OPEN ACCESS

지식재산연구 제16권 제4호(2021. 12)
©한국지식재산연구원
The Journal of Intellectual Property
Vol.16 No.4 December 2021
https://doi.org/10.34122/jip.2021.16.4.161
Print ISSN 1975-5945 | Online ISSN 2733-8487

투고일자: 2021년 8월 26일
심사일자: 2021년 9월 10일(심사위원 1), 2021년 9월 2일(심사위원 2), 2021년 9월 8일(심사위원 3)
게재확정일자: 2021년 12월 2일

특허 네트워크 분석을 통한 기술융합 및 융합기술의 확산 연구

—디지털 데이터 처리 기술 중심으로—

전상규*

Ⅰ. 서 론
1. 연구의 배경과 목적
2. 연구의 방법과 구성
Ⅱ. 선행연구 검토
1. 융합연구
2. 특허정보를 이용한 기술융합 연구
Ⅲ. 연구방법
1. 연구 모형
2. 특허기술 네트워크 구축
3. 기술융합예측모형
4. 기술확산예측모형
5. 기술융합 및 확산패턴
Ⅳ. 실증분석 결과
1. 데이터 수집
2. 기술네트워크 구축
3. 기술융합확산 분석
Ⅴ. 결론 및 시사점

* 한국특허전략개발원 전문위원.

Copyright ⓒ 2021 Korean Institute of Intellectual Property
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial-NoDerivatives 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that the article is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

초 록

산업기술이 급격히 변화함에 따라 소비자의 다양한 요구를 충족시키고 개별 산업 내부에서 융합의 한계를 극복하기 위하여 기술융합과 산업융합에 대한 중요성이 높아지고 있으며, 관련 연구도 활발하게 소개되고 있다. 이러한 측면에서 본 연구는 특허의 인용관계와 동시분류기술을 이용하여 기술융합의 강도와 융합기술 확산의 영향력을 비교할 수 있는 지표와 기술융합확산 경향을 확인하고 예측하기 위한 모델과 융합기술의 확산 경향을 비교할 수 있는 지표를 제시하고, 제시된 지표와 모델의 적합성과 적용가능성을 평가하기 위해 IPC G06F(디지털 데이터 처리)에 해당하는 디지털 데이터 처리 기술의 미국등록특허 데이터를 수집하여 지표와 모델을 적용하였다. 본 연구를 통해 대상기술과 융합이 활발하게 일어나는 기술과 융합기술의 재확산에 기여도가 높은 기술을 확인할 수 있었고, 기술융합과 융합기술확산의 성장성과 잠재적 성장규모를 예측할 수 있었다.

주제어

특허, 동시분류기술, 특허인용관계, 기술융합, 융합기술확산

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경과 목적

21세기 산업기술이 발달함에 따라 기술은 빠르게 변화하고 기술의 전파속도 또한 빨라져 산업 내부의 경쟁이 심화되고 있으며,[1] 소비자에게는 새롭고 다양한 경험이 제공됨에 따라 신제품에 대한 요구가 더욱 증가하고 제품과 기술의 기술수명 주기는 더욱 짧아지는 결과를 가져오고 있다. 이러한 변화로 인해 단일 산업분야 또는 단일 기술 분야만으로는 다양한 요구를 충족시키기에 어려운 환경이 조성되어 기업은 새로운 가치를 창출하기 위해 기존의 기술과 산업의 경계에서 벗어나 전통적인 시장이 아닌 다른 분야에서 기회를 모색하고 있으며, 산업 간의 경계가 모호해지고 다른 기술 분야와 융합에 의해 제품과 기술이 개발되는 등 혁신의 관점도 변화하고 있다.[2]

이 같은 산업 환경의 변화에 따라 산업분야 간의 의존성이 높아지면서 기업의 경쟁은 더 이상 산업 내부에서만 일어나지 않고 다른 산업으로 확대되고 있으며,[3] 기업들의 시장지배력 및 경쟁력을 확보하기 위한 큰 원동력으로 기술의 융합이 중요한 이슈로 부각되고 있다.

융합의 개념은 독립된 산업들 간의 서로 관련 없는 활동에 대비되는 개념으로 다양한 연구 분야와 기술들이 협력하는 현상으로,[4] 과학기술 및 산업

---

1) Nystroem, A., *Understanding Change Processes in Business Networks: A Study of Convergence in Finnish Telecommunications 1985-2005*, Abo Akademi University Press, 2008, pp. 1-3.

2) Tijssen, Robert J.W. "A quantitative assessment of interdisciplinary structures in science and technology: Co-classification analysis of energy research", *Research Policy*, Vol.21(1992), pp. 27-44.

3) Kodama, Fumio & Branscomb, Lewis M., *Emerging patterns of innovation: sources of Japan's technological edge*, Vol. 8, Harvard Business School Press, 1995, pp. 147-184.

4) Rosenberg, Nathan, "Technological change in the machine tool industry, 1840-1910", *The Journal of Economic History*, Vol.23(1992), pp. 414-443.

영역들의 경계가 모호해지는 현상으로 설명할 수 있고,[5] 기존의 서로 구별되는 기술이나 연구 분야를 재조합하여 혁신적인 형태로 새롭게 창출하는 것을 의미한다.[6] 혁신 과정에서 융합은 지식융합, 기술융합, 응용융합과 산업융합 단계로 분류할 수 있고, 산업의 경계에서 혁신이 일어날 때 서로 다른 기술들이 결합되어 새로운 형태로 창출되거나 발전한다.[7][8] 이러한 융합 현상에 따라 서로 다른 분야의 기술들이 융합되어 혁신적인 제품 또는 서비스로 등장하면서 미래 시장의 주도권을 선점하기 위해 융합 기술의 연구개발이 활발하게 진행되고 있는 상황이다.[9]

이처럼 기술융합에 대한 중요성이 부각되고 필요성이 증가함에 따라 기술융합의 발생과정을 연구하거나 기술융합을 측정하고 예측하여 기업의 사업전략이나 국가의 산업정책을 수립하기 위한 다양한 연구가 나타나고 있다.[10][11][12][13] 그러나 기존연구들은 대부분 기술융합의 발생과 성장에 대한

---

5) Curran, Clive-Steven & Leker, Jens, "Patent indicators for monitoring convergence — examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change,* Vol.78 No.2(2011), pp. 256-273.

6) Preschitschek, Nina et al., "Anticipating industry convergence: semantic analyses vs IPC co-classification analyses of patents", *Foresight*, Vol. 15 No. 6(2013), pp. 446-464.

7) Hacklin, Fredrik, *Management of convergence in innovation: strategies and capabilities for value creation beyond blurring industry boundaries*, Springer Science & Business Media, 2007, pp. 56-67.

8) Hacklin, Fredrik et al., "Co-evolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76 No.6(2009), pp. 723-736.

9) 강희종 외 2인, "특허분석을 통한 유망융합기술의 예측," 『기술혁신연구』, 제14권 제3호(2006), 93-116면.

10) Karvonen, Matti & Kässi, Tuomo, "Patent citations as a tool for analysing the early stages of convergence", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 80 No.6(2013), pp. 1094-1107.

11) Xing, Wan et al., "Measuring convergence of China's ICT industry: An input-output analysis", *Telecommunications Policy*, Vol. 35 No.4(2011), pp. 301-313.

12) 노희용 외 3인, "특허기술을 활용한 다기술 융합 예측 방법론 개발 — DSM 기반의 미래지향적 기술융합지도", 『대한산업공학회 추계학술대회 논문집』(2013), 1095-1103면.

13) 박은영 외 2인, "소셜네트워크분석을 이용한 자동차 기업 융합특허의 동태적 변화 분석", 『기술혁신연구』, 제26권 제3호(2018), 1-36면.

연구를 중심으로 진행되어 기술융합을 측정하고 예측하여 어떤 기술이 중요한 역할을 하고 있는지 제시하는 데 국한되어 있다. 따라서, 산업분야 또는 기술 분야에서 시간이 흐름에 따라 융합기술이 지배적인 기술로 자리 잡은 이후에는 융합기술이 또 다른 기술 분야로 얼마나 확산되고 있는지 확인하고, 기업의 전략이나 국가의 정책을 수립하는 데 어떤 기술이 기술융합의 확산 과정에서 중요한 역할을 하는지 파악할 필요가 있다.

2. 연구의 방법과 구성

본 연구에서는 연구의 성과물에 대한 상세한 기술정보를 포함하고 기술분류와 인용관계 등 기술의 통합과 흐름을 분석할 수 있는 데이터를 제공하는 특허정보를 활용하여, 인용특허의 동시분류기술 네트워크 분석과 특허인용네트워크의 인용분류기술 네트워크를 기반으로 미래의 기술융합과 융합기술의 확산에서 중요한 역할을 하는 기술을 평가하고 예측할 수 있는 새로운 기술융합확산 지표를 제안하였다.

개별 특허에 두 가지 이상의 기술이 구현되는 경우 특허의 기술분류에는 해당 기술들이 동시에 기록되므로, 특허의 동시분류기술들을 연결하여 네트워크를 구축하고 중복 분류된 연결선의 가중치를 이용하여 기술융합의 흐름을 평가할 수 있는 새로운 기술융합집중도 지표를 제안하고, 특허인용네트워크에서 기술분류를 추출하여 인용분류기술 네트워크를 구축하고 융합기술의 연결선의 가중치를 이용하여 융합기술의 확산강도를 평가할 수 있는 융합확산선호도 지표를 제안하였다.

본 논문에서 제시한 기술융합집중도와 융합확산선호도의 활용성 및 적용효과를 실증적으로 확인하기 위하여, 1995년부터 2018년까지 출원된 디지털 데이터 처리기술의 미국등록특허에 대한 동시분류기술과 인용분류기술 네트워크를 구축하고, 기술융합집중도와 융합확산선호도를 적용하여 디지털 데이터 처리기술이 얼마나 다양한 기술과 융합되고 또 디지털 데이터 처리기술과 융합된 기술은 다른 기술로 어떻게 확산되는지를 탐색하고, 이 과

정에서 어떤 기술이 중요한 역할을 하는지를 평가하였다.

II. 선행연구 검토

1. 융합연구

시장 환경의 변화와 소비자 요구의 다양화로 인해 산업분야 간의 의존성이 높아지면서 기업의 경쟁은 더 이상 산업 내부에서만 일어나지 않고 다른 산업으로 확대되고 있고, 기업들의 시장지배력 및 경쟁력을 확보하기 위한 큰 원동력으로 기술의 융합이 중요한 이슈로 부각되고 있다.

혁신이론에서 융합은 기술 분야에서 새로운 발전양상을 설명하기 위해 사용되어 왔다.[14] Rogenberg(1982)는 다양한 기술이나 연구 분야들이 협력하여 공통의 문제를 해결하는 현상으로 'technology convergence'라는 개념을 정의하였고,[15] Kodamma(1995)는 일본의 산업발전 연구를 통해 여러 기술들이 결합하여 새로운 기술이 생성되는 현상으로 'technology fusion'이라는 용어를 정의하였다.[16] Curran(2011)은 'fusion'과 'convergence'를 절차적 관점에서 비교하면서, 'convergence'는 기존 구분된 개별영역들이 확장하는 새로운 영역을 창출하는 과정으로 개별 기술 또는 산업들이 결합하여 새로운 기술 또는 산업분야를 창출하는 것으로 설명할 수 있고, 'fusion'은 개별 영역들이 기존 영역들 중 하나로 통합되는 과정으로 서로 다른 기술들이 결합하여 기존의 기술 또는 산업분야의 일부를 대체하는 것으로 설명할 수 있지만,

14) 조용래 · 김의석, "특허 네트워크와 전략지표 분석을 통한 기업 기술융합 전략 연구", 『지식재산연구』, 제9권 제4호(2014), 191-221면.

15) Rosenberg, Nathan, "Technological change in the machine tool industry, 1840-1910", *The Journal of Economic History*, Vol.23(1992), pp. 414-443.

16) Kodama, Fumio & Branscomb, Lewis M., *Emerging patterns of innovation: sources of Japan's technological edge*, Vol. 8, Harvard Business School Press, 1995, pp. 147-184.

대부분의 융합현상에서 이 'fusion'과 'convergence'는 동시에 일어나거나 상호의존적으로 발생하므로 명확하게 구분하기는 어렵다고 하였다.[17)18)]

기존 융합연구를 정리하면, 여러 연구자들이 융합의 발생과 융합의 과정을 설명하고 있다. 융합의 발생 측면에서, 많은 융합연구들은 융합의 개념을 기존의 서로 연결되지 않고 독립적인 과학, 기술, 시장, 산업의 두 영역 사이의 경계가 모호해지는 현상으로 정의하였다.[19)20)] Hacklin(2009)은 명확하게 구분된 기존 산업의 경계가 교차하는 지점에서 혁신이 이루어질 때 융합현상이 일어나고, 그 결과 소비자의 경험은 기존 산업에만 국한되지 않고 새롭게 융합된 산업에서 더욱 향상된다고 설명하였다.[21)] Preschitschek 등(2013)은 융합의 발생 원인과 동인으로 시장 환경과 소비자 반응의 변화, 정책 및 제도의 변화, 산업 경계를 가로지르는 기술변화와 확산으로 구분하여 설명하였다.[22)]

융합의 과정을 설명하기 위한 프로세스 관점에서 Bouer & Herder는 산업영역 간의 경계를 모호하게 하고 이를 통해 기업, 산업, 시장, 국가 간의 차이를 감소시켜 가는 과정을 융합으로 정의하고 산업융합을 기술, 제품, 시장 단계로 구분하고 기술융합과 시장융합의 지표를 제안하였고,[23)] Hacklin 등

17) Curran, Clive-Steven & Leker, Jens, "Patent indicators for monitoring convergence — examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change* Vol.78 No.2(2011), pp. 256-273.

18) Curran, Clive-Steven et al., "Anticipating converging industries using publicly available data", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 77 No.3(2010), pp. 385-395.

19) Curran, Clive-Steven & Leker, Jens, "Patent indicators for monitoring convergence — examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change,* Vol.78 No.2(2011), pp. 256-273.

20) Choi, David & Valikangas, Liisa, "Patterns of strategy innovation", *European Management Journal,* Vol.19 No.4(2001), pp. 424-429.

21) Hacklin, Fredrik et al., "Co-evolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76 No.6(2009), pp. 723-736.

22) Preschitschek, Nina et al., "Anticipating industry convergence: semantic analyses vs IPC co-classification analyses of patents", *Foresight*, Vol. 15 No. 6(2013), pp. 446-464.

(2009)은 융합의 단계를 지식융합, 기술융합, 애플리케이션 융합, 산업융합의 단계로 분류하여 지식의 융합부터 산업융합까지의 흐름을 설명하였다.[24] Katz(1996)는 두개 이상의 산업의 융합은 새로운 산업을 창출하고 새로운 산업은 기존의 영역을 대체하거나 기존 영역의 교차 지점에 새로운 영역으로 추가된다고 설명하였다.[25] 따라서 산업 융합은 기존의 독립된 산업의 혁신을 촉발하고 새로운 산업의 출현을 이끌어 내므로, 시장에 참여하는 기업들로 하여금 새로운 도전에 직면하게 하고 변화에 빠르게 대응하게 하여 융합의 성장 및 확산이 가속화될 수 있다.

2. 특허정보를 이용한 기술융합 연구

특허정보는 기술동향을 분석하기 위한 대표적인 지표들 중 하나로서, 기술정보에 관한 지식의 흐름을 규명하기 위한 대리척도로서 기술의 확산을 관찰하고 평가할 수 있는 지표로 활용되고 있다.[26][27][28] 특허정보를 활용한 융합연구는 기술융합의 발생과 성장을 예측하기 위해 특허에 동시 출현 기술분류를 활용하거나 인용 또는 피인용 특허의 기술분류를 활용하고 있다.[29][30][31][32] 동시분류 네트워크 또는 인용관계 네트워크 분석은 기술들 간

---

23) Bauer, J. M. et al., *Herder Delineating the scope of convergence in infrastructures*, Critical Infrastructures State of the Art in Research and Application 209-231, 2003, pp. 209-231.

24) Hacklin, Fredrik et al., *op. cit.* pp. 56-67.

25) Katz, M.L., "Remarks on the economic implications of convergence", *Industrial and Corporate Change*, Vol.5 No.4(1996), pp. 1079-1095.

26) 권오진 외 4인, "매개중심성 분석을 통한 기술군간 융합 정도측정", 『한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집』, 제5권 제1호(2007), 1-5면.

27) 윤민호, "DRAM 산업의 지식확산, 기술궤적과 산업 주도권의 이동 — 특허인용 네트워크 분석과 신슘페터주의 기술경제학", 『지식재산연구』, 제6권 제3호(2011), 239-270면.

28) 이현민 외 2인, "융합기술 개발전략 기획을 위한 특허 인용 네트워크 기반의 분석 방법론 — 스마트공장 ICT 기술을 중심으로", 『한국산학기술학회 논문지』, 제19권 제1호(2018), pp. 34-47.

29) 황순욱 · 천동필, "특허 IPC 공통분류와 연관규칙 마이닝을 통한 수산분야 기술동향과 융합특성 분석", 『기술혁신학회지』, 제23권 제2호(2020), 208-233면.

의 상호의존성 및 연계 구조를 파악하거나 기술지식의 흐름과 영향을 파악하는 데 적합한 방법으로서, 네트워크 분석을 통하여 산출되는 연결 구조와 연결선의 양은 기술들의 연계 범위와 강도를 파악하고, 기술의 영향력과 확산 강도를 파악하는데 활용될 수 있다. 특히 연결중심성, 매개중심성, 인접중심성 등의 중심성 지표는 네트워크 내에서 특정 노드의 영향력을 표현해주는 대리지표로서 개별 기수노드의 기술융합 수준을 평가하거나 중심성 지표의 시계열적 변화를 추적하여 기술융합의 변화를 예측할 수 있다.

이현민 등(2018)은 분석대상 특허의 인용네트워크에서 매개중심성이 높은 분야를 후생적 기술융합을 촉진하는 분야로 보고 기술분야 간 연결에 기여하는 파급성 정도를 측정하기 위한 기술융합지수를 제안하였다.[33] 박은영 등(2018)은 자동차 분야 특허정보를 이용하여 특허의 동시분류 기술네트워크를 구성하고 네트워크 중심성을 분석하여 기술융합을 확인하였고 양도특허를 분석하여 기업 간 지식의 흐름과 융합전략을 확인하였고,[34] 이민정 등(2018)은 국제특허분류(IPC) 코드의 공통출연 네트워크 개념으로 기업의 지식융합 특성을 측정하고자 네트워크 중심성 지표와 함께 기술융합의 다양성과 중요성 지표로서 엔트로피 지수를 도입하여 지식융합의 특성이 혁신성과에 미치는 영향을 분석하였다.[35] 김경수(2020)는 기술융합을 동종기술융합과 이종기술융합으로 정의하고 특허의 동시발생 기술분류(IPC)로 구성된 기

30) 정명선, "표준특허를 활용한 정보통신산업 분야 경쟁력 분석 ― 트랜드 및 네트워크 분석을 중심으로", 『한국산학기술학회 논문지』, 제22권 제6호(2021), 534-541면.

31) 이선재 외 2인, "토픽모델링과 인용 분석에 기반한 의료기기 산업의 기술융합 유형 연구", 『한국융합학회논문지』, 제12권 제7호(2021), 207-220면.

32) 황성현, "특허정보분석을 통한 바이오산업의 기술융합현황", 『한국콘텐츠학회논문지』, 제16권 제4호(2018), 30-35면.

33) 이현민 외 2인, "융합기술 개발전략 기획을 위한 특허 인용 네트워크 기반의 분석 방법론 ― 스마트공장 ICT 기술을 중심으로", 『한국산학기술학회 논문지』, 제19권 제1호(2018), 34-47면.

34) 박은영 외 2인, *op. cit.* 1-36면.

35) 이민정 외 2인, "국제특허분류(IPC) 공동출현 네트워크분석을 통해 살펴본 기업의 지식융합 특성이 혁신성과에 미치는 영향: 전자통신산업 중소기업을 중심으로", 『지식재산연구』, 제13권 제1호(2018), 245-284면.

술융합 연결망을 구축하고 네트워크의 연결밀도와 평균 경로거리를 기준으로 기술융합의 다양성과 용이성을 분석하였고,[36] 정명선(2021)은 표준특허의 국제특허분류 동시출현 네트워크 분석을 통해 타 기술분야와 연계성과 연결강도를 이용하여 기술의 융복합성을 평가하였다.[37] 이 선행연구들은 네트워크 특성값을 기술융합의 수준을 평가하고 기술융합의 파급성이 높은 분야와 기술융합이 가능한 분야를 확인할 수 있다는 점에서 장점이 있으나 기술융합의 수준과 파급성의 시계열적 분석을 통한 기술융합 변화까지는 제시하고 있지 않다.

황성현(2018)은 바이오산업군 특허의 국제특허분류(IPC) 동시출현 융합특허의 발생동향을 분석하여 바이오 산업분야의 융합연구 대상과 산업융합이 활발하게 이루어지는 분야를 제시하였고,[38] 백서인 등(2020)은 인공지능 분야 특허의 국제특허분류(IPC) 공통분류로 구성된 네트워크의 연결중심성과 매개중심성을 시계열적으로 분석하여 인공지능 분야에서 융합이 활발하게 이루어지는 기술과 기술융합을 통한 인공지능기술의 확산을 연구하였고,[39] Tang 등(2020)은 3D프린트 분야 특허의 동시출현 국제특허분류(IPC)를 활용하여 네트워크를 구성하고, 정보 엔트로피의 개념과 네트워크 모듈성, 중심성 등 네트워크 지표들을 도입하여 기술융합의 패턴과 변화를 분석하고 영향력이 높은 기술을 확인할 수 있는 방법을 제시하였다.[40] 이들 연구를 통해, 기술융합의 구조와 수준을 평가하고 기술융합의 발생에 중요한 영향을 미치는 기술분야를 파악할 수 있을 뿐 아니라 기술융합의 현재 발생상황과

36) 김경수, "국제특허분류를 활용한 기술융합 연결망 구조 및 패턴 분석: 해양수산 산업 육성 분야의 특허를 중심으로",『과학기술정책』, 제3권 제2호(2020), 159-186면.

37) 정명선, "표준특허를 활용한 정보통신산업 분야 경쟁력 분석 — 트랜드 및 네트워크 분석을 중심으로",『한국산학기술학회 논문지』, 제22권 제6호(2021), 534-541면.

38) 황성현, "특허정보분석을 통한 바이오산업의 기술융합현황",『한국콘텐츠학회논문지』, 제16권 제4호(2018), 30-35면.

39) 백서인 외 2인, "인공지능의 기술혁신 및 확산 패턴 분석: USPTO 특허 데이터를 중심으로",『한국콘텐츠학회논문지』, 제20권 제4호(2020), 86-98면.

40) Tang, Ying et al., "A Study on Dynamic Patterns of Technology Convergence with IPC Co-Occurrence-Based Analysis: The Case of 3D Printing", *Sustainability,* Vol.12 No.7(2020), pp. 1-26.

성장성까지 예측할 수 있다. 한편, 컴퓨팅 연산능력의 향상에 따라 대량의 데이터처리가 가능해지면서 이러한 기술융합의 변화 예측을 위해 확산모형을 활용하거나 뉴럴 네트워크 기술을 활용하는 등 새로운 시도도 이루어지고 있다. Choi 등(2015)은 로지스틱 모형을 이용하여 기술분야 내에서 기술융합의 확산을 확인할 수 있는 모형을 제시하였고,[41] Kim 등(2017)은 IT분야와 BT분야의 기술융합의 변화를 예측하기 위하여 IT분야와 BT분야의 특허인용관계를 DSM(Dependency-structure matrix)로 구축하고 융합기술의 발생동향을 분석하기 위해 지수모형의 성장 모형과 뉴럴네트워크를 이용하였다.[42]

특허의 시계열적인 분석과 확산모형을 통해 기술융합의 구조변화를 예측하고 전략적 활용성을 높이는 데 있어서 기존 연구들로부터 유용성을 확인할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 이들의 연구가 기술융합의 발생구조와 변화 등 기술융합의 성장단계만 분석하고 있다는 측면에서 한계점을 지닌다. 기술융합은 혁신활동에서 일반화된 정책 및 전략방향으로서 기술융합 그 자체도 중요하지만, 기술융합이 어느 방향으로 집중되고 있는지 다음 세대의 기술융합으로 지속적으로 확산되기 위해 어떤 융합기술이 주변기술에 대한 파급성이 큰지를 파악하는 것 또한 중요하다. 이러한 측면에서, 기존연구들은 기술융합의 발생과 성장까지는 예측하고 있으나, 융합기술의 확산에 대한 파급성이 높은 기술을 파악하고 다음 세대의 융합전략 수립에 기여하기까지는 한계가 있다.

41) Choi, Jaeyoung et al., "A Study on Diffusion Pattern of Technology Convergence: Patent Analysis for Korea", *Sustainability,* Vol.7 No.9(2015), pp. 1546-1569.

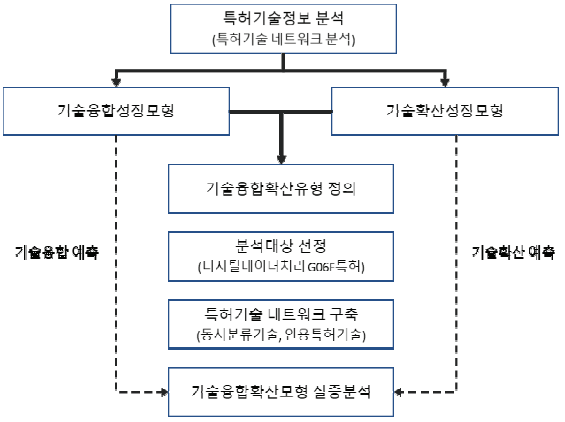
42) Kim, Jeeeun & Lee, Sungjoo, "Forecasting and identifying multi-technology convergence based on patent data ― the case of IT and BT industries in 2020", *Scientometrics,* Vol.111 No.1(2017), pp. 47-65.

III. 연구방법

1. 연구 모형

본 연구는 특허의 동시분류기술과 특허인용관계의 기술들을 특허기술네트워크로 구축하여 주변기술들에 대한 상대적인 융합강도를 비교할 수 있고 융합된 기술이 다른 기술에 미치는 영향을 평가할 수 있는 새로운 지표를 개발하고, Bass 모형을 적용하여 기술융합과 융합기술의 확산을 평가하고 예측할 수 있는 방법을 제안하였다. 그리고 제안된 모형을 실제 사례에 적용하여 그 효용성을 검토하였고 대상기술의 융합기술 중 타 기술 분야에 영향력이 강하고 융합기술의 확산에 중요한 역할을 하는 기술이 무엇인지 확인할 수 있도록 하였다.

〈그림 1〉 연구 프레임워크



2. 특허기술 네트워크 구축

본 연구는 특허정보에 포함된 기술의 동시분류 정보를 활용하여 융합특허

를 추출하고 동시 분류된 기술들을 이용하여 기술네트워크를 구축하고, 기술융합의 상대적인 강도를 비교할 수 있는 지표로서 기술융합집중도를 제안한다.

(1) 동시분류기술 네트워크

각국의 특허청은 출원된 특허기술을 하나 이상의 기술로 분류하여 표준화된 IPC 코드를 부여한다. 〈표 1〉에서 보이는 바와 같이, IPC는 전체 기술을 섹션, 클래스, 서브 클래스, 그룹 및 서브그룹의 계층적 구조로 구분한다.

〈표 1〉 국제특허분류코드(IPC) 체계

섹션	클래스	서브클래스	그룹/서브그룹
H	01	L	45/1253
전기	기본적 전기소자	반도체장치	고체소자/전극
G	06	F	8/20
물리학	산술논리연산	디지털 데이터 처리	소프트웨어설계

특허출원은 하나의 발명마다 하나의 특허출원을 원칙으로 하고 있으나 발명 간에 기술적 상호관련성이 있거나 동일하거나 상응하는 기술적 특징을 가지고 있을 때 여러 발명에 대해 하나의 특허출원으로 할 수 있다.[43] 각국의 특허청은 특허문헌을 분류하고 용이하게 검색하기 위한 목적으로 출원되는 특허의 기술을 파악하여 IPC를 분류하며, 일반적으로 하나의 특허에 동시에 여러 개의 IPC가 분류된다. 종래의 많은 연구자들이 서로 다른 여러 개의 IPC가 분류된 특허를 2 이상의 기술이 융합된 특허로 간주하고, 특허데이터를 이용한 기술융합의 주체와 객체를 분석한 바 있다.

〈그림 2〉는 동시분류기술에서 기술의 조합 순서쌍을 추출하고 순서쌍의 출현 횟수를 가중치로 한 가중네트워크 인접행렬을 구성하고, 각 기술을 노

43) 특허법 제45조.

드로 순서쌍을 연결선으로 하는 가중네트워크를 도시하였다. 특허에 분류된 IPC는 클래스 수준에서 중복된 기술분류가 포함될 수 있으므로, 개별 특허 내에 중복분류는 제거한 후 인접행렬을 얻었다.

〈그림 2〉 특허 동시분류 기술네트워크

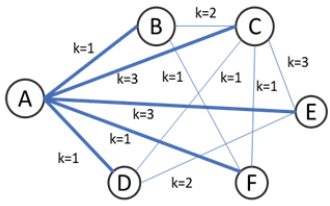
특허 동시분류기술

P_1={A,B,C}, P_2={A,C,E}*
P_3={A,D,E}, P_4={A,F}*
P_5={C,D,E}*, P_6={A,C,E}*
P_7={B,C,F}*, P_8={A}
P_9={B}, P_{10}={A}
(* 융합특허)

가중네트워크 인접행렬

	A	B	C	D	E	F
A		1	3	1	3	1
B	1		2	0	0	1
C	3	2		1	3	1
D	1	0	1		2	0
E	3	0	3	2		0
F	1	1	1	0	0	

동시분류기술 네트워크



〈그림 2〉에 나타난 바와 같이, A기술은 총 7개의 특허에 분류되었고 그중 5개의 특허는 다른 기술과 동시에 분류되어 있다. 기존 연구에서는 모집단의 전체 특허 중 융합특허의 비율을 기술융합정도(Technology Convergence Degree)라고 정의하고 있다.[44)45)]

$$CD_i(i\text{기술의 기술융합정도}) = \frac{C_i}{P_i} \qquad (1)$$

여기서 C_i는 i기술의 융합특허수이고, P_i는 i기술의 전체 특허수이다.

기술융합정도는 기술별로 융합이 얼마나 활발하게 일어나고 있는지를 평가하기 위한 척도로서 활용되고 있다. 그러나 기술융합정도는 거시적인 관점에서 대상기술의 융합 동향을 평가할 수 있으나 구체적으로 어떤 기술들

44) Curran, Clive-Steven & Leker, Jens, "Patent indicators for monitoring convergence — examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change* Vol.78 No.2(2011), pp. 256-273.

45) Choi, Jaeyoung et al., "A Study on Diffusion Pattern of Technology Convergence: Patent Analysis for Korea", *Sustainability,* Vol.7 No.9(2015), pp. 1546-1569.

과 융합되고 있으며 기술융합의 친화도가 높은 기술을 찾아내고 예측하기에는 적합하지 않은 척도이다. 본 논문에서는 개별 기술이 주변의 다른 기술들과 융합되는 현상의 상대적 강도를 측정하고 대상기술의 기술융합정도가 높아지는 데 중요한 역할을 하는 기술을 평가할 수 있는 대체 척도로서 기술융합집중도(Technology Convergence Intensity)를 아래와 같이 정의하였다.

$$CI_{ij}(i,j\text{기술의 기술융합집중도}) = \frac{C_{ij}}{\sum_{j}^{n} C_{ij}} \quad (2)$$

여기서 C_{ij}는 (i, j)연결선의 가중치이고, $\sum_{j}^{n} C_{ij}$는 i와 연결된 모든 연결선의 가중치 합이다.

〈표 3〉과 같이, 위 가중네트워크에서 A기술과 B, C, D, E, F의 연결선의

〈표 2〉 기술융합정도(Technology Convergence Degree)

Tech.	총특허수(P_i)	융합특허수(C_i)	기술융합정도(C_i/P_i)
A	7	5	0.71
B	3	2	0.67
C	5	5	1
D	2	2	1
E	4	4	1
F	2	2	1

〈표 3〉 기술융합집중도(Technology Convergence Intensity)

Tech.	가중치k(C_{Aj})	기술융합집중도 ($C_{Aj}/\Sigma^{*}C_{Aj}$)
B	1	0.111
C	3	0.333
D	1	0.111
E	3	0.333
F	1	0.111

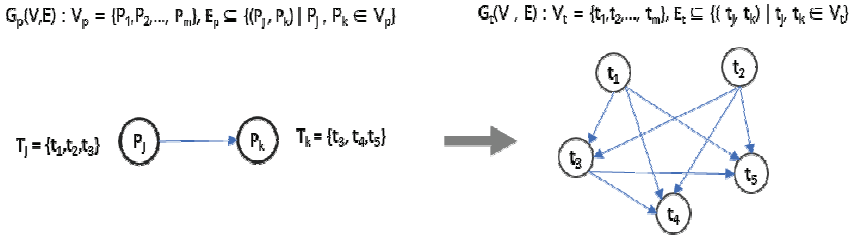
가중치는 각각 1, 3, 1, 3, 1이고, 가중치의 합과 각 연결선의 가중치를 이용하여 기술융합집중도를 측정하면, A-C 및 A-E 융합기술이 0.333로 A기술은 다른 융합기술에 비해 C와 E 기술과 융합이 더 활발한 것으로 정량적으로 평가할 수 있다.

(2) 인용기술네트워크

인용기술네트워크는 특허의 인용관계를 기반으로 피인용 특허(cited patent; Pm)와 인용특허(citing patent: Pn)의 기술들을 방향성 네트워크의 형태로 구축하였다.

특허인용네트워크는 $G_p(V, E)$는 노드(node) 집합 $V_p = \{P_1, P_2, \cdots, P_m\}$과 연결선(edge) 집합 $E_p \subseteq \{(P_j, P_k) \mid P_j, P_k \in V_p\}$로 정의할 수 있으며, 특허인용네트워크의 연결선을 기술분류로 확장 또는 세분화하여 기술 노드 $V_t = \{t_1, t_2, \cdots, t_m\}$와 연결선 $E_t \subseteq \{(t_j, t_k) \mid t_j, t_k \in V_t\}$로 인용기술네트워크(Gt)를 정의할 수 있다. 특허인용네트워크와 마찬가지로, 인용기술네트워크도 방향성 네트워크이며, 동시에 여러 특허인용관계에서 동일한 기술 연결선이 발생할 수 있으므로 인용기술네트워크는 방향성이 있는 가중치 네트워크이다.

〈그림 3〉 특허 인용기술네트워크



본 논문에서는 특허의 인용기술네트워크를 이용하여 융합기술이 주변의 다른 기술로 확산되는 현상을 확인하고 대상기술이 어떤 기술을 통해 선호적으로 확산되는지 평가할 수 있는 척도로서 융합확산선호도(Convergence

Diffusion Affinity)를 아래와 같이 정의하였다.

$$DI_{ij}(i,j\text{융합기술의 융합확산선호도}) = \frac{\sum_{k}^{n} e_{jk}}{\sum_{p}^{m}\sum_{q}^{n} c_{pq}} (j \neq k; j,k \neq i) \quad (3)$$

여기서 DI_{ij}는 t_j기술을 통한 t_i기술의 융합확산선호도, 즉 t_i기술과 t_j기술의 융합기술 확산집중도, e_{jk}는 인용기술네트워크상에서 j기술과 k기술의 연결선 가중치이고, 이 때, 기술 i에서 기술 k로 이어지는 기술융합 확산 i → j → k를 확인하기 위해 대상기술인 i의 연결선은 포함되지 않도록 노드에서 i기술을 제외(j, k ≠ i)하고 동일 융합기술이 동일 기술로 확산되는 값이 포함되지 않도록 연결선에서 셀프루프(self-loop)는 제외(j ≠ k)하였다.

$\sum_{p}^{m}\sum_{q}^{n} c_{pq}$는 특허인용네트워크에서 기술확산이 발생한 연결선 합이다.

즉, P_j의 기술분류는 T_j={t_1, t_2, …,t_j}이고 P_k의 기술분류는 T_k={t_1, t_2, …,t_k}일 때, (Pj , Pk) 연결선 중 ∃ $t_k \notin T_j$ 일 때 c_{pq} =1이고, ∀ $t_k \in T_j$ 일 때 c_{pq} =0인 연결선의 합이다.

3. 기술융합예측모형

지식의 전파(spillover)를 통해 새로운 기술이 출현하고 기존의 지식과 기술들이 향상되고 통합되는 과정을 통해 점진적으로 혁신이 확대되므로 기존의 기술들이 기술의 확산에 미치는 영향을 연구하기 위해 확산이론을 활용하였다.[46]

본 논문은 기술융합이 이전의 누적된 기술융합에 영향을 받는다는 가정하에 대상기술이 어느 기술과 선호적으로 융합되는지를 평가하고 예측할 수

46) Choi, Jaeyoung et al., "A Study on Diffusion Pattern of Technology Convergence: Patent Analysis for Korea", *Sustainability,* Vol.7 No.9(2015), pp. 1546-1569.

있는 누적 기술융합집중도를 아래 식(9)과 같이 정의하고, 확산모형을 이용하여 기술융합의 경향을 분석하고 예측하였다. 새롭게 출현하는 융합기술이 기존의 융합특허에 영향을 받은 기술과 그 외적인 요인에 영향을 받은 기술을 포함할 수 있다는 측면에서 확산의 외적 요인과 내적 요인을 포괄하는 Bass 확산모형을 채택하였다.

기술융합집중도 $CI_j(t)$를 t시점의 모든 융합기술 대비 j 융합기술로 계산하면 누적 기술융합집중도가 1 이상으로 발산할 수 있으므로, 누적기술융합집중도가 1에 수렴하도록 t 시점에서 대상기술과 j기술의 누적 기술융합집중도 $CI_j(t)$는 아래 식(9)과 같이 정의하였다.

$$CI_j(t) = \frac{C_j(t_0 \le T \le t)}{\sum_{j}^{n} C_j(t_0 \le T \le t_p)} \tag{4}$$

여기서 $C_j(t_0 \le T \le t)$는 t 시점까지 대상기술과 j 기술의 연결선 가중치의 누적 합계이고, $\sum_{j}^{n} C_j(t_0 \le T \le t_p)$는 관찰시점(현재) t_p까지 대상기술의 모든 연결선 가중치의 누적 합계이다.

기술융합예측모형으로서 누적 기술융합집중도를 예측하기 위하여 Bass 확산모형은 적용하였으며, 기술융합 관점에서 혁신계수, 모방계수, 잠재시장규모를 혁신융합계수, 모방융합계수, 잠재 기술융합규모로 아래 식(10)과 같이 정의하였다.

$$CI_j(t) = m\frac{1-e^{-(p+q)(t-t_0)}}{1+\frac{q}{p}e^{-(p+q)(t-t_0)}} \tag{5}$$

여기서 m은 잠재 기술융합규모이고, p는 혁신융합계수, q는 모방융합계수이다.

4. 기술확산예측모형

기술융합예측모형과 마찬가지로 융합기술의 확산이 이전의 누적된 기술융합 확산기술에 영향을 받는다는 가정하에 융합기술이 주변의 어느 기술을 향해 선호적으로 확산되는지 평가하고 예측할 수 있는 융합확산선호도를 아래(11)와 같이 정의하고 Bass 확산모형을 이용하여 융합기술의 확산 경향을 확인하고 예측하였다.

t 시점에서 j기술을 통한 대상기술의 누적 융합확산선호도 $DI_j(t)$는 아래 식()과 같이 정의하였다.

$$DI_j(t) = \frac{\sum_{k}^{n} e_{jk}(t_0 \le T \le t)}{\sum_{p}^{m}\sum_{q}^{n} c_{pq}(t_0 \le T \le t_p)} \qquad (6)$$

여기서 e_{jk}는 인용기술네트워크에서 j기술과 k기술의 연결선 가중치, $\sum_{k}^{n} e_{jk}(t_0 \le T \le t)$는 t 시점까지 j기술과 k기술의 연결선 가중치의 누적 합계이고, $\sum_{p}^{m}\sum_{q}^{n} c_{pq}(t_0 \le T \le t_p)$는 관찰시점(현재) tp까지 융합확산 특허인용연결선 수의 합계이다.

기술확산예측모형으로서 누적 융합확산선호도를 예측하기 위한 Bass 확산모형은 아래 식(12)와 같다.

$$DI_j(t) = m\frac{1-e^{-(p+q)(t-t_0)}}{1+\frac{q}{p}e^{-(p+q)(t-t_0)}} \qquad (7)$$

여기서 m은 잠재 기술확산규모이고, p는 혁신확산계수, q는 모방확산계수이다.

5. 기술융합 및 확산패턴

기술융합 및 융합기술 확산의 전략적 의미를 평가하기 위해 앞서 도출한 융합계수 및 확산계수와 기술융합잠재규모 및 기술확산잠재규모를 기준으로 융합기술 및 확산기술유형을 매트릭스로 구성하였다. 매트릭스 구성방법은 미국 보스턴컨설팅그룹이 개발한 전략평가 기법으로 사업전략을 세울 때 2가지 요인을 고려한 대표적인 포트폴리오 분석방법이다.[47] 본 연구에서 융합(확산)계수가 높다는 것은 기술융합 및 융합확산의 성장성이 높다고 해석하였으며 잠재적 성장규모가 높다는 것은 기술융합 및 융합확산의 규모가 크다고 해석하였다. 〈그림 4〉에서 융합(확산)계수와 잠재성장규모 매트릭스로 경계는 지표의 평균이다. 성장성과 잠재규모가 모두 큰 융합기술은 기술융합의 활성화와 기술의 융합기술 전략에 적극적으로 투자하여야 할 기술융합영역, 성장성은 낮지만 잠재성장규모가 큰 융합기술은 융합기술 개발이 활발하고 지속될 것으로 예상되므로 기업 차원에서 기술기획 및 사업화 전략 수립을 통해 단기적인 투자회수가 가능한 기술융합영역이고, 급격한 성장 이후 수렴하여 잠재성장규모가 작은 융합기술은 초기 기술 성격이 강하고, 외적

〈그림 4〉 융합(확산)계수와 잠재성장규모 매트릭스

47) 김경수, "국제특허분류를 활용한 기술융합 연결망 구조 및 패턴 분석 — 해양수산 산업 육성 분야의 특허를 중심으로", 『과학기술정책』, 제3권 제2호(2020), 159-186면.

요인에 의해 급격한 변화가 일어날 수 있으므로 정부의 정책 개발과 기초연구 지원 대상으로 적합한 분야라 할 수 있다.

IV. 실증분석 결과

1. 데이터 수집

주변기술과의 융합 선호도와 융합기술이 다른 주변기술과 재융합하여 확산하는 경향을 실증적으로 분석하기 위해서는 해당기술이 주변기술과 융합되고 확산되는 특성을 가지고 있어야 한다. 컴퓨터와 정보통신기술이 발달하면서 다양한 산업영역 및 기술영역에서 컴퓨터와 정보통신기술이 적용되고 있으며, 4차산업혁명의 흐름에 따라 빅데이터 처리, 자동제어, 데이터 관리 및 전송의 핵심 기술로서 디지털 데이터 처리기술이 전통적인 산업분야에 확산되고 있는 측면에서 컴퓨팅 프로세서 기술인 IPC 분류의 디지털 데이터 처리기술(G06F)을 실증분석 대상기술로 정하였다.

디지털 데이터 처리기술의 기술융합 및 융합기술의 확산을 분석하기 위해 미국 특허청의 데이터베이스에서 1995년부터 2018년까지 24년간 출원된 디지털 데이터 처리기술(G06F) 특허 중 등록특허를 수집하여 특허DB를 구축하였다. 수집된 특허DB에는 출원번호, 출원일, 등록번호, 등록일, IPC분류, 피인용정보 등의 필드를 포함한다. 특허인용네트워크를 구성하기 위해서 피인용정보가 필요하므로 특허DB에서 피인용정보가 기재되어 있지 않는 특허를 제외한 총 708,103건을 G06F 기술융합특허DB를 구축하고, 이 특허들이 선행특허로 피인용된 특허를 기술융합특허DB에 추가하여 총 1,498,260건의 기술확산특허DB를 구축하였다.

2. 기술네트워크 구축

(1) 동시분류 기술네트워크 구축

G06F 기술융합특허DB의 총 708,103건의 특허데이터에서 동시분류기술 네트워크를 구축하였으며, 이 동시분류 기술네트워크는 G06F기술은 총 773개의 연결선(C)에 연결되고 연결선의 가중치 합계는 545,251이다. 본 연구에서 동시분류 기술네트워크는 연간 누적 기술융합집중도를 분석하기 위해 IPC 분류의 서브클래스 기준을 사용하였으며, 매년 발생하는 융합특허에서 동시분류기술의 조합으로 네트워크 연결선을 구성하고 발생빈도를 가중치로 설정하였다. 1995년부터 2018년까지 매년 발생한 G06F기술의 기술융합 데이터는 동시분류기술 네트워크에서 G06F와 연결된 연결선을 추출하여 얻었다.

(2) 특허인용 기술네트워크 구축

G06F 기술융합특허DB의 총 708,103건과 기술융합특허DB의 피인용특허정보에서 기술융합특허DB에 포함되어 있지 않은 790,157건을 합하여 총 1,498,260건의 기술확산특허DB를 이용하여 특허인용 기술네트워크를 구축하였다.

첫째, 기술확산특허DB를 이용하여 1,498,260개의 노드와 14,370,673개의 연결선으로 구성된 G06F기술의 네트워크를 구축하고, 이 네트워크의 타깃 노드 기술이 IPC 서브클래스 기준으로 G06F 기술 및 소스 노드 기술과 동일한 기술로만 구성된 연결선 (소스 노드 기술분류 $Vj = \{t1, t2, \cdots, tj\}$, 타깃 노드 기술분류 $Vk = \{t1, t2, \cdots, tk\}$, $\forall\ tk \notin Vj$ 이고 $\forall\ tk \neq G06F$)을 제외하여 2,204,296개의 연결선으로 구성된 특허인용 네트워크를 추출하였다.

둘째, IPC 서브클래스 기준으로 특허인용 네트워크의 소스 노드에서 t_j기술, 타깃 노드에서 t_k기술들을 추출하여 총 74,602개의 노드와 총 6,929,623개의 (tj , tk) 연결선으로 구성된 특허인용 기술네트워크를 구축하였다.

셋째, 연간 누적 융합확산선호도를 분석하기 위해 1995년부터 2018년까지 매년 발생하는 특허인용 기술네트워크에서 각 연결선의 발생빈도를 가중치로 설정하였다.

3. 기술융합확산 분석

(1) 기술융합예측모형

기술융합예측모형 사용의 적정성을 실증적으로 확인하기 위하여 본 연구에서 제안한 누적 기술융합집중도(CI)를 기반으로 Bass 모델을 사용하여 G06F와 융합된 각 기술의 성장을 예측하였고, 1995년부터 2018년까지 전체 데이터 구간 중 3개 구간에서 Bass 모형의 모수를 추정하여 변화를 측정하였다. 모형적합도를 고려하여 각 구간은 10년간 데이터로 구성하였고 중복되는 구간이 있으나 시간에 따른 모수 변화를 비교하는 데 영향을 미치지는 않는다. IPC 분류체계에서 동일 섹션에서 발생하는 기술융합을 동종기술융합으로 정의하고 다른 섹션과 융합은 이종기술융합으로 정의하여 융합 특성과 시계열적 변화를 측정할 수 있다.[48)49)]

〈표 4〉 기술융합예측모형 시계열 모수 변화

구분		1구간(1995-2014)			2구간(2001-2010)			3구간(2009-2018)		
		p	q	m	p	q	m	p	q	m
동종 기술 융합	평균	0.0109	0.4749	0.0410	0.0418	0.2799	0.0150	0.0275	0.3459	0.0290
	표준 편차	0.0068	0.1936	0.0558	0.0227	0.1107	0.0136	0.0115	0.0883	0.0316
이종 기술 융합	평균	0.0226	0.4715	0.0365	0.0097	0.5228	0.0168	0.0350	0.3619	0.0294
	표준 편차	0.0346	0.2106	0.0629	0.0059	0.1133	0.0212	0.0173	0.1284	0.0584

전반적으로 혁신융합계수(p)에 비해 모방융합계수(q)의 영향력이 큰 것으로 나타났으며, 동종기술융합보다 이종기술융합에서 혁신융합계수(p)와 모방융합계수(q)의 영향력이 높은 것으로 나타났다. 잠재융합규모(m)는 동종기술융합과 이종기술융합에서 큰 차이가 없지만 표준편차는 이종기술융합

48) 김경수, "국제특허분류를 활용한 기술융합 연결망 구조 및 패턴 분석 — 해양수산 산업 육성 분야의 특허를 중심으로", 『과학기술정책』, 제3권 제2호(2020), 159-186면.

49) Choi, Jaeyoung et al., "A Study on Diffusion Pattern of Technology Convergence: Patent Analysis for Korea", *Sustainability,* Vol.7 No.9(2015), pp. 1546-1569.

이 더 크게 나타났는데, 동종기술융합은 다양하게 분산되고 있는데 비해 이종기술융합은 특정 기술분야에 집중되고 있는 것으로 추정할 수 있다.

디지털 데이터 처리기술(G06F)의 전 구간 기술융합예측모형의 모수 추정 결과는 아래 〈표 5〉에 나타난 바와 같다. 상위 50개 융합기술분야 중 통계적으로 유의미한 데이터는 37개 기술 분야였으며, 유의미한 37개 데이터의 동종기술융합과 이종기술융합의 잠재규모 평균은 각각 0.023과 0.050으로 이종기술융합의 잠재규모가 2배 규모이고 표준편차는 각각 0.026과 0.096으로 나타나 전 구간에서도 동종기술융합은 다양하게 분산되는 데 비해 이종기술분야는 특정 기술에 집중되고 있는 것을 시사한다. 혁신융합계수와 모방융합계수 평균은 각각 0.002과 0.26로 혁신융합계수는 모방융합계수의 약 1%에 불과하여 사용된 데이터의 기간이 길어질수록 기존 융합기술의 영향력이 지배적인 것으로 나타났으며 통계적 유의성 또는 모방융합계수가 더 우수하다. 이는 모방융합계수와 기술융합잠재규모를 고려하는 것이 기술융합예측모형의 결과 및 활용에 있어서 더 적합하다는 것을 시사한다.

〈표 5〉 G06F 상위 50개 융합분야의 기술융합 성장곡선의 회귀분석 결과
(혁신융합계수의 평균은 0.002이고, 모방융합계수의 평균은 0.26)

융합기술			혁신융합계수	모방융합 계수	기술융합 잠재규모
의학	A61B	진단, 수술, 개인 식별	0.00019 ***	0.36077 ***	0.02338 ***
	A61M	의료용 흡인, 수송 또는 분무용구	0.00006 ***	0.4529 ***	0.00366 ***
게임	A63F	카드게임, 보드게임, 룰렛게임	0.00189 ***	0.1964 ***	0.02416 ***
공구	B25J	산업 로봇 등의 메니플레이터	0.00006 ***	0.40759 ***	0.00383 ***
차량	B60K	차량의 추진기관 또는 변속기	0.00088 ***	0.24959 ***	0.00751 ***
	B60R	차량 부속 또는 부품	0.00031	0.1898 ***	0.03715
	B60W	차량의 운전 제어 시스템	0.00018 ***	0.40146 ***	0.00511 ***
측정 / 시험	G01B	길이, 각도, 위치, 변위 측정	0.00232 ***	0.19561 ***	0.00559 ***
	G01C	자이로스코프 효과이용 측정	0.00115 ***	0.20648 ***	0.02482 ***
	G01M	기계 구조물의	0.00476 ***	0.23383 ***	0.00379 ***

	G01N	평형시험 재료의 화학적/물리적 성질 분석	0.00321 ***	0.18321 ***	0.01364 ***
	G01R	전기/자기 변량 측정	0.00804 ***	0.16237 ***	0.02193 ***
	G01S	무선 방위/항행, 거리/속도 측정	0.00029	0.22346 ***	0.02764
광학	G02B	광학계 또는 광학장치	0.00001 ***	0.52886 ***	0.01333 ***
	G02F	광학적 아날로그/디지털 변환기	0.00005 ***	0.4121 ***	0.01187 ***
전자 사진	G03F	사진제판법에 의한 패턴화	0.00399 ***	0.11539 ***	0.01054 **
	G03G	일렉트로그래피, 전자/자기 사진	0.00304 ***	0.2146 ***	0.00378 ***
제어	G05B	제어 또는 조정 시스템	0.00173 ***	0.17021 ***	0.05665 ***
	G05D	비전기적 변량의 제어계/조정계	0.00187 ***	0.22821 ***	0.01491 ***
산술논리연산	G06G	아날로그 컴퓨터	0.01024 ***	0.20237 ***	0.01139 ***
	G06K	데이터 인식, 기록매체	0	0.14871 ***	1232.06322
	G06N	특정 모델 방식의 컴퓨터시스템 (ex. 머신러닝, 양자컴퓨팅)	0	0.23591 ***	5307.02867
	G06Q	상업, 금융, 경영, 또는 예측용 데이터 처리 시스템	0.00029 ***	0.34537 ***	0.10293 ***
	G06T	이미지 데이터 처리	0.00015 ***	0.31983 ***	0.08558 ***
검사 장치	G07C	시간기록, 난수발생, 추첨기	0.00006 ***	0.42466 ***	0.00739 ***
	G07F	동전투입식 작동장치	0.00057 ***	0.31949 ***	0.00902 ***
신호	G08B	신호 또는 경보 시스템	0.00191 ***	0.19481 ***	0.02391 ***
	G08C	신호 전송방식	0.00582 ***	0.19198 ***	0.00806 ***
	G08G	교통제어시스템	0.00073 ***	0.22527 ***	0.01338 ***
교육	G09B	교육용 또는 교습용 기구	0.00029 ***	0.30797 ***	0.01126 ***
	G09G	정적수단에 의한 표시장치 제어	0.00152 ***	0.23684 ***	0.05187 ***
악기	G10L	음성분석, 음성인식, 음성처리	0	0.20247 ***	2628.23477
정보 저장	G11B	상대 운동 기반 정보저장	0.00135 ***	0.19802 ***	0.0231 ***
	G11C	정적 기억장치	0.00015	0.19689 ***	0.32881
정보 통신	G16H	헬스케어 인포메틱	0 ***	0.7499 ***	0.0099 ***
소자	H01L	반도체 장치	0.00005	0.23472 ***	0.28515
전력	H02J	전력 급배전, 에너지저장 시스템	0.00012 ***	0.40535 ***	0.0081 ***
회로	H03K	신호 발생, 변조,	0	0.1132 ***	1166.27

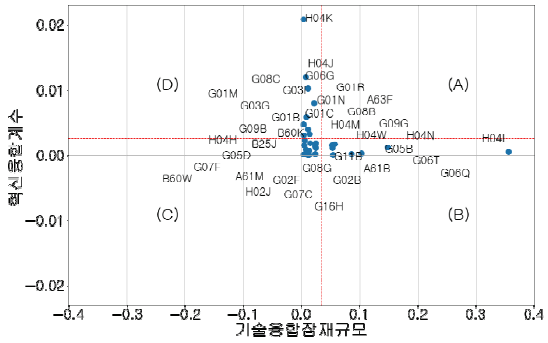
	H03M	보조등 펄스기술 복호화 또는 부호변환 일반	0	0.14272 ***	628.22607
전기통신기술	H04B	전기 통신 전송기술	0.00095	0.14314 ***	0.09594
	H04H	방송통신	0.00154 ***	0.25037 ***	0.00463 ***
	H04J	다중통신	0.01213 ***	0.2268 ***	0.00763 ***
	H04K	비밀통신	0.0209 ***	0.26883 ***	0.00304 ***
	H04L	디지털 정보의 전송	0.00052 ***	0.28085 ***	0.35527 ***
	H04M	전화통신	0.00108 ***	0.23208 ***	0.05285 ***
	H04N	화상통신	0.00124 ***	0.21241 ***	0.14754 ***
	H04Q	전기통신 선택 (스위칭, 계전기)	0.0071	0.06691 ***	0.01359
	H04R	확성기/마이크 등 음향기기 변환기	0	0.26864 ***	71.95635
	H04W	무선 통신 네트워크	0.00005 ***	0.43637 ***	0.05428 ***
기타전기	H05K	인쇄 회로 제조	0.00095 **	0.19898 ***	0.05512

주) ** p 〈 0.05, *** p 〈 0.01

〈그림 5〉 G06F의 상위 50개 융합기술 중 통계적으로 유의미한 값(p 〈0.05)을 가지는 37개 기술의 혁신융합계수와 기술융합잠재규모의 분포를 보여 준다. 이종기술융합 대상인 디지털 정보의 전송(H04L) 기술의 기술융합잠재규모가 타 기술에 비해 현저히 높은 값을 보여 주고 있어, 디지털 데이터 처리기술(G06F)은 디지털 정보의 전송기술(H04L)과 가장 높은 기술융합집중도를 가지는 것을 알 수 있다.

본 논문에서 각축의 평균값으로 구분된 (A) ~ (D) 사분면의 위치에 따라 (A)사분면은 잠재규모와 융합계수 모두 높은 “핵심융합기술”, (B)사분면은 융합계수는 낮지만 잠재규모는 높은 “융합성장기술”, (C)사분면은 잠재규모와 융합계수 모두 평균보다 낮은 “융합제한기술”, (D)사분면은 융합계수는 높지만 잠재규모는 낮은 ”융합성숙기술“로 정의하였다.

〈그림 5〉 G06F 융합기술의 기술융합잠재규모와 혁신융합계수의 분포
(여기서 점선은 각 축의 통계적으로 유의미한 값의 평균이다.)



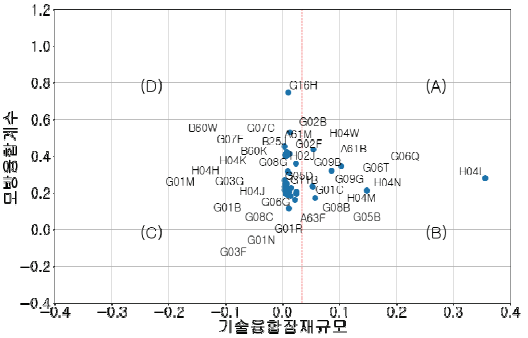
〈표 6〉 기술융합잠재규모와 혁신융합계수의 분포에 따른 융합기술유형

기술융합유형	G06F 융합기술
핵심융합기술	-
융합성장기술	H04L, G06Q, H04N, H04W, G06T, G09G, H04M, G05B
융합제한기술	A61B, A63F, G08B, G01C, G02B, G05D, G11B, G16H, G02F, G07F, H02J, G09B, G07C, G08G, B60W, B60K, H04H, A61M, G01B, B25J
융합성숙기술	G01R, G06G, G01N, H04J, G08C, G03F, G01M, H04K, G03G

〈표 6〉에서 기술융합잠재규모와 혁신융합계수 사분면에서는 핵심융합기술이 발견되지 않았으며, 융합성장기술 8개와 융합성숙기술 9개가 위치하고, 나머지 20개 기술은 기술융합잠재규모가 낮고 혁신융합계수도 낮은 융합제한기술에 위치하였다.

〈그림 6〉은 G06F의 통계적으로 유의미한 상위 37개 융합기술의 모방융합계수와 기술융합잠재규모의 분포이고, 〈표 7〉에서 기술융합 유형별로 G06F 융합기술을 정리하였다.

〈그림 6〉 G06F 융합기술의 기술융합잠재규모와 모방융합계수의 분포
(여기서 점선은 각 축의 통계적으로 유의미한 값의 평균이다.)



〈표 7〉 기술융합잠재규모와 모방융합계수의 분포에 따른 융합기술유형

기술융합유형	G06F 융합기술
핵심융합기술	G06Q, H04W, G06T
융합성장기술	H04L, H04N, G09G, H04M, G05B
융합제한기술	G01R, A63F, G08B, G01C, G06G, G05D, G11B, G01N, H04J, G08C, G08G, B60K, G03F, G01M, H04K, H04H, G01B, G03G
융합성숙기술	A61B, G02B, G16H, G02F, G07F, H02J, G09B, G07C, B60W, A61M, B25J

상업/금융/경영 또는 예측용 데이터 처리 시스템(G06Q), 이미지 데이터 처리(G06T)와 무선통신 네트워크(H04W)는 디지털 데이터 처리기술의 핵심 융합기술로서, 디지털 컴퓨팅과 전자상거래의 융합, 머신러닝과 같은 GPU 기반 컴퓨팅 또는 영상 인식 기술, 디지털 컴퓨팅 모바일 기기 등 기술융합 성장성과 잠재규모가 큰 인터넷, IoT, 머신러닝 등의 융합기술을 융합활성화를 위한 정책 및 기업의 기술융합 전략수립 대상으로 적극 고려할 필요가 있다. 핵심융합기술에 비해 성장성은 낮지만 잠재성장규모가 큰 것으로 예측되는 융합성장기술은 디지털 정보의 전송(H04L), 화상통신(H04N), 전화통신(H04M), 제어 또는 조정시스템(G05B), 정적 수단에 의한 표시장치 제어

(G09G) 기술로 모두 이종융합기술에 해당한다. 주로 통신 기술과 디스플레이 및 제어시스템에 관련된 분야로 기업의 경우 제휴 파트너 확보와 실현가능성에 관한 리스크가 적어 이 분야를 기술융합 전략 대상으로 고려할 수 있다. 전기/자기 변량 측정(G01R)과 시간기록, 난수발생, 추첨기(G07C), 재료의 화학적/물리적 성질 분석(G01N), 다중통신(H04J) 등 센서 융복합 기술이 디지털 데이터 처리기술과 융합성숙기술 대상으로 단기적으로 급성장하는 초기 기술의 성격이 강하므로 정부의 적극 투자를 통한 기술융합 대상으로 고려할 수 있다.

융합제한기술 18개 분야는 디지털 데이터 처리기술과 기술융합이 적합하지 않은 기술로 이 기술을 기술융합 대상으로 추진 중인 경우 융합성장기술 또는 핵심융합기술로 기술융합전략의 수정을 고려해 볼 수 있다.

(2) 기술확산예측모형

본 연구에서 제안한 누적 융합확산선호도(DI)를 기반으로 기술융합확산모형 사용의 적정성을 실증적으로 확인하기 위하여 Bass 모형을 이용하였다. Bass 모형을 이용하여 G06F 상위 50개 융합기술의 확산을 예측하였고 그 결과를 〈표 8〉에 정리하였다.

〈표 8〉 기술확산예측모형 시계열 모수 변화

구분		1구간(1995-2014)			2구간(2001-2010)			3구간(2009-2018)		
		p	q	m	p	q	m	p	q	m
동종기술 확산	평균	0.0044	0.5600	0.0486	0.0144	0.3479	0.0677	0.0127	0.6628	0.0601
	표준편차	0.0025	0.1174	0.0494	0.0062	0.0956	0.0844	0.0070	0.1115	0.0571
이종기술 확산	평균	0.0050	0.5648	0.0688	0.0147	0.4014	0.1010	0.0157	0.6649	0.0620
	표준편차	0.0043	0.0922	0.0924	0.0086	0.1571	0.1399	0.0068	0.0599	0.0831

기술융합예측모형과 유사하게, 전반적으로 혁신확산계수(p)에 비해 모방확산계수(q)의 영향력이 큰 것으로 나타났으며, 동종기술확산보다 이종기술확산에서 혁신확산계수(p)와 모방확산계수(q)의 영향력이 높은 것으로 나타

났다. 잠재확산규모(m) 또한 동종기술확산보다 이종기술확산이 더 크고 표준편차도 이종기술확산이 더 크게 나타났는데, 이는 동종기술을 통한 융합기술의 확산은 다양하게 분산되고 있는 데 비해 이종기술을 통한 확산은 특정 기술분야에 집중되고 있는 것을 알 수 있다.

〈표 9〉에서, G06F 상위 50개 융합기술분야 중 통계적으로 유의미한 융합확산 데이터는 43개 기술 분야였다. 유의미한 43개 데이터의 동종기술확산과 이종기술확산의 잠재규모 평균은 각각 0.095와 0.115로 이종기술확산의 잠재규모가 크고 표준편차는 각각 0.091과 0.181로 나타나 전구간에서도 동종기술융합은 다양하게 분산되는 데 비해 이종기술분야는 특정 기술에 집중되고 있는 것으로 추정할 수 있다.

혁신융합계수와 모방융합계수 평균은 각각 0.00025와 0.40으로 혁신융합계수는 모방융합계수의 약 0.01%에 불과하여 사용된 데이터의 기간이 길어질수록 기존 융합기술의 영향력이 지배적인 것으로 나타났으며 통계적 유의성 또는 모방융합계수가 더 우수하다. 이는 모방융합계수와 기술융합잠재규모를 고려하는 것이 기술융합예측모형의 결과 및 활용에 있어서 더 적합하다는 것을 시사한다.

〈표 9〉 G06F 상위 50개 융합분야의 기술융합 성장곡선의 회귀분석 결과
(혁신확산계수의 평균은 0.00025, 모방확산계수의 평균은 0.4)

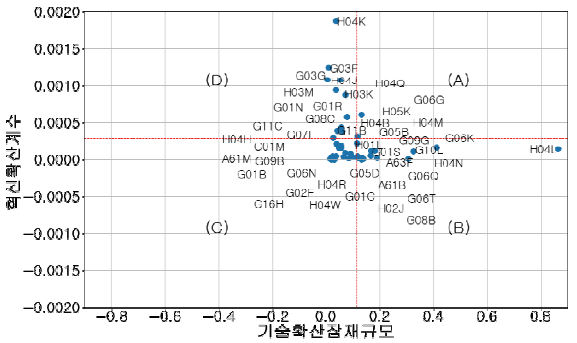
융합기술			혁신확산계수	모방확산계수	기술확산 잠재규모
의학	A61B	진단, 수술, 개인식별	0.00002 ***	0.44756 ***	0.13408 ***
	A61M	의료용 흡인, 수송 또는 분무용구	0.00005 ***	0.40556 ***	0.02512 ***
게임	A63F	카드게임, 보드게임, 룰렛게임	0.00009 ***	0.39098 ***	0.09196 ***
공구	B25J	산업 로봇 등의 메니플레이터	0	0.67953 ***	0.01629 ***
차량	B60K	차량의 추진기관 또는 변속기	0.00003 **	0.42994 ***	0.02872 ***
	B60R	차량 부속 또는 부품	0	0.6402 ***	0.03649 ***
	B60W	차량의 운전 제어 시스템	0	0.70338 ***	0.02683 ***
측정 /	G01B	길이, 각도, 위치, 변위 측정	0.00003 ***	0.44268 ***	0.02094 ***

시험	G01C	자이로스코프 효과이용 측정	0.00003 ***	0.43669 ***	0.10593 ***
	G01M	기계 구조물의 평형시험	0.00015 ***	0.33583 ***	0.04823 ***
	G01N	재료의 화학적/물리적 성질 분석	0.00043 ***	0.26747 ***	0.05627 ***
	G01R	전기/자기 변량 측정	0.00058 ***	0.2852 ***	0.07886 ***
	G01S	무선 방위/항행, 거리/속도 측정	0.00009 ***	0.33479 ***	0.07132 ***
광학	G02B	광학계 또는 광학장치	0 **	0.8126 ***	0.04775 ***
	G02F	광학적 아날로그/디지털 변환기	0.00001 ***	0.50476 ***	0.016 ***
전자 사진	G03F	사진제판법에 의한 패턴화	0.00125 ***	0.27846 ***	0.01074 ***
	G03G	일렉트로그래피, 전자/자기 사진	0.00109 ***	0.22155 ***	0.00641 ***
제어	G05B	제어 또는 조정 시스템	0.00012 ***	0.35132 ***	0.16824 ***
	G05D	비전기적 변량의 제어계/조정계	0.00002 ***	0.45161 ***	0.11903 ***
산술논리 연산	G06G	아날로그 컴퓨터	0.00061 ***	0.25422 ***	0.13319 ***
	G06K	데이터 인식, 기록매체	0.00016 ***	0.31521 ***	0.41204 ***
	G06N	특정 모델 방식의 컴퓨터시스템 (ex. 머신러닝, 양자컴퓨팅)	0.00002 ***	0.45475 ***	0.08594 ***
	G06Q	상업, 금융, 경영, 또는 예측용 데이터 처리 시스템	0.00001 ***	0.4888 ***	0.30678 ***
	G06T	이미지 데이터 처리	0.00001 ***	0.47127 ***	0.1386 ***
검사장치	G07C	시간기록, 난수발생, 추첨기	0	0.66094 ***	0.03428 ***
	G07F	동전투입식 작동장치	0.00022 ***	0.31279 ***	0.04059 ***
신호	G08B	신호 또는 경보 시스템	0.00004 ***	0.41571 ***	0.11697 ***
	G08C	신호 전송방식	0.00019 ***	0.33576 ***	0.05622 ***
	G08G	교통제어시스템	0.00002 **	0.47541 ***	0.06948 ***
교육	G09B	교육용 또는 교습용 기구	0.00004 ***	0.40423 ***	0.03855 ***
	G09G	정적수단에 의한 표시장치 제어	0.00005 ***	0.42864 ***	0.16596 ***
악기	G10L	음성분석, 음성인식, 음성처리	0.00002 ***	0.38387 ***	0.18997 ***
정보저장	G11B	상대 운동 기반 정보저장	0.00017 ***	0.31931 ***	0.05156 ***
	G11C	정적 기억장치	0.00039 ***	0.27148 ***	0.04262 ***
정보통신	G16H	헬스케어 인포메틱	0 ***	0.65628 ***	0.02045 ***

소자	H01L	반도체 장치	0.00016 ***	0.29848 ***	0.05684 ***
전력	H02J	전력 급배전, 에너지저장 시스템	0 ***	0.55874 ***	0.03212 ***
회로	H03K	신호 발생, 변조, 보조등 펄스기술	0.00038 ***	0.23094 ***	0.0606 ***
	H03M	복호화 또는 부호변환 일반	0.00095 ***	0.21653 ***	0.03814 ***
전기통신 기술	H04B	전기 통신 전송기술	0.00023 ***	0.31709 ***	0.11474 ***
	H04H	방송통신	0.0003 ***	0.31196 ***	0.02652 ***
	H04J	다중통신	0.00108 ***	0.2507 ***	0.05325 ***
	H04K	비밀통신	0.00188 ***	0.22809 ***	0.03817 ***
	H04L	디지털 정보의 전송	0.00015 ***	0.31978 ***	0.86334 ***
	H04M	전화통신	0.00012 ***	0.35884 ***	0.18114 ***
	H04N	화상통신	0.00011 ***	0.36943 ***	0.32499 ***
	H04Q	전기통신 선택(스위칭, 계전기)	0.00088 ***	0.24479 ***	0.07186 ***
	H04R	확성기/마이크 등 음향기기 변환기	0.00004 ***	0.35147 ***	0.06578 ***
	H04W	무선 통신 네트워크	0 ***	0.59058 ***	0.13147 ***
기타전기	H05K	인쇄 회로 제조	0.00032 ***	0.26772 ***	0.11695 ***

주) ** p 〈 0.05, *** p 〈 0.01

〈그림 7〉 G06F 확산기술의 기술확산잠재규모와 혁신확산계수의 분포
(여기서 점선은 각 축의 통계적으로 유의미한 값의 평균이다.)



〈그림 7〉은 G06F의 상위 50개 융합기술 중 통계적으로 유의미한 값(p 〈0.05)을 가지는 43개 기술의 혁신확산계수와 기술확산잠재규모의 분포를 보여 준다. 디지털 정보의 전송(H04L) 기술의 기술확산잠재규모가 타 기술

에 비해 현저히 높은 값을 보여 주고 있어, 디지털 데이터 처리기술(G06F)과 디지털 정보의 전송기술(H04L)의 융합기술이 가장 높은 기술확산선호도를 보여주고 있으나, 디지털 데이터 처리기술(G06F)과 비밀통신기술(H04K)의 융합기술이 혁신확산계수가 가장 높은 것으로 나타났다.

본 논문에서 각 축의 평균값으로 구분된 (A) ~ (D) 사분면의 위치에 따라 (A)사분면은 잠재규모와 확산계수 모두 높은 "핵심확산기술", (B)사분면은 확산계수는 낮지만 잠재규모는 높은 "확산성장기술", (C)사분면은 잠재규모와 확산계수 모두 평균보다 낮은 "확산제한기술" (D)사분면은 확산계수는 높지만 잠재규모는 낮은 "확산성숙기술"로 정의하였다. 〈표 10〉에서 기술확산 잠재규모와 혁신확산계수 사분면에서는 핵심확산기술로 인쇄회로 제조(H05K)와 아날로그 컴퓨터(G06G)기술이 위치하고, 디지털 정보의 전송기술(H01L)을 비롯한 14개 확산성장기술과 특정 모델 방식의 컴퓨터시스템(G06N) 기술 등 16개 기술이 확산제한기술, 정적 기억장치(G11C)를 비롯한 11개 기술이 확산성숙기술에 위치하였다.

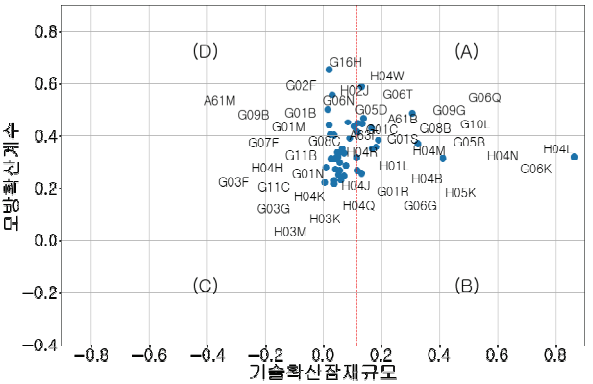
〈표 10〉 기술확산잠재규모와 혁신확산계수의 분포에 따른 확산기술유형

기술확산유형	G06F 확산기술
핵심확산기술	H05K G06G
확산성장기술	H04L G06Q H04N G06K H04W G06T G09G H04M G05B A61B G10L H04B G08B G05D
확산제한기술	G06N H01L A63F G01C G11B G16H G02F G07F H02J G08C G09B H04R G01S G01M A61M G01B
확산성숙기술	G11C G01R H03M H03K G01N H04J H04Q G03F H04K H04H G03G

〈그림 8〉은 G06F의 통계적으로 유의미한 상위 43개 확산기술의 모방확산계수와 기술확산잠재규모의 분포이고, 〈표 11〉에서 기술확산 유형별로 G06F 확산기술을 정리하였다. 디지털 데이터 처리기술(G06F)과 디지털 정보의 전송기술(H04L)의 융합기술이 가장 높은 기술확산선호도를 보여 주고 있으나, 디지털 데이터 처리기술(G06F)과 헬스케어 인포메틱(G16H)의 융합

기술이 모방확산계수가 가장 높은 것으로 나타났다. 혁신확산계수의 평균이 0.00025이고 모방확산계수의 평균이 0.4인 것을 고려하면, 헬스케어 인포메틱과 융합기술이 기술확산에 있어서 영향력을 높여 가고 있는 것으로 해석할 수 있다.

〈그림 8〉 G06F 확산기술의 기술확산잠재규모와 모방확산계수의 분포
(여기서 점선은 각 축의 통계적으로 유의미한 값의 평균이다.)



〈표 11〉 기술확산잠재규모와 모방확산계수의 분포에 따른 확산기술유형

기술확산유형	G06F 확산기술
핵심확산기술	G06Q H04N H04W G06T G09G A61B G10L G08B G05D
확산성장기술	H04L G06K H04M G05B H05K H04B G06G
확산제한기술	G11C G01R H01L H03M H03K G11B G01N H04J G07F G08C H04R G01S H04Q G03F G01M H04K H04H G03G
확산성숙기술	G06N A63F G01C G16H G02F H02J G09B A61M G01B

〈표 11〉에서 주변기술로 융합의 파급성 측면에서 핵심확산기술은 핵심융합기술과 함께 적극적으로 투자해야 할 기술융합분야이다. 디지털 데이터 처리기술의 핵심융합기술은 융합기술 확산선호도의 성장성이 높고 잠재규모도 큰 핵심확산기술에 해당하므로 핵심융합기술의 집중 지원은 차세대 융

합기술의 확산에도 효과가 있음을 알 수 있다. 이 밖에 진단/수술/개인식별(A61B), 음성분석/음성인식(G10L) 등의 기술과 디지털 데이터 처리기술과 융합기술에 적극적으로 투자함으로써 지속적인 기술융합전략을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

확산성장기술 영역에는 동종기술확산으로서는 유일하게 아날로그 컴퓨터(G06G)가 확산성장기술 영역에 위치하고 있고 H04 섹터의 통신기술들이 위치하고 있다. 이는 디지털과 아날로그 컴퓨팅의 융합과 다양한 통신인프라를 통한 디지털 데이터 처리기술이 주변 다른 기술로의 확산에 관한 성장성과 잠재규모가 우수한 것으로 나타나 지속적으로 성장이 가능한 기술융합 및 융합기술 확산분야인 것을 알 수 있다.

확산성숙기술 영역에는 동종기술확산으로 머신러닝이나 양자컴퓨팅 관련 기술(G06N)이 위치하고 의학(A61M), 게임(A63F), 측정/시험(G01C), 전력(H02J), 교육(G09B), 음성분석(G10L) 섹터의 기술들이 위치하고 있다. 이 분야의 융합기술들은 그 규모는 작지만 급성장한 분야로 초기 융합확산 기술의 성격을 가지므로 정부 차원의 후보기술 선정 및 융합확산 기반에 관한 지원이 필요한 분야이다.

그 외 주로 이종기술확산 중심으로 융합기술의 확산이 활발하게 이루어지고 있으므로 동종기술 분야보다 이종기술분야의 기술융합 전략이 기술융합의 확산에 유리하고 파급성이 높다는 점은 기술융합 정책과 기술융합전략 수립에 있어서 시사하는 바가 크다.

V. 결론 및 시사점

그동안의 수많은 연구자들이 융합의 개념을 정립하고 융합의 발생원인과 융합의 확산과정에 대한 연구를 하였고, 최근에는 특허정보를 이용하여 기술융합을 평가 및 예측하고, 기술융합을 주도하는 기업의 동향과 협력관계를 규명하기 위한 상당한 수준의 연구가 진행되고 있다. 특허는 기업의 혁신

활동이나 연구개발의 결과물을 가장 잘 나타내고 있는 자료로서, 특허정보에 부여된 기술분류와 특허의 인용관계는 기술의 융합과 확산을 파악하는 데 중요한 정보로서 활용될 수 있다.

본 연구는 특허에 부여된 기술분류를 활용하여 특정 기술의 주변기술과 융합되는 경향과 상대적인 집중도를 평가하고 예측할 수 있고, 융합기술의 재확산 강도와 규모를 예측할 수 있는 모형을 제시하고자 했다. 이를 위해 대상기술과 기술융합의 영향력이 높은 기술을 확인할 수 있는 기술융합집중도 지표와 융합기술의 재확산 능력을 확인할 수 있는 융합확산선호도 지표를 제안하였고, 기술융합과 융합기술확산의 성장성과 잠재규모를 예측할 수 있는 기술융합예측모형과 기술융합확산모형을 제시하였다. 분석결과 모방계수가 혁신계수에 비해 현저히 높은 값을 가지는 것을 확인하였으며, 이는 기술융합과 융합기술 확산의 주된 요인이 기존 기술 외적인 영향보다는 점진적으로 누적된 기술혁신의 결과에 더 큰 영향을 받는다는 것을 의미한다. 따라서 모방융합계수와 모방확산계수가 고려된 융합기술유형 및 확산기술유형을 적극적으로 활용하여 정책 지원이나 사업 기획단계에서 고려한다면 기술융합의 활성화와 경쟁력 확보에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

그리고 디지털 데이터 처리기술의 특허를 대상으로 제시된 지표와 모형을 적용하여 그 적합성과 활용방향을 검토하였으며, 기업의 기술개발 및 경영전략 수립과 정부의 산업정책 수립에서 혁신역량을 어느 분야에 집중할지 결정하는 데 활용할 수 있도록 융합기술의 유형과 확산기술의 유형을 '핵심', '성장', '성숙', '제한'의 4가지로 구분하였다. 핵심융합기술과 핵심확산기술은 성장성과 잠재규모가 모두 큰 기술로서 기업과 국가 경쟁력 확보를 위해 적극적으로 투자하고 역량을 키워야 하는 융합기술분야에 해당하고, 융합성장기술과 확산성장기술은 현재의 성장성은 낮지만 미래의 잠재성장규모가 클 것으로 예상되는 분야로서 기업 차원에서 기술기획 및 사업화 전략 수립에 고려해야 할 기술분야이며, 융합성숙기술과 확산성숙기술은 현재의 성장성은 높지만 미래의 잠재성장규모가 작을 것으로 예상되는 분야로서 정부의 정책 개발과 기초연구 지원 전략에 적극적으로 활용할 필요가 있는 분야일

것이다. 이를 디지털 데이터 처리기술의 기술융합과 융합기술의 확산에 적용해 본 바에 따르면 동종기술분야보다 이종기술분야에서 기술융합과 융합기술의 확산이 더 활발하게 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 기술융합의 환경조성 및 활성화를 위한 정책개발과 기업의 기술융합전략수립에 있어서, 동종기술의 융합보다는 이종기술의 융합을 전략적으로 선택하여 융합기술의 성장 및 지속적인 확산에 활용할 필요가 있을 것으로 본다.

본 연구의 한계점은 제시된 모형을 적용한 결과 통계적으로 유의미하지 않는 기술 분야가 포함되어 있는 점이다. 따라서, 그 원인을 규명하고 모형 적합성을 높이기 위한 추가 연구가 필요할 것으로 본다. 이는 기존의 확산모형이 전체 시장규모가 정해져 있다는 가정에 기반하고 있지만 특허는 그 규모가 매년 변화하는 데 그 원인이 있을 것으로 추정된다. 또한 데이터 구간이 짧을수록 모형을 결정하는 모수의 통계적 유의성이 저하되고 모형적합도가 낮아지고 최대 잠재규모가 1 미만이 되도록 융합집중도 및 확산선호도 지표를 설계하였음에도 잠재규모가 1에 수렴하지 않는 데이터가 존재하였다. 이러한 연구의 한계를 극복하기 위해 매년 변동하는 잠재규모를 변수에 포함하여 모형을 재설정한다면 본 연구의 한계를 극복할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 한계에도 불구하고, 기술융합의 성장과 융합기술이 주변 기술로 확산되는 경향을 예측할 수 있는 모형을 제시하였다는 측면에서 기술융합 정책과 전략수립에 기여하는 바가 크다고 본다.

참고문헌

〈단행본(서양)〉

Bauer, J. M. et al., *Herder Delineating the scope of convergence in infrastructures*, Critical Infrastructures State of the Art in Research and Application 209-231, 2003.

Kodama, Fumio & Branscomb, Lewis M., *Emerging patterns of innovation: sources of Japan's technological edge*, Vol. 8, Harvard Business School Press, 1995.

Hacklin, Fredrik, *Management of convergence in innovation: strategies and capabilities for value creation beyond blurring industry boundaries*, *Springer Science & Business Media*, 2007.

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

Nystroem, A., *Understanding Change Processes in Business Networks: A Study of Convergence in Finnish Telecommunications 1985-2005*, Abo Akademi University Press, 2008.

〈학술지(국내 및 동양)〉

강희종 외 2인, “특허분석을 통한 유망융합기술의 예측”, 『기술혁신연구』, 제14권 제3호(2006).

권오진 외 4인, “매개중심성 분석을 통한 기술군간 융합 정도측정”, 『한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집』, 제5권 제1호(2007).

김경수, “국제특허분류를 활용한 기술융합 연결망 구조 및 패턴 분석 — 해양수산 산업 육성 분야의 특허를 중심으로”, 『과학기술정책』, 제3권 제2호(2020).

노희용 외 3인, “특허기술을 활용한 다기술 융합 예측 방법론 개발 — DSM 기반의 미래지향적 기술융합지도”, 『대한산업공학회 추계학술대회 논문집』, (2013).

박은영 외 2인, “소셜네트워크분석을 이용한 자동차 기업 융합특허의 동태적 변화 분석”, 『기술혁신연구』, 제26권 제3호(2018).

백서인 외 2인 “인공지능의 기술혁신 및 확산 패턴 분석: USPTO 특허 데이터를 중심으로”, 『한국콘텐츠학회논문지』, 제20권 제4호(2020).

윤민호, “DRAM 산업의지식확산, 기술궤적과 산업 주도권의 이동 — 특허인용 네트워크 분석과 신슘페터주의 기술경제학”, 『지식재산연구』, 제6권 제3호(2011).

이민정 외 2인, “국제특허분류(IPC) 공동출현 네트워크분석을 통해 살펴본 기업의 지식융합 특성이 혁신성과에 미치는 영향 — 전자통신산업 중소기업을 중심으로”, 『지식재산연구』, 제13권 제1호(2018).

이선재 외 2인, “토픽모델링과 인용 분석에 기반한 의료기기 산업의 기술융합 유형 연구”, 『한국융합학회논문지』, 제12권 제7호(2021).

이현민 외 2인, “융합기술 개발전략 기획을 위한 특허 인용 네트워크 기반의 분석 방법론 — 스마트공장 ICT 기술을 중심으로”, 『한국산학기술학회 논문지』, 제19권 제1호(2018).

정명선, “표준특허를 활용한 정보통신산업 분야 경쟁력 분석 — 트랜드 및 네트워크 분석을 중심으로”, 『한국산학기술학회 논문지』, 제22권 제6호(2021).

조용래 · 김의석, “특허 네트워크와 전략지표 분석을 통한 기업 기술융합 전략 연구”, 『지식재산연구』, 제9권 제4호(2014).

황성현, “특허정보분석을 통한 바이오산업의 기술융합현황”, 『한국콘텐츠학회논문지』, 제16권 제4호(2018).

황순욱 · 천동필, “특허 IPC 공통분류와 연관규칙 마이닝을 통한 수산분야 기술동향과 융합특성 분석, 『기술혁신학회지』, 제23권 제2호(2020).

〈학술지(서양)〉

Campbell, Richard S. “Patent trends as a technological forecasting tool”, *World Patent Information,* Vol.5 No.3(1983).

Choi, David & Valikangas, Liisa, “Patterns of strategy innovation”, *European Management Journal,* Vol.19 No.4(2001).

Choi, Jaeyoung et al., “A Study on Diffusion Pattern of Technology Convergence: Patent Analysis for Korea”, *Sustainability,* Vol7 No.9(2015).

Curran, Clive-Steven & Leker, Jens, “Patent indicators for monitoring convergence — examples from NFF and ICT”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.78 No.2(2011).

Curran, Clive-Steven et al., “Anticipating converging industries using publicly available data”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 77 No.3(2010).

Ernst, Holger. “Patenting strategies in the German mechanical engineering industry and their relationship to company performance”, *Technovation*, Vol.15 No.4(1995).

Fai, Felicia & Nicholas Von Tunzelmann, “Industry-specific competencies and converging technological systems: evidence from patents”, *Structural change and economic dynamics*, Vol12 No.2(2001).

FM, Bass, “A new product growth model for consumer durables”, *Management Science,* Vol.15 No.5(1969).

Fourt, Louis A. & Woodlock, Josepd W., "Early Prediction of MarketSuccess for New Grocery Products", *Journal of Marketing,* Vol.25 October(1960).

Gauch, Stephan & Blind, Knut, "Technological convergence and the absorptive capacity of standardisation", *Technological Forecasting and Social Change,* Vol.91(2015).

Geum, Youngjung, "Technological Convergence of IT and BT — Evidence from Patent Analysis", *ETRI Journal*, Vol.34 No.3(2012).

Hacklin, Fredrik et al., "Co-evolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76 No.6(2009).

Karki, M. M. S., "Patent citation analysis: A policy analysis tool" *World Patent Information,* Vol.19. No.4(1997).

Karvonen, Matti & Kässi, Tuomo, "Patent citations as a tool for analysing the early stages of convergence", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 80 No.6(2013).

Katz, M. L., "Remarks on the economic implications of convergence", *Industrial and Corporate Change*, Vol.5 No.4(1996).

Kim, Jeeeun & Lee, Sungjoo, "Forecasting and identifying multi-technology convergence based on patent data: the case of IT and BT industries in 2020", *Scientometrics,* Vol.111 No.1(2017).

Mansfield, E., "Technical change: the rate of imitation", *Econometrica*, Vol.29 October(1961).

Preschitschek, Nina et al., "Anticipating industry convergence: semantic analyses vs IPC co-classification analyses of patents", *Foresight*, Vol. 15 No. 6(2013).

Rosenberg, Nathan, "Technological change in the machine tool industry, 1840-1910", *The Journal of Economic History*, Vol.23(1992).

Tang, Ying et al., "A Study on Dynamic Patterns of Technology Convergence with IPC Co-Occurrence-Based Analysis: The Case of 3D Printing", *Sustainability,* Vol.12 No.7(2020).

Tijssen, Robert J. W., "A quantitative assessment of interdisciplinary structures in science and technology: Co-classification analysis of energy research", *Research Policy*, Vol.21(1992).

Xing, Wan et al., "Measuring convergence of China's ICT industry: An input-output analysis", *Telecommunications Policy*, Vol. 35 No.4(2011).

A Study on Technological Convergence and Convergent Technology Diffusion through Analyzing Patent Networks — Focusing on Technology on Digital Data Processing

Jeon, Sangkyu

Convergence indicates that distinct industries leads to a new industry thereby replacing or complementing the former segment. The variety of consumers needs and the limit of breakthrough in the discrete industry promote technological convergence and industrial convergence. As the importance of technological convergence and industrial convergence is increasing, related research has been actively introduced. In this regard, this paper introduces indicators for evaluating intensity of technological convergence and influence on convergent technology diffusion, and model for confirming and forecasting trend of the technological convergence and the convergent technology diffusion. In order to evaluate the suitability and applicability of the presented indicators and models, this study collected the US patent data of digital data processing technology corresponding to IPC G06F (digital data processing) and applied the indicators and models. As a result, it was possible to identify technologies that actively converge with target technologies and technologies that contribute to the diffusion of convergent technologies, and forecast growth rate and potential growth size of technology convergence and convergent technology diffusion.

Keyword

patent, co-classified technology, patent citation, technological convergence, convergent technology diffusion