

데이터마이닝을 통한 방위산업기술 분석 연구: 특허분석을 중심으로

손창호

육군3사관학교 무기시스템공학과

Study for Analyzing Defense Industry Technology using Datamining technique: Patent Analysis Approach

Changho Son

Department of Weapon System Engineering, Korea Army Academy at Yeong-Cheon

요 약 최근 우리나라의 방위산업은 고도의 발전을 해왔고 국방비 중에서 국방 R&D 예산도 점차적으로 증가하고 있다. 하지만 방위산업기술에 대한 객관적인 분석 없이는 효과적인 국방 R&D 활동이 제한적이고 자칫 국방예산이 비효율적으로 사용될 수 있다. 따라서 본 논문은 현재 주로 실시하고 있는 전문가들의 의견을 반영한 정성적인 방위산업기술의 분석에 더해서 정량적인 방법으로 방위산업기술을 객관적으로 분석함으로써 국방예산의 효율적 사용과 더 나아가서는 세계시장에서의 경쟁 우위를 달성하고자 하였다. 더구나 4차 산업혁명의 키워드 중의 하나인 빅데이터 분석 방법을 국방산업기술에 적용해서 객관적이고 체계적으로 국방산업기술의 특성과 공백기술을 파악하기 위한 특허분석 방법을 제안한다. 제안된 방법은 여러 국방산업기술 중에서 화력분야의 기술에 적용하여 사례분석을 수행하였다. 그 과정은 우선 방위산업진흥원의 방위산업기업의 분류에서 화력에 관련된 10개 국내 기업의 특허를 Kipris를 통해서 수집하고 이 중에서 IPC 코드를 활용하기 위해서 이를 전처리하여 데이터 매트릭스를 구축하였다. 그리고 R 프로그램을 활용하여 데이터마이닝 기법 중에서 각 항목 간 연관성을 파악할 수 있는 연관규칙마이닝을 수행하였다. 이를 통해서 화력분야의 각 기술에 대한 지지도, 신뢰도, 향상도 값을 도출하고 이를 해석하여 결론을 제시하였다. 따라서 본 논문은 막대한 국방예산의 효율적인 사용과 국방산업기술의 경쟁력 제고에 도움을 줄 수 있을 것이라고 판단된다.

Abstract Recently, Korea's defense industry has advanced highly, and defense R&D budget is gradually increasing in defense budget. However, without objective analysis of defense industry technology, effective defense R&D activities are limited and defense budgets can be used inefficiently. Therefore, in addition to analyzing the defense industry technology quantitatively reflecting the opinions of the experts, this paper aims to analyze the defense industry technology objectively by quantitative methods, and to make efficient use of the defense budget. In addition, we propose a patent analysis method to grasp the characteristics of the defense industry technology and the vacant technology objectively and systematically by applying the big data analysis method, which is one of the keywords of the 4th industrial revolution, to the defense industry technology. The proposed method is applied to the technology of the firepower industry among several defense industrial technologies and the case analysis is conducted. In the process, the patents of 10 domestic companies related to firepower were collected through the Kipris in the defense industry companies' classification of the Korea Defense Industry Association(KDIA), and the data matrix was preprocessed to utilize IPC codes among them. And then, we Implemented association rule mining which can grasp the relation between each item in data mining technique using R program. The results of this study are suggested through interpretation of support, confidence lift index which were resulted from suggested approach. Therefore, this paper suggests that it can help the efficient use of massive national defense budget and enhance the competitiveness of defense industry technology.

Keywords : Datamining, Patent Analysis, Association Rule Mining, Defense Industry Technology, IPC Code

본 논문은 한국연구재단 연구과제(NRF-2017R1C1B5074230)로 수행되었음.

*Corresponding Author : Changho Son(Korea Army Academy at Yeong-Cheon)

Tel: +82-54-330-4530 email: c13981@snu.ac.kr

Received July 19, 2018

Revised August 6, 2018

Accepted October 5, 2018

Published October 31, 2018

1. 서론

우리나라의 방위산업은 불과 반세기 만에 눈부신 발전을 해왔다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 2007년도 방산물자 수출액이 약 8억 5천만 불에서 2014년도에는 약 36억불에 이르게 되어 7년 만에 4배 이상이 증가하게 되었다[1].

정부에서도 방위산업을 육성하기 위해서 많은 예산을 투입하고 있다. 2017년의 국방비 중에서 방위산업과 관계된 방위력개선비는 12조 1,970억 원에서 2018년에는 전체 국방비 43조 1,581억 원 중에서 13조 5,203억 원으로 2017년 대비 10.8%의 증가가 있고 국방 R&D 예산은 2조 9,017억 원으로 2018년 국방비 대비 6.7%, 방위력개선비 대비 21.5%를 차지하고 있다[2]. 그리고 이러한 예산은 Table 1에서와 같이 프로그램별로 분산되어 투입되고 있다.

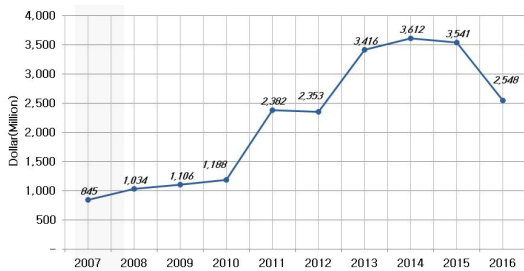


Fig. 1. Defense industry exports

하지만 방위산업기술에 대한 객관적인 분석 없이는 효과적인 국방 R&D 활동이 제한적이고 자칫 국방예산이 비효율적으로 사용될 수 있다. 따라서 현재 주로 실시하고 있는 전문가들의 의견을 반영한 정성적인 방위산업기술의 분석에 더해 정량적인 방법으로 방위산업기술을 객관적으로 분석함으로써 국방예산의 효율적 사용과 더 나아가서는 세계시장에서의 경쟁 우위를 달성할 수 있을 것이다. 더구나 4차 산업혁명의 키워드 중의 하나인 빅데이터 분석의 방법을 국방산업기술에 적용함으로써 장차 국방 전반에 그 활용성이 확대될 수 있을 것이다.

그러므로 본 연구에서는 연관규칙마이닝이라는 데이터마이닝 기술을 활용해서 방위산업기술과 관련된 특허 데이터를 분석하여 방위산업기술의 특성과 공백기술을 도출하는 방법을 제시하고자 한다.

Table 1. Budget for improvement of defense capability by program (Unit:100 million won, %)

	'17 Budget (A)	'18 Budget (B)	Gap (B)-(A)	%
Command & Recon.	11,424	13,125	1,701	14.9
Mobility & Fire	22,817	23,790	973	4.3
Vessel	19,061	21,728	2,667	14.0
Aircraft	29,077	34,497	5,420	18.6
Guided weapon	23,968	25,562	1,594	6.7
Support of the policy	14,444	15,340	896	6.2
Administrative support	1,179	1,161	18	1.5
Total	121,970	135,203	13,233	10.8

이를 위해서 2장에서는 특허분석과 연관규칙마이닝 기법에 대한 이론적 배경을 살펴보고 3장에서는 사례분석으로 방위산업기술 특히, 화력분야 기술에 대한 특허 데이터를 수집하고 연관규칙마이닝을 통해서 기술분석을 한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 도출한다.

2. 이론적 배경

2.1 특허 및 특허분석

특허는 대발명의 결과를 발명자 또는 출원인이 특허출원의 일정한 절차를 통해서 생성하는 정보이다[3]. 따라서 특허는 기술의 대용지표로 기술예측, 기술현황분석, 공백기술 발견, 핵심기술도출 등의 기술과 관계된 많은 연구에서 활용되고 있다. 특히 특허는 무료로 공개된 데이터이고 전산화되어 있어서 세계에서 출원된 방대한 양의 특허를 활용할 수 있는 장점이 있다.

특허분석은 특허를 활용하여 원하는 정보를 획득하는 과정으로 정형 데이터분석과 비정형 데이터분석으로 구분된다[4]. 특허분석 방법은 정형 및 비정형 데이터의 특성에 따라서 상이하다. 정형 데이터는 특허번호, 출원일, 등록일, 인용특허, 발명자, International Patent Classification(IPC) 코드, 출원인과 같은 일정한 표준 형식을 가지고 있다[5]. 그래서 그래프, 차트, 도표 등의 기술통계를 통해서 분석이 되거나 연관규칙마이닝, 사회네트워크 분석 등의 데이터마이닝 기법들이 적용된다. 비정형 데이터는 특허의 내용을 설명하는 청구항과 요약

등의 문자 데이터이다. 이런 비정형 데이터는 기술에 대한 핵심적인 내용을 포함하고 있지만 문자라는 자연어로부터 의미 있는 정보를 시스템적으로 추출하는 것은 상당히 어렵다. 그 대안으로 데이터마이닝 기법 중에 하나인 텍스트마이닝(Textmining)이 활용될 수 있다[6].

2.2 연관규칙마이닝

연관규칙마이닝(Association Rule Mining)은 대표적인 데이터마이닝(Data Mining) 기법 중의 하나이다. 이때 데이터마이닝은 대규모의 데이터로부터 가치 있는 데이터를 추출하는 방법을 말하는데 통계적 분석방법론과 함께 기계학습, 인공지능 기법 등을 결합하여 사용한다[7]. 연관규칙마이닝은 데이터들의 빈도수와 동시 발생 확률을 이용해서 항목들 간의 연관성을 발견할 수 있다. 연관 규칙은 다음과 같이 나타낸다[7].

$$(Item\ set\ A) \rightarrow (Item\ set\ B)$$

A와 B는 각각 선행사건과 후행사건을 나타낸다. 연관 규칙을 발견하기 위한 평가기준은 아래와 같이 3가지가 있다[8].

(1) 지지도

$$Support(A \rightarrow B) = \frac{P(A \cap B)}{P(A \cup B)} \leq 1$$

(2) 신뢰도

$$Confidence(A \rightarrow B) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \leq 1$$

(3) 향상도

$$Lift(A \rightarrow B) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)P(B)} \leq \infty$$

if $Lift(A \rightarrow B) > 1$, A and B are complementary
 if $Lift(A \rightarrow B) = 1$, A and B are independent
 if $Lift(A \rightarrow B) < 1$, A and B are substitutive

여기에서 A와 B가 상호보완(Complementary)의 관계에 있다는 것은 A가 증가하면 B도 증가한다는 것이고 대체(Substitutive)의 관계에 있다는 것은 그 반대의 경우이다. 그리고 독립(Independent)의 관계는 A, B가 어떠한 관계도 가지고 있지 않다는 것을 의미한다.

3. 기술분석

3.1 연구 프레임워크

연구의 전체적인 프레임워크는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 크게 4단계로 구성된다. 첫 번째는 특허데이터를 수집하는 단계이다. 분석하려고 하는 기술을 선정하고 검색을 위한 검색식을 작성하여 원하는 특허를 수집한다. 둘째는 전처리 과정이다. 실제 특허분석을 할 수 있는 데이터의 형태로 만들기 위해 데이터 매트릭스를 구축한다. 세 번째는 구축된 데이터 매트릭스를 이용하여 연관규칙마이닝을 통해서 각각 지지도, 신뢰도, 향상도를 도출한다. 마지막으로 네 번째는 분석된 결과를 해석하여 시사점을 도출한다.

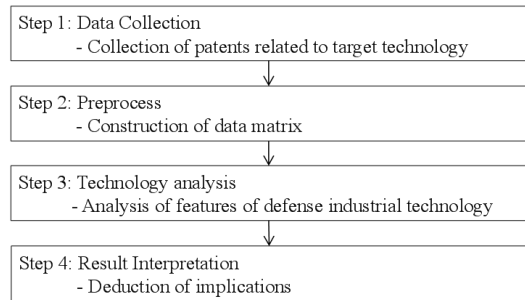


Fig. 2. Overall research framework

3.2 사례연구

3.2.1 데이터 수집

방위산업기술은 크게 화력, 탄약, 기동, 항공, 함정, 통신전자, 화생방 등으로 구분할 수 있다. 이 중에서 본 연구는 화력기술을 다루었다. 국내에서 화력과 관련된 방위산업체 현황은 다음 Table 2와 같이 방위산업진흥원에서 분류하고 있다.

Table 2. List of Korean defense industry companies for firepower field

Main Korean Defense Industrial Company	General Korean Defense Industrial Company
Hanhwa Defense Systems Co., Doowon Heavy Industrial Co., Hanhwa Land Systems Co., Mirae ING Co., Hyundai Wia, S&T Motiv, S&T Dynamics, Dasan Machineris Co.	Jinyoung, Khan Workholding

따라서 위의 10개 업체의 특허를 Kipris에서 검색하여 등록되거나 공개되지 않은 특허를 제외한 1,348개의 특허를 수집하였다. 다음 Fig. 3은 연도별 화력기술관련 특허의 건수를 나타내고 있다. 1988년에 최초의 특허가 출원되었고 2000년 초부터 지속적으로 증가하기 시작해서 2000년 중반부터 급속도로 화력관련 기술개발이 시작되었음을 확인할 수 있다. 2016년 이후로 특허 건수가 줄어드는 이유는 특허의 특성상 등록이나 공개까지의 시간이 소요되기 때문이다.

Table 3. The rate of patents by companies

Company	No. of Patents	Rate
Dasan Machineris Co.	7	0.52%
Doowon Heavy Industrial Co.	5	0.37%
Mirae ING Co.	4	0.30%
S&T Motiv	59	4.38%
S&T Dynamics	30	2.23%
Hanhwa Defense Systems Co.	57	4.23%
Hanhwa Land Systems Co.	138	10.24%
Hyundai Wia	1,008	74.78%
Jinyoung	28	2.08%
Khan Workholding	12	0.89%
Total	1,348	100.00%

방위산업체별 특허의 비율은 Table 3과 같다. 특허의 약 97% 정도가 주요방위산업기업에서 출원되었으며 현대위아가 압도적으로 많은 특허를 출원하여 활발한 특허 활동을 하고 있음을 확인할 수 있고 한화지상방산과 더불어 화력분야에서 많은 기술력을 확보하고 있다고 할 수 있다.

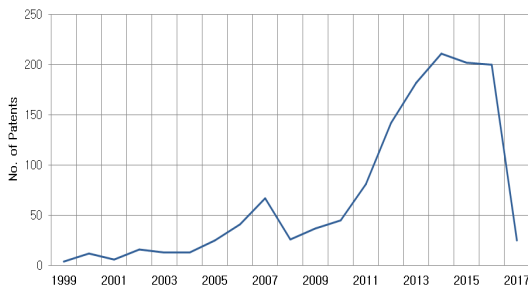


Fig. 3. Number of patents by year

방위산업체의 연도별 특허출원 건수를 살펴보면 Fig. 4와 같다. 현대위아는 1990년대 말부터 지금까지 꾸준한 특허활동을 하고 있고 한화디펜스, 미래아이엔지 등은 2000년대 중반부터 특허활동을 하고 있음을 확인할 수 있다.

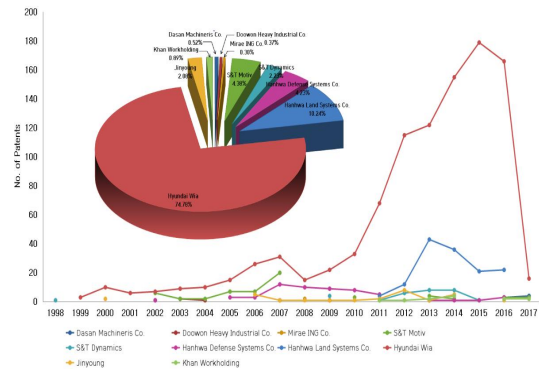


Fig. 4. Trend of patent No. by company

3.2.2 데이터 전처리

Kipris에서 수집한 특허를 분석할 수 있는 데이터화시키는 과정으로 특허별 IPC 코드를 매트릭스로 만든다. 이때, Sub class 수준의 IPC 코드만을 추출하고 특허별 중복된 IPC 코드를 제거하게 된다.

3.2.3 분석 결과

전처리된 데이터를 이용하여 R i386 3.4.4로 분석을 실시하였다. 우선 많이 출현하는 상위 10개의 IPC 코드를 살펴보고 그 결과는 Fig. 5와 Table 4에 나타나 있다.

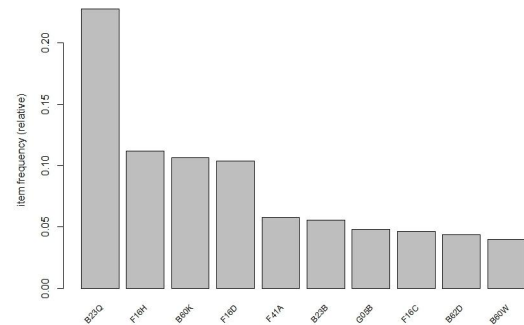


Fig. 5. Number of patents by years

Table 4. Top 10 IPC codes

IPC Code	Technology
B23Q	Details, components, or accessories for machine tools
F16H	Gearing
B60K	Arrangement or mounting of propulsion units or of transmissions in vehicles
F16D	Couplings for transmitting rotation; clutches
F41A	Functional features or details common to both smallarms and ordnance
B23B	Turning; boring
G05B	Control or regulating systems in general
F16C	Mechanical means for transmitting movement in a flexible sheathing
B62D	Motor vehicles; trailers
B60W	Conjoint control of vehicle sub-units of different type or different function

위의 결과를 보면 화력분야 특허 중에서 B23Q와 F16H, B60K, F16D가 출원 빈도가 높으므로 많이 개발되고 있는 기술이고 특히, 기동화력과 관련하여 많은 기술이 개발되고 있다는 것을 확인할 수 있다. 실제로 한화지상방산, 현대위아 등의 방위산업체에서 K9, 155A1 등의 기동무기를 개발하고 세계적으로도 높은 수준의 기술력을 인정받고 있다.

Table 5. Top 5 association rules by support

Rules	Rank	Support	Confidence	Lift
G05B→B23Q B23Q→G05B	1	0.0393	0.8153 0.1726	3.5802
F16H→B60K B60K→F16H	2	0.0385	0.3443 0.3611	3.2236
B23B→B23Q B23Q→B23B	3	0.0378	0.6800 0.1661	2.9857
F41F→F41A F41A→F41F	4	0.0170	0.7419 0.2948	12.822
B60W→B60K B60K→B60W	5	0.0155	0.3888 0.1458	3.6404

위의 Table 5는 지지도 값이 높은 상위 5개의 연관규칙을 나타내고 있는데 G05B→B23Q 또는 B23Q→G05B의 규칙이 가장 높은 값을 보이고 있다. 이것은 이 두 기술이 함께 많이 개발되고 있다는 것을 의미하고 있으며 신뢰도 값을 보면 G05B→B23Q의 규칙이 B23Q→G05B의 규칙보다 높으므로 G05B가 B23Q의 선행기술이라고 판단할 수 있다. 즉, G05B(시스템제어 기술)의

기술이 먼저 개발된 후에 B23Q(일반기계 가공기계 기술)의 기술이 개발되는 것이 효과적이라는 것이다. 향상도 값은 모두 1보다 크므로 상호보완의 관계에 있는 기술들이지만 그 값이 크지 않으므로 그 관계가 강하지는 않다는 것을 알 수 있다. 아래의 2~5순위의 연관규칙도 같은 방법으로 해석할 수 있다.

Table 6. Top 5 association rules by confidence

Rules	Rank	Confidence	Support	Lift
B61D→B30B	1	1	0.0014	46.482
B21J→B21K	2	1	0.0014	269.00
G03B→H04N	3	1	0.0014	122.54
H05B→F21V	4	1	0.0014	674.00
F21B→H05B	5	1	0.0014	674.00

Table 6은 신뢰도를 기준으로 상위 5개의 연관규칙을 보여주고 있는데 모두 신뢰도 값이 1을 나타내고 있으므로 선행기술이 개발된 이후에 후행기술이 반드시 개발되고 있다는 것을 확인할 수 있다. 예를 들어서 1순위에 나타난 연관규칙을 보면 B61D(철도차량 차체 기술)이 선행기술로 개발되고 B30B(프레스 가공기술)이 후행기술로 개발된다는 것을 의미한다. 하지만 높은 신뢰도 값에 비해서 지지도 값이 상당히 작으므로 이들 기술은 활발히 개발되지 못하고 있지만 기술 간의 연관성은 높다고 판단할 수 있으므로 앞으로 더욱 관심을 가지고 개발해야 할 기술이 될 수 있다. H05B(전기가열 기술)→F21V(빛의 방사기술)와 F21B(조명 기술)→H05B(전기가열 기술) 규칙의 신뢰도 값은 674로 가장 높으므로 아주 높은 상호보완의 관계에 있는 기술이라고 판단된다. 이는 IPC 코드분류에서도 확인할 수 있듯이 H05B는 F21기술에 포함되는 기술이다.

Table 7. Top ranked association rules by lift

Rules	Measure values
H05B→F21W F21W→H05B H05B→F21V F21V→H05B F21W→F21V F21V→F21W {F21W, H05B}→F21V {F21V, H05B}→F21W {F21W, F21V}→H05B {F41B, F41H}→H05C	Lift = 674 Support = 0.0014 Confidence = 1

마지막으로 Table 7은 향상도에 따른 연관규칙을 나타내고 있는데 10개의 규칙이 모두 같은 674의 향상도, 0.0014의 지지도, 1의 신뢰도 값을 보이고 있다. 즉, 향상도와 신뢰도 값은 크지만 지지도 값이 0.0014로 매우 작으므로 앞의 결과와 마찬가지로 기술개발이 활발히 이루어지지 않았다고 해석할 수 있고 나아가서 전문가들의 판단을 통해서 공백기술로 선정하여 향후 기술개발 계획을 세울 때 포함할 수도 있다. 그리고 H05B→F21W와 F21W→H05B 규칙의 신뢰도 값이 1로 같으므로 이 기술들의 선행, 후행 관계는 고려할 필요가 없다.

3. 결론 및 향후 연구방향

4차 산업혁명의 키워드 중에서 빅데이터 분석을 빼놓을 수 없다. 따라서 사회의 다양한 영역에서 데이터마이닝을 통한 빅데이터 분석을 활발히 진행하고 있다. 하지만 막대한 예산을 사용하는 국방분야에서는 이러한 시도가 많이 이루어지고 있지 않다. 따라서 본 논문에서는 국방분야 특히, 방위산업기술에 대한 특성과 공백기술을 파악하기 위해서 빅데이터 분석 기법을 활용한 특허분석 방법을 제안한다.

이를 위해서 방위산업진흥원의 방위산업기업의 분류에서 화력에 관련된 10개 국내 기업의 특허를 Kipris를 통해서 수집하였으며 이 중에서 IPC 코드를 활용하기 위해서 이를 전처리하여 데이터 매트릭스를 구축하였다. 그리고 R 프로그램을 활용하여 데이터마이닝 기법 중에서 각 항목 간 연관성을 파악할 수 있는 연관규칙마이닝을 수행하였다. 이를 통해서 화력분야의 각 기술에 대한 지지도, 신뢰도, 향상도 값을 도출하였다. 특허분석의 결과는 다음과 같다. 첫째, 특허의 출원현황을 통해서 화력분야의 기술개발이 1990년대 말부터 시작되었고 본격적으로는 2000년대 중반부터 이루어졌음을 확인할 수 있었고 주요방위산업체 특히, 현대위아, 한화지상방산, 한화디펜스의 방위산업체가 화력분야의 기술개발을 주도하고 있고 많은 기술을 보유하고 있음을 확인할 수 있었다. 둘째, 우리나라의 방위산업기술 중에서 총기, 화포와 같은 일반화력분야와 더불어 전차, 자주포 등의 기동화력분야의 기술 개발이 활발히 이루어지고 있었다. 마지막은 화력분야의 기술들 간의 관계를 지지도, 신뢰도, 향상도로 확인하여 함께 개발해야할 기술과 각 기술별 개

발의 선, 후 관계를 정립하여 그 효율성을 높이고 중요한 기술이지만 공백으로 남아있는 공백기술을 발견하여 장기적인 기술개발 기획에 활용할 수 있다.

본 논문은 국방분야에서 데이터마이닝을 통한 특허분석을 통해서 전문가들의 주관적인 판단에 의존하던 과거의 방식에 대해서 객관적이고 체계적인 정량적인 방법을 제공했다는 데 그 의의가 있다. 하지만 추후에는 연관규칙마이닝 뿐만 아니라 다양한 정보시각화방법과 군집분석, 네트워크분석 등의 데이터마이닝 기법들이 함께 사용된다면 좀 더 구체적이고 실질적인 결과를 도출할 수 있을 것이다. 그리고 국가 R&D 기술에 대한 전문성을 가진 한국특허전략개발원의 연구 결과를 참고하면 좀 더 심도 있는 특허분석이 될 것이다. 또한 주제를 방위산업 기술에 국한 하지 않고 방위산업 전체로 확대하거나 세계의 국방 선진국들의 특허를 함께 분석해서 우리 국방산업의 전략적인 방향을 제시할 수도 있을 것이다.

References

- [1] A-R.Hur, "Study on Classification of Defense Industrial Information", Master's Thesis, 2018.
- [2] Defense Acquisition Program Administration, Budget for improvement of defense capability by program [Internet]. Available From: <http://www.dapa.go.kr/dapa/na/ntt/selectNttInfo.do?bbsId=331&nttSn=20133&menuId=354> (accessed June., 28, 2018)
- [3] J. Y. Park, "Analysis of Core Patent and Technology of Unmanned Ground Technology Using an Analytical Method of the Patent Information", *KIPS Transactions on Software and Data Engineering*, Vol.7, No.5, pp.189-194, 2018.
DOI: <https://dx.doi.org/10.3745/KTSDE.2018.7.5.189>
- [4] C. H. Son, Y. Y. Suh, J. H. Jeon, Y. T. Park, "Development of a GTM-based patent map for identifying patent vacuums", *Expert Systems with Applications*, Vol.39, No.3, pp.2489-2500, 2011.
- [5] A. Verbeek, K. Debackere, M. Luwel, P. Andries, "Linking Science to Technology: Using Bibliographic References in Patents to Build Linkage Schemes", *Scientometrics*, Vol.54, No.3, pp.399-420, 2002.
- [6] B. U. Yoon, Y. T. Park, "A systematic approach for identifying technology opportunities: Keyword-based morphology analysis", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.72, No.2, pp.145-160, 2005.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2004.08.011>
- [7] J. M. Yoon, "Development of the Prediction Model for Musculoskeletal Disorders using Data Mining Methods", Ph.D. Thesis, 2015.
- [8] D. S. Park, "A Visualization on Data Mining for Association Rules based on Web", *The Journal of*

Korean Institute of Information Technology, Vol.3, No.4, pp.1-9, 2005.

- [9] S. Jun, "IPC code Analysis of Patent Documents Using Association Rules and Maps-Patent Analysis of Database Technology", *Communications in Computer and Information Science*, Springer, Vol.258, pp.21-30, 2011. DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-27157-1_3
-

손 창 호(Changho Son)

[정회원]



- 2006년 8월 : 노스캐롤라이나주립대 산업공학과 (산업공학 석사)
- 2012년 8월 : 서울대학교 산업공학과 (산업공학박사)
- 2012년 8월 ~ 현재 : 육군3사관학교 무기시스템공학과 교수

<관심분야>

빅데이터분석, 기술경영, 서비스공학