

특허정보를 활용한 산업융합성 평가 방법론 : 기술연관분석

김지은 · 이성주[†]

아주대학교 산업공학과

A Methodology to Evaluate Industry Convergence Using the Patent Information : Technology Relationship analysis

Jeeun Kim · Sungjoo Lee

Department of Industrial Engineering, Ajou University

As the convergence among technologies is reorganizing industry sectors, it is quite important to evaluate the probability of technological convergence, and to analyze how the technologies in a certain industry sector affect the same or other industry sectors. As a result, the large number of studies have been focused on the industry convergence. However, most of them have dealt mainly with case studies or strategy and policies and few efforts have been made to study it using quantitative data. The investigation of industry convergence using quantitative data will help understand the characteristics of industry and forecast the future of the industry from an objective point of view. Therefore, this research proposes a methodology to evaluate the possibilities of industry convergence using patent data. In particular, we emphasize the possibilities of technology convergence and suggest a technology relationship matrix to evaluate the technology convergence, as an antecedent of industry convergence. The feasibility and utility of the suggested methodology was verified with a case study on the convergence of IT and BT. The research results are expected to provide a useful guideline for developing a measure of convergence.

Keywords: Convergence, Patent, IT, BT, Technology Relationship

1. 서론

최근 혁신의 가장 특징적인 동향은 산업융합(industry convergence)이다. 실제로 오늘날 융합산업의 발전은 경제적 부가가치의 많은 부분을 차지하고 있으며, 바이오·나노 시대를 거쳐 새로운 '융합시대'를 조성하기에 이르렀다. 융합에 대한 개념은 1960년대 초 Rosenberg(1963)의 연구에서 산업융합이란 관점으로 처음 제시되었다. 이후 다양한 연구자들이 유사 개념을 제시하고 있으나(Duysters and Hagedoorn, 1998; Sahal, 1985) 일반적으로 융합이란 최소 두 개 이상의 품목이 하나로 합쳐지는 것 혹은 최소 두 개 이상의 분리된 과학, 기술, 시장, 산업 사이의 경계가 모호해 지는 것으로 정의되고 있다(Choi

and Valikangas, 2001). 제품과 서비스가 하나로 합쳐져 고객의 니즈를 만족시키는 제품-서비스 통합 시스템은 최근의 융합 동향을 잘 나타내 주는 사례이다(Kim *et al.*, 2011).

프로세스 관점에서 융합은 크게 지식, 기술, 응용, 산업의 네 단계 진화과정을 거친다(Hacklin *et al.*, 2009). 이 중 기술융합이란 상이한 기술들의 결합으로, 융합기술 분야에서는 융합의 범주를 점차적으로 확장하여 생산성과 효율성을 제고하고 이용 편의성을 향상시키기 위한 여러 시도들이 이루어지고 있다. 예를 들어, IT기술이 타 산업분야에 활용되는 현황을 살펴보면, 자동차 융합 분야에서 지능형 자동차·텔레매틱스, 조선 융합 분야에서 스마트 선박 기반 조선시스템, 국방 융합 분야에서 무기체계의 첨단화 및 네트워크화, 의료 융합 분야에서

이 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2011-327-B00189).

[†] 연락저자 : 이성주 교수, 443-749 경기도 수원시 영통구 원천동 산5 아주대학교 산업공학과, Tel : 031-219-2419, Fax : 031-219-1610,

E-mail : sungjoo@ajou.ac.kr

2012년 12월 31일 접수; 2013년 3월 26일 수정본 접수; 2013년 4월 1일 게재 확정.

u-Health 서비스 상용화 추진에 핵심 기술로 각광 받고 있다 (Lee and Chang, 2012). 이외에도 산업융합에 있어 신기술은 매우 중요한 영향을 미친다(Xing *et al.*, 2011). 이에 궁극적으로 산업 측면에서 융합동향을 전망하기 위해서는 기술 측면에서의 융합동향을 이해하고 미래 융합가능성을 예측해 볼 필요가 있다(Geum *et al.*, 2012).

그러나 융합에 대한 기존연구들은 대부분 융합현상을 분석하고자 하는 사례연구나 이를 토대로 전략이나 정책을 수립하는 정성연구를 중심으로 진행되어(Bores *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2010), 계량데이터를 활용하여 산업의 융합성을 객관적으로 평가해 보고자 한 시도는 많지 않다. 계량데이터를 활용한 평가는 객관적인 시각에서 산업의 융합가능성을 분석하도록 지원한다는 점에서 산업의 특성을 이해하는데 유의미하다.

따라서 본 연구는 계량데이터에 기반 한 산업의 융합성 평가 방법론을 제안하고자 하며, 이를 위해 특허정보를 활용한다. 특허문서는 발명에 대한 기술적, 상업적 정보를 포함하는 대표적인 기술 자료로(Ernst, 2003), 기술지식의 흐름이나 기술분야간 연관관계를 분석하기 위한 목적으로 빈번히 활용되어 왔다. 본 연구에서는 특허간 인용정보를 활용하여 기술간 관계를 분석하는 기술연관표를 제안하며 이를 활용하여 산업융합가능성을 평가할 수 있는 융합유발계수를 개발한다. 융합유발계수는 산업 내 기술간 융합가능성과 타 산업 기술과의 융합가능성을 평가하기 위한 기준으로 활용되며 특정 분야 기술 발전이 산업융합에 미치는 영향을 측정할 수 있는 목적으로 활용된다. 개발된 방법론은 IT 분야와 BT 분야의 기술융합성 평가에 적용되어, 그 타당성과 유용성을 검증하였다. 본 연구 결과는 이론적 측면에서 연구결과는 기술의 융합성을 평가하기 위한 체계적인 방법론인 ‘기술연관표’를 제안하여, 산업융합통계 분야의 발전에 기여할 것으로 기대된다. 또한 실무적 측면에서 연구결과는 기술들간의 융합정도를 파악하고 기술 융합의 파급효과를 예측하여 미래 기술의 발전동향을 전망하는데 활용됨으로써 효과적인 융합산업 육성을 지원할 것으로 기대된다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. 우선 제 2장에서는 융합기술과 관련된 기존연구들을 정리하고, 제 3장에서 연구의 방법론을 제시한다. 제 4장에서는 제시된 연구 방법론에 따라 IT 분야와 BT 분야의 융합성에 대한 연구결과 및 시사점을 기술한다. 마지막으로 제 5장에서는 연구의 공헌과 한계점을 서술한다.

2. 이론적 배경

2.1 융합기술의 중요성

국가융합기술발전 기본계획(2009~2013)에 따르면 융합기술이란 NT, BT, IT 등의 신기술간 또는 이들과 기존 산업·학문간의 상승적인 결합을 통해 새로운 창조적 가치를 창출함으

로써 미래경제와 사회·문화의 변화를 주도하는 기술이다. 주요 선진국들은 이미 융합기술의 중요성을 인식하고 융합기술 육성을 위한 전략을 수행하고 있다. 미국은 일찍이 ‘인간수행능력 향상을 위한 융합기술전략(2002)’을 수립한 바 있고 미국 과학재단의 경우 연간 약 1300억 불에 달하는 액수를 융합기술 분야에 투입하고 있으며, 대학제적 연구수행에 필요한 인력양성 및 연구지원으로 목적으로 Cross-cutting 프로그램을 추진 중에 있다. EU 또한 ‘지식사회건설을 위한 융합기술 발전전략(2004)’을 수립한 바 있으며, 범 유럽차원에서 추진되는 관련 R&D 프로젝트에 대해 FP(2007-2013)에서 융합기술개발을 확대하고 학제간 연구를 강화하고 있다. 일본의 경우 ‘신산업 창조전략(2004)’과 ‘Focus 21(2004)’을 수립하여 신기술간 융합 분야에 예산을 집중 투입한 바 있다.

해외뿐 아니라 우리나라에서도 교육과학기술부, 문화체육관광부 등 7개 부처에서 융합기술개발 육성정책을 개별적으로 추진해왔다. 유망 융합기술에 대한 육성은 글로벌 경쟁력 제고에 있어 결정적인 요인으로 작용할 것으로 보인다. 우리나라가 융합기술 초기 단계를 벗어나 창조적 융합기술의 리더로 거듭나기 위해서는 국내외에서 개발되는 융합기술을 모니터링 하고 유망기술을 조기에 발굴하고 확보할 수 있어야 한다. 따라서 융합기술을 모니터링 하고 유망 융합기술을 조기에 발굴할 수 있는 방법론의 개발이 시급하다.

2.2 기술융합성 평가

기존 연구에서 기술 융합성을 평가하고자 하는 시도는 주로 산업, 기술, 제품의 융합 정도를 측정하기 위한 지수를 중심으로 제안되고 있으며, 특히 산업의 융합은 ‘기업의 다각화 정보를 활용’하거나 ‘지식이나 기술의 연관성 정보를 활용’하여 측정하고자 하는 경향을 보인다. 기업의 다각화 정보를 활용하는 경우 주로 표준산업분류(SIC : Standard Industry Classification) 체계를 활용하여 해당 산업분야 내 기업이 타 산업분야로 다각화 하는 동향을 분석하고(Jacquemin and Berry, 1979; Rumelt, Dosi and Winter, 1994; Gambardella and Torrissi, 1998; Fan and Lang, 2000), 지식이나 기술의 연관성 정보를 활용하는 경우, 특허분류체계(IPC : International Patent Classification)를 활용하여 특정 분야 내 기술이 타 분야에서 활용되거나 해당 기술이 타 분야 기술을 활용하거나 두 개 분야가 유사한 기술을 보유하는 정도를 분석하였다(Fai and Tunzelmann, 2001; Breschi, Lissoni and Malera, 2003; Joo and Kim, 2010; Makri, Hitt and Lane, 2010). 두 경우 모두 공통적으로 허핀달지수(Herfindahl index), 엔트로피(Entropy), 집중도(Concentration ratio) 등의 개념을 활용하여 융합의 정도를 측정하는 사례가 있다(Bryce and Winter, 2009).

대부분의 사례에서 기술 융합성 평가는 기술융합의 핵심동인인 IT 산업을 중심으로 이루어졌다. 나노·바이오, IT-BT와 같이 두 개의 산업간 융합동향을 모니터링 하거나 NFF(Nutraceut-

tics and Functional Foods), RFID(Radio Frequency Identification)와 같이 세부 기술을 분석대상으로 간주하였다. 이와 같은 경우 융합성 평가 대상으로써 주로 ‘산업’을 다루고 있으나 실제 ‘산업’을 ‘기술의 집합’으로 정의하여 분석하는 경향이 있다. 특허정보에 기반하여 기술융합성을 평가하는 경우, 기술은 주로 국제특허분류체계(International Patent Classification)의 클래스(class) 수준에서 정의되며, 산업은 클래스의 집합으로 정의하되, 경우에 따라서는 산업을 정의하기 위해 특허분류를 산업에 매칭한 분류표(concordance table)를 자체 개발하거나, 타 연구보고서에서 개발한 분류표를 참조하기도 하였다(Kang *et al.*, 2006).

특허정보를 활용하여 기술융합성을 측정하는 경우 특허지표를 개발한 뒤, 기술 분야별로 산출된 특허지표 값을 토대로 기술융합성을 평가하게 된다. 이 중 특허지표 산출에 주로 이용되는 특허정보는 크게 두 가지 유형으로 구분된다. 첫째, 특허인용 정보이다(Geum *et al.*, 2012; No and Park, 2010). 이는 특정 특허가 이후 출원된 특허에서 얼마나 참고가 되고 있는지를 나타내는 정보이다(Yoo *et al.*, 2006). 인용특허란 해당 특허가 인용하고 있는 특허들을 의미하며, 인용특허가 많은 특허일수록 개량기술일 가능성이 높다(Engelsman and van Raan, 1994). 반면 피인용 특허란 해당 특허를 인용하고 있는 특허들을 의미하며, 피인용특허가 많은 특허일수록 원천기술일 가능성이 높다. 특허인용 정보는 이와 같이 개별기술에 대한 특성을 나타내기 위한 목적 이외에도 기술 상호간의 지식흐름을 나타내기 위한 목적으로도 유용하게 활용된다. 즉, 상호 특허인용이 활발하게 일어나는 기술 분야의 경우 지식의 흐름이 활발하며, 기술융합의 가능성이 높다. Geum *et al.*(2012)의 연구에서는 거시차원에서 기술분야간 융합성을 평가하기 위한 목적으로 특허인용 정보를 활용하였다. No and Park(2010)의 연구에서는 특허인용 정보를 토대로 나노바이오 분야 기술융합의 동향을 분석한 바 있다. 둘째, 특허인용정보와 더불어 주로 활용되는 정보는 특허분류 정보이다(Curran and Leker, 2011; Tijssen, 1992; Xing *et al.*, 2011). 일반적으로 특허 출원 시 해당 특허가 속한 기술 분야에 해당하는 특허분류체계도 상 분류코드가 할당된다. 이 때 해당 특허가 다수 기술 분야와 연관된 경우 다수 개의 분류코드가 할당된다. 따라서 만약 두 개 기술분야에 공통적으로 해당하는 특허의 개수가 많다면 해당 기술분야는 상호 연관관계가 높으며 융합도 또한 높다고 할 수 있다. 초기 Tijssen(1992)의 연구에서 기술분야간 융합성을 평가하기 위한 목적으로 특허분류 정보가 활용되었으며, 후속연구들에서도 산업융합을 평가하기 위한 대용지표로 특허의 공통분류 정보는 빈번히 활용되어 왔다.

본 연구에서는 위의 기존 연구들을 토대로 특허정보를 활용한 산업의 융합성을 평가하기 위한 정량적 방법론을 개발하고자 한다. 먼저, 산업을 기술의 집합으로 가정하고 산업과 기술을 동일한 개념으로 간주한다. 산업융합은 새롭게 등장하는 융합기술이 얼마나 혁신적인 기술인가가 매우 중요한 요인으

로 작용하기 때문에, 산업을 기술단위에서 살펴봄으로써 융합 산업의 특성을 분석하고 미래의 유망한 융합산업을 예측하는 것은 유의미한 활동으로 판단된다. 또한, 산업의 융합성을 평가하기 위해 특허인용정보를 활용한다. 특허인용 정보는 기술 내 지식의 흐름을 분석하기 때문에 기술융합 현황이 아닌 미래 융합가능성을 평가한다는 본 연구의 목적에 보다 부합할 것으로 판단된다. 또한 기술융합 과정을 특허지식 교류 관점에서 분석하여 융합이 일어나는 메커니즘을 확인할 수 있을 것으로 기대된다. 특허분석을 활용한 기존연구들과 달리 본 연구에서는 산업융합통계 관점에서 특허정보를 분석한다. 따라서 본 연구에서 제시한 기술연관표는 산업융합통계의 기초 자료가 되어 추후 다양한 목적으로 활용될 수 있을 것이다.

2.3 산업연관분석

본 연구에서 제시하는 기술연관표는 기본적으로 산업연관표의 개념을 도입하여 개발한다. 산업연관표는 투입-산출표 혹은 레온티에프표라고도 하며, 국가전체의 경제활동을 분석하기 위해 경제 거래 전체를 하나의 표로 정리한 것이다(Leontief, 1986). 즉 매년 각 산업 내에서 생산되는 재화, 서비스가 산업 상호간 혹은 중간수요와 최종수요(수출과 소비 등)간에 어떻게 분배되는지 등에 대한 정보를 정리한 것이다(Kim, 2007). 우리나라의 경우 한국은행에서 매년 관련 통계를 산출하고 있으며 각종 경제분석 및 산업분석(산업구조와 파급효과), 정책수립의 기초자료로 활용되고 있다.

본 연구에서는 산업연관분석의 개념을 도입하여 기술연관분석을 제안한다. 기술연관표는 각 기술분야 내에서 개발되는 기술의 지식흐름이 동일 기술분야 혹은 타 기술분야 기술 상호간에 어떻게 이루어지고 있는지에 대한 정보를 정리하여 산업융합통계의 기초자료로 제안하고자 한다.

3. 연구 방법

3.1 데이터 수집 및 처리

본 연구의 전체적인 프로세스는 <Figure 1>과 같다. 가장 먼저 USPTO를 통해 IT, BT 분야의 등록특허(1976~2012)를 다룬 받았다. IT, BT 관련 특허는 Geum *et al.*(2012)이 제시한 연구를 참고하되, Geum *et al.*(2012)의 논문에서는 약 61개의 IT-BT 관련 USPC(US Patent Classification)를 제시하였으나 이 중 10개의 USPC(20개의 IPC에 해당)를 선별하여 활용하였다. IT 분야에서는 235, 340, 345, 353, 382, BT 분야에서는 250, 426, 600, 602, 607 USPC가 포함되었다. USPC는 WIPS ON에서 제공하는 USPC-IPC(제 8판) 간 변환기능을 통해 IPC로 변환한 후 활용하였다. 또한 본 연구에서는 IPC 클래스를 한 개의 기술로 가정하고, IPC 클래스의 집합으로 IT와 BT 산업을 정의하였다.

데이터 수집은 2012년 1월에 진행되었으며, 수집시기를 기준으로 등록특허 중 무작위 추출된 1천개의 특허를 대상으로 분석을 수행하였다.

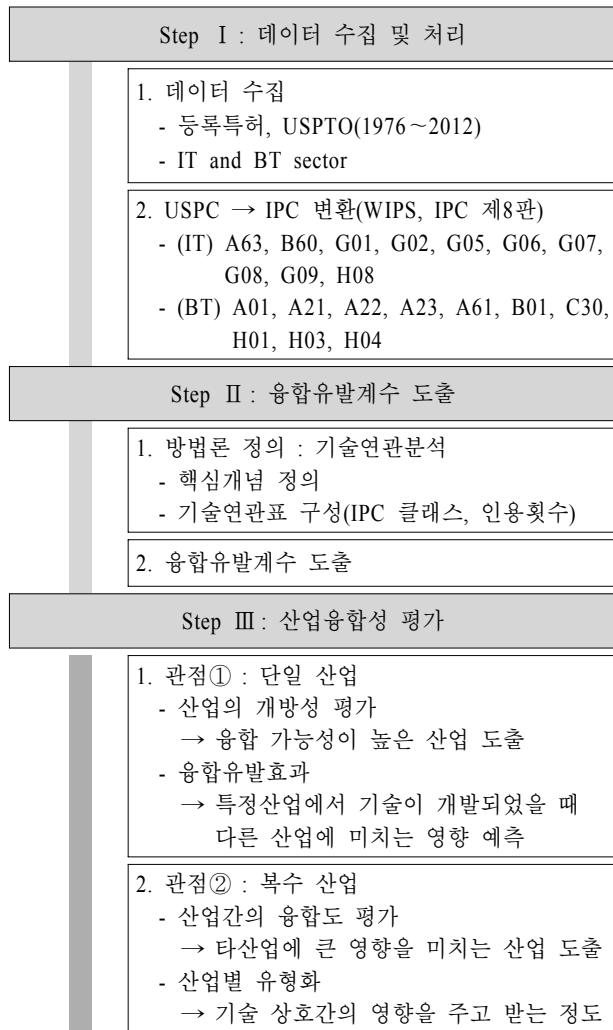


Figure 1. Research process

3.2 융합유발계수 도출

융합유발계수를 도출하기에 앞서 본 연구의 핵심 방법론인 기술연관분석에 대한 개념을 정의하고자 한다. ‘기술연관분석’이란 특허인용정보를 활용하여 한 나라 전체 혹은 일정 지역의 기술발전 동향과 기술간 융합가능성을 분석하는 방법론이다. 기술연관분석은 산업연관분석의 구조를 참고하였으며, 산업연관분석에서 산업연관표 활용하는 것과 마찬가지로 기술연관표를 구성하여 이를 중심으로 모든 분석을 수행한다.

기술연관표의 기본 구조는 <Figure 2>와 같다. 기술연관표에서는 기술군집 분류의 편리성을 위해 A01과 같은 서브클래스 단위를 기준으로 1개의 IPC 클래스를 한 개의 기술로 정의하였다.

기술연관표의 구성요소는 다음과 같다. 첫째, 기술을 나타내는 IPC 클래스 X와 Y가 있다. 여기서 IPC 클래스 A~F는 각각 1개의 기술을 나타내며, X와 Y는 인용하는 주체와 대상을 나타낸다. 다시 말해, IPC 클래스 X는 인용되는 기술들을 의미하고, IPC 클래스 Y는 X의 기술들을 인용하는 기술들을 의미한다. 둘째, 산업분야 P와 Q가 있다. 이는 특정 기술이 어느 산업에 해당하는 것인지를 확인하기 위한 것으로, 기술의 흐름으로 산업의 융합을 보고자 하는 의도에 유용한 구성요소이다. 산업분야는 분석하고자 하는 의도에 따라 P와 Q 이외의 산업분야를 추가할 수 있다. 셋째, 융합유발계수이다. 융합유발계수는 기술들간에 발생한 인용횟수를 활용하여 구한다. <Table 1>에서 $A_X A_Y$ 의 형태로 표기된 부분이 IPC 클래스 X에서 Y로 인용된 횟수를 의미한다. $A_X A_Y$ 값을 다른 기술에 인용된 횟수를 모두 더해 총 인용건수로 나누어주면 그 값(TIC_A)이 융합유발계수가 된다. 융합유발계수를 구하는 과정에서 각 기술의 인용횟수는 총 인용건수로 나누어 주는 것은 특허 건수가 많은 기술은 인용횟수 또한 많을 것이라는 전제하에, 특허 건수가 인용횟수에 미치는 영향을 줄이기 위한 정규화 과정이다. 넷째, 투입계수이다. 투입계수는 IPC 클래스 Y에 속하는

Table 1. Structure of technology relationship matrix

			IPC class Y						total citations
			industry P			industry Q			
			A _Y	B _Y	C _Y	D _Y	E _Y	F _Y	
IPC class X	industry P	A _X	A _X A _Y	A _X B _Y	A _X C _Y	A _X D _Y	A _X E _Y	A _X F _Y	
		TIC _A	TIC _B	TIC _C	TIC _D	TIC _E	TIC _F		
		B _X							
	C _X								
	industry Q	D _X							
		E _X							
F _X									
투입계수									

기술들에서 발생하는 특허건수로, 융합유발효과를 예측하는데 활용되는 요소이다.

3.3 산업융합성 평가

(1) 단일 산업 관점

1) 산업 개방성 평가

‘산업 개방성’이란 특정 기술이 다른 기술에 대해 어느 정도 개방적인가를 나타내는 개념이며, 이는 두 가지로 구분할 수 있다. 기술개방성은 2가지로 나눌 수 있다. <Table 1>에서 볼 때, P 산업분야에 속하는 기술이 동일 Q 산업분야의 다른 기술의 특허 창출에 영향을 미치는 정도가 내부융합도이고, P 산업분야에 속하는 기술이 다른 산업분야의 다른 기술의 특허 창출에 영향을 미치는 정도가 외부 융합도이다. 다시 말해서, P 분야에 속하는 기술 A, B, C와 BT 분야에 속하는 기술 D, E, F가 있다고 가정할 때, 기술 A_X가 동일한 P 분야의 A_Y에 인용되는 정도를 내부 융합도라고 한다. 반면, 기술 A_X가 동일한 IT 분야의 B_Y, C_Y와 BT 분야의 D_Y, E_Y, F_Y에 인용되는 정도를 외부융합도라고 한다. 기술 A를 기준으로 볼 때, A_X가 A_Y에 인용되는 융합유발계수가 그대로 내부 융합도가 되고, A_X가 B_Y, C_Y, D_Y, E_Y, F_Y에 인용되는 융합유발계수의 합이 외부융합도가 된다.

2) 융합유발효과 예측

‘융합유발효과’는 특정 기술이 개발되었을 때, 즉 특정 기술에서 특허 1건이 발생했을 때, 다른 기술의 특허발생에 미치는 영향의 정도를 말한다. 융합유발효과를 예측하는 데에는 앞서 계산한 융합유발계수와 투입계수가 활용된다. <Table 1>에서, 기술 B_Y가 기술 A_X, B_X, C_X를 인용하고 있고, B_Y에서 10건의 특허가 발생했다고 할 때, 10이 투입계수가 되고, 각 기술의 융합유발계수와 투입계수를 곱한 값이 융합유발효과 값이 된다. A_X의 융합유발계수가 0.05이고 투입계수가 10일 때, B_Y의 A_X에 대한 융합유발효과 값은 0.5가 된다. B_Y의 B_X와 C_X에 대한 융합유발효과도 같은 방법으로 구할 수 있다.

(2) 복수 산업 관점

1) 산업간 융합도 평가

‘산업간 융합도’란 특정 기술이 IT 분야와 BT 분야에 영향을 미치는 정도를 말한다. 이는 특정 기술이 P 분야에 속하는 모든 기술에 영향을 미치는 정도와 Q 분야에 속하는 모든 기술에 영향을 미치는 영향의 정도를 비교하기 위한 개념이다. <Table 1>에서, B_X가 P 산업분야에 미치는 영향의 크기는 B_X와 다른 기술들 사이에서 발생하는 융합유발계수들의 합이다. 예를 들어 B_X의 B_Y와 C_Y에 대한 융합유발계수 값이 각각 0.001과 0.05이고 D_Y와 C_Y에 대한 융합유발계수 값이 각각 0.02와 0.007일 때, B_X가 P 분야에 대해 0.051, Q 분야에 대해 0.207만큼의 융합도를 갖는다. 따라서 B_X는 P 분야보다 Q 분야에 대해 더 큰 융합도를 가지고 있는 기술로 판단할 수 있다.

2) 산업별 유형화

산업별 유형화란 기술들간의 상호관계를 중심으로 산업의 유형을 12가지로 분류한 것을 말한다. 기술들간의 상호관계는 In과 Out으로 구분할 수 있다. In이란 동일 기술을 제외한 다른 기술들에 어느 정도 영향을 미치고 있는가를 나타내는 개념이고, Out이란 특정 기술이 영향을 미친 기술들에게 어느 정도의 영향을 받고 있는가를 나타내는 개념이다. 다시 말하면 In이란 기술 A의 기술 B에 대한 융합유발계수 값이고, Out이란 기술 B의 기술A에 대한 융합유발계수 값을 말한다. P 산업에 속하는 기술 A, B와 Q 산업에 속하는 기술 C, D가 있다고 할 때, 기술 A가 B기술에 많이 인용되면서 또한 기술 B를 많이 인용하고, 동시에 기술 C와 D에 많이 인용되면서 기술 C와 D를 많이 인용하는 조건을 만족할 경우 A는 범산업 융합으로 구분할 수 있다. 이와 같은 방법으로 <Table 2>과 같이 12가지 산업 유형을 도출할 수 있다.

Table 2. Types of technologies

inter-industry		intra-industry		type
In	Out	In	Out	
high	high	high	high	범산업 융합
high	high	high	low	산업내 융합(흡수형)
high	high	low	high	-
high	high	low	low	산업내 융합
high	low	high	high	산업간 융합(흡수형)
high	low	high	low	-
high	low	low	high	매개형(타산업으로 전달)
high	low	low	low	-
low	high	high	high	-
low	high	high	low	매개형(타산업에서 전달)
low	high	low	high	범산업 방출형
low	high	low	low	방출형(산업 내)
low	low	high	high	타산업 융합
low	low	high	low	흡수형(타산업)
low	low	low	high	방출형(타산업)
low	low	low	low	비융합

4. 연구 결과

4.1 융합유발계수 도출

수집된 데이터를 활용하여 작성한 기술연관표는 <Figure 2>와 같다. 인용건수를 살펴보면, A61(위생학)이 16,469건으로 가장 많았으며, G06(산술논리연산), G08(신호), H04(전기통신 기술) 등의 순서로 다른 기술에 많이 인용되었음을 알 수 있다.

융합유발계수를 계산한 결과는 <Figure 3>과 같다. 분석결과를 살펴보면 IT 산업은 기술간 지식흐름이 매우 활발한 반면,

	IT										BT										총인용 건수
	A63	B60	G01	G02	G05	G06	G07	G08	G09	H08	H01	H03	H04	A01	A21	A22	A23	A61	B01	C30	
IT	A63	3																			6
	B60		95	5	14		9		5				10								363
	G01		1	372		18	6		3	4			8								1275
	G02						5		5												13
	G05		4				45						3								123
	G06	62	10	58	4	1	3583		61				162				42				8770
	G07						29														71
	G08	28	17	148		1	453		959	36			173	3			10				5330
	G09						5			77			2								210
	H08						11														42
BT	H01			105	2		15		1	29		434	3	50					1		1642
	H03												9	2							26
	H04			7			111							54				44			2738
	A01																	9			36
	A21														2		1				8
	A22																				0
	A23															3	31	20			87
	A61	14		92			133		18	2				3				9503			16469
	B01			20																	139
	C30												9								23
투입계수																					

Figure 2. Technology relationship matrix

	IT										BT										총인용 건수	
	A63	B60	G01	G02	G05	G06	G07	G08	G09	H08	H01	H03	H04	A01	A21	A22	A23	A61	B01	C30		
IT	A63	0.5																			6	
	B60		0.2417	0.0127	0.0356		0.0229		0.0127				0.0254								363	
	G01		0.0008	0.2918		0.0141	0.0047		0.0024	0.0031			0.0063								1275	
	G02						0.3846		0.3846												13	
	G05		0.0325				0.3659		0.0000				0.0244								123	
	G06	0.0071	0.0011	0.0066	0.0005	0.0001	0.4086		0.0070				0.0185				0.0048				8770	
	G07						0.4085		0.0000												71	
	G08	0.00525	0.00319	0.02777		0.00019	0.0850		0.1799	0.0068			0.0325	0.0006			0.0019				5330	
	G09						0.0238			0.3667			0.0095								210	
	H08						0.2619														42	
BT	H01			0.0639	0.0012		0.0091		0.0006	0.0177		0.2643	0.0018	0.0305					0.0006		1642	
	H03						0.0000						0.3462	0.0769							26	
	H04			0.0026			0.0405		0.1786	0.0051				0.0197					0.0161		2738	
	A01																	0.2500		0.2500	36	
	A21														0.2500		0.1250				8	
	A22																				0	
	A23															0.0345	0.3563	0.2299			87	
	A61	0.0009		0.0056			0.0081		0.0011	0.0001				0.0002					0.5770		16469	
	B01			0.1439																		139
	C30												0.3916									23
투입계수																						

Figure 3. Convergence inducement coefficients matrix

상대적으로 BT 기술은 산업 내 기술간 지식흐름이 제한적이다. 특히 BT 산업에서는 H04(전기통신기술)와 A61(위생학) 기술이 주도적으로 IT 산업 기술지식을 활용하여 IT-BT 융합을 촉진하는 것으로 판단된다. H04(전기통신기술)의 경우 B60, G01(측정), G05(제어), G06(산술논리연산), G08(신호), G09를 포함하여 다양한 IT 분야 기술을 활용하는 반면, A61(위생학)

은 G06(산술논리연산)과 G08(신호)의 IT 기술들을 제한적으로 활용하고 있다. IT 산업에서 또한 BT 산업 내 여러 기술들을 활용하고 있는 것으로 나타나며, 특히 IT 산업 내 G06(산술논리연산)기술과 G08(신호)기술은 동일 IT 산업 내 기술뿐 아니라 BT 산업내 기술들 또한 활발하게 활용하고 있는 것으로 나타났다.

4.2 산업의 개방성 평가

IT-BT 산업의 개방성을 살펴본 결과는 <Figure 4>와 같다. H04(BT, 전기통신기술)는 내/외부 기술 모두에 전반적으로 낮은 영향력을 미치고 있다. 또한 BT 분야에 미치는 영향이 IT 분야에 미치는 영향에 비해 훨씬 작은 기술로 나타났다. 즉, 해당 기술은 과거의 지식기반이나 타 분야 기술과 상호작용하며 발전하기 보다는 새로운 개념이 지속적으로 제시되는 분야로 판단할 수 있다. 반면 A63(IT, 운동)과 A61(BT, 위생학)은 외부융합도에 비해 내부융합도가 크게 나타난다. 즉, 해당 기술의 경우 기술내에서는 지식의 흐름이 활발하지만, 타 기술과의 지식흐름은 상대적으로 제한적이다.

한편, B01(BT, 물리적 방법), A01(BT), H08(IT), G05(IT, 제어) 등은 내부융합도에 비해 외부융합도가 상대적으로 높게 나타난다. 특히 B01은 동일 산업내 H01(기본적 전기소자)분야, A01은 동일산업 G08(신호)과의 지식교류가 활발하여 두 기술은 ‘산업내 융합’의 가능성이 매우 높다. 반면, A23(BT, A 섹션 일부), G08(IT, 신호), G06(IT, 산술논리연산)은 다른 기술들에 비해 내/외부 융합도가 고루 큰 것으로 나타났다. 해당 기술들은 기술발전과정에서 동일 기술 분야 내 과거 지식을 참고하면서, 동시에 타 분야의 지식에 또한 영향을 미치는 기술로 볼 수 있다.

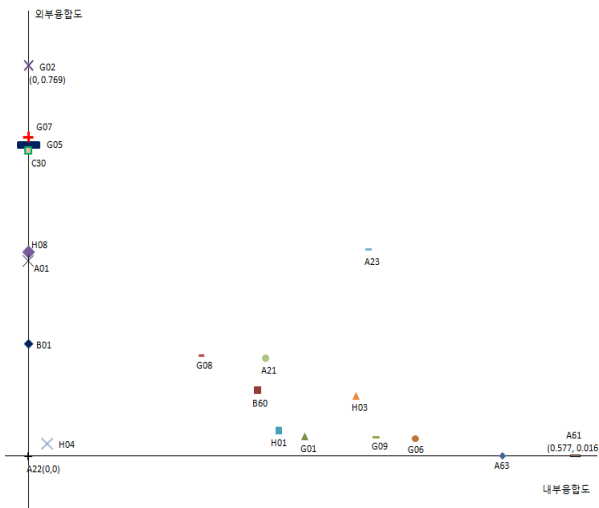


Figure 4. Technology effectiveness between industries

4.3 융합유발효과 예측

융합유발효과를 계산한 결과는 <Figure 5>와 같다. G02(광학)의 융합유발효과를 구해보면, G02와 관계된 클래스는 B60, G06, H01이고 이때의 융합유발계수는 0.0356, 0.0005, 0.0012이다. B60을 기준으로 볼 때, 융합유발계수와 투입계수를 곱한 값인 1.7812가 융합유발효과 값이 된다. 다시 말해, G02에서 50건의 특허가 발생하면, B60에서는 약 1.8건의 특허가 발생할 것으로 나타났다.

	IT							BT						
	A63	B60	G01	G02	G05	G06	G07	A01	A21	A22	A23	A61	B01	C30
A63														
B60				0.0356										
G01														
G02														
G05														
G06				0.0005								0.0048		
G07														
G08													0.0019	
G09														
H08														
H01				0.0012										
H03														
H04													0.0161	
A01													0.2500	
A21														
A22														
A23													0.2299	
A61													0.5770	
B01														
C30														
투입계수				50									70	

Figure 5. Calculation of convergence inducement effects

4.4 산업간 융합도 평가

산업간 융합도를 구한 결과는 <Figure 6>과 같다. 결과를 보면 B01(물리적 방법), H08, G07(검사장치)은 IT 분야에 미치는 영향은 매우 큰 반면, BT 분야에는 영향을 미치지 않는 기술로 나타났다. 반면, A01, A21(제빵), A23(A 섹션 일부), C30(결정성장), H03(기본전자회로)만 영향을 미치는 기술들인 것으로 나타났다.

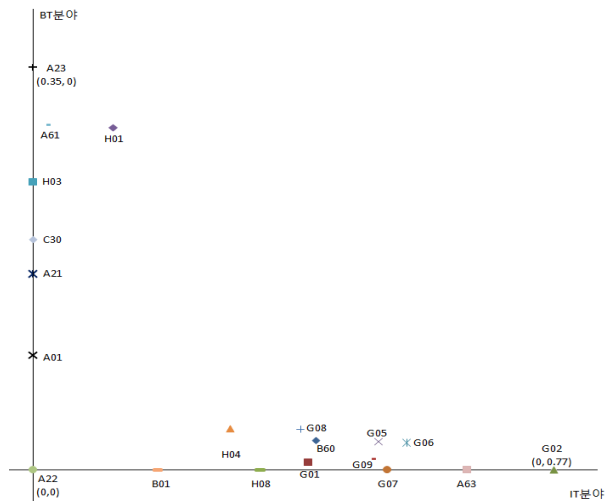


Figure 6. Technology convergence from the industry perspective

4.4 산업별 유형화

기술 상호간의 융합유발계수 값을 나타낸 결과는 <Figure 7>

과 같다. G01(IT, 측정) A61(BT, 위생학), G08(IT, 신호), H04(BT, 전기통신기술)를 보면 x축과 y축이 비슷한 값을 나타내고 있다. 반면, G02(IT, 광학)는 다른 기술들에 큰 영향을 미치지만 다른 기술들로부터 영향을 받지 않는다. 이는 여러 기술융합에 흡수되어 다양하게 변화되는 요소기술로 생각할 수 있다. 분석결과를 종합하여 기술들을 유형화하면 다음 <Table 3>과 같은 기술 유형을 구분할 수 있다.

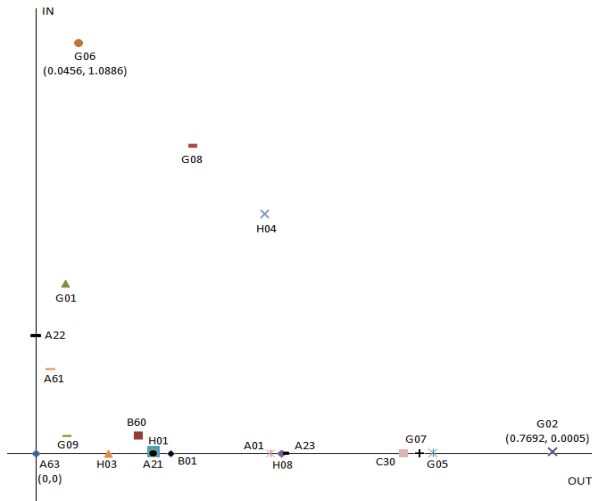


Figure 7. Degree of IT-BT convergence

5. 결론

지금까지 특허정보를 활용하여 산업의 융합성을 평가하기 위한 정량적인 방법론을 살펴보았다. 먼저, 기술연관분석 방법론을 정의하였다. 기술연관분석은 인용정보를 활용하여 기술들간의 관계 및 서로에게 미칠 수 있는 영향을 정량적으로 예측할 수 있는 방법론이다. IPC 클래스를 하나의 기술로 보고 각 기술들간의 인용 건수를 활용하여 융합유발계수를 구했다. 융합유발계수는 특정 기술이 인용되는 정도로 값이 클수록 다른 기술과 융합될 가능성이 큰 것으로 판단하였다. 또한 융합유발계수와 투입계수를 활용하여 특정 기술 분야에서 1건의 특허가 발생할 경우 다른 기술 분야에 일어날 변화에 대해 예측해 보았다.

이와 같은 연구는 융합기술 분야의 육성을 지원할 수 있는 새로운 방법론으로 다음과 같은 의의를 갖는다. 먼저, 기술 융합을 주제로 이루어지는 기존의 연구들이 산업분야를 위주였던 반면, 융합의 관점을 기술 분야로 가져옴으로써 차별화된 관점으로 접근하였다. 또한 기술간의 융합이 일어남으로써 발생할 수 있는 파급효과에 대한 정량적인 접근을 가능하게 하였다. 이러한 분석 방법을 통해 기술간 융합효과가 최대가 되는 기술 군을 도출할 수 있으며, 집중 양성하고자 하는 산업분야의 연구결과를 활용할 수 있다. 또한 기존의 융합기술들간의 새로운 조합을 예측함으로써 기술 융합으로 인해 새롭게

Table 3. Types of technologies in IT-BT field

inter-industry		intra-industry		types	corresponding technologies
In	Out	In	Out		
high	high	high	high	범산업 융합	A61, G06, G09
high	high	high	low	산업내 융합(흡수형)	A63
high	high	low	high	-	-
high	high	low	low	산업내 융합	H03, A23
high	low	high	high	산업간 융합(흡수형)	B60, G01, G08
high	low	high	low	-	-
high	low	low	high	매개형(타산업으로 전달)	H01
high	low	low	low	-	-
low	high	high	high	-	-
low	high	high	low	매개형(타산업에서 전달)	G02
low	high	low	high	범산업 방출형	G05
low	high	low	low	방출형(산업내)	G07, C30
low	low	high	high	타산업 융합	H04
low	low	high	low	흡수형(타산업)	A01
low	low	low	high	방출형(타산업)	B01
low	low	low	low저	비융합	H08, A21, A22

Note) high : the top 10, low : the bottom 10.

창출될 수 있는 제조 및 서비스 분야를 예측할 수 있다. 마지막으로 분석관점에 출원 기업 및 국가를 추가시킬 경우 기업간, 국가간의 기술교류에 대한 유형화가 가능하고 이를 기반으로 협력 전략 수립 과정에 기여할 수 있다.

하지만 이러한 기여에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계점을 갖는다. 먼저, 인용 분석 결과를 활용함에 있어서 특정 기술 분야의 인용주기 및 기술의 수명주기 등과 같은 시간의 개념을 고려하지 못했다. 또한 사례분석에 있어서 IT-BT의 모든 특허를 다루지 못했다. 마지막으로 기술유발효과에 대한 관점을 다양화하지 못했다는 한계점이 있다. 따라서 추후 연구에서는 기술의 인용주기를 분석 조건에 추가하고, 더 많은 데이터를 통해 기술 분야 전체의 유발효과를 예측하는 연구를 수행하고자 한다.

참고문헌

- Bores, C., Saurina, C., and Torres, R. (2003), Technological convergence : a strategic perspective, *Technovation*, **23**(1), 1-13.
- Breschi, S., Lissoni, F., and Malerba, F. (2003), Knowledge-relatedness in firm technological diversification, *Research Policy*, **32**, 69-87.
- Bryce, D. J. and Winter, S. G. (2009), A general interindustry relatedness index, *Management Science*, **55**(9), 1570-1585.
- Choi, D. and Valikangas, L. (2001), Patterns of strategy innovation, *European Management Journal*, **19**(4), 424-429.
- Curran, C. S. and Leker, J. (2011), Patent indicators for monitoring convergence-examples from NFF and ICT, *Technological Forecasting and Social Change*, **78**, 256-273.
- Duysters, G. and Hagedoom, J. (1998), Technological convergence in the IT industry : the role of strategic technology alliances and technological competences, *International Journal of Economics Business*, **5**(3), 335-368.
- Engelsman, E. C. and van Raan, A. F. J. (1994), A patent-based cartography of technology, *Research Policy*, **23**(1), 1-26.
- Ernst, H. (2003), Patent information for strategic technology management, *World Patent Information*, **25**(3), 233-242.
- Fai, F. and Tunzelmann, V. N. (2001), Industry-specific competencies and converging technological systems : Evidences from patents, *Structural Change and Economic Dynamics*, **12**(2), 141-171.
- Fan, P. H. and Lang, H. P. (2000), The measurement of relatedness : An application to corporate diversification, *Journal of Business*, **73**(4), 629-660.
- Gambardella, A. and Torrissi, S. (1998), Does technological convergence imply convergence in markets? Evidence from the electronics industry, *Research Policy*, **27**, 445-463.
- Geum, Y., Kim, C., Lee, S., and Kim, M. (2012), Technological convergence of IT and BT : evidence from patent analysis, *ETRI Journal*, **34**(3), 439-449.
- Hacklin, F., Marxt, C., and Fahrni, F. (2009), Coevolutionary cycles of convergence : an extrapolation from the ICT industry, *Technological Forecasting and Social Change*, **76**, 723-73.
- Jacquemin, A. P. and Berry, C. H. (1979), Entropy measure of diversification and corporate growth, *Journal of Industrial Economics*, **27**(4), 359-369.
- Joo, S. H. and Kim, Y. (2010), Measuring relatedness between technological fields, *Scientometrics*, **83**, 435-454.
- Kim, K., Hong, Y., Park, K., Huh, J., Kang, C., Baek, M., and Park, K. (2011), Product-service system : current status and research issues, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **37**(4), 234-247.
- Kim, D. (2007), Economic impacts of information and communications technology industry in Korea using Input-Output tables, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, **32**(3), 81-96.
- Knag, H. J., Um, M. J., and Kim, D. M. (2006), A study on forecast of the promising fusion technology by US patent analysis, *Journal of Technology Innovation*, **14**(3), 93-116.
- Karvonen, M. and Kässi, T. (2011), Patent citation analysis as a tool for analysing industry convergence, *The Proceedings of PICMET* (Technology Management in the Energy Smart World), Portland.
- Lee, C. and Chang, S. (2012), A study of usage intention on the u-healthcare service with voluntariness, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, **37**(4), 225-238.
- Lee, M. Lee, J., and Cho, Y. (2009), How a convergence product affects related markets : The case of the mobile phone, *ETRI Journal*, **31**(2), 215-224.
- Leontief, W. (1986), *Input-Output Economics*, 2nd ed., New York : Oxford University Press.
- Makri, M., Hitt, M. A., and Lane, P. J. (2010), Complementary technologies, knowledge-relatedness, and invention outcomes in high technology mergers and acquisitions, *Strategic Management Journal*, **31**(6), 602-628.
- No, H. J. and Park, Y. (2010), Trajectory patterns of technology fusion: trend analysis and taxonomical grouping in nanobiotechnology, *Technological Forecasting and Social Change*, **77**(1), 63-75.
- Rosenberg, R. (1963), Technological change in the machine tool industry, 1940-1910, *Journal of Economic History*, **23**(4), 414-446.
- Sahal, D. (1985), Technological guideposts and innovation avenues, *Research Policy*, **14**(2), 61-82.
- Teece, D., Rumelt, R., Dosi, G., and Winter, S. (1994), Understanding corporate coherence, theory, and evidence, *Journal of Economic Behaviour and Organisation*, **23**, 1-30.
- Tijssen, R. J. W. (1992), A quantitative assessment of interdisciplinary structures in science and technology : co-classification analysis of energy research, *Research Policy*, **21**(1), 27-44.
- Yoo, S., Lee, Y., and Won, D. (2006), A study on estimation of technology life span using analysis of patent citation, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, **31**(4), 1-11.
- Xing, W., Ye, X., and Kui, L. (2011), Measuring convergence of China's ICT industry : an input-output analysis, *Telecommunications Policy*, **35**(4), 301-313.

<APPENDIX> IT-BT 분야기술 분류

Table 1. USPC in the technology relationship matrix

fields	USPC	description	corresponding IPCs
IT	235	Electrical computing	A63, B60, G01, G02, G05, G06, G07, G08, G09, H08
	340	Mobile telecommunications, telematics	
	382, 345, 353	Signal processing	
BT	250	Biomedical imaging and processing	H01, H03, H04, A01, A21, A22, A23, A61, B01, C30
	426	Molecular bioengineering	
	600, 602, 607	Surgery	

주) (Geum *et al.*, 2012)가 제시한 USPC를 WIPS에서 제시하는 변환표를 활용하여 IPC로 코드로 변환함, IPC 제 8판 : www.wipson.com.

Table 2. Definition of IPC in the technology relationship matrix

분야	IPC	설명
IT	A63	운동, 놀이, 오락
	B60	-
	G01	측정, 시험
	G02	광학(광학소자 또는 장치의 제작)
	G05	제어, 조정
	G06	산술논리연산, 계산, 계수
	G07	검사장치
	G08	신호(지시 또는 표시장치 그 자체)
	G09	-
	H08	-
BT	A21	제빵, 반죽 제조 또는 가공의 기계 혹은 설비, 제빵용 반죽
	A22	-
	A23	(A섹션 중)다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리, 식품 또는 식료품
	A61	위생학, 의학 또는 수의학
	B01	물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반
	C30	결정성장(결정화에 의한 분리일반)
	H01	기본적 전기소자
	H03	기본전자회로
	H04	전기통신기술
A01	-	