

로봇디자인에 대한 선호 반응에 영향을 미치는 조형요소의 특성

Characteristics of Formative Factor Influencing Robot Design's Preference Response

허성철*† · 정정필**
Seong-Cheol Heo*† · Jung-Pil Jung**

한국산업기술대학교 산업디자인공학과*†
Dept. of Industrial Design Engineering, Korea Polytechnic University

한국산업기술대학교 산업기술경영대학원**
The Graduate School of Industrial Technology & Management of KPU

Abstract : The fundamental goal of this study is to analyze characteristics of combined relations of formative element factors that compose robot's face based on a result of preference response from robot's design. Also, in order to improve preference from the analysis result, this study intended to inquire into possibilities of suggesting design guideline. For these, pictures of 27 different kinds of robot faces were selected as experimental stimuli, and experiments of preference response and association response were performed. As a result of the experiments, various characteristics were achieved such as robot's eye shape having greater influences than facial structure, etc. Based on the result, formative element factor characteristics that could positively influence preference response on robot's face could be drawn and a basic design guideline could also be suggested. An eye should be oval so that the length-to-width ratio may be 1.67:1. The distance between both eyes should be 35% of the facial width. Also, eyes should be above the central latitude of the face so that they may be visually stable. It is advisable to round the face generally. Eyes should be harmonious with the face so that the robot may seem cute and charming.

Keywords : robot design, preference response, formative element, design guideline

요약 : 본 연구에서는 로봇디자인에 대한 선호 반응의 결과를 바탕으로 로봇 얼굴을 구성하는 조형요소의 조합 관계에 대한 특성을 분석하는 것이 기본적인 목적이다. 아울러 분석 결과로부터 선호도를 향상시키기 위한 디자인가이드의 제시 가능성을 고찰하고자 하였다. 이를 위하여 27가지의 로봇 얼굴 사진을 실험자극으로 선정하고, 선호 반응 및 연상 반응에 관한 실험을 진행하였다. 실험 결과, 로봇 얼굴의 형태 보다는 눈의 형태가 선호 반응에 많은 영향을 미치는 등 다양

† 교신저자 : 허성철(한국산업기술대학교 산업디자인공학과)
E-mail : hsc@kpu.ac.kr
TEL : 031-8041-0663
FAX : 031-8041-0669

한 특성이 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 로봇 얼굴에 대한 선호반응에 긍정적 영향을 미칠 수 있는 각 조형요소의 특성 도출 및 기본적 디자인가이드라인을 제시할 수 있었다. 구체적으로 먼저, 눈의 형태는 세로의 길이가 가로 길이 보다 긴(167%) 타원형을 적용하는 것이 필요하다. 그리고 눈 사이의 거리는 얼굴 폭의 35% 정도를 유지해야 한다. 또한 눈의 위치는 얼굴의 중심축으로부터 상향에 배치하여 시각적으로 안정감을 주는 것이 중요하다. 머리 전체의 형태는 원형을 이용한 구 타입이 바람직하다. 머리의 형태와 눈과의 조화는 로봇으로서 기본적으로 갖추어야 할 귀엽고 깜찍한 이미지를 구현하는 것이 필요하다.

주제어 : 로봇디자인, 선호반응, 조형요소, 디자인가이드라인

1. 서론

로봇은 단순하고 위험하고 반복적인 인간의 업무를 대신하는 개념으로부터 시작되어, 현재에는 인공지능 등을 갖추고, 판단하고 대응하는 수준으로 발전하고 있다. 따라서 로봇의 기능과 용도의 범위도 청소로봇을 비롯하여 사무용로봇, 경비·관리로봇, 의료로봇, 교육로봇, 재난구조로봇, 복지로봇, 엔터테인먼트로봇 등 매우 다양해지고 있다. 이러한 지능형 로봇 산업은 정보화, 고령화, 고령화 등 21세기 패러다임 변화에 따라 IT산업, 바이오산업과 함께 향후 미래를 이끌어 갈 주요 산업으로 부각되고 있다. 그리고 응용분야 측면에서 일반인들은 로봇이 동반자의 성격을 가지며, 항상 도움을 주고 행복을 줄 수 있는 친구로서의 역할을 기대하며, 이를 만족시키기 위해서 선진국들은 지능형 로봇 연구에 박차를 가하고 있다.[3]

국내에서도 연구기관을 비롯하여 기업을 중심으로 로봇 상용화에 대한 노력을 많이 하고 있으며 이러한 노력이 증대됨에 따라 로봇디자인이라는 새로운 디자인 영역도 점차 가시화되고 있다. 기존의 제품들이 대부분 정적인 상태를 전제로 디자인하는 것에 비하여 로봇디자인은 모션(motion)이 요구된다는 점이 특징이다. 로봇의 개발은 모션이 방해받지 않도록 하여야 하며 더 나아가서 사용자의 기대치에 부합할 수 있도록 디자인 하

여야 한다. 또한 기존의 제품은 일정한 범위 안에 한정되어 있는 반면에 로봇은 모션에 의해 내부 시스템과 외부 시스템이 끊임없이 연계된다. 따라서 일반적인 제품디자인에 비해서 로봇의 디자인은 모션을 전제로 로봇의 인식-처리-행동에 대한 통합적인 디자인 프로세스가 요구된다.[1]

이러한 로봇디자인에 있어서 우선은 로봇의 이미지가 제대로 표현될 수 있도록 하여야 한다. 인간이 로봇을 처음 봤을 때 가장 먼저 접하게 되는 부분이며 사용자는 로봇의 전체적인 움직임이나 정교한 기능보다 로봇의 외관을 먼저 보게 된다. 그리고 로봇이 임무를 수행하기 위한 행동의 관점에서 로봇의 각 관절의 방향, 속도를 통한 제스처, 표정 등의 동적 움직임에 대한 디자인이 필요하다. 끝으로 로봇에 개성을 부여하고, 새로운 상황 및 특정 목적에 부합하는 기능을 갖는 신 개념의 로봇을 창출해야 한다.[2]

앞서 기술한 것과 같이 로봇디자인에서 로봇의 이미지를 효과적으로 표현하는 것이 가장 우선시 되어야 하는 부분인데, 로봇의 대부분이 기본적으로 인간의 형상과 비례를 모티브로 하고 있기 때문에 로봇의 경우도 얼굴 부위가 직관적인 초기 인상에 가장 관련이 크다고 할 수 있다.

DiSalvo, C외 3인(2002)은 로봇 얼굴에 대한 연구를 진행을 통하여 인간이 로봇을 인간답게 인식하기 위한 요건을 도출하였

다.[4] 연구 결과에서 얼굴을 구성하는 각 요소의 형태적 특징 보다는 구성요소의 개수가 유의미하다는 것을 제시하였다. 특히, 둥근 형태의 머리와 눈, 얼굴의 배치, 복잡하고 세부적인 눈, 4개 이상의 얼굴 구성요소, 피부, 언어 등이 로봇을 인간답게 인식하는 주요 요소라고 제시하였다. 그러나 로봇디자인의 관점에서 보면, 로봇을 인간답게 인식하게 되는 요건 보다는, 로봇이 인간과는 다른 개체로서 상황에 따라 효과적인 이미지 전달을 위한 요건의 이해가 필요하다고 생각된다. 이에 본 연구에서는 로봇 얼굴에 대한 선호 반응에 영향을 미치는 로봇 얼굴의 조형요소의 특성을 분석하고, 그 선호 반응의 결과와 로봇으로부터 연상되는 이미지의 상관관계 분석을 기본적인 목적으로 한다. 아울러 분석 결과로부터 선호도를 향상시키기 위한 디자인가이드라인의 제시 가능성을 고찰하고자 하였다.

2. 실험 계획 및 방법

실험의 진행을 위한 실험자극은 일본 로봇 잡지인 'Robot Life'에 게재된 로봇과 '2007년 로보월드' 전시회에 출품된 로봇 중에서 27개를 선정하여 얼굴 부분만 발췌하였다(그림1). 선정된 로봇에는 2007년 이전에 KAIST에서 개발된 'Hubo'도 있으며, 국내기업이 상용화를 목적으로 2007년도에 개발한 모델(pero 등)도 있다. 그러나 아직까지 로봇 시장이 보편화 되어 있는 것이 아니기 때문에 실험자극으로 선정된 로봇 얼굴의 대부분은 일반인들에게 잘 알려지지 않은 상태다. 지금까지 개발되어 발표된 로봇의 형상은 매우 다양하고 그 수가 많으나, 본 연구에서 실험자극으로 선정한 로봇은 머리의 형태가 명확하고, 얼굴을 구성하는 요소의 복잡성이 낮은 서비스 지원 로봇의 범위를 기준으로 하였다. 대부분의 로봇디자인에서 머리와 얼굴 부분

은 사람이나 동물의 형상을 모티브로 하여 은유적으로 표현하는 경우가 많다. 그리고 구성요소의 디자인 표현에 있어 단순화하는 경우가 많은데 이는 단지 디자인 관점의 문제만은 아니며, 구동 및 제어 등의 기술적 사항과도 관련이 있다.

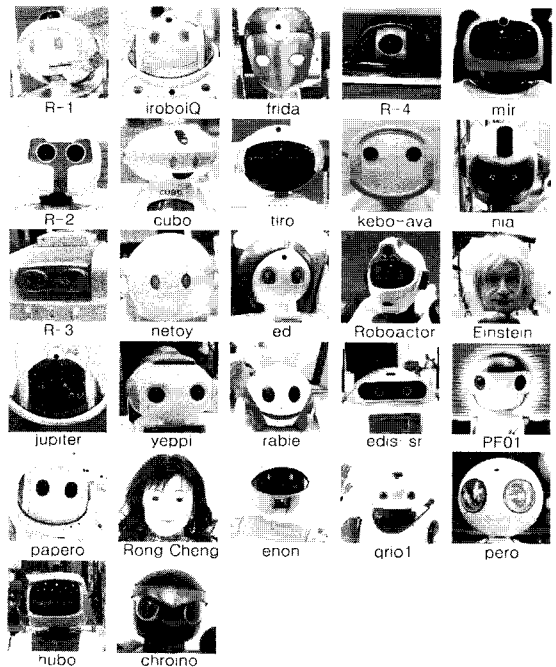


그림 1. 실험에 사용된 로봇 이미지

실험은 피험자로부터 3가지의 데이터를 얻는 형식으로 진행하였다. 첫 번째는 각 로봇 사진을 보고 선호하는 정도를 7점 척도에 의하여 평가하도록 하였으며, 두 번째는 각 로봇 사진을 보고 연상되는 이미지 어휘를 형용사로 기술하도록 하였다. 그리고 끝으로 제시된 각 로봇에 대하여 피험자의 주관적 판단에 의하여 용도를 설정하도록 하였다. 피험자로부터 얻은 3가지 형식의 데이터를 이용하여 선호도에 따른 로봇의 조형적 특성과 연상이미지의 상관성에 대한 분석, 직관적으로 판단한 로봇의 용도와 부합하는 조형적 특성에 대한 고찰을 통하여 효율적인 로봇디자인개발을 위한 조형요소 상호 관계에 대한 가이드라인을 제시하고자 하였다.

실험에 있어 제시된 로봇의 형태를 중심으로 한 인지 반응을 얻기 위하여 모든 로봇사진은 색상을 배제한 상태에서 사용하였다. 피험자는 로봇을 사용한 경험이 없는 20대의 연령층에서 총 25명(대학생 20명과 일반인 5명)을 대상으로 하였다. 또한 한정된 피험자의 수로 인하여 성별에 따른 감정적 반응의 차이에 대한 분석 보다는 보편적 반응의 성향을 분석하고 고찰하는 방향으로 실험을 진행하였다.

3. 실험 결과

3.1 로봇 얼굴의 선호도와 영향요소

피험자들의 로봇 얼굴의 선호도 평정 결과를 종합하여 표로 작성하였다(표1). 7점 척도 기준으로 가장 높은 선호도를 얻은 것은 'R-1'으로 5.41점이며, 가장 낮은 선호도를 얻은 것은 'R-3'으로 2.1점이다.

'R-1'을 비롯하여 선호도가 높은 그룹의 로봇인 'cubo', 'papero', 'iroboiQ'를 보면(그림 2), 머리의 경우는 원과 타원 등의 기본 도형을 이용한 심플하고 명확한 형태로 되어 있고 눈은 로봇에 따라 크기의 차이가 있지만 공통적으로 세로 타입의 타원형의 형태가 적용되어 있다.

표 1. 선호도 평정 결과표

로봇명	선호도	로봇명	선호도
R-1	5.41	chroino	3.33
cubo	4.91	enon	3.29
papero	4.66	hubo	3.25
irobiQ	4.25	mir	3.16
Roboactor	3.95	R-2	3.12
ed	3.91	pero	3.00
edis-sr	3.83	frida	3.00
nia	3.79	Einstein	2.87
rabie	3.75	R-4	2.70
tiro	3.62	qrio1	2.62
yeppi	3.50	Rong Cheng	2.58
PF01	3.50	kebo-ava	2.25
netoy	3.50	R-3	2.10
jupiter	3.50		

'R-3'을 비롯하여 선호도가 낮은 그룹의 로봇인 'qrio1', 'Rong Cheng', 'kebo-ava'를 보면(그림 3), 머리의 형태가 4가지 로봇이 모두 비정형, 사각형, 반구형 등으로 상이하다. 눈의 형태도 높은 선호도 그룹과는 달리 가로 타입의 타원형이거나 원형의 모양이 적용되어 있다.

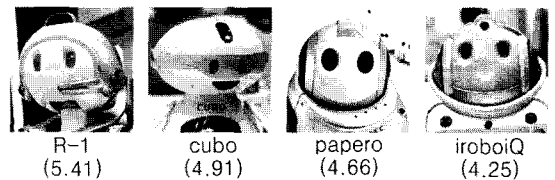


그림 2. 높은 선호도 그룹

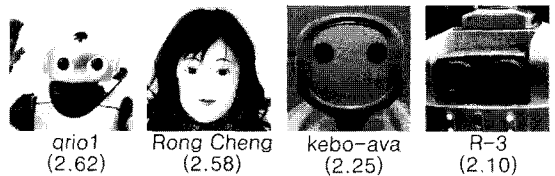


그림 3. 낮은 선호도 그룹

특정 대상에 대한 선호도는 피험자의 개개인의 주관적 평가에 의하여 결과이지만 평가 대상 중에서 가장 높거나 낮은 선호도 결과를 얻은 로봇 얼굴 사진에는 많은 피험자에게 유사한 정성적 반응을 생성하게 하는 요인이 포함되어 있다고 추론할 수 있다. 이러한 선호도 결과에 영향을 미치는 로봇 얼굴의 조형요소 분석을 위하여, 수량화이론 I류[8]를 이용하여 종속변수인 '선호도'를 설명할 수 있는 독립변수를 5가지로 설정하였으며, 27가지의 로봇 얼굴에 대하여 모두 평가하였다(표 2).

독립변수는 로봇 얼굴을 구성하는 조형요소로서 눈의 수량, 눈의 형태, 얼굴 형태, 코와 입의 적용 유무이다. 눈의 수량에 대한 세부 변수로는 독립적으로 얼굴 외형에 적용된 1개, 2개 및 LED로 표현되는 2개 등 3가지를 설정하였다. 눈의 형태에 대한 세부 변수로는 가로형, 세

로형등을 포함하여 4가지로 설정하였으며, 얼굴 형태에 대한 세부 변수로는 사각형, 타원형 등 5가지로 설정하였다.

5가지 독립변수에 대한 수량화이론 I 류의 평가 결과(표 3)에서 [레인지]값은 각 세부 변수에

표 2. 선호도 영향 요소 평가표

로봇명	선호도	눈의 수량		눈의 형태		코		입	
		독립-1	독립-2	사각형	타원형	사각형	타원형	독립형-유	변화형(LED)
R-1	5.41	0	1	0	1	0	0	0	1
cubo	4.91	0	1	0	0	1	0	0	0
papero	4.66	0	1	0	0	1	0	0	0
irobotiQ	4.25	0	1	0	0	1	0	0	0
Roboactor	3.95	0	0	1	0	0	1	0	0
ed	3.91	0	1	0	0	1	0	0	0
edis sr	3.83	0	1	0	0	1	0	0	0
nia	3.79	0	0	1	0	0	1	0	0
fabie	3.75	0	1	0	0	1	0	0	0
tiro	3.62	0	0	1	0	0	1	0	0
yeppi	3.5	0	1	0	0	1	0	0	0
PFO1	3.5	0	1	0	0	1	0	0	0
netoy	3.5	0	1	0	0	1	0	0	0
jupiter	3.5	0	0	1	0	0	1	0	0
chromo	3.33	0	1	0	0	1	0	0	0
enon	3.29	0	0	1	0	0	1	0	0
hubo	3.25	0	0	1	0	0	1	0	0
mir	3.16	0	0	1	0	0	1	0	0
R-2	3.12	0	1	0	0	1	0	0	0
pero	3	0	1	0	0	1	0	0	0
frida	3	0	0	1	0	0	1	0	0
Einstein	2.87	0	1	0	0	1	0	0	0
R-4	2.7	1	0	0	0	1	0	0	0
qio1	2.62	0	1	0	0	1	0	0	0
Hong Cheng	2.58	0	1	0	0	1	0	0	0
kebo-ava	2.25	0	1	0	0	1	0	0	0
H 3	2.1	0	1	0	0	0	1	0	0

표 3. 선호도 영향 요소 평가 결과

아이템	레인지	편상관계수	카테고리스코어
눈의 수량	1.2922974	0.6661823	
	독립-1		-0.704484518
	독립-2		-0.179484518
카테고리	LED-2		0.587812908
	가로형		-0.544624337
	세로형		1.121880813
카테고리	원형		-0.373022349
	변화형(LED)		-0.544624337
	코	1.0750667	0.6374381
카테고리	유		-0.915797562
	무		0.159269141
얼굴 형태	1.0328668	0.5918346	
	사각형		-0.484769162
카테고리	타원형		0.154775153
	원형		-0.144970182
	반원형		0.233704375
	비정형		0.54809764
입	0.4089418	0.3476784	
	독립형-유		0.254704737
카테고리	변화형(LED)		-0.154237064
	무		-0.072874056
정수항(관측치 평균)	3.457407407		

대한 카테고리스코어의 최대치와 최소치의 차이로, 이 레인지가 큰 변수일수록 종속변수인 '선호도'에의 영향이 큰 것을 의미한다.

[편상관계수]값도 [레인지]와 같이 영향의 강도를 의미한다. 5가지 독립변수 중에서, '눈의 형태'의 편상관계수가 가장 높은 값인 0.8732를 나타내고 있으므로, 종속변수인 '선호도'에는 눈의 형태가 가장 크게 영향을 미치고 있다고 예측된다. 다음으로 영향을 미치는 것은 눈의 수량으로 편상관계수가 0.6662이며, 얼굴 형태는 0.5918로 네 번째로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 가장 영향도가 낮은 것은 입의 유무관계로서 편상관계수가 0.3477로 나타났다. 종합적으로 로봇 얼굴에 대한 선호도의 평정 과정에는 얼굴을 구성하는 여러 가지의 요소 중에서 눈이 가장 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

이 결과는, DiSalvo, C와 3인(2002)의 연구에서 로봇 얼굴을 인식하는데 눈이 81.25%의 영향을 준다는 결과[4]와 상당히 유사하다.

따라서 단순한 얼굴 인식의 관점뿐만 아니라 개개인의 주관적 선호 여부를 평가하는데도 조형요소 중에서 눈이 가장 큰 영향을 미치기 때문에, 로봇 디자인에 있어서 눈의 형태와 얼굴 내에서의 눈의 위치, 크기는 매우 중요하게 고려되어야 할 대상이 된다. 그리고 눈과 조화를 이룰 수 있는 최적의 얼굴 형태를 설정하는 것도 선호도를 향상시키기 위한 로봇디자인의 중요한 부분이 될 것이다.

3.2 로봇 얼굴에 대한 연상 이미지

로봇 얼굴에 대한 피험자들의 연상 이미지를 분석을 위하여, 형용사의 단순화 과정을 진행하였다. 피험자들이 각 로봇 얼굴에 대하여 연상되는 형용사를 복수로 기술할 수 있었기 때문에 최초로 취합된 단어 수는 총 387개 이었으며, 동일한 단어의 삭제 및 의미가 유사한 단어의 통합 과정을 거쳐 최종적으로 55개의

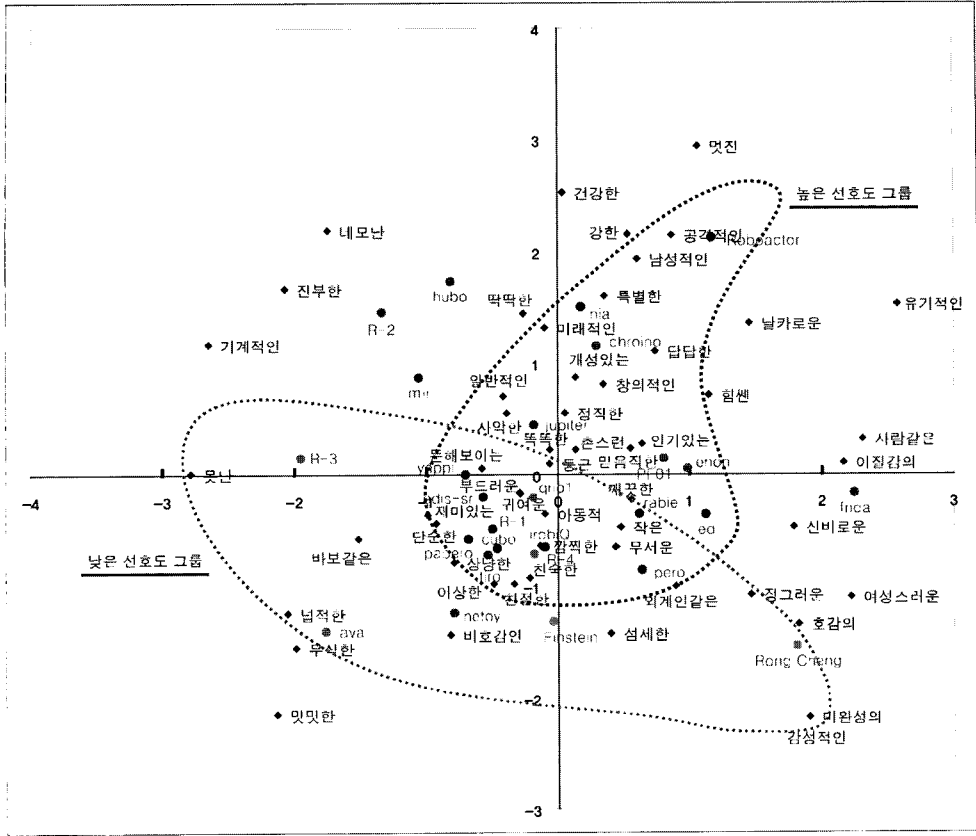


그림 4. 이미지 어휘에 대한 2차원 분포도

분석용 형용사를 선정하였다(표 4).

표 4. 로봇 얼굴에 대한 연상 이미지어

감성적인, 답답한, 비호감인, 재미있는, 강한, 둔해보이는, 사람같은, 정직한, 개성있는, 동근, 사악한, 진부한, 힘센, 딱딱한 상냥한, 정그러운, 건강한, 똑똑한, 섬세한, 창의적인, 공격적인, 멋진, 신비로운, 촌스런, 귀여운, 못난, 아동적, 친숙한, 기계적인, 무서운, 여성스러운, 친절함, 깜찍함, 무식한, 외계인같은, 특별한, 깨끗한, 미래적인, 유기적인, 호감의, 날카로운, 미완성의, 이상한, 남성적인, 믿음직한, 이질감의, 넉적한, 맛있는, 인기있는, 네모난, 바보같은, 일반적인, 단순한, 부드러운, 작은

선정된 형용사에는 ‘네모난’, ‘동근’, ‘유기적인’ 등과 같이 대상의 상태를 설명적으로 표현하는 것, ‘사람 같은’ 등과 같이 대상을 다른 것에 대응하는 것, ‘귀여운’ 등과 같이 대상으로 부터의 감성적 반응에 의하여 표현되는 정서적인 단어가 포함되어 있다.

이러한 55개의 형용사와 27가지의 로봇 얼굴

의 상호 관계를 수량화이론Ⅲ류[9]를 이용하여 2차원 평면상에 분포도로 표현하였다(그림4). 다변량해석법의 하나인 ‘수량화이론 Ⅲ류’는 주 성분분석 및 인자분석과 같이, 대상이 갖는 속성 및 변량으로부터 내부의 구조와 관계를 파악하는 분석수법으로서 각각의 대상들 사이의 상관관계를 유사도에 근거하여 정량적인 수량 데이터로 나타내어주는 분석이다.

그림 4의 2차원 분포도에서 이미지 어휘의 분포 특성에 의하면 X축과 Y축의 기준을 명확하게 설정하는 것은 다소 어려움이 있다. 그러나 로봇 얼굴의 선호 정도에 따른 이미지의 성향은 구분이 가능한 특성을 보이고 있다고 판단된다. 따라서 축 기준 정의에 의한 고찰보다는 선호도 결과에 따른 범위의 이미지 성향을 중심으로 고찰하고자 한다.

이 분포도에 로봇 얼굴에 대한 선호도 결과를

적용하여 보면, 먼저 선호도가 높은 로봇의 그룹은 원점 부위를 중심으로 하여 X, Y축의 (+) 방향으로 분포되어 있는 것을 알 수 있다.

가장 선호도가 높은 'R-1'과 'cubo'는 귀여운, 감쪽한 이미지로 원점 보다는 조금 하단부에 분포되어 있으며, 다음으로 'Roboactor'는 멋진, 남성적인 이미지로 X, Y축의 (+)방향으로 가장 멀리 분포되어 있다. 선호도가 낮은 로봇의 그룹은 주로 Y축 기준으로 볼 때 (+)방향 보다는 (-)방향에 주로 분포되어 있다. 가장 선호도가 낮은 'R-3'는 기계적인, 못난 이미지로 X축의 (-)방향에 분포되어 있고 사람을 닮은 'Rong Cheng'는 그 반대인 (+)방향에 분포되어 있다.

결과로부터 선호도가 높게 평가되는 로봇은 귀엽고 감쪽하며 똑똑한 이미지, 미래지향적이며 개성 있는 이미지, 남성적이며 멋진 이미지로 인지되는 비율이 높다고 할 수 있다.

그림 4의 분포도에서 '높은 선호도 그룹'의 표시 영역과 '낮은 선호도 그룹'의 표시 영역의 중복 부분은 가장 선호도가 높은 로봇에서 선호도가 낮은 로봇까지 공통으로 분포되어 있다. 이것은 사람들이 로봇으로부터 연상되는 가장 기초적인 이미지로서 선호도와 별도로 대부분의 로봇이라는 대상으로부터 느낄 수 있는 공통적인 이미지라 할 수 있다.

다음은 피험자가 각 로봇 얼굴을 관찰한 후, 직관적으로 설정한 로봇의 용도(기능)를 바탕으로 연상이미지와 상관성을 정리하였다. 피험자가 초기에 기술한 188개의 로봇 용도를 단순화 과정을 통하여 크게 5가지(가사서비스지원로봇/공공서비스지원로봇/교육용로봇/경비로봇/엔터테인먼트로봇)로 분류하였다.

먼저, '가사서비스지원로봇'은 주로 가사 도우미의 기능을 수행하는 로봇이며, '공공서비스지원로봇'은 공공기관에서 행정 서비스를 하거나, 길 안내 등을 하는 로봇이다. 다음으로 '교육용로봇'은 교사를 보조하거나 어학 교육을 지원하는 로봇이며, '엔터테인먼트로봇'은 게임을 같이 하는 로봇이나 애완용 로봇을 지칭한다.

표 5. 실험자극에 대한 가상 용도 대응표

명칭	선호도	용도
papero	4.66	가사서비스지원로봇
irobiQ	4.25	
ed	3.91	
edis-sr	3.83	
pero	3.00	
qrio1	2.62	
kebo-ava	2.25	공공서비스지원로봇
R-1	5.41	
tiro	3.62	
yeppi	3.50	
hubo	3.25	
mir	3.16	
Rong Cheng	2.58	교육용로봇
cubo	4.91	
Einstein	2.87	보안/경비용로봇
Roboactor	3.95	
nia	3.79	
jupiter	3.50	
chroino	3.33	
enon	3.29	
R-2	3.12	
frida	3.00	
R-4	2.70	
R-3	2.10	
rable	3.75	엔터테인먼트로봇
PF01	3.50	
netoy	3.50	

상기 5가지로 분류된 로봇 용도에 대하여 피험자가 기입한 내용과의 동일 빈도를 바탕으로 표 5와 같은 대응 표를 작성하였다. 대응 표에서 각 로봇 용도에 분류된 실험자극 중에서 선호도가 높은 것을 중심으로 그림4에 표시하여, 로봇의 가상적 용도에 따른 선호 이미지의 범위를 설정할 수 있다(그림 5). 즉 표시된 각 로봇의 이미지 범위는, 특정한 로봇에 대하여 직관적으로 그 용도가 이해되며 선호될 경우에 연상되는 이미지의 범위라고 할 수 있다. 이를 다시 말하면, 특정 용도의 로봇을 디자인하는데 있어 선호도를 향상시키기 위해서는 해당 범위의 이미지를 구현하도록 하는 것이 필요하다고 할 수 있다.

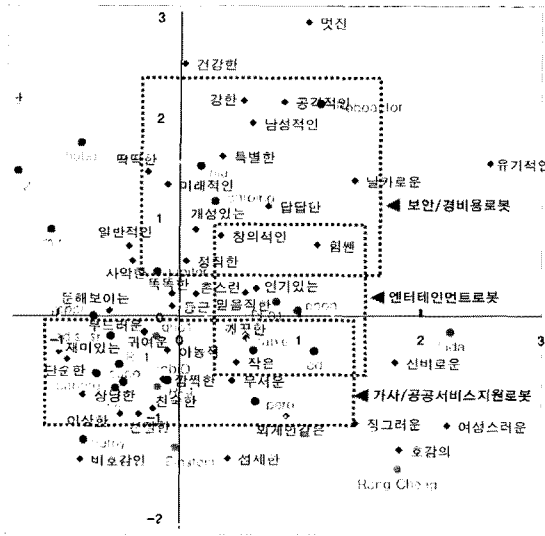


그림 5. 로봇의 가상적 용도와 선호 이미지의 관계

예를 들어, ‘가사서비스지원로봇’과 ‘공공서비스 지원로봇’은 로봇이라는 대상이 갖추어야 할 기초적이고 공통적인 이미지인 부드러움과 친숙함 그리고 귀여운 이미지를 구현할 필요가 있음을 나타낸다. 그리고 ‘엔터테인먼트로봇’과 ‘보안/경비용로봇’의 경우도 해당 범위 내에 있는 이미지어가 선호도를 향상시키기 위해 필요한 이미지의 방향이지만 각 로봇의 용도에서 느껴지는 기본적인 이미지와 큰 차이는 없다.

3.3 로봇 얼굴 조형요소에 대한 디자인 가이드

로봇 얼굴에 대한 피험자들의 선호도 평가 결과와 얼굴 조형요소의 관계 분석에서 선호도에 가장 영향을 많이 미치는 것이 ‘눈’이라는 것을 알 수 있었다. 이와 관련하여 본 절에서는 선호도를 높일 수 있는 구체적인 눈의 형태나 얼굴 내에서의 위치 등은 정의하기 위하여 그림6과 같이 로봇 얼굴 조형요소의 계측을 위한 기준을 설정하였다.

얼굴의 세로길이인 f값을 대표기준으로 설정하고 그 값을 100으로 하여 다른 항목들의 계측값을 환산하여 비교하였다(표6).

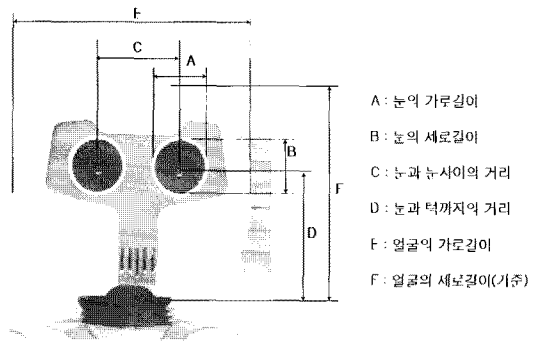


그림 6. 로봇 얼굴 조형요소 계측 기준

표 6. 얼굴 조형요소 계측값 비교표

모델명	높이	눈의 가로길이(a)	눈의 세로길이(b)	눈과 눈 사이 거리(c)	눈과 턱까지의 거리(d)	눈의 가로길이(e)	눈의 세로길이(b/a)
R-1	5.41	10	27	34	50	108	2.7
cubo	4.91	10	21	25	36	159	2.1
papero	4.66	18	25	40	54	110	1.4
irobiQ	4.25	15	20	42	60	117	1.3
Roboactor	3.95	20	20	26	51	80	1.0
ed	3.91	20	22	27	43	100	1.1
edis-sr	3.83	21	21	65	40	213	1.0
nia	3.79	10	10	25	35	83	1.0
rabie	3.75	17	25	38	48	100	1.5
tiro	3.62	20	16	47	50	122	0.8
yepi	3.50	32	20	52	31	113	0.6
jupiter	3.50	10	10	28	45	116	1.0
PF01	3.50	27	32	60	47	105	1.2
netoy	3.50	10	18	36	42	100	1.8
chroino	3.33	30	32	27	42	97	1.1
enon	3.29	5	10	25	55	100	2.0
hubo	3.25	10	10	28	52	95	1.0
mir	3.16	10	10	36	53	132	1.0
R-2	3.12	27	27	38	59	115	1.0
pero	3.00	28	30	43	23	77	1.1
frida	3.00	20	16	38	40	71	0.8
Einstein	2.87	9	5	25	44	85	0.6
R-4	2.70	43	40	43	40	155	0.9
qrio1	2.62	34	31	54	31	131	0.9
Rong Cheng	2.58	12	6	27	45	65	0.5
kebo-ava	2.25	20	19	55	60	100	1.0
R-3	2.10	45	28	65	45	130	0.6

계측은 얼굴(머리 전체)의 가로, 세로 길이 / 눈의 가로 및 세로 길이 / 눈과 눈 사이의 거리 / 눈의 중심축으로부터 턱까지의 거리 등 총 6가지 항목에 대하여 진행하였다. 계측 값을 각 로봇의 선호도와 비교하여 선호도가 높은 경우와 낮은 경우에 발견되는 특성

을 바탕으로 눈과 얼굴 형태 및 이 두 가지의 상호 관계를 중심으로 하는 디자인가이드라인을 설정하였다(표7).

표 7. 얼굴 조형요소 디자인가이드라인

	높은 선호도 그룹	낮은 선호도 그룹
눈의 가로길이와 세로길이의 비례	평균값 $b=1.67a$ 범위 $b=(1.3\sim 2.7)a$	평균값 $b=0.76a$ 범위 $b=(0.5\sim 0.91)a$
눈 사이 거리와 얼굴의 가로 길이 비례	평균값 $c=0.35e$ 범위 $c=(0.31\sim 0.36)e$	평균값 $c=0.47e$ 범위 $c=(0.41\sim 0.55)e$
눈에서 턱까지의 거리와 얼굴의 세로 길이 비례	평균값 $d=0.55f$ 범위 $d=(0.5\sim 0.6)f$	평균값 $d=0.45f$ 범위 $d=(0.31\sim 0.6)f$
눈의 형태	Y축이 장축인 타원형	원형 또는 X축이 장축인 타원형
얼굴 형태	대체로 원형(구타입)	비정형, 사각타입, 반구타입 등
이미지	귀여운, 깜찍한, 똑똑한, 미래적인, 개성있는, 남성적인, 멋진	-

우선 선호도에 가장 많은 영향을 미치는 눈의 경우, 선호도를 향상시키기 위한 형태는 Y축이 장축인 타원형으로서 가로(a)와 세로(b) 길이의 평균적인 비례는 $b=1.67a$ 로 설정되었다.

계측데이터에 의한 범위는 세로의 길이가 가로 길이의 130%에서 270%배로 나타났다. 반면, 세로의 길이가 가로 길이의 50%~91%인 원형, 가로형 타원의 경우는 선호도가 낮게 평가되는 경향이 높다.

다음은 눈 사이의 거리(c)와 얼굴의 가로 길이(e)의 비례에 있어서, 눈 사이의 거리가 얼굴 가로 길이의 31%에서 36% 범위(평균값=35%)

일 경우에는 선호도가 높게 평가되는 경향이 높다. 즉, 눈 사이의 거리가 얼굴 가로 길이의 1/3 수준이 되는 것이 바람직하다는 것을 보여 준다. 반면, 그 비례값이 41%~55%로 눈 사이가 필요 이상으로 벌어지는 경우는 선호가 낮게 평가되는 경향이 있다.

끝으로, 눈에서 턱까지의 거리(d)와 얼굴의 세로 길이(f)의 비례에 있어서, $d=(0.5\sim 0.6)f$ 의 범위에서 선호도가 높게 나타나는 경향이 높다. 즉, 눈의 가로축은 얼굴 전체의 중앙에서 조금 위에 배치되는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 또한, 선호도를 향상시키기 위한 얼굴 형태(머리 전체)는 사각타입, 반구 타입, 비정형적 형태보다는 대체로 구 타입의 원형을 적용하는 것이 바람직하다. 그리고 선호도를 향상시키기 위한 이미지의 방향으로는 ‘귀여운’, ‘깜찍한’, ‘똑똑한’, ‘미래적인’, ‘개성 있는’, ‘멋진’ 등이며 디자인하고자 하는 로봇의 기능(용도)에 따라 세부적인 방향의 재설정은 필요하다.

4. 결론

본 연구에서는 로봇 얼굴을 직관적으로 판단하여 선호 정도를 평가하는데 있어 로봇 얼굴을 구성하는 조형요소가 미치는 영향을 바탕으로 조형요소의 특성 분석과 그 선호 반응의 결과와 로봇으로부터 연상되는 이미지의 상관관계의 분석을 기본적인 목적으로 하였다. 그리고 분석 결과로부터 선호도를 향상시키기 위한 조형요소의 디자인에 필요한 가이드라인의 제시 가능성을 고찰하고자 하였다. 이에 27가지의 로봇얼굴을 중심으로 실험을 진행하였고 그 결과 로봇얼굴을 구성하는 조형요소 중에서 눈과 관련된 요소가 선호도 평가에 가장 많은 영향을 미친다는 기본적인 결론을 얻었다.

또한 조형요소 중에서 얼굴 형태와 눈과의 상관관계를 통하여 선호도 평가를 향상시키기 위한 구체적인 조건으로서의 결론을 다음과 같이 얻었다. 먼저, 눈의 형태에 있어 세로의 길

이가 가로 길이 보다는 긴(167%) 타원형을 적용하는 것이 선호 평가에 일차적으로 긍정적인 영향을 미치게 된다는 것이다. 그리고 눈 사이의 거리는 얼굴 폭의 35% 정도를 유지하고, 눈의 위치는 얼굴의 중심축으로부터 상향에 배치하여 시각적으로 안정감을 주는 것이 무엇보다 중요하다는 것이다. 머리 전체의 형태는 원형을 이용한 구 타입이 바람직한데 눈과의 조화에 있어 로봇으로서 기본적으로 갖추어야 할 귀엽고 깜찍한 이미지를 구현하는 것이 필요하다.

선호 평가에 미치는 영향 요소로서 코의 편상 관계수가 얼굴 형태의 계수보다 더 큰 결과를 얻었는데 이는 실험에 사용된 로봇 얼굴 중에서 사람의 형상을 모티브로 실감 있게 표현한 로봇 얼굴의 선호도가 상대적으로 매우 낮은 결과를 볼 때 조형요소로서 코의 필요성이 매우 낮음을 반증한다고 할 수 있다.

본 연구를 통하여 목적으로 하였던 선호 평가의 영향요소를 조형요소의 관점에서 규명하고, 분석 결과를 바탕으로 그 요소에 대한 디자인 가이드라인의 설정 가능성을 제시할 수 있게 된 것은 로봇디자인 분야에 있어서 의의를 갖는다고 할 수 있다.

그러나 연구 초기에 로봇의 용도에 따른 세분화된 디자인가이드라인의 제시가 가능할 것으로 판단하였으나, 결론에서 제시하지 못한 것은 본 연구의 부분적인 한계라고 생각된다. 또한 디자인 가이드라인의 객관화를 위해서는 실험에 있어 피험자의 수를 적절한 수준으로 진행할 필요가 있다. 따라서 기 제시된 얼굴을 중심으로 한 디자인가이드라인의 가능성을 바탕으로 향후에는 보다 다양한 형상의 로봇 사례에 대한 구체적이고 객관적인 분석을 통하여 종합적인 로봇디자인 가이드라인의 제시가 가능한 연구를 지속하고자 한다.

참고문헌

- [1] 김억, 허성철, 홍성수, 장영주(2006). HRI 디자인 요소에 관한 연구, 기초조형학연구 VOL7.NO.2, 78-79
- [2] 김억, 허성철, 홍성수, 장영주(2006). HRI 디자인 요소에 관한 연구, 기초조형학연구 VOL7.NO.2, 80-81
- [3] 한국과학기술정보연구원(2005). 기술사업기회 분석연구 시리즈-지능형로봇, 한국과학기술정보연구원 산업정보분석실
- [4] DiSalvo, C., Gemperle, F., Forlizzi, J., Kiesler, S. (2002). All Robots are Not Created Equal: The Design and Perception of Humanoid Robot Heads. Proceedings of the 4th conference on Designing interactive systems, London, England, 321-326
- [5] 馬場 伸彦(2004). 로봇의文化誌, 森話社
- [6] 原文雄·小林 宏(2004). 顔という知能 共立出版
- [7] 井上 博允·金出 武雄·安西 祐一郎·瀬名 秀明(2005). 로봇학創成, 岩波書店
- [8] 杉山和雄, 井上勝雄(1996). EXCEL에 의한 조사분석 입문, 海文堂, 51-62
- [9] 杉山和雄, 井上勝雄(1996). EXCEL에 의한 조사분석 입문, 海文堂, 63-76

원고접수 : 08/08/16

수정접수 : 08/10/17

게재확정 : 08/11/27