



교육용 로봇의 현황과 미래

1. 서론

국내에서 제품의 제조를 위한 산업용로봇 시대를 지나 본격적으로 지능형로봇에 대해 연구가 시작된 것은 2000년대에 접어들면서이다. 당시 소니의 애완동물로봇 아이보를 필두로 해서 혼다의 인간형로봇, 일렉트로룩스와 아이로봇의 청소로봇 등이 등장하면서 기존의 제조업중심의 로봇에서 서비스 로봇 시대로 <그림 1>과 같이 패러다임이 이동하게 되었다.

인간과 공존하면서 청소나 엔터테인먼트 등의 개인서비스를 할 수 있는 로봇의 등장은 영화에서나 보던 로봇 시대를 현실로 다가오게 만드는 계기가 되었다. 산업용로봇 시대를 지나 국가연구소에서 부분적으로 연구가 진행되던 서비스로봇이 개인이 살 수 있는 상품으로 나오게 되었고, 각 가정에 공급이 시작되었다. 이러한 시대적 흐름에 따라 서비스를 할 수 있는 로봇에 대한 여러 연구개발이 시도되었고 서비스 영역도 넓어지게 되었다.

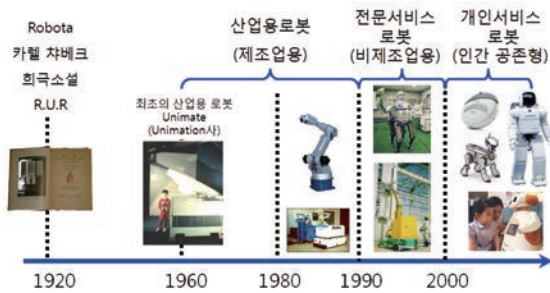
이에 따라 지능형로봇의 분류를 다음 <표 1>과 같이 서비스로봇과 제조업용 로봇으로 크게 구분하고, 서비스에 따라 다시 개인서비스로봇과 전문서비스로봇으로 분류하게 되었다.

개인서비스로봇은 <그림 2>에서 나타냈듯이 개인의 삶의 질 향상을 목적으로 개인일상 활동 공간 또는 주거 공간에서 건강, 가사, 교육, 엔터테인먼트, 안전·보안, 정보제공 등 개인의 삶을 지원하기 위한 서비스 및 콘텐츠를 제공해 주는 로봇으로 정의된다.

국내에서 최초로 시도된 홈로봇은 삼성전자와 한울로보틱스가 개발한 '아이포마'라는 로봇으로 방범, 가족간의 소통, 동화구연, 멀티미디어 재생 등의 기능을 가지고 있었으며 자율주행과 원격주행이 가능한 로봇이었다.



권오상
경기과학기술대학교
기계자동학과



〈그림 1〉 로봇산업의 패러다임 변화

〈표 1〉 지능형로봇의 분류

분류	서비스로봇		제조업용로봇
	개인서비스	전문서비스	
정의	인간의 생활 범주에서 제반 서비스를 제공하는 인간공생형 대인지원 로봇	불특정 다수를 위한 서비스 제공 및 전문화된 작업을 수행하는 로봇	각 산업의 제조현장에서 제품생산에서 출하까지 공정내 작업을 수행하기 위한 로봇
종류	<ul style="list-style-type: none"> 청소 및 경비 여가지원용 노인/생활지원용 교육용 가사지원 	<ul style="list-style-type: none"> 재난극복 군사용/사회안전 활선작업용 건설작업용 원전용 해양수산업 의료용 농림업/축산/광업 우주/극한작업용 	<ul style="list-style-type: none"> 자동차제조용 소형전자제품제조용 디스플레이 제조용 반도체 제조용 바이오 신약용 조선산업용

이 로봇은 개인서비스에서 요구되는 기능들을 복합적으로 가지고 있었으나 기술적인 한계와 시장형성이 되지 않아 상용화 되지는 못했다. 이러한 홈로봇의 기능이 각 기능별로 더욱 전문화 되면서 각각의 서비스별로 로봇이 등장하게 되었고, 그중의 하나가 교육용 로봇이다.

교육용 로봇은 학습을 보조하기 위한 도구로서 컴퓨



〈그림 2〉 개인서비스용 로봇

터와 경쟁을 하게 되었으며 기존의 이러닝(E-learning)이나 모바일러닝(M-learning)과 구분하여 로봇러닝(R-Learning)이라는 명칭으로 등장하게 되었다. 또한, 아두이노와 3D 프린터를 기반으로 하는 메이커운동과 소프트웨어 교육 의무화가 추진되면서 또다시 로봇기술교육과 통섭교육에 있어 전환기를 맞이하고 있다.

본 논문에서는 다양한 지능형로봇 중에서도 개인서비스 로봇에 속하는 교육용 로봇에 대해 “중소기업 기술로드맵 2016~2018 자료”를 바탕으로 산업 동향 및 현안을 알아보고 미래의 교육용 로봇 발전방향에 대해 서술하기로 한다.

II. 본론

2.1. 교육용 로봇의 정의 및 분류

개인서비스 로봇중 교육용 로봇이란 교육지원을 위한 다양한 역할을 수행하는 것으로 교과목에 흥미와 재미를 부여하고 창의적인 교육을 수행하도록 교사를 보조하거나 교구재로서의 역할을 하는 로봇을 의미한다.

이러한 역할을 하는 교육용 로봇을 분류해 보면 〈표 2〉에 나타낸바와 같이 학교, 공공기관, 가정 등에서 학습 콘텐츠를 제공해 교사를 보조하는 교사로봇과 로봇기술이

〈표 2〉 교육용 로봇의 분류

(a) 교사로봇의 분류

종분류	교사로봇	
소분류	교사보조형	개인교수형
역할	능동적 주체	
특성	로봇활용교육(Learning with Robots) 네트워크나 내장된 컴퓨터에 의한 교육서비스	
내용	교사를 보조하여 일대다의 학습자와 상호작용하는 로봇 (다자간 학습지원)	일대일로서 정보를 알려주거나 가르쳐주는 개인용 로봇 (개인학습지원)

(b) 교구로봇의 분류

종분류	교구로봇	
소분류	로봇기술교육형	통섭교육형
역할	수동적 객체	
특성	로봇소양교육 (Learning about Robots)	로봇활용교육 (Learning with Robots)
내용	로봇기술을 교육하는 것이 목적인 로봇	다른 교과수학, 과학, 미술 등)의 교육활동에 활용되는 로봇



〈그림 3〉 교사로봇과 교구로봇의 예

나 타교과 학습을 위한 교구재로 사용되는 교구로봇으로 나눌 수 있다.

교사로봇으로는 다자간 학습지원을 하는 교사보조형과 개인 학습을 지원하는 개인교수형으로 분류할 수 있으며 교구로봇은 로봇기술교육형과 통섭교육형으로 구분할 수 있다. 교사로봇은 기술난이도가 높아 지능형이라고 할 수 있으며 교구로봇은 기술적 난이도가 상대적으로 낮고 학습자의 창의성이 요구되어 창작형이라 볼 수 있다.

2.2. 교육용 로봇의 필요성

교육용 로봇은 컴퓨터와 달리 사용자와의 상호작용을 기반으로 주변 환경을 인식하고 자율적인 동작을 수행하면서 물리적인 위치 이동이 가능하기 때문에 다수의 사용자에게 적합한 맞춤형 교육 서비스를 제공하거나 교과목에 로봇을 직접 활용하는 교육이 가능하다.

기존의 E-learning, M-learning 등의 수동적인 교육은 창의적인 교육에 필수적인 상호 작용 측면에서 로봇보다 제한적이기 때문에 로봇을 통한 쌍방향 상호작용은 교육 현장에서 로봇이 교사를 보조하여 학습자들의 흥미와 관심을 유도함으로써 생동감 있는 학습 환경을 조성할 수 있으며 교사를 대신해 다양한 교육 콘텐츠를 제공하므로 학습자에게 수업의 몰입감과 애착감을 주어 학습의 효과 향상에 기여할 수 있다.

교수자로서의 로봇 외에 교과목에 로봇을 직접 활용하는 교육은 로봇과 연관된 센서, 전자, 기계, 컴퓨터 기술 등에 대한 기초 기술의 습득이 가능하며, 논리적이고 과학적인 문제 해결 능력을 배양할 수 있는 창의 교육용 교구재로써 로봇의 활용이 증가되고 있다. 특히, 소프트웨어 교육에서 교육의 효과를 증대하기 위해서는 로봇 활용이 최선책이라 할 수 있다.

실제적으로 로봇보급사업 등을 통해 현장에 적용한 결과로서의 로봇 활용 교수·학습 및 교육적 효과와 영향에 대한 연구 사례들을 살펴보면, 대부분의 연구에서 논리적 사고력, 문제해결력, 상호작용성, 창의성 등이 향상되었다고 보고되고 있다.

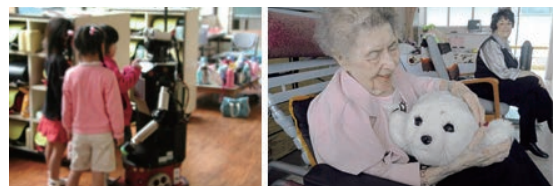
2.3. 교육용 로봇의 산업현황

(1) 교사로봇의 현황

일본의 경우, Kanda는 인간로봇상호작용 연구의 일환으로 영어 800 단어를 암기하고 악수, 인사, 가위바위보 게임 등이 가능한 Robovie를 1학년과 6학년 교실 환경에 투입하여, 2주간 관찰한 결과, 시간이 흐름에 따라 Robovie에 대한 관심은 줄어들지만 영어 학습에 대한 동기유발에 효과적임을 보였다. 이외에도 로봇테라피를 이용한 특수교육용으로 촉각센서를 활용한 바다표범 Paro를 이용하여 치매 노인과 자폐 아동의 심리치료 효과를 보이는 연구도 있었다. 이와 같이 일본의 교사로봇에 대한 기술개발 동향은 대화상대, 친구 등의 관계형 역할기반 상호작용 기술개발에 초점을 맞추고 있다.

서구의 경우, 주로 인터넷을 활용하여 레고 조립을 하거나 프로그래밍 교육에 활용하는 로봇소양교육에 대한 기술개발이나 연구가 활발한 반면, 활용교육은 쓰레기 재활용 교육, 양호 보건교육과 같은 로봇을 통한 이벤트 교육이 대부분이며 실버로봇을 활용한 노인 재활교육 및 운동관리, 휴머노이드를 이용한 자폐아동이나 노인의 심리치료 등에 적용하고 있다. 이와 같이 유럽과 북미의 교육용 로봇에 대한 기술개발 동향은 재활치료 등의 기능형 역할기반 상호작용 기술개발에 초점을 맞추고 있다.

한국의 경우, URC(Ubiquitous Robot Companion) 개념의 로봇기술 개발을 계기로 다양한 형태의 로봇을 개발



〈그림 4〉 Robovie 와 PARO



〈그림 5〉 아이로비, 티로 (상단좌측부터),
로보셈, 잉키, 메로(중단좌측부터), 키봇, 알버트(하단 좌측부터)

하였으며, 이를 기술적으로 향상시키거나 모바일 기기를 부착하는 형태로 발전시켰다. 그림 5에 보인 로봇들은 국내에서 개발된 교육용 로봇들로 e-Learning 콘텐츠를 활용한 '페가수스'를 비롯하여 홈 튜터로봇 'IROBI', 교사 보조로봇 'Tiro' 등이 있으며, '키봇' 및 스마트 로봇 '알버트'는 스마트 기기와 교육, 통신사의 통신 상품이 결합된 새로운 형태의 교육용 로봇 시장을 제시하였다.

한편, 영어교사 보조로봇으로는 유진로봇의 로보셈과 KIST의 잉키, 메로가 있다. 이들 제품은 유·초등학교를 대상으로 한 정부시범사업에 투입되었고, 영어학습의 학업성취도가 컴퓨터 기반 영어학습보다 높다는 연구 결과가 나왔으며 문제해결력, 논리적 사고력, 상호작용성, 창의성 등이 향상된 것으로 보고되고 있다.

(2) 교구로봇의 현황

2000년이전의 교구로봇은 제품으로 출시되기 보다는 동아리 활동에서 로봇기술 학습을 위해 사용된 마이크로 마우스나 라인트레이서가 대표적인 예이고, 그 후 PC와의 통신에 의해 제어되는 축구로봇, 휴머노이드 축구로봇이 대회 형식으로 나타나게 되었다.

교구로봇은 단순 완구형 모델이나 전술한 로봇들이 발

전하여 현재에는 초중고에서 대학생까지 사용되는데 주로 취미활동, 과학 과목 관련 교육, 소프트웨어교육, 로봇기술교육 교보재로 보급되고 있으며 외국의 동향을 살펴보면 다음과 같다.

교구로봇은 덴마크 LEGO사의 Mindstorm이 전세계에서 가장 많이 보급·활용되고 있다. MIT Media Lab과 1986년부터 공동개발하여 1998년 제품을 첫 출시한 이래 제품 기능의 발전과 함께 가장 풍부하고 체계적인 교육커리큘럼을 보유하고 있는 것으로 평가된다. 그 외에 미국 Innovation First사의 VEXrobotics, Parallax사, 독일의 Fischertechnik 등의 로봇키트도 어느 정도 시장 점유율을 차지하고 있으며 초중고 및 대학에서의 교보재로 사용되고 있다.

미국의 경우 STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 교과를 흥미롭게 가르치고 학생들의 기술소양을 키우기 위한 방안으로 로봇교육이 활발히 진행되고 있으며 NASA가 주축이 되어 다양한 로봇커리큘럼과 프로그램 행사를 대대적으로 홍보하고 있으며, 기업들의 후원 하에 FIRST, BotBall 등 경진대회도 활성화 되어 있다.

일본의 경우 세계 최초로 1996년에 교토 리츠메이칸 대학에서 학부 과정에 로봇학 학과를 도입하였고, 일본 과학기술진흥사업단에서 어린이들을 위해 로봇 키트형의 JST Robot 게임을 개발한 것을 비롯하여 세계최고의 로봇국가답게 교육도 활발히 이루어지고 있다. 대다수의 교육은 방과 후 프로그램을 통해 이루어지고 있고, 공교육에서는 유명 사립학교에서 교장의 재량에 따라 로봇교육을 기본 커리큘럼으로 적용하는 방식으로 로봇교육이 진행되고 있다. 일본은 탄탄한 프라모델과 완구 회사들을 중심으로 교육용 로봇시장을 이끌어 가고 있으며, 대표적인 기업으로는 Japan Robotech Limited와 Tamiya 등이 있다.

프랑스, 영국, 독일, 덴마크 등 유럽지역은 독일의 Fischertechnik과 덴마크의 Lego와 같은 전통있는 교육 교구 업체들이 주도적으로 개발한 교육용 로봇키트를 바탕으로 90년대 중반부터 로봇교육을 실시하여왔다. 또한 신흥 업체인 스위스의 K-team이나 영국의 Robotics

systems와 같은 업체들이 다양하고 체계적인 프로그램을 선보이며 로봇교육에 앞장서고 있다. 특히 프랑스는 1996년 국가 교육위원회에서 중학교 기술교과과정으로 레고 닥타를 정식교재로 채택하여 1997년도부터 학교 교육에 사용해오고 있다.

영국의 Valiant Technology사의 Roamer는 키트형 교구는 아니나 27개국에 25만개가 판매되는 등 큰 인기를 얻었는데, 이것은 가정용 청소로봇과 같은 등근 형태로 어린이들이 로봇의 행동을 입력하고 다양한 문제를 해결하게 하는 프로그램들이 결합되어 있다

국내의 경우, 90년대 중반 외국 제품이 국내에 처음 소개된 후 학생대상 로봇 경진대회를 위한 국내 로봇 키트가 나오면서 교육시장이 형성되었으며, 2002년도부터 경진대회의 붐을 통하여 학생들의 취미 활동으로 급성장하게 되었다. 이들 키트들은 초창기에는 경진대회를 위한 목적으로 개발되었지만, 최근에는 과학의 기초 원리를 배우고 과학적 창의성을 키우는데 효과적인 교육 도구로 소개되면서 방과 후 학습에 적용되어 과학 교육을 위한 교보재용으로 키트의 구성이 바뀌고 있다.

(3) 시장 현황

교육용 로봇 분야의 세계시장 규모는 2014년 1억 19백만 달러 규모로 추산되며, 2018년까지 연평균 27.61% 성장하여 2억 3백만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망된다.

교육용 로봇 분야의 국내시장 규모는 2014년 508억 원 규모로 추산되며, 2018년까지 연평균 22.68% 성장하여 867억원의 시장 형성이 전망된다.

2.4. 현안 및 발전방향

최근 소프트웨어 교육이 화두가 되면서 로봇을 활용한 소프트웨어 교육이 새로운 교육용 로봇 트렌드로 나타나

〈표 3〉 교육용 로봇의 시장현황

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	성장률(%) (2013~2018)
세계시장	60	119	143	161	181	203	27.61%
국내시장	312	508	610	686	771	867	22.68%

고 있으며, 기존의 조립식 로봇 이외에 창의력을 키울 수 있는 프로그래밍 가능한 다양한 형태의 로봇이 교육용 로봇의 새로운 시장을 형성할 것으로 예상된다.

시장의 니즈분석에 기반하여 주요 현안 및 발전방향을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 시장니즈 1 : 단순 주입식 교육에서 다양성을 겸비한 창의력 증진 교육이 요구되며 교과목의 다양화 및 창의적 교육의 필요성 증대

- 학생과 교사(개별학습) 또는 학생 서로 간 다양한 문제 해결 과정(다자간 학습)을 실시간으로 공유하고 토론할 수 있어 자신만의 문제 해결 방식을 스스로 찾는 등 사고력 확장에 효과적이며 양방향 커뮤니케이션을 통해서 집중도 및 참여율 향상
- 일반교과(과학, 수학, 미술 등) 및 창의력 교육목적에 활용
- 학생 중심적 환경을 구현함으로써 학생들의 개별적인 사고와 경험에 가치를 부여하는 학습의 주체로 교사는 학습을 도와주는 조연자로서의 역할 관계 형성, 수준별 맞춤형 교육 프로그램 구성 가능

(2) 시장니즈 2 : 학생들의 학습에 대한 집중 및 몰입을 위해 학생들의 관심도 증대 및 학습효과의 효율성이 요구됨

- 교육의 중심인 학교에서 즐겁고 재미있게 배울 수 있는 환경을 조성해 학생들의 흥미유발과 집중력 향상
- 사교육의 증가로 인해 학생들이 학교에서 배우는 학습에 대한 흥미와 집중력이 저하되므로 교육 콘텐츠의 확대와 교육 방식의 다변화를 위한 매개체 필요
- 교사로부터 얻는 일률적인 학습 과정에서 벗어나 다양한 수업 방식의 구성으로 학생들의 창의성, 다양성에 대한 요구 증가
- 적절한 시각화와 대화를 통해 아이디어를 구체화하고 발전시킬 수 있도록 지도가 가능하며, 설계 도구를 강화하여 관심도 유도 및 증폭

(3) 시장니즈 3 : 로봇 서비스 콘텐츠의 표준화를 위한

표준 교육체계의 정립과 커리큘럼 확보

- 연령별 표준 로봇기술 커리큘럼 또는 가이드라인이 만들어져서 교과 활동 및 통섭교육과 체계적으로 연계
- 통섭교육이나 초보자의 기술교육에서는 다양한 고급 기술을 캡슐화하여 설명, 교육대상에게 기술은 마치 블랙박스처럼 이해할 수 없는 존재이지만 단순한 방법으로 결합하여 현 단계의 교육적 목적에 맞게 사용 가능
- 로봇 실용화 단계에서 사용자에게 필요한 콘텐츠가 지속적인 확장 및 호환을 위해서는 표준화된 개발 환경 조성 필요
- 학생들이 무리 없이 수용할 수 있는 수준에서 기술적으로 한 단계 깊어지며 블랙박스를 열어볼 수 있도록 기술적 체계의 구성에 대한 심도 있는 기술개발로 창의력과 기술소양을 효과적으로 연결하는 방법
- 로봇 서비스 콘텐츠 저작도구의 표준화를 통하여 기술 선도

(4) 시장니즈 4 : 로봇 교육을 통한 과학 교육의 활성화 측면에서의 정규 교육, 교사와 연계한 학습 교구재 필요

- 과학 교육에 대한 동기 및 흥미를 부여하고 창의력을 배양시킬 수 있는 체계적인 로봇교육 프로그램 부족
- 교구 로봇은 일차적으로 교사들의 손에서 그 가치가 재창조되고, 학생들에 의해서 완성되므로 로봇이 교육도구로서의 정체성을 확보하려면 개발단계에서부터 교육자가 필요
- 교육의 효과에 대한 검증과 연구가 지속되어 교육 콘텐츠가 다시 제품에 반영되는 선순환 구조 필요
- 교구 로봇의 가격은 일반 다른 학습 교구와 비교했을 때 고가이므로 1인 1로봇을 통한 로봇 수업은 현재로서는 불가
- 하나의 교구로봇에 대한 교재나 커리큘럼은 다른 교구로봇에 적용 불가하며, 일부 중복되나 대부분은 대상 교구 로봇의 특징에 맞춰 출시

현재 교사로봇의 연구개발은 인간-로봇 상호작용 및 주환경 관련 기술의 한계 및 경제성 등에 부딪쳐 더 이상 진

전이 이루어지지 않고 있다. 교사로봇은 기존의 컴퓨터, 모바일기기 와 경쟁해야 되며 로봇의 비용대비 기능이 기존의 디바이스에 비해 높아져야만 될 것으로 보인다.

교구로봇은 기술적 진입장벽이 높지는 않은 것으로 판단되나 국내에 중소기업들이 시장확대를 하지 못하고 있고 중국의 시장진출로 가격적 경쟁력마저 잃고 있는 상황이다. 가격적으로는 중국에 밀리고 세계시장 진출도 못하고 있는 상황에서 교육적 콘텐츠 역시 레고 같은 제품에 뒤쳐져 있다. 이러한 난관을 극복하기 위해서는 중국과는 차별화된 콘텐츠를 가지고 세계시장에 진출할 수 있는 토대를 마련하는 것이 시급하다고 볼 수 있다.

<그림 6>과 <그림 7>에 중소기업중심의 교육용 로봇 개발에관한 SWOT분석과 로드맵을 제시하였다.

강점(Strength)	약점(Weakness)
- 높은 교육열 및 큰 사교육 시장 - 단기간 내 로봇 활성화 - 세계 최고의 IT 인프라 - 세계대회급 경진대회 활성화 - 전문기업 다양한 현장경험 보유 - 최고 수준의 스마트 기기 융합 기술	- 전문기업의 영세성(마케팅 한계) - 로봇용 학습 콘텐츠 산업 기반 미약 - 저가제품 선호, 시장의 패쇄성 - 양질의 교사 및 로봇 콘텐츠 부족 - 외국선발기업의 메니아층 선정 - 로봇 교육에 대한 인식 부족
기회요인(Opportunity)	위협요인(Threat)
- 체험중심 교육 확대 - 영어공교육 강화 - 저출산로 인한 높은 교육열 - 세계적으로 시장 초기 상황	- 방과 후 학교 다양성 축소 - 선진국에 비해 로봇부품 산업이 취약 - 시장의 높은 기대수준(고품질) - 학습용 서비스 콘텐츠에 대한 기준 모호 - 스마트 기기와의 차별화 - 해외 대기업 SW제품 시장 확대

<그림 6> 교육용 로봇의 SWOT 분석



<그림 7> 교육용 로봇의 중소기업형 로드맵



III. 결론

본 논문에서는 다양한 지능형로봇 중에서도 개인용서비스로봇에 속하는 교육용 로봇에 대해 “중소기업 기술로드맵 2016 ~2018 자료”를 바탕으로 산업 동향 및 현안을 정리하고 미래의 교육용 로봇 발전방향에 대해 서술하였다. 교육용 로봇은 시장성장가능성이 높고 특히, 교구로봇의 경우 아두이노와 3D 프린터를 기반으로 하는 메이커운동과 소프트웨어 교육 의무화가 추진되면서 또다시 로봇기술교육과 통섭교육에 있어 전환기를 맞이하고 있다.

교사로봇의 경우 알파고의 등장으로 인공지능에 대한 기대치가 높아지면서 성장이 기대되지만 음성인식 등의 인간-로봇 상호작용(HRI)과 자율주행 기술의 발전이 선결조건이며 가상현실, 증강현실을 기반으로 하는 IT 기술과의 경쟁도 하나의 숙제이다.

향후 다양한 교육매체와의 경쟁보다는 로봇과의 융합으로 발전시켜 시너지를 높이고, 교육용 로봇의 생태계가 안정적으로 형성되어 발전하는 미래를 기대해 본다.

참고 문헌

- [1] 중소기업청, 중소기업기술정보진흥원, Nemo Partners, “중소기업 기술로드맵 2016~2018 - 로봇응용”, 2016.1
- [2] 나도백, “교육로봇 생태계 환경과 시장 진입 전략”, 한국과학기술정보연구원 정보분석연구소, 2013.11
- [3] 한국로봇산업진흥원, “2013 로봇산업 실태조사 결과 보고서”, 2013.10
- [4] 로봇산업정책협의회, “지능형 로봇 2013 실행계획”, 2013.6
- [5] 지식경제부, “로봇 미래전략(2013-2022)”, 2012.10
- [6] 이영준 외, “로봇의 교육적 활용 방안 및 적정 기능 연구”, 한국교육학술정보원, 2007.12
- [7] 한정해, “r-러닝 선진국 사례와 미래교육 방향(교육정책포럼)”, 2011.6
- [8] 조혜경, 박강박, 한정해, 민덕기, 고국원, “교육+로봇 : 비전과 액션 플랜”, 정보과학회지, 2008
- [9] 조혜경, 한정해, “교육용 로봇의 현황 및 전망”, 소프트웨어 공학회지, 2007



권오상

- 1990년 2월 인하대학교 전자공학과(공학사)
- 1992년 2월 인하대학교 전자공학과(공학석사)
- 1999년 2월 인하대학교 전자공학과(공학박사)
- 1992년 1월~1996년 2월 (주)대우중공업 중앙연구소 주임연구원
- 1999년 3월~2000년 1월 건양대학교 제어계측과 강의교수
- 1998년 7월~2006년 2월 (주)한울로보틱스 지능로봇연구소 연구소장
- 2006년 3월~현재 경기과학기술대학교 기계자동화과 부교수

〈관심분야〉
교육용로봇, 재활로보틱스, IoT, 스마트팩토리