

국방 기술의 민수화 우선순위 평가 방법론 : 특허 분석 및 계층분석과정(AHP) 기반

(A Priority Evaluation Methodology for Spin-off of Defense Technology
: Patent Analysis and AHP Approach)

박 윤 미(Yunmi Park)*, † 설 현 주(Hyeonju Seol)**

ABSTRACT

민군 겸용기술은 민간부문은 물론 군사부문에 이용되는 기술로 이러한 기술은 산업의 경쟁력 확보와 안보 역량을 동시에 충족한다는 측면에서 불 때 저비용 고효율의 기술이라 할 수 있다. 따라서 이러한 민군 겸용기술 개발을 활성화하기 위한 기술 기획 방법 및 이와 관련된 연구의 필요성은 제기되어 왔으나 실제 이와 관련된 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 민군 겸용기술 개발을 활성화하기 위한 기술 기획에 있어 기술의 겸용성과 이전을 고려한 보다 구체적이고 정량적인 절차를 제시하는데 목적이 있다. 이를 위해 특허와 특허 인용 그리고 특허와 산업 연관관계를 바탕으로 한 기술 개발 우선순위 도출 과정을 체계적으로 제시하였으며 이 과정에서 계층분석 기법을 적용하였다. 제안한 방법의 유용성을 검증하기 위하여 국방 기술분야 중 항공기 무기체계를 대상으로 사례연구를 수행하였으며, 본 연구 결과는 국방 분야 기술 수요 도출 시 민수화 가능성이 높은 기술을 제시함으로써 민군 겸용기술을 발굴하는데 기여할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Dual-use technology, upon its effective development, can be a highly efficient technology that may be utilized for both achieving industry competitiveness and building National Security. Although research needs for such development methodology and call for corresponding efforts have long been proposed, actual outputs have not reached its desired level. Hence, this paper aims to provide more concrete and quantitative process in technology planning used to activate development of dual-use technology, considering dual usability and transferability of such technologies. In such effort, we propose use of patent analysis and the Analytic Hierarchy Process (AHP) for determining priorities for spin-off defense technology. First, the necessity of R&D and potential spin-off are measured based on patent information. Second, the necessity of R&D results from a quantitative analysis and the potentials spin-off are derived from analysis of patent citations. Then, AHP is used to calculate the importance of evaluating factors, and to assess alternative scores. Finally, we present the result of spin-off priority. A case study on the Korea defense technology is presented to illustrate the proposed method. We expect this study to make contribution in vision making of the military R&D spending.

Keywords : 민군 겸용기술(Dual-use Technology), 국방기술의 민수화(Spin-off), 특허분석, 기술기획(R&D Planning), AHP(Analytic Hierarchy Process)

논문접수일 : 2010년 11월 9일 심사(수정)일 : 2010년 11월 19일 논문게재확정일 : 2010년 11월 29일

* 육군 정보대대 작전교육장교(제 1저자)

** 공군사관학교 교수(교신저자)

† 교신저자

1. 서론

민군 겸용기술(Dual-use Technology) 개발은 민간부문과 군사부문의 요구를 동시에 만족 시키는 기술을 개발함으로써 산업 경쟁력과 국가 안보 역량을 동시에 제고 할 수 있는 전략으로 미국이나 일본 등의 선진국에서는 일찍이 이에 대한 중요성을 인식하고 관련 사업을 추진해 왔다.

민군 겸용기술 개발 사업에 대한 우리나라의 추진현황을 살펴보면 1997년 ‘과학기술혁신 특별법’의 국회통과로 혁신 5개년 계획(안)이 시행되었고, 이 계획의 일환으로 민군 겸용기술 사업이 수행되었다. 그러나 겸용기술을 찾아낼 수 있는 기반 여건이 미흡한 상태에서 출발하여 기획이 미약하다는 평가를 받았고, 개발된 기술의 상업화 실적의 저조로 인하여 예산이 삭감되는 등의 문제가 발생하였다[2]. 따라서 민군의 수요를 동시에 반영한 과제를 발굴할 수 있는 체계적인 방법의 필요성이 제기되었다. 이러한 과제 발굴에 대해 박현진 외[4]는 민군 간 요구를 충족시킬 수 있는 기술을 개발 계획 단계에서 확인하고 계획 수립 시 완료 이후의 활용처와 활용성을 고려해야 하며, 국방기술 이전의 기술적 요인 중에 “기술의 겸용성”을 유의한 것으로 분석하였다. 또한 민군 겸용기술 개발에서 기술이전을 간과한다면, 민간 기업으로부터 긍정적인 반응을 얻는데 실패할 것이라는 연구도 있었다[20]. 즉 과제의 발굴은 기술 개발 계획 작성, 기술 겸용성 그리고 기술 이전 고려라는 측면에서 검토되어야 한다. 이는 충분한 기술기획을 통해 과제를 발굴하되, 민군 겸용기술을 개발하기 위해서는 기술기획 단계에서 기술의 겸용성과 민간으로의 이전 가능성을 충분히 검토할 필요가 있음을 의미한다.

따라서 본 연구는 민군 겸용기술 개발을 활성화하기 위한 기술기획에 있어 기술의 겸용성과 이전을 고려한 보다 구체적인 정량적인 절차를 제시 한다. 기술의 겸용성과 기술이전의 정도를 평

가하기 위하여 특허 정보를 이용하였으며, 개발하고자 하는 기술의 우선순위를 도출하기 위하여 계층분석과정(AHP : Analytic Hierarchy Process) 기법을 사용하였다. 개발하고자 하는 기술의 우선순위를 도출함에 있어, 기술 자체에 대한 개발 필요성이 전제되어야 하기 때문에 계층분석과정 수행 시 기술의 이전 정도와 함께 기술 개발의 필요성을 함께 고려하였다. 위와 같이 본 연구는 민군 겸용기술 개발을 두 가지 관점, 즉 기술 개발의 필요성과 기술의 이전 가능성에 초점을 두고 있으며, 이를 위한 7가지 지표를 도출하였다. 본 연구에서 취하고 있는 민군 겸용기술 개발을 위한 두 가지 관점을 간략히 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 기술 개발의 필요성 관점에서, 개발하고자 하는 국방 기술 자체가 가지는 기술적 가치 측면을 고려하였다. 기본적으로 군사적으로 가치가 있는 기술을 대상으로 개발 검토가 이루어지기 때문에, 연구에서 취하는 기술적 가치는 해당 기술이 특정 무기체계와 관련하여 핵심 기술이나 아니냐의 관점이 아니라, 높은 활용성을 지닌 기술인가 혁신적인 기술인가와 같은 기술의 본질적인 가치에 관점을 둔다. 둘째, 기술 이전의 관점에서 개발하고자 하는 국방 기술이 일반 산업분야의 제품이나 서비스 개발에 사용될 수 있는 기술인가를 고려하였다. 즉, 민과 군이 공히 필요로 하는 기술인가를 파악하는 것으로 본 연구에서는 이를 기술의 파급효과(Spillover) 관점에서 바라보았다. 파급효과란 개발한 기술을 동일 산업 혹은 다른 산업 분야에 속한 기업이 이를 향유할 수 있는 것을 의미하는 것으로[7, 8], 국방 분야에서 사용되는 기술이 다른 산업 분야로 파급되는 정도를 측정함으로써 기술 이전의 정도를 평가할 수 있다. 즉, 기술파급효과가 큰 기술이 효과가 작은 기술에 비해 겸용가능성이 높다고 할 수 있다. 다시 말하면, 파급가능성이 높은 기술이 겸용가능성이 높은 기술이기 때문에 군사 목적을 위한 기술 개발 시 군에서 민으로의 기술 이전 가능성이 높은 기술을 선별해

낼 수 있다. 위와 같은 두 가지 관점에서 기술을 평가하기 위한 기준을 도출하기 위하여 특허 정보를 사용하였으며, 이를 종합하여 기술들 간의 우선순위를 결정하기 위하여 계층분석과정 기법을 사용하였다.

2. 이론적 배경

2.1 특허분석

특허는 발명에 대해 일정한 요건 하에서 일정 기간 동안 독점적이고 배타적인 권리를 부여함으로써 발명자를 보호하는 제도[3], 다음과 같은 특징을 지니고 있다. 첫째, 특허는 기술적인 속성(기술적 타당성)과 시장적인 속성(상업적 가치)을 모두 가지고 있다. 둘째, 특허는 정보의 다양성과 데이터베이스의 유용성 측면에서 이점이 있다. 셋째, 기술 혁신의 영향이나 흐름을 조사할 수 있다[22]. 또한 특허의 수는 연구 활동의 규모를 의미하고 특허인용(Patent Citation)의 수는 연구 활동 결과의 질이나 영향력을 의미 한다[21]. 이처럼 특허는 연구 활동의 대표적인 산출물로서 산업 및 기술 분석에 있어 기술지식의 대용지표로 널리 사용되어 왔다[25].

특허를 분석하기 위한 지표에는 여러 가지가 제시되었는데, 본 연구에서는 특허 건수 등과 같은 정량적인 분석을 통한 기술 개발의 필요성과, 특허인용 분석을 통한 기술 지식 파급에 대해서 초점을 두고 있다. 특히 특허인용 분석은 기술의 흐름과 파급 효과를 측정하는데 유용한 방법으로 Hu 외[15]는 특허의 인용정보를 지식흐름의 대용지표로 사용하여 미국과 일본으로부터 한국과 타이완으로의 지식 확산을 분석 하였다. Verspagen 외[27]는 특허정보를 이용하여 제조업 부문에서의 기술파급 효과를 측정하기 위한 기술흐름 매트릭스(Technology Flow Matrix) 방법을 제시함으로써 각 부문 간의 기술파급 총량과 시간에 따른

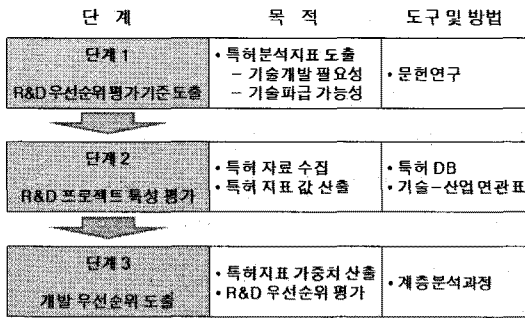
기술파급의 변화를 설명하였다. Jaffe 외[17]는 특허인용정보와 기업의 관리자들을 대상을 한 설문 을 통해 특허인용과 기술파급의 결과를 살펴본 결과, 특허인용정보가 기술파급을 설명해 줄 수 있는 지표임을 밝혀냈다. 또한 특허와 산업과의 관계에서, 특허기술이 산업으로 인용될 경우 산업별 인용횟수의 분석을 통해 기술이 산업에 미치는 파급 효과를 분석할 수 있고, 특히 특허인용횟수가 산업별 부가가치에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 연구도 수행되었다[7].

위의 여러 선행연구에서 알 수 있듯이, 특허인용 분석을 통해서 기술의 파급 정도를 확인 할 수 있고, 기술의 파급은 관련 기술의 확산 또는 기술의 흐름을 표방하고 있기 때문에 다양한 특허인용 지표들의 분석을 통하여 기술 이전의 정도를 측정 할 수 있다. 이는 곧 군사 목적으로 개발한 기술에 대한 특허의 인용 분석을 통하여 민간업체에서의 활용 가치를 측정할 수 있음을 의미한다.

2.2 계층분석과정(AHP)

계층분석과정 모형은 대안과 평가기준이 복수인 경우의 의사결정(MCDM : Multiple Criteria Decision Making)을 지원하기 위해 개발된 평가 기법의 하나로 1980년대 초 Saaty[23]에 의해 제안된 후, 널리 활용되고 있는 방법이다. 계층분석 과정은 주어진 의사결정 문제를 몇 단계로 이루어진 계층(hierarchy)으로 모형화한 뒤, 각 계층 내 의사결정 요소들 간의 쌍대비교(Pair-wise Comparison)를 통하여 의사결정자의 선호 정보를 정량화함으로써 다수의 대안과 상호 상충하는 요인들이 존재하는 상황 하에서 효과적인 의사결정을 가능하게 해준다. 쌍대비교란 한 쌍(Pair)의 의사결정요소간의 중요도 또는 선호도만을 비교하는 것을 말한다. 각 의사결정 요소들 간의 쌍대비교 결과를 종합함으로써 정성적인 측면의 평가를 정량화할 수 있다.

이러한 계층분석과정 기법은 복잡한 문제를 계



<그림 1> R&D 프로젝트 개발 우선순위 평가 절차

증화 하여 각 평가기준간의 상대적인 중요도를 정량적으로 산출한다는 장점을 가지고 있어서 공학 및 사회과학의 다양한 분야에서 널리 사용되어 오고 있다[5].

3. 연구모형

본 연구는 민간 겸용기술을 기획함에 있어 기술의 겸용성을 평가하고, 국방기술의 민수화(Spin-off) 촉진을 위한 R&D 프로젝트의 우선순위를 도출하는 것이 목적이다. <그림 1>은 이를 위한 전체적인 연구의 모형으로, R&D 우선순위 평가기준 설계, R&D 프로젝트 특성 평가, 개발우선순위 도출의 3단계로 구성된다. 각각에 대하여 자세히 살펴보도록 하자.

3.1 R&D 우선순위 평가 기준 도출

연구 모형의 첫 단계인 R&D 우선순위 평가 기준 도출 과정에서는 기술 개발 필요성과 기술파급

<표 1>. 기술 개발 필요성 특허지표와 조작적 정의

특허 지표	조작적 정의	단위
기술성장률	해당 기술 분야 특허 출원 건수의 연간 증가율	%
기술범위	해당 기술 분야와 관련된 산업분야의 평균개수	개
기술주기	인용특허와 인용된 특허와의 연도 차의 중앙값	년

가능성을 파악할 수 있는 특허분석 지표 개발을 수행한다. 이러한 특허분석 지표는 기존 문헌연구를 통하여 도출하였으며, <표 1>은 기술 개발 필요성을 파악할 수 있는 지표와 이에 대한 조작적 정의를 보여준다.

각 기술에 대한 개발의 필요성 정도를 파악하기 위해서 기술성장률, 기술범위, 기술주기의 세 가지 특허지표를 도출하였다. 특허출원의 정도는 연구 활동의 정도를 의미함으로[9], 특허출원 건수의 증가율은 해당분야 기술 개발 활동이 증가율을 반영하며 이는 곧 시장에서의 그 기술에 대한 요구 정도를 반영한다고 할 수 있다. 따라서 특허출원 건수의 증가율을 계산함으로써 기술 개발의 필요성 정도를 판단할 수 있다. 이때 산술평균은 극단적인 오차가 발생하므로 오차가 적은 기하평균을 사용하며[10], 이를 기술성장률이라고 한다. 기술 개발 필요성의 또 다른 측면은 얼마나 넓은 범위에서의 활용성을 가지느냐를 통해 측정할 수 있다. 이는 개발하고자하는 특정 기술이 활용되는 산업 분야를 살펴봄으로써 알 수 있는데, 산업과 관련되어 있다는 것은 그 기술이 개발 이후 관련 산업에 응용될 수 있음을 의미한다. 산업과의 연관성을 확인하기 위한 특허지표로는 기술범위라는 것이 있는데 이는 해당기술이 얼마나 다양한 분야의 산업을 포괄하고 있는지를 나타내는 지표이다[12]. 마지막으로 개발하고자하는 기술이 진부한 기술인지 신생 기술인지를 통해 개발의 필요성을 평가할 수 있다. 이는 진부한 기술은 활용성이 낮은 반면 신생기술일수록 향후 활용성이 높기 때문이다. 기술의 혁신정도를 판단하기 위해 기술주기를 분석하는데 이는 기술진보의 변화 속도를 나타내는 지표로서[19, 22], 이를 계산하여 해당기술이 혁신적인 기술인지 아닌지를 판단할 수 있다.

특허인용 정보는 기술지식의 파급을 설명해 줄 수 있는 지표로[17], 본 연구에서는 기술이전 가능성을 분석하기 위해 인용정보를 활용한 여러 지

〈표 2〉 기술과급 가능성 특허지표와 조작적 정의

특허 지표	조작적 정의	단위
영향력크기	특정기술과 관련된 총 특허를 대상으로 특허 당 평균 피인용 횟수	회
영향력비중	특정기술과 관련된 총 특허를 대상으로 전체 피인용 횟수 대비 타 기술 분야에 의한 피인용 횟수	%
총 관련산업수	특정기술과 관련된 총 특허를 대상으로 해당 특허를 단 한번이라도 인용한 적이 있는 산업의 총 개수	개
특허당 관련산업수	특정기술과 관련된 총 특허를 대상으로 특허 당 평균 피인용 산업 수	개

표를 분석 하였다. 문헌연구를 수행한 결과 기술 과급 가능성을 평가할 수 있는 특허 지표는 <표 2>와 같다.

기술과급 가능성, 즉 기술이전 가능성을 살펴보기 위한 지표는 인용범위(관련분야) 및 인용수준(관련정도)을 기술 측면과 산업 측면 관점에서 각각 도출하였다. 먼저 기술 측면에서 인용범위는 영향력 크기로, 인용수준은 영향력 비중으로 도출할 수 있다. 영향력의 크기는 특허가 인용된 횟수를 바탕으로 계산된다. 특허들 간의 인용관계를 파악함으로써 기술의 중요도나 중심 기술의 파악이 가능하다[14, 16, 26]. 인용이 많이 될 수록 중요한 특허이므로, 특허인용은 특허의 기술적인 질을 의미 하고[21], 따라서 영향력 크기 값이 클수록 중요한 특허로 과급 효과가 높을 것임을 알 수 있다. 영향력 비중은 해당 기술 분야의 기술들이 타 기술 분야에 과급되는 정도를 나타내는 지표로 그 값이 클수록 기술이 활발히 과급되고 있음을 의미한다. 산업 측면에서 인용범위는 특정 기술을 인용한 산업의 총 수로서, 인용수준은 특정 기술에 해당되는 특허 당 평균 피인용 특허수로 측정된다. 총 관련 산업수가 클수록 다양한 분야를 포괄하는 기술임을 의미하고 특허 당 관련 산업수의 값이 클수록 해당 기술과 관련된 특허가 다양한 산업에서 활발하게 사용되는 성격의 기술임을 의

미한다. 따라서 두 값 모두 그 값이 클수록 기술의 과급 효과가 큼을 의미한다.

3.2 R&D 프로젝트 특성평가

연구 모형의 두 번째 단계는 첫 번째 단계에서 도출한 R&D 우선순위 평가 지표를 이용해 특정 연구 개발 기술 분야에 대한 분석을 수행하는 과정이다. 이를 위해서는 먼저 특정 기술 분야를 선정하고, 이와 관련된 특허를 수집해야 한다. 또한 본 연구가 기술의 검용성을 평가하는 것이기 때문에 특정 국방 기술 특허가 어떤 산업과 관련이 있는지를 파악해야 한다. 특허 기술과 산업과의 연계(Mapping)를 위한 대표적인 연구로는 특허 분류 체계(Patent Classification System)와 표준산업분류(Standard Industry Classification)의 연계를 수행한 것이 있다[6, 13, 18, 24]. 이러한 연구 중에서 본 연구에서는 미국 특허청에 등록된 특허를 대상으로 사례연구를 수행하였기 때문에 미국 특허기술 분류체계와 국가과학기술 표준분류에 의한 산업과 연계한 연구 결과를 채택하였다[6].

특정 기술 분야를 선정하고 관련된 특허 수집 및 특허와 연계된 산업 등 기본적인 분석 정보가 수집되면 단계 1에서 정의한 7가지 지표에 대한 실질적인 분석을 수행한다. 이 과정을 통해 특정 무기체계 관련 기술 분야들에 대한 기술 개발 필요성 및 기술 이전 정도에 대한 기본적인 사실을 파악하게 된다.

3.3 개발 우선순위 도출

1, 2단계를 통해 무기체계 관련 기술 분야의 특성을 파악하고 기술 개발의 필요성 및 기술 이전 정도를 파악할 수 있다. 그러나 무기체계와 관련된 기술 분야에서의 연구개발은 장기간에 걸쳐 대규모 투자를 해야 하고 국가 경제에 미치는 영향이 막대하기 때문에 우선순위를 결정해야 한다.

하지만 특허자료 분석으로 도출된 7가지 지표 값만으로 기술 분야의 우선순위를 정하기 쉽지 않다. 본 연구에서는 이를 위해 1, 2단계에서 도출한 특허지표를 평가기준(Criteria)으로 보고 특정 무기체계와 관련된 기술 분야를 대안(Alternative)으로 보면 의사결정 문제(Decision Making Problem)이기 때문에 의사결정 방법 중 하나인 계층분석방법을 이용하여 우선순위를 평가하였다. 구체적으로 지표 값을 이용하여 각 기술대안의 점수를 계산하고, 계층분석과정 기법을 이용하여 각 특허지표 대한 가중치를 계산한 후, 이를 종합한 단일 값으로 제시함으로써 각 기술 대안에 대한 최종 개발우선순위를 도출한다.

최종 우선순위 도출을 위해서는 먼저 각 기술 대안들에 대하여 도출한 평가기준별 정량적인 값을 가중치로 변환하기 위해 효용지수(Utility Index)를 도출한다. 효용지수를 도출하기 위한 효용함수는 아래 식(1)과 같이 정의된다[11].

$$u(X) = \frac{X - X^-}{X^+ - X^-} \quad (1)$$

여기서 X는 실제 측정값, X^+ 는 해당 평가기준에 대한 대안들의 값 중 최대값, X^- 는 최소값을 나타낸다. 따라서 최대값에 대해서는 1, 최소값에 대해서는 0이 할당되면, 그 사이의 값들은 0 ~ 1 사이의 값을 가지게 된다. 단, 값이 낮을수록 바람직한 평가기준의 경우에는 효용함수 식에서 X^+ 와 X의 위치가 바뀌게 된다. 따라서 최소값이 1, 최대값이 0으로 할당된다. 이와 같이 효용지수로 변환하여 주는 이유는 먼저, 특허분석을 통해 분석된 지표값들의 각 단위가 서로 다르므로 이를 바로 비교할 수 없기 때문이다. 따라서 효용지수를 사용함으로써 서로 단위가 다른 평가기준들의 측정값을 동일한 척도(Scale)로 변환할 수 있다. 두 번째 이유는 평가기준의 값이 높을수록 좋은 경우와 낮을수록 좋은 경우가 있는데, 분석과정 시

이를 일정하게 만들어 주기 위함이다.

다음으로 계층분석과정 기법에서 대안들의 상대적 중요도는 그 합이 1이 되어야 하므로, 효용지수를 해당 평가기준별 모든 대안들의 효용지수 값의 합으로 나누어 정규화(Normalization)한다. 정규화된 값은 각 기술 대안들의 평가기준별 점수를 의미한다.

각 평가기준의 가중치를 구하기 위해서는 먼저, 최종 목표를 바탕으로 계층구조를 구성하고, 각 평가 기준 및 하위 평가 기준에 대하여 쌍대비교를 실시한다. 평가 기준들 간의 쌍대비교를 통해 가중치가 도출되면, 이미 계산한 기술 대안들의 점수와 종합하여 각 대안들의 최종 우선순위 점수를 도출할 수 있다.

4. 사례연구

본 연구에서 제안하는 방법론을 적용하기 위해, 한국 국방 기술 분야를 대상으로 사례 연구를 수행하였다. 사례 연구의 대상 기술 분야는 ‘2003년 국방 과학기술 조사서’의 항공기 무기체계에서 발췌하였다. 항공기 무기체계는 걸프전 및 이라크전에서 경험한 것과 같이 C4ISR 체계와 고도정밀 유도 무기 등을 연동하여 시너지 효과를 발휘하는 합동작전개념으로 발전하고 있는 중요한 무기 체계이다[1].

본 연구에서는 항공기 무기체계 중에서 향후 예상되는 기술발전 방향과 소요 무기체계를 고려할 때, 우리가 주력해야 할 기술 중 총 5개 분야, ‘항공전자 기술(Avionics System Technology)분야’, ‘비행제어 기술(Flight Control System Technology)분야’, ‘추진기관 기술(Propulsion System Technology)분야’, ‘항공기 세부계통 기술(Subsystem Technology)분야’와 ‘무장제어 기술(Weapon Control System Technology)분야’를 선정하였다. 항공전자 기술은 항공전자 시스템 및 코어 프로세싱 기술, 조종사-항공기 인터페이스

기술, 통신·항법·식별 기술, 레이더·EO/IR 등 센서 통합 기술을 포함하고, 비행제어 기술은 통합 비행조종 장치 체계 기술, 비행조종 컴퓨터 및 소프트웨어 기술, 비행성 향상 및 자동비행조종 기술, 비행조종장치 검증 기술을 포함한다. 추진기관 기술은 비행체-엔진 결합 및 종합기술, 터보제트·터보팬 및 터보샤프트 등 제트엔진 개발 기술, 연료계통 설계 및 종합 기술을 포함하며, 항공기 세부계통 기술은 착륙장치 설계 및 해석 기술, 항공기 유압장치 설계기술, 환경제어 장치 기술을 포함하고, 무장제어 기술은 표적 획득 및 무장조종·통제·관리 기술을 포함한다.

3장 연구 모형에서 단계 1의 R&D 우선순위 평가기준에 대한 특허지표 도출을 이미 수행하였기 때문에 사례연구에서는 단계 2와 단계 3에 대해서만 기술하였다.

4.1 R&D 프로젝트 특성 평가

먼저 본 연구에서 선정한 5개 항공기 무기체계 기술 분야 대하여 각 기술 분야의 특성을 설명할 수 있는 키워드를 결정하였다. <표 3>은 이를 나타낸 것으로 항공기 세부계통 기술이 다소 포괄적인 분야이기 때문에 'aircraft'를 포함한 2개의 키워드를 대상으로 하였으며, 나머지 분야는 기술 특성을 나타내는 2개의 키워드를 각각 선정하였다.

<표 3>에 제시한 키워드를 바탕으로 미 특허청 (U.S Patent and Trademark Office : USPTO)의 특허 데이터베이스를 검색하여 관련된 특허를 수

<표 3> 항공기 무기체계 기술별 키워드

기술분야	키워드
항공전자	avionics, avionics system
비행제어	flight control, flight control system
추진기관	propulsion, propulsion system
항공기 세부계통	aircraft, landing gear
무장제어	weapon control, weapon control system

<표 4> 각 항공 무기체계 기술 분야별 특허수

기술 분야	항공 전자	비행 제어	추진 기관	항공기 세부계통	무장 제어
특허수	207	956	329	420	207

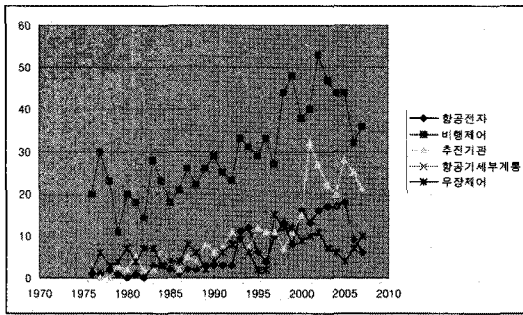
<표 5> 기술 개발 필요성 분석 결과

지표	기술	항공 전자	비행 제어	추진 기관	항공기 세부계통	무장 제어
기술 성장률(%)		6.37	1.91	6.94	2.26	5.33
기술범위(개)		3.98	2.94	3.45	2.33	2.90
기술주기(년)		6.52	7.98	6.55	8.36	7.57

집하였다. 특허 수집은 최초 등록된 시점부터 2007년까지 등록된 특허를 대상으로 하였으며 결과는 <표 4>와 같다. 2007년도까지의 검색 결과 특허수가 가장 많은 기술은 비행제어 기술이고, 가장 적은 기술은 항공전자 기술과 무장제어 기술로 나타났다.

기술 개발 필요성 분석 결과는 <표 5>와 같으며 각각에 대하여 살펴보자. 첫째, 기술성장률은 추진기관 기술(6.94%), 항공전자 기술(6.37%), 무장제어 기술(5.33%), 항공기 세부계통 기술(2.26%), 비행제어 기술(1.91%) 순으로 높게 나왔다. 이는 추진기관 기술에 관한 연구개발 활동이 가장 활발하게 증가하기 때문에 특허출원 역시 높은 연간 증가율을 보이고 있다.

각 기술에 대한 연도별 출원전수의 추이는 <그림 2>와 같다. 각 기술별 특허 출원전수의 추이를 살펴보면, 추진기관 기술은 1998년 겨우 7건이었으나 2001년 32건으로 큰 폭으로 증가하였고, 항공전자 기술 또한 상대적으로 큰 폭으로 증가함을 보이고 있으며, 무장제어 기술은 증가와 감소가 큰 폭으로 변동되고 있음을 알 수 있다. 비행제어 기술은 전체적인 특허량은 많은데 반해 증가 폭은 상대적으로 크지 않음을 알 수 있으며, 항공기 세부계통 기술 또한 유사한 패턴을 보이고 있다.



〈그림 2〉 각 기술의 연도별 출원건수

둘째, 기술범위는 항공전자 기술(3.98개), 추진기관 기술(3.45개), 비행제어 기술(2.94개), 무장제어 기술(2.90개), 항공기 세부계통 기술(2.33개) 순으로 관련된 평균 산업수가 높게 나타났다. 이는 항공전자 기술이 다른 기술에 비해 가장 다양한 산업의 기술이 융합되었음을 알 수 있다.

마지막으로 기술주기는 항공기 세부계통 기술(8.36년), 비행제어 기술(7.98년), 무장제어 기술(7.57년), 추진기관 기술(6.55년), 항공전자 기술(6.52년) 순으로 높게 평가되었다. 기술주기는 그 값이 짧을수록 기술 진보나 혁신이 활발하게 일어나므로 항공전자 기술이 진보나 혁신이 가장 활발함을 알 수 있다. 특히 항공전자 기술의 경우 다양한 항공기에 적용되는 전기/전자분야를 지칭하는 것으로 기초학문이라기 보다는 응용학문으로 볼 수 있다. 따라서 반도체, 컴퓨터, 항공기 전자산업 등 첨단 기술과 크게 관련되어 있으므로 이러한 결과가 나온 것으로 판단된다.

〈표 6〉 기술파급 가능성 분석 결과

기술 지표	항공 전자	비행 제어	추진 기관	항공기 세부계통	무장 제어
영향력 크기(회)	7.41	7.51	5.53	3.52	5.93
영향력 비중(%)	92.7	86.5	94.7	73.4	94.0
총관련 산업수(개)	35.0	46.0	40.0	31.0	26.0
특허당 관련산업수(개)	2.30	2.14	1.48	1.18	1.53

기술파급 가능성 분석 결과는 <표 6>과 같으며 각각에 대하여 살펴보자. 첫째, 영향력의 크기는 비행제어 기술(7.51회), 항공전자 기술(7.41회), 무장제어 기술(5.93회), 추진기관 기술(5.53회), 항공기 세부계통 기술(3.52회) 순으로 평가됨에 따라 비행제어 기술이 가장 높게 평가됨을 알 수 있다. 즉 비행제어 기술 분야의 특허들이 가장 많이 인용되고 있으므로 특허의 기술적인 질이 높음을 알 수 있다.

둘째, 영향력 비중은 추진기관 기술(94.7%), 무장제어 기술(94.0%), 항공전자 기술(92.7%), 비행제어 기술(86.5%), 항공기 세부계통 기술(73.4%) 순으로 평가 되었다. 추진기관 기술이 타 분야에 의해 가장 활발히 인용되고 있으며, 항공기 세부계통 기술의 경우는 자기분야에서 더욱 많이 인용되고 있음을 알 수 있다. 즉, 추진기관 기술 분야의 기술들이 타분야로 가장 활발히 파급되고 있음을 알 수 있다. 항공기 세부계통 기술은 항공기 관련 하위 시스템(Subsystem)과 관련 있는 기술이므로 자기분야에서 더욱 많이 인용되는 것으로 판단된다.

셋째, 총관련 산업 수에서는 비행제어 기술(46개), 추진기관 기술(40개), 항공전자 기술(35개), 항공기 세부계통 기술(31개), 무장제어 기술(26개) 순으로 비행제어 기술이 가장 다양한 산업에 인용된 적이 있다. 즉 비행제어 기술이 가장 다양한 분야의 산업을 포괄하고 있으며, 파급 범위가 넓음을 알 수 있다. 이는 제어기술 분야 자체가 항공기뿐만 아니라 각종 기기 및 설비에 자동제어를 적용하는 것을 목적으로 자동제어계의 동작해석 및 구성을 연구하는 공학 분야이기 때문이다. 그에 비해 무장제어 기술의 경우는 26개의 산업과 관련이 있는데, 이것은 무기관련 산업이 항공기 관련 산업보다 일반적이지 않기 때문으로 판단된다.

각 기술별로 관련이 높은 산업을 살펴보면 <표 7>과 같다. 항공전자 기술은 컴퓨터 및 교통운

〈표 7〉 기술 분야별 관련이 높은 산업

기술 순위	항공전자	비행 제어	추진 기관	항공기 세부계통	무장 제어
1	컴퓨터	방송·위성	방송·위성	방송·위성	정밀화학 물질
2	교통운영·관리	교통운영·관리	육상수송기계	육상수송기계	방송·위성
3	소프트웨어	정보교환	교통운영·관리	정보교환	산업·기계일반
4	정보교환	소프트웨어	에너지저장	교통운영·관리	전파

영·관리 산업과, 비행제어 기술은 방송·위성 및 교통운영·관리 산업과 관련이 높다. 그리고 추진 기관 기술은 방송·위성 및 육상수송기계 산업과 항공기세부계통 기술은 방송·위성, 육상수송기계 산업과 관련이 높으며, 마지막으로 무장제어 기술은 정밀 화학물질 및 방송·위성산업과 관련이 높은 것으로 분석되었다.

마지막으로 특허당 관련 산업 수는 항공전자 기술(2.30개), 비행제어 기술(2.14개), 무장제어 기술(1.53), 추진기관 기술(1.48개), 항공기 세부계통 기술(1.18개) 순으로 평가되었다. 여기서는

〈표 8〉 특허 지표 결과의 효용지수 값

지표	기술	항공전자	비행제어	추진기관	항공기 세부계통	무장제어
기술개발필요성	기술성장률	0.89	0.00	1.00	0.07	0.68
	기술범위	1.00	0.37	0.68	0.00	0.35
	기술주기	1.00	0.20	0.98	0.00	0.43
기술파급가능성	영향력크기	0.97	1.00	0.50	0.00	0.60
	영향력비중	0.91	0.62	1.00	0.00	0.96
	총관련산업수	0.45	1.00	0.70	0.25	0.00
	특허당 관련 산업수	1.00	0.86	0.26	0.00	0.31

항공전자 기술의 특허들이 다양한 산업에 사용되는 범용적인 성격의 기술이며 기술의 파급 범위가 넓은 것을 의미한다.

4.2 개발우선순위 도출

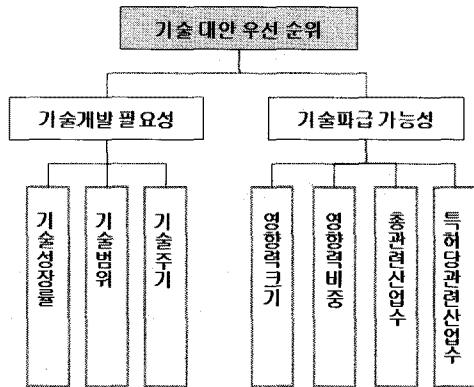
각 기술 분야별 도출한 특허 지표 결과를 바탕으로 계층분석과정 기법을 적용하여 최종 우선순위를 도출하였다. 이를 위해 먼저 분석된 지표 값을 효용지수로 변환하였고 그 결과는 <표 8>과 같다.

다음으로 도출된 효용지수를 계층분석과정에 적용하기 위해, 해당 평가기준별 모든 대안들의 효용지수 값의 합으로 나누어 정규화를 실시하였으며 그 결과는 <표 9>와 같다. 이는 각 기술 대안들의 평가기준별 점수를 의미한다.

기술 분야의 연구개발 최종 우선순위를 평가하기 위한 또 다른 한 축은 평가기준에 대한 가중치를 도출하는 것이다. 이를 위해 <그림 3>과 같이 계층구조를 구축하고, 특허 분석을 통한 기술 가치 및 연구개발 탐색에 전문성을 지닌 6명을 대상

〈표 9〉 특허지표 효용지수의 정규화 결과

지표		기술	항공전자	비행제어	추진기관	항공기 세부계통	무장제어
기술개발필요성	기술성장률	0.34	0.00	0.38	0.03	0.26	
	기술범위	0.42	0.15	0.28	0.00	0.14	
	기술주기	0.38	0.08	0.38	0.00	0.16	
기술파급가능성	영향력크기	0.32	0.32	0.16	0.00	0.20	
	영향력비중	0.26	0.18	0.29	0.00	0.28	
	총관련산업수	0.19	0.42	0.29	0.10	0.00	
	특허당 관련 산업수	0.41	0.35	0.11	0.00	0.13	



<그림 3> 기술 대안 우선순위 도출을 위한 계층구조

으로 조사를 실시하였다. 조사 결과 모든 대상자가 일관성지수 기준을 충족함에 따라 쌍대결과를 바탕으로 하위 수준에서부터 단계별로 가중치를 구한 후에 이를 곱하여 최종 가중치를 도출하면 <표 10>과 같다.

<표 9>의 특허지표 효용지수 정규화 결과와 <표 10>의 최종 가중치를 각각 곱하고 이를 합하면 최종적인 민수화 우선순위 즉, 연구 개발 우선순위를 도출할 수 있으며 이는 <표 11>과 같다.

이러한 결과는 평가기준의 가중치 값에 따라 큰 영향을 받은 것으로 판단된다. 특히 비행제어 기술이 2개의 평가기준에 대해서 최고값을 받았음에도 불구하고 우선순위가 4위로 평가된 것은 가중치 값이 높은 평가기준에 대한 지표값이 다른 기술 대안에 비해서 낮았기 때문이다. 가중치가 가장 높은 평가기준은 기술성장률로, 결국 기술성장률에 대한 지표값이 높은 기술 대안이 우선순위

<표 10> 평가 기준 최종 가중치

상위 단계평가기준	하위단계 평가기준	최종가중치
기술 개발 필요성 (0.744)	기술성장률(0.631)	0.47
	기술범위(0.218)	0.16
	기술주기(0.151)	0.11
기술파급 가능성 (0.256)	영향력크기(0.407)	0.10
	영향력비중(0.244)	0.06
	총관련산업수(0.191)	0.05
	특허당관련산업수(0.158)	0.04

<표 11> 기술 개발 우선순위 결과

기술 평가결과	항공 전자	비행제 어	추진 기관	항공기 세부계통	무장 제어
개발우선순위점수	0.34	0.11	0.32	0.02	0.21
순 위	1	4	2	5	3

도 높게 나타나는 결과를 가져왔다. 따라서 기술성장률 지표값이 높은 항공전자 기술과 추진기관 기술이 개발 우선순위가 높은 것으로 평가 되었다. 그러나 기술성장률의 지표값이 가장 높다고 해서 반드시 그 기술 대안이 우선순위가 가장 높은 것은 아니다. 추진기관의 기술의 경우 기술성장률의 지표값이 가장 높기는 하지만, 다른 평가 기준의 값들이 항공전자 기술의 지표값보다 낮으므로, 결국 우선순위가 가장 높은 기술은 항공전자 기술로 평가 되었다. 항공전자 기술은 반도체, 컴퓨터, 항공기 전자산업 등 첨단 기술 분야와 관련되어 있으며, 또한 일반 전자공학분야의 응용으로 이루어지므로 학문적으로 뿐만 아니라, 경제적으로 많은 가능성을 가지고 있는 분야로 이는 군수 관련 산업뿐만 아니라 민수관련 산업에서도 크게 주목되고 있다고 판단된다.

5. 결론

본 연구는 민군 겸용기술 개발을 활성화하기 위한 기술기획에 있어 기술의 겸용성과 이전을 고려한 보다 구체적이고 정량적인 절차를 제시하는 것이 목적이다. 이를 위해 특허와 특허 인용 그리고 특허와 산업 연관관계를 바탕으로 한 기술 개발 우선순위 도출 과정을 체계적으로 제시하였으며 이 과정에서 계층분석 기법을 적용하였다. 특허분석은 R&D 분야에서 널리 사용되어왔는데 이는 특허가 연구개발 활동의 산출물로서, 기술의 특성이나 변화과정을 표현하는 정량적인 자료로 가치가 있으며, 특허인용정보는 기술 간의 흐름이나 파급 효과를 측정하기 위한 대용지표로 유용하기 때문이다. 또한 특허와 산업관의 관계에서도

산업별 인용횟수의 분석을 통해 기술이 산업에 미치는 파급 효과를 분석할 수 있다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 그 동안 국방 관련 R&D 기획시에 특허분석을 이용한 정량적인 방법론의 제시가 부족하였다. 이에 본 연구에서는 특허정보와 계층분석과정기법을 함께 적용한 보다 체계적이고 효율적인 방법론을 제시함으로써 기존의 기술 기획방법의 단점을 보완하고자 하였으며, 이를 실증하기 위하여 국방 기술 분야 중 항공기 무기체계를 대상으로 사례 연구를 수행하였다.

본 연구는 국방 기술 분야에서 기존의 R&D 기획 방법을 보완하기 위해 특허정보와 계층분석과정 기법을 적용하여 보다 정량적인 방법론을 제시하였다는데 큰 의미가 있다. 연구 결과는 국방 기술 분야에 대한 기술 수요 조사시, 민수화 가능성이 높은 분야의 기술을 판단하여, 향후 민군 겸용기술 과제 도출시 유용한 정보를 제공할 것으로 기대된다. 또한 R&D 과제 평가과정에 있어서 특정분야에 대한 전문가들의 제한된 전문성을 보완하고 기술의 특성에 대해 의사결정을 지원함으로써, R&D 관련 기획을 하는데 있어 보조적인 역할이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구의 한계점으로는 먼저, 특정 기술 분야 관련 특허를 검색하고 수집함에 있어, 사전에 도출된 기술 키워드에 따라 검색되어지는 특허가 크게 달라지므로, 해당 기술 분야와 관련된 특허를 검색하는 방법적인 측면에서의 연구가 필요하다. 둘째, 우선순위 평가를 위해 참여한 전문가 수가 6명으로 매우 제한적이다. 보다 폭넓고 다양한 전문가가 참여를 통해 보다 실질적인 연구를 수행할 필요가 있다. 셋째, 모든 특허가 기술적 또는 상업적 가치가 있는 것이 아님으로, 보다 정확하게 개발이 필요한 기술 우선순위를 제시하기 위해서는 기술적으로나 상업적으로나 가치가 있는 특허를 추출하는 과정이 선행되어야 한다. 넷째, 국내 특허가 아닌 미국 특허청에 출원된 자료를 바탕으로 분석함으로써, 국내 실정과 다소 차이가 발생할

수 있다. 따라서 추후에는 미국특허가 아닌 국내 특허정보를 이용한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 국방과학 연구소, 2003 국방과학기술조사서, 2004.
- [2] 김철환, 최은호, 허환, “민군 겸용기술사업 활성화 방안 연구”, 한국 국방경영분석학회지, 제 32권, 1호, pp. 13-35, 2006.
- [3] 박용태, 공학도를 위한 기술과 경영, 생능출판사, 2005.
- [4] 박현진, 이정동, 정경인, 이춘주, “국방기술이전 성과영향요인에 관한 연구”, 한국 국방경영분석학회지, 제32권, 1호, pp. 1-12, 2006.
- [5] 이영찬, 한관순, “AHP를 이용한 기술기여도 산정에 관한 연구”, 산업경영시스템 학회지, 제29권, 4호, pp. 113-119, 2006.
- [6] 이원영, 박용태, 특허 데이터베이스를 활용한 기술-산업간 연계구조분석과 한국 기업의 특허 전략 평가, 과학기술정책 연구원, 정책연구 2004-03, 2004.
- [7] 정하교, 황규승, “특허분석을 이용한 기술이 산업에 미치는 경제적 파급 효과에 관한 연구”, 한국 국방경영분석학회지, 제32권, 2호, pp. 143-164, 2006.
- [8] 정하교, 황규승, “특허분석을 이용한 기술-산업간 기술지식의 파급 구조 분석 : 무인기 기술을 중심으로”, 한국군사과학기술학회지, 제10권, 1호, pp. 86-93, 2007.
- [9] 특허청, 국가연구개발사업 효율화를 위한 특허 정보 활용확산 계획(안), 2004.
- [10] 특허청, 한국의 특허동향 2005, 2005.
- [11] Clemen, R.T., Making hard decisions: an introduction to decision analysis, Belmont: Duxbury Press, 1996.
- [12] Ernst, H., "Patent information for strategic tech-

- nology management", *World Patent Information*, Vol. 25, No. 3, pp. 233-242, 2003.
- [13] Evenson R., Putnam, J., *The Yale-Canada patent flow concordance*. Economic Growth Center Working Paper, Yale University, 1988.
- [14] Harhoff, D., Scherer, F.M., Vopel, K., "Citations, family size, opposition and the value of patent rights", *Research Policy*, Vol. 32, No. 8, pp. 1343-1363, 2003.
- [15] Hu, A.G.Z., Jaffe, A.B., "Patent citations and international knowledge flow: the case of Korea and Tiwan", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 21, No. 6, pp. 849-880, 2003.
- [16] Huang, Z., Chen, H., Chen, Z.K., Roco, M.C., "International nanotechnology development in 2003: country, institution, and technology field analysis based on USPTO patent database", *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 6, No. 4, pp. 325-354, 2004.
- [17] Jaffe, A.B., Trajtenberg, M., Fogarty, M. S., "Knowledge spillovers and patent citations: Evidence from a Survey of Inventors", *The American Economic Review*, Vol. 90, No. 2, pp. 215-218, 2000.
- [18] Johnson, D. K. N. *The OECD technology concordance (OTC) : patents by industry of manufacture and sector of US*. STI Working Paper, OECD, Paris, 2002
- [19] Karki, M.M.S., "Patent citation analysis: a policy analysis tool", *World Patent Information*, Vol. 19, No. 4, pp. 269-272, 1997.
- [20] Molas-Gallart, J., Sinclair, T., "From technology generation to technology transfer: the concept and reality of the "Dual-Use Technology Centres"", *Technovation*, Vol. 19, pp. 661-671, 1999.
- [21] Narin, F., Noma, E., Perry, R., "Patents as indicators of corporate technological strength", *Research Policy*, Vol. 16, No. 2/4, pp. 143-155, 1987.
- [22] Park, Y., Yoon, B., Lee, S., "The idiosyncrasy and dynamism of technological innovation across industries: patent citation analysis", *Technology in Society*, Vol. 27, pp. 471-485, 2005.
- [23] Saaty, T., *The analytic hierarchy process*, New York: McGraw-Hill., 1980
- [24] Schmoch, U., Laville, F., Patel, P., Frietsch, R., *Linking technology areas to industry sectors*, Final Report to the European Commission, 2003.
- [25] Tijssen, R.J.W., "Global and domestic utilization of industrial relevant science: patent citation analysis of science-technology interactions and knowledge flow", *Research Policy*, Vol. 30, No. 1, pp. 35-54, 2001.
- [26] Trajtenberg, M., "A penny for your quotes: patent citations and the value of inventions", *The RAND Journal of Economics*, Vol. 21, No. 1, pp. 172-187, 1990.
- [27] Verspagen, B., Loo, I.D., "Technology spillovers between sectors and over time", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 60, pp. 215-235, 1999.

▣ 저자 소개 ▣

박 윤 미(E-mail: pym1011@snu.ac.kr)

2003 육군사관학교 운영분석학과 졸업(학사)
2008 서울대학교 산업공학과 졸업(석사)
현재 육군 정보대대 작전교육장교
관심분야 국방기술경영, 민군겸용기술

설 현 주(E-mail: hjseol@afa.ac.kr)

1993 공군사관학교 졸업(학사)
1996 서울대학교 산업공학과 졸업(학사)
1999 서울대학교 산업공학과 졸업(석사)
2007 서울대학교 산업공학과 졸업(박사)
현재 공군사관학교 국방경영분석학과 교수
관심분야 기술경영, 프로세스관리, 수리모델 응용