

초등교육용 로봇 얼굴 설계를 위한 인지적 계량 분석

김옥진, 한정혜
청주교육대학교 컴퓨터교육과
okjin98@nate.com, hanjh@cje.ac.kr

Quantitative Analysis on Children's Perception for Designing Tutoring Robots' Heads

Ok-Jin Kim, Jeong-Hye Han
Dept of Computer Education, Cheongju National University of Education

요 약

로봇기술의 진화적 측면을 고려하여 아동을 대상으로 하는 로봇 개발이 많이 이루어지고 있으며, 최근에는 교육적 활용 도구로서 현장 연구도 활발히 이루어지고 있다. 로봇의 얼굴은 인간과 로봇의 상호작용의 시작이라고 할 수 있는 중요한 부분이나, 아직 로봇 얼굴에 대한 체계적인 분석 연구는 매우 부족하다. 따라서 본 연구에서는 아동 교육용 로봇 또는 홈 로봇에 적당한 얼굴 설계 가이드를 제시하기 위하여, 많은 로봇 얼굴을 대상으로 아동들의 인지 분포와 로봇 얼굴의 계량 수치를 분석하였다. 그 결과 아동들은 로봇 얼굴의 색깔에 유의한 영향을 받는 것으로 나타났으며, 로봇 얼굴에서 아동의 선호도에 가장 큰 영향을 끼치는 부분은 아동의 성별 간 유의한 차이는 있었지만 얼굴형과 눈이었다. 즉, 아이와의 상호작용에 긍정적 영향을 줄 것으로 기대되는 로봇은 둥글 넓적한 얼굴의 큰 눈과 비교적 작은 입으로 나타났고, 비대칭이거나 긴 타원형의 얼굴을 싫어하는 경향을 보였다.

1. 서 론

세계적으로 로봇 산업이 차세대 신성장 동력 산업으로 급부상하여, 일본을 중심으로 많은 로봇 선진국들이 다양한 형태의 로봇을 개발하고 있다. 특히 지금까지 로봇에 관한 많은 연구들은 현재 기술 상태를 진보시키거나 사람들의 일을 도와주는 기능적인 면에 중점을 두어왔다. 즉, 튼튼한 로봇을 만들기 위한 기술은 존재하지만, 인간과 로봇과의 상호작용(Human-Robot Interaction)을 통한 서비스 로봇에 대한 연구가 부족한 현실이다. 최근에는 세계 각국에서 다양한 서비스 로봇(홈 로봇, 실버 로봇, 펫 로봇 등) 연구개발에 주력하고 있는데, 우리나라 또한 2003년부터 언제 어디서나 접근할 수 있는 친구 UR(Ubiquitous Robotics Companion) 개념의 기반 로봇 개발에 주력하고 있다[3].

URC 개념의 서비스 로봇 연구개발이 활발해지면서, 국내의 로봇의 교육적 활용에 대한

연구도 매우 관심을 끌고 있다. 한정혜 외 3인[6]은 세계 최초로 교육 기능이 탑재된 IROBI를 이용하여, 기존 매체(인쇄물+녹음, WBI)와 로봇 영어 교육 효과를 비교하여 교육적 활용 가능성을 보였다. 또한 김수정 외 2인[2]은 교사 보조 로봇을 수업현장에 활용하기 위해, 먼저 교사들을 대상으로 후보 교과목을 사전 조사하고 로봇용 교수 학습 콘텐츠를 개발하여 실제 프로토타입 로봇에 탑재하였다. 그리고 수업 활용 실험을 통하여 현장의 교사 보조 로봇의 가능성과 역할 모델을 제시하였다. 이외에도 일본의 초등학교 로봇 투입 영어교육 실험 연구에서도 로봇의 교육적 활용 가능성은 긍정적으로 기대되고 있다.

그러나 로봇을 실제 상업화하기 위한 가장 중요한 문제는 HRI인데, 로봇 역시 사회적 관절면(關節面)이 그 핵심 요소 중의 하나일 것이다. DiSalvo 외 3인[4]은 48개의 로봇 얼굴

굴로 설문조사를 실시하여 로봇의 얼굴 생김새 및 크기(치수), 얼굴을 구성하는 요소의 수가 인간의 지각에 얼마나 기여하느냐에 대한 연구를 하였다. 연구 결과 인간과 비슷한 로봇의 얼굴이 큰 영향을 주지만 매우 비슷한 얼굴은 좋아하지 않았으며, 얼굴 생김새와 크기가 로봇을 인간과 같이 느끼는데 매우 큰 영향을 끼침을 알아냈다.

그러나 아동에 대한 연구는 아니었고, 특히 교육용 로봇의 경우 아동과 로봇이 서로 얼굴을 바라보고 교수와 학습이 이뤄진다고 보면 로봇 얼굴의 중요성은 실로 크다고 하겠다. 그러나 아직 국내에는 로봇 얼굴에 대한 연구가 매우 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 로봇의 얼굴이 아동에게 어떻게 인지되는가를 살펴보기 위해 초등학생들의 선호도와 로봇 얼굴 개량치를 조사 분석하여 로봇 설계의 가이드라인을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 로봇의 교육적 활용 연구

본 절에서는 로봇 선진국의 교육적 활용에 대한 연구 동향을 살펴보고자 한다.

• 일본

이족보행 휴머노이드를 세계 최초로 성공한 일본은 주로 펫 로봇과 홈 로봇에 대한 연구가 활발하다. 또한 HRI 연구도 세계적으로 가장 활발하다. Kanda 외 3인[7]은 영어 800 단어를 암기하고 악수, 인사, 가위바위보 게임 등이 가능한 Robovie를 1학년과 6학년 교실 환경에 투입하여, 2주간 CCTV로 관찰하였다. 아동들은 시간이 흐름에 따라 Robovie에 대한 관심이 줄어들지만 영어 학습에 대한 동기유발에 효과적임을 보였다. 이외에도 특수교육용으로 촉각센서를 활용한 바다표범 Paro를 이용하여 치매 노인의 심리 치료 효과를 보이는 연구도 있다[8].

• 미국

미국은 주로 Lego사의 Mind Storm과 같은 조립을 통한 프로그래밍 학습에 대한 연구가 매우 활발하다. 90년대 초부터 RB5X를

이용해 6개월간 초·중·고·대학원에서 프로그래밍 학습을 실시하고 있다. RB5X는 특히 여학생의 수학교과에 대한 흥미도 제고에 영향을 미쳤다고 보고된다[9].

• 영국과 캐나다

영국은 EPSRC의 지원으로 1998년에 Hertfordshre 대학을 중심으로 시작된 Aurora 프로젝트의 일환으로 주로 자폐증 치료 연구가 활발히 이뤄졌다. 또한 쓰레기 재활용 교육과 같은 로봇을 통한 이벤트 교육도 이루어지고 있다. 캐나다는 인터넷을 활용하여 레고 조립을 하거나, North Brunswick 주의 Livingston Park 초등학교 등 12년간 43개주에서 2,259,000명의 어린이를 대상으로 건강 양호 보건 교육 투어를 하고 있다.

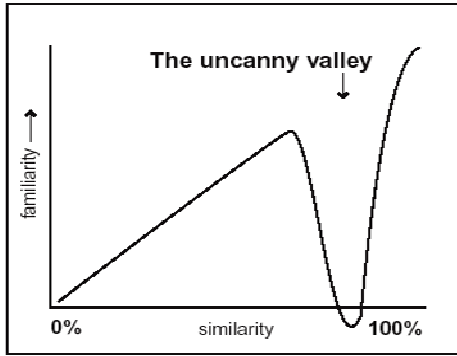
• 한국

한국은 LCD를 탑재한 로봇의 형태로 최근에 매우 활발한 연구를 하고 있다. 김병준과 한정혜[1]는 홈 로봇과 아동의 상호 작용분석에서 로봇이 기존의 기계보다 아동의 불안을 해소시키는 것으로 나타났으며, 학습 효과 측면에서도 학습 집중도와 학습 흥미도, 성취도가 높은 것으로 나타나 로봇의 교육적 활용이 효과가 있을 것이라 기대했다. 김수정 외 2인[2]은 교사 보조 로봇의 기대 역할과 수업 활용 가능성에 대해 연구하였는데, 아동들이 로봇을 자신보다 약간 높은 나이로 보고, 친근하지만 자신보다 우월하여 자신을 이끌어 줄 수 있는 역할을 기대하는 것으로 볼 수 있었다. 또한 아동과 교사 모두 로봇과 로봇 활용 수업에 대한 흥미도가 매우 유의하게 높음을 보여, 학습 매체로서의 새로운 가능성을 보였고 아동과 교사의 중간 보조로서의 교육적 활용 가능성을 시사하였다.

2.2 로봇 얼굴 관련 연구

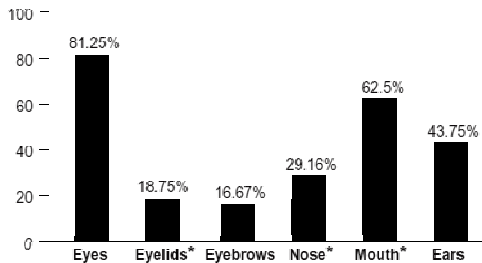
Masahiro Mori박사가 1970년도에 제안한 Uncanny Valley 곡선이론은 <그림 1>과 같다. 즉, 인간과 비슷한 로봇 얼굴일수록 친밀감을 높이는데 큰 영향을 주지만, 너무 인간과 비슷한 얼굴은 친밀감이 급강하하는 계곡

의 형태를 보이는 것이다. 그리고 그 수준을 지나면 다시 친밀감은 높아짐을 보여주고 있다[5].



<그림 1 > Uncanny Valley 곡선

DiSalvo 외 3인[4]은 48개의 로봇의 얼굴을 대상으로 얼굴의 길이를 10"로 정하고 각 부분(눈, 귀, 코, 입, 눈꺼풀, 눈썹)의 치수 및 얼굴 구성 요소를 조사 및 분석하였다. 로봇의 생김새에 영향을 주는 것은 <그림 2>와 같이 눈과 입, 귀로 나타났고 사람이 로봇을 인간답게 인식하는데 코, 눈꺼풀, 입이 가장 영향을 주는 것으로 나타났다.



<그림 2> 로봇 얼굴 인식에 영향을 주는 부분

또한 로봇의 얼굴 생김새 및 치수, 얼굴의 구성요소의 개수가 어떠한 영향을 주는가를 분석하였다. 즉, 휴머노이드 로봇 얼굴을 위한 가이드라인으로 동글 납적한 형태의 머리와 눈, 눈썹 선부터 입까지의 길이, 복잡하고 디테일한 눈, 4개 이상의 얼굴 구성요소, 피부, 언어 등의 요소를 제안하였다. 그러나 이 연구결과는 성인을 대상으로 하여, 로봇기술의 진화적 관점에서는 아동의 로봇 얼굴 인

식에 대한 연구가 선행되어야 한다고 본다.

3. 로봇 얼굴에 대한 파일럿 조사

3.1 로봇 얼굴 색상에 대한 파일럿 조사

본 연구는 로봇 얼굴에 영향을 끼치는 부분(눈, 코, 입 등)에 대한 것인데, 로봇 얼굴의 색깔 구성이 선호도에 유의한 영향을 끼칠 수 있다고 보고, 먼저 파일럿 실험을 통하여 다음의 연구가설을 검증하고자 한다.

- 연구가설: 아동의 로봇얼굴의 선호도에 칼라는 영향을 주지 않는다.

즉 로봇 얼굴의 색상이 아동의 선호도에 유의미한 영향을 끼친다면, 로봇 얼굴의 각 부분에 대한 요인이 섞이게 되므로 흑백으로 실험조사를 해야 하기 때문이다.

이를 위해 2005년 11월 23일부터 12월 5일까지 0초등학교 3,4학년 남녀 총 100명(흑백 집단 50명, 칼라 집단 50명)을 대상으로 다음 <그림 3>과 같이 42개의 로봇 얼굴 선호도에 대한 파일럿 조사를 실시하였다.



<그림 3> 42개의 로봇 얼굴

즉, 로봇 전문 서적을 토대로 로봇 얼굴 42개를 선정하여 흑백카드와 칼라카드로 만들고 무작위로 늘어놓은 후, 각 집단별로 가장 선호하는 로봇의 얼굴 5개를 골라 선호도(5점 척도)의 칸에 배열하고 선택한 이유를 이야기해보는 식으로 진행하였다. 또한 가장 싫어하는 로봇 얼굴을 고르게 하고 이유도

들어보았다. 분석 결과 <표 2>와 같이 로봇 얼굴 색상에 따라 아동의 선호도가 p값이 0.00147로 매우 유의미하게 다른 것으로 나타났다.

<표 2> 로봇 얼굴 색깔에 대한 독립성 검정

로봇	칼라	흑백	χ^2	P-값
파페로	14.8%	9.1%	28.5599	0.00147
HRP-2	12.6%	11.3%		
쥬피터	12.6%	11.3%		
chroino	11.5%	13.5%		
옵티머스 프라임	9.3%	15.0%		
에논	8.8%	0%		
아이로비	7.1%	9.1%		
이프봇	5.5%	0%		
큐리오	4.9%	9.0%		
기타	12.9%	21.7%		
합계	100%	100%		

또한 남녀에 따라 선호하는 로봇의 얼굴도 매우 다르게 나타났는데, 주로 남자 아동은 멋있고 강해보이는 전투적인 모양을, 여자는 귀여운 모양을 선호했다. 공통점은 동그랗고 웃는 표정의 로봇을 좋아한다는 것이었다. 반면, 아동들이 가장 싫어하는 로봇얼굴은 <그림 1>의 계곡과 같이 사람의 얼굴과 흡사한 모양이거나 얼굴 속에 기계가 그대로 드러나 보이는 것, 또는 눈, 코, 입 등이 비대칭이거나 부자연스럽게 달린 것 등이었다. 다음 <그림 4>는 로봇 얼굴 선호도에 대한 파일럿 조사 실시 장면이다.



<그림 4> 파일럿 설문조사 실시 장면

3.2 흑백 로봇 얼굴에 대한 파일럿 조사

3.1절에서의 결과를 반영하여 흑백 사진을 활용함으로써, 로봇 얼굴에 대한 선호도에 영향을 미치는 요인으로서 칼라의 영향을 배제

한 상태에서 각 부분(눈, 코, 입 등)에 대한 조사를 실시하였다. 즉, 로봇 얼굴에 대한 아동의 인지적 분석을 통해 다음과 같은 연구 문제를 살펴보고자 한다.

- 연구문제1: 아동의 로봇 얼굴에 대한 선호도는 어떤 부분에 가장 영향을 받는가?
- 연구문제2: 아동의 로봇 얼굴 부분에 대한 선호도는 성별 간 차이가 있는가?

다음 <표 3>는 흑백 로봇얼굴에 대한 선호비율이다. 제2사분위수 안에 들어오는 7개의 로봇얼굴을 최종 선정하여 4질의 실험을 실시하였다. 즉, 최종 선정된 7개의 로봇 얼굴은 전체 아동의 50%가 좋아한다고 추정할 수 있다.

<표 3> 흑백 로봇 얼굴 선호도

로봇	이름	빈도	비율	누적
	옵티머스 프라임	20	0.093	0.093
	chroino	18	0.084	0.177
	쥬피터	15	0.070	0.247
	hrp-2	15	0.070	0.316
	아이로비	13	0.060	0.377
	파페로	13	0.060	0.437
	큐리오	12	0.056	0.493
	슈피고봇	10	0.047	0.540
	메탈미키	9	0.042	0.581
	오토매틱	8	0.037	0.619
	휴보	8	0.037	0.656
	토포	8	0.037	0.693
	Walking Owl	8	0.037	0.730

선정된 로봇 얼굴은 DiSalvo 외 3인[4]의 연구결과와 유사하게, 비교적 동글 넓적한 머리와 눈을 갖는 것이 많았다. 그러나 가장 선호하는 옵티머스 프라임의 경우는 아동에게 만화 등을 통해 친숙한 얼굴, 로봇다운 얼굴이라는 점이 선호의 주요 요인으로 보인다.

4. 로봇 얼굴 인지도 분석

4.1 실험 설계

2005년 12월 15일부터 12월 22일까지 충북과 경기 소재 각 한 개의 초등학교 1~6학년 남녀 총 185명에 대하여 로봇 얼굴에 대한 인지도를 설문 조사했다(<표 5> 참고).

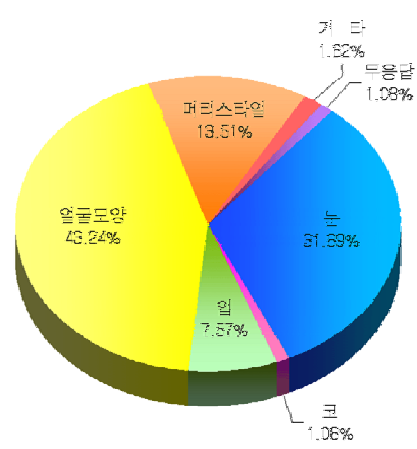
<표 5> 로봇 얼굴 인지도 응답자 정보

항 목	구 분	빈도수	백분율(%)
성 별	남 자	101	54.59
	여 자	84	45.41
	계	185	100.00
학 년	1학년	31	16.76
	2학년	35	18.92
	3학년	27	14.59
	4학년	25	13.51
	5학년	29	15.68
	6학년	38	20.54
	계	185	100.00

4.2 로봇 얼굴의 주요 인지 부분 분석

아동들이 로봇 얼굴의 각 부분(눈, 코, 입 등)에 대하여 어느 부분이 좋아하는 로봇 얼굴을 선택할 때 중요한지 고르도록 하였다.

<그림 5>와 같이 얼굴 모양을 가장 중시하는 경우가 43%이었고, 그 다음으로 눈과 머리 스타일(악세사리, 모자 등)을 꼽았다. 이 결과는 DiSalvo 외 3인[4]와도 유사함을 볼 수 있다.



<그림 5> 선택도에 가장 영향을 준 부분

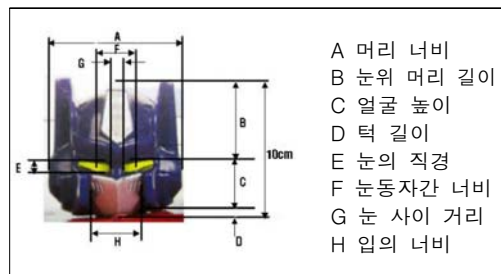
<표 6>은 로봇 얼굴 부위에 대한 성별간의 인지도 차이를 분석한 것으로, 매우 유의한 차이가 있음을 보였다. 남자아동은 얼굴모양 다음으로 눈을, 여자아동은 눈 다음으로 얼굴 모양을 중요시하는 것으로 나타났다.

<표 6> 로봇 얼굴 부위에 대한 성별 비교

부위 성별	눈	코	입	얼굴	머리	기타	무응답	χ^2	p-값
남자	20	0	4	53	22	0	2	37.33	<.0001***
여자	39	2	10	27	3	3	0		

4.3 로봇 얼굴의 계량적 선호도 분석

선호하는 로봇의 얼굴유형에 대한 분석을 하기 위하여, DiSalvo 외 3인[4]의 방법과 같이 얼굴의 높이를 10cm로 정하여 각 부위의 상대 크기를 계산하였다(<그림 6> 참고).

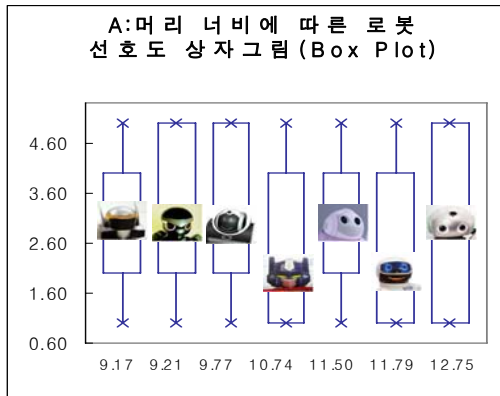


<그림 6> 옵티머스 프라임의 얼굴 척도

7개의 로봇에 대하여 A~H까지의 값에 대하여, 선호도(5점 척도) 평균값과의 관계를

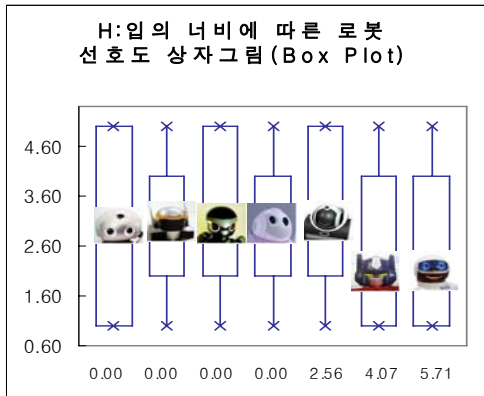
보기 위하여 상자그림을 그려보았다.

<그림 7>은 척도 A에 대한 것으로, 머리 너비가 10cm미만 경우는 선호도가 높았으나, 11.5cm와 12.76cm도 높아 특이한 경향을 찾기는 어려웠다. 나머지 척도(B~G)도 유사한 경향을 보였는데, 이는 선호 로봇집단에 한정되어 분석이 이루어졌기 때문으로 생각된다.



<그림 7> 얼굴 척도 A(x축)와 선호도(y축)

반면, 척도 H는 <그림 8>과 같이 다소 뚜렷한 경향이 보이는데, 입이 없는 경우가 선호도가 높은 편이었다. 입이 없기 때문에 큰 눈이 더 부각되었기 때문이거나, 로봇 자체가 말을 많이 하지 않을 것을 기대하고 있기 때문이 아닐까 추측된다.



<그림 8> 얼굴 척도 A(x축)와 선호도(y축)

4.4 비선호 로봇 얼굴 유형

싫어하는 로봇이 있는 경우 어떤 로봇이

왜 싫은지 구체적인 이유에 대한 조사를 병행한 결과 5명 이상 싫어하는 경우를 정리하면 <표 7>과 같이 기계형이나 인간과 매우 흡사한 얼굴형이 많이 선택되었다. 남자아동은 인간의 얼굴과 흡사한 얼굴형을 선호하지 않았고 여자아동은 기계형의 로봇얼굴을 선호하지 않는 것으로 나타났다.

<표 7> 비선호 로봇얼굴에 대한 성별 비교

로봇	성별	남자	여자	χ^2	p-값
		1	10	16.8073	0.00077
		7	0		
		2	7		
		3	2		

그 밖의 소수로 많이 선택되지 않는 않았지만 <그림 9>와 같이 극단적으로 싫어하는 로봇으로 좌우 비대칭이나 뽀족한 얼굴 등을 꼽았다.



<그림 9> 좌우비대칭과 뽀족한 로봇 얼굴

5. 결론

세계 최초 상용화 로봇인 IROBI의 홈 튜터 기능을 시작으로, 현재 정보통신부 주도로 개발되고 있는 국민로봇에도 미디어를 통한 교육 기능이 포함되고 있다. 그러나 국내에는 로봇 디자인에 대한 연구는 아직 시작단계이며, 교육용 로봇에 대한 개념적 설정은 전혀 고려되지 않고 디자인 산업체의 감각을 기반으로 개발되고 있는 실정이다. 따라서 본 는

문은 국외의 교육용 로봇과 로봇 얼굴 관련 연구 동향을 제시하고, 실제 엔드 유저인 아동들의 로봇 얼굴에 대한 인지도를 분석하고자 하였다.

분석결과를 정리하면, 로봇의 얼굴에 대한 선호도는 얼굴의 색상에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 75%의 아동이 로봇의 얼굴에 가장 중요하게 생각하는 부분이 얼굴과 눈이라고 응답하였으며, 남자아동과 여자아동간의 얼굴과 눈의 중요도는 다르다는 것이 나타났다. 아동들이 선호하는 로봇의 주요 특징은 얼굴이 둥글 넓적하며 눈이 큰 로봇이 주류였고, 얼굴형이 길거나 비대칭형은 싫어함을 보였다.

마지막으로 로봇 얼굴의 계량적 크기에 따라 선호도의 경향을 찾기 위하여 상자그림 분석을 하였는데, 입의 너비 외에는 별다른 경향을 찾기 어려웠다. 이는 본 연구가 파일럿 조사를 통하여 선호되는 로봇집단에 한정되어 비교 분석한 결과로 사료되므로, 향후 연구로 비선호 로봇집단과의 계량적 비교분석이 요구된다.

참고 문헌

[1] 김병준, 한정혜(2005), “아동과 홈 로봇 상호 작용 분석”, 정보교육학회 논문지, 제9권, 제3호, p.387~395

[2] 김수정, 한정혜, 김동호(2005), “교사 보조 로봇의 교육적 활용”. 정보교육학회 하계 발표논문집, 제10권, 제2호, p.409~415

[3] 정보통신부(2003), Boardband IT코리아 9대 신성장 동력 전략의 추진내용

[4] DiSalvo, C., Gemperle, F., Forlizzi, J., and Kiesler, S.(2002), "All Robots are Not Created Equal: The Design and Perception of Humanoid Robot Heads." Designing Interactive Systems 2002 Conference Proceedings, p.321~326

[5] Masahiro Mori(1970), "The Uncanny Valley", Energy, Vol 7, No4, p.33~35

[6] Jeonghye Han, Miheon Jo, Sungho Kim, Sungju Park(2005), "The Educational use of Home Robots for Children", Proceeding of the 14th IEEE Intern' Workshop on Robots and Human Interactive Communications conference

[7] 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, p.61~84

[8] <http://paro.jp/english/>

[9] <http://www.edurobot.com/>

◎ 저 자 소 개 ◎



김 욱 진

2002년 청주교육대학교 졸업
2006년~ 청주교육대학교
컴퓨터교육과 석사과정
현재 청주용성초등학교 교사
연구분야 : U-Learning, 인

간 로봇 상호작용

E-mail: hersyna@hanmail.net



한 정 혜

e-mail : hanjh@cje.ac.kr

1998년 충북대학교 전자계산학과 (박사)
1998년~1999년 연세대학교 산업시스템 공학과 포닥 연구원
연세대학교 인지과학연구소 선임연구원
1999년~2001년 행정자치부 국가전문행정연수원 통계연수부 전산교육 전임교수
2001년~현재 청주교육대학교 컴퓨터교육과 조교수
관심분야 : 인간과 로봇 상호작용, 멀티미디어, r-Learning, 데이터마이닝