

특허 마이닝을 이용한 국방관련 국제특허분류 개선 방안 연구

김경수* · 조남욱**†

* ㈜웍스 기술평가센터

** 서울과학기술대학교 산업공학과

A Study on the Improvement of the Defense-related International Patent Classification 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: As most defense technologies are classified as confidential, the corresponding International Patent Classifications (IPCs) require special attention. Consequently, the list of defense-related IPCs has been managed by the government. This paper aims to evaluate the defense-related IPCs and propose a methodology to revalidate and improve the IPC classification scheme.

Methods: The patents in military technology and their corresponding IPCs during 2009~2020 were utilized in this paper. Prior to the analysis, patents are divided into private and public sectors. Social network analysis was used to analyze the convergence structure and central defense technology, and association rule mining analysis was used to analyze the convergence pattern.

Results: While the public sector was highly cohesive, the private sector was characterized by easy convergence between technologies. In addition, narrow convergence was observed in the public sector, and wide convergence was observed in the private sector. As a result of analyzing the core technologies of defense technology, defense-related IPC candidates were identified.

Conclusion: This paper presents a comprehensive perspective on the structure of convergence of defense technology and the pattern of convergence. It is also significant because it proposed a method for revising defense-related IPCs. The results of this study are expected to be used as guidelines for preparing amendments to the government's defense-related IPC.

Key Words: Defense Technology, International Patent Classification, Patent Mining, Social Network Analysis, Association Rule Mining, Evidence-Based Policy

● Received 10 February 2022, 1st revised 5 March 2022, accepted 6 March 2022

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

© 2022, 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.

* 이 논문은 2022년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(P0017123, 2022년 산업 혁신인재성장지원사업)

1. 서론

4차 산업혁명의 핵심 기술인 첨단정보통신기술(Information & Communications Technology; 이하 ICT)은 다양한 분야에서 기술융합을 촉진하고 있다(Ministry of Science and ICT, 2021). 인공지능, 빅데이터, 클라우드, 사물인터넷 등의 ICT 기술은 4차 산업혁명 시대의 중요한 기술로 평가되고 있다(Lee and Cho, 2021). 4차 산업혁명과 함께 소품종 대량생산 체제에서 다품종 소량생산 체제로 변화하고 있으며(Chong et al., 2020), 4차 산업혁명이 가속화되면서 주요 국가들은 제조업과 ICT 기술이 융합된 스마트공장을 구축하는 등 맞춤형 유연 생산체제로 빠르게 전환하고 있다(Cho and Shin, 2019). 과학기술의 발전, 특히 4차 산업혁명 기술의 발전은 미래진 양상의 변화를 더욱 가속화하고 기술 간의 융합을 촉진시킬 것으로 예상된다(Ministry of National Defense, 2019). 방위산업은 함정, 항공기, 총, 포, 탄약 및 미사일 등의 무기 및 장비의 개발, 생산 등을 담당하는 산업을 의미한다(Jeon and Yoo, 2019). 국방 기술은 빠르게 변화하는 전쟁 환경 속에서 이를 효과적으로 대응하기 위해 그 중요성이 더욱 높아지고 있다(Kim and Cho, 2021). 국방 기술은 방위 산업에서 군수 장비의 첨단화를 위해 다양한 기술과 결합하는 특성이 있다(Choi et al., 2020). 국방 분야에서도 개방형 혁신과 기술간 융복합화가 급속히 진전되고 있다(Ha, 2017). 4차 산업혁명을 통해 등장한 기술이 점차 성숙기 단계에 도래함에 따라 산업 전 분야뿐만 아니라 국방 분야에서도 가시적인 변화가 나타나고 있다(Kim and Kim, 2021). 방위사업청은 기술 주도(Technology push)의 첨단 과학기술 군으로 도약하기 위해 2022년도 국방 기술 연구개발(Research & Development : 이하 R&D) 예산을 작년 대비 76% 증가한 1조 4,851억 원으로 책정하였다. 또한 첨단화하는 국방 기술의 트렌드에 대응하기 위해 민간 부문의 4차 산업혁명 기술을 국방 분야와 연계하기 위한 필요성이 증대되고 있다(National Science and Technology Council, 2018). 최근 정부는 국방과학연구소, 국방기술진흥연구소 등 국방 분야 출연기관과 과학기술 분야 출연기관 간 업무협약을 추진하는 등 국방 기술과 과학기술 간 실질적인 융합을 위해 노력하고 있다.

국방 기술은 국가 안보와 밀접한 관련이 있다. 국방관련 특허는 특성 상 일반인에게 공개될 경우 국가 안보에 위협이 될 수 있으므로 이를 방지하기 위해 정부는 국방관련 특허출원의 비밀취급 제도를 운영하고 있다. 정부는 「특허법 제41조», 「특허법 시행령 제11조」에 의거하여 국방상 비밀로 분류하여 취급할 필요가 있는 특허출원을 관리하고 있다. 「특허청훈령(제822호, 2015. 7. 25., 일부개정)」에서는 ‘국방관련 특허출원의 분류기준(이하 분류기준)’을 국제특허분류(International Patent Classification : 이하 IPC)와 선진특허분류(Cooperative Patent Classification : CPC)에 기반하여 규정하고 있다. 정부의 국방관련 특허출원의 비밀취급 제도에도 불구하고, 출원인이 고의로 국방관련 출원으로 제출하지 않거나 분류기준에 해당하지 않아 국가 안보와 관련된 특허가 공개될 가능성이 존재함에 따라 분류기준을 시의 적절하게 개정할 필요성이 있다. 국방관련 특허출원의 비밀취급 제도와 관련된 선행연구를 살펴보면, 국방 지식재산권의 창출이나 특허권 귀속에 관한 연구(Park and Lee, 2013; Han and Kwon, 2017)가 추진된 바 있으나, 분류기준 개정에 관한 연구는 아직 추진된 바 없다.

본 연구는 정부가 관리하고 있는 분류기준에 해당하는 국방 기술이 다른 기술과 어떻게 융합되고 있는지를 데이터 마이닝 기법을 활용하여 체계적으로 분석함으로써 분류기준 개정의 필요성을 확인하고 분류기준 개정 시 후보군 도출 방법을 제안하고자 하였다. 이를 위해 2009년부터 2020년까지 출원 및 등록된 분류기준에 해당하는 특허를 대상으로 그간 융합연구에 주로 활용되어 온 사회연결망 분석(Social Network Analysis : 이하 SNA)과 연관규칙 분석(Association Rule Analysis) 기법을 이용하여 국방 기술의 융합 구조, 융합 패턴, 중심기술 등 전반적인 융합 현상을 분석하였다. 본 연구는 제2장에서 이론적 배경에 대해 고찰하고, 제3장에서 연구 방법에 대해 논의하였다. 제4장에서 분석 결과를 제시하고, 제5장에서 분석에 대한 결론, 연구의 의의 및 한계점에 대해 논의하였다.

2. 이론적 배경

2.1 국방관련 특허출원의 분류기준

특허청은 국방상 비밀로 분류하여 취급할 필요가 있는지 여부를 조회하기 위한 기준으로 국방관련 IPC를 규정하고 있다. 국방관련 IPC는 서브클래스를 기준으로 12개 IPC로 구성되어 있으며, 잠수함, 미사일, 장갑차 등 기계 관련 분류와 폭약, 기폭장치 등 화공 관련 분류 등이 이에 해당한다. 국방관련 IPC를 main group을 기준으로 살펴보면 Table 1과 같다. 분류기준은 2005년 제정된 이래 현실여건의 변화 등을 검토하여 2009년 2회, 2012년 1회, 2015년 1회 등 총 4회에 걸쳐 개정이 이루어졌다. 특히 2015년에는 급속한 기술발전 등 환경변화에 대응하기 위해 분류기준의 타당성 검토 기한을 2016년 1월 1일을 기준으로 매3년이 되는 시점으로 규정하였으나, 아직까지 개정이 진행되지는 않고 있어 개선이 필요하다.

Table 1. Defense Related IPC

sub class	main group
B63G	001, 003, 005, 006, 007, 008, 009, 011, 013
B64D	001, 007, 039, 045
C06B	021, 023, 025, 027, 029, 031, 033, 035, 037, 039, 041, 043, 045, 047, 049
C06C	005, 007, 009, 015
C06D	003, 005, 007
F41A	001, 003, 005, 007, 009, 011, 013, 015, 017, 019, 021, 023, 025, 027, 029, 031, 033, 035
F41C	003, 007, 009, 023, 027
F41F	001, 003, 005, 007
F41G	001, 003, 005, 007, 009, 011
F41H	003, 005, 007, 009, 011
F42B	001, 003, 004, 005, 006, 007, 008, 010, 012, 014, 015, 017, 019, 021, 022, 023, 025, 027, 029, 030, 033, 035, 039
F42C	001, 003, 005, 007, 009, 011, 013, 014, 015, 017, 019, 021

2.2 선행연구

데이터를 기반으로 한 국방 기술 동향 연구는 특허 정보(Choi, 2013; Son, 2018; Son et al., 2020; Kim and Cho, 2021), R&D 정보 및 관련 기사 정보를 활용한 연구(Park et al., 2019; Jeon et al., 2020)가 대표적이며, SNA, 연관규칙 분석, 토픽모델링, 군집분석 등 다양한 데이터마이닝 기법이 활용되어 왔다. Choi(2013)는 장갑기술 분야 미국 특허의 초록 및 청구항을 기초로 텍스트마이닝, 군집분석 등을 활용하여 선진국의 기술 동향을 시계열적으로 파악함으로써 새로운 기술의 탐색 방법을 모색하고자 하였다. Son(2018)은 화력 분야의 방위산업체에서 보유한 특허를 대상으로 연관규칙 분석을 활용하여 국방 기술의 특성과 공백기술을 파악하기 위한 방법을 제안하였다. Park et al.(2019)는 국방기술품질원 보유 DB를 활용하여 국방 분야 중소벤처기업의 기술 동향을 SNA 관점에서

분석함으로써 국방 강소벤처 기업의 R&D 동향을 확인하였다. Jeon et al.(2020)는 해외 국방 뉴스 정보를 기초로 텍스트마이닝과 토픽모델링을 활용하여 장갑전투차량에 관한 기술 동향을 분석함으로써 국방 기술 동향 분석의 체계 수립에 기여하고자 하였다. Son et al.(2020)는 국방관련 IPC를 활용하여 확보한 국방 특허를 대상으로 데이터마이닝 기법을 활용하여 향후 군 역량 확보를 위해 필요한 분야를 탐색하기 위한 방법을 제안하였다. Kim and Cho(2021)는 국방과학연구소 보유 특허를 대상으로 SNA와 연관규칙 분석을 활용하여 국방 기술 동향을 융합 관점에서 종합적으로 분석함으로써 첨단 국방과학기술 발전을 위한 정책적 방향성 수립에 기여하고자 하였다.

앞서 살펴본 바와 같이 국방 분야에서는 장갑, 화력, 장갑전투차량 등 특정 분야나 국방 강소기업, 국방 분야 연구소 등 특정 집단을 대상으로 체계적인 분석 방법론에 기초한 다양한 기술 동향 연구가 추진되었으나, 법, 제도 등의 개정을 위한 증거기반 정책(Evidence-Based Policy : EBP) 수립 목적의 기술 동향 연구는 부족하였다.

2.3 사회연결망 분석

SNA는 개체들 간의 관계 속에서 나타나는 연계적인 속성(relational property)을 해석하는 방법론적인 틀이다 (Scott, 1988; Hanneman and Riddle, 2005). SNA는 사람, 그룹, 조직 등의 관계를 분석하는데 주로 활용되어 왔으나, 최근에는 적용 분야가 더욱 다양화되고 있다. SNA에서 연결망은 노드와 링크로 구성되며, 노드와 링크를 어떻게 정의하느냐에 따라 연구 결과 및 방향성은 달라질 수 있다. SNA에서 노드는 논문, 특허, 과제 등의 데이터를 기초로 연구자, 출원인, 출원국가, 기술분류 등의 형태로 정의될 수 있다. 반면 링크는 노드 간 관계를 나타내며 공동 집필, 인용 관계, 동시 분류(co-classification) 등의 형태로 동시 발생(co-occurrence)을 기초로 정의될 수 있다(White and McCain, 1997). SNA를 활용한 연구는 정의된 노드와 링크의 형태에 따라 다양한 분야에서 활용 가능하다. 최근에는 특허 정보를 기초로 국가 R&D 부문(Park et al., 2012), 공공 R&D 부문(Kim and Cho, 2020) 등 과학기술 분야뿐만 아니라 인문사회 분야(Yang and Heo, 2017)의 융합 연구에도 활용되었다.

2.4 연관규칙 분석

연관규칙 분석은 대량의 데이터로부터 자주 발생하는 패턴을 발견하여 의미 있는 연관성을 도출하기 위해 사용되는 방법으로 Agrawal et al.(1993)가 제시하였다(Zhao and Bhowmick, 2003). 연관규칙 분석은 두 가지 아이템의 발생 빈도와 동시발생 확률을 이용하여 아이템 간 연관성을 분석한다(Suh, 2017). 연관규칙 분석에서 연관성을 판단하는 지표로는 지지도(support), 신뢰도(confidence), 향상도(lift) 지표가 있다. 지지도는 아이템을 X와 Y라고 했을 때 X와 Y가 동시에 발생할 확률을 의미하며, 신뢰도는 X가 발생했을 때 Y가 발생할 조건부 확률을 의미한다. 향상도는 X와 Y의 신뢰도를 Y로 나누어 산출한다(Jang et al., 2016). 연관규칙 분석은 동시 발생을 기초로 하고 있어 융합 연구에서도 많이 활용되고 있다. 최근에는 재난안전 분야(Suh, 2017), 국방 분야(Son, 2018 ; Kim and Cho, 2021), ICT 분야(Shim, 2019), 해양수산 분야(Hwang and Chun, 2020)의 융합 연구에서 활용된 바 있다.

3. 연구 방법

3.1 연구의 프레임워크

본 연구는 국방 기술이 급속한 기술발전 속에서 첨단기술 또는 타 분야 기술과 어떻게 융합되고 있는지를 분석함

으로써 분류기준 개정의 방향성을 도출하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 특허분석 서비스인 윈텔립스(WIPS, 2021) DB를 활용하여 국방관련 IPC에 해당하는 특허를 수집하고, IPC가 동시 발생한 특허, 즉 융합기술 특허를 선별하여 분석 대상 DB를 구축하였다. 융합 현상을 분석하기 위해 SNA와 연관규칙 분석을 활용하여 연결망 관점에서 국방 기술의 융합 구조, 융합 패턴, 중심기술을 분석하였다. 본 연구의 전체적인 프레임워크는 Figure 1과 같다.

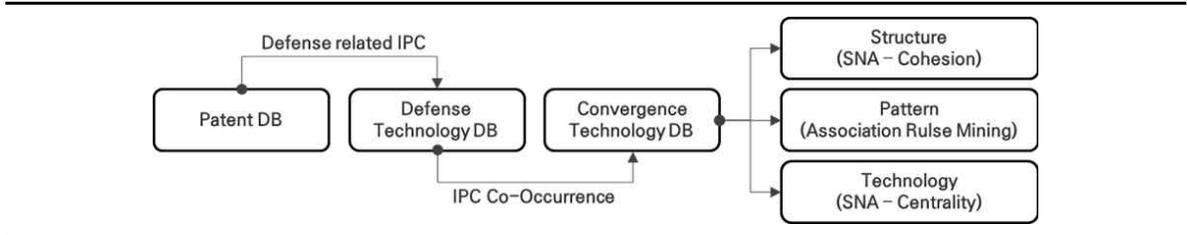


Figure 1. Research Framework

3.2 융합기술의 정의 및 유형

일반적으로 특허의 IPC를 활용한 융합 연구에서는 연구 목적에 따라 융합기술을 서로 다르게 정의하고 있다. IPC를 활용한 선행연구를 살펴보면 IPC 4자리, 즉 서브클래스를 기준으로 융합기술로 정의하는 연구가 대부분이나, 본 연구는 국방관련 IPC로 범위가 한정됨에 따라 IPC 7자리를 기준으로 2개 이상의 IPC를 가진 특허를 융합기술로 정의하였다. 연결망 구축을 위해 하나의 특허에 부여된 IPC를 노드, 하나의 특허에 부여된 IPC가 동시 발생하는 것을 링크로 정의하였다.

선행연구에서는 노드 간 거리가 짧을수록 기술 간 근접성이 높아져 융합 연구의 흐름 및 확산이 밀접하게 발생하는 것으로 해석(Yang and Heo, 2017)된 바 있으며, 노드 간 거리가 긴 경우 많은 단계를 거치기 때문에 시간과 비용이 많이 소요된다고 해석(Park and Kim, 2017; Kim and Cho, 2021)된 바 있다. 본 연구에서는 노드 간 ‘거리’에 초점을 두고 노드 간 거리가 짧을수록 융합의 강도가 높은 것으로 정의하였다. 융합기술은 산업, 학문 간의 결합이며 동종 분야와 이종 분야의 기술이 결합하는 개념을 포괄하고 있다(Association of Ministries, 2008). 본 연구에서는 융합의 유형을 IPC 자리 수를 기준으로 구분하였다. IPC 4자리가 같은 경우, 동종기술 융합, IPC 3자리가 같은 경우, 동종분야 융합, IPC가 동일하지 않은 경우 이종기술 융합으로 정의하였으며, 융합의 유형은 Table 2와 같다.

Table 2. Type of Convergence

-	section	class	sub class
Convergence of the same technology	same	same	same
Convergence of the same field	same	same	not same
Convergence of heterogeneous technology	not same	not same	not same

3.3 분석 데이터

분석 데이터를 확보하기 위해 2009년부터 2020년까지 총 12년 동안 출원 및 등록된 특허 중 Main IPC가 국방관련 IPC에 해당하는 모든 특허를 수집하였다. 특허의 출원인이 국방 관련 정부기관 및 연구소인 경우 공공 부문으로

정의하였으며, 출원인이 기업, 대학, 정부기관 및 연구소인 경우 민간 부문으로 정의하였다. 출원인 유형이 ‘개인’으로 분류되는 특허는 분석 대상에서 제외하였다. 또한 시계열 분석을 위해 전체 분석 기간을 일반적인 국가 R&D 수행 주기인 3년 단위로 구분하였다. 본 연구의 분석 데이터는 총 1,952건이며, 공공 부문과 민간 부문 데이터는 각각 543건, 1,409건이다.

3.4 분석 모형

본 연구에서는 2개의 사분면 모형을 활용하여 분석하였다. 첫 번째 모형은 연결망 관점에서 융합 구조를 분석하기 위한 ‘중심화(centralization)-평균 경로거리(average distance) 사분면’ 모형이다. 중심화는 연결망의 구조가 얼마나 중앙에 집중되어 있는지를 측정하는 지표이다. 연결망이 중앙 집중형(centralized) 구조일 경우, 연결망의 중심에 있는 기술 중심으로 융합이 나타나고, 파편화된(fragmented) 구조일 경우, 연결망의 중심에 있는 기술에 쏠림 현상(tipping effect) 없이 다양한 융합이 나타난다고 해석(Kim and Cho, 2020)된 바 있다. 평균 경로거리는 노드 간 연결 시 소요되는 시간과 비용으로 볼 수 있으며(Park and Kim, 2017), 이에 따라 특허 연결망에서 노드 간 평균 경로거리가 짧을수록 기술 융합이 용이하다고 해석(Kim and Cho, 2021)된 바 있다. 예를 들어 1사분면에 위치한다는 것은 평균 경로거리가 길고, 쏠림 현상이 나타나는 구조이므로 기술 간 융합이 용이하지 않은 중앙 집중식 구조인 것으로 해석할 수 있으며, 3사분면에 위치한다는 것은 평균 경로거리가 짧고, 파편화되어 있는 구조이므로 기술 간 융합이 용이한 기술 간 특수성이 확보되는 구조인 것으로 해석할 수 있다.

두 번째 모형은 노드 관점에서 융합이 활발하게 일어나는 중심기술을 분석하기 위한 ‘근접 중심성(closeness degree)-매개 중심성(betweenness degree) 사분면’ 모형이다. 근접 중심성은 거리를 토대로 하는 지표로서, 근접 중심성이 높다는 것은 정보, 영향력 등에 대한 확보나 전파가 용이하다고 해석된 다 있다(Son, 2013). 매개 중심성은 연결망 내에서 매개자 혹은 중재자 역할의 정도를 보여주는 지표로서, 정보 교류에 대한 통제 능력으로 표현되기도 한다(Son, 2013). 즉, 매개 중심성이 높다는 것은 정보 교류 과정에서 높은 통제력을 가진 것으로 해석될 수 있다. 예를 들어 1사분면에 위치한 노드는 정보의 확산시키거나 통제가 용이한 노드이므로 융합 연결망 내에서 중심기술이라고 해석할 수 있으며, 3사분면에 위치한 노드는 정보를 확산시키거나 통제가 용이하지 않은 노드이므로 융합 연결망 내에서 중심기술에 해당하지 않은 것으로 해석할 수 있다. 각 모형의 사분면에 대한 의미는 Figure 2에 정리하였다.

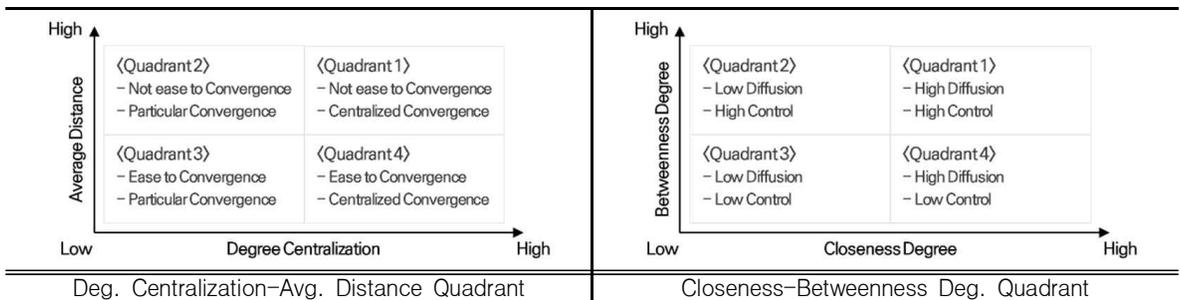


Figure 2. Analysis Model

3.5 유사도 분석 기준

앞서 근접 중심성-매개 중심성 사분면 모형의 1사분면에 위치한 기술, 즉 중심기술은 급속한 기술발전에 따라 기

술 간 융합이 활발하게 일어나는 기술로 해석할 수 있다. 따라서 중심기술 중 비(非)국방 기술로 분류된 기술이 국방 관련 IPC와 유사도가 높게 나타난다면 추후 모니터링이 필요한 IPC로 간주할 수 있다. 국방관련 IPC와 유사도는 IPC 자리수를 기준으로 4단계로 구분하였으며, 유사도 기준은 Table 3과 같다.

Table 3. Index of Similarity Analysis

-	Very Low	Low	High	Very High
section	not same	same	same	same
class	not same	not same	same	same
sub class	not same	not same	not same	same

4. 분석 결과

4.1 융합 구조 분석

국방 기술 연결망의 융합 구조를 정태적·동태적으로 분석하기 위해 공공 부문과 민간 부문으로 구분하여 SNA의 중심화, 밀도(density), 평균 경로거리 지표 값을 분석 구간별로 산출하였다. 정태적 분석 결과는 Table 4와 같다.

정태적 관점에서 살펴보면, 공공 부문의 중심화 값이 민간 부문 대비 24.7% 낮게 나타나 기술의 특수성이 확보되는 구조인 것을 알 수 있으며, 밀도 값은 민간 부문 대비 46.7% 높게 나타나 결속력이 높은 구조인 것을 알 수 있다. 평균 경로거리 값은 민간 부문 대비 9.3% 높게 나타나 기술 간 융합이 다소 용이하지 않은 것을 알 수 있다.

Table 4. Result of Static Structure Analysis

-	Public Sector	Private Sector	Difference	Variation Rate
Degree Centralization	0.174	0.231	-0.057	-24.7%
Density	0.022	0.015	0.007	46.7%
Average Distance	3.334	3.050	0.284	9.3%

동태적 분석 결과는 Table 5와 같다. 동태적 분석 결과를 바탕으로 중심화-평균 경로거리 사분면을 활용하여 융합 구조의 동태적 변화를 분석한 결과는 Figure 3와 같다.

Table 5. Result of Dynamic Structure Analysis

-		P1	P2	P3	P4
Degree Centralization	Public Sector	0.161	0.160	0.161	0.182
	Private Sector	0.149	0.170	0.162	0.166
Density	Public Sector	0.084	0.089	0.056	0.075
	Private Sector	0.058	0.055	0.049	0.052
Average Distance	Public Sector	2.384	2.543	2.636	2.611
	Private Sector	2.549	2.542	2.559	2.491

공공 부문은 2사분면에서 3사분면을 지나 1사분면으로 이동한 것을 볼 수 있다. 이는 기술의 특수성이 확보되는 구조에서 점차 중앙 집중적 융합 구조로 변화함을 의미한다. 민간 부문은 공공 부문과 같은 2사분면에서 1사분면을 지나 4사분면으로 이동한 것을 볼 수 있다. 이는 기술의 특수성이 확보되는 구조에서 점차 중앙 집중적 융합 구조로 변화하였으며, 더불어 융합이 용이한 구조로 변화했음을 의미한다.

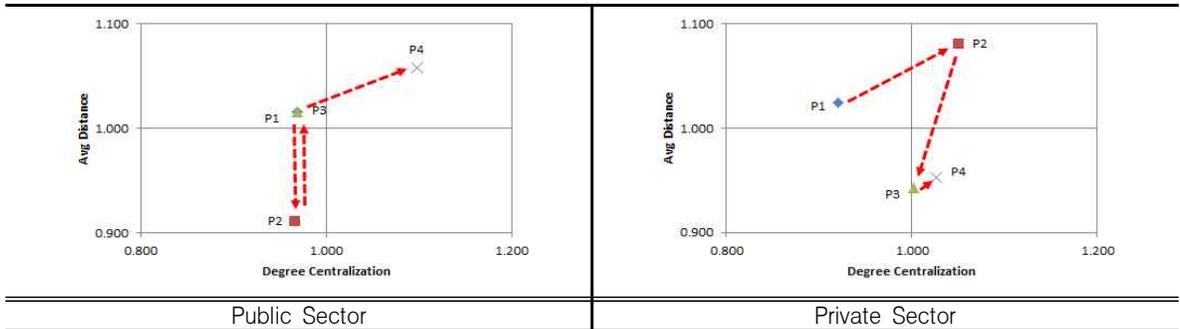


Figure 3. Result of Deg. Centralization–Avg. Distance Quadrant

4.2 융합 패턴 분석

국방 기술 연결망의 융합 패턴을 분석하기 위해 공공 부문과 민간 부문으로 구분하여 연관규칙을 생성하고 지지도, 신뢰도, 향상도 지표 값을 산출하였다. 지지도 및 신뢰도 상위 20개 규칙을 대상으로 생성된 연관규칙을 통해 융합 패턴의 유형을 확인하였으며, 분석 결과는 Table 6와 같다. 공공 부문과 민간 부문 모두 동종기술 및 분야 융합이 85%를 차지하며 이종기술 융합은 15%를 차지하는 경향을 보였다. 민간 부문은 동종분야 융합 비중이 높은 반면 공공 부문은 동종기술 융합 비중이 큰 것으로 나타났는데 이는 민간 부문이 상대적으로 넓은 범위에서의 융합이 나타나는 것으로 해석할 수 있다. 반면 공공 부문에서 상대적으로 좁은 범위의 융합이 나타난 것은 기술 및 제품의 개량이나 개조 등을 위한 기술개발이 공공 부문을 중심으로 나타나는 것에 기인하는 것으로 해석할 수 있다.

Table 6. Result of Type Analysis

	Public Sector		Private Sector	
	Num.	%	Num.	%
Convergence of the same technology	8	40%	3	15%
Convergence of the same field	9	45%	14	70%
Convergence of heterogeneous technology	3	15%	3	15%

연관규칙을 X→Y로 표현할 때, 지지도는 같지만 신뢰도가 다른 패턴의 경우, 신뢰도가 높은 패턴의 X를 선행기술로 해석할 수 있으며, Table 7에 굵은 글씨로 표기하였다. 공공 부문의 {B64G-001→F42B-015}, {F41F-001→F41F-003}, {F41G-009→F42B-015} 패턴과 민간 부문의 {F41F-003→F42B-015} 패턴이 선후행관계가 없는 패턴으로 나타났으며, Table 7에 회색 음영으로 표기하였다. 이는 우주비행(B64G), 미사일 발사 장치(F41F), 탄약(F42B)의 기술개발 시 관련 하위기술이 새롭게 적용되고, 서로 융합되고 있으므로 해석할 수 있다. 공공 부문과 민간 부문의 20개 패턴 중 9개 패턴이 공통적인 패턴으로 나타났으며, Table 6에서 밑줄로 표기하였다. 특히 미사일 방향 제어 시스템(F41G-007), 미사일 제어 시스템(F41G-009), 자가 추진 미사일(F42B-015) 관련 기술은 공통적

인 패턴이면서, 선후행관계가 없는 패턴으로 나타났는데 이는 국방 분야를 대표하는 융합 패턴으로 해석할 수 있다.

Table 7. Results of Association Analysis

Public Sector						Private Sector					
no	Rules(X→Y)		S	C	L	no	Rules(X→Y)		S	C	L
1	B64G-001	F42B-015	0.020	1.000	4.85	1	<i>B64D-001</i>	B64C-039	0.020	0.635	13.77
2	<i>B64C-003</i>	F42B-010	0.033	1.000	7.14	2	B64C-039	B64D-001	0.020	0.444	13.77
3	F42B-010	B64C-003	0.033	0.237	7.14	3	<i>F41A-033</i>	<u>F41G-003</u>	0.026	0.699	7.88
4	F41F-001	F41F-003	0.029	0.762	5.24	4	<u>F41G-003</u>	<u>F41A-033</u>	0.026	0.295	7.88
5	<i>F41A-033</i>	<u>F41G-003</u>	0.020	0.550	7.47	5	<i>B64D-045</i>	B64C-039	0.020	0.488	10.58
6	<u>F41G-003</u>	<u>F41A-033</u>	0.020	0.275	7.47	6	B64C-039	B64D-045	0.020	0.444	10.58
7	<i>F41H-013</i>	F41H-011	0.022	0.545	7.22	7	<i>F41G-009</i>	F41G-007	0.038	0.615	6.32
8	F41H-011	F41H-013	0.022	0.293	7.22	8	F41G-007	F41G-009	0.038	0.395	6.32
9	<i>C06B-045</i>	C06B-025	0.020	0.478	9.62	9	<i>F41G-009</i>	F42B-015	0.042	0.672	4.82
10	C06B-025	C06B-045	0.020	0.407	9.62	10	F42B-015	F41G-009	0.042	0.301	4.82
11	<i>F41G-009</i>	F41G-007	0.048	0.634	5.38	11	<i>F42B-010</i>	<u>F42B-015</u>	0.032	0.371	2.66
12	F41G-007	F41G-009	0.048	0.406	5.38	12	<u>F42B-015</u>	<u>F42B-010</u>	0.032	0.228	2.66
13	F41G-009	F42B-015	0.046	0.610	2.96	13	<i>B63G-008</i>	F41F-003	0.025	0.241	2.20
14	<i>F41G-007</i>	<u>F42B-015</u>	0.076	0.641	3.11	14	F41F-003	B63G-008	0.025	0.229	2.20
15	<u>F42B-015</u>	<u>F41G-007</u>	0.076	0.366	3.11	15	F41F-003	F42B-015	0.023	0.210	1.51
16	<i>F42B-010</i>	<u>F42B-015</u>	0.064	0.461	2.23	16	<i>F41G-007</i>	<u>F42B-015</u>	0.064	0.653	4.68
17	<u>F42B-015</u>	<u>F42B-010</u>	0.064	0.313	2.23	17	<u>F42B-015</u>	<u>F41G-007</u>	0.064	0.456	4.68
18	<u>F41G-007</u> <u>F41G-009</u>	<u>F42B-015</u>	0.033	0.692	3.36	18	<u>F41G-007</u> , <u>F41G-009</u>	<u>F42B-015</u>	0.029	0.747	5.36
19	<u>F41G-009</u> <u>F42B-015</u>	<u>F41G-007</u>	0.033	0.720	6.11	19	<u>F41G-009</u> , <u>F42B-015</u>	<u>F41G-007</u>	0.029	0.683	7.02
20	<u>F41G-007</u> <u>F42B-015</u>	<u>F41G-009</u>	0.033	0.439	5.81	20	<u>F41G-007</u> , <u>F42B-015</u>	<u>F41G-009</u>	0.029	0.452	7.23

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

4.3 중심기술 분석

국방 기술 연결망의 중심기술을 분석하기 위해 공공 부문과 민간 부문으로 구분하여 SNA의 근접 중심성과 매개 중심성 지표 값을 산출하였다. 근접 중심성과 매개 중심성 지표를 기초로 사분면을 구성하여 1사분면에 위치한 노드, 즉 융합이 활발하게 일어나는 중심기술을 도출하였다. 중심기술은 국방관련 IPC를 기준으로 국방 기술과 비국방 기술로 구분하였으며, 분석 결과는 Table 8과 같다. 앞서 Main IPC가 국방관련 IPC인 경우 국방 기술로 정의하였다.

공공 부문은 전체 278개 기술 중 46개(16.5%) 기술이 중심기술로 도출되었으며, 민간 부문은 전체 535개 기술 중 68개(12.7%) 기술이 중심기술로 도출되어 전체기술 대비 중심기술의 비중은 공공 부문이 다소 높게 나타났다. 중심기술을 국방 기술과 비국방 기술로 구분하여 살펴보면, 공공 부문의 경우 전체 중심기술 중 8.7%(46개 중 4개)만이 비국방 기술로 나타났으나, 민간 부문의 경우 전체 기술 중 32.4%(68개 중 22개)가 비국방 기술로 나타났는데, 이는 민간 부문에서 개발된 국방 기술이 타 분야 기술과 활발하게 융합되고 있음을 의미한다. 이 결과는 앞서 민간

부문이 상대적으로 기술 간 융합이 용이한 구조로 분석된 결과를 뒷받침해주는 것으로 해석할 수 있다.

Table 8. Result of Closeness–Betweenness Deg. Quadrant

-	Public Sector						Private Sector					
	Defense		not Defense		Total		Defense		not Defense		Total	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Q1	42	47.2%	4	2.1%	46	16.5%	46	47.4%	22	5.0%	68	12.7%
Q2	5	5.6%	1	0.5%	6	2.2%	-	0.0%	1	0.2%	1	0.2%
Q3	21	23.6%	120	63.5%	141	50.7%	22	22.7%	231	52.7%	253	47.3%
Q4	21	23.6%	64	33.9%	85	30.6%	29	29.9%	184	42.0%	213	39.8%
Total	89	100%	189	100%	278	100%	97	100%	438	100%	535	100%
%	32.0%	-	68.0%	-	100%	-	18.1%	-	81.9%	-	100%	-

4.4 국방관련 IPC 개정 후보군

국방관련 IPC 개정 후보군을 도출하기 위해 비국방 분야 중심기술과 기존 국방관련 IPC 간 유사도를 분석하였으며, 분석 결과는 Table 9와 같다. 중심기술은 급속한 기술발전에 따라 기술 간 융합이 활발하게 일어나는 기술을 의미하는데, 비국방 분야에 해당하는 중심기술이 기존 국방관련 IPC와 유사도가 높게 나타난다면 분류기준 개정 시 새롭게 편입시켜 지속적인 모니터링이 필요한 국방 기술로 간주할 수 있다. 분석 결과, 급속한 기술발전에 따라 기술 간 융합이 활발하게 일어나는 기술, 즉 비국방 중심기술은 25개 기술로 나타났다. 이 중 유사도가 매우 높거나 높은 기술 9개와 유사도가 매우 낮거나 낮은 기술은 16개로 분석되었다. Table 9에서 음영으로 표시된 유사도가 높게 나타난 9개 중심기술은 기존 국방관련 IPC와 3자리 이상이 동일하기 때문에 국방 기술로 간주할 수 있다. 따라서 분류기준 개정 시 우선적으로 편입시켜 지속적인 모니터링이 필요한 기술인 국방관련 IPC 개정 후보군으로 해석할 수 있다.

Table 9. Result of Similarity Analysis

no	sector	IPC7	similarity	no	sector	IPC7	similarity
1	Private	B64D-043	Very High	14	Private	C01B-013	Low
2	Private	B64D-047	Very High	15	Private	F02K-009	Low
3	Private	F41H-001	Very High	16	Public	G01B-007	Very Low
4	Private/Public	F41H-013	Very High	17	Private	G01S-007	Very Low
5	Public	F42B-099	Very High	18	Public	G01S-013	Very Low
6	Private	B63B-003	High	19	Private	G02B-023	Very Low
7	Private	B64C-027	High	20	Private	G05D-001	Very Low
8	Private	B64C-039	High	21	Private	G08C-017	Very Low
9	Private	F41J-005	High	22	Private	G09B-009	Very Low
10	Private	B23P-019	Low	23	Private	H01F-007	Very Low
11	Private	B25J-013	Low	24	Private	H04N-005	Very Low
12	Private	B29L-031	Low	25	Private	H05B-003	Very Low
13	Private	B60R-021	Low	-	-	-	-

5. 결 론

본 연구에서는 정부가 관리하는 국방관련 분류기술을 평가하고 기술변화에 따른 분류기준 개선을 위해 SNA와 연관규칙 분석 기법을 활용하여 국방 기술의 융합 구조, 융합 패턴, 중심기술 등 전반적인 융합 현상을 분석하였다. 연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

융합 구조의 정태적 분석 결과를 통해 공공 부문은 민간 부문보다 기술의 특수성이 확보되는 구조이며, 기술 간 결속력이 높은 구조인 것을 확인하였다. 반면 민간 부문보다 기술 간 융합은 다소 용이하지 않은 구조임을 확인할 수 있었다. 중심화-평균 경로거리 사분면을 활용한 융합구조의 동태적 분석 결과를 통해서는 공공 부문과 민간 부문 모두 점차 중앙 집중적 융합 구조로 변화하는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 민간 부문이 시간이 흐름에 따라 융합이 용이한 구조로 변화하고 있음을 확인하였다. 융합 패턴의 유형 분석을 통해 민간 부문이 상대적으로 넓은 범위에서 융합이 일어나고 있음을 확인하였으며, 공공 부문은 기술 및 제품의 개량이나 개조 등을 위한 기술개발을 추진함에 따라 상대적으로 좁은 범위의 융합이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 융합 패턴 분석을 통해 우주비행(B64G), 미사일 발사 장치(F41F), 탄약(F42B)의 기술개발 시 하위기술이 새롭게 적용되고, 서로 활발하게 융합이 일어나고 있는 것은 확인할 수 있다. 또한 미사일 방향 제어 시스템(F41G-007), 미사일 제어 시스템(F41G-009), 자가 추진 미사일(F42B-015) 관련 기술이 공공 부문과 민간 부문에서 공통적으로 나타나고 있음을 확인하였다. 근접-매개 중심성 사분면을 활용한 중심기술 분석을 통해 융합이 활발하게 일어나는 중심기술 비중이 민간 부문보다 공공 부문에서 높게 나타나고 있음을 확인하였다. 중심기술을 국방 기술과 비국방 기술로 구분하여 살펴본 결과, 민간 부문의 국방 기술이 타 분야 기술과 활발하게 융합되고 있음을 확인하였다. 근접-매개 중심성 사분면을 통해 급속한 기술발전에 따라 기술 간 융합이 활발하게 일어나는 비국방 중심기술 25개를 도출하였으며, 국방관련 IPC와 도출된 비국방 중심기술 간 유사도 분석을 통해 분류기준 개정 시 우선적으로 검토해야할 9개의 국방관련 IPC 개정 후보군을 도출하였다.

본 연구를 위해 정부가 관리하고 있는 분류기준을 활용하여 국방 기술 특허를 확보하였다. 확보된 데이터를 기초로 국방 기술의 융합 구조를 분석하여 국방관련 IPC 개정의 필요성을 확인하고, 융합 패턴 분석 및 중심기술을 분석하여 공공 부문과 민간 부문 국방 기술의 융합 현상을 확인하였다. 또한 분석 결과를 토대로 국방관련 IPC 개정 후보군을 도출하기 위한 방법을 제안했다는 점에서 의의가 있으나, 다음과 같은 한계점을 갖는다. 첫째, 분석 결과를 통해 국방 기술이 타 분야 기술과 어떻게 융합되고 있는지를 파악할 수 있었으나, 공개된 국방 기술 특허를 분석 대상으로 함에 따라 공개되지 않은 국방 기술 특허, 즉 국가 안보와 밀접한 관련이 있는 특허를 포함하지 못 하였다. 둘째, 현장에 적용하기 위해 개발된 국방 기술을 분석하기 위해 산학연에서 출원한 특허를 분석 대상을 한정함에 따라 산학연에 소속된 개인이 출원한 특허를 포함하지 못 하였다. 셋째, SNA와 연관규칙 분석 등 대표적인 데이터마이닝 기법을 활용하여 객관적인 분석 결과를 도출하였으나, 적용된 방법이나 분석 과정 상 국방 분야의 특성을 고려하지 못 하였다. 따라서 추후 연구에서는 분석 과정 상 전문가 의견 수렴 및 분석 결과에 대한 전문가 검토 등의 단계를 포함하여 국방 분야 특성을 고려한다면 국방 분야의 특수성이 반영된 보다 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것이다.

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. "Basic Plan for National Convergence Technology Development ('09~13) (proposal)."
- Cho, Kyoungshik, and Shin, Seonwan. 2019. The Quality Performance Management of CMMI in the Era of Industry 4.0. *Korean Society for Quality Management* 47(1):17–32.
- 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, Gwangsook. 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.
- Ha, Taejung. 2017. National Defense R&D needs innovation. *Science & Technology Policy* 2017(11):18–23.
- Han, Seongho, and Kwon, Taebok. 2017. Common Study of National Defence Related Technology and Patent Right Belongingness. *Inha Law Review : The Institute of Legal Studies Inha University* 20(2):159–186.
- 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.
- Jang, Youngjae, Kim, Hyunjoong, and Cho, Hyungjoon. 2016. *Data Mining*. KNOUPRESS.
- Jeon, Gowoon, Kang, Inwon, and Jeon, 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.
- 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, Kyungsoo and Cho, Namwook. 2021. A Study on Networks of Defense Science and Technology using Patent Mining. *Korean Society for Quality Management* 49(1):97–112.
- Kim, Munyeon and Kim Seil. 2021. A Study on Implementation and Improvement of Defense R&D Information Sharing System. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society* 22(9):183–189.
- Lee, Eunji and Cho, Chulho. 2021. Analysis of Smart Factory Research Trends Based on Big Data Analysis. *Korean Society for Quality Management* 49(4):551–567.
- Ministry of National Defense. 2019. 2019~2033 Defense Science and Technology Promotion Policy Statement.
- Ministry of Science and ICT. 2021. Direction and standard for national R&D investment in 2022 (draft).
- National Science and Technology Council. 2018. The 2nd Basic Plan for Civil-Military Technology Cooperation Project(draft).
- 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.

- Park, Songgi and Lee, Sanghyub. 2013. A study on Creating and Using the National Defense Intellectual Property Rights : focused on the state-owned patent rights and research & development of non-lethal weapon systems by private companies. *The Journal of Intellectual Property* 8(4):35-68.
- Scott, J. 1988. Social network analysis. *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, Kim, Kangwon, and Lee, Younghun. 2020. A Study on the Analysis of Defense Science and Technology through the Analysis of Technology Information : patent analysis approach. *Journal of the Korean Society of Defense Management Analysis* 46(2):41-56.
- 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.
- WIPS. 2021. <https://www.wintelips.com/>
- Yang, Changhoon, and Heo, Jungeun. 2017. Research Networking in Convergence Relations : A Network Analytic Approach to Interdisciplinary Cooperation. *JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION* 17(12):49-63.
- 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>

현재 (주)웍스 기술평가센터 책임연구원으로 재직 중이다. 명지대학교 경영학과를 졸업하고, 서울과학기술대학교에서 정보산업공학 석사학위 및 산업정보시스템전공 박사학위를 취득하였다. 주요 관심분야는 R&D 효율성 분석, 사회연결망 분석 등이다.

조남욱 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 위험관리이다.