

인공지능 디바이스의 조명효과에 대한 사용자의 감정 평가 분석

Analysis of Users' Emotions on Lighting Effect of Artificial Intelligence Devices

현윤아¹, 반영환², 유훈식^{3*}

Yuna Hyeon¹, Young-hwan Pan², Hoon-Sik Yoo^{3*}

Abstract

Artificial intelligence (AI) technology has been evolving to recognize and learn the languages, voice tones, and facial expressions of users so that they can respond to users' emotions in various contexts. Many AI-based services of particular importance in communications with users provide emotional interaction. However, research on nonverbal interaction as a means of expressing emotion in the AI system is still insufficient. We studied the effect of lighting on users' emotional interaction with an AI device, focusing on color and flickering motion. The AI device used in this study expresses emotions with six colors of light (red, yellow, green, blue, purple, and white) and with a three-level flickering effect (high, middle, and low velocity). We studied the responses of 50 men and women in their 20s and 30s to the emotions expressed by the light colors and flickering effects of the AI device. We found that each light color represented an emotion that was largely similar to the user's emotional image shown in a previous color-sensibility study. The rate of flickering of the lights produced changes in emotional arousal and balance. The change in arousal patterns produced similar intensities of all colors. On the other hand, changes in balance patterns were somewhat related to the emotional image in the previous color-sensibility study, but the colors were different. As AI systems and devices are becoming more diverse, our findings are expected to contribute to designing the users emotional with AI devices through lighting.

Key words: Artificial Intelligence, Emotional Interaction, Lighting Colors and Flickering Effects of Artificial Intelligence Devices, Emotional Arousal and Balance

요약

인공지능기술은 사용자의 언어, 목소리 톤, 표정을 인지하고 학습하여 다양한 맥락에서 사용자의 감정에 대응할 수 있도록 발전하고 있다. 여러 인공지능 기반 서비스 중에서 특히 사용자와의 커뮤니케이션이 중요한 서비스 다수는 감정을 표현하는 인터랙션을 제공한다. 그러나 인공지능 시스템의 감정을 표현하는 수단으로서의 비언어적 인터랙션에 관한 연구는 아직 미비하다. 이에 조명효과 중 특히 색상과 깜빡임 운동을 중심으로 인공지능 디바이스의 감정 인터랙션을 연구하였다. 본 연구에서 구현한 인공지능 디바이스 프로토타입은 red, yellow, green, blue, purple, white 6가지의 조명 색상과 느낌, 중간, 빠른 세 단계 속도의 깜빡임 효과로 감정을 표현한다. 프로토타입을 활용하여 20대부터 30대 남녀 50명을 대상으로 인공지능 디바이스의 색상별, 속도별 조명 효과가 표현하고 있는 감정에 응답하는 실험을 진행하였다. 실험 결과 각 조명 색상은 기존 색채감성연구에서 드러난 감성적 이미지와 대체로 유사한

* 이 논문은 산업통상자원부 R&D사업 '창조혁신형 디자인고급인력양성사업'의 지원을 받아 수행된 연구임(N0001436).

¹ 현윤아: 국민대학교 테크노디자인전문대학원 스마트경험디자인학과 석사과정

² 반영환: 국민대학교 테크노디자인전문대학원 스마트경험디자인학과 교수

³ * (교신저자) 유훈식: 서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 교수 / E-mail : hsyoo@smit.ac.kr / TEL : 02-6393-3232

감정을 나타내는 것으로 평가되었다. 조명의 깜빡임 속도는 감정의 각성과 밸런스의 변화에 영향을 주었으며, 이때 각성의 변화 양상은 모든 색상에서 유사한 기초를 보였다. 밸런스 변화 양상은 기존 색채감성연구의 감성적 이미지와 어느 정도 관련이 있지만 색상 별 차이가 있는 것으로 관찰되었다. 인공지능 시스템을 탑재한 사물의 종류와 인공지능 디바이스가 점점 다양해지는 현 시점에서, 본 연구결과는 조명을 통한 인공지능의 감성 인터랙션을 설계할 때 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 인공지능, 감성 인터랙션, 인공지능 디바이스의 조명 색상과 깜빡임 효과, 감정의 각성과 밸런스

1. 서론

인공지능 프로그램 및 디바이스가 빠르게 보편화되면서, 사용자와 인공지능 시스템의 효과적인 인터랙션에 대한 필요성이 강조되고 있다. 인공지능 시스템은 인간의 뇌를 모방한 신경망을 기반으로 학습하여 이미지인식, 자연어처리, 추론 및 의사결정 등 인간 고유의 영역으로 여겨지던 작업을 수행할 수 있다(Kanzaki, 2017). 이에 따라 앱 혹은 웹 기반 챗봇이나 지능형 개인비서 디바이스와 같은 인공지능 대화형 서비스는 기존의 정형화된 답변에서 벗어나 맥락에 따라 답변을 도출하고 대화를 이어나가는 방식으로 진화하고 있다. 2014년, 아마존이 지능형 개인비서 기반의 거치형 블루투스 스피커 ‘에코(Echo)’ 시리즈를 출시한 이후 2016년부터 글로벌 IT 기업을 중심으로 인공지능 기기 경쟁이 심화되었다. 산업 동향에 따르면, 지능형 개인비서는 2024년까지 연평균 34.9% 성장하여 글로벌 시장 규모가 110억 달러에 육박할 전망이다(Global Market Insight, 2016). 시장조사 기관인 Gartner는 2020년에 음성비서 스피커 시장 규모가 21억 달러 규모에 이를 것으로 전망했다. 지능형 개인비서는 핵심 플랫폼으로서 다양한 산업으로 빠른 확산이 가능하기 때문에 자동차, 가전기기, 헬스케어, 금융 등 4차 산업혁명을 대표하는 산업분야에서 업무 혁신 및 생산성 향상을 위한 도구로 폭 넓게 활용될 것으로 전망 된다(Yang & Kim, 2017).

인공지능 시스템이 구사하는 언어뿐만 아니라 표정, 소리와 같이 의인화된 인터페이스를 통해 사용하는 인공지능 시스템이 인간과 유사한 방식으로 사고하고 동작하는 것을 체감할 수 있게 되었다. 사용자는 의인화된 인공지능 시스템을 사용할 때 자연스럽게 감성적인 인터랙션을 기대하는데, 이는 사람과 사람

간의 커뮤니케이션에서 감정표현이 기본 구성 요소에 포함되기 때문이다(Sara, 2017). 온라인 서비스처럼 실존하는 외형이 없어도 인간과 유사한 행동이나 공감 능력을 보여줄 때, 사용자의 호감도가 높아졌다는 선행 연구도 존재 한다(Waytz & Norton, 2014).

현재까지 인공지능 시스템의 언어적 인터랙션에 관한 연구는 활발하게 진행되었지만 비언어적 요소를 활용한 연구는 미비한 실정이다. 전망에 따르면, 앞으로는 각종 사물에 인공지능 시스템이 탑재되고 더욱 다양한 크기와 형태의 인공지능 디바이스가 개발될 것이다. 벤츠는 구글홈을 이용해 벤츠 차량을 제어하는 기능을 제공 중이며 삼성전자도 빅스비를 자사의 차량용 전장시스템에 탑재할 예정이다(Yang & Kim, 2017). 이에 다양한 외관을 가진 사물에 탑재될 각 인공지능 시스템의 성격을 고려하여 언어적 인터랙션 뿐만 아니라 비언어적 감성 인터랙션에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다(Hyeon et al., 2017). 본 연구에서는 우선 인공지능의 감정 표현, 비언어적 인터랙션의 한 종류인 조명(Lighting) 인터랙션, LED 조명 및 색채 감성에 대한 이론적 배경을 살펴보았다. 그 후 50명의 남녀 사용자를 대상으로 인공지능 프로토타입의 조명효과에 대한 감성 평가 실험을 진행하였다. 실험을 통해 조명의 색채와 깜빡임에 따라 인공지능 디바이스가 표현할 수 있는 감정의 양상을 살펴보고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 인공지능 감정표현

인공지능 시스템은 주위 환경과 사용자 정보에 대

한 추론을 바탕으로 작업을 수행하고 기능이나 행위를 제안할 수도 있다는 점에서 능동적이다. 특히 대화형 인터페이스를 가진 인공지능 기반 서비스의 경우, 사용자와 시스템 간의 자연스러운 상호작용을 지속하는 것이 중요하다. 원활한 상호작용이 선행될 때 사용자의 의도에 부합하는 지능형 서비스를 제공할 수 있기 때문이다.

인간은 언어, 제스처, 표정 등을 활용하여 복합적으로 감정을 표현하며 인공지능 시스템이 이와 같은 비언어적 요소를 파악하여 인간과 유사하게 감정을 표현할 때 더욱 자연스러운 상호작용이 가능하다(Sara, 2017). 인공지능 시스템은 감정 표현을 통해 사용자와의 대화 맥락을 유지하고 전달하고자 하는 정보의 의미를 강화하여 사용성을 높일 수 있다(Kim et al., 2010). 인공지능 시스템의 감정에 대한 연구는 감정 로봇에 대한 선행 연구로 거슬러 올라갈 수 있다. 감정 로봇 연구자인 신시아 브리질(Cynthia & Rodney, 2005)은 로봇을 도구, 사이보그 연장, 아바타, 협력 상대로 분류하며 어떠한 경우에도 감정 로봇이 사용자에게 도움이 된다고 하였다. 명시적 명령만을 수행하는 로봇보다 사용자의 표정이나 음성, 몸짓 등에서 드러나는 감정을 인식하는 로봇이 더 나은 서비스를 제공할 수 있기 때문이다.

2.2. 인공지능 디바이스의 조명 인터랙션

조명 인터랙션은 스마트폰, 컴퓨터와 같이 스크린이 있는 다양한 디바이스에서 대부분 켜짐/꺼짐과 같은 기본적인 상태 정보를 알려주는 용도로 사용되어 왔다. 인공지능이 탑재된 홈 IoT 디바이스인 Amazon Echo와 SK NUGU는 스크린이 없으며 기존의 디바이스에 비해 조명 인터랙션을 활용하는 범위가 넓어졌다. 디바이스 상태에 관한 정보로는 wifi 연결 상태, 소프트웨어 업데이트 상태 등을 조명 인터랙션으로 제공한다. 서비스에 대한 정보를 전달할 때는 음성 피드백과 함께 정보의 성격에 따라 서로 다른 색상의 조명 피드백을 제공한다. 공통적으로 red는 과업 수행 실패 및 오류 상황, blue는 과업 수행 완료, yellow는 알람 등의 정보를 제공할 때 사용된다. 이는 기존 디바이스의 인터페이스에서 각 상황별로 사용하는 색상과도 유사하다.

스마트폰, 컴퓨터를 포함한 다양한 디바이스에서 빛의 색상 외에 빛의 운동 또한 사용자에게 디바이스의 현재 상태를 알려거나 사용자의 명령에 대한 피드백을 할 때 효과적으로 사용된다. Amazon Echo와 SK NUGU에서 끊임없이 돌아가는(spinning) 불빛은 디바이스가 과업을 처리하는 중임을 나타낸다. 이와 같이 두 인공지능 디바이스에서 조명 인터랙션은 대부분 정보 전달 시 보조적 수단으로 활용되지만 SK NUGU의 경우 음성 피드백을 할 때 음성의 높낮이에 맞춰 움직이는 LED 불빛으로 일부 감성적 효과를 주기도 한다.

2.3. LED 조명감성연구

조명과 사용자의 심리에 관련된 선행 연구는 특정 조명 자극에 대한 사용자의 생리적, 심리적, 행동적 반응 측면에서 연구되었다. 대부분의 전자 디바이스에서 상태 표시등이나 무드등과 같은 용도로 사용되는 RGB LED 조명은 기존 조명들에 비해 복잡하고 자유로운 색 연출과 빛 운동(motion) 연출이 가능하다. 이에 LED 조명은 사용자의 폭넓은 감성반응을 이끌어낼 수 있으며(Park et al., 2011), 기존 연구보다 다양하게 연출한 조명 자극으로 사용자 경험을 관찰할 수 있다. 기존 조명감성연구에서는 감성 어휘를 채집하거나 형용사 쌍을 만들어 사용자가 색이나 색온도, 조도에 따른 조명의 감성 이미지와 선호도를 평가하도록 하였다(Oh & Kwak, 2015). 또한 휴식 및 집중 상황 등 특정상황에서 조명에 따른 사용자의 행동적, 회고적 반응을 관찰하여 상황별로 적합한 조명을 고찰한 연구를 볼 수 있다(Igor & Christina, 2000; Lee & Suk, 2012).

의인화 혹은 동물화 된 외형을 가진 로봇에 대하여 인간이 갖는 심리적 기대치를 바탕으로 HRI(인간-로봇 인터랙션)분야에서도 LED를 활용한 의인화적 감성 인터랙션에 관한 연구가 활발하게 진행되어 왔다. Lee et al. (2007)은 인간의 생체 신호를 활용하여 로봇의 상태 및 감정을 표현하는 연구를 진행하였으며 Kim et al. (2008)은 LED 색상과 깜빡임을 활용하여 얼굴과 표정이 있는 로봇 감정의 강도를 연구하였다.

2.4. 색채감성연구

색채감성에 관한 선행 연구에 따르면 색은 별도의 언어가 없어도 일반적으로 이해할 수 있는 감각언어이자, 사회 규범으로써의 시각 언어다(Park & Song, 2014). 따라서 색에 대하여 개개인이 느끼는 감성은 본능적인 요인과 문화적, 심리적 요인이 복합적으로 작용할 수 있다. 색상별 연상 감정에 개인차는 분명 존재하지만, 일반적으로 사용되는 주요색상에 대한 감성적 이미지는 공통적인 특징을 가지므로 선행 연구를 토대로 일부 색상별 감성적 개념을 Table 1과 같이 정리할 수 있다(Joo, 2007; Park & Song, 2014). 이때 채도나 명도, 혹은 표현되는 맥락에 따른 긍정 및 부정 감성이미지를 고루 갖고 있는 색상도 존재한다.

3. 연구방법

본 연구는 색맹이 아닌 20-30대 남녀 50명을 대상으로 실험을 실시하였다. 조명의 색상과 깜빡임(flicker) 운동효과를 통하여 기기 본체에서 조명 인터랙션을 제공하는 인공지능 시스템의 감정 표현 가능성을 알

아보고자 하였다.

3.1. 실험 참가자

조사 기간은 2017년 5월 27일부터 2017년 6월 10일까지 2주 동안 진행하였으며, 조사 대상은 일상에서 색을 인지함에 불편함이 없는 20-30대 대학생 및 대학 연구원 남녀 사용자로 한정하였다. 또한 온라인을 통한 Ishihara 테스트로 피험자 중 색각 이상자가 없음을 확인하였다. 설문조사는 시각 자료 시청과 선택의 용이성을 고려하여 온라인 설문지로 진행하였다. 또한 조명 색상의 면적효과를 고려하고 디지털 컬러를 동일하게 구현하기 위해 맥북 retina LED 디스플레이를 사용하였으며, 연구자의 안내에 따라 디스플레이 시청 거리를 유지하여 진행하였다. 20-30대를 대상으로 선정한 이유는 챗봇, 스마트폰 음성 비서 등 대화형 에이전트에 익숙하고 최신 기기에 대한 관심이 많은 젊은 세대의 응답을 수집하고자 함이다.

응답자의 성별은 남성이 26명(52%), 여성은 24명(48%)으로 총 50명이었다. 인공지능 디바이스의 사용 경험이 있는 피험자는 14명(28%), 사용경험이 없는 피험자는 36명(72%)으로 나타났다(Table 2).

Table 1. Emotional concepts of color

Colors	Positive	Negative
Red	Warm, Love, Passion, Gentleness	Danger, Excitement, Rage, Explosion, Vitality
Orange	Satisfaction, Warm, Gentleness, Affection, Richness, Pleasure	
Yellow	Refreshing, Brightness, Happiness, Richness, Hope, Cheerful, Pleasure	Flippancy, Jealousy
Green	Comfort, Exhilaration, Fertility, Life, Hope, Growth, Stability, Relaxed	
Blue	Cool, Intelligence, Peace, Honest, Faithfulness	Cold, Fear, Passivity
Purple	Elegance, Splendor, Richness, Nobility, Mysticity	Fear, Loneliness, Sorrow, Anxiety
White	Cheerful, Brightness, Lofty, Hope, Purity, Clean, Peace, Modesty, Honest	

Table 2. Subject information

		Rate	N
Gender	Male	52%	26
	Female	48%	24
Artificial Intelligence device usage experience	Yes	28%	14
	No	72%	36

3.2. 실험 방법







실험 자극물로 제시한 인공지능 디바이스는 이미 시장에 출시된 가정용 인공지능 에이전트인 Amazon Echo와 SK NUGU의 외형 디자인을 참고하여 원기둥 형태의 폼팩터로 설정하였다. Amazon Echo와 SK NUGU의 구체적인 사용 예시와 이미지 자료를 활용하여 피험자가 인공지능 디바이스라는 점을 인지할 수 있도록 함이다. 제품 시스템의 움직임(motion) 디자인에 관한 선행연구(Young, 2005)에 따르면 사용자는 움직임이 느릴수록 제품 외형에, 빠를수록 모션 자체에 집중한다. 따라서 각종 인공지능 시스템 인터페이스에 구현된 캐릭터나 휴머노이드 로봇처럼 사용자로 하여금 특정한 감정 이미지를 갖게 하는 외형 디자인은 조명의 깜빡임 속도에 따른 감정 표현에 변수가 될 수 있어 배제하였다.

인공지능 디바이스 폼팩터 이미지에 6가지의 색상을 입히고 각 색상마다 3단계의 깜빡임 효과를 적용하여 총 18개의 인공지능 디바이스 프로토타입 영상을 제작하였다. 조명의 색상은 우리나라 상용 색 표집인 먼셀 색표계에서 주요 색상 red (R:255 G:0 B:0), yellow (R:255 G:255 B:0), green (R:0 G:153 B:0), blue (R:6 G:17 B:242), purple (R:128 G:0 B:127)에 보편적인 조명색인 white (R:255 G:255 B:255)를 추가하여 총 6가지의 색상을 선정하였다. 또한 조명 색상이 켜졌다 꺼지는 깜빡임 운동을 더함으로써 피험자들이 각 영상 속의 인공지능 디바이스가 색채를 수단으로 감정을 표현하고 있음을 인지할 수 있도록 하였다. 이를 통해 깜빡임 속도에 따라 피험자들이 인공지능 디바이스가 표현하는 감정의 각성 수준을 느낄 수 있는지 알아보고자 하였다. 깜빡임의 속도는 ‘빠른, 중간, 느린’의

세 단계로 설정하였는데, 이는 인간을 포함한 생명체의 생체신호 주기를 의인화된 로봇의 인터랙션 속도에 적용한 선행 연구를 참고하였다(Lee et al., 2007). 각 단계별 속도를 명확하게 구분하기 위해 예비 실험(5명)을 진행하였고 피드백을 반영하여 30:00fps 영상 기준, 빠른-0초 15, 중간-0초 20, 느린-0초 25 간격으로 깜빡임 효과를 설정하였다. 영상의 배경색은 R:0 G:0 B:0으로 설정하여 사용자가 배경색에 방해 받지 않고 폼팩터의 국부 조명에 집중할 수 있는 암전된 상태를 가정하여 최종적으로 Table 3과 같이 영상을 제작하였다. 디지털 컬러의 면적효과와 관련된 선행 연구(Min, 2012)에 따르면 색채학에서는 면적을 망막에 비친 상의 각도로 표시한다. 따라서 물리적인 면적이 아니라 시야에서 차지하는 비율의 크기가 중요하다. 본 실험에서는 애플 사의 맥북 retina 15인치 모델의 LED 디스플레이(가로 34.93cm, 세로 24.07cm)를 기준으로 제작한 영상에서 인공지능 디바이스를 재현하였다. 선행 연구(Min, 2012)를 참고하여 디스플레이와 눈의 이상적인 거리인 50cm를 기준으로 작은 면적을 나타내는 시각 2°(지름 1.7cm)와 중간 면적을 나타내는 10°(지름 8.8cm)사이의 시각을 선정하여 영상 속의 인공지능 디바이스 크기를 설정하였다. 해당 시각은 좁은 범위의 국부 조명이나 GUI 요소, 스마트 시계처럼 비교적 작은 디바이스의 조명 효과만을 고려한 것이므로 면적 변화에 따른 영향은 추가 연구가 필요하다.

실험에 앞서 사용자와 대화할 수 있는 인공지능 에이전트인 Amazon Echo와 SK NUGU에 대한 설명 및 실제 사용 이미지를 보여주었으며, 이와 유사한 인공지능 에이전트가 감정을 표현하는 영상을 시청할 것이라고 안내하였다. 또한 맥북 retina 디스플레이로부터 50cm의 거리에서 시청할 수 있도록 피험자가 앉은

Table 3. Prototypes of artificial intelligence device

Image						
Color	red	yellow	green	blue	purple	white
RGB	255, 0, 0	255, 255, 0	0, 153, 0	6, 17, 242	128, 0, 127	255, 255, 255

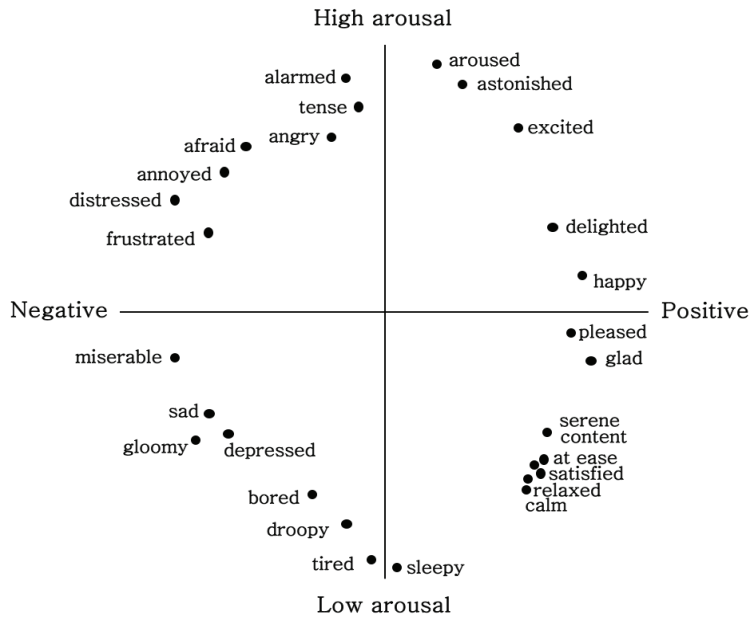


Fig. 1. Russell's circumplex model of affect

위치와 맥북 사이의 거리를 조정하였다. 설계된 프로토타입 영상을 색맹이 아닌 50명(남자 26명, 여자 24명)의 피험자들에게 무작위 순서로 보여준 후, 각 영상마다 인공지능 디바이스로 제시된 원기둥 폼팩터가 표현하고 있는 감정을 28개의 감정 형용사 중 가장 근접하다고 생각하는 한 가지 형용사만 선택하도록 하였다. 28개의 감정 형용사는 감정을 밸런스와 각성 상태의 두 축으로 나누어 정리한 러셀의 감정원형모델(Fig. 1)에서 제시된 것이다. 이는 조명 효과에서 색상과 깜빡임이라는 두 가지 변수에 따라 감정의 밸런스와 각성 정도가 어떻게 변화하는지 가시적으로 살피기 위함이다.

4. 연구결과

실험결과, 인공지능 디바이스의 조명 색상은 기존의 감성 이미지와 대부분 유사한 감정을 표현하는 것으로 평가되었다. 또한 깜빡임 속도는 각 색상이 기존에 가진 감성 이미지에 따라 감정의 밸런스나 각성 정도에 영향을 끼쳐 깜빡임 속도에 따른 감정의 변화 양상을 관찰할 수 있었다.

4.1. 인공지능 디바이스의 조명 깜빡임 색상을 활용한 감정 표현

중간(middle) 속도의 깜빡임을 가진 6가지 색상에

대한 감정 평가 결과는 러셀의 감정원형모델에서 제시한 네 영역을 기준으로 Table 4와 같이 빈도분석을 실시하였다. 분석결과, 각 색상에 대하여 피험자가 평가한 감정분포는 기존의 색채 관련 연구(Table 1)에서 나타난 색상별 감성이미지와 대체로 유사한 편이었으나 일부 색상에서는 기존의 결과와 상반된 양상을 보였다. 기존 색채감성연구에서 상반되는 감성 이미지를 고르게 가진 색상인 blue의 경우, 본 실험에서도 긍정과 부정 감정이 비교적 고르게 선택되었다. red와 purple 역시 기존 연구에 따르면 상반된 밸런스의 감성이미지를 고르게 갖고 있지만, 실제 실험결과에서는 부정 감정의 분포가 크게 나타난 것을 볼 수 있다(Table 4). 이와 관련해서 특별히 red 조명의 경우 일상적으로 경고 및 위험신호에 많이 사용됨에 따라 기존 red의 감성이미지와는 다른 양상으로 평가된 것으로 유추된다. 이 외에 green, yellow, white는 기존 색채 감성 연구에서 긍정 감정의 분포가 높았던 것과 일치하는 실험 결과로, 긍정 감정의 분포가 높게 나타났다.

4.2. 인공지능 디바이스의 조명 깜빡임 속도를 활용한 감정 표현

인공지능 디바이스의 조명 깜빡임 속도별 결과 역시 러셀의 감정원형모델에서 제시한 네 영역을 기준으로 Table 5와 같이 빈도분석을 실시한 후 비교하였

Table 4. Frequency analyzed results of lighting with middle velocity

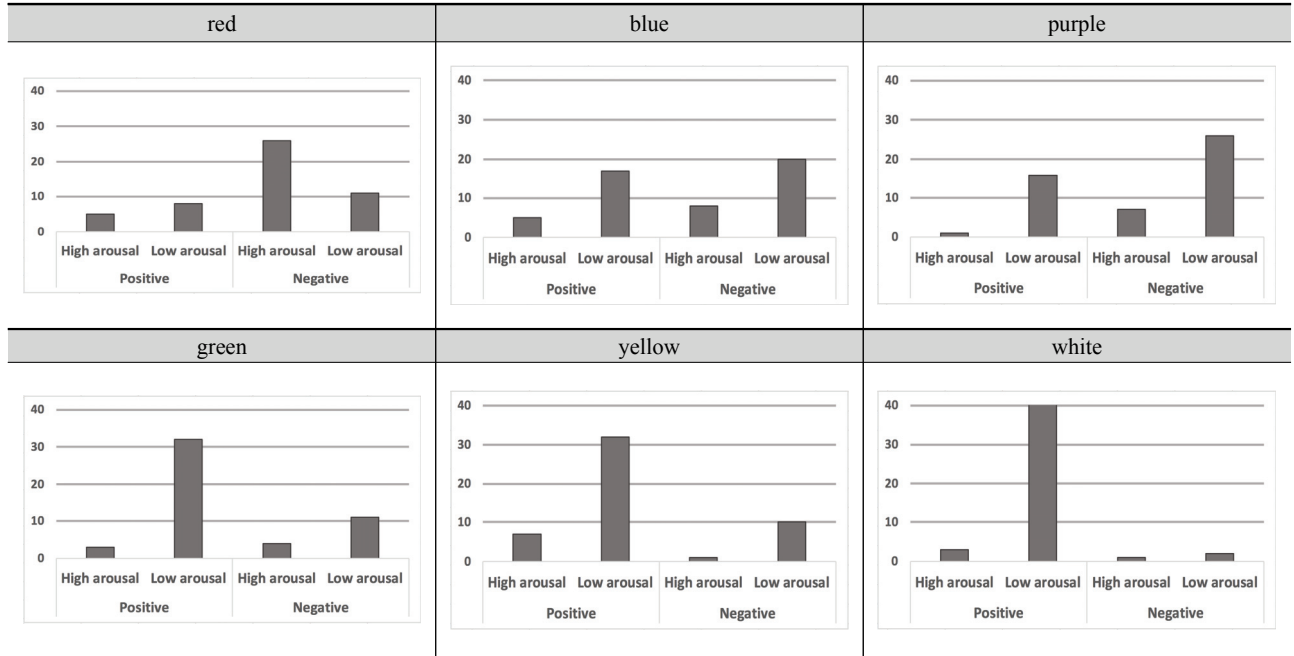
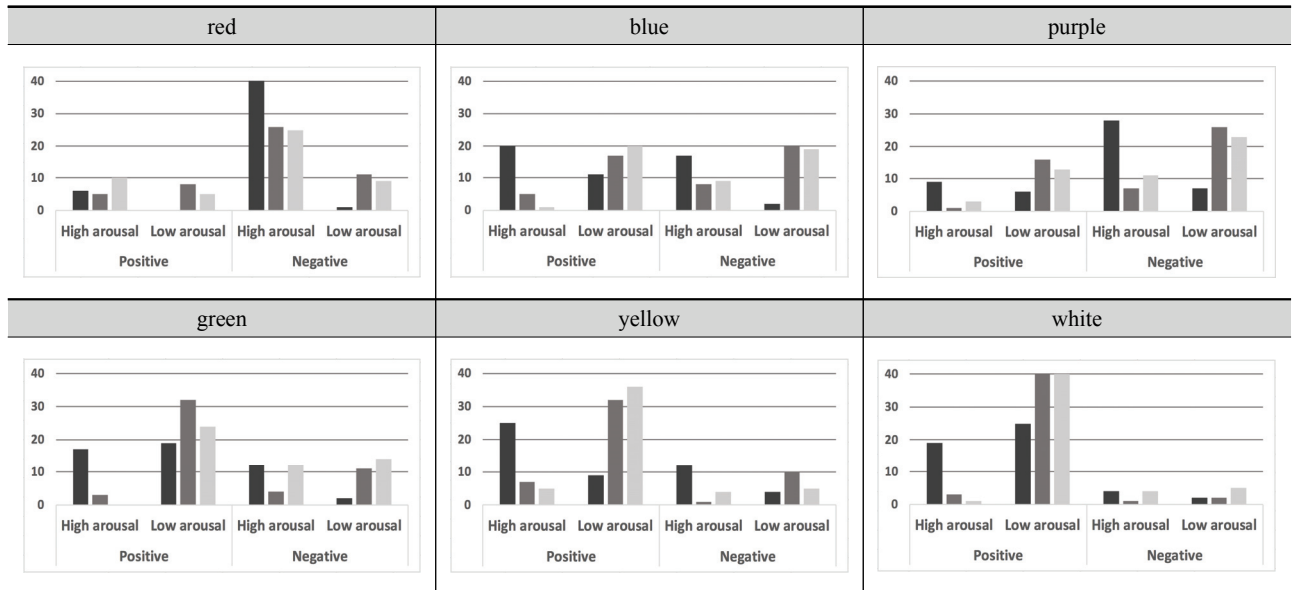


Table 5. Frequency analyzed results of lighting with high, middle, and low velocity



■ High velocity ■ Middle velocity □ Low velocity

다. 또한 6가지 색상에 대해서 감정 선택의 모집단이 정규분포를 따르지 않으며, 명목값을 가지기 때문에 비모수 검정을 실시하였다. 응답분포의 기대값이 5 미만인 셀의 숫자가 전체 셀의 25%를 넘는 경우가 있으므로 피셔의 정확검정을 시행하였다. 다음과 같이 각 색상별로 귀무가설과 대립가설에 대한 교차분석을 수

행한 결과는 Table 6과 같다.

- 귀무가설: {색상 명}의 깜빡임 속도 차이에 따른 감정 선택 분포 차이가 같다.
- 대립가설: {색상 명}의 깜빡임 속도 차이에 따른 감정 선택 분포 차이가 같지 않다.

Table 6. Results of Fisher's exact test

Color	p-value	Significance level (α)
red	0.000	0.05
blue	0.000	0.05
purple	0.000	0.05
green	0.000	0.05
yellow	0.000	0.05
white	0.000	0.05

피셔의 정확검정을 통해 속도에 따른 감정 선택 분포에 유의미한 차이가 있는지 분석한 결과, 모든 색상에서 속도에 따라 감정 선택에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 어떤 종류의 속도 사이에 유의미한 차이가 있는지 밝히기 위해 엄밀하고 보수적인 본페로니 보정을 사용하여 사후분석을 실시하였다. 그 결과, 모든 색상에서 중간 속도(middle velocity)와 느린 속도(low velocity)의 보정된 유의확률 값($p=1.0+$)이 유의수준($\alpha=0.05$)보다 높아 감정의 선택 분포에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이외의 세 속도 중 두 종류의 속도를 비교하는 경우(high-middle, high-slow)에 대해서는 유의확률 값($p=0.000$)이 유의수준($\alpha=0.05$)보다 낮아 감정의 선택 분포에 유의한 차이가 있음을 보였다. Table 7~12는 6가지 각 색상 별로 깜빡임 속도에 따라 응답자들에 의한 28가지 개별 감정 선택양상을 나타낸 세부 분석 결과다.

4.2.1. Red

red 색상은 부정적이면서도 높은 각성 범주에 포함되는 감정이 선택되는 경향을 보였다.

실제로 Table 7의 분석결과에 따르면 세 가지 깜빡임

Table 7. Frequency analyzed results of lighting with high, middle, and low velocity (red)

High velocity		Middle velocity		Low velocity	
emotion	%	emotion	%	emotion	%
afraid	28.0	afraid	24.0	afraid	24.5
alarmed	24.0	distressed	12.0	excited	12.2
tense	22.0	tired	10.0	tense	8.2
excited	8.0	miserable	8.0	distressed	8.2
angry	8.0	at ease	6.0	tired	8.2

속도 (high, middle, low) 모두 afraid가 가장 높은 비중인 것으로 나타났다. 이 뿐 아니라 깜빡임 속도가 high 일 경우 afraid 다음으로 alarmed (24.0%), tense (22.0%)가 선택되었고, middle의 경우에도 2순위와 3순위에 각각 distressed (12.0%), tired (10.0%)가 선택되는 등 대체로 부정적인 감정이 선택되는 경향을 보였다.

4.2.2. Blue

다음으로는 blue 색상을 분석한 결과다. Table 5 결과에 따르면 blue 색상의 경우 긍정과 부정 감정이 고루 선택되는 경향을 보였다.

Table 8에 따르면, High는 tense (20.0%), excited (16.0%), happy (10.0%), Middle은 gloomy (20.0%), angry (14.0%), sad (12.0%), Low는 glad (14.3%), satisfied (10.2%), alarmed (10.2%)의 순으로 나타나 긍정과 부정 두 감정이 비교적 고루 분포되는 경향을 보였다.

Table 8. Frequency analyzed results of lighting with high, middle, and low velocity (blue)

High velocity		Middle velocity		Low velocity	
emotion	%	emotion	%	emotion	%
tense	20.0	gloomy	20.0	glad	14.3
excited	16.0	angry	14.0	satisfied	10.2
happy	10.0	sad	12.0	alarmed	10.2
astonished	8.0	distressed	6.0	depressed	10.2
angry	8.0	depressed	6.0	tired	8.1

4.2.3. Purple

다음은 purple 색상을 분석한 결과다. purple 색상의 경우 대체로 부정적인 감정과 연관성이 있다는 것이 사전에 분석되었다.

Table 9에 따르면 high에서 alarmed (12.0%)가 가장 높은 비중을 차지했으며, 다음으로 annoyed (12.0%), distressed (12.0%)의 순인 것으로 나타나 대체적으로 높은 깜빡임 속도에서 부정적인 감정이 선택되었다. high 뿐 아니라 middle과 low 에서도 각각 20.0%, 12.0%의 비중으로 gloomy를 선택한 비율이 가장 컸으며 그 다음으로 middle은 relaxed (14.0%), satisfied (8.0%), low는

tired (10.0%), bored (8.0%)의 순으로 나타나 전반적으로 부정적인 감정이 선택되는 경향을 보였다.

Table 9. Frequency analyzed results of lighting with high, middle, and low velocity (purple)

High velocity		Middle velocity		Low velocity	
emotion	%	emotion	%	emotion	%
alarmed	12.0	gloomy	20.0	gloomy	12.0
annoyed	12.0	relaxed	14.0	tired	10.0
distressed	12.0	satisfied	8.0	bored	8.0
tense	10.0	bored	8.0	serene	6.0
happy	8.0	pleased	6.0	pleased	6.0

4.2.4. Green

다음의 Table 10은 green 색상의 세부 분석 결과이다.

Table 10. Frequency analyzed results of lighting with high, middle, and low velocity (green)

High velocity		Middle velocity		Low velocity	
emotion	%	emotion	%	emotion	%
at ease	14.0	content	12.0	relaxed	12.0
sleepy	12.0	glad	12.0	serene	12.0
excited	10.0	serene	10.0	glad	12.0
happy	8.0	pleased	10.0	satisfied	10.0
tense	8.0	droopy	10.0	at ease	10.0

분석 결과에 따르면, green 색상은 high, middle, low 각각 at ease (14.0%), content (12.0%), relaxed (12.0%)가 가장 높은 비중을 차지해 대체로 응답자들이 긍정적인 감정을 선택하는 경향이 있었다. 그 다음으로는 glad가 middle에서 2순위, low에서 3순위이고, serene가 middle에서 3순위, low에서 2순위인 등 대체로 긍정적인 감정이 선택된 편이었다. 그러나 전체적인 분포를 보면 다른 속도에 비해 low에서 긍정과 부정 두 감정이 비교적 고루 분포되는 경향을 보였다.

4.2.5. Yellow

다음 Table 11은 yellow의 세부 분석 결과를 보인다.

긍정적인 감정과의 관련성을 보였던 yellow 색상의 경우 세부 분석 결과에서도 동일한 기초를 이어갔다.

yellow는 high: astonished (20.0%), middle: glad (20.0%), low: serene (22.0%)가 각각 1순위에 위치해 다른 감정에 비해 비중이 가장 컸다. 뿐만 아니라 high의 2순위, 3순위는 각각 tense (12.0%), delighted (8.0%)의 순이었고, middle과 low 모두 2순위에 satisfied가 위치해 있으며, 3순위의 경우 middle, low 각각 at ease (10.0%), glad (12.0%)가 위치해 있다.

Table 11. Frequency analyzed results of lighting with high, middle, and low velocity (yellow)

High velocity		Middle velocity		Low velocity	
emotion	%	emotion	%	emotion	%
astonished	20.0	glad	20.0	serene	22.0
tense	12.0	satisfied	14.0	satisfied	16.0
delighted	8.0	at ease	10.0	glad	12.0
excited	8.0	astonished	6.0	pleased	8.0
aroused	8.0	calm	6.0	relaxed	6.0

4.2.6. White

다음 Table 12는 white 색상의 세부 분석 결과다.

white 색상의 결과에 따르면 high는 aroused가 12.0%로 비중이 가장 컸고, middle과 low 모두 glad가 각각 26.0%, 20.0%의 비율로 비중이 가장 컸다. 다음으로 high의 2순위 및 3순위는 각각 content와 delighted가 선택되었고, middle과 low에는 pleased, satisfied 등으로 긍정적인 감정이 선택되는 경향을 보였다.

Table 12. Frequency analyzed results of lighting with high, middle, and low velocity (white)

High velocity		Middle velocity		Low velocity	
emotion	%	emotion	%	emotion	%
aroused	12.0	glad	26.0	glad	20.0
content	12.0	pleased	22.0	satisfied	16.0
delighted	10.0	satisfied	14.0	serene	16.0
happy	8.0	serene	12.0	pleased	14.0
astonished	8.0	relaxed	8.0	relaxed	4.0

5. 결론 및 논의

인공지능 시스템을 탑재할 수 있는 사물의 종류와 서비스 범위가 점점 더 많아짐에 따라 사용자가 인공지능 시스템과 상호작용하는 기회 또한 증가하고 있다. 특히 사용자와의 자연스러운 커뮤니케이션을 목표로 의인화된 인공지능 시스템의 경우, 감정을 표현할 수 있는 인터랙션에 관한 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 인공지능 디바이스가 비언어적 인터랙션을 통해 감정을 표현할 수 있는 가능성을 알아보고자 하였다. 조명 효과 중에서 특히 색상과 깜빡임을 중심으로 인공지능 디바이스가 나타낼 수 있는 감정 표현을 연구하였다.

첫째, 인공지능 디바이스의 조명 색상은 기존 색상에 대한 사용자의 감성적 이미지와 유사한 감정을 표현할 수 있을 것으로 판단된다. 선행 연구 자료의 색상에 대한 감성 이미지와 비교했을 때, 감정의 밸런스 및 각성 정도 측면에서 대부분 유사했다. 단, red조명은 기존 색상의 감성 이미지와 달리 부정 밸런스에 치우친 감정 분포가 나타났다. 이미 경고, 위험 등 한 쪽 밸런스에 치우친 시각언어로 널리 통용되는 색상의 조명은 감정의 밸런스를 조절하여 표현할 때 더욱 각별한 주의가 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 인공지능 디바이스의 깜빡임 속도가 각성 정도를 변화시키는 양상은 모든 색상에서 비슷한 기조를 보였다. 전반적으로 속도가 빠를수록 높은 각성에서, 속도가 느릴수록 낮은 각성에서 감정 분포가 높게 나타났다. 단, red와 white는 다른 색상에 비해 각성 정도의 분포가 변화하는 폭이 작았으며, 모든 속도에서 red는 높은 각성, white는 낮은 각성의 감정 분포가 크게 나타났다. 이를 통해 각성 측면에서 일반화된 감성 이미지를 가진 조명 색상의 경우, 깜빡임 속도가 감정의 각성 정도에 끼치는 영향이 적을 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 인공지능 디바이스의 깜빡임 속도가 감정 밸런스를 변화시키는 양상은 기존 색 견본을 활용한 연구에서의 감성 이미지와 어느 정도 관련성이 있는 것으로 나타났다. 실험의 세부 분석 결과에서 살펴볼 수

있듯이, 깜빡임 속도에 따라 기존 색상이 갖고 있는 긍정 밸런스의 감정이나 부정 밸런스의 감정이 다른 분포로 나타나는 것을 관찰할 수 있었다. 이와 더불어 모든 깜빡임 속도에서 한 쪽의 밸런스가 두드러지는 색상을 관찰할 수 있었는데, 이는 red, purple, yellow, white로 나타났다. red와 purple은 부정적인 감정이, yellow, white는 긍정적인 감정이 두드러졌다. red, purple, yellow의 결과를 통해 평면 색채로서는 상반된 밸런스의 감성 이미지를 갖고 있지만 조명 색상에서는 한 쪽의 밸런스가 두드러질 수 있다는 점을 발견하였다. 이와 달리 blue는 모든 깜빡임 속도에서 대체로 균일한 감정의 밸런스를 보여, 깜빡임 속도로 감정의 밸런스를 조절하기 가장 까다로운 색상으로 나타났다. green은 기존 색상의 감성 이미지와 유사하게 전반적으로 긍정의 감정 밸런스 분포가 높았지만, low 속도에서는 감정의 밸런스가 균일해지는 양상을 관찰할 수 있었다. 이를 통해 특정 색상의 경우, 깜빡임 속도가 오히려 표현하고자 하는 감정을 모호하게 만들 수도 있을 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 조명 효과로 인공지능 시스템의 감정 표현을 설계하고자 할 때 기존의 색 견본 활용 연구의 감성 이미지를 어느 정도 참고할 수 있음을 시사한다. 그러나 기존의 감성 이미지에 따라 각성 정도나 밸런스가 변화하는 양상이 다를 수 있다는 점을 유의해야 한다. 또한 이미 사회적 통념으로 굳어진 이미지를 갖고 있는 조명 색상의 경우 제시하고자 하는 감정 표현이 왜곡될 수 있으므로 주의를 기울여야 한다. 깜빡임과 같은 조명의 운동 효과는 표현하고자 하는 감정의 각성 정도를 조절할 뿐만 아니라 밸런스에도 영향을 끼칠 수 있기 때문에 설계 후 검증이 필요할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 원기둥 형태의 폼팩터를 대상으로 제한적인 면적의 조명효과를 연구했다는 점에서 한계를 갖는다. 색상이 구현되는 면적과 형태가 사용자 감성에 미치는 영향이 고려되지 못한 것이다. 따라서 추후, 보다 다양한 디바이스 형태와 면적을 대상으로 한 연구가 필요하다.

인공지능 시스템이 개인화될수록 사용자는 인공지능 시스템에 다양한 요구와 기대감을 갖게 되고, 이에

따라 사용자와 인공지능 간 감정 인터랙션의 필요성 역시 증가할 것이다. 비언어적 인터랙션은 인공지능 시스템의 언어를 통한 감정 표현을 보완하거나 일부 대체할 수 있다는 점에서 가치 있다. 본 연구는 비언어적 인터랙션 중 조명의 색상과 깜빡임 운동을 통한 인공지능의 감정 인터랙션을 설계할 때 참고자료로서 기여할 수 있을 것이다. 인공지능 서비스의 성격과 디바이스의 형태를 고려하여 비언어적 감정 인터랙션을 설계한다면 효과적인 사용자-인공지능 시스템 인터랙션을 구현할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- BREAZEAL, C., & BROOKS, R. (2005). *Robot Emotion: A Functional Perspective*. New York: Oxford University Press.
DOI: 10.1093/acprof:oso/9780195166194.003.0010
- Feldmen, S., DiPaola, S., & Yalcin, O. N. (2017). Engagement with Artificial Intelligence through Natural Interaction Models. *Proceeding EVA '17 Proceedings of the conference on Electronic Visualisation and the Arts*, 296-303.
DOI: 10.14236/ewic/EVA2017.60
- Global Market Insights, Inc. (2016). Intelligent Virtual Assistant Market to Grow at a CAGR of 34.9% from 2016 to 2024. *Global Market Insights, Inc.*
- Hyeon, Y. A., Pan, Y. H., & Yoo, H. S. (2017). Lighting Interaction Design for Artificial Emotional Intelligence. *KSDS Conference Proceeding*, 58-59.
- Joo, M. K. (2007). Research for the Features of Color Association. *Journal of Korea Society of Color Studies*, 21(2), 19-29.
- Kanzaki, Y. J. (2016). 圖解入門 最新人工知能がよ~くわかる本. (Kim, H. O., Trans.). (2017). <최신 인공지능 쉽게 이해하고 넓게 활용하기>. Seoul: Wikibooks.
- Kim, M. G., Lee, H. S., Park, J. W., Jo, S. H., & Chung, M. J. (2008). Color and Blinking Control to Support Facial Expression of Robot for Emotional Intensity. *Proceedings of HCI Korea*, 547-552.
- Kim, Y. S., Yoon, J. W., Lim, S. S., & Cho, S. B. (2010). Implementing a Dialogue based Emotional Virtual Assistant for Effective Personal Management Services. *Proceedings of Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 27(2C), 288-292.
- Knez, I. & Kers, C. (2000). Effects of Indoor Lighting, Gender, and Age on Mood and Cognitive Performance. *Environment and Behavior*, 32(6), 817-831. DOI: 10.1177/0013916500326005
- Lee, D. K., Kwak, S. N., & Kim, M. S. (2007). Application of Biological Signal as an Idle Feedback for Emotion Expression of Robot. *Archives of Design Research*, 20(4), 17-28.
- Lee, E. S., & Suk, H. J. (2012). The Emotional Response to Lighting Hue Focusing on Relaxation and Attention. *Archives of Design Research*, 25(2), 27-39.
- Min, J. Y. (2012). A Study on the Emotional Response according to the Area Effect of Digital Color recreated on the Display(Masters dissertation). *The Graduate School of Ewha Womans University*, Seoul, Korea.
- Oh, S. M., & Kwak, Y. S. (2015). Color Emotion Comparison Under LED Illuminations Having Different Spectral Distributions. *Journal of Korea Society of Color Studies*, 29(4), 81-90.
DOI: 10.17289/jkscs.29.4.201511.81
- Park, H. S., Lee, C. S., Jang, J.S., Lee, K. H., & Kim, H. T. (2011). A Consideration and Prospects of Psychological Research on Lighting. *The Korean Journal of Psychology: General*, 30(1), 23-43.
- Park, Y. S., & Song, S. A. (2014). The Research on Preference Colors and Color Image of the 20's. *Journal of Korea Society of Color Studies*, 28(3), 69-80.
- STAMFORD, C. (2016). Gartner Says Worldwide Spending on VPA-Enabled Wireless Speakers will Top \$2 Billion by 2020. Gartner. Retrieved from <https://www.gartner.com/newsroom/id/3790964>
- Waytz, A., & Norton, M. I. (2014). Botsourcing and

outsourcing: Robot, British, Chinese, and German workers are for thinking—not feeling—jobs. *Emotion*, 14(2), 434-444. DOI: 10.1037/a0036054

Yang, H. T., & Kim, D. B. (2017). 지능형 개인비서 시장 동향과 국내 산업 영향 전망. *Trend n Issues*, 35, 1-30.

Young, R., Pezzutti, D., Pill, S., & Sharp, R. (2005). The language of motion in industrial design. *Design and semantics of form and movement*, 7, 6-12.

원고접수: 2018.06.01

수정접수: 2019.07.07

게재확정: 2019.08.05