

특허기술 동향분석을 통한 지상감시레이더 체계구축 개선방안 연구

권지나¹, 김각규², 진강균², 원경찬^{2*}

¹육군인사사령부, ²육군분석평가단

A Study on Improvement Plan for Radar Surveillance Intercept Terrain through Patent Technology Trend Analysis

Jina Kwon¹, Gakgyu Kim², Kangkyun Jin², Kyoungchan Won^{2*}

¹Army Personnel Commanding, ²Center for Army Analysis & Simulation

요약 본 연구는 지상감시레이더의 국내외 특허기술 동향을 분석하였다. 지상감시레이더는 1990년도 이후부터 현재까지 꾸준히 출원되고 있고, 오랫동안 기술개발이 이루어져 온 만큼 출원 안정기에 접어든 기술 분야이다. 특허기술 검색은 세계적으로 특허를 양적, 질적으로 다수 출원하는 세계 주요 특허 출원 5개국의 공개 및 등록된 특허문서를 대상으로 하였고, 기간은 1990년부터 2020년까지 공개된 국내외 특허를 기준으로 하였다. 특허 검색 도구(Tool)는 특허 검색프로그램인 WIPS ON(웍스 온)을 이용하였다. 특히 지상감시레이더의 주요기술인 레이더체계, 신호·영상처리, 레이더 안테나, 레이더 송수신의 기술을 중점으로 분석하였다. 본 논문을 통해 지상감시레이더의 현재 기술 수준 및 주요 국가들의 최신 개발 동향을 알아보고, 군의 과학화 경계시스템 등 관련 체계구축에 필요한 기술정보를 제공하고자 한다.

Abstract This study analyzed the patent technology trend of Radar Surveillance Intercept Terrain. Radar Surveillance Intercept Terrain is a technology field that has entered a stable application period as patents have been steadily applied since 1990, and technology development has been carried out for a long time. A patent technology search was done based on published and registered patent documents in five major patent application countries in the world where a large number of quantitative and qualitative patents are applied for. It was also based on domestic and foreign patents published from 1990 to 2020. For the patent search tool, WIPS was used. Patent trends for the main technologies of Radar Surveillance Intercept Terrain were analyzed, such as radar systems, signal and image processing, radar antennas, and radar transmission and reception. Through this, the current technology level of ground surveillance radar and the latest development trends of major countries were identified, and technical information necessary for the establishment of related systems, such as the military's scientific security system is intended to be provided.

Keywords : Radar Surveillance Intercept Terrain, Applicant of Patent, Scientific Boundary Monitoring System Signal Image Processing, Tech-Tree

1. 서론

우리나라 지역은 수목, 풀 등이 다양한 형태로 존재한다. 특히, 군사 경계작전지역인 전방 철책부대와 강안의

부대는 잡목과 혼잡림으로 인해 가시선 확보가 제한되고 이동하는 인원을 탐지하는 것이 제한된다. 또한, 미래 병력자원 감축에 따라 적은 병력으로 더 넓은 책임 지역을 감시할 수 있도록 다용도 감시장비 복합체계 운용이 필

*Corresponding Author : Kyoungchan Won(Center for Army Analysis & Simulation, ROK Army)

email: popdin@naver.com

Received June 23, 2022

Accepted September 2, 2022

Revised August 10, 2022

Published September 30, 2022

요한 실정이다[1].

이를 위해 군에서는 다양한 과학화 경계시스템을 구축하여 적 인원 등 표적에 대한 탐지, 식별 및 추적, 타격을 위한 체계를 구축하고 있다. 탐지가 제한되는 지역에서 영상과 신호가 동시탐지 가능한 장비를 운용함으로써 첩보 수집에 신뢰성을 향상하려 노력하고 있다[2]. 군은 장기적으로 과학화 경계시스템의 탐지를 향상을 위해 다양한 지상감시레이더 체계를 전력화하고 있다. 지상감시레이더는 지상이나 저고도에서 움직이는 물체를 탐지 및 추적하기 위한 레이더이다.

군 관련 지상감시레이더 특허기술에 대한 연구사례는 Topic 모델링과 연관규칙 분석을 통해 특허정보를 활용한 국방 R&D 기술추세 분석과, LVC연동훈련체계 구축을 위한 특허기반 핵심기술 동향 분석을 통해 체계구축을 위한 기술정보를 제공하였다[3,4]. 지상감시레이더 관련 연구는 합성개구면 레이더 핵심기술 개발방안 연구와 지상감시레이더를 활용한 항공기 지상 이동 경로 추출 및 활용방안에 대한 연구, 능동형 Kalman filter를 이용한 지상감시레이더의 표적탐지능력 향상에 관한 연구 등이 있다[5,6]. 하지만 앞서 언급한 내용과 같이 기존 연구는 주로 포괄적인 국방 R&D 기술에 대한 연구가 주를 이루었고, 주로 상공에서 수풀 속 표적을 탐지하는 항공용 레이더가 대부분 이었다. 아직까지 과학화 경계시스템을 구축하기 위한 지상감시레이더에 대한 핵심기술을 분석한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 과학화 경계시스템 구축을 위한 지상감시레이더의 핵심기술 동향을 파악하여 관련 기술정보를 제공하고자 한다. 과학화 경계시스템은 군에서 향후 적용할 체계이지만 일반 대상 경계시스템 구축에서도 기술동향 분석을 통해 향후 최신의 기술을 적용하여 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 우리나라 기술 동향뿐만 아니라 미국, 중국, 유럽, 일본 등 각국의 특허기술 동향을 분석하여 지상감시레이더 기술을 적극 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

지상감시레이더 특허 동향의 분석을 통해 사업추진 전략 수립 시 특정 기술에 대한 기술수준을 참조할 수 있다. 또한, 특허기술 동향을 통해 미래 군의 과학화 경계시스템 구축 및 성능개량에 대한 방향 설정과 기술의 경쟁력을 확인하여 사업 가능성에 대한 정보를 파악할 수 있다. 장기적으로 전력화될 장비의 기술 동향을 잘 파악하여 기술적 진부함을 방지하기 위해 지상감시레이더의 기술 흐름과 최신기술 동향에 관한 연구가 필요하다[5].

본 연구에서는 지상감시레이더의 특허기술을 소개하

고, 지상감시레이더에 적용할 수 있는 레이더의 4개 주요기술 분야인 레이더체계, 신호 및 영상처리, 레이더 안테나, 레이더 송수신체계의 특허 동향을 분석하고, 현재 운용 중인 지상감시레이더의 체계 기술과 활용방안을 소개하여, 군의 신규 과학화경계 시스템 구축을 위한 관련 기술정보를 제공하고자 한다. 추가로 본 논문을 통해 특허조사 방법을 소개하여 지상감시레이더 특허기술 동향뿐 아니라 다양한 무기체계의 기술에 대한 특허 동향을 파악하는데 매우 유용하게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 특허조사 방법

2.1 조사범위

특허란 등록요건을 충족한 발명에 대해 기술 공개의 대가로 국가에서 허여한 독점 배타권으로서 특허청에 출원된 발명은 심사관의 심사를 거쳐 등록 여부가 결정되는데, 등록이 되면 출원일로부터 최대 20년간 독점 배타적으로 실시할 수 있는 권리가 부여된다. 발명이 특허로 등록되기 위해서는 신규성, 진보성, 산업상 이용 가능성 등의 요건을 만족해야 한다[7]. 조사방법으로 특허 검색 Tool을 이용하여 검색된 유효데이터의 정량 및 정성적 분석을 하였다. 특허 검색 Tool은 특허청 전문조사기관인 WIPS에서 제공하는 유료 Database와 WIPS ON을 사용하였다. WIPS ON은 쉽고 빠른 전 세계 특허를 검색하고, 대량의 특허 통계와 행정심판 정보, 특허 번역 등을 제공한다[8].

특허기술 검색은 주요특허 출원국인 한국, 미국, 중국, 일본, 유럽 등을 주요 국가로 한정하였고, 공개 및 등록된 특허문서를 1990년부터 2020년으로 분석 기간을 한정하였다. 출원 공개에 관한 제도적 제약으로 2020년 이후부터는 비공개 특허가 다수 존재할 것으로 판단된다.

2.2 기술 분류

특허 명세서에 기재되는 기술용어는 유사한 기술이라고 할지라도 발명자, 출원인에 따라 다양하게 표기된다. 기술용어에 해당하는 유사어, 동의어 등을 검색 연산자와 조합하여 검색식을 작성해야 한다. 예를 들어 충전기에 해당하는 특허를 찾고자 할 때 휴대폰 뿐만 아니라 충전 디바이스, 플러그, 배터리 등을 포함하여 검색식을 작성해야 한다[8]. 기존 지상 레이더 기술의 연구자료를 토

대로 Fig. 1과 같이 기술분류도를 작성하였다. 지상감시레이더에 적용될 수 있는 레이더의 주요기술 4개 분야인 레이더체계, 신호·영상처리, 레이더 안테나, 레이더 송수신 기술을 대분류로 하였다. 레이더체계 중 레이더 모듈 등 3개, 신호·영상처리는 클러스터 처리 등 3개, 레이더 안테나는 안테나 구동방식 등 2개, 레이더 송수신은 송수신 모듈 등 3개의 기술로 총 11개의 중분류 기술로 구분하여 특허 동향을 분석하였다. 특허정보 조사를 위해 연구되었던 검색 전략식과 연산자는 3장에서 언급하겠다[9].

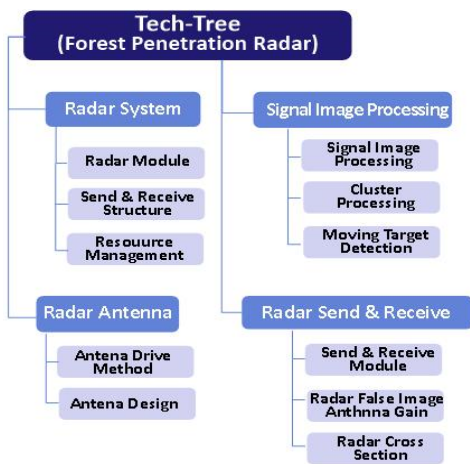


Fig. 1. Tech-Tree of Ground Surveillance Radar

2.3 분석 실행

지상감시레이더의 특허기술 동향분석을 위해 Fig. 2와 같이 검색범위를 선정하여 검색식을 작성하였다. 약 3,500건의 검색 실행 후 데이터 속에 포함된 노이즈를 제거하고 최종적으로 유효한 데이터 1,819건을 검출하였다. 유효데이터를 정량 및 정성적으로 분석하여 주요 국가의 특허 출원 추이와 연도별 대표기술을 분석하였다. 이를 통해 최신 특허기술 및 기술흐름도를 작성하였고, 최종적으로 기술 보유 수준 등의 결과를 도출하였다[8].

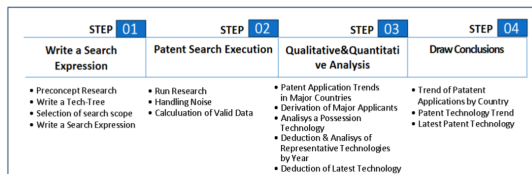


Fig. 2. Conceptual Diagram of Research Procedure

검색식을 통해 Table 1과 같이 4개의 주요기술을 기준으로 검색어를 작성하여 분석하였다. 검색 실행 후 데이터 속에 포함된 노이즈를 제거하고 최종적으로 유효데이터 1,819건을 도출하였다.

Table 1. Search Expression of Ground Surveillance Radar

Index	Search Word
Radar System	RADAR AND ("L band" "S band" "UWB band" "millimeter band" "active array" "passive array" "active electronically array" "passive electronically array")
Signal Image Processing	((cluster signal noise image picture jamming data target "moving target") AND (removal elimination remov* process* algorithm measure* analysis*)) OR MTI "moving target indicator" multistatic bistatic monostatic CFAR "constant false alarm rate" ((compensation AND (wave shake*))
Radar Antenna	antenna transceiver "array antenna" radome shifter
Radar Send and Receive	TRM "phase control" "gain control" "signal modulat*" "signal demodulat*" FMCW

유효데이터를 정량 및 정성적으로 분석하여 최신 특허기술 및 기술흐름도와 기술 보유 수준 등의 결과를 도출하였고, 특허 1건의 세부 구성내용은 Table 2와 같이 국가 코드를 비롯한 총 33개 이상의 기초 데이터를 포함하고 있다.

Table 2. Patent Basic Data (Example)

No	Data List	Contents
1	Nation Code	CN
2	DB Type	CN
3	Patent/Utility	P
4	Literature Code	A
5	Title of Invention	Miniature L-wave band ROF light transmitting-receiving module
6	Summary	A miniature L-wave band ROF light transmitting-receiving module disclosed by the present invention is composed of a light transmitting module and a light receiving module -skip-
7	Representative Claim	1. one kind miniaturization L-band ROF optical transceiver modules, -skip-
8	Num of Claim	2
9	Patent No	2017-11328648
10	Patent Day	2017-12-13
11	Public Number	CN 107749781
12	Public Day	2018-03-02
		-skip-
32	Origina Link	
33	WIPS ON key	1513018000660

3. 특허기술 동향분석

3.1 지상감시레이더 기술

지상감시레이더 기술은 Fig. 3과 같이 1990년도 이후부터 현재까지 꾸준히 출원되고 있고, 오랫동안 기술개발이 이루어져 온 만큼 출원 안정기에 접어든 기술 분야이다.

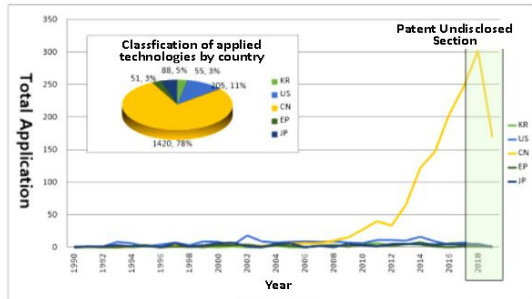


Fig. 3. Application Trends by Country

중국이 1,420건(78%)으로 가장 많은 출원 비중을 차지하고 있으며 미국(205건, 11%), 일본(88건, 5%), 한국(55건, 3%), 유럽(51건, 3%)이 그 뒤를 따르고 있다. Fig. 3의 미공개특허 구간이 존재하는 이유는 출원은 1년 6개월 이후에 공개되므로 출원은 되었으나 공개되지 않은 특허 구간이 존재하기 때문이다. 주목할 점은 2012년 이후 중국의 출원이 급격히 증가하는데 이는 2014년에 발표된 ‘국방과학기술공업 첨단화 정책’에 따른 원인도 있으나, 과거 러시아와 이스라엘 기술에 의존하던 것에서 자체개발로 전향하고, 선진국들이 스텔스 전투기들을 전력화하자 이를 탐지하기 위한 레이더 개발에 집중한 것으로 판단된다.

지상감시레이더 기술의 주요 출원인은 Table 3과 같이 중국의 시안대학교(Xidian University), 중국 전자과학대학교(University of Electronic Science and Technology), 중국 광업대학교(China University of Mining & Technology) 순으로 많은 출원 비중을 차지하고 있다. 시안대학교는 전자 및 정보 연구에 중점을 둔 대학으로서, 이동표적 보상, RCS 감소, 자동 표적인식 등의 신호처리 기술과 적응 및 인지형 레이더 센서와 같은 레이더 신기술을 출원하고 있고, 중국 전자과학대학은 다중표적 탐지, 클러스터 처리, 빔형성 기술 등 신호처리에 관한 기술을 다수 보유하고 있다.

Table 3. Main Patent Applicant of Foliage Penetrating Radar

Nation	Applicant	Num	Main Application Technology
CN	Xidian University	96	Moving Target Reward, RCS Reduction, Frequency bias Selection, Automatic Target Recognition Radar Sensor, SAR Image
CN	University of electronic science and technology	73	Multi-Target Detection, Clutter Processing, Noise Reduction, Frequency Modulation, LFM
CN	China University of Mining & Technology	36	Radar Antenna, Signal Processing, Target Detection
- Skip -			
CN	National Defense Science & Technology Univ. of P.L.A.	10	Signal Processing, MIMO
DE	Robert Bosch	10	Signal Processing
US	Witten Tech Inc.	10	Image Processing

국가별 출원인 동향을 살펴보면, 중국의 경우 연구소, 대학교 등 산학협력 형태의 공동출원이 많은데, 이는 ‘국방과학기술공업 첨단화 정책’에 따라 산학연이 주도하여 R&D 활동을 한 것으로 보인다. 국내 대표적인 방산 업체인 한화, LIG 넥스원 등은 2010년, 2016년경 2~3건의 출원 이력이 있으나 지상감시레이더 분야의 출원, 즉 연구개발은 아직 미비하다고 볼 수 있다. 일본의 경우 주요 출원인은 Mitsubishi사가 자율주행차와 관련된 출원인의 비중이 높았다.

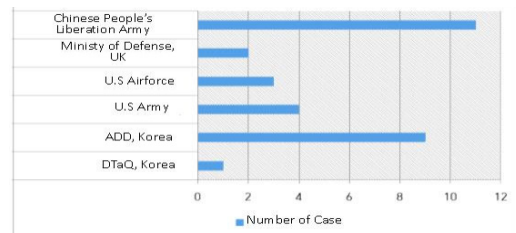


Fig. 4. Patent application Status by Major Defense Agencies

주요 출원국별 국방기관의 출원현황은 Fig. 4와 같이 특허 보유현황을 확인하였다. 중국 육군의 출원율이 가장 높으며, 우리나라의 국방과학연구소(ADD), 미국 육군과 공군, 영국 국방성 순으로 출원 비중을 차지하고 있다. 가장 많은 출원 비중을 차지하고 있는 중국 육군은 표적 탐지, RCS 감소, 이미지 보상 방법 등의 기술을 주

로 출원하였고, 미국 육군의 경우 오류 알림 감소 등의 신호처리 방법을 출원하였다.

그러나 각 국방기관의 출원율이 저조한데, 그 이유는 주파수와 관련된 레이더 기술이 대부분 비밀로 유지되고 있어, 방산 업체 위주로 기술개발이 진행되는 것에 원인이 있다고 판단된다. 또한, 국내의 경우 국방과학연구소에 집중적으로 연구개발이 되고 있는데, 군·산·학·연이 협력하여 소요제기부터 핵심기술 개발에 이르는 공동연구가 부족한 실정이다.

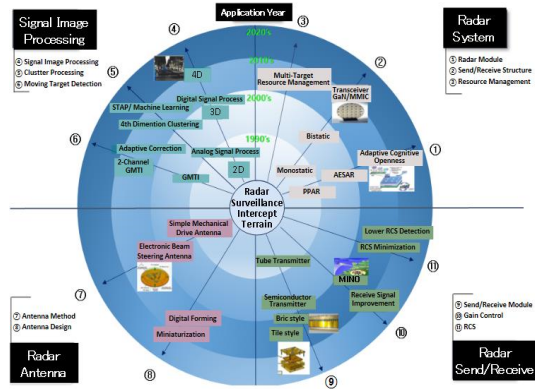


Fig. 5. Flow Diagram of Radar Surveillance Intercept Terrain

지상감시레이더의 기술적 흐름을 파악하기 위해 지상감시레이더의 특허데이터 1,819건을 Fig. 5와 같이 앞서 기술분류도에서 언급한 것처럼 레이더체계, 신호·영상처리, 레이더 안테나, 레이더 송수신 기술로 분류하였고, 이를 다시 10년 단위 출원연도별로 분류한 후 세부적으로 도식화하였다. 자세한 기술 동향은 다음 장에서 기술별로 설명하겠다.

3.1.1 레이더체계

레이더체계 분야는 Table 4와 같이 특허 검색 건수가 479건으로 전체 특허 출원 중 26%를 차지하며, 오랫동안 연구와 개발이 되어 온 만큼 1990년부터 지속해서 출원되고 있는 기술 분야이다. 레이더체계 기술은 레이더 모듈, 송수신 구조, 자원관리로 분류할 수 있다. 레이더 모듈 기술은 안테나 배열 소자에 따라 수동 위상배열레이더 (Passive Phased Array Radar)에서 능동 위상배열레이더(Active Phased Array Radar)로 변화하고 있다.

수동 위상배열레이더는 하나 혹은 여러 개의 송신기 신호를 분배하여 소자에 급전시키는 레이더이고, 능동

위상배열레이더는 안테나에 배열된 소자들이 개별적인 반도체 증폭 및 위상 변위기를 갖고 있어 전파의 송수신을 독립적으로 수행할 수 있는 레이더이다. 능동위상배열 레이더의 발전에 따라 많은 임무를 수행하고 다양한 플랫폼에 탑재되기 위해 기능의 확장성을 제공할 수 있는 레이더 개방형 확장구조(ROSA, Radar Open/Scalable System Architecture)의 출원이 최근 활발히 이루어지고 있다. 인지형 레이더는 탐색, 추적 등의 기능뿐만 아니라 표적을 자동으로 인식(ATR: Automatic Target Recognition), 분류하고, 표적과 클러터, 간섭 등에 대한 정보를 인지하여 최적의 파형을 적응적으로 선택할 수 있는 레이더이다.

Table 4. Search Expressions & Number of Searches of Radar System

Search Expressions	Num of Searches					
	Sum	KR	US	CN	JP	EP
RADAR AND ("L band" "S band" "UWB band" "millimeter band" "active array" "passive array" "active electronically array" "passive electronically array"	479	6	54	396	11	12

시스템 측면에서는 적응형 레이더에서 탐색, 추적 등의 기능뿐만 아니라 다양한 플랫폼에 탑재되기 위해 기능의 확장성을 제공할 수 있는 인지·개방형 레이더로 변화하고 있다.

송수신 구조는 송신기와 수신기가 동일한 위치에 설치된 형태의 모노스테틱(Monostatic)에서 송신기와 수신기가 분리되어 수신기의 설치 위치가 자유로운 형태의 바이스테틱(Bistatic) 기술로 변화하고 있으며, 능동 위상배열 레이더가 개발됨에 따라 초경량/고효율 송수신기로 모듈화(MMIC, Monolithic Microwave Integrated Circuit) 되고 있으며, GaAs (Gallium Arsenide, 갈륨비소) 기반에서 GaN (Gallium Nitride, 질화갈륨) 기반의 모듈로 변화하고 있다[10].

시간, 에너지, 주파수, 안테나 빔 등을 제어하는 자원관리 기술은 2016년 이전에는 출원이 미비하였으나 능동 위상배열레이더가 발전하면서 부각하고 있는 출원기술이다. 능동 위상배열 방식의 다중빔을 이용함에 따라 시간이 절약되어 공대공과 공대지를 동시에 수행할 수 있으며, 다수 표적 분할탐지, 추적과 동시에 탐지 빔 적용이 가능하여 다중표적에 대한 자동탐지 및 추적 능력이 향상되고 있다.

3.1.2 신호 및 영상처리

레이더 신호·영상 처리 출원 수는 전체 특허 출원 중 Table 5와 같이 929건으로 레이더 분야에서 가장 많은 비중을 차지하며, 1990년대부터 현재까지 꾸준히 출원되고 있는 분야이다. 신호처리 기술은 전체적으로 아날로그 신호처리에서 디지털 신호처리로 변화하고, 영상처리 기술은 2000년대 이전 2D에서 2010년대 이후에는 3D, 최근에는 4D 기술이 개발되고 있다[11].

Table 5. Search Expressions & Number of Searches of Signal & Image System

Search Expressions	Num of Searches					
	Sum	KR	US	CN	JP	EP
((cluster signal noise image picture jamming data target "moving target") AND (removal elimination remov* process* algorithm measure* analysis*)) OR MTI "moving target indicator" multistatic bistatic monostatic CFAR "constant false alarm rate" ((compensation AND (wave shake*))	929	30	113	734	26	26

간섭 및 잡음은 정합필터나 적응빔 형성 알고리즘으로 역제가 가능하지만 클러스터는 안테나가 지향하는 지역에 따라 변하고 기상 조건에도 영향을 받기 때문에 클러스터의 통계적인 특성은 매번 급격하게 변한다. 이러한 특징으로 인해 신호처리에도 기계학습 기술이 적용되고 있는 추세이다. 또한, 레이더필스 클러스터링 즉, 3차원 순차 클러스터링이나 3차원 동시 클러스터링 방법이 주로 출원되었으나 2014년 이후 4차원 클러스터링 방법으로 변화하고 있다.

주파수 변조 기술은 1990년대까지 펄스 변조 방식을 사용하였으나, 1996년도 이후 FMCA(Frequency-Modulated Continuous Wave radar) 기술이 현재까지 출원되고 있다. 주파수 변조의 경우 1996년 이후 출원되고 현재까지 꾸준히 출원되고 있는 기술 분야이다. 주요 출원기술은 선형주파수 변조(LFM), 위상 부호화 변조(PCM) 등이며, 2013년 이후 LFM 파형 처리에 관한 기술이 다수 출원되고 있다.

요동보상은 고해상도의 이미지를 얻도록 항공기 등에 탑재된 레이더의 요동에 따라 오차를 줄이는 이미지처리 알고리즘 기술이다. 요동보상은 2004년부터 출원되어 현재까지 출원되고 있는 기술이며, 이미지 보상 및 요동 보상 플랫폼에 관한 기술이 출원되었다. 요동보상을 하는

대표적인 방법은 ATD(Aperture and Topography-Dependent 중 하나인 PTA(Precise Topography and Aperture dependent)이나 지형 고도 데이터를 이용한 요동보상 방안 등이 출원되었다.

이동표적 탐지기술은 능동위상 배열기술을 바탕으로 단순 영상획득 모드에서 합성개구레이더(SAR, Synthetic Aperture Radar)의 영상획득 및 지상 이동 표적 식별(GMTI, Ground Moving Target Identification) 모드 연동으로 발전하였고, 최근 SAR-GMTI가 출원되기 시작하였다. 특히 GMTI는 2채널 방식을 이용하여 느린 표적을 탐지하는 방법 등이 출원되었다.

3.1.3 레이더 안테나

레이더 안테나 특허 출원은 Table 6과 같이 지상감시 레이더 특허의 약 10%의 출원 비중을 차지하며, 단순 기계식 구동 안테나에서 위상배열방식의 전자식 빔조향 안테나로 발전하였다.

Table 6. Search Expressions & Number of Searches of Signal & Image System

Search Expressions	Num of Searches					
	Sum	KR	US	CN	JP	EP
antenna transceiver "array antenna" radome shifter	187	7	14	137	21	8

Fig. 6은 삼성전자에서 2019년에 특허 출원한 빔 조향 및 접속을 위한 안테나 장치 구성도의 예시이다. 현재 위상배열 레이더 기술 수준은 반도체 송수신기 기술과 컴퓨터 기술의 발전에 기반하여 탐지거리 및 분해능에서 꾸준히 발전하고 있다.

안테나의 특허기술은 안테나 방식과 안테나 설계로 구분할 수 있으며, 1990년부터 꾸준히 발전하고 있다. 레이더 관련 하드웨어 기술발전은 MMIC (Microwave Monolithic Integration Circuit) 발전과 고성능 디지털 샘플링 기술 및 DSP 칩 기술의 발전이 주도하고 있으며, RF의 하드웨어 부분은 MMIC된 반도체 송수신기와 구동회로가 안테나에 통합되어 소형화되는 추세이다[12].

표적의 방향각 추정은 위상배열레이더 안테나 배열의 수를 통해 향상시킬 수 있는데, 안테나의 배열은 그 수가 늘어날수록 계산의 부하와 복잡도가 증가하고 있다. 따라서 레이더 신호를 송수신하기 위해 전체 배열을 모두 사용하는 것이 아니라 부배열로 나눠 선택해서 표적 환경의 변화에 대응해서 레이더 신호를 송수신하는 최적화

된 부배열 선택해서 사용할 수 있다. 최근 제안된 방법은 수신된 레이더 신호를 기반으로 최적의 새로운 부배열을 매시간 지능적으로 선택하는 기법을 사용하고 있다.

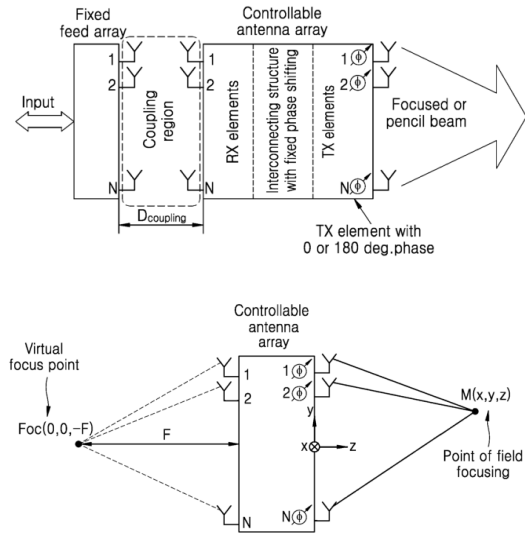


Fig. 6. Antenna Device for Beam Steering and Splicing(Example), KR10-2019-0104649 (2019.8.26./Samsung)

3.1.4 레이더 송수신

레이더 송수신 특허 검색 수는 Table 7과 같이 119건이다. 중국, 일본, 한국 순으로 검색 건수를 확인하였다. 레이더 송수신 모듈은 진공관형 송신기(TWTA, Traveling Wave Tube Amplifier)에서 반도체 송신기로 출원기술이 변화하고 있으며, 반도체 송신기는 시 브릭형(Brick-type)에서 타일형(Tile-type)으로 변화하고 있다. 위상 및 이득제어 분야는 1990년대 후반부터 출원되어 현재까지 꾸준히 출원되고 있다.

Table 7. Search Expressions & Number of Searches of Radar Send & Receive

Search Expressions	Num of Searches					
	Sum	KR	US	CN	JP	EP
TRM "phase control" "gain control" "signal modulat*" "signal demodulat*" FMCW	119	7	4	84	20	4

최신특허는 Fig. 7에서처럼 중국에서 출원한 기술로 중간 주파수 근접 이득제어의 레이더 수신시스템이다. 중간 주파수에서 이득제어에 기초한 레이더 수신시스템

으로 근거리 에코 포화문제가 극복되고 수신시스템의 동적 범위를 확대할 수 있는 특허기술이다. RCS 분야는 1990년대 후반부터 출원되어 현재까지 출원되는 기술로 저 RCS 표적에 대한 탐지능력을 높이기 위한 방향으로 가고 있다.

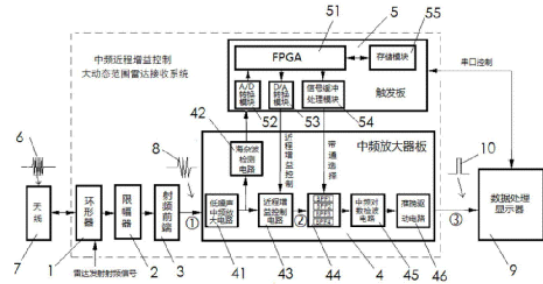


Fig. 7. Large dynamic range radar receiving system, CN 2018-11189308(2018.10.12)

3.2 지상감시 레이더 특허기술 적용방안

군에서는 지상표적에 대한 탐지를 위해 다양한 지상감시레이더를 운용하고 있다. 특히, 가시선 확보가 제한되는 숲 지역에서 이동하는 인원을 탐지하고, 영상과 신호를 동시에 탐지 가능한 진보된 장비를 구축하고자 한다.

예를 들어 앞서 언급한 지상감시레이더 중 현재 미국과 유럽에서 운용하고 있는 수풀탐지 레이더의 특허기술을 통해 어떻게 활용할 수 있는지를 설명하겠다. 수풀투과 레이더 기술은 2006년도를 시작으로 2017년도까지 출원되었으나, 지상 감시 레이더에서 차지하는 비중은 1%가 되지 않는다. 국내에선 2012년 단 3건의 논문이 발표되었고, 해외에서는 다수의 논문이 발표되기는 하였으나 상공에서 수풀 속 표적을 탐지하는 항공용 레이더가 대부분이다. 수풀투과 레이더의 경우 항공 및 지상용으로 개발되었으나 설치 방향이 수평이거나 상향일 경우 그 기능이 제한되기 때문에 Fig. 8과 같이 대부분 무인항공에 탑재되어 운용되고 있다[13].

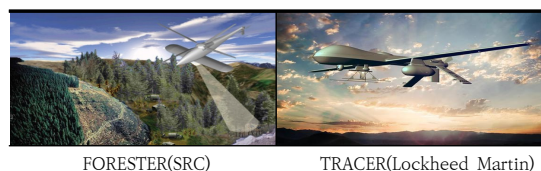


Fig. 8. Foliage Penetrating Radar(UAS)

그러므로, 특허기술과 실제 운용사례를 통해 수플투과 레이더는 단독으로 운용하기보다 지상감시레이더 또는 TOD (Thermal Observation Device, 열영상장비)와 같은 장비와 연동하여 운용하여야 할 것이다. 국내의 경우 산악으로 이루어진 지형이 많고 국지적으로 악천후가 많아 이를 활용할 경우 주·야간 나뭇잎 또는 숨겨진 지상 이동 군사 표적을 탐지할 수 있다는 통찰력을 얻을 수 있다. 가시선 확보가 제한되는 숲 지역에서 이동하는 인원을 탐지, 효과적인 작전수행을 하기 위해 영상과 신호가 동시탐지 가능한 진보된 장비를 도입하는 것이 필요하다는 결론을 도출할 수 있다. 이렇듯 민간 및 외국 기술 및 장비를 도입할 경우 대상기술에 대한 기술가치 평가를 정확히 하여야 한다. 이는 미래 과학화 경제시스템의 성능을 향상시키고 국방예산을 절감할 수 있을 것으로 판단한다.

추가로 현재 활발히 진행되고 있는 라이더(Lidar) 등 지상감시레이더 관련 특허 출원 동향을 잘 살펴보아야 한다. 라이더의 경우 고해상도 이미지를 통해 정확히 표적을 탐지할 수 있는 장점은 있으나 악천후에 영향을 받는다. 또한, 현재 센서 비용이 고가이며, 자율주행차에 적용하기 위해 개발된 만큼 탐지거리가 짧다. 그러나 연구개발이 활발히 진행되고 있는 분야인 만큼 저가의 라이더가 양산되고 있으며, 이미 지상감시 및 자율주행차에 실용화된 라이더가 있으므로 향후 추가적인 연구를 통해 최신의 기술 및 장비를 소유할 수 있도록 기술정보를 잘 파악하여야 한다.

4. 결론

본 논문에서는 지상감시레이더의 주요 4개 기술에 대한 특허기술 흐름도와 국가별 최신기술 동향 및 특허를 소개하였다. 1990년부터 2020년도에 이르기까지 지상감시레이더의 기술흐름도를 도식화하여 각각의 기술에 대한 발전과 흐름을 정리한 것에 의의를 둘 수 있다.

지상감시레이더는 1990년도 이후부터 현재까지 꾸준히 출원되고 있으나 오랫동안 기술개발이 이루어져 온 만큼 출원 안정기에 접어든 기술 분야이다. 하지만 본 연구의 한계점으로 각 국방기관의 출원율이 저조한데 주파수와 관련된 레이더 기술은 대부분 비밀로 유지하고 있으며, 방산업체 위주로 기술개발이 진행되는 것에 원인이 있다고 판단된다. 또한, 2020년 후반부터 2022년 현재에 이르기까지 미공개특허 구간이 존재하여 최신기술

을 정확히 파악하는 것에는 한계가 있다. 미공개 특허구간이 존재하는 이유로 출원은 1년 6개월 이후에 공개되므로 출원은 되었으나 공개되지 않은 특허 구간이 존재하기 때문이다. 이를 극복하기 위해 최신기술의 동향 파악을 위해 각종 학회의 발표자료와 논문에 대한 연구를 진행하고, 각 국가간의 지상감시 레이더 관련 기술정보 공유를 위한 정책이 병행되어야 한다.

국내외 지상감시 레이더 기술의 동향분석을 통해 미래군의 과학화 경제시스템 구축 및 성능개량에 대한 시사점을 제공하였고, 기술의 경쟁력을 알 수 있었으며, 사업가능성에 대한 정보를 제공하였다. 장기적으로 전력화될 장비의 기술 동향을 잘 파악하여 기술적 진부함을 방지하기 위해 지상감시레이더의 기술 흐름과 최신기술 동향에 관한 연구가 필요하다. 우리나라와 같이 레이더 분야의 연구개발이 한 기관에 집중된 경우 경쟁력에 취약할 수 있으므로, 중국과 같이 산학연이 공동협력하여 기초·원천 연구 분야의 역량을 강화하는 전략이 필요한 동시에 외국과도 활발한 교류가 필요할 것으로 판단된다.

향후 R&D 과정에서 관련 기술과 특허에 대한 분석을 전략적으로 접목하여 무기체계 전력화시 효과적으로 연구 방향을 설정하고 연구결과를 우수 특허 창출로 연계하는 방안에 관한 연구가 필요할 것으로 보인다.

References

- [1] ROK HQ, "Army Vision 2030", ROK HQ, 2019.
- [2] H.Y.Myung, "A study on the development of scientific and security system maintenance capabilities for GOP complete alert operation", *Defense and Technology*, pp. 116-125, 2018.
- [3] Y.Seo, "Defense R&D Technology Trend Analysis", KAOCA, Vol. 19, No. 2, pp.43-69, 2021.
- [4] J.N.Kwon, "A Study on Implementation and Application of Communication Middleware for LVC Interoperability", *Journal of the Military Operation Society of Korea*, Vol. 48, No. 1, pp.34-47, 2022.
- [5] J.Y.Kwak, "A Study for Development Plan of SAR Core Technology Through Technology Readiness Level Survey and Analysis", *Journal of the KIMST*, Vol.14, No.4, PP.655-662, 2011.
- [6] S.Y.Myung, "Study on Improvement of Target Tracking Performance for RASIT Using Active Kalman filter", *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol.46, No.3, PP.52-58, 2009.
- [7] J.Y.Park, "Analysis of Core Patent and Technology of Unmanned Ground Technology Using an Analytical

Method of the Patent Information", *Software and Data Eng.*, pp.189-194, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.3745/KTSDE.2018.7.5.189>

- [8] Y.Seo, "Defense R&D Technology Trend Analysis", KAOCA, Vol. 19, No. 2, pp.43-69, 2021.
- [9] ROK DTaQ, Defense Science & Technology Development Trend and Level, Vol. 8, 2019.
- [10] H.G.Ji, "GaN, GaAs MMIC Development and Trends", ETRI Vol. 26, 2011.
- [11] Mark A. Richard, "Fundamental of Radar Signal Processing", 2015.
- [12] S.Yun, "Extraction and Application of Aircraft Taxiing Route Information from Surface Surveillance Radar", *KOTI*, Vol. 24, No.4, pp.79-92, 2017.
- [13] Mark E Davis, "Moving Target Detection Under Sparse Foliage", *IEEE*, 2018.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/RADAR.2018.8378631>

권 지 나(Jina Kwon)

[정회원]



- 2015년 2월 : KAIST MIP(지식재산학프로그램) (석사)
- 2020년 2월 : 충남대 법학대학원 지식재산권법 (박사 수료)
- 2021년 9월 ~ 현재 : 육군 인사사령부 장교군무원호봉담당관

〈관심분야〉

M&S, 지식재산, AI

김 각 규(Gakgyu Kim)

[정회원]



- 2007년 8월 : Texas A&M 산업공학 (석사)
- 2014년 7월 : 국방대학교 산업공학 (박사)
- 2021년 12월 ~ 현재 : 육군 분석평가단 모의분석계획장교

〈관심분야〉

빅데이터, 최적화

진 강 균(Kangkyun Jin)

[정회원]



- 1994년 3월 : 고려대학교 전자공학 (석사)
- 2015년 6월 ~ 2016년 12월 : 8군수지원단장
- 2016년 12월 ~ 현재 : 육군분석평가단 전력분석과장

〈관심분야〉

전력분석, 빅데이터

원 경 찬(Kyoungchan Won)

[정회원]



- 2006년 2월 : 연세대학교 산업공학과 (석사)
- 2019년 2월 : 광운대학교 방위사업학과 (박사)
- 2022년 2월 ~ 현재 : 육군 분석평가단 전력소요분석장교

〈관심분야〉

M&S, AI, 지식재산