JESK J Ergon Soc Korea 2018; 37(1): 15-27
http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2018.37.1.15
http://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

A Framework of Robot Interface Design with Aging Metaphor

Hye Young An, Young Hwan Pan

Graduate School of Techno Design, Kookmin University, Department of Interaction Design, Seoul, 02707

노화 메타포를 적용한 로봇 인터페이스 디자인 프레임워크

안혜영, 반영환

국민대학교 테크노디자인전문대학원, 인터랙션 디자인과

Corresponding Author
Young Hwan Pan
Graduate School of Techno Design, Kookmin University, Department of Interaction Design, Seoul, 02707
Mobile : +82-2-910-4769
Email : peterpan@kookmin.ac.kr

Received : November 30, 2017
Revised : December 06, 2017
Accepted : December 11, 2017

Copyright@2018 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Objective: This study aims to apply the concept of aging metaphor to personal service robots to deliver new experiences to users.

Background: Personal service robots such as Softbank's Pepper and MIT Media Lab's Jibo have begun entering our lives. These service robots have the important function of interacting with human beings.

Method: The robot aging metaphor is to transform the shape, color, motion, voice, and texture, which are visual, auditory, and tactile components, by applying the concept of aging to the robot interface. The robot applied with the concept of aging metaphor forms a close relationship with human beings and provides emotional value to them. We summarize herein the concept of robot aging metaphor and propose an application method using the system and feature of the natural aging process in the real world through the prototype.

Results: Robot aging metaphor structure and applied researches of robot aging metaphor are suggested in designing robot interfaces.

Conclusion: The results of the design framework of robot aging metaphor will help users to experience emotional value interacting with robots. The framework which is suggested should be applied to social robots in appropriate contexts.

Application: Types of aging process which provides optimizing user experience for users should be validated through an experiment.

Keywords: Aging metaphor, Personal service robot, Robot interface design, Sensory design, Emotional design

1. Introduction

2016년 1월에 개최된 다보스 포럼의 주요 주제는 로봇과 인공지능의 기술을 중심으로 한 4차 산업혁명이었으며 로봇산업의 패러다임이 인공지능 로봇으로 변화하고 있다고 밝

혔다(Small and Medium Business Administration, 2017). 인공지능 로봇은 기존의 산업 영역 뿐만 아니라 개인의 생활 영역에도 본격적으로 등장하고 있다. 인간의 일상 생활 환경에서 이용되는 개인 서비스 로봇은 인간과의 상호작용이 원활하도록 기술의 고도화를 중점으로 연구되고 있다. 일본 소프트뱅크의 Pepper와 미국 MIT 미디어랩의 Jibo 등은 음성명령을 인식하고 인간과 동일한 언어를 구사한다. 또한, 인간의 감정을 인식하고 자연스럽게 반응을 하는 등의 높은 기술적 완성도로 시장에서 주목을 받았다.

품질과 성능은 제품의 지속적인 가치와 혁신을 보장하지 않는다. 후발 경쟁자에 의해 제품 기술이 상향 평준화가 되면 제품의 효용적 가치는 핵심 가치로서의 효력을 상실한다. 이러한 배경에서 고객과 제품의 상호작용으로 의미를 제공하는 경험이 핵심 차별화 요소로 대두되고 있다. 한 개인이 의미 있게 여기는 제품은 그에게 대단히 큰 가치를 지니게 된다. 즉, 일상에서 의미를 찾고자 하는 고객의 본질적인 욕구를 충족하는 제품은 고객에게 오랫동안 사랑을 받고 신제품이 등장해도 밀려나지 않는다(Steve et al., 2008).

도구는 목적을 가지고 디자인된 대상이다. 인간은 도구와 상호작용을 하며 도구에 영향을 받는다. 즉, 도구가 가진 목적은 인간의 정신과 삶에 영향을 끼친다. 노먼을 비롯한 인지 과학자들은 정서가 인간의 인지 체계에 영향을 주고 이는 삶에 대한 만족과 삶에 대한 태도에까지 영향을 미치는 삶의 필수적인 부분으로 보았다(Park, 2008b). 그는 정서적으로 충족된 인간의 삶은 훨씬 풍요로워진다고 밝히면서 제품이 인간과의 상호작용을 통해 정서적 가치를 제공하는 정서적 디자인 개념을 세웠다. 정서적 디자인은 본능적 디자인, 행동적 디자인, 반성적 디자인으로 구분되는데 특히, 반성적 디자인 차원에서 만들어진 도구는 사용자에게 특별한 의미를 제공하여 인간의 삶과 행동에 영향력을 끼친다고 하였다(Park, 2008a; Park, 2008b). 따라서, 이러한 도구는 사용자와 애착 관계를 형성한다고 하였다(Park, 2008b).

본 연구는 인간의 삶 속에 본격적으로 등장한 인공지능 로봇이 어떻게 인간과 공존하고 인간의 삶의 질을 높이는 데 이용될 수 있는지에 대한 고민에서 시작되었다. 로봇과 인간과의 상호작용을 통한 정서적 경험을 노화의 관점에서 고찰하고자 한다. 로봇의 정의와 분류를 통해 로봇의 감성적 반응에 대한 가치가 주요한 로봇과 맥락을 파악하였다. 로봇 노화의 개념을 정리하고 선행 연구인 노화 메타포 이론을 바탕으로 로봇 노화 메타포의 구조와 가치를 정의하였다. 또한, 자연적인 노화 사례를 바탕으로 프로토타입을 통해 로봇 노화 메타포 적용에 대한 연구를 수행하였다.

2. Definition of Robot and Aging

2.1 Classification of robots

로봇은 외부 환경을 인식하고, 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 기계로, 크게 산업용 로봇과 서비스 로봇으로 분류한다(Small and Medium Business Administration, 2017). 산업용 로봇은 산업 현장에서 제품 제조에 이용되는 기계이며 서비스 로봇은 사람이나 시설에 유용하게 이용되는 기계이다(ISO, 2011; Small and Medium Business Administration, 2017). 서비스 로봇은 로봇이 수행하는 일이 상업적 성격을 가지는가에 의해 개인 서비스 로봇과 전문 서비스 로봇으로 구분된다.

1인 가구의 증가와 고령화 사회 등의 요인으로 개인 서비스 로봇 시장이 성장하고 있다. 개인 서비스 로봇 시장은 최근 6년간 연평균 16% 성장하고 있는 분야로 향후 성장이 가장 기대되는 분야이다(Small and Medium Business Administration, 2017). 개인 서비스 로봇은 인간의 생활 범주 공간에서 제반 서비스를 제공하는 로봇으로 교육, 가사, 여가지원, 헬스케어, 엔터테인먼트 등의 분야에 이용된다(Small and Medium Business Administration, 2017). 이러한 개인 서비스 로봇 중에서 인간과의 상호작용 기능이 중요하게 적용되는 로봇을 소셜 로봇이라고 한다. 소셜 로봇은 사용자와 사회적 관계를 형성하는 역할이 중요한 로봇으로서, 사람과 로봇은 동료의 관계처럼 동등한 관계를 만들어간다(Fong et al., 2003). 소셜 로봇은 인간을 대신하여 특정 업무를 정확하고 효율성 있게 수행하는 것 외에도 감성이나 교감 기능을 통해 인간과 긴밀하게 교류하는 능력이 강화된 로봇이다. Fong et al. (2003)은 사회적 상호작용 기능이 주요한 로봇의 특성으로 사회적 관계를 형성하고 유지하는 능력, 자연스러운 표현 방법의 제스처 등의 사용 여부, 독특한 성격과 개성 등의 항목을 제시하였다.

외형이란 사물의 겉모양 또는 겉으로 드러난 형세를 말한다(Naver dictionary Home Page, 2017). 로봇의 외형은 로봇의 외부 형태적 요소인 형태, 색상, 재질 등으로 구성되어 있다(Kim et al., 2006). 사물의 외형은 사물의 목적과 기능에 중요한 단서를 제공한다. 대표적인

소셜 로봇 Pepper, Jibo, Buddy, Nao의 외형을 살펴보면 인간과 비슷한 형태의 휴머노이드 로봇임을 파악할 수 있다.

본 연구는 개인 생활 공간에서의 휴머노이드형 소셜 로봇로 연구 범위를 제한하고자 한다. 개인 생활 공간이라는 장소와 상황 그리고 소셜 로봇이라는 대상은 사용자와 로봇 간의 상호작용 기능의 중요성을 높일 것으로 판단된다. 즉, 사용자와 로봇 간의 상호작용이 중요한 맥락과 대상으로 연구 범위를 제한하여 로봇이 제공하는 감성적 가치가 사용자에게 긍정적 경험을 전달할 수 있는 영역에 본 연구를 적용하고자 한다.

2.2 Change and aging

2.2.1 Concept of aging

노화는 생리적인 성장과 발달 과정의 한 단계로서 시간의 흐름에 따라 일어나는 생물학적 쇠퇴 현상이다(Waneen et al., 2006). 노화의 진행은 나이와 함께 공통적으로 변하는 것으로 질병이나 환경의 영향으로부터 독립적인 것이다. 노화란 용어는 유기체 뿐만 아니라 무기체가 시간의 흐름에 따른 변화를 표현하는 데에도 쓰일 수 있다(Robert and Caleb, 2006). 본 연구에서는 노화를 시간의 흐름에 따른 대상의 물리적 변화로 정의하고 성장에서 쇠퇴에 이르는 모든 과정을 표현하는 용어로 사용하였다.

2.2.2 Concept and components of senses

인간의 물리적 세계에 대한 이해는 오감을 통해 이루어진다. 따라서, 오감의 개념과 요소를 살펴보고 본 연구에 적용할 주요 감각과 구성 요소를 파악하고자 한다.

감각이란 빛, 소리와 같은 외부 세계의 자극이나 통증과 같이 신체에 수용되는 자극이 중추신경에 전해졌을 때 일어나는 의식 현상이다(Doopedia, 2017). 인간은 감각을 통해 외부 세계를 인식하고 지각한다. 지각(perception)이란 감각의 체계화 과정으로, 수용된 감각이 뇌에 전달되어 대상을 인지(cognition)하는 과정을 말한다(Min, 1995). 감각은 시각, 청각, 촉각, 미각, 후각 등의 오감으로 분류된다. 인간은 외부 세계의 자극을 시각으로 60%, 청각으로 20%, 촉각으로 15%, 미각으로 3%, 후각으로 2%를 받아들인다(Yang, 1999). 로봇은 인간이 하나 이상의 감각을 이용하여 시스템과 커뮤니케이션을 하는 인터페이스 환경을 갖추고 있으며 이를 Multi - modal이라고 한다(Lee et al., 2014). 로봇의 인터페이스 환경은 인간의 오감을 활용한 디자인이 적용된다. 그러나 본 연구에서는 주요 감각을 시각, 청각, 촉각으로 연구 범위를 한정하고 각 감각의 요소를 파악하여 로봇 인터페이스 디자인에 적용하고자 하였다.

시각은 눈을 통해 이루어지는 감각이다(Doopedia, 2017). 인간은 시각으로 형태, 색채, 움직임 등의 요소를 지각할 수 있다. 시각 요소는 형태, 색채의 정적 요소와 움직임의 동적 요소로 분류할 수 있다. 평면상의 형을 형상(shape)이라고 하며, 입체적인 형을 형태(form)라고 한다(Yeom, 2004).

형과 형상은 점, 선, 면에 의해 가로와 세로값을 가진 2차원의 평면을 지칭하며, 형태는 가로와 세로, 깊이 값에 의해 부피를 가진 3차원이다(Min, 1995). 형태는 물체의 외형, 크기 등에 의해 영향을 받는다. 색은 광원으로부터 나온 광선이 물체에 비추어 반사, 분해, 투과, 굴절, 흡수될 때 안구의 망막과 시신경에 자극됨으로써 감각되는 현상이다(Min, 1995). 즉, 빛이 물체의 성질과 광선의 파장에 의해 시각으로 감지되는 것이다(Min, 1995). 인간이 지각할 수 있는 빛의 파장은 380nm에서부터 780nm까지이며 이를 가시광선이라고 한다. 먼셀은 가시광선의 스펙트럼을 토대로 색의 3속성은 색상, 명도, 채도로 체계화하였다(Lee, 2012).

움직임은 인간의 주의력을 강하게 끄는 요소로서 어떤 기준점에 정지해 있는 물체의 위치가 시간의 경과와 더불어 변하는 현상이다(Doopedia, 2017). 움직임은 공간과 시간을 전제로 한 개념으로 방향, 속도 등의 요소로 표현한다.

청각이란 물이나 공기 등을 통해 전해지는 음파를 자극으로 감지해내는 물리적 감각을 의미한다. 청각 요소로서 소리는 사람의 청각을 일으키는 주파수 대역의 파동을 말한다(Doopedia, 2017). 사람이 들을 수 있는 소리의 범위를 가청 주파수라고 하며 가청 주파수는 진동수가 16~20,000Hz인 영역이다(Doopedia, 2017). 소리의 3요소는 소리의 높이(pitch), 세기(loudness), 음색(timbre)이다(Lee, 2008).

촉각은 피부를 통해 느끼는 피부 감각을 말하며 촉감 요소는 질감, 형태 등이 있다. 질감은 실제로 손으로 대상의 표면을 문지르거나 누르는 등의 행동으로 알 수 있는 직접적인 질감으로 소재의 두께, 무게, 온도, 조직, 결, 마찰력 탄성 등에 영향을 받는다(Paik and Kim, 2001).

2.3 Aging metaphor theory

2.3.1 Definition of aging metaphor

메타포는 은유적 표현으로, 기본 도메인과 대상 도메인을 연결하는 매개체이다. 메타포는 어원적으로 전이(transterence)라는 의미로서 한 사물의 양상이 다른 사물에 옮겨져 두 번째 사물이 첫 번째 사물처럼 서술되는 것을 말한다(Kim, 2007). 메타포는 두 개의 사물을 비교하는 것으로 기본 도메인과 대상 도메인의 두 구성 요소로 이루어진다. 사용자는 메타포를 통해 익숙한 대상과 새로운 대상 간의 유사성을 찾고 유사성을 기반으로 새로운 대상을 이해한다. 메타포로 서로 다른 두 개념 간의 유사성을 찾는 방법은 우리의 일상 생활과 사고활동에 널리 퍼져 있다(Kim, 2007).

자연에서의 인간과 사물은 시간이 지남에 따라 변화하며 이것이 자연이 존재하는 방식이다(Maggie, 2012). 노화 메타포 이론은 자연의 체계인 노화 현상을 디지털 인터페이스에 적용함으로써 인간과 시스템 간의 새로운 상호 공존을 추구한다. 노화 메타포는 생물학적 노화 현상을 시각적 촉감 요소에 적용하여 구현한다. 즉, 노화에 따른 모발의 백발화, 치아 형태의 마모화, 피부의 광노화 등을 그래픽 인터페이스의 색상, 형태, 질감에 연관지어 전환한 것이다(Lee, 2012).

디지털 인터페이스에 적용된 노화 메타포는 시간의 흐름과 사용 빈도가 증가함에 따라 변한다. 사용자가 인터페이스를 사용한 시간과 인터페이스를 터치한 횟수에 의해 그래픽 인터페이스의 색상, 형태, 질감에는 연계성 있는 시각적 변화가 나타난다(Figure 1). 즉, 시간 요소는 시간의 흐름에 따른 노화 현상을 표현하는 개념이고, 사용 빈도는 접촉 횟수와 접촉 표면에 따른 부분적 노화 현상을 표현한다(Lee, 2012).

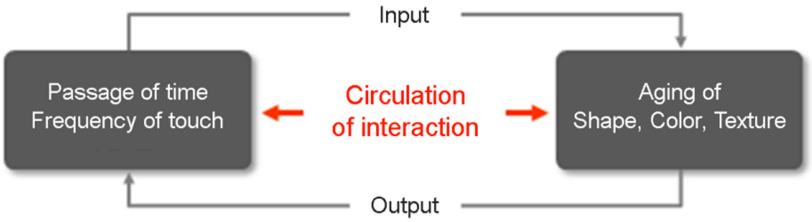

Figure 1. Aging metaphor theory (Lee, 2012)

2.3.2 Value of aging metaphor

노화 메타포는 사용자와 인터페이스가 함께 시간을 보내며 상호작용이 일어나는 과정에 집중한다. Carroll의 논의에 따르면 인터페이스 메타포의 인지 과정은 제시, 정교화, 고착화 세 가지로 나누어진다(Kim, 2013). 유사성을 기반으로 메타포가 제시되면 외관, 방법과 같은 세부적인 부분의 매핑이 이루어진다. 마지막으로 앞선 두 단계에서 파생된 부분을 매핑으로 통합한다(Kim, 2013). Carroll의 메타포 원리는 사용자의 경험을 기반으로 한 의미 전달이 목적이며 노화 메타포의 원리는 인간과 시스템 간의 상호작용을 통한 의미 창출에 목적이 있다. 즉, 사용자가 수동적으로 메타포의 의미를 인지하는 데 머무르지 않고 사용자가 인터페이스와 상호작용을 통해 개인만의 새로운 경험을 능동적으로 만들어 가는 것이다. 도널드 노먼은 인간의 의식이 각성하는 정도에 따라 정서적 디자인을 본능적 디자인, 행동적 디자인, 반성적 디자인으로 분류하였다(Park, 2008b). Park (2008a)에 따르면 본능적, 행동적, 반성적 디자인의 세 수준은 시간의 개념으로 구별된다. 본능적, 행동적 디자인에서 사용자는 현재라는 시간 개념 안에서 제품의 외관과 기능의 사용을 통해 경험

을 얻는다. 반성적 디자인은 사용자가 과거의 경험을 회상하거나 경험을 토대로 미래를 추론함으로써 이루어진다(Park, 2008a). 노화 메타포는 사용자와 인터페이스가 함께 시간을 보내며 상호작용이 일어나는 과정에 집중한다(Lee, 2012). 노화 메타포는 사용자에게 특별한 경험과 추억을 제공하여 반성적 디자인 차원의 정서적 가치를 제공한다.

3. Emotional Feedback of Robot

3.1 Robot aging structure

로봇 노화 메타포에서 노화란 시간의 흐름에 따른 대상의 물리적 변화로 성장에서 쇠퇴에 이르는 모든 과정을 말한다. 로봇 노화 메타포 디자인이란 생물학적 발달 현상을 로봇 인터페이스에 적용하여 사용자가 로봇의 성장과 쇠퇴 과정을 경험하게 하는 것이다. 즉, 생물학적 성장과 쇠퇴 현상을 로봇에 적용함으로써 인간의 감성적 반응을 이끌어내고 인간과 로봇 간의 상호 공존을 추구한다.

디자인에서 경험은 사용자와 대상과의 상호작용과 이러한 상호작용을 통해 얻는 지식과 정서를 말한다(Park, 2008b). 사용자 경험의 관점에서 감성은 사용자가 두뇌에서 감각을 수용하고 인지한 후 행동을 취하는 과정에서 형성된다(Jung et al., 2017). 시간의 흐름에 따른 자연스러운 로봇의 노화는 사용자의 상호작용에 영향을 미치고 이는 사용자의 감성적 경험 변화로 이어진다. 즉, 사용자는 로봇의 노화에 따른 대상의 변화를 수용하고 대상에 맞게 변화된 태도를 적용한다. 이러한 상호작용의 과정에서 사용자는 감성의 변화를 경험할 것이다.

로봇 노화 메타포가 적용된 로봇 인터페이스는 시간의 흐름에 따라 성장하고 노화한다. 생물학적 성장과 노화 요소의 특징을 시각, 청각, 촉각 요소에 적용하여 로봇 인터페이스 상의 노화 메타포를 구현한다. 시간의 흐름에 따라 연계성을 가진 로봇 노화 메타포가 노화 단계별로 제공된다. 즉, 로봇 노화 메타포는 시간의 경과에 의해 활성화되고 형태, 색, 동작, 음성, 질감의 노화 과정 변화로 피드백을 준다(Figure 2). 이러한 과정을 통해 사용자와 로봇 간의 상호작용을 연속성을 가진 감성적 경험으로 만들어가는 것이 로봇 노화 메타포 구조이다.

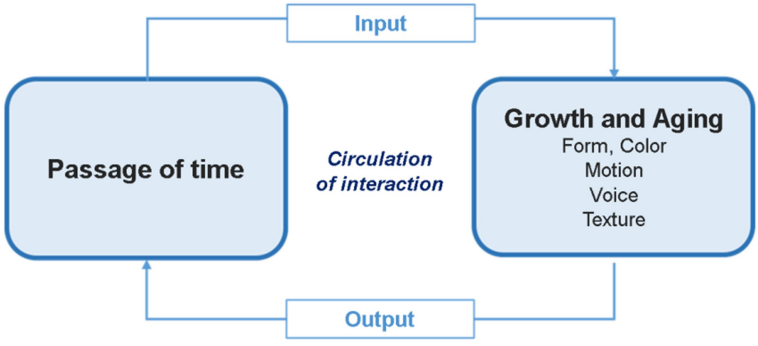

Figure 2. Robot aging metaphor structure

로봇 노화 메타포는 시간의 흐름에 따라 로봇 인터페이스와 사용자 간의 인터랙션을 설계함으로써 구현된다. 로봇 노화 메타포의 디자인 요소는 형태, 색, 동작, 음성, 질감이다. 노화의 단계는 4단계로 표현하며 단계가 높아질수록 성장한 후, 노화가 진행된다(Figure 3). 노화의 1단계는 기본값으로 시간에 따른 성장이나 노화가 적용되지 않는다. 노화의 1단계에서 2단계로 진행할 때 성장하고 2단계에서 3, 4단계로 진행하면서 노화가 진행된다. 이러한 단계로 시간의 흐름에 따른 로봇의 성장과 노화의 과정을 함께 표현하였다.

노화의 개념을 Lee (2012)가 정의한 자연적인 환경에서의 노화로 제한한다. 즉, 산소, 자외선, 수분, 미생물 등에 영향을 받는 노화 현상을 로봇 노화 메타포에 적용하고 인위적인 화학적 변화, 물리적 변화 등에 의한 노화 사례는 제외하여 사용자에게 자연스러운 과정으

로서의 로봇 노화를 전달하고자 하였다. 또한, 유기체의 성장과 노화 체계 특징을 중심으로 로봇 노화 메타포를 구현하여 시간에 따라 변화하는 유기체의 개념을 사용자에게 전달하고자 하였다.

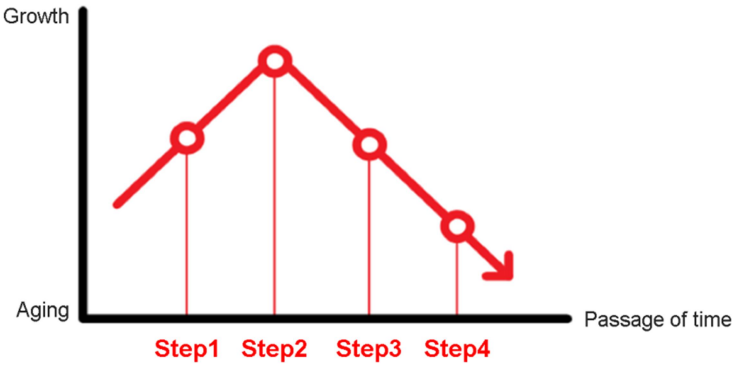

Figure 3. Time and Robot aging process

3.2 Value of robot aging metaphor

현대의 소비 사회에서 사물은 기호학적 가치로 소비된다(Baudrillard, 1992). 사람은 사물이 가진 효용적 가치가 아니라 사물이 내포하는 의미를 소비한다. 대량생산에 의한 상품의 공급과잉 현상으로 소비자는 다양한 선택이 가능하게 되었고 상품을 통해 욕구를 소비하게 되었다. 이러한 기호학적 소비는 개인의 욕망 뿐만 아니라 사회의 가치, 제도 등에 영향을 받기 때문에 문화적, 사회적 행위로 인식된다(Kim, 2014).

1인 가구 증가, 고령화 사회 도래라는 사회적 배경 속에서 인간은 고립되고 소외되어 가고 있다. 에리히 프롬(Erich Fromm)은 사회가 인간의 심리적 욕구를 충족시키지 못하면 건강한 인간이 될 수 없다고 하였다. 즉, 인간의 심리적 건강을 개인적인 차원의 것이 아니라 사회적인 차원의 것으로 보았다. 현대 사회의 인간은 관계성이라는 심리적 욕구를 만족시키지 못하는 환경에 노출되어 있다. 관계성은 프롬이 제시한 인간의 심리적 욕구의 하나로서 타인과 관계를 갖고 결합하고자 하는 욕구이다(Duane, 2001).

인간은 자기와 유사한 대상에 호감을 갖고 대상에 대해 긍정적인 감정을 갖는다. 로봇 노화 메타포는 인간과 생물학적 존재 방식의 유사성을 바탕으로 사용자와의 자연스런 상호작용을 이끌어낸다. 사용자는 로봇과의 상호작용으로 시간의 흐름에 따른 로봇의 감성적 반응의 변화를 경험하고 이런 과정을 통해 사용자는 로봇과 정서적 교류를 한다.

로봇 노화 메타포는 사용자와의 오랜 관계를 바탕으로 사용자에게 개인만의 추억이라는 가치를 제공한다. 로봇을 통해 사용자는 특별한 사건과 기억을 반추하고 로봇은 사용자에게 특별한 의미가 된다. 즉, 로봇 노화 메타포는 반성적 디자인 차원에서의 정서적 가치를 제공하여 현대 사회 속 인간의 심리적 욕구를 채우고 인간의 삶의 질을 높여주는 데 가치가 있다.

3.3 Applied researches of robot aging metaphor

로봇 노화 메타포는 시간의 흐름에 따른 로봇의 인터페이스의 변화를 구현하여 사용자에게 감성적 변화에 따른 정서적 가치를 전달하는 것을 목적으로 한다. 따라서, 로봇의 상호작용 기능이 중요한 개인 생활 공간 속의 휴머노이드형 소셜 로봇으로 연구 범위를 제한하였다. 제품의 감성적 가치는 제품 기능에 대한 신뢰성, 사용성 확보를 토대로 전달할 수 있다. 따라서, 로봇 노화 메타포를 로봇의 상호작용 기능이 요구되는 맥락에 적용하여 로봇 기능에 대한 신뢰성과 사용성에 영향이 가지 않도록 구성 요소를 디자인하였다. 또한, 사용자가 시간의 흐름에 따른 로봇의 변화를 연속적으로 경험할 수 있도록 노화의 이전 단계와 다음 단계가 공통된 부분을 가지

도록 디자인하였다.

대표적인 소셜 로봇 페퍼의 외형 구조와 요소를 적용한 프로토타입의 시각화로 로봇 노화 메타포의 적용을 구체화하였다(Figure 4). 한국인 인체치수조사의 기준점과 용어를 토대로 로봇의 외형 요소를 머리, 목, 몸통, 팔, 손, 다리, 발로 구분하고 각 요소의 명칭을 정의하였다(Size Korea Home Page, 2017).

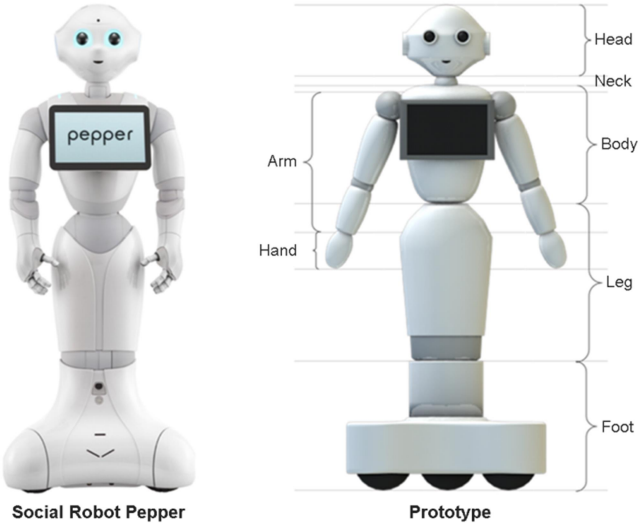

Figure 4. Pepper (Left) and Prototype (Right)

3.3.1 Visual robot aging

로봇의 정적 시각 요소인 형태와 색, 동적 시각 요소인 동작에 노화 메타포를 적용하여 시각적 로봇 노화를 표현하였다. 인간은 나이가 들어감에 따라 신체의 형태가 변한다. 인간은 성장을 하면서 관절의 운동 범위가 증가하여 관절의 운동 범위는 20대 중반에서 후반 나이 대에서 가장 큰 값을 가지며 나이가 들어감에 따라 점차 감소한다(Waneen et al., 2006). 척추 후만증은 척추의 정상 만곡(curve)이 소실되고 후방으로 과도하게 굽는 현상이다. 노인성 척추 후만증은 노화에 의한 척추의 퇴행성 변화, 노인성 골다공증 등에 의해 정상인보다 등이 굽은 상태를 말한다(Korea Centers for Disease Control and Prevention Home Page, 2017). 노화에 의해 20대보다 55~64세 집단의 척추 후만각이 9도 증가한다(Kim et al., 2003).

로봇 형태 노화는 로봇의 형태를 시간의 흐름에 따라 의도적으로 변형시키는 것이다. 로봇 형태 요소는 로봇의 기본 자세에서 목 각도 값과 상체 기울기 값으로 구성한다(Figure 5). 성장하는 단계에서는 자세의 변화가 나타나지 않는다. 노화의 3단계에서 목 부위의 디폴트 각도 값을 앞쪽 방향으로 기울어지도록 10도를 높인다. 노화의 4단계에서 목 부위의 디폴트 각도 값을 10도 증가시킨 자세에 더하여 상체 기울기의 값을 10도 높여 노화에 의한 로봇의 형태 변화를 구체화한다.

인간의 모발 색상, 목재의 표면 색상, 나뭇잎의 색상, 안료 색상의 사례를 통해 로봇 색상의 노화를 구체화하였다. 목재가 사용되면서 시간이 지남에 따라 표층부는 자외선에 의한 변색이 일어나 황색에서 다갈색으로 변화되고 마지막에는 회색이 된다(Lee, 2012). 안료에 의해 물체 표면에 물리적으로 고착된 색은 노화에 의해 변색이 되고 광택도 저하의 과정 후, 백아화가 된다(Kim, 2012). 인간은 노화에 의해 모발이 고유색에서 회색 또는 흰색으로 변한다(Kim et al., 1999). 나뭇잎은 시간에 따른 엽록소 수의 변화에 의해 성장의 과정에서는 색상이 짙어지고 노화의 과정을 겪으며 갈색으로 변한다.

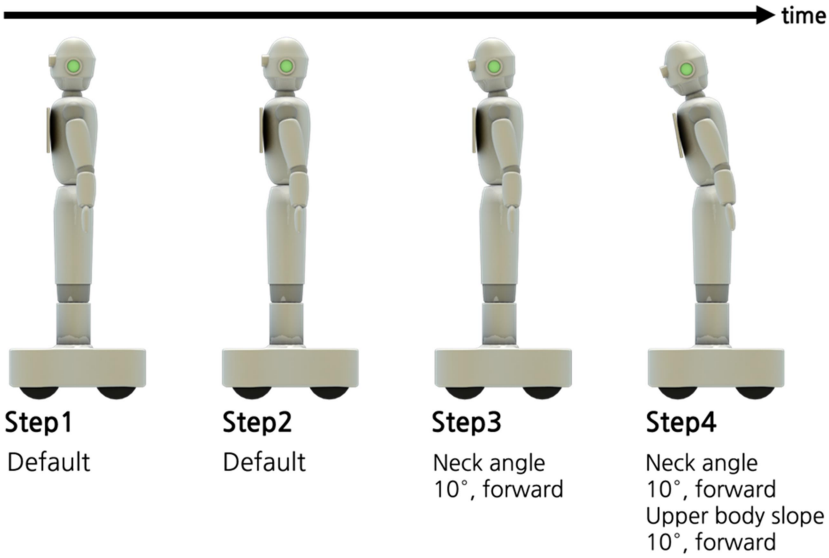

Figure 5. Posture change in the aging process

로봇 색상 노화란 시간의 흐름에 따라 로봇 인터페이스 환경에서 색의 채도, 명도값을 조절하여 본래의 색상을 변하게 하는 것이다. 프로토타입에서는 디스플레이 화면의 GUI와 LED의 색에 로봇 노화를 적용시켰다. 로봇이 성장하면서 색은 진해지고 노화 단계가 높아질수록 색은 옅어지고 점점 회색화된다(Figure 6).

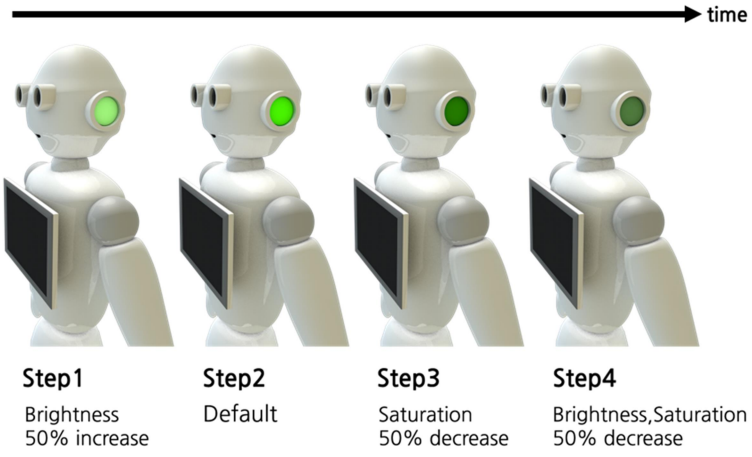

Figure 6. Color change in the aging process

각 단계는 기본값에서 명도 50% 증가값 > 기본값 > 기본값에서 채도 50% 감소값 > 기본값에서 명도 50% 증가값, 채도 50% 감소값 순으로 적용이 구체화된다. 색에 대한 감성 경험은 집단, 문화, 맥락 등의 요인에 많은 영향을 받는다. 색은 색을 지각하고 수용하는 사람의 사회, 문화, 개인적 경험 등에 의해 재해석된다(Whang and Kwon, 2005). 따라서 로봇 노화 과정에서 색의 증가값과 감소값은 가변적일 수 있다.

노화가 진행되면서 인간의 신체적 행동 속도가 변화한다. Wilkinson and Allison (as cited in Waneen et al., 2006)은 박물관 방문객 5,325명을 대상으로 실험한 결과, 10대부터 20대 집단까지는 단순 반응시간이 감소하다가 30대 집단부터 60대 집단까지 연령이 증가하면서 반응시간이 증가하는 것을 밝혔다. 즉, 인간이 성장함에 따라 반응 속도는 빨라졌다가 노화에 의해 느려진다는 것을 파악할 수 있다.

로봇의 동작 노화는 로봇의 제스처 동작 수행 속도와 동작 범위에 적용한다(Figure 7). 로봇의 신뢰성, 사용성에 영향을 주는 태스크 수행에 관련된 행동을 제외하고 로봇과 사용자의 상호작용 맥락에서의 제스처 행동에 노화를 적용한다. 사용자와 상호작용 과정에서 로봇 제스처 동작의 수행 속도는 빨라지다가 느려진다. 즉, 특정한 어떤 제스처를 수행할 때 걸리는 시간이 로봇의 성장에 의해 줄어들고 노화에 의해 늘어난다. 제스처 동작의 수행 속도에 의해 제한된 시간 안에서 로봇은 성장의 단계에서 다양한 제스처를 보여줄 수 있다. 즉, 제스처 동작의 수행 속도는 제스처의 횟수에도 영향을 미친다. 로봇의 노화는 제스처 동작의 각도 범위에 적용된다. 제스처 동작의 각도 최대 범위 값은 성장을 하면서 증가하고 노화를 하면서 감소한다. 동작의 각도 범위를 x축, y축, z축 방향의 각도 최대값을 조절하여 로봇의 노화를 구체화한다.

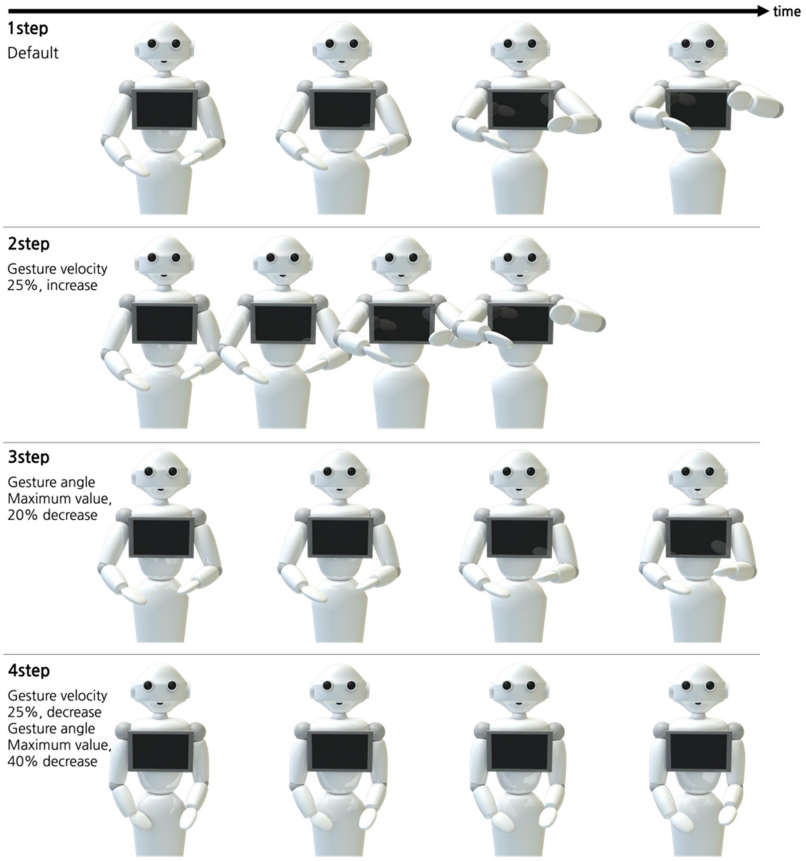

Figure 7. Gesture angle and velocity change in the aging process

3.3.2 Auditory robot aging

음성(voice)의 구성 요소 중 노화에 의해 가장 두드러지게 변하는 것은 음정(pitch)이다(Yim et al., 2013). 음정은 일반적으로 말하는 고음, 저음 등의 소리의 높이를 말한다. Hong and Kim (2016)은 만 19세부터 25세 이하의 성인 집단과 만 60세부터 85세 이하의 노인 집단을 비교한 결과, 음성제시 유무와 관계없이 노화에 의해 음역대가 좁아진다는 것을 밝혔다.

로봇을 디자인 할 때, 캐릭터의 성별, 연령대 등에 따라 로봇의 음정과 음역대가 다르게 적용된다. 따라서, 본 연구에서는 특정 음정을 제시하는 방법보다 로봇 음성 노화의 각 단계별 음역대를 구성하는 방법을 제안하고자 한다. 로봇의 음성 노화는 노화의 단계가 증가함에 따라 최고 음도와 최저 음도 값, 그리고 음역대를 변화시켜 구현된다(Figure 8). 노화의 단계에 따라 최고 음도와 최저 음도 값은 이전 단계보다 낮아진다. 음역대는 로봇이 성장하면서 넓어지고 노화를 하면서 좁혀진다. 로봇 음정의 변화가 연속성을 가지도록 다음 단계의 음역대가 이전 단계 음역대의 50% 영역을 공유하도록 구성하였다. 따라서 사용자는 시간에 따른 음정의 변화를 자연스럽게 느끼게 될 것으로 예상한다.

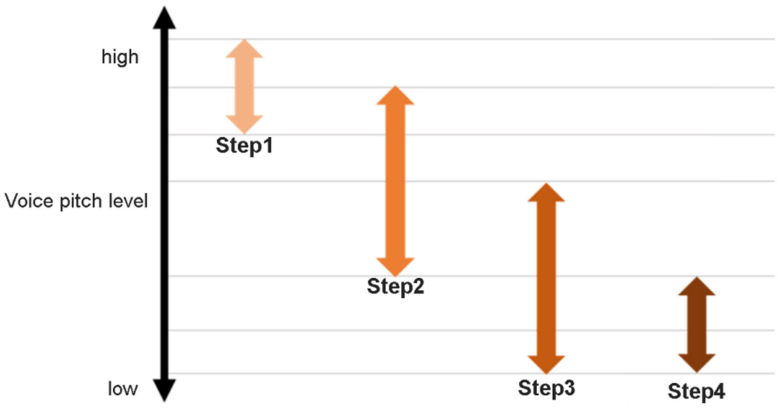

Figure 8. Voice pitch and range change in the aging process

3.3.3 Tactile robot aging

질감은 물체 표면의 성질로 촉각 또는 시각으로 파악할 수 있다. 로봇의 물리적 외형의 질감을 인위적으로 변화시키는 것이 쉽지 않으므로 본 연구에서는 시각적 촉각에 의한 질감의 변화를 제안하였다. 즉, 대상 표면의 형태적 변화를 로봇의 GUI에 시각적으로 구현하였다. 질감의 노화는 자외선, 산소, 수분, 미생물 등에 의해 발생하고 질감에 따라 마모, 균열, 부식 등으로 노화의 방식이 달라진다(Lee, 2012). 목재의 표면열화, 인간의 피부노화, 금속의 표면 부식 과정을 살펴보고 형태적 변화의 유사점을 도출하였다. 노화에 의해 인간의 피부는 가늘고 얕은 주름에서 거칠고 깊은 주름으로 변화한다(Kim et al., 2010). 목재는 미세 균열이 심화되어 표면이 탈락하고 금속은 미세 기공이 발생하여 외부 균열, 내부 균열, 단면 결손으로 이어진다(Choi, 2007; Lee, 2012). 노화가 진행될수록 표면 형태의 변형은 미세 균열이 심화되어 표면이 함몰하거나 탈락하는 공통점을 보였다.

로봇 노화 메타포에서 질감의 노화는 표면 형태의 변형을 시각적으로 구현하는 것을 의미한다. 시간의 흐름에 따라 로봇의 질감이 노화한다. 인간의 피부, 목재 및 금속 표면의 노화 과정을 토대로 공통적인 요소를 도출하고 표면 형태의 노화를 4단계로 구체화하였다. 노화가 진행됨에 따라 질감은 기본값 > 광택도 증가 > 미세 주름 및 광택도 감소 > 균열 순으로 적용된다.

4. Conclusion

본 연구는 로봇과 사용자 간의 상호작용을 바탕으로 사용자에게 정서적 경험을 제공하고자 로봇 노화 메타포 디자인 프레임워크를 제안하였다. 소셜 로봇 시장은 앞으로의 성장이 기대되는 분야로써 현재는 해당 시장을 형성하는 단계이다. 즉, 로봇을 사용한 실제 사용자가 거의 존재하지 않기 때문에 로봇에 대한 사용자의 요구사항을 파악하기 어렵다. 따라서, 로봇 노화 디자인을 위한 프레임워크를 제안하였다. 로봇 노화 메타포를 구조화하고 프로토타입 구현을 통해서 로봇 노화 메타포를 적용하는 연구를 진행하였다.

로봇 노화 메타포는 로봇 인터페이스의 형태, 색, 동작, 음성, 질감에 노화 메타포를 적용함으로써 구현된다. 시간의 흐름에 따라 성장

과 노화를 하는 로봇의 감성적 반응을 통해 사용자는 로봇을 개인의 특별한 대상으로 인식하게 된다. 시간의 흐름에 따라 변화하는 로봇과의 상호작용을 통해 사용자는 반성적 디자인 차원에서의 정서적 경험을 한다.

로봇 형태의 노화는 로봇의 형태를 시간의 흐름에 따라 의도적으로 변형시키는 것으로 목의 각도 값과 상체 기울기 값을 조절하여 표현하였다. 노화의 단계가 높아질수록 목의 각도 값과 상체 기울기의 값을 10도씩 높여서 구체화하였다. 로봇 색의 노화는 노화에 따른 인간의 모발 색상과 나무의 표면 변색, 안료의 표면 변색을 적용하여 채도, 명도 단계를 조절하였다. 성장하면서 색상은 짙어지며 노화하면서 색상은 옅어지고 점점 회색화된다. 단계별 적용값은 기본값에서 명도 50% 증가값 > 기본값 > 기본값에서 채도 50% 감소값 > 기본값에서 명도 50% 증가값, 채도 50% 감소값 순이다. 로봇 동작의 노화는 로봇의 제스처 동작 시간과 관절 동작 범위의 최대 각도 값을 조절하여 구체화하였다. 각 단계마다 기본값 > 제스처 동작 시간 25% 증가값 > 제스처 최대 각도 값 20% 감소값 > 제스처 동작 시간 25% 감소값, 제스처 최대 각도 값 40% 감소값을 적용하여 성장과 노화를 표현한다. 음성의 노화는 노화의 단계에 따라 최고 음도와 최저 음도 값, 그리고 음역대를 변화시켜 표현하고 질감의 노화는 표면의 형태를 노화가 진행됨에 따라 기본값 > 광택도 증가 > 미세 주름 및 광택도 감소 > 균열 순으로 적용하여 표현한다.

제품이 제공하는 정서적 경험은 모든 사람에게 동일한 의미를 전달하지 않는다. 어떤 사람에게는 소중하고 의미 있는 경험이 어떤 사람에게는 불편한 경험이 될 수 있다. 따라서 로봇 노화 메타포에서 정서적 가치를 얻을 수 있는 특정 사람과 서비스 분야에 적용되는 것이 적합하다. 또한, 로봇 노화 메타포는 로봇의 기능과 사용성을 해치지 않는 범위와 맥락에 적용한다. 즉, 로봇 노화 메타포를 로봇의 사용성보다는 상호작용성이 요구되는 맥락과 대상에 적용함으로써 사용자와의 상호작용을 높이고 사용자에게 긍정적인 경험을 줄 수 있을 것이다. 본 연구에서는 사회적 상호 기능이 중요한 개인 생활 공간에서의 휴머노이드형 소셜 로봇에 적용하여 사용자에게 시간의 흐름에 따라 변화하는 로봇 노화의 감성적 가치를 전달하고자 하였다. 본 연구에서는 생물학적 디자인의 관점을 토대로 노화의 유형을 성장과 쇠퇴로 도출하고 로봇 노화 메타포에 적용하였다. 이러한 노화 유형이 로봇 사용자 경험에 긍정적 영향을 주는지 실험을 통한 검증이 필요하다. 도널드 노먼은 정서의 중요성에 대해 언급하며 인간의 삶의 질을 높이는 방법으로 정서적 디자인을 주장하였다. 로봇 노화 메타포는 개인의 특별한 경험이라는 정서적 가치를 제공하여 인공지능 로봇과 인간이 함께 공존하고 인간이 보다 질 높은 삶을 살 수 있는데 도움이 될 것으로 기대한다.

References

Baudrillard, J., The Consumer Society, *Moonye*, 1992.

Choi, D.J., Atmospheric corrosion characteristics of rust formed on reinforcement steels, *Yonsei University.* 2007.

Doopedia, http://www.encyber.com (retrieved Nov 3, 2017).

Duane, S., Growth psychology, *Ewhapress*, 2001.

Fong, T., Nourbakhsh, I. and Dautenhahn, K., A survey of socially interactive robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3), 143-166, 2003.

Hong, H.J. and Kim, S.J., Vocal Range of Older Adults in Comparison with Young Adults Depending on the Presence of Pitch Cues, *Journal of The Korea Contents Association*, 16(4), 377-386, 2016.

ISO, http://www.iso.org (retrieved Oct 27, 2017).

Jung, J.S., Park, J.K., Choe, J.H. and Jung, E.S., A Cross-cultural Study on the Affection of Color with Variation of Tone and Chroma for Automotive Visual Display, *Journal of Ergonomics Society of Korea*, 36(2), 2017. doi: dx.doi.org/10.5143/JESK.2017.36.2.123

Kim, D.W., Shin, D.J., Lee, S.J., Chung, S.L. and Kim, J.C., Statistical and Clinical Study of Gray Hair, *Korean Journal of Dermatology*, 1999.

Kim, E., Chang, Y.J., Heo, S.C. and Hong, S.S., A Study on Factors of Human-Robot Interaction, *Bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 7(2), 77-87, 2006.

Kim, H.B., An Illusory Character of the Contemporary Society and J. Baudrillard's Concept of Simulacre, *Research in Philosophy and Phenomenology*, 60, 5-33, 2014.

Kim, K.M., The guideline for the color harmony to reduce decolorization of the exterior: Focused on concrete buildings on coastal areas, *Ewha Womans University*, 2012.

Kim, J.M., Jeon, S.W., Lee, W.G., Nam, H.J. and Kim, Y.B., Study of Preventing Methods for Skin Aging and Wrinkles, *Journal of Physiology & Pathology in Korean Medicine*, 24(4), 533-542, 2010.

Kim, J.N., Smart phone interface metaphor design based on affordance theory, *Sejong University*, 2013.

Kim, S.H., A Study on the Interrelation between the Metaphor and Digital Communication in Multimedia Design, *Journal of Korean Society Design Culture*, 13(3), 10-17, 2007.

Kim, W.J., Kang, J.W., Yeom, J.S., Kim, K.H., Jung, Y.H, Lee, S.H. and Choy, W.S., A Comparative Analysis of Sagittal Spinal Balance in 100 Asymptomatic Young and Older Aged Volunteers, *Journal of Korean Spine Surgm*, 10(4), 327-334, 2003.

Korea Centers for Disease Control and Prevention Home Page, http://health.cdc.go.kr (retrieved Oct 27, 2017).

Lee, E.Y., Visualizing the aging process in the digital interface: "The aging metaphor", *Kookmin University*, 2012.

Lee, G.E., Kim, S.M., Choe, J.H and Jung, E.S., The Effects of Multi-Modality on the Use of Smart Phones, *Korean Society of Color Studies*, 33(3), 241-253, 2014. doi: dx.doi.org/10.5143/JESK.2014.33.3.241

Lee, J.H., A study of input/output path to Auditory Stimulation, *Kookmin University*, 2008.

Maggie, M., Design by Nature, *Gilbut*, 2012.

Min, K.W., Understanding of Design, *Mijinsa*, 1995.

Naver dictionary Home Page, http://krdic.naver.com (retrieved Nov 20, 2017).

Paik, S.H. and Kim, M.S., A Study on the Design of Visual-Auditory Haptic Interface - With emphasis on embodying Haptics using Visual and Auditory perception, *Archives of Design Research*, 15-25, 2001.

Park, Y.S., A aesthetic study of the reflective design, *Journal of Digital Design*, 8(1), 99-110, 2008(a).

Park, Y.S., An analysis of the emotional desirn: focused on Donald A. Norman's design psychology, *Hongik University*, 2008(b).

Robert, E.R. and Caleb, E.F., Aging: A natural history, *Sciencebooks*, 2006.

Size Korea Home Page, http://sizekorea.kats.go.kr (retrieved Nov 20, 2017).

Steve, D., Nathan, S. and Darrel, R., Making Meaning: How Successful Businesses Deliver Meaningful Customer Experiences, *Readlead PUB.*, 2008.

Technology Roadmap for SME 2017-2019, *Small and Medium Business Administration*, 2017.

Yang, S.M., Development of intuitive user interface design and practical application for improving user's cognitive ability and product usability, *Ministry of Commerce Industry and Energy*, 1999.

Yeom, I.S., A study on design marketing that sensibility element is applied to: Centering on the configuration of visual, acoustic and tactual image, *Kookmin University*, 2004.

Yim, A.R., Kim, H.H., Kim, S.R. and Yoo, H.J., Review on Age-related Voice Changes and Quality of Life, *Journal of Rehabilitation Research*, 17(1), 259-276, 2013.

Waneen, W.S, Karen, L.F. and Priscilla, G.M., Physical Dimensions of Aging, *Daehan media*, 2006.

Whang, S.M. and Kwon, B.M., A study on Human Color Sensibility according to Psychological Color Image Scale (PCIS), *Korean Society of Color Studies*, 19(1), 13-25, 2005.

Author listings

Hye Young An: anhyeyoung@kookmin.ac.kr
Highest degree: Undergrad. Student, Interaction Design Lab, Graduate School of Techno Design, Kookmin University
Position title: Undergrad. Student, Interaction Design Lab, Graduate School of Techno Design, Kookmin University
Areas of interest: User experience, HRI, Interaction Design

Young Hwan Pan: peterpan@kookmin.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, KAIST
Position title: Associate Professor, Interaction Design Lab, Graduate School of Techno Design, Kookmin University
Areas of interest: Human-computer Interaction, Usability Evaluation, Interaction Design