Check for updates

Development of a User Experience Evaluation Framework for Intelligent IoT Services

Ga Hyun Park[1], Yeoreum Lee[2], Jieun Han[3], Gyu Hyun Kwon[3], Jun-Yeon Heo[4], Kangmin Lee[4], Kyunghui Oh[4], Hyo-Jin Kang[2*]

[1]Department of Future Convergence Technology Engineering, Ph.D. Candidate, Graduate School of Sungshin Women's University, Seoul, Korea

[2]Department of Service Design Engineering, Professor, Sungshin Women's University, Seoul, Korea

[3]Graduate School of Technology & Innovation Management, Professor, Hanyang University, Seoul, Korea

[4]Samsung Electronics Design Management Center, Seoul, Korea

Abstract

Background As Internet of Things (IoT) systems and services are widely used across industries, IoT has evolved by integrating with various technologies. Among these, research on Intelligent IoT, which considers multiple situations and contexts through the combination of artificial intelligence, is actively underway. However, most studies focus on algorithm or functionality improvements for the systems or service design at the stage based on user needs. Moreover, there has been a lack of research on the development of evaluation frameworks for IoT systems and services, particularly those that consider both user situations and contexts. Based on this, a framework for evaluating the user experience of intelligent IoT services is proposed.

Methods A literature review on intelligent IoT was conducted to derive evaluation indicators. The literature review involved collecting guidelines related to IoT, design, and user evaluation through a chain sampling method, and setting keywords focused on the characteristics of IoT to perform a systematic literature review and a structured article sampling process. The indicators collected through this process were then used to establish an initial set of indicators through affinity diagramming and workshops. Subsequently, the preliminary evaluation indicators were reviewed by a panel of eight experts, leading to the development of the final set of evaluation indicators.

Results Based on the indicators collected through the literature review conducted in this study, a framework for the indicator system was established through structural and semantic adjustments. In this framework, the indicator system was categorized into Usability and User Value. The Usability-related indicators consist of 8 main indicators and 24 detailed indicators under the categories of Ease of Use, Interaction Suitability, and Context Understandability. The User Value-related indicators are organized into 6 main indicators and 14 detailed indicators under the categories of Functional Value, Emotional Value, and Social Value. Additionally, for each indicator, individual definitions, key features, and expert opinions were synthesized and described.

Conclusions This study holds significance as it goes beyond traditional research on system mechanisms or functionality improvements by focusing on a user-centered perspective within the growing IoT industry and technological convergence. By proposing an evaluation framework that incorporates user contexts, the study contributes to enhancing the usability of IoT systems and services, with practical applications expected for IoT system developers and service planners.

Keywords Intelligent IoT, UX Evaluation Framework, Measurement Index System, Literature Review, Expert Interview

Received : Jan. 17. 2025 ; **Reviewed :** May. 11. 2025 ; **Accepted :** May. 15. 2025

pISSN 1226-8046

eISSN 2288-2987

Copyright : 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 educational and non-commercial use, provided the original work is properly cited.

This study was conducted based on the findings of the UX Design Evaluation Framework Systematization Study (GRNT2023020049). This paper was partly supported by the Ministry of Education and the National Research Foundation of Korea (NRF-2023S1A5A8076896) and 2024 KEIT project for the Smart home gardening product-service design and nanoparticle catalyst material clean care system development (20018542).

*Corresponding author: Hyo-Jin Kang (hjkang@sungshin.ac.kr)

Citation: Park, G. H., Lee, Y., Han, J., Kwon, G. H., Heo, J-Y., Lee, K., Oh, K., & Kang, H-J. (2025). Development of a User Experience Evaluation Framework for Intelligent IoT Services. *Archives of Design Research, 38*(2), 229-251.

http://dx.doi.org/10.15187/adr.2025.05.38.2.229

1. 서론

IoT는 본래 '다른 기기 및 시스템과의 연결을 위해 센서, 소프트웨어, 기타 기술을 내장한 물리적 객체(사물)의 네트워크'(Jung, 2023), 혹은 '모든 사물에게 네트워크 연결을 제공하는 네트워크의 네트워크'(국제전기통신연합)를 의미한다. 그러나 최근 기업들에 따르면 '비즈니스에 사물들을 연결하고 얻은 데이터를 활용하여 새로운 지능을 제공하는 기술'(Microsoft)이나 '다양한 오브젝트, 사람, 장소들이 연결되어 상호 운용될 수 있도록 하는 디지털화 및 가시화'로 쓰이고 있다(Frost & Sullivan, 2022; Jung, 2023).
이를 통해 보았을 때, IoT는 사물 즉, 네트워크 혹은 장치 간의 연결에 중점을 두고 있으나 사물에서 더 나아가 사람, 환경과 연결되는 확장된 개념으로 정의되고 있다. 실제 시장 현황과 서비스들의 사례, 최근 IoT 정의를 포괄한 결과, 본 논문에서는 IoT를 사물뿐만 아니라 사람과 환경을 포함하는 맥락 속에서의 정보 교환 혹은 커뮤니케이션으로 설정하여 좀 더 폭넓은 범위의 의미로 정의 내리고자 하였다.

위와 같이 다양한 맥락 속에서 결합하고 확장되어 온 IoT의 개념은 여러 기술과 합쳐져 Internet of Everything(IoE), Web of Things(WoT), AI IoT(AIoT) 등으로 발전하였다. 이 중 사물지능(AIoT, AI of Things) 기술은 IoT와 인공지능이 결합한 기술을 의미하며(KAACT, 2019), 다양한 기술이 결합하기에 AI초연결성(Hyperconnectivity), 초지능성(Superintelligence), 초융합성(Hyperconvergence)의 특징을 띄고 있다(Lee & Park, 2022). 또한 클라우드나 인공지능 기술을 결합하여 데이터 기반의 의사결정을 지원하는 2단계 지능형 IoT(Intelligence IoT) 발전단계와(ETRI, 2021) IoT 기능에 AI 기술이 추가되어 지능형 서비스에 초점을 두고 있는 Intelligent IoT(The Science Times, 2019)가 있다.

본 연구에서는 IoT 중에서 서비스나 시스템의 지능(Intelligence)에 입각하여 기술을 결합한 지능형 IoT에 대해 다루고자 하였다. 이에 IoT를 기존 정의와 분야에 기반하되 최근 경향을 반영한 Intelligent IoT로 명명하고, 키워드로 설정하여 연구의 키워드로 포함하였다. 이러한 IoT와 Intelligent IoT가 이루어지는 환경을 살펴보았을 때, IoT는 서비스 및 제품 설계와 관련하여 많은 제품의 기능을 확장하고 기존의 제품 경계를 초월함으로써 제품을 크게 변화시켰다(Porter& Heppelmann, 2014). 또한 다양한 네트워크 장치들을 기반으로 한 새로운 서비스의 개발과 구현을 가능하게 하였다. 가정, 도시, 사무실뿐만 아니라 다양한 경제 부문과 서비스 영역에서 널리 사용되며, 사람들의 주변 사물과 상호작용하는 방식을 변화시키고 있다(Pramanik et al., 2018; Toskov et al., 2021). 이처럼 IoT는 여러 기술 및 제품과 복잡하게 연결되어 있는 것을 파악하였다. 이를 종합해 보았을 때, IoT 시스템의 다중 기기(Cross-Device) 맥락이나 사용자와 고객 경험에 대한 총체적 접근이 필요하며 평가 시에도 사용자의 경험적 측면에 대한 고려가 필요함을 알 수 있었다. 이에 본 연구는 사용자의 경험적 측면과 맥락을 포괄하는 지능형 IoT 시스템의 평가 체계를 구축하는 것을 목적으로 하였다.
본 논문에서는 IoT의 특성을 파악하고 지능형 IoT의 디자인 및 서비스 평가에 관련한 문헌을 폭넓게 조사하여 연관 지표들을 수집하였다. 수집된 지표들은 여러 단계의 워크숍을 통해 분류 및 재조정되었고, 전문가들의 의견을 수렴하여 최종 평가 지표 체계를 도출하였다.

2. 이론적 배경

2. 1. Intelligent IoT 연구 현황

IoT는 현재 여러 기업에서 널리 활용되고 있는 기술이다. 삼성 Smart Things의 AI 기반 에너지 관리 및 기기 제어, LG ThinQ의 루틴 및 자동화와 기기 제어 및 모니터링, Google 구글 어시스턴트의 Gemini AI 통합과 실시간 모니터링 등 다양한 서비스를 통해 활용되고 있으며 이는 대부분 서비스를 통하여 제품이나 상황을

제어하는 방식이다. 특히 일반 사용자를 대상으로 하는 IoT의 경우 홈 환경에서 주로 사용되고 있다. 이와 같이 IoT의 활용 현황에 따라 IoT 전반 및 Intelligent IoT의 연구 현황도 살펴보았을 때, Intelligent IoT를 다룬 연구 주제로는 지능형 IoT의 모델 개선이나 모델 및 시스템의 개발이 주를 이룬다(Aigerim et al., 2016; Kim et al., 2013). 또한 다중 네트워킹이나 데이터에 기반한 시스템 설계에 대한 연구로 IoT의 기술적 접근에 그치고 있는 실정이다(Yang, 2019; Ullah et al., 2024; Sonng et al., 2024). IoT 서비스에 한정하여 디자인 분야의 연구를 살펴보았을 때, 시스템 구성에 대한 디자인(Kim & Jung, 2022)이거나, 사용자와의 상호작용을 일부 포함한 서비스 디자인(Seo & Kim, 2024) 정도에 머무르고 있음을 발견하였다. 이를 통해 보았을 때, IoT에 대한 활용이나 연구 분야는 Intelligent IoT 시스템을 이루는 모델이나 메커니즘에 대한 이해 위주의 접근이 주를 이루며 시스템을 활용한 사용자의 경험에 대해 다루고 있는 연구는 많지 않음을 알 수 있었다. 이에 본 논문에서는 학문적 분야에서의 IoT에 대한 접근과 IoT 특성을 반영한 사용자의 경험의 평가에 대한 연구를 진행하였다.

2. 2. 사용성 평가를 위한 일반적 UX 가이드라인 고찰

UX 분야에서의 디자인 평가 가이드라인이나 관련 논문에 대한 리서치를 진행하였다. 〈Table 1〉과 같이 디자인 학계 내 주요 평가 항목으로 활용되는 Nielsen Norman의 휴리스틱 평가 가이드라인이나 Microsoft, Google과 같은 산업체에서 발행한 가이드라인이 취합되었다. 〈Table 1〉에서의 1~5번은 전반적인 UX 분야에서의 사용성 평가에 해당하는 내용이며 그 중 4번은 인터랙션, 5번은 인터페이스에 입각하여 사용성에 대한 내용을 다루었다. 6번은 Google에서 AI를 활용하여 디자인할 때 참고할 수 있는 내용과 어떠한 점을 참고해야 하는지가 정리되어 있는 가이드라인이며, 7번은 사용 과정에 따라 인공지능이 제공해야 하는 것들을 정리한 내용으로 모두 AI와의 상호작용 및 Intelligence에 입각한 내용이다.

Table 1 General UX Guideline Research

No.	Guideline Title	Year
1	Nielsen's heuristics	1994
2	Weinschenk & Barker Designing effective speech interfaces	2000
3	Connell & Hammond's 30 Usability Principles	2000
4	First Principles of Interaction Design	2003
5	Shneiderman's Eight Golden Rules of Interface Design	2009
6	Google PAIR. People + AI Guidebook	2019
7	Microsoft Guidelines for Human–AI Interaction	2019

본 논문에서는 디자인 분야에서 가장 보편적이고 광범위하게 활용되는 휴리스틱 가이드라인 1번 Nielsen's heuristics를 1차 분류 축으로 우선하여 나머지 가이드라인의 지표들을 〈Figure 1〉과 같이 분류하였다(Nielsen et al., 1990). Nielsen의 휴리스틱 평가 항목과 디자인 관련 가이드라인에서 도출된 대부분의 지표들은 다음과 같이 정리되었다. (Visibility, Match, User Control, Consistency, Error Management, Predictability/ Learnability, Flexibility, Aesthetic, Feedback, Help/Documentation)

그러나 다양한 기술과 상황에 따라 Nielsen's heuristics 지표에서 다루지 않는 새로운 관점의 지표가 많이 도출되었다. 특히 AI나 Intelligence에 관련된 가이드라인들의 지표들은 일부는 겹쳤으나 새로운 영역에 관련된 지표들과 사용자 니즈, 피드백 등의 사용자 관점 지표들이 추가적으로 도출됨을 확인하였다. (Accuracy, Accountability, Simplicity, Responsiveness, Discoverability, User Context)

이에 따라 기존 사용성에 입각한 지표의 재분류가 필요하다고 판단되었으며 IoT 특성과 기존 연구 현황에 따라 IoT의 특성을 반영하고 디자인, AI, Intelligence 등 더 넓은 분야에 대한 지표도 고려해야 함을 일차적으로 파악하였다.

Variables	Guidelines						
	1	2	3	4	5	6	7
	Nielsen's heuristics	Weinschenk & Barker Designing effective speech interfaces	Connell & Hammond's 30 Usability Principles	First Principles of Interaction Design	Shneiderman's Eight Golden Rules of Interface Design	Google PAIR. People + AI Guidebook	Microsoft Guidelines for Human-AI Interaction
Visibility	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
Match	✓	✓	✓	-	-	-	✓
User Control	✓	✓	✓	-	-	✓	-
Consistency	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
Error Management	✓	✓	✓	-	✓	✓	-
Predictability /Learnability	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
Flexibility	✓	✓	✓	-	-	-	-
Aesthetic	✓	✓	-	✓	-	-	-
Feedback	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
Help/Documentation	✓	✓	✓	-	-	-	-
Accuracy	-	✓	✓	-	-	-	-
Accountability	-	-	-	✓	-	✓	✓
Simplicity	-	✓	-	✓	✓	-	-
Responsiveness	-	✓	✓	✓	✓	-	✓
Discoverability	-	-	-	✓	-	-	-
User Context	-	✓	✓	-	-	✓	✓

Figure 1 Preliminary Comparison of General UX Guideline Indicators based on Nielsen Norman Heuristics

2. 3. Intelligent IoT 평가 연구와 생태학적 관점의 필요성

Intelligent IoT 시스템 평가 구축을 위해 관련 연구 현황을 살펴보면 시스템의 성능에 대한 평가(Kagita et al., 2021)가 주를 이루며, 서비스 및 플랫폼 관점의 접근은 인공지능과 지능형 서비스 등 범용적 IoT 서비스 관리 차원의 이론적 제안(Dehbi et al., 2024; Rao et al., 2024) 정도만 존재하였다. Intelligent IoT 시스템에 대한 평가 체계와 관련한 기존 연구 분야는 성능 및 시스템에 한정되어 있으며 사용자에 맞춤화된 체계는 부족하였다.

IoT 시스템과 서비스를 평가한다는 것은 사용자가 편리하게 혹은 효과/효율적으로 사용할 수 있게 하는 것이 평가의 목적이며 그 자체로 사용자의 측면을 함께 고려하는 것이다. 이러한 사용자의 측면에 대한 고려가 궁극적으로는 IoT의 사용성을 개선하기 때문에, 사용성을 개선하기 위해서는 평가도 중요한 분야이다.

위 IoT 정의와 평가의 필요를 통해 제안한 것처럼, IoT는 다양한 환경과 맥락 속에서 존재하므로 사용자의 인지적 측면을 고려한 평가 체계가 필요하였다. 이에 본 논문에서는 Intelligent IoT 시스템을 사용할 때의 사용자 경험을 측정하고 평가할 수 있는 관점에 대해 연구해 보고자 하며 이에 대한 평가 지표 체계를 개발하고자 하였다.

기존 GUI 및 디자인 기반 지표를 수집하고 정리한 것에 대비하여 본 연구에서는 Intelligent IoT 서비스의 복잡성, 다중기기의 특징, 사용자의 사용 맥락 등을 반영한 UX평가 체계가 필요하다고 판단되었다. 이를 위해서는 사용자의 서비스 경험을 폭넓게 파악하기 위한 관점이 필요하여 생태학적 관점(Ecological approach)을 도입하였다(Barker, 1969; Gibson, 2014). 생태학적 관점은 개인의 행동을 이해하기 위해서는 그 사람이 속한 실제 환경(context) 전체를 함께 고려해야 한다는 관점이며, 본 연구에서도 IoT의 제품과 서비스의 사용 상황에서 사용자의 맥락을 고려하기 위해 활용되었다. 특히 Intelligent IoT는 본질적으로 제품과 제품이 연결되는 IoT 시스템이며 Intelligence가 포함되는 제품들의 집단이 될 수밖에 없다. 이 과정에서 사용자는 단일 유저 혹은 멀티 유저일 수 있기 때문에 복잡한 생태계를 구성하게 된다. 이에 생태학적 접근 방식은 Intelligent IoT의 환경과 맥락을 파악하는 데에 적합하여 사용자 서비스 경험을 이해하는 데 활용될 수 있으며 사람과 제품 간의 상호 작용을 이해하기위해 활용될 수 있었다(Forlizzi, 2008).

이를 통해 보았을 때, 다수의 제품과 사용자의 관계를 파악하기 위해서는 개별 요소만이 아니라 이를 연결하는 시스템의 구조적 이해와 맥락이 선행되어야 함을 확인하였다. Intelligent IoT 환경은 단일 제품 중심의 사용 경험과는 달리, 여러 디바이스가 상호작용하며 동시에 다양한 사용자와 연결되는 복잡한 생태계를 형성한다. 이러한 맥락에서 사용자와 제품 간의 인터랙션은 시간, 공간, 상황에 따라 유동적으로 변화한다. 따라서 사용성 또는 UX(User Experience)를 평가하는 방식 또한 기존의 방식에서 벗어나, 다양한 제품 간 관계성과 사용자 행태의 흐름을 반영할 수 있어야 한다.

나아가, 시스템적 관점에서 인터랙션의 범위를 넓혀 살펴본다는 것은 단순히 기능적 연결성이나 사용성을 확인하는 것이 아니라, 제품과 사용자 간 상호작용이 이루어지는 맥락을 함께 분석하는 것을 의미한다. 즉, 제품 간 통신 구조나 서비스 흐름뿐 아니라, 사용자들이 이를 어떻게 인지하고 사용하는지, 다양한 상황에서 어떤 문제를 경험하는지에 대한 연구가 필요하였다. 이와 같은 분석은 제품-사용자 간의 일대일 대응을 넘어서, 다중 관계 구조 속에서 발생하는 사용 경험의 패턴을 드러내며, 시스템 설계와 평가에 있어 보다 총체적이고 사용자 중심적인 접근을 가능하게 한다. 따라서 Intelligent IoT 시스템의 평가 체계를 설계할 때, 기술적 성능이나 기능적 적합성뿐만 아니라, 사용자 간의 관계성과 시스템의 흐름까지 통합적으로 고려하는 것을 목표로 하였다.

3. 연구 방법

지표 추출을 위한 문헌 수집은 총 3가지 단계로 진행하였다.
첫 번째 단계로 Usability principles, User experience evaluation, heuristic guidelines 등 일반적인 UX 평가 활용 지표를 조사하여 7개의 UX/Usability 평가 가이드라인을 선정하였다.
두 번째 단계로 가이드라인 외에 UX 평가 관련 논문을 수집하였다. UX 평가 키워드 검색 및 연쇄 표집법(referral sampling)으로 관련 논문을 수집하여 총 23개의 논문을 선정하였다.
마지막 단계로 Intelligent IoT에 특화된 사용성 평가 관련 논문을 구조적 논문 표집 과정을 통해 수집하여 체계적 문헌 고찰(systematic literature review)을 진행하였다. 이는 연결성, 융합성, 지능화, 인공지능 등 Intelligent IoT의 기술 특성을 다룬 키워드 중 학계 및 산업계에서 범용적으로 사용하고 있는 'Cross-device'와 'Intelligence'를 활용하여 〈Figure 2〉의 과정과 같이 진행되었다.

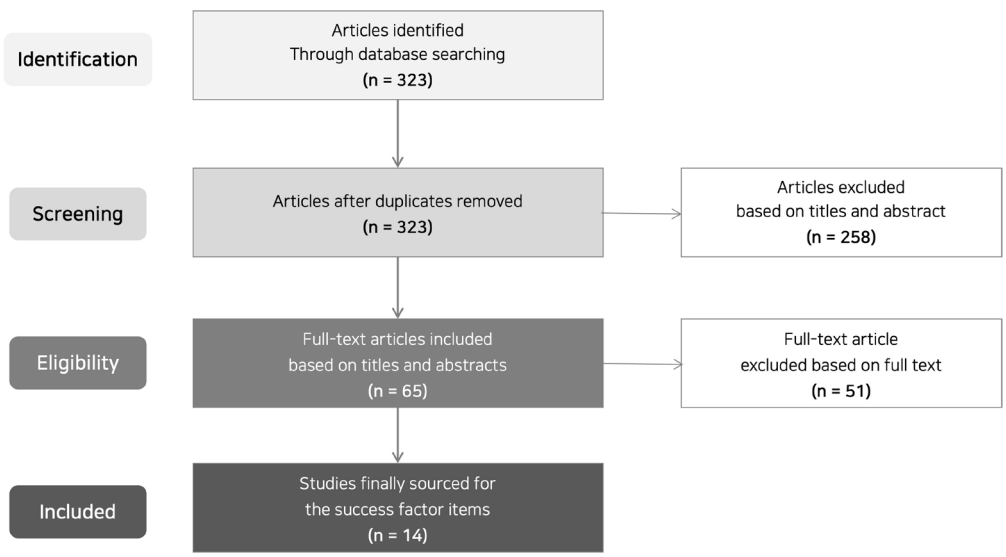

Figure 2 Flow diagram of systematic article selection process

2022년 7월 28일 기준, 기술 분야의 공신력 있는 논문 검색에 적합한 ACM Library와 Web of Science를 데이터베이스로 선정하였다. 논문 검색 쿼리는 Intelligence IoT의 서비스 특성 관련 키워드(Intelligence, IoT, Connectivity, Multi-device, Cross-device)와 평가 지표 관련 키워드(Evaluations, Usability, Heuristics), 그리고 사용자 경험 및 디자인 관련 키워드(User Experience, Design)를 복합적으로 사용하여, UX디자인 분야에서 Intelligent IoT의 서비스 평가 관련 문헌을 추출할 수 있도록 하였다. 최초 검색된 323개의 논문에서 중복 논문 및 제목, 초록 등을 참고하여 관련 없는 논문을 제외하고, 최종적으로 14개의 논문을 추가 선정하였다.

위 세 가지 단계를 바탕으로 수집된 가이드라인 및 논문(총 44개)을 분석하여 주지표와 상세지표를 추출하였고, 중복을 포함하여 주지표 325개와 상세지표 263개를 초기 도출하였다.

취합된 지표를 기반으로 2.1장에 서술된 과정과 같이 1차 어피니티 다이어그램을 진행하였다. 이 과정에서 유사하게 묶이지 않거나 새롭게 등장하는 지표들은 따로 분류하여 새로운 지표명과 정의를 논의하였다.

특히 지표의 평가 대상이 시스템이나 인터랙션 자체인지, 서비스 경험으로 얻는 사용자의 이익이나 결과인지에 따라 지표 체계를 크게 사용성과 사용자 가치로 분류할 수 있었다. 사용성(Usability) 관련 지표는 사용자가 해당 시스템이나 인터랙션을 쉽고 편리하게 사용할 수 있기 위해 시스템을 개선해야 하는 측면을 다룬 지표들이다. 반면 사용자 가치(User Value) 관련 지표는 사용자의 니즈나 사용자가 직접 얻게 되는 기능적/감정적 이익을 포함한다(Shelley, 2009). 이 과정을 통해 Usability 주지표 9개, 상세지표 31개 / User Value 주지표 8개, 상세지표 21개로 1차 지표 체계를 도출하였다. 그러나 많은 양의 지표를 수집함에 따라, 지표 간의 의미 수준 차이와 그룹핑 및 레벨이 조정되어야 하는 부분이 있었으며, 지표의 의미 중복에 따른 재정의가 필요하였다.

특히 인터랙션(interaction)에 초점을 맞춘 사용성(usability) 평가도 중요하지만, 본 연구에서는 사용성 경험 전반을 포괄적으로 평가하기 위해 사용자 가치(user value)를 카테고리에 추가하였다. 기존 사용성 평가 체계 중에서도 사용자 가치를 반영한 연구들이 다수 존재하였으며, 특히 서비스 경영 및 마케팅 분야에서는 사용성과 함께 사용자 가치, 만족도, 감정적 경험 등을 통합적으로 고려하는 경향이 있었다(Bascur, 2020). 이러한 흐름에 따라 본 연구에서도 사용자의 실질적인 경험과 가치 인식을 정량적으로 평가함으로써, 보다 총체적이고 현실적인 사용성 평가 결과를 도출하고자 하였다.

이에 지표 간 재그룹핑 및 라벨링 작업을 위해 2차로 어피니티 다이어그래밍 워크숍(Affinity Diagramming Workshop)을 진행하였다. 워크숍은 2022년 8월 17일에 총 3시간 30분가량 디자인 분야 연구자 총 7명(교수3, 석사급 연구원4)이 참여하였다. 워크샵 과정을 통해 사용성[Usability]은 총 11개의 주지표, 43개의 상세지표로, 사용자 가치[User Value]는 총 8개의 주지표, 24개의 상세지표로 정리하여 전문가 인터뷰용 지표 체계 리스트를 마련하였다.

마지막으로 전문가 평가를 진행하고 내용을 반영하여 최종 지표 체계를 구성하였다. 전문가 평가는 2022년 8월 23~25일에 HCI 및 UX 분야의 전문가 총 8명을 대상으로 진행하였다. 선정한 전문가들은 모두 지능형 IoT 관련 연구 및 현업 경력이 있는 교수로서 본 지표 체계에 대한 이해도가 높을 것으로 판단하였으며, 전문가별 분야 경력은 〈Table 2〉와 같다.

Table 2 Professional Background of 8 Expert Evaluators

ID No.	전문 분야	경력	직급
EXP-1	IoT, AI	13년	부교수
EXP-2	IoT, AI	12년	조교수
EXP-3	HCI, AI	25년	교수
EXP-4	IoT, AI	23년	조교수
EXP-5	HCI, AI	10년	조교수
EXP-6	HCI, AI	12년	조교수
EXP-7	HCI, AI	16년	부교수
EXP-8	IoT, AI	23년	교수

전문가 평가는 사전에 자료를 미리 제공한 후, 지표의 의미, 지표 간 그룹핑과 위계 관계의 적절성을 위주로 답변을 수집하였다. 또한 Intelligence, Cross-device 경험 관점에서 지표의 활용이나 추후 평가 시 유의할 사항도 각각 응답할 수 있도록 하였다. 온라인/오프라인으로 심층 인터뷰(In-depth Interview)를 진행하였으며 전문가 1인당 평가 인터뷰 시간은 평균 90~120분 소요되었다.

Figure 3 Indicator Refinement Process Based on Expert Evaluation Results

〈Figure 3〉과 같이 2차 도출한 UX 평가지표를 기반으로 지표 정의, 그룹핑과 체계의 적절성에 대한 자유로운 의견 및 아이디어를 수렴하였다. 평가 결과를 바탕으로 상세 지표별 평가 내용을 분석하고 지표에 대한 의견을 정리하였다. 전문가 평가 과정 이후 Usability에서의 주지표는 2개 감소하였으며, 상세지표는 19개 감소하였다. User Value의 주지표는 동일하게 유지되었으며, 상세지표는 10개 감소하였다.
이를 통해 최종적으로 Usability 주지표 8개, 상세지표 24개 / User Value 주지표 6개, 상세지표 14개로 정리되었다.

4. 연구 결과

최종 도출된 지표 체계에 대한 설명은 지표 정의, 전문가 평가 시 참조 내용 순으로 이어서 기술하였으며, 지표별로 평가 시 세부적으로 유의할 사항이나 개발 과정 시 고려 사항을 하위 요소로 추가하여 내용을 기술하였다.
편의를 위해 [카테고리], [주지표], 〈상세 지표〉로 구분하여 영문 표기를 병기하였다. 최종 지표의 체계 구조는 〈Figure 4〉와 같으며 사용성[Usability]의 지표 체계는 〈Table 3〉, 사용자 가치[User Value]의 지표 체계는 〈Table 4〉와 같다.

본 연구에서 제안하는 사용성 경험 평가 체계는 Usability와 User Value의 두 축으로 구성되어 있으며, 이는 사용자 경험을 기능적 측면뿐만 아니라 가치 중심의 관점에서 총체적으로 이해하기 위해 생태학적 관점을 포함한 구조이다. Usability는 다시 사용자(User) 관점과 제품/시스템(Product/System) 관점으로 세분화된다. 사용자(User) 관점은 분야에 상관 없이 서비스라면 갖춰야할 기본적인 사용성을 평가하기 위한 관점이므로, Intelligent IoT 제품/서비스의 특성이 직접 반영되기보다는 보편적인 사용자 경험을 측정한다. 반면 제품/시스템(Product/System) 관점은 Intelligent IoT 특성을 반영한 제품/서비스 시스템의 사용성과 품질을 측정하기 위해 필요한 관점으로 구성하였다.

사용자 관점에서는 사용 편의성[Ease of use]을 중심으로, 인지 용이성과 조작 용이성 지표를 통해 시스템과의 초기 상호작용에서의 직관성과 조작 편의성을 평가한다. 반면 Intelligent IoT의 특성을 반영하는 제품/시스템 관점에서는 인터랙션 적합성[Interaction suitability]과 맥락 이해성[Context understandability]이 포함된다. 인터랙션 적합성은 시스템이 정보를 얼마나 효과적으로 전달하고, 사용자의 흐름을 끊지 않으며, 필요한 지원을 제공하는지를 나타내며, 이에 따라 정보전달성, 원활성, 지원성 지표로 구성된다. 맥락 이해성은 시스템이 사용자의 환경이나 상황을 얼마나 잘 인식하고, 신뢰를 줄 수 있으며, 변화에 적절히 적응하는지를 평가하며, 상황인지성, 신뢰성, 적응성 지표로 구성된다. 이러한 구조는 단순한 기능적 작동 여부를 넘어서, 사용성과 시스템 환경 간의 상호작용을 포괄적으로 반영한다는 점에서 의미가 있다.

한편, 본 평가 체계는 IoT의 Usability에만 국한되지 않고, 사용자가 인지하고 기대하는 User Value의 차원을 함께 고려한다. 이는 최근 디자인 연구 및 서비스 마케팅 분야에서 강조되고 있는 사용자 중심 가치 평가의 흐름을 반영한 것으로, 사용자 경험의 질적 측면을 보다 정밀하게 분석하기 위한 목적이다. User Value는 기능적 가치, 감성적 가치, 사회적 가치의 세 영역으로 구분된다. 기능적 가치는 효과성과 충실성을 포함하여 시스템이 사용자의 목적을 얼마나 잘 달성하게 하는지를 평가하고, 감성적 가치는 심미성과 즐거움을 통해 사용자 경험의 정서적·심리적 만족도를 반영한다. 사회적 가치는 정체성과 지속가능성을 통해 사용자가 시스템을 통해 사회적 의미나 책임을 어떻게 인식하고 수용하는지를 평가한다.

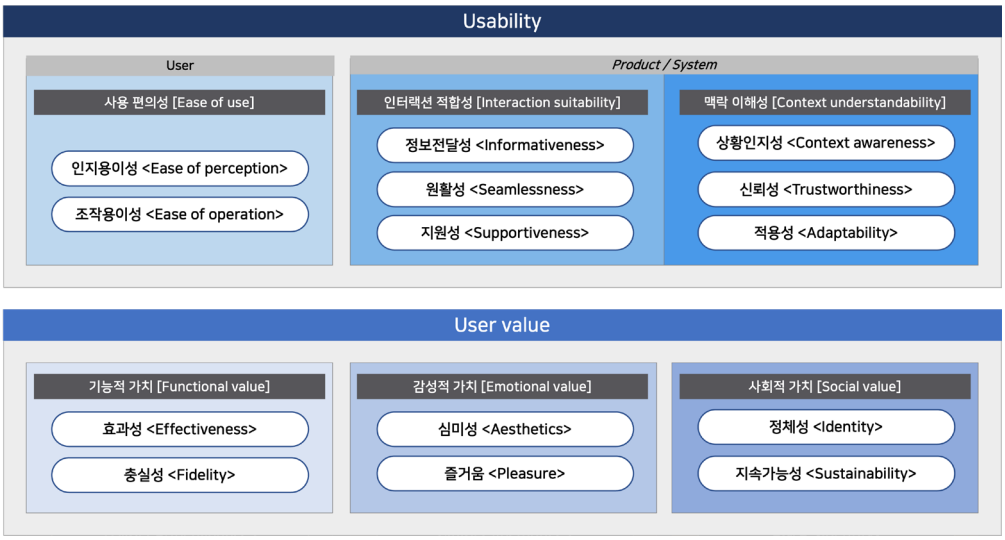

Figure 4 UX Evaluation Indicator Framework for Intelligent IoT Services

Table 3 Usability Indicator Framework

주지표	정의	상세지표	정의
사용 편의성 [Ease of use]			
인지용이성 [Ease of perception]	사용자가 제품/서비스의 사용 방식과 과정을 쉽게 인지하고 이해할 수 있는 정도	기억용이성 〈Memorability〉	사용자가 제품/서비스의 사용 방식을 쉽게 기억하는 정도
		친숙성 〈Familiarity〉	제품/서비스의 인터페이스 요소들이 사용자의 과거 사용 경험에 비추어 친숙한 정도
		예측가능성 〈Predictability〉	사용자가 기존의 사용 경험을 기반으로 새로운 인터렉션의 결과를 예측할 수 있는 정도
		직관성 〈Intuitiveness〉	사용자가 직관을 통해 제품/서비스를 사용하는 방식을 이해할 수 있는 정도
조작용이성 [Ease of operation]	사용자가 제품/서비스의 사용 방식과 과정을 물리적으로 쉽게 조작할 수 있는 정도	통제가능성 〈Controllability〉	사용자가 제품/서비스의 사용 방식과 과정을 조작하고 통제할 수 있는 정도
		최적화 〈Optimization〉	제품/서비스의 사용 방식과 과정에서 사용자의 부하(Load)를 최소화하여 최대 효율을 내는 정도
인터랙션 적합성 [Interaction suitability]			
정보전달성 [Informativeness]	제품/서비스가 제공하는 관련 정보를 사용자에게 명확하게 전달하는 정도	가시성 〈Visibility〉	제품/서비스의 인터페이스 상 세부 요소들이 사용자에게 명확하게 인지되는 정도
		정보제시성 〈Information presentation〉	제품/서비스의 정보와 상태 및 과정이 사용자에게 충분히 제시되는 정도
		명확성 〈Clarity〉	제품/서비스 내 제공되는 용어 및 정보가 명확하여 사용자에게 이해되기 쉬운 정도
원활성 [Seamlessness]	제품/서비스가 과업 간 혹은 기기 간 끊김없고 자연스러운 사용자 경험을 제공하는 정도	일관성 〈Consistency〉	제품/서비스의 유사 과업 간 혹은 기기 간 인터페이스와 사용자 인터렉션 방식이 일관된 정도
		연속성 〈Continuity〉	제품/서비스의 작동과 사용자 인터랙션 방식이 연속성있게 연결된 정도
		상호운용성 〈Interoperability〉	두개 이상의 제품/서비스를 자연스럽게 연결하여 원활하게 사용 가능한 정도
지원성 [Supportiveness]	제품/서비스 사용에서 발생한 문제를 돕고, 순조로운 사용을 위한 정보 및 기능을 지원하는 정도	에러 관리 〈Error Management〉	시스템 혹은 사용자의 에러를 예방하고 에러 발생 시 수정 및 복구를 할 수 있도록 지원하는 정도
		선제성 〈Proactiveness〉	제품/서비스가 사용자에게 필요한 정보와 기능을 선제적으로 제공하는 정도
		적시적소성 〈Right time and place〉	제품/서비스가 사용자에게 필요한 정보와 기능을 적시적소에 제공하는 정도
맥락 이해성 [Context Understandability]			
상황인지성 [Context awareness]	제품/서비스가 상황(태스크, 사용자, 환경)의 특성을 적절히 이해하는 정도	과업 인지성 〈Task awareness〉	제품/서비스가 테스크 특성을 적절히 이해하는 정도
		사용자 인지성 〈User awareness〉	제품/서비스가 사용자 및 이해관계자의 특성과 상태를 적절히 이해하는 정도
		환경 인지성 〈Environment awareness〉	제품/서비스가 상황 및 환경의 특성을 적절히 이해하는 정도
신뢰성 [Trustworthiness]	제품/서비스에서 제공하는 정보나 의사결정 과정에 대해 사용자가 신뢰할 수 있는 정도	설명가능성 〈Explainability〉	제품/서비스에서 수행한 의사 결정 및 원인을 사용자에게 쉽고 투명하게 설명하는 정도
		신뢰성 〈Credibility〉	제품/서비스에서 제공하는 정보나 결과가 신뢰할 수 있고 안전한 정도
		공유 및 프라이버시 〈Sharing and privacy〉	제품/서비스의 시스템이 사용자의 정보를 안전하게 보호하고 접근을 통제할 수 있는 정도
적용성 [Adaptability]	제품/서비스가 사용자 상황 및 환경에 유연하게 적용되고 맞춤 서비스를 제공하는 정도	유연성 〈Flexibility〉	제품/서비스가 과업, 사용자 및 환경에 따라 유연하게 변화하는 정도
		맞춤성 〈Customizability〉	제품/서비스가 사용자 특성이나 의도에 맞게 스타일/기능/정보를 맞춤화하여 제공하는 정도
		발전성 〈Progressivity〉	제품/서비스가 (지능) 강화를 기반으로 사용자에게 발전된 기능을 제공하는 정도

4. 1. U-사용성 [Usability]

사용성[Usability] 범위 내에는 사용 편의성[Ease of use], 인터렉션 적합성[Interaction Suitability], 맥락 이해성[Context Understandability]의 카테고리가 있다. 각 카테고리 내에 속한 주지표와 상세지표는 다음과 같다.

U-1. 사용 편의성 [Ease of use]

사용 편의성[Ease of use]에는 2개의 주지표, 인지용이성[Ease of perception]과 조작용이성[Ease of operation]이 있다.

U-1-1. 인지용이성 [Ease of perception]

인지용이성[Ease of perception]은 '사용자가 제품/서비스의 사용 방식과 과정을 쉽게 인지하고 이해할 수 있는 정도'를 뜻한다. 특히 여러 상황에서의 맥락 파악이 필요한 복합기기(Cross-device) 경험에서는 더욱 중요도가 높을 것으로 생각된다(EXP_03).

인지용이성[Ease of perception]에는 기억용이성〈Memorability〉, 친숙성〈Familiarity〉, 예측가능성〈Predictability〉, 직관성〈Intuitiveness〉 총 4개의 상세지표가 있다.

U-1-1-1. 기억용이성〈Memorability〉은 '사용자가 제품/서비스의 사용 방식을 쉽게 기억하는 정도'를 뜻한다. 지능화된 기기를 사용하는 경우(이하 Intelligence 경험) 매뉴얼 조작의 정도가 낮아지므로 상대적으로 기억용이성의 중요도가 낮을 것으로 판단된다(EXP_05). 그러므로 수동적인 기억이나 학습보다는 점진적으로 변화되는 시스템에 대한 학습이 필요하다(EXP_07).

그러나 복합기기를 사용하는 경우(이하 Cross-device 경험) 디바이스 간 UX가 다르기 때문에 혼란을 끼칠 우려가 커 기억용이성의 중요도가 높을 것이며(EXP_05), 맥락적 학습이 더욱 필요할 것이다(EXP_03).

이에 따라 기억용이성〈Memorability〉의 하위 속성 요소로는 인지 최소화(Minimization of cognitive load)가 있다.

U-1-1-2. 친숙성〈Familiarity〉은 '제품/서비스의 인터페이스 요소들이 사용자의 과거 사용 경험에 비추어 친숙한 정도'를 뜻한다.

Intelligence 분야에서는 UX 디자인 분야에서 통용되는 황금 법칙(golden rules)이 많이 정립되지 않았으며, 새로운 인터페이스 디자인의 가능성도 있기 때문에 친숙도가 가장 중요한 척도가 되지는 않을 수도 있다. 그러므로 새롭지만 사용자가 이해하고 쉽게 사용할 수 있는 것이 좋은 UX를 이끌 가능성 있다고 여겨진다(EXP_06).

Cross-device 경험에서는 다양한 디바이스가 일관된 메시지를 줄 수 있어야만 하기에, 친숙성을 고려한 인터페이스 설계가 더욱 중요하다(EXP_02). 이 경우 기기 간 친숙한 요소나 익숙한 인터렉션 사용 측면에서 중요하게 사용될 수 있다(EXP_08).

U-1-1-3. 예측가능성〈Predictability〉은 '사용자가 기존의 사용 경험을 기반으로 새로운 인터렉션의 결과를 예측할 수 있는 정도'를 뜻한다.

그러나 특히 Intelligence 경험에서의 예측가능성은 예측하지 못한 경우에도 가치 있게 작용할 수도 있는 상황이 있을 수 있다(예를 들어, 예상하지 못했지만 유용한 맞춤 선곡/추천 등의 경우). 그러므로 적용 분야(application domain) 및 디자인 목표(design goal)에 따라 어떤 측면의 예측가능성이 중요한지, 또는 어떤 측면의 예측불가능성이 UX적 가치를 가질 수 있는지에 대한 정의가 함께 고려되어야 한다(EXP_06).

그에 따라 내비게이션(Navigation), 정보 구조(Information architecture)상의 예측가능성을 하위 속성 요소로 고려해 볼 수 있다.

U-1-1-4. 직관성〈Intuitiveness〉은 '사용자가 직관을 통해 제품/서비스를 사용하는 방식을 이해할 수 있는 정도'를 뜻한다.
아직 일반 사용자(end-user)들에게 Intelligence와 Cross-device 경험은 완전하게 익숙한 상황은 아닐 것으로 예상한다(EXP_02). 그러므로 직관성에 대한 평가 및 정의가 중요할 것으로 판단하였다.
시스템을 직관적으로 이해할 수 있다면 편하게 사용 가능해지며[EXP_04], 직관적으로 이해하는 과정을 최소화하는 것과 동일한 의미를 가진다고 생각하는 의견을(EXP_02) 통해 최소화(Minimization)의 의미도 함께 포함하였다.
과정을 최소화하여 직관적으로 이해하게 하는 맥락으로 보았을 때, Cross-device의 경우 인지적/물리적 로드를 줄여 유연성 있는 사용으로 이어질 수 있게 하는 의미가 특히 요구된다(EXP_07). 이에 하위 속성 요소로 인지적 적합성(Cognitive suitability), 물리적 적합성(Physical suitability)이 포함될 수 있다.

U-1-2. 조작용이성 [Ease of operation]
조작용이성[Ease of operation]은 '사용자가 제품/서비스의 사용 방식과 과정을 물리적으로 쉽게 조작할 수 있는 정도'를 뜻한다. 조작용이성에는 통제가능성〈Controllability〉과 최적화〈Optimization〉로 총 2개의 상세지표가 있다.

U-1-2-1. 통제가능성〈Controllability〉은 '사용자가 제품/서비스의 사용 방식과 과정을 조작하고 통제할 수 있는 정도'를 뜻한다.
통제가능성은 Intelligence, Cross-device 경험에서 모두 매우 중요한 요소이다(EXP_02, 03).
어떤 종류의 통제가능성을 고려해야 할지에 대한 정의가 필요한데(EXP_06), 이 경우 사용자가 직접 하거나 자동화하는 경우를 생각해 볼 수 있다. 이를 통해 직접 조작성(Direct manipulation/control), 자동화(Automation)를 하위 속성 요소로 볼 수 있다.
직접 조작성은 맥락에 따라 UX 디자이너가 정도를 서로 다르게 정의할 가능성이 크다. (예를 들어, 직접 TV를 끄거나 스마트폰을 통해 TV를 끄는 경우 선호도 및 개인 성향에 따라 직접 조작성이 다르게 인지될 수 있다.) 그러므로 이 척도는 매우 비동의(strongly disagree-1) ~ 매우 동의(strongly agree-5)가 아닌, Controllability level이라는 척도 명 아래에 명시적(Explicit) ~ 암시적(Implicit)으로 평가하는 것을 제안한다(EXP_02).
자동화의 경우 Cross-device 경험에서는 사용자의 명시적인 사용 이외에도, 은연중에 자연스럽게 동작하는 사용성을 중요하게 고려해야 한다. 예를 들어, 삼성의 SmartThings의 초기 실행 경험에서 '나의 집'을 설정할 때, 스마트폰의 위치 데이터를 이용해 사용자의 집이 어디인지 자연스럽게 추천해주거나, 사용자가 원하는 연동 규칙을 스스로 제어할 수 있다는 느끼게 할 수 있어야 한다. Intelligence 경험 역시도 사용자의 사용 패턴에 따라 기기의 동작이 달라진다면, 사용자는 어떻게 달라졌는지, 혹은 되돌릴 방법은 무엇인지를 알 수 있어야 한다(EXP_02). 이 과정에서 제품/서비스의 자동화 수준(level of automation)에 따라 다르게 설정될 수 있을 것이다.

U-1-2-2. 최적화〈Optimization〉는 '제품/서비스의 사용 방식과 과정에서 사용자의 부하(Load)를 최소화하여 최대 효율을 내는 정도'를 뜻한다.
신기술 서비스는 그것을 사용하는 것만으로도 과정(Load)을 만들기 때문에 최소화할 필요성이 있다(EXP_05).
사용자가 '아무런 생각 없이', '아무런 노력도 없이' 원하는 태스크를 수행할 수 있도록 하는 것이 UX 실무에서 가장 많은 노력을 쏟는 부분 중 하나이다. 그러므로 심미적(Aesthetics) 측면을 제외한다면(즉, 사용성 측면만 고려한다면) 인지적, 신체적 로드가 적으면서 사용에 문제가 없는 UX가 가장 잘 설계된 UX일 것이다. 그러나 상황에 따른 차별성은 없을 것이다(EXP_02).
이에 하위 속성 요소로 물리적, 시간적 로드의 최소화(Minimization), 조작 행위의 최적화(Optimization)가 있다.

U-1-1. **인지용이성**[Ease of perception]에서도 직관성〈Intuitiveness〉과 최소화의 개념을 함께 포함하였으나 직관성은 인지적 측면에서의 최소화이며 최적화는 조작용이성[Ease of operation] 차원에서 최적화로 분리하였다.

U-2. **인터렉션 적합성** [Interaction suitability]
인터렉션 적합성[Interaction suitability]에는 정보전달성[Informativeness], 원활성[Seamlessness], 지원성[Supportiveness] 총 3개의 주지표로 구성되어 있다.

U-2-1. **정보전달성** [Informativeness]
정보전달성[Informativeness]은 '제품/서비스가 제공하는 관련 정보를 사용자에게 명확하게 전달하는 정도'를 뜻한다.
정보전달성에는 가시성〈Visibility〉, 정보제시성〈Information presentation〉, 명확성〈Clarity〉 총 3가지의 상세지표가 있다.

U-2-1-1. **가시성**〈Visibility〉은 '제품/서비스의 인터페이스상 세부 요소들이 사용자에게 명확하게 인지되는 정도'를 뜻한다. 시스템의 상태를 가시화해 주는 것이 가장 기본이기 때문에 가시성이 고려되어야 하며 하위 속성 요소로 제품의 인터페이스 가시성(GUI)을 함께 고려할 수 있다(EXP_04).

U-2-1-2. **정보제시성**〈Information presentation〉은 '제품/서비스의 정보와 상태 및 과정이 사용자에게 충분히 제시되는 정도'를 뜻한다. 변화(진화)가 있을 때마다, 사용자에게 이에 대한 정보를 충분히 알리거나 사용자가 신경 쓰지 않아도 될 만큼 신뢰있는 UX 설계가 필요하다(EXP_02). 이에 Intelligence 경험에서는 새로운 상황이 발생하였을 때나 대응 방안을 제시하는 것이 중요하다(EXP_01). Cross-device 경험에서는 디바이스가 연결, 추가되었을 때의 제시 및 대응이 필요하다(EXP_01). 특히 여러 디바이스의 현재 상태에 대한 정보를 직관적으로 파악할 수 있어야 한다(e.g., 스마트 워치가 꺼져있는 상황)(EXP_02). 가시성에서의 하위 속성 요소는 시스템의 상태 가시성(Intelligent System Status visibility)이다.

U-2-1-3. **명확성**〈Clarity〉은 '제품/서비스 내 제공되는 용어 및 정보가 명확하여 사용자에게 이해되기 쉬운 정도'를 뜻한다.
Intelligence, Cross-device 경험에서 사용자의 직관적인 이해를 돕기 위한 용어를 설정하고 문구를 제공하는 것이 필요하다(EXP_02). 사용 시 다양한 디바이스 간 개념이 혼동될 수 있으므로 명확성이 중요하다(EXP_05). 하위 속성 요소로는 감각적 명확성(Sensory clarity), 언어적 명확성(Liguistic clarity), 콘텐츠적 명확성(Contents clarity)이 있다.

U-2-2. **원활성** [Seamlessness]
원활성[Seamlessness]은 '제품/서비스가 과업 간 혹은 기기 간 끊김이 없고 자연스러운 사용자 경험을 제공하는 정도'를 뜻한다. 원활성에는 총 3가지의 상세지표, 일관성〈Consistency〉, 연속성〈Continuity〉, 상호운용성〈Interoperability〉이 있다.

U-2-2-1. **일관성**〈Consistency〉은 '제품/서비스의 유사 과업 간 혹은 기기 간 인터페이스와 사용자 인터렉션 방식이 일관된 정도'를 뜻한다. 일관성은 특히 Cross-device 경험에 특화된 지표이다(EXP_05). 개발 시 다른 디바이스 간 일관성, 같은 디바이스 내 유사 작업 간 일관성, 기존 인터페이스와의 일관성 등의 다양한 측면을 고려해 볼 수 있을 것이다.

U-2-2-2. **연속성**〈Continuity〉은 '제품/서비스의 작동과 사용자 인터랙션 방식이 연속성있게 연결된 정도'를 뜻한다. 이는 일관되고 연속성 있는 제품/기능/작동 방식이 중요함을 의미한다(EXP_04). Intelligence

경험에서는 기기 간 데이터 및 모드, 상태 등의 연동이 필요하고, Cross-device 경험에서는 기기 간 데이터 및 모드, 상태 등의 연동뿐만 아니라 기기 전환 시 과업/서비스/콘텐츠의 연결도 필요하다(EXP_02). 하위 속성 요소로는 기기 전환 시 과업 연결(Knowledge Continuity), 서비스/콘텐츠의 일관적 연결(Service Coherence)도 고려해 볼 수 있다.

U-2-2-3. 상호운용성〈Interoperability〉은 '두 개 이상의 제품/서비스를 자연스럽게 연결하여 원활하게 사용 가능한 정도'를 뜻한다. Intelligence 경험에서는 다른 서비스와 상호호혜적인 측면을, Cross-device 경험에서는 다른 디바이스들끼리의 역할분담에 대한 측면을 보는 것이 해당될 수 있다(EXP_01). 이것은 Intelligence, Cross-deivce 경험 모두 사용자를 중심으로 한 생태계에 관한 것이므로 더 중요할 것으로 보인다(EXP_02).
일반적인 디자인 측면으로 보았을 때, 스스로(stand-alone으로) 잘 작동하는 것은 그 자체로 충족이 가능하지만 두 개 이상의 제품/서비스에 대한 연결성이 필수적일 때는 그 중요성이 올라갈 수 있다. 이와 같은 이유로 Intelligence 경험에서는 데이터 수집(Data collection), 처리(processing), 표현(presentation)을 위해 두 개 이상의 제품/서비스를 연결하는 것이 시스템 구동에 필수적이라면 상호운용성의 중요도가 올라갈 수 있을 것이다(EXP_06). 이에 따라 하위 속성 요소로 테스크와 정보 분배(Task & Information Distribution), 테스크와 정보 통합(Task & Information Integration), 반응적 연결성(Responsive connectivity) 등을 고려할 수 있다.

U-2-3. 지원성 [Supportiveness]
지원성[Supportiveness]은 '제품/서비스 사용에서 발생한 문제를 돕고, 순조로운 사용을 위한 정보 및 기능을 지원하는 정도'를 뜻한다. 이는 신기술 분야와 Intelligence 경험에서 특히 중요도가 높을 것으로 판단된다(EXP_05). 지원성에는 총 3가지의 상세지표, 에러 관리〈Error Management〉, 선제성〈Proactiveness〉, 적시적소성〈Right time and place〉이 포함된다.

U-2-3-1. 에러 관리〈Error Management〉는 '시스템 혹은 사용자의 에러를 예방하고 에러 발생 시 수정 및 복구를 할 수 있도록 지원하는 정도'이다. 사용자의 에러만큼 시스템의 에러를 예방하고 수정할 수 있도록 하는 것이 중요할 것이다(EXP_06). 이에 하위 속성 요소로는 에러 방지(Error prevension), 에러 복구(Error recovery), 시스템 에러(System error) vs. 사용자 에러(User error) 등이 있다.

U-2-3-2. 선제성〈Proactiveness〉은 '제품/서비스가 사용자에게 필요한 정보와 기능을 선제적으로 제공하는 정도'를 뜻한다. 제시된 결과가 없이 넘어갈 수도 있으므로 결과의 유무나, 결과의 신뢰도 정도 측면으로 고려해 볼 수 있다(EXP_01). 제시된 결과의 내용은 세부적으로 도움 및 지원(help or support)이거나 추천 및 행동 유도 관련(recommendation, action)일 수 있다.

U-2-3-3. 적시적소성〈Right time and place〉은 '제품/서비스가 사용자에게 필요한 정보와 기능을 적시적소에 제공하는 정도'를 뜻한다. 적시적소성은 모든 분야에서 중요할 것이다(EXP_02). 그러나 특히 Intelligence 경험에서는 관련 기능이 사용자에게 무언가를 제안하려고 할 때, 사용자의 호불호가 가장 클 것으로 판단된다. 그러므로 조심스럽게 접근하는 것이 필요할 것이다(EXP_02). 적시적소성에는 단계성(Stepwise)의 의미가 함께 취합되었는데, 이에 따라 사용자가 수용할 수 있는 시간 단계로 세분화하여 단계별로 새로운 정보를 제시/제안하는 것이 중요함을 의미한다. 그러므로 서서히 행동의 변화를 줄 수 있도록 하는 전략이 필요할 것이다(EXP_02). Cross-device 경험에서는 관련 기능을 단계적으로 제안한다면, 그 인과 관계를 사용자가 쉽게 이해할 수 있을 것으로 예상된다(EXP_02). 이는 기기를 구매하거나 바꿀 때마다 새로운 단계별 액션을 제시하는 것이 좋을 것이라는 의미를 포함하고 있다(EXP_02). 예를 들어, TV와 다른 디바이스를 연결할 때 단계별로 액션을 제시하는(말풍선 등) 형태가 있을 수 있다(EXP_06). 하위 속성 요소로는 단계성의 의미가 함께 포함되면서 기간(duration), 단계(stage) 등이 포함될 수 있다.

U-3. 맥락 이해성 [Context Understandability]
맥락 이해성 [Context Understandability]에는 상황인지성 [Context Awareness], 신뢰성 [Trustworthiness], 적용성 [Adaptability] 총 3개의 주지표로 구성되어 있다.

U-3-1. 상황인지성 [Context Awareness]
상황인지성[Context awareness]은 '제품/서비스가 상황(태스크, 사용자, 환경)의 특성을 적절히 이해하는 정도'를 뜻한다. 해당 지표는 AIoT 활용시 Intelligence, Cross-Device 경험에 가장 특화된 지표일 것이다(EXP_02, 05).

U-3-1-1. 과업 인지성〈Task awareness〉은 '제품/서비스가 태스크 특성을 적절히 이해하는 정도'를 뜻한다. 단순한 테스크로 시작하여도 사용자, 환경, 제품에 대한 이해는 광범위한 항목들을 복합적으로 조합하여 이해하여야 하므로 어려울 것이다(EXP_04). 이에 하위 속성 요소로는 관련 태스크(Relevant task), 관련 제품/기기(Relevant product/device)까지 포함된다.

U-3-1-2. 사용자 인지성〈User awareness〉은 '제품/서비스가 사용자 및 이해관계자의 특성과 상태를 적절히 이해하는 정도'를 뜻한다. Intelligence 경험에서는 사용자를 가장 잘 이해해야 하며(EXP_02), 맥락에 대한 평가와 사용성이 중요할 것이다(EXP_03). Cross-device 경험에서는 사용자의 의도로 동작하는 것이 중요하다(EXP_02). 하위 속성 요소로는 사용자 상태에 관한 정보(예. 다중 사용자 여부, 위치, 생체 정보 등)와 사용자 맥락적 정보(예. 감정, 선호도 등)가 있을 수 있다.

U-3-1-3. 환경 인지성〈Environment awareness〉은 '제품/서비스가 상황 및 환경의 특성을 적절히 이해하는 정도'를 뜻한다. Intelligence, Cross-device 경험 모두 환경에 대한 이해는 필요하다(EXP_02). 맥락 인지(Context-aware) 자체가 Intelligence의 측면이라면 더욱 중요할 것이다(예. 상황 인식 가습기, 조명 등)(EXP_06). 이에 하위 속성 요소로 상황(Situation)을 포함할 수 있다.

U-3-2. 신뢰성 [Trustworthiness]
신뢰성[Trustworthiness]은 '제품/서비스에서 수행한 의사 결정 및 원인을 사용자에게 쉽고 투명하게 설명하는 정도, 즉사용자가 신뢰할 수 있는 정도'를 뜻한다. 상황에 따라 다르게 적용될 수 있으나(EXP_05), Intelligence 경험에서 중요도가 높을 것이다(EXP_05, 08). 일반 기기에서는 대부분 정보가 정해져 있기 때문에 문제가 없으나 지능형 서비스의 경우 정보의 가공 후에 결과가 다르게 보이는 경우가 있기 때문에 신뢰성 문제를 고민해야 할 것이다. 이에 따라 정보의 가공 주체와 정보의 이동이 많은 지능형, 멀티기기형 서비스에서는 중요하게 고려되어야 하는 지표일 것이다(EXP_08).

U-3-2-1. 설명가능성〈Explainability〉은 '제품/서비스에서 수행한 의사 결정 및 원인을 사용자에게 쉽고 투명하게 설명하는 정도'를 뜻한다.
Intelligence 경험에서는 수행이 일어난 다음에야 그 결과를 사용자가 알 수 있기 때문에 시스템의 모든 의사결정의 원인을 설명하는 것이 UX에 좋은 영향을 주지 않을 수도 있다(EXP_02). 또한 사용자가 원하는 바가 명확하므로 그 명령이나 수행을 정확히 빨리 끝내는 게 더 중요할 수 있을 것이다(EXP_06). 설명가능성의 하위 속성 요소로는 의사 결정과 원인에 대한 해석가능성(Interpretability), 투명성(Transparency)과 어떠한 절차와 단계를 거칠 것인지에 관한 단계성(Stepwise)이 있을 수 있다.

U-3-2-2. 신뢰성〈Credibility〉은 '제품/서비스에서 제공하는 정보나 결과가 신뢰할 수 있고 안전한 정도'를 뜻한다. 주지표 신뢰성[Trustworthiness]은 의사 결정 및 원인을 포괄하는 측면에서의 신뢰성이며 해당 상세지표인 신뢰성〈Credibility〉은 제공된 정보나 결과의 신뢰성에 해당한다.

Intelligence 경험에서는 분야 특성에 따라 추천 혹은 제공하는 정보에 대한 신뢰가 있을 수 있다(EXP_01). 그에 따라 민감성(Sensitivity), 시스템의 신뢰성/안전성 등이 하위 속성 요소로 고려해 볼 수 있는 부분이다.

U-3-2-3. 공유 및 프라이버시〈Sharing and privacy〉는 '제품/서비스의 시스템이 사용자의 정보를 안전하게 보호하고 접근을 통제할 수 있는 정도'를 뜻한다. Cross-device 경험에서는 나의 정보 공유 상황에 대한 의문이 있을 것이다(EXP_01). 그에 따라 공유 및 프라이버시는 상황에 따라 제일 중요한 요소가 될 수도 있고 부차적인 요소가 될 수도 있을 것이다(EXP_04). 콘텐츠와 기기/제품이 개별(Private) vs. 공유(Shared) 중 어떤 성격인지에 따라 하위 속성 요소의 범위가 달라질 것이다.

U-3-3. 적용성 [Adaptability]
적용성[Adaptability]은 '제품/서비스가 사용자 상황 및 환경에 유연하게 적용되고 맞춤 서비스를 제공하는 정도'를 뜻한다. 적용성에는 유연성〈Flexibility〉, 맞춤성〈Customizability〉, 발전성〈Progressivity〉 총 3가지의 상세 지표가 있다.

U-3-3-1. 유연성〈Flexibility〉은 '제품/서비스가 과업, 사용자 및 환경에 따라 유연하게 변화하는 정도'를 뜻한다.
Intelligence 경험에서는 사용자의 사용 패턴과 상황에 맞추어 진화가 필요할 것이며, Cross-device 경험의 경우 오히려 사용자가 이해할 수 있는 사용성을 일관되게 유지 필요가 있을 수 있다(EXP_02).
특히 Intelligence 분야의 경우 변화에 대한 명확한 정보 없이 그에 따른 수용 및 적응된 결과만 보일 경우 오히려 사용자에게 혼란을 줄 수 있기 때문에 유의해야 할 것이다(EXP_06). 최근에는 Intelligence나 Cross-device 경험이 아니더라도 기본적 제품/서비스에 있어 지능 수준에 대한 기대치가 높아짐에 따라 그에 맞는 유연성이 필요할 것으로 예상된다(EXP_05).
무엇에 따라 맞출 것인지가 중요한 유연성의 하위 속성 요소로는 태스크 유연성(Task flexibility), 사용자 유연성(User flexibitliy), 환경 유연성(Environment flexibility)이 함께 고려될 수 있다.

U-3-3-2. 맞춤성〈Customizability〉은 '제품/서비스가 사용자 특성이나 의도에 맞게 스타일/기능/정보를 맞춤화하여 제공하는 정도'를 뜻한다. 맞춤성은 주체적인 경험이나(Subjective experience), 애착(Attachment)이 중요한 분야에서는 더욱 큰 영향을 줄 것이다. 그러나 다중의 사용자(multi-user)가 사용하는 맥락에서는 오히려 일관성을 유지하는 것이 사용자의 경험적 측면에서 보았을 때 더욱 좋을 수도 있으므로 꼭 필요한 변화인지는 분야의 맥락에 따라 맞춰가야 할 필요가 있다. 이에 따라 맞춤성은 함께 고려되면 좋지만 그렇지 않다고 하더라도 사용자의 경험이 나빠진다고 보기는 어려울 것으로 예상된다(EXP_06). 무엇을 맞춤화할 것인지를 고려한다고 하였을 때, 하위 속성 요소로 스타일 맞춤화(Interaction/Interface), 기능 맞춤화(Feature/function), 정보 맞춤화(Information)를 생각해 볼 수 있다.

U-3-3-3. 발전성〈Progressivity〉은 '제품/서비스가 지능 강화를 기반으로 사용자에게 발전된 기능을 제공하는 정도'를 뜻한다. 발전성은 장기적 사용자 경험의 측면에서 보았을 때 중요한 지표이다. 범사용자 차원에서 발전된 기능을 제공하는 정도로 해석해 볼 수 있다(EXP_06). 하위 속성 요소로 발전의 대상이나 범사용자용 여부, 지능 강화를 위한 알고리즘(algorithm) 등이 있을 수 있다.

Table 4 User Value Indicator Framework

주지표	정의	상세지표	정의
기능적 가치 [Functional value]			
효과성 [Effectiveness]	제품/서비스가 사용자에게 실효성 있는 정도	유용성 〈Usefulness〉	제품/서비스가 사용자에게 유용한 정도
		기대부합성 〈Conformity of expectation〉	제품/서비스가 사용자의 기대에 부합하고 니즈를 충족하는 정도
충실성 [Fidelity]	제품/서비스가 사용자에게 성능과 안전이 충실하다고 느껴지는 정도	성능 〈Performance〉	제품/서비스의 성능 및 수행 속도가 사용자에게 만족스러운 정도
		안전성 〈Safety〉	제품/서비스의 물리적 사용 과정 및 보안을 사용자가 안전하다고 느끼는 정도
감성적 가치 [Emotional value]			
심미성 [Aesthetics]	제품/서비스가 사용자에게 심미적 만족감을 주는 정도	매력도 〈Attractiveness〉	제품/서비스가 사용자에게 매력 있는 정도
		최소주의 〈Minimalism〉	제품/서비스의 디자인이 간결하고 미니멀한 정도
즐거움 [Pleasure]	제품/서비스가 사용자에게 주는 즐거움의 정도	재미 〈Enjoyment〉	제품/서비스가 사용자에게 주는 재미의 정도
		활력 〈Dynamics〉	제품/서비스가 사용자에게 제공하는 새로운 활력의 정도
		안정감 〈Comfort〉	제품/서비스가 사용자에게 주는 안정감의 정도
		성취감 〈Accomplishment〉	제품/서비스가 사용자에게 주는 성취감의 정도
사회적 가치 [Social value]			
정체성 [Identity]	사용자가 제품/서비스와 연관된 정체성을 느끼는 정도	자기차별화 〈Self-Distinctiveness〉	제품/서비스를 통해 사용자가 타인과 차별화된다고 느끼는 정도
		애착 〈Attachment〉	제품/서비스에 대해 사용자가 애착과 유대감을 느끼는 정도
지속가능성 [Sustainability]	제품/서비스가 사용자에게 지속가능성의 가치를 충족하는 정도	포용성 〈Inclusiveness〉	제품/서비스가 사용자의 다양한 특성(연령/성/장애/문화 등)을 포용적으로 반영하는 정도
		친환경성 〈Eco-friendliness〉	제품/서비스가 사용자에게 친환경적 가치를 제공하는 정도

4. 2. V–사용자 가치 [User Value]

사용자 가치[User Value]에는 기능적[Functional] 가치, 감성적[Emotional] 가치, 사회적[Social] 가치로 구성되어 있다. 사용자 가치를 세 가지로 나눈 것은 세 카테고리 및 하위 지표들의 의미를 구분하고 상황에 맞게 확장해서 활용 가능하게 하기 위함이다(EXP_06).

V-1. 기능적 [Functional] 가치

기능적[Functional] 가치에는 총 2가지의 주지표, 효과성[Effectiveness]과 충실성[Fidelity]이 있다.

V-1-1. 효과성 [Effectiveness]

효과성[Effectiveness]은 '제품/서비스가 사용자에게 실효성 있는 정도'를 뜻한다. 효과성을 고려한 평가 및 개발 진행 시 제품/서비스가 사용자에게 원하는 과제를 수행하기에, 원하는 서비스를 제공받기에 실효성이 있도록 디자인해야 한다. 효과성에는 유용성〈Usefulness〉과 기대부합성〈Conformity of expectation〉이 있다.

V-1-1-1. 유용성〈Usefulness〉은 '제품/서비스가 사용자에게 유용한 정도'이며 유용성을 위해서는 제품/서비스가 사용자에게 경제적으로, 운영하기에 유용하도록 디자인해야 한다.

V-1-1-2. 기대부합성〈Conformity of expectation〉은 '제품/서비스가 사용자의 기대에 부합하고 니즈를 충족하는 정도'를 의미한다. 사용자는 당연히 제품이 기본 기능을 충실히 이행할 것이라는 기대가 있을 것이며, 이러한 기대를 충족하지 못하였을 때는 완화하는 전략이 필요함을 고려해야 한다(EXP_02). 그러므로 기대부합성을 위해서는 제품/서비스가 원하는 과제를 수행하기에, 원하는 서비스를 제공받기에 사용자의 기대에 부합하고 니즈를 충족하도록 디자인해야 한다. 또한 기대부합성은 미래 가치에 대한 것으로 단순히 절대적인 평가가 아닌 상대적 평가 개념이 포함될 수 있도록 유의할 필요가 있다(EXP_07).

V-1-2. 충실성 [Fidelity]
충실성[Fidelity]은 '제품/서비스가 사용자에게 성능과 안전이 충실하다 느껴지는 정도'를 뜻한다. 특히 Intelligence 경험에서는 정보의 구체적인 품질과 안전성이 중요해 보이며, Cross-device 경험에서는 기본 기능의 작동 및 연결 여부가 중요하다(EXP_06). 그러므로 충실성을 위해서는 제품/서비스가 사용자에게 원하는 과제를 수행하기에, 원하는 서비스를 제공받기에 성능과 안전이 충실하다는 느낌을 줄 수 있도록 디자인해야 한다. 한편, 충실성은 위와 같은 성능과 안전성이 충실한가에 대한 지표지만, 디자인 개념에서의 정보의 충실성 혹은 프로토타입의 기능 충실성에 대한 의미도 내포할 수 있으므로 평가 시 정확한 의미를 설정할 필요가 있다(EXP_07).
충실성에는 상세 지표 성능〈Performance〉과 안전성〈Safety〉이 있다.

V-1-2-1. 성능〈Performance〉은 '제품/서비스의 성능 및 수행 속도가 사용자에게 만족스러운 정도'이다. 성능을 위해서는 제품/서비스의 성능 및 수행 속도가 원하는 과제를 수행하기에, 원하는 서비스를 제공받기에 사용자에게 만족스럽게 디자인해야 한다.

V-1-2-2. 안전성〈Safety〉은 '제품/서비스의 물리적 사용 과정 및 보안을 사용자가 안전하다고 느끼는 정도'이다. 모든 분야에서 중요하지만, 특히 Intelligence 경험에서는 개인 데이터를 다루기 때문에 더욱 민감한 항목이므로 주의를 기울일 필요가 있다(EXP_06). 이에 안전성을 위해서는 제품/서비스의 사용 과정에서 시스템의 구조 및 보안 측면으로 사용자가 안전하다고 느끼도록 디자인해야 한다.

V-2. 감성적 [Emotional] 가치
감성적[Emotional] 가치에는 총 2가지의 주지표, 심미성[Aesthetics], 즐거움[Pleasure]이 있다.
감성적 가치는 개인에 따라 차이가 크게 발생할 수 있는 가치일 수 있으므로 세심한 주의가 필요하다. 이에 AI 시스템에서의 학습이나 개별 맞춤화에 따라 제품/서비스가 제공하고자 하는 의미적 차이(Semantic Differential)를 고려한 평가가 필요할 수 있다(EXP_04, 07).

V-2-1. 심미성 [Aesthetics]
심미성[Aesthetics]은 '제품/서비스가 사용자에게 심미적 만족감을 주는 정도'이다. 심미성에는 매력도〈Attractiveness〉와 최소주의〈Minimalism〉이 있다.

V-2-1-1. 매력도〈Attractiveness〉는 '제품/서비스가 사용자에게 매력 있는 정도'이다.

V-2-1-2. 최소주의〈Minimalism〉는 '제품/서비스의 디자인이 간결하고 미니멀한 정도'이다. 최소주의의 단순한 디자인은 형태나 메뉴, 사용법 등의 단순함과 심미적 차원의 시각적 단순함의 방식이 있으므로 이를 고려해야 한다(EXP_04).

V-2-2. 즐거움 [Pleasure]
즐거움[Pleasure]은 '제품/서비스가 사용자에게 주는 즐거움의 정도'를 뜻한다. 즐거움에는 재미〈Enjoyment〉, 활력〈Dynamics〉, 안정감〈Comfort〉, 성취감〈Accomplishment〉이 있다.

V-2-2-1. 재미〈Enjoyment〉는 '제품/서비스가 사용자에게 주는 재미의 정도'이다.

V-2-2-2. 활력〈Dynamics〉는 '제품/서비스가 사용자에게 제공하는 새로운 활력의 정도'이며, V-2-2-3. 안정감〈Comfort〉은 '제품/서비스가 사용자에게 주는 안정감의 정도'이다.

V-2-2-3. 성취감〈Accomplishment〉은 '제품/서비스가 사용자에게 주는 성취감의 정도'이다. 이처럼 즐거움은 해당 상세 지표가 얼마나 사용자에게 긍정적인 정서적 영향을 미치는지에 대한 지표이다.

V-3. 사회적 [Social] 가치

사회적[Social] 가치에는 총 2가지의 주지표, 정체성[Identity], 지속가능성[Sustainability]이 있다.

V-3-1. 정체성 [Identity]

정체성[Identity]은 '사용자가 제품/서비스와 연관된 정체성을 느끼는 정도'이며 사회적 가치로서의 정체성은 개인과 집단으로서 가치 성질을 띠고 있다. 사회 속에서는 나의 정체성도 있지만, 집단 속에서의 공통 가치, 밀착감/동질성 등의 맥락도 나타날 수 있기 때문이다(EXP_03).

이러한 맥락 속에서의 정체성은 자기차별화〈Self-Distinctiveness〉와 애착〈Attachment〉을 상세 지표로 포함한다.

V-3-1-1. 자기차별화〈Self-Distinctiveness〉는 '제품/서비스를 통해 사용자가 타인과 차별화된다고 느끼는 정도'이다. 자기차별화에서 '자기'의 주체는 제품이 아닌 사용자이다(EXP_01).

V-3-1-2. 애착〈Attachment〉은 '제품/서비스에 대해 사용자가 애착과 유대감을 느끼는 정도'이다. 애착과 유대감을 높게 느낄수록 사용자는 제품/서비스의 사용 경험을 통해 본인의 개인적 혹은 집단적 가치와 정체성을 드러낼 수 있다고 느끼게 된다.

V-3-2. 지속가능성 [Sustainability]

지속가능성[Sustainability]은 '제품/서비스가 사용자에게 지속가능성의 가치를 충족하는 정도'를 뜻한다. 지속가능성의 범위를 확장하여 본다면 데이터나 보안의 지속가능성도 함께 포함할 수 있다(EXP_07). 이러한 지속가능성에는 상세 지표 포용성〈Inclusiveness〉과 친환경성〈Eco-friendliness〉이 있다.

V-3-2-1. 포용성〈Inclusiveness〉은 '제품/서비스가 사용자의 다양한 특성(연령/성/장애/문화 등)을 포용적으로 반영하는 정도'이다. 제품/서비스 자체의 포용성뿐 아니라, 지표 체계를 통한 평가 진행 시에도 다양한 특성과 조건의 사용자 상황에 대한 충분한 이해를 바탕으로 수행하는 것이 필요하다(EXP_07).

V-3-2-2. 친환경성〈Eco-friendliness〉은 '제품/서비스가 사용자에게 친환경적 가치를 제공하는 정도'이다. 제품/서비스에 따라 하드웨어와 소프트웨어를 사용하게 되는데 어느 측면의 친환경성을 평가하게 되는 것인지에 대한 설정을 고려해야 한다(EXP_01, 06).

5. 논의

5. 1. 주요 결과

본 연구에서는 지능형 IoT 서비스의 사용자 경험을 평가하기 위해 사용성(Usability)과 사용자 가치(User Value) 관점으로 나누어 지표 체계 프레임워크를 구축하였다.

사용성은 크게 사용 편의성[Ease of use], 인터랙션 적합성[Interaction suitability], 맥락 이해성[Context Understandability]의 3가지 카테고리로 나누어졌다. 사용 편의성에는 주지표 인지용이성[Ease of perception]과 조작용이성[Ease of operation]이 포함되었다. 인터랙션 적합성[Interaction suitability] 카테고리에는 주지표 정보전달성[Informativeness], 원활성[Seamlessness], 지원성[Supportiveness]이 있다. 마지막으로 맥락 이해성[Context Understandability] 카테고리에는 주지표 상황인지성[Context awareness], 신뢰성[Trustworthiness], 적용성[Adaptability]으로 구성되었다.

사용자 가치는 기능적 가치[Functional value], 감성적 가치 [Emotional value], 사회적 가치 [Social value]로 구성된다. 기능적 가치[Functional value]는 주지표 효과성[Effectiveness]과 충실성[Fidelity]이 포함되었다. 감성적 가치[Emotional value]는 주지표 심미성[Aesthetics]과 즐거움[Pleasure], 사회적 가치[Social value]에는 정체성[Identity]과 지속가능성[Sustainability]의 주지표로 구성되었다.

또한 본 지표 체계가 기존 가이드라인이나 지표 체계와 차별화되는 부분은 Intelligent IoT 서비스의 특성을 잘 반영하고 있다는 점이다. 특히, 1장에서 언급하였듯 IoT가 지능화됨에 따라 초연결성(Hyperconnectivity), 초지능성(Superintelligence), 초융합성(Hyperconvergence)의 특징을 보이므로, 본 지표 체계에서 범용적 UX 경험뿐 아니라 Intelligence와 Cross-device 경험 특성을 포괄하는 지표들이 Intelligent IoT 서비스 특성과 사용자 경험을 반영하고 있다고 할 수 있다.

첫째, 범용적 UX 경험을 평가하기 위한 기본 지표로는 사용자의 편의를 고려한 사용 편의성[Ease of use] 카테고리에 포함된 주지표 인지용이성[Ease of perception]과 조작용이성[Ease of operation], 그리고 그 안에 포함된 상세지표들이 있다. Intelligent IoT 서비스 경험뿐 아니라 일반적 UX 경험으로서 갖춰야 할 사용성의 요소를 포함하여 대상 서비스가 근본적이고 핵심적인 사용성을 갖추고 있는지 살펴볼 수 있다.

둘째, 맥락 이해성[Context Understandability] 카테고리는 Intelligence 경험에서 강점을 보인다. 이상적인 사용자 맞춤화를 위해서 사용자의 환경 데이터 등 맥락적 이해가 필요한 상황인지성[Context awareness]은 지능성을 반영하는 지표이다.
신뢰성[Trustworthiness]은 Intelligence 디바이스에 대한 막연한 사용자 기대와 미지의 알고리즘 간의 간극을 줄이기 위해 과정의 투명성과 신뢰성을 높여 사용자-제품/시스템 간 애착을 향상할 수 있다.
적용성[Adaptability]의 유연성〈Flexibility〉과 맞춤성〈Customizability〉 사용자의 상황에 맞는 결과 제공을 위해 맞춤화의 목적과 대상을 명료화할 수 있는 지표이므로 더욱 지능화된 시스템을 평가할 수 있을 것이다.
발전성〈Progressivity〉은 제품/시스템-사용자 관계 측면에서 단기적으로 개별 사용자 데이터 기반에서, 장기적으로는 범사용자 대상의 알고리즘의 정확도 증가를 통해 서비스 지능의 진화를 살펴볼 수 있게 한다.
이와 같이 상황인지성 카테고리에 속하는 지표들은 Intelligence 경험에 특화하여 평가에 활용할 수 있는 지표이다.

셋째, 주지표 원활성[Seamlessness]은 끊김이 없고 매끄러운 사용자 경험의 중요성을 제시하며 Cross-device 경험의 특성을 잘 보여주는 특화 지표이다. 특히 상세지표에서, 기존 연구들에서의 일관성〈Consistency〉은 Cross-device 경험의 다각적 특성 표현에 한계가 있었으나 본 연구에서의 지표는 기기 내, 기기 간, 과업 간, 이전 경험 간의 일관성 등 다양한 의미를 포함하여 구체화하고 있다.
또한 연속성〈Continuity〉은 기기 간의 과업, 서비스/콘텐츠 및 인터랙션 방식의 연속적 연결 의미를 포함하며 제품/서비스 간 원활하고 자연스러운 연결이 필요한 상호운용성〈Interoperability〉도 Cross-device 경험에서 원활한 사용자의 경험을 조명한다.

이처럼 본 연구가 제시하는 UX 평가지표 체계는 사용자 경험의 총체적 접근을 위해 사용성(Usability)과 사용자 가치(User Value)를 포괄하여 제시하였고, 사용자 경험의 특화 영역에 따라 범용적 경험, Intelligence와 Cross-device 경험의 특성들을 구분하여 제안한다는 점에서 기존 지표체계와 두드러진 차별점을 가진다.

5. 2. 연구 의의 및 활용 방안

본 연구의 학문적 의의는 IoT 기반 제품을 사용하는 상황에서의 사용자 대상 평가 지표 체계를 구축한 것에 있다. 특히 본 지표 체계는 Intelligent IoT의 특성(Cross-device, Intelligence 등)을 반영한 특화 지표를 포함하면서도, IoT 서비스를 평가하는 데 필요한 기본적인 사용자 경험 수준과 서비스 이해를 전제로 하여 설계되었다. 일반적인 디자인 속성과 더불어 Intelligent IoT의 고유한 특성을 함께 고려하였다는 점에서

차별성이 있다. 사용 편의성[Ease of use]은 사용자의 경험을 반영한 지표 카테고리이며 맥락 이해성[Context Understandability], 원활성[Seamlessness] 등의 지표 카테고리는 Intelligent IoT의 특성에 입각한 지표 카테고리이다. 또한 평가 지표를 사용성과 사용자 가치로 분리하여 제품의 사용성뿐만 아니라 사용자가 직접적으로 얻는 가치들에 대해 함께 고려하여, 기존 사용성 지표 지식 체계의 외연을 확장하였다는 점에서 의의가 있다. 즉, 본 지표 체계는 기존 체계에 생태학적 관점 및 맥락을 포괄하는 관점을 제시하였으며, 사용자 맥락이나 가치 측면에서 산발적으로 사용되고 있던 지표 항목들을 체계적으로 통합하고 구조화하여 완성된 프레임워크를 도출하였다는 점에서 그 기여를 찾을 수 있다.

본 연구의 실무적 의의는 문헌에서 도출한 지표들을 전문가들의 의견과 검증을 통하여 현업에서 활용할 때 용이할 수 있게 수준이나 레벨, 활용 방안을 고려하여 지표 체계의 실무적 활용가치를 높였다는 점이다.

지표를 사용성 평가에 활용할 때, 실제 제품 개발 혹은 평가 진행 시 사전 및 사후에 모두 활용할 수 있다. 이 지표 체계는 개발자 및 서비스 기획자, 디자이너, 실제 개발 및 품질 평가자가 직접 참고하여 활용할 수 있을 것이다. 특히 개발 전 단계에서는 이러한 지표를 참고하여 기획하는 것이 필요하므로, 개발 단계에서부터 사전에 고려하여 체크 리스트로 활용할 수 있다. 또한 이미 개발된 제품 및 시스템에서는 사용자 관점에서 의미 있는지에 대해 평가하는 평가 척도로도 활용될 수 있다. 다만, 각 분야 및 활용 방안에 따라 사용할 시에는 상황과 맥락에 맞게 조정이 필요하므로, 본 지표 체계를 보편적으로 활용하되 세부 조정은 필요할 것이다.

본 연구에서 도출한 지표 체계는 연구원들과 전문가들의 검토와 피드백을 통해 도출되었으나, 제안된 평가 지표의 실질적 유용성을 검증하는 실증 연구는 진행하지 않았다는 것에 한계가 있다. 이에 추후 후속 연구로서 실제 IoT 서비스 및 환경에 적용하여 유효성을 검증하고, 지표 체계를 활용한 평가 방식이 얼마나 효과적인지 입증하는 실험 및 사례연구가 필요할 것이다.

6. 결론

IoT 산업이 성장하고 여러 기술과 함께 융복합되어 발전함에 따라 IoT를 둘러싼 다양한 연구가 진행되어 왔다. 그러나 대부분 IoT 시스템에 대한 메커니즘 및 기능 개선에 대한 연구에 그치지만 본 연구에서는 IoT를 활용하는 사용자의 측면을 고려한 연구라는 점에서 의의가 있다. 본 연구는 IoT의 발전성과 특성에 따라 IoT를 Intelligent IoT로 정의하고 Intelligence, Cross-device 측면에서 접근하였다. 사용성 평가를 위한 지표 체계 도출을 위해 IoT와 UX 디자인 가이드라인에 대한 문헌 조사를 실시하여 1차 취합 후 전문가 평가를 진행하였다. 전문가의 의견을 반영하여 시스템과 서비스의 사용성 향상을 위해 사용자의 맥락을 고려하여 평가할 수 있는 프레임워크를 구축하였다는 점에서 활용 가치가 있다. 최종적으로 도출한 평가 지표는 Usability 내 주지표 8개, 상세지표 24개와 User Value 내 주지표 6개, 상세지표 14개로 구성되었다.

본 연구는 Intelligent IoT의 특성에 따라 사용자를 대상으로 지표 체계를 구축하였다. 특히 사용자의 생태학적 관점을 포괄하여 사용성과 사용자 가치를 구분하여 새로운 지표 체계를 제시한다는 것에 학문적 의의가 있다. 또한 지표 체계 내 활용 방안 등을 함께 고려하여 기술하였으므로 프레임워크를 활용하여 실무에 종사하고 있는 IoT 시스템 개발자, 서비스 기획자 등이 모두 참고하여 활용할 수 있을 것으로 예상된다. 특히 실제 지표 문항을 개발하거나 지표체계를 활용하여 통계적인 검증이 가능하다. 또한 실제 서비스 사례 사례에도 적용하여 활용 가능성도 검토해 볼 수 있을 것이다.

그러나 본 연구에서는 이론적 문헌 연구에 기반하여 프레임워크 도출을 하였다는 것에 대한 한계점을 가진다. 이에 실질적으로 서비스를 평가할 때 실효성이 있을지에 대한 실증적 평가를 해 볼 필요가 있을 것이다. 특히 평가를 위한 지표 체계 개발을 목적으로 하였으므로 해당 지표 체계를 어떻게 직접적으로 활용할 수 있을지에 대한 실효성을 알아보는 연구를 진행해 볼 수 있다. 향후에는 이를 활용하여 실무에서 활용할 수 있는 디자인 가이드로 개발하거나, 실제 IoT 시스템 생태계를 평가해 볼 수 있을 것으로 기대한다.

References

1. Altayeva, A. B., Omarov, B. S., & Cho, Y. I. (2016). Intelligent microclimate control system based on IoT. *International journal of fuzzy logic and intelligent systems, 16*(4), 254-261. doi: 10.5391/IJFIS.2016.16.4.254
2. Barker, R. G. (1969). *Ecological psychology: Concepts and methods for studying the environment of human behavior*. Palo Alto, CA: Stanford University Press.
3. Cho, Y. I. (2016). Intelligent microclimate control system based on IoT. *International journal of fuzzy logic and intelligent systems, 16*(4), 254-261.
4. Dehbi, A., Bakhouyi, A., Dehbi, R., & Talea, M. (2024). Smart evaluation: A new approach improving the assessment management process through cloud and IoT technologies. *International journal of information and education technology, 14*(1), 107-118. doi: 10.18178/ijiet.2024.14.1.2030
5. Digital Times. (2019). Domestic IoT sales reach 8.6 trillion KRW, ranking 5th globally with rapid growth [Web page]. Retrieved from https://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=29060&utm_source=chatgpt.com
6. ETRI (2021). From intelligent to autonomous evolution of the internet of things [ETRI Insight (Standardization Trends), 2021-1 Issue]. Retrieved from https://ksp.etri.re.kr/ksp/plan-report/read.htm?id=895&dataDivCd=01
7. Forlizzi, J. (2007). The product ecology: Understanding social product use and supporting design culture. *International journal of design, 2*(1), 11-20.
8. Frost & Sullivan (2022). 2023 internet of things (IoT) top 10 growth opportunities analysis report [Internet of Things (IoT) Predictions Outlook]. Retrieved from https://store.frost.com/internet-of-things-iot-predictions-outlook.html
9. Gibson, J. J. (2014). *The ecological approach to visual perception*. New York: Psychology Press.
10. Hadzovic, S., Mrdovic, S., & Radonjic, M. (2021). Identification of IoT actors. *Sensors, 21*(6), 2093. doi: 10.3390/s21062093
11. Jung, M. S., & Kim, D. (2024). Navigating the future of retail: User-centric analysis of IoT-enabled automated purchasing systems. *Archives of design research, 37*(2), 163-185. doi: 10.15187/adr.2024.05.37.2.163
12. Jung, Y. (2023). *A study on a self-build user analysis framework for the expansion of IoT-based smart homes: Focused on expert users* (Master's thesis). Retrieved from http://www.riss.kr/link?id=T16605680
13. KAACT. (2019). AIoT industry status and necessity [Web page]. Retrieved from https://www.igloo.co.kr/security-information/%EC%82%AC%EB%AC%BC%EC%9D%B8%ED%84%B0%EB%84%B7%EA%B3%BC-%EC%9D%B8%EA%B3%B5%EC%A7%80%EB%8A%A5%EC%9D%84--%EA%B2%B0%ED%95%A9%ED%95%9C-aiot%EC%9D%98-%EA%B8%B0%EC%88%A0%EB%B0%9C%EC%A0%84%EA%B3%BC-%EB%B3%B4/
14. Kagita, M. K., Bojja, G. R., & Kaosar, M. (2021). A framework for intelligent IoT firmware compliance testing. *Internet of things and cyber-physical systems, 1*, 1-7. doi: 10.1016/j.iotcps.2021.07.001
15. Kim, K., & Jung, E. C. (2022). 행위-사물 관계 모델 기반의 사물인터넷 시스템 구성 설계 제안: 20~30대 1인 가구의 주거 라이프스타일을 중심으로 [Proposal of IoT system configuration design based on the behavior-things relationship model: Home lifestyle of single-person households in their 20s and 30s]. *Archives of design research, 35*(1), 131-148. doi: 10.15187/adr.2022.02.35.1.131
16. Kim, Y., Jeon, Y., & Chong, I. (2013). Device objectification and orchestration mechanism for IoT intelligent service. *The journal of korean institute of communications and information sciences, 38*(1), 19-32.
17. KISTEP (2021). Analysis of innovative technology trends driving future changes over the next decade [Web page]. Retrieved from https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306060000&bid=0031&list_no=42296&act=view
18. Lee, J. J., & Park, B. J. (2022). 사물인터넷 인공지능 동향에 관한 연구 [A study on artificial intelligence of things trends]. *Journal of the Korea society of information technology policy & management (ITPM), 14*(2), 2901-2906.

19. MarketsandMarkets. (2024). IoT market by offering (platforms, services), focus area (smart manufacturing, smart transportation/mobility, smart healthcare, smart retail, smart cities, smart building, smart energy & utilities), application – Global forecast to 2029 [Web document]. Retrieved from https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/internet-of-things-market-573.html
20. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard business review, 92*(11), 64-88.
21. Pramanik, P., Pal, S., & Choudhury, P. (2018). Beyond automation: The cognitive IoT. Artificial intelligence brings sense to the internet of things. In *Cognitive computing for big data systems over IoT* (pp. 1-37). Springer. doi: 10.1007/978-3-319-70688-7_1
22. Rao, C. K., Sahoo, S. K., & Yanine, F. F. (2024). A literature review on an IoT-based intelligent smart energy management systems for PV power generation. *Hybrid advances, 5*, 100136. doi: 10.1016/j.hybadv.2023.100136
23. Shelley, J. (2022). The concept of the aesthetic. *The Stanford encyclopedia of philosophy* (Spring 2022 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Retrieved from https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/aesthetic-concept/
24. Song, Y., Bi, J., & Wang, X. (2024). Design and implementation of intelligent monitoring system for agricultural environment in IoT. *Internet of things, 25*, 101029. doi: 10.1016/j.iot.2023.101029
25. Stanford Encyclopedia of Philosophy. (2009). The concept of the aesthetic [Web document]. Retrieved from https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/aesthetic-concept/
26. Toskov, B., Toskova, A., Bogdanov, S., & Spasova, N. (2021). Intelligent management of IoT devices with limited connectivity. *International conference automatics and informatics (ICAI)*, (), 354-357. doi: 10.1109/ICAI52893.2021.9639653
27. Ullah, I., Adhikari, D., Su, X., Palmieri, F., Wu, C., & Choi, C. (2024). Integration of data science with the intelligent IoT (IIoT): Current challenges and future perspectives. *Digital communications and networks.* doi: 10.1016/j.dcan.2024.02.007
28. Yang, Y. (2019). Multi-tier computing networks for intelligent IoT. *Nature electronics, 2*, 4-5. doi: 10.1038/s41928-018-0195-9

지능형 IoT 서비스를 위한 사용자 경험 평가 프레임워크 개발

박가현[1], 이여름[2], 한지은[3], 권규현[3], 허준연[4], 이강민[4], 오경희[4], 강효진[2*]

[1]성신여자대학교 미래융합기술공학과, 박사과정생, 서울, 대한민국

[2]성신여자대학교 서비스디자인공학과, 교수, 서울, 대한민국

[3]한양대학교 기술경영전문대학원, 교수, 서울, 대한민국

[4]삼성전자 디자인경영센터, 서울, 대한민국

초록

연구배경 산업 간 IoT 시스템과 서비스가 널리 활용됨에 따라 IoT는 다양한 기술과 함께 결합되어 발전되어 왔다. 그 중 인공지능 기술과 결합하여 여러 상황과 맥락을 고려하는 지능형 IoT(Intelligence IoT)에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. 그러나 시스템에 대한 알고리즘이나 기능 개선에 대한 개발 연구이거나 서비스에서 사용자의 니즈를 바탕으로 한 서비스 디자인 단계의 연구가 대부분이다. 또한 IoT 시스템과 서비스를 평가하는 지표 체계나 사용자의 상황과 맥락을 함께 고려한 평가에 대한 연구는 부족하였다. 이를 바탕으로 지능형 IoT 서비스의 사용자 경험을 평가하기 위한 프레임워크를 제안하였다.

연구방법 지능형 IoT에 관련한 문헌 조사를 진행하여 평가를 위한 지표를 도출하였다. 문헌 조사는 IoT, 디자인, 사용자 평가와 관련된 가이드라인을 연쇄 표집법으로 수집하고, IoT의 특성을 위주로 다룬 키워드를 설정하여 체계적 문헌 고찰 과정을 통해 구조적 논문 표집 과정을 거쳤다. 이렇게 수집된 지표들을 어피니티 다이어그램과 워크샵을 통해서 1차 지표 체계를 도출하였다. 이후 8명의 전문가를 대상으로 1차 평가 지표 검토를 진행하여 최종 지표 체계를 구축하였다.

연구결과 본 연구에서 진행한 문헌 조사를 통해 수집한 지표들을 바탕으로 구조적, 의미적 조정을 통해 지표 체계 프레임워크를 설립하였다. 본 프레임워크에서는 사용성(Usability)과 사용자 가치(User Value)로 구분하여 지표 체계를 구축하였다. 사용성(Usability) 관련 지표로는 사용 편의성[Ease of use], 인터렉션 적합성[Interaction Suitability], 맥락 이해성[Context Understandability]의 카테고리 내 주지표 8개, 상세지표 24개가 있으며, 사용자 가치(User Value) 관련 지표로는 기능적[Functional] 가치, 감성적[Emotional] 가치, 사회적[Social] 가치 카테고리 내 주지표 6개, 상세지표 14개로 정리되었다. 또한 각 지표별로 개별 정의와 주요 특징 및 전문가 의견을 종합하여 기술하였다.

결론 본 연구는 IoT 산업의 성장과 기술 융합 속에서 기존의 시스템 메커니즘이나 기능 개선 연구를 넘어, 사용자 중심의 관점을 고려한 연구라는 점에서 의의를 가진다. 사용자 맥락을 반영한 평가 프레임워크를 제안함으로써 IoT 시스템과 서비스의 사용성을 향상시키는 데 기여하며, 이는 IoT 시스템 개발자와 서비스 기획자 등 실무자들에게 실질적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 지능형 IoT, UX 평가 프레임워크, 평가 지표 체계, 문헌 조사, 전문가 인터뷰

본 연구는 UX 디자인 평가 프레임워크 체계화연구(GRNT2023020049) 결과를 기초로 작성하였으며, 교육부 및 한국연구재단(NRF-2023S1A5A8076896)과 2024년도 한국산업기술평가관리원 나노촉매기술 기반 클린케어 기능이 있는 스마트 홈가드닝 제품-서비스 디자인 개발 사업(20018542)의 도움을 받아 수행되었습니다.

*교신저자 : 강효진 (hjkang@sungshin.ac.kr)