

지상무인전투차량 자율주행 기술 동향분석 및 발전방향

The Development Trend Analysis of Autonomous Driving Technology for Unmanned Ground Combat Vehicles

이진호* 김석* 이천수*
Jin-Ho Lee Seok Kim Cheon-Soo Lee

Abstract

To strategically select the technology priority based on the understanding of technology development trends and prospects is very important. To provide such guidance for autonomous driving technology in unmanned ground combat vehicles, this report deals with followings; 1) The core technologies for autonomous driving are reviewed. 2) And domestic and foreign policies for relevant technology development are investigated. 3) Then, to estimate the technology development trend, the published patents and research papers are analyzed. 4) Based on those analyses, domestic technology level and development prospects are expected.

Keywords : Unmanned Ground Combat Vehicle(지상무인전투차량), Autonomous Driving(자율주행), Technology Trend(기술동향), Technology Level(기술수준), Technology Investigation(기술조사), Patent(특허), Research Paper(연구논문)

1. 서론

급속한 과학기술의 발전 및 첨단 정보통신기술의 발전으로 미래전쟁에서 인명 위험을 줄이면서 군사력을 행사하는 무인군사장비의 역할은 날로 증대될 것이다. 특히 지상전은 병사의 생존성이 취약한 분야로 전투의 선단이나 현대전에서 중요시 되는 도시전 및 특수전 등에서 지상무인로봇이 활용될 경우 인명피해를 최소화 하면서 전투효과를 극대화 할 수 있을 것으로 예상된다^[1].

지상무인군사장비는 구동 형태에 따라 투척형, 족형, 뱀형, 물고기형, Hopper형 등으로 다양하게 분류되나^[2], 본 논문에서는 가장 일반적인 차륜 및 궤도에 의해 구동되는 지상무인차량으로 연구 대상을 한정하였다. 지상무인차량을 운용하기 위해 필요한 주요 기술로는 주변환경 및 지형지물을 탐지, 인식하고 데이터를 임무에 맞게 처리하는 기술과 운행체 스스로 주행하거나 동작하는데 필요한 자율주행 및 항법 기술, 그리고 무인체계의 효과적인 임무/운용을 위한 통신 및 정보전송 기술 등이 있다. 그 중 자율주행기술은 각종 센서를 통하여 현재위치 및 주변환경을 파악하고 목표지점까지 장애물을 회피하면서 빠르게 이동하는데 필요한 기술로 지상무인체계의 발전에 있어서 가장 핵심이 되는 기술이라고 할

† 2011년 6월 22일 접수~2011년 9월 16일 게재승인

* 국방기술품질원(DTaQ)

책임저자 : 이진호(jinholee@dtaq.re.kr)

수 있다^[3].

자율주행을 위해서는 고성능의 탐지 능력 및 수집된 데이터의 효과적인 처리 기술을 바탕으로 환경 지도를 작성하고 그 안에서 효과적으로 경로를 생성하거나 장애물을 회피하기 위한 알고리즘을 설계하는 기술 등이 종합적으로 요구된다. 본 논문에서는 이러한 기술들에 대해서 국내외 정책 및 프로그램을 살펴보고 관련 특허 및 학술 논문의 내용을 분석함으로써 기술개발 동향을 파악하여 국내 자율주행 기술의 발전 방향을 제시하고자 하였다.

2. 자율주행 기술 개요

자율주행 기술은 지상 무인 운행체 스스로가 자기 스스로의 원칙에 따라 주행하거나 동작하게 하는 기술로서 크게 운행체의 현재 위치를 정확히 알아내는 위치인식기술과 운행중인 주위 환경을 파악하여 지도로 작성하는 지도형성기술, 그리고 안전하고 신속하게 목표점을 향하여 이동할 수 있도록 운행 경로를 판단, 생성하고 운행중의 장애물을 회피하는 기술로 분류할 수 있다.

가. 위치인식 기술

무인체의 위치인식 기술은 주변 환경을 기준으로 하여 무인 운행체의 절대위치를 인식하는 기술과 이동 중 운행체의 상대위치를 인식하는 기술로 나뉘어진다. 절대 위치를 인식하기 위한 항법(Navigation)기술은 크게 위성의 위치신호를 이용하는 위성항법(GPS : Global Positioning System)과 운행체 내부에 자이로나 가속도 센서 등을 장착하여 운행 중 속도벡터의 변화를 계산해서 위치좌표를 추정하는 관성항법(INS : Inertial Navigation System)으로 나누어지며 이 두 가지 방법이 복합되어 사용될 수도 있다. 상대위치를 인식하는 기술로는 스테레오 카메라 등의 영상 센서에서 제공되는 영상정보를 이용한 방법과 레이저 스캐너 등의 거리센서를 이용하는 방법이 있는데, 본 기술은 영상에서 특징이 될 만한 것을 짧은 시간을 사이에 두고 추출한 뒤 두 영상을 비교하여 동일한 특징을 찾고 그 이동량을 이용하여 역으로 무인 이송체의 이동량을 계산하거나, 이송체 이동 전후의 레이저 스캔 데이터를 비교하여 상대위치를 계산하는 방법이다^[5].



Fig. 1. 주변환경 인식을 위한 센서의 예 : 스테레오카메라, 2D 라이다 및 3D 라이다

나. 지도형성 기술

운행체의 위치는 주변의 환경이 파악된 지도안에서 인식이 되어야 한다. 보통 실내에서의 지도형성은 주변 환경이 비교적 단순하여 2차원으로 간략화 할 수 있으나, 실외에서의 지도형성은 그보다 훨씬 더 난해한데, 숲이나 나무 및 기타 다양한 지형들로 이루어져 있어 3차원 문제가 되며, 날씨와 같은 가변적인 요소도 주요 고려대상이 되기 때문이다. 또한 작성해야 할 공간도 수 백미터에서 수 킬로미터에 달하므로 기술적으로 극복해야 할 사항이 많아진다. 지도 작성 기술은 지도 작성을 위해 사용되는 센서와 밀접히 연관이 되어 있는데 주로 사용되는 센서는 레이저 레인지 파인더(Laser Range Finder)나 라이다와 같은 능동센서이다. 이들 센서는 비교적 정확하게 지형물까지의 거리 정보를 일련의 처리과정 없이 직접적으로 구할 수 있는 장점이 있지만 목표 지형물에 대한 재질 정보는 파악할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 카메라와 같은 비전센서가 함께 쓰이는데 지형물에 대한 색상 정보를 통해 그 지형물에 대한 인식이 가능하여 3차원 시각화가 용이하다는 장점이 있다. 하지만 이를 위한 일련의 영상처리 과정에 막대한 계산량과 시간이 요구되는 단점이 있다^[4,6].

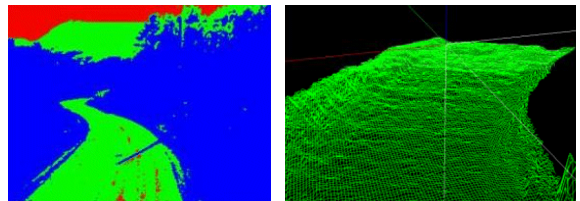


Fig. 2. 지도형성의 예 : 스테레오 카메라 및 라이다를 통해 인식된 도로^[7]

다. 경로생성/판단 및 장애물 회피 기술

운행체의 위치가 파악되고 주변환경에 대한 지도가 작성되면 운행체의 신속하고 안전한 주행을 위한 경로

를 판단하고 최적 경로를 생성하는 기술과 이동 중에 갑작스럽게 발생하거나 존재하는 장애물을 효과적으로 회피할 수 있는 기술이 필요하다. 이러한 경로작성기술은 전역경로계획과 지역경로계획으로 나뉘어지는데 전역경로계획은 시작점부터 최종목표점까지의 모든 지형정보를 이용하여 전체경로를 생성하는 것이고 지역경로계획은 운행체에 부착된 탐지 센서 등을 통해 탐지된 정보를 이용하여 부분적인 경로를 수립하는 것이다. 전역경로계획은 정확성의 한계를 가지는 지도작성의 수준에 따라서 경로의 오차가 발생할 수 있고 지역경로계획은 측정센서의 탐지 범위의 제한이 있기 때문에 일반적으로 이 두 가지 방법을 유기적으로 결합하여 사용하여야 한다. 일반적으로 전역경로계획을 통해 넓은 범위에 걸쳐 대략적으로 지도를 형성한 후, 지역경로계획을 이용하여 장애물 등을 회피하는 세부 지도를 작성하는 식으로 경로생성이 이루어 진다^[4].

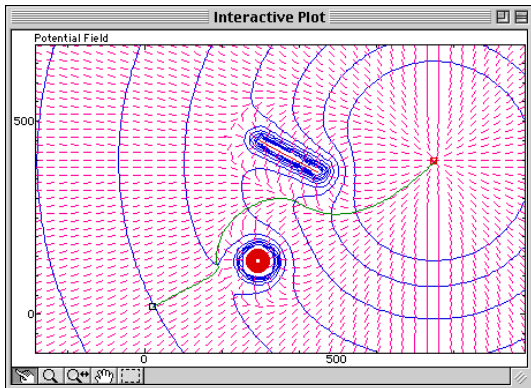


Fig. 3. 지역경로계획의 예 : Potential field를 활용한 장애물 회피 시뮬레이션^[5]

3. 국내외 기술 정책 통향

가. 국외

미국은 국방로봇의 핵심이 되는 자율제어 기술 발전을 위하여 국가 주도로 연구를 진행해 나가고 있다. 미래 무인차량 개발 프로그램을 통해 지능형 주행이 가능한 무장로봇 차량 및 전투병과의 협력시스템을 개발하고 있는데 이 프로그램은 2017년까지 공격무기를 갖추고 자율주행이 가능한 무인차량개발의 개발을 목표로 삼고 있다. 미 국방부의 DEMO III 프로그램은 야지의 험한 지형에서 소형 지상차량에 대한 자율주행

기술의 개발에 중점을 두는 과제로서 각종 센서를 이용한 지형정보의 수집 및 분류, 이를 토대로 한 환경 모델링, 그리고 장애물 회피 알고리즘 개발 등 자율주행에 핵심이 되는 기술을 광범위하게 다루고 있다. 또한 자율주행기술의 수준을 높이기 위해서 DARPA와 미육군이 공동투자하여 인지시스템을 개발하고자 하는 PerceptOR(Perception for Off Road Robotics) 프로그램을 운영하고 있다. 본 프로그램에서는 특히 다양한 날씨 및 지형환경하의 오프로드 지형에서의 자율운행을 위한 인식시스템을 개발하는 것에 초점을 맞추고 있다. 그리고 DARPA는 현재까지 3회의 Grand Challenge 대회를 통하여 야지 및 도심등의 다양한 주행 환경에 대해서 목적지까지의 자율주행능력을 테스트함으로써 산업계와 학계로부터의 자율제어기술 연구를 도모하고 있다^[6,8].

나. 국내

국내 국방 지상무인차량의 자율제어 기술을 연구하는 대표적인 기관은 국방과학연구소로서 “네트워크 기반의 다목적 견마로봇” 및 “다중센서기반 자율주행기술”과 같은 핵심기술연구를 통해 지형감지 및 분류와 월드모델링, 경로계획 기법에 대해서 연구하고 있다. 국방무인화 기술의 기초연구 및 학계의 기술 참여를 위하여 설립된 KAIST의 국방무인화 특화연구 센터에서는 지상 무인화 무기체계 개발에 소요되는 기초/기반 기술로서, 실외 환경 자율주행을 위한 통합경로계획, UGV/UAV 통합 운용을 위한 협업 제어, 다중센서기반의 월드모델링, 상호운동 추정, 지형 인식 및 융합, 실시간 3D 매칭 및 합성 알고리즘, 야지 자율주행 능동제어를 위한 다물체 동역학 해석 기법 연구 및 생체모방운동 기술에 대한 연구를 수행하고 있다^[9]. 이외에도 한국생산기술연구원 및 한국원자력연구원과 같은 연구소 및 대학교, 업체에서 자율주행 기술 및 무인자동차에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 또한 최근에 검문소, 스쿨존, 터널, 횡단보도 등으로 이루어진 4km의 코스를 주어진 시간 내에 통과하는 자율주행자동차 경진대회가 개최되어 총 11개 대학이 참가하는 등 자율주행 기술에 대한 관심이 커지고 있다.

4. 특허 분석

WIPS DB를 이용하여 1986년부터 2010년까지 한국,

일본, 미국 및 유럽에서 출원된 무인자율주행 기술 관련 특허를 조사, 분석하였다. 먼저 나라별로 출원된 특허의 양적인 분석과 질적인 분석을 통해 전반적인 기술동향을 살펴본 뒤, 나라별로 주요 출원인의 특허와 인용도지수 및 시장확보지수가 높은 중요 특허에 대해서 세부적으로 내용을 분석하였다.

가. 양적/질적 분석

무인자율주행 기술과 관련되어 1986년부터 2010년까지 한국, 일본, 미국 및 유럽에서 출원된 특허는 Fig. 4와 같이 총 684건으로 꾸준히 증가하고 있는 것으로 조사되었다. 각 나라에서 출원된 특허 비율을 살펴보면 일본 53%, 미국 26%, 한국 16%, 그리고 유럽 5% 순으로 나타났으며 특히 미국과 한국에서 출원된 특허는 2000년도 이후에 크게 증가하는 추세를 보이는 반면, 일본과 유럽에서 출원된 특허는 상대적으로 증가추세가 약한 것으로 파악되었다.

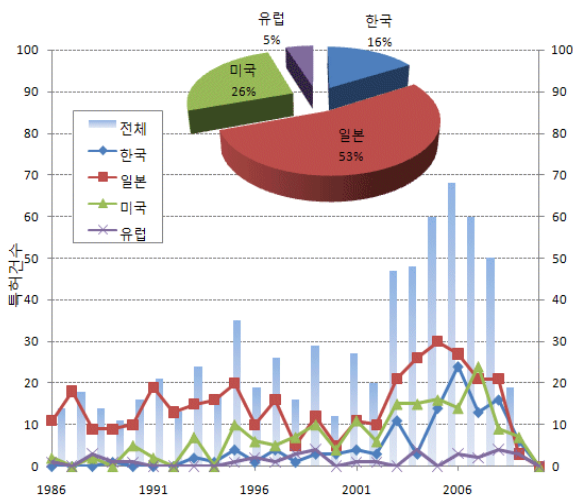


Fig. 4. 무인자율주행 기술 국가별 연도별 특허현황

다음으로 특허 출원인의 국적을 고려하여 각 나라별 특허의 질적 중요도를 분석해 보았다. 특허의 질적 중요도를 판단하는 주요 지수인 인용도지수(CPP)와 시장확보지수(PFS)는 Table 1과 같이 정의 되는데, CPP가 높을수록 해당국의 기술보유수준이 높고, PFS가 높을수록 관련기술에 대한 시장경쟁력이 큼을 나타낸다. 조사된 전체 특허 중에서 피인용지수와 특허 family수가 10이상인 중요 특허 53개에 대해서 국가별 특허의 질적수준 및 시장확보력을 계산하여 Fig. 5에 나타내

었다. 전체적으로 미국이 질적으로 가장 우수하며 시장경쟁력도 큰 것으로 나타났는데 지도형성기술 분야를 제외한 모든 분야에서 CPP와 PFS가 가장 높았다. 유럽의 경우 지도형성기술 분야에서 CPP와 PFS가 가장 높고 경로생성 및 장애물회피 기술 분야에서도 중간정도의 수준을 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 일본의 경우 전체적으로 특허의 질적 수준은 높으나 상대적으로 시장확보력은 낮은 것으로 나타났고 한국은 비교대상 중에서 CPP 및 PFS 모두 가장 낮은 것으로 조사되었다. 다음절에서 각 나라별로 피인용지수와 특허 family수가 높은 주요 특허 및 주요출원인의 특허를 분석함으로써 국가별로 중점을 두고 있는 분야 및 경쟁력이 있는 분야에 대해 자세히 살펴보고자 하였다.

Table 1. 특허 분석지표

지 표	정 의
인용도지수	$CPP = \frac{\text{피인용지수}}{\text{특허건수}}$
시장확보지수 ^[10]	$PFS = \frac{\text{해당출원인평균특허Family수}}{\text{전체평균특허Family수}}$

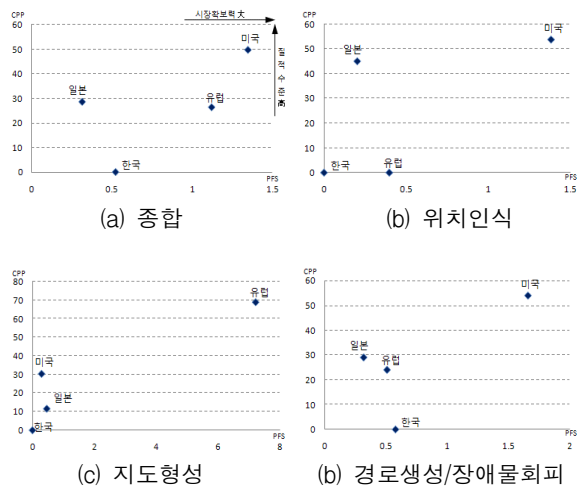


Fig. 5. 국가별/기술별 특허의 질적수준 및 시장확보력

나. 주요 특허 분석

피인용지수와 특허 family수가 높은 대표적인 특허를 국가별로 각각 Table 2, 3, 4에 정리하였다. 미국의 경우 GPS와 비전센서 또는 관성센서를 종합적으로

활용하고 각 측정 장치로부터의 데이터들의 상호매칭을 통하여 주변 및 이동체의 위치를 확인하는 기술과 스테레오 비전을 이용하여 주변의 충돌위험 깊이지도

를 작성하면서 경로를 생성하는 기술에 대한 특허가 중요특허로 식별되었다. 특히 미국은 지도형성기술과 관련하여 다른 나라에 비해서 중요한 특허가 많이 출원되었는데 로컬 정보를 이용하여 이미지의 중요점을 추출하고 처리하는 기술과 초음파를 이용하여 3차원 이미지를 재구성하는 기술에 대해서 중요한 특허를 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 유럽의 경우 대부분 독일에서 주요 특허가 많이 출원되었는데 초음파센서, 라이더 및 스테레오 카메라와 디지털 도로 지도를 활용하여 경로를 생성하는 기술에 대한 특허가 중요 특허로 식별되었다. 일본의 경우 로봇이 이동중 장애물을 만났을 경우 이동 속도, 자세 및 슬립을 고려하여 계획된 경로를 추종하도록 하는 기술과 각종 센서를 활용하여 주변 환경 지도를 형성하고 이를 기반으로 경로를 생성하는 기술 등 경로생성 및 장애물 회피 기술에 대한 특허가 중요한 특허로 식별되었다.

Table 2. 미국 출원 주요 특허

제목	a/b	분류
Methods for determining the approximate location of a device from ambient signals	2/ 34	위치인식
Systems for determining the approximate location of a device from ambient signals	0/ 34	위치인식
Vehicle position determination system and method	85/ 61	위치인식
Method and apparatus for performing geo-spatial registration	22/ 7	위치인식/ 지도형성
Method and apparatus for performing geo-spatial registration of imagery	39/ 7	위치인식/ 지도형성
Method and apparatus for performing geo-spatial registration using a Euclidean representation	13/ 4	위치인식/ 지도형성
GPS vehicle collision avoidance warning and control system and method	249/ 7	위치인식/ 경로생성
Integrated vehicle positioning and navigation system, apparatus and method	106/ 61	위치인식/ 경로생성
System and a method for enabling a vehicle to track a preset path	42/ 61	위치인식/ 경로생성
Automatic scan prescription for tomographic imaging	19/ 1	지도형성
Multiple ultrasound image registration system, method and transducer	59/ 11	지도형성
Method for planning/controlling robot motion	12/ 9	경로생성
Multi-purpose autonomous vehicle with path plotting	79/ 1	경로생성
Stereo-vision based imminent collision detection	0/ 15	경로생성

* a : 피인용 지수, b : 특허 Family 수

Table 3. 유럽 출원 주요 특허

제목	a/b	분류
Navigation system and method for running an autonomous vehicle	0/ 11	위치인식/ 경로생성
Foreground/background segmentation in digital images with differential exposure calculations	0/ 143	지도형성
Autonomous vehicle arrangement and method for controlling an autonomous vehicle	69/ 4	지도형성/ 경로생성
Autonomous navigation system for a mobile robot or manipulator	30/ 2	경로생성
Method and apparatus for path planning	6/ 39	경로생성
Method of automatically steering self-propelled floor-cleaning machines and floor-cleaning machine for practicing the method	72/ 6	경로생성
Service robot for the automatic suction of dust from floor surfaces	18/ 5	경로생성
System and method of navigating the travel of an autonomous vehicle	42/ 11	경로생성

Table 4. 일본 출원 주요 특허

제목	a/b	분류
Current location indication apparatus for use in an automotive vehicle	76/3	위치인식
Floor cleaning robot and method of controlling same	34/4	위치인식/ 지도형성
Position recognizing system of autonomous running vehicle	12/4	위치인식/ 지도형성
Multiple robot control system using grid coordinate system for tracking and completing travel over a mapped region containing obstructions	103/7	위치인식/ 경로생성
Apparatus for displaying travel path	0/10	위치인식/ 경로생성
Image processing apparatus and processing method	12/4	지도형성
Path deciding method for unmanned mobile investigating machine	0/25	지도형성/ 경로생성
Obstacle avoidance apparatus	12/2	경로생성
Real-time target tracking of an unpredictable target amid unknown obstacles	18/5	경로생성

다. 국가별 주요 출원인의 특허 분석

자율주행기술 관련 국가별 주요 출원인의 특허 출원현황이 Fig. 6에 나타나 있다.

한국의 경우 최대출원인인 한국전자통신연구원은 센서 네트워크 및 비전을 기반으로 위치를 인식하거나 장애물을 회피하는 기술과 실내용 격자지도 및 경로생성을 위한 방향지도를 생성하는 기술, 그리고 무질서도와 같은 확률기법을 이용하여 구축된 지도 내에서 최적 경로를 생성하는 기술과 관련된 특허를 보유하고 있는 것으로 분석되었다. 삼성전자의 경우 3D 카메라를 이용하여 위치를 인식하고 장애물을 회피하는 특허와 3차원 격자 지도형성과 관련된 특허를 보유하고 있고, 유진로봇의 경우 심부름 로봇, 실내 시각장애인 로봇 등 실내에서 주로 무선네트워크 및 랜드마크 기반으로 주행하는 기술에 대한 특

허를 주되게 보유하고 있다. 국방과학연구소는 자율 이동 플랫폼에 대한 특허와 2D 레이저 레이다를 이용하여 지면 및 장애물을 판단하는 알고리즘에 관한 특허를 보유하고 있으며, 포항공과대학교의 경우 격자지도 작성에 대한 특허 및 격자기반 지도를 이용한 자율이동로봇의 위치추정 방법에 대한 특허를 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 이밖에 LG전자 및 대우중공업에서도 청소용 로봇 및 창고물품 운반용 무인운반차의 운행에 대한 특허를 다수 보유하고 있다.

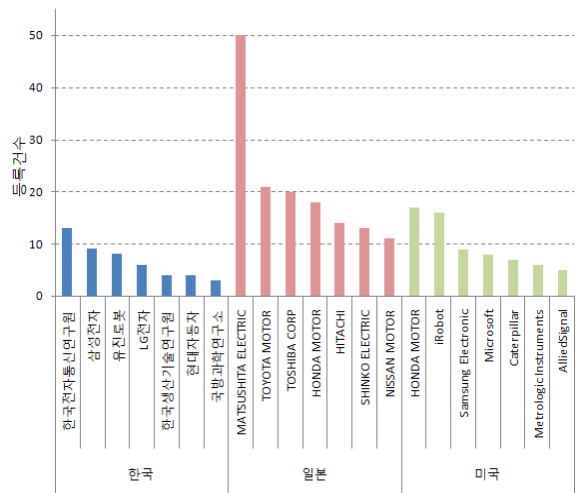


Fig. 6. 국가별 주요 출원인의 특허 출원 현황

일본의 경우 Matsushita에서 독보적으로 다수의 특허를 출원중에 있는데, 그 내용을 살펴보면 환경수집 위치 인식, 맵 매칭, 이동 경로 제어 및 장애물 회피 등 자율주행에 관련된 전반적인 내용의 특허뿐만 아니라 자이로 센서, 인공 마크 및 천장의 형상 등을 이용한 다양한 위치인식기술에 대한 특허를 보유하고 있으며, 실내의 복잡한 지형에서 특이점을 탈출하거나 자기 위치를 잃어버렸을 경우 탈출하는 방법 등에 대해서도 특허를 다수 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 혼다, 도요타 및 닛산과 같은 자동차 회사는 주로 운행중의 장애물을 판단하고 부드럽게 회피하기 위한 경로를 생성하는 기술 등과 같이 실제 자동차에 응용 가능한 기술 위주로 특허를 출원하고 있다.

미국의 경우 아이로봇은 주로 센서 입출력 신호를 이용하여 자신의 상대적인 위치를 파악하는 알고리

즘에 대한 특허를 보유하고 있으며 Microsoft의 경우 이미지 패턴을 인식하여 특성을 도출하는 알고리즘과 관련된 특허를 보유하고 있는 것으로 분석되었다.

5. 학술 논문 분석

KISTI(한국과학기술정보연구원)에서 제공하는 NDSL DB를 이용하여 무인자율주행기술과 관련된 학술 논문을 조사/분석한 결과, Fig. 7과 같이 총 286건으로 꾸준히 증가하고 있는 것으로 확인되었다. 세부기술별 비율은 특허와 유사하게 경로생성 및 장애물회피 기술과 관련된 논문이 62%로 가장 많았고, 위치인식 및 지도형성과 관련된 논문이 각각 21%, 17%로 나타났다.

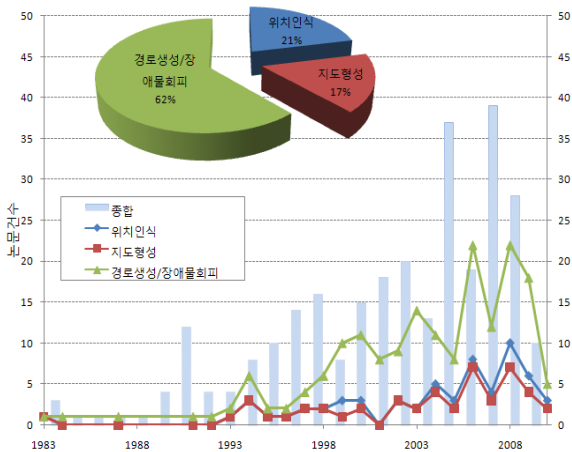


Fig. 7. 무인자율주행 기술 분야별 연도별 논문현황

가. 위치인식 분야

위치인식의 경우 Fig. 8과 같이 스테레오 카메라와 같은 비전을 이용한 위치인식과 관련된 논문이 가장 많았는데 주로 영상내 특징점의 상관관계를 이용하여 위치를 인식하거나 왜곡된 영상을 보정하여 위치 오차를 줄이는 알고리즘과 관련된 내용이 많았다. 또한 GPS나 오도메트리와 같은 INS와 함께 저가의 초음파 센서나 거리측정센서를 이용함으로써 위치인식 정확도를 높이는 연구 및 실내에서 운용되는 로봇에 대해 무선네트워크를 이용하여 위치를 인식하는 연구가 주로 수행된 것으로 조사되었다.

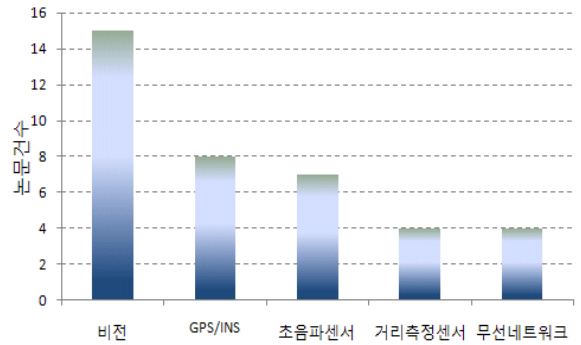


Fig. 8. 위치인식 방법에 따른 논문 건수

나. 지도형성

지도형성의 경우 초음파센서를 활용하여 격자지도를 작성하고 경로를 생성하는 기술과 카메라를 이용하여 3D 지도를 작성하고 주행영역을 추출하는 기술에 대한 연구가 주되게 수행된 것으로 조사되었다. 또한 다양한 기후조건에서 차선을 인식하거나 주행영역의 재질을 판단하는 연구도 수행되었으며, 효과적인 지도 작성 및 경로 생성을 위해 각종 알고리즘을 이용하거나 실시간 데이터 처리 성능을 향상시키는 연구도 수행되었다.

다. 경로생성 및 장애물 회피

가장 많은 학술논문이 발표된 본 분야에서는 주로 A* 알고리즘, potential field, cost weight 함수, 퍼지함수, 유전알고리즘 등을 이용하여 효과적으로 경로를 생성하거나 장애물을 회피하는 기술에 대해 주로 연구가 진행되었다. 또한 각종 센서를 활용하여 작성된 벡터, 속도 및 3D 지도를 기반으로 경로를 생성하는 연구도 수행되었으며, 다양하고 동적인 환경에서의 장애물을 회피하는 기술에 대해서도 많은 연구가 수행된 것으로 조사되었다.

6. 결론

본 논문에서는 미래전장에서 중요하게 활용될 지상 무인전투차량에 핵심적으로 필요한 자율주행기술의 국내외 개발동향을 파악하기 위하여 요소기술을 정의한 뒤, 국내외 관련 정책 및 프로그램 현황을 살펴보고 특허 및 학술 논문의 내용을 조사, 분석 하였다. 특허 주요 특허 및 주요 출원인의 특허에 대해서 세부적으

로 내용을 분석함으로써 향후 국내 연구개발 방향 설정에 참조할 수 있도록 하였다.

현재 미국이 각종 정책 및 선도적인 프로그램을 통해 자율주행 기술의 발전을 주도하고 있다. 최근 국내에서도 그 중요성이 인식되어 많은 연구가 진행 되고 관련 특허도 크게 증가하고 있는 것으로 조사되었으나, 국내 출원인에 의해 출원된 특허의 질적 수준 및 시장 경쟁력이 전반적으로 미국, 유럽 및 일본에 비해 크게 뒤떨어지고 있는 것으로 분석되어 기술 진입이 쉽지 않을 것으로 예상된다.

특허 및 학술 논문 모두 상대적으로 기술적용이 용이하고 다양한 기술적 시도가 가능한 경로생성 및 장애물 회피 분야에 집중되어 있으나 특정 문제해결을 위한 단편적인 기술에 대한 내용이 대부분이다. 이 분야에서는 향후 다양하고 동적인 환경에 강건하고 빠르게 대응하면서 경로 생성이 가능 하도록 알고리즘을 최적화 시키고 향후 위치인식 및 지도형성 기술의 발전과 더불어 정밀화 및 실시간화가 될 것으로 예상되는 환경 지도의 활용도를 높이는 방향으로 기술이 개발되어야 할 것으로 판단된다.

위치인식 및 지도형성 기술은 센서의 성능과 이미지를 처리하는 능력에 크게 좌우되는 분야로서 현재의 기술적인 한계로 인해 향후 비약적인 발전이 예상되는 분야이다. 미국이 주도적으로 이 분야의 기술 개발을 선도하고 있으나, 현재까지 개발된 기술의 활용 범위가 실내 및 단순한 실외 환경에 국한되어 있다. 특히 주행가능 영역을 인식하는 지형인식 기술의 수준은 아직 초보적인 단계로서 향후 자율주행기술 발전에 *bottle neck*으로 작용할 가능성이 크다. 향후 이 분야에서는 기본적으로 각종 환경에 강인하게 작용하는 센서 및 이미지를 처리하는 기술의 개발이 지속적으로 필요하며 이러한 센서 및 GPS/INS의 최적 조합을 통하여 위치인식 및 형성된 지도의 정확도를 높이고, 실시간으로 이미지를 분류/분석하며 그에 따른 방대한 데이터를 효율적으로 처리하는 기술의 요구가 지속될 것으로 예상됨으로 국내 연구개발의 장기적인 집중이 필요한 분야로 판단된다. 단기적으로는 무인 지상차량에 특화된 라이다 등의 센서를 자체적으로

개발하여 관련된 기술영역을 확대하는 것이 필요하며, 스테레오 매칭과 같은 비전기술 등에 대한 연구 및 미들웨어 등을 이용하여 효과적으로 데이터를 처리하는 기술의 연구를 통해 자율주행의 기반기술을 지속적으로 쌓아가는 것이 중요할 것으로 사료된다.

References

- [1] 이천수, 홍성대, “지상무인체계 개발동향 I”, 국방기술품원 동향조사보고서, pp. 2~3, 2009.
- [2] 이진호, “특수임무용 소형 전투로봇”, 국방일보, p. 11, 2010. 9. 28.
- [3] 이천수, 이진호, “지상무인전투체계”, 2010 국방과학기술조사서, pp. 151~156, 2010.
- [4] 이주장, 김현진, 이민철, 강정원, 권인소, 송재복, “자율주행기술”, *Journal of the KSME*, pp. 39~44, 2007. 11.
- [5] “Mobile Robot Navigation with Sysquake”, www.calerga.com
- [6] 성기열, 윤주홍, 유준, “무인차량의 자율주행을 위한 영상기반 지형분류 연구 동향”, 제어/로봇/시스템 학회지, 제15권, 제1호, pp. 29~36, 2009.
- [7] 김준, “CCD/IR 영상 기반의 3D 월드모델링과 클러스터링의 통합을 통한 주행영역 추출 성능 개선”, 한국군사과학기술학회지, 제11권, 제4호, pp. 107~114, 2008.
- [8] 윤득선, “무인 자율주행 자동차의 전자제어 시스템의 기술동향”, 전기전자재료, 제19권, 제11호, pp. 19~28, 2006.
- [9] 국방과학연구소, “국방무인화기술특화센터, 자율주행기술 연구실 1단계 중간보고서”, pp. 194~203, 2008. 9.
- [10] M. Trajtenberg, R. Henderson and A. B. Jaffe, “University versus Corporate Patents : A Window on the Basicness of Invention”, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 5, pp. 19~50, 1977.