

특허 네트워크와 전략지표 분석을 통한 기업 기술융합 전략 연구*

조용래** · 김의석***

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구배경
 - 2. 연구문제 및 연구목적
- II. 이론적 배경
 - 1. 기술지식으로서의 특허와 인용정보
 - 2. 기업 전략적 의사결정 도구로서의 특허 포트폴리오
 - 3. 기술융합과 요소기술의 역할: 인쇄전자 사례
- III. 연구방법론
 - 1. 연구 설계 및 자료수집
 - 2. 네트워크 중심성 지표 및 기술 포트폴리오 지표
- IV. 분석결과
 - 1. 네트워크 중심성 지표
 - 2. 특허 포트폴리오를 활용한 전략군지도
- V. 결론
 - 1. 토의 및 기업경영에의 시사점
 - 2. 본 연구의 공헌 및 발전방향

* 본 연구는 특허청이 주최하고 지식재산연구원이 주관한 “제8회 대학(원)생 지식재산 우수논문공모전”에서 입상(최우수: 산업통상자원부장관상)한 논문을 바탕으로 하고 있으며, 학술논문으로의 활용에 대한 당 학회와 지식재산연구원의 허락을 득하였습니다.

** 과학기술정책연구원(STEPI) 부연구위원.

*** 한국조폐공사(KOMSCO) 수석선임연구원, 교신저자.

초록

본 연구는 “기술융합과정에서의 핵심기술은 무엇이며, 그 핵심기술을 지닌 기업은 누구인가? 그리고 이러한 기업의 기술 전략적 특징은 무엇인가?”라는 연구 문제에 대하여 규명하고자 한다. 즉, 기술융합에 있어서 핵심/주요기술 및 이에 관련한 기업들과, 이종 기술들 간 조정/통합과 제품으로의 구현을 실현하는 기술 및 관련기업들을 파악하는 것이다. 이를 통하여 기술융합의 메커니즘과, 관련 기술 보유기업들의 기술전략의 특성을 산업 관점에서 규명하고자 한다. 이에 따라, 인쇄기술이라는 기존기술과, 전자기술이라는 하이테크놀로지로서의 새로운 기술 간 결합에 의해 발전한 인쇄전자 기술 분야를 융합기술 사례로 삼아 기업관점의 기술전략을 도출하였다.

방법론에 있어서, 특허인용 네트워크 분석기법을 활용하여 개별기업 간의 기술지식의 흡수와 전수의 맥락에서 분석함으로써, 기술관점의 네트워크 연구를 기업관점으로 확장하여 연구를 진행하였다. 이를 위하여, 특허서지정보 인용 네트워크 지표를 산출하여 기술 분야별 기업들의 네트워크상의 위치와 그 의미를 파악하였다. 또한, 기업 기술전략의 의미를 찾기 위하여 특허 포트폴리오 관점의 추가적 기술 전략적 지표들을 개발하여 전략군지도 형태의 기업 포지셔닝 및 행동궤적 맵을 작성하였다.

분석결과, 첫 번째, 핵심 및 주요 기술을 보유한 기업들이 기업 네트워크에서 중심적 역할을 담당하고 있었다. 또한, 전략군지도에서도 자사가 보유한 핵심 기술에 대한 높은 집중도를 보이는 한편, 기술 원천 다양성은 비교적 낮다는 특성을 지니고 있다. 두 번째, 타 기술 간 조정/통합을 담당하는 기업들과 응용을 통한 제품화/상업화를 담당하는 기업들의 네트워크 중심성 역시 전반적으로 높게 나타났다. 또한, 이 기업들은 전략군지도에서 전반적으로 기술 원천 다양성과 함께 기술 집약도도 높아가는 방향으로의 행동을 보였다. 즉, 이러한 기업들은 다양한 특허 포트폴리오를 보유하고 있는 전략을 구사하고 있음을 의미한다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다. 기술융합의 특성을 고려하였을 때, 보다 동태적 관점에서 이종기술들의 진보의 속도나 정도에 맞추어 유연성 있는 기술전략을 수립해야 한다. 또한, 본 연구에서 제시한 방법론과 연구 구조는 향후 기업들의 기술경영과 혁신전략 진단 및 분석/평가 프레임워크로서도 활용될 수 있다는 점에서 기업 특허전략에 대한 실무적 함의가 크다.

주제어

기술융합, 특허인용 네트워크 분석, 특허 포트폴리오 분석, 인쇄전자

I. 서론

1. 연구배경

하이테크 산업 중심의 기술혁신의 급격한 가속화는 기술 진부화 속도도 함께 높이고 있으며, 기술수명주기는 더욱 짧아지는 결과를 낳는다. 이처럼 급속한 발전을 거듭하는 기술 환경은, 기업들 간 경쟁의 판도와 시장지배력을 크게 바꾸어 놓고 있다. 이와 같은 기술혁신의 역동성과 그로 인한 경쟁 환경의 변화를 일으키는 대표적인 기술적 요인 중 하나가 “기술융합”이다. 수십 년간 서로 중복되는 기존 기술들 간 결합과 이에 따른 기술융합 현상은 산업 발전과 기존 기술의 돌파구를 여는 결정적인 계기로 작용해 왔다.¹⁾ 기술융합은 기업들이 기존 사업영역에서 벗어나 새로운 시장을 개척하게 하는 유인을 제공하기 때문에,²⁾³⁾⁴⁾ 오늘날에는 산업적 관점에서의 “technological convergence”라는 보편화된 일반적 용어로 사용된다. 이종기술들 간 융합은, 서로 다른 업종 또는 기업 간 전략적 제휴와 네트워킹을 통한 기업혁신에 있어서도 중요한 이슈가 되었다.⁵⁾

혁신이론에서의 융합이라는 용어는 주로 기술 분야에서의 새로운 발전양상을 설명하기 위하여 사용되어 왔다. 이러한 연구의 기초를 이룬 연구자인

1) Kodama, F., *Emerging patterns of innovation*, Harvard Business School Press, 1995.

2) Hackler, K. & Jopling, E., *Technology convergence driving business model collision*, Gartner Group, 2003.

3) Shepard, S., *Telecommunications convergence: how to bridge the gap between technologies and services*, McGraw-Hill, 2002.

4) Steinbock, D., *The mobile revolution: the making of mobile services worldwide*, Kogan Page, 2005.

5) Harianto, F. & Pennings, J. M., “Technological convergence and scope of organizational innovation”, *Research Policy*, Vol.23(1994), pp.293-304.

Kodama(1995)는 메카트로닉스(mechatronics) 산업발전 연구를 통하여 “technology fusion”이라는 용어를 고안하였다.⁶⁾ Rosenberg는, 영국의 공작 기계 산업의 기술혁신 역사연구를 토대로, 산업 관점에서의 “technological convergence”를 정의했다.⁷⁾ 이후 기술융합은 2개 이상의 기술요소가 결합하여 기존의 기술이 갖지 않는 새로운 기능을 발휘하는 기술혁신의 한 현상으로 폭넓게 정의되었다.⁸⁾⁹⁾ 또한, 응용기술의 발전 정도나 산업적 가치사슬 개념 등 산업과 시장 수준의 확장된 개념에서 융합의 개념을 정의하였다.¹⁰⁾¹¹⁾

기존연구의 논의들을 정리하면, 기술융합의 몇 가지 특성을 도출할 수 있다. 첫 번째, 기본적으로 융합은 이종기술 간 ‘통합(integration)’의 과정이다. 따라서 융합 현상을 이해하기 위해서는 결합을 이루는 데에 활용된 요소기술들과, 이들을 결합하는 결정적 역할을 한 기술들이 무엇인지를 알아야 한다. 그러기 위해서는 융합이 완성된 최종기술 또는 최종제품에 대한 이해 못지않게, 그것을 이루는 요소기술에 대한 고찰이 필요하다. 두 번째, 융합은 하나의 산업 또는 시장 내에서 이루어지는 기술혁신이 아니라, “산업 영역 간 경계를 모호하게 하고, 이를 통하여 기업, 산업, 시장, 그리고 국가 간 차이를 감소시켜 가는” 과정¹²⁾이다. 따라서 기술융합 또는 제품융합의 중심역할을 담당한 기업을 파악하기 위해

6) Kodama, *op. cit.*

7) Rosenberg, N., *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, 1982.

8) Bores, C., Saurina, C., & Torres, R., “Technological convergence: A strategic perspective”, *Technovation*, Vol.23(2003), pp.1-13.

9) Islam, N. & Miyazaki, K., “Nanotechnology innovation system: Understanding hidden dynamics of nanoscience fusion trajectories”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76 No.1(2009), pp.128-140.

10) Adner, R. & Levinthal, D. A., “Technology Speciation and the Path of Emerging Technologies”, in: Day, G., Shoemaker, P., & Gunther, R. E. (Eds.), *Wharton on Managing Emerging Technologies*, John Wiley & Sons, 2004.

11) Choi, D. & Valikangas, L., “Patterns of strategy innovation”, *European Management Journal*, Vol.19 No.4(2001), pp.424-429.

12) Bauer, J. M., Weijnen, M. P. C., Turk, A. L., & Herder, P. M., “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*, Kluwer, 2003, pp.209-231.

서는, 최종제품이 속한 산업뿐만 아니라 관련 요소기술이 속한 이종산업까지를 포함해야 한다. 세 번째, 융합은 요소기술지식 간 상호교환으로 완성된다. 융합에서 결합하고자 하는 상대기술의 기술지식을 흡수하고 이를 결합과정에 적용하는 것은 융합의 완성을 위하여 중요한 과정이다. 이는 이종기술 간 결합의 성공여부는 조직의 흡수역량(absorptive capacity)에 달려 있다는 기존의 연구¹³⁾¹⁴⁾와 그 맥을 같이 한다.

2. 연구문제 및 연구목적

기존의 기술혁신과정과 구분되는 기술융합의 특성과 산업 및 시장서의 영향 또한 증대되어 왔다. 그럼에도, “산업관점에서의 기술융합 메커니즘과 그 변화의 역동성”에 관한 연구는 미흡하였다. 최근의 대표적 융합기술에서 일어나는 융합 관련 기술들의 역할과 형태를 밝혀내기 위하여 서지정보와 관련 토플들을 이용한 분석연구들을 볼 수 있다.¹⁵⁾¹⁶⁾ 그러나 융합 관련 기술들의 특성과 해당 기술들을 보유한 기업의 융합과정에서의 역할과 전략적 행동의 동태적 현상을 밝히지는 못하였다. 따라서 “기술융합 과정에 있어서 주도적 역할을 담당하는 기술 분야는 무엇이며, 그 기술 분야와 관련된 기업은 누구인가? 그리고 이러한 기업들의 기술전략의 특징은 무엇인가?”라는 연구 질문은 매우 의미 있는 연구주제이다. 왜냐하면, 최근의 시장 환경에 영향을 미치는 기술변화 요인은 융합에 있다고 해도 과언이 아닐 만큼 사회적 · 산업적 중요성이 커지고 있기 때문이다. 따라서 기업이 향후 시장을 선점하고 산업주도권을 확보하기 위해서는 기술융합과 그 메커니즘을 파악하는 전략이 필요하다.

13) Cohen, W. M. & Levinthal, D. A., “Innovation and learning: The two faces of R&D”, *The Economic Journal*, Vol.99(1989), pp.569-596.

14) Harianto and Pennings, *op. cit*.

15) Miyazaki, K. & Islam, N., “Nanotechnology systems of innovation: an analysis of industry and academia research activities”, *Technovation*, Vol.27 No.11(2007), pp.661-675.

16) Takeda, Y., Mae, S., Kajikawa, Y., & Matsushima, K., “Nanobiotechnology as an emerging research domain from nanotechnology: A bibliometric approach”, *Scientometrics*, Vol.80 No.1(2009), pp.25-40.

본 연구는 이러한 연구문제들을 해결하기 위하여 최근 사회적·산업적 중요성이 높아지고 있는 대표적 융합기술인 인쇄전자 분야에 대한 분석적 연구를 진행한다. 이를 위하여, 인쇄전자기술들과, 이를 보유한 기업들에 대한 특허정보를 활용하여 기술융합의 메커니즘과 기업들의 기술전략 행동의 특성을 동태적 관점에서 분석하고자 한다. 이에, 네트워크 분석(network analysis) 및 기술 포트폴리오(patent portfolio) 기법을 활용하여 기술융합 과정에서 기업들의 기술전략적 행동을 대표하는 정량적 지수들을 개발한다. 분석결과를 토대로, 인쇄전자를 이루는 요소기술 분야별 기업들의 기술융합 전략을 추론하고, 기술전략의 방향성을 제시한다.

II. 이론적 배경

1. 기술지식으로서의 특허와 인용정보

기업들은 기술의 변화와 발전 패턴을 평가하고 미래의 유망한 기술을 파악하는 데에 특허정보를 활용한다. 많은 연구자들이 기술 및 산업분석뿐만 아니라 국가 기술정책 수립에 있어서 특허정보를 활용하였다.¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾ 이러한 관점에서, 특허와 관련 통계적 정보는 기술 분석을 위한 가장 대표적 지표들 중 하나이다.²¹⁾²²⁾ 특허분석의 가장 일반적 방법은 출원 주체별 특허 수를 단순히 집계·

17) Cho, T. & Shih, H., "Patent citation network analysis of core and emerging technologies in Taiwan: 1997–2008", *Scientometrics*, Vol.39 No.3(2011), pp.795–811.

18) Cho, Y., Lee, S., & Kim, W., "The role of funding source for commercializing university patents: Network analysis on technology–industry linkage patterns", *Proceedings of the 2012 IEEE IEEM*(2012), pp.727–731.

19) Choi, C., Shin, J., Yoon, B., Lee, W., & Park, Y., "On the linkage between industries and technologies: Patents citation analysis", *Proceedings of IEMQ*(2004), pp.576–580.

20) Park, Y., Yoon, B., & Lee, S., "The idiosyncrasy and dynamism of technological innovation across industries: Patent citation analysis", *Technology in Society*, Vol.27(2005), pp.471–485.

21) Griliches, Z., "Patent statistic as economic indicator: A survey", *Journal of Economic Literature*, Vol.28(1990), pp.1661–1707.

22) Trajtenberg, M., Henderson, R., & Jaffe, A. B., "University versus corporate patents: A window

비교하는 것이다.²³⁾ 그러나 최근의 연구들은 소수 또는 개별 특허의 잠재성과 성장성에 관한 분석·평가 수준에서 벗어나, 대량의 서지정보를 활용하여 보다 정밀한 분석방법론을 적용하는 방향으로 발전하고 있다. 이를 통하여, 기술발전의 트렌드에 대한 기술 내/외부적 연계구조에 있어서 보다 신빙성을 갖춘 거시적 시각을 제공할 수 있다.²⁴⁾ 이러한 관점에서, 네트워크 분석(network analysis)은 특정 주체나 기술들 간 복잡한 상호연계 구조를 규명하기 위하여 적합한 방법론이다. 또한, 네트워크 분석을 통하여 산출되는 관련 지표들은 네트워크의 주체 간의 영향력과 연결의 양을 파악하는 데에 활용될 수 있다는 점에서 장점을 가진다. 특히, 최근의 네트워크 분석방법론은 기업 간 네트워크 파악연구에도 활용되고 있다.²⁵⁾²⁶⁾

네트워크 관점에서의 기술 분석에서 가장 많이 활용되는 방법은 특허인용 분석(patent citation analysis)으로서, 핵심기술(core technologies)뿐만 아니라 타 기술들 간의 연결과 매개를 담당하는 기술(linker technologies)에 대한 파악이 가능하다.²⁷⁾²⁸⁾ 이 연구들은 특허 인용 네트워크가 기술주체 간 지식의 흐름을 효율적으로 측정하기 위한 목적으로 활용될 수 있음을 보여준다.²⁹⁾ 특허 인용정보를 활용하여, 연구자들은 기업들의 기술 네트워크에서의 위상을 파악함과 동시에, 그 연계 구조를 분석함으로써 기술진보 궤적의 변화 양상³⁰⁾³¹⁾과

on the basicness of invention", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.5 No.1(1997), pp.19-50.

23) Wartburg, I., Teichert, T., & Rost, K., "Inventive progress measured by multi-stage patent citation analysis", *Research Policy*, Vol.34(2005), pp.1591-1607.

24) Lee, H., Kim, C., Cho, H., & Park, Y., "An ANP-based technology network for identification of core technologies: A case of telecommunication technologies", *Expert Systems with Applications*, Vol.36(2009), pp.894-908.

25) Phelps, C. C., "A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation", *Academy of Management Journal*, Vol.53 No.4(2010), pp.890-913.

26) Schilling, M. a., & Phelps, C. C., "Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation", *Management Science*, Vol.53 No.7(2007), pp.1113-1126.

27) Cho and Shih, *op. cit*.

28) Shin, J., & Park, Y., "Building the national ICT frontier: The case of Korea", *Information Economics and Policy*, Vol.19 No.2(2007), pp.249-277.

29) Lee et al., *op. cit*.

그 역학관계를 파악하였다.³²⁾ 물론, 기업들 간 연계는 단순히 특허인용뿐 아니라 수많은 요인들에 의하여 형성되고 변화한다. 그렇기 때문에, 특허 네트워크에 의하여 기업의 기술전략을 추론하는 것은 기업 간 역학관계 중에서도 다분히 부분적 단면을 보여준다는 한계를 가진다. 그럼에도 불구하고, 기술지식의 관점에서 기업들의 지식연계, 상대적 위상, 그리고 그 변화에 대한 시사점을 제공한다는 점에서 의미가 있다.³³⁾ 더 나아가, 기술지식 흐름과 산업주도권 변화의 관점에서도, 기술궤적 양상을 파악하기 위하여 네트워크 분석이 효과적으로 활용되었다.³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾

기본적으로, 네트워크 분석에서의 개별 특허들은 행위의 주체인 노드(nodes)로 표현할 수 있으며, 특허 간의 인용관계는 노드로서의 특허 간 기술지식의 흐름을 의미하는 링크(edges, arcs)로 나타낼 수 있다.³⁷⁾³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾ 특허 링크에서의 방향을 나타내는 ‘인용(citing)’과 ‘피인용(cited)’의 개념은 지식의 유입과

30) Chang, S., Lai, K., & Chang, S., "Exploring technology diffusion and classification of business methods: Using the patent citation network", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76(2009), pp.107-117.

31) Wartburg et al., *op. cit.*

32) Dosi, G., "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", *Research Policy*, Vol.11 No.3(1982), pp.147-162.

33) Bekkers, R. & Martinelli, A., "Knowledge positions in high-tech markets: Trajectories, standards, strategies and true innovation", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.79(2012), pp.1192-1216.

34) Fontana, R., Nuvolari, A., & Verspagen, B., "Mapping technological trajectories as patent citation networks: An application to data communication standards", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.18(2009), pp.311-336.

35) Verspagen, B., "Mapping technological trajectories as patent citation networks: A study on the history of fuel cell research", *Advances in Complex Systems*, Vol.10 No.1(2007), pp.93-115.

36) 윤민호, "DRAM 산업의 지식확산, 기술궤적과 산업 주도권의 이동: 특허인용 네트워크 분석과 신숨퍼터 주의 기술경제학", *지식재산연구*, 제6권 제3호(2011).

37) Bekkers and Martinelli, *op. cit.*

38) Gelsing, L., "Innovation and the Development of Industrial Networks", in: Lundval, B. (Eds.), *National Systems of Innovation-Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Anthem Press, 2010.

39) Jaffe, A. B. & Trajtenberg, M., *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*, The MIT Press, 2005.

40) Lee et al., *op. cit.*

유출을 파악하는 단서로 활용된다. 이와 같이 활동 주체 간 연결 구조를 파악하게 되면, 기술융합에 있어서 누가 중요한 역할을 담당했고, 타 기술들에 큰 영향을 미쳤는지에 대한 유용한 정보를 얻을 수 있다.⁴¹⁾ 이러한 방법론적 관점을 기술수준에서 산업수준으로 치환하면, 노드를 개별 기업으로 설정하고, 링크는 이들 간의 기술지식의 누적된 인용관계로 설정하는 것이 가능하다. 네트워크 분석에서 산출되는 여러 지표들 중에서 가장 대표적인 것은 중심성(centrality) 지수이다.⁴²⁾⁴³⁾ 본 연구에서는 기술융합에 있어서 기업들의 기술연계 구조에서의 주요 · 핵심적 역할, 또는 매개자로서의 역할을 대표하는 지표들을 활용해야 한다. 이러한 전지에서, 근접중심성(closeness centrality)은 노드의 핵심 역할자를, 매개중심성(betweenness centrality)은 노드의 매개자, 또는 연결자로서의 역할을 의미하므로,⁴⁴⁾⁴⁵⁾ 본 연구에서의 네트워크 지표로 활용한다.

2. 기업 전략적 의사결정 도구로서의 특허 포트폴리오

특허자료는 앞 절에서의 인용정보 관점에서 기술 간, 또한 그 기술의 보유자인 기업 간 지식 흐름을 보여주는 것과 동시에, 기업의 전략적 의사결정에 필요한 경영정보를 제공한다는 의의를 지닌다. 기업 R&D 자원의 배분과, 이에 기반한 투자방향을 결정한다는 점에서 특허 포트폴리오는 경영 전략적 의사결정의 중요한 도구로 활용된다.⁴⁶⁾⁴⁷⁾ 특허 포트폴리오 구성에서는 특정 기술에 대한

41) No, H. & Park, Y., "Trajectory patterns of technology fusion: Trend analysis and taxonomical grouping in nanobiotechnology", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.77(2010), pp.63-75.

42) Scott, J., *Social Network Analysis: A Handbook*, SAGE Publications Ltd., 2003, pp. -94.

43) Wasserman, S. & Faust, K., *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press, 2006.

44) Scott, *op. cit.*

45) 손동원, 사회 네트워크 분석, 경문사, 2008.

46) Ernst, H., "Patent information for strategic technology management", *World Patent Information*, Vol.25(2003), pp.233-242.

47) Fabry, B., Ernst, H., Langholz, J., & Köster, M., "Patent portfolio analysis as a useful tool for identifying R&D and business opportunities—an empirical application in the nutrition and health industry", *World Patent Information*, Vol.28 No.3(2006), pp.215-225.

집중도 개념이 활용될 수 있다. 예를 들어, 특허의 중요도와 매력도 등 특허활동 지표를 2차원 매트릭스상의 X축과 Y축으로 설정하여 포트폴리오를 구성하는데 있어서, 전체 특허 대비 특정기술 분야 특허의 비율을 특허 수의 상대적 비율이 기업의 분석대상 기술 분야에 대한 전략적 관심을 정량적으로 나타내는 지표가 된다.⁴⁸⁾⁴⁹⁾

또한, 기술융합의 특성을 고려한 특허 포트폴리오 구성요소에 대해서도 논의한다. Hacklin(2008)과 Hacklin et al.(2009)은 기술융합 과정의 첫 단계는 기존 기술을 혁신하여 새로운 유형의 기술로 변형시키는 것이라기보다 이미 존재하는 기술과 지식을 결합하여 또 다른 기술지식을 창출하는 것이라고 주장했다.⁵⁰⁾⁵¹⁾ 이중기술의 결합이라는 융합의 본질적인 특성을 감안하였을 때, 결합하고자 하는 상대기술에 대한 지식을 흡수하고 이를 결합과정에 적용하는 것이 중요하다는 것이다. 결국 기술융합의 완성을 위해서는, 자사에 필요한 기술지식 획득을 위하여 다양한 외부원천을 탐색해야 한다. 또한, 이러한 지식들을 조직 내부로 흡수하는 역량이 기업의 성과에 중요한 요소이다. 따라서 기술융합에 관련된 기업들의 이러한 특성을 분석하기 위해서는, 한 기업이 타 기업의 특허를 인용하였던 정보를 활용해야 한다. 특허 인용관계에 있어서 피인용 특허는, 타 기술이 완성되는 데 직접적인 영향을 준 선행기술지식으로 볼 수 있다. 기술 관점에서는 기업 간의 전략적 제휴 이상의 직·간접적 기술지식의 전수를 의미하는 것이다. 타 기업의 특허를 인용하는 입장에서는, 최종 융합제품 또는 기술을 완성하는 데 있어서 얼마나 많은 타 기업들의 기술지식을 흡수했느냐가 기업의 핵심역량이 된다고 할 수 있다. 이러한 흡수 정도는 기업이 속한 기술 영역에 따라 다른 패턴을 보인다고 예상할 수 있다. 따라서 융합기술로서의 인쇄전자에 있어서, 각 요소기술에 따라 기업들의 지식 원천의 다양성이 나타난다고 판단한다.

48) Fabry et al., *op. cit.*

49) Ernst, *op. cit.*

50) Hacklin, F., *Management of convergence in innovation: strategies and capabilities for value creation beyond blurring industry boundaries: Contributions to management science*, Springer, 2008.

51) Hacklin, F., Marx, C., & Fahrni, F., "Coevolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76 No.6(2009), pp.723-736.

3. 기술융합과 요소기술의 역할: 인쇄전자 사례

인쇄전자(printed electronics)란, 단어 그대로 인쇄기술(printing technologies)과 전자기술(electronic technologies)의 결합으로서, 회로 및 반도체 등 전자제품을 제조하는 데 있어서 기존의 리소그래피(photolithography) 방식이 아닌 인쇄공정 방식을 이용한다. 즉, 전기적 특성을 가진 잉크를 원하는 위치에 패턴화(patterning)시켜 전자회로뿐만 아니라, 보다 복잡한 전자제품을 신문이나 잡지, 포스터 등의 인쇄물을 제작하듯 제조할 수 있도록 하는 획기적인 공정 기술이다. 인쇄전자의 요소기술은 그 특성에 따라 크게 *substrate*, *ink*, *device* 그리고 *electronics*로 구성된다.⁵²⁾ *substrate* 기술은 기존 인쇄기술에서 종이에 해당하며, 전기적 특성을 갖는 패턴을 인쇄하는 회로기판이 된다. 따라서 *substrate* 기술의 기능적 특성은 기존 인쇄기술에서나 인쇄전자기술에서나 크게 변화가 없다. 반면, *ink* 기술은 *substrate*와 같은 요소기술이지만 인쇄전자에서 그 성격상 특별한 부분이 있다. 왜냐하면, 인쇄전자 공정은 기존 인쇄기술 공정은 그대로 채용하되, 단지 전기적 특성을 가진 *ink*를 사용하기 때문이다. 즉, 이 융합기술의 성공여부는 과연 이 특화된 *ink*가 기존 전자부품에서 구현되던 성능을 그대로 실현할 수 있는지에 달려있다.⁵³⁾ 따라서 융합기술로서의 *ink* 기술과 관련 기업들은 인쇄전자 산업 네트워크에서도 중심적 지위에 있을 것이라고 추론할 수 있다. *device* 기술은 *substrate* 기술과 *ink* 기술을 이용하여 실제 전자제품의 인쇄를 수행한다. 따라서 *device* 기술은 기존 인쇄기술방법과 원리적으로 동일한 공정을 적용하고 있다. 그러나 기존 인쇄와 달리, 인쇄전자에서는 수 마이크로미터의 미세한 인쇄패턴을 유지해야 한다. 또한, 인쇄된 패턴이 전기적 기능을 갖게 하기 위해서는 인쇄밀도가 아주 높고 균일해야 하며, 중간에 조금이라도 끊겨서는 안된다는 조건이 충족되어야 한다. 따라서 *device* 기

52) 인쇄전자는 기술 관점에서 4~5가지의 요소기술로 분류되는데, 산업계에서는 본 연구에서 제시한 4가지 기술들로 분류하고, 이에 따라 기업들을 분류하고 있다(Das and Harrop, *op. cit.*).

53) Kantola, V., Kulovesi, J., Lahti, L., Lin, R., Zavodchikova, M., & Coatanee, E., "Printed electronics, now and future", in: Neuvo, Y. & Ylonen, S. (Eds.), *Bit bang-rays to the future*, Helsinki University of Technology, 2009.

술의 입장에서는 *ink*의 기술적 특성(점도, 전도도 등)과 *substrate*(표면에너지, 변형율 등) 기술의 특성을 동시에 파악하고 있어야 인쇄전자를 위한 공정조건을 맞출 수 있다. 그러므로 *device* 기술은 다양한 요소기술들의 속성을 잘 이해하여 각 기술들을 조정/통제(control)하고, 목표로 하는 성능이 나오도록 각각의 기술들을 조정하고 통합(integration)하는 역할을 한다. 마지막으로, *electronics* 기술은 *device* 기술을 통하여 통합된 인쇄전자 공정을 활용하여 생산 공정관련 가치사슬 최종 단계(끝단)에서 시장의 요구에 맞게 다양한 제품으로 만드는 상용화 기술로, 기술융합에서 응용(application)을 담당한다.

네트워크 이론의 관점에서 다음과 같이 추론할 수 있다. 인쇄전자의 공정에 있어서의 주도적 역할을 담당하는 *ink* 분야 기술을 보유한 기업들은 네트워크에서의 중심적 역할로서의 위치를 차지할 것으로 판단한다. 또한, 통합과 응용을 담당하는 기술의 속성을 감안하였을 때, *device* 및 *electronics* 분야 기술을 보유한 기업들은 인쇄전자 산업의 전체 네트워크에서 매개적 역할을 담당할 것으로 예상할 수 있다.

Ⅲ. 연구방법론

1. 연구 설계 및 자료수집

1) 연구 설계 및 연구구조

본 연구는 기술지식으로 대표되는 특허의 인용정보를 활용하여, 기술수준에서의 연계 구조를 규명하는 기존의 네트워크 분석방법론을 기업관점의 분석수준으로 발전시키고자 한다. 이를 통하여, 특허의 인용관계를 기업 간 기술연계의 시각에서 다시 파악하고 기업 및 산업수준에서의 기술전략을 역추론할 수 있다. 이를 위하여 첫째, 특허 D/B를 활용, 인쇄전자 관련 서지정보의 특허번호별 출원인 정보, 즉 기업명을 추출하여 기업수준의 특허 인용네트워크를 작성한다. 둘째, 네트워크 그래프 작성을 통하여 계산된 근접중심성과 매개중심성 관

점에서 시기별, 인쇄전자 기술요소별 기업들의 중심성 값의 추이를 파악한다. 셋째, 추가적으로 계산한 기술전략 관련 지표들을 활용하여 전략군지도 내에서의 기술요소별 기업들의 궤적을 파악한다.

2) 자료수집 및 분석방향

우선 USPTO에 등록된 특허 중 초록(abstract)과 청구항(claim)에 인쇄전자 관련 주요 기술용어들의 복합어, 또는 개별단어를 포함하는 서지정보들이 분석 대상이 된다. 키워드 검색으로 특허서지정보를 수집하고, 인쇄전자 시장보고서를 참조하여 관련된 서지정보만을 추출하였다. 이들 서지정보에 포함되어 있는 특허들 간 인용정보를 미국특허들을 대상으로 추출한 결과, 최종적으로 1980~2009년 50개 기업들의 18,861건의 서지정보 및 22,063건의 인용정보가 최종 분석대상이 되었다. 이후 분석방향은 크게 두 가지로서, 인쇄전자 기술 분류에 따른 기업 분류와 기술발전의 시기별 특성으로 구분된다.

첫째, 인쇄전자 기술의 특성을 감안한 분류체계의 재구성이다. 국제산업분류 체계(ISIC)와 산업분류체계(NAICS)를 바탕으로 Hoover⁵⁴⁾에서 제공하는 기업 별 제품/서비스를 참조, 산업계에서 일반적으로 통용되는 인쇄전자 4개 요소기술에 따라 기업들을 재구성하였다. 요소기술별 관련 기업들의 분류에 있어서는 인쇄전자 관련 시장 리포트를 참조함과 동시에⁵⁴⁾ 인쇄전자 분야를 연구하는 전문가들에게 검증받으면서 공동으로 진행하였다. 둘째, 시기에 따른 특허정보의 재분류이다. 인쇄전자의 요소기술 검색어에 의하여 추출한 인용정보를 총 6개 시기로 구분했다. 일단 나노입자(nanoparticle)의 발전에 따른 인쇄전자기술의 획기적 발전이 일어나기 전과 후인 1990년대까지가 시대 구분의 중요한 기준이 되었다(1980~1999, 2000~2012). 이 시기를 5년 단위의 시간간격(interval)으로 구분하였다. 이에 따라 각 요소기술 특성별, 시기별로 특허정보 및 관련 인용정보를 기업수준으로 재구성하여 실증연구를 진행하였다. <표 1>은 요소기술별 전 세계 인쇄전자 관련 기업들의 특허 수의 기술통계 자료이다. Samsung, Xerox, Canon, Fuji가 1,000건이 넘는 특허들을 보유하고 있으며, 이는 전체

54) Das and Harrop, *op. cit*

인쇄전자 특허의 30.75%를 점유하고 있다. 이후 31개 기업들이 100건이 넘는 특허를 보유하며 66.58%의 비중을 차지한다.

〈표 1〉 인쇄전자 관련 global firms별 요소기술 분류명 및 인쇄전자기술 특허 수

회사명	요소기술 분류	인쇄전자 특허 수	회사명	요소기술 분류	인쇄전자 특허 수
Samsung	Electronics	1,910	Fujitsu	Electronics	461
Xerox	Device	1,493	Brother Kogyo	Device	441
CANON	Device	1,358	Sony	Electronics	427
Fuji	Device	1,039	Motorola	Electronics	416
Hitachi	Electronics	950	LG	Electronics	404
NEC	Electronics	907	Ricoh	Device	377
Seiko Epson	Device	906	3M	Electronics	376
KODAK	Device	889	Philips	Electronics	363
Matsushita	Device	711	Siemens	Electronics	348
Mitsubishi	Electronics	681	BASF	Substrate	333
Toshiba	Electronics	675	Sumitomo	Ink	285
Sharp	Device	533	Fujifilm	Ink	265
DNP(Dai Nippon)	Ink	462	기타	-	310
			합계		18,861

2. 네트워크 중심성 지표 및 기술 포트폴리오 지표

1) 네트워크 중심성 지표

우선, 네트워크 분석을 통하여 그린 네트워크 그래프와 이를 통하여 산출되는 중심성 지표의 기술요소별, 그리고 시기별 비교를 진행하였다. 앞서 논의하였듯이, 개별 노드는 행위의 주체를 의미하며, 그 인용관계는 주체 간 기술지식의 흐름을 나타낸다.⁵⁵⁾⁵⁶⁾⁵⁷⁾⁵⁸⁾ 인용관계는 선행(backward) 또는 후행

55) Bekkers and Martinelli, *op. cit.*

(forward) 측정지표에 의하여 분석하게 된다. 이에 따라 지식의 선행자(antecedents), 또는 후행자(descendants)가 결정된다.⁵⁹⁾ 이러한 맥락에서, 인용과 피인용의 관계는 지식의 전수와 유입에 따른 기술의 상대적 가치를 설정한다.⁶⁰⁾⁶¹⁾⁶²⁾⁶³⁾ 이 관점을 기술수준에서 산업수준으로 전환하게 되면, 노드는 기업이, 링크는 이들 간의 누적된 기술정보 연계라고 설명할 수 있다. 그리고 기업 간 특허 네트워크는 기술 포트폴리오를 구성하기 위한 기초 자료이자 특허의 질적 중요성을 평가하기 위한 기준이 된다.⁶⁴⁾ 본 연구에서는 기업 전체 네트워크에서의 핵심역할을 규명하기 위한 근접중심성과, 이중기술을 보유한 기업 간 연계와 매개역할을 나타내는 매개중심성을 계산하여 분석을 진행한다. 먼저, 근접중심성은 네트워크에서의 직접적 영향력뿐 아니라 간접적 영향력까지 평가하는 지표로서,⁶⁵⁾ 타 주체(기업)의 기술지식에 대한 영향력을 측정하기 위하여 활용된다.⁶⁶⁾ 노드 i 와 j 간의 가장 짧은 거리를 d_{ij} 라고 표현한다면, 이는 두 노드 간의 링크 수의 지리적 연결(geodesic linking)의 효율성을 나타낸다. 따라서 노드 i 와 j 간의 근접중심성은 다음과 같이 표현한다.

$$C_i = \left[\sum_{j=1}^n d_{ij} \right]^{-1}$$

다음으로, 매개중심성은 노드의 매개자 역할을 나타내는 지표로서, 네트워크에서의 노드 간 소통 능력을 측정한다. 따라서 기술융합의 관점에서는 타 기술

56) Gelsing, *op. cit.*

57) Jaffe and Trajtenberg, *op. cit.*

58) Lee et al., *op. cit.*

59) Trajtenberg et al., *op. cit.*

60) Henderson, R., Jaffe, A., & Trajtenberg, M., "Universities as a source of commercial technology: A detailed analysis of university patenting, 1965-1988", *The Review of Economics and Statistics*, Vol.80(1998), pp.119-127.

61) Jaffe and Trajtenberg, *op. cit.*

62) Trajtenberg et al., *op. cit.*

63) No and Park, *op. cit.*

64) Ernst, *op. cit.*

65) Scott, *op. cit.*

66) Robinson and Miyazaki, *op. cit.*

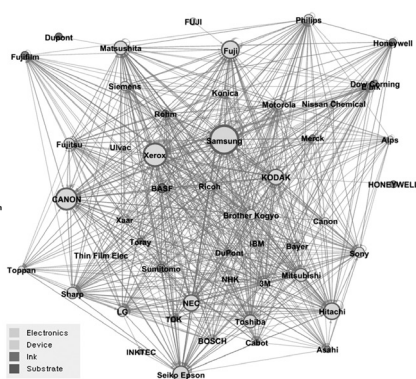
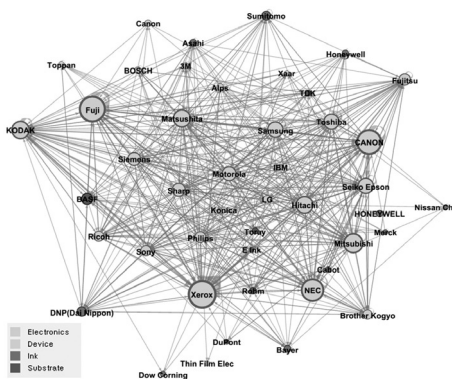
간 조정과 통합능력을 나타내는 중심성 개념으로 이해할 수 있다.⁶⁷⁾ 특정 노드 j 와 k 사이에 위치하여 두 노드들 모두에 도달할 수 있는 가장 가까운 거리(g_{jk})에 있는 노드를 i 라고 한다면, 매개중심성은 i 노드를 포함하지 않는 확률의 개념으로서의 $g_{jk}(i)$ 로 표현한다.⁶⁸⁾

$$B_i = \left[\sum_{j < k} \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}} \right]$$

이 지수는 한 노드의 지리적 가치를 결정한다. 즉, 핵심 노드에 얼마나 근접해 있는가를 측정하는 지표로 활용할 수 있다.⁶⁹⁾ 기술융합 관점에서는 핵심기술 분야 및 이종기술 분야에 속한 기업들의 기술지식을 얼마나 잘 매개하고 연결시키는지를 보여준다. <그림 1>과 <그림 2>는 인쇄전자 기술요소별로 기업 네트워크가 어떻게 형성되었는지를 두 개 시기에 대하여 그래프로 가시화한 결과를 나타낸다.⁷⁰⁾

<그림 1> 인쇄전자 기업네트워크(1980~1999)

<그림 2> 인쇄전자 기업네트워크(2000~2009)



67) Lee, D. H., Seo, I. W., Choe, H. C., & Kim, H. D., "Collaboration network patterns and research performance: the case of Korean public research institutions", *Scientometrics*, Vol.91(2012), pp.925-942.

68) Wasserman and Faust, *op. cit.*

69) Robinson and Miyazaki, *op. cit.*

70) 1990년 이후 ink 관련, 나노기술이 발전하면서 2000년대에는 다양한 상용화 노력이 이루어졌다. 이에

노드의 크기는 각 기업의 인쇄전자 관련 특허 수이다. 특허 간 인용관계를 반영, 링크에 화살표를 추가시켜 기술지식의 유입과 유출을 반영했다.⁷¹⁾ 두 네트워크들 모두에서 *device* 및 *electronics* 관련 기업들을 중심으로 기업들 간의 특허인용으로 대표되는 기술지식의 연계가 활발히 일어났다고 추론할 수 있다. 또한, *ink* 관련 기업들의 경우 특허 수에 있어서는 큰 변화가 없지만 2000년대 들어서면서 타 기업들과 활발한 기술연계가 나타났다.

2) 전략군지도로서의 기술 포트폴리오 관련 지표

기업의 전략적 행동을 보다 세부적으로 파악하기 위하여 특허정보를 활용, 추가 지표를 개발하여 이를 기업들의 전략군지도를 작성하는 데에 활용한다. 이 지표들은 기업 지식원천의 다양성과 인쇄전자에 대한 기술 집중도이며, 각각 X, Y축으로 설정하였다. 또한, 매트릭스 형태의 이러한 포트폴리오에서 원의 크기를 특허의 수나 R&D 활동 등으로 표현하여 각 기술 분야별로 개별 기업의 특허 전략을 한 눈에 파악할 수 있다.⁷²⁾

(1) 기업의 지식 원천의 다양성(Firm's knowledge source diversity)

한 기업의 흡수역량을 정량적으로 측정하기 위해서는 기술지식의 흐름, 그 중에서도 선행지식으로부터 지식의 유입(*inflow knowledge*) 인용관계를 파악해야 한다.⁷³⁾⁷⁴⁾ 이를 위하여, 본 연구의 네트워크 그래프에서 노드 *i*의 입장에서, 노드 *j*를 인용하는, 다시 말해서 기업 *j*에서 기업 *i*로의 유입 연결이 있을 경우, 매년 인용된 *j* 기업들의 개수의 합을 “(타 기업의 특허를 인용하는) 기업의 지식원천의 다양성(*firm's knowledge source diversity*)”으로 설정하여 계산하

따라, 전도성 잉크(*conductive ink*)의 전도성을 높이기 위한 기술도입이 시작되었다(Garnier et al., 1994; Iijima, S., 1991; Ridley et al., 1999).

71) Nooy, W. D., Mrvar, A., & Batagelj, V., *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, Cambridge University Press, 2005.

72) Ernst, *op. cit.*

73) Henderson et al., *op. cit.*

74) Jaffe and Trajtenberg, *op. cit.*

였다. 그 식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$KnowledgeSourceDiversity(i) = \sum_{j=1}^n c_{ij}$$

(2) 인쇄전자에 대한 기술 집중도(Technological intensity on printed electronics)

아울러, 기업의 기술전략의 특성을 파악하기 위한 부가적 정보로서, 각 기업의 전체 특허들 중에서 인쇄전자 분야 특허들이 차지하는 비중을 비율지표로 활용하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 기업에서 전체 특허들 대비 인쇄전자 특허들의 상대적 비중을 측정하기 위하여 “인쇄전자에 대한 기업의 기술 집중도(technological intensity on printed electronics)” 지표를 개발하여 기업의 인쇄전자 기술에 대한 관심과 비중의 정도를 분석하였다. 그 식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$Technological\ Intensity_i = \frac{n_{iF}}{N_i}$$

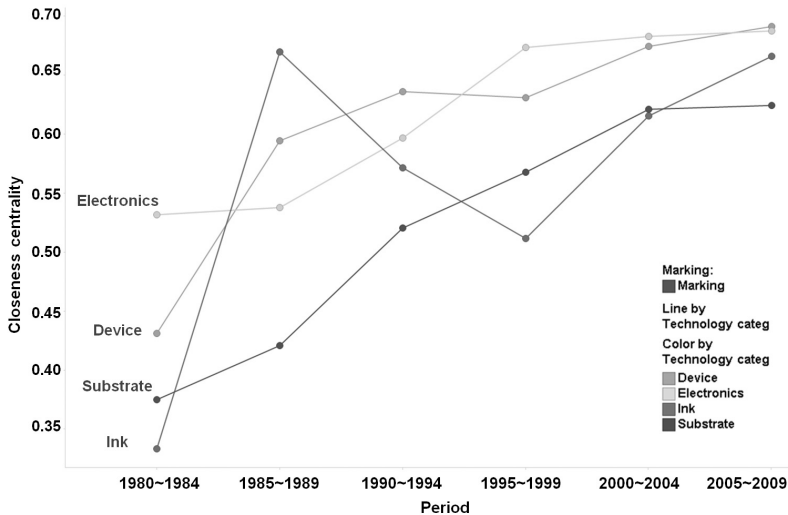
여기에서 N_i 는 개별기업 i 가 분석대상 기간에 대하여 USPTO에 등록한 특허 개수의 총합이며, n_{iF} 는 인쇄전자 기술영역(technological field) F 별로 등록된 i 기업 특허 개수의 총합이다. 이 지표는 기업의 특허활동에 있어서의 인쇄전자 부문에 대한 전략적 관심도를 나타냄으로써, 기업의 인쇄전자에 대한 특허전략의 특성을 보여준다.

IV. 분석결과

1. 네트워크 중심성 지표

네트워크 그래프에서 중심성 지표를 계산, 이들의 시기에 따른 평균값을 계산하였다. 첫 번째, 중심성 지표 중 근접중심성의 기술요소별 추이를 살펴보았다(그림 3).

〈그림 3〉 기술요소별 시기에 따른 네트워크 중심성 지표 추이(closeness centrality)

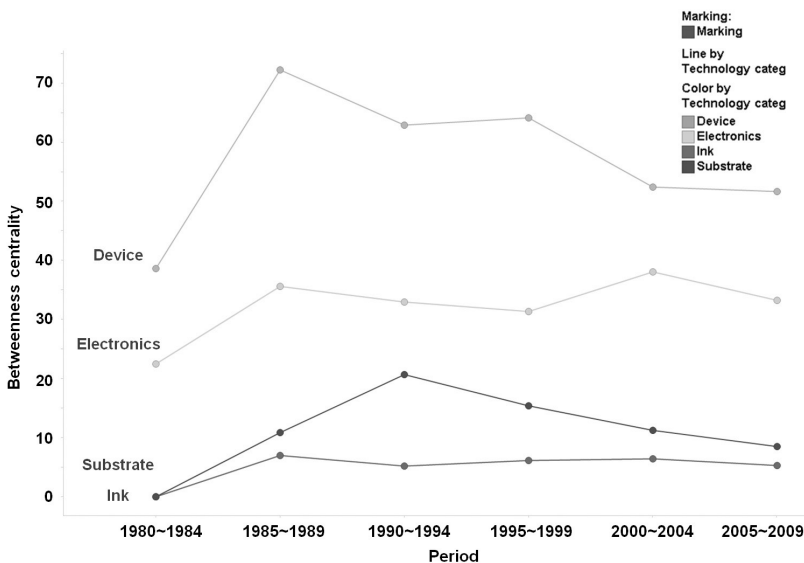


전반적으로 *device* 및 *electronics* 관련 기술을 보유한 기업들의 지표가 계속적으로 증가하는 추세를 보인다. 2005~2009년의 지표는 거의 동일한 값 (*device*: 0.6913, *electronics*: 0.6875)을 가지면서 증가하는 패턴을 보인다. 기업 네트워크에서 타 기술 간 조정과 통합, 상품으로의 응용을 담당하는 기업들이 매개 역할뿐 아니라 기술자체의 핵심 역할에 있어서도 타 기술 분야와 비교하였을 때 상대적으로 영향력을 발휘했음을 알 수 있다. *ink* 관련 기업들의 경우도, 2000년대 이후에는 높은 수치를 보이고 있다(2005~2009년: 0.6658). 따라서 본 연구에서 논의한 바와 같이 *ink* 기업들이 인쇄전자 네트워크에서 상대적으로 중요한 역할을 담당해 왔음을 알 수 있다. 다만, 1985~1989년 시기에 그 수치가 정점에 있었으나(0.6699), 이후 1999년까지는 계속 수치가 떨어졌다가(0.5118) 2000년대 이후 다시 반등하는 변동 폭이 비교적 큰 경향을 보인다. 1990년대 이후의 나노기술이 본격적으로 발전하는 데 있어서 활용된 *ink* 관련 기술특허들은 실제로 1980년대에 발명된 특허들이었다는 점을 보여준다. 이들이 특허인용에 있어서도 네트워크의 중심에 위치하면서 타 기업들에 대한 영향력을 높였음을 알 수 있다.

두 번째로, 매개중심성에 있어서는 요소기술 별로 근접중심성보다 조금 더

확연한 차이가 나타나고 있다(그림 4). 예를 들어 *device* 관련 기업들은 매개중심성이 가장 높은 위치에 있다. 1985~1989년 사이에 가장 높은 값을 보이다가 (72.236) 이후 감소 추세를 보이기는 하였으나 6개 시기에 걸쳐 가장 높은 평균 값을 보였다(57.699). 그 다음으로 *electronics* 관련 기업들은 평균 33.199의 값에서 큰 변동 폭 없는 추이를 보이고 있다. *substrate* 관련 기업들이 그 다음의 순위를 보이고 있고(12.634), *ink* 분야가 가장 낮은 평균값을 보였다(5.734). 이는 본 연구논의의 흐름과 일치하는 부분으로, 기술 간 조정·통합을 담당하는 *device* 분야와 제품화를 담당하는 *electronics* 분야가 매개중심성의 관점에서 네트워크에서 상대적으로 중요한 역할을 담당했다고 볼 수 있다.

〈그림 4〉 기술요소별 시기에 따른 네트워크 중심성 지표 추이(betweenness centrality)



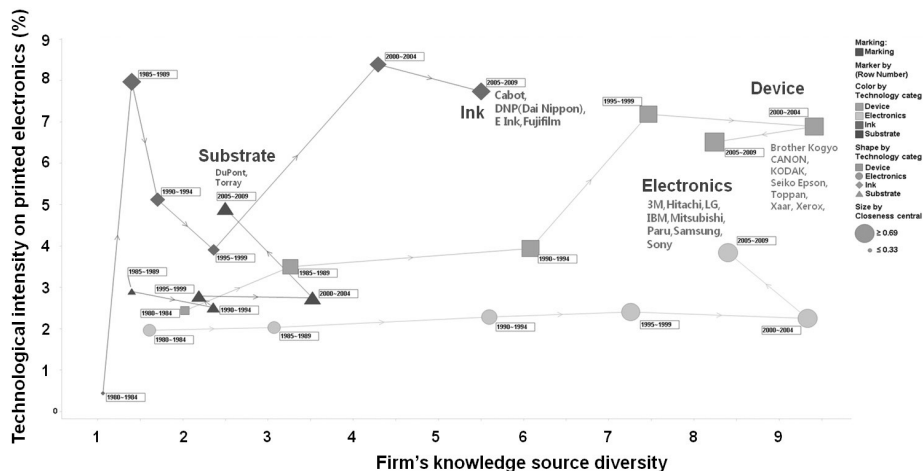
2. 특허 포트폴리오를 활용한 전략군지도

인쇄전자 관련 개별기업들의 기술요소에 따른 전략적 위치와 그 변화를 보다 구체적으로 알아보기 위하여 앞 절의 관련 지표들을 활용하여 전략군지도를 작성하였다. 이를 위하여 전체 6개 기간별 기업들의 위치의 궤적을 도식화 하였다

〈그림 5〉. X축은 지식 원천의 다양성(knowledge source diversity), Y축은 인쇄전자에 대한 기술 집중도(technological intensity on printed electronics)로 설정했다. 이를 통하여 기업의 기술 전략적 행동의 특징을 기술 포트폴리오 관점 지표에 의해 파악할 수 있다.⁷⁵⁾

〈그림 5〉는 6개의 기간에 대하여 기업들의 지표가 두 축에서 시기에 따라 어떠한 궤적을 그리고 있는지를 평균값을 중심으로 세부적으로 관찰한 결과이다. 이 그래프를 통하여 기술 영역에 따라 기업들의 궤적이 구분되어 나타남을 알 수 있다. *device* 관련 기업들은 시기에 따라서 기술 집약도는 크게 변화하지 않았으나 기술 원천 다양성이 현저하게 증가해 왔다. 이는 *electronics* 분야에 있어서도 동일한 패턴을 보이고 있다. 즉, *device*와 *electronics* 기술 영역 모두에 대하여 두 기업 집단은 지식 원천의 다양성을 계속적으로 증가시켜 왔음을 알 수 있다. 다만, *device* 관련 기업들은 1995년 이후 기술 집중도도 높임으로써 타 기업의 지식을 흡수하는 한편 기업의 기술역량도 인쇄전자 영역을 중심으로 집중하는 전략적 행동을 보이고 있다.

〈그림 5〉 기술요소별 인쇄전자 관련기업의 기술전략 지표 궤적(1980~2009, 원의 크기: 근접중심성)



75) Ernst, *op. cit.*

ink 관련 기업들은 이와는 다소 다른 패턴을 보이고 있는데, 지식 원천의 다양성에 있어서는 앞의 두 기술 영역보다는 작은 증가폭을 보이는 한편, 기술 집중도를 현저히 높였음을 알 수 있다. 변동폭은 큰 편으로서, 앞에서 논의하였던 바와 같이 *ink* 관련 기업들의 근접중심성이 1990년대 이후 큰 폭으로 떨어졌던 것처럼, 인쇄전자에 대한 특허 집중도 역시 유사한 패턴을 보인다. 이는 기술 시장에서의 *ink* 관련 기업들의 행동의 특성을 보여주는 부분으로서, 기술 전략상의 인쇄전자에 대한 집중도가 기업 네트워크에서의 위상 변화와 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있다.

요약하면, 기술융합에 있어서 주도적 역할을 담당하는 분야(*ink*)의 기술들을 보유한 기업들(*ink*)은 비교적 낮은 기술 원천의 다양성을 유지하면서 기술 경쟁력을 강화하는 행동을 보이고 있다. 반면, 기술 간의 통합과 조정, 그리고 응용을 담당하는 기업들(*device*, *electronics*)은 기술 집중도와 함께 기술 원천의 다양성을 높이는 경향을 보임을 알 수 있다.

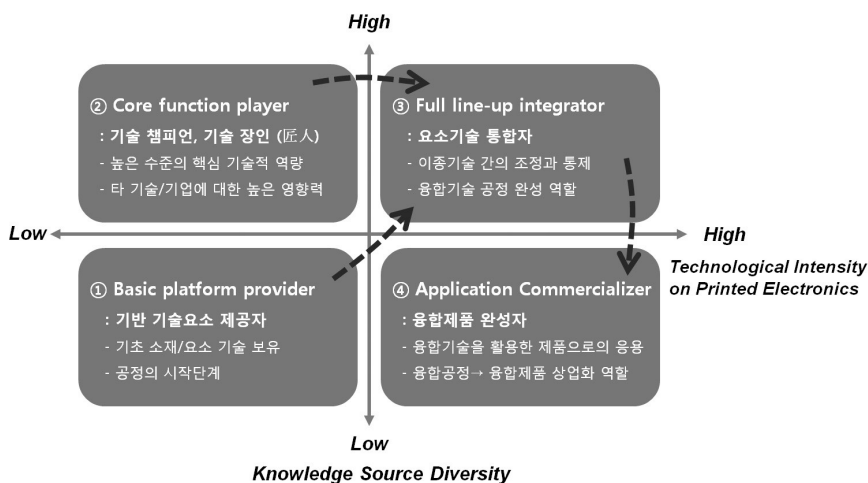
V. 결론

1. 토의 및 기업경영에의 시사점

본 연구는 기술융합의 메커니즘과, 관련 기술 보유기업들의 기술전략의 특성을 규명하고자 하였다. 이에 따라, 인쇄전자 분야를 융합기술 사례로 삼아 기업 관점의 기술전략을 도출하였다. 분석을 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다. 첫 번째, 기술융합에서 핵심적 역할을 지닌 기술들을 보유한 기업들은 기업 네트워크에서 중심적 역할을 담당하고 있었다(*ink*: ② Core function player). 또한, 전략군지도에서도 자사가 보유한 핵심 분야기술들에 대한 높은 집중력을 보이는 한편, 기술 원천 다양성은 비교적 낮은 특성을 지니고 있다. 두 번째, 타 기술 간 조정/통합을 담당하는 기업들(*device*: ③ Integrator)과 응용을 통한 제품화/상업화를 담당하는 기업들(*electronics*: ④ Commercializer)의 근접중심성 뿐만 아니라 매개중심성도 높게 나타났다. 또한, 이 기업들은 전략군지도에서

전반적으로 기술 원천 다양성과 함께 기술 집약도도 높여 가는 방향성을 보였다. 즉, 이들은 다양한 특허포트폴리오 기반의 전략을 구사하고 있음을 의미한다. 따라서 기술융합에서는 서로 다른 분야의 기술들을 조정, 통합, 응용하는 역할이 강조된다. 이러한 전략적 행동은 핵심 기술 분야(*ink*)에 속한 기업들의 기술적 역량이 어느 정도 도달하였을 때 가능함을 중심성 그래프와 전략군지도 분석을 통하여 알 수 있었다. 기술 분야 특성을 고려한 기업 전략명칭을 <그림 6>과 같이 나타낼 수 있다.

<그림 6> 기술융합에서의 전략군지도 포지션에 따른 전략명칭과 기업들의 행동순서



본 결과는 융합기술에 관련된 기업들에게 경영적 함의를 제공한다. 대부분 융합기술은 둘 이상의 이종기술들을 포함할 뿐 아니라, 이전에 다루지 않은 기술들을 포함한다. 때문에, 단일 기업이 융합 과정을 모두 수행하기 어렵고, 요소 기술들과의 상호작용이 필수적이다. 그러나 융합 구성기술들의 다양성은 협력 우선순위와 자원배분 기준을 설정하는 데 상대적으로 많은 어려움을 겪게 한다. 기업들은, 목표하는 융합기술에 대한 깊은 이해를 바탕으로 핵심기능기술을 명확히 판별해야 한다. 또한, 타 기술과 통합을 위한 다양한 기술지식원천을 탐색하고 관련 지식을 적극적으로 흡수하려 노력해야 한다.

2. 본 연구의 공헌 및 발전방향

본 연구는 최근 산업계의 화두이기도 하며, 정부 정책기조에 있어서 핵심 키워드인 “융합”이라는 주제에 대하여 중요한 기술적·산업적 시사점을 제공하였다. 이 연구는 기술융합의 환경 속에서 기업들이 어느 분야를 중심으로 기술전략 포트폴리오를 구성해야 하는지를 결정하는 데 도움을 줄 것으로 기대한다. 또한, 기술융합의 시대별로 기업들의 위상이 변화한다는 사실은, 기술융합을 하나의 정태적(static) R&D 결과가 아닌, 동태적(dynamics) 관점에서 이중기술들의 진보의 속도나 정도에 맞추어 유연성 있는 기술전략을 수립해야 함을 의미한다. 즉, 기술융합은 동일 분야 내 기술들 중심의 발전이나 R&D 전략과는 다른 시각에서 바라보고 이에 맞는 전략을 수립해야 한다.

본 연구의 기업경영에 대한 공헌과 신규성은 다음과 같다. 첫 번째, 기술의 융합에 있어서 업종별, 시기별로 핵심적 역할을 담당했던 기업들의 전략적 행동의 특성과 그 궤적 변화를 보다 뚜렷하게 파악함으로써 제한적이거나 기업 기술전략을 역추론 하였다. 두 번째, 네트워크 방법론 및 특히 포트폴리오 형태의 전략군지도 분석기법을 사용함으로써, 기술융합에 있어서의 기업 전략적 시사점을 찾을 수 있었다. 때문에, 본 연구에서 제시한 방법론과 연구 구조는 향후 기업들의 기술경영과 혁신전략 분석/평가 프레임워크로서도 활용될 수 있다는 점에서 경영실무에 대한 의의 또한 크다.

향후 인쇄전자 관련 기업들의 기술융합 활동이 기업 성과에 어떠한 영향을 미쳤는가에 대한 인과관계를 규명하기 위한 계량경제 분석(econometric analysis)을 진행할 필요가 있다. 이를 통하여, 기술융합의 격변하는 환경에서 도태되지 않기 위하여 지금 이 순간도 생존과 핵심우위확보를 놓고 치열하게 경쟁하고 있는 한국의 글로벌 기업들의 노력이 성과에 어떠한 영향을 미쳤는가에 대한 보다 구체적인 답을 제시할 수 있다.

참고문헌

〈국내 단행본〉

손동원, 사회 네트워크 분석, 경문사, 2008.

〈해외 단행본〉

Adner, R. & Levinthal, D. A., "Technology Speciation and the Path of Emerging Technologies", in: Day, G., Shoemaker, P., & Gunther, R. E. (Eds.), *Wharton on Managing Emerging Technologies*, John Wiley & Sons, 2004.

Bauer, J. M., Weijnen, M. P. C., Turk, A. L., & Herder, P. M., "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*, Kluwer, 2003.

Das, R. & Harrop, P., *Printed, organic & flexible electronics forecasts, players & opportunities 2012-2022*, IDTechEX, 2012.

Gelsing, L., "Innovation and the Development of Industrial Networks", in: Lundval, B. (Eds.), *National Systems of Innovation-Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Anthem Press, 2010.

Hackler, K. & Jopling, E., *Technology convergence driving business model collision*, Gartner Group, 2003.

Hacklin, F., *Management of convergence in innovation: strategies and capabilities for value creation beyond blurring industry boundaries: Contributions to management science*, Springer, 2008.

Jaffe, A. B. & Trajtenberg, M., *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*, The MIT Press, 2005.

Kantola, V., Kulovesi, J., Lahti, L., Lin, R., Zavodchikova, M., & Coatanea, E., "Printed electronics, now and future", in: Neuvo, Y. & Ylonen, S. (Eds.), *Bit bang-rays to the future*, Helsinki University of Technology, 2009.

Kodama, F., *Emerging patterns of innovation*, Harvard Business School Press, 1995.

- Nooy, W. D., Mrvar, A., & Batagelj, V., *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, Cambridge University Press, 2005.
- Rosenberg, N., *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, 1982.
- Scott, J., *Social Network Analysis: A Handbook*, SAGE Publications Ltd., 2003, pp. 82-94.
- Shepard, S., *Telecommunications convergence: how to bridge the gap between technologies and services*, McGraw-Hill, 2002.
- Steinbock, D., *The mobile revolution: the making of mobile services worldwide*, Kogan Page, 2005.
- Wasserman, S. & Faust, K., *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press, 2006.

〈국내 학술지〉

- 윤민호. “DRAM 산업의 지식확산, 기술궤적과 산업 주도권의 이동: 특허인용 네트워크 분석과 신중페터주의 기술경제학”, *지식재산연구*, 제6권 제3호(2011).

〈해외 학술지〉

- Bekkers, R. & Martinelli, A., “Knowledge positions in high-tech markets: Trajectories, standards, strategies and true innovation”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.79(2012).
- Bores, C., Saurina, C., & Torres, R., “Technological convergence: A strategic perspective”, *Technovation*, Vol.23(2003).
- Chang, S., Lai, K., & Chang, S., “Exploring technology diffusion and classification of business methods: Using the patent citation network”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76(2009).
- Cho, T. & Shih, H., “Patent citation network analysis of core and emerging technologies in Taiwan: 1997-2008”, *Scientometrics*, Vol.39 No.3(2011).
- Cho, Y., Lee, S., & Kim, W., “The role of funding source for commercializing university patents: Network analysis on technology-

- industry linkage patterns", *Proceedings of the 2012 IEEE IEEM*(2012).
- Choi, C., Shin, J., Yoon, B., Lee, W., & Park, Y., "On the linkage between industries and technologies: Patents citation analysis", *Proceedings of IEMC*(2004).
- Choi, D. & Välikangas, L., "Patterns of strategy innovation", *European Management Journal*, Vol.19 No.4(2001).
- Cohen, W. M. & Levinthal, D. A., "Innovation and learning: The two faces of R&D", *The Economic Journal*, Vol.99(1989).
- Dosi, G., "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", *Research Policy*, Vol.11 No.3(1982).
- Ernst, H., "Patent information for strategic technology management", *World Patent Information*, Vol.25(2003).
- Fabry, B., Ernst, H., Langholz, J., & Köster, M., "Patent portfolio analysis as a useful tool for identifying R&D and business opportunities-an empirical application in the nutrition and health industry", *World Patent Information*, Vol.28 No.3(2006).
- Fontana, R., Nuvolari, A., & Verspagen, B., "Mapping technological trajectories as patent citation networks: An application to data communication standards", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.18(2009).
- Garnier, F., Hajlaoui, R., Yassar, A., & Srivastava, P., "All-polymer field-effect transistor realized by printing techniques", *Science*, Vol.265 No.5179(1994).
- Grilliches, Z., "Patent statistic as economic indicator: A survey", *Journal of Economic Literature*, Vol.28(1990).
- Hacklin, F., Marxt, C., & Fahrni, F., "Coevolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76 No.6(2009).
- Harianto, F. & Pennings, J. M., "Technological convergence and scope of organizational innovation", *Research Policy*, Vol.23(1994).
- Henderson, R., Jaffe, A., & Trajtenberg, M., "Universities as a source of commercial technology: A detailed analysis of university patenting,

- 1965-1988", *The Review of Economics and Statistics*, Vol.80(1998).
- Iijima, S., "Helical microtubules of graphitic carbon", *Nature*, Vol.354 No.6348(1991).
- Islam, N. & Miyazaki, K., "Nanotechnology innovation system: Understanding hidden dynamics of nanoscience fusion trajectories", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76 No.1(2009).
- Lee, D. H., Seo, I. W., Choe, H. C., & Kim, H. D., "Collaboration network patterns and research performance: the case of Korean public research institutions", *Scientometrics*, Vol.91(2012).
- Lee, H., Kim, C., Cho, H., & Park, Y., "An ANP-based technology network for identification of core technologies: A case of telecommunication technologies", *Expert Systems with Applications*, Vol.36(2009).
- Miyazaki, K. & Islam, N., "Nanotechnology systems of innovation: an analysis of industry and academia research activities", *Technovation*, Vol.27 No.11(2007).
- No, H. & Park, Y., "Trajectory patterns of technology fusion: Trend analysis and taxonomical grouping in nanobiotechnology", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.77(2010).
- Park, Y., Yoon, B., & Lee, S., "The idiosyncrasy and dynamism of technological innovation across industries: Patent citation analysis", *Technology in Society*, Vol.27(2005).
- Phelps, C. C., "A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation", *Academy of Management Journal*, Vol.53 No.4(2010).
- Ridley, B. A., Nivi, B., & Jacobson, J. M., "All-inorganic field effect transistors fabricated by printing", *Science*, Vol.286 No.5440(1999).
- Robinson, A. & Miyazaki, K., "Dynamics of scientific knowledge bases as proxies for discerning technological emergence- The case of MEMS/NEMS technologies", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.80 No.6(2013).
- Schilling, M. a., & Phelps, C. C., "Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation", *Management Science*, Vol.53 No.7(2007).

- Shin, J., & Park, Y., "Building the national ICT frontier: The case of Korea", *Information Economics and Policy*, Vol.19 No.2(2007).
- Takeda, Y., Mae, S., Kajikawa, Y., & Matsushima, K., "Nanobiotechnology as an emerging research domain from nanotechnology: A bibliometric approach", *Scientometrics*, Vol.80 No.1(2009).
- Trajtenberg, M., Henderson, R., & Jaffe, A. B., "University versus corporate patents: A window on the basicness of invention", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.5 No.1(1997).
- Verspagen, B., "Mapping technological trajectories as patent citation networks: A study on the history of fuel cell research", *Advances in Complex Systems*, Vol.10 No.1(2007).
- Wartburg, I., Teichert, T., & Rost, K., "Inventive progress measured by multi-stage patent citation analysis", *Research Policy*, Vol.34(2005).

A Corporate Strategy on Technological Convergence through Analyzing Patent Networks and Strategic Indicators

Yongrae Cho & Euseok Kim

Abstract

This study aims to answer the research questions of: “What are the core technologies in the process of technological convergence, and which corporations have such core technologies? Further, what are technological and strategic characteristics of such corporation?” As such, this study identifies the mechanisms of convergence technology as well as technology strategic characteristics of firms that possess the relevant technologies from the industrial perspective. Accordingly, we intend to draw corporate technology strategies by analyzing printed electronics as an exemplar of convergence technology, which developed through the combination of an existing technology (printing technology) and a high technology (electronics).

With regards to methodology, we expand the patent citation from technological standpoint to corporate standpoint. To this end, we employ the analytic methods of patent citation network in order to understand the absorption and outflows of technological knowledge among firms. Additionally, we construct strategic group map of corporate positioning and its trajectories by utilizing technology strategic indicators of patent portfolios.

Based on the analysis results, we noted that first, the firms with core functional technologies (ink: core function player) had central

positions in the corporate network. Additionally, they showed a propensity of increasing the technological intensity on the printed electronics, while had the low knowledge source diversity. Second, the level of network centrality also appeared to be generally high in the firms that are in charge of coordination and integration among disparate technologies (device: Integrator) and firms engaged in manufacturing and commercialization through applications (electronics: Commercializer). Furthermore, within the strategic group map, these firms in general displayed the behavior of enhancing technological intensity on printed electronics along with knowledge source diversity. In other words, it indicates that such firms are employing the strategy of owning a diversified patent portfolio.

This study has implications as follows. The corporate strategy related to technological convergence should be established and implemented from the dynamic perspective which reflects evolutionary pattern of each technology field. This study also has an implication in that the research methodologies and structures in this study can be utilized for the policy evaluation framework in technology management and the related innovation strategy.

Keywords

technological convergence, patent citation network analysis, patent portfolio analysis, printed electronics

