위험 작업용 로봇

• 김 승 호 ▌한국원자력연구소 미래원자력기술개발단, 책임연구원
e-mail : shkim@nanum.kaeri.re.kr

이 글에서는 산업용 로봇 중 작업이 정형화되어 있지 않는 환경에서 능동적으로 대처하면서 작업을 수행하는 원자력용 로봇, 방재 로봇, 수중 로봇, 국방 로봇 등 위험작업용 로봇에 대해 소개한다.

산업용 로봇은 자동차산업이나 전자산업분야에서 부품조립, 용접, 도장 등 단순하고 반복적인 작업이 요구되는 곳에서 정해진 프로그램의 순서대로 작업을 반복적으로 수행하는 제조업 분야와 작업이 정형화되어 있지 않은 환경에서 능동적으로 대처하면서 작업을 수행해야 하는 위험 작업분야로 대별 할 수 있다.

위험작업용 로봇은 주위 환경이나 작업상황의 변화를 인식하고 판단하여 적절하게 작업을 수행하기 위한 지능형 로봇이 요구된다. 그러나 인간과 같은 수준의 지능을 갖는 로봇을 개발하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에 원격제어로봇 위주로 개발하여 위험한 환경에서 인간 대신 로봇을 투입하여 활용하고 있다.

특히 최근 무인 자동화기술의 발달과 마이크로프로세서 기술의 혁신적인 성장에 힘입어 일반산업현장에서 사용되고 있는 로봇은 복잡하고 다양한 작업이 요구되는 위험 작업분야로 그 적용분야가 확장되고 있다. 또한 인류의 문명이 발달함에 따라 원자력시설, 우주공간, 심해저, 국방, 화재현장 등의 고방사선, 고압, 고온 같은 위험한 환경에서도 작업을 완수해야 할 필요성이 높아지고 있는 추세이다.

위험작업 로봇은 기본적으로 원격제어 로봇을 통하여 작업자가 센서, 모니터 등을 통하여 원격지에 위치한 로봇의 상태와 작업활동을 감시하고 작업환경의 정보를 획득하여 작업계획을 수정, 작업지시를 내려 임무를 달성할 때까지 로봇 제어계통에 관여하는 것이 일반적인 방법이다.

원자[illegible] 로봇

위험작업용 로봇 중에서 가장 먼저 개발이 시작되었고, 폭 넓게 활용되고 있는 분야는 원자력 분야이다. 원자력 분야에서 사용되는 로봇은 작업자의 방사선 피폭량을 최소로 줄이거나 완전히 배제하면서 작업 효율성을 높이고 비용을 절감하기 위해 사용된다. 원자력용 로봇은 원자력발전소 감시 및 점검, 시설물 유지 및 보수, 원자로 제염 및 해체, 핵연료 및 폐기물 취급, 고오염기기 교환 및 분해조립 등의 작업을 수행하게 된다.

원자력 로봇은 역사적으로 1940년대 말 미국 알곤국립연구소(ANL)의 핫셀(hot cell)에서 핵물질을 취급하기 위하여 개발된 조작기로 거슬러 올라간다. 초창기의 조작기는 핫셀의 차폐벽을 사이에 두고 내부에 설치된 장치와 외부작업자 간에 기계적인 기구에 의해 작업을 수행하는 수준이었다. 힘의 전달이 작업자에서 조작기로만 일방적으로 이루어지는 단방향성(unilateral) 조작기로서 작업의 효율성이 떨어

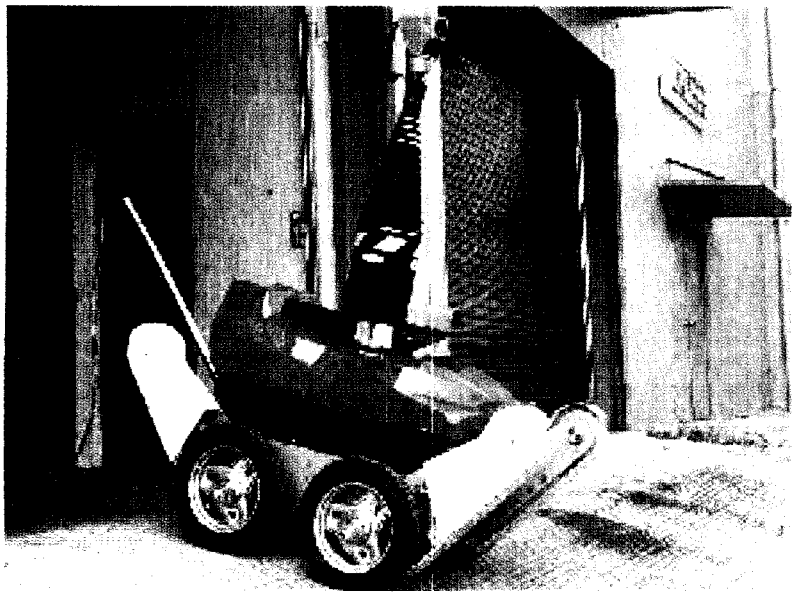

그림 1 KAEROT/m2

지고 컴플라이언스(compliance)가 커져서 충돌시 고장의 위험이 높아진다. 이와 같은 단점을 해결하기 위하여 1948년경 ANL에서 종 조작기가 받는 힘을 작업자가 주조작기를 통하여 힘을 감지할 수 있는 양방향성(bilateral)의 구조를 갖는 기계식 조작기가 개발되었다.

이러한 힘반향 조작기는 전기적인 신호에 의해 제어되기 때문에 이에 수반되는 수백 개의 전기 전자 소자 및 복잡한 전기·전자 기술이 요구되었으나, 고준위의 방사선 노출에 의해 전자 소자들은 오작동 및 기능의 상실되기 때문에 큰 관심을 끌지 못 하였다. 그러나 전자 기술이 발달되고 내방사선 소자가 개발됨에 따라 고성능의 서보조작기가 등장하였다. 1970년 초반경 프랑스의 La Calhene 사에서 개발된 MA-23와 미국 TOS 사의 SM-229, Sar-gent/CRL 사의 M2가 대표적이며, 1975년에 개발된 MA-23은 7자유도를 가지며, 컴퓨터 제어로 사용된다.

미국의 ORNL(Oak Ridge National Laboratory)에서는 80년대 초반부터 고속증식로 연료재처리 기술개발의 일환으로 기존의 서보 조작기보다 성능이 훨씬 우수한 새로운 개념의 서보 조작기를 개발하였다.

1970년대에 걸쳐 1980년대 초까지는 오일 쇼크, 경기침체의 영향으로 한동안 원자력용 로봇에 대한 연구가 정체기를 맞았다. 그러나 1980년대부터 컴퓨터, 전자 등의 핵심요소 기술의 발달과 함께 로봇 연구가 급진적인 발전을 하였다. 미국, 영국, 일본, 프랑스 등은 원자력산업용 내방사선 로봇 개발에 착수하여 고방사성폐기물/부품 등을 선별적으로 회수하기 위한 로봇을 개발하고 있다.

1990년대에 들어 미국에서는 에너지성 주도로 DOE(Department of Energy) 부지에 있는 고준위방사성 폐기물 탱크 또는 주변토양의 오염상태분석 및 회수작업을 하기 위하여 방사성폐기물을 특성화, 회수 및 재포장 처리용 내방사성의 긴팔 로봇기술 개발, 원격현장감기법을 이용한 원격로봇 제어기법에 대한 연구, 개발, 시험 및 평가 프로그램을 지원하고 있으며, 첨단의 긴 로봇 팔 개발 및 전체 공정을 자동화함으로써 고방사선 피폭 지연방지 및 부대 비용을 획기적으로 절감하고 있다.

현재 원자력 선진국에서 개발이 되었거나 추진되고 있는 원자력산업용 로봇은 200여 종 이상에 이르며, 특히 일본에서는 1983년부터 8년에 걸친 원자력용 다기능 로봇 개발을 통산성 주도로 수행하여 이 분야의 요소 기술 확보에서 선두를 유지하고 있으며, 당시 개발된 기술은 산업체로 이전되어 미쓰비시 사에서 원자력발전소에의 적용을 목표로 개발 중인 로봇만 하여도 50여 종에 이르고 있다.

최근에는 인간의 오감 중 시각과 촉각을 로봇 시스템에 부가하여 원격지에서 로봇이 작업을 수행할 때 경험하는 환경을 조작자에서 실시간으로 전달함으로써 주어진 임무를 보다 신속하고 정확하게 수행할 수 있게 하는 로봇이 개발되고 있다. 사람이 가지는 감각과 지능을 로봇에 인가하여 사람을 대신하여 위험한 작업을 보다 효율적으로 수행하고자 하

는 연구가 경쟁적으로 이루어지고 있다.

국내에서 원자력 산업분야에서 운영되고 있는 원격 작업용 로봇은 거의 대부분이 수입에 의존하고 있다.

원자력 시설에 있어 이동로봇의 개발은 기존의 로봇의 작업범위를 넓혀주고, 발전소 가동 중에 인간을 대신해 다양한 점검 및 작업을 가능하게 한다. 원자력 시설은 매우 복잡하고, 계단이나 경사면 등이 많이 존재하여 일반 차륜식으로는 주행이 불가능한 경우가 많으며, 방사선 차폐, 신호전송 및 동력공급시의 어려움 때문에 이동장치 개발에 많은 연구가 진행되고 있다.

이동장치는 궤도를 따라 정해진 경로를 이동하는 궤도식과 정해진 경로 없이 필요에 따라 자유로이 이동하는 무궤도식 등으로 크게 나뉜다. 궤도식은 이동공간에 미리 가설된 궤도를 따라 로봇이 주행하는 방식으로 이동범위가 궤도상으로 한정된다는 결점이 있으나, 단순한 제어로 이동기능을 확보할 수 있다는 특징이 있다.

무궤도식 중에서 계단이나 장애물의 승월 및 좁은 통로에서의 안전한 주행을 위하여 여러 방식이 개발되고 있다. 계단이나 장애물 승월이 가능한 이동체의 구동방식으로는 무한궤도(crawler)식, 각식, 특수차륜식 등을 들 수 있다. 이 중에서 각식은 인간처럼 걸어다니는 구조로서 계단 승월방법으로 가장 이상적인 방식으로 현재 실용화를 위하여 많은 연구를 추진 중에 있으며, 제어성이 우수하고 평지 주행이 용이하며, 계단 승하강이 가능하여 실용화 단계에까지 이르러 있다. 특히 독일의 MF-2,3,4 등은 체르노빌 사고시 현장에 투입되었고, 미국 EPRI에서 개발한 Suveyor와 Remotec의 Surbot은 비상대응을 위하여 많은 실증시험과 현장적용에 대한 시도가 이루어졌으며, 프랑스의 Frastar도 시험 가동 중인 세 개의 발전소에서 실증시험을 수행하였다.

평지 주행성이 우수한 차륜식과 장애물 승월이 가능한 각식의 장점들을 도입한 특수차륜식은 1980년대부터 일본에서 처음 개발이 시도되어 Amooty, Aimars 등이 개발되었으며, 국내에서는 한국원자력연구소에서 KAEROT을 개발하였다.

한국원자력연구소에서는 원자력 시설에 이동로봇을 적용하기 위한 연구를 수행하고 있으며, 정상가동 중인 중수로형 원자력발전소 칼란드리아 전면부를 감시하기 위하여 이동로봇 KAE ROT/m2를 개발하였다.

KAEROT/m2는 정상가동 중인 원전의 이상상태를 점검감시 하기 위하여 감시용 카메라, 방사선 모니터링 센서 등이 장착된 다단 신축형 마스트를 탑재한 형상가변 무한궤도형 이동로봇이다 .

우주 로봇

현대에 이르러서는 인간의 작업영역이 확장되어 우주탐험과 같이 인간이 직접 접근하기 힘든 환경에서도 작업을 수행해야 하는 필요성이 대두되었다. 이러한 우주 로봇은 현재 크게 표면탐사로봇, 우주 환경 분석로봇, 그리고 우주기지 건설 및 보수로봇으로 구분될 수 있다. 이러한 우주로봇은 우주선 발사과정에서의 막대한 추진에너지를 줄이기 위하여 로봇의 중량을 줄여야 하고 영상 100°C에서 영하 100°C를 오르내리는 극초저온 및 고온에 강한 내구성을 가지며, 무중력 상태, 우주방사선의 노출에 강한 내방사화 기술이 요구된다. 또한 임무수행을 위한 다양한 센서기술과 원거리 무인제어에 있어서 문제점인 프로그램의 시간지연을 해결하여야 한다. 우주로봇은

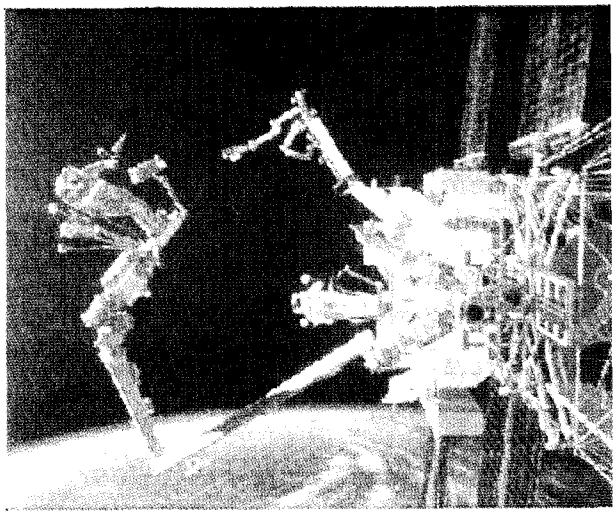

그림 2 우주에서 작업중인 SRMS

NASA에서 사용되고 있는 로봇들을 예로 들 수 있을 것이다. 우주왕복선에서 통신위성을 발사대로 옮기거나 고장난 위성을 수리하는 데 활용된 SRMS(Shuttle Remote Manipulator System)은 캐나다의 Spar Aerospace Ltd. 사에서 1981년에 제작되었다. 끝부분에 있는 손가락 형태의 고정물을 이용해 마치 꼬리를 머리에 오그려 붙이며, 몸을 앞으로 기어나아가는 자벌레처럼 움직일 수 있는 SRMS는 6 자유도를 가지고 있으며, 전체 길이는 약 15 m이며, 자체 하중은 431kg이다. 무게 때문에 지상에서는 구동이 불가능하며, 중력이 없는 우주 공간상에서만 동작이 가능하다. 조작자는 온라인 화면을 통해 로봇팔을 보면서 3자유도로 구성된 조이스틱 두 개를 이용하여 14,515kg의 물체를 0.06m/sec의 속도로써 ±2.0″, ±1.0°의 정밀도를 가지고 미리 프로그램된 목표 지점으로 옮길 수 있다.

우주에서 사용된 이동로봇의 가장 극적인 예는 '97년도 NASA 화성 탐사 프로젝트에 사용된 소저너(Sojourner)이다. 이전의 우주탐사에는 인간이 직접 탑승하여 인간에 의해 대부분의 작업이 수행되는 과정을 생각했으나, 이와 같은 작업은 많은 비용이 필요하며, 발사에 실패할 경우 귀중한 인명의 희생을 감수해야 했다. NASA에서는 좀더 값싼 비용으로 우주탐사 프로젝트를 계속하기 위해 원격로봇을 이용하여 화성을 탐사하는 계획을 수립하였다.

여섯 개의 바퀴와 각종 탐사장치를 장착한 소저너는 지구에 위치한 관제소에서 지시하는 명령에 의해 움직이는 원격로봇이다. 소저너가 수집하는 각종 화상 및 데이터는 양방향 극초단파 무선모뎀으로 연결된 화성 탐지선 패스파인더로 전달되고, 패스파인더는 마이크로웨이브를 통해 지구로 이것을 전송하게 된다. 그러나 소저너가 지구로부터 신호를 받는 데에는 11분의 시간 차이가 존재해 지구 관제소에서 목표 탐사지점에 대해 미리 명령을 내려야 한다. 이를 해결하기 위하여 로봇의 동작을 예측하는 컴퓨터 시뮬레이션 기법이 동원되었다.

패스파인더의 가장 큰 의미를 화성탐사 못지 않게 소저너의 기술적 평가에 두는 NASA 측은 이후의 탐사로봇의 하드웨어 및 소프트웨어 디자인에 원격로봇의 기술이 결정적인 영향을 미칠 것이라 강조하고 있다.

NASA가 개발 중인 로봇 뱀(Snakebot)은 가로 세로 5cm 크기의 육면체 모듈 여러 개가 붙었다 떨어졌다 하면서 평지에선 탱크의 무한궤도 모양으로 굴러가다가, 계단을 만나면 뱀처럼 길게 늘어져 올라가고 울퉁불퉁한 곳에서는 거미모양으로 변형이 가능하므로 예측불능의 화성탐사에 유용하게 활용될 전망이다. 로봇뱀 제작에 앞서 선보인 시험 로봇뱀은 행성 표면의 틈사로 쉽게 미끄러져 들어가거나 복잡한 장애물도 넘을 수 있어 거칠고 가파른 지형을 쉽게 통과할 수 있음을 확인하였다. 시험 로봇뱀은 컴퓨터 두뇌와 전원을 나르는 전선으로 구성되며, 관절모양은 모두 동일한 모듈로 만들어졌고 서로 고리처럼 연결되어 있다. 각각의 관절마디에 모터가 있으며, 이 모터를 통해 컴퓨터 두뇌의 신호를 받아 작동이 이루어지며, 또한 로봇 스스로가 자신의 센서를 이용해 무엇을 할 것인가를 결정할 수 있도록 두 개의 마이크로 제어기와 초소형 컴퓨터가 관절에 부착되어 있다. 향후 인공 플라스틱이나 고무물질로 로봇뱀의 근육을 제작해 더욱 쉽게 구부릴 수 있도록 할 계획이며, 스스로 경험을 통해 배워 나아갈 수 있는 소프트웨어

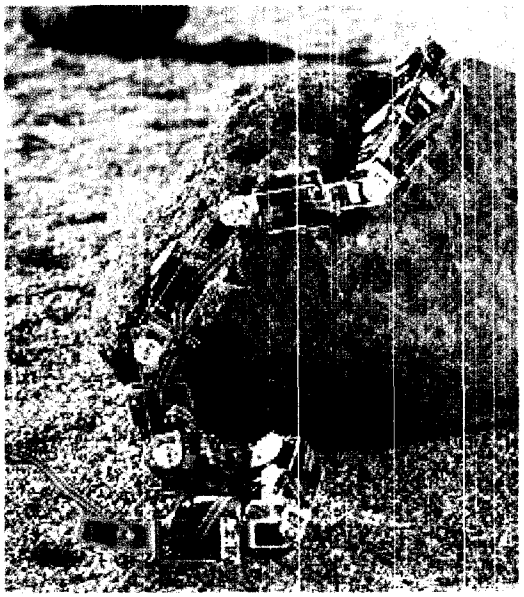
그림 3 로봇 뱀

를 설치하여 학습기능을 부여하는 연구를 수행 중이다.

국내에서는 아직까지 우주로봇에 대한 전반적인 연구가 이루어지고 있지 않으나, 인공위성 등에 탑재되는 센서 기술 등 부가기술들에 대한 연구가 단발적으로 진행되고 있으며, 이러한 기술들이 축적되어 우주공간에서 임무를 수행할 수 있는 우주 로봇의 기반기술이 탄탄해 질 것으로 기대된다. KIST에서는 우주로봇의 지상제어 시스템 구축에 대한 연구가 수행되었다. 지상에서 만들어진 프로그램 명령은 시간지연을 거쳐 원격지 우주로봇 시스템에 전달된다

방재 로봇

최근 산업화 과정에서 도시 발전이 급속히 이루어짐에 따라, 건물이 고층화, 대형화되고 있으며, 위험시설과 교통량의 급증으로 유류·가스·전기 등 에너지 사용량의 증가로 대형 화재가 증가추세에 있다. 현실적으로, 화재, 지진, 붕괴사고, 화생방(화학, 생물, 방사능)오염, 해양/해저 오염 등 각종 재난 상황에서 기존 장비를 이용한 방재 요원의 투입이 갖는 한계점은 이미 잘 알려진 사실이다. 방재 요원들의 안전을 심각하게 위협하는 요소들이 곳곳에 산재해있기 때문에 이러한 극한 환경에 방재 요원을 직접 투입하는 대신, 로봇을 활용하는 것은 매우 바람직한 선택이 될 수 있다.

프랑스의 Cybernetix에서 개발한 폭발무기 처리용 로봇 TSR 200은 로봇 팔이 장착된 원격제어 방어 이동로봇으로써 움직임이 자유로워서 제자리에서 회전이 가능하고 견인력이 충분해서 무거운 짐을 위험한 지역에서 끌어내거나 연석이나 계단과 같은 장애물을 극복할 수 있다. 로봇은 고무로 만들어진 무한궤도로 여러 환경에서 작동 가능하다.

극한환경에서 임무를 수행하도록 미국의 Remotec 사에서 개발한 ANDROS MARK V은 앞, 뒤의 확장 트랙을 내림으로 안전성이 높아져 경사면과 계단 승월 시 전복의 위험이 없으며 45°의 경사면과 계단을 승월/하강 할 수 있다. 확장트랙을 최대로 올림으로써 1m의 좁은 공간에서도 180° 회전할 수 있으며, 고무 트랙을 사용하여서 모든 표면에서 움직일 수 있다. 로봇 팔은 협소구역으로 들어 갈 수 있는 것이 특징이다. 자동차 밑, 차안으로 들어갈 수 있으며, 3m 높이까지 도달할 수 있다.

화재 등의 재난에 대비하여 일본에서는 많은 연구를 수행하였다. 배연 고발포장치를 장비한 차에 적재하여 소방대가 진입 곤란한 화재현장의 화점에 접근하여 소화활동을 하는 방재용 배연고발포 로봇(jet fiter), 건물 내부 상황과 조난자의 유무를 파악하여 소방활동을 지원하기 위한 정찰로봇(fire search), 대규모 화재와 폭발 위험이 있는 화재 등 소방대원이 접근하기 곤란한 화재에 대처하기 위한 무인주행 방수로봇(Rainbow 5), 두 개의 조작기를 이용하여 조난자를 구출할 수 있는 구출로봇(RoboCue), 공업단지 화재와 폭발위험이나 강한 복사열을 받는 화재 현장에서 소화작업을 수행하는 원격소화로봇 등이 개발되었으며, 일부는 실용화되어 실전에 배치되고 있다.

국내에서도 이러한 방재 로봇을 개발하기 위하여 한국과학기술원에서 화재진압용 로봇을 설계하여 프로토 타입을 완성한 상태이다. 이 로봇은 대형 빌딩의 지하실에서 화재가 발생할 때, 투입되어 초기 진화를 위하여 비상엘리베이터를 통해서 화재현장으로 접근하여 적외선 센서를 이용

그림 4 원격 소화 로봇

하여 화점을 인식하고 소화액을 분사하여 소화할 수 있도록 설계되어 있다.

수중 로봇

수중작업용 로봇은 인간의 손이 닿지 않는 수중에서 작업하는 로봇으로서 수상의 작업자가 원격제어를 통하여 목표하는 수중작업 임무를 완수하도록 하는 로봇이다. 원격제어 방식으로는 케이블을 이용하여 전원공급, 해저상태 및 영상 취득, 제어입력을 전송하는 방식과 케이블이 없는 상태에서 초음파 통신에 의하여 정보교환을 이루는 무삭식 수중로봇으로 나눌 수 있다.

수중로봇은 심해의 극한 압력을 견디는 내압기술, 방수기술, 케이블 및 케이블 핸들링, 원격제어를 위한 광통신·초음파통신, 정밀 위치측정, 수중광학·초음파광학, 수중 로봇팔, 수중 신호처리, 내압추진·센서·계측, 장거리 항행 및 고효율 전원 기술 등이 복합된 기술의 산물이다.

수중 로봇은 국외의 경우 민수용으로 개발된 AUV, ROV, SAUV와 군수용으로 개발된 MDV가 이미 상품화되어 있으며, 기능의 다양화와 고도화 그리고 시스템의 소형화를 위해 계속적인 연구가 수행되고 있다. 미국의 Perry Tritech에서 제작한 중작업용 ROV인 TRITON, GATOR 등은 수중 케이블의 유지보수를 위해 이미 국내에도 도입되어 운용 중이고, 스위스에서 제작한 MDV인 PLUTO PLUS도 국내에 도입되어 해군에서 기뢰제거를 위해 운용 중에 있다.

현재 미국에서는 10,000m의 심해저에서 작업이 가능한 무인잠수정 기술이 개발되어 있는 상태이며, 상업용으로는 2,000m급이 주종을 이루고 있다. 조작기의 경우 해군의 첨단 기술을 기반으로 Woods Hole 해양연구소와 펜실바니아 대학에서 subsea tele programming system을 개발하였다.

일본은 JAMSTEC에서 유인잠수정 SHINKAI 시리즈와 10,000m급의 중작업 ROV인 KAIKO의 개발에 성공하였고, 동경대학에서는 1,000m급 AUV인 AE1000을 개발하였다. 현재 일본에서는 2,000m급 AUV의 개발이 이미 완료된 상태이며, 1998년부터 AUV개발을 위한 2단계 연구사업으로 동경대학과 JAMSTEC의 공동연구가 시작되었다. 이밖에도 캐나다, 러시아, 노르웨이, 이탈리아, 프랑스, 영국, 독일, 중국 등이 무인잠수정에 대한 활발한 연구를 수행하고 있다.

우리나라는 선진 해양국에 비하여 수중로봇 개발 분야에 늦게 뛰어 들었으나, 다양한 선박의 건조기술을 바탕으로 해양장비의 제조 및 시운전기술을 꾸준히 축적해 가고 있다.

해양연구원이서는 1986년에 수심 250m급 탐사용 유인 잠수정 해양250 개발에 성공하여 동해안에서 시운전을 성공적으로 마쳐 해양장비개발을 위한 기반기술을 확보하였다. 또한 1993년에는 수심 300m급 유삭식 무인탐사기 CROV300을 개발하였다. CROV300은 자체 개발된 초음파 고도계와 광위각 센서 및 심도 센서를 내장하고 전방을 관측할 수 있는 카메라와 조명장치가 탑재되었으며, 수중에서 4자유도 운동제어가 가능하고 자동자세제

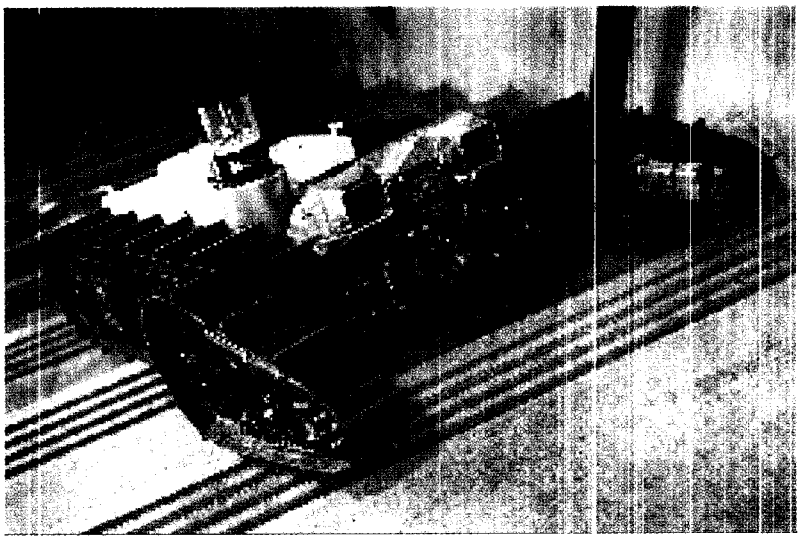

그림 5 소형 전술용 이동로봇

어 및 호버링(hovering)이 가능하다. 1999년에 반자율무인잠수정(SAUV : Semi Autonomous Underwater Vehicle)에 장착되는 전동식 해저 로봇팔 기술 개발과 수중 초음파 관성 항법에 관한 기술개발이 진행되고 있다. 대우중공업은 1993년에 러시아의 IMTP로부터 6,000m급 AUV의 기술을 도입하여 AUV 개발에 필요한 요소기술을 확보하였으며, OKPO-6000 AUV를 개발하였다.

국방 로봇

현대전은 직접 군인을 투입하기 이전에 첨단의 기능을 갖춘 로봇을 투입하면 전투력의 손실을 예방하고 효율적인 전투를 수행할 수 있다. 이러한 국방 로봇은 사회 전반의 기술들이 총 망라되는 기술의 집약 분야로서 비전/적외선 영상 등을 이용한 적군/시설의 탐지, 자동 추적과 표적획득, 전자광학 탐색, 원격 고속 통신, 자율주행, 화학가스 탐지 등 수많은 기술이 필요하며, 이러한 정보를 신속히 자동적으로 전송함으로써 아군의 전투력을 현저히 배가시킬 수 있다.

미국 내쉬빌의 반더빌트(Vanderbilt) 대학의 가르시아와 골드팝 교수는 크레딧 카드 크기의 1/3쯤 되는 로봇 곤충을 개발하고 있는데 이는 군사용 및 우주에서의 지능체 채집 목적에 사용될 예정이다. 이들 곤충은 지뢰밭이나 보병대들이 앞에 있는 언덕 너머에 무엇이 있는가를 파악하는데 도움을 주는 것과 같은 해묵은 군사문제에 큰 도움을 줄 것이 기대된다.

NASA의 제트 추진 연구소(JPL)에서는 도시에서 운용될 수 있는 소형 전술용 이동 로봇을 개발하고 있다. 여기에서 개발될 로봇의 크기는 약 40cm 정도 되는데, 이쯤 되면 가방에 넣어 짊어지고 다닐 수 있게 되며, 가볍고, 기동성이 있고, 네비게이션을 위한 실시간 인식과 정찰이 가능하게 될 전망이다. 이렇게 되면, 이 로봇은 군인 한 사람이 들고 다닐 수 있을 정도로 작아질 것인데 철조망에 부딪쳐도 끄덕 없고 문지방을 넘거나 장애물을 건널 수 있도록 견고하게 제작될 전망이며, 또한 계단이나 장애물을 신속히 오르내리며, 정밀한 정찰과 내부 및 외부 환경의 지도 제작과 적군의 위치 감지와 파악 기능을 갖추게 것이다. 국내에서는 한국과학기술연구원에서 무인지뢰탐지 로봇이 개발 중이며, 국방과학연구원에서도 국방로봇에 대한 기초적인 연구를 진행 중에 있다.

극한 환경에서 인간을 대신할 로봇의 개발은 우주뿐만 아니라 원자력 발전소 감시점검 및 수중작업, 극지방 탐사, 방재작업, 국방 등에 필요한 분야이다. 위험작업용 로봇은 대체적으로 다량생산이 요구되지는 않으나, 로봇의 활용에 따른 파급효과가 크고, 특히 국가의 생존과 직결되어 있다. 또한 기술의 특수성(국가보안, 첨단기술 등)으로 해외 기술전수를 꺼리기 때문에 개발이 쉽지 않다. 현재 우리나라에서도 극한 환경에서의 로봇기술의 중요성을 인지하고 여러 연구소 및 학교에서 연구가 진행 중에 있으며, 국가적 차원에서 지속적인 지원이 절실하다.

스크류 로터 치형

스크류 로터 치형은 스크류 압축기의 암 수 로터의 치형으로 여러 종류의 함수들을 포함하고 있으며, 대부분은 원로, 곡선, 그리고 그들의 창성 함수(generating function)로 이루어져 있다. 암 수 로터가 서로 일정한 회전속도를 전달하기 위해서 모든 접촉점에서 이들 치형의 법선은 두 축의 공통 중심선 상의 고정점을 통과해야 하며, 서로 맞물리는 치형이 일정한 각속도를 전달하려면 같은 접촉궤적을 가져야 한다.