

사회연결망 분석을 이용한 국방 강소벤처 Tech-Fi Net 기술동향 분석

박재우*, 이일로, 권재욱, 변기식, 조성용
국방기술품질원 전투물자센터

Analysis Results in Technological Trends of Military Small Giant Venture Tech-Fi Net *via* Social Network Analysis

Jae Woo Park*, Il Ro Lee, Jae Wook Kwon, Kisik Byun, Sung-Yong Cho
Forces Support Systems Center, Defense Agency for Technology and Quality (DTaQ)

요약 본 연구에서는 국방기술정보통합서비스(Defense Technology information Service)에서 제공하는 「국방 강소벤처 Tech-Fi Net」에 등록된 데이터를 대상으로 사회연결망 분석을 통해 국방 강소벤처 기업에 대한 기술동향을 분석하고자 하였다. 「국방 강소벤처 Tech-Fi Net」은 국내 중소·벤처 기업의 우수한 기술을 국방분야에 적극적으로 활용하기 위하여 구축된 데이터베이스로서, 2019년 전반기까지 총 388개 업체에서 보유하고 있는 847개의 기술에 대한 정보가 수록되어 있다. 본 연구에서는, 847개의 기술을 대상으로 사회연결망 분석 방법론 중에서도 중심성 분석기법을 적용하여 기업 보유 기술을 기반으로 한 무기체계 및 국방기술분류 간 관계도를 분석하였다. 분석결과, 국내 중소·벤처 기업이 보유하고 있는 기술은 크게 "감시/정찰체계" 및 "지휘통제·통신체계"에 적용되는 "센서" 및 "정보통신" 기술과 "기동체계", "함정체계", "항공체계"에 적용되는 "구조/플랫폼" 기술인 것으로 파악되었다. 반면에 "화력체계"에 적용되는 "추진"과 "소재" 기술은 발전이 요구되며, "방호체계"에 있어서도 "센서" 및 "정보통신" 기술의 적용이 미흡한 것으로 식별되었다. 우리는 본 연구의 결과 및 방법론이 향후 중소·벤처 기업 기술 개발 시 방향성 제시를 위한 참고자료로서 활용되기를 기대한다.

Abstract Abstract The purpose of this research was to analyze technological trends of 「Military Small Giant Venture Tech-Fi Net」 from Defense Technology Information Service via social network analysis. 「Military Small Giant Venture Tech-Fi Net」, which was constituted for their fine technology for application to the military field, registered 847 technologies of 388 companies. In this research, we analyzed 847 technologies for the relations between "Military System" and "Military Technology Category" via centrality measurement, one of the social network analysis methods. The results indicate that the major technologies of domestic military small giant venture companies were "Sensor" and "ICT" for "C4I System" and "Surveillance and Reconnaissance System" and "Platform/Structure" for "Land System", "Aeronautical System" and "Naval Sea System". In contrast, we recognized inadequate technologies, such as "Propellant" and "Material" for "Missile and Ammunition system" and "Sensor" and "ICT" for "Defense System". We hope that our results and method will be conducive to the technological development of Small Giant Venture companies.

Keywords : DTiMS, Military Technology, Social Network Analysis, Tech-Fi Net, Weapon System

*Corresponding Author : Jae Woo Park(DTaQ)

email: nickjw@dtaq.re.kr

Received August 14, 2019

Accepted December 6, 2019

Revised September 9, 2019

Published December 31, 2019

1. 서론

현재 내수중심의 국내 방위산업은 수출 성장세 둔화 등의 한계에 부딪혀 방산업계에 대한 경영위기가 지속될 것으로 우려되고 있다. 따라서 이를 타개하기 위한 신성장 동력으로서 폐쇄적·내수 중심의 방위산업을 개방적·수출주도형 산업으로의 패러다임 전환이 강조되고 있으며[1], 정부에서는 “수출형 방위산업”으로의 전환을 위하여 중소·벤처 기업 육성으로 안정적인 수출 기반을 마련하고 방위산업 인프라 강화를 통해 양질의 일자리를 창출하기 위한 제도를 강화하고 있다[2].

지속가능한 방위산업의 성장은 국방 중소·벤처 기업의 기술혁신과 이로 인한 방위산업 경쟁력 확보로부터 출발하기 때문에, 국내 중소·벤처 기업의 우수한 기술을 국방 분야에 적극적으로 접목하고 활용하기 위한 기반 마련이 선행되어야 한다.

국방기술품질원에서는 방위사업법 제31조(국방과학기술정보의 관리)와 동법 제32조(국방기술품질원의 설립)을 근거로 하여 국방과학기술정보의 원활한 유통과 관리를 위하여 국방기술정보통합서비스(Defense Technology information Service, 이하 DTiMS)를 운영하고 있다[3]. 특히, 지난 2018년 11월 국내 중소·벤처 기업의 우수한 기술을 국방분야에 적극적으로 접목하고 활용하기 위한 기반 구축을 DTiMS에 설치/완료하였으며, 이를 『국방 강소벤처 Tech-Fi Net』이라 명명하였다[4].

2018년 11월부터 2019년 전반기 까지 『국방 강소벤처 Tech-Fi Net』 데이터베이스에는 총 388개 업체에서 보유하고 있는 847개의 기술에 대한 정보가 등록되어 있다. 구축된 데이터는 논문, 특허 및 기술명세서 등을 포함하며, 이는 국방연구개발사업의 수요자와 중소·벤처업체 간 상호 접근성을 높이기 위하여 2019년 11월에 서비스에 예정인 국방과학기술정보 민간공개 서비스와 절충교역 수출 우수모형 연구 등의 다양한 방면으로 활용될 예정이다.

사회연결망 분석에서 출발한 빅데이터 분석은 비정형의 데이터베이스에서 정보를 분석하여 그로부터 데이터의 가치를 추출하는 방법론으로서 최근 대두되고 있다[5]. 특히, 기존의 통계분석은 정량적(정형) 데이터 분석에 최적화 되어있지만, 빅데이터 분석은 문자로 표현되는 비정형 데이터 까지 분석이 가능하기에, 사회과학 영역뿐만 아니라 과학기술 분야에 있어서도 많은 결과물들을 도출하고 있다[6-8]. 특히, 과학기술 분야는 기술발전이

고도화됨에 따라서 관련 정보량이 폭발적으로 증가하므로, 기술동향 분석을 위한 빅데이터 분석 기법은 선택이 아닌 필수불가결한 요소이다. 따라서 과학기술 분야에서는 미래기술[9], 4차 산업혁명[10], 나노기술[11]등의 기술동향 분석 및 예측에 널리 활용되어져 왔다.

이에 본 연구에서는, 사회연결망 분석을 위한 방법론 중 중심성 분석을 이용하여 『국방 강소벤처 Tech-Fi Net』에 등록된 기술에 대한 무기체계 및 국방기술분류 간 관계도를 분석하였다. 이를 통해서 국방 강소벤처 기업이 보유하고 있는 기술에 대한 동향을 파악하고자 하였다.

2. 본론

2.1 연구방법

본 연구의 분석절차는 Fig. 1에서 나타냈듯이, 가장 먼저 Tech-Fi Net에서 데이터를 추출(마이닝)하였다. 마이닝 시에서는 엑셀의 매크로 기능을 활용하여 비정형 데이터에 대한 처리를 용이하게 하였다.

추출된 데이터는 일련의 처리과정을 거쳤는데, 기존의 통계방식과 사회연결망분석을 병행하여 실시하였다. 기존의 통계분석 방식은 출현빈도를 이용하였으며 이는 개별 기술요소에 대한 양적인 속성을 확인 하는데 활용하였다. 사회연결망 분석법은 추출된 데이터 가공, 중심성 분석, 시각화의 순으로 진행하였으며, 이때 각각 “Krkwic”, “Ucinet”, “NetDraw” 프로그램을 활용하였다.

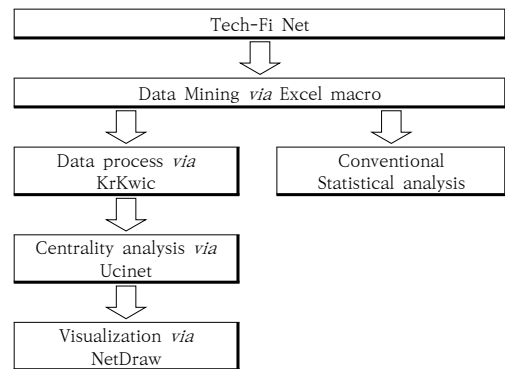


Fig. 1. The entire process of social network analysis for Tech-Fi Net.

2.1.1 데이터 추출

본 연구에서 사용한 데이터는 DTiMS 내 『국방 강소벤처 Tech-Fin Net』[4]로부터 획득하였다. Fig. 2에서 확인 할 수 있듯이, 『국방 강소벤처 Tech-Fi Net』에서는 “회사명”, “회사정보”, “보유기술명”, “보유기술 상세정보”, “활용가능분야(무기체계분류/국방기술분류)”, “주요제품”, “키워드” 및 “등록일자” 등의 상세정보를 제공하고 있다.

우리는 데이터 분석에 대한 사전작업으로서 Tech-Fi Net에 탑재된 정보를 엑셀의 매크로 기능을 활용하여 추출하였다. 상세정보 중에서 “업체명”, “보유기술명”, “무기체계분류”, “국방기술분류”를 목록화 하였으며, 그 결과 총 388개 업체에서 보유하고 있는 847개의 국방관련 기술정보를 획득할 수 있었다.



Fig. 2. 『Military Small Giant Venture Tech-Fi Net』on DTiMS. Red and blue region represents the “General information” and “Technical information” of selected company, respectively.

2.1.2 데이터 처리 방법

구축된 데이터베이스를 이용한 사회연결망 분석은 핵심어 및 키워드 분석을 대상으로 한글언어 분석에 최적화되어 활용되고 있는 “Krkwic 분석툴”[12]을 사용하였다. “Krkwic”은 윈도우 운영체제의 명령 프롬프트상에서 운용되며, ASCII 인코딩 텍스트 파일형태의 데이터베이스를 분석대상으로 기술요소×기술요소 간의 1모드 공출현빈도(co-occurrence) 대칭형 매트릭스를 생성하였다.

생성된 매트릭스를 이용하여 윈도우 운영체제에서 실행되는 “Ucinet”[13] 프로그램에서 중심성 분석을 수행하였고, 그에 따른 각각의 정량화 지표를 산출해 내었다.

산출된 정량화 지표는 “Ucinet”의 패키지 프로그램인 “NetDraw”를 이용하여 중심성 분석에 대한 정량화 지표를 기반으로한 시각화를 수행하였다.

사회연결망 분석은 네트워크 내에서 특정 노드(기술)이 갖는 중심적인 역할을 정량화 한 후 시각화를 통해 링크(관계망)이 갖고 있는 구성요소 간 상호 의존성을 이해하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 분석을 위해서는 각 노드(기술) 별 중심적인 역할에 대한 정량화 지표를 산출해 내야 하는데, 그 대표적인 방식은 중심성(Centrality) 분석이다. 이때 중심성은 다시 연결정도(Degree), 근접(Closeness), 매개(Betweenness) 중심성으로 세분화 된다.

연결정도 중심성은 특정 노드(기술)이 얼마나 많은 연결을 가지고 있는지 정량화한 지표로서, Eq. (1)을 통해서 정량화 하였다.

$$C_d = \frac{d_i}{n - 1} \tag{1}$$

여기에서 d_i 는 특정 노드에서의 연결정도, n 은 네트워크 내 전체 노드 수이다.

근접 중심성은 한 노드(기술)이 다른 노드(기술)들과 연결된 거리를 정량화 한 것으로, 이는 Eq. (2)를 통해서 정량화 된다.

$$C_c = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d_{ij}}(n - 1) \tag{2}$$

여기에서 d_{ij} 는 특정 노드(i)의 특정 노드(j)에 대한 연결 거리를 의미하며, n 은 네트워크 내 전체 노드(기술)의 수이다.

매개 중심성은 특정 노드(기술)이 네트워크에서의 중개역할 정도를 정량화 한 것으로, Eq. (3)을 이용하여 정량화 하였다.

$$C_b = \frac{\sum_{j,k} g_{jk}(i)}{(n - 1)(n - 2)/2} \tag{3}$$

(단, $j \neq k \neq i, j, k, i \in N$)

여기에서 g_{jk} 는 노드 j 와 노드 k 사이에 존재하는 최단거

리경로의 수이며, $g_{jk}(i)$ 는 노드 j 와 노드 k 사이에 존재하는 최단거리경로 중에서 노드를 통과하는 경우의 수이다. n 은 네트워크 내 전체 노드 수이다.

2.2 출현빈도 기반의 기술동향 분석

2018년 11월 부터 2019년 전반기 까지 구축된 데이터베이스는 총 388개 업체에서 보유하고 있는 847개의 기술로 식별되었으며, 각 기술 별로 적용 무기체계 및 국방기술분류에 대한 정보를 담고 있다.

여기에서 우리는 기존 통계분석의 대표방식인 출현 빈도 기반의 데이터 분석법을 활용하여 업체 보유 847개 기술에 대한 각 분류 별 기술 카테고리를 빈도순으로 정리하였다.

Table 1에서는 각 기술이 적용되는 무기체계분류 를 빈도순으로 표기한 사항이다. 여기에서 847개 분류 기술 중 다수의 무기체계분류에 적용 가능한 기술이 포함되어 있어 총 빈도수의 합은 847개 보다 다소 많은 1,171개로 식별되었다.

Table 1. The weapon system category of Tech-Fi Net on June, 2019.

| Rank | Weapon System | Counting | Ratio(%) |
|-------|--|----------|----------|
| 1 | Forces Support System | 165 | 14.1 |
| 2 | Aeronautical System | 164 | 14.0 |
| | Land System | 164 | 14.0 |
| 4 | Surveillance and Reconnaissance System | 162 | 13.8 |
| 5 | Naval Sea System | 137 | 11.7 |
| 6 | C4I System | 135 | 11.5 |
| 7 | Etc. | 92 | 7.9 |
| 8 | Missile and Ammunition System | 91 | 7.8 |
| 9 | Defence System | 39 | 3.3 |
| 10 | Defence Information System | 22 | 1.9 |
| Total | | 1171 | 100% |

먼저 가장 많은 분류를 차지하고 있는 무기체계분류는 “전력지원체계”로서 전체의 14.1%를 차지하고 있었으며, 이후 “기동” 및 “항공체계”가 각각 14.0%의 동일한 빈도수를 보여주고 있었다. 이밖에도 “감시/정찰체계”(13.8%), “함정체계”(11.7%), 그리고 “지휘통제·통신체계”(11.5%) 순으로 나타났다. 반면에 타 체계에 비해 “화력”(3.3%) 및 “방호”(1.9%) 체계는 다소 적은 빈도수를 보여주고 있었다.

Table 2는 각 기술이 적용되는 국방기술분류를 빈도

순으로 표기한 사항이다. 무기체계분류와 마찬가지로, 847개 분류 기술 중 중복분류에 적용 가능한 기술이 포함되어 있어 총 빈도수의 합은 847개 보다 많은 1,055개로 식별되었다.

Table 2. The military technology category of Tech-Fi Net on June, 2019.

| Rank | Military Technology | Counting | Ratio(%) |
|-------|---------------------|----------|----------|
| 1 | ICT | 242 | 22.9 |
| 2 | Sensor | 183 | 17.3 |
| 3 | Platform/Structure | 135 | 12.8 |
| 4 | Control | 129 | 12.2 |
| 5 | Material | 118 | 11.2 |
| 6 | Etc. | 95 | 9.0 |
| 7 | Ammunition/Energy | 69 | 6.5 |
| 8 | Propellent | 46 | 4.4 |
| 9 | CBRN | 38 | 3.6 |
| Total | | 1055 | 100% |

먼저 가장 많은 분류를 차지하고 있는 기술분류는 “정보통신”으로서 전체의 22.9%를 차지하고 있었으며, 다음으로 “센서”(17.3%), “플랫폼/구조”(12.8%), “제어전자”(12.2%) 및 “소재”(11.2%) 순으로 나타났다. 반면에 타 기술분류에 비해 “추진”(4.4%) 및 “화생방”(3.6%)은 다소 적은 빈도수를 보여주고 있었다.

Tech-Fi Net에서 제시하는 중소·벤처업체 보유기술은 무기체계 및 국방기술분류 간 조합에 따라 적용 분야를 더욱 더 구체화 할 수 있다. 여기에서는 우리는 무기체계 및 국방기술분류 상의 조합 90가지(무기체계분류 10개 × 국방기술분류 9개) 중 가장 빈도수가 높은 기술분류 조합 중 상위 5개 조합은 Table 3과 같았다.

Table 3. The top 5 combinations of weapon system and military technology category of Tech-Fi Net on June, 2019.

| Rank | Weapon System + Military Technology | Counting | Ratio(%) |
|-----------|---|----------|----------|
| 1 | Surveillance and Reconnaissance System + Sensor | 115 | 8.0 |
| 2 | C4I System + ICT | 106 | 7.3 |
| 3 | Land System + Platform/Structure | 59 | 4.1 |
| 4 | Forces Support System + ICT | 52 | 3.6 |
| 5 | Aeronautical System + Control | 51 | 3.5 |
| Sub-total | | 383 | 26.5% |

분석 결과, “감시/정찰체계+센서”와 “지휘통제·통신 체계+정보통신” 분야가 각각 8.0%와 7.3%를 차지하여 높은 빈도수를 보여주고 있었으며, 이밖에도 “기동체계+플랫폼/구조”(4.1%), “전력지원체계+ICT” (3.6%), “항공 체계+제어전자”(3.5%) 순으로 상위 5개의 조합이 식별되었다. 상위 5개의 조합은 전체 90개의 기술분류 조합 중에서 26.5%의 비중을 차지하고 있음을 확인 할 수 있었으며, 이러한 결과를 통해서 우리는 무기체계분류와 과학기술분류 간의 연관정도를 어느 정도 유추해 낼 수 있었다.

하지만, 출현빈도 기반의 기술동향 분석은 단순하게 기술 분류에 대한 양적인 속성만을 확인 할 수 있기 때문에 기술 분류 간의 관계 분석에는 제약이 따른다. 따라서 우리는 각 기술 분류 간 관계의 데이터를 확인하기 위하여 사회연결망 분석을 사용하였고, 이를 통해 중소·벤처 기업 보유 기술에 대하여 무기체계분류 및 국방기술분류와의 관계도를 분석하였다.

2.3 사회연결망 분석

사회과학분야에서는 어떤 사람이 인간관계의 중심에 위치하며 타인에게 영향을 끼치는지 여부에 대한 중심성(centrality)의 문제와, 사람과 사람 사이의 관계가 어떻게 연결되는지에 대한 연결성(connectivity)의 문제를 다루어 왔으며, 이를 확인하기 위한 방법론으로서 사회연결망 분석법을 적용/발전 시켜왔다[14].

네트워크란 개체들이 상호 연결되어 있는 구조를 일컫으며, 개체는 노트(node)로 개체(노드)간 연결 관계를 링크(link)로 표현한 것이다[5]. 만약 노드를 “사람”으로, 링크를 “사람 사이 관계”로 전환한다면, 사회연결망 방법을 통해서 네트워크를 분석 할 수 있게 된다.

네트워크 분석을 위한 주요 방법론으로 중심성(centrality) 분석이 이용되어 지는데, 이는 앞서 언급한 연결정도, 연결, 매개 중심성 등으로 분류되어 네트워크 구성요소에 대한 정량적인 수치 기반의 도식화를 가능하게 한다.

따라서 우리는 『국방 강소벤처 Tech-Fin Net』에서의 기술별 분류를 기준으로, ① 무기체계분류 기반, ② 국방기술분류 기반, ③ 무기체계+국방기술분류 기반의 기술동향을 분석하였다.

2.3.1 무기체계분류 기반 기술동향 분석

무기체계는 국방전력발전업무훈령 제14조에 따라 ①

군사작전에 직접 운용되거나 전투력 발휘에 직접 영향을 미치는 장비·물자, ② 무기체계의 전투력 발휘에 영향을 미치는 장비·물자, ③ 전투력 발휘에 영향을 미치는 주요 전술훈련장비 및 소프트웨어, 관련시설을 의미하며, 운용목적 및 필요성, 용도 등을 고려하여 10개의 대분류, 43개의 중분류, 141개의 소분류로 분류된다[15].

『국방 강소벤처 Tech-Fin Net』에서의 중소·벤처업체 보유기술별 적용가능 무기체계분류는 대분류를 기준으로 하였기 때문에, 총 10개의 기술분류별 관계도를 중심성 분석을 통해 확인하였다.

연결정도 중심성 분석결과 중심성이 높은 분류는 “기동체계”로 식별되었으며, 중심성 척도는 0.422로 기술분야 전체 중 42.2%와 연결되어 있어 Tech-Fi Net에서의 무기체계분류의 중심 기술분류임이 Table 4와 같이 식별되었다.

무엇보다도 빈도수에서는 거의 유사했던 “전력지원체계”, “항공체계”, “감시/정찰체계”는 중심성 수준이 “기동체계” 대비 각각 65.9%, 60.9%, 43.8%의 수준을 보이고 있었다.

Table 4. Degree centrality result of weapon system

| Rank | Weapon System | nDegree |
|------|--|---------|
| 1 | Land System | 0.422 |
| 2 | Forces Support System | 0.278 |
| 3 | Aeronautical System | 0.257 |
| 4 | Naval Sea System | 0.230 |
| 5 | C4I System | 0.220 |
| 6 | Surveillance and Reconnaissance System | 0.185 |
| 7 | Etc. | 0.160 |
| 8 | Missile and Ammunition Sytem | 0.142 |
| 9 | Defence System | 0.103 |
| 10 | Defence Information System | 0.014 |

근접중심성 분석결과, 중심성이 높은 기술분류는 “전력지원체계”로 식별되었으며, “항공체계”, “지휘통제·통신체계”, “기동체계”, “함정체계”와 “방호체계”, “화력체계”, “감시/정찰체계”가 각각 동일한 근접중심도를 갖는 그룹으로 식별되었다. “국방정보체계”는 빈도수 뿐만 아니라 연결정도 중심성에서도 마찬가지로 가장 낮은 근접 중심성을 보여주고 있음을 Table 5를 통해 확인 할 수 있었다.

Table 5. Closeness centrality result of weapon system

| Rank | Weapon System | nCloseness |
|------|--|------------|
| 1 | Forces Support System | 100.000 |
| 2 | Aeronautical System | 90.000 |
| | C4I System | 90.000 |
| | Land System | 90.000 |
| | Naval Sea System | 90.000 |
| 6 | Defence System | 81.818 |
| | Missile and Ammunition System | 81.818 |
| | Surveillance and Reconnaissance System | 81.818 |
| 9 | Etc. | 69.231 |
| 10 | Defence Information System | 52.941 |

매개중심성 분석결과, Table 6에서 볼 수 있듯이 중심성이 가장 높은 기술분류는 “전력지원체계”로 식별되었으며, 타 분류에 비해서 월등하게 높은 매개성을 갖고 있음이 확인되었다. 반면에 “감시/정찰체계”, “화력체계”, “방호체계”, “국방정보체계”, “기타 무기체계”는 매개성이 없음을 확인 할 수 있었다.

세가지의 정량화된 중심성(연결정도, 근접, 매개) 분석 결과를 기반으로 무기체계분류 간 네트워크의 도식화 결과는 Fig. 3과 같았다.

Table 6. Betweenness centrality result of weapon system

| Rank | Weapon System | nBetweenness |
|------|--|--------------|
| 1 | Forces Support System | 23.889 |
| 2 | C4I System | 1.667 |
| | Land System | 1.667 |
| | Aeronautical System | 1.667 |
| | Naval Sea System | 1.667 |
| 6 | Surveillance and Reconnaissance System | 0.000 |
| | Missile and Ammunition System | 0.000 |
| | Etc. | 0.000 |
| | Defence System | 0.000 |
| | Defence Information System | 0.000 |

도식화 결과를 분석하면, 연결정도 중심성에 있어서는 “기동체계”가 타 무기체계분류와의 연결정도가 강한 것 (링크의 두께가 두꺼움)을 볼 수 있었다. 반면에 “전력지원체계”의 경우에는 다른 무기체계분류와의 연결정도는 “기동체계” 대비 다소 낮았으나, 유일하게 “국방정보체계”와 연결되어 있는 기술분류로서 식별되었으며, 특히 네트워크 상에서 다른 기술분류와 “국방정보체계”와의 연결 역할을 하는 매개자로서의 역할을 하고 있음을 확

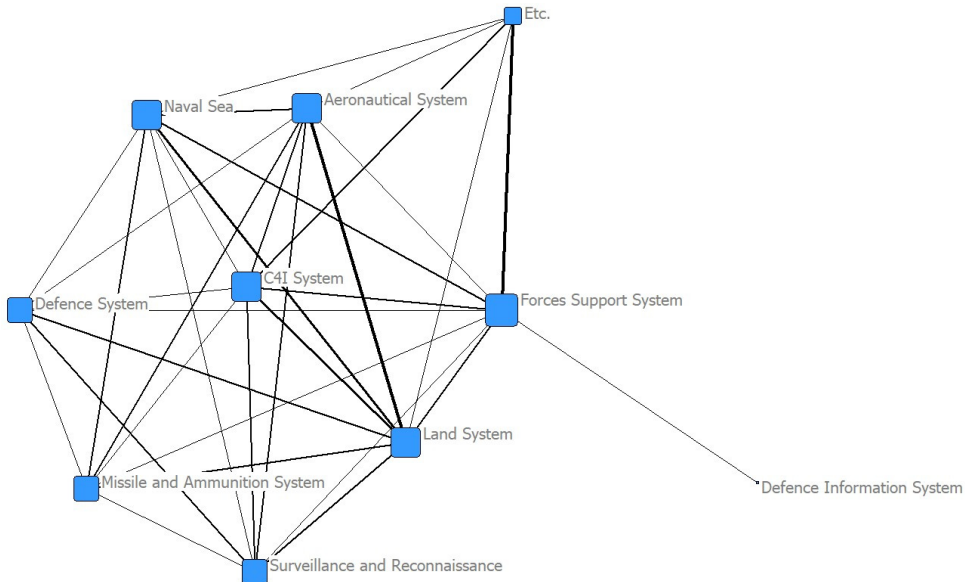


Fig. 3. Network diagram for centrality analysis result of weapon system.

인 할 수 있었다.

2.3.2 국방기술분류 기반 기술동향 분석

국방기술 표준분류는 9개의 대분류, 55개의 중분류, 191개의 소분류로 나뉘어진다. 무기체계분류와 마찬가지로 『국방 강소벤처 Tech-Fin Net』에서의 중소·벤처업체 보유기술별 국방기술분류는 대분류를 기준으로 하였기 때문에, 총 9개의 기술분류별 관계도를 중심성 분석을 통해 확인하였다.

연결정도 중심성 분석결과, 중심성이 높은 기술분류는 “정보통신”과 “센서”로 식별되었으며, 중심성 척도는 0.246으로 두 기술분야가 Tech-Fi Net에서의 중심 기술분류임이 Table 7과 같이 식별되었다.

Table 7. Degree centrality result of military technology

| Rank | Military Technology | nDegree |
|------|---------------------|---------|
| 1 | ICT | 0.246 |
| | Sensor | 0.246 |
| 3 | Control | 0.199 |
| 4 | Platform/Structure | 0.125 |
| 5 | Material | 0.118 |
| 6 | Propellent | 0.055 |
| | CBRN | 0.055 |
| 8 | Ammunition/Energy | 0.051 |
| 9 | Etc. | 0.007 |

근접중심성 분석결과, Table 8에서 볼 수 있듯이 중심성이 높은 기술분류는 “제어전자”로 식별되었으며, “센서”와 “탄약/에너지”, “화생방”, “소재”, “추진”, “플랫폼/구조”가 각각 유사하거나 동일한 근접중심도를 갖는 그룹으로 식별되었다.

Table 8. Closeness centrality result of military technology

| Rank | Weapon System | nCloseness |
|------|--------------------|------------|
| 1 | Control | 100.000 |
| 2 | Sensor | 88.889 |
| 3 | Ammunition/Energy | 80.000 |
| | CBRN | 80.000 |
| | Material | 80.000 |
| | Propellent | 80.000 |
| | Platform/Structure | 80.000 |
| 8 | ICT | 72.727 |
| 9 | Etc. | 57.143 |

매개중심성 분석결과, Table 9에서 볼 수 있듯이 중심성이 가장 높은 기술분류는 “제어전자”로 식별되었으며, 타 분류에 비해서 월등하게 높은 매개성을 갖고 있음이 식별되었다. “화생방”의 경우, 빈도수와 연결정도 중심성에서는 중요도가 낮았지만, 매개중심성에 있어서는 높은 중심성을 보여주고 있었다. 그밖에 “센서”와 “탄약/에너지”, “추진”, “정보통신”, “소재”, “플랫폼/구조”의 매개성은 유사하거나 동일한 것으로 식별되었다.

Table 9. Betweenness centrality result of military technology

| Rank | Military Technology | nBetweenness |
|------|---------------------|--------------|
| 1 | Control | 17.143 |
| 2 | CBRN | 8.571 |
| 3 | Sensor | 2.857 |
| 4 | Ammunition/Energy | 1.429 |
| | Propellent | 1.429 |
| | ICT | 1.429 |
| | Material | 1.429 |
| 9 | Platform/Structure | 1.429 |
| | Etc. | 0.000 |

세가지의 정량화된 중심성(연결정도, 근접, 매개) 분석 결과를 기반으로 국방기술분류 간 네트워크의 도식화 결과는 Fig. 4와 같았다.

도식화 결과를 분석하면, 연결정도 중심성에 있어서는 “센서”와 “정보통신”이 타 국방기술분류와의 연결정도가 강한 것(링크의 두께가 두꺼움)을 볼 수 있었다. 반면에 “화생방”의 경우에는 다른 무기체계분류와의 연결정도는 낮았으나, “제어전자”와 더불어 “기타분류”와 연결되어 있는 기술분류로서 식별되었으며, 이는 네트워크 상에서 다른 기술분류와 “기타분류”와의 연결 역할을 하는 매개자로서의 역할을 하고 있음을 확인 할 수 있었다.

2.3.3 무기체계 및 국방기술분류 동시분석

앞에서 수행한 중심성 분석은 Tech-Fi Net에서의 중소·벤처업체 보유 기술에 대하여 무기체계분류와 국방기술분류에 대한 각각의 사회연결망 분석을 수행한 결과를 제시하고 있으며, 이번에는 무기체계와 국방기술분류에 대한 동시분석을 진행하였다.

연결정도 중심성 분석결과, Table 10에서 볼 수 있듯이 중심성이 높은 분류는 “기동체계”와 “정보통신”으로 식별되었으며, 중심성 척도는 각각 0.203과 0.202로서

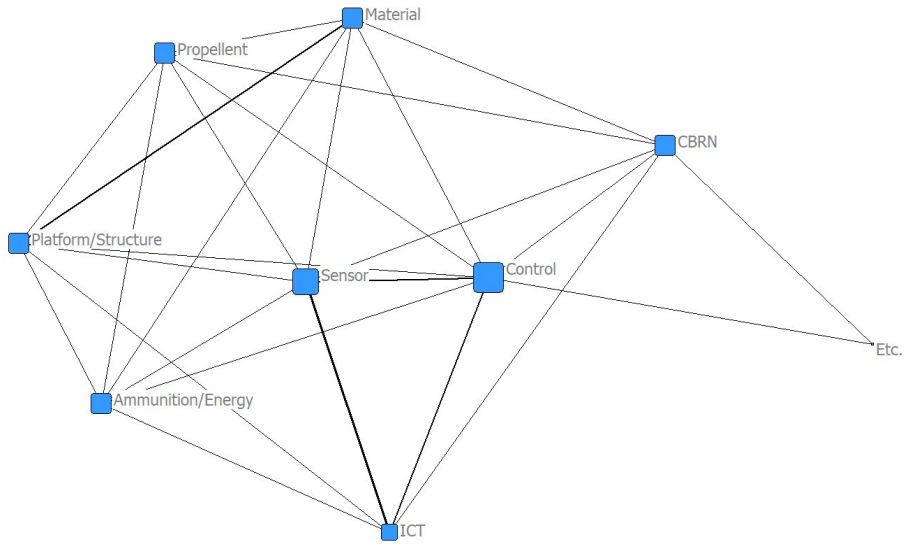


Fig. 4. Network diagram for centrality analysis result of military technology.

무기체계 및 국방기술분류 각각의 개별 분석을 통해서 연결정도 중심성이 높았던 기술분류(기동체계, 정보통신)가 여전히 높은 중심성을 갖고 있음이 확인되었다. 연결정도 중심성에 있어서 상위 8개의 기술분류 중, “정보통신”과 “제어전자”를 제외하고는 나머지 6개는 무기체계 분류였으며, 이는 국방기술분류 대비 무기체계분류가 더 연결정도 중심성이 높음을 확인 할 수 있었다.

Table 10. Degree centrality result of weapon system and military technology

| Rank | Weapon System or Military Technology | nDegree |
|------|--|---------|
| 1 | Land System | 0.203 |
| 2 | ICT | 0.202 |
| 3 | Sensor | 0.169 |
| 4 | Aeronautical System | 0.161 |
| 5 | Forces Support System | 0.158 |
| 6 | Surveillance and Reconnaissance System | 0.137 |
| 7 | C4I System | 0.133 |
| 8 | Naval Sea System | 0.128 |
| 9 | Platform/Structure | 0.114 |
| 10 | Control | 0.112 |
| 11 | Material | 0.097 |
| 12 | Etc. System | 0.093 |
| 13 | Missile and Ammunition System | 0.085 |
| 14 | Ammunition/Energy | 0.060 |
| 15 | Defence System | 0.047 |
| 16 | CBRN | 0.039 |
| 17 | Propellant | 0.037 |
| 18 | Defence Information System | 0.014 |
| 19 | Etc. Technology | 0.002 |

근접중심성에 있어서는, Table 11에서와 같이 중심성이 가장 높은 기술분류는 “제어전자”였으며, “전력지원체계”와 “센서”가 두 번째로 높은 중심성을 갖고 있는 것으로 식별되었다. 연결정도 중심성 결과와는 다르게, 상위 11개 기술분류 중 국방기술분류는 절반 이상인 6개를 차지하고 있었으며, 이는 근접 중심성에 있어서는 국방기술분류가 무기체계기술분류에 비해서 더 높은 중심성을 갖고 있음을 보여주고 있었다.

매개중심성 분석결과, Table 12에서 볼 수 있듯이 중심성이 가장 높은 기술분류는 “제어전자”로 식별되었다. 무기체계분류 단독 분석 시 가장 높은 중심성을 보였던 “전력지원체계”는 동시분석 시 오히려 중심성이 떨어지고 “항공체계”가 두 번째로 높은 매개 중심성을 갖고 있음이 식별되었다. 또한 매개 중심성이 전혀 없었던 “기타 무기체계”는 동시분석 시 4번째로 높은 중심성을 보여주고 있었다. 또한 상위 11개 기술분류 중 국방 기술분류는 8개를 차지하고 있었으며, 이는 근접 중심성에서와 마찬가지로 국방기술분류가 매개 중심성에서 무기체계분류 보다 더 높은 중심성을 갖고 있음을 보여주고 있었다.

세 가지의 정량화된 중심성(연결정도, 근접, 매개) 분석결과를 기반으로 기술분류 간 네트워크의 도식화 결과는 Fig. 5와 같았다.

Table 11. Closeness centrality result of weapon system and military technology

| Rank | Weapon System or Military Technology | nCloseness |
|------|--|------------|
| 1 | Control | 100.000 |
| 2 | Forces Support System | 94.737 |
| | Sensor | 94.737 |
| 4 | Land System | 90.000 |
| | C4I System | 90.000 |
| | Propellent | 90.000 |
| | Aeronautical System | 90.000 |
| | Material | 90.000 |
| | Naval Sea System | 90.000 |
| | Ammunition/Energy | 90.000 |
| | Platform/Structure | 90.000 |
| 12 | Defence System | 85.714 |
| | Surveillance and Reconnaissance System | 85.714 |
| | ICT | 85.714 |
| | Missile and Ammunition System | 85.714 |
| 16 | CBRN | 81.818 |
| | Etc. System | 81.818 |
| 18 | Defence Information System | 64.286 |
| 19 | Etc. Technology | 56.250 |

Table 12. Betweenness centrality result of weapon system and military technology

| Rank | Weapon System or Military Technology | nBetweenness |
|------|--|--------------|
| 1 | Control | 4.198 |
| 2 | Aeronautical System | 2.634 |
| 3 | CBRN | 2.199 |
| 4 | Etc. System | 1.977 |
| 5 | Forces Support System | 1.148 |
| | Sensor | 1.148 |
| 7 | ICT | 1.061 |
| | Propellent | 1.061 |
| 10 | Material | 1.061 |
| | Ammunition/Energy | 0.892 |
| 12 | Platform/Structure | 0.892 |
| | C4I System | 0.385 |
| 15 | Naval Sea System | 0.385 |
| | Land System | 0.385 |
| 18 | Surveillance and Reconnaissance System | 0.234 |
| | Defence System | 0.234 |
| | Missile and Ammunition System | 0.234 |
| 19 | Defence Information System | 0.087 |
| | Etc. Technology | 0.047 |

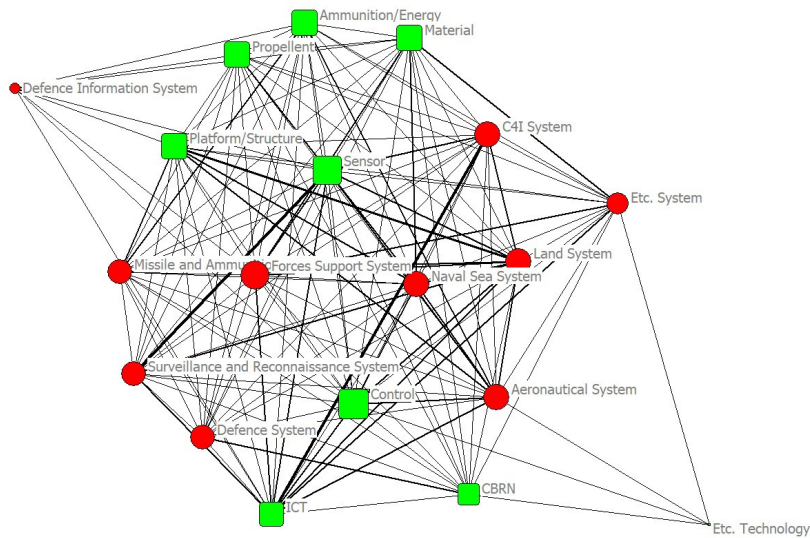


Fig. 5. Network diagram for centrality analysis result of weapon system and military technology.

도식화 결과를 분석하면, 연결정도 중심성에 있어서 “기동체계”와 “정보통신”이 타 기술분류와의 연결정도가 매우 강한 것을 볼 수 있었다. “기동체계”의 경우 국방기술분류 중 “센서”, “플랫폼/구조”, “제어전자”, “정보통신”

과 강한 연결성을 보여주고 있었으며, “정보통신”의 경우에는 무기체계분류 중 “국방정보체계”, “방호체계”, “함정체계”를 제외한 나머지 7개 무기체계와 강한 연결성을 보여주고 있었다. “제어전자”의 경우 유일하게 무기체계

분류와 국방기술분류 각각에서 가장 적은 연결정도를 보이고 있는 “국방정보체계”와 “기타기술”과 모두 연결되어 있었으며, 이를 통해서 타 기술과의 매개 중심성이 높음을 시각적으로 확인 할 수 있었다.

우리는 도식화 결과를 통해서 많은 정보를 직관적으로 얻을 수 있었는데, 예를 들면 “화생방”의 경우 “방호체계”와 강한 연결성을 보이고 있지만 “항공체계”와는 연결성이 없는 것을 볼 수 있는데, 이를 통해서 우리는 중소·벤처 기업의 기술이 아직까지는 항공체계 관련 화생방 기술이 부족함을 의미한다. 또한 “감시/정찰체계”에 있어서는 “센서”와 “정보통신”이 연결성이 강한 요소기술임을 확인 할 수 있으나, “제어전자”에 대해서는 상대적인 연결정도가 약하기 때문에 감시/정찰체계와 관련한 제어전자 기술개발 강화의 필요성이 식별되었다.

3. 결론

사회연결망 분석, 특히 중심성 분석[14]은 최근 비정형의 빅데이터 분석을 위한 방법론으로서 대두되고 있으며 기존의 정치, 경제, 사회, 문화 등의 사회과학 영역을 넘어서 과학기술 영역에 이르기까지 다양애 분야에 활용되고 있다[5,6]. 과학기술영역에 있어서는 중심성 분석을 통해서 각종 산업분야에 대한 기술수준 조사/분석 및 이를 적용한 기술기획 수립 등에 활용되기도 하였다[17].

중심성 분석은 기존의 일반적인 통계분석 방법론으로는 분석이 불가능하였던 비정형 데이터(문자)의 분석이 가능하여 데이터 요소 간의 상호 의존성을 파악하고 이를 토대로 요소 간의 행위와 방향성을 정량적으로 확인할 수 있는 도구로서 활용되고 있다[5].

이에 본 연구에서는 DTiMS에서 운영하고 있는 『국방 강소벤처 Tech-Fi Net』의 데이터베이스를 기반으로 하여 국내 중소·벤처 기업 보유 기술에 대한 중심성 분석을 통해 무기체계 및 국방기술분류와의 관계도를 분석하였다.

먼저 기존의 통계분석 방법론인 출현 빈도수 기반의 분석결과, 중소·벤처 업체 보유 기술에 대한 적용 무기체계분류 중 “전력지원체계” 분야가 가장 많은 빈도수를 보여주고 있었으며, 다음으로는 “항공체계” 및 “기동체계”가 동일한 빈도수를 보이고 있었다. 국방기술분류에서는 “정보통신” 분야가 가장 많은 빈도수를 보여주고 있었으며, 그 다음으로 “센서”, “플랫폼/구조”, “제어전자” 순으로 높은 출현 빈도수를 나타냈다. 무기체계 및 국방기술

분류 동시출현 빈도수의 경우에는 “감시/정찰체계+센서”가 가장 높은 출현빈도를 보였으며, 다음으로 “지휘통제·통신체계+정보통신” 조합이 그 다음으로 많은 빈도수를 보여주고 있었다.

중심성 분석결과, 무기체계분류에서는 “기동체계”가 가장 높은 연결정도 중심성을 보여주고 있었으며, “전력지원체계”는 근접 및 매개 중심성에서 가장 높은 중심성을 보여주고 있었다. 반면에 “국방정보체계”는 3가지의 모든 중심성 분석에서 가장 낮은 중심성을 보여주고 있었다.

국방기술분류에 대한 중심성 분석결과, “정보통신” 기술이 가장 높은 연결정도 중심성을 보여주고 있었으며, “제어전자”의 경우에는 근접 및 매개 중심성에 있어서 가장 높은 중심성을 보여주고 있었다. 반면에 “기타기술” 분류의 경우에는 모든 영역의 중심성에서 가장 낮은 중심성을 갖고 있는 것으로 확인되었다.

무기체계 및 국방기술분류에 대한 동시분석 결과, “기동체계”와 “정보통신”이 개별 분석 결과와 마찬가지로 높은 연결정도 중심성을 보여주고 있었다. 근접 및 매개 중심성에 있어서는 “제어전자” 기술이 타 기술분류 대비 월등히 높은 중심성을 갖고 있음이 확인되었다.

우리는 비정형의 데이터를 분석하여 정량화한 중심성 분석 결과를 바탕으로 Fig. 3, 4, 5와 같은 도식화를 통해 시각적으로 요소 간의 관계를 파악 할 수 있었다. 특히, 기존의 빈도수 기반 분석방법론은 각 분류 사이의 조합에 대하여 “다다익선(多多益善)”의 개념으로 단순히 빈도가 높은 순으로 기술의 중요도를 판단 하지만, 중심성 분석(연결정도, 근접, 매개)은 분석 요소들 간의 관계 데이터를 분석하여 단순한 빈도수를 넘어서 그 이면의 거시적 관계를 Fig. 5와 같은 방식으로 도식화할 수 있었으며, 각 분석기법별로 확인 할 수 있는 결과와 그 의미는 Table 13과 같았다.

Table 13. Comparison between conventional statistical and centrality analysis

| Methods | | Results |
|--------------------------------------|-------------|--|
| Frequency based statistical analysis | | ·The more the batter |
| Centrality analysis | Degree | ·Recognized highly connected components |
| | Closeness | ·Recognized distance between components |
| | Betweenness | ·Recognized highly intermediary components |

『국방 강소벤처 Tech-Fi Net』의 사회연결망 분석결과, 국내 중소·벤처 기업이 보유하고 있는 기술은 크게 “감시/정찰체계” 및 “지휘통제·통신체계”에 적용되는 “센서” 및 “정보통신” 기술과 “기동체계”, “함정체계”, “항공체계”에 적용되는 “구조/플랫폼” 기술이 주를 이루고 있음을 확인 할 수 있었다. 반면에 “화력체계”에 적용되는 “추진”과 “소재” 기술발전이 요구되며, “방호체계”에 있어서도 “센서” 및 “정보통신” 기술의 적용이 미흡함을 확인 할 수 있었다.

우리는 본 연구의 결과를 통해서 국내 중소·벤처 업체 보유 기술의 무기체계 및 국방기술분류에 대한 기술동향을 파악 할 수 있었다. 이를 통해서 국내 중소·벤처 업체 기술에 대한 강점과 약점을 분석 할 수 있었으며, 향후 중소·벤처 업체 기술 개발 시 방향성 제시를 위한 참고자료로서 활용 되리라 기대한다.

아울러 향후 반기별 혹은 연도별로 본 결과와 비교분석을 수행하게 된다면, 시계열 분석을 통해 국내중소·벤처 기업 보유 기술에 대한 변화 추세를 효과적으로 확인 할 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] http://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=15630_5374
- [2] Defense Acquisition Program Administration, "Regulation on Common Rules for Support of Defense Industry Promotion", 2019.
- [3] Korea Ministry of Government Legislation, "Defense Acquisition Program Act", 2018.
- [4] <http://dtims.dtaq.re.kr/yps/TechnoBank.do>
- [5] S.S. Lee, Network Analysis Methods, *Non Hyung Press*, 2016.
- [6] H. Jeong, "God of Google Knows Everything", *Science Books Press*, 2014.
- [7] D. Jeong, O. Kwon, Y. Kwon, "Network Analysis of Green Technology using Keyword of Green Field", *Journal of the Korea Contents Association*, Vol.12, No.11, pp.511-518, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.11.511>
- [8] J. W. Park, J. H. Seo, D. H. Lee, K. I. Na, S. Y. Cho, M. J. Bae, "Evaluation of Results in Pesticide Residues on Incongruity Commercial Agricultural Commodities using Network Analysis Method", *Journal of Food Hygiene and Safety*, Vol. 33, No. 1, pp.23-30, 2018.
DOI: <https://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2018.33.1.23>
- [9] J. Choi, H. Kim, N. Im, "Keyword Network Analysis for Technology Forecasting", *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol. 17, No. 4, pp.227-240, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.13088/jiis.2011.17.4.227>
- [10] H.-G. Kim, J.-W. Ahn, "The Analysis of Research Trends in Technology to the Fourth Industrial Revolution using SNA", *Journal of cadastre & land informatix*, Vol 49, No. 1, pp.113-121, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.22640/lxsiri.2019.49.1.113>
- [11] S.-H. Bae, J. S. Kim, K.-M. Shin, J.-S. Yoon, S.-K. Kang J.-H. Kim, J. Lee, M.-K. Kim, C.-H. Han, "Comparative Analysis of Co-Authorship and Keyword Network for Nanotechnology : Carbon Nanomaterials Field", *Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, Vol. 26, No. 2, pp.172-184, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7735/ksmte.2017.26.2.172>
- [12] H. W. Park, L. Leydesdorff, "Understanding the KrKwic: A computer program for the analysis of Korean text", *J. Korean Data Anal. Soc.*, Vol.6, No.5, pp.1377-1387, 2004.
- [13] S. P. Borgatti, M. G. Everett, L. C. Freeman, "Ucinet for windows: Software for Social Network Analysis, Analytic Technologies(Harvard, MA) (<http://www.analytictech.com>)
- [14] Y. S. Yoon, S. B. Chae, "Simply Complexity", SERI, 2007.
- [15] Ministry of National Defense, "Force Development Act", 2019.
- [16] L. C. Freeman, "Centrality in social networks conceptual classification", *Social Networks*, Vol. 1, Issue. 3, pp.215-239, 1979.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- [17] J. S. Park, N. R. Kim, E. J. Han, "Analysis of Trends in Science and Technology using Keyword Network Analysis", *Journal of the Korea Industrial Information Systems Society*, Vol. 23, Issue. 2, pp.63-73, 2018.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9723/jksis.2018.23.2.063>

박 재 우(Jae Woo Park)

[정회원]



- 2009년 8월 : 서울대학교 화학생물공학부 (공학석사)
- 2015년 2월 : 서울대학교 멀티스케일기계설계전공 (공학박사)
- 2015년 3월 ~ 8월 : 서울대학교 정밀기계설계연구소 박사 후 연구원
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

국방품질경영(화학/화생방 분야)

변 기 식(Kisik Byun)

[정회원]



- 2013년 2월 : 한양대학교 전자통신 컴퓨터공학부 (공학사)
- 2015년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과 (공학석사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

마이크로파 회로, 국방품질경영(전자/통신 분야)

이 일 로(II Ro Lee)

[정회원]



- 2019년 2월 : 경희대학교 생체의공학 (공학사)
- 2019년 2월 : 경희대학교 전자공학 (공학사)
- 2018년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

품질경영, 전자/통신

조 성 용(Sung-Yong Cho)

[정회원]



- 2011년 2월 : 인하대학교 식품영양학과 (이학사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

품질경영, 식품공학, 식품영양

권 재 욱(Jae Wook Kwon)

[정회원]



- 2012년 2월 : 경희대학교 공과대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

품질경영, 일반기계