

특허 마이닝을 이용한 국방과학기술 연결망 연구

김경수* · 조남욱**†

* ㈜웍스 기술평가센터

** 서울과학기술대학교 산업공학과

A Study on Networks of Defense Science and Technology using Patent Mining

Kim, Kyung-Soo* · Cho, Nam-Wook**†

* Technology Evaluation Center, WIPS Co., Ltd.

** Dept. of Industrial Engineering, Seoul National University of Science and Technology

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this paper is to analyze the technology convergence and its characteristics, focusing on the defense technologies in South Korea.

Methods: Patents applied by the Agency for Defense Development (ADD) during 1979~2019 were utilized in this paper. Information Entropy analysis has been conducted on the patents to analyze the usability and potential for development. To analyze the trend of technology convergence in defense technologies, Social Network Analysis(SNA) and Association Rule Mining Analysis were applied to the co-occurrence networks of International Patent Classification (IPC) codes.

Results: The results show that sensor, communication, and aviation technologies played a key role in recent development of defense science and technology. The co-occurrence network analysis also showed that the convergence has gradually enhanced over time, and the convergence between different technology sectors largely emerged, showing that the convergence has been diversified.

Conclusion: By analyzing the patents of the defense technologies during the last 30 years, this study presents the comprehensive perspectives on trends and characteristics of technology convergence in defense industry. The results of this study are expected to be used as a guideline for decision making in the government's R&D policies in defence industry.

Key Words: Defense Science and Technology, Patent Mining, Information Entropy, Social Network Analysis, Association Rule Mining

● Received 17 January 2021, 1st revised 7 March 2021, accepted 8 March 2021

† Corresponding Author(nwcho@seoultech.ac.kr)

© 2021, Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

최근 인공지능, 빅데이터 등 디지털 기술의 발전으로 시작된 4차 산업혁명은 국방 분야에도 변화와 도전을 요구하고 있다. 4차 산업혁명 기술은 시장 환경과 맞물려 기술 간 융복합을 촉진함으로써 빠르게 성장하고 있다(Chong et al., 2020). 이에 따라 국방 분야에서 개방형 혁신과 기술간 융복합화가 급속히 진전되고 있으며(Ha, 2017), 빠르게 변화하는 전장 환경에 효과적으로 대응하기 위한 국방과학기술의 중요성이 높아지고 있다. 국방과학기술이 적용되는 방위산업 분야에서도 군수 장비의 첨단화와 함께 다양한 기술과의 결합되는 특성이 나타나고 있다(Choi et al., 2020). 방위산업이란 국방력 구성에 중요한 요소인 함정·항공기·총·포·탄약·미사일 등 무기장비의 개발 및 생산을 담당하는 산업을 의미한다(Jeon and Yoo, 2019).

우리나라의 2019년 국방 연구개발(Research & Development: 이하 R&D) 예산은 3조 2,334억 원이다. 국방 R&D 예산의 최근 5년간 연평균 증가율을 7.3%로, 이는 같은 기간 국가 R&D 예산의 연평균 증가율을 상회한다(Ministry of National Defense, 2019). 우리나라의 국방 R&D는 국방과학연구소(이하 국과연)를 중심으로 연구소, 대학, 방위산업체가 협력하는 구조이다. 국과연은 첨단 국방과학기술 역량 강화를 위해 우주·물리·화학·생물학뿐만 아니라 정보통신기술(Information and Communications Technologies: 이하 ICT)을 기반으로 한 연구를 추진하고 있다. ICT는 융합기술(Convergence Technology)의 근간으로서 국가, 산업, 사회 전반의 혁신을 촉진하고 있으며, 주요 국가들은 국가 경쟁력을 확보하기 위해 ICT 기반의 융합기술에 대한 투자를 확대하고 있다. 우리나라는 인공지능(Artificial Intelligence: 이하 AI), 사물인터넷(Internet of Things: 이하 IoT), 클라우드(Cloud), 빅데이터(Big Data), 모바일(Mobile), 블록체인(Block Chain) 등 혁신기술(A ICBMB) 기반의 융합기술을 바탕으로 산업의 생산성 혁신을 위해 노력하고 있으며(Association of Ministries, 2019), 범부처 차원에서 산업융합 발전을 위해 2019년에는 2조 8,202억 원을 투자하였다(Association of Ministries, 2020).

첨단 국방과학기술과 융합기술에 대한 관심과 투자가 증가함에 따라 다양한 관련 연구가 추진되어 왔다. 최근에는 텍스트마이닝(Text Mining) 등의 다양한 데이터마이닝 기법을 활용한 국방과학기술에 관한 연구(Son, 2018; Park et al., 2019; Jeon et al., 2020)가 추진된 바 있다. 그간 융합기술에 관한 연구는 ICT(Bae and Shin, 2017; Lee et al., 2018; Kim, 2019), 항공(Joo et al., 2016), 자동차(Yoo et al., 2019), 반도체(Yoon and Ji, 2019), 바이오(Hwang, 2018) 등 다양한 산업 분야에서 추진되어 왔다. 하지만 국방 R&D의 중요성에 비해, 국방 R&D 기술 발전 흐름을 체계적으로 접근하여 전체적으로 분석한 시도는 부족한 실정이다.

본 연구는 국방 분야 정부출연연구기관의 R&D 특허 성과를 중심으로 국방과학기술의 발전 동향 및 융합 현상을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 국과연에서 1979년부터 2019년까지 출원 및 등록된 특허를 대상으로 정보 엔트로피(Information Entropy) 분석, 사회연결망 분석(Social Network Analysis: 이하 SNA), 연관규칙 분석(Association Rule Analysis)을 활용하였다. 본 연구는 국방기술 R&D의 동향을 체계적으로 분석함으로써 첨단 국방과학기술 발전을 위한 정책적 방향성 수립을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서 이론적 배경에 대해 고찰하고, 제3장에서 연구 방법에 대해 논의하였다. 제4장에서 연구 결과를 제시하고, 제5장에서 연구에 대한 결론 및 의의, 한계점에 대해 논의하였다.

2. 이론적 배경

2.1 선행연구

정부는 제4차 과학기술기본계획에서는 국방 R&D 역량 확보와 첨단 국방과학기술 역량 강화를 강조하고 있으며, 2018년 국방개혁 2.0 발표, 2020년 국방과학기술혁신 촉진법 제정 등을 통해 도전적이고 혁신적인 국방 R&D 기반을 조성하기 위해 노력하고 있다. 국방 R&D 사업은 목적 및 대상에 따라 무기체계 R&D, 국방기술 R&D 등으로 구분된다. 우리나라 국방 R&D 예산은 자주적 국방역량 강화를 위해 무기체계 R&D 위주로 수립되어 왔으나, 기술융합의 중요성이 강조되는 추세이다(KISTEP, 2018).

국방기술 동향 연구는 과제 정보, 특허 정보, 기사 정보 등을 활용하여 추진되어 왔다. Park et al.(2019)는 국방기술품질원의 국방기술정보통합서비스(Defense Technology information Service: 이하 DTiMS)를 활용하여 DB에 등록된 중소기업의 과제 정보를 SNA 관점에서 분석하였다. Son(2018)은 방위산업기술 중 화력 분야 방위산업체 보유 특허를 대상으로 연관규칙 분석(Association Rule Analysis)을 활용하였다. 최근에는 해외 국방뉴스 자료를 토대로 토픽모델링을 활용한 장갑전투차량에 관한 기술동향 연구가 추진되었다(Jeon et al., 2020). 보안성이 중요시되는 국방 분야의 특성 상 기술동향 연구 이외에도 AI, 블록체인 등에 관한 국방 정보보호 체계 및 시스템에 관한 연구(Jang et al., 2015; Kim et al., 2020; Moon et al., 2020)도 꾸준히 추진되고 있다. 이처럼 국방 분야에서 다양한 연구가 추진되고 있으나, 정태적 관점에서 화력 기술, 전투차량, 정보보호 분야 등 특정 분야로 국한되어 추진되어 왔으며, 국방 R&D의 전반적인 기술동향을 다룬 연구는 미흡한 실정이다.

2.2 정보 엔트로피(Information Entropy)

정보 엔트로피는 Shannon에 의해 제시된 정보이론이다(Jeong et al., 2016). 정보 엔트로피는 무질서도(degree of disorder)를 의미하며, 불확실성 또는 다양성으로 나타낸다(Lee et al., 2018). 여러 요소로 구성되어 있는 군집에서 k 번째 요소의 군집 내 비율 혹은 확률일 때 정보 엔트로피는 식 1과 같이 계산된다(Jeong et al., 2016).

$$H = - \sum_{i=k}^n P_i \log P_i \quad \text{식(1)}$$

엔트로피는 군집 내 특정 요소의 등장할 확률이 유사할수록 즉, 요소들이 균등하게 구성되어 있을수록 엔트로피는 높아지며 불확실성이 높은 것으로 해석할 수 있다(Lee et al., 2018). 정보 엔트로피는 공학 및 사회학 분야에서도 다양하게 활용되고 있으며, 기술의 다양성 및 발전 가능성을 분석하기 위해 적용되었다 (Jeong et al., 2016; Lee et al., 2018). 본 연구에서는 특정 기술군 별로 엔트로피를 이용하여 기술의 다양성과 발전 가능성을 분석하였다.

2.3 사회연결망 분석(Social Network Analysis)

사회연결망은 사람, 그룹, 조직 등 다양한 개체 간의 관계 속에서 나타나는 연계적 속성(relational property)을 해석하는 방법론적인 분석 틀이다(Scott, 1988; Hanneman and Riddle, 2005). 일반적인 속성형 데이터는 개체의 단순한 속성만을 포함하고 있으나, 연결망 데이터는 개체 간 연결구조 및 관계적 속성을 포함하고 있다(Na and Cho,

2017). 일반적으로 연결망은 노드와 링크로 구성된다. 사회연결망 분석에서 노드와 링크를 정의하는 과정은 분석 결과를 해석할 때 큰 영향을 주기 때문에 중요한 과정이다. 연결망의 노드는 사람, 그룹, 조직뿐만 아니라 키워드, 학술지, 특허 등 다양한 유형의 주체로 정의된다(Börner et al., 2003). 연결망의 링크는 주체 간 관계를 나타내며, 동시 발생(co-occurrence)을 기초로 동시 분류(co-classification), 인용 관계, 공동 집필 등의 다양한 형태로 정의될 수 있다(White and McCain, 1997). 사회연결망 분석은 다양한 분야에서 적용 가능하나, 최근 특허 정보를 기초로 기술 융합 동향 연구(Bae and Shin, 2017; Gwon and Geum, 2018)에 활용되고 있다. 중심화는 전체 연결망이 얼마나 중앙에 집중되어 있는지를 측정하는 지표로서 중앙 집중형(centralized) 구조일수록 중심기술 중심으로 융합이 발생하고 파편화된(fragmented) 구조일수록 중심기술에 쏠림 현상(tipping effect) 없이 다양한 융합이 발생한다고 해석(Kim and Cho, 2020)된 바 있다. 기술융합 연구에서 연결정도 중앙성이 높다는 것은 기술 간 융합이 활발히 진행됨을 의미한다(Kim and Chung, 2015). 평균 경로거리는 노드 간 연결 시 소요되는 시간과 비용으로 볼 수 있다(Park and Kim, 2017). 따라서 특허연결망에서 노드 간 평균 경로거리가 짧을수록 기술 융합이 용이하다.

2.4 연관규칙 분석(Association Rule Analysis)

연관규칙 분석은 Agrawal et al.(1993)이 제시한 데이터마이닝 기법으로서 데이터로부터 의미 있는 연관성을 찾아내고 자주 나타나는 패턴을 발견하기 위해 사용된다(Zhao and Bhowmick, 2003). 연관규칙 분석은 아이템의 빈도수와 동시발생 확률을 이용하여 아이템 간 연관성을 분석한다(Suh, 2017). 연관규칙이 의미를 갖기 위해서는 아이템 간 연관성이 높아야 하며, 일반적으로 연관성은 지지도(support), 신뢰도(confidence), 향상도(lift)로 확인할 수 있다(Jang et al., 2016). 지지도는 아이템 X와 Y가 동시에 발생할 확률을 의미하며 동시 발생 빈도수를 전체 아이템의 수로 나누어 산출한다. 신뢰도는 X가 발생했을 때 Y가 발생할 조건부 확률로서 전체 X의 빈도수에 대해 X와 Y가 동시에 발생할 확률을 의미하며, X에 대한 Y의 연관성을 측정하는데 활용된다. 향상도는 X와 Y의 신뢰도를 Y로 나누어 산출한다. 향상도가 1인 경우 두 아이템은 서로 독립적으로 연관성이 없다고 해석되며, 1보다 큰 경우는 양의 상관관계, 1보다 작은 경우는 음의 상관관계가 있는 것으로 해석된다(Jang et al., 2016). 연관규칙 분석은 기술융합 패턴 및 융합 정도를 확률적으로 추정할 수 있다는 장점이 있기 때문에(Suh, 2017), 최근 기술융합 연구(Son, 2018; Shim, 2019; Hwang and Chun, 2020)에서 연관규칙 분석이 활용되고 있다.

3. 연구 방법

3.1 연구 모형

본 연구의 분석 대상은 전체 특허와 국제특허분류(International Patent Classification: 이하 IPC)가 동시 발생한 특허, 즉 융합기술 특허로 구분된다. 본 절에서는 기술의 활용성 및 발전 가능성을 분석하기 위해 특허가 포함된 IPC를 대상으로 정보엔트로피 분석을 실시하였다. 국방 분야의 기술융합을 분석하기 위해 IPC 동시발생(co-occurrence) 네트워크를 도출하여 사회연결망 분석과 연관규칙 분석을 적용하였다. 본 연구의 전체적인 프레임 워크는 Figure 1과 같다.

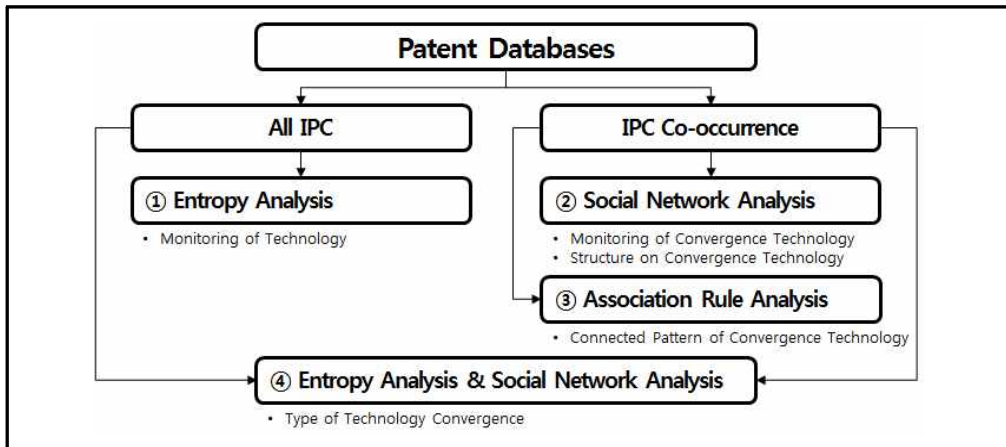


Figure 1. Research Framework

3.2 융합기술의 정의

융합기술은 사회문제 해결을 위한 산업 및 학문 간 결합뿐만 아니라 동종 및 이종의 다양한 기술 간 결합까지 포괄하는 개념으로 정의되고 있다(Association of Ministries, 2008). 특히 IPC는 Figure 2와 같이 섹션(section), 클래스(class), 서브클래스(subclass), 메인그룹(main group), 서브그룹(subgroup)의 5개 계층으로 구성되며, IPC 계층을 기준으로 융합기술의 수준을 정의할 수 있다(Choi et al., 2013; Suh, 2017). 본 연구에서는 IPC 서브클래스를 기준으로 하나의 특허에 2개 이상의 IPC가 존재하는 경우를 융합기술 특허로 정의하였다.

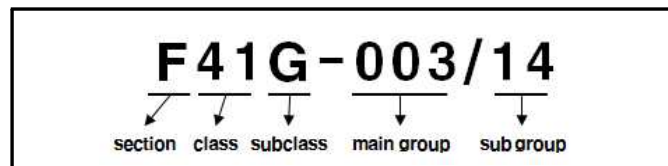


Figure 2. Classification of IPC

융합유형은 이종 기술융합과 동종 기술융합으로 구분될 수 있다. IPC는 하위 계층으로 갈수록 구체적인 기술을 의미한다. 본 연구에서는 섹션, 클래스, 서브클래스가 모두 다른 경우를 이종 융합기술로 정의하고, 섹션은 동일하나 클래스와 서브클래스가 다르거나 섹션과 클래스는 동일하나 서브클래스가 다른 경우는 동종 융합기술로 정의하였다. 융합기술 연결망을 구축하기 위해 특허의 IPC를 노드로 정의하고, 특허 내 IPC 간 동시발생을 링크로 정의하였다.

3.3 분석 대상 및 구간

본 연구는 국방과학기술의 발전 동향 및 융합 현상을 분석하기 위해 국과연 보유 특허를 활용하였다. 분석 대상 데이터는 행정안전부 공공데이터에 공개된 국과연의 1979년부터 2019년까지 특허 목록과 쥐웁스 원텔립스에서 국과연으로 검색된 모든 특허 목록을 취합하여 수집하였으며, 총 4,951개의 특허가 연구에 사용되었다.

본 연구에서는 정책 수립에 따른 기술 발전 동향 및 융합 현상을 비교분석하기 위해 국방과학기술진흥정책서(이

하 정책서) 발행 시점을 기준으로 분석 구간을 구분하였다. 정책서는 국방의 목표를 과학기술의 관점에서 뒷받침하는 기본서로서 방위사업법 제30조에 근거하여 국방과학기술의 발전 정책 방향을 공표하기 위해 매 5년마다 수립되며, 정책서는 2009년 수정본이 발행된 이후, 2014년, 2019년에 발행되었다. 이에 근거하여 분석 구간을 정책서 발행을 기준으로 1979~2009년을 1기로, 2010~2014년을 2기로, 2015~2019년을 3기로 구분하여 구간별 특성을 분석하였다.

3.4 분석 방법

본 연구에서는 1)기술 모니터링, 2)융합기술 모니터링, 3)융합기술 연결망 구조, 4)융합기술 연결패턴, 5)기술융합 유형 분석을 통해 기술의 발전 동향 및 융합 현상을 분석하였다. 구체적인 분석 방법은 다음과 같다.

3.4.1 기술 모니터링 분석

국방 R&D 기술동향 분석을 위해 특허의 IPC 서브클래스를 기준으로 엔트로피 분석을 진행하였다. 기술 활용성과 발전 가능성을 분석을 위해 ‘엔트로피 사분면(Entropy Quadrant)’을 구성하였으며, 구간별 엔트로피 평균값을 기술의 활용성(X축), 엔트로피 증가율을 기술의 발전 가능성(Y축) 지표로 활용하였다. 사분면은 각 지표의 평균값으로 영역을 구분하였으며, Table 1과 같이 해석할 수 있다. 1사분면(이하 Q1)은 기술의 활용성 및 발전 가능성이 높은 기술을 의미하며, 3사분면(이하 Q3)은 기술의 활용성 및 발전 가능성이 낮은 기술을 의미한다. 2사분면(이하 Q2)은 기술의 활용성은 낮으나 발전 가능성이 높은 기술을 의미하며, 4사분면(이하 Q4)은 기술의 활용성은 높으나 발전 가능성은 낮은 기술을 의미한다.

3.4.2 융합기술 모니터링 분석

기술융합 분석을 위해 특허의 IPC 서브클래스를 노드로 정의하고 IPC의 동시발생(co-occurrence)을 링크로 정의한 융합기술 연결망을 구축한 다음 연결정도 중앙성(degree centrality) 분석을 진행하였다. 융합기술의 다양성 및 활동성을 분석을 위해 ‘중앙성 사분면(Centrality Quadrant)’을 구성하였으며, 구간별 연결정도 중앙성 평균값을 기술 간 융합 다양성(X축), 중앙성 증가율을 기술 간 융합 활동성(Y축) 지표로 활용하였다. 사분면은 각 지표의 평균값으로 영역을 구분하였으며, Table 1과 같이 해석할 수 있다. Q1은 기술 간 융합 다양성 및 활용성이 높은 기술을 의미하며, Q3는 기술 간 융합 다양성 및 활용성이 낮은 기술을 의미한다. Q2는 기술 간 융합 다양성은 낮으나 활동성은 높은 기술을 의미하며, Q4는 기술 간 융합 다양성은 높으나 활동성은 낮은 기술을 의미한다.

3.4.3 융합기술 연결망 구조 분석

융합기술 연결망의 구조적 특성을 분석하기 위해 평균 연결정도(avg. degree), 중심화(centralization), 밀도(density), 컴포넌트 수(components), 평균 경로거리(avg. distance) 지표를 산출하였다. 사회연결망 분석에서 응집성(cohesion), 연결성(connectivity) 지표는 구조적 특성을 나타내며, 응집성과 연결성이 높은 중앙 집중형 구조일수록 융합이 용이하다고 볼 수 있다. 밀도가 높다는 것은 노드 간 다양한 연결이 존재하는 것을 의미하며, 이는 다양한 기술과 융합이 가능하다는 것으로 해석할 수 있다. 기술 간 평균 경로거리가 짧은 경우, 시간과 비용이 적게 소요됨에 따라 융합이 용이한 것으로 해석하였다. 각 지표들의 구간별 증감률을 비교분석함으로써 융합기술 연결망 구조적 형태의 동태적 변화를 분석하였다.

3.4.4 융합기술 연결패턴 분석

융합기술 연결패턴 분석은 융합기술 특허의 IPC 서브클래스를 기준으로 연관규칙 분석을 진행하였다. 구간별로 연관규칙 분석을 실시하여 생성된 규칙을 통해 각 구간의 융합이 활발하게 나타나는 연결패턴을 도출하고, 도출된 연결패턴을 연결망으로 시각화하여 기술 간 연결성을 확인하였다. 또한, IPC 계층을 기준으로 기술 간 융합 유형을 분석함으로써 구간별 융합기술 연결패턴과 유형의 동태적 변화를 분석하였다. 기술 간 융합 유형은 이종 융합기술과 동종 융합기술로 구분하였다.

3.4.5 기술융합 유형 분석

엔트로피와 연결정도 중앙성을 활용하여 기술융합 유형의 변화를 분석하였다. 이를 위해 ‘엔트로피-중앙성 사분면(Entropy-Centrality Quadrant)’을 구성하였으며, 엔트로피 값을 기술의 활용성(X축), 연결정도 중앙성 값을 기술 간 융합성(Y축) 지표로 활용하였다. 사분면은 각 지표의 평균값으로 영역을 구분하였으며, Table 1과 같이 해석할 수 있다. Q1은 기술의 활용성 및 기술 간 융합성이 높은 기술의 영역을 의미하며, Q3는 기술의 활용성 및 기술 간 융합성이 낮은 기술의 영역을 의미한다. Q2는 기술의 활용성은 낮으나 기술 간 융합성은 높은 기술의 영역을 의미하며, Q4는 기술의 활용성은 높으나 기술 간 융합성은 낮은 기술의 영역을 의미한다. 사분면을 이용하여 각 구간(P1, P2, P3)에 해당하는 IPC의 발생 빈도를 도출하고, 1단계와 2단계의 IPC 발생 빈도와 변화량을 비교분석함으로써 기술융합 유형의 동태적 변화를 분석하였다.

Table 1. Overview of Quadrants

-	Entropy Quadrant	Centrality Quadrant	Entropy-Centrality Quadrant
Q1	-Utility of Tech : High -Advancement of Tech : High	-Diversity of Convergence : High -Activity of Convergence : High	-Utility of Tech : High -Convergence of Tech : High
Q2	-Utility of Tech : Low -Advancement of Tech : High	-Diversity of Convergence : Low -Activity of Convergence : High	-Utility of Tech : Low -Convergence of Tech : High
Q3	-Utility of Tech : Low -Advancement of Tech : Low	-Diversity of Convergence : Low -Activity of Convergence : Low	-Utility of Tech : Low -Convergence of Tech : Low
Q4	-Utility of Tech : High -Advancement of Tech : Low	-Diversity of Convergence : High -Activity of Convergence : Low	-Utility of Tech : High -Convergence of Tech : Low

4. 연구 결과

4.1 기술 모니터링 분석

본 절에서는 전체 특허의 IPC 서브클래스를 기준으로 구간별 엔트로피 평균값과 구간별 엔트로피 증가율을 활용한 기술추세 분석을 실시하고 ‘엔트로피 사분면(Entropy Quadrant)’별로 상위 10개 IPC를 Table 2에 나열하였다. 분석결과, 물리학(G) 기술 군은 Q3를 제외한 모든 사분면에 가장 많이 출현한 것으로 보아, 기술의 활용성 및 발전 가능성이 높은 기술 군으로 해석할 수 있다. 반면, 생활필수품(A)과 처리조작(B) 기술 군은 Q3를 중심으로 출현한

것으로 볼 때 기술 활용성 및 발전 가능성이 낮은 기술 군으로 나타났다.

IPC 클래스를 기준으로 살펴보면, 측정 및 센서 기술(G01, G06), 무기 및 탄약 기술(F41, F42), 무선통신 기술(H01, H04)을 비롯하여 유기화학 기술(C01, C08)이 기술 활용성 및 발전 가능성이 높은 기술로 나타났다. 반면, 플라스틱 가공 기술(B29), 기본적인 전기전자 부품(H01, H03, H05) 기술, 금속 처리(C22), 위생용 생활필수품 기술(A61)은 기술 활용성 및 발전 가능성이 낮은 기술로 나타났다.

Table 2. Entropy Quadrant with Top 10 IPCs

Q1			Q2			Q3			Q4		
section	class	sub-class	section	class	sub-class	section	class	sub-class	section	class	sub-class
F	F41	F41G	B	B63	B63G	A	A61	A61K	C	C04	C04B
	F42	F42B	C	C01	C01B	B	B01	B01D	F	F41	F41A
G	G01	G01C		C08	C08G		B29	B29C			F41F
		G01M			C08L	B64	B64G	F42		F42C	
	G01S	D	D06	D06M	C	C22	C22C	G	G01	G01B	
G06	G06F	F	F15	F15B	F	F41	F41J		G01	G01L	
H	H01	H01M	G	G06	G06Q	G	G08		G08G	G01	G01N
		H01Q		G08	G08B	H	H01	H01P	G01	G01P	
	H04	H04L		G09	G09B		H03	H03K	G02	G02B	
		H04W	H	H03	H03M		H05	H05K	H	H04	H04B

* Top 10

4.2 융합기술 모니터링 분석

본 절에서는 융합기술 특허의 IPC 서브클래스를 기준으로 구간별 연결정도 중앙성 평균값과 구간별 연결정도 중앙성 증가율을 활용한 ‘중앙성 사분면’별로 상위 10개 IPC를 Table 3에 제시하였다. 기술 간 융합 다양성 및 활용성이 높은 기술(Q1)과 기술 간 융합 다양성은 낮으나 활동성은 높은 기술(Q2)은 물리학(G)와 처리조작(B) 기술 군이 상위 10개 기술 중 대부분을 차지하고 있으며, 기술 간 융합 다양성은 높으나 활동성은 낮은 기술(Q4)로는 기계공학(F), 전기(H), 물리학(G), 처리조작(B) 기술 군이 나타났다. 반면, 기술 간 융합 다양성 및 활용성이 낮은 기술(Q3)로는 처리조작(B), 화학(C), 물리학(G) 기술 군을 중심으로 섬유(D), 기계(F), 전기(H)에 해당하는 기술 군이 나타났다.

IPC의 클래스를 기준으로 살펴보면, 측정 및 센서 기술(G01, G06, G08), 무기 및 탄약 기술(F41, F42), 무선통신 기술(H04)과 더불어 항공선박 관련 기술(B63, B64, F02)이 기술 간 융합 다양성 및 활용성이 높은 기술로 나타났다. 반면, 공구 및 기계 장치 관련 기술(B25, B60, B81), 유기화학 기술(C07, C08), 섬유 제품(D06), 기본적인 전기전자 부품(H01) 기술은 기술 간 융합 다양성 및 활용성이 낮은 기술로 나타났다.

4.1절의 기술 모니터링 결과와 비교하여 기술융합 트렌드를 살펴보면, 측정 및 센서, 무기 및 탄약, 무선통신 기술 군의 경우, 기술의 활용성이 높고 최근에는 기술 간 융합도 활발하게 추진되는 분야로 해석할 수 있다. 항공 관련 기술 군의 경우, 과거에는 기술의 활용성이 낮은 분야였으나, 최근 들어 기술 간 융합이 활발하게 추진되는 분야로 나타났다. 이는 드론 등 무인항공기 기술이 등장하고, 군사용 목적으로 활용 가능성이 대두됨에 따라 기존 항공기술과 타 분야 기술 간의 융합이 활발히 추진된 것에 기인한 것으로 판단된다. 반면, 고분자 화합물 관련 유기화학 기술 군은 그간 기술의 활용성이 높은 분야였으나, 최근 기술 간 융합은 활발하지 않은 분야로 나타났다.

Table 3. Centrality Quadrant with Top 10 IPCs

Q1			Q2			Q3			Q4				
section	class	sub-class	section	class	sub-class	section	class	sub-class	section	class	sub-class		
B	B64	B64C	A	A61	A61K	B	B25	B25B	B	B25	B25J		
		B64D	B	B63	B63B		B60	B60R		B29	B29C		
F	F41	F41H		G	G01	G01D	C	B81	B81B	F	F02	F02K	
	F42	F42B	G01J					C07	C07C		F41	F41A	
G	G01	G01C	G	G06	G06K	D	D06	D06M	G	G02		G02B	
		G01M					F	F41			F41J	G05	G05D
		G01N						G		G01	G01H		H
		G01S					G08			G08B	G08	G08G	
H	H01	H01M	H	H01	H01L	H	H01	H01S	H	H04	H04L		

* Top 10

4.3 융합기술 연결망의 구조 분석

본 절에서는 융합기술 특허를 대상으로 평균 연결정도, 중심화, 밀도, 컴포넌트 수, 평균 경로거리 지표를 활용하여 융합기술 연결망 구조를 구간별로 비교분석하였다. 융합기술 연결망을 구간별로 시각화한 결과는 Figure 3와 같다.

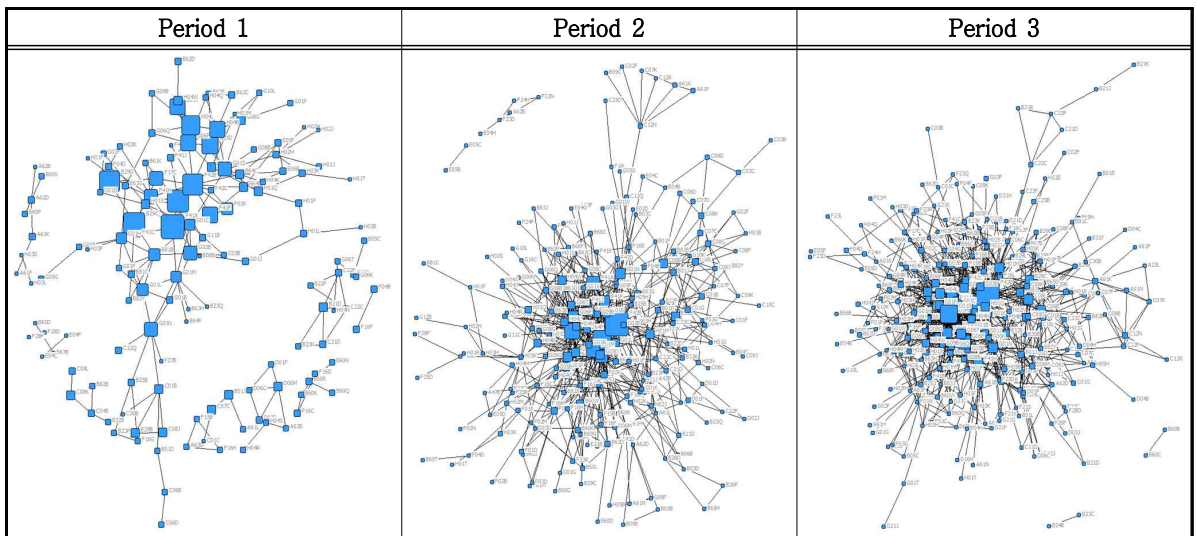


Figure 3. Visualization of the network by Period

구간별로 지표를 비교분석한 결과는 Table 4와 같다. 평균 연결정도, 중심화와 밀도 값이 점차 증가하는 경향을 보였으며, 컴포넌트 수와 평균 경로거리는 점차 감소하는 경향을 보였다. 중심화 값이 지속적으로 증가하는 것을 볼 때 융합기술 연결망은 시간이 지남에 따라 중앙 집중형 구조로 변화하면서 융합이 발생하는 것을 알 수 있으며, 밀도 값 지속적으로 증가하는 것은 기술 간 다양한 융합이 나타나고 있는 것으로 해석할 수 있다. 1기의 컴포넌트 수는 18개였으나 3기에는 3개의 컴포넌트가 존재하는 것으로 나타났다. 초기에는 다양한 기술들이 분절적인 형태로 융합이 진행되었으나, 기술이 발전하면서 분절되어 있던 하위 연결망이 급속도로 결속되고 있는 것으로 해석할 수 있다. 평균 경로거리 지표 값이 점차 감소하는 것은 시간이 지남에 따라 기술과 기술 간 거리가 가까워지는 것을 의미하며, 이는 융합 시 소요되는 시간이 짧아지는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 시간이 지남에 따라 점차 기술 간 융합이 용이한 구조로 변화하는 것을 알 수 있다. 연결망 구조의 변화 정도를 분석하기 위해 각 지표의 구간별 성장률(Growth Rate)을 분석하였다. 평균 연결정도, 집중화와 밀도 값은 1단계보다 2단계가 낮게 나타났으며, 컴포넌트 수와 평균 경로거리는 1단계보다 2단계가 높게 나타났다. 이는 국방과학기술이 기술수명주기(Technology Life Cycle) 상 성숙기(Maturity) 단계에 접어들면서 기술 간 융합이 다소 위축되고 있는 것으로 해석할 수 있다.

Table 4. Structure of Network of Convergence Technology

-	Period 1	Period 2	Period 3	Growth Rate (P1→P2)	Growth Rate (P2→P3)
Avg. Degree	2.729	5.822	7.891	113%	36%
Deg. Centralization	0.075	0.154	0.212	105%	38%
Density	0.020	0.026	0.031	32%	18%
Components	18	4	3	-78%	-25%
Avg. Distance	4.004	3.476	3.181	-13%	-8%

4.4 융합기술의 연결패턴 분석

본 절에서는 융합기술 특허를 대상으로 연관규칙 분석을 활용하여 융합기술의 연결패턴을 분석하였다. 각 구간별로 지지도와 향상도를 기준으로 상위 10개 패턴을 도출하였으며, 분석 결과는 Table 5와 같다. 연관분석에서 아이템 간의 연관성을 $X \rightarrow Y$ 로 표현할 때, 지지도는 같으나, 신뢰도가 다른 경우, 신뢰도가 높은 패턴의 X를 선행기술로 해석할 수 있다. 예를 들어 Table 5의 1구간에서 무기용 조준기(F41G)는 F41A(대포용 마운트) 보다 선행기술이다. Table 6에서 밑줄로 표기된 패턴은 선행-후행 관계가 있는 패턴을 의미하며, 이탤릭체로 굵게 표기된 패턴은 선행-후행 관계가 없는 패턴을 의미한다. 1구간에서는 10개 패턴 모두 선·후행 관계에 있는 패턴으로 나타났다. 반면 2구간에서는 6개, 3구간에서는 4개만이 선·후행 관계에 있는 패턴으로 나타나 2구간에서는 4개, 3구간에서는 6개의 패턴이 새롭게 등장하였다. 이는 국방과학기술은 시간이 지남에 따라 기존기술이 활용되기 보다는 새로운 기술의 등장하는 비중이 점차 커지고 있는 것으로 해석할 수 있다.

Table 5. Results of Association Analysis

Period 1				Period 2				Period 3			
Rules(X→Y)	S	C	L	Rules(X→Y)	S	C	L	Rules(X→Y)	S	C	L
<u>F41G→F41A</u>	0.032	0.555	7.310	<u>F41G→F42B</u>	0.039	0.419	2.834	<u>F41G→F42B</u>	0.036	0.537	3.769
<u>F41A→F41G</u>	0.032	0.416	7.310	<u>F42B→F41G</u>	0.039	0.267	2.834	<u>F42B→F41G</u>	0.036	0.255	3.769
<u>H04B→H04L</u>	0.032	0.555	7.970	<u>F41A→F41G</u>	0.020	0.271	2.876	<i>B64C→F42B</i>	0.022	0.355	2.489
<u>H04L→H04B</u>	0.032	0.454	7.970	<u>F41G→F41A</u>	0.020	0.216	2.876	<i>H04L→G06F</i>	0.014	0.250	2.659
<u>B25J→G05D</u>	0.025	0.666	13.160	<i>F41F→F42B</i>	0.025	0.400	2.706	<u>B64D→B64C</u>	0.016	0.348	5.548
<u>G05D→B25J</u>	0.025	0.500	13.160	<u>F41A→F41F</u>	0.023	0.305	4.789	<u>B64C→B64D</u>	0.016	0.258	5.548
<u>F02K→F41F</u>	0.025	0.800	15.800	<u>F41F→F41A</u>	0.023	0.360	4.789	<i>F41F→F42B</i>	0.018	0.450	3.156
<u>F41F→F02K</u>	0.025	0.500	15.800	<i>F42C→F42B</i>	0.017	0.765	5.174	<i>H01Q→G01S</i>	0.015	0.357	3.019
<u>B29D→B29C</u>	0.025	1.000	31.600	<i>H04N→G06T</i>	0.017	0.520	14.075	<i>G06Q→G06F</i>	0.014	0.467	4.963
<u>B29C→B29D</u>	0.025	0.800	31.600	<i>G06T→N04N</i>	0.017	0.448	14.075	<i>F42C→F42B</i>	0.015	0.625	4.383

* S : support, C : confidence, L : lift

연관규칙 분석에서 생성된 연결패턴을 기반으로 연결망으로 시각화하여 IPC 간의 연관성을 Figure 4에 나타내었다. 섹션, 클래스, 서브클래스가 모두 다른 경우를 이종 융합기술로 정의하고 점선으로 표기하였으며, 섹션은 동일하나 클래스와 서브클래스가 다르거나 섹션과 클래스는 동일하나 서브클래스가 다른 경우를 동종 융합기술로 정의하고 실선으로 표기하였다. 1구간에서는 1개의 이종 융합기술 연결패턴과 5개의 동종 융합기술 연결패턴이 분절적인 형태로 나타났다. 2구간에서는 1개의 이종 융합기술 연결패턴과 1구간에서 분절되어 있던 동종 융합기술 연결패턴이 결합된 커다란 동종 기술융합 연결망이 나타났다. 이종 융합기술 연결패턴인 화학통신 관련 기술(G06T, H04N)이 새롭게 등장하였으며, 기존에 활용되던 무기 및 탄약 기술(F41, F42)이 하나의 연결망으로 통합되었다. 3구간에서는 3개의 연결망 모두 이종 융합기술 연결망으로 나타났다. 가장 큰 이종 기술융합 연결망은 2구간에서 나타난

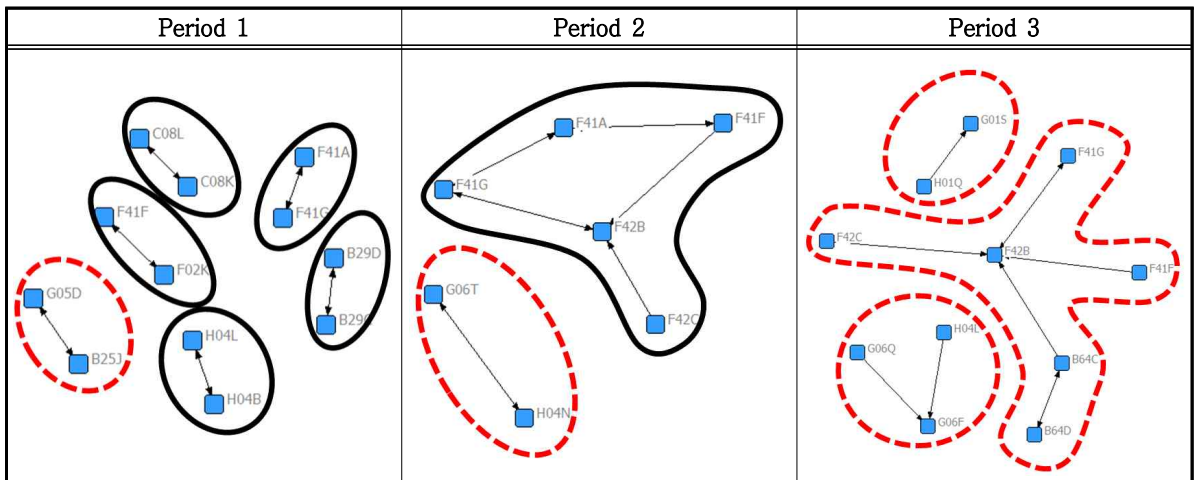


Figure 4. Changes in Connected Pattern of Convergence Technology by Period

무기 및 탄약 기술(F41, F42) 연결망이 새롭게 등장한 항공 관련 기술(B64C, B64D)와 결합된 형태이다. 이외에도 디지털 전송 기술과 데이터 예측 기술이 결합한 연결망(H04L, G06F, G06Q)과 무선통행 기술과 안테나 기술이 결합한 연결패턴(G01S, H01Q)이 새롭게 등장하였다. 이를 종합적으로 살펴보면, 1구간에서 나타난 융합기술 연결패턴은 2구간에서 점차 결합되어 커다란 기술융합 연결망을 형성하고 있으며, 3구간에서 나타난 연결패턴은 모두 이중 융합기술로 나타난 것으로 보아, 국방과학기술은 시간이 지남에 따라 이중 융합화되는 것을 알 수 있다.

4.5 기술융합 유형 분석

본 절에서는 전체 특허를 대상으로 엔트로피 분석과 연결정도 중앙성 분석을 활용한 ‘엔트로피-중앙성 사분면’을 이용하여 기술융합 유형의 변화를 분석하였다. 구간별 전체기술과 융합기술 현황은 Table 6과 같다. 국방과학 분야 기술은 1구간에서 204개에서 3구간 269개로 증가하였으며, 이중 융합기술 비중 또한 1구간에는 68.6% 수준에서 3구간에는 95.9%로 크게 증가하였다. 구간별 변화량을 비교한 결과, 2구간 융합기술 비중은 1구간 대비 22.1% 증가하였으나, 3구간 비중은 2구간 대비 5.2%만이 증가하여 기술융합이 성숙되어 가는 경향이 나타났다.

Table 6. Types of Technology Convergence

-	Period 1		Period 2		Period 3		Growth Rate (P1→P2)		Growth Rate (P2→P3)	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Convergence	140	68.6%	225	90.7%	258	95.9%	85	22.1%	33	5.2%
Non-Convergence	64	31.4%	23	9.3%	11	4.1%	-41	-22.1%	-12	-5.2%
Total	204	100.0%	248	100.0%	269	100.0%	44	-	21	-

융합기술 특허를 대상으로 한 구간별 IPC의 사분면 분포 현황은 Table 7과 같다. 3개 구간 모두 기술의 활용성 및 융합성이 낮은 Q3의 비중과 기술의 활용성 및 융합성이 높은 Q1의 비중이 높은 것으로 나타났다. 구간별 비중의 변화량을 비교한 결과, Q3의 경우, 2구간의 비중은 1구간 대비 15.8%로 큰 폭으로 증가하였으나, 3구간의 비중은 크게 변화하지 않았다. Q1의 경우, 1구간 대비 융합기술의 개수는 증가하였으나, 비중은 5.7% 감소하는 경향이 나타났으며, 3구간의 비중은 크게 변화하지 않은 것으로 나타났다.

Table 7. Frequency of Entropy-Centrality Quadrant

-	Period 1		Period 2		Period 3		Variation (P1→P2)		Variation (P2→P3)	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Q1	36	25.7%	45	20.0%	54	20.9%	9	-5.7%	9	0.9%
Q2	9	6.4%	7	3.1%	11	4.3%	-2	-3.3%	4	1.2%
Q3	75	53.6%	156	69.3%	179	69.4%	81	15.8%	23	0.1%
Q4	20	14.3%	17	7.6%	14	5.4%	-3	-6.7%	-3	-2.2%
Total	140	100.0%	225	100.0%	258	100.0%	85	-	33	-

5. 결 론

본 연구에서는 정보 엔트로피 분석, 사회연결망 분석, 연관규칙 분석을 활용하여 첨단 국방과학기술 역량 강화를 위해 연구를 추진 중인 국과연의 보유 특허를 대상으로 국방과학기술의 발전 동향 및 융합 현상을 분석하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

기술 및 융합기술 모니터링 분석 결과, 측정 및 센서, 무기 및 탄약, 무선통신 기술 군은 기술의 활용성이 높은 분야였으며, 최근에는 기술 간 융합도 활발하게 추진되는 분야로 확인되었다. 항공 관련 기술 군은 과거에는 기술의 활용성이 낮은 분야였으나, 최근 들어 드론 등 무인항공기 기술이 등장하고, 군사용 목적으로 활용 가능성이 대두됨에 따라 기술 간 융합이 활발하게 추진되는 것으로 판단된다. 반면, 유기화학 기술 군은 기술의 활용성이 높은 분야였으나, 최근 기술 간 융합은 활발하지 않은 분야로 나타났다. 융합기술 연결망의 구조 분석 결과, 국방과학기술은 중앙 집중형 구조로 변화하면서 다양한 기술 간 융합이 나타나고 있으며, 점차 기술 간 융합이 용이한 구조로 변화하는 것으로 확인되었다. 다만, 국방과학기술이 성숙기에 접어들면서 기술 간 융합이 다소 위축되고 있는 경향이 나타났다. 융합기술 연결패턴 분석 결과, 새로운 기술의 등장하는 비중이 점차 커지고 있으며, 동종 기술 간 융합이 활성화되고, 이종 융합기술이 새롭게 등장하면서 국방과학기술은 점차 이종 융합화되고 있는 경향이 나타났다. 기술융합 유형의 동태적 분석 결과, 시간이 지남에 따라 국방과학 분야에서 사용되는 기술이 증가하고, 기술이 발전하는 과정 속에서 융합기술의 비중 또한 증가하고 있음을 확인하였으나, 기술의 활용성 및 기술 간 융합성이 낮은 기술군은 점차 증가하고, 활용성 및 융합성이 높은 기술군은 점차 감소하면서 국방과학 분야의 기술융합이 성숙되어 가는 경향을 확인할 수 있었다. 분석 결과를 종합적으로 살펴보면, 국방과학기술은 정책이 수립되기 전에 비해 1차 정책 수립 이후 기술 간 융합이 용이한 구조로 변화하면서 다양한 기술 간 융합이 나타나고 있었다. 또한, 국방과학 분야에서 사용되는 기술이 증가하고, 전체 기술 중 융합기술의 비중 또한 증가하였으나, 2차 정책 수립 이후 이러한 경향이 다소 위축되는 것을 확인할 수 있었다.

Table 8. Summary of Analysis

-	Summary
Monitoring of Technology and Convergence Technology	<ul style="list-style-type: none"> - The emergence of unmanned aerial vehicle technologies - The extinction of organic and inorganic chemical technologies
Structure on Network of Convergence Technology	<ul style="list-style-type: none"> - Transition to a centralized structure - The emergence of various convergence technologies
Connected Pattern of Convergence Technology	<ul style="list-style-type: none"> - The emergence of new technologies - Increasing convergence between heterogeneous technologies
Types of Technology Convergence	<ul style="list-style-type: none"> - The diffusion of convergence technologies - The maturation of technology convergence

본 연구는 국과연 보유 특허를 활용하여 40년 간 국방과학 분야 기술 발전 동향을 살펴보고, 분석 시 정보 엔트로피 분석을 사용함으로써 융합기술뿐만 아니라 전반적인 국방과학 분야 기술에 대한 발전 동향을 확인할 수 있었다. 국과연을 중심으로 분석한 본 연구는 국방 R&D를 체계적으로 분석하였다는 점에서 의의를 가진다. 국방과학 분야 정책 수립 시점을 분석 구간 설정에 활용함으로써 정책 수립에 따른 기술 발전 동향 및 융합 현상 변화를 추정해볼

수 있었으나, 본 연구는 다음과 같은 한계점을 갖는다. 첫째, 국방 R&D가 대부분 정부주도로 이루어진다는 점을 감안하더라도, 본 연구의 결과가 국방산업 전체 R&D를 포괄한다고 보기는 어렵다. 둘째, 본 연구에서는 정책 수립 시점을 분석 구간으로 활용함으로써 거시적인 측면에서 정책 수립에 따른 융합 현상의 변화를 살펴보았으나, 정책 수립 효과와 융합 현상 간 명확한 인과관계를 규명하지는 못 하였다. 추후 연구에서는 연구수행주체별 특성을 반영한 국방과학 분야의 기술 발전 동향 분석을 위해 국과연 이외 주요 방위산업체 등으로 분석 대상을 확대할 필요가 있다. 또한 국가의 중장기 기술 발전 정책과 기술융합간의 인과관계 분석 연구도 추후연구 과제이다.

REFERENCES

- Agrawal, R., T. Imielinski, and A. Swami. 1993. Mining association rule between sets of items in large databases. Proc. 1993 ACM SIGMOD international conference on management of data:207-216.
- Association of Ministries. 2008. 1st Basic Plan for National Convergence Technology Development(2009~2013).
- Association of Ministries. 2019. 2nd Master Plan for Industrial Convergence Development(2019~2023).
- Association of Ministries. 2020. 2nd Master Plan for Industrial Convergence Development 2020 Action Plan.
- Bae, Youngim, and Shin, Hyeri. 2017. A Study on Convergence Patterns of Artificial Intelligence Technology using Patent Network Analysis. GRI REVIEW 19(1):113-133.
- Börner, K., Chen, C., and Boyack, K. W. 2003. Visualizing Knowledge Domains. Annual Review of Information Science and Technology 37:179-255.
- Choi, Jaeyoung, Cho, Yoonae, and Jung, Sung-kyun. 2013. Measurement of Technology Convergence and Analysis of Spread Trends Using Patent Data. KIET ISSUE PAPER 2013-316.
- Choi, Sukgu, Lee, Taewha, Yoo, Hanjoo, and Song, Gwang Suk. 2020. A Study on the Impact of Continuous Improvement Activities of Defense SMEs on the SCQM and Business Performance. Korean Society for Quality Management 48(1):149-169.
- Chong, Hyeran, Bae, Kyoungghan, Lee, Minkoo, Kwon, Hyuckmoo, and Hong, Sunghoon. 2020. Quality Strategy for Building a Smart Factory in the Fourth Industrial Revolution, Korean Society for Quality Management 48(1):87-105.
- Chung, Yoohyun, Kim, Sungnam, Park, Kihwan, and Park, Hyesook. 2020. Recent Research Trends in Defense ICT Convergence Technology. The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences 37(4):54-62.
- Gwon, Uijun and Geum, Youngjung. 2018. Analyzing Technological Convergence for 6T technologies Based on Research Project Co-Classification Analysis. Journal of the Korea Management Engineers Society 23(2):33-54.
- Ha, Taejung. 2017. National Defense R&D needs innovation. Science & Technology Policy 2017(11):18-23.
- Hanneman, R. A. and Riddle, M. 2005. Introduction to Social Network Methods. CA: University of California, Riverside.
- Hwang, Soonwook and Chun, Dongphil. 2020. A Study on Technology Trend and Convergence in Fisheries Sector using Patent IPC Co-classification and Association-rule Mining. Journal of Korea Technology Innovation Society 23(2):208-233.
- Hwang, Sunghyun. 2018. Technology Convergence of Bio Industry using Patent Analysis. The Korea Contents Association Review 16(4):30-35.
- Jang, Youngcheon, Kang, Kyungran, and Choi, Seokcheol. 2015. A Study on the Assessment Model for DISMS using SNA. Korea Association of Defense Industry Studies 22(1):38-51.
- Jang, Youngjae, Kim, Hyunjoong, and Cho, Hyungjoon. 2016. Data Mining. KNOUPRESS.

- Jeon, Gowoon, Kang, Inwon, Jeon, and Jeonghwan. 2020. Systematic Analysis on the Trend of Defense Technologies Using Topic Modeling : A Case of an Armoured Fighting Vehicle. *Industrial Innovation Research* 36(1):69-94.
- Jeon, Gyeryong and Yoo, Hanjoo. 2019. An Efficiency Analysis of Supply Chain Quality Management Using the Multi-stage DEA Model: Focused on the Domestic Defense Industry Companies, *Korean Society for Quality Management* 47(1):163-186.
- Jeong, Byeongki, Kim, Jungwook, and Yoon, Janghyeok. 2016. A Semantic Patent Analysis Approach to Identifying Trends of Convergence Technology: Application of Topic Modeling and Cross-impact Analysis. *The Journal of Intellectual Property* 11(4):211-240.
- Joo, Seonghyeon, Ha, Sungho, and Park Sanghyeon. 2016. Technology Keyword Network and Cognitive Map Analysis : to prospect promising technology of UAV(Unmanned Aerial Vehicle) airframe industry. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research* 21(5):55-72.
- Kim, Hongyoung and Chung, Sunyang. 2015. An Analysis on the Research Network Structure of Convergence Technologies in Government-sponsored Research Institutes. *Journal of Korea Technology Innovation Society* 18(4):693-718.
- Kim, Kyunam. 2019. A Study on the Effect of Open Innovation Strategies on the Technology Convergence of ICT Companies. *Innovation Studies* 14(3):211-235.
- Kim, Kyungsoo and Cho, Namwook. 2020. Static and Dynamic Analysis on Convergence Network : Focused on Patent Analysis of Government-funded Research Institutes. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers* 46(6):616-625.
- Kim, Seyong, Kwon, Hyukjin, and Choi, Minwoo. 2020. The study of Defense Artificial Intelligence and Block-chain Convergence. *Journal of Internet Computing and Services* 21(2):81-90.
- KISTEP. 2018. A Study on the Status of Science and Technology Performance and Development in National Defense. Institution 2018-2019.
- Lee, Dahye, Choi, Hayoung, Jeong, Byeongki, and Yoon, Janghyeok. 2018. Monitoring Bio-fuel Technology Using Patent Text Mining. *The Journal of Intellectual Property* 13(1):285-312.
- Lee, Minjung, Song, Changhyeon, and Kim, Yeonbae. 2018. The Effect of Knowledge Cconvergence Ccharacteristics on Firm's Innovation Performance Via International Patent Classification(IPC) Co-occurrence Nnetwork Analysis - Focused on Electricity and Electronic SMEs. *The Journal of Intellectual Property* 13(1):245-284.
- Ministry of National Defense. 2019. 2019~2033 Defense Science and Technology Promotion Policy Statement.
- Moon, Jaewoong, Park, Jangyong, Lee, Jinha, and Song, Jaeseung. 2020. Analysis of Cyber Defense Information System for Utilization of AI Technologies 21(5):891-900.
- Na, Gijoo and Cho, Namwook. 2017. Static and Dynamic Network Analysis of Internal Transaction between Chaebol Affiliates. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers* 43(4):288-297.
- Park, Chulsoon, and Kim, Sunghak. 2017. Relationship between Supply Network Structure and Inventory Cost Performance. *Journal of the Korean Production and Operations Management Society* 28(1):17-46.
- Park, Jaewoo, Lee, Ilro, Kwon, Jaewook, and Byun, Kisik, Cho, Sungyong. 2019. Analysis Results in Technological Trends of Military Small Giant Venture Tech-Fi Net via Social Network Analysis : Forces Support Systems Center, Defense Agency for Technology and Quality (DTaQ). *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 20(12):444-455.
- Scott, J. 1988. Social Network Aanalysis. *Sociology* 22(1):109-127.
- Shim, Jaeruen. 2019. Analysis of Technology Association Rules Between CPC Codes of the 'Internet of Things(IoT)' Patent. *Journal of K Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology* 12(5):493-498.
- Son, Changho. 2018. Study for Analyzing Defense Industry Technology using Datamining Technique - Patent Analysis

- Approach -. Korea Academy Industrial Cooperation Society 19(10):101-107.
- Suh, Yongyoon. 2017. Exploring Convergence Fields of Safety Technology Using ARM-Based Patent Co-Classification Analysis. *Journal of the Korean Society of Safety* 32(5):88-95.
- White, H. D. and McCain, K. W. 1997. Visualization of Literatures. *Annual Review of Information Science and Technology* 32:99-168.
- Yoo, Dahye, Lee, Bokung, and Sohn, Soyoun. 2019. Analysis of Patent Citation Network for Identifying Development Trends of Convergence Technologies of Self-Driving Truck Industry. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers* 45(1):40-52.
- Yoon, Seokhoon and Ji, Ilyong. 2019. Analyzing Technology Competitiveness by Country in the Semiconductor Cleaning Equipment Sector Using Quantitative Indices and Co-Classification Network. *Journal of the Korea Convergence Society* 10(11):85-93.
- Zhao, Q. and Bhowmick, S. S. 2003. *Association Rule Mining : A Survey*. Nanyang Technological University, Singapore.

저자소개

김경수 Kyung-Soo Kim, <https://orcid.org/0000-0002-8272-3020>

명지대학교 경영학과를 졸업하고, 서울과학기술대학교에서 정보산업공학 석사학위와 산업정보시스템전공 박사학위를 취득하였다. 현재 (주)웍스 기술평가센터 책임연구원으로 재직 중이다. 주요 연구분야는 R&D 효율성 분석, 사회연결망 분석이다.

조남욱 Nam-Wook Cho, <https://orcid.org/0000-0002-3269-1497>

현재 서울과학기술대학교 산업공학과 교수로 재직 중이다. 서울대학교 산업공학과를 졸업하고 동대학원에서 석사학위를 취득 후 Purdue 대학교에서 산업공학 박사학위를 취득하였다. Alcatel-Lucent와 삼성SDS에서 근무하였다. 주요 관심분야는 사회연결망 분석, 비즈니스 프로세스 운영 및 위험관리 등이다.