

한국과 스페인의 스마트시티 산업 특성 비교*

조성수** · 이상호***

Comparing the Industrial Characteristics of Smart City in Korea and Spain*

Sung Su Jo** · Sang Ho Lee***

국문요약 본 연구의 목적은 한국과 스페인의 스마트시티 산업 특성을 비교 분석하는 것이다. 각 국가의 특성은 스마트 산업의 점유, 침투, 생산경로, 네트워크 클러스터를 중심으로 비교되었다. 연구의 자료는 1995년과 2015년의 한국 및 스페인의 투입산출표이며, 8개와 25개 산업으로 재분류되었다. 분석모형은 Smart SPIN Model을 활용하였다. 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 한국이 스페인보다 IT 제조업에서 점유율과 침투율이 더 높은 것으로 분석되었다. 반면, 스페인은 한국보다 IT 서비스업과 지식서비스업이 점유율 및 침투율 모두 더 큰 것으로 나타났다. 둘째, 생산경로 측면에서는 한국이 IT 서비스업과 지식서비스업이 스페인보다 높게 나타났으며, 스페인은 IT 제조업 분야가 더 많은 생산경로를 갖는 것으로 분석되었다. 셋째, 네트워크 분석 결과, 한국의 스마트 산업은 전통 산업에 종속되어있으며, 스마트 산업이 독자적으로 발달하기 어려운 특성이 있는 것으로 나타났다. 스페인은 스마트 산업의 대부분이 하나의 산업 클러스터로 나타나고 있어 독립적인 형태를 보이는 것으로 분석되었다. 즉, 한국은 IT 제조업 기반의 스마트시티 산업 특성을 가지며, 스페인은 IT 서비스와 지식서비스 기반의 스마트시티 산업 특성을 갖는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 스마트시티 부문에서 있어 우리나라가 앞으로 나아가야 할 방향 및 정책 수립에 대한 기초자료를 제공해 줄 수 있을 것으로 기대한다.

주제어 스마트시티 산업 특성, 점유, 침투, 파급경로, 네트워크 클러스터링

Abstract: The aim of this study is to compare and analyze structural characteristics of smart city industry focused on Korea and Spain. Structural characteristics of industries were compared focusing on share, penetration, impact path and network clustering of smart industries. Research data used input-output tables established by Korea and Spain in 1995 and 2015, and industries were reclassified into 8 and 25 industries. The analysis model is the Smart SPIN Model. The key finding as follows: It was analyzed that there are differences in the structure and characteristics of the smart city industry between Korea and Spain. Firstly, It is analyzed that Korea has a larger share and

* 본 연구는 조성수의 박사학위 논문을 수정 보완하였으며, 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1F1A1049301).

** City Futures Research Centre, School of Built Environment, University of New South Wales, Visiting Research Fellow(주저자: sungsu.jo@unsw.edu.au)

*** 국립한밭대학교 도시공학과 교수(교신저자: Lshsw@hanbat.ac.kr)

penetration rate of IT manufacturing than Spain. On the other hands, Spain has a higher share and penetration rate in the IT service and knowledge service sectors than Korea. Secondly, Korea had many production paths for the IT service and the knowledge service. On the other hands, Spain included more production paths in the IT manufacturing sector. Thirdly, as a result of network analysis, Korea's smart industry has a characteristic that it is difficult to develop independently because it is dependent on traditional industries. In Spain, most of the smart industries were included in one industrial cluster, and it was analyzed to have an independent form. In conclusion, It was found that Korea has the industrial characteristics of a smart city based on IT manufacturing, Spain has the characteristics of smart city industry based on IT service and knowledge service. The results of this study are expected to provide basic data on the direction of smart city promotion and the establishment of smart city policies in Korea.

Key Words: Smart City Industrial Characteristics, Share, Penetration, Impact Path, Network Clustering

1. 서론

전 세계적으로 4차 산업혁명(4th Industrial Revolution)과 코로나-19(COVID-19)로 인해 급 가속화되는 디지털 변혁의 시기를 겪고 있다. 변화의 중심에 ICT 산업이 있으며, 이것은 일상생활과 비즈니스에서의 응용뿐만 아니라 혁신적인 연구에 있어 다양한 모멘텀(Momentum)을 제공하고 있다(Jo and Lee, 2022; Stamopoulos et al., 2022). ICT 산업(ICT 제조업, ICT 서비스업)은 지식서비스업과 함께 국가 경제 및 비즈니스 성장, 활성화 등 핵심적인 추진력을 공급하고 있으며, 새로운 성장동력으로 인식되고 있다(Talib et al., 2013; Ministry and Pitner, 2014; Lee et al., 2016a; Li et al., 2019).

ICT 산업은 공급과 수요측면에서 구조적인 융합이 이루어지고 있다(Xing, 2011). 고용, 수출, 소비, 기술의 성장과 변화는 ICT 산업이 주도하고 있다(Hong et al., 2016). 이뿐 아니라 ICT 산업은 하나의 국가 경제를 이끌어가는 중요한 산업이다(García-Muñoz and Vicente, 2014).

국가의 ICT 산업과 관련된 파급효과 연구는 오래전부터 광범위한 수준에서 수행되었으며(Engelbrecht and Xayavong, 2006; Jalava and Pohjola, 2007; Rohman, 2013; Toh and Thangavelu, 2013; Stam-

opulos et al., 2022), 국가뿐 아니라 기업과 산학차원에서 ICT 산업의 효율성을 측정하였다(Vilchez et al., 2016; Chiang et al. 2017). ICT 산업을 다루는 대부분의 연구는 OECD에서 제시한 ICT 산업 분류를 활용하고 있으며, 투입산출모형을 기반으로 고용, 생산 등의 파급효과가 다른 산업들보다 크고 효율성이 크다는 것으로 결과를 제시하고 있다.

국외는 ICT 산업을 중심으로 연구가 진행되는 반면, 국내에서는 ICT 산업뿐 아니라 2000년대 중반부터 스마트시티(유시티)의 파급효과 연구들이 다양하게 진행되었다(김방룡 외, 2006; 이상경 외, 2010; 임시영 외, 2013; Kim et al., 2016). 이를 분석하기 위해 투입산출모형을 활용하였고, 사례 분석, 설문 등을 통해 산업을 분류하였다. 대부분 연구는 스마트시티 산업을 ICT 산업과 주변 산업(예, 교통, 부동산, 행정 등)으로 분류하였으며, 파급효과 분석의 한계를 벗어나지 못하고 있었다.

투입산출모형은 고용, 부가가치, 생산유발 등의 파급효과를 측정하는데 있어 탁월하지만, 융복합이 심화되고 있는 산업의 현상을 파악하기에는 한계가 있다. 이러한 연구의 한계를 극복하기 위해 네트워크를 활용한 산업 연구가 진행되었다(강창덕, 2002; 홍성호 외, 2009; 조상섭·강신원, 2013; Liu, 2019; Stamopoulos et al., 2022). 네트워크 분석을 활용한 연구는 산

업의 융합 정도와 구조적인 변화를 분석하는데 강점이 있으며, 나아가 산업의 입지와 연계성을 해석할 수 있는 산업 클러스터 분석까지 가능한 수준이다(Liu, 2019; Stamopoulos et al., 2022; Jo and Lee, 2022).

네트워크 분석을 활용한 ICT 산업 관련 연구를 살펴보면, ICT는 다른 산업과 밀도있는 연결고리 역할을 하고 있으며, 산업간 거래를 강화하고, 큰 잠재력이 있는 산업임을 밝혀냈다(Stamopoulos et al., 2022). 또한 다른 산업과의 연계와 융합에 관한 핵심 역할로써 ICT 산업을 지속적으로 강화시켜야할 필요가 있다고 하였다(강창덕, 2002). 특히, 한국의 ICT 산업은 디스플레이 등의 ICT 제조업을 기반으로 융합이 활발하게 진행되고 있으며(홍성호 외, 2009), 지식서비스업의 경우 중고위기술을 가진 제조업(일부 ICT 제조업 포함)과 밀접한 연관관계가 있다고 하였다(이동희 외, 2018). 네트워크 분석을 활용한 연구는 산업의 융합측면에서 세밀하게 관찰할 수 있으나, 투입산출모형을 이용한 파급효과와 같은 분석에는 한계가 있다.

최근에는 투입산출모형과 구조경로분석을 활용하여 스마트시티의 경제적인 측면의 변화를 분석하는 연구가 진행되었다(Lee et al., 2016b; 조성수·이상호, 2018; Jo et al., 2021, Jo and Baek, 2022). 이 연구들은 파급효과와 더불어 산업의 구조적인 변화에 초점을 맞추었으며, 특히, 스마트시티 산업(또는 스마트 산업)을 단순 ICT 기술이 아니라 도시가 지능을 갖는 것에 초점을 맞추고 있다. 이에 스마트시티 산업을 ICT 산업뿐 아니라 알고리즘과 같은 지식서비스업이 포함된 것으로 정의하였다.

스마트시티 산업은 국가의 경쟁력을 이끌어가는 중요한 동인으로 보았으며(Lee et al., 2016b), 스마트시티 산업과 전통산업의 융합을 통해 스마트 그리드, 스마트 팜, 스마트 서비스, 스마트 제조업 등의 다양한 산업의 융합으로 확대되고 있음을 결과로 제시하였다(조성수·이상호, 2018). 또한 스마트시티 산업은 IT 제조업 중심에서 IT 제조업과 지식서비스업이 융합되는 구조로 전환되고 있었다.

최근 스마트 산업에 대한 중요성이 부각되고 있으나 관련된 연구는 매우 한정적인 것으로 확인되었다. 스

마트시티가 국제적인 개념임에도 불구하고 대부분의 연구는 국가간 비교 연구보다 국내 연구에 초점이 맞추어져 있으며, 생산유발효과, 고용유발효과, 부가가치유발효과 등 파급효과를 중심으로 연구가 수행되었다. 이에 본 연구에서는 스페인과 한국을 비교 대상으로 선정하였다. 스마트시티 선도국이라고 볼 수 있는 스페인에서는 어떠한 산업적 특성을 갖는지, 우리나라와 다른 점은 무엇이고 얼마만큼 차이가 있는지를 비교함으로써 우리나라의 스마트시티 관련 정책 방향성을 제시하고자 하였다.

산업의 특성은 다양한 시각에서 조명되고 분석되어야 한다. 기존의 산업 분석은 대부분 투입산출모형, 구조경로분석 모형, 네트워크분석 모형이 활용되었다. 투입산출모형은 산업의 구조와 파급효과를 산출할 수 있으나 산업의 파급효과의 세부적인 경로 및 가치사슬을 파악하기가 어렵다. 구조경로분석 모형은 산업의 파급효과를 세부적인 경로로 파악할 수 있으나, 생산유발효과에 기반한 분석이기 때문에 산업의 투입구조에 대한 식별에 한계가 있다. 네트워크분석 모형은 산업의 주요 기간망(backbone)을 추출하고 클러스터를 식별할 수 있는 장점이 있으나, 산업의 파급효과나 세부적인 경로를 파악하기가 어렵다.

이러한 기존 모형의 한계점을 극복하기 위해 본 연구에서는 Smart SPIN Model을 제시하였다(Jo and Lee, 2022). 이 모형은 스마트 산업이 전체 산업에서 얼마만큼 생산액을 갖는지 파악할 수 있는 점유 특성 분석과 스마트 산업이 전통산업에 기술적인 투입이 어느 정도 이루어지는지에 관한 침투 특성 분석을 수행할 수 있다. 이뿐 아니라 스마트 산업의 파급효과와 관련된 세부적인 생산경로와 매개경로 그리고 스마트 산업을 중심으로 군집이 이루어지고 있는지에 대한 네트워크 클러스터링 특성 분석을 진행할 수 있다. 따라서 본 연구는 Smart SPIN Model을 활용하여, 한국과 스페인의 스마트시티 산업 구조에 관한 특성을 비교 분석하였다.

본 연구는 과학적인 방법을 통해 한국과 스페인의 스마트시티 산업 특성을 분석하고 비교함으로써 우리나라 스마트시티와 관련 산업의 정책 방향성을 제공하

고자 하였다. 본 연구는 다음과 같이 구성되었다. 2장 문헌 고찰에서는 산업 관점의 스마트시티의 개념을 정립하였으며, 비교 국가인 한국과 스페인의 스마트시티 관련 정책을 살펴보았다. 3장은 본 연구에서 활용되는 분석자료와 Smart SPIN Model에 관해 서술하였다. 4장은 한국과 스페인의 스마트시티 산업에 관한 변화를 비교 분석하였으며, 5장에서는 분석된 결과를 기반으로 토론하고 정책 방향 및 향후 연구 방향을 제시하였다.

2. 문헌 고찰

1) 스마트시티 기술과 산업

스마트시티 기술은 새로운 산업의 생태계를 창출하고 있으며, 산업의 경계를 무너뜨리고 있다(조성수, 이상호, 2018; Jo and Lee, 2022). 예를 들어, 자동차는 과거 기계 기술 중심의 산업에서 컴퓨터 기술 중심의 산업으로 변화되었다(김범준, 2014; 조성수, 2021). 이러한 사례는 스마트 빌딩, 스마트 팜, 스마트 팩토리, 스마트 카 등 도시의 시설에서 찾아볼 수 있다.

새로운 형태의 산업을 만들고 있는 스마트시티 기술은 무엇인가? 문헌을 살펴보면, 이 기술은 단순한 정보통신기술을 넘어 사물(또는 시설, 도시)이 똑똑해지는 과정을 위해 필요한 것이라고 볼 수 있다(최봉문, 2011; Lee et al., 2016b; Álvarez-García et al., 2017).

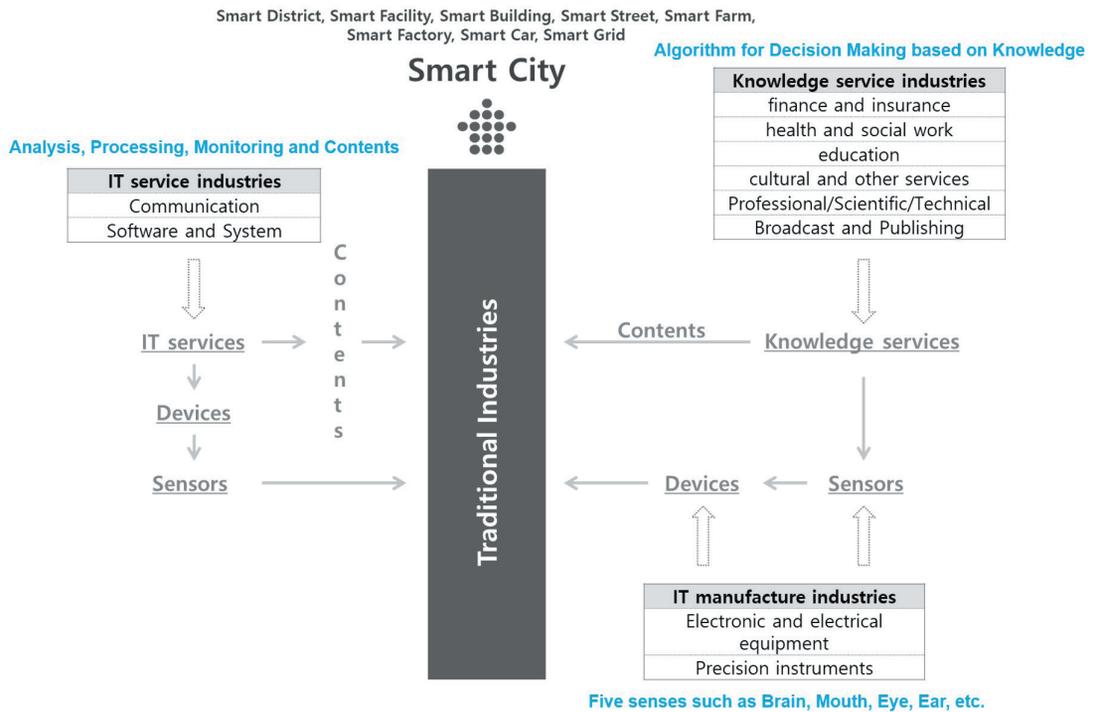
이 기술은 센싱(Sensing), 프로세싱(Processing), 네트워킹(Networking), 인터페이싱(Interfacing), 시큐리티(Security)로 분류된다(Yigitcanlar and Lee, 2014; 조성수 외, 2015; Lee et al., 2016b). 이 기술들은 보고, 듣고, 냄새 맡고, 데이터 송수신 네트워크 등의 센서네트워크 기술 부문이 있으며, 분석, 처리, 모니터링, 콘텐츠, 소프트웨어 등의 IT 서비스 기술 부문 그리고 의사결정 알고리즘의 지식서비스 기술로 전환될 수 있다(Jo and Lee, 2022). 이를 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

센서는 사람의 오감 역할을 할 수 있는 기술이다. 예를 들면, 시각센서, 청각센서, 후각센서, 진동센서 등이 포함된다. 센서 기술은 각종 데이터를 수집하는 기능을 갖는다(Lee et al., 2016b; Jo and Lee, 2022). 센서로 수집된 데이터는 이용자에 맞게 필요한 정보로 가공 및 처리(processing)된다. 여기서 필요한 기능은 지식 콘텐츠 알고리즘이다. 예로 수집된 데이터가 화재로 인한 연기라면, 이를 알고리즘을 통해 화재로 판단하는 것이다. 이 화재 알고리즘은 자동으로 알람을 울리고, 방화문을 폐쇄하는 기능을 작동시킨다(Lee et al., 2016b; Jo and Lee, 2022).

여기서, 수집된 데이터를 가공 및 처리할 수 있도록 데이터가 전달되어야 한다. 이 기술은 유무선인터넷(Wi-Fi, 5G, broadband 등)과 관련된 네트워킹(Networking)의 영역이다(Lee et al., 2016b; Jo and Lee, 2022). 인터페이싱(Interfacing)은 사용자에게 디스플레이 화면이 있는 스마트 시계, 스마트 폰, 태블릿 등을 통해 정보를 출력하는 기술이다(Lee et al., 2016b; Jo and Lee, 2022). 센싱, 프로세싱, 네트워킹, 인터페이싱의 기술이 원활하게 상호작용되고 외부의 악성코드로부터 이를 보호할 수 있는 것은 시큐리티(Security) 영역이라고 할 수 있다.

앞서 서술된 스마트시티 기술들은 산업 측면에서 보면 3가지 산업 부문으로 구분될 수 있다. 센싱과 인터페이싱은 IT 제조와 밀접한 관계가 있고, 프로세싱 기술은 지식서비스와 연관이 있으며, 네트워킹, 시큐리티 기술은 IT 제조와 IT 서비스 영역으로 볼 수 있다. 본 연구에서는 이 세 가지 산업을 스마트 산업이라고 명명하였으며, 스마트 산업과 전통산업이 융복합되고 상호연관 관계를 갖는 것을 스마트시티 산업이라고 정의하였다(그림 1).

그러나 스마트시티 기술은 시대마다 발전하고 있기 때문에 관련된 산업의 분류는 지속적으로 변화될 수 있으며, 스마트시티 산업이라는 견고한 틀을 제공하는 어려운 한계가 있음을 인식해야 할 필요가 있다.



〈그림 1〉 산업 관점에서의 스마트시티 개념

자료: Jo and Lee (2022), 재수정

2) 한국과 스페인의 정보화 및 스마트시티 정책

우리나라는 정보통신기술을 중심으로 정보화를 선도하였으며, 이를 통해 ICT 발전지수, 전자정부발전지수의 지표가 세계 상위권을 차지하는 등의 기염을 토했다(Lee et al., 2014; OECD, 2017). 이러한 결과의 기저 요인에는 국가정보화정책 추진이 있다.

대표적인 한국의 정보화 정책은 행정전산화(1978)부터 초고속정보통신기반 구축(1995), 국가지리정보체계 구축(1995), Cyber Korea(1999), e-Korea(2002), Broadband IT Korea(2003), IT-839(2004), U-센서네트워크 구축(2004), U-Korea(2006) 등이 지속적으로 추진되었다.

2008년에는 지능형 도시를 만들기 위한 법적인 근거로써 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」(유시티법)이 제정되었으며, 제1차, 2차 유비쿼터스도시 종합계획(2009, 2014)이 추진되었다. 2017년에는 유시티 법이 스마트시티법으로 개정이 되었으며, 제

3차 스마트시티 종합계획(2019), 스마트시티 인증제(2021) 등 스마트시티와 관련된 정책이 꾸준히 추진되고 있다.

우리나라는 정책 흐름에 따라 U-Korea 이전은 인프라 등 H/W에 초점이 맞춰져 있는 정보화 정책이었으며, 이후는 서비스 등 S/W에 초점을 맞추는 스마트화 정책이라고 볼 수 있다(조성수 외 2015; Jo et al., 2021).

스페인인 2012년 6월에 스페인 스마트시티 네트워크(Spanish Net of Smart Cities, RECI)가 출범하였다(Álvarez-García et al., 2017). 이 거버넌스는 도시 및 공공서비스 효율성 개선, 공공재정의 효율적인 운영을 촉진하여 지속가능한 관리 모델을 만드는 것에 목적을 두고 있으며, 스페인 도시 중 65개가 해당 네트워크에 등록되어 있다(Álvarez-García et al., 2017; 이성학, 2018).

스페인은 ICT 산업 및 정책효과를 극대화하기 위해 2000년 초반부터 스마트시티에 관심을 갖고 있었다.

스페인인 2015년 스마트시티 육성계획(Plan Nacional de Ciudades Inteligentes)을 실행하였으며, 이는 도시의 스마트화를 강화하며, 스마트시티 로드맵의 중추적인 요소로 평가받고 있다(Barba-Sánchez et al, 2019). 이후, 2017년에는 스마트국토계획(Plan Nacional de Territorios Inteligentes)을 발표하여 5G 등 첨단기술을 도시와 농촌에 적용하고자 하였으며, 스마트시티를 국가의 핵심 정책으로 삼고자 관련 정책을 지속적으로 발표하고 있다(Barba-Sánchez et al, 2019). 스페인의 스마트시티 정책의 핵심은 시민과 민간의 주도로 에너지 및 환경을 개선하는 것에 초점을 맞추고 있다.

한국과 스페인의 스마트시티 추진 정책은 규모면에서 차이를 보인다. 초기의 스페인의 스마트시티 정책은 바르셀로나, 마드리드, 말라가 등 주요 도시를 거점으로 추진되었다. 최근에는 도시와 도시를 네트워크로 묶어 스마트 리전(Smart Region)이라는 정책과 더불어 국가가 중심이 되는 계획을 추진하고 있다(Morandi et al., 2016). 반면, 한국은 국가의 정보화 정책을 중심으로 스마트시티가 출발하였으며, 스마트시티법(유시티법)을 제정하고, 수정하면서 그 범위를 축소해나가고 있다. 즉, 스페인은 작은 도시 단위에서 시작하여 도시를 연계하고 국가의 범위로 넓혀가는 반면, 한국은 국가 발전의 기초로 스마트시티 정책이 출발하여 도시에서 단지로 마을로 그 범위를 좁혀가고 있는 특징이 있다.

3. 연구의 분석자료 및 모형

1) 분석자료

본 연구에서는 한국과 스페인의 스마트 부문의 경제를 비교하기 위해 한국은행에서 발간된 실측 산업연관표와 스페인은 Instituto Nacional de Estadística(INE)에서 발행된 1995년, 2015년 투입산출표를 사용하였다. 한국과 스페인에서 획득한 투입산출표는 각 나라의 GDP 디플레이터(2015년 기준)를 적용하여 물가상승에 의한 명목적 증가분을 제거하였다. 본 연구에서

는 한국(소분류 165개)과 스페인(소분류 64개)의 투입산출표를 25개 산업으로 재분류하였다. 스페인은 1995년에 유로화로 통합되기 전, 페세타(Peseta) 단위로 표기가 되어있어 유로화로 변경하였다.

한국과 스페인을 선택한 이유는 두 나라 모두 2000년 초중반부터 스마트시티에 관심을 가지고 있었으며, 경제 규모가 비슷하기 때문이다(주스페인대한민국대사관, 2020). 또한 1995년과 2015년의 데이터를 선택한 이유는 두 나라 모두 2000년 이후 스마트시티 관련 정책 등을 현재까지 꾸준히 추진해오고 있고, 이 시기에 정보화에서 스마트화로 변화가 명확히 살펴볼 수 있기 때문이다.

스마트시티 산업을 분류하는 것은 쉽지 않다. 기술이 발전함에 따라 관련 산업이 바뀔 수 있기 때문이다. 그러나 본 연구에서는 객관적인 산업의 분류를 위해 세 가지 접근방식을 취하였다. 첫째, 기존 문헌에서 나타난 스마트시티(유시티) 산업 연구에서 공통적으로 나타난 산업을 발췌하였다. 둘째, 스마트 카, 스마트 팩토리, 스마트 빌딩, 스마트 팜과 같은 스마트시티 사례를 구성하고 있는 기술을 추출하고 산업으로 매핑하여 스마트 산업을 분류하였다. 셋째, OECD에서 제공하는 ICT 제조업 및 서비스업과 지식서비스에 관한 정의를 활용하였다(OECD, 1999; 2002; 2011; 2017). 이에 본 연구는 IT 제조업과 IT 서비스업, 지식서비스업을 스마트 산업으로 분류하였다. 이 산업들은 스마트시티를 움직이는 핵심적인 산업으로 볼 수 있다(조성수·이상호, 2018; Jo et al, 2021; Jo and Lee, 2022). 이 외의 산업은 전통산업으로 분류하였다(표 1).

IT 제조업은 하드웨어(H/W) 부문으로써 대부분의 산업이 연산, 측정, 정보저장 등의 메모리 반도체 등이 있으며, 데이터, 정보 등을 송수신할 수 있는 유·무선 통신장비를 포함한다. 이는 스마트시티에서 정보를 수집하고 전달, 입출력, 수집 등의 기능을 갖는 산업들로 분류되었다. IT 서비스업은 소프트웨어(S/W) 관련 산업으로써 온라인 서비스, 인터넷 뉴스, 데이터베이스, 콘텐츠, 정보처리 등을 포함하고 있다. 이는 정보시스템 구축 및 데이터 분석, 가공 등의 기능을 갖는 산업

〈표 1〉 한국과 스페인의 산업 분류

No.	한국의 산업 분류 번호	스페인의 산업 분류 번호	25개 산업	8개 산업	2개 산업
1	68-73, 75, 78-80	17-18	IT 제조업 (ITM)	IT 제조업 (ITM)	스마트 산업
2	131, 132, 134-136	39, 40	IT 서비스업 (ITS)	IT 서비스업 (ITS)	
3	133, 137, 138	37, 38	방송 및 출판 (BP)	지식 서비스업 (KS)	
4	139-142	41-43	금융 및 보험 (FI)		
5	158,159	56, 57	의료 보건 복지 (MH)		
6	160,161	58, 59	문화 (CS)		
7	157	55	교육 (ES)		
8	146-150	45-49	전문과학기술 (PSTA)		
9	1-8	1-3	농림 어업 (AF)	농림광업 (AM)	전통 산업
10	9-12	4	광업 (MQ)	농림광업 (AM)	
11	13-35	5-9	경공업 (LI)	전통서비스업 (TS)	
12	36-51	10-13	화학공업 (CI)		
13	52-67	14-16	금속 및 비금속 (NMMI)		
14	83-93	19	기계 제조 (MM)		
15	94-100	20-21	교통 장비 제조 (MTE)		
16	74, 76, 81, 82, 101-103	22, 23, 28	기타 제조 (OM)		
17	111-117	27	건설업 (C)	건설업 (C)	
18	104-110	24-25	에너지 발전 공급업 (E)	에너지 발전공급업 (E)	
19	129,130	36	음식숙박 서비스 (AFS)	전통서비스업 (TS)	
20	118	29, 30	도소매 서비스 (WRT)		
21	119-128	31, 35	교통 서비스 (TS)		
22	143-145	44	부동산 서비스 (RES)		
23	155,156	54	공공행정국방 서비스(PADS)		
24	151-154	50-53	사업지원 서비스 (BSS)		
25	162-164	60-64	기타 서비스 (OS)		

이 포함된다. 지식서비스업은 서비스 및 정보 콘텐츠 의사결정 알고리즘, 지식기반의 인공지능 등 전문적인 콘텐츠 관련 정보를 알고리즘을 제공하는 산업이 포함 되어있다.

2) 분석 모형: Smart SPIN Model

본 연구에서 활용된 모형은 Smart SPIN Model이다. Smart SPIN Model은 기존 산업의 과급효과 및 융복합 분석, 구조의 분석에서 활용된 투입산출모형과 구조경로분석¹⁾, 사회연결망분석 방법을 스마트시티 산

업 분석에 초점을 맞추어 새롭게 개발 및 해석한 모형 이라고 할 수 있다(조성수, 2021; Jo and Lee, 2022).

이 모델은 다음과 같은 세부 모형으로 구성되어 있다. 첫째, 투입산출모형을 새롭게 해석한 스마트 스펙트럼 모형(Smart Spectrum model)과 스마트 침투 모형(Smart Penetration Model)이다. 기존 투입산출모형을 이용한 분석은 생산유발계수를 이용한 과급효과를 측정하는데 초점을 맞추고 있다. 그러나 산업 범위의 확장과 산업간 융합 분석과 같은 산업의 생태계 특성을 분석하기에는 적절하지 않다. 이에 본 연구에서는 스마트 산업이 얼마만큼 점유하고 있는지 분석하기

위한 모형으로써 스마트 스펙트럼 모형을 제시하였다. 스마트 산업이 전통산업에 얼마만큼 투입되는지 그리고 전통산업이 얼마만큼 스마트화되고 있는지를 분석하기 위해 스마트 침투 모형을 개발하였다.

스마트 영향 경로 모형(Smart Impact Path Model)은 기존 구조경로분석을 재해석한 것이다. 문헌 고찰에서 서술된바 기존 구조경로분석 모형을 이용한 연구는 새로 생겨난 경로와 사라진 경로를 찾아내고 생산 유발효과를 분해하여 해석하는 것에 초점을 맞추고 있다. 즉, 어떤 산업이 얼마만큼, 어떻게 새로운 가치사슬을 만드는 산업의 구조적 특징을 찾아내기는 부족하다. 이에 본 연구에서는 스마트 산업에 초점을 맞추어 산업 경로의 전체 개수와 패턴을 통해 산업 가치사슬이라는 거시적인 스마트시티 산업의 생태계를 분석하였다. 특히, 스마트 영향 경로 모형에서 다른 연구에서 분석하지 않았던 산업의 매개경로를 분석하였다. 이는 다른 산업 사이에서 스마트 산업이 얼마나 중요한 역할을 하고 있는지에 대한 것을 분석하는 것이다.

스마트 네트워크 클러스터링 모형(Smart Network Clustering Model)을 개발하였다. 이는 기존의 네트워크 모형을 응용한 것이다. 기존의 네트워크 분석은 산업의 중심성 지표 연구에 초점을 맞추고 있다. 중심성을 이용한 분석은 산업이 어떤 관계를 갖는지 확인할 수 있으나, 연계된 산업간 클러스터를 찾아내기에는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 최적은 생태계가 만들어지고 있는지 여부를 확인하고자 기존 네트워크 분석을 기초로 클러스터링 할 수 있는 방법을 제시하였다.

각 세부 모델의 앞 글자를 빌려 Smart SPIN Model이라 명명하였으며 이는 여러 산업에 초점을 맞추기보다 스마트시티 산업 생태계에 초점을 맞추어 기존에 제시된 모형을 새로운 시각으로 해석하여 개발한 것이라고 할 수 있다(Jo and Lee, 2022).

스마트 산업의 점유를 측정할 수 있는 스펙트럼 모형은 스마트 산업 생산액의 중간투입을 합하여 계산된다. 이는 전체 산업에서 스마트 산업이 얼마만큼 차지하고, 다른 산업이 스마트 산업을 얼마만큼 구매하고 있는지 확인할 수 있는 지표이다(식 1, 2).

$$SSb = \left(\sum_{i=1}^n (X_i \cdot \in_j) \right) / \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \quad (\text{식 1})$$

$$\begin{cases} In_i = 1 & \text{If } In_i \in \text{Smart Industry} \\ In_i = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (\text{식 2})$$

여기서, SSb 는 스마트 산업의 총 생산액, X 는 총 산출액, In_i 는 투입산출표에 열(Row)의 산업, n 은 전체 산업 수를 의미한다. In_i 가 스마트 산업에 포함되면 1이고, 그렇지 않으면 0으로 개수를 세게(Count) 된다.

스마트 산업이 다른 산업에 얼마만큼 침투되었고 얼마만큼의 스마트화가 진행되었는지를 분석하기 위한 침투 모형은 식 3, 식 4와 같이 표현할 수 있다. 이는 기술계수를 통해 분석되며, 전체 산업에서 각각 한 단위 제품을 생산할 때, 스마트 산업이 얼마만큼 투입되는지를 의미한다.

$$Sp = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} \cdot In_i) \quad (\text{식 3})$$

$$\begin{cases} In_i = 1 & \text{If } In_i \in \text{Smart Industry} \\ In_i = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (\text{식 4})$$

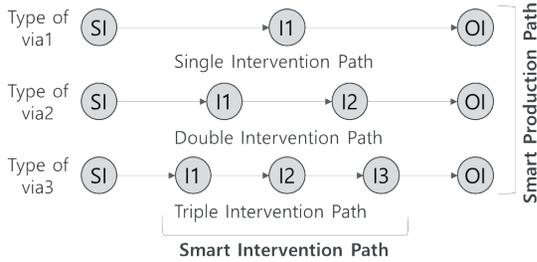
여기서, Sp 는 스마트 투입을 의미하며, a_{ij} 는 기술계수이다. In_i 는 산업, n 은 전체 산업 수이다. In_i 의 산업이 스마트 산업에 포함되면 1이고, 그렇지 않으면 0으로 개수를 세게(Count) 된다.

스마트 파급경로는 구조경로분석 결과에서 나타난 경로를 활용하여 구할 수 있다.²⁾ 생산경로, 유형별 생산경로, 매개경로를 통해 분석될 수 있으며, 생산경로를 구하는 식은 식 5와 같다. 생산경로는 구조경로분석에서 나타난 경로를 모두 합한 것이다. 생산경로는 몇 개의 생산경로를 통해 생산유발효과를 전달하고 있는지 확인할 수 있으며, 산업의 새로운 가치사슬이 얼마만큼 나타나고 있는지 분석할 수 있다(식 5, 6).

$$SPP = \sum_{n=1}^m P_{n(s_i \rightarrow o_i)} \quad (\text{식 5})$$

$$\begin{cases} P_n = 1 & \text{If } P_n \in \text{Smart Industry} \\ P_n = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (\text{식 6})$$

여기서, SPP 는 스마트 산업의 생산경로 개수이며,



*SI: Smart Industry, OI: Other Industry

〈그림 2〉 유형별 생산경로의 예
 자료: Jo and Lee (2022), 재수정

P_n 은 구조경로분석에서 나타난 생산경로이다. m 은 전체의 생산경로 수이며, si 와 oi 는 각각 스마트 부문의 산업과 다른 산업을 의미한다. P_n 이 스마트 산업에 포함되면 1이고, 그렇지 않으면 0으로 개수를 세게 (Count) 된다.

본 연구에서의 유형별 생산경로는 $via1$, $via2$, $via3$ 유형으로 구분될 수 있다. $via1$ 은 산업 사이에 한 개의 산업이 연결된 유형이고, $via2$ 는 두 개의 다른 산업이, $via3$ 은 세 개의 다른 산업이 산업과 산업 사이에 연결된 유형이다(그림 2). 이는 구조경로분석에서 나타난 경로 중 스마트 산업에서 다른 산업으로의 생산경로를 추출하여 유형별 생산경로를 식별할 수 있다. $via1$, $via2$, $via3$ 의 세 가지 생산경로를 살펴본 이유는 스마트 산업(IT, ITM, KS)이 $via3$ 에 모두 포함되는지를 확인하기 위함이다.

$via1$ 유형은 단순한 생산경로 유형이며, $via3$ 은 복잡한 생산경로 유형으로 볼 수 있다. 유형별 스마트 생산경로 개수를 구하는 식을 표현하면, 식 7, 식 8, 식 9와 같다.

$$SPP_{(via1)} = \sum_{n=1}^m via1_n(si \rightarrow oi) \quad (식 7)$$

$$SPP_{(via2)} = \sum_{n=1}^m via2_n(si \rightarrow oi) \quad (식 8)$$

$$SPP_{(via3)} = \sum_{n=1}^m via3_n(si \rightarrow oi) \quad (식 9)$$

여기서, $SPP_{(via1)}$ 과 $SPP_{(via2)}$, $SPP_{(via3)}$ 는 각각 $via1$, $via2$, $via3$ 유형의 스마트 생산경로를 나타낸다. $via1_n$, $via2_n$, $via3_n$ 은 각각의 유형에 대한 스마트 생산경로 수

이며, m 은 전체 생산경로의 수이다. si 는 스마트 산업이며, oi 는 스마트 산업을 제외한 다른 산업을 의미한다.

매개경로는 IT 제조업, IT 서비스업, 지식서비스업으로 분류된 스마트 부문의 산업이 다른 산업 사이에서 얼마만큼 연결 역할을 하며, 융합되고 있는지를 확인할 수 있다(그림 2). 만약 스마트 부문의 산업에 대한 매개경로의 개수가 증가한다면, 중간재 또는 재료의 역할이 증대되고 있다는 의미이며, 산업간 거래를 강화한다는 것을 나타낸다(조성수, 2021; Jo and Lee, 2022). SIP 는 구조경로분석에서 나타난 생산경로 중 ITM, ITS, KS가 하나만 포함되는 경로를 식별하여 모두 합한 것이다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다(식 10, 식 11, 식 12).

$$SIP = \sum_{p=1}^k ITM_p + \sum_{p=1}^l ITS_p + \sum_{p=1}^m KS_p \quad (식 10)$$

여기서, SIP 는 싱글 매개경로이며, ITM_p 는 IT 제조업을 갖는 생산경로, ITS_p 는 IT 서비스업을 갖는 생산경로, KS_p 는 지식서비스를 갖는 생산경로이다. k 는 IT 제조업의 생산경로 수이며, l 은 IT 서비스업의 생산경로 수, m 은 지식서비스업의 생산경로 수, p 는 전체 생산경로이다.

$$DIP = \sum_{p=1}^k (ITM, ITS)_p + \sum_{p=1}^l (ITS, KS)_p + \sum_{p=1}^m (ITM, KS)_p \quad (식 11)$$

여기서, DIP 는 더블 매개경로이다. $(ITM, ITS)_p$ 는 IT 제조업과 IT 서비스업을 동시에 갖는 생산경로이며, $(ITS, KS)_p$ 는 IT 제조업과 지식서비스업을 동시에 갖는 생산경로이고, $(ITM, KS)_p$ 는 IT 서비스업과 지식서비스업을 동시에 갖는 생산경로를 의미한다. k 는 IT 제조업과 IT 서비스업을 동시에 갖는 생산경로 수, l 은 IT 제조업과 지식서비스업을 동시에 갖는 생산경로 수, m 은 IT 서비스업과 지식서비스업을 동시에 갖는 생산경로 수, p 는 전체 생산경로를 의미한다.

$$TIP = \sum_{p=1}^k (ITM, ITS, KS)_p \quad (\text{식 12})$$

여기서, TIP 는 트리플 매개경로를 의미하며, $(ITM, ITS, KS)_p$ 는 IT 제조업, IT 서비스업, 지식서비스업을 동시에 갖는 생산경로이다. n 은 IT 제조업과 IT 서비스업, 지식서비스업을 동시에 갖는 생산경로 개수이다.

스마트 네트워크 클러스터링은 최소신장트리(Minimum Spanning Tree, MST) 크루스칼 알고리즘을 활용하여 산업 네트워크의 핵심 구조인 MST 백본(Backbone) 네트워크를 구축하고, 클러스터링하는 방법이다. 최소신장트리 크루스칼 알고리즘은 전체 산업 네트워크에서 추출 가능한 모든 최소의 인접 거리를 찾고 하나씩 연결하는 알고리즘이다(Quirin et al., 2008; 이동희 외, 2018). 본 연구는 산업간 연결되는 최소 인접 거리 값을 식별하기 위해 생산유발계수 값에 -1을 곱하였다. 즉, 산업(노드 i)과 산업(노드 j) 사이에서 나타나는 가장 작은 생산유발계수를 찾고 연결하는 것이 역으로 가장 큰 생산유발효과를 갖는 백본 네트워크를 식별하는 것이다. MST 백본 네트워크를 식으로 표현하면 식 13과 같다.

$$N_b^{ka} = \min \sum_{p=1}^n net_{l(b_{ij})} \quad (\text{식 13})$$

(단, 순환(Cycle)을 포함하는 $l(b_{ij})$ 는 제외)

여기서, N_b^{ka} 는 MST 백본 네트워크이며, $net_{p(b_{ij})}$ 은 네트워크(net) 링크 안에 나타난 가중치(b_{ij})를 의미한다. \min 은 최소값이며, p 는 경로이다.

네트워크 클러스터링은 MST 백본 네트워크에서 최소 3개의 산업 노드가 하나의 클러스터가 될 수 있도록 구성해야 하며, 하나 이상의 링크를 포함하여야 하며(류온함, 김도훈, 2019), 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다(식 14).

$$C_{MSTbn} \Leftrightarrow N_{(i)} \geq 3 \wedge L_{(i)} \geq 2 \quad (\text{식 14})$$

여기서, C_{bn} 는 MST 백본 네트워크에서의 클러스터를 나타낸다. $N_{(i)} \geq 3$ 은 산업 노드가 3개 이상인 경우이며, $L_{(i)} \geq 2$ 는 산업 링크가 2개 이상인 경우이다. 이

두 가지의 조건을 만족할 때, MST 백본 네트워크에서 클러스터를 식별할 수 있다(류온함·김도훈, 2019; Jo and Lee, 2022).

4. 분석 결과

1) 스마트 부문의 점유 비교

생산액을 활용한 스마트 부문의 점유는 스마트 스펙트럼 모형을 이용하여 어느 산업에 얼마만큼의 투자가 이루어지고 있는지 확인할 수 있는 지표이다. 한국과 스페인의 스마트 부문의 점유 분석 결과는 <표 2>와 같다.

한국과 스페인은 공통적으로 스마트 산업의 점유가 전통 산업의 점유보다 낮은 것으로 나타났다. 그러나 스마트 산업의 점유는 증가하였으며, 전통 산업의 점유는 감소하였다. 한국의 스마트 산업은 18.7%에서 22.7%로 9.3%p 증가하였으며, 스페인 스마트 산업은 14.5%에서 22.7%로 9.2% 증가한 것으로 나타났다. 이는 두 국가 모두 스마트 부문의 산업에 투자가 활발히 진행되고 있다는 의미이다.

각각의 산업을 하나씩 살펴보면, IT 제조업의 경우, 한국이 스페인보다 더 큰 비율과 생산액을 차지하는 것으로 나타났다. 스페인의 IT 제조업 생산액은 증가(+20)하였으나, 그 비율은 감소하는 것으로 분석되었다(-0.4%p). IT 서비스업의 비율 측면에서 보면, 1995년(한국 1.1%, 스페인 1.4%)과 2015년(한국 2.8%, 스페인 3.1%)에서 두 국가 모두 비슷한 것으로 나타났다. 지식서비스업은 스마트 산업 중에서 한국과 스페인 모두 가장 큰 경제 규모를 갖는 분야이며, 가장 큰 성장을 보인 부분이다. 한국은 6.1%p, 스페인은 +7.0%p 성장한 것으로 분석되었다.

이러한 결과를 미루어 보았을 때, 한국과 스페인에서의 스마트 산업은 지식서비스업이 핵심 산업으로 자리 잡고 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 한국은 지식서비스업과 IT 제조업에 투자가 증가하고 있었다. S/W뿐만 아니라 H/W에 지속적인 투자가 이루어지고

〈표 2〉 점유 비교 분석 결과

산업		1995년 (% 조원)		2015년 (% 조원)		변화량 (%p, 조원)	
		한국	스페인	한국	스페인	한국	스페인
스마트 산업	ITM	6.8 (33)	1.5 (6)	8.3 (317)	1.1 (26)	1.5 (283)	-0.4 (20)
	ITS	1.1 (5)	1.4 (5)	2.8 (108)	3.1 (74)	1.7 (103)	1.6 (69)
	KS	10.8 (53)	11.6 (45)	16.9 (644)	18.6 (468)	6.1 (590)	7.0 (423)
합계		18.7 (92.6)	14.5 (56)	28.0 (1,070)	22.7 (569)	9.3 (977)	8.2 (513)
전통 산업	AM	4.4 (21)	7.3 (28)	1.7 (64)	2.7 (67)	-2.7 (43)	-4.6 (39)
	TM	43.9 (217)	26.3 (102)	36.3 (1,386)	25.9 (651)	-7.6 (1,169)	-0.4 (548)
	C	10.4 (51)	8.2 (32)	5.8 (223)	7.2 (181)	-4.6 (171)	-1.0 (149)
	E	2.1 (10)	2.4 (9)	2.9 (111)	5.4 (135)	0.8 (101)	3.0 (126)
	TS	20.4 (101)	41.2 (160)	25.2 (964)	36.1 (905)	4.8 (863)	-5.1 (745)
합계		81.2 (401)	85.4 (333)	71.9 (2,751)	77.3 (1,942)	-9.3 (2,349)	-8.1 (1,609)
총 합계		100 (494)	100 (390)	100 (3,821)	100 (2,512)		

주) ITM: IT제조업, ITS: IT서비스업, KS: 지식서비스업, AM: 농림광업, TM: 전통제조업, C: 건설업, E: 에너지발전공급업, TS: 전통서비스업

있다는 의미이다. 스페인은 지식서비스업과 IT 서비스업의 경제 규모가 증가하는 것으로 분석되었으며, 이는 S/W에 집중적인 투자가 이루어진 것을 의미한다.

2) 스마트 부문의 침투 비교

스마트 침투는 스마트 침투 모형을 이용하여 스마트 산업이 전체 산업에 얼마만큼 투입되고 있는지 판단할 수 있는 지표이며, 이를 통해 전체 경제가 얼마만큼 스마트화가 진행되고 있는지 그 정도를 파악할 수 있다. 〈표 3〉은 한국과 스페인의 스마트 부문에 대한 침투 비교 분석 결과이다.

한국과 스페인은 스마트 부문보다 전통 부문의 산업이 더 큰 침투(기술계수) 비율을 갖는 것으로 나타났다. 그 비율은 한국이 약 3:7, 스페인이 약 2:8로 확인되었다. 한국과 스페인은 스마트의 침투가 증가한 것으로 나타났다. 한국은 1995년 1.087의 스마트 산업의 기술계수가 전체 산업에 침투하였으며, 2015년에는 1.192 만큼 침투하였다. 이는 0.105만큼 증가한 값이다. 그러나 그 비율은 -2.3%p 감소한 것으로 확인되었다. 스페인의 스마트 부문의 침투는 1995년 0.672(20%)에서 2015년 1.106(24.8%)으로

0.434(+4.8%p) 만큼 증가한 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 한국과 스페인 모두 스마트 산업이 전체 산업으로의 침투가 증가하고 있다는 것이며, 전체 산업에서 스마트화가 진행되고 있음을 의미한다. 그 침투 수준은 한국이 스페인보다 더 깊은 것으로 나타났다.

스마트 부문의 산업을 세부적으로 살펴보면 다음과 같다. IT 제조업의 경우, 전체 산업에 침투된 기술계수는 한국이 스페인보다 큰 것으로 나타났으나, 한국은 그 비율이 감소(-1.2%)하였고 스페인은 증가(2.0%)한 것으로 분석되었다. IT 서비스업은 한국과 스페인 모두 증가한 것으로 확인되었다. 그러나 그 증가 값의 변화는 스페인(+0.199, +3.9%p)이 한국(+0.095, +1.8%p)보다 더 큰 것으로 나타났다. 지식서비스업은 1995년에 한국(0.541)이 스페인(0.447)보다 더 많은 기술이 투입되었으나, 2015년에 스페인(0.544)이 한국(0.517)보다 더 많은 기술적 투입이 이루어지고 있는 것으로 분석되었다.

이러한 결과는 전반적으로 한국(스마트화 27.6%)이 스페인(스마트화 24.8%)보다 스마트화가 더 진행되었다는 것을 의미한다. 또한 한국이 지식서비스업과 IT 제조업을 중심으로 스페인은 지식서비스업을 중심으로 산업 전반에서 스마트화가 이루어지고 있다는 것을

〈표 3〉 침투 비교 분석 결과

산업		1995 (계수, %)		2015 (계수, %)		변화량 (계수, %p)	
		한국	스페인	한국	스페인	한국	스페인
스마트 산업	ITM	0.460 (12.6)	0.152 (4.5)	0.494 (11.4)	0.290 (6.5)	0.034 (-1.2)	0.138 (2.0)
	ITS	0.086 (2.4)	0.073 (2.2)	0.181 (4.2)	0.272 (6.1)	0.095 (1.8)	0.199 (3.9)
	KS	0.541 (14.9)	0.447 (13.3)	0.517 (12.0)	0.544 (12.2)	-0.024 (-2.9)	0.097 (-1.1)
합계		1.087 (29.9)	0.672 (20.0)	1.192 (27.6)	1.106 (24.8)	0.105 (-2.3)	0.434 (4.8)
전통 산업	AM	0.260 (7.1)	0.501 (14.9)	0.440 (10.2)	0.248 (5.6)	0.180 (3.1)	-0.253 (-9.3)
	TM	1.528 (42.0)	1.152 (34.2)	1.636 (37.9)	1.381 (30.9)	0.108 (-4.1)	0.229 (-3.3)
	C	0.087 (2.4)	0.053 (1.6)	0.018 (0.4)	0.244 (5.5)	-0.069 (-2.0)	0.191 (3.9)
	E	0.201 (5.5)	0.189 (5.6)	0.238 (5.5)	0.487 (10.9)	0.037 (0.0)	0.298 (5.3)
	TS	0.472 (13.0)	0.796 (23.7)	0.794 (18.4)	0.998 (22.4)	0.322 (5.4)	0.202 (-1.3)
합계		2.548 (70.1)	2.691 (80.0)	3.126 (72.4)	3.358 (75.2)	0.578 (2.4)	0.667 (-4.8)
총 합계		3.638 (100)	3.364 (100)	4.322 (100)	4.463 (100)		

주) ITM: IT제조업, ITS: IT서비스업, KS: 지식서비스업, AM: 농림광업, TM: 전통제조업, C: 건설업, E: 에너지발전공급업, TS: 전통서비스업

의미하며, 산업의 스마트화 수준은 한국이 스페인보다 더 높다고 볼 수 있으나, 성장 측면에서는 스페인이 한국보다 가파른 성장세를 보이고 있다라는 것으로 해석할 수 있다.

3) 스마트 부문의 파급경로 비교

(1) 생산경로 비교

각각의 산업 부문에서 다른 산업으로 영향을 주는 생산경로(Total Path, TP)의 비교 분석 결과는 〈표 4〉와 같다. 이 분석을 통해 새로운 산업 구조가 어느 산업 부문에서 얼마만큼 변화되고 있는지 확인할 수 있다.

한국의 스마트 부문의 산업에 대한 전체 생산경로는 개수와 그 차지하는 비율이 증가(+47개, +0.6%p)하는 것으로 분석되었다. 반면, 전통 부문의 산업에 대한 전체 생산경로의 개수는 증가(+75개)하였으나, 그 비율은 감소(-0.6%p)하는 것으로 나타났다. 스페인의 전체 생산경로는 150개 증가하였으며, 그중 스마트 부문의 산업은 67개, 전통 부문의 산업은 83개가 증가하였다.

특히, 2015년 기준 한국은 IT 서비스업(80개)에서,

스페인인 IT 제조업(82개)에서 가장 많은 생산경로를 갖는 것으로 분석되었다. 이는 한국이 IT 서비스업을 통해, 스페인이 IT 제조업을 통해 다른 산업으로의 파급효과를 전달하는 중요한 산업임을 의미한다. 변화량 측면에서 보면, 한국과 스페인은 IT 서비스업(+23개, +42개)에서 새로운 생산의 가치사슬이 만들어지고 있다. 이는 해당 산업이 산업 전반적인 영역에 고루 퍼져 가고 있다는 것을 의미한다. 즉, 한국의 스마트 산업 파급효과와 새로운 산업 가치사슬의 창조는 IT 서비스업에서 나타난다고 볼 수 있다. 반면, 스페인은 IT 제조업의 파급효과가 크고, IT 서비스업에서 새로운 산업 가치사슬이 만들어지고 있다고 볼 수 있다.

새로운 경로(New Path, NP) 측면에서 보면, 한국(29개, 16.7%)과 스페인(76개, 14.2%)은 IT 서비스업에서 가장 많은 생산경로가 만들어지는 것으로 분석되었다. 이는 두 국가 모두 IT 서비스업에서 다양한 가치사슬이 만들어지고 있다는 의미이며, 산업의 구조가 세분화 및 분업화되고 있다는 것이다. 삭제된 경로(Extinct Path, EP)는 한국에서 IT 제조업(8개)이, 스페인에서 지식서비스업(9개)이 가장 많이 사라지고 있는 것으로 나타났다.

〈표 4〉 한국 스페인의 생산경로 비교 분석 결과

산업			1995 (개, %)		2015 (개, %)						변화량 (개, %p)	
			한국	스페인	한국			스페인			한국	스페인
			TP		TP	NP	EP	TP	NP	EP	TP	TP
스 마 트 산 업	ITM	→ 다 른 산 업	57 (12.5)	60 (15.6)	66 (11.4)	17 (9.8)	8 (15.4)	82 (15.3)	29 (14.9)	7 (15.6)	9 (-1.1)	22 (-0.3)
	ITS		57 (12.5)	34 (8.8)	80 (13.8)	29 (16.7)	6 (11.5)	76 (14.2)	47 (24.1)	5 (11.1)	23 (1.3)	42 (5.4)
	KS		49 (10.7)	54 (14.0)	64 (11.1)	21 (12.1)	6 (11.5)	57 (10.7)	12 (6.2)	9 (20.0)	15 (0.3)	3 (-3.3)
	합계		163 (35.7)	148 (38.4)	210 (36.3)	67 (38.5)	20 (38.5)	215 (40.2)	88 (45.1)	21 (46.7)	47 (0.6)	67 (1.8)
전 통 산 업	AM	→ 다 른 산 업	54 (11.8)	43 (11.2)	66 (11.4)	17 (9.8)	5 (9.6)	68 (12.7)	26 (13.3)	1 (2.2)	12 (-0.4)	25 (1.5)
	TM		37 (8.1)	38 (9.9)	53 (9.2)	20 (11.5)	4 (7.7)	52 (9.7)	15 (7.7)	1 (2.2)	16 (1.1)	14 (-0.2)
	C		78 (17.1)	63 (16.4)	102 (17.6)	26 (14.9)	2 (3.8)	83 (15.5)	26 (13.3)	6 (13.3)	24 (0.5)	20 (-0.9)
	E		75 (16.4)	53 (13.8)	89 (15.4)	26 (14.9)	12 (23.1)	73 (13.6)	27 (13.8)	7 (15.6)	14 (-1.0)	20 (-0.2)
	TS		50 (10.9)	40 (10.4)	59 (10.2)	18 (10.3)	9 (17.3)	44 (8.2)	13 (6.7)	9 (20.0)	9 (-0.8)	4 (-2.2)
	합계		294 (64.3)	237 (61.6)	369 (63.7)	107 (61.5)	32 (61.5)	320 (59.8)	107 (54.9)	24 (53.3)	75 (-0.6)	83 (-1.8)
총 합계			457 (100)	385 (100)	579 (100)	174 (100)	52 (100)	535 (100)	195 (100)	45 (100)	122	150

주) ITM: IT제조업, ITS: IT서비스업, KS: 지식서비스업, AM: 농림광업, TM: 전통제조업, C: 건설업, E: 에너지발전공급업, TS: 전통서비스업

(2) 유형별 생산경로 비교

유형별 생산경로는 직접 경로를 제외한 나머지 생산 경로를 유형별로 묶어서 산업의 새로운 가치사슬이 어느 유형에서 가장 많이 나타나는지 살펴볼 수 있다. 그 분석 결과는 〈표 5〉와 같다.

1995년 한국의 스마트 생산경로 유형 개수는 via1 (77개), via2(65개), via3(1개)로 나타났다. 2015년에는 via1(80개), via2(101개), via3(8개)로 변화가 있었다. via1은 3개가 증가하였고, via2는 36개 증가, via3은 7개가 증가된 것으로 분석되었다. 스페인은 두 연도 사이에 via1이 19개 증가(76개→95개)한 것으로 나타났다. via2는 44개가 늘어났으며(51개→95개), via3은 1995년에는 나타나지 않다가 2015년에 4개로 확인되었다. 특히, 가장 융복합된 가치사슬이라고 볼 수 있는 via3의 경우, 2015년 한국은 스마트 부문의 모든 산업에서 나타나고 있었으며, 스페인은 지식서비스업을 제외한 나머지 산업에서 나타나는 것으로 분석되었다.

스마트 부문의 산업을 세부로 보면, 한국의 IT 제조업은 via1 유형이 1개 증가하였으며, via2 유형과 via3 유형은 각각 은 7개, 1개가 증가한 것으로 나타났다. 스페인은 via1 유형이 5개 증가하였으며, via2 유형

은 14개 증가하고, via3 유형은 0개에서 3개로 증가하였다. IT 서비스업을 살펴보면 다음과 같다. 한국에서 via1 유형의 개수는 변화가 없는 것으로 나타났다. 반면, via2와 via3은 각각 18개, 4개가 증가한 것으로 분석되었다. 스페인의 IT 서비스업은 via1, via2, via3 유형에서 각각 12개, 29개, 1개가 증가하였다. 한국과 스페인 모두 via2에서 가장 큰 가치사슬이 만들어지고 있었다. 지식서비스업은 한국이 각 유형에 따라 2개, 11개, 2개가 증가한 것으로 분석되었다. 스페인은 via1이 2개, via2는 1개가 증가하였으며, via3의 유형은 나타나지 않은 것으로 분석되었다.

본 연구에서 표현할 수 있는 경로가 최대 5개까지로 설정되었다는 것을 감안할 때, via2와 via3의 유형이 크게 늘어났다는 것은 산업의 가치사슬이 복합화되고 분업화, 다양화되고 있다는 측면에서 매우 의미 있는 결과라 할 수 있다. 특히, 한국은 IT 서비스업과 지식 서비스업에서 산업의 가치사슬이 확대되고 있었으며, 스페인은 IT 제조업과 IT 서비스업에서 새로운 가치사슬이 만들어지고 있는 것으로 분석되었다.

〈표 5〉 유형별 생산경로 비교 분석 결과

산업	1995년(개, %)						2015년(개, %)						변화량(개, %p)					
	한국		스페인		한국		스페인		한국		스페인		한국		스페인			
	via1	via2	via3	via1	via2	via3	via1	via2	via3	via1	via2	via3	via1	via2	via3			
스마트산업	ITM	23 (11.0)	27 (13.4)	-	24 (10.5)	34 (12.5)	1 (4.2)	32 (12.4)	40 (18.9)	3 (37.5)	7 (-1.7)	1 (4.2)	5 (-1.1)	14 (-1.4)	3 (37.5)			
	ITS	29 (13.8)	22 (11.6)	-	29 (12.7)	40 (14.8)	4 (16.7)	33 (12.7)	35 (16.5)	1 (12.5)	18 (3.2)	4 (16.7)	12 (2.3)	29 (11.8)	1 (12.5)			
	KS	25 (11.9)	16 (8.4)	1 (50.0)	27 (11.8)	19 (14.8)	-	30 (12.5)	20 (9.4)	-	2 (-0.1)	11 (1.5)	2 (-2.3)	1 (-5.4)	-			
	합계	77 (36.7)	65 (34.2)	1 (50.0)	80 (35.1)	51 (39.8)	-	95 (36.7)	95 (44.8)	4 (50.0)	3 (-1.6)	36 (3.1)	7 (-16.7)	19 (-1.1)	44 (5.0)	4 (50.0)		
전통산업	AM	26 (12.4)	21 (11.1)	-	30 (13.2)	29 (10.7)	-	32 (12.4)	29 (13.7)	-	4 (0.8)	8 (-0.4)	9 (0.9)	16 (3.5)	-			
	TM	24 (11.4)	6 (3.2)	-	28 (12.3)	18 (6.6)	-	33 (12.7)	12 (5.7)	-	4 (0.9)	12 (3.5)	8 (0.3)	6 (1.0)	-			
	C	29 (13.8)	41 (21.6)	1 (50.0)	32 (14.0)	28 (21.9)	-	36 (13.9)	38 (17.9)	2 (25.0)	3 (0.2)	15 (-0.9)	8 (0.0)	10 (-4.0)	2 (25.0)			
	E	29 (13.8)	39 (20.5)	-	31 (13.6)	21 (16.4)	-	35 (13.5)	29 (13.7)	2 (25.0)	2 (-0.2)	4 (-4.7)	8 (33.3)	10 (1.1)	8 (-2.7)	2 (25.0)		
총합계	TS	25 (11.9)	18 (9.5)	-	27 (11.8)	24 (8.9)	1 (4.2)	28 (10.8)	9 (4.2)	-	2 (-0.1)	6 (-0.6)	4 (-1.1)	-	-			
	합계	133 (63.3)	125 (65.8)	1 (50.0)	148 (64.9)	77 (60.2)	-	164 (66.7)	117 (55.2)	4 (50.0)	15 (1.6)	45 (-3.1)	39 (1.1)	40 (-5.0)	4 (50.0)			

주) via1: 산업 1 → 산업 3 → 산업 2, via2: 산업 1 → 산업 3 → 산업 4 → 산업 3 → 산업 4 → 산업 5 → 산업 2
 ITM: IT제조업, ITS: IT서비스업, KS: 지식서비스업, AM: 농림광업, TM: 전통제조업, C: 건설업, E: 에너지발전공급업, TS: 전통서비스업

(3) 매개경로 비교

생산경로 및 유형별 생산경로 분석은 스마트 부문의 산업이 시작점에 위치하여 있다면, 매개경로 분석은 산업과 산업 사이의 중간에 위치하여 연결고리 역할을 얼마만큼 수행하고 있는지 그리고 융합의 정도를 확인할 수 있다. 이는 다른 시각으로서의 분석 결과를 제공한다.

싱글 매개경로는 IT 제조업, IT 서비스업, 지식서비스업 중 하나의 산업이 포함된 경로의 개수이다. 더블 매개경로는 스마트 부문의 산업 중 두 개가 융합될 수 있는 형태이다. 트리플 매개경로는 스마트 부문의 산업이 모두 융합될 수 있다. <표 6>은 한국과 스페인의 매개경로 비교 분석 결과이다.

한국과 스페인 모두 3가지 매개경로 중 싱글 매개경로가 가장 많이 존재하였다. 한국은 1995년에 154개, 2015년에 218개로 64개가 증가하였다. 스페인은 75개, 158개로 83개가 증가한 것으로 나타났다. 더블 매개경로는 한국이 12개에서 22개로 10개가 증가하였으며, 스페인은 1995년에 나타나지 않았으나, 2015년에는 7개로 나타났다. 트리플 매개경로는 한국과 스페인 모두 확인되지 않았다.

각각의 스마트 부문의 산업이 얼마만큼 융합되고 있는지를 분석한 결과는 다음과 같다. 싱글 매개경로

에서 1995년에 한국은 지식서비스업이 가장 많은 경로(92개)와 비율(59.7%)을 갖는 것으로 나타났다. 스페인은 IT 제조업이 가장 많은 싱글 매개경로(32개, 42.7%)를 가지고 있었다. 2015년에는 한국과 스페인 모두 지식서비스업이 가장 많은 경로를 갖는 것으로 분석되었다. 더블 매개경로는 두 국가 모두(한국 10개, 스페인 7개) 증가하였으며, 한국이 스페인보다 더 많은 경로를 갖는 것으로 분석되었다. 더블 매개경로는 한국에서 IT 제조업과 IT 서비스업이 융합되는 형태가 1개, IT 제조업과, 지식서비스업이 융합되는 형태가 2개, IT 서비스업과 지식서비스업이 융합되는 형태가 7개가 증가한 것으로 확인되었다. 스페인은 1995년에 하나도 나타나지 않았으며, 2015년에는 더블 매개경로의 형태 순서대로 1개, 5개, 1개가 각각 증가하였다. 더블 매개경로는 모든 측면에서 한국이 스페인보다 더 많은 개수를 갖는 것으로 나타났다.

이러한 결과를 종합하면, 한국은 지식서비스업과 IT 제조업이 산업간 융합을 주도하고 있다는 것을 의미하며, 스페인은 IT 서비스업과 지식서비스업이 융합되어 다른 산업에 파급효과를 전달하는데 핵심적인 역할을 하고 있다는 것으로 해석할 수 있다. 그러나 스마트 부문의 산업이 모두 융합되어 경로를 형성하지 않는다는 것은 스마트화가 본격적으로 이루어지지 않고 있다는

<표 6> 매개경로 비교 분석 결과

산업		1995 (개, %)		2015 (개, %)		변화량 (개, %p)	
		한국	스페인	한국	스페인	한국	스페인
싱글 매개 경로	ITM	49 (31.8)	34 (45.3)	65 (29.8)	35 (22.2)	16 (-2.0)	1 (-23.1)
	ITS	13 (8.4)	9 (12.0)	27 (12.4)	45 (28.5)	14 (4.0)	36 (16.5)
	KS	92 (59.7)	32 (42.7)	126 (57.8)	58 (36.7)	34 (-1.9)	26 (-6.0)
	SUM	154 (100)	75 (100)	218 (100)	158 (100)	64	83
더블 매개 경로	ITM, ITS	1 (8.3)	-	2 (9.1)	1 (14.3)	1 (0.8)	1 (14.3)
	ITM, KS	10 (83.3)	-	12 (54.5)	5 (71.4)	2 (-28.8)	5 (71.4)
	ITS, KS	1 (8.3)	-	8 (36.4)	1 (14.3)	7 (28.1)	1 (14.3)
	SUM	12 (100)	-	22 (100)	7 (100)	10	7
트리플 매개 경로	ITM, ITS, KS	-	-	-	-	-	-

주) ITM: IT제조업, ITS: IT서비스업, KS: 지식서비스업, AM: 농림광업, TM: 전통제조업, C: 건설업, E: 에너지발전공급업, TS: 전통서비스업

〈표 7〉 한국과 스페인의 산업 클러스터 비교 분석 결과(단위: 개수)

Industrial cluster		한국		스페인	
		1995	2015	1995	2015
클러스터 1	주요 노드	TM (CI)	TM (CI)	TM (NMMI)	TM (CI)
	연결된 노드 수 스마트산업 노드	12 ITM(0), ITS(0), KS(4)	18 ITM(1), ITS(0), KS(5)	8 ITM(1), ITS(0), KS(0)	9 ITM(0), ITS(0), KS(2)
클러스터 2	주요 노드	TM (NMMI)	TM (CI)	TM (CI)	KS (PSTA)
	연결된 노드 수 스마트산업 노드	7 ITM(1), ITS(0), KS(0)	7 ITM(0), ITS(0), KS(1)	8 ITM(0), ITS(0), KS(2)	7 ITM(0), ITS(1), KS(4)
클러스터 3	주요 노드	TS (RES)	TS (WRT)	TS (BSS)	TM (NMMI)
	연결된 노드 수 스마트산업 노드	6 ITM(0), ITS(0), KS(2)	5 ITM(0), ITS(1), KS(1)	7 ITM(0), ITS(1), KS(2)	6 ITM(1), ITS(0), KS(0)
클러스터 4	주요 노드	TM (LI)	TM (NMMI)	TM (LI)	TM (LI)
	연결된 노드 수 스마트산업 노드	4 ITM(0), ITS(0), KS(2)	4 ITM(0), ITS(0), KS(0)	6 ITM(0), ITS(0), KS(0)	5 ITM(0), ITS(0), KS(1)
클러스터 5	주요 노드	TS (RES)	TM (LI)	-	TS (BSS)
	연결된 노드 수 스마트산업 노드	3 ITM(0), ITS(1), KS(0)	3 ITM(0), ITS(0), KS(2)	-	4 ITM(0), ITS(0), KS(1)
클러스터 6	주요 노드	-	-	-	TM (MTE)
	연결된 노드 수 스마트산업 노드	-	-	-	3 ITM(0), ITS(0), KS(0)
고립된 노드		-	-	(KS)BP, (KS)CS, (TS)WRT	-

하지만 백본망에서 스마트 산업이 서로의 연결을 강화하고 있다는 것이다.

한국은 1995년과 2015년 모두 5개의 산업 클러스터를 갖는 것으로 나타났다. 대부분의 산업 클러스터는 전통산업이 주요 노드로 이루어져 있으며, 하나의 산업 클러스터가 많은 산업을 포함하며 그 규모가 커지는 특징을 갖는 것으로 분석되었다.

2015년에 가장 큰 산업 클러스터는 첫 번째 클러스터로써 총 18개 산업을 포함하고 있었으며, 스마트 산업이 IT 제조업과 지식서비스업 5개를 포함하고 있었다. 각각의 모든 클러스터는 스마트 산업을 포함하고 있으나, 주요 노드에는 스마트 산업이 없는 것으로 분석되었다.

스페인은 한국과 같이 특정 산업에 많은 산업이 연결된 것이 아니라 여러 산업이 결절점이 되어 영역을 분명히 하고 있었다. 스페인의 1995년 백본망에서 스

마트시티 산업은 한국과 유사하게 대부분 외각에 위치하여 큰 영향력을 갖지 않는 것으로 분석되었다. 2015년 스페인의 백본망은 고립된 노드가 없이 전체가 연결된 것으로 나타났으며, 흩어져 있는 스마트 산업이 한곳으로 집중되어 있는 것으로 나타났다.

스페인은 1995년에 4개의 산업 클러스터에서 2015년에는 6개의 클러스터로 2개가 증가하였다. 클러스터가 증가했다는 것은 기술적 특화가 뚜렷하게 일어나며, 밀도 있는 산업 네트워크가 발달하고 있다는 것으로 해석할 수 있다. 또한 이는 과급경로의 분석 결과와 같은 맥락을 보이는 것이다. 2015년 스페인은 스마트 산업이 중심이 되는 산업 클러스터가 나타난 것을 볼 수 있다. 그것은 보건 및 의료(KS)와 IT 제조업, 교육(KS)을 제외한 나머지 스마트 산업이 함께 연결되어 있다는 것이다. 이는 전문과학기술(KS)을 중심으로 문화(KS), 금융 및 보험(KS), IT 서비스업, 방송 및 통신

(KS) 산업이 하나의 클러스터로 구성되어 있었다. 이는 스페인에서 스마트시티 산업 사이에 밀접한 연관관계를 가지며, 이들 산업간 시너지를 통해 동반 성장하고 있다는 것을 의미한다.

5. 결론

본 연구는 한국과 스페인을 중심으로 스마트시티 산업의 구조적 특성을 비교 분석하였다. 분석자료는 한국과 스페인의 1995년 2015년 투입산출표이며, 분석 모형은 Smart SPIN Model을 적용하였다.

분석 결과는 한국과 스페인의 스마트시티 산업 구조와 특성이 매우 다른 것으로 나타났다. 첫째, 한국은 IT 제조업에서 스페인보다 비교우위를 갖는 것으로 분석되었다. 점유 비교결과 한국은 8.3%로 스페인보다 7.2%p 더 큰 투자가 집중되고 있었다. 이는 침투 비교 결과에서도 확인할 수 있는데 한국이 스페인보다 약 2배 더 큰 침투율을 보이는 있었다. 확연한 차이를 살펴볼 수 있다. 이는 선행 연구의 결과로써 뒷받침될 수 있다. 한국은 IT 제조업의 첨단 부품 형태로 다른 산업 부문의 중간 투입재로 널리 이용되고 있으며, 경제의 생산성 향상에 기여하고 있다는 것이다. 스마트시티 산업 중 IT 제조업은 반도체, 센서, 통신 케이블 등이 포함된 H/W 영역이다. 한국이 스페인보다 비교우위를 갖는 것은 삼성전자, SK 하이닉스 등의 기업이 입지하고 있는 것과 무관하지 않다.

둘째, 한국과 달리 스페인의 스마트시티 산업 경쟁력은 IT 서비스업과 지식서비스업이 기반이 되는 특성을 갖는 것으로 분석되었다. 스페인은 IT 서비스업과 지식서비스업의 점유율과 침투율이 한국보다 더 큰 것으로 나타났다. 이를 통해 다른 산업의 생산성 향상에 기여하고 있으며, 서비스 중심의 스마트시티를 추진하는 것을 나타낸다. 이러한 결과는 스페인이 프로그램, 거버넌스 등 S/W 측면의 스마트 서비스 제공을 통해 시민 및 전문가, 정부 간 협력을 강화하는 프로그램을 강화하고 추진했다는 것과 무관하지 않다. 특히, IT 서비스업과 지식서비스업의 점유율과 침투율이 한국보

다 비교우위에 있는 것은 스페인에서 관광, 교육 측면의 스마트 서비스에 상당한 집중 투자를 하고 있다는 것에 기인한다(Femenia-Serra, 2018).

셋째, 앞서 제시한 결과와 다르게 생산경로 측면에서는 한국이 IT 서비스업과 지식서비스업이 스페인보다 높게 나타났으며, 스페인은 IT 제조업 분야가 더 많은 생산경로를 갖는 것으로 분석되었다. 이는 한국이 IT 서비스업과 지식서비스업이 다른 산업과 더 많이 융합하는 특성을 갖는다는 것이며, 스페인은 IT 제조업과 다른 산업과 융합될 때 더 큰 연계 효과를 창출하고 있다는 특성이 있다는 의미이다. 특히, 한국과 스페인 모두 스마트 산업을 동시에 갖는 경로가 나타나지 않는 결과는 세 산업간 시너지 및 융합이 부족하다는 것으로써 스마트시티의 완성도가 낮은 것으로 볼 수 있다.

넷째, 네트워크 클러스터 분석 결과는 국가 간의 또 다른 특성을 보여주었다. 두 국가는 기본적으로 트리형(Tree Topology)의 구조를 갖는 것으로 나타났다. 그러나 세부적인 네트워크 구조를 보면, 한국은 선형(Line Topology)과 스타형(Star Topology)이 나타났으나, 스페인은 스타형과 버스형(Bus Topology)이 혼합된 하이브리드형(Hybrid Topology)으로 나타났다. 즉, 한국의 스마트 산업은 전통 산업에 종속되어있는 형태로써 스마트 산업이 독자적으로 발달하기 어려운 산업이라는 의미이다. 이는 기존 연구의 결과로 뒷받침될 수 있는 분석 결과이다(Jo and Baek, 2022). 반면, 스페인은 스마트 산업의 대부분이 하나의 산업 클러스터로 나타나고 있다. 이는 한국보다 전통 산업에 덜 영향을 받는 독립적인 형태이다. 향후 스페인은 스마트 산업이 다른 전통 산업과의 융합을 쉽게 도모함으로써, 스마트시티 산업을 독립적으로 추진하고 발달시킬 수 있는 구조라고 할 수 있다. 즉, 스페인은 한국보다 4차 산업혁명에 대한 탄력적 대응이 수월하며, 첨단 정보통신기술이 빠르게 적용되고 확산하는 산업 네트워크 시스템을 구축하고 있다는 것이다.

한국과 스페인의 스마트시티 산업의 구조 비교는 다음과 같은 중요한 의미를 갖는다. 첫째, 국가 간 스마트시티 추진 특성이 상이하다는 담론적 논의를 넘어

정량화된 기법을 통해 조사하였다. 둘째, 본 연구는 한국과 스페인의 스마트 산업을 IT 제조업과 IT 서비스업, 지식서비스업으로 구분하고 점유, 침투, 과급경로, 클러스터의 특성을 비교 분석함으로써 확장된 연구에 기여하였다. 셋째, 본 연구에서 제시한 분석 결과는 각 국가에서 IT 제조업, IT 서비스업, 지식서비스업과 같은 스마트 산업 중 어느 산업에 투자 및 육성이 필요한지에 대한 정책적 방향에 대한 단초를 제공하였다. 정부는 스마트 산업의 고유한 장단점과 특성을 이해하여 효과적인 전략과 정책적 방향성을 제시할 필요가 있다.

본 연구는 다음과 같은 한계를 가지고 있다. OECD에서 ICT 산업에 대한 공식적인 분류가 있으나 스마트 부문의 산업을 명확하게 분류할 수 없다는 것이다. 또한 2015년인 과거 데이터를 사용함으로써 현재 상황을 반영하지 못한다는 한계가 있다. 향후, 2020년 산업연관표를 활용하여 지속적인 추적 및 비교 연구를 수행할 필요가 있다. 본 연구의 결과는 우리나라와 스페인을 비교함으로써 스마트 산업화를 측정할 수 있는 하나의 도구를 제시하는 동시에 우리나라 스마트 부문의 산업 정책에 대한 방향성을 제시하고 관련 기초자료로써 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

주

- 1) 구조경로분석의 자세한 설명은 Defourny and Thorbecke, 1984의 논문을 참고
- 2) 본 연구는 총 생산유발효과가 99% 이상을 포함하도록 하였으며, 생산유발효과가 0.0001 이상인 경로를 모두 포함하고, 최대 5개 산업이 포함될 수 있는 경로를 계산함

참고문헌

- 강창덕, 2002, 산업연관표로 본 한국 ICT 클러스터의 산업연계 특성과 그 정책적 함의, 「국토연구」 34, pp.99-112.
- 김방룡·조병선·정우수, 2006, U-City 구축에 따른 지역경제 과급효과: 화성·동탄지역을 중심으로, 「한국통신학회논문지」, 31(12B), pp.1087-1098.
- 김범준, 2014, 자동차 부품산업의 M&A 증가 완성차와 부품업체간 관계 변화의 전조, LG경제연구원 Weekly 포커스.
- 류은함·김도훈, 2019, 산업네트워크 분석에 의한 중국 산업의 서비스화 분석, 「경영과학」, 36(2), pp.69-84.
- 이동희·고대영·양나경, 2018, 제조업과 서비스업 융합이 제조업 생산에 미치는 영향, 「응용경제」, 20(2), pp.5-39.
- 이상경·이우중·오영기·박종기, 2010, U-Eco City 산업 재분류 및 지역경제과급효과 분석: 세종시와 광교신도시를 사례로, 「한국지역개발학회지」, 22(2), pp.59-78.
- 이성학, 2018, 스페인, 스마트시티를 넘어 스마트국토를 꿈꾸다, 대한무역투자진흥공사.
- 임시영·임용민·황병주·이재용, 2013, 산업연관분석을 이용한 U-City 산업의 특성 고찰, 「한국공간정보학회지」, 21(1), pp.37-44.
- 조상섭·강신원, 2013, 네트워크이론과 경제구조 그리고 경제충격에 관한 실증연구: 기술경제적 함의, 「기술혁신학회지」, 16(4), pp.937-953.
- 조성수, 2021, Smart SPIN Model: 스마트시티 산업 생태계 국제 비교, 한밭대학교 대학원 박사학위논문.
- 조성수·이상호, 2018, 스마트시티 산업의 융합변화 분석, 「지역연구」, 34(4), pp.61-74.
- 조성수·임운택·이상호, 2015, 유시티 진화 지도를 통한 유시티 진화 특성 분석, 「한국지리정보학회지」, 18(2), pp.75-91.
- 주스페인대한민국대사관, 2020, 한국-스페인 수교 70주년: 새로운 전략적 동반자 관계를 향하여, 주스페인대한민국대사관.
- 최봉문, 2011, '스마트'용어의 적용사례 분석을 통한 '스마트 시티'의 개념정립을 위한 연구, 「한국콘텐츠학회논문지」, 11(12), pp.943-949.
- 홍성호·이진희·이만형, 2009, 충남 소재 대학에서의 산학협력프로젝트를 통한 IT 산업 지식네트워크 구조와 진화과정, 「한국지역개발학회지」 21(4), pp.227-247.
- Álvarez-García, J., Río-Rama, M. D. L. C. D., Vázquez-Huerta, G., Rueda-Armengot, C., 2017, Smart city and tourism: An analysis of development of Cáceres (Spain) as a smart city. In Sustainable smart cities (pp.199-218). Springer, Cham.
- Barba-Sánchez, V., Arias-Antúnez, E., Orozco-Barbosa, L., 2019, Smart cities as a source for entrepreneurial opportunities: Evidence for Spain, Technological Forecasting and Social Change,

- 148, 119713.
- Chiang, T. C., Cheng, P. Y., Leu, F. Y., 2017, Prediction of technical efficiency and financial crisis of Taiwan's information and communication technology industry with decision tree and DEA, *Soft Computing*, 21(18), pp.5341-5353.
- Defourny, J., Thorbecke, E., 1984, Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting matrix framework, *The Economic Journal*, 94(373), pp.111-136.
- Engelbrecht, H. J., Xayavong, V., 2006, ICT intensity and new zealand's productivity malaise: Is the glass half empty or half full?, *Information Economics and Policy*, 18(1), pp.24-42.
- Femenia-Serra, F., 2018, Smart tourism destinations and higher tourism education in Spain. Are we ready for this new management approach?, In *Information and communication technologies in tourism 2018* (pp.437-449). Springer, Cham.
- García-Muñiz, A. S., Vicente, M. R., 2014, ICT technologies in Europe: A study of technological diffusion and economic growth under network theory, *Telecommunications Policy*, 38(4), pp.360-370.
- Hong, J. P., Byun, J. E., & Kim, P. R., 2016, Structural changes and growth factors of the ICT industry in Korea: 1995-2009, *Telecommunications Policy*, 40(5), pp.502-513.
- Jalava, J., & Pohjola, M., 2007, ICT as a source of output and productivity growth in Finland, *Telecommunications Policy*, 31(8-9), pp.463-472.
- Jo, S. S., Han, H., Leem, Y., Lee, S. H., 2021, Sustainable smart cities and industrial ecosystem: Structural and relational changes of the smart city industries in Korea, *Sustainability*, 13(17), 9917.
- Jo, S., Lee, S., 2022, Development and Application of Smart SPIN Model: Measuring the Spectrum, Penetration, Impact and Network of Smart City Industries in South Korea, *Buildings*, 12(7), 973.
- Jo, S. S., Baek, H. J., 2022, Analyzing the Changes of Industrial Network from Smart City Perspectives, *Journal of Korea Planning Association*, 57(4), pp.5-24.
- Kim, K., Jung, J. K., Choi, J. Y., 2016, Impact of the smart city industry on the Korean national economy: Input-output analysis, *Sustainability*, 8(7), 649.
- Lee, K., Park, Y., Lee, D., 2016a, Effect of ICT ecosystem structure on the sustainable growth of ICT firms: a metafrontier analysis on China, South Korea, the United States, and Japan, *Sustainability*, 8(5), 469.
- Lee, S. H., Moon, T. H., Leem, Y. T., Nam, K. W., 2016b, An Empirical Investigation on the Dynamics of Knowledge and IT Industries in Korea, *International Journal of Structural and Construction Engineering*, 10(7), pp.2452-2456.
- Lee, S. G., Lee, E. B., Yang, C. G., 2014, Strategies for ICT product diffusion: the case of the Korean mobile communications market, *Service Business*, 8(1), pp.65-81.
- Li, Y., Lee, S. G., Kong, M., 2019, The industrial impact and competitive advantage of China's ICT industry, *Service Business*, 13(1), pp.101-127.
- Liu, Y., 2019, *Business Analytics on the Chinese Service Industries: Business Models and Industrial Network Analysis*, Ph.D. Dissertation, Kyunghee University, Korea.
- Morandi, C., Rolando, A., Di Vita, S., 2016, *From smart city to smart region: Digital services for an Internet of Places*, Cham: Springer.
- Ministry, J., Pitner, T., 2015, *Academic-industrial cooperation in ICT in a transition economy- two cases from the Czech Republic*, *Information Technology for Development*, 21(3), pp.480-491.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, 2002, *Measuring the Information Economy 2002*; OECD Publishing: Paris, France.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development, 1999, *The Knowledge-Based Economy: A Set of Facts and Figures*; Organisation for Economic Co-Operation and

- Development: Paris, France.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, 2011, *Oecd Guide to Measuring the Information Society 2011*; OECD: Paris, France.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2017, *ICT goods and services in manufacturing exports*. In: *OECD digital economy outlook 2017*. OECD Publishing, Paris, France.
- Quirin, A., Cordon, O., Guerrero-Bote, V. P., Vargas-Quesada, B., Moya-Anegón, F., 2008, A quick MST-based algorithm to obtain Pathfinder networks (∞ , $n-1$), *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(12), pp.1912-1924.
- Rohman, I. K., 2013, The globalization and stagnation of the ICT sectors in European countries: An input-output analysis. *Telecommunications Policy*, 37(4-5), pp.387-399.
- Stamopoulos, D., Dimas, P., Tsakanikas, A., 2022, Exploring the structural effects of the ICT sector in the Greek economy: A quantitative approach based on input-output and network analysis, *Telecommunications Policy*, 46(7), 102332.
- Talib, F., Rahman, Z., Akhtar, A., 2013, An instrument for measuring the key practices of total quality management in ICT industry: an empirical study in India, *Service Business*, 7(2), pp.275-306.
- Toh, M. H., Thangavelu, S. M., 2013, An input-output study of the Singapore information sector, *Economic Systems Research*, 25(2), pp.233-244.
- Vilchez, R., Tamayo, A., Gajo, D., Matunog, M., 2016, Characterizing information and communications technology industry in Davao region, *The UM International Multidisciplinary Research Journal*, 1(1), pp.14-39.
- Xing, W., Ye, X., Kui, L., 2011, Measuring convergence of China's ICT industry: An input-output analysis, *Telecommunications Policy*, 35(4), pp.301-313.
- Yigitcanlar, T., Lee, S. H., 2014, Korean ubiquitous-eco-city: A smart-sustainable urban form or a branding hoax?, *Technological Forecasting and Social Change*, 89, pp.100-114.
- 1995년, 2015년 스페인 산업연관표 <https://www.ine.es/> (accessed on Aug. 19. 2022).
- 1995년, 2015년 한국 산업연관표 <https://ecos.bok.or.kr/#/SearchStat> (accessed on Aug. 19. 2022).
- 계재신청 2022.08.31
심사일자 2022.09.20
계재확정 2022.09.22
주저자: 조성수, 교신저자: 이상호