

# 유비쿼터스 로봇의 초등학교 현장 실험 연구

김수정, 한정혜  
청주교육대학교 컴퓨터교육과  
sj015@hanmail.net, [hanjh@cje.ac.kr](mailto:hanjh@cje.ac.kr)

## A Field Study on Ubiquitous Robots in Elementary School

Su-jung Kim, Jeong-Hye Han  
Dept of Computer Education, Cheongju National University of Education

### 요약

최근 들어 유치원과 초등학교에 로봇을 이용한 교육적 활용 연구가 시도되고 있다. 유비쿼터스 로봇 활용이 교사와 아동의 흥미 유발에 있어 매우 효과가 높은 것으로 나타나, 향후 유비쿼터스 로봇이 u-Learning 의 또 다른 매체로서의 가능성이 강조되고 있다. 이에 본 연구에서는 초등학교 수업에서 교사 보조 역할을 통한 유비쿼터스 로봇의 활용 가능성을 보기 위해, 초등 학생 6 학년의 기대 역할을 갖는 프로토 타입의 로봇과 콘텐츠를 개발하여 활용하는 실험을 실시하였다. 프로토 타입 로봇은 국어, 영어, 음악 교과를 대상으로 주기적으로 콘텐츠를 다운로드 할 수 있을 뿐만 아니라 아동의 얼굴과 이름을 저장하여 수업 운영 콘텐츠와 연동할 수 있다. 현장 실험을 통하여 아동이 유비쿼터스 로봇을 경험한 수업 시간의 횟수에 따라 로봇 외형과 수업 보조 서비스에 대한 선호도 차이를 알아봄으로써, 초등학교에서 유비쿼터스 로봇을 이용한 r-Learning 에 있어서 일시적 신기효과가 아닌 지속적인 영향을 줄 수 있는 요인을 찾아보았다. 실험 결과, 지속적인 HRI 유지에 영향을 끼칠 수 있는 외형적 요인으로 로봇 얼굴과 로봇과 아동간 관계성을 지향하는 콘텐츠 개발이 필요함을 보였다.

Keyword : Ubiquitous Robot, Robots as Teaching Assistants, u-Learning, Novelty Effects, r-Learning, Human and Robot Interaction

### 1. 서론

세계적으로 로봇 산업이 차세대 신성장 동력 산업으로 급부상하여, 일본과 미국을 중심으로 많은 로봇 선진국들이 다양한 형태의 로봇을 개발하고 있다. 로봇은 기계보다 사람에게 친근감을 주고 인간과의 관계성이 더 중요하기 때문에, HRI(Human-Robot Interaction) 연구가 활발히 이루어지고 있다.

특히 최근에는 세계 각국에서 다양한 서비스 로봇(홈 로봇, 실버 로봇, 팻 로봇 등) 연구개발에 주력하고 있는데, 우리 나라 또한 2003 년부터 언제 어디서나 접근할 수 있는 친구 URC(Ubiquitous Robotics Companion) 개념의 기반 로봇 개발에 주력하고 있다[2].

서비스 로봇 연구개발의 추세에 따라 다양한 분야에서의 적용연구가 등장하면서, 로봇의 교육적 활용에 대한 연구도 최근 매우 관심을 끌고 있다. 일본의 Kanda 외 3 인[6]은 연구용 서비스 로봇 Robovie 를 활용하여 세계 최초로 초등학교 아동을 대상으로 로봇과의 상호작용을 연구하였다.

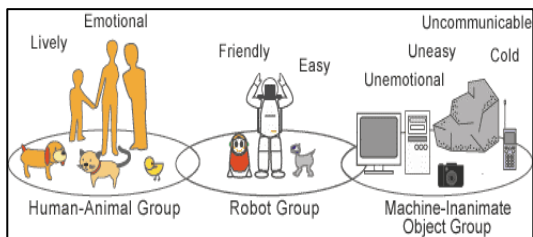
국내에서는 한정혜 외 2 인[4]은 홈 로봇 'iRobi'를 이용하여 부모와 자녀들이 로봇과 상호작용을 한 뒤 체감하는 역할 모델을 탐색하여, 효과적인 HRI 기반 로봇 개발을 위하여 개체발생학적 측면을 고려한 역할 모델을 제시하였다. 또한 한정혜 외 3 인[5]은 기존 매체(인쇄물+녹음, WBI)와 유비쿼터스 로봇간의 영어 교육 효과를 비교하여, 로봇의 교육적 활용 가능성을 보였다.

김수정 외 2 인[1]은 교사 보조 로봇 수업의 활용 가능성을 보기 위해, 먼저 교사들을 대상으로 후보 교과목을 사전 조사하였다. 그리고 로봇용 교수 학습 콘텐츠를 개발하여, 실제 프로토 타입 로봇에 탑재하여 수업 활용 실험을 통하여 초등 현장의 교사보조 로봇의 가능성과 역할 모델을 제시하였다. 초등 현장의 교사보조 로봇의 긍정적 효과는 있었으나, 일시적 신기 효과(novelty effects)에 의한 것일 수 있으므로 지속적인 영향력을 위하여 HRI 에 대한 실험 연구가 요구된다. 이에 본 연구는 HRI 를 고려하기 위하여 유비쿼터스 로봇과 수업 경험 횟수에 따른 아이들의 선호 분포를 조사 분석하여 로봇 설계의 가이드로 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2-1. 인간-로봇 상호작용

Jean 외 2 인[3]은 인간-로봇 상호작용의 구성 요소로서 3 가지-인간, 로봇 그리고 상호작용을 가능하게 하는 시스템으로 보았다. Ochanomizu 대학과 NEC 에서는 이 구성 요소 중 로봇에 대하여 인간이 어떠한 정서를 갖는지를 알기 위해, 사물에 대한 ‘친근함’ 이나 ‘두려움’ 과 같은 인간의 감성 형용사를 이용하여 다음 <그림 1>과 같이 인간-동물 집단, 로봇(AIBO, Asimo, Papero) 집단, 기계-무생물 집단으로 구분됨을 보였다[7].



<그림 1> 인간-로봇-기계 집단의 친근도

이와 같이 로봇의 모양과 존재는 기계에 대한 두려움을 완화시키는 중간적인 위치임을 보여주고 있으므로 HRI 는 인간-기계 상호작용 (Human-Machine Interaction) 및 HCI (Human-Computer Interaction) 보다 감성적인 상호작용이 가능하다고 할 수 있다. 이에 HRI 는 로봇의 기술 개발과 더불어 1990 년대부터 미국과 일본을 중심으로 21C 에 본격적으로 태동하는 있는 연구 분야로,

우리 나라를 비롯한 RT 선진국들에서 이에 대한 다양한 연구가 활발히 이뤄지고 있다.

### 2-2. r-Learning

정보통신기술(Information and Communication Technology; ICT)는 교육 현장에 많은 변화를 가져왔으며, e-Learning 과 u-Learning 의 형태로 진화하고 있다. ICT 교육은 크게 ICT 소양 교육 (Learning about ICT)와 ICT 활용 교육(Learning with ICT)로 구분되고 있다. 최근에 로봇은 과학, 수학, 정보 교육 등에 활용되고 있는데, 한정혜 외 3 인[5]은 r-Learning 이라 정의하고 다음과 같이 분류하고 있다.

- 로봇 소양 교육: 로봇의 개념 및 구성, 제어 및 프로그래밍, 조립 등의 로봇에 대한 지식 교육
- 로봇 활용 교육: 로봇을 이용하여 다른 교과를 보다 효과적으로 교육하기 위한 수단적 로봇 교육

현재 로봇 소양 교육은 전자, 기계공학, 컴퓨터, 등의 다양한 지식의 통합 형태이며, 주로 프로젝트 기반 학습(Project based Learning)으로 이루어지고 있다. 로봇 소양 교육은 주로 로봇의 조립, 프로그래밍, 제어 등을 프로젝트 기반 학습이 이루어짐으로써, 이를 통해 자기 문제해결 방식, 순응, 팀워크 등의 향상도 얻을 수 있음이 이미 많은 연구들에서 보여지고 있다.

### 2-3. 로봇 활용 교육

본 절에서는 로봇을 활용하여 다른 교과에 대한 교수 학습에 대한 연구 동향을 살펴보고자 한다.

#### • 일본

이족 보행 휴머노이드를 세계 최초로 성공한 일본은 주로 펫 로봇과 홈 로봇에 대한 연구가 활발하다. HRI 연구 역사도 가장 길다고 할 수 있는데, 로봇의 교육적 활용 연구는 <그림 2>의 유치원과 초등학교 저학년을 대상으로 한 Papero 부터, 영어 800 단어를 암기하고 악수, 인사, 가위바위보 게임 등이 가능한 Robovie 가 대표적이다. Kanda 외 3 인[6]은 Robovie 를 1 학년과 6 학년 교실에 2 주간 투입하여, CCTV 와 RFID 데이터로 관찰한

결과, 시간이 흐름에 따라 Robovie 에 대한 관심은 줄어들지만 영어 학습에 대한 동기유발에 효과적임을 보였다.



<그림 2> Robovie(왼쪽)와 Papero(오른쪽)

이외에도 <그림 3>과 같이 특수교육용으로 촉각 센서를 활용한 바다표범 Paro 를 이용하여 치매 노인, 자폐 아동, 아동 환자의 심리치료 효과를 보이는 연구도 있었다[9].



<그림 3> 바다표범 로봇 Paro 를 이용한 심리치료

• 미국

EduRobot 사는 90 년대 초부터 <그림 4>와 같이 RB5X 를 이용해 6 개월간 초. 중. 고. 대학원에서 프로그래밍 학습을 실시하였는데, RB5X 가 특히 여학생의 수학교과에 대한 흥미도 제고에 영향을 미쳤다고 보고하고 있다[10].



<그림 4> RB5X 를 이용한 프로그래밍 학습

현재는 주로 Lego 사의 Mind Storms 과 같은 로봇 조립과 프로그래밍 제어 학습에 대한 교육 효과에 대한 연구가 매우 활발하다[12].

• 영국과 캐나다

영국은 1998 년에 EPSRC 의 지원으로

Hertfordshre 대학에서 시작된 Aurora 프로젝트의 일환으로 주로 <그림 5>와 같이 자폐증 치료 연구가 활발히 이뤄졌다. 또한 쓰레기 재활용 교육과 같은 로봇을 통한 이벤트 교육도 이루어지고 있다. 캐나다도 Mind Storms 활용 교육이나, North Brunswick 주의 Livingston Park 초등학교 등 12 년간 4 개 주에서 2,259,000 명의 어린이를 대상으로 건강 양호 보건 교육 투어를 하고 있다.



<그림 5> 자폐아와 로봇의 상호작용

• 한국

한국은 어린이 대상으로 실제 로봇을 활용한 이벤트 투어 교육은 아직까지는 없으며, 주로 축구 로봇이나 완구형 로봇 프로그래밍 교육이 영재교육 등에 활용되고 있다. 교육용 로봇으로는 3000 문장 음성인식 기반 영어 학습기인 로보컴과 인터넷 기반 가정교사 로봇인 페가수스와 후속 모델인 iRobi 가 등장하게 되었다[11].

한정혜 외 3 인[4]은 홈 로봇 iRobi 를 통해서 부모와 자녀들이 홈 로봇과 상호작용을 한 뒤 체감하는 역할 모델비교 하였는바, 아동은 동료 역할로 부모는 기계로 인식하여 두 집단의 로봇에 대한 기대 역할 및 기능이 다름을 보였다. 또한 한정혜 외 2 인[5]은 <그림 6>과 같이 기존의 인쇄매체, WBI 와 홈 로봇 iRobi 를 이용한 영어 학습의 흥미도, 집중도, 성취도를 비교하였는데, 홈 로봇을 이용한 경우가 다른 학습 매체에 비해 유의하게 높음을 보였다.



<그림 6> 로봇과 타 매체별 학습 효과 비교 실험

김수정 외 2인[1]은 교사보조 로봇의 기대 역할과 수업 활용 가능성에 대한 연구를 통하여 아동들이 로봇을 12~13 살 정도로 누나나 형의 역할을 기대함을 보였다. 또한 로봇을 활용한 수업에 대한 흥미도는 아동과 교사 모두 유의 수준 1%에서 유의하여 학습 매체로서의 새로운 가능성을 시사하였다.

### 3. 수업 보조 로봇 실험 설계

#### 3-1. 실험 연구 방법

본 연구는 수업 보조 로봇의 지속적인 활용을 위하여, 실증적 HRI 요소를 보기 위하여 다음의 단계를 수행하였다.

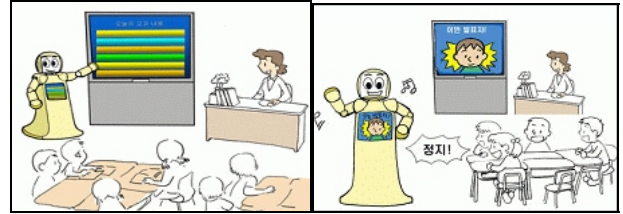
- 수업 보조 로봇의 교실 환경에서의 활용 시나리오 개발
- 임의로 추출된 50 명의 교사를 대상으로 시나리오 기반 파일럿 조사를 통해, 로봇 수업에 최적인 교과목 후보 3 개를 선정
- 실험 단원용 교수용 콘텐츠 및 프로토 타입 로봇의 개발
- 실험 참여 교사 사전 교육: 총 8 명의 교사(과목 전담 3 명, 원어민 1 명, 총괄 1 명, 보조 3 명)
- 프로토 타입 로봇에 대하여 실제 수업 활용 실험: 2005 년 7 월 11 일부터 19 일까지 C 초등학교 4, 5 학년 6 반(183 명) 대상
- 지속적인 HRI 를 위한 로봇 몸체와 수업 보조 서비스에 대한 분석

로봇 소개 시, 교사가 로봇의 성별이나 나이를 일체 언급하지 않도록 하고, 이름은 아이들이 직접 짓도록 하였다. 선정된 3 개 교과목을 3 반은 각 1 회, 3 반은 각 2 회씩(3 과목\*3 회=9 회) 로봇 활용 수업을 실시한 후, 아동에게 설문 조사를 통하여 수업 경험에 따른 로봇 외형과 수업 보조 서비스에 대한 집단간 선호도의 차이를 분석하였다.

#### 3-2 수업 보조 시나리오 및 교과 선정

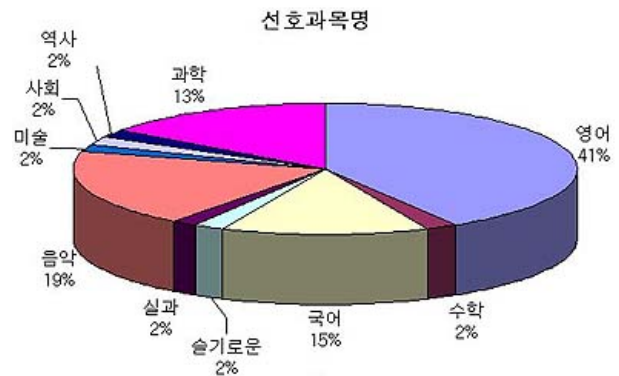
수업 진행에 있어서 로봇은 학습목표 제시 및 발표자 선정, 수업 내용 제시, 피드백(칭찬, 격려), 모듬별 성취도 기능이 있는데, 본 연구에서

는 1 차년도 실험상의 제약으로 피드백, 모듬별 성취도는 제외하기로 한다. 파일럿 조사에 사용된 <그림 7>은 학습 목표 제시와 발표자를 선정하는 만화 시나리오 장면이다.



<그림 7> 만화 시나리오 예

로봇에 대한 사전 지식이 없는 임의 추출된 초등학교사 50 명을 대상으로 시나리오 기반 만화 설문문을 통해 로봇 수업의 활용에 최적인 교과목을 추천 받았다. 그 결과, <그림 8>과 같이 영어, 음악, 국어 교과목이 로봇 수업 활용의 최적 교과로 선정되었다. 이때, 과학도 국어와 비슷하게 높았으나, 이는 로봇 소양 교육에 대한 기대가 포함되었다고 판단되어 제외하였다.



<그림 8> 로봇을 활용에 적합한 기대 교과목

#### 3-3 프로토 타입 로봇

프로토 타입 로봇은 iRobi 를 기반으로 교실 시나리오에 맞게 제작하였다[11]. 즉, <그림 9>와 같이 기대 역할(수업 보조를 위한 형, 누나)에 맞추면서 아이에게 공포감을 유발하지 않도록 하기 위하여 2004 년 6 학년 초등학교생 평균 키인 150cm 로 제작하였고, 액세서리(모자, 가발, 옷, 머리핀 등)를 통해 친근감이 들도록 세팅하였다. 또한 가슴 모니터의 내용이 빔 프로젝트 또는 프로젝션 TV 화면과 연동되도록 하였으며, 팔로 화면을 가리키는 동작이 가능하도록 구현하였다.



<그림 9> 프로토 타입 로봇

### 3-4 수업 보조 로봇 콘텐츠

로봇 활용 수업에 적합한 기대 교과목에 대해 학습목표 및 수업 내용 제시 콘텐츠를 기획하여 Flash MX 로 1 차 개발한 후, 로봇 콘텐츠 저작툴 eR-Author[8]를 이용하여 <그림 10>의 상위 그림과 같이 로봇 동작 제어와 동기화 하여 제작하였다. 로봇은 콘텐츠를 무선으로 업다운 로딩이 가능하다.



<그림 10> 영어 콘텐츠(위)와 발표자 뽑기(아래)

또한 로봇이 아이들의 사진을 찍어 저장하였으며, 텍스트로 입력되어 있는 출석부 파일을 로딩하여, <그림 10>의 아래 그림과 같이 랜덤 하게 발표자를 뽑아주는 수업 보조용 콘텐츠도 개발하여 탑재하였다.

## 4. 실험 결과 및 분석

### 4-1 관찰 결과

수업이 시작하기 전 쉬는 시간에 아이들은 교사 보조 로봇에게 이름이 무엇이고 몇 살이냐는 등의 말을 걸고 만져보며 친근감을 표현했고 많은 관심을 보였다. 또한 로봇의 외모에 대해 관심을 갖는 아동들도 많았다. 교사가 수업을 시작할 때 아동들에게 교사 보조 로봇의 이름을 정하게 하자, 아동들은 매우 즐거워하며 적극적인 자세로 참여하여 다양한 이름이 나왔다.

수업 시간에 교사 보조 로봇은 학습 목표를 제시해 주고, 수업 내용 제시 및 시범을 보였으며, 발표자를 선정하였다. 특히 <그림 11>과 같이 학습 목표를 제시할 때 로봇의 왼팔이 올라가며 빔 프로젝터를 가리키자 아동들이 매우 신기하였으며, 그에 따라 시선도 이동 되었다. 그리고 수업 내용을 로봇이 제시해주니 좀 더 집중하여 듣는 모습을 관찰할 수 있었으며, 국어 수업에서 로봇이 편지를 읽자 매우 고무적인 반응을 보였다.



<그림 10> 로봇을 활용한 국어 수업

또한 영어 시간에는 로봇 머리에 금색 가발을 씌워 외국인 친구 느낌을 준 후, <그림 12>와 같이 다이얼로그의 등장인물이 되어 원어민 교사와 아동들이 로봇과 실제 영어 대화를 하게끔 하였다. Jane(아이들이 붙인 로봇 이름)의 역할은 국어, 음악 수업과는 매우 다른 활용 장면으로, 대화에 참여한 아동들이 기존 영어 수업의 발표 때와는 달리 Jane 에게 말 거는 것을 무척 부끄러워하는 모습을 보이기도 했다.



<그림 12> 로봇을 활용한 영어 수업

<그림 13>과 같이 로봇을 이용하여 발표자 선정할 때는 자신이 뽑히길 바라는 적극적인 태도도 엿보였으며, 이 부분에서 세 교과목 모두 학생들이 가장 큰 흥미를 보였다.



<그림 13> 로봇을 활용한 음악 수업

#### 4-1 실험 결과 분석

로봇을 활용한 수업 효과의 가능성은 매우 큰 것으로 여러 연구에서 실증되었지만, 일시적 신기 효과보다는 지속적인 HRI 를 이끌어내기 위해서는 HRI 경험 횟수에 따른 집단 간 비교 결과가 필요하다. HRI 에 영향을 끼치는 요인으로 로봇의 외형과 행동으로 보고, 다음과 같은 연구 가설을 가정하였다.

- 연구 가설 1: 로봇을 활용한 수업 횟수에 따라 로봇 외형에 대한 선호도가 다르다.
- 연구 가설 2: 로봇을 활용한 수업 횟수에 따라 로봇의 서비스(행동)에 대한 선호도가 다르다.

위 가설의 검증은 유비쿼터스 로봇의 디자인과 제어 설계에 중요한 결과가 될 것이다. 이를 위하여 실험군 6 반 중 3 반에 세 교과목을 임의로 할당하여 1 회 수업을, 나머지 3 반은 2 번

의 수업을 한 후, 설문 조사를 통하여 로봇 활용 수업 횟수에 따른 두 그룹을 비교하였다. 로봇을 활용한 수업의 횟수가 많을수록 보다 다양한 결과를 얻을 수 있지만, 본 연구는 로봇에 노출된 수업 횟수에 따라 로봇의 외형이나 행동에 대한 선호도의 변화가 있는지 여부에 대한 기본 검증으로서 시도하고자 하였다.

먼저 연구 가설 1 를 위하여, 각 집단에 대하여 로봇의 외형(목소리 포함)중 가장 맘에 드는 것을 선택하도록 하였다. 이에 대한 분포는 다음 <표 2>와 같이, 1 회 수업한 그룹에서는 로봇의 합성 목소리를 선호하였으나, 다른 그룹에서는 로봇의 얼굴(머리) 부위를 더 선호하였다. 두 집단 간의 동일성 검정은 p 값이 0.01041 ( $\chi^2=13.185$ )으로 유의미한 차이를 가졌다.

<표 2> HRI 경험 횟수에 따른 선호 외형 비율

부분 횟수	얼굴	합성 목소리	손	모니터	기타
1 회	19%	35%	34%	9%	3%
2 회	44%	24%	15%	10%	7%

즉, 로봇과 수업을 1 회 실시한 그룹은 로봇의 음성과 손에 매우 큰 관심을 보였으나, 수업을 2 회 실시한 그룹은 얼굴에 가장 큰 관심을 보이는 것으로 나타났다. 지속적인 HRI 에는 로봇의 얼굴이 가장 아동의 시선을 잡는다는 사실을 시사하는 것이라 하겠다.

연구 가설 2 에 대하여, 각 집단에 대하여 로봇의 서비스(행동)중 가장 맘에 드는 것을 선택하도록 하였다. 이에 대한 분포는 다음 <표 3>과 같이, 1 회 수업한 그룹에서는 전반적으로 동일한 분포를 보이고 있으나, 2 회 수업한 그룹에서는 발표자 뽑기를 매우 선호하였다. 두 집단 간의 동일성 검정은 p 값이 0.00026 ( $\chi^2=16.5314$ )으로 매우 유의미한 차이를 가졌다.

<표 3> HRI 경험 횟수에 따른 선호 서비스 분포

부분 횟수	학습목표 제시	학습내용 제시	발표자 뽑기
1 회	26%	34%	40%
2 회	6%	29%	65%

로봇과 수업을 1 회 실시한 그룹은 로봇의 행동에 비교적 고른 선호도를 보였으나, 수업을 2 회 실시한 그룹은 로봇과 아동이 직접 관계성을 갖는 발표자 뽑기가 매우 높은 것으로 나타났다. 따라서 지속적인 HRI 에는 로봇과 아동의 관계성을 유지해주는 콘텐츠가 필요할 것이라는 것을 시사한다.

## 5. 결론

최근 아동을 대상으로 한 로봇의 교육적 활용에 대한 많은 연구가 시도되고 있으며, 초등 학생을 대상으로 유비쿼터스 로봇의 매체 학습 도구로서의 가능성과 동기 유발 효과가 실험 증명되고 있다. 이러한 추세에 발 맞추어 초등 현장에서도 교사를 보조하는 유비쿼터스 로봇 개발 연구가 이루어지고 있다.

초등 현장에 적합한 유비쿼터스 로봇 개발을 위하여 먼저 시나리오 기반 후보 교과목을 사전 조사하여, 프로토타입 로봇 개발, 콘텐츠 제작하여 수업 활용 실험을 하였다. 또한, 유비쿼터스 로봇을 활용한 수업이 단순히 신기효과에 의한 일시적 현상일 수 있으므로, HRI 경험 횟수에 따라서 아동의 설문응답을 통하여 로봇의 외형 디자인과 서비스가 어떻게 다른지를 분석하여 보았다.

실험 결과 로봇의 TTS(Text to Sound)에 의한 음성 합성이 처음에는 많은 관심을 일으켰으나, 로봇의 음성에 어느 정도 익숙해졌을 경우 로봇의 얼굴에 보다 많은 관심이 옮겨가는 것을 알 수 있었다. 즉, 인간과 인간의 사회적 관점면으로써 얼굴은 로봇에게도 그대로 적용되는 것을 보여주고 있다. 또한 아동 자신이 출연하는 발표자 뽑기에 대한 매우 열광적인 반응과 적극적인 수업 참여를 관찰할 수 있었다. 발표자 뽑기는 아동과 로봇의 관계성을 성립시키는 콘텐츠로서, 향후 지속적인 HRI 를 위해서는 관계성에 기초한 콘텐츠가 필요함을 시사하고 있다.

본 결과를 통하여 유비쿼터스 로봇의 얼굴 디자인과 아동 인식(얼굴 인식, 사진 찍기, 이름 기억)을 통한 관계성이 지속적인 HRI 의 가장 중요한 요소일 수 있음을 보였다. 따라서 아동과의 관

계성에 필요한 요소 기술 개발과 이 기술을 토대로 관계성을 높일 수 있는 콘텐츠 개발의 필요성을 확인할 수 있었다.

본 연구는 투입 교과목과 실험 대상, 범위가 시간과 비용의 제약으로 다소 제한적으로 이루어졌다. 따라서 향후 보다 많은 아동과 다양한 교과목 확대와 장기 투입을 통한 교육효과 등을 지속적으로 연구하고자 한다.

## 감사의 글

본 연구에 도움을 주신 다음의 많은 분들이 있습니다. 프로토타입 로봇 설계 및 제작과 로봇용 콘텐츠를 개발해주신 (주)유진 로보틱스 박성주 연구소장님 이하 여러 연구원님들, 실험에 협조하여 주신 청주교대 부설초등학교 선생님들과 학생들, 실험 전반에 걸쳐 많은 지원을 아끼지 않으신 (주)한울 로보틱스에 깊은 감사를 드립니다.

## 참고 문헌

- [1] 김수정, 한정혜, 김동호, 박성주, "교사 보조 로봇의 교육적 활용", 2005 하계 한국정보교육학회 발표 논문집
- [2] 정보통신부(2003), Boardband IT 코리아 9 대 신 성장 동력 전략의 추진내용, 2003 년 1 월
- [3] Jean Scholtz, Brian Antonishek, Jeff Young(2004), "Evaluation of a Human-Robot Interface: Development of a Situational Awareness Methodolgy", Proceeding of the 37th Hawaii International Conference on System Science
- [4] Jeonghye Han, Jaeyeon Lee, Youngjo Cho(2005), "Evolutionary Role Model and Basic Emotions of Service Robots Originated from Computers", Proceeding of the 14th IEEE International Workshop on Robots and Human Interactive Communications conference, Nashivile, August
- [5] Jeonghye Han, Miheon Jo, Sungju Park, Sungho Kim(2005), "The Educational use of Home Robots for Children", Proceeding of the 14th IEEE International Workshop on Robots and Human

Interactive Communications conference, Nashville, August.

- [6] 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, Vol. 19, 61 ~ 84
- [7] Toshiki Ito and NEC, "Analysis on Children's Images of Robots in terms of Clinical Psychology-How Children Perceive Robots Changes in Children's Images of Robots after their Interaction with Robots?", white paper of NEC, Retrieved from <http://www.incx.neo.co.jp/> at Feb, 2004
- [8] Kyungseon Lee, Sungju Park, Kyungcheol Shin, Jeonghye Han(2005), "Ubiquitous Robot based Authoring Tool", Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, p. 96, Taejeon, November
- [9] <http://paro.jp/english/>
- [10] <http://www.edurobot.com/>
- [11] <http://www.iRobi.co.kr/>
- [12] <http://www.mindstorms.com/>