



스마트하우징 활성화를 위한 건설 분야의 연구동향 분석 : 등재학술지를 중심으로(2000~2020)

*An Analysis on Research Trend Analysis on Construction Field for Smart Housing Vitalization in Korea
: Focus on KCI Journals (2010~2020)*

이종호* · 황은경** · 서동구*** · 이재욱****

Jongho Lee* · Eun Kyoung Hwang** · Donggoo Seo*** · Jaewook Lee****

* Main author, Research Specialist, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology, Department of Architecture & Architectural Engineering, Yonsei University, South Korea (leejongho@kict.re.kr)

** Corresponding author; Senior Research Fellow, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology, South Korea (ekhwang@kict.re.kr)

*** Coauthor, Senior Researcher, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology, South Korea (donggooseo@kict.re.kr)

**** Coauthor, Senior Researcher, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology, South Korea (juklee531@gmail.com)

ABSTRACT

Purpose: With the spread of the 4th industrial revolution technology, the change of the housing paradigm is accelerating, and the development of technology is required according to the related to the smart home. Although many studies on smart homes have been conducted in Korea, there are insufficient cases of systematically analyzing and reviewing these studies. The purpose of this study is to investigate the domestic research cases of smart home in detail and to analyze the research trends by major keywords using a systematic table of these research cases. In this process, leading keywords related to government policies, market trend can be extracted and the flow of major research related to smart homes that have been conducted since the early 2000s is reviewed. **Method:** This study examines a number of previous studies in Korea. In particular, changes in similar keywords related to 'smart home' and the trend of smart home development are analyzed according to the development of related technology. To this end, the results of 556 studies conducted in the DBPIA search engine are collected and the research contents are analyzed. **Result:** The analysis can be summarized as follows. (1) Research on smart home can be clustered into four categories (construction, communication, home appliance, service). Based on these major items, detailed elements are classified and keywords for research and technology development are suggested. (2) The smart home-related construction field can be divided into four sub-elements (planning, equipment, energy, law) in detail, and research trends of related papers are introduced using a systematic table.

KEYWORD

스마트하우징
건설 분야
연구동향 분석

Smart Housing
Thesis Keyword
Research Trend Analysis

ACCEPTANCE INFO

Received Sep. 10, 2021
Final revision received Oct. 15, 2021
Accepted Oct. 20, 2021

© 2021. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

4차 산업혁명 기술 확산에 따라 주거 패러다임의 변화 가속화가 일어나고 있다. 특히 주거 첨단화, 인구 사회구조를 반영한 주거서비스 수요 다양화, 생활밀착형 주거정책 확산 등이 나타나면서 주거에 대한 인식이 변화되고 기술이 발달하고 있다. 과거에는 주거공간에 AI, IoT, 개인용 스마트기기를 단순 도입·제어하는 홈 네트워크를 구축하는 것이 일반적이었다면, 최근 들어 주거공간 자체를 스마트화 하는 주거 인프라로 진화하고 있다. 또한 고령화, 1인 가구 증가, 삶의 질 강조 등 인구사회 구조적 변화에 따른 다양한 주거서비스 수요에 대응할 수 있도록 주거공간은 주거서비스 플랫폼으로 변화하고 있다. 이런 플랫폼은 다양한 사회적 약자에 대응하여 사람의 개입이 최소화되는 '집이 사람을 돌보는 인간 중심 편익성'이 강조되는 지능형 주거서비스로 발전하는데 도움을 준다. 특히 고령자에

관한 관심 및 관련 연구는 증가하고 있는데, 이는 고령자 가구가 '20년 22.8%에서 '30년 33.8%로 급증하고, 1인 가구 비율은 '30년에 약 34.8%에 이를 전망을 바탕으로 이루어진다.[1]

정부에서도 주거환경 개선 관련하여 미세먼지 저감 및 생활패턴별 복지형 주거환경 솔루션을 개발을 추진하고 있다. 이 과정에서 생활공간, 장치, 그리고 서비스를 하나의 플랫폼으로 연결하는 다 른 업종 간(건설, 통신, 가전)의 수평적 협력형 기술개발을 추진한다. 따라서 주거의 물리적 요소인 집과 지역 인프라를 바탕으로 5G, IoT(Internet of Things), 및 AI(Artificial Intelligence) 등의 기술로 연계하는 융합형 지능화 기술개발을 목표로 하여 연구가 진행되고 있다. 나아가 이런 융합기술의 개발은 새로운 스마트하우징1) 관련 시장 창출을 유도할 수 있다. 스마트하우징의 글로벌 시장이 2020년 789억 달러에서 2025년 1,823억 달러로 증가되는 것으로 예측되는 가운데[2], 국내 대단위 주거환경을 바탕으로 세계 수준의 ICT(Information and Communications Technology) 인프라 및 국내 글로벌 가전기업의 장점을 결합하여 국제적으로 차세대 신 시장에 선점이 가능하다. 게다가 스마트하우징의 연구 및 기술 개발을 통

해 우리 사회가 안고 있는 사회적 이슈를 해소하고, 생활 속에서 필요한 서비스를 중심으로 소비자 체감을 높여 국내 및 해외 시장의 새로운 동력 창출이 가능하다.

국내에서는 스마트하우징에 관한 다수의 연구가 수행되었다. 이에 따라 개별 스마트하우징 관련 기술들이 연구되고 개발되었으며, 최근 관련 기술들의 융합 및 연계하는 지능형 기술개발 및 적용에 관한 연구가 진행이 되는 시점이다. 따라서 본 연구의 목적은 스마트하우징의 국내 연구사례를 조사하고, 이런 연구사례를 체계적인 표를 활용하여 주요 키워드별 연구 동향을 분석하는 것을 목표로 한다. 따라서 스마트하우징 연구 및 기술 개발 관련 시사점 및 향후 스마트하우징 기술의 활성화를 위한 국내 연구의 미래 추진 방향을 도출할 수 있다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 스마트하우징의 활성화를 위해서 국내의 선행연구를 고찰하였으며, 이를 통해 국내 스마트하우징 연구 및 기술개발의 개선 및 향후 연구 방향을 도출하고자 한다. 현재 스마트하우징으로 불리우는 용어는 2000년대 초부터 디지털홈, 인텔리전트홈, 유비쿼터스 홈 등으로 계속 바뀌어 왔으나 정책, 기술 및 연구는 지속적으로 진행되어 왔으며, 이에 축적된 내용을 정리하고 소개하는 작업의 필요성이 대두되고 있다.

이에 본 연구는 국내의 다수 선행연구를 조사한다. 특히 스마트하우징 관련 유사 키워드의 변화 및 스마트하우징 발전 추세를 요소기술의 발전에 따라 분석한다. 나아가 다양한 유사 키워드를 바탕으로 국내 논문을 검색하고 이를 카테고리화 바탕으로 한 표를 활용해서 세부 사항을 정리한다. 그리고 이에 따른 연간 논문 경향을 표와 그래프를 활용하여 설명한다.

나아가 Keyword 분석을 통하여 획득한 선행연구들을 세부 요소기술에 따라 건설, 통신, 가전, 서비스 등의 네 가지 카테고리로 구분하고, 주요한 연구들이 어떤 항목에서 중점적으로 그리고 보조적으로 논의되었는지 확인한다. 그리고 이를 통해 세부 요소기술들의 발전에 대한 시사점을 분석하고 향후 스마트하우징 융합 및 연계하는 기술개발에 대하여 논의한다.

2. 스마트하우징 관련 키워드 분류 및 연구 고찰

스마트하우징 관련 기존 연구내용을 체계적으로 조사하기 위해서 스마트하우징 관련 키워드를 분류하고 정리하였고 이에 따라 서지검

색 프로그램을 통하여 연구내용을 분석하였다. 이 과정에서 정부 정책과 이에 관련된 주요 키워드들을 추출할 수 있고 2000년대 초반부터 진행된 스마트하우징 관련 주요 연구내용의 흐름을 알아본다.

2.1 스마트하우징 관련 키워드 배경

스마트하우징 관련 유사키워드는 디지털홈(Digital Home)[3], 지능형홈(Intelligent Home)[4,5], 그리고 유비쿼터스홈(Ubiquitous Home)[6,7], 스마트홈(Smart Home)으로 나눌 수 있으며 이를 구분짓는 시기 및 관련 정부 부처는 아래의 Table 1.과 같이 나타난다[8].

각 부처는 정부가 2004년 홈 네트워크를 10대 성장 동력산업으로 선정할 이후에 다양한 규정 제정 및 기술개발을 진행하였다.

이런 스마트하우징의 발전 추세는 버전에 따라 크게 4단계로 구성이 되는데 세부적인 항목은 아래의 Table 2.와 같이 나타난다. 버전이 높아질수록 개념이 진화, 통신방식이 무선으로 변경, 제어기기 및 주요기능이 늘어나는 것을 알 수 있다. 게다가 관련 업종도 초기 대비 최근에는 Software(SW), 센서, 자동차, 의료, 에너지 등 다양한 분야로 확대되는 것을 알 수 있다. 특히 스마트홈 4.0 단계에서는 무선 통신 기반 Connected Home에 대한 트렌드가 확산 중이다. AI 및 로보틱스, 센서 네트워크를 바탕으로 플랫폼을 구축하는 주요한 특징을 가지고 있다.

2.2 스마트하우징 관련 연구 분석

선행 연구 고찰을 위해서 스마트하우징 관련 키워드를 세분화하였고 그 내용은 아래의 Table 3.과 같이 나타난다. 크게 주 검색어, 보조검색어, 그리고 기타검색어로 나누었고 이를 다시 국문과 영문

Table 1. Complementary keywords related to smart home

Classification	Digital Home	Intelligent Home	Ubiquitous Home
Period	2003~2007	2008~2012	2008~2012
Related government department	Ministry of Information and Communication	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	Ministry of Land, Infrastructure and Transport

Table 3. Smart home related research keywords

Main Keywords	Keyword
Main	• Smart, Ubiquitous, Intelligent, Digital
Sub	• Building, House, Housing, Home, Dwelling
Etc.	• Home network, Home automation, IoT home

Table 2. Development trend according to the version difference of smart home

Classification	Smart Home 1.0	Smart Home 2.0	Smart Home 3.0	Smart Home 4.0
Concept	Home automation	Home network	IoT home	Connected home
Communication method	Cable	Cable	Wireless	Wireless
Control device	Smart TV	Wall pad	IoT home appliances	AI home appliances, robots
Key Features	VOD service	Control in the home	External remote control, monitoring	Autonomous operation, personalization, inter-platform interworking
Related industry	Home appliance company	Home appliance company, construction company, home network company	Home appliance company, construction company, telecommunication company	Software, sensor, automotive, medical, energy company

의 키워드로 분류한다. 스마트 관련 키워드는 4개(Smart, Ubiquitous, Intelligent, Digital), 홈(Home) 관련 키워드는 5개(Building, House, Housing, Home, Dwelling)로 선정한다.

본 연구에서는 DBpia에서 운영하는 서지정보를 검색 엔진으로 활용하였다. Table 3.에서 도출된 키워드를 사용하여 2000년부터 2020년까지 스마트하우징의 선행 연구 사례를 556건을 조사한다. 556건의 사례를 검색 키워드를 바탕으로 아래의 Table 4.와 같이 구성한다. ‘스마트’와 ‘홈’을 결합한 연구사례가 많이 (180건) 조사되고, 기타 정보통신 기술 부분에서는 홈 네트워크 관련 연구사례가 많이 (184건) 조사되는 것을 알 수 있다.

Fig. 1.과 Table 5.에서는 스마트 유사용어 키워드 검색을 연도별 증감 형태로 표현한다. 스마트 (Smart) 관련 논문 수는 스마트 홈 2.0(36건, 18%), 3.0(58건, 29%), 4.0(105건, 53%) 으로 버전이 높아짐에 따라 점차 증가하는 경향을 보인다. 특히 2015년도에 ‘스마트’에 대한 검색빈도가 급증하는 것은 미국 오바마 정부의 ‘New S

mart Cities Initiatives’ 발표에 기인한 것으로 판단된다[9].

유비쿼터스(Ubiquitous) 관련 등재 논문 수는 스마트 홈 2.0(42건, 71%), 3.0(17건, 29%), 4.0(0건, 0%)으로 스마트 홈 2.0 기간에 집중되었으며, 점차 감소하여 스마트 홈 4.0 기간에는 관련 논문이 조사되지 않는다. 디지털(Digital) 관련 등재 논문 수는 스마트 홈 2.0(37건, 97%), 3.0(1건, 3%), 4.0(0건, 0%)으로 스마트 홈 2.0 기간에 집중되었으며, 스마트 홈 3.0, 4.0 기간에는 관련 논문이 거의 조사되지 않음을 알 수 있다. 지능형/인텔리젠트/인텔리전트(Intelligent) 관련 등재 논문 수는 스마트 홈 2.0(39건, 68%), 3.0(15건, 26%), 4.0(3건, 5%) 으로 스마트 홈 2.0 기간에 집중되었으며, 스마트 홈 4.0으로 갈수록 관련 논문이 감소하는 경향을 보인다. 따라서 다양한 ‘스마트’ 관련 키워드들이 스마트홈 4.0으로 버전이 높아지면서 통일된 키워드를 주로 사용함을 알 수 있다.

마지막으로 556개의 검색된 논문의 키워드들을 분석하였고 이를 분류하고 클러스터링을 해서 아래의 Table 6.과 Table 7.로 나타낼 수 있다.

조사된 논문들은 크게 네 개의 카테고리: 건설, 정보통신, 가전, 서비스로 분류를 할 수 있고 이 주요 카테고리를 바탕으로 세부 요소들을 분류한다. 특히 ‘통신(Telecommunication)’분야에서 연구가 활발히 진행(263건, 47%)되고 있는데, 이는 스마트 하우스가 IoT기반의 기술의 발달이 필요하기 때문으로 보여진다. 그 외에도 ‘건설(Construction)’분야의 연구도 활발히 진행(105건, 19%)되고 있음을 알 수 있다. 특히 건설 분야의 연구는 다른 세 개의 항목들을 융합하고 건설 환경에 적용하는 분야로 그 중요성은 상당히 높다고 볼 수 있다. 좀 더 자세히 살펴보면, 연구 세부적으로, 건설 분야에서는 계획, 설비, 에너지, 법이라는 항목으로 분류를 할 수 있고 이 과정에서 세부분류에 따른 키워드 검색 빈도를 확인할 수 있다. 건설 분야에서 다양한 항목들에 관해서 연구가 진행된다는 것을 확인할 수 있고 이런 세부분류에 대한 깊이 있는 분석을 다음 장에서 진행한다.

Table 4. Smart home related keyword research results

Keywords	Home	Building	House	Dwelling	Housing	Etc.	Total
Smart	180	9	4	4	2	-	199
Ubiquitous	37	1	13	8	-	-	59
Intelligent	32	14	6	5	-	-	57
Digital	38	-	-	-	-	-	38
Etc.	Home network	-	-	-	-	-	184
	Home automation	-	-	-	-	-	11
	IoT home	-	-	-	-	-	8
	Automation	-	-	-	-	-	0
Total	287	24	23	17	2	203	556

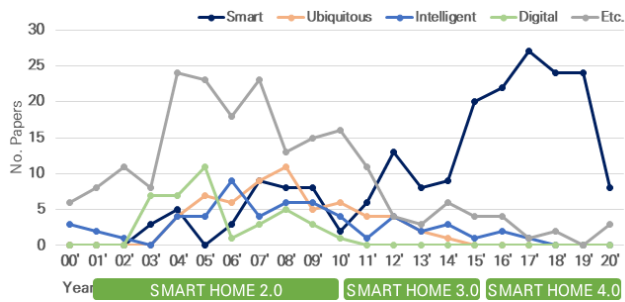


Fig. 1. Smart related keyword search trend by year

Table 5. Smart related keyword search trend by year

Classification	Smart Home 2.0									Smart Home 3.0					Smart Home 4.0					Total		
	00'	01'	02'	03'	04'	05'	06'	07'	08'	09'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'		19'	20'
Smart	0	0	0	3	5	0	3	9	8	8	2	6	13	8	9	20	22	27	24	24	8	199
Ubiquitous	0	0	0	0	4	7	6	9	11	5	6	4	4	2	1	0	0	0	0	0	0	59
Intelligent	3	2	1	0	4	4	9	4	6	6	4	1	4	2	3	1	2	1	0	0	0	57
Digital	0	0	0	7	7	11	1	3	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
Etc.	6	8	11	8	24	23	18	23	13	15	16	11	4	3	6	4	4	1	2	0	3	203
Total	9	10	12	18	44	45	37	48	43	37	29	22	25	15	19	25	28	29	26	24	11	556

Table 6. Classification of major categories by research content

Main Keywords	Detailed classification	Total	Ratio
Construction	Planning, equipment, energy, law	105	19%
Telecommunication	Communication technology, network, middleware, security	263	47%
Home appliances	Home appliance, IoT, Control, Media, Robot	75	13%
Services	Types, perceptions, requirements	64	12%
Etc.	-	49	9%
Total		556	100%

Table 7. Classification of sub keywords through detailed items in the construction field research

Main keywords		Detailed classification			Total / Ratio	
Construction	Planning	Residents	Senior citizen	-	17	42(40%)
			Living environment	Usage status, behavior, POE, lifestyle	15	
			Single person household	Single-person households, eco-generation, college students	10	
	Equipment		Design	Design direction, guidelines	7	(7%)
			HVAC	Boiler, air conditioner, lighting	7	32(30%)
			Automatic control	Home automation, control, sensor system	17	
			Fire safety	Gas, safety, fire	8	
	Energy	Power management plan	Scheduling, standby power, monitoring	19	(18%)	
	Law	Policy	Code, Guideline, Certification system	5	(5%)	
	Total					105

3. 스마트하우징 관련 논문 분석

Table 7.에서 분류한 건설 분야의 논문들의 세부적인 분석을 통하여 스마트하우징의 건설 분야의 연구의 동향을 알아보기 위해 각 논문들의 주요 내용 및 키워드를 조사하였다. Table 8.은 기존 105개의 스마트하우징 건설 분야 논문 중에서 대표성을 가지는 40개의 논문을 크게 4가지 분야(계획, 설비, 에너지, 법/제도)로 나누고 하위 11개의 항목으로 나누어 키워드별 연관성을 표기해보았다.

3.1 계획부분 연구 동향

건설과 계획(1인 가구, 고령자, 디자인) 키워드와 관련된 논문 수는 조사한 40개의 논문 중 22개의 논문에서 조사되었으며, 1인 가구(7건, 17.5%), 고령자(12건, 30%), 디자인(16건, 40%)으로 나타났다. 전반적으로 1인 가구를 대상으로 한 연구보다 고령자를 대상으로 한 연구가 더 많았는데 이는 IoT 기반의 기술의 적용 필요성이 점차 고령화되고 있는 사회에 적용되는 것에 초점을 맞추고 있는 것으로 보인다. 또한 주거공간별 선호도나 거주자의 라이프 스타일을 유행화하여 안전성과 편리성을 향상시키는 홈서비스 디자인에 대한 연구가 많았다. 특히 디자인 지침이나, 가이드라인 개발, 그리고 프로세스 개선 등 계획 분야에서 디자인 방향에 관한 분석이 주된 연구내용임을 확인할 수 있다.

3.2 설비부분 연구 동향

건설과 설비(냉난방, 조명기기, 자동제어, 소방안전) 키워드와 관련된 논문 수는 조사한 40개의 논문 중 30개의 논문에서 조사되었으며, 냉난방(19건, 47.5%), 조명기기(16건, 40%), 자동제어(13건, 32.5%), 소방안전(10건, 25%)으로 나타났다. 주로 계획과 관련된 키워드에서 거주자의 주택/주거 계획 요소 도출 시 많이 언급되었음을 알 수 있는데, 이는 냉난방, 조명기기, 자동제어, 소방안전 외에 침입 도난방지, 가스누출감지, 환기조절과 같은 서비스들이 거주자들의 삶의 질을 향상시키는 요소인 것과 관계가 깊다. 냉난방 관련해서는, 냉난방과 신체의 활동을 연계하고 이를 IoT 기반의 센서로 확인하는 방안 및 냉난방 기기의 제어를 하는 연구가 진행되었다[스마트 홈에서 위치 기반 인간 적응형 냉난방기를 위한 신체 활동량 추

정], [지능형 빌딩을 위한 ZigBee 위치기반 인간 적응형 HVAC 시스템]. 조명기기에 관해서는, 센서 기반의 자동조명조절에 관한 연구 및 조명 에너지절약을 위한 스마트 홈 프로세스를 정립하는 연구가 진행되었다. 자동제어와 소방안전 분야는, 알고리즘을 바탕으로 에너지 혹은 화재 등 재난부분에 문제가 생겼을 경우 보다 신속하게 알려주고 해결하는 방안에 대한 연구가 수행되었다. 다만 설비부분 관련 법/제도 혹은 설계 방향에 대한 부분에 관한 연구는 수행이 부족한 것으로 분석되었다.

3.3 에너지부분 연구 동향

건설과 에너지(관리방안, 전력) 키워드와 관련된 논문 수는 조사한 40개의 논문 중 11개의 논문에서 조사되었으며, 관리방안(7건, 17.5%), 전력(8건, 20%)으로 나타났다. 주로 에너지 절감과 에너지 저장시스템에 대한 설계 연구에 집중되어있음을 알 수 있다. 탄소중립 이슈에 따른 ESS 기반 클린에너지 및 건물에서 에너지 저감을 최적화하는 방안에 대하여 연구들이 진행되고 있다. 전력 측면에서는 IoT 기술을 바탕으로 건물의 전력 사용에 대한 계획을 최적화하는 연구 및 최신 알고리즘 기반의 전력 모니터링 및 대기전력을 제어하는 연구들이 진행되었음을 확인하였다. 다만, 계획 및 설비 키워드에 비해 등재된 논문 수가 적게 조사되어 에너지와 관련된 스마트하우징 연구는 아직 미흡한 것으로 보여 진다.

3.4 법/제도부분 연구 동향

건설과 법/제도(정책, 인증) 키워드와 관련된 논문 수는 조사한 40개의 논문 중 7개의 논문에서 조사되었으며, 정책(6건, 15%), 인증(2건, 5%)으로 나타났다. 법/제도 관련해서, 각 부처별 인증 제도의 통합운영 필요성에 대한 내용 및 스마트하우징 제도를 개선하기 위한 기초연구 등이 수행되고 있는 것을 알 수 있다. 기술개발과 정책의 유기적인 연계를 위해서 스마트하우징 기술 자체에 대한 정책적 개발뿐만 아니라, 건설 분야에 적용하였을 경우 생기는 주거의 문제, 사람과 기술에 관한 문제 및 건설 프로세스에 관한 문제 등 다양한 분야에도 정책적 검토 및 개선이 필요하다. 인증제도 관련해서, 마찬가지로, 새로운 IBS(Intelligent Building System)에 관한 기준 해설 연구 외에는 추가적인 연구가 부족한 실정이다. 스마트하우징

Table 8. Detailed analysis of smart home related keywords in construction field research

#	Plan			Facilities				Energy		Legal / System	
	Single person household	Elderly	Design	Heating /Cooling	Lighting equipment	Automatic control	Fire safety	Management method	Electricity	Policy	Certification
[10]	-	-	-	△	-	●	-	-	-	-	-
[11]	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-
[12]	-	-	-	△	-	●	-	-	-	-	-
[13]	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-
[14]	-	-	●	△	△	-	-	-	-	-	-
[15]	-	-	●	△	-	-	-	-	-	-	-
[16]	-	●	△	-	-	-	-	-	-	-	-
[17]	-	●	△	-	-	-	-	-	-	△	-
[18]	-	●	△	-	-	-	-	-	-	-	-
[19]	-	●	△	△	△	-	△	-	-	-	-
[20]	-	●	△	△	△	-	△	-	-	-	-
[21]	-	●	△	△	△	-	△	-	-	-	-
[22]	-	●	△	△	△	-	△	-	-	-	-
[23]	-	●	●	△	-	-	△	-	-	-	-
[24]	-	●	●	-	△	△	-	-	-	-	-
[25]	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[26]	●	-	-	△	△	-	△	-	-	-	-
[27]	●	-	-	△	△	-	-	-	-	-	-
[28]	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[29]	●	-	△	-	-	-	△	-	-	-	-
[30]	-	-	-	△	△	-	-	△	-	●	-
[31]	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-
[32]	-	-	-	△	△	-	-	-	-	●	△
[33]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-
[34]	●	-	△	-	●	-	-	-	-	-	-
[35]	-	-	-	●	-	-	-	△	-	-	-
[36]	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
[37]	-	-	-	-	●	△	-	-	-	-	-
[38]	-	-	-	●	-	●	-	-	-	-	-
[39]	-	-	-	-	-	●	-	-	△	-	-
[40]	-	-	-	-	△	●	-	-	-	-	-
[41]	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-
[42]	-	△	-	-	-	-	●	-	-	△	-
[43]	-	-	-	-	-	△	-	●	△	-	-
[44]	-	-	-	△	-	△	-	-	●	-	-
[45]	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-
[46]	-	-	-	△	-	△	-	●	△	-	-
[47]	-	-	-	-	●	△	-	△	●	-	-
[48]	●	△	●	-	●	△	-	△	△	-	-
[49]	-	-	-	△	△	△	△	-	△	-	●

● Be Directly Related △ Be Indirectly Related

이 다양한 기술 기반으로 건설사업 전반에 끼치는 영향을 고려했을 때, 본 연구에서 분류한 세부분야를 바탕으로 다양한 조건을 만족할 수 있는 인증제도에 대한 선행 연구조사 및 국내 기준에 맞는 인증제도에 대한 제안이 필요하다. 또한 인증제도의 제도화 과정에서 해외 건설 공사에서 사용되는 표준 및 지침 등과 밀접하게 연계하는 것이 중요하다.

4. 결론

본 연구에서는 스마트하우징의 연구 및 기술개발 발전전략을 위해서 국내외 선행 연구를 분석하여 시사점을 도출하고 향후 국내 스마트하우징 연구를 위한 연구 방향을 제시하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 DBpia 검색 엔진에서 수행된 556개의 연구 결과를 수집하여 그 내용을 분석한다. 그 분석내용은 다음과 같이 정리할 수 있다.

(1) 스마트하우징에 관한 연구는 크게 4개의 카테고리(건설, 통신, 가전, 서비스)로 분류(Clustering)를 할 수 있다. 이런 주요 4개의 카테고리를 바탕으로 세부 요소들을 분류하여 연구 및 기술개발에 대한 키워드를 제시할 수 있다.

(2) 스마트하우징 관련 카테고리 중에서 건설 분야에 대한 체계적인 분석이 필요하다. 스마트하우징에서 건설 분야는 세부적으로 4가지 요소(건설계획, 설비, 에너지, 법/제도)로 나눌 수 있고, 관련 논문들의 연구동향을 체계적인 표를 활용하여 소개한다.

(2-1) 건축계획: 미래의 주거에 알맞은 1인 가구 또는 고령화에 따른 스마트하우징의 발전방향에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한 전반적인 디자인(계획) 가이드라인 및 디자인 지침에 관한 연구들이 수행되고 있음을 알 수 있다. 다만 1인 주거 및 장애인에 대한 연구가 상대적으로 부족한 것을 알 수 있는데, 다양한 미래형 주거에 맞게 다양한 거주형태에 따른 분석이 필요하다. 또한 디자인 측면에서 상대적으로 작은 규모의 디자인에 대한 접근이 진행 중이다. 스마트시티 범위의 도시계획 분야에서 스마트하우징에 관한 접근도 추가적으로 요구된다.

(2-2) 설비: 세부적인 분야(난방, 조명기기, 자동제어, 소방안전)의 분류에 따른 연구들이 진행되고 있음을 확인하였다. 주로 설비 자체의 기술 발달에 대한 연구 혹은 주거건물에 적용하는 연구들은 진행이 활발한 것으로 분석된다. 또한 COVID-19 등으로 인해 사람들이 건물 내부에서 생활하는 시간이 많아지면서 건물 내 재실자의 난방 및 조명기기에 따른 건강 및 웰빙에 관한 추가적인 연구도 요구된다.

(2-3) 에너지: IoT 기술 및 센서 네트워크를 통한 건물 에너지를 최적화 및 신재생에너지를 관리하는 방안에 대한 연구들이 수행될 수 있었지만 상대적으로 연구의 수가 부족하다는 것을 확인하였다. 게다가 탄소중립 선언 등 정부 정책 및 세계적인 탄소저감 이슈에 따른 건물에서 소비되는 에너지 저감을 위한 연구들이 추가적으로 진행이 필요하다.

(2-4) 법/제도: 스마트하우징 제도를 개선하기 위한 기초연구 등이 수행되고 있지만, 전반적으로 관련된 법/제도 논문 등재 수가 다른 키워드에 비해 적은 비율로 조사되는 것으로 비추어보았을 때 이

분야에 대한 연구가 다른 연구 분야에 비해 미흡함을 알 수 있다. 즉, 급속하게 발달하는 새로운 기술의 도입 및 시장, 산업계의 변화 그리고 이에 따른 정책의 수립과 대응이 유기적으로 연계하는 것이 필요한 지금, 다양한 스마트하우징 관련 정책적 연구가 요구되고 있는 상황이다.

본 연구에서 수집한 국내외 연구사례와 다수의 연구에 대한 분석을 바탕으로 제시한 스마트하우징 관련 키워드 간 분류, 연간 방향성 등은 추후에 연구를 진행할 때 참고할 수 있다는 점에서 시사하는 바가 뚜렷하다. 특히 Table 8.에서 제시한 내용을 바탕으로 상대적으로 진행이 되고 있는 키워드들과, 반대로 연구내용이 부족한 키워드들을 비교할 수 있고 추후 진행할 연구 주제를 선정하는데 도움을 받을 수 있다.

향후 연구에서는 스마트하우징 관련하여 다양한 건축, 정보통신, 그리고 가전의 세부 카테고리 분석에 따른 융합 및 연계를 진행하는 연구를 진행할 수 있을 것으로 판단된다. 이를 바탕으로 메타버스(Metaverse) 및 디지털 트윈(Digital Twin) 등 새로운 4차 산업혁명 기술과 연계된 플랫폼을 개발하는 추가적인 연구에 대한 검토가 필요하다

나아가 본 연구에서 분류한 건설관련 스마트하우징의 네 가지 주요한 요소들(계획, 설비, 에너지, 법/제도)의 분석 결과를 바탕으로 앞으로 정책, 기술, 그리고 활성화의 유기적 연계가 요구된다. 추가로 세부 요소기술의 개발 및 융합연구를 중심으로 세계 스마트하우징 시장을 선도하고 국내에서도 신시장을 창출할 수 있는 다양한 서비스에 대한 세계시장동향 및 연구에 대한 분석이 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 AI기반 스마트하우징 기술개발사업 연구비 지원에 의해 수행된 연구임. 과제번호: KAIA21SHTD-B157020-02

Reference

- [1] 강유경, 이필영, 배영신, 2020 고령자 통계, 통계청, 2020, p.24. // (Y.K. Kang, P.Y. Lee, Y.S. Bae, 2020 Statistics for the Elderly, KOSTAT, 2020. p.24.)
- [2] Statista, Smart Home Report 2021, Statista Digital Market Outlook - Market Report, 2021
- [3] 박인호, 디지털 홈의 미래를 한눈에 -세계 유일 스마트홈네트워크쇼, 산자부등 3개부처 공동 주최, 2006, p.4. // (I.H. Park, The Future of Digital Home at a Glance -the World's Only Smart Home Network Show, Co-hosted by Three Ministries, MOCIE, 2006, p.4.)
- [4] 김재홍, 나기환, 홈서비스통합공급자 육성 필요 -지능형 홈 산업 발전 전략 간담회, 산업자원부, 2003, p.1. // (J.H. Kim, K.H. Na, Need to foster HSA -Intelligent Home Industry Development Strategy Meeting, MOCIE, 2003, p.1.)
- [5] 김재홍, 나기환, 지능형 홈 산업 발전, 민간중심으로 이루어 진다 -민간연계, 지능형 홈 산업 포럼 창립, 산업자원부, 2003, p.4. // (J.H. Kim, K.H. Na, The Development of the Intelligent Home Industry Centered on the Private Sector -the Private Industry, the Creation of the Intelligent Home Industry Forum, MOCIE, 2003, p.4.)
- [6] 한중욱, 홈네트워크 표준화에 관한 연구, 정보통신부, 2007, p.67. // (J.W. Han, A Study on the Standardization of Home Networks, MSIT, 2007, p.67.)
- [7] 박인수, 배진석, 우리 홈네트워크 기술, 이제는 세계로 -한국의 유비쿼

- 터스 서비스 기술국제표준 채택, 2006, p.3. // (I.S. Park, J.S. Bae, Our Home Network technology, Now, to the World -Adopting ISO for Ubiquitous Service Technology in Korea, MOCIE, 2006, p.3.)
- [8] 서승필, 2017-2018 산업통상자원백서 -산업편, 2018, p.74. // (S.P. Seo, 2017-2018 White Paper on Trade, Industry and Energy -Industrial Edition, MOTIE, 2018, p.74.)
- [9] 조영태 외 4인, 스마트시티 미래비전 및 추진전략, 한국토지주택공사 토지주택연구원, 2018, p.56. // (Jo et al., Smart City Future Vision and Promotion Strategy, LHI, 2018, p.56.)
- [10] 권오경, 김진영, 인텔리전트 아파트 거주자의 홈 오토메이션 시스템 사용현황과 만족도, 한국: 대한가정학회지, 제43권 제12호, 2005, pp.29-41. // (O.J. Kwon, J.Y. Kim, A Study on the Utilization and Satisfaction of Home Automation System -Focused on Residents Living in an Intelligent Apartment-, Korea: Family and Environment Research, 43(12), 2005, pp.29-41.)
- [11] 오미현, 썬양, 김중서, 국내 외 스마트 주택의 경향 분석, 한국: 한국가구학회지, 제29권 제3호, 2018.07, pp.125-134. // (M.H. Oh, X. Yang, J.S. Kim, Analysis of Trend in Smart Homes Domestic and Overseas -Focused on Furnitures Applied with Digital Technology-, Korea: Journal of the Korea furniture Society, 29(3), 2018.07, pp.125-134.)
- [12] 권오경, 디지털 홈 거주자의 홈오토메이션 시스템에 대한 거주 후 평가 사례 연구 -H 초고층 아파트 거주자를 중심으로, 한국: 한국주거학회논문집, 제19권 제1호, 2008.02, pp.17-27. // (O.J. Kwon, A Case Study of Post-Occupancy Evaluation of Home Automation System by Digital Home Residents -Focused on H Highrise Apartment-, Korea: Journal of the Korean Housing Association, 19(1), 2008.02, pp.17-27.)
- [13] 권오경, 디지털 홈의 홈오토메이션 시스템에 대한 거주 후 평가에 관한 연구, 한국: 한국가정관리학회지, 제26권 제6호, 2008.12, pp.51-69. // (O.J. Kwon, A Study on Post-Occupancy Evaluation of Home Automation System at Digital Home, Korea: Journal of Korean Home Management Association, 26(6), 2008.12, pp.51-69.)
- [14] 조해담, 안길재, 김용성, 라이프스타일을 고려한 유비쿼터스 주거 공간 계획 연구, 한국: 한국디지털건축인테리어학회 논문집, 제13권 제3호, 2013.09, pp.41-49. // (H.L. Cho, K.J. Ahn, Y.S. Kim, A Study on the planning of Ubiquitous housing for the Lifestyle, Korea: Journal of the Korean Digital Architecture Interior Association, 13(3), 2013.09, pp.41-49.)
- [15] 박지원, 연명흠, 근 미래 스마트 홈 사용자의 공간별 사용 패턴과 스마트 허브 시나리오 제안, 한국: Journal of Integrated Design Research, 제18권 제3호, 2019.09, pp.25-42. // (J.W. Park, M.H. Yeoun, A Proposal of the Smart Hubs Scenarios of Smart Home Users in the Near Future Based on the Use Patterns, Korea: Journal of Integrated Design Research, 18(3), 2019.09, pp.25-42.)
- [16] 박수만, 중노년층의 디지털 리터러시 분석에 의한 사용자 중심의 지능형 주거 디자인에 관한 연구, 한국: 대한건축학회 논문집 - 계획계, 제22권 제12호, 2006.12, pp.151-162. // (S.B. Park et al., A Study on the User-Centered Digital Home Design through the Analysis of Senior Adults' Digital Literacy, Korea: Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 22(12), 2006.12, pp.151-162.)
- [17] 이소영, 노인을 위한 지능형 주택기술개발 특성 분석, 한국: 한국의료복지건축학회 논문집, 제13권 제4호, 2007.11, pp.15-23. // (S.Y. Lee, Analysis on characteristics of intelligent home technologies development for the elderly, Korea: Korea Institute of Healthcare Architecture, 13(4), 2007.11, pp.15-23.)
- [18] 권현주, 이수진, 이연숙, Aging-in-Place를 지원하는 고령친화 디지털홈 계획방향 요구에 대한 실험적 연구, 한국: 대한건축학회 논문집 - 계획계, 제24권 제7호, 2008.07, pp.21-28. // (H.J. Kwon, S.J. Lee, Y.S. Lee, Elderly Needs on Aging-Friendly Digital Home and its Design Approaches -Preliminary Research, Korea: Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 24(7), 2008.07, pp.21-28.)
- [19] 류해지, 이연숙, 유비쿼터스 주택 계획 요소에 관한 노인층의 선호 연구, 한국: 디자인융복합연구, 제7권 제3호, 2008.12, pp.71-83. // (H.J. Ryu, Y.S. Lee, A Study on the Preference of the Elderly about the Planning Elements of Ubiquitous Housing, Korea: Design Convergence Study, 7(3), pp.21-28.)
- [20] 류해지, 예비노인층의 유비쿼터스 주택 계획 요소에 관한 요구도 분석, 한국: 한국디자인문화학회지, 제15권 제2호, 2009.06, pp.182-192. // (H.J. Ryu, An Analysis of the Demand of Planning Elements in the Ubiquitous Housing of the Pre-elderly, Korea: Journal of the Korean Society Design Culture, 15(2), 2009.06, pp.182-192.)
- [21] 류해지, 유비쿼터스 주택 계획 요소에 관한 50대와 60대의 선호 특성에 관한 연구, 한국: 한국디자인문화학회지, 제15권 제3호, 2009.09, pp.122-132. // (H.J. Ryu, A Study on the Characteristic of Preference about the Fifty and Sixty of the Planning Elements in Ubiquitous Housing, Korea: Journal of the Korean Society Design Culture, 15(3), 2009.09, pp.122-132.)
- [22] 류해지, 생활 유형에 따른 유비쿼터스 주택 계획 요소에 대한 공간별 선호 특성, 한국: 한국디자인포럼, 제26호, 2010, pp.205-214. // (H.J. Ryu, A Characteristic of the Preference about the Planning Elements for Ubiquitous Home Based on Lifestyle, Korea: Journal of Korea Design Forum, (26), 2010, pp.205-214.)
- [23] 류해지, 라이프스타일에 따른 고령친화 유비쿼터스 주거환경 디자인 지침 개발, 한국: 기초조형학연구, 제13권 제5호, 2012, pp.129-139. // (H.J. Ryu, Development of Design Guideline for the Elderly-friendly Ubiquitous Housing based on Lifestyle, Korea: Journal of Basic Design & Art, 13(5), 2012, pp.129-139.)
- [24] 김미연, 김보람, 고령자의 자립형 유비쿼터스 홈 서비스 분석에 관한 연구: 노인용품에 대한 활용도 및 디자인 방안, 한국: 한국디지털건축인테리어학회 논문집, 제13권 제1호, 2013.03, pp.15-22. // (M.Y. Kim, B.R. Kim, A Study on the Analysis of Ubiquitous Self Home Service for Elderly Residents -The Usage of Senior Aids Products and Design Strategies-, Korea: Journal of the Korean Digital Architecture Interior Association, 13(1), 2013.03, pp.15-22.)
- [25] 조명은, 김미정, 1-2인 가구의 웰스 스마트 주거 계획방향에 관한 연구, 한국: 한국주거학회논문집, 제29권 제3호, 2018.06, pp.11-20. // (M.E. Cho, M.J. Kim, Providing a Direction for the Development of Health Smart Homes for 1-2 Households, Korea: Journal of the Korean Housing Association, 29(3), 2018.06, pp.11-20.)
- [26] 박성준, 대학생 1인 가구의 지능형 주택 개발을 위한 기초 연구: 지능형 주거 서비스 및 계획요소 분석을 중심으로, 한국: 디지털디자인연구, 제14권 제2호, 2014.04, pp.171-179. // (S.J. Park, A Fundamental Study on Developing Smart Housing for Single Undergraduate Students -Mainly with Analysis on Smart Home Services and Planning Elements-, Korea: Journal of Digital Design, 14(2), 2014.04, pp.171-179.)
- [27] 이성훈, 최민섭, 에코세대의 스마트홈 특성 가치가 이용만족도에 미치는 영향에 관한 연구, 한국: 부동산학연구, 제21권 제1호, 2015.03, pp.103-131. // (S.H. Lee, M.S. Choi, A Study on Influence of Trait Values over User Satisfaction of Echo-Boomer Living with Smart-Home, Korea: Journal of the Korea Real Estate Analysts Association, 21(1), 2015.03, pp.103-131.)
- [28] 조명은, 김미정, 1인 가구의 wellness를 위한 스마트 홈/커뮤니티 개발 방향 -노년층을 제외한 1인 가구를 대상으로-, 한국: 한국실내디자인학회 논문집, 제29권 제2호, 2020.04, pp.3-11. // (M.E. Cho, M.J. Kim, A Direction for Smart Home/Community Supporting the Wellness of Single-Person Households -Focused on the Single-Person Households Except the Elderly-, Korea: Journal of the Korean Institute of Interior Design, 29(2), 2020.04, pp.3-11.)
- [29] 김미실, 김미희, 대학생의 라이프스타일과 유비쿼터스 주거 기능 선호 -광주광역시 대학생을 대상으로-, 한국: 한국주거학회 논문집, 제20권 제1호, 2009, pp.1-10. // (M.S. Kim, M.H. Kim, University Students's Life Styles and Preferences for Ubiquitous Residential Functions, Korea: Journal of the Korean Housing Association, 20(1), 2009, pp.1-10.)
- [30] 우윤석, 우리나라 유비쿼터스 주택의 현황과 정책방향에 대한 탐색적 연구, 한국: 주택연구, 제13권 제2호, 2005.06, pp.53-77. // (Y.S. Woo, The Exploratory Study on the State-of-the-Art and policy Strategy of Ubiquitous Housing Development in Korea, Korea: Housing Studies Review, 13(2), 2005.06, pp.53-77.)
- [31] 황정현, U-헬스케어기반 고령자 스마트홈 설계를 위한 연구동향 및 제도 분석, 한국: 대한건축학회 논문집 계획계, 제31권 제4호, 2015.04, pp.53-60. // (J.H. Hwang, An Analysis of the Research and Policy on the Smart Home Design for the Elderly based on the U-Healthcare, Korea: Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 31(4), 2015.04, pp.53-60.)
- [32] 황은경 외 3인, 국내 스마트 홈 관련 제도 개선방향 설정을 위한 기초 연구, 한국: 한국건축친환경설비학회 논문집, 제13권 제6호, 2019.12, pp.559-567. // (E.K. Hwang et al., A Basic Study on Improving Systems Related to Smart Homes in Korea, Korea: Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, 13(6), 2019.12, pp.559-567.)
- [33] 김용훈, 스마트 도시와 스마트 빌딩 운영을 위한 실험적 법적도적 전략 -영국의 경험을 참고하여-, 한국: 법학연구, 제27권 제3호, 2019.07,

- pp.67-98. // (Y.H. Kim, Effective Legal Systematic Strategy for Smart City and Smart Building Management -focusing on British experience-, Korea: CHONBUK LAW REVIEW, 27(3), 2019.07, pp.67-95.)
- [34] 김중서, 1인 가구를 위한 스마트 주거환경 방향제안 -조명 중심으로, 한국: 한국가구학회지, 제30권 제1호, 2019.03, pp.1-10. // (J.S. Kim, The Direction of Smart Residential Environment for Single Households -Focusing on Lighting, Korea: Journal of the Korea furniture Society, 30(1), 2019.03, pp.1-10.)
- [35] 김현희, 이석, 이정창, 스마트 홈에서 위치 기반 인간 적응형 냉난방기를 위한 신체 활동량 추정, 한국: 제어로봇시스템학회 논문지, 제16권 제1호, 2010.01, pp.83-89. // (H.H. Kim, S. Lee, K.C. Lee, Estimation of Metabolic Rate Estimation for Location-based Human Adaptive Air-conditioner in Smart Home, Korea: Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, 16(1), 2010.01, pp.83-89.)
- [36] 이상훈, 홈 네트워크 기반의 펠릿 활용 난방 보일러 제어시스템, 한국: 융합신호처리학회 논문지, 제15권 제1호, 2014.01, pp.16-23. // (S.H. Lee, The Control System of Wood Pellet Boiler Based on Home Networks, Korea: The Journal of Korea Institute of Convergence Signal Processing, 15(1), 2014.01, pp.16-23.)
- [37] 이한명, 김희서, 홈 네트워크 적용을 위한 자동조명제어시스템의 실험적 연구, 한국: 한국생활환경학회지, 제16권 제5호, 2009.10, pp.534-540. // (H.M. Lee, H.S. Kim, An Experimental Study on the Lighting Control System for Applying for Home Network, Korea: Journal of The Korean Society of Living Environmental System, 16(5), 2009.10, pp.534-540.)
- [38] 박은주 외 3인, 지능형 빌딩을 위한 ZigBee 위치기반 인간 적응형 HVAC 시스템, 한국: 제어로봇시스템학회 논문지, 제18권 제8호, 2012.08, pp.750-757. // (E.J. Park et al., ZigBee Location-based Human Adaptive HVAC System for Intelligent Building System, Korea: Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, 18(8), 2012.08, pp.750-757.)
- [39] 고윤석, 스마트 주택 자동화를 위한 주택 전기과부하 경보 성능 평가 시스템 개발, 한국: 한국전자통신학회 논문지, 제14권 제2호, 2019.04, pp.339-344. // (Y.S. Ko, Development of a Digital Home Electric Overload Alarm Performance Evaluation System for Smart Home Automation, Korea: The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, 14(2), 2019.04, pp.339-344.)
- [40] 이형로, 인치호, 최적의 스마트 홈 제어 시스템 설계 및 구현, 한국: 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제18권 제1호, 2018.02, pp.135-141. // (H.R. Lee, C.H. Lin, Design and Implementation of Optimal Smart Home Control System, Korea: The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, 18(1), 2018.02, pp.135-141.)
- [41] 지현민, 이우귀연, 오정석, 도시가스 누출에 따른 스마트 홈 안전 플랫폼 프로그램 구축, 한국: 한국가스학회지, 제23권 제6호, 2019.12, pp.97-102. // (H.M. Ji, U.G.Y Lee, J.S. Oh, Smart Home Safety Platform Program for City Gas Leakage, Korea: Journal of the Korean Institute of Gas, 23(6), 2019.12, pp.97-102.)
- [42] 민세홍, 이재문, 배연준, 중북도형 인텔리전트빌딩 화재시 연기제어를 통한 피난안전성 확보에 관한 연구, 한국: 대한안전경영과학회지, 제17권 제2호, 2015.06, pp.117-127. // (S.H. Min, J.M. Lee, Y.J. Bae, A Study on Securing Safety of Evacuation through Smoke Control in Case of Fire at the Central Corridor Type Intelligent Buildings, Korea: Journal of the Korea safety management & science, 17(2), 2015.06, pp.117-127.)
- [43] 김희철, ESS기반 클린에너지, 스마트홈 IoT 플랫폼 연구, 한국: 한국전자통신학회 논문지, 제13권 제1호, 2018.02, pp.147-152. // (H.C. Kim, A Study on ESS-based Clean Energy, Smart Home IoT Platform, Korea: The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, 13(1), 2018.02, pp.147-152.)
- [44] 이은지 외 3인, IT 최적화 기술을 이용한 지능형전력망 환경의 스마트 빌딩 전력 스케줄링, 한국: 한국IT서비스학회지, 제11권, 2012.11, pp.41-50. // (E.J. Lee and et al., Power Scheduling of Smart Buildings in the Smart Grid Environment Using IT Optimization Techniques, Korea: Journal of Information Technology Services, 11, 2012.11, pp.41-50.)
- [45] 이성준, 김도현, 스마트 홈에서 Zigbee 기반의 대기전력 제어 연구, 한국: 멀티미디어학회논문지, 제17권 제7호, 2014.07, pp.879-885. // (S.J. Lee, D.H. Kim, A Study of Standby Power Control Based on Zigbee in Smart Home, Korea: Journal of Korea Multimedia Society, 17(7), 2014.07, pp.879-885.)
- [46] 이상학, 에너지 자립형 스마트 홈 시스템 개발, 한국: 한국위성정보통신학회논문지, 제11권 제2호, 2016, pp.42-47. // (S.H. Lee, Development of Self-Consumption Smart Home System, Korea: Journal of Satellite, Information and Communications, 11(2), 2016, pp.42-47.)
- [47] 김우성, 박경진, 박상조, 임베디드 시스템을 이용한 스마트 홈 전력 모니터링 시스템, 한국: 한국산학기술학회 논문지, 제15권 제8호, 2014.08, pp.5201-5206. // (W.S. Kim, K.J. Park, S.C. Park, Power Monitoring System of Smart Homes using Embedded System, Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, 15(8), 2014.08, pp.5201-5206.)
- [48] 양현정, 이현수, 조명에너지 절약을 위한 근거기반 스마트 홈 서비스 프로세스, 한국: 대한건축학회 논문집 - 계획계, 제31권 제8호, 2015.08, pp.15-25. // (H.J. Yang, H.S. Lee, Evidence-Based Smart Home Service Process for Lighting Energy Saving, Korea: Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 31(8), 2015.08, pp.15-25.)
- [49] 김양동, 임상채, 조한권, 새로운 IBS(Intelligent Building System) 인증제도 기준해설, 한국: 조명·전기설비, 제20권 제3호, 2006.06, pp.46-63. // (Y.D. Kim, S.C. Lim, H.K. Cho, The new Intelligent Building System (IBS) certification system is standardized, Korea: The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, 20(3), 2006.06, pp.46-63.)

1) 주택을 구성하는 공간, 환경, 가전, 디바이스 등으로 구성된 스마트하우스(물리시스템)와 이와 관련된 정보(빅데이터), 스마트홈 기술(IoT기술), AI 기술 등을 연계·활용하여 최적화된 공간 환경과 서비스를 제공하여 완성되는 주택을 의미(국도교통과학기술진흥원, 2020)