The Korean Journal of Local Government Studies, Vol.21 No.4 (2018 Winter) http://dx.doi.org/10.20484/klog.21.4.8

# 경상남도 제조업과 정보통신/과학기술서비스업의 연계성에 대한 연구: 산업네트워크 구조를 중심으로

정 호 진\* 임 용 석\*\*

### 국문요약

본 연구는 경상남도의 제조업과 정보통신 및 과학기술관련 서비스업에 대해 네트워크 중심성 분석을 시행하여 경상남도 제조업의 구조 고도화의 핵심이 되는 중심산업과 산업들 간 주요연계관계를 제시하고자 하였다. 이를 위해 본 연구는 2013년 지역산업연관표를 활용하여 네트워크 자료를 구축하였다. 연구결과 본 연구가 분석한 산업 네트워크의 중심점은 금속 및 기계산업으로 이들 산업은 네트워크 내에서 국지적 및 총체적 차원의 중심점인 동시에 전후방연쇄효과와 통제력까지 높은 것으로 분석되었다. 정보통신 및 과학기술관련 서비스업 가운데 경상남도 제조업의 주요후방산업은 과학기술관련 전문서비스업과 연구개발업으로 나타남에 제조업의 구도 고도화와 4차 산업육성과정에서 도내 과학기술 분야의 대학, 연구소, 과학단체들의 역할이 중요하다는 것을 확인할 수 있었다. 4차 산업혁명을 위한 산업간 융합의 핵심인 ICT소프트웨어의 경우 경상남도가 아닌 서울의 소프트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업이 주요 후방산업으로서 산업네트워크에 대한 매개중심성이 높게 나타남에 따라 경상남도가 지역 내생적 원천으로 4차 산업혁명에 성공하기 위해서는 특히 소프트웨어 분야에 대한 지역적 차원의 육성책이 요구된다고할 수 있다.

주제어: 산업네트워크, 사회 네트워크 분석, 지역산업, 지역산업연관표, 4차 산업혁명

## Ⅰ. 서론

신산업을 창출하고 다양한 과학기술에서 혁신적 진보를 이끄는 4차 산업혁명의 시대가 본격적으로 시작되고 있다. 4차 산업혁명이라는 거대한 변혁의 파도는 다양한 네트워크 기술을 기반으로 거대한 양의 정보의 수집·축적·분석하고 만물인터넷으로 연결된 사회라는 초연결사회(hyperconnected society)의 시대로 이 사회를 이끌고 있다. 초연결성은 4차 산업혁명의 가장 큰 특징으로 그동안 가치가 없던 자원이나 장소도 연결망을 통해 새로운 가치를 얻음에 따라 연결성을 중시

<sup>\*</sup> 제1저자

<sup>\*\*</sup> 교신저자

하는 개방형 혁신을 표방한다(오세홍·손석호, 2017). 대변혁과 혁신을 이끌어온 사건들이 언제나 위기와 기회를 동시에 만들어냈듯이 4차 산업혁명 또한 현재의 우리에게 위기이자 동시에 기회로 작용하고 있다. 4차 산업 혁명으로 인해 모든 영역의 경계가 무너지면서 본격적으로 융합이 가속 화되기 시작하였으며, 기존의 생산-소비, 성장, 경제정책 등에 대한 패러다임에 변화가 요구되고 있다.

지난 2017년 7월 24일 발표된 '새정부 경제정책방향'에 따르면 4차 산업혁명 선도분야로 자율 주행차·정밀의료·드론 등이 선정되었고 R&D예산·세재혜택·데이터·인력 등이 집중지원될 계획 이다. 2017년 12월말 우리 정부가 발표한 2018년 경제정책방향을 살펴보면 정부는 장래 인구구조 변화와 4차 산업혁명으로 달라질 여건 변화에 대응하여 재정투자를 늘리는 등의 정책을 통해 국 가적인 차원에서 4차 산업 혁명시대로의 성공적 이행을 위해 노력하고 있다. 또한 지방정부들도 4 차 산업혁명 시대를 맞이하여 이를 위한 기반을 조성하고 지역의 기존 기반산업의 구조 고도화를 추진하는 등의 노력을 하고 있다. 서울·경기권은 창업과 자율주행차 분야, 대전·충청권은 스마트 시티 구축, 광주·전라권는 지역주력산업의 고도화와 로봇, 드론 등의 신산업 육성을 중점적으로 추진하고 있으며, 대구·경북권은 미래형 자동차와 에너지, ICT융합과 기계로봇 분야, 동남권은 3D 프린팅, 로봇, 스마트자동차, 첨단소재 분야, 강원·제주는 전력과 녹색산업과 연계된 4차 산업 혁명 대응 생태계 조성 등을 중심축으로 4차 산업 육성전략을 추진 중에 있다.

이 중에서도 지난 2016년 조선·해운업의 구조조정과 선진국의 저성장기조에 따른 금속·철강· 기계산업 등의 수출 감소로 인한 불황으로 지역경제에 큰 타격을 입었던 경상남도는 4차 산업혁 명을 통해 3D 프린팅, 첨단센서, 로봇, 소재부품 등의 미래선도산업을 육성하고 창원국가산업단 지를 중심으로 기존의 기반(특화)산업의 구조 고도화 정책을 추진하고 있다. 통계청의 2015년 지 역계정에 따르면 경상남도에서 제조업이 차지하는 비중은 지역내 총부가가치 기준으로는 43.2%, 산출액 기준으로는 60.2%로, 제조업이 경상남도 지역경제에서 상대적으로 큰 비중을 차지하는 상 황이다. 따라서 기반(특화) 제조업 구조 고도화의 성공유무가 경상남도의 향후 지역경제 활성화에 있어 매우 중요한 역할을 맡고 있다.

본 연구는 이러한 문제의식 하에 경상남도의 4차 산업혁명 전개과정에 있어 제조업의 구조 고 도화를 위해 가장 활발하게 융합이 이루어질 제조업과 정보통신 및 과학기술관련 서비스업에 대 해 사회 네트워크 분석기법을 적용하여 이들 산업간 네트워크의 구조와 특징에 대해 고찰해보고 자 한다. 산업 네트워크 분석은 산업간 연계와 상대적 중요성을 식별하는 분석기법으로 특히 산업 구조 고도화에 필요한 중심산업을 파악하거나 제조업과 서비스업 간의 연계관계를 이해하는데 도 움을 준다. Wölf1(2003), 김현정(2006), 김승원·황광명(2014), 이건우(2011), 박문수·이동희·최지아 (2017)등은 제조업과 정보통신/과학기술 등의 서비스업의 연계에서 발생하는 외부효과를 활용하 여 지역산업의 고도화와 균형성장을 도모하는 정책적 접근의 필요성을 강조하였다.

따라서 본 연구는 경상남도의 제조업과 정보통신 및 과학기술관련 서비스업 네트워크 자료를 구축하여 네트워크 중심성 분석을 시행한 결과를 바탕으로 경상남도 제조업의 구조 고도화의 핵 심이 되는 중심산업과 산업들 간 주요연계관계를 제시하여 경상남도 제조업의 구조 고도화의 성 공을 위한 시사점 도출을 목적으로 한다. 무엇보다 본 연구는 지역균형발전의 근간인 장소 기반 접근(place-based approach)에 입각하여 본 연구에서 구축한 경상남도 산업 네트워크에 대한 분 석 결과를 바탕으로 4차 산업혁명 시대로의 성공적 이행을 위한 경상남도의 제조업과 정보통신/ 과학기술관련 서비스업간의 연계관계의 특징 혹은 문제점을 파악하여 이를 지역 내생적 차원에서 해결하기 위한 정책적 방안도 함께 고려해보고자 한다.

이를 위해 2장에서는 본 연구의 분석방법의 기반이론인 사회 네트워크 분석에 대한 이론적 배 경 고찰하며, 3장에서는 본 연구의 분석대상과 본 연구의 네트워크 자료구축 방법을 비롯하여 본 연구의 분석방법인 네트워크 중심성 분석에 대해 소개하고자 한다. 4장은 본 연구가 구축한 경상 남도 제조업과 정보통신 및 과학기술관련 서비스업 네트워크에 대한 중심성 분석 결과를 정리하 고 이를 바탕으로 해당 네트워크 내 산업간 연계관계와 중심산업에 대해 확인하고자 한다. 4장의 분석결과를 바탕으로 5장에서는 경상남도 제조업의 구조 고도화의 성공을 위한 시사점 제시하고 자 한다.

## Ⅱ. 이론적 배경

사회 네트워크분석(social network analysis)이란 개별 구성인자들 사이에 형성되고 있는 관계적 속성을 분석대상으로 하여 네트워크의 구조와 형태의 특징을 도출하고 관계성으로 체계의 특징을 설명하거나 체계를 구성하는 단위의 행위를 설명하는 것을 목적으로 한다. 네트워크를 구성하는 집단이나 개인이 하나의 결점(node)을 이룬다고 가정하고 이들 결점의 관계를 연결선(link)으로 정 의하여 각 결점간의 거리(distance)와 연결선의 수(degree), 연결선의 연결정도를 나타내는 밀도 (density) 등을 통해 네트워크의 결속성, 중심성, 집중성, 구조적 등위성 등을 분석할 수 있다(손동 원, 2005).

산업 네트워크분석이란 사회 네트워크 분석을 이용하여 한 산업이 하나의 결점을 이룬다고 가 정하고 산업간 연관관계를 계량화, 시각화하여 분석함으로써 산업간 연계와 상대적 중요성을 식 별하는 분석기법이다. 이러한 산업 네트워크분석의 결과는 산업구조를 반영하므로 산업구조 고도 화에 필요한 중심산업을 파악하거나 제조업과 서비스업 간의 연계관계를 이해하고 이와 관련된 산업정책의 설계에 도움을 준다는 장점을 가진다(박문수·이동희, 2017).

산업 네트워크에 대한 선행연구는 그리 많지는 않으나 국내 연구로는 최영출(2009), 최해옥 (2012), 조상섭·박종찬(2014, 2015), 박문수·이동희(2017), 박문수·이동희·최지아(2017) 등이 대표 적이다. 최영출(2009)은 2004년부터 시작된 지역전략산업 육성정책이 충청권 지역의 산업지원 네 트워크 구축에 어떠한 영향을 미쳤는지를 네트워크 집중도(centralization) 분석을 통해 파악하고 자 하였다. 이를 통해 일부 소수기관이 허브기능을 지나치게 수행하고 있는 점과 네트워크 내에서 민간기업의 역할이 아주 약하다는 문제점을 지적하였다. 최해옥(2012)은 수도권을 중심으로 한 지 식집약산업의 대표적인 디지털콘텐츠 분야 네트워크의 기관별 공간적 연계 구조를 2000년대 초 반에서 후반까지 수도권을 중심으로 중심성 지수와 그룹 밀도 등을 통하여 종합적으로 판단하여 특성을 고찰하고자 하였다. 연구결과 디지털콘텐츠 산업의 네트워크 연계구조에서 2000년대 후반 으로 갈수록 수도권 내부의 발전에서 외부로의 네트워크 확장이 일어나는 것을 확인하였으며, 이는 정부의 육성정책과 산학연의 협력을 통해 다른 지역과의 공동연구를 형성시켜 네트워크 연계구조를 강화시키고 수도권 지식집약산업의 지탱시켜주는 외부구조를 강화시킨다고 보았다.

조상섭·박종찬(2014)은 2000년과 2010년 실측 산업연관표를 이용하여 우리나라 산업의 공급충격에 대한 민감도와 지속도와 같은 경제구조변화를 네트워크 접근방법에 의하여 분석하였다. 그결과 우리나라 산업의 공급충격 민감도는 증가하는 반면 지속도는 감소하는 것으로 나타났으며, 충격 민감도에 따라 네트워크 중심성이 2000년에는 전력·가스·수도 산업이었으나 2010년에는 건설업으로 이동한 것을 확인하였다. 그리고 네트워크 중심성 분석에서 도출한 핵심산업과 산업연관분석의 전후방연쇄효과에 의한 핵심산업이 서로 다르다는 것을 확인하였다. 조상섭·박종찬(2015)은 이전의 연구결과에 2005년의 산업연관표를 추가하여 2000년, 2005년, 2010년의 중간재비중증가에 따른 산업구조변화를 실증적으로 분석하였다. 그 결과 우리나라 산업들의 네트워크연결구조는 파레토 분포를 가지며 산업사이의 생산물교환이 증가할수록 파레토 분포를 결정하는 특성인자가 증가하게 됨에 따라 우리나라의 산업네트워크 구조가 더욱 임의적으로 변화한다는 산업연결분포에 대한 이론적 예측과는 다르게 오히려 우리나라의 산업 네트워크 구조가 한 산업의생산물을 집중적으로 사용하는 구조로 변화하고 있음을 확인하였다.

박문수·이동희(2017)는 우리나라와 미국, 일본, 독일, 중국의 2014년 국제산업연관표를 바탕으로 보정된 생산유발계수를 도출하여 이를 바탕으로 방향성이 있는 가중네트워크에 대해 MST-Pathfinder 알고리즘을 바탕으로 네트워크 분석을 시행하였으며, 연결정도 중심성과 MST-Pathfinder 알고리즘 통해 도출한 네트워크 백본(backbone)을 바탕으로 주요국의 산업네트워크의 구조적 특징에 대해 설명하였다. 박문수·이동희·최지아(2017)는 박문수·이동희(2017)와 동일한 분석방법으로 2005년과 2013년 지역산업연관표를 활용하여 대구경북지역의 제조업과 서비스업간의 연계성을 분석하였다. 그 결과 대구경북지역 산업네트워크의 연계산업군을 확인하고 주력 제조업인 자동차와 정보통신미디어제품 산업의 후방산업 네트워크의 구조와 특징이 다른 광역경제권의 네트워크와 비교분석하였다.

산업 네트워크 분석에 대한 해외선행연구는 주로 지역혁신체제(RIS)와 사회운동, 사회자본 등에 관련된 연구들이 주를 이룬다. 대표적인 연구로는 Cook(2001), Kratke(2002) 등이 있다. 이들의 연구는 특히 지역혁신체제와 관련하여 네트워크 집중도 분석과 중심성 분석의 시행을 통해 지역 혁신체제와 같은 네트워크에서 중심적 허브나 매개중심점인 중개인 역할을 수행하는 기관이나 대학이 어떠한 의미를 갖는지를 파악하고자 하였다.

이상에서 고찰한 선행연구들은 주로 특정 국가나 특정 지역의 산업구조 변화를 고찰하기 위한 수단으로 산업 네트워크 분석을 시행하였으나 네트워크 내 결점들 간의 국지적(local)이고 직접적 인 연계관계인 연결정도 중심성만을 고려함에 따라 네트워크 전반적인 간접적 연계관계를 확인할 수 없고, 네트워크 내 특정 결점의 총체적 통제력의 수준에 대해 알 수 없다는 한계점을 가진다.

그리고 본 연구와 마찬가지로 보정된 생산유발계수를 바탕으로 방향성 있는 가중 네트워크를 활 용하여 네트워크 분석을 시행한 박문수·이동희(2017)와 박문수·이동희·최지아(2017)의 경우 MST-Pathfinder 알고리즘을 적용하여 네트워크 백본(backbone)을 시각화하여 연결정도가 아주 강한 산업들 간의 관계만을 고찰함에 따라 백본 외의 서비스업과 제조업간의 연계관계에 대해서 는 구체적으로 알 수 없다는 한계점을 가진다.

따라서 본 연구는 이러한 선행연구의 한계점을 개선하고 선행연구와의 차별성을 위해 먼저 네 트워크 내 직접적인 연계관계인 연결정도 중심성 뿐만 아니라 글로벌(global)한 간접적 연계관계 까지 고려하는 근접중심성과 네트워크내 총체적 통제력을 반영하는 매개중심성까지 고려하여 국 지적·총체적 차원에서 경상남도의 제조업과 정보통신/과학기술산업 네트워크의 구조와 특징에 대해 고찰해보고자 한다. 또한 본 연구의 연구대상지역인 경상남도 내의 제조업과 정보통신/과학 기술산업의 연계관계가 네트워크에서 어떻게 나타나는지를 시각화하기 위해 MST-Pathfinder 알 고리즘에서 도출한 네트워크 백본을 제시하기 보다는 경상남도의 기반/특화산업을 중심으로 이 들 산업과 강한 연계성을 나타내는 제조업 및 정보통신/과학기술산업의 연계관계를 시각화하여 산업 네트워크 내에 존재하는 보다 다양한 연계관계를 살펴보고자 한다.

## Ⅲ. 연구방법

## 1. 분석 대상 및 자료구축

### 1) 분석 대상

본 연구는 경상남도의 4차 산업혁명 전개과정에 있어 제조업의 구조 고도화를 위해 가장 활발 하게 융합이 이루어질 제조업과 정보통신 및 과학기술관련 서비스업간 네트워크의 구조와 특징에 대해 고찰하기 위해 다음과 같이 분석대상 산업을 정하고자 한다.

먼저 본 연구의 네트워크 자료는 한국은행의 2013년 지역산업연관표를 바탕으로 구축됨에 따 라 한국은행의 2013년 지역산업연관표 작성에 사용된 2010 기준년 상품 및 산업분류표의 중분류 에 의거하여 다음의 〈표 1〉과 같이 제조업(008~044)과 정보통신/과학기술관련 서비스업(059, 061, 062, 071, 073)을 분석대상으로 한다. 분석대상지역은 경상남도이므로 제조업은 경상남도의 제조업만을 대상으로 하되. 정보통신/과학기술관련 서비스업의 경우 해당산업 종사업체의 수도 권 편중현상이 존재하므로, 경상남도 이외에도 다른 광역지자체의 정보통신/과학기술관련 서비 스업도 분석대상에 포함하고자 한다. 따라서 본 연구의 분석대상은 경상남도의 37개 제조업과 16 개 광역지자체의 정보통신 및 과학기술과 관련된 5개의 서비스업이다.

<b>⟨# 1</b> ]	〉 하국은행의	2010 기준!	면 산업분류(중분류	! 기준)에 따른	르 부석대상산업
\ <del></del>	/	201071111		- / I LL / V II I L	

		제조입	1	정보	코통신/과학기술 관련 서비스업
IO code	산업명	IO code	산업명	IO code	산업명
800	식료품 제조업	027	철강1차제품 제조업	059	통신업
009	음료품 제조업	028	철강가공제품 제조업	061	정보서비스업
010	담배 제조업	029	비철금속 및 1차제품 제조업	062	소프트웨어개발 및
011	섬유 및 의복 제조업	030	금속 주물 제조업		컴퓨터관리서비스업
012	가죽제품 제조업	031	금속제품 제조업	071	연구개발업
013	목재 및 목제품 제조업	032	일반목적용기계 제조업	073	과학기술관련 전문 서비스업
014	펄프 및 종이제품 제조업	033	특수목적용기계 제조업		
015	인쇄 및 복제업	034	전기장비 제조업		
016	석탄 및 석유제품 제조업	035	반도체 제조업		
017	기초화학물질 제조업	036	전자표시장치 제조업		
018	합성수지 및 합성고무 제조업	037	기타 전자부품 제조업		
019	화학섬유 제조업	038	컴퓨터 및 주변기기 제조업		
020	의약품 제조업	039	통신, 방송 및 영상, 음향기기 제조업		
021	비료 및 농약 제조업	040	가정용 전자기기 제조업		
022	기타 화학제품 제조업		정밀기기 제조업		
023	플라스틱제품 제조업	041	자동차 제조업		
024	고무제품 제조업	042	선박 제조업		
025	유리 및 유리제품 제조업	043	기타 운송장비 제조업		
026	기타 비금속광물제품 제조업	044	기타 제조업		

### 2) 네트워크 자료 구축

지역산업연관표를 바탕으로 한 네트워크 자료 구축은 먼저 투입산출표를 기반으로 수요측면의 생산유발계수와 공급 측면의 생산유발계수를 도출하는 것부터 시작된다. 아래의 〈그림 1〉과 같은 투입산출표에서 투입계수  $a_{ij}$ 는 j부문의 생산에 요구되는 i부문 생산물의 투입액  $x_{ij}$ 를 j부문의 총투입액  $x_{j}$ 으로 나는 값으로 투입산출표의 열방향을 이용한다. 이 투입계수를 투입산출표의 내생부문과 같은 모양으로 배열한 것을 투입계수행렬(input coefficient matrix) A이라고 한다.

		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	중	간	수	요		최종	E-Wat	- &	- CANADO	진폐물	I DECEMBER
			***	j	344	71	최 중 수 요	홍수요	총 산출액	수입	발생(+)	총공급	
	1	$x_{\rm H}$	$x_v$	1000	$x_{ij}$	***	$x_{m}$	1/1		$x_{\rm I}$	2711	2,	
중	2	$x_3$	$x_2$	444	$x_{ij}$	•••	$x_{\mathfrak{M}}$	$y_2$		$x_2$	2212	$z_2$	
간		1	:		:		:	1		:		1	
早	i	$x_n$	$x_{i2}$	***	$x_{ij}$	***	$x_{\rm int}$	y <sub>i</sub>		$x_i$	$m_i$	2;	
입		1			1		:	1		1	i	1	
	n	$x_{n_1}$	$x_{n2}$	***	$x_{nj}$	***	$x_{nn}$	$y_n$		$x_n$	$m_{\pi}$	$Z_R$	
소	계												
순생	산물세												
잔폐물	발생(-)												
중간	투입계												
부 가	가 치	$v_1$	$v_2$	1400	$v_j$		$v_{\kappa}$						
총투	입 액	$x_i$	$x_2$	1222	$x_i$	***	$x_n$						

〈그림 1〉 투입산출표(Input-Output Table)의 형식

 $\langle$ 그림  $1\rangle$ 에서 수입  $m_i$ 과 잔폐물 발생액  $z_i$ 이 없다고 가정한다면 중간수요와 최종수요의 합계가 총산출액과 일치한다. 최종수요벡터를 y, 총산출(=총투입)벡터를 x라고 두고 수급방정식을 행렬 로 표현한 후 총산출 벡터 x에 대해 정리하면 식 (1)과 같은 수급균형식이 성립한다.

$$Ax + y = x \implies x = (I - A)^{-1}y$$
 (1)

식 (1)에서  $(I-A)^{-1}$ 을 레온티에프 역행렬(L) 혹은 생산유발계수행렬이라고 한다. 여기서 I는 주 대각요소가 모두 1이 되고 그 밖의 요소는 모두 0인 단위행렬을 의미한다. 생산유발계수는 최종수 요가 한 단위 발생하였을 때 이를 충족시키기 위하여 각 부문에서 직·간접적으로 유발되는 생산 액의 수준을 나타낸 것으로 도출과정에서 역행렬이라는 수학적 방법이 이용되므로 역행렬계수라 고도 한다.1) 이렇게 〈그림 1〉의 투입산출표를 기반으로 한 일반적인 산업연관분석에서는 투입계 수행렬 A이 주어지면 외생변수인 최종수요 y를 충족시키는데 필요한 산출액 x을 구할 수 있다. 이러한 측면에서 일반적인 산업연관분석은 수요측 모형(demand-side model) 또는 수요견인모형 (demand-driven model)이라고 하며 산출에 대한 수요가 발생하며 수요를 만족시키기 위한 생산에 필요한 투입요소가 모두 공급된다고 가정하고 있다(한국은행, 2014).

Ghosh(1958)와 Augustinovics(1970) 등은 최종수요를 외생변수로 간주하는 수요측 모형을 대신 하여 부가가치를 외생변수로 두고 산업연관효과를 분석하는 공급측(supply-side) 산업연관모형을 제시하였다. 수요측 모형이 투입계수행렬 도출을 위한 투입산출표의 열방향을 이용한 것에 반해 서 공급측 모형에서는 행방향으로 각 부문별 중간수요액  $x_i$ 을 부문별 총산출액  $x_i$ 로 나누어 산출

<sup>1)</sup> 생산유발계수행렬의 원소  $r_{i,i}$ 는 i=j인 경우 j부문의 최종수요가 1단위 증가를 충족시키기 위해 i부문에 서 직·간접적으로 필요한 산출단위를 의미하며,  $i \neq j$ 인 경우 간접적으로 필요한 산출단위를 의미한다.

계수  $b_a$ 를 도출하고 산출계수들을 요소로 하는 산출계수행렬(output coefficient matrix) 또는 배분 계수행렬(allocation coefficeint matrix) B를 바탕으로 산업연관효과를 분석한다. 산출계수행렬 B. 부가가치 벡터 v와 총사출벡터의 전치벡터  $x^T$ 로 이루어진 공급측 모형의 수급방정식을 행렬로 나 타내고 이를  $x^T$ 에 대해 정리하면, 식 (2)와 같이 공급측면의 수급균형식이 성립한다.

$$x^{T} = x^{T}B + v \implies x^{T} = v(I - B)^{-1}$$
 (2)

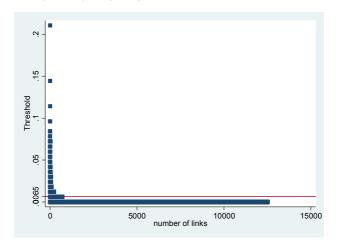
여기서  $(I-B)^{-1}$ 은 공급측 모형의 생산유발계수행렬로 산출역행렬 또는 고쉬 역행렬(G)이라고 하며 부가가치 한 단위가 변동에 따라 각 부문에서 직·간접적으로 생산되는 산출단위를 의미한 다. 공급측 모형의 경우 한 부문이 다른 부문으로 중간수요됨에 따른 생산파급효과를 분석하기 때 문에 수요측 모형에 비해 정방연관효과를 분석하는데 보다 유용하다.

본 연구는 Dietzenbacher et al.(2005)과 박문수·이동희·최지아(2017)를 참고하여 2013년 지역 산업연관표를 바탕으로 다음의 식 (3)과 같이 수요측과 공급측 생산유발계수행렬에서 초기효과를 배제하기 위해 단위행렬 /로 초기효과를 차갂하였다. 그리고 초기효과가 배제된 레온티에프 역행 렬 (L-I)과 고쉬 역행렬 (G-I)의 평균인 보정된 생산유발계수행렬 F를 네트워크 자료로 활용하 였다.

$$F = \frac{(L - I) + (G - I)}{2}$$
 (3)

본 연구가 구축한 산업 네트워크는 경상남도의 37개 제조업과 16개 광역지자체의 정보통신 및 과학기술과 관련된 5개의 서비스업으로 구성되었으므로 네트워크의 결점은 117개다. 또한 보정된 생산유발계수행렬 F는 기본적으로 방향성이 있는 가중 네트워크행렬이므로 네트워크의 연결선 은 i와 j산업의 투입산출관계이며, 연결의 강도를 나타내는 가중치는 식 (3)을 통해 구한 보정된 생산유발계수 ƒ 이다. 그런데 산업연관표의 생산유발계수의 해석 방법에 따라 보정된 생산유발계 수행렬 F의 방향성은 생산물의 공급 방향인 j→i으로 네트워크의 방향성 i→j과 부합하지 않는다. 따라서 박문수·이동희·최지아(2017)를 참고하여 보정된 생산유발계수행렬의 전치행렬  $F^T$ 을 이 용하여 네트워크 분석을 시행하고, 초기 네트워크 분석 결과에서 생산유발계수가 일정 수준 이상 인 유효연관관계만을 분석에 사용하였다.2)

<sup>2)</sup> 박문수·이동희·최지아(2017)에 따르면 보정된 생산유발계수행렬을 바탕으로 구한 원시 네트워크의 경우 밀도가 매우 높은 반면 대다수의 생산유발계수 값이 매우 작은 연결선의 수가 지나치게 많아 유의미한 연 관관계를 파악하기 힘들다는 한계가 있다. 따라서 보정된 생산유발계수의 임계값(threshold)의 변곡점을 구하여 유효연관관계를 중심으로 네트워크 분석을 시행하는 것이 보다 의미있는 결과를 도출할 수 있을 것이라고 사료되는 바이다.



〈그림 2〉 보정된 생산유발계수와 연결선의 관계

〈그림 2〉를 통해 알 수 있듯이 보정된 생산유발계수의 값과 연결선 수의 관계는 대략 0.0065근 처에서 변곡점을 가짐에 따라  $f_{ij} \ge 0.0065$ 인 경우만 유효한 연관관계가 있다고 가정하였다. 전체 연결선 13,572개이며, 이 중 유효 연결선은 300개로 그 비중은 2.2%이다.

## 2. 분석방법: 네트워크 중심성 분석3)

사회네트워크 분석은 한 네트워크에서 중요한 역할을 하는 결점이 무엇인지, 그리고 그 결점이 중심에 어느 정도 근접하는지 등에 대해 체계적 평가할 수 있다. 중심성(centrality)이란 각 결점이 가진 절대적 혹은 상대적 중요성이나 영향력을 측정한 개념으로 네트워크에서 맺어지는 결점 사 이의 관계에서 어떤 측면에 초점을 맞추어 중심을 측정하는가에 따라 연결정도 중심성, 근접 중심 성. 매개 중심성이라는 세 가지 유형으로 나누어진다.

#### 1) 연결정도 중심성

연결정도 중심성(degree centrality,  $C_D$ )은 한 결점에 직접적으로 연결되어 있는 결점들의 합으 로 얻어진다. 이 방법은 한 결점이 다른 결점들과 얼마만큼 직접(direct) 연계되었는지에 의해 '중 심' 정도를 평가하는 방법이다. 따라서 두 단계 이상을 거치는 간접적인(indirect) 관계는 고려되지 않는다. 따라서 연결정도중심성은 국지적 범위에 한정되어 연결정도가 측정되므로 국지적(local) 중심성의 의미가 강하다. 연결정도 중심성은 일반적으로 규모가 다른 네트워크 간의 비교가 가능 한 상대적 연결정도 중심성으로 측정하는데, 상대적 중심성은 어떤 결점에 연결된 결점의 수를 (N-1)로 나누어 구한다. 여기서 N은 전체 결점의 수를 의미한다.

<sup>3)</sup> 네트워크 중심성 분석에 대한 내용은 손동원(2005: 91-111), 김용학(2011: 65-70), 허명회(2010:13-24)를 참고하여 작성하였다.

본 연구에서 구축한 산업연관 네트워크 F는 방향성이 있는 가중 네트워크행렬이므로 중심성을 내향중심성(in-centrality)과 외향중심성(out-centrality)으로 구분할 수 있다. 내향중심성이란 교류 방향이 외부에서 자신 쪽으로 들어오는 경우이며, 외향중심성이란 자신에게서 외부 쪽으로 나가는 경우이다. 본 연구에서는 한 산업이 결점에 해당하므로 내향중심성은 그 산업의 감응도 즉, 전 방연쇄효과를 의미하며, 외향중심성은 해당 산업의 영향력인 후방연쇄효과를 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 다음의 식 (4)처럼 연결정도 중심성을 내향 연결정도 중심성과 외향 연결정도 중심성으로 나누어 살펴보고자 한다.

$$C_D^{IN}(i) = \frac{\sum\limits_{j=1}^{N} f_{ij}}{N-1}, \ C_D^{OUT}(i) = \frac{\sum\limits_{j=1}^{N} f_{ji}}{N-1}$$
 (단,  $0 \le C_D \le 1$ ) (4)

### 2) 근접 중심성

근접 중심성(closeness centrality,  $C_R$ )은 각 결점간의 거리를 근거로 중심성을 측정하는 방법으로 연결정도 중심성과는 달리 직접적으로 연결된 결점뿐만 아니라 네트워크 내 간접적으로 연결된 모든 결점들 간의 거리를 계산하여 중심성을 측정한다는 특징을 가진다. 따라서 근접 중심성은 글로벌(global) 중심성으로 연결정도 중심성과 같은 국지적 중심성이 간과하고 있는 네트워크 전체의 총체적 관계를 고려할 수 있기 때문에 보다 전체적인 윤곽 하에서 중심성이 측정된다고 할수 있다. 서로 다른 네트워크 내 결점들을 비교분석하기 위한 상대적 근접중심성은 다른 결점이그 결점과 연결될 수 있는 거리들을 모두 더한 것에 역수를 취한 것에 (N-1)를 가중하여 측정한다. 본 연구와 같이 방향성이 있는 가중 네트워크의 경우 식 (5)처럼 근접 중심성도 내향 근접중심성의 외향근접중심성으로 나누어 살펴볼 수 있다.

$$C_R^{IN}\!(i) = \frac{N\!-\!1}{\sum\limits_{j=1}^N\!d_{ij}}, \; C_R^{OUT}\!(i) = \frac{N\!-\!1}{\sum\limits_{j=1}^N\!d_{ji}} \; (단, \, 0 \leq \, C_R \leq 1) \; (5)$$

### 3) 매개 중심성

매개 중심성(betweenness centrality,  $C_B$ )이란 네트워크 내에서 한 결점의 매개자 혹은 중재자 역할의 정도를 측정하는 방법이다. 높은 매개 중심성을 갖는 결점은 브로커(broker) 혹은 문지기 (gate-keeper)로서 해당 결점을 통해서만 관계를 가질 수 있는 다른 결점들을 통제하는 커뮤니케이터 역할을 담당한다. 매개중심성과 근접중심성은 한 네트워크에서 어떤 결점이 교류에 대해 통제능력을 가진다는 것을 반영하는 지표로 이러한 통제는 단순히 가까이 이웃하는 결점에만 한정된 국지적인 것이 아니라 전체 네트워크에 걸친 종합적 영향력을 의미한다. 그러나 정보의 통제 측면에서는

근접 중심성이 매개중심성보다는 약하다고 평가할 수 있다. 매개중심성은 한 결점이 다른 결점들의 매개하는 자체로 정보의 통제를 전제로 함에 따라 가장 현저한 통제력을 보이는 지표이다.

방향성이 있는 가중 네트워크를 대상으로 매개중심성을 측정하는 경우 앞서 살펴본 다른 중심 성들과 마찬가지로 내향 매개중심성과 외향 매개중심성으로 나누어 측정가능하며, 결점 m의 매 개 중심성은 다음의 식 (6)과 같이 측정가능하다. 식 (6)에서  $g_{ii}$ 는 결점 i에서  $j(\neq i)$ 로 가는 최단 경로의 수이며,  $g_{im}$ 는 결점 i에서  $j(\neq i, \neq v)$ 로 가는 최단경로 가운데 결점  $m(\neq i)$ 을 거치는 경로의 수이다.

$$C_{B}^{IN}(m) = \frac{\sum_{i \neq vj \neq m, \neq i} \frac{g_{imj}}{g_{ij}}}{\frac{(N-1)(N-2)}{2}}, \ C_{B}^{OUT}(i) = \frac{\sum_{i \neq vj \neq m, \neq i} \frac{g_{jmi}}{g_{ji}}}{\frac{(N-1)(N-2)}{2}} \ (단, \ C_{B} \ge 0) \ (6)$$

## Ⅳ. 분석 결과

이제 본 연구에서 구축한 경상남도의 제조업과 정보통신/과학기술 서비스업 네트워크에 대한 중앙성 분석결과를 통해 해당 산업네트워크의 구조와 특징에 대해 살펴보고자 한다. 먼저 경상남 도의 제조업과 정보통신/과학기술 서비스업 네트워크의 산업별 내·외향 연결정도 중앙성, 내·외 향 근접 중앙성, 내·외향 매개 중앙성에 대해 각 중앙성별로 상위 10개 산업부문을 정리한 결과는 ⟨표 2⟩와 같다.

우선 〈표 2〉에서 연결정도 중심성이 강한 상위 10개 산업부터 살펴보고자 한다. 연결정도 중심 성이 강한 산업이란 다른 산업들과 직접적으로 연결된 정도가 강하면서 전후방연쇄효과가 높은 산업을 의미한다. 경상남도의 제조업종 중 연결중심성이 높은 산업은 금속제품, 일반목적용 기계, 특수목적용 기계, 전기장비, 선박, 자동차, 1차철강제품, 기타 비금속광물제품, 기타 제조업 등이 다. 이들 업종 중에서 금속제품. 일반목적용 기계. 특수목적용 기계. 전기장비. 선박. 자동차. 기타 제조업은 근접 중심성 측면에서도 상위에 속함에 따라 경상남도의 산업 네트워크에서 국지적 차 원뿐만 아니라 네트워크 총체적 차원에서도 핵심적인 위치에 있는 것으로 나타났다. 즉, 이들 산 업들이 대부분 경상남도의 기반(특화)산업이므로 산업 네트워크의 중심을 구성하고 있는 것이 다.4) 그러나 매개중심성까지 추가로 고려할 경우 경상남도 산업 네트워크에서 전후방연쇄효과가

<sup>4)</sup> 통계청의 국가통계포털(http://kosis.kr)에서 제공하는 2015 경제총조사의 부가가치 자료를 활용하여 경 상남도 제조업의 산업특화도를 입지계수(LQ)를 구한 결과, 식료품(1.43), 음료품(1.71), 펄프 및 종이제품 (1.08), 플라스틱제품(1.07), 플라스틱 제품(1.07), 고무제품(4.43), 기타 비금속광물제품(1.19), 1차 철강제 품(1.86), 철강가공제품(1.56), 금속 주물(3.09), 금속제품(3.62), 일반목적용 기계(3.15), 특수목적용 기계 (2.42), 전기장비(1.26), 가정용 전자기기(8.74), 선박(7.30), 자동차(1.42), 기타 운송장비(11.60) 등이 LO가 1 이상으로 이들 산업이 경상남도의 기반(특화)산업으로 나타났다.

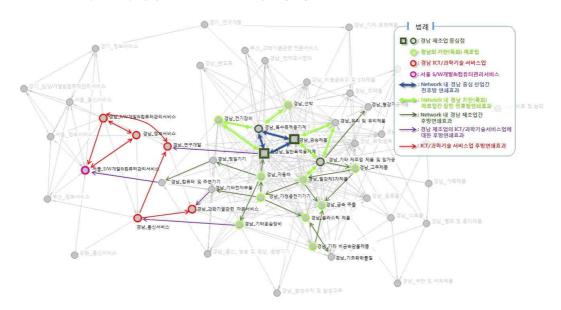
높고 국지적 및 총체적 차원에서 핵심적인 위치에 있으면서 산업 네트워크에 대한 총체적 통제력 까지 높은 산업은 금속 제품, 일반목적용 기계, 특수목적용 기계 제조업으로 압축된다.

〈표 2〉 내·외향 중심성 상위 10개 산업부문

	내향중심성		외향중심성			
	산업명	값	산업명	값		
	금속제품 제조업	0.7066	금속제품 제조업	0.8540		
	일반목적용 기계 제조업	0.6106	일반목적용 기계 제조업	0.7225		
	소프트웨어개발&컴퓨터관리 서비스업_서울	0.5588	선박 제조업	0.6288		
	선박 제조업	0.4965	특수목적용 기계 제조업	0.5174		
	특수목적용 기계 제조업	0.4513	자동차 제조업	0.4170		
	기타 제조업	0.4058	전기장비 제조업	0.4056		
	자동차 제조업	0.3890	철강1차제품 제조업	0.3778		
	전기장비 제조업	0.3798	음료품 제조업	0.3714		
	철강1차제품 제조업	0.3412	기타 제조업	0.3709		
	기타 비금속광물제품 제조업	0.3241	기타 비금속광물제품 제조업	0.3368		
	특수목적용 기계 제조업	0.0095	선박 제조업	0.0161		
	금속제품 제조업	0.0095	금속제품 제조업	0.0156		
	일반목적용 기계 제조업	0.0094	일반목적용 기계 제조업	0.0148		
	전기장비 제조업	0.0082	금속주물 제조업	0.0136		
근접	기타 제조업	0.0080	철강1차제품 제조업	0.0131		
중심성	과학기술관련 전문서비스업_경남	0.0079	전기장비 제조업	0.0126		
	선박 제조업	0.0076	특수목적용 기계 제조업	0.0125		
	자동차 제조업	0.0075	화학섬유 제조업	0.0119		
	반도체 제조업	0.0073	기타 비금속광물제품 제조업	0.0114		
	음료품 제조업	0.0072	음료품 제조업	0.0113		
	금속제품 제조업	1,086	금속제품 제조업	1,085		
	일반목적용 기계 제조업	614	일반목적용 기계 제조업	612		
	정보서비스업_경남	275	정보서비스업_경남	275		
매개	기타 제조업	209	기타 제조업	209		
	기초화학물질 제조업	184	기초화학물질 제조업	184		
중심성	소프트웨어개발&컴퓨터관리 서비스업_서울	159	과학기술관련 전문서비스업_경남	180		
	석탄 및 석유제품 제조업	146	석탄 및 석유제품	147		
	과학기술관련 전문서비스업_경남	145	소프트웨어개발&컴퓨터관리 서비스업_서울	145		
	특수목적용 기계 제조업	140	연구개발업_경남	142		
	통신서비스업_경남	124	특수목적용 기계 제조업	139		

주: 굵은 표시된 것은 3대 중심성의 내·외향 모든 측면에서 상위 10대 산업에 속하는 경우를 나타낸다.

다음의 〈그림 3〉은 본 연구가 구축한 경상남도의 제조업과 정보통신/과학기술 서비스업의 네트 워크를 시각화한 것에 네트워크 중심성 분석결과를 반영한 다음 강한 연결을 가진 결점들간의 관 계만을 추려낸 것이다.



〈그림 3〉 경상남도의 제조업과 정보통신/과학기술 서비스업의 네트워크

〈그림 3〉을 보면 〈표 2〉의 결과처럼 해당 산업네트워크는 금속 제품, 일반목적용 기계, 특수목 적용 기계 제조업에 특히 집중된 형태를 가지고 있으며, 4차 산업혁명 차원에서 이들과의 융합이 중요한 정보통신/과학기술 서비스업에 해당하는 업종들은 대부분 산업 네트워크의 주변부에 위 치하고 있는 것으로 나타난다. 단, 〈그림 3〉을 통해서도 알 수 있듯이 경남 및 부산의 과학기술관 련 전문서비스업과 경남의 연구개발업은 경상남도의 해당 산업 네트워크의 중심 인근에서 주요 기반(특화)제조업과 직접적인 연계관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 경남의 연구개발업 은 경남의 정보통신/과학기술분야 산업 중에서 통신서비스업으로부터 강한 후방연쇄효과를 받는 것으로 나타났으며, 경남의 소프트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업과도 강한 전후방연쇄관계를 가지는 것으로 나타났다. 그리고 경상남도의 과학기술전문 서비스업은 본 산업 네트워크의 중심 점인 금속제품. 일반목적용 기계, 특수목적용 기계 제조업과 직접적 연쇄효과를 가지며, 이외에도 경상남도의 기반(특화)산업인 자동차, 선박, 플라스틱 제품, 가정용 전자기기 제조업과도 직접적 인 연쇄효과를 가지는 것으로 나타났다. 또한 경남의 과학기술전문 서비스업은 경남의 정보통신/ 과학기술분야 산업 중에서 통신서비스업으로부터 강한 후방연쇄효과를 받고 있으며 약하기는 하 지만 경남의 연구개발업으로부터도 후방연쇄효과를 받는 것으로 나타났다.

이렇듯 경상남도의 과학기술관련 전문서비스업과 연구개발업은 경남의 기반(특화)제조업 뿐만 아니라 경남의 정보통신/과학기술분야 산업과도 강한 연쇄효과를 가지고 있으며 특히 〈표 2〉의 매 개중심성 상위 업종에 경상남도의 과학기술관련 전문서비스업와 연구개발업이 포함되었다는 것을 통해서도 이를 잘 알 수 있다. 본 연구의 산업 네트워크 분석에서 경상남도의 과학기술/연구개발 서 비스업은 해당 네트워크에 대한 강한 통제력을 발휘하면서 경상남도의 기반(특화) 제조업과 활발한 직접적 연계관계를 가진다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 분석 결과는 4차 산업혁명 과정에서 경

상남도의 과학기술 분야의 대학, 연구소, 과학단체들의 역할이 매우 중요하다는 것을 말해준다.

하지만 상기에서 살펴본 사항 이외에도 본 연구에서 구축한 산업 네트워크에 대한 중심성 분석 결과에서 눈여겨 볼 점은 서울의 소프트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업이 해당 네트워크에 있어 후방연쇄효과 측면에서 네트워크 내 산업들에게 통제력을 발휘하는 경향이 높다는 것이다. 서울 의 소프트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업은 경상남도의 컴퓨터 및 주변기기 제조업의 후방산업 으로 그 관계가 강하게 나타났다. 그리고 이를 통해 2차적으로 경상남도의 전기장비, 정밀기기, 일 반목적용 기계, 자동차, 가정용기계, 통신, 방송 및 영상, 음향기기 제조업과 연쇄효과를 가지지는 구조를 보이고 있다. 다시 말하자면, 서울의 소프트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업이 네트워크 상에서 경상남도의 기반(특화)산업인 전기장비, 정밀기기, 일반목적용 기계, 자동차, 가정용 기계 제조업의 중요한 후방산업으로서 연쇄효과가 크다는 것이다. 통계청의 2015년 경제총조사를 바탕 으로 정보통신기술(이하 ICT) 서비스/소프트웨어 분야의 지역별 비중을 살펴보면 사업체수 기준 으로 서울 54.8%, 경기 17.1%, 부산 4.8%, 대구 3.3%, 대전 3.2% 등의 순이며, 종사자수 기준으로는 서울 67.8%, 경기 19.4%, 대전 2.6%, 부산 2.1%, 대구 1.3% 등의 순으로 나타남에 따라 ICT 서비스/ 소프트웨어 업체와 종사자의 서울 및 경기 지역 편향이 심한 것을 확인할 수 있다. 이러한 현황은 본 연구에서 구축한 산업 네트워크에 대한 중심성 분석결과에서 서울의 소프트웨어개발 및 컴퓨 터관리서비스업의 높은 매개중심성이 필연적이라는 것을 말해준다. 그러므로 ICT 서비스/소프트 웨어 분야에서 서울/경기의 절대적 비중을 고려할 때. 네트워크 중심성 분석 결과 서울의 소프트 웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업이 높은 매개중심성을 가진다는 것은 결국 경남의 산업 네트워 크에서 소프트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업의 중요성이 크다는 것을 의미한다.

지능정보사회로의 이행을 의미하는 4차 산업혁명에 있어 정보통신/과학기술도 중요하지만, 인공지능, 빅테이터, 클라우드, 사물인터넷(IoT) 등을 이끌어내는 기술은 소프트웨어이므로 결국 4차 산업혁명의 핵심은 소프트웨어라고 할 것이다(공영일, 2016). 하지만 우리나라의 정보통신기술 (ICT)산업은 제조업 중심의 구조를 가짐에 따라 상대적으로 ICT 서비스와 소프트웨어 산업의 기술 개발을 위한 연구개발 투자는 취약한 편이다. 5) 따라서 빅데이터와 인공지능(AI) 등과 같은 새로운 미래 원천기술의 활용을 위한 다양한 서비스 제공을 위해서는 ICT 서비스·소프트웨어 부문의 연구개발을 확대를 통해 ICT산업의 지식생산구조를 혁신하여야만 미래 경쟁력이 유지될 것이다(정혁, 2017). 이에 지난 2015년 교육과정이 개정되면서 2018년부터 초등학교 5학년생 이상은 소프트웨어 교육이 필수화되었으며, 2015년부터 과학기술정보통신부의 주도하에 소프트웨어 중심대학이 추진되면서 2017년까지 총 14개의 대학이 선정되었으며 2019년까지 총 30개의 대학을 선정하

<sup>5)</sup> 한국정보통신진흥협회(KAIT)의 방송통신산업통계(http://m.kait.or.kr/stat/) 자료에 따르면 2016년 매출액 기준으로 정보통신방송기기는 ICT산업 전체 매출액의 71.5%의 비중을 차지하고 있으며, 정보통신방송서비스는 16.8%, 소프트웨어는 11.7%의 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 하지만 OECD(2017)에 따르면 2015년 기준으로 우리나라의 연구개발투자 중 ICT 제조업 비중은 48.9%로 OECD가입국 중 가장 높은 것으로 나타났다. GDP 대비 ICT제조업은 연구개발 집약도는 1.60으로 회원국 중 2위인 반면 GDP대비 ICT 서비스업의 연구개발 집약도는 0.13으로 낮은 수준이다. 또한 OECD ICT 부문별 성장추이의 경우 소프트웨어 제작과 IT서비스의 성장추이는 각각 111.9와 115.9로 높은 성장률을 기록하는 반면 ICT 제조업과 정보통신 부문의 성장추이는 각각 93.1과 90.0으로 성장이 둔화/정체된 상태이다(정혁, 2017).

여 소프트웨어 분야의 핵심인재를 육성할 계획이다. 6

본 연구에서 구축한 경상남도의 제조업과 정보통신/과학기술 서비스업 네트워크는 해당 지역 의 제조업과 과학기술서비스업간에 이미 활발한 직접 연계관계가 구축되어 있는 상태이며, 단지 ICT 서비스/소프트웨어 분야의 서울/경기 편중으로 인해 해당 네트워크에서는 경상남도의 소프 트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업이 지역 제조업에 미치는 연쇄효과는 미약하고 서울의 소프트 웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업이 강한 연쇄효과를 가지는 구조이다. 이러한 본 연구의 결과와 현재 국내에서 진행 중인 소프트웨어 육성과 관련된 현안들을 연계해보면 결국 경상남도의 4차 산업육성 정책이 성공하여 지역경제 활성화를 이루기 위해서는 핵심 중심점 중 하나인 소프트웨 어 분야에 대한 지역적 차원의 육성책이 무엇보다 중요하다는 시사점을 도출할 수 있다.

## V. 결론 및 시사점

경계를 넘어선 융합혁명을 표방하는 4차 산업혁명의 시대에는 결국 산업간 연계와 융합만이 국 가와 지역의 지속적인 성장을 유도하는 핵심동력으로 작동할 것이다. 이에 따라 기존 산업의 구조 고도화가 화두로 떠오르고 있다. 본 연구의 분석대상지역인 경상남도는 광역지자체 중 국가산업 단지가 가장 많이 입지하고 있는 지역으로 세계경기 불황과 시설 노후화 등으로 그 활력을 잃어가 고 있는 창원국가산업단지를 중심으로 ICT 융합 및 첨단산업 집적지를 조성하고 혁신역량을 위한 연구시설을 건립하는 등의 창원국가산단 구조고도화사업을 추진 중이다. 이러한 연구배경 하에 본 연구는 경상남도의 제조업과 정보통신/과학기술 서비스업에 대한 네트워크 자료를 구축하고 네트워크 중심성 분석을 시행하여 해당 산업네트워크가 가진 구조와 특징에 대해 파악한 결과를 바탕으로 경상남도 제조업의 구조 고도화에 필요한 중심산업과 산업들간 핵심연계관계를 제시하 여 경상남도 제조업의 구조 고도화의 성공을 위한 시사점 도출을 연구목적으로 하였다.

분석결과 본 연구가 구축한 산업 네트워크 내에서 전후방연쇄효과가 높고 국지적 및 총체적 차 원에서 핵심적인 위치에 있으면서 총체적 통제력까지 동시에 높아 해당 산업 네트워크의 중심점 을 담당하는 산업은 금속 제품, 일반목적용 기계, 특수목적용 기계 제조업인 것으로 나타났다. 하 지만 정보통신/과학기술 서비스업은 주로 네트워크의 주변부에 위치하는 것으로 나타나 두 산업 군 간 전반적인 연계성은 낮은 것으로 확인되었다. 그러나 경남과 부산의 과학기술관련 전문서비 스업과 경남의 연구개발업은 다른 정보통신/과학기술 서비스업을 나타내는 결점들에 비해 상대 적으로 주변부보다는 네트워크의 중심에 좀 더 가깝게 위치하며 주로 경상남도의 기반(특화)산업 과 직접연계관계를 가짐에 따라 경상남도의 제조업과 도내 과학기술/연구개발업간 연계성은 그 리 낮지 않은 것으로 사료된다. 따라서 경상남도의 기존 제조업의 구도 고도화와 4차 산업 육성과 정에서 도내 과학기술 분야의 대학, 연구소, 과학단체들의 역할이 중요하다는 것을 확인할 수 있

<sup>6) 2015~2017</sup>년 사이에 선정된 소프트웨어 중심대학은 가천대, 경북대, 고려대, 서강대, 성균관대, 세종대, 아주대, 충남대, 국민대, 동국대, 부산대, 서울여대, 한국과기원, 한양대 등 14개 대학이다.

었다. 그러나 본 연구에서 구축한 네트워크에서 서울의 소프트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업은 경상남도의 기반(특화)산업으로 구성된 네트워크의 중심에 비해 상대적으로 주변부에 위치함에도 매개중심성이 높으면서 경상남도의 컴퓨터 및 주변기기 제조업과 직접으로 강한 전후방연쇄효과를 가지며, 이를 바탕으로 경상남도의 기반(특화)산업에 간접적인 영향을 미치고 있는 것으로 확인되었다. ICT 서비스/소프트웨어 분야의 서울/경기 편중 현상을 감안한다면, 본 연구에서 구축한 경상남도의 산업네트워크에서 소프트웨어개발 및 컴퓨터관리서비스업이 가지는 중요도는 결코 낮지 않다고 사료된다.

본 연구는 네트워크 분석 결과를 바탕으로 경상남도의 4차 산업육성과 관련하여 소프트웨어 분 야에 대한 육성 및 지원정책의 중요성을 강조하고자 한다. 현재 경상남도의 4차 산업 육성 계획은 주로 3D 프린팅, 첨단센서, 로봇, 소재부품분야와 창원국가산단을 중심으로 한 기존(특화)산업의 구조 고도화에 중점을 두고 있음에 따라 경상남도에 소재한 대학들의 특화분야도 이들 분야에 집 중되어 있다. 지난 2007년 경상남도와 창원시의 지원으로 마산대학교에 로봇메커트로닉스과가 개 설되었고, 경남과학기술대학교는 3D 프린팅 경남센터를 설립하여 경남 지역 특화산업인 항공산 업분야에 대한 3D 프린팅 기술을 적극 지원하고 드론 및 스마트팩토리 기술 분야에 대한 학습도 중점적으로 다루고 있으며, 창원대학교는 '지역중심국립대학 산학협력벨터'를 통해 스마트팩토리 분야 전문기술인력 양성을 위한 노력을 기울이고 있다. 하지만 미래창조과학부의 소프트웨어 중 심대학으로 선정된 대학 중 경상남도에 소재한 대학은 없는 상황이다. 그리고 지난 2013년에 수립 된 경상남도의 과학기술진흥 로드맵에 따라 최근 심의·의결된 2018년도 경상남도 과학기술진흥 시행계획의 4대 중점추진과제는 과학기술역량강화를 위한 연구개발(R&D)의 체계적 관리와 이를 통해 지역전략산업과의 연계를 강화하는 것에 초점이 맞춰져 있다. 그리고 9대 신전략산업 중 후 방산업인 ICT산업의 선도과제도 주로 IoT 스마트 부품과 첨단센서와 같은 ICT제조에 중점을 두고 있다. 즉, 현재 경상남도의 대학교와 과학기술 지원정책에는 4차 산업혁명의 핵심인 ICT 소프트웨 어 분야의 인재 육성이나 해당 분야에 대한 구체적 지원·육성정책이 미흡한 실정이다.7)

앞서 본문에서도 언급하였듯이 현재 우리나라는 지속적인 미래경쟁력을 갖추기 위한 방안으로서 ICT제조업 중심 구조에서 탈피하여 ICT 서비스/소프트웨어 분야에 대한 연구개발 및 지원을확대하고 있다. 하지만 지금과 같은 ICT 서비스/소프트웨어 업종의 수도권 편중화현상이 지속된다면 지역경제의 활성화와 지속가능한 성장을 위한 4차 산업 육성뿐만 아니라 지역균형발전의 차원에서도 바람직하지 못한 결과를 초래할 것이다. 차재권·류태권(2014)은 지역경제발전에 있어서거시적인 차원에서 지역의 질적 성장을 위해 장소 기반 접근(place-based approach)에 따른 지역내적 성장요인의 역할을 강조하였다. 따라서 경상남도에 소프트웨어 분야의 인재 육성에 특화된전문교육기관을 설립하여 경상남도를 비롯한 동남권 지역 내 기존 제조업체의 구조 고도화의 핵

<sup>7)</sup> 권경환·최연태(2014)의 연구에서는 동남권 지역 중 경상남도에서만 대학교원수와 지역내총생산(GRDP) 과 산업생산액 간의 유의미한 음의 상관관계가 나타나 경상남도 산업단지의 성과나 지역성장에 있어 대학교원수가 부정적인 역할을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 결국 경상남도의 경우 다른 동남권 지역에 비해 상대적으로 지역의 기반(특화)산업과 대학 간의 산학연계가 제대로 이루어지지 않고 있다는 것을 반영하는 결과라고 사료된다.

심인 스마트팩토리나 로봇, IoT 등의 기술인 소프트웨어 전문가를 육성하여 지역 내생적 원천을 바탕으로 4차 산업 육성을 위한 경쟁력을 갖추는 것이 지역균형발전 차원에서도 바람직하다고 판 단된다. 그리고 이와 함께 수도권의 소프트웨어 및 컴퓨터관리서비스 업체의 경상남도로의 이전 을 유도하는 정책도 함께 시행되어야 할 것이다.

지난 2008년 세계 금융위기 이후 우리 제품의 주요수출국인 선진국의 저성장 기조의 지속과 중 국발 공급쇼크에 이어 2016년 조선·해운업과 철강·금속산업의 구조조정 여파로 인해 경상남도의 지역산업과 경제는 침체에 빠져있는 상황이며, 특히 조선해양플랜트 분야의 비중이 높은 창원과 거제의 경우 다른 경남지역에 비해 인구유출까지 심각한 상황이다. 문동진·홍준현(2015)에 따르 면 인구유출과 기반(특화)산업의 쇠퇴는 결국 산업간 네트워크 구축을 통한 지식과 노하우의 개발 의 지체를 초래하게 되고 지역경제를 악화시키는 주요 요인으로 작용한다.

경상남도는 4차 산업과 같은 첨단산업이나 관광산업의 육성을 통해 이러한 침체에서 벗어나기 위해 노력하고 있지만 당장 첨단산업을 육성하기에는 지역 내에 관련 산업의 인재나 노동력 풀이 부족한 실정이라 이를 해소하기 위해서는 중장기적 기간이 요구된다. 현재 경상남도는 창원시에 '정보통신기술타운(G-ICT타운)'을 조성하여 SW융합클러스터 유치를 준비 중이다. 지금과 같이 ICT산업의 수도권 편중화가 심각한 상황에서는 수도권에 소재한 관련 기업들을 경상남도로 유치 하는 것이 경상남도의 정보통신 및 과학기술관련 서비스업의 발전을 위한 현실적인 대안이겠으나 박경현·윤영모(2014)의 연구에 따르면, ICT 종사업체의 경우 그들만의 암묵지를 공유를 통해 집 적경제 이익을 누리기 위해 집적지를 형성하는 성향이 강하며 고급인력의 안정적 수급과 관리가 가능한 지역에 입지하는 것을 선호한다. 또한 ICT 분야 종사자들은 깨끗한 도시 환경, 젊고 역동 적인 분위기, 서울 강남과의 접근성을 선호하기 때문에 이주업체에게 매력적인 인센티브를 제공 하지 않는 한 큰 실효성을 발휘하지 못할 것이다.

창원상공회의소의 '2017년 3/4분기 경남지역 전략산업 고용지표조사 결과보고서'에 따르면 지 역전략산업에 종사하는 업체들의 애로요인으로 직무능력을 갖춘 인력의 부족(40.5%)이 가장 높았 고, 필요로 하는 지원정책에서는 필요인력 지원&인력매칭(52.6%)이 가장 높게 나타나는 것을 보 아도 경상남도에는 첨단산업 관련한 전문 인력이 여전히 부족하며 이에 대한 수요가 높은 것을 알 수 있다. 4차 산업혁명을 통한 지역경제 활성화라는 측면에서 장소 기반 접근에 따라 지역의 지속 가능한 발전을 위해서는 내생적 역량의 원천이 되는 지역인재 유출을 방지하고 육성하는 것이 가 장 중요하다. 결국 경상남도가 적극적으로 ICT 소프트웨어 분야에 대한 지역인재를 육성하는 것 이 모든 것의 해답이라고 사료된다. 구체적으로는 지역소재 대학들이 과학기술정보통신부의 소프 트웨어 중심대학에 선정될 수 있도록 지원하고 지역의 젊은 인재들이 유출되는 것을 방지하기 위 해 현재 추진 중인 '정보통신기술타운(G-ICT타운)' 내에 소프트웨어 인재육성을 위한 별도의 공공 교육기관을 설립하여 지역 인재 육성과 동시에 이들이 지역을 기반으로 스타트업을 할 수 있는 환 경을 함께 조성하여야 할 것이다.

## 참고문헌

- 공영일 .(2016). 제4차 산업혁명과 소프트웨어(SW), 경제사회발전노사정위원회 발표자료(2016.12.22.).
- 권경환·최연태. (2014). 기초지자체 산업단지 지원정책이 산업단지 성과 및 지역경제에 미치는 영향분석. 「지방정부연구」, 18(3): 551-583.
- 김승원·황광명. (2014). 서비스업 발전을 통한 내외수 균형성장: 기대효과 및 리스크. 「BOK 경제연구」, 2014-04. 한국은행.
- 김용학. (2011). 「사회 연결망 분석(제3판)」. 서울: 박영사.
- 김현정. (2006). 서비스산업 비중증가의 원인 및 경제성장에 미치는 영향. 「경제분석」, 12(4): 35-76.
- 문동진·홍준현. (2015). 도시 규모와 입지에 따른 지역경제성장에 대한 산업다양성의 영향력 차이에 관한 연구. 「지방정부연구」,19(3): 125-152.
- 박경현·윤영모. (2014). 소프트웨어 산업 집적지의 장소만족도 제고 방안. 국토연 2014-55. 국토연구워.
- 박문수·이동희. (2017). 4차 산업혁명 시대 주요국 제조업과 서비스업 연계성 현황과 시사점. KIET ISSUE PAPER 2017-424. 산업연구워.
- 박문수·이동희·최지아. (2017). 대구경북지역의 제조업과 서비스업간 연계성 분석: 지역 산업네 트워크 구조를 중심으로. 「한국지역개발학회지」, 29(1): 99-120.
- 손동원. (2005). 「사회 네트워크 분석」. 서울: 경문사.
- 오세홍·손석호. (2017). 4차 산업혁명 시대 지역정책의 추월·스마트화 전략. KISTEP InI(Inside and Insight), 21. 한국과학기술기획평가원.
- 이건우. (2011). 한국산업의 연관구조 변화 분석 서비스화와 산업간 연관관계에 미친 영향을 중심으로. KIET ISSUE PAPER 2011-266. 산업연구원.
- 정혁. (2017). 4차 산업혁명 시대를 맞이하는 ICT 산업의 도전과제: 중장기적 관점. KISDI Premium Report 17-18. 정보통신정책연구원.
- 조상섭·박종찬. (2014). 한국경제의 네트워크구조변화에 관한 연구. (사)한국산업경제학회 춘계국 제학술발표대회(2014.5.31.) 논문집: 293-308.
- 조상섭·박종찬. (2015). 중간재투입과 산업네트워크구조변화. 「산업경제연구」, 28(3): 985-1001.
- 차재권·류태건. (2014). 지역경제발전을 향한 새로운 접근방법의 모색: 성장 동력에 관한 논쟁을 중심으로. 「지방정부연구」、18(2): 157-180.
- 창원상공회의소. (2017). 2017년 3/4분기 경남지역 전략산업 고용지표조사 결과보고서(요약서). 창원상공회의소 경남특화산업인력지원센터.
- 최영출. (2009). 지역전략산업의 네트워크 구조분석: IT 산업지원네트워크 구조분석. 「정책분석평가학회보」, 19(2): 277-304.
- 최해옥. (2012). 빅데이터를 활용한 수도권 지식집약산업 네트워크의 기관들간 연계 구조 및 공간 적 특성 분석. 「도시행정학보」, 25(3): 111-128.
- 통계청 국가통계포털 http://kosis.kr/
- 한국은행. (2014). 「산업연관분석해설」. 서울: 한국은행.

한국은행경제통계시스템 http://ecos.bok.or.kr/

한국정보통신진흥협회 방송통신산업통계 http://m.kait.or.kr/stat/

허명회. (2010). 「R을 활용한 사회네트워크분석 입문」. 경기: 자유아카데미.

Augustinovics, Maria. (1970). Methods of International and Intertemporal Comparison of Structure, in Anne P. Catrer and Andrew Bródy(eds.). Contributions to Input-Output Analysis, Vol. 1 of Proceedings of the Fourth International Conference on Input-Output Techniques, Geneva, 8-12 January 1968. 249-269. United Nations: Honor of Wassily Leontief.

Cook. P. (2001). Regional Innovation System, Clusters, and the Knowledge Economy. Industrial Corporate Change, 10(4): 945-974.

Dietzenbacher, E., Luna, I. R., and Bosma, N. S. (2005). Using Average Propagation Lengths to Identify Production Chains in the Andalusian Economy. Estudios de Economia Aplicada, 23(2): 405-422.

Ghosh, Ambica. (1958). Input-Output Approach to an Allocation System. *Economica*, 25: 58-64.

Kartke. S. (2002). Network Analysis of Production Clusters: The Postdam/Babelsberg Film Industry as an Example. European Planning Studies, 10(1): 27-54.

OECD.(2017). OECD Digital Economy Outlook 2017. Paris: OECD publishing.

Wölfl, A. (2003). Productivity Growth in Service Industries - An Assessment of Recent Patterns and the Role of Measurement . STI Working Paper 2003-07. Paris: OECD publishing.

정호진(鄭好眞): 부산대학교 경제학과에서 경제학박사학위를 취득하고 동대학교에서 시간강사로 경제수학, 경제통계학, 지역경제론 등을 강의하였다. 현재 창원시정연구원 경제산업연구실 창원경제연구센터 연구위 원으로 재직 중이다. 주요관심분야는 지역경제, 산업경제(산업생태계), 경제분석기법 등이다. 주요논문으로 는 "한국 동남권 주력·선도산업의 경쟁력 분석(2018)", "선박수리업의 전문인력 확보를 위한 도제식 교육 적 용에 대한 제의- 중소조선연구원의 교육 프로그램을 중심으로(2017)", "해외수출을 위한 주요 요인들과 중소 기업의 해외수출 가능성에 관한 연구(2017)"등이 있으며, 주요저술은 「논문과 연구방법에 대한 이해」이다 (hjjung@chari.re.kr).

임용석(林容奭): 부산대학교 인지과학협동과정에서 이학박사학위를 취득하고 현재는 부산대학교 무역학부 BK21PLUS 사업팀의 연구교수로 재직 중이다. 주요관심분야는 중소기업, 선박수리업, 소비자행동과 인지과 학이다. 주요논문에는 "제품 구매 의도 강화를 위한 브랜드 인지도와 브랜드 태도(2017)", "심층면접을 통한 부산지역 내 선박수리업의 저성장 요인 분석(2017)", "로지스틱 회귀분석을 통한 부산 지역 중소기업의 해외 수출교육과 해외수출가능성에 관한 연구(2016)" 등이 있으며, 주요저술로는 「소비자 행동론 이론과 학문적 응용 I : 소비자 기본 행동론」, 「소비자 행동론 이론과 학문적 응용II: 소비자 응용 행동론」, 「논문과 연구방 법에 대한 이해」등이 있다(kongsam@pusan.ac.kr).

#### Abstract

A Study on the Industrial Linkages between Manufacturing and ICT/Science Technologies Service Sectors in Gyeongsangnam-do Province: Focusing on the Industrial Network Structure

> Jung, Ho-Jin Lim, Yong-Suk

The purpose of this study is to examine the core industries which are the key to the structural improvement of the manufacturing industry in Gyeongsangnam-do Province and suggest the major linkages between industries. For this purpose, this study has constructed the network data and analyzed the network centrality using the regional Input-Output table in 2013. Research shows that the center of the industrial network is the metal industry and the machinery industry. Among the service industries related to ICT and science technology, the main backward industries of manufacturing industry in Gyeongnam have identified as scientific technical service industry and R&D business. However, in the case of ICT software, the core of the  $4^{\text{th}}$  industrial revolution, the software development industry in Seoul has been the main backward industry of core manufacturing industries in Gyeongnam. Therefore, in order for Gyeongnam to succeed in the 4th industrial revolution based on an endogenous sources of the region, the government of Gyeongnam should implement polices to foster the software industry on the regional basis.

Key Words: Industrial Network, Social Network Analysis, Local Industries, Regional Input-Output Table, 4th Industrial Revolution