

특허 인용 네트워크 분석을 통한 기술지식의 확산 경로 분석: 정보통신기술을 중심으로

최병철(한국전자통신연구원)*

백현미(한양대학교)**

김명숙(한밭대학교)***

국 문 요 약

최근 다양한 기술분야에서 가속화되고 있는 기술융합은 서로 다른 기술간 지식의 교환을 통해 새로운 기술을 발견하고 이를 기존 기술 영역에 활용함으로써 이루어진다. 특히 지식집약적 기술인 정보통신기술의 경우 기술융합이 활발하게 이루어지고 있으나, 정보통신기술의 지식 확산 경로를 살펴보기 위한 데이터의 부족으로 현재까지 관련 연구가 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 한국의 2006년부터 2013년까지 출원된 특허 데이터와 그들의 선행특허들간의 인용관계에 대한 데이터베이스를 구축하고, 이를 통해 특허 인용 네트워크, 기술 인용 네트워크, 출원인 인용 네트워크를 도출함으로써 기술의 지식 확산 경로에 대한 다양한 분석을 실시하였다. 분석결과, 첫째, 기술간 지식 인용에 있어 정보통신기술이 주요한 역할을 수행함을 확인하였으며, 기술인용이 빈번하게 이루어지는 기술관계일수록, 정보통신기술간의 인용일수록 기술 인용에 소요되는 기간이 짧아짐을 확인하였다. 둘째, 대부분 정보통신기술은 다른 정보통신기술 혹은 물리학과 전기분야 기술과의 인용·피인용 관계가 강한 반면, 기본적 전기소자(H01)의 경우, 정보통신기술 이외의 기술과 다양한 인용·피인용 관계를 가지는 것으로 나타났다. 셋째, 국내법인과 국내자연인간의 상호 기술확산이 강하게 이루어지는 것으로 나타났으며, 국내법인의 특허는 타출원인에 의해 활발히 인용되고 있는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 현재 한국의 기술지식 확산경로에 대한 고찰이 가능할 뿐만 아니라, 기술의 성과 측정에서도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심주제어: 기술지식의 확산, 기술융합, 특허 인용, 사회연결망분석

1. 서론

최근 들어 다양한 기술간의 융합을 통해 새로운 기술 발전이 이루어지고, 신제품과 신서비스의 개발이 이루어짐에 따라 융합기술에 대한 논의가 증대되고 있다. Lee et al.(2012)에 따르면, 융합기술이란 미래 경제·사회적 이슈해결을 위해 다양한 학제 및 이종 기술간의 결합을 통해 확보되는 혁신기술로 신제품·신서비스를 창출하거나 제품 성능을 향상시키는 기술로 정의된다. 또한 Han and Hong(2012)은 융합이라는 개념이 기존의 이종기술간 화학적 결합이라는 개념에서 점차 그 범위가 확대되어 학문과 산업의 결합까지 포함하여 폭넓게 정의되고 있음을 밝힌 바 있다. 2018년 한국의 융합기술 시장은 68.1조 달러로 전망되며, 이는 정보통신기술(ICT, Information Communication Technology)을 중심으로 한 기술 융합의 수요 증대로 인한 전망 결과이다(Lee et al., 2012).

이러한 기술간 융합이 이루어지기 위해서는 서로 다른 기술간 지식의 교환을 통해 새로운 기술을 발견하고 이를 기존 기술

영역에서 활용하여야 한다. 즉, 타기술 영역으로부터의 기술 지식 확산을 통해 기술간 융합이 이루어질 수 있으며, 이로 인해 새로운 기술의 발전 및 신제품 개발이 가능해진다. 이러한 기술융합은 ICT 기술과 같은 지식집약적 기술 분야의 활발한 기술지식 확산을 통해 주로 이루어지고 있으나, 현재까지 기술지식의 확산을 살펴보기 위한 데이터의 부족으로 관련 연구는 부족한 현황이다. 따라서 본 연구에서는 한국에서 출원된 특허의 인용 데이터를 바탕으로 한국의 기술지식 확산이 어떻게 이루어지는지를 살펴보고자 하며, 특히 ICT 기술지식 확산 형태에 초점을 맞추어 보고자 한다.

기술지식의 확산과 이로 인한 효과는 많은 분야에서 지대한 관심을 받고 있으며, 이를 측정할 수 있는 방법에 대한 논의 또한 지속적으로 이루어지고 있다(Nelson, 2009). 기술지식 확산의 측정이 어려운 상황에서 특허 인용은 거의 유일하게 기술지식 확산의 자취를 알아볼 수 있는 지표로서 인정받고 있다(Karki, 1997; Oppenheim, 2000; Yoon, 2011). 특허 인용은 특허의 출원인이나 심사시 출원인과 심사관이 선행 기술을 명시하게

* 제1저자, 한국전자통신연구원 책임연구원, cbc@etri.re.kr

** 교신저자, 한양대학교 언론정보대학 정보사회학과 조교수, lotus1225@hanyang.ac.kr

*** 공동저자, 한밭대학교 장영경영대학원 창업학과 전담교수, kmsjws@hanbat.ac.kr

· 투고일: 2015-01-21 · 수정일: 2015-02-24 · 게재확정일: 2015-02-25

되며, 인용을 통해 특허가 가지는 재산권이 포괄하는 범위를 확장한다(Park & Kwahk, 2013). 특허의 인용 관계를 이용한 네트워크는 특허가 어떠한 선행특허의 영향을 받아서 발전하였는지, 그 관계를 파악할 수 있어 기술지식의 확산 과정을 이해하는데 많은 도움을 준다(Li et al., 2007). 따라서 본 연구에서는 특허의 인용관계를 바탕으로 기술확산에 대한 경로를 살펴보고자 한다.

특허 인용 네트워크 분석을 위해 본 연구에서는 한국특허정보원(KIPRIS: Korea Intellectual Property Rights Information Service)에서 제공하는 응용프로그래밍 인터페이스(API: Application Programming Interface)를 활용하여 한국에서 출원된 260여만건의 특허에 대한 기본특허 데이터베이스(DB: database)(1947년-2014년 출원특허) 및 한국 특허간 670여만건의 인용관계에 대한 특허인용 DB(1991년-2014년 출원특허 인용관계)를 구축하였다. 이렇게 구축된 DB를 바탕으로 2006년부터 2013년까지 출원된 특허와 이 특허들이 인용하고 있는 피인용 특허 총 911,067개의 특허(노드)와 1,012,755개의 인용관계(링크)를 네트워크로 구축하여 사회연결망분석을 실시하였다. 추가적으로, 기술지식의 확산에 대한 분석을 위해 특허 인용 네트워크를 특허 기술분류인 IPC(International Patent Classification) 클래스 수준의 코드 129개를 중심으로 기술간 인용 네트워크를 구축하였고, 출원인간 기술지식의 확산 형태를 살펴보기 위해서는 출원인간 인용 네트워크를 구축하였다.

구축된 기술간 인용관계 네트워크를 통해 기술지식의 확산에 대한 전반적 현황, 기술확산에 소요되는 기간에 대한 분석과 함께, ICT 기술 각각의 확산 형태에 대한 구체적 경로를 살펴보고자 하였다. 출원인간 인용 네트워크를 통해서 국내법인, 국가기관, 국내자연인, 해외법인 간의 인용관계 현황 및 기술 확산의 중심에 있는 기관에 대한 분석을 실시하였다. 이러한 분석결과를 토대로, 한국에서의 기술확산에 대한 다각적 방향에서의 분석이 가능해짐으로써 기술지식 확산의 기간 및 기술 확산에 있어서 ICT 기술의 역할 및 특징, 기술지식 확산에 있어서 각 출원인들의 역할에 대한 구체적 고찰이 가능하였다. 더 나아가, 본 연구에서 활용된 분석방법을 통해 제외국의 기술지식 확산의 형태, 시기에 따른 기술지식 확산의 추세 변화 및 특정 기관의 기술지식 확산에 있어서의 역할에 대한 분석 또한 가능할 것으로 기대된다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 다음 장에서는 특허 데이터를 활용한 기존 연구를 제시하고, 3장에서는 데이터 수집에 대해 기술하고자 한다. 4장에서는 기술지식의 확산 현황에 대한 분석 결과를 제시하고자 하며, 본 연구의 결과에 대한 토의와 함께 본 연구의 한계점과 향후 연구 등을 5장에서 다루고자 한다.

II. 선행연구

2.1 특허를 활용한 선행 연구 검토

특허는 데이터의 확보 가능성이 높고, 데이터 범위의 포괄성, 그리고 기술에 대한 정보량이 많다는 점에 있어서, 타 지표보다 상대적 유용성이 높다(Kutznets, 1962; OECD, 1994). 특허 통계의 지표는 출원일 등 시기적인 지표와 발명인, 출원인, 출원인의 거주국, 최초 출원 국가, 기술분류인 IPC 등으로 구성되며, 분석을 통해 기술 변화 트렌드, 기술수준, 특허가 가지는 상업성 등을 분석할 수 있다(Choi, Kim & Im, 2011). 미국이나 유럽의 경우, 과학기술 활동의 성과를 측정하는 지표로 특허 자료를 사용하였으며, 과학기술 지식의 발생을 형상화 할 수 있다는 점에서 정책 입안 자료 등에서도 특허 통계 지표를 중요시 여긴다(Kim, 2004).

이와 같은 특허 데이터의 유용성 때문에 학술적 연구부에서도 특허를 활용한 연구가 다수 존재한다. Comanor and Scherer(1969)은 57개의 제약제조기업을 대상으로 특허 수를 통해 기업의 혁신적 활동과 기술적 변화를 살펴보고자 하였다. Narin, Noma and Perry(1987)는 미국 제약회사들의 특허수, 피인용 횟수 등의 특허 지표와 판매량, 수익 등의 기업 성과 지표와의 관계성을 분석하였으며, Griliches(1990)은 특허 출원, 등록건수, 특허 인용 횟수 등 특허 통계 데이터가 R&D 성과를 측정하고, 기술 이전 및 동향을 파악하는데 유용함을 밝혔다. Moge(1991)은 기업이 R&D 활동을 기획하거나 의사 결정을 할 때 특허의 정량적 분석을 효과적으로 활용할 수 있음을 밝힌 바 있다. Ahuja and Katila(2001)는 R&D 투입과 특허 수간의 높은 상관관계를 발견하였으며, Back and Kim(2013)은 한국, 미국, 유럽, 일본의 10년 동안(2000년부터 2009년까지)의 특허를 살펴봄으로써, 국가별 기술 융합이 어떻게 이루어지고 있는지를 비교분석하였다.

2.2 특허 인용 정보를 활용한 연구

특허는 기존의 기술을 활용하여 만들어졌을 경우, 참고가 되었던 특허들을 선행특허로 밝혀주게 되어 있다. 즉, 연관된 특허간에는 피인용된 특허가 인용한 특허에 기여하였다는 관계성을 가지게 된다고 볼 수 있다. 특허 인용 정보는 기술의 세부 분야와 특허가 언급하고 있는 과학적 원리들 사이의 세부적이고 정확한 연계구조를 파악할 수 있도록 해주는 정보이며, 시간의 경과에 따라 기술이 진화하는 방향성 또한 추적할 수 있다.

많은 연구들이 특허의 인용 관계를 이용하여 기술지식의 확산 뿐만 아니라, 특허의 질이나 연구의 성과 등에 대해서 평가하는 지표로 사용하고 있다(Narin, 1994). 특허의 피인용 횟수가 높은 특허가 높은 가치를 가진다는 점에 입각하여 특허의 질을 측정하고자 하는 연구가 대다수 존재한다(Trajtenberg, 1990; Albert et al., 1991; Lanjouw, Pakes & Putnam, 1998; Jaffe, Trajtenberg & Fogarty 2000; Hall, Jaffe & Trajtenberg, 2005; Yang, Lie & Liu, 2008). Lanjouw, Pakes and Putnam(1998)에서는 특허의 피인용 횟수를 이용해 각 기업이나 국가의 기술 수준을 측정하였다. 특허 피인용 횟수를 사용하여 특허의 기술적(Yang, Lie & Liu, 2008), 경제적 가치(Hall, Jaffe & Trajtenberg, 2005)를 파악한 연구도 존재한다. 특허의 인용을 이용한 주요 연구 중 하나인 Huang, Chiang and Chen(2003)은

태국 지역의 고도 기술을 가진 전자회사를 중심으로 출원된 특허의 인용에 대한 연구를 진행하였으며, Chakrabarti, Dror and Eakabuse(1993)는 조직 간의 특허 인용 패턴이 해당 산업에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 국방 분야의 방어 기술을 중심으로 연구하였다.

기술지식 확산 경로를 분석하기 위해 특허의 인용관계를 살펴본 연구도 존재한다. Jaffe, Trajtenberg and Fogarty(2000)과 Fung and Chow(2001)는 특허 인용 정보를 이용하여 기업, 지역, 그리고 국가 간의 지식 흐름을 파악하였다. Yoon(2011)은 각 기업들의 기술 경로상의 위치를 파악하여 각국의 국제적, 국내적 지식 확산의 경로를 살펴보았으며, 특히 특허 인용 네트워크 분석을 통하여 특정 산업의 주요 기업 구성이 어떻게 변화하는지를 실증 분석하였다.

III. 특허 데이터 수집

3.1 데이터 수집 및 데이터베이스 구축

본 연구에서는 특허정보웹서비스인 KIPRIS Plus (<http://plus.kipris.or.kr>)에서 제공하는 API를 활용하여 분석에 활용될 특허 데이터를 수집하였다. 데이터 수집을 위해 자체적으로 파이썬(Python)과 PHP를 이용한 프로그램 개발을 하였으며, 이를 통해 최종적으로 출원 특허의 정보를 포함한 데이터베이스(기본특허 DB)와 특허간 인용 정보를 포함한 데이터베이스(특허인용 DB)를 아래와 같이 구축하였다.

첫째, 국내에서 1947년부터 2014년 6월 말까지 출원된 특허 260여만건에 대한 정보를 수집하여 데이터베이스(기본특허 DB)를 구축하였다. 수집된 기본특허 DB에는 발명의 명칭, IPC 코드번호, 등록번호, 출원번호, 출원일자, 공개번호, 공개일자, 공고번호, 공고일자, 출원인에 대한 변수가 포함되어 있다.

둘째, 특허 인용·피인용 관계에 대한 670여만건의 데이터베이스(특허인용 DB) 또한 구축하였다. KIPRIS의 API를 통해 제공되는 1991년부터 2014년 6월 말까지 출원된 특허 인용관계에 대한 데이터를 중심으로 데이터베이스를 구축하였다. 수집된 특허인용 DB에는 출원번호, 인용문헌번호, 인용문헌 특허·비특허 구분코드 등의 변수가 포함되어 있다.

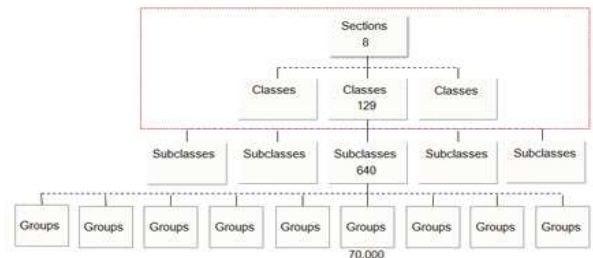
3.2 특허 인용 네트워크 구축

최종적으로 분석에 활용된 데이터는 구축된 기본특허 DB와 특허인용 DB로부터 도출된 2006년부터 2013년까지 출원된 특허와 이 특허들의 선행특허로 피인용된 특허들을 대상으로 하였다. 분석에 활용된 데이터 총 911,067개의 특허*와 이 특허들간의 총 1,012,755개 인용·피인용 관계 데이터로 구성된다. 이렇게 구성된 특허 데이터와 특허 인용 데이터를 통해 특허 인용 네트워크를 구축하였으며, 특허 인용 네트워크는

911,067개의 노드와 1,012,755개의 링크로 구성된다.

본 연구를 위해 특허간 인용 네트워크는 분석목적에 따라 기술간 인용 네트워크 및 출원인간 인용 네트워크로 새롭게 구성되어 분석에 활용되었다. 구축된 네트워크의 분석 및 시각화를 위해서는 Netminer 4.0을 활용하였다. 다음은 본 연구의 분석을 위해 구축된 기술간 인용 네트워크 및 출원인간 인용 네트워크의 구축 방법에 대한 내용이다.

첫째, 기술간 인용 네트워크를 구축하기 위해 본 연구에서는 국제특허분류인 IPC 분류를 활용하였다. 특허문헌을 체계적으로 정리해서, 특허문헌에 포함되어 있는 기술 및 권리정보에 용이하게 접근할 수 있게 하기 위한 목적으로, 1968년 국제특허분류인 IPC가 도입되어 활용 중이다. IPC의 구조는 섹션, 클래스, 서브클래스 및 메인그룹/서브그룹의 계층구조로 이루어지며, 본 연구에서는 8개 분류의 섹션, 129개 분류의 클래스 기준을 사용하여 분석을 실시하였다(<그림 1> 참조).



<그림 1> IPC 분류 체계도

앞서 도출된 911,067개의 특허노드와 1,012,755개의 특허간 인용 관계로 구성된 특허 인용 네트워크를 중심으로 129개의 IPC 클래스를 중심으로 블록모델을 실시함으로써, IPC 클래스 기술간의 인용 네트워크를 새롭게 구성하여 분석에 활용하였다. 기술간 인용 네트워크는 총 129개 노드(129개 IPC 클래스 기술), 7,921개의 기술간 인용관계(링크: weighted & diagonal matrix)로 구성되었다. 본 연구에서는 ICT 기술을 중심으로 기술지식의 확산 경로를 살펴봄을 목적으로 하므로, 어떤 IPC 코드를 ICT 기술로 간주할 것인지 결정할 필요가 있다. 본 연구에서는 Corrocher, Malerba and Montobbio(2007)에 근거하여, IPC 클래스 수준의 코드 중 G01(측정; 시험), G06(산술논리연산; 계산; 계수), G09(교육; 암호방법; 전사; 광고; 봉인), G11(정보 저장), H01(기본적 전기소자), H03(기본전자회로), H04(전기통신기술), H05(달리 분류되지 않는 전기기술) 8개의 IPC 코드를 ICT 기술로 가정하였다.

둘째, 출원인간 인용 네트워크를 구축하기 위해 앞서 도출된 특허 인용 네트워크를 대상으로 출원인을 중심으로 한 블록 모델을 실시하였다. 본 네트워크는 132,204개의 노드(출원인)과 553,508개의 출원인간 인용 관계(링크: weighted & diagonal matrix)로 구성되었다. 더 나아가 출원인 구분코드 체계를 활용하여 출원인을 크게 국내자연인, 국내법인, 국가기관 및 외

* 넷마이너(사회연결망분석 소프트웨어)의 분석 가능 노드수가 100만개에 따라 2006년부터 2013년까지 출원된 특허를 대상으로 한정하였음

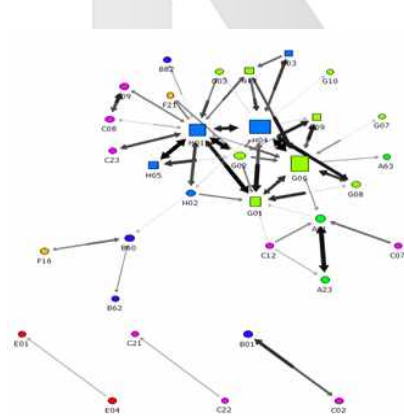
국법인의 네 가지 노드로 표현함으로써 출원인 타입별(국내자연인, 국내법인, 국가기관 및 외국법인) 인용 네트워크 또한 구축하였다.

IV. 분석결과

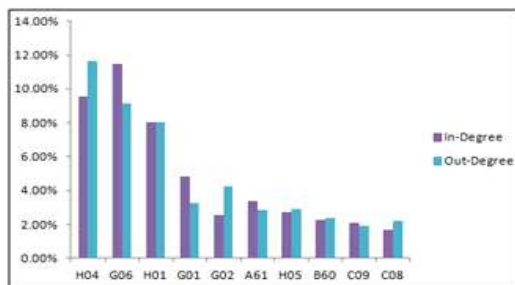
4.1 기술인용 네트워크 기초분석

앞서 구축된 기술간 인용 네트워크를 분석하여 기술 인용 현황에 대해 살펴본 결과는 다음과 같다. 가중치가 부여된 링크(weighted link)이므로 네트워크에서 노드 간의 전반적인 연결정도 수준을 나타내는 밀도(밀도는 일반적으로 네트워크 내에 존재하는 최대한 링크의 개수 대비 실제 존재하는 링크의 개수의 비율로 측정)가 17.61로 나타났다. 평균 연결성(average degree)은 2,254로 하나의 노드에서 나머지 노드들과의 인용-피인용 관계가 평균 2,254회임을 의미한다. 총 16,512(129*128)개의 가능한 링크 중 한번이라도 기술간 인용-피인용이 이루어진 경우는 7,921개인 것으로 분석되었다.

인용-피인용이 500회 이상 된 경우를 시각화한 결과(<그림 2> 참조), H04(전기통신기술), G06(산술논리연산, 계산, 계수), H01(기본적 전기소자) 등의 물리학(G), 전기분야(H)의 기술이자, ICT 기술이 주요한 역할을 하고 있음을 확인할 수 있다. 인용이 500회 이상 된 경우에 속하는 기술 33개 중 ICT 기술 8개가 모두 포함되어 있음을 <그림 2>를 통해서 확인할 수 있다. 또한 인용-피인용 횟수를 기준으로 상위 10개의 IPC 클래스 기술을 선정한 결과, 상위 10개 기술 중 5개 기술이 ICT 기술인 것으로 나타났다(<그림 3> 참조).



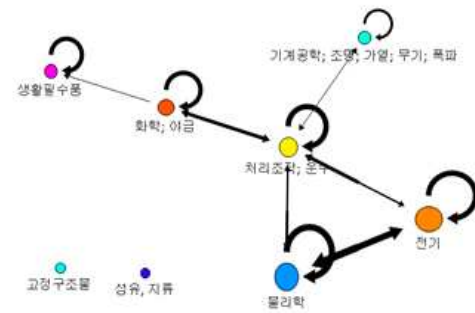
<그림 2> 기술간 인용 네트워크 시각화 (Linked Weight>=500)



<그림 3> 상위 10개 기술의 인용·피인용 비율

물리학, 전기분야를 제외한 기술간의 인용-피인용 관계로는 A61(위생학; 의학 또는 수의학)→A23(다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품), C08(유기 고분자 화합물; 그 제조 또는 화학적 처리; 그에 따른 조성물)→C09(염료; 페인트; 윤기 방편제; 천연 수지; 접착제; 그 밖에 분류되지 않는 조성물; 그 밖에 분류되지 않는 재료의 응용), B01(물리적 방법, 화학적 방법 또는 장치일반)→C02(물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리), F16(기계요소 또는 단위; 기계 또는 장치의 효과적 기능을 발휘하고 유지하기 위한 일반적인 수단; 단열 일반)→B60(차량일반)의 쌍방향 인용관계가 나타났다. 이와 함께, E04(건축물)→E01(도로, 철도 또는 교량의 건설), C22(야금; 철 또는 비철합금; 합금 또는 비철금속의 처리)→C21(철 야금), B60(차량일반)→B62(철도 이외의 노면 차량), C07(유기화학)→A61(위생학; 의학 또는 수의학), C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)→A61(위생학; 의학 또는 수의학), C12(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)→A23(다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리; 식품 또는 식료품)으로의 인용관계도 살펴볼 수 있다.

추가적으로 8개의 IPC 섹션 수준의 대기기술분류간 인용-피인용 관계를 시각화한 결과, 물리학(G)과 전기분야(H) 기술이 인용-피인용 관계가 많은 것으로 나타나나(<표 1> 참조), 처리조작; 운수(B)가 가장 다양한 종류의 기술들과 상호 연결되어 있음을 확인할 수 있었다(<그림 4> 참조).



<그림 4> 대기기술간 인용 네트워크 시각화 (IPC 8 Section Level, Link Weight>=5000)

<표 1> 대기기술간 인용 네트워크 내·외항 중심도 분석결과 (동일 기술내 인용 제외)

	In-Degree	Out-Degree
고정구조물	8,591	8,310
기계공학; 조명; 가열; 무기; 폭발	15,089	14,685
물리학	54,888	49,170
생활필수품	18,653	14,896
섬유, 지류	3,576	3,413
전기	49,539	57,711
처리조작; 운수	33,420	32,179
화학; 야금	22,024	25,416

기술의 인용-피인용에 있어서 8개의 대기술분류(8개 섹션)를 중심으로 8개 ICT 기술의 역할을 분석한 결과, 대부분 서로 다른 대기술분류 그룹에 속하는 기술지식의 확산을 매개하는 연락자 역할이 강한 것으로 나타났다(<표 2> 참조). 8개의 ICT 기술 중 전기분야(H)에 속하는 ICT 기술이 물리학(G)에 속하는 ICT 기술보다 연락자 역할이 강한 것으로 나타났으며, 물리학(G)에 속하는 ICT 기술이 전기분야(H)에 속하는 ICT 기술보다 본인이 속한 대기술분류 그룹과 다른 대기술분류 그룹의 기술지식 확산을 매개하는 대리인 및 문지기 역할이 강한 것으로 나타났다.

<표 2> ICT 기술의 역할 분석:
IPC 8개 섹션(대기술분류) 그룹을 중심으로

	조정자	문지기	대리인	순회중개자	연락자	총합계
G01	1%	11%	10%	12%	66%	4,413
G06	1%	9%	10%	12%	68%	4,699
G09	1%	13%	13%	9%	64%	2,180
G11	0%	7%	13%	12%	67%	1,778
H01	0%	2%	2%	12%	84%	4,891
H03	0%	1%	1%	11%	87%	934
H04	0%	2%	2%	13%	83%	3,924
H05	0%	2%	1%	14%	83%	3,776

4.2 기술인용에 소요되는 기간

본 연구에서는 출원에서 등록에 소요되는 기간을 감안하여, 대상특허의 출원시기와 피인용된 특허의 출원시기 차이로 기술지식이 확산되는데 소요되는 기간으로 간주하였다. 미국 특허에서 비슷한 개념으로 사용된 기술 순환 주기(TCT: Technology Cycle Time)는 미국 특허에 표기된 선행특허들의 평균 연령을 의미한다. 현재 대상이 되는 특허와 선행특허들이 얼마나 시간적 차이를 가지는지 알아보는데 유용하게 사용되는 지표이다. Sung(2013)에 따르면, 급속히 발전하는 분야의 특허일 경우 TCT의 값은 대부분 4년 이하의 값을 가지며, 이에 반해 성숙된 기술 분야의 특허는 15년 이상의 TCT 값을 가진다. 본 연구를 통해 한국 특허의 기술 확산에 소요되는 시간을 살펴봄으로써, ICT 기술과 NonICT 기술의 기술확산 소요기간에 대한 비교 및 동일 기술 내 기술지식 확산 및 타기술로의 기술지식 확산에 소요되는 기간의 비교를 수행하고자 한다.

2006년부터 2013년까지 출원된 특허와 선행특허와의 인용-피인용 관계 총 1,012,508개의 평균 기술인용에 소요되는 기간은 1,919일(5.3년) 인 것으로 나타났다. 129개 기술간 인용 중 가장 활발하게 기술 인용이 이루어지는 상위 10개의 기술인용 평균기간은 4.7년인 것으로 나타났으며, 이는 전체 평균인 5.3년에 비해 다소 짧은 것으로 평가된다(<표 3> 참조). 인용-피인용 관계 상위 10위에 속하는 기술은 대부분 ICT 기술과 관련이 있는 것으로 나타났다. A23(다른 클래스에 속하지 않는 그것들의 처리, 식품 또는 식료품)에서 A61(위생학, 의학 또는 수의학)이 유일하게 ICT 기술과 상관없는 기술인용 관계라 볼 수

있으며, 기술인용 기간도 6년으로 ICT 기술이 속해있는 기술인용 관계에 비해 인용에 소요되는 기간이 다소 긴 것으로 나타났다.

<표 3> 특허 인용 관계 상위10위 기술확산 소요 평균기간

피인용된 기술	인용한 기술	기술인용 평균기간(일)	인용·피인용 횟수(회)
H04	G06	1,696 (4.6년)	20,427
G06	H04	1,662 (4.6년)	15,723
H05	H01	1,696 (4.6년)	3,494
G02	H01	1,584 (4.3년)	3,403
H01	G01	2,078 (5.7년)	2,636
H01	H05	1,809 (5.0년)	2,507
H01	G02	1,685 (4.6년)	2,182
A23	A61	2,175 (6.0년)	1,913
G08	H04	1,679 (4.6년)	1,759
H01	H04	1,617 (4.4년)	1,704
평균		1,716 (4.7년)	55,748

상관관계 분석결과, 기술인용 횟수가 많을수록 기술인용에 소요되는 기간이 짧은 것으로 나타났다. 기술인용에 소요되는 기간과 기술인용 횟수와의 -0.161의 상관계수 값을 가짐으로써 통계적으로 유의한 수준에서 서로 부정적인 상관관계를 가지는 것으로 나타났다(유의수준 0.01).

ICT→ICT, ICT→NonICT, NonICT→ICT, NonICT→NonICT의 4가지 기술인용 관계에 있어서의 소요기간 평균에 대한 일원 분산분석(ANOVA) 결과, 기술인용 평균기간에 있어서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(유의수준 0.01). 또한 Scheffe의 사후분석결과에서도 각 그룹간 기술인용 평균기간에 있어 모두 차이를 보이는 것으로 나타났다. 즉, ICT에서 ICT로의 기술인용에 소요되는 평균 기간이 4.7년으로 가장 짧는데 반해, NonICT에서 NonICT로의 기술인용에 소요되는 평균 기간이 5.8년으로 가장 긴 것으로 나타났다(<표 4> 참조).

<표 4> ICT/NonICT 기술간 기술인용 평균기간 비교

피인용된 기술	인용한 기술	기술이전 평균기간	인용-피인용 횟수	F값
ICT	ICT	1,716일 (4.7년)	445,854	5,640***
ICT	NonICT	1,980일 (5.4년)	40,003	
NonICT	ICT	1,847일 (5.1년)	44,776	
NonICT	NonICT	2,108일 (5.8년)	481,875	

* 일원분산분석 실시, ***: p<0.01

129개 IPC 클래스 수준의 기술 분류를 기준으로, 특허 인용이 동일 기술간에 이루어진 경우와 비동일 기술간에 이루어진 경우의 평균 기술인용 소요기간 비교를 위해 t-test를 실시하였다. 분석결과, t값이 -43.67로 유의수준 0.01수준에서 통계적으로 두 그룹간 인용기간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 타기술간의 평균 기술인용 소요기간은 5.5년인데 반해, 동일 기술간의 평균 기술인용 소요기간은 5.1년으로 타기술간 기술인용에 소요되는 기간이 통계적으로 유의한 수준에서 더욱 긴 것으로 나타났다(<표 5> 참조).

<표 5> 동일 기술간/비동일 기술간 기술인용 평균기간 비교

	기술이전 평균기간	인용-피인용 횟수	T값
동일 기술간 기술인용	1,879일 (5.1년)	721,706	-43.67***
비동일 기술간 기술인용	2,020일 (5.5년)	290,802	

* t-test 실시, ***, p<0.01

4.3 ICT 기술지식의 확산 경로

ICT 기술에 해당하는 8개 IPC 코드 중, H05(달리 분류되지 않는 전기기술)를 제외한 7개 기술 G01(측정; 시험), G06(산술논리연산, 계산; 계수), G09(교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인), G11(정보저장), H01(기본적 전기소자), H03(기본전자회로), H04(전기통신기술) 각각의 예고 네트워크를 구성하여 분석을 실시하였다. 예고 네트워크는 예고(ego)라 불리는 하나의 중심이 되는 노드와 그 노드와 연결된 알터(alter)라 불리는 다른 노드들로 구성된 네트워크를 의미한다(Kwahk, 2014).

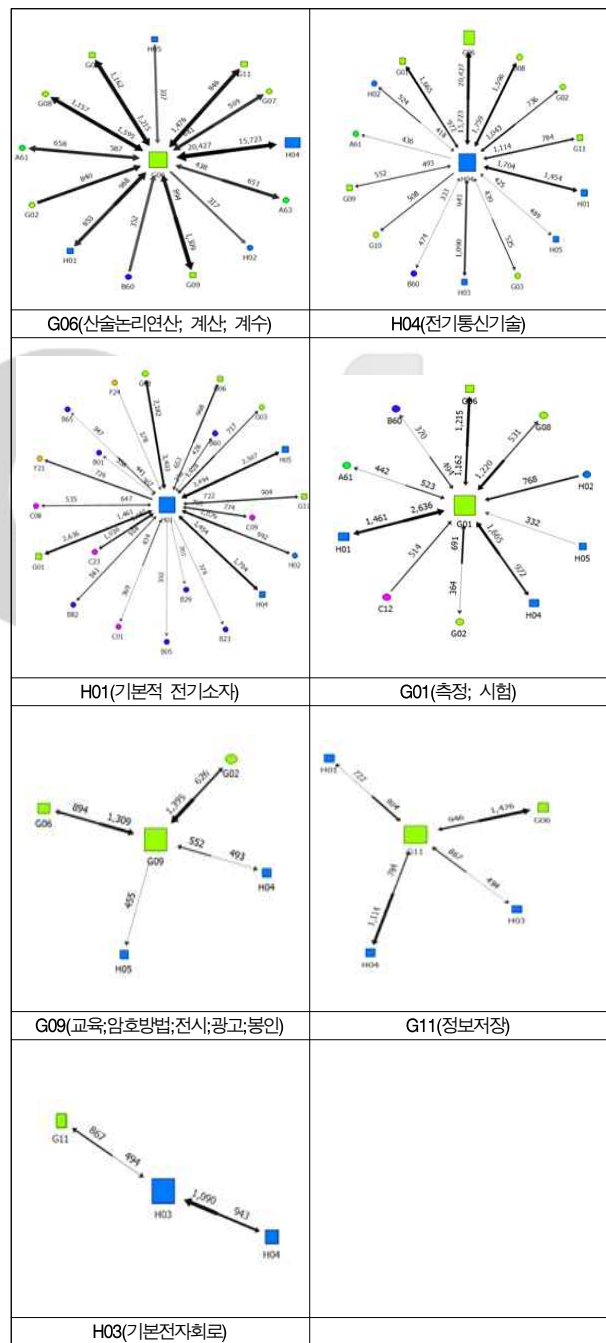
7개의 ICT 기술은 19.6%~43.6%까지 타기술에 의해 피인용 되며, 평균 4.4년~6.1년의 기술인용을 위한 기간이 소요되는 것으로 나타났다(<표 6> 참조). ICT 기술 중 가장 타기술에 의해 피인용된 비율이 높은 기술은 H03(기본전자회로), G01(측정; 시험) 등으로 나타났다.

<표 6> ICT 기술별 기술지식의 확산 현황

	G06	H04	H01	G01	G09	G11	H03
인용소요 기간 (일)	1,817 (5.0년)	1,600 (4.4년)	1,709 (4.7년)	2,015 (5.5년)	1,597 (4.4년)	2,000 (5.5년)	2,209 (6.1년)
총 인용횟수	132,606	146,053	118,827	27,198	13,903	21,191	6,787
타기술에 인용된 비율	20.1%	23.2%	19.6%	34.5%	29.5%	25.5%	43.6%

<그림 5>는 ICT 7개 기술 각각의 기술지식 확산 형태를 네트워크로 시각화한 결과이다. 분석 결과, G06(산술논리연산; 계산; 계수), H04(전기통신기술), G11(정보저장), H03(기본전자회로) 기술의 경우, 인용-피인용 관계가 강하게 나타나는 기술은 대부분 물리학(G) 또는 전기분야(H)의 기술로 나타났으며, ICT 기술과의 인용-피인용 관계도 강한 것으로 나타났다. G01(측정; 시험) 기술도 인용-피인용 관계가 강하게 나타나는 기술은 대부분 ICT 기술 또는 물리학 및 전기분야 기술이나, NonICT(A61(위생학, 의학 또는 수의학), C12(생화학, 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학), B60(차량일반))와의 인용-피인용 관계도 비교적 강한 것으로 나타났다. G09(교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인)와 인용-피인용 관계가 강하게 나타나는 기술도 대부분 ICT 기술 또는 물리학 및 전기분야 기술이나, F21(조명)과의 인용-피인용 관계도 다소 강한 것으로 나타났다. 반면, H01(기본적 전기소자) 기술은 특정 기술에 치우치지 않고, 다양한 종류의 기술들(물리학, 전기, 처리조작, 운수, 화학; 야금, 기계공학; 조명; 가열; 무기; 폭발 등)과 비교적 균일하게 인용-피인용 관계를 가지는 것으로 나

타났다. 종합하자면, ICT 기술 중 H01(기본적 전기소자)의 경우, ICT 이외의 기술 및 물리학 전기분야 이외의 기술과의 인용-피인용 관계가 강하게 나타남을 확인할 수 있었고, G01(측정; 시험), G09(교육; 암호방법; 전시; 광고; 봉인) 또한 H01(기본적 전기소자)과 같이 활발하지는 않지만, ICT 이외의 기술 및 물리학과 전기분야 이외의 기술 중 일부와의 인용-피인용 관계가 강한 것으로 나타났다. 반면, G06(산술논리연산; 계산; 계수), H04(전기통신기술), G11(정보저장), H03(기본전자회로) 기술의 경우, 물리학 및 전기분야에서의 다소 폐쇄적인 기술 인용-피인용이 이루어지는 것으로 확인되었다.



<그림 5> ICT 기술별 기술 인용 네트워크 (Link Weight=>300)

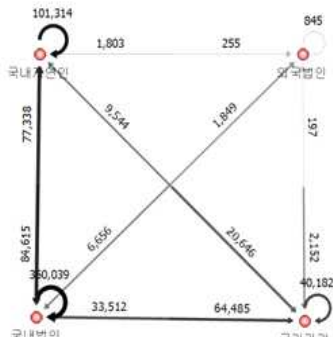
4.4 출원인별 기술지식의 확산 경로

출원인을 중심으로 기술지식의 확산이 이루어지는 경로를 파악하기 위해서 출원인간 인용 네트워크를 구축하였다. 2006년부터 2013년까지 출원된 특허와 이 특허들의 선행특허들에서도 출원된 출원인들과의 인용관계를 중심으로 출원인간 인용 네트워크를 구성하였다. 앞서 말한 바와 같이, 2006년부터 2013년까지 출원된 특허와 이 특허들의 선행특허의 출원인은 총 132,204개인 것으로 나타났으며, 출원인간 링크는 총 553,508개인 것으로 나타났다. 출원인간 인용 네트워크의 중심성을 분석한 결과, 내향중심성, 외향중심성에 있어 삼성전자주식회사, 엘지전자주식회사, 한국전자통신연구원이 1,2,3위를 차지하는 것으로 나타났다(<표 7> 참조). 한국전자통신연구원과 한국과학기술원을 제외하곤, 세가지 중심성 모두 상위 5에 속한 출원인은 국내법인인 것으로 나타났다.

<표 7> 출원인 인용 네트워크: 내·외향연결중심성 상위 7개

In-Degree Centrality		Out-Degree Centrality	
삼성전자주식회사	0.162	삼성전자주식회사	0.544
엘지전자 주식회사	0.119	엘지전자 주식회사	0.271
한국전자통신연구원	0.105	한국전자통신연구원	0.111
에스케이하이닉스 주식회사	0.083	현대자동차주식회사	0.095
삼성전기주식회사	0.079	에스케이텔레콤 주식회사	0.067
현대자동차주식회사	0.066	엘지디스플레이 주식회사	0.064
한국과학기술원	0.057	에스케이하이닉스 주식회사	0.061

<그림 6>은 국내자연인, 국내법인, 국가기관 및 외국법인의 네 가지 출원인 타입을 노드로 하는 출원인 타입별 인용 네트워크를 시각한 결과이다. 분석 결과, 국내자연인과 국내자연인, 국내법인과 국내법인, 국내법인과 국내자연인간의 기술 확산이 강하게 이루어지는 것으로 나타났으며, 그 뒤를 이어 국내법인과 국가기관과의 기술확산이 강하게 이루어지는 것으로 나타났다. 국가기관의 경우, 타출원인의 특허를 인용하는 경우는 많은데 비해, 타출원인에 의해 피인용되는 경우는 상대적으로 저조한 것으로 나타났다. 반면, 국내법인의 특허는 타출원인에 의해 활발히 인용되고 있는 것으로 나타났다.



<그림 6> 출원인 인용 네트워크

V. 토의 및 결론

ICT 기술을 중심으로 한 기술 융합을 위한 기술지식의 확산을 살펴보기 위해, 본 연구에서는 2006년부터 2013년까지 출원된 특허와 이 특허들이 인용한 선행특허를 대상으로 특허간 인용 네트워크를 구축하여 특허 인용관계에서 나타난 기술지식 확산 및 출원인간 기술지식 확산 경로에 대한 분석을 실시하였다. 분석결과, 크게 다음의 결론을 도출할 수 있었다. 첫째, 기술 인용 네트워크 분석을 통해 기술 인용에 있어 ICT 기술이 주요한 역할을 수행하고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 기술인용이 빈번히 이루어지는 기술일수록, ICT 기술간의 인용일수록 기술인용에 소요되는 기간이 짧아지는 것으로 나타났다. 둘째, 각각의 ICT 기술의 인용·피인용 관계에 대해 살펴봄으로써, 대부분의 ICT 기술은 다른 ICT 기술 및 물리학과 전기분야 기술과의 인용·피인용 관계가 강한 반면, 기본적 전기소자(H01)의 경우, ICT 이외의 기술과 다양한 인용·피인용 관계가 나타남을 확인할 수 있었다. 셋째, 출원인간 기술인용에 대해 분석한 결과, 국내자연인과 국내자연인, 국내법인과 국내법인, 국내법인과 국내자연인간의 기술확산이 강하게 이루어지는 것으로 나타났다. 네 가지 출원인 타입(국내법인, 국내자연인, 국가기관, 해외기관) 중 국가기관은 타출원인의 특허를 인용하는 경우가 많은데 비해, 국내법인의 특허는 타출원인에 의해 활발히 인용되고 있는 것으로 나타났다.

본 연구의 기여점은 다음과 같이 정리된다. 첫째, 2006년부터 2013년까지 출원된 모든 특허의 인용 관계에 대한 데이터베이스를 구축하고, 이를 활용하여 특허간 인용 네트워크, 기술간 인용 네트워크, 출원인간 인용 네트워크를 구축함으로써 다양한 각도에서 기술지식 확산이 어떻게 이루어지는지를 고찰할 수 있었다. 기술지식의 확산을 살펴보고자 한 기존 연구에서는 데이터의 부족으로 인해 관련 연구가 부족한 실정이다. 하지만 본 연구에서는 특정 기간 동안의 국내 출원 특허 인용관계를 활용함으로써 기존 연구의 데이터 한계를 극복할 수 있었다.

둘째, 본 연구에서 활용한 분석 방법론은 본 분석에서 활용된 특허 인용 데이터를 넘어서 다양한 국가, 다양한 시기의 기술 지식 확산에 대한 고찰을 위해 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구 분석 방법론을 활용하여 제외국 특허를 중심으로 각국의 기술지식 확산 형태 비교 분석 뿐만 아니라, 연도별 기술지식 확산 추세 변화에 대한 연구도 가능할 것이다. 본 연구에서는 제한된 특허 데이터베이스로 인해 2006년부터 2013년까지 한국에서 출원된 특허의 인용관계에만 초점을 맞추었지만, 동일한 분석방법론을 바탕으로 미국, 유럽, 일본 등의 국가에서 출원된 특허의 인용관계 뿐만 아니라, 과거부터 현재까지 특허의 인용 형태가 어떻게 변화하고 있는지에 대해서도 살펴볼 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라, 특정 기관(출원인)을 중심으로 한 기술 인용·피인용 분석을 실행함으로써 각 기관의 기술 성과에 대한 측정도 가능할 것으로 기대된다.

하지만, 본 연구의 한계 또한 존재한다. 특허 데이터만으로

전체 발명활동 및 기술수준을 파악하기에는 다음과 같은 한계를 가진다. 많은 기업들이 회사의 핵심이 되는 발명들은 주로 기업의 내부 비밀로 여겨 이를 특허로 등록하지 않는 경향이 있으므로 특허를 전체 발명활동을 대변한다고 보기에는 한계가 있다. 또한 Kim(2004)이 지적한 바처럼, 특허의 인용 관계로 과학과 기술간의 연계성을 도식화할 수는 있지만, 인용이 없는 것이 상호작용이 없다고 해석되진 않는다. 즉 인용은 과학과 기술간의 상호작용을 나타내는 형식 중 하나이기 때문에, 그 한계가 있음을 인정할 필요가 있다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해서는 향후에는 특허 인용 관계 뿐만 아니라, 논문의 인용 관계 등 다양한 분야에서의 기술지식의 확산을 통합적으로 살펴볼 필요가 있다.

REFERENCE

- Ahuja, G. and Katila, R. (2001). Technological Acquisitions and the Innovation Performance of Acquiring Firms: A Longitudinal Study, *Strategic Management Journal*, 22(3), 197-220.
- Albert, M. B., Avery, D., Narin, F. and McAllister, P. (1991). Direct Validation of Citation Counts as Indicator of Industrially Import Patents, *Journal Research Policy*, 20(3), 251-259.
- Baek, H. and Kim, M. (2013). Technology Convergence Trend through Patent Network Analysis: Focusing on Patent Data in Korea, U.S., Europe, and Japan, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 8(2), 11-19.
- Chakrabarti, A. K., Dror, I. and Eakabuse, N. (1993). Interorganizational Transfer of Knowledge: An Analysis of Patent Citations of a Defense Firm, *IEEE Engineering Management*, 40(1), 91-94.
- Choi, J., Kim, H. and Im, N. (2011). Keyword Network Analysis for Technology Forecasting, *Journal of Intelligence and Information Systems*, 17(4), 227-240.
- Comanor, W. and Scherer, F. M. (1969). Patent Statistics as Measures of Technical Change, *Journal of Political Economy*, 77(3), 392-398.
- Corrocher, N., Malerba, F. and Montobbio, F. (2007). Schumpeterian Patterns of Innovative Activity in the ICT Field, *Research Policy*, 36(3), 418-432.
- Fung, M. K. and Chow, W. W. (2001). Measuring the Intensity of Knowledge Flow with Patent Statistics, *Economic Letters*, 74(3), 353-358.
- Griliches, Z. (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, *Journal of Economic Literature*, 28, 1661-1707.
- Hall, B. H., Jaffe, A. and Trajtenberg, M. (2005). Market Value and Patent Citations, *RAND Journal of Economics*, 36(1), 16-38.
- Han, N. Y. and Hing, J. B. (2012). Convergence Types of Small and Medium Companies Understood, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 7(2), 19-24.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. and Fogarty, M. S. (2000). Knowledge Spillovers and Patent Citation: Evidence from a Survey of Inventors, *American Economic Review*, 90(2), 215-218.
- Karki M. M. S. (1997). Patent Citation Analysis: A Policy Analysis Tool, *World Patent Information*, 19(4), 269-272.
- Kim, S. (2004). *Basic Study on Patent Statistics and Index Development*, Intellectual Property Research Center.
- Kutznets, S. (1962). *Inventive Activity: Problems of Definition and Measurement*, Princeton University Press.
- Kwahk, K. (2014). *Social Network Analysis*, Seoul: CheogRamPress.
- Lanjouw, J. O., Pakes, A. and Putnam, J. (1998). How to Count Patents and Value Intellectual Property: The Uses of Patent Renewal and Application Data, *Journal of Industrial Economics*, 46(4), 405-443.
- Lee, S., Joo, H., Moon, H., Lee, B. and Kim, K. (2012). The Promotion Strategy for Activating the Convergence Technology R&BD, *KEIT PD Issue Report*, 12(5), 117-138.
- Li, X., Chen, H., Huang, Z. and Roco, M. C. (2007). Patent Citation Network in Nanotechnology (1976-2004), *Journal of Nanoparticle Research*, 9(3), 337-352.
- Mogee, M. E. (1991). Using Patent Data for Technology Analysis and Planning, *Research Technology Management*, 34(4), 43-49.
- Narin, F. (1994). Patent Bibliometrics, *Scientometrics*, 30(1), 147-155.
- Narin, F., Noma, E. and Perry, R. (1987). Patents as Indicators of Corporate Technological Strength, *Research Policy*, 16(2), 143-155.
- Nelson, A. J. (2009). Measuring Knowledge Spillovers: What Patents, Licenses and Publications Reveal about Innovation Diffusion, *Research Policy*, 38(6), 994-1005.
- OECD (1994). The Measurement of Scientific and Technological Activities: Using Patent Data as Science and Technology Indicators.
- Oppenheim C. (2000). *Do Patent Citations Count?*, *Web of Knowledge-A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*, 405-432.
- Park, J. and Kwahk, K. (2013). *Study on Factors of Patent Citation Network*, Proceedings of Conference on Korea Society of Management Information Systems, 693-704.
- Sung, T. K. (2013). The Quality of Patents: An Multilateral Evaluation for Korea, *The Journal of Intellectual Property*, 8(3), 99-120.
- Trajtenberg, M. (1990). A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations, *Journal of Economics*, 21(1), 172-187.
- Yang, Z. K., Lie, Q. N. and Liu, Z. Y. (2008). *Top Ten Highly Cited Patents in USPTO*, H. Kretschmer, and F. Havemann (Eds.), Proceedings of WIS 2008, Berlin, 1-7.
- Yoon, M. (2011). Technological Regime and the Shift of Industrial Leadership in the DRAM Industry: A Patent Citation Analysis, *The Journal of Intellectual Property*, 6(3), 239-270.

Patent Citation Network Analysis as a Measure of Technical Knowledge Diffusion in Korea: Focusing on ICT

Choi, Byoung-Chul*

Baek, Hyunmi**

Kim, Myung Seuk***

Abstract

Technology convergence, recently accelerated in various technical fields, can be achieved by discovering a new technology while exchanging the knowledge among the different technologies and utilizing such knowledge into the existing fields of technology. In particular, technology convergence actively occurs in knowledge-intensive ICT. However, limited research is available on the routes of ICT technical knowledge diffusion because of insufficient data. Therefore, this study built a database on the citations of patent data applied from 2006 to 2013 in Korea and their cited patents. We drew a patent citation network, a technology citation network and an applicant citation network, after which we analyzed the routes of technical knowledge diffusion. Results showed that ICT played a leading role in knowledge citation among technologies and that such diffusion took a shorter time in technology citation when it occurred more frequently and when the citation occurred between ICTs. In addition, most of the ICT showed a strong citation relationship with the other ICTs or such technologies in the field of physics or electricity, whereas electric elements (H01) showed various citation relationships with technologies other than ICT. Furthermore, we found a strong technology diffusion relationship between domestic corporations and domestic natural persons. National organizations often cited the patents of other applicants, whereas the patents of domestic corporations were actively cited between domestic corporations or by other applicants. Thus, this study is expected to be useful in measuring the performance of technologies, including the diffusion to other technologies. As well as in considering the routes of technical knowledge diffusion in Korea.

Keywords: Knowledge Diffusion, Technology Convergence, Patent Citation, Social Network Analysis

* First Author, Principal Researcher, ETRI, cbc@etri.re.kr

** Corresponding Author, Assistant Professor, Hanyang University, lotus1225@hanyang.ac.kr

*** Professor, Hanbat National University, kmsjws@hanbat.ac.kr