

국방기술 특허의 융합 수준 비교 분석: 미국 특허와 한국 특허를 중심으로

김경수¹ · 조남욱^{2*}

¹(주)웍스 기술평가센터 / ²서울과학기술대학교 산업공학과

A Study on the Comparative Analysis of the Convergence Level of Defense Technology: Focused on U.S. and Korean Patents

Kyung-Soo Kim¹ · Nam-Wook Cho²

¹Technology Valuation Center, WIPS Co., Ltd.

²Department of Industrial Engineering, Seoul National University of Science and Technology

The purpose of this paper is to compare the level of technology convergence between The USA and South Korea in the field of defense science and technology. This paper utilizes defense science and technology patents registered between 2009 and 2020 from both the United States and South Korea. Social Network Analysis(SNA), Quadratic Assignment Procedure(QAP), and association rule analysis were applied to analyze the level of technology convergence by country. The fields of ships and aircraft, gunpowder and ammunition, and weapons showed different technology convergence characteristics. Over time, the level of technology convergence tended to increase. In particular, in The U.S., the flow and structure of technology convergence have changed, while in South Korea, only the flow of technology convergence has changed. This paper is meaningful in that it comprehensively examines the technological convergence phenomenon between The U.S. and South Korea and presents a method to compare the level of technological convergence. The results of this study are expected to be used as primary data for future technology convergence measurement.

Keywords: Defense Science and Technology, Patent Mining, Technology Convergence, Social Network Analysis, Quadratic Assignment Procedure, Correlation, Association Rule Mining

1. 서론

기술 융합은 기술발전을 촉진하기 위한 요소이자 핵심기술의 확보, 시장 경쟁력의 확보를 위한 핵심요인이다(Curran and Leker, 2011; Athreye and Keeble, 2000). ICT(Information & Communications Technology)는 디지털 기술의 근간으로서 산업, 기술 사이의 융합을 촉진하는 중요한 기술이다(Ministry of Science and ICT, 2021). 특허 데이터(data), 네트워크(network), 인공지능

(artificial intelligence)은 혁신성장을 위한 경쟁력이자 산업 간 융합을 촉진하는 필수적인 요소이다. 과학기술정보통신부와 국방부는 데이터, 네트워크, 인공지능을 기반으로 국방 분야의 기술 융합을 활성화하고 발전시키기 위해 2022년 2월 「D.N.A 기반 스마트국방 전략」을 발표했다. 방위사업청은 국방기술의 첨단화를 위해 국방기술 R&D(Research & Development) 예산을 지속해서 확대하고 있으며, 2022년에는 1조 4,851억 원으로 책정하는 등 최근 국방 분야에서도 디지털화와 기술 융합이 활발하게

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥회의 지원을 받아 수행되었음(P0017123, 2023년 산업혁신인재성장지원사업).

* 연락저자 : 조남욱 교수, 서울 노원구 공릉로 232, Tel : 02-970-6448, Fax : 02-974-2849, E-mail : nwcho@seoultech.ac.kr

2023년 5월 22일 접수; 2023년 8월 13일 수정본 접수; 2023년 10월 12일 게재 확정.

추진되고 있다.

기술 융합에 관한 관심이 높아짐에 따라 기술 융합에 관한 다양한 연구가 이루어졌다. 기술 융합에 관한 연구의 분석 단위는 연구 대상, 연구 목적에 따라 R&D 과제(Heo and Yang, 2013), 논문(Lim and Chang, 2012; Kwon *et al.*, 2014; Jeong and Lee, 2016), 상표권(Lee and Lee, 2018) 등 다양하나, 특허를 활용한 연구가 대표적이다. 특허는 기술적 발명에 관한 다양한 정보를 포함하고 있어, 기술혁신 또는 R&D의 대리변수로 활용된다(Yoon and Kim, 2011). 특허에 포함된 계량 정보는 기술 변화, 기술개발 현상, 경제성장 등을 분석하기 위해 적합한 지표이다(Park and Heo, 2010). 특허 데이터는 출원 시점과 등록 시점의 시차가 발생하는 한계점에도 불구하고, 기술이 발전된 흐름을 거시적인 관점에서 파악할 수 있고, 특허에 포함된 서지정보를 통해 다양한 분석이 가능하여 기술 융합에 관한 선행연구에 활용되어 왔다(Ernst, 2003; Karvonen *et al.*, 2012).

특허 데이터를 활용한 선행연구에서는 기술의 융합을 식별하기 위해 특허에 포함된 IPC(International Patent Classification)가 주로 활용되었다. IPC를 활용한 연구는 산업 전 분야(Baek and Kim, 2013)뿐만 아니라 ICT(Han *et al.*, 2015), 사물인터넷(Moon *et al.*, 2017), 인공지능(Bae and Shin, 2017), 자동차(Park *et al.*, 2018), 바이오(Hwang, 2018), 농업(Kim and Kim, 2021), 수산(Hwang and Chun, 2020), 무인항공(Kim and Jeon, 2019), 국방(Son, 2018; Kim and Jeon, 2019; Kim and Cho, 2021; Seo and Park, 2021; Kang *et al.*, 2022) 등 다양하다. IPC는 국제적으로 통용되는 분류체계로 1975년 정식 발효되었다. 개별 특허에 부여된 IPC 정보는 특허의 범위(scope)나 기술 및 경제적 가치와 연관이 있으며(Squicciarini and Criscuolo, 2013), 특허 집단의 평균 IPC 수를 분석함으로써 기술적인 확장성, 특허의 다양성 및 집중 기술 분야 등을 판단할 수 있다(Korea Institute of Intellectual Property, 2012). 하지만 특허에 부여된 IPC 수는 기술 융합을 식별하기에는 용이한 지표이나, 기술 융합의 정도(degree)나 수준(level)을 비교하기에는 어려움이 있다. 기술 융합에 관한 선행연구에서도 특허의 IPC는 기술 융합 수준을 비교하기 위한 지표로써 활용하기보다는 기술 융합을 식별하고 국가 간 기술 융합에 대한 현상을 분석하는 데 초점을 두고 진행되어 기술 융합 수준을 비교하기 위한 연구는 부족한 상황이었다.

본 연구에서는 국방 분야의 특허를 기반으로 국가별 기술 융합 수준을 비교하기 위한 방법을 제안하였다. 사회연결망 분석(Social Network Analysis: 이하 SNA)의 연결망 지표를 활용하여 네트워크 수준에서 기술 융합 수준을 비교하기 위한 모형을 제안하고, 2009년부터 2020년까지 등록된 한국과 미국의 국방기술 특허를 대상으로 국가 간 기술 융합 수준을 비교하고 국가별 기술 융합 양상을 살펴보았다. 또한 QAP(Quadratic Assignment Procedure) 상관분석을 통해 국가 간 기술 융합 연결망의 구조적 유사성을 분석하고, 연관규칙 분석(Association Rule Analysis)을 통해 생성된 규칙을 네트워크로 시각화하여 국가 간 기술 융합 패

턴을 비교하였다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서 선행 연구와 이론적 배경에 대해 살펴보고, 제3장에서는 연구의 방법을 기술하였다. 제4장에서 연구의 분석 결과를 제시하고, 제5장에서 결론 및 연구의 의의, 그리고 추후 연구 과제를 제시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 선행연구

본 절에서는 특허기반 기술 융합 비교연구를 살펴보고 국방 분야의 기술 동향 및 융합 현상을 살펴본다. 먼저, 특허 데이터를 활용하여 기술 융합 현상을 국가 간 비교한 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. Baek and Kim(2013) 연구는 다양한 분야의 특허 데이터를 활용하여 한국, 미국, 일본, EU 등 4개국의 융합기술 트렌드를 분석한 연구로서 분석된 기술 융합 연결망에서의 융합 횟수와 관련 산업의 매출액 사이의 연관성을 분석했다는 점에서 차별성이 있다. Bae and Shin(2017)은 인공지능 분야 특허 데이터를 활용하여 한국, 미국, 일본, EU, 중국 등 5개국의 융합 패턴을 비교 분석하였으며 인공지능 관련 IPC와 산업분류를 매칭하여 국가별, 출원기관별 융합 패턴을 분석했다는 점에서 차별성이 있다. 하지만 Baek and Kim(2013)과 Bae and Shin(2017)의 연구는 연결정도 중앙성 분석에 국한되어 추진되었다는 점과 기술 융합에 대한 기준을 융합 횟수로 정의했다는 점에서 한계점이 있다. Hwang and Chun(2020)은 수산 분야 특허 데이터를 활용하여 한국, 미국, 일본, EU 등 4개국의 융합 특성을 분석하였다. 수산 분야에 관한 기술 융합 현황을 연관규칙 분석을 통해 생성된 규칙을 네트워크로 시각화하고 국가별, 기술별로 구분하여 분석했다는 점에서 타 연구와 차별성이 있으나, 기술 융합에 대한 기준이 제시되지 않았다는 점에서 한계점이 있다.

국방 분야의 기술 동향 및 융합 현상을 분석한 연구를 살펴보면 다음과 같다. Son(2018)은 화약 분야의 방위산업체가 보유한 특허 데이터를 기반으로 연관규칙 분석을 활용하여 방위산업기술에 대한 특성과 공백 영역을 파악하기 위한 방법을 제안하였다. Kim and Jeon(2019)은 무인항공 분야의 특허 데이터를 활용하여 연도별 연결정도 중앙성을 기반으로 무인항공 분야의 융합 현상을 동태적으로 살펴보았다. Kim and Cho(2021) 연구는 국방과학연구소에서 출원한 12년간 특허 데이터를 활용한 연구로서 정보 엔트로피 분석, SNA, 연관규칙 분석 등 다각적인 분석인 분석 방법을 활용하여 융합 현상을 살펴보았다는 점에서 차별성이 있다. Seo and Park(2021)은 국방과학연구소에서 출원한 특허 데이터를 기반으로 토픽모델링, 연관규칙 분석을 활용하여 국방 R&D 기술 추세를 분석하고 주요 R&D 분야를 도출하였다. Kang *et al.*(2022)은 국방과학연구소 출원 특허 데이터를 기반으로 심층 학습 기반의 그래프 신경망을 적용하여 기술 간 융합 양상을 예측하였다. 하지만 국방 분야의 기술 융합 연구는 분석 대상 국가를 한국으로 한정함에 따라 국가

간 비교 분석이 부재하며, 기술 융합에 대한 기준이 제시되지 않았다는 점에서 한계점이 있었다.

앞서 살펴본 바와 같이 선행연구에서는 기술 융합을 단순히 융합 횟수로 식별하였으며, 기술 융합을 판단하기 위한 기준을 제시하지 않았다. 또한 SNA의 중앙성 지표, 연관규칙 분석 지표를 활용하여 노드 수준에서 기술 융합 현상을 비교함에 따라 네트워크 수준에서 기술 융합 현상을 비교한 연구는 부족하였다. 특히 국방 분야의 경우 국가 간 비교를 통해 기술 동향 및 융합 현상을 비교한 연구는 부족하다는 점에서 본 연구는 선행연구와 차별성을 가진다.

2.2 Social Network Analysis(SNA)

SNA는 다양한 개체들 사이의 연결된 관계나 상호작용을 측정하는 분석하는 기법으로 사회과학 분야뿐만 아니라 다양한 분야에서 활용되어 왔다(Scott, 1988). SNA는 행렬 형태의 자료를 입력하여 연결망의 성격, 연결망 내 개체의 속성을 분석하는 방법이다. SNA 분석 시 형성되는 연결망은 노드와 링크로 구성되는데, 노드와 링크는 분석 대상, 분석 목적에 따라 다르게 정의할 수 있다. 일반적으로 노드와 링크의 관계는 동시 발생(co-occurrence) 형태로 정의될 수 있다(White and McCain, 1997). 일반적으로 SNA는 네트워크 수준, 노드 수준, 집단 수준의 분석 등으로 구분할 수 있다(Kim, 2003; Lee, 2010). 네트워크 수준의 분석은 밀도(density), 중심화(centralization), 포괄성(inclusiveness) 등이 대표적이며, 노드 수준의 분석은 연결정도 중앙성(degree centrality), 근접 중앙성(closeness centrality), 매개 중앙성(betweenness centrality) 등이 대표적이다. SNA는 앞서 살펴본 특허를 활용한 연구뿐만 아니라 사회과학, 인문학 분야에서도 다양하게 진행되고 있으며, 대부분 노드 수준의 중앙성 분석 중심으로 진행되어 왔다.

2.3 QAP(Quadratic Assignment Procedure) 상관분석

연결망 데이터는 행렬 형태의 데이터로 일반적인 데이터와 형태가 다르다. 일반적인 통계분석을 위한 데이터와 형태가 다르므로 통계적 유의성(significance) 검정을 위해서는 별도의 방법이 요구된다(Park and Choi, 2016). QAP 분석은 SNA에서 사용되는 대표적인 통계적 검정 방법으로 QAP 회귀분석과 QAP 상관분석으로 구분된다. QAP 상관분석은 두 연결망의

관련성을 검정하는 대표적인 기법으로 순열 검정(permutation test) 개념을 이용하여 통계적으로 유의성을 검정한다(Hubert, 1986). QAP 상관분석은 연결망 행렬 간 유사성 또는 상관성을 검정하기 위해 피어슨 상관계수를 사용하는데(Lee and Park, 2020), 특히 특정 속성에 대한 하나의 연결망과 또 하나의 연결망이 구조적으로 상관관계가 있는지 파악하는데 적합한 방법이다(Song, 2017). QAP 상관분석은 연결망 행렬 간 유사성이나 상관성을 검정을 통해 연결망 사이의 유의미한 연관성 형성 여부를 확인할 수 있다. QAP 분석은 사회과학 분야(Jang et al., 2019; Lee and Park, 2020)에서 주로 진행되어 왔다.

2.4 연관규칙 분석

연관규칙 분석은 대규모 데이터에서 연관성 있는 특정 규칙이나 패턴을 발견하기 위해 다양한 분야에서 활용되어 온 데이터마이닝 기법이다. 연관규칙 분석은 장바구니 분석으로도 잘 알려져 있다(Agrawal et al., 1993). 연관규칙 분석은 서로 다른 두 가지 아이템의 발생 빈도, 동시 발생 확률을 활용하여 연관성을 분석하는 기법이다(Suh, 2017). 연관규칙 분석 결과를 바탕으로 유용성을 판단하기 위해 지지도, 신뢰도, 향상도 지표를 활용한다. A와 B의 아이템이 있을 때 이들이 동시에 발생할 확률을 지지도라고 하며, A가 발생할 때 B가 발생할 조건부 확률을 신뢰도라고 한다. A와 B의 신뢰도를 B로 나누게 되면 향상도를 산출할 수 있다. 연관규칙 분석은 재난안전(Suh, 2017), 수산(Hwang and Chun, 2020) 등 다양한 분야에서 꾸준히 활용됐으나, 최근에는 국방 분야(Son, 2018; Kim and Cho, 2021; Seo and Park, 2021; Park and Son, 2022)에서도 많이 활용되고 있다.

3. 연구 방법

3.1 연구 프레임워크

본 논문에서는 네트워크 수준에서 기술 융합 수준을 비교하기 위한 방법을 제안하고, 한국과 미국의 사례를 통해 기술 융합 수준과 융합 양상을 비교하고자 한다. 국방기술 특허는 국방기술 관련 IPC를 기준으로 수집하였으며, 국방기술 융합 특허는 IPC 동시발생을 기준으로 추출하였다. 네트워크 수준에서 기술 융합 수준을 비교하기 위해 SNA의 연결망을 분석하

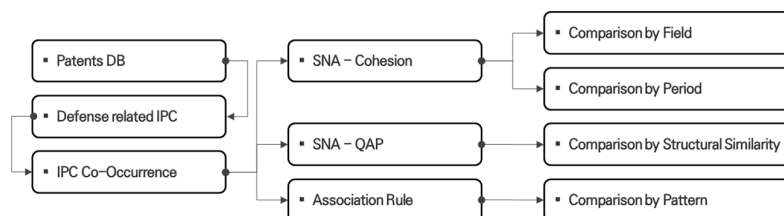


Figure 1. Research Framework

는 지표를 활용하여 분석 모형을 설계하고, 분석 모형을 활용하여 각 국가의 분야별, 구간별 기술 융합 수준을 비교함으로써 국가별 기술 융합 양상을 분석하였다. 또한 QAP 상관분석을 활용하여 각 국가의 기술 융합 연결망의 구조적 유사성을 분석하고, 연관규칙 분석을 통해 각 국가의 기술 융합 패턴을 비교하였다. 본 연구의 전체적인 연구 프레임워크를 <Figure 1>에 도식화하였다.

3.2 국방기술 및 융합기술 특허의 정의

본 연구에서 국방기술 특허는 특허청 규정에 따른 국방 관련 IPC에 해당하는 특허를 의미한다. 정부는 「특허법 제41조」에 의거하여 국방 관련 특허출원의 비밀취급 제도를 운영하고 있으며, 「특허청 훈령 제882호」에서는 관련 IPC를 규정하고 있다. 국방 관련 IPC는 기계(잠수함, 미사일, 장갑차), 화공(폭약, 기폭장치) 분류로 구분되며, IPC 3자리를 기준으로 국방기술 분야를 B63(선박), B64(항공기), C06(화약), F41(무기), F42(탄약) 등 5대 분야로 구분할 수 있다. 국방 관련 IPC는 <Table 1>과 같다.

Table 1. Defense-related International Patent Classification

Section	Class	Title
B	B63	SHIPS OR OTHER WATERBORNE VESSELS; RELATED EQUIPMENT
	B64	AIRCRAFT; AVIATION; COSMONAUTICS
C	C06	EXPLOSIVES; MATCHES
F	F41	WEAPONS; BLASTING
	F42	AMMUNITION; BLASTING

융합기술이란 한 분야의 기술이 다른 분야의 기술과 결합하여 새로운 가치를 창출해내는 기술로 정의될 수 있다 (Shmulewitz *et al.*, 2006; Yoo and Lee, 2013; Kim and Lee, 2016). 융합기술을 분석할 때 기술 간 융합을 식별하는 과정이 선행되어야 한다. 기술 간 융합을 식별하고 측정하기 위한 다양한 방법이 존재하나, 분석 과정이 직관적이지 않고 결과에 대한 신뢰성이 부족하다는 한계점이 존재함에 따라 특허 정보를 활용한 융합연구가 꾸준히 이루어져 왔다(Han *et al.*, 2016).

특허 정보는 기술을 대용하는 지표(Grilliches, 1990; Ernst, 2003; Kim and Lee, 2013)이며, 다수의 IPC가 부여된 특허는 기술 간 융합 가능성이 크다고 해석된다(Tijssen, 1992; Curran and Leker, 2011). IPC는 Section, Class, Sub class, Main group, Sub group 등으로 구분된다. 특허가 최초로 출원될 때 부여되는 IPC를 Original IPC라고 하며, 이후 분류를 재정비하는 과정에서 분류가 변경되는 경우 Current IPC가 부여된다. 본 연구에서는 IPC가 최초 부여된 시점의 특성을 고려하기 위해 Original IPC를 기준으로 분석을 진행하였다. 특허의 IPC를 활용한 선행연구에서는 연구 목적에 따라 Sub class 또는 Main group을 기준으로 융합을 식별하였다. 본 연구에서는 분석 대상이 국방기술로 분야가 한정됨에 따라 다양한 융합 현상을 살펴보기 위해 융합기술 특허를 IPC의 자릿수를 7자리로 설정하였다. 연결망 분석을 위해 1개 특허에 부여된 IPC를 노드로 설정하였으며, 1개 특허에 부여된 2개 이상의 IPC가 동시에 발생하는 것을 링크로 설정하였다.

3.3 분석 데이터

본 연구에 활용된 특허 데이터는 (주)웹스의 윈텔립스(WINTELIPS) 서비스를 통해 확보하였다. 분석 데이터는 2009년부터 2020년까지 출원된 특허 중 등록된 특허를 대상으로 미국과 한국의 국방기술 특허로 한정하였다. 본 연구의 분석 대상 특허 수는 총 13,161건이며, 시계열 경향성을 분석하기 위해 총 12년의 분석 기간을 3년 단위로 구분하였다. 1구간은 2009~2011년, 2구간은 2012~2014년, 3구간은 2015~2017년, 4구간은 2018~2020년으로 구분된다.

미국과 한국의 국방기술 및 융합기술 특허 현황을 살펴보면 <Table 2>와 같다. 미국의 국방기술 특허는 10,699건, 융합 비중은 60.7%이며 한국의 국방기술 특허는 2,462건, 융합 비중은 84.8%이다. 미국의 전체 국방기술 특허는 한국의 약 4배 이상 많으나, 융합기술 특허 비중은 한국이 높은 것을 알 수 있다. 구간별로 살펴보면, 미국의 융합기술 비중은 1구간 32.0%에서 4구간 65.2%로 26.8%로 증가하였으며, 한국의 경우 1구간 77.0%에서 4구간 87.1%로 13.6%로 증가하였다. 미국은 융합기술 비중이 빠르게 증가하였으며, 한국은 융합기술 비중이 전반적으로 높은 경향성을 보인 것을 알 수 있다.

Table 2. Patent Statistics used for Research

-	-	P1 (2009-2011)	P2 (2012-2014)	P3 (2015-2017)	P4 (2018-2020)	Total (2009-2020)	CAGR
U.S.A	Convergence(a)	531	1,538	2,548	1,875	6,492	52.3%
	Total(b)	1,660	2,651	3,512	2,876	10,699	20.1%
	Rate(c=a/b)	32.0%	58.0%	72.6%	65.2%	60.7%	26.8%
R.O.K	Convergence(a)	334	511	689	555	2,089	18.4%
	Total(b)	434	626	765	637	2,462	13.6%
	Rate(c=a/b)	77.0%	81.6%	90.1%	87.1%	84.8%	4.2%

Table 3. Convergence Patents by IPC's

-	-	B63	B64	C06	F41	F42	Total
U.S.A	Convergence	232	764	344	3,651	1,501	6,492
	Rate	3.6%	11.8%	5.3%	56.2%	23.1%	100.0%
R.O.K	Convergence	206	167	91	977	648	2,089
	Rate	9.9%	8.0%	4.4%	46.8%	31.0%	100.0%

미국과 한국의 분야별 융합기술 현황을 살펴보면 <Table 3>과 같다. 미국은 무기(F41), 탄약(F42), 항공기(B64), 화약(F42), 선박(B63) 순으로 융합기술 특허 비중이 높은 것으로 나타났다. 한국은 무기(F41), 탄약(F42), 선박(B63), 항공기(B64), 화약(F42) 순으로 융합기술 특허 비중이 높은 것으로 나타났다.

3.4 분석 모형

본 연구의 분석 모형에서는 ‘기술 융합 수준이 높다’는 것을 ‘기술 간 결속력이 높고, 기술 간 다양한 융합이 빠르게 일어나는 것’으로 정의하였다. 따라서 본 연구에서는 결속력(unity)과 다양성(variety), 속도(speed)를 주요 지표로 설정하여 기술 융합 수준을 측정하고자 하였다. 밀도는 정보 교류 및 흐름이 원활하여 정보 확산에 대한 영향력이 높은 것으로 해석된 바 있다(Son, 2002). 이를 근거로 밀도가 높다는 것을 기술 간 결속력이 높은 것으로 해석하였다. 중심화는 전체 연결망의 구조가 얼마나 중앙에 집중되어 있는가를 나타내는 개념(Kim and Cho, 2020)으로 중심화 값이 클수록 중심적(centralized) 융합이 나타나는 구조, 중심화 값이 작을수록 전체 연결망의 구조가 분절적인(fragmental) 형태를 보이기 때문에 다양한(various) 융합이 나타나는 구조인 것으로 해석할 수 있다. 따라서 중심화가 낮다는 것을 기술 간 다양한 융합이 나타나는 것으로 해석하였다. 평균 경로거리는 노드와 노드 사이의 거리를 의미하는 개념으로 평균 경로거리가 길수록 시간과 비용이 많이 소요되는 것으로 해석된 바 있어(Park and Kim, 2017), 평균 경로거리가 짧을수록 기술 간 융합이 빠르게 나타나는 것으로 해석하였다.

본 연구에서는 국가별 기술 융합 수준을 측정하기 위해 ‘기술 융합 점수(technology convergence score)’를 산출하고, 국가 간 기술 융합 특성을 비교하기 위해 ‘기술 융합 지도(technology convergence map)’를 활용하였다.

기술 융합 점수는 밀도(density), 중심화(centralization), 평균 경로거리(average path distance) 지표를 종합한 값을 의미한다. 밀도, 중심화, 평균 경로거리 값을 하나의 값으로 통일하기 위해 100점으로 환산하였으며, 100점으로 환산 시 평균 50, 표준편차 10이 되도록 표준화하였다. 밀도는 전체 연결망의 구조를 나타내는 척도로서 최대 가능한 연결개수 대비 실제 연결개수의 비율로 측정한다. 중심화는 전체 연결망이 얼마나 중심에 치중하고 있는지를 나타내는 지표이며, 본 연구에서는 연결정도(degree)에 기반의 중심화 지표를 사용하였다. 평균

경로거리는 모든 노드 쌍들 간 최단 경로거리의 평균으로 측정한다(Kim, 2003). 기술 융합 지도는 버블 차트(bubble chart) 형태로 구성하였다. 기술 융합 지도의 X축과 Y축은 중심화 지표와 평균 경로거리 지표로 표현하고, X축과 Y축의 평균값을 기준으로 사분면으로 구분하였으며, 3사분면에 위치할수록 기술 융합 수준이 높고 1사분면에 위치할수록 기술 융합 수준이 낮은 것으로 해석된다. 기술 융합 지도에서 버블의 크기는 밀도 지표 값을 활용하여 표현하였으며, 밀도 지표 값이 클수록 결속력이 큰 것으로 해석하였다. 기술 융합 지도의 프레임 워크는 <Figure 2>와 같다.

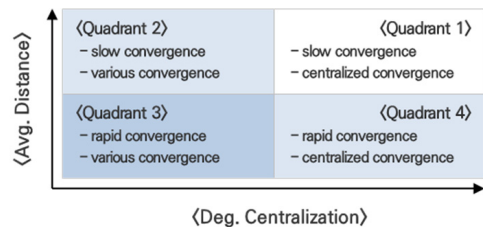


Figure 2. Framework of Technology Convergence Map

기술 융합 지도는 기준이 되는 지표의 의미를 통해 기술 융합 특성을 해석하였다. 기술 융합 지도의 1사분면은 기술 융합의 흐름이 느리고 특정 기술군으로 집중되는 융합 구조인 것으로 해석 가능하며, 3사분면은 기술 융합의 흐름이 빠르고 다양한 기술 간의 융합이 나타나는 구조인 것으로 해석할 수 있다. 반대로 2사분면은 기술 융합의 흐름은 느리지만 다양한 기술 간의 융합이 나타나는 구조인 것으로 해석 가능하며, 4사분면은 기술 융합의 흐름이 빠르지만, 특정 기술군으로 집중되는 융합 구조인 것으로 해석할 수 있다.

4. 분석 결과

4.1 분야별 기술 융합 수준 비교 분석

미국과 한국의 분야별 기술 융합 수준을 비교하기 위해 각 국가의 선박(B63), 항공기(B64), 화약(C06), 무기(F41), 탄약(F42) 분야의 밀도, 중심화, 평균 경로거리 등의 지표 값을 계산하고, 기술 융합 점수를 산출하였다. 기술 융합 점수는 미국 선박, 항공기 분야가 각각 71.6점, 58.6점으로 높게 나타났으며, 한국의 탄약 분야와 미국의 탄약 분야가 각각 41.8점, 41.6

Table 4. Convergence Score by IPC's

-		Density			Deg. Centralization			Avg. Path Distance			Overall	
		value	score	rank	value	score	rank	value	score	rank	score	rank
U.S.A	B63	0.8921	71.2	1	0.1088	72.1	1	1.1079	71.4	1	71.6	1
	B64	0.6224	59.3	2	0.3792	56.8	2	1.3776	59.7	2	58.6	2
	C06	0.3149	45.6	5	0.6147	43.4	7	1.6840	46.3	5	45.1	5
	F41	0.2383	42.2	8	0.5750	45.6	6	1.7681	42.7	8	43.5	8
	F42	0.2581	43.1	7	0.7119	37.9	10	1.7444	43.7	7	41.6	10
R.O.K	B63	0.5631	56.6	3	0.3955	55.8	3	1.4753	55.4	3	56.0	3
	B64	0.5055	54.1	4	0.4691	51.7	5	1.5086	54.0	4	53.2	4
	C06	0.3049	45.2	6	0.6153	43.3	8	1.7087	45.3	6	44.6	6
	F41	0.2044	40.7	10	0.4686	51.7	4	1.8398	39.6	10	44.0	7
	F42	0.2308	41.9	9	0.6443	41.7	9	1.7851	41.9	9	41.8	9
Average		0.4134	50.0	-	0.4982	50.0	-	1.6000	50.0	-	50.0	-

점으로 낮게 나타났다. 전반적으로 선박, 항공기 분야의 기술 융합 수준이 높고, 무기, 탄약 분야의 기술 융합 수준이 낮은 경향성을 보인다. 분야별 기술 융합 수준을 비교한 결과는 <Table 4>와 같다.

분야별 기술 융합 특성을 비교하기 <Figure 3>과 같이 기술 융합 지도를 작성하였다. 선박 및 항공기 분야의 경우 미국과 한국 모두 3사분면에 위치하였다. 국가별로 기술 융합 수준에는 차이가 있는 것을 확인할 수 있으며, 기술 융합의 흐름이 빠르고, 다양한 기술 간의 융합이 나타나는 구조인 것을 확인할 수 있다. 특히 미국 선박 분야의 기술 융합 수준이 타 분야 대비 압도적으로 높은 것을 확인할 수 있는데, 이는 미국의 경우, 선박 분야 중심으로 기술 융합이 활발하게 일어나고 있음을 짐작할 수 있는 결과이며 미국의 국방기술 분야의 기술 융합 수준 격차가 큰 것을 확인할 수 있는 결과이다. 화약 및 탄약 분야의 경우 한국과 미국 모두 1사분면에 위치하였다. 국가별로 기술 융합 수준에는 큰 차이가 없는 것을 확인할 수 있으며, 기술 융합의 흐름이 느리고, 특정 기술군으로 집중되는 융합 구조인 것을 확인할 수 있다. 무기 분야의 경우 미국은 1사분

면에 위치하였으나, 한국은 2사분면에 위치하였다. 이는 한국 무기 분야는 기술 융합의 흐름은 느리지만, 상대적으로 다양한 기술 간의 융합이 나타나는 구조인 것을 확인할 수 있다.

4.2 구간별 기술 융합 수준 비교 분석

미국과 한국의 구간별 기술 융합 수준을 비교하기 위해 각 국가의 구간별 밀도, 중심화, 평균 경로거리 등의 지표 값을 계산하고, 기술 융합 점수를 산출하였다. 미국과 한국 모두 1구간 대비 4구간에는 기술 융합 점수가 향상된 것으로 보아 시간의 흐름에 따라 기술 융합 수준이 높아지는 것을 확인할 수 있다. 밀도의 경우, 미국과 한국 모두 점차 밀도가 높아지는 경향을 보이며, 미국이 상대적으로 밀도가 높은 경향을 보인다. 중심화의 경우, 미국은 점차 중심화 값이 증가하는 경향을 보이는 반면, 한국은 점차 중심화 값이 감소하는 경향을 보인다. 평균 경로거리의 경우, 미국과 한국 모두 점차 거리가 짧아지는 구조이며, 미국이 상대적으로 거리가 짧은 경향을 보인다. 종합적으로 살펴보면 미국은 한국 대비 결속력이 높은 구조이며, 기술 간 융합이 빠르게 나타나는

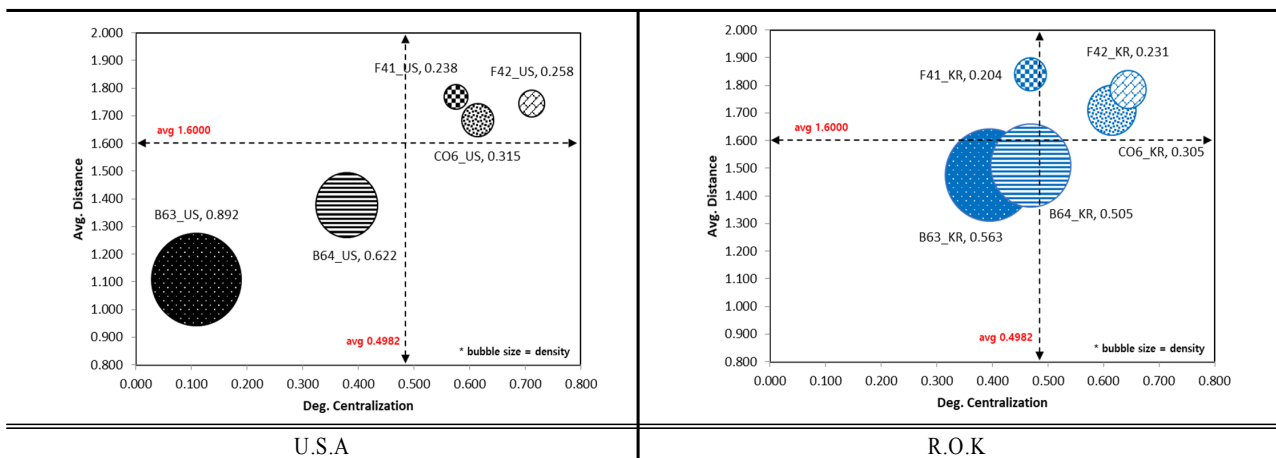


Figure 3. Technology Convergence Map of IPC's

Table 5. Convergence Score by Periods

		Density			Deg. Centralization			Avg. Path Distance			Overall	
		value	score	rank	value	score	rank	value	score	rank	score	rank
U.S.A	P1	0.1034	45.8	5	0.2709	64.6	1	2.3168	44.0	6	51.4	5
	P2	0.1235	54.2	3	0.4598	41.8	6	1.9724	59.4	3	51.8	4
	P3	0.1502	65.4	1	0.5152	35.1	8	1.9182	61.8	1	54.1	2
	P4	0.1426	62.2	2	0.4719	40.3	7	1.9579	60.0	2	54.2	1
R.O.K	P1	0.0875	39.1	8	0.3839	51.0	5	2.5270	34.6	8	41.5	8
	P2	0.0892	39.8	7	0.3558	54.4	4	2.4022	40.1	7	44.8	7
	P3	0.0956	42.5	6	0.3329	57.1	2	2.1852	49.8	5	49.8	6
	P4	0.1161	51.1	4	0.3442	55.8	3	2.1749	50.3	4	52.4	3
Average		0.1135	50.0	-	0.3918	50.0	-	2.1818	50.0	-	50.0	-

경향이 있는 것으로 해석할 수 있으며, 특정 기술군에 집중된 융합 구조인 것을 확인할 수 있다. 구간별 기술 융합 수준을 비교한 결과는 <Table 5>와 같다.

미국과 한국의 구간별 기술 융합 특성을 비교하기 위해 <Figure 4>와 같이 각 국가의 구간별 기술 융합 지도를 작성하였다. 미국의 경우 1구간에서는 2사분면에 위치하였으나, 2구간부터 4구간까지 4사분면에 위치한 것을 확인할 수 있다. 이는 초기에는 기술 융합의 흐름이 느리고 다양한 기술 군이 융합되는 구조가 나타났으나, 이후 기술 융합의 흐름이 빨라지면서 특정 기술 군에 집중된 융합 구조가 나타난 것으로 해석할 수 있다. 특히 1구간에서 2구간으로 변화하는 과정에서 기술 융합의 구조가 크게 변화한 것을 짐작할 수 있다. 반면 한국의 경우 1구간부터 3구간까지 2사분면에 위치하였으나, 4구간에서는 3사분면에 위치한 것을 확인할 수 있다. 이는 초기에는 기술 융합의 흐름이 느리게 나타났으나, 이후 기술 융합의 흐름이 빨라진 것으로 해석할 수 있다. 특히 2구간에서 3구간으로 변화하는 과정에서 기술 융합의 속도가 크게 변화한 것을 짐작할 수 있다. 하지만 전 구간에 걸쳐 2사분면과 3사분면에 위치한 것으로 보아 미국에 비해 상대적으로 기술 융합 구조

의 변화는 크지 않은 것을 확인할 수 있다.

4.3 연결망의 구조적 유사성 분석

미국과 한국의 분야별 연결망의 구조적 유사성을 검증하기 위해 QAP 상관분석을 진행하였다. 미국의 5대 분야와 한국의 5대 분야 간 연결망의 구조적 유사성을 검증한 결과, 모두 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 분야별 QAP 상관분석 결과, 선박 분야, 화약 분야, 항공기 분야 등의 순으로 상관계수가 높게 나타났으며, 탄약 분야와 무기 분야의 상관계수가 상대적으로 낮게 나타났다. 미국 선박 분야와 한국 선박 분야는 가장 높은 상관관계가 나타났다. 분석 결과는 <Table 6>과 같다.

미국 선박 분야의 기술 융합 수준은 한국에 비해 높게 나타났다지만, 기술 융합 연결망은 구조적인 관점에서 연관성이 높은 것으로 해석할 수 있다. 반면 미국 무기 분야와 한국 무기 분야는 가장 낮은 상관관계가 나타났다. 이는 각 국가의 기술 융합 연결망은 서로 연관성이 낮은 것을 의미하는데, 이는 앞서 미국과 한국이 서로 다른 분면에 위치한 것을 지지하는 결과라고 해석할 수 있다.

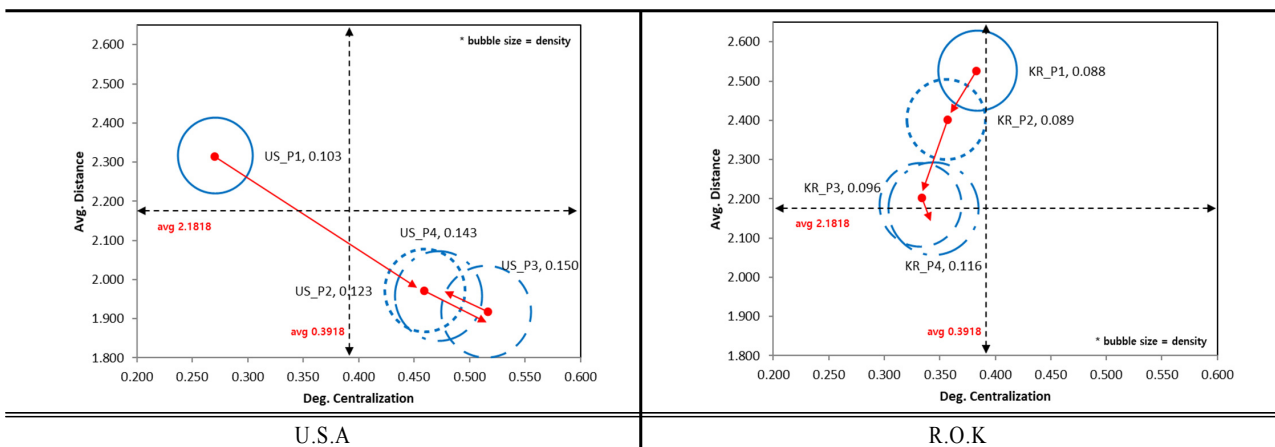


Figure 4. Technology Convergence Map of Periods

Table 6. Result of Analysis(QAP Correlation Analysis)

		U.S.A				
		B63	B64	C06	F41	F42
R.O.K	B63	0.723***	-	-	-	-
	B64	-	0.516***	-	-	-
	C06	-	-	0.662***	-	-
	F41	-	-	-	0.201***	-
	F42	-	-	-	-	0.298***

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

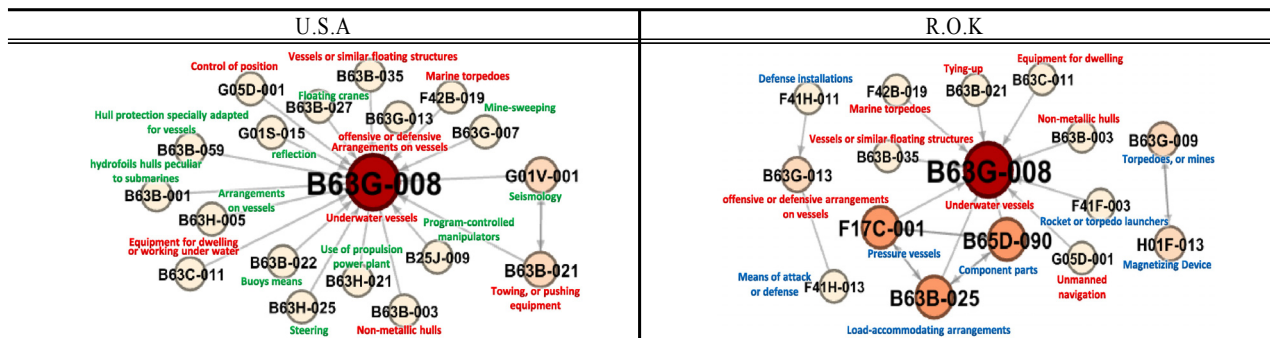
4.4 기술 융합 패턴 비교 분석

미국과 한국의 기술 융합 패턴을 비교하기 위해 연관규칙 분석을 통해 분야별로 상위 20개 패턴을 도출하고 이를 시각화하였다. 분야별로 상위 20개 패턴을 도출하기 위해 지지도, 신뢰도, 향상도를 도출하고, 지지도와 신뢰도를 기준으로 상위 패턴을 도출하였다. 연결망을 구성하고 있는 IPC 코드의 설명이 빨간색인 경우 두 국가에서 공통적으로 나타난 기술을 의미하며, 녹색은 미국, 파란색은 한국에서만 나타난 기술을 의미한다.

미국과 한국의 선박 분야 기술 융합 패턴은 <Figure 5>와 같다. 두 국가 모두 B63G-008(잠수함)을 중심으로 기술개발이 이루어짐을 확인할 수 있다. 미국은 B63을 중심으로 B25(수공구), G01(측정, 시험), G05(제어, 조정), F42(탄약, 폭파) 등의 이종 분야와 융합되는 패턴을 보였다. 미국의 관련 특허를 살펴보면, 무인 수중 차량, 수중 로봇, 자율 수중 시스템 등에 관한 기술로 수중 내 무인 수송 이동수단에 관한 기술을 개발하기 위해 이종 분야 간 융합이 활발하게 나타나는 것으로 파악된다. 이는 인간적 요소를 중시하는 작전으로 변화하고 있는 미래전 양상(Kye, 2014)의 영향을 받은 것으로 해석할 수 있다. 반면 한국은 B63을 중심으로 B65(운반, 포장), F17(가스-액체의 저장 또는 분배), F41(무기), F42(탄약, 폭파), G05(제어, 조정), H01(전기소자) 등의 이종 분야와 융합되는 패턴을 보였다. 한국의 관련 특허를 살펴보면, 수중 생존성을 강화하는 액화산소탱크에 관한 기술, 수중 무장 발사 장치에 관한 기술로 파악되는데, 이는 북한의 연안침투 및 공격에 대비하기 위한 목적으로 해석된다. 미국의 무기 분야는 앞서

기술 융합 지도 상 3사분면에 위치하여 기술 융합의 흐름이 빠르고 다양한 기술 간의 융합이 나타나는 구조인 것을 확인할 수 있었는데, 이는 B63G-008을 중심으로 다양한 기술과 융합이 발생되는 것에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 하지만 대부분 2개 기술 간 융합되는 구조인 것으로 보아 기술 간 융합의 복잡도 (complexity)는 한국에 비해 낮은 것으로 해석된다.

미국과 한국의 항공기 분야 기술 융합 패턴은 <Figure 6>과 같다. 미국은 B64D-045(항공기 보호 설비), 한국은 B64C-039(기타 항공기), B64D-001(미사일 발사 장치)을 중심으로 기술 개발이 이루어짐을 확인할 수 있다. 미국은 B64를 중심으로 G01(측정, 시험), G05(제어, 조정), G07(검사장치), G08(신호) 등의 이종 분야와 융합되는 패턴을 보였다. 미국의 관련 특허를 살펴보면, 항공기에 활용되는 비행 모니터링, 경보 시스템, 디스플레이 장치, 기상 변화 대응 장치 등에 관한 기술을 개발하기 위해 이종 분야 간 융합이 활발하게 나타나는 것으로 파악된다. 반면 한국은 B64를 중심으로 A62(인명구조), B63(선박), F41(무기), G05(제어, 조정) 등의 이종 분야와 융합되는 패턴을 보였다. 한국의 관련 특허를 살펴보면, 무인 항공기용 유도 미사일, 무인 항공기 착륙 장치, 무인 항공기를 이용한 구조 장치 등 무인 항공기를 구성하는 기술인 것으로 파악되었다. 이는 인간 중심의 전투 수행, 전투의 경제성 및 효율성 증진이라는 당시 국방과학기술의 육성 방향성에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 미국은 항공기 보호를 위한 관리 및 설비 분야에서 ICT 기술과 융합이 활발한 것으로 나타났으며, 한국은 항공기 및 미사일 발사 장치 분야에서 융합이 활발하며, 특히 인명구



조 및 화재예방, 어뢰 발사, 폭탄 투하 등을 위한 융합이 활발한 것으로 나타났다. 두 국가 모두 이종 분야와의 융합이 활발하게 나타났으나, 디지털 기술과 융합이 활발한 미국이 상대적으로 융합 수준이 높다고 볼 수 있으며, 이는 앞서 미국 항공기 분야의 기술 융합 점수가 더 높게 나타난 것을 지지하는 결과라고 할 수 있다.

미국과 한국의 화약 분야 기술 융합 패턴은 <Figure 7>과 같다. 미국은 D03D-023(특수직물 제조), D03D-043(기타 직기), 한국은 C06B-025(조성물), C06B-045(기타 장약)를 중심으로 기술개발이 이루어짐을 확인할 수 있다. 미국은 C06분야임에도 불구하고 D03(제직) 분야와 강하게 융합되는 패턴을 보인

것이 특징적이다. 반면 한국은 C06을 중심으로 동종 분야와의 융합이 활발하며, B60(차량), C07(유기화학) 등의 이종 분야와도 융합되는 패턴을 보였다. 화약 분야는 두 국가 모두 상대적으로 적은 이종 분야와의 융합이 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

미국과 한국의 무기 분야 기술 융합 패턴은 <Figure 8>과 같다. 미국은 F41A-003(총개머리판), 한국은 F41G-003(조준 수단)을 중심으로 기술개발이 이루어짐을 확인할 수 있다. 미국은 F41을 중심으로 동종 분야와 활발하게 융합되는 패턴을 보이며 총기 구성품이나 총기에 부착하는 장치에 관한 기술 위주의 융합이 활발한 것으로 나타났다. 동종 분야 융합이 활발

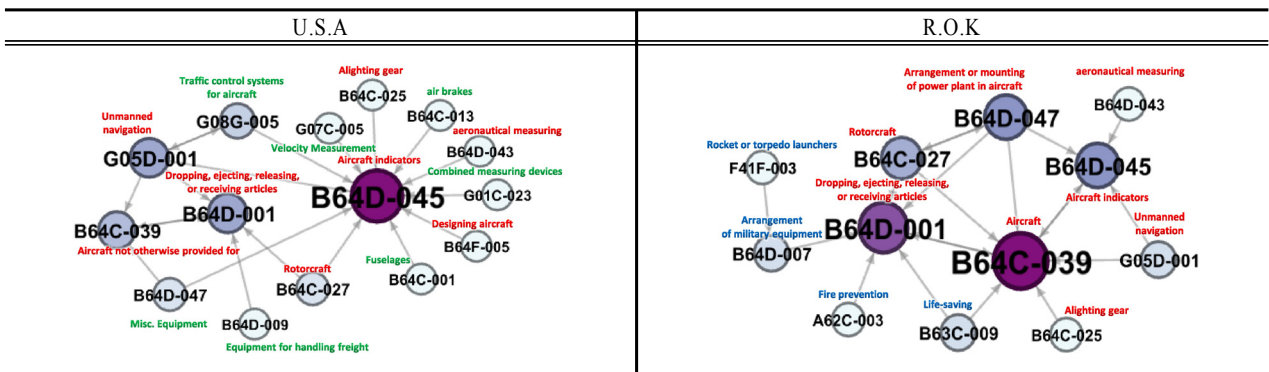


Figure 6. Result of Analysis (Technology Convergence Pattern - B64)

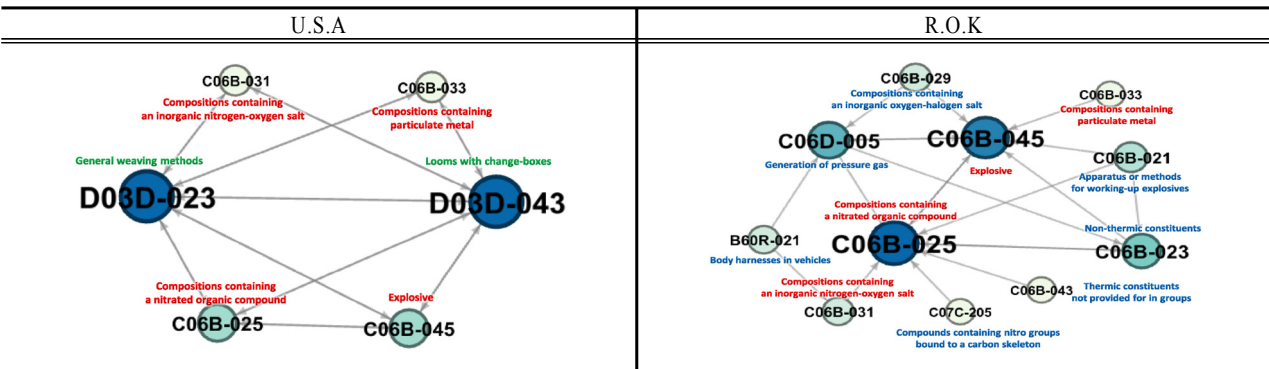


Figure 7. Result of Analysis (Technology Convergence Pattern - C06)

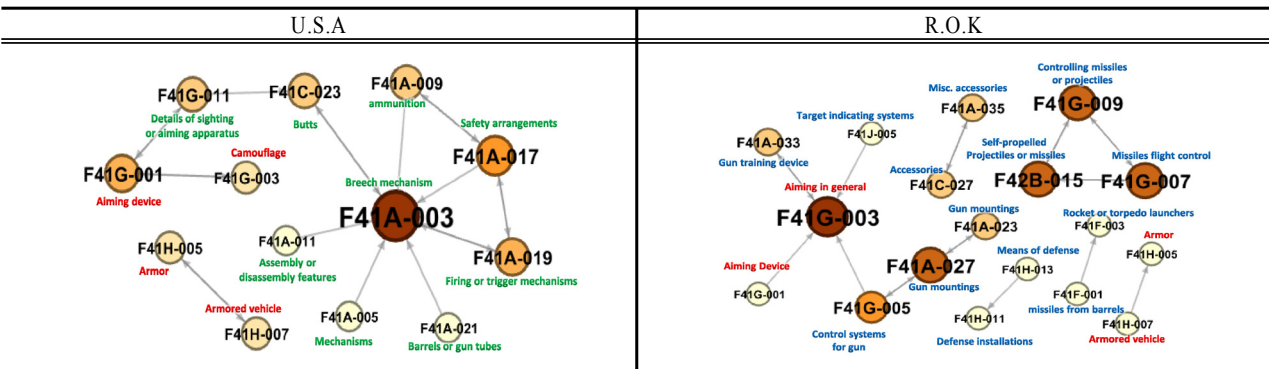


Figure 8. Result of Analysis (Technology Convergence Pattern - F41)

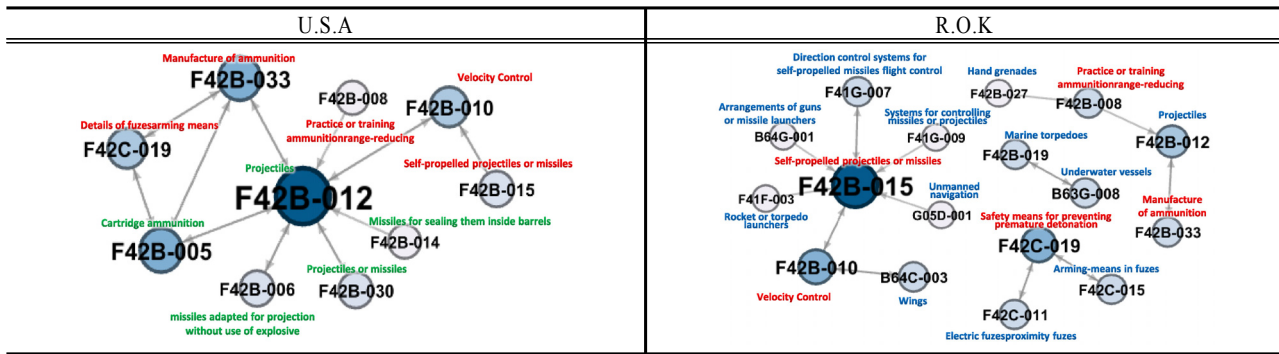


Figure 9. Result of Analysis (Technology Convergence Pattern - F42)

한 것은 총기는 선박이나 항공기에 비해 상대적으로 단순한 제품군이며, 총기 특성 상 새로운 기술이 개발되기 보다는 기존 제품의 개량이나 개조 등이 진행되는 것에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 한국 또한 F41을 중심으로 동종 분야와 활발하게 융합되고 있으나, 일부 F42(탄약) 분야와 융합되는 패턴을 보였다. 동종 분야 간 융합 특허의 경우, 추적 및 원격 조준, 영점 조정 방법 등 조준 장치를 구성하는 세부 또는 하위 기술인 것으로 파악된다. 반면 이종 분야 간 융합 특허의 경우, 유도 무기 체계에 활용되는 조준 장치 관련 기술인 것으로 파악되었는데, 타 분야 기술에 접목되는 이종 융합이라는 특성 상 동종 융합보다 넓은 범위에서의 융합으로 이해할 수 있으며, 상대적으로 고도화된 기술 융합으로 볼 수 있다.

미국은 F41A-003을 중심으로 한 연결망과 하위 연결망으로 구성된 반면, 한국은 F41G-003을 중심으로 한 연결망 이외에 5개의 하위 연결망이 구성된 것을 확인할 수 있다. 이는 앞서 기술 융합 지도 상 미국의 무기 분야는 1사분면에 위치하고, 한국은 2사분면에 위치하여 한국에서 상대적으로 다양한 기술 간 융합이 나타난 것을 지지하는 결과라고 할 수 있다. 무기 분야는 조준 수단 및 장치(F41G-003, F41G-001), 장갑차량 및 장갑관(F41H-007, F41G-005)을 제외하고 국가 간 중복되지 않는 기술이 상대적으로 많은 것이 특징적인데, 이는 앞서 연결망의 구조적 유사성 분석 결과, 두 국가의 무기 분야 상관계수가 낮게 나타난 것에 기인한 것으로 해석할 수 있을 것이다. 또한 미국은 총기 관련 기술이 많고, 한국은 조준 수단 및 훈련 장치에 관한 기술이 다수 등장한 것은 국가 간 총기 규제가 서로 다른 것에 따른 영향으로 해석할 수 있다.

미국과 한국의 탄약 분야 기술 융합 패턴은 <Figure 9>와 같다. 미국은 F42B-012(탄두), 한국은 F42B-015(유도 미사일)를 중심으로 기술개발이 이루어짐을 확인할 수 있다. 미국은 F42를 중심으로 모두 동종 분야와 활발하게 융합되는 패턴을 보였다. 반면 한국은 F42뿐만 아니라 B63(선박), B64(항공기), F41(무기), G05(제어, 조정) 등 이종 분야와 융합되는 패턴을 보였다. 유도 미사일과 항공기 분야 간 융합 현상은 미래 전장 환경에 대응하기 위해 항공기 플랫폼이 변화하고, 이에 따라 우리나라의 유도 무기 체계가 전투기나 항공기 용도로 개발되고 있는 것(Ryu et al., 2013 ; Lee and Kim, 2023)에 기인한 것으로

판단된다. 이는 분단국가라는 우리나라의 특성 상 대북외협에 대비하기 위해 정밀 타격이 가능한 유도 무기를 대폭 증강한다는 정책(Ministry of National Defense, 2014)의 영향이 작용한 것으로 해석할 수 있다. 미국은 탄두, 탄약류, 탄약 제조 방법 등 탄약에 관한 동종 분야 기술과 융합이 활발한 것으로 해석할 수 있으며, 한국은 탄약 제조보다는 유도 미사일의 발사 및 속도 조절, 제어 시스템 등에 관한 이종 분야 기술과 융합이 활발한 것으로 해석할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 SNA를 활용하여 기술 융합 수준을 비교하기 위한 분석 모형을 제안하고, 분석 모형을 활용하여 국가 간 기술 융합 수준 및 국가별 기술 융합 양상을 비교 분석하였다. 또한 QAP 상관분석을 활용하여 국가 간 기술 융합 연결망의 연관성을 통계적으로 검증하였으며, 연관규칙 분석을 활용하여 국가 간 기술 융합 패턴을 시각화함으로써 국가별 기술 융합 특성을 시각적으로 확인하였다. 분석된 결과를 요약하면 다음과 같다.

분야별 기술 융합 수준을 비교한 결과, 선박, 항공기, 화약, 탄약, 무기 순으로 기술 융합 수준이 높은 것을 확인할 수 있었다. 분야별 기술 융합 특성을 비교한 결과, 선박 및 항공기 분야는 기술 융합의 흐름이 빠르고, 다양한 기술 간 융합이 나타나는 특성, 화약 및 탄약 분야는 기술 융합의 흐름이 느리고, 특정 기술 군으로 집중되는 특성을 확인할 수 있었다. 무기 분야는 국가별로 서로 다른 특성을 확인할 수 있었는데, 기술 융합의 구조 측면에서 서로 다른 양상을 확인할 수 있었다. 구간별 기술 융합 수준을 비교한 결과, 두 국가 모두 시간의 흐름에 따라 기술 융합 수준이 높아지는 경향이 나타났다. 특히 미국은 시간이 지남에 따라 기술 융합의 흐름과 기술 융합 구조가 모두 변화하는 경향을 보인 반면 한국은 기술 융합의 흐름만이 변화하는 양상을 보였다. 연결망의 구조적 유사성 분석을 통해 두 국가의 연결망 간 연관성을 통계적으로 확인할 수 있었으며, 기술 융합 패턴 분석을 통해 두 국가의 기술 융합 특성에 따른 차이를 시각적으로 확인할 수 있었다.

분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 한국과 미국은 인간적 요소를 중시하는 추세에 따라 무인화·지능화 관점의 기술 융합이라는 공통점이 존재하였지만, 융합이 활발한 분야는 서로 다르게 나타났다. 미국은 선박 분야, 한국은 항공기 분야에서 활발한 융합이 나타났는데, 미래전 양상을 고려한 국방기술 정책 방향성에 기인한 것으로 판단된다. 국가 간 총기 규제 영향으로 무기 분야의 기술 융합이 서로 다르게 나타났다. 미국은 총기의 개량이나 개조 등을 위한 동종 융합 현상이 나타난 반면, 한국은 유도무기체계에 활용되는 고도화된 기술개발을 위한 이종 융합 현상이 나타났다. 한국의 경우 분단국가라는 특성에 기인하여 선박이나 탄약 분야에서 대북 위협에 대응하기 위한 융합 현상이 나타난 것이 특징적이다. 이처럼 국방기술의 융합 양상은 각국의 법이나 정책의 영향을 받고 있으며, 분야별 특성에 따라 서로 다른 형태로 융합 양상으로 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이는 국방기술 분야의 기술개발 트렌드나 융합 현상을 관찰하기 위해서는 데이터 기반의 분석 결과뿐만 아니라 주요국의 법, 정책, 사회적 상황 등의 다양한 요소를 함께 고려할 필요가 있음을 시사한다.

본 연구는 한국과 미국의 12년간 출원된 국방과학 분야 특허를 기초로 국가별 기술 융합 현상을 종합적으로 분석하고, 분석 결과를 토대로 국가별 기술 융합 수준을 비교함으로써 각 국가의 국방과학 분야의 기술 융합 특성을 확인할 수 있었다. 또한 기술 융합 수준을 분석하기 위한 방법을 제시했다는 것에 의의가 있으나, 다음과 같은 한계점이 있다. 본 연구는 특허에 부여된 IPC의 장점을 활용함으로써 기술 융합 현상을 전반적으로 확인할 수 있었다. 하지만 서론에서 언급한 바와 같이 IPC로 기술 간 융합을 식별할 수 있으나, 기술 간 융합 정도나 수준까지 측정하기에는 어려움이 존재한다. IPC만으로 특허가 가지고 있는 기술 본연의 특성까지 파악하기에는 어려움이 존재함에 따라 분석 결과에 대해 전문가 자문이나 의견 수렴하는 과정이 필요할 것으로 판단된다. 또한 IPC에 기초한 기술 간 융합 현상을 실제 제품화 사례와 비교한다면 더욱 의미 있는 결과를 확보할 수 있으나, 국방 분야 특허는 국가 안보와 관련이 있고, 대부분 대형 제품군 또는 무기류와 같이 일반인이 접근하기 어려운 제품군을 구성하는 기술이라는 특성 상 제품화 현황을 확인하기 어렵다는 한계가 있다. 예를 들어, 국내 국방특허의 주요출원 업체인 한화에어로스페이스(주)는 조준 장치 관련 특허를 다수 출원하였으나, 사업보고서(DART, 2022) 등의 공개된 문헌을 통해 해당 특허의 제품화 현황을 구체적으로 분석하기에는 어려움이 존재하였다.

추후 연구에서는 IPC 이외에 특허에 포함된 다양한 텍스트 데이터를 바탕으로 텍스트마이닝 등의 심도 있는 분석이 필요할 것이며, 분야별 전문가의 검증 과정을 통해 분석 결과의 신뢰성을 확보할 필요가 있을 것이다. 기술 융합 현상을 비교하기 위한 대상 국가를 미국으로 한정하였으나, 추후에는 중국, 일본 등 주요국으로 분석 범위를 확대할 필요가 있으며, 국방과학 분야 선도 국가를 포함하여 분석한다면 새로운 관점에서

시사점을 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- Agrawal, R., Imieliński, T., and Swami, A. (1993, June), Mining association rules between sets of items in large databases, *Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, 207-216.
- Athreye, S. and Keeble, D. (2000), Technological convergence, globalisation and ownership in the UK computer industry, *Technovation*, **20**(5), 227-245.
- Bae, Y. I. and Shin, H. R. (2017), A study on convergence patterns of artificial intelligence technology using patent network analysis, *GRI Review*, **19**(1), 113-133.
- Baek, H. M. and Kim, M. S. (2013), Technological convergence trend through patent network analysis: Focusing on patent data in Korea, US, Europe, and Japan, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, **8**(2), 11-19.
- Curran, C. S. and Leker, J. (2011), Patent indicators for monitoring convergence—examples from NFF and ICT, *Technological Forecasting and Social Change*, **78**(2), 256-273.
- Ernst, H. (2003), Patent information for strategic technology management, *World Patent Information*, **25**(3), 233-242.
- Ernst, H. (2003), Patent information for strategic technology management, *World patent information*, **25**(3), 233-242.
- Grilliches Z. (1990), Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, *Journal of Economic Literature*, **28**(4), 1661-1707.
- Han, J. H., Na, J. K., and Kim, C. B. (2015), A study of ICT technology convergence analysis and development direction by using the patent information: Focusing on Kyongbuk area company, *The Journal of Intellectual Property*, **10**(3), 203-238.
- Han, J.-H., Na, J.-G., and Kim, C.-B. (2016), Network Analysis of Technology Convergence on Decentralized Energy by Using Patent Information: Focused on Daegu City Area, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, **39**(3), 156-169.
- Heo, J. and Yang, C. H. (2013), Applying network analysis in convergent research relationships: The case of high-tech convergence technology development program, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, **16**(4), 883-912.
- Hubert, L. (1986), *Assignment methods in combinatorial data analysis* (Vol. 73), CRC Press.
- Hwang, S. H. (2018), Technology Convergence of Bio Industry using Patent Analysis, *Review of Korea Contents Association*, **16**(4), 30-35.
- Hwang, S. and Chun, D. (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.
- Jang, S., Cho, M., and Lee, S. (2019), Increasing the in the Initial Social Network: A Case Study of the Social Network at an Unfamiliar University, *Government Administration Research*, **14**(2), 197-225.
- Jeong, B. and Lee, H. (2016), Industrial engineering as a multi-disciplinary field: Exploring the structure of academic convergence in industrial engineering by journal citation network analysis, *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*, **42**(3), 182-197.
- Kang, J., Kim, K., and Cho, N. (2022), Prediction of Defense Science and Technology Convergence using Graph Neural Networks, *Journal of*

- the Korea Management Engineers Society*, **27**(3), 21-31.
- Karvonen, M., Lehtovaara, M., and Kässi, T. (2012), Build-up of understanding of technological convergence: Evidence from printed intelligence industry, *International Journal of Innovation and Technology Management*, **9**(03), 1250020.
- Kim, G. and Kim, B. (2021), An Analysis of Technological Convergence and Collaborative Relationships in Agriculture sector using Patent Information, *Korea Academy Industrial Cooperation Society*, **22**(7), 518-527.
- Kim, J.-E. and Lee, S.-J. (2013), A Methodology to Evaluate Industry Convergence Using the Patent Information-Technology Relationship Analysis, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **39**(3), 212-221.
- Kim, J.-E. and Lee, S.-J. (2016), Issues for Technology-Humanities Convergence: Patent Keyword Analysis, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **42**(3), 231-240.
- Kim, K. S. and Cho, N. W. (2021), A Study on Networks of Defense Science and Technology using Patent Mining, *Journal of Korean Society for Quality Management*, **49**(1), 97-112.
- Kim, K. and Cho, N. (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, S. and Jeon, J. (2019), A Study on the Convergent Trend of UAV Patent, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, **22**(6), 1138-1163.
- Kim, Y. (2003), *Social Network Analysis*, Pakyoungsa.
- Korea Institute of Intellectual Property (2012), A Study on Quality Measures of Patents for Evaluating National Research and Development Programs.
- Kwon, K. S., Yi, J., Lee, J., Chae, S., and Han, D. S. (2014), A social network analysis on the research trend of Korean medicine, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, **17**(2), 334-354.
- Kye, J.-E. (2014), *Trends and Acquisition Strategies on Defense Unmanned Robot Core Technology*, Electronics and Telecommunicatinos Trends.
- Lee, E. J. and Park, J. H. (2020), The Influence of Elementary School Students' Peer-relationship Network Characteristics on the Reading Competencies, *Journal of the Korean Society for Library and Information Science*, **54**(2), 299-322.
- Lee, S. J. and Lee, S. J. (2018), Trend Analysis on Industry Convergence Using Trademark Information, *A Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **44**(2), 160-171.
- Lee, S. S. (2010), A preliminary study on the co-author network analysis of Korean library & information science research community, *Journal of Korean Library and Information Science Society*, **41**(2), 297-315.
- Lee, S.-W. and Kim, B.-C. (2023), A Study on the Development of Seeker Systems of Guided Missiles, *Journal of Industrial Technology Research*, **28**(2), 169-177
- Lim, H. S. and Chang, T. W. (2012), A Study on Co-authorship Network in the Journals of a Branch of Logistics, *IE interfaces*, **25**(4), 458-471.
- Ministry of National Defense (2014), 2014~2028 Defense Science and Technology Promotion Policy Statement.
- Ministry of Science and ICT (2021), Direction and standard for national R&D investment in 2022 (draft).
- Moon, J., Gwon, U., and Geum, Y. (2017), Analyzing Technological Convergence for IoT Business Using Patent Co-classification Analysis and Text-mining, *Journal of Technology Innovation*, **25**(3), 1-24.
- National Science and Technology Council (2022), Digital Technology Innovation and Diffusion Strategy.
- Park, C. and Kim, S. (2017), Relationship between Supply Network Structure and Inventory Cost Performance, *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, **28**(1), 17-46.
- Park, E., Koh, M., and Cho, K. (2018), Dynamic Analysis of Automotive Firm's Convergence Patents using Social Network Analysis, *Journal of Technology Innovation*, **26**(3), 1-36.
- Park, H. W. and Choi, K. H. (2016), Doing social big data analytics: A reflection on research question, data format, and statistical test-Convergent aspects, *Journal of Digital Convergence*, **14**(12), 591-597.
- Park, J. K. and Heo, E. Y. (2010), Analyzing the determinants of the patent quality in fuel cell and solar cell technology using count data models, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, **13**(2), 365-378.
- Park, J. and Son, C. (2022), Analysis and prediction of domestic ammunition patents using data mining, *Korean Military Science Treatise*, **78**(1), 253-280.
- Related Ministries (2022), D.N.A Promotion Status and Development Direction.
- Ryu, S.-M, Lee, S.-Y. and Baek, C.-H. (2013), Guided Weapon Development Status and Development Direction: Focusing on Air Combat, *The Journal of Aerospace Industry*, **77**, 66-91
- Scott, J. (1988), Social Network Analysis, *Sociology*, **22**(1), 109-127.
- Seo, Y. and Park, K. (2021), Defense R&D Technology Trend Analysis Using Patent Information: Focusing on Topic Modeling and ARM Analysis, *Computerized Accounting Research*, **19**(2), 43-69.
- Shmulewitz, A., Langer, R., and Patton, J. (2006), Convergence in Biomedical Technology, *Nature Biotechnology*, **24**(3), 277.
- Son, C. (2018), Study for Analyzing Defense Industry Technology using Datamining technique: Patent Analysis Approach, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, **19**(10), 101-107.
- Son, D. W. (2002), *Social Network Analysis*, Kyungmoonsa
- Song, Y. (2017), Cumulative Causation in the Flow of Global Interregional Migration: A 'Quadratic Assignment Procedure(QAP)' Analysis, *Working Paper Series*, 2017-02
- Squicciarini, M., Dernis, H., and Criscuolo, C. (2013), Measuring patent quality: Indicators of technological and economic value.
- Suh, Y. (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 (ARIST)*, **32**, 99-168.
- Yoo, J.-S. and Lee, H.-S. (2013), Patent-based Technology Convergence Analysis, *Conference Proceeding on the Korean Institute of Industrial Engineers*, 1105-1133.
- Yoon, J. and Kim, K. (2011), Identifying rapidly evolving technological trends for R&D planning using SAO-based semantic patent networks, *Scientometrics*, **88**(1), 213-228.

저자소개

김경수: 서울과학기술대학교에서 산업정보시스템전공으로 박사학위를 취득하였다. 현재 (주)웍스 기술평가센터 팀장으로 재직하고 있다. 연구분야는 특허 데이터 분석, 사회연결망 분석, 효율성 분석이다.

조남욱: 서울대학교 산업공학과에서 학사, 석사학위를 취득하고 퍼듀 대학교에서 산업공학 박사학위를 취득하였다. 알카텔-루슨트(Alcatel-Lucent)에서 엔지니어로 근무하였고, 삼성SDS

전자제조컨설팅실에서 책임컨설턴트로 근무하였다. 현재 서울과학기술대학교 산업공학과에서 교수로 근무하고 있다. 연구분야는 사회연결망 분석, 비즈니스 프로세스 분석이다.