇의 작업에 적합한 물체 종류 30개를 선정하고 모델링 완료 ◦ 물체 종류 30개: 다양성을 위하여 텍스처, 투명성, 반사, Free-form surface 유무 포함 ◦ 인식 속도 2Hz-3Hz, 인식률 최소 90% 이상(free-form surface 물체 제외, 가려짐 30% 까지) 달성 	110	
		◦ 물체 위치 및 자세 추정의 정확도 (10mm/5도 이하)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물체의 평균 위치/자세 추정 오차: 5mm/5도 이내 달성 ◦ 20%의 가려짐이 있는 물체에 대한 평균 자세 추정 오차: 10mm/5도 이내 달성 	100	
		◦ 복잡한 가정환경에서 다양한 물체 free-form surface를 갖는 불투명한 물체의 인식	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Generic model을 이용한 실린더 형태의 free-form 물체 인식 모듈 완성 	90	
3차원 물체 /환경 모델 자가 생성		◦ 물체의 명칭, 형상, 영상특징 표현	◦ 물체의 Curvature 특성을 이용한 3차원 Primitive 형상 추출 및 자세인식	100%	100%
		◦ 구체적 교사학습에 의한 모델의 자동 생성 및 등록	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 구체적 교사 학습에 의해 새로운 물체에 대한 모델(Geometric /Photo-metric 특징 포함)을 Generic Model을 통하여 자동으로 생성 및 등록하는 자가모델링의 기본적 이론을 확립. 그리고 이를 위한 전체 Framework 개발 ◦ 물체의 기능과 목적에 따라 다양한 Generic 모델 구성 ◦ SVD를 이용한 평면 검출 및 2D, 3D 영상 기반 물체 세그멘테이션 		

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물체/환경 모델의 검색 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다양한 실린더 형태의 물체(예: 컵)를 평면 위에 다양한 자세로 올려놓고 3차원 카메라로 3차원 영상을 획득. 여기에 Generic Model(실린더)로부터 Specific Model(구체적 형상)을 자세에 무관하게 모델링 하는 것을 실험을 통해 보임 ◦ 실린더 표면 특성을 이용하여 전체 실린더 주축을 통계적으로 추론하고 강인하게 물체의 자세를 추정 ◦ Generic모델을 기반으로 구체적 물체의 형상을 정밀하게 모델링 	100%	
3차원 물체/환경의 실시간 모델링		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시공간 영상의 실시간 필터링 융합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ LocalInvariant Photometric Feature (SIFT) 와Epipolar Geometric Constraint를 이용한 Multi-Scene 정합오차의 획기적 감소: 기존 ICP 기반 정합오차와 비교하여 중복도에 민감하지 않고 안정되고 최적 정합의 97% 정확도 달성 ◦ 640x480 크기 Two-Scene 정합 시간 100ms 이내 달성 ◦ Multi-Resolution Octree 기반 장애물 모델링에 있어서 Fillfactor를 도입하여 Octree Cell 개수 및 전체 연산시간을 감소: Octree Cell 개수 1/50로 감소, Octree 생성 시간 100ms 이내 가능 	100	100
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 성공적 조사를 위한 충분한 정밀도(물체/환경 오차 길이 기반 7%) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Multi-Scene 정합 오차의 감소로 인해 3차원 모델링 정밀도 향상: 물체/환경 길이 기반 5%이내 달성 ◦ 연속영상에서 Octree-Update 모듈 구현: Volumetric 장애물 표현을 위한 Octree 정합 	100	
3차원 실시간 인지를 위한 플랫폼		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 정확하고 강인한 3차원 거리 영상 획득 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 독창적인 신호분리 코드의 적용을 통한 Dual Photography 실현: 구조광 카메라와 물체사이의 보다 정확한 기하학적 관계 정립 ◦ 다양한 조명(0 lux - 2000 lux)에서의 강인성 확보: 어떤 조명 환경에서도 안정적인 3차원 거리 정보를 획득하기위한 최적 카메라 노출 알고리즘 개발 및 구현 ◦ 환경변화에 능동적인 알고리즘 개발 및 카메라 최적화: 다양한 반사율을 가진 물체에서 빛의 초과 누적에 의한 번짐 현상을 최소화 하고, 여러 조명에서 안정적인 3차원 정보를 획득하는 알고리즘 개발 및 구현 	180	122

		<ul style="list-style-type: none"> 반사, Blurring 등 환경 외란 요인에 강인한 3차원 거리 영상 획득 알고리즘 개발 및 구현:에피플라 기하학을 이용한 표면의 반사, 산란을 극복하는 3차원 거리영상 획득 		
	<ul style="list-style-type: none"> 영상화소와 거리정보의 결합 	<ul style="list-style-type: none"> 구조광 방식을 통한 거리영상과 카메라 영상 데이터를 결합 이동하는 프로젝트-카메라 시스템에서 얻어진 연속 3차원 거리 및 영상 정보를 실시간(500ms 이내) 정합 	100	
	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝터-카메라교정 교정후정밀도(Calibration):3mm/1m 	<ul style="list-style-type: none"> 고정 물체 사용 교정 후 정밀도 3mm/1m 이내 달성 자가 교정 기법 개발: 두 대의 카메라와 프로젝터를 이용한 자가 교정 기법 개발 진행 중(당초 3차년도 계획) 	120	
	<ul style="list-style-type: none"> DC Light Source를 이용한 3D camera 개발 	<ul style="list-style-type: none"> DC Light Source 성능평가 실험 분석: Xenon HID Lamp는 저전력, 고휘도, 좋은 연색성을 가지나 프로그래머블 시스템 구현을 위한 펄스 구동이 불안정 사용가능한 DC Light Source 선정 실험: LED 구동 소형 DC 프로젝터는 1m 이내에서 측정 가능 	90	
	<ul style="list-style-type: none"> 다중 시점 거리 영상을 이용한 물체/환경의 복원 	<ul style="list-style-type: none"> 두 대의 카메라와 한 개의 프로젝터를 결합한 구조광 3차원 카메라 설계 및 구현 두 대의 카메라 및 한 개의 프로젝터 사이의 투영(projection) 기하학 및 에피플라 기하학을 이용한 3차원 거리 영상 오차 최소화 및 반사 제거 	120	
영상기반3차원 비주얼 서보잉/자가보정	<ul style="list-style-type: none"> 가상환경 구축의 실시간성과 비주얼 서보잉을 위한 적합성(목표영상 자동 생성, 1Hz이내) 	<ul style="list-style-type: none"> 저장된 3차원 물체 모델을 이용하여 비주얼 서보잉을 위한 가상의 목표 영상을 실시간으로 자동 생성하는 알고리즘 개발 및 구현(자동 목표영상 생성시간 300ms이내) 가상 목표 영상을 이용하여 영상기반 비주얼 서보잉 작업 중 목표 물체의 추적 및 장애물 회피를 위한 로봇팔 경로의 중간 경유점을 생성하는 알고리즘 개발 	110	100
	<ul style="list-style-type: none"> 대상 물체와 로봇과의 영상기반 상대적인 3차원 위치/자세 오차 추정 및 제어 기술 	<ul style="list-style-type: none"> Local Invariant Photometric Feature(SIFT)와 3차원 물체 모델을 이용하여 실시간으로 상대 위치/자세 오차를 추정하는 알고리즘 개발 및 구현(자세추정속도: 70ms/320x240해상도, 위치/자세 오차: 3mm/3도 이내) 자코비안을 이용한 Cartesian Velocity Control 구현(400ms cycle time) 	110	

			<ul style="list-style-type: none"> • 목표 Feature 영상과 추출된 현재 Feature 영상 사이의 3차원 정보 이외에 물체 모델을 통한 상대 위치/자세 오차를 추정함으로써 불확실한 센서 데이터에 강인한 비주얼 서보잉 실현 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Eye-on-Hand Single Camera, Active Illumination 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 Eye-on-Hand Stereo 카메라를 이용한 비주얼 서보잉 기술 개발 • Eye-on-Hand Single Camera와 Active Illumination을 적용한 비주얼 서보잉 기술 개발은 3차년도로 이관 • 대체 목표로서 3차년도에 계획된 Camera Extrinsic Parameter의 Online Calibration과 비주얼 서보잉을 통합하여 성능 및 강인성 향상을 향상시키기 위한 연구를 1차년도에 수행 	80	
		<ul style="list-style-type: none"> • 작업이나 단서를 증거로 하여 인지를 기반으로 관심범위를 한정하는 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 목표 물체를 인식하고 자세를 추정하여 상대오차를 추정하는 방법은 “실시간 3차원 물체/환경 인식 및 자세 추정“ 기술의 일부분인 행위 기반 감지 기술(CPE)에 포함되어 연구가 진행되어 그 결과가 비주얼 서보잉에 통합 	100	
		<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 Online 자가보정(오차가 $\pm 5\text{mm}/5\text{도}$ 이하) 	<ul style="list-style-type: none"> • Camera Extrinsic Parameter(로봇 end-frame과 카메라 frame 사이의 위치)에 대한 Online calibration 알고리즘 개발 및 구현(Online calibration 결과와 Reference의 오차가 $\pm 3\text{mm}/5\text{도}$ 이내 달성) • Online calibration 알고리즘과 이미지 기반 비주얼 서보잉의 통합 모듈 개발 중 	100	
2차년도	실시간 3차원 물체/환경 인식 및 자세 추정	<ul style="list-style-type: none"> • 증거의 다양화 및 행위기반 감지(Behavioral Cognition) 기능의 확장 	<ul style="list-style-type: none"> • 강건한 3차원 line을 추출하고, line의 방향과 relation을 고려하여 물체 모델과 정합함으로써 다양화된 증거를 통한 물체인식 모듈 개발 • 행위기반 감지기능의 확장을 위하여 상황 변화에 따른 증거 선택 및 행위에 의한 수집 성능을 강화하고, 이를 실시간으로 구현하기 위한 S/W Framework 개발 • 완성된 증거의 다양화 및 행위기반 감지기능 모듈을 일반 가정환경 하에서의 인식 및 자세추정에 적용한 결과 심한 환경변화(조명:100lux-2000lux, 텍스처유무 무관, 원근: 30cm-3m)에 강인한 결과를 실험적으로 검증 완료 	110	103

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 심각한 환경(조명, 반사, 반투명, 가려짐, 텍스처 유무)에서의 강인한 물체인식 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ROI(Region Of Interest) 내에서 주변 환경(조명, 텍스처, 거리)의 변화를 자동으로 추출하는 In-Situ 모니터링을 개발하고, 이를 기반으로 최적의 증거를 선택하고 수집하는 행위 기반 감지(Behavioral Cognition) 기능을 다중 증거 융합/필터링 모듈에 결합 	110	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 물체인식 및 자세추정 기술의 컴포넌트 및 툴킷화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 독창적인 접근방법(행위기반 감지를 통한 증거선택 및 수집, 그리고 연속영상 하에서 다중 증거와 모델을 융합/필터링)을 통해 개발된 3차원 물체 인식 및 자세추정 기술을 사용자의 관점에서 소프트웨어 제품으로 시제품화하기 위한 컴포넌트 개발 	100	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 복잡한 가정환경에서 free-form surface를 갖는 반투명한 물체와 articulated 물체를 포함한 3차원 물체의 인식 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Generic model을 이용한 실린더 및 박스 형태의 free-form 물체 인식 및 모델링 모듈 완성 ◦ 간단한 Articulated 물체(냉장고 등)를 인식 및 자세추정 대상에 포함하기 위해 이 물체들에 대한 표현, 정보저장, 특징추출, 매칭 모듈 개발 	95	
3차원 물체 / 환경 모델의 자가 생성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Generic 모델기반의 물체에 대한 표현 및 모델 생성 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물체의 기능과 목적에 따라 다양한 Generic 모델 구성 	100	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Generic 모델기반의 물체에 대한 자동 Segmentation 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물체의 기하학적 특징을 통해 3D Edge를 생성하고 이를 토대로 Planar, Convex, Concave를 구분 	100	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 조작성을 위한 기하학적/영상 특징추출 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 큐브의 특성을 가진 물체에 대해 앞서 추출한 3D Edge 정보를 이용하여 물체의 3D Line을 추출 ◦ Rotational Symmetric 특성을 가진 물체에 대해 그 표면 특성을 이용하여 1차적으로 주축을 추론 ◦ 추론된 초기 주축의 정보를 이용하여 제2의 주축을 생성하고 이 과정을 반복하여 실린더의 주축을 교정 	100	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 획득된 새로운 기하학적 특징을 이용한 Generic 모델의 갱신 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Generic모델을 기반으로 구체적 물체의 형상을 정밀하게 모델링 	100	
3차원 물체/환경의 실시간 모델링	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모델링을 위하여 인식하는 global geometric feature의 대상 확대 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Point clustering과 평면 patch를 이용한 전역 평면 추출기법 개발: Texture가 풍부하지 못한 평면 또는 부분 평면에 대해서는 모델링이 불가능했던 문제점을 해결 	90	103

	<ul style="list-style-type: none"> - 평면 이외의 원통형, 구형 표면을 포함하고 경계면 추출 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3D 라인을 이용하여 추출된 평면과 주변 라인들의 동일 평면상 존재 여부를 판별하여 전역 평면을 추출/정합하는 독창적 알고리즘 개발 ◦ 회전 대칭형 물체 자가-모델링 기법을 이용하여 global geometry 중 원기둥 추출 		
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 등록되지 않은 물체 모델링을 위한 작업지향적인 다해상도 Octree 기법의 강인성 및 유연성 심화 - 환경변화에 강인한 Octree 생성(물체/환경 특성 및 조건은 인식/자세추정 사양과 동일) - 물체/환경 모델링 오차: 인식기반 모델링은 인식 성능과 동일, Octree 기반 모델링은 길이기반 5% 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 환경 변화에 강인한 Multi-Resolution Octree 생성을 위한 Weighted Octree Fill-Factor 기법 개발 ◦ Octree로 표현된 장애물의 모델링을 위한 실시간 Octree Cell 이웃 탐색/Clustering 기법 개발 ◦ Octree Cell 이웃탐색 및 Octree Clustering을 이용한 실시간 Octree 정합기술 개발 ◦ Epipolar constraint 조건으로 추출된 SIFT feature와 LK Tracker를 이용한 정합기법으로 Octree Cell의 Update 정확도 향상 및 속도향상 ◦ 640x480 크기 Two-Scene 정합 시간 100ms 이내 달성 ◦ 3차원 작업환경 Modeler에 통합 완료 	120	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 물체/환경의 실시간 모델링 기술의 컴포넌트 및 툴킷화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 작업 공간 모델링을 위해 개발된 기술들을 컴포넌트화하여 사업단에 제공 ◦ 개발된 기술들을 3차원 작업환경 모델러에 통합 	100	
3차원 실시간 인지를 위한 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기 개발중인 3차원 카메라 성능 심화(상용화를 위한 2차 Prototype 제작) - 속도: 2Hz/sec - 거리 정밀도: 3mm/1m - 공간 해상도: 640x480 - 측정 범위: 0.5m-3m 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ FPGA 기반 프로젝터 및 고속 카메라 제어를 이용하여 성능 심화 - 속도: 1Hz-3Hz/sec - 공간 해상도: 640x480 ◦ 3차원 카메라 SoC 플랫폼(ARM 기반) 구현 	130	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 환경 변화에 강인한 3차원 거리 영상의 획득 - 조명, 다양한 물체 포함 - 동적환경(0.02m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자동 노출 기법을 이용하여 최대 복원 영역 대비 90%의 복원 영역 유지 ◦ 3차원 복원 정확도 증대 (오차: 0.5mm (x, y좌표) 1.5mm (z좌표) 1m) ◦ 에피폴라 기하학 제약조건을 이용한 오차 보정 ◦ 동적환경 복원을 위한 방법론 정립 (저속 이동환경 가능성 제시) 	100	110

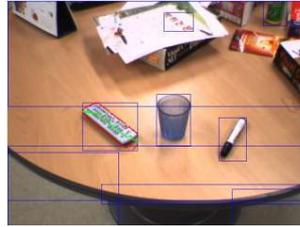
		<ul style="list-style-type: none"> DC 기반 저전력 소형 3차원 카메라 개발 방법 정립 	<ul style="list-style-type: none"> 방법(1) : LED 광원과 DMD를 이용한 DC 기반 3차원 카메라 방법(2) : 라인 레이저를 이용한 DC 기반 3차원 카메라 	100	
영상기반3차원 비주얼 서보잉/자가보정		<ul style="list-style-type: none"> 영상기반 비주얼 서보잉 성능 심화 <ul style="list-style-type: none"> 속도: 비주얼 프로세스(150ms/640×480 해상도 이내), 전체 제어 사이클(250ms/640x480 해상도 이내) 정밀도: 상대오차 5mm 텍스처가 없는 물체의 서보잉 	<ul style="list-style-type: none"> 영상 기반 비주얼 서보잉의 정밀도 및 적용 범위를 확대 하기위한 photometric과 geometric feature를 결합 <ul style="list-style-type: none"> 텍스처가 없는 환경에서의 영상 기반 비주얼 서보잉을 위한 geometric feature에 기반한 상대 오차 추정 기술 개발 목표 물체의 추적을 통한 탐색영역의 축소로 Cycle time을 최소화 	110	100
		<ul style="list-style-type: none"> 물체에 접근하기 위한 Last Mile 비주얼 서보잉 개발 <ul style="list-style-type: none"> Eye-on-Head를 이용하는 비주얼 서보잉(물체로부터 30cm 이내의 서보잉) 	<ul style="list-style-type: none"> Eye-on-Head를 이용하여 목표 물체와 gripper와의 상대 오차를 영상 기반 비주얼 서보잉으로 감소시킴으로써 Eye-on-Hand 기반 비주얼 서보잉을 적용할 수 없는 Last Mile 서보잉 문제를 해결 	110	
		<ul style="list-style-type: none"> 비주얼 서보잉과 On-line Camera Calibration의 결합 (Focal Length: +/- 1%, Optical Center: +/- 3%) 	<ul style="list-style-type: none"> 카메라 Calibration 에러가 있는 경우의 영상 기반 비주얼 서보잉을 위하여 On-line Calibration 기능을 결합 <ul style="list-style-type: none"> 한 대의 카메라와 프로젝터를 이용한 방법으로 카메라의 내부 및 외부 파라미터 교정 	80	
		<ul style="list-style-type: none"> 영상기반 비주얼 서보잉을 물체와 상호작용 영역까지 확대 <ul style="list-style-type: none"> 문 열기, 책 펼치기 	<ul style="list-style-type: none"> 작업 수준에서의 비전과 Force가 결합된 서보잉 <ul style="list-style-type: none"> Visually Defined Task Force Defined Task 	100	
		<ul style="list-style-type: none"> 영상기반 비주얼 서보잉 기술의 컴포넌트 및 툴킷화 	<ul style="list-style-type: none"> 개발된 영상 기반 비주얼 서보잉 기술을 사용자의 관점에서 소프트웨어 제품으로 시제품화하기 위한 컴포넌트 및 툴킷 개발 	100	

3
차
년
도

실시간
3차원
물체/환경
인식 및
자세 추정

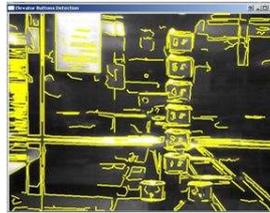
- 3차원 물체인식 및 자세추정(2차년도 결과)의 성능 심화
 - 강인성 확대(텍스처 없는 정형물체 포함, 반투명 및 Articulated 물체 불포함): 가려짐(50%), 원근(50cm-3m), 조명 변화(300lux-2500lux), 텍스처 유무에 무관하게 인식률 95% 이상, 자세오차 5mm/3도 이하(1m 이내), 속도(0.7sec/view (M:1))
 - 대상 물체 확장(75개): 반투명 및 Articulated 물체 포함하고 이에 대한 인식률(90%), 자세오차 10mm/5도 이하(1m 이내)

- 증거의 다양화 및 인지적/행위 기반 감지 (Behavioral Perception) 기능의 확장
 - 3차원 물체인식의 성능강화를 통한 다양한 대상물체(총 50여개)에 대한 인식수행



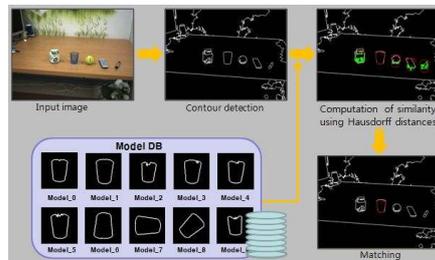
<GC에서의 물체 인식결과>

- 다양한 특징과 Homography 기법을 이용하여 엘리베이터 판넬 안의 반사를 제거, 다수의 버튼에 대한 강인한 인식수행



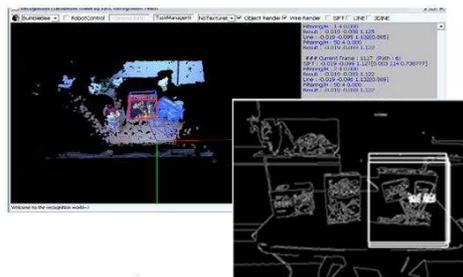
<엘리베이터의 다수 버튼 인식 결과>

- Curved Line 및 Boundary feature를 기하학적 증거로 추가, shape matching을 통해 인식향상 및 다양한 물체에 대한 인식범위 확장, Photometric 증거로 Colored SIFT로 확장



<경계선기반 shape matching 결과>

- 관심영역 기반 인지적 주의집중(Focus of Attention) 수행을 통해 evidence selection/collection의 완성도를 높임



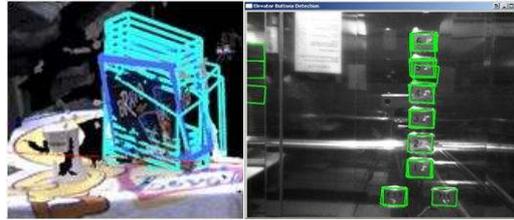
<인지적 주의집중을 위한 관심영역설정 결과>

100

100

- 다양한 증거의 융합 프로세스를 증거-모델 매칭 수준으로 확장

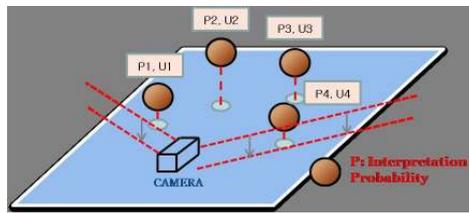
- Local maxima 기반 reference interpretation 생성을 통한 multiple interpretation generation 개선



(a) 박스물체 (b)엘리베이터 버튼
 <Multiple interpretation 생성 결과>

- 다양한 환경(조도/거리/텍스처)에 대한 최적의 특징을 선택하여 증거로 사용함으로써 optimal evidence selection 향상

- 행위기반 감지 기능의 강화를 위한 multiple interpretation의 확률 Entropy 기반 최적의 능동적 증거 수집 행위 구현 및 S/W Framework 개발

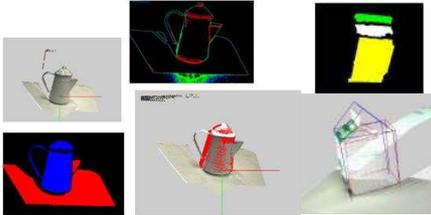


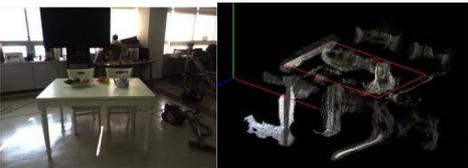
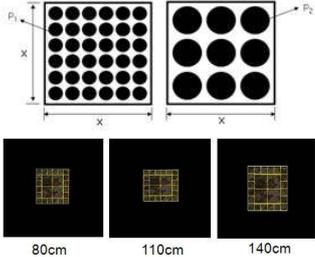
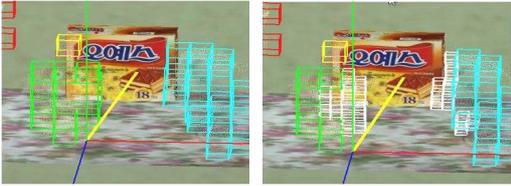
<Multiple interpretations 의 2D Map 투영기반 Entropy 최소 행동 결정결과>

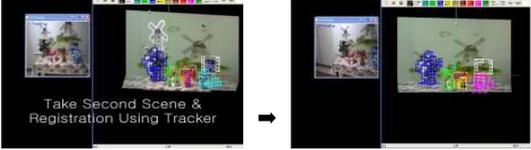
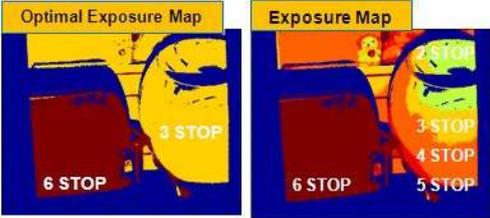
- Bayesian principle 기반 multiple interpretation의 확률 assignment 및 증거융합을 통한 particle filtering의 성능향상 및 개선

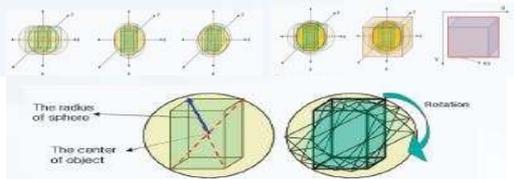
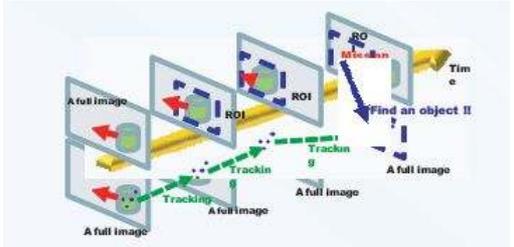


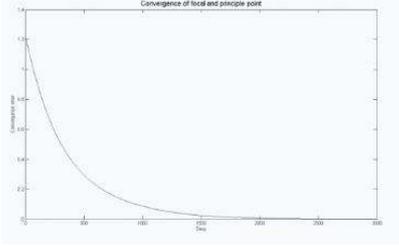
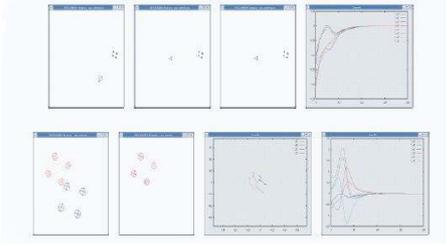
<PF기반 엘리베이터 버튼인식결과>

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 범주모델에 기반한 물체인식 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 물체를 3D geometric primitive의 합으로 표현, 회전 대칭 표면 물체로부터 회전 대칭 표면과 평면의 블록/오목 형태의 결합으로 표현되는 물체의 범주 인식으로 확장 (rotational symmetric에 hexahedral + concave 추가)  <p style="text-align: center;">〈범주모델 기반 물체 인식〉</p>	100	
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 물체인식 및 자세추정기술의 컴포넌트 및 툴킷화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인식과 추적을 결합한 인지적 주의집중 컴포넌트, 행위기반 감지 컴포넌트, SIFT 기반 물체인식 컴포넌트, Line기반 물체인식 컴포넌트, Particle Filtering 컴포넌트, Grand Challenge 물체 인식 컴포넌트, 엘리베이터 버튼 인식 컴포넌트 개발 완료 ◦ 범주 모델 기반 물체인식 컴포넌트, GUI가 포함된 3차원 물체 인식 및 자세추정 툴킷 개발 완료 	100	
3차원 물체 / 환경 모델의 자가 생성 (물체 자가 등록)		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 제시된 범주 모델 기반 교사 학습에 의한 물체의 자동등록 기능 심화 - 대상 물체의 확장: 회전 대칭 표면 물체로부터 회전 대칭 표면 및 평면의 블록/오목 형태의 결합 물체 포함 - 모델링 정밀도 향상: 모델링 오차 길이기반 5% 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 제시된 범주 모델 기반 교사 학습에 따라 저장된 Generic 모델 정보를 이용하여 불완전한 입력 데이터로부터 3차원 물체를 추정 모델링하고 기능적 표현을 제공: 범주모델 기반 모델링 방법 추론, 3차원 Edge 기반 표면 분리, 3차원 복원 ◦ 3D Edge detector의 강인성 확보 : <ul style="list-style-type: none"> - 3D point cloud 필터링 및 surface patch 세그멘테이션 알고리즘을 노이즈 및 에러에 강인하게 개선 ◦ concave, hexahedral shape 추가를 통해 segmentation 기능 심화 ◦ 분할된 Surface patch의 분류 및 이를 바탕으로 범주 모델을 이용한 물체 분할 및 모델링 <ul style="list-style-type: none"> - 평면, 회전대칭 표면, 블록/오면 표면으로 확장  <p style="text-align: center;">〈3D Edge 기반 surface patch 분할〉</p>	100	95

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 물체/환경 정보 시스템(SRIS) 기능 심화 <ul style="list-style-type: none"> - 물체 DB (75종류): 반투명, Articulated 물체, 표면이 회전대칭형, 평면의 블록/오목 형태의 결합 물체 포함 - 3차원 작업환경 모델링의 결과를 SRIS에 통합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인식과 모델링을 위한 3차원 범주 물체 모델 구성 : <ul style="list-style-type: none"> - 3차원 Primitive들의 logical operation으로 표현(partonomy) - 범주 모델로부터 인식 및 모델링을 위한 구체적인 프로세스 추론 ◦ 물체 DB 50종류 등록 ◦ 물체DB 검색/갱신/Viewer 컴포넌트, 범주 모델 편집기 컴포넌트 개발 	90	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Global geometric feature 모델링의 심화 <ul style="list-style-type: none"> - 텍스처가 없는 평면을 포함한 주요 실제 평면의 모델링 - 평면 모델의 구체성 강화(평면의 경계 및 두께(10cm이상) 정보 모델링) - 모델링 속도 1초 이내 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3D Point cloud, 2D/3D line 정보 및 2D 컬러 영역 특징을 융합하여 구체적 실 평면 추출 및 표현 <ul style="list-style-type: none"> - 스테레오 영상으로부터 얻어진 2D line 매칭을 통한 풍부한 3D line 복원  <p><융합에 의한 신뢰성 높은 실 평면 추출></p>	100	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 셀 기반 미지 물체 분할 및 표현 기능 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 모델링 속도 1초 이내 - 물체 모델링 오차: 길이기반 4% (point cloud 오차는 별도) - 물체 분할 정확도: 7cm / 1m - 3차원 형상의 셀 표현 정밀도: 체적기반 10%(point cloud 오차는 별도) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Fill-Factor 기반 셀 분할 개선 및 노이즈 제거 <ul style="list-style-type: none"> - Point cloud의 밀도와 분포에 따른 Fill-Factor 결정 - 실시간 모델링 속도 실현(1Hz) - 근사오차: 길이기반 5%  <p><밀도와 분포에 따른 셀의 해상도 다변화></p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 작업지향적 다해상도 표현을 동작계획과 연결  <p><작업 목적에 따른 셀의 해상도 변화></p>	98	95

		<ul style="list-style-type: none"> 3차원 작업환경 모델링의 View angle 확대: 120도/다중영상 (초점거리 6mm 스테레오 카메라 기준) 	<ul style="list-style-type: none"> Tracking과 Photometric 특징의 결합을 통한 다중영상의 셀 기반 정합 및 갱신 완성 (640x480 영상 pair 정합 시간 100ms 이내) <ul style="list-style-type: none"> 셀 기반 3차원 물체 형상의 표현 작업환경 모델링의 View angle 확대  <p>Take Second Scene & Registration Using Tracker →</p> <p><두 Scene간의 셀 정합 및 갱신></p>	100	
		<ul style="list-style-type: none"> 3차원 물체/환경의 실시간 모델링 기술의 컴포넌트 및 툴킷화 	<ul style="list-style-type: none"> 구체적 실 평면 추출 컴포넌트, 셀 기반 미지 물체 분할/표현 컴포넌트, 셀 기반 다중영상 정합 컴포넌트, GUI를 포함한 3차원 작업환경 모델링 컴포넌트 개발 완료 	95	
3차원 실시간 인지를 위한 플랫폼		<ul style="list-style-type: none"> 고속 3차원 카메라를 위한 SoC 플랫폼(ARM 기반) 설계 	<ul style="list-style-type: none"> 속도(3Hz) 거리 정밀도(1mm/1m) 공간 해상도(640x480) 측정 범위(0.6m~4m)  <p><SoC 프로토타입 3차원 센서></p>	90	
		<ul style="list-style-type: none"> 프로젝터-카메라 교정 기법 	<ul style="list-style-type: none"> calibration 기법 수정으로 3차원 정밀도/정확도 향상 	100	
		<ul style="list-style-type: none"> 반사, Blurring, 등 환경 외란 요인에 강인한 3차원 거리 영상의 획득 	<ul style="list-style-type: none"> 기개발 성과의 코덱 성능 향상 반사 및 오차 보정 정도 자동 노출 기법을 이용하여 최대 복원 영역 대비 90% 이상의 복원 영역 유지  <p>Optimal Exposure Map Exposure Map</p> <p><물체 표면에 따라 최적의 노출 맵 결과></p> <ul style="list-style-type: none"> 동적환경에서 측정 거리에 따라 자동 초점 조절 기법으로 정확도 향상  <p><측정거리에 따른 초점 조절로 3차원 복원 결과></p>	90	

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 동적 환경에서 실시간 거리 영상 획득 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ SoC 기반으로 구현하여 0.1m/sec 속도의 동적 환경에 대한 거리 영상 획득 	90	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 환경 변화에 능동적인 DC 기반 소형 센서의 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ LED 기반 30W 광원 개발 중(3단계 계속 진행) 	70	
영상기반3차원 비주얼 서보잉/자 가보정	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 영상기반 Eye-on-Head Stereo-sis 비주얼 서보 성능 심화 <ul style="list-style-type: none"> - 속도: 비주얼 프로세스 (100ms/640x480 해상도 이내), 전체 제어 사이클(200ms/640x480 해상도 이내) - 정밀도: 상대오차 3mm - 텍스처가 없는 물체의 서보잉 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인식과 고속 영상 추적을 결합하여 모델 기반 비주얼 서보를 구현하고 실시간성 확보 ◦ 텍스처가 없는 물체를 위하여 geometric feature 기반 물체 인식과 영상 추적을 비주얼 서보에 결합  <p><인식기반 비주얼서보의 geometric feature 추출 ></p>	100	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Single Camera를 이용한 Eye-on-Hand 비주얼 서보 <ul style="list-style-type: none"> - 물체로부터 70cm 이내의 서보 - 속도: 비주얼 프로세스 (60ms /640x480 해상도 이내), 전체 제어 사이클 (120ms/640x480 해상도 이내) - 정밀도: 상대오차 3mm 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인식과 고속 영상 추적을 결합한 모델 기반 비주얼 서보를 single camera를 이용한 Eye-on-Hand 비주얼 서보에 적용 <ul style="list-style-type: none"> - SIFT 기반 인식과 KLT Tracker의 결합  <p><인식과 고속영상추적을 결합한 모델 기반 비주얼 서보 프로세스></p>  <p><인식과 고속영상추적을 결합한 모델 기반 비주얼 서보 ></p>	90	100

	<ul style="list-style-type: none"> 비주얼 서보와 Online Camera Calibration의 결합 (Focal Length: +/- 0.8%, Optical Center: +/- 2%) 	<ul style="list-style-type: none"> Eye-on-head 스테레오 카메라 보정  <Eye-on-head 스테레오 카메라 보정 결과> Eye-on-hand 싱글 카메라 보정 : 외부 파라미터 보정  <Eye-on-hand 싱글카메라의 보정 결과> 	80
	<ul style="list-style-type: none"> 영상기반 비주얼 서보 기술의 컴포넌트 및 툴킷화 	<ul style="list-style-type: none"> 영상기반 Eye-on-Head Stereo-sis 비주얼 서보 컴포넌트, Single Camera를 이용한 Eye-on-Hand 비주얼 서보 컴포넌트, Online Stereo Camera Calibration 컴포넌트, GUI를 포함한 영상기반 비주얼 서보 툴킷 	80
2단계 연구목표 달성도			94.6

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
실시간 3차원 물체/환경 인식 및 자세추정	3년	1년	미국(CMU), 영국(Oxford), 캐나다(UBC)	70%	미국(CMU), 영국(Oxford), 캐나다(UBC)	85%
3차원 물체/환경 정보 시스템 자가 생성/등록	3	0.5	미국(CMU)	88%	미국(CMU)	95%
3차원 물체/환경의 실시간 모델링	2년	1년	독일 (Fraunhofer) 미국(CMU)	80%	독일 (Fraunhofer) 미국(CMU)	90%

3차원 실시간 인지를 위한 플랫폼 기술	4년	1년	일본 (KONICA)	80%	독일 (Bruckmen)	90%
영상기반 3차원 비주얼서보/자가보정	4년	1년	프랑스 (INRIA) 영국 (캠브리지)	70%	프랑스 (INRIA) 영국 (캠브리지)	90%

나. 연구성과 (정성적)

- 환경변화와 물체 다양성에 강인한 인지적/범주적 3차원 인식기 개발

종래의 Engineering Approach의 인식과 Cognitive Process (Evidence Selection/Collection, Focus of Attention, Multiple Interpretation 생성, 다중 증거 특징 확대, Particle filter 안정화 등의 확장을 통한 확률적 다중 증거 융합)를 결합한 3차원 인식기를 개발함으로써 복잡하고 변화가 큰 환경에서 강인한 실시간 물체 인식 및 자세 추정이 동시에 가능한 기술로서, 미국, 유럽 일본 등 로봇 선진국에서도 개발되지 않은 독창성을 확보하고 있음. 또한, 시공간 증거를 융합/필터링하는 고유의 Particle filtering 기반 인식 프레임워크를 바탕으로, 측정된 인식 증거와 모델과의 확률적 매칭을 통해 물체를 인식/자세추정하는 방법을 제시하고 실시간 환경 모니터링을 통한 인식 증거 선택/수집 방안을 심화 및 개선하여 제안된 기술적 프레임워크의 성능을 극대화함(국제특허 1건, 국내특허 1건 발생, 현재 성능: 텍스처 유무 무관, 조명변화 100lux- 2000lux, 원근변화 30cm-2m, 가려짐 50%에서 속도 2Hz, 인식률 90%, 자세추정 오차: 5mm 이하)

- 조작을 위한 3차원 실시간 작업환경 모델링

실시간 작업환경 모델링에 있어서 전역적 기하특징의 확장 및 강인성의 개선을 위하여 스테레오 영상으로부터 얻어진 양안 2D 라인의 매칭을 통해 3D 라인을 풍부하게 추출하고 이를 기반으로 전역적 실 평면을 찾고, 마지막으로 이들의 조합을 통해 전역적 평면의 균집을 획득하는 기법과, 3차원 Point Cloud 영상으로부터 국소 평면을 구하고 이들의 조합을 통해 전역적 평면을 획득하는 방법, 그리고 이 두 방법을 결합하여 경계가 없거나 텍스처/Point Cloud가 부족한 평면을 모델링하는 획기적 접근방법을 제시하고 구현함. 또한, View angle의 확대를 위하여 Photometric 특징과 추적의 결합을 통하여 영상을 정합 및 갱신하는 실시간 접근방법을 제시하고 구현(640x480 영상 pair 정합 시간 100ms 이내). 그리고, 물체를 작업요구에 따라 정밀도를 달리하여 체적으로 표현함으로써 불필요한 동작계획 계산 시간의 낭비를 방지하는 새로운 접근방법을 제시하고 구현함. 이를 통하여 작업환경 모델링의 강인성 및 실시간성이 증대됨으로써 인간과 유사한 시각기반 실시간 물체조작의 실현을 한 차원 앞당김(국제특허 1건, 국내특허 2건 발생, 현재 성능: 속도 1Hz, 모델링 오차 길이기반 5% 이내).

- 범주 모델 기반 물체 자가 모델링 및 등록

입력된 3차원 데이터에서 geometric primitive의 조합으로 3차원 물체를 모델링하기 위해서 3차원 에지와 표면 특성분석을 결합하여 분리하는 진보된 접근방법을 제시하고 구현, 이를 통해서 조작을 위한 다양한 새로운 물체에 대한 3차원 기하학적 또는 영상 특징을 추출하고 모델의 자동 생성 및 범주 모델 DB구축, 로봇의 가정 내 작업수행을 위해 없어서는 안 될 텍스처가 없는 물체 범주인식에 활용하기 위한 해결책 제시(국제특허 2건,

국내특허 3건 발생, 현재 성능: 데이터 획득을 포함한 물체 모델링 시간 20초, 모델링 오차 4mm 이내)

- 물체 표면/환경 변이에 강인한 3차원 카메라

(1) 신호분리코딩을 이용한 새로운 거리영상 복원 알고리즘: 기존의 공간 코딩이나 시간 코딩 기법을 사용한 알고리즘에 비하여 뛰어난 정확도의 거리영상을 획득했음. 광원 측의 화소 대응점 주소를 정확하게 복원할 수 있도록 화소 대응점을 계산하고 부호화/복호화를 수행하여 좀 더 정확한 3차원 거리 영상을 도출할 수 있도록 하였음. (2) 자동 노출/초점 조절 개발: 구조광 시스템에서 자동 노출기법을 개발하여 외부 조명환경 및 물체의 변화에 민감하게 대응할 수 있는 센서와 측정 거리에 따른 blurring 문제를 유연하게 초점 조절할 수 있는 알고리즘을 개발하였음. 이는 다른 3차원 기술에 적용된 사례가 없는 것으로 독창성과 우수성을 가짐. (3) 실시간 3차원 영상 복원이 가능한 SoC 기반의 하드웨어 시스템 개발로: 로봇의 실시간 처리 및 3차원 인지를 위한 하드웨어 시스템으로 FPGA를 이용하여 실시간으로 3차원 영상을 처리할 수 있도록 한 것으로 상용화의 기틀을 마련하고 공장자동화에 적용할 수 있도록 상용화 하였음.(현대중공업, 로보스타) 본 과제에서 개발한 3차원 카메라는 현재 상용화되고 있는 외국의 3차원 카메라보다 기술과 성능면에서 월등이 뛰어남(특허출원 4건, 현재 성능 : 공간 해상도 640x480, 속도 3Hz, 거리 정밀도 1mm/1m, 측정범위 0.5m~3m)

- 인식기반 비주얼 서보 및 vision-force 결합 서보 개발

비주얼 서보잉과 On-line camera calibration의 결합을 위한 Eye-on-Head 카메라 보정 기술은 구조광 카메라를 이용하여 카메라와 프로젝터의 내부 파라미터의 보정을 수행하는 기술로 이는 기존의 카메라 자가 보정 방식이 특정 보정 대상 물체와 특수 보정 환경을 필요로 하는 반면, 패턴투사를 통해 일반 물체를 대상을 일반 환경에서 실시간의 자가 보정을 수행할 수 있는 편의성과 독창성을 보임.

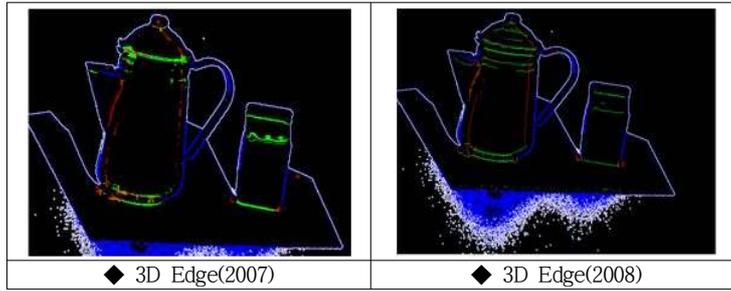
인공적인 마커를 쓰는 기존의 비주얼 서보잉을 인식과 고속 추적을 결합함으로써, 비주얼 서보잉의 활용영역을 서비스로봇 분야로 확장 가능함. Stereo-sis를 Eye-on-Head 비주얼 서보와 single camera를 이용한 Eye-on-Hand 비주얼 서보의 사용으로 서비스 로봇의 작업 영역에서 작업 수행 능력 향상(현재 성능 : 비주얼 프로세스 (100ms/640x480 해상도), 전체 제어 사이클(200ms/640x480 해상도), 정밀도: 상대오차 3mm)

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

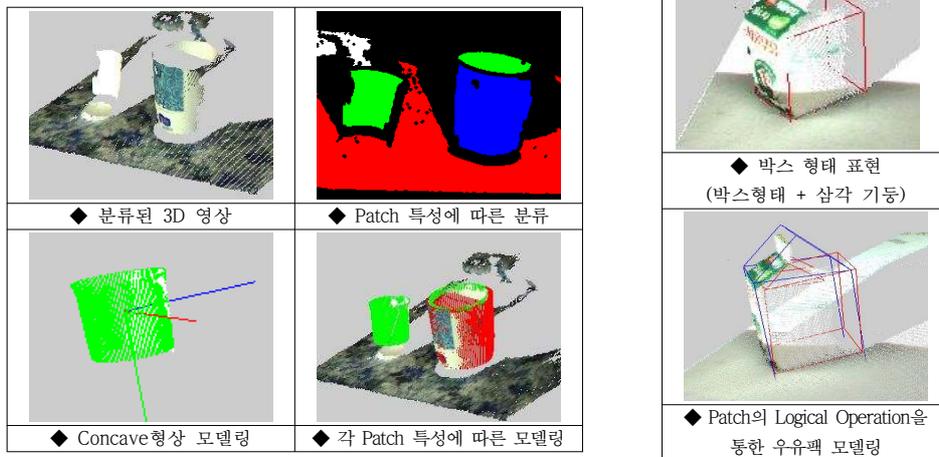
○강인한 물체/환경 인식



• 물체 자가 모델링 및 등록

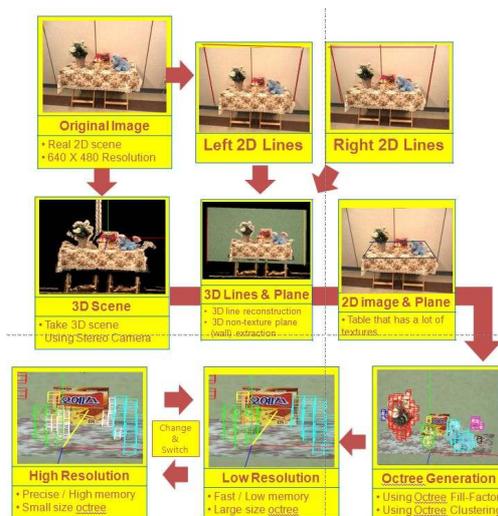


<강인한 3D edge detector를 이용한 물체 Segmentation>



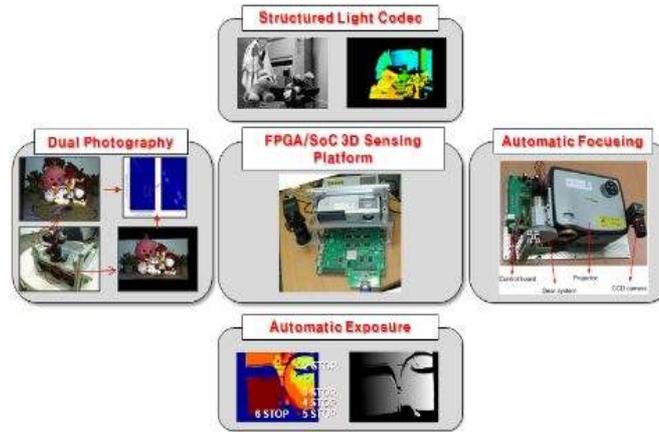
<3차원 Geometric Primitive 들(평면, Convex, Concave 등)의 logical operation으로 물체 모델링>

• 조사를 위한 3차원 실시간 작업환경 모델링



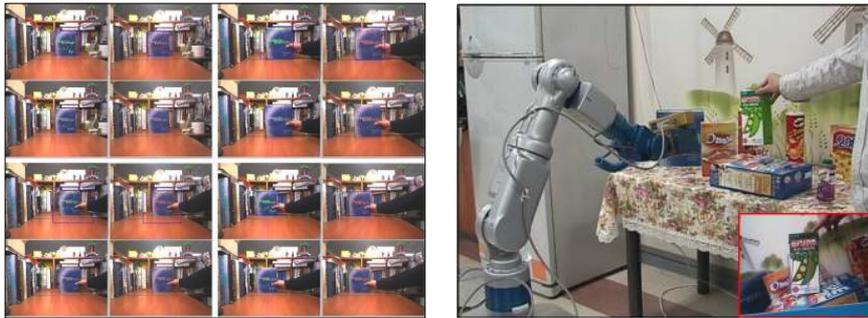
<3차원 물체/환경 실시간 모델링 프로세스 및 결과>

- 물체 표면/환경 변이에 강인한 3차원 카메라

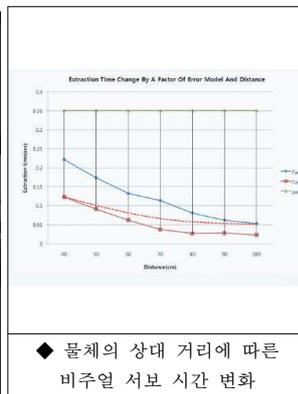


< 3차원 실시간 인지를 위한 플랫폼 >

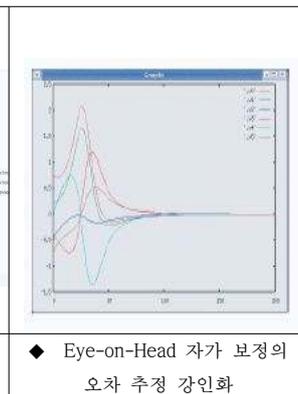
- 인식기반 비주얼 서보 및 vision-force 결합 서보



<SIFT 기반 인식과 KLT Tracker의 결합을 통한 서보의 고속화>



◆ 물체의 상대 거리에 따른 비주얼 서보 시간 변화



◆ Eye-on-Head 자가 보정의 오차 추정 강인화

<Task 기반의 vision-force 결합서보 및 에러 자가 보정>

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건, 천원)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	12	4	3	32	17	8	6	2	1	2	10,000 (매출액1%)	2	10,000

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	이용
2006	신호분리코딩 및 에러정정을 통한 구조 광기반의 3차원거리 영상측정방법	10-0588296		○	이석한, 최종무, 김대식, 오승섭, 나재근	한국		○
2006	입자샘플링 방법과 센서융합 및 필터링 방법	2006-12816		○	이석한, 이성수, 이장용, 백승민	한국		○
2006	Particle Sampling Method and Sensor Fusion and Filtering Method	US7379844		○	이석한, 이성수, 이장용, 백승민	한국		○
2006	Method and System of Structural Light-based 3D Depth Imaging Using Signal Separation Coding and Error Correction Thereof	11/276,126	○		이석한, 최종무, 김대식, 오승섭	한국		○
2007	서비스 로봇을 위한 실내 물체 환경 지식의 저장 관리 공유 장치 및 방법	10-2007-0031901	○		이석한, 박연출, 박준영, 이준희	한국		○
2007	Structural light based depth imaging method and system using signal separation coding, and error correction thereof	11/729903	○		이석한, 최종무, 김대식, 오승섭	미국		○

2007	기하학 조건을 이용한 구조 광기반의 거리 영상 측정방법 및 시스템	제2007-26811호	○		이석한, 최종무, 김대식, 오승섭	한국		○
2008	CENTRAL INFORMATION PROCESSING SYSTEM AND METHOD FOR SERVICE ROBOT HAVING LAYERED INFORMATION STRUCTURE ACCORDING TO RECOGNITION AND REASONING LEVEL	JP2008-077271	○		이석한, 박연출, 박준영, 이준희	일본		○
2008	A CENTRAL INFORMATION PROCESSING SYSTEM AND METHOD FOR SERVICE ROBOT, WITH LAYERED INFORMATION STRUCTURE ACCORDING TO RECOGNITION AND REASONING LEVEL	12/076,893	○		이석한, 박연출, 박준영, 이준희	미국		○
2008	3차원 회전대칭형 물체의 자가 모델링 방법 및 장치	10-2008-0017750	○		박준영, 백경근, 박연출	한국		○
2008	인식/추론 수준에 따른 계층적 구조의 실내 정보를 가지는 서비스 로봇의 중앙 정보처리 시스템 및 방법	10-2008-0005137	○		박연출, 박준영, 이준희	한국		○
2008	SYSTEM AND METHOD FOR REAL-TIME OBJECT RECOGNITION AND POSE ESTIMATION USING IN-SITU MONITORING	12/032427	○		백승민, 이제훈, 이장원	미국		○
2008	상황 모니터링을 적용한 실시간 물체 인식 및 자세 추정 시스템 및 방법	10-2008-0008162	○		백승민, 이제훈, 이장원	한국		○
2008	METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING OPTIMAL EXPOSURE OF STRUCTURED LIGHT BASED ON 3D CAMERA	12/032375	○		류문욱, 김대식	한국		○
2008	구조광 기반 3차원 카메라의 최적 노출 결정방법 및 시스템	10-2008-0007228	○		류문욱, 김대식	한국		○

2008	다중해상도 옥트리 기반의 3차원 물체 또는 환경 표현방법	10-2008 -001305 7	O		서정현,김 재웅	한국		O
2008	동일해상도의 옥트리 구조에서의 직접 인접한 이웃셀의 주소검색방법	10-2008 -001029 8	O		김재웅	한국		O

다. 홍보 활동 등

- 매일경제 뉴스 기사 : “미래 과학기술 전략포럼 출범” , 2007.02.12
- 파이낸셜 뉴스 기사 : “한국 네트워크서비스 로봇 강점” , 2006.06.27
- 매일경제 뉴스 기사 : “독일 로보컵, 한국 구조로봇 부문 3위 “, 2006.06.20
- 파이낸셜 뉴스 기사 : “2020년 100조 세계3대 로봇 강국 부상“, 2006.12.18
- 기술발표 및 시연회 : ISRC News Letter, 조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술, 참여업체 : 삼성전자, 유진로보틱스,현대정공, 로보스타, 부천산업진흥재단, , 경기도, 선문대, 2007.01.24
- 제2회 미래 성장동력 연구성과 전시회 (FutureTech Korea 2006) 참가 및 시연, 2006년 9월, Seoul, Korea
- 로봇 월드 (Robot World 2006) 참가 및 시연, 2006년 10월, Seoul, Korea
- 국제 센서 학회 IEEE Conference on Sensors 참가 및 전시, 3차원 카메라 전시, 2006년 10월, Daegu, Korea
- Robot Grand Challenge 2007 참가 및 시연, 2007년 10월, Seoul, Korea- 경기TP 협력대학 기술이전 설명회 참가 및 시연, 3차원 카메라 전시, 중소기업지원센터, 2008년 10월

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

최근 미국, 일본, 유럽 국가들에서는 국가와 기업 차원에서 시각정보 기반 환경인지/학습 기술을 근간으로 하는 지능로봇 기술의 개발과 지적 재산권 확보에 노력을 아끼지 않고 있다. 국내에서도 각 대학과 연구소를 중심으로 지능로봇에 초점을 맞춘 연구를 진행해 왔으며, 90년대 말에는 몇 개 안되던 로봇관련 업체의 수가 현재는 크게 증가된 상태이다. 하지만 아직 미래의 큰 시장이 될 지능로봇 및 그 핵심 기술인 환경인지/학습 기술 분야에 대한 체계적인 연구 및 기술 개발이 이루어지지 못하고 있는 상태이고, 각 로봇 업체들의 서비스 로봇은 초보적인 수준의 지능 구현에 머무르고 있는 실정이다. 따라서 우리는 로봇의 시각 기반 자율 조작 기능의 실현을 통해 가정환경에서 상차리기, 심부름, 정리정돈과 같은 고기능 생활지원 서비스를 제공하고 궁극적으로 로봇산업의 부흥과 사업화를 이룬다는 목표로 5가지 Cognitive Vision 핵심 요소기술, 즉 3차원 물체/환경 인식/자세추정, 3차원 작업공간 모델링, 물체 자가 모델링, 3차원 센싱 플랫폼, 인식 기반 비주얼 서보 기술을 연구해 왔으며 각각의 기술에 대한 기술적 측면에서의 기대효과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 3차원 물체인식은 commonsense 지식과 더불어 지능로봇의 2대 난제중의 하나로서 차세대 서비스로봇의 실현을 위해서는 필수적으로 해결해야할 과제임. 본 과제를 통하여 증거 선택 및 수집, 시공간 다중증거 확률적 융합, context 및 학습의 활용 같은 cognitive

process와 기존의 visual process를 결합하는 cognitive vision 개념을 확립하여 breakthrough의 발판을 마련하였고 향후 지속적 연구를 통하여 가정용 서비스 로봇의 100% 물건 찾기를 구현할 수 있음.

- 3차원 작업 공간의 실시간 모델링은 서비스 로봇의 조작/파지 동작계획을 위한 필수 원천 기술임. 실시간성과 동작계획을 위한 필요정보 제공을 동시에 만족할 수 있는 전역적 기하 특징 표현과 다중 해상도 근사 표현 방법을 독자적으로 제시하여 장애물 회피를 포함한 로봇의 빠르고 자연스러운 조작을 실현하기 위한 기본 기술을 구현/제공함.
- 저장된 범주 지식을 활용하여 새로운 물체의 형상/특징/기능을 자동으로 이해/모델링하고 학습/등록하는 자가 모델링 기술은 차세대 서비스 로봇의 물체등록 문제를 해결하는 데 필수적일 뿐만 아니라 물체의 범주 인식을 실현하기 위해서 반드시 필요. 본 기술은 신속 시제품 제작, Bin-picking 등의 산업용 로봇 관련 산업에도 많은 파급 효과와 함께 국내 사용자 중심의 로봇 산업의 기술 발전에도 크게 기여할 수 있을 것으로 예상.
- 서비스 로봇 기능에 필수적인 3차원 인식과 모델링을 위해 텍스처, 조명, 물체표면 성질에 의존하는 기존의 Stereo 카메라의 취약점을 독창적 CODEC 기술과 자동노출/초점 기술의 개발을 통해 보완하고 이를 로봇에 장착 가능하도록 개발함. 본 3차원 센서의 개발을 통하여 가정용 서비스 로봇 실현을 위한 핵심 부품 원천 기술의 경쟁력 우위를 확보.
- 서비스 로봇의 조작/파지는 시각기반 3차원 인식과 모델링이 취급하기 어려운 예상치 못한 last mile 에러를 필연적으로 수반. 이의 보정을 위한 인식기반 비주얼/Vision-Force 서보기술의 개발을 통해 신뢰성 있는 조작을 위한 핵심 기반 기술 마련. 이는 서비스 로봇 뿐만 아니라 나노/바이오 미세 조작 등의 기술에 활용 가능.

나. 경제적 측면

- 강인한 3차원 물체인식 기술은 서비스 로봇에 탑재되어 국내 및 해외 서비스 로봇 시장 창출에 기여함. 특히 홈 서비스 및 군사 로봇은 물론, 보안, 단말기, 지능형 자동차/교통 시스템 등 실시간 지능시스템과 가상현실 게임, 내용기반 웹 검색 등 차세대 콘텐츠의 연구 및 산업화에 막대한 파급 효과.
- 3차원 작업 공간의 실시간 모델링 기술의 완성은 서비스 로봇 조작/주행은 물론 증감현실 (Augmented Reality), 공장자동화, 원격 의료, 광고/마케팅 등 다양한 분야의 연구/실용화에 막대한 파급효과.
- 3차원 물체/환경 정보 시스템 자가 생성 기술은 지능로봇 기술의 핵심기술 중 하나로 인간의 지적능력을 모방한 지능로봇의 인지 및 학습 기술에 적용할 수 있으며 신속 시제품 제작, 물체 복제, 3차원 게임, 전자 상거래, 물체 모델링 자동화 등 다양한 산업 분야에 큰 파급 효과.
- 3차원 카메라는 현재 세계적 경쟁력의 고유 기술이 축적되고 있어 3차원 검사장비, 3차원 역공학 장비, 차세대 조립 자동화, 의료로봇, 3차원 영상 등 막대한 산업적 파급효과 기대. 센서의 원천 기술과 고급 센서 제조 기술의 융합으로 고급 제조 인프라 구축으로 인

해 다른 산업의 발전 시너지 효과 기대.

- 비주얼 서보 기술은 가정, 청소, 사무 등의 생활지원 부문과 수술, 장애인/노약자 보조, 간호 등의 의료복지 부문, 그리고 넓게는 우주 로봇에서 나노 및 마이크로 제어 등에 이르기 까지 커다란 산업적 파급 효과를 가짐.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

가정용 서비스 로봇의 강인한 물체/환경 인식 및 조작을 위하여 필요한 물체/환경 인식 및 모델링, 물체/환경 정보 자가 생성 및 등록, 3차원 센싱, 비주얼 서보 핵심기술을 3년 내 상용화

- 3차원 물체/환경 인식 및 3차원 환경모델링 핵심 요소 기술의 로봇 탑재를 통한 심부름 등 가사보조 및 노인 케어의 기능을 가진 서비스 로봇 상용화에 활용 (2013년 출시를 목표로 (주)유진로봇과 진행 중)
- 3차원 물체/환경 인식, 3차원 물체 자가 모델링, 3차원 카메라는 Bin-picking 로봇, 자동차 조립 등의 산업용 로봇에 적용하여 보다 로봇의 활용도를 높이는 시스템에 기술 적용 (현대중공업과 진행 중, GM/GMDAT와 협의 중)
- 3차원 센서는 시각기반 정밀 검사장비, 부품의 3차원 측정을 통한 공장 자동화 분야에 기술 적용 예정 (현대 중공업, 로보스타와 진행 중)
- 환경변화에 강인한 3차원 인식/자세 추정 툴킷, 실시간 3차원 작업환경 모델링, 물체 자가 모델링 툴킷, 인식기반 비주얼서보 툴킷을 소프트웨어 패키지로 제품화 (2013년 출시를 목표로 보나비전과 진행 중)

나. 향후 연구 계획

○ 상용화가 가능한 수준의 변화/다양성에 강인한 인지적/범주적 실시간 3차원 물체인식

- low-level cognitive process와 high level cognitive process를 결합
- 환경변화에 따른 최적의 증거 선택, Sensor planning을 통한 증거 수집, 주의집중 및 확률적 다중 증거 융합을 통한 인지 프로세스와 행위, 3차원 기하특징 추출을 통한 범주 인식이 결합된 인지적/범주적 Cognitive Vision 구현
- 작업공간/물체 모델링을 통한 Context 이해, 시각기반 학습을 포함한 고차원 인지 프로세스와 행위, Generic Model을 이용한 물체의 범주 인식이 결합된 Cognitive Vision 구현
- 일반 가정의 물체를 로봇에게 보이면 로봇이 스스로 Categorization하고 등록하는 기능의 실현 및 물체의 3차원 기하특징과 Generic 모델로부터 물체를 Categorization 하고 등록하는 기술의 개발

- **Geometric Primitive의 확장에 의한 실시간 작업환경 모델링과 통합 환경지도 작성 기술의 완성 및 상용화**
 - 셀 기반 작업환경 모델링을 Geometric Primitive 기반 환경 표현 및 갱신으로 확장하여 환경 표현력과 실시간성을 향상 그리고 3차원 작업환경 모델링 데이터를 최적화하는 저장/검색 기술을 개발하고 궁극적으로 움직임 감지에 의해 환경정보를 정합하고 3차원 지도를 작성함으로써 실시간 환경 모델링과 동작 계획을 융합하여 자연스러운 동작계획을 도출
 - 컴포넌트들의 통합을 통해 실시간 3차원 작업환경 모델러 통합 툴킷을 개발하고 기술이전 및 상용화

- **물체의 범주 모델 변형에 의한 자가 모델링/등록 기술 구현 및 상용화**
 - Generic 모델과 확장된 Geometric Primitive의 조합(Superquadric, Generalized Cylinder, Gaussian Curvature, Volume Index 등)으로 비정형(free-form) 물체를 포함한 물체를 모델링 하고 등록하는 기술 완성
 - 동일 범주의 물체 형상 변이를 학습하고 고속으로 Generic 모델을 변형하여 3차원 물체를 범주 인식하는 기술 개발
 - 3차원 범주 인식 및 모델링/등록 소프트웨어 컴포넌트/툴킷 개발 및 상용화

- **서비스 로봇에 장착이 가능하고 성능이 우수한 3차원 센서**
 - 기존 연구 성과인 CODEC 보완과 개선을 통해 3차원 데이터 정확도 및 정밀도를 향상 시키고 스테레오 기법과 구조광 기법을 혼합한 방식의 3차원 센서로 확대.
 - 실시간으로 3차원 영상 획득을 할 수 있고 동적환경에 자가보정과 자동초점 조절이 기능이 제공되며 다양한 환경에서 자동노출 조절이 가능하도록 센서 집적화
 - 초소형화와 저가를 위해 ASIC/SoC 기법을 이용하여 센서 상용화하여 로봇에 장착
 - 타산업과 연계하여 기술이전 또는 상품화

- **일반물체의 인식을 통한 고속 접근/조작이 가능한 Visual/Visual-Force 결합서보**
 - 자연 표식에 기반하여 물체를 인식하고, 물체에 고속으로 접근, 조작 가능한 visual 서보 기술 개발
 - 가정환경에서 일반 물체에 대해 집기/놓기, 열기/닫기 및 꺼내기/넣기 조작을 위한 서보 기술 개발
 - 제품화/상용화가 용이한 컴포넌트/툴킷의 개발과 더불어 개발자용 매뉴얼 제공을 통한 다양한 application으로 확장 용이하도록 유도

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	4-2		
과제명	한 글	Dependable Manipulation 기술 개발	
	영 문	Dependable Manipulation	
연구책임자	강성철	연구기관	한국과학기술연구원
위탁연구기관	고려대학교	참여기업	유진로봇/다사로봇
2단계 연구비	정부: 1,640백만원	민간: 365백만원	총 연구비: 2,005백만원

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 로봇-인간의 충돌시 안전을 만족하는 SS (safe and speedy) manipulator 개발
 - 소형 · 경량의 가변강성 조인트(VSJ: variable stiffness joint) 개발
 - VSJ와 근접감/접촉력 측정 가능한 인공피부를 사용한 안전 확보 전략 고안
 - SS 매니플레이터, 실시간 제어기 HW 및 제어 SW 개발
- Force/tactile 센서, 팔의 위치 등에 불확실성이 존재하는 환경에서 성공률 90% 수준의 반복 작업이 가능한 신뢰성 조작 제어 알고리즘 개발
 - 컵 놓기, 문 열기 조작 작업 구현
 - 확률론 기반의 센서퓨전 매니플레이션 기술 개발
 - 자율 학습을 통한 조작 성능 향상 알고리즘 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ○ SS (Safe and Speedy) manipulator 시제품 개발 - HIC < 200, 최대속도: 500mm/sec - 5×5cm 간격 인공피부 도포, 섬유조건 센싱가능 - 문 열기, 컵 놓기용 순응제어 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구용 manipulator 설계 및 시제작 <ul style="list-style-type: none"> - 2-link VSU arm의 safety성능평가 - 소형, 경량 VSU 최종설계 및 tendon 구동장치 설계(연세대) - 5-7축용 조인트-토크센서 탑재 - Safety 지수(HIC<100) 만족 여부 검증 ○ 인공피부 신호처리부의 소형화 모듈화(미네소타대) <ul style="list-style-type: none"> - 도체/부도체 감지성능 평가 - 광역 도포를 위한 신호처리부 소형화 ○ Compliance control 알고리즘 성능개선 <ul style="list-style-type: none"> - 문 열기, 컵 놓기를 위한 cartesian-space compliance control 구현 	1. 90% 2. 95% 3. 90%
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신뢰성 증진을 위한 센서퓨전 및 학습 기반 조작 알고리즘 개발 - 문 열기 속도: 10 cm/sec - 컵 놓기 시간: 30 초 이내 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 컵 놓기, 문 열기 작업에 대한 센서퓨전 문제 정식화 정리 ○ Scaling-series particle filter를 이용한 고속의 pose estimation 성능 검증 (스탠포드대) ○ 임피던스 추출/모델링을 통한 학습기반 skill learning 알고리즘 타당성 검증 (고려대) 	1. 100% 2. 95% 3. 95%

		- 2차원 상에서 문 열기 작업 성공을 위한 알고리즘 구현	
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 가변 강성 조인트 개발 가변 강성 조인트를 탑재한 SS Arm 개발 <ul style="list-style-type: none"> 최대 속도 1m/s 위치 정밀도 5mm HIC <100 만족 	<ul style="list-style-type: none"> 판스프링을 이용하여 강성을 발생 시키고, 병렬구동을 채용하여 위치/강성 변화를 두 개의 모터를 동시에 사용하여 독립적으로 변화시킬 수 있는 가변 강성 조인트 개발 <ul style="list-style-type: none"> 높이 20cm, 지름 16cm 가변 강성 조인트 탑재가 가능한 SS arm 개발. Tendon으로 구동하여 moving part의 inertia를 감소시키고, bevel pulley 및 뒤틀림 pulley를 사용하여 무게/부피를 감소 시킴 <ul style="list-style-type: none"> 최대 속도 1m/s 최대 위치 정밀도 4mm HIC <100 	<ol style="list-style-type: none"> 100 % 100 %
	<ul style="list-style-type: none"> Vision과 force 정보를 이용한 조작 알고리즘 개발 <ul style="list-style-type: none"> 성공률 80% 이상 Mobile manipulation을 위한 통합 상태 추정 필터 개발 <ul style="list-style-type: none"> 추정 오차 범위 10 mm 이내 접촉 작업을 위한 compliance control 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 30도 이상 문 당겨 열기 성공률 80% 이상 4. 학습기반 dependable 모터 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> Vision 시스템에서 추출한 물체의 자세 정보와, force 센서를 활용한 compliance control을 이용하여 물체를 안정적으로 내려놓을 수 있는 조작 기술 개발 Mobile manipulation에서 요구하는 고 정밀도의 고속 상태 추정 필터를 개발하여 신뢰성 있는 문 열기 조작 기술 개발 손목의 force-torque 센서를 이용하여 compliance control 기술을 개발하고, 로봇 이동부의 오차범위 내에서 성공적으로 문을 당겨 열 수 있는 조작 기술 개발 모바일베이스 오차(+/-200mm, +/-10degree)를 극복하여 문열기 가능한 dependable 모터 프로그램 	<ol style="list-style-type: none"> 95 % 100 % 100 % 95%
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> Safe and Speedy Manipulator <ul style="list-style-type: none"> SS Manipulator 안전전략 실험 인공피부 인터페이스 가변 강성 조인트 (variable stiffness joint) 스프링 클러치 	<ul style="list-style-type: none"> 가변강성 조인트(VSJ)/스프링클러치가 장착된 7축 SS manipulator 최초 개발 실시간 계산이 가능한 Danger index 제안 및 안전 전략 검증 PVDF 기반 근접-촉감 인공피부 인터페이스 가변강성 조인트 백래쉬 개선 스프링 클러치 소형화, 경량화 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰성 조작제어 알고리즘 <ul style="list-style-type: none"> Compliance 제어를 위한 automatic gain tuning 조작 물체의 mass parameter 추정 및 보상 	<ul style="list-style-type: none"> Compliance 제어 계인의 자동 gain tuning: 문 열기 작업 HW 구현 조작 물체의 중력보상 기능 HW 구현 	95%
2단계 연구목표 달성도			97%

2. 연구성과

가. 기술수준

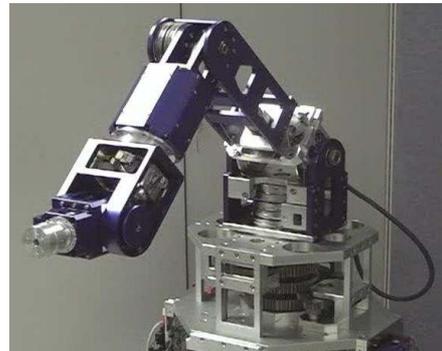
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 가변강성조인트	5년	1년	이탈리아	60%	이탈리아	90%
◦ 안전형 로봇팔	10년	6년	독일	60%	독일	70%
◦ 조작·제어 알고리즘	6년	3년	미국	50%	미국	80%
◦ 학습기반 조작 기술	6년	3년	미국	50%	미국	70%

나. 연구성과 (정성적)

- SS manipulator 개발
- 가변 강성 조인트 개발: 소형, 경량, 고출력 가변강성 조인트. 자중 5kg 이내, 광역 강성 range, 고속 강성변화, HIC 만족
- Safety를 위한 스프링 클러치 개발: 소형, 경량, 강성 수동 조정 가능. 항복 토크 5Nm, 500g 이내
- Manipulator 개발: 경량, 고속 안전 지향 manipulator. 길이 1m, 무게 12kg, 가반하중 3.2kg, 선속도 1m/s
- 신뢰성 조작 제어 알고리즘 개발
- Compliance 제어 및 이동 조작을 통한 문 열기 기술 구현
- Vision/force 정보 융합 기반 컵 놓기 기술 구현
- 파지 물체에 대한 중력 보상 알고리즘 개발
- 강화 학습을 통한 compliance gain tuning 알고리즘 개발
- 성공률: 80% 이상, 작업 속도: 최고 안전 속도 대비 50% 이상

다. 연구성과 (사진 및 사진설명)

- SS manipulator 개발
 - VSJ 개발: 높이 20cm, 지름 16cm, 무게 4.8kg, 강성 변화 속도 0.4초, 강성 범위 397~1036Nm/rad
 - 스프링 클러치 개발: 크기 96 x 55 x 28mm, 무게 0.87kg, 항복토크 5Nm
 - 고용량·경량 7자유도 SS manipulator 개발: 자중 12kg, 가반 하중 3.2kg, 최고속도 0.8m/s
- 신뢰성 조작 제어 알고리즘 개발
 - 고속 particle filter 기반의 통합 프레임워크를 이용한 문 열기 기술 개발
 - Vision/force 정보를 결합한 조작 기술 개발: 컵 놓기
 - 강화 학습을 통한 compliance gain tuning 기술 개발



3. 연구성과 (정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	8	3	3	2	18	6	3	6	1				

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	Device for generating stiffness and joint of robot manipulator comprising the same	PCT/KR2006/005282	0		윤승국, 강성철, 김문상, 김승중, 유정훈	PCT		
2006	소형 케이블 동력 전달 장치	10-2006-0109817	0		강성철, 김문상, 황창순, 류동석, 이영호, 최준호	한국		
2006	강성 발생장치 및 이를 구비하는 로봇 머니플레이터의 조인트	10-2006-0084668	0		강성철, 윤승국, 김문상, 김승중, 유정훈	한국		
2006	센서시스템	제10-0652904호		0	이형규, 장선일, 윤의식	한국		
2006	커패시터용 전극층과 커패시터용 전극층의 제조방법, 그 전극층을 이용한 단위센서 및 그 단위센서를 이용한 촉각센서	제10-0608927호		0	이형규, 윤광석, 윤의식	한국		
2007	A capacitive sensor for sensing tactile and proximity and a sensing system		0		윤의식, 강성철, 김문상, 최준호, 장선일, 이형규	미국		

2007	강성 발생장치 및 이를 구비하는 로봇 머니플레이터의 조인트	0760846	0	윤승국, 강성철, 김문상, 김승중, 유정훈	한국		
2007	관절 토크 측정을 위한 액츄에이터 일체형 관절 토크 센서	0737168	0	김문상, 강성철, 황창순, 윤승국, 김봉석	한국		
2007	작업용 로봇, 작업용 로봇을 위한 액츄에이터 및 작업용 로봇의 제어방법	7,236,850	0	김문상, 황요하, 강성철, 조창현, 신현오, 김재선	미국		
2007	할바 배열을 이용한 강성 발생장치	10-2007-0 115314	0	유정훈 등	한국		
2008	영구자석과 전자석의 복합 적용 방식을 이용한 가변강성 발생 장치 및 이를 구비하는 로봇 머니플레이터의 조인트	10-2008-0 013533	0	강성철, 유정훈 등	한국		
2008	판스프링을 이용한 강성 발생 장치 및 이를 구비하는 로봇 머니플레이터의 조인트	10-2008-0 013537	0	강성철, 최준호, 김문상	한국		
2008	Device for generating limit torque with function of auto initial-positioning	PCT/KR20 08/004267	0		PCT		
2008	소형 케이블 동력 전달 장치	0834472	0		한국		
2008	이동 로봇 장치 및 이의 주행 방법	0856485	0		한국		
2008	항복 토크 발생 장치 및 이를 이용한 회전기구	2008-0051 457	0		한국		

다. 홍보 활동 등

- 2007년 10월 KBS 방영
- 2008년 8월 광주과학축전 전시
- 2008년 10월 COEX 로보월드 전시

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- Safe manipulator 및 조작 알고리즘 개발을 통하여 서비스 로봇에 특히 요구되는 안전한 manipulation 기술을 확보하게 된다.
- Safe manipulator 개발에 필요한 항복 토크 가변형 클러치를 개발하여 원하는 시점에 원하는 항복 토크를 가지도록 제어하여 임의의 충돌로부터 사용자 및 로봇을 보호할 수 있는 기술을 확보하고, manipulator의 경량화 기술을 확보할 수 있다.

나. 경제적 측면

- Safe manipulation 기술을 통해 서비스 로봇의 상용화를 좀 더 앞당길 수 있고, 이 기술 개발을 통해 개발되는 항복 토크 가변형 클러치 및 안전 조작 기술 등은 서비스 로봇 이외의 분야에서도 응용되어 관련 산업에 도움을 줄 것으로 생각된다.

세부기술명	경제적 파급효과 (단위:억원)					
	직접적 효과			부수적 효과		
	현재	2013	2016	현재	2013	2016
가사지원용 실용적 safe manipulator 및 조작 제어 기술 개발	1,000	8,000	16,000	2,000	16,000	32,000

- 저가 고출력 로봇핸드/암 기술은 가정용, 실외 작업용, 산업용 등으로 향후 100억 이상의 시장 기대
- 로봇 산업에서 머지않아 가정용 서비스 로봇의 수요가 급증할 것으로 보인다. 곧 1가정 1로봇 시대가 올 것으로 예상됨에 따라 인간 친화형, 지능형 로봇에 대한 필요성이 크게 대두되고 있다. 로봇의 동작 계획 및 제어, 그리고 자연스러운 동작 생성은 지능형 서비스 로봇의 상용화를 위한 원천 핵심 기술로서, 2020년 경 세계적으로 약 3000억 이상 규모로 예상되는 서비스로봇 시장에서 큰 역할을 할 것으로 기대.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 항복 토크 가변형 클러치: 현재 태동기에 있는 서비스 로봇의 manipulator에 적용되어 원하지 않는 충돌이 일어나는 경우에도 사용자 및 로봇을 충돌로부터 보호할 수 있도록 적용할 수 있다.
- 추가적인 전기/기계 부품을 최소화 하여 사업화 하는 데 부담이 최소화 할 수 있도록 하고, 무게/부피를 간소화 하여 작은 payload를 가지는 manipulator부터 높은 payload의 manipulator에 적용이 가능하도록 하여 사업화 가능성을 높인다.
- 의료 보조 로봇에도 적용되어 수술을 집도하는 의사들을 보조할 수 있도록 적용이 가능하다. 로봇이 피수술자에 원하지 않는 상해를 입히지 않도록 보호하는 역할을 담당할 수 있다.

나. 향후 연구 계획

- Safe & Speedy Arm
 - 안전조인트 개발
 - 항복 토크를 온라인 상에서 변화할 수 있고, Safe & Speedy Arm에 장착이 가능한 클러치 개발
 - 직접교시가 가능한 관절 토크센서 개발 및 통합
 - 저가형 플라스틱 하모닉 감속기 개발
 - 서비스 로봇용 모듈라 조인트 개발
 - 안전과 성능을 만족하는 저가형 7축 SS arm/제어기 설계 및 제작
 - 근접센싱 가능한 MEMS 기반 인공피부 개발
 - 안전성/가사지원 성능 평가

- 가사지원용 조작제어 기술
 - 사용자가 교시한 조작동작 혹은 가상환경을 통하여 학습하여 조작능력 발달 (auto-gain tuning)
 - 사용자가 직접 팔을 손으로 잡고 움직여 로봇팔의 동작을 생성하는 교시 학습 기능 개발
 - 조작 기술 성능 향상을 위한 automatic gain tuning 알고리즘 개발
 - 관절에 토크 측정하는 센서 및 토크제어 알고리즘
 - 사용자의 교시 학습을 받아들이기 위해 관절에 가해지는 외력 토크를 측정하는 센서 개발
 - 고속으로 움직이는 로봇팔에 의하여 발생하는 동역학적 관성을 보상하기 위한 관성 보상 알고리즘 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	4-3			
과제명	한 글	모바일 매니플레이터와 휴머노이드의 모션 계획 및 제어		
	영 문	Motion Planning and Control for Humanoids and Mobile Manipulators		
연구책임자	박종우	연구기관	서울대학교	
위탁연구기관	고려대학교	참여기업		
2단계 연구비	정부: 330백만원	민간: 백만원	총 연구비: 330백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- Nonholonomic 특성을 가진 모바일 매니플레이터와 휴머노이드에 적용할 수 있는 실시간 동작 계획 기법과 다양한 제약조건 및 안정성을 동시에 고려하는 동작 제어 엔진의 개발
- 센서기반 모바일 매니플레이터의 실시간 충돌 회피 모션 계획 및 제어 프레임워크 확립
 - 휴머노이드의 모션 생성 및 자세 제어
 - KIST Hand를 위한 빠른 파지 경로계획 기법 개발 및 센서정보를 연동한 실시간 파지 제어

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모바일 매니플레이터의 충돌회피 모션계획 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 움직이는 장애물이 있는 환경에서도 실시간으로 다양한 제약조건을 만족하면서 충돌을 피하는 동작 계획 및 제어 ◦ 시뮬레이션: 로봇의 기구학적 제약조건을 만족하며, 쟁반을 수평을 유지하면서 목적지로 옮기는 작업 수행 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 휴머노이드 로봇을 위한 전신 동작 안정화 보정 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 안정성이 검증되지 않은 reference 모션 및 외란에도 불안정성을 보정하여 휴머노이드 로봇이 균형을 유지할 수 있도록 하는 최적화 알고리즘으로 MATLAB®에서 2.5fps의 속도로 모션 안정화를 수행. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기본 동작들에 대한 Hidden Markov Model(HMM) 설계 및 학습 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 팔 들어올리기, 팔 내리기, 팔 돌리기 등 오른팔을 사용한 동작들에 대하여 각 기본 동작에 적합한 HMM 설계 및 학습. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 설계, 시뮬레이션, 모션 생성 등을 지원하는 일관되고 통합된 플랫폼을 위한 핵심 라이브러리 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 플랫폼에 독립적인 강체로봇 동역학 시뮬레이션 라이브러리로, 실시간 (128자유도의 물체에 대해 14fps 정도) 동역학 시뮬레이션이 가능하고 로봇의 설계, 모션 생성 및 제어가 가능하도록 하는 C++ 프로그래밍 라이브러리 개발 	

2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 센서 기반 모바일 매니퓰레이터의 충돌 회피 모션을 계획하여 실제 하드웨어 플랫폼에 적용 통합작업 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 센서 기반의 nonholonomic mobile manipulator 동작 계획 및 실시간 제어 프레임워크 개발, 시뮬레이션 완료 ◦ 타 과제에서 제공된 다양한 센서 정보를 이용하여 간단한 작업(과자박스, 머그컵 등 잡기와 엘리베이터 타기)을 하드웨어에 시연하여 알고리즘 검증 ◦ 상위 프레임워크 관련 라이브러리 제공 및 실제 하드웨어 플랫폼 적용, 검증(Grand challenge 2007, ROBOT WORLD 2007, 미래 성장 동력 2007 전시회 참가): 다양한 물건 잡기, 누르기, 엘리베이터타기 등 작업 수행 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 휴머노이드의 모션 생성 및 자세 제어 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1차년도에 수행했던 단순한 동작들과 손으로 숫자 쓰기 등과 같은 보다 복잡한 동작들에 대하여 HMM 기반 동작 생성 알고리즘을 통하여 관절 값 trajectories를 얻어낸 후 가상 모델과 실제 휴머노이드 로봇(KIBO)에 적용하여 그 효율성을 확인 ◦ 최적화 과정을 통해 사람의 모션 캡처 데이터를 관절의 속도, 가속도, ZMP 조건들을 만족하는 안정한 동작으로 변환하는 알고리즘 개발. ◦ 태권도 동작 시뮬레이션. ◦ 손 흔들며 인사하기, 악수하기, 꽃 전달하기, 춤동작 등의 동작들을 휴머노이드 로봇(KIBO)으로 시연(성장동력 2007 개막식 및 ROBOT WORLD 2007)을 하였음. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 특징적 primitive기반의 파지 경로 계획 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 효율적인 점프동작을 위한 인체와 유사한 (Bio-inspired) 로봇 다리 모델링. ◦ Hybrid dynamics algorithm과 최적화기법을 이용하여 가장 높이 뛰는 수직점프와 가장 멀리 뛰는 앞점프 동작을 생성. ◦ 물체의 primitive를 네 가지 형태로 구분하고 물체의 primitive 별로 손가락의 파지 형태를 분류 ◦ IK-RRT 기반의 파지 경로계획 기법 개발: Grasp taxonomy에 따른 object contact point 까지 도달하기 위한 손가락의 path를 planning하는 IK-RRT 알고리즘을 개발 	

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 파지 성능을 평가할 grasp measure 개발, 파지 경로계획의 타당성을 검증할 시각적 시뮬레이터 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Convexity force-closure를 기반으로 하는 grasp measure개발. ◦ 벡터 polygon 방식의 CAD model을 기반으로 모델링을 하여 새로운 로봇 손과 파지 환경에 대해서도 손쉽게 구현되도록 제작 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Mobile manipulator의 좀 더 복잡하고 다양한 작업이 가능한 모션 계획 및 제어 프레임워크 확립 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Task manager로부터 주어진 작업명령에 대해 작업에 최적화된 동작 계획과 실시간 제어를 모두 수행하는 프레임워크를 완성하여 다양한 동작을 하드웨어인 CIROS에 적용 및 검증. 기존 프레임워크보다 더 안정하고 강건하며 다양한 작업에 적용 가능함. ◦ 양팔작업(양팔 움직이기, 양팔로 접시 잡아 옮기기), 냉장고 문 열기 등의 복잡한 작업 가능. 현재 시뮬레이터로 검증하였고, 2월내에 하드웨어에 적용 완료 예정 	100 (하드웨어 테스트 완료 시)
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Mobile manipulator의 동역학적 안정성 보장 및 end-effector의 balancing 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모바일 베이스가 빠르게 원호를 그리거나 무거운 물건을 옮길 때 넘어지지 않도록 팔의 움직임을 만들어 동작을 보정해주는 알고리즘 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 휴머노이드의 모션 생성 및 자세 제어 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 감정표현 동작들(기쁨, 슬픔, 화남 등)을 생성하여 휴머노이드 로봇(KIBO)으로 테스트 완료. ◦ KIST 휴머노이드 로봇(KIBO) 전용 동작 생성 MATLAB 소프트웨어 작성. key-frame을 이용하여 빠르게 간단한 동작의 생성이 가능함. 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2차년도에 최적화를 이용하여 생성하였던 점프 동작을 실제 하드웨어(KIST 휴머노이드 포함)에 적용 ◦ 달리기 동작 생성 및 시뮬레이션 검증. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ KIST 로봇 손의 기구학적 특성을 이용한 파지 경로계획 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ KIST Hand의 특성을 고려하여 power grasp 과 pinch grasp을 이용한 파지 경로계획 알고리즘 개발하고 시뮬레이터를 통해 검증 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 손의 안정적인 파지를 위한 센서 기반의 실시간 파지 제어 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Force-closure판별 알고리즘 및 이를 이용한 grasp measure개선하고 손목의 힘 센서를 연동하여 파지 안정성을 보정할 수 있는 알고리즘 개발 	
2단계 연구목표 달성도			100

2. 연구성과

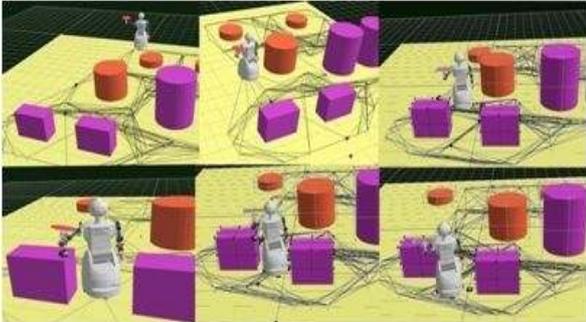
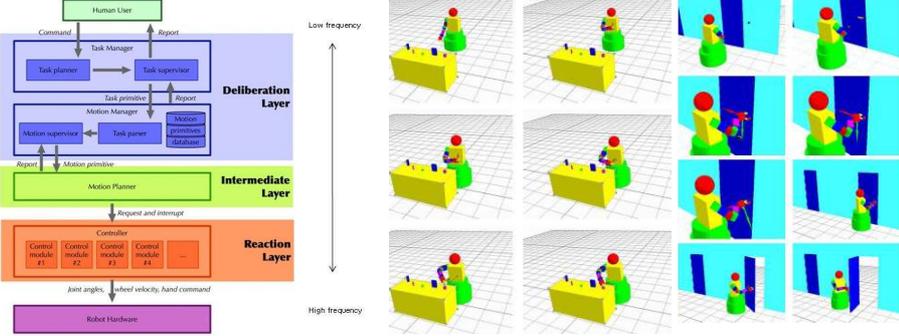
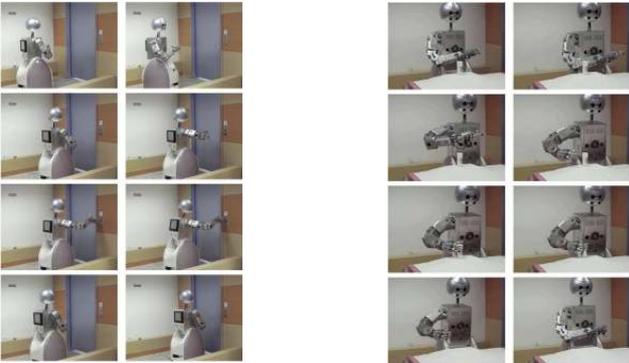
가. 기술수준

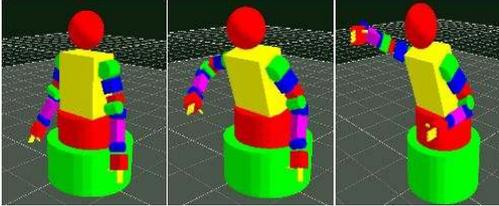
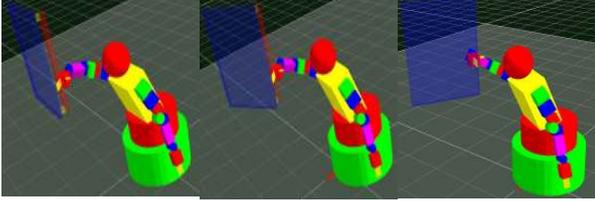
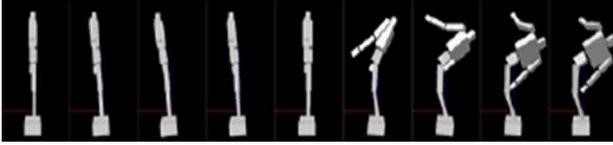
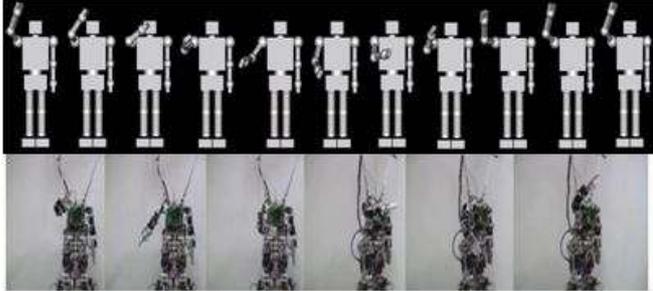
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ Kinematic-level motion planning	2	0	미국, 프랑스	60	미국, 프랑스	100
◦ Nonholonomic mobile manipulation	3	0	프랑스	50	프랑스	100
◦ Humanoid motion planning	2	1	미국, 프랑스	70	미국, 프랑스	90
◦ Manipulation planning	5	2	미국	40	미국	80
◦ Autonomous motion planning	5	3	미국, 스웨덴	40	미국, 스웨덴	70
◦ Grasping	3	1	미국, 독일	55	미국, 독일	90

나. 연구성과(정성적)

- Mobile manipulator가 움직이는 장애물이 있는 환경에서도 실시간으로 다양한 제약조건을 만족하면서 충돌을 피하는 동작을 계획 및 제어하는 알고리즘 개발
- 센서데이터 기반의 실시간 동작 계획 및 제어 프레임워크를 개발하여 Nonholonomic mobile manipulator에 적용, 다양한 작업 수행을 통해 검증
- 인간처럼 자연스러운 휴머노이드 로봇의 동작 생성 알고리즘 개발
- 휴머노이드의 실시간 안정성 보정 알고리즘 개발 및 동역학적으로 안정한 휴머노이드의 전신 동작 생성
- 휴머노이드의 최적 수직 점프와 앞 점프 동작 및 달리기 동작 생성 알고리즘 개발
- KIST 로봇 손의 특성을 이용한 파지 경로 계획 알고리즘 개발 및 비주얼 시뮬레이터 개발
- 안정적인 파지를 위한 센서 기반의 실시간 파지 제어 알고리즘 개발

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

성과	사진 및 설명
<p>다자유도 mobile manipulator의 실시간 충돌회피 모션 계획 및 제어</p>	 <ul style="list-style-type: none"> Elastic roadmap framework: 움직이는 장애물이 있는 환경에서도 mobile manipulator가 다양한 제약조건을 만족하며 충돌 없는 움직임을 실시간으로 계획하고 제어. <p><Simulation: transfer tray keeping balanced></p>
<p>Nonholonomic mobile manipulator에 적용 가능한, 주어진 작업에 최적화된 동작을 계획하고 제어해 주는 통합 프레임워크의 개발</p>	 <p><프레임워크 구성도> <Simulation1: 물건 잡기> <Simulation2: 문 열기></p> <ul style="list-style-type: none"> Elastic roadmap framework의 확장: nonholonomic mobile manipulator에 적용 가능 task manager로부터 작업 명령이 주어지면 동작 계획과 실시간 제어를 모두 수행하는 통합된 프레임워크를 완성하여 실제 하드웨어 플랫폼인 CIROS에 적용, 검증. ‘물건잡기’, ‘엘리베이터 타기’, ‘문열기’의 작업에 대해서 주변 환경 및 장애물과의 충돌 없이 주어진 작업을 수행하도록 하였으며 우선 시뮬레이션을 통해 동작을 검증한 뒤 실제 하드웨어 플랫폼에 적용.
<p>상위 프레임워크를 실제 하드웨어 플랫폼에 적용, 검증</p>	 <p><Demonstration 1: 엘리베이터 타기> <Demonstration2: 컵잡기></p>

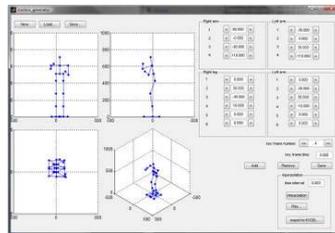
	<ul style="list-style-type: none"> • 실제 하드웨어 제어기의 제어 frequency에 맞춰 실시간으로 제어 입력을 제공하였고(10ms 이하), 속도 및 가속도 limit을 고려하여 제어입력을 가공하여 제공. • 다양한 센서 정보를 제공받아 이용하여 간단한 작업을 하드웨어에 시연하여 알고리즘 검증.
<p>Mobile manipulator의 좀 더 복잡하고 다양한 작업이 가능한 모션 계획 및 제어 프레임워크 확립: 양팔작업, 문열기 등 가능</p>	 <p><Simulation: 양팔을 자유롭게 움직일 수 있는 mobile manipulator의 planner 및 controller개발 ></p>  <p><Simulation: 베이스와 매니플레이터를 연동한 문열기></p>
<p>휴머노이드 로봇을 위한 전신 동작 안정화 보정 알고리즘 개발</p>	 <p><Simulation: 가속된 바닥 위에서 휴머노이드의 Balancing></p> <ul style="list-style-type: none"> • 안정성이 검증되지 않은 reference 모션 및 외란에도 불안정성을 보정하여 휴머노이드 로봇이 균형을 유지할 수 있도록 하는 보정 알고리즘 개발. • Convex 최적화 문제로 정식화 하여 빠른 속도로 모션 생성. MATLAB®에서 2.5fps의 속도로 모션 안정화를 수행.
<p>HMM을 이용한 인간처럼 자연스러운 동작 생성 알고리즘의 구현</p>	 <p><Simulation and demonstration: 숫자쓰기></p> <ul style="list-style-type: none"> • HMM과 사람의 모션 캡처 데이터를 기반으로 최적화를 수행하여 인간의 동작과 유사한 자연스러운 휴머노이드 동작을 생성, 휴머노이드 로봇(KIBO)에 검증

Humanoid reference movement generation: Human motion capture 데이터를 balancing을 고려한 동작으로 변환



<Demonstration: KIBO in ROBOT WORLD 2008>

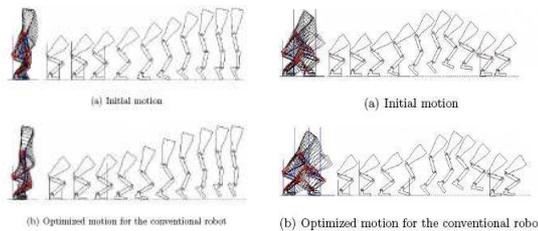
- 사람의 모션 캡처 데이터와 ZMP를 이용한 동역학적으로 안정한 휴머노이드의 전신 동작을 생성하여 인사하기, 악수하기, 춤동작 등의 동작들을 시연 (ROBOT WORLD 2007, 2008에 전시함).



< Motion generator >

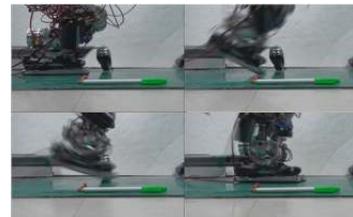
- KIST 휴머노이드 로봇(KIBO) 전용 동작 생성 MATLAB® 소프트웨어 작성. 원하는 로봇 동작의 key-frame들을 생성하고, 이들을 보간하는 방법으로 동작을 생성함.

휴머노이드의 최적화 기법을 이용한 점프동작 생성 및 하드웨어에 적용



<Simulation1: 최적화된 높이뛰기>

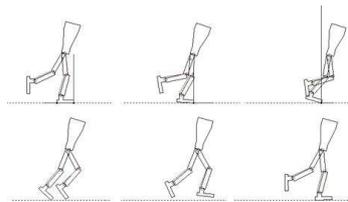
<Simulation2: 최적화된 멀리뛰기>



<Demonstration: KIBO 최적화된 멀리뛰기>

- 기구학적 limit와 torque limit이 모두 고려된 joint trajectory 생성.
- Bio-inspired design과 최적화 기법을 이용하여 가장 높이 뛰는 수직점프와 가장 멀리 뛰는 앞 점프 동작 생성.

휴머노이드의 최적화 기법을 이용한 달리기 동작 생성



<Simulation: 최적화된 달리기>

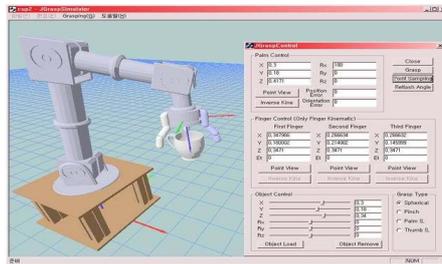
특징적 primitive기반의 파지 경로 계획 및 Pre-formed grasp 알고리즘의 개발 및 확장

구분	Pinch형 파지	입기 방향형 grasp	구형 파지	손바닥 방향형 grasp
박스 (box) 형태			X	X
구 (sphere) 형태	X	X		
원통 (cylinder) 형태				
원뿔 (cone) 형태	X			X

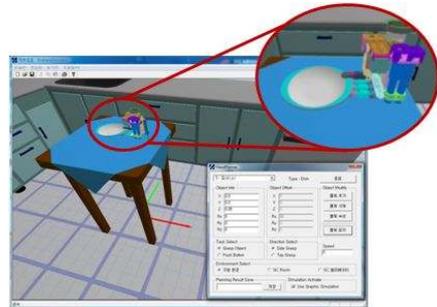
<파지형태의 taxonomy로 인해 파지 경로 계획 단순화>

- 물체의 primitive를 네 가지 형태로 구분하고 primitive 별로 손가락의 파지 형태를 분류하여 손가락의 path를 planning하는 IK-RRT 알고리즘 개발.
- 물체의 특징적 형상에 따른 파지 형상을 미리 결정하여 임의의 물체를 효과적으로 파지하도록 함.

KIST 로봇 손의 기구학적 특성을 이용한 파지 경로계획 알고리즘 및 이를 검증할 시뮬레이터 개발



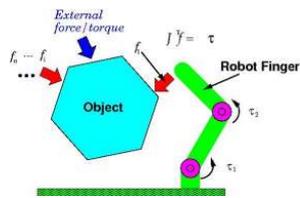
<Grasp simulators>



<Grasp simulators for KIST hand>

- KIST Hand의 특성을 고려하여 Power grasp과 Pinch grasp을 이용한 파지 경로 계획 알고리즘 개발.
- 로봇손의 파지 경로계획 알고리즘을 검증하기 위한 비주얼 시뮬레이터 개발.

안정적인 물체 파지를 위한 센서정보를 연동한 실시간 파지제어: KIST Hand의 파지 안정성 확보와 실시간 control 알고리즘 개발



<Force-torque relation for torque optimization>

- Force-closure 판별 알고리즘 및 이를 이용한 Grasp measure를 개선하고 물체의 무게를 주요 변수로 해석함.
- Robot Hand의 손목에 있는 힘 센서 정보를 연동하여 물체의 파지 안정성을 보정할 수 있는 알고리즘 개발.

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	9	1	1	6	7								

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
	없음							

다. 홍보 활동 등

- Grand Challenge 2007, 2008 참가(2007.10.22, 2008.10.18)
- Robot World 2007, 2008 전시회 참여(2007.10.18~21, 2008.10.16~19)
- 미래 성장 동력 2007 전시회 참여(2007.10.25~28)
- HRobot simulation 환경 구축 및 제공

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 국내 로봇 기술 연구의 일관되고 통합된 시뮬레이션 검증 시스템을 보유
- 자연스러운 동작을 생성함으로써 사람과 로봇간의 위화감 줄임
- 최적화 기반 동작 생성 알고리즘을 더욱 효율적으로 이용하여 안정적인 모션 생성 가능
- Motion primitive제공으로 연산 없이 최적화된 운동 수행하여 로봇 성능에 한 단계 업그레이드 가능
- 로봇이 자율 운동 지능을 가질 수 있기 때문에 불확실한 환경에 적응할 수 있는 능력을 지닌 로봇을 개발하는 핵심 기술

나. 경제적 측면

- 제한된 하드웨어를 시뮬레이터가 대체함으로써 시간 및 비용의 절감
- 하드웨어의 파손 및 사고 등의 위험 요소 제거
- 로봇 수요가 늘고 있기 때문에, 로봇 시장이나 애니메이션 시장에서 높은 시장성 잠재
- 빠른 시간에 자연스러운 모션 생성이 가능하기 때문에 높은 생산성 창출 및 노동 인력 축소로 인한 비용 절감 가능
- 모션 구현 엔진이 필요한 캐릭터 애니메이션이나 컴퓨터 게임 디자인과 같은 디지털 콘텐츠 분야에서도 활용 가능
- 모션을 구현하는 시스템이므로 모듈화 하여 상업화 가능

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 일반 물리법칙을 충실히 재현하도록 개발되므로 학교의 교육 보조 교재로 활용 가능
- 인체 모션의 기본 primitive를 선정하여 데이터베이스화함으로써 인체를 연구하는 의학, 의공학, 스포츠 과학에 자료 제공 가능
- 지능형 서비스 로봇의 자율적 동작 계획 및 제어기 설계 가능
- 구조 로봇과 같이 불확실한 상황에 대처해야하거나 자율적 운동 지능이 요구되는 경우 활용 가능
- 컴퓨터 그래픽스 분야에 자연스러운 동작을 생성하는 알고리즘을 적용하여 캐릭터의 자연스러운 동작을 생성하는데 활용

나. 향후 연구 계획

1. 양팔이 있는 nonholonomic mobile manipulator가 좀 더 다양하고 복잡한 작업이 가능하도록 하는 동작 계획 및 제어기 개발
 - 양팔 작업: 단순한 양팔의 개별 움직임 생성에서부터 Closed chain으로 연결되는 어려운 작업까지 적용 가능
 - Dynamics(동특성)고려
 - Force/compliance planning, dynamics level closed chain control
 - End effector balancing
 - Multiple robots motion planning, Collaboration

다양한 센서 정보를 활용한 Stable grasp planning and control

- 새로운 KIST 로봇 손(양손)을 대상으로 함.
- 정확한 물체의 파지계획 구현 및 센서정보를 활용한 재파지 및 실시간 제어

Humanoid planning

- 동역학을 고려한 최적 동작 생성 및 제어 알고리즘 개발 및 하드웨어 적용, 검증: Jumping, Dynamic filtering, etc.
- 외란이 주어지는 환경에서도 넘어지지 않고 안정적으로 작업을 수행하도록 하는 동작 계획 및 제어 알고리즘 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	4-4			
과제명	한 글	생체모방형 인공피부 개발		
	영 문	Development of bio-mimetic tactile sensor		
연구책임자	김중호	연구기관	한국표준과학연구원	
위탁연구기관		참여기업	(주)삼성전기	
2단계 연구비	정부: 425백만원	민간: 175백만원	총 연구비: 600백만원	

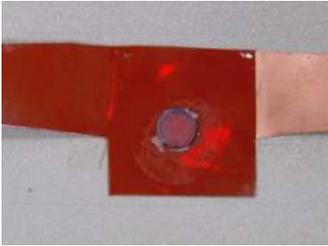
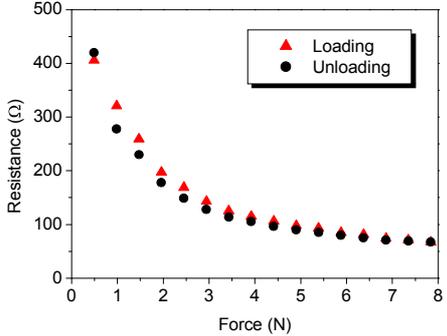
1. 연구목표 및 달성도

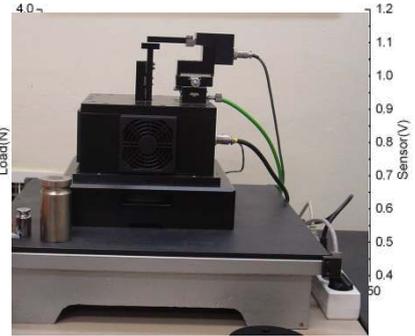
가. 2단계 최종 연구목표

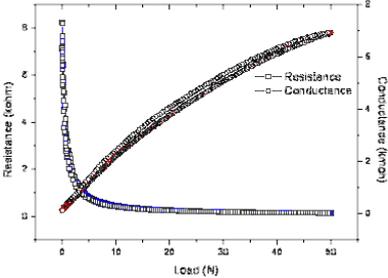
- 지능로봇용 생체모방형 인공피부 개발
 - 접촉저항 방식 단위셀 감지부 설계 및 제작
 - 유연성을 갖는 인공피부 감지부 설계 및 제작
- 지능로봇용 인공피부 모듈 개발
 - 유연성을 갖는 로봇 손가락용 인공피부 모듈 제작
 - 휴모노이드 로봇 발바닥용 인공피부 모듈 제작

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공피부 장착용 로봇손 형상 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사람의 실제 손가락 3D 스캔화 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 스캔된 손가락을 유한요소모델링 함 <ul style="list-style-type: none"> - 손가락 뼈 : 탄성계수 17 GPa, 포와송비 0.3 - 손가락 내부 : 점탄성, 포와송비 0.37 - 손가락 껍 : 탄성계수 0.4 GPa, 포와송비 0.4 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  →   </div>	100

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사업단과 협의하여 센서 부착용 핑거팁 설계 (단위 mm) --> 타원형상을 갖는 손가락 설계(장축 15 mm, 단축 12 mm를 갖는 타원형상) ◦ 로봇 핑거팁 제작 과 1단계 기반 4x4 어레이 촉각센서 부착 																																																				
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 접촉 저항방식 단위셀 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 강건성을 갖춘 접촉저항방식 단위셀 설계 및 제작   <table border="1"> <caption>Approximate data from the Resistance vs Force graph</caption> <thead> <tr> <th>Force (N)</th> <th>Resistance (Ω) - Loading</th> <th>Resistance (Ω) - Unloading</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.5</td><td>410</td><td>410</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>320</td><td>280</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>250</td><td>230</td></tr> <tr><td>2.0</td><td>200</td><td>180</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>170</td><td>150</td></tr> <tr><td>3.0</td><td>150</td><td>130</td></tr> <tr><td>3.5</td><td>130</td><td>110</td></tr> <tr><td>4.0</td><td>110</td><td>100</td></tr> <tr><td>4.5</td><td>100</td><td>90</td></tr> <tr><td>5.0</td><td>90</td><td>85</td></tr> <tr><td>5.5</td><td>85</td><td>80</td></tr> <tr><td>6.0</td><td>80</td><td>75</td></tr> <tr><td>6.5</td><td>75</td><td>70</td></tr> <tr><td>7.0</td><td>70</td><td>65</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>65</td><td>60</td></tr> <tr><td>8.0</td><td>60</td><td>55</td></tr> </tbody> </table>	Force (N)	Resistance (Ω) - Loading	Resistance (Ω) - Unloading	0.5	410	410	1.0	320	280	1.5	250	230	2.0	200	180	2.5	170	150	3.0	150	130	3.5	130	110	4.0	110	100	4.5	100	90	5.0	90	85	5.5	85	80	6.0	80	75	6.5	75	70	7.0	70	65	7.5	65	60	8.0	60	55	
Force (N)	Resistance (Ω) - Loading	Resistance (Ω) - Unloading																																																				
0.5	410	410																																																				
1.0	320	280																																																				
1.5	250	230																																																				
2.0	200	180																																																				
2.5	170	150																																																				
3.0	150	130																																																				
3.5	130	110																																																				
4.0	110	100																																																				
4.5	100	90																																																				
5.0	90	85																																																				
5.5	85	80																																																				
6.0	80	75																																																				
6.5	75	70																																																				
7.0	70	65																																																				
7.5	65	60																																																				
8.0	60	55																																																				
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2차원 곡률반경을 갖는 인공피부 감지부 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2축 곡률 제작을 위한 반도체 공정기술을 이용한 폴리이미드 필름의 가공성을 평가 --> 원형, 직선 등 다양한 패턴에 대한 가공성이 우수함 ◦ 2축 곡률을 가지도록 가로 세로 패턴을 독립적으로 제작하고 서로 교차 함으로써 2축 곡률 가능함. 	100																																																			

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 센서 신호처리부 소형화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2축 곡률반경을 갖는 촉각센서 신호처리부 소형화 ◦ 5 cm x 2.5 cm x 0.5 cm 크기의 신호처리부 설계 및 제작 (8051 CPU 사용, RS 232C 사용) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇용 촉각센서 내구성 평가 시스템 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 스피커 원리를 이용한 15 Hz 이하 사이클 구동기 ◦ 정현파, 삼각파, 사각파 하중 사이클 구현 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 유연성 촉각센서 제조 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 FPCB 제작 기법을 이용한 감지부 제작 기법 --> 대량생산 체제 확립 ◦ 대량생산에 적합한 상판과 하판의 본딩 방법 기법 확립 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇손 인공피부 제조 및 모듈 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 손 인공피부 사양 : 8 X 8 어레이 형태 촉각센서 ◦ 인공피부 신축성 : 20 % 이내 	

<ul style="list-style-type: none"> 로봇 발바닥 센서 제조 및 모듈 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 발바닥용 촉각센서 사양 : 80 mm x 200 mm 크기, 5 X 15 어레이 형태 촉각센서 신호처리부 제작 : 사업단과 협력하여 제작  	
2단계 연구목표 달성도		100

2. 연구성과

가. 기술수준

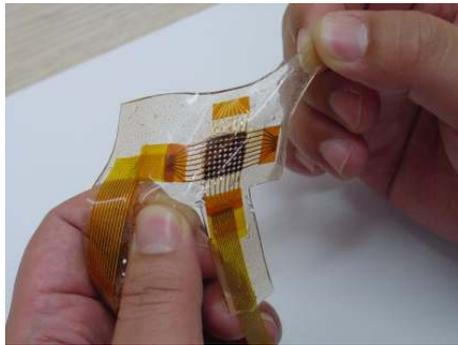
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
• 촉각센서 단위셀 제조기술	10	2	미국	10	미국	90
• 유연성 촉각센서 제조 기술	10	3	일본	10	일본	85
• 로봇손 인공피부 제조 및 모듈 기술	10	3	일본	10	일본	85
• 로봇 발바닥 센서 제조 및 모듈 기술	10	3	일본	10	일본	85

나. 연구성과(정성적)

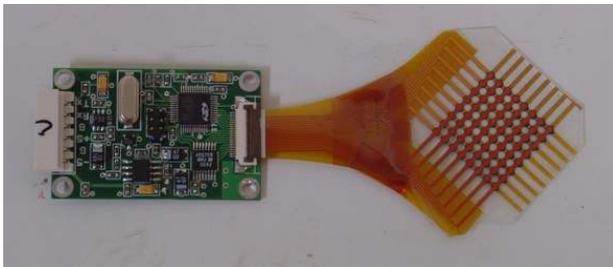
- 강건성 있는 촉각센서 개발 : 현재 여러 나라에서 촉각센서를 개발하고 있으나 실용적으로 내구성을 확보하지 못한 상태임. 그러나 본 과제에서 개발한 촉각센서의 경우 온도, 습도에 대한 환경 테스트와 반복, 충격 테스트를 통하여 내구성을 확보하였음.
- 신축성 있는 유연성 촉각센서 개발 : 동경대에서 달걀 정도의 곡률에 부착할 수 있도록 신축성이 있는 것을 개발하였고 최근에는 CNT 기반 신호선을 개발하여 신축성이 38 % 되는 촉각센서를 개발 진행하고 있음. 그러나 본 연구에서는 폴리이미드 필름 감지부 가

- 공기술과 폴리우레탄 본딩기술을 접목하여 신축성 20 % 되는 촉각센서를 개발하였음.
- 로봇 발바닥 센서에 대한 연구는 현재 일본 연구진에 의해 많이 연구되어 지고 있음. 그러나 국내외적으로 로봇 발목에 주로 사용되고 있는 다축 로드셀을 대체하고자 하는 연구는 진행되지 않고 있음. 개발된 발바닥 센서를 통해 Feasibility test를 통하여 확인한 결과 다축 로드셀 대체가 가능할 것으로 보임.
 - 촉각센서 활용 모바일 기기 입력장치 개발 : 촉각센서기반 모바일 기기 입력장치(마우스, 터치스크린 등)기술 개발을 수행하고 본 기술을 휴대폰 키패드 업체에 기술이전을 실시하였음.

다. 연구성과(사진 및 사진설명)



유연성을 갖는 촉각센서 감지부(대량생산 기법 확립)



로봇손용 촉각센서 모듈



로봇 발바닥용 촉각센서 모듈

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
		1	1	7	1	6	4	7		1	65억	1	4억

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	Input output wire for tactile sensor using three-component force sensors	581051		○	김중호 외 3인	대한민국		○
2007	Signal processing apparatus for tactile sensor using three-component force sensors	740669		○	김중호 외 4인	대한민국		○
2007	Device for tactile sensation modifying signal processing of tactile sensing	730786		○	김중호 외 5인	대한민국		
2007	Fabrication method of flexible tactile sensor using polymer film	735295		○	김중호 외 6인	대한민국	○	
2007	Input method of data using tactile sensor	784956		○	김중호 외 5인	대한민국		○
2008	촉각센서의 제조방법	811861		○	김중호 외 5인	대한민국	○	
2008	곡면부착형 촉각센서 및 그 제조방법	812318		○	김중호 외 5인	대한민국	○	
2007	High temperature tactile sensor and method for manufacturing thereof	10-2007-0127843	○		김중호 외 5인	대한민국	○	
2008	촉각센서와 제조방법	10-2008-0046323	○		김중호 외 4인	대한민국	○	
2008	멤브레인 구조를 갖는 촉각센서 및 제조방법	10-2008-0058138	○		김중호 외 4인	대한민국		○
2008	정전용량센서를 구비한 입력모듈 및 그 입력모듈의 제조방법 및 그 입력모듈에 터치 입력을 처리하기 위한 알고리즘 구현방법	10-2008-0113108	○		김중호 외 4인	대한민국		○
2008	터치입력장치 및 이를 이용한 접촉위치 및 힘의 세기 획득방법	10-2008-0113117	○		김중호 외 4인	대한민국		○
2008	터치입력장치, 이를 이용한 휴대기기 및 그 제어방법	10-2008-0113111	○		김중호 외 4인	대한민국		○

2007	High temperature tactile sensor and method for manufacturing thereof	PCT/KR2007/006845	○		김종호 외 5인	PCT	○	
2008	멤브레인 구조를 갖는 촉각센서 및 제조방법	12/242045	○		김종호 외 4인	미국	○	
2008	멤브레인 구조를 갖는 촉각센서 및 제조방법	274266	○		김종호 외 4인	일본	○	
2007	Fabrication of flexible tactile sensor	PCT/KR2007/002545	○		김종호 외 5인	PCT	○	

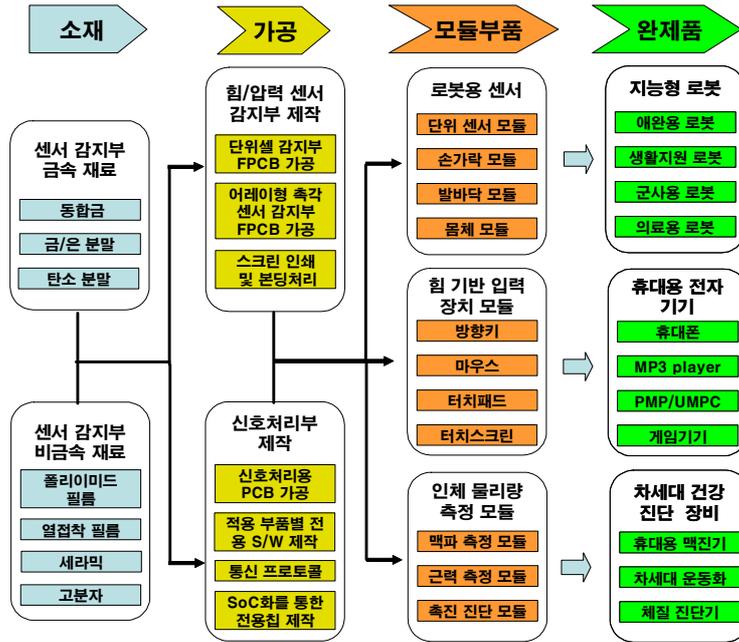
다. 홍보 활동 등

1. 전시회, 2006. 9.28. - 9. 30. “로봇 촉각센서”, 제 2회 미래성장동력연구성과 전시회
2. 전시회, 2006. 10.18. - 10. 22. “생체모방형 인공피부”, 2006 국제로봇산업대전
3. 전시회, 2006. 10. 25. - 28., “유연성을 갖춘 촉각센서 제작기술”, 2006년 대한민국 기술대전
4. 전시회, 2006. 11. 21., “대면적용 촉각센서 개발”, 2006 특허유통 festival 설명회
5. 신문, 2006. 12. 9., “햅틱스 기술이 촉감의 정보까지 전달 “, 조선일보 BIZ technology
6. 강연, Is it possible to robot's skin like human being?, April 14. 2006, 정립 중학교, 강연
7. 강연, Is it possible to robot like human being?, April 21. 2006, 부창 초등학교(논산), Korea.
8. 신문, 2007. 2. 15., “로봇용 촉각센서 개발 박차 “, 서울경제
9. 신문, 2007. 5. 14. “사람 손 같은 로봇 손 목표”, 파이낸셜 뉴스
10. 신문, 2008. 3. 4. “기술이전 협약식”, KBS, MBC, SBS, 중앙일보, 매일경제, 조선일보 등
11. 전시회, 2008. 11. 17. “프론티어 연구사업 성과 대전”, 과천 중앙 과학관

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 지능로봇의 경우 휴대폰처럼 다양한 부품의 완성도가 핵심적인 요소이기 때문에 향후 개발되고 있는 지능로봇의 완성도를 높임과 동시에 상용제품화를 앞당길 것으로 기대됨.



- 촉각센서 부품 개발에 따라 관련 소재, 가공 그리고 모듈부품 등 센서 관련 산업의 확대 및 기술 완성도를 높일 것으로 기대됨.
- 촉각센서의 핵심기술은 지능로봇 분야(애완용 로봇, 생활지원 로봇, 의료용 로봇), 인간과 기계 인터페이스 분야(감성 기반 정보입력 기기, 모바일 및 PC 입력장치), 유비쿼터스 환경 분야(휴대용 생체신호 측정장치, 근력측정 장치)에 적용될 수 있을 것으로 기대함.

나. 경제적 측면

- 현재 휴대폰의 경우 판매량은 세계 2위 이지만 다수의 핵심 원천기술은 노키아, 모토로라 등에서 가지고 있어 부품의 해외 의존도가 높은 편임. CDMA의 경우 실용화는 국내 기술진이 이끌었지만 원천기술은 미국의 퀄컴에서 가지고 있기 때문에 휴대폰을 판매할수록 이익은 퀄컴사가 챙기는 것이 현실임. 따라서 2013년 세계 로봇시장 점유율을 15%로 높여 세계 3대 지능형 로봇 강국으로 진입하기 위해서는 관련 부품 핵심기술을 확보할 수 있을 것으로 기대됨.
- 촉각센서 활용한 힘/위치 기반의 입력장치 개발은 부품기술은 선진국에 우위를 점하여 시장 점유율을 높임으로써 실제적인 세계 2위 휴대폰 강국으로 진입하는 토대가 될 것으로 전망함.
- 생체신호 측정이 가능한 차세대 운동화, 휴대용 맥진기 등 개인 맞춤형 건강관리 모니터링 시스템이 도래함에 따라 건강한 삶을 영위할 수 있어 90세 이상 정도로 인간 수명을 연장 시킬 수 있을 것으로 기대함.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 애완용, 장난감 로봇의 경우 촉각센서는 핵심 부품이기 때문에 관련업체와의 협력을 통해 부품 모듈 개발과 더불어 관련 로봇 시장을 활성화하고자 함.
- 지능로봇의 경우 현재 시장이 활성화 되지 않았지만 향후에는 시장이 커질 것으로 기대되어 로봇손, 발바닥, 머리 등에 적합한 모듈화를 진행할 예정임.

- 모바일 기기 부품 관련 업체와 협력하여 촉각센서 기반 마우스, 터치패드, 터치스크린 등 기기를 개발하여 현재 국내외적으로 적용된 사례가 없는 힘/위치 기반의 입력장치개발을 하고자 함.
- 모바일 기기 부품 관련 업체와 협력하여 촉각센서 기반 마우스, 터치패드, 터치스크린 등 기기를 개발하여 현재 국내외적으로 적용된 사례가 없는 힘/위치 기반의 입력장치개발을 하고자 함.
- 향후 상용화 될 IPTV의 경우 양방향 서비스를 하기 위해서는 차세대 리모콘 및 관련 사용자 인터페이스 기술이 중요함. 따라서 촉각센서를 활용한 힘/위치 기반의 입력장치가 채택된 리모콘을 개발하고자 함.



나. 향후 연구 계획

- 현재 까지 개발된 촉각센서의 신축성이 20% 이내이기 때문에 범용성을 가지면서 다양한 곡면에 부착할 수 있도록 신축성이 40 % 되는 촉각센서 감지부 개발이 요구됨.
- 촉각센서에서 힘 또는 압력은 핵심적인 측정 물리량이나 사람처럼 온도와 힘을 동시에 느낄 수 있는 멀티 센서 개념이 요구됨. 따라서 개발된 촉각센서와 온도센서를 접목한 hybrid 형태의 확장된 촉각센서 개발이 필요함.
- 지능로봇의 손, 발바닥, 머리 등에 적용하기 위해서는 현재까지 개발된 촉각센서 기술과 관련 지능기술 접목이 매우 중요함. 따라서 향후에는 사람처럼 촉각에 대한 지능을 처리할 수 있는 지능 알고리즘과 이것을 처리할 수 있는 SoC 개발이 필요함.
- 사람의 경우 몸 전체에서 촉각을 느낄 수 있기 때문에 로봇도 사람처럼 대면적 촉각센서가 요구됨. 따라서 개발된 촉각센서 기반 확장 가능한 대면적용 촉각센서 개발이 필요함.

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	5-1			
과제명	한 글	지능로봇의 환경이해를 위한 비전기반의 물체인식 기술		
	영 문	Vision-based object and environmental recognition for intelligent robot		
연구책임자	박성기	연구기관	한국과학기술연구원	
공동연구기관	CMU/RI(미국)	참여기업		
2단계 연구비	정부: 1,270백만원	민간: 0 백만원	총 연구비: 1,270백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- Object 기반 환경 이해 기술 개발
 - 환경 이해가 가능한 map 표상기법 개발
 - : Global localization과 object service가 가능한 map 개발
 - 환경 map을 위한 database 구현
 - : object map과 navigation의 grid/topological map의 통일적 framework
 - Object 기반의 global localization 개발 : 인식 성공률 90% 이상 구현/3초 이내
 - Visual feature 기반의 global localization 기술 개발

- 사람지시 기반의 Object modeling 기술 개발
 - Multi-modal 기반의 object modeling을 위한 builder 개발
 - Gesture 인식기술과 음성정보 및 입력영상을 결합한 object modeling 기술 개발
 - Specific object recognition 기반의 object modeling 기법 개발
 - 물체 모델링 성공률 80% 이상 구현

- H-robot prototype 기술 개발
 - 비전처리를 위한 System s/w 개발 지원
 - H-robot용 Global localization을 위한 visual map 개발
 - H-robot에 최적화된 Object 기반 Global localization 구현
 - : Object recognition code 통합
 - : Real time Global localization 구현 (3초 이내)
 - Real time disparity code의 Linux version 개발

- Generic object recognition 기술 개발
 - Feature classification 기술 개발
 - Weakly supervised 방식의 object model learning 기술 개발
 - : off-line learning 및 incremental on-line learning 기법 개발
 - Generic object recognition (category recognition) 알고리즘 개발
 - 10개 이상의 Object category 인식 및 90% 이상의 인식을 구현

■ Specific object recognition 기술 개발

- 일상생활의 물체(near-featureless object 포함)를 인식할 수 있는 feature extraction 기술 개발
- Specific object matching 기법 개발
- 50개 이상의 개별 물체 인식 및 90% 이상의 인식을 구현

* 위의 두 연구 주제 (Generic object recognition 기술 개발 / Specific object recognition 기술 개발) 는 CMU/RI와 국제 공동연구로 진행

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 사람 지시 기반의 Object modeling 기술 개발	◦ 멀티 모달 기반 framework code ◦ 손위의 물체 등록하기 code (80%의 물체등록 성공률 구현)	◦ 100
	◦ 공간 인식 기술 개발	◦ 물체간 공간관계 인식 framework code ◦ 물체간 공간관계 80% 인식 성공률 달성	
	◦ Object 기반 환경 이해 기술 개발	◦ 물체 인식 기반 전역 위치 추정 기술 code : multi-view 기반 개발	
	◦ H-Robot 개발 지원	◦ Linux 기반 real time stereo disparity 계산 code ◦ Vision framework code 제공	
	◦ Category object recognition 기술 개발	◦ 5개 category 인식기 개발 code ◦ Featureless object 대응 알고리즘 code	
	◦ Specific object recognition 기술 개발	◦ Featureless object 대응 알고리즘 code ◦ 30개의 object 인식기 개발 code	
2 차 년 도	◦ 사람 지시 기반의 Object modeling 기술 개발	◦ 멀티 모달 기반 framework code ◦ Pointing 방식의 물체 등록하기 code (80%의 물체등록 성공률)	◦ 100
	◦ Object 기반 환경 이해 기술 개발	◦ 물체 인식 기반 전역 위치 추정 기술 code ◦ 3D visual feature 기반의 환경 Map 및 전역 위치추정기 개발	
	◦ H-Robot 개발 지원	◦ Linux 기반 real time stereo disparity 계산 code ◦ Vision framework code	
	◦ Category object recognition 기술 개발	◦ 10개 category 인식기 개발 code ◦ Featureless object 대응 알고리즘 code 개발	
	◦ Specific object recognition 기술 개발	◦ Featureless object 대응 알고리즘 code 개발 ◦ 30개의 object 인식기 개발 code	

3 차 년 도	◦ 사람 지시 기반의 Object modeling 기술 개발	◦ 손위 및 Pointing 방식의 물체 등록하기 code(90%의 물체등록 성공률) ◦ Map building code와의 통합 진행	◦ 100
	◦ Visual feature 기반 전역위치 추정기술	◦ 3D visual feature를 직접 이용하는 전역위치 추정기 개발 ◦ 실내 복도에서 공간관계 90% 인식 성공을 달성	
	◦ Object 기반 환경 이해 기술 개발	◦ 물체 인식 기반 전역 위치 추정 기술 code ◦ 신뢰도 향상을 위한 전역 위치 실패시의 추가 지능적 행위에 의한 인식 성공률 향상 (90% 이상)	
	◦ H-Robot 개발 지원	◦ 물체인식 기반의 전역위치 추정기 code porting ◦ 물체등록기 code porting ◦ 개별 및 범주물체 인식기 code porting (현재 진행중)	
	◦ Category object recognition 기술 개발	◦ 10개 category 대응 인식기 개발 code : False positive 개선 연구 ◦ Featureless object 대응 알고리즘 code	
	◦ Specific object recognition 기술 개발	◦ Featureless object 대응 알고리즘 code ◦ 50개의 object 인식기 개발 code : color filtering을 통한 성능 개선 연구	
2단계 연구목표 달성도			◦ 100

2. 연구성과

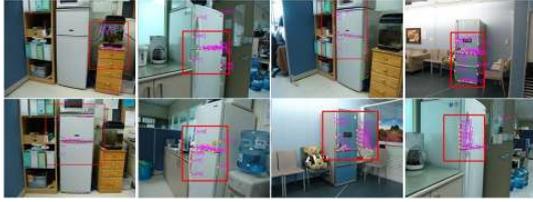
가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 물체기반 전역 위치추정기술	2	0	스위스	80	스위스	110
◦ 멀티모달 기반 물체 등록 기술	2	0	독일	80	독일	100
◦ 실시간 스테레오 depth 계산 기술	2	0	미국	80	미국	100
◦ 비전기반 개별물체 인식 기술	5	3	캐나다	50	캐나다	80
◦ 비전기반 범주물체 인식 기술	5	3	미국/오스트리아	40	미국/오스트리아	70

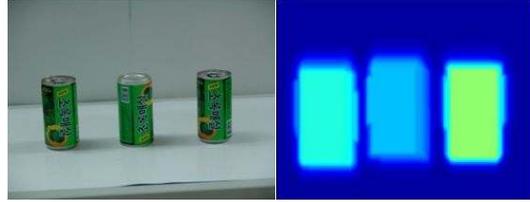
나. 연구성과(정성적)

- 3D visual feature를 이용한 환경 Map 및 전역위치추정기 개발
- 물체 인식 기반 Map 및 전역 위치 추정 기술 개발 (2-view 방식)
- On-hand 및 Pointing 방식의 물체등록기 개발
- Linux 기반 real time stereo disparity 계산 개발 및 calibration code 개발
- Contour fragment 방식의 category 인식 알고리즘 및 code 개발
- Featureless object 대응 개별 물체 인식 알고리즘 및 code 개발

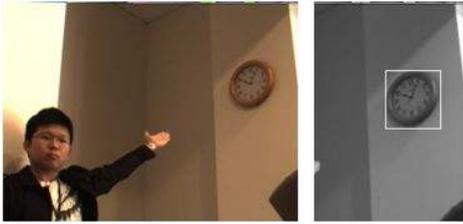
다. 연구성과(사진 및 사진설명)



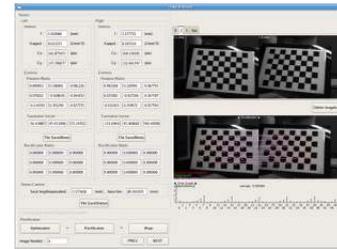
범주물체 인식기에 의한 범주(냉장고) 인식 예



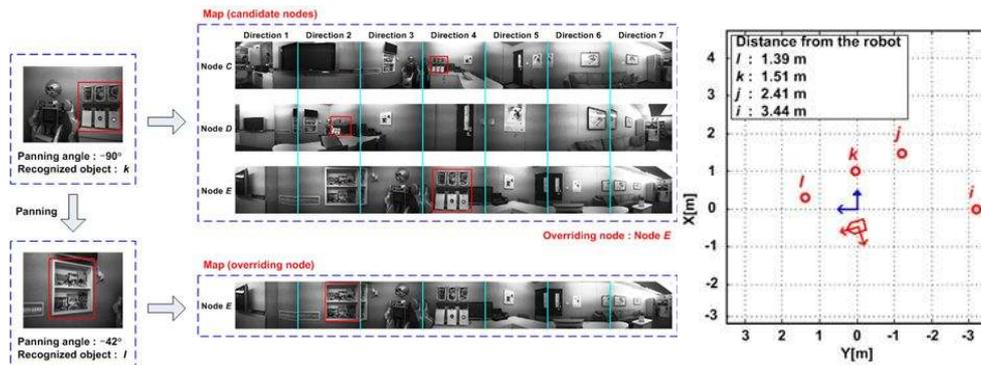
개별물체 인식기의 예



Pointing gesture에 의한 물체 등록기의 동작 예



리눅스기반의 stereo depth 보정 및 실시간 처리기



물체인식 기반의 전역위치 추정기의 예

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
0	3	2	1	0	15	3	3	5	0	0	0	1	6천만원 (7-5과제와 공동)

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	넓은 다이나믹 영상 처리	10-0672856		*	박성기	한국		*
2006	넓은 생동폭 스테레오 장치	10-0680256		*	박성기	한국		*
2007	물체 인식을 바탕으로 한 비전 센서에 의한 로봇	10-0866380		*	박성기	한국		*
2007	Rectification system and method of stereo image in real time	500227114 A	*		전재욱/ 박성기	미국		*
2007	Extendable system and method of stereo iamge in real time	500228717 A	*		전재욱/ 박성기	미국		*
2007	영상센서의 물리적 특성을 이용한 넓은 생동폭을 갖는 영상 신호 처리장치 및 방법	10-2007-00 51897	*		박성기	한국		*
2008	비전 기반의 3차원 특징치와 물체 인식을 결합한 로봇의 자기 위치 추정 방법	10-2008-00 13832	*		박성기	한국		*
2008	실시간 확장가능한 스테레오 매칭 시스템 및 방법	10-0813100		*	전재욱/ 박성기	한국		
2008	실시간 스테레오 영상 교정 시스템 및 방법	10-0850931		*	전재욱/ 박성기	한국		
2008	거리 센서를 사용한 이동 로봇의 효율적인 탐사 방법	10-2008-12 9195	*		박성기	한국		*
2008	Method for self-localization of a robor based on object recognition	12/292,715	*		박성기	미국		*

다. 홍보 활동 등

- 사업단 전시회를 통한 과제 홍보

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 국제공동연구를 통한 비전 기반의 물체인식 기술 조기 확보
- 비전기반의 물체 인식 기술의 국내기술로 로봇 응용 가능

- 물체기반의 로봇의 전역위치 추정기술 확보로 위치 인식 신뢰성 향상
- 독자적 물체 등록 기술 개발에 따른 세계적 경쟁력 선도
- 실제의 로봇 적용을 통한 산업화 가능성 검증

나. 경제적 측면

- 개별 및 범주 물체인식 기술의 국산화 가능
- 지능로봇 시장의 조기 실현 촉진

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 물체인식 기술의 자율주행기술로의 확대
- 로봇의 물체 중심 서비스 지원 기술 개발
- 로봇의 전역 위치 추정 기술의 신뢰성 향상 활용

나. 향후 연구 계획

- 물체인식 기술의 인식율 향상 노력 필요
- 로봇 자율주행과 관련하여 물체 인식 기술의 context 기술과의 결합 연구
- 자율주행을 위한 장애물 검지 기술로 활용
- 자율주행을 위한 동적 환경변화 대처 기술로 기술 심화
- 인간 친화적 물체 중심의 상호작용이 가능한 지능적 행위 구현

72단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	5-2		
과제명	한 글	Dependable Navigation	
	영 문	Dependable Navigation	
연구책임자	송재복	연구기관	고려대학교
위탁연구기관	홍익대학교	참여기업	(주)다사로봇 (주)마이크로로봇
2단계 연구비	정부: 690백만원	민간: 360백만원	총 연구비: 1,050백만원

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 소수의 동적 장애물이 존재하는 정형화된 실내 환경에서 동작하는 dependable하며 지능적인 실시간 자율주행 기술 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비전센서와 IR 스캐너를 이용하는 SLAM 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지도작성 속도: 7분당 33m². ◦ 자연표식 인식률: 80% 이상. ◦ 사전에 입력한 영상 DB의 자동인식 및 지도상의 등록: 10종류 이상, 80% 인식률. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비전센서와 IR 스캐너를 동시에 활용하는 위치추정기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 0.2m/s로 주행하며 ±40cm/±10° 이내의 위치추정 정확도 달성. ◦ Kidnapping 상황을 80% 이상의 성공률로 10초 내에 판단하고 10초 내에 복구. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2명의 동적 장애물이 존재하는 환경에서의 실패 없는 주행 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비전센서를 이용한 기본적인 동적 장애물 탐지 및 회피 기술 구현. ◦ 2명의 동적 장애물이 존재하는 환경에서 0.2m/s의 속도로 주행 가능. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비전센서와 레이저 스캐너에 기반한 주행기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지도작성 속도: 5분당 33m²(10평). ◦ 위치인식 정확도: ±30cm/±7° 이내. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 주행상황 인식 및 오류 극복을 위한 주행행동 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다양한 실내환경 및 주행상황에 대처 가능한 주행행동 개발: 2가지 이상. ◦ 주행상황 인식률: 90% 이상. ◦ 주행상황에 적합한 행동선택의 성공률: 80% 이상. ◦ 오류극복 성공률: 80% 이상. 	

	<ul style="list-style-type: none"> 인공표식을 이용한 위치추정 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 전원이 필요 없고, 거주자에게 주는 disturbance를 최소화한 인공표식 및 감지 기술 개발. $\pm 5\text{cm}$ 이내, $\pm 10\text{m}$ 이내의 오차범위로 로봇의 위치를 추정하는 방법 개발. 	
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 비전센서와 IR스캐너에 기반한 자율 지도작성 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 지도작성 속도: 5분당 33m^2. 자연표식 인식률: 85% 이상. 사전에 입력한 영상 DB의 자동인식 및 지도상의 등록: 15종류 이상, 85% 인식률. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 비전센서와 IR스캐너에 기반한 융합형 위치인식 	<ul style="list-style-type: none"> 0.3m/s로 주행하며 $\pm 35\text{cm}/\pm 8^\circ$ 이내의 위치인식 정확도 달성. Kidnapping 상황을 80% 이상의 성공률로 10초 내에 판단하여, 5초 내에 복구. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 2명의 동적 장애물이 있는 환경에서 실패 없이 주행 	<ul style="list-style-type: none"> 비전센서를 이용한 동적 장애물 탐지 및 지능적 경로 생성 기술 구현. 2명의 동적 장애물이 존재하는 환경에서 0.3m/sec의 속도로 주행 가능. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 비전센서와 레이저스캐너에 기반한 자율주행 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 지도작성 속도: 2분당 $33\text{m}^2(10\text{평})$. 위치인식 정확도: $\pm 25\text{cm}/\pm 6^\circ$ 이내. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 주행상황 인식 및 오류 극복을 위한 주행행동 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 실내환경 및 주행상황에 대처 가능한 주행행동 개발: 4가지 이상. 주행상황 인식률: 95% 이상. 주행상황에 적합한 행동선택의 성공률: 90% 이상. 오류극복 성공률: 90% 이상. 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 비전센서와 중저가의 거리센서에 기반한 미지의 실내환경에 대한 주행용 지도의 자율적인 작성. 	<ul style="list-style-type: none"> 지도작성 속도: 2분당 33m^2. 자연표식 인식률: 90% 이상. 사전에 입력한 영상 DB의 자동인식 및 지도상의 등록: 20종류 이상, 90% 인식률. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 단안카메라 기반의 Monocular SLAM. 	<ul style="list-style-type: none"> 위치인식 정확도: $\pm 25\text{cm}/\pm 10^\circ$ 이내. 자연표식 인식률: 90% 이상. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 4명의 동적 장애물이 있는 환경에서 실패 없이 주행. 	<ul style="list-style-type: none"> 4명의 동적 장애물이 존재하는 환경에서 0.3m/sec의 속도로 주행 가능. 위치인식 정확도: $\pm 30\text{cm}/\pm 7^\circ$ 이내. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 비전센서와 레이저 스캐너에 기반한 자율주행 기술. 	<ul style="list-style-type: none"> 지도작성 속도: 1분당 $33\text{m}^2(10\text{평})$. 위치인식 정확도: $\pm 20\text{cm}/\pm 5^\circ$ 이내. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰성, 오류복구성 등이 우수한 dependable 주행. 	<ul style="list-style-type: none"> 주행상황에 적합한 행동선택의 성공률: 95% 이상. 오류극복 성공률: 95% 이상. 주행경험의 축적 및 활용이 가능한 진화형 주행 기술. 	
2단계 연구목표 달성도			100%

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 센서융합형 SLAM	2년	1년	미국, 호주	85%	미국, 호주	95%
◦ 비전센서 기반한 위치인식 및 SLAM	2년	1년	미국, 영국	85%	미국, 영국	95%
◦ 이산행동 제어	4년	1.5년	미국	50%	미국	90%
◦ 인공표식을 이용한 실내 주행로봇용 위치 추정 기술	2년	1.5년	미국, 한국, 독일	85%	미국, 한국, 독일	90%

나. 연구성과(정성적)

* 자율주행기술

- IR 스캐너의 및 비전센서를 사용하여 SLAM을 수행하는 기법을 개발하였다. 스테레오 비전을 통하여 물체정보를 인식하고 IR 스캐너를 통한 지도를 작성함으로써 약 50m²의 크기의 실내 환경에서 SLAM이 가능하였다. 일반적으로 물체인식을 위해서는 물체정보를 사전에 입력해주어야 하지만, SLAM의 자율성을 높이기 위하여 영상을 분석하여 특징이 많은 영역을 자동으로 DB에 등록하고, 이를 위치인식에 사용하는 연구를 수행하였다. 입력영상에서 서로 다른 특징을 추출하여 공통적으로 많이 추출되는 영역을 주행에 쓰일 만한 물체라고 판단하여 자연표식으로 이용하는 물체 자동등록의 연구를 수행하였다.
- 비전센서 정보와 IR 스캐너 정보를 융합하여 MCL에 기반한 위치인식 기법을 개발하였다. 지도가 주어진 약 50m²의 크기의 환경에서 $\pm 40\text{cm}/\pm 10^\circ$ 이내의 위치인식 정확도로 주행하는 기술을 개발하였다. 또한, 스테레오 비전에서 얻은 3차원 정보로 동적 장애물을 탐지하고, 파티클 필터를 이용하여 특정한 동적 장애물을 추적하는 기법을 개발하였다.
- Kidnapping 상황을 80% 이상의 성공률로 10초 내에 판단하고 10초 내에 복구하는 기술을 개발하였다. 물체인식 기법인 SIFT를 사용하여 환경의 변화를 감지하고 새롭게 인식된 환경정보를 기존의 지도에 반영하는 지능적인 격자/비전 융합지도 갱신기법을 개발하였다. 로봇이 스스로 변화된 환경을 인식하여 기존의 지도를 갱신함으로써 실제 환경과 기존 지도와의 차이를 줄일 수 있었고, 이는 결과적으로 위치인식의 정확도를 향상시키는 효과를 얻었다.
- 천장지향 단안카메라의 영상에서 코너 특징 외에 조명 특징을 추출 및 융합하여 로봇의 위치를 인식하는 기술을 개발하였다. 또한, 인식한 위치를 바탕으로 단거리(30cm 이내) 측정용 거리센서를 사용하여 격자지도를 작성하는 기술을 개발하였다. 특징의 융합으로 다양한 환경에서 지속적으로 특징을 관찰하여 주행의 안정성을 향상시켰다. 특징 지도 외에 별도로 작성한 격자지도는 미지의 환경 탐사 또는 최적경로 추출의 용도로

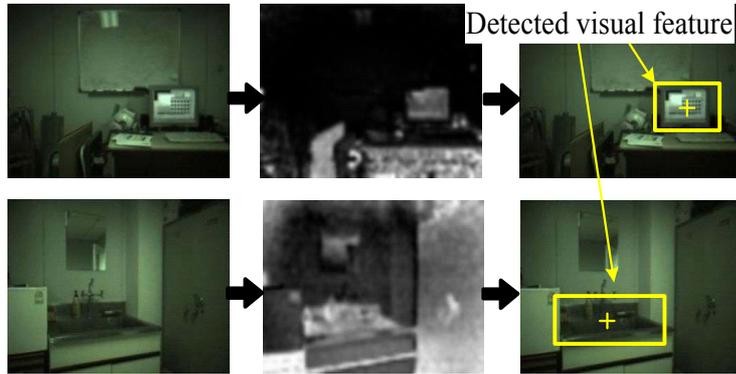
- 사용된다.
- 다수의 이동물체가 존재하고 레이저스캐너로 잘 탐지되지 않는 물체가 많이 존재하는 80m²이상의 넓은 공간에서, 로봇의 위치를 오차범위 $\pm 30\text{cm}/\pm 7^\circ$ 이내의 정확도로 인식할 수 있는 파티클 필터 기반의 위치인식 기법을 개발하였다. 또한, 80m²이상의 미지의 공간을 자율적으로 이동하며 환경을 모델링 할 수 있는 스캔매칭기반의 탐사기법을 개발하였다. 넓고 다양한 환경에서 주행성능의 신뢰도를 높이기 위하여 환경의 위험도에 따라 로봇의 운동제어기법을 선택할 수 있는 지능형 프레임워크를 개발하였다.
 - 저가의 거리센서를 이용하여 로봇의 위치를 인식하고 장애물을 회피하는 알고리즘을 개발하였다. 유효범위가 1~5m인 IR 센서 8개를 이용하여 복잡하지 않은 실내 환경에서 로봇의 위치를 오차범위 $\pm 40\text{cm}/\pm 10^\circ$ 이내로 인식하는 알고리즘을 개발하였다. 넓은 지향각을 갖는 초음파 센서를 사용하여 적은 개수의 초음파 센서만으로도 장애물 탐지가 불가능한 사각지대가 최소화되도록 하였고, 장애물 회피 알고리즘인 DWA (dynamic window approach)를 적용하여 여러 장애물을 회피하는 기법 개발하였다.

* 주행행동 선택

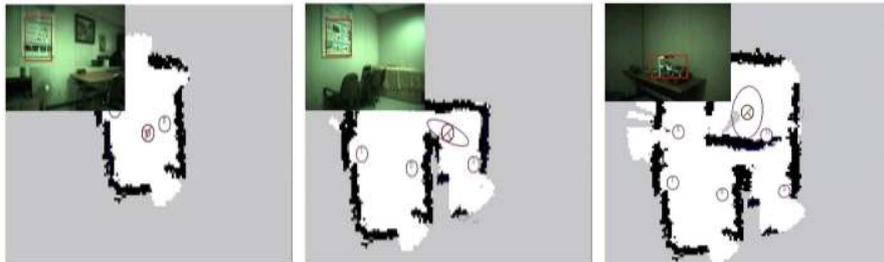
- 다양한 실내환경 및 주행상황에 대처 가능한 주행행동 기술로 AutoMove-DWA, AutoMove-Tracking, Contour-tracking, Wandering 주행행동 기술을 개발하였다. AutoMove-DWA 주행기술은 사람의 보행패턴 분석기법(Isovist)를 로봇의 경로에 적용하여 안전성과 효율성을 동시에 극대화 한 주행기술이다. 또한 장애물 회피를 위하여 센서기반 동적 장애물 회피기법인 DWA를 사용하였다. AutoMove-Tracking 주행행동은 생성된 경로 궤적을 추종하는 주행행동이다. Contour-tracking 주행행동은 wall-following 주행기법과 center-following 주행기법으로 구성된다. wall-following 기술은 동적 장애물이 다수 존재하는 상황에서 대응 가능한 주행행동 기술이고, center-following 기술은 빈 공간의 중심을 주행하는 것으로 주변 장애물과의 충돌에 대하여 상대적으로 안전한 주행행동 기술이다. Wandering 주행기술은 센서기반으로 주행하며 장애물을 회피하며 환경을 탐색하거나, 다른 주행기술이 한계에 부딪혔을 때 충돌을 회피하면서 해당 장소를 빠져 나오는 주행 기술이다.
- 주행상황에 대한 인식률을 측정하는 기법을 개발하였다. 주행상황에 대한 인식은 위치추정의 신뢰성에 대한 평가를 기반으로 한다. 위치추정 성능의 지표로서 정합오차(matching error)를 정의하고, 이에 대한 분산을 모니터링하여 일정 수준 이상의 급격한 변화가 감지되는 경우 이를 이상상황으로 인식하는 기술을 개발하였다. 또한 주행상황 평가를 위하여 경로폐쇄 여부 판단 및 국소 최소 상황 판단 기술을 개발하였다. 이를 통해서 동적 장애물 회피 기술의 한계 상황을 평가하고 주행 기술 선택을 수행할 수 있다.
- GSPN에 기반하여 주행 상태에 따라서 주행 기법을 선택하는 기술을 개발하였다. 이를 통해서 위치추정 경고 상태인 경우 Contour-tracking을 통해서 주행하고, 위치추정이 성공적으로 수행 될 때에는 AutoMove-DWA 또는 AutoMove-Tracking 주행 행동을 선택하여 주행하였다. 이를 통해서 주행 실패를 극복하였다. 또한 Contour-tracking 주행 시간 대비 30%의 주행 시간을 단축하여 효과적으로 주행하였다.

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

- 비전센서로부터 입력받은 영상에서 주행에 자연표식으로 활용할만한 물체를 자동으로 DB에 저장하고 인식하는 기법을 개발하여 주행에 활용하였다. 현재 일반적인 실내 환경에서 2분당 33m2(10평)의 속도로 격자/비전 융합지도의 작성이 가능하다.

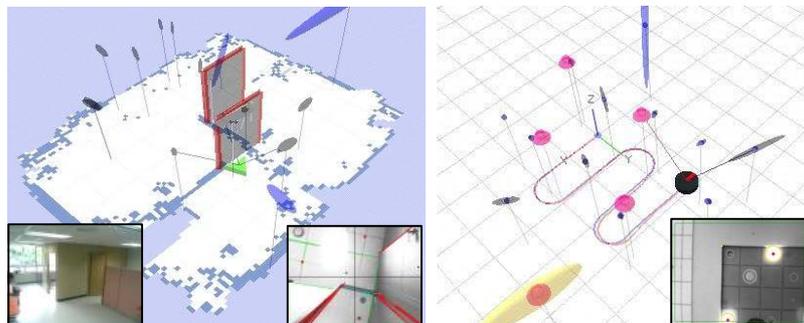


<주행에 사용될 물체를 추출>

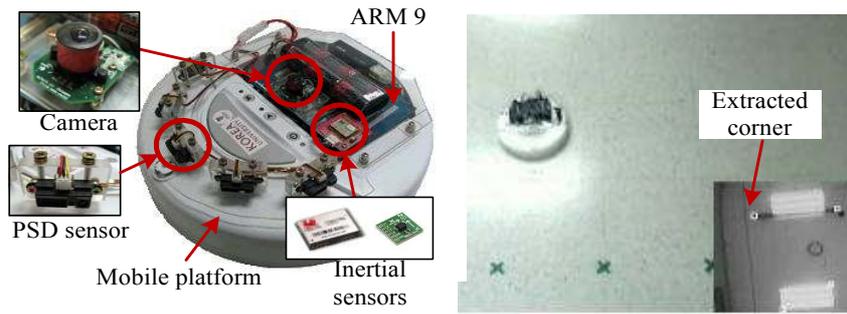


<영상센서와 거리센서를 이용한 SLAM으로 작성한 지도>

- 저가의 단일 비전센서로 얻은 천장영상에서 코너를 추출하여 코너의 위치와 로봇의 위치를 추정하는 bearing-only SLAM을 임베디드 시스템에서 동작하도록 구현하였고, 또한 문과 조명도 특징으로 탐지하는 등 탐지 가능한 특징의 종류를 다양화시켰다.

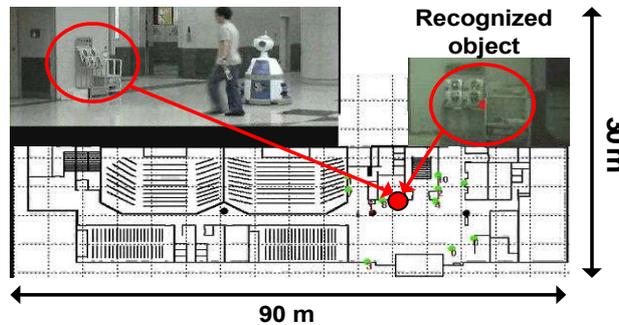


<천장영상에서 다양한 특징의 추출 및 특징의 위치 불확실성>



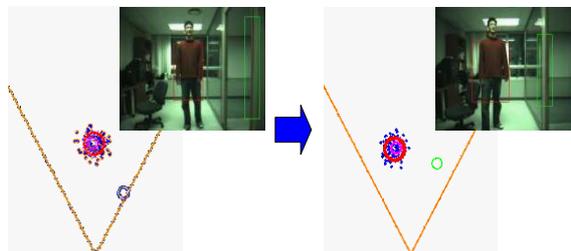
<단안카메라 기반의 임베디드 시스템(좌) 및 주행 모습(우)>

- 비전센서로 얻을 수 있는 특징과 거리센서로 얻을 수 있는 특징을 함께 사용하여, 하나의 센서만 사용하는 경우보다 더 다양한 환경에서 더 신뢰할 만한 파티클 필터 기반의 위치추정 기법을 구현하였다.



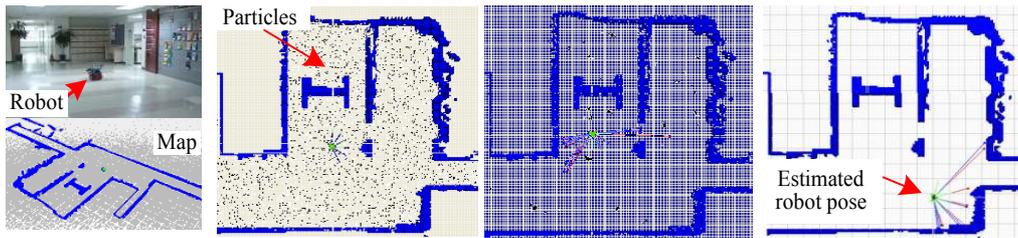
<비전센서/거리센서 융합을 통한 위치추정>

- 스테레오 영상에서 얻은 3차원 정보로 동적 장애물을 탐지하고, 파티클 필터를 이용하여 특정한 동적 장애물을 추적하는 기법을 개발하였다. 파티클 필터의 센서모델의 경우 거리정보와 색상정보를 융합하여 동적장애물을 추적하는 기법을 개발하여 기존의 동적 장애물 추적의 강인성을 향상시켰다.

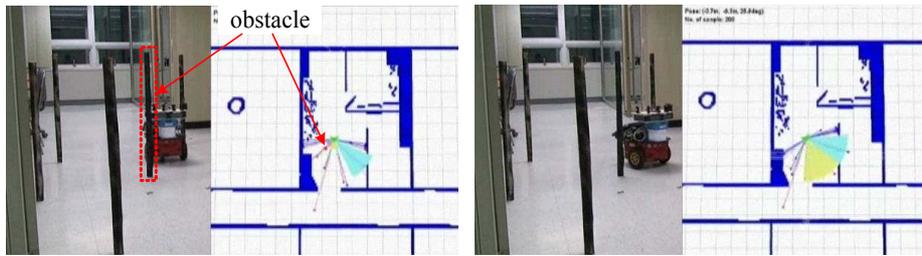


< 거리와 색상정보의 융합에 기반한 동적 장애물 추적 >

- 주행의 실용성 향상을 위하여 저가의 거리센서를 이용한 실내주행 기술을 개발하였다. IR 센서로 넓지 않은 실내 환경에서 로봇의 위치를 인식하고, 초음파 센서를 이용하여 장애물을 실시간으로 회피하는 기술을 개발하였다.



< IR 센서를 이용한 로봇의 위치인식 >



< 초음파 센서를 이용한 장애물 회피 >

- 다수의 이동물체가 존재하는 넓은 환경에서 레이저 스캐너를 이용하여 로봇의 위치를 인식하는 기술을 개발하였고, 미지의 환경에서 자율적으로 이동하며 지도를 작성하는 기술을 개발하였다.

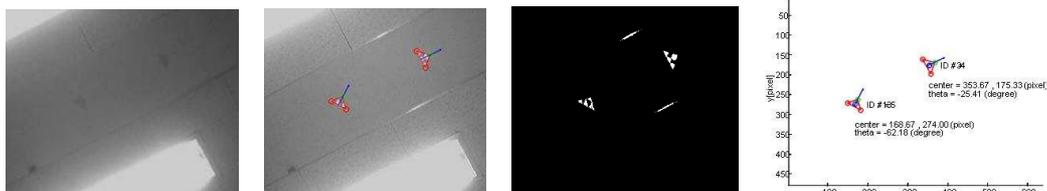


< 다수의 이동물체가 존재하는 넓은 환경에서의 자율주행 >



< 미지의 환경에 대한 탐사 및 지도작성 >

- 적외선 반사 인공표식을 이용하여 로봇의 위치를 추정하는 기술을 개발하였다.



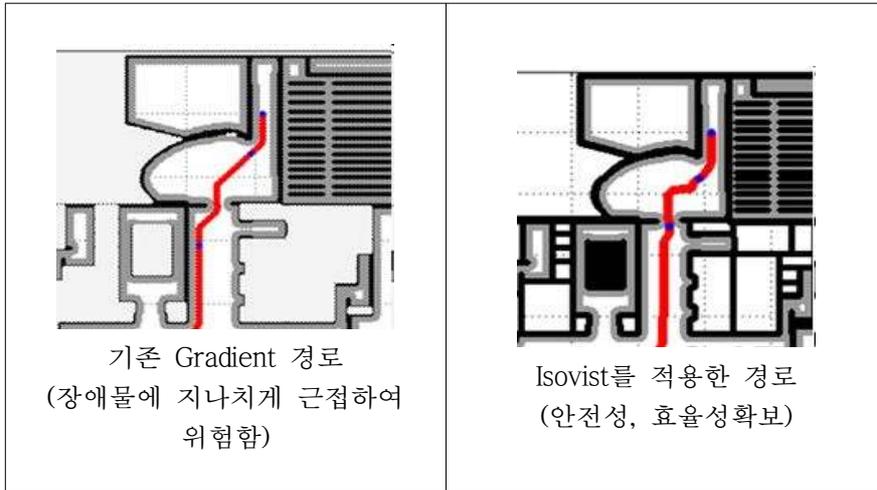
< 적외선 조명 off >

< 적외선 조명 on >

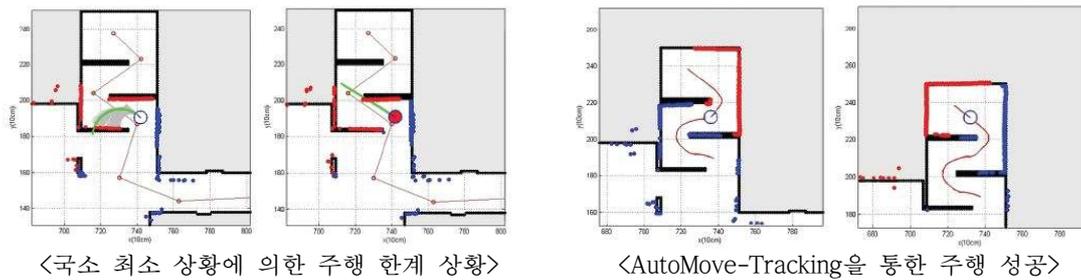
< 두 영상의 차이 >

< 인공표식 인식 >

- 사람의 보행패턴 분석기법(Isovist)을 로봇의 경로계획에 응용하여 안전성과 효율성을 동시에 극대화할 수 있는 경로계획 기법을 개발하였다.



- AutoMove-Tracking 주행 기법을 이용하여 DWA 주행 기술의 한계 상황을 극복하는 강인한 주행 제어 기술을 개발하였다.



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	8	8	1	13	27	1		2					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	세션화 기반 위상지도의 작성방법 및 그 장치, 이동로봇의 탐사를 통한 세션화 기반 위상지도 작성방법 및 그 장치	10-061132 8		○	송재범 고방운 권태범	대한민국	○	
2007	로봇 전역 위치추정 방법 및 로봇 전역 위치추정 장치	10-2006-0 119348		○	송재복 임병두 이용주	대한민국	○	
2007	천장 영상 기반 이동 로봇 장치 및 이의 위치 인식 방법	10-2007-0 141851	○		송재복 황서연	대한민국	○	

다. 홍보 활동 등

- 본 연구팀은 지식경제부 주최 2007, 2008년 그랜드 챌린지 대회에 2년 연속으로 참가하여 넓고 많은 사람들이 있는 환경에서 목적지까지 장애물과 충돌하지 않고 성공적으로 주행하는 기술을 시연한 바 있다. 프론티어 과제 주최로 열린 기술교류 워크샵 및 기타 전시회에 참가하여 주행기술을 선보여 사람들의 많은 관심을 받았다. 또한, 관련기술을 홍보물로 제작하여 홍보에 활용하였다.

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 환경에 대한 지도는 주행 뿐 아니라 로봇의 다양한 작업에 꼭 필요한 요소로 지도를 작성하는 기능은 주행패키지 상품화를 위해서 꼭 필요한 기능이다. 본 연구를 통하여 개발한 지도작성 기술은 사업단 로봇뿐만 아니라 많은 주행시스템에서 기본 지도작성 모듈로 사용될 것이다.
- 비전센서는 이동로봇의 주행에서 거리센서로 해결할 수 없는 문제에 대한 해결책을 제공할 수 있기 때문에 실용적인 차원에서 획기적인 전기를 마련할 것으로 기대된다. 특히, 천장정보를 이용하는 비전센서 기반의 위치인식 기술은 실용성이 높아 사업화 가능성이 가장 큰 기술이다.
- 이동 물체가 존재하는 환경에서 다양한 목표에 도달하기 위한 경로계획 및 운동제어 기술은 주행의 신뢰성과 직접 연관이 있는 기술로, 주행시스템의 실용화 및 상품화를 위해 꼭 필요하다. 따라서 다양한 로봇에 적용했을 때 다양한 환경에서 안정적으로 동작하는 경로계획 및 운동제어 기술은 이동로봇 뿐 아니라 주행보조기기 등의 자율주행 시스템에서 기본 주행모듈로 사용될 것으로 기대된다.

나. 경제적 측면

- 주행기술은 거의 모든 분야의 인간지원 기능을 갖는 지능로봇에서 핵심적으로 필요한 기술이다. 지금까지는 로봇관련 회사에서도 주로 플랫폼 제작에만 집중하고 주행기술은 상품화시키지 못하였는데, 이제는 로봇 관련 회사와의 공동연구 및 상품화를 통하여 로봇산업 발전에 일익을 담당할 수 있으리라 기대된다. 2단계 연구를 통하여 개발한 저가 센서를 사용한 주행시스템을 통하여 주행기술을 실용화할 수 있는 기술을 연구한 만큼, 이는 로봇 보급을 촉진하는 결과를 낳게 될 것이다.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 개발된 주행기술은 본 과제에 참여하는 업체를 통하여 기술이전 및 상품화를 추진할 계획이다. 현재 국내에서 이동로봇을 개발하는 몇몇 업체들은 자체의 플랫폼과 주행 알고리즘을 사용하고 있다. 그러나 대부분의 회사들은 이동로봇 플랫폼 제작에 주력하고 있으며, 주행 알고리즘은 초보적인 수준에 머물고 있으며, 이를 전문적으로 개발할 인력을 확보하지 못하고 있다. 그러므로 이동로봇을 개발하는 회사들은 서비스 로봇의 실용화를 위하여 강인한 주행 알고리즘을 반드시 필요로 하리라 예상된다.

나. 향후 연구 계획

- 다양한 센서정보를 종합하는 기술은 이동로봇뿐만 아니라 센서를 사용하는 모든 시스템에 필요한 기술이며, 특히 하나의 목적을 위한 다수의 이중센서를 사용하는 방법이 성능 향상에 기여한다는 것은 당연한 결과이다. 3단계에서는 레이저 스캐너, 비전센서, IR 센서, 초음파 센서 및 자이로 센서를 융합하여 다양한 환경에서도 강인하게 동작하는 주행기술을 개발할 계획이다. 특히, 프론티어 사업의 시범사업을 통하여 IR 센서, 초음파 센서와 같은 저가 센서를 가지고 가정 또는 교실환경에서 사용가능한 신뢰성 있는 주행기술을 개발할 것이다.

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	6-1			
과제명	한 글	감정 생성,인식,표현을 이용한 감정 상호작용 기술		
	영 문	Emotional Interaction Technology using Generation, Recognition and Expression of Emotion		
연구책임자	권동수	연구기관	KAIST	
위탁연구기관	-	참여기업	-	
2단계 연구비	정부: 930 백만원	민간: 60 백만원	총 연구비: 990 백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

Grand challenge : 사람과 로봇의 정서적 교류 정도에 따라 사용자에게 대한 충성도가 형성되며, 개성을 표현할 수 있는 로봇

- 감정 인식부
 - = 음성/대화/터치 인식을 통해 사용자의 4가지 감정정보 추출
- 감정 생성부
 - = 상황에 따라 로봇의 감정이 17가지로 생성되는 일반화된 로봇 감정 생성 모델 개발
 - = 사용자와 로봇간의 친밀도에 따라 로봇이 충성도를 생성해내는 모델 개발
 - = 로봇의 성격에 따라 다양한 감정 생성 및 행동을 표현해내는 모델 개발
- 감정 표현부
 - = 얼굴표정/led/음성변조/음향/제스처를 이용한 멀티모달리티 감정표현기법 개발
 - = 멀티모달리티를 이용한 감정 강도 표현 및 동적 표현 기법 개발
 - = 자연스러운 감정표현을 위한 멀티모달리티 동기화 기법 개발
- 사용자 위치 인식/로봇 호출을 위한 인간 친화적인 실버세대 주거공간용 인터페이스 개발
- 로봇의 의도/상황/감정 표현 데이터베이스 구축 및 에디트 툴킷 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ Reactive/Deliberative hybrid 감정 생성 모델 설계 및 구현을 이용한 12가지 감정 생성	◦ Reactive 4개 감정, Deliberative 12개 감정을 통합하여 총 15가지(1개 감정 중복) 감정 생성이 가능한 생성 모델 완성	100
	◦ 로봇의 Motivation 시스템을 통한 proactive interaction 구현	◦ 로봇의 욕구 정의 및 그에 따른 Motivation 시스템 개발 및 시스템의 항상성 유지 메카니즘 개발을 통한 proactive interaction 구현	
	◦ 로봇 정서 기억 학습방법 및 Loyalty 구현을 위한 기반 연구(2,3차년 선행연구)	◦ 사람과 로봇의 친근감에 대한 정서 모델 구현 및 학습 방법을 사회학 관점에서의 Social relationship 형성 방법론에 기반하여 조사하고 이를 기반으로 한 서비스 로봇의 Loyalty 구현 방법 연구 및 동물 행동학에 의한 로봇 action coloring방법 연구	

	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 Personality 조정을 통한 인간친화적인 인공 감정 생성 기반 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 성격 모델링의 심리학적인 접근을 위해 성격에 기본 요소들에 대한 기반 연구 수행. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 터치 인식 모델 디자인 및 터치 감정의 분류 정립 	<ul style="list-style-type: none"> 터치 인식 모델 디자인 및 터치 감정(격려, 화남, 애정, 평상)의 분류, 인식률 60% 달성. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 감정정보 추출을 위한 코퍼스 분석 및 감정어휘 파악 	<ul style="list-style-type: none"> 감정표현에 나타나는 감탄사/단어문장, 감정어휘들의 기본 집합을 생성하고, 이를 기반으로 감정정보 추출을 위한 기본패턴 생성 	
	<ul style="list-style-type: none"> 감정정보 추출을 위한 문법이론의 이해 및 확장 	<ul style="list-style-type: none"> 감정정보 추출 및 억양정보 표현을 위한 결합범주 문법의 확장 	
	<ul style="list-style-type: none"> 정서 변화의 동적 특성과 복합 감정이 표현될 수 있는 정서-표정 모델 정리 	<ul style="list-style-type: none"> emotion 정보에 맞는 제스처와 얼굴의 주요 요소의 목표 정규 값 정의 다양한 얼굴 표정 테스트를 위한 시뮬레이터 개발 외부 자극과 시간 변화에 대한 표정의 변화 두 가지 이상의 감정이 얼굴을 통해 동시에 표현 	
	<ul style="list-style-type: none"> 자연스러운 음성언어 생성을 위해 필요한 음운정보 이해 	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 음운 정보의 효과 및 특성 파악 Diphone 기반의 음성 합성기에 대한 이해 및 관련 기술 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 시나리오에 맞는 다양한 감정 표현의 유형에 따른 음향 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 4가지 기본 감정의 표현에 적합한 음향 제작 및 음향에 대한 호응도 조사 	
	<ul style="list-style-type: none"> 레이저 포인터 타입 주거 공간 인터페이스 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 카메라 추적 레이저 포인터 시스템을 이용한 대용량 화면과의 상호작용 기술 개발 	
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> Hybrid 감정 생성 모델의 H-Robot 적용 	<ul style="list-style-type: none"> H-Robot의 시나리오에 적용할 수 있는 감정 생성 모델의 개발 	100
	<ul style="list-style-type: none"> Social relationship 형성을 이용한 서비스 로봇의 Loyalty 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇과 multi user사이의 사회적 관계의 computational 모델 개발과 이에 기반하여 로봇의 loyalty 형성 메카니즘(loyalty 생성, 구현, 학습) 개발 Loyalty 생성을 위한 Similarity평가 모듈 개발 FMMNN기반의 Loyalty 학습 기법 개발 Loyalty 구현을 위한 action coloring 기법 제안 	
	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 성격 분류 및 이에 따른 로봇 감정 생성의 다양화 알고리즘 및 모듈 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 성격을 나타내주기 위한 5가지의 기본적인 차원인 Big-Five를 이용해 로봇의 성격을 다양화함. 동일한 주변 환경 정보들에 대해서 다양한 감정 종류와 세기를 생성할 수 있는 알고리즘 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> 터치 감정 인식을 위한 피쳐 개선을 통한 인식률 향상 	<ul style="list-style-type: none"> H-Robot의 Head(하드커버)에 적용 가능한 비접촉식 터치센서, 가속도 센서를 사용한 터치인식 모듈 개발 실시간 터치 패턴 인식률 80% 달성 	
	<ul style="list-style-type: none"> 감정정보 추출을 위한 감정모델 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 도메인 및 자연언어의 특성을 고려한 주요 범주 결정 및 통사적·의미적·화용적 특징파악 문장형식과 감정표현의 관계 분석을 통한 기쁨 및 분노 추출을 위한 감정모델 구축 	

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 감정정보 추출 방법론 제시 및 평가기준 마련 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 범주 별 문장형식·감정과악에 영향을 미치는 성분 등의 특징이 추가된 기본 패턴 및 패턴 간의 조합에 가중치를 둔 감정추출 방법론 개발 ◦ 결합범주문법을 활용하여 대상, 지속기간을 추출할 수 있는 방법론 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 음성입력에서 네 가지 감정(기쁨,슬픔,중립,화남)을 80% 인식하는 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 하나의 상태를 가지는 HMM을 사용하여 각 감정을 모델링하고 변별력 훈련을 하여 90% 이상의 인식률을 얻음. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 음악 분위기 인식, 목표:80% 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 음악의 분위기 별로 여러 특징점을 추출하고 SVM을 사용하여 인식하였다. ◦ 인식률 : 56%(세계적 선두 기관 : 60%) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사람과 유사한 로봇의 목과 팔 움직임 구현 및 얼굴 표정과 동기화 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ dynamic 모델의 coefficient 값 변화에 따라 로봇의 표정 변화 속도를 조절하여 성격 표현 ◦ 각 감정 변화에 맞는 얼굴과 2자유도의 목, 6자유도의 팔의 움직임 결정 ◦ 얼굴 표정의 인식률을 바탕으로 제스처의 동기화를 위한 경계 설정 ◦ 얼굴/목/팔 표현이 가능한 3차원 시뮬레이터 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 음성생성 결과에 감정상태에 적합한 억양정보 합성 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 감정 상태에 적합한 억양정보를 추출 ◦ 발화문의 경계를 예측 ◦ 각 발화문에 적절한 억양정보를 합성 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 18가지 감정에 대한 감정의 강도에 따른 복합적 감정 표현을 위한 음향 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pitch, Tempo 등의 음악의 6가지 요소를 고려한 기본 음향 제작 및 기본 음향에의 음악의 6가지 요소의 변화를 통한 강/중/약의 감정 강도 표현이 가능한 음향 제작 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용자위치 인식 방법론 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지그비 센서의 RSSI를 이용한 거리 및 사용자 위치 추적 기술 개발 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 감정생성모델 통합 감정 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 성격과 충성도를 고려한 로봇의 감정 생성 엔진 완성 ◦ H-robot용 상황입력정보기반 17가지 감정 생성 엔진 개발 및 H-robot ver1.0 통합 완료 	98
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용자 적응형 loyalty 모델을 위한 상호작용 학습 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Reward기반의 점증적 충성도 학습 모델 개발 ◦ 감정 전이에 의한 Loyalty 표현 기법 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇의 성격 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 정서안정성에 따른 로봇의 생성 감정 및 감정 상태의 감쇠 조절과 외향성, 친밀성, 정서안정성에 따른 감정의 표현 강도 조절 구현 ◦ 로봇의 성격에 기반한 동기 상태의 변화를 통해 로봇의 action coloring 구현 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 터치 감정 인식 모듈 H-robot에 통합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 리눅스 기반 실시간 터치 감정 인식 모듈(때리기, 토닥이기, 밀기, 쓰다듬기 인식)을 구현하여, H-robot ver1.0 통합 완료 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 주 사용자그룹의 감정어휘 ◦ DB구축을 위한 어휘수집 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 주 사용자그룹이 로봇과 상호작용하는 상황 및 로봇의 다음 행동에 관련된 감정어휘 분석 ◦ 로봇 행동에 대한 좋고 싫음의 표현 수집 	

<ul style="list-style-type: none"> ◦ 주 사용자그룹의 언어특성(어휘, 문장성분)에 따른 감정정보 추출 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 상황 및 언어특성에 기반한 로봇 행동정보의 구조화 ◦ 상황 및 언어특성에 독립적인 감정후보 추출 ◦ 주어진 세부 상황정보에서 가장 적합한 감정 추출
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용자 맞춤형 적응 시스템 확립 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ MAP 적응 기법을 사용한 파라미터 적응 시스템을 적용함, 실제 사용자에게서 녹음 샘플을 받아들이고 이를 사용하여 모델 파라미터를 현 사용자에게 적응할 수 있음
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노이즈 환경에서 90% 이상의 감정 인식을 달성 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노이즈 환경 보상을 위해 노이즈를 인간 청각 마스킹 문턱 값 아래로 내리는 방법을 개발하였고, 최대 마진 기법을 사용하여 환경 불일치를 최대한 보상함. ◦ 90%이상의 인식을 달성하였으며, 최대 마진 기법은 적용되었고, 노이즈 제거 기법은 실시간성의 문제를 해결할 필요가 있음
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 모달리티 개선 및 H-robot에 통합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 유전자 알고리즘을 적용하여 감정에 따른 LED의 색과 깜빡임 주기 결정 ◦ 얼굴 표정에 variation을 추가한 동적 표현 ◦ 얼굴 표정, RGB LED, 2자유도 목의 움직임, 2자유도 양팔의 움직임을 H-robot에 구현
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기본감정 표현을 위한 문장구조 및 어휘 재구성 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자연스러운 감정표현을 위한 감정형용사 수집, 감정형용사를 활용한 문장재구성, 음성표현
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 감정정보의 추출 및 음성표현에 대한 사용자 평가 기준 마련 및 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 정답태깅의 일치도 측정기법을 통한 정답 신뢰도 파악 및 이를 기반으로 추출결과 평가 ◦ 전문성우의 감정범주 별 발화문장 및 합성된 음성표현에 대한 사용자 비교평가를 통한 음성표현 결과의 성능평가
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 감정의 강도 표현 및 감정 표현의 길이 조절이 가능한 음향 제작 및 Run-Time 음향 재생 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 감정 표현의 길이 조절이 가능한 3구간의 음악의 구조적 특징을 갖는 음향 제작 및 자바를 이용한 3구간 음향의 Run-Time 재생 소프트웨어 구현
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1차년도, 2차년도 개발시스템의 통합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 레이저 포인터, 무선 마이크, 위치인식, 동작인식 기능을 갖춘 device 및 알고리즘 설계
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇의 의도/상황/감정 표현 데이터베이스 구축 및 에디트 툴킷 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇의 의도/상황/감정에 적합한 멀티모달리티 Primitive DB 구축 ◦ 멀티모달리티 DB의 시퀀스 조절 및 조합을 통해 로봇의 behavior 구성이 가능한 에디트 툴킷 개발 ◦ 각 표현 DB를 구성하는 파라미터 조절을 통한 로봇 표현 DB의 자동 생성 및 확장
2단계 연구목표 달성도	
99	

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 감정 생성 모델	3	0.5	미국	70	미국	85
◦ 충성심 구현 기술	5	2	일본	60	일본	75
◦ 로봇의 성격 구현	3	1	일본	60	일본	75
◦ 터치 감정 인식	2	0.5	일본	80	일본	90
◦ 자연언어 문장으로부터 감정추출	1	0.5	미국	60	미국	75
◦ 음성 감정 인식기술	2	0	중국	50	우리나라	100
◦ 음악 분위기 인식기술	3	1	중국	70	캐나다	75
◦ 얼굴표정/제스처(목/팔) /LED를 이용한 감정 표현	2	1	미국	80	미국	80
◦ 로봇 감정 표현 음향 제작	10	5	일본	20	일본	80
◦ Run-Time 연동을 위한 음향 제작 기법	10	3	일본	20	일본	80
◦ 감정정보가 표현된 음성합성결과 생성	1	0.3	미국	70	미국	80
◦ 매개 인터페이스	1	0.3	미국	75	미국	80
◦ 로봇의 의도/상황/감정 표현 데이터베이스 구축 및 에디트 툴킷 개발	5	2	일본	10%	일본	50%

나. 연구성과(정성적)

- Reactive/deliberative의 hybrid 형태의 감정 생성 모델에 기반하여, 로봇의 욕구 정의 및 그에 따른 Motivation 시스템 개발, 시스템의 향상성 유지 메카니즘 개발, 성격과 충성도를 고려한 로봇의 감정 생성 모듈을 통해 17가지 감정 생성이 가능한 엔진 개발
- 사회학적 이론(호감도형성요인, 정서관계모델)에 의해 사람에 대한 로봇의 충성도 형성 메커니즘을 개발, 자극의 형태에 따라 적절한 감정을 보여줌으로서 충성도를 표현, 및 반복적인 상호작용에서의 feasible한 충성도 학습 모델 개발
- 성격을 나타내기주기 위해 심리학에서 정의한 5가지의 기본적인 차원인 Big-Five에 기반하여, 동일한 주변 환경 정보들에 대해서 다양한 감정 종류와 세기를 생성하고, 표현 할 수 있는 알고리즘 개발 및 로봇의 성격에 기반한 동기 상태의 변화를 통해 로봇의 action coloring 구현
- H-robot의 Head(하드커버)에 적용 가능한 리눅스 기반 실시간 터치 감정 인식 모델 디자인(비접촉식 터치 센서, 가속도 센서를 사용) 및 터치 감정(격려, 화남, 애정, 평상)을 분류하여, 인식을 80%를 달성함
- 감정표현에 나타나는 주요 감탄사/단어문장 및 감정어휘를 기반으로 기본 패턴 및 문장형

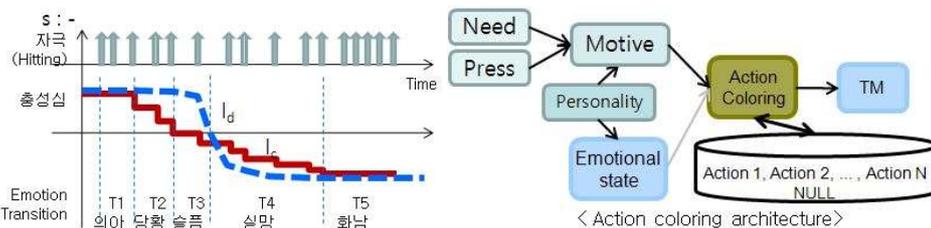
식, 성분 등의 특징이 추가된 심화 패턴을 생성하고 패턴 간의 조합에 가중치를 둔 효과적 감정추출 방법 개발

- 음성 감정 인식은 각 감정을 HMM으로 모델링을 하여 최대 마진 기법으로 훈련해 좋은 인식률을 얻을 수 있었다. 최대 마진 기법은 훈련과 사용 환경 사이의 불일치를 최대한 보상해 주어 실제 사용시 인식률을 많이 높여줄 수 있다. 사용자간의 불일치는 MAP적응을 통해서 보상받을 수 있다.
- 음악 분위기 인식은 각 장르별로 여러 종류의 특징점을 추출한 뒤, 이를 인식할 때, support vector machine (SVM)을 사용하였다. 50% 정도의 인식률을 얻었는데, 현재 최고 기술은 캐나다의 University of victoria에서 보유하고 있으며 그 인식률은 66.41%이다. 이 음악 분위기 기술은 3단계에서 계속 진행할 사항이다.
- 얼굴 표정, 제스처, LED가 포함된 감정 표현 알고리즘 개발 및 시뮬레이터에서 검증 및 H-robot에 통합
- 네가지 감정 상태(화남, 기쁨, 슬픔, 중립)에 적합한 억양정보(pitch, duration, intensity)의 변화과정 추출하고 억양 정보의 변화를 실제 음성에 합성하여 기존 음성 합성 시스템에서 표현하지 못했던 감정 정보 표현
- 로봇의 감정 표현을 위한 음악의 6가지 요소를 이용한 감정의 강/중/약 표현 및 3구간의 음악적 구조의 특징을 가지는 감정 표현의 길이 조절이 가능한 감정 표현 음향 제작
- 감정의 강도 및 표현 길이 조절의 Run-Time 연동을 위한 자바 음향 재생 소프트웨어 제작
- 주택내 대용량 화면과의 상호작용을 고려한 카메라 추적 레이저 포인터 시스템 개발
- 직관적인 상호작용을 위해 가속도 신호를 이용한 제스처 인식 기술 개발
- 65가지 상황에 따른 7가지 각 모달리티별 DB 구축 및 Qt를 이용한 OS 독립적인 로봇 표현 에디트 툴킷 개발

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

- 충성도, 개성을 표현한 감정 생성

- H-robot용 상황입력정보기반 17가지 감정 생성 엔진 개발. (그림 1. 왼쪽)
- 감정전이를 이용한 충성도 변화 표현 모델 개발 (그림 1. 가운데)
- 로봇 성격에 따른 감정 상태 변화와 동기 상태에 따른 action coloring (그림 1. 오른쪽)



[그림 1] (왼쪽)감정 생성/인식/표현 기술이 통합된 로봇 플랫폼, (가운데) 사용자의 지속적인 자극에 따른 로봇의 감정 상태 전이, (오른쪽) 로봇의 동기 상태와 감정 상태 변화를 통한 action coloring framework

- 터치 감정 인식

하드웨어에 적용가능한 터치 감정 인식 모델 디자인(비접촉식 터치 센서, 가속도 센서를 사용) 및 터치 감정 (격려, 화남, 애정, 평상)을 분류하여 인식함(그림 2.)

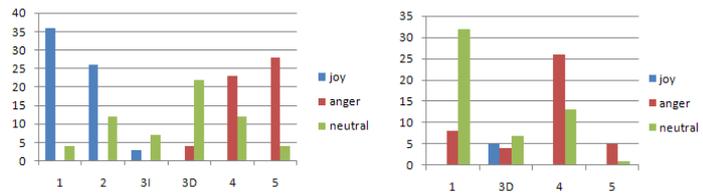


[그림 2] 터치 감정 인식용 하드웨어와 H-robot에의 적용

• 자연언어 문장으로부터 사용자의 감정정보 추출

- 인터넷 블로그 상의 글에서 감정어휘에 따라 문장형식 및 문장성분을 변화시켰을 때 분노, 기쁨을 활용하는 정도를 파악하여 심화 패턴 생성 (표 1, 그림3).
- 어휘기반 기본패턴 및 심화패턴의 조합에 가중치를 둔 감정정보 추출 방법론 개발

번호	예	문장형식
1	와 예쁘다	평서문
2	예쁘지 않아 / 예쁘지 않아(니)	평서문/의문문
3	안 예뻐. (D) 안 예뻐? (I)	평서문/의문문
4	뭐가 예쁘다고.	평서문
5	예쁜긴 뭐가 예뻐?	의문문



[그림 3] 4가지 형용사(긍정: 예쁘다/좋다, 부정: 나쁘다/싫다)를 주 서술어로 표1과 같은 5가지 문장패턴을 생성하여 인터넷 블로그 상의 해당 문장패턴이 기쁨, 분노, 중립을 표현하는 횟수 (좌: 긍정 형용사, 우: 부정 형용사)

[표 1] ‘예쁘다’ 에 대한 5가지 문장 패턴

- 상황 및 언어특성에 기반한 로봇 행동정보를 참조하여 주어진 세부 상황정보에서 적합한 감정 파악(그림 4)

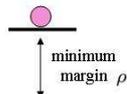


[그림 4] 상황정보에 따른 감정추출을 위한 상황정보 구조

• 음성 감정 인식 기술

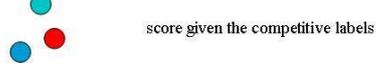
현재 통합이 완료되어 있는 음성 감정 인식 기술에 대해서 설명하겠다. 아래는 최대 마진 기법을 설명하기 위한 그림이다. 하나의 음성에 해당하는 모델(분홍색)은 나머지 감정 모델(초록, 파랑, 빨강)에 비해 그 스코어 값이 많이 커야 인식할 때 오류가 줄어든다. 이렇게 각 음성에 해당하는 모델과 다른 모델 사이의 거리를 최대한 벌려서 파라미터를 훈련하는 방법이다.

$F(X_n, y_n; \theta)$ score given the correct label



$F(X_n, y; \theta)$

$\forall y, y \neq y_n$



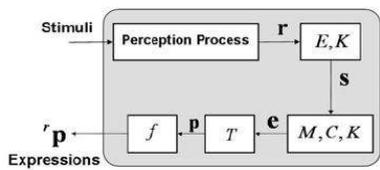
$$\min_{\rho, \xi, \theta: \|\theta\| = \gamma} -\rho + \frac{C}{N} \sum_{n=1}^N \xi_n$$

$$\text{subject to } d(X_n, y; \theta) \geq \rho \Delta(y_n, y) - \xi_n, \quad y \in \mathcal{Y} \setminus y_n, \quad \forall n$$

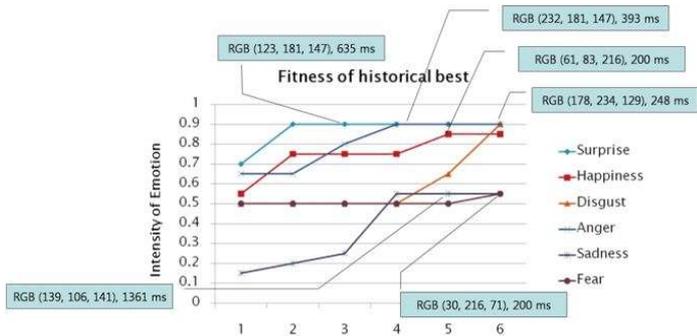
$$\rho \geq 0, \quad \xi_n \geq 0, \quad \forall n$$

이를 수식에서 손실함수($\Delta(y_n, y)$)는 Watson and Tellegen의 모델(Watson, “Toward a consensual structure of mood,” 1985)을 사용하여 정의하였다.

- 얼굴표정/제스처(목/팔)/LED를 이용한 감정 표현
 - 얼굴 표정을 이용한 감정 표현 (그림 5.)
 - GA를 이용하여 LED의 색 및 깜빡임 주기 결정 (그림 6.)



[그림 5] 자극으로부터 얼굴 표정을 구현하기 위한 Overall Structure

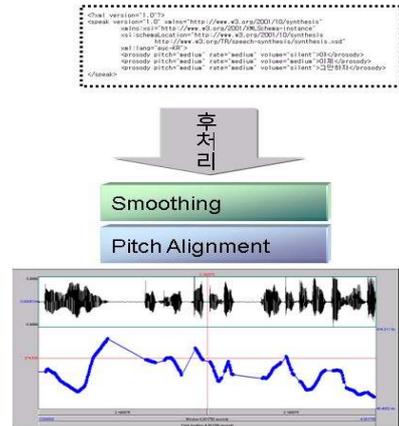


[그림 6] GA를 이용한 감정에 따른 LED 색 결정 결과

- 감정정보가 표현된 고품질의 음성합성결과 생성
 - 감정 상태에 따른 억양 정보(pitch, duration, intensity)의 변화과정을 문장 전체의 변화, 어절 단위의 변화, 형태소 단위의 변화과정으로 분석 (그림 7)
 - 각 감정 상태에 따른 억양 정보의 변화를 특징적으로 변형하여 그 결과를 실제 음성에 합성 (그림 8)

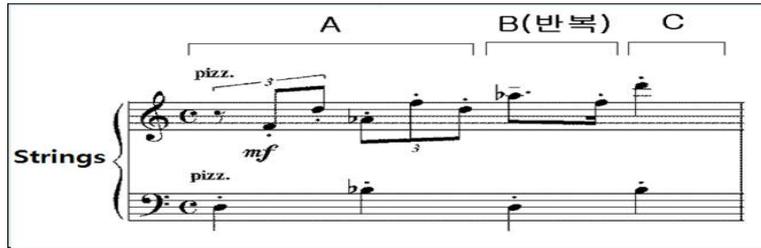


[그림 7] 기쁨, 화남, 슬픔, 중립의 상태에 따라서 담화표지의 발화에 나타나는 억양정보의 특징



[그림 8] 분석된 억양 변화 정보를 음성합성에 적용하는 과정

- 로봇 감정 표현 음향
 - 감정 표현의 길이 조절이 가능한 음악적 구조를 갖는 감정음향 제작
 - 3-구간의 음악적 구조를 이용한 감정 표현 길이 조절 가능 모티브 제작
 - 반복구간(B)의 반복에 따른 시작부(A)와 종료부(C)의 음악적 연계성을 고려한 자연스러운 연결 구조의 음향 제작



[그림 7] 3-구간의 음악적 구조를 갖는 감정음향 예시 (기쁨)

- 감정 강도 표현이 가능한 음향 개발

- 동일 모티브를 기반으로 음악의 6가지 요소 중 피치, 템포, 볼륨의 변화를 활용한 감정 강도 표현이 가능한 음향 개발



(a) 기쁨 - 강

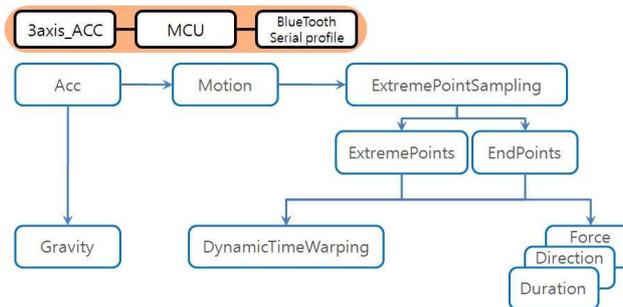
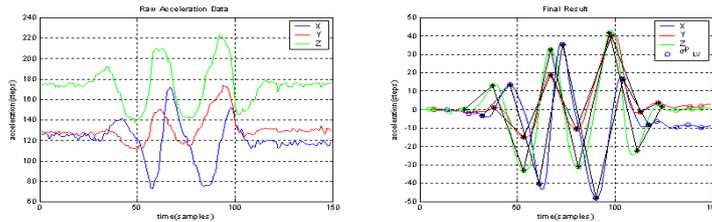
(b) 기쁨 - 중

(c) 기쁨 -약

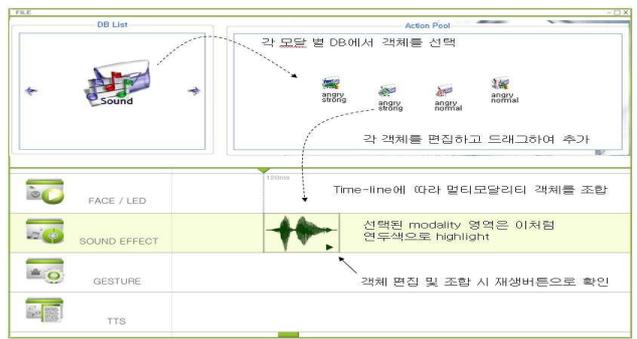
[그림 8] 동일 모티브를 기반으로한 감정 강도 표현이 가능한 음향의 웨이브폼

• 매개 인터페이스

- 카메라 추적 레이저 포인터 시스템의 개발. 빔 프로젝터와 카메라를 이용해 스크린 내 레이저 포인터를 인식하는데 있어서 외부 외란이나 잡음에 강인한 특성을 보이는 광점 검출 알고리즘을 개발.
- 모바일 장치와 사용자간 직관적인 상호작용을 위해 저가의 가속도계에서 얻어진 신호를 이용한 가속도계신호에 특화된 끝점 검출 알고리즘과 제스처 인식 알고리즘을 개발.
- 무선 마이크/레이저 포인터/동작인식/위치추정/조이스틱 기능을 제공하는 통합 HW를 제공.



- 로봇의 의도/상황/감정 표현 데이터베이스 구축 및 에디트 툴킷 개발
 - 각 모달별 DB를 선택
 - DB의 파라미터를 편집하여 재 저장
 - Time-line에서 drag-drop 기능을 통해 멀티모달리티 DB의 편집 및 조합 기능
 - 편집 중 시뮬레이터와 연동하여 재생을 통해 편집된 결과를 확인할 수 있음



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	2	4	4	20	28	8		6					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	감정데이터 공유시스템 및 그 공유시스템을 이용한 감정데이터 공유방법	10-2008-0107961	○		민혜진, 박종철	대한민국		○
2008	최대 상호 정보 혼련을 이용한 음향 모델 구축 소프트웨어	2008-01-199-000640		○	유창동, 윤성락, 김성웅	대한민국		○
2008	최소 구분 에러 혼련을 이용한 음향 모델 구축 소프트웨어	2008-01-199-000642		○	유창동, 윤성락, 김성웅	대한민국		○
2008	음성을 이용한 감정 인식 소프트웨어	2008-01-199-000643		○	유창동, 윤성락, 김성웅	대한민국		○
2008	리눅스용 음성 감정인식기	2008-01-199-005074		○	유창동, 윤성락	대한민국		○
2008	음성 감정인식에서 최대 마진 기법을 이용한 은닉 마르코프 모델혼련	2008-01-199-005075		○	유창동, 윤성락	대한민국		○

2008	음성 감정인식에서 마진 스케일링 기법을 이용한 은닉마르코프 모델 훈련	2008-01-199-005076		○	유창동 윤성락	대한민국		○
2008	끝점 검출 방법, 이를 적용한 마우스 장치와 그 작동 방법	10-2008-0009229	○		임종관 권동수	대한민국		○
2008	동작인식 기반의 프리젠테이션 시스템 및 프리젠틱 방법	10-2008-0011099	○		임종관 권동수	대한민국		○
2008	안테나를 이용하여 감정 및 상황 표현이 가능한 로봇장치	10-2008-0035385	○		권동수 송현수 김영민 박종찬	대한민국		○
2008	로봇의 호감도 형성장치 및 그 방법	10-2008-0037971	○		권동수 김영민	대한민국		○
2008	햅틱 터치펜을 이용한 터치 입력 시스템	10-2008-0044312	○		권동수 김영민	대한민국		○
2008	터치 센서와 가속도 센서를 이용한 사용자의 터치패턴 인식 시스템	10-2008-0053583	○		권동수 구성용 임종관 박종찬	대한민국		○
2008	3D 공간 마우스의 클릭/더블 클릭 및 Drag & Drop 기능 실행을 위한 방법	10-2008-0079285	○		권동수 임종관	대한민국		○
2008	인터페이스 장치	10-2008-0093092	○		권동수 김승찬 임종관	대한민국		○
2008	가속도계 신호를 통한 동작의 끝점 검출 방법	10-2008-0099705	○		임종관 권동수	대한민국		○

다. 홍보 활동 등

① 홍보활동

성과물명	보도일시	보도일간지	주요내용
Open KAIST 홍보	2006/11/8 ~ 2006/11/9		일반인 및 학생을 대상으로 연구성과 홍보
제2회 미래성장동력 전시회 COEX [과학이 문화를 만났을때]<1>로봇의 마음을 탐구하라	2006/9/28~2006/9/30	한국일보	미래성장동력 전시회에서 로봇의 감정상호작용데모를 보여줌
Open KAIST 홍보	2007/10/30 ~ 2007/11/1		일반인 및 학생을 대상으로 연구성과 홍보
Open KAIST 홍보	2008/11/6 ~ 2008/11/7		일반인 및 학생을 대상으로 연구성과 홍보

② 수상 실적

- 2008 IFAC World Congress Video Prize
- 2007 제3회 메카트로닉스 대회 대상
- 2007 제2회 한국지능로봇 하계종합 학술대회 우수 논문상
- 2006 제7회 TI 코리아 DSP 디자인콘테스트 우수상

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

① 감정 상호 작용 시스템 개발

- 사람과 교감할 수 있는 로봇 감정 메카니즘의 소프트웨어 구현 기술에 대한 프레임워크 제시
- 대화 문장으로부터 사용자의 다양하고 미묘한 감정을 파악하는 연구는 사용자 맞춤형 서비스 모델링에 활용될 수 있으며, 사용자 친화적인 인터랙션의 기반기술로 활용 가능함
- 감정을 표현을 위한 얼굴, 목/팔 제스처, LED 기술 도입과, Linear Dynamic Affect-Expression Model을 제안함으로써 로봇의 감정 표현을 공학적으로 접근
- 여러 개의 모터를 하나의 프로세서에서 stand-alone 으로 동작 가능
- 억양 정보의 변화를 통한 감정 표현은 기존의 감정 정보가 없는 음성합성시스템에 감정 정보 표현이 가능하기 때문에 음성 정보의 부가가치를 높일 수 있음
- 첨단 공학 기술의 집약체인 로봇의 기계적 이미지를 인지 심리학적 요소를 고려한 음악에 기반한 감정 표현 음향 제작 기술을 이용하여 사람에게 표현하는 상호작용 향상 및 사람이 호감을 가질 수 있도록 하여 핵심 기술을 부각시킬 수 있을 것으로 기대함
- 로봇의 멀티모달리티 표현을 생성하는데 있어서, 개발된 로봇의 표현 에디트 툴킷을 통해 로봇의 의도/상황/감정에 적합한 표현을 생성하는데 많은 시간과 노력을 절약할 수 있고, DB의 변화 및 조합을 통해 다양하고 재미있는 표현을 생성함으로써 사람들에게 즐거움을 주고 로봇에 대한 호감도를 증가시킬 수 있을 것으로 기대함.

② 실버세대 주거공간용 원격 인터페이스 개발

- 인간 친화적이며, 직관적인 매개인터페이스의 개발로 미숙련 사용자의 첨단 장비 사용을 용이하게 함.
- 인간-로봇의 상호작용에 꼭 필요한 매개 장비의 역할을 수행함.

나. 경제적 측면

① 감정 상호 작용 시스템 개발

- 로봇의 감정 상호작용 기능을 통해 사용자의 로봇에 대한 거부감을 없애고, 친밀성을 높여 로봇의 상품성을 높임
- 노년층을 비롯한 다양한 사용자층에게 개개인의 취향과 감정상태가 반영된 교육, 엔터테인먼트를 제공하는 멀티미디어 콘텐츠 산업 활성화에 기여
- 충성도와 성격에 따라 다양한 로봇의 감정 반응을 통해 지루함을 없애 상품성 향상
- 실제 제품에 활용할 수 있는 음성 감정인식 기술을 개발함으로써, 기술에 대한 라이선스 확보 등 경제, 산업적 측면에 큰 영향을 미칠 수 있을 것이라 예상
- 사용자의 감정상태가 반영된 웹 및 제품인터페이스의 감성디자인 등으로의 파급효과
- 다양한 외형의 마스코트 타입 로봇에 적용 가능하기 때문에 향후 장난감 로봇이나 기타 인터페이스에 적용되면 기계가 사람에게 좀 더 편리하고 친숙한 형태로 접근할 수 있게

되므로 시장성이 풍부함

- 인간과 로봇 사이의 음성 인터페이스를 비롯하여 휴대전화, 멀티미디어 데이터, 게임, 음성 안내 시스템 등 음성을 이용한 모든 정보 전달 방식에 직접 적용 가능
- 음악에 기반한 감정 표현을 통해 로봇에 대한 호감도의 증가 및 로봇의 특성화/고유화를 가능케 하여 로봇 산업을 위한 시장 형성에 기여할 수 있을 것으로 기대함
- 로봇의 의도/상황/감정 표현의 각 모달별 primitive DB는 다양한 로봇에 적용이 가능하므로, 다양한 로봇의 표현 방법 기준을 마련하며, 개발된 로봇 표현 에디트 툴킷을 활용하여 다양한 로봇의 표현을 쉽게 생성할 수 있으므로 로봇의 개발자 및 사용자 시장에서의 호응이 기대됨

② 실버세대 주거공간용 원격 인터페이스 개발

- 사용자의 로봇, 기타 첨단 장치의 조작능력 향상을 통해 각종 개발품의 시장접근성 향상
- 사용자 친화적인 감정 인터페이스의 개발로 기계사용에 익숙하지 않은 노약자 등의 비전문가들의 사회참여에 이용
- 전 세계적으로 많은 수요를 보이고 있는 로봇 환경이나 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 등과 같은 산업분야에 사용자 친화적인 인터페이스로 이용

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획



그림. 감정상호 작용 모듈의 칩 개발을 통한 서비스 로봇 활용 및 실버 세대 주거 공간용 원격인터페이스의 활용 예

① 감정 상호 작용 시스템 개발

- 로봇과 사용자의 인터페이스 및 인터랙션의 설계 및 디자인에 사용됨. 감정 상호작용을 위한 Framework의 알고리즘과 각 구성 요소의 역할, 작동이 명확하게 정의되면, 각 용도에 맞게 이러한 요소들에 변화를 주어 원하는 감정 상호작용의 기능을 구현할 수 있음
- 고아원, 양로원 등에서 어린이 및 노인들을 위한 대화 상대나 친구 로봇으로 활용 가능, 공항, 항만, 등에서 관광객들을 위한 안내 로봇으로 활용 가능, 뉴스, 방송을 위한 아나운서 로봇으로 활용 가능, stand-alone 방식의 소형 디지털 제어기 요소 기술 확립
- 웹 문서를 감정상태에 따라 분류하여 사용자 맞춤형 정보제공 웹 인터페이스에 활용
- 음성 안내시스템, 게임 등 여러 음성을 이용한 사용자 인터페이스에 적용
- 로봇의 감정 표현을 위한 음향 제작 기술을 이용하여 상품화 가능한 로봇의 표현 의도에 적합한 음향 제작을 통한 상품화
- 감정인식/ 감정생성/ 감정 표현 모듈을 SoC화 하여 각종 서비스로봇 등에 활용

- 로봇 표현 에디트 툴킷을 이용하여 서비스 로봇의 다양한 표현을 생성하는 개발자 및 엔터테인먼트 로봇을 사용하는 사용자가 멀티모달리티 로봇의 표현을 생성하는데 활용
- ② 실버세대 주거공간용 원격 인터페이스 개발
 - 로봇과 인간의 커뮤니케이션에 활용 가능하며, 인간측의 정보를 전송하는 매개체 역할을 하여, 로봇이 인간의 상태 및 욕구를 파악할 수 있다. 또한, 실버세대의 복잡한 기계 활용을 직관화 함으로서 개발 기술의 활용도를 높여, 본 프로젝트 개발 로봇의 실버세대 사용에 기여한다.

나. 향후 연구 계획

- 감정 전이에 의한 충성도 표현에 대한 사용자 평가. 상호작용 히스토리에 기반한 충성도 학습 모델 개발.
- 로봇 성격에 기반한 감정 감쇠 정도의 변화와 입력 민감도 조절을 통한 감정 상태의 변화 및 사용자가 선호하는 타입의 성격으로 학습 가능한 모델 구현
- 발화내용의 분위기 분석을 통한 자연스러움이 향상된 음성 표현
- 음악의 분위기/장르를 구분하여, 음악의 비트에 맞추어 팔, 다리, 얼굴, 몸통의 움직임이 가능하도록 하여 로봇의 효과적인 감정 표현이 가능하도록 하는 기술
- 각 표현 모달리티의 동기화를 위해 통합적인 알고리즘 필요
- 로봇이 표현할 감정에 맞는 발화 문장 선택 및 일부 변형을 통한 자연스러움이 향상된 음성 표현
- 로봇의 감정을 전달할 수 있는 음악적 언어 구현을 위한 직관적 인지 가능한 음악을 활용한 로봇 언어 제작 기술 연구 및 기반 기술 확보
- 에디트 툴킷의 각 표현 DB의 파라미터 조절 및 조합을 통한 로봇의 상황에 따른 표현을 다양화 하는 과정을 자동으로 수행하는 연구 및 알고리즘 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	6-2			
과제명	한 글	로봇의 표정구현을 위한 메커니즘 및 립싱크		
	영 문			
연구책임자	김 승 중	연구기관	한국과학기술연구원	
위탁연구기관	서울산업대학교	참여기업		
2단계 연구비	정부: 890백만원	민간: 0백만원	총 연구비: 890백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 표정으로 감정을 표현하고, 인간과의 눈맞춤 및 시선 추종이 가능하며, 발화시 자연스러운 립싱크를 구현하는 마스크트형 얼굴로봇 개발
 - 감정 강도 및 복합 감정 반영을 통한 다양한 동적 표정 구현 및 립싱크 성능 향상
 - 비전 인식 모듈을 이용한 인간과의 눈 맞춤 및 시선 추종 제어 기술과 이동 중 시선 안정화 기술 개발
 - H-Robot, Silbot과 Kibo 얼굴로봇 메커니즘 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> · 고출력 서보액추에이터 모듈과 발전된 표정/립싱크 메커니즘을 적용한 얼굴로봇 시스템 2차 (H-Robot: 상용화 버전) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 고 토크밀도를 갖는 하이브리드 스테핑 모터 개발 · 자연스런 립싱크를 위한 입술 모양 및 구동 메커니즘 개발 · 안구 구조 및 제어 메커니즘 · 얼굴 로봇의 구동요소 및 구동 자유도 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> · 로봇안구의 구동기구 개발 및 눈맞춤 기능 구현, H-Robot에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> · 추적기능이 있는 안구 안정화 구동기구 설계 및 제작 · 스테레오 안구용 초소형 다축 액추에이터 구동회로 개발 · 분산형 초소형 24V 50W급 BLDC 모터 제어기 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> · 표정 구현과 립싱크, 목과 양손을 이용한 제스처 표현이 가능한 마스크트형 3D 아바타 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 발화속도와 개구율에 따른 립싱크 알고리즘 개발 · 3D 아바타 모델 구현 · 3D 손 제스처 및 립싱크 구현 · 3D 아바타 모델의 감정별 표정 구현 	

2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 발전된 표정/립싱크 메커니즘을 적용한 얼굴로봇 시스템 2차 (상용화 버전, H-Robot) 버전의 완성 	<ul style="list-style-type: none"> Buddy 2차 버전 개발 표정 구현, 립싱크 동작 실험 및 분석 구동 메커니즘 보완 외부 자극에 반응하는 표정 및 제스처 구현 H-robot 1차 버전 및 Kibo 개발 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 시선 안정화 및 추적 제어기 개발 및 기구보완 	<ul style="list-style-type: none"> 안구 구동기구 성능 향상 설계 및 제작 시선 안정화 알고리즘 개발 눈 맞춤 제어기 개발 시선 안정화 및 시선추종제어 알고리즘 실험적 검증 기구 설계보완 및 샘플 2세트 제작 	
	<ul style="list-style-type: none"> 마스코트형 3D 아바타에서 동적 표정 구현 및 접촉, 음성, 시각 정보에 반응하는 상호작용 구현 	<ul style="list-style-type: none"> 마스코트형 3D 아바타 제작 주변 환경 및 기분변화에 따른 동적 표정 DB 개발 터치스크린을 이용한 접촉감지 및 상황 인지 DB 구축 모바일 기기 특성(OS, 메모리 등)을 고려한 아바타 엔진 구축 H-Robot 시뮬레이터 개발 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> 얼굴로봇 표정 구현/립싱크 메카니즘 시스템의 최종 버전 제작 	<ul style="list-style-type: none"> Buddy 2차 플랫폼 성능 개선 <ul style="list-style-type: none"> : 프레임 연결부에 베어링 삽입을 통해 소음 최소화 및 구동 메커니즘 개선 : 연결 실리콘 재질 사용 및 개선된 설계 적용 : 웹캠 및 오픈소스 기반의 얼굴 추적 비전 모듈 삽입 Buddy 3차 플랫폼 개발(최종버전) <ul style="list-style-type: none"> : 인간의 얼굴 구동 요소와 같은 동작 범위 및 속도 구현 -> 구동 자유도 확대 및 고속 구동 : 구동부 자유도 → 눈썹(2*2), 위 눈꺼풀(1*2), 아래 눈꺼풀(1*2), 눈동자(2*2), 입술(5), 목(4) : 구동부 최대속도 → 눈썹(600°/s), 눈꺼풀(1200°/s), 눈동자(950°/s), 입술(200°/s), 목(180°/s) : 각 구동부의 모듈화를 통한 안정성 및 신뢰성 확보 : 와이어 구동부 및 더블 폴리 구조 도입을 통한 구동부의 경량화 및 간소화 Silbot 얼굴로봇 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 원형의 얼굴에 맞도록 얼굴 중심이 각 구동부의 회전 중심이 되는 방식의 얼굴로봇 개발 H-Robot 및 Kibo 유지 보수 <ul style="list-style-type: none"> : 목의 안정성 확보를 위한 기어 교체 	100%

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Reactive Behavior Decision Model 프로세서 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 외부 자극을 이용한 로봇의 감정 및 성격 생성 프로세서 개발 ◦ 실시간 감정과 성격에 따른 표정 자동 생성 프로세서 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 표정 구현 테스트용 감정 모델 자체 제작 및 이식 : 감정 및 성격 변화에 따라 실시간으로 표정 생성 : 갑작스런 환경변화(조명, 소음, 충돌 위험) 등에 반응하는 표정 및 제스처 구현 : 다양한 제스처와 립싱크 DB 구축 : 표정 Coloring을 통한 다양한 감정 표현 가능 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시선 안정화 알고리즘의 적용, 시선추종 및 눈맞춤 제어기 개발 & 시제품 개발 	
2단계 연구목표 달성도		100%

2. 연구성과

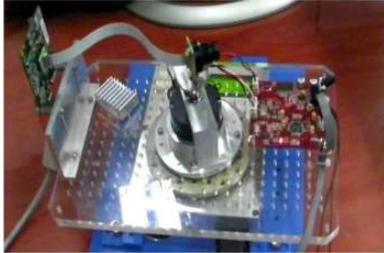
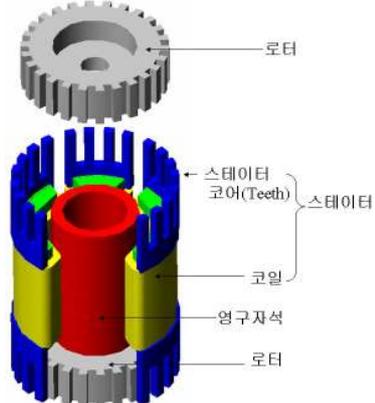
가. 기술수준

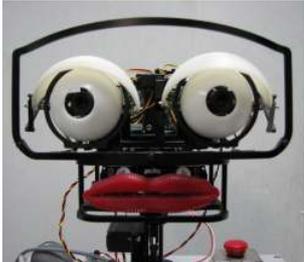
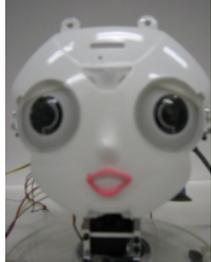
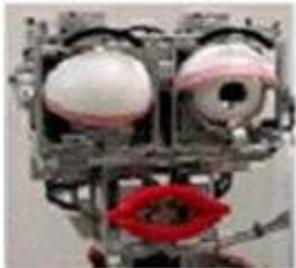
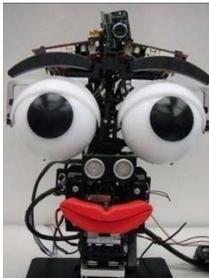
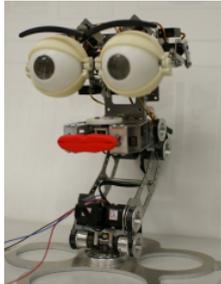
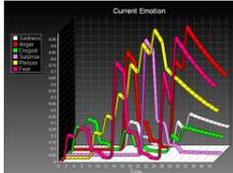
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2004년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 로봇 표정 구현 기능 분석 및 형상설계	8	0.5	미국	60%	미국	95%
◦ 표정 구현 메커니즘 설계 및 제어	6	0	일본	70%	일본	100%
◦ 표정 구현 시뮬레이션	8	1.5	미국	60%	미국	80%
◦ 시선 추종 제어기술	6	0	일본	70%	일본	100%
◦ 시선 안정화 성능	8	1.0	미국	60%	미국	90%

나. 연구성과(정성적)

- 마스크트형 얼굴로봇의 플랫폼에 있어서 저가형 모터를 이용하여 최고의 성능을 발휘할 수 있는 구동메커니즘을 개발하였다. 특히, 눈꺼풀과 눈동자를 포함한 안구 구동 모듈은 모든 모터를 고정시키고 구동하는 방식을 적용하여 안정성과 신뢰성을 확보할 수 있었다. 그리고 입술 구동 모듈은 새로운 구동방식의 적용을 통해 지금까지의 어느 입술보다 사람과 가까운 입모양을 표현하는 것이 가능하다. 또한, 목도 새로운 메커니즘의 적용을 통해 자유도를 증가시킴으로써 보다 다양한 표현을 하는 것이 가능하다.
- 표정 자동 생성 프로세서의 개발을 통해 감정에 따른 표정 데이터베이스 없이 얼굴 로봇의 구동이 가능하며, 그로 인해 얼굴로봇을 구동하기 위한 시스템의 무게를 가볍게 만들 수 있다.
- 시선 추종 제어와 시선 안정화 알고리즘의 개발을 통해 로봇이 움직이는 가운데서도 시각적인 정보를 습득하는 것이 가능하다.
- 이제 얼굴로봇은 하드웨어적으로 최고 기술과 차이가 거의 없다.

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

시선 안정화 장치	분산형 초소형 24V 50W급 BLDC 모터제어기 개발	고토크밀도 3상 하이브리드 스테핑 모터
		
<ul style="list-style-type: none"> • 시선 안정화 성능: 120° /sec, 1Hz의 안구 회전각 외란에 대하여 시선 각속도는 ±2° /sec이내 • 최대 회전속도 1800° /sec 이상 • 영상 센서 시프트 방식은 국내에서 처음 개발된 기술임 • 실험 결과, 성능은 평가 기준을 만족하였음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 60mm(L)x52mm(W)x30mm(H) 소형 1축 위치/속도/전류 제어기 개발완료 • 12V/24V/34V, 연속전류 3~8A max (방열판에따라) • 인터페이스 : RS232C, RS485, CAN • 초소형 다축 액츄에이터 구동회로, 분산형 초소형 24V 50W급 BLDC 모터제어기 10세트 완성 	<ul style="list-style-type: none"> • 제안된 고 토크밀도 3상 하이브리드 타입 스테핑 모터는 기존의 하이브리드 스테핑 모터의 장점을 그대로 유지함. • inner 로터 방식이지만 claw-pole 모터의 구조를 적용하여 토크밀도 증가시킴. • 권선 구조를 재설계하여 직경보다 길이를 약간 증가시킴으로서 토크는 증가하고 전체 무게는 감소함. • 현재 제안된 고 토크밀도 3상 하이브리드 스테핑 모터의 시작품을 제작

H-Robot ver 1	Silbot (H-Robot ver 2)	Kibo
		
<ul style="list-style-type: none"> 안구 yaw +/-30도, pitch +/-15도, 최대회전속도 180° /sec 이상 눈꺼풀 pitch +/-45도, roll +/- 15도, 최대회전속도 180° /sec 이상 입술 roll +/- 30도, 최대회전속도 180° /sec 이상 목 yaw(pan) +/- 80도, pitch(Tilt) +/-80도, 최대회전속도 180° /sec 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 안구 yaw +/-30도, pitch +/-15도, 최대회전속도 180° /sec 이상 눈꺼풀 pitch +/-45도, roll +/- 15도, 최대회전속도 180° /sec 이상 입술 roll +/- 30도, 최대회전속도 180° /sec 이상 목 yaw(pan) +/- 80도, pitch(Tilt) +/-80도, 최대회전속도 180° /sec 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 안구 yaw +/-7도, pitch +/-7도, 최대회전속도 180° /sec 이상 눈꺼풀 pitch -60도, roll +/- 20도, 최대회전속도 180° /sec 이상 입술 roll +/- 30도, 최대회전속도 180° /sec 이상 목 yaw(pan) +/- 60도, pitch(Tilt) +20, -10도, 최대회전속도 180° /sec 이상
Buddy ver 1	Buddy ver 1.5	Buddy ver 2.0
		
<ul style="list-style-type: none"> 얼굴(13 DOF) Step Motor 13개 사용 (180gf · cm) Step Motor Control board (2 Channel) 6개 사용 목(2 DOF) Servo Motor 2개 사용 (28890gf · cm) 센서 Web Cam, Ultrasonic, Light sensor, Mic 	 <ul style="list-style-type: none"> 외부 자극을 이용한 로봇의 감정 및 성격 생성 프로세서 개발 실시간 감정과 성격에 따른 표정 자동 생성 프로세서 개발 : 갑작스런 환경변화(조명, 	<ul style="list-style-type: none"> 얼굴: RC Servo Motor 눈썹(2 DOF * 2) 눈꺼풀(2 DOF * 2) 눈동자(2 DOF * 2) 입술(5 DOF) 목: Servo Motor (2 DOF * 2) 실제 사람과 같은 속도와 각도의 얼굴 요소 움직임 구현 가능 각 구동부의 신뢰성 확보를 위한 모듈화

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	3차원 얼굴 모형의 립싱크를 구현하는 방법	10-2006-0 101619	●		박민용 외	대한민 국		●
2006	유변유체를 이용한 제동장치	0622075		●	황창순 외	대한민 국		
2006	다자유도 구동장치	0611256		●	김승중 외	대한민 국		
2007	고 토크밀도를 갖는 하이브리드 스테핑 모터	11/967438	●		김승중 외	대한민 국		●
2007	고 토크밀도를 갖는 하이브리드 스테핑 모터	10-2007-0 106960	●		김승중 외	미국		●
2007	베어링리스 스텝모터	11/915082	●		김승중 외	미국		●
2007	베어링리스 스텝모터	701550		●	김승중 외	대한민 국		●
2009	직렬형 다자유도 회전기구		예정		김승중 외	대한민 국		●
2009	로봇 입술 구동 장치		예정		김승중 외	대한민 국		●

다. 홍보 활동 등

- 2007년 : 미래성장동력 전시회(Buddy1.0), 로보월드(Buddy1.0, Kibo), 연합뉴스 KBS
- 2008년 : 로보월드(Silbot, KIBO), 프론티어 연구성과대전: (Buddy1.5, Silbot)
MBN TV 5월9일 ‘꿈을 현실로 사이언스 ‘ ’ 실버로봇 ‘편 출연,
동아사이언스(어린이과학동아 12호)

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 인간과 친근한 로봇 얼굴의 표정 구현기술의 표준화 확보
- 저가의 소형 다자유도 액추에이터 개발 및 응용기술 촉진
- 복지로봇, 개인용 로봇의 인간친화력 개선기술 확보 ; 인공지능 로봇기술의 고도화 및 실용화를 위한 기반 기술 확보
- 안정된 영상을 획득할 수 있는 로봇안구를 확보함으로써 이동로봇의 기능한계를 한 단계 높일 수 있음(예: 구기 운동을 하거나 이동 중 pick & place를 하는 기능뿐만 아니라 뛰면서 영상을 획득하는 것도 가능해짐.)

나. 경제적 측면

- 다양한 얼굴 표정을 갖는 로봇의 친근하고 똑똑한 이미지 창출로 인한 로봇시장에서 고부가가치화
- RC서보모터를 이용한 마스코트형 얼굴로봇의 개발을 통하여, 부품 수입비용을 절감하고, 로봇의 제작 단가를 낮추어 경쟁력 확보가 가능.(참고: 2020년 기준, 서비스 및 가정용 로봇의 예상 시장규모는 약 60조원 - 산자부 정책자료)
- 그 밖에 게임, 엔터테인먼트, 의료/복지 산업 등에 끼치는 간접적인 산업 효과가 매우 크며, 관련 재료 산업의 활성화를 통한 기술도입비용 절감효과도 지대할 것.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 노인 생활지원 로봇 이외에도 각종 안내, 의료, 복지 로봇에 활용 가능하며, 특히 교육용 로봇으로 개발될 경우 사교육비 절감 등 부수적 효과도 기대됨.
- 인지게임 기능의 활용을 통한 엔터테인먼트 로봇으로의 단독 활용 및 여타 어플리케이션의 콘텐츠 플랫폼으로서 활용
- 영어 교사 보조용 로봇으로서 시범사업 성공 이후, 기타 어플리케이션에 대한 확장 적용
- 의학 분야에서 뇌신경 정보 해독 결과에 대한 모션 구현 플랫폼으로서의 얼굴 로봇 활용
- 국립과학관 및 로보랜드 상설 전시용 로봇으로서 관람객들에 대한 로봇 작동 및 인터랙션 체험 플랫폼으로서 활용
- 개발된 소형 액추에이터는 로봇 이외의 산업 분야에서도 요소 부품 기술로서 활용이 가능함.
- 3D 아바타를 통한 감정 표현 및 립싱크 구현 기술은 다가오는 유비쿼터스 시대에 S/W robot 또는 유비쿼터스 에이전트로서 IT 분야에서 활용 가능성이 대단히 높은 기술임.
- 향후 생체신경과 인터페이스를 하는 기술과 접목되면 인공 안구 등의 기술 개발이 가능함.
- 시선 추종 제어 기술 활용을 통한 원격 회의용 카메라 모듈

나. 향후 연구 계획

- 인간의 얼굴 표정 표현을 위한 제반 얼굴 요소 장착 및 4자유도 목구동(upper tilt, lower tilt, pan, yaw)가능한 최종 얼굴 로봇 하드웨어 제어를 통한 풍부하고 인간다운 표정 DB 구축
- 입술 구동, 목구동, 얼굴요소 구동 DB를 활용한 표정 및 제스처의 생동감 부가 및 동적화 구현의 완전 자동화를 위한 통합 알고리즘 개발
- 중앙 제어기에서 전달되는 감정, 성격의 변화에 의해 자동 구현되는 표정 및 제스처와 별도로, 센서의 순간적 입력에 대해 반응하는 개연성 있는 Reactive Behavior DB 구축 및 자동 반응 알고리즘 개발
- 입술 전면을 활용하는 것이 가능하여 정교하고 다양한 입모양 발생 가능한 자체 특허
- 기술을 활용한 최소 듀레이션 50msec 이하의 세계 최고 수준의 립싱크 기술 개발
- 표정인식 기술과의 협력을 통한 실시간 사용자 표정 모방 알고리즘 및 시스템 구현 및 인터랙션 콘텐츠화
- 표정 인식 프로그램을 이용한 얼굴 로봇의 표정 전달력 객관적 검증 시스템 구축
- 시범사업을 포함한 이후 상용화 및 기업화를 위한 로봇 하드웨어 설계 및 Stand-alone 구동 플랫폼 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	7-1			
과제명	한 글	시스템 통합 기술		
	영 문	Intelligent Robotics System Integration and Modularizing Technology Development		
연구책임자	김문상	연구기관	한국과학기술연구원	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 3,190백만원	민간: 백만원	총 연구비: 3,190백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 다기능 액츄에이터 모듈을 적용한 매니플레이터 개발사양 선정 및 통합 테스트
- 경량의 다자유도 3지 핸드 모듈의 개발사양 선정 및 통합 테스트
- 로봇 플랫폼 개발
 - T-rot v.2.0, Kibo v2.0, H-Robot v1.0
- 모듈화 기술 테스트 베드로 감정 표현이 가능한 인간형 로봇 플랫폼의 개발사양 선정 및 통합 테스트
- 지능로봇 S/W 통합개발 방법론 확립
- S/W Architecture 확립
- 방법론 적용에 따른 다양한 로봇 플랫폼 별 개발 진행, 최종 통합 및 운영

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 중/대형급 모듈 액츄에이터 사양 결정 및 테스트	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 제어부 설계 및 시제작 (DC/BLDC 모터 드라이브) ◦ 200/100watt급 sample 설계 ◦ 모듈 액츄에이터 제어 시스템 구성 및 성능 시험 	100
	◦ 속보행 및 표정 구현이 가능한 얼굴로봇 갖는60cm이하의 소형 휴머노이드 사양 결정	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모의실험에 의한 설계 사양 도출 ◦ 단위 모듈 설계 및 테스트 ◦ 키보 v1.1 설계 ◦ 분산 제어시스템 구성 및 테스트 ◦ 소형 1자유도 다지 hand 사양 결정 및 테스트 	
	◦ 범용 핸드	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 최소 자유도 구성 ◦ 형상 적응이 가능한 핸드 ◦ 설계 사양 및 가설계 ◦ 제어 시스템 구성 및 운용 	

<ul style="list-style-type: none"> ◦ 범용 매니플레이터 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1차 버전 유지 보수 ◦ 2차 버전을 위한 요소 기술 확보 		
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pan-tilt 모듈 개발 <ul style="list-style-type: none"> - T-Rot v1.0의 Pan-tilt부 교체 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 유지보수에 유리한 디자인 ◦ CAN 기반 제어기 장착 		
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지능 로봇 S/W 통합개발 방법론 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2단계용 S/W 통합개발 방법론 개발 ◦ 개발 단계별 절차 및 적용 방법 정의 <ul style="list-style-type: none"> - 요구사항 분석 - 분석 및 설계 - 구현 및 시험 ◦ UML 기반의 단계별 산출물 정의 		
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 개발 방법론에 입각한 로봇 플랫폼 S/W 개발 	<p style="text-align: center;">T-Rot</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 요구사항 분석 <ul style="list-style-type: none"> - T-Rot 서비스 시나리오 작성 - 음료수 캔, 컵 등의 새로운 물체의 학습 - 냉장고 음료수 심부름 - 미리 준비된 간단한 음식을 식탁에 차리기 - 식사 후 그릇 치워서 식기 세척기에 정돈하기 - 대화를 통한 일정 관리 - 날씨, 건강정보 등 사용자 취향에 맞는 정보 제공 - 요구사항 정의 - 비즈니스 프로세스 모델링 ◦ 분석 및 설계 <ul style="list-style-type: none"> - Three-Layered Architecture 분석 및 설계 - 지능 체계를 담는 Deliberative Layer의 분석 및 설계 - 인식 및 행위 구조를 담는 Sequencing Layer의 분석 및 설계 - 실시간성 행위를 담는 Reactive Layer의 분석 및 설계 - 컴포넌트 표준화를 위한 각종 제어 및 통신 프레임워크(Layer간, Layer내) 분석 및 설계 ◦ 파일럿 프로젝트 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 지식/지능 체계 파일럿 프로젝트 수행 - 로봇 미들웨어(UPnP) 시범 적용 - 음성인식기와 MMI간 - 팬/틸트 조종 ◦ 기타 작업 <ul style="list-style-type: none"> - OS 업그레이드 (Linux Fedora Core 4) - 로봇 데모의 안정적 운영을 위한 S/W 유지 보수 - 각종 전시회 및 데모를 위한 개발 - 음료수 디스펜서 서빙 - 냉장고에서 음료수 심부름 	

		H-robot	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 요구사항 분석 <ul style="list-style-type: none"> - H-Robot 서비스 시나리오 작성 - 음료수 캔, 컵 등의 새로운 물체의 학습 - 대화를 통한 일정 관리 - 날씨, 건강정보 등 사용자 취향에 맞는 정보 제공 - 로봇의 자연스러운 행위와 연계된 인지능력 퇴화 방지를 위한 훈련 콘텐츠 및 게임 제공 - 주인에게 충성도를 보여주는 로봇 - personality - 요구사항 정의 - 비즈니스 프로세스 모델링 ◦ 분석 및 설계 <ul style="list-style-type: none"> - Three-Layered Architecture 분석 및 설계 - 지능 체계를 담는 Deliberative Layer의 분석 및 설계 - 인식 및 행위 구조를 담는 Sequencing Layer의 분석 및 설계 - 실시간성 행위를 담는 Reactive Layer의 분석 및 설계 ◦ 파일럿 프로젝트 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 인지기능 퇴화 방지 콘텐츠 통합 파일럿 	
		데모 공간	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기타 작업 <ul style="list-style-type: none"> - OS 업그레이드 (Linux Fedora Core 4) - 데모의 안정적 운영을 위한 S/W 유지 보수 	
2 차 년 도	◦ 다기능 중/대형급 모듈 액추에이터 운용 및 평가		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 중/대형급 모듈 액추에이터 평가 및 분석 ◦ 기능확장 <ul style="list-style-type: none"> - Home/limit센서 모듈 구성 ◦ 제어부 평가 및 보완 	100
	◦ 소형 모듈 액추에이터 사양 결정 및 테스트		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 소형 모듈 액추에이터 설계 <ul style="list-style-type: none"> - DC 10Watt 미만 - 100g 미만 	
	◦ 속보행 및 표정 구현이 가능한 얼굴로봇 갖는 소형 휴머노이드 설계		<ul style="list-style-type: none"> ◦ KIBO v 1.0 및 v1.1의 테스트에 따른 v1.2의 요구 조건 수립. ◦ 팔과 손의 파지를 위한 H/W 상체 설계 및 플랫폼 개발 ◦ KIBO v1.2 <ul style="list-style-type: none"> - 키 : 최대 80cm 미만 - 무게 : 20Kg 미만 - Hand 파지력 : 400g 미만 ◦ 주 제어기는 외부에서 무선 통신함 ◦ 전장품 <ul style="list-style-type: none"> - DSP Motion Controller - Gyro Sensor - Accelerometer - Battery - 무선 카메라 2개 - VSU용 공압 장치 - DC Converter 	

◦ 범용 핸드		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 개선된 버전의 W/H 통합 테스트 ◦ 경량의 다자유도 핸드 개발 사양 도출 및 테스트 ◦ 수동 형상 적용 가능 ◦ payload: 3.0kg ◦ 자체무게: 1.8kg 이하
◦ 범용 매니플레이터		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 액츄에이터 모듈이 적용된 매니플레이터의 사양 정리 및 운용 테스트 ◦ 7자유도 ◦ payload: 3.5kg 이상 ◦ 자체무게: 15kg 이하
◦ Mobile-manipulator 개발		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 조작 전용 로봇 플랫폼 개발 ◦ Mobile base design ◦ Mobile base, manipulator, hand의 통합 ◦ 분산 제어 시스템 구축
◦ 실시간 분산제어 시스템 구현		◦ 각 액츄에이터에 따른 분산제어를 실시간성에 가깝게 운용
◦ 지능 로봇 S/W 통합개발 방법론 개발		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 방법론에 따른 산출문서 최적화 ◦ 지능로봇 개발에 알맞은 견고한 S/W 아키텍처 연구개발
◦ 개발 방법론에 입각한 로봇 플랫폼 S/W 개발	T-Rot	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1차 구현 및 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 설계에 따라 1차 구현된 각 과제의 컴포넌트 및 프레임워크 시험 및 평가 - 통합 개발 및 구현 - 시나리오를 바탕으로 한 Task Manager 구현 - 아키텍처 통합 구현 ◦ 기타 작업 <ul style="list-style-type: none"> - 로봇 데모의 안정적 운영을 위한 S/W 유지 보수
	H-Robot	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1차 구현 및 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 설계에 따라 1차 구현된 각 과제의 컴포넌트 및 프레임워크시험 및 평가 - 통합 개발 및 구현 - 시나리오를 바탕으로 한 Task Manager 구현 - 아키텍처 통합 구현 ◦ 기타 작업 <ul style="list-style-type: none"> - 로봇 데모의 안정적 운영을 위한 S/W 유지 보수
	Kibo	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 요구사항 분석 <ul style="list-style-type: none"> - Kibo 서비스 시나리오 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 2족 보행을 통한 자연스러운 로봇의 동작 - 환경 인식, 사람 인식, 음성 대화 인식을 통한 인간과 로봇의 자연스러운 상호작용 - 사람 동작 따라하기 - 얼굴 표정 및 감정 구현 - 요구사항 정의 - 비즈니스 프로세스 모델링

			<ul style="list-style-type: none"> ◦ 분석 및 설계 <ul style="list-style-type: none"> - Three-Layered Architecture 분석 및 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 지능 체계를 담은 Deliberative Layer의 분석 및 설계 - 인식 및 행위 구조를 담은 Sequencing Layer의 분석 및 설계 - 실시간성 행위를 담은 Reactive Layer의 분석 및 설계 ◦ 파일럿 프로젝트 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 보행 기능의 전체 아키텍처 통합 파일럿 	
		데모 공간	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기타 작업 <ul style="list-style-type: none"> - 로봇 데모의 안정적 운영을 위한 S/W 유지 보수 	
3 차 년 도	◦ 공유 가능한 플랫폼 개발 및 상업화 프로토타이핑	범용 핸드 매니플레이터 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2차년도 핸드의 경량화 ◦ Frameless 감속기 및 모터를 이용한 경량 매니플레이터 개발 ◦ Self-locking이 되는 저가의 하모닉 감속기 개발 	100
		플랫폼 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ H-robot <ul style="list-style-type: none"> - Reactive layer program 개발 ◦ CIROS <ul style="list-style-type: none"> - 양팔 작업을 위한 수정 ◦ KIBO <ul style="list-style-type: none"> - Ethercat 제어시스템 구축 - Ethernet-2-CAN/RS485 converter 및 s/w driver 개발 - 제어부 및 외관 수정 ◦ T-rot v2.0 <ul style="list-style-type: none"> - 사양 조사 - 외관 디자인 ◦ 얼굴로봇 v2.0 <ul style="list-style-type: none"> - 사양 조사 - 외관 디자인 - 시스템 설계 및 제작 	
	◦ 표준화/모듈화 확립을 위한 지능로봇 S/W 아키텍처 구축	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 핵심기술 컴포넌트들을 제공하는 세부과제들이 없어도 사업단 기술팀만으로 통합을 하고 새로운 application들을 창출할 수 있는 컴포넌트 아키텍처 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 기술별 요구사항 정리 - 컴포넌트 분석 및 설계 ◦ 컴포넌트 통합을 위한 프레임워크 아키텍처 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 지능체계와의 통합을 위한 Service Agent 표준 적용 - 컴포넌트간 데이터 통신을 위한 통신 미들웨어 적용 - 컴포넌트 Loading/ Unloading 및 life-cycle 관리를 위한 CM 체계 적용 		

<ul style="list-style-type: none"> Integration Technology의 확보 	HAL 구축	<ul style="list-style-type: none"> H-Robot용 realtime driver들을 Fedora Core 5에서 구축 CIROS용 realtime driver들을 Fedora Core 5에서 구축 H-Robot용 driver 래퍼들을 Fedora Core 5에서 구축 CIROS용 driver 래퍼들을 Fedora Core 5에서 구축
	로봇 시뮬레이터가 포함된 개발 환경 구축 및 적용	<ul style="list-style-type: none"> 시뮬레이터와 로봇 소프트웨어의 연동을 위한 기본 통신 체계 구축 H-Robot 개발과 CIROS 개발에 시뮬레이터 적용
	비전 및 음성 인식을 통한 혁신적인 Easy Interaction 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 가정 환경 내에서 사람을 찾는 Human Search 기능 구현 음성 호출인식과 비전 얼굴인식을 사용해서 부르면 사용자에게 다가가는 Attention 기능 구현 진행 시 얼굴 위치 인식 및 손 인식을 통한 노인도 사용하기 쉬운 H-Robot 인지게임 인터페이스 개발
	버전 관리 및 배포 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> 코드 버전 관리를 위한 CVS 체계 구축 및 적용 배포를 위한 체계 디자인
<ul style="list-style-type: none"> 플랫폼 별 통합 	식사 도우미 및 로보월드 GC 대응을 위한 T-Rot 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 식사 도우미용 조작의 기본 기능들 개발 음성인식, 얼굴인식, 엘리베이터 타기, 방찾기, 사람찾아 물건 받기 등의 로보월드 GC 시나리오를 구현하기 위한 통합
	노인의 인지 능력 퇴화를 방지하는 게임 콘텐츠를 탑재한 H-robot 개발	<ul style="list-style-type: none"> 물건받기, 따라치기 등 4종 게임에 대한 초기 버전 완성 3차년도에 심도있게 집중할 2개 게임 선정 및 개발 전시회 등 데모 준비
	지속적인 인터랙션이 가능한 얼굴 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 음성 및 얼굴 인식 등을 이용해서 관람객들이 20분 이상 로봇과 interaction하고 안내를 할 수 있는 시나리오 개발 시나리오에 따른 아키텍처 구현 전시회 등 데모 준비
2단계 연구목표 달성도		

2. 연구성과

가. 기술수준

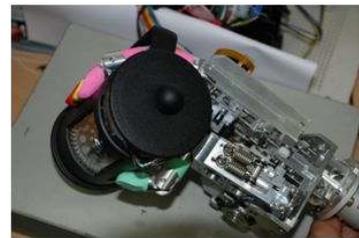
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 범용 핸드 매니플레이터 개발	3	1	100	80	100	90
◦ 플랫폼 개발	0	0	100	100	100	100
◦ 표준화/모듈화 확립을 위한 지능로봇 S/W 아키텍처 구축	0	0	100	100	100	100
◦ Integration Technology의 확보	0	0	100	100	100	100
◦ 플랫폼 별 통합	0	0	100	100	100	100

나. 연구성과(정성적)

- 범용 로봇 핸드 개발
- KIBO 소형 휴머노이드 개발
- Sil-bot(실벗) 개발
- CIROS(씨로스) 개발

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

- 범용 로봇 핸드 개발
 - 일상 생활 속에서 사용되는 물체를 안정적으로 파지
 - 수동 형상적응 범용 핸드
 - 4자유도 구성, payload : 1kg



- KIBO 소형 휴머노이드 개발
 - 키 : 80cm , 무게 : 20Kg
 - 감정표현 / 음성 인식, 립싱크 발화 / 물건 잡기 핸드
 - 2007 성장동력 전시회
 - 2008 로보월드



- Sil-bot(실벗) 개발

- 크기 : 80x55x55cm , 무게 : 40kg
- Full navigation, SLAM 기능
- 호출 방향 인지, 음성 명령 및 대화체 음성 인식 기능
- 카메라 기반의 사람 인식 및 사람 표정 감정 인식 기능
- 비전 및 음성 인식 기반의 지식 학습을 통한 환경 적응
- 안전을 고려한 신뢰성 있는 충돌 회피 주행 및 행위 동작 기능
- 비전, 음성, 터치 센서, 가속도 센서 등을 이용한 Multimodal Interaction 기능
- 다양한 얼굴 표정, 표현, 행위 내장
- 2008 로보월드
 - ✓ 노인을 위한 인지능력 향상 게임 시연
 - ✓ 2대를 이용한 탱고 춤추기 시연



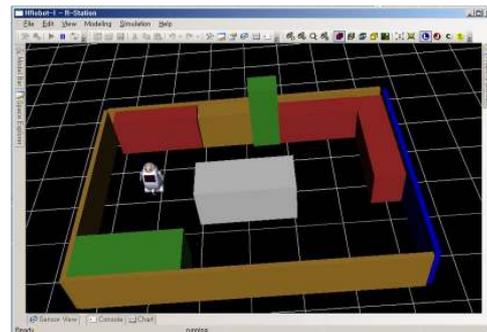
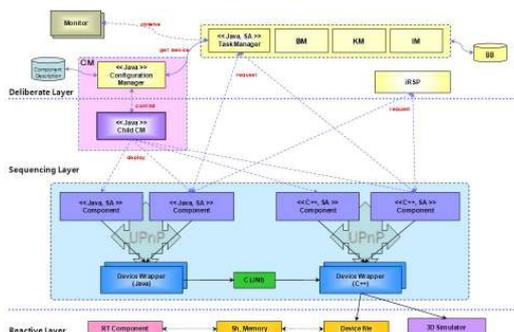
- CIROS(씨로스) 개발

- 음성 인식 / 물체 영상 처리 인식
- 주행 / 최단 거리 알고리즘 / 장애물 회피
- 물체 조작용 manipulator arm / 범용 핸드
- 2008 로보월드 “제2회 그랜드챌린지 대회” 1등



- 지능로봇 소프트웨어 아키텍처 및 개발 방법론 구축

- 지능로봇 S/W 통합개발 방법론 확립
 - ✓ UML을 이용한 컴포넌트 설계
 - ✓ Architecture 중심적인 소프트웨어 설계
 - ✓ 개발 단계 및 Activity 정의
 - ✓ 단계별 산출물 정의 및 적용
- S/W Architecture 구축
 - ✓ Three Layer 구조 지원 Architecture 설계
 - ✓ 컴포넌트 통합을 위한 S/W Framework 개발
 - ✓ Service Agent 개발
 - ✓ UPnP 미들웨어를 적용한 분산 통합
 - ✓ 3D Simulator와 iRSP를 이용한 효율적인 테스트



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
0	1	0	4	0	6	9	0	7	0	0	0	0	0

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		출원기 관명	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	하모닉 감속기	10-2006-013 1717	○		KIST	한국		
2006	로봇 핸드	10-2006-012 2247(10-076 7721)	○	○	상동	한국		
2006	소형 케이블 동력전달 장치	10-2006-010 9817(834472)	○	○	상동	한국		
2007	하모닉 감속기	10-2007-002 4805	○		상동	한국		
2007	하모닉 감속기	10-2007-009 5266	○		상동	한국		
2007	서비스 로봇의 지능적 작업 관리를 위한 컴포넌트 기반의 작업 관리 소프트웨어의 구조	10-2007-001 1983	○		상동	한국		
2007	지능적인 서비스 로봇을 위한 센싱, 구동, 실시간 행동을 포함한 실시간 리액티브 층(Reactive Layer) 소프트	10-2007-001 0941(2008-8 77715)	○	○	상동	한국		
2007	지능적인 서비스 로봇을 위한 컴포넌트 기반 시퀀싱 층(Sequencing Layer) 소프트웨어 구조	10-2007-001 0890(2008-8 54675)	○	○	상동	한국		
2007	하모닉 감속기	10-2007-078 6205	○	○	상동	한국		

2007	음원위치-지연시간차 상관관계 역 추정에 의한 음원 방향검지 시스템 및 방법	877914	○	○	상동	한국		
2008	컴퓨팅 자원에 기반한 동적 로봇 소프트웨어 아키텍처 관리 방법	10-2008-001 7455	○		상동	한국		
2008	하모닉 감속기 Pan-cake type harmonic drive	10-800449	○	○	상동	한국		
2008	물체 인식을 바탕으로 한 로봇의 자기위치 추정방법	10-0866380	○	○	상동	한국		
2008	지능적인 서비스 로봇을 위한 컴포넌트 기반 시퀀싱 층(Sequencing Layer) 소프트웨어 구조	10-0854675- 0000		○	상동	한국		
2008	소형 케이블 동력전달 장치 Compact cable transmission system	10-0834472- 0000		○	상동	한국		
2008	지능적인 서비스 로봇을 위한 센싱, 구동, 실시간 행동을 포함한 실시간 리액티브 층(Reactive Layer) 소프트웨어의 구조	10-0877715- 0000		○	상동	한국		

다. 홍보 활동 등

- 2006 로보월드 전시회 및 성장동력 전시회 : 로봇 카페 시연
- 2007 로보월드 전시회 : 제 1회 그랜드 챌린지 대회 참가
- 2008 로보월드 전시회
: 노인을 위한 인지능력 향상 게임 시연, 탕고 댄스 시연
: 제 2 회 그랜드 챌린지 대회 참가

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 경량의 단순화된 구조로 많은 파지 작업을 할 수 있는 핸드를 개발함으로써 실용적인 손 개발을 가능하게 함.
- 표준화된 다양한 모듈들을 기반으로 로봇 플랫폼 시스템을 용이하게 개발할 수 있게 됨.

- 대규모 SI작업이 많은 소프트웨어의 근래 추세는 표준화에 의한 재사용성 및 통일된 구조를 강조하고 있으며 다양한 응용을 가능하게 함.

나. 경제적 측면

- 핵심기술들이 독립된 모듈의 형태로 개발되는 경우 지능형 자동차, 지능형 핸드폰, 유연한 Man-Machine Interface 등 다양한 응용분야에 파급, 적용될 수 있어 로봇 이외의 제품에 대해서도 고 부가가치의 창출이 용이
- 실용적인 Sil-bot이 시범사업 등을 거쳐서 상업화될 경우 서비스로봇의 시장 창출 가능
- S/W 개발 프레임워크는 지능로봇 뿐 아니라 각종 시스템을 개발하는 산업에 파급 효과가 큼

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 범용 로봇 핸드 개발 기술
- 서비스 에이전트를 지원하는 지능로봇 S/W 프레임워크 개발 기술
- 노인의 인지 능력 향상을 위한 게임 콘텐츠와 로봇의 기능 융합

나. 향후 연구 계획

- 각종 로봇은 물론 장난감 등에 적용하여 서비스 로봇 시장 창출
- 로봇 SI 업체에게 기술이전을 해서 프레임워크 기반에서 만들어진 로봇 애플리케이션들을 사업화
- 표준화된 개발 기술을 보유함으로써 시장 창출의 견인차 역할
- 상업화 목표의 시제품을 개발함으로써 대국민 홍보 및 기술력 과시

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	7-2			
과제명	한 글	범용 핸드/매니플레이터		
	영 문	General Purpose Hand/Manipulator		
연구책임자	이동찬	연구기관	(주)피앤에스미캐닉스	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 960백만원	민간: 225백만원	총 연구비: 1,185백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 다기능 액츄에이터 모듈 개발
- 다자유도 다지 핸드 개발
- 액츄에이터 모듈을 적용한 매니플레이터 개발
- KIBO: 휴머노이드 V2.0플랫폼 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 액츄에이터 V2.0모듈 개발	◦ 경량 액츄에이터 제작, 벨트형 감속기 제작	94
	◦ 휴머노이드 핸드 개발	◦ 소형 1자유도 다지 핸드 제작	
	◦ 범용 핸드 V2.0개발	◦ 범용 4지4자유도 핸드 제작	
	◦ 범용 매니플레이터 V1.5개발	◦ T-ROT매니플레이터 보완, ◦ 베벨기어 차동장치 제작	
	◦ KIBO V1.2플랫폼 개발	◦ KIBO V1.2하체 1차 제작 및 상체 기구 배치 완료	
2 차 년 도	◦ 중/대형 액츄에이터 모듈 제작	◦ 중/대형급 액츄에이터 제작(매니플레이터)	100
	◦ 범용 핸드 V2.5 개발	◦ 범용 핸드 2,3차 설계/제작	
	◦ 범용 매니플레이터 V1.5제작	◦ Mobile 매니플레이터 설계/제작	
	◦ KIBO V1.2개발	◦ KIBO V1.2 설계/제작	
3 차 년 도	◦ 범용핸드 V3.0개발	◦ 범용핸드 V2.5 보완 왼손 설계/제작 ◦ CIROS용 그립퍼 설계/제작	92
	◦ 매니플레이터V2.0개발	◦ 매니플레이터 V2.0 설계/ 제작	
	◦ 모바일 베이스 개발	◦ T-ROT--> CIROS변경 제작	
	◦ KIBO V2.0개발	◦ KIBO V1.1/1.2 수정/보완 ◦ KIBO V2.0 기구본체 설계/제작	
2단계 연구목표 달성도			95

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 조인트 모듈화된 매니플레이터	4	3	독일	85	독일	90
◦ 로봇손 매커니즘	3.5	3	미국	85	미국	90
◦ 휴머노이드 로봇기구	4	3	일본	80	일본	90
◦ 액츄에이터	4	3.5	일본	80	일본	85

나. 연구성과(정성적)

- 경량/중형 액츄에이터 설계/제작 --> 100W/ 200W
- 소형1자유도 4지/5지 핸드 설계/제작 --> 파지력 400gf
- 범용 4지 4자유도 핸드 설계/제작 --> 가반하중 3Kgf
- 모바일 매니플레이터 설계/제작 --> Payload 2Kgf
- 소형 휴머노이드 KIBO V1.2설계/제작, V2.0설계

다. 연구성과(사진 및 사진설명)



[경량 액츄에이터]



[4지핸드]



[범용4지 4자유도핸드]



[모바일매니플레이터]



[KIBO V1.2]

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
						3		3					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2007	로봇관절장치	10-081786 5	○	○	이동찬 외 3인	한국	○	
2007	보행패턴을 이용한 보행로봇제어용 연산데이터 생성방법	10-084331 1	○	○	박광훈 외 2인	한국	○	
2007	다지핸드의 내외전장치및 이를 포함한 다지핸드 장치	10-084817 0	○	○	이기홍 외 3인	한국	○	
2008	로드셀 감지기구,보행보조로봇 용 지지프레임 및 이들을 구비한 보행보조로봇용 견인장치	10-2008 -0021889	○		이동찬 외 3인	한국	○	
2009	보행보조로봇 및 보행훈련용 견인장치 프레임	10-2009 -0009826	○		박광훈 외 2인	한국		○
2009	보행보조로봇	10-2009 -0009638	○		김태운 외 3인	한국	○	

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 컴포넌트 타입의 하모닉 드라이브를 기반으로 소/중형의 모듈화된 경량 액츄에이터 확보
- 와이어 타입의 소형핸드 및 범용핸드 설계 기술 확보

- 모듈화된 경량 액츄에이터를 이용한 모바일 매니플레이터 설계/제작 기술 확보
- 소형 액츄에이터 및 핸드기술을 적용한 소형 휴머노이드 로봇 설계/제작

나. 경제적 측면

- 주문자 요구방식의 고가/장납기 수입품 전용 액츄에이터 제작비 절감
- 핸드 및 매니플레이터 기술의 확보로 수입 대체 및 수출증대에 기여한다
- 휴머노이드 로봇개발을 통해 향후 엔터테인먼트 및 실버 로봇의 시장 형성 대응 가능
- 지속적인 업그레이드를 통한 품질향상 및 표준화로 신뢰성있는 제품의 시장 확대 가능

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 사업단내의 세부 과제의 기술 구현성 실험을 위한 핸드/매니플레이터/모바일 각 용도별 공통 플랫폼으로 적용
- 세부과제에 적용하여 도출된 문제점을 보완/개선하여 경쟁력 있는 사업화 제품으로 발전 시킴

나. 향후 연구 계획

- 와이어 타입의 범용핸드를 실용화를 위해 A/S성이 대폭 향상되는 구조로의 개선
- 보다 경량화되고 반복 조작에 강인한 신뢰성있는 매니플레이터 개발
- 자연스러운 보행 기능과 움직임에 기구적인 강성을 가지고, 관절의 움직임에 연동하여 배선의 경로가 확보되는 경량화된 소형 휴머노이드 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	7-3			
과제명	한 글	장착형 보행보조기기 개발		
	영 문	Development of Exoskeletal Robot for Walking Assistance		
연구책임자	전 도 영	연구기관	서강대학교	
위탁연구기관	삼성서울병원	참여기업		
2단계 연구비	정부: 460백만원	민간: 백만원	총 연구비: 460백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 노인과 환자의 보행 보조를 위한 입는 로봇 개발
- 지능형 보행보조 알고리즘 개발
- 전문기관 위탁을 통한 보행보조기기 성능 평가

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도 (%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 보조 힘 증대를 위한 동력전달방법 선택 및 입는 로봇의 착용부를 경량화하는 하드웨어 설계개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 중증 환자를 위해 동력의 크기를 높이고, 기어와 체인을 이용한 동력전달장치 제작 ◦ 유성치차를 도입하여 외골격 착용부의 고관절 및 슬관절의 연동 문제 해결 ◦ 외골격 착용부를 인간 친화적 디자인으로 새롭게 제작 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다양한 노인/환자의 임상데이터 확보 및 사용대상군 확정 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 정상인 대상 동작보조 실험수행 및 정량적 동작 보조율 측정 ◦ 필요 보조율에 따라 중증과 경증 환자로 사용대상 군을 나누고 각 환자군의 특성에 맞는 시제품을 각각 제작 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 상반신의 행동 패턴을 분석하여 상반신 입는 로봇의 하드웨어 설계 및 시제품 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 견관절 및 팔 기능 장애인자 자료수집 및 행동특성 분석 ◦ 개념을 확인하기 위한 용도로 총 2자유도 모터 직접 구동 방식의 하드웨어 제작 	100%
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 하드웨어 설계 및 성능개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 동력전달부의 간소화로 동력전달의 효율 및 제어성능 향상 ◦ 캐스터위커 부피축소 및 이동성능 향상 ◦ 힘 제어 및 기계적 임피던스 보상을 위한 유연한 동력전달장치 장착 ◦ 캐스터위커와 외골격 착용부의 체결 편의성 향상 ◦ 인체 해부학 및 보행분석을 통한 외골격 착용부의 자유도 결정 	100%

	◦ 센서를 통한 신뢰성 있는 동작감지 방법 연구	◦ 발바닥 압력신호를 기반으로 걷기 및 앉기/일어서기 동작의 시작 의도를 감지할 수 있는 알고리즘 개발	100%
	◦ 임의의 사용자에게 적용 가능한 맞춤형 보행궤적 생성 방법 연구	◦ 사용자의 입력에 따라 보행속도, 보폭, 관절운동범위 등을 실시간 조절 가능한 맞춤형 보행궤적 알고리즘 개발	100%
	◦ 상반신 보조기 설계	◦ 보조기 제작을 위한 설계안 제시 및 3D 모델링작업 완료 ◦ 가능성 타진을 위한 고정형 팔꿈치 시뮬레이터 제작 ◦ 관절보조 토크제어 알고리즘 및 Kinetic Kalman Filter를 이용한 신호처리 연구	100%
3 차 년 도	◦ 각 질환의 특성에 맞는 지능형 보행보조 알고리즘 개발	◦ 다양한 환자군 구분 ◦ 환자군 별 보행보조에 필요한 요소 파악 ◦ 수중운동치료 효과를 구현한 메커니즘 개발	100%
	◦ 기기의 편의성 및 실용성 증진	◦ 캐스터워커 부피 50% 축소 ◦ 동력전달, 체결부의 설계 개선 및 간소화 ◦ 캐스터워커의 회전반경 축소	100%
	◦ 전문기관에 위탁을 통한 보조기의 기능 신뢰도 확인	◦ 정상인 대상 동작 보조율 정량화 측정 ◦ 재활의학과 전문의 체험 및 소견 수렴	100%
2단계 연구목표 달성도			100%

2. 연구성과

가. 기술수준

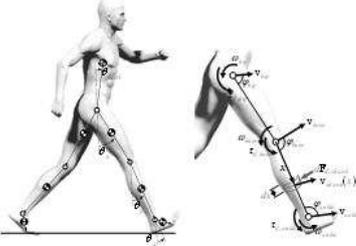
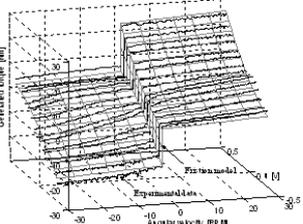
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 입는 로봇 설계기술	15	2	미국, 일본	0	미국, 일본	90
◦ 입는 로봇용 센서기술	10	2	일본	20	미국	90
◦ 입는 로봇용 제어기술	10	1	미국, 일본	20	미국, 일본	90

나. 연구성과(정성적)

- 세계적으로 유일하게 하지 근력이 저하된 노약자나 환자가 사용할 수 있는 구조로 설계되었음
- 보행 및 앉기/서기의 보조기능 뿐만 아니라 사용자의 하지 근력을 모니터링할 수 있는 시스템으로서 환자가 재활훈련용으로 사용할 경우 상태의 호전 정도를 아는 것이 가능한 기능을 갖추
- 기술이전을 통하여 하드웨어 개선연구는 기업에서 맡고, 우리는 다양한 알고리즘과 지능

형 시스템이 가능한 연구를 진행하고 있음

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

 <p><SUBAR 3차 시제품></p>	<ul style="list-style-type: none"> 보행보조로봇 SUBAR 1~4차 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> ‘캐스터워커+외골격 착용부’의 구성 양 고관절 및 슬관절의 시상면 상의 회전동작을 모터의 힘으로 보조함 발바닥 압력센서를 이용한 동작의지 감지 다양한 동력전달 메커니즘 설계 및 검증 <ul style="list-style-type: none"> 체인 및 기어전달 방식 채용 (1,2차 시제품) 모터직접방식 채용으로 동력전달 간소화 및 효율증대 (3,4차 시제품) 정상인 대상 동작보조 실험 및 보조율 측정 <ul style="list-style-type: none"> EMG를 이용한 정량측정 앉기/일어서기 40%, 걷기 63% 노인의 사용가능성 확인
 <p><Flexible transmission></p>	<ul style="list-style-type: none"> 하드웨어 임피던스 보상을 위한 유연한 동력전달장치 <ul style="list-style-type: none"> Back-drivable한 시스템을 위한 flexible transmission 장착 앞먹임 제어기 및 강인제어기로 구성된 임피던스 보상기 적용
 <p><수중운동치료 모사 제어기></p>  <p><3차원 구동기 동특성 모델></p>	<ul style="list-style-type: none"> 물리치료에 효과적인 수중운동치료 모사 시스템 설계 <ul style="list-style-type: none"> 인체모델설정을 바탕으로 부력 및 물 저항력을 예측하여 제어기로 구현 발바닥 압력센서로 동작상태를 감지하여 양 고관절 및 슬관절의 보조토크 결정 힘제어 구현을 위한 구동기 동특성 보상기 개발 <ul style="list-style-type: none"> 실험을 통해 구동기의 동특성 3차원 모델 설정 모델을 바탕으로 원하는 토크출력에 적합한 제어입력 계산

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
0	1	1	0	0	1	3	0	4	0	4	7천만원	4	7천만원

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2004	근력증강을 위한 보행보조기기 및 그 제어방법	10-0612031		○	전도영 공경철	대한민국	○	
2005	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇의 허벅지 압력센서	10-0651638		○	전도영 공경철 서현덕	대한민국	○	
2005	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇의 발바닥 압력센서	10-0651639		○	전도영 공경철 서현덕	대한민국	○	
2005	지능형 근력 및 보행보조용 로봇	10-0716597		○	전도영 공경철 서현덕	대한민국	○	
2008	지능형 근력 및 보행보조용 로봇	10-2008-0103 458	○		전도영 곽신웅 허재영 이진환	대한민국		○
2008	휠체어식 보행 보조용 로봇	10-2008-0103 461	○		전도영 문효상 곽신웅 이진환	대한민국		○
2008	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇	10-2008-0103 457	○		전도영 황범수 곽신웅 이진환	대한민국		○

다. 홍보 활동 등

- 수상실적

2006 대한민국 발명특허대전 국무총리상 수상
전시회 참가
미래성장동력 전시회 참가 (2007년 COEX)
대한민국 발명특허대전 참가 (2006년 COEX)
제 1회 로보월드 전시회 참가 (2006년 COEX)
제 2회 로보월드 전시회 참가 (2007년 COEX)
KINTEX 초청으로 시니어 엑스포 참가 (2007년 KINTEX)

- TV 방송 출연

매일경제 TV 출연 (2006년 4월)
SBS 모닝와이드 출연 (2006년 5월)
KBS2TV 스펀지 출연 (2007년 10월)
KBS World 출연 (2007년 11월)
EBS 원더풀 사이언스 출연 (2008년 5월)

- 신문 및 잡지기사

2006년 뉴시스 - 로보월드 전시회 참가 및 시제품 사진 기사
AVING - 로보월드 전시회 참가 및 시제품 사진 기사
연합뉴스 - 발명특허대전 국무총리상 수상 관련 발명자 인터뷰 기사
한국경제 - 발명특허대전 국무총리상 수상기사
Money Today - 발명특허대전 국무총리상 수상기사
연합뉴스 - 발명특허대전 국무총리상 수상 및 시제품 사진 기사
한겨레 신문 - 발명특허대전 국무총리상 수상 및 시제품 사진 기사
매일경제 - 발명특허대전 국무총리상 수상 및 시제품 설명 기사
뉴시스 - 발명특허대전 국무총리상 수상 및 시제품 시연 사진 기사
데일리안 뉴스 - 발명특허대전 국무총리상 수상기사
디지털 타임즈 - 발명특허대전 국무총리상 수상기사
전자신문 - 발명특허대전 참가 및 시제품 시연 사진 기사
2007년 뉴시스 - 시니어 엑스포 전시회 참가 및 시제품 사진 기사
아이뉴스 24 - 미래성장동력 전시회 참가 및 시제품 사진 기사
연합뉴스 - 미래성장동력 전시회 참가 및 시제품 사진 기사
월간 로봇기술(잡지) - SUBAR 소개 및 사진, 연구 책임자 인터뷰 기사

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 입는 로봇용 생체 신호 분석 및 인체 공학적 설계 기술 축적
- 의수 및 의족의 설계, 센싱에 활용 가능
- Human-interactive 로봇 제어 기술의 노하우 축적
- 착용형 센서 및 구동기 모듈 기술 축적
- 첨단 의료장비 개발의 기반기술 확보

나. 경제적 측면

- 실버산업 및 의료로봇 산업의 확장에 의한 수요 증가
- 핵심기술 선점에 의한 시장 경쟁력 확보 가능

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 거동이 불편한 노인 및 보행장애 환자의 보행보조
- 병원 및 실버타운에서의 물리치료 보조장치
- 다양한 형태의 시제품 개발로 활용영역 확장

나. 향후 연구 계획

- 사용자의 병리적 특성에 따른 맞춤형 구조의 보행보조로봇 설계기술 개발
- 사용자의 병리적 특성에 따른 맞춤형 보행보조 알고리즘 개발
- 효과적인 재활훈련 기구로 활용이 가능하도록 지능형 제어 시스템 개발
- 사용자의 신체 상태를 실시간 점검할 수 있는 모니터링 기술 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	7-4			
과제명	한 글	노약자부족 및 이동보조를 위한 지능형 양중로봇 시스템 개발		
	영 문	Lifting Robot to assist rising and walking for the old and the disabled		
연구책임자	이 용 권	연구기관	KIST	
위탁연구기관	경남대학교	참여기업	(주)스맥, (주)에버케어	
2단계 연구비	정부: 550백만원	민간: 170백만원	총 연구비: 720백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 침대에서 휠체어까지 노약자 부족 및 이동을 보조하는 지능형 로봇 개발
- 사용자 친화적 조작 인터페이스 및 안전장치 개발 및 탑재
- 노약자 및 환자 이송 및 부족에 대한 시뮬레이션 및 임상 테스트

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1차년도	◦ 해당 사항 없음	◦ 해당 사항 없음	
2차년도	◦ 100Kg의 고하중 양중 가능	◦ 양팔 400Kg까지 양중 가능	100%
	◦ 사용자 친화적 UI 개발	◦ 음성안내, 터치패널, 힘반응 조종간 등	
	◦ 4개 이상 로봇 안전장치 마련	◦ Foot Brake, 전자클러치, 비상정지 버튼 등	
3차년도	◦ 침대-휠체어간 이송시간 3분	◦ 이송시간 3분 이내	100%
	◦ 연속사용시간 10시간	◦ 연속사용시간 10시간 이상 (1회 충전)	
	◦ 조작 편리성 증대	◦ 팔높이 자동 조절기능 추가	
	◦ 이송시 안락성 증대	◦ 목받침추가, 몸받침 시트 개선	
	◦ 마비환자 시뮬레이션	◦ 편마비, 전신마비 환자 양중 시뮬레이션	
2단계 연구목표 달성도			

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2007년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 환자 이송기술	2년	1년	일본	80%	일본	90%
◦ 양중 메커니즘 설계	2년	1년	일본	70%	일본	80%
◦ 환자거동 시뮬레이션	3년	2년	미국	60%	미국	70%
◦ 액츄에이터 기술	3년	2년	독일	60%	독일	70%

나. 연구성과(정성적)

- 최대 200Kg 이상 양중 가능
- 구동효율 100W 미만 및 연속구동시간 10시간 이상
- 침대-휠체어간 환자이송 시간 3분미만
- 기계적, 전기적 4중 안전장치 및 편리한 조작 인터페이스
- 노약자 및 환자 시뮬레이션 (양중 및 이송에 따른 환자의 상태분석)

다. 연구성과(사진 및 사진설명)





3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 10건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
				5	4	1							

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	로봇 핸드	10-2008-0101770	○		이용권 외 3인	한국		○

다. 홍보 활동 등

- 2007년, 2008년 로보월드(COEX) 출품 및 전시
- 임베디드월드 잡지에 개발 내용 소개 (2008년 3월호 56페이지)

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 노약자 부축 및 이송을 위한 로봇 메커니즘 설계기술 개발
- 고효율 구동 메커니즘 및 액츄에이터, 제어 시스템 개발
- 노약자 및 환자 거동 시뮬레이션 기술 개발
- 사용자 친화적 조작 인터페이스 및 안전장치 탑재 기술 개발

나. 경제적 측면

- 노약자 부축 및 이송을 위한 의료기기시장 개척 및 선점
- 간병인 작업보조 및 노약자, 마비환자 생활보조를 통한 삶의 질 향상
- 고령화 사회에 대비한 간병 인력에 대한 수급문제 완화

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 재활병원을 중심으로 임상테스트 (1년 후)
- 양산을 통한 상용화, 사업화 (2년 후)
- 각종 병원 및 가정에 보급 (4년 후)

나. 향후 연구 계획

- 로봇의 신뢰성 및 조작편리성, 안전성 개선
- 양산 및 사업화를 위한 Cost Down 및 제작공정 개발
- 다양한 노약자 및 환자에 맞도록 기능 다양화

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	7-5			
과제명	한 글	비전/음성 핵심기술 SoC 개발		
	영 문	Vision/Speech SoC Development		
연구책임자	전재욱	연구기관	성균관대학교	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 720백만원	민간: 0 백만원	총 연구비: 720백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 비전분야에 공통적으로 응용되는 핵심적인 기반기술의 SoC 개발
- 음성 전처리 시스템 SoC 개발
- 독자 특허 확보 및 표준화 선도 가능 기술 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ Edge Extractor 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 640x480 영상을 초당 30 프레임 처리 가능한 실시간 Edge 검출 SoC Prototype 개발 ◦ 주요 Edge 검출 알고리즘(Canny, Roberts, Prewitt, Sobel, LOG, Laplacian) 모두 구현 ◦ 사용자의 요구에 따라 Edge 알고리즘의 선택이 가능 	100%
	◦ Color Feature Tracking SoC 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 640x480, 초당 60 프레임의 입력 영상에서 컬러 오브젝트 추적 가능한 실시간 Color Tracking SoC Prototype 개발 ◦ 추적 가능 컬러의 제한이 없이 영상내 모든 컬러 추적이 가능 ◦ 사용자가 임의로 추적 대상 컬러 설정 가능 	
	◦ High Speed Sampling & Memory Management Unit 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 16bit, 16KHz의 샘플링 실시간 수행 ◦ 4채널에 대한 동시 샘플링 가능 	
	◦ Cross Correlation SoC	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 획득한 두 채널 음성 신호간의 실시간 상관도 계산 ◦ 방향 검지에 필수적으로 사용됨 	
	◦ Fast Fourier Transform SoC	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 획득한 각 채널의 푸리에 변환 수행 ◦ 음성신호 처리에 필수적으로 사용됨 	

2 차 년 도	◦ Optical Flow SoC	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인접 영상간의 픽셀의 Optical Flow를 실시간 연산 ◦ 크기/방향 정보를 나타내는 벡터영상 출력 ◦ 640x480 영상 초당 30프레임 이상 처리 	100%
	◦ Line Extractor SoC	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 영상에 존재하는 직선 성분 검출 ◦ 640x480 영상 초당 30프레임 이상 처리 ◦ 매 프레임 당 최대 255개 직선 검출 ◦ 직선의 시작점과 끝점 판별 	
3 차 년 도	◦ 얼굴검출 SoC 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Local Binary Pattern 검출 회로 개발 ◦ 실시간 Sub-Sampling 연산 회로 개발 ◦ Scale Invariant 얼굴 검출 	100%
	◦ 실시간 방향검지 SoC	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 4개 마이크의 음성정보를 기반으로 음성 방향 검지 ◦ 16bit, 16KHz, 4채널 동시 샘플링 ◦ 각 채널 데이터 동시 에너지 및 상호상관관계 연산 수행 ◦ 음원거리 별 성능 검증 	
2단계 연구목표 달성도			100%

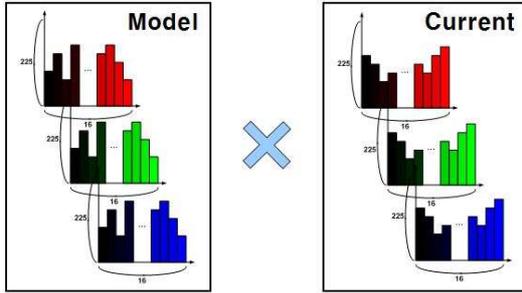
2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 영상처리 ASIC 기술	5년	2년	캐나다	50%	캐나다	65%
◦ 물체추적 기술	2~3년	1년	미국	70%	미국	80%
◦ 영상인식 프로세서 기술	3년	2년	프랑스	60%	프랑스	75%
◦ 음성 인식 ASIC 기술	3년	2년	미국	60%	미국	80%

나. 연구성과(정성적)

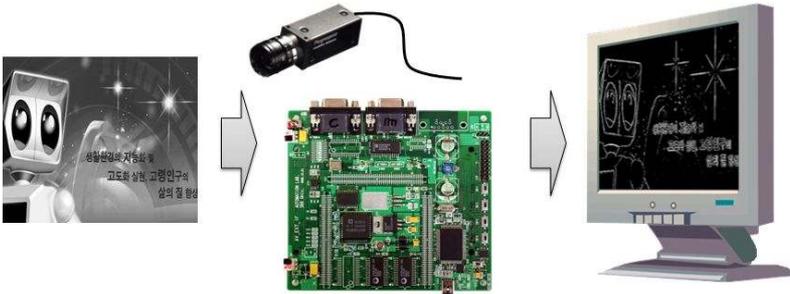
- Color Feature Tracking SoC 개발



$$p_i(x, y) = \arg \max_{1 \leq x \leq 480, 1 \leq y \leq 640} \left(\sum_{c=1}^3 \sum_{b=1}^{16} H_{model}^c(b) \times H_{xy}^c(b) \right)$$

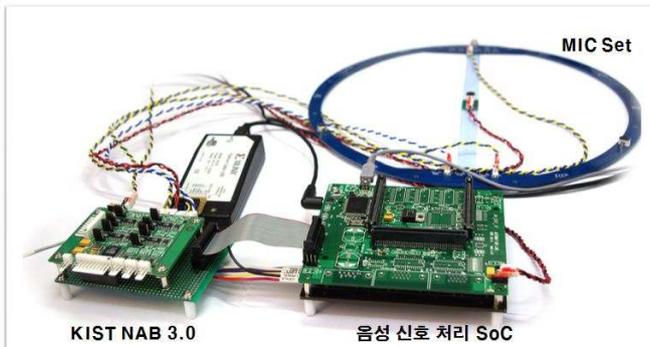
- Window 기반 실시간 영상 처리
- HSV Color Histogram 실시간 생성 및 매칭
- 특정 컬러 모델에 해당하는 물체 추적
- 추적 대상이 되는 물체의 컬러 패턴 임의 지정 가능

- Edge Extracting SoC 개발



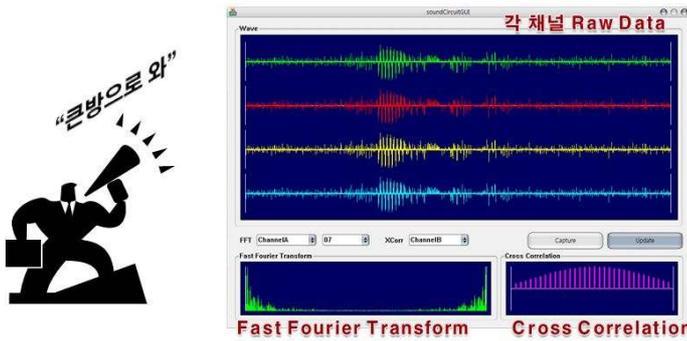
- 영상의 Local Gradient 변화를 감지하여 윤곽선 성분을 검출
- 사용도 높은 윤곽선 검출 알고리즘의 SoC 구현
- 함수 호출은 통한 윤곽선 검출 기능 선택 가능
- Roberts, Sob디, Prewitt, Laplacian, LOG, Canny

- Real-time Sampling & Memory Management SoC 개발



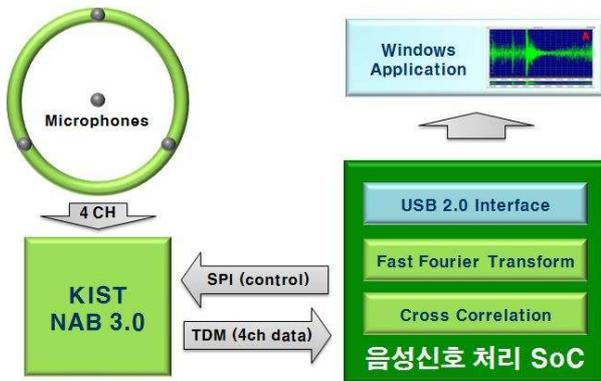
- 16KHz, 16bit, 4채널 동시 샘플링
- KIST NAB 3.0과 SPI(control)/TDM(data) 통신
- USB 2.0을 통해 상위 시스템으로 샘플링된 음성 데이터 전송

- Cross Correlation SoC 개발



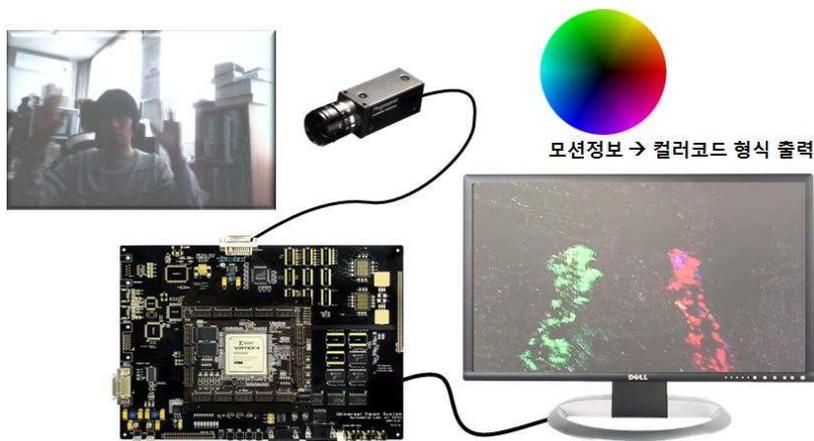
- 4096 sample(256ms)에 대해 Cross Correlation 연산 수행
- 160 sample 간격으로 중첩연산
- 4채널 상호 연산 동시 수행, A-B, A-C, A-D, B-C, C-D

- Fast Fourier Transform SoC 개발



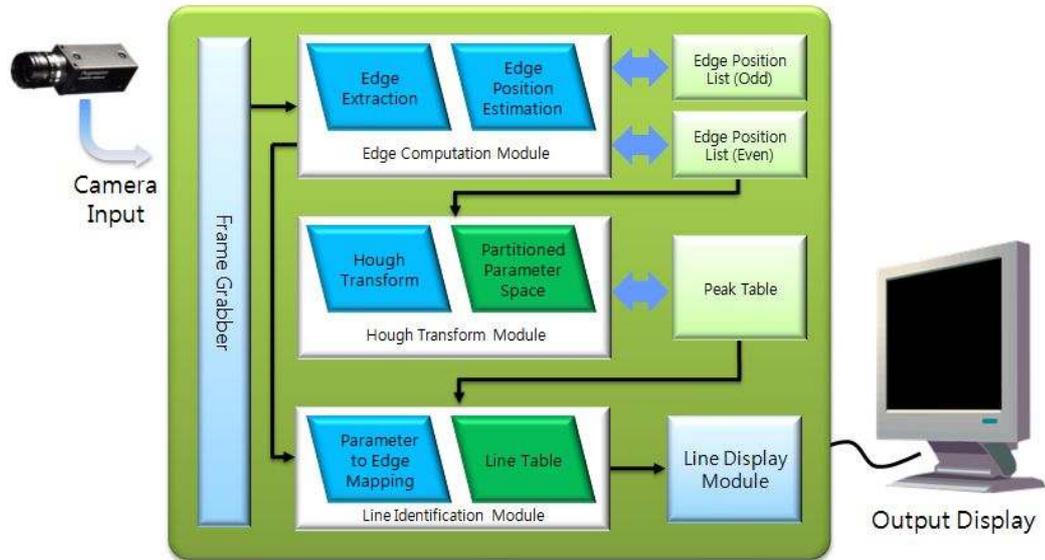
- 512 sample에 대해 Fourier Transform 연산 수행
- 4096 sample에 대해 중첩 연산 후 평균 계산

- Optical Flow SoC 개발



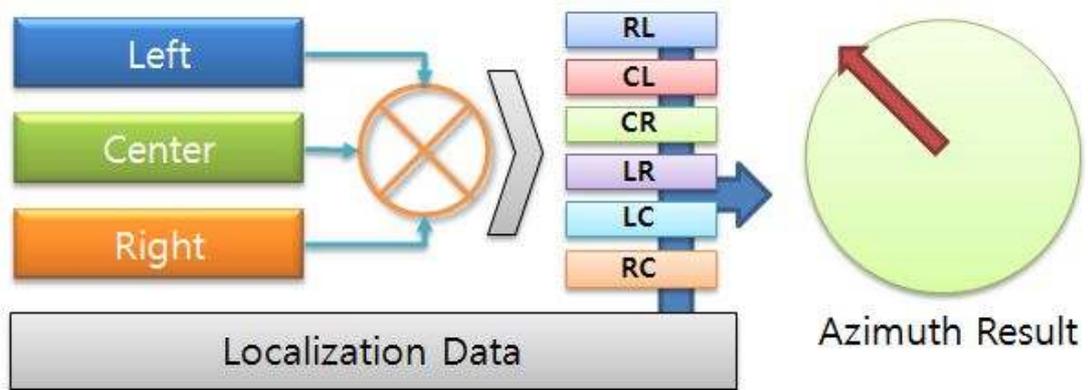
- Double Buffering 기반 영상 획득
- Census 기반 유사도 비교
- Window 기반 Hamming Distance Sum을 통한 유사도 측정
- Flow 정보를 방향/크기 정보를 가지는 컬러코드로 변환 후 출력

- Line Extractor SoC 개발



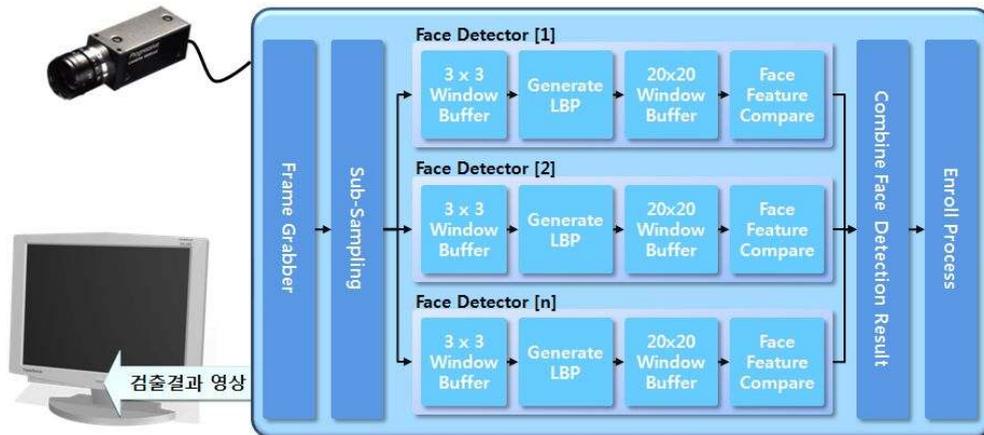
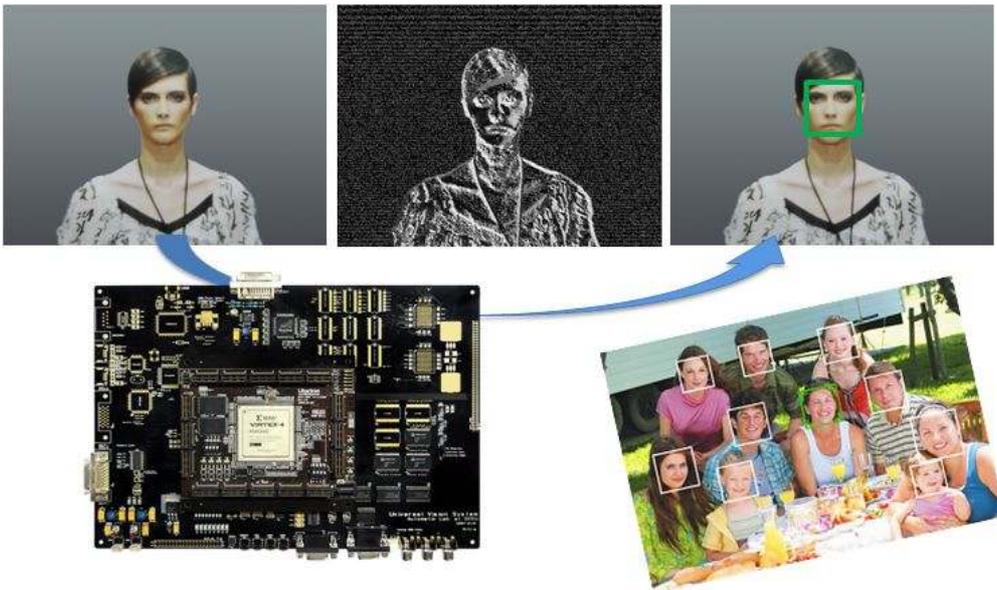
- 에지 검출 및 에지 위치 테이블 작성
- 고속 병렬 하프변환 수행
- 역 하프변환을 이용한 직선의 시작점/끝점 인식
- 동일 매개변수를 가지는 분할된 직선도 인식 가능
- 직선 길이순 정렬

- 실시간 방향검지 SoC 개발



- 마이크에 전달되는 음성신호의 지연을 이용하여 방향 검지
- FPGA 내부 고속 Block Memory를 이용하여 다채널 음성신호 고속처리
- 병렬 연산 회로를 통한 각 채널 데이터 동시 연산
- 각 채널 에너지 및 상호상관관계 연산
- 검지 결과는 RS-232를 통해 PC로 전송

- 실시간 얼굴검출 SoC 개발



- Local Binary Pattern / Adaboost 기반의 얼굴 검출
- 다중 크기 얼굴 검출을 위한 Parallel Pyramid Image 생성 회로

다. 연구성과



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

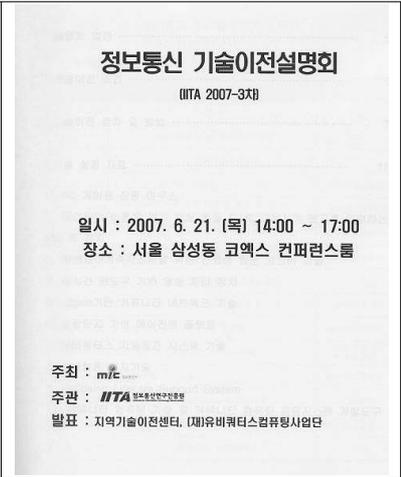
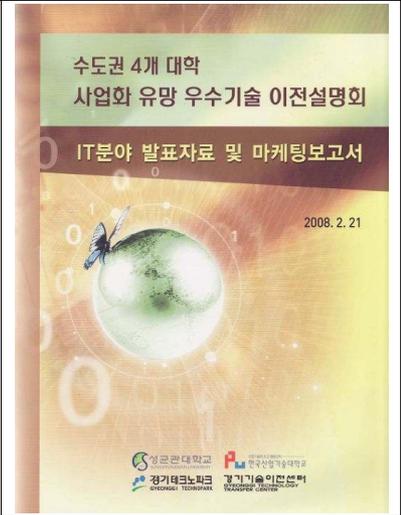
(단위 : 건)

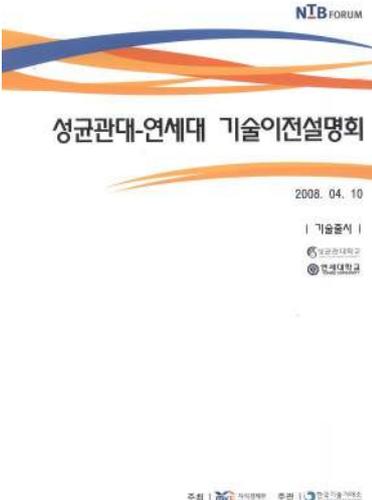
논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
0	3	4	0	8	33	19	3	7	0	1	6,000만원	1	6000만원

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	실시간 물체 추적 장치	10-2006-035883		○	전재욱	대한민국		○
2006	실시간 스테레오 영상 교정 시스템 및 방법	10-2006-059210	○		전재욱	대한민국		○
2006	실시간 확장 가능한 스테레오 매칭시스템 및 방법	10-2006-059208	○		전재욱	대한민국		○
2007	실시간 스테레오 영상 교정 시스템 및 방법	11/677.324	○		전재욱	미국		○
2007	실시간 확장 가능한 스테레오 매칭시스템 및 방법	11/678,428	○		전재욱	미국		○
2007	능동 카메라를 이용한 물체 추적 방법 및 장치	10-2007-0040025	○		전재욱	대한민국		○
2007	실시간 다중 물체 추적 방법 및 장치	10-2007-0046151	○		전재욱	대한민국		○
2007	스테레오 영상 매칭오류 제거장치 및 이를 이용한 제거방법	10-2007-0101120	○		전재욱	대한민국		○
2007	컬러 히스토그램을 이용한 실시간 추적 방법 및 장치	10-2007-0102275	○		전재욱	대한민국		○
2008	피사체의 특징 추출이 가능한 영상 처리 장치	10-2008-070235		○	전재욱	대한민국		○
2008	실시간 세선화가 가능한 영상 처리 장치 및 그 방법	10-2008-067163		○	전재욱	대한민국		○
2008	실시간 다중 물체 추적 방법 및 장치	10-2008-054005		○	전재욱	대한민국		○
2008	실시간 스테레오 영상 교정 시스템 및 방법	10-2008-050931		○	전재욱	대한민국		○
2008	실시간 확장 가능한 스테레오 매칭 시스템 및 방법	10-2008-013100		○	전재욱	대한민국		○
2008	이동통신 단말기 및 그의 SMS 게시방법.	10-2008-015156		○	전재욱	대한민국		○

2008	실시간 음원 방향 감지 장치 및 그 방법	10-2008-0109243	○		전재욱	대한민국		○
2008	직선의 시작점과 종료점을 검출하기 위한 영상처리 방법 및 그 장치	10-2008-0032241	○		전재욱	대한민국		○
2008	영상의 직선을 검출하기 위한 영상 처리 방법 및 그 장치	10-2008-0029743	○		전재욱	대한민국		○
2008	실시간 모션 검출 영상 처리 장치 및 방법	10-2008-0029744	○		전재욱	대한민국		○
2008	전자장치, 커서위치 확인방법 및 기록매체	10-2008-0009717	○		전재욱	대한민국		○
2008	외장형 메모리를 이용하여 사용자 기반의 이동 단말 소프트웨어를 제공하는 이동 단말 및 그 제어 방법	10-2008-0022946	○		전재욱	대한민국		○
2008	자성체를 이용한 표시장치	10-2008-0025028	○		전재욱	대한민국		○
2008	외부의 전자 기기를 원격 제어하는 휴대용 단말기 및 그 방법	10-2008-0026721	○		전재욱	대한민국		○
2008	데이터 입력을 위한 통신 단말기 및 그 방법	10-2008-0036363	○		전재욱	대한민국		○
2008	측면 키 인터페이스 장치, 측면키 인터페이스 설정 방법, 및 이를 구비한 휴대 단말기	10-2008-0046485	○		전재욱	대한민국		○
2008	이동 단말기의 통화연결 장치 및 방법	10-2008-0051565	○		전재욱	대한민국		○
2008	사용자 정의 메뉴 구성 방법 및 사용자 정의 메뉴 구성 기능을 구비한 장치	10-2008-0091504	○		전재욱	대한민국		○
2008	화자의 얼굴을 확대하는 영상 통화 방법 및 이를 위한 단말	10-2008-0100051	○		전재욱	대한민국		○

정보통신 기술이전설명회		 <p>정보통신 기술이전설명회 ITA 2007-3차</p> <p>일시 : 2007. 6. 21. (목) 14:00 ~ 17:00 장소 : 서울 삼성동 코엑스 컨퍼런스룸</p> <p>주최 : mtc 주관 : ITA 본포럼연구위원회 발표 : 지역기술이전센터, (주)유비쿼터스컴퓨팅사업단</p>																																										
2007.06.20	<ul style="list-style-type: none"> 기업대상 연구성과 설명 기술이전 상담 연구결과 데모 시연 연구 성과 발표 																																											
강남 COEX																																												
제2회 성균 Techno Fair		<p>제2회 성균테크노페어 & 기술이전상담회 개최안내</p> <p>산업자원부, 교육과학기술부가 지원하는 「기베타크라이프」의 산도 대학으로 산학협력 선도대학(선도)인 성균관대학교는 과학기술 분야 연구소의 우수기술과 연구성과를 홍보하고 산업화 유망 기술에 대한 기술이전과 산학공동연구를 위한 산업체와의 교류를 위하여 제2회 성균 Techno Fair 를 개최 하오니 관련기업 및 유관기관의 많은 관심과 참여 부탁드립니다.</p> <p>일시 : 2007년 12월 6일(목), 13:30 ~ 18:00 장소 : 경기도 수원시 성균관대학교 제1공학관 8층 세미나실 주관 : 성균관대학교 산학협력단, 경기테크노파크 경기기술이전센터 후원 : 경기중소기업청, 한국기술거래소, 한국부품소재산업진흥원, 한국전자산업진흥회</p> <p>※ 참가비는 무료이며 참가를 원하시면 참가의 양식을 작성하여 이메일 또는 팩스로 송부하여 주시기 바랍니다.</p> <p>■ 일정안내</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간</th> <th>내용</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13:30-15:30</td> <td>등록</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13:30-15:35</td> <td>개회식 및 축사</td> <td>산학협력단장</td> </tr> <tr> <td>15:35-15:45</td> <td>참여 연구소 및 기술 소개</td> <td>사임차</td> </tr> <tr> <td>15:45-15:55</td> <td>부품소재 기업지원 사업 소개</td> <td>부품소재산업진흥원</td> </tr> <tr> <td>14:00-18:00</td> <td>기술 설명회 및 상담</td> <td>연구책임자-참가기업</td> </tr> </tbody> </table> <p>■ 상담 기술 목록</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>기술명</th> <th>개발자</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SPR(Surface Plasmon Resonance) 현상을 이용한 광 바이오 센서</td> <td>이광석</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>금 나노 선 제조 방법</td> <td>홍병우</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>알루미늄용량 태양전지 및 어의 제조 방법</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>초음파를 이용한 태양전지용 CIS계 화합물 합성방법</td> <td>장덕영</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>피해 입력 기술을 이용한 광화카드를 위한 제조</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>인계소형화기 가능한 하드웨어 기반 실시간 영상처리 장치</td> <td>전채우</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>신호처리용 알고리즘 최적화 장치를 이용한 구조 강 기판의 3차원 가시광선/적외선 카메라</td> <td>이석환</td> </tr> </tbody> </table>	시간	내용	비고	13:30-15:30	등록		13:30-15:35	개회식 및 축사	산학협력단장	15:35-15:45	참여 연구소 및 기술 소개	사임차	15:45-15:55	부품소재 기업지원 사업 소개	부품소재산업진흥원	14:00-18:00	기술 설명회 및 상담	연구책임자-참가기업	No.	기술명	개발자	1	SPR(Surface Plasmon Resonance) 현상을 이용한 광 바이오 센서	이광석	2	금 나노 선 제조 방법	홍병우	3	알루미늄용량 태양전지 및 어의 제조 방법		4	초음파를 이용한 태양전지용 CIS계 화합물 합성방법	장덕영	5	피해 입력 기술을 이용한 광화카드를 위한 제조		6	인계소형화기 가능한 하드웨어 기반 실시간 영상처리 장치	전채우	7	신호처리용 알고리즘 최적화 장치를 이용한 구조 강 기판의 3차원 가시광선/적외선 카메라	이석환
시간	내용	비고																																										
13:30-15:30	등록																																											
13:30-15:35	개회식 및 축사	산학협력단장																																										
15:35-15:45	참여 연구소 및 기술 소개	사임차																																										
15:45-15:55	부품소재 기업지원 사업 소개	부품소재산업진흥원																																										
14:00-18:00	기술 설명회 및 상담	연구책임자-참가기업																																										
No.	기술명	개발자																																										
1	SPR(Surface Plasmon Resonance) 현상을 이용한 광 바이오 센서	이광석																																										
2	금 나노 선 제조 방법	홍병우																																										
3	알루미늄용량 태양전지 및 어의 제조 방법																																											
4	초음파를 이용한 태양전지용 CIS계 화합물 합성방법	장덕영																																										
5	피해 입력 기술을 이용한 광화카드를 위한 제조																																											
6	인계소형화기 가능한 하드웨어 기반 실시간 영상처리 장치	전채우																																										
7	신호처리용 알고리즘 최적화 장치를 이용한 구조 강 기판의 3차원 가시광선/적외선 카메라	이석환																																										
2007.12.06	<ul style="list-style-type: none"> 기업대상 연구성과 설명 기술이전 상담 연구결과 데모 시연 연구 성과 발표 																																											
성균관대학교																																												
수도권 4개대학 사업화 유망기술 이전설명회		 <p>수도권 4개 대학 사업화 유망 우수기술 이전설명회</p> <p>IT분야 발표자료 및 마케팅고서</p> <p>2008. 2. 21</p> <p>성균관대학교, 경기테크노파크, 한국기술이전센터, 경기기술이전센터</p>																																										
2008.02.21	<ul style="list-style-type: none"> 기업대상 연구성과 설명 기술이전 상담 연구결과 데모 시연 연구 성과 발표 																																											
성균관대학교																																												

NTB 기술이전설명회		
2008.04.10	<ul style="list-style-type: none"> • 기업대상 연구성과 설명 • 기술이전 상담 • 연구결과 데모 시연 • 연구 성과 발표 	
한국기술거래소		
산합협력 Techno-Fair		
2008.11.06	<ul style="list-style-type: none"> • 기업대상 연구성과 설명 • 기술이전 상담 • 연구결과 데모 시연 • 연구 성과 발표 	
일산 KINTEX		
YTN Science TV 전문가 인터뷰		
2008.03.25 방영	<ul style="list-style-type: none"> • 지능형 로봇분야 전문가 인터뷰 • 로봇이 감정을 가지는 것이 가능할 것인가 	
영화보다 재미있는 과학이야기		

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- SoC를 통한 소형/저전력 시스템의 구성이 가능
 - 지능로봇 관련 산업의 급성장
 - 로봇의 중요 제약사항(크기, 전력, 가격)에 대한 솔루션이 요구됨
 - One-Chip solution을 통한 염가, 소형화, 저전력화가 가능
 - 고가의 지능형 로봇부터 저가의 Toy 수준 응용까지 적용 가능
 - 여러 가지 제약사항으로 인해 존재하지 않았던 새로운 제품의 등장 가능
 - 새로이 창출된 관련 시장의 급성장 기대 예상

- 지능로봇의 시각시스템의 중요성
 - 국내 기술의 수준은 선진국 대비하여 원천기술은 3-5년 정도 뒤지는 상태
 - 특히, 고속처리기술은 선진국에 비해 매우 열세
 - 인간의 시각이 60%의 정보를 획득하는 것과 마찬가지로, 지능로봇도 대부분의 정보를 시각을 통해 획득
 - 지능로봇사업단의 예측에 따르면 2007년 15%에서 2020년 40%로 비중이 확대될 것으로 전망됨
 - 지능로봇 시각시스템 특히 비전 SoC의 경우 얼굴인식, 사람인식 및 환경인식 분야의 기술에 적용하여 영화, 애니메이션, 가상현실 등으로 파급효과가 크고, 당 기술은 의료, 미디어, 항공, 통신 분야로 다양한 적용이 가능하므로, IT나 지능로봇 기술이 접목하여 관련 산업에 막대한 기술적 파급효과를 나타낼 것으로 예측됨

나. 경제적 측면

- 관련 6개 분야 세계시장전망

단위 : 백만달러

년도	지능로봇 시청각 융합 센서	얼굴 인식	음성 인식	차량용 반도체	영상 보안장비	모바일 및 콘솔게임
2004	100	307	3,010	13,933	12,000	18,784
2005	600	435	3,805	14,878	18,900	20,029
2006	1,200	602	4,728	16,236	28,000	23,374
2007	4,000	769	5,885	17,499	39,200	27,851
2008	6,000	940	7,085	18,889	53,000	31,935
2009	8,000	1,150	8,514	20,332	71,000	34,501
2010	11,000	1,400	10,220	21,565	92,000	36,184
2011	16,000	1,700	12,500	22,755	115,000	40,794

정보통신연구진흥원('07), 한국소프트웨어진흥원('07) 및 IT SoC Magazine('07)의 시장전망을 바탕으로 함
파란색 수치는 전망치임

- 비전/음성 SoC 적용가능한 대표적인 6개 분야 시장 전망
 - 지능로봇 시청각 융합 센서 분야
 - 얼굴인식 분야
 - 음성인식 분야
 - 차량용 반도체 분야
 - 영상 보안장비 분야
 - 모바일 및 콘솔게임
- 비전/음성 SoC 적용가능한 대표적인 6개 분야 시장 전망

- 지능로봇 시각시스템

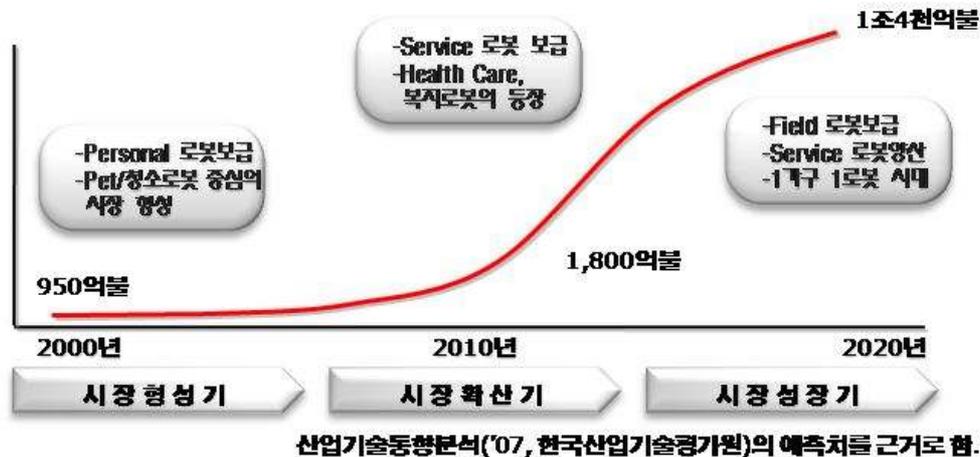
단위 : 백만달러

구분	'06년	'07~' 10년
서비스로봇 시장	7,188	8,222
시각시스템 시장	1,078	1,644

산업기술진흥분석('07, 한국산업기술평가원)의 예측치를 근거로 함.

- 미국시장 연평균 47% 성장
- 반도체, LCD 장비 등 응용제조장비 시장규모 약 10조원
- 서비스로봇 시장대비 시각시스템 시장의 성장 가능성 유망

- 지능로봇 시장전망



- 지능로봇 시장은 2010년 시장이 확산하여 2020년 폭발적으로 증가할 것으로 예상
- 지능로봇에서 중요한 역할을 차지하는 비전/음성 SoC 분야도 이에 따른 시장의 확대가 예상됨

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 지능로봇 분야 상용화
 - 염가/저전력/소형 특성 확보 및 실시간 성능 보장
 - Toy 수준과 같은 소형/저가의 로봇에도 일정 이상의 성능 부여
 - 시청각 정보의 실시간 처리를 통해 로봇의 빠른 상황 판단 가능
 - 로봇과 물체와의 거리 측정
 - 물체의 움직임에 대한 방향/속도/위치 정보 검출
 - 실시간 음원 방향 검지 및 주요 핵심어 검출
- 보안/감시 분야 상용화
 - 주요 정보의 추출/전송이 가능한 지능형 네트워크 카메라 개발
 - 오퍼레이터의 판단을 도와서 사람에 의한 사고 방지
 - 오퍼레이터가 지정한 패턴 자동 검출 및 실시간 추적
 - 자동 바이오인증 국경통제시스템(영국 맨체스터 공항 시험 가동)과 같은 영상기반 신원 인식 분야에 응용 가능
 - 국내 미래인식 사에서 얼굴 인식 기능의 Surveillance Software 출시
 - 출입자 얼굴을 인식하여 출입자에 특화된 서비스 제공 가능한 기술로 처리속도 개선이 크게 요구됨

- 휴대폰
 - 휴대폰 카메라를 통해 획득한 영상의 실시간 처리
 - 카메라에 영상/음성 처리 전용 칩을 내장하여 연산 부담 없이 주요 연산 결과 획득
 - 영상인식/음성인식을 이용한 새로운 인터페이스 개발
 - 자동 초점조절 및 촬영
- 차세대 차량
 - ASIC 구현을 통한 실시간 성능을 가지는 엮가형 영상/음성 처리 칩을 통해 운전자 편의성 증대 및 안전성 확보
- 엔터테인먼트
 - 휴대용/가정용 엔터테인먼트 기기를 위한 새로운 유저 인터페이스 가능

나. 향후 연구 계획

- 3단계 SoC 추진계획

연구 내용	2 단계				3 단계																			
	3차년도				1차년도				2차년도				3차년도				4차년도							
	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3				
비전 SoC 기술	얼굴검출 SoC				회전에 강인한 (Pan/Tilt) 얼굴검출 SoC		밝기변화에 강인한 얼굴검출 SoC		얼굴 특징 검출 (눈/코) SoC				얼굴 DB 인터페이스 SoC				얼굴 인식 통합 SoC				SIFT 고속 검출 SoC			
음성 SoC 기술	잡음제거 SoC				핵심어 검출 SoC				음성 기반 화자 구분 SoC				음향 모델 DB 인터페이스 SoC				대화 음성 인식 기능 SoC							
SoC 응용 기술					소형 인공 피부 제어 SoC				중/대형 인공 피부 제어 SoC				화자인식 및 얼굴 기반 추적기능 SoC				범용 비전/음성 통합 SoC							

- 비전 SoC 기술 분야
 - 영상 크기 및 처리 속도에 유연한 실시간 SoC 구조 개발
 - 회전/밝기에 강인한 얼굴검출 SoC 개발
 - 얼굴 특징 검출(눈/코) SoC 개발
 - 얼굴 DB 인터페이스 SoC 개발
 - 얼굴 인식 통합 SoC 개발
 - SIFT 고속 검출 SoC 개발
- 음성 SoC 기술 분야
 - Multiplexing 기반의 고속 처리를 이용한 다채널 음성 고속 처리 구조 개발
 - 잡음제거 SoC 개발
 - 핵심어 검출 SoC 개발
 - 음성기반 화자 구분 SoC 개발
 - 음향 모델 DB 인터페이스 SoC 개발

- 대화 음성 인식 기능 SoC 개발
 - SoC 응용 기술 분야
 - 소형 인공 피부 제어 SoC 개발
 - 중/대형 인공 피부 제어 SoC 개발
 - 화자인식 및 얼굴 기반 추적기능 SoC 개발
 - 범용 비전/음성 통합 SoC 개발
 - 구현된 IP Pool을 기반으로 주요 비전/음성 기능이 통합된 SoC 개발
 - 비전/음성 SoC 특허맵 작성을 통한 향후 전망 분석
 - 영상 및 음성 데이터 처리를 실시간, 소형, 저전력으로 구현하는 기술에 대한 연구 개발이 현재 활발히 진행 중
 - 관련 특허 출원 수가 한국의 경우 1993년 이후 꾸준히 증가, 특히 2001년 이후 급격한 증가 추세
 - 국내의 경우 일본 및 미국에 비하여 상대적으로 연구 및 특허 활동이 저조한 것으로 나타나 국내 기업 및 연구기관의 기술개발이 요구됨
 - 비전과 음성 기술이 융합되어 물체/사람 인식의 정밀도를 높임과 동시에 주변 상황 인식이 가능하도록 발전
 - 특정 응용 기술에 특화되어 보다 높은 정확성 및 실시간성을 가질 것
 - 비전/음성 SoC의 경우 시스템 크기 및 전력 소모 면에서 경쟁력이 높아 이에 따른 수요가 클 것으로 예상됨
 - 따라서 각 요소기술을 전용 하드웨어로 구현하여 One-chip화한 비전/음성 SoC에 대한 기술 개발이 요구됨
 - SoC 개발 필요사항
 - 알고리즘/주제 별로 1~3개월 정도의 Benchmark 기간 필요
 - 기존 H/W Implementation 사례확인
 - S/W 알고리즘 선택 및 수정(H/W 구현 적합한 알고리즘)
 - S/W 검증 및 성능 예상/비교
 - 독립형 비전/음성 시스템 기본 구조 설계
 - 상위 프로세서/어플리케이션에서의 응용 고려
-
- 현 기술 파악 및 비교용 비전 시스템 파악
 - 최근 기술 동향 파악 및 적용을 위한 연구원 교육
- 독립형 비전 시스템 기본 구조 설계
 - 상위 수준에서의 응용을 고려한 독립형 비전 시스템 기본 구조 설계
 - FPGA 기반의 One-chip SoC 솔루션에 대한 고려 필요
 - 결과물의 시스템 LSI 사업화 연계 추진

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	7-6			
과제명	한 글	실시간 제어 체계 기술		
	영 문	Real-Time Control Architecture		
연구책임자	김 병 국	연구기관	한국과학기술원	
위탁연구기관	제주대학교	참여기업		
2단계 연구비	정부: 555백만원	민간: 0백만원	총 연구비: 555백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 실버메이트 로봇의 모바일-머니플레이터의 실시간 연동구현을 위한 실시간 제어구조 연구
 - 두 프로세서를 사용한 분산 실시간 제어시스템 구조설계
 - 머니플레이터 실시간 제어 framework
 - Dependable sensing 및 actuation 요소기술 개발
 - 분산 실시간 networking 요소기술 개발
 - 실시간 obstacle avoidance 구현 (제주대 위탁)

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	1. 두 프로세서를 사용한 실시간 제어구조 설계 ◦ 실시간성, Sensor, Driver 및 네트워크 구조를 고려한 비실시간, 실시간 및 Action 소프트웨어 구조 설계 및 정의	◦ Main SBC와 Arm SBC의 두 프로세서에서 스케줄링 되는 제어 소프트웨어의 구조를 설계하였으며, 제안된 구조는 사용된 실시간 운영체제와 각 SBC에 장착된 하드웨어 구조를 고려하였다.	100%
	◦ RTAI를 사용하는 두 프로세서를 이용한 모바일-머니플레이터 연동 가능한 실시간 제어구조 및 제어 모듈 설계	◦ 모바일-머니플레이터의 동기화된 제어를 위해 필요한 컴포넌트 중 Virtual Resource 컴포넌트는 모두 설계, 구현 및 실험을 통한 검증을 마쳤다. ◦ Supervisor 컴포넌트들에 대한 수정은 설계 중이며 4차년도에 완료 예정.	80%
	◦ 시스템 소프트웨어의 선정 및 업그레이드 지원을 위한 방법론 연구	◦ 시스템 소프트웨어 업그레이드를 위한 방법론 연구. ◦ 새로운 버전 1.0.0의 제어소프트웨어를 배포	100%
	2. Manipulator의 실시간 제어 ◦ Silver Mate 로봇 Manipulator의 실시간 제어를 구현하고 이를 적용시켜 실험	◦ 분산 실시간 제어 구조에 맞는 Manipulator 제어부 구조 설계 및 구현 ◦ 역기구학 알고리즘 검증/구현 완료 ◦ 궤적생성 알고리즘 검증 완료. 구현 중.	100%

	3. Dependable sensing 및 actuation 기술 <ul style="list-style-type: none"> Health monitoring을 위한 방법론 연구 	<ul style="list-style-type: none"> Main 및 Arm SBC에 구현된 Resource 컴포넌트들에 모두 Robot Health Monitoring 기능을 추가하여 로봇의 동작에 대한 정보를 로그 형태로 얻을 수 있게 되었다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> Sensor fault detection and recovery 기법 연구 	<ul style="list-style-type: none"> LRF와 IR scanner의 sensor fault를 인지하고 recovery하는 기법을 적용하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> RS-232 실시간 드라이버의 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 2.6커널에서 작동가능하며 PnP기능까지 첨가된 RS-232 실시간 드라이버를 구현하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰성 있는 RS-485 실시간 드라이버 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 10Mbps까지 지원 가능한 Real-Time RS-485 드라이버를 구현하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> plug-and-play가능한 RT-CAN드라이버의 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 드라이버 개선(API개선, CAN2.0B지원, PnP기능), 추가하드웨어 지원 및 커널 2.6 지원 	100%
	4. 분산 실시간 networking 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> Full-duplex switch를 사용한 실시간 Ethernet 운용 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> Full-duplex switch를 사용한 실시간 Ethernet 운용 기술을 개발하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> Switch traffic의 효율적 운용 방안 연구 	<ul style="list-style-type: none"> Switch traffic의 효율적 운용에 관한 Scheduler 설계 및 구현하였다. 	70%
	5. 실시간 obstacle avoidance 구현(위탁) <ul style="list-style-type: none"> 모발-머니플레이터 실시간 obstacle avoidance 방법론 분석 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 모발-머니플레이터 obstacle avoidance 적용사례들을 분석하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> Elastic strips 기반의 모발-머니플레이터의 실시간 obstacle avoidance 최적 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 모발-머니플레이터의 실시간 obstacle avoidance 알고리즘 개발 및 검증 	90%
	<ul style="list-style-type: none"> 모발-머니플레이터의 센서/액추에이터 컴포넌트 interface 모듈개발 	<ul style="list-style-type: none"> 센서와 액추에이터 연동을 위한 컴포넌트 작성 	80%
2 차 년 도	1. 실버메이트 로봇을 위한 분산 실시간 제어 소프트웨어 구현 <ul style="list-style-type: none"> RTAI를 사용하는 두 프로세서를 이용한 모바일-머니플레이터 연동 가능한 분산 실시간 제어 소프트웨어 모듈 구현 및 실험 	<ul style="list-style-type: none"> 분산 실시간 제어 구조에 맞는 모바일, 머니플레이터 관련 모듈들을 작성하였다. 이 모듈들은 실시간성을 갖고 있으며, 모바일-머니플레이터의 동기화된 행동이 가능하도록 통일된 방식으로 trajectory를 생성 하도록 구현되었다. 또한 이 모듈들의 알고리즘 및 동작수행을 시뮬레이션 및 실험으로 검증하였다. 	90%
	2. Dependable sensing 및 actuation 기술 <ul style="list-style-type: none"> Health monitoring을 위한 방법론 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 장기적인 통계 분석을 위한 프로그램을 작성 하였다. 그리고 장기적인 통계 분석에 유리하도록 Format을 수정 하였다. 현재 Data를 수집 중에 있으며, 중간 Data 통계 결과를 통해 안정성과 효율성을 확인 하였다 	100%

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Sensor fault detection and recovery에 대한 성능 분석 및 안정화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ LRF, IR scanner 센서의 fault를 감지하고 이를 recovery하는 기법을 실제 적용 후 실험을 통해 성능 향상을 살펴보았다. 안정화 테스트를 위해 장시간 테스트가 필요하다. 	90%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ RS-485 실시간 드라이버의 향상 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1차년도에서 수행한 RS-232 실시간 드라이버의 향상 기법을 RS-485 실시간 드라이버에도 적용하여 2.6커널용 실시간 드라이버로 업그레이드하고 PCI장치에 대한 PnP기능도 구현하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Plug and play 가능한 USB 1.1/2.0의 실시간 드라이버 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 개방형 프로젝트인 usb20rt core stack을 기반으로 Linux/RTAI RT-USB 드라이버의 구현 및 동작을 검증하였다. 향후 실시간 성능 및 신뢰성 검증이 필요하다. 	90%
	3. 분산 실시간 네트워킹 기술 <ul style="list-style-type: none"> ◦ IPv6, 1 Gbps 실시간 Ethernet driver 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ IPv4 기반의 RTnet이 제공하는 real-time network service측면과 IPv6 기반의 Quality of Service (QoS)의 비교분석을 통한 IPv6의 비타당성을 검증하였고, full-duplex ethernet switch 기반의 시스템상에서의 향상된 통신 속도와 대용량 대역폭을 제공하는 1 Gigabit 실시간 Ethernet 드라이버를 테스트 및 Gigabit 실시간 Ethernet 통신이 가능함을 검증하였다. 	90%
	4. 실시간 obstacle avoidance 구현(위탁) <ul style="list-style-type: none"> ◦ 실시간 obstacle avoidance simulator 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Modified Elastic Strips기반의 충돌 회피 알고리즘 기반 simulator를 개발하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3D 그래픽 시뮬레이터와의 연동 모듈개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모바일-머니플레이터의 물체 충돌 3D그래픽 시뮬레이션을 수행하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시나리오 시뮬레이션 구현 및 알고리즘 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다중 물체의 충돌 회피 simulator 개발 및 알고리즘을 검증하였다. 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 실시간 obstacle avoidance 컴포넌트 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pseudomedian 필터링 기법 적용하였으며, shared memory 기반 인터페이스 모듈을 구현 	90%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ obstacle avoidance 컴포넌트 모듈의 kernel module구현 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ GOTO 및 GOTOVIA 기반의 실시간 충돌 회피 모듈을 구현하였다. 	90%
3 차 년 도	1. 실버메이트 로봇을 위한 분산 실시간 제어 소프트웨어 적용 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 통합 실버메이트 로봇을 이용한 분산 실시간 제어 소프트웨어의 동작 실험 및 성능 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모바일 베이스 주행 모듈의 경우 장애물 회피 등 다양한 동작의 안정된 수행을 위해 4가지 주행 모드를 지원토록 구현하였고 머니플레이터와의 연동된 동작을 지원하기 위해 단순한 주행 모드도 추가로 구현 실험하였다. 	90%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트 및 계층 인터페이스 표준화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모바일 베이스 및 머니플레이터 Action들간의 구별을 쉽게 하고 사용자의 편의성을 높이도록 계층 인터페이스를 구현하였다. 	90%
	2. Dependable sensing 및 actuation 기술 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 차세대 actuation module을 위한 실시간 IEEE1394 드라이버 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 개방형 프로젝트 rt-firewire를 기반으로 RTAI에서 동작 가능한 실시간 IEEE1394를 개발하고 검증하였다. 	80%

<ul style="list-style-type: none"> USB 2.0기반 웹캠용 실시간 USB Host-side 드라이버 개발 	<ul style="list-style-type: none"> UVC(USB Video Class) 호환되는 웹캠을 위한 실시간 USB host-side드라이버 개발하였다. 	90%
3. 분산 실시간 networking 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 두 processor를 사용한 계산 및 통신 task scheduling 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 다중 프로세서 시스템의 성능을 극대화 할 수 있는 이더넷 스위치의 통신 프레임 구조 제안 및 소프트웨어를 구현하였다. 	100%
4. 차세대 플랫폼을 위한 운용 소프트웨어 <ul style="list-style-type: none"> 다중 코어 프로세서 플랫폼을 위한 Linux-based RTOS 	<ul style="list-style-type: none"> 다중 코어 프로세서 플랫폼을 위한 Linux-based RTOS 선정을 위한 특징분석 및 동작특성을 검토하였다. 	90%
5. 실시간 obstacle avoidance 모듈 Integration (위탁) <ul style="list-style-type: none"> 실시간 Obstacle avoidance 모듈의 Integration 	<ul style="list-style-type: none"> 구현 및 검증된 실시간 obstacle avoidance 모듈을 모바일 기반 Reactive 모듈에 통합 구현하였다. 	90%
<ul style="list-style-type: none"> 실시간 obstacle avoidance 시스템 성능시험 및 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 실제 다양한 환경에서 실시간 obstacle avoidance의 동작 및 안정성을 실험적으로 확인하였다. 	90%
2단계 연구목표 달성도		90%

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
• 분산 실시간제어구조	3년	2년	독일	80(%)	독일	90(%)
• Real-Time Device Drive	4년	3년	미국	60(%)	미국	80(%)
• 분산 실시간 net working 기술 개발	5년	4년	독일	60(%)	독일	80(%)

나. 연구성과(정성적)

- 실버메이트 로봇을 위한 분산 실시간 제어 소프트웨어 구현
 - 통합 로봇에서의 모바일-머니플레이터 실시간 연동 가능한 분산 실시간 제어 소프트웨어 모듈 구현 및 연동 검증
- Dependable sensing 및 actuation 기술
 - Robot Health Monitoring 및 통계분석 응용 프로그램 개발
 - RS-232, RT-CAN 드라이버 개선
 - RS-485 실시간 드라이버 개발
 - LRF, IR Sensor fault detection and recovery 모듈 개발
 - 실시간 USB1.1/2.0 드라이버 개발 및 USB2.0 웹캠용 실시간 드라이버 개발
 - 차세대 Actuation Module을 위한 실시간 IEEE1393드라이버 개발

- 분산 실시간 네트워킹 기술
 - 100Mbps/1Gbps 실시간 Ethernet driver 구현 및 실시간 스위칭 방법 개발
- 차세대 플랫폼을 위한 운용 소프트웨어
 - 다중 코어 프로세서에 적합한 Linux-based 실시간 OS 분석
- 실시간 Obstacle Avoidance 구현 (위탁)
 - 실시간 Obstacle Avoidance 모듈 개발 및 통합

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

• 실버메이트 로봇을 위한 분산 실시간 제어 시스템 구조 설계

노인 일상생활에서 자율적으로 동작하는 mobile manipulator 형태의 실버메이트 로봇 특성에 적합하고 모듈별 연구 성과물의 효율적이고 체계적 통합이 가능한 실시간 제어구조 개발을 목표로 연구되었다. 전체 제어시스템이 단일 시스템 상에 존재하지 않고, 네트워크로 연결된 여러 시스템을 이용하여 구성된 분산 시스템 상에 존재하는 경우이기 때문에 이를 고려한 실시간 제어구조를 마련하였다. 각각의 시스템이 이동플랫폼과 머니플레이터 등 서로 다른 제어 대상을 가지는 경우로 액추에이터들의 동기화된 실시간 제어가 가능한 구조이다.

- 실버메이트 로봇을 위한 분산 실시간 제어 소프트웨어 적용

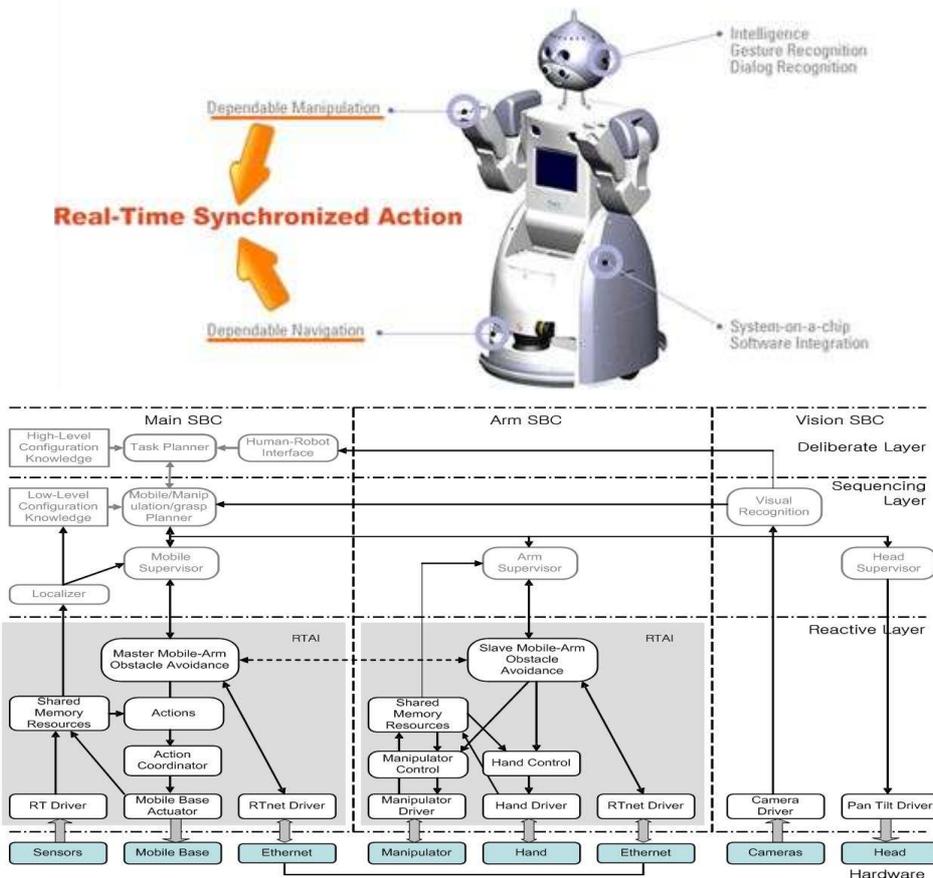


그림 1. 모바일-머니플레이션 실시간 연동을 위한 제어 구조

모바일 구동부와 머니플레이터의 연동제어를 통해 동기화된 동작이 가능하도록 구현된 주행/머니플레이션 소프트웨어를 통합로봇에 적용하였으며, 주행/머니플레이션 연동 소프트웨어를 표준화 하였다.

• Dependable Sensing 및 Actuation 기술

- Robot Health Monitoring 기술 개발

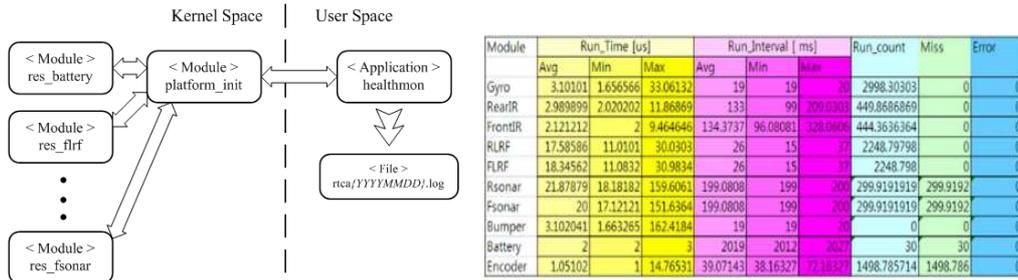


그림 2. PROC파일 시스템을 이용한 로그 저장 및 센서 별 측정 결과

개발된 Reactive layer component들의 수행 정보들을 PROC 파일 시스템을 이용하여 주기적으로 상태를 기록한다. 더불어 저장된 정보들로부터 시스템의 성능을 가늠할 수 있는 통계 분석 가능한 프로그램도 개발하였다.

- 센서 오류 검출 및 복구 기술 개발

주기적으로 동작하는 센서 데이터의 안정성 확보를 위하여 LRF와 IR 스캐너 센서의 오류 검출 및 복구 기능 구현하였다. 실제 환경에서 순간적인 접속불량 또는 전원 상실 등에 대한 감지와 복구 기능을 수행한다.

먼저 IR 스캐너는 atchdog Timer fct.을 이용하여 하드웨어적 fail이 일어난 경우 즉, 잠깐 동안의 disconnection이나 power off상태가 있었다라도, 혹은 다른 이유로 transient sensor fault가 일어난 경우, 자동적으로 센서 데이터 획득 단계를 회복하여 수행하게 된다. 또한, IR scanner(PBS-03JN)에서 3초마다 연결을 끊는 것을 고려하여 매주기마다 재링크하지 않고 약 3초마다 재링크 하여 재링크 하는데 소요되는 시간만큼 system load를 줄이게 되었다.

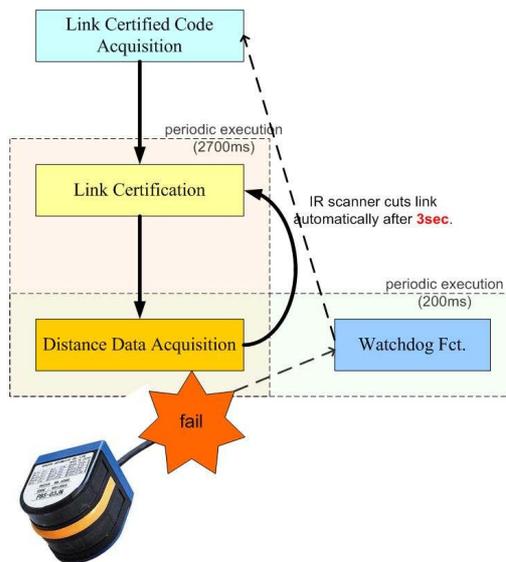


그림 3. IR 스캐너의 오류 검출 및 복구 메커니즘

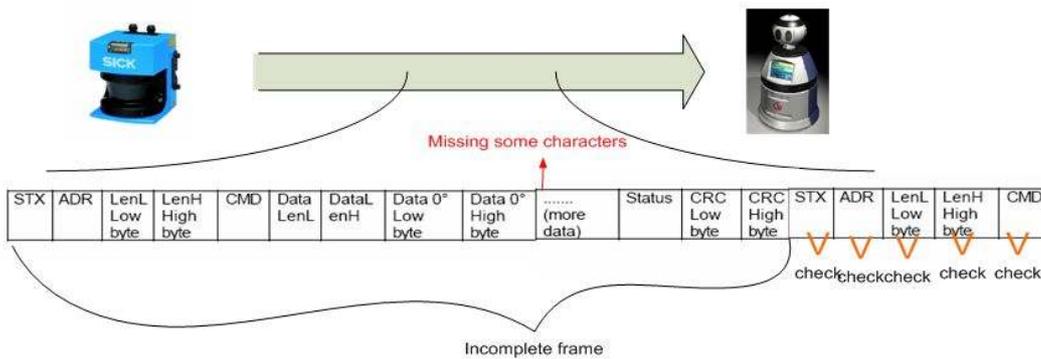


그림 4. LRF의 오류 검출 메커니즘

LRF Resource에서는 device driver단에서 interrupt interval을 check하는 기법으로 sensor fault를 robust하게 처리한다. 따라서 많은 character들이 손실되더라도 다음 LRF data frame을 정상적으로 받아들여 shared memory에 저장할 수 있게 된다. 손실되는 패킷의 양이 반 이하로 줄어들게 되었다.

Experiment time	Percentage of missed frame
48 min. 26 sec.	4.052%→2.026%

표 1 LRF data 전송 안정도 향상

- 실시간 RS-232 및 CAN 드라이버 개선

선행 개발된 실시간 RS-232드라이버를 리눅스 커널 2.6에서 동작이 가능하도록 수정하였으며 PnP기능이 추가되었다. RT-CAN 드라이버는 PnP기능 및 사용자 API를 개선하여 사용자 측면에서 개발효율을 높였고, CAN 2.0B를 추가로 지원하며, 기존에 지원하던 하드웨어와 더불어 Advantec사의 PCI-1680U를 지원하도록 하였다.

- 실시간 RS-485 드라이버 개발

기존에 개발되었던 실시간 RS-485 드라이버는 사용 환경이 2.6커널로 변하면서 사용할 수 없게 되었고 이를 2.6커널에 맞춰 새로이 실시간 RS-485 드라이버를 구현함으로써 새로운 환경에서도 RS485통신규격을 사용할 수 있게 되었다. 또 PnP기능을 추가하여 사용 편의성을 높였다. 실험을 통해서 10Mbps까지의 동작을 확인하였다.

- USB 1.1/2.0 드라이버 개발 및 UVC-호환 웹캠 드라이버 개발

개방형 프로젝트인 USB20RT 코어 스택을 기반으로 Linux/RTAI 환경에서 실시간 USB드라이버의 구현 및 동작을 검증하였다. 제안된 실시간 USB드라이버 구조와 개발방법은 개발자가 표준화된 개발 방법에 따라 다양한 USB 디바이스들에 맞는 Host-side 드라이버를 쉽게 개발할 수 있다.

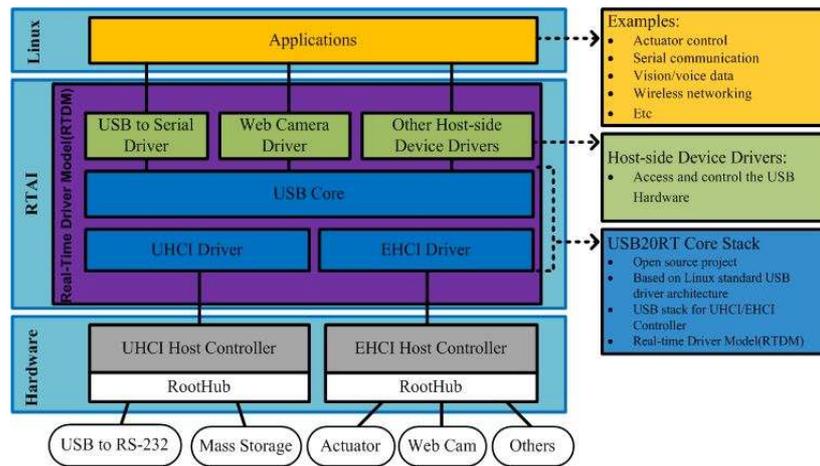


그림 5. USB20RT 기반 실시간 USB 드라이버 구조

실제로 USB-to-RS232드라이버와 UVC-호환 웹캠 드라이버 개발 및 실험을 통해 실시간 동작을 검증하였다.

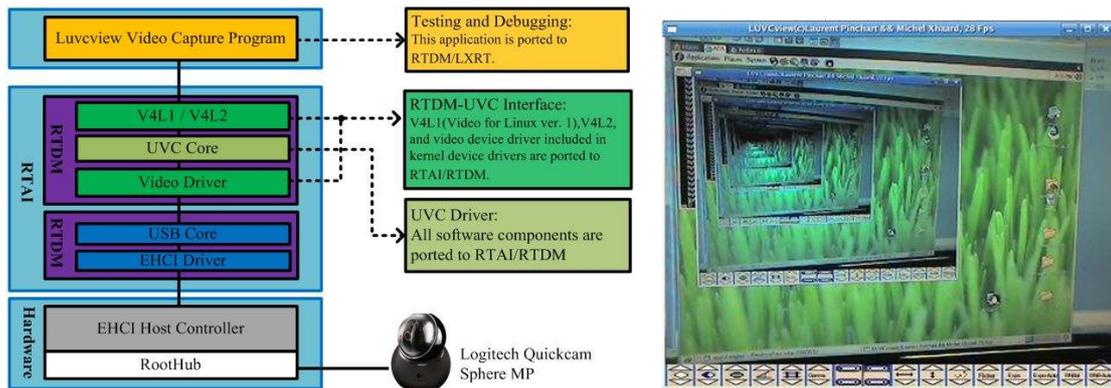


그림 6. UVC호환 웹캠용 실시간 USB 드라이버 구조 및 *luvcview*를 통한 영상데이터 획득

- IEEE1394 드라이버 개발

Sensing 및 actuation module을 위한 차세대 실시간 네트워크 플랫폼으로써 IEEE1394 드라이버를 구현하였다. 개방형 프로젝트인 rt-firewire를 RTDM(Real-Time Driver Model) skin을 이용하여 RTAI에서 지원 가능하도록 하였다. 향후 visual-servoing을 위한 핵심 기술로 기대된다.

- 분산 실시간 networking 기술 개발

Full-duplex switch에서 실시간 통신이 가능하도록 RTnet의 rt_eepro100 드라이버를 Full-duplex mode를 지원하도록 수정하여 full-duplex switch에서 실시간 통신이 가능함을 보였다. 또한 더 나아가 RTnet을 이용한 1 Gigabit 실시간 Ethernet 통신이 가능한 1 Gbps 실시간 Ethernet driver의 검증을 완료하였으며, full-duplex ethernet switch기반의 시스템에서 향상된 통신 속도와 대용량 대역폭을 제공할 수 있음을 확인하였다.

이렇게 개발된 100Mbps/1Gbps full-duplex 드라이버를 기반으로 상용 이더넷 포트 및 스위치 제품을 수정하지 않고 프로세서간의 데이터 통신을 실시간으로 동시에 수행가능하게 하는 이더넷 스위치를 사용한 시분한 동시 통신을 통해 다중 프로세서 시스템의 성능을 극대화 할 수 있는 이더넷 스위치의 통신 프레임 구조를 제안하고 소프트웨어로 구현 및 검증하였다.

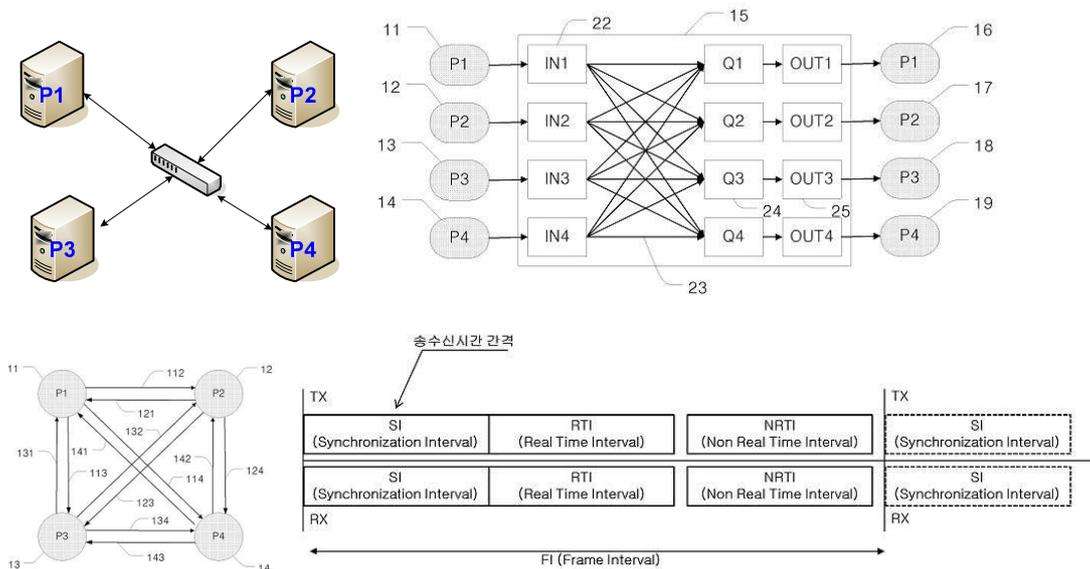


그림 7. 다중 프로세서 시스템을 위한 이더넷 스위치 기반의 실시간 이더넷 통신 기술

개발된 소프트웨어는 추가적인 하드웨어 설비가 필요 없으며, 전송시간을 보장해야 하는 실시간 데이터 및 고효율의 비실시간 데이터가 공존하는 시스템에 적용가능하다. 최소 프레임 구간 또는 통신대역을 확장 사용하여 다중 프로세서 시스템의 성능을 극대화 할 수 있어 병렬 처리 시스템 또는 대규모 제어 시스템 구축을 효율적으로 실현할 수 있어 산업적 이용 가치가 높다.

○ Elastic strip 기반의 Real-Time obstacle avoidance 알고리즘 및 모듈 개발

Pseudomedian filter를 이용하여 비선형성을 가진 데이터로부터 노이즈 제거하였고 외부 components에 대해서 left-and-right 방법에 의한 외력을 계산하도록 하는 Modified elastic strip에 의한 충돌회피 알고리즘을 검증하였다. 실제로 모듈 구현을 통해 성능 검증 및 통합을 이뤘다.

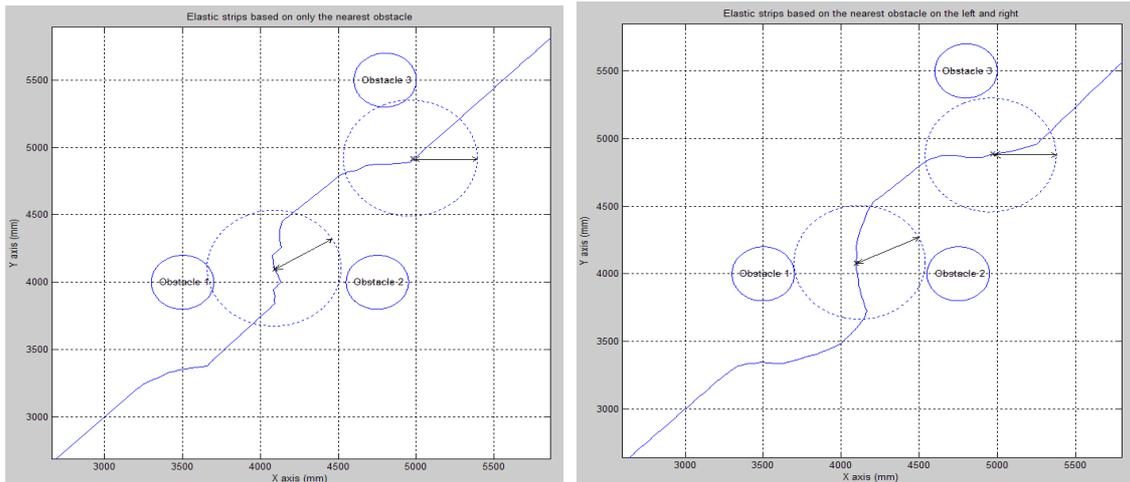


그림 9. 여러 장애물에 대한 Modified Elastic strips 기반의 Obstacle avoidance 회피

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위: 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
		3		5	2	1		1					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2007	정합필터의 간략한 계산을 사용한 초음파 거리 정밀 측정방법	10-0739506-0000		0	김병국	한국		0
2008	이더넷 스위치의 통신 프레임 구조 및 이를 이용한 실시간 다중 프로세서 통신 방법	10-2008-0065512	0		김병국, 최상우	한국		0

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

본 연구의 연구결과를 통해 기대되는 효과는 다음과 같다.

- 개발하고자 하는 기술의 응용성은 광범위하고 기술 및 다른 산업으로의 파급효과가 매우 큰 것으로 판단된다.
- 미리 정해진 계획에 따라 로봇을 제어하는 것이 아니라, 행위에 기반을 둔 제어구조를 사용하므로 보다 다양한 지능을 로봇에게 부여할 수 있고, 실시간 로봇제어가 가능하게 된다.
- 실시간 제어구조의 개발로 로봇이 한정된 공간에서 단순한 작업만 하는 것에서 벗어나 변화하는 환경에서 다양한 동작을 효율적으로 구현하는 데 영향을 줄 수 있다.

나. 경제적 측면

- 지능자동화의 특징상 관련 기술의 대부분은 인간의 활동영역과 밀접한 관계를 갖고 있기 때문에 인간 삶의 질적 향상에 크게 기여할 것이다.
- 다른 선진국에 비해 국내기술 발전이 미흡한 편이므로, 국내 관련기업으로의 기술이전을 통해 국제경쟁력을 강화할 수 있을 것이다.
- 본 과제는 최신 연구 분야로서 기술집약적이고 벤처형 성격을 갖추고 있기 때문에 관련

연구자들의 독립적인 창업의 기회를 제공할 수 있을 것이다.

- 지능자동화의 특징상 관련기술의 대부분이 인간 생활영역과 밀접한 관계를 맺고 있으므로 인간의 삶의 질적 향상에 기여할 수 있을 것이다.
 - Home automation, 생활지원, 오락, 관리 등 로봇시장이 활성화될 것으로 전망됨.
 - 사회간접자본 시설(교량, 댐, 공장, 빌딩 등)의 대형화와 더불어 이를 경제적으로 관리할 로봇이 등장할 것으로 전망됨.
 - 인간 수행 작업의 대행과 보조를 통한 삶의 질의 향상.
 - 국내의 고급 IT인력을 활용하고 인터넷, 무선통신 등의 정보통신기술을 접목한 원격 제어기술 개발.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 나날이 증가하고 있는 노인층의 생활환경을 개선하는데 기여할 수 있을 것이다.
- 알고리즘의 추가, 변경이 용이한 인터페이스 구조의 설계를 통해 로봇이 삶의 다른 영역에도 활용될 수 있을 것이다.
 - Service 로봇: 무인경비, 창고의 inventory control, 문서 및 물품배달, 가정용 로봇, 병원등과 같은 의료기관에서의 약품 및 기구의 운반, 배달, 거동이 불편한 환자들을 위한 이동시스템, 건물 내부의 모니터링 및 경비, 공공장소의 청소 서비스 등.
 - 탐사 및 작업 관련: 화산이나 해저, 지하의 자원탐사나 과학탐사, 원자로 내 작업, 건설용 장비의 원격제어, 강이나 해저의 쓰레기 수거 및 자료 채취, 복잡하고 좁은 하수도나 가스관 등의 검사 및 오물제거 등.
 - 국방 관련: 군사용 무인정찰, 무인공격, 무인지뢰제거기 등.
 - 인지/ 시각/ 행동장애자의 재활치료 및 도움장비 개발.
 - 감각-운동 통합 메커니즘을 모방한 2족 보행로봇 개발에 응용.
 - 물류수송용 지능형 차량개발에 응용.

나. 향후 연구 계획

- 통합 로봇을 이용한 분산 실시간 제어 소프트웨어의 성능 개선 및 유지
 - 통합 로봇에서 실시간 제어 소프트웨어의 지속적인 성능 개선
 - 소프트웨어 패키지의 발전적인 유지를 위한 방법론 제안 및 표준화작업
- 다수의 다중코어 프로세서 플랫폼을 위한 실시간 OS 및 드라이버 기술 확보
 - 다수의 다중 코어 프로세서 플랫폼에 적합한 실시간 OS 선정
 - 다중 코어 프로세서에서 실시간 드라이버 기술 연구
- 효율적인 실시간 visual servoing을 위한 메커니즘 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	8-1			
과제명	한 글	로봇 소프트웨어 개발환경		
	영 문	Intelligent Robot software development environment		
연구책임자	신 홍 식	연구기관	(주)보나비전	
위탁연구기관		참여기업	(주)보나비전	
2단계 연구비	정부: 460백만원	민간: 180백만원	총 연구비: 640백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 다양한 로봇 S/W컴포넌트 효율적 통합을 위한 개방형 범용 분산 개발환경
- 하나의 통합 환경에서 로봇SW 개발의 모든 life-cycle 지원 및 Visualization
- 로봇 H/W 및 S/W의 효율적 시뮬레이션 제작 위한 가상 플랫폼 개발환경

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 로봇 개발의 full life cycle을 지원하는 로봇 플랫폼 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ◦ S/W 컴포넌트의 수평적 통합 관리기능 - 검색 : 컴포넌트 등록 및 검색의 자동화 - 조립 : 컴포넌트간의 유효성 검증 - 시험 : Branching & Looping, Synch 기능 구현 - 원클릭으로 단일 S/W 컴포넌트 테스트 기능 구현 	90
	◦ 3D 시뮬레이터와의 통합	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 통합에 필요한 요구분석 - 필요기능 정의 - 통합 인터페이스 구현 	
	◦ UPnP 미들웨어 지원	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UPnP 미들웨어 연동 API 개발 ◦ UPnP Wrapping Tool 통합 	
	◦ RSML&RPML 기능 개선	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UPnP Component 특성에 맞는 RSML&RPML 개발 	
2 차 년 도	◦ 로봇 개발의 full life cycle을 지원하는 로봇 플랫폼 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트의 수직적 통합 - Plan - Matelevel 엔진 지원 환경 개발 - Execution - Robust한 런타임 모듈 개발 - Monitoring - Error checking & recovery - Virtual Component 생성기능 구현 - H-Robot 개발을 위한 통합 툴 지원 	90
	◦ 3D 시뮬레이터 통합	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시뮬레이터 테스트 : Cyberbotics Webot, 서울대 R-Station 중 3분기내 검토 및 결정 - 시뮬레이터 API 개발 	

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 타 과제와의 연계 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지능구현을 위한 아키텍처 수립 ◦ 1-1과제 TaskManager 및 Planner(Jam-planner) 통합을 위한 interface 협의 및 결정 ◦ 8-3과제 CM과의 연동을 위한 Roadmap 작성 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UPnP 미들웨어 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Fault tolerance한 component 관리기능 구현 <ul style="list-style-type: none"> - UPnP Component의 상태체크 및 복구기능 ◦ KIST General controlpoint 통합 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ RSML & RPML 기능개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ S/W Component Architecture configuration 상태를 표시할 수 있도록 설계 및 구현 ◦ JAM language 통합을 위한 RPML 개선 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Robot development environment & methodology 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 개발의 단계화 구현 ◦ 분산/개방형 구조의 Three-layers architecture 구현 ◦ Eclipse RCP에 기반한 다양한 Plug-in 개발 및 통합환경 구현 <ul style="list-style-type: none"> - UPnP Component Builder 통합 - Text Editor 등의 서비스 개발 환경을 위한 plug-in 통합 ◦ Block/Text 개발환경 구현 <ul style="list-style-type: none"> - Graphical service development toolkit 개발 - 컴포넌트 제어 서비스 구현(Loop, merge) ◦ Runtime core module 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 컴포넌트들의 synchronized, concurrency, coordination 지원 - Distributed environment, Real-time environment 지원 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Middleware 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UPnP Middleware 지원 ◦ Middleware interface 설계 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3D Simulator environment & methodology 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ R-Station 통합 ◦ 3D Simulator API 구현 ◦ 다양한 상용/공개 시뮬레이터 연동 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Robotics system knowledge representation formalism & language 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 행위기반 XML 개발 ◦ UPnP와 Control component 공존을 위한 구조 개선 ◦ 컴포넌트 모듈/라이브러리 관리 ◦ 재사용 가능한 컴포넌트 관리 구조 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Robotics software integration & component builder 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UPnP/TM/CCM 구조와의 유기적인 통합을 위한 아키텍처 구성 ◦ 런타임/컴포넌트/미들웨어/시뮬레이터 통합 ◦ 컴포넌트 인증을 통한 선별적 사용자 관리 시스템 구현 ◦ 인증 시스템의 도입 및 통합 ◦ 세부과제 개발 산출물 통합 지원 ◦ Test case 및 Build 체계 구축 	
2단계 연구목표 달성도			95

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2003년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ Robot development environment & methodology	5	3	미국, 일본, 유럽	30	미국, 일본, 유럽	90
◦ Middleware methodology	5	3	미국, 일본	30	미국, 일본	90
◦ 3D simulator	3	2	미국, 일본, 프랑스, 유럽	60	미국, 일본, 프랑스	85
◦ Robotics system knowledge representation formalism & Language	3	2	미국, org	50	미국, org	85

나. 연구성과(정성적)

- 단계화된 로봇 소프트웨어 플랫폼 환경 개발
- Eclipse RCP plug-in Architecture를 활용한 Workbench 환경
- Graphical service development toolkit 개발
- UPnP Middleware 개발환경 통합
- 3D 시뮬레이터를 통한 Plan 시뮬레이션 기능
- UPnP/SA 컴포넌트의 혼용된 Plan 제어를 위한 행위기반 XML 개발
- 컴포넌트 인증 시스템과 연계된 플랫폼 체계 구현
-

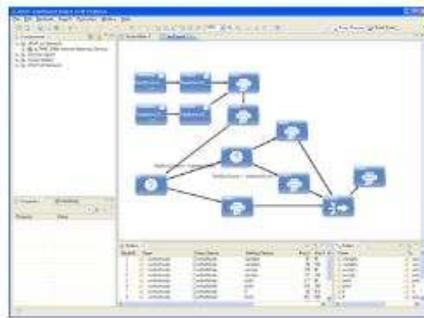
다. 연구성과(사진 및 사진설명)

2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation
ICRA 2008 took place in Pasadena, California

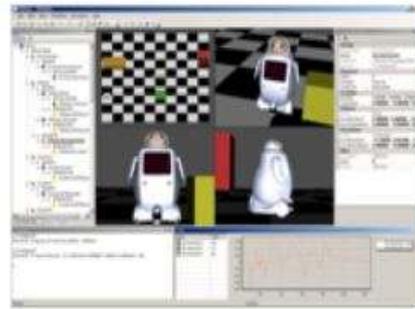
- IRSP와 서울대 3D Simulator R-Station 통합 데모 시연



ICRA2008 Exhibition



IRSP



R-Station

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
						2							

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	로봇 서비스와 플랜을 기술하는 일반 방법론	10-2008-0136925	○		신홍식	대한민국		○
2008	로봇 시스템을 위한 회귀적 적용 가능한 컴포넌트 아키텍처	10-2008-0137949	○		신홍식	대한민국		○

다. 홍보 활동 등

- ICRA 2008 전시
- 산학연 협의회 1차 교육

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 국내 로봇 산업 표준 소프트웨어 플랫폼 개발 기술 확보
- 다양한 로봇 H/W 모듈과 S/W 모듈을 개발함으로써 개인용 로봇 및 산업용 로봇 기술의 개발 속도 증대
- 모듈의 고급화/전문화를 통해 기술시장에서의 차별화 및 경쟁력 강화
- H/W 및 S/W 모듈의 쉽고 빠른 개발로 다양한 응용 프로그램 개발
- 표준 S/W 컴포넌트를 사용하여 다양한 응용 프로그램 개발이 쉽고 개발기간의 단축
- 다양한 조건과 환경을 만족하는 지능형 로봇의 개발 지원

나. 경제적 측면

- 국내 로봇 산업 표준 로봇 소프트웨어 개발 효과 (de facto industry 표준 로봇 플랫폼 개발 성과)
- 세계적 경쟁력 확보한 로봇 소프트웨어 플랫폼 개발 성과 (2008년 5월 세계로봇학술대회 ICRA 2008 참가 전시)
- IT산업 및 메카트로닉스 산업과의 상호 유기적인 연구개발 체계를 통한 시너지 효과
- 개발환경을 통한 로봇 개발의 응용범위 확대 및 전문 인력 양성
- 기술력 확보로 인한 수입 대체 효과 및 국내 산업발달 유도
- 교육/가정/산업 로봇등의 새로운 서비스 분야 창출

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 세계 로봇 소프트웨어 시장에 소프트웨어 플랫폼 패키지 형태로 제품 개발 판매
- Third-party vender와의 협력을 통한 다양한 H/W, S/W 모듈 개발을 지원
- 응용 IT 기술 및 인프라 산업과의 연계를 통한 다양한 서비스 산업 활용

- 기술이전
 - a) 응용 서비스 어플리케이션 실행을 위한 Runtime 기술
 - b) 3D 시뮬레이터를 활용한 기술
 - c) 미들웨어를 통한 컴포넌트 통합 기술
 - d) 지능형 에이전트 및 플래너를 활용한 시스템 통합 기술
- 소프트웨어 개발 환경을 이용한 컴포넌트 기술 개발

나. 향후 연구 계획

- 지능 로봇 개발에 특화된 로봇 플랫폼 환경 기술 개발
- Agent / Planner를 활용한 지능형 Task Planning 기술 개발
- 지능/지식 인터페이스(UIM)의 통합을 통한 Cognitive architecture 구조 반영
- 대단위 컴포넌트를 활용한 신뢰성있는 runtime 개발
- 다양한 3D 시뮬레이터의 통합
- RT-Component 지원을 통한 realtime 이슈 해결

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	8-2			
과제명	한 글	로봇기능의 자가 치유, 적응 및 성장기술		
	영 문	Self-Healing, Adaptive, and Growing Technologies for Intelligent Robots		
연구책임자	박수용	연구기관	서강대학교	
위탁연구기관	서강대학교	참여기업	해당사항 없음	
2단계 연구비	정부: 530백만원	민간: 0백만원	총 연구비: 530백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 로봇 소프트웨어 컴포넌트 재구성 적용 기술 개발 (동적 재배포 기술)
- 자가 치유 기술 개발 및 적용 (Silbot 적용)

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 소프트웨어 아키텍처/컴포넌트를 명세하기 위한 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트 및 아키텍처 재구성 명세 모델 및 언어 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시맨틱스 기반의 소프트웨어 상호 운영성 및 호환성 측정 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 온톨로지 기반 시맨틱스 거리측정 도구 (Gauges) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트 및 아키텍처 재구성 방안 추론 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 아키텍처 기반 컴포넌트 분석기 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트 수집 및 증식 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 공용 컴포넌트 저장소 인터페이스 	
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트 컨테이너 개발 - 컴포넌트의 배치, 제거, 재배포를 담당 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ H-Robot 용 Configuration Manager 개발 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 동적 재구성이 가능한 컴포넌트 제작 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트 제작을 위한 Interface 및 Component Description Language 개발 ◦ Interface 및 Component Description Language을 이용하여 Component Code Skeleton을 자동으로 생성하는 생성기 개발 ◦ 세부과제 개발자를 위한 컴포넌트 개발을 지원하는 컴포넌트 제작 가이드 라인 문서 작성 	

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ H-Robot SBC와 외부 PC보드 사이의 동적 재배치 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ H-Robot 용 Configuration Manager 개발 ◦ Configuration Manager를 위한 동적 재배치 기능 일부 구현 ◦ H-Robot의 컴포넌트 배치를 확인할 수 있는 GUI개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 컴포넌트 저장소 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 소프트웨어 컴포넌트를 위한 셀 기반의 저장소 개발. ◦ Web 2.0 기반의 저장소 관리 도구 개발 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Configuration Manager의 사업단 Framework로의 통합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사업단 소프트웨어 프레임워크에 성공적으로 통합 - Task Manager, Service Agent등과 통합되어 하나의 소프트웨어 프레임워크로서 작동하도록 구현됨 	95
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇을 위한 자가치유 기술 연구 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Silbot에서 작동하는 인지게임에 자가치유 기술을 적용 성공 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모델 기반의 오류 모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 표준 UML언어를 이용한 로봇 오류 행위 모델 개발 완료 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 오류 모니터 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 오류 모델에 기반하여 실행시간에 로봇의 오류 행위를 감지할 수 있는 모니터 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자가 치유 프로세스 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 오류 모델과 오류 모니터를 이용한 로봇 자가치유 프로세스를 개발 	
2단계 연구목표 달성도			98

2. 연구성과

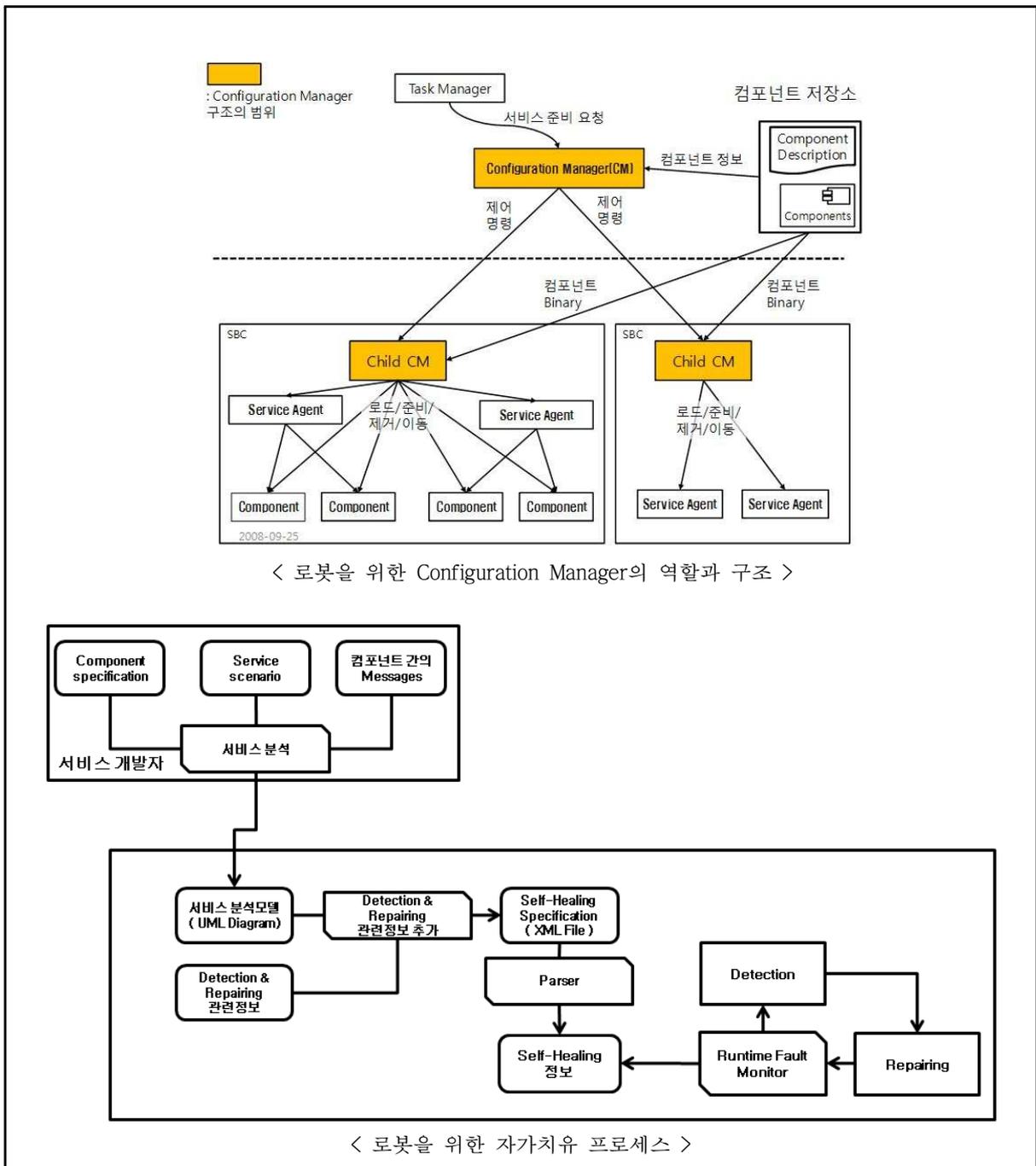
가. 기술수준

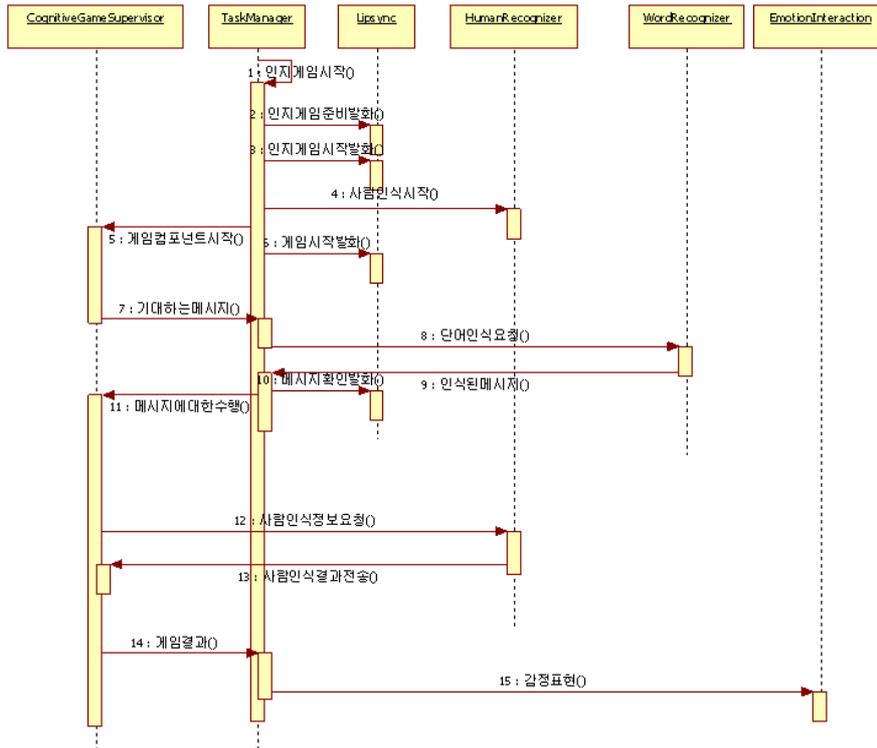
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 자가 성장을 위한 저장소 기술	8	3	미국	50	미국	80
◦ 로봇 소프트웨어의 동적 관리를 위한 Configuration Manager 기술	8	2	미국	40	미국	80
◦ 로봇 소프트웨어 컴포넌트의 동적 재배치 기술	5	1	미국	60	미국	95
◦ 로봇을 위한 자가 치유 기술	9	3.5	미국	40	미국	75

나. 연구성과(정성적)

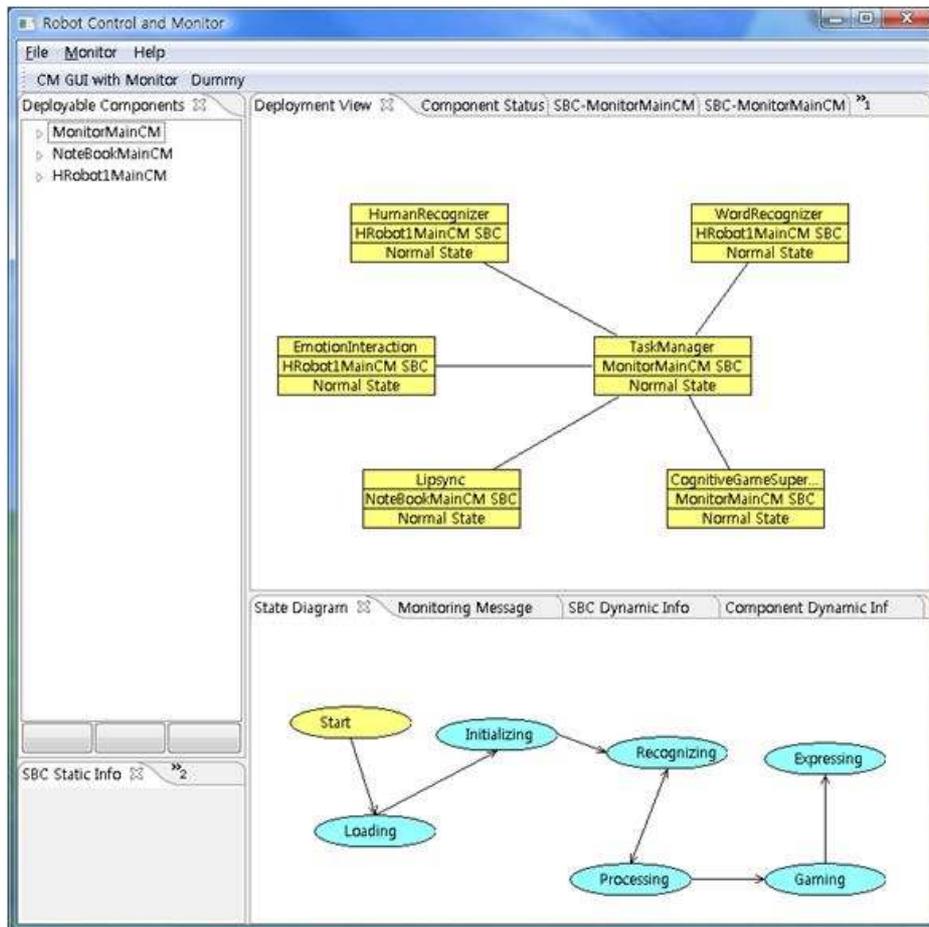
- 로봇 S/W 컴포넌트 동적 재배포 기술기반의 적응 및 성장 기술:→ 국제적 Leading Group 중의 하나 (2006년 ICSE에서 차세대 유망 기술의 예로 언급됨 - Prof. Jeff Magee, 런던대 College of Computing 학장)
- 자가 치유를 위한 오류 탐지 기술:→ UML을 이용한 오류 탐지 모델 개발로 국제 표준화 가능성 제공
- Configuration Manager의 사업단 Framework에의 통합:→ 기본 사업단 Framework에 성공적인 통합을 통해 체계적인 소프트웨어컴포넌트 관리 체계 확립

다. 연구성과(사진 및 사진설명)





< 로봇의 오류 행위 모델의 예 (인지게임) >



< 오류 모니터 >

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
9		14		25	40	2		1					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	지능형 로봇을 위한 컴포넌트 기반 시퀀싱 층 소프트웨어구조	0854675		○	최문택 외 5명	대한민국	○	
2008	컴퓨팅 자원에 기반한 동적 로봇 소프트웨어 아키텍처 관리 방법	102008001 7455	○		김종훈 외 4명	대한민국	○	
2008	태스크 기반의 소프트웨어 아키텍처 생성 방법	102008004 2428	○		고인영 외 3명	대한민국	○	

다. 홍보 활동 등

- 우수 논문: "Intelligent Robot Software Architecture," ICAR (International Conference on Advanced Robotics) 2007.
- 관련 학회 주최 및 주관: Dynamic Software Product Line Workshop, 2007~2008

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

본 연구의 목표인 시스템 스스로 자신의 상태를 진단하고, 고장이나 오류가 발생하였을 경우 자가치유하는 핵심 기술은 현재와 같이 갈수록 다양해지고 복잡해지는 컴퓨팅 환경에서 반드시 요구되어지는 기술이다. 이를 통해 사용자는 복잡하고 다양한 시스템의 관리를 일일이 신경쓰지 않아도 되고, 단지 원하는 작업과 결과에만 집중할 수 있게 된다.

이 기술은 다른 다양한 시스템에 얼마든지 응용되어질 수 있으며, 이를 통해 많은 다양한 시스템을 지능형 자가관리 시스템으로 진화시킬 수 있다. 또한 로봇 스스로 학습을 통하여 자가성장하는 기술 또한 다른 분야로의 응용이 무궁무진하다. 이러한 다른 산업 분야로의 기술 적용을 통해 관련 산업의 동반적 기술 상승효과를 기대할 수 있다. 또한 적응형 소프트웨어 개발을 위한 기술을 위한 독자적인 기술을 확보함으로써 해서 향후 로봇 소프트웨어 관련 산업에서의 어플리케이션 개발 기술에 큰 기여를 할 것이다. 적응형 소프트웨어를 어

플리케이션으로 개발하기 위한 방법론을 통해서 어플리케이션 수준의 연구들이 보다 활발하게 이루어질 수 있을 것으로 생각된다.

나. 경제적 측면

본 과제에서 개발하는 핵심 기술을 여러 시스템에 적용함으로써 전문관리인력의 감축으로 시스템 유지보수 비용을 효과적으로 감축시킬 수 있을 것으로 기대되며, 또한 산업용 로봇분야에 적용함으로써 기계고장으로 인한 제조업무의 차질을 줄여, 생산성을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 고령화되어져가는 현대사회에서 노인들을 위한 서비스 로봇은 많은 잠재적 시장을 가지고 있으며, 현재 고령화 사회에 직면해있는 선진국으로의 수출이 가능하다. 로봇의 각 부분을 모듈화해서 개발하기 때문에 개발 비용절감의 효과를 가져 올 수 있고, 사용하는 모듈과 프로그램을 바꿔서 다른 분야에 적용이 가능하기 때문에 복지?서비스분야 및 다른 여러 분야에서 새로운 시장을 형성할 수 있다.

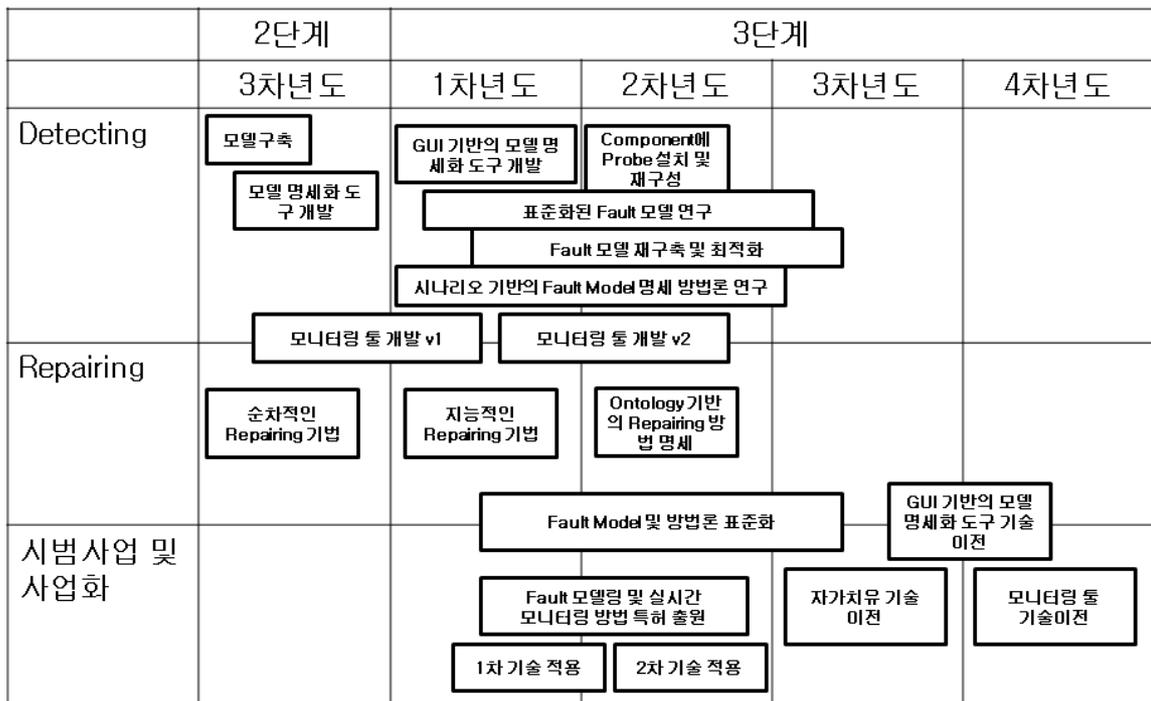
5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

본 연구과제의 목적은 실버메이트 생활지원 지능로봇이 안정적이고 지속적이며 능동적으로 서비스를 제공할 수 있도록 지원하기 위한 로봇 기능의 자가 진단 및 치유, 자가 개선 그리고 자가 성장 핵심 요소기술들에 대한 원천 기술의 확보다. 이 같은 원천기술은 향후 지능로봇 산업화의 성패에 직접적 관련이 있을 뿐 아니라 지능로봇을 포함하는 실시간 시스템과 그 응용 제품 시장 창출에 중요한 기반이 되므로 이 기술이 성공적으로 확보될 경우 국가 성장 신산업 창출에 활용된다.

나. 향후 연구 계획

- 자가 치유 연구 로드맵



2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-1			
과제명	한 글	인체 혈관모사 지능로봇용 냉각모듈 개발		
	영 문	R & D on Artery-Mimetic Cooling Module for Intelligent Robots		
연구책임자	김 서영	연구기관	한국과학기술연구원	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 210 백만원	민간: 백만원	총 연구비: 210 백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 다중 열원이 산재된 지능로봇의 장시간 작동을 위한 신뢰성 확보
- 800 W급 multi-cooling-single-dissipator (MCSD) 개념의 콤팩트형 냉각모듈개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 냉각유로 설계기술	◦ KIBO 용 냉각모듈 개발 : PCB 제어기의 칩에서 발생하는 열을 처리하기 위하여 칩과 로봇 프레임에 heat pipe로 연결하여 열을 분산시킴	100%
	◦ CFD 시뮬레이션		
	◦ Cold plate 최적 설계		
	◦ 방열판 최적 설계		
	◦ 냉각액체 실링기술		
2 차 년 도	◦ 온도/유량 센서 위치선정	◦ 냉각장치의 무게를 줄인 비금속 재질의 냉각판 개발 : 로봇이 갖고 있는 자체 중량에 냉각을 위한 냉각장치의 부착으로 인하여 추가적으로 발생하는 기계적, 전기적 부하를 줄이기 위하여 소형이면서도 가벼운 냉각장치 개발	100%
	◦ 다중 Cold plate 최적 설계		
	◦ 냉각 유로 및 다중 cold plate 신뢰성 검증		
	◦ 단일 dissipator 최적 설계		
	◦ 부하 변동 대비 방열설계		
3 차 년 도	◦ 공랭식 열교환기 설계	◦ 다중열원 냉각용 냉각판 개발 : 지능로봇 내에 산재되어 있는 다중 발열체를 효과적으로 냉각시키기 위하여 수냉식 소형 냉각판을 개발 ◦ 다중열원 냉각시스템 원형 개발중	90%
	◦ 온도 및 유량제어 로직 개발		
	◦ TIM 선정		
	◦ 최적 팬 설계		
	◦ 냉각모듈 시스템 통합 기술확립		
2단계 연구목표 달성도			

2. 연구성과

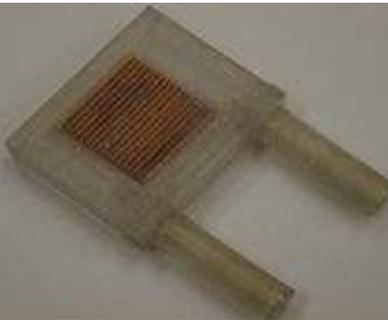
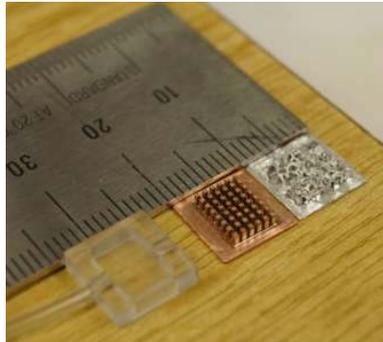
가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고보유국	우리나라	최고보유국	우리나라
◦ 냉각판 제작기술	2	0	미국	80%	미국	100%
◦ 다중열원 냉각모듈시스템 통합 기술	3	0	한국	100%	한국	100%

나. 연구성과(정성적)

- 서비스 및 인간형 지능 로봇의 냉각모듈 기술 확보
- 다중열원이 산재되어 있는 전자 및 통신기기에 개발된 냉각기술의 적용
- 비금속 재질의 콤팩트형 냉각판 개발
 - * 크기 : $10 \times 10 \times 3.25 \text{ mm}^3$
 - * 중량 : 0.78 g(PC+Cu), 0.32g(PC+Al foam)
 - * 성능 : 열저항, $R=0.1 \text{ K/W}$

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

KIBO로봇용 냉각모듈 개발	비금속 재질의 냉각판 개발 ($20 \times 20 \times 7 \text{ mm}^3$)	다중열원 냉각용 냉각판 개발 ($10 \times 10 \times 3.2 \text{ mm}^3$)
		

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	1	1		3	2	1		1					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2007	냉각 유닛, 발열체 냉각 장치 및 그를 구비하는 전자 장치	10-086851 7		○	강상우 외 4인	한국	○	
2007	발열체의 냉각을 위한 냉각 유닛, 발열체 냉각 장치 및 그를 구비하는 전자 장치	2007-0052 265	○		강상우 외 4인	한국	○	

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 서비스 및 인간형 지능 로봇의 냉각모듈 기술 확보
- 다중열원이 산재되어 있는 전자 및 통신기기에 개발된 냉각기술의 응용

나. 경제적 측면

- 세계 서비스 로봇시장 선점을 위한 필수기술
- 지능 로봇의 신뢰성 향상으로 소비자들의 로봇에 대한 선호도 증가
- 전 세계 서비스 로봇 시장에서 기술 경쟁력 강화

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 고효율 순환 냉각기기 최적 설계 및 제작
- 공냉식 방열기 최적 설계 및 제작
- 지능 로봇용 초경량, 고효율 800 W급 냉각모듈 개발
- 지능로봇 장착 및 시연, 기업 참여 유도, 상용화

나. 향후 연구 계획

- 지능로봇용 다중 발열체 냉각모듈 개발
- * 단상 유동 방식 및 이상 유동 방식의 냉각관을 이용한 냉각모듈 개발
- * 지능 로봇에 직접 장착하여 신뢰성 시험

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-2			
과제명	한 글	소형 휴머노이드 로봇의 동작 제어 알고리즘 개발		
	영 문	Developing Motion Control Algorithm for Little Humanoid		
연구책임자	박종현	연구기관	한양대학교	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 130백만원	민간: 백만원	총 연구비: 130백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 소형 휴머노이드 로봇의 달리는 동작 구현
- 소형 휴머노이드를 위한 안전하게 넘어지는 알고리즘 개발
- 비평탄면에서의 소형 휴머노이드 로봇의 발바닥 조정 알고리즘 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 달리는 알고리즘	◦ simulation을 통해 목표속도를 만족하는 로봇의 달리는 동작 생성	100
	◦ 동작천이 알고리즘	◦ 보행에서 달리는 동작으로의 속도를 안정되게 변화시켜줌	100
	◦ 동작 안정화 알고리즘	◦ 실시간 hip 모션의 변화를 통한 ZMP 의 보상	100
2 차 년 도	◦ 안전하게 넘어지는 알고리즘	◦ 소형 휴머노이드를 위한 전방, 후방, 측방넘어짐에 대한 안전하게 넘어지는 알고리즘의 개발	80
	◦ 넘어짐을 극복하는 기술	◦ 외력을 통한 자세 및 안전확보 기술의 개발	95
	◦ 다시 일어나는 알고리즘	◦ 넘어진 후 10초 이내에 다시 일어나 작업을 재개하는 알고리즘의 개발	80
3 차 년 도	◦ 비평탄면 보행	◦ 비평탄면 보행기술을 개발하여 장애물이 있는 지형에서 보행	80
	◦ 수정된 궤적생성	◦ 높이의 차이를 계산하여 로봇의 다리 궤적을 변화	90
	◦ 비평탄면 보행을 위한 제어기 설계	◦ 접촉힘 제어를 위해 Impedance Control 사용	100
2단계 연구목표 달성도			

2. 연구성과

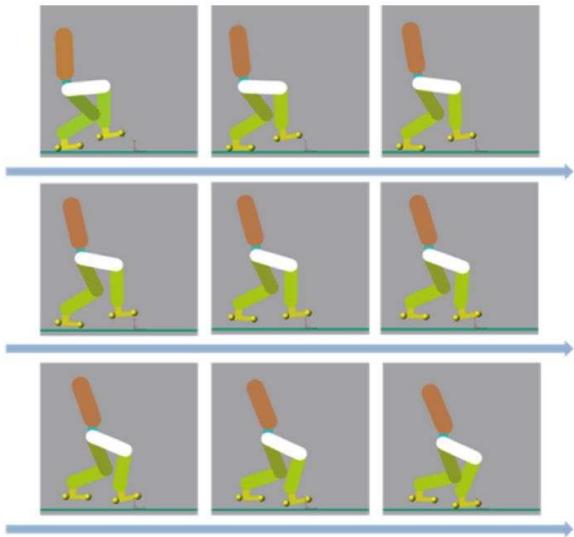
가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 보행기술	1	1	100	80	100	80
◦ 센서 퓨전기술	2	2	100	50	100	50

나. 연구성과(정성적)

- 달리는 소형 휴머노이드 로봇의 동역학적 모델링과 동작을 위한 궤적 생성.
- 자연스러운 동작천이 알고리즘개발.
- 달리는 동작을 위한 실시간 안정화 알고리즘개발 및 제어기 설계.
- 소형 휴머노이드를 위한 안전하게 넘어지는 알고리즘 개발.
- 넘어질 때 생길 수 있는 피해를 최소화하기 위한 알고리즘 개발.
- 넘어진 후 일어날 수 있는 동작 구현.
- 비평탄면 보행에서 발바닥 조정 알고리즘 개발.
- 수정된 발바닥의 자세를 고려한 보행 궤적 생성.
- 비평탄면 보행을 위한 제어기 설계.
- 시뮬레이션을 통한 알고리즘 검증.
- 주관기관의 테스트베드에 설계자료 구축.

다. 연구성과(사진 및 사진설명)



- simulation을 통해 목표속도를 만족하는 로봇의 달리는 동작 생성
- 동작천이 알고리즘을 통해 보행에서 달리는 작으로의 속도를 안정되게 변화시켜줌

	<ul style="list-style-type: none"> - 소형 휴머노이드의 넘어짐에 대한 안전하게 넘어지는 알고리즘의 개발
	<ul style="list-style-type: none"> - 비평탄면 보행기술을 개발하여 장애물이 있는 지형에서 보행 - 높이의 차이를 계산하여 로봇의 다리 궤적을 변화 - 접촉힘 제어를 위해 Impedance Control 사용

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	1			2	2	1							

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2007. 06.29	지형 정보 취득 유니트 및 이를 갖는 로봇 풋 구동 시스템 및 이를 사용한 로봇 풋 구동방법	10-2007-0 065145	0		박중현	한국		

다. 홍보 활동 등

- 사업단 차원의 연구 결과 발표회에 참여

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 소형 휴머노이드 로봇의 자연스러운 보행 기술은 인간 환경에서의 적응성을 향상.
- 실시간 자세 제어 기술은 다양하고 어려운 동작의 구현을 가능하게 하며 또한 엔터테인먼트 분야에 사용 가능.
- 자연스러운 보행 기술은 하체 부자유자들의 원인 분석용 척도로 사용될 수 있으며 하체 대체 기구의 개발하는데 사용 가능.
- 실시간 자세 제어 및 넘어짐 극복 기술은 센서 퓨전 기술을 향상 시키며 다양한 분야로 확대 적용이 가능.

나. 경제적 측면

- 게임이나 애니메이션 산업에 중요한 캐릭터로 사용될 수 있어서 각종 콘텐츠의 수입 비용 감소.
- 인간과 로봇관계의 친밀감을 더욱 증대시켜 로봇의 대중화 및 로봇 산업을 활성화 하는데 기여.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 각종 시설을 안내하는 안내용 로봇으로 사용할 수 있음.
- 현대 사회를 살아가는 사람들이 느끼는 소외감을 해소시키면서 사람에게 친밀감을 주는 친구 로봇으로 사용 가능.
- 개발된 인간형 범용 로봇은 게임이나 애니메이션 분야 및 장난감 산업 분야에 기술 이전 가능.
- 인간이 생활하는 노면환경과 같은 환경에서의 작업이 가능.
- 로봇의 이동 속도를 향상시킴으로서 작업능률이 향상.

나. 향후 연구 계획

- 단순한 보행에 그치지 않고 상체의 운동과 연동하여 자세 제어.
- 무술의 킥이나 댄스 등의 고난도 동작이 가능한 휴머노이드 로봇 제어.
- 발바닥의 슬립을 활용한 동작이 가능한 휴머노이드 로봇 제어.
- 자갈길을 걷는 경우 처럼 로봇이 발을 디디 생기는 발바닥 아래의
- 도로의 형태가 변경되는 경우를 대비하기 위한 로봇의 자세 제어.

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-3			
과제명	한 글	생체모방형 smart MEMS ear		
	영 문	Biomimetic smart MEMS ear		
연구책임자	이승섭	연구기관	KAIST	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 165백만원	민간: 0백만원	총 연구비: 165백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 인간 귀의 기능과 흡사한 지능 로봇용 생체모방형 smart MEMS ear 개발
 - * 인체 귀의 달팽이관의 역할을 수행할 수 있는 마이크로 폰 개발
 - * 인체 귀의 반고리관의 역할을 수행할 수 있는 가속도 및 경사각센서 개발
 - * 마이크로 폰, 가속도센서, 경사각센서를 단일 모듈화하여 생체모방형 smart MEMS ear 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 생체모방형 smart MEMS ear 모델 정립을 위한 개념연구 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 마이크로 폰: <ul style="list-style-type: none"> - Multi-Cantilever type 마이크로 폰 구조 및 공정 설계 - 원형 membrane type 마이크로 폰 구조 및 공정 설계 ◦ 가속도센서: <ul style="list-style-type: none"> - Electroplating 기반 2축 가속도센서 구조 및 공정 설계 ◦ 경사각센서: <ul style="list-style-type: none"> - 수은 방울을 이용한 가변저항형 경사각 센서 구조 및 공정 설계 	100
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 생체모방형 smart MEMS ear 시작품 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 마이크로 폰: <ul style="list-style-type: none"> - Multi-Cantilever type 마이크로 폰 제작 및 실험 - 원형 membrane type 마이크로 폰 제작 및 실험 ◦ 가속도센서: <ul style="list-style-type: none"> - Electroplating 기반 2축 가속도센서 제작 및 실험 ◦ 경사각센서: <ul style="list-style-type: none"> - 수은 방울을 이용한 가변저항형 경사각센서 제작 및 실험 	100

3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 생체모방형 smart MEMS ear 시작품 특성평가를 통한 재설계, 성능 향상, 및 단일 모듈화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 마이크로 폰: <ul style="list-style-type: none"> - Multi-Cantilever type 마이크로 폰 재설계 및 성능 향상 - 원형 membrane type 마이크로 폰 재설계 및 성능 향상 ◦ 가속도센서: <ul style="list-style-type: none"> - Electroplating 기반 2축 가속도센서 재설계 및 성능 향상 ◦ 경사각센서: <ul style="list-style-type: none"> - 수은 방울을 이용한 가변저항형 경사각센서 재설계 및 성능 향상 	90
2단계 연구목표 달성도			97

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 설계/해석	3	2	미국	70	미국	80
◦ MEMS 공정	2	1	미국, 일본	80	미국, 일본	95
◦ 패키징	5	4	미국	50	미국	60
◦ 시험/평가	3	2	미국	70	미국	80

나. 연구성과(정성적)

- 새로운 개념의 고성능 마이크로 폰, 가속도센서, 및 경사각 센서 개발

* 마이크로 폰:

- Multi-Cantilever type 마이크로 폰 개발
- 원형 membrane type 마이크로 폰 개발

* 가속도센서:

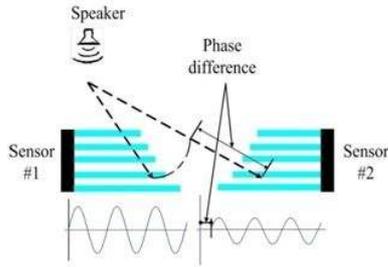
- Electroplating 기반 2축 가속도센서 개발

* 경사각센서:

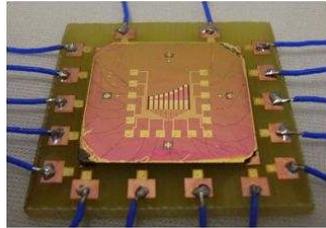
- 마이크로 채널 내에서의 수은 방울의 이동을 이용한 가변저항형 경사각센서 개발

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

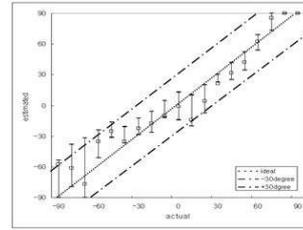
Multi-Cantilever type 마이크로 폰



- 작동원리: 두 센서에서 나오는 신호의 위상차 즉 interaural time difference로 음원의 위치를 추적



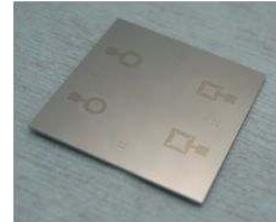
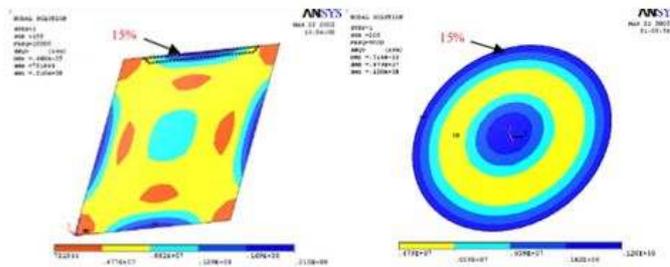
- 제작된 센서의 사진



- 실험결과: 센서를 이용하여 측정된 각과 실제 각이 거의 비슷함

원형 Membrane type 마이크로 폰

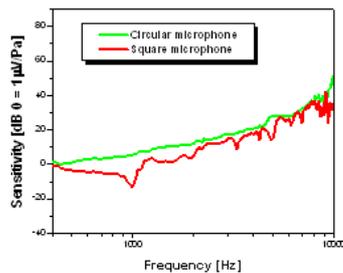
마이크로 폰



- 제작된 센서의 사진

- 센서의 개념:
 - 압전 마이크로 폰은 압전 물질에 스트레스가 가해 질 때 전압이 발생하는 특성을 이용한 것으로 균일 스트레스 분포는 압전 음향 소자에 아주 중요
 - 기존의 마이크로 폰과 달리 위 해석결과와 같이 보다 균일한 스트레스 분포 를 가지는 원형 membrane을 진동판으로 이용하여 마이크로 폰 제작

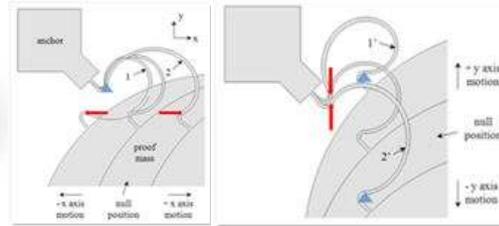
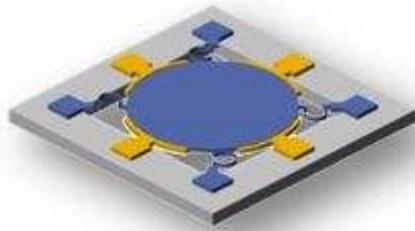
- 감도 측정 결과:



- 원형 진동판으로 제작된 마이크로폰의 감도가 사각형 진동판 마이크로폰에 비해 197% 정도 증가

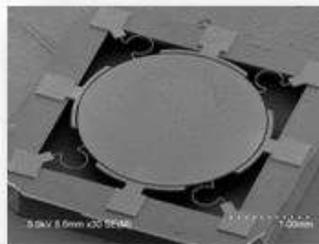
- 각각의 감도는 원형 진동판 마이크로 폰의 경우 39.6mV/Pa, 사각형 진동판 마이크로 폰의 경우 20.1mV/Pa

Electroplating 기반 2축 가속도 센서



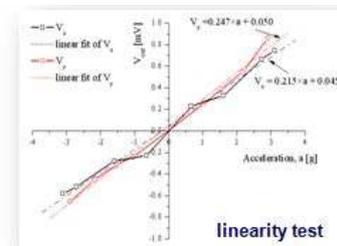
가속도센서

- 작동원리:
 - 가속도에 따른 omega 서스펜션의 움직임을 정전용량 변화로 감지함으로 가속도 측정
 - Omega 서스펜션은 circular curved beam과 moving boundary condition을 적용하여 in-plane 두 축에서 동일한 강성값을 갖도록 설계



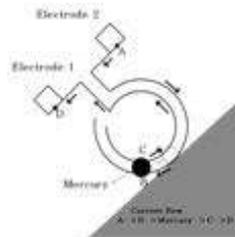
- 제작된 센서의 사진

- 실험결과: 가속도계 x축 감도는 0.215mV/g, y축 감도는 0.247mV/g로 신호 보정 없이 10% 미만의 감도 차이를 얻음



경사각센서

Micro 채널 내에서의 수은 방울의 이동을 이용한 가변저항형 경사각센서



- 작동원리:
 - 경사각에 따른 수은 방울의 이동을 저항 변화로 감지하여 경사각도 측정

- 제작된 센서의 사진 및 특성평가를 위한 실험 장치도

One cycle
0~360 (degree)

-340 ~ 340 (degree)

- 실험결과:
 - 제작된 센서는 0~360도의 넓은 선형 구간을 갖고 있음
 - Hysteresis error가 거의 없으며 반복성이 좋음

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	2		1	3	3			2					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2007	복수의 캔틸레버를 구비하는 다채널 마이크로 음향 장치 및 그 제조 방법	756532		등록	이승섭, 김용철	한국		응용
2006	원형 진동판을 갖는 마이크로 음향소자 및 그 제조 방법	619478		등록	이승섭, 이운섭, 김용철, 이석우	한국		응용

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 생체모방형 smart MEMS ear를 통해 개발된 multi-cantilever 및 원형 membrane type 마이크로 폰, electroplating 기반 2축 가속도센서, micro 채널 내에서의 수은 방울의 이동을 이용한 가변저항형 경사각 센서는 국내외를 통하여 개발 선례가 전무한 신개념을 디바이스로서 향후 지능 로봇을 위한 감각기관용 센서 분야를 선도할 수 있을 것이다.

나. 경제적 측면

- 생체모방형 smart MEMS ear를 지능로봇의 감각기관용 센서로 활용함으로써 개발 단가를 감소시키고, 새로운 분야의 시장영역을 개척 및 선점하여 MEMS 소자의 상용화에 앞장서게 될 것이다. 본 연구를 통해 얻어진 마이크로폰은 고감도 광대역 음향 센서 시장에 적용 가능할 것이며, 가속도센서 및 경사각센서는 차량 등과 같은 각종 운동체의 자세제어를 위한 소자로 활용될 수 있을 것이다.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 생체모방형 smart MEMS ear는 인체 귀의 역할과 특성 등을 모사하여 다기능화, 저가화, 그리고 고 신뢰성을 추구하므로 지능로봇의 각 요소 기술에 필수불가결하게 활용될 것이다. 또한 개발된 소자는 앞서 언급한 바와 같이 기존의 시장에 직접 활용이 가능한 신개념의 센서이므로 특허획득과 기업과의 기술이전을 통해 센서 산업시장의 선점이 예상된다.

나. 향후 연구 계획

- 개발 된 마이크로 폰, 가속도 센서, 경사각 센서를 단일 모듈화 하여 인간 귀의 기능과 흡사한 지능 로봇용 생체 모방형 smart MEMS ear를 구현한다.

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-4			
과제명	한 글	비선형 음성 신호처리 및 음성추출 기법 연구		
	영 문	Nonlinear speech signal processing and speech extraction		
연구책임자	이수영	연구기관	KAIST 뇌과학연구센터	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 100백만원	민간: 백만원	총 연구비: 100백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 백색잡음 및 사무실 반향 하에서 잡음민감도가 감소되는 비선형 신호처리 기법 개발
- 0 dB 음성 및 음악 잡음 하에서 특징음을 추출하는 기법 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 해당 없음	◦ 해당 없음	
2 차 년 도	◦ 해당 없음	◦ 해당 없음	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 잡음에 둔감한 음성특징을 추출하는 비선형 시간적응 알고리즘 ◦ 여러 음성이 혼합된 신호로부터 제일 가까운 음원을 추출하는 마스킹 기법의 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 신호세기에 따른 증폭율 조정과 시간적응을 도입한 음성특징추출 기법 ◦ 인간의 귀를 모델링하여 새로운 음성특징 추출 ◦ 음악이나 사람의 음성이 잡음으로 존재할 때, 사용자의 음성을 추출하는 기술 개발 ◦ 독립 벡터 분석을 이용 	100
2단계 연구목표 달성도			100

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2008년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 비선형 음원특징 추출	0년	0년	미국	100%	미국	100%
◦ 음성추출 기술	0.5년	0.5년	미국	90%	미국	90%

나. 연구성과(정성적)

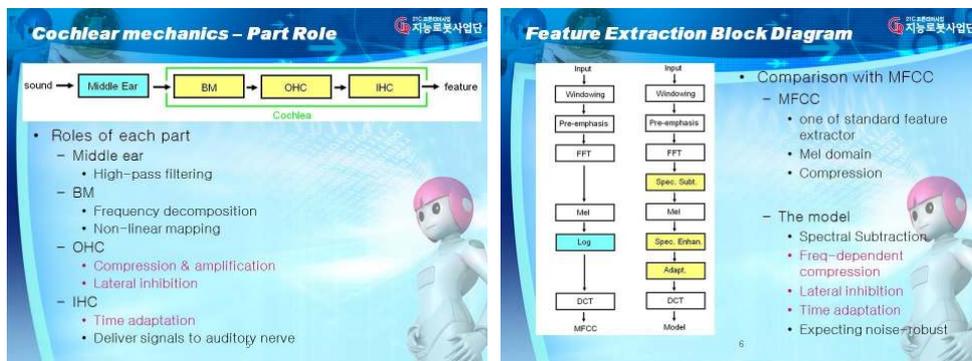
- 비선형 음원특징 추출
 - 잡음에 둔감한 음성특징을 추출하는 비선형 시간적응 알고리즘
 - 신호세기에 따른 증폭을 조정과 시간적응을 도입한 음성특징추출 기법
 - 인간의 귀를 모델링하여 새로운 음성특징 추출

- 음성추출 기술
 - 여러 음성이 혼합된 신호로부터 제일 가까운 음원을 추출하는 마스킹 기법의 개발
 - 음악이 틀어져 있는 가운데, 사용자의 음성을 추출하는 기술 개발
 - 독립 벡터 분석을 이용

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

• 비선형 음원특징 추출

아래 그림에서 보는 바와 같이 먼저 인간의 귀를 모델링하여, 새로운 음성 추출 기법을 개발하였다.



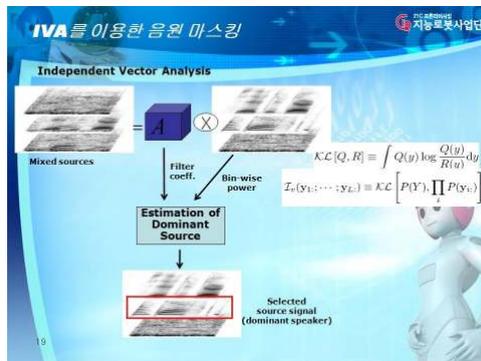
개발한 음성 추출 기법을 이용하여, Aurora DB를 사용하여 가장 널리 사용되는 음성 추출 기법인 MFCC와 음성인식 결과를 비교한 표를 아래 그림에서 확인할 수 있다.



- 녹색, 노란색 : 제안한 알고리즘의 성능이 더 좋음.

• 음성 추출 기술

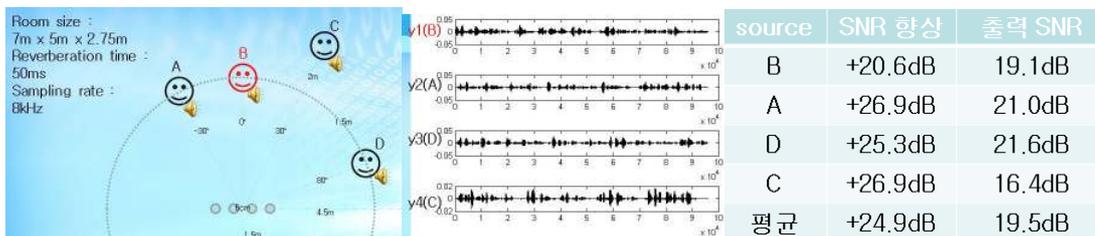
아래 그림은 독립 벡터 분석(Independent Vector Analysis, 이하 IVA)의 전체적인 블록 다이어그램을 나타낸 것이다.



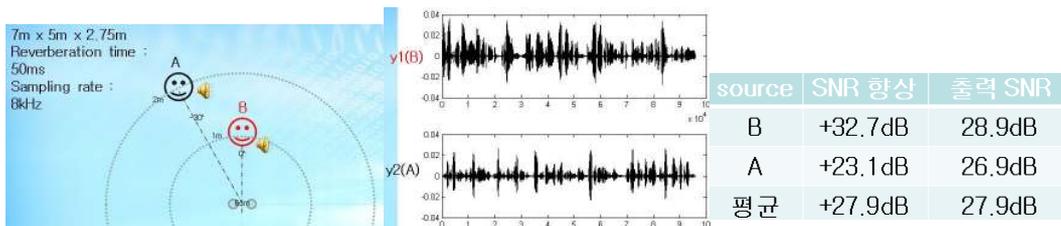
IVA는 여러 개의 신호가 동시에 들어왔을 때에, 각 신호의 독립성을 이용하여 신호를 분리 및 추출하는 기법이다. 이 음원 추출 기법은 혼합된 신호를 분리하는 기능을 한다. 사용자는 주로 마이크의 정면에서 가장 가까운 위치에서 로봇에게 명령을 내린다는 정보를 사용하여, 특정음을 추출하는 기법을 구현하였다.

아래와 같이 다수의 화자에 의해서 신호가 동시에 들어오는 환경에서, 각각의 음원을 추출이 가능하며, 그 중에서 가장 가까운 화자가 누구인지 식별이 가능하다.

첫 번째 실험은 4명의 화자를 아래 그림과 같이 배치했을 때, 가장 가까이에 정면에 있는 사용자 B의 음성이 제일 상단에 추출이 되는 결과를 표시한 것이다.



두 번째 실험은 2명의 화자를 아래 그림과 같이 배치했을 때, 가장 가까이에 정면에 있는 사용자 B의 음성이 제일 상단에 추출이 되는 결과를 표시한 것이다.



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	(1)					(1)	(1)						

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2009	반향 하에서 최근거리 음원의 추출기법(2009. 3. 출원 예정)							

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 실세계 잡음 및 반향 하에서도 음원의 탐지 및 음성추출이 가능하여, 로봇과 인간의 자연스런 인터페이스를 구축하게 될 것이다.
- 인간과 로봇의 가장 자연스런 정보교환 수단이 음성임에도 불구하고, 현재까지 음성인식이 많이 사용되지 못하고 있다. 그 중요한 이유는 조용한 환경에서는 음성인식이 비교적 우수한 성능을 주지만, 실세계 잡음 하에서는 급격히 인식성능이 저하되는 문제 때문이다. 이는 개발한 음성특징과 음성추출 기술로 극복될 수 있을 것으로 기대된다.
- 여러 화자가 동시에 명령을 하게 되었을 경우에 각 신호를 분리 및 처리할 수 있는 기술이 가능할 것이다.

나. 경제적 측면

- 지능로봇의 사용자 인터페이스를 획기적으로 향상시켜 산업화를 촉진하고 고부가가치를 창출할 것이다.
- 실세계 잡음 하에서도 음성인식이 가능하게 되면 로봇의 큰 제약조건이 하나 해결되게 되므로 매우 큰 경제 산업적 효과를 거두게 될 것이다.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 로봇을 포함한 기계와 인간의 가장 자연스런 인터페이스는 음성이지만, 현재의 음성인식 기술은 조용한 환경에서만 성능을 내고 있다. 로봇과 같이 일반적인 소음 환경에서 사용되기 위해서는, 먼저 혼합음으로부터 관심있는 음성을 분리해 내고, 그래도 남은 잡음에는 둔감한 특징을 추출하는 두 가지 기법이 필수 기술이다. 이 연구결과는 실세계 환경에서 로봇이 인간의 말을 알아들을 수 있는 길을 열고, 나아가 다양한 기계의 음성 인터페이스를 가능하게 할 것이다.
- 좀 더 실질적인 설명을 하자면, 마이크로부터 들어온 신호를 제안한 음성추출 알고리즘을 통하여 관심있는 음성과 잡음으로 분리할 수 있다.
- 신호를 분리하더라도 잡음은 존재하기 때문에, 잡음이 섞인 신호로부터 잡음에 둔감한 음성 특징을 추출하는 기법을 적용하여 로봇으로 하여금 인간의 말을 더 잘 알아들을 수 있도록 도움을 줄 수 있다.

나. 향후 연구 계획

- 비선형 마스킹 기법의 성능 향상 및 정량적 성능검증
- 비선형 음성 특징추출 모델과 마스킹 모델의 소프트웨어 모듈화
- CASA(Computational Auditory Scene Analysis) 정보를 이용한 음원의 분리 기술 개발
- 음성 신호와 마이크 사이의 거리 관계에 따른 채널의 특성을 이용하여, 가까이 혹은 멀리 있는 음성 신호의 추출 기법 개발

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-5			
과제명	한 글	지능 로봇용 MEMS 기반 전자 후각 센서의 개발		
	영 문	MEMS-based Electronic Nose for Intelligent Robots		
연구책임자	이 정 훈	연구기관	서울대학교	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 180백만원	민간: 백만원	총 연구비: 180백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 최소 측정한도 : 10 ppb
- 최대 측정한도 : 100 ppm
- 반응/복구 속도 : 5 초 이내
- 분별가능 대상물 : 알코올, 유독가스, VOC
- 센서 부피 : 2 cm x 2 cm x 1 cm
- 분별 단위 : 10 %
- 어레이 센서의 수 : 16 개
- 공급 전압 : 15 V

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 단위소자 공정의 개발	◦ 초박막 트랜스 듀서 공정 개발	100 %
	◦ 측정범위: 10-100 ppm	◦ MCH 134 ppm 감지	67 %
	◦ 반응/복구 : 100 초 이내	◦ 반응 : 20~60초, 복구 : 50~100초	99 %
	◦ 센서부피: 8cm x 8cm x 2cm	◦ 1cm x 1cm x 0.5cm	100 %
	◦ 분별대상 : 알코올	◦ 알코올과 반응하는 물질을 초박막에 입히고 이를 이용하여 알코올 분별	100 %
2 차 년 도	◦ 전농축기와 센서의 통합 개발	◦ 전농축기와 센서의 제작 공정이 같은 순서를 가지도록 독립 개발	60 %
	◦ 측정범위 : 1ppm-1000ppm	◦ 1000 ppm 이하의 VOC 가스 감지	67 %
	◦ 반응/복구 : 20 초 이내	◦ 반응 : 20 ~ 60 초, 복구 : 약 200 초	50 %
	◦ 센서부피: 4cmx4cmx1cm	◦ 2 cm × 1 cm × 0.5 cm	100 %
	◦ 분별대상 : 알코올, 유독가스	◦ 알코올, 벤젠, 자일렌, 톨루엔 감지	100 %
	◦ 어레이 수 : 4 개	◦ 10 개의 트랜스듀서 집적	100 %

3 차 년 도	◦ 전농축기와 센서의 통합 개발	◦ 전농축기와 센서의 제작 공정이 같은 순서를 가하도록 독립 개발	60 %
	◦ 측정 범위: 10ppb-100ppm	◦ 140 ppb 폭발물(DNT) 감지	90 %
	◦ 반응/복구 : 5 초 이내	◦ 반응 : 8 초, 복구 : 약 20 초	85 %
	◦ 센서부피 : 2cmx2cmx1cm	◦ 5 mm × 3 mm × 0.3 mm	100 %
	◦ 분별대상 : 알코올, 유독가스, VOC	◦ 목표 물질 감지 ◦ 폭발물 감지	100 %
	◦ 어레이 수 : 16	◦ 10 개의 트랜스듀서 집적 ◦ 트랜스듀서 제작 표준 공정 확립 ⇒ 사실상 집적 개수 제한 없음	99 %
2단계 연구목표 달성도			89 %

2. 연구성과

가. 기술수준

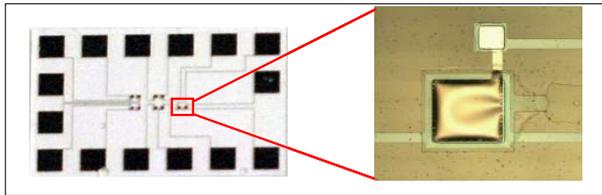
세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 센싱용 유체처리 기술	1~2년	0.5년	미국	90%	미국	95 %
◦ 전자 후각센서용 chemosensor 기술	2~3년	1~2년	영국	80%	미국	89 %
◦ 표면력을 이용한 가스측정 기술	0.5~1년	0.2년	미국	95%	미국	98 %

나. 연구성과(정성적)

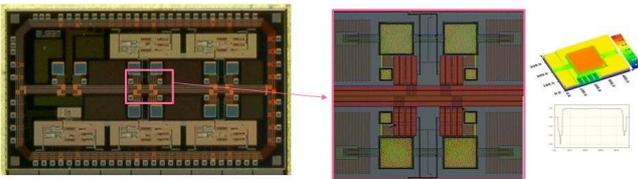
- MEMS 기반 전기화학 트랜스듀서 개발
 - 폭발물 (DNT) 감지
 - VOC (Toluene, Benzene, Xylene) 감지
 - Alcohol (Ethanol) 감지
 - 표면 응력 감지 (SAM, Self Assembled Monolayer (MCH))
 - 열 감지
- 센서 어레이 제작
 - 5 mm × 2.5 mm 내에 10 개의 센서 및 측정 회로 집적
 - 표준 공정 확립으로 센서 어레이 개수 제한 없음
 - 단일 장치로 다종의 기체를 동시에 측정 가능
 - 상용 프로세스를 이용한 공정 개발

- 전농축기 개발
 - 2 cm × 1 cm × 0.5 cm 의 소형 전농축기 제작
 - 5분 농축 시 약 19배 농도 증가
 - 15분 농축 시 약 27배 농도 증가
 - 카본 나노 튜브를 이용한 기체 분자 흡착 및 탈착
 - CVD (Chemical Vapor Deposition) 방법을 이용한 카본 나노 튜브 생성법 개발
 - 니켈 폼(foam)을 이용한 CNT-Ni 복합 소재 개발

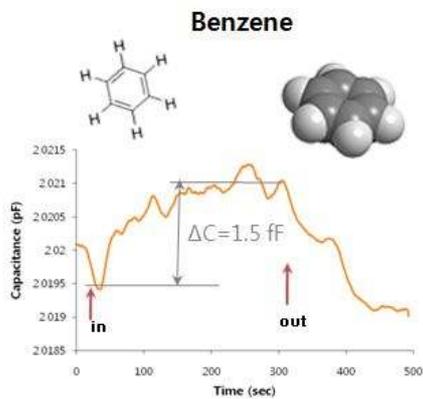
다. 연구성과(사진 및 사진설명)



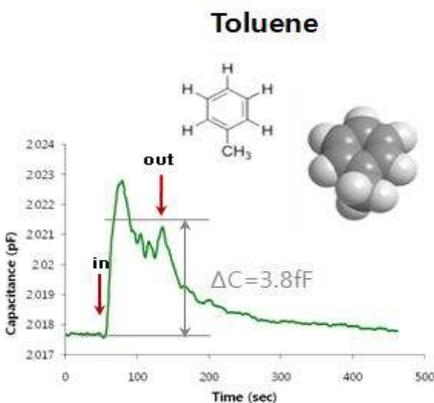
- 완성된 초박막 트랜스듀서
 - 단일 소자의 크기
250 μm × 250 μm × 3 μm
 - 10개의 트랜스듀서 집적
1.5 cm × 1 cm × 0.5 cm



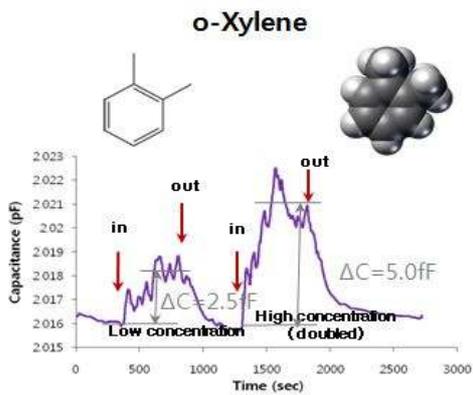
- 센서와 측정회로 집적
 - CMOS 공정된 칩에 초박막 트랜스듀서 집적



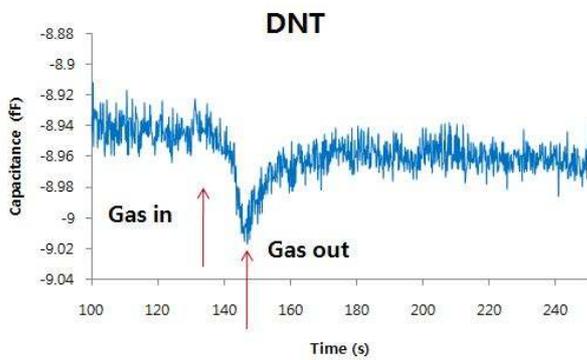
- VOC 감지
 - Benzene 감지
 - 반응 시간: 약 70 초
 - 복구 시간: 약 180 초
 - 287 ppm 감지



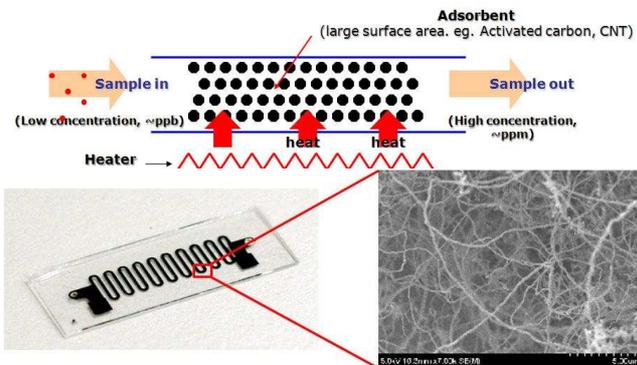
- Toluene 감지
- 반응 시간: 약 20 초
- 복구 시간: 약 150 초
- 110 ppm 감지



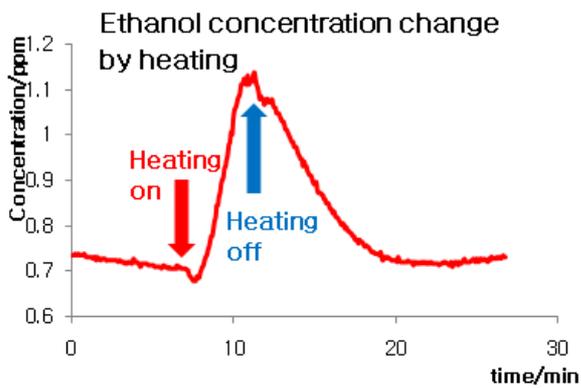
- Xylene 감지
- 반응 시간: 약 200 초
- 복구 시간: 약 450 초
- 23.6 ppm 감지



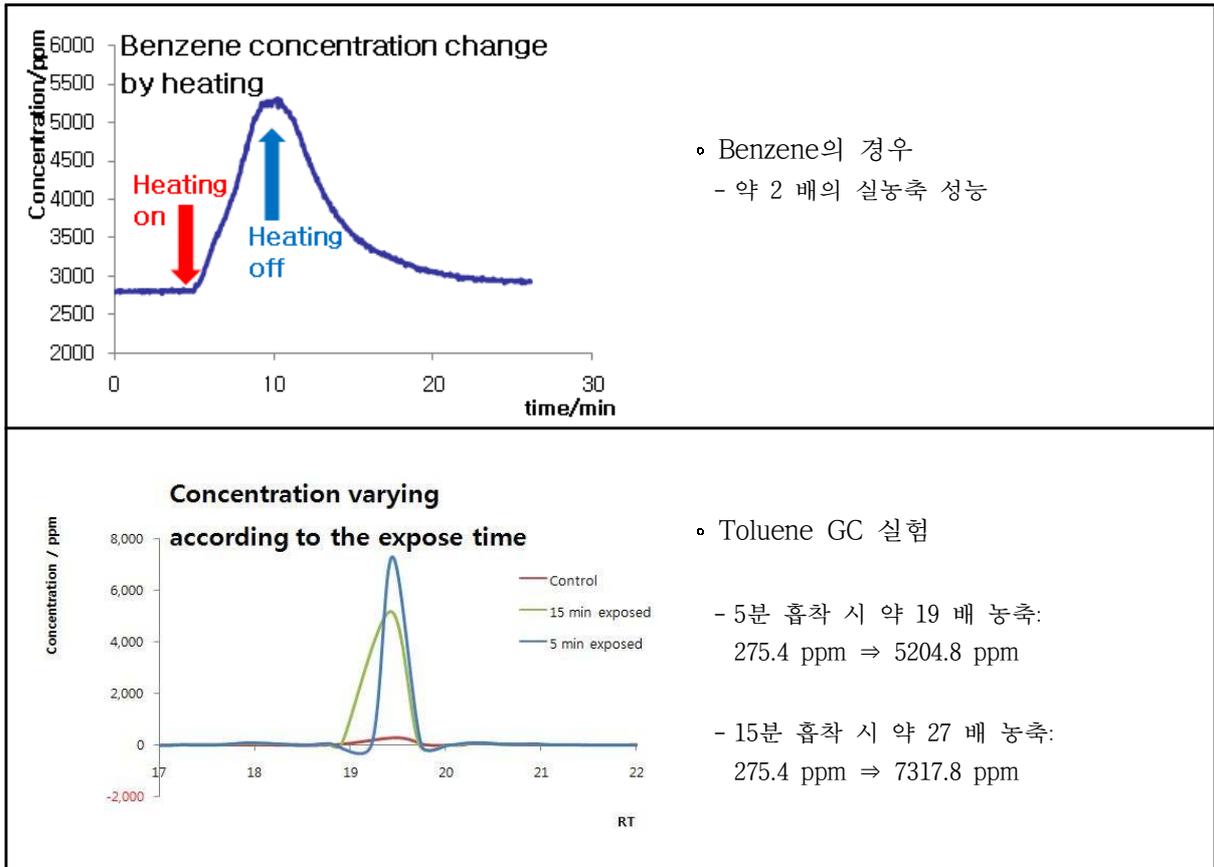
- 폭발물(DNT)감지
- 반응 시간: 8 초
- 복구 시간: 20 초
- 140 ppb 감지
- 50 ppb 수준 감지 가능
- ⇒ 전농축기 적용 시 수 ppb 수준의 감지 가능할 것으로 예상



- 소형 전농축기 개발
- CNT, CNT on Ni foam 생성기술 확보 : 흡착제로 사용
- 높은 부피 대비 표면적
- 나노 물질 : 소형화에 이점
- 3 cm × 1 cm × 0.1 cm



- 전농축기 성능 평가
- Ethanol의 경우
- 약 2 배의 실농축 성능



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
	1			3	4	1							

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2007	박막화학센서의 제조방법	102007000 6514	○		이정훈	대한민국		○

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 박막 기반의 기계 화학 트랜스듀서 원천 기술 보유
- 기존 반도체 기반 가스 센서 기술과 달리 반응 소재에 의한 제한 없음
 - ⇒ 기체 뿐 아니라 액체의 화학 분자도 감식 가능
 - ⇒ 각각의 감지 물질에 높은 특이성을 가짐
 - ⇒ 유비쿼터스 헬스 케어 등 로봇에 새로운 기능부여 가능
- 고감도 후각 센서의 기초 확립
- 인간의 후각과 가장 유사한 성능과 특성의 감지기술의 breakthrough

나. 경제적 측면

- 경제적인 후각 센서를 이용한 새로운 시장 창출
 - 예) 노약자를 위한 위험물 경고 장치
- 군사적 목적의 고감도 위험물 감지 장치
 - 예) 폭발물 감지 장치, 생화학 무기 감지 장치, 마약 탐지견 대체 등.
- 빠른 속도의 후각 센서 시장 확대
 - 해외 : 10 백만 \$ (2008년) → 500 백만 \$ (2012년) 약 50배 이상 증가 예상
 - 국내 : 3,000 백만원 (2008년) → 150,000 백만원 (2012년) 역시 50배 이상 증가 예상
 - ⇒ 자체 기술 보유로 수입 대체 효과 기대
- 새로운 시장의 창출
 - 아직까지 후각 센서는 \$ 10,000 이상으로 고가
 - 대량 생산이 가능한 MEMS 기술을 이용하여 혁신적인 원가 절감 가능 (\$ 100 이하로 판매가능)
 - 원가 절감에 따른 수요 증대 및 로봇 응용과 같은 새로운 응용 영역 출현 가능성

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 폭발물 감지 센서 시제품 제작
- 다중 물질의 동시 감지가 가능한 센서 시제품 제작
- 전농축기에 대한 국내 특허 출원 계획
- 전농축기 실험 결과에 대한 SCI 급 논문 작성 예정

나. 향후 연구 계획

- 폭발물 및 기타 감지 물질에 대한 특이성 향상
- 보다 정밀하고 정량적인 실험 결과 도출
- 전농축기와 통합을 통해 센서 모듈 전체의 감도 향상

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-6			
과제명	한 글	지능로봇 디자인 개발		
	영 문	Intelligent Robot Design		
연구책임자	강 동 석	연구기관	(주)뷰디자인	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 175백만원	민간: 105백만원	총 연구비: 280백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 사업단의 연구 로드 맵에 따른 용도별 로봇의 성격과 기능에 부합하는 독창적 디자인 개발
- 인간과 로봇의 감성적 인터랙션(Interaction)을 고려한 인간 친화적 이미지 구현
- 다양한 소재, 재료, 구조 등 아이디어를 혼합, 응용하여 실용화 상품으로서의 가치 제고 기반 확보

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ T-Rot(Silver Mate) 노인의 특성과 로봇 플랫폼에 부합되는 조형 연구를 통하여 로봇의 고급화와 실용화 촉진. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노인용 도우미 로봇은 노인에 대한 심리적 정서적 특성과 노인들이 선호하는 로봇 이미지 ◦ 조사를 통하여 여성을 모티브로 부드럽고 친근한 형상으로 구현. 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ KIBO(v1.0) 로봇 전반에 필요한 다양한 지능 구현을 위하여 진행된 플랫폼 로봇으로 얼굴 표정이 가능하도록 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인간형 로봇은 얼굴 표현 구현을 위한 지능로봇 기술의 다양한 이용방법을 구현하기 위한 개발 ◦ 플랫폼의 기능과 구조에 적합하도록 아이의 친진난만한 이미지를 모티브로 구현. 	
2 차 / 3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ H-Robot 노인용 지능로봇의 시범사업을 위한 사용자와 환경에 부합하는 상품성 제고를 통하여 고부가가치 창출의 디자인 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노인의 심리적 특성 조사 결과를 바탕으로 심리적 애착형성에 부합할 수 있도록 친근하고 부드러운 이미지를 모티브로 디자인 구현. ◦ 인간과 로봇의 교감적 극대화를 위한 얼굴의 감정 표현과 팔 동작의 안정된 구조 및 조형의 최적화 구현. 	100

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ KIBO(v1.2) 감정표현이 가능한 미니 휴머노이드를 통하여 지능로봇의 다양한 기능연구와 구조에 부합하는 독창적 이미지의 디자인 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 일반적 휴머노이드 로봇이 갖는 남성적, 기계적 이미지를 탈피하고 신비스러운 여성을 모티브로 구현. ◦ 감정표현의 극대화를 위하여 동작과 표현에 부합하도록 LED 효과 구현. 	
2단계 연구목표 달성도			100

2. 연구성과

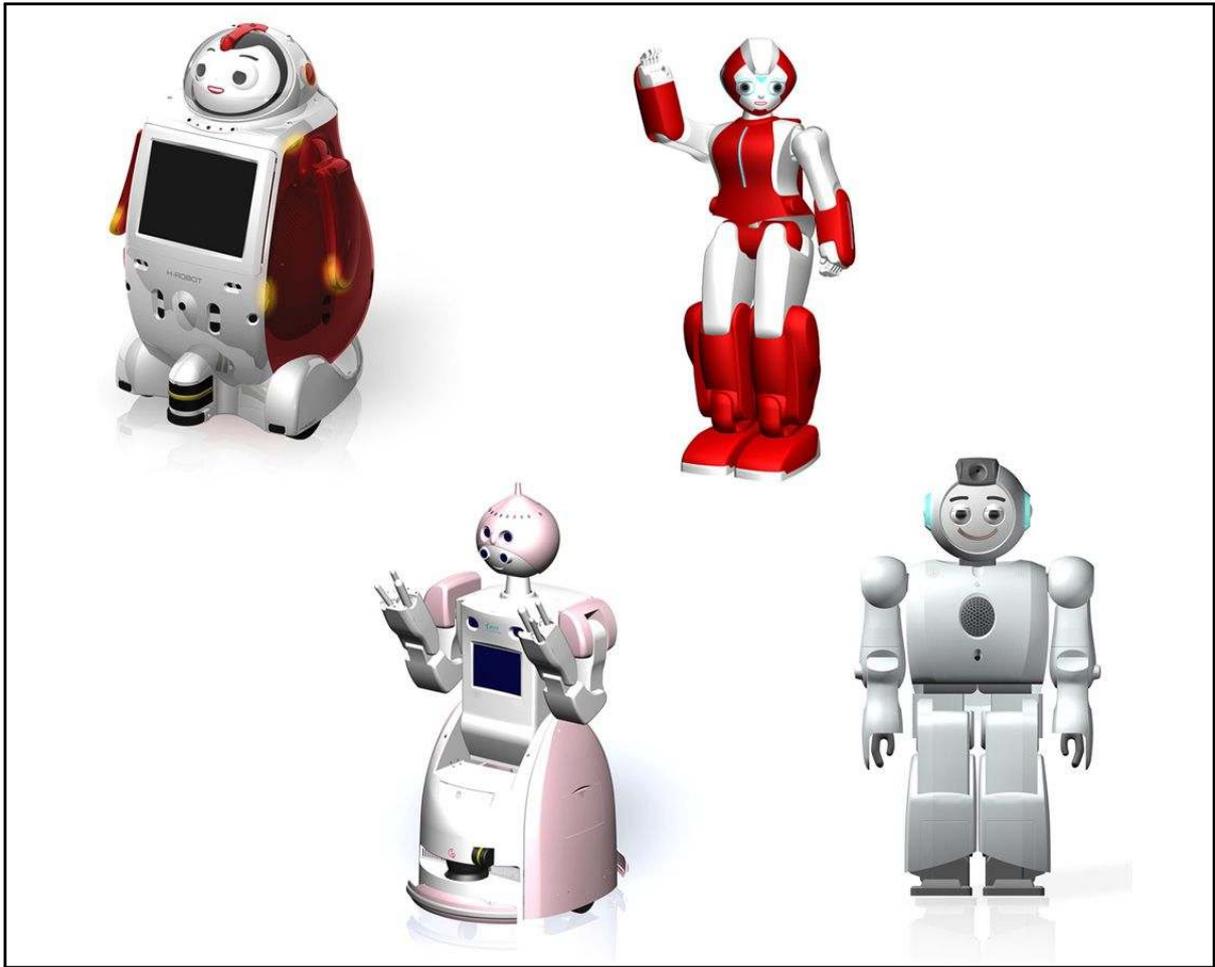
가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 조형 생성 기술 ◦ 로봇 서비스 콘텐츠 디자인기술 ◦ 인간-로봇 인터랙션 디자인기술 ◦ 로봇 생산 지원 디자인 기술 	<ul style="list-style-type: none"> - 세계적으로 로봇의 디자인 기술은 기능과 구조에 부합하는 디자인 최적화 수준으로 전문적인 로봇 디자인의 연구 역사가 미약한 상태라 할 수 있음. - 지능로봇 디자인의 선도 국가는 일본이지만 디자인의 기술 진입 장벽은 거의 없으므로 기술적 격차가 존재하더라도 미미한 수준으로 판단됨. - 현재 로봇디자인은 시장이 없는 무경쟁 상태에서 기술 주도형 Test-bed 단계로 볼 수 있으며, 디자인 선도 기술의 보유 여부의 판단은 시장에서 로봇의 기술을 바탕으로 인간생활에 편리함과 경제적 고부가치를 창출할 때 비교 평가가 가능하리라 판단됨. 					

나. 연구성과(정성적)

T-Rot / KIBO v1.0 / H-Robot / KIBO v1.2의 용도별 기능과 성격, 안전하고 편리한 구조에 부합하는 신조형 디자인 창출 및 시제품 개발 완료.

다. 연구성과(사진 및 사진설명)



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
								2					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	지능로봇디자인(H-Robot)	30-049711 5		●	뷰디자인	한국	●	
2008	지능로봇디자인(Kibo 1.2)	30-049711 6		●	뷰디자인	한국	●	

다. 홍보 활동 등

- 2005 APEC 및 성장동력전 출품
- 2006 로보월드 및 성장동력전 출품
- 2007 로보월드 출품
- 2008 로보월드 출품 등을 통한 대국민 홍보 및 기술력 과시

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 고품질의 로봇디자인 기술 개발의 실현은 로봇 상품의 고부가가치의 증대는 물론, 국가 산업 전체에서 파생되는 대부분의 상품에 파급되어 산업 경쟁력을 선도할 차세대 신기술지능로봇 디자인기술은 지능로봇을 구현하고 이의 상품성을 제고시키기 위한 필수 기술임
- 로봇 디자인은 종합적인 3차원 디자인기술로서 모든 제품디자인 분야 중 복잡도가 가장 높으며, 제품디자인의 모든 분야를 종합하는 복합디자인 분야로서 향후 다양한 제품디자인의 선도기술로서의 역할을 기대할 수 있음
- 선행디자인을 통한 로봇 기술의 가시화 및 실용화 촉진제 역할
- 로봇과 인간의 다양한 감성적 인터페이스 기술 구현 가능

나. 경제적 측면

- 성능비교 우선에서 다양한 감성적 만족추구로 전환하는 디자인 중시 소비 패러다임 창출
- 디자인은 가장 효과적인 투자 수단으로 투자비가 적게 들고 회수기간이 짧은 지식집약형 고부가가치 창출
- 디자인 투자는 생산 제조과정의 기술투자 대비 19배의 효과 창출
- 고품질의 로봇디자인 기술 개발의 실현은 로봇 상품의 고부가가치의 증대는 물론, 국가 산업 전체에서 파생되는 대부분의 상품에 파급되어 산업 경쟁력을 선도할 차세대 신기술임.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 로봇 실용화를 통한 시장 및 디자인 개발 활성화
- 로봇디자인의 특성을 고려한 전문적인 산학연 협동연구 체제 구축
- 실용화를 위한 로봇 디자인 기반 기술 축적 및 공유로 관련 타 산업의 시장 창출
- 로봇 디자인기술은 아직 미약하지만 경쟁시장이 없는 신규산업으로 진입장벽이 없으며, 공격적 전략을 통해 시장 선점

나. 향후 연구 계획

- 지능로봇 사업단의 연구 로드 맵에 따른 실용화 디자인 개발 지속
- 로봇 디자인 핵심기술 인프라 확보를 통한 디자인 주도형 로봇 개발
- 현재 개별 연구되고 있는 로봇 개발을 향후 통합자(Integrator)적 위치에서 주도
- 로봇과 함께 하는 새로운 라이프스타일 창조

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-7			
과제명	한 글	로봇 환경에서 인지기능 향상을 위한 인터랙티브 콘텐츠 개발		
	영 문	Interactive contents development for cognitive ability in robot		
연구책임자	김헌준	연구기관	주식회사 플로우게임즈	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 210 백만원	민간: 백만원	총 연구비: 210 백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 인지기능 향상 게임 콘텐츠 개발
- 노인 여가를 위한 게임 콘텐츠 개발
- 사용자 몰입을 위한 부가 콘텐츠 개발
- 콘텐츠를 유기적으로 통합할 수 있는 프레임워크 설계
- 로봇 콘텐츠 사용을 위한 사용자 인터페이스 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 해당 없음	◦ 해당 없음	
2 차 년 도	◦ 인지기능 향상 게임 콘텐츠 개발 1차 5종 (인지기능 강화에 초점)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물건회상: 기억력, 집중력 ◦ 숫자계산: 계산능력 ◦ 도형맞추기: 기억력, 공간지각력, 집중력 ◦ 숫자회상: 기억력, 공간지각력, 계산능력 ◦ 같은도형찾기: 기억력, 공간지각능력 	100%
	◦ 인지기능 향상 게임 콘텐츠 개발 2차 4종 (로봇기능 활용에 초점)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물건피하기: 단기기억력, 판단력, 공간지각력, 사물인식 능력 향상 ◦ 순서따라치기: 단기기억력, 공간지각력, 집중력 향상, 신체운동 효과 ◦ 그림맞추기: 사물-얼굴 인식능력, 단기기억력, 공간지각력 향상 ◦ 숫자계산하기: 계산능력, 공간지각력 향상, 신체운동 효과 	

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용자 몰입 증가를 위한 부가 콘텐츠 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세계여행 테마 시스템 개발 ◦ 동북아시아(한국, 중국, 일본)여행 테마 개발 ◦ 노인을 위한 게임 아바타 시스템 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 콘텐츠를 유기적으로 통합, 확장할 수 있는 프레임워크 제안 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인지기능 향상 게임뿐 아니라 후에 개발될 여러 콘텐츠를 추가하고 통합, 확장이 용이한 구조의 프레임워크를 설계하여 적용 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 평가된 인지능력을 수치화하게 게임 콘텐츠에 적용할 수 있는 모델 제공 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 평가된 인지능력을 수치화하여 사용자의 능력을 평가하여 적절한 난이도의 인지게임을 추천할 수 있는 모델 제공 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇과 협업적인 포탈 프레임워크 제안 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인지기능 향상 게임이 추후에 생길 노인 웹 포탈과의 연동이 될 수 있도록 포탈 프레임워크 제안 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인지기능 향상 게임 콘텐츠 개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 물건피하기 3D 버전으로 재개발 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 체육영역, 암기영역 인지기능 향상 게임 콘텐츠 추가 개발 (고품질의 콘텐츠 개발이 목표) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 체육영역(급류타기) FULL 3D로 개발 ◦ 암기영역 FULL 3D로 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 콘텐츠를 위한 3D엔진 개발 및 최적화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇에 추가될 콘텐츠의 요구사항이 올라가면서 3D엔진이 필요하게 되었다. ◦ 오픈소스를 기반으로 하였으나 로봇에 탑재하기 위하여 최적화를 하였고 필요기능을 추가하였다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노인여가를 위한 게임 콘텐츠 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇과 1:1로 진행되는 맞고 개발. 맞고는 인지기능 향상 게임과 연동되어서 인지게임에서 얻은 맞고머니를 활용하여 즐길 수 있다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 콘텐츠 사용자를 위한 인터페이스 개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인지능력 향상 게임 등 로봇 콘텐츠를 효율적으로 진행하기 위한 인터페이스 개발 ◦ 로봇의 고유한 인식기능들을 충분히 활용할 수 있도록 고려하여 개발 ◦ 인터페이스 모듈은 독립적으로 동작하여 다른 콘텐츠에도 재활용이 가능 ◦ 3D 형식으로 현실감을 살려 노인이 사용하기 용이하게 개발 	
2단계 연구목표 달성도			100%

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2007년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 인지기능 향상 게임 콘텐츠 제작 기술	1	0.5	100%	80%	100%	90%
◦ 로봇용 게임 엔진, 3D엔진	2	1.5	100%	60%	100%	70%
◦ 노인 사용자의 몰입을 위한 부가 콘텐츠 제작 기술	2	1	100%	80%	100%	90%
◦ 콘텐츠 확장이 가능한 프레임워크	2	1	100%	60%	100%	80%
◦ 로봇환경에서의 효율적 사용자 인터페이스 개발	1	0.5	100%	80%	100%	90%
◦ 노인 포탈 - 로봇 통합 프레임워크 기술	0	0	없음	100%	없음	100%
◦ 노인여가를 위한 로봇 게임 콘텐츠 제작 기술	0	0	없음	100%	없음	100%

나. 연구성과(정성적)

- 로봇을 활용한 콘텐츠는 연구 초창기라고 할 수 있고 특히 인지기능 향상에 기여하는 로봇 콘텐츠는 전무하다고 할 수 있다. 그렇기 때문에 로봇을 활용한 인지기능 향상 콘텐츠 연구를 진행하면서 많은 시행착오를 거쳤으며 수차례 콘텐츠를 다시 제작하였다. 그 결과 얼굴인식, 동작, 손 인식 등 현재까지 연구된 로봇의 기능을 활용할 수 있는 콘텐츠가 연구, 개발되었고 새로 연구되는 로봇의 기능에 따라 더 창의적인 콘텐츠를 제작할 수 있게 되었다.
- 젊은 층에 비해 호기심이 적어 몰입 약한 노인의 특성을 고려하여 쉽게 몰입하고 지속적으로 흥미를 끌도록 세계여행 테마, 노인 아바타 시스템 등 세부 콘텐츠를 개발하였다.
- 노인에게 도움이 되는 기능성 콘텐츠 뿐 아니라 노인이 로봇을 통하여 여가를 즐길 수 있는 여가용 콘텐츠가 연구되었다. 1차로 노인과 로봇이 1:1로 대결하는 로봇 맞고개 개발되었으며 후에 장기, 바둑 등으로 콘텐츠가 확장될 수 있다.
- 로봇 콘텐츠 프레임워크, 로봇용 3D엔진, 사용자 평가 모델 등 로봇 콘텐츠를 지속적으로 개발하기 위한 기반 기술들이 충분하게 연구되어 개발되었다. 로봇용 콘텐츠를 제작하는 사용되는 개발자원 절감이 가능하게 되었다.
- 일반 컴퓨터를 위한 사용자 인터페이스는 로봇에서 불편한 점이 많았기 때문에 손 인식 등 로봇의 기능을 활용하여 로봇에 적합한 새로운 인터페이스를 연구, 개발하였다.

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

- 인지기능 향상 게임 콘텐츠 4종 개발

실벳(H-ROBOT)이 아직 구체적인 모양을 갖추기 전에 개발이 시작되었으며 인지기능 향상에 중점을 두었다. 그렇기 때문에 로봇의 특징을 잘 살리는데 부족한 점이 있었다. (같은도형찾기, 숫자계산, 숫자회상, 도형맞추기, 물건회상 5종 개발)



- 인지기능 향상 게임 콘텐츠 추가 4종

인지기능만을 강조하면서 발생한 단점을 보완하기 위하여 추가로 개발되었다. 로봇 고유의 기능을 기술난이도에 의해 5단계로 나누고 그 중 얼굴인식, 음식인식, 로봇몸체 터치 인식 등 기술적으로 가능한 1-2단계가 선택되어 개발되었다. (순서따라치기, 물건피하기, 숫자계산하기, 같은그림찾기 4종 개발)



- 노인들의 몰입을 위한 부가 콘텐츠 개발

인지기능 향상 게임에 노인들이 쉽게 몰입하게 하기 위하여 여행을 테마로 하는 부가 콘텐츠와 노인 아바타 시스템을 추가하였다. 여행테마는 동북아시아를 배경으로 제작되었으며 아바타는 남성용, 여성용 각각 1개씩이 제작되었고 다양한 소품이 추가로 제작되었다. 여행을 하면서 문제를 해결하고 그 과정에서 얻어지는 점수를 이용하여 아바타 소품을 구입하는 구조로 설계되었다.



- 인지기능 향상 게임 콘텐츠 FULL 3D

미니게임 형식의 인지게임에서 한 단계 발전한 고품질의 인지게임이 요구되어 개발되었다. FULL 3D(완전한 입체 공간 구현)로 제작되었기 때문에 모든 그래픽 요소가 3D 형식으로 다시 제작되었고 3D엔진이 도입되었다. FULL 3D 형식으로 제작되어 박진감이 넘치고 사용자가 쉽게 몰입할 수 있게 되었다.



- 노인 여가용 게임

기능성이 강조된 인지기능 향상 게임 콘텐츠 외에도 로봇을 통하여 노인이 여가를 즐길 수 있도록 하기 위하여 개발되었다. 노인이 쉽게 배우고 적응할 수 있는 고스톱 게임을 선정했으며 컴퓨터용 게임과는 차별화하기 위하여 로봇과 1:1을 할 수 있도록 개발되어 가상적인 느낌보다는 현실적인 느낌이 들도록 하였다. 게임진행 역시 마우스나 키보드 등이 아니라 노인이 직접 손을 움직여 진행하도록 하였다.



- 로봇 콘텐츠용 사용자 인터페이스

가슴에 터치스크린이 달린 실벚에서 게임 콘텐츠 들을 사용하기 위한 사용자 인터페이스를 개발하였다. 사용자가 손을 두고 손을 움직이면 메뉴가 함께 움직이는 슬라이드 방식으로 노인이라도 직관적으로 사용하기 쉽도록 설계되었다.



- 로봇 콘텐츠 개발을 위한 기반 기술

콘텐츠의 통합, 확장이 가능하도록 콘텐츠 프레임워크를 하였고 지속적으로 콘텐츠 개발이 가능하도록 3D엔진을 개선하였으며 평가된 인지능력을 바탕으로 사용자에게 적절한 난이도를 추천하는 평가 모델을 설계하였다. 이를 바탕으로 로봇 콘텐츠 제작이 쉬워지고 효율적이 되었다.

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 인지기능 향상 콘텐츠 등 로봇기반 콘텐츠 개발 기술을 꾸준히 축적함으로써 국내외의 로봇 기반 콘텐츠 개발을 선도할 수 있는 능력을 갖추게 되었다. 인지기능 관련 게임 개발의 선두적인 닌텐도와의 기술 격차를 줄이는데 기여했으며 가정용 게임기 이후 로봇용 소프트웨어 개발에서는 기술적인 격차가 거의 없을 것으로 기대하고 있다.
- 현재 상업용 로봇 콘텐츠 들은 초기 단계로 컴퓨터 게임과 큰 차이가 없는 상황이다. 로봇의 인식기능, 로봇과의 대화 등 로봇에 특화된 기술이 응용된 1:1 로봇 맞고를 개발함으로써 로봇 콘텐츠 개발 기술을 한 단계 발전시켰다. 이후에 나오는 여가용 로봇 콘텐츠에 많은 영향을 줄 것이다.
- 다양한 로봇 콘텐츠를 제작하는 과정에서 여러 기반 기술들이 축적되었다. 로봇 플랫폼에서 콘텐츠를 통합, 관리하기 위한 프레임워크 기술을 비롯하여 로봇 환경에서 유용한 3D 엔진 기술, 사용자 평가 모델링 기술 등이며 로봇 기반 콘텐츠 개발력을 향상 시켜줄 것이다.
- 로봇 환경임에도 불구하고 컴퓨터 환경의 사용자 인터페이스를 사용하는 한계를 극복하고 로봇 고유의 인식기능을 이용하는 새로운 사용자 인터페이스 기술을 적용하였다. 앞으로 나오는 로봇에 응용될 수 있을 것이다.

나. 경제적 측면

- 실버산업은 성장하고 있으나 대부분 육체적 건강관리 등 1차적인 수준의 산업에 머무르고 있다. 그러나 가까운 미래에는 육체적인 건강뿐만 아니라 정신적인 건강과 여가를 통한

삶의 질을 높이는 측면에서 접근하게 될 것이며 로봇이 노인에게 매우 중요한 서비스 공급자가 될 것이다. 인지기능 향상 게임 콘텐츠와 1:1 로봇 맞고 콘텐츠는 로봇이 어떤 콘텐츠를 공급해야 하는지 보여주는 적절한 사례가 될 것이며 노인용 로봇 산업의 청사진의 중요한 요소가 될 것이다.

- 로봇 콘텐츠 개발에 필요한 기반 기술들이 연구되어 로봇 콘텐츠는 개발기간을 단축에 공헌할 있을 것이다. 다양한 로봇이 등장하여 개발되는 시점에는 프레임워크, 3D엔진 등을 솔루션으로 제공하는 방법으로 사업화를 시킬 수도 있을 것이다.
- 로봇이 네트워크 기능을 갖출 경우 인지기능 향상 콘텐츠를 비롯한 로봇 콘텐츠는 애플 앱스토어와 같이 네트워크를 통하여 판매될 수 있다. 사용자가 화면을 보고 바로 콘텐츠를 사용할 수 있으며 후에 노인 포털과 연동되어 부가가치를 창출할 수 있다.

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 인지기능 향상 게임 콘텐츠와 여가용 1:1 로봇 맞고 콘텐츠는 노인이 로봇을 통하여 실질적으로 도움을 받을 수 있다는 것을 보여주는 사례로 소프트웨어로 로봇이 상용화 될 시점에 로봇의 구매를 직접 유도하는 킬러 어플리케이션으로 활용될 수 있다.
- 3D 엔진은 인지기능 향상 게임 뿐 아니라 이후에 개발될 여러 콘텐츠나 소프트웨어에서 재활용되어 로봇 관련 콘텐츠 개발에 도움을 줄 수 있다.
- 로봇 전용 사용자 인터페이스는 로봇을 다루어야 하는 여러 어플리케이션 인터페이스에 활용될 수 있다.
- 확장이 용이한 프레임워크는 인지기능 향상 게임을 비롯한 게임 콘텐츠 뿐 아니라 다른 콘텐츠 군을 통합, 관리하는데 활용할 수 있다.

나. 향후 연구 계획

- 인지기능 향상을 위한 게임 콘텐츠 개발 기술의 지속적인 연구가 필요하다.
- 로봇 맞고 뿐 아니라 장기, 바둑 나아가 다른 문화권의 노인들도 즐길 수 있는 콘텐츠가 되도록 여가 콘텐츠에 대한 지속적인 연구, 개발이 필요하다.
- 로봇과 인간이 어우러져 콘텐츠를 공유, 즐길 수 있는 방법이 연구되어야 한다.
- 새롭게 개발되는 로봇 기술에 맞추어 로봇 특성을 콘텐츠에 적용하기 위한 연구가 필요하다.
- 다양한 로봇 플랫폼에서 사용될 수 있는 3D 엔진 기술 강화가 필요하다.
- 웹 기술, 네트워크 기술과 로봇이 접목될 수 있는 기술이 연구되어야 한다.

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-8			
과제명	한 글	H-Robot 탑재 콘텐츠 개발		
	영 문	Development of H-Robot-based Cognitive Training Contents for the Elderly		
연구책임자	정 도 언	연구기관	서울대학교병원	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 110백만원	민간: - 백만원	총 연구비: 110백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 노인의 인지능력 유지와 보조를 위한 노인에게 특화된 인지훈련 콘텐츠 개발
- 개발된 결과물이 H-Robot에 탑재되었을 때 최적화된 구동이 가능토록 점검
- 인지훈련의 평가 방법 및 훈련을 성공적으로 수행시 제공할 보상 방법 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인지훈련 기능의 콘텐츠 정의와 세부 설명 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인지능력과 관련된 검사에서 사용되는 이론적 배경 리뷰 및 본 과제와 관련있는 요소를 탐지하여, 이를 바탕으로 인지훈련기능을 정의함 ◦ 노인의 집중력, 판단력, 기억력을 유지/보조하는데 기여할 인지훈련기능의 총 5가지 모듈을 개발하였으며, 이는 2차년도와 3차년도에 개발될 모듈의 prototype의 성격을 지님 (물건 기억, 숫자 기억, 토막 맞추기, 같은 도형 찾기, 숫자 계산) 	100 %
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 구현 방법 개발 및 시나리오 작성 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 모듈에 속하는 아이템들의 개발과 이를 근거로 한 시나리오를 작성함 	
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노인 친화적이며 로봇에 탑재 가능한 인지훈련 모듈 및 하위유형 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노인과 관련된 기존의 연구 결과 및 인지적 요소가 있는 관련 제품을 리뷰하고, 이 내용에서 인지훈련 콘텐츠에 포함되어야 할 필수적인 요소를 도출하였음 ◦ 노인의 인지능력 유지/보조를 위한 인지훈련 기능 콘텐츠 5건을 정의하고 개발하였음 (순서 따라치기, 물건 피하기, 계산력 훈련, 그림 맞추기, 언어 훈련) 	100 %

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 개발된 콘텐츠를 신경정신의학적 관점에서 검토하였음 ◦ 모든 모듈들이 세계여행 테마를 중심으로 구현될 수 있는 시나리오를 작성함 	
	◦ 인지훈련 전반적인 평가 방법 및 보상 구상	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 본 연구과제에서 적용할 인지능력을 집중력, 기억력, 시공간 지각력, 계산력, 언어 능력의 총 5가지 영역으로 구분함 ◦ 콘텐츠 사용 이후 노인의 인지능력 변화를 정량적으로 평가할 수 있는 인지능력척도를 개발하였음 ◦ 개발된 콘텐츠를 노인이 지속적으로 사용가능하게 할 수 있는 적절한 보상방법을 선정하였음 	
	◦ 수면관련 문제보조 관련 콘텐츠/삶의 질 향상을 위한 콘텐츠 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노인의 수면관련 문제보조에 도움을 줄 수 있는 콘텐츠 및 노인의 삶의 질 향상을 위한 콘텐츠 개발을 위한 자료를 수집하고, 차후년도 연구 진행을 위한 아이디어 생성을 수행함 	
3 차 년 도	◦ 인지훈련 모듈 및 하위 유형들의 평가	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2차년도에 개발된 콘텐츠들을 실제 상황에서 평가할 수 있는 방법 제시 및 평가 이후 발전 혹은 수정 사항을 제시함 	90 %
	◦ 개발된 인지훈련 모듈의 적절성 검토 및 업그레이드	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인지능력척도의 적절성을 검토하고 보다 세부적인 구성 지침을 작성함 ◦ 개발된 인지훈련간 전환 논리와 방법 개발 (인지영역별 훈련 모듈 사이의 전환) ◦ 인지훈련기능을 노인이 지속적으로 사용가능하게 할 보상 요소 평가 및 적절성을 검토함 	
	◦ 여러 종류의 콘텐츠 통합 방법론 제시	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 노인의 수면관련 문제보조에 도움을 줄 수 있는 콘텐츠/노인의 삶의 질 향상을 위한 콘텐츠의 정의, 개발, 시나리오 작성 및 신경정신의학적 검토 수행 ◦ 개발된 인지훈련기능/수면관련 문제보조기능/삶의 질 향상기능 콘텐츠들이 로봇에서 적절히 구동되기 위한 통합 방법론 개발 	
2단계 연구목표 달성도			95 %

* 참고 : 1차년도에는 위탁과제로 참여

2. 연구성과

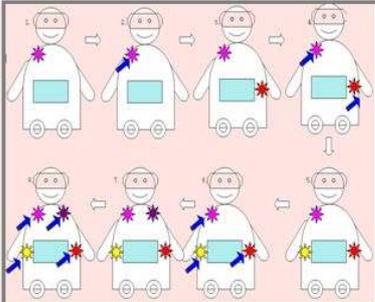
가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(2006년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
• 인지훈련 콘텐츠 개발	3	1	일본	50%	일본	80%
• 콘텐츠의 로봇 탑재 및 이의 원활한 구동	2	1	일본	50%	일본	80%

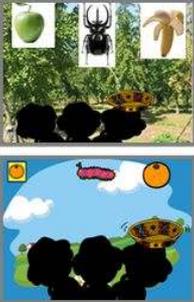
나. 연구성과(정성적)

- 노인의 신체적, 정서적, 인지적 특성에 대한 이해를 바탕으로 구성되고, 노인에게 특화되어 적용할 수 있는 인지훈련 콘텐츠의 아이디어를 생성하고, 이를 H-Robot에 구현할 수 있도록 콘텐츠를 설계/개발하였음
- 개발된 콘텐츠가 로봇 하드웨어에 장착된 후, 이의 적절성과 구동상의 보완 사항을 제시하고 이에 대한 점검을 충실히 실시하였음
- 개발된 콘텐츠가 제품화 되었을 때, 주사용자인 노인이 인지훈련기능의 지속적인 사용을 유도할 수 있는 방안을 강구하고, 이에 대한 대처방안을 적절히 제시하였음

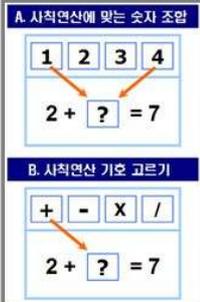
다. 연구성과(사진 및 사진설명)



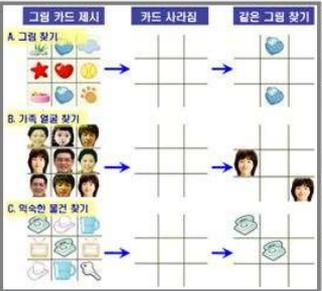
모듈 1. 순서 따라치기



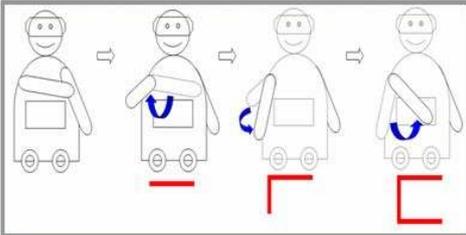
모듈 2. 물건 피하기



모듈 3. 계산력 훈련



모듈 4. 그림 맞추기



모듈 5. 언어 훈련

- 본 연구과제의 성과물로 개발된 인지훈련 기능의 5가지 모듈을 나타내고 있음
- 왼쪽에 제시된 5가지의 인지훈련 모듈이 각각 다양한 버전의 난이도와 출제 방식을 통하여 제출됨으로써, 본 기능의 완성도를 높임
- 제시된 모듈 사이의 전환 논리와 평가 방법 및 이의 제시 방법에 대한 방법을 강구하였음

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
	(해당 사항 없음)							

다. 홍보 활동 등

- 해당 사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 본 과제의 연구 성과물을 로봇에 탑재하여 구동하기 위해서는, 현재의 로봇 하드웨어 기술력보다 더욱 향상된 수준의 하드웨어 제작 기술 및 각기 다른 기술 사이의 통합 작업이 필요하며, 정교한 수준의 인지훈련기능을 구현하기 위해 관련 기술이 충분히 뒷받침되어야 하므로 이는 로봇 제작 기술력을 향상시키는데 기여할 것임
- 인지훈련 콘텐츠는 소프트웨어적 성격을 띄고, 이것이 탑재될 로봇은 하드웨어적 속성을 지니고 있으므로, 하드웨어와 소프트웨어의 기술을 담당하는 연구집단/연구과제 사이의 융합과 협업을 유도할 수 있음

나. 경제적 측면

- 노인을 주대상으로 하는 로봇 하드웨어의 개발 및 로봇에 탑재될 인지훈련 콘텐츠를 위시한 여타 콘텐츠들이 성공적으로 개발되면, 노인을 대상으로 하는 로봇 산업이라는 새로운 시장이 창출되는 것이며, 노인을 대상으로 하는 로봇 시장은 아직 국내/외적으로 선례가 없는 것이므로 초기 시장 진입에 있어 우위를 점할 수 있을 것으로 기대됨
- 이에, 로봇 개발과 생산을 하는 연구집단 및 업체와 관련된 시장 뿐 아니라, 이와 관련된 분야 (콘텐츠 소프트웨어 제작, 사용자들의 네트워킹 및 통신 환경 유지/보수)에도 파급력이 있을 것임
- 향후 노인뿐 아니라 아동, 청소년 집단 등 다양한 연령층을 대상으로 사용자층을 넓혀 나갈 것으로서 현재는 존재하지 않는 새로운 수요를 창출할 수 있음

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 결과물이 나오는 초기에는, 실버타운/노인대학 등 노인이 집단적으로 거주하는 공간에서 소수의 노인을 대상으로 제품에 대한 테스트를 거친 뒤, 이 과정에서 발생하는 수정사항을 보완하여 추후 제품화될 수 있도록 방안을 강구함
- 본 연구결과물로 제시된 콘텐츠들을 적절히 재구성하여, 다양한 연령과 집단 (유치원, 학교, 병원 등)에서 학습 보조 도구 혹은 기관 안내 보조 도구 등으로 활용될 수 있도록 보완하여 다방면으로 활용될 수 있도록 시도함

나. 향후 연구 계획

- 인지훈련 콘텐츠의 모듈을 추가적으로 개발하여, 사용자인 노인이 지속적으로 흥미를 갖고 사용할 수 있도록 유도할 수 있는 방안 강구
- 개발된 콘텐츠의 평가 방법 및 인지능력척도의 타당성을 노인대상 실험을 통하여 검증 (평가의 적절성, 점수 구성방법과 제시되는 점수의 타당성, 인구사회학적 요인에 따른 기준 점수의 표준화 기초 작업)
- 노인의 수면관련 문제보조에 도움을 줄 수 있는 콘텐츠/노인의 삶의 질 향상을 위한 콘텐츠를 인지훈련 기능 콘텐츠 수준으로 개발/정리하여 로봇에 장착되어 노인의 삶을 보다 밀접하게 보조할 수 있는 로봇 제작에 기여
- 추후 로봇에 탑재될 기능들에 대한 지속적인 평가 (예상한 효과가 나올 수 있을지의 관점/에초 설정한 목표에 부합하는지의 여부), 점검 및 도출된 보완사항 해결을 위한 솔루션 제공

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-9			
과제명	한 글	실시간 3D 모델링을 이용한 3D 아바타의 얼굴 감정 표현 개발		
	영 문	Implementation facial emotion expression of 3D Avatar Using Realtime 3D Modeling		
연구책임자	박민용	연구기관	연세대학교 산학협력단	
위탁연구기관		참여기업		
2단계 연구비	정부: 40백만원	민간: 0백만원	총 연구비:	40백만원

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

- 마스크트형 3D 로봇 아바타의 손 제스처 모델링 및 립싱크 모델 개발
- 마스크트형 3D 로봇 아바타 립싱크 모델 개발 및 접촉 정보에 반응하는 그래픽 아바타 립싱크 시뮬레이터 개발
- 실시간 3D 모델링을 이용한 3D 아바타의 얼굴 감정 표현 개발

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ 립싱크 성능 개선(발음 시 입모양 축소, 기분에 따른 입모양 크기 변화 등)	◦ 퍼지 모델링을 통한 속도 개선 (KFIS에 학회논문 제출)	100
	◦ 아바타 구현 처리 속도 개선 및 용량 축소	◦ vertex를 수를 36000개에서 4700개로 축소	
	◦ 3D 애니메이션의 양손 제스처 구현	◦ 13가지 감정의 손 제스처 모델링 및 구현	
	◦ 감정별 손 제스처 DB 구축	◦ 13가지 감정의 손 제스처 DB구축	
	◦ 감정 표정 및 피부 움직임을 위한 립싱크 모델 개발	◦ 표정과 립싱크 모델의 융합으로 자연스러운 표정 및 립싱크 구현	
2 차 년 도	◦ H-robot의 3D 표정 시뮬레이터 구현	◦ H-robot에 대한 시뮬레이터 구현으로 다양한 표정에 대한 DB구축의 틀로서 제공	100
	◦ 감정생성 연계를 위한 동적 표정 모델링 통합	◦ 얼굴표정의 퍼지 모델링을 통하여 동적인 표정을 모델링(2007년 KFIS 및 CASS에 논문 제출)	
	◦ 사람의 움직임에 반응하는 움직임 구현	◦ Adaboost알고리즘을 이용하여 사람 얼굴과 시선 맞춤 구현	
	◦ Buddy Robot과의 연계 동작 구현	◦ Buddy와 2008년 2월 워크샵에 시선 맞춤에 대한 데모 시현	

3 차 년 도	◦ 실시간 얼굴인식 및 3D vertex 추출	◦ 스테레오 카메라로 30cm~3M까지 얼굴 검출과 3D vertex추출	95
	◦ 근육에 따른 vertex 그룹화	◦ 눈, 눈썹, 입 주위의 부분을 그룹화하여 DB로 저장	
	◦ FAU와 얼굴 감정 표정과의 관계성 연구 및 구현	◦ 퍼지모델링을 통하여 얼굴의 감정을 표현 ◦ 하나의 레퍼런스 모델만으로 6가지 기본 감정 표정 구현	
	◦ 3D vertex를 정합하여 다각도 표현이 가능한 3D모델링	◦ 3D ICP알고리즘을 구현하여 3차원영상에서도 미리 모델링된 뒷모습과 본인의 모습과의 정합	
	◦ vertex수의 소형화로 실시간 처리 능력 향상	◦ 영상에 찍히는 정도에 따라 vertex수가 결정되며 정합시에는 200개정도로 줄여서 속도에서 실시간으로 가능	
2단계 연구목표 달성도			98

* 참고 : 1~2차 년도에는 위탁과제로 참여함

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 근육에 따른 표정 구현	2년	1년	미국	80%	미국	90%
◦ 3D 모델링 또는 구현 속도 향상	3개월	1개월	호주	90%	호주	95%
◦ 3차원 얼굴 정보 추출	4개월	1개월	대만	90%	대만	95%
◦ 2D→3D 변환 기술	1년	4개월	중국	80%	중국	95%

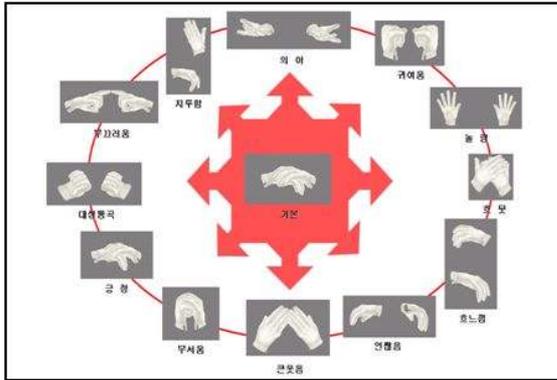
나. 연구성과(정성적)

- 다양한 3D 아바타를 구현(어린여자아이, 간호사, 여성, 남성모델)
- 감정에 따른 사람의 손 제스처를 연구 및 3D 모델로 구현
- 6-2과제에서 개발하고 있는 버디와의 가상 시뮬레이터 및 동기화시켜 가상의 버디로봇 구현
- 스테리오 카메라를 이용한 실시간 3D vertex추출로 개인 모델 형성
- 3D ICP(Iterative Closest Point)알고리즘 구현으로 다양한 모델과의 정합
- vertex의 수를 줄이므로 인해서 속도향상

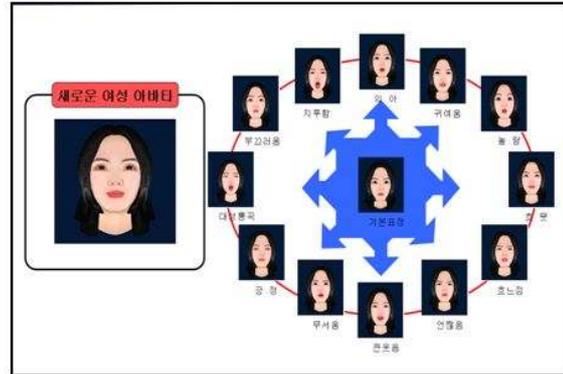
다. 연구성과(사진 및 사진설명)

- 2006년도 ‘마스코트형 3D 로봇 아바타의 손 제스처 모델링 및 립싱크 모델 개발’ 과제

- 퍼지 모델링을 통한 속도 개선(KFIS에 학회논문 제출)
- vertex를 수를 36000개에서 4700개로 축소
- 13가지 감정의 손 제스처 모델링 및 구현
- 13가지 감정의 손 제스처 DB구축
- 표정과 립싱크 모델의 융합으로 자연스러운 표정 및 립싱크 구현



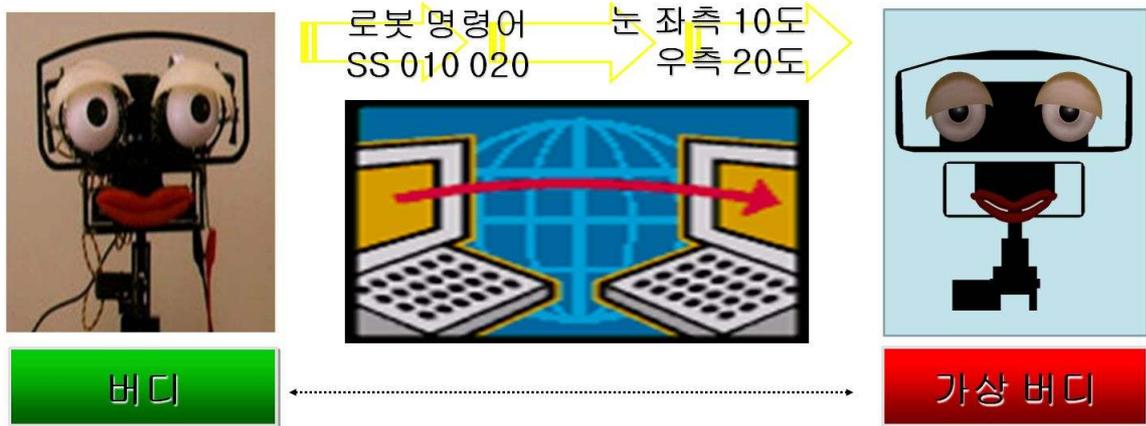
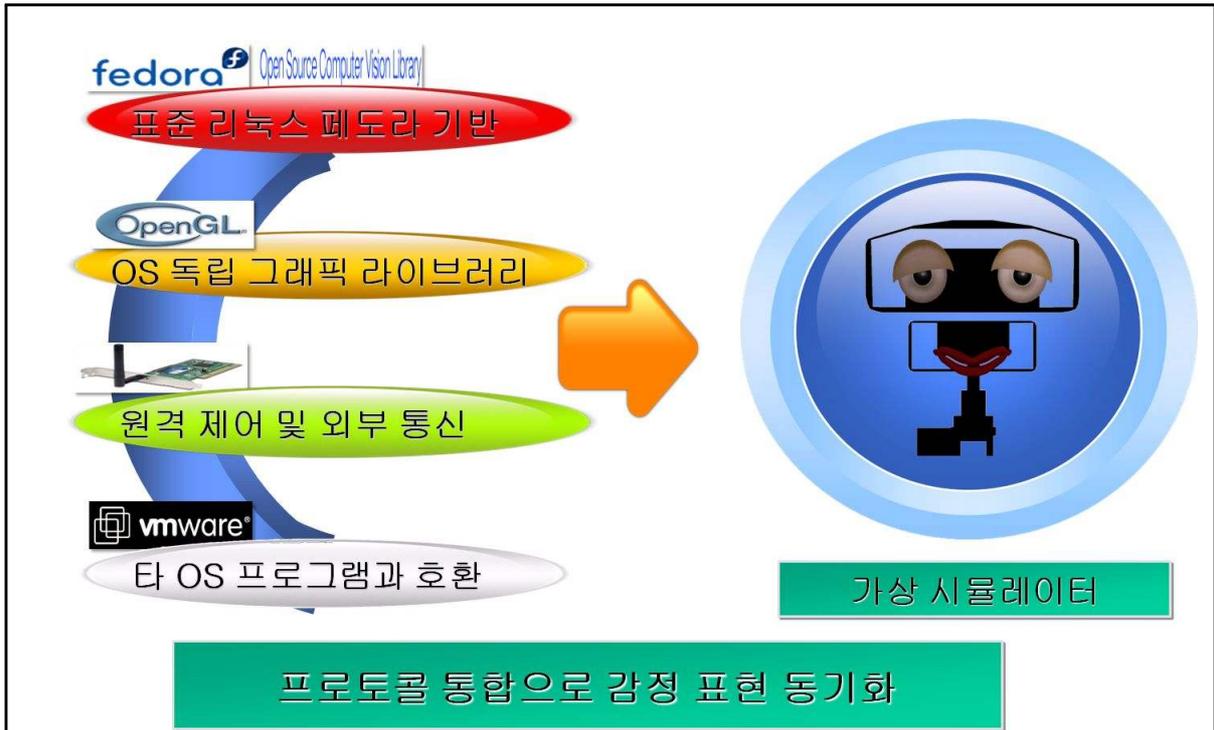
감정별 손 제스처 DB 구축



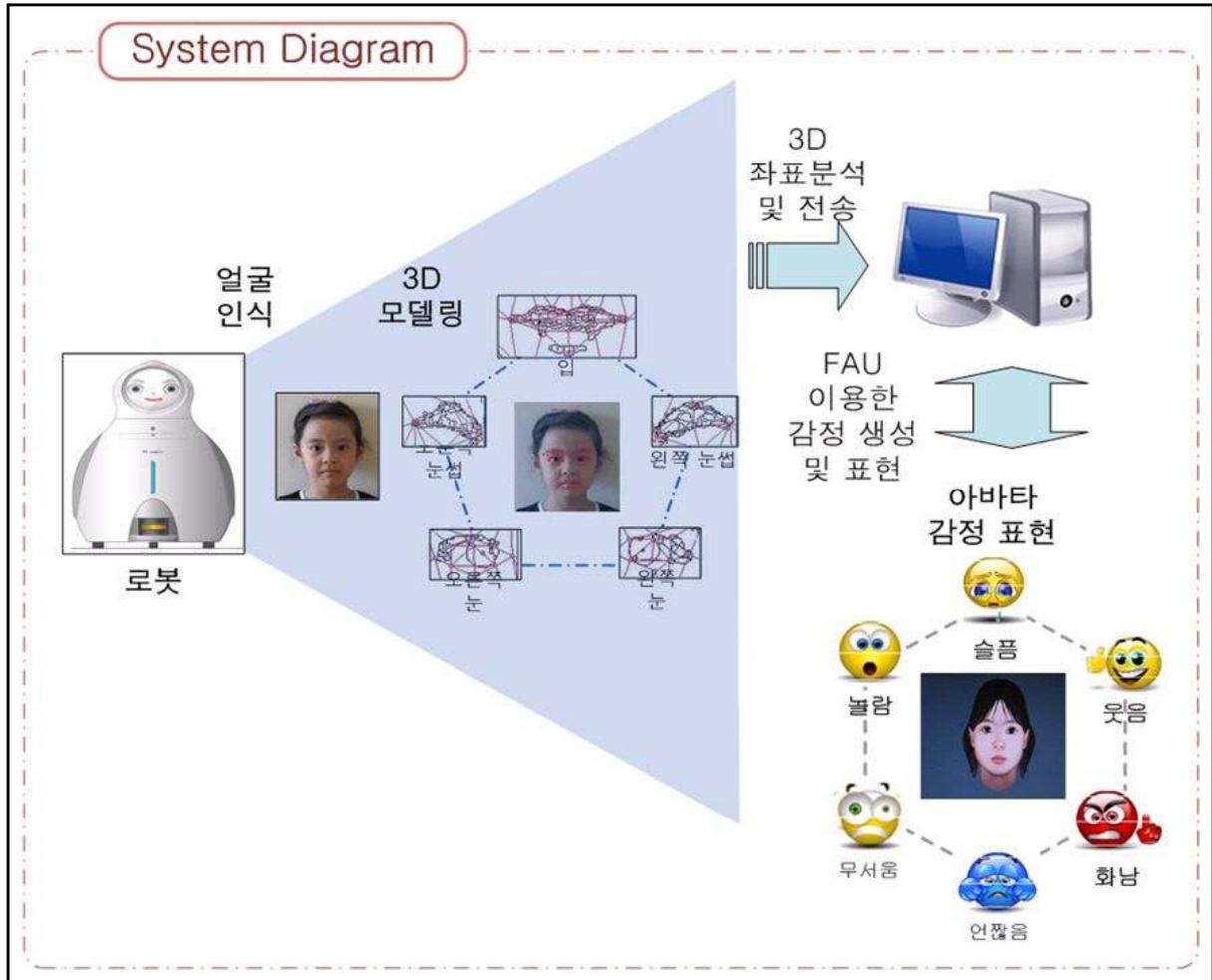
감정표현 및 피부움직임을 위한 립싱크 모델 개발

- 2007년 ‘마스코트형 3D 로봇 아바타 립싱크 모델 개발 및 접촉 정보에 반응하는 그래픽 아바타 립싱크 시뮬레이터 개발’ 과제

- H-robot에 대한 시뮬레이터 구현으로 다양한 표정에 대한 DB구축의 틀로서 제공
- 얼굴표정의 퍼지 모델링을 통하여 동적인 표정을 모델링
(2007년 KFIS 및 CASS에 논문 제출)
- Adaboost알고리즘을 이용하여 사람 얼굴과 시선 맞춤 구현
- Buddy와 얼굴인식 후 시선 맞춤



- 2008년 ‘실시간 3D 모델링을 이용한 3D 아바타의 얼굴 감정 표현 개발’ 과제
 - 스테레오 카메라로 30cm~3M까지 얼굴 검출과 3D vertex추출
 - 눈, 눈썹, 입 주위의 부분을 그룹화하여 DB로 저장
 - 퍼지모델링을 통하여 얼굴의 감정을 표현
 - 하나의 레퍼런스 모델만으로 6가지 기본 감정 표정 구현
 - 3D ICP알고리즘을 구현하여 3차원영상에서도 미리 모델링된 뒷모습과 본인의 모습과의 정합
 - 영상에 찍히는 정도에 따라 vertex수가 결정되며 정합시에는 200개정도로 줄여서 속도에서 실시간으로 가능



3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
-	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2006	3차원 얼굴 모형의 립싱크를 구현하는 방법	10-2006-0 101619	0		서민석	특허법 인 신청		0

다. 홍보 활동 등

- 해당사항 없음

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 스테레오 정합을 이용한 모델링 기술 향상
- 실시간 모델링과 사실감 있는 3D 모델을 위한 최적의 vertex 정보 수집
- 얼굴 근육의 움직임을 기반으로 한 자연스러운 표정 구현

나. 경제적 측면

- 휴대폰 및 온라인 게임 등에 실시간 3D 아바타 모델링 기술을 접목시킴으로서 엔터테인먼트의 요소를 증대시킬 수 있으며, 이를 통한 캐릭터사업 증대
- 실시간 3D 모델링 기술의 다양한 활용을 통한 수익
- 몸체와는 별도의 얼굴 로봇 시장(오락 교육 안내용)이 형성 될 것으로 전망
- 게임을 할 때 소유하고 있는 카메라를 통하여 자신의 표정을 아바타로 전달기능
- 촉각과 시각을 적용한 휴대폰을 만들어 기존의 휴대폰보다 더 많은 판매량 증대 효과
- 사람의 얼굴을 확인하여 기분을 좋게 할 수 있는 가정용 로봇에 적용

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 3D 아바타를 탑재한 다양한 콘텐츠 개발 (온라인 게임, 휴대폰, PDA 등)
- 로봇의 원격제어를 위한 아바타형 UI 로 활용
- 실시간 모델링 기술의 다양한 활용 (가상현실, 디자인, 건축 등)
- 유비쿼터스 환경에 안내 도우미로서의 사용
- 인간형 로봇의 자연스러운 얼굴 표정 구현을 위한 얼굴 근육의 움직임 연구
- 오락·교육·안내 역할의 얼굴 로봇
- 로봇과 인간사이의 감정의 교류 이용한 심리 분석 시스템
- 일상생활의 지원용 및 휴머노이드 로봇

나. 향후 연구 계획

- Theory
 - 1) 자연스러운 3D Point 정합
 - 2) 정교한 실시간 3D데이터 획득
- Application
 - 1) 다양한 로봇 콘텐츠에 개발(게임과 연동)
 - 2) 로봇과의 인터페이스로 개발
 - 3) 손동작을 포함한 다양한 제스처 구현

2단계 연구개발 실적 요약서

과제번호	9-10			
과제명	한 글	로봇 미들웨어 플랫폼 기술개발		
	영 문	Development of Robot Middleware Platform Technology		
연구책임자	안상철	연구기관	한국과학기술연구원	
위탁연구기관	강원대(2006~2007)	참여기업		
2단계 연구비	정부: 560백만원	민간: 0백만원	총 연구비: 560백만원	

1. 연구목표 및 달성도

가. 2단계 최종 연구목표

로봇 모듈 상호간 및 홈 네트워크를 포함한 외부 인터넷 환경과의 상호 운용성을 보장하는 로봇 미들웨어 플랫폼 기술과 로봇의 원격 관리 기술 개발

- 로봇의 Dynamic S/W 아키텍처를 지원하는 로봇 미들웨어 엔진 개발
- 로봇 미들웨어를 지원하는 SDK 개발
- 로봇 S/W 컴포넌트 모듈의 내부 및 원격 관리기술 개발
- 로봇 미들웨어의 표준화 추진

나. 2단계 연차별 연구개발 목표 및 달성내용

년도	연구개발 목표	달성내용(연구결과)	달성도(%)
1 차 년 도	◦ Java 지원 미들웨어 플랫폼 SDK 개발	◦ Java용 Robot Component builder	100
	◦ 대용량 데이터 전송방식 개발	◦ MTOM 방식을 이용한 대용량 데이터 전송 기능 추가	
	◦ 다양한 제어용 네트워크 대응 브릿지 개발	◦ CAN과 RS-232C 연결을 위한 UPnP 브릿지 개발	
	◦ S/W 컴포넌트 간 동시성 제어방식 연구	◦ 모듈간 동시성 지원 동기화 기술 연구	
	◦ 미들웨어 플랫폼 기반 시스템 개발 및 통합 데모	◦ 다양한 로봇에서 로봇 S/W 통합 적용	
2 차 년 도	◦ 로봇 미들웨어 성능 개선	◦ 로봇 미들웨어 SDK 사용성 개선 ◦ 미들웨어 엔진의 Shared library화 ◦ UPnP 인터페이스의 class화	100
	◦ 다양한 제어용 네트워크 대응 브릿지 개발	◦ IEEE1394, RS485 용 브릿지 개발	

	<ul style="list-style-type: none"> ◦ S/W 컴포넌트 간 동시성 제어 방식 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ PTP time sync 모듈 개발 ◦ Task 동시수행을 위한 Synchronization manager 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 미들웨어 보급 및 확산 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 미들웨어 기반 컴포넌트 개발 ◦ 로봇 미들웨어 Windows porting 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 S/W 컴포넌트 관리기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ S/W 컴포넌트 dynamic configuration 서비스 개발 ◦ S/W 컴포넌트 상태감시 서비스 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 보나비전 통합개발환경과의 연동 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 보나비전 iRSP에 UPnP general control point 실장 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 미들웨어 플랫폼 기반 시스템 통합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 로봇 그랜드 챌린지 시스템 구축 등 시스템 통합 지원 	
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사업단 시스템 통합 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UPnP 엔진 업데이트 ◦ General CP 개발 ◦ Binary 데이터 전송방법 개선 ◦ Event 메시지에 data 전송 추가 	100
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지경부 로봇 S/W 플랫폼 과제 결과 적용 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UPnP 기반 로봇 미들웨어에 Single event 기능 추가 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 컴포넌트 관리 mechanism 적용 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ S/W 컴포넌트의 상태감시 서비스 인터페이스 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사업단내 UPnP 보급 및 ◦ UPnP 기반 로봇 미들웨어 교육 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Window용 UPnP Component Builder 제공 ◦ UPnP 교육자료 제공 ◦ 예제 및 사용자를 위한 동영상 매뉴얼 제공 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 보나비전 통합개발환경과의 통합 패키지화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 보나비전 시뮬레이터 연결지원 ◦ General CP JNI 제공 ◦ UPnP SDK GUI 프로그램 제공 및 iRSP와의 통합 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지능로봇 구성을 위한 UPnP 장점 활용 방안 연구 및 제안 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UPnP Auto discovery와 GCP를 이용한 자동 컴포넌트 configuration 서비스 	
2단계 연구목표 달성도			100

2. 연구성과

가. 기술수준

세부기술명	기술격차(년)		연구초기(200×년) 기술수준(%)		현재(2008년) 기술수준(%)	
	연구초기	현재	최고 보유국	우리나라	최고 보유국	우리나라
◦ 실시간 및 QoS 미들웨어 기술	1	0.2	미국	80	미국	90
◦ Dynamic 분산객체/서비스 지원기술	1	0.1	미국	90	미국	97
◦ Dynamic Reconfiguration 기술	2	0.1	미국	60	미국	95
◦ 보안 기술	2	2	영국	50	영국	60
◦ Fault tolerance기술	2	1.5	미국	50	미국	70

나. 연구성과(정성적)

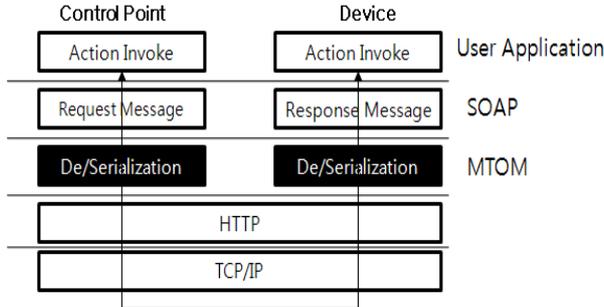
- 로봇 미들웨어 엔진 기술 개발
 - 로봇 미들웨어 엔진의 Shared library화를 통한 사용자 컴포넌트 wrapping 방식 다양화
 - 로봇 미들웨어 인터페이스의 class화로 C++ 지원
 - MTOM방식을 이용한 대용량 데이터 전송 기능 추가
 - 로봇 미들웨어 Windows porting
- Dynamic 분산 컴포넌트 서비스 지원 기술 개발
 - 컴포넌트의 loading, unloading 관리 모듈 개발
 - CAN, RS232, RS485, IEEE1394 디바이스 연결을 위한 UPnP 브릿지 개발
 - PTP time sync 모듈 개발
 - Task 동시수행을 위한 Synchronization manager 개발
 - S/W 컴포넌트 dynamic configuration 서비스 인터페이스 개발
 - S/W 컴포넌트의 상태감시 서비스 인터페이스 개발
- 로봇 미들웨어 SDK 개발
 - Java용 Robot Component builder 개발
 - 이전 단계 로봇 미들웨어 SDK 사용성 개선
 - 로봇 미들웨어 SDK의 통합 일원화
(UPnP component builder for Robots)
- 시스템 통합 및 다른 과제와의 연동
 - 로봇 미들웨어 기반 컴포넌트 개발
 - 보나비전 통합개발환경에의 로봇 미들웨어 결합
 - UPnP general control point 개발 및 적용
 - 로봇 그랜드 챌린지 시스템 구축 등 시스템 통합 지원

다. 연구성과(사진 및 사진설명)

▶ 로봇 미들웨어 엔진 기술 개발

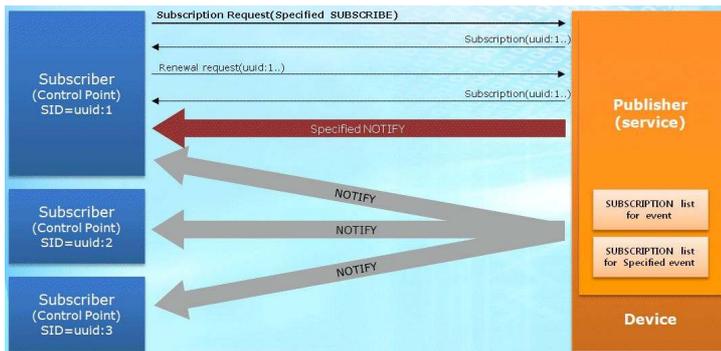
○ MTOM방식을 이용한 대용량 데이터 전송 기능 추가

- UPnP 제어 통신단계에 사용되는 SOAP에 MTOM 기술을 적용하여, UPnP 미들웨어 기반 로봇 컴포넌트 간에 최적화된 대용량 데이터 전송 기술 확보



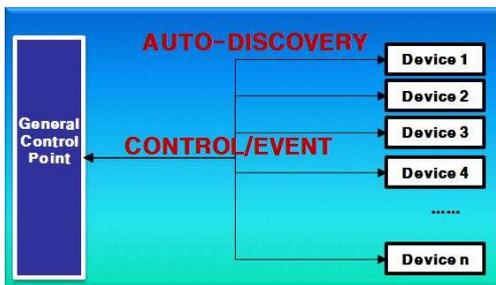
○ Single Event 개발

- Event의 subscription을 state variable 단위로 할 수 있는 single event를 개발

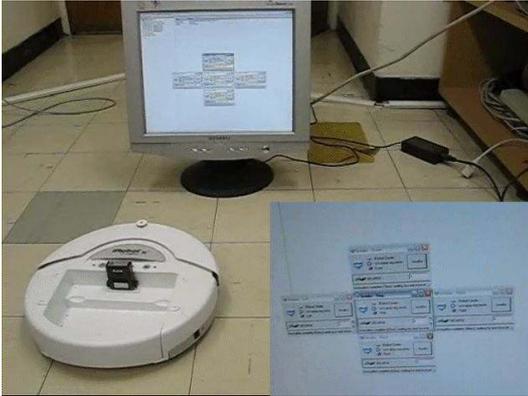


○ General Control Point 개발

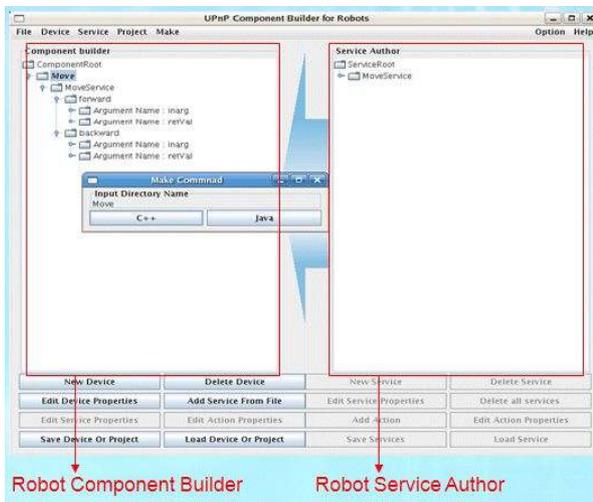
- 네트워크 상의 모든 UPnP Device 를 제어할 수 있는 General Control Point개발



○ 미들웨어 엔진 windows porting

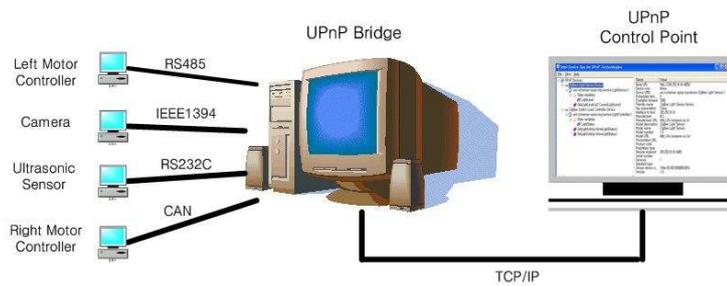


▶ 로봇 미들웨어 SDK 개발

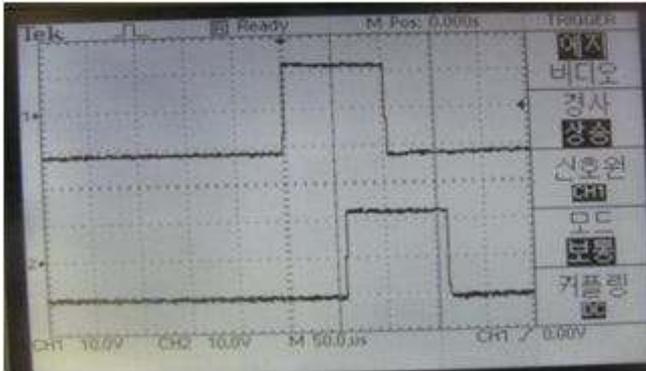


▶ Dynamic 분산 컴포넌트 서비스 지원 기술 개발

○ Legacy 네트워크 Device용 bridge 개발



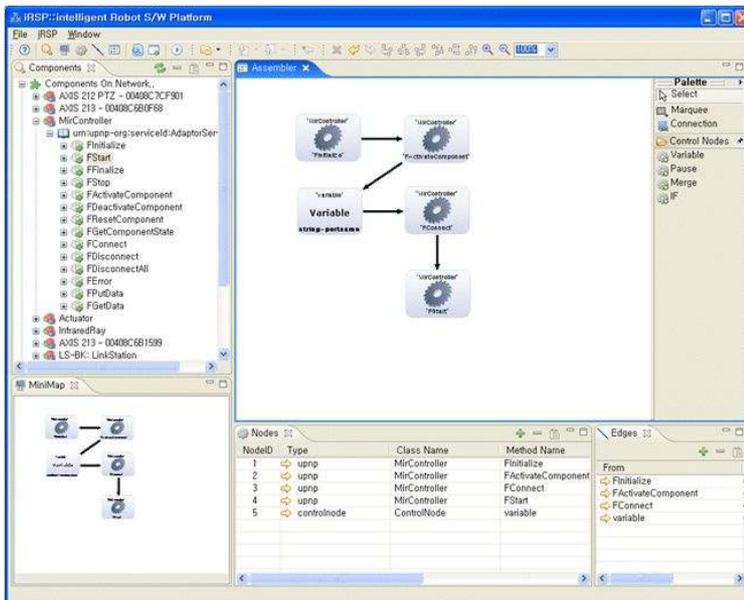
○ PTP 기반 Time synchronization manager 개발



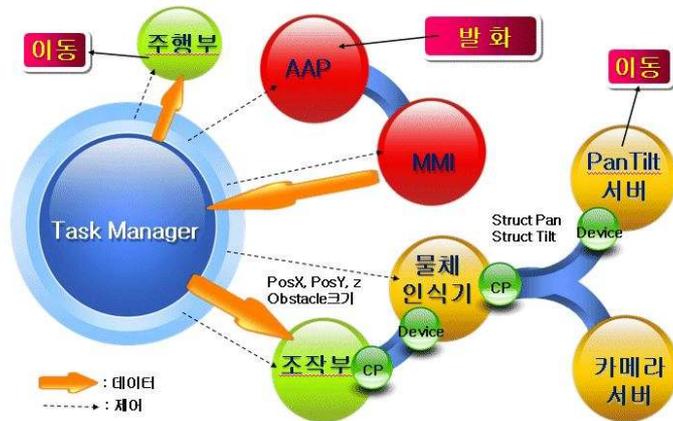
▶ 시스템 통합 및 다른 과제와의 연동

○ 보나비전 통합개발환경과의 통합 패키지화

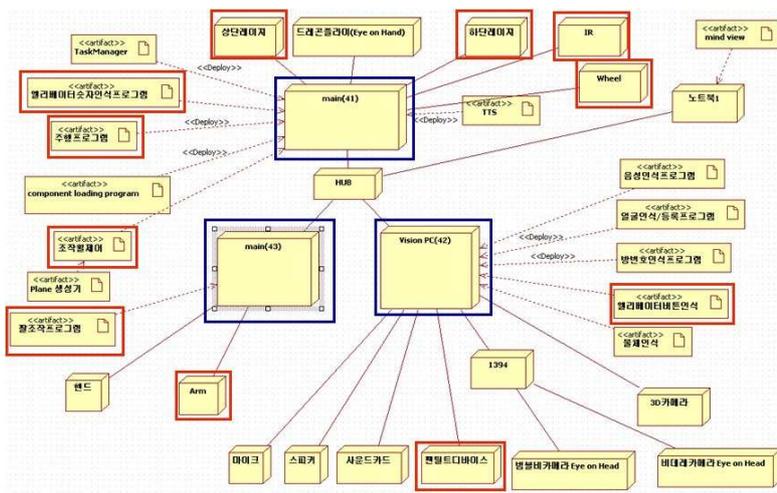
- Windows용 UPnP 로봇 미들웨어 엔진 통합
- UPnP SDK 통합
- General Control Point 적용



- 로봇 미들웨어 플랫폼 기반 시스템 통합
 - 사업단 로봇 통합 테스트 참여
 - 로봇 그랜드 챌린지 시스템 구축 참여(2007, 2008)



<2007 로봇 그랜드 챌린지 시스템 컴포넌트 구성도>



<2008 로봇 그랜드 챌린지 시스템 컴포넌트 구성도>

3. 연구성과(정량적)

가. 논문/특허/기술이전 실적

(단위 : 건)

논문게재				학술발표		특허출원		특허등록		기술료수입			
SCI		비SCI		국내	국외	국내	국외	국내	국외	계약		징수액	
국내	국외	국내	국외							건수	금액	건수	금액
		2		2	6	2		4(프로그래)					

나. 지적재산권(특허) 현황

연도	특허명	번호	구분		발명자	출원국 (등록국)	특허 구분	
			출원	등록			원천	응용
2008	UPnP와 임베디드 Non-IP 장치간 상호연동을 위한 UPnP 브리지 장치	10-2008-031058	특허출원		박홍성, 강정석, 최용순, 안상철	한국		0
2008	UPnP 네트워크에서의 데이터 통신 시스템 및 방법	10-2008-0092926	특허출원		안상철, 권용무, 김경산	한국		0
2006	로봇 서비스 개발 도구	2006-01-179-005197		프로그램 등록	안상철, 김형근, 이정우, 임기웅	한국		0
2006	로봇 컴포넌트 개발 도구	2006-01-271-005196		프로그램 등록	안상철, 김형근, 이정우, 임기웅	한국		0
2008	UPnP 기반 로봇 S/W 컴포넌트 개발	2008-01-271-001621		프로그램 등록	안상철, 임기웅	한국		0
2008	로봇 S/W 컴포넌트 Loader	2008-01-234-001622		프로그램 등록	안상철, 임기웅	한국		0

다. 홍보 활동 등

- 2008년 9월 일본 AIST에서 ‘UPnP 기반 로봇 미들웨어’에 대해서 세미나 및 홍보

4. 국가 산업에 미치는 기대효과

가. 기술적 측면

- 개방형(Open) 미들웨어 구조 채택으로 embedded 미들웨어 기술의 향상
- 로봇의 모듈별 디자인을 표준화하고 용이하게 함으로 해서 로봇 모듈 개발기술의 향상 촉진
- Dynamic 분산환경 기반의 미들웨어 적용으로 로봇의 dynamic reconfiguration 기술 개발 유도
- 로봇 S/W의 활용성, 재사용성을 크게 높일 수 있을 것으로 예상됨
- 임베디드 시스템이나 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템에서도 같이 사용 할 수 있을 것으로 예상됨

나. 경제적 측면

- 로봇용 미들웨어 플랫폼의 보급으로 태동하고 있는 국내 로봇산업의 활성화 기대

- 로봇의 모듈별 디자인을 표준화해서 로봇산업 중에서도 로봇 모듈 및 component 산업의 개발 예상
- 외국에서 하나, 둘씩 발표되고 있는 로봇 개발 플랫폼을 대체할 수 있는 대안으로 수입대체 효과
- 임베디드 시스템 산업이나 유비컴 산업에 활용되어 중추적인 역할을 할 수 있음

5. 연구결과 활용 및 향후 계획

가. 연구결과 활용 계획

- 로봇 미들웨어 플랫폼 기술은 다양한 Embedded 시스템용 미들웨어 기술로 확장하여 활용가능
- 로봇 미들웨어의 인터페이스를 Open하여 로봇의 대중화 및 로봇 기술의 개발 및 확산에 활용
- 로봇 미들웨어의 표준화를 통해서 로봇 모듈 산업의 개발 및 활성화 유도
- 본 연구결과로 나오는 로봇 미들웨어 플랫폼 SDK는 기본적인 기능을 제공하는 형태로 무상으로 산업계에 보급할 예정이고, 보나비전에서 개발된 통합개발환경과 결합한 버전은 상용화를 할 계획임

나. 향후 연구 계획

- 로봇 미들웨어 플랫폼에 관한 연구내용은 대부분 지경부 OPRoS 과제로 이관된 상황임
- 본 과제에서는 지금까지 개발된 내용을 가지고 사업단 로봇 시스템 구축에 적용하는 작업을 계속 진행
- 앞으로 지경부 OPRoS 과제에서 나오는 결과를 프론티어 사업단 연구에 적용



지식경제부

21C 프론티어기술개발사업



Center for Intelligent Robotics

2. 연구개발성과 목록

- A. 논문게재 목록
- B. 특허 출원 및 등록 목록
- C. 기술실시계약 체결 목록



21C Frontier Program

Center for Intelligent Robotics



지식경제부

21C 프론티어기술개발사업



Center for Intelligent Robotics

A. 논문게재 목록



21C Frontier Program

Center for Intelligent Robotics

A. 논문 게재 목록

일련 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제별명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용지 수
			이름	소속							
1	로봇 지능 구현 아키텍처	A Task Management Architecture for Control of Intelligent Robots	이재호	서울시립대	Jaeho Lee (이재호)	Lecture Notes in Artificial Intelligence	2006		○		
2		An Agent-Based System Integration Architecture for Intelligent Service Robots	이재호	서울시립대	Jaeho Lee (이재호)	Lecture Notes in Artificial Intelligence	2006		○		
3		On Text Mining Algorithms for Automated Maintenance of Hierarchical Knowledge Directory	이재호	서울시립대	Hanjoon Kim (김한준)	Lecture Notes in Artificial Intelligence	2006		○		
4		A Hybrid Mood Classification Approach for Blog Text	이재호	서울시립대	Yuchul Jung	Lecture Notes in Artificial Intelligence	2006		○		
5		지능형 로봇 제어를 위한 시스템 통합 방법론	이재호	서울시립대	곽별삼	한국정보과학회지	2006		X		
6		다중 작업 처리를 위한 BDI 에이전트 시스템	이재호	서울시립대	곽별삼	한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2006		X		
7		소프트웨어 로봇 연구용 테스트베드	이재호	서울시립대	김인철	대한전자공학회지	2006		X		
8		휴우리스틱 자원 시간 계획을 위한 탐색 알고리즘	이재호	서울시립대	신행철	한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2006		X		
9		자율로봇을 위한 계획기반의 제어 구조	이재호	서울시립대	김하빈	한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2006		X		
10		지능 로봇을 위한 계획기반의 혼합 주도권 제어	이재호	서울시립대	최재혁	한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2006		X		
11		시맨틱 웹 서비스 조합을 위한 계획 영역 지식 변환기	이재호	서울시립대	김현식	한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2006		X		
12		분산 제어 구조내의 로봇 작업 계획	이재호	서울시립대	김현식	한국정보과학회 가을 학술발표논문집	2006		X		
13		전향 상태 공간 계획을 위한 계획 그래프 휴우리스틱	이재호	서울시립대	신행철	한국정보과학회 가을 학술발표논문집	2006		X		
14		계획 지식 모델링 도구의 설계 및 구현	이재호	서울시립대	최재혁	한국정보과학회 가을 학술발표논문집	2006		X		
15		Mapping Semantic Web Service Descriptions to Planning Domain Knowledge	이재호	서울시립대	Hyunsik Kim (김현식)	World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (WC'06)	2006		X		
16		A Density-based Outlier Detection Technique for Real-Time Network Misuse Detection	이재호	서울시립대	Hanjoon Kim (김한준)	International Conference on Convergence Technology and Information Convergence	2006		X		
17	로봇 지능 구현 아키텍처	그리드 기반 가상대형장비실현을 위한 통합데어티브이 서비스의 설계 및 구현	이재호	서울시립대	김근태	한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2006		X		
18	지능형 로봇의 적응성을 위한 OWL-S와 에이전트 기반의 확장된 웹 서비스	이재호	서울시립대	이창호	한국정보과학회 소프트웨어공학회지	2006		X			
19	적응형 소프트웨어에 대한 웹 서비스 발견 기반 기법	이재호	서울시립대	김진한	한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2006		X			
20	지능형 로봇의 적응성을 위한 확장된 웹 서비스 발견 기법	이재호	서울시립대	김진한	한국정보과학회 가을 학술발표논문집	2006		X			
21	스프링트 기반 인간-로봇 상호작용에서의 사용자 개입 처리	이재호	서울시립대	이창호	한국정보과학회 가을 학술발표논문집	2006		X			
22	아키텍처 기반의 자가 성장 로봇 소프트웨어를 위한 저장 구조	이재호	서울시립대	김현중	HCi2007 학술대회	2006		X			
23	Human-Robot Interactive Task Managing for Fetch-and-Carry Errands based on Abstract Scripts	이재호	서울시립대	최호진	한국 소프트웨어공학 학술대회	2006		X			
24	Adapting Service Robot Behaviors to User Intervention by Script-based Interaction	이재호	서울시립대	김요찬	IFAC-HMS	2006		X			
25	UTBot: A Virtual Agent Platform for Teaching Agent System Design	이재호	서울시립대	Hyun Joong, Kim	IFAC-HMS	2006		X			
26	JPLAN: the Heuristic Search Planning System	이재호	서울시립대	In-Cheol Kim	Journal of Multimedia	2007		X			
27	A Plan-Based Control Architecture for Intelligent Robotic Agents	이재호	서울시립대	In-Cheol Kim	International Conference on Advanced Robotics (ICRA'07)	2007		X			
28	지능형 로봇 제어를 위한 작업계획 생성기와 실행기의 통합	이재호	서울시립대	김인철	International KES Symposium on Agent and Multi-Agent Systems (KES-AMSTA'07), LNAI 4496	2007		X			
29	반응형 계획에 기초한 자동화된 시맨틱 웹서비스의 조합	이재호	서울시립대	김인철	한국인터넷정보학회논문지	2007		X			
30	자동 계획수립을 위한 기계학습	이재호	서울시립대	김인철	한국인터넷정보학회 논문지	2007		X			
31			이재호	서울시립대	김인철	한국정보과학회지	2007		X		

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용지수
			이름	소속							
32		강화학습을 지원하는 행위기반 에이전트 구조의 실제 동적의 불확실성을 표현하기 위한 계획영역지식 언어의 설계	이재호	서울시립대	김인철	한국인터넷정보학회 2007년 추계 학술대회	2007		X		
33		사태 기반 계획 시스템의 설계 및 구현	이재호	서울시립대	김인철	한국인터넷정보학회 2007년 추계 학술대회	2007		X		
34		효율적인 멀티 에이전트 강화 학습을 위한 RBFN 기반의 정책 모델	이재호	서울시립대	김인철	한국인터넷정보학회 2007년 추계 학술대회	2007		X		
35		실시간 동적 프로그래밍에 기초한 확률 계획기의 설계 및 구현	이재호	서울시립대	김인철	한국지능정보시스템학회 2007년 추계 학술대회	2007		X		
36		행위 기반 강화 학습 에이전트 구조	이재호	서울시립대	김인철	한국지능정보시스템학회 2007년 추계 학술대회	2007		X		
37		대화형 사례 기반 계획 시스템의 설계 및 구현	이재호	서울시립대	김인철	한국지능정보시스템학회 2007년 추계 학술대회	2007		X		
38		적대적 멀티 에이전트 환경에서 효율적인 강화학습을 위한 정책 모델링	이재호	서울시립대	김인철	한국지능정보시스템학회 2007년 추계 학술대회	2007		X		
39		A New Density-based Misuse Detection Method in Network Intrusion Detection	이재호	서울시립대	김인철	한국정보과학회 2007 한국 컴퓨터 종합 학술 대회	2007		X		
40		Integrating Incremental Feature Weighting into Naive Bayes Text Classifier	이재호	서울시립대	김한준	Information : An International Journal	2007		X		
41		Performance Evaluation on Managing XML Documents with Native XML Databases	이재호	서울시립대	김한준	The International Conference on Machine Learning and Cybernetics	2007		X		
42		실시간 네트워크 침입탐지 시스템을 위한 아웃리이어 클러스터 검출 기법	이재호	서울시립대	안민영	The International Conference on Convergence Technology and Information Convergence 2007	2007		X		
43		XML 데이터베이스 기반 멀티미디어 데이터관리기법의 개선	이재호	서울시립대	장재영 김한준(제2저자)	한국인터넷정보학회 논문지	2007		X		
44		An Agent-Based Web Service Composition Using Semantic Information and QoS	이재호	서울시립대	안민영	한국정보과학회 2007 추계 학술대회	2007		X		
45		Runtime Service Discovery and Reconfiguration using OWL-S based Semantic Web Service	이재호	서울시립대	Eunjoon Lee	Lecture Notes in Computer Science	2007		X		
46		Evolving Web Service Applications using UML and OWL-S	이재호	서울시립대	Jinhan Kim	IEEE 7th International Conference on Computer and Information Technology	2007		X		
47	로봇 지능 구현 아키텍처	A SOA based Component Service for Self-Adaptation of Intelligent Robots	이재호	서울시립대	Changho Lee	International Conference on Convergence Information Technology	2007		X		
48		A Web Service Discovery Using Contexts and Rules in the Semantic Web	이재호	서울시립대	Jinhan Kim	International Conference on Applications and Principles of Information Science	2007		X		
49		UML과 OWL-S를 사용한 웹 서비스 진화 프레임워크	이재호	서울시립대	Changho Lee	International Conference on Applications and Principles of Information Science	2007		X		
50		웹 서비스 애플리케이션의 동적 설정을 위한 ESB와 에이전트 기반 프레임워크	이재호	서울시립대	김진한	디지털컨텐츠 학회 논문지	2007		X		
51		OWL-S 기반의 시맨틱 웹 서비스를 이용한 동적 소프트웨어 재구성	이재호	서울시립대	이창호	정보처리학회 논문지A	2007		X		
52		ESB를 사용한 지능로봇의 에이전트 기반 동적 적응	이재호	서울시립대	이재정	한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2007		X		
53		시맨틱 웹을 이용한 UML 기반의 웹 서비스 애플리케이션의 진화	이재호	서울시립대	이재정	한국정보과학회 가을 학술발표논문집	2007		X		
54		An Agent-Based Approach for Building Intelligent Robots: Work in Progress	이재호	서울시립대	이창호	한국정보과학회 가을 학술발표논문집	2007		X		
55		토포믹 기반 디지털 콘텐츠 표준화	이재호	서울시립대	Jaeho Lee	In Proceedings of the 2007 International Conference on Ubiquitous City Technology (ICUCT-2007)	2007		X		
56		지능로봇에서 에이전트와 ESB를 사용한 서비스 지원 애플리케이션의 자가 재구성	이재호	서울시립대	이재정, 김진한, 이창호, 이병정	한국정보과학회, 정보과학회지 제26권 제6호, 통권 제229호, pp. 29-33	2008/6	국내			
57		테스트 기반 웹 서비스 검색	이재호	서울시립대	박영기, 정우성, 이병정, 정, 우치수	정보과학회 논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터, Vol. 14, No. 8, pp. 813-817	2008/11	한국			
58		Identifying Metrics for Commercial-Off-the-Shelf Software with Inductive Inference Based on	이재호	서울시립대	정, 우치수	소프트웨어공학 소시이어티 논문지, 제1권, 제1호	2008/6	한국			
59		적대적 멀티 에이전트 환경에서 효율적인 강화학습을 위한 정책 모델링	이재호	서울시립대	Chongwon Lee, Byungseong Lee, Jaewon Oh, Chisu Wu	Journal of Information Science and Engineering, Vol. 24, No. 6, pp. 1603-1628	2008/11	대만			
60		킴포넨트 서비스 기반의 휴리스틱 탐색 계획기	김인철	경기대	권기덕	한국정보과학회 논문지	2008/3	한국	X		
61			김인철	경기대	신형철	한국정보처리학회 논문지	2008/4	한국	X		

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제널명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
62	로봇 지능 구현 아키텍처	L-CAA : 행위 기반 강화학습 에이전트 구조	김인철	경기대	황종근	지능정보연구	2008/9	한국	X		
63		JCBP: 사례 기반 계획 시스템 Adapting Service Robot Behaviors to User Intervention by Script-based Interaction	김인철	경기대	김민수	지능정보연구	2008/12	한국	X		
64						Hyun Joong, Kim	IFAC-HMS				
65		Ontology-Based Framework of Robot Context Modeling and Reasoning for Object Recognition	서일홍	한양대학교	Wonil Hwang, Jinyoung Park, Hyowon Suh, Hyungwook Kim, Il Hong Suh	Lecture Notes in Computer Science	2006/9	독일	X		
66		Vision-Based Semantic-Map Building and Localization	서일홍	한양대학교	Seungdo Jeong, Jounghoon Lim, Hong Il Suh, Byung- Uk Choi	Lecture Notes in Computer Science	2006/10	독일	X		
67		Robot Knowledge Framework for Robot Intelligence: Ontology-based Robot Knowledge Management System from Sensor data to Contextual Information	서일홍	한양대학교	G.H. Lim, H.S Kim, I.H Suh, S. Lee, J.H. Son	COE-CIR Workshop	2006		X		
68		상황 이해를 위한 로봇 지식 체계	서일홍	한양대학교	임기현, 서일홍, 이상 훈, 황원일, 서효원	정보과학회지 2006년 10월 특집호	2006		X		
69		유비쿼터스 환경에서의 온톨로지 기반 시간 추론	서일홍	한양대학교	최정화, 서일홍, 박영택		2006/10	한국	X		
70		온톨로지 데이터를 위한 새로운 ebXML 레지스트리 정보 모델의 설계	서일홍	한양대학교	노오한, 김항규, 김학 수, 문정희, 손진현, 김 명호		2006/10	한국	X		
71		멀티 에이전트의 멀티 테스크 수행을 위한 동적 협력 그래 프	서일홍	한양대학교	G.H. Lim, J.K. Kim, I.H. Suh, M.K. Pak	제 2 회 국방정보 및 제어 학술대회	2006		X		
72			GAGPC: An Algorithm to Optimize Multiple Continuous Queries on Data Streams	서일홍	한양대학교	서영균, 손진현, 김명호	Database and Applications DBA 2006	2006		X	
73	지능 구현 지식 체계	Design of Robot Knowledge Management System: OWL-aware Relational Model Approach	서일홍	한양대학교	Gi Hyun Lim, Hak Soo Kim, Il Hong Suh, Sanghoon Lee, Jih Hyun Son	The 3rd International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI 2006)	2006/10	한국	X		
74		Ontology-based User Context Modeling for Ubiquitous Robots	서일홍	한양대학교	Jung Hwa Choi, Il Hong Suh, Young Tack Park	The 3rd International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI 2006)	2006/10	한국	X		
75		Map-building and Localization by Three-dimensional Local Features for Ubiquitous Service Robot	서일홍	한양대학교	Yongbin Park, Seungdo Jeong, Il Hong Suh, Byung-Uk Choi	International Conference on Ubiquitous Convergence Technology	2006		X		
76		Vision-based 3D Spatio-Temporal Context Generation for Mobile Robot Applications	서일홍	한양대학교	Jongleul Chung, Hyung Wook Kim, Sanghoon Lee, Il Hong Suh, Byung Uk Choi and Myung Kwan Park		2006/7	한국	X		
77		Ontology-based Semantic Context Modeling for Invisible Object Recognition	서일홍	한양대학교	ung-Hwa Choi; Young-Tack Park; Il Hong Suh		2007/11	한국	X		
78		Ontology-based Multi-layered Robot Knowledge Framework (OMRKF) for Robot Intelligence	서일홍	한양대학교	Il Hong Suh, Gi Hyun Lim, Wonil Hwang, Hyowon Suh, Jung- Hwa Choi, Young- Tack Park		2007/10	미국	X		

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 수
			이름	소속							
79		A Scalable Method for Robot Object Recognition Using Augmentable Ontology	서일홍	한양대학교	Jeahyun Park, Gi Hyun Lim, Il Hong Seh, Joongmin Choi, Gi Hyun Lim, Jongleul Chung, Gwag Geun Ryu, Jong Bok Kim, Sang Hyoung Lee, Hong Suh, Jung Hwa Choi and Young tack Park		2007/10	한국	X		
80		Ontological Representation of Vision-based 3D Spatio-Temporal Context for Mobile Robot Applications	서일홍	한양대학교	박영빈, 서일홍, 최병욱		2007/1	일본	X		
81		월드 엘리먼트와 오퍼레이터의 추상화에 기반한 효율적인 계층적 작업계획	서일홍	한양대학교	임기현, 서일홍	로봇공학회 논문지	2007/9	한국	X		
82		이동 로봇의 물체인식과 주행을 위한 로봇 지식 체계	서일홍	한양대학교	김학수, 신영재, 황진호, 이승미, 손진현	전자공학회 논문지	2007/8	한국	X		
83		XML 구조 문맥을 사용한 효율적인 경로 표현식 조인 알고리즘	서일홍	한양대학교	Youngbin Park, Seungdo Jeong, Il Hong Suh, Byung-Uk Choi	한국정보처리학회 논문지	2007/10	한국	X		
84		Map-Building and Localization by Three-Dimensional Local Features for Ubiquitous Service Robot	서일홍	한양대학교	Jung-Hwa Choi	Lecture Notes in Computer Science	2007/6	독일	X		
85		Ontology-based Semantic Context Modeling for Object Recognition of Intelligent Mobile Robots	서일홍	한양대학교	The 13th International Conference on Advanced Robotics		2007				
86		Robot-centered Ontology based Object Recognition	서일홍	한양대학교	제4차 CIR-COE 공동 워크샵		2007				
87		Hierarchical Abstraction of World Elements and Behaviors for Efficient Planning of a Mobile Robot	서일홍	한양대학교	Young-Bin Park		2007				
88	지능 구현 지식 체계	Ontology-Based Semantic Context Modeling for Object Recognition of Intelligent Mobile Robots	서일홍	한양대학교	Jung Hwa Choi; Young Tack Park; Il Hong Suh; Gi Hyun Lim; Sanghoon Lee	Lecture Notes in Control and Information Science 370	2008/2	독일	X		
89		Weighted Action-coupled Semantic Network (wASN) for Robot Intelligence	서일홍	한양대학교	Gi Hyun Lim; Il Hong Suh		2008/9	프랑스	X		
90		Hierarchical Abstraction of World Elements and Behaviors for Efficient Task Planning of a Mobile Robot	서일홍	한양대학교	Young-Bin Park; Il Hong Suh; Byung-Uk Choi		2008/9	프랑스	X		
91		물체의 공간적 의미정보를 이용한 로봇의 자기위치 추정 방법	서일홍	한양대학교	이주호; 서일홍; 최병욱		2008/6	한국	X		
92		OWL 온톨로지 추론과 Java 기반 물 결합을 통한 이동 로봇 지식 추론 엔진의 구현	서일홍	한양대학교	이대식; 임기현; 서일홍; 박영택		2008/6	한국	X		
93		Vision Sensor를 사용하는 로봇지식 관리에 관한 Rule 기반의 인식 오류 검출 필터	서일홍	한양대학교	이대식; 임기현; 서일홍		2008/6	한국	X		
94		An Efficient Static Compressed Data Management System for an Embedded DBMS	서일홍	한양대학교	황진호; 이정화; 김건우; 김학수; 손진현		2009/2	중국	X		
95		시맨틱 질의언어에 대한 SQL 기반의 최적화 질의 처리 방법	서일홍	한양대학교	김학수; 김건우; 황진호; 손진현		2008/5	한국	X		
96		단계적인 온톨로지 정규화 기법의 제안	서일홍	한양대학교	최윤호; 김학수; 김종진; 이승미; 손진현		2008/5	한국	X		
97		XML 문서에서 효율적인 키워드 검색을 위한 원소의 의미 정보 이용 검색 기법	서일홍	한양대학교	김종진; 김재형; 이승미; 손진현		2008/11	한국	X		
98		관계형 데이터 스트림에서 키워드 검색을 위한 질의 최적화	서일홍	한양대학교	황진호; 김학수; 김종진; 이승미; 손진현		2008/11	한국	X		
99		모바일 DBMS를 위한 압축 데이터 관리 시스템의 기능고도화	서일홍	한양대학교	황진호; 이정화; 김건우; 신영재; 손진현	정보처리학회논문지	2008/6	한국	X		
100		플래시 메모리의 특성을 고려한 효율적인 압축 데이터 관리 기법	서일홍	한양대학교	황진호; 이정화; 김건우; 김재형; 이승미; 손진현		2008/6	한국	X		
101		Robust Object Instance Registration for Robot-centered Knowledge Framework	서일홍	한양대학교	Dae Sic Lee; Gi Hyun Lim; Il Hong Suh		2009/2	일본	X		

입력 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수	
			이름	소속								
102	지능형 인간로봇 상호작용 기술개발	Using IS-A Relation Patterns for Factoid Questions in Question Answering Systems	서정연	서강대학교	심보준, 고영중	IEICE TRANSACTIONS ON INFORMATION AND SYSTEMS	2006/12	Japan	○	524	0.242	
103		Unsupervised word sense disambiguation for Korean through the acyclic weighted digraph using corpus and dictionary	서정연	서강대학교	윤어훈, 신충녕, 이성욱	Information Processing and Management	2006/3	UK	○	1137	1.192	
104		The design of a multi-domain dialogue system based on a form-based model and statistical classification techniques	서정연	서강대학교	강상우, 정형일, 김학수	URAI 2006	2006	Korea	X			
105		A Plan-based Model for Efficient Response Generation in Dialogue User Interface	서정연	서강대학교	강상우, 고영중	The 3rd CIR-COE Joint Workshop On Robot Technologies for Human-Robot Coexistence	2006	japan	X			
106		지능형 인간로봇 개발을 위한 계획기반의 대화 모델 설계	서정연	서강대학교	강상우, 고영중	인간지능 생활지는 지능로봇 기술개발사업단 제6차 기술교류 워크숍	2006	Korea	X			
107		대화시스템을 위한 계획인식과 담화스택을 이용한 효과적 인 응답 생성	서정연	서강대학교	강상우, 고영중	제18회 한글 및 한국어 정보처리 학술 대회(HCLT 2006)	2006	Korea	X			
108		통계에 기반한 다양성 대화형 도우미 시스템의 설계	서정연	서강대학교	정형일, 김동현, 장효준, 김학수	제18회 한글 및 한국어처리 학술대회	2006	Korea	X			
109		A Competitive Co-Evolving Support Vector Clustering	서정연	서강대학교	전성해, 오경환	Lecture Notes in Computer Science	2006		○			
110		A dialogue-based NLDB system in a schedule management domain	서정연	서강대학교	김학수	Lecture Notes in Computer Science	2006		X			
111		Intention Recognition using a Graph Representation	서정연	서강대학교	윤소정, 오경환	International Conference on Multimodal Interfaces	2006		X			
112		유사적합성 피드백 기반의 문서요약기를 이용한 효과적 인 스니펫 생성	서정연	서강대학교	안홍국, 고영중, 서정연	Human Computer Interaction	2006		X			
113		지능형 인간로봇 상호작용 기술개발	An Evolutionary Support Vector Machine for Intrusion Detection	서정연	서강대학교	전성해, 오경환	Asian Journal of Information Technology	2006		X		
114			An Evolutionary Statistical Learning Theory	서정연	서강대학교	전성해, 오경환	International Journal of Computational Intelligence	2006		X		
115			Multi-Agent Systems for Intelligent Clustering	서정연	서강대학교	박정은, 오경환	International Conference on Composite Structures	2006		X		
116			OWL 속성을 이용한 온톨로지 간 의미 유사도 측정 방법	서정연	서강대학교	안우식, 박정은, 오경환	한국정보과학회 한국컴퓨터 종합학술대회 2006	2006		X		
117			Hybrid Self Organizing Map using Monte Carlo Computing	서정연	서강대학교	전성해, 박민재, 오경환	한국퍼지 및 지능 시스템 학회 06	2006		X		
118			Using classification techniques for informal requirements in the requirements analysis-supporting system	서정연	서강대학교	고영중, 박수용, 최순환	INFORMATION AND SOFTWARE TECHNOLOGY	2007/11	Netherlands	○	557	0.726
119	A dialogue-based NLDB system in a schedule management domain		김학수	서강대학교		LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE	2007/01	Germany	○	4284	0.302	
120	Named Entity Recognition Using Acyclic Weighted Digraphs: A Semi-supervised Statistical Method		서정연	서강대학교	김건오, 윤어훈, 김학수	LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE	2007/5	Germany	X			
121	Human Behavior Analysis for Human-Robot Interaction in Indoor Environments		오경환	서강대학교	박정은	LECTURE NOTES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE	2007/11	Germany	X			
122	패턴 매칭과 통계 모델링을 이용한 대화 인터페이스 시스템의 구현		김학수	서강대학교		컴퓨터교육학회 논문지(한국컴퓨터교육학회)	2007/5	Korea	X			
123	Conditional Random Fields를 이용한 영역 행위 분류 모델	김학수	서강대학교		인지과학(한국인지과학회)	2007/3	Korea	X				
124	신경망을 이용한 영역 행위 예측	서정연	서강대학교	이현정, 김학수	인지과학(한국인지과학회)	2007/6	Korea	X				
125	강화학습법을 이용한 효과적인 적응형 대화 전략신경망을 이용한 영역 행위 예측	서정연	서강대학교	김원일, 고영중	정보과학회 논문지(한국정보과학회)	2007/12	Korea	X				
126	결정 트리를 이용한 지식 표현 '갯'의 구별	서정연	서강대학교	조은경, 김학수	정보과학회 논문지(한국정보과학회)	2007/9	Korea	X				
127	Intention Recognition using a Graph Representation	오경환	서강대학교	윤소정	ICMI 2007	2007	Japan	X				

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
128	지능형 인간로봇 상호작용 기술개발	유사작합성 피드백 기반의 문서요약기법을 이용한 효과적 인 스니펫 생성	서정연	서강대학교	안홍국, 고영중	HCI학회 2007	2007	Korea	X		
129		An Effective Snippet Generation Method Using the Pseudo Relevance Feedback Technique	서정연	서강대학교	고영중, 안홍국	ACM SIGIR 2007	2007/7	Netherlands	X		
130		Speech Act Classification Based on Individual Statistical Models in a Multi-Domain	서정연	서강대학교	강상우, 김학수	IEEE RO-MAN 2007	2007/8	Korea	X		
131		Investigation on Indoor Humans Behavior for Robot Application	오경환	서강대학교	윤소정	MDAI 2007	2007/8	Japan	X		
132		유사 적합성 피드백 기반의 문서 요약 기법을 이용한 효과적 인 스니펫 생성	서정연	서강대학교	안홍국, 고영중	HCI 2007	2007/2	Korea	X		
133		목적지향 대화에서 화자 의도의 통계적 예측모델	서정연	서강대학교	김동현, 신충녕, 김학수	음성 통신 및 신호처리 학술대회	2007/8	Korea	X		
134		S-list를 이용한 멀티모달 참조대용어 처리	김학수	서강대학교	이세의	한국정보과학회-강원지부	2007/6	Korea	X		
135		Pseudo-Relevance Feedback and Statistical Query Expansion for Web Snippet Generation	서정연	서강대학교	고영중, 안홍국	Information Processing Letters	2008/12	Netherlands	O	2488	0.660
136		A reliable FAQ retrieval system using a query log classification technique based on latent semantic analysis	서정연	서강대학교	김학수	IEEE intelligent Systems	2008/3	USA	O	1247	1.438
137		Domain action Classification using a maximum entropy model in a schedule management domain	서정연	서강대학교	이현정, 김학수	AI Communications	2008/12	Netherlands	O	251	0.585
138		대화시스템을 위한 계획 인식과 담화 스택을 이용한 효과적 인 응답 생성	서정연	서강대학교	강상우, 고영중	인지과학(한국인지과학회)	2008/6	Korea	X		
139		일정 관리 영역에서의 화행 분석을 위한 효과적인 2단계 모델	서정연	서강대학교	이현정, 김학수	인지과학 (인지과학회)	2008/9	Korea	X		
140		목적지향 대화에서 화자 의도의 통계적 예측 모델	서정연	서강대학교	김동현, 김학수	정보과학회 논문지 (정보과학회)	2008/9	Korea	X		
141		능동학습법을 이용한 한국어 대화체 문장의 효율적 의미 구조 분석	김학수	서강대학교	정보과학회 논문지 (정보과학회)	2008/5	Korea	X			
142		State Space Optimization Using Plan Recognition and Reinforcement Learning on RTS Game	오경환	서강대학교	이계용, 구보정	AIKED 2008	2008/2	UK	X		
143		A Plan-based Dialogue Model Using a Discourse Stack for Intelligent Human-Robot Interface Development	서정연	서강대학교	강상우, 고영중	ALPIT 2008	2008/7	China	X		
144		Speakers' Intention prediction using statistics of multi-level features in a schedule management domain	서정연	서강대학교	김동현, 이현정, 신충녕, 김학수	ACL 2008:HLT	2008/6	USA	X		
145	유사도계산과 대화 전이 네트워크를 이용한 말뭉치 기반 대화 시스템	서정연	서강대학교	강상우, 박홍민, 고영중	제20회 한글 및 한국어 정보처리 학회대회	2008/10	Korea	X			
146	CRFs를 이용한 한국어 상품평의 감정 분류	김학수	서강대학교	신준수, 이주호	제20회 한글 및 한국어 정보처리 학회대회	2008/10	Korea	X			
147	실제 멀티모달 환경에서의 지시 대응어 처리	김학수	서강대학교	최맹식, 이세희	제20회 한글 및 한국어 정보처리 학회대회	2008/10	Korea	X			
148	Low Resolution Face Recognition Based on Support Vector Data Description	이성환	고려대학교	S.-W. Lee, J. Park, and S.-W. Lee	Pattern Recognition	2006	영국	O	7498	2.019	
149	Multiple Human Detection and Tracking Based on Weighted Temporal Texture Features	이성환	고려대학교	H.-D. Yang, S.-W. Lee, and S.-W. Lee	International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence	2006	싱가폴	O	533	0.374	
150	Authenticating Corrupted Photo Images Based on Noise Parameter Estimation	이성환	고려대학교	S.-W. Lee, H.-C. Jung, B.-W. Hwang, and S.-W. Lee	Pattern Recognition	2006	영국	O	7498	2.019	
151	Gesture Spotting in Continuous Whole Body Action Sequences Using Discrete Hidden Markov Models	이성환	고려대학교	A.-Y. Park and S.-W. Lee	Lecture Notes in Artificial Intelligence	2006	독일	O			
152	Estimating 3D Human Body Pose from Stereo Image Sequences	이성환	고려대학교	H.-D. Yang, S.-K. Park, and S.-W. Lee	Lecture Notes in Artificial Intelligence	2006	독일	O			
153	Reconstruction of 3D Human Body Pose for Gait Recognition	이성환	고려대학교	H.-D. Yang and S.-W. Lee	Lecture Notes in Computer Science	2006	독일	O			

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
154	휴먼 행동 분석 및 인식 기술 개발	Facial Image Reconstruction by SVDD-Based Pattern De-noising	이상환	고려대학교	J. Park, D. Kang, J. T. Kwok, S.-W. Lee, B.-W. Hwang, and S.-W. Lee	Lecture Notes in Computer Science	2006	독일	○		
155		Robust Player Gesture Spotting and Recognition in Low-Resolution Sports Video	이상환	고려대학교	M.-C. Roh, W. Christmas, J. Kittler, and S.-W. Lee	Lecture Notes in Computer Science	2006	독일	○		
156		Accurate Object Contour Tracking Based on Boundary Edge Selection	이상환	고려대학교	노명철	Pattern Recognition	2006		○		
157		Reconstructing 3D Human Body Pose from Stereo Image Sequences	이상환	고려대학교	양희덕	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
158		Volume Motion Template for View-invariant Gesture Recognition	이상환	고려대학교	노명철	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
159		Automatic Physiognomic Analysis by Classifying Facial Components Feature	이상환	고려대학교	양희덕	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
160		HMM-based Human Action Recognition Using Multiview Image Sequences	이상환	고려대학교	M. Ahmad	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
161		Human-Robot Interaction by Whole Body Gesture Spotting and Recognition	이상환	고려대학교	양희덕	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
162		Superimposing 3D Virtual Objects using Markerless Tracking	이상환	고려대학교	박상철	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
163		Gesture Detection in Low-Quality Video	이상환	고려대학교	노명철	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
164		Face Reconstruction with Low Resolution Facial Images by Feature Vector Projection in Kernel Space	이상환	고려대학교	이상웅	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
165		Tracking 3D Human Body using Particle Filter in Moving Monocular Camera	이상환	고려대학교	박창범	Proc. 18th IAPR/IEEE International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
166		Automatic Gesture Recognition Research for Intelligent Human-Robot Interaction	이상환	고려대학교	이상환	Proc. 7th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition	2006		X		
167		Human Action Recognition using Multi-view Image Sequences Features	이상환	고려대학교	M. Ahmad	Proc. 7th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition	2006		X		
168		Robust Spotting of Key Gestures from Whole Body Motion Sequence	이상환	고려대학교	양희덕	Proc. 7th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition	2006		X		
169		Gesture Spotting in Low-Quality Video with Feature Based on Curvature Scale Space	이상환	고려대학교	노명철	Proc. 7th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition	2006		X		
170		A Full-Body Gesture Database for Automatic Gesture Recognition	이상환	고려대학교	황분우	Proc. 7th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition	2006		X		
171		휴먼-로봇 상호작용을 위한 비전 기반 3차원 손 제스처 인식	이상환	고려대학교	노명철	제 33회 한국정보과학회 추계 학술발표회 발표 논문집	2006		X		
172		다중 시점 영상 시퀀스를 이용한 강인한 행동 인식	이상환	고려대학교	M. Ahmad	제 33회 한국정보과학회 추계 학술발표회 발표 논문집	2006		X		
173	생체 칩 도임에 따른 정보 보호 측면에서의 문제점 분석 및 개선방향	이상환	고려대학교	김선경	제 33회 한국정보과학회 추계 학술발표회 발표 논문집	2006		X			
174	Performance Analysis of Face Recognition Algorithms on Korean Face Database	이상환	고려대학교	M.-C. Roh and S.-W. Lee	International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence	2007	싱가폴	○	533	0.374	
175	A Full-Body Gesture Database for Human Gesture Analysis	이상환	고려대학교	B.-W. Hwang, S. Kim, and S.-W. Lee	International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence	2007	싱가폴	○	533	0.374	
176	Reconstruction of 3D Human Body Pose from Stereo Image Sequences based on Top-Down Learning	이상환	고려대학교	H.-D. Yang and S.-W. Lee	Pattern Recognition	2007	영국	○	7498	2.019	
177	Face Recognition under Arbitrary Illumination Using Illuminated Exemplars	이상환	고려대학교	S.-W. Lee, S.-H. Moon, and S.-W. Lee	Pattern Recognition	2007	영국	○	7498	2.019	
178	Gesture Spotting and Recognition for Human-Robot Interaction	이상환	고려대학교	H.-D Yang, A.-Y. Park, and S.-W. Lee	IEEE Transactions on Robotics	2007	미국	○	5.92	1.976	
179	Accurate Object Contour Tracking Based on Boundary Edge Selection	이상환	고려대학교	M.-C. Roh, T.-Y. Kim, J. Park, and S.-W. Lee	Pattern Recognition	2007	영국	○	7498	2.019	

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수	
			이름	소속								
180	휴먼 행동 분석 및 인식 기술 개발	SVDD-Based Illumination Compensation for Face Recognition	이상환	고려대학교	S.-W. Lee and S.-W. Lee	Lecture Notes in Computer Science	2007	독일				
181		Reconstructing a Whole Face Image from a Partially Damaged or Occluded Image by Multiple Matching	이상환	고려대학교	B.-W. Hwang and S.-W. Lee	Lecture Notes in Computer Science	2007	독일				
182		Region-based Reconstruction for Face Hallucination	이상환	고려대학교	J.-S. Park, J. Lee, and S.-W. Lee	Lecture Notes in Computer Science	2007	독일				
183		Gesture Spotting for Low-Resolution Sports Video Annotation	이상환	고려대학교	노명철	Gesture Spotting for Low-Resolution Sports Video Annotation	2007			○		
184		An Embedded Face Verification System Against Image Degradation	이상환	고려대학교	이상웅	An Embedded Face Verification System Against Image Degradation	2007			X		
185		Garbage Model Formulation for Sign Language Spotting with Conditional Random Fields	이상환	고려대학교	양희덕	Garbage Model Formulation for Sign Language Spotting with Conditional Random Fields	2007			X		
186		키타라 양자화 맵의 영역 히스토그램에 기반한 조명 적응적 피부색 검출	이상환	고려대학교	배정태	키타라 양자화 맵의 영역 히스토그램에 기반한 조명 적응적 피부색 검출	2007			X		
187		Garbage Conditional Random Fields를 이용한 수화 적출	이상환	고려대학교	양희덕	Garbage Conditional Random Fields를 이용한 수화 적출	2007			X		
188		휴먼 행동 분석 및 인식 기술 개발	Sign Language Spotting with a Threshold Model Based on Conditional Random Fields	이상환	고려대학교	H.-D. Yang, S. Sclaroff, and S.-W. Lee	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	2008	미국	○	16492	3.579
189		An Example-based Face Hallucination Method for Single-Frame, Low-resolution Facial Images	이상환	고려대학교	이상웅	IEEE Transactions on Image Processing	2008	미국	○	○	8531	2.462
190		A Walking Guidance System for the Visually Impaired	이상환	고려대학교	이상웅	International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence	2008	싱가포르	○	○	533	0.374
191		Noniterative 3D Face Reconstruction Based on Photometric Stereo	이상환	고려대학교	이상웅	International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence	2008	싱가포르	○	○	533	0.374
192		Human Action Recognition Using Shape and CLG-Motion Flow from Multi-View Image Sequences	이상환	고려대학교	이상웅	Pattern Recognition	2008	영국	○	○	7498	2.019
193		Gesture Spotting for Low-Resolution Sports Video Annotation	이상환	고려대학교	이상웅	Pattern Recognition	2008	영국	○	○	7498	2.019
194		비디오에서 불투명 및 반투명 TV 로고 인식을 위한 로고 인자 검출 방법	이상환	고려대학교	이상웅	정보과학회논문지		한국				
195		3차원 손 모델링 기반의 실시간 손 포즈 추적 및 손가락 동작 인식	이상환	고려대학교	이상웅	정보과학회논문지		한국				
196		Estimating 3D Facial Shape and Motion from Stereo Image Using Active Appearance Models with Stereo Constraints	김대진	포항공과대학교	김대진	Jaewon Sung	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2006	독일	○		0.402
197	Generating frontal view face image for pose invariant face recognition	김대진	포항공과대학교	김대진	Hyung-Soo Lee	Pattern Recognition Letters	2006	폴란드	○		0.853	
198	Appearance-based Gender Classification with Gaussian Processes	김대진	포항공과대학교	김대진	Hyun-Chul Kim	Pattern Recognition Letters	2006	폴란드	○		0.853	
199	A Robust Location Tracking Using Ubiquitous RFID Wireless Network	김대진	포항공과대학교	김대진	Keunho Yun	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2006	독일	○		0.402	
200	A Unified Approach for Combining ASM into AAM	김대진	포항공과대학교	김대진	Jaewon Sung	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2006	독일	○		0.402	
201	Facial Expression Transformations for Expression-Invariant Face Recognition	김대진	포항공과대학교	김대진	Hyung-Soo Lee	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2006	독일	○		0.402	
202	A Background Robust Active Appearance Model Using Active Contour Technique	김대진	포항공과대학교	김대진	Jaewon Sung	Pattern Recognition	2006	미국	○		2.019	
203	Robust Location Tracking Using a Dual Layer Particle Filter	김대진	포항공과대학교	김대진	Keunho Yun	Pervasive and Mobile Computing	2006	폴란드	X		N/A	
204	SoC 칩 구현을 위한 얼굴 인식	김대진	포항공과대학교	김대진	진봉진	전자공학회지	2006	대한민국	X		N/A	

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
205	영국기반 신원확인 및 외도인식기술	이중 구조의 파티클 필터를 이용한 강인한 위치추적	김대진	포항공과대 학교	윤근호	정보과학회논문지:소프트웨어 및 응용	2006	대한민국	X		N/A
206		Gender Classification with Bayesian Kernel Methods	김대진	포항공과대 학교	Hyunchul Kim	IEEE World Conference on Computational Intelligence	2006		X		
207		Simultaneous Gesture Segmentation and Recognition based on Forward Spotting Accumulative HMMs	김대진	포항공과대 학교	Jinyoung Song	International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
208		Real-Time Object Recognition Using Relational Dependency Based on Graphical Model	김대진	포항공과대 학교	Woo-Han Yun	International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
209		A Real-Time Facial Expression Recognition using the STAAAM	김대진	포항공과대 학교	Jaewon Sung	International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
210		STAAAM: Fitting 2D+3D AAM to Stereo Images	김대진	포항공과대 학교	Jaewon Sung	International Conference on Pattern Recognition	2006		X		
211		Face Tracking and Facial Gesture Recognition	김대진	포항공과대 학교	Wooju Ryu	POSTECH-KYUTECH Joint Workshop on Neuroinformatics	2006		X		
212		Face Tracking Using Adaptive Particle Filter and Active Appearance Model with Incremental PCA	김대진	포항공과대 학교	Sukwon Choi	POSTECH-KYUTECH Joint Workshop on Neuroinformatics	2006		X		
213		Stereo-Based Human Detection and Face Recognition for Natural HFI	김대진	포항공과대 학교	Sang-Ho Cho	POSTECH-KYUTECH Joint Workshop on Neuroinformatics	2006		X		
214		Facial Disguise Discrimination using RMCT + ADABOOST	김대진	포항공과대 학교	Inho Choi	POSTECH-KYUTECH Joint Workshop on Neuroinformatics	2006		X		
215		Ridge Regressive Bilinear Model for Robust Face Recognition	김대진	포항공과대 학교	Hyung-Soo Lee	International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence	2006		X		
216		An Intelligent Smart Home Control Using Body Gestures	김대진	포항공과대 학교	Daehwan Kim	International Workshop on Smart Home	2006		X		
217		패턴 상관성을 이용한 눈 검출 및 검증	김대진	포항공과대 학교	최인호	Image Processing and Image Understanding	2006		X		
218		3차원 head tracking	김대진	포항공과대 학교	유우주	Image Processing and Image Understanding	2006		X		
219		적응형 파티클 필터에서의 움직임 예측을 통한 얼굴 추적	김대진	포항공과대 학교	최석원	Image Processing and Image Understanding	2006		X		
220		A Unified Gradient-based Approach for Combining ASM into AAM	김대진	포항공과대 학교	Jaewon Sung	International Journal of Computer Vision	2007	네덜란드	○		3,381
221		A Background Robust Active Appearance Model Using Active Contour Technique	김대진	포항공과대 학교	Jaewon Sung	Pattern Recognition	2007	미국	○		2,019
222		Robust Face Tracking by Integration of Two Separate Trackers: Skin Color and Facial Shape	김대진	포항공과대 학교	Hyung-Soo Lee	Pattern Recognition	2007	미국	○		2,019
223		Simultaneous Gesture Segmentation and Recognition based on Forward Spotting Accumulative HMMs	김대진	포항공과대 학교	Daehwan Kim	Pattern Recognition	2007	미국	○		2,019
224		Incremental update of linear appearance models and its application to AAM: incremental AAM	김대진	포항공과대 학교	Sang-Jae Lee	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2007	독일	X		N/A
225		Robust Face Tracking Using Motion Prediction in Adaptive Particle Filters	김대진	포항공과대 학교	Suk-Won Choi	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2007	독일	X		N/A
226		Robust Real-time Face Detection Using Face Certainty Map	김대진	포항공과대 학교	Bong-Jin Jun	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2007	독일	X		N/A
227		Multiple faces tracking using motion prediction and PCA in particle filters	김대진	포항공과대 학교	Sukwon Choi	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2007	독일	X		N/A
228	Real-time 3D Head Tracking Under Rapidly Changing Pose, Head Movement and Illumination	김대진	포항공과대 학교	Wooju Ryu	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2007	독일	X		N/A	
229	Robust 3D Head Tracking and Its Application	김대진	포항공과대 학교	Wooju Ryu	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2007	독일	X		N/A	
230	Eye Correction Using Correlation Information	김대진	포항공과대 학교	Inho Choi	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2007	독일	X		N/A	
231	Incremental AAM Using Synthesized Illumination Images	김대진	포항공과대 학교	Hyung-Soo Lee	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2007	독일	X		N/A	

인원번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제널명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 수
			이름	소속							
232		Tensor-based active appearance model	김대진	포항공과대학교	Hyung-Soo Lee	IEEE Signal Processing Letters	2008	미국	○		1,115
233		Pose robust face tracking by combining active appearance models and cylinder head models	김대진	포항공과대학교	Jawwon Sung	International Journal of Computer Vision	2008	네덜란드	○		3,381
234		Expression-invariant face recognition by facial expressions transformation	김대진	포항공과대학교	Hyung-Soo Lee	Pattern Recognition Letters	2008	폴란드	○		0,853
235		Robust head tracking using 3D ellipsoidal head model in particle filter	김대진	포항공과대학교	Sukwon Choi	Pattern Recognition	2008	미국	○		2,019
236		Pose-robust facial expression recognition using view-based 2D+3D AAM	김대진	포항공과대학교	Jawwon Sung	IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics	2008	미국	○		1,353
237	영공기반 신원확인 및 외도인식기술	방향성 2차원 타원형 필터를 이용한 스테레오 기반 포즈에 강인한 사람 검출	김대진	포항공과대학교	조상호	한국정보과학회 논문지: 소프트웨어 및 응용	2008	대한민국	X		N/A
238		반자동적인 대응점 찾기를 이용한 3차원 얼굴 모델 생성	김대진	포항공과대학교	최인호	정보과학회논문지:컴퓨팅의 실제 및 레터	2008	대한민국	X		N/A
239		멀티로봇 위치 인식을 위한 강화 다차원 척도법	김대진	포항공과대학교	제홍모	한국로봇공학회 논문지	2008	대한민국	X		N/A
240		Partially Observed Distance Mapping for Cooperative Multi-Robot Localization	김대진	포항공과대학교	Hong-Mo Je	Journal of Intelligent Service Robotics	2008	독일	X		N/A
241		Real-Time Object Recognition Using Relational Dependency Based on Graphical Model	김대진	포항공과대학교	Woo-Han Yun	Pattern Recognition	2008	미국	○		2,019
242		Illumination-Robust Face Recognition Using Ridge Regressive Bilinear Models	김대진	포항공과대학교	Dongsoo Shin	Pattern Recognition Letters	2008	폴란드	○		0,853
243		SLAM by Combining Multidimensional Scaling and Particle Filtering	김대진	포항공과대학교	Hongmo Je	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	2008	독일	X		N/A
244		Localization of Multiple Speakers Using Microphone Array System	최종석	KIST	Chang-Hoon Lee, Viet Hung Vu	The Journal of Engineering	2006/12	Korea	X		
245		Experimental research of probabilistic localization of service robots using range image data and indoor GPS system	최종석	KIST	Hyeon Chang, JongSuk Choi, Munsang Kim	ETFA2006	2006/9	Prague, Czech	X		
246		Probabilistic speaker localization in noisy environment by audio-visual integration	최종석	KIST	Hyun-Don Kim, Jong-Suk Choi, Munsang Kim	IROS2006	2006/10	Beijing, China	X		
247		Probabilistic Localization of Service Robot by Sensor Fusion	최종석	KIST	Hyeon Chang, JongSuk Choi, Munsang Kim	ICCAS2006	2006/10	Busan, Korea	X		
248	지능로봇의 능동적각 시스템 기술 개발	Human-Robot Interaction in Real Environments by Audio-Visual Intergration	최종석	KIST	Hyun-Don Kim, Jong-Suk Choi, Munsang Kim	IUCAS	2007/2	Korea	X		
249		DOA Estimation for Multiple sparse sources using Local kernel density function	최종석	KIST	Chang-Hoon Lee, Viet Hung Vu	The Journal of Engineering	2007/12	Korea	X		
250		Particle filter algorithm for single speaker tracking with audio-video data fusion	최종석	KIST	Yoon Seob Lim, Jong-Suk Choi, Munsang Kim	Ro-MAN2007	2007/8	Jeju, Korea	X		
251		DSP기반의 로보틱스처리시스템의 개발	최종석	KIST	염승섭	대한전자공학회 하계학술대회	2007/7	Pusan, Korea	X		
252		Sound localization implementation based on DSP system	최종석	KIST	Cheong Gyu Seok	ICAR2007	2007/8	Jeju, Korea	X		
253	Probabilistic Sound Source Localization	최종석	KIST	Yoonseob Lim	ICCAS2007	2007/10	Seoul, Korea	X			
254	DSP Implementation of Sound Source Localization with Gain Control	최종석	KIST	Seung Seob Yeom	ICCAS2007	2007/10	Seoul, Korea	X			
255	Probabilistic Speaker Tracking with Audio-Video Data	최종석	KIST	Yoonseob Lim	ICST2007	2007/11	Palmerston, New Zealand	X			

인원번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
256	지능로봇의 능동청각 시스템 기술 개발	Artificial Robot Ear Design for Sound Direction Estimation	최종석	KIST	Youngjin Park, Sungmok Hwang	Ro-MAN2007	2007/8	Jeju, Korea	X		
257		Sound Direction Estimation Using Artificial Ear	최종석	KIST	Sungmok Hwang, Youngjin Park, Yoonsik Park	ICCAS2007	2007/10	Seoul, Korea	X		
258		Indoor Mobile Localization System and Stabilization of Localization Performance using Pre-filtering	최종석	KIST	Sang-il Ko, Jong-suk Choi, Byoung-hoon Kim	IJCAS	2007/4	Korea	X		
259		Indoor localization system using multi-modulation of ultrasonic sensors and digital compass	최종석	KIST	Hong-shik Kim, Jong-suk Choi, Mignon Park	IROS2008	2008/9	Nice, France	X		
260		Speaker selection algorithm using audio and video information in a cluttered environment	최종석	KIST	Yoonseob Lim, Jong-suk Choi	ETFA2008	2008/9	Hamburg, Germany	X		
261		Intelligent and Active System for Human-Robot Interaction based on Sound Source Localization	최종석	KIST	Jae-Moon Lee, Jong-suk Choi, Yoon-Seob Lim, Hong-Sik Kim, Mignon Park	ICCAS2008	2008/10	Seoul, Korea	X		
262		DSP Implementation of Probabilistic Sound Source Localization	최종석	KIST	Seung Seob Yeom, Jong Suk Choi, Yoon Seob Lim, Mignon Park	SIPS2008	2008/10	Washington, DC., Metropolitan Area, USA	X		
263		An Application System of Probabilistic Sound Source Localization	최종석	KIST	Seung Seob Yeom, Yoon Seob Lim, Hong Sick Kim, Jae Moon Lee, Jong Suk Choi, Mignon Park	ICCAS2008	2008/10	Seoul, Korea	X		
264		Zero-Crossings with Cross-Correlation in ZCTD model	최종석	KIST	Byoung-Gi Lee, Jong-Suk Choi	URAI2008	2008/11	Seoul, Korea	X		
265		Sound Source Localization in Median Plane Using Modularized Artificial Ear	최종석	KIST	Sangmoon Lee, Sungmok Hwang, Youngjin Park, Yoonsik Park	ICCAS2008	2008/10	Seoul, Korea	X		
266		Cleansing Method of Reflected Wave to Robot's Artificial Ear	최종석	KIST	Sangmoon Lee, Youngjin Park, Yoonsik Park	CASS2008	2008/10	Seoul, Korea	X		
267		Multiple Speech Signal Source Localization Using Possibility Mapping Method	최종석	KIST	Chang-Hoon Lee, Chu Ngoc Liem	CASS2008	2008/10	Seoul, Korea	X		
268		Fast speaker adaptation using multi-stream based eigenvoice in noisy environments	김형순	부산대	송화진	Lecture Notes In Artificial Intelligence	2006/9	체코	○		
269		Design of Signed Powers-of-Two Coefficient Perfect Reconstruction QMF Bank Using CODIC Algorithms	김형순	부산대	박상운	IEEE Transactions on Circuits and Systems I-Regl	2006/6	미국	○		
270		Exploring phrasal context and error correction heuristics in bootstrapping for geographic named entity annotation	김형순	부산대	이성우 이근배	Information Systems	2007/6	네덜란드	○		
271		Activity Detection Using the Phase Vector in Microphone Array	김형순	부산대	김기백 조남익	Electronics letters	2007/7	영국	○		
272		Morpheme-Based Modeling of Pronunciation Variation for Large Vocabulary Continuous Speech Recognition in Korean	김형순	부산대	이강남 정민화	IEICE Transactions on Information and Systems	2007/7	일본	○		
273		Time-varying forgetting factor for the noise estimation in multi-channel noise reduction	김형순	부산대	김기백 조남익	Applied acoustics	2008/8	네덜란드	○		
274		Tri-angular chain conditional random fields	김형순	부산대	정민우 이근배	IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing	2008/9	미국	○		
275		Frequency domain multi-channel noise reduction based on the spatial subspace decomposition and noise eigenvalue modification	김형순	부산대	김기백 조남익	Speech communication	2008/5	네덜란드	○		

입력 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제널명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
276	대화음성 인터페이스 기술 개발	DialogStudio: A workbook for data-driven spoken dialog system development and management.	김형순	부산대	정상근 이창제 김석환 이근배	Speech communication	2008/6	네덜란드	○		
277		Improving speech recognition and understanding using error corrective adaptation.	김형순	부산대	정민우 이근배	ACM Transactions on Asian Language Information Processing	2008/2	미국	X		
278		Using utterance and semantic level confidence for interactive spoken dialog clarification	김형순	부산대	정상근	Journal of Computer Science and Engineering	2008/5	한국	X		
288	조각을 위한 삼차원 물체 /환경 인식 및 모델링	Recursive Unscented Kalman Filtering based SLAM using a Large Number of Noisy Observations	이석한	성균관대학교	Seongsoo Lee, Sukhan Lee, Dongsung Kim	International Journal Of Control Automation And Systems	2006/12	KR	○		0.468
289		Stereo using Monocular Cues within the Tensor Voting Framework	이석한	성균관대학교	Philippos Mordohai, Gerard Medioni	IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence	2006/6	US	○		3.579
270		A Multi-resolution Technique for Real-time Animation of Large Crowds	이석한	성균관대학교	한정현	Lecture Notes In Computer Science	2006/10	Germany	○		0.402(2005)
271	조각을 위한 삼차원 물체 /환경 인식 및 모델링	Hierarchical Role-based Viewing for Multi-level Information Security in Collaborative CAD	이석한	성균관대학교	CD Cera, I Braude, T Kim, JH Han, WC Regli	Journal of Computing and Information Science in Engineering	2006/3	US	○		0.446
272		Visibility-based Spatial Reasoning for Object Manipulation in Cluttered Environments	이석한	성균관대학교	Han-Young Jang, Hadi Moradi, Phuoc Le Minh, Sukhan Lee, JungHyun Han	Elsevier Journal of Computer-Aided Design	2007/12	US	○		1.222
273		Adaptive and Predictive Control for Off-road Mobile Robots (Application to High Accuracy Path Tracking)	이석한	성균관대학교	Kristijan Maček, Jadranko Matuško, Agostino Martinelli, Roland Siegwart,	European Journal of Control	2007/3	Europe	○		1.153
274	조각을 위한 삼차원 물체 /환경 인식 및 모델링	A Graphics Hardware-based Accessibility Analysis for Real-time Robotic Manipulation	이석한	성균관대학교	Han-Young Jang, Hadi Moradi, Sukhan Lee, Daesik Jang, Eunyong Kim, JungHyun Han	Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems	2007/6	KR	○		0.193(2006)
275		Numerical and Experimental Analysis of Electrostatic Ejection of Liquid Droplets	이석한	성균관대학교	Yong-Jae Kim, Han Seo Ko, Sukhan Lee, Sang Uk Son, Daewon Jung, and Doyoung Byun	Journal of the Korean Physical Society	2007/7	KR	○		1.204
276		Toward Human-like Real-time Manipulation: from Perception to Motion Planning	이석한	성균관대학교	Sukhan Lee	Robotic Society of Japan, Advanced Robotics	2007/6		○		
277	조각을 위한 삼차원 물체 /환경 인식 및 모델링	Robot Self-modeling of Rotational Symmetric 3D Objects Based on Generic Description of Object Categories	이석한	성균관대학교	Jun-Young Park, Kyeong-Keun Back, Yeon-Chool Park,Sukhan Lee	Lecture Note in Control and Information Sciences	2007/12	Germany	X		0.269(2005)
278		Particle Filter Based Robust Recognition and Pose Estimation of 3D Objects in a sequence of images	이석한	성균관대학교	Jeihun Lee, Seung-Min Baek, Changhyun Choi, Sukhan Lee	Lecture Note in Control and Information Sciences	2007/12	Germany	X		0.269(2005)
279		A Stratified Self-calibration Method for circular Motion in Spite of Varying Intrinsic Parameters	이석한	성균관대학교	Yan Li/ Suk-Han Lee, Ph.D	Image and Vision Computing	2007		○		
280	Particle Filter Based Robust Recognition and Pose Estimation of 3D Objects in a sequence of images	이석한	성균관대학교	Jeihun Lee / Sukhan Lee	Springer-Verlag Lecture Notes In Control and Information Sciences	2007		X			
281	조각을 위한 삼차원 물체 /환경 인식 및 모델링	Cognitive Robotic Engine: Behavioral Perception Architecture for Human-Robot Interaction	이석한	성균관대학교	Sukhan Lee	Book Chapter, Human-Robot Interaction, International Journal of advanced robotic systems	2007		X		
282		Model Based 3D Object Recognition using Line Features	이석한	성균관대학교	Samuel H. Chang / Sukhan Lee	International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2007)	2007		X		
283		Robust Recognition and Pose Estimation of 3D Objects Based on Evidence Fusion in a Sequence of Images	이석한	성균관대학교	Sukhan Lee	IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2007)	2007		X		

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
284		Bayesian Evidence Selection for 3D Object Recognition and Pose Estimation	이석한	성균관대학교	Jangwon Lee / Sukhan Lee	International Conference on Intelligent System, Information Processing, and Network	2007		X		
285		Real Plane Search in 3D environments	이석한	성균관대학교	Jangwon Lee / Sukhan Lee	International Conference on Intelligent System, Information Processing, and Network	2007		X		
286		Security Service Robot in Ubiquitous Environment based on Cognitive Robotic Engine	이석한	성균관대학교	Hunsue Lee / Sukhan Lee	International Conference on Ubiquitous Information Technologies and Applications	2007		X		
287		Information Integration and Mission Selection to Accomplish Dependable Perception for Service Robot	이석한	성균관대학교	Seungmin Beak / Sukhan Lee	IEEE International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2007)	2007		X		
288		Study on Behavioral Personality of a Service Robot to make more Convenient to Customer	이석한	성균관대학교	Jangwon Lee / Sukhan Lee	IEEE International Symposium on Robot Human Interactive Communication	2007		X		
289		Object Recognition Architecture Using Distributed and Parallel Computing with Collaborator	이석한	성균관대학교	Junhee Lee / Sukhan Lee	IEEE International Conference on Granular Computing (GrC 2007)	2007		X		
290		Component Based Approach to Robot Vision for Computational Efficiency	이석한	성균관대학교	Junhee Lee / Sukhan Lee	International Conference on Mechanics and Information Technology 2007	2007		X		
291		A Novel Octree Partitioning Approach Based on Camera Parameters for Unknown Object Representation	이석한	성균관대학교	Jung-Hyun Seo / Sukhan Lee	International Conference on Mechanics and Information Technology 2007	2007		X		
292		Generic Model based Axis Symmetric 3D Object Modeling	이석한	성균관대학교	Kyeong-Keun Baek / Sukhan Lee	International Conference on Intelligent System, Information Processing (CISIPN 2007)	2007		X		
293		Vision/Force Coupling in Task-Oriented Grasping and Manipulation	이석한	성균관대학교	Prats, Mario	International Conference on Intelligent Robots and Systems(IROS 2006)	2007		X		
294		External Hybrid Vision/Force Control	이석한	성균관대학교	Philippe Martinet	IEEE International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2007)	2007		X		
295	조각을 위한 삼차원 물체 /환경 인식 및 모델링	Path Planning in a Framework of Non-holonomic Mobile Manipulator Visual Servoing	이석한	성균관대학교	Le Minh Phuoc / Sukhan Lee	International Conference on Intelligent System, Information Processing (CISIPN 2007)	2007		X		
296		Optimal Exposure Estimation in the image for Structured Light System	이석한	성균관대학교	Ryu MoonWook / Sukhan Lee	International Conference on Mechanics and Information Technology 2007	2007		X		
297		Some Issues on Dynamic Control of Parallel Kinematic Machines	이석한	성균관대학교	P. Martinet	IEEE International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2007)	2007		X		
298		Vision-based Self-Calibration and Control of Parallel Kinematic Mechanisms without Proprioceptive Sensing	이석한	성균관대학교	P. Martinet	Proceedings of The European Control Conference, ECC 07	2007		X		
299		Revisiting the Major Dynamic Control Strategies of Parallel Robots	이석한	성균관대학교	P. Martinet	International Conference of Ubiquitous Information Technology 2007	2007		X		
300		Mobile Robot based Ubiquitous display and 3D depth Imaging	이석한	성균관대학교	DaeSik Kim	International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication 2007	2007		X		
301		Stereopsis based registration with photometric feature	이석한	성균관대학교	DaeSik Kim	International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication 2007	2007		X		
302		Modeling of CableCARD SoC Platform based on RTL-TLM Co-Simulation with SystemC	이석한	성균관대학교	SukYun Lee	International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2007)	2007		X		
303		Planar Patch based 3D Environment Modeling with Stereo Camera	이석한	성균관대학교	Eunyoung Kim / Sukhan Lee	IEEE International Symposium on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN2007)	2007		X		
304		Toward Human-like Real-time Manipulation: from Perception to Motion Planning	이석한	성균관대학교	Lee, Sukhan; Moradi, Hadi; Jang, Daesik; Jang, Hanyoung; Kim, Eunyoung; Le, Phuoc Minh; Seo, JeongHyun; Han, JungHyun	Robotic Society of Japan, Advanced Robotics	2008/9	JP	○		0.504
305	A Stratified Self-calibration Method for circular Motion in Spite of Varying Intrinsic Parameters	이석한	성균관대학교	Y. Li, Y. S. Hung, Sukhan Lee	Image and Vision Computing	2008/6	Netherlands	○		1.027	
306	Stratified Self-Calibration and Metric Reconstruction for Zooming/Refocusing Circular Motion Sequences	이석한	성균관대학교	Y. Li, W.K.Tang, Y.-S.Hung	Journal of Mathematical Imaging and Vision,	2008/2	Netherlands	○		1.22	

인원번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제널명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 수		
			이름	소속									
307	Dependable Manipulation 기술 개발	A Flexible Polymer Tactile Sensor: Fabrication and Modular Expandability for Large Area Deployment	강성철	KIST	Hyung-Kew Lee, Sun-Il Chang, Elisik Yoon	Journal Of Microelectromechanical Systems	2006		○				
308		Adaptive Accommodation Control Method for Complex Assembly	강성철	KIST	Sungchul Kang, Munsang Kim, Shinsuk Park	Jsmse International Journal Series C-Mechanical Systems Machine Elements And Manufacturing	2006		○				
309		Optimal Design of a Variable Stiffness Joint Using Permanent Magnets	강성철	KIST	Myung Wook Hyun	IEEE Transactions on Magnetics	2007		○				
310		Particle filtering on the Euclidean group: framework and applications	강성철	KIST	Junghyun Kwon	Robotica	2007		○				
311		Frequency domain stability observer and active damping control for stable haptic interaction	강성철	KIST	Ryu, D., Song, J.-B., Kang, S., Kim, M.	IET control theory & applications	2008/1		○				
312		Design of a robot joint with variable stiffness	강성철	KIST	Junho Choi, Sungchul Park, Woosub Lee, Sungchul Kang	ICRA 2008	2008		X				
313		Learning robot stiffness for contact tasks using the natural actor-critic	강성철	KIST	Byungchan Kim	Proceedings on IEEE International Conference on Robotics and Automation 2008	2008		X				
314		Adaptive trajectory shaping for liquid container manipulation [6794-30]	강성철	KIST	Kim, G.-H.	Mechatronics and information technology: ICOMIT 2007: mechatronics, MEMS, and smart materials	2008/1		X				
315		Toward Dependable Manipulation: Safe & Speedy Arm with Variable Stiffness Joints and Reliable Manipulation Using Multi-Modal Information	강성철	KIST	Changmook Chun	The Sixth IARP-IEEE/RAS-EURON Joint Workshop on Technical Challenges for Dependable Robots in Human Environments	2008		X				
316		Teaching motor schemes using adaptive accommodation algorithms for complex assembly handling of objects and door-opening	강성철	KIST	Byungduk Kang	International Symposium on Robotics	2008		X				
317		Reliable manipulation using multi-modal information: Adaptive reinforcement learning for opening a door using mobile manipulator in geometrical uncertainty	강성철	KIST	Changmook Chun	International Symposium on Robotics	2008		X				
318		접속 작업을 위한 로봇의 스킬 학습 전략	강성철	KIST	Byungchan Kim	International Symposium on Robotics	2008		X				
319		Design and Vibration Control of Safe Robot Arm with MR-Based Passive Compliant Joint	강성철	KIST	김병찬	로봇공학회논문지	2008		X				
320		Recent Advances on the Algorithmic Optimization of Robot Motion	박종우	서울대학교	Seung-kook Yun	Journal of System Design and Dynamics	2008		X				
321		Particle Filtering on the Euclidean Group: Framework and Applications	박종우	서울대학교	J.E. Bobrow, F.C. Park and A. Sideris	Lecture Notes in Control and Information Sciences	2006/10	U.S.A	○	0			
322		Convex Optimization Algorithms for Active Balancing of Humanoid Robots	박종우	서울대학교	Junghyun Kwon, Minseok Choi, F.C. Park	Robotica	2007/10	England	○	1	0.41		
323		Geometric Direct Search Algorithms for Image Registration	박종우	서울대학교	Juyong Park, Jaeyoung Haan and F.C. Park	IEEE Trans. Robotics	2007/08	U.S.A	○	0	1.976		
324		Particle Filtering on the Euclidean Group	박종우	서울대학교	Seok Lee, Minseok Choi, Hyungmin Kim and F.C. Park	IEEE Trans. Image Processing	2007/09	U.S.A	○	1	2.462		
325		A Depth-Normalized Criterion for Simultaneous Motion and Depth Estimation	박종우	서울대학교	Junghyun Kwon	ICRA07	2007		X				
326		Exploiting Redundant Actuation to Enhance the Static Stiffness of Parallel Mechanisms	박종우	서울대학교	Seok Lee	ICAR07	2007		X				
327		Grasp Planning for Three-Fingered Robot Hands using Taxonomy-Based Preformed Grasps and Object Primitives	박종우	서울대학교	A-Young Kim	ICAR07	2007		X				
328		Cyclic Optimization Algorithms for Simultaneous Structure and Motion Recovery in Computer Vision	박종우	서울대학교	Hyunhwan Jeong	URAI07	2007		X				
329		Fast Robot Motion Generation Using Principal Components: Framework and Algorithms	박종우	서울대학교	Seok Lee and F.C. Park	Engineering Optimization	2008/5	England	○	0	0.571		
330				박종우	서울대학교	Soonyum Kim and F.C. Park	IEEE Trans. Industrial Electronics	2008/6	U.S.A	○	0	2.216	

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지 수
			이름	소속							
331	메니플레이터와 휴머노이드의 모션 계획 및 제어	Natural Movement Generation using Hidden Markov Models and Principal Components	박종우	서울대학교	Junghyun Kwon and F.C. Park	IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics Part B	2008/10	U.S.A	0	0	1.353
332		Performance evaluation and design criteria	박종우	서울대학교	J. Angeles and F.C.Park	Handbook of Robotics	2008/5	German	x		
333		Minimum Vibration Mechanism Design Via Convex Programming	박종우	서울대학교	Bokman Lim and F. C. Park	Journal of Mechanical Design	2008/10	U.S.A	0	0	1.103
334		피지 에비형상과 물체 원형 정보를 활용한 세손가락 로봇 손의 피지 경로 계획	박종우	서울대학교	정현환, 박종우, 정주노, 박종우	로봇공학회 논문지(제 3권 제2호, 123-130)	2008/6	Korea	x		
348	생체모방형 인공피부 개발	Biomechanical skin measurement system for analysis viscoelasticity	김중호	표준과학연구원	권현준, 권영하, 김윤혁	KEY ENGINEERING MATERIALS	2006/3	스위스	X		
349		로봇의 촉각기구	김중호	표준과학연구원	권현준, 박연규, 강대임	기계저널	2008/9	대한민국	X		
335	신개념 액츄에이터에 기반한 유연한 로봇손의 개발	A solid state actuator based on the PEDOT/NBR system	최혁렬	성균관대학교	조미숙	Sensors And Actuators B-Chemical	2006		0		
336		Effect of Pre-strain on the Antagonistically Driven Dielectric Polymer Actuator	최혁렬	성균관대학교	구자춘	Key Engineering Materials	2006		0		
337		유연한 구동기를 이용한 착용가능한 촉각 제시 장치 개발	최혁렬	성균관대학교	구익모	한국로봇공학회	2006		X		
338		Development of a Soft Linear Motion Actuator using Synthetic Rubber	최혁렬	성균관대학교	최혁렬	Key Engineering Materials	2006		0		
339		Drv Type Conducting Polymer Actuator Based on Polypyrrole-NBR /Ionic Liquid System	최혁렬	성균관대학교	조미숙	Molecular Crystals and Liquid Crystals	2006		0		
340		Soft Linear Actuator Based on Dielectric Elastomer	최혁렬	성균관대학교	최혁렬	Key Engineering Materials	2006		0		
341		Preparation of Polydivinylbenzene/Au Core-Shell Beads	최혁렬	성균관대학교	K. X. Phan	Key Engineering Materials	2006		0		
342		Transparent and conductive PEDOT films on PET substrate using an epoxy acrylate binder	최혁렬	성균관대학교	김연수	Key Engineering Materials	2006		0		
343		Renewable resource using cellulose derivatives by melt process	최혁렬	성균관대학교	이상환	Key Engineering Materials	2006		0		
344		Development of enhanced synthetic elastomer for energy-efficient polymer actuators	최혁렬	성균관대학교	Kwangmok Jung	SMART MATERIALS AND STRUCTURES	2007		0		
345		An electroactive conducting polymer actuator based on NBR/RTIL solid polymer electrolyte	최혁렬	성균관대학교	Misuk Cho	SMART MATERIALS AND STRUCTURES	2007		0		
346	Representation of a Conceptual Design for a Rectilinear Motion Polymer Actuator	최혁렬	성균관대학교	Ja Choon Koo	International Journal of Control, Automation, and Systems	2007		0			
347	Characteristics of PEDOT/NBR/PEDOT Solid Actuator Depending on the NBR Polarity	최혁렬	성균관대학교	Misuk Cho	Molecular Crystals and Liquid Crystals	2007		0			
350	지능로봇의 환경이해를 위한 물체인식 기술	An effective method for detecting facial features and face in human-robot interaction	박성기	KIST	이태근	Information sciences	2006/5	미국	0		
351		Estimating 3D Human Body Pose from Stereo Image Sequences	박성기	KIST	양희덕	Lecture notes in computer science	2006/6	독일	0		
352		Object Entity-based Global Localization in Indoor Environment with Stereo Camera	박성기	KIST	박순용	SICE01CCAS International Conference	2006/10	한국			
353		Mobile robot global localization based on object entity with stereo camera	박성기	KIST	박순용	International conference on ubiquitous robots and ambient intelligence	2006/10	한국			
354		Progress in Object Recognition for Robotics Application	박성기	KIST	마살	US-Korea 2007/08 on Science, Technology and Entrepreneurship	2007/8	미국			
355		Vision-based global localization for mobile robots with an object entity-based hybrid map	박성기	KIST	박순용	International Conference on Advanced Robotics	2007/8	한국			
356		Preliminary Development of a line feature-based object recognition system for textureless indoor objects	박성기	KIST	김건희	International Conference on Advanced Robotics	2007/8	한국			
357		Vision-based global localization in indoor environment with an object entity-based hybrid map	박성기	KIST	박순용	International Conference on Control, Automation and Systems	2007/10	한국			

인원 번호	과제명	논문명		연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
		이름	소속	이름	소속							
358	지능로봇의 환경이해를 위한 물체인식 기술	박성기	KIST	마살	Lecture notes in control and information sciences		2007/12	독일	X			
359		박성기	KIST	Marial	Category Recognition from Pairwise Interactions of Simple Features		2007/7	미국				
360		박성기	KIST	Marial	Learning to Find Object Boundaries Using Motion Cues		2007/10	미국				
361		박성기	KIST	박순용	Object recognition-based global localization for mobile robots		2008/3	한국	X			
362		박성기	KIST	박순용	Direct depth and color-based environment modeling and mobile robot navigation		2008/9	한국	X			
363		박성기	KIST	박순용	Vision-based Global Localization based on a hybrid map representation		2008/10	한국				
364		박성기	KIST	정호원	Topological Map Building and Exploration Based on Concave Nodes		2008/10	한국				
365		박성기	KIST	박순용	Coarse-to-Fine Vision-based Localization for Mobile Robots Using an Object and Spatial Layout-based Hybrid Map		2008/10	한국				
366		박성기	KIST	김수환	Pointing Gesture-based unknown Object extraction for learning object with robot		2008/10	한국				
367		박성기	KIST	김형오	Pointed Object Segmentation for Service Robots		2008/11	한국				
368		박성기	KIST	Marial	Occlusion Boundaries: Low-Level Detection and Mid-Level Reasoning		NETHERLANDS					
369		박성기	KIST	Marial	Unsupervised Modeling of Object Categories Using Link Analysis Techniques		2008/7	미국				
370	박성기	KIST	Marial	Unsupervised Modeling and Recognition of Object Categories with Combination of Visual Contents and Geometric Similarity Links		미국						
371		송재복	고려대학교	이동희, 정우진	IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS		2006/10	미국	○	2.216		
372		송재복	고려대학교	김건희, 정우진	IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS		2006/10	미국	○	2.216		
373		송재복	고려대학교	남화성, 송재복	제어로봇시스템학회 논문지		2006/2	대한민국	X			
374		송재복	고려대학교	함종규, 송재복	제어로봇시스템학회 논문지		2006/5	대한민국	X			
375		송재복	고려대학교	양주호, 송재복	제어로봇시스템학회 논문지		2006/5	대한민국	X			
376		송재복	고려대학교	정우진, 김건희, 김문상	Autonomous Robots		2007/1	미국	○	1.413		
377	Dependable Navigation	송재복	고려대학교	김건희, 정우진	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part C: Applications and Reviews		2007/7	미국	○	0.864		
378		송재복	고려대학교	이용주, 송재복	International Journal of Control, Automation and Systems		2007/10	대한민국	○	0.861		
379		송재복	고려대학교	함종규, 박중태, 송재복	제어로봇시스템학회 논문지		2007/7	대한민국	X			
380		송재복	고려대학교	배정연, 이수용, 송재복	제어로봇시스템학회 논문지		2007/9	대한민국	X			
381		송재복	고려대학교	문창배, 김경록, 정우진, 송재복	제어로봇시스템학회 논문지		2007/11	대한민국	X			
382		송재복	고려대학교	권태범, 송재복	Advanced Robotics		2008/3	일본	○	0.504		
383		송재복	고려대학교	배정연, 이수용, 송재복	Journal of Mechanical Science and Technology		2008/7	대한민국	○	0.215		
384		송재복	고려대학교	권태범, 송재복	Intelligent Service Robotics		2008/4	대한민국	X			
385		송재복	고려대학교	김시용, 이수용, 송재복	로봇공학회 논문지		2008/6	대한민국	X			

인원번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용지수
			이름	소속							
386	감정 생성, 인식, 표현에 의한 감정 상호작용 기술	동적 물체의 비전 검출을 통한 이동로봇의 장애물 회피	송재복	고려대학교	김인권, 송재복	로봇공학회 논문지	2008/9	대한민국	X		
387		Visual SLAM in Indoor Environments Using Autonomous Detection and Registration of Objects	송재복	고려대학교	Yong-Ju Lee	Proceedings of IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems	2008				
388		Upward Monocular Camera based SLAM Using Corner and Door Features	송재복	고려대학교	Seo-Yeon Hwang	Proceedings of the International Federation of Automatic Control world congress	2008				
389		Stable Monocular SLAM with Indistinguishable Features on Estimated Ceiling Plane Using Upward Camera	송재복	고려대학교	Seo-Yeon Hwang	Proceedings of International Conference on Control, Automation, and Systems	2008				
390		Control architecture design of a multi-functional service robot using the GSPN (Generalized-Stochastic Petri-Nets)	송재복	고려대학교	Chang-bae Moon	Proceedings of International Conference on Intelligent Robots and Systems	2008				
391		Dependable Navigation	송재복	고려대학교	Tae-Bum Kwon	Proceedings of International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence	2008				
392		Autonomous Salient Visual Feature Detection Using Salient Points from both RGB and HSV Color Spaces for Visual SLAM in Indoor Environments	송재복	고려대학교	Yong-Ju Lee	Proceedings of International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence	2008				
393		Improvement of Feature-based Object Recognition using Affine Transformation for Mobile Robot Navigation	송재복	고려대학교	LA Tuan Arh	Proceedings of International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence	2008				
394		Depth Estimation using Monocular Camera and Infrared Light Pattern	송재복	고려대학교	Incheol Kim	Proceedings of International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence	2008				
395		색상 및 거리 정보를 이용한 Mean Shift 알고리즘 기반의 동적 물체 추종	송재복	고려대학교	최윤규	한국지능로봇종합학술대회 논문지	2008				
396	세계의 초음파 센서를 장착한 이동로봇의 DWA 기반 장애물 회피	송재복	고려대학교	최우수	한국지능로봇종합학술대회 논문지	2008					
397	관성센서를 이용한 임베디드 주행 시스템의 오도메트리 오차 보정	송재복	고려대학교	주영훈	한국 정밀공공학회 추계학술대회 논문지	2008					
398	A Cognitive Modeling for Mental Model of an Intelligent Robot	권동수	KAIST	Kyung-Sook Park,	Assistive Robotics and Mechatronics	2006/9	국외	X			
399	로봇을 위한 인공 두뇌 개발(artificial Brain for Robots)	권동수	KAIST	이규빈, 권동수	로봇공학회 논문지	2006/12	국내	X			
400	Emotion and Personality of Robots: from Recognition to Expressions of Facial Expressions	권동수	KAIST	Hui Sung Lee, Do Hyung Kim, Myung .Jin Chung	Korea Robotics Society Review	2006/11	국내	X			
401	정신분석에 기반한 Cognitive Mental Algorithm: 차세대 지능로봇의 Mental Model설계를 위한 이론적 배경	권동수	KAIST	박경숙, 권동수	로봇공학회 논문지	2007/3	국내	X			
402	Three Way Relationship of Human-Robot Interaction	권동수	KAIST	Jung-Hoon Hwang, KangWoo Lee, Dong-Soo Kwon	Human-Computer Interaction	2007/5	국외	X			
403	서비스 로봇을 위한 리메티브 감정 생성 모델 (Design of Reactive Emotion Process for the Service Robot)	권동수	KAIST	김형률, 김영미, 박종찬, 박경숙, 권태윤, 권동수	로봇공학회 논문지	2007/6	국내	X			
404	인간과 로봇의 다양한 상호작용을 위한 휴대 매개 인터페이스 '핸디박'(A Portable Mediate Interface 'Handybot' for the Rich Human-Robot interaction)	권동수	KAIST	황장훈, 권동수	제어, 자동화, 시스템공학 논문지	2007/8	국내	X			
405	A Linear Affect-Expression Space Model and Control Points for Mascot-Type Facial Robot	권동수	KAIST	Hui Sung Lee, Jeong Woo Park; Myung Jin Chung	IEEE Trans. on Robotics	2007/10	국외	○	1	0.813	
406	Dynamic Emotion Model in 3D Affect Space for a Mascot-Type Facial Robot	권동수	KAIST	Jeong Woo Park, Hui Sung Lee; Su Hun Jo; Myung Jin Chung	Journal of Korea Robotics Society	2007/9	국내	X			
407	Representing Emotions with Linguistic Acuity	권동수	KAIST	Hye-Jin Min, Jong C. Park	Lecture Notes in Computer Science	2007/2	국외	X			

인원번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용지수
			이름	소속							
408	감정 생성 인식, 표현에 의한 감정 상호작용 기술	Customized Message Generation and Speech Synthesis in Response to the Characteristic Behavioral Patterns of Children	권동수	KAIST	Ho-Joon Lee, Jong C. Park	Lecture Notes in Computer Science	2007/7	국외	X		
409		상각과 친밀도를 지닌 로봇의 일반화된 상황 인력에 기반한 감정 생성	권동수	KAIST	권동수, 박종찬; 김영민; 김형욱; 송현수	대한임베디드공학학회논문지	2008/6	국내	X		
410		Synaptic plasticity model of a spiking neural network for reinforcement learning	권동수	KAIST	Kyoobin Lee, Dong-Soo Kwon	Neurocomputing	2008/8	국외	○	0	0.865
411	로봇의 표정구현을 위한 메커니즘 및 탐상코	Hello! My Name is Buddy	김승중	KIST	김우연, 장명수, 이도현	4th COE-CHR Joint Workshop	2007/9	일본	X		
412		Introduction to a face robot and motors for it	김승중	KIST	KIST-KE joint Workshop	KIST-KE joint Workshop	2007/11	독일	X		
413		감정확률을 이용한 동적 얼굴표정의 퍼지 모델링	김승중	KIST	강효석, 백재호, 김은래, 박민용	한국 퍼지 및 지능시스템 학회/2007 춘계학술대회 논문집	2007/4	한국	X		
414		dynamic facial expression of human-like 3D avatar based on probability of emotion	김승중	KIST	강효석, 백재호, 이희진, 박민용	control, Automation and Systems Symposium(CASS 2007)	2007/5	한국	X		
415		얼굴로봇 Buddy의 기능 및 구동 메커니즘	김승중	KIST	오경관, 장명수, 박신석	로봇공학학회논문지	2008/12	한국	X		
416		얼굴로봇의 표정구현 및 탐상코 구동메커니즘	김승중	KIST	장명수, 오경관, 박신석	대한기계학회논문지	2008/5	한국	X		
417		The Emotional Expression of the Facial Robot Using the Reaction Decision Model	김승중	KIST	장명수, 오경관, 박신석	URAI 2008	2008/11	한국	X		
418		Development of the multi-functional indoor service robot PSR systems	김승중	KIST	오경관, 장명수	ISR 2008	2008/10	한국	X		
419	시스템 통합 기술	Development of the multi-functional indoor service robot PSR systems	김문상	지능로봇사업단	Woojin Chung, Gunhee Kim, Munsang Kim	Autonomous Robots	2006		X		
420		Haptic interface through wave transformation using delayed reflection: application to a passive haptic device	김문상	지능로봇사업단	Jaehyung Lee, Changhyun Cho, Munsang Kim, and Jae-Bok Song	Advanced Robotics	2006		X		
421		Design of a Haptic Stability Observer in Frequency Domain for Stable Haptic Interaction	김문상	지능로봇사업단	Dongseok Ryu, Jaebok Song, Junho Choi, Sungchul Kang, Munsang Kim	SICE-ICCAS06	2006		X		
422		UML-Based Service Robot Software Development: A Case Study	김문상	지능로봇사업단	Minseong Kim, Suntae Kim, Sooyong Park, Mun-Taek Choi, Munsang Kim	ICSE	2006		X		
423		Intelligent Robot Software Architecture	김문상	지능로봇사업단	Jonghoon Kim, Mun-Taek Choi, Munsang Kim, Suntae Kim, Minseong Kim, Sooyong Park, Jaeho Lee, and Byung Kook Kim	ICAR	2007				
424	Implementation of Intelligent Robot Software Architecture to Humanoid Robot for Human Robot Interaction	김문상	지능로봇사업단	Chang Gu Kim, Mun-Taek Choi, Hak Jong Noh, Jonghoon Kim, Sangyong Lee, Changhyun Cho and Munsang Kim	IEEE RO-MAN	2007					
425	On the Development of Easy Interaction Room	김문상	지능로봇사업단	Sangseok Yun, Chango Kim, Jonghoon Kim, Mun-Taek Choi and Munsang Kim	IEEE RO-MAN	2007					

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
426		Applying Dynamic Software Architecture Management to Home Service Robot Software	김문상	지능로봇사 업단	Dongsun Kim, Sooyong Park, Mun-Taek Choi and Munsang Kim	IEEE RO-MAN	2007				
427	시스템 통합 기술	Learning Users' Decision-making Patterns for Improving Recommender System	김문상	지능로봇사 업단	Kim, Gunhee		2007				
428		DNS: Dialogue-based News Service System in Robot Environments	김문상	지능로봇사 업단	Kim, Gunhee	The 11th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics: WMSCI 2007	2007				
429		Energy-Based Control of a Haptic Device Using Breaks	김문상	지능로봇사 업단	Changhyun Cho, Jae-Bok Song, Munsang Kim	IEEE/ASME transactions on mechatronics	2008		○		
430		Design and control of an exoskeleton for the elderly and patients	전도영	서강대학교	공경철	IEEE/ASME Transactions on Mechatronics	2006/8		○	3	0.979
431	장착형 보행 보조기기 개발	노인과 청년에서 많은 자세에서 일어나기 동작의 생체역학적 분석	전도영	서강대학교	김두환, 박성민, 정덕원	대한제철의학회지	2006/6		X		
432		Mechanical Design and Impedance Compensation of SUBAR (Sogang University's Biomedical Assist Robot)	전도영	서강대학교	Hyosang Moon, Beomsoo Hwang, Doyoung Jeon	Proceedings of the IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics	2008		X		
433		정밀한 파지를 할 수 있는 로봇 손의 안정성 평가	이용권	KIST	이민규, 이용훈, 최우석, 임홍재	한국소음진동공학회	2007/11				
434		강력 정밀 파지를 할 수 있는 로봇 손의 기구 설계	이용권	KIST	이민규, 이용훈, 최우석, 임홍재	한국기계학회	2007/8				
435		강력 정밀 파지를 할 수 있는 로봇 손의 기구 설계	이용권	KIST	이민규, 이용훈, 최우석, 임홍재	신호처리시스템학회	2007/12				
436	노약자부족 및 이동보조를 위한 지능형 양중로봇 시스템 개발	Design of a Bio-Mimetic Dexterous Robot Hand	이용권	KIST	이민규, 이용훈, 이석원	International Symposium on Robotics	2008/10				
437		Design analysis of a Robot Hand for Accurate Grasping Various Objects	이용권	KIST	이민규, 이용훈, 정재일, 임홍재	Asian Conference on Multibody Dynamics	2008/8				
438		Wearable Haptic Glove Using Micro Hydraulic System for Control of Construction Robot System with VR Environment	이용권	KIST	류동서	IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent System	2008/8				
439		Micro Hydraulic System Using Slim Artificial Muscles for a Wearable Haptic Glove	이용권	KIST	류동서, 문경원, 강성철	IROS 2008	2008/9				
440		보행 보조 로봇의 설계 및 개발	이용권	KIST	이민규, 이용훈, 임홍재	한국소음진동공학회	2008/4				
441		CAE를 이용한 Robot hand 개발 연구	이용권	KIST	이민규, 임시형, 임홍재	한국소음진동공학회	2008/11				
442		An FPGA Implementation of Parallel Hardware Architecture for the Real-time Window-based Image Processing	전재욱	성균관대	전재욱, Xuan Dai Pham, 조정욱	정보처리학회논문지B	2006/8		X		
443		Architecture of RETE Network Hardware Accelerator for Real-Time Context-Aware System	전재욱	성균관대	이성욱, 왕홍문, 배대진, 이경문, 이지형, 전재욱	LNA(Lecture Notes in Artificial Intelligence)	2006/10		○		
444		FPGA Based Active Visual Tracking System	전재욱	성균관대	전재욱, 팜 다이 썬, 진승훈	3rd CIR-COE	2006/9		X		
445		An Active Visual Tracking System	전재욱	성균관대	조정욱, 전재욱	3rd CIR-COE	2006/9		X		
446	비전/음성 핵심기술 개발	FPGA Based Edge Extraction System	전재욱	성균관대	조정욱, 전재욱	3rd CIR-COE	2006/9		X		
447		A Real-time Object Tracking System Using Particle Filter	전재욱	성균관대	진승훈, 팜 다이 썬, 전재욱, 문종근, 강훈	IROS 2006(IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems)	2006/1		X		
448		Object Tracking Circuit using Particle Filter with Multiple Features	전재욱	성균관대	진승훈, 팜 다이 썬, 전재욱	ICCAS 2007(International Conference on Control, Automation and Systems)	2006/1		X		
449		Multiple Objects Tracking Circuit using Particle Filters with Multiple Features	전재욱	성균관대	진승훈, 팜 다이 썬, 전재욱	ICRA 2007(IEEE International Conference on Robotics and Automation)	2007/4		X		
450		FPGA-Based Real-Time Visual Tracking System Using Adaptive Color Histograms	전재욱	성균관대	진승훈, 팜 다이 썬, 전재욱, 김동근	ROBIO 2007(IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics)	2007/12		X		
451		A Real-Time Multiple Objects Tracking System Using Particle Filters	전재욱	성균관대	진승훈, 팜 다이 썬, 전재욱, 권기호	ICAR 2007(International Conference on Advanced Robotics)	2007/8		X		

입력 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제널명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
452	비전/음성 핵심기술 개발	A Real-Time Color Feature Tracking System Using Color Histogram	전제욱	성균관대	진승훈, 팜 다이 썬, 전제욱, 김동균	ICCAS 2007(International Conference on Control, Automation and Systems)	2007/10	대한민국	X		
453		A Simple Method for Computing Stereo Disparity Image Using Global Minimization via Graph Cuts	전제욱	성균관대	팜 다이 썬, 전제욱	ICCAS 2007(International Conference on Control, Automation and Systems)	2007/10	대한민국	X		
454		An FPGA-based Voice Signal Preprocessor for the Real-time Cross-correlation	전제욱	성균관대	조정국, 이대호, 박중현, 김형순, 이창훈, 최종석, 전제욱	ICCAS 2007(International Conference on Control, Automation and Systems)	2007/10	대한민국	X		
455		Combine Kalman Filter and Particle Filter to Improve Color Tracking Algorithm	전제욱	성균관대	전제욱	ICCAS 2007(International Conference on Control, Automation and Systems)	2007/10	대한민국	X		
456		A Real-time Line Detection Circuit	전제욱	성균관대	진승훈, 조정국, 하비에, 유엔신	4th CIR-COE	2007/9	일본	X		
457		Active Visual Tracking System Using Color Histograms	전제욱	성균관대	진승훈, 팜 다이 썬, 김동균, 전제욱	4th CIR-COE	2007/9	일본	X		
458		Background Compensation using Hough Transform	전제욱	성균관대	조정국, 전제욱	4th CIR-COE	2007/9	일본	X		
459		An Improvement of the Standard Hough Transform to detect line segments	전제욱	성균관대	팜 다이 썬, 전제욱	ICIT 2008(IEEE International Conference on Industrial Technology)	2008/4	중국	X		
460		Background Compensation using Hough Transform	전제욱	성균관대	조정국, 전제욱	ICRA 2008(IEEE International Conference on Robotics and Automation)	2008/5	미국	X		
461		Real-time sound source localization system based on FPGA	전제욱	성균관대	김동균, 김형순, 이창훈, 최종석, 전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
462		A test framework for the accuracy of line detection by hough transform	전제욱	성균관대	팜 다이 썬, 김동균, 전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
463		A real-time finite line detection system based on FPGA	전제욱	성균관대	진승훈, 뉴 엔딩 듀어, 김기훈, 전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
464		Improving estimation of high accuracy optical flow by unstable region detection	전제욱	성균관대	팜 다이 썬, 전제욱	MFI/2008(IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration)	2008/8	대한민국	X		
465		Automatic exposure compensation for line detection applications	전제욱	성균관대	팜 다이 썬, 김동균, 전제욱	MFI/2008(IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration)	2008/8	대한민국	X		
466		A Test Framework for the Accuracy of Line Detection by Hough Transforms	전제욱	성균관대	팜 다이 썬, 김동균, 전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
467		Trends and proposals of user-designable mobile phone cover	전제욱	성균관대	전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
468		Usability Analysis of a PDA-based User Interface for Mobile Robot Teleoperation	전제욱	성균관대	송태훈, 박지환, 전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
469		Design of an Efficient Initialization Method of a Logbased File System with Flash Memory	전제욱	성균관대	전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
470		In-Place Reconstructible Delta Compression using Aleivated Greedy Matching Algorithm	전제욱	성균관대	전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
471		Remote Robot Control System based on DTMF of Mobile Phone	전제욱	성균관대	전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
472		Efficient Method for Correction and Interpolation Signal of Magnetic Encoders	전제욱	성균관대	호양반홍, 전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
473		Effective Auto-tuning Proportional-Integral Controller based on a Heuristic Algorithm	전제욱	성균관대	레 녹 구이, 전제욱	INDIN 2008(IEEE International Conference on Industrial Informatics)	2008/7	대한민국	X		
474		Dedicated Parallel Thinning Architecture based on FPGA	전제욱	성균관대	팜 톡 티엔, 진승훈, 김동균, 전제욱	MFI/2008(IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration)	2008/8	대한민국	X		
475		FPGA based Auto Focus System using Touch Screen	전제욱	성균관대	진승훈, 전제욱	MFI/2008(IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration)	2008/8	대한민국	X		
476		A New Approach based-on Advanced Adaptive Digital PLL for Improving the Resolution and Accuracy of Magnetic Encoders	전제욱	성균관대	Hieu Tue Le, 전제욱	IROS 2008(IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems)	2008/9	프랑스	X		
477		실버메이트 로봇을 위한 행위 표현에 관한 연구	김병국	KAIST	조수정, 최경현	대한기계학회	2006/6	한국	X		
478		Elastic Force기반의 Silvermate 로봇의 실시간 장애물 회피	김병국	KAIST	조수정, 최경현	대한기계학회	2006/11	한국	X		
479		A Study on Behavior-based Hybrid Control For elderly Assistant Robot	김병국	KAIST	조수정, 최경현	The 1st Korean-Austrian Automation Day	2006/5	한국	X		

인원번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용지수
			이름	소속							
480		Intelligent robot control software	김병국	KAIST	김종훈, 김민상	Proc. 13th Int. Conf. on Advanced Robotics	2007	한국	X		
481		A Study on the Real-Time Obstacle Avoidance of Robot based on Elastic Force	김병국	KAIST	최경현, 조수정, 양형찬	ICAR 2007	2007/10	한국	X		
482		Real-Time Obstacle Avoidance for Silvermate Robot	김병국	KAIST	최경현, 김창중, Minh Ngoc Nong	대한기계학회2007년도 춘계학술대회	2007/5	한국	X		
483		탄성력을 이용한 실시간 장애물 회피에 관한 연구	김병국	KAIST	최경현, 조수정, 양형찬	한국공작기계학회	2007/10	한국	X		
484	실시간 제어 체계 기술	Intelligent Robot Software Architecture	김병국	KAIST	김종훈, 최문택, 김문상, 김신태, 김민성, 박수영, 이세호, 김병국	AN EDITION OF TH SELECTED PAPERS FROM THE 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED ROBOTICS	2007/12	미국	X		
485		모바일 센서 네트워크를 위한 에너지 효율적이고 경제적인 소형 이동 로봇의 개발	김병국	KAIST	김홍준	제어 자동화 시스템 공학회 논문지	2008/3	한국	X		
486		움직이는 원통형 물체를 잡는 매니퓰레이터를 위한 레이저 거리계 기반의 서보시스템	김병국	KAIST	친홍서	제어 자동화 시스템 공학회 논문지	2008/3	한국	X		
487		Minimum-Energy Translational Trajectory Planning for Battery-Powered Three-Wheeled Omni-Directional Mobile Robots	김병국	KAIST	김홍준	10th International Conference on Control, Automation, Robotics, and Vision	2008/11	베트남			
488	로봇 SAW 개발환경	An Intelligent Robot Architecture based on Robot Markup Languages	신홍식	모나비전	Jun-young Kwak, Ji Young Yoon and Richard H. Shinn	IEEE ICEIS	2006				
489		Designing Dynamic Software Architecture for Home Service Robot Software	박수용	서강대학교	김동신	Lecture Notes in Computer Science	2006/10	네덜란드	○		
490		Converging Marriage in Honey-Bees Optimization and Application to Stochastic Dynamic Programming	박수용	서강대학교	장형수	Journal of Global Optimization	2006/7	네덜란드	○		
491		On Convergence Rate of the Shannon Entropy Rate of Ergodic Markov Chains via Sample-path Simulation	박수용	서강대학교	장형수	Statistics & Probability Letters	2006/7	네덜란드	○		
492		Perfect Information Two-Person Zero-Sum Markov Games with Imprecise Transition Probabilities	박수용	서강대학교	장형수	Mathematical Methods of Operations Research	2006/10	네덜란드	○		
493		A Policy Improvement Method in Constrained Stochastic Dynamic Programming	박수용	서강대학교	장형수	IEEE Transactions on Automatic Control	2006/9	미국	○		
494		A policy improvement method for constrained average Markov decision processes	박수용	서강대학교	장형수	Operations Research Letters	2007/7	네덜란드	○		
495	로봇기능의 자가 치유, 적응 및 성장기술	Component based approach to robot vision for computational efficiency	박수용	서강대학교	이준희	The 2007 International Conference on Mechatronics and Information Technology(ICMIT 2007)	2007		X		
496		Object Recognition Architecture Using distributed and parallel Computing with Collaborator	박수용	서강대학교	이준희	2007 IEEE International Conference on Granular Computing	2007		X		
497		Cell-based Approach for Evolutionary Component Repositories for Intelligent Service Robots	박수용	서강대학교	구형민	the 2007 International Symposium on Frontiers in Networking with Applications (FINA 2007).	2007		X		
498		논리적 셀 기반의 로봇 소프트웨어 컴포넌트 저장소	박수용	서강대학교	구형민	한국정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, Vol. 34, No. 8,	2007		X		
499		Task-based Approach to Generate Optimal Software-Architecture for Intelligent Service Robots	박수용	서강대학교	박유식	16th IEEE International Symposium on Robot & Human Interactive Communication	2007		X		
500		Adversarial multi-armed bandit approach to two-person zero-sum Markov games	박수용	서강대학교	장형수	Proceedings of the 46th IEEE Conference on Decision and Control	2007		X		
501		Applying Dynamic Software Architecture Management to Home Service Robot Software	박수용	서강대학교	김동신	16th IEEE International Symposium on Robot & Human Interactive Communication	2007		X		
502		Finite Step Approximation Error Bounds for Solving Average Reward Controlled Markov Set-Chains	박수용	서강대학교	장형수	IEEE Transactions on Automatic Control	2008/2	미국	○		

인원 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제널명	년/월	발행국명	SCI 여부	영문 표제어	저널 인용 지 수
			이름	소속							
503	로봇기능의 자가 치유, 적응 및 성장기술	Converging Co-Evolutionary Algorithm for Two-Person Zero-Sum Discounted Markov Games with Perfect Information	박수용	서강대학교	장형수	IEEE Transactions on Automatic Control	2008/3	미국	○		
504		Dynamic Software Product Lines	박수용	서강대학교	장형수	Computer	2008/4	미국	○		
505		DRAMA: A Framework for Domain Requirements Analysis and Modeling Architectures in Product Lines	박수용	서강대학교	Jihuae Kim	Journal of Systems and Software	2008		○		
506		Stochastic Iterative Approximation for Parallel Rollout and Policy Switching	박수용	서강대학교	Chang, Hyeong Soo	Proceedings of the 17th International Federation of Automatic Control (IFAC) World Congress	2008		X		
507		A Population-Based Cross-Entropy Method with Dynamic Sample Allocation	박수용	서강대학교	Jiaqiao Hu	Proceedings of the 47th IEEE Conference on Decision and Control	2008		X		
508		센서의 상대적 위치정보를 이용한 무선 센서 네트워크에서의 클러스터링 알고리즘	박수용	서강대학교	정우현	2008 한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2008		X		
509		무선 센서 네트워크에서의 Max k-Cut 기반의 클러스터링 알고리즘	박수용	서강대학교	김재환	2008 한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2008		X		
510		콤팩트 엘리트 게임 최적화	박수용	서강대학교	조진신	2008 한국컴퓨터종합학술대회 논문집	2008		X		
511		Design Quality Model for Service-Oriented Architecture	박수용	서강대학교	Bingu Shim	Proceedings of the 15th Asia-Pacific Software Engineering Conference	2008		X		
512		Service Identification Using Goal and Scenario in SOA	박수용	서강대학교	SunTae Kim	Proceedings of the 15th Asia-Pacific Software Engineering Conference	2008		X		
513		A Q-Learning-Based On-Line Planning Approach to Autonomous Architecture Discovery for Self-managed Software	박수용	서강대학교	Dongsun Kim	Proceedings of the On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008 Workshops	2008		X		
514		Tool Support for Quality Evaluation and Feature Selection to Achieve Dynamic Quality Requirements Change in Product Lines	박수용	서강대학교	Minseong Kim	Proceedings of International Workshop on Dynamic Software Product Line	2008		X		
515		A Tactic-Based Approach to Embodying Non-functional Requirements into Software Architectures	박수용	서강대학교	SUNTAEKIM	Proceedings of the IEEE International EDOC Conference	2008		X		
516	Software Architecture-based Approach to Self-adaptive Function for Intelligent Robots	박수용	서강대학교	Dongsun Kim	THE PROCEEDINGS OF THE TRIENNIAL WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL FEDERATION OF AUTOMATIC CONTROL	2008		X			
517	HEURISTIC NETWORK RESOURCE MANAGEMENT ALGORITHM FOR VARIOUS MULTIMEDIA SERVICES	박수용	서강대학교	Sungwook Kim	Proceedings of the FIFTH ANNUAL IEEE CONSUMER COMMUNICATIONS & NETWORKING CONFERENCE 2008	2008		X			
518	Software Engineering Education Toolkit for Embedded Software Architecture Design Methodology Using Robotic Systems	박수용	서강대학교	Dongsun Kim	Proceedings of the 15th Asia-Pacific Software Engineering Conference	2008		X			
519	군집단 지능 알고리즘 기반의 정보속성을 고려한 에드혹 네트워크 라우팅	박수용	서강대학교	허선희	정보과학회논문지 : 컴퓨터의 실제 및 레터	2008		X			
520	간동지식을 통합하는 강화학습기법을 사용하는 셀룰러 네트워크에서 동적채널 할당 기법	박수용	서강대학교	김상관	정보과학회논문지 : 컴퓨터의 실제 및 레터	2008		X			
521	Intelligent Robot Software Architecture	박수용	서강대학교	Jonghoon Kim	AN EDITION OF TH SELECTED PAPERS FROM THE 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED ROBOTICS	2008		X			
522	Aspect-Oriented 소프트웨어 개발을 위한 목표-시나리오 모델링 기반의 횡관심사 식별 및 명세화 방법	박수용	서강대학교	김신화	정보과학회논문지	2008		X			
523	소형 휴머노이드 로봇의 동작 제어 알고리즘 개발	의사-임피던스 모델을 이용한 비평탄면에서의 이족보행 로봇의 보행	박종현	한양대학교	신한식		2007/11	대한민국			
524		ZMP-Based Biped Running Pattern Generation with Contact Transition of Foot	박종현	한양대학교	신현식		2008/7	중국			
525		Development of Anthropomorphic Prosthesis Hand H ³ and Its Control	박종현	한양대학교	Tae S. Kim,		2008/10	그리스			
526		LPM 을 이용한 이족 로봇의 보행 속도 변화	박종현	한양대학교	손범규, 김진탁		2008/11	대한민국			

입력 번호	과제명	논문명	연구책임자		공동저자	제명명	년/월	발행국명	SCI 여부	연평균 논문인용	저널 인용 지수
			이름	소속							
527	생체모방형 smart MEMS ear	Design and fabrication of a flexural plate wave accelerometer	이승섭	KAIST	Jin, Seung Lee; Yong Chul Kim; Woon Seob Lee	Key Engineering Materials	2006	Switzerland	X		
528		Sound source localization using piezoresistive multi-cantilever microphones	이승섭	KAIST	Yong Chul Kim; Jin Young Kim; Young Jin Park	IEEE Sensors 2007 Conference	2007/10	Atlanta	X		
529		Pizeoelectric microphone built on circular diaphragm	이승섭	KAIST	W. S. Lee	Sensors and Actuators A	2008/6	Switzerland	○	0	1.348
530		An isotropic suspension system for a biaxial accelerometer using electroplated thick metal with a HAR SU-8 mold	이승섭	KAIST	Jin, Seung Lee	J. Micromech. Microeng.	2008/2	England	○	0	1.93
531		Pizeoelectric microphone built on circular diaphragm carrying a concentrated mass	이승섭	KAIST	W. S. Lee	Asia-Pacific Conference On Transducers and Micro-Nano Technology	2008/6	Taiwan	X		
532	생체모방형 smart MEMS ear	SU-8 removal method for an electroplated micro mechanical structure with a HAR SU-8 mold	이승섭	KAIST	Jin, Seung Lee	Asia-Pacific Conference On Transducers and Micro-Nano Technology	2008/6	Taiwan	X		
533		김중철의 승가에 따른 원형 진동판의 고유 진동수 감소와 그에 따른 마이크로폰의 감도 증가에 관한 연구	이승섭	KAIST	이운섭	제10회 한국MEMS학술대회	2008/4	한국	X		
534		고종행비 SU-8 몰드를 이용한 전기도금 등장성 서스펜션 개발과 전자기법 연구	이승섭	KAIST	이진승	제10회 한국MEMS학술대회	2008/4	한국	X		
535		인공지능 다채널 캔틸레버를 이용한 음원 위치 추정에 관한 연구	이승섭	KAIST	김용철;김진영;박영진	제10회 한국MEMS학술대회	2008/4	한국	X		
536	비선형 음성 신호처리 및 음성 추출 기법 연구	Nonlinear Spectro-Temporal Features for Noise-Robust Speech Recognition based on Cochlear Model	이수영	KAIST	이수영	IEEE Neural Network	논문 제출		○		
537	지능로봇용 MEMS기반 전자후각센서의 개발	Biomolecular detection with a thin membrane transducer	이정훈	서울대학교	Misun Cha, Jaeha Shin, June-Hyung Kim, Ilhaek Kim, Junbo Choi, Nahum Lee, Byung-Gee Kim	Lab on a chip	2008/4	UK	○		
538	H-Robot 탑재 컨테츠 개발	감정 및 정서상태 전이를 위한 감성 컨텐츠 추천 시스템 개발	정도연	서울대학교병원	박면용, 안승민, 하성도, 정도연, 류인규	감성과학	2007/3	한국	X	(해당없음)	(해당없음)
539		Requirements to UPnP for Robot Middleware	안상철	KIST	이정우, 임기웅, 고희동, 권용무, 김형곤	IROS2006	2006/10	중국	X	3	
540		UPnP Robot Middleware for Ubiquitous Robot Control	안상철	KIST	임기웅, 이정우, 권용무, 김형곤	URAI2006	2006/10	한국	X	2	
541		UPnP SDK for Robot Development	안상철	KIST	이정우, 임기웅, 고희동, 권용무, 김형곤	SICE-ICCA2006	2006/10	한국	X	2	
542		UPnP 기반 로봇 미들웨어	안상철	KIST	이정우, 임기웅, 고희동, 권용무, 김형곤	전자공학회논문지-SC	2006/3	한국	X		
543	로봇 미들웨어 플랫폼 기술개발	UPnP Robot Middleware and its Application to Robots	안상철	KIST	이정우, 임기웅, 고희동, 권용무, 김형곤	ICAR2007	2007/8	한국	X		
544		Non-IP 장치 제어를 위한 새로운 UPnP 브리지 구조	박홍성	강원대	강정석, 최광순,김성훈, 이광국	정보 및 제어 학술대회	2007/10	한국	X		
545		UPnP 브리지를 위한 범용 MFD 구조	박홍성	강원대	최광순, 강정석	정보 및 제어 학술대회	2007/10	한국	X		
546		다양한 Non-IP 장치를 위한 UPnP 브리지 구조	박홍성	강원대	강정석, 최광순	한국통신학회논문지	2007/12	한국	X		
547		Development of Massive Data Transferring Method for UPnP based Robot Middleware	안상철	KIST	김강산, 권용무, 고희동, 김형곤	URAI2008	2008/11	한국	X		
548		Tangible Tele-Meeting System with a Visually Augmented Robot	안상철	KIST	유범제	ISR2008	2008/10	한국	X		



지식경제부

21C 프론티어기술개발사업



Center for Intelligent Robotics

B. 특허 출원 및 등록 목록



21C Frontier Program

Center for Intelligent Robotics

B. 특허 출원 및 등록 목록

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
1	얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식	출원	실시간 정확한 얼굴검출 장치 및 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	10-2006-0078106	20060818
2	얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식	출원	얼굴 위장 판별 장치 및 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	10-2006-0078107	20060818
3	얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식	출원	얼굴 특징점/머리카락 추출 장치 및 실시간 얼굴 캐릭터 생성 시스템	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	10-2006-0129007	20061215
4	대화음성 인터페이스 기술 개발	출원	아이겐 환경 및 바이어스 벡터 동시 가중치 추정을 통한 잡음 보상 방법	김형순	부산대학교 산학협력단	한국	1020060116214	20061123
5	대화음성 인터페이스 기술 개발	출원	음성 인식 시스템에서의 인식 오류 수정 방법	김형순	부산대학교 산학협력단	한국	1020060089664	20060915
6	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	출원	신호분리코딩 및 에러정정을 통한 구조 광기반의 3차원거리 영상측정방법	이석한	성균관대학교 산학협력단	한국	1020060012817	20060210
7	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	등록	적외선 플래쉬 방식의 능동형 3차원 거리 영상 측정장치	이석한	성균관대학교 산학협력단	한국	100661861	20061220
8	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	등록	신호분리코딩 및 에러정정을 통한 구조 광기반의 3차원거리 영상측정방법 및 시스템	이석한	성균관대학교 산학협력단	한국	100588296	20060602
9	Dependable Manipulation 기술	출원	가변 강성 유닛을 갖는 로봇 머니플레이터용 조인트	강성철	한국과학기술연구원	PCT	PCT/KR2006/00528	20061207
10	Dependable Manipulation 기술	출원	가변 강성 유닛을 갖는 로봇 머니플레이터용 조인트	강성철	한국과학기술연구원	한국	1020060084668	20060904
11	Dependable Manipulation 기술	출원	소형 케이블 동력 전달 장치	강성철	한국과학기술연구원	한국	1020060109817	20061108
12	Dependable Manipulation 기술	등록	센서 시스템	강성철	한국과학기술연구원	한국	100652904	20061124
13	Dependable Manipulation 기술	등록	커패시터용 전극층과 캐패시터용 전극층의 제조방법, 그 전극층을 이용한 단위센서 및 그 단위센서를 이용한 출력센서	강성철	한국과학기술연구원	한국	100608927	20060727

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
14	생체모방형 인공피부 개발	출원	Method for manufacturing of tactile sensor and apparatus for processing signal of tactile sensor	김중호	한국표준과학연구원	한국	1020060083584	20060831
15	생체모방형 인공피부 개발	출원	Input device of electronics using transparent tactile sensor	김중호	한국표준과학연구원	한국	1020060126446	20061212
16	생체모방형 인공피부 개발	출원	Capacitive type tactile sensor and manufacturing the same	김중호	한국표준과학연구원	한국	1020060126441	20061212
17	신개념 액추에이터에 기반한 유연한 로봇손의 개발	등록	고체 전기활성 구동기 및 그 제조방법	최희렬	성균관대학교 산학협력단	한국	10-0616626	20060821
18	신개념 액추에이터에 기반한 유연한 로봇손의 개발	등록	고분자 유전체 액추에이터 및 이를 이용한 인치엄 로봇	최혁렬	성균관대학교 산학협력단	한국	10-0593913	20060620
19	Dependable Navigation	등록	세신화 기반 위상지도의 작성방법 및 그 장치, 이동로봇의 탐사를 통한 세신화 기반 위상지도 작성방법 및 그 장치	송재복	고려대학교 산학협력단	한국	10-0611328	20060803
20	Dependable Navigation	등록	세신화 기반 위상지도의 작성방법 및 그 장치, 이동로봇의 탐사를 통한 세신화 기반 위상지도 작성방법 및 그 장치	송재복	고려대학교 산학협력단	한국	10-0611328	20060803
21	다개체 로봇의 실시간 coordinated navigation 기술	등록	확장된 충돌 지도를 이용한 다개체 로봇의 충돌 회피 방법 및 그 방법을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체	이범희	(재)서울대학교 산학협력재	한국	10-0670565	20070111
22	로봇의 표정구현을 위한 메커니즘 및 링크	출원	Bearingless stepping motor	김승중	한국과학기술연구원	PCT	PCT/KR2006/00166	20060503
23	시스템통합 기술	출원	하모닉 감속기	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2006-0131717	20061221
24	시스템통합 기술	출원	로봇 핸드	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2006-0122247	20061205
25	시스템통합 기술	출원	소형 케이블 동력전달 장치	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2006-0109817	20061108
26	장착형 보행보조기기 개발	등록	근력증강을 위한 보행보조기기 및 그 제어방법	전도영	서강대학교 산학협력단	한국	10-0612031	20060807
27	장착형 보행보조기기 개발	등록	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇의 허벅지 압력 센서	전도영	서강대학교 산학협력단	한국	10-0651638	20061123

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
28	장착형 보행보조기기 개발	등록	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇의 발바닥 압력 센서	전도영	서강대학교 산학협력단	한국	10-0651639	20061123
29	비전/음성 핵심 기술 SoC 개발	출원	실시간 스테레오 영상 교정 시스템 및 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020060059210	20060629
30	비전/음성 핵심 기술 SoC 개발	출원	실시간 확장 가능한 스테레오 매칭 시스템 및 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020060059208	20060629
31	비전/음성 핵심 기술 SoC 개발	등록	실시간 물체 추적 장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	100635883	20061012
32	실시간 제어 체계 기술	출원	정합필터의 간략한 계산을 사용한 초음파 거리 정밀측정 방법	김병국	한국과학기술원	한국	10-2006-0092805	20060925
33	로봇 미들웨어 플랫폼 기술개발	등록	로봇 서비스 개발도구 (S/W등록)	안상철	한국과학기술연구원	한국	006-01-179-00519	20061023
34	로봇 미들웨어 플랫폼 기술개발	등록	로봇 컴포넌트 개발도구 (S/W등록)	안상철	한국과학기술연구원	한국	006-01-271-00519	20061023
35	노인용 지능 안마시스템을 위한 기술개발	출원	Arm-wrestling Robot and the Control Method	강철구	건국대학교 산학협력단	PCT	PCT/KR2006/00103	20060321
36	노인용 지능 안마시스템을 위한 기술개발	출원	팔씨름 로봇 및 그 제어방법	강철구	건국대학교 산학협력단	한국	10-2006-0013459	20060213
37	생체모방형 smart MEMS ear	등록	원형 진동판을 갖는 마이크로 음향 소자 및 그 제조 방법	이승섭	한국과학기술원	한국	100619478	20060828
38	로봇 레인저용 스테레오 레이더 시스템 개발	출원	거리 측정 센서 및 이를 이용한 거리 측정방법	홍성철	한국과학기술원	한국	10-2006-0046179	20060523
39	로봇 레인저용 스테레오 레이더 시스템 개발	출원	송신 누설 신호 제거기를 가진 레이더 장치	홍성철	한국과학기술원	한국	10-2006-0050863	20060607
40	로봇 지능 구현 아키텍처	등록	네트워크 침입패턴의 자동탐지를위한 시스템 및 그 방법 (System and method for automatically detecting network intrusion patterns)	이재호	서울시립대학교 산학협력단	한국	10-0708771	20070411
41	지능 구현 지식 체계	출원	최적화 변환 규칙을 적용하여 RDQL 질의를 SQL 질의로 변환하는 RDQL - TO - SQL 시스템 및 방법	서일홍	한양대학교 산학협력단	한국	10-2007-0110580	20071031

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
42	지능 구형 지식 체계	출원	온톨로지 기반 로봇 지식 체계 구조	서일홍	한양대학교 산학협력단	한국	10-2007-0110480	20070131
43	얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	출원	눈 검증 및 눈 위치 보정을 통한 눈 검출 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	10-2007-0063837	20070627
44	얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	출원	3차원 실린더 헤드 모델을 이용한 얼굴 제스처 인식 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	10-2007-0040489	20070425
45	얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	출원	스테레오 영상을 이용한 사람 사람 검출 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	0-2007-0115695	20071113
46	얼굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	등록	실시간 정확한 얼굴검출 장치 및 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	10-0779171	20071119
47	지능로봇의 능동청각시스템 기술	출원	스펙트럼 왜곡을 유발하는 인공귀 및 이를 이용한 음원 방향 검지 방법	최종석	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0116031	20071114
48	대화음성 인터페이스 기술 개발	등록	아이겐 환경 및 바이어스 벡터 동시 가중치 추정을 통한 잡음 보상 방법	김형순	부산대학교 산학협력단	한국	10-0694879	20070307
49	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	출원	Multi-Processor System on Chip Platform and DVB-T Baseband Receiver Using the Same	이석한	성균관대학교 산학협력단	일본	11/949,716	20071203
50	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	출원	Method and System of Structural Light-Based 3D Depth Imaging Using Signal Separation Coding and Error Correction Thereof	이석한	성균관대학교 산학협력단	일본	2007-729903	20070329
51	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	출원	이동 서비스 로봇을 위한 실내 물체/환경 지식의 정보 처리 시스템과 그 정보 처리 방법 및 이를 기록한 기록 매체	이석한	성균관대학교 산학협력단	한국	10-2007-0031901	20070330
52	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	출원	기하학 조건을 이용한 구조광 기반의 거리 영상 측정 방법 및 시스템	이석한	성균관대학교 산학협력단	한국	2007-0026311	20070319
53	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	출원	오픈케이블 규격을 만족하는 케이블카드의 SoC 플랫폼 및 그 모델링 방법	이석한	성균관대학교 산학협력단	한국	10-2007-005399	20070601
54	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링	출원	멀티프로세서 SoC 플랫폼 및 이를 사용하는 DVB-T 베이스 밴드 수신장치	이석한	성균관대학교 산학협력단	한국	10-2007-0043661	20070504
55	Dependable manipulation 기술 개발	출원	정전용량형 이중모드 촉각센서	강성철	한국과학기술연구원	일본	OF07P001/US	20070126

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
56	Dependable manipulation 기술 개 발	등록	관절 토크 측정을 위한 액츄에이터 일체형 관절 토크 센서	강성철	한국과학기술연구원	한국	10-0737168	20070703
57	Dependable manipulation 기술 개 발	등록	강성 발생 장치 및 이를 구비하는 로봇 머니폴레 이더의 조인트	강성철	한국과학기술연구원	한국	10-0760846	20070917
58	Dependable manipulation 기술 개 발	등록	작업용 로봇, 작업용 로봇을 위한 액츄에이터 및 작업용 로봇의 제어방법	강성철	한국과학기술연구원	일본	7,236,850	20070626
59	생체모방형 인공피부	출원	곡면부착형 촉각센서와 그 제조방법	김종호	한국표준과학연구원	한국	10-2007-0026830	20070319
60	생체모방형 인공피부	출원	곡면부착형 촉각센서와 그 제조방법	김종호	한국표준과학연구원	PCT	PCT-002545	20070525
61	생체모방형 인공피부	출원	고온용 촉각센서 및 그 제조방법	김종호	한국표준과학연구원	한국	10-2007-0127843	20071210
62	생체모방형 인공피부	출원	고온용 촉각센서 및 그 제조방법	김종호	한국표준과학연구원	PCT	PCT-006845	20071226
63	생체모방형 인공피부	등록	플렉스블 촉각센서 및 그 제조방법	김종호	한국표준과학연구원	한국	10-0703082	20070328
64	생체모방형 인공피부	등록	폴리머 필름을 이용한 플렉스블 촉각센서 제조방 법	김종호	한국표준과학연구원	한국	10-0735295	20070627
65	지능로봇의 환경이해를 위한 비전 기반의 물체인식	출원	물체 인식을 바탕으로 한 로봇의 자기위치 추정방 법	박성기	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0015026	20070213
66	지능로봇의 환경이해를 위한 비전 기반의 물체인식	등록	넓은 행동폭을 갖는 스테레오 카메라 영상처리장 치	박성기	한국과학기술연구원	한국	10-0680256	20070201
67	지능로봇의 환경이해를 위한 비전 기반의 물체인식	등록	넓은 다이내믹 레인지를 갖는 카메라 영상신호 처 리장치	박성기	한국과학기술연구원	한국	10-0672856	20070116
68	Dependable Navigation	출원	로봇 전역 위치 추정 방법 및 로봇 전역 위치 추정 장치	송재복	고려대학교 산학협력단	한국	10-2007-0042827	20070503
69	Dependable Navigation	출원	전장 영상 기반 이동 로봇 장치 및 이의 위치 인식 방법	송재복	고려대학교 산학협력단	한국	10-2007-0141581	20071231

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
70	로봇의 표정 구현을 위한 메커니즘 및 립싱크	출원	고 토크밀도 하이브리드 스테핑 모터	김승중	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0106960	20071024
71	로봇의 표정 구현을 위한 메커니즘 및 립싱크	등록	베어링리스 스텝 모터	김승중	한국과학기술연구원	한국	10-0701550	20070723
72	시스템 통합 기술	출원	하모닉 감속기	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0024804	20070314
73	시스템 통합 기술	출원	하모닉 감속기	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0095264	20070919
74	시스템 통합 기술	출원	서비스 로봇의 지능적 작업 관리를 위한 컴포넌트 기반의 작업 관리 소프트웨어의 구조	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0011983	20070206
75	시스템 통합 기술	출원	지능적인 서비스 로봇을 위한 센싱, 구동, 실시간 행동을 포함한 실시간 리액티브 층(Reactive Layer) 소프트웨어의 구조	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0010941	20070202
76	시스템 통합 기술	출원	지능적인 서비스 로봇을 위한 컴포넌트 기반 시퀀싱 층(Sequencing Layer) 소프트웨어 구조	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0010890	20070202
77	시스템 통합 기술	등록	하모닉 감속기	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0786204	20071210
78	시스템 통합 기술	등록	로봇 핸드	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0767721	20071010
79	범용 핸드/매니플레이터	출원	로봇관절장치	이동찬	(주)피앤에스미캐닉스	한국	10-2007-0031369	20070330
80	범용 핸드/매니플레이터	출원	보행패턴을 이용한 보행로봇제어용 연산데이터 생성 방법	이동찬	(주)피앤에스미캐닉스	한국	10-2007-0031370	20070330
81	범용 핸드/매니플레이터	출원	다시 핸드의 내,외전장치 및 이를 포함한 다시 핸드장치	이동찬	(주)피앤에스미캐닉스	한국	10-2007-0031371	20070330
82	장착형 보행 보조 기기	등록	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇	전도영	서강대학교 산학협력단	한국	10-0716597	20070503
83	비전/음성 핵심기술 SoC	출원	실시간 스테레오 영상 교정 시스템 및 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	일본	11/677,324	20070221

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
84	비전/음성 핵심기술 SoC	출원	실시간 확장 가능한 스테레오 매칭시스템 및 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	일본	11/678,428	20070223
85	비전/음성 핵심기술 SoC	출원	능동카메라를 이용한 물체 추적 방법 및 장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	10-2007-0040029	20070424
86	비전/음성 핵심기술 SoC	출원	실시간 다중 물체 추적 방법 및 장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	10-2007-0046151	20070511
87	비전/음성 핵심기술 SoC	출원	스테레오 영상 매칭오류 제거장치 및 이를 이용한 제거방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	10-2007-0101120	20071008
88	비전/음성 핵심기술 SoC	출원	컬러 히스토그램을 이용한 실시간 추적방법 및 장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	10-2007-0102279	20071010
89	실시간 제어 체계	출원	무선조정이 가능한 모듈화된 지능형 휠체어	김병국	한국과학기술원	한국	10-2007-0063391	20070627
90	실시간 제어 체계	출원	아이씨티(ICT: In-Circuit Tester)의 스위치 내부 저항 보상을 사용한 3선 직류 및 교류 정밀 측정 방식	김병국	한국과학기술원	한국	10-2006-0088500	20060913
91	실시간 제어 체계	출원	발명의 명칭: 아이씨티(ICT: In-Circuit Tester)의 앨리 어스 샘플링(Alias sampling) 및 위상 계산 알고리즘을 사용한 정밀 교류측정 방식	김병국	한국과학기술원	한국	10-2006-0088501	20060913
92	실시간 제어 체계	출원	시작 장애인의 실내/실외 보행을 위한 시각정보를 청각 및 촉각정보로 변환하는 보행 안내 방법 및 장치	김병국	한국과학기술원	한국	10-0563193-0000	20060315
93	실시간 제어 체계	등록	정합필터의 간략한 계산을 사용한 초음파 거리 측정 장치 및 측정 방식	김병국	한국과학기술원	한국	10-0739506	20070709
94	S/W 자가성장 및 치유	출원	이동 서비스 로봇을 위한 실내 물체/환경 지식의 정보 처리 시스템과 그 정보처리 방법 및 이를 기록한 기록 매체	신홍식	성균관대학교 산학협력단	한국	10-2007-0031901	20070330
95	인체혈관모사 지능로봇용 냉각모듈 개발	출원	발열체의 냉각을 위한 냉각 유닛, 발열체 냉각 장치 및 그를 구비하는 전자 장치	김서영	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0052269	20070529
96	인체혈관모사 지능로봇용 냉각모듈 개발	출원	냉각 유닛, 발열체 냉각 장치 및 그를 구비하는 전자 장치	김서영	한국과학기술연구원	한국	10-2007-0052269	20070529

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
97	소형 휴머노이드 로봇의 동작 제어 알고리즘 개발	출원	지형 정보 취득 유닛 및 이를 갖는 로봇 꺾 구동 시스템 및 이를 사용한 로봇 꺾 구동 방법 {GROUND INFORMATION ACQUISITION UNIT AND ROBOT FOOT DRIVING SYSTEM HAVING THE SAME AND ROBOT FOOT DRIVING	박종현	한양대학교 산학협력단	한국	10-2007-0065149	20070629
98	생체 모방형 smart MEMS ear	등록	복수의 캔탈레버를 구비하는 다체널 마이크로 음향 장치 및 그 제조 방법	이승섭	한국과학기술원	한국	10-0756532	20070831
99	광섬유센서를 이용한 직물구조 유 연 촉각센서개발	출원	광섬유의 미소굽힘 특성을 이용한 촉각센서와 그 제조방법 및 이를 이용한 분포형 하중 측정 장치	이정주	한국과학기술원	한국	10-2007-0072019	20070719
100	지능로봇용 MEMS기반 전자촉각센서의 개발	출원	박막 화학 센서의 제조 방법	이정훈	(재)서울대학교 산학협력재	한국	10-2007-0006514	20070122
101	지능로봇 실용화를 위한 디자인 개발	출원	지능로봇	강동석	(주)뷰디자인	한국	30-2007-0040547	20070927
102	지능로봇 실용화를 위한 디자인 개발	출원	감정표현 휴머노이드 로봇	강동석	(주)뷰디자인	한국	30-2007-0040873	20070929
103	로봇 기능의 자가 치유, 적응 및 성장 기술	출원	테스크 기반의 소프트웨어 아키텍처 생성 방법		한국정보통신대학교	한국	1020080042428	20080507
104	생체 모방형 인공피부 개발	등록	곡면 부착형 촉각 센서 및 그 제조 방법	김종호	한국표준과학연구원	한국	1008123180000	20080304
105	생체 모방형 인공피부 개발	등록	촉각센서의 제조 방법	김종호	한국표준과학연구원	한국	1008118610000	20080303
106	생체 모방형 인공피부 개발	출원	정전용량센서를 구비한 입력모듈 및 그 입력모듈의 제조 방법 및 그 입력모듈에 터치 입력을 처리하기 위한 알고리즘 구현방법	김종호	표준과학연구원	한국	1020080113108	20081114
107	생체 모방형 인공피부 개발	출원	터치입력장치 및 이를 이용한 접촉위치 및 힘의 세기 획득방법	김종호	한국표준과학연구원	한국	1020080113117	20081114
108	생체 모방형 인공피부 개발	출원	터치입력장치, 이를 이용한 휴대기기 및 그 제어방법	김종호	한국표준과학연구원	한국	1020080113118	20081114
109	생체 모방형 인공피부 개발	출원	촉각센서와 제조방법	김종호	한국표준과학연구원	한국	1020080046323	20080519

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
110	생체모방형 인공피부 개발	출원	멤브레인 구조를 갖는 촉각센서 및 제조방법	김중호	한국표준과학연구원	한국	1020080058138	20080620
111	인체혈관모사 지능로봇용 냉각모듈 개발	등록	냉각 유닛, 발열체 냉각 장치 및 그를 구비하는 전자 장치	김서영	한국과학기술연구원	한국	1008685170000	20081106
112	열굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	출원	카메라 핸드오프를 이용한 다중 카메라상의 연속적인 물체 추적 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	1020080075571	20080801
113	열굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	등록	열굴 특징점 추출 장치 및 그 방법, 머리카락 추출 장치 및 그 방법, 실사 캐릭터 생성 시스템 및 그 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단, 주식회사 케이티	한국	1008395360000	20080612
114	열굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	출원	표정 증폭을 이용한 미세 표정인식 방법 및 장치	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	1020080072424	20080724
115	열굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	등록	열굴 위장 판별 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	10082566890000	20080422
116	열굴 기반 신원 확인 및 의도 인식 기술	출원	타원체 모델을 이용한 파티클 필터에서의 머리 추적 방법	김대진	포항공과대학교 산학협력단	한국	1020080001428	20080104
117	로봇 미들웨어 플랫폼 개발	출원	UPnP 네트워크에서의 데이터 통신 시스템 및 방법	안상철	한국과학기술연구원	한국	1020080092926	20080922
118	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	화자의 얼굴을 확대하는 영상 통화 방법 및 이를 위한 단말	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080100051	20081013
119	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	사용자 정의 메뉴 구성 방법 및 사용자 정의 메뉴 구성 기능을 구비한 장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080091504	20080918
120	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	이동 단말기의 통화연결 장치 및 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080051565	20080602
121	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	촉면 키 인터페이스 장치, 촉면 키 인터페이스 설정 방법, 및 이를 구비한 휴대 단말기	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080046485	20080520
122	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	데이터 입력을 위한 통신 단말기 및 그 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080036363	20080418
123	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	외부의 전자 기기를 원격 제어하는 휴대용 단말기 및 그 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080026721	20080324

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
124	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	자성체를 이용한 표시장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080025028	20080318
125	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	외장형 메모리를 이용하여 사용자 기반의 이동 단말 소 프트웨어를 제공하는 이동 단말 및 그 제어 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080022946	20080312
126	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	전자장치, 커서위치 확인방법 및 기록매체	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080009717	20080130
127	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	실시간 모션 검출 영상 처리 장치 및 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080029744	20080331
128	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	영상의 직선을 검출하기 위한 영상 처리 방법 및 그 장 치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080029743	20080331
129	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	직선의 시작점과 종료점을 검출하기 위한 영상처리 방 법 및 그 장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080032241	20080407
130	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	실시간 음원 방향 검지 장치 및 그 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080109243	20081105
131	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	등록	이동통신 단말기 및 그의 SMS 계시방법.	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1008151560000	20080313
132	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	등록	실시간 확장 가능한 스테레오 매칭 시스템 및 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1008131000000	20080306
133	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	등록	실시간 스테레오 영상 교정 시스템 및 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1008509310000	20080801
134	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	등록	실시간 다중 물체 추적 방법 및 장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1008540050000	20080819
135	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	등록	실시간 세션화가 가능한 영상 처리 장치 및 그 방법	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1008671630000	20081030
136	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	등록	피사체의 특징 추출이 가능한 영상 처리 장치	전재욱	성균관대학교 산학협력단	한국	1008702350000	20081118
137	Dependable Navigation 기술	등록	로봇 전역 위치 추정 방법 및 로봇 전역 위치 추정 장치	송재복	고려대학교 산학협력단	한국	1008359060000	20080602

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
138	지능로봇의 환경이해를 위한 비전 기반의 물체인식 기술	출원	METHOD FOR SELF-LOCALIZATION OF ROBOT BASED ON OBJECT RECOGNITION AND ENVIRONMENT INFORMATION AROUND RECOGNIZED OBJECT	박성기	한국과학기술연구원	미국	12292715	20081125
139	지능로봇의 환경이해를 위한 비전 기반의 물체인식 기술	출원	물체 인식 및 인식된 물체를 포함하는 주변환경 정보를 바탕으로 한 로봇의 자기 위치 추정 방법	박성기	한국과학기술연구원	한국	10-2008-0013832	20080215
140	지능로봇의 환경이해를 위한 비전 기반의 물체인식 기술	출원	거리 센서를 사용한 이동 로봇의 효율적인 탐사 방법	박성기	한국과학기술연구원	한국	10-2008-0129195	20081218
141	범용 핸드/매니플레이터 개발	등록	다지핸드의 내, 외전장치 및 이를 포함한 다지핸드장치	이동찬	(주)피앤에스미캐닉스	한국	10-0848170-0000	20080717
142	범용 핸드/매니플레이터 개발	등록	로봇 관절장치	이동찬	(주)피앤에스미캐닉스	한국	10-0817865-0000	20080324
143	범용 핸드/매니플레이터 개발	등록	보행패턴을 이용한 보행로봇 제어용 연산데이터 생성 방법	이동찬	(주)피앤에스미캐닉스	한국	10-0843311-0000	20080626
144	노약자 부축 및 이동보조를 위한 지능형 양중로봇 시스템 개발	출원	로봇 핸드	이용권	한국과학기술연구원	한국	10-2008-0101770	20081016
145	범용 핸드/매니플레이터 개발	출원	로드셀 감지기구, 보행보조로봇용 지지프레임 및 이를 구비한 보행보조 로봇용 견인장치	이동찬	(주)피앤에스미캐닉스	한국	10-2008-0021889	20080310
146	비전/음성 핵심기술 SoC	등록	실시간 확장 가능한 스테레오 매칭 시스템 및 방법	전재욱	성균관대학교산학협력단	한국	10-0813100-0000	20080306
147	비전/음성 핵심기술 SoC	등록	실시간 스테레오 영상 교정 시스템 및 방법	전재욱	성균관대학교산학협력단	한국	10-0850931-0000	20080801
148	지능로봇의 환경이해를 위한 비전 기반의 물체인식 기술	등록	스테레오 비전 센서를 이용한 사람 동작 정보의 획득 장치 및 방법	박성기	한국과학기술연구원	한국	10-0808543-0000	20080222
149	지능로봇의 환경이해를 위한 비전 기반의 물체인식 기술	등록	물체인식을 바탕으로 한 로봇의 자기위치 추정 방법	박성기	한국과학기술연구원	한국	10-0866380-0000	20081027
150	대화음성 인터페이스 기술	출원	환경교집합을 이용한 고속 화자 적응 시스템 및 방법	김형순	부산대학교	한국	10-2008-0040492	20080430
151	실시간 제어 체계 기술	출원	이더넷 스위치의 통신 프레임 구조 및 이를 이용한 실시간 다중 프로세서 통신 방법	김병국	한국과학기술원	한국	1020080065512	20080707

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
152	지능 구현 지식 체계 기술	출원	키워드를 이용한 온톨로지 정보 검색 방법 및 장치	서일홍	한양대학교	한국	10-2008-0136006	20081229
153	지능 구현 지식 체계 기술	출원	로봇의 물체 인스턴스 생성방법 및 로봇의 물체 인스턴스 생성장치	서일홍	한양대학교	한국	10-2008-0132071	20081223
154	지능 구현 지식 체계 기술	출원	물체의 공간적 의미 정보를 이용한 로봇의 자기위치 추정방법	서일홍	한양대학교	한국	10-2008-0039259	20080428
155	로봇 S/W 개발 환경	출원	로봇 시스템을 위한 회귀적 적용 가능한 컴포넌트 아키텍처	신홍식	(주)모나비전	한국	1020080137947	20081231
156	로봇 S/W 개발 환경	출원	로봇 서비스와 플랜을 기술하는 일반 방법론	신홍식	(주)모나비전	한국	1020080136925	20081230
157	휴먼 행동 분석 및 인식 기술	출원	손의 모양 변화에 기초하여 제어되는 가상 마우스 장치 및 그 구동 방법	이상환	고려대학교산학협력단	한국	1020080050218	20080529
158	휴먼 행동 분석 및 인식 기술	출원	지시형 제스처를 인식하는 방법 및 장치	이상환	고려대학교산학협력단	한국	1020080050219	20080529
159	휴먼 행동 분석 및 인식 기술	출원	3차원 손 모델 생성 기술을 이용한 가상 입력 방법 및 장치	이상환	고려대학교산학협력단	한국	1020080100656	20081014
160	지능로봇의 능동 청각시스템 기술	출원	주문처리 시스템 및 방법	최종석	한국과학기술연구원	한국	10-2008-0008236	20080125
161	지능로봇의 능동 청각시스템 기술	출원	실시간 음원 방향검지 방법 및 장치	최종석	성균관대학교/한국과학기술연구원	한국	10-2008-0109243	20081105
162	대화음상 인터페이스 기술	등록	음성 인식 시스템에서의 인식 오류 수정 방법	김형순	포항공과대학교 산학협력단	한국	10-0825690-0000	20080422
163	감정인식 및 표현 기술	출원	감정데이터 공유시스템 및 그 공유시스템을 이용한 감정데이터 공유방법	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0107961	20081031
164	감정인식 및 표현 기술	출원	가속도계 신호를 통한 동작의 끝점 검출 방법	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0099705	20081010
165	감정인식 및 표현 기술	출원	인터페이스 장치	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0093092	20080923

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
166	감정인식 및 표현 기술	출원	3D 공간 마우스의 클릭/ 더블 클릭 및 Drag & Drop 기능 실행을 위한 방법	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0079285	20080813
167	감정인식 및 표현 기술	출원	터치 센서와 가속도 센서를 이용한 사용자의 터치패턴 인식 시스템	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0053583	20080609
168	감정인식 및 표현 기술	출원	햅틱 터치펜을 이용한 터치 입력 시스템	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0044312	20080514
169	감정인식 및 표현 기술	출원	로봇의 호감도 형성장치 및 그 방법	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0037971	20080424
170	감정인식 및 표현 기술	출원	안테나를 이용하여 감정 및 상황 표현이 가능한 로봇장치	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0035385	20080416
171	감정인식 및 표현 기술	출원	동작인식 기반의 프리젠테이션 시스템 및 프리젠테이션 방법	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0011099	20080204
172	감정인식 및 표현 기술	출원	끝점 검출 방법, 이를 적용한 마우스 장치와 그 작동 방법	권동수	한국과학기술원	한국	10-2008-0009229	20080129
173	비전/음성 핵심기술 SoC 기술	출원	IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD FOR REAL-TIME MOTION	전재욱	한국과학기술연구원	미국	12-326024	20081201
174	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	동일해상도의 옥트리 구조에서의 직접 인접한 이웃셀의 주소검색방법	이석한	성균관대학교산학협력단	한국	10-2008-0010298	20080131
175	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	다중해상도 옥트리 기반의 3차원 물체 또는 환경 표현방법	이석한	성균관대학교산학협력단	한국	10-2008-0013057	20080213
176	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	구조광 기반 3차원 카메라의 최적 노출 결정방법 및 시스템	이석한	성균관대학교산학협력단	한국	10-2008-0007228	20080123
177	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	상황 모니터링을 적용한 실시간 물체 인식 및 자세 추정 시스템 및 방법	이석한	성균관대학교산학협력단	한국	10-2008-0008162	20080125
178	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	인식/추론 수준에 따른 계층적 구조의 실내 정보물가지는 서비스 로봇의 중앙 정보처리 시스템 및 방법	이석한	성균관대학교산학협력단	한국	10-2008-0005137	20080117
179	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	3차원 회전대칭형 물체의 자가 모델링 방법 및 장치	이석한	성균관대학교산학협력단	한국	10-2008-0017750	20080227

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
180	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	A CENTRAL INFORMATION PROCESSING SYSTEM AND METHOD FOR SERVICE ROBOT, WITH LAYERED INFORMATION STRUCTURED ACCORDING TO RECOGNITION AND REASONING LEVEL	이석한	성균관대학교산학협력단	미국	12/076,893	20080325
181	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	CENTRAL INFORMATION PROCESSING SYSTEM AND METHOD FOR SERVICE ROBOT HAVING LAYERED INFORMATION STRUCTURE ACCORDING TO RECOGNITION AND REASONING LEVEL	이석한	성균관대학교산학협력단	일본	JP2008-077271	20080325
182	시스템 통합 기술	출원	로봇용 피부센서 및 그 센싱 방법	최혁렬	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080020546	20080305
183	시스템 통합 기술	출원	유전 탄성체를 이용한 자가 센싱 액츄에이터	최혁렬	성균관대학교 산학협력단	한국	1020080020554	20080305
184	지능로봇 실용화를 위한 디자인 개발	등록	지능형 로봇	강동식	(주)부디자인	한국	3004971160000	20080627
185	지능로봇 실용화를 위한 디자인 개발	등록	지능형 로봇	강동식	(주)부디자인	한국	3004971150000	20080627
186	Dependable manipulation 기술	출원	항복 토크 발생장치 및 이를 이용한 회전기구	강상철	한국과학기술연구원	한국	10200800051457	20080602
187	Dependable manipulation 기술	등록	이동 로봇 장치 및 이의 주행 방법	강상철	한국과학기술연구원	한국	1008564850000	20080828
188	Dependable manipulation 기술	등록	소형 케이블 동력 전달 장치	강상철	한국과학기술연구원	한국	1008344720000	20080527
189	장착형 보행 보조 기기 개발	출원	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇	전도영	서강대학교 산학협력단	한국	1020080103457	20081022
190	장착형 보행 보조 기기 개발	출원	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇	전도영	서강대학교 산학협력단	한국	1020080103458	20081022
191	장착형 보행 보조 기기 개발	출원	휠체어식 보행 보조용 로봇	전도영	서강대학교 산학협력단	한국	1020080103461	20081022
192	로봇 미들웨어 플랫폼 개발	출원	UPnP와 임베디드 Non-IP장치간 상호연동을 위한 UPnP 브리지 장치	안상철	한국과학기술연구원	한국	10200800031058	20080403

일련 번호	과제명	출원 /등록	특허명	발명자(연구책임자)		출원등 특국가	출원등록번호	일 자
				이름	소속기관명			
193	로봇 지능 구현 아키텍처 기술	등록	지능형 로봇을 위한 컴포넌트 기반 시퀀싱 층 소프트웨어 구조	이재호	서울시립대 산학협력단	한국	10-0854675-0000	20080821
194	시스템 통합 기술	출원	컴퓨팅 자원에 기반한 동적 로봇 소프트웨어 아키텍처 관리 방법	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-2008-0017455	20080226
195	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING OPTIMAL EXPOSURE OF STRUCTURED LIGHT BASED ON 3D CAMERA	이석한	성균관대학교산학협력단	미국	12/032375	20080215
196	조작을 위한 삼차원 물체/환경 인식 및 모델링 기술	출원	SYSTEM AND METHOD FOR REAL-TIME OBJECT RECOGNITION AND POSE ESTIMATION USING IN-SITU MONITORING	이석한	성균관대학교산학협력단	미국	12/032427	20080215
197	시스템 통합 기술	등록	지능적인 서비스 로봇을 위한 컴포넌트 기반 시퀀싱 층 (Sequencing Layer) 소프트웨어 구조	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-0854675-0000	20080821
198	시스템 통합 기술	등록	소형 케이블 동력전달 장치 Compact cable transmission system	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-0834472-0000	20080527
199	시스템 통합 기술	등록	물체 인식을 바탕으로 한 로봇의 자기위치 추정방법 Method for robot localization using object recognition with a stereo vision sensor	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-0866380-0000	20081027
200	시스템 통합 기술	등록	하모닉 감속기 Pan-cake type harmonic drive	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-0800449-0000	20080128
201	시스템 통합 기술	등록	지능적인 서비스 로봇을 위한 센싱, 구동, 실시간 행동을 포함한 실시간 리액티브 층(Reactive Layer) 소프트웨어의 구조	김문상	한국과학기술연구원	한국	10-0877715-0000	20081231



지식경제부

21C 프론티어기술개발사업

Center for Intelligent Robotics

C. 기술실시계약 체결 목록



21C Frontier Program

Center for Intelligent Robotics

C. 기술실시계약 체결 목록

일련 번호	연구기관 (연구책임자)	기술실시 계약명	계약체결일	기술실시기업 (기업유형)	기술료 (천원)		감면여부	비고
					정액기술료	경상기술료		
1	성균관대학교 (이석환)	신호 분리코딩 및 에러 정정을 통한 구조 광기반의 3차원거리 영상 측정 방법	2006.04.01	(주)인지 (중소기업)	5,000	-	-	
2	성균관대학교 (이석환)	입자 샘플링 방법과 센서 융합 및 펄 터링 방법	2006.04.01	(주)인지 (중소기업)	5,000	-	-	
3	서강대학교 (전도영)	근력증강을 위한 보행보조기 및 그 제어방법	2006.8.10	(주)유비프ரி시전 (중소기업)	27,000	-	-	
4	서강대학교 (전도영)	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇	2006.8.10	(주)유비프רי시전 (중소기업)	1,000	-	-	
5	서강대학교 (전도영)	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇의 허벅지 압력센서	2006.8.25	(주)유비프רי시전 (중소기업)	1,000	-	-	
6	서강대학교 (전도영)	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇의 발바닥 압력센서	2006.9.4	(주)유비프רי시전 (중소기업)	1,000	-	-	
7	한국과학기술연구원 (최종석)	DSP기반 단음원 방향검지의 실시간 임베디드 시스템화 구현기술	2007.11.30	(주)아이티매직 (중소기업)	50,000	매출액 5%	중소기업(70%) 감면	
8	성균관대학교 (전재욱)	인지/학습 엔진의 구현을 위한 지능 SoC 기술	2007.12.27	(주)아이닉스 (중소기업)	60,000	매출액 3%	-	
9	한국표준과학연구원 (김종호)	촉각센서를 활용한 초소형 마우스 및 위치/힘 인지도 터치스크린 제작 기술	2008.03.04	(주)미성포리테크 (중소기업)	6,500,000	매출액 3%	* 누적기술료 300억 초과시 2%, 500억 초과시 1%	* 전체 325 억 + 경상실 시료
10	서강대학교 (전도영)	근력 증강을 위한 보행보조기기 및 그 제어방법	2008.06.11	(주)코닉시스템 (중소기업)	17,500	매출액 0.3%	-	
11	서강대학교 (전도영)	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇의 허벅지 압력 센서	2008.06.11	(주)코닉시스템 (중소기업)	17,500	매출액 0.3%	-	

일련 번호	연구기관 (연구책임자)	기술실시 계약명	계약체결일	기술실시기업 (기업유형)	기술료 (천원)		감면여부	비고
					정액기술료	경상기술료		
12	서강대학교 (전도영)	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇의 발비단 입력 센서	2008.06.11	(주)코닉시스템 (중소기업)	17,500	매출액 0.3%	-	
13	서강대학교 (전도영)	지능형 근력 및 보행 보조용 로봇	2008.06.11	(주)코닉시스템 (중소기업)	17,500	매출액 0.3%	-	
14	포항공과대학교 (김대진)	휴대 단말용 표정 및 포즈인식 기술 개발	2008.06.10	(주)삼성전자 (대기업)	40,000	-	-	
15	포항공과대학교 (김대진)	지능형 포토 관리 시스템	2008.11.30	(주)삼성전자 (대기업)	40,000	-	-	
		총 15건			6,800,000			



지식경제부

21C 프론티어기술개발사업



Center for Intelligent Robotics

3. 홍보 및 과학문화활동 실적현황



21C Frontier Program

Center for Intelligent Robotics

목 차

1. 연구성과 홍보 내용	1
2. 연구성과 교류활동	7
3. 국제협력 활동	8
4. 대외협력활동	10
5. 대국민홍보 강화 활동	11

1. 연구성과 홍보 내용

일자	매체명	홍보성과내용	비고
2006.5.6	SBS TV	국내 로봇관련 프로그램, 시제품 시연 영상	
2006.6.10	KBS2 TV	스폰지 프로 “팔씨름 로봇 소개”	
2006.10.18	MBC TV	9시 뉴스 “팔씨름로봇 등 소개”	
2006.6.20.	매일경제	독일 로보컵, 한국 구조로봇 부문 3위	
2006.9.19	전자신문	로봇팔을 이용한 바텐더 로봇 전시	
2006.6.20	매일경제	재난구조로봇의 세계로봇경진대회 3위 입상	
2006.6.20	동아일보	한국 구조로봇 獨로보컵 3強	
2006.6.27	파이낸셜신문	한국 네트워크서비스로봇 강점	
2006.12.18	파이낸셜신문	2020년 100조 세계 3대 로봇강국 부상	
2006.12.9	조선일보	햅틱스 기술이 촉감의 정보까지 전달	
2006.9.29	중앙일보	로봇카펫의 티롯	
2006.12.1	연합뉴스	발명특허대전 국무총리상 수상 인터뷰 기사	

2006.12.6	한국경제	발명특허대전 국무총리상 수상 기사	
2006.12.7	연합뉴스	발명특허대전 국무총리상 수상 및 시제품시연 기사	
2006.12.1	한겨레	발명특허대전 국무총리상 수상 및 시제품	
2006.12.7	매일경제	발명특허대전 국무총리상 수상 및 제품 설명 기사	
2006.12.8	전자신문	발명특허대전 참가	
2006.9.28	중앙일보	미래성장동력연구성과전시회 '로봇카페'	
2006.10.18	동아일보	로봇월드 2006 및 모듈형로봇 경진대회	
2007.10.25	TV방송 3사	미래성장동력전시회 개막식 행사(KIBO)	
2007.10.25	연합뉴스	로봇(KIBO)으로부터 장미 선물 받는 노무현 대통령	
2007년 11월호	과학과기술	특집기사 - "실버로봇"	
2007년 10월호	전자부품	사업단 소개기사 및 인터뷰	
2007.2.12	매일경제	"미래 과학기술 전략 포럼 출범"	
2007.10.20	KBS TV	SPIRO 한국 Grand challenge 대회 참가	
2007.2.15	서울경제	로봇용 촉각센서 개발 박차	

2007.5.14	파이낸셜뉴스	사람 손 같은 로봇 손 목표	
2007.4.15	KTV	“Soft actuator 기반 어플리케이션” - 연구실 소개	
2007.6.9	KBS TV	“Soft actuator 기반 어플리케이션” - 연구실 소개	
2007.10.27	KBS 2TV	스핀지- “장착형 보행 로봇 시제품 시연/인터뷰”	
2007.11.17	KBS World	“장착형 보행보조 로봇 시제품 시연/인터뷰”	
2007.9.6	뉴시스경제	시니어 엑스포 전시회(kintex) 참가 시제품	
2007.10.25	아이뉴스 24	미래성장동력 전시회 참가 시제품	
2007.10.26	연합뉴스	미래성장동력 전시회 참가 시제품	
2007년 11월호	월간 로봇기술	보행보조 로봇 소개 및 인터뷰	
2007.10~	중앙선데이	김문상의 로봇이야기 칼럼 진행	 <p>지능로봇의 미래 김문상의 로봇이야기 칼럼 진행</p>
2008.9.3	Newsweek 한국판	사업단 소개 내용 및 사업단장 인터뷰 수록	 <p>사업단 소개 내용 및 사업단장 인터뷰 수록</p>

2008.9.6	조선일보	Weekly Biz 사업단장 인터뷰 게재	
2008.10.12	중앙일보	중앙일보 중앙선데이 특집기사 사업단 소개내용 게재	
2008.5.9	mbn	「꿈을현실로 사이언스」 지능로봇사업단편 방영	
2008.8.27	정책방송	「이슈추적」 지능로봇사업단 소개 내용 방영	
2009.2.20	KBS	「뉴스광장」 실버도우미' 로봇탄생 보도	
2009.2.19	KBS	「뉴스타임」 독거노인 달래는 '지능형 로봇' 등장 보도	

2009.2.19	SBS	8시뉴스 고령화 사회 받쳐 줄 지능형 로봇 '실벗' 보도	
2009.2.20	SBS	뉴스와 생활경제 노인위한 지능형 로봇 '실벗' 보도	
2009.2.19	mbn	노인 돕는 로봇 '실벗' 보도	
2009.2.19	WOW한국 경제	노인과 감성교류 및 고독감을 달래주는 지능형 로봇 '실벗' 보도	
2009.1.19	조선일보	미래성장동력사업의 일환으로 사업 단 연구내용 소개	
2009.2.19	경향신문	노인 돌보는 실버로봇 개발 보도	

2009.2.19	연합뉴스	노인을 위한 지능형 로봇 '실벗'	
2009.2.19	세계일보	노인과 말동무 돼주는 로봇 '실벗' 나온다	
2009.2.19	이투데이	노인돌보는 지능형 로봇 '실벗' 탄생	
2009.2.19	헤럴드경제	노인 돌보는 로봇 '실벗' 나왔다	
2009.2.19	문화일보	'실버도우미 로봇' 세계 첫 개발	
2009년 1월 호	월간 노인복지	생활지원 지능로봇 '실벗' 개발	
2009년 1월 호	월간 로봇	21C 프론티어 지능로봇사업단 소개	

2. 연구성과 교류활동

기술교류 워크숍 개최	
	<p style="text-align: center;">< 제 6차 기술교류 워크숍 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2006.8.22~24 - 장소 : 롯데호텔 제주 - 참가인원 : 202명 참가 - 내용 : 각 세부과제 진행상황 점검, 연구 성과 발표를 그룹별 발표와 포스 발표형식으로 진행
	<p style="text-align: center;">< 제 7차 기술교류 워크숍 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2007.3.20~3.21 - 장소 : KIST 국제협력관 - 참가인원 : 110명 참가 - 내용 : 각 세부과제 책임자들의 2단계 1차년도 주요 연구실적과 2차년도 사업계획을 중심으로 한 발표
	<p style="text-align: center;">< 제 8차 기술교류 워크숍 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2007.8. - 장소 : 원주 한솔 오크밸리 - 참가인원 : 230명 참가 - 내용 : Parallel Session 형식에서 탈피해 4개 분야에 걸쳐 포럼 형태로 진행
	<p style="text-align: center;">< 제 9차 기술교류 워크숍 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2008.2. - 장소 : 덕산 스파캐슬 - 참가인원 : 197명 참가 - 내용 : 세부과제별 발표, 포스터 및 데모 시연으로 진행. 발전전략 협의회 및 기술분야별 Committee를 통해 심층적 논의 전개

	<p style="text-align: center;">< 제 10차 기술교류 워크샵 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2008.8. - 장소 : 대명 비발디파크 - 참가인원 : 170명 참가 - 내용 : ‘프론티어 사업의 3단계 진입을 위한 혁신 워크샵’ 이란 주제로 연구 실용화에 초점을 맞춰 진행
	<p style="text-align: center;">< 제 11차 기술교류 워크샵 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2009.2.19~20 - 장소 : aT 센터 - 참가인원 : 192명 참가 - 내용 : 2단계 연구성과 전시회 및 2단계 연구성과 요약 구두 발표

3. 국제협력 활동

가. 해외대 공동워크샵

<h3>CIR-COE 공동 워크샵 개최</h3>	
	<p style="text-align: center;">< 2006 CIR-COE Joint Workshop ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2006.9.4 - 장소 : KIST 국제협력관 - 내용 : on Robot Technologies for Human-Robot Coexistence

	<p>< 2007 CIR-COE Joint Workshop ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2007.9.21 - 장소 : 日 와세다대 캠퍼스 - 내용 : "Future collaboration on robot technologies between Korea and Japan"
	<p><Wassda-SSSA-CIR Summer School></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2008.8.30~9.5 - 장소 : 이태리 Volterra - 내용 : 세계 로봇 관련 연구원과 학생을 대상으로 최신 로봇 기술 수업 진행 및 인적/기술적 교류를 목적으로 2008년 신설된 프로그램

나. 현지 Lab 설치

<h3>CMU 현지 Lab 설치</h3>	
	<p>< CMU 현지 Lab 설치 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2007.8.8 - 장소 : 美 카네기멜런 대 현지 L류 - 내용 : 21C 프론티어 지능로봇사업단이 후원하는 KIST 현지 Lab을 美 카네기멜런 대학 로봇 연구소에 설치. <p>5-1 과제 박성기 박사연구팀이 “이동 로봇의 주행 및 지도 작성을 위한 물체 인식 기법 연구”라는 주제로 국제공동 연구 수행 중</p>

4. 대외협력활동

가. 대외기관 협력활동

대외기관 MOU 체결	
	<p>< 한국 로봇산업연구조합 MOU 체결 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2007.2.8 - 장소 : 한양대 안산캠퍼스 게스트하우스 컨퍼런스 홀 - 내용 : 지능로봇 분야의 기술개발과 실용화 촉진을 위해 상호협력에 대한 인식 공유 및 실질적인 협력사업을 추진키로 하는 양해각서 체결
	<p>< 마산시, 마산벨리 3자간 MOU 체결 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2008.10.22 - 장소 : 경상남도 마산시 시청 - 내용 : 마산시의 로봇랜드 조성사업에 기술적인 지원과 함께 실질적인 협력사업을 추진키로 하는 내용으로 마산시, 마산벨리와 3자간 상호 협력 체결

나. 21C 프론티어 지능로봇사업단 산학연비즈니스 협의회 설립

21C 프론티어 지능로봇사업단 산학연비즈니스 협의회 설립	
	<p>< 21C프론티어 지능로봇사업단 산학연 비즈니스 협의회 창립총회 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2007.8.30 - 장소 : 한솔 오크밸리 - 내용 : 회원사 관계자 및 세부과제 책임자가 참석한 가운데 창립총회 개최

	<p>< 산학연비즈니스협의회 교류회 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2008. 8. 12~14 - 장소 : 보광 휘닉스파크 - 내용 : ‘지능형 로봇사업이 도약하려면 국가 R&D는 어떤 역할을 해야 하는가’라는 주제로 특별강연 및 포럼 개최
	<p><산학연비즈니스협의회 통합기술교육></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2009.1.21~22 - 장소 : KIST 국제협력관 - 내용 : 협의회 회원사를 대상으로 지능로봇 사업단에서 개발된 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼에 관한 기술교육 실시.

5. 대국민홍보 강화 활동
가. 전시회 참가

<p>전시회 참가</p>	
	<p>< ROBOT WORLD 2006 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2006.10.18~22 - 장소 : 서울 COEX 태평양홀 - 내용 : T-Rot을 비롯해 노인의 신체 근력 운동 및 재미를 선사하는 팔씨름 로봇, 지능형 보행 보조기 등 전시.



< 2006 미래성장동력연구성과 전시회 >

- 일시 : 2006.9.28~30
- 장소 : 서울 COEX 대서양홀
- 내용 : 로봇 Cafe 연출하여 사업단의 T-Rot이 관람객들을 대상으로 원하는 음료를 주문 받아 제공하는 서비스 시연.



< ROBOT WORLD 2007 >

- 일시 : 2006.10.18~21
- 장소 : 서울 COEX 태평양홀
- 내용 : 정리정돈 로봇 CIROS, 얼굴로봇 BUDDY, 보행보조기기 SUBAR 등 로봇 기대주 전시.



< 2007 미래성장동력연구성과 전시회 >

- 일시 : 2006.9.28~30
- 장소 : 서울 COEX 대서양홀
- 내용 : 감성교류가 가능한 2족 보행로봇 'KIBO'가 개막식에서 대통령 내외분께 인사말과 함께 꽃을 선사하는 퍼포먼스로 주목받음.



< ROBOT WORLD 2008 >

- 일시 : 2006.10.18~21
- 장소 : 서울 COEX 태평양홀
- 내용 : 정리정돈 로봇 CIROS, 얼굴로봇 BUDDY, 보행보조기기 SUBAR 등 로봇 기대주 전시.

	<p style="text-align: center;">< 2008 프론티어성과대전 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2008.12.11~13 - 장소 : 과천 국립과학관 - 내용 : 2단계 대표성과인 실버세대의 도우미 로봇 '실벗'을 비롯해 얼굴 로봇 '버디', 음성인식 장치 등을 전시
---	---

나. Grand Challenge 대회 참가

Grand Challenge 대회 참가	
	<p style="text-align: center;">< 2007 Grand Challenge 대회 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2007.10.20 - 장소 : 서울 COEX - 내용 : 사업단 SPIRO팀 CIROS가 국내 최고의 도전과제를 수행하는 로봇을 선발하는 제 1회 Grand Challenge 대회 참가
	<p style="text-align: center;">< 2008 Grand Challenge 대회 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2008.10.18 - 장소 : 서울 포스코센터 - 내용 : 완벽한 자율 주행 기술을 선보이며 엘리베이터까지 도달하는 등 참가 팀 중 최고의 성적을 거둬.