

# r-Learning에서의 로봇보조학습

한정혜\*, 조미현\*\*

청주교육대학교 컴퓨터교육과\*\*

{hanjh, mihjo}@cje.ac.kr

## 요약

최근 지능형 교육서비스로봇을 이용한 교육적 효과가 입증되면서, 유치원에 상용화가 시작되었으며, 2010년에는 초등학교 방과후 학교 영어수업을 위한 기술 개발과 필드 적용 연구가 진행되어 로봇보조학습, 즉 서비스로봇에 의한 r-Learning 패러다임의 본격적인 도래를 예고하고 있다. 이에 본 연구에서는 교육용 로봇의 개념과 종류를 정의하고, 관련 연구 동향을 살펴보았다. 또한 서비스 로봇에 의한 로봇보조학습으로서의 r-Learning의 특성을 살펴보고, u-Learning과의 차별성을 분석하였다. 그리고 로봇보조학습의 콘텐츠와 서비스에 대해 정의하였으며, 로봇보조학습 서비스 모델과 서비스 현황을 살펴보고 관람 진화적인 측면을 비교하였다. 마지막으로 빠르게 성장하고 있는 로봇보조학습 서비스 시장을 위하여 교육 및 연구기관, 정부기관, 로봇산업체가 준비해야할 사항들을 제안하였다.

키워드: 로봇보조학습, r-Learning, 로봇, 합성현실, 텔레프리젠스

## Robot-Assisted Learning in r-Learning

Jeong-Hye Han\*, Miheon Jo\*\*

Dept. of Computer Education, Cheongju National University of Education\*\*\*

## ABSTRACT

As the educational use of intelligent service robots has been proved to be effective, educational service robots have been utilized in kindergarten. In addition, service robots will be used in elementary schools from 2010 for the after-school English program. This trend indicates that r-Learning using service robots will become a major educational paradigm in preparing for future education. This article consists of the following four parts. First, the concept and the type of educational robots were defined and the trend of previous research was examined. Second, the characteristics of robot-assisted learning were analyzed as a part of r-Learning, and difference between r-Learning and u-Learning was compared. Third, the contents and service using a robot-assisted learning system were discussed, the models and trend of service using the robot-assisted learning system were examined, and the aspects of viewing evolution were compared. Finally, suggestions for activating the service market of robot-assisted learning were made for the educational institution, research institution, government and robot companies.

Keywords: Robot-Assisted Learning, r-Learning, Educational Service Robot, Instructive Automaton, Mixed Reality, Telepresence

---

이 논문은 2009년도 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 연구되었음

\* 교신저자: 한정혜

논문투고: 2009. 11. 9

논문심사: 2009. 11. 19

심사완료: 2009. 11. 20

## 1. 서론

로봇의 사전적 정의는 '인간과 비슷한 형태를 가지고 걷기도 하고 말도 하는 기계 장치'와 '어떤 작업이나 조작을 자동적으로 하는 기계 장치'로 정의되는데[46], 전자를 주로 지능형 서비스로봇 그리고 후자를 산업용 로봇이나 교구로봇이 해당한다고 볼 수 있다. 정부가 2008년 3월 제정한 '지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법'에서는 지능형 로봇을 외부 환경을 스스로 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 기계장치로 정의하고 있다[2].

교육용 로봇에 대해서 김미량 외 6인[3]과 조혜경 외 4인[16]은 교육에서의 로봇의 역할에 따라 크게, '교구로봇'과 '교육(교사) 보조 로봇'으로 구분하였다. 교구로봇은 로봇의 구조를 디자인하여 만들거나 프로그래밍하는 과정에서 로봇틱스, 수학, 과학 원리와 창의적 문제 해결력 등을 체득하게 하는 로봇으로 정의하며, 교육 보조 로봇을 원격지 교사와 학생간의 쌍방향 체험형 교육을 지원하거나 자체 교육 콘텐츠를 활용하여 학습 보조 또는 교사 역할을 수행하는 로봇으로 정의하였다.

한편 로봇지원센터에서는 지능형로봇 제품 및 서비스 상용화를 앞당기기 위해 '지능형 로봇 보급 및 확산 사업' 운영 방안을 마련하였다. 또한 2008년부터 '교구로봇 방과후 학교 시범사업'과 로봇의 능동적 대화 기능을 활용하여 학생들의 영어회화 학습을 위해 영어거점초등학교를 중심으로 적용하는 '영어교사보조로봇 시장검증사업'을 시범 사업을 추진 중이다[7].

국외에서는 터치스크린이 없는 인간형 로봇자재 상호작용에 관심이 많지만, e-Learning 산업이 발달한 우리나라의 경우에는 e-Learning 콘텐츠가 연동될 수 있는 터치스크린이 부착되어있는 로봇연구개발이 특히 활발하다. 이러한 e-Learning 콘텐츠 탑재형 서비스로봇을 이용한 교육적 효과가 입증되면서[4, 5, 14, 15, 29, 30, 31], 2008년부터 세계 최초로 국내 유치원에 로봇의 상용화가 시작되었다[18, 47]. 또한 지난 6월 지식경제부의 신성장동력 5개년 종합추진계획에 로봇 응용이 포함되었으며, 이 중에는 단기간 내 활성화가 가능하며 세계 시장선점 가능

성이 높은 창의적 에듀테인먼트 로봇이 포함되어 있다[1, 10]. 이외에도 2008년부터 지식경제부 외국어교육용 로봇기술개발 연구사업의 일환으로 유진로봇과 KT, SKT가 공동으로 2010년 초등학교 방과후 학교 영어수업을 위한 기술개발과 필드 적용 연구[11, 47]를 수행하고 있다. 이러한 사례들은 r-Learning에서 로봇보조학습(Robot-Assisted Learning) 패러다임의 본격적인 도래를 예고하고 있다.

본 논문에서는 교육용 로봇을 모양과 목적에 따라 인간과 유사한 모습 또는 의인화된 모습으로 교육자의 역할을 가진 '교육서비스로봇'과 학습자가 관련된 교육 내용을 구체화 및 직관화하는 과정을 통해 창조한 자동 기계장치를 '교구로봇'으로 정의하였다. 또한 r-Learning을 교구로봇과 교육서비스로봇을 활용한 학습으로 정의하며, 교육서비스로봇에 의한 학습을 로봇보조학습이라고 정의하였다.

현재 r-Learning에 대한 연구 지원은 주로 교구로봇에 치중되어 있다. 교구로봇의 교육적 효과나 커리큘럼 구성과 관련된 연구는 활발하게 이루어지고 있으나, 교육서비스로봇의 특성을 분석하고 그 활용 방안과 지원 정책에 초점을 둔 연구는 부족한 것이 사실이다.

따라서 본 연구에서는 교육용 로봇의 개념과 종류를 정의하고, 관련 연구 동향을 살펴보았다. 또한 서비스 로봇에 의한 로봇보조학습으로서의 r-Learning의 특성을 살펴보고, u-Learning과의 차별성을 분석하였다. 그리고 로봇보조학습의 콘텐츠와 서비스에 대해 정의하였으며, 로봇보조학습 서비스 모델과 서비스 현황을 살펴보고 관람 진화적인 측면을 비교하였다. 마지막으로 빠르게 성장하고 있는 로봇보조학습 서비스 시장을 위하여 교육 및 연구기관, 정부기관, 로봇산업체가 준비해야 할 사항들을 제안하였다.

## 2. 교육서비스로봇

### 2.1 교육서비스로봇 개발 현황

교육서비스로봇의 개발 사례들을 정리하면 다음 <표 1>과 같다.

&lt;표 1&gt; 교육서비스로봇의 개발 사례

국가	로봇명	역할	적용분야
캐나다	PEBBLES	분신	원격출석
영국	Recycler	교사보조	초등교육
미국	RUBI	친구, 펫	유아교육
	Giraffe	부모분신	보육지원
일본	Papero	친구, 펫	보육지원
	Paro	펫	특수교육
	Robovie	친구	영어교육
한국	iROBIQ	교사보조	유아교육
	TIRO	교사보조	초등교육
	VANI	원어민교사	영어교육
	Pelicanoid	친구	초등교육

먼저 캐나다는 희귀병이나 사고로 장기간 병원에 있어야하고 학교에 갈 수 없는 아동을 위하여 아동이 병상에서 원격조종할 수 있는 대리출석 로봇 PEBBLES를 개발하여 상용화를 시작하였다[28, 39, 45]. 영국의 Recycler는 초등학생을 대상으로 재활용을 위한 3Rs (Reduce, Reuse, Recycle) 교육을 위하여 활용된다[38]. 또한 미국의 RUBI는 샌디에고 대학의 연구용 로봇으로 유아교육 현장에 적용되고 있으며 언어교육과 수학교육 등의 서비스를 제공하고 있고[36], HeadThere사의 Giraffe는 부모가 직장에서 아동보육을 관찰할 수 있도록 상용화되어 있다[42].

한편 일본의 경우는 NEC에서 노인말벗과 비서기능이나 애완동물로서의 정서 서비스 제공을 목적으로 개발되었다가 보육지원 서비스가 추가된 Papero[43], 촉각을 자극하는 상호작용을 이용하여 노인과 자폐아동의 정서치료에 효과를 주도록 Shibata박사팀이 개발한 바다표범 로봇 Paro[44], 그리고 초등 영어교육을 위해 ATR연구소가 개발한 지능형 서비스로봇 Robovie[32]와 같은 개발 사례들이 있다.

한국에서는 가정에서 보육을 지원하는 친구역할의 로봇 IROBI가 먼저 등장하고, 이를 연구개선했던 IROBIQ는 유치원 교사보조로봇으로 2008년 12월부터 상용화가 되어 현재 100여개 사교육 유치원에서 활용되고 있으며, 공교육 유아교육 시범사업을 준비하고 있다[18, 47]. 그리고 [그림 1]과 같이 초등학교 교사보조로봇 TIRO와 소형으로 컴퓨터의 교육 콘텐츠와 연동이 가능한 로보메이션의 펠리카노이드,

삼일 CNS의 바니로봇, 다사로봇의 돌리 로봇 등도 상용화되었다[20].



[그림 1] 한국의 교육서비스로봇 예

## 2.2 교육서비스로봇 관련 연구

Fels et al.[28]는 신장병으로 병상에 있는 12살 아동이 PEBBLES를 이용하여 6주간 원격 대리 출석하도록 한 후, 26명의 학교 친구들이 PEBBLES와의 수업경험을 어떻게 인식하는지와 아픈 친구에 대한 태도에 어떻게 영향을 미치는지를 조사하였다. 학교 친구들은 PEBBLES를 금세 친구로 받아들였고, 병상의 친구와도 활발히 의사소통하며 관계를 형성하는 것을 보였다.

Kanda et al.[32, 33]은 초등학교에 영어대화학습을 위해 로봇을 투입하여 동기유발에 효과를 보이고, 이름을 호명하는 것이 인간과 로봇간의 상호작용에서 매우 중요하다는 것을 밝혔다. 또한 로봇의 지능기술의 한계로 지속적인 상호작용이 유지되지 못함을 지적하였으며, 비밀이야기 같은 관계형 서비스를 제안하였다.

Han et al.[29]은 e-Learning 콘텐츠를 탑재하고 아이들에게 영어교육을 하는 iROBI가 기존 매체에 비해서 교육적 성취도가 높았다는 연구결과를 제공하였다. 정재경 외 2인[15]은 TIRO의 영어교수 스타일을 명랑한 경우와 진지한 경우로 나누어 그 차이를 살펴보았다. 영어 교수스타일이 명랑한 경우가 진지한 경우보다 학생의 흥미도는 높았지만, 성취도는 로봇의 스타일과 유의미한 관계가 없었으며, 집중도는 진지한 교수 스타일의 로봇과 함께한 그룹의 시간이 길었음을 관찰하였다.

Hyun et al.[31]은 IROBIQ가 유아의 단어교육에 효과를 보였음을 장기간 관찰하였으며, 이와 같은 결과는 Mavellan et al.[36]의 RUBI에서도 동일하게 발견되었다. 그리고 김정호 외 2인[5]이 소리, 모양, 움직임을 흉내 내는 말의 3가지 유형에 대해서

로봇과 컴퓨터보조학습의 성취도를 측정한 결과, 소리와 모양을 흉내내는 말 학습에서는 유의미한 차이를 보이지 않았지만, 움직임 흉내 내는 말 학습에서는 매우 유의미한 차이를 보였다.

이와 같이 교육서비스로봇들이 다양하게 활용되고 있으며 그 효과도 긍정적으로 제시되고 있는데 반해, 아직 이러한 교육서비스로봇에 의한 로봇보조 학습에 대한 이해가 부족하며, r-Learning과의 개념적 관계가 모호하게 사용되고 있는 실정이다. 따라서 다음 장에서는 교육서비스로봇의 분류와 로봇보조 학습, r-Learning에 대한 개념적 관계를 살펴보고자 한다.

### 3. 로봇보조 학습

#### 3.1 교육용 로봇

조혜경 외 4인[16]의 연구에서는 교육용 로봇이 수동적 객체나 능동적 주체냐에 따라서 교구로봇과 교사로봇으로 구분하였는데, 교구로봇과 교사로봇은 로봇의 생산자와 소비자에 따라서도 구분될 수 있다. 즉, 교구로봇의 경우 학습자가 문제해결학습 능력을 신장하고 창의적인 표현을 하는 로봇의 생산자이면서 소비자가 될 수 있으며, 교사로봇은 로봇의 생산자와 소비자가 다르다고 할 수 있다.

조혜경 외 4인[16]과 김미량 외 6인[3]의 연구에서는 교육용 로봇을 ‘교구로봇’과 ‘교사형 로봇’으로 분류하고, ‘교사형 로봇’의 역할에 따라 ‘교사보조형’과 ‘동료교수형’으로 세분 하였다. 그러나 ‘교사형’이라는 용어가 세부 분류의 ‘교사보조형’과 다소 혼동스러울 수 있으며, 이러한 역할기반 분류에 앞 장에서 살펴본 텔레프리젠스 로봇을 적용할 수가 없다. 또한 PEBBLES와 같이 학생용 텔레프리젠스 로봇 역시 ‘교사형 로봇’으로 분류할 수도 없는 실정이다.

따라서 이러한 단점을 고려하여 본 논문에서는 다음 <표 2>과 같이 교육용 로봇을 ‘교구로봇’과 ‘교육서비스로봇’이라고 정의하고자 한다.

먼저 교육서비스로봇은 [그림 2]의 예와 같이 지능의 위치에 따라 원격지의 사람이 제어하는 타율지능형과 로봇몸체에 있거나 네트워크상에 연결된 인공지능으로 제어되는 자율지능형, 그리고 두 가지가 혼재된 혼합지능형으로 나눌 수 있다.

즉, 타율지능형은 로봇의 지능이 원격지에 있어서 조종을 하는 형태로, 로봇이 존재하는 곳을 기준으로 텔레프리젠스, 로봇을 조정하는 곳을 기준으로 텔레오퍼레이팅 또는 비디오콘퍼런싱, 프레젠스라고 할 수 있다. 앞에서 살펴본 PEBBLES, Giraffe 등이 해당된다.

<표 2> 교육용 로봇의 분류

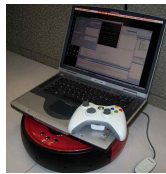
대분류	소분류	정의
교육 서비스로봇 (Educational Service Robot)	타율지능형	로봇이 원격지에 교사(또는 학생)를 대신해서 존재하며, 교사(또는 학생)의 원격 제어에 의해서 대리현존형 교육서비스를 제공하는 로봇
	자율지능형	로봇의 지능이 로봇몸체나 네트워크상에 연결된 서버에 인공지능의 형태로 있는 로봇
	혼합지능형	로봇이 타율 또는 자율지능으로 변신하거나 동시에 존재할 수 있는 로봇
변신교육 로봇 (Transformed Robot)		서비스로봇, 모바일, 노트북, DMB, 게임기 등의 매체나 가전제품들이 학습자의 창의적 목적이나 기능학습목적으로 서로 결합되거나 해체됨으로써, 외형과 역할이 다양하게 변화하는 로봇
교구로봇 (Instructive Automaton)	기능중심형	어떤 작업을 수행하는 기능 중심의 자동장치를 만드는 기술을 학습자에게 교육시키기 위해 사용되는 로봇
	회통중심형	어떤 작업을 수행하는 자동장치를 창작함으로써 다양한 교과(국어, 수학, 과학, 미술 등)의 회통적 교육활동이 이루어지는 교육에 사용되는 로봇

그리고 로봇의 지능이 로봇 몸체나 네트워크상의 서버에 인공지능의 형태로 있어 로봇이 자율적으로 반응과 판단 등을 하는 것을 자율지능형이라고 하며, Robovie, IROBI, PAPER, RUBI, Pelicanoid 등이 해당한다고 하겠다. 마지막으로 혼합지능형 로봇의 경우는 하나의 로봇이 원격으로 교사나 학생과 연결되어 타율제어가 될 수 있는 모드와 로봇 스스로 제어하는 모드를 가지고 있는 로봇을 말한다. 예를 들어, IROBIQ와 TIRO는 두 가지 서비스를 모두 가지고 있으므로 혼합지능형에 해당한다고 볼 수 있다(그림 2 참고).



[그림 2] 교육서비스로봇 분류

그리고 원래는 교육적 목적과는 관계없는 가전이나 로봇 등이 창의적 목적이나 학습목적에 의해서 제작되는 로봇이 있는데, 본 논문에서는 이를 변신교육로봇으로 분류하였다. [그림 3]과 같이 생활 지원서비스 청소로봇 아이클래보의 구조체와 센서를 노트북과 게임 컨트롤러와 연결하여, 경비기능을 수행하도록 하는 기술을 학습시키기 위해서 사용되는 로봇이 그 예가 된다. 전혀 교육과 무관한 자율 서비스로봇이 기존 가전제품이나 매체 등과 연계되어 기능중심 교구로봇의 기능을 가지게 되는데, 이것이 변신교육로봇의 한 예가 되는 것이다[47].



[그림 3] X-봇

마지막으로 교구로봇은 조혜경 외 4인의 연구[16]에서 '로봇기술 교육'과 '통합 교육'으로 분류하였던 것과 비교할 때, 본 논문에서는 좀더 그 의미를 정확히 하기 위하여 '기능중심형'과 이어령[13]이 제안한 '모여서 통한다'라는 회통(會通)교육의 의미를 적용하여 '회통중심형'으로 분류하였다.

### 3.2 컴퓨터보조학습과 로봇보조학습

본 논문에서 로봇보조학습이란 외부 환경과 학습자의 상황에 반응할 수 있으며 매체성과 관계성도 가지는 의인화된 교육서비스로봇이 학습자와 (교사의) 학습 상호작용을 돕는 형태의 학습을 의미한다.

로봇보조학습에서 사용되는 교육서비스로봇과 기존 교수학습매체의 특성을 비교하면 다음 <표 3>과 같다. 비교를 위한 분류명은 컴퓨터와 모바일에 비해 로봇에 대해서는 가급적 의인화된 표현을 사용하였다.

<표 3> 교육 서비스 매체의 비교

분류	컴퓨터 모바일	분류	교육서비스로봇
주입력 장치	키보드, 마우스	인식 장치	마이크, 카메라, 촉각 등 센서
보조 입력 장치	마이크, 웹캠, 펜, 터치스크린, 터치패드	보조 인식 장치	터치스크린
주출력	모니터 (시청각)	주표현	말, 행위, 표정, 위치, 모니터
보조 출력	촉각(진동)	보조 표현	촉각, 외부물체 활용
정보 공간	평면	정보 공간	입체
활용 공간	현실/가상 공간	활용 공간	현실/가상공간 객관화 존재
위치	고정, 타율이동	위치	자율 이동
정보 처리 형태	(정적) 단순성 즉각성	인식과 표현	(환경과 사용자 영향) 복잡성, 동적
저작물	Photoshop, Flash 등	표현물	MSRDS, RoboStudio 등
서비스 이용자	공간 제약 없는 다수	상대자	공간 제약 있는 소수
서비스 목적	원인, 결과 중심	서비스 목적	수행성 중심
사회적 관절면	가상 아바타	사회적 관절면	로봇 얼굴
매체성	인간간 통신연결	사회성	인간간통신연결 로봇사회성 (역할, 관계, 이야기)

먼저 로봇은 마이크, 카메라, 촉각 등 각종 센서의 인식장치를 가지고 있고, 행위와 위치이동이 가능하며, 인간과 같은 얼굴을 가지고 표정을 출력할 수 있고, 가상공간이 아닌 실세계에 존재하는 물체를 가지고 상호작용이 가능하다. 로봇의 정보를 제공하는 공간은 로봇의 신체이므로 입체적이며, 현실과 가상공간을 자율적으로 활용할 수 있다. 물론 컴퓨터나 모바일도 증강현실이나 증강가상과 같이 현실과 가상공간을 모두 활용할 수 있으나[8], 매체 사용자가 직접 활용에 개입해야하는 반면, 로봇은 사용자와 객관화된 존재로 양 공간을 활용하여 사용자에게 정보나 서비스를 제공할 수 있다. 그리고 정보의 처리형태도 물리적 외부 환경, 사용자, 상황 맥락 등에 따라서 복잡하고 동적인 인식과 표현체계를 가진다.

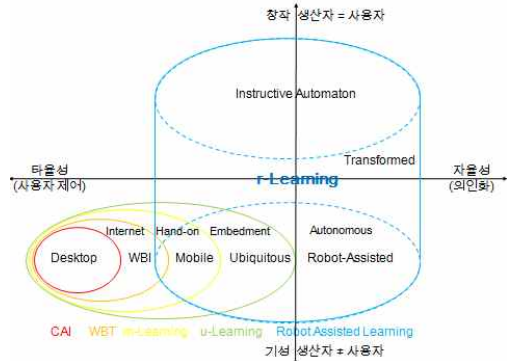
한편, 로봇 표현툴로는 MS사의 MSRDS, RoboStudio, Roboid Studio 등 매우 다양하게 도구

들이 개발되어 있고, 우리나라의 경우 OPRoS 플랫폼에서 표준화를 시도하고 있다[9]. 로봇과 상호작용하는 사람은 공간제약을 받으며, 서비스의 수행성이 중요시 된다. 또한 컴퓨터나 모바일 같은 가상환경에서는 사회적 관절면(關節面)을 아바타를 이용하는 반면, 로봇은 얼굴이라는 사회적 관절면을 가지고 있다. 그리고 로봇은 인간과 통신을 연결하는 의인화된 매체뿐만 아니라 인간과 로봇, 로봇과 로봇간의 역할과 관계를 갖는다는 측면에서 다른 매체와 차이가 있다.

**3.3 r-Learning과 로봇보조학습**

Cheng et al.[27]은 학습 지원 시스템의 발전과 함께 컴퓨터보조학습(Computer-Assisted Instruction) 시스템이 등장했으며, 이후 인터넷 확산을 통해 웹기반학습(Web-Based Instruction)으로 발전했고, 모바일과 Embedded 기술에 의해 새로운 학습 스타일인 u-Learning이 나타났다고 보았으며 이들이 점차 기존의 것을 포함하는 개념으로 보았다([그림 4]의 아래 왼쪽 다이어그램 참고).

본 논문에서는 교육용 로봇의 의인화된 자율적이고 매체적인 성질과 생산자와 사용자의 동일성 여부에 의하여 [그림 4]와 같이 축을 나누었다. 즉, 3.2절에서 제시한 교육서비스로봇에 의한 로봇보조학습은 기존의 매체에 비해 의인화되고 자율성을 가지므로 원통형 다이어그램의 아래 점선 부분으로 표시하였다. 그리고 교구로봇의 경우 기존 매체와 교육서비스로봇과는 달리 생산자와 사용자가 같기에, 원통형 다이어그램의 윗 쪽 점선 부분으로 구분하였고, 그 중간은 변신교육로봇의 영역으로 보았다. 따라서 r-Learning이란 교육서비스로봇에 의한 로봇보조학습과 사용자의 교구로봇, 다양한 기기를 활용한 창의적 학습활동을 포함하는 것으로 정의하였다.



[그림 4] r-Learning과 로봇보조학습

한편, u-Learning의 특성을 정리하면 다음 <표 4>와 같다[21, 41, 26].

<표 4> u-Learning의 특성

KERIS (2003)	Zhang et al.(2005)	Chen(2002)
이동성	학습 콘텐츠	영속성
접근성	학습 인터페이스 (gesture, speech, context)	접근성
확장성	컴퓨팅 (Seamless and unobtrusive)	즉시성
신속성	상호작용의 편리성	상호작용성
개인성	상호작용의 무의식성	상황성

r-Learning에서의 로봇보조학습이 갖는 특성을 살펴볼 때, 교육서비스로봇이 네트워크에 연결되어 있으며 모니터를 가지고 있다면 로봇보조학습은 u-Learning의 특성과 유사하다고 할 수 있다.

하원규 외 2인[19]은 교실 수업, e-Learning, u-Learning 패러다임에 따라 공간의 진화적 측면으로 비교하였다. 즉, 원자기반의 물리적 공간에서 픽셀기반 가상 공간으로 그리고 물리공간과 가상공간이 혼합된 u-Learning 공간으로 진화되었다고 하였다. 그러나 u-Learning과 로봇보조학습을 공간의 진화개념으로 비교한다면, 그 특성의 차이를 구분할 수 없으며 [그림 4]와 같이 의인화된 자율성으로 비교할 수 있을 것이다. 이에 u-Learning과 비교한 로봇보조학습의 특성을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 교수-학습활동 지원자의 실재성: u-Learning은 교수자와 학습자간의 교수-학습활동에 컴퓨터나 모바일이 도구적으로 이용된다. 로봇보조학습에서는 의인화된 매체가 지원자로서 존재하여 교수자의 교수활동을 자율적으로 지원한다.

둘째, 교수-학습활동을 위한 물리적 공간의 편재

성(遍在性): u-Learning은 가상공간의 편재성이 가능하다. 즉, 교수자나 학습자는 가상공간에서 다양한 사이버학습시스템에 등록하여 활동하는 편재성을 가질 수 있으나, 물리적 공간에서 편재성은 불가능하다. 그러나 로봇보조학습의 경우 텔레프리젠스 로봇을 이용하면 교수자나 학습자가 물리적 공간에서 편재성을 가질 수 있다. 예를 들어, 병원에 있는 아동은 PEBBLES를 이용하여 학교에도 편재하여 수업을 받을 수 있으며, 호주에 있는 원어민 교사가 IROBIQ를 이용하여 한국 초등학교 영어수업에 편재하여 수업을 지원할 수도 있다.

셋째, 교수-학습활동 매체의 상호주체성: u-Learning은 매체를 활용하는 학습의 주체가 진적으로 사용자에게 의존되는 단방향이나, 교육서비스 로봇은 자율 주체권이 부여되어 양방향 상호주체성을 가진다. 즉, u-Learning 학습사이트에 스스로 접속하지 않으면 매체활용은 이루어질 수 없으나, 로봇의 경우 학생에게 다가갈 수업시작을 권유할 수 있는 것이다.

넷째, 매체의 의인화를 통한 비언어적(Nonverbal) 의사소통성: 학습자를 알아보고, 상황을 기다렸다가 다가와서, 눈을 맞추거나 따뜻하게 안아주는 등의 직접 접촉을 하는 비언어적 메시지를 제공한다. 특히 로봇은 학습부진이나 장애아동에게 친근하게 다가갈 수 있고, 특히 로봇을 이용한 언어교육은 원어민을 대하는 낯설음이나 어색함과 같은 정의적 여과장치를 낮추는 효과를 가지고 있다.

다섯째, 교수-학습활동 매체의 의인화를 통한 사회물리적 관계: u-Learning에서의 기기는 학습을 위한 매체이나, 로봇은 학습을 위한 매체인 동시에 관계성을 가지는 의인화 존재이다. 물리적 환경에서 컴퓨터는 학습자와 사회적 관계가 아닌 도구적 관계를 가지고 있지만, 로봇은 역할과 배경(이름, 출생 등)을 가지고 농담을 건네는 등과 같은 행동을 통한 실재적이고 직접적인 감성교류형성이 가능한 관계성을 가진다. 컴퓨터는 이러한 사회적 관계성을 물리적 환경에서 가지지 못하므로, 가상공간에서 아바타를 통하여 의인화 존재를 대체하는 것이다.

여섯째, 관찰자시점의 학습활동과정 기록: u-Learning에서는 학습자의 활동결과만 기록될 뿐

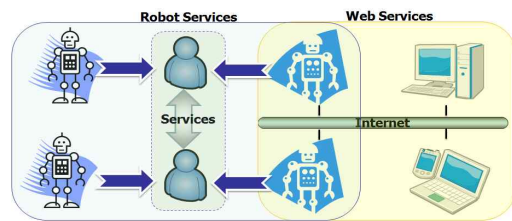
교수-학습활동과정 자체를 사진이나 영상으로 기록하기 위해서는 학습자나 교수자가 교수학습활동 중에 직접 촬영을 해야만 한다. 그러나 로봇보조학습에서는 교수자나 학습자의 개입 없이 학습활동을 관찰자 시점으로 자율적으로 사진이나 영상매체로 만들게 하여 손쉽게 저장할 뿐만 아니라 학부모와 공유하도록 처리하는 등 유익하게 활용할 수 있다.

#### 4. 로봇보조학습 서비스

##### 4.1 로봇보조학습 콘텐츠와 서비스

웹 서비스란 기계와 기계간의 상호작용을 지원하는 소프트웨어 시스템을 말하며, 월드와이드웹은 인간과 컴퓨터간의 상호작용을 위한 시스템을 말하므로[46], [그림 5]의 우측과 같이 네트워크로 연결된 로봇이 또 다른 로봇이나 컴퓨터간의 상호작용을 하는 경우도 포함된다고 할 수 있을 것이다.

그러나 우리가 직관적으로 기대하는 로봇 서비스란 [그림 5]의 좌측과 같이 ‘네트워크에 연결되었던 안 되었던 그 로봇이 인간이나 또 다른 로봇에게 정보·지식 콘텐츠를 제공하거나 또는 물리적 환경의 용역을 제공하는 행위’로 구성될 것이다. 왜냐하면 컴퓨터는 지식과 정보와 같은 콘텐츠를 저장하고 운송하는 정보 제공 매체이지만, 로봇은 정보 제공뿐만 아니라 표현, 역할과 관계, 환경과의 상호작용과 더불어서 인식, 인지, 의사결정을 통하여 물리적 용역을 제공하는 매체라고 할 수 있기 때문이다.



[그림 5] 웹 서비스와 로봇 서비스

로봇콘텐츠는 전자신문(2007.8.24)에서 ‘로봇이 작업하는데 필요한 모든 지식 체계’라고 언급되었으나, 아직 이에 대한 명확한 정의가 이루어진 바가 없다[23]. 위에서와 같이 로봇이 기존의 정보 매체와 의인화 매체의 복합적 성질을 가지고 있다고 본다면, 로봇 콘텐츠 역시 다음 <표 5>와 같이 이 두

가지 성질로 나눌 수 있을 것이다.

**<표 5> 컴퓨터와 로봇 콘텐츠의 구성**

	지식정보 용역 형태	물리적 용역 형태
컴퓨터	멀티미디어 정보 인공지능	-
로봇	멀티미디어 정보 인공지능 신체언어 및 감성표 현	외부 상황인식 후, 의사결정을 하고 표 현과 물리적 행위를 제 공하기 위한 시나 리오형 지능

이에 따라 우리는 로봇 콘텐츠를 ‘로봇이 제공하  
기 위한 멀티미디어 정보 또는 감성표현이나 신체  
활동(몸짓언어)뿐만 아니라 외부환경과 상황을 인식  
하여 의사결정을 하고 감성표현과 용역행위를 제  
공하는 시나리오형 지능’이라고 정의해보았다. 즉, 로  
봇 콘텐츠는 로봇 속에 담겨있는 정보나 용역을 위  
한 지능으로 보았으며, 로봇 서비스는 이 로봇 콘텐  
트들을 가진 로봇과 외부(사람 또는 로봇)와의 상호  
작용으로 보았다.

이를 교육서비스로봇을 활용하는 로봇보조학습의  
콘텐츠와 서비스에 쉽게 적용할 수 있을 것이다. 예  
를 들어, 로봇보조학습의 콘텐츠는 멀티미디어 코스  
웨어, 개인수준별로 제공하는 맞춤형 에이전트 인공  
지능, 이 콘텐츠들과 함께 연동되는 로봇의 신체언  
어와 감성표현, 그리고 아이가 영어발화를 하려하지  
않을 때 격려할 것을 결정하여 교육심리학적으로  
효과적인 방법을 선택하여 격려하는 행위가 포함된  
시나리오형 지능을 들 수 있다.

**4.2 로봇보조학습 서비스 모델 현황**

기존의 로봇보조학습의 서비스 모델을 정리하면  
<표 6>과 같다. 초등 교과교육을 위한 서비스의 모  
델에 한정된 것으로, Han & Kim[30]은 수업경영지  
원과 수업내용지원으로 나누어 제시하였고, You et  
al.[40]는 영어수업내용지원 에 해당하는 5가지 세  
부 모델을 제시하였다. 또한 이영준 외 5인[14]은 초  
등학교 대상의 교과교육, 생활지도, 특수교육에 대  
한 서비스 모델을 제안하였으며, 현은자와 박선영[24]  
도 유치원 대상의 교과교육과 생활지원에 대하여 3  
가지 역할에 대한 서비스 모델을 제시하였다.

**<표 6> 교육용 로봇 서비스 모델**

연구	목적	서비스 모델
Han & Kim (2006)	국·영·음 교과교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪수업경영지원</li> <li>▪수업내용지원</li> </ul>
한국 교육 학술 정보원 (2008)	교과교육 생활지도 특수교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪교수-학습지원: 수업시연, 수업 관리, 과제관리, 어학학습 지원, 원격수업참여 지원, 모둠활동 지원, 교육적 놀이 지원</li> <li>▪생활지도지원: 학습운영, 생활 지도와 상담, 교실관리와 보건</li> <li>▪특수교육지원: 교수-학습 지원, 생활지도 지원</li> </ul>
You et al. (2006)	영어 교과교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪스토리텔링</li> <li>▪질의응답 및 평가</li> <li>▪격려</li> <li>▪따라 행동하기</li> <li>▪발음지도</li> </ul>
현은자 박선영 (2009)	교과교육 생활지도	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪놀이자</li> <li>▪학습자</li> <li>▪사용자</li> </ul>

**4.3 로봇보조학습 서비스 관람의 진화적 비교**

하원규 외 2인[19]은 교실 수업, e-Learning,  
u-Learning 페러다임에 따라 공간의 진화적 측면으  
로 만질 수 있는 공간, 만질 수 없는 공간, 만지지  
않아도 알 수 있는 공간으로 비교하였는데, 로봇보  
조학습은 공간 진화 측면으로는 u-Learning과 차이  
점을 제시하기 어렵다.

따라서 본 논문은 <표 7>과 같이 로봇이 컴퓨터  
나 모바일에 대해 관람의 진화적 측면의 차이가 있  
는지 비교하였다. 즉, 컴퓨터나 모바일도 물론 합성  
현실을 제공할 수 있으나 주로 가상공간의 활동이  
주인 반면, 로봇은 현장관람뿐만 아니라 합성현실과  
가상공간의 활동까지 관람할 수 있다. 또한 공간의  
주체는 현실의 사용자와 로봇, 그리고 가상공간의  
사용자 아바타와 로봇의 아바타로 다양하다. 그러나  
관람의 주체 측면에서는 로봇이 자율적 존재로 함  
께 존재할 수 있으므로, 관찰자시점의 학습활동과정  
기록에 대한 사용자 편의성에서 중요하다. 예를 들  
면, 수업활동을 기록해야한다면, 관람의 주체인 사  
용자들이 수업에만 집중할 수 있으며 로봇이 기록,  
보관, 전송 등의 작업을 대신 할 수 있기 때문이다.



<표 7> 관람의 진화

	컴퓨터, 모바일	로봇
관람 공간	가상공간 현실+가상	현실공간, 현실+가상, 가상공간
공간 주체	현실사용자, 사용자아바타	현실사용자, 사용자아바타, 로봇아바타, 로봇
관람 주체	현실사용자	현실사용자, 로봇
관람 시점	-	현장현실 1인칭(실제) 원격현실 1인칭(편제)
	-	가상 1인칭, 가상 3인칭
	-	현실 3인칭(거울영상)
관람 차원	2-D, 3-D, 4-D(진동)	n-D

컴퓨터나 모바일 그리고 로봇의 관람 시점은 ‘하프라이프’와 같은 게임처럼 가상의 1인칭과 3인칭 시점이 가능하며, 직접 사용자의 영상을 촬영 추출하여 가상공간에 거울처럼 현실의 자기 모습을 관람할 수 있는 현실 3인칭 (거울영상)을 모두 제공한다. 그러나 로봇의 경우 로봇 스스로 1인칭으로 현실을 관람할뿐만 아니라 원격으로 로봇을 조종하여 원격지의 1인칭 시점도 제공한다.

마지막으로 관람할 수 있는 차원은 컴퓨터나 모바일의 경우 모니터와 진동까지 4차원에 불과하나, 로봇의 경우 모니터의 가상공간뿐만 아니라 몸체의 경험 및 관람이 가능하다.

5. 로봇보조학습을 위한 정책적 제언

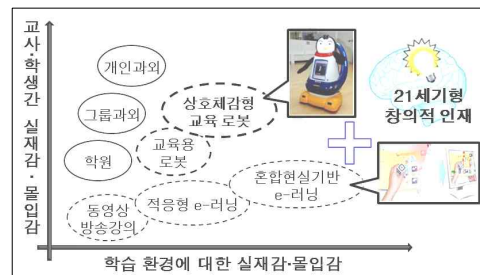
5.1 로봇보조학습 서비스 기술 동향

Steve et al.[37]은 로봇과 같은 물리적 존재를 통한 텔레프리젠스는 기존의 영상회의나 CAVE시스템이 가상편제를 가능하게 했던 것과 비교할 때, 더욱 큰 실재감을 제공한다고 하였다. 이러한 장점을 기반으로 원격조종하는 자율지능형 로봇보조학습 서비스는 1997년 처음 선을 보였으며[39], 한국을 중심으로 외국어 교육 서비스에 최근 활발히 적용되고 있다.

한편, 초기의 자율지능형 로봇의 로봇보조학습 서비스는 기존의 e-Learning 서비스의 형태에 로봇의 신체언어와 감성표현과 간단한 음성인식만을 추가한 형태에 불과하였다. 그러나 영상기능을 이용한 학습자의 사진 활용[30]과 동영상을 이용하는 합성현실 형태의 서비스가 등장하기 시작하였으며[6],

김수정과 한정혜의 연구[4]는 로봇의 영상기능을 이용하여 동일시 기제 개념을 적용한 합성현실 서비스가 학습자의 동기유발에 효과적임을 밝혔다.

이러한 기술적 동향에 따라 2009년 산업원천기술개발사업 차세대로봇 기술위원회 결과 보고서는 [그림 6]과 같이 텔레프리젠스와 합성현실을 지원하는 교육용 로봇은 기존의 전통적인 학습방법에 비하여 교사와 학생간뿐만 아니라 학습 환경에 대한 실재감과 몰입감이 더 높은 합성현실을 제공할 수 있다는 결론을 동일하게 제시하였다[17].



[그림 6] 교육용 로봇의 실재감·몰입감 [17]

그러나 본 논문에서는 로봇보조학습 서비스에 가장 핵심적으로 적용해야하는 기술로서 앞에서 언급한 영상회의가 로봇으로 진화된 형태인 텔레프리젠스와 몰입효과를 높이기 위한 동일시 기제 개념의 합성현실뿐만 아니라 교실의 ICT교육기자재와의 연동의 중요성을 강조하고자 한다. 특히 한국교육학술정보원[22]에서 제시한 미래교실의 ICT교육기자재에서 전자칠판은 매우 중요한 구성요소이다. 이양환[12]은 Lombard의 연구[35], Bracken의 연구[25] 등의 결과를 토대로 대형 스크린이 시청자들의 감정을 크게 환기시켜 높은 수준의 인지적 효과를 거두며, HDTV 화질이 일반 TV 시청자들에 비해 텔레프리젠스를 더 크게 느낀다고 정리한 바 있다. 따라서 학습자들에게 더 큰 스크린이며 더 높은 화질을 제공하므로, 로봇보조학습에서의 전자칠판과의 연동 기술은 매우 중요하다고 하겠다.

5.2 로봇보조학습 서비스를 위한 제언

이 절에서는 로봇보조학습 서비스에 적합하다고 제시된 기존의 텔레프리젠스 기술, 합성현실 기술뿐만 아니라, ICT 교육기자재 연동기술을 위하여 다음 <표 8>과 같이 역할별 정책적 제언을 하고자

한다.

<표 8> 로봇보조학습 서비스를 위한 역할별 제언

역할	제언
교육서비스 로봇 개발자	<ul style="list-style-type: none"> <li>■안정성을 제공하는 HRI 기반 HW설계</li> <li>■로봇콘텐츠의 차별화 및 안정적인 지원을 위한 HW, SW통합 환경</li> <li>■전자과 등 양적 안전평가기준 외에도 심리학자, 교육학자 등의 총체적 안전평가 기준 마련</li> <li>■유지보수 및 관리의 편리성 지원</li> </ul>
다기능형 서비스 개발자	<ul style="list-style-type: none"> <li>■영상교육과의 차별적 서비스 개발</li> <li>■다수의 로봇 통제기술 가능</li> <li>■원격지 연결 관계형 서비스 구현</li> </ul>
자율지능형 서비스 개발자	<ul style="list-style-type: none"> <li>■역할정의 및 서비스 차별화</li> <li>■교수-학습 활동 지원 상호작용 설계</li> <li>■자율적 느낌을 최대화하는 상호작용</li> <li>■관계형 서비스 구현</li> </ul>
로봇보조 학습 서비스 사업자	<ul style="list-style-type: none"> <li>■u-Class와의 연동 서비스 모델</li> <li>■로봇 LMS 연계</li> <li>■로봇서비스 관리 시스템 개발</li> <li>■로봇 윤리 준수</li> </ul>
교육용 로봇 활용자 (교사)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■로봇보조학습에 대한 기술적 수용도 제고</li> <li>■로봇보조학습의 효과적 교수-학습모델 발굴 및 적용</li> <li>■로봇윤리교육지도 등</li> </ul>
로봇 산업관련 정부기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>■로봇서비스 개발제, 로봇서비스 운영 사업제, 로봇개발회사의 협의체 지원제를 마련하여 로봇보조학습 서비스가 에코시스템 체제를 갖추도록 인큐베이팅</li> <li>■로봇보조학습 서비스 산업 인력 양성</li> <li>■교육용 로봇 서비스 산업 표준화</li> </ul>
로봇 학습관련 정책연구기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>■로봇보조학습 정책에 대한 로드맵 구성</li> <li>■전자과 등 양적 안전평가기준 외에도 심리학자, 교육학자 등의 총체적 안전평가 기준및 교육서비스로봇윤리 기준 (로봇중독, 로봇개인정보유출, 로봇을 이용한 사생활침해 및 정보유출, 텔레프린센스를 이용한 범죄 등) 마련</li> <li>■공급자 지정부 주도가 아닌 수요자 교육인적자원부의 주도적 참여; 다용지능형 로봇을 이용한 농어촌 복지 원어민 지원 교육 시범사업 및 유치원부터의 지능형 로봇 시범사업 실시</li> <li>■교육서비스로봇 보급 확대: 고가의 로봇 구입 또는 리스를 위한 특별교부금 등의 항목으로 지원금 제공하여 정보격차지 우선 보급 확대</li> <li>■e-Learning과 차별화된 로봇보조학습 서비스 연구지원 및 교재개발</li> <li>■로봇보조학습 교사교육 시스템 지원</li> </ul>

6. 결론

최근 들어 국내외적으로 교육서비스로봇들의 효과가 다양하게 연구되면서 활용도가 높아지고 있는데 반해, 아직 이러한 교육서비스로봇에 의한 로봇보조학습에 대한 특성이나 r-Learning에 대한 이해가 부족한 것이 현실이다. 본 논문에서는 교육서비스로봇의 개발 현황을 고려하여 교육용 로봇을 분류하였으며, r-Learning에서의 로봇보조학습에 대한 개념적 관계를 제안하였다. 구체적으로 본 논문은 r-Learning을 교육서비스로봇에 의한 로봇보조학습과 사용자가 교구로봇과 다양한 기기들을 활용하여 창의적 학습활동을 하는 형태를 포함하는 것으로 정의하였다.

그리고 로봇보조학습의 6가지 특성으로 교수-학습활동 지원자의 실재성, 교수-학습활동을 위한 물리적 공간의 편재성, 교수-학습활동 매체의 상호주체성, 교수-학습활동 매체의 의인화를 통한 사회물리적 관계, 매체의 의인화를 통한 정의적 여과장치(Affective Filter)의 감소, 관찰자시점의 학습활동과정 기록 등을 제시하였다. 또한 로봇보조학습 서비스 현황을 살펴보고, 로봇 서비스 관람의 진화를 컴퓨터 및 모바일과 비교하였다. 세계적인 미래학자 Kurzweil은 현재 컴퓨터는 쥐의 지능이지만 2025년이면 인간의 지능을 따라잡는다고 예측하였는데 [34], 이는 미래교육에 있어서 r-Learning을 통한 로봇보조학습 패러다임의 도래와 일맥상통한다. 이에 본 논문은 로봇보조학습 서비스를 활성화하기 위해 필요한 몇 가지 정책적 제언을 첨언하였다.

참고 문헌

- [1] 국가정책뉴스(2009. 5. 26). 신성장동력 종합추진계획.
- [2] 국회법률지식시스템(2008.9.29). 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법 시행령, 제21047호, 지식경제부 로봇팀.
- [3] 김미량, 조혜경, 이석원, 한정혜, 한광현, 김소미, 고범석(2008). 창의성 증진을 위한 로봇 활용 교육, 한국교육학술정보원
- [4] 김수정, 한정혜(2008). 자기노출 심리를 이용한 유비쿼터스 로봇 콘텐츠의 효과, 정보교육학회논문지, 12(1), 57-63.
- [5] 김정호, 한정혜, 김동호(2009). 상징적 음성언어 교육을 위한 유아 로봇 콘텐츠 개발 및 적용, 정보교육학회논문지, 13(2), 205-214.
- [6] 김진오, 김병수(2009). 한국로봇산업로봇벤처취와 미래-로보틱스 연구조합과의 나의 지난 10년/상상속의 로봇 현실로 다가오다, 월간로봇, 8월호, 30~34.
- [7] 로봇지원센터(2008). 지능형 로봇 보급 및 확산 사업, <http://www.crip.or.kr/>
- [8] 류지현, 조일현, 허희욱, 김정현, 계보경, 고범석(2006). 증강현실 기반 차세대 체험형 학습모형 연구, 한국교육학술정보원.
- [9] 박홍성(2009). OPRoS-로봇소프트웨어 이제 공유하고 재활용하자, 월간로봇, 5월호, 48-51.

- [10] 월간로봇 편집부(2009), 로봇이 신성장의 중추엔진, 7월호, 12-30.
- [11] 이데일리(2008. 6. 19), 유진로봇, 지경부와 교육로봇 기술개발 협약.
- [12] 이양환(2007). 비디오 스크린 크기의 변화와 텔레프레즌스(telepresence), 그리고 시청자, 한국방송영상산업진흥원 학술논문지, 통권 252호, 10-18.
- [13] 이어령(2009), 젊음의 탄생, 서울: 생각의 나무
- [14] 이영준, 김경, 유현창, 임웅, 계보경, 고범석(2008). 로봇의 교육적 활용방안 및 적정기능, 한국교육학술정보원.
- [15] 정재경, 최종홍, 한정혜(2007). 교사 보조 로봇 스타일에 따른 아동 반응 분석, 정보교육학회논문지, 11(2), 195-203.
- [16] 조혜경, 박강박, 한정혜, 민덕기, 고국원(2008). 교육+로봇: 비전과 액션 플랜, 한국정보과학회지, 26(4), 55-64.
- [17] 차세대로봇 산업원천기술개발사업 지원단(2008). 2009년 산업원천기술개발사업 차세대로봇 기술위원회 결과 보고서-실감원격교육을 위한 상호체감형 Telepresence 로봇기술 개발.
- [18] 파이낸셜뉴스(2008. 10. 14), 유진로봇 교육용 아이로비큐 상용화.
- [19] 하원규, 김동환, 최남희(2005). 유비쿼터스 IT혁명과 제3공간, 서울: 전자신문사.
- [20] 한국경제신문(2009. 6. 18). 교육용 로봇산업 어디까지 왔나?
- [21] 한국교육학술정보원(2003). 모바일컴퓨팅 환경의 교육적 활용방안 연구.
- [22] 한국교육학술정보원(2006). 유비쿼터스 환경을 지향하는 미래교실 구성방안.
- [23] 한정혜(2008). 로봇콘텐츠 특성 이해와 콘텐츠를 통한 인간-로봇 상호작용, 로봇콘텐츠 세미나 자료집, 케이모바일뉴스, 17-37.
- [24] 현은자, 박선영 (2009), 유아교육 기관용 지능형 로봇의 '우리반' 콘텐츠 개발, 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 게재예정
- [25] Bracken, C.(2005). Presence and image quality: The case of high-definition television. *Media Psychology*, 7, 191-205.
- [26] Chen, Y. S., Kao, T.C., Sheu, J.P., & Chiang, C.Y.(2002). A Mobile Scaffolding-Aid-Based Bird-Watching Learning System, *Proceedings of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02)*, 15-22.
- [27] Cheng, Z., Sun, S., Kansan, M., Huang T., & He, A.(2005). A Personalized Ubiquitous Education Support Environment by Comparing Learning Instructional Requirement with Learner's Behavior, *Proceedings of the 19th International Conference on Information Networking and Applications*, 2, 567-573.
- [28] Fels, D., Weiss P., Treviranus, J., & Smith, J.(1999). Videoconferencing in the Classroom: Children's Attitudes, *Proceeding of the Second International Cyberspace Conference on Ergonomics, CybErg.*
- [29] Han, J.H., Jo, M.H., Park, S.H., Kim, S.H.(2005). The Educational Use of Homerobots for Children, *Proceedings of the 14th IEEE RO-MAN*, 378-383, Nashville, TN, USA
- [30] Han, J.H., & Kim, D.H. (2006). Field Trial on Robots as Teaching Assistants and Peer Tutors for Children, *Proceedings of the Asia Pacific International Symposium on Information Technology*, 497-501, Hanzhou, China
- [31] Hyun, E.J., Kim, S.Y., Jang, S.K., & Park S.J. (2008). Comparative Study of Effects of Language Education Program using Intelligence Robot and Multimedia on Linguistic Ability of Young Children, *Proceedings of the 14th IEEE RO-MAN*, 187-912, Munich, Germany.
- [32] Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H.(2004). Interactive Robots as Social Partners and Peer Tutors for Children: a Field Trial, *Human-Computer Interaction*, 19(1&2), .61-84.
- [33] Kanda, T., Sato, R., Saiwaki, N., & Ishiguro H.(2007). A Two-month Field Trial in an Elementary School for Long-term HRI, *IEEE*

Transactions on Robotics (Special Issue on Human-Robot Interaction), 23(5), 962-971.

[34] Kurzweil, R.(2005). The Singularity is Near When Humans Transcend Biology, ISBN: 0670033847, Viking Press, USA.

[35] Lombard, M., Reich, R., Grabe, M., Bracken, C., & Ditton, T.(2000). Presence and Television: The Role of Screen Size. Human Communication Research, 26(1), 75-98.

[36] Movellan, J.R., Eckhardt, M., Vimes, M., & Rodriguez, A. (2009). Sociable Robot Improves Toddler Vocabulary Skills, Proceedings of the 4thACM/IEEE Human Robot Interaction, 307-308, March 11-13, LaJolla, CA, USA.

[37] Steve Benford, Chris Greenhalgh, Gail Reynard, Chris Brown, and Boriana Koleva(1998), Understanding and Constructing Shared Spaces with Mixed-Reality Boundaries, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 5, No. 3, 185-223.

[38] Wastewatch(2007), Do the waste rap, Recycler robot waste education project, England, Feb. retrived from the site [http://www.capacity.org.uk/downloads/casestudy/wastewatch\\_recycler.pdf](http://www.capacity.org.uk/downloads/casestudy/wastewatch_recycler.pdf).

[39] Williams, L.A., Fels, D.I., Smith, G., Treviranus, J., & Eagleson, R.(1997). Using PEBBLES to Facilitate Remote Communication and Learning, Proceedings of the 41<sup>st</sup> Annual Meeting of Human Factors and Ergonomics Society, Communications, 5, 320-324.

[40] You, Z., Shen, C., Chang, C., Liu, B., & Chen G.(2006). A Robot as a Teaching Assistant in an English Class, Proceedings of the 6th IEEE ICALT'06, .87-91, July 5-7, Kerkrade, The Netherlands.

[41] Zhang, G., Jin, Q., & Lin, M. (2005). A Framework of Social Interaction Support for Ubiquitous Learning, Proceeding of the 19th International Conference Advanced Information Networking and Applications, vol. 2, 639-643.

[42] <http://www.headthere.com/>

[43] <http://www.nec.co.jp/>

[44] <http://www.parorobots.com/>

[45] <http://www.telbotics.com/>

[46] <http://www.wikipedia.org>

[47] <http://www.yujinrobot.com>

**저 자 소 개**



**한 정 혜**

1998 충북대학교 전자계산학과 (박사)  
 1998-1999 연세대학교 산업시스템공학과 포닥 연구원  
 1999-2001 행정자치부 국가전문행정연수원 통계연수부 전산교육 전임교수

2001년-현재 청주교육대학교 컴퓨터교육과 부교수  
 관심분야 : r-Learning, 로봇보조학습, 인간과 로봇 상호작용, 멀티미디어  
 e-mail: hanjh@cje.ac.kr



**조 미 현**

1991 Univ. of Wisconsin-Madison 컴퓨터교육·교육공학 전공(Ph.D.)  
 1991-1997 한국교육개발원 부연구위원  
 1997 안동대학교 교육공학과 교수

1998-현재 청주교육대학교 컴퓨터교육과 교수  
 관심분야: e-Learning, 교수 설계, ICT 기반 교수-학습 방법  
 e-mail: mihjo@cje.ac.kr