

# 특허 출원인 간 상호협력이 기술혁신에 미치는 영향

주성환  
서울디지털재단 사업팀 책임

## The effect of mutual cooperation between the Patent applicants on the Technological Innovation in ICT

Seong-Hwan Ju  
Seoul Digital Foundation

요 약 본 논문은 우리나라 정보통신 분야의 특허출원인 간 네트워크 특성이 기술혁신에 미치는 영향을 알아보기 위해 연구하였다. 이를 위해 특허 데이터를 토대로 정부·공공기관, 대학교, 대기업, 중소기업 등 각 혁신 주체의 네트워크 특성 요인과 특허피이용 횟수 간 관계를 소셜네트워크분석법(Social Network Analysis)과 부정적 이항분포 모델(Negative Binomial Regression)을 사용하여 분석하였다. 분석 결과, 우리나라 정보통신분야 혁신 네트워크는 밀도 0.009의 좁은세상 네트워크 유형을 보이고 있다. 또한, 연결중심성, 근접중심성은 특허피이용수로 대표되는 혁신 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났는데에 반해, 구조적공백 지수 중 효율성은 유의미한 영향을 미치지 못했고, 제약성은 유의미한 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이것은 본 네트워크의 혁신 주체 간 연결이 매우 가까워 정보·지식의 확산이 빠르다는 것이고, 이에 반해 정보·지식의 원천이 한정되어 있어 다양하고 창의적인 혁신에는 한계가 있다는 것을 의미한다. 이에 이 결과를 토대로 각 혁신 주체의 효율성 및 다양성을 개선하기 위한 정책을 수립해야 한다.

주제어 : 혁신 네트워크, 특허, 정보통신, 소셜네트워크분석, 부정적 이항분포 모델

**Abstract** In this paper, I study to determine the effect on patent applicants across the network characteristics of innovation in the ICT sector in Korea. For that, I use the Social Network Analysis(SNA) and the Negative Binomial Regression(NBR). The results about the innovation network in Korea ICT is very dense type. And the degree centrality and the closeness centrality had such a positive effect on innovation performance. Also, the efficiency had not reached a significant effect and the constraint was found to have a negative effect on innovation performance. In the future, based on these results, we need to plan a proper policy of the Korea Technology Innovation Policy.

**Key Words** : Innovation Network, Patent, ICT, Social Network Analysis, Negative Binomial Regression

### 1. 서론

최근, 여러 해외 언론과 기관들은 우리나라의 기술혁

신경쟁력에 대해 부정적인 시선을 보내고 있다. 대표적으로 OECD는 한국의 창조경제 정책이 활성화되기 위해서는 국가 과학기술혁신시스템의 대폭적 보완 및 업그레

Received 2 September 2016, Revised 1 October 2016  
Accepted 20 October 2016, Published 28 October 2016  
Corresponding Author: Seong-Hwan Ju  
(Seoul Digital Foundation)  
Email: jeongmal@naver.com

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

이드가 필요하다고 하면서, 제조업 수출 위주의 경제 구조에서 벗어나야 하며 산학연 협력, 국내외 과학·혁신 네트워크 연계를 촘촘하게 해야 한다고 조언한 바 있다[1]. 이러한 부정적인 시각은 우리나라의 잠재 경쟁성장률과 혁신 경쟁력 수치를 통해 증명되고 있다. 현대경제연구원이 발표한 잠재 경제성장률에 따르면 2011년 3.2%에서 2030년 2.0%로 하락할 것으로 전망되어지고 있는데[2], 우리나라의 여러 연구기관들의 전망은 수치의 차이만 있을 뿐 거의 유사하다. 혁신 경쟁력 또한 2007년 8위에서 2015년 19위까지 하락하였다는 결과가 발표되기도 하였고, 우리나라 연구개발 과제의 성과물인 특허도 72%가 이른 바 장롱특허이고, 사업화율은 20%대에 불과해 다른 선진국에 비해 매우 낮은 편이다[3]. 이렇듯, 전반적인 미래 경제성장 동력에 대한 수치들이 점점 나빠지고 있어 이를 주관하는 정부의 기술혁신 정책에 대한 재점검이 필요한 것으로 보인다.

이러한 기술혁신 부진의 원인은 여러 가지가 있겠지만 혁신주체 간 기술협력 및 네트워크의 부재가 주요한 원인이라고 할 수 있다. 2015년에 과학기술정책연구원(STEPI)에서 실시한 과학기술 전문가 50인 대상 설문조사에 따르면, 우리나라 과학기술혁신시스템의 가장 큰 문제는 '기업, 정부연구소, 대학 등 행위자들 사이에 협력 및 네트워크 취약이다'라고 지적하고 있다[4]. 2015년 과학기술혁신역량 평가에서도 우리나라는 OECD 30개국 중, 산학연 협력은 전체 2위를 기록한 반면, 기업간 협력은 22위, 글로벌 협력은 27위 등 하위권에 머무르고 있는 실정이다[5]. 이것은 기술 지식이 점점 더 고도화되고 복잡해져 독자적인 혁신 활동만으로는 성과 창출이 쉽지 않은 반면, 다른 혁신주체와의 관계 형성을 통해서만 혁신 성과 창출이 가능하다는 것을 보여주는 것이고[6], 우리나라의 기술혁신 정책은 이러한 흐름을 쫓아가지 못하고 있는 것이다. 이에 혁신 성과 창출을 위해서는 혁신 주체들이 혁신 활동을 수행하는 방식, 상호작용하는 방식 등 기술혁신이 이루어지는 조직과 제도의 구조적 특성에 대한 연구가 필요하다[6].

본 연구는 이러한 경제 전반적인 위기의식과 혁신 주체간 적극적 상호 협력의 필요성을 기반으로 우리나라에 적합한 혁신 네트워크의 구조가 무엇인지, 즉, 대학-정부-기업 등 혁신주체가 네트워크 내에서 어떤 역할을 해야만 하는지에 대해서 논의하고자 한다. 이를 위해, 연구개발

활동의 대표적인 성과물이라고 할 수 있는 특허 데이터를 토대로 성과 창출을 가능케 하는 특허 출원인 간 관계는 어떻게 형성되는 지를 살펴보고자 한다. 이를 위해 특허 공동 출원인 간의 관계를 소셜네트워크분석법(Social Network Analysis)를 통해 분석하였고, 이 네트워크 특성이 특허 피인용 횟수에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 다른 연구에서 정부 연구개발 과제의 참여기관 간 관계로 상호협력의 특성을 확인하기도 하였지만 [7], 본 연구는 특허 데이터를 통해 분석함으로써 정부지원 기술혁신 활동 뿐만 아니라 민간의 기술혁신 활동까지 모두 포함한다는 의미가 있다. 이를 통해 우리나라에 적합한 네트워크 구조가 무엇인지, 우리 정부가 추진해야 할 기술혁신 정책의 재구성 방향은 무엇인지에 대해 시사점을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 업종별 특수성으로 인해 모든 업종을 하나의 네트워크 특성으로 일반화하는 것은 논리적 비약을 초래할 수 있다는 점을 감안하여 본 연구는 지식재산에 대한 인식 및 연구개발 비중이 높은 정보통신 업종으로 한정하여 연구를 진행하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 네트워크 분석

Ozman(2009)은 네트워크 관련 연구를 크게 세가지 연구로 분류하고 있다[8]. 첫째, 네트워크 형성에 관한 연구로 네트워크 형성 참여 동기, 파트너 선택 방법에 대한 것이 주를 이룬다[9]. 둘째, 네트워크 구조에 관한 연구로 주로 네트워크 구조가 시간이 지남에 따라 어떻게 변화하는 지를 밀도, 연결정도, 경로거리 등 전체 네트워크 구조에 관한 지표로 분석한다[9]. 셋째, 네트워크 성과에 관한 연구로 네트워크 특성과 성과 간의 관계를 실증 분석하는 데, 네트워크 특성은 네트워크를 구성하고 있는 각 혁신 주체들의 중심성, 효율성, 제약성 등 개별 지표를 토대로 분석한다[9].

위 세가지 연구 중, 네트워크 성과 관련 연구에서 주로 사용하는 지표는 중심성 지표로 혁신 주체가 전체 네트워크 내에서 어떤 중심적인 역할을 하고 있는 지를 밝히는 지표이다. 주요 세부 지표로는 네트워크 내에서 중심적 역할을 하고 있는 지를 밝히는 연결중심성, 근접중심

성, 매개중심성이 있다. 연결중심성은 연결정도를 기반으로 한 중심성으로 연결관계가 많은 주체가 높은 연결중심성을 갖게 되며, 높은 연결중심성을 갖는 주체는 주체들 간의 지식, 정보의 거래를 증대할 수 있고, 이로부터 이익을 취할 수 있다[10]. 근접중심성은 연결중심성과는 달리 네트워크 내의 간접적 연결까지 고려하여 전체 네트워크에서 한 주체와 다른 모든 주체들 간의 거리를 강조한다. ‘근접’이란 한 주체가 다른 주체들과 직접적 또는 소수의 중개주체를 통해 얼마나 빨리 소통할 수 있는지를 나타내는데, 근접중심성은 네트워크 내에서 한 주체가 다른 주체와 얼마나 가까이 있는지를 측정하는 것이다. 높은 근접중심성을 갖는 주체는 정보를 신속하게 접할 수 있게 되고, 높은 정확도의 정보를 얻게 된다[10]. 매개중심성은 직접 연결되어 있지 않은 주체들 간의 관계를 통제 또는 증대하는 정도를 나타낸다. 한 주체가 네트워크 내 어디에 있는지가 중심성을 결정하는 중요한 요소이며, 주체가 네트워크 내 주체쌍 간의 최단 경로상에 위치하는 횟수를 측정하여 계산된다[10]. 다만, 매개중심성은 업종 간 관계자료 등 추가적인 자료가 필요할 것으로 사료되어 본 연구의 측정에서 제외하였다.

또 다른 지표로 네트워크 내에서 연결이 형성되지 않아 생기는 공백에 대한 분석인 구조적 공백 지수가 있다. 구조적 공백 지수는 효율성과 제약성으로 측정할 수 있다. 효율성은 혁신 주체의 연결관계에 있어서 비중복 비율을 나타내는데, 중복성이 높고, 효율성이 낮다면 구조적 공백이 사라지게 되어 효율성이 낮아진다. 제약성은 이웃해 있는 혁신 주체들이 자신을 제약하는 정도를 나타내는데, 한 주체가 다른 주체들과 연결되어 있을 때, 다른 주체들도 서로 연결이 잘 되어 있다면 그 주체는 구조적 공백을 이용하여 얻게 될 효율을 잃게 되고 네트워크에서의 장악력은 낮아지게 된다[11].

## 2.2 특허정보와 기술혁신

미국이나 유럽의 경우, 기술혁신 활동의 성과를 측정하는 지표로 특허 자료를 많이 사용하고 있으며, 과학기술 지식의 발생을 형상화할 수 있다는 점에서 정책 자료 등에서 특허 지표를 중요시 여기고 있다[12]. 다만, 각 특허들이 갖고 있는 기술적, 경제적 중요성이 다르기 때문에 단순한 특허 출원건수와 기업의 성과와의 관계는 유의하지 않을 수 밖에 없다[13]. 또한, 성과를 과시하기 위

해 특허 수 부풀리기, 불필요한 특허출원 남발 등도 우려되고 있는 상황이다. 이에, 특허의 질을 평가하기 위한 여러 지표가 제안되었는데, 일반적으로 알려진 지표로는 피인용 수, 패밀리 수, 청구항 수 등이 있다[14].

특허 피인용 수는 특정 특허가 이후에 출원된 특허에 인용되는 횟수를 기술의 가치나 중요성을 표현하는 지표이다[15]. 해당 특허를 다른 특허들이 많이 인용하고 있다는 것은 그만큼 해당 기술 분야에서 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다는 것을 의미하기 때문에 경제적인 가치창출의 가능성이 높다고 이야기할 수 있고, 나아가 특허의 품질을 대변할 수 있는 지표로서 활용할 수 있다[16]. 특허 패밀리 규모는 직접적으로 해당 특허의 지역적인 보호범위를 나타내며, 간접적으로는 해당 특허가 가지는 기술적 중요성과 혁신성과로서의 가치에 대한 정보를 제공한다[16].

## 2.3 혁신주체와 삼중나선 구조(Triple Helix)

Lundvall(1992)은 협의의 국가혁신시스템에 대해 기업의 연구개발부서, 기술연구소, 대학교 등 혁신 주체간의 기술혁신을 위한 탐색·탐구 활동이라고 정의한 바 있다[17]. 다음에 설명할 삼중나선 구조 모델은 국가혁신시스템의 관점에서 정부·공공기관, 대학교, 기업 간의 유기적 협력 관계를 설명함으로써 국가혁신시스템의 역동성과 네트워크의 발전단계, 이를 통한 지식의 확산을 분석하고자 하는 이론적 분석틀이다.

Leydesdorff 등(2000)은 삼중나선 구조 모델을 국가주의적 모델, 자유방임형 모델, 상호작용적 모델의 세가지로 분류하여 설명하고 있다[18]. 국가주의적 모델은 정부가 강한 영향력을 발휘하여 대학, 기업을 통제하는 방식으로 인위적·수동적으로 협력하는 특징을 갖는다[18]. 자유방임형 모델은 각각의 혁신 주체가 느슨한 연결관계를 갖으면서 각자의 영역에서 독자적으로 활동하는 자율성을 특징으로 하는 미국형 모델이라고 할 수 있다[18]. 상호작용적 모델은 정부, 대학, 기업이 수평적 관계를 유지하면서 서로의 영역을 공유·협력하는 특징을 갖는다. 정부는 혁신을 주도하기 보다 협력을 촉진하기 위해 노력하며, 중간조직이 중재·촉진의 역할을 하기도 한다[18].

Leydesdorff 등(2000)은 공동 연구를 비롯한 지식 생산과정의 '독립적, 경쟁적, 상호적 정보 교류' 정도를 측정할 수 있는 역동적 삼중나선 구조 모델을 제시하였다

[18]. 삼중나선 구조 모델은 시간이 지나면서 정부·공공 기관, 대학교, 기업의 세 혁신 주체가 반복적으로 새로운 연결관계를 형성하면서 변화하는 동적인 특징을 갖게 된다는 것이다[18]. 따라서, 이러한 동적인 특징을 기술혁신 정책에 반영하기 위해 현재의 정부·공공기관, 대학교, 기업 간 상호협력 양상 및 네트워크 특성을 면밀히 살펴 적절하게 방향을 제시해야 할 필요가 있다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 데이터

본 연구는 정부·공공기관, 대학교, 기업 등 혁신 주체 간의 연결 관계 양상을 알아보고, 그 관계적 양상이 혁신의 성과라고 할 수 있는 특허 피인용수에 미치는 영향을 분석함으로써 우리나라에 적합한 혁신 네트워크 구조를 알아보고자 수행하였다. 이를 위해 2009년부터 2012년까지 국내 정보통신 분야에서 등록된 특허 데이터 중, 2개 기관 이상이 공동 출원한 특허 데이터를 추려서 조사하였다. 2009년부터 2012년까지의 데이터로 한정된 것은 통상적인 기업간 거래 관계가 평균 3.26년이라는 연구 결과에 따른 것이다[19]. 또한, 급속히 발전하는 분야의 경우, 등록된 특허가 다른 특허에 피인용되는 기간이 통상적으로 4년 정도라는 기술 순환 주기(Technology Cycle Time) 조사 결과를 준용하여[12] 2012년까지의 등록 특허로 한정하였다. 업종은 정보통신업 중에서 영상, 음향, 방송 등의 분야를 제외하고 통상적으로 ICT산업이라고 불리는 세부 업종을 선정하였는데, 서비스업은 ‘컴퓨터 프로그래밍, 정보서비스업’과 제조업은 ‘전자부품제조업’, ‘컴퓨터 및 주변장치제조업’을 대상으로 하였다. 모든 연구는 업종별 차이점을 반영하기 위해 서비스업과 제조업으로 나누어 실시하였다. 데이터의 출처는 특허정보 제공 기업인 웹스온(www.wipson.com)의 데이터를 사용하였는데, 이것은 웹스온이 특허청에서 제공하는 모든 데이터와 연동하고 있고, 특허청 서비스(www.kipris.or.kr)에서 제공하지 않는 특허 피인용 정보를 제공하기 때문이다. 이러한 조건으로 구축한 데이터는 서비스업의 경우, 총 24,121개 등록특허 중, 공동출원 특허 724개, 출원기관 619개를 연구 대상으로 하였고, 제조업은 11,399개 등록특허 중, 공동출원 특허 572개, 출원기관 564개를 연

구 대상으로 하였다.

#### 3.2 변수 및 연구방법

종속변수는 혁신의 성과를 측정하기 위해 특허피인용 횟수를 로그화하여 사용하였다. 독립변수는 네트워크 내에서 각 혁신 주체의 연결 비중을 측정하는 연결중심성, 근접중심성을 사용하였고, 연결 관계에서 효율성, 제약성의 구조적 공백지수를 사용하였다. 통제변수는 우선, 기관별 특수성을 반영하기 위해 정부·공공기관, 대학교, 대기업, 중소기업을 각각 더미변수로 처리하였다. 두 번째 통제변수는 특허 패밀리 수를 사용하였다. 특허 패밀리 수는 해당 특허가 보호받는 국가의 수를 의미하며, 특허의 기술적 중요성과 혁신성과 가치 정보를 제공하는 지표이긴 하지만[16] 다른 국가에서의 특허 등록이 기술의 가치와 상관없이 출원기관의 행정능력, 재무능력 재무능력 등에 의해 좌우될 수 있으므로, 통제변수로 선정하게 되었다.

연구모델은 우선 정부·공공기관, 대학교, 기업 등 혁신 주체 간 네트워크 특성을 알아보기 위해 소셜네트워크분석법(Social Network Analysis)을 사용하였다. 본 연구에서 소셜네트워크분석법을 사용한 이유는 소셜네트워크분석법이 개별 구성원에 초점을 맞춘 기존 분석법과는 달리 개별 구성원 간 관계에 초점을 맞춘 분석법으로 상호작용 패턴을 분석하고, 시사점을 도출하는 데에 좋은 분석법이기 때문이다. 분석도구로는 UCINET 6.0을 사용하였다. 또한, 분석을 위해 공동 출원기관 간 연결을 행렬로 구축하였는데, 그 행렬은 행과 열이 같은 1원 모드이고, 연결관계 유무를 1과 0으로만 구성된 비방향.이진행 행렬이다. 연결관계의 강도를 표현할 수 있는 계량형 행렬로 구성하지 않고 이진행 행렬로 구성한 것은 계량형 행렬로 구성할 경우, 규모가 큰 대기업이나 대학교 일수록 연결 횟수가 많을 것이고, 기관 규모에 따른 왜곡된 결과를 초래할 수 있기 때문이다.

두번째 연구모델로는 부정적 이항분포 모형(Negative Binomial Regression)을 사용하였다. 종속변수인 특허 피인용수가 음수가 아닌 정수 값을 가지므로[9], 이 경우 선형회귀모형은 적합하지 않을 수 있다[20]. 이에 대한 대안으로 포아송(Poisson) 회귀모형을 고려해 볼 수 있으나, 특허 피인용 데이터의 경우 종종 분산값이 크고, 분산이 평균을 초과하기도 하므로, 평균과 분산이 같아야 하는

포아송 회귀모형은 적합하지 않다[20]. 이에, 대안으로 종속변수의 표준편차가 평균값보다 큰 이상 분산의 모습을 보이는 부정적 이항분포 모델을 사용하였다. 부정적 이항분포 모델은 포아송 회귀 모형에 데이터의 이질성을 반영하는 변수를 포함시켜 포아송 회귀 모형을 일반화시키는 통계분석 방법으로서 신뢰구간이 포아송 회귀 모형에 비해 더 작게 된다[9].

### 3.3 가설 설정

여러 기존연구를 통해 혁신 주체간 중심성이 높을수록 좋은 성과를 창출한다는 결과들이 많이 있었다[21]. 이에 본 연구에서도 중심성이 높을수록 특히 피인용 횟수에 긍정적인 영향을 미친다는 가설을 설정하였다.

가설1: 혁신 주체 간 연결중심성이 높을수록 특히 피인용 횟수가 증가할 것이다.

가설2: 혁신 주체 간 근접중심성이 높을수록 특히 피인용 횟수가 증가할 것이다.

구조적 공백에 관한 이론적 배경을 토대로 효율성이 높으면 구조적 공백으로 얻을 수 있는 혜택이 많아질 것으로 예상되어 특히 피인용 횟수에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 가설을 설정하였다.

가설3: 혁신 주체 간 효율성이 높을수록 특히 피인용 횟수가 증가할 것이다.

마지막으로 이론적 배경을 토대로 제약성이 낮을수록 효율성이 높아질 것으로 예상되어 특히 피인용 횟수에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 가설을 설정하였다.

가설4: 혁신 주체 간 제약성이 낮을수록 특히 피인용 횟수가 증가할 것이다.

## 4. 네트워크 구조 분석

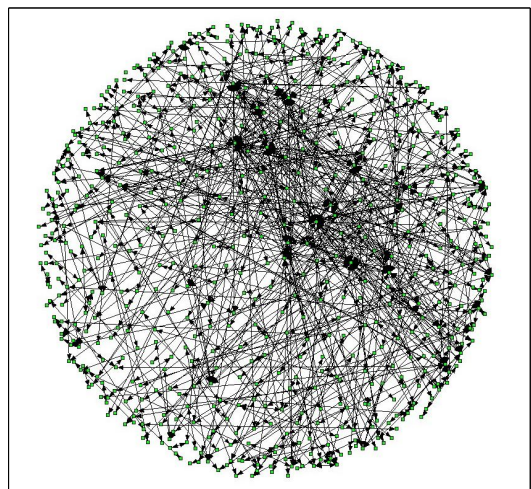
### 4.1 구조 분석

소셜네트워크분석법을 통해 <Table 1>과 같은 결과를 도출하였다. 이 측정값을 통해 네트워크의 전체적 형태 및 속성을 파악할 수 있고, 네트워크 유형을 분류할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 서비스업과 제조업을 나누어 분석하였다. 우선, 서비스업의 경우 총 가능 연결선

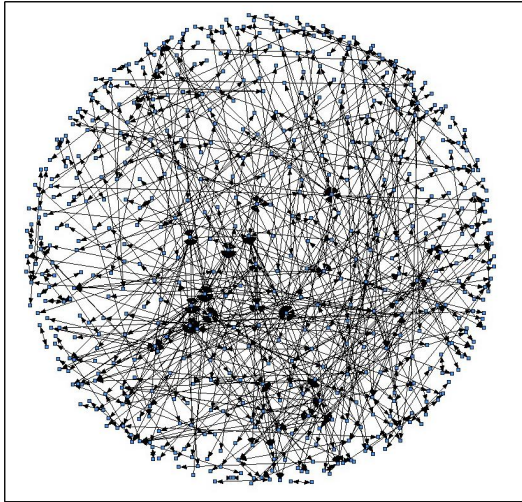
수 383,779개 중, 3,380개가 연결되어 0.009의 밀도 수치가 도출되었다. 혁신 주체 당 연결은 5.46개로 나타났고, 평균 경로거리는 3.8로 나타났다. 제조업은 총 가능 연결선수 318,658개 중, 2,804개가 연결되어 0.009의 밀도 수치가 도출되었고, 혁신 주체 당 연결은 4.972개, 평균 경로거리는 5.1개로 나타났다. 이러한 결과를 통해 정보통신업 중, 서비스업과 제조업의 네트워크 구조는 유사한 특징을 보이는 것으로 나타났다. 다만, 제조업이 서비스업보다 경로거리가 긴 것은 제조업이 서비스업에 비해 기술진보를 수용하거나 혁신활동의 확산이 더욱 폭넓고, 빠르기 때문인 것으로[22] 유추해 볼 수 있다. 이덕희(2011)의 연구에 따르면, 유럽의 공동연구 네트워크는 밀도(0.000917), 평균연결(5.285), 평균 경로거리(3.942)로 나타나 우리나라의 네트워크가 유럽의 네트워크에 비해 조밀하고 강력하게 연결된 형태의 네트워크를 갖고 있는 것으로 나타났다[7].

<Table 1> Structure Analysis

Index	Service	Manufacture	Lee(2011)
Patent(Project)	724	572	2,829
Organizations	619	564	5,763
Available Connection	383,779	318,658	16,606,324
Actual Connection	3,380	2,804	15,228
Density	0.009	0.009	0.000917
Average Link	5.460	4.972	5.285
Most Degree	4	4	4
Average Degree	3.8	5.1	3.9
Longest Degree	9	14	10



[Fig. 1] Service Sector Network



[Fig. 2] Manufacture Sector Network

## 4.2 혁신 주체별 특성 분석

### 4.2.1 연결중심성

다음은 정부·공공기관, 대학교, 기업 등 혁신주체 별로 네트워크 내에서 어떤 중심성을 갖고 있는지를 확인하였다. 이를 통해 양질의 특허 출원이 가능하도록 하는 공동 출원기관 구성에 대한 시사점을 찾을 수 있을 것으로 기대하였다. 우선, 연결중심성을 살펴 보았다. 연결중심성은 직접 연결관계가 많은 혁신 주체가 높은 연결정도 중심성을 갖게 된다.

전체적으로 서비스업과 제조업에서의 연결중심성은 큰 차이가 없었다. 가장 높은 연결중심성을 갖는 혁신 주체는 대학교로 서비스업에서 0.702, 제조업에서 0.648의 수치를 보였다.

<Table 2> Degree Centrality

	Service	Manufacture
Public	0.511	0.551
University	0.702	0.648
Big Company	0.384	0.467
S&M Company	0.201	0.235

그 다음은 정부·공공기관으로 서비스업에서 0.511, 제조업에서 0.551이었다. 그 뒤를 대기업과 중소기업이 이었다. 다소 특이한 점은 서비스업에서는 대학과 다른 기

관과의 중심성 격차가 컸던 반면, 제조업은 상대적으로 각 혁신주체별 격차가 작았다. 이것은 서비스업이 인적 자원 투입이 많은 반면, 제조업은 자본, 기계 등 물적자원 투입이 많아 상대적으로 자원투입 여지가 많은 정부·공공기관, 대기업의 비중이 높아진 것으로 유추해 볼 수 있다.

### 4.2.2 근접중심성

다음은 근접중심성을 살펴 보았다. 근접중심성은 네트워크 내에서 한 혁신 주체가 다른 혁신 주체와 얼마나 가까이 있는지를 측정하는 것이다. 연결중심성은 직접적인 연결을 고려하지만, 근접중심성은 간접적인 연결까지 포함하는 것이다. 직접적인 영향력 뿐만 아니라 간접적인 영향력을 모두 포함한 좀 더 포괄적인 개념이라고 할 수 있다[9]. 근접 중심성이 작다는 것은 경로거리가 짧아, 빠르게 다른 혁신 주체와 연결할 수 있고, 높은 정확도의 정보를 얻을 수 있다는 것이다[10].

<Table 3> Closeness Centrality

	Service	Manufacture
Public	0.192	0.246
University	0.212	0.246
Big Company	0.201	0.233
S&M Company	0.186	0.215

근접중심성은 정부·공공기관, 대학교, 대기업, 중소기업의 수치가 비슷하였다. 큰 차이는 아니지만 서비스업이 제조업에 비해 다소 작은 수치를 나타내고 있는데, 이것은 제조업의 역사가 서비스업보다 오래 되어 간접적으로 연결될 수 있는 파트너의 폭이 넓기 때문으로 추론해 볼 수 있다.

### 4.2.3 효율성

다음은 구조적 공백을 분석하기 위한 효율성을 살펴 보았다. 구조적 공백이란 네트워크 상에서 연결을 형성하지 못 하게 되어 생기게 되는 공백에 대한 분석이며, 위치적인 이점을 이용하여 영향력을 행사할 수 있다[11]. 구조적 공백 지수 중, 효율성은 혁신 주체의 연결관계에 있어서 비중복 비율을 나타내고, 만약 중복성이 높다면 구조적 공백이 사라지게 되어 혁신 주체가 얻게 되는 효율성은 낮아지게 된다[11].

<Table 5> Efficiency

	Service	Manufacture
Public	0.878	0.879
University	0.912	0.580
Big Company	0.933	1.856
S&M Company	0.920	0.950

서비스업의 경우, 각 혁신주체의 효율성이 거의 비슷했다. 제조업의 경우에는 대기업의 효율성이 다른 혁신주체에 비해 상당히 높았다. 특히, 그 중에서도 대학교의 효율성이 현저히 낮았는데, 이것은 대학교의 연결 파트너는 매우 한정되어 있는 반면, 대기업은 매우 다양한 협력 파트너와 연결되어 있다는 것이다. 이를 통해 대학교는 다양한 정보를 얻지 못할 확률이 상대적으로 높은 반면, 대기업은 다양한 정보를 얻을 확률이 높다는 것을 알 수 있다.

#### 4.2.4 제약성

다음은 구조적 공백을 분석하기 위한 제약성을 살펴 보았다. 제약성은 이웃해 있는 혁신 주체들이 자신을 제약하는 정도를 의미하는 것으로 한 혁신 주체가 다른 혁신 주체들과 연결되어 있을 때, 다른 혁신 주체들 사이도 서로 연결이 잘 되어 있다면 구조적 공백을 이용하여 얻게 될 효용이 낮아져 네트워크 내에서의 장악력 또한 낮아지게 된다[11].

<Table 6> Constraint

	Service	Manufacture
Public	0.784	0.466
University	0.644	0.293
Big Company	0.830	0.530
S&M Company	0.977	0.793

서비스업의 경우, 대체적으로 제조업에 비해 제약성이 높았다. 그 중에서도 중소기업, 대기업의 제약성이 높았는데, 이것은 네트워크 내에서 장악력이 떨어지는 결과를 초래한다. 제조업의 경우, 대학교의 제약성이 가장 낮았다. 이것은 대학교가 협력 파트너와의 연결 다양성은 떨어지지만, 네트워크 내에서 대체하기 어려운 위치를 차지하고 있어 장악력이 뛰어나다는 것을 보여준다. 이것은 앞서 설명했던 매개중심성과도 일맥상통하는 부분

인데, 정보의 독점적 확보로 이어질 수 있다는 것을 보여 준다.

#### 4.3 시사점

앞 선 논의에서 살펴 본 바와 같이, 본 연구의 네트워크 구조는 서비스업과 제조업 모두 유사한 구조를 갖고 있는 것으로 보인다. 이에, 정보통신업에서 서비스업과 제조업의 연결 양상은 비슷하다. 다만, 서비스업의 평균 연결거리가 다소 짧다는 것은 제조업에 비해 연결될 수 있는 파트너가 적다는 것을 의미하며, 이것은 제조업에 비해 서비스업의 기술진보 확산이 더딘 특성을 보여주는 것이라고 할 수 있다.

각 혁신 주체별 중심성과 구조적 공백 지수 측정에서는 대체적으로 대학교의 중심성이 높은 것으로 나타났다. 이것은 서비스업과 제조업에서 공히 모두 비슷한데, 우리나라 기술 혁신에서 대학교가 중요한 역할을 차지하고 있는 것으로 보인다. 다만, 정보가 대학교로 집중됨에 따라 정보의 불균형이 일어나고 있는 것으로 보이며, 대학교 또한 다양한 혁신 주체와 연결에는 소홀한 것으로 보인다. 이에 반해 대기업은 다양한 혁신 주체와의 연결을 통해 효율성을 추구하고 있는 것으로 나타났다.

### 5. 네트워크 특성과 혁신 성과 간 관계

#### 5.1 서비스업 분석 결과

본 장에서는 서비스업에 포함된 혁신 주체의 연결중심성, 근접중심성, 효율성, 제약성 등 네트워크 특성과 특허피인용 횟수로 나타난 혁신성과 간 관계를 분석하였다. 기관구분, 패밀리수 등 통제변수만으로 종속변수와 관계를 분석한 model1부터 독립변수인 연결중심성(model2), 근접중심성(model3), 효율성(model4), 제약성(model5)을 각각 종속변수와 분석한 모델로 구성하였다.

<Table 7>의 결과를 통한 연구 모형의 적합도는 Prob>ch2=0.0000의 결과를 통해 유의수준 1%에서 귀무가설을 기각했으므로 적합하다고 할 수 있다.

연결중심성과 근접중심성은 모두 혁신 성과에 강한 긍정적인 영향을 미치는 것(유의수준 1%)으로 나타났다. 이 결과를 토대로 서비스업에서는 가설 1, 가설 2를 지지하는 것으로 나타났다.

<Table 7> Service Sector Analysis I

Variables	model1	model2	model3
Organization	-0.098858*** (0.000)	-0.076997*** (0.002)	-0.088219*** (0.000)
Family	0.0093407*** (0.000)	0.0025149 (0.305)	0.0082232*** (0.000)
Degree		0.0226949*** (0.000)	
Closeness			2.665628*** (0.000)
constant	1.142836*** (0.000)	1.021497*** (0.000)	0.5964284*** (0.000)
Log likelihood	-947.1998	-941.4415	-938.9275
Prob>chi2	0.0000	0.0000	0.0000
Number	616	616	616

\*\*\*=significance at 0.01 level,  
 \*\*=significance at 0.05 level  
 \*=significance at 0.1 level

<Table 8>의 결과를 통한 연구 모형의 적합도는 Prob>ch2=0.0000의 결과를 통해 유의수준 1%에서 귀무가설을 기각했으므로 적합하다고 할 수 있다.

효율성은 혁신 성과에 유의한 영향을 미치지 못 하는 것으로 나타났다. 이에 반해 제약성은 혁신 성과에 대해 강한 부정적인 영향을 미치는 것(유의수준 1%)으로 나타났다. 이 결과를 토대로 서비스업에서는 가설3을 지지하지 않았고, 가설4는 지지하는 것으로 나타났다.

<Table 8> Service Sector Analysis II

Variables	model1	model4	model5
Organization	-0.0979249	-0.0979249*** (0.000)	-0.0336064 (0.203)
Family		0.0093531*** (0.000)	0.004761*** (0.003)
Efficiency		-0.0639229 (0.657)	
Constraint			-0.7177784*** (0.000)
constant		1.198462*** (0.000)	1.582103*** (0.000)
Log likelihood		-947.10224	-927.93922
Prob>chi2		0.0000	0.0000
Number		616	616

\*\*\*=significance at 0.01 level,  
 \*\*=significance at 0.05 level  
 \*=significance at 0.1 level

## 5.2 제조업 분석 결과

본 절에서는 제조업에 포함되어 있는 혁신 주체의 연

결중심성, 근접중심성, 효율성, 제약성 등 네트워크 특성과 특허피인용 횟수로 나타난 혁신성과 간 관계를 분석하였다.

<Table 9> Manufacture Sector Analysis I

Variables	model1	model2	model3
Organization	-0.116204*** (0.002)	-0.086203** (0.027)	-0.098679*** (0.009)
Family	0.0268673*** (0.000)	0.0092905 (0.189)	0.0246642*** (0.000)
Degree		0.3756142*** (0.003)	
Closeness			1.701419** (0.025)
constant	0.3568331*** (0.007)	0.1849894 (0.207)	-0.080475 (0.735)
Log likelihood	-691.70224	-687.54271	-689.21975
Prob>chi2	0.0000	0.0000	0.0000
Number	564	564	564

\*\*\*=significance at 0.01 level,  
 \*\*=significance at 0.05 level  
 \*=significance at 0.1 level

<Table 9>의 결과를 통한 연구 모형의 적합도는 Prob>ch2=0.0000의 결과를 통해 유의수준 1%에서 귀무가설을 기각했으므로 적합하다고 할 수 있다.

연결중심성은 혁신 성과에 강한 긍정적인 영향을 미치는 것(유의수준 1%)으로 나타났다. 또한, 근접중심성은 혁신 성과에 중간정도로 긍정적인 영향을 미치는 것(유의수준 5%)을 보이는 것으로 나타났다. 이 결과를 토대로 제조업에서는 가설1, 가설2 모두 지지하였다.

<Table 10> Manufacture Sector Analysis II

Variables	model1	model4	model5
Organization	-0.116204*** (0.002)	-0.1170204*** (0.002)	-0.501062 (0.206)
Family	0.0268673*** (0.000)	0.0266823*** (0.000)	0.0221907*** (0.000)
Efficiency		0.0044881 (0.681)	
Constraint			-0.493979*** (0.000)
constant	0.3568331*** (0.007)	0.3555589*** (0.007)	0.4601551*** (0.001)
Log likelihood	-691.70224	-691.62294	-677.21558
Prob>chi2	0.0000	0.0000	0.0000
Number	564	564	564

\*\*\*=significance at 0.01 level,  
 \*\*=significance at 0.05 level  
 \*=significance at 0.1 level



<Table 10>의 결과를 통한 연구 모형의 적합도는 Prob>ch2=0.0000의 결과를 통해 유의수준 1%에서 귀무가설을 기각했으므로 적합하다고 할 수 있다.

효율성은 혁신 성과에 유의한 영향을 미치지 못 하는 것으로 나타났다. 이에 반해 제약성은 혁신 성과에 대해 강한 부정적인 영향을 미치는 것(유의수준 1%)으로 나타났다. 이 결과를 토대로 제조업에서는 가설 4를 지지하지 않았고, 가설 5는 지지하는 것으로 나타났다.

### 5.3 시사점

앞 선 결과에서 살펴 본 바와 같이, 서비스업과 제조업에서 모두 연결중심성은 혁신 성과에 강한 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이것은 직접적으로 많은 파트너와 연결되어 있는 혁신 주체가 혁신 성과도 높다는 것을 보여주는 결과이다. 근접중심성도 비슷한 결과를 보였는데, 역시 직·간접적으로 연결수가 많은 혁신 주체의 성과 창출 가능성이 높다는 것이다.

구조적 공백 측정을 위한 효율성은 혁신 성과에 유의미한 영향을 보이지 못 했다. 이것은 연결의 비중복을 통한 구조적 공백의 발생이 혁신 성과 창출과 관계가 없다는 것을 보여준다. 이것은 기업들 간 네트워크를 조사한 기존 연구와 다른 결과를 보이고 있는데, 그 이유는 기업 간 네트워크가 개방형 혁신 문화를 반영하고 있는 데에 반해 정부·연구기관, 대학교가 중심적인 역할을 하는 네트워크에서는 구조적 공백을 통한 개방형 혁신 문화가 정착되지 못한 영향이 있다고 추론해 볼 수 있다. 다만, 그럼에도 불구하고, 제약성은 혁신 성과에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이것은 유사한 이웃의 간섭을 배제하고, 네트워크 안에서 독자적인 위치를 가져야만 혁신 성과 창출이 가능하다는 것을 의미하는 것으로, 다른 유형의 혁신 주체 간 연결이 혁신 성과 창출에 도움이 된다는 것으로 해석할 수 있다.

## 6. 결론

본 연구를 통해 우리나라 정보통신 분야의 혁신 네트워크의 유형을 살펴보고, 혁신에 유의한 영향을 미치는 네트워크 특성은 무엇이 있는지 분석해 보았다. 본 연구는 우리나라의 대표적인 성장동력 산업인 정보통신 분야

를 대상으로 특허피인용으로 대표되는 혁신 성과를 분석하였다는 데에 의의가 있다. 또한, 창조경제 성공을 위한 국가혁신시스템의 정책방향을 설정하는데도 시사점을 줄 수 있다고 사료된다.

본 연구를 통해 우리나라의 정보통신 분야 혁신 네트워크는 대학교와 정부·연구기관 중심의 긴밀한 협력관계로 구성되어 있고, 이것은 다른 정부지원 연구개발 과제 혁신 네트워크와 비슷한 양상을 보인다는 것을 확인했다. 즉, 여전히 우리나라의 혁신 활동은 개방형 혁신보다는 정부 하방형 폐쇄형 혁신에 가깝고, 이를 통해 성과를 창출하고 있다고 볼 수 있다. 이에 본 연구 결과를 통해 다음의 정책적 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 협력 네트워크의 촘촘함을 정책적으로 지원해야 한다. 연결중심성, 근접중심성이 높은 혁신 주체가 성과가 높다는 것은 각 혁신주체의 중심성을 높여야 하므로, 전체 네트워크 내에서 협력관계가 매우 긴밀하게 이루어져야 한다. 둘째, 서비스업에서의 성과 창출을 위해 정보 및 연결을 매개할 수 있는 중재기관이 필요하다. 다만, 정보만을 독점하여 이득을 취하는 것이 아닌 함께 연구에 참여하여 연구결과에 책임질 수 있는 중재기관이 필요할 것이다. 셋째, 대학교가 기술 혁신에서 중요한 위치를 차지하고 있지만, 그 협력 범위는 협소한 것으로 보인다. 이에, 보다 넓은 범위의 혁신 주체들과 교류할 수 있도록 정책적인 지원 장치를 마련해야 한다. 마지막으로 유사한 주체들 간의 협력 보다는 서로 다른 유형의 주체들과 협력하여 성과를 창출할 수 있도록 다양성을 확대해야 한다.

향후, 연구에서는 특허 뿐만 아니라 기술사업화 성과도 함께 다룸으로써 성과 창출의 직접적인 효과도 함께 분석할 필요가 있다. 또한, 정보통신 분야 뿐만 아니라 바이오, 나노 등 향후 우리나라의 미래 성장동력이 될 분야에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- [1] Jones, R. S, "Fostering a Creative Economy to Drive Korean Growth", OECD Economics Department Working Papers, No 1152, OECD Publishing, 2014
- [2] Chosun Biz, "HRI, Downturn of Potential Growth

- Rates in Korea”, <http://biz.chosun.com>(Aug 2, 2016)
- [3] JoongAng Daily, “ScienceTechnology Innovation Model, from linear to triple helix”, <http://news.joins.com> (September 23, 2016)
- [4] S. J. Hong, J. W. Lee, M. J. Um, S. Y. Lee, S. H. Oh, C. U. Hong, “Korean Science, Technology and Innovation (STI) System in Transition”, STEPI, 2015
- [5] Ministry of Science, ICT and Future Planning, “2015 Measurement on Competence in Science and Technology”, <http://www.kdirre.kr> (Dec 23, 2015)
- [6] E. S. Cho, “A Study on the Characteristics and Trends of Knowledge Flow between innovation actors in National Innovation systems”, Ph M, dissertation, Kangwon University., 2009
- [7] D. H. Lee, “Study on Relationship and Evolution between Network Structure and Innovation Systems : Modeling a Creative Science Technology Innovation systems”, KAIST, 2011
- [8] Ozman, M, “Inter-firm Networks and Innovtion: A Survey of Literature”, *Economic of Innovation and New Technology*, Vol. 18, No. 1, pp. 39-67, 2009
- [9] B. J. Park, S. H. Bae, S. I. Baek, “Exploring the Effects of Alliance Networks on Firm’s Innovation Performance”, *Entrue Journal of Information Technology*, Vol. 12, No. 1, pp. 117-131, 2013
- [10] S. H. Ju, “Analysis on structure of Naional Innovation System in IT”, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 14, No. 4, pp. 129-138, 2016
- [11] Burt. R. S, “Holes the Social Structure of Competition”, Harvard University Press, 1992
- [12] B. C. Choi, H. M. Baek, M. S. Kim, “Patent Citation Network Analysis as a Measure of Technical Knowledge Diffusion in Korea: Focusing on ICT”, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, Vol. 10, No. 1, pp. 143-151, 2015
- [13] Griliches. Z, “R&D, Patents and Productivity”, University of Chicago Press, 1984
- [14] Harhoff. D, Scherer. F, Vopel. K, “Citation, Family Size, opposition and the value of patent rights”, *Research Policy*, Vol. 32, No. 8, pp. 1343-1363, 2003
- [15] Trajtenberg. M, “A Penny for Your Quotes: Citation and the Value of Innovations”, *RAND Journal of Economics*, Vol. 21, No. 1, pp. 172-187, 1990
- [16] K. H. Kim, “An Assessment for Performance Quality of International R&D Cooperation with Patent Information”, Ph. D, dissertation, Hankuk University of Foreign Studies, 2012
- [17] Lundvall, B, “National Innovation System: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning”, Pinter, 1992
- [18] Leydesdorff. L, Eitzkowitiz. H, “The dynamics of innovation: from National Systems and ”Mode 2“ to a Triple Helix of university-industry-government relations”, *Research Policy*, Vol. 29, No. 2, pp. 109-123, 2000
- [19] B. C. Ha, J. H. Kim, “An Analysis on the Continuation or Termination of Supplier Network”, *Korea Development Economics Assocaition*, Vol. 22, No. 1, pp. 61-79, 2016
- [20] Schilling. M, Corey. P, “Interfirm Collaboration Networks : The Impact of Large-Scale Network Structure on Firm Innovation”, *Management Science*, Vol. 53, No. 7, pp. 1113-1126, 2007
- [21] J. H. Park, “The Analysis of Business Performance Using Patent Citation Network”, Ph. M, dissertation, Kookmin University, 2013
- [22] J. H. Lee, “A study on the Schumpeterian hypotheses in accordance with the type of innovation activities : Service industry in Korea”, Ph. D, dissertation, Hanyang University, 2015
- [23] Y. Y. Kim, M. H. Kim, “A Study on Factors Influencing on Companies’ ICT-Convergence Cluster Participation”, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 14, No. 8, pp. 151-161, 2016
- [24] G. H. Sul, S. H. Ryu, B. P. Kyung, D. L. Lee, “Study on Changes of the Regional Innovation Paradigm & the Structure of Regional Innovation System - Focused on Removal of Public Organization”, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 13, No. 11, pp. 373-381, 2015

주 성 환(Ju, Seong Hwan)



- 2004년 9월 : 경희대학교 정경대학  
경제학과(경제학사)
- 2010년 9월 : 중앙대학교 글로벌인  
적자원개발대학원 인적자원개발정  
책학과(인적자원개발학 석사)
- 2013년 9월 : 한양대학교 일반대학  
원 경영컨설팅학(경영학 박사 수료)
- 2012년 4월 : 한국이러닝산업협회

기획진흥팀장

- 2016년 5월 : 대·중소기업협력재단 거래공정화부 과장
- 2016년 6월 ~ 현재 : 서울디지털재단 사업팀 책임
- 관심분야 : 빅데이터, 국가혁신시스템, 소셜네트워크
- E-Mail : jeongmal@naver.com