

스마트시티 산업의 융합변화 분석

조성수* · 이상호**

An Analysis on the Change of Convergence in Smart City from Industrial Perspectives

Sung Su Jo*, Sang Ho Lee**

국문요약 본 연구의 목적은 스마트시티 산업의 융합변화를 분석하는 것이다. 스마트시티의 연관 산업은 정보통신기술 및 지식 기반의 건설 산업으로 정의할 수 있다. 본 연구는 1980년, 2014년 한국은행에서 발표한 산업연관표를 이용하여 투입산출분석과 구조경로분석을 수행하였다. 산업연관표 자료는 2개년도 비교분석을 위해 국내총생산 가격수정인자(GDP Deflator)가 적용되었다. 산업의 분류는 403개 산업을 기준으로 27개 그리고 8개 산업으로 분류되었다.

분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 투입산출계수 분석에 따르면, 정보통신 서비스 산업(ITS)과 에너지 공급 산업(EnS)은 건설 산업에 투입량이 증가되었다. 반면에 지식 서비스 산업(KS)과 기타 서비스 산업(EtS)은 감소하였다. 둘째, 생산유발계수 분석 결과, 건설 산업(C)은 정보통신 서비스 산업(ITS), 에너지 공급 산업(EnS), IT 제조 산업(ITM) 그리고 비 IT 제조 산업(NITM) 순으로 직·간접적인 영향을 미쳤으며, 가장 큰 변화량을 보인 산업은 정보통신 서비스 산업(ITS)으로 분석되었다. 셋째, 구조경로분석 결과, 스마트시티 산업은 117개의 새로운 생산경로를 만들었으며, 구조적 세분화를 이끌어내고 있었다. 산업의 융합변화는 정보통신 서비스 산업(ITS), 에너지 공급 산업(EnS), 비 IT 제조업(NITM), IT 제조업(ITM)을 중심으로 진행되고 있었다.

주제어 스마트시티, 스마트시티 산업, 스마트시티 융합변화, 투입산출분석, 구조경로분석

Abstract: This study aims to analyze the convergence change of smart city industries in Korea. Industries of Smart city can be defined ICTs and Knowledge embedded construction industry. The input output model and structural path analysis have been done using the input output tables published by Bank of Korea in 1980 and 2014. GDP deflator was applied to the input output tables. 403 industries were reclassified into 27 industries and 8 industries categories: Agriculture and Mining(AM), Non-IT Manufacture(NITM), IT Manufacture(ITM), Energy Supply(EnS), Construction as smart city(C), IT Service(ITS), Knowledge Service(KS), Etc. Service(EtS).

The results are as follows; First, the input output coefficient analysis showed that The information and communi-

* 국립한밭대학교 도시공학과 박사과정(주저자: Gr181203@hanbat.ac.kr)

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

cation service industry(ITS) and the energy supply industry(EnS) have increased input to the construction industry(C). On the other hands, knowledge service industry(KS) and etc. service industries(EtS) decreased. Second, the multiplier analysis revealed that construction industry(C) led by smart city had a great influence on ITS, EnS, ITM and NITM directly and indirectly. Furthermore, The IT industry had the biggest change from 1980 to 2014. Third, the smart city industry has created a new convergence of 117, and it has been leading to segmentation of the structure. Change of convergence has been proceeding mainly in the ITS and EnS, NITM, ITM industries.

Key Words: Smart City, Smart City Industries, Convergence Changes, Input-Output Analysis, Structural Path Analysis

1. 서론

산업의 발달은 도시 변화에 영향을 주었다. 1차, 2차 산업혁명은 증기기관과 대량생산을 통해 교통수단의 변화를 가져왔으며, 교통수단의 변화는 도시의 외연적 확산에 영향을 주었다(Robert E., 2002; S. Muntone, 2013). 정보혁명이라 불리는 3차 산업혁명은 정보통신기술(Information and Communication Technologies, ICTs)을 활용하여 가상공간을 출현시켰다.

2016년 세계경제포럼(World Economic Forum, WEF)에서 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)은 4차 산업혁명을 주창하였다. 4차 산업혁명은 고도의 정보통신 기술을 통해 초연결 사회(Hyper-Connected Society)를 지향하고 있다(Klaus Schwab, 2016). 사물과 사물, 사람과 사물, 사람과 사람의 연결뿐만 아니라 물리적인 공간과 가상공간이 연결·융합되는 초연결 사회는 새로운 공간을 만들고 있다. 새로운 공간은 스마트시티 공간이다(이재용, 2018; 이상호·조성수, 2018a).

스마트시티는 4차 산업혁명과 맞물려 나타난 이슈 중에 가장 주목받고 있는 분야임에 틀림없다. 전 세계적으로 스마트시티는 신산업 창출과 도시의 각종 문제를 해결해 줄 수 있는 모델로 각광 받고 있다(이상호·조성수, 2018b). 이에 따라 전 세계적으로 스마트시티 산업에 대한 투자가 급증하고 있다. 글로벌 스마트시티의 산업 규모는 2027년까지 2조 달러 규모

가 될 것으로 전망된다(Frost and Sullivan, 2018). 글로벌 스마트시티 산업의 세부적인 시장은 통신네트워크가 2027년까지 134억 달러, 솔루션 서비스 시장과 사회적 서비스 시장은 각각 2026년까지 942억 달러, 2,255억 달러로 예측된다(Navigantresearch, 2018).

국내에서는 최근 '대통령직속 4차 산업혁명위원회' 산하에 '스마트시티 특별위원회'를 설립하였다. 4차 산업혁명위원회에서는 스마트시티를 새로운 산업의 성장 동력으로 낙점하고 지속적인 예산 투입 및 사업을 추진하고 있다(대통령직속 4차 산업혁명위원회, 2018). 국내 스마트시티 산업은 2025년까지 12.8조원의 시장으로 성장이 예측된다(김규남 외, 2015).

이러한 점을 감안할 때 스마트시티와 연관된 산업의 중요성은 날로 증가될 것이며, 경제 활성화를 위한 국가 정책 방향성에 큰 영향을 미칠 것이다. 그러나 스마트시티 관련 산업의 융합변화 연구는 미흡하다. 또한 스마트시티 연관 산업이 양적으로 얼마만큼 성장했으며, 질적으로 다른 산업에게 얼마만큼 영향을 주고 영향을 받는지, 스마트시티 산업의 융합이 구조적으로 어떻게 변화되고 있는지에 대한 연구가 미흡하다.

따라서 본 연구의 목적은 스마트시티 산업의 융합변화를 분석하는 것이다. 첫째, 스마트시티와 스마트시티 산업 분류 등 관련된 문헌을 고찰하였다. 둘째, 산업연관표를 활용하여 스마트시티 산업이 얼마만큼 양적으로 성장하였는지 살펴보았다. 셋째, 투입산출

계수 및 생산유발계수를 통해 산업 간 질적인 융합변화를 분석하였다. 넷째, 구조경로분석을 통해 스마트시티 산업의 생산경로를 분석하였다.

2. 문헌 고찰

1) 스마트시티의 개념

스마트시티는 정보통신기술(Information and Communication Technologies, ICTs)을 이용하여 언제 어디서나 다양한 디바이스를 통해 이용자가 원하는 서비스를 제공하는 미래 첨단 도시이다(Han and Lee, 2013). 스마트시티는 1988년 마크와이저가 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)이라는 개념(M. Weiser, 1993)을 통해 최초로 주장 하였다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨터가 보이지 않게 사물에 이식되어 사용자가 어디에 있는지 컴퓨터 접근이 가능한 환경이다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 도시로 끌어 들이는 개념이 스마트시티(Smart City)라고 할 수 있다. 이 개념은 센싱(Sensing), 네트워킹(Networking) 등 정보통신기술을 중심으로 전자공간과 물리공간이 융합되어 창조된 제3공간이다(하원규 외, 2003). 제3공간 스마트시티는 초기에 공공 및 행정 산업분야를 중심으로 추진되었다. 스마트시티는 정보통신기술을 중심으로 의료 분야, 유통 분야, 건설 분야, 제조 분야 등의 전통적인 산업과 융합하여 새로운 서비스를 창조하였다(조성수 외, 2015).

E. Fleisch(2002)는 스마트시티 안에서 새로운 경제를 형성한다고 하였다. 스마트시티에서 형성되는 신 경제는 정보통신기술, 전통산업, 지식비즈니스 등의 융합을 통해 새로운 가치와 재화를 창출한다고 하였다. 기존 전통산업과 정보통신산업에 혁신적 변화를 가져와 현재의 지식기반 경제를 새로운 차원으로 끌어올 수 있는 것이 스마트시티이다(백광현, 2006). Lee and Leem(2015)은 스마트시티는 다른 산업에 지식 및 IT 산업이 투입되어 국가 경쟁력 향상을 도모하는 것이라고 정의하였다. 또한 지식 및 IT 산업은 저

비용, 고효율의 생산을 통해 기술혁신을 주도하고, 새로운 가치 체인(Value Chain)과 생산 경로를 창조한다고 하였다.

이처럼 스마트시티의 개념은 학자들로부터 다양하게 정의되었으나 크게 삶의 질 향상 중심, 경제 향상 및 고용 창출 중심, 신산업 생태계 구현 중심 등 세 가지로 분류될 수 있다. 삶의 질 향상을 위한 스마트시티 개념은 정보통신기술 및 인프라를 중심으로 고질적인 도시문제를 해결하는 것이다(Hall, 2000; Chen, 2010; Harrison et al., 2010; Nam and Pardo, 2011; Bakici et al., 2012). 경제 발전 및 고용창출 중심의 스마트시티는 새로운 경제시스템을 통해 사회의 거버넌스 구조를 변화시키며, 일자리를 창출하는 개념이다(Giffinger et al., 2007; Eger, 2009; Caragliu et al., 2011; Thuzar, 2011; G. Cretu, 2012; Guan, 2012).

신산업 생태계를 구현하는 스마트시티는 지식산업을 기반으로 새로운 산업 모델발굴을 통해 지속가능한 사회경제를 도모하는 것이다(Washburn et al., 2010; Komninos, 2011; Thite, 2011; Zygiaris, 2013). 정보통신기술을 도시에 접목하여 삶의 질 향상을 제고하는 개념은 스마트시티의 고전적인 개념이라고 할 수 있겠다. 경제 발전 및 고용창출의 스마트시티 개념과 신산업 생태계를 구현을 위한 스마트시티 개념은 2010년 이후에 본격적으로 논의 되었다.

2) 스마트시티 산업

산업연관표를 통한 스마트시티 산업의 분류 정의는 명확하게 제시된 바가 없다. 연구의 목적과 연구자에 따라 다양하게 분류되었기 때문이다. 본 절에서는 스마트시티 산업 분류를 위해, 기존 문헌을 검토하고 한계점을 고찰하였다. 기존의 스마트시티 산업 분류 연구는 다음과 같다. 김완석(2003), 김재운(2003), 오정연(2005)은 유비쿼터스 기술을 중심으로 산업을 정의하였다. 이러한 연구는 스마트시티 도입 이전 유비쿼터스 기술을 산업으로 분류했다는 점에서 의의가 있다. 그러나 이 연구들은 산업연관표 기준으로 분류된 것이 아니기 때문에 산업 간 관계 분석이 어렵다는 한계점을 가지고 있다.

김범한(2005), 백광현(2006)은 유비쿼터스 기술을 산업연관표에 따라 산업을 분류하였다. 이 연구는 유비쿼터스 기술 산업과 타산업의 연관관계를 분석하기 위해 분류했다는 것에 의의가 있다. 이후 유시티라는 개념이 등장하였을 때, 산업분류 연구는 다음과 같다. 김방룡 외(2006), 임시영 외(2011)는 각각 화성·동탄 유시티, 서울시 유시티 사례를 기준으로 스마트시티와 관련된 산업을 분류하였다. 정우수 외(2006)는 기존에 연구된 유비쿼터스 기술을 중심으로 유시티 산업을 산업연관표에 따라 분류 하였다.

임시영 외(2013)는 유시티 법과 산업연관표를 기준으로 전문가 설문을 통해 유시티 산업을 분류하였다. 이 연구는 다양한 방법을 통해 산업을 정의하고 분류했다는 것에 의의가 있다. 그러나 자의적으로 유시티 산업을 분류했다는 한계점을 가지고 있다(임시영 외, 2013). 본 연구에서는 스마트시티 개념과 산업 분류의 선행연구를 통해, 스마트시티 연관 산업을 정보통신 기술 및 지식 서비스 기반의 건설 산업으로 정의하였다.

3) 구조경로분석

구조경로분석을 이용한 연구는 다양하게 진행되었다. 오병호·이상호(1995)는 통신부문이 다른 산업에 미치는 파급효과를 분석하기 위해 구조경로분석을 활용하였다. 이 연구에서는 한국은행의 1980-1985-1990년 불변 접속 산업연관표 자료가 사용되었다. 산업은 통신 부문(통신기기, 통신시설, 통신서비스)과 통신 외 부문(농림수산물업, 제조업, 건설업, 서비스업) 등 405개 부문을 6개로 재분류하였다. 산업의 구조경로는 최대 3개까지 표현될 수 있도록 설정하였다. 연구결과, 통신 부문의 파급효과는 증가하고 있었으며, 통신 부문의 수요가 전체 산업으로 확산 되고 있음을 제시하였다. 또한 정보화의 수준이 초기단계임을 분석을 통해 밝혀냈다.

이상호·김홍규(1997)는 건설업이 서비스와 정보화에 어떤 영향을 주고받았는지 분석하였다. 연구 자료는 1980년, 1990년 접속 불변 산업연관표를 사용하였으며, 405개 산업을 5개의 산업(농림광업, 제조업, 건

설업, 서비스업, 정보통신업)으로 재분류하였다. 산업의 구조경로는 최대 4개까지 분석하였다. 이 연구에서는 통신업과 서비스업이 고부가가치를 선도하는 산업임을 분석 결과를 통해 제시하였다. 또한 건설업이 통신업·서비스업과 융합됨에 따라 고부가가치 산업으로 재탄생되고 있음을 특징적으로 밝혀냈다는 것에 의의가 있다.

Lee and Leem(2015)은 구조경로분석 연구를 통해 지식기반도시의 정보통신기술과 가장 큰 관계가 있으며, 새로운 생산경로와 가치사슬을 만들어내고 있다고 주장하였다. 이에 따라 정보통신기술이 다른 산업에 미치는 영향을 분석하였다. 연구 자료는 2000년 2010년 실측표를 사용하였으며, 28개 대분류 산업을 5개 산업(농림·광업, 제조업, 건설업, 정보통신산업, 서비스업)으로 재분류하여 연구를 진행하였다. 구조경로는 최대 4개까지 표현하였다. 연구 결과, 정보통신산업은 지속적인 수요증가로 다른 산업의 중간재 역할을 하고 있었으며, 타 산업에 큰 파급효과를 주는 산업으로 분석되었다.

Choi and Lee(2017)는 '4차 산업혁명이 한국에서 일어나고 있는가?'에 대한 답을 찾기 위해 구조경로분석을 수행하였다. 이 연구에서는 기존에 수행된 연구와는 다르게 특정산업의 구조를 분석한 것이 아니라, 전체산업의 구조 변화를 분석했다는 것에 의의가 있다. 자료는 1990년과 2014년 경상가격 산업연관표를 사용하였으며, 7개 산업(농림광업, IT 제조업, 비 IT 제조업, 건설업, IT 서비스업, 지식 서비스업, 기타 서비스업)으로 재분류되었다. 연구의 핵심결과는 IT 서비스업과 지식서비스 산업의 투입이 다른 산업보다 큰 폭으로 증가하였음을 결과로 제시되었다. 이를 통해, 한국에서 부분적으로 4차 산업혁명이 일어나고 있음을 규명하였다.

Jo et. al.(2018)은 스마트시티가 산업적 관점에서 진화되었는지 분석하기 위해 구조경로분석을 사용하였다. 이 연구에서는 1980년과 2014년 경상가격 기준 산업연관표 자료를 사용하였으며, 해당 자료에 국내 총생산 가격수정인자를 적용하였다. 산업은 총 8개로 농림광업, 비 IT 제조업, IT 제조업, 에너지공급업,

건설업, IT 서비스업, 지식 서비스업, 기타 서비스업 등으로 분류하였다. 산업의 구조경로는 최대 7개까지 표현하여 세부적인 파급경로 분석을 시도하였다. 연구 결과, IT 제조업과 IT 서비스업 등에서 수요구조가 증가하는 것으로 분석되었으며, 지식 서비스업과 기타 서비스업 등에서는 수요가 감소하였다. 이를 통해 2008년 이후 스마트시티 개념을 주장한 우리나라에서는 2014년 기준으로 아직 스마트시티가 도래하지 않았음을 밝혀냈다.

기존 연구의 한계점을 종합하면 다음과 같다. 첫째, 산업의 파급효과에 대한 세세한 분석이 미흡하다는 것이다. 이는 기본부문의 산업을 5~8개로 통합하여 재분류함에 따라 발생하는 한계점이다. 예를 들면, 비 IT 제조업에 10개 이상의 제조업 군이 포함되어있다. 이중 1개 산업이 다른 9개 산업보다 파급효과가 월등히 크면, 비 IT 제조업의 파급효과가 큰 것으로 분석된다. 즉 파급효과가 큰 1개의 산업을 제외하고 나머지 9개 산업의 파급효과 특성은 연구의 결과에 반영되지 않는다는 것이다.

둘째, 융합변화의 초점에서 분석을 시도하지 않았다. 기존 연구는 구조경로분석에서 새로 생긴 경로와 제거된 경로가 몇 개인지 확인만 되었다. 즉, 새로 나타난 경로는 어떤 산업 간의 융합으로 생겨난 것인지, 사라진 경로는 어떠한 산업을 중심으로 제거되고 있는지에 대한 분석내용은 미흡했다는 것이다. 이러한 관점에서, 본 연구는 스마트시티 산업의 세부적인 융합변화 분석을 위해 8개 산업과 27개 산업의 변화를 동시에 살펴본다. 또한 스마트시티 산업에서 대표되는 IT 제조업과 IT 서비스업, 지식 서비스업이 구조경로에서 어떤 융합 구조를 가지고 있고, 어떻게 변화하는지 분석한다는 점에서 기존연구와의 차별성을 갖는다.

3. 연구의 모형 및 자료

1) 연구의 모형

본 연구의 분석모형은 투입산출분석(Input-Output

Analysis)과, 구조경로분석(Structural Path Analysis)이다. 투입산출분석은 레온티에프(Leontief, W.)가 제시한 방법론으로 경제의 모든 재화와 서비스의 흐름을 분석할 수 있다. 산업연관표의 기본구조는 행렬의 형태이며, 내생부문(Endogenous Sector)과 외생부문(Exogenous Sector)으로 구분된다.

내생 부문은 재화와 서비스의 상호간 거래를 표현한 것으로 중간수요와 중간투입에 나타난다. 외생 부문은 최종수요와 부가가치로 표현된다. 산업연관표 행렬의 세로(Column)는 j 산업에서 하나의 제품 생산을 위해 i 산업으로부터 제품을 구매하는 비용을 나타낸다. j 산업의 구매 구조는 원재료 구입을 나타내는 중간투입액과 부가가치의 두 부문으로 나누어지며, 그 합계를 총 투입액으로 나타낸다.

산업연관표의 가로(Row)는 i 산업의 제품이 j 산업에게 판매되는 것을 나타낸다. 판매 구조는 중간수요와 최종수로 나누어진다. 총 수요액은 중간수요와 최종수요를 합한 것이며, 총 산출액은 총 수요액에서 수입을 제한 것이다(<표 1> 참조).

투입산출분석은 산업연관표로부터 계산되어지는 투입계수를 기초로 이루어진다. 투입계수는 각 부문별 중간투입액을 총 투입액으로 나눈 것이며, 식 1-1과 같이 나타낼 수 있다. a_{ij} 로 표현되는 투입계수는 j 산업이 한 단위 생산하기 위해 필요한 i 산업의 투입량을 나타낸다.

$$a_{ij} = x_{ij} / x_n \tag{식 1-1}$$

<표 1> 산업연관표의 기본구조

구분	중간수요				최종수요	수입	총산출액	
	1	2	...	n				
중간투입	1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}	y_1	M_1	X_1
	2	X_{21}	X_{22}	...	n_{2n}	y_2	M_2	X_2
	·	·	·	·	·	·	·	·
	n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nn}	y_n	M_n	X_n
기초투입		V_1	V_2	...	V_n			
총투입액		X_1	X_2	...	X_n			

자료 : 한국은행(2014)

여기서,

a_{ij} 는 (i, j) 의 투입계수

x_{ij} 는 j 산업의 중간 투입액

x_{ii} 은 j 산업의 총 투입액

생산유발계수는 투입계수를 통해 계산될 수 있다. 생산유발계수는 j 산업의 최종수요가 한 단위 증가했을 때 i 산업에 미치는 영향을 나타내는 것이다. 생산유발계수는 식 1-2와 같이 나타낼 수 있다.

$$b_{ij} = [I - A]^{-1} \quad (\text{식 1-2})$$

여기서,

b_{ij} 는 (i, j) 의 생산유발 계수

I 는 단위행렬

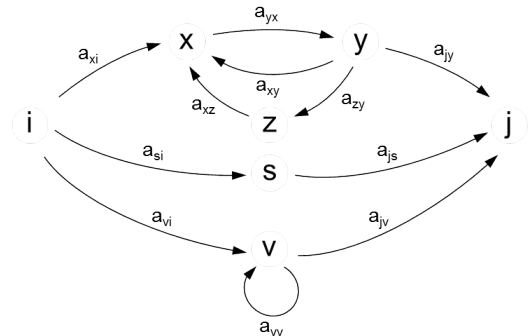
A 는 투입계수 a_{ij} 의 행렬

투입산출분석은 산업 간 연관관계를 단순한 생산유발계수에 의해 설명되는 반면에, 구조경로분석은 산업연관표의 승수를 자세하게 분리할 수 있는 방법 중 하나이다(Lewis, 1989). 이 분석모형은 생산유발효과가 계산되는 모든 과정을 역추적할 수 있으며, 산업 간 연관관계의 경로를 자세히 분석할 수 있다. 구조경로분석은 스마트시티 산업의 직접효과(Direct Effect)와 간접효과(Indirect Effect), 전체효과(Total Effect), 총 효과(Global Effect)를 분석하는 데 활용될 수 있다(Defourny and Thorbecke, 1984).

직접효과(Direct Effect)는 i 산업이 한 단위 변화했을 때 기본경로를 따라서 변화하는 j 산업의 변화량을 의미하며, $I_{(i-x-y-j)} = a_{xi} \cdot a_{yx} \cdot a_{jy}$ 와 같은 식으로 나타낼 수 있다. 간접효과는 직접경로에 포함되어 중간단계를 경유하여 발생하는 효과와 피드백(Feedback)되는 효과를 나타낸 것이다. 관련된 식은 $I_{(i-x-y-j)(i-x-y-z-x)} = [1 - a_{yx}(a_{xy} + a_{xz} \cdot a_{zy})^{-1}]$ 으로 표현될 수 있다.

전체효과는 i 산업에서 j 산업으로의 기본경로뿐만 아니라 그 경로 안에서 발생하는 간접효과까지 포함한 효과를 의미하며, $I_{(i-x-y-j)} = a_{xi} \cdot a_{yx} \cdot a_{jy} [1 - a_{yx}(a_{xy} + a_{xz} \cdot a_{zy})^{-1}]$ 식을 통해 계산될 수 있다. $I_{(i-x-y-j)(i-v-j)} = a_{si} \cdot$

$a_{js} + a_{xi} \cdot a_{yx} \cdot a_{jy} [1 - a_{yx}(a_{xy} + a_{xz} \cdot a_{zy})^{-1}] + a_{vi} \cdot a_{jv} (1 - a_{vv})^{-1}$ 은 총 효과를 나타내며, 그 의미는 i 산업의 수요가 한 단위 변화되었을 때 j 산업으로 파급되는 모든 효과를 나타낸다(〈그림 1〉 참조).



〈그림 1〉 i 산업에서 j 산업으로의 생산유발 경로
 자료 : Defourny and Thorbecke(1984)

2) 연구의 자료

본 연구의 자료는 한국은행에서 작성된 1980년, 2014년 산업연관표(경상가격 기준)이다. 경상가격은 당해 연도 물가기준으로 작성된 산업연관표이다. 2개년도 비교를 위해 경상가격 기준의 산업연관표는 가격수정인자(Deflator)를 사용하여, 물가상승에 의한 명목적 증가분을 제거해야 한다. 본 연구에서 사용된 가격수정 인자는 국내총생산 가격수정인자(GDP Deflator)이다. GDP 디플레이터는 한국은행에서 제공되는 2010년도 지표를 활용하여 적용하였다. 가공된 1980년, 2014년 산업연관표는 스마트시티 연관 산업의 융합변화를 분석하기 위해 기존 403개 산업에서 27개 그리고 8개로 재분류 되었다. 그 결과는 〈표 2〉와 같다.

본 연구에서는 스마트시티 산업의 주된 요소인 정보통신기술 관련 산업을 별도로 분리하였다. 제조업은 전자관련 H/W 산업과 일반 H/W 산업을 각각 분류하여, IT 제조 산업과 비 IT 제조 산업으로 분류하였다. 이와 같은 맥락으로 지식 서비스 산업은 S/W 중심의 IT 서비스 산업과 지식 서비스 산업, 기타 서비스 산업으로 재분류되었다(OECD, 1999; 산업연구원, 2015; C. L. HRETCANU, 2015; R. J-Figueire-

〈표 2〉 스마트시티 산업의 분류

구분	8개 산업 분류	27개 산업 분류
1	농림·광산업(AM)	농림·수산물, 광산물
2	비 IT 제조 산업(NITM)	음식료품, 섬유·가죽, 목재·종이·출판, 석유석탄, 화학제품, 비금속광물, 금속 1차, 금속제품, 기계 및 장비, 수송장비, 기타 제조업
3	IT 제조 산업(ITM)	정밀기기, 전기 및 전자기기
4	에너지 공급 산업(EnS)	전력·가스·수도
5	건설 산업(C)	건설
6	IT 서비스 산업(ITS)	통신 및 방송
7	지식 서비스 산업(KS)	금융·보험, 부동산 및 임대, 전문 과학기술 및 교육, 보건사회복지, 문화
8	기타 서비스 산업(EtS)	도소매, 음식점 및 숙박, 운송, 공공행정 및 국방·기타

do et al., 2017). 따라서 본 연구에서 사용된 자료는 국내총생산 가격수정인자가 적용된 1980년, 2014년 산업연관표이다.

4. 분석 결과

1) 스마트시티 산업의 양적변화 분석 결과

산업별 생산액의 변화 분석 결과는 〈표 3〉과 같다. 생산액은 1980년, 2014년 8개 산업의 중간투입액을 합(Row Sum)한 값이다. 산업의 생산액 변화는 생산액 변화량, 비율 변화, 생산액 성장률, 합계 값 기준 변화량, 평균 값 기준 생산량 변화를 살펴볼 것이다. 첫째, 생산액 변화량은 NITM이 가장 컸으며, 가장 적은 변화를 보인 산업은 EnS로 분석되었다. 둘째, 1980년의 각 산업의 비율은 NITM, EtS, C, KS, ITM, AM, EnS, ITS 순서로 나타났다. 반면에 2014년에는 NITM, EtS, ITM, KS, C, ITS, EnS, AM 순으로 분석되었다. 비중 변화는 양(+)의 값으로 ITM, ITS, EnS, KS 순서이며, 음(-)의 값은 NITM, AM, EtS 순으로 분석되었다.

셋째, 생산액 성장률은 ITS산업이 다른 산업에 비해 월등히 높게 성장한 것으로 나타났으며, 성장률의 순서는 EnS, ITM, KS, EtS, NITM, AM으로 나타났다. 넷째, 평균보다 높은 생산 변화량을 보인 산업은 NITM, EtS, ITM, KS, ITS, C, EnS, AM 순으로 분석되었다. 전체 산업의 합계 값 기준 변화량은 1980년

보다 1,000%가 상승하였다. 전체 생산량의 변화량 보다 더 큰 변화량을 갖는 산업은 EnS, ITM, ITS, KS 순으로 나타났다.

생산량 변화 분석 결과를 종합하면다음과 같다. AM, NITM 산업과 같은 전통적인 산업의 생산량은 증가하고 있었으나, 전체 산업을 차지하는 비율이 줄어들고 있었다. 반면, ITM, ITS, KS, EnS 산업은 생산량과 전체사업 중 차지하는 비율이 점점 증가하는 것으로 분석되었다. 특히, ITS 산업은 성장률이

〈표 3〉 생산액 분석 결과

산업	생산액(백만 원, 비중 %)		변화량 (백만 원, %p)	성장률(%)
	1980	2014		
AM	7,843 (4.0)	26,477 (1.2)	+18,634 (-2.8)	237
NITM	114,910 (59.1)	1,092,623 (49.4)	+977,713 (-9.8)	850
ITM	8,832 (4.5)	281,678 (12.7)	+272,846 (8.2)	3,089
EnS	3,651 (1.9)	76,198 (3.4)	+72,547 (1.6)	7,987
C	15,105 (7.8)	123,344 (5.6)	+108,239 (-2.2)	736
ITS	266 (0.1)	114,639 (5.2)	+114,373 (5.0)	42,997
KS	12,256 (6.3)	173,263 (7.8)	+161,007 (1.5)	1,313
EtS	31,461 (16.2)	325,804 (14.7)	+294,343 (-1.5)	935
합계	194,324 (100)	2,214,026 (100)	+2,019,702	1,039
평균	24,290	276,753	+252,463	6,616

42,000%로 기하급수적으로 증가한 것으로 분석되었으며, 차지하는 비율도 0.1%에서 5.2%로 증가하였다. 현재 스마트시티에서 ITS 산업이 중요 요소로 자리 잡고 있다는 것을 감안할 때, ITS 산업의 성장률과 비중의 변화 폭이 큰 것은 의미하는 바가 크다고 할 수 있었다.

2) 스마트시티 산업의 질적 융합변화 분석 결과

(1) 투입산출계수 분석 결과

스마트시티 연관 산업 투입산출계수의 분석 결과는 <표 4>에 나타나 있다. <표 4>에서의 투입산출계수 의미는 C가 한 단위 제품을 생산하기 위해 투입되어야 하는 각 산업량을 나타낸다. 투입산출계수의 변

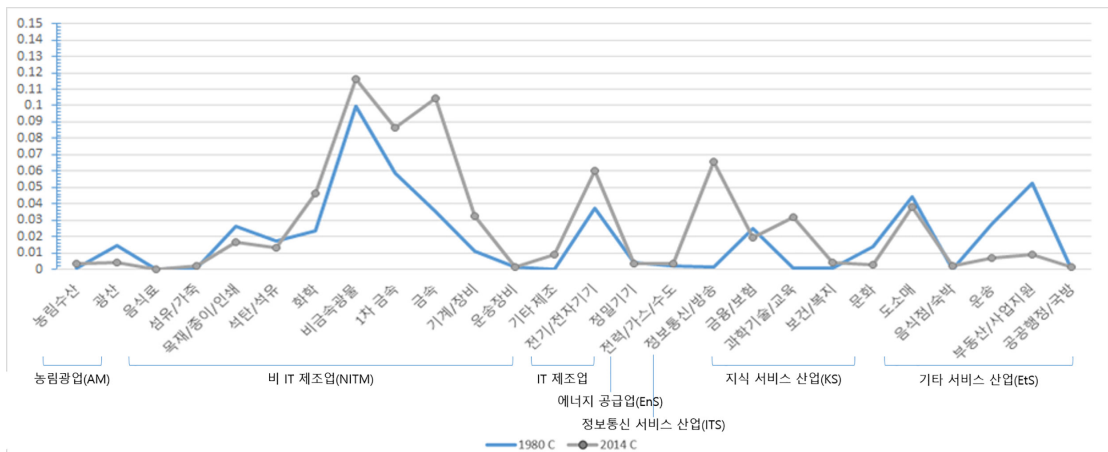
<표 4> 8*8 투입산출계수 분석 결과

산업	1980 C(순위)	2014 C(순위)	변화량(%)
AM	0.0363 (5)	0.0076 (6)	-0.0287 (-79)
NITM	0.2841 (1)	0.4282 (1)	0.1441 (51)
ITM	0.0478 (4)	0.0637 (3)	0.0159 (33)
EnS	0.0015 (7)	0.0032 (7)	0.0017 (113)
C	0.0023 (6)	0.0004 (8)	-0.0019 (-83)
ITS	0.0011 (8)	0.0655 (2)	0.0644 (5,854)
KS	0.0650 (3)	0.0383 (5)	-0.0267 (-41)
EIS	0.1013 (2)	0.0526 (4)	-0.0487 (-48)
합계	0.5394	0.6595	0.1201 (22)
평균	0.0674	0.0824	0.0150 (22)

화는 산업의 투입량, 변화량, 평균값 기준 투입량의 결과를 분석 하였다. 첫째, 1980년 C에 가장 많이 투입된 산업은 NITM, EtS, KS, ITM, AM, EnS 순으로 나타났다. 반면에 2014년에는 NITM, ITS, ITM, EtS, KS, AM, EnS 순으로 나타났다.

둘째, 산업의 투입 변화량은 ITS가 5,854%로 가장 큰 변화를 보였으며, EnS 113%, NiTM 51%, ITM 33% 순으로 나타났다. AM, KS, EtS는 음(-)의 투입 변화량을 보였다. 셋째, 평균값보다 더 많이 투입된 산업은 1980년에 NITM과 KS, EtS로 나타났다. 반면에 2014년에는 NITM을 제외한 나머지 산업이 평균 투입량보다 더 적게 투입되었음을 알 수 있었다. 평균 변화량 큰 투입량을 갖는 산업은 NITM, ITS, ITM 순으로 나타났다.

투입산출계수 분석을 세부적으로 살펴보면 <그림 2>와 같다. NITM에서 가장 많은 투입량을 보인 산업은 비금속광물과 1차 금속, 금속 순으로 분석되었다. 비금속광물의 주요 제품은 콘크리트, 시멘트 등이며, 1차 금속은 제철, 제강, 합금속 등 가공 이전의 철강류 등이며, 금속은 1차 금속을 가공한 것이다. 이 세 가지 제조 산업은 건물의 골조를 이루기 위한 핵심적인 요소로써 다른 제조 산업보다 더 많이 투입된 것으로 분석 되었으며, 이로 인해 NITM이 다른 산업보다 월등히 많은 투입량을 보인 것으로 확인 되었다. ITM은 정밀 기기보다 전기 및 전자기기의 투입이 증대된



<그림 2> 27*27 생산유발계수 분석 결과(자체산업(C) 제외)

것으로 분석되었다.

스마트시티 관련 산업의 투입산출계수 분석 결과를 종합하면 다음과 같다. 단일 투입량으로 보았을 때, 전통적인 산업인 NITM이 2개년 모두 가장 큰 투입량을 보였다. 이는 건설의 주요 자재인 철근, 콘크리트가 건설 산업에 가장 큰 투입요소라고 볼 수 있다. 또한 정보통신기술과 관련된 ITS와 ITM의 투입량이 증가한 것을 확인할 수 있었다. 이 의미는 도로, 터널, 교량 등의 사회간접자본(Social Overhead Capita, SOC) 시설과 건물 등에 정보통신서비스(ITS)와 전기 및 전자기기(ITM)가 지속적으로 투입된다는 것을 의미한다. 이로써 시설 및 건물이 지능화되고 있다는 것을 분석 결과를 통해 알 수 있다.

산업의 전체적인 비용 측면에서는 KS와 EtS의 투입량이 감소되고, ITS와 ITM의 투입량이 증가하는 것을 감안할 때, KS와 EtS가 ITS와 ITM으로 흡수되는 것을 확인할 수 있었다. 앞서 스마트시티 기반 산업을 ITS와 KS가 C에 대한 투입이라고 정의하였을 때, 이러한 결과는 아직 스마트시티가 도래하지 않았음을 역설한다. 스마트시티가 도래하였을 때는 NITM의 투입이 현재보다 낮아질 것이며, ITS와 ITM 그리고 KS와 EtS, EnS 산업이 골고루 투입될 것으로 판단된다.

특히, 1980년에 가장 적게 투입된 ITS 산업은 2014년에 두 번째로 높은 투입량을 보이고 있었다. ITM 또한 1980년 대비 더 많은 산업이 투입되고 있었다. 이것은 H/W, S/W 등의 정보통신기술이 스마트시티 연관 산업 중 중심산업으로 자리매김하고 있음을 증명해 주는 결과라고 해석할 수 있겠다.

(2) 생산유발계수 분석 결과

생산유발계수는 C가 한 단위를 생산할 때 각 산업에 미치는 직·간접적인 효과를 나타낸다(〈표 5〉 참조). 생산유발계수 분석은 연도별 생산과급효과, 변화량, 평균값 기준 생산과급효과, 산출승수(Output Multiplier)를 살펴본다. 첫째, C의 생산과급효과는 1980년에 자체 산업을 제외하고, NITM, AM, EtS, KS, ITM, EnS, ITS 순으로 직·간접적인 영향을

준 것으로 분석되었다. 2014년의 C 생산과급효과는 NITM, EtS, ITM, AM, ITS, KS 순으로 직·간접적인 영향을 주었다.

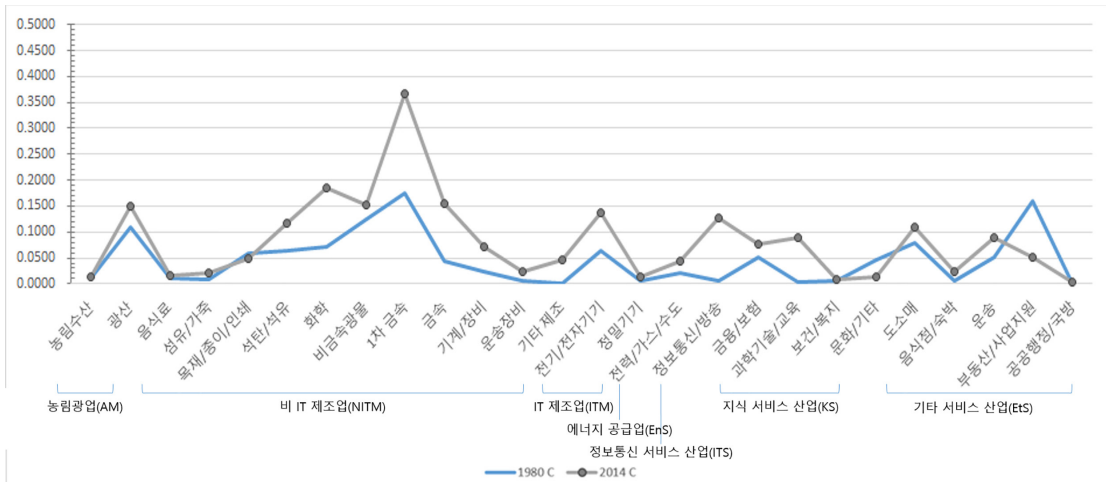
둘째, 생산유발계수에서 변화량이 큰 순서는 ITS, EnS, ITM, NITM, EtS, KS로 나타났다. 그중 가장 큰 변화량을 갖는 산업은 ITS이며, 3,551% 증가하였다. AM은 생산유발계수 변화량이 감소한 것으로 나타났다. 셋째, 평균값 기준의 생산유발계수는 1980년에 NITM이 가장 큰 것으로 확인되었으며, 나머지 산업은 평균값보다 작은 것으로 분석되었다. 2014년 또한 NITM이 평균보다 큰 과급효과를 갖는 것으로 분석되었다.

생산유발계수의 열 합계(Column Sum)를 나타낸 산출승수는 활용도가 높은 매우 중요한 지표이다(김성혁 외, 1999). 〈표 5〉의 합계 값인 산출승수는 C가 한 단위 발생될 때 전 산업에 유발되는 직·간접 생산과급효과를 나타낸다. 산출승수는 1980년에 2.1963, 2014년에 3.0822로 분석되었다. 이 의미는 C에 대하여 최종수요가 한 단위 발생되면, 전 산업에 과급되는 생산량이 1980년 2.1963에서 2014년 3.0822로 40% 증가한 것이다.

생산유발계수 변화의 세부적 분석 결과는 〈그림 3〉과 같다. 이 결과에서 주목되는 점은 1980년에 C가 1차 금속(NITM)과 부동산관련(EtS) 산업에 가장 큰 영향을 주었으나, 2014년에는 1차 금속(NITM)과 전자전기(ITM), 정보통신/방송(ITS), 과학기술/교육(KS) 등에 큰 직·간접 영향을 주었다는 것이다. 이것

〈표 5〉 8*8 생산유발계수 분석 결과

산업	1980 C (순위)	2014 C (순위)	변화량 (%)
AM	0.2036 (3)	0.1711 (5)	-0.0325 (-16)
NITM	0.5688 (2)	1.2224 (1)	0.6536 (114)
ITM	0.0752 (6)	0.1722 (4)	0.0970 (129)
EnS	0.0108 (7)	0.0437 (8)	0.0329 (304)
C	1.0175 (1)	1.0040 (2)	-0.0135 (-1)
ITS	0.0035 (8)	0.1278 (6)	0.1243 (3,551)
KS	0.1224 (5)	0.1239 (7)	0.0014 (1)
EtS	0.1945 (4)	0.2172 (3)	0.0227 (11)
합계	2.1963	3.0822	0.8859 (40)
평균	0.2745	0.3852	-



〈그림 3〉 27*27 생산유발계수 분석 결과(자체산업(C) 제외)

은 C가 단순히 건설산업 재료가 되는 NITM에만 파급효과를 주는 것이 아니라 ITM, ITS, EnS, KS 등의 다른 산업에도 영향을 주어 산업이 점점 복잡화되고 있다는 것을 의미한다.

스마트시티 산업의 생산유발계수 분석 결과를 종합하면 다음과 같다. C는 전통적인 산업인 NITM에 가장 큰 직·간접적인 파급력을 전달하고 있었다. 그러나 ITS, EnS, ITM에 직·간접적인 파급력이 빠르게 확산되고 있다. 특히, ITS에 전달되는 파급력이 3.551%가 증가한 것은 주목할 만하다.

3) 스마트시티 산업의 생산경로 분석 결과

생산유발계수 분석은 산업 간 연관관계를 단순한 파급효과로 설명하고 있다. 그러나 구조경로분석

은 산업 간 연관관계를 직접경로와 간접경로로 분리하여 산업 간 생산경로를 분리하여 분석할 수 있다. 본 연구에서는 구조경로분석을 수행할 때, 파급효과가 0.0001 이상인 경로 설정하여 총 생산유발효과 95% 이상을 포함토록 하였다. 또한 구조경로는 최대 7개까지 나타내었다(〈표 6〉 참조).

구조경로분석에서는 생산경로의 변화, 추가된 경로 그리고 제거된 경로, 관계를 갖는 경로에 대해 분석하였다. C에서 각 산업으로 진행되는 구조경로의 개수는 1980년에 110개이며, 2014년에 217개로 분석되었다. 산업의 구조적인 변화는 1980년에서 2014년 사이에 뚜렷이 나타나고 있었다. 가장 많은 경로가 추가된 산업의 생산경로는 KS와 EnS로 나타났다. 각 산업의 생산경로에서 평균보다 더 많이 추가된 경로는 C에

〈표 6〉 생산경로분석 결과

경로	경로의 변화(개)			새로운 경로(개)	제거된 경로(개)	관계를 갖는 경로(1980년/2014년, 개)							
	1980	2014	변화량			AM	NITM	ITM	EnS	ITS	KS	ES	
C →	AM	16	34	19	21	3	-	9/23	4/8	2/17	0/10	2/8	4/15
	NITM	14	26	12	14	2	2/2	-	4/6	2/2	0/6	4/5	7/7
	ITM	13	18	5	8	3	3/3	7/16	-	1/3	1/10	4/8	6/11
	EnS	18	40	22	22	-	4/5	9/23	4/11	-	0/15	6/13	7/18
	ITS	14	26	12	13	1	3/4	6/18	2/9	0/1	-	4/10	7/12
	KS	19	42	23	23	-	6/11	12/29	7/14	1/6	0/16	-	8/21
	ES	16	31	15	16	1	6/6	11/20	6/11	1/3	0/14	7/10	-
합계	110	217	108	117	10	24/31	54/129	27/59	7/53	1/50	27/54	39/71	
평균	16	31	15	17	2	-	-	-	-	-	-	-	

서 KS, EnS, AM으로 진행되는 생산경로이며, C에서 EtS, NITM, ITS, ITM으로의 경로는 평균보다 적은 경로가 추가되었음을 알 수 있다.

구조경로분석에서 새로 추가된 경로는 총 117개로 확인되었으며, 제거된 경로는 10개로 분석되었다. 새로 추가된 117개의 생산경로 중 ITM, ITS, KS를 1개 이상 무조건 포함하고 있는 경로는 109(93%)개로 분석되었다. 또한 ITM, ITS, KS를 1개 포함하고 있는 경로는 50개로 분석되었으며, 2개 이상 포함되어 있는 경로는 49개, 3개 모두 포함된 경로는 10개로 분석되었다. 즉 새로 생성된 경로 중 93%의 경로는 스마트시티 연관 산업과 융합되어 변화되었음을 의미한다. 10개의 제거된 경로는 C에서 AM으로의 경로가 3개, NITM으로의 경로가 3개, EnS로의 경로가 1개로 70% 이상이 전통적인 산업과 관련된 것으로 분석되었다. 이는 전통산업의 구조적 경로가 약해지고 있다는 것을 의미한다.

〈표 6〉에서 관계를 갖는 경로는 산업 간 파급경로에서 어떤 산업이 얼마만큼 융합하여 변화되는지 확인할 수 있다. C에서 다른 산업으로 파급경로가 진행될 때에 가장 많이 관계를 맺는 경로는 NITM, EtS, ITM, KS, EnS, ITS 순으로 분석되었다. 이 의미는 C에서 다른 산업으로 파급경로가 진행될 때, NITM, EtS, ITM, KS, EnS, ITS가 산업과 산업 사이에 위치하여 융합하고 새로운 가치 체인(Value Chain)을 만든다는 것이다.

ITS는 1980년에 산업 간 파급경로에서 융합 역할이 거의 전무(1개)하였으나, 2014년에는 49개로 4,800%가 증가하였다. 이 결과는 ITS가 산업 간 융합의 중심에 있다는 것을 의미하며, ITS가 다른 산업 간 거래를 강화시켜 주는 것을 의미한다. 구조경로분석의 결과를 종합하면, 전통산업인 NITM이 산업 간 구조경로에서도 여전히 중심이 되는 역할을 갖는 것으로 분석되었다. 융합 측면에서 NITM에 견주지 못하나, ITS와 ITM, KS는 꾸준히 새로운 생산구조를 만들어 내고 있다. 이들 산업은 스마트시티 관련 산업에서 중요한 재료 산업으로 부상되고 있음을 나타낸다.

5. 결론

본 연구의 목적은 스마트시티 산업의 융합변화를 분석하는 것이다. 연구의 자료는 국내총생산 가격수정인자가 적용된 1980년 2014년도 산업연관표이다. 산업분류는 산업연관표의 405개 기본부문을 중심으로 27개 그리고 AM, NITM, ITM, EnS, C, ITS, KS, EtS 총 8개로 재분류되었다. 사용된 분석모형은 투입산출분석과 구조경로분석이다. 산업적 관점에서 스마트시티의 융합 변화를 분석한 결과는 다음과 같다. 첫째, 생산액 분석 결과 스마트시티 산업 내에서 전통 산업인 NITM이 여전히 강세를 보이고 있었으나 AM과 함께 전반적으로 줄어들고 있었다. NITM은 생산액 변화량에서 뚜렷한 감소세를 보이고 있었으며, 1980년보다 2014년도에 차지하는 비율이 점점 감소하고 있었다. 반면에, ITS와 ITM의 생산액은 다른 산업에 비해 상대적으로 뚜렷하게 증가하고 있는 것으로 분석되었다.

이 의미는 시간이 지남에 따라 NITM, AM 산업은 쇠퇴하는 것을 의미하며, ITS와 ITM은 지속적으로 발전하고 있음을 나타낸다. 이 결과로 미루어보았을 때, 스마트시티를 구성하고 있는 ITS와 ITM이 중요한 역할을 차지하고 있으며, 지속적인 성장을 하고 있었다. 또한 지식 서비스 산업(KS)과 에너지 공급 산업(EnS)은 증가하고 있었으나, 기타 서비스 산업(EtS)은 감소하는 것으로 나타났다. 투입산출계수 분석 결과는 NITM이 C에 가장 많이 투입되는 것으로 분석되었다. 그러나 투입 변화량 측면에서는 ITS와 EnS, ITM이 큰 폭으로 상승되는 변화를 보이고 있었다. 반면에 KS와 EtS 등 서비스 산업 측면에서는 음(-)의 성장률을 보이고 있는 것으로 분석되었다. 이것은 스마트시티 연관 산업 중 지식 서비스 산업보다 H/W, S/W 등의 정보통신기술 중심 산업이 더 투입되고 있음을 증명해 주는 결과이다.

생산유발계수 분석 결과는 건설산업(C)이 전통제조산업(NITM)에 많은 영향을 주고 있는 것으로 분석되었다. 변화량 분석 결과는 ITS와 ITM, EnS가 시간이 지남에 따라 더 크고 직·간접적인 영향을 주고 있

는 것으로 분석되었다. 이것은 스마트시티 산업이 발달됨에 따라 ITS와 ITM, EnS가 더 큰 파급효과를 갖게 된다는 것이다. 이러한 결과는 스마트시티와 관련된 산업 중 특히 ITS, ITM, KS가 더욱 중요한 산업으로 부상하고 있음을 나타낸다. 구조경로분석 결과는 다음과 같다. 에너지 공급 산업(EnS)과 지식 서비스 산업(KS), 농림광산업(AM) 등의 생산경로가 가장 많이 새롭게 추가된 것으로 분석되었다. EnS는 NITM과 ITS, EtS, KS가 융합되고 있었으며, 이것은 스마트 그리드(Smart Grid)가 추진되고 있음을 나타낸다.

KS는 ITM과 ITS, EtS가 융합되어 새로운 생산 경로를 만들어내고 있었다. 이는 어플리케이션 기반의 스마트 서비스(Smart Service)가 추진되고 있음을 확인할 수 있는 단초이다. AM은 NITM, ENS, KS, EtS 등과 융합되어 새로운 파급 경로를 생산하고 있었으며, 이는 스마트 팜(Smart Farm)이 점차 추진되고 있음을 알 수 있다. 투입산출계수, 생산유발계수, 구조경로분석 등 전반적인 분석 결과를 종합해 보았을 때, 스마트시티 관련 산업은 융합변화되고 있었으나, 스마트 그리드, 스마트 팜 등 스마트 시티와 관련된 산업은 아직 초기단계임을 확인할 수 있었다.

산업적 관점에서의 스마트시티는 다양한 산업이 고르게 투입되어야 한다. 그 중 스마트시티의 핵심이 되는 ITS, ITM, KS가 AM, NITM, EnS, EtS보다 더 고르고 더 많이 투입되어야 할 것이다. 이는 아직까지 인프라 중심 스마트시티의 한계를 벗어나지 못하고 있다는 증거이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 ITS와 ITM뿐만 아니라, KS 중심의 지식 서비스 산업 투자가 필요할 것으로 판단된다. 본 연구는 현 정부의 국가 신성장동력인 스마트시티가 나아가야 할 산업적 방향성을 제시할 수 있다. 또한, 현재 추진 중인 4차 산업기반 국가혁신클러스터에 혁신산업 및 대표산업 선정에 대한 가이드라인을 제시할 수 있을 것이다.

참고문헌

김규남·이은빈·정원준·최남희, 2015, 『사물인터넷 실증사업의 경제적 파급효과 분석』, 한국정보화진흥원.

김방룡·조병선·정우수, 2006, U-City 구축에 따른 지역경

제 파급효과-화성·동탄지역을 중심으로, 『한국통신학회논문지』, 31(12B), pp.1087-1098.

김범한, 2005, 『U-IT의 경제적 파급효과』, 2005 Digital2 Conference.

김성혁·손태환, 1999, 관광산업의 구조경로분석, 『관광학연구』, 23(1), pp.87-103.

김완석, 2003, 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅 개념 비교, 『TTA Weekly on-line IT Standard Magazine』.

김재운, 2003 유비쿼터스 컴퓨팅: 비즈니스 모델과 전망, 삼성경제연구소 Issue Paper.

대통령직속 4차 산업혁명위원회, 2018, 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략.

백광현·석영기, 2006, 산업연관분석을 이용한 국내 유비쿼터스 산업의 경제적 파급효과에 관한 연구, 『한국산학기술학회논문지』, 7(3), pp.494-505.

산업연구원, 2015, 『KIET 산업동향 브리프』, 71(???) , pp.1-32.

오병호·이상호, 1995, 통신부문의 수요측정과 구조변화 분석, 『대한국토도시계획학회지 국토계획』, 30(5), pp.123-140.

오정연, 2005, 국내 유비쿼터스 현황 분석, 정보화정책 이슈 05-정책-03, 한국전산원.

이상호·김홍규, 1997, 건설업의 구조 변화 분석-건설업의 서비스·정보화와 관련하여, 『대한건축학회논문집』, 13(1), pp.203-212.

이상호·조성수, 2018a, 스마트시티 동향 및 이슈, 『그린빌딩』, (19)3, pp.8-14.

이상호·조성수, 2018b, 스마트시티와 스마트 방재 서비스, 『한국방재학회지』, 18(4): pp.4-11.

이재용, 2018, 정부의 4차 산업혁명 추진방향, 『대전세종포럼』, 65(???) , pp.26-41.

임시영·신동빈·안종욱·이미숙, 2011, 산업 특성을 통한 U-City 산업 발전 정책 방향성에 대한 연구: 서울특별시 사례를 중심으로, 『한국지형공간정보학회지』, 19(1), pp.37-43.

임시영·임용민·황병주, 이재용, 2013, 산업연관분석을 이용한 U-City 산업의 특성 고찰, 『한국공간정보학회지』, 21(1), pp.37-44.

정우수·조병선·조향숙·박윤희, 2006, 『U-City 산업 및 서비스 분류 동향』, 전자부품연구원.

조성수·이상호·임윤택, 2015, 유시티 진화 지도를 통한 유시티 진화 특성 분석, 『한국지리정보학회지』, 18(2), pp.75-91.

- 하원규 · 김동환 · 최남희, 2003, 『유비쿼터스 IT 혁명과 제3 공간』, 전자신문사.
- 한국은행, 1980, 1980 산업연관표.
- 한국은행, 2014, 2014 산업연관표.
- 한국은행, 2014, 산업연관분석 해설.
- Bakici, T., Almirall, E., Wareham, J., 2012, A Smart City Initiative: the Case of Barcelona, 『Journal of the Knowledge Economy』, Vol. 2, No. 1.
- C. L. HRETCANU, 2015, Current Trends in the Knowledge Economy, 『ECOFORUM Journal』, 4(2), pp.170-175.
- Caragliu, A., Del Bo, C., Nijkamp, P., 2011, Smart Cities in Europe, 『Journal of Urban Technology』, Vol. 18, No. 2, pp.65-82.
- Chen, T. M., 2010, Smart Grids, Smart Cities Need Better Networks, 『IEEE Network』, Vol. 24, No.2, pp.2-3.
- Defourny, J. and E. Thorbecke, 1984, Structural Path Analysis and Multiplier Decomposition within Social Accounting Matrix Framework, 『The Economic Journal』, 94(??), pp.111-136.
- E. Fleisch, 2002, Business Perspectives in Ubiquitous Computing, M-Lab.
- Eger, J. M., 2009, Smart Growth, Smart Cities, and the Crisis at the Pump A Worldwid Phenomenon, 『I-Ways』, Vol. 32, No. 1, pp.47-53.
- Frost & Sullivan, 2018, 『Smart City Adoption Timeline』.
- Gabriel Cretu, L., 2012, Smart Cities Design using Event-driven Paradigm and Semantic Web, 『Informatica Economica』, Vol. 16, No. 4, pp.57-67.
- Giffinger, R., Gudrun, H., 2010, Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of cities? 『Architecture, City and Environment』, Vol. 4, No. 12, pp.7-25.
- Guan, L., 2012, Smart Steps To A Battery City, 『Government News』, Vol. 32, No. 2, pp.24-27.
- Hall, R. E., 2000, The Vision of a Smart City. 2nd International Life Extension Technology Workshop, Paris, France, September.
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszcak, J., & Williams, P., 2010, Foundations for smarter cities, 『IBM Journal of Research and Development』, 54(4), pp.1-16.
- Jung Hoon Han, Sang Ho Lee, 2013, Planning Ubiquitous Cities for Social Inclusion, 『International Journal of Knowledge Based Development』, 4(2), pp.157-172.
- Klaus Schwab, 2016, 『The Forth Industrial Revolution』.
- Komninos, N., 2011, Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence, 『Intelligent Buildings International』, Vol. 3, No. 3, pp.172-188.
- Lee, Sang Ho and Leem, Yountaik, 2015, Identification of Knowledge Driven Production Path through ICTs Industry as a Tool of Knowledge Sharing and Knowledge Management in Knowledge City, 『Journal of Korea Urban Management Association』, 28(2), pp.409-434
- M. J. Choi and S. H. Lee, 2018, Finding Characteristics of 4th Industrial Revolution?, Society of Open Innovation: Technology, Market(SOITMC) and Company & Department of Economics, Management, Institutions(DIEM) Conference, June, Napoli.
- Nam, T., Pardo, T. A., 2011, Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions, Proc. 12th Annual International Conference on Digital Government Research.
- Navigantresearch, 2018, Smart City Communication Networks Market Overview -Wired, Wireless, Public, and Private Networks for Smart City Applications: Global Market Analysis and Forecasts.
- OECD, 1999, The Knowledge-based Economy: A Set of

