

# 지능형로봇 기술개발 현황

## State of R&D Projects for Intelligent Robots

박 현 섭<sup>†</sup> · 고 경 철<sup>1</sup> · 김 홍 석<sup>2</sup> · 이 호 길<sup>3</sup>

Hyun Sub Park<sup>†</sup> · Kyoung Chul Koh<sup>1</sup> · Hong-Seok Kim<sup>2</sup> · Ho-Gil Lee<sup>3</sup>

**Abstract** MOCIE(Ministry of Commerce, Industry and Energy) handles 6 Projects for Intelligent Robot, whose budget is around 40 Million dollars per year. In this paper we have tried to analyze the state of robot technology of the projects. Each sub-projects has been divided according to the technological classification. Two major projects of Next Generation Growth Engine and 21C Frontier show different state each other. The former is focused on the product while the latter on the technology. Output of 21C Frontier should be linked to the Next Generation Growth Engine, otherwise, it will fail to advance. The project management handles only the quantitative performance such as business results, number of prototype, and number of patents and papers. Technological Capability is essential and it should be managed. This paper proposes efficient classification of robot technology and technology index.

**Keywords:** Intelligent Robots, Next Generation Growth Engine, Technology Classification

### 1. 서 론

최근 로봇산업은 국가의 신산업을 창출하는 차세대 성장동력으로 인식되어 세계 선진 각국에서 연구개발의 투자가 지속적으로 이루어지고 있다. '80년대에는 제조용 로봇을 중심으로 상용화가 진행되었으며, 최근에는 우주, 국방, 사회안전, 의료, 가정용 로봇 등 적용범위가 확대되고 있다.

우리나라에서는 과기부, 정통부, 산자부가 각각 로봇 기술개발 사업을 진행해 오다 역할 조정이 이루어 졌다. '03년 8월 10대 차세대성장동력산업에 지능형로봇이 포함되었고, 동년 12월 지능형로봇사업의 주관부처를 산자부로 협조부처를 정통부와 과기부로 조정하였다. 그 후 '04년 12월 과기부의 21C 프론티어 사업의 하나로 추진되어 오던 인간기능생활지원 지능로봇 기술개발사업이 산자부로 이관되었다<sup>1)</sup>.

산업자원부의 로봇기술개발사업은 '06년 말 현재 성장동력기술개발(166억, 7개 과제), 프론티어사업(88억, 1개 과제), 산업기반기술(28억, 4개 과제), 부품소재기술개발(58억, 6개 과제), 민군사업(10억, 1개 과제), 차세대신기술(18억, 1개 과제) 등 총 6개 사업 368억 규모로 구성되어 있다. 사업의 성과는 주로 사업화 매출금액, (시)제품 개발건수, 특허 및 논문 건수 등의 양적지표로 관리되고 있는 상황이다.

로봇은 적용 분야별로 다양한 제품이 개발되어야 하지만, 공통적으로 사용될 수 있는 기술이 많을 것이다. 기술개발 과제의 효율적인 관리를 위해서는 기술 관리도 이루어져야 할 것이며, 본 논문에서는 이를 위한 기초 단계로 로봇기술개발 사업의 기술개발 현황 분석을 시도하였다.

'07년 2월 개최된 지능형로봇산업 R&D 혁신 워크숍 준비 자료를 기초로 하였다<sup>2)</sup>. 기술분류표 상에서 해당기술을 5개 내외로 정하고 각 항목이 차지하는 비중을 배분토록 하는 설문 조사 결과에 각 과제의 과제예산을 반영하여 각 기술별로 투자되고 있는 예산을 정리하였다.

단편적인 내용이 될 수 있으나, 기술개발에 대한 일면을 볼 수 있으며, 향후 보완발전되는 계기가 되었으면 한다. 아울러 양적지표 못지않게 개발기술의 내용과 수준 등 기술역량의 축적도 중요한 성과 요소이며, 이에

<sup>†</sup> 교신저자 : 지능형로봇사업단 기획국장, 한국생산기술연구원  
(E-mail : hsubpark@kitech.re.kr)

<sup>1</sup> 선문대학교 기계 및 제어공학부 부교수  
(E-mail : kckoh@sunmoon.ac.kr)

<sup>2</sup> 지능형로봇사업단장, 한국생산기술연구원  
(E-mail : hskim@kitech.re.kr)

<sup>3</sup> 로봇종합지원센터장, 한국생산기술연구원  
(E-mail : leehg@kitech.re.kr)

대한 평가와 관리가 이루어지는 계기가 되었으면 한다.

## 2. 우리나라의 지능형로봇 기술개발사업 현황

### 2.1 우리나라의 로봇산업 연혁

한국의 로봇산업은 1978년 현대자동차 울산 공장에 다점용접로봇이 처음 도입(수입)된 이후 80년대는 주로 자동차 제조용 용접로봇을 위주로 기술개발이 이루어졌다. 90년대 들어서는 전자제품 조립, 반도체 물류용 로봇을 중심으로 로봇기술 개발과 적용이 활발하게 이루어 졌다. 2000년대에는 서비스로봇이 개발되기 시작하였으며, 2003년 10대 차세대성장동력산업에 지능형로봇산업이 포함됨에 따라 정부 주도의 로봇기술개발 사업이 본격적으로 추진되어 현재에 이르렀다<sup>[3]</sup>.(표 1)

표 1. 국가별로봇산업 현황 및 특징

국 가	'60~80년대	'90년대	'2000년대	특 징
일본	공정자동화용 로봇 상용화	제조업용 로봇 중심, 세계1위의 생산국	7대 성장산업 선정, 휴머노이드/네트워크로봇 기술개발	대기업 중심의 대규모 지능형로봇 시장 전개
미국	최초 로봇 개발/로봇의 개념 정의	세계2위의 생산국, 국가연구사업 중심 지능관련 연구	철소로봇, 의료재활 등 벤처기업 중심 제품 개발	군사, 우주, 보안 분야 및 인공지능 등 실용화 기술 발전
유럽		세계3위의 생산국, 농업용 로봇 등 필드로봇 연구 주력	부품/신소재 중심의 연구 개발	초소형로봇, 로봇전용 칩 등 기술우위 전망
중국		대학연구소 중심의 연구개발 수준	863계획 중 10차 5개년 계획의 로봇 개발프로젝트 추진	세계4위의 생산국, 다양한 제품 개발
한국	연구소 중심의 로봇개발 대응기	LG/삼성 중심의 제조업용로봇 개발, 국산화 미흡	'00년 이후 서비스로봇 중심 재단, 정부지원강화	지능형로봇관련 산업 급성장/ 세계3대로봇강국

### 2.2 지능형로봇 기술개발 사업현황(산업자원부)

산업자원부에서 담당하는 지능형로봇 기술개발 사업은 차세대성장동력사업과 '04년12월 과기부로 부터 이관된 21C프론티어 사업내의 인간기능 생활지원 지능로봇기술개발 사업의 2개 주요사업이 있다.(표 2) 그 외에도 차세대신기술, 부품소재기술개발, 민간사업 등에서도 로봇관련 기술개발사업이 진행되고 있다.

차세대성장동력은 전체 5개년 과제로 2단계로 나누어 진행된다. 제조업용 로봇, 개인서비스용 로봇, 전문서비스용 로봇 분야에 총 7개 과제가 진행되고 있으며, 올해와 내년 초에 걸쳐 5개 과제가 단계 종료되게 된다. 2개 과제는 '06년 10월 신규과제로 시작되었다.

21C프론티어 사업은 '03년 10월부터 총 10개년 과제로 진행되고 있으며 '06년 4월 2단계가 시작되었다. 실버생활지원을 위한 로봇기술개발로, 총 9개 분야로 나누어 연간 90억 규모의 사업비가 투자되고 있다.

표 2. 기술개발 추진현황(산업자원부)

구분	전체 기간	과제명	
성장동력기술개발	제조업용	'04.10 ~ '09.9	첨단 제조용 지능형 로봇시스템개발
		'05.7 ~ '10.6	지능형 극조밀 생산로봇 기술개발
	개인서비스용	'04.10~ '09.9	가정용 로봇 플랫폼 및 스마트 로봇환경 기술개발
		'01.10~ '11.7	퍼스널로봇 기반기술개발
		'06.10~ '11.9	헬스케어 로봇 기술개발
	전문서비스용	'04.12~ '10.1	재난극복 및 인명구조로봇 기술개발
'06.10~ '11.9		집단 로봇기술을 이용한 사회안전 로봇 개발	
21C 프론티어 사업	'06.4 ~ '09.3	인간기능 생활지원 지능로봇	

## 3. 지능형로봇 기술분류

지능형로봇기술의 분류는 여러 문헌에서 각각의 기준과 내용으로 정리되어 있으나<sup>[4],[5]</sup>, 본 논문에서는 지능형로봇산업 R&D 혁신 워크샵에서 사용한 기술분류표를 사용한다.(표 3) 지능형로봇 기술의 3대요소인 감각, 지능, 운동(작업 및 이동)과 부품, 시스템통합기술, 네트워크기술 등 7개 대분류와 27개 중분류, 147개 소분류를 하였다.

로봇기술의 복잡성으로 인해 표 3의 트리형태보다는 다차원의 분류방식이 효율적일 수 있다. 또한 기술의 발전단계를 나타낼 수 있는 기술지표가 도입되어야 기술 관리가 가능할 것이다. 이를 위한 신규 로봇기술 분류의 방법과 기술지표를 제안하고자 한다.

표 3. 기술분류표(지능형로봇 R&D 혁신 워크샵)

대분류(7)	중분류(27)
A. 머니플레이션 및 메커니즘	A1:메커니즘, A2:머니플레이션, A3:작업 도구
B. 이동 및 위치인식	B1:이동, B2:위치인식
C. 로봇지능	C1:물체 및 환경인식 C2:지식 및 지능체계 C3:상호작용
D. HRI	D1:인간인식, D2:청각인식, D3:감정인식 및 표현
E. 부품	E1:시각, E2:청각, E3:촉각, E4:거리및형상, E5:운동, E6:특수센서, E7:구동기, E8:동력변환, E9:모듈, E10:전원
F. SI(System Integration)	F1:H/W 플랫폼, F2:S/W플랫폼, F3:컨텐츠, F4: 디자인, F5:시제품 F6:성능평가
G. 네트워크	G1:인프라, G2:프레임

표 4. 기술분류표(일본, 기술전략맵 2007)

기술 \ 기능	환경	대화	조작	이동	동력	안전	운용
시스템화							
환경구조화							
인식처리							
센싱							
제어							
기구							
구동기							
표준화							

일본의 “기술전략맵 2007”에서는 로봇 기술 분류를 표 4 에서와 같이 기능과 기술의 매트릭스 형태로 구성하였다<sup>6)</sup>. 로봇기술과 기능을 각각 8개와 7개로 분류하였다. 같은 센싱 기술이라도 기능에 따라 대화, 조작 및 이동에 사용될 수 있으며 이점을 감안하고 있다. 센싱 기술 중 하나인 비전 기술에 대해서는 대화를 위한 사람 인식, 조작을 위한 3차원 위치검출, 이동을 위한 고감도 비전 센서등 기능에 의해 다시 분류할 수 있다.

그러나 이러한 개념을 더 확장할 필요가 있다. 예를 들어, 비전 서보잉은 센싱과 제어기술을 모두 포함하고 있어 어느 기술로 분류할지 명확하지 않은 데 로봇의 많은 기술들이 이런 경우에 해당된다. 따라서 로봇기술의 특성에 맞는 기술 분류표를 표 5와 같이 제안하였다.

그룹 구분은 표 3의 대분류 A~D를 로봇 기술로 보고 나머지 부품, SI, 네트워크 등은 동일한 내용으로 취하였다. 3개의 field를 추가하였는데 field의 구분과 구성은 인간을 기준으로 하였다. (그림 1 참조) 인간의 기본 기능은 감각-지능-운동으로 구성되어 있으며 로봇 기술을 이런 관점에서 분류함으로써 보다 명확한 기술 분류가 가능해 진다.

작업을 위한 비전 서보잉 기술은 로봇-비전-제어-팔로, 이동을 위한 환경 인식기술은 로봇-비전-지능-다리로, 작업을 위한 물체 인식은 로봇-비전-지능-손으로 분류될 수 있다. 로봇기술이 사람을 모델로 하고 있어 사람을 기준으로 기술을 나누는 것이 편리한 것은 당연할 것이다.

표 5. 신규 로봇기술 분류표

그룹 구분	감지	지능	운동
로봇, 부품, SI, 네트워크 등	시각, 음성, 냄새, 맛, 운동감지, 촉각 등	센서, 신호전처리, 지능, 신호후처리, 제어, 액츄에이터	눈, 입, 팔, 손, 다리 등

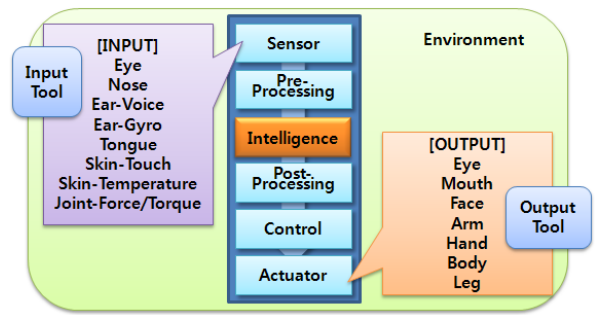


그림 1. 인간 신체 기준의 기술 분류

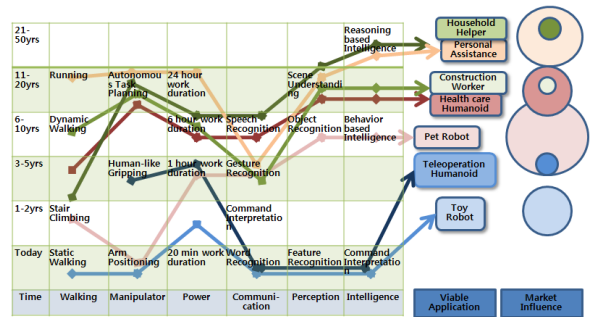


그림 2. 기술지표와 연계된 예상 로봇제품, 시기 및 시장규모<sup>7)</sup>

다음에 고려할 것이 기술 지표이다. 각각의 기술 수준이 최종 목표 대비 어느 수준에 있는지를 측정하는데 필요하다. 그림 2는 EURON에서 정리한 로봇핵심기술의 발전 단계 및 예상 시기에 관한 내용이다<sup>7)</sup>.

로봇의 6대 핵심기술을 보행, 작업, 동력, 대화, 인식, 지능으로 보고 각각의 기술발전의 단계와 예상시기를 표로 정리하였다. 개발 가능한 로봇 제품은 각 제품별 구성기술의 요구수준에 따라 개발 예상시기가 정해지게 된다. 예를 들어 헬스케어 휴머노이드 로봇은 자율 작업 계획과 환경인식의 성능이 요구되는데 이 기술은 11-20년 후에 개발 가능하여 제품화도 이때 가능하다고 예상하고 있다. 마지막으로 각 로봇 제품의 예상시장 규모를 원의 크기로 나타내어 상대적인 비교를 하였다.

이를 바탕으로 로봇 제품별 요구기술 수준 및 개발가능시기와 시장 규모 등 기술-제품-시장이 일목요연하게 파악될 수 있게 하였다. 우리도 우리고유의 기술지표를 정리하고 관리해야 보다 내실 있는 기술개발이 이루어 질 것이다.

### 4. 지능형로봇 기술개발 현황

#### 4.1 기술개발 동향

지능형로봇산업 R&D혁신 워크샵에서는 표 3의 기술 분류표를 기준으로 하여 개발기술에 대한 설문조사를 실시하였다. 각 과제별 해당하는 기술(소분류 기준)을 5개 내외로 선택하고 각각에 대해 비중을 정하도록 하였다. 성장동력사업은 5대 대과제의 53개 세부 및 위탁과제, 프론티어사업에서는 45개 세부과제 및 위탁과제를 대상으로 하였다.

각 과제별 개발기술(대분류 기준)에 과제의 예산을 반영하여 정리한 결과는 그림 3과 같다.

전체 과제예산의 50%가 머니플레이션과 SI(시스템통합)에 투입되고 있음을 알 수 있다. Killer Application 발굴을 위한 다양한 종류의 로봇 플랫폼이 개발되고 있기 때문이라 해석된다.

그림 4는 “ICRA’07”에서 발표된 800여편 논문의 기술별 분포를 보여주고 있다<sup>8)</sup>. 기술분류 기준이 달라 직접적인 비교는 어렵지만 우리나라의 연구동향과 어떤 차이가 있는지 파악하는 데는 참고가 된다.

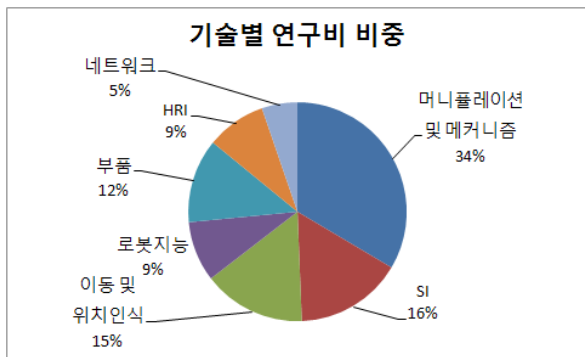


그림 3. 기술별 연구비 비중(대분류 기준)

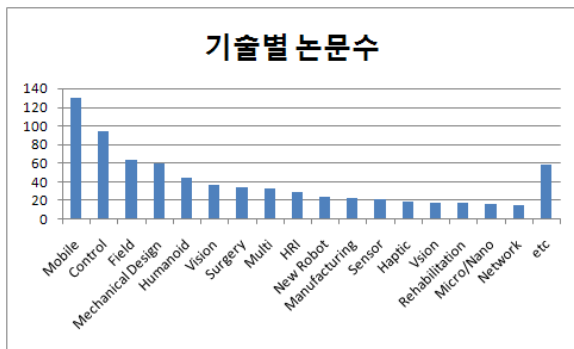


그림 4. 기술별 논문분포 (ICRA'07)

이동에 관한 논문이 많다는 것은 로봇의 주요 장점이 이동능력이며, 아직 해결해야 할 문제가 많다는 것을 보여주고 있다고 할 수 있다. 또한 Field robot, Humanoid, Surgery robot, New Robot 등 다양한 로봇 플랫폼이 연구되고 있다는 것을 알 수 있다.

#### 4.2 사업단별 기술개발 현황

각 사업단의 개발기술(중분류 기준)을 구분하여 정리한 결과는 그림 5와 같다.

성장동력사업의 기술 구성은 작업 목적의 기구 및 로봇팔 개발과 이들을 제품화하기 위한 H/W, S/W플랫폼 및 평가 기술이 주를 이루고 있다. 여기에 이동관련 기술과 작업도구 기술이 추가된 형태이다.

3년내 사업화하는 것이 주 목표이기 때문에, 현재의 기술을 사용하여 현장적용이 가능한 로봇제품을 개발하는 데 치중되어 있음을 알 수 있다.

프론티어 사업의 기술 구성은 전 영역에 걸쳐 고르게 분포하고 있다. 10년 간 실버로봇을 완성하는 과제 성격 상 많은 분야의 기술이 동시에 개발되고 있음을 알 수 있다.

표 2의 기술개발사업 내용과 그림 5의 기술별 예산내용은 지능형로봇 기술개발의 한 단면을 보여주고 있다. 성장동력사업과 프론티어사업은 각기 별도로 기획되고 추진되어 오던 중 산자부로 통합되었으나 현재의 물리적 통합에서 화학적 통합의 단계로 발전해야 할 것이다.

우선, 투자전략의 차원에서 불균형이 개선되어야 할 것이다. 성장동력은 7개의 과제에 과제당 연 20억 규모로, 3년 내 사업화를 목표로 하고 있다. 프론티어사업은 1개 과제에 연 90억 규모로, 10년 후의 목표로 추진되고 있다. 각 과제별 시장의 크기와 시기에 따라 재원이 안 배되어야 할 것이다.

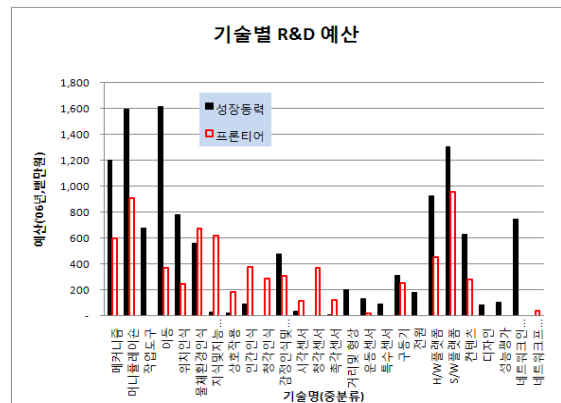


그림 5. 사업단별 기술개발 비중(중분류 기준)

다음에 고려되어야 할 것은 연계체계이다. 성장동력 사업은 단기간 사업화 과제이므로 신규기술 연구의 시행착오를 거칠 시간적 비용적 여유가 없다. 따라서 이 부분은 프론티어사업과 연계되어 차기단계의 기술이 선행되어 개발되어야 한다. 물론 지금의 체계에서도 기술 파급효과를 기대할 수 있으나, 직접적인 연계 계획 하에 추진되는 것과는 큰 차이가 있을 것이다.

마지막으로 고려할 점은 중복투자의 문제이다. 그림 5에서 보면, S/W플랫폼, 감정인식 및 표현 등의 부분에서 중복가능성이 보인다. 화학적 통합이 이루어지면 중복투자 문제는 자연스럽게 해결 될 것이다.

### 5. 결 론

본고에서는 지능형로봇 기술개발과제의 기술개발현황을 정리하였다. 과제별로 개발되는 기술 항목을 기술 분류표 상에서 찾아 비중을 배분토록 요청한 설문조사 자료를 기초로 하였다. 여기에 각 해당과제의 과제 예산을 반영하여 기술항목별 투자예산을 비교하였다.

머니플레이션과 기구, SI의 비중이 50%를 차지하고 있어 로봇 응용제품 개발에 집중되고 있음을 보여주었다. 특히 성장동력사업에서 두드러지며, 이에 비해 프론티어 사업은 비교적 다양한 기술이 개발되고 있음을 보여 주고 있다. 성장동력은 사업화 목적이라는 과제 성격상 제품 개발위주로 사업이 진행되고 있으며, 선행 기술 개발이 필요하다. 프론티어 사업에서 개발되는 기술의 연계도 하나의 방법이 될 수 있으며, 이런 의미에 현재 진행되고 기술개발에 대해 연계성이 분명하도록 상세 내용 분석 및 조정이 필요한 것으로 보인다.

본고에서 분석된 내용은 단편적이라 생각된다. 체계적인 기술 관리가 이루어져야 보다 정확한 기술현황이 파악될 수 있을 것이다. 이에 대한 필요성을 제기하며 향후 정책결정에 반영되었으면 하는 기대를 한다.

### 참 고 문 헌

[1] “2006년도 차세대 성장동력사업 추진실적 및 성과”, 차세대성장동력 지능형로봇사업단, 3, 2007.  
 [2] “지능형로봇산업 R&D 혁신 워크샵”, 한양대 (안산), 산업자원부, 8-9. 2, 2007.  
 [3] “지능형로봇산업 비전과 발전전략”, 산업자원부 정보통신부, 12, 2000.  
 [4] “차세대 성장동력 Roadmap -지능형 로봇” 한국산업기술재단, 지능형로봇 성장동력 사업 단, 12, 2005.

[5] “2006 산업기술로드맵-지능형로봇”, 지능형로봇 사업단, 11, 2006.  
 [6] “기술전략 MAP 2007”, 일본 경제산업성, April, 2007.  
 [7] “EURON Technology Roadmaps”, 23 April, 2004.  
 [8] “ICRA'07: 2007 International Conference on Robotics and Automation”, Proceedings, Roma, Italy, 10-14 April, 2007.



#### 박 현 섭

1984 서울대학교 기계설계학과 (공학사)  
 1989 한국과학기술원 정밀공학 (공학박사)  
 2006~현재 한국생산기술연구원 지능형로봇사업단

관심분야 : 로봇틱스 및 감성엔진, 얼굴표현



#### 고 경 철

1982 연세대학교(공학사)  
 1984 한국과학기술원 기계공학 (공학석사)  
 1994 한국과학기술원 정밀공학 (공학박사)  
 1998~현재 선문대학교 교수

관심분야 : 로봇틱스 및 지능제어, 자율이동, 머신비전



#### 김 흥 석

1980 서울대학교 전기공학(공학사)  
 1990 서울대학교 제어계측공학과(공학박사)  
 1991~현재 한국생산기술연구원 지능형로봇사업단장

관심분야 : 로봇틱스 및 S/W 개발환경



#### 이 호 길

1980 한양대학교 기계공학과(공학사)  
 1986 오사카대학교 제어공학과 (공학석사)  
 1989 오사카대학교로봇공학과 (공학박사)

1991~현재 한국생산기술연구원 로봇종합지원센터장  
 관심분야 : 로봇틱스 및 안드로이드