

네트워크 분석 및 특허지표를 활용한 유망  
제조-서비스 융합 기술 탐색: 자율주행차를 중심으로  
**Analyzing promising technologies for manufacturing-service  
convergence using patent analysis: a case of autonomous vehicle**

김 준 한\* Joonhan Kim

금 영 정\*\* Youngjung Geum

**ABSTRACT**

Recently, product-service integration has been discussed as an important driver for technological innovation. However, limited attention has been paid to investigate and identify emerging technologies that are expected to be effectively converged for innovation. Even some previous works have discussed product-service convergence using patent analysis, they employed link prediction based on similarity measures. Therefore, this study aims to suggest a patent-based framework that can be used for investigating and identifying promising technologies for product-service convergence. First, this study defines service technology and classifies current patent classification into manufacturing IPCs and service IPCs. Then, we analyzed the convergence between manufacturing IPCs and service IPCs using network analysis. Next, we suggested five patent-based indicators to identify promising technologies - convergence strength, convergence speed, convergence flexibility, convergence novelty, and convergence brokerage - and identified promising technologies. This study is expected to be used for analyzing and identifying promising technologies under circumstances where technology convergence plays a key role in innovation.

**Key words** : Technology convergence, patent analysis, network analysis, autonomous vehicle,  
product-service integrationz

---

본 연구는 서울과학기술대학교 교내연구의 지원으로 수행되었음

\* 주저자, 서울과학기술대학교 데이터사이언스학과 석사과정

\*\* 교신저자, 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과, e-mail : yjgeum@seoultech.ac.kr

투고일 2019.07.26

수정일 2019.11.11

게재일 2019.12.31

## 1. 서 론

최근 기술의 빠른 발달과 고객 요구사항의 변화에 대응하여 새로운 혁신을 주도하기 위한 중요한 수단 중 하나로 제품-서비스 통합 (Product-Service System, PSS) 이 제안되어 왔다. 기업들이 새로운 기술 또는 기술기반 제품을 설계/개발하는 과정에서 제품 그 자체 뿐 아니라 다양한 서비스를 종합적으로 고려하여 설계한다는 것이 제품-서비스 통합의 기본 원칙이다. 이는 고객이 제품을 구매할 때 제품의 기능 및 역량 뿐 아니라 서비스의 종류 및 만족도를 종합적으로 살펴계 되면서 자연스러운 일로 변화하였다 (Visnjic and Van Looy, 2013). 이러한 이유로 당분간 제조와 서비스의 융합은 지속될 것으로 보인다. 이렇듯 제품-서비스 통합이 성공적인 혁신 형태로 알려지면서 이에 대한 이론적, 실무적 관심이 높아지고 있다 (Baines et al., 2007; Sakao and Shimomura, 2007; Rothenberg, 2007; Maussang et al., 2010; Kim et al., 2010; 김광재 외, 2011).

이러한 제조-서비스의 융합 과정에서 매우 중요한 것이 기술융합이다. 실제로 기술융합은 제품-서비스의 융합을 적극적으로 매개하는 것으로 알려져 있다 (Geum et al., 2010; Geum et al., 2011). Geum et al. (2010)의 연구에서는 제품과 서비스의 통합 과정에서 기술이 차지하는 역할을 6가지로 구분한 바 있으며, 이후 기술의 역할에 따른 기술 로드맵의 작성 등과 같은 기술기획 과정이 제안된 바 있다 (Geum et al., 2011). 이렇듯 제조-서비스의 융합 및 이를 위한 기술적 역할을 체계적으로 분석하고 이를 이해하는 것은 새로운 혁신을 구상하기 위한 가장 첫 출발이 되어야 한다. 이러한 이유로 많은 기존 연구에서 제조와 서비스의 융합 및 이에 관련한 기술융합 연구가 진행되어 왔다.

제조-서비스의 융합에 관한 기존 연구는 다음의 두 가지 흐름으로 정리될 수 있다. 첫 번째 흐름은 주로 정성적 측면의 연구로, 실무적 사례를 중심으로 제조-서비스 융합을 정의하고 이들의 특성을 규명하기 위한 연구이다. 이러한 관점의 연구는 제품-서비스 융합 개념이 제기되었을 때부터 꾸준히 그 정의, 유형, 특성을 규명하기 위해 시도되어 왔다 (Mont, 2002; Tukker, 2004; Maussang et al., 2009; Geum et al., 2011a; Trevisan Brissaud, 2017; Haber and Fargnoli, 2017). 이러한 연구는 제품-서비스의 통합에 있어 주요 특징, 비즈니스 모델, 설계 방법 등 제품-서비스 통합을 이해하고 적용하기 위한 정성적 관점의 연구들이다.

그러나 최근에는 정성적 연구보다는 데이터를 활용하여 제품-서비스 통합을 분석하기 위한정량적 연구가 시도되고 있다. 최근 빅데이터 분석 기술 및 텍스트 마이닝 기술이 발전하고 각광받음으로 인해 많은 연구자들이 서비스 또는 PSS에 관련된 텍스트 데이터를 활용하여 융합 현상을 분석해 왔다. Park and Yoon (2015)의 연구에서는 전기 자전거에 대한 웹 뉴스 마이닝을 통해 PSS 개념에 대한 기회 발굴을 시도하였다. Song et al (2017)의 연구에서는 서비스 텍스트 데이터를 바탕으로 서비스 진화 지도를 구축하기도 하였다. Lee et al. (2018)의 연구에서는 PSS 관련 문헌에 대한 대규모 텍스트 분석 및 토픽 모델링 분석을 통해 주요 토픽을 도출하고 각 토픽의 특성을 분석하였다. Lim and Maglio (2018)의 연구에서는 스마트 서비스 시스템을 이해하기 위해 데이터 기반 접근을 사용하였다. 이를 위해 학술 논문 및 뉴스에 대한 텍스트 마이닝을 실시하여 스마트 서비스에 관련한 16개의 연구분야, 4개의 기술 요소, 12개의 응용분야를 도출하였다.

그러나 이러한 기존 연구에도 불구하고 기존 연구들은 다음과 같은 한계를 가진다. 먼저 분석

대상의 관점에서, 대부분 기존 연구들이 제조-서비스 융합보다는 기술융합 그 자체를 분석하는데 초점을 두고 있다 (김지은, 이성주, 2013; Geum et al., 2012; Lee et al., 2015; Lim et al., 2018). 대부분의 연구들이 기술융합 자체를 분석하기 때문에 제조-서비스 융합 과정의 특징보다는 기술적 융합 특성에 초점을 맞추고 있으며, 이는 제조 및 서비스 관점의 고찰을 누락시키는 결과를 가져온다. 두 번째로 분석 방법론 관점에서는 다음과 같은 한계가 있다. 먼저 많은 다수 연구들이 융합 양상을 사후적으로 분석하기 위한 목적으로 수행되었다 (Pennings and Puranam, 2001; Curran and Leker, 2011; Geum et al., 2012; Park and Yoon, 2014; Caviggioli, 2016). 그러나 기술 기획의 관점에서 볼 때는 사후적으로 특정 서비스, 또는 PSS의 특징을 분석하는 것보다는, 보다 구체적인 관점에서 해당 제품-서비스 통합을 구성하고 있는 어떤 기술적 특성이 제품-서비스 융합을 실현하였는지 기술적 관점에서 살펴보고 이에 따라 유망 융합기술을 발굴하는 것이 필수적이다. 이는 기술이 서비스 혁신의 주요 엔진인 동시에 가치창출의 핵심 동력이라는 점에서 (Carlborg et al., 2014) 그 필요성이 더욱 두드러진다.

그럼에도 불구하고 유망 융합기술을 발굴하기 위한 연구는 매우 제한적이다. 일부 연구에서 링크예측 등을 활용하여 유망 융합기술을 파악한 바 있으나 (Lee et al., 2015; 서한빈, 이학연, 2018; Kim et al., 2019), 대부분 연구들이 유사도 기반으로 이루어졌다는 한계가 있다. 따라서 기술적 특성을 면밀히 고려한 유망 제조-서비스 융합기술을 발굴하는 것이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 제품/서비스 개발에 실질적 도움을 줄 수 있는 융합기술을 탐색하고 발굴하기 위한 특허 기반 프레임워크를 제안한다. 먼저 현재의 제조-서비스 융합 양상을 파악하기 위한

네트워크 기반 분석을 실시한 후, 이에 기반해 미래의 제조-서비스 융합을 위한 유망 융합기술을 발굴하기 위한 프레임워크를 제안하고자 한다.

## 2. 기존 연구

### 2.1. 제품-서비스 융합

오랜 시간 제조와 서비스는 서로 이질적인 산업으로 간주되어 왔다. 그러나 최근 제품과 서비스가 융합되어 가치를 창출하는 일이 많아지면서 기존의 제품 중심, 혹은 서비스 중심의 산업 패러다임이 둘 사이의 융합을 강조하는 방향으로 변화하고 있다. 최근 들어 제품-서비스 통합 (Product-Service System), 서비스화 (Servitization) 등 제품과 서비스의 결합을 통해 가치를 창출하는 개념들이 등장하여 시장 변화를 주도하고 있는 것도 그 현상 중 하나이다 (Goedkoop et al., 1999; Mont, 2002; Manzini and Vezzoli, 2003; Sundin et al., 2006; Annarelli et al., 2017).

이에 따라 제품-서비스 융합 및 제품-서비스 통합에 관련한 다수의 연구가 수행되어 왔다. 제품-서비스 통합의 개념 및 특성을 밝히는 초창기 연구부터 (Goedkoop et al., 1999; Mont, 2002; Manzini and Vezzoli, 2003), 제품-서비스를 통합하기 위한 기획 방법론들 (Geum et al., 2011a; Park et al., 2016), 제품-서비스 통합의 설계 및 디자인 (Geum and Park, 2011b; Vezzoli et al., 2017; Son et al., 2018), 이들의 성과 평가 (Lee et al., 2012; Chen et al., 2015; Kim et al., 2016) 등 다양한 주제에서 활용되어 왔다. 특히 최근 연구들에서는 제품-서비스 융합의 기술 트렌드를 분석하고 예측하기 위한 연구가 다수 시도되어 왔다 (Bressanelli et al., 2018; 서한빈, 이학연, 2018).

이 중 실무적으로 가장 의미있고 중요한 연구가 제품-서비스 통합을 위한 기획 관점의 연구라고 할 수 있겠다. 이를 통해 실제 실무에서 제품과 서비스가 융합되어 혁신이 일어나기 때문이다. 이러한 관점에서 제품-서비스 통합을 기획하기 위한 트렌드 분석 및 예측 연구는 실질적 의미에서 매우 중요하다고 하겠다.

제품-서비스 통합 현상을 분석하고 기획하기 위한 연구는 다수 연구에서 활발히 수행되어 왔다 (Geum et al., 2011a; Park et al., 2016). 이들 연구에서는 혁신을 기획하기 위한 제품-서비스 통합의 특성을 파악하고 이를 방법론적으로 연계하기 위한 주제를 다루고 있다. Geum et al., (2011a)는 제품과 서비스를 통합하기 위한 과정에서의 기술의 역할에 주목하여 통합에 있어 기술의 역할 유형을 제시하고 이에 따른 기술로드맵 구축 방법에 대해 연구하였다. Park et al. (2016)의 연구에서는 웹 뉴스의 텍스트 마이닝을 통하여 BSN (behaviors, situations, and relevant needs)를 도출하고 이에 기반해 새로운 혁신의 기회를 발굴하기 위한 연구를 수행하였다. Reim et al (2015)의 연구에서는 제품-서비스 통합에 관련한 비즈니스 모델과 관련 전략들을 분석하기 위해 PSS 관련 문헌을 수집하여 이를 토대로 조사를 실시하였다. 이를 통해 가치 창출 (value creation), 가치 전달 (value delivery), 가치 포획 (value capturing)의 관점 및 기존 PSS 유형 (제품 기반, 사용 기반, 결과 기반 PSS) 에 따라 비즈니스 모델을 정의하고, 관련 전략을 제안하였다. Son et al. (2018)의 연구에서는 DSM을 활용하여 제품-서비스 통합을 위한 기술로드맵 개발을 시도하기도 하였다.

## 2.2. 특허분석

최근에는 제품-서비스의 융합 과정을 데이터를

통해 분석하고자 하는 시도도 다수 연구에서 이루어지고 있다. 제품-서비스 융합을 분석하기 위해 웹 뉴스 (Park et al., 2016), 특허 (Lee et al., 2016) 등 다양한 데이터 원천이 활용되어 왔다.

특히 특허의 경우 기술혁신을 통해 개발된 혁신의 핵심 내용을 담고 있는 동시에 공개된 데이터 베이스이기 때문에 기술융합 분석에 있어 그 가치가 매우 높다. 실제로 많은 연구에서 기술 트렌드 분석 및 기술혁신의 경로 분석 등을 특허분석을 통해 진행한 바 있다 (전성해 외, 2010; 정병기 외, 2016; 문진희, 금영정, 2016). 김홍빈 외 (2012)의 연구에서는 잠재 비즈니스 기회 발굴을 위해 특허의 시맨틱 기술을 도입하여 기능-특성 인과관계 네트워크를 구축한 바 있다. 송기식 외 (2014)의 연구에서는 기존의 특허분류체계보다 세분화된 특허분류체계인 F-term을 활용하여 기술 융합을 시도하기 위한 혁신 아이디어의 창출 방법을 제안하였다. 노희용 외 (2013)의 연구에서는 DSM을 활용하여 특허기술 기반 융합 예측을 시도하였다.

최근에는 제품-서비스 통합이 중요한 혁신의 원천으로 여겨지면서, 제품-서비스 통합을 분석하기 위한 특허분석이 다수 연구에서 수행되었다. Lee et al. (2016)는 Keygraph 와 텍스트 마이닝을 통해 PSS에 있어서의 기술 기회를 발굴하기 위한 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 Keygraph 분석의 결과를 바탕으로 PSS의 유형을 다섯 가지로 분류하고 관련 기술기회를 도출하기도 하였다. 여기서 분류된 다섯 가지의 PSS는 위치 기반 정보전달 PSS, 사용자 기반 정보전달 PSS, 양방향 미디어 기반 PSS, 차량 기반 PSS, 금융 관련 PSS 등이다.

그러나 이러한 기존 연구에도 불구하고 기존 연구들은 특정 서비스나 PSS 그 자체에 대한 분석을 수행하고 있으며, 이들 대부분의 연구들이 해당 제품-서비스 통합의 특성을 파악하고 트렌드

를 분석하는 것에 초점을 맞추고 있다. 그러나 기술 기획의 관점에서 볼 때는 사후적으로 특정 서비스, 또는 PSS의 특징을 분석하는 것보다는, 보다 구체적인 관점에서 해당 제품-서비스 통합을 구성하고 있는 어떤 기술적 특성이 제품-서비스 융합을 실현하였는지 기술적 관점에서 살펴볼 필요가 있다.

### 2.3. 특허동시분류분석

특히 기술융합의 분석에 있어서 특허의 동시분류분석이 많은 연구들에서 시도되었다. 특허 출원 시 하나의 특허는 다수의 분류체계 (International Patent Classification, IPC)에 등록되게 되며, 이는 여러 개 기술이 융합되어 하나의 가치를 창출했다는 관점에서 해석이 가능하다. 따라서 동시분류 정보는 기술융합 분석을 위한 중요한 자료로 활용되어 왔다 (Geum et al., 2012; Jeong et al., 2015; Choi et al., 2015; Lee et al., 2015; Caviggioli, 2016; Kim and Lee, 2017; 김철현, 2019).

이에 따라 다수 연구에서 특허 동시분류분석을 통해 기술의 융합을 판단하고자 하는 시도가 이루어져 왔다. 대표적인 연구로 특허 클래스에 기반한 네트워크 분석을 수행하여 산업 및 기술군의 융합을 분석하는 연구들 (Geum et al., 2012; Jeong et al., 2015)이 있으며, 특허를 통해 기술융합의 동인을 파악하고 분석하는 연구가 수행되기도 하였다 (Caviggioli, 2016). 최근에는 Link prediction 과 LDA를 활용하여 IPC 기반 기술융합을 예측하는 시도가 이루어지기도 하였으며, 특허 IPC와 ARM을 통해 기술융합을 예측하고자 하는 연구도 시도된 바 있다 (Han and Sohn, 2016).

특히 동시분류분석을 활용한 다수 연구에서 네트워크 분석을 함께 활용하는 것이 일반적이다.

이는 동시분류분석의 결과 각 IPC의 관계를 도식화하는 것이 필요하며, 이에 대량 데이터간 관계를 시각적 형태로 보여주는 기법인 네트워크 분석이 중요한 역할을 할 수 있기 때문이다. 특히 동시분류분석의 경우 동시분류매트릭스를 통해 네트워크 형태로 표현하게 되는데, 각 IPC를 노드, IPC간 동시분류매트릭스를 통해 네트워크 형태로 표현하는 것이 가장 일반적이다. 기존 연구들 대부분에서 이러한 네트워크 분석을 활용해 전체 기간을 몇 개의 세부 기간으로 나누어 동태적 기술융합을 파악하는 방식을 시도하고 있다.

그러나 대부분의 특허 IPC기반 동시분류분석 연구들은 몇 가지 한계점이 존재한다. 먼저 제조-서비스 간 관계에 초점을 맞추기보다는 기술융합 그 자체를 분석하는 데 초점을 두고 있다는 한계가 있다 (김지은, 이성주, 2013; Geum et al., 2012; Lee et al., 2015; Lim et al., 2018) 이는 제조-서비스의 융합을 분석한다는 목적에 부합하지 않기 때문에 제조와 서비스 그 자체의 성격을 명확히 정의하고 이에 따라 분석 틀을 구체화하는 것이 필요할 것이다. 둘째, 융합의 미래를 분석하기보다 현재까지의 융합 분석에 초점을 맞추고 있다는 한계가 있다 (Pennings and Puranam, 2001; Curran and Leker, 2011; Geum et al., 2012; Park and Yoon, 2014; Caviggioli, 2016). 일부 연구에서 일부 미래 지향적 관점에서 유망 융합기술 발굴을 시도한 연구들이 존재하나 (Lee et al., 2015; 서한빈, 이학연, 2018; Kim et al., 2019), 대부분 연구들이 유사도 기반으로 이루어지고 있다는 단점이 있다. 따라서 제조-서비스 융합의 특성을 고려한 발굴 프로세스가 요구된다고 할 수 있다.

### 3. 연구 프레임워크

본 연구는 다음 그림 1과 같은 과정으로 구성

된다. 먼저 제조-서비스 융합이 일어나는 것으로 생각되는 특허를 USPTO 웹사이트로부터 수집하여 필요한 전처리를 수행한다. 본 연구는 특허의 클래스를 바탕으로 제조-서비스 융합을 분석하기 때문에 특허 동시분류분석을 수행하기 위한 전처리를 수행한다. 이후 특허 동시분류분석을 수행하기 위한 매트릭스를 구축한 후 현재 제조-서비스 융합기술 양상을 탐색하는 과정과 이에 기반한 융합기술 발굴 과정을 거치게 된다. 먼저 제조-서비스 기술에 대한 동시분류분석을 실시하고, 이를 네트워크 분석을 통해 시각화하여 동태적 패턴을 관찰한다. 이후 네트워크 분석 과정에서 발견된 각 기술의 특성을 바탕으로 유망기술을 발굴하는 과정을 거친다.

### 3.1. 서비스 기술 및 제조 기술 정의

기술 수준에서 제조-서비스 융합 양상을 파악하기 위해서는 제조 및 서비스 기술에 대한 정의가 가장 먼저 선행되어야 한다. 하지만 특허문서의 영역에서 제조 기술의 범위는 매우 방대한 반면, 서비스 기술에 대한 체계적인 정의는 부족한 실정이다 (Lee et al., 2011b; Geum et al., 2013).

서비스 기술을 정의하기 위한 대표적 방식은 크게 두 가지이다. 첫 번째는 Business Method (BM) 로 정의되어 있는 USPC 705 클래스를 서비스 기술로 간주하여 활용하는 방식이다. USPC 705 클래스는 관리, 운영, 분석과 같은 다양한 서

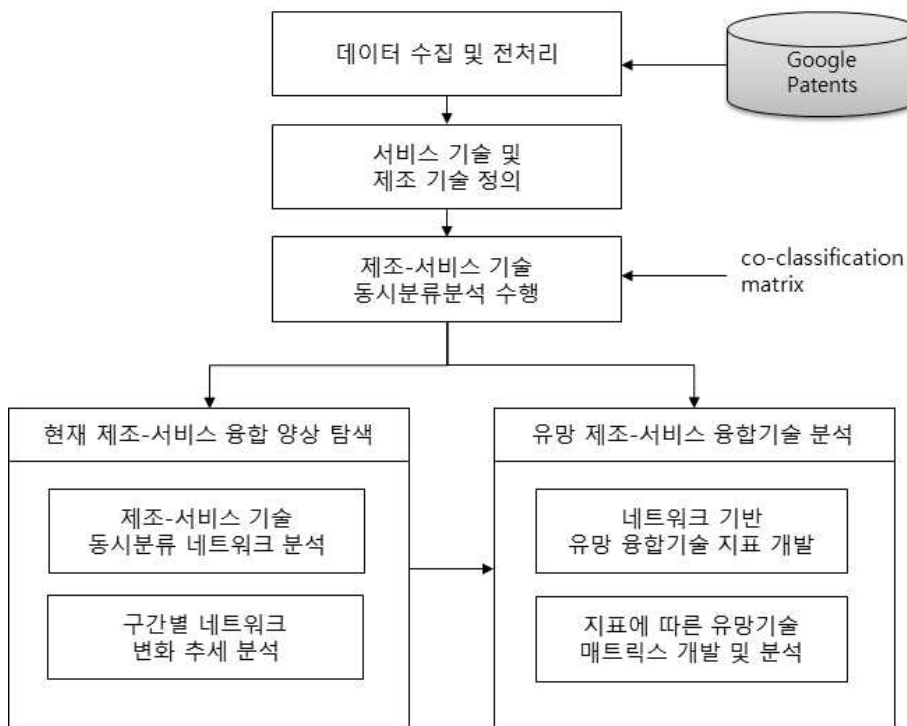


그림 1 연구 프레임워크

비스 활동을 수행하기 위한 기술 특허의 집합이며, 서비스 활동을 지원하기 위한 기술이 USPC 705로 등록되기 때문에 다수 연구에서 이 클래스를 서비스 기술로 간주하여 활용해 왔다 (Koda 2000, Han et al. 2011; Lee et al., 2016). 나머지 한 가지는 국제산업분류체계(ISIC classification)에서 정의된 산업분류체계 중 서비스 산업과 관련된 산업분류체계를 정의하고, 이들 산업에서 자주 활용되는 키워드를 추출하여 해당 관련 특허를 활용하는 방식이다.

본 연구에서는 USPC 705 클래스를 활용하여 서비스 기술을 정의하였다. 이는 국제산업분류체계를 활용하는 것에 비해 기술적 측면의 서비스에 보다 초점이 맞추어져 있기 때문에 제조-서비스 융합을 분석하기에 보다 용이하다고 판단되기 때문이다. 본 연구에서는 USPC 705 클래스를 서비스 클래스로 정의한 후, 이를 IPC로 변환하기 위해 uspto.gov에서 제공하는 ‘US to IPC Concordance(Concordances between US Patent Classification & the International Patent Classification Eighth Edition)’를 참고하여 변환하였다. 본 연구에서 수집된 특허에 해당되는 USPC 705에 관련된 IPC를 표 1과 같이 서비스 IPC로 정의한 후, 이를 제외한 모든 IPC를 제조 IPC 즉, 제조 기술로 정의하였다.

### 3.2 데이터 수집

다음으로 데이터 수집을 실시한다. 본 연구에서는 유망 제조-서비스 융합 기술을 파악하기 위해 자율주행 자동차를 분석 대상으로 선정하였다. 이는 전통적인 제조 산업에 해당되었던 자동차가 최근 자율주행 기술을 장착한 자율주행 자동차의 등장으로 그 안에서 일어날 수 있는 다양한 서비스를 설계하고 분석하는 것이 중요해졌기 때문이다. 또한 최근 자동차 산업의 경우 ICT기술과 자동차 산업의 융합이 현실로 실현되고 있을 뿐 아니라 많은 연구에서 미래의 신성장동력으로 간주되고 있다 (오 철, 2018). 따라서 기술기반 제품-서비스 융합에 있어서도 중요한 산업 특성을 가지기 때문에 자율주행차를 본 연구의 분석 대상으로 선정하였다.

분석을 위해 USPTO (미국특허청)에서 자율주행차를 의미하는 다음 표 2의 검색어를 통해 도출된 7391개의 특허를 활용하였다. 수집 기간은 자율주행 자동차에 관련된 연구가 활발히 진행되었다고 판단된 최근 12년(2007~2018)을 기준으로 데이터를 수집하였다.

표 1 서비스 IPC 목록

IPC	설명
G06F	전기 디지털 처리 기술
G06Q	컴퓨팅 디바이스 기술
G07C	기계 작동 파악/모니터링 시스템 기술
G01R	전기, 자석 물체 측정 기술
G06G	컴퓨팅 디바이스 기술
H04M	전화 통신 기술
B65B	물품 또는 재료 포장 기술
G07B	요금 징수 장치 기술
G07F	동전 없이 작동되는 자동 판매 기술
G01G	계량 기술

표 2 자율주행 관련 특허 검색을 위한 검색어

자율주행 자동차 검색을 위한 검색어
autonomous car, autonomous vehicle, autonomous drive, autonomous driving, self-driving car, self-driving vehicle, self-driving drive, driverless car, driverless vehicle, driverless drive, driverless driving

수집된 특허 데이터들은 IPC 서브클래스 단위로 정제하였다. 이는 서비스 기술은 USPC 705 클래스로 정의되었지만 최근 USPTO의 분류체계 분석이 대부분 IPC에 기반해서 이루어지고 있기 때문이다. 서비스 기술에 대응하는 표 1의 IPC 서브클래스를 제외한 서브클래스들은 모두 제조 기술로 분류하였다.

### 3.3 네트워크 분석

다음으로, 분석된 IPC를 대상으로 동시분류 분석을 수행하고 이를 네트워크의 형태로 도식화한다. 이를 위해 서비스 기술과 제조 기술 간의 동시분류 매트릭스를 도출하며, 이를 기반으로 기술 간의 융합을 네트워크 형태로 분석한다. 각 IPC를 노드, IPC간의 연결을 엣지로 표현한다.

본 연구에서는 네트워크 분석을 수행하는 데 있어서 전체 12년 기간 (2007~2018)의 특허 데이터를 사용하는데, 기간별로 제조-서비스 기술 간 융합 형태를 동태적으로 볼 필요가 있다. 본 연구에서는 전체 12년을 세 구간으로 나누어 분석한다. 보다 구체적으로 2007년 1월부터 2010년 12월까지 4년 동안을 1기간, 2011년 1월부터 2014년 12월까지 4년 동안을 2기간, 2015년 1월부터 2018년 12월까지 4년 동안을 3기간으로 정의하여 기간별 네트워크 분석을 수행한다.

### 3.4 네트워크 기반 융합 지표 발굴

유망 제조-서비스 융합 기술을 발굴하기 위하여 탐색 연구의 네트워크 분석 결과를 토대로 제조/서비스 IPC 노드에 대해 다음 표 3과 같이 주요 지표를 도출하였다. 도출된 표 1의 발굴 지표들을 바탕으로 유망 제조-서비스 융합기술을 발굴한다.

표 3 유망 융합기술 발굴을 위한 주요 지표

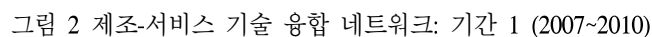
지표	특성	조작적 정의
융합 강도	타 기술과 융합이 얼마나 많이 일어났는가	해당 제조 (또는 서비스) IPC 에 연결된 서비스 (또는 제조) IPC 수 (네트워크의 연결중심성) (Degree Centrality)
융합 속도	타 기술과의 융합 속도가 얼마나 빠른가	직전 기간 대비 해당 제조 (또는 서비스) IPC 에 연결된 서비스 (또는 제조) IPC 수의 증감 추세
융합 유연성	융합이 이종 분야와 얼마나 많이 일어나는가	연결된 IPC 의 섹션 수준에서 분석된 Herfindahl Index (HI)의 역수
융합 신규성	새로운 기술과의 융합이 얼마나 많이 일어나는가	직전 기간 네트워크 대비하여 신규로 추가된 IPC 의 수
융합 매개도	해당 기술이 얼마나 기술간 융합을 매개하는가	네트워크의 사이중앙성 (Betweenness centrality)



본 연구에서는 해당 제조 (또는 서비스) IPC 서브 클래스에 연결된 서비스 (또는 제조) IPC 서브 클래스의 수를 측정한다. 다음으로 융합 속도는 해당 기술이 타 기술과의 융합 속도가 얼마나 빠른가를 나타내는 지표로, 이를 위해 직전 기간 대비 해당 제조 (또는 서비스) IPC 서브 클래스에 연결된 서비스 (또는 제조) IPC 서브 클래스 수의 증감 추세를 측정한다 (Geum et al., 2012). 직전 기간 대비하여 증가가 두드러지면 해당 기술이 타 기술과의 융합 속도가 빠르다고 판단한다. 융합 유연성은 해당 기술이 속하는 분야 (섹션) 가 이중 분야 (섹션) 와 융합이 얼마나 많이 일어나는가를 나타낸다. 이는 기존 연구에서 융합 균형성 등과 같은 개념으로 활용되어 왔으며, 얼마나 다양한 분야에 걸쳐 융합이 일어나는가를 의미한다.

융합 신규성을 도출하기 위해 직전 기간 대비 신규로 융합된 기술들의 수를 측정하였다. 이는 기존 연구에서 재조합 신규성이라는 개념으로 활용되어 왔으며, 이전 등록특허의 모든 IPC 서브클래스 조합과 분석특허의 IPC 서브클래스 조합을 비교해 새로운 조합이 있는 경우 재조합 신규성이 높다고 분석되어 왔다 (Fleming, 2001; 노희용, 2018). 마지막으로 융합 매개도는 해당 기술이 얼마나 기술간 융합을 매개하는가를 나타내는 지표다. 융합 매개도가 높다는 것은 다수 기술과의 융합을 통해 전반적인 융합의 양상을 주도한다는 뜻으로, 해당 기술의 네트워크의 사이중양성 (Betweenness centrality)을 측정하여 도출하였다.

#### 4.1 네트워크 분석을 통한 기간별 제 조-서비스 융합 양상 분석



먼저 그림 2와 표 4는 기간 1(2007~2010)에 대한 기술 융합 관계에 대한 네트워크 분석 결과이다. 각 노드의 크기는 각 특허 서브클래스가 발생한 빈도를 의미하며, 엣지의 크기는 두 서브클래스가 동시에 분류된 빈도를 의미한다. 네트워크의 가시성을 위해 엣지 빈도가 3 이상인 경우에 한해 시각화되도록 분석하였다. 초록색 노드 부분이 ‘서비스 기술’에 해당하며 나머지 빨간색 노드는 ‘제조 기술’에 해당한다. 기술 네트워크에서 연결 관계는 기술융합을 의미하기 때문에, 연결 관계가 많은 노드는 기술융합이 빈번하게 발생하는 기술이라고 볼 수 있다.

제조 기술 중에서는 자율 주행 기술의 핵심이자 초석이 되는 거리 측정 및 인식 관련 기술들이 주요 기술로 나타났다. 다른 차량의 위치를 파악하고 정보를 전송하는 시그널/적외선 기반 거리 인식 및 제어 기술인 B60Q, 거리 측정 기술인 G01C, 주행을 통해 계산되고 측정되는 거리 및 각종 데이터들을 표현하고 인식하는 G06K(데이터 인식, 표현 기술) 등이 대표적인 기술이다. 이들 제조 기술들은 G06F(전기 디지털 처리) 기술과의 가장 활발한 융합을 이루는 것으로 드러났다.

표 4 주요 제조 기술과 서비스 기술: 기간 1 (2007~2010)

주요 서비스 기술				주요 제조 기술			
서브클래스명		D.C	B.C	서브클래스명		D.C	B.C
G06F	전기 디지털 처리	20	0.0046	B60Q	시그널/ 적외선 기반 거리인식 및 제어	10	0
G06G	컴퓨팅 디바이스 기술	1	0.0	G06K	데이터 인식 및 표현	9	0.0002
G06Q	데이터 처리 기술	1	0.0	G05D	비전기 물체 통제 기술	9	0.0006
H04M	전화 통신 기술	1	0.0	B60R	자동차 피팅 부품 기술	8	0
G01R	전기,자석 물체 측정 기술	1	0.0	G01C	거리 측정	6	0.0004

\* D.C: Degree Centrality, B.C: Betweenness Centrality

먼저 기간 1에서 가장 지배적인 서비스 기술은 G06F(전기 디지털 처리) 기술이다. G06F는 연결 중심성이 20으로 측정되었으며, 사이 중앙성 역시 다른 서비스 기술들에 비해 높게 나타났다. 이는 자율주행차에서 다양한 신호를 처리하는 것이 자율주행차 구동에 핵심적인 역할을 하기 때문인 것으로 생각된다. 하지만 타 기술의 경우 상대적으로 높은 영향력을 보이지 않는 것으로 드러났다.

이 기간에는 차량의 자율 주행이라는 핵심 목적 이외에도 부가적 기술 융합이 존재하는 것으로 나타났다. 예를 들어 B60R(자동차 피팅 부품 기술), B60Q(신호나 발광 장비의 배열 기술)과 같은 제조 기술들이 G06F 같은 서비스 기술들이 운전자의 신원 위조를 방지하는 기술에서 융합되어 사용되었다. 1기간의 주요 특징은 “거리 측정 및 이에 기반한 신호 처리 및 제어”로 정의할 수 있다.

다음으로 기간 2 (2011~2014)에 대한 기술 융합

관계에 대한 네트워크 분석 결과가 그림 3 및 표 5에 나타나 있다. 기간 2에서의 네트워크 평균 연결중심성은 기간 1에 비해 약 1.3배가량 증가하였다. 기술 간의 연결도 빈번해지고 다양해졌으며 이에 따른 기술 간 융합도 활발해지는 것을 볼 수 있다.

기간 2에서 핵심적인 서비스 기술은 기간 1에서도 지배적이었던 G06F(전기 디지털 처리) 기술로 나타났다. 이외에도 G06G(컴퓨팅 디바이스 기술)의 경우 이전 기간에 비해 연결중심성이 약 3.3배 증가하면서 큰 폭으로 증가한 것으로 나타났다. 이는 앞서 언급한 LiDAR 센서에서 감지된 데이

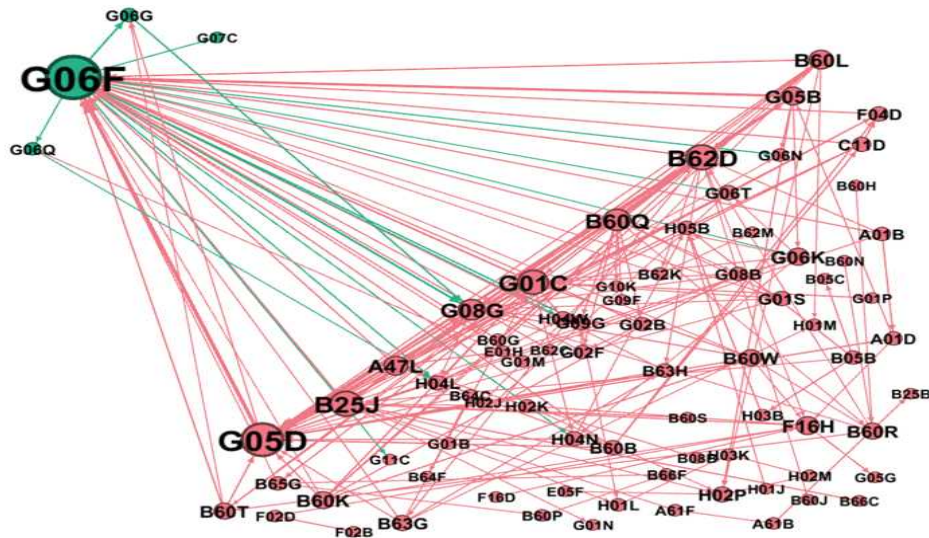


그림 3 제조-서비스 기술 융합 네트워크: 기간 2(2011~2014)

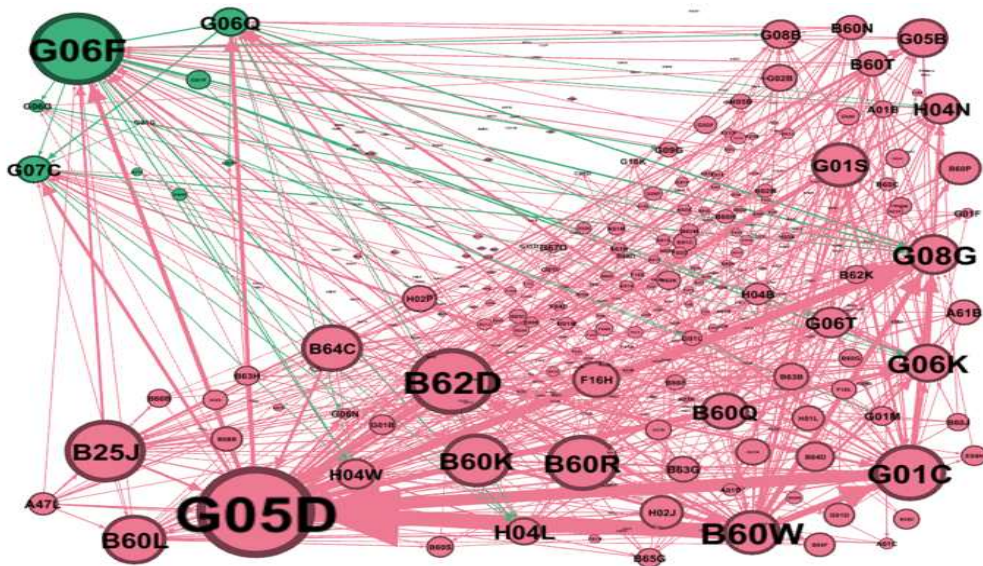
표 5 주요 제조 기술과 서비스 기술: 기간 2(2011~2014)

주요 서비스 기술				주요 제조 기술			
서브클래스명		D.C	B.C	서브클래스명		D.C	B.C
G06F	전기디지털처리	55	0.0362	G05D	비전기 물체 통제 기술	32	0.0044
G06G	컴퓨팅 디바이스 기술	10	0.0001	G01C	거리 측정 기술	28	0.0083
G06Q	데이터 처리 기술	3	0	G05B	시스템 모니터링 및 테스트 기술	27	0.0061
G01R	전기, 자석 물체 측정 기술	3	0	B62D	차량의 조향 제어 기술	22	0.0128
G07C	기계작동 파악 및 모니터링 기술	3	0	B60L	전기 차량 기술	20	0.0121

터들을 저장하고 의사결정을 내리는 과정에서 컴퓨팅 디바이스(서비스 기술)가 신호 처리 기술(제조 기술) 등과 융합되어 사용되는 점이 G06G의 증가를 뒷받침한다.

기간 2의 핵심적 제조 기술을 살펴보면, B60L, H02P(전기 차량 기술)의 연결중심성이 각각 3.5배 가량 증가한 것이 눈에 띄는 변화이다.

이는 전기차가 내연기관차보다 에너지 절약과 고장 빈도 등에서 유리한 고점에서 두 기술의 증가를 해석할 수 있다. B62D(차량의 조향 제어 기술)이나 G05B(시스템 모니터링 기술)의 연결중심성이 계속해서 증가하는 것을 보면 1기간에 이어서 차량의 속도 탐지나 차량의 충돌 방지, 운전자 제어, 차량의 정보 수신 및 발신 등에서 계속하여



제조-서비스 기술 간의 융합이 활발히 이루어짐을 알 수 있다. 또한 제조 기술에서 H04N(회화적 커뮤니케이션 기술)은 이전 주기에 비해 연결중심성 약 7.5배가량 증가하였다. 이는 테슬라 같은 기업처럼 고가의 LiDAR 기술보다 카메라 기술(H04N)을 이용해 주행 데이터를 전송하는 자율주행 기술 개발이 활발히 이루어지고 있는 점이 H04N의 융합 증가를 뒷받침한다.

이외에도 농업에서 주로 사용되는 트랙터 같은 농장 차량에 관한 기술(B62D, A01D)과 서비스 기술에서 지배적이었던 G06F 기술 간의 융합이 이전 주기에 비해 활발해짐을 확인할 수 있다. 또한 자율 수중 차량(AUV)에서 외부 모니터링 정보를 차량의 제어 장치에 전달하여 신호를 보내는 G05B, B60L 기술과 G06F 기술이 융합되어 군용이나 상업, 과학적으로 응용됨을 알 수 있다. 이는 자율주행 기술이 타 분야로의 적용이 확대됨을 알 수 있다. 이를 종합하면 기간 2의 주요 특징은 ‘자율주행 차량 구동 및 관련 컴퓨팅 디바이스 기술, 전기차량의 자율주행 기술 시범화’로 정의될 수 있다.

다음으로 기간 3 (2015~2018)에 대한 기술 융합 양상을 살펴보자. 그림 4 및 표 6에서 볼 수 있듯이 기간 2에서 기간 3으로 넘어갈 때, 평균 연결중심성은 약 3배가량 증가하였다. 자율주행차에 관련되어 나타나는 기술(노드의 수)도 기간 2에 비해 매우 다양해졌고, 기술 간 융합 또한 기간 2에 비해 더 굵어짐을 확인할 수 있다. 활용기술의 빈도도 기간 1, 2에 비해 크게 증가하였고 주요 서비스 기술 또한 증가한 것을 볼 수 있다. 이는 자율주행에 관련된 다양한 기술들이 등장하고 있으며 기존 기술들 간의 융합 또한 더 활발해지고 있음을 알 수 있다.

기간 3에서 나타나는 주요 서비스 기술을 살펴보자. 기간 3에서도 기간 2에 이어 서비스 기술인

G06F, G06G은 여전히 강세를 보인다. 특히 G07C(기계 작동 파악/모니터링 시스템)의 경우 기간 2에서는 연결중심성이 낮은 편에 속하여 우세한 서비스 기술로 보기 힘들었으나 기간 3에서는 서비스 기술 중 3번째로 높은 연결중심성을 기록하였다. 이는 어떤 도로에서도 차량이 균형을 잃지 않도록 스스로 자동 균형 제어를 하거나 자동 긴급 제동을 하는 것에 관련되어 있으며, G07C와 B60W(도로 위의 차량 제어 시스템 기술)의 융합이 지속적으로 증가하고 있다. 또 다른 중요한 변화는 서비스 기술 중 G06Q(데이터 처리 기술)의 연결중심성이 2기간에 비해 15배 가량 증가하였다는 점을 들 수 있다. 이는 사진, 영상, 교통, 지도 등과 같은 디지털 정보, 탑승자의 선호도, 관심 목록 등 사용자 개인의 데이터 전송 및 처리, 관리가 자율주행 자동차의 중요한 주제로 떠오르고 있기 때문이다.

다음으로 기간 3의 주요 제조 기술을 살펴보자. 제조 기술 중에서는 G01S(라디오 전파 기술)이 눈에 띄게 증가한 것을 볼 수 있다. 레이더를 주로 사용하는 LiDAR 기술과 달리 라디오 전파를 사용하는 RADAR 기술 개발이 LiDAR의 높은 가격과 계절에 따른 정확도 저하 등의 이유로 활발하게 개발 중인 점이 G01S의 증가를 뒷받침한다. 1,2 기간에서도 지배적이었던 G05D, B62D 등도 3기간에서 여전히 지배적이었다. 3기간에서는 자율주행 상황에서의 운전자 편의성, 안전성 확대 등에 관한 기술 융합이 주로 이루어짐을 볼 수 있다. 이외에 추가적으로 3기간에서의 제조-서비스 기술 간의 융합을 살펴본 결과 자율주행 차량의 주차 편의성 확대나 경로 최적화, 자율주행 자동차를 통한 배달 서비스 등에서도 제조-서비스 기술의 융합이 활발히 이루어짐을 알 수 있었다. 3기간의 전반적인 특징은 ‘다양한 디지털 정보 처리, 모니터링을 통한 편의성/안전성 확대’로 정의

한다.

표 7는 기간별 융합 양상을 정리한 것이다. 요약하면 기간 1은 제조 기술인 거리 측정 기술과 서비스 기술인 신호 처리에 관련한 기술들 간의 융합이 활발하였다. 이는 자율주행 차량의 기술의 핵심이면서 초석이 되는 기술들의 개발이 활발하게 진행된 것을 알 수 있다.

점이 B60L의 증가를 뒷받침한다. 다음으로 기간 3에선 G06Q (데이터 처리 기술)이나 G07C (기계 작동 파악/모니터링 시스템)과 같은 서비스 기술이 다른 제조 기술들과의 융합이 활발함을 볼 수 있다. 주요 서비스 IPC를 살펴볼 때 G06F가 여전히 강세를 보이거나, “관리, 상업, 금융, 경영, 예측 등 특별한 목적을 가진” 데이터 처리를 나타내는

표 7 기간별 융합 양상 요약

기간	주요 서비스 IPC	주요 제조 IPC	종합
기간 1 (2007~2010)	G06F (전기 디지털 처리) 기술	G05D (비전기 통제 시스템) G01C(거리 측정 기술)	거리 측정 및 이에 기반한 신호 처리 및 제어 등 센서 기술 관련 개발
기간 2 (2011~2014)	G06G (컴퓨팅 디바이스)	B60L, H02P (전기 차량 기술) B62D (차량의 조향 제어)	자율주행 차체 및 컴퓨팅 디바이스 기술, 전기차량의 자율주행
기간 3 (2015~2018)	G06Q (데이터 처리) G07C (기계 작동 파악 /모니터링 시스템)	G05B (시스템 모니터링 및 테스트) B60W (자동차 주행 분석 및 통제시스템) G01S(라디오 전파 기술)	다양한 디지털 정보 처리, 모니터링을 통한 편의성 /안전성 확대, 차량 플랫폼 기술, 고성능 센서 기술 등 고급 자율주행 기술 개발

기간 2에선 서비스 기술인 G06G (컴퓨팅 디바이스 기술)과 제조 기술들 간의 융합이 활발하였다. 자율주행 차량에서 자체적으로 수집한 데이터를 저장하고 이를 이용하여 의사결정을 내리는 데 있어서 컴퓨팅 기술이 주로 사용되기 때문에 해당 기술의 융합이 활발함을 알 수 있다. 이 기간에는 제조 기술인 B60L (전기 차량 기술)의 융합도 활발히 일어났는데, 이는 전기차가 에너지 절약과 고장 빈도 등에서 우월한 점을 보여 자율주행 기술을 전기차에 우선적으로 시험 적용한

G06Q가 크게 증가한 것을 감안할 때, 이는 자율주행 차량에서 비전 기술이나 LiDAR&RADAR 센서로 수집한 데이터들을 처리하고 모니터링하여 자율주행 기술의 정교함을 더 높이는 데 많은 연구가 진행되고 있음을 뒷받침할 수 있다.

#### 4.2. 유망 제조-서비스 융합 기술 탐색

앞에서 기간별 제조-서비스 기술의 융합 양상을 살펴보았다면 앞으로는 추후 유망할 것 같은 융



합 기술을 예측하기 위하여 각종 지표를 제안하고 각 기술들에 대한 추가 분석을 실시하였다. <표 8>은 네트워크 분석 결과를 토대로 주요 기술에 대한 융합 강도, 속도, 유연성, 신규성, 매개도를 계산한 것이다. 표의 IPC에서 (S)는 서비스 기술을 의미하며 이를 제외한 IPC는 모두 제조 기술이다. 융합 유연성에서 (G)는 IPC의 섹션 수준에서 Physics, (H)는 Electricity, (A)는 Human Necessities, (B)는 Performing Operations; Transporting을 의미한다.

이어서 해당 지표를 바탕으로 2차원상에 각 기술군을 시각화하여 유망기술에 대한 후보군을 도출하였다.

#### 1) 강도-속도 분석

그림 5는 유망기술 발굴을 위해 융합 강도와 융합 속도를 각 축으로 하는 2차원 매트릭스를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 기술의 융

표 8 유망 제조-서비스 융합 기술 발굴을 위한 지표 분석 결과

IPC	융합 강도	융합 속도	융합 유연성	융합 신규성	융합 매개도
G06F(S)	111	0.5045	0.0018(G)	55	0.0274
G06Q(S)	45	0.0666	0.0018(G)	42	0.0038
G07C(S)	43	0.0232	0.0018(G)	42	0.00150
G01R(S)	30	0.1333	0.0018(G)	26	0.00198
G06G(S)	20	0.5	0.0018(G)	10	0
H04M(S)	19	0	0.0014(H)	19	0
A01K(S)	13	0	0.0008(A)	13	0
B65B(S)	12	0.1666	0.0025(B)	10	0
G07B(S)	11	0	0.0018(G)	11	0
G07F(S)	9	0.4444	0.0018(G)	5	0
G01G(S)	5	0.2	0.0018(G)	4	0
G05D	140	0.2285	0.0018(G)	108	0.02868
B62D	102	0.2352	0.0025(B)	78	0.01956
B25J	96	0.34375	0.0025(B)	63	0.0265
G01C	86	0.3255	0.0018(G)	58	0.0119
B60R	86	0.22093	0.0025(B)	67	0.0142
B60K	82	0.2195	0.0025(B)	64	0.0108
B60L	76	0.2631	0.0025(B)	56	0.007
B64C	73	0.0821	0.0025(B)	67	0.01
G01S	69	0.1159	0.0018(G)	61	0.0098
B60W	69	0.1304	0.0025(B)	60	0.0039
G08G	63	0.2063	0.0018(G)	50	0.0044
G05B	61	0.459	0.0018(G)	33	0.0029
G06K	60	0.1333	0.0018(G)	52	0.0045
B60Q	58	0.2241	0.0025(B)	45	0.0066
F16H	57	0.3157	0.0004(F)	39	0.0095
H02J	53	0.132	0.0014(H)	46	0.003
B60P	52	0.25	0.0025(B)	39	0.0065
G06T	49	0.1224	0.0018(G)	43	0.0014

합 수준과 융합 속도에 따라 각 기술을 4가지로 나눌 수 있다.

- Tornado: 타 기술과의 융합 속도도 빠르며 타 기술과의 융합도 많이 일어나는 기술군
- Rising Star: 현재 융합수준은 낮으나 직전 기간에 비해 타 기술과의 융합 추세가 매우 높은 즉, 융합 속도가 빠른 영역
- Mature: 현재 융합 강도는 상당히 높지만 증가 속도가 낮은 기술군
- Not Applicable: 융합 강도/속도 모두 낮아 기술융합 관점에서 고려대상이 아닌 기술군

그림 5의 오른쪽 그림은 각 기술군을 실제 2차원 매트릭스 상에 표시한 것이다. 앞서 기간 1,2,3에서 자주 등장하였던 G06F (전기 디지털 처리 기술), G05B (시스템 모니터링 및 테스트 기술) 등의 경우 자율주행의 초석이 되는 기술이기 때문에 다음 기간에서도 등장할 기술로 예상된다.

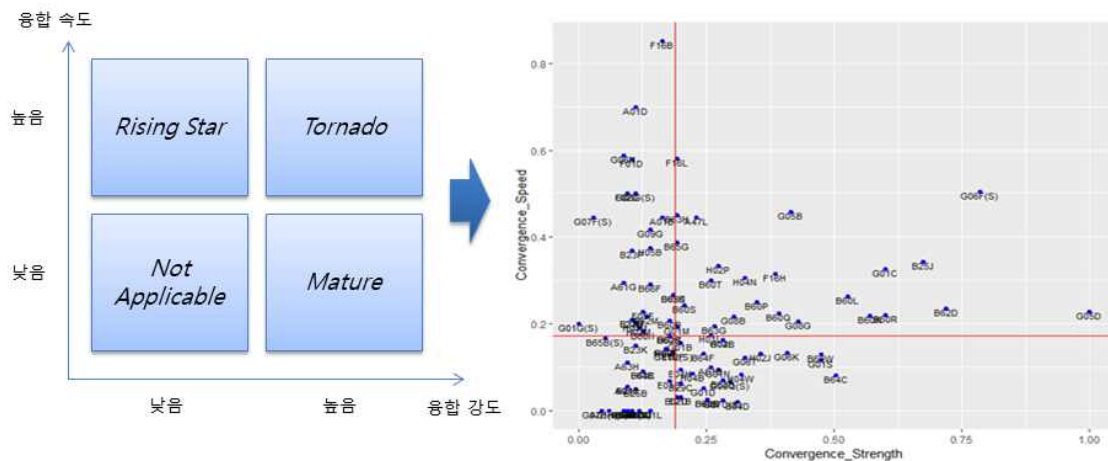


그림 5 유망 융합기술 분석을 위한 강도-속도 분석

Rising Star에서 주목할 만한 기술은 A01D, G06M (수확, 제초기술 등 농업 기술)이 있다. 이는 농장의 지형과 작업환경을 인식해 스스로 주행하며

자동 변속이 가능한 자율주행 농기계에 대한 연구가 활발해질 것을 뒷받침한다.

## 2) 강도 - 매개도 분석

다음으로 기술융합의 강도와 매개도를 바탕으로 2차원 매트릭스를 나타낼 수 있다. 기술융합의 강도와 매개도를 동시에 고려하는 것은 해당 기술이 타 기술과의 융합을 얼마나 매개할 수 있는지 중개 여부를 판단하기 위해 중요한 과정이다. 그림 6과 같이 기술의 융합 강도와 융합 매개도를 바탕으로 네 가지 유형으로 각 기술을 나눌 수 있다.

- Dominant Broker: 기술의 융합 강도와 융합 매개도가 모두 높은 기술로, 다수 기술과의 융합을 통해 전반적인 융합의 양상을 주도하는 동시에 타 기술간 융합 역시 주도하는 기술
- Mediator: 현재 융합 강도는 높지 않으나 타 기술과의 매개수준이 높아 추후 기술의 융합 과정에서 중요한 역할을 할 수 있는 기술



- Absorber: 현재 융합 강도는 높으나 융합 매개도가 낮아 해당 기술 자체가 타 기술간 융합을 매개하는 역할 수준이 높지 않은 기술
- Not Applicable: 융합 강도와 매개도 모두 낮아 기술융합 대상으로 고려하지 않는 기술

그림 6의 오른쪽 그림은 각 기술군을 실제 2차원 매트릭스 상에 표시한 것이다. 먼저 Dominant Broker를 살펴보면, G06F (전기 디지털 처리 기술), G01C (거리 측정 기술) 등 자율주행 기술의 초석이 되는 기술들을 제외하면 주목할 만한 유망 융합 기술로는 B29C( 플라스틱 성형 및 결합 기술)과 B60N (차량용 좌석 기술)이다. B29C 같은 경우 자율주행 차량의 경량화 및 인테리어를 위해 플라스틱 및 복합소재에 대한 연구가 많이 진행되고 있는 점을 미루어보아 다음 기간에서도 등장할 기술로 예상된다.

또한 활발히 진행될 것이기에 B60N과 같은 기술 또한 다음 기간에서도 주도적으로 등장할 기술로 예상된다. 다음으로 Mediator 영역을 살펴보자. Mediator 영역에서 주목할만한 기술은 B60F (수륙양용 차량 기술)이다. 자율주행 기술이 발달하면서 여러 분야에서 적용되고 있다. 관광, 군사 산업에서 사용되고 있는 수륙양용 차량에도 역시 자율주행 기술이 적용되어 개발되고 있다는 점이 다음 기간에서 B60F 이 등장할 것을 뒷받침한다.

### 3) 강도-유연성 분석

다음으로 기술융합의 강도와 융합 유연성을 바탕으로 2차원 매트릭스 분석을 수행하였다. 융합 유연성은 해당 기술이 얼마나 다양한 기술과 융합하였는지를 나타내는 지표이다. 기술융합의 강도가 높더라도 한 두 개 기술과 집중적으로 융합한 기술은 유연성이 낮으나, 매우 다양한 기술과

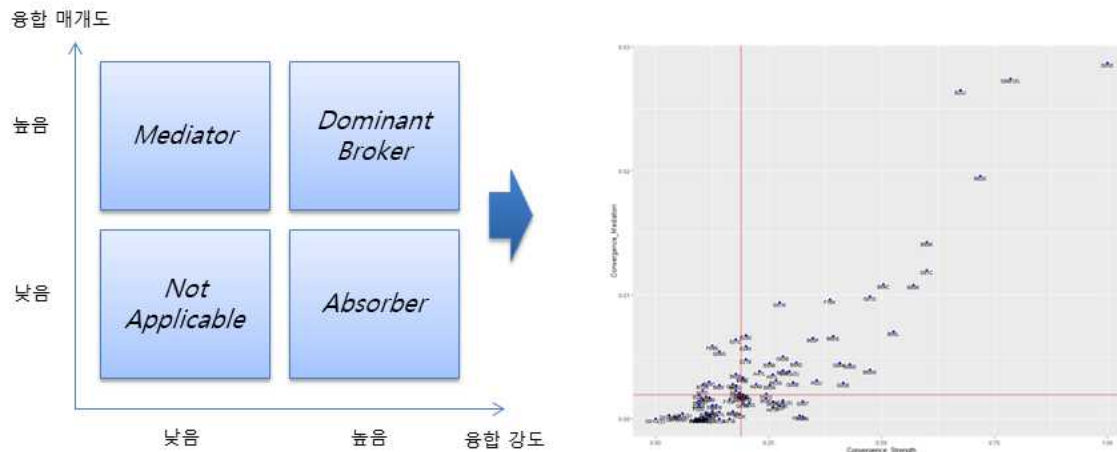


그림 6 유망 융합기술 분석을 위한 강도-매개도 분석

또한 차량의 자율주행화가 본격적으로 시작되면 차량의 좌석이 운전 및 작업용 좌석보다는 휴식용 좌석으로 역할이 바뀌면서 좌석에 대한 연구

융합한 기술은 그 적용범위가 넓고 유연하기 때문에 추후 다양한 혁신의 원천이 될 수 있을 것으로 생각된다. 그림 7과 같이 기술의 융합 강도

와 융합 매개도를 바탕으로 네 가지 유형으로 각 기술을 나눌 수 있다.

- Embracer: 융합 강도는 높으면서 동시에 다양한 산업군의 기술과 융합하여 융합의 유연성이 높은 기술
- Innovation enabler: 현재 융합 강도는 낮으나 다양한 산업군의 기술과 융합하고 있어 추후 새로운 혁신 가능성을 주도할 수 있는 기술
- Professionals: 융합 강도는 높으나 유연성이 낮은, 즉 특정 산업 내 기술과만 집중적으로 융합하고 있는 기술
- Not Applicable: 융합 강도와 유연성 모두 낮아 기술융합 대상으로 고려하지 않는 기술

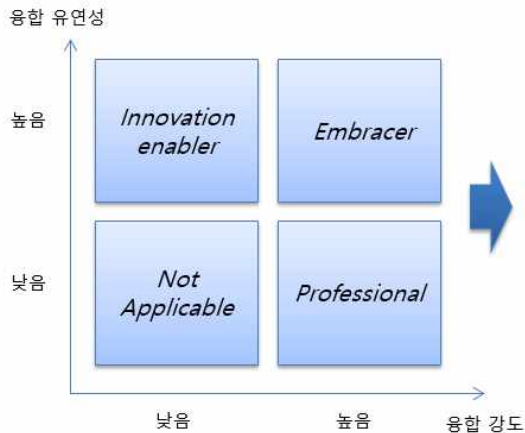
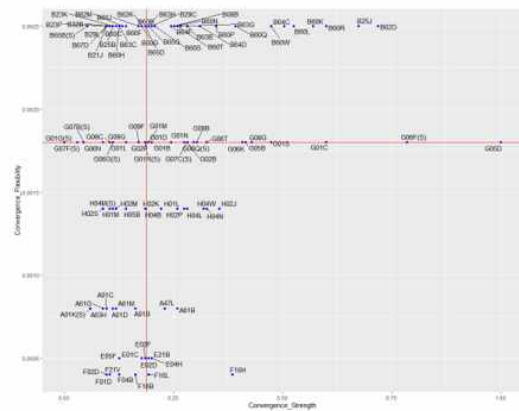


그림 7 유망 융합기술 분석을 위한 강도-유연성 분석

그림 7의 우측 영역은 각 기술군을 실제 2차원 매트릭스 상에 표시한 것이다. 먼저 Embracer 영역에서 주목할만한 유망 융합 기술은 B65G (장비 저장 및 전송 기술)이다. 물류 산업에서 인건비의 절약, 안전성 확대, 정해진 시간 내에 정확한 운송 등의 이유로 자율주행 기술이 적용된 자율주행 트럭이 현재 활발히 개발 중에 있다. 그러므로 다음 기간

에서도 B65G 와 같은 물류 관련 제조 기술이 자율주행과 관련된 서비스 기술들과 융합되어 등장할 것이 예상된다.

다음으로 Innovation enabler 영역을 살펴보자. Innovation enabler 영역에서는 서비스 기술인 B65B (물품 또는 재료 포장 기술)이 주목할만하다. 앞서 Embracer 영역에서도 물류 산업에 자율주행 기술이 적용되어 자율주행 트럭에 관한 기술들이 개발 중에 있었다. Innovation enabler 영역에서는 같은 물류 산업이지만 공장에서 자동으로 물품을 포장하는 로봇 기술에 B65B 기술이 다른 자율주행 관련 제조 기술들과 융합되어 개발되고 있기 때문에 다음 기간에서도 B65B 관련 기술들



이 등장할 것으로 예상된다.

#### 4) 유연성-신규성 분석

마지막으로 기술융합의 유연성과 융합 신규성을 바탕으로 2차원 매트릭스 분석을 수행하였다. 융합 신규성은 해당 기술이 얼마나 새로운 기술들과 융합하였는지를 나타내는 지표이다. 융합 신규성과 유연성을 동시에 고려하는 것은

해당 기술이 얼마나 혁신적인지 판단할 수 있는 중요한 과정이다.

그림 8과 같이 기술의 융합 유연성과 융합 신규성을 바탕으로 네 가지 유형으로 각 기술을 나눌 수 있다.

- **Innovation Champion**: 융합 신규성은 높으면서 동시에 다양한 산업군의 기술과 융합하여 융합의 유연성이 높은 기술
- **Growth in expertise**: 현재 융합 유연성은 낮으나 특정 분야에 등장하는 신규 기술들과 융합하고 있어 추후 새로운 혁신 가능성을 주도할 수 있는 기술
- **Hidden Plausibility**: 다양한 기술군과 융합하고 있어 유연성은 높으나 새로운 기술들과의 융합 양상은 다소 떨어져 신규 기술융합을 주도하고 있지는 않은 기술
- **Not Applicable**: 융합 유연성과 신규성 모두 낮아 기술융합 대상으로 고려하지 않는 기술

그림 8의 오른쪽 영역은 각 기술군을 실제 2차원 매트릭스 상에 표시한 것이다.

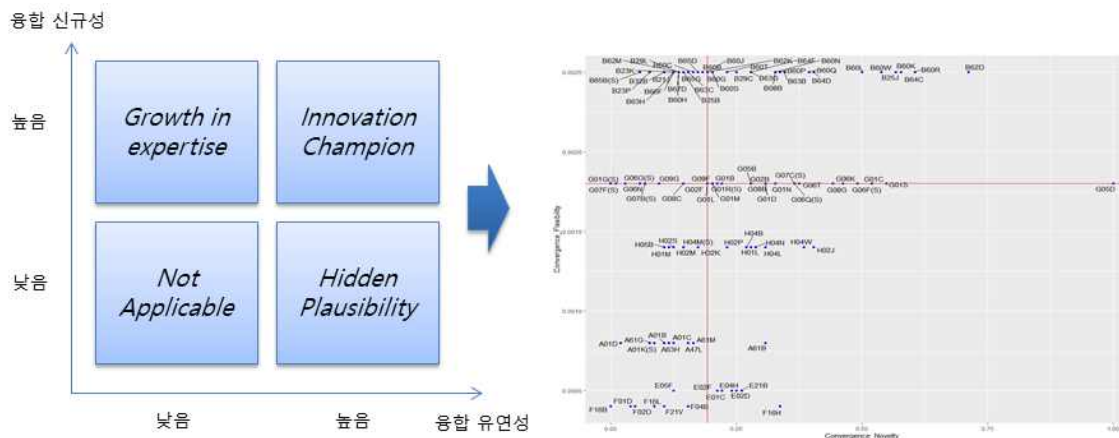


그림 8 유망 융합기술 분석을 위한 유연성-신규성 분석

## 5) 주요 유망 융합 기술 도출

본 연구에서 제시한 다양한 분석 방법을 바탕으로 자율주행차의 기술융합에 있어 유망한 기술들을 최종적으로 도출하기 위해 위의 네 가지 유형의 매트릭스 분석 결과를 활용하였다. 각 매트릭스 분석 결과를 바탕으로 향후 유망할 가능성이 있는 영역들을 다음 표 9와 같이 확정하였다.

주요 유망 제조 및 서비스 기술을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 서비스 기술의 경우 G06F (전기 디지털 처리), G06Q (관리, 상업, 금융, 경영, 예측 등 특별한 목적을 가진 데이터 처리 기술) 등과 같은 데이터 처리 기술이 압도적으로 많이 나타난다. 이는 자율주행 차량에서 나타나는 기술기반 서비스는 매우 다양하지만, 기술적 관점으로는 대부분 데이터 처리에 기반한 것이라는 것을 의미한다. 이는 향후 특정 서비스 기술의 발달보다는 자율주행 차량에 유용한 서비스 아이디어의 발굴 및 제조기술과의 적절한 융합이 보다 효과적이라는 사실을 의미한다. 초창기의 서비스 기술은 G06F에 치중되어 있다가 시간이 지나면서 G06Q와 같이 특별한 목적을 가진 데이터 처리 기술이

표 9 유망 가능 영역 및 대상 IPC

매트릭스	대상 영역	대상 IPC
강도-속도	Tornado	G06F,G05B,A47L,G01C,B60L
	Rising Star	F16B,A01D,G06M,G07F,H05B
강도-매개도	Dominant Broker	G06F,B62D,B29C,G01C,B60N
	Mediator	EO1C,G09G,B60F,F04B,F01D
강도-유연성	Embracer	B65G,B62D,G01C,G05D,G06F
	Innovation Enabler	B62M,B60H,G07F,G06G,B65B
신규성-유연성	Innovation Champion	B62D,B64C,G05D,G01S,G06F
	Growth in Expertise	B62M,B60H,G07F,G06G,B65B

증가하는 것으로 보아 기초적인 데이터 처리 기술은 안정화되고 자율주행 자동차의 각 응용분야에 적합한 데이터 처리가 이루어지고 있으며 이러한 기술들이 향후 유망하게 사용될 수 있음을 알 수 있다.

주요 제조 기술의 경우 G05D (비전기 물체 통제 시스템), B62D (모터 차량 및 트레일러 기술), B65G (장비 저장 및 전송 기술), B29C (플라스틱 성형 및 결합 기술), B62M (차량 추진력 관련 기술) 등과 같은 전통적 자동차 관련 기술들도 존재하나, B60W (자동차 주행 분석 및 통제시스템) 등과 같이 주행을 분석하고 이에 기반하여 의사 결정을 내리기 위한 기술들도 유망할 것으로 보인다. 또한 자율주행이 활성화되면서 차량 안의 안락함을 증대시키기 위한 B06H (차량의 공기 조절 및 공간 관리 기술), H05B (전기적 가열 및 조명 장치) 등과 같은 기술 역시 활성화 될 것으로 보인다. 또한 B64C (비행기, 헬리콥터) 등과 같이 자동차가 아닌 보다 고도화된 이동수단에서 사용되는 기술 역시 그 응용 범위가 넓어 유연성이 높고 최근 자율주행 관련 기술에 많이 사용되는 것으로 보아 추후 유망하게 사용될 것으로 보인다.

## 5. 결론

본 연구는 제조-서비스 융합을 바탕으로 유망 기술을 제안하는 과정을 네트워크 분석을 통해 수행하였다. 먼저 2007년부터 2018년 까지 전체 12년의 기간을 세 구간으로 나누어 자율 주행이라는 기술에서의 제조-서비스 융합을 분석하였다. 분석은 자율 주행 관련 특허 IPC 동시분류관계를 기준으로 각 기간마다 제조-서비스 기술 네트워크를 구축하여 진행하였다. 네트워크 분석을 이용하여 해당 기간의 융합 양상을 동태적으로 파악(탐색)하였고 융합이 일어나게 된 이유 및 배경에 대해서도 분석하였다. 다음으로 유망기술 발굴을 위한 특허기반 지표를 제안하고 이들을 산출하였다. 각 지표를 기반으로 유망기술을 발굴하기 위한 4개의 매트릭스를 제안하고, 주요 영역에 두 번 이상 해당되는 기술을 유망 융합 기술로 분류하였다.

본 연구는 다음과 같은 의의가 있다. 먼저 이론적 측면에서, 제조-서비스 융합의 중요성에 초점을 맞추어 기술융합을 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 유망 기술을 발굴하기 위한 특허

기반 지표를 제안하고, 이들 지표를 결합하여 유망기술 도출을 위한 전략 매트릭스를 제안하였다는 점에서 의의가 있다. 실무적 측면에서는 각 기간별 주요 자율주행자동차 기술의 융합 양상을 파악하고, 각 기술을 제조와 서비스로 나누어 그 양상을 살펴보았다는 점에서 의의가 있다.

본 연구의 의의에도 불구하고 다음과 같은 한계가 있다. 먼저 제조-서비스 융합 양상을 분석하기 위해 제조와 서비스가 활발하게 결합되어 개발되고 있는 자율주행자동차를 분석 대상으로 선정하였으나, 실질적으로 도출된 서비스 기술들이 진정한 의미의 서비스 기술로 보기 어렵다는 한계가 있다. 이는 본 연구에서의 서비스 기술 정의가 BM 특허인 USPC 705클래스에 기반하여 정의되었기 때문에 다수 기술들이 데이터 처리 및 모니터링에 관련되어 있고, 이에 진정한 의미의 서비스 기술과는 다소 거리가 멀다는 한계가 있다.

또한 본 연구에서 제안된 유망기술 발굴 지표가 현재 네트워크 상에서 노드로 존재하는 IPC 기술에 대해서만 분석 가능하다는 한계가 있다. 이는 기존 네트워크에서 존재하지 않은 새로운 기술간의 융합은 예측할 수 없다는 근원적 한계이다. 따라서 IPC가 아닌 특허의 콘텐츠를 분석할 수 있는 토픽 모델링 등과 같은 방법을 추가로 수행할 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

1. 권의준, 금영정 (2018) 국가연구과제 동시분류 분석을 통한 6T 기술융합 분석, 한국경영공학 회지, 23(2), 33-54
2. 김홍빈, 박현석, 임주형, 정철현, 김광수 (2012). 기술융합 지원을 위한 특허의 기능-특성 인과 관계 네트워크. 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 1205-1219.
3. 김철현 (2019) 특허 동시분류 정보를 이용한 환경 기술의 동태적 중요도 분석, 한국경영공학 회지, 23(3), 45-64
4. 노희용, 김지은, 이창용, 이성주 (2013) 특허기술을 활용한 다기술 융합 예측 방법론 개발: DSM 기반의 미래지향적 기술융합지도, 2013년 대한산업공학회 추계학술대회 논문집 1095-1103
5. 노희용 (2018), 특허의 인용, 표준, 이전 예측을 위한 기술 인텔리전스 개발: 딥 러닝과 기존 방법론의 비교 및 통합 활용, 아주대학교 박사 학위논문
6. 문진희, 금영정 (2016) 특허 네트워크 분석을 활용한 사물인터넷 기술융합 분석: 동시분류분석 중심으로, 대한산업공학회 춘계공동학술대회
7. 손지은, 김성범 (2013). 연관규칙 기반의 특허 문서 분류 자동화 시스템. 한국경영과학회 학술대회논문집, 575-586.
8. 송기식, 조찬우, 이성주 (2014) F-term을 활용한 융합기술 아이디어 창출 방법론 개발, 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 2014.11, 451-469
9. 오 철 (2018) 스마트 자동차 기술은 자동차 산업의 기술패러다임을 바꿀 수 있을까? 한국경영공학회지, 23(2), 67-79
10. 정병기, 김정옥, 윤장혁 (2016). 융합기술의 동향분석을 위한 의미론적 특허분석 접근 방법. 지식재산연구, 11(4), 211-240.
11. 전성해, 박상성, 신영근, 장동식, 정호석 (2010). 자기조직화 지도와 매트릭스분석을 이용한 특허분석시스템의 공백기술 예측. 한국콘텐츠학회논문지, 10(2), 462-480.
12. 최하영, 고남옥, 윤장혁 (2015). 연관규칙분석을 활용한 융합 기술 기회 발굴 방법론. 대한

- 산업공학회 추계학술대회 논문집, 870-874.
13. Annarelli, A., Battistella, C., and Nonino, F. (2017, June). Open Innovation practices for Product Service System as a business model innovation. In ISPIM Innovation Symposium (p. 1). *The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM)*.
14. Chen, D., Chu, X., Yang, X., Sun, X., Li, Y., and Su, Y. (2015). PSS solution evaluation considering sustainability under hybrid uncertain environments. *Expert Systems with Applications*, 42(14), 5822-5838.
15. Geum, Y., Lee, S., Kang, D., and Park, Y. (2011a). Technology roadmapping for technology-based product - service integration: A case study. *Journal of Engineering and Technology management*, 28(3), 128-146.
16. Geum, Y., and Park, Y. (2011b). Designing the sustainable product-service integration: a product-service blueprint approach. *Journal of Cleaner Production*, 19(14), 1601-1614.
17. Haber, N., and Fargnoli, M. (2017). Design for product-service systems: A procedure to enhance functional integration of product-service offerings. *International Journal of Product Development*, 22(2), 135-164.
18. Kim, K. J., Lim, C. H., Heo, J. Y., Lee, D. H., Hong, Y. S., and Park, K. (2016). An evaluation scheme for product - service system models: development of evaluation criteria and case studies. *Service Business*, 10(3), 507-530.
19. Kim, C., Lee, H., Seol, H., and Lee, C. (2011). Identifying core technologies based on technological cross-impacts: An association rule mining (ARM) and analytic network process (ANP) approach. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12559-12564.
20. Lee, H., Seo, H., and Geum, Y. (2018). Uncovering the Topic Landscape of Product-Service System Research: from Sustainability to Value Creation. *Sustainability*, 10(4), 911.
21. Lim, C., and Maglio, P. P. (2018). Data-driven understanding of smart service systems through text mining. *Service Science*, 10(2), 154-180.
22. Lee, S., Kim, M. S., Park, Y., and Kim, C. (2016). Identification of a technological chance in product-service system using KeyGraph and text mining on business method patents. *International Journal of Technology Management*, 70(4), 239-256.
23. Lee, S., Geum, Y., Lee, H., and Park, Y. (2012). Dynamic and multidimensional measurement of product-service system (PSS) sustainability: a triple bottom line (TBL)-based system dynamics approach. *Journal of Cleaner Production*, 32, 173-182.
24. Lee, M., and Lee, S. (2017). Identifying new business opportunities from competitor intelligence: An integrated use of patent and trademark databases. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 170-183.
25. Mont, O. K. (2002). Clarifying the concept of product - service system. *Journal of cleaner production*, 10(3), 237-245.
26. Maussang, N., Zwolinski, P., and Brissaud, D. (2009). Product-service system design methodology: from the PSS architecture design to the products specifications. *Journal of Engineering Design*, 20(4), 349-366.

27. Park, Y., Kim, M., and Yoon, J. (2016). Generating New Product-Service System Concepts Using General Needs and Business System Evolution Patterns. *Industrial Engineering & Management Systems*, 15(2), 181-195.
28. Park, H., and Yoon, J. (2015). A chance discovery-based approach for new product - service system (PSS) concepts. *Service Business*, 9(1), 115-135.
29. Reim, W., Parida, V., and Örtqvist, D. (2015). Product - Service Systems (PSS) business models and tactics - a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 61-75.
30. Song, B., Yoon, B., Lee, C., and Park, Y. (2017). Development of a service evolution map for service design through application of text mining to service documents. *Research in Engineering Design*, 28(2), 251-273.
31. Son, H., Kwon, Y., Park, S. C., and Lee, S. (2018). Using a design structure matrix to support technology roadmapping for product - service systems. *Technology Analysis & Strategic Management*, 30(3), 337-350.
32. Seo, W., Yoon, J., Park, H., Coh, B. Y., Lee, J. M., and Kwon, O. J. (2016). Product opportunity identification based on internal capabilities using text mining and association rule mining. *Technological Forecasting and Social Change*, 105, 94-104.
33. Tukker, A. (2004). Eight types of product - service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business strategy and the environment*, 13(4), 246-260.
34. Trevisan, L., and Brissaud, D. (2017). A system-based conceptual framework for product-service integration in product-service system engineering. *Journal of Engineering Design*, 28(10-12), 627-653.
35. Vezzoli, C., Kohtala, C., Srinivasan, A., Xin, L., Fusakul, M., Sateesh, D., and Diehl, J. C. (2017). Product-service system design for sustainability. *Routledge*.