

# 신성장 동력 사업을 중심으로 본 지능형 서비스로봇 기술개발 현황

오 상 록

정보통신부 지능형 서비스로봇 PM

## 1. 개요

1980년대에는 자동차나 전자산업 등 노동집약적 산업이 발달함에 따라 로봇이 생산현장에 투입되면서 산업용 로봇 산업이 급속히 성장하였으나 90년대 들어 산업용 로봇 시장이 정체되어 감에 따라 산업용 이외의 새로운 분야에 응용할 수 있는 로봇 연구가 진전되기 시작하였다. 특히, 가사노동이나 생활지원에 대한 사회적 요구가 확대되고 고령화 사회 진전에 따라 새로운 서비스 로봇 시장이 형성되기를 기대하고 있다. 이와 같이 로봇 산업은 산업용 로봇을 중심으로 시장이 성장하였으나 90년대 들어 산업용 로봇 시장이 정체되고 2000년대부터는 지능형 서비스 로봇 시장으로 전이되는 추세에 있다.

지능형 서비스 로봇은 단순 반복작업을 주로 수행하는 산업용 로봇과 달리 H/W적인 구동기술보다는 인공지능, 휴먼인터페이스, Ubiquitous N/W, S/W 등 IT 기술이 집적된 Fusion System으로서 인간과 서로 상호작용 하면서 가사지원, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 형태의 서비스를 제공하는 인간 지향적 로봇을 말한다. 선진 각국에서는 1가구 1로봇 시대라는 무한한 잠재적 시장을 겨냥해 이러한 지능형 서비스 로봇에 대한 연구 개발 및 센서, IC, 가전 등 다양한 IT기술의 핵심역량을 기반으로 시장에 진입하고 있으나 아직까지는 청소용 로봇, 완구/오락용 로봇, 교육용 로봇 등 일부 분야에서만 소규모의 초기 시장이 형성되고 있는 실정이다. 이에 대한 이유는 여러 가지가 있으나 가장 큰 이유는 지능형 서비스 로봇에 대한 수요자의 기대수준과 현재까지 개발된 기술수준과의 격차가 매우 크다는 것과 아직 killer application이 파악되지 못했다는 데 있다고 생각된다.

한편으로는 아직 지능형 서비스 로봇의 시장이 아주 초기 단계이므로 정확한 서비스 수요예측을 바탕으로 목적 지향적 기술개발에 주력할 경우 성공 가능성이 높은 분야가 바로 지능형 서비스 로봇분야이고 특히, 국내 초고속 네

트워크 등 우수한 IT기반과 아파트 중심의 주거 환경, 신기술을 선호하는 소비자 기호 등 우리나라만이 갖고 있는 강점을 살려 이를 연구개발에 반영한다면 선진 각국에 비해 먼저 시장 진입이 가능하다고 생각한다.

본 글에서는 현재 성장동력으로 지정되어 정보통신부 및 산업자원부에서 지원하여 수행되고 있는 지능형 서비스 로봇 기술 개발 사업에 대하여 간략히 기술하기로 한다.

## 2. IT기반 지능형 서비스 로봇 URC (Ubiquitous Robotic Companion)

정보통신부에서는 10대 신성장동력으로서의 로봇이 선정되기 전인 2003년 5월부터 과제 기획을 시작하여 그 해 12월까지 마스터 플랜을 기획하였고 2004년 1월부터 과제를 수행하기 시작하여 현재 2차년도 과제를 수행하고 있다. 본 장에서는 URC 과제에 대한 개략적인 현황을 설명하기로 한다.

### 2.1. URC의 정의

URC는 “언제 어디서나 나와 함께 하며 나에게 필요한 서비스를 제공하는 로봇”으로서, 새롭게 제시된 지능형 서비스 로봇의 개념도를 다음의 그림에 보았다.

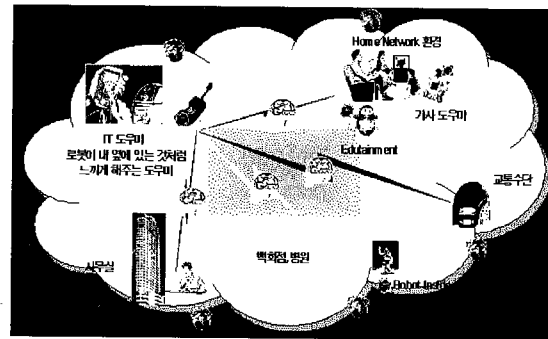


그림 1. Ubiquitous Robotic Companion의 개념도.

URC는 세 종류의 로봇과 이들을 연결하는 네트워크 인프라로 구성되는 개념인데 우리가 흔히 접하는 청소로봇, 교육로봇, 엔터테인먼트로봇 등 실제 물리적인 로봇의 모습을 갖고 있는 로봇(physical robot), 건물이나 자동차 등 환경에 내재(embedded)되어 로봇의 기능을 수행하는 Robot Inside(embedded robot), 그리고 이들을 연결해주는 네트워크 인프라 상을 옮겨 다니면서 언제 어디서나 필요한 서비스를 제공토록 해주는 IT 도우미 로봇(software robot)으로 구성되어 있다.

이를 좀더 구체적으로 설명하면, 지금까지의 로봇을 독립형 로봇이라고 한다면, 독립형 로봇의 경우 모든 기능을 자체적으로 구현함에 따라 기술적 제약성 및 비용상의 문제를 안고 있었으나, 네트워크를 통해 로봇에서 요구되는 기능을 외부에서 분담하여 기술적 제약성을 완화하고 또한 로봇 자체의 가격을 낮춰 기존의 독립형 로봇이 갖고 있는 문제를 해결하고자 하는 것이 URC의 목표라 할 수 있다. 즉 URC는 기존의 로봇에 네트워크를 부가함으로써, 로봇은 다양한 고도의 기능이나 서비스를 제공할 수 있도록 하고, 네트워크를 이용한 이동성(Mobility)과 사용자 인터페이스를 고도로 향상시키는 것을 목표로 하고 있다. 또한 네트워크를 활용하여 각종 서비스 시나리오에 따른 응용 소프트웨어나 콘텐츠를 손쉽게 제공하여 로봇이 제공하는 서비스의 범위를 확장하고 로봇의 가용성을 높이는 효과를 기대할 수 있다. 이와 같이 URC는 기존의 로봇에 IT 기술을 접목함으로써 보다 자유로운 형태와 광범위한 이동성을 갖추고 보다 인간 친화적인 인터페이스를 확보할 수 있어 향후 인간중심의 로봇산업으로 발전할 가능성을 제시하고 있다.

## 2.2. URC기술개발 현황

앞서 소개하였듯이 URC 기술은 IT와 RT(Robot Technology)의 결합을 통하여 언제, 어디서나 로봇 서비스를 제공하는 기술로서 정보통신부에서는 크게 아래 소개하는 4개의 과제를 통하여 URC 기술을 개발/보급함으로써 로봇기술의 산업화를 도모하고 있다.

### 2.2.1. URC를 위한 인프라 시스템 개발

본 과제에서는 URC가 제공하는 서비스 구현을 위한 하드웨어, 네트워크 및 소프트웨어 인프라 시스템 확보를 목표로

- URC를 위한 네트워크 인프라 기술 개발
- URC 프로토콜 기술 개발
- URC 서버 기술 개발
- URC를 위한 소프트웨어 로봇 기술 개발을 상세 목표로 하고 있다.

구체적인 기술 개발 내용으로, 실시간 네트워크 전송 분야에서는, 통신 품질진단 및 보고, 네트워크 부하 분산, 홈 네트워크에서 Connectivity 보장, 원격 로봇제어 프로토콜 표준화, 원격 로봇 보안 프로토콜 표준화 기술등이 개발되고 있으며, 네트워크를 통한 서버 기반 서비스 분야에서는 네트워크 및 서버 QoS 보장, 서버 고가용성 (High Availability), 음성/화상인식을 위한 고성능 서버 Computing, URC 사용자 환경, S/W Plug-In, Knowledge Base 구축, Ubiquitous 사용자 환경, 자연어 대화, 제스처 및 얼굴표정 인식, 콘텐츠 발굴 및 서비스 운영기술 등이 개발되고 있다. 또한 소프트웨어 로봇 분야에서는 소프트웨어 로봇을 위한 분산처리 프레임워크 기술, 상황인식 기술, 유비쿼터스 환경의 객체 통신 기술, 사용자 선호사항 관리 기술, IT 서비스 로봇용 S/W Agent 인터페이스, S/W 자동 Update, 추론 및 학습기술, 다중 로봇 협업기술 등이 개발되고 있다.

### 2.2.2. 네트워크 기반 서비스 로봇 플랫폼 개발

네트워크 인프라에 접속하여 "부르면 다가와서 서비스를 제공하는 로봇 플랫폼" 개발을 목표로

- 시험사업용 로봇 플랫폼 개발 및 실용화 기술 개발
- Network 기반 정보/콘텐츠 로봇 플랫폼
- Network 기반 공공도우미 로봇 플랫폼 개발을 구체적 목표로 하고 있다.

구체적인 기술개발 내용으로는 이동기능, 자동충전기능, 고장대처기능 등과 같은 로봇의 기본기능 관련 기술, 능동적 정보제공 기능, 영상메시지 기능, 홈모니터링 기능 등과 같은 로봇 기본 서비스 기능 관련 기술, 이동성 카메라를 이용한 보안기능, 영상채팅기능, 건강 체크기능, 고령자를 위한 IT 도우미 및 친구기능 등과 같은 네트워크 기반 서비스 기능 관련 기술을 개발하고 있다.

### 2.2.3. URC를 위한 내장형 컴포넌트 기술개발 및 표준화

URC의 가격 절감 및 보급을 위해 URC 공통 핵심 기술

들을 표준사양의 소프트웨어로 개발하며, 이들을 개발된 표준사양 하드웨어 모듈에 탑재하여 Network 기반 로봇의 확대사업을 위하여 제시함을 목표로,

- 인간-로봇 상호작용 기술 개발
- 자율 주행 기술 개발
- 하드웨어 및 소프트웨어 모듈화 기술 개발
- 네트워크 기반 서비스 로봇용 센서 및
- 개발된 기술의 표준 사양 정의 및 제시를 구체적 목표로 하고 있다.

구체적 기술 개발 내용으로는, 시각기술 분야에서는 목표물 감지 및 추적기술, 얼굴인식기술, 제스처 인식기술, 삼차원 물체인식기술, 실시간 3차원 거리추출 및 복원기술 등이 개발되고 있으며 사용자와의 대화 분야에서 화자 독립의 단어 중심 음성인식 기술 및 감성기반 음성합성 기술 등이 개발되고 있다.

주행 분야에서는 자기위치 추정기술, 실시간 자율주행 기술, 실시간 장애물 감지 및 회피기술 등이 개발되고 있으며, 제어 분야에서는 제어전용 chip 및 Soc 기술, 핵심 하드웨어 모듈 기술, 개방형 분산제어기 기술, 실시간 분산제어를 위한 미들웨어 기술, 로봇 소프트웨어 통신구조기술 등이 개발되고 있다. 통신 분야에서는 실시간 제어를 위한 로봇 내 통신망 기술 및 로봇 내부 대용량 고속 통신망 및 미들웨어 기술 및 초고속 무선 통신망 및 미들웨어 기술이 개발되고 있다. 또한 상호작용 분야에서는 사용자 의도인식 기술, 주의집중 기술, 음원추적 기술 등이 개발되고 있으며 네트워크 기반 지능형 서비스 로봇용 센서로서는 저가격 다중 카메라 기술, 저가격 촉각센서기술, 저가격 거리측정용 초음파 센서기술 및 저가격 위치추정 센서 기술 등이 개발되고 있다.

#### 2.2.4. 네트워크 기반 휴머노이드 기술 개발

앞의 세 과제에서는 지능형 서비스 로봇의 산업화를 목표로 하는 단기 혹은 중기의 목표 지향적 과제인데 반하여 본 과제에서는 미래 지능형 서비스 로봇의 독자 기술 개발 능력의 확보를 목표로 하고 있다. 개요에서도 언급하였듯이 소비자가 요구하는 로봇 기술의 수준과 현재 활용 가능한 기술 수준과는 큰 차이가 있고 본 과제에서는 바로 이러한 문제를 해결하기 위하여 단기적 산업화보다는 장기적인 선도 기술 개발을 목표로 하고 있다. 이러한 의미에서 로봇 기술의 궁극적인 목표인 휴머노이드를 플랫폼으로 정하고 단순한 보행 기술 개발보다는 네트워크 기반의 휴

머노이드를 활용하기 위해 필요한 여러 가지 기술을 개발을 목표로 하고 있다.

구체적으로 설명하면, 이족 보행 분야에서는 ZMP 계획 및 제어 기술 및 모션 시뮬레이터 기술 등이 개발되고 있으며 네트워크 기반의 감각 및 인식 기술 분야에서는 얼굴인식, 제스처인식, 음원/음성 인식 및 합성, 3차원 환경 인식 등이 개발되고 있다. 통신 기술 분야에서는 인간-로봇 통신 프로토콜 기술 및 원격조작 기술 등이 개발되고 있으며 작업을 위하여 전신공조 기술 등이 연구되고 있다.

### 3. 인간기능 생활지원 지능로봇 기술 개발 사업

본 사업은 2003년 과학기술부의 21세기 프론티어 사업의 하나로서 선정되어 2003년부터 10년간 지속적으로 지원되는 기술 개발 사업으로서 2005년부터는 산업자원부 관리가 이관되어 추진되고 있다. 본 연구사업은 지능로봇 기술개발을 통해 생활환경의 지능화 및 고도화를 실현하고, 노인계층의 독립적인 생활 및 사회활동을 지원하기 위한 노인공학 기술을 확보하여 고령인구의 삶의 질 향상을 실현하는 두 가지 축으로 구성된다. 이를 위하여 인간 기능의 로봇 지능을 개발하여, 기능별로 모듈화된 지능칩과 노인을 위한 생활 지원 플랫폼 개발을 통하여 건강하고 독립된 노인생활을 실현하는 것이 본사업의 목표이다.

본 사업은 크게 4개의 중과제 및 1개의 창의적 원천기술 개발 그룹으로 구성되어 있는데 이들 각각의 구체적 연구 목표 및 내용은 다음과 같다.

#### 3.1. 환경 인지/학습 기술개발

본 중과제의 목표는 환경 및 3차원 물체의 인식 기법 및 로봇 기반을 위한 종합적 인지/학습 기법 개발을 목표로 한다. 구체적으로 삼차원 환경 인지 기반 환경 모델링 및 작업 계획 기술 개발, infotainment를 위한 창의적 지식 정보/감성 콘텐츠 생성 엔진 개발, 정적/동적 지각정보의 context/semantics 모델링 및 학습기술 개발, 인지/학습 엔진의 구현을 위한 지능 SoC 기술 개발, 로봇 기능의 자가 치유, 적응 및 성장 기술 개발 등을 연구하고 있다.

#### 3.2. 인간-로봇 상호작용 기술개발

본 과제에서는 시각/청각 등의 기본 감각 기술의 완성도

를 높여 칩으로 모듈화 하고, 이들의 융합 및 지능화를 통하여 연속적인 의도인식 및 풍부한 감정표현이 가능한 자연스러운 인간-로봇 상호작용 기술개발을 목표로 한다. 구체적인 연구 내용으로는, 인간-로봇 상호작용을 위한 시각 인터페이스 기술 개발, silver mate용 대화 음성 인터페이스 기술 개발, 인간-로봇 통합 인지 모델링을 이용한 멀티모달 상호작용 모듈 개발, silver mate 로봇의 감정 표현 기술 개발, 로봇 안구 구동용 구형 모터 개발, 비전 센서 기반의 제스처 인식 기술 개발 등이 연구되고 있다.

### 3.3. 실시간 적용 행동 제어 기술 개발

본 과제에서는 노인의 일상생활에서 부축, 보조, 가사 부담을 수행하기 위한 자율 주행, 유연조작, 행동제어구조 설계 기술개발 및 지능 칩으로 모듈화하고 노인 생활 지원 로봇플랫폼에 통합 적용을 목표로 한다. 이를 위하여 이동 로봇의 실시간 dependable 자율주행 기술 개발, 신개념 액츄에이터에 기반한 유연한 로봇 손의 개발, 생체 모방형 인공 피부 개발, silver mate 로봇을 위한 실시간 제어구조 개발, 지능형 보행 보조기기 개발, 지능형 실외용 보행 보조기기 개발, 그리고 로봇 미들웨어 플랫폼 기술을 개발하고 있다.

### 3.4. 실비용 플랫폼/SI/모듈화 기술 개발

본 과제는 모듈화된 로봇 플랫폼 및 시스템 통합 기술 개발을 목표로, 실버 메이트 로봇 플랫폼 개발, 지능로봇 시스템 통합 및 모듈화 기술 개발, 플랫폼 개발 환경 기술 개발이 되고 있다.

### 3.5. 창의적 원천 기술 개발 그룹

본 과제에서는 위의 4개 중과제에서 다루지 못한 그러나 로봇의 원천기술 확보 차원에서 연구해 볼 만한 창의적 기술들을 다양하게 연구하고 있다. 구체적으로는 다개체 로봇의 실시간 coordinated navigation 기술, 안정화된 영상 획득을 위한 이동로봇 안구시스템 개발, 원격 맥박/호흡 인식 센서 개발, 노인 건강을 위한 지능형 arm wrestling 시스템 개발, 자가 재구성 가능한 모듈화된 인공 피부 개발, 얼굴 인식을 위한 입력 특징 추출 알고리즘 개발, static force/slip/texture/temperature 감지가 가능한 flexible 촉각센서 개발, 광섬유 센서를 이용한 인공피부용 촉각 감시 시스템 개발, 효과적 상호작용을 위한 음원 위치 추적

및 음성 전처리 기술 개발, 기본 동작에 기초한 로봇 운동 생성의 제어와 학습 기술 개발, 인간 생활 지원 로봇 디자인 기반 기술 개발, 그리고 진화 학습형 manipulation 기술 개발 등이 연구되고 있다.

## 4. 산업자원부 지능형 로봇 기술 개발 사업

산업자원부에서는 지능형 로봇 기술을 선점하여 세계 시장의 주도권을 확보하고, 향후 한국의 간판산업으로 육성함으로써 2013년 세계 3위의 지능형 로봇 강국으로의 발전을 목표로 2004년부터 청소로봇 등 8개 제품을 중심으로 한 기술 개발, 시장 창출 및 인프라 구축을 추진하고 있다. 이를 위하여 첨단 제조용 지능형 로봇 시스템 개발, 가정용 로봇 플랫폼 및 스마트 로봇 환경 기술 개발 및 재난 극복 및 인명 구조 로봇 기술 개발의 3개 분야에 대해 대과제를 기획하고 이를 수행하고 있다. 또한 2001년부터 수행하여 올해 2단계 사업이 시작된 차세대 신기술 개발 과제인 퍼스널 로봇 기술 개발 과제도 수행되고 있다.

### 4.1. 첨단 제조용 지능형 로봇 시스템 기술 개발

본 대과제에서는 첨단 로봇 기반 자동차 제조 시스템에서 핵심이 되는 차세대 용접 및 지능형 핸들링 시스템의 종합 솔루션 확보를 위한 최적 구조의 로봇 설계 및 응용 기술 개발과 센서 및 IT 확장성을 갖는 지능형 로봇의 제어시스템 기술 개발을 목표로 하고 있다.

구체적으로, 시리얼 드라이브 구조를 갖는 최적 성능의 제조업용 로봇 서계와 확장성 및 응용을 고려한 제어기술 개발, 제조업용 로봇 최적 설계 지원을 위한 전용 소프트웨어 기술 개발, 복합 형상 자동차 차체 조립에 필요한 로봇 기반 레이저 용접 응용 기술 개발, 그리고 자동차 부품의 bin picking 및 조립 자동화의 기능 향상을 위한 실시간 시각/역각 통합형 감각 지능 시스템 기술 개발 등이 수행되고 있다.

### 4.2. 가정용 로봇 플랫폼 및 스마트 로봇 환경 기술 개발

본 과제에서는 가정/빌딩에서 청소, 경비, 관리 기능을 갖는 지능형 로봇 플랫폼 개발 및 신뢰성과 안정성이 확보된 로봇의 작업을 위한 스마트 로봇 환경 기술 개발을 목표로, 가정용 고성능 청소 및 지능형 가정관리 로봇 시스템 기술 개발, 이동 중 검출이 가능한 침입감지 경비 로봇 개발 및 기존 경비시스템과 연동한 경비 시스템 기술 개발,

청소/경비 로봇을 위한 영상 기반 물체 검출 및 자율주행 기술 개발, 환경 정보를 위한 로봇의 자기위치/물체인식/navigation 기술 개발 및 스마트 로봇 환경을 위한 망 구성 기술 개발 등이 구체적으로 진행되고 있다.

**4.3. 재난 극복 및 인명 구조 로봇 기술 개발**

재난 극복 및 인명구조 로봇 개발 및 현장 적용을 목표로 하는 본 대과제에서는, 협소 구역 검사용 다관절형 유니트 개발, 교각 점검용 소형 수중 로봇 개발, 인명/화점 탐지 센서 기술 개발을 내용으로 하는 재난 극복 이동 기술 개발 및 화점/인명 탐지 기술 개발에 관한 세부과제, 실내외 재난상황을 조기에 발견/감시하기 위한 hovering 로봇 플랫폼을 개발하는 세부과제, 실내 화재 발생시 화재를 진압하고 인명을 구조하는 로봇 기술을 개발하는 세부과제, 그리고 실외의 화재 진압 및 인명을 구조하는 로봇 기술 개발 세부과제 등으로 구성되어 있다.

**4.4. 퍼스널 로봇 기반 기술 개발**

본 과제에서는 1단계에 이어 퍼스널 로봇을 위한 시스템 엔지니어링 기술 개발, 퍼스널 로봇의 고기능 모듈 기술 개발, 서비스/감성 기반 퍼스널 로봇 기술 개발 그리고 인간 크기의 휴머노이드 플랫폼 운용 기술 개발 등이 수행되고 있다.

**5. 맺음말**

본 글에서는 2003년 참여정부가 출범한 이후 앞으로 우리가 먹고 살아가 동력을 제공하기 위하여 선정한 10대 신성장동력산업 중 하나인 지능형 서비스 로봇에 대하여 정보통신부 및 산업자원부에서 지원되고 있는 대표적 대형 과제 중심으로 개발 현황에 대하여 간략히 기술하였다. 2001년 산업자원부에서 차세대 신기술 과제로서 퍼스널 로봇 기반 기술 개발 과제가 선정되어 연간 35억원 정도를 지원받은 것을 시작으로 정부에서도 로봇 산업의 향후 발전 가능성 및 우리의 역량을 높이 평가하여 10대 신성장 동력 산업으로도 선정하였고 2005년 현재 연간 500억원 정도의 연구비가 지능형 로봇 분야에 투입되고 있다. 그동안 많지 않은 연구비 여건 하에서도 우리는 세계 최대 로봇 학회 논문 발표 편수 3, 4위를 기록하는 등 많은 노력을 기울여 왔고 또 충분한 잠재력을 키워 왔다고 생각한다. 이제는 지

금까지 기울여 온 노력을 잘 결집하여 단기적으로는 기술 개발 위주로 되어 왔던 연구 활동을 killer application 발굴 및 business model 개발 등으로 확대하여 성장동력을 제공하여야 하고 장기적으로는 핵심 원천 기술을 확보하여 향후 로봇 산업이 지금의 반도체 산업이나 이동통신 산업 정도의 대규모 산업으로 발전하였을 때를 대비하여야 한다. 이를 반영하여 정보통신부와 산업자원부에서 지원하는 신성장동력 사업은 단기 혹은 중기의 산업화를 위한 과제 중심으로 구성, 지원되고 있고 프론티어 사업에서는 핵심 원천 기술 확보를 위한 기술개발을 위주로 진행되고 있다. 또한 과학기술혁신본부에서 구성한 실무위원회를 통하여 과제 간의 중복이 없도록 조정하고 있고 모든 과제에서의 공동 이슈인 표준화, 국제협력, 인력 양성, 인프라 조성 사업 등에 대하여 의견을 교환하고 있다. 이러한 노력의 결과로서 2004년 하반기부터 각종 언론 매체를 통하여 우리의 연구 결과들이 속속 발표되어 국민들에게 로봇에 대한 기대감을 일부나마 충족시켜주고 있고 또한 희망을 주고 있다. 이제 남은 과제는 우리 모두의 역량을 결집하고 정보를 공유하여 불필요한 경쟁을 제거하고 가시적인 결과를 만들어 내는 일이다.

..... 저자약력 .....



**《오 상 록》**

- 1958년 6월 7일생
- 1976년 3월~1980년 2월 서울대학교 전자공학과
- 1980년 3월~1982년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
- 1982년 3월~1987년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)
- 1987년 3월~1988년 1월 한국과학기술원 시스템 제어 연구실 Post Doc.
- 1988년 1월~현재 한국과학기술연구원 지능로봇연센터 선임/책임연구원
- 2000년 3월~2003년 3월 한국과학기술연구원 지능제어 연구센터 센터장
- 1991년 10월~1992년 10월 미국 IBM Watson Research Center Post Doc.
- 1995년 12월~1996년 2월 일본기계기술연구소 초빙연구원
- 2003년 9월~현재 정보통신부 IT정책자문단 지능형 서비스 로봇 Project Manager