

초등학교 교사보조로봇의 외형 디자인 요소에 대한 연구

- 체형에 따른 인상을 중심으로 -

A Study on External Form Design Factors of Teaching Assistant Robots for the
Elementary School

- With Emphasis on the Impression According to Body Feature -

주 저 자 : 유혜진

한국과학기술원 산업디자인학과 석사과정

Ryu hye-jin

Korea Advanced Institute of Science and Technology

공동저자 : 콧소나

한국과학기술원 산업디자인학과 박사과정

Sonya S. Kwak

Korea Advanced Institute of Science and Technology

공동저자 : 김명석

한국과학기술원 산업디자인학과 교수

Kim myung-suk

Korea Advanced Institute of Science and Technology

※ 본 연구는 지역산업기술개발사업(교사보조 및 학습보조 도우미로봇 개발) 연구비 지원으로 이루어졌음

1. 서론

2. 교사보조로봇과 로봇의 외형

- 2-1. 로봇의 외형 분류
- 2-2. 교사보조로봇에 적합한 외형 분류

3. 휴머노이드 로봇의 체형요소

- 3-1. 인간의 체형요소
 - 3-1-1. 성별에 따른 체형요소
 - 3-1-2. 연령에 따른 체형요소
- 3-2. 휴머노이드 로봇의 체형요소 도출

4. 교사보조로봇의 인상 평가 실험

- 4-1. 실험 개요
- 4-2. 실험 방법
 - 4-2-1. 실험 설계
 - 4-2-2. 평가 항목
 - 4-2-3. 실험 도구
 - 4-2-4. 피실험자
 - 4-2-5. 실험 과정

5. 실험 결과 및 가이드라인 제시

- 5-1. 실험 결과
- 5-2. 교사보조로봇의 디자인 가이드라인

6. 결론

참고문헌

(要約)

이 연구의 목적은 교사보조로봇의 역할에 적합한 인상을 찾고, 그러한 인상을 발현하는 체형적 특징을 밝혀내어 교사보조로봇의 디자인 가이드라인을 제시하는 것이다. 교사보조로봇의 역할 이미지를 문헌과 요인분석을 통해 얻고, 인간의 체형요소로부터 교사보조로봇의 체형요소를 8가지로 구성하였다. 체형요소에 따라 변화된 삼차원 로봇 외형 샘플이 제작되어 실측 크기로 벽에 투영되었으며, 교사보조로봇의 주사용자인 아동이 로봇 샘플을 평가하였다. 평가 기준은 교사보조로봇의 역할 이미지, 연령과 성별에 관한 형용사, 선호도, 교사보조로봇으로서의 적합도였으며,

평가 결과는 분산분석, 상관분석에 의해 분석되었다.

실험결과로부터 아동의 교사보조로봇에 대한 역할 이미지에 관련이 있는 요소는 머리길이의 비율, 키, 가슴둘레의 비율, 허리둘레였다. 이 중 키와 허리둘레는 다른 요소에 비해 중요도가 높았으며, 특히, 허리둘레는 모든 역할 이미지에 높은 관련성이 있었다. 또한 다정하고 친절한 인상을 발현하고자 할 때는 허리둘레에 따라 머리길이의 비율을 조절해야 하는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과를 토대로 교사보조로봇의 디자인 가이드라인을 제안하였다.

(주제어)

교사보조로봇, 로봇 디자인, 역할 이미지, 체형요소, 3D 외형 샘플

(Abstract)

The aim of this paper is to suggest a design guideline for a teaching assistant robot by finding out images that satisfy the role of the teaching assistant robot, and to search for a body features that show such images. Role images of teaching assistant robots were established from literature review and factor analysis. And eight elements of body features were extracted from human's elements of body feature. Robot external form samples varied according to the body feature was modeled three-dimensionally. Children, who are the main users of teaching assistant robots, valuated the 3D robot samples projected onto wall in real size. The valuation basis was role images of teaching assistant robots, adjectives about age and gender, preference, and appropriateness as teaching assistant robots. The result of valuation was analyzed by analysis of variance, and analysis of correlation.

The result revealed the fact that four elements of body feature (the ratio of head length, height, the ratio of breast girth, and waist girth) were related to role images. Among these elements, height and waist girth was more important than the rest, particularly, waist girth had strong relation with all the role images. Also, in order to reveal tender and kind image, the ratio of head length was proved to have to be adjusted according to waist girth. On the basis of these result, a design guideline for a teaching assistant robot was suggested.

(Keyword)

Teaching assistant robot, robot design, role image, body feature, 3D external form sample

1. 서론

지능형 및 서비스 로봇 개발이 국가적 차원의 신 성장 동력 산업으로 부상하면서 그 적용분야로 교육 분야가 떠오르고 있다. 도널드 노만(Donald A. Norman)¹⁾은 교육 분야를 미래 로봇 활용분야 중의 하나로 보았으며, 일본 신 에너지산업 기술종합개발 기구에서는 2005년에 '차세대 로봇'으로 청소로봇, 안내로봇, 경비로봇, 보육(childcare)로봇, 지능형 자율주행의자 등 5대 부문을 선정하며 아동을 대상으로 하는 로봇에 대한 필요성을 강조했다²⁾.

이에 따라 교육용 로봇의 개발에 대한 연구는 최근에도 활발히 진행되고 있다. 로보비(Robovie)를 영어교육에 적용한 연구³⁾나, 아이로비(IROVIE)를 학교의 영어 수업에 적용하여 그 효과를 알아본 연구⁴⁾ 등 효율적 교육을 위한 교육용 로봇의 인터랙션에 관한 연구가 진행되었다. 이미 시판되어 많은 인기를 끌었던 아이보(AIBO)도 교육을 위한 로봇으로 구현되어 연구⁵⁾된 바 있다.

이렇듯 교육용 로봇의 유용성이 부각되고 그에 관한 연구와 개발이 활발히 진행되고 있지만, 로봇의 동작 메커니즘이나 교육 콘텐츠, 인터랙션 방식에 대한 연구에 비해 로봇 외형 디자인에 대한 고찰은 현재 부족한 실정이다. 로봇의 외형은 가장 근본적이면서도 가장 처음으로 인간의 로봇에 대한 인상을 불러 일으키는 중요한 요소로써, 신씨아 브리질(Cynthia L. Breazeal)⁶⁾은 움직이는 방식, 표현의 방식과 함께 로봇의 외형은 로봇 개개의 특성을 로봇과 상호작용하는 인간에게 전달한다고 한 바 있다.

이렇듯 외형은 중요한 요소이지만, 외형에 의해 형성되는 인상은 인간과 로봇의 인터랙션의 목적에 부합하여야 한다. 강의를 하는 상황이라면, 점잖거나

위엄 있는 인상이 교사들에게 기대되듯이, 교육용 로봇에게도 그와 같은 기대 인상이 있을 것이다. 그러므로 로봇의 외형이란 그것의 역할에 부합하는 인상을 발현할 수 있는 것이라야 한다.

본 연구는 교육용 로봇 중에서도 초등학교에서 교사를 도와 수업을 진행하는 교사보조로봇을 연구 대상으로 하였으며, 교사보조로봇이 가져야할 이미지는 무엇인지를 밝혀내고, 또한 그러한 이미지를 발현하는 체형은 어떠한지를 밝히는 것을 그 목적으로 하고 있다. 5가지 체형요소에 따라 변형된 32개의 로봇 외형 샘플에 대해 초등학생을 대상으로 교사보조로봇의 역할 이미지와 연령과 성별에 대한 이미지, 그리고 선호도와 교사보조로봇으로서의 적합도를 평가하도록 하는 실험을 바탕으로, 향후 교사보조로봇의 디자인에 참고할 수 있는 가이드라인을 제시하였다.

2. 교사보조로봇에 적합한 외형 분류

2.1. 로봇의 외형 분류

테렌스 풍(Terrence Fong)⁷⁾은 형태적 특성에 따라 로봇을 의인화(anthropomorphic), 동물화(zoomorphic), 풍자화(caricatured), 기능화(functional)된 로봇의 4가지로 분류하였다. 이러한 로봇의 대표적 형태 특징에 따라 각각 적합한 기능과 역할, 장점이 있다. 테렌스 풍은 각각의 로봇 외형 분류의 특징을 [표 2-1]과 같이 정리하였다.

이러한 로봇의 형태적 분류에 따라 그것을 구성하는 체형요소는 크게 다르다. 의인화된 경우는 체형요소가 인간과 가장 비슷하다고 할 수 있다. 동물화된 경우는 다리가 4개이며, 서 있는 모양이 아니고 엎드

[표 2-1] 로봇의 외형 분류와 특징(테렌스 풍, 2003)

의인화된 로봇	로봇의 행동을 이성화시키는데 도움이 됨. 사람과 사회적 상호작용하는 로봇일수록 사람과 구조적, 기능적으로 비슷해야한다.
동물화된 로봇	엔터테인먼트 로봇, 개인용 로봇, 장난감 로봇인 경우에 적합. 보통 개나 고양이와 같은 형태가 많다.
풍자화된 로봇	로봇의 특정 외형으로부터 주의를 분산시킬 수 있음. 의도한 편향된 인터랙션을 이끌 때 효과적. 주의를 끌거나, 비현실적 능력에 대해서 믿을 수 있게 함.
기능화된 로봇	로봇이 하는 일과 목적을 최대한으로 반영한 형태. 기능적 목적으로 디자인된 로봇이나 서비스 로봇에 많다.

1) Donald A. Norman, *Emotional Design*, Basic Books, chapter 7, 2003, pp. 204-206

2) 최수분, '도쿄'2005 국제로봇전'을 보고...로봇 "못하는게 없어요", 서울경제, 2005-12-07

3) Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., Ishiguro, H. "Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial". *Human-Computer Interaction*, 19, 1&2, 2004, pp. 61-84,

4) JeongHye Han, DongHo Kim, "A Field trial on robots as teaching assistants and peer tutors for children". *Proceeding of the Asia Pacific International Symposium on Information Technology*, 2006

5) Decuir, J. D., Kozuki, T., Matsuda, V., Piazza, J. "A friendly face in robotics: Sony's AIBO entertainment robot as an educational tool". *ACM Computers in Entertainment*, 2, 2, 1-4, 2004

6) Cynthia L. Breazeal, *Designing Sociable Robots*, MIT Press, 2002

7) Terrence Fong, Illah Nourbakhshs, Kerstin Dauterhahn, "A survey of socially interactive robots", *Robotics and Autonomous Systems*42, 2003, pp. 143-166.

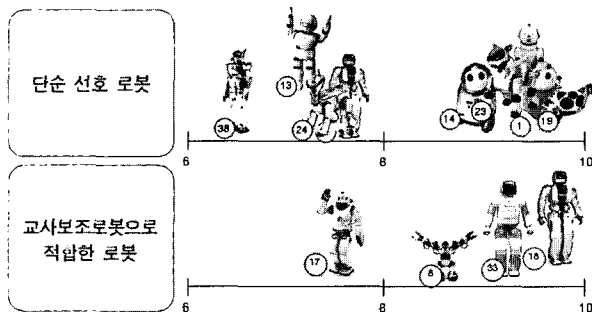
린 모양이다. 기능화된 로봇의 경우는 그 안에서조차 체형요소가 불규칙하다. 체형요소의 변화에 따른 인상을 알아보고자 하는 본 연구에서, 현실적으로 테렌스 풍이 정의한 4가지 로봇 외형 분류에 대해 모두 실험해 볼 수는 없다. 따라서 이 중 가장 교사보조로봇에 적합한 분류를 뽑아 그 체형요소에 대해 연구하도록 한다.

2.2. 교사보조로봇에 적합한 외형 분류

본 연구의 대상으로 하고 있는 교사보조로봇에 가장 적합한 로봇 외형 분류를 알아보기 위해, 초등학교 4학년 학생 24명(남:11명, 여:13명)을 대상으로 기존의 로봇 43종에 대해 선호도와 교사보조로봇으로서의 적합도에 따라 10종을 뽑아 10순위로 배열하는 실험을 하였다.

피실험자 24명이 각각 뽑은 10순위의 로봇에 대해 1순위는 10점, 10순위는 1점을 부여하고 그 점수를 로봇별로 합산하여 결과를 분석하였다. 로봇별로 합산된 점수 순으로 나열하여 어떠한 로봇이 단순히 선호가 되고, 어떠한 로봇이 교사보조로봇으로서 적합하게 생각되는지를 알아보았다. [그림 2-1]은 합산점수가 60점 이상인 로봇들이다.

[그림 2-1] 선호되는 로봇(위)과 교사보조로봇으로 적합한 로봇(아래)



실험 결과 단순히 선호되는 로봇은 주로 동물화된 로봇이고, 그 다음으로 의인화된 로봇이 선호되는 것을 알 수 있었다. 교사보조로봇으로서 적합한 로봇으로는 의인화된 로봇인 휴머노이드 로봇만이 60점을 넘는 것을 볼 수 있다. 이는 아동들이 단순히 선호하는 로봇 외형과 로봇의 역할에 적합하다고 생각하는 로봇 외형이 다르다는 것을 보여주며, 더욱더 본 연구의 필요성을 지지한다. 특히 교사보조로봇으로서 적합한 로봇 외형으로 휴머노이드 로봇을 선호하였는데, 이 결과는 제니퍼 고츠(Jennifer Goetz)⁸⁾ 의 2인

의 로봇 외형과 업무간의 조화(match)에 관한 연구 결과와도 상통한다. 고츠 외 2인의 연구에서는 사용자들이 예술형(Artistic), 진취형(Enterprise), 사무형(Conventional), 사회형(Social)의 업무 유형에서 기계형 로봇(machinelike robot)보다 인간형 로봇(humanlike robot)을 보다 선호함을 밝혔다. 이는 사회형에 해당하는 교사보조로봇의 경우 인간형 로봇이 선호됨을 지지한다.

이에 따라 본 연구에서는 교사보조로봇으로 로봇 외형 분류 중 의인화된 로봇에 해당하는 휴머노이드 로봇을 사용하고자 한다.

3. 휴머노이드 로봇의 체형요소

3.1. 인간의 체형요소

연구의 범위를 휴머노이드 로봇으로 한정함에 따라, 인간의 체형으로부터 로봇의 체형을 구축할 수가 있다. 인간의 체형은 로봇에 비해 거의 그 변화가 없다고 할 수 있겠으나, 성별과 연령에 따른 차이가 가장 확연하다고 할 수 있다. 이에 따라 인간의 성별과 연령에 따른 외형 특징을 가장 잘 보여주는 체형요소를 로봇의 체형요소 정립에 사용하고자 한다.

3.1.1. 성별에 따른 체형요소

석혜정, 김인숙⁹⁾은 남성의 체형요소를 분석 데이터로 삼아, 체형 요인분석을 어떻게 하면 더욱 정확하고 의미 있게 할 수 있는가에 대해 연구한 바 있다. 남성의 체형요소를 69개로 구분 짓고(높이, 너비, 두께, 둘레, 각도 등에 관련된 여러 요소), 여러 방법(측정치를 절대치로 하거나, 지수치로 하거나, 필요 없는 항목을 제외한다거나)으로 요인분석을 한 결과를 보여주었다. 지수치의 경우 특정 체형요소를 기준으로 하여 다른 체형요소의 값을 비율로서 나타낸 후 요인분석을 한 것이다. [표 3-1]에서 지수치(I)은 목뒤 점높이를 기준으로 하여 모든 다른 체형요소의 비율 값을 낸 것이며, 지수치(II)는 높이관련 항목은 목뒤점 높이를 기준으로, 너비 관련 항목은 윗가슴너비를 기준으로 하여, 서로 관련이 있는 항목끼리 그룹으로 묶어 그 대표값을 정한 후 각 그룹의 대표 항목을 기준으로 다른 체형요소의 비율값을 낸 것이다. 특이한 것은 네 번의 다른 방식의 요인분석 모두 요인1과 2로서 높이와 너비에 관련된 항목들이 분류되었다.

International Workshop on Robot and Human Interactive Communication), Vol. IXX, Oct. 31-Nov. 2, Milbrae, CA. pp. 55-60

9) 석혜정, 김인숙, "요인분석시 형태요인을 도출시키기 위한 자료 변환 연구", *대한가정학회지* 제 40권 2호, 2002, pp. 67-86

8) Jennifer Goetz, Sara Kiesler, Aaron Powers, "Matching Robot Appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation", *ROMAN 2003(The 12th IEEE*

[표 3-1] 남성 체형의 정면 계측치를 요인분석한 4가지 결과(석혜정, 김인숙, 2002)

요인	절대치의 자료 사용	지수치(I)의 자료 사용	지수치(II)의 자료 사용	지수치(III)의 자료에서 필요 없는 항목을 제거
1	높이	너비	상반신너비형태	하반신형태
2	너비	상반신길이	하반신높이 길이	상반신형태
3	상반신길이	상반신높이	하반신형태	상견부형태
4	어깨형태	어깨형태	상반신 후면길이	어깨형태
5	하반신형태	하반신길이	상반신 전면길이	영덩이·살길이
6	가슴형태	하반신형태	어깨형태	
7		상반신형태	상견부형태	
8		상견부형태		

위 연구에서 팔목할만한 점은 자료를 절대치로 두지 않고 서로 관련성이 높은 항목끼리 그룹을 지어, 대표적인 항목을 기준으로 다른 항목의 값을 비율로 지수치화 했다는 점이다. 체형이 개별적으로 각각 인상에 영향을 미치는 것이 아니라 서로 상보적으로 영향을 미친다는 점에서 이러한 방식의 지수치화는 효과적인 것으로 보인다.

최유경¹⁰⁾은 여성의 체형을 형태에 따라 분류하는 연구를 진행하였다. 체형을 유형화하기 위하여 유형의 기준이 되는 체형요소를 뽑기 위한 요인분석을 실행하였다[표 3-2]. 그 결과, 어깨와 허리너비의 대비, 상반신의 길이와 같이 너비와 길이의 요인이 중요 요인으로 꼽혔다.

테리(Terry F. P.) 외 2인¹¹⁾은 플레이보이지의 플레이메이트의 신체적 특징과 미국의 사회적 경제적 요인간의 상관관계를 밝힘으로써 사회적 환경이 여성에 대한 선호도와 인식에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 연구하였다. 이를 밝히기 위해 신체적 요소를 구분하였으며, 이는 여성 신체의 특징적 요소라고 할 수 있다. 이 요소들 중 체형에 관련된 요소는 허리, 가슴, 엉덩이둘레의 비율이 있었으며, 각 요소의 비율인 허리-엉덩이 비율, 가슴-허리 비율, 그리고 키와

[표 3-2] 여성 체형의 정면 계측치의 요인분석 (최유경, 1997)

요인 1	요인 2	요인 3
어깨와 허리너비의 대비	하반신부위의 높이	상반신의 길이
요인 4	요인 5	요인 6
정면의 너비	어깨의 높이와 각도	허리에서 둔부까지의 형태

10) 최유경, *여성 체형의 형태적 분류 및 연령 증가에 따른 변화*, 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 1997.

11) Terry F. P., Brian J.J., "Playboy Playmate Curves:

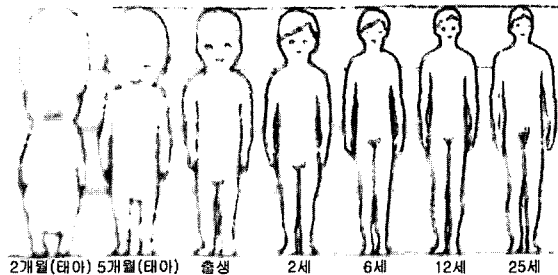
몸무게가 있었다.

상기와 같은 체형 관련 연구에서 비취볼 때, 체형 연구를 위해 대표적인 항목을 기준으로 항목의 값을 비율로 지수치화하는 방식은 효과적인 방법이며, 체형은 수평적 항목들과 수직적 항목들로 크게 나눌 수 있음을 알 수 있다. 특히 수평적 요소들은 주로 성별적 특징을 나타내는 것으로 보인다.

3.1.2. 연령에 따른 체형 요소

연령에 따른 인간 체형의 변화는 발달 심리학에서 많이 다루어지고 있다. 이 분야의 연구에 따르면, 연령에 따른 신체차이를 나타내는 특징 중의 하나로 머리와 전체 몸길이의 비율을 들 수 있다. 송명자¹²⁾는 영아기 신체발달은 머리 쪽에서 아래쪽으로 발달하는 원리를 따라 발달하기 때문에, [그림 3-1]과 같이 성장함에 따라 머리는 전체 몸에 비해서 그 비율이 작아진다고 하였다. 이희선¹³⁾은 연령증가에 따른 체형의 변화를 보면 신체 각 부분이 동일한 비율로 발달하고 있지 않으며, 신생아의 신장과 머리의 비율은 4분의 1 정도 되지만, 성장과 더불어 그 비율이 점차 감소해서 성인기에는 8분의 1정도 밖에 되지 않는다고 하였다. 이는 머리 부분에 비해 키의 발달이 현저하기 때문에 나타나는 결과이다.

[그림 3-1] 태아기에서 성인기까지의 신체변화 (Robins et. al., 1928, Shaffer, 1993)



연령에 따른 두번째, 세번째 신체 특징으로는 팔의 길이, 다리의 길이 변화를 들 수 있다. 송명자¹⁴⁾는 영아기 신체 발달의 또 다른 원리로 몸의 중심부에서 말초부로 발달하는 원리를 들면서, 먼저 몸통의 발달이 일어난 후 팔, 다리, 손, 발의 신체 지부가 발달한다고 하였다. 김경희¹⁵⁾는 영아기 때에는 성인에 비하여 동체가 크고 사지가 짧지만, 동체보다 사지의 성

Changes in Facial and Body Feature Preferences Across Social and Economic Conditions", *Personality and Social Psychology Bulletin*, Vol. 30, No. 9, September 2004 p.192.

12) 송명자, *발달심리학*, 학지사, 1995, pp. 67-68

13) 한국유아체육협회, <http://www.childpe.or.kr>

14) 송명자, *발달심리학*, 학지사, 1995, pp. 67-68

15) 김경희, *발달심리학*, 학문사, 1999, p. 80, 193

장이 빨라서 6~12세경에는 팔다리가 긴 모습이 되어 아기 모습이 없어진다고 하였다.

최유경¹⁶⁾은 만 3세 이후에는 돌레항목에 비해 높이 항목의 성장률이 더 크다고 하였으며, 조윤주¹⁷⁾의 2인은 아동 신체의 너비·두께 성장 폭은 다른 부위에 비해 작다고 하였다. 위와 같은 체형관련 연구에 비춰볼 때, 수직적 요소들은 주로 연령적 특징을 나타내는 것으로 보인다.

3.2. 휴머노이드 로봇의 체형요소 도출

인간의 체형요소에 대한 자료들을 바탕으로 실험의 독립변인으로 쓰일 로봇의 체형요소를 추출하였다 [표 3-3]. 최유경¹⁸⁾은 키와 체중은 다른 항목들이 가지고 있는 신체 크기에 관한 정보를 모두 포함하고 있다고 하였다. 그렇기 때문에 본 연구에서는 키와 체중을 기준 항목으로 뽑았으며, 각각 수직적, 수평적 항목의 대표 항목이 된다. 이를 기준으로 앞의 문헌들을 참고하여 수직적, 수평적 두 분류로 8개의 체형요소를 뽑았다. 체중의 경우 형태적으로 보여주기 위하여 허리둘레로 변환하여 사용하기로 하였다.

[표 3-3] 휴머노이드 로봇의 체형요소

수직적 요소	
비율요소	머리길이의 비율 (머리길이/키) 팔길이의 비율 (팔길이/키) 다리길이의 비율 (다리길이/키)
기준요소	키
수평적 요소	
비율요소	어깨둘레의 비율 (어깨둘레/허리둘레) 엉덩이둘레의 비율 (엉덩이둘레/허리둘레) 가슴둘레의 비율 (가슴둘레/허리둘레)
기준요소	허리둘레

수직의 경우 4번 항목인 키를 기준으로 하고 1, 2, 3번의 항목이 비율로써 나타나게 된다. 즉, 머리길이의 비율은 키에 대한 머리길이이며, 팔길이의 비율은 키에 대한 팔길이, 다리길이의 비율은 키에 대한 다리길이이다. 수평의 경우는 8번 항목인 허리둘레를 기준으로 하여 5, 6, 7의 항목이 비율로 나타나게 된다. 즉, 어깨둘레의 비율은 허리둘레에 대한 어깨둘레이며, 엉덩이둘레의 비율은 허리둘레에 대한 엉덩이둘레이며, 가슴둘레의 비율은 허리둘레에 대한 가슴둘레이다. 수직적 요소는 연령과, 수평적 요소는 성별과 관련이 있을 것으로 예상된다.

16) 최유경, 이순원, "유아의 월령에 따른 신체 발달 연구-12개월에서 59개월을 대상으로-", *한국의류학회지* 19(5), 790~800, 1995

17) 조윤주, 박정순, 윤정혜, "아동 기성복 상의 치수규격에 관한 연구", *복식문화연구* Vol.3, No.2, 1995

18) 최유경, *여성 체형의 형태적 분류 및 연령 증가에 따른 변화*, 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 1997

4. 교사보조로봇의 인상평가 실험

4.1. 실험 개요

휴머노이드 로봇의 체형요소를 독립변인으로 하고, 그 독립변인에 따라 변형된 로봇 외형 샘플을 3차원으로 모델링한 후, 샘플의 부피감과 실제감을 느낄 수 있도록 하기 위하여 회전하는 애니메이션으로 제작하여 프로젝터로 벽에 투영하였다. 독립변인을 제외한 다른 요소들을 통제하기 위하여 하나의 로봇 외형 샘플 모델링을 독립변인에 따라 로봇의 특정 부분을 축소, 확대 하는 방식으로 샘플들을 제작하였다.

로봇의 체형적 특징을 잘 표현할 수 있는 독립변인으로 수직적, 수평적 요소의 두 분류로 선택한 것은 그것들이 인간의 체형에 있어 연령과 성별에 영향을 미치는 요소들이기 때문이며, 연령적·성별적 특징은 한 개체의 개성을 설명해주는 강력한 요소들이기 때문이다. 이러한 연령적·성별적 특징이 잘 나타날 수 있도록 독립변인의 수준을 설정하는 것은 중요하다. 따라서 4개의 수직적요소의 수준을 3가지로 설정하고, 1수준은 아동, 3수준은 어른, 2수준은 그 중간점으로 지정하였다. 이는 한국인의 평균 신체 치수¹⁹⁾와 저자의 이전 연구²⁰⁾에서의 데이터를 이용하여 아동스러움과 어른스러움을 나타내는 머리길이, 팔길이, 다리길이, 키의 정도를 분석함으로써 이루어졌다. 4개의 수평적 요소는 수직적요소가 수치적인 수준을 갖는 것과는 달리 형태적 수준을 갖기 때문에 형태가 다양하게 나오도록 설정하였다.

이렇게 설정된 체형요소가 연령·성별에 어떠한 관련이 있고, 교사보조로봇의 역할 이미지를 발현하려면 어떤 체형을 가져야 하는지 알아보도록 한다.

4.2. 실험 방법

가설을 검증하기 위해 독립변인에 따라 변형된 회전하는 삼차원 로봇 샘플을 초등학교생에게 보여주고 주어진 기준에 따라 로봇 이미지를 평가하도록 하는 실험을 하였다.

4.2.1. 실험 설계

독립변인은 [표 4-1]과 같이 8개이고 각각의 수준을 3수준으로 설정하였으므로, 독립변인에 따른 샘플의 수는 $3^8=6561$ 가지나 된다. 이는 현실적으로 실험










19) 산업자원부기술표준원, 제 5차 한국인 인체치수조사사업 보고서, 2004

20) Hyejin Ryu, MinJeong Song, JeonGun Choi, MyungSuk Kim, "Visualization of Teaching-assistant robot's Image Based on Child's Mental Model", *Kansei Engineering & Intelligent Systems*, 2006

불가능한 샘플의 숫자이기 때문에 유의한 독립변인만을 걸러내어 샘플의 수를 줄여야 한다. 따라서 본 실험에 앞서 각 독립변인이 아동의 로봇에 대한 인상형성에 유의한 영향을 미치는지, 유의하다면 그 경향성이 선형적(線形的)인지를 파악하여, 무의한 독립변인은 제외하고, 유의하다더라도 선형적 경향성을 띠면 2수준으로 낮출 수 있도록 독립변인의 유의성 확인을 위한 예비 실험을 본 실험에 앞서 실행하였다.

독립변인의 유의성 확인을 위해, 각 인자를 독립변인에 따른 샘플수를 적게 하면서 분석이 가능하도록 고안된 표인 다구치(Taguchi)의 직교표²¹⁾에 할당하여 실험하였다. 직교표 중 독립변인 8인자 3수준을 포함할 수 있으면서도 실험회수가 가장 적은 L₂₇ 직교표를 사용하여 총 27개의 샘플을 제작하였다.

[표 4-1] 독립변인과 그 수준

머리길이의 비율 (머리길이/키)	키의 1/7	키의 1/5.5	키의 1/4
팔길이의 비율 (팔길이/키)	키의 1/3	키의 1/2.5	키의 1/2
다리길이의 비율 (다리길이/키)	키의 0.4	키의 0.5	키의 0.6
키	125cm	145cm	165cm
어깨둘레의 비율 (어깨둘레/허리둘레)			
엉덩이둘레의 비율 (엉덩이둘레/허리둘레)			
가슴둘레의 비율 (가슴둘레/허리둘레)			
허리둘레	20cm	30cm	40cm

피실험자들은 다 같이 로봇 샘플 이미지를 보고 독립변인의 수치, 수평 요소와 관련 있는 연령과 성별에 대한 인상을 5점 척도로 평가하였다. 실험 결과를 각 로봇 샘플별 평균에 대해 분산분석하였다. $P < 0.1$ 을 유의도의 기준으로 정하였으며, 유의하지 않은 체형요소는 오차항으로 풀링하였다.

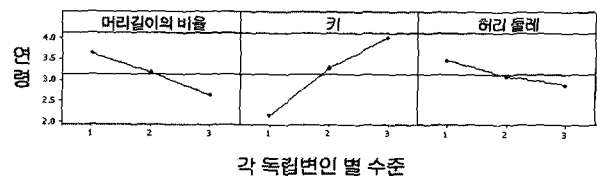
연령에 대한 분산 분석 결과 $P < 0.1$ 로 유의한 항목은 3가지로 나타났다[표 4-2]. [그림 4-1]에서, 이 요소들은 연령 인상에 대해 선형적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 머리가 키에 비해 작을수록, 키가 클

[표 4-2] 연령적 인상형성에 영향을 미치는 체형요소

F값	14.21	50.96	5.07
P값	0.000	0.000	0.017
어른스러운 특징	머리가 작을수록	키가 클수록	허리둘레가 얇을수록

21) Taguchi, G, System of Experimental Design, Vol. 1, UNIPUB / Karus International Publication and American Supplier Institute Inc. 1987

[그림 4-1] 체형요소에 따른 연령 인상 변화



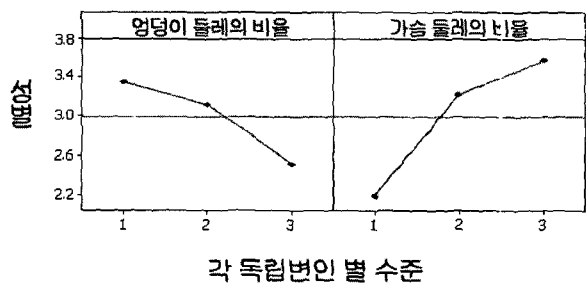
수록, 허리가 가늘수록 어른스럽게 느껴졌다.

성별에 대한 분산 분석 결과 $P < 0.1$ 로 유의한 항목은 [표 4-3]과 같이 엉덩이둘레의 비율, 가슴둘레의 비율의 두 가지로 나타났다. [그림 4-2]에서, 두 체형요소는 성별 인상에 대해 선형적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 엉덩이 둘레가 허리에 비해 작을수록, 가슴둘레의 비율이 클수록 남성스럽게 느껴졌다. 특히 가슴둘레 비율의 경우 보통 실제 인간의 경우와는 다른 결과로, 이는 전체적 몸통에 비해 가슴부분이 들어간 형태는 인간의 경우에서는 찾아보기 힘든 체형이기 때문에 가슴이 들어간 곳이 허리로 인식이 되기 쉽기 때문으로 추정된다. 따라서 허리가 얇다는 느낌을 주어 여성스럽다고 느끼고, 또한 가슴부분이 나온 경우 오히려 몸체가 튼튼하고 무겁게 느껴져 남성스럽다고 느끼는 아동이 많았다.

[표 4-3] 성별적 인상형성에 영향을 미치는 체형요소

F값	2.91	8.02
P값	0.076	0.002
남성스러운 특징	엉덩이 둘레가 작을수록	가슴의 둘레가 클수록

[그림 4-2] 체형요소에 따른 성별 인상 변화







유의성 확인 실험에서 유의했던 체형요소들만을 가지고 본 실험을 진행한다. 연령 인상 형성과 성별 인상 형성에서 유의했던 인자인 머리길이의 비율, 키, 엉덩이둘레의 비율, 가슴둘레의 비율, 허리둘레, 이렇게 5개의 체형요소가 본 실험에서의 독립변인이 된다. 이 체형요소들은 모두 인상 형성에 선형적인 영향을 미치는 것으로 나타났기 때문에, 3수준의 양 끝 수준을 각 수준값으로 하여, 2수준으로 변경하여 본 실험을 진행한다. 본 실험에서 사용할 독립변인과 그 수준은 [표 4-4]와 같다.

위와 같은 독립변인 유의성 확인 실험을 통해 본

실험의 독립변인은 머리길이의 비율, 키, 엉덩이둘레의 비율, 가슴둘레의 비율, 허리둘레의 5개로 각각 2수준이므로, $2^5=32$ 개의 팩토리얼 디자인(factorial design)의 구성을 따라 로봇 이미지 샘플을 제작하였다. 한 피실험자가 총 32가지 샘플에 대해 평가하였다.

[표 4-4] 본 실험의 독립변인과 그 수준

머리길이의 비율 (머리길이/키)	키의 1/7	키의 1/4
키	125cm	165cm
엉덩이둘레의 비율 (엉덩이둘레/허리둘레)		
가슴둘레의 비율 (가슴둘레/허리둘레)		
허리둘레 (정면에서의 너비)	20cm	40cm

4.2.2. 평가 항목

본 실험에서 피실험자들은 6가지의 교사보조로봇의 역할 이미지와, 연령과 성별의 기본형용사, 그리고 선호도와 교사보조로봇으로서의 적합도에 대해 평가하였다[표4-5]. 교사보조로봇의 역할 이미지는 저자의 이전논문²²⁾에서 요인분석에 의해 6 항목으로 구분되었으며, 그 외 다른 항목들도 이전논문에서 사용되었던 평가항목이다.

기본적 형용사로서 연령과 성별을 뽑은 것은, 독립변인이 수직적·수평적인 요소로 되어 있고, 각각이 연령과 성별에 관련 있기 때문이다.

역할 이미지와 선호도, 교사보조로봇으로서의 적합도는 1~5점까지의 리커트(Likert) 스케일로, 기본형용사 항목인 연령, 성별은 각각 아이(1)~중간(3)~어른(5), 여자(1)~중간(3)~남자(5)로 구성되었다.

[표 4-5] 측정항목

역할 이미지	기본 형용사
다정·친절	연령
지도력	성별
정확한 지식	기타
유연성	
신뢰·인내	선호도
성실·공정	교사보조로봇으로서의 적합도

4.2.3. 실험 도구

외형관련 연구는 주로 다양한 외형에 대한 인상을 평가하도록 하는 방식으로 이루어져 왔다. 이를 위해서는 다양한 외형 샘플이 있어야 하는데, 특히 로봇의 경우 많은 샘플을 모두 실물로 제작한다는 것은

시간적·금전적으로 어렵기 때문에 주로 2D상의 이미지를 이용하여 실험을 진행한다. 그러나 2D의 이미지를 사용하여 실험할 때는 부피감, 실제감, 크기감을 느낄 수 없다는 한계점이 있다.

이러한 한계점을 극복하기 위해 본 연구에서는 실제 크기감과 부피감을 살릴 수 있도록 샘플을 로봇이 회전하는 3D 애니메이션으로 제작하고 이를 실측 크기로 벽면에 투영시켰다. 실제감을 더하기 위해 실험 공간의 흰 벽면의 아래쪽에 스티로폼으로 교단과 같은 받침대를 만들어 그 위에 로봇 이미지를 실측크기로 투영하여, 로봇 이미지 샘플의 발부분이 지면에 닿아 서있는 것 같은 효과를 주었다[그림 4-3].

4.2.4. 피실험자

아동은 어른에 비해 적은 연령 차이에도 신체적, 정신적 성숙차이가 커서, 로봇에 대한 인상도 연령에 따라 차이가 날 가능성이 다분하다. 현실적으로 모든 학년을 대상으로 실험하는 것은 불가능하므로, 본 연구에서는 한 학년을 대상으로만 실험을 하였다.

학년 중 4학년은 저학년에서 고학년으로 넘어가는 시기로, 국어의 경우는 3학년까지는 대체로 단순한 느낌을 묻는 문제들이지만 4학년부터는 자기 생각을 정리하고 표현을 요구하는 형태로 심화해 간다. 또한 수학에서도 저학년은 생활주변의 구체적인 소재를 가지고 문제를 다루지만 4학년부터는 세분수의 덧셈, 뺄셈, 혼합 계산 등 추상적 개념이 전제되는 내용을 공부하게 된다²³⁾. 그렇기 때문에 로봇을 단순 기계가 아닌 또 하나의 인격체로 보려면 연령이 어릴수록 좋지만, 실험을 위한 의견표현 능력, 추상적 단어로 이루어진 역할 이미지의 이해도 어느 정도 가능한, 고학년 중 가장 어린 4학년 아동을 피실험자로 하였다.

독립변인 유의성 확인 실험을 위해서는 남자 아동 13명, 여자 아동 11명으로 총 25명의 4학년 남녀학생이, 로봇의 인상평가 실험을 위해서는 남자 아동 11명, 여자 아동 19명으로 총 30명의 4학년 학생이 참여하였다. 평준화된 대전 소재 초등학교 중 한 학교의 한 학급의 학생들이 실험에 참여하였다. 피실험자들에게는 실험 후에 학용품이 제공되었다.

4.2.5. 실험 과정

피실험자들은 독립변인의 유의성 확인 실험과 마찬가지로 벽면에 실제 크기로 투영된 3D 애니메이션 로봇을 통해 실험에 참여하였다. 피실험자들이 실험 방법과 개념에 대해 이해하는 것을 돕기 위해, 실험에 앞서 어떠한 방식으로 인상을 평가하는 것인지 설

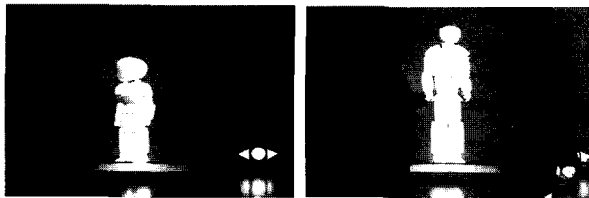
22) Hyejin Ryu, MinJeong Song, JeonGun Choi, MyungSuk Kim, Op. Cit.

23) 김강일, 김명옥, *평생성적, 초등 4학년에 결정된다*, 예담 friend, 2004

명을 하고 3가지 로봇 이미지 샘플을 보면서 연습을 하는 시간을 가졌다. 또한 실험에 있어서 답이란 없으며, 자신이 느낀 대로 평가를 하는 것이라는 것을 주지시켰다.

각 평가 항목에 대한 설명 후에 32개의 로봇 샘플을 보여주며, 각 로봇 샘플에 대해 제시된 평가 항목에 대한 평가를 하도록 하였다. 역할 이미지의 경우 아동이 이해하기 어려운 추상적인 단어로 이루어져 있기 때문에, 로봇 이미지의 인상을 평가하기 이전에 각각의 역할 이미지에 적합한 시나리오를 보여주어 아동의 이해를 도왔다.

피실험자는 실험 도중에 앞으로 나와서 로봇 이미지 샘플의 크기를 가늠해 보기도 하였으며, 실험 진행자가 로봇 이미지 샘플 옆에 서기도 하여 크기를 비교해 볼 수 있도록 하였다[그림 4-3].



[그림 4-3] 본 실험의 실험 모습

5. 실험 결과 및 가이드라인 제시

5.1. 실험 결과

팩토리얼 디자인에 의한 본 실험 결과로부터 분산 분석을 수행하여, 어떠한 체형요소 독립변인이 각 역할 이미지에 대한 인상 형성에 유의한 효과를 미치는지를 알아보았다. 본 실험의 분석에서는 각 역할 이미지 내에서의 독립변인 간의 2차 교호효과(交互效果)까지 알아보고자 하였다. 교호효과란 두개 이상의 변인이 있을 때, 변인 간의 조합에 의해 나타나는 효과가 변인 단독의 효과인 주효과(主效果)와 다른 경향을 보이는 것으로, 예를 들면 변수 A에 의한 효과에 또 다른 변수인 B가 작용하여 B의 수준에 따라 A에 의한 효과가 다르게 나타나는 경우를 들 수 있다. 교호효과 분석 시에는 계층 원리(hierarchy principle²⁴⁾)에 따라, 무의하다고 판명된 주효과가 포함된 교호효과는 분석에서 제외하였다. $P \leq 0.1$ 을 유의도의 기준으로 정하였으며, 유의하지 않은 체형요소는 모두 오차항으로 풀링하였다.

24) Montgomery D.C., *Design and Analysis of Experiments*, 5th edition, John Wiley & Sons, NY.

Hierarchy principle이란 고차항의 교호효과(ex: A*B)를 계산하려면 분석과정에서 그 하위 항목(ex: A, B)이 포함되어야 한다는 것을 가리킨다. 많은 통계 구축가들이 이 원리를 따른다.

[그림 5-1]은 역할 이미지에 영향을 미치는 체형요소의 주효과와 교호효과에 관한 것으로 왼쪽의 막대 그래프는 scaled estimate²⁵⁾값을 표시한 것이며, 각각의 역할 이미지에 체형요소가 얼마나 영향을 미치는가를 표시한다. (+)방향의 막대는 독립변인의 수준이 증가할수록, (-)방향의 막대는 독립변인의 수준이 감소할수록 역할 이미지에 긍정적 영향을 미친다는 것을 뜻한다. 오른쪽의 선 그래프는 각각의 역할 이미지에서 독립변인들의 교호효과를 보여준다.

다정·친절의 인상에 유의한 영향을 미치는 체형요소는 주효과 3가지(머리길이의 비율, 가슴둘레의 비율, 허리둘레)와 교호효과 2가지(머리길이의 비율*허리둘레, 가슴둘레의 비율*허리둘레)이다. scaled estimate의 값을 참고하면 머리길이의 비율이 클수록, 가슴둘레의 비율이 작을수록, 허리둘레가 가늘수록 다정·친절하게 느껴지는 것으로 나타났다. 또한 scaled estimate의 절대값을 비교해보면 허리둘레가 가장 영향이 크며, 머리길이의 비율, 가슴둘레의 비율 순으로 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

교호 작용이 나타난 (머리길이의 비율*허리둘레)의 경우, 허리둘레가 20cm일 때는 머리길이의 비율이 작을수록 다정·친절했지만 허리둘레가 40cm일 때는 머리길이의 비율이 클수록 다정·친절하게 나타났다. 교호효과는 주효과보다 우선하며, 따라서 허리둘레에 따라 머리길이의 비율을 다르게 조절해야 한다.

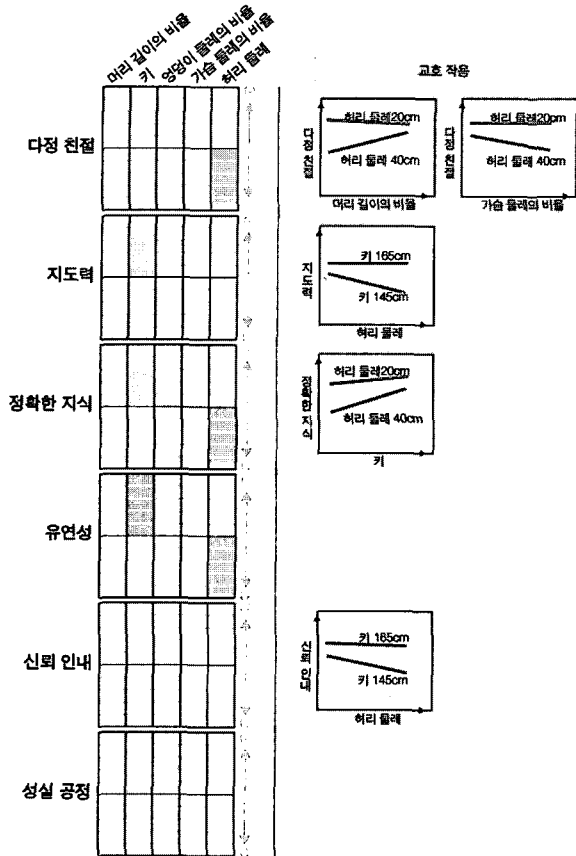
또 다른 교호효과인 (가슴둘레의 비율*허리둘레)의 경우, 허리둘레가 20cm일 때는 가슴둘레의 비율에 따른 인상의 차이가 나타나지 않지만, 허리둘레가 40cm일 때는 가슴둘레의 비율이 작을수록 다정·친절하게 느껴지는 것으로 나타났다.

다정·친절을 제외한 나머지 5가지 역할 이미지의 인상에는 키와 허리둘레가 관련이 있으며, 키가 클수록, 허리둘레가 가늘수록 역할 이미지에 긍정적인 영향을 미쳤다. 그러나 역할 이미지 각각에 따라 이 두 체형요소간의 교호효과의 유무, 그리고 영향을 미치는 정도의 순위가 다르다. 이는 모두 scaled estimate의 값과 그 절대값을 참고하면 알 수 있다.

지도력의 경우 허리둘레보다 키가 더 영향력이 있었으며, 교호효과도 존재하는 것으로 나타났다. 또한 교호효과인 (키*허리둘레)의 경우, 키가 165cm일 때는 허리둘레에 따라 지도력 차이가 없었으나, 키가 145cm일 때는 허리둘레가 작아질수록 지도력이 높게

25) scaled estimate란 다중회귀분석의 식($Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \epsilon$)에서의 β_p 를 말하며, 이 값의 절대값의 크기가 클수록 그에 해당하는 독립변인이 종속변인에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다.(Y:종속변수, β_0 :intercept, X_p :독립변수, ϵ :오차)

[그림 5-1] 역할 이미지와 체형요소의 관계



느껴지는 것으로 나타났다.

정확한 지식의 경우 키보다 허리둘레가 더 영향력이 있었으며, 교호효과도 존재하는 것으로 나타났다. 또한 교호효과인 (키*허리둘레)의 경우, 허리둘레에 관계없이 키가 커질수록 정확한 지식의 역할 이미지에 긍정적 영향을 주지만 허리가 두꺼울 때보다 허리가 가늘 때 긍정적 영향이 더 컸다.

유연성의 경우 키와 허리둘레가 비슷한 정도로 영향을 미쳤으며, 교호효과는 없었다.

신뢰·인내의 경우 키가 허리둘레보다 더 영향력이 있었으며, 교호효과도 존재하는 것으로 나타났다. 교호효과인 (키*허리둘레)의 경우, 키에 관계없이 허리둘레가 가늘어질수록 신뢰·인내의 역할 이미지에 긍정적 영향을 주지만 키가 작을 때 보다 키가 클 때 긍정적 영향이 더 컸다.

성실·공정의 경우 키가 허리둘레보다 더 영향력이 있었으며, 교호효과는 존재하지 않았다.

[표 5-1]은 기본 형용사와 역할 이미지를 피어슨(Pearson) 상관분석한 결과로, 유의도 $p < 0.05$ 를 기준으로 유의하다고 판명된 상관관계수 r 값을 기재하였다. r 값이 양수이면 연령의 경우 연령이 많을수록, 성별의 경우 남성스러울수록 해당 역할 이미지에 관련이 있는 것이며, r 값이 음수이면 연령이 적을수록, 여성

스러울수록 해당 역할 이미지에 관련이 있는 것을 나타낸다. 무의미한 경우는 실선으로 표시하였다.

전체적으로 상관관계수는 높지 않게 나타났지만 연령의 경우 모두 양수의 r 값을, 성별의 경우 모두 음수의 r 값을 가지는 일관성을 보였다. 즉 연령은 많을수록, 성별은 여성스러울수록 역할 이미지에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[표 5-1] 역할 이미지와 기본 형용사간의 관계

역할 이미지	연령	성별
다정·친절	-	-0.121**
지도력	0.1**	-
정확한 지식	0.083**	-0.073*
유연성	0.149**	-0.080**
신뢰·인내	0.133**	-
성실·공정	0.131**	-

(**는 $P < 0.01$ 인 경우, *는 $0.01 < p < 0.05$ 인 경우)

[그림 5-2]는 기본 형용사에 영향을 미치는 체형요소의 scaled estimate값이다. 연령에 영향을 미치는 체형요소는 머리 길이의 비율과 키이며, 머리길이의 비율이 작을수록, 키가 클수록 어른스러워 보이는 것으로 나타났다. 성별에 영향을 미치는 체형요소는 가슴둘레의 비율과 허리둘레이며, 가슴둘레의 비율이 클수록, 허리둘레가 클수록 남성스러운 것으로 나타났다. 교호효과는 없었으며, 유의성 확인실험결과와 같은 결과를 보였다.

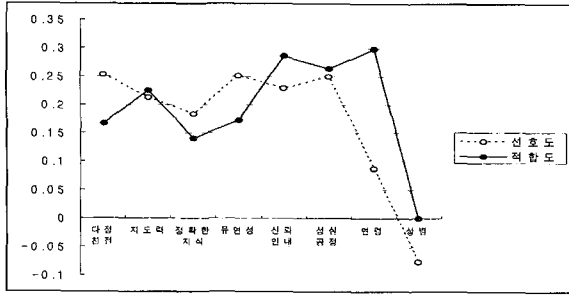
[그림 5-2] 연령-체형요소(위), 성별-체형요소(아래)의 Scaled estimate

Term	Scaled Estimate
Intercept	2.8604167
1. 머리 길이의 비율	-0.4770833
2. 키	0.75

Term	Scaled Estimate
Intercept	3.1875
04. 가슴 둘레의 비율	0.410417
05. 허리 둘레	0.50625

[그림 5-3]은 역할 이미지와 기본 형용사에 대한 선호도 및 교사보조로봇으로서의 적합도 간의 상관관계를 피어슨 상관분석을 통하여 분석한 결과이다. 전체적으로 모두 유의한 값으로 관련이 있었지만, 다정·친절, 유연성, 신뢰·인내, 성실·공정의 역할 이미지가 크게 발현될수록 선호되는 것으로 나타났고, 지도력과 신뢰·인내, 성실·공정의 역할 이미지가 크게 발현되고 연령이 많게 느껴지는 로봇이 교사보조로봇으로서 적합하게 느껴지는 것으로 나타났다.

또한 아동의 단순 선호도와 교사보조로봇으로서의 적합도에 영향을 미치는 것은 연령이나 성별과 같은 기본 형용사보다는 역할 이미지인 것으로 나타났다.



[그림 5-3] 역할 이미지와 기본 형용사에 대한 선호도와 적합도

5.2. 교사보조로봇의 디자인 가이드라인

교사보조로봇의 역할 이미지와 체형요소 간의 관계는 연령과 성별의 기본형용사를 매개체로 하여 설명할 수 있다. 즉 역할 이미지와 기본 형용사 간의 관계, 기본 형용사와 체형요소 간의 관계를 밝혀, 역할 이미지와 체형요소 간의 관계를 보다 알아보기 쉽게 할 수 있다.

[그림 5-4]에서는 기본형용사를 매개체로 한 교사보조로봇의 역할 이미지와 체형요소 간의 관계를 그림으로 표현한 것이다. 이 그림은 아동이 교사보조로봇의 역할이미지의 인상을 느끼는데 있어 원인이 되는 것을 추적할 수 있도록 한다.

[그림 5-4]에서 화살표에 (-)표시가 있는 것은 반비례의 관계에 있다는 것을 뜻한다. 즉, 가슴둘레의 비율과 여성로봇의 관계를 나타내는 화살표의 경우 (-)표시가 있기 때문에 가슴둘레의 비율이 작아질수록 여성스러워진다는 것을 의미한다.

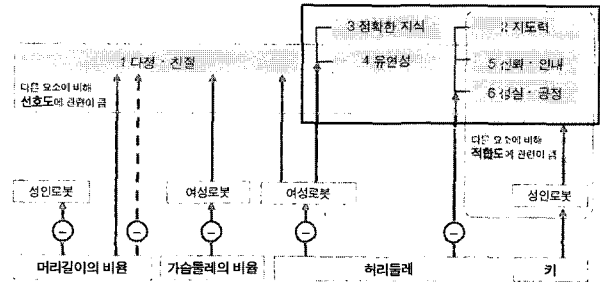
머리길이의 비율은 다정·친절에 직접적인 영향을 미치며, 그 비율이 클수록 긍정적 영향을 미친다. 반면에 머리길이의 비율이 작으면 성인 로봇처럼 느껴진다. 이러한 성인스러움은 다정·친절에는 관련이 없지만, 허리둘레가 22.5cm이하의 허리 너비일 때는 머리길이의 비율이 작을 경우 다정·친절에 직접적으로 긍정적 영향을 미친다(점선).

가슴둘레의 비율이 작은 것은 다정·친절에 직접적 영향이 있다. 또한, 가슴둘레의 비율이 작을수록 여성스럽다고 느끼며, 여성스러움은 다정·친절에 긍정적 영향을 미친다.

허리둘레가 작은 것, 키가 큰 것은 다정·친절을 제외한 모든 역할 이미지에 직접적 영향을 미친다. 이 중 허리둘레가 작은 것은 여성스러움에 관련이 있고, 여성스러움은 다정·친절, 정확한 지식, 유연성에 긍정적 영향을 미친다. 키가 큰 것은 로봇이 성인이라는 느낌을 주며, 이러한 성인스러움은 다정·친절을 제외한 모든 역할이미지에 긍정적 영향을 미친다.

결과적으로 이 그림은 로봇이 보다 성인로봇일수

[그림 5-4] 교사보조로봇의 디자인 가이드라인(관련성의 유무)



*정선 화살표: 22.50이하의 허리의 경우는 머리길이의 비율이 작을 때 다정친절

록, 지도력, 정확한 지식, 유연성, 신뢰/인내, 성실/공정의 역할 이미지를 높게 나타내고, 여성 로봇일수록 다정/친절, 정확한 지식, 유연성의 역할 이미지를 나타냄을 알 수 있다. 이에 따라 로봇의 체형 요소와 연령 및 성별은 교사보조로봇의 역할 이미지를 발현하는 데에 관련이 있음을 알 수 있다.

각 역할 이미지에 따라 관련된 체형요소와 기본형용사가 어떠한 특징을 가져야 하는지에 관하여서는 [표 5-2]에 보다 구체적으로 정리되어 있다. [표 5-2]에서 위쪽에 있는 항목일수록 그것이 속해 있는 역할 이미지에 관련성이 더 높다. 또한 교호효과에 따라 살펴볼 수도 있다.

[표 5-2] 교사보조로봇의 디자인 가이드라인(관련성에 따른 특징)

집중하고자 하는 요인	고려해야 하는 항목	설명	
1 다정·친절	허리둘레	허리가 가늘수록	
	머리길이의 비율	가는 허리일 때 (22.5cm이하의 허리 너비) 등신수가 클수록, 즉 머리가 작을수록 좋다	굵은 허리일 때 (22.5cm이상의 허리 너비) 등신수가 작을수록, 즉 머리가 클수록 좋다
	가슴둘레의 비율	가는 허리일 때 (22.5cm이하의 허리 너비) 어떠해도 좋다	굵은 허리일 때 (22.5cm이상의 허리 너비) 가슴이 몸통에서 잘록하게 들어갈수록
3 정확한 지식 4 유연성	성별	여성적인 인상을 가질수록 좋다 - 허리가 가늘수록 - 가슴이 잘록하게 들어갈수록	
	허리둘레	허리가 가늘수록	
	키	키가 클수록	
2 지도력 5 신뢰·인내 6 성실·공정	연령	연령이 많아보일수록 - 키가 클수록 - 등신수가 클수록, 즉 머리가 작을수록	
	성별	여성적인 인상을 가질수록 좋다 - 허리가 가늘수록 - 가슴이 잘록하게 들어갈수록	
	키	키가 클수록	
2 지도력 5 신뢰·인내 6 성실·공정	허리둘레	키가 작을 때 (165cm가 안될 때) 허리가 가늘수록	키가 클 때 (165cm일 때) 성실·공정의 경우만 허리가 가늘수록 좋으며 나머지 역할 이미지는 허리가 어떠한지 중요하다
	연령	연령이 많아보일수록 - 키가 클수록 - 등신수가 클수록, 즉 머리가 작을수록	

체형요소 독립변인 중 허리둘레는 모든 역할 이미지에 관련이 되어 있으며, 또한 분석결과 나온 교호효과에 모두 관련되어있다. 따라서 허리둘레는 모든 역할 이미지에 영향을 미치는 중요한 요소이며, 주효과보다는 교호효과가 우선되기 때문에 교호효과에 따라, 허리둘레에 맞는 머리길이의 비율, 키, 가슴둘레의 비율을 적용시켜야 한다.

그런데 허리둘레는 현실적으로 기술적인 한계와 밀접한 관련이 있는 체형요소이다. 기술적인 발전이 있어야 로봇 안의 장치들의 부피를 작게 할 수 있고, 그래야 허리둘레를 감소시킬 수 있기 때문이다. 또한 연구 결과 허리둘레가 가는 경우 작은 머리, 그 반대의 경우 큰 머리를 가져야 하는 것으로 나타났고, 현재의 기술로는 허리가 굽은 상태로 디자인될 가능성이 높다. 따라서 허리둘레가 작을 때와 클 때의 두 가지 형태에 대해 살펴볼 필요가 있다. 역할 이미지는 요인분석의 결과이고, 요인분석에서 가장 앞쪽에 나온 요인일수록 중요하기 때문에, 다정·친절의 역할 이미지를 중심으로 우선 가이드라인을 제시한다. 그 다음 지도력, 정확한 지식의 역할 이미지를 참고한다. 하위 순위의 역할 이미지인 유연성, 신뢰·인내, 성실·공정의 체형요소의 특성은 상위 순위의 역할 이미지와 비슷하기 때문에 이는 무시하고 허리둘레에 따른 교사보조로봇의 체형 디자인을 정리하였다.[표 5-3].

[표 5-3] 허리둘레에 따른 두 가지 디자인 안의 비교

가이드라인 1		가이드라인 2	
키의 1/7	머리길이의 비율	키의 1/4	
165cm	키	165cm	
-	엉덩이둘레의 비율	-	
어느 것이든 무방	가슴둘레의 비율	허리보다 좁다	
20cm	허리 두께	40cm	

6. 결론

본 연구에서는 교육용 로봇의 하나인 교사보조로봇의 디자인 가이드라인을 제시하고자 하였다. 교사보조로봇의 사회적 역할에 따른 인상으로 교사보조로봇의 역할 이미지를 추출하였으며, 교사보조로봇의 역할 이미지에 영향을 미치는 체형요소와 그 특성에 대하여 알아내었다. 주요 발견점은 다음과 같다.

첫째, 다정·친절의 역할 이미지에 영향을 미치는 요소는 허리둘레, 머리길이의 비율, 가슴둘레의 비율의 순으로 나타났으며, 교호효과를 고려하였을 때 머리길이의 비율이 작은 것, 가슴둘레의 비율이 작은 것, 허리둘레가 작은 것이 최적 조건으로 나타났다. 주효과만 보았을 때는 머리길이의 비율이 큰 것이 다정·친절하였지만, 허리둘레에 따라 머리길이의 비율의 최적 조건이 다르게 나타나, 상황에 따라 허리둘

레와 머리길이의 비율을 조절해야 할 것으로 보인다.

둘째, 다정·친절을 제외한 나머지 역할 이미지에 영향을 미치는 요소는 공통적으로 키와 허리둘레로 나타났으며, 키가 크고 허리둘레가 작은 것이 적합한 것으로 나타났다. 따라서 교사보조로봇의 디자인에 있어서 키와 허리둘레는 가장 먼저 고려되어야 할 요소임을 알 수 있다.

셋째, 여성스럽고 어른스러운 로봇이 역할 이미지에 적합한 것으로 나타났다. 어른스러움에 영향을 미치는 체형요소는 키와 머리길이의 비율 순으로 나타났으며, 여성스러움에 영향을 미치는 체형요소는 허리둘레와 가슴둘레의 비율 순으로 나타났다. 키가 크고 머리길이의 비율이 작을수록 어른스러우며, 허리둘레와 가슴둘레의 비율이 작을수록 여성스러웠다.

넷째, 모든 역할 이미지를 만족하는 교사보조로봇의 디자인 가이드라인 안은 대표적으로 두 가지를 살펴볼 수 있으며, 다정·친절의 역할 이미지의 교호효과에 따라 첫번째는 역할 이미지를 최대한 만족할 수 있도록 허리둘레가 작은 것을 기준으로 하는 체형, 두번째는 기술 한계 내에서 역할 이미지를 만족할 수 있도록 허리둘레가 큰 것을 기준으로 하는 체형으로 나뉘었다. 가이드라인은 두 가지로 제시되었지만, 로봇을 디자인하는 사람의 의도에 맞추어 본 연구의 실험결과를 참고하는 방식이 되어야 할 것이다.

체형요소는 너무나 다양하기 때문에 그로부터 느껴지는 인상도 더욱 다양해 질 수 있다. 본 연구에서는 체형요소만을 큰 범위로 다루었지만, 향후연구로는 이보다 세분화된 체형요소나, 다른 로봇 외형 분류에 대한 체형, 또는 인간이 가질 수 없는 외형에 대한 연구 등 다양한 측면의 로봇 외형의 고찰이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- 소희선. (2006). 스피치 인터페이스를 통해 나타나는 개인용 서비스 로봇의 개성 선호 연구, 한국과학기술원 석사학위논문
- JeongHye Han, DongHo Kim, (2006), "A Field trial on robots as teaching assistants and peer tutors for children", Proceeding of the Asia Pacific International Symposium on Information Technology
- Sonya S. Kwak, Myung Suk Kim, (2005), "User Preference for Personalities of Entertainment Robot Related to Human Psychological Types", Bulletin of Japanese society for the science design, Vol.52 No.4