

# 글로벌 스마트홈 산업의 지식생태계 분석

전승선<sup>1</sup> · 김성희<sup>2</sup> · 이학연<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 / <sup>2</sup>서울과학기술대학교 데이터사이언스학과 /

<sup>3</sup>서울과학기술대학교 산업공학과

## Analyzing the Knowledge Ecosystem of the Global Smart Home Industry

Sungsun Jeoun<sup>1</sup> · Seonghee Kim<sup>2</sup> · Hakyeon Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>The Graduate School of Public Policy and Information Technology, Seoul National University of Science and Technology

<sup>2</sup>Department of Data Science, Seoul National University of Science and Technology

<sup>3</sup>Department of Industrial Engineering, Seoul National University of Science and Technology

Global smart home companies are cooperating with each other to secure a platform to create a mutually compatible system while competing technically. This paper analyzes the knowledge network of the smart home industry using patent citation information. We identify the roles of companies in mediating the flow of knowledge among the five sub-sectors of the smart home industry, CSP (Chip & SW Providers), NEM(Equipment Manufacturers), PP (Platform Providers), NSP (Network Service Providers), and SDM (Smart Device Manufacturers). We also empirically identify the level of contribution to the activation of the smart home knowledge ecosystem by companies belonging to the OCF(Open Connectivity Foundation), organized for the Internet of Things and standards, and non-OCF companies. The findings of this study can be used for formulation of positioning strategy and technology planning of smart home companies.

**Keywords:** Smart Home, Knowledge Ecosystem, Patent Citation Analysis, OCF(Open Connectivity Foundation), Brokerage Analysis, Network Analysis

### 1. 서론

스마트홈은 네트워크와 연결된 가전제품이 인터넷을 통해 통제될 수 있는 주거 환경을 말한다(Lynggaard, 2019). 즉, 주거 환경에 IT를 융합하여 사용자의 편의와 복지증진, 안전한 생활이 가능하도록 하는 인간 중심적인 스마트 라이프 환경이 스마트홈이라고 할 수 있다. 전통적인 스마트홈은 네트워크 기기 호환 위주로 조명, 도어 록, 커튼, 가스 밸브, 대기 전력 차단 기기 등에 초점이 맞추어져 있었다. 그러나 최신 스마트홈은 클라우드 서버 기반 오픈 플랫폼인 사물인터넷(Internet of things, IoT) 플랫폼을 기반으로 관리 연속성과 에너지 효율 향상에 초

점이 맞추어져 있다(Yu *et al.*, 2016). 스마트홈 산업은 다가올 10년의 미래 주역으로 대두되고 있으며(Park and Park, 2014) 국내시장에서 스마트홈 플랫폼 시장 규모는 연평균 23.7%씩 성장하여 2020년에는 28.9조 원으로 성장할 것으로 전망된다(Kim and Hyun, 2019). 특히 스마트홈 산업의 출현으로 사물인터넷, 빅 데이터, 인공지능과 같은 디지털 기술들이 다양한 산업 기술들과 결합하여 산업의 패러다임이 바뀌고 있다(Kim, 2018). 또 다양한 기업들이 스마트홈 산업에 진입하여 산업 생태계 내 환경과 구조가 급변하고 있으므로, 스마트홈 산업구조와 행위자들 간 영향력을 파악하고, 기업 경영의 의사결정과 정책에 반영하기 위한 연구의 필요성이 증가하고 있다.

이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비 지원으로 수행되었음(2020-0524).

\* 연락처 : 이학연 교수, 01811 서울시 노원구 공릉로 232 서울과학기술대학교 프론티어관 615호, Tel : 02-970-6469, Fax : 02-974-2849,

E-mail : hylee@seoultech.ac.kr

2020년 8월 19일 접수; 2020년 9월 3일 수정본 접수; 2020년 9월 3일 게재 확정.

그러나 스마트홈 관련 기존 연구들은 기기들의 구성 방법에 따른 스마트홈 서비스 구성 모델 및 프레임워크 기술에 대한 연구(Kim *et al.*, 2015), 스마트홈 개인 정보 위협에 대한 인식 및 보호 조치 연구(Zheng *et al.*, 2018), 스마트홈의 가전제품을 위한 향상된 보안 프레임워크 연구(Kang *et al.*, 2017) 등 기술적 관점에서 스마트홈의 설계 측면에만 초점을 맞추어 왔다. 또, 인공지능을 스마트홈에 적용하는 시스템 개념을 제안하여 디지털 생태계 관점에서 스마트홈을 검토하는 연구(Reinisch *et al.*, 2010)도 일부 이루어져 왔으나, 거시적인 관점에서 산업을 구성하는 기술 및 기업 간의 연관관계에 대한 분석은 이루어지지 않았다. 한편, 산업 생태계 관점에서 특정 산업의 구조를 네트워크 형태로 구조화하고 생태계의 특성을 정량적으로 분석하려는 시도가 다양한 분야에서 이루어져 왔다(Tecce, 2007; Lee *et al.*, 2015). 스마트홈 산업 내 기업들의 기술 기획 및 전략 수립 관련 의사결정을 지원하기 위해서는 이처럼 보다 거시적 측면에서 스마트홈 산업의 기술 지식생태계 구조를 파악하는 것이 필요하다.

이에 본 연구에서는 스마트홈 생태계를 구성하는 주요 글로벌 기업의 특허 인용 관계를 바탕으로 스마트홈 지식생태계를 분석한다. 기업 간 특허 인용-피인용 정보를 이용하여 기업 간 네트워크를 구축하고, 중앙성(centrality) 분석과 중개(brokerage) 분석을 활용하여 스마트홈 생태계 관점에서 기업의 특성 및 지식의 흐름을 규명한다. 또한 사물인터넷 표준화 단체인 OCF(Open Connectivity Foundation) 소속기업과 비소속기업의 스마트홈 지식생태계 기여 수준의 차이에 대한 비교 분석을 수행한다.

이후 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 기존 연구의 흐름과 한계를 살펴본다. 제 3장에서는 연구의 전체 흐름과 분석 자료에 대해 설명하고, 네트워크 분석에 대해 기술한다. 제 4장에서는 분석된 결과를 기반으로 스마트홈 관련 기업의 네트워크 구성과 스마트홈 생태계 내에서의 지식 흐름을 정리한다. 제 5장에서는 OCF와 Non-OCF 진영의 특성을 비교하고, 마지막 장에서는 연구의 시사점, 한계 및 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 선행 연구

스마트홈 산업의 출현으로 사물인터넷, 빅 데이터, 인공지능과 같은 디지털 기술들이 다양한 산업 기술들과 결합하고 있고, 그 결과 산업의 패러다임이 바뀌고 있다(Kim, 2018). 기존 스마트홈 관련 연구는 대부분 스마트홈을 구현하기 위한 디지털 기술에 초점을 맞춰왔다. 특히 스마트홈 산업에 필요한 홈 내 기기들의 구성 방법에 따른 스마트홈 서비스 구성 모델 및 사물인터넷 기술 프레임워크에 대한 연구가 활발히 이루어졌다(Plantevin *et al.*, 2017; Kim *et al.*, 2015; Kim, 2020). 최근에는 스마트 홈 관련 연구에서도 IoT 융합서비스가 주목받고 있는데, Son and Park(2015)은 홈 IoT 기술 시장 동향, 홈 IoT 네트워크 기술, 홈 IoT 관련 서비스, 홈 IoT 기술 표준화 현황, 홈 IoT 플랫폼 기술을 정의하고 위협 요인을 분석하였다. 스마트홈 관련

선행 연구의 또 하나의 축은 스마트홈의 개인정보에 대한 연구들로서 주요 분야는 스마트홈을 사용하는 사용자의 편의성과 연결성에 대한 욕구와 개인 정보 위협에 대한 인식 및 보호 조치이다(Zheng *et al.*, 2018). 또 스마트홈의 가전제품을 위한 향상된 보안 프레임워크에서는 자체 서명 및 액세스 제어 기술을 사용하여 무결성 시스템을 제공하기 위한 보안 프레임워크에 대한 연구가 이루어졌다(Kang *et al.*, 2017).

한편, 특허는 유용한 전략적 도구이며 기업의 기술, 비즈니스 모델 및 R&D 결과물을 보호하는 방법이다(Oh *et al.*, 2014). 기술 관리 분야에서 특허는 R&D 활동을 통해 개인, 기업, 공공 기관 또는 정부가 생산한 기술 결과물의 내부 기술 능력을 측정하기 위한 대체 지표로 사용될 수 있다(Trajtenberg *et al.*, 1997). 특허 분석에 대한 이전 연구는 단순히 특허 수를 세어 기술의 타당성을 추정했는데(Griliches, 1990), 다른 특허에 대한 인용 빈도를 측정하는 것이 기술의 경제 및 시장 가치를 조사하는 것보다 효과적인 방법이라는 연구(Breitzman and Thomas, 2002)가 발표된 이후 많은 연구에서 특허 인용 분석을 사용하여 기술, 기업 및 산업과 같은 다양한 관점에서 기술 혁신의 구조와 추세를 평가하였다(Kim *et al.*, 2014). 기술적인 관점에서, 특허 인용은 핵심 기술의 기원을 식별하고 미래 기술 개발의 방향 또는 경로를 예측하는 데 널리 사용되는 도구이므로(Kim *et al.*, 2015), 기업은 이러한 데이터를 참조하여 적절한 특허를 찾거나 기술 R&D 전략에 대한 적절한 방향을 설정할 수 있다(Cho and Kim, 2014).

이에 특허 분석을 통해 스마트홈 분야의 기술 및 산업 동향을 분석하는 연구도 일부 이루어져 왔다. Lai and Xu(2016)은 중국 스마트홈 발명 특허의 주요 유형과 부가 유형을 통계적으로 분석하고, 특허 네트워크 및 특허지도를 통해 스마트홈의 기술 핫 스팟 및 특허 공백을 파악하였다. WIPS(2018)은 윈텔립스 검색 DB를 활용하여 스마트홈 분야의 연도별 특허 출원 동향, 패밀리 특허 보유 현황, 기업별 특허 출원 피인용 현황을 분석하였다. 그러나 이 연구들은 단순히 특허의 네트워크를 그려 핫스팟 또는 구조적 공백(structural holes)을 파악하거나 특허의 수를 세어 동향을 파악하는 데 그쳐, 이 정보들을 이용하는 스마트홈 산업 관련 기업 간의 관계를 파악하거나, 해당 기업 간 지식의 흐름을 파악하지는 못하였다. 따라서 이 정보를 사용하는 주체인 기업과 그를 둘러싸고 있는 환경의 관계를 중요시하는 지식생태계 관점에서의 기업 간 관계적 분석은 진행되지 못하는 한계가 있었다.

지식생태계는 지식의 생성에서 적용에 이르기까지 구조나 과정이 마치 자연의 생태계처럼 하나의 유기적 관계를 이루는 시스템이다(Son, 2009). 산업에 생태계 관점의 도입은 생물학적 생태계가 “비즈니스 네트워크 이해에 대한 강력한 유추”라는 제안으로 시작되었다(Iansiti and Levin, 2004). 그 후 산업 생태계는 혁신 생태계, 디지털 생태계 등 다양한 관점으로 재정의 되었으며, 그 중 디지털 생태계는 정보, 지식의 흐름, 협력을 기반으로 운영된다고 정의되었다(Gupta *et al.*, 2019). 한 생태계는 다른

생태계에 명시적 또는 암묵적 지식을 전달하는데(Wiesner *et al.*, 2016), 이런 맥락에서 지식생태계는 지식의 창출, 지식의 수집, 지식의 검토, 지식의 가공, 지식의 등록, 지식의 검색, 지식의 습득, 지식의 적용의 선순환 과정을 반복하게 된다. 따라서 특허의 인용관계 분석을 통해 지식생태계의 기술 지식의 흐름을 분석하여, 지식 구조와 해당 지식 보유 기업 간 구조를 파악하면 기술 인수, 공동 R&D, R&D 제휴와 같은 기술에 대한 전략적 의사결정뿐 아니라 전략적 제휴 및 협력을 위해 사용할 수 있다. 또 생태계적 관점에서 산업을 분석하기 위한 목적으로 사회 연결망 분석이 널리 활용되어 왔는데, 이 네트워크의 시각화 및 정량적 측정으로 산업 생태계 내에서 산업 내 행위자들의 상호작용과 연결 관계를 파악하면 산업구조와 형태도 파악할 수 있다. 즉 행위자들의 개별적 속성보다 전체 산업의 관계적 속성을 파악할 수 있다는 장점으로 인해 다양한 산업의 생태계 분석에 네트워크 분석이 활용되어 왔다(Lee *et al.*, 2015). 이에 본 연구에서도 스마트홈 생태계의 구조와 지식의 흐름을 네트워크 형태로 분석하고, 생태계 내에서 개별 기업의 역할을 규명한다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 데이터 수집

스마트홈 생태계의 전반적인 기술 지식 구조를 탐색하기 위해 본 연구에서는 특허 인용 정보를 기술 지식 흐름의 대응 지표로 활용한다. 특허 인용 정보는 지식 교환 및 흐름에 대한 방향 정보를 포함하기 때문이다(Hu and Jaffe, 2003; Bhupatiraju *et al.*, 2012).

미국 특허청에 등록된 2000년부터 2019년 10월까지의 특허 데이터에서 ‘Smart Home’ 관련 키워드가 제목과 초록에 포함되는 특허 데이터를 추출하였다. 검색에 사용한 7개의 키워드는 ‘SMART HOME, HOME PLATFORM, HOME NETWORK, SMART APPLIANCE, INTELLIGENT APPLIANCE, DIGITAL APPLIANCE, GREEN HOME’이다. 이 키워드는 한국정보통신기술협회(Telecommunications Technology Association, TTA)에서 스마트홈을 구성하는 기술들의 분류를 이용하였다(Wee *et al.*, 2016). 이 검색에서 추출된 특허는 2,187건이었고, 이 특허들이 인용한 특허 68,225건과 이 특허들이 피인용된 특허 21,534건을 추가로 추출하였다. 추출된 인용 및 피인용 특허로부터 스마트홈 관련 기술 특허 보유 수량 기준 상위 100대 기업을 기준으로 범위에 포함되는 인용 또는 피인용된 특허

32,572건을 선별하여, 이 특허들의 번호와 특허들 간의 인용 관계 정보로 데이터베이스를 구성하였다. 이 데이터베이스는 특허 간 상호 특허 인용 정보를 바탕으로 만들어졌으나, 기업 간의 관계를 분석하기 위하여 100\*100의 인접 행렬(association matrix)로 1차 변환되었다. 이 인접 행렬은 다시 효과적인 시각화를 위해 다양한 임계값(cut-off value)에 대한 가시화 작업을 반복 수행하여, 인용 횟수 50 수준이 가장 가시성이 높고 의미 있는 네트워크가 산출될 수 있는 것으로 판단하였다. 이를 기준으로 2차 인접 행렬을 구성하였는데, 총 100개의 기업 중 인용 횟수 50 수준에서 고립되어 네트워크에서 제외된 기업은 60개로, 최종적으로 40개의 기업이 네트워크에 포함되었다. 이 40개 기업을 기반으로 40\*40 기업 간 특허 인용 인접 행렬을 다시 구축하였는데, 이때 인용 인접 행렬은 기업 간 특허 인용 관계만을 파악하기 위해 인용 횟수는 사용하지 않는 이진 네트워크(binary network)로 3차 변환한 것으로 이후 다양한 분석의 대상이 되는 행렬로 사용되었다.

#### 3.2 네트워크 분석

본 연구에서는 다양한 관점에서 지식 네트워크를 시각화하고 연구하기 위해 사회 연결망 분석 기법을 사용하였다. 사회 연결망 분석 기법을 이용한 네트워크 분석은 산업 및 기업 수준에서 전체 지식 네트워크를 설명하고 모바일 생태계에서 특정 역할을 식별하는 데 적합하다. 네트워크 분석을 위해 UCINET 6 및 지파이(Gephi)를 사용하여 네트워크 연결성 관련 지표를 측정하고 네트워크를 시각화하였다(Bastian *et al.*, 2009).

인용 네트워크를 시각화할 때 화살표의 방향성은 2가지 관점에서 설정할 수 있다. 먼저 특허 B1이 특허 A1을 인용하는 경우 인용 관계에 따라 B1에서 A1으로 나아가는 화살표로 나타낼 수 있다. 반면 특허의 영향이나 지식 흐름의 관점에서는 특허 A1이 특허 B1에게 지식을 전달한다고 볼 수 있으므로 A1에서 출발하여 B1으로 도달하는 형태로 그릴 수 있다. 본 연구에서는 생태계적 관점에서 지식 확산에 영향을 주는 특허의 역할에 보다 초점을 맞추고 있으므로 후자의 형태로 화살표를 표시하였다. A사가 보유한 A1 특허를 B사의 B1 특허가 인용하는 것은 좌에서 우로 지식의 흐름이 존재한다고 판단하고, 이 경우 특허 인용 관계 및 특허 보유 기업의 지식 흐름은 아래 <Figure 1>과 같이 나타난다. 특허 인용 관계를 기반으로 A사는 B사에게 지식을 전달해 주므로, A는 지식의 배포자, B는 지식의 흡수자로 파악한다.

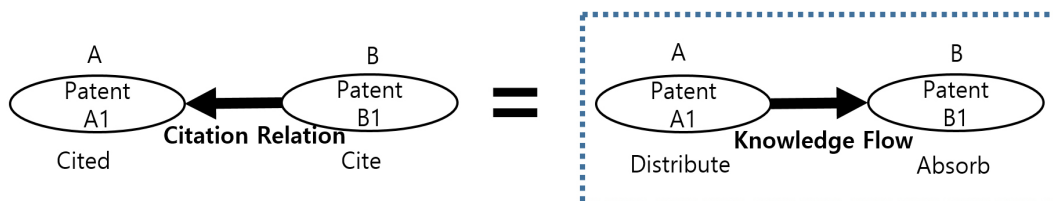


Figure 1. Patent Citation and Knowledge Flow

한편, 네트워크상의 핵심 주체를 파악하기 위한 목적으로 중앙성 지표(centrality index)가 널리 활용되고 있는데, 중앙성 지표는 네트워크에서 노드의 힘과 영향을 확인하는 데 유용한 지표이기 때문이다. 네트워크에서 널리 사용되는 지표는 연결 중앙성(degree centrality), 근접 중앙성(closeness centrality), 사이 중앙성(betweenness centrality) 및 위세 중앙성(eigenvector centrality)이다(Freeman, 1979). 연결 중앙성은 노드가 중심에 어떻게 위치하는지를 보여주는 단순 다른 노드에 대한 직접 링크의 수를 측정하는 정량화된 지표이다. 근접 중앙성은 다른 노드와의 근접성 또는 다른 노드와의 거리로 측정되며 여기에는 직접 연결된 노드뿐만 아니라 네트워크에 간접적으로 연결된 모든 노드들도 포함된다(Freeman, 1979; Valente and Foreman, 1998). 근접 중앙성은 방향 그래프로 표시된 방향에 따라 근접으로 분류 및 측정된다. 사이 중앙성은 네트워크에서 중재자 또는 중재자를 담당하는 노드의 역할 정도를 측정하는 지표인데, 노드 수의 비율로 표시되며 네트워크에서 두 노드 사이의 최단 경로를 찾는다(Freeman, 1979). 마지막으로, 위세 중앙성은 네트워크에 연결된 다른 노드들의 중요성을 보여주는 가중치에 대한 지표이다(Bonacich, 1987). 강한 노드와의 한 연결은, 몇 개의 약한 노드와의 연결보다 약한 노드의 영향을 증가시킬 수 있는데, 이것을 위세 중앙성이라 한다.

중앙성 지수들은 개별 노드들의 중요도 및 영향력을 확인하는데 활용될 수 있는 유용한 지표이지만 네트워크에서 각 노드의 구체적인 역할을 설명하는 데는 한계가 있으며, 이 문제를 위해 중개 분석(brokerage analysis)이 사용될 수 있다. 중개는 한 명의 행위자에서 중개자인 또 다른 행위자로의 자원의 흐름 또는 교환이며 중개 행위자가 접근성이 부족한 다른 행위자들 사이에 일어나는 거래를 용의하게 도와주는 것으로 정의할 수 있다(Mersden, 1982).

Gould and Fernandez(1989)는 중개자의 역할 유형을 분석하기 위해서는 모든 행위자가 상호배타적인 그룹(mutually exclusive group)으로 구분되며, 행위자가 속한 그룹에 따라 중개자의 역할을 나누었다. 또 네트워크 내에서 중개 구조를 크게 그룹 내 중개자와 그룹 간 중개자로 나누고, 그룹 내 중개자는 조정자(coordinator), 컨설턴트(consultant)로, 그룹 간 중개자는 문지기(gatekeeper), 대표자(representative) 및 연락자(liaison)로 구분하여 모두 5가지 유형의 중개자로 분류하였다. <Figure 2>는 5 가지 유형의 중개 관계를 도식화한 것이다. 조정자는 기

업 A, B, C 모두 같은 그룹일 때 수행되는 역할이다. 컨설턴트는 기업 A, B, C 중 중개자만 다른 그룹에 있는 경우이다. 대표자는 중개자 B가 A와 같은 그룹이며 A를 대신하여 C와 협상하는 경우이다. 문지기는 중개자 B가 C와 같은 그룹이며 C를 대신하여 A의 수용 여부를 결정하는 경우이다. 연락자는 기업 셋이 모두 다 다른 그룹에 속하는 경우이다.

중개 분석은 생태계 관점에서 네트워크를 분석하는 다양한 최근 연구에서 유용하게 활용되어왔다. Kirkels and Duysters (2010)는 네덜란드의 소규모 첨단 기술 기업의 협력 네트워크에서 중개 관계를 정의했으며, Lissoni(2010)는 학술 발명가(학술 동료, 학생, 산업 연구원)의 중개 관계 분석에서 공동 발명자를 정의하였다. Shin and Park(2007)은 ICT(Information & Communication Technology) 산업에서 중개 기술에 대한 연구를 수행하였으며, Lee *et al.*(2015)는 모바일 생태계 내 중개 기술 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 스마트홈 산업의 기업 군에 속한 기업의 중개 관계를 분석하여 스마트홈 시장의 기술 지식 흐름 내에서 각 기업의 역할을 식별한다.

#### 4. 스마트홈 특허 동향

스마트홈 지식생태계 네트워크 구축에 앞서, 스마트홈 특허 등록 동향을 통해 산업 내 기술 개발 현황을 살펴보았다. 스마트홈 특허의 연도별 증가 추이는 <Figure 3(a)>와 같다. 주요 기업의 스마트홈 특허 등록 규모는 2000년 23개에서 2018년 241개로 증가하였다. 특히 2017년에서 2018년, 1년 동안 40%가 넘는 특허 등록 증가율을 보여 최근 기업들의 스마트홈 기술 개발이 활발히 이루어짐을 확인할 수 있다. 또한, 2005년 17개에 불과하던 스마트홈 특허 소유 기업이 2018년에는 81개로 늘어나서 스마트홈 산업의 폭이 넓어지고 있음을 확인하였다. <Figure 3(b)>에서 기업별 등록 특허 수를 확인해 보면, 가장 많이 특허를 등록한 기업은 Samsung이다. Samsung은 전체 스마트홈 관련 특허의 18%(385건)를 차지하고, 그 뒤로는 Google 6%(121건), Sony 5%(108건) 순으로 많이 등록하였다. Samsung이 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것은 전 세계 시장 점유율이 높은 모바일 폰의 생산자이자 ‘Smart Things’라는 스마트홈 플랫폼을 운영하며, 세계 스마트홈 산업을 리드하고 있기 때문으로 판단된다.

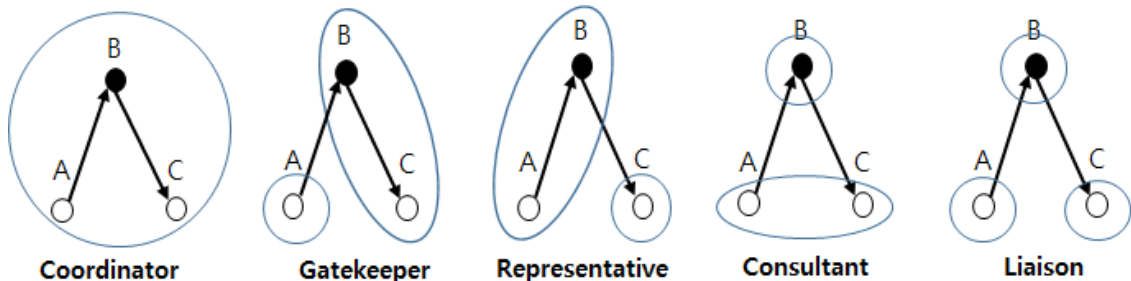


Figure 2. Five Types of Brokerage(Gould and Fernandez, 1989)

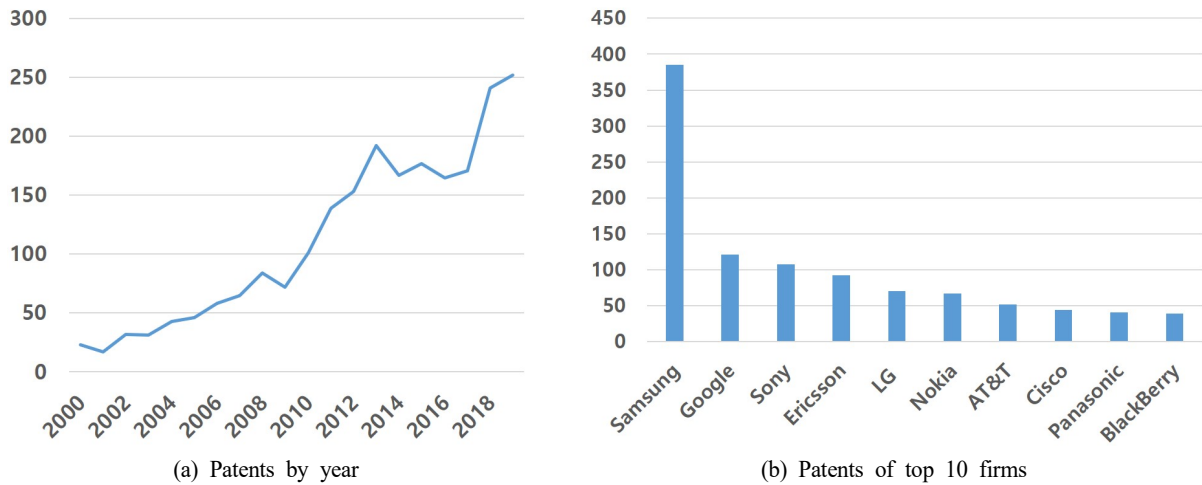


Figure 3. Number of Smart Home Patents

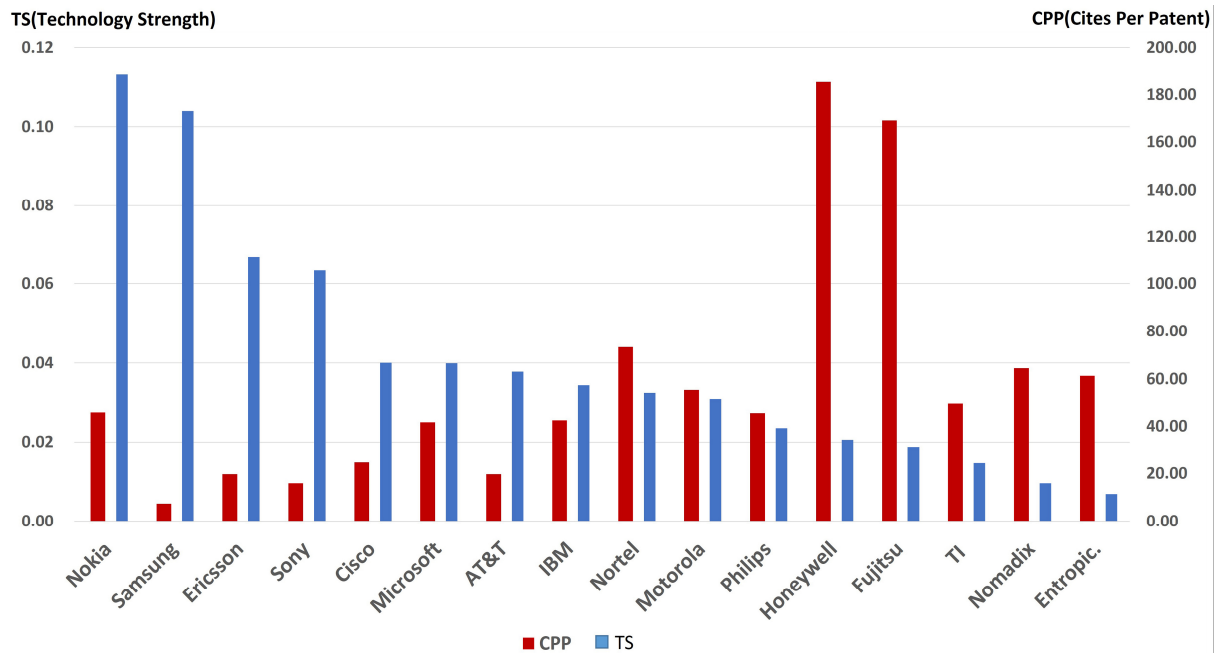


Figure 4. Patent Quality Values by Firm

질적인 측면을 고려하여 기업별 스마트홈 기술역량을 파악하기 위해 피인용도 지수와 기술력 지수, 두 가지 종류의 특허 품질 지수를 측정하였다. 피인용도 지수(Cites Per Patent, CPP)는 특정 기업이 가진 등록 특허의 피인용 수를 해당 기업의 등록 특허 수로 나눈 값으로, 해당 특허보다 늦게 출원된 특허가 해당 특허를 어느 정도 인용하였는지 파악하여 기술 개발에 대해 얼마나 영향력을 주었는지를 측정할 수 있게 한다. 한편, 영향력 지수(Patent Impact Index, PII)는 피인용도 지수를 전체 등록 특허의 피인용도로 나눈 값으로, 평균적인 기술 수준에 비해 특정 기업 또는 국가가 어느 정도의 성과를 내고 있는지 파악할 수 있게 하는 지표이다. 기술력 지수(Technology Strength, TS)는 영향력 지수에 해당 특허권자의 등록 특허 건수를 곱한 값으로서 특정 기업이나 국가의 기술적 역량을 파악하고 기술

의 질적인 측면과 양적인 측면을 모두 고려할 수 있도록 만들어진 지표이다(Sung, 2013). 동일 분야 내에서는 영향력 지수와 기술력 지수의 순위는 동일하므로, 본 연구에서는 기술력 지수만을 고려한다. 스마트홈 특허 등록 상위 기업의 피인용도 지수와 기술력 지수를 질적 특허 지표로 <Figure 4>에 그래프로 나타내었다.

<Table 1>에 각 지수별 상위 5개 기업을 제시하였다. 이 결과에서 흥미로운 사실은 피인용도 지수와 기술력 지수가 가장 높은 5개 기업 중 중복되는 기업이 없다는 것이다. 피인용도 지수는 후행 특허에 영향을 주는 지표로서 초기 스마트홈 관련 특허를 출원한 기업들이 높은 점수를 획득할 가능성이 높은 반면 기술력 지수는 영향력 지수에 특허 수를 곱하여 산출하므로, 특허의 양 자체가 많은 기업들에게 유리하기 때문이다.

**Table 1.** Top Five Firms in Terms of CPP and TS

Rank	Cites per patent(CPP)	
	Company	Value
1	Honeywell	185.333
2	Fujitsu	169.333
3	Nortel Nets	73.333
4	Nomadix	64.500
5	Entropic.	61.333
Rank	Technology strength(TS)	
	Company	Value
1	Nokia	0.113
2	Samsung	0.104
3	Ericsson	0.067
4	Sony	0.063
5	Cisco	0.040

**Table 2.** Five Sub-Sectors of Smart Home Industry

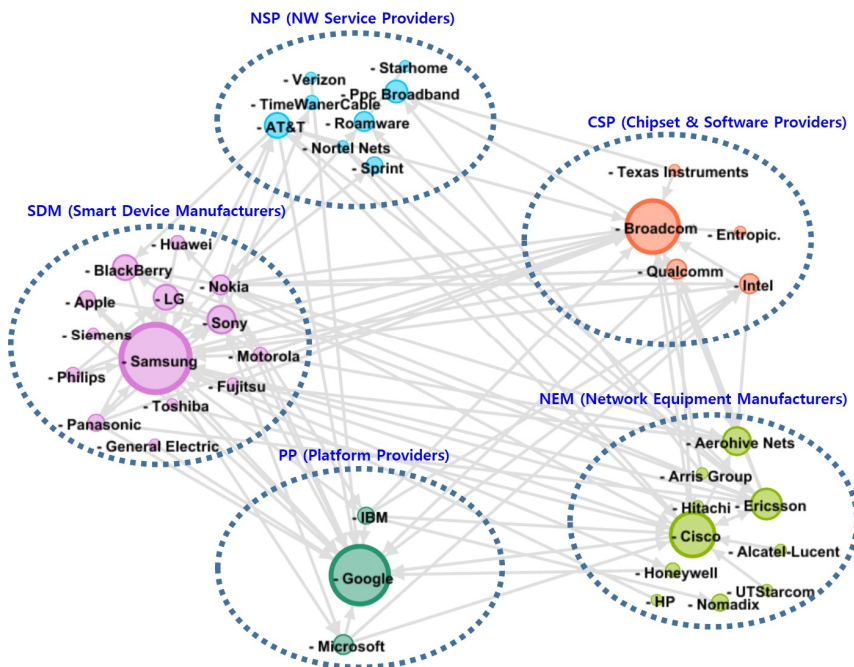
Sub-sectors(count)	Company
CSM-Chipset & Software Providers (5)	Qualcomm, Intel, Broadcom, Entropic., TexasInstruments
NEM-Network Equipment Manufacturers (10)	ArrisGroup, Cisco, Alcatel-Lucent, Ericsson, Hitachi, Honeywell, HP, Nomadix, UTStarcom, AerohiveNets
NSP-NW Service Providers (8)	At&T, NortelNets, PpcBroadband, Roamware, Sprint, Starhome, TimeWanerCable, Verizon
PP-Platform Providers (3)	Google, Microsoft, IBM
SDM-Smart Device Manufacturers (14)	Fujitsu, Huawei, LG, Nokia, Panasonic, Apple, GE, Samsung, BlackBerry, Motorola, Toshiba, Philips, Siemens, SonyToshiba

## 5. 스마트홈 산업의 지식 생태계

### 5.1 스마트홈 산업의 지식 네트워크

수집된 데이터를 바탕으로 40개 스마트홈 간 인용관계 행렬을 구축하였다. 인용 횟수 50회를 임계치로 적용하여 이진 네트워크(binary network) 형태로 스마트홈 지식 생태계를 도출하였다. 스마트홈 산업 생태계는 디바이스 또는 네트워크 장비를 생산하는 기업과 플랫폼 및 네트워크 서비스를 제공하는 기업 등 다양한 유형의 기업군으로 구성된다. 본 연구에서는 블룸버그(Bloomberg)와 위키피디아(Wikipedia)의 기업 정보 및 Lee *et al.* (2015)의 연구를 바탕으로, 스마트홈 산업 내 기업군을 5개로

구분하였다. 이 5개의 기업군은 CSP(Chip & SW Providers), PP (Platform Providers), NSP(Network Service Providers), NEM(Network Equipment Manufacturers), SDM(Smart Device Manufacturers)이다. CSP는 반도체 Chip 설계 및 Chip 운영을 위한 SW를 제공하는 기업들이 속해 있는 기업군이고, PP는 검색 웹 등 전반적인 SW 구동, 웹 서비스 플랫폼을 제공하는 기업들의 군집이다. NSP는 네트워크 접속 기술(와이파이, 블루투스, 4G/LTE 등)을 가지고 서비스를 제공하는 기업들의 집합, EM은 통신 장비, 제어 부품을 공급하는 기업군이며, 마지막으로 SDM은 스마트가전기기를 제조, 유통, 서비스하는 기업군이다. 각 기업군과 기업군에 속한 기업들은 <Table 2>에 정리하였다. 도출된 스마트홈 기업의 네트워크는 <Figure 5>와 같다. 이 네트워크의 밀도(density)는 0.076, 평균 연결 수(average degree)는 2.950, 노드의 크기는 특허 건수에 비례한다.



**Figure 5.** Smart Home Knowledge Ecosystem

Table 3. Centrality of firms in the Smart Home network

Firm	Sub-sectors	Degree		Closeness Centrality	Betweenness Centrality	Eigenvector Centrality
		In	Out			
Samsung	SDMs	0.17 (1)	0.12 (2)	0.03 (3)	0.50 (4)	0.11 (1)
Google	PPs	0.14 (2)	0.00 (10)	0.00 (10)	0.00 (10)	0.11 (1)
Broadcom	CSPs	0.12 (3)	0.01 (9)	0.05 (1)	0.03 (6)	0.09 (3)
Cisco	Ems	0.09 (4)	0.04 (7)	0.03 (5)	0.10 (3)	0.07 (4)
Ericsson	Ems	0.05 (5)	0.07 (3)	0.03 (3)	0.17 (1)	0.06 (5)
Sony	SDMs	0.04 (6)	0.06 (4)	0.03 (5)	0.04 (7)	0.05 (6)
AT&T	NSPs	0.03 (7)	0.05 (5)	0.03 (5)	0.01 (8)	0.05 (6)
Qualcomm	CSPs	0.03 (8)	0.03 (8)	0.02 (9)	0.01 (9)	0.05 (6)
IBM	PPs	0.02 (9)	0.05 (5)	0.03 (5)	0.04 (5)	0.03 (9)
Nokia	SDMs	0.02 (10)	0.14 (1)	0.04 (2)	0.11 (2)	0.01 (10)

스마트홈 기업 네트워크를 구성하는 다양한 기업 중에 어떤 기업이 네트워크에서 핵심적인 역할을 수행하고 있는지를 파악하기 위해 중앙성을 측정하였다. 내향 및 외향 연결 중앙성, 근접 중앙성, 사이 중앙성, 위세 중앙성을 각각 측정하였으며, <Table 3>은 주요 기업들의 중앙성 점수와 순위를 요약한 것이다.

내향 연결 중앙성(in degree centrality)이 높은 기업은 타 기업들과 많이 연결되어 타 기업 특허를 많이 사용하는 기업으로 지식을 흡수한다고 할 수 있는데 대표적인 기업은 Samsung, Google, Broadcom이다. 이들 기업은 각각의 기업군에서 최상위 진입 차수를 가진 기업들인데, 많은 기업들의 특허를 제품에 수용했기 때문에 최상위 기업이 되었고, 최상위를 유지하기 위해서 타 기업의 특허를 지속적으로 수용했다고 볼 수 있다. 실제 Google은 크롬, 유튜브, 지메일 등 세계적으로 많이 사용하는 앱을 전 세계에서 생산되는 모든 디바이스에서 사용할 수 있도록 하기 위해서 많은 스마트홈 제품 생산 기업의 특허를 흡수했다. 외향 연결 중앙성(out degree centrality)이 높은 기업은 타 기업에 많이 연결되어 타 기업의 특허 생성에 기여하는 기업인데, 지식 흡수 기업과 달리, 지식을 배포하는 기업들이라고 할 수 있다. 이 외향 연결 중앙성이 가장 높은 기업은 Nokia다. Nokia가 이런 위치에 있는 것은 Nokia가 스마트홈 생태계가 시작되던 초기에 왕성한 경영 활동을 하던 기업이기 때문이다. 스마트홈 생태계의 기본이 되는 특허를 초기에 많이 선점 및 획득했으므로, 후발 기업들에게 지식을 제공하는 역할을 하게 된 것이다. 사이 중앙성이 높은 기업은 영향력 있는 기업들의 사이에 가장 빈번하게 놓인 기업으로 이런 특성을 가장 많이 가진 기업은 Samsung이다. Samsung은 다양한 가전제품 뿐 아니라, 반도체 및 모바일 폰까지 제조하는 기업이므로, 다양한 기업군의 많은 기업과 지식을 교류하면서 한편으로는 경쟁하고 있기 때문에 사이 중앙성이 높다고 볼 수 있다. 위세 중앙성은 기업 연결망 안에서 기업이 가질 수 있는 영향력을 측정하는 지표로서 연결된 기업의 중요성에 가중치를 둔다. 여기서는 Samsung과 Google이 가장 높게 나왔는데, 이 지표는 Google이 중앙성 지표에서 최상위를 차지하는 유일한 지표이다. Google 자체의 연결 중앙성과 Google이 연결된 기업의 연결 중앙성이 모두 높아서

최상위 수치가 산출되었다고 할 수 있다. 근접 중앙성이 높은 기업은 지식 접근성이 높다. 다른 기업들과의 평균 거리가 가까운 이러한 기업은, 해당 기업의 정보와 지식이 다른 기업에 자연스럽게 흘러들어 가게하기 때문이다. 반도체 칩은 모든 스마트홈에 필수적으로 들어가는 기본 부품 소재이므로 CSP 중 Broadcom이 근접 중앙성이 가장 높은 기업으로 분석되었다.

### 5.2 스마트홈 생태계 내 중개 관계 분석

중앙성 분석 결과 대부분의 상위권 기업들이 SDM 소속이었으므로 SDM 소속의 특정 기업들이 개별적으로 크게 네트워크에 중요도 및 영향력을 행사한다는 사실은 확인할 수 있었다. 하지만, 이 결과로는 전체 네트워크 내에서의 기업의 구체적인 역할을 설명하지는 못하였을 뿐 아니라, 5개의 기업군으로 구성된 전체 네트워크 구조 상, 각 기업군에서의 역할과 그로 인한 정보의 흐름을 설명하는 데는 한계가 있으므로, 이를 확인하기 위하여 중개 분석을 진행하였다.

UCINET에서 수행한 기업별 각 중개 값은 <Table 4>와 같다. 각 기업군별 대표적인 역할을 보여주는 기업들을 살펴보면, SDM에 속해 있는 기업 중 Samsung의 총 중개 값이 다른 기업에 비해 현저하게 높은 것으로 확인되었다. 그 외 SDM의 Nokia와 Sony도 중개 값이 상당히 크지만 서로의 중개 값이 높은 역할은 배타적이어서 한 기업군 내에 있어도 서로의 역할은 다르다는 것을 알 수 있다. SDM 외 타 기업군에도 중개 값이 높은 기업들의 역할을 확인해 보면, NEM군의 CISCO와 Ericsson을 비교해 볼 수 있다. CISCO는 특히 대표자와 문지기의 중개 값이 현저히 높은 반면, Ericsson은 컨설턴트와 연락자의 역할을 하고 있어서 한 기업군 내 기업들의 역할은 각각 다르다는 것을 알 수 있다. 일반적으로 중앙성이 높은 기업이 중개 값도 높은 경향을 보이는데, 이것으로 중앙성과 중개 관계는 양의 상관관계가 있다고 말할 수 있다. 중개 값 분석결과를 보면, 대부분의 기업은 연락자의 성향을 가지고 있는데, 이것이 의미하는 바는 모든 기업은 자신이 속한 기업군과 무관하게 모든 다른 기업으로부터 지식을 흡수하는 동시에 전파하고 있다는 것이다.

**Table 4.** Brokerage Scores of Smart Home Firms

Sub-sectors	Frim	CD	GK	RP	CS	LS	Total
CSP	Broadcom	0.00	0.00	2.00	1.00	9.00	12.00
	Intel	0.00	0.25	0.00	0.00	1.00	1.25
	Qualcomm	0.00	0.00	0.00	0.33	0.70	1.03
PP	Microsoft	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00
	IBM	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.50
NSP	AT&T	0.00	0.00	1.17	0.50	0.20	1.87
NEM	Cisco	4.33	6.00	6.20	0.50	2.08	19.11
	Ericsson	0.00	0.50	4.00	5.00	5.83	15.33
SDM	Nokia	0.00	6.08	0.00	1.83	6.28	14.20
	Samsung	41.00	42.50	75.00	11.50	37.95	207.95
	Sony	2.00	1.00	6.50	0.00	1.25	10.75

Note : CD(Coordinator), GK(Gatekeeper), RP(Representative), CS(Consultant), LS(Liaison).

**Table 5.** Brokerage Scores of Smart Home Firms

	CSP	PP	NSP	NEM	SDM
CSP		LS Samsung (4)	RP Broadcom (2)	LS Samsung (5)	<b>GK Samsung (10)</b>
PP	LS Samsung (2)		LS Broadcom (1)	GK Cisco (2)	<b>GK Samsung (8)</b>
NSP	LS Nokia (2)	LS Samsung (2)	CS Ericsson (2)	GK Cisco (2)	GK Nokia (4)
NEM	RP Cisco (2)	RP Cisco (2), Ericsson (2)	LS Broadcom (2) RP Cisco (2), Ericsson (3)	CD Cisco (2)	GK Nokia (3), <b>Samsung (20)</b>
SDM	LS Microsoft (2) <b>RP Samsung (15)</b>	<b>RP Samsung (24),</b> Sony (2)	LS Broadcom (6) CS Ericsson (3) RP Sony (4)	<b>RP Samsung (28)</b> LS IBM (2)	CS Ericsson (4) <b>CD Samsung (41),</b> Sony (2)

한편, <Table 4>의 정보는 각 역할에 대한 점수만 볼 수 있어서 구체적으로 각 기업군 내에서 어떤 기업이 어떤 역할을 수행하는지를 파악하기가 어렵다. 이에 각 기업군 간의 중개 역할을 파악하기 위해서 <Table 5>와 같이 기업군 대 기업군 중개지도도를 도출하였다. 각 셀에 제시된 기업은 해당 행에 나타난 기업군의 지식을 해당 열에 나타난 기업군으로 전달하는 중개자를 의미한다. 괄호안의 값은 중개점수를 나타내며 중개 점수가 1 이하인 경우는 제외하였다.

<Table 5>를 보면 각 기업군에는 고유의 중개 역할을 하는 기업들이 나타난다. Samsung과 Nokia는 같이 SDM에 속해 있고 동일한 문지기 역할을 많이 하고 있지만, 역할을 수행하는 대상이 되는 기업군이 다르다. Samsung은 CSP, PP, NEM에 대해서 Nokia는 NSP에 대해서 문지기 역할을 한다. Nokia가 모바일 폰에 집중하고 있으므로, 네트워크 서비스 제공 업체에 대한 문지기 역할을 하는 데 비해, 삼성이 가전제품과 모바일 폰 뿐 아니라 반도체까지 제조하고 있으므로, 나머지 산업군에 대한 문지기 역할을 하고 있는 것으로 판단된다. 또한 이것은 Samsung이 다른 기업군에서 생성한 특정기술을 적용하면, 같은 그룹인 SDM에 속한 타 기업들도 해당 기술을 적용하는 가능성이 높다는 의미이다. 이는 Samsung이 다양한 홈 가전제품들을 만들면서 전 세계적으로 많은 단말을 보급하고 있으며

로 다양한 제품과의 연결성을 유지하기 위해서 Samsung이 적용한 기술은 다른 제품에서도 많이 채택하게 되기 때문이다. 이때 Samsung은 칩셋과 플랫폼, 네트워크 장비 생산을 하는 동시에 최종 제품 생산을 위해 칩셋, 플랫폼, 장비 생산자와 긴밀히 협업하므로 CSP, PP, NEM에 대해 문지기 역할을 수행하는 것이다. 한편 Nokia는 모바일 폰에 대해서 가장 높은 점유율과 선도성을 유지하던 기업이므로, 모바일과 가장 관련이 있는 NSP에 대해서 문지기 역할을 하고 있다. 이를 일반화하면, 최종 소비자가 가장 많이 사용하는 제품을 만드는 기업은 그 제품을 사용하도록 지원하는 기술을 만드는 기업들에 대한 문지기 역할을 한다고 볼 수 있다.

또한 Samsung은 SDM에 속해있으면서 CSP, PP, NEM에 대한 대표자 역할을 한다. 이것은 Samsung이 다양한 제품에서 채택한 기술은 타 그룹 군에서도 적용된다는 뜻이다. 따라서 SDM의 다양한 기업들이 사용하는 기술 중 Samsung에 의해서 사용된 기술은 그렇지 않은 기술들에 비해서 채택할 가능성이 높다. 실제로 Samsung은 냉장고, 세탁기, 로봇 청소기, 모바일 폰 등 자사 생산 가전제품뿐만 아니라, 직접 만들지 않는 소규모의 전구, 알람, 벨브 등의 ‘Things’류도 ‘Smart things’라고 부르는 Samsung 스마트홈 플랫폼을 사용하여 연동될 수 있도록 하였다. 또, 빌딩 IoT 및 홈 IoT 사업 부문에서는 사무 건물 및



아파트 전체를 ‘Smart Things’를 통해 가전 및 기계 설비 제어가 가능하도록 하여, 논리적이고 물리적으로 스마트홈 구축에 기여하였다. 그뿐만 아니라, Amazon 및 Google에서 제공하는 알렉사와 Google 어시스턴트와도 연계하고, 삼성 주도 생태계를 구축하기 위하여 외부에 Software를 쉽게 개발할 수 있도록 지원하는 도구인 SDK (Software Development Kit)을 제공하는 등 다양한 방법으로 모든 기업군에 영향을 미치고 있다.

특이한 점은 <Table 3>의 중앙성 분석에서는 상위권이 아닌 Intel이 기업군 기반의 중개 관계 분석의 상위 기업에 등장한 것인데, 실제로 Intel은 CSP 소속이지만, Amazon 알렉사를 지원하는 스마트홈 개발 키트도 출시하는 등 PP에 해당하는 Amazon의 기술을 SDM에서 사용할 수 있도록 지원하는 등의 중개 역할을 수행하고 있기 때문인 것으로 보인다. 또, 일반적으로 대표적인 PP로 간주되는 Amazon은 ‘대쉬’, ‘알렉사’, ‘에코’ 등의 스마트홈 기능을 탑재한 제품을 공격적으로 제공하는 등, 스마트홈 생태계에 사활을 걸고 비즈니스 및 이용자 데이터 수집을 많이 하고 있다. 하지만 특허 출원을 통한 영업기술 독점성 보장보다는 오픈소스를 기반으로 개방적 기술 기여를 선택함으로써 중앙성이나 중개 관계 분석 등에서는 두드러지

게 나타나지 않는 것으로 판단된다.

### 6. OCF와 Non-OCF 진영 특성 비교

OCF(Open Connectivity Foundation)는 사물인터넷 표준화 단체로서, 다양한 산업에서 광범위하게 채택될 사양과 오픈 소스를 동시에 생성하는 새로운 사물 인터넷을 위한 컨소시엄이며, 개발자 제조업체 및 최종 사용자에게 정당한 상호 연결성을 제공하는 고유 사양을 지지한다(Park, 2017). 따라서 OCF는 스마트홈 기업들이 OCF 규격에 맞춰 제품을 개발하고 인증을 받으면 다른 기업의 제품과 연동하여 사물인터넷 기술을 적용해 제품을 제어하는 것을 보증한다. 현재 OCF 진영에 가입되어 있는 기업은 3개 레벨(OCF Gold Members, OCF Nonprofit Educational Members, OCF Basic Members)에 걸쳐 수백 개가 있으나, 본 연구의 대상이 된 40개의 기업을 기준으로 OCF와 Non-OCF를 구분해 보면 아래 <Table 6>과 같다. <Figure 6>은 <Figure 4>의 네트워크를 OCF와 Non-OCF 진영 기업으로 분류하여 네트워크를 재구성한 것이다.

Table 6. OCF and Non-OCF firms

Type	Company
OCF (13)	Qualcomm, Intel, ArrisGroup, Cisco, IBM, Microsoft, Fujitsu, General Electric, Huawei, LG, Nokia, Panasonic, Samsung
Non-OCF (37)	Broadcom, Entropic., TexasInstruments, Alcatel-Lucent, Ericsson, Hitachi, Honeywell, HP, Nomadix, UTStarcom, AeroHiveNets, At & T, NortelNets, PpcBroadband, Roamware, Sprint, Starhome, Sony, TimeWanerCable, Verizon, Google, Apple, BlackBerry, Motorola, Philips, Siemens, Toshiba

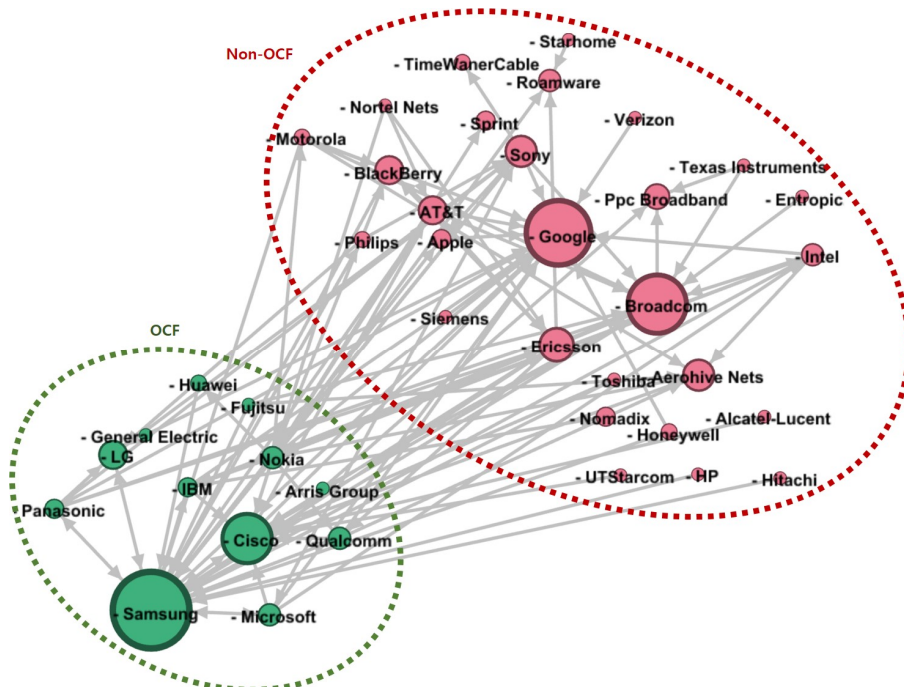


Figure 6. Smart Home Knowledge Ecosystem : OCF Vs. Non-OCF

Samsung과 Intel을 비롯한 13개의 기업 멤버로 구성된 OCF 진영과 OCF에 가입하지 않은 기업군의 중앙성을 비교 분석한 결과는 <Table 7>과 같다. OCF 진영은 Non-OCF진영에 비해서 외향 연결 중앙성은 2.8배, 내향 연결 중앙성은 1.5배, 사이 중앙성은 약 7배가 많다. 따라서 스마트홈 산업의 지식 전파에 활발히 기여하고, 기기 간의 상호 호환성 유지를 위해 OCF 진영의 기업들이 서로 긴밀히 협업하고 있음을 정량적으로 파악할 수 있다.

**Table 7.** Comparison of Average Centrality between OCF and Non-OCF

Cluster	Degree			Betweenness Centrality
	In	Out	Total	
OCF	3.77	5.23	9	44.52
Non-OCF	2.56	1.85	4.41	7.05

<Table 5>의 중개 관계 분석에서 전체 생태계에서의 대표자 역할은 CISCO와 Samsung, 문지기 역할은 Samsung과 Nokia, 컨설턴트는 Ericsson이 담당하고 있는 것으로 확인되었는데, 생태계에서 가장 중요한 역할을 담당하고 있는 이 3개 기업이 모두 OCF 진영에 속해 있다. 따라서 OCF 진영은 정량적 분석 뿐 아니라 정성적인 분석으로도 스마트홈 지식생태계에 중요한 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다. 이 내용을 바탕으로, OCF 진영과 Non-OCF 진영이 중앙성 지표들과 특허 질적 지표에서 실질적으로 차이가 있는지를 분석하였다. OCF와 Non-OCF 진영 간 비교 특성 분석을 독립표본 t 검정으로 진행한 결과는 <Table 8>과 같다.

내향 및 외향 연결 중앙성, 사이 중앙성, 피인용도 지수, 기술력 지수의 6개 변수에 대해 두 진영 간 차이를 분석한 결과, 내향 연결 중앙성, 외향 연결 중앙성 및 기술력 지수에서 OCF와 Non-OCF 진영 간에 통계적으로 유의한 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 이 결과는 먼저 내향 연결 중앙성은 OCF 진영에 속한 기업들은 Non-OCF 진영의 기업들에 비해서 월등히 많은 특허를 인용하고 있는데, 이것은 두 진영 간 특성이 통계적으로 유의하게 다르다고 할 수 있는 근거를 제공한다. 두 번째로 외향 연결 중앙성을 확인해보면, 이것은 OCF 진영에 속

해있는 기업들은 Non-OCF 진영의 기업에 비해서 특허의 피인용도가 월등히 높아서, 전체 스마트홈 산업의 지식전파에 영향을 더 크게 끼치고 있음을 알 수 있다. 마지막으로 기술력 지수를 살펴보면, 특허의 질적 지표 중에서는 유일하게 기술력 지수에서만 진영 간 차이가 있는 것으로 나타났는데, 그 이유는 OCF 진영과 Non-OCF진영의 기업이 등록한 특허는 질적으로는 차이가 없고 단지 OCF 진영의 기업들이 활발하게 특허를 등록했기 때문으로 판단된다. 피인용도 지수나 영향력 지수와 달리 기술력 지수는 특허의 양적 지표도 포함한 지표이므로 양적인 면에서 최근 OCF 소속 기업들의 급증하는 특허 개수가 반영되었다고 분석되는 것이다. 따라서 OCF에 속한 기업이나, 속하지 않은 기업이 각자의 진영 소속 여부와 무관하게 모든 기술을 개방적으로 사용하고 적용하고 있다고 볼 수 있다.

한편, OCF 진영의 기업들이 Non-OCF 진영의 기업들에 비해서 중앙성과 기술력 지수가 높은 이유는 OCF 진영의 탄생 배경과 관련이 있다. 스마트홈 구축을 위한 IoT 표준을 널리 보급하려면 시장에서 이미 사용 가능한 기존기술과의 호환성을 유지하는 것이 매우 중요한데 그 호환성이 스마트홈 기업의 전략 수립과 생존에 필수적이기 때문이다. OCF의 주요 목표 중 하나는 AllJoyn, oneM2M 등과 같은 다른 생태계에 연결하는 것이다(Lee, 2017). OCF의 전신인 OIC(Open Interconnect Consortium)는 가전 기기 간의 연동을 목표로 시작되어 활발한 활동을 하였으나, 표준 기술이 아닌 Qualcomm의 기술로 연합체를 구성한 점과 개방성을 갖지 못한 폐쇄성이 문제점으로 지적되었다. 개방성이 있었다면 변해가는 요구사항을 제대로 반영했을 것이고, 주도 기업 하나의 투자 철회로 기업의 연합체가 무너지지도 않았을 것이다. 따라서 이후 설립된 OCF는 철저한 개방 정책과 업체 간 상호 협력을 강조하면서 연합체를 키워 나갔다. 이러한 이유로 OCF는 표준과 개방성을 중요하게 관리하게 되었고, OCF 진영의 기업들은 OCF 진영에 속하지 않은 기업들에 비해 유의한 수준으로 기업들 간 연결성 및 표준을 대표하는 특허가 많아진 것이다. 따라서 향후 스마트홈 생태계에 진입하고자 하는 기업은 OCF에 가입하여 다양한 기업과 지식을 공유하고, 개발하는 것이 호환성을 유지하여 성공할 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

**Table 8.** T-Test Results between OCF and Non-OCF

Variable		OCF		NON-OCF		p-value
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Centrality	In Degree	3.77	4.75	2.56	1.92	0.014*
	Out Degree	5.23	4.71	1.85	2.23	0.027*
	Total Degree	9	9.07	4.41	4.73	0.041*
	Betweenness	44.52	102.51	7.05	24.81	0.217
Patent quality	CPP	37.38	43.89	33.79	35.45	0.805
	TS	0.04	0.03	0.02	0.02	0.018*

\*p < 0.05.

## 7. 결론

본 연구에서는 미국 특허청에서 스마트홈 관련 특허를 제목과 초록 데이터를 대상으로 추출하고, 보유 상위 100대 기업의 특허를 기반으로, 인용 및 피인용 특허 32,572건을 수집하여 네트워크 분석을 하였다. 그 결과 스마트홈 산업 생태계를 구축하고 있는 각 기업군별 상호 관계를 파악하고, 생태계 구조, 행위자들의 관계적 특성을 분석하여 스마트홈 산업 분야의 지식 흐름을 파악하였다.

기업의 중앙성 분석에서 내향 연결 중앙성이 높은 기업은 타 기업 특허를 많이 사용하는 기업으로 지식을 흡수하는데, 대표적인 기업은 Samsung, Google임을 확인하였다. 반면 외향 연결 중앙성이 높으면 타 기업의 특허 생성에 기여하여, 지식을 배포하는데 이런 지식 배포의 대표적인 기업이 Nokia, Samsung이다. 접근성이 좋고 다른 기업들과의 평균 거리가 가까운 기업은 해당 기업의 정보와 지식이 다른 기업에 자연스럽게 흘러들어 가는 특성이 있는데, 이런 기업은 접근 중앙성이 높은 기업이며 TI가 대표적이다. 또 각 기업군 간에는 중개 역할을 하는 기업들이 있는데 가장 많은 지식 흐름을 보이는 SDM 기준으로 살펴보면 CSP와 PP와의 대표자는 Samsung과 Sony가, NSP와의 컨설턴트는 Ericsson이, 대표자는 Sony가 하고 있다. 모든 기업군을 대상으로 보면 대표자는 CISCO와 Samsung, 문지기는 Samsung, 컨설턴트는 Ericsson이 담당하고 있어 SDM와 NEM 기업이 생태계에 많은 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다. 한편 스마트홈 산업 참여 기업들은 기기 연결 표준을 제정하고 개방을 지향하는 OCF에 가입한 기업과 그렇지 않은 기업으로 구분할 수 있는데, 양 진영 간에 지식 흐름의 양 및 역할에 대한 차이가 있는지를 독립표본 t-test를 통하여 확인해 본 결과 연결 중앙성 및 기술력 지수에서 OCF와 Non-OCF 진영 간 평균은 유의한 차이가 있음이 증명되었다. 이것으로 OCF 가입 기업들은 가입하지 않은 기업에 비해서 스마트홈 산업에의 지식 흐름에 기여도가 큰 것을 파악할 수 있었다.

본 연구에서는 스마트홈 생태계 기업들의 네트워크 분석과 지식의 흐름을 파악하여 스마트홈 산업의 주요 기업과 기업별 역할을 실증적으로 도출하였다. 또 지식 배포기업과 지식 흡수기업을 구분하고, 각 기업군별 중개 역할을 하는 기업들을 확인하였다. 최종 소비자가 많이 사용하는 제품을 만드는 기업은, 그 최종 제품을 사용하도록 지원하는 기술을 만드는 기업들에 대한 문지기 역할을 하고 있음을 찾아냈고, 표준과 개방성을 중요하게 관리하는 OCF 진영의 기업들은 OCF 진영에 속하지 않은 기업들에 비해 유의한 수준으로 기업들 간 연결성 및 표준을 대표하는 특허가 많다는 것을 검증하였다. 따라서 새롭게 스마트홈 생태계 진입전략을 고민하는 기업은 이 연구 결과를 기반으로 해당 기업이 속한 기업군에 속한 기업들의 역할과 관련 기업군에 속한 기업들의 역할을 확인하고, 기업의 포지셔닝을 결정하는 데 도움을 받을 수 있다. 또 OCF 진영이 형성된 배경을 알고, 소속되어 얻을 수 있는 장점을 확

인함으로써 신속하고 효과적으로 스마트홈 생태계에 진입할 수 있는 방법을 찾을 수 있어서 해당 기업의 R&D 전략 수립에 유용하게 활용할 수 있다.

그러나 본 연구는 향후 연구가 필요한 몇 가지 한계점도 지니고 있다. 첫째, 스마트홈 생태계 전반적인 구조를 파악하기 위해서 스마트홈 관련 전체 기술과 관련된 기업 간의 전체 관계를 분석하였다. 그러나 현재 스마트홈이 IoT로 발전하고 있다는 한국 정보통신기술협회의 ICT(Information & Communication Technology) 표준화 방향을 고려하면 스마트홈 영역에 IoT 관련된 다양한 핵심 요소기술(헬스케어, 식별체제, 시멘틱 인터워킹, 지능화, 통신제어기술, IoT 디바이스, 사이버 물리 시스템)을 포함할 필요가 있다. 둘째, 특허는 출원 및 등록과정에서 시간이 많이 소요되므로 현재 진행 중인 스마트홈 관련 생태계의 변화추이를 보다 빠르게 파악하기 위해서는 현재 수행 중인 오픈소스 프로젝트 데이터 등으로 분석 대상을 확장할 필요가 있다. 셋째, 이번 연구는 2000년부터 2019년까지 20년을 하나의 단위로 분석하였으나, 스마트홈의 진화과정을 기준으로 몇 개 구간으로 구분하고, 구간별 네트워크의 변화를 보고 향후의 변화를 예측하는 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- Breitzman, A. and Thomas, P. (2002), Using Patent Citation Analysis to Target/Value M&A Candidates, *Journal Research-Technology Management*, **45**, 28-36.
- Basole, R. C. (2009), Visualization of Inter Firm Relations in a Converging Mobile Ecosystem, *Journal of Information Technology*, **24**(2), 144-159.
- Bastian, M., Heymann, S., and Jacomy, M. (2009), Gephi : An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks, *Proceedings of International AAAI Conference on Web and Social Media*, **8**, 361-362.
- Bavelas, A. (1948), A Mathematical Model for Group Structure, *Applied Anthropology*, **7**, 16-30.
- Bhupatiraju, S., Nomaler, O., Triulzi, G., and Verspagen, B. (2012), Knowledge Flows, Analyzing the Core Literature of Innovation, Entrepreneurship and Science and Technology Studies, *Research Policy*, **41**(7), 1205-1218.
- Bonacich, P. (1987), Power and Centrality : A Family of Measures, *American Journal of Sociology*, **92**(5), 1170-1182.
- Cho, Y. R. and Kim, W. J. (2014), Technology-Industry Networks in Technology Commercialization : Evidence from Korean University Patents, *Scientometrics*, **98**, 975-998.
- Freeman, L. (1979), Centrality in Social Networks Conceptual Clarification, *Social Networks*, **1**, 215-239.
- Gould, R. V. and Fernandez, R. M. (1989), Structures of Mediation : A Formal Approach to Brokerage in Transaction Networks, *Sociological Methodology*, **19**, 89-126.
- Griliches, Z. (1990), Patent Statistics as Economic Indicators : A Survey, *Journal of Economic Literature*, **28**, 1661-1707.
- Gupta, R., Mejia, C., and Kajikawa Y. (2019), Business, Innovation and Digital Ecosystems Landscape Survey and Knowledge Cross

- Sharing, *Technological Forecasting & Social Change*, **147**, 100-109.
- Hu, A. and Jaffe, A. (2003), Patent Citations and International Knowledge Flow : The Cases of Korea and Taiwan, *International Journal of Industrial Organization*, **21**, 849-880.
- Iansiti, M. and Levien, R. (2004), Strategy as Ecology, *Harvard Business Review*, **82**(3), 68-78.
- Kang, W. M., Moon, S. Y., and Park, J. H. (2017), An Enhanced Security Framework for Home Appliances in Smart Home, *Human-centric Computing and Information Sciences*, **7**(1), 1-12.
- Kim, E. S., Cho, Y. R., and Kim, W. J. (2014), Dynamic Patterns of Technological Convergence in Printed Electronics Technologies : Patent Citation Network, *Scientometrics*, **98**, 1785-1810.
- Kim, J. H. (2019), A Design of Secure Authentication Framework Based on Distributed Ledger ID in Smart Home Environments, Graduate School Department of Computer Science and Engineering Soongsil University, Theses (Doctor).
- Kim, H. Y. (2020), IoTivity Framework Based Design and Implementation of IoT Home Automation System, Graduate school Department of Electrical and Electronic Engineering Hanyang University, Theses (Master).
- Kim, H. Y. (2018), Smart Home Strategy in the Era of the 4<sup>th</sup> Industrial Revolution, *Ssangyong Special Planning*, 22-27.
- Kim, K. W., Park, J. B., Kim, S. W., Lim, T. B., and Yoon, K. R. (2015), IoT-based Smart Home Service Framework Technology, *Broadcasting and Media Magazine*, **20**(3), 54-65.
- Kim, N. I., Lee, H. S., Kim, W. J., Lee, H. J. and Suh, J. H. (2015), Dynamic Patterns of Industry Convergence : Evidence from a Large Amount of Unstructured Data, *Research Policy*, **44**, 1734-1748.
- Kirkels, Y. and Duysters, G. (2010), Brokerage in SME Networks, *Research Policy*, **39**(3), 375-385.
- Lai, C. and Xu, C. (2016), The Application of Patent Mining in the Forecast of Smart Home Industry, *Management Science and Engineering*, **10**(1), 67-75.
- Lee, J. C., Kim, H. J., and Kim, S. H. (2017), Bridging OCF Devices to Legacy IoT Devices, *IEEE International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*.
- Lee, S. H., Kim, W. J., Lee, H. Y., and Jeon, J. H. (2015), Identifying the Structure of Knowledge Networks in the US Mobile Ecosystem : Patent Citation Analysis, *Technology Analysis & Strategic Management*, **28**(4), 411-434.
- Lissoni, F. (2010), Academic Inventors as Brokers, *Research Policy*, **39**(7), 843-857.
- Lynggaard, P. (2019), Smart Home Wireless Sensor Nodes Addressing the Challenges using Smart Objects and Artificial Intelligence, *arXiv preprint arXiv:1904.01504*.
- Marsden, P. V. and Friedkin, N. E. (1994), Network Studies of Social Influence, *Advances in Social Network Analysis*, 3-25.
- Oh, C. H., Cho, Y. R., and Kim, W. J. (2014), The Effect of Firm's Strategic Innovation Decisions on Its Market Performance, *Technology Analysis & Strategic Management*, **27**(1), 39-53.
- Park, H. J. and Park, J. H. (2014), Smart Home International Standardization Trend and Strategy, *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, **31**(10), 72-79.
- Park, S. (2017), OCF : A New Open IoT Consortium, *IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshop (WAINA), 2017 31<sup>st</sup> International Conference on*, 356-359.
- Reinisch, C., Kofler, M. J., and Kastner, W. (2010), ThinkHome : A Smart Home as Digital Ecosystem, *4<sup>th</sup> IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*.
- Plantevin, V., Bouzouane, A., and Gaboury, S. (2017), The Light Node Communication Framework : A New Way to Communicate Inside Smart Homes, *LCC : Chemical technology Sensors*, **17**(10), 2397.
- Shin, J. and Park, Y. (2007), Building the National ICT Frontier : The Case of Korea, *Information Economics and Policy*, **19**, 249-277.
- Son, M. (2009), Reconsideration of Information Literacy in Information Ecology : Implications for Resource-Based Learning, *The Journal of Educational Information and Media*, **15**(4), 231-249.
- Son, Y. S. and Park, J. H. (2015), Home IoT Technology Status and Development Direction, *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, **32**(4), 23-28.
- Sung, T. K. (2013), The Quality of Patents : An Multilateral Evaluation for Korea, *Korea Institute of Intellectual Property*, 99-120.
- Teece, D. (2007), Explicating Dynamic Capabilities : The Nature and Microfoundations of Enterprise Performance, *Strategic Management Journal*, **28**(13), 1319-1350.
- Trajtenberg, M., Henderson, R., and Jaffe, A. (1997), University Versus Corporate Patent : A Window on the Basicness of Invention, *Economics of Innovation and New Technology*, **5**(1), 19-50.
- Wee, K. J., Jang, J. P., and Park, J. H. (2016), Standard Information-K-ICT Standard Strategy Map Ver. 2016, *Korea Information and Communication Technology Association TTA Journal*, **161**, 124-136.
- Valente, T. and Foreman, R. (1998), Integration and Radiality : Measuring the Extent of an Individual's Connectedness and Reachability in a Network, *Social Networks*, **20**, 89-105.
- WIPS (2018), Patent application trend related to smart home in Korea, Analysis report. analog Vol.75
- Wiesner, S., Lampathaki, F., Biliri, E., and Thoben, K.-D. (2016), Requirements for Cross-Domain Knowledge Sharing in Collaborative Product-Service System Design, *Procedia CIRP*, **47**, 108-113.
- Yu, K. H., Hong, S. G., Jeong, H. S., Kwon, K. T., Min, K. I., and Ryeom, J. D. (2016), Development Trends of Smart Home based on Internet of Things (IoT), *Proceedings of KIIEE Annual Conference*, 218.
- Zheng, S., Aphorpe, N. J., Chetty, M., and Feamster, N. G. (2018), User Perceptions of Smart Home IoT Privacy, *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, **2**(CSCW), 1-20.

## 저자소개

**전승선** : 고려대학교에서 경영학 석사학위를 취득하였으며, 현재 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사과정을 수료하였다. 삼성전자 연구원으로 재직 중이며 관심 분야는 스마트홈, 빅데이터, 기술혁신, 기술경영 등이다.

**김성희** : 현재 서울과학기술대학교 일반대학원 데이터 사이언스학과 석사과정에 재학 중이다. 관심 분야는 텍스트 분석, 서비스 사이언스, 네트워크 분석, 기술 혁신, 기술경영 등이다.

**이학연** : 서울대학교 산업공학과에서 학사학위를 취득하였으며, 동대학원에서 박사학위를 받았다. 현재 서울과학기술대학교 산업공학과 부교수로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 기술예측, 디지털 혁신 전략, 혁신 성과 평가 등이다.