JESK J Ergon Soc Korea 2022; 41(1): 1-13
https://dx.doi.org/10.5143/JESK.2022.41.1.1
https://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

A Study on Usability Improvement of IoT Applications for Robot Cleaners

Minju Kim[1], Sung-Hee Kim[2], Jaein Lee[1]

[1]Dong-Eui University, Major of Human · System Design Engineering, Busan, 47340
[2]Dong-Eui University, Major of Industrial ICT Engineering, Busan, 47340

로봇청소기 대상 IoT 애플리케이션의 사용성 개선에 관한 연구

김민주[1], 김성희[2], 이재인[1]

[1]동의대학교 인간 · 시스템디자인공학전공
[2]동의대학교 산업ICT기술공학전공

Corresponding Author
Jaein Lee
Dong-Eui University, Major of Human · System Design Engineering, Busan, 47340
Email : inibest@deu.ac.kr

Received : November 03, 2021
Revised : January 24, 2022
Accepted : January 29, 2022

Copyright@2022 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

Objective: Using the IoT applications Samsung's Smart Things, LG's LG ThinQ, and Xiaomi's Mi Home app, each IoT app is analyzed from the point of view of ease of use and operation, and through this, a plan to improve the interface of the app is suggested.

Background: Recently, the influence of the Internet of Things (IoT) is getting stronger due to the increasing number of products and Internet connections. Among them, Samsung's Smart Things, Xiaomi's Mi Home, and LG's LG ThinQ are IoT platforms that can manage multiple products and Smart Apps. These apps are convenient in that they can remotely control the product with a mobile phone anytime, anywhere, but it is still difficult for users to control the product with a mobile phone due to inefficient interface design.

Method: The task derived to find out the utility of IoT app-related functions was applied to the use of Smart Things, Mi Home, and LG ThinQ apps, and the usability of IoT apps was compared and evaluated using objective and subjective methods. 1) As an objective evaluation method, the interface search time according to the task execution process of each IoT app was measured. 2) As a subjective evaluation method, opinions on the degree of discomfort in using each IoT application were derived, and problems were analyzed using a 5-point Likert scale questionnaire evaluation.

Results: Eight experimenters (6 in their 20s, 2 in their 40s) were evaluated for usability of the IoT app. Task was selected based on the contents of the preliminary survey, and tasks were conducted in the order of cleaning mode setting (Task 1), cleaning range setting (Task 2), cleaning time reservation (Task 3), and robot cleaner charging (Task 4). As a result of the experiment on the usability of the IoT app, it was found that the usability of the app where the appropriate GUI elements and frequently used functions were located on the main screen was good. We present a UI that applies the requirements converged through the previously derived problems and user analysis.

Conclusion: It is judged that the more convenient the app is to use, the more useful it is. In order to increase its effectiveness, it seems that the interface needs to be improved so that users can operate it conveniently and simply.

Application: It is judged that the results of this study can be used as basic data for interface design guidelines that can optimize the usability of IoT apps.

Keywords: IoT (Internet of Things), Robot cleaner, Smart phone, UI (User Interface), UX (User Experience), Usability

1. Introduction

4차 산업혁명의 발달과 5G의 등장으로 인해 현재 정보 통신 기술은 초연결, 초지능, 초융합 사회로 도래하고 있으며 인공지능(AI, Artificial Intelligence), 사물인터넷(IoT, Internet of Things, 이하 IoT), 로봇 기술, 드론, 자율주행차, 가상현실(VR, Virtual Reality) 기술이 여러 방면으로 융합하며 발전하고 있다(Lim and Kim, 2020).

그 중 IoT는 무선 통신을 통해 각종 사물을 연결하여 사물들끼리 데이터를 주고받아 정보를 사용자에게 제공하는 기술이다. IoT는 RFID (Radio Frequency Identification) 기술의 발전으로 인해 시작되었으며 시장이 빠르게 확산하고 발전되어 가고 있다. 현재는 IoT는 넘어서 사물뿐만 아니라 사람, 업무, 데이터, 환경 등의 세상의 모든 만물이 연결되며 상호작용할 수 있는 만물인터넷(IoE, Internet of Everything)의 시장으로 확대되어 가고 있다(Yoon et al., 2015). 또한 IoT는 2025년까지 연간 3.9조에서 최대 11조 달러 규모의 잠재적인 경제적 영향력을 가질 것으로 전망하였으며 향후 10년 동안 전 세계적으로 약 7조 달러 시장 규모의 경제적 파급효과가 전망된다고 하였다(Kim et al., 2016). 이렇게 증가하는 제품들의 개수와 늘어나는 인터넷 연결로 인해 IoT의 영향력은 더욱더 강해지고, 기술이 점차 발전하여 편리해짐에 따라 제공되는 정보들도 복잡해질 것으로 예상된다.

IoT를 통해 다양한 제품들을 스마트 디바이스에 연결하여 정보를 확인할 수 있는데 현재 다양한 제품에 상용화되고 발전되며 관심도 높아지고 있다. 하지만 여전히 사용하는 데에 있어 불편함을 겪고 있으며 어떤 기술인지조차 잘 알지 못하는 문제점이 발생하고 있어 사용자들의 만족도는 낮다(Ryu and Cho, 2020). 또한 사용자는 수많은 기능 중에서 주로 자신의 생활 습관에 최적화된 애플리케이션을 사용하게 된다. 이로 인해 사용자의 생활 습관이나 니즈를 만족시킬 수 있는 기능이 중요하다(Heo et al., 2020).

이와 관련하여 IoT 서비스를 겸비하여 자동온도조절 기능이 포함된 발효용기를 설계하는 연구(Kim et al., 2018)와 실내의 미세먼지를 줄일 수 있는 지능형 홈 IoT 시스템을 구현하는 연구(Jeong et al., 2018)들과 같이 IoT 기술을 이용하여 새로운 디바이스나 시스템을 구현한 연구들은 진행되었다. 또한 IoT 스마트 디바이스의 사용성에 관한 연구(Song and Kang, 2019; Lee and Ahn, 2018)도 다수 있으며, IoT를 접목한 스마트 홈 앱인 LG, 삼성, 애플, 아마존의 앱 서비스들의 기능들을 상호 비교한 연구(Hong and Um, 2015)도 있었다. 하지만 상호 비교 평가를 진행하여 개선안을 도출한 연구는 찾아보기 어려웠다.

스마트 디바이스에 연결하여 사용하는 플랫폼인 IoT 애플리케이션(이하 앱)은 대표적으로 삼성의 Smart Things(이하 Smart Things), LG의 LG ThinQ(이하 LG ThinQ)와 샤오미의 Mi Home(이하 Mi Home) 앱이 있으며 이는 제품과 스마트 앱을 관리, 개발하는 개방형 IoT 플랫폼이다. 이러한 앱들을 통해 제품의 컨트롤러 없이 휴대폰을 통해서 여러 제품을 컨트롤하며 언제 어디서나 제품을 휴대폰으로 원격 제어할 수 있다는 점이 편리하지만, 앱 사용 시 제품 연결 문제, 피드백이 제대로 되지 않는 문제와 직관적이지 않은 문제점이 발생하였다(Heo et al., 2020). 이처럼 효율적이지 못한 인터페이스로 설계가 되면 사용자가 휴대폰으로 제품을 컨트롤하는 데에는 어려움이 있을 수 있다. 따라서 사용자가 사용하기 편리하도록 인터페이스의 설계가 필요하다.

IoT 앱을 통해서 다양한 제품을 컨트롤 할 수 있지만, 그 중에서 로봇청소기는 소비자에게 편리함을 제공하는 대표적인 제품이다. 로봇청소기의 시장점유율이 증가하고 있으며 2025년에는 약 8조 원으로 가장 크게 성장할 것으로 예측되며(Nam, 2010; Kong et al., 2019), 현재 로봇청소기는 차세대 유망산업으로 주목받고 있지만 새로운 기술 개발에만 편중되어 있어 '사용자 중심'에 대한 고찰이 필요한 상황이다(Cheon et al., 2012).

본 연구에서는 대중화되어 소비자에게 편리함을 주는 동시에 여가 시간까지 줄 수 있는 제품인 로봇청소기와 이에 연결되는 IoT 앱인 Smart Things, LG ThinQ, Mi Home 앱을 이용하였다. IoT 앱 조작 시 사용 편리성과 조작 용이성 관점에서 각 IoT 앱의 상호 비교 평

가를 하고 사용성을 개선하기 위한 가이드라인을 제시하는 데에 목적이 있다. 본 연구에서는 Pre-survey를 먼저 진행하여 사전분석을 하고, 그 결과를 통해 구체적인 사용성 평가를 위한 실험 설계를 하였으며 실험을 통해 도출된 문제점을 분석하고, 이를 개선하기 위한 개선안을 도출하였다.

2. Method

2.1 Pre-survey

IoT 앱의 사용 실태를 파악하고, 대표적인 IoT 앱인 Smart Things, LG ThinQ, Mi Home 앱의 사용성에 대한 의견을 수집하기 위해 10~40대 남녀 40명(남: 12명, 여: 28명)을 대상으로 사전 설문조사를 진행하였다. 설문 기간은 2019년 7월 22일부터 7월 29일까지 총 1주일 동안 진행되었으며 설문 내용은 IoT 앱의 사용 여부와 해당 앱의 사용 시 주로 어떤 때에 사용하는지에 대해서 질문하였다. 또한, IoT 앱에 따른 상호 비교를 하기 위해서 사용자가 주로 사용하는 앱의 불편한 점 또는 개선할 점에 대해서도 질문하였다.

2.2 Experimental design

본 실험은 2020년 9월 19일부터 10월 4일까지 약 2주일 동안 진행되었으며 삼성, LG, 샤오미의 로봇청소기와 IoT 앱을 이용하여 실험을 계획하였다. 삼성 갤럭시 S20+ 모델을 이용하여 IoT 앱을 조작하였고, IoT 앱은 2020년 9월 버전의 Smart Things, LG ThinQ와 Mi Home 앱을 이용하였다. 로봇청소기는 삼성의 파워봇 VR10M7020UG, LG의 코드제로 R9 R958DA와 샤오미의 로봇청소기 1세대 SDJQR01RR를 이용하였으며 실험 장비와 실험 환경은 Figure 1, Figure 2와 같다.

Figure 1. Experimental equipment (From left, Samsung, LG, and Xiaomi robot vacuum cleaners)

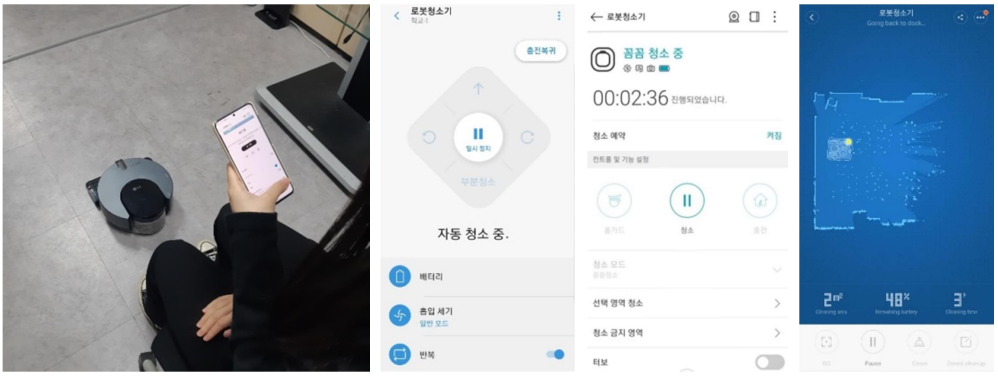

Figure 2. Experimental environment and IoT app screens (From left, Samsung, LG, and Xiaomi app screens)

통계청의「생활시간조사」에 근거하여 기혼자의 성별 일평균 가사노동시간을 비교해볼 때 주로 여성이 남성보다 약 3배 정도 가사노동시간이 더 많았다(Housekeeping hours, 2021). 이를 고려하여 로봇청소기를 주로 사용하는 대상을 여성으로 가정하였다. 이에 따라 가사노동을 더 많이 하는 여성 8명(20대: 6명 40대: 2명)을 대상으로 피실험자를 구성하였다. 그 중 IoT 앱 사용에 익숙하고 본 실험에서 사용한 애플리케이션을 사용해본 경험이 있는 20대 6명과 IoT 앱 사용에 익숙하지 않고 본 실험에서 사용한 애플리케이션을 사용해본 경험이 없는 40대 2명을 대상으로 실험을 진행하였다.

사전 조사를 진행한 내용을 바탕으로 IoT 앱 사용 시 제품을 컨트롤하는 데에 주로 사용하기 때문에 로봇청소기 사용하는 절차에 맞춰 Task를 구성하였다. Task 1(터보 기능 설정), Task 2(청소 영역 지정), Task 3(청소 시간 예약), Task 4(청소기 충전)의 4가지로 구성하였다. 피실험자 한 명당 Task(4가지) * 제조사별 IoT 앱(3가지)의 총 12번의 실험을 진행하였다. 실험 평가의 순서는 주어진 Task를 수행하기까지 소요된 시간을 측정한 후 Smart Things, LG ThinQ, Mi Home 앱 중에서 사용성이 좋은 앱은 어떤 것인지 어떤 부분에서 사용성이 좋은지 주관적인 의견을 물어보았다. 또한, 조작 유효, 정보 피드백, 정보 주목성, 정보 이해성, 조작용이, 기능 만족감, 오류 보호의 총 7가지의 관점에서 주관적 만족도(5-point Likert scale)의 평가를 시행하였다. 따라서, 본 실험 평가를 통해 IoT 앱의 사용 편리성과 조작 용이성 관점에서 조작 방식에 따른 수행 시간과 주관적 의견에서의 차이를 보고자 하였다.

3. Result

3.1 Pre-survey

Table 1은 IoT 관련 앱을 사용해 본 경험이 있는 사람을 대상으로 설문조사를 진행한 결과이다. 40명 중 13명으로 약 32.0%가 IoT 관련 앱을 사용해본 경험이 있다고 응답하였다. IoT 앱을 한 번만 사용해 본 비율이 42.0%로 높았으며 IoT 관련 앱을 자주 사용하는 응답자가 많지 않았다. IoT 앱 중에 LG ThinQ를 사용해 본 사람이 50.0%로 많은 비율을 차지하였다. IoT 관련 앱 중에서 Smart Things와 LG ThinQ를 선호하는 사람이 31.0%의 비율을 차지하였으며 주로 해당 앱과 관련된 제품을 사용하기 때문에 제품 호환성 문제 때문에 각각의 앱을 선호한다고 하였다. IoT 앱 사용 시 "주로 전자제품을 컨트롤하는 기능을 사용한다"라고 응답한 사람이 75.0%의 비율을 차지하였으며 "제품 사용량이나 상태를 확인하는 데 사용한다"라고 응답한 사람이 16.7%의 비율을 차지하였다. IoT 앱을 사용할 때 조작용이(46.7%), 연동성(33.3%), 안전성(13.3%), 디자인(6.7%) 순으로 중요하다고 하였으며 제품을 컨트롤할 때 "제품상에서 직접 컨트롤하는 방법"과 "휴대폰인 IoT 앱으로 컨트롤하는 방법" 중 선호하는 것은 각각 50.0%의 비율로 동일한 수치가 나왔다. 해당 앱의 개선사항으로는 다양한 기능과 제조사를 한 번에 묶어 컨트롤 가능한 앱이 있으면 좋겠다는 의견이 있었으며 사용하기 쉬운 UI (User Interface) 제작, 빠른 반응, 오류가 뜨는 점이 개선되었으면 좋겠다는 의견이 있었다.

Table 2는 IoT 관련 앱을 사용해 본 경험이 없는 사람을 대상으로 조사한 결과이다. 40명 중 27명으로 약 68.0%가 IoT 관련 앱을 사용해본 경험이 없다고 응답하였다. IoT 관련 앱을 사용하지 않는 이유는 "IoT 관련 앱 자체를 모른다"라고 응답한 사람이 41.6%의 비율을 차지하였으며 "스마트 기기가 구비되어 있지 않다"라고 응답한 사람이 25.0%의 비율을 차지하였고, "앱의 필요성을 느끼지 못한다"라고 응답한 사람이 16.7%의 비율을 차지하였다. IoT 앱 사용 시 "외부에서 집 안에 있는 기기를 제어하는 데 주로 사용하고 싶다"라고 응답한 사람이 66.6%의 비율을 차지하였으며 "제품의 상태를 확인할 때 주로 사용하고 싶다"라고 응답한 사람이 4.8%의 비율을 차지하였다. IoT 앱을 사용하지 않는 이유로는 "앱 자체에 대해서 알지 못한다"라고 응답한 사람이 56.3%의 비율을 차지하였으며 "사용 방법이 불편할 것 같다"라고 응답한 사람이 18.7%의 비율을 차지하였고, "위험성과 안전성에 대한 부분이 우려된다"라고 응답한 사람이 12.5%의 비율을 차지하였다.

Table 1. Pre-Survey: For those with experience with IoT application

Division	Answer	Frequency	Ratio
How often do you use IoT apps?	Use only once	8	42.0%
	More than once a day	5	26.0%
	More than once a month	4	21.0%

Table 1. Pre-Survey: For those with experience with IoT application (Continued)

Division	Answer	Frequency	Ratio
How often do you use IoT apps?	More than once a week	2	11.0%
	More than once every 2~3 days	0	0.0%
	Total	19	100.0%
What kind of app do you use?	LG ThinQ (LG)	7	50.0%
	Mi Home (Xiaomi)	3	21.4%
	Smart Things (Samsung)	2	14.3%
	Etc.	2	14.3%
	Total	14	100.0%
What's your favorite IoT app?	Smart Things (Samsung)	4	31.0%
	LG ThinQ (LG)	4	31.0%
	Mi Home (Xiaomi)	2	15.0%
	Etc.	3	23.0%
	Total	13	100.0%
What features do you mainly use?	Control the product.	9	75.0%
	View usage and check status	2	16.7%
	Etc.	1	8.3%
	Total	12	100.0%
What is important to you when using IoT apps?	Easy to operate	7	46.7%
	Interoperability	5	33.3%
	Safety	2	13.3%
	Interface design	1	6.7%
	Total	15	100.0%
What is a convenient way to control IoT apps?	Control with phone app	8	50.0%
	Direct on-product control	8	50.0%
	Total	16	100.0%

Table 2. Pre-Survey: For those with no experience with IoT application

Division	Answer	Frequency	Ratio
Why not use IoT apps?	Don't know the app	10	41.6%
	No devices connected to the IoT app	6	25.0%
	I don't see a reason to use it	4	16.7%
	Haven't had a chance to use it.	3	12.5%
	Etc.	1	4.2%
	Total	24	100.0%

Table 2. Pre-Survey: For those with no experience with IoT application (Continued)

Division	Answer	Frequency	Ratio
When to use IoT apps will you use?	Control the product.	14	66.6%
	View usage and check status	1	4.8%
	When the remote control is lost	1	4.8%
	Etc.	5	23.8%
	Total	21	100.0%
What are the inconveniences of using IoT apps?	Don't know the app	9	56.3%
	Operation seems to be inconvenient	3	18.7%
	Security issue	2	12.5%
	Etc.	2	12.5%
	Total	16	100.0%

IoT 앱을 사용해 본 경험이 있는 사람과 없는 사람 모두 IoT 앱 사용 시 주로 제품을 컨트롤하는 기능을 사용할 것이라는 의견이 있었으며 IoT 앱을 사용할 때 조작 용이성이 가장 중요하다고 하였다. 또한, 제품을 컨트롤할 때 50%는 여전히 IoT 앱으로 컨트롤하는 것보다 제품상에서 직접 컨트롤하는 방식을 선호하였기 때문에 IoT 앱의 사용성이 개선될 필요성이 있다고 판단된다. 따라서, 앞서 도출된 내용을 통해 조작 용이성의 관점에서 IoT 앱의 사용성 평가를 진행하였으며 제품을 컨트롤할 때의 Task를 선정하여 실험계획을 하였다.

3.2 Main Experiment

3.2.1 Task completion time

Figure 3은 Task 1(터보 기능 설정), Task 2(청소 영역 지정), Task 3(청소 시간 예약), Task 4(청소기 충전)의 실험을 모두 진행하여 각 IoT 앱의 수행 시간을 측정한 결과이다. 삼성, LG, 샤오미의 IoT 앱을 이용하여 로봇청소기를 컨트롤하는 과정에서 진행된 Task는 로봇청소기의 사용 순서대로 수행하는 것이었다. Task 수행 시 앱 사용 방법에 대한 학습이 되어 실험 결과에 치우침이 생기지 않게 하기 위해 각 IoT 앱은 실험자마다 실험할 앱의 순서를 달리하여 실험을 진행하였다.

Table 3은 앱 간에 Task 수행 완료 시간의 평균이 차이와 사후분석을 통해 시간에 따른 차이가 있는지 알아보기 위해 일원 배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며 a는 LG ThinQ, b는 Smart Things, c는 Mi Home을 나타낸다. 이는 사후분석 결과를 의미하는 것이며 앱 간의 비교를 나타내기 위함이다. 또한, Smart Things와 LG ThinQ, 그리고 Smart Things와 Mi Home 앱 간의 수행 완료 시간에 대한 차이가 있는지 알아보기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 통계분석은 SPSS 26.0 프로그램을 이용하여 진행하였다.

Task 1은 청소를 하면서 가장 많이 사용하는 모드인 "터보 모드" 기능을 설정하는 것이다. LG ThinQ (M=13.87)의 수행 완료 시간이 가장 빨랐으며 다음으로 Smart Things (M=39.25), Mi Home (M=63.50) 순으로 수행 완료 시간이 빠른 것으로 나타났다. 일원 배치 분산분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(F=2.732, p=0.088, p>.05). 독립표본 t-검정 결과 LG ThinQ와 Smart Things 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며(t=1.183, p=0.257, p>.05), Smart Things와 Mi Home 간에도 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.954, p=0.356, p>.05).

Task 2는 1,000*1,000mm의 'ㄹ' 자의 형태로 된 특정 청소 구역을 지정하여 청소하는 것이다. LG ThinQ (M=57.37)의 수행 완료 시간이 가장 빨랐으며 다음으로 Smart Things (M=145.00), Mi Home (M=152.25) 순으로 수행 완료 시간이 빠른 것으로 나타났다. 일원 배치

분산분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(F=4.906, p=0.018, p<.05) 사후분석(Scheffe test) 결과 LG ThinQ와 Mi Home 간의 Task 수행 완료 시간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 독립표본 t-검정 결과 LG ThinQ와 Smart Things 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(t=5.880, p=0.000, p<.05), Smart Things와 Mi Home 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.179, p=0.860, p>.05).

Task 3은 청소 시간을 예약하는 것으로 LG ThinQ (M=15.00)의 수행 완료 시간이 가장 빨랐으며 다음으로 Smart Things (M=23.37), Mi Home (M=27.00) 순으로 수행 완료 시간이 빠른 것으로 나타났다. 일원 배치 분산분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(F=5.322, p=0.014, p<.05) 사후분석(Scheffe test) 결과 LG ThinQ와 Mi Home 간의 Task 수행 완료 시간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 독립표본 t-검정 결과 LG ThinQ와 Smart Things 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(t=2.658, p=0.019, p<.05), Smart Things와 Mi Home 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.803, p=0.435, p>.05).

Task 4는 로봇청소기를 충전하는 것으로 LG ThinQ (M=6.75)의 수행 완료 시간이 가장 빨랐으며 다음으로 Smart Things (M=16.12), Mi Home (M=43.62) 순으로 수행 완료 시간이 빠른 것으로 나타났다. 일원 배치 분산분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(F=1.958, p=0.166, p>.05). 독립표본 t-검정 결과 LG ThinQ와 Smart Things 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(t=2.171, p=0.048, p<.05), Smart Things와 Mi Home 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-1.163, p=0.264, p>.05).

전체적으로 수행한 Task의 평균 결과 LG ThinQ (M=23.25)의 수행 완료 시간이 가장 빨랐으며 다음으로 Smart Things (M=55.94), Mi Home (M=71.59) 순으로 수행 완료 시간이 빠른 것으로 나타났다. 일원 배치 분산분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(F=5.320, p=0.006, p<.05) 사후분석(Scheffe test) 결과 LG ThinQ와 Mi Home 간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 독립표본 t-검정 결과 LG ThinQ와 Smart Things 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(t=2.757, p=0.008, p<.05), Smart Things와 Mi Home 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.870, p=0.388, p>.05).

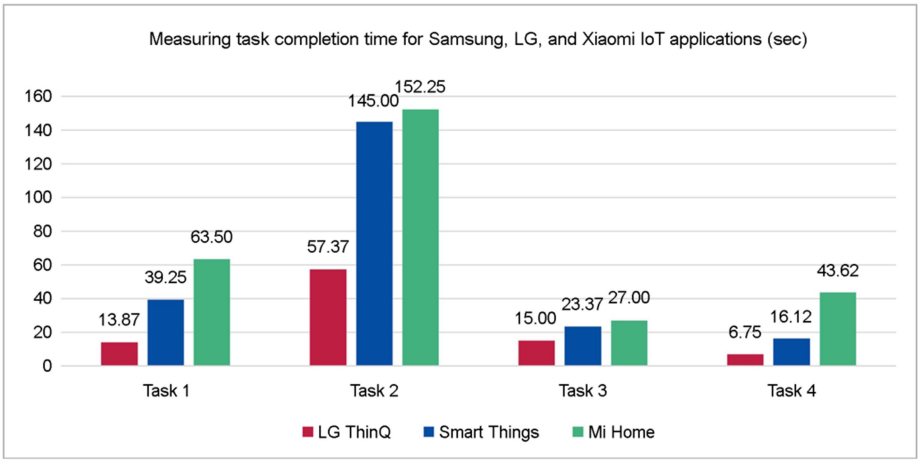

Figure 3. Measuring task completion time for Samsung, LG, and Xiaomi IoT applications

Table 3. ANOVA result of task completion time

Division		Task completion time						t (p)
		N	M	SD	F	p-value	Scheffe	
Task 1	LG ThinQ[a]	8	13.87	15.47	2.732	0.088	–	1.183 (0.257)
	Smart Things[b]	8	39.25	58.67				
	Mi Home[c]	8	63.50	41.55				-0.954 (0.356)

Table 3. ANOVA result of task completion time (Continued)

Division		Task completion time						*t* (*p*)
		N	M	SD	*F*	*p*-value	Scheffe	
Task 2	LG ThinQ[a]	8	57.37	24.32	4.906	0.018*	a<c	5.880 (0.000)*
	Smart Things[b]	8	145.00	34.42				-0.179 (0.860)
	Mi Home[c]	8	152.25	108.93				
Task 3	LG ThinQ[a]	8	15.00	2.82	5.322	0.014*	a<c	2.658 (0.019)*
	Smart Things[b]	8	23.37	8.45				-0.803 (0.435)
	Mi Home[c]	8	27.00	9.56				
Task 4	LG ThinQ[a]	8	6.75	5.25	1.958	0.166	–	2.171 (0.048)*
	Smart Things[b]	8	16.12	11.02				-1.163 (0.264)
	Mi Home[c]	8	43.62	65.97				
Total	LG ThinQ[a]	32	23.25	24.63	5.320	0.006*	a<c	2.757 (0.008)*
	Smart Things[b]	32	55.94	62.37				-0.870 (0.388)
	Mi Home[c]	32	71.59	80.52				

*p<0.05 (N=96)

3.2.2 Subjective comment on each task

Task 1인 "터보 모드" 기능을 설정하는 Task 실험 과정에서 8명 중 6명(75.0%)은 사용하기 편했던 앱이 LG ThinQ라고 하였으며 메뉴의 구성이 한 눈에 들어와서 편하다고 하였고, 자주 사용하는 기능들이 메인 화면에 위치해 있어 설정하기 쉬웠다는 의견이 있었다. 8명 중 2명(25.0%)은 사용하기 편했던 앱이 Smart Things라고 응답하였으며 적절한 아이콘 요소와 메뉴의 구성이 한 눈에 들어와서 편하다고 하였지만, 터보 모드 설정이 흡입 세기 메뉴에 있어 해당 설정이 흡입 세기에 해당하는지 헷갈렸다는 의견이 있었다. Mi Home이 편리하다는 의견은 없었으며 영어로 되어있어 복잡하며 세부 메뉴에 들어가서 모드를 설정해야 해서 번거롭고, 메인 화면에 파란색 지도가 있어 시각적으로 복잡해 보인다는 의견이 있었다.

Task 2인 특정 청소 구역을 지정하여 청소하는 Task 실험 과정에서 8명 중 4명(50.0%)은 사용하기 편했던 앱이 Smart Things라고 하였으며 적절한 아이콘 요소와 메뉴의 구성이 한 눈에 들어와서 편하다고 하였지만 원하는 방향으로 조종하기 어려웠고, 어떻게 동작하는지 피드백이 제대로 되지 않는다는 의견이 있었다. 8명 중 3명(38.0%)은 사용하기 편했던 앱이 LG ThinQ라고 응답하였으며 방 단위로 지정해서 청소할 수 있어서 좋았고, 기능별로 어떤 기능인지 설명이 되어 있어서 찾기 쉬웠다고 하였지만 직접 컨트롤해서 청소하는 기능을 찾기가 힘들었고, 청소할 영역 선택 시 도면의 형태를 알아보기 힘들었다는 의견이 있었다. 8명 중 1명(12.0%)은 사용하기 편했던 앱이 Mi Home이라고 응답하였으며 Button, Joystick 두 가지 컨트롤 기능이 있어 조종하기 편하다고 하였지만, 메뉴가 너무 많아서 찾기 힘들다는 의견이 있었다.

Task 3인 청소 시간을 예약하는 Task 실험 과정에서 8명 중 5명(63.0%)은 사용하기 편했던 앱이 Smart Things라고 하였으며 예약하는 과정에서 적절한 피드백이 있어 좋았지만, 로봇청소기를 충전한 상태에서만 예약이 가능하다는 설명이 없어서 불편하다는 의견이 있었다. 8명 중 3명(37.0%)은 사용하기 편했던 앱이 LG ThinQ라고 응답하였으며 청소를 예약하는 기능을 자주 사용하는 데에도 불구하고 제일 아래에 위치해 있어 찾기 힘들었고, 특정 날짜를 지정해서 청소할 수 있었으면 좋겠다는 의견이 있었다. Mi Home이 편리하다는 의견은 없었으며 시간 예약을 추가하는 버튼이 애매한 위치에 있었으며 메뉴들이 한 눈에 들어오지 않고, 시간 설정하는 버튼의 크기가 작다는 의견이 있었다.

Task 4인 로봇청소기를 충전하는 Task 실험 과정에서 8명 중 7명(88.0%)은 사용하기 편했던 앱이 LG ThinQ라고 하였으며 충전 버튼이 적절한 아이콘과 함께 나타나 있었고, 자주 사용하는 기능인만큼 메인 화면에 위치해 있어 찾기 쉬웠다는 의견이 있었다. 8명 중 1명(12.0%)은 사용하기 편했던 앱이 Smart Things라고 응답하였으며 충전 버튼이 상단에 위치해 있어 찾기 쉬웠지만 '충전 복귀'라는 단어가 헷갈렸다는 의견이 있었다. Mi Home이 편리하다는 의견은 없었으며 충전 버튼의 크기가 작고, 충전 버튼이 'Charge'가 아니라 'Dock'이라고 적혀 있어서 헷갈린다는 의견이 있었다.

3.2.3 Subjective satisfaction evaluation on control method in each App

Table 4는 각 앱의 스마트 홈 앱 디자인의 사용성 평가 지표로 개발된 27개 항목(Li and Kim, 2019) 중에 앱을 사용할 때의 조작 방식에 따른 평가 지표인 조작 유효, 정보 피드백, 정보 주목성, 정보 이해성, 조작용이, 기능 만족감, 오류 보호의 총 7가지를 선정한 내용이다. 주관적 만족도(5-point Likert scale)를 평가한 것이며 앱들 간에 주관적 만족도 점수 평균이 차이가 있는지 알아보기 위해 통계분석 프로그램인 SPSS 26.0을 이용하여 일원 배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다.

조작 유효는 인터페이스에서 제공하는 관련 설계를 통해 지정된 작업을 정확하게 완료할 수 있는 정도이다. 정보 피드백은 적합하고 정확한 피드백을 제공하는 정도를 뜻한다. 정보 주목성은 중요한 정보가 시각적으로 주목성, 가독성 있게 디자인이 되었는지에 대한 정도이다. 정보 이해성은 정보와 어휘들이 이해하기 쉬운 정도이며 조작용이는 디자인이 기능을 빠르고 쉽게 조작할 수 있도록 설계된 정도를 뜻한다. 기능 만족감은 디자인한 기능에 대한 만족감을 주는 정도이며 오류 보호는 도움말이나 사용설명서의 예시가 제공되는 정도를 뜻한다.

주관적 만족도(5-point Likert scale)를 평가하고 분산분석을 실시하였다. 그 결과 7가지의 평가지표 모두 앱들 간의 주관적 만족도 점수(5-point Likert scale)가 유의한 차이가 있다고 분석되었다. 조작 유효에서는 Smart Things와 LG ThinQ가 4.25점으로 높은 점수로 평가되었으며 정보 피드백에서는 LG ThinQ가 4.00점으로 높은 점수로 평가되었다. 정보 주목성에서는 Smart Things가 4.38점으로 높은 점수로 평가되었으며 정보 이해성과 조작용이에서는 LG ThinQ가 각각 4.63점과 4.38점으로 높은 점수로 평가되었다. 기능 만족감과 오류 보호에서는 Smart Things가 각각 4.38점과 4.25점으로 높은 점수로 평가되었다.

Table 4. Results of 5-point Likert scale evaluation and ANOVA analysis

Division	Smart Things	LG ThinQ	Mi Home	*p*-value
Manipulation effect	4.25	4.25	2.63	<0.001*
Information feedback	3.63	4.00	2.75	0.001*
Information attention	4.38	4.25	2.38	<0.001*
Information comprehension	4.00	4.63	1.25	<0.001*
Easy to operate	3.63	4.38	2.75	<0.001*
Functional satisfaction	4.38	3.38	2.38	<0.001*
Error protection	4.25	3.63	2.63	0.006*

*$p<0.05$

Smart Things의 경우 적절한 GUI (Graphical User Interface) 요소로 인해 앱 사용 시 편리하다고 하였기 때문에 조작 유효, 정보 주목성, 기능 만족감, 오류 보호 관점에서 높은 점수로 평가되었다. LG ThinQ의 경우 현재 어떠한 동작을 하고 있는지 적절한 피드백과 부가 설명이 잘 되어있어 조작 유효, 정보 피드백, 정보 이해성, 조작용이 관점에서 높은 점수로 평가되었다. 하지만, Mi Home의 경우 사용성이 다소 불편하여 대체로 점수가 낮게 평가되었다. 따라서 이러한 평가 결과를 바탕으로 개선방안을 반영하여 새로운 앱 UI를 제작하였다.

3.3 Suggestion

3.3.1 Problem

IoT 앱인 Smart Things, LG ThinQ, Mi Home 앱의 조작 방식에 따른 수행 시간 측정과 주관적 의견을 도출한 내용을 통해 각 앱 조작 시 편리한 점과 불편한 점들을 알 수 있었다.

Smart Things의 경우 어떻게 동작이 되는지 피드백이 제대로 되지 않는다는 의견이 있었다. LG ThinQ의 경우 시간 예약하는 기능과 범위 지정해서 청소하는 과정에서 청소 예약 버튼이 하단에 위치해 있어 찾기 어려웠다고 하였으며 청소할 영역을 지정하여 청소할 때 특정 영역을 지정하여 청소할 수 있는 도면의 형태를 알아보기 힘들다는 의견이 있었다. Mi Home의 경우 기능을 설정하기 위해서는 세부 메뉴에 들어가야 해서 번거롭다는 의견이 있었고, 메인 화면에 파란색 지도가 있어 복잡해 보인다는 의견이 있었다. 또한 메뉴가 너무 많아 복잡해서 한 눈에 들어오지 않는다고 하였으며 적절하지 않은 단어 사용으로 인해 해당 기능을 사용하는 데에 있어 어떤 기능인지 판단하기 어렵다는 의견이 있었다.

앱의 조작 방식에 따른 Task 수행 시간이 짧을수록 대체로 사용성이 좋다고 응답하였기 때문에 대체적으로 LG ThinQ의 사용성이 좋다고 판별되었으며 그에 반해 Mi Home은 Task 수행 시간이 길어 앱 사용 시 다소 불편하다는 의견이 도출되었다. 따라서 대체로 사용성이 좋다고 생각되는 LG ThinQ와 Task 수행하거나 주관적 의견을 도출한 내용을 통해 사용성이 좋았던 부분을 기반으로 하여 새로운 앱 UI를 제작하였다.

3.3.2 Improvement

Figure 4는 IoT 앱의 사용성을 비교해보고 문제점을 분석해본 결과를 통해 개선 방향을 도출하고 반영하여 새로운 앱 UI를 제작하였으며 내용은 다음과 같다.

Task 1(터보 기능 설정)의 수행 과정에서 적절한 GUI 요소와 부가 설명이 잘 되어있는 LG ThinQ가 만족도가 높았기 때문에 해당 결과를 반영하였다. Task 2(청소 영역 지정)의 수행 과정에서 LG ThinQ의 경우 청소할 범위를 지정할 수 있는 기능이 있어 수행 완료 시간이 빨랐지만 적절한 아이콘 요소와 메뉴의 구성이 한 눈에 들어오는 Smart Things의 만족도가 더 높기 때문에 LG ThinQ와 Smart Things의 요소를 모두 반영하여 앱 UI를 제작하였다. Task 3(청소 시간 예약)의 수행 과정에서 기능 설정 시 적절한 피드백이 제공되는 Smart Things의 만족도가 높기 때문에 해당 결과를 반영하였다. Task 4(청소기 충전)의 수행과정에서 자주 사용하는 기능이 메인 화면에 위치해 있는 LG ThinQ의 만족도가 더 높기 때문에 해당 결과를 반영하여 앱 UI를 제작하였다.

세부적인 UI 설계 형태에 대해 살펴보면 "홈 화면"의 경우 각각의 기기들이 현재 작동 중인 상태인지 시각적으로 나타날 수 있도록 제작하였으며 주방, 거실 등의 카테고리를 나눠 해당 방에서 주로 사용되는 기기들을 분류하여 시각적으로 보기 편하도록 앱을 제작하였다. "메인 화면"의 경우 특정 기기를 선택하면 메인 화면에서 해당 기기의 사용량에 따른 전기 요금을 볼 수 있도록 하였고, 주로 많이 사용되는 기능을 메인 화면에 배치하여 청소 모드를 설정하거나 청소 예약하는 부분을 컨트롤할 수 있도록 제작하였다. "로봇청소기 설정 화면"의 경우 세부적인 기능들을 컨트롤 할 수 있는 부분으로 자주 사용되는 기능인 청소 모드 설정, 청소 구역 설정, 청소 예약, 청소 기록에 대한 부분들을 적절한 아이콘 요소와 같이 상단에 배치하여 쉽게 확인할 수 있도록 제작하였다. 각각의 세부 기능들이 어떤 기능인지 간단한 설명을 통해 인지하기 쉽도록 제작하였으며 청소 예약하는 시간 설정 부분의 경우 요일 지정을 하여 특정 요일만 청소가 실행 가능할 수 있도록 UI를 설계하였다.

효용성을 높이기 위해서는 사용자들이 편하고 간단하게 작동할 수 있도록 인터페이스의 개선이 필요하기 때문에 사용자가 사용하면서 만족도가 높았던 부분이나 Task 수행 완료 시간이 빨랐던 부분들을 고려하여 앱 UI를 제작하였다.

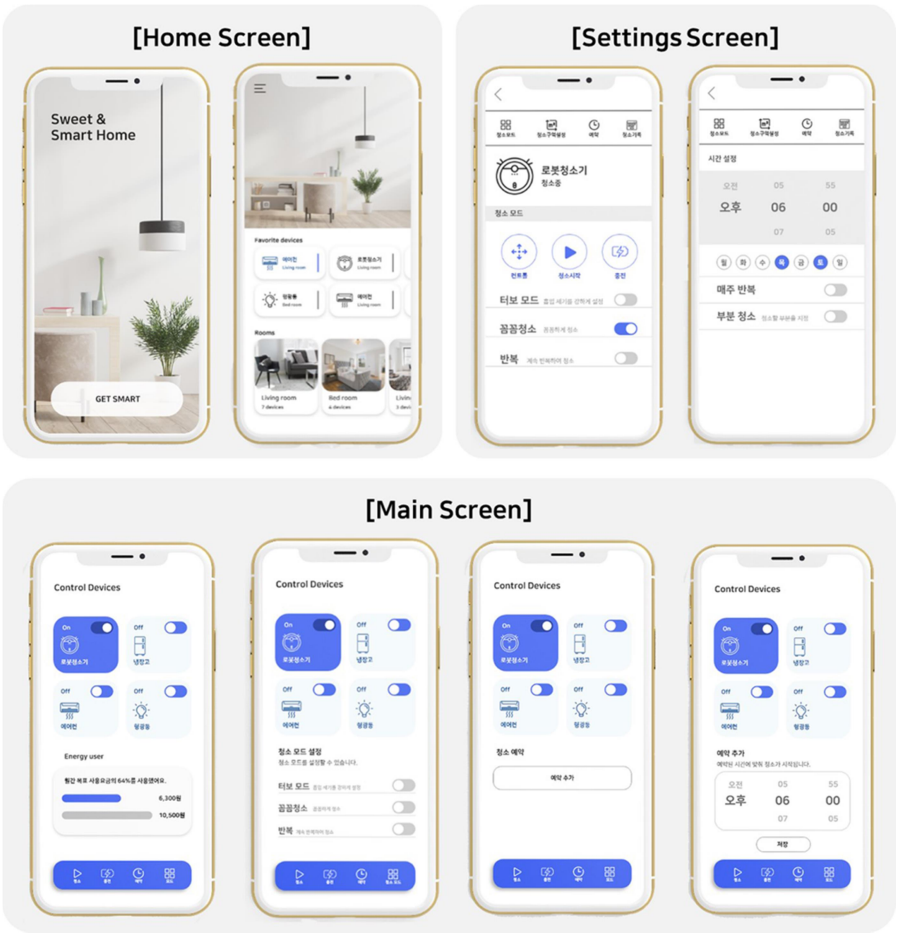

Figure 4. Prototyping application improvements

4. Conclusion & Discussion

본 연구는 IoT 앱인 Smart Things, LG ThinQ와 Mi Home 앱을 이용하여 로봇청소기를 컨트롤할 때의 사용 편리성과 조작 용이성 관점에서 조작 방식에 따른 수행 시간과 주관적 의견에서의 차이를 보고 개선사항을 분석하였으며 도출된 주요 내용은 다음과 같다.

Smart Things의 경우 조작 방식에 따른 수행 시간은 평균 55.95초(Task 1: 39.3초, Task 2: 145초, Task 3: 23.4초, Task 4: 16.1초)로 도출되었다. 해당 앱의 경우 적절한 아이콘 요소와 메뉴의 구성이 한 눈에 들어와서 편하다고 하였지만 어떻게 동작이 되는지 피드백이 제대로 되지 않는다는 의견이 있었다. 또한, 주관적 만족도(5-point Likert scale)로 분석해본 결과 조작 유효, 정보 주목성, 기능 만족감, 오류 보호 관점에서 높게 분석되었다.

LG ThinQ의 경우 조작 방식에 따른 수행 시간은 평균 23.27초(Task 1: 13.9초, Task 2: 57.4초, Task 3: 15초, Task 4: 6.8초)로 도출되었다. 해당 앱의 경우 자주 사용하는 기능들은 메인 화면에 있어 기능들을 설정하기 쉬우며 적절한 아이콘 요소와 함께 기능들이 설명되어 있어 사용하기 편하다고 하였다. 하지만, 특정 기능인 시간 예약하는 기능과 범위 지정해서 청소하는 과정에서 청소 예약 버튼이 하단에 위치해 있어 찾기 어려웠다고 하였으며 청소할 영역을 지정하여 청소할 때 특정 영역을 지정하여 청소할 수 있는 도면의 형태를 알아보기 힘들다는 의견이 있었다. 또한, 주관적 만족도(5-point Likert scale)로 분석해본 결과 조작 유효, 정보 피드백, 정보 이해성, 조작용이 관점에서 높게 분석되었다.

Mi Home의 경우 조작 방식에 따른 수행 시간은 평균 71.57초(Task 1: 63.5초, Task 2: 152.2초, Task 3: 27초, Task 4: 43.6초)로 도출되었다. 해당 앱의 경우 기능을 설정하기 위해서는 세부 메뉴에 들어가야 해서 번거롭다는 의견이 있었고, 메인 화면에 파란색 지도가 있어 복잡해 보인다는 의견이 있었다. 메뉴가 너무 많아 복잡해서 한 눈에 들어오지 않는다고 하였으며 적절하지 않은 단어 사용으로 인해 해당 기능을 사용하는 데에 있어 어떤 기능인지 판단하기 어렵다는 의견이 있었다. 또한, 주관적 만족도(5-point Likert scale)로 분석해본 결과 조작 유효, 정보 피드백, 정보 주목성, 정보 이해성, 조작용이, 기능 만족감, 오류 보호의 모든 항목에서 다른 앱보다 점수가 낮게 평가되었으며 이는 사용성이 대체로 좋지 않았다는 것으로 판단된다.

사용자는 IoT 앱 사용 시에 자주 사용하는 기능은 메인 화면에 배치되는 것이 편리하다고 하였으며 적절한 GUI 요소와 해당 기능에 대한 부가적인 설명이 되어 있으면 사용성이 좋다고 판단하였다. 이러한 평가 결과를 토대로 IoT 앱의 개선안을 제시하였으며 이는 IoT 앱 사용성을 최적화할 수 있을 것이다. 또한, 효용성을 높이기 위해서는 사용자들이 편하고 간단하게 사용할 수 있도록 인터페이스 개선이 필요할 것이라고 생각된다. 본 연구의 결과를 통해 IoT 앱의 사용성을 최적화할 수 있는 인터페이스 설계 가이드라인의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 IoT 앱의 사용성 평가를 통해 현재 IoT 앱의 인터페이스상에서 나타나는 문제점을 분석해보고 그에 따른 개선방안에 따라 신규 UI를 제시하였다. 하지만, IoT 앱의 사용성 평가를 통해 조작 방식에 따른 수행 시간과 주관적 의견의 차이를 분석하고 이를 토대로 도출된 개선안을 통해 실제 제품에 적용하여 실험 평가를 해보기에는 기술적인 한계가 있어서 개선안을 제시하는 범위 내에서 진행되었다. 향후에는 이 개선안을 실제 제품에 적용하고 기존 안과 비교 평가해보는 것이 필요하며 이를 통해 더 정확한 연구 결과를 도출할 수 있을 것이고, 이것이 적용되어 로봇청소기 IoT 앱의 사용성을 더 높일 수 있을 것이다.

References

Cheon, Y.K., Choi, J.E., So, S.H. and Park, N.C., A Study on User Experience Design of Robot cleaner -focused on scenario development by user context, *The HCI Society of Korea*, 729-731, 2012.

Heo, J.Y., Kim, M.J. and Cha, K.J., A Study on the Service Improvement Strategies by Enterprise through the Analysis of Customer Response Reviews in Smart Home Applications: Based on the Classification of Functional Elements and Design Elements of smart Home Usability Values, *Journal of Information Technology Services*, 85-107, 2020.

Hong, E.J. and Um, J.H., A Study on Smart Home UX Design Cases in the IoT Environment, *Journal of Digital Design*, 15(4), 33-44, 2015.

Housekeeping hours, *KINDICATOR home page*, https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4232, 2021.

Jeong, C.E., Kim, S.H., Oh, D.H., Park, J.H., Park, J.W. and Chung, K.S., Intelligent Home IoT System to Decrease Indoor Fine Dust, *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 362-363, 2018.

Kim, J.D., Oh, Y.R. and Kim, H.M., A study on the current status of IoT market and policies and use cases, *Research Report*, 1-97, 2016.

Kim, T.G., Hwang, B.J., Hwang, D.H. and Han, Y.S., Design and Implementation of IoT-Based Fermentation Container Supporting Automatic Temperature Control, *The Institute of Electronics and Information Engineers*, 972-975, 2018.

Kong, T.H., Kim, W.S., O, J.S., Choi, M.H., Im, H.J., Jung, Y.G. and Han, C.W., Robotic vacuum cleaner, *The Korean Institute of Electrical Engineers*, 180-181, 2019.

Lee, H.J. and Ahn, Y.H., A Study of the Utility through IoT (Internet of Things) Smart Home Case, *Architectural Institute of Korea*, 38(1), 674-675, 2018.

Li, M. and Kim, M.H., Development of Evaluation Indicators for the Usability Evaluation of Smart Home App Design, *Journal of the Korea Contents Association*, 19(5), 249-258, 2019.

Lim, S.H. and Kim, S.H., Research on Sensory Experience-based Affordance Design to Improve Usability of IoT Application, *Journal of the Korean Society Design Culture*, 26(1), 375-385, 2020.

Nam, M.K., A Study on Present Condition of Development and Market of Artificial Intelligence Robot In and Out of Country, *Journal of the Korean Society Design Culture*, 16(2), 198-207, 2010.

Ryu, M.H. and Cho, H.S., An Analysis of IoT Service using Sentiment Analysis on Online Reviews: Focusing on the Characteri, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 25(5), 91-102, 2020.

Song, J.S. and Kang, S.H., A Study on the Service Usability of IoT Smart Devices, *Journal of the Korean Society Design Culture*, 25(2), 327-336, 2019.

Yoon, S.Y., Yoo, H.S. and Lee, J.H., A Study on the Stakeholder and Things map for IoT/IoE Service design, *Journal of Korea Design Knowledge*, 33, 171-180, 2015.

Author listings

Minju Kim: 99jenny1@naver.com
Highest degree: BS Candidate, Major of Human · System Design Engineering, Dong-eui University
Position title: College Senior, Major of Human · System Design Engineering, Dong-eui University, South Korea
Areas of interest: Human Factors, Ergonomics, UI/UX Design, Usability

Sung-Hee Kim: sh.kim@deu.ac.kr
Highest degree: PhD, School of Industrial Engineering, Purdue University
Position title: Assistant Professor, Major of Industrial ICT Engineering, Dong-eui University, South Korea
Areas of interest: Human-Computer Interaction, Usability Evaluation

Jaein Lee: inibest@deu.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology
Position title: Assistant Professor, Major of Human · System Design Engineering, Dong-eui University, South Korea
Areas of interest: Human Factors, Ergonomics, UI/UX Design, Usability, Human Error