



AI 기반 스마트하우징 플랫폼 및 서비스 기술 개발 방향 설정을 위한 기초 연구

A Direction for AI Integrated Smart Housing Platform and Services Technologies

안기연* · 양형정** · 채창우***

Ki Uhn Ahn* · Hyeon-Jeong Yang** · Chang-U Chae***

* Senior Researcher, Dept. of Living and Built Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, South Korea (ahnkiuhn@kict.re.kr)

** Coauthor, Research Specialist, Dept. of Living and Built Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, South Korea (hyeonjeongyang@kict.re.kr)

*** Corresponding author, Senior Research Fellow, Dept. of Living and Built Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, South Korea (cuchae@kict.re.kr)

ABSTRACT

Purpose: This study reviews publications on smart home related researches and services trends. The authors introduce a concept of smart housing platform in order to enhance the competitiveness and sustainability of smart home services and technologies. **Method:** The trend of smart home research is identified through literature reviews. The authors analyze the technical components of the smart housing platform by devices, gateways, networks, and services. In addition, issues of the current smart home are derived through the reviews on the smart home services strategies and AI based smart home technologies. In order to advance the competitiveness and sustainability of smart home, a smart housing platform is introduced based on the platform architecture, and a design of smart home service. **Result:** The smart housing platform will allow the diversity of networking through Open-Connectivity Integrated Gateway, and has the scalability for various participants to develop and register service modules. In addition, the personal information would be protected and managed by block chain technologies.

KEYWORD

스마트 홈
스마트하우징 플랫폼
인공지능

Smart Home
Smart Housing Platform
Artificial Intelligence

ACCEPTANCE INFO

Received Oct. 5, 2020
Final revision received Nov. 3, 2020
Accepted Nov. 6, 2020

© 2020. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 빅데이터, AI, IoT, 5G, 클라우드, 블록체인 등 4차 산업혁명의 초연결 및 지능화 디지털 기술이 전 산업에서 신 성장 동력으로 주목받으며, 건설 분야에서도 데이터 수집 및 활용의 가치와 중요성이 부각되고 있다. 특히, 인구사회구조 변화에 따른 삶의 질 향상 및 주거복지 강화 욕구가 높아지는 가운데, 디지털 기술은 주거 공간의 물리적 요소와 융합되어 주거 환경의 패러다임 변화를 가속화할 것으로 예상된다.

스마트 홈(Smart Home)이라 불렀던 홈 오토메이션(Home Automation) 관련 연구는 1940년대 중반부터 이미 시작되어, 가정 내 다양한 가전 기기들의 지능화된 운전을 구현하는 것을 목표로 하였다[1]. 다만, 낮은 기술적 성숙도로 인해, 거주 환경 및 거주자 특성에 최적화된 자동화 로직을 전문가가 직접 프로그래밍으로 구현했다. 따라서, 이를 위해 소요되는 시간과 비용 그리고 편의성의 한계로 홈 오토메이션 기술은 활성화되지 못했다[1].

이후 산업 기술의 발전으로 한 사람당 평균 140여 개의 센서가 주변에서 사용되고 있을 만큼 센서의 보급이 확산되었으며[2], 가정 내 인터넷 보급의 확산으로 데이터의 전송 및 기기 제어를 위한 네트워크 환경을 갖추게 되었다. 더불어, 방대한 빅데이터를 자동화 분석 및 처리할 수 있는 AI 기술의 발전과 획기적인 컴퓨팅 능력을 갖

춘 칩셋의 보급으로, 스마트 홈을 구현할 수 있는 기술적 구성 요소를 갖추게 되었다. 이를 통해, 제조회사들이 중심으로 AI 기술이 탑재된 생활 가전제품들이 활발히 개발 및 공급되고 있으며, 통신사업자들은 가전제품들을 스마트하게 제어 및 운전할 수 있는 서비스 플랫폼을 제공하고 있다.

하지만, 현재의 스마트 홈 기술은 스마트 폰 앱을 통해 가전기기를 일대일 제어하는 수준으로, 기기 간 상호작용을 고려하기 어려우며, 표준화된 플랫폼의 부재로 기기 별 지원 플랫폼이 상이할 경우 상호 연동의 불편함이 존재한다[3]. 즉, 전술한 스마트 홈 및 홈 오토메이션의 목표를 아직 달성하지 못하고 있으며, 4차 산업혁명 기술의 발전으로 진보된 기술 및 장치들이 가정에 단순 도입 및 설치되었다는 것 외에 근본적인 변화는 미약하다고 할 수 있다[4].

본 연구는 스마트 홈 관련 연구 및 서비스 동향을 분석하고, 스마트 홈의 경쟁력과 지속 가능성을 확보하기 위한 스마트하우징 플랫폼 개념을 제안하며, 이의 구현 방향을 제시한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

연구의 방법으로 첫째, 문헌 고찰을 통해 스마트 홈 연구 동향을 파악한다. 대표적인 해외 사례로 거주자의 생활 패턴과 환경 변화를 학습하여 자동화된 환경 조절 서비스 기능을 제공하는 Adaptive House[1]와 거주자의 행동과 환경 정보의 인지 기반 케어 서비스 기능을 제공하는 Aware Home[5]을 소개한다. 둘째, 스마트 홈 인프라의 현황 분석을 위해 디바이스, 게이트웨이, 네트워크 및 플랫폼의 기술적 구성 요소를 분석하고, 국내외 기업의 스마트 홈 서비스

전략과 AI 기반 스마트 홈 서비스 개발 동향을 분석하며, 이를 통해 현재 스마트 홈의 이슈를 도출한다. 셋째, 스마트 홈의 경쟁력과 지속가능성 확보를 위해 스마트하우징 플랫폼의 구축 방향을 제안하고, 플랫폼 아키텍처를 기반으로 주요 특징에 대해 소개하며, 스마트하우징 플랫폼의 서비스 연계 방안을 제시한다.

2. 스마트 홈 연구 사례

2.1. Adaptive House

Mozer(1998)는 환경과 거주자 행동을 관측하고, 거주자의 생활 패턴에 적합한 요구사항을 추론하여, 자동화된 환경 조절 기능을 제공하는 Adaptive Control of Home Environment(이하 ACHE) 시스템 기반 Adaptive House를 구현하였다[1]. ACHE 시스템은 조명, 실내 온도, 환기 및 급탕에 대해, 불쾌적성 비용함수와 에너지 비용 함수를 정의하여 다목적 최적화를 수행한다.

Fig. 1.은 ACHE 시스템의 기본 아키텍처로, 주거 환경 내 제어 대상 마다 개발 및 적용된다. 센서를 통해 측정된 환경 상태 정보들은 State Transformation을 통해 일정 시간 동안의 평균, 최소, 최대 및 분산 등의 통계 값으로 재표현된다. 또한, Occupancy Model은 모션 감지 신호를 입력으로 받아 공간 구획 별 재실 상태를 판단한다. 이러한 환경 상태 정보와 재실 상태 정보를 이용하여, Predictors, Setpoint Generator 및 Device Regulator는 지능형 적응 제어(Adaptive Control)를 구현한다.

특히, 적응 제어 방법은 간접 제어(Indirect Control)와 직접 제어(Direct Control)로 구분 적용한다. 간접 제어는 거주자 선호도 및 환경에 대한 예측 모델(Predictor) 구축이 가능한 경우에 적용하는 것으로, Neural Network 모델을 개발하여 동적 프로그래밍(Dynamic Programming)을 통해 지능형 의사결정을 구현한다. 직접 제어는 모델 구축이 어려운 경우에 적용하는 것으로 강화학습(Reinforcement Learning)으로 구현한다. Mozer(1998)는 실내 온도 조절에 간접 제어 방식을 적용하였고, 조명 제어를 직접 제어 방식으로 구현하였다. 이와 같은 ACHE 시스템의 구현으로 Adaptive House는 실내 환경 변화와 거주자의 생활 패턴 및 요구조건을 반영하는 지능형 자동화 제어 서비스를 제공하였다.

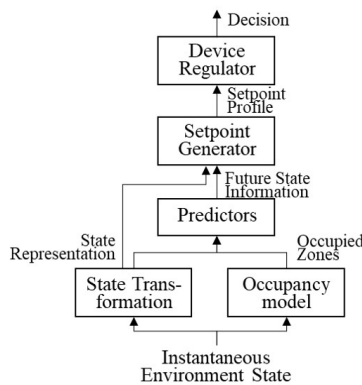


Fig. 1. System architecture of ACHE[1]

2.2. Aware Home

Georgia Tech.의 Future Computing Environments(FCE) 그룹은 거주 환경과 거주자의 행동의 상황을 인식하는(Context Aware) 능력을 지닌 Aware Home을 구현하였다[5][6]. 특히, 음성(Speech Recognition)과 안면 인식(Face Recognition) 기술을 통해 특정 거주자를 인지하고, 시각적 트래킹(Visual Tracking) 및 모션 인식(Gesture Recognition) 기술을 통해 가정 내 위치 이동과 행동 유형을 판단한다[7]. 이러한 다양한 신호 처리 및 해석 기술의 융합으로 거주자의 습관과 행동을 분석하는 시스템을 구축하였다. 예를 들어, 가정에서 발생할 수 있는 잠재적인 응급 상황을 지속적 모니터링하고, 위험 상황이 발생한 것으로 판단될 시 연계 병원을 통해 의료 조치를 받을 수 있도록 하였다[8]. 또한 비전 센서를 통해 가정에서 발생할 수 있는 행위의 주요 스냅 샷을 기록하여, 기억의 어려움을 겪는 고령자에게 잊었던 행위들을 환기시키며 일상생활의 보조 역할을 수행할 수 있도록 하였다[8].

Fig. 2.는 Aware Home에 구현된 상황 인식 아키텍처로, Widget은 인터페이스의 역할로 Sensor를 통해 받아들인 데이터와 Interpreter 및 Server로 전송할 데이터를 정의한다. Interpreter는 수집한 정보를 다른 형태의 정보로 재 정의하고, 정보를 특정 상황에 매칭시키는 역할을 수행한다. Server는 사람의 인지 능력을 모사하는 역할로, Interpreter와 Widget을 통해 획득한 정보를 종합하여 상황에 대해 종합적인 의사결정을 내린다.

3. 스마트 홈 현황 분석

한국스마트홈산업협회[1]에서는 스마트 홈을 주거 환경에 IT를 융합하여 국민의 편의와 복지증진, 안전한 생활이 가능하도록 인간 중심적인 스마트 라이프 환경으로 정의하고 있다[9]. 즉, 스마트 홈이란 삶의 질 향상을 위해 기술과 서비스가 네트워크를 통해 융합된 주거 환경을 말한다. 본 절에서는 스마트 홈 기술과 서비스 현황을 살펴보고, 관련 이슈 및 쟁점을 도출한다.

3.1. 기술적 구성 요소

본 절은 스마트 홈의 기술적 구성 요소를 디바이스, 게이트웨이, 네트워크 및 플랫폼으로 분류하고(Fig. 3.), 각 요소 별 특징에 대해 기술한다.

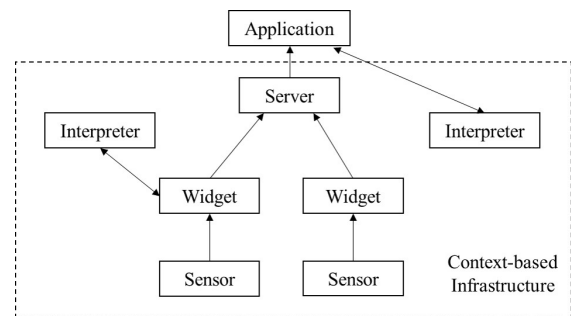


Fig. 2. Context-aware architecture of Aware Home[5]

1) 디바이스

디바이스는 데이터 수집용 센서, 컨트롤러, 통신모듈 등으로 구성되며, 이들은 스마트 폰, 웨어러블 기기, 가전제품 등과 같이 하나의 시스템으로 구성되거나, 별도의 기기로 개별 설치되어 서비스에 관련된 데이터를 수집 및 처리한다.

스마트 홈의 서비스를 제공하기 위해 거주자 및 실내외 환경 상태와 변화를 감지하는 센서가 요구된다. 센서는 온도, 습도, 빛, 압력, 소리, 화학성분 등 다양한 물리량을 검출 및 변화 감지 기능을 지닌다. 최근에는 복합 센서, 메모리, 신호처리 모듈, 통신 모듈이 내장된 지능형 센서의 개발이 추진되어, AI 기술 기반 이중 정보 분석을 통해 복합적인 상황의 인지도 가능해 졌다[2]. 특히 스마트 폰, 웨어러블 기기 및 가전제품의 디바이스는 내장된 센서를 통해 환경 및 생체 정보를 측정하고 플랫폼에 연계된 서비스를 제공한다.

2) 게이트웨이

게이트웨이의 역할은 디바이스 및 센서를 통해 수집한 데이터를 플랫폼으로 전달하고, 플랫폼의 분석 결과 및 제어 명령 등 서비스 처리 결과를 디바이스 및 액추에이터에 전달하는 것이다. 게이트웨이의 주요 기능은 디바이스와 디바이스 혹은 디바이스와 플랫폼의 연결, 통신 프로토콜 변환, 디바이스 연동 내역 관리, 정보 리소스 관리, 보안 기능 등이 있다[10].

최근에는 데이터의 신뢰성 확보, 데이터 송수신 소요 시간 단축, 클라우드 컴퓨팅 부담 완화 등을 목적으로 디바이스 부근에 위치한 게이트웨이에서 데이터 처리 작업을 수행하는 엣지 컴퓨팅(Edge Computing)을 지원하는 스마트 게이트웨이가 개발되고 있다. 엣지 컴퓨팅과 클라우드 컴퓨팅의 기능적 차이는 Table 1.과 같다.

3) 네트워크

디바이스에서 발생한 데이터를 게이트웨이를 통해 플랫폼에 전달하고, 플랫폼의 분석 및 제어 명령을 다시 디바이스로 전달하는 일련의 프로세스는 네트워크 환경으로 구현된다. 네트워크는 연결 대상에 따라 디바이스 네트워크(디바이스와 게이트웨이), 백홀 네트워크(게이트웨이와 플랫폼) 및 백엔드 네트워크(플랫폼과 플랫폼)로 구분할 수 있다[10]. 특히 스마트 홈에 활용되는 IoT 기기들은 주

로 무선 방식의 디바이스 네트워크를 사용하며, 통신 거리에 따라 저전력 광역 무선망(e.g. LoRaWan, SigFox, LTE-M 등)과 근거리 무선통신망(e.g. 블루투스, NFC, 지그비, wifi 등)으로 구분된다. 백홀 네트워크는 유선망(e.g. Ethernet, LAN 등)과 무선망(e.g. LTE, 5G 등)이 사용될 수 있으며, 백엔드 네트워크는 서버 간 대용량 데이터 전송의 신속성 및 신뢰성 확보를 위해 유선망으로 구현된다[10]. 각 네트워크는 서비스 수요, 데이터 속도 및 전송 속도 요구사항, 통신 거리, 경제성 등을 고려하여 망의 유형을 결정한다.

4) 플랫폼

플랫폼이란 사용자의 트랜잭션에 요구되는 컴포넌트와 규칙의 집합으로, 컴포넌트는 하드웨어, 소프트웨어, 서비스 모듈을 포함한다[12]. 규칙이란 서로 다른 컴포넌트와 프로토콜 사이의 정보 호환성과 사용자 권한과 책임의 통제성을 위한 표준 혹은 조건을 의미한다[12]. 플랫폼은 사용자에게 서비스 및 기술의 개발, 사용 및 상용화 등 플랫폼 기반의 모든 활동 및 가능성을 열어두고 지원할 수 있어야 한다[12].

스마트 홈 플랫폼 또한 데이터 저장, 관리, 처리 및 분석을 위한 서버 하드웨어, 관련 서비스 모듈 그리고 이를 실행 어플리케이션 소프트웨어가 요구된다. 특히, 서버는 네트워크 및 트래픽 제어, 분석 리소스 할당 등을 담당하는 네트워크 서버, 사용자 및 디바이스를 운영 및 모니터링하는 관리 서버 그리고 서비스 관련 분석, 데이터 처리, 서비스 모듈 관리를 수행하는 분석 서버로 구분할 수 있다. 서비스 모듈은 실시간으로 수집되는 데이터 및 데이터베이스에서 요구되는 정보를 호출하여 사전에 정의된 규칙(IFTTT, If This Then That) 및 모델을 통해 서비스 기능을 실행하기 위한 출력 값을 제공한다. 최근, 다양한 플랫폼에서 지능형 서비스를 구현하기 위한 IoT 및 AI 기술의 소프트웨어 환경이 구축되고 있다. 특히, 개방성 및 상호운용성 기반 디바이스 연동 그리고 Python, R, Java 등의 언어로 지원하는 다양한 AI 관련 Library를 실행 및 운영 가능한 소프트웨어 플랫폼이 구현되고 있다[13].

3.2. 서비스 현황

김향숙 외[14] 연구에서 서비스 목적과 성격의 유사성을 고려하여, 스마트 홈 서비스를 다음 4개 영역으로 구분하였다: Security, Entertainment, Healthcare, Convenience. Security 서비스는 거주자의 행동과 집 주변 상황을 관찰하여 가정에서 발생할 위협을 예측 및 예방하는 서비스이며, Entertainment 서비스는 거주자 개인의 취향 및 성향을 분석하여 게임, 멀티미디어 등을 통해 사용자 맞춤형 여가 생활의 즐거움을 제공하는 서비스다. Healthcare 서비스는 거주자 신체 상태 변화를 감지하여 응급상황 발생을 예측 및 대응하는 서비스다. Convenience 서비스는 에너지 관리, 실내 환경 조절, 가전기기 제어 등의 자동화를 구현하여 거주자에게 편의를 제공하는 서비스다[14].

1) 국내외 기업 서비스 전략

스마트 홈은 플랫폼 및 통신사 기업을 중심으로 서비스 기술 개발 및 운영이 진행되고 있다. 국외의 구글, 아마존, 애플 등의 플랫폼 기

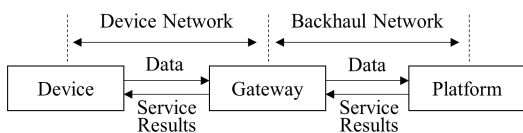


Fig. 3. Smart Home Technical Components

Table 1. Comparing edge and cloud computing [11]

Edge Computing	Cloud Computing
<ul style="list-style-type: none"> • Basic Data Visualization • Basic Data Analytics and Short Term • Data Historian Features • Data Caching, Buffering and Streaming • Data Preprocessing, Cleansing, Filtering and Optimization • Data Aggregation • Device to Device Communications 	<ul style="list-style-type: none"> • Complex Analytics • Big Data Mining • Sources of Service Logic • Machine Learning Rules • Advanced Visualization • Long Term Data • Storage/Warehousing

업들은 AI 스피커를 통해 사람의 목소리를 학습하고 분석 및 인식하는 서비스를 제공한다. 이는 개방성 및 확장성의 성격을 지닌 플랫폼과 연계되어, 전 세계 다양한 기업 제품과 연동하여 사용자에게 필요한 서비스를 지속적으로 탐색 및 제공한다. 예를 들어, 구글 홈 AI 스피커를 통해 사람의 목소리로 특정 대상을 인식하며, 메일, 검색, 캘린더, 교육, 엔터테인먼트, 뉴스, 여행 및 생활정보 등을 해당 대상에게 맞춤형으로 제공한다. 더불어, 구글은 홈 자동화 관련 전문 업체인 네스트(Nest)를 인수하며, 실내 온도 컨트롤러의 센서를 통해 계측한 데이터로 사용자 취향을 분석 및 학습하여 실내 환경의 쾌적성을 사용자 맞춤형으로 냉난방 설비를 자율 제어하는 제품과 서비스를 제공한다.

국내는 SK텔레콤, KT, LG U+ 등 네트워크 인프라를 갖춘 통신사 기업을 중심으로 스마트 홈 플랫폼이 구축되고 있다. 통신사 기업은 디바이스를 자체 생산하지 않는 대신 플랫폼을 개방형 체계로 구축하여 다양한 디바이스에 대한 스마트 홈 서비스 연동이 가능하도록 구현하였다. 단, 현재까지 국내 기업들의 스마트 홈 서비스는 스마트 폰 및 AI 스피커를 중심으로 하여 생활가전, 주방기기, 냉난방기기, 보안기기, 조명기기, 스마트플러그 등의 디바이스 상태 모니터링 및 원격 제어 서비스가 주를 이룬다.

2) AI 기반 스마트 홈 서비스 개발 동향

최근 국내에서도 디바이스의 모니터링 및 원격 제어 이상의 편의 및 가치를 제공하기 위해 AI를 접목한 서비스 기술 개발 및 실증이 추진 중이다. 먼저 지능형 Healthcare 서비스로, SK텔레콤과 한국전력은 1인 취약가구들의 사회안전망 강화를 위해 AI 기반 1인 가구 안부 살핌 서비스 실증 사업을 추진 중이다[15]. 전력 데이터를 이용하여 가정 내 거주자 활동 패턴을 분석하며, 이동전화 기지국 데이터로 거주자의 위치 이동 및 통화 여부를 분석한다. 이를 통해 1인 가구에 대한 활동 상태를 종합적으로 판단 및 모니터링하며, 평소와 다른 이상 패턴 감지 시 복지센터 및 생활 관리사에게 알람을 보내 고독사와 같은 1인 취약계층의 위험을 예방하는 서비스다. 한국 마이크로소프트와 연세대는 AI 기반 동작 인식 장치와 웨어러블 디바이스를 활용하여 노인 정신건강 관리 서비스 실증사업을 추진하고 있다[16]. 현재의 행동은 과거의 행동에 조건부 의존성(Conditional

Dependency)을 지니는 것으로 가정하는 은닉 마르코프 모형(Hidden Markov Model)을 활용하여 노인의 우울증과 불안감을 판단하며[17], 거주지에 설치된 AI 스피커를 통해 정신건강 맞춤형 가이드를 음성으로 제공한다[16].

또한, 지능형 Convenience 서비스의 에너지 관리에도 AI 기술이 활용되고 있다. Encored 사는 가정 분전반에 설치되는 스마트 미터기를 통해 초 단위 전력 데이터를 계측하고, 인공지능경망 계열의 Machine Learning 모델을 이용하여 부하를 분리(Load Disaggregation)하는 기술을 개발하였다[18]. 이를 통해 개별 계측 장비를 설치하지 않고도 각 가전 기기의 소비전력량을 추정할 수 있으며, 수요반응(DR, Demand Response) 사업과 연계하여 가정 내 전력 사용을 모니터링 및 관리할 수 있다[19].

이외에도, 동작 인식 및 생체 복합 센서 기반 안전사고 케어 서비스, 수면정보 및 생활패턴 기반 1인 가구 돌봄 서비스 등의 지능형 케어 서비스, 공기 질 인식 및 예측을 통한 최적 청정 환경 제어 서비스, 자율 주행 기반 무인 배송 서비스 등 다양한 지능형 서비스 기술들의 개발이 활발히 진행 중이다.

3.3. 스마트 홈 서비스 이슈

스마트 홈의 거주자에게 서비스와 기술적으로 요구되는 가치는 Table 2.와 같이 구분할 수 있다[15]. 거주자가 스마트 홈 서비스에 대한 가치를 체감하기 위해서는 서비스를 통한 안전(Safety), 융통성(Flexibility), 사회성(Sociability), 유의미성(Meaningfulness), 효율성(Efficiency)을 확보해야 한다. 더불어, 개인정보 보호(Privacy), 통제성(Controllability), 신뢰성(Reliability), 내재화(Implicit), 사용 용이성(Ease of Use), 단순성(Simplicity)에 대한 기술적 가치를 충족해야 사용자가 스마트 홈 기술을 받아들일 수 있게 된다.

상기 스마트 홈의 가치 측면에서 현재 스마트 홈의 서비스 및 기술적 이슈를 살펴보면, 첫째로 거주자가 가치를 체감할 수 있는 유의미한 서비스 개발이 필요하다. 최근 AI 기술을 접목한 서비스들이 개발되고 있으나, 여전히 스마트 폰 앱을 통해 가전기기를 개별 모니터링 및 제어하는 서비스가 대부분이다. 따라서 스마트 홈 디바이스와 기술의 단순 적용이 아닌, 사용자 입장에서 요구사항과 문제에 대해 고

Table 2. User values of Smart Home[14]

Category	Values	Definition
Service	Safety	• Preventing unauthorized access and protecting against sudden threats
	Flexibility	• Ability to understand and contextualize with respect to various users
	Sociability	• Encouraging involvement with other people
	Meaningfulness	• Delivering new values and experiences
	Efficiency	• Reducing effort, time, and cost to manage systems
Technology	Privacy	• Being protected against information leakage
	Controllability	• Remaining ability for users to organize system and control system anytime they want
	Reliability	• Believing that systems will function as expected and predicted
	Implicit	• Minimizing direct interactions between users and systems
	Ease of Use	• No training required to control systems or use services
	Simplicity	• Intuitive and clear information provided to users

찰하고, 사용자의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 수준 높은 서비스의 기획이 필요하다. 이를 위해, 구글 플레이 및 애플 앱 스토어와 같이 개발자가 창의적이고 자유롭게 서비스를 개발할 수 있는 환경이 조성된다면, 서비스의 질적 향상을 유도할 수 있다. 또한, 서비스의 사용 용이성과 단순성이 향상되어, 서비스의 수요 및 공급이 활성화될 것으로 기대한다. 더불어, 플랫폼에 서비스를 등록하는 과정에서 유효성 검증 작업을 통해 기술의 통제성 및 신뢰성의 가치도 확보될 수 있을 것이다.

둘째로, 상호운용성 지원의 융통성 확보가 필요하다. 스마트 홈은 다양한 사용자의 요구를 이해하고 행위에 대한 의도를 파악하여 거주자의 생활 패턴에 적합한 서비스를 제공하는 융통성이 요구된다 [14]. 다만, 단일 디바이스로는 획득할 수 있는 정보의 다양성과 수준이 제한적이기 때문에, 이종 데이터의 결합으로 새로운 정보를 창출하는 매쉬업(Mashup) 형태의 접근이 효과적이다. 하지만 표준화된 플랫폼이 부재인 상황에서 각 디바이스별 지원 플랫폼이 다를 경우 디바이스 간 상호 연동 및 데이터의 통합 관리에 어려움이 있다 [3]. 즉, 디바이스의 제조사, 기능, 서비스 목적 등에 따라 디바이스가 채용한 네트워크 프로토콜 및 관련 표준이 다를 수 있다. 따라서 스마트 홈의 게이트웨이는 다양한 네트워크 환경의 디바이스 및 데이터에 대해 개방성을 확보하여, 플랫폼의 확장성 및 연결성을 보장할 수 있어야 한다.

마지막으로, 개인정보 보호에 대해 사용자와 서비스 공급자 간 신뢰 형성이 필요하다. 스마트 홈의 서비스는 거주자의 성향에 최적화되어 제공되어야 하기에, 서비스의 구현을 위해 음성 및 영상 등 개인을 식별하기 위한 데이터가 요구된다. 이러한 과정에서 개인정보 및 사생활 정보 활용이 불가피할 수 있기에, 정보 노출을 우려하여 서비스 이용 및 확산이 저해될 수 있다. 따라서 서비스 실행 과정에서 수집하는 정보 내역과 변형 및 암호화 처리 내역에 대해 투명성과 신뢰성이 요구된다. 이의 일환으로, 최근 스마트 홈 내 디바이스의 식별 및 보안, 그리고 데이터 관리를 위해 블록체인 기반 암호화 기술의 활용이 추진 중이다[20].

4. 스마트하우징 플랫폼 개발 방향

본 연구는 스마트 홈의 경쟁력과 지속 가능성을 확보하기 위한 스마트하우징 플랫폼의 개발 방향을 제안한다. 스마트하우징 플랫폼이란 공간, 환경, 가전기기, 디바이스 등으로 구성된 거주환경과 관련된 데이터, 스마트 홈 기술, AI 기술 등을 연계 및 활용하여 거주자에게 최적화된 거주 환경과 서비스를 제공하는 플랫폼을 의미한다. 스마트하우징 플랫폼은 거주자에게 스마트 홈 서비스의 신청 및 실행을 지원하고, 개발자에게는 서비스 개발, 등록 및 배포 기능을 지원한다. 현재 스마트하우징 플랫폼 관련 인프라는 개발 방향성을 모색하고 구축을 진행 중이며, 본 절에서는 스마트하우징 플랫폼의 아키텍처 구성 제안을 통해 주요 특징을 소개하고, 서비스 구현의 예시로 AI 기반 냉방 에너지 절감 및 쾌적 제어 서비스에 대해 기술한다.

4.1. 플랫폼 주요 특징

Fig. 4.는 스마트하우징 플랫폼 아키텍처로 서비스에 관련한 데이터의 흐름을 보여준다. 사용자는 웹, 모바일 앱, 스마트 디스플레이 등의 인터페이스를 통해 서비스를 요청하고 실행 결과를 확인할 수 있다. 사용자의 서비스 요청에 대해 가전기기, 액추에이터, 센서, 에너지 미터기, 사용자 정보 등 다양한 경로로 획득한 데이터는 게이트웨이를 통해 플랫폼으로 전달된다. 스마트하우징 플랫폼은 세대별 데이터와 함께 주거 단지 및 외부 공공 데이터를 함께 수집 및 관리할 수 있는 구조를 갖춘다. 이때, 다중 프로토콜 변환 처리 기능을 갖춘 개방형 통합 게이트웨이(OC-IGW, Open-Connectivity Integrated Gateway)를 통해 데이터 소스들의 네트워킹 다양성을 수용한다.

원본 데이터와 이상치 및 결측치에 대해 전처리된 데이터는 데이터베이스에 저장되며, 서비스 요청 시 관련 데이터가 서비스 모델로 전달된다. 스마트하우징 플랫폼은 서비스 모델 개발 모듈을 통해 AI 모델, IFTTT의 Rule-based 모델 그리고 실내 환경 및 시스템에

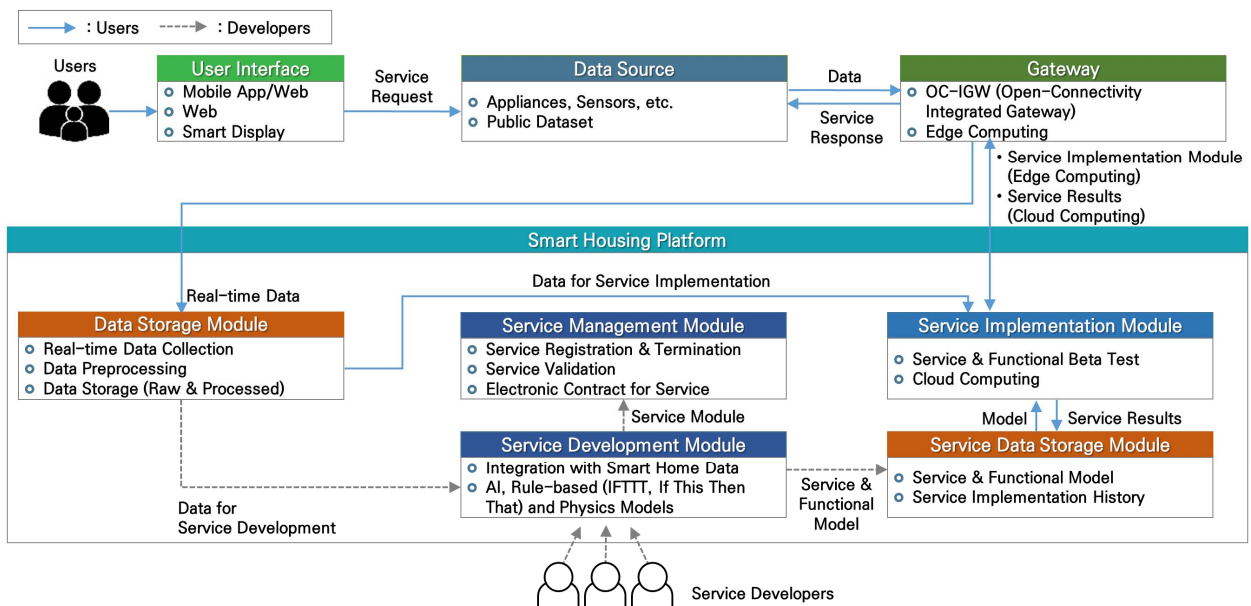


Fig. 4. Architecture and data flow of smart housing platform

대한 Physics 모델의 개발, 테스트 및 등록을 지원한다. 특히, 스마트하우징 플랫폼은 클라우드 컴퓨팅을 지원하며, 사용자 요청에 대한 신속한 처리 및 대응이 필요할 경우 분석 모델은 OC-IGW로 전달되어 엣지 컴퓨팅을 수행한다.

스마트하우징 플랫폼은 주거 생활과 관련한 AI 기반 서비스를 기본적으로 제공한다. 예를 들어, 쾌적 서비스는 실내 온열 환경 및 공기 질을 자동 제어하는 기능이며, 안전 서비스는 화재 및 이상 상황 탐지 기능이다. 편의 서비스는 스마트 윈도우 시스템의 자동 제어 기능과 거주자 맞춤형 벽체 가변 기능을 지원한다. 유지 관리 서비스는 블록체인 기반 주거 환경 및 유지관리 데이터의 암호화 저장 및 관리 기능이다.

더불어, 스마트 홈 서비스의 질적 향상과 활성화를 위해, 스마트하우징 플랫폼은 주거 환경 및 성능 정보를 공공 데이터 세트(Public Dataset)로 구축하여 제공한다. 이를 통해 플랫폼은 누구나 서비스를 개발 및 등록할 수 있는 개방성과 확장성을 지닌다. 플랫폼은 서비스의 유효성 검증 관련 기능과 절차를 갖추고, 개발자의 서비스 제공과 수익 창출에 관한 전자계약 기능이 블록체인 기술로 구현한다.

4.2. 플랫폼과 서비스의 연계

Fig. 5.는 스마트하우징 플랫폼에서 지원하는 주거 쾌적 서비스의 사례로, AI 기반 냉방 에너지 절감 및 쾌적 제어의 서비스의 프로세스를 보여준다. 쾌적, 편의, 안전, 유지 관리 등 서비스 유형에 따라 분석 기능 모델 및 최적화 알고리즘의 형태만 다를 뿐, 다른 과정은 Fig. 5.의 서비스 프로세스와 유사하다.

본 서비스는 거주자가 선호하는 조건으로 실내 환경의 쾌적성을 유지하며 에어컨의 소비전력을 최적화하는 기능을 제공한다. 이를 위해 서비스에서 요구되는 기능은 다음과 같다: (1) 재실 및 부재 상태 탐지, (2) 재실자 활동량 수준 정의를 위한 행위 분석, (3) 현재 상

태의 열 쾌적성 분석, (4) 수집 데이터 기반 거주자의 열쾌적 선호 조건 추론, (5) 실내 설정온도, 운전모드, 풍량 등 에어컨 제어 변수 변경에 따른 실내온도 및 상대습도 예측, (6) 에어컨 제어 변수 변경에 따른 전력량 예측. 여기서, 탐지(Detection), 추론(Inference) 및 예측(Prediction)이 요구되는 기능은 AI 모델을 활용한다. 거주자가 선호하는 열 쾌적성 범위를 유지하는 것을 제약조건(Constraints)으로 설정하고, 에어컨 소비전력을 최소화하는 것을 목적함수(Objective Function)로 하여 제어 변수의 최적 해를 소모적 탐색법(Exhaustive Search)으로 결정한다.

이를 위해, 온습도 센서, IP카메라, 스마트미터기, IR센서 등을 통해 실내온도, 상대습도, 공간 이미지, 전력량 등 각 기능의 모델이 요구하는 데이터를 OC-IGW로 전달 및 수집한다. 사용자는 스마트하우징 플랫폼을 통해 처리된 서비스 결과를 그래프, 테이블, 리포트 및 알람 형태로 확인할 수 있다.

5. 결론

최근 4차 산업혁명의 디지털 기술의 발전으로 거주 환경의 지능화를 위해 스마트 홈에 대한 관심이 커지고 있다. 본 논문은 스마트 홈의 연구 사례와 현황 분석을 통해 서비스와 기술적 측면에서 스마트 홈의 이슈들에 대해 분석하였다. 스마트 홈의 확산을 위해 거주자에게 유의미한 가치를 전달할 수 있는 서비스의 개발이 필요하며, 서비스 수준의 질적 향상을 위해 플랫폼 환경에서 개발자가 자유롭게 서비스를 개발 및 등록할 수 있는 플랫폼 환경이 필요하다. 또한, 디바이스 및 데이터의 상호운용성 확보를 위해 다양한 네트워크 표준을 수용 및 통합할 수 있는 게이트웨이가 필요하다. 더불어, 디바이스의 식별과 보안, 개인 정보 데이터의 관리를 위한 암호화 및 보안 기술의 강화가 필요하다.

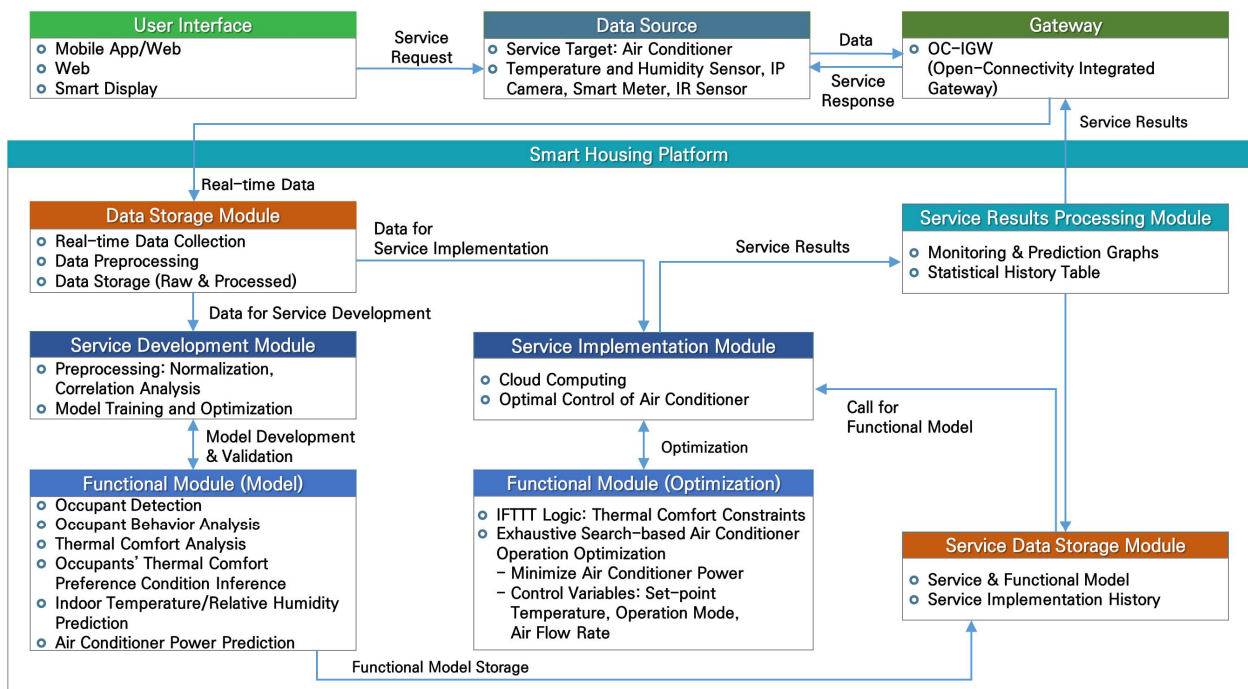


Fig. 5. Service flow of AI based cooling energy saving and comfort control

본 연구는 전술한 스마트 홈 이슈를 극복하기 위해 스마트 하우스 플랫폼의 개발 방향과 기본 구조를 제안 및 소개하였다. 스마트 하우스 플랫폼은 OC-IGW를 통해 네트워크의 다양성을 수용하며, 다양한 참여자가 서비스 모듈의 개발 및 등록이 가능한 확장성을 지닌다. 더불어, 블록체인 기술로 개인정보 보호에 대한 안정성을 확보한다.

본 스마트 하우스 플랫폼은 스마트 시티 및 모빌리티와 연계하여, 도시 단위에서 플랫폼과 서비스를 연동 및 제공하기 위한 추가 연구가 필요하다. 또한, 플랫폼이 탑재하는 주거 쾌적, 주거 안전, 주거 편의 그리고 유지 관리의 기본 서비스를 중심으로, 주거 공간 규모를 고려한 디바이스 및 센서 설치의 최적화 연구가 추가적으로 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 AI기반 스마트하우스 기술개발사업의 연구비지원(20SHTD-B157018-01)에 의해 수행되었습니다.

Reference

[1] M.C. Mozer, The Neural Network House: An Environment that Adapts to its Inhabitants, Proceedings of the American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium on Intelligent Environments, 1998, pp.110-114.

[2] 김혜진 외 4인, 스마트 IT 융합 플랫폼을 위한 지능형 센서 기술 동향, 전자통신동향분석, 제34권 제5호, 2019.10, pp.14-25. // (H.J. Kim et al., Intelligent Sensor Technology Trend for Smart IT Convergence Platform, Korea: Electronics and Telecommunication Trends, 34(5), 2019, pp.14-25.)

[3] 박호균, 클라우드 기반의 스마트 홈 제어용 IoT 허브 시스템 개발, 융복합지식학회논문지, 제6권 제2호, 2018.07, pp.56-65. // (H.K. Park, Development of IoT Hub System for Smart Home Control based on Cloud, Korea: The Society of Convergence Knowledge Transactions, 6(2), 2018, pp.59-65.)

[4] 김우영, 플랫폼 비즈니스 관점의 스마트홈 개발 방향, 한국건설산업연구원, 2019.01. // (W.Y. Kim, Direction of Smart Home Development from Platform Business Perspective, Construction Economy Research Institute of Korea, 2019.01.)

[5] A. Dey et al., A Context-based Infrastructure for Smart Environments, Managing Interactions in Smart Environments, 2000, pp.114-128.

[6] Georgia Tech, Sensing the Subtleties of Everyday Life, This article is appeared in the Winter 2000 issue of Research Horizons, the research magazine of Georgia Tech.

[7] I.A. Essa, Ubiquitous Sensing for Smart and Aware Environments: Technologies Towards the Building of an Aware Home, Position paper for the DARPA/NSF/NIST Workshop on Smart Environments. 1999.

[8] D.K. Cory et al., The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research Architecture, Proceedings of Second International Workshop on Cooperative Buildings, Integrating Information, Organization, and Architecture, 1998, pp.191-198.

[9] 한국스마트홈산업협회, 스마트홈 정의, <https://www.kashi.or.kr/html/index.html>, 2020.09.24. // (Korea Association of Smart Home, Definition of Smart Home, <https://www.kashi.or.kr/html/index.html>, 2020.09.24.)

[10] 행정안전부, 정부사물인터넷 도입 가이드라인, 2019. // (Ministry of the Interior and Safety, Guideline for Introducing Internet of Things in Government, 2019.)

[11] Open Automation Software, Edge Computing, <https://openautomationsoftware.com/blog/iiot-edge-computing-vs-cloud-computing/>, 2020.09.24.

[12] T.R. Eisenmann et al., Opening Platforms: How, When and Why?. Harvard Business School, 2008.

[13] Microsoft Ignite, Control a Device Connected to an IoT Hub (Python), <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/quickstart-control-device-python>, 2020.09.24.

[14] 김향숙, 김효창, 지용구, U-City 주거 환경 서비스의 사용자 가치 분석: 스마트 홈을 중심으로, 한국전자거래학회지, 제20권 제1호, 2015.02, pp.167-182. // (H.S. Kim, H.C. Kim, Y.G. Ji, User Requirement Elicitation for U-City Residential Environment: Concentrated on Smart Home Service, 20(1), 2015, pp.167-182.)

[15] 한국전력공사, 빅데이터 활용 ‘1인가구 안부살핌 서비스’ 제공, https://home.kepco.co.kr/kepco/PR/ntcob/ntcobView.do?pageIndex=1&boardCd=BRD_000117&boardSeq=21044418&menuCd=FN06030103, 2020.09.24. // (Korea Electric Power Corporation, Big Data based Single-Person Household Care Service, https://home.kepco.co.kr/kepco/PR/ntcob/ntcobView.do?pageIndex=1&boardCd=BRD_000117&boardSeq=21044418&menuCd=FN06030103, 2020.09.24.)

[16] Microsoft, AI for Improved Mental Health, https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/microsoft-collaborates-with-silvercloud-health-to-develop-ai-for-improved-mental-health/?ocid=AID740645_FACEBOOK_oo_spl100001053985605, 2020.09.24.

[17] Microsoft, A path to Personalization: Using ML to Subtype Patients Receiving Digital Mental Health Interventions, <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/a-path-to-personalization-using-ml-to-subtype-patients-receiving-digital-mental-health-interventions/>, 2020.09.24.

[18] C. Shin et al. Data Requirements for Applying Machine Learning to Energy Disaggregation, Energies, 12(9), 2019.

[19] 인코어드, 에너지톡, <https://enertalk.kr/>, 2020.09.24. // (Encored, Enertalk, <https://enertalk.kr/>, 2020.09.24.)

[20] Y. Lee et al. A Blockchain-based Smart Home Gateway Architecture for Preventing Data Forgery, Human-Centric Computing and Information Sciences, 10(1), 2020, pp.1-14.

1) 한국 스마트 홈 산업 협회는 스마트 홈 산업기반 구축과 관련 기관 및 기술 경쟁력 강화를 위해 법제도 개선 및 표준화, 서비스 이용 촉진, 시장동향 조사 연구, 전략 포럼 운영 등의 활동을 수행하는 기관이다.