

# 국내 중소기업의 기술융합 전략 및 성장 정책: IT & BT 융합기술 기반 네트워크 분석 \*

## Technological Convergence Strategy and Growth Policy of SMEs in Korea: Network Analysis on IT and BT Convergence

이 상 훈 (Sang-Hoon Lee) \*\*

KAIST 기술경영대학원 박사과정 (lsh1221@kaist.ac.kr)

권 상 집 (Sang-Jib Kwon) \*\*\*

동국대학교 경주캠퍼스 경영학부 교수 (risktaker@dongguk.ac.kr)

### ABSTRACT

Many scholars have addressed the technological convergence of small-medium sized firms in Korea and their impact on the economic growth of nation. Nevertheless, most studies have been investigated the relationship between entrepreneurship and venture creation, and a few studies have analyzed the innovation and technological convergence of SMEs. The purpose of this research is to gain industrial insight into the technological convergence and to suggest a dynamic growth policy for entrepreneurs of SMEs to improve their convergence performance based on IT and BT. Therefore, we intend to propose solutions to these key questions in convergence such as; what are the key patterns in the process of technological convergence of SMEs on IT and BT, and what kinds of strategy do their need? In order to answer these research questions, we adopt network analysis using patent citation information.

Results of network analysis revealed that building ecosystem based on government and universities is one of the most important factors for the future growth of SMEs in Korea. Also, the fit between technological convergence direction of SMEs and division of convergence structure of government and universities will be positively associated with dynamic growth of SMEs in Korea. In conclusion, this research extends the current studies on important aspects of SMEs in the technological convergence process by proposing their growth in convergence process to a newly converging context, IT and BT, and shed light on the integrative perspectives of crucial roles of SMEs on innovation performance in the IT and BT technological convergence.

*Keywords: SME, Technological convergence, Network analysis, IT, BT, Patent citation*

## 1. 서론

\* 논문 접수일: 2015년 4월 12일, 1차 수정: 2015년 5월 8일,  
2차 수정: 2015년 5월 16일, 게재 확정: 2015년 5월 31일

\*\* 제1저자

\*\*\* 교신저자

### 1.1 연구 배경 및 목적

대한민국의 정책기조가 창조경제에 집중되면서, 국내 IT산업의 발전 방향도 '신기술과 IT기술의 융합'으로 이동되고 있다. 이에 따라 IT와 연관된 기술 또는 새로운 고부가가치 산업으로서의 성장을 위한 융합기

술의 필요성과 이에 따른 중소기업의 기술융합을 통한 혁신 창출에 대한 관심 역시 최근 들어 급증하고 있다. 기술혁신의 속도가 더욱 가속화되고 기술 개발을 통해 도출된 신제품의 성과가 시장에서 생존하는 기간도 짧아지면서 신생기업의 출현과 성장이 과거에 비해 더욱 빨라지고 있다(No & Park, 2010). 아울러, 미래 사회의 성장과 혁신을 위한 문제가 전통적인 단일 기술로는 불가능해지면서, 최근 중소기업 차원에서도 이러한 한계를 극복하고 국가 차원의 창조적 성과를 도출하기 위해 동종 및 이종기술을 융합하는 시도를 추진하고 있다. 그 중에서도 최근 기술융합의 핵심 분야로 IT기술과 BT기술의 융합과 혁신이 새로운 파급효과를 창출하며(Geum, Kim, Lee, & Kim, 2012) 이를 실현하기 위한 중소기업의 R&D 및 성장이 더욱 더 정부 차원의 정책적 이슈로 부각되고 있다.

흔히 BT로 일컬어지는 생명기술(Bio Technology)은 생체나 생체 유래물질 또는 생물학적 시스템을 사용하여 산업적으로 유용한 제품을 만들거나 또는 공정을 새롭게 개선하는데 활용되는 기술을 의미한다. BT산업이 국가차원에서 차세대 신성장동력으로 부각되면서 정부 역시 지난 2008년 국가융합기술 발전 기본계획(2009-2013)을 수립하여(국가과학기술위원회, 2008) 미래주도형 융합기술 개발 및 확보를 위해 노력을 기울이고 있다. 이에 따라 IT기술과 BT기술의 융합 및 해당 분야에서의 중소기업과 대기업의 전략적 제휴 또는 중소기업의 융합전략 및 이를 기반으로 한 성장방안이 국가 경제 성장에 핵심적 요인으로 부각되고 있다. 그중에서도 IT기술과 BT기술을 융합한 대표 기술로는 바이오 일렉트로닉스(Bioelectronics)를 비롯하여 바이오 인포매틱스(Bioinformatics), 휴먼 인터페이스(Human Interface), 바이오센서 및 전자소자(Biosensor)등이 있으며 이러한 융합기술에 대한 시장의 수요는 최근 들어 더욱 증대되고 있다. 따라서 해당 분야의 기술을 인식하고 이를 시장 및 산업 차

원에서 중소기업의 전략으로 활용하기 위해서는 융합 분야에 대한 다학제적 이해와 함께 산업 전반의 네트워크 분석을 통해 전체 경쟁 환경과 그 안에서의 변화 메커니즘을 파악해야 할 필요성이 있다.

미국은 이미 2002년에 나노기술(NT), 생명공학기술(BT), 정보기술(IT), 인지과학(CS) 분야가 상호 연관된 NBIC 융합기술 전략을 수립했고(NSF & DOC, 2002) 유럽 역시 인문·사회과학까지 포괄하는 ‘유럽지식사회를 위한 융합기술(CTEKS: Converging Technologies for the European Knowledge Society) 의제를 구축하였다(EC, 2004; 허정은·양창훈, 2013). 이와 같이 선진국을 비롯하여 전 세계적으로 기술융합과 이에 따른 혁신을 강조하며 국내에서도 경제 활성화를 위한 정책 화두 중 하나로 중소기업의 기술융합 전략이 등장하고 있지만 기존 연구에서는 아직 이에 관한 연구가 체계적으로 진행되지 못했다. 물론, 최근 연구에서 IT와 BT의 효과에 관해 일부 분석이 진행되었지만 해당 기술의 효과를 개별적으로 분석하여 두 기술의 융합 효과를 깊이 있게 살펴보지 못했으며(Hacklin, Marxt, & Fahrni, 2009; No & Park, 2010) 결과적으로 해당 분야에서 국내 중소기업의 융합에 대한 역할과 융합과 관련된 성장전략은 어떻게 수립되어야 하는지에 대한 연구는 지금까지도 거의 전무한 실정이다.

중소기업의 기술융합에 관한 연구가 더욱 중요한 이유는 중소기업의 성장에 있어서 무엇보다도 기술이 매우 중요한 요소로 부각되고 있고(권상집·백서인·김희태·장현준·김성진, 2013) 한편으로 융합의 시대가 본격화되면서 중소기업의 성장 및 기술혁신 역시 기업 간 기술융합을 통해 이루어지는 경우가 더욱 빈번해지고 있기 때문이다(산업연구원, 2011). 국내 경제의 핵심성장 동력으로 중소기업이 더욱 많은 관심을 받게 되면서 중소기업의 기술혁신 및 지식경영은 그 중요성을 한층 더 인정받고 있다. 이에 따라 조직 간 기술협

력(강석민·김대원, 2014)과 중소기업의 기술혁신 네트워크, 융합 지향 조직에 대한 연구 역시 필요성이 점차 증가하고 있다(홍진원·서우중, 2014)

이에 따라 본 연구는 최근 관심이 급증하고 있는 국내 경제 성장 및 활성화를 위한 중소기업의 IT 및 BT 기술의 융합을 기업 수준에서 분석한 후 해당 기술융합의 메커니즘과 중소기업의 성장전략을 동태적으로 분석하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 특허 정보를 활용한 네트워크 분석 및 포트폴리오 분석 방법을 활용하여 기술융합 과정에서 중소기업의 현 상황 및 문제점을 도출한 후, 중소기업의 성장정책 수립에 필요한 실무적 시사점과 대안을 제시하고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

## 1.2 연구 문제

기술혁신 연구에서도 최근 새롭게 떠오르는 기술융합과 관련된 문제는 산업적 차원의 이슈로 부각되며 현재는 중소기업과 대기업의 역할, 시장에 미치는 파급효과 등으로 관련 연구가 확대되고 있다. 그러나 현재까지 기존 연구가 기술융합의 메커니즘을 밝혀내고 시사점을 도출했으나 'IT와 BT산업에서의 기술융합 현황 및 문제점과 해당 융합 과정에서의 중소기업의 역할과 전략'에 관한 연구는 매우 미흡한 상황이다. 특히, 기존 선행 연구에서는 기술융합 과정에만 포커스를 두어, 해당 기술을 보유하고 융합 시도를 활발히 하는 중소기업의 역할과 다른 조직의 기술 궤적 변화 등을 깊이 조명하지 못하였다. 따라서 본 연구는 아래의 연구문제를 토대로 보다 핵심적으로 연구 주제에 접근할 것이다.

첫째, IT와 BT기술의 융합에 있어서 중소기업을 포함한 다른 조직(대학, 정부, 기타 기업)들은 어떠한 기술융합 패턴의 방향을 보여주고 있는가?

둘째, IT와 BT기술의 융합에 있어서 중소기업의 기술융합 전략은 어떻게 수립되어야 하는가? 그리고 산

업의 주도권을 차지하기 위한 중소기업의 성장 전략은 어떻게 변화되어야 하는가?

본 연구는 최근 국가 차원에서 산업적 중요도가 높아지고 있는 IT와 BT산업을 토대로 중소기업의 역할과 성장전략 도출을 위해 네트워크 분석을 기반으로 연구를 진행하고자 한다. 본 연구는 현재 가장 많은 관심을 받고 있는 IT와 BT기술의 융합 현상에서 중소기업의 경영상에 필요한 정책 제언과 기술전략의 방향성을 명확히 제시하여 국내 경제성장에 공헌할 중소기업 및 기술융합 연구의 영역을 더욱 확장하는데 기여하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 기술융합의 개념

하이테크 산업에서 기술혁신과 기술융합은 기업의 성장과 혁신을 위해 필수적인 방안으로 인식되고 있다. 경쟁의 환경이 기업의 독자적인 기술력에서 기업들 간의 연합과 상호 기술들의 결합으로 확대되면서 이러한 현상을 대표하는 용어로 기술융합이 대두되고 있다. 기술융합이 최근 들어 경제 성장 요인으로 더욱 부각되는 이유는 기존 기술이 지닌 한계를 극복하고 타 기술, 타 분야와의 결합을 통해 새로운 돌파구를 만드는데 기술융합이 기여하기 때문이다(Kodama, 1995). 선행연구에서도 기술융합은 기존 사업 영역에서 한발 더 나아가 새로운 시장을 개척하는 데 기여하기에(Hackler & Jopling, 2003) 오늘날 수많은 기업에서 이종기술 간의 융합은 기업 혁신과 성장에 있어 중요한 이슈가 되고 있다(Harianto & Pennings, 1994).

기술 융합에서 강조하는 융합이라는 키워드는 Kodama (1992)와 Rosenberg (1963)에 의해 초기 연구가 시작되었으며 이들이 기계 및 전자기술의 결합

[표 1] 기술융합에 대한 정의

정의	학자
과학기술 분야의 당면한 공통 문제를 해결하기 위해 다양한 기술이 종적 또는 횡적으로 협력하는 현상	Rosenberg (1963)
과학기술의 발전과 함께 여러 기술 및 연구 분야가 서로 결합되어 기존 기술이 보유하지 못한 새로운 특성의 기술이나 연구 분야가 생성되는 것	Kodama (1992)
기존에 존재하던 서로 다른 기술이나 연구 분야를 재조합하여 새롭고 혁신적인 형태를 창출하는 것	Pennings & Puranam (2001)
서로 다른 사업적 가치와 기술, 그리고 시장의 융합에 의한 산업간 영역 파괴현상	Choi & Valikangas (2001)
과학기술 분야가 점진적인 발전과정을 겪으며 그 과정 속에서 기존 기술이 상호 결합하여 기술 및 연구 분야가 다양화되는 현상	Nystrom & Hacklin (2005)

또는 영국 공작기계 산업의 기술혁신을 분석하면서 고찰한 공동의 기술혁신 개발을 기술융합으로 정의했다. 즉, 기술융합은 2개 이상의 기술이 서로 결합하여 기존 기술이 갖고 있는 한계를 극복하고 새로운 기능을 창출하는 현상 또는 메커니즘으로 현재 정의되고 있다(Islam & Miyazaki, 2009). 그러나 기술융합을 바라보는 관점이나 시각은 학자들마다 다르고 명확한 개념 도출에 관한 합의가 어려워 현재도 많은 학자들이 융합 연구 또는 기술융합에 대해 조금씩 상이한 정의를 내리고 있다.

기술융합을 포함한 융합 연구는 그러므로 기업 간 협력, 기술 협력에 따라 특정 분야를 연구하는 것이 아닌 다학제적(Multidisciplinary), 학제간 연구 등으로 구분되고 있다(Klein, 1996; Lattuca, 2003). 즉, 어떤 문제를 해결하기 위해서 이제는 하나 이상의 연구 분야를 넘어서 다양한 연구 분야의 학자들이 상호 협력해야 보다 효과적으로 기술융합 현상 및 파급효과를 분석할 수 있다는 것이다.

기술융합에 대한 기존 연구 및 최신 기업들 사이에서 벌어지는 융합 현상을 살펴보면 우리가 수정 및 보완해야 할 주요 두 가지 요소를 확인할 수 있다. 첫째, 기본적으로 최근 일컫고 있는 융합은 아직까지 기술 관점에서 포커스가 이루어지고 있는 것이 사실이다. 그러나 이를 올바른 기업의 전략으로 수립하기 위해서는 결합하는 기술보다 기술을 상호 융합하는 조직의 흐름 및 이동이 무엇인지 살펴볼 필요가 있다. 그

러므로 이를 고찰하기 위해서는 실제로 기술융합 현상에서 주요 조직들은 어떤 전략적 이동을 취하는지 분석해야 한다.

두 번째, 학자들마다 서로 기술융합을 바라보는 시각은 다르지만 공통적인 부분은 기술의 경계를 뛰어넘고 서로 다른 기술들이 결합하여 기존 기술들이 갖지 못한 시너지를 만들고 이를 통해 산업의 가치를 창출한다는 점이다(Bauer et al., 2003). 따라서 기술융합을 이해하고 이를 올바른 전략으로 만들기 위해서는 기존 정량적 분석 이외 새로운 분석 방법이 필요하다. 결합과 융합, 그리고 상호 연결 정도를 확인하기 위해서는 통계적인 지표보다 상호교환의 정도와 이를 통한 가치 창출을 도식화해서 살펴봐야 한다.

본 연구는 이를 위해 네트워크 분석 방법을 활용하여 국내 중소기업이 벌이는 기술융합의 구조적 특성을 확인할 것이다. 네트워크 분석방법은 최근 들어 기술융합을 이해하는 데 많이 활용되는 연구방법이다. 이를 바탕으로 본 연구는 국내 중소기업의 유기적 관계 및 문제점을 깊이 있게 탐색한 후 국내 중소기업에 맞는 최적화된 성장정책을 도출할 것이다.

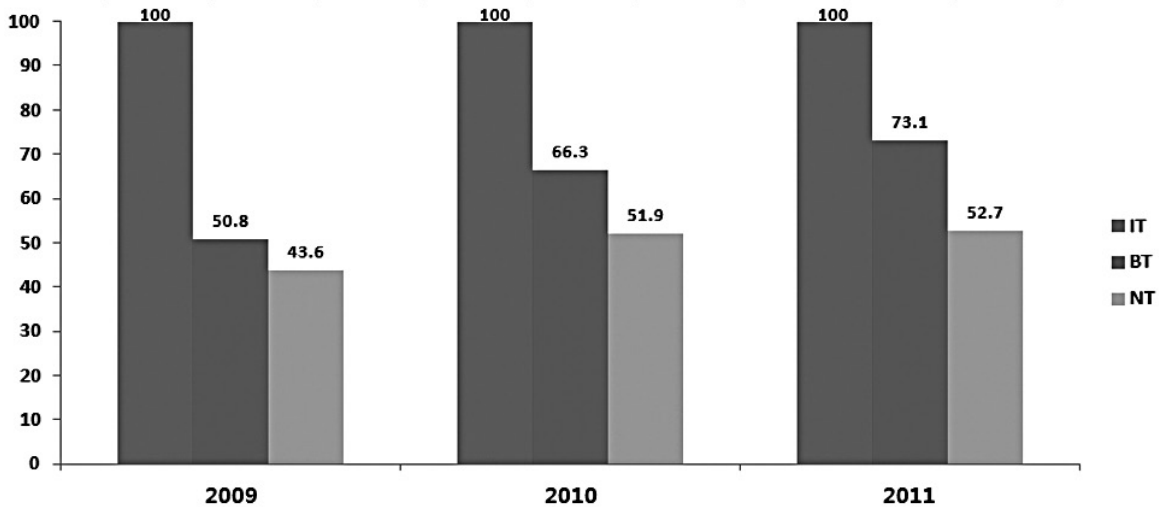
## 2.2 IT와 BT에 대한 이해

현재 IT산업의 발전 방향에 대한 키워드는 이미 '신기술과 IT의 융합'으로 IT산업 내에서의 발전이 아닌 IT와 BT 또는 NT 등의 기술이 융합하여 더욱 고도화되는 새로운 고부가가치산업으로 IT산업이 발전할 것

[표 2] IT와 BT의 특성

특성	IT	BT
산업 위치	성장기, 성숙기 산업 (주력산업)	초기, 성장기 산업 (미래 산업)
장점	산업화 기간 및 수명주기가 짧아 항상 새로운 기업, 기술 도전 가능	생산 및 고용 유발효과 매우 높음
단점	생산 및 고용 유발효과 낮음	산업화 기간 및 수명주기가 긴 편

\* 출처: 한국생명공학연구원 (2013) 보고서 재인용



[그림 1] IT-BT-NT 상업화 역량

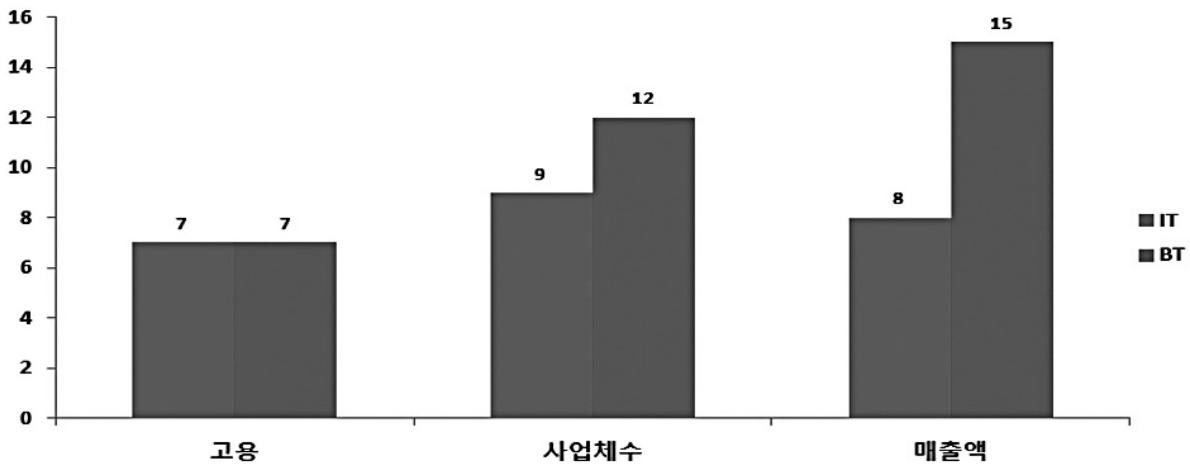
\* 출처: 한국생명공학연구원 (2013) 보고서 재인용

으로 예상하고 있다. IT와 BT의 융합기술이란 정보통신 인프라를 바탕으로 생명 현상과 관련된 콘텐츠의 개발 및 공유, 서비스를 제공하기 위한 일련의 원천 및 응용기술 전반을 의미하는데(Geum et al., 2012), 최근 들어 IT와 BT 융합기술이 더욱 활발해지며(Geum et al., 2012) 생명정보학, 유전자분석 소프트웨어 및 기기 등 관련 기술들도 높은 관심을 받고 있다.

IT와 BT기술의 융합을 통해 만들어지는 새로운 접점에서 중요한 경제적 성장과 사업 기회가 등장하자 기업들도 IT 또는 BT분야 기업이 아닌 새로운 분야의 기업과도 경쟁에 직면하는 복잡한 상황이 형성되고 있다(Curran & Leker, 2011). 특히, 세계 BT 산업 시장 규모가 2007년 1,123억불에서 2010년 1,535억불, 더 나아가 2015년에 3,090억불의 성장을 거둘 것으로 예상되면서 더 많은 기업들이 전망 높은 BT기술

및 산업 분야에 뛰어들고 있다(한국생명공학연구원, 2013). 국내의 경우 IT와 BT의 상업화 역량이 NT에 비해 더 우수한 만큼 IT와 BT의 융합을 통한 상업화는 융합 연구, 융합 기술 등의 강조로 인해 많은 관심을 받고 있다.

이에 따라 IT와 BT의 기존 연구에서도 최근 IT와 BT의 융합을 측정하려는 시도가 활발했으나(Hacklin et al., 2009; Xing, Ye, & Kui, 2011) 대다수가 특정 기술의 효과 분석에 치우쳐 있어 전체적인 IT와 BT 산업에 대한 조망은 기존 연구를 통해 도출하기 힘들었다. 해당 분야의 핵심 기술도 중요하지만 기업의 전략적 이동을 IT와 BT의 융합 사이에서 확인해야 하는 이유는 현재 세계 경제 및 기업 성장의 흐름 자체가 창의와 융합의 활성화 과정을 통해 기업이 혁신과 변화를 추진해야 하기 때문이다. 대전 대덕 클러스터 사



[그림 2] IT와 BT의 고용 및 사업체수, 매출액 연평균 성장률

\* 출처: 한국생명공학연구원 (2013) 보고서 재인용

례를 통해 볼 때 지난 2000년부터 2009년까지 10년간 고용, 사업체수, 매출액 등의 연평균 성장률에서 이미 BT는 [그림 2]를 통해 확인할 수 있듯이 IT를 압도하고 있다. 그렇기 때문에 IT와 BT의 융합 속에서 국내 중소기업들이 어떻게 전략적 방향을 설정해야 할지 더욱 많은 관심을 쏟아야 하는 이유가 바로 여기에 있다.

현재 산업 환경에서 볼 때, 단일 기술 및 단일 산업이 중심을 이루었던 산업화 시대의 분석과 달리 기술과 산업의 융합이 활발해지는 현 시대에선 더 다양한 관점에서 기업과 기술을 분석하고 국내 기업의 전면적인 전략 방향 점검이 이루어져야 한다. 이에 본 연구는 특허 지표를 통한 네트워크 분석으로 IT와 BT의 융합 과정에서 국내 중소기업의 성장과 기술융합을 위한 실효성 있는 정책을 도출하고자 한다.

### 2.3 기술지식으로서의 특허와 네트워크 분석

융합과 관련된 기존 연구에서 융합의 효과 또는 성과를 측정하는데 주로 활용되는 지표는 바로 기술 분야와 관련된 특허이다(Cho, Lee, & Kim, 2012; Cho & Shih, 2011). 이러한 이유로 특허를 확인할 수 있는 통계 및 데이터 정보는 기술 분석과 기술융합을

확인하기 위해 기존 연구에서 활발히 사용되어 왔다 (Grilliches, 1990).

특히 성과를 기반으로 연구의 협력적 관계 및 기술지식의 연계 구조를 상호 분석한 연구 중 하나인 Tijssen (2001)과 Meyer (2001)의 연구를 살펴보면 특허 인용 분석을 바탕으로 기술간 연계 및 지식의 교류 정보를 확인하였으며, Singh (2005)는 특허 데이터를 통해 지식의 흐름과 이들 지식을 발굴하고 개발하는 과학자 간의 네트워크가 어떻게 형성되어 있는지 상호 관계를 정밀 분석하였다. 아울러, Glanzel & Schubert (2003)은 특허를 바탕으로 R&D 협력 관계를 파악하여 연구개발에 대한 상호 협력이 어떠한 성과를 유발하는지 분석하였다.

위의 연구에서 확인할 수 있듯이, 특허 정보를 바탕으로 R&D 상호 협력 및 기술융합, 성장 방안을 구축하기 위해 주로 활용되는 분석 방법은 네트워크 분석이다. 네트워크 분석은 특정 기업이나 기술 간 형성된 상호 연계 고리 및 구조를 확인하는데 필요한 방법론으로서 각 주체 간의 영향력 정도 및 연결된 내용의 양을 가시적으로 규명하는데 효과적인 방법론이다. 이에 따라, 기존 통계 분석 및 사례 연구 등으로 파악하기 쉽지 않은 기업 간, 기술 간 상호 구조 파악에

네트워크 분석 방법은 활용되고 있다(Phelps, 2010; Shilling & Phelps, 2007).

네트워크 분석을 바탕으로 특히 정보를 활용하면 해당 산업 분야의 핵심 기술 이외 타 기술들과의 상호 관계, 연결 정도, 매개를 담당하는 기술에 대해서도 한눈에 확인할 수 있다(Shin & Park, 2007). 즉, 네트워크 내에서 각 기술 및 기업의 상대적 위치를 Mapping하고 해당 관계들 간의 속성을 네트워크 분석의 핵심지표 중 하나인 중심성(Centrality)으로 확인할 수 있다. 여기서 말하는 중심성이란, 해당 네트워크의 노드(Node: 연결망의 구조적 변수)가 네트워크 내부의 다른 노드와 연계되는 빈도 및 거리를 의미한다(Scott, 1991). 따라서 중심성 지수를 확인하는 것은 융합 분야에서 형성되는 기술들의 상호 연계 구조를 보여주는데 활용할 수 있다. 특히, 중심성 지수는 [표 3]과 같이 세 가지 주요 개념으로 나뉘어져 있는데 연결 중심성, 매개 중심성, 근접 중심성은 네트워크 안에서 다른 분야와의 연계된 빈도 및 상이한 두 분야 사이의 위치, 해당 주체의 잠재적 독립성 등을 제시하여 기술융합 및 산업 분야의 동태적 측면에 관한 지식 연계 정도, 상대적 위상 등을 제시하는데 의의가 있다(Bekkers & Martinelli, 2012; Scott, 1991).

물론, 기술융합 및 기업의 성장 방안은 특히 정보 이외에도 다양한 요인에 의해 형성되고 변화하는 것이 사실이다. 그럼에도 불구하고 네트워크 분석을 바탕으로 특히 데이터를 활용하여 기업 및 기술 간 융합과 성장 전략을 분석하는 건 해당 산업 분야의 기술 지식 흐름과 기술 궤적, 구조적 우위를 파악하는데 효과적이다(Fontana, Nuvolari, & Verspagen, 2009; Hanneman & Riddle, 2005; Verspagen, 2007). 본 연구에서 언급한 네트워크 측정 지표는 해당 산업 분야의 기업 및 기술의 융합이 어떤 유기적 관계를 지니고 있는지 탐색하는데 매우 중요한 시사점을 제공한다(Freeman, 1979). 이에 따라 본 연구에서는 네트워

크 중심성 분석과 기술·기업의 구조 분석을 통해 IT와 BT산업 내에서 국내 중소기업의 기술융합 현황과 문제점, 이에 따른 성장정책을 제안하고자 한다.

### 3. 연구방법

#### 3.1 연구 프레임워크

본 연구는 특히 인용 정보를 이용하여 IT와 BT의 융합기술 발전 궤적을 기업 수준에서 파악해냄으로써 해당 기술융합의 메커니즘과 중소기업의 성장 전략 특성을 분석하는 것을 목적으로 하고 있다. 특히 정보의 경우 기술혁신과 지식 창출의 대용지표로서 많은 연구에서 이용되고 있고 특허의 인용지표를 통해 기술의 확산과 지식의 흐름 등을 파악하는데 유용하게 쓰이기 때문에 특허 정보는 기술, 기업, 산업, 국가적으로 다양한 관점에서 사용되고 있다(Jaffe et al., 1993).

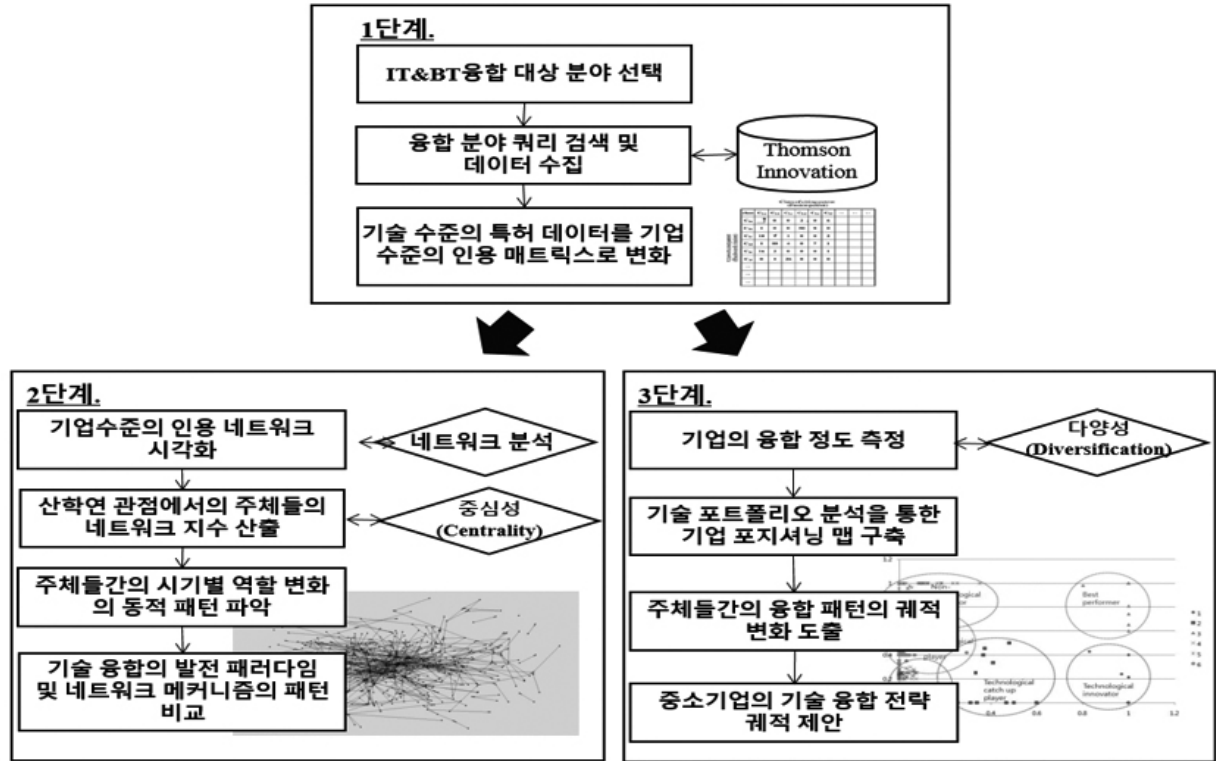
따라서 본 연구에서도 기술융합의 개발 정도 및 발전 궤적을 나타내기 위해서는 특허 정보가 효과적일 수 있다는 판단 아래 특허 데이터를 사용하였고 이러한 특허 인용 정보를 통해 네트워크 분석과 포트폴리오 분석 방법을 활용하여 융합 과정에서의 기술개발 동향과 지식의 이동 경로 패턴 등을 분석하였다. 자세한 본 연구 설계의 전체 구조는 [그림 3]과 같으며, 크게 세 단계의 과정을 통해 분석을 진행하였다.

첫 번째 단계는 융합기술 분야 선정, 데이터 구축, 그리고 추출된 원 데이터를 기업 관점의 데이터로 변환하는 작업이 이루어진다. 본 연구에서는 IT와 BT의 융합기술 중 영향력이 높아지고 있는 기술 분야인 바이오 일렉트로닉스 분야를 선정하여 이와 관련된 기술 키워드를 기반으로 데이터를 수집하였다. 수집된 원 데이터의 경우 기술 수준에서의 인용관계 정보가 나타나 있기 때문에 이를 기업 수준의 인용 정보로 변환하는 작업이 요구된다. 따라서 기술 간 인용관계의

[표 3] 주요 중심성 지표 개념 및 특성

중심성 지표	정의	특징
연결 중심성	네트워크 안에서 특정 노드에 인접하여 연결되어 있는 상이한 노드 수	특정 노드의 연결중심성이 크다는 것은 직접적 관계를 맺고 있는 노드들의 수가 많다는 것을 의미함
매개 중심성	네트워크 안에서 특정 노드가 상이한 두 노드 사이에 위치한 정도	자체적으로 연결될 수 없는 상이한 두 노드를 매개시켜 주는 중개 역할을 하는 노드의 능력을 의미함
근접 중심성	하나의 노드와 연결된 모든 노드 간의 거리 합	네트워크 내에서의 정보 및 영향력, 지위 등에 대한 확보와 접근이 보다 용이

\* 출처: Scott (1991), 허정은·양창훈 (2013) 재인용



[그림 3] 전체적인 연구 프레임워크와 분석 과정

정보를 포함한 데이터를 기업 간 인용 정보의 데이터로 변환하고 변환한 데이터를 분석을 위한 인용 매트릭스로 구축한다.

두 번째 단계는 기업 관점으로 변경된 인용 매트릭스를 통해 네트워크 분석을 실시한다. 이를 통해 중심성 지수값(Degree, Betweenness, Closeness 등)을 추출하여 이를 바탕으로 기간별 기술융합 메커니즘의 변화 추이를 살펴보게 된다. 특히, 다양한 혁신 주체들(대학-산업-정부) 간의 역할 변화의 동적 패턴을 살펴봄으로써 기술융합의 발전 패러다임을 분석하게 된다.

이를 통해 IT와 BT의 기술융합을 위한 한국형 혁신체계를 도출하고 이와 관련된 중소기업의 역할 변화를 파악함으로써 기술융합 발전을 위한 정책적 시사점을 도출한다(Etzkowitz & Leydesdorff, 1997; Nelson, 1993).

마지막 단계에서는 기술 포트폴리오 분석을 통해 기업들의 융합기술의 유입과 유출의 정도에 따라서 기업들이 가지고 있는 융합 정도를 파악하고 이를 통해 기업들의 기술 개발 및 발전 방향을 도출한다. 또한, 중소기업을 대상으로 별도의 포트폴리오 분석을 실시



[표 4] 단계별 융합 혁신 주체 분류와 관련 기업 수

No	주체	SIC	기업 수			
			총	1단계('05-'07)	2단계('08-'10)	3단계('11-'13)
1	IT 기업	3571, 3674	40	21	27	27
2	BT 기업	2834, 2836	70	32	40	46
3	기타 업종 기업	2821, 3841, 8731	68	32	29	40
4	국내 중소기업	-	64	7	26	46
5	대학	-	124	22	60	93
6	정부 출연 연구기관	-	16	3	9	15
총			382	117	191	267

하여 해당 포지셔닝을 비교 분석함으로써 중소기업의 현 상황 진단과 기술 개발 전략 및 성장정책을 함께 제시한다.

### 3.2 분석 대상 선정 및 자료 수집

IT와 BT의 융합 패러다임을 분석하기 위해서 본 연구에서는 우선적으로 융합기술 분야를 선정하는 일이 가장 중요하다고 판단했다. 다양한 융합기술 분야가 있겠지만 본 연구는 IT와 BT기술 분야에서 전자공학과 생명과학과의 경계 분야이면서 최근 중요성이 높아진 바이오 일렉트로닉스(Bioelectronics) 분야를 최종 분석 대상으로 선정하였다.

이 분야의 경우 크게 바이오 센서(Biosensor), 바이오 칩(Biochips)과 같이 하드웨어 측면에서 생체물질이나 생체기능을 이용하고자 하는 장비관련 분야와 바이오 컴퓨팅(Biocomputing), 인공 지능 및 휴먼 인터페이스(Artificial Intelligence or Human Interface), 바이오 인포매틱스(Bioinformatics) 등의 소프트웨어 측면에서 생체 구조를 연구하고 응용하는 시스템 관련 분야로 구분되고 있으며 이와 관련된 기술개발 니즈와 융합기술에 대한 시장의 수요는 최근 들어 더욱 증대되고 있다. 따라서 본 연구에서는 바이오 일렉트로닉스를 비롯한 바이오 인포매틱스, 바이오 센서 등의 기술 용어를 포함한 서지정보를 분석 대상으로 하였다.

그리고 융합기반 기술들의 특허 인용 분석을 진행

하기 위해서 본 연구는 특허 정보를 활용하였는데 이를 수집하기 위해서 톰슨 로이터 사에서 제공하고 있는 특허 데이터베이스인 Thomson Innovation DB를 사용하였다. 본 연구에서 활용된 DB인 Thomson Innovation의 경우 세계적으로 공신력 있는 톰슨 로이터사의 지적재산 연구 분석 솔루션, 과학 문헌, 비즈니스 데이터, 뉴스 정보 등을 제공하고 있으며 특허의 경우 미국뿐만 아니라 유럽, 아시아 등 세계 각국의 특허 정보를 포함하고 있다. 특히, 국가별 데이터를 각각 수집할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에 본 연구에서는 국내 IT와 BT 기술융합의 산업 동향을 파악하기 위해 Thomson Innovation DB중 아시아-태평양 내 주요 분석 DB를 사용하였다. 그리고 특허를 수집하기 위한 데이터 검색과 수집을 위한 방법으로는 키워드 검색식을 입력하여 찾아내는 방식으로 특허 정보를 수집하였고 타이틀을 포함한 초록 등의 텍스트 검색식에 본 연구에서 선정한 IT와 BT 기술의 융합과 관련된 용어들인 바이오 일렉트로닉스를 비롯한 바이오 인포매틱스, 바이오 센서 등의 단어를 포함하고 있는 특허 서지정보를 검색한 후 관련 특허를 추출하였다. 데이터 수집 기간은 2004년부터 2013년까지 총 10년 동안 공개된 특허를 대상으로 분석을 진행하였고 특허의 인용 전후관계를 살펴보기 위해서 특허의 공개일을 기준으로 이를 세부적으로 살펴보았다. 또한, 보다 정확한 분석을 위해서 추출된 특허 정보는 비관련 분야의 특허를 삭제했고 개인 단위의 특허 발

명은 데이터 필터링 작업을 통해 정리하였다.

또한, 기간별 기술융합 메커니즘의 변화 추이 분석을 위해서 10년 동안의 공개 특허기간 중 특허 인용관계의 구명성을 보다 잘 나타낼 수 있도록 기간을 세 가지로 나누어 구분하였다. 본 연구는 정부가 국가 융합기술 발전 기본 계획을 발표한 시점인 2008년을 기점으로 하여 이를 전후로 구분, R&D 평균 개발 기간을 각각 3년씩으로 구분하여 선정하였다(국가과학기술위원회, 2008). 따라서 분석 기간을 국가 융합기술 발전 계획 발표 전 시점인 2005-2007년까지를 1단계, 발표 시점인 2008년-2010년을 2단계, 계획 발표 후 실행 시점인 2011년-2013년을 3단계로 구분하여 각각의 발전 패러다임의 변화 패턴을 파악하였다.

이를 통해 추출된 특허 수는 총 2,968건이었고 관련 특허는 연관된 정보를 기준으로 데이터를 제거 및 필터링하였다. 이후 최종적으로 연구에 사용된 인용정보의 관계 수는 총 2,147건이며 이를 바탕으로 분석을 실시하였다. 추출된 특허 인용 데이터 중에서 특허 인용의 선후 관계를 포함하고 있는 특허의 기업 리스트를 뽑아 이를 혁신 주체별로 [표 4]와 같이 구분하였다. 기업, 대학, 연구소 등의 총 382개의 주체기관을 선별하였고 이를 크게 IT, BT, 기타(화학 및 기계 등), 중소기업, 대학, 정부 출연연구기관의 총 6개의 주체로 구분하였다. 기업의 경우, 글로벌 기업의 표준산업분류 코드(SIC: The Standard Industrial Classification)를 바탕으로 분류하였고, 이를 제외한 특허인용 데이터에 포함된 기업 중 국내 중소기업을 모두 선별하여 총 64개의 기업을 추출하였다.

### 3.3 기업 포지셔닝 맵을 위한 융합 지표

본 연구에서는 IT와 BT의 기술융합 발전 패턴과 전략적 방향을 살펴보기 위해서 융합의 정도를 나타낼 수 있는 지수를 이용하여 기업의 포지셔닝 맵을 작성하려고 한다. 또한, 중소기업을 대상으로 한 포트

폴리오 분석을 통해 중소기업의 현 상황 진단과 문제점을 파악하고 기술 개발 전략 및 성장정책을 제시한다. 따라서 본 연구에서는 특허 인용관계를 크게 전방 인용(Forward Citation)과 후방 인용(Backward Citation)으로 나누고 이에 따른 두 가지 지표로 기술 유입에 따른 융합 정도(Fusion degree of inflow)와 기술 유출에 따른 융합 정도(Fusion degree of outflow)를 도출한 후 이를 각각 X와 Y축으로 구분하여 포트폴리오 맵을 작성하였다.

대부분의 기존 다학제간 연구에서는 기술 혹은 학제의 범주 내에서 인용 관계를 파악하여 그들이 범주 내 차지하는 다양성의 정도를 Hirshman-Herfindal 지수를 활용하여 측정하는 경우가 많았다(Hirschman, 1945). 하지만 본 연구에서는 기술융합은 포함하고 있는 기술 범주 이외 다른 분야의 기술들과 융합이 이루어지는 경우가 있기 때문에 범주 내와 범주 외 경우를 모두 고려하여 기술의 다양성 즉, 융합 정도를 나타내야 한다. 따라서 학제적 범주 이외 다학제간 연구의 다양성을 측정한 Porter와 Chubin의 개념을 활용하여 지표를 측정하였다(Porter & Chubin, 1985). 이외 연구에서도 이와 같은 방법으로 기술의 융합 정도를 기술 수준에서 파악한 지수를 개발하여 사용하였는데(No & Park, 2010) 본 연구에서는 이를 기업 수준으로 접목시켜 지표를 발전시켰고 식은 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$Fusion\ degree\ of\ inflow =$$

$$N_{BC,h} - 1$$

$$(N_{BC} - N_{BFC,h}) \times n_h$$

기술의 유입에 따른 융합의 정도를 나타내는 식으로 나타내며 여기에서  $N_{BC}$ 는 기업이 보유하고 있는 기술 F의 후방 인용에 사용된 기술 범주의 수,  $N_{BC,h}$ 는 기업이 보유하고 있는 기술 F의 후방 인용에 사용된

h 기술 범주의 수,  $N_{BFC,h}$ 는 기업이 보유하고 있는 기술 F를 오직 한번만 후방 인용한 h 기술 범주의 수 (네트워크 분석에서 임의로 정한 절단 값),  $n_h$ 는 정규화된 기술 범주 h에 속한 특허의 총 수를 나타낸다.

또한, 기술의 유출에 따른 융합의 정도를 나타내는 식은

$$\text{Fusion degree of inflow} = \frac{N_{FC,h} - 1}{(N_{FC} - N_{LFC,h}) \times n_h}$$

로 나타내며 여기에서  $N_{FC}$ 는 기업이 보유하고 있는 기술 F의 전방 인용에 사용된 기술 범주의 수,  $N_{FC,h}$ 는 기업이 보유하고 있는 기술 F의 전방 인용에 사용된 h 기술 범주의 수,  $N_{LFC,h}$ 는 기업이 보유하고 있는 기술 F를 오직 한번만 전방 인용한 h 기술 범주의 수(네트워크 분석에서 임의로 정한 절단 값),  $n_h$ 는 정규화된 기술 범주 h에 속한 특허의 총 수를 나타낸다(No & Park, 2010). 여기서 기술 범주란 국제특허 분류 코드(IPC: International Patent Classification)를 기반으로 분류된 기술의 범위를 뜻하며 기술융합의 정도가 얼마나 다양한 부류의 기술로 유입 또는 파급되었는지를 의미한다.

## 4. 연구 결과

### 4.1 기간 별 네트워크 중심성 변화

2004년부터 2013년까지 총 10년간 공개된 특허 수를 살펴 본 결과, 공개 특허의 수는 꾸준히 증가하는 추세로 나타났다. [그림 4]를 통해 2000년대 초반 융합기술 개발은 미비하였지만 2005년부터 급격한 상승률로 기술 개발이 이루어진 것을 확인할 수 있다. 특히, 2011년을 기점으로 더욱 급격히 증가한 것으로 나타나 융합 분야에 대한 관심과 수요 증가에 따른 기

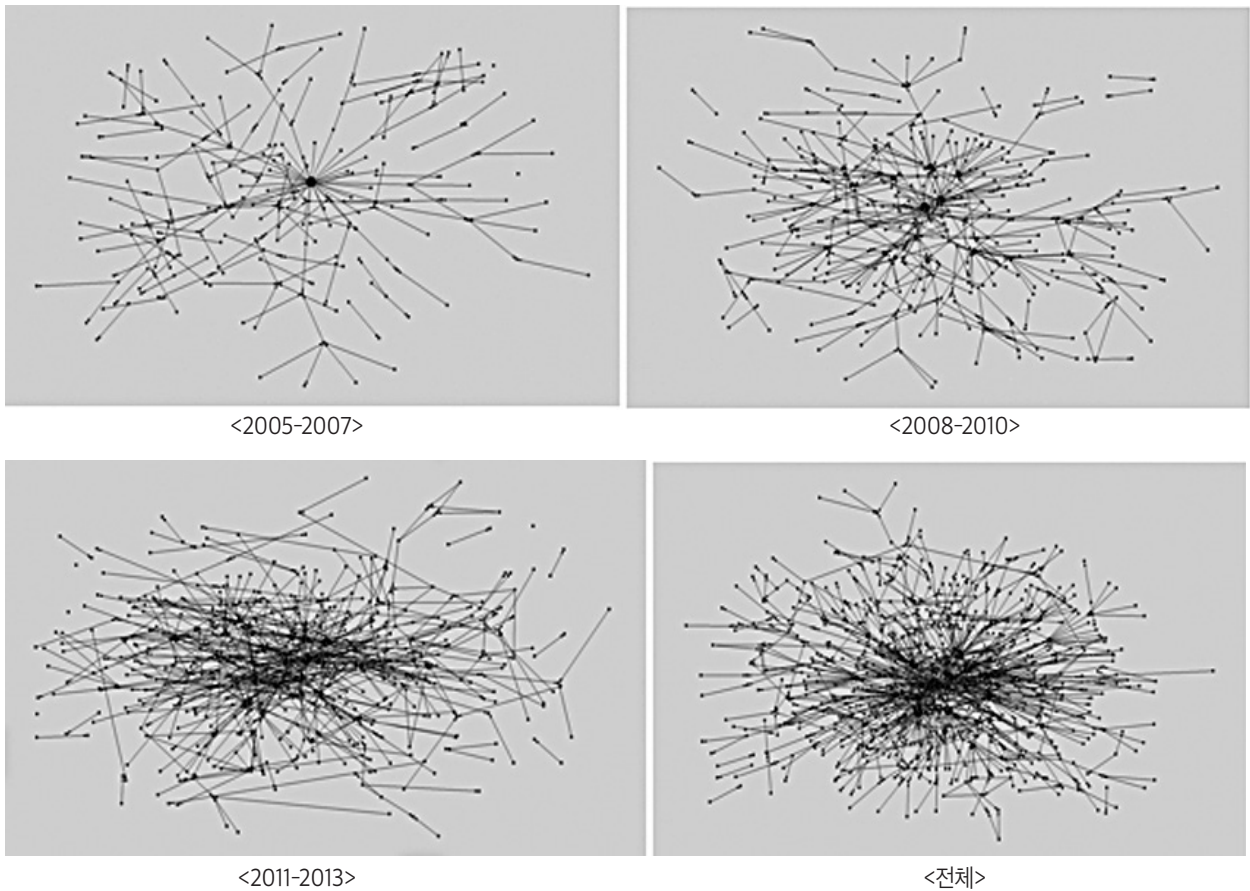
술적 발전이 비약적으로 높아지고 있음을 추정할 수 있다.



[그림 4] 연도별 특허 공개 증가추이

[그림 5]는 기업 수준에서의 IT와 BT의 기술융합에 대한 인용 네트워크의 변화를 나타내고 있다. 전체와 앞서 언급한 기간별 분석을 통해 시간이 흐름에 따라 점점 진화적인 패턴을 보이고 있음을 확인할 수 있다. 전체 네트워크는 몇몇 기업들이 중심에서 많은 관계를 맺어가며 뻗어나가는 형상의 네트워크 구조를 나타내고 있고 시기별로 살펴보았을 경우 초기에 비해 중심에 자리 잡고 있는 여러 기업들이 굉장히 역동적으로 보다 많은 관계를 맺고 있는 복잡한 네트워크 구조를 형성하는 것을 확인할 수 있다. [그림 5]를 통해 기술 융합을 위해서 몇몇 기업들이 주도적으로 기술 개발을 이끌어 나가는 것으로 추정할 수 있으며, 이들로 인해서 네트워크의 규모가 시간이 지남에 따라 확장되고 있다는 것을 알 수 있다.

그리고 본 연구에서는 융합기술을 위한 혁신 주체들 간의 관계를 통해 그들의 역할과 잠재적 독립성 등을 살펴보기 위해, 크게 세 가지의 네트워크 인덱스를 추출하여 혁신 주체들간의 시기별 중심성의 변화 추이를 살펴보았다. 이것은 IT와 BT 기술융합을 위한 혁신 주체들의 지식 연계 정도와 상대적인 네트워크 내에서의 위치를 제시하는데 유용한 지표로 사용될 수 있을 것



[그림 5] 기간에 따른 IT와 BT 융합기술 네트워크 변화

이다.

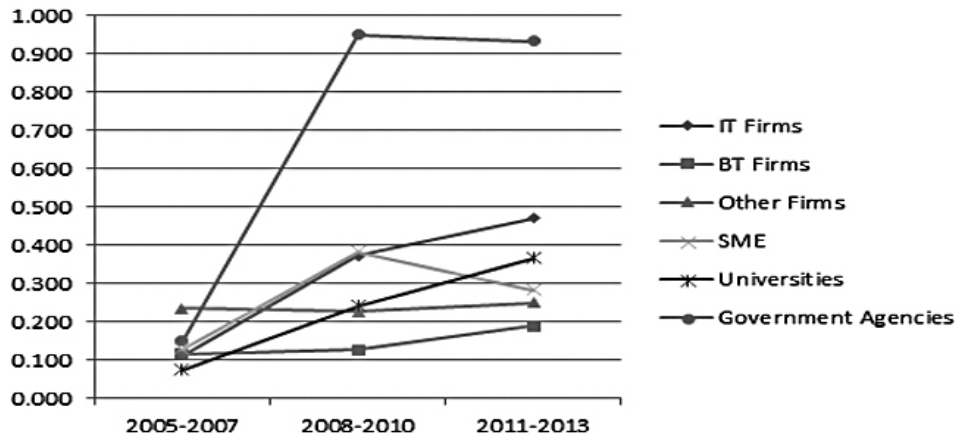
첫 번째로, 기술융합을 위한 혁신 주체들의 기간별 연결 중심성의 변화를 살펴보았다. 이 지표의 경우 기술융합을 위한 지식 인용 네트워크 내에서 얼마나 그들이 직접적으로 맺는 관계가 많은지를 보여주고 있으며, 그 변화는 [그림 6]과 같다.

6개로 구분되어 있는 모든 혁신 주체들의 경우 서로 다른 융합 네트워크 진화 패턴을 보이고 있었는데 가장 두드러진 점은 정부 출연 기관의 연결 중심성이 급속도로 증가되었다는 사실이다. 정부가 2008년 국가 융합기술 발전 기본 계획을 발표한 시점인 2008년을 기점으로 다른 주체들보다 더욱 빠르게 네트워크 내에서 중심적인 역할로 바뀌었다는 것을 분석을 통해 확인할 수 있었다. 네트워크 연결 중심성에서 정부 출

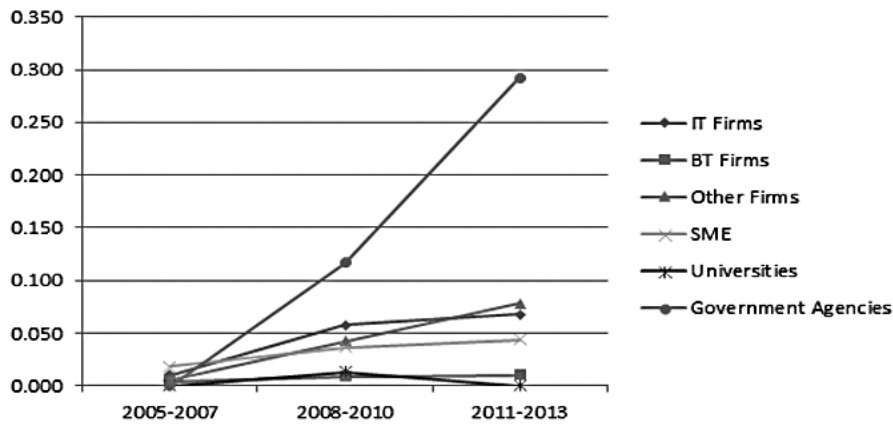
연 기관의 값이 급속도로 증가했다는 점은 기술융합을 위한 혁신을 국가 주도적으로 이끌어가고 있다는 것을 의미하며 관련 기술과 지식이 국가 출연 연구기관으로 강하게 모이고 있다는 뜻을 의미한다.

또한, 대학의 경우 2005년-2007년에는 가장 낮은 연결 중심성의 지표를 나타냈지만 IT기업과 함께 지속적으로 증가 추이를 보이고 있다. 이는 네트워크 내에서 지식의 연계가 꾸준히 중요해진다는 점을 시사하고 있다. 특히, 세 기간에 걸쳐 대학의 연결 중심성은 지속적으로 증가하고 있는데 이는 향후 기술융합 및 개발에 있어서 대학의 역할이 좀 더 중심축으로 이동할 수 있다는 점을 내포하고 있다.

반면, 본 연구의 핵심 대상인 국내 중소기업의 경우



[그림 6] 혁신 주체들간의 시기별 연결 중심성 변화



[그림 7] 혁신 주체들간의 시기별 매개 중심성 변화

2008-2010년에 연결 중심성이 급격히 상승하였지만 그 후 2011-2013에는 다른 기업들 대비, 다시 감소하는 것으로 확인되고 있다. 중소기업의 패턴을 좀 더 자세히 확인해보면, 중소기업의 기술융합은 정부의 정책에 힘입어 중소기업 내부에서도 R&D 투자 등 여러 가지 기술 개발 노력이 많이 이루어진 것으로 보이나 시간이 지남에 따라서 점점 지식의 연결 중심에서 중소기업만 떨어져나가고 있음을 알 수 있다. 연결 중심성에서 떨어진다면 중소기업은 기술융합 자체를 타 기업 또는 조직과 원활히 수행할 수 없다. 그러므로 이 부

분에 대한 정부의 중소기업을 위한 정책적 노력과 중소기업 스스로의 자구책이 함께 요구된다.

다음으로는 매개 중심성 지표를 통해서 IT와 BT 기술융합의 혁신주체들 간의 매개자 역할을 하는 정도 즉, 중개 역할을 하는 능력인 매개 중심성의 변화를 살펴해보았다. 그 결과, 연결 중심성과 마찬가지로 정부 출연 연구 기관의 매개 중심성 값이 가장 급격하게 높아지는 것으로 나타났고 이는 다학제적인 지식과 융합기술들이 정부 출연 기관을 통해 확산되고 있다는 것을 의미한다. 다음으로는 정부 출연 기관에 이어 높은 매

개 중심성 값을 나타낸 IT기업도 굉장히 중요한 역할을 하고 있었는데 이들 기업들도 지식의 게이트 키퍼 (Gatekeeper) 역할을 하는 창구로 쓰일 수 있다는 점을 보여주고 있다.

다만, 국내 중소기업의 경우에는 매개 중심성이 서서히 증가하는 추세를 보이고 있지만 타 기업들에 비해 상대적으로 높지 않은 값을 나타내고 있다. 분석 결과, 국내 중소기업은 연결 중심성 값의 변화에서 나타난 것처럼 지식 창출을 위해 다른 기술과 관계를 맺고 있는 것인데 그 정도가 매우 약했고 시간이 지남에 따라 그 추세마저 감소되고 있었다. 그렇기에 지식의 매개자 역할은 하지 못하고 있고, 중소기업이 개발한 기술과 보유한 지식 역시 아직까지 경쟁력이 미약하여 다른 기업들에게 별다른 효과나 영향을 주지 못하고 있음을 확인할 수 있다. 따라서 국내 중소기업들은 다양한 기술개발을 통해 지식을 축적하고 보다 표준화되고 영향력 있는 원천기술의 확보를 우선시해야 할 것으로 보인다. 반면, [그림 7]을 보면 대학과 BT기업들은 상대적으로 낮은 매개 중심성 값을 지니고 있었는데 이들의 기술 개발은 보편적으로 기초과학 연구를 통한 원천기술 확보에 주안점을 두고 있기 때문에 기술과 지식의 공급자 역할은 할 수 있지만 해당 지식의 중계 역할은 아직 미비하다고 할 수 있다.

마지막으로는 근접 중심성의 변화를 살펴보았다. 근접 중심성의 경우 네트워크 내에서의 정보 및 영향력, 지위 등에 대한 확보와 접근이 보다 용이하다는 것을 뜻한다. 그러므로 근접 중심성이 높을수록 네트워크 내의 다른 노드들과 직·간접적으로 관계가 많다고 판단할 수 있다. 본 연구 분석 결과, 근접 중심성은 모든 혁신 주체들이 2005-2007년에 비해서 현재는 해당 값이 높게 나타났다. 특히, 2008-2010년에는 정부 출연 연구기관의 중심성 값이 높아 네트워크 내에서 가장 영향력 있고 정보력이 상당한 위치에 있는 것으로

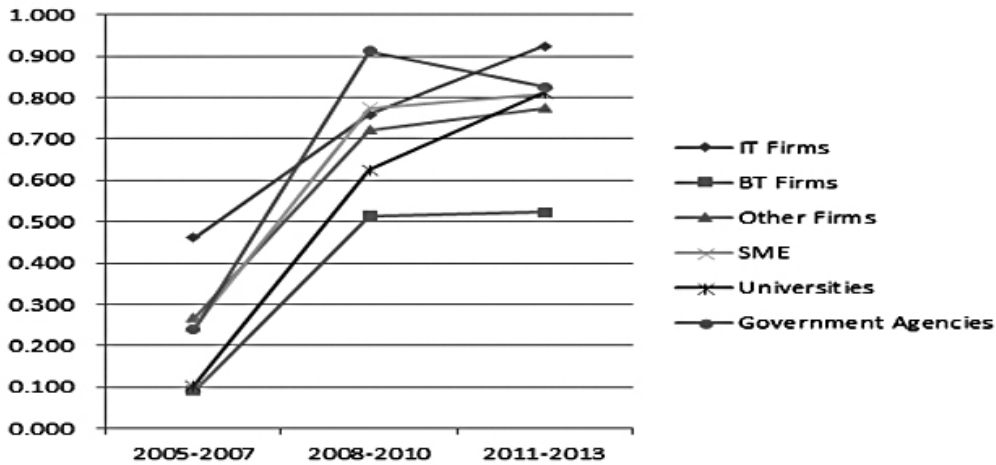
나타났지만 2011-2013년에 가면서 해당 기관 및 조직 별로 모두 평준화된 모습을 보여 네트워크 내에서 정부 출연 기관의 영향력은 다소 감소하고 있음을 확인할 수 있다.

반면에 BT기업의 경우 가장 낮은 근접 중심성의 값을 보여주고 있는데 이것은 IT와 BT의 융합기술 분야인 바이오 일렉트로닉스의 특성상, BT기업들은 기초 과학 위주 핵심기술의 제공자 역할을 하기는 하지만 지식 네트워크 내에서 다양한 정보, 기술 등의 확보를 위해 영향력을 행사하는 위치에 있지는 않는다는 점을 의미한다. 따라서 IT와 BT의 기술융합에서는 근접 중심성이 지속적으로 증가하고 있고 특히, 2011-2013년 시기에 가장 근접 중심성이 높게 나타난 IT기업들이 더 많은 기술과 정보 등의 교류를 할 수 있는 역할을 수행하며, 네트워크 내에서 직·간접적으로 다른 기업들과 긴밀한 관계를 맺고 있다고 판단할 수 있다.

본 연구 대상인 국내 중소기업의 경우 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있고 2008-2011년에는 두 번째로 높은 근접 중심성 값을 나타내고 있는데 이것은 IT와 BT의 기술융합에 있어서 중소기업의 역할이 점점 중요해지고 있다는 점을 의미한다. 또한, 정부의 국가 융합기술 발전계획 이후 기업들에게 라이선싱 등을 통한 기술 지원과 자금 제공 등으로 인한 사업적인 기회를 주고 있는 상황 속에서 이 시기에 많은 중소기업들의 성장이 두드러진 것으로 파악된다. 이와 같은 정부의 정책적인 지원은 중소기업의 기술 개발에 긍정적인 영향을 주었을 뿐만 아니라 지식 네트워크 내에서도 중소기업이 열악한 위치에도 불구하고 핵심 정보 및 기술에 보다 쉽게 다가설 수 있는 원동력이 될 수 있음을 의미한다. 중소기업의 기술융합 및 성장에 정부의 지원이 보다 필요함을 엿볼 수 있는 대목이다.

#### 4.2 포트폴리오 분석을 통한 기업 포지셔닝 맵

다음으로 본 연구에서는 기술 포트폴리오 분석



[그림 8] 혁신 주체들간의 시기별 근접 중심성 변화

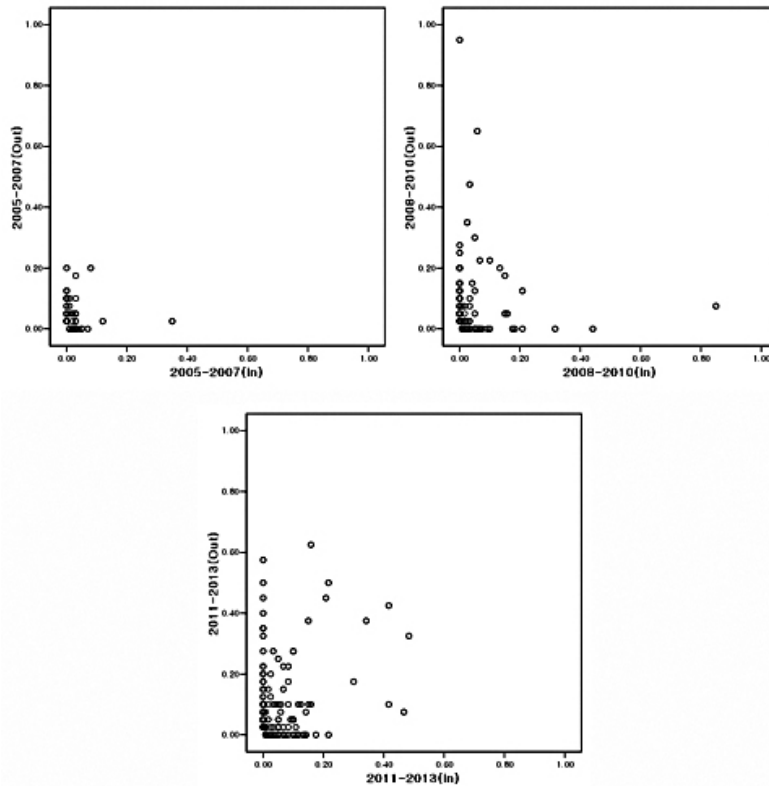
을 통해 IT와 BT 기술융합에 있어서 기업들이 지니고 있는 융합의 정도를 기술의 유입(Inflow)과 유출(Outflow) 측면에서 파악하여 그들의 역할을 구분하고 융합기술 개발의 전략적 포지셔닝 변화를 살펴본다. 또한 이를 중소기업만을 대상으로 한 중소기업의 포지셔닝 맵과 비교함으로써 중소기업이 처해있는 현 상황을 진단하였다. 기술 포트폴리오의 포지셔닝 맵을 그리기 위해서 X축을 기업 내로 유입된 기술 융합의 정도(Fusion degree of inflow)로, Y축은 기업 외부로 유출된 기술융합의 정도(Fusion degree of outflow)로 구분하여 시기별로 도식화하였다.

먼저 모든 기업을 대상으로 한 포지셔닝 맵을 살펴본 결과, [그림 9]와 같은 성장 추이를 나타냈다. 우선, IT와 BT 기술융합 초기 단계(2005-2007)의 경우, 대부분의 기업들이 포지셔닝 맵의 왼쪽 아래에 위치해 있다. 즉, 이 시기에는 기술융합이 잘 이루어지지 않았음을 확인할 수 있다. 기업들의 융합 정도가 대부분 0에 가까워 기술융합이 다양한 기술 범주 내에서 이루어지는 것이 아니라 단일 기술 범주 내에서만 융합이 이루어졌다고 판단할 수 있다. 또한, 기술융합을 위해 기술을 유출하고 유입하는 역할을 담당하는 몇몇 기업들이 존재하지만 그들의 융합도 높지 않아 제한적인

범위 내에서만 융합기술 개발이 이루어진 것으로 보인다.

하지만 2008-2010년을 지나면서 전반적으로 기업들의 융합 정도가 높아진 것을 볼 수 있다. 특히, 이 시기에는 다양한 분야로 기술을 유출하여 융합을 위한 기술의 제공자 역할을 하고 있는 기업군(High fusion degree for outflow)과 다양한 기술 분야에서 기술을 유입시켜 융합을 위한 기술의 소비자 역할을 하고 있는 기업군(High fusion degree for inflow)이 형성된 것을 명확하게 파악할 수 있다. 또한, 융합의 정도가 높지는 않지만 여러 기술 분야에서 기술을 유입시켜 다양한 분야로 기술을 유출시키는 기술의 유통자 역할을 하는 기업군(Middle fusion degree for outflow)이 생겨난 것도 확인할 수 있다.

마지막 기간인 2011-2013년도 기업 전략 포지셔닝 맵을 살펴보면 이전 시기에서의 기존 기업군들에 비해 다른 기업군이 지도 내에 형성된 것을 확인할 수 있다. 이는 지식의 유출과 유입 측면 모두 기술융합 정도가 높은 기업군(High fusion degree for inflow and outflow)으로서 광범위한 분야에서 기술을 유입시키고 동시에 광범위한 기술 분야로 유출시키는 역할을 하고 있는 기업들을 말한다. 이들 기업은 기술융합을



[그림 9] 포트폴리오 분석을 통한 모든 기업들의 성장추이 비교

위해 다양한 지식을 유입하고 유출하면서 자신들만의 기술 경쟁력을 확보하고 있었고 이들의 역할이 향후 IT와 BT 융합을 위해 더욱 중요해지리라는 점을 추정할 수 있었다.

다음으로는 중소기업의 기술융합에 대한 현 상황을 진단하고 이들의 성장 전략을 도출하기 위해 중소기업을 대상으로 한 전략 포지셔닝 맵을 [그림 10]과 같이 도식화하였다.

분석 결과, 첫 번째 시기인 2005-2007년 시기의 경우, IT와 BT 융합을 위해 기술을 개발하는 중소기업은 거의 존재하지 않고 있다고 볼 수 있다. 뿐만 아니라 이 분야의 기술을 개발하는 기업들조차 융합의 정도는 0에 가까워 기술융합을 위한 기술 개발 활동이 전혀 이루어지지 않다는 점을 확인할 수 있다.

하지만, 다음 기간인 2008-2010년 동안에는 많은 수의 중소기업들이 융합을 위한 기술 개발을 진행하

여 그들의 융합 정도도 함께 높아진 것을 파악할 수 있다. 특히, 앞서 분석한 모든 기업을 대상으로 한 융합 정도의 성장추이 결과와 비슷하게 기술의 제공자 역할을 하는 기업군과 기술의 소비자 역할을 하는 기업군이 중소기업 내에서도 형성되었다. 하지만 중소기업은 [그림 9]의 두 번째 성장 패턴과는 다르게 기술의 소비자 역할을 하는 기업군의 융합 정도는 매우 낮게 나타났다. 즉, 유입된 기술의 다양성이 높지 않고 제한적 기술 범위 내에서만 중소기업의 융합 기술 개발이 이루어진 것으로 보인다.

마지막 단계인 2011-2013년 기간 중소기업들의 융합에 따른 포지셔닝 맵을 살펴본 결과, 안타깝게도 이전 시기(2008-2010) 포지셔닝과 마지막 시기의 포지셔닝이 크게 다르지 않다는 점을 확인할 수 있었다. 더욱이 두 번째 시기에 융합을 위한 기술의 제공자 역할을 보여주었던 중소기업군이 사라졌으며 융합 기술의



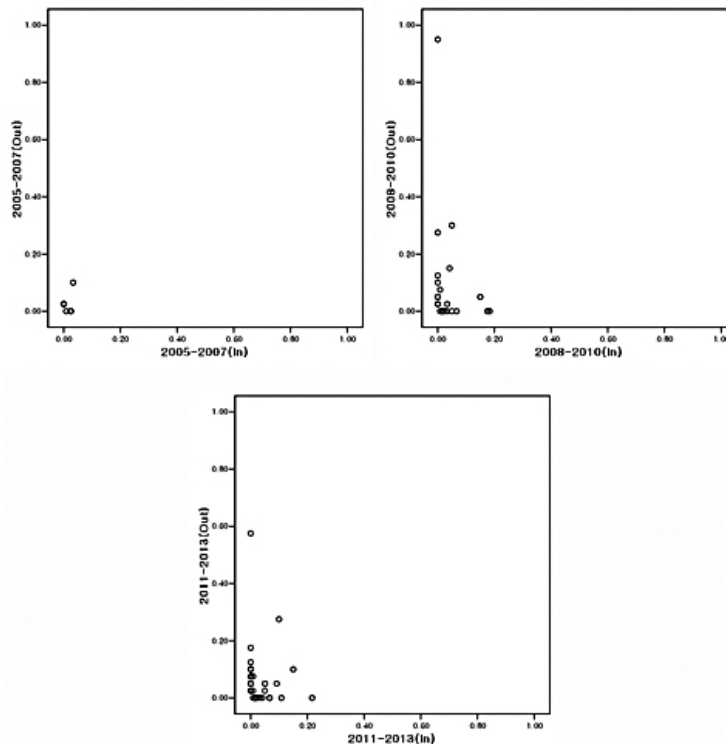
유통자 역할을 하는 기업군도 여전히 형성하지 못했음을 발견하였다. 즉, 중소기업군 만을 토대로 분석한 결과 초기의 중소기업들은 기술융합에 미흡했으나 이내 활발한 기술융합 노력을 시도하다 끝내 중소기업들의 기술이 현재는 더 이상 광범위하게 확산되지 못하고 융합을 위한 기술 진화도 시장 내에서 원활히 이루지 못했음을 확인할 수 있다.

최종적으로 IT와 BT 기술융합을 위한 세부적인 혁신 주체들간의 융합 패턴의 변화를 살펴보기 위해 그들의 시기별 평균 융합 지수값을 분석하였고 해당 조직들의 융합패턴 궤적 변화를 [그림 11]과 같이 도식화하여 나타냈다.

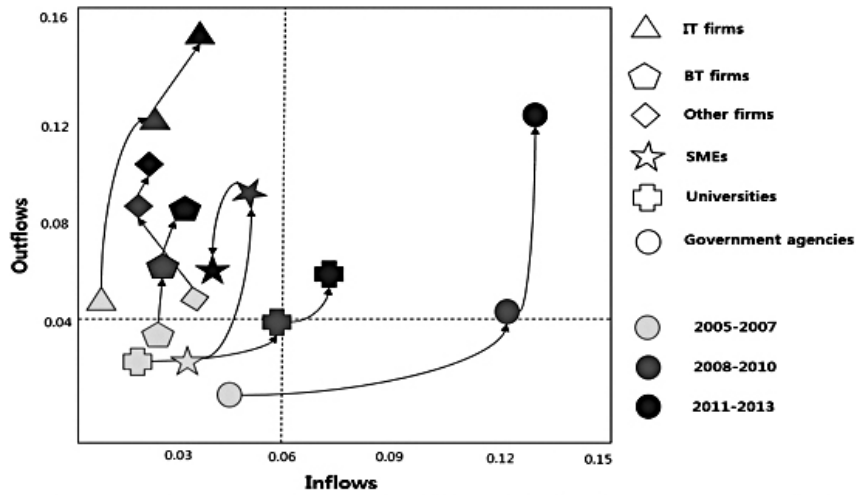
분석 결과, 혁신 주체들은 서로 다른 방향의 IT와 BT 융합의 궤적 변화를 나타내고 있었고 이는 세 가지 패턴으로 크게 구분할 수 있었다. 첫 번째 패턴은 기술 유입에 대한 융합 정도는 변하지 않으면서 점점 다양한 분야로 기술이 유출되며 발전하는 형태이다.

이 패턴에는 IT기업과 BT기업이 포함되는 것으로 나타났고 이들 기업은 융합을 위해 다양한 분야로의 기술 유출을 점점 증가시키고 있었다. 즉, 이들은 기술융합을 위한 원천기술을 제공하는 역할을 담당하기에 IT와 BT의 기술융합에 공헌하는 기업군이라고 설명할 수 있다. 기술 유입에 따른 융합 정도가 감소하기는 했지만 기타 기업군(ex: 기계 산업 및 기술 서비스 관련 산업) 역시 본 융합 패턴에 속하는 것으로 파악되었다.

다음은 유입에 따른 융합의 정도를 증가시킨 후 유출에 따른 융합의 정도를 증가시키는 방식으로 발전하는 형태로서, 광범위한 분야의 기술 축적을 통해 다른 분야로 기술을 유출시키는 방식을 뜻한다. 여기에는 정부 출연 연구기관과 대학이 포함되어 있는데 이들은 광범위한 기술 분야에서의 지식 습득 및 기술 개발이 유리하다는 특징을 가지고 있다. 따라서 이들은 활발한 융합기술 개발을 진행하는 것으로 나타났고



[그림 10] 포트폴리오 분석을 통한 SME의 성장추이 비교



[그림 11] 혁신 주체들간의 시기별 융합 패턴의 궤적 변화

융합기술의 확산에서도 굉장히 중요한 역할을 하고 있다고 판단할 수 있다.

마지막 패턴은 융합의 증가와 감소가 함께 나타나는 형태로서 국내 중소기업이 이 패턴에 해당된다. 즉, 융합 패턴이 기존의 다른 기업들과는 확연하게 다른 모습을 보이고 있었다. 이들은 초기 IT 및 BT기업과 같은 방식의 융합 패턴으로 성장하는 것처럼 보였으나 더 이상 발전하지 못하고 융합의 정도가 오히려 거꾸로 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 현상에 대한 원인을 살펴보면, 2008년 이후 정부의 중소기업 융합기술 육성정책에 힘입어 중소기업의 R&D 투자가 많이 이루어졌고 그 결과 중소기업은 단기간 내 융합과 관련된 많은 기술 개발을 이루어냈다. 하지만 중소기업의 융합기술 개발은 일시적으로 성장했을 뿐 그 기술의 경쟁력은 지속되지 못했음을 [그림 11]의 궤적 변화를 통해 확인할 수 있다. 즉, 다양한 분야의 기술 축적이 없는 상태에서 이루어지는 융합기술 개발은 지속 가능한 성장을 결코 달성할 수 없다는 점을 본 연구 결과는 시사한다.

결과적으로, 중소기업은 보다 다양한 기술 분야의 유입을 통해 기술을 축적하고 이를 바탕으로 융합기술의 개발을 실행해야 할 것으로 보인다. 그리고 이 과

정에서 중소기업이 다른 기업들과 동반성장될 수 있도록 정부와 대학이 중소기업 지원체계를 보다 공고히 구축해야 효과적인 중소기업의 융합기술과 성장이 이루어질 것으로 관측된다.

## 5. 결론

### 5.1 본 연구의 결론 및 기대효과

본 연구는 융합으로 가장 많은 관심을 받고 있는 영역인 IT와 BT산업 내에서 중소기업은 어떤 포지셔닝에 위치해 있으며, 향후 중소기업은 어떻게 기술을 융합하고 성장정책을 수립해야 하는지에 대한 답을 규명하기 위해 진행되었다. 즉, 향후 모든 기업이 직면하게 될 기술융합에서 국내 중소기업의 기술 개발 및 성장을 선도하기 위해 본 연구는 네트워크 분석을 토대로 다양한 산업적 측면을 살펴보고 해당 조직군의 동태적 기술융합 궤적 패턴을 확인하였다. 이를 위해 기술관점의 네트워크 연구를 기업 관점으로 확장한 후 특허서지정보 인용 네트워크 지표를 산출하여 해당 산업 분야의 핵심적 위치를 차지하는 조직과 기술융합의 핵심경로에 위치한 조직들을 확인하고 그 의미를

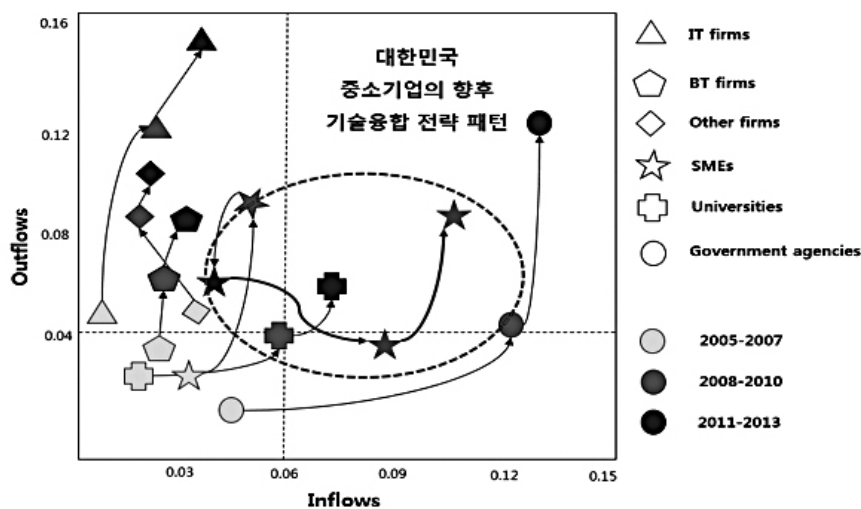
파악하였다. 또한, 중소기업 기술전략의 명확한 방향을 수립하고 현존하는 문제점을 해결하기 위해 포트폴리오 관점의 전략지표를 개발하여 전체 기업군과 중소기업군을 토대로 각각 포지셔닝 변화 및 기술궤적 맵을 도출하였다. 각각도로 분석한 결과 대한민국 중소기업의 기술융합 및 성장을 위해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

앞서 분석한 연구 결과를 보면, IT와 BT의 융합 산업 내에서 유일하게 중소기업만이 기술융합의 증가 이후 감소 패턴을 보이고 있었다. 반면, IT 및 BT 기업, 기타 기업들은 다양한 분야로 기술을 유출시키고 있었으며, 대학과 정부 출연 연구기관은 [그림 12]에서 다시 확인할 수 있듯이 기술 유입을 통해 융합을 강화시킨 후 다시 활발하게 기술을 유출시켜 기술융합에 가장 적극적인 모습을 보이고 있었다.

그러므로 국내 중소기업이 기술융합을 활발히 하기 위해서는 다음과 같은 전략 수립이 필요하다. 연구 결과에서 분석했듯이 다행히 중소기업은 근접 중심성에서는 우수한 값을 보여주고 있었다. 즉, 중소기업은 기술융합의 네트워크 내에서 정보 및 영향력, 지위에 대한 확보와 접근이 아직까지는 용이한 편이다. 원활한

융합기술 개발을 위해 중소기업은 기술의 유입과 유출에 따른 네트워크의 활성화를 일으키는 대학과 정부 출연 기관과의 협력 프로젝트 및 이들이 제공하는 원천기술의 사업화에 더욱 많은 노력을 기울여야 한다.

특히, 연결 중심성 분석을 통해 확인할 수 있듯이 정부는 2008년을 기점으로 다른 주체들보다 융합의 네트워크에서 핵심적인 포지션에 위치하여 기술융합을 국가 주도적으로 이끌고 있다. 즉, 국가 중심의 기술융합이 정부 출연 연구기관으로 강하게 모인다면 다른 기업 및 조직군과의 네트워크 연결이 적은 중소기업은 다른 기업과의 협력보다는 네트워크의 중심적 위치를 차지하는 정부 기관 및 대학과의 전략적 제휴 및 공동 사업화를 위한 기획 및 추진을 더욱 많이 시도해야 한다. 이러한 시도를 바탕으로 기술융합의 중심에 있는 정부 기관과 대학의 기술 및 지식을 전수 받아 중소기업은 기술 유입을 기반으로 융합을 활성화시킨 후, 이를 자신들만의 기술지식으로 내재화하여 다양한 산업 분야에 융합기술이 확산될 수 있도록 궤적을 그려나가야 한다. 기술융합 궤적을 이와 같은 방향으로 변화시키기 위해 노력한다면 [그림 12]에서와 같이 기술용



[그림 12] 대한민국 중소기업의 기술융합 전략 궤적

합과 산업의 기술 및 지식 리더십에 있어 중소기업이 보다 핵심적인 위치로 부상할 수 있을 것이다.

각 조직들의 기술융합 궤적을 살펴보면 결국 기술융합은 서로 다른 분야의 기술을 조정하고 통합하고 응용하는 역할이 필요하다. 그러므로 국내 중소기업이 기술융합의 전략을 슬기롭게 추진하기 위해서는 중소기업군이 갖고 있는 장점인 근접 중심성을 원활히 이용하여 대학과 정부에 보다 다가서서 산·학·연 생태계를 구축하도록 노력해야 한다. 물론, 생태계 구축을 위해 정부는 중소기업의 기술 개발 및 융합을 위한 정부 출연 기관의 역할을 더욱 강조해야 하며 중소기업과 기술 공동 개발 노력을 추진하는 대학에는 과감한 인센티브 및 지원 정책을 제공하여 대학에서 개발한 원천기술 및 첨단 지식이 중소기업의 산·학·연 융합기술 개발로 이어질 수 있도록 해야 한다.

융합기술은 특정 자체가 서로 다른 이종 기술의 상호 의존성에서 출발하기에 기술융합을 단일 기업 내에서 진행하기는 어렵다. 그렇기 때문에 기술융합을 위해서는 기업 협력도 중요하지만 기술의 유입과 유출을 활발히 하는 융합 네트워크의 핵심에 있는 조직과 상호작용을 추진해야 한다. 그러므로 정부는 기존의 중소기업 적합업종 보호와 같은 수동적인 취지의 보호정책 추진보다 기업 경쟁력 강화에 초점을 두고 중소기업의 기술융합을 위한 적극적 성장정책을 추진해야 한다. 정부가 주도적으로 협업을 추진하고 출연 기관을 통해 개발되는 원천기술을 중소기업에 제공한다면 융합기술 개발을 통한 중소기업의 성장에 훨씬 더 많은 도움을 제공할 수 있을 것이다.

아울러, 대학은 현재 융합기술의 유입과 유출을 활성화시키며 기술 개발 포지셔닝의 핵심에 점점 다다르고 있다. 그러므로 자원 및 R&D 인프라가 훌륭한 대기업보다 대학의 기술을 보다 적극적으로 사업화할 의지가 강력한 중소기업과의 R&D 프로젝트를 통해 더 많은 기술이 중소기업을 통한 기술사업화로 이어질

수 있도록 노력해야 한다. 물론, 가장 중요한 성장 의지와 노력은 중소기업 자체에 있다. 산·학·연 생태계를 통한 기술융합이 실효성 있는 성과로 이어질 수 있도록 중소기업이 효과적인 기술이 무엇인지 판별하고 끊임없이 기술학습을 시도하고 이를 지식경영을 통해 내재화한다면 분명 더 많은 가치 창출과 지속적 성장을 달성할 수 있을 것이다.

## 5.2 본 연구의 공헌 및 발전 방향

본 연구는 ‘융합’을 토대로 국내 중소기업이 최근 그 중요성이 부각되고 있는 IT와 BT산업에서 어떤 융합 현황을 보이고 있는지 분석한 후 향후 어떻게 대응해야 하는지에 대한 중요한 기술적, 산업적 시사점을 제공했다. 이에 따라 본 연구는 기술융합이 점차적으로 증가하는 산업 환경 속에서 국내 중소기업들에게 실무적으로 중요한 시사점을 줄 것으로 기대한다. 아울러, 정부와 대학은 중소기업과의 상생 및 발전을 위해 어떤 역할을 해야 하는지 본 연구를 통해 명확히 이해할 수 있다. 기술융합은 기존 중소기업 관련 선행 연구와 달리 정태적인 관점에서 파악할 수가 없다. 그러므로 향후 중소기업이 IT 및 BT 이외 분야의 기술 환경 속에 놓여 있을 때도 기술융합 전략은 반드시 네트워크 구조의 전체 포지셔닝을 살펴보고 전략 방향을 결정해야 한다.

본 연구의 학문 및 기업 전략 수립에 대한 공헌은 아래와 같이 세 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 본 연구는 기존 중소기업 연구가 창업자의 기업가정신, R&D와 해외 수출 노력 등에 머물러 있는 점을 감안, 특히 인용 분석을 바탕으로 국내 중소기업의 융합을 동태적으로 분석하여 전체 융합 산업에서 중소기업의 포지셔닝으로 분석 관점 자체를 더욱 확장시키는데 기여했다. 아울러, 본 연구는 연결 및 매개, 근접 중심성을 통해 IT와 BT의 융합 속에서 10년간 중소기업의 행동과 융합 궤적의 흐름이 어떻게 변화

해 나갔는지 파악했다. 이는 실제로 국내 중소기업의 연구 방법적 관점을 더욱 확장시키고 국내 중소기업 경영진에게는 중요한 기술경영 및 개발에 대한 시사점을 제공했다.

둘째, 본 연구는 IT와 BT산업 전반의 기술 연계 흐름과 각 조직군의 기술 궤적 변화 흐름을 함께 고찰함으로써 제한적이지만 향후 해당 융합 분야의 흐름을 추론할 수 있는 연구결과로서의 가치를 지닌다(조용래, 2014). 본 연구가 지난 10년을 토대로 국내 중소기업만을 분석하지 않은 이유는 중소기업과 함께 융합 분야에서는 여러 혁신 주체(정부, 대학, IT 및 BT기업 등)가 함께 상호작용하며 융합 및 성장 패턴을 변화시켜 나가기 때문이었다. 그 결과, 본 연구는 산업 전반 각 혁신 주체의 흐름을 함께 살펴봄으로써 향후 융합의 변화 정도를 상세히 확인하고 미래 방향을 생각하는데 기여했다.

셋째, 본 연구에서는 네트워크 방법론 및 관련 지표를 활용하여 각 혁신 주체의 연결, 매개, 근접 중심성을 살펴보고 포트폴리오 형태의 지도 분석기법을 활용하였다. 이를 통해 기술융합에 있어서 해당 산업의 주도권은 누가 쥐고 있고 네트워크 중심에 있는 조직은 누가 있는지, 그리고 실제로 각 혁신 주체들의 기술 융합 방향의 변화는 어떻게 나타나는지에 대한 시사점을 찾을 수 있었다(Cho & Kim, 2014). 그러므로 본 연구에서 활용한 방법론과 연구 구조는 향후 국내 중소기업 경영진들이 자사의 기술전략을 분석하고 평가하는데 활용할 수 있어 경영 실무적인 의의도 매우 크다고 할 수 있다.

본 연구 결과를 바탕으로 후속 연구는 다음과 같은 점을 감안하여 추진해야 할 것이다.

첫째, 본 연구는 국내 IT와 BT산업의 융합 환경을 토대로 진행하였다. 그러나 최근 들어 융합의 흐름이 IT와 BT에서 NT, CT 등의 새로운 기술들이 결합되는 형태로 진화해 나가고 있다. 그러므로 다른 융합 분

야(ex: IT와 NT, IT와 CT, BT와 NT 등)에서 중소기업의 융합 패턴 및 문제점은 어떻게 나타나는지 확인해야 한다. 만약, 본 연구와 다른 방향의 문제점 및 현황을 드러낸다면 중소기업의 융합 방향에 있어 다른 처방을 내려야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서 제시한 기술융합 전략 및 정책이 향후 중소기업의 성장에 실제 영향을 미쳤는가에 대한 보다 심도 있는 실증 분석을 진행해야 한다. 미래 혁신을 위해 융합은 반드시 진행해야 할 사항으로 고려되고 있지만 기술융합이 중소기업의 가치 창출과 수익 성장에 어떤 기여를 했는지에 대한 답은 여전히 부족한 상황이다. 후속 연구에서는 국내 중소기업의 혁신과 융합을 위해 이 부분에 대한 보다 깊이 있는 답을 제시해야 할 것이다.

셋째, 본 연구에서는 융합기술을 위한 혁신 주체들 간의 관계와 역할을 살펴보기 위해 크게 세 가지의 네트워크 중심성에 관해 인덱스를 추출하여 혁신 주체들 간의 시기별 중심성의 변화 추이를 살펴보고, 기술 범주의 다양성을 기반으로 융합의 정도를 기술의 유입(Inflow)과 유출(Outflow) 측면에서 파악하여 그들의 역할을 구분하고 융합기술 개발의 전략적 포지셔닝 변화를 살펴보았다. 하지만, 본 연구에서 사용한 융합 지표에서는 관계적인 측면 즉, 네트워크의 강도(Strength)를 고려하지 못했다는 한계를 지니고 있다. 접촉빈도 및 지속기간 등으로 측정되는 네트워크 강도는 구조적 분석 방법으로 파악할 수 없는 정보를 제공해 줄 수 있기 때문에 추후 연구에서는 네트워크 강도를 반영한 융합 지표를 고려하여 분석이 진행되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

### [국내 문헌]

- [1] 강석민, 김대원 (2014). 기술협력 네트워크에서의 사회적자본, 지식활용, 제품혁신성과의 관계에 대한 실증연구. 지식경영연구, 제15권, 제4호, pp. 207-221.
- [2] 권상집, 백서인, 김희태, 장현준, 김성진 (2013). 기업가적 의지, 조직학습, 기술/시장 변화에 의한 대학발 창업 벤처기업의 기회실현 과정: i-KAIST 탐색적 사례연구. 지식경영연구, 제14권, 제5호, pp. 55-79.
- [3] 국가과학기술위원회 (2008). 국가융합기술 발전 기본계획(안) ('09~'13): 교육과학기술부 등. 서울: 국가과학기술위원회 운영위원회.
- [4] 산업연구원 (2011). 중소기업 융합활동 실태 및 활성화 방안 연구 보고서.
- [5] 조용래 (2014). 기술융합 관점에서의 기업혁신전략과 시장지향적 기술정책: 네트워크 분석을 중심으로. 한국과학기술원 박사학위 논문.
- [6] 한국생명공학연구원 (2013). 국가 BT 혁신을 위한 전략과 과제 보고서.
- [7] 허정은·양창훈 (2013). 네트워크 분석을 통한 융합연구 구조 분석: 첨단융합기술개발사업을 중심으로. 기술혁신학회지, 제16권, 제4호, pp. 883-912.
- [8] 홍진원·서우종 (2014). 조직구성원의 지식통합 역량에 대한 선행 요인과 지식창출 효과에 관한 연구: 융합 지향 조직을 중심으로. 지식경영연구, 제15권, 제4호, pp. 105-126.

### [국외 문헌]

- [1] Bauer, J. M., Weijnen, M. P. C., Turk, A. L., & Herder, P. M. (2003). Delineating the scope of convergence in infrastructures: New frontiers for competition, in: Thissen, W. A. H. & Herder, P. M. (Eds.), Critical infrastructures: State of the art in research and application, pp. 209-231: Kluwer, Boston: MA.
- [2] Bekkers, R. & Martinelli, A. (2012). Knowledge positions in high-tech markets: Trajectories, standards, strategies and true innovation. Technological Forecasting and Social Change, 79, pp. 1192-1216.
- [3] Cho, T. & Shih, H. (2011). Patent citation network analysis of core and emerging technologies in Taiwan: 1997-2008. Scientometrics, 39(3), pp. 795-811.
- [4] Cho, Y. & Kim, W. (2014). Technology industry networks in technology commercialization: Evidence from Korea university patents. Scientometrics, 98(3), pp. 1785-1810.
- [5] Cho, Y., Lee, S., & Kim, W. (2012). The role of funding source for commercializing university patents: Network analysis on technology-industry linkage patterns. Proceedings of the 2012 IEEE IEEM, pp. 727-731.
- [6] Choi, D. & Valikangas, L. (2001). Patterns of strategy innovation. European Management Journal, 19(4), pp. 424-429.
- [7] Curran, C. S. & Leker, J. (2011). Patent indicators for monitoring convergence - Examples from NFF and ICT. Technology Forecasting and Social Change, 78(2), pp. 256-273.
- [8] EC (2004). Converging Technologies -

- Shaping the future of European societies, A report from the high level expert group on foresighting the new technology wave, by Rapporteur Alfred Nordmann Brussels.
- [9] Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (1997). Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations. Cassell Academic, London.
- [10] Fontana, R., Nuvolari, A., & Verspagen, B. (2009). Mapping technological trajectories as patent citation networks: An application to data communication standards. *Economics of Innovation and New Technology*, 18, pp. 311-336.
- [11] Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), pp. 215-239.
- [12] Geum, Y., Kim, C., Lee, S., & Kim, M. S. (2012). Technological convergence of IT and BT: Evidence from patent analysis. *ETRI Journal*, 34(3), pp. 439-449.
- [13] Glanzel, W. & Schubert, A. (2001). Double effect = Double impact? A critical view at international co-authorship in chemistry. *Scientometrics*, 50(2), pp. 199-214.
- [14] Grilliches, Z. (1990). Patent statistic as economic indicator: A survey. *Journal of Economic Literature*, 28, pp. 1661-1707.
- [15] Hackler, K. & Jopling, E. (2003). Technology convergence driving business model collision. Gartner Group.
- [16] Hacklin, F., Marxt, C., & Fahrni, F. (2009). Coevolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry. *Technology Forecasting and Social Change*, 78(2), pp. 256-273.
- [17] Hanneman, R. A. & Riddle, M. (2005). Introduction to social network methods. Riverside, CA: University of California, Riverside.
- [18] Harianto, F. & Pennings, J. M. (1994). Technological convergence and scope of organizational innovation. *Research Policy*, 23, pp. 293-304.
- [19] Hirschman, A. O. (1945). National power and the structure of foreign trade. Berkeley: University of California Press.
- [20] Islam, N. & Miyazaki, K. (2009). Nanotechnology innovation system: Understanding hidden dynamics of nanoscience fusion trajectories. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), pp. 128-140.
- [21] Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), pp. 577-598.
- [22] Klein, J. T. (1996). Crossing boundaries: Knowledge, disciplines, and interdisciplinaries. Charlottesville, VA: University of Virginia Press.
- [23] Kodama, F. (1992). Technology fusion and the new R&D. *Harvard Business Review*, 70(4), pp. 70-78.
- [24] Kodama, F. (1995). Emerging patterns of innovation. Harvard Business School Press.
- [25] Lattuca, L. R. (2003). Creating interdisciplinary: Grounded definitions from college and university faculty. *History of Intellectual Culture*, 3(1), pp. 1-20.
- [26] Meyer, M. S. (2001). Patent citation analysis in a novel field of technology: An exploration of nano-science and nano-technology.

- Scientometrics, 51(1), pp. 163-183.
- [27] Nelson, R. R. (1993). National innovation systems: A comparative study. Oxford Univ. Press, New York.
- [28] No, H. J. & Park, Y. (2010). Trajectory patterns of technology fusion: Trend analysis and taxonomical grouping in Nanobiotechnology. *Technology Forecasting and Social Change*, 77(1), pp. 63-75.
- [29] NSF (National Science Foundation, US) & DOC (Department of Commerce, US) (2002). Converging technologies for improving human performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and Cognitive science, in Mihail C. Roco and William Sims Bainbridge (eds.), Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [30] Nystrom, A. G. & Hacklin, F. (2005). Operator value-creation through technological convergence: The case of VoIP: 16th European Regional Conference, International Telecommunications Society, Porto, Portugal.
- [31] Pennings, J. & Puranam, P. (2001). Market convergence and firm strategy: New directions for theory and research. In: ECIS Conference, The future of innovation studies, Eindhoven, Netherlands.
- [32] Phelps, C. C. (2010). A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 53(4), pp. 890-913.
- [33] Porter, A. L. & Chubin, D. E. (1985). An indicator of cross-disciplinary research. *Scientometrics*, 8, pp. 161-176.
- [34] Rosenberg, N. (1963). Technological change in the machine tool industry, 1840-1910. *Journal of Economic History*, 23(4), pp. 414-446.
- [35] Schilling, M. A. & Phelps, C. C. (2007). Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation. *Management Science*, 53(7), pp. 1113-1126.
- [36] Scott, J. P. (1991). *Social network analysis: A handbook*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- [37] Shin, J. & Park, Y. (2007). Building the national ICT frontier: The case of Korea. *Information Economics and Policy*, 19(2), pp. 249-277.
- [38] Singh, J. (2005). Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns. *Management Science*, 51(5), pp. 756-770.
- [39] Tijssen, R. J. W. (2001). Global and domestic utilization of industrial relevant science: Patent citation analysis of science-technology interactions and knowledge flows. *Research Policy*, 30(1), pp. 35-54.
- [40] Verspagen, B. (2007). Mapping technological trajectories as patent citation networks: A study on the history of fuel cell research. *Advance in Complex Systems*, 10(1), pp. 93-115.
- [41] Xing, W., Ye, X., & Kui, L. (2011). Measuring convergence of China's ICT industry: An input-output analysis. *Telecommunication Policy*, 35(4), pp. 301-313.



## ● 저 자 소 개 ●



### **이상훈 (Sanghoon Lee)**

현재 한국과학기술원(KAIST) 기술경영학과 기술경영대학원 박사과정에 재학 중이다 (박사 수료). 미국 오하이오 주립대학교(Ohio State University)에서 경영학 학사를 취득하고, 서울대학교 대학원 산업공학과에서 석사학위를 취득하였다. 주요 관심분야는 Technological data intelligence, Technology forecasting & exploration, Patent analysis, Business model innovation 등이다.



### **권상집 (Sang Jib Kwon)**

현재 동국대학교 경영계열 경영학부 교수로 인사조직 및 전략을 담당하고 있다. 주요 관심 분야는 리더십과 조직 혁신, 지식경영과 협상전략 등이며 조직 구성원 개인 성향과 비즈니스 환경에 따른 개인·조직 창의성 증진을 위한 메커니즘을 연구하고 있다. Social Science Journal (SSCI), Social Science Information (SSCI) 및 지식경영연구, 중소기업연구 등에 논문을 게재했다.