

스마트안전 리빙랩에서의 스마트 조명 사용자경험 평가

조은지* · 류도현* · 김광재*† · 이기현** · 윤정민** · 조정현*** · 전광식*** · 이지연***

* 포항공과대학교 산업경영공학과

** 한국생산기술연구원

*** HDC랩스

Evaluation of Smart Lighting User Experience in Smart Safety Living Lab

Jo, Eun-Ji* · Ryu, Do-Hyeon* · Kim, Kwang-Jae*† · Lee, Gi-Hyun** · Yun, Jung-Min** ·
Cho, Jung-Hyun*** · Jeon, Kwang-sik*** · Lee, Ji-Yeon***

* Pohang Department of Industrial and Management Engineering, Pohang University of Science and
Technology

** Korea Institute of Industrial Technology

*** HDC-LABS

ABSTRACT

Purpose: Smart lighting adjusts brightness and color temperature according to weather, the user's activity, mood, etc. This study performed user experience(UX) evaluation of smart lighting in a living lab. The purpose of evaluating UX and analyzing the evaluation results is to improve user-friendliness and market competitiveness of smart lighting

Methods: A living lab is a virtual or physical space where various stakeholders participate to develop, verify, and evaluate products, services, or systems in a real-life environment. In this study, an environment of using smart lighting was established in the Smart Safety Living Lab. Subjects performed UX evaluation after interacting freely with smart lighting in the Smart Safety Living Lab.

Results: As a result of UX evaluation, it was confirmed that UX was overall excellent and subjects were satisfied with setting a desired indoor mood through smart lighting. However, operating the switch of smart lighting may be difficult due to its complexity, and it is needed to improve some functionalities such as the brightness range provided by smart lighting.

● Received 4 August 2022, 1st revised 30 August 2022, accepted 14 October 2022

† Corresponding Author(kjk@postech.ac.kr)

© 2022, Korean Society for Quality Management

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.

* 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “산업융합기반구축사업(스마트 안전분야 융합신제품 및 서비스실증 리빙랩 기반 구축)”(과제번호 N0002430) 으로 수행된 연구결과입니다.

Conclusion: This study is expected to contribute to establishing the way of UX improvement of smart lighting. This study is also expected to contribute to developing smart lighting as a high-quality product by reflecting the subjects' needs and UX derived in a real-life environment.

Key Words: Smart Lighting, Living Lab, Smart Safety Living Lab, User Experience(UX) Evaluation

1. 서 론

실내 여가와 재택 근무가 증가함에 따라 실내환경에 영향을 미치는 조명이 주목받고 있다. 조명의 밝기, 색온도는 실내활동 효율에 영향을 미치기 때문에 공간의 목적에 맞는 조명을 인테리어에 사용하는 경우가 많다(Sadick & Issa, 2017; Seesophon et al., 2021). 또한, 조명은 다양한 밝기와 색온도를 통해 원하는 실내 분위기를 조성하여 실내활동 만족도를 증대하는 도구로 주목받기도 한다(De Croon et al., 2005). 위와 같이 조명에 대한 관심이 증가함에 따라 스마트 조명이 개발 및 출시되었다. 스마트 조명은 사용자의 활동이나 기분, 날씨 등에 따라 다양한 밝기와 색온도를 제공하는 상황맞춤형 조명을 의미한다(Chew et al., 2017; Soheilian et al., 2021). 스마트 조명은 공간을 밝히는 역할에서 나아가 다양한 공간 연출, 에너지 절약 등 새로운 가치를 제공하는 스마트 환경의 핵심 요소로 거듭나고 있다. 전 세계 스마트 조명의 시장 규모는 2021년 109억 달러에서 연평균 성장률 20.5%로 증가하여, 2026년에는 277억 달러에 이를 것으로 전망된다(MarketsandMarkets, 2022).

사용자는 스마트 조명을 사용함으로써 실내활동을 효율적으로 수행하거나 심리적 안정을 취하는데 도움을 받는다(Sadikoglu-Asan, 2020). 스마트 조명을 사용하며 느끼는 경험은 사용자의 실내활동 만족도에 영향을 미치게 된다. 이에, 스마트 조명을 설계할 때 사용자경험(User experience, UX)을 고려하는 것이 중요하다(Russell, 2012). UX란 사용자가 제품 및 서비스와 상호작용하면서 느끼고 생각하게 되는 총체적 경험을 의미한다(ISO 9241-210, 2019; Choi et al., 2021). 사용자가 제품 품질을 평가하는데 있어 제품의 기능 뿐만 아니라 사용자가 제품과 관련하여 겪게 되는 총체적인 경험인 UX의 측면 역시 강조되고 있다(Park, 2005). 따라서, 제품이나 서비스를 개발할 때 시장 경쟁력과 사용자 친화도를 높이기 위해 UX 평가가 광범위하게 활용된다. UX를 정확히 이해한다면, 사용자가 가장 원하는 부분의 품질을 먼저 개선할 수 있으며, 중요 품질 요소에 대한 집중 투자를 할 수 있어 기술개발 투자의 효율성을 향상시킬 수 있다(Park, 2013). 즉, UX 평가를 통해 사용자가 지각하는 UX를 이해하고, 이를 바탕으로 제품을 개선하는 것은 효율적인 품질 개선 전략을 수립하는데 필수적이다. 그러나 UX 평가의 중요성이 높은 것에 비해 스마트 조명의 UX를 평가하거나 개선하기 위한 연구는 적다. UX를 고려하여 스마트 조명을 설계한 사례 역시 적으며, 이에 따라 시중의 스마트 조명이 제공하는 UX는 불만족스러운 경우가 많다(Choi et al., 2020).

본 연구에서는 스마트 조명의 UX 평가를 수행하였다. 스마트 조명의 UX 평가를 위한 기존 연구들이 있으나, 스마트 조명의 실사용 환경을 구현하지 못했다는 한계가 존재한다. 피실험자가 제품과 상호작용하는 상황에 따라 UX는 변화할 수 있으므로, 실제로 스마트 조명을 사용하는 환경에서 UX를 평가하는 것은 중요하다. 본 연구에서는 스마트 조명의 실사용 환경을 구현하기 위해 리빙랩(Living lab)을 활용하였다. 리빙랩이란 실사용 환경에서 다양한 이해관계자가 참여하여 제품 및 서비스를 개발, 검증, 평가하는 가상의 또는 물리적 공간을 의미한다(Leminen et al., 2012). 리빙랩의 실사용 환경에서는 피실험자가 평가 대상과 자유롭게 상호작용하기 때문에 정확한 UX 평가 결과를 도출할 수 있다. 본 연구에서는 리빙랩에서 스마트 조명의 UX 평가를 수행하고, 평가 결과에 따라 개선방안을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2절에서는 연구의 이론적 배경을 설명한다. 해당 절에서는 평가 대상인 스마트 조명과 평가 장소인 스마트안전 리빙랩을 소개한다. 더불어 본 연구에서 활용한 평가 방법론인 UX 평가 프로세스를 소개한다. 3절에서는 스마트 조명의 UX 평가 과정과 결과를 소개한다. 4절에서는 평가 결과를 기반으로 스마트 조명의 개선사항을 도출한다. 더불어 리빙랩에서 UX 평가를 수행하였기 때문에 얻을 수 있었던 강점에 대해 토의한다. 5절에서는 본 연구를 요약하고 기여사항과 향후연구를 제시한다.

2. 이론적 배경

2.1. 스마트 조명

LED는 반도체 소자의 일종으로 기존의 조명과 달리 색 변경이 가능하고, 에너지 절감 효과가 크며, 다른 전자기기와의 결합이 용이하다. 이러한 반도체 소자의 장점을 살려 LED 조명이 기존의 조명을 대체하고 있다(이현영, 신상옥, 2016). LED 조명의 응용 분야 중 하나는 스마트 조명이다. 스마트 조명은 사용자의 활동, 기분, 날씨 등에 따라 사용자가 선호하는 밝기와 색온도를 제공한다(Shheilian et al., 2021). 스마트 조명은 상황에 맞는 조명을 연출하여 실내활동의 효율을 증대(Sadick & Issa, 2017; Seesophon et al., 2021) 하거나 에너지를 절감(Chew et al., 2017) 하는 등 사용자가 필요로 하는 가치를 제공한다.

사용자는 스마트 조명과 두 가지 측면에서 상호작용한다. 첫 번째로, 사용자는 스마트 조명을 조작하기 위해 스위치와 상호작용한다. 스마트 조명은 기능이 다양하여, 스위치 조작이 복잡하기 때문에 스위치의 사용 편의를 향상하기 위한 연구가 수행되고 있다. 예를 들어 Yang(2016)은 제스처(gesture)로 조도를 조절하는 스마트 조명을 대상으로 제스처와 조도 조절 일치감을 향상하기 위한 연구를 수행하였다. 두 번째로, 사용자는 스마트 조명이 제공하는 다양한 밝기, 색온도와 상호작용한다. 사용자는 스마트 조명이 제공하는 빛의 밝기, 색온도에 따라 편안함 혹은 불편함을 느낄 수 있다. 실제로, 조명의 밝기와 색온도가 사람에게 영향을 미친다는 연구가 다수 존재한다. Mott et al.(2012)은 특정 밝기의 조명 환경에서 독서 효율이 증가할 수 있음을 확인하였다. Sivaji et al.(2013)은 온백색(Warm white, 2700K) 조명 환경에서는 차가운 백색(Cool white, 4000K)이나 일광(Daylight, 6200K) 환경에서보다 주의력(Alertness level)이 높아질 수 있음을 보였다.

스마트 조명을 평가하고 개선하는 연구가 수행되었으나, 두 가지 한계점이 존재한다. 첫 번째로, 조명의 밝기, 색온도가 사용자의 경험에 미치는 영향을 파악한 연구가 부족하다. 적절한 밝기, 색온도의 조명은 업무 효율을 증대할 뿐만 아니라 실내활동 시 안정감과 편안함을 제공한다. 이는 사용자가 스마트 조명과 상호작용하며 느끼는 총체적인 경험을 평가하고 개선할 필요가 있음을 나타낸다. 그러나 스마트 조명의 밝기, 색온도와 관련된 선행연구는 주로 업무 효율을 증대하는 적절한 밝기, 색온도 값을 도출하는 것에 한하여 진행되었다. 두 번째로, 스마트 조명의 실사용 환경에서 스마트 조명을 평가한 연구가 부족하다. 피실험자가 스마트 조명과 상호작용하는 환경과 상황에 따라 평가 결과가 변화할 수 있다. 그러나, 선행연구는 스마트 조명의 실사용 환경을 구현하지 못하였으며, 한정된 태스크만을 수행한 후 평가를 진행했다는 한계가 존재한다. 이에 피실험자가 실사용 환경에서 스마트 조명과 자유롭게 상호작용해 본 후 평가를 수행하는 것이 필요하다.

선행연구의 한계를 해결하기 위해, 본 연구에서는 스마트 조명의 다양한 실사용 환경에서 스마트 조명의 UX를 평가한다. UX란 사용자가 제품, 서비스와 상호작용하며 느끼고 생각하게 되는 모든 직간접적 경험을 의미한다(ISO

9241-210, 2019; Choi et al., 2021). UX는 제품 및 서비스의 사용자 친화도와 시장 경쟁력에 큰 영향을 미치기 때문에 다양한 제품 및 서비스의 개발, 개선 과정에서 UX 평가가 수행되고 있다(Kaasinen et al., 2015).

2.2. 리빙랩과 UX 평가

본 연구에서는 스마트 조명의 실사용 환경을 구현하기 위해 리빙랩을 활용하였다. 리빙랩이란 제품이나 서비스를 실사용 환경에서 검증 및 평가할 때 활용할 수 있는 가상의 또는 물리적 공간을 통칭한다(Leminen et al., 2012). 리빙랩에서 UX 평가를 수행할 경우 다양한 장점이 존재한다. 통제된 실험실 환경에서와 달리, 리빙랩에서는 피실험자가 실사용 환경에서 평가 대상을 자유롭게 사용해본다. 이후 피실험자는 현실성 있는 경험을 바탕으로 정확하게 UX를 평가할 수 있다. 이처럼 리빙랩은 현실성 있는 평가를 통해 평가 대상의 개선방안을 효율적으로 도출하도록 지원한다.

실제로, 피실험자의 자연스러운 행동을 유도하여 현실적인 평가 결과를 도출하기 위해 리빙랩이 활용된다. 초기 리빙랩의 일종인 MIT PlaceLab에는 가정공간이 구현되어있으며, 거주자의 일상적인 행동을 관찰하여 가정에 설치되어 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술(Ubiquitous computing technologies)의 개선 방안을 도출하는데 사용되었다(Intille et al., 2005; Alavi et al., 2020). Indiana University의 R-House 역시 실제 가정공간이 구현되어있으며, 로봇과 인간의 상호작용(Human-robot interaction)을 관찰하여 로봇의 사용자 친화도를 개선하는데 사용되었다(Caine et al., 2012; Alavi et al., 2020). Morantes et al.(2016)의 경우에는 박물관에서 정보를 전달하는 방식에 대한 방문자의 UX를 이해하기 위해 리빙랩을 활용하였다. Morantes가 리빙랩을 활용한 이유는 방문자의 자연스러운 행동을 관찰하고, 방문자의 실제 UX를 이해하기 위함이다. 이처럼 피실험자와 복잡하게 상호작용하는 제품 및 서비스의 평가를 위해 리빙랩이 활용되고 있다.

본 연구의 평가 대상인 스마트 조명은 독서, 휴식, 취침 등 다양한 실내활동을 지원하는 스마트 제품이다. 따라서 본 연구에서는 스마트 제품의 UX 평가를 지원할 수 있는 스마트안전 리빙랩을 평가 장소로 선정하였다. 스마트안전 리빙랩은 스마트, 안전 제품 및 서비스의 기획, UX 평가, 융합 인증 지원을 목적으로 경기도 화성시에 구축된 리빙랩 시설이다(<https://ssll.knicc.re.kr/>). 스마트안전 리빙랩에는 실제 가정, 호텔, 요양원, 카페 등 다양한 실내활동이 수행되는 유사공간이 구현되어 있다. 본 연구에서는 스마트 조명이 주로 사용되는 장소인 가정 유사공간에 스마트 조명과 가구 등을 배치하여 스마트 조명의 실사용 환경을 구현하였다.

2.3. UX 평가 프로세스

UX 평가 방법론은 제품 및 서비스의 UX를 평가하여 제품 및 서비스에 대한 의견을 수렴하고 개선방안을 도출할 때 사용되는 방법론을 의미한다. UX 평가 방법론은 올바르고 효율적인 UX 평가 진행을 지원한다. 리빙랩에서의 UX 평가는 통제된 실험실 환경에서의 UX 평가와는 다른 복잡한 진행 절차를 거치게 된다. 이에 따라 리빙랩에서의 UX 평가를 지원하는 다양한 UX 평가 방법론이 개발되고 있다(Nascimento et al., 2016)

본 연구에서는 스마트안전 리빙랩 UX 평가 방법론인 Smart Safety Living Lab User Experience Evaluation process(이하 SSSL-UX process)(Choi et al., 2021)를 활용하여 평가를 수행하였다. SSSL-UX process(그림1)는 평가자가 스마트안전 제품 및 서비스의 UX 평가 시 거쳐야 할 순차적인 흐름을 나타낸다. SSSL-UX process는 다섯 개의 Phase로 구성되어 있다. Phase의 하위에는 Phase의 목적을 달성하기 위해 수행하는 19개의 Step이 있으며, Step의 하위에는 Step의 목적을 달성하기 위해 수행하는 57개의 Task가 있다. Phase1은 '평가 계획'으로, 평가

주제를 선정하고 평가 일정을 계획하는 단계이다. 평가 주제를 정하기 위해 평가 대상 품목의 기능, 법적 규제 사항, 특이사항 등을 조사하고 업체 요구사항을 파악하는 것이 선행되어야 한다. Phase2는 ‘실험 설계’로, 실험 환경, 실험 시나리오, 데이터 수집 및 분석 방법을 계획하는 단계이다. 평가 대상의 실사용 환경을 구현하는 것은 사용자의 평가 몰입도에 영향을 미칠 수 있으므로 신중하게 계획하는 것이 중요하다. 또한, 리빙랩에서는 피실험자가 실사용 시의 행동을 직접 수행해보기 때문에, 적절한 시나리오와 효율적인 실험 동선을 수립하는 것이 중요하다. Phase3는 ‘실험 수행’으로, 실험 수행을 준비하여 실험을 수행하고 실험 수행 결과를 검토하는 단계이다. Phase4는 ‘실험 결과 분석’으로, 실험에서 수집한 데이터를 분석하여 실험의 결론과 제품의 개선사항을 도출하는 단계이다. Phase5는 ‘평가 결과 공유’로, 보고서를 작성하고 이를 UX 평가에 참여한 다양한 이해관계자와 공유하는 단계이다.

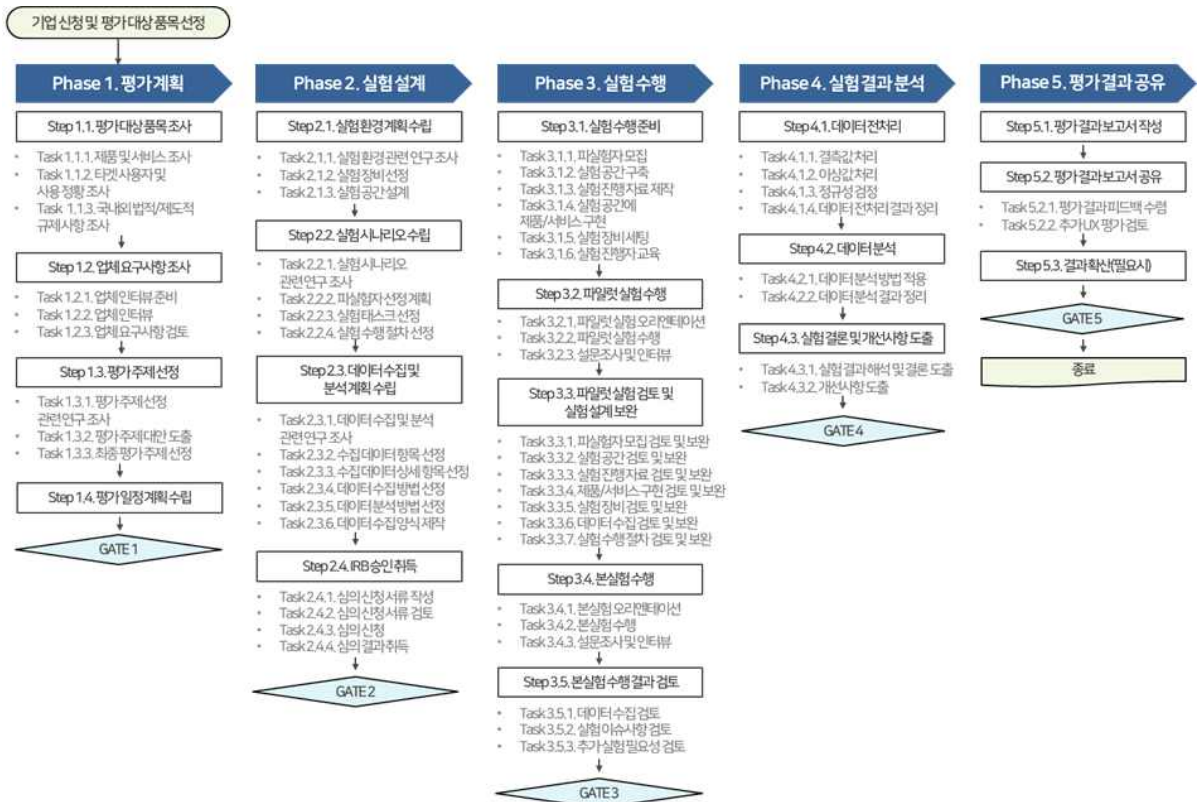


Figure 1. SSL-UX process

3. 스마트 조명의 UX 평가

본 연구의 평가 대상은 HDC랩스(<http://www.hdc-labs.com/>)에서 개발 중인 베스트 스마트 조명이다. 평가 대상은 스위치와 전등으로 구성되어 있다. 일반적으로 스위치는 벽면에, 전등은 천장에 설치하여 사용하게 된다.

평가 대상은 두 가지 주요 기능을 제공한다. 첫 번째, 모드 기능은 사용자가 수행하는 실생활동에 따라 다양한 밝기와 색온도를 제공하는 기능이다. 본 연구에서는 독서모드, 휴식모드, 취침모드를 선정하여 평가하였다. 독서모드의 빛은 밝기 값이 높으며 색온도 값은 5700K으로 설정되어 있다. 독서모드의 밝기와 색온도 값은 너가 정보처리를 하는데

도움이 된다고 알려진 값이다. 휴식모드의 빛은 밝기 값이 중간이며 색온도 값은 3000K으로 설정되어 있다. 취침모드의 빛은 밝기 값이 낮으며 색온도 값은 3000K으로 설정되어 있다. 여기에서 3000K은 선행연구를 통해 뇌 긴장을 이완한다고 알려진 값이다. 모드 기능의 목적은 사용자가 실내활동을 효율적으로 수행할 수 있도록 적절한 밝기와 색온도를 제공하는 것이다. 두 번째, 자동 소등 기능은 동작 감지 센서에 움직임이 감지되지 않으면 서서히 소등되는 기능이다. 움직임이 감지되지 않은 지 30분, 45분 이후 전등의 밝기가 단계적으로 어두워지며, 60분이 지나면 완전히 소등된다. 자동 소등 기능의 목적은 사용자가 소등을 잊고 외출했을 경우 에너지 낭비를 방지하는 것이다.

베스틴 스마트 조명의 시장 진출에 앞서 소비자의 긍, 부정적 의견을 검토하여 제품을 개선하기 위해 UX 평가를 수행하였다. 실제 UX 평가는 SSSL-UX process에 따라 충실하게 진행하였으나, 본 절에서는 주요 내용에 집중하여 서술한다.

3.1. Phase 1. 평가 계획

본 Phase에서는 스마트 조명 및 리빙랩 이해관계자들과의 논의를 통해 UX 평가의 전반적인 주제를 계획하였다. 먼저, 스마트 조명 관계자는 평가 대상의 스위치에 대한 UX를 검토하는 것을 요구하였다. 평가 대상의 스위치는 다이얼(a)과 단축키(b)로 구성되어 있다(그림 2). 다이얼을 좌우로 돌리면 밝기와 색온도를 조절할 수 있으며, 단축키를 누르면 각각 독서, 휴식, 취침모드로 변경할 수 있다. 다음으로, 스마트 조명 관계자는 평가 대상의 주요 기능에 대한 UX를 검토하는 것을 요구하였다. 여기에서, 주요 기능은 앞서 설명한 모드 기능과 자동 소등 기능을 의미한다. 피실험자의 입장에서, 스위치를 조작하는 방식은 쉽고 간단하다. 또한, 단축키를 눌러 모드 기능을 경험하는 것과 자동 소등 기능을 경험하는 것이 어렵지 않다. 따라서, 평가 주제는 스마트 조명의 스위치, 모드 기능, 자동 소등 기능에 대한 UX 평가를 수행하는 것으로 선정하였다.

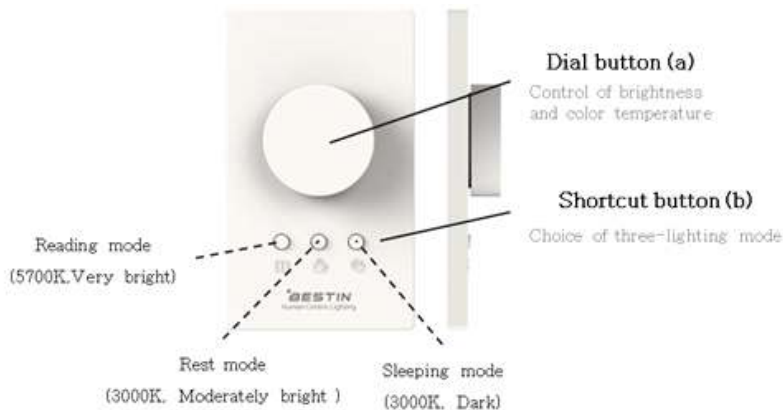


Figure 2. Switch of BESTIN smart lighting

3.2. Phase 2. 실험 설계

본 Phase에서는 UX 평가를 수행하기 위해 실험 시나리오와 데이터 분석 방안을 설계하였다. 먼저, 실험 시나리오는 피실험자가 스위치, 모드 기능, 자동 소등 기능을 모두 사용해보도록 설계하였다. 피실험자는 기본 정보 설문을 진행한 후, 스마트 조명의 사용 방법을 청취한다. 이후 피실험자는 모드 기능의 실사용 환경을 경험하며 스위치를

통해 맥락에 따라 선호하는 밝기와 색온도로 조명을 조절해본다. 모드 기능과 관련된 평가를 마친 후, 피실험자는 자동 소등 기능을 경험하고 이와 관련된 평가를 수행한다. 마지막으로 피실험자는 전반적으로 평가를 돌아보며 인터뷰를 수행한다. 최종적으로 수립된 시나리오는 표 1로 정리하였다.

Table 1. UX evaluation scenario of smart lighting

| Evaluation target | Scenario | Time(min) |
|--------------------------|---|-----------|
| - | Listen to experimental objectives and procedures and complete research agreements | 10 |
| | Subject basic information survey | 5 |
| | Listen to the instructions on how to use smart lighting | 5 |
| Modes (Reading mode) | Select the book, sit at the desk and read the book | 10 |
| | Adjust the appropriate brightness and color temperature for reading | 5 |
| | UX evaluation related to the reading mode | 10 |
| Modes (Resting mode) | Sit on the sofa or a floor, and relax | 10 |
| | Adjust the appropriate brightness and color temperature for resting | 5 |
| | UX evaluation related to the resting mode | 10 |
| Modes (Sleeping mode) | Lie in bed to sleep | 10 |
| | Adjust the appropriate brightness and color temperature for sleeping | 5 |
| | UX evaluation related to the sleeping mode | 10 |
| Auto power off | Experience auto power off | 5 |
| | UX evaluation related to the auto power off | 15 |
| Switch, Modes | Additional UX evaluation related to switch and modes | 20 |
| Overall | Overall UX evaluation of smart lighting | 20 |

시나리오 설정 이후, 평가 항목과 데이터 수집 방법을 선정하였다(표 2). 본 연구의 주된 목표는 UX를 평가하는 것이지만, 스마트 조명 관계자의 요청에 따라 만족도(Satisfaction)와 성과지표(Performance index) 항목을 추가로 수집하였다. UX, 만족도, 성과지표 항목은 설문조사를 통해 평가하였으며, 설문조사는 7점 리커트 척도(1점: 매우 그렇지 않다, 2점: 그렇지 않다, 3점: 다소 그렇지 않다, 4점: 보통이다, 5점: 다소 그렇다, 6점: 그렇다, 7점: 매우 그렇다)로 응답하도록 하였다. UX, 만족도, 성과지표 항목은 스마트 조명 및 리빙랩 이해관계자와의 논의를 통해 선정하였다. 항목별로 피실험자가 응답한 점수의 평균을 분석하여, 평균 점수가 낮은 평가 항목에 대하여 개선방안을 모색하고자 한다.

UX 항목은 스마트안전 리빙랩에서 제공하는 UX 항목 데이터베이스인 스마트안전 UX 요소 모형에서 추출하였다. 스마트안전 UX 요소 모형은 문헌조사와 스마트안전 리빙랩에서 수행된 UX 평가 사례 분석을 바탕으로 개발된 UX 항목 목록이다. 스마트안전 UX 요소 모형의 전체적인 구조와 각 항목의 정의는 Appendix A에서 제공한다. 평가를 위해 스위치와 모드 기능에 대한 UX 평가 항목을 각각 선정하였다. 자동 소등 기능의 경우, 기능이 단순하여 만족도와 성과지표 항목을 평가하는 것으로 충분하다고 사료되어, UX 평가 항목을 선정하지 않았다. 스위치의 UX 요소로는 제어성, 응답성, 정보가시성, 고객맞춤화, 기억성, 친숙성, 직관성, 완성도, 단순성, 정체성, 참신성, 귀중성으로 총 12개 요소를 선정하였다. 모드 기능의 UX 항목으로는 직관성, 지원성, 참신성, 귀중성, 신뢰성으로 총 5개 항목을

선정하였다.

만족도 항목은 피실험자가 스마트 조명을 사용하면서 느낀 만족도를 평가하는 항목이다. 평가 대상이 전반적으로 만족스러운 정도(전반적 만족도), 스위치의 조작이 만족스러운 정도, 모드 기능이 만족스러운 정도, 자동 소등 기능이 만족스러운 정도를 평가하였다. 추가로 독서, 휴식, 취침모드 별로 제공되는 밝기와 색온도가 만족스러운 정도를 평가하였다.

성과지표 항목은 피실험자가 스마트 조명을 사용하면서 얻은 성과를 평가하는 항목이다. 성과지표 항목으로는 스마트 조명이 전반적으로 기대한 품질을 충족하는지를 묻는 전반적 품질 충족, 경쟁력, 제품 추천, 구매 가능성, 가격 적절성 항목을 선정하였다.

설문조사 이외에, 피실험자의 선호와 의견 등을 파악하기 위해 추가 데이터를 수집하였다. 먼저, 피실험자가 독서, 휴식, 취침모드 별로 선호하는 밝기, 색온도 정보를 조도 측정기로 수집하였다. 밝기값은 Lux, 색온도 값은 K(kelvin) 단위로 수집하였으며, 밝기는 5점법에 따라 측정하였다. 5점법은 공간의 네 모퉁이와 한가운데에서 측정된 조도값을 계산하여 실내 조도를 산출하는 방식으로, 조도 측정 시 보편적으로 사용되는 방식이다(Choe, 2013). 또한, 인터뷰를 통해 서술형 데이터를 수집하였다. 인터뷰에서는 설문조사 응답에 대한 이유나 개선방안 아이디어 등 다양한 의견을 듣고자 하였다. 본 UX 평가에서 수집한 데이터 목록은 표 2에 정리되어 있다.

Table 2. Data list

| Evaluation target | Factor | Unit | Collecting method |
|-------------------|---|----------------------|-------------------|
| Switch | UX | 7-point Likert scale | Questionnaire |
| | Satisfaction | 7-point Likert scale | |
| | Other opinions | Descriptive | Interview |
| Modes | UX | 7-point Likert scale | Questionnaire |
| | Satisfaction | 7-point Likert scale | |
| | Other opinions | Descriptive | Interview |
| | Preferred brightness and color temperature values for each mode | Lux, kelvin | Illuminance meter |
| Auto power off | Satisfaction | 7-point Likert scale | Questionnaire |
| | Other opinions | Descriptive | Interview |
| Others | Satisfaction | 7-point Likert scale | Questionnaire |
| | Performance index | 7-point Likert scale | |
| | Other opinions | Descriptive | Interview |

3.3. Phase 3. 실험 수행

본 Phase에서는 스마트안전 리빙랩에 실험 환경을 구현하고, 피실험자를 모집한 후 실험을 진행하였다. 먼저, 피실험자가 스마트 조명을 사용할 때 현실감을 느낄 수 있도록, 스마트안전 리빙랩에 가정환경을 구현하였다(그림3). 여기서, 본 연구에서는 천정고(바닥에서 천장까지의 가장 짧은 거리)가 가정공간의 평균 천정고인 2.3m와 근사한 공간을 실험 공간으로 채택하였다. 이는 실내 넓이, 높이 등 구조에 따라 조명의 밝기를 느끼는 정도가 달라질 수 있기 때문이다(Choe, 2013). 또한, 조명의 밝기가 동일해도 벽지나 가구의 색상에 따라 인간이 느끼는 밝기감은 달라질

수 있다. 예를 들어, 검정색 벽지는 빛을 많이 흡수하기 때문에 조명이 더 어렵게 느껴질 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 검정색이나 흰색 등 과도하게 빛을 흡수하거나 반사하는 색을 피하여 회색과 베이지색 위주의 벽지와 가구를 선정하였다. 특히 피실험자가 모드 기능을 실사용 환경에서 경험할 수 있도록 독서, 휴식, 취침 환경을 구현하였다. 독서모드의 실험 공간에는 피실험자가 원하는 책을 골라 독서를 할 수 있도록 책장, 책상, 의자 등을 배치하였다. 휴식모드의 실험 공간에는 휴식을 취할 수 있도록 소파, TV 등을 배치하였다. 취침모드의 실험 공간에는 취침을 취할 수 있도록 침대, 침구 등을 배치하였다.

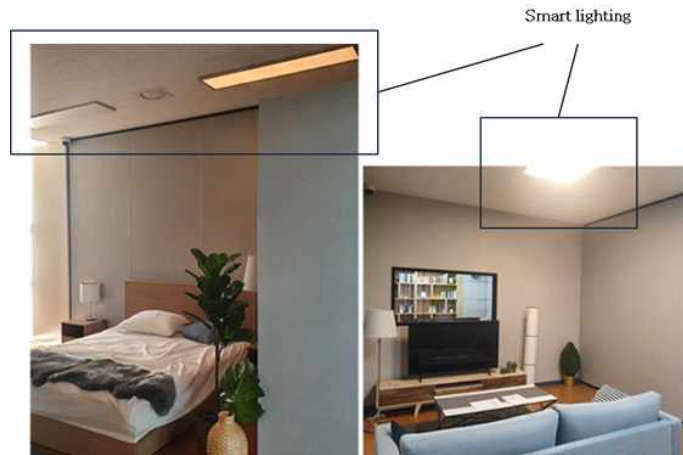


Figure 3. Example of evaluation environments

피실험자는 스마트 조명의 예상 소비자층인 20~50대 성인 32명을 모집하였다. UX 평가에서는 인터뷰 등을 통해 설문 결과에 대한 심층적인 정보를 얻음으로써 피실험자가 적더라도 유의미한 결과를 도출할 수 있다. 실제로 20명 미만인 표본으로 통계분석을 수행한 UX 평가 연구가 다수 존재한다(Norman, 2010). 피실험자 모집 시, 평가 결과의 편향을 방지하기 위해 20, 30, 40, 50대를 8명씩 균일하게 모집하였다. 또한, 스마트 조명을 사용해본 경험이 있는 사람과 경험이 없는 사람을 16명씩 균일하게 모집하였다. 연령과 스마트 조명 사용 경험 여부에 따라 피실험자를 균등하게 모집한 이유는 다양한 집단의 의견을 고루 수집하기 위함이다. 더불어, 이후 분석에서 피실험자 집단 간 유의한 점수 차이가 발생하는 요소를 찾고 그 이유에 관한 추가 분석을 수행하고자 한다. 모집한 전체 피실험자의 평균 나이는 40.09세($\sigma=11.60$ 세)이다. 또한, 스마트 조명의 사용 경험이 있는 사람의 평균 나이는 39.56세($\sigma=11.66$ 세)이며, 없는 사람의 평균 나이는 40.63세($\sigma=11.89$ 세)이다.

피실험자는 스마트안전 리빙랩에 방문하여, 시나리오에 따라 스마트 조명과 자유롭게 상호작용하였다. 스마트 조명과의 상호작용 이후, 피실험자는 UX 평가를 수행하였다.

3.4. Phase 4. 실험 결과 분석

수집한 데이터에 결측값은 존재하지 않으며, Extreme Studentized Deviation 방법으로 발견한 세 건의 이상값은 제거하였다(표 3). 전처리 결과는 Appendix B에서 제공한다. Shapiro-Wilk 검정 결과, 다수의 평가 항목 데이터에서 정규성을 따르지 않는 것으로 나타나 비모수 방법으로 분석하였다(표 4).

Table 3. Average score of each factor before and after removing outliers

| Factors | | Number of Outlier | Before | After |
|--------------|------------------------|-------------------|-------------|------------|
| UX (Switch) | Memorability | 1 | 5.47(1.41*) | 5.61(1.17) |
| | Preciousness | 1 | 5.56(1.44) | 5.71(1.19) |
| Satisfaction | Satisfaction on switch | 1 | 5.25(1.27) | 5.39(1.02) |

*: Standard deviation

Table 4. Result of Shapiro–Wilk test

| Factors | | p-value | |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|---------|
| UX (Switch) | Controllability | 0.0003 | |
| | Responsibility | 0.0004 | |
| | Visibility | 0.1163* | |
| | Customizability | 0.0001 | |
| | Memorability | 0.0007 | |
| | Familiarity | 0.0068 | |
| | Intuitiveness | 0.0825* | |
| | Delicacy | 0.0129 | |
| | Simplicity | 0.0022 | |
| | Identity | 0.0009 | |
| | Novelty | 0.0338 | |
| UX (Modes) | Preciousness | 0.0004 | |
| | Intuitiveness | 0.0009 | |
| | Helpfulness | 0.0010 | |
| | Novelty | 0.0003 | |
| | Preciousness | 0.0018 | |
| Satisfaction | Trustworthiness | 0.0019 | |
| | Overall satisfaction | 0.0012 | |
| | Satisfaction on switch | 0.0003 | |
| | Satisfaction on modes | 0.0008 | |
| Satisfaction | Satisfaction on auto power off | 0.0211 | |
| | Brightness | Reading mode | 0.0091 |
| | | Rest mode | 0.0817* |
| | | Sleeping mode | 0.0360 |
| | Color temperature | Reading mode | 0.0074 |
| | | Rest mode | 0.0000 |
| Sleeping mode | | 0.0182 | |
| Performance indicator | Overall quality satisfaction | 0.0007 | |
| | Competitiveness | 0.0217 | |
| | Recommendation | 0.0006 | |
| | Potential for purchasing | 0.0031 | |
| | Price adequacy | 0.0370 | |

*Satisfy the normality

본 연구에서 평가한 스마트 조명은 시제품 개발이 완료된 제품으로, 시장 진출을 앞두고 있다. 따라서 빠른 시장 진출을 위해 개선이 시급한 평가 요소를 우선적으로 도출하는 것이 필요하였다. UX, 만족도, 성과지표 항목 별로 가

장 개선이 시급한 요소를 도출하기 위해 다음과 같은 분석을 수행하였다. 우선 Kruskal-Wallis 검정을 통해 요소 간 유의한 점수 차이가 발생하는 항목이 존재하는지 확인하였다. 이후 Dunn-Bomferroni 사후 검정을 통해 항목 별로 점수 차이를 유발하는 요소를 도출하였다. 마지막으로, 인터뷰 결과를 바탕으로 해당 요소의 점수가 지나치게 높거나 낮은 이유를 파악하여 스마트 조명의 개선 방안을 도출하였다. 추가로, Kruskal-Wallis와 Wilcoxon rank-sum 검정을 통해 피실험자 집단 간 유의한 점수 차이가 발생하는 요소를 확인하였다. 연령에 따라 피실험자 집단을 나눈 경우, 유의한 점수 차이가 발생하는 요소가 존재하지 않았다. 이는 스마트폰의 보급 등을 통해 고연령층도 스마트 제품에 익숙하기 때문에, 스마트 조명에 대한 거부감이나 익숙함 정도가 연령 별로 큰 차이가 없기 때문인 것으로 판단된다(Kim, 2017; Kim, 2019). 반면, 스마트 조명 사용 경험 여부에 따라 피실험자 집단을 나눈 경우, 일부 항목에서 유의한 점수 차이가 발생하는 요소가 존재한다. 구체적인 평가 항목별 분석 결과는 아래에서 소개한다.

3.4.1. UX 항목 평가 결과 분석

평가 결과는 그림 4와 같이 정리하였다. 그림 4에서 평가 항목의 평균 점수는 막대의 높이와 막대 상단에 적힌 숫자로 나타내었으며, 표준편차는 오차 막대로 나타내었다. 스위치 관련 UX 항목은 대부분 평균 5점(“그렇다”)에 가까운 긍정적인 점수를 받았다. Kruskal-Wallis 검정 결과, 정보가시성(Visibility)의 평균 점수는 4.03점($s=1.66$)으로 다른 항목에 비해 유의하게 낮은 점수를 보였다($p<0.05$). 인터뷰 내용을 분석한 결과, 이는 단축키에서 모드를 나타내는 그림과 배경의 색이 유사하여 그림을 식별하기 어렵기 때문인 것으로 판단된다. 스마트 조명은 일반 조명에 비해 기능이 많다. 따라서 다양한 기능의 조작 방법을 보기 쉽게 제공하는 것이 필요하다(Sadikoglu-Asan, 2020). 추가로 Wilcoxon rank-sum 검정 결과, 기억성(Memorability)과 친숙성(Familiarity)은 스마트 조명 사용 경험 유무 그룹에 따라 유의한 점수 차이를 보였다. 인터뷰 의견에 따르면, 스마트 조명 사용 경험이 없는 피실험자는 ‘두 번 눌러 설정 취소’나 ‘길게 눌러 잠금 해제’ 등 복잡한 스위치 조작 방식을 낯설고 기억하기 어려워하였다. 해당 조작 방식은 다른 스위치에서도 자주 사용되지만, 경험이 없는 사람에게는 접근성이 떨어지는 조작 방식임을 확인할 수 있다. 경험이 없는 사람도 스위치 조작에 거부감을 느끼지 않도록 보다 익숙한 조작 방식을 도입할 필요가 있다.

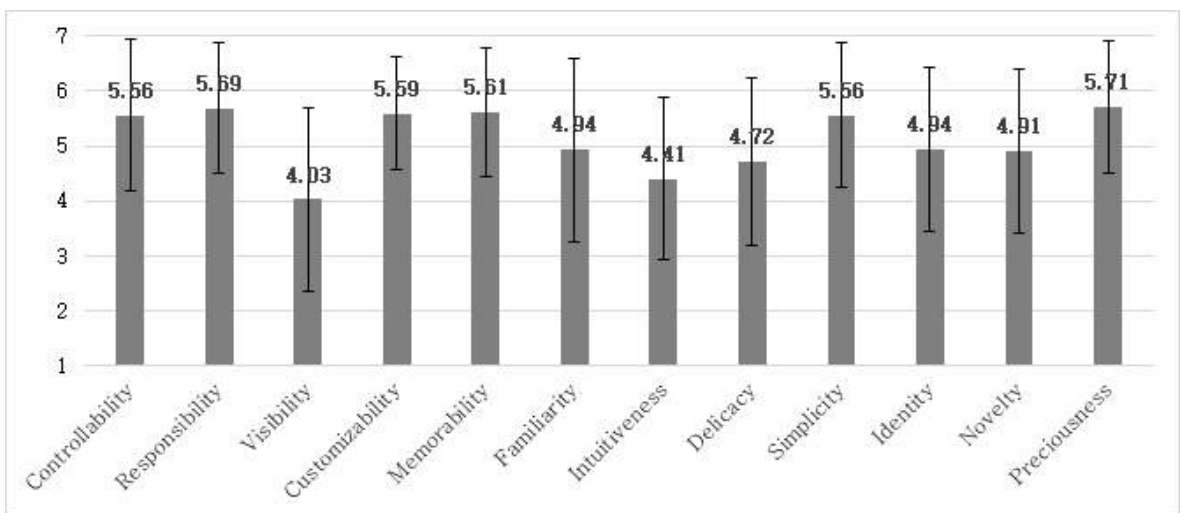


Figure 4. Average score for each UX factor on switch

모드 기능 관련 UX 항목의 경우, 모두 평균 5점(“그렇다”) 이상의 긍정적인 점수를 받았다(그림 5). 인터뷰에서 피실험자는 모드 기능을 사용할 때 독서, 휴식, 취침의 능률이 향상된 것 같다고 응답하였다. 또한 피실험자는 스위치의 단축키를 누르면 모드가 즉각적으로 변경되어 편리하다고 응답하였다. 이처럼 모드 기능의 UX 항목 점수가 전반적으로 높은 이유는 모드 기능을 통해 실내활동을 효율적으로 수행할 수 있고 조작이 간편하기 때문인 것으로 판단된다. 추가로 Wilcoxon rank-sum 검정 결과, 직관성(Intuitiveness)은 스마트 조명 사용 경험 유무 그룹에 따라 유의한 점수 차이를 보였다. 인터뷰 의견에 따르면, 경험이 없는 피실험자는 모드 별 밝기 값이 정량적으로 표시되지 않는 것에서 불편함을 느꼈다고 한다. 해당 피실험자는 일반 조명의 단일 밝기만 경험해왔기 때문에 다양한 밝기를 구분하는데 어려움을 느낄 수 있다. 모드가 제공하는 밝기 수준을 눈으로 파악할 수 있도록 정량적인 표시를 제공하는 등 직관성을 향상하기 위한 개선이 필요하다.

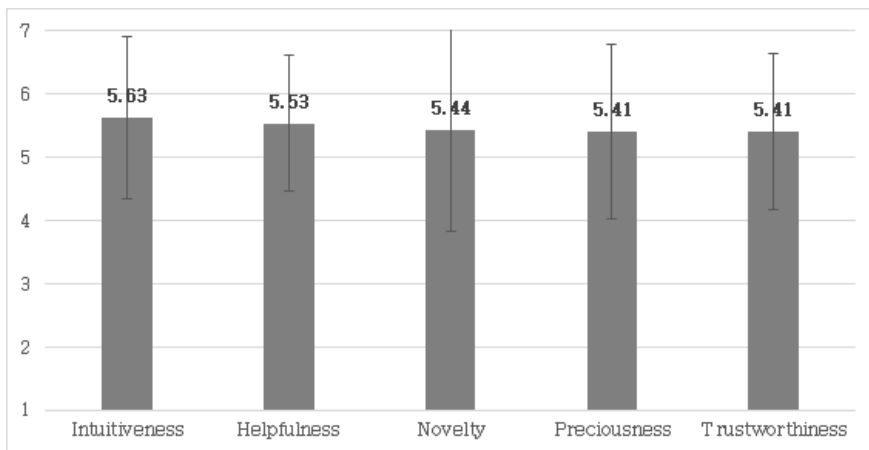


Figure 5. Average score for each UX factor on modes

3.4.2. 만족도 항목 평가 분석 결과

전반적 만족도, 스위치의 조작 만족도, 모드 기능의 사용 만족도는 평균 5점(“그렇다”) 이상의 긍정적인 평가를 받았다(그림 6). 그러나 자동 소등 기능의 사용 만족도는 5점(“그렇다”) 미만의 낮은 점수를 보였다. Kruskal-Wallis 분석 결과, 해당 항목의 평균 점수는 다른 항목에 비해 유의하게 낮은 점수를 보이지는 않았으나, 긍정적인 응답을 받지 못했다는 점에서 개선의 필요성이 존재한다. 피실험자는 인터뷰에서 스마트 조명은 스마트폰을 통해 원격으로 소등할 수 있어, 소등을 잊고 외출한 경우에도 에너지를 낭비하는 경우가 적다고 응답하였다. 즉, 원격 소등이 가능하다는 특징 때문에 자동 소등 기능의 필요성이 감소한 것이다. 스마트 조명의 주요 목적 중 하나는 에너지 사용량 절감이나, 평가 대상은 해당 목적을 효과적으로 달성하기 어려운 상태이다. 사용자가 없을 때 자동으로 소등되는 단순한 형태의 On/Off 제어뿐만 아니라, 활동에 따른 공간 내 조도 조절, 채광량과 조명기구 위치에 따른 차등 조명 등 정밀한 제어를 추가로 제공한다면 더욱 효율적인 에너지 사용량 절감이 가능할 것이다(Kim, 2011). 이처럼, 만족도 평가 결과를 통해 자동 소등 기능의 추가 활용방안에 대한 논의가 필요함을 확인할 수 있다.

모드 별 밝기 만족도는 독서모드, 취침모드, 휴식모드 순으로 높은 점수를 받았다(그림 7). Kruskal-Wallis 분석 결과, 취침모드의 밝기 만족도의 평균 점수는 3.94점($s=1.74$)으로 다른 항목에 비해 유의하게 낮은 점수를 보였다($p<0.05$). 표 5는 모드 별로 기본 설정되어 있는 밝기, 색온도 값과 피실험자가 선호하는 평균 밝기, 평균 색온도

값을 나타내는 표이다. 취침모드에서는 모든 피실험자가 현재 평가 대상이 제공하는 가장 어두운 밝기보다 더 어두운 밝기를 선호한다고 밝혔다. 이는 취침 전후의 시간대에서는 눈이 어둠에 익숙해져 있기 때문에 기존보다 어두운 밝기를 선호하는 것으로 추측할 수 있다. 이처럼, 모드 별 밝기, 색온도 만족도 분석 결과를 통해 평가 대상은 밝기 관련 피실험자 니즈를 충족하지 못하고 있음을 확인할 수 있다.

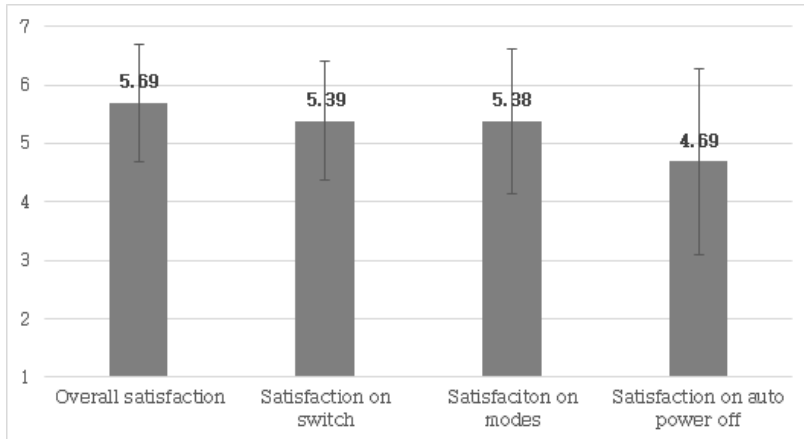


Figure 6. Average score for each satisfaction factor

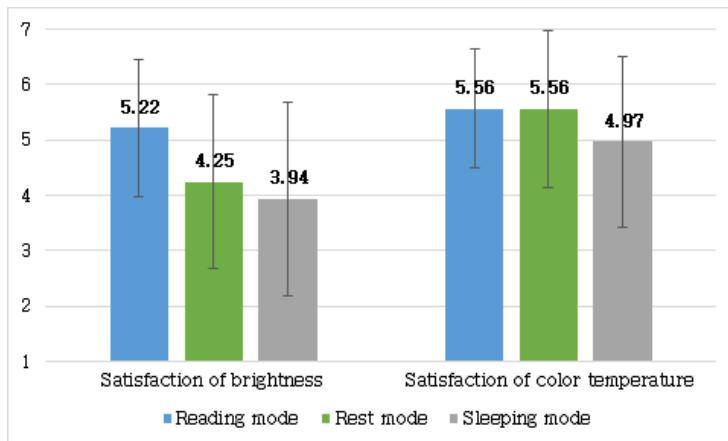


Figure 7. Average score for each satisfaction factor on modes

Table 5. Current setting and subject preference of brightness and color temperature on each mode

| | | Current setting | Subject preference |
|---------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| Reading mode | Brightness | 457.17 lux | 395.78 lux |
| | Color temperature | 5076 K | 4763.56 K |
| Rest mode | Brightness | 151.83 lux | 151.50 lux |
| | Color temperature | 2996 K | 3042.03 K |
| Sleeping mode | Brightness | 8.33 lux | - |
| | Color temperature | 2975 K | 2975 K |

3.4.3. 성과지표 항목 평가 분석 결과

성과지표 평가 항목은 대부분 평균 5점(“그렇다”) 이상의 긍정적인 점수를 받았다(그림 8). Kruskal-Wallis 분석 결과, 가격 적절성(Price adequacy) 항목의 평균 점수는 3.53점($s=1.41$)으로 다른 항목에 비해 유의하게 낮은 점수를 보였다(유의수준 0.05). 이와 관련하여 피실험자는 제공되는 기능의 개수에 비해 가격이 높게 느껴진다고 응답하였다. 또한, 모드 기능의 밝기, 색온도 값을 맞춤형으로 변경하는 것이 불가능한 것처럼 맞춤형 기능이 부족하다고 응답하였다. 이를 통해, 현재 평가 대상이 제공하는 기능만으로는 가격 적절성을 개선하기 어려움을 확인할 수 있다. 스마트 조명의 구입 저해 요인으로 높은 초기 설치 비용이 꼽히는 만큼, 스마트 조명의 가격 혁신은 필수적이다(MarketsandMarkets, 2018). 따라서 스마트 조명의 가격 혁신 방안에 대한 논의가 필요하다.

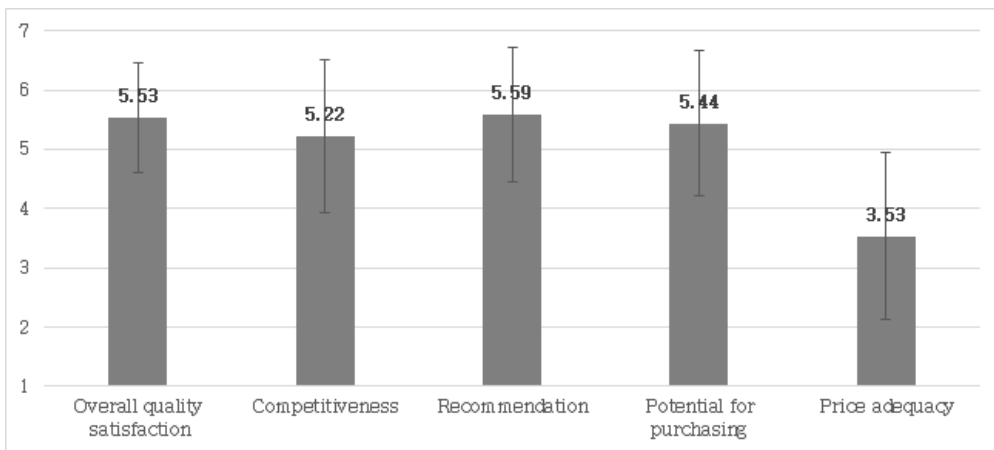


Figure 8. Average score for each performance indicator factor

표 6은 앞서 3.4.1에서 3.4.3 까지 분석한 UX, 만족도, 성과지표의 항목 별 평균 점수 및 분석 결과를 정리한 표이다. Kruskal-Wallis 분석 결과를 통해 개선이 시급한 항목을 도출할 수 있었으며, 스위치의 UX 관련 정보가시성(Visibility), 자동 소등 기능의 사용 만족도, 취침모드의 밝기 만족도, 가격 적절성(Price adequacy)이 해당한다. 또한, Wilcoxon rank-sum 분석 결과를 통해 스마트 조명 사용 경험이 있는 피실험자와 없는 피실험자 간 유의한 점수 차이가 발생하는 항목을 도출할 수 있었으며, 스위치 UX 관련 기억성(Memorability)과 친숙성(Familiarity), 모드 기능 UX 관련 직관성(Intuitiveness), 취침모드의 밝기 만족도가 해당한다. 추가로, 일부 항목에서는 스마트 조명 사용 경험이 있는 피실험자와 경험이 없는 피실험자 간 유의한 점수 차이가 발생하는 요소가 존재하였다. 스위치의 UX 항목에서는 기억성(Memorability)과 친숙성(Familiarity)이, 모드 기능의 UX 항목에서는 직관성(Intuitiveness)이, 모드 기능의 만족도 항목 중에서는 휴식모드의 밝기 만족도가 여기에 해당한다.

able 6. Result of UX testing

| Factors | | Average (Standart deviation) | p-value of Kruskal- Wallis test | p-value of Wilcoxon rank-sum test | |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|----------|
| UX (Switch) | Controllability | 5.56 (1.37) | 0.0000* | 0.0899 | |
| | Responsibility | 5.69 (1.18) | | 0.2249 | |
| | Visibility | 4.03 (1.66) | | 0.9541 | |
| | Customizability | 5.59 (1.01) | | 0.7071 | |
| | Memorability | 5.61 (1.17) | | 0.0284** | |
| | Familiarity | 4.94 (1.66) | | 0.0148** | |
| | Intuitiveness | 4.41 (1.53) | | 0.1331 | |
| | Delicacy | 4.72 (1.53) | | 0.5739 | |
| | Simplicity | 5.56 (1.32) | | 0.3023 | |
| | Identity | 4.94 (1.50) | | 0.1535 | |
| | Novelty | 4.91 (1.49) | | 0.5120 | |
| UX (Modes) | Preciousness | 5.71 (1.19) | 0.9469 | 0.1094 | |
| | Intuitiveness | 5.63 (1.29) | | 0.0051** | |
| | Helpfulness | 5.53 (1.08) | | 0.7182 | |
| | Novelty | 5.44 (1.61) | | 0.8149 | |
| | Preciousness | 5.41 (1.39) | | 0.1130 | |
| Satisfaction | Trustworthiness | 5.38 (1.24) | 0.0481 | 0.2870 | |
| | Overall satisfaction | 5.69 (1.00) | | 0.2780 | |
| | Satisfaction of brightness | 5.39 (1.02) | | 1 | |
| | Satisfaction on modes | 5.38 (1.24) | | 0.3896 | |
| Satisfaction | Brightness | Satisfaction on auto power off | 0.0049* | 0.6434 | |
| | | Reading mode | | 5.22 (1.24) | 0.3031 |
| | | Rest mode | | 4.25 (1.57) | 0.0084** |
| | Color temperature | Sleeping mode | | 3.94 (1.74) | 0.6312 |
| | | Reading mode | | 5.56 (1.08) | 0.2326 |
| | | Rest mode | | 5.56 (1.41) | 0.4171 |
| Performance indicator | | Sleeping mode | 0.1923 | 1 | |
| | | Overall quality satisfaction | | 5.53 (0.92) | 0.7439 |
| | | Competitiveness | | 5.22 (1.29) | 0.4482 |
| | | Recommendation | | 5.59 (1.13) | 0.7946 |
| | | Potential for purchasing | | 5.44 (1.22) | 0.5187 |
| | | Price adequacy | 3.53 (1.41) | 1 | |

*: Significant differences exist between factors.

** : Significant differences exist on this factor

4. 개선방안 도출 및 고찰

평가 결과를 종합하였을 때, 피실험자는 스마트 조명을 통해 원하는 조명 환경을 조성하는 것에 전반적으로 만족하였다. 그러나 스위치의 조작법에 친숙하지 않아 어려움을 겪을 수 있으며, 스마트 조명이 제공하는 밝기 등을 개선할 필요가 있음을 확인하였다. 이러한 평가 결과를 바탕으로 스마트 조명에 대한 몇 가지 개선방안을 도출하였다.

첫 번째로, 스위치를 조작할 때의 UX 향상이 필요하다. 스위치의 UX 평가 항목 중 정보가시성 항목의 평균 점수는 다른 항목에 비해 통계적으로 낮은 점수를 보였다(유의수준 0.05). 스마트 조명은 일반 조명보다 제어할 수 있는 기능이 많아 스위치의 구조가 복잡하다. 따라서 스위치에서 명확하고 직관적으로 정보를 제공하여 조작의 어려움을 해소할 필요가 있다. 한 가지 예시로, 다수의 피실험자가 스위치에서 밝기와 색온도의 증감 방향을 직관적으로 알 수 없다는 불편함을 표출하였다. 이 경우, 다이얼에 방향성을 나타내는 증감 표시(예, +, - 표시) 또는 수치(예, 밝기 1단계)를 제공한다면 스위치의 UX 개선에 도움이 될 것이다.

두 번째로, 스마트 조명이 제공하는 밝기 값의 재조정이 필요하다. 본 연구에서 취침모드의 밝기 값은 선행연구를 통해 취침을 지원한다고 밝혀진 값으로 설정되어 있다. 그러나 취침을 취하는 맥락에서 취침모드를 경험해본 피실험자는 평가 대상이 제공할 수 있는 가장 어두운 밝기보다도 더 어두운 밝기를 선호한다고 밝혔다. 취침 전후의 시간대에서는 눈이 어둠에 익숙해져 있기 때문에 기존보다 어두운 밝기를 선호하는 것으로 추측할 수 있다. 또한, 취침 전후 피실험자는 주로 침대에 누워 천장의 조명 부근을 바라보게 되어 눈에 빛이 많이 들어오기 때문으로도 추측할 수 있다. 본 평가에서는 리빙랩에서 피실험자가 실제로 취침을 취하며 스마트 조명을 사용해보았기 때문에 피실험자의 정확한 선호를 파악할 수 있었다. 이처럼 사용 맥락에 따른 피실험자의 선호를 파악하여 스마트 조명의 밝기 값을 재조정한다면 사용자 만족도를 개선할 수 있을 것이다.

세 번째로, 가격 적절성 향상 방안에 대한 논의가 필요하다. 가격 적절성 항목의 평균 점수는 다른 성과지표 항목에 비해 유의하게 낮은 점수를 받았다. 이는 평가 대상이 제공하는 기능이 한정되어 있어, 일반 조명과의 차별성이 크지 않기 때문인 것으로 판단된다. 가격 적절성을 개선하기 위해, 스마트 조명은 사용자 만족도를 증대할 수 있는 기능 제공을 통한 추가적인 가치를 전달할 필요가 있다. 한 가지 예시로, 자동 소등 기능에 다양한 개인 설정 기능을 추가하는 방안이 제안되었다. 자동 소등 기능은 만족도 항목 중 가장 낮은 점수를 받았는데, 이는 스마트폰을 통한 원격 소등이 가능하여 자동 소등 기능의 필요성이 크지 않기 때문인 것으로 판단된다. 이 경우, 자동 소등 후 다시 밝아지지 않도록 설정하는 기능을 추가로 제공하여 잠들기 전에 사용할 수 있도록 한다면, 추가적인 가치를 제공함과 동시에 가격 적절성의 개선에도 도움이 될 것이다.

제품에 대한 사용자의 인식을 평가하고 개선한다면, 제품의 시장 경쟁력을 강화할 수 있다(Park et al., 2021). 마찬가지로, 사용자의 UX를 이해한다면, 제품의 주요 품질요소 향상을 통해 고객 만족도를 개선할 수 있다(Koo et al., 2021). 본 연구에서는 실사용 환경에서 스마트 조명의 UX 평가를 수행한 후, 개선방안을 도출하였다. 또한 피실험자의 의견을 적극적으로 수용하여 다양한 스마트 조명 개선 아이디어를 수집하였다. 본 평가 결과는 스마트 조명의 사용자 친화도와 시장 경쟁력을 개선하는데 기여할 것으로 기대된다.

5. 결론

본 연구는 스마트 조명의 UX 평가를 수행하고, 평가 결과에 기반하여 개선방안을 제안하였다. 본 연구에서는 스마트 조명이 실제로 사용되는 환경을 리빙랩에 구현하여 UX를 평가하였기 때문에, 현실적인 스마트 조명 개선방안을 도출하였다는 실무적 시사점을 갖는다. 실사용 환경에서 UX 평가를 바탕으로 도출된 개선방안은 스마트 조명의 품질을 향상하기 위한 참고자료가 될 수 있을 것이다.

본 연구는 리빙랩에서 스마트 조명의 UX를 평가하는 것의 강점을 보여주었으며, 이에 따라 다음과 같은 향후 연구를 제안한다. 첫 번째로, 리빙랩의 강점을 보다 많이 얻을 수 있도록 장기간에 걸쳐 반복적인 UX 평가를 제안한다. 장기간에 걸쳐 반복적으로 제품 평가에 참여할 경우, 피실험자의 아이디어 도출을 자극할 수 있다고 주장하는 선행

연구가 여럿 존재한다(Ogonowski et al., 2013). 그러나 직장, 가족 문제, 이사 등으로 인해 한 명의 피실험자가 평가에 장기간 참여하지 못한 경우가 많다(Ogonowski et al., 2013; Hossain et al., 2019). 본 연구 역시 일회성 실험에 그쳤다는 것이 한계점이다. 평가 결과를 바탕으로 개선된 스마트 조명의 UX를 시간 흐름에 따라 반복적으로 검증한다면, 스마트 조명의 사용자 친화도 및 시장 경쟁력을 보다 개선할 수 있을 것이다.

두 번째로, 다양한 상황에서의 스마트 조명 UX 평가를 제안한다. 본 연구에서는 스마트 조명을 사용하는 상황 중 독서, 휴식, 취침을 수행하는 상황을 선정하였다. 이 맥락 이외에도 식사나 요리를 하는 등 다양한 상황에서도 스마트 조명의 지원을 받을 수 있다. 예를 들어, 조명의 밝기와 색이 식욕과 음식 섭취량에 영향을 미친다는 연구가 존재한다(Hasenbeck et al., 2013; Cho et al., 2015). 더욱 다양한 상황에서 UX를 평가하여 스마트 조명의 효용성을 확인하는 과정이 필요할 것이다.

REFERENCES

- Alavi, H. S., Lalanne, D., & Rogers, Y. 2020. The five strands of living lab. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 27(2).
- Caine, K., Šabanović, S., & Carter, M. 2012. The effect of monitoring by cameras and robots on the privacy enhancing behaviors of older adults. *HRI'12 - Proceedings of the 7th Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 343-350.
- Chew, I., Karunatilaka, D., Tan, C. P., & Kalavally, V. 2017. Smart lighting: The way forward? Reviewing the past to shape the future. *Energy and Buildings* 149:180-191.
- Cho, S., Han, A., Taylor, M. H., Huck, A. C., Mishler, A. M., Mattal, K. L., Barker, C. A., & Seo, H. S. 2015. Blue lighting decreases the amount of food consumed in men, but not in women. *Appetite* 85:111-117.
- Choe, A. S. 2013. Standardization of Mean Illuminance Calculation Methods. In *The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers* 27(1):26-32.
- Choi, J., Ryu, D., Kim, K., Yun, J. M., & Kim, M. S. 2021. Development of a User Experience Evaluation Methodology for Smart Safety Living Lab. *Journal of Korean Society for Quality Management* 49(2):127-143.
- Choi, K., Kim, T., & Suk, H. 2020. Lighting user experience (LUX) cards: A card-based tool for the design of smart lighting solutions. *Archives of Design Research* 33(1):55-65.
- De Croon, E. M., Sluiter, J. K., Kuijjer, P. P. F. M., & Frings-Dresen, M. H. W. 2005. The effect of office concepts on worker health and performance. A Systematic Review of the Literature. *Ergonomics* 48(2):119-134.
- Hasenbeck, A., Cho, S., Meullenet, J. F., Tokar, T., Yang, F., Huddleston, E. A., & Seo, H. S. 2014. Color and illuminance level of lighting can modulate willingness to eat bell peppers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94(10):2049-2056.
- Hossain, M., Leminen, S., & Westerlund, M. 2019. A systematic review of living lab literature. In *Journal of Cleaner Production* 213:976-988, Elsevier Ltd.
- Intille, S. S., Larson, K., Beaudin, J. S., Nawyn, J., Tapia, E. M., & Kaushik, P. 2005. A living laboratory for the design and evaluation of ubiquitous computing technologies. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 1941-1944.
- Kaasinen, E., Roto, V., Hakulinen, J., Heimonen, T., Jokinen, J. P. P., Karvonen, H., Keskinen, T., Koskinen, H., Lu, Y., Saariluoma, P., Tokkonen, H., & Turunen, M. 2015. Defining user experience goals to guide the design of industrial systems. *Behaviour and Information Technology* 34(10):976-991.
- Kim, H., & Lee, M. 2011. IT-integrated Smart Lighting Technology. *Information and Communications Magazine*

28(5):10-14.

- Koo, H. M., Kim, G. J., Shin, W. S., & Song, H. J. 2021. Analyzing the Impact of Service Quality Factors on Trust, Customer Satisfaction, and Customer Loyalty of Major Telecommunication Companies in Korea. *Journal of the Korean Society for Quality Management* 49(4):483-503.
- Leminen, S., Westerlund, M., & Nyström, A.-G. 2012. Living Labs as Open-Innovation Networks. *Technology Innovation Management Review* 2(9):6-11.
- Morantes, P. P. P., Penarete, S. A., Arbelaez, G., Camargo, M., & Dupont, L. (2016). Understanding museum visitors' experience through an eye-tracking study and a living lab approach. 2016 International Conference on Engineering, Technology and Innovation/IEEE International Technology Management Conference, ICE/ITMC 2016 - Proceedings, 16-21.
- Mott, M. S., Robinson, D. H., Walden, A., Burnette, J., & Rutherford, A. S. 2012. Illuminating the effects of dynamic lighting on student learning. *SAGE Open* 2(2):1-9.
- Nascimento, I., Silva, W., Gadelha, B., and Conte, T. 2016. Usability: A Technique for the Evaluation of User Experience and Usability on Mobile Applications. In *International Conference on Human-Computer Interaction* 372-383.
- Norman, G. 2010. Likert scales, levels of measurement and the "laws" of statistics. *Advances in Health Sciences Education* 15(5):625-632.
- Ogonowski, C., Ley, B., Hess, J., Wan, L., & Wulf, V. 2013. Designing for the living room: Long-term user involvement in a Living Lab. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 1539-1548.
- Park, B., Lee, D., & Kim, Y. 2005. Measuring Service Quality of Management Consulting. *Journal of Korean Society for Quality Management* 33(3):47-58.
- Park, D. 2013. The Process of User Experience Quality Evaluation and Product Improvement Based on Consumer Needs: Focusing on Mobile Phone Camera Experience. *Entrue Journal of Information Technology* 12(1):165-175.
- Park, J., Kim, Y. R., & Kang, S. B. 2021. Customer Satisfaction Analysis for Global Cosmetic Brands: Text-mining Based Online Review Analysis. *Journal of the Korean Society for Quality Management* 49(4):595-607.
- Russell, S. 2012. *The Architecture of Light: A Textbook of Procedures and Practices for the Architect, Interior Designer and Lighting Designer*. La Jolla: Conceptnine Print Media
- Sadick, A. M., & Issa, M. H. 2017. Occupants' indoor environmental quality satisfaction factors as measures of school teachers' well-being. *Building and Environment* 119:99-109.
- Sadikoglu-Asan, H. 2020. 'User-Home relationship' regarding user experience of smart home products. *Intelligent Buildings International* 0(0):1-17.
- Seesophon, S., Buranruk, O., & Chaiyakul, Y. 2021. The effects of lighting in a long-term care center for visual conditions and illuminance levels on the elderly. In *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*. <https://www.tci-thaijo.org/index.php/APST/index>
- Sivaji, A., Shopian, S., Nor, Z. M., Chuan, N.-K., & Bahri, S. 2013. Lighting does Matter: Preliminary Assessment on Office Workers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 97, 638-647.
- Soheilian, M., Fischl, G., & Aries, M. 2021. Smart lighting application for energy saving and user well-being in the residential environment. *Sustainability (Switzerland)*, 13(11).
- Yang, J. H. 2016. Research of Compatibility on Interaction with IOT Furniture. - Controlling Lighting with Gesture. PhD diss., Seoul National University.

Appendix A: 스마트안전 UX 평가 요소 모형

| Usability (사용성) | | Affect (감성) | User Value (사용자 가치) |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Ease of Use (사용편리성) | Learnability (학습성) | Delicacy (완성도) | Self-satisfaction (자기만족) |
| Accessibility (접근성) | Memorability (가역성) | Simplicity (단순성) | Identity (정체성) |
| Automaticity (자동성) | Familiarity (친숙성) | Texture (질감) | Challenge (도전의식) |
| Controllability (제어성) | Intuitiveness (직관성) | Luxuriousness (호화성) | Confidence (자신감) |
| Stability (안정성) | Consistency (일관성) | Color (색감) | Attachment (부가 가치) |
| Non-interruption (불간섭성) | Mobility (기동성) | Attractiveness (매력성) | Novelty (참신성) |
| Responsibility (응답성) | Portability (이동성) | | Preciousness (귀중성) |
| Maintainability (유지보수성) | Wearability (착용성) | | Trustworthiness (신뢰성) |
| Informativeness (정보유익성) | User support (사용자 지원) | | Safety (안전함) |
| Comprehensiveness (정보포괄성) | Error prevention (오류 예방) | | Privacy (사생활보호) |
| Relevance (정보관련성) | Problem detecting (문제감지) | | Entertainment (즐거움/오락) |
| Reliability (정보신뢰성) | Forgiveness (포용성) | | |
| Deliverability (정보전달성) | Feedback (피드백) | | |
| Visibility (정보가시성) | Helpfulness (지원성) | | |
| Flexibility (유연성) | Problemsolving (문제 해결) | | |
| Customizability (고객맞춤화) | | | |
| Interoperability (호환성) | | | |
| Adaptability (적응성) | | | |

: 스마트안전 UX 요소 모형 대분류 항목
 : 스마트안전 UX 요소 모형 중분류 항목
 : 스마트안전 UX 요소 모형 소분류 항목

| 사용성(Usability) | 사용자가 제품/서비스를 사용할 때 어떤 목적을 달성하는 데 있어 효과적이고 효율적이며 사용자 만족도가 높은 정도 |
|--------------------------|--|
| 사용편리성(Ease of Use) | 사용자가 제품/서비스를 큰 노력 없이 편리하게 사용할 수 있다고 생각하는 정도 |
| 접근성(Accessibility) | 사용자가 제품/서비스를 사용하기 위해 쉽게 접근할 수 있는 정도 |
| 자동성(Automaticity) | 사용자의 노력 없이 제품/서비스가 자동적으로 작동하는 정도 |
| 제어성(Controllability) | 사용자가 해당 제품/서비스가 제공하는 기능을 제어할 수 있는 정도 |
| 안정성(Stability) | 사용자가 제품/서비스를 사용하는 환경에 상관없이 성능을 유지하는 정도 |
| 불간섭성(Non-interruption) | 사용자가 제품/서비스를 사용할 때 다양한 기능으로서 충돌하지 않는 정도 |
| 응답성(Responsibility) | 사용자가 제품/서비스를 사용할 때 사용자 행동(예. 터치, 정보 입력 등)에 따른 즉각적인 응답을 받을 수 있는 정도 |
| 유지보수성(Maintainability) | 사용자가 제품/서비스를 유지 보수 및 관리하는 것(예. 필터 교체, 소프트웨어 업데이트, 청소 등)이 쉽고 편리한 정도 |
| 정보유익성(Informativeness) | 사용자가 제품/서비스를 사용할 때 필요한 정보를 유익하고 적절한 방식으로 제공받을 수 있는 정도 |
| 정보포괄성(Comprehensiveness) | 사용자가 제품/서비스로부터 다양하고 자세한 정보를 제공받을 수 있는 정도 |
| 정보관련성(Relevance) | 사용자가 제품/서비스로부터 현재 상황에 필요한 적절한 정보를 제공받을 수 있는 정도 |
| 정보신뢰성(Reliability) | 사용자가 제품/서비스로부터 신뢰할 만한 정보를 얻을 수 있는 정도 |
| 정보전달성(Deliverability) | 사용자가 제품/서비스로부터 쉽고 빠르게 정보를 제공받을 수 있는 정도 |
| 정보가시성(Visibility) | 사용자가 눈에 띄는 시각 효과(예. 색 조합, 글씨 크기 등)에 의해 제품/서비스로부터 주요 정보를 뚜렷하게 알아볼 수 있는 정도 |
| 유연성(Flexibility) | 사용자가 제품/서비스를 사용할 때 처음 지정된 작업과 환경의 변경사항을 수용할 수 있는 정도 |
| 고객맞춤화(Customizability) | 사용자의 선호도에 따라 해당 제품/서비스를 쉽게 변경할 수 있는 정도 |
| 호환성(Interoperability) | 사용자가 제품/서비스를 다른 제품들과 호환하여 함께 사용할 수 있는 정도 |
| 적응성(Adaptability) | 사용자의 조건(예. 신체적 조건, 주변 환경 등)에 따라 제품/서비스가 쉽게 변경되는 정도 |

| | |
|--------------------------|--|
| 학습성(Learnability) | 사용자가 제품/서비스를 사용하는 방법을 배우는 데 필요한 사용자의 시간과 노력의 정도 |
| 기억성(Memorability) | 사용자가 제품/서비스의 사용 방법을 쉽고 오래 기억할 수 있는 정도 |
| 친숙성(Familiarity) | 사용자가 과거의 경험을 바탕으로 제품/서비스와 친숙하게 상호작용할 수 있는 정도 |
| 예측성(Predictability) | 사용자가 과거에 제품/서비스를 사용했던 경험을 바탕으로 해당 제품/서비스가 어떻게 작동될 것인지 예측할 수 있는 정도 |
| 직관성(Intuitiveness) | 사용자가 제품/서비스의 착용 및 작동 방식을 직관적으로 인지할 수 있는 정도 |
| 일관성(Consistency) | 사용자가 유사한 작업을 수행할 때 일관된 방법을 통해 제품/서비스를 사용할 수 있는 정도 |
| 기동성(Mobility) | 사용자가 제품/서비스를 필요할 때 언제 어디서나 편리하게 사용할 수 있는 정도 |
| 이동성(Portability) | 사용자가 제품/서비스를 어디에서나 사용할 수 있도록 이동하기 쉬운 정도 |
| 착용성(Wearability) | 사용자가 제품/서비스를 착용하고 작업을 수행할 때 느끼는 편안함 정도 |
| 사용자 지원(User support) | 사용자가 제품/서비스의 전체 수명주기 동안 유용하게 사용할 수 있도록 지원받는 정도 |
| 오류 예방(Error prevention) | 사용자가 제품/서비스를 통해 사용자 오류를 인지하고 예방하는 데 도움을 받을 수 있는 정도 |
| 문제 감지(Problem detecting) | 사용자가 제품/서비스 자체에 발생하는 문제를 감지하는 데 도움을 받을 수 있는 정도 |
| 포용성(Forgiveness) | 사용자가 제품/서비스를 사용하면서 발생한 오류 또는 실수를 발생 전으로 되돌릴 수 있는 정도 |
| 피드백(Feedback) | 사용자가 제품/서비스에 입력한 정보에 대한 피드백을 제공받을 수 있는 정도 |
| 지원성(Helpfulness) | 사용자가 제품/서비스를 사용하는 과정(사용, 문제 파악 등)에서 유용하게 상호작용할 수 있도록 지원 받을 수 있는 정도 |
| 문제 해결(Problem solving) | 사용자가 제품/서비스에서 발견된 문제를 해결하는데 도움을 받을 수 있는 정도 |

| | |
|--------------------------|--|
| 감성(Affect) | 사용자가 제품/서비스의 기능 외적인 측면에서 사용자가 만족감을 느끼는 정도 |
| 완성도(Delicacy) | 사용자가 제품/서비스의 외관이 정교하고 완성도가 높으며 품질이 우수하다고 느끼는 정도 |
| 단순성(Simplicity) | 사용자가 제품/서비스의 외관 및 작동 방식이 단순하며 복잡하지 않다고 느끼는 정도 |
| 질감(Texture) | 사용자가 제품/서비스의 질감이 우수하다고 느끼는 정도 |
| 호화성(Luxuriousness) | 사용자가 제품/서비스의 외관이 고급스럽거나 비싸 보인다고 느끼는 정도 |
| 색감(Color) | 사용자가 제품/서비스의 색감이 예쁘고 다채롭다고 느끼는 정도 |
| 매력성(Attractiveness) | 사용자가 제품/서비스의 외관이 사용 또는 구매 욕구가 생길 정도로 매력적이라고 느끼는 정도 |
| 사용자 가치(User Value) | 사용자가 제품/서비스와 상호작용하며 얻은 가치에 만족도와 애착을 느끼는 정도 |
| 자기 만족(Self-satisfaction) | 사용자가 제품/서비스를 이용함으로써 사용자 자신 또는 성과에 대한 만족도를 느끼는 정도 |
| 정체성(Identity) | 사용자가 제품/서비스를 통해 자신의 정체성을 느끼는 정도 |
| 도전의식(Challenge) | 사용자가 제품/서비스를 이용할 때 새롭고 어려운 것을 성취하려는 도전의식을 느끼는 정도 |
| 자신감(Confidence) | 사용자가 제품/서비스로부터 자신의 능력에 대한 믿음과 자신감을 느끼는 정도 |
| 부가가치(Attachment) | 사용자가 제품/서비스에 부여한 주관적인 부가가치의 정도 |
| 참신성(Novelty) | 사용자가 제품/서비스를 새롭고 참신하다고 느끼는 정도 |
| 귀중성(Preciousness) | 사용자가 제품/서비스를 가치 있고 소중하다고 느끼는 정도 |
| 신뢰성(Trustworthiness) | 사용자가 제품/서비스를 믿고 의지할 수 있다고 느끼는 정도 |
| 안전함(Safety) | 사용자가 제품/서비스를 통해 안전하고 보호받을 수 있는 정도 |
| 사생활보호(Privacy) | 사용자가 제품/서비스를 통해 사용자의 사생활과 기밀 정보를 보호받을 수 있는 정도 |
| 즐거움/오락(Entertainment) | 사용자가 제품/서비스를 통해 즐겁고 신나는 경험을 할 수 있는 정도 |

Appendix B: 스마트 조명의 평가 항목 전처리 결과

| | Factor | Number of data after (before) preprocessing |
|--|---|---|
| UX factors of switch | Controllability | 32 (32) |
| | Responsibility | 32 (32) |
| | Visibiltiy | 32 (32) |
| | Customizability | 32 (32) |
| | Memorability | 31 (32) |
| | Familiarity | 32 (32) |
| | Intuitiveness | 32 (32) |
| | Delicacy | 32 (32) |
| | Simplicity | 32 (32) |
| | Identity | 32 (32) |
| | Novelty | 32 (32) |
| | Preciousness | 31 (32) |
| UX factors of modes | Intuitiveness | 32 (32) |
| | Helpfulness | 32 (32) |
| | Novelty | 32 (32) |
| | Preciousness | 32 (32) |
| | Trustworthiness | 32 (32) |
| Satisfaction factors of switch | Satisfaction of switch | 31 (32) |
| Satisfaction factors of modes | Satisfactoin of three-lighting mode | 32 (32) |
| | Brightness satisfaction of reading mode | 32 (32) |
| | Color temperature satisfaction of reading mode | 32 (32) |
| | Brightness satisfaction of resting mode | 32 (32) |
| | Color temperature satisfaction of resting mode | 32 (32) |
| | Brightness satisfaction of sleeping mode | 32 (32) |
| | Color temperature satisfaction of sleeping mode | 32 (32) |
| Satisfaction factors of auto power off | Satisfaction of auto power off | 32 (32) |
| Overall satisfaction factors | Overall satisfaciton | 32 (32) |
| Overall performance indicator factors | Overall quality satisfaction | 32 (32) |
| | Competitiveness | 32 (32) |
| | Recommendation | 32 (32) |
| | Potential for purchasing | 32 (32) |
| | Price adequacy | 32 (32) |

저자소개

- 조은지** 포항공과대학교에서 산업공학과 학사 학위를 취득한 후 현재 포항공과대학교 산업경영공학과에서 석사과정으로 재학 중이다. 주요 관심분야는 데이터 기반의 서비스 개발 및 평가, 서비스 품질, 기술 기획 등이다.
- 류도현** 울산대학교에서 산업경영공학과 학사, 포항공과대학교 산업경영공학과에서 박사 학위를 취득하였다. 현재 삼성전자 디자인경영센터 시니어 디자이너로 재직중이다. 주요 관심분야는 데이터 기반의 서비스 설계, 품질 평가이다.
- 김광재** 서울대학교 산업공학과 학사, 한국과학기술원 산업공학과 석사, Purdue University 경영과학 박사 학위를 취득하였다. 현재 포항공과대학교 산업경영공학과 교수로 재직중이다. 주요 관심분야는 품질공학, 서비스공학 등이다.
- 이기현** 남서울대학교에서 산업경영공학과 학사, 아주대학교에서 산업공학과 석사 학위를 취득하였으며, 현재 아주대학교에서 산업공학과 박사과정과 한국생산기술연구원에서 학생연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 리빙랩 실증, 사용성평가, 데이터 분석 등이다.
- 윤정민** 아주대학교에서 산업공학과 학사 및 석/박사 학위를 취득하였으며, 현재 한국생산기술연구원 선임연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 리빙랩 실증, UX/UI, 사용성평가, 서비스 디자인 등이다.
- 조정현** 호남대학교에서 컴퓨터공학과 학사, 중앙대학교에서 정보통신공학과 석사 학위를 취득 하였으며, 현재 HDC랩스(주) 기술연구소에서 연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 스마트홈 스마트빌딩, DC배전/AC배전, 조명 시스템 등이다.
- 전광식** 숭실대학교에서 컴퓨터학부 학사 학위를 취득하였으며, 현재 HDC랩스(주)에서 상품 기획 담당자로 재직중이다. 관심분야는 서비스 기획, 스마트 조명, IoT 디바이스 등이다.
- 이지연** 청주대학교에서 산업디자인과 학사 이화여자대학교에서 UX디자인과 석사 학위를 취득하였으며, 현재 HDC랩스(주)에서 상품기획 담당자로 재직 중이다. 주요 관심분야는 스마트 조명, 서비스 기획, 경험디자인 등이다.