
기술의 참신성 지표를 활용한 주제어 기반 기술동향분석: 장갑기술(Armor Technology)분야 특허 및 논문 분석

최 정 섭*

목 차

- I. 서론
- II. 이론적 배경
 - 1. 장갑기술
 - 2. 주제어 기반 기술동향분석
- III. 데이터 및 분석절차
 - 1. 데이터
 - 2. 분석절차
- IV. 분석 결과
 - 1. 사전 분석
 - 2. 주제어 분석
- V. 결론 및 토의

* 국방과학연구소 선임연구원, jschoi2004@daum.net

초록

본 논문은 장갑기술 관련 특허와 논문을 수집하여 제목과 초록에서 선별한 주제어를 활용한 주제어 기반 기술동향분석에 대한 내용이다. 전투차량뿐만 아니라 개인방호기술, 일반차량의 사고 피해 방지 기술, 원자로 보호 기술, 자연재해 방지 기술 등에서도 장갑기술과 연관성이 있는 자료도 분석대상에 포함하였다.

분석방법은 사전분석과 주제어 분석으로 구분하였다. 사전분석에서는 특허와 논문의 발표추이를 미국을 중심으로 한 전쟁사례와 연계하여 살펴보았다. 주제어 분석에서는 자료를 시대별로 구분하여 주제어의 변화를 살펴보았고, 특허와 논문의 결과를 비교하였다. 기술의 참신성 지표를 활용하여 시대별로 눈여겨볼 만한 기술을 도출하였다. 특히 주제어를 기술적 특성에 따라 재료분야와 재료 이외의 분야로 구분하였고, 분석결과를 빈도분석 결과와 비교하였다.

본 논문의 성과는 다음과 같다. 첫째, 국방과학기술분야의 주요 연구영역인 장갑기술을 분석대상으로 하고 있다. 둘째, 특허와 논문을 동시에 고려하여 분석하고 결과를 비교하였다. 셋째, 기술집중도와 기술의 참신성 지표를 제안하고 활용하였다.

주제어

장갑기술, 특허와 논문, 주제어 기반 기술동향분석, 기술의 참신성

I. 서론

현대적 개념의 전투차량이 처음으로 등장한 것은 제1차 세계대전 중이었다. 전투차량의 안전은 승무원의 안전과 직결되기 때문에 전투차량 방호기술이 본격적으로 연구되기 시작하였다. 이후 위협체의 다양화 및 고성능화에 대응하면서 발전하였다. 대체적으로 새로운 재료를 적용하거나 다양한 형태로 구조를 변경하면서 최고 위협수단을 무력화할 수 있는 방호기술을 확보하고자 하였다. 본 논문에서는 이러한 전투차량방호기술인 장갑기술(armor technology)을 분석 대상으로 하였다.

기술혁신은 경제성장과 삶의 질 향상에 기여하였다.¹⁾ 기후변화, 생태계 변동 등 점진적인 자연환경의 변화에 적응하고, 전쟁을 포함한 농업혁명, 산업혁명, 정보혁명 등과 같은 급격한 사회변화 과정에서 기술혁신은 삶의 질과 생존가능성 향상에 기여하였다. 논의를 좁혀 국방과학기술의 영역에서 보면, 보다 광범위한 영역에서 상대방에게 효과적으로 보다 많은 피해를 줄 수 있는 무기체계의 개발에 연구개발의 중심이 있다. 이와 함께 무기체계에 대응하여 전투원의 생존가능성을 향상하고, 전투수단의 방호력을 강화할 수 있는 생존성 향상기술 분야도 국방과학기술의 주요 영역이다. 한편 기술수명주기(technology life cycle)는 기술혁신 과정을 기술의 탄생과 성장 그리고 침체의 과정으로 설명한다. 새로운 기술은 처음부터 각광을 받기 보다는 충분한 연구개발을 통해 가치가 인정되기까지 어느 정도 기간이 필요하다. 연구개발자들의 부단한 노력을 통해 기술의 가치가 높아지면서 상승작용이 일어난다. 시간이 흐름에 따라 경쟁이 점차 심화되면서 대체기술이나 신기술의 등장으로 경쟁력을 잃고 진부화의 길로 들어선다.²⁾ 그러나 다른 분야에 응용되거나, 융복합화 과정을 통해 또 다른 활로를 모색하기도 한다. 이러한 기술의 변화과정은 특허, 논문 등 기술자료를 분석하여 구체적으로 확인할 수 있다. 과학과 기술의 성과를 구분할 때, 일반적으로 논문은 과학적 연구의 성과를 의미하고 특허는 기술개발의 성과를 대표한다. 따라서

1) Griliches Zvi, "Issues in Assessing the contribution of Research and Development to Productivity Growth", *Bell J. Econ.*, Spring, Vol.10 No.1(1979), pp.92-116.

2) Schilling, M. A., *Strategic Management of Technological Innovation*, McGraw-Hill, 2006, pp.37-59.

기술동향분석 과정에 두 자료를 모두 활용할 경우 분석결과의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

본 논문은 장갑기술 관련 특허와 논문에 대한 주제어 기반 기술동향분석 결과이다. 장갑기술은 국방과학기술의 주요 연구개발 영역이지만, 특허나 논문 등과 같은 공개된 형태의 자료가 많지 않다. 따라서 관련자료를 충분히 확보하고, 다양한 분석결과를 얻기 위해 자료 수집 범위를 폭넓게 하였다. 서지정보에 대한 분석에서 확인할 수 없는 기술의 변화와 발전과정을 기술적인 측면에서 파악하기 위해 주제어 기반 기술동향분석을 수행하였다. 주제어 분석을 통해 시대별 주요 기술과 새로운 기술의 출현을 살펴보았다. 또한 주제어의 특성에 따라 기술을 분류하고, 세부 기술의 변화과정을 파악하였다. 본 논문은 연구문헌 소개, 자료수집의 범위와 분석절차, 분석결과, 결론 및 토의 등으로 구성되어 있다. 분석절차는 사전분석과 주제어분석으로 구분하였다. 사전분석에서는 논문과 특허의 정량적인 추세를 살펴보았다. 주제어분석에서는 자료의 초록에서 선정한 주제어를 기초 데이터로 한 주제어 기반 기술동향분석을 수행하였다. 시대별로 참신한 기술을 판별하기 위하여 기술의 참신성 지표를 활용하였다.

II. 이론적 배경

1. 장갑기술

장갑(armor 혹은 armour)이란 단어는 중세시대 전쟁에서 방어를 목적으로 입은 의복을 의미하는 프랑스어에서 유래한 것으로 알려져 있다(Wikipedia). 현대적 개념의 장갑기술이 본격적으로 등장한 것은 1차 세계대전 중이었다. 승무원 안전 및 전투차량 방어를 목적으로 개발되어 위협체의 다양화 및 성능향상에 대응하면서 발전하였다. 방탄복, 헬멧, 보안경 등과 같이 전투원을 보호하는 개인방호 분야도 장갑기술의 핵심적인 분야이다. 전투차량뿐만 아니라 일반차량에도 방탄유리와 같은 형태로 장갑기술은 적용되고 있다. 또한 건물의 외벽이나 출입구에 설치하는 바리케이트도 장갑기술로 분류할 수 있다. 핵융합로를 포함

한 원자력발전소도 주요 응용분야이다. 넓게는 파도, 해일, 돌풍, 지진 등과 같은 자연재해로부터 인명과 재산을 보호하는 분야에도 장갑기술은 적용되고 있다. 본 연구에서 중점적으로 파악하고자하는 장갑이 장착된 전투차량은 화력(firepower), 장갑(armor) 및 기동(mobility) 등 세 분야로 구분한다. 전투차량의 운용 측면에서는 기동성이 가장 중요한 요소라고 할 수 있으나, 화력 및 장갑 분야 역시 전투의 승패에 있어서 매우 중요하다. 장갑기술은 다양한 기준에 따라 분류할 수 있다. 장갑을 제작하는 데 사용되는 재료에 따른 분류가 가장 일반적이다. 이 외에도 위협체에 대한 작동방식에 따른 분류, 재료 혹은 모듈단위의 장갑을 어떻게 배열하는가에 따른 분류 등을 거론할 수 있다. 대표적인 장갑재료로는 금속(metal), 섬유(fiber), 세라믹(ceramic) 등이 있으며, 역사적으로 보면 금속재료를 중심으로 발전해 왔다. 그러나 위협체의 성능향상에 상응하는 방호력을 확보하기 위해 기본재료인 금속층의 두께를 증가시켜야 했다. 이에 따라 전투차량의 무게는 불가피하게 증가할 수밖에 없었다. 2차 세계대전 당시 20~30톤 정도였던 전차의 무게는 1950년대 35~45톤에 이르기도 하였다.³⁾ 전투차량의 중량 증가는 기동력의 저하를 수반하였다. 대안으로 위협체에 노출 가능성이 높은 차량 전면에 많은 장갑을 배치하되, 다른 부위는 어느 정도 위험을 감수하는 방식으로 중량을 줄일 수 있었다. 그러나 위협체의 성능은 더욱 강화되어 원하는 방호성능 확보가 어려워졌다. 따라서 연구개발 방향은 두께와 중량을 줄이기 위한 방향으로 진행되었다. 세라믹, 알루미늄, 섬유, 텅스텐, 티타늄 등 다양한 재료가 중량감소와 방호성능 향상에 효과가 있음이 확인되었다. 세라믹은 혁신적인 장갑재료로써 금속재료와는 상이한 방호작용을 보인다. 금속재료는 위협체의 폭발적인 에너지를 소성변형(plastic deformation)방식으로 흡수하는 반면, 세라믹은 깨짐(fracture)작용으로 에너지를 분산한다.⁴⁾ 이러한 세라믹재료도 단독으로 사용되기보다는 다른 재료와 함께 적용된다. 그러나 이러한 재료들은 금속에 비해 제작비용이 상당히 높다. Paul(2001)은 세라믹 재료의 제조비용은 주요 금속재료인 RHA(Rolled Homogeneous Alloy)의 제조비용의

3) Paul Lakowski, *Armor Technology*, 2001.

4) Eugene Medvedovski, "Ballistic performance of armour ceramics: Influence of design and structure. Part 1", *Ceramics International*, Vol.36(2010), pp.2103-2115.

2배~수배에 이르는 것으로 파악하고 있다. 섬유재료는 고강도(high strength) 및 경량성(light weight)을 갖춘 섬유강화 복합재 형태로 방호분야에 활용되고 있다. 주로 방탄복 등과 같은 개인 방호에 활용되다가 점차 전투차량으로 활용 범위가 확대되었다.⁵⁾ 또한 장갑기술은 장갑의 구조적인 특성에 따라 단일형(monolithic), 유격형(spaced), 복합형(composite), 부가형(add-on), 모듈형(module) 등으로 구분하기도 한다. 마지막으로 수동형, 반능동형 및 능동형 등은 장갑의 작동방식에 따른 분류이다.

2. 주제어 기반 기술동향분석

특허와 논문의 제목, 초록, 본문 등과 같은 텍스트형 자료에 대한 분석은 텍스트마이닝을 활용한 주제어 분석이 주로 활용된다. 주제어 기반 기술동향분석은 특허나 논문의 텍스트형 자료에서 기술적으로 의미가 있는 단어들을 주제어로 선정하고, 이를 다양한 방법으로 분석하여 정보를 얻어내는 방법이다.⁶⁾ 인용정보를 네트워크 이론을 활용하여 분석하는 것과 같이, 텍스트형 자료에 대한 분석에서도 관계망분석을 활용한 연구가 활발하게 이루어졌다. 특정 분야 학술지에 게재된 논문 주제어의 연관관계를 분석하거나,⁷⁾ 최신 연구동향을 파악하고,⁸⁾ 학제간 융합관계를 연구하는⁹⁾ 등 다양한 사례를 찾아볼 수 있다. 군집분석이나 주성분분석 등 통계분석을 활용한 연구도 있다.¹⁰⁾ 특허를 활용한 주제어 기반 분석은 기술기회탐색,¹¹⁾ 기술융합분석¹²⁾ 등을 목적으로 다양하게 진행된다

5) 안성훈 외, "전투차량용 세라믹 복합장갑의 개발추세", 한국정밀공학회지, 제22권 제7호(2005), 7-18면.

6) Yoon B. & Park Y., "A systematic approach for identifying technology opportunities: Keyword-based morphology analysis", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.72(2005), pp.145-160.

7) 조수근 외, "텍스트마이닝을 활용한 산업공학 학술지의 논문 주제어간 연관관계 연구", 대한산업공학회 추계학술대회(2012).

8) 고재창 외, "키워드 네트워크 분석을 통해 살펴본 기술경영의 최근 연구동향", 지능정보연구, 제19권 제2호(2013), 101-123면.

9) Lili Wang, et al., "Interdisciplinarity of nano research fields: a keyword mining approach", *Scientometrics*, 94(2013), pp.877-892.

10) 전성해, "특허분석을 이용한 지능형시스템의 기술예측", 한국지능시스템학회 논문지, 제21권 제1호(2011), 100-105면.

11) Geum Youngjung, et al., "On the monitoring of the technological opportunities using patent

사례를 찾아볼 수 있다. 특허와 논문을 모두 분석에 활용한 주제어 기반 기술동향분석에 관한 연구도 찾아볼 수 있다. Robert(1997)는 세라믹 엔진 기술분야의 논문과 특허의 주제어를 분석하여 기술분류를 시도하고, 산학연 공동연구 성과를 파악하였으며 세분화한 기술의 성장가능성을 기술성장곡선을 활용하여 예측하였다.¹³⁾ Ronald(2002)는 전기화학(electrochemical)분야 논문과 특허를 대상으로 주제어 출현빈도와 주제어 사이의 유사도를 평가하였다.¹⁴⁾ Murat(2006)는 기계 및 재료 분야 20대 유망기술을 대상으로 관련 논문과 특허의 연도별 발표 추이를 반영한 주제어 기반 기술동향분석을 수행하였고, 기술성장곡선을 활용하여 기술예측 결과를 제시하였다.¹⁵⁾ Tugrul(2006)는 시나리오법, 기술성장곡선 및 시스템 동역학이론을 통합적으로 활용하여 연료전지, 광학저장(optical storage) 분야 특허와 논문을 분석하였다.¹⁶⁾

Ⅲ. 데이터 및 분석절차

1. 데이터

본 논문에서는 장갑기술관련 특허와 논문을 수집하여 분석하였다. 논문은 국가과학기술정보센터¹⁷⁾에서 검색 및 수집하였다. 특허는 특허정보분석시스템¹⁸⁾

information: A novelty detection approach”, 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회 논문지(2010), 1-8면.

12) 노현정 외, “특허정보를 활용한 나노바이오 융합기술의 특성 분석”, 지식재산연구, 제4권 제3호(2009), 111-129면.

13) Robert J. Watts & Alan L. Porter, “Innovation Forecasting”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.56(1997), pp.25-47.

14) Ronald N. Kostoff et. al, “Electrochemical power text mining using bibliometrics and database tomography”, *Journal of Power Sources*, Vol.110(2002), pp.163-176.

15) Murat Bengisu T. & Ramzi Nekhili, “Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases”, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.73(2006), pp.835-844.

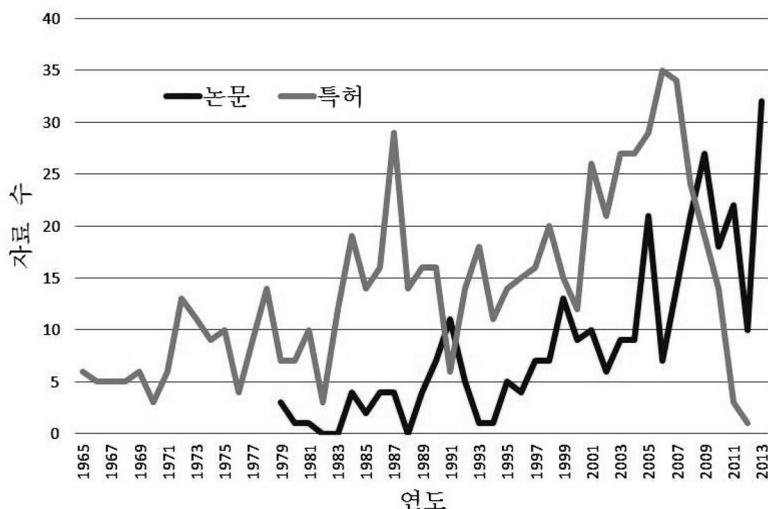
16) Tugrul U. Daim et. al, “Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis”, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.73(2006), pp.981-1012.

17) NDSSL(National Digital Science Library), <<http://www.ndssl.kr>>.

을 활용하여 미국특허를 수집하였다. 검색범위는 제목과 초록에 장갑¹⁹⁾을 포함하고 있는 자료를 중심으로 수집하였다. 그러나 논문은 초록을 포함하여 검색할 경우 노이즈 데이터가 상당수 포함되어 불가피하게 제목으로 한정하였다. 또한 논문은 게재된 학술지명을 검토하였고, 특허는 국제특허분류의 기술분류를 고려하였다. 검색기간에는 제한을 두지 않았다. 다만 특허는 2010년까지 출원되어 등록된 자료, 논문은 2013년까지 발표된 자료를 대상으로 하였다. 특허는 2011년 이후 매우 적었다. 다양한 주제어 선정에 위해 초록이 있는 자료를 대상으로 하였다.

검토 결과 969개의 자료를 확보하였다. 특허가 670개(69.1%), 논문은 299개(30.9%)이다. 특허에 비해 논문의 양이 적었다. 장갑기술은 학술적인 연구성과를 활용하는 기술개발 측면이 강하기 때문인 것으로 판단된다. 일반적으로 논문은 학술연구의 성과지표이고, 특허는 기술개발의 성과지표로 간주된다. 장갑기술은 새로운 재료를 활용하거나, 구성품 및 작동방식 등 구조를 변경하여 성능을 향상시켜 왔다. <그림 1>에서 확인할 수 있듯이 논문은 1979년에 처음으로

〈그림 1〉 연도별 자료 변화 추이



18) PIAS(Patent Information Analysis System), <<http://www.kipris.re.kr>>.

19) 자료검색에 사용한 검색식은 <TITLE(/armor OR armour)> OR <ABSTRACT(/armor OR armour)>임.

나타났으나, 특허는 1965년까지 거슬러 올라간다. 논문은 2010년 이후에도 등락의 폭이 크긴 하지만 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 특허는 2009년 이후 급격히 감소하는 모습이다. 이러한 결과가 장갑분야의 특징인지 아니면 검색시스템의 문제인지 추가적인 검토가 필요하지만 본 연구에서는 논외로 하였다.

2. 분석절차

분석은 자료수집 및 검토, 자료분석, 분석결과의 해석 순으로 진행하였다. 먼저 키워드 검색으로 자료를 수집하였다. 수집한 자료의 제목을 검토하여 장갑기술과의 연관성을 확인하였다. 제목만으로 판단이 안 되는 경우 초록을 확인하여 연관성이 적은 자료는 제외하였다. 분석단계는 사전분석과 주제어 분석으로 구분하였다. 사전분석에서는 연도별 즉, 특허는 출원연도, 논문은 출판연도를 기준으로 자료 수의 변화를 살펴보았다. 이러한 추세분석을 통해 논문과 특허의 정량적인 변화 추이를 비교하였다. 장갑기술 자료의 추세에 미국을 중심으로 한 전장수행의 역사가 반영되고 있는지 간략하게 확인해 보았다. 주제어 분석단계에서는 특허와 논문의 제목과 초록에서 주제어를 선정하여 분석하였다. 텍스트 마이닝 툴²⁰⁾을 활용하여 자료의 초록에서 2단어 이하의 기술적인 용어를 추출하였다. 추출한 용어 중 일반동사, 관사 등 불필요한 단어를 먼저 제거하였다. 또한 분석대상 기술과의 연관성을 고려하여 연관성이 높은 용어를 주제어로 선정하였다. 선정한 주제어가 초록에 출현하는지 여부를 확인하여 특허-주제어 및 논문-주제어 표를 작성하였다. 이렇게 작성한 자료를 활용하여 주제어 기반 기술동향분석을 수행하였다. 주제어는 장갑기술의 세부적인 기술로 판단하고, 각 기술이 포함된 자료를 연도별로 파악해 보았다. 자료를 시대별로 구분하여 장갑기술의 변화 및 발전과정을 살펴보았다. 특히 주제어 분석에서 시대별로 상이한 자료의 수를 분석과정에 반영하였다. 또한 주제어를 기술적인 특성에 따라 구분하여 기술분류를 시도하였다. 시대에 따라 세부기술의 변화를 이해할 수 있을 것으로 판단하였다. 문헌검토 결과, 장갑기술은 대체적으로 재료분야와 구조

20) TextAnalyzer v.1.0, <<http://textanalyzer.blogspot.com>>.

분야로 구분하고 있었다. 본 논문에서는 크게 재료분야와 재료 이외의 분야로 구분하여 분석하였다. 시대별로 출현빈도가 높은 주제어와 빈도 수 상위에 새롭게 등장한 주제어를 통해 시대별 핵심기술과 신기술을 파악하였다. 마지막으로 기술의 참신성 지표(Technology Newness Index)를 활용하여 시대별로 그리고 기술별로 참신한 기술을 도출하였다. 기술의 참신성 지표는 연구개발집중도(R&D Emphasis Index)와 이를 응용한 기술 집중도(Technology Emphasis Index)를 이용하여 산출한다.

IV. 분석 결과

1. 사전 분석

논문과 특허의 연도별 추이가 <그림 1>에 제시되어 있다. 특허는 1965년에 처음으로 장갑기술 관련 자료가 나타났으나, 논문은 1979년에 처음으로 등장하였다. 이러한 결과는 자료 검색에 활용한 프로그램의 문제인지 아니면 검색대상 데이터베이스의 한계인가에 대한 추가적인 검토가 필요하지만 본 논문에서는 논외로 하였다. 특허와 논문 모두 시기적으로는 차이가 있으나 한 차례 급격한 증가와 하락을 보인 후 점진적인 증가추세를 보이고 있다. 그러나 특허는 2010년 이후 급격히 감소하고 있으나, 논문은 등락 폭이 크기는 하지만 증가추세를 유지하고 있다. 특허는 1980년대 초중반과 2000년대 초·중반 두 시기에 급격히 증가한 바 있다. 반면 논문은 1989년~1991년 기간 동안 증가하였다가 1994년을 저점으로 다시 증가추세를 나타내고 있다. 특히 1990년대 초반부터 2000년대 중반까지는 특허와 논문이 대체적으로 유사한 변동을 보이고 있다. 이러한 모습에는 미국, 독일, 프랑스, 영국, 이스라엘 등 선진국이 수행한 전쟁과 연관이 있는 것으로 판단된다. 동서냉전기가 1980년대 말까지 이어졌고, 2000년대에는 이라크전쟁을 포함한 중동 및 아프가니스탄 등에서 전쟁이 발발하였다. 미국을 중심으로 수행된 이러한 전쟁은 지리적 환경 및 위협체의 특성 등으로 인하여 장갑기술의 발전에 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 특히 특허 출원인과 논

문 저자의 주요 국적이 미국, 독일, 프랑스, 이스라엘 등으로 동서냉전기의 중심국들이고, 중동 및 중앙아시아에서 벌어진 전쟁의 당사국임에서 확인할 수 있다. 또한 원자력에너지의 확산과 사고, 기후변화에 따른 자연재해의 증가 등도 장갑기술의 발전에 어느 정도 영향을 미쳤을 것으로 추측된다.

〈표 1〉은 시대별로 자료 수를 정리한 것이다. 특허의 경우 1960년대는 1965년부터 해당하며, 2010년대는 2010년까지의 자료이다. 논문은 1970년대에는 1979년만을 포함하고 있으며, 2010년대는 2013년까지 검색된 자료이다. 시대별로 자료의 누적 수량은 특허와 논문 모두 증가하고 있다. 자료의 제목에서 사

〈표 1〉 시대별 자료의 변화

구분	계	논문	특허	재료분야		기타	
				논문	특허	논문	특허
1960년대 ²¹⁾	27	-	27	-	21	-	6
1970년대 ²²⁾	89	3	86	3	49	3	37
1980년대	160	20	140	18	81	19	59
1990년대	206	61	145	53	79	55	66
2000년대	387	133	254	120	162	116	92
2010년대 ²³⁾	100	82	18	74	8	72	10
계	969	299	670	268	400	265	270

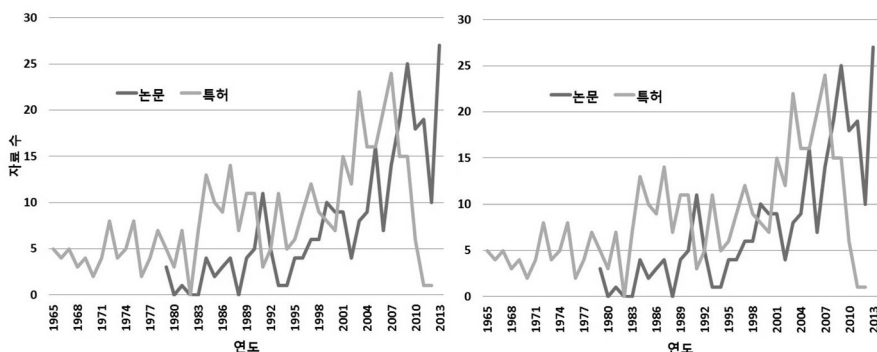
용하고 있는 기술적인 용어들을 기준으로 재료분야와 기타분야로 구분할 경우, 특허와 논문 모두 재료분야 자료가 많은 것으로 나타났다. 그러나 논문에서는 차이가 거의 없었다. 논문의 제목에 재료관련 용어와 재료 이외의 용어가 혼재되어 사용되고 있다는 것을 반영한 결과이다. 이와 같은 결과는 장갑기술의 특성에서 나타난 결과라고 판단된다. 장갑기술은 재료분야 등 다른 분야의 학술적 성과를 가져와 활용하거나, 구조나 작동방식 등을 변경하는 것과 같이 응용연구 형태가 다수를 차지하고 있다. 기술개발 성과지표의 성격이 강한 특허에서도 재료분야 관련 특허가 많았다. 〈그림 2〉는 제목에서 사용한 용어를 기준으로 자료를 재료분야와 기타로 구분하여 자료 수의 추이를 보여주고 있다. 특허의 경우

21) 1960년대 출원된 특허는 1965년부터 나타났으며, 이후 매년 5~6건이 검색되었음.

22) 1970년대 논문은 1979년 3건만 검색되었음.

23) 특허는 검색시점(2013년말~2015/4년 초)에 2011년 3건, 2012년 1건만 검색되어 분석대상에서 제외함.

〈그림 2〉 세부기술별 변화 추이(좌: 재료분야, 우: 재료 이외의 분야)



재료기술이 전체적인 추세에 더 많은 영향을 미치고 있으며, 시대가 변하면서 재료기술이 기술을 선도하는 모습이다. 반면 논문에서는 재료와 재료 이외의 분야가 유사한 추세를 보이고 있다. 그러나 자료의 수만 고려할 경우에는 기술의 변화는 구체적으로 파악할 수 없다. 이러한 측면에서 주제어 기반 기술동향분석은 기술의 변화를 보다 기술적인 측면에서 파악할 수 있는 유용한 방법으로써 다음 장에서 논의하고자 한다.

2. 주제어 분석

본 논문에서는 특허와 논문의 제목과 초록에서 주제어를 선정하였다. 텍스트마이닝 툴을 이용하여 제목과 초록에서 2단어 이하의 용어를 추출하였다. 논문과 특허에서 각각 수만개의 단어가 추출되었다. 불필요한 단어를 제거하고, 장갑기술과 연관성을 고려하여 주제어를 선정하였다. 각 주제어가 자료의 초록에서 나타나는지 여부를 확인하여 주제어-자료 표를 작성하여 주제어 기반 기술동향분석의 기초자료로 활용하였다.

1) 주제어 선정

텍스트마이닝 툴을 이용하여 특허와 논문의 제목과 초록에서 2단어 이하의

기술적인 용어들을 선별하여 주제어로 선정하였다. 추출된 용어에는 동사, 관사 등 불필요한 단어가 상당수 포함되어 먼저 이러한 단어들을 제거하였다. 또한 기술적으로 의미가 있는 경우에도 장갑기술과의 연관성을 검토하여 추가적으로 제외하였다. 이러한 선별과정을 거쳐 최종적으로 남은 용어를 주제어로 선정하였다. 특히 주제어의 의미를 구체화하거나 보다 명확하게 해주는 수식어 즉, 형용사, 분사 등을 포함하였다. 예를 들면, 장갑재료 중 세라믹 재료와 관련된 주제어의 경우 “ceramic”뿐만 아니라 “improved ceramic”, “integral ceramic”, “interconnected ceramic”, “low-density ceramic” 등과 같이 수식어를 포함하여 선정하였다. 또한 “SiC”와 “Silicon Carbide”, “aluminum”과 “aluminium”, “module”과 “modular”, “modularity” 등과 같이 동일하거나 유사한 의미를 달리 표현한 경우도 모두 주제어에 포함하였다. 자료별 주제어의 수와 내용을 비교하기 위해 특허와 논문에서 선정한 주제어를 따로 구분하였다. 또한 주제어의 기술적인 특성에 따라 재료관련 주제어와 그 이외의 주제어로 구분하였다. 재료관련 주제어는 구분이 명확하여 분류가 용이하였다. 또한 “layered steel”과 같이 재료와 기타 주제어가 합성된 경우 재료 관련 주제어에 포함시켰다. 재료 이외의 주제어들도 구조, 작동방식, 구성품, 장치 등과 같이 다양하게 구분할 수 있으나, 본 연구에서는 재료기술을 중점적으로 파악하기 위해 재료 이외의 주제어는 기타로 분류하였다. <표 2>는 선정된 주제어의 자료에 따른 기술별 분류표이다. 논문에서 218개의 주제어가 선정되었고, 특허에서는 185개였다. 또한 논문에서 선정된 주제어 중 재료관련 주제어가 116개로 전체의 53%를 차지하였다. 특허에서는 93개(50%)로 논문의 결과와 유사한 비율을 보이고 있다. 그러나 자료의 양적인 측면에서 특허(500개)가 논문(232개)보다 2배 정도 많았으나, 선정된 주제어의 수는 논문이 더 많았다. 주제어의 다양성 측면에서 논문이 특허보다 훨씬 다양하다는 것을 보여주는 결과이다. 한편, 논문에서 선정한 주제어 218개 중 논문에서만 나타난 주제어는 91개(41.7%)였다. 특허에서만 출현한 주제어의 수는 58개로 특허에서 선정한 주제어의 31.3%를 차지하였다. 재료관련 주제어 중 59개의 주제어가 논문에서만 확인되었으나, 특허에서만 나타난 경우는 36개였다. 결과적으로 장갑기술의 경우 주제어의 양적인 측면에서 논문이 특허보다 주제가 다양하다고 할 수 있으나, 세부기술에서는 차이

가 두드러지게 나타나지는 않았다. 통계적 검정이 필요하지만 본 연구에서는 논외로 한다.

〈표 2〉 주제어 선정 및 분류

구분	자료 수	주제어		
		전체	재료관련	기타
논문	299	218	116	102
특허	670	185	93	92
논문에만 있는 주제어		91	59	32
특허에만 있는 주제어		58	36	22

2) 주제어 빈도분석

선정한 주제어가 자료에서 나타나는 빈도를 확인하여 자료별 차이점을 살펴 보았다. 자료별 상위 30위까지의 주제어 순위가 〈부록〉에 제시되어 있다. 논문의 경우 주제어 순위는 “Polymer”, “boron carbide”, “fiber”, “ceramic”, “tile”, “steel”, “layer”, “iter”, “silicon carbide” 등으로 나타났다. 특허에서는 “layer”, “tile”, “ball”, “metal”, “ceramic”, “composite”, “rod”, “fiber”, “fabric”, “cable” 등의 순이었다. 논문에서는 재료관련 주제어가 상위를 차지하고 있는 반면, 특허에서는 재료 이외의 주제어였다. 상위 20위와 상위 40위에서 재료관련 주제어와 그 이외의 주제어 변화가 〈표 3〉에 제시되어 있다. 논문에서는 재료관련 주제어가 우세를 보였고, 특허에서는 그렇지 않은 것으로 나타났다. 장갑기술에서 재료분야의 성과는 논문으로 발표되고, 재료 이외의 성과는 특허로 발표되는 경우가 많다고 판단할 수 있다. 이 결과는 논문이 학술적 성과를, 특허가 기술개발 성과를 나타내는 지표라는 점을 반영하는 결과라고 여겨진

〈표 3〉 주제어 구성의 변화

구분	상위 20위		상위 40위	
	재료관련	기타	재료관련	기타
논문	13	7	23	17
특허	8	12	14	26
논문에만 있는 주제어	1	2	6	4
특허에만 있는 주제어	0	0	2	3

다. 또한 상위 주제어 중 논문에만 있는 주제어가 특허에만 있는 주제어 수보다 많은 것으로 나타났는데, 논문의 주제가 특허에 비해 다양하다는 것을 의미한다.

〈표 4〉와 〈표 5〉는 주제어를 포함하는 자료 수에 대한 시대별 변화를 자료별로 보여주고 있다. 시대별로 상위에 랭크된 주제어의 구성이 자료에 따라 차이가 있음을 구체적으로 확인할 수 있다. 논문에서는 재료관련 주제어가 대부분을 차지하고 있는 반면, 특허에서는 재료 이외의 주제어들이 상당수 눈에 띈다. 또한 주제어의 내용 측면에서도 차이를 보이고 있음을 확인할 수 있다. 논문의 주제어가 특허에 비해 기술적으로 구체적인 측면이 있다. 예를 들어, 세라믹의 경우 특허에서는 “ceramic” 형태로 나타났으나, 논문에서는 “boron carbide”, “aluminium oxide”, “cast alumina”, “silicon carbide”, “ceramic composite” 등과 같이 구체적인 형태로 상위에 나타나고 있다. 한편, 두 자료에서 공통적으로 나타나고 있는 점도 있다. 동일한 주제어들이 상위에 반복적으로 나타나고 있는 점과 전혀 새로운 주제어의 출현은 확인할 수 없다는 점이다. 이러한 결과를 통해 장갑기술은 기술성장곡선상의 성숙기에 위치하고 있다고 판단할 수 있다. 장갑기술은 연구개발의 역사가 오래된 분야임은 앞서 언급한 바와 같다. 이러한 점을 1970년대~2000년대 사이의 주제어 순위 변화를 통해 구체적으로 살펴본다. 특허에서는 “tile”, “layer”, “ball”, “rod”, “composite”,

〈표 4〉 시대별 주제어 빈도 순위: 특허

순위	1960년대		1970년대		1980년대		1990년대		2000년대	
	주제어	자료	주제어	자료	주제어	자료	주제어	자료	주제어	자료
1	tile	18	metal	21	tile	50	layer	57	layer	116
2	ceramic	13	layer	21	layer	37	tile	57	tile	76
3	composite	11	tile	21	metal	30	ball	28	ball	75
4	layer	10	cable	17	composite	25	rod	24	ceramic	67
5	metal	9	electric	12	steel	24	ceramic	22	composite	60
6	fiber	7	composite	8	ball	23	metal	22	metal	52
7	glass	5	flexible	8	ceramic	21	composite	21	rod	34
8	steel	4	spaced	8	rod	16	fiber	21	fabric	30
9	ball	4	fabric	7	spaced	16	cable	16	fiber	28
10	rod	4	ceramic	7	fabric	15	flexible	15	flexible	25

〈표 5〉 시대별 주제어 빈도 순위: 논문

순위	1970년대		1980년대		1990년대		2000년대		2010년대	
	주제어	자료	주제어	자료	주제어	자료	주제어	자료	주제어	자료
1	polymer	4	polymer	45	polymer	83	polymer	239	ceramic	113
2	boron carbide	3	boron carbide	20	boron carbide	61	boron carbide	133	polymer	112
3	fiber	3	fiber	20	fiber	61	fiber	133	boron carbide	82
4	isotropic graphite	3	ceramic	13	ceramic	36	ceramic	114	fiber	82
5	iter	2	tile	9	tile	28	tile	53	tile	35
6	wall	2	isotropic graphite	8	cast alumina	11	iter	36	steel	27
7	aluminum alloy	1	aluminium oxide	6	aluminium oxide	11	layer	36	reinforced aluminum	21
8	coated aluminum	1	plasma	6	steel	11	reinforced aluminum	28	silicon carbide	21
9	cast alumina	1	wall	6	plasma	11	aluminium oxide	28	ceramic composite	21
10	carbide	1	b4c	5	aluminum alloy	9	steel	28	layer	20

“flexible” 등 장갑기술의 구조적인 측면을 나타내는 주제어가 반복적으로 출현하고 있다. 다만 “composite”의 경우 재료적인 측면도 반영하는 주제어이다. 논문에서는 특허와는 달리 재료관련 주제어가 다수를 차지하고 있음을 확인할 수 있다. 세라믹, 섬유, 알루미늄 계열의 재료와 연관된 주제어가 다수를 차지하고 있다. 또한 기본적인 장갑재료인 “steel”, “metal”은 두 자료에서 꾸준히 상위에 나타나고 있다. 이러한 결과를 통해 장갑기술은 기본적인 장갑재를 바탕으로 고경도 및 경량화를 추구하는 방향으로 발전해 왔음을 짐작하게 한다.

3) 기술의 참신성 지표²⁴⁾를 활용한 주제어 분석

앞서 언급한 바와 같이 본 논문에서는 시대별로 눈여겨볼만한 기술을 도출하기 위해 기술의 참신성 지표(TNI, technology newness index)를 활용하였다. 기술의 참신성 지표는 기술집중도(TEI, Technology Emphasis Index)를 연구

24) 최정선, “통계적 분석방법을 이용한 주제어 기반 특허동향분석: 장갑기술(Armor technology)을 중심으로”, 지식재산연구, 제8권 제1호(2013), 223-252면.

개발집중도(RDEI, R&D Emphasis Index)로 나누어 산출한다. 연구개발집중도는 기업이 보유하고 있는 총 특허에서 특정 연구개발분야의 특허가 차지하는 비중을 의미하는 지표로써 개별기업의 연구개발 특성 및 경쟁력을 파악하는 지표로 활용된다.²⁵⁾ 연구개발집중도는 국가, 연구기관, 기업 등의 중점 분야나 경쟁기업의 연구개발 수준을 파악하는 지표로 유용하다. 기술집중도는 기술 내에서 집중적으로 연구되고 있는 세부 기술을 파악할 수 있는 지표로 연구개발집중도를 응용한 것이다. 본 연구에서 연구개발집중도는 군집 내 자료 수(P_i)를 총 자료 수($\sum P_i$)로 나누어 산출하며, 기술집중도는 하나의 주제어에 대하여 군집 내 빈도 수(F_j)를 총 빈도 수($\sum F_j$)로 나누어 구한다. 연구개발집중도와 기술집중도를 이용한 기술참신성 지표는 군집 내에서 눈여겨볼 만한 기술을 탐색하는 지표로 활용할 수 있다.

$$TNI = \frac{TEI}{RDEI}, \text{ where } RDEI = \frac{P_i}{\sum P_i}, TEI = \frac{F_j}{\sum F_j}$$

본 논문에서는 자료-주제어 표를 활용하여 시기별로 참신한 기술을 살펴보았다. 특허와 논문을 구분하여 결과를 비교하였다. 참신성 지표를 활용한 결과와 빈도분석 결과를 자료별로 검토하여 그 차이를 분석하였다. 빈도분석에서와 마찬가지로 주제어를 특성에 따라 재료관련 주제어와 그 이외의 주제어로 구분하여 살펴보았다. 재료 이외의 주제어 중에서 장갑구조 관련 기술과 밀접하게 연관되어 있는 주제어들을 다시 선별하여 시기별로 참신한 기술을 구체적으로 파악해 보았다.

〈표 6〉과 〈표 7〉은 시대를 구분한 자료별 기술의 참신성 지표 순위이다. 주제어 빈도분석 결과와 비교하여 살펴보면, 재료기술 관련 주제어가 지표 순위의 상위에 위치하고 있다는 점은 유사하다. 그러나 주제어의 내용 측면에서 많은 차이가 나타났다. 시기별로 많은 차이를 보이고 있는 자료의 수가 주제어 출현 빈도에 미치는 영향을 반영하였다. 다시 말해서 자료의 수가 적더라도 출현빈도

25) Holger Ernst, "Patent information for strategic technology management", *World Patent Information*, 25(2003), pp.233-242.

〈표 6〉 기술의 참신성 지표 순위: 특허

순위	1960년대		1970년대		1980년대		1990년대		2000년대	
	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI
1	magnesium oxide	24.81	gradient	7.79	thermite	4.79	cast alumina	4.62	interconnected ceramic	2.64
2	double cone	24.81	inductance	7.79	polyimide polymer	4.79	reinforced aluminum	4.62	low-density ceramic	2.64
3	alloy steel	12.41	trigger plate	7.79	carbonitride	4.79	aluminium oxide	4.62	integral ceramic	2.64
4	fiberglass	6.20	laminar	5.19	hollow jet	4.79	cast metal	4.62	galvanized steel	2.64
5	oxide	6.20	dielectric	5.19	neutral beam	4.79	mortar	4.62	carbon-coated filler	2.64
6	glass fiber	4.96	aluminum alloy	3.90	glass fiber	3.83	polyethylene filament	4.62	cementitious	2.64
7	silicon carbide	3.10	fabric laminate	3.90	coated aluminum	3.19	silver coated	4.62	alloy clad	2.64
8	glass	2.95	phenolic	3.90	graphite	3.19	titanium nitride	4.62	ice composite	2.64
9	carbide	2.92	inflatable bag	3.90	fiberglass	2.39	applique grille	4.62	beryllium-copper	2.64
10	nylon	2.76	nylon	3.46	fabric laminate	2.39	capacitance	4.62	nickel-chromium	2.64

〈표 7〉 기술의 참신성 지표 순위: 논문

순위	1970년대		1980년대		1990년대		2000년대		2010년대	
	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI
1	fibre reinforced	19.93	sic	14.95	tungsten base	4.90	tungsten brush	2.25	mild steel	3.65
2	isotropic graphite	18.69	rubble	14.95	semi-infinite steel	4.90	tungsten macrobrush	2.25	phase steel	3.65
3	carbide	16.61	submarine	14.95	steel reinforcement	4.90	rha steel	2.25	wound steel	3.65
4	carbon fiber	14.24	isotropic graphite	7.48	austenitic steel	4.90	retained austenite	2.25	engineering ceramic	3.65
5	carbide powder	8.31	ti-doped graphite	7.48	carbon fiber	4.90	non-stainless steel	2.25	laminated ceramic	3.65
6	wall	6.23	s-shaped	7.48	plasma shield	4.90	advanced ceramic	2.25	alumina	3.65
7	cell	4.98	carbon fibre	4.98	dolos concrete	4.90	boron	2.25	kevlar woven	3.65
8	fiber	4.75	rubble structure	4.98	tritium	4.90	glass fiber	2.25	multi-layer woven	3.65
9	fiber reinforced	4.75	b4c	4.67	low-z	4.90	closed-cell aluminum	2.25	fiber composite	3.65
10	iter	3.27	glass	4.08	beryllium	3.68	al2o3	2.25	polymer fibre	3.65

가 일정 수준 이상인 주제어를 탐색하는 지표로써의 의미가 반영된 결과이다. 시대가 변하면서 기술적으로 어떠한 특성이 반영되고 있는가를 구체적으로 확인할 수 있다. 세라믹재료를 예로 들면, 〈표4〉의 결과와는 달리 “inter

connected ceramic”, “low-density ceramic”, “integral ceramic”, “engineering ceramic” 등 기술의 특성을 구체적으로 확인할 수 있다. <표 5>와 비교할 때 논문에서도 많은 차이점을 발견할 수 있다. 구체적으로 재료에 어떠한 특성이 추가되었는가를 미루어 짐작할 수 있는 주제어들이 상위에 나타나 있다. 예를 들어 “steel” 재료를 보면, 1990년대 “semi-ininite steel”, “steel reinforcement”, “austenitic steel” 등과 같은 주제어가 도출되었다. 이러한 특성은 이후 시대에서도 확인할 수 있다. 2000년대 “rha steel”, “retained austenite steel”, 2010년대 “mild steel”, “phase steel”, “wound steel” 등과 같은 형태로 나타났다. 금속재료는 세라믹 재료의 등장과 함께 그 중요성이 퇴색하는 듯하였으나, 장갑재료로서의 특성을 강화하는 방향으로 개선되고 있음을 짐작할 수 있다. 재료 이외의 분야에서도 주제어 출현빈도만을 고려한 결과와 확실한 차이를 발견할 수 있다. 주제어 출현빈도만을 고려한 경우에는 “layer”, “tile” 등과 같이 장갑구조를 나타내는 일반적인 주제어가 상위에 나타났다. 그러나 기술의 참신성 지표를 활용한 경우 “gradient”, “trigger plate”, “inflatable bag”, “applique grille” 등과 같이 다양한 주제어가 상위에 출현하고 있음을 확인할 수 있다. 또한 시대가 흐를수록 재료 관련 주제어가 다수를 차지하고 있다. 장갑기술은 구조, 구성품, 작동방식 등과 같은 재료 이외의 기술보다는 재료관련 기술이 장갑기술의 발전에 더 큰 기여를 하고 있음을 짐작할 수 있다. 특히 재료분야에서는 “steel”, “ceramic”, “tungsten” 등의 재료가 핵심적인 역할을 하고 있다는 점도 확인할 수 있다. 이와 같은 내용을 재료분야와 재료 이외의 분야로 구분하여 보다 구체적으로 살펴보았다.

<표 8>과 <표 9>는 재료분야 주제어의 참신성 지표 순위를 자료별로 보여주고 있다. 대체적으로 재료를 대표하는 주제어보다는 재료의 특성을 구체적으로 확인할 수 있는 주제어가 많다. 세라믹, 섬유, 금속, 알루미늄 등 주요 장갑재료 관련 주제어가 구체적인 형태로 참신성 지표 상위에 나타나고 있다. 특히 세라믹재료와 금속재료의 사례에서 보다 분명하게 확인할 수 있다. 논문의 경우 “steel” 재료를 살펴보면, 1990년대 “semi-infinite steel”, “steel reinforcement”, “austenitic steel” 등의 형태로 지표순위 상위에 나타났다. 2000년대에는 “rha steel”, “retained austenite steel”, “non-stainless

〈표 8〉 재료 분야 기술의 참신성 지표 순위: 특허

순위	1960년대		1970년대		1980년대		1990년대		2000년대	
	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI
1	magnesium oxide	24.81	laminar	5.19	thermite	4.79	cast alumina	4.62	interconnected ceramic	2.64
2	alloy steel	12.41	aluminum alloy	3.90	polyimide polymer	4.79	reinforced aluminum	4.62	low-density ceramic	2.64
3	fiberglass	6.20	fabric laminate	3.90	carbonitride	4.79	aluminium oxide	4.62	integral ceramic	2.64
4	oxide	6.20	phenolic	3.90	glass fiber	3.83	cast metal	4.62	galvanized steel	2.64
5	glass fiber	4.96	nylon	3.46	coated aluminum	3.19	mortar	4.62	carbon-coated filler	2.64
6	silicon carbide	3.10	rubber	3.34	graphite	3.19	polyethylene filament	4.62	ice cementitious	2.64
7	glass	2.95	graphite	2.60	fiberglass	2.39	silver coated	4.62	alloy clad	2.64
8	carbide	2.92	copper	1.95	fabric laminate	2.39	titanium nitride	4.62	ice composite	2.64
9	nylon	2.76	non-metal	1.95	alloy steel	2.39	concrete	2.77	beryllium-copper	2.64
10	ceramic	2.41	woven	1.67	non-metal	2.39	fiber reinforce	2.31	nickel-chromium	2.64

〈표 9〉 재료 분야 기술의 참신성 지표 순위: 논문

순위	1970년대		1980년대		1990년대		2000년대		2010년대	
	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI
1	fibre reinforced	19.93	SiC	14.95	tungsten base	4.90	tungsten brush	2.25	mild steel	3.65
2	isotropic graphite	18.69	rubble	14.95	semi-infinite steel	4.90	tungsten macrobrush	2.25	phase steel	3.65
3	carbide	16.61	isotropic graphite	7.48	steel reinforcement	4.90	rho steel	2.25	wound steel	3.65
4	carbon fiber	14.24	ti-doped graphite	7.48	austenitic steel	4.90	retained austenite	2.25	engineering ceramic	3.65
5	carbide powder	8.31	carbon fibre	4.98	carbon fiber	4.90	non-stainless steel	2.25	laminated ceramic	3.65
6	fiber	4.75	B4C	4.67	plasma shield	4.90	advanced ceramic	2.25	alumina	3.65
7	fiber reinforced	4.75	glass	4.08	dolomite concrete	4.90	boron	2.25	kevlar woven	3.65
8	carbon	2.77	fibre composite	3.74	tritium	4.90	glass fiber	2.25	multi-layer woven	3.65
9	metal	1.85	unreinforced concrete	2.99	beryllium	3.68	closed-cell aluminum	2.25	fiber composite	3.65
10	boron carbide	1.00	plasma	1.73	carbon fibre	3.27	Al2O3	2.25	polymer fibre	3.65

steel”, 2010년대에는 “mild steel”, “phase steel”, “wound steel” 등과 같이 변화하였음을 알 수 있다. 세라믹은 1990년대까지는 “boron carbide”, “SiC”, “B4C” 등의 형태로 나타났다가 2000년대 이후부터는 “advanced ceramic”,

“engineering ceramic”, “laminated ceramic” 등과 같은 주제어로 나타났다. 이와 같은 변화는 특허에서도 유사하게 나타나고 있다. 이처럼 세라믹재료와 금속재료는 장갑기술 분야에서 가장 많이 활용되는 재료로 시대마다 그 특성에 변화를 주면서 장갑기술에 활용하여 왔다고 판단할 수 있다. 다만, 이러한 특성이 장갑기술에 구체적으로 어떻게 적용되었고, 성능향상에 어느 정도로 기여하였는가에 대한 내용은 해당 특허와 논문의 결과를 분석하여 확인할 필요가 있다.

〈표 10〉과 〈표 11〉은 재료 이외의 분야에서 자료별 참신성 지표 순위를 보여주고 있다. 재료 분야와는 달리 논문보다 특허에서 다양한 주제어가 상위에 위치하고 있음을 알 수 있다. 논문의 경우 1970년대 자료가 워낙 적었다는 점을 감안할 필요가 있는데, 주로 핵융합로 분야인 “ITER” 관련 내용임을 알 수 있다. 시기별로 지표값이 가장 큰 주제어의 특성이 기술의 응용범위를 확장하는 내용이라는 점이다. 1970년대 “submarine”, 1990년대 “helicopter”, 2000년대 “helmet” 등이 그것이다. 또한 “sandwich”, “ply”, “honeycomb”, “double-plate”, “double ply”, “six ply”, “ply system” 등과 같이 적층 및 다층 구조 형태의 기술로 방호성능을 향상시킨 성과가 주목할만하다. 2000년대 이후에는 “high-strength magneto-conductive”, “steerable em”, “active em” 등 전

〈표 10〉 기타 분야 기술의 참신성 지표 순위: 특허

순위	1960년대		1970년대		1980년대		1990년대		2000년대	
	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI
1	double cone	24.81	gradient	7.79	hollow jet	4.79	applique grille	4.62	buoyancy module	2.64
2	cone	2.76	inductance	7.79	neutral beam	4.79	capacitance	4.62	continuous matrix	2.64
3	jet	2.61	trigger plate	7.79	h-shaped	2.39	disk	4.62	elastomer encapsulation	2.64
4	tile	1.99	dielectric	5.19	add-on	1.91	foil	4.62	electromagnetic	2.64
5	laminate	1.96	inflatable bag	3.90	chain	1.91	grille	4.62	magnetic	2.05
6	slot	1.91	film	3.25	hollow charge	1.91	v-shaped	4.62	electrode	1.98
7	elastic	1.60	helical	3.12	lattice	1.91	truss	3.08	air gap	1.76
8	angle	1.55	cone	2.60	sandwich	1.68	passive	2.31	grid	1.76
9	matrix	1.52	cable	2.07	bar	1.64	sensor	1.93	l-shaped	1.76
10	modul	1.24	electric	1.95	cone	1.60	add-on	1.85	pellet	1.70

〈표 11〉 기타 분야 기술의 참신성 지표 순위: 논문

순위	1970년대		1980년대		1990년대		2000년대		2010년대	
	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI	주제어	TNI
1	wall	6.23	submarine	14.95	low-z	4.90	helicopter	2.25	helmet	3.65
2	cell	4.98	s-shaped	7.48	rubble structure	2.45	high-strength magnetoelectronic	2.25	active em	3.65
3	iter	3.27	rubble structure	4.98	hole wall	2.45	steerable em	2.25	sandwiched interlayer	3.65
4			rubble mound	2.99	breakwater	2.14	double ply	2.25	buttering layer	3.65
5			wall	2.80	spaced	1.84	ply system	2.25	double-plate composite	3.65
6			breakwater	2.80	spherical	1.84	six ply	2.25	honeycomb	3.65
7			wire	1.66	personnel	1.63	double-layered shield	2.25	zig-zag wire	3.65
8			laser	1.66	sandwich structure	1.63	dummy	2.25	bone-inspired	3.65
9			tensile	1.57	homogeneous	1.63	patterned	2.25	intercepting plate	3.65
10			iter	1.23	tensile	1.55	circular	2.25	flexible pipe	3.65

자기학 분야와 관련된 주제어가 눈에 띈다. 전자기학 분야의 성과를 장갑기술에 응용한 결과는 특허에서도 나타나고 있다. 1990년대 “capacitance”, 2000년대 “electromagnetic”, “electrode”, “magnetic” 등이 관련된 주제어이다. 특허의 경우에는 논문에 비해 시기별로 유사한 기술을 나타내는 주제어가 적다. 이러한 점은 신규성과 독창성을 강조하는 특허 자체의 특성을 반영하는 결과라고 판단 된다.

V. 결론 및 토의

본 연구에서는 국방과학기술분야 중 방패에 해당하는 방호분야의 핵심기술인 장갑기술 관련 논문과 특허를 수집하여 주제어 기반 기술동향분석을 수행한 결과이다. 본 논문의 성과로는 첫째, 연구개발 성과의 공개가 어려운 국방과학기술분야를 다루고 있다는 점을 들 수 있다. 특히 장갑기술은 비밀로 취급되고 있어 특허, 논문 등과 같은 공개적인 형태로 발표되는 경우가 많지 않은 것이 현

실이다. 본 논문에서 수집한 자료의 양에서 확인할 수 있는 바와 같이 검색기간에 제한을 두지 않았음에도 불구하고 적은 양이 수집되었다. 특이할만한 점은 특허의 양이 논문보다 많았는데, 이는 장갑기술이 응용기술 측면이 강하다는 점이 반영된 결과라고 판단된다. 둘째, 세부기술에 따라 다소 차이는 있으나 장갑기술은 학술적인 연구의 성과보다 기술개발의 성과 측면이 강하다는 점을 확인하였다. 일반적으로 논문은 학술적 성과지표를 의미하고, 특허는 기술개발 혹은 기술의 사업화 측면을 강조하는 지표라는 점을 염두에 둘 필요가 있다. 자료의 양적인 측면뿐만 아니라 주제어의 다양성 측면에서도 장갑기술이 학술적인 성과보다는 기술개발의 성과 측면이 강하다는 점을 확인할 수 있었다. 장갑기술을 세부기술로 분류할 때, 일반적으로 재료기술과 구조기술로 구분한다. 재료기술이라고 하여 새로운 재료를 발견하거나 만들어 내는 것이 아니라, 다른 학문의 연구개발 성과를 응용한다는 측면이 강하다. 다시 말해서 새로운 재료를 장갑분야에서 활용할 가치가 있는가에 대한 평가 측면이 크다는 의미이다. 이러한 점은 재료 이외의 주제어가 논문보다 특허에서 더 다양하다는 점과 기술의 참신성 지표 상위에 위치하고 있는 주제어가 논문보다 특허에서 다양하다는 점 등에서 확인할 수 있다. 본 연구의 세 번째 성과로는 기술집중도와 기술의 참신성 관련 지표를 제안하고 활용하였다는 점이다. 기술의 참신성 지표는 연구개발집중도와 기술집중도 지표를 활용하여 산출한다. 연구개발집중도는 특정 기업이 보유하고 있는 특허를 이용하여 해당 기술분야에서 경쟁력을 분석하는 과정에 활용되는 대표적인 지표이다. 기술집중도는 연구개발집중도를 응용하여 주제어를 하나의 기술로 간주하고 해당 기술이 어느 시기에 집중적으로 조명되었는가를 평가할 수 있는 지표이다. 또한 기술의 참신성 지표를 제안하여 시기별로 참신한 기술을 제시하였다. 기술의 참신성 지표는 기술집중도를 연구개발집중도로 나누어 산출한다. 일반적으로 군집 내에 포함된 자료의 수가 많을수록 주제어 출현 빈도가 높아지는 것이 당연하다. 기술의 참신성 지표는 군집별 주제어 순위분석 과정에서 주제어 출현빈도가 자료의 양에 지나치게 종속되는 점을 개선하고자 함이다. 예를 들어, 기술의 참신성 지표값이 크다는 것은 연구개발집중도가 비슷하더라도 기술집중도가 상대적으로 크거나 연구개발집중도가 작더라도 기술집중도는 비슷한 분야임을 의미한다. 기존연구에서는 기업별 핵심적인

연구분야나 핵심기술을 탐색할 때, 일반적으로 연구개발 성과가 많거나, 주제어 빈도가 많은 분야를 탐색대상으로 한 경우가 많다. 그러나 본 연구에서 제시한 기술의 참신성 지표를 활용하면 자료를 시기별로 기술동향을 파악하거나 자료를 군집화하여 기술분류를 시도할 경우, 연구개발집중도가 상대적으로 크거나 기술집중도가 상대적으로 작아서 간과할 가능성이 높은 기술을 파악하는 데 도움이 될 것으로 판단된다. 이러한 점은 연구개발의 역사가 오래되어 기술적인 성숙도가 이미 완성된 분야나 혹은 축적된 자료의 수가 적은 경우 유용하게 활용할 수 있을 것이다.

본 연구에서 얻은 이러한 성과와 함께 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째, 본 연구에서 제안한 기술의 참신성 지표와 유사한 지표와의 비교 및 평가가 필요하다. 일반적으로 유망기술이나 핵심기술을 탐색하는 경우 인용, 관계 혹은 빈도 등을 기준으로 ‘많음’을 기준으로 평가한다. 다시 말해서 자료의 양이 많거나 혹은 인용이 많은 경우, 주제어 출현빈도가 많거나 혹은 관계 네트워크상에서 진입 및 진출 관계가 많은 경우 등을 기준으로 핵심기술 혹은 유망기술 등으로 판단한다. 연구개발의 역사가 오래된 분야에서 새로운 연구개발 주제를 탐색한다는 것은 쉽지 않다. 또한 국방기술과 같이 자료의 양이 제한적인 분야에서도 비슷하다. 이처럼 기술이 성숙기에 접어들었거나 자료의 양이 한정된 분야에서 새롭고 참신한 연구개발 주제를 탐색하기 위한 방법으로써 기술의 참신성 지표의 활용 가능성을 연구개발의 역사가 오래되었고 자료의 양이 제한적인 장갑기술 분야를 사례로 적용하였다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다. 다만 유사한 지표와의 비교를 통한 지표의 가치를 평가하는 추가 작업이 필요하다. 둘째, 시대별로 자료를 구분한 점을 언급할 수 있다. 자료-주제어 빈도표를 기초로 요인분석, 군집분석 등과 같은 통계적 방법론을 활용한 기술분류를 통해 각 기술별 참신한 기술을 도출하는 것이 보다 바람직한 연구과정이라 할 수 있다. 그러나 본 연구에서 시대별로 자료를 구분한 이유는 장갑기술의 경우 기술분류가 다양하지 않다는 점이다. 즉, 서론에서 언급한 바와 같이 장갑기술은 재료기술과 구조기술로 구분하는 것이 명확하다. 다만 재료분야 이외의 경우 주제어의 특성에 따라 다소 세부적으로 구분하는 것이 가능하지만 그 의미가 큰 것이 아님을 선행연구에서 확인한 바 있다. 또한 장갑기술은 세계사적인 측면 즉 동서냉전, 전

쟁 등에 영향을 받아 발전해 왔으며, 연구개발의 역사가 오래되어 기술발전 경로를 되짚어본다는 측면을 강조하고자 한다. 셋째, 특허의 경우 미국에 출원된 특허를 중심으로 분석하여 유럽 및 동구권 국가의 성과가 충분히 반영되지 않았다는 점이다. 장갑기술은 위협제 기술과 상호경합적으로 발전해 왔다. 더구나 미국은 이 분야에서도 기술을 선도하는 국가라는 점과 독일, 영국, 프랑스, 이스라엘의 자료도 어느 정도 포함되어 있다는 점을 고려할 필요가 있다. 그러나 결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 유럽, 일본, 러시아 등 국방기술의 선도국 자료를 충분히 포함할 필요가 있다. 넷째, 자료의 범위가 전투차량방호기술에만 한정된 것이 아니라는 점이다. 본 논문은 국방기술 중 전투차량방호분야를 집중적으로 다루고자하였으나, 연구개발 성과의 공개가 제한적인 국방기술의 특성상 자료를 충분하게 확보할 수 없었다. 따라서 본 논문에서는 이러한 점을 극복하기 위해 자료 검색 주제어를 최대한 단순화하였다는 점을 강조한다. 그러나 노이즈 데이터를 최대한 줄이기 위해 자료가 포함된 기술분류를 확인하였고, 논문이 실린 학술지명을 확인하는 등 연관성이 높은 자료를 남기고자 노력하였다. 마지막으로 분석방법 측면에서 주제어 사이의 연관관계 즉, 동시단어분석(co-word analysis), 연관네트워크분석 등을 활용할 경우 보다 풍부한 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단되며, 기술의 참신성 지표를 유사한 지표와 비교 및 평가하는 연구 등은 추후 진행할 예정이다.

참고문헌

〈해외 단행본〉

Paul Lakowski, *Armor Technology*, 2001.

Schilling, M. A., *Strategic Management of Technological Innovation*, McGraw-Hill, 2006.

〈국내 학술지〉

고재창 외, “키워드 네트워크 분석을 통해 살펴본 기술경영의 최근 연구동향”, *지능정보연구*, 19권 2호(2013).

Geum Youngjung, et. al., “On the monitoring of the technological

- opportunities using patent information: A novelty detection approach”, 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회 논문지 (2010).
- 노현정 외, “특허정보를 활용한 나노바이오 융합기술의 특성 분석”, 지식재산연구, 제4권 제3호(2009)
- 안성훈 외, “전투차량용 세라믹 복합장갑의 개발추세”, 한국정밀공학회지, 제22권 제7호(2005).
- 전성해, “특허분석을 이용한 지능형시스템의 기술예측”, 한국지능시스템학회 논문지, 제21권 제1호(2011).
- 조수곤 외, “텍스트마이닝을 활용한 산업공학 학술지의 논문 주제어간 연관관계 연구”, 대한산업공학회 추계학술대회(2012).
- 최정섭, “통계적 분석방법을 이용한 주제어 기반 특허동향분석: 장갑기술(Armor technology)을 중심으로”, 지식재산연구, 제8권 제1호(2013).

〈해외 학술지〉

- Griliches Zvi, “Issues in Assessing the contribution of Research and Development to Productivity Growth”, *Bell J. Econ.*, Spring, Vol.10 No.1(1979).
- Eugene Medvedovski, “Ballistic performance of armour ceramics: Influence of design and structure. Part 1”, *Ceramics International*, Vol.36(2010).
- Yoon B., Park Y., “A systematic approach for identifying technology opportunities: Keyword-based morphology analysis”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.72(2005).
- Lili Wang, et. al., “Interdisciplinarity of nano research fields : a keyword mining approach”, *Scientometrics*, 94(2013).
- Robert J. Watts & Alan L. Porter, “Innovation Forecasting”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.56(1997).
- Ronald N. Kostoff & Rene Tshiteya & Kirstin M. Pfell & James A. Humenik, “Electrochemical power text mining using bibliometrics and database tomography”, *Journal of Power Sources*, Vol.110(2002).
- Murat Bengisu T & Ramzi Nekhili, “Forecasting emerging technologies

with the aid of science and technology databases”, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.73(2006).

Tugrul U. Daim & Guillermo Rueda & Hilary Martin & Pisek Gerdasri
“Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis”, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.73(2006).

〈부록〉 상위 30위 주제어

순위	논문						특허					
	주제어	자료	재료관련		기타		주제어	자료	재료관련		기타	
			주제어	자료	주제어	자료			주제어	자료	주제어	자료
1	polymer	483	polymer	483	tile	125	layer	246	metal	136	layer	246
2	boron carbide	299	boron carbide	299	layer	66	tile	224	ceramic	134	tile	224
3	fiber	299	fiber	299	iter	61	ball	141	composite	130	ball	141
4	ceramic	276	ceramic	276	wall	32	metal	136	fiber	80	rod	88
5	tile	125	steel	69	microstructure	25	ceramic	134	fabric	66	cable	64
6	steel	69	steel	69	soft	24	composit e	130	steel	52	flexible	59
7	steel	69	silicon carbide	58	body	20	rod	88	glass	42	spaced	50
8	layer	66	ceramic	57	cell	20	fiber	80	polymer	42	matrix	49
9	iter	61	ceramic composite	57	tensile	19	fabric	66	woven	28	electric	48
10	silicon carbide	58	metal	54	magnetic	16	cable	64	cement	26	active	45
11	ceramic	57	plasma	52	breakwater	16	flexible	59	carbon	22	modul	40
12	ceramic composite	57	plasma gun	52	electromagnetic	10	steel	52	resin	20	laminat e	38
13	metal	54	tungsten	43	wire	9	spaced	50	aramid	17	bar	35
14	plasma	52	tungsten	43	laser	9	matrix	49	carbide	17	angle	32
15	plasma gun	52	woven	39	transparent	9	electric	48	iron	16	elastic	31
16	tungsten	43	carbon	36	homogeneous	9	active	45	rubber	14	reactive	28
17	tungsten	43	aluminum plate	22	hybrid	9	glass	42	oxide	12	conduct	24
18	woven	39	fiber	21	spaced	8	polymer	42	powder	10	array	23
19	carbon	36	fiber reinforced	21	spherical	8	modul	40	nylon	9	sandwich	20
20	wall	32	polymeric-matrix	20	flexible	8	laminat e	38	fiberglass	8	jet	19
21	microstr ucture	25	iron	19	multi-layer	6	bar	35	silicon carbide	8	rack	16
22	soft	24	cucr zr	19	rubble structure	6	angle	32	copper	8	foam	15
23	aluminu m plate	22	aluminum	17	coil	6	elastic	31	thermoplasti c	8	pellet	14
24	fiber	21	aluminium	17	multi-layered	5	woven	28		7	slot	13
25	fiber reinforced	21	matrix composite	17	rubble mound	5	reactive	28	stainless	7	filler	12
26	polymeri c-matrix	20	b4c	16	add-on	5	cement	26	nitride	7	film	12
27	body	20	isotropic graphite	16	active electromagnetic	4	conduct	24	polyurethan e	6	sensor	12
28	cell	20	unreinforce d concrete	15	launcher	4	array	23	glass fiber	5	helical	10
29	iron	19	aramid	15	personnel	3	carbon	22	concrete	5	hollow charge	10
30	cucr zr	19	copper	15	electric armor	3	resin	20	aluminum alloy	4	cone	9

Keyword-based Technology Trend Analysis using Technology Newness Index: Publications and Patents Analysis in Armor Technology

Choi Jeong-seob

Abstract

Technology trend analysis was performed based on keywords selected in the title and abstract of the armor technology-related patents and papers. Therefore, in order to secure sufficient data combat vehicle, as well as technologies of personal protection and private vehicles, nuclear power plant, the damage caused by natural disasters included.

Analysis procedure is classified into pre-analysis and keyword-based analysis. The pre-analysis looked at the research and development trends in the historical aspect. The keyword-based analysis examined the changes in the subject and compared the difference in the patents and papers. Utilizing the technology newness index reported a novel technique to derive separated by a period in the field of material and non-material field, we compared the results with simple frequency analysis.

The significance of this paper is as follows. First, defense science and technology, especially the armor technology was analyzed. Second, all of the patents and papers was considered, and compared the results. Third, proposed and used the Technology Emphasis Index and Technology Newness Index.

Keywords

armor technology, patents and papers, keyword-based technology trend analysis, technology newness index