

## 경비로봇 기술 분야 및 응용 사례

■ 강 정 원 / 단국대학교 전자공학과 교수

### 1. 서 론

무인감시 기술이란 경비 시스템과 연동 또는 독립적으로 제한적인 지역의 감시/보안 임무를 담당하고 재산과 인명을 위협으로부터 보호하여 인간에게 안심 서비스를 제공하는 기술로, 최근에는 지능형 서비스로봇 중 경비/보안 등의 분야를 주목적으로 제작된 로봇을 이용하여 이를 대체하려는 추세이다. 로봇을 이용한 무인감시 기술의 적용 범위는 가정용, 옥내용, 옥외용으로 범위를 한정할 수 있으며, 특히 빌딩/공항 등과 같은 공공장소용은 인간경비원의 대체 수단으로 외곽용은 군사범위까지 사회 전반적으로 개발 필요성과 요구가 증대되고 있다.

이러한 경비로봇의 기술은 각각 응용되는 분야 및 목적에 따라 요구되는 기술 분야가 다양하며, 로봇의 외형은 비슷하거나 동일하더라도 응용목적에 따라 공통되는 플랫폼에 다양한 하드웨어장치, 통신프로토콜, 관계기술 등이 탑재되는 형태를 갖게 된다.

이러한 로봇의 특성으로 인하여 소량 다품종 생산품의 특성을 갖게 되며, 주문자요구와 운용환경의 변화에 따라 하드웨어 및 소프트웨어의 변경이 계속 요구되는 기술적 특성을 갖고 있다. 이는 로봇의 가격 상승 및 유지 보수에 난이도를 야기하며, 다른 로봇과의 데이터 및 접속 호환성이 곤란하게 된다.

따라서 로봇의 기술 분야는 각종 기술의 부품화, 표준화가 가장 중요한 기본요소이다.

### 2. 경비로봇의 기술 분야

#### 2.1 기본 기술분야

로봇의 기본 기술 분야로 모든 주행로봇에 공통적으로 해당하는 주행 및 전원 장치에 관련한 기술로 기본적인 플랫폼을 구성하는 분야이다. 이와 관련한 로봇의 핵심기술로서 자율 및 원격 주행기술 분야, 협로 주행 및 도립 제어/복구 분야, 자기위치 인식 및 지도 기반 주행 기술 분야, 장애물 회피 및 물체 인식기술 분야가 있다. 자율주행기술 분야는 이미 오랫동안 연구되어 온 분야이나 아직까지 국내의 기술 수준이 상용화와는 거리가 있다. 경비로봇의 개발에 있어 자율주행은 핵심기술이기 때문에 반드시 상용화하여야 하므로, 선진국의 상용화 제품의 수준과 동등 또는 그 이상의 기술 수준을 목표로 하여야 한다.

무인감시 시스템에 적용할 경비로봇은 여타 서비스 로봇에 비하여 신뢰도 면에서 기타 서비스 로봇과는 다른 차원의 높은 기대치를 만족해야 한다. 특히 침입자 감지 센서의 낮은 오보율과 24시간 연속운용에 따른 구동부의 신뢰도가 시스템 구성에 있어서 필수 요구 사항이다.

전원기술은, 일반적으로 로봇을 운영할 때, 로봇의 동력원을 충전하는 시간 대비 로봇을 운영하는 시간의 비율을 극대화하여, 로봇의 운영시간의 효율을 높이는 데 관련된 기술이다.

그외에도 경비로봇에 적용할 수 있는 기술 분류는

△운동 메커니즘 기술 △인식기술, 지능제어기술 △부품기술 △시스템 통합기술 등으로 크게 구분할 수 있다.

우리나라의 로봇 관련 기술에서 산업용 로봇 개발 산업에서 지능형 로봇 개발이 활발하게 진행되고 있으며 세계 각국의 로봇 시장에서 다소 뒤지고 있지만 우수한 IT 기술 및 네트워크 인프라를 활용한 기술분야에서는 세계적 경쟁우위확보가 가능하다.

## 2.2 실내 경비로봇 기술

실내 경비로봇은 가정과 같은 소규모 환경뿐만 아니라 빌딩, 공항 및 아파트 단지 등과 같은 대규모 환경에서 발생할 수 있는 화재, 가스 누출 등에 따른 환경정보를 사전에 인식하는 방재기능을 탑재하여 인명피해를 줄임과 동시에 외부 침입에 감지하여 이에 대응할 수 있는 방법기능을 이용하여 재산피해를 최소화하는 것이 응용 목적이다.

실내 경비로봇은 외부침입자에 의한 로봇 무력화 행위에 대처할 수 있는 무력화 대응(Anti-masking) 기능, 자기방어 기능 및 자율극복 기능을 구현하여 보다 능동적이고 지능적인 경비기능을 수행한다.

실내 경비로봇은 지하주차장 등의 옥내시설을 상시 순찰주행하면서 미확인 차량의 정보를 통제관리 시스템으로 전송하고 이를 분석하게 함으로써 발생할 수 있는 범죄행위를 미연에 방지하는 효과가 있으며, 또한 야간 주차장 이용자를 에스코트함으로써 심리적/정서적 불안감을 줄여줌으로써 개인의 안락한 주거환경을 제공한다.

실내 경비로봇은 주간뿐만 아니라 야간 시 활용할 수 있는 침입 감지 및 경비 환경 인식을 통해 야간 순찰주행함으로써 야간 시 발생하는 주요범죄의 발생빈도를 효과적으로 줄여줄 수 있다.

실내 경비로봇은 자체 감지 시스템뿐만 아니라 스마트 로봇환경과 연동되어 외부 침입이나 화재, 가스 누출 등과 같은 상황에 초기 대처함과 동시에 경비네트워크 및 스마트 빌딩관리 시스템과 연동하여 보다 체계적이고 효과적인 방법, 방재기능을 수행한다.

옥내 로봇 시스템은 위성에 의한 GPS기술을 사용하기 곤란하므로, 옥내지도, 각종센서에 의한 벽, 모서리 탐지, 영상에 의한 landmark탐지, 초음파 등의 옥내 비컨 등을 이용한 위치파악 기술을 주로 이용한다. 또한

주행 환경이 옥외에 비하여 주행경로조건, 기후, 주야 등의 환경이 양호하며 전원의 충전 시설 등이 양호하다.

## 2.3 실외 경비 로봇 기술

운용 환경 조건이 실내용 로봇 보다 훨씬 가혹한 조건에서 사용되는 실외용 로봇은 기술 개발의 내용과 적용에 따라 상당히 다양한 형태로 여러 가지 적용을 가지고 있다. 예를 들어 GPS 와 3차원 레이저 거리센서에 기반한 위치 인식 및 자동 주행 기술은 무인 자동차에 적용되어 자율 주행 자동차의 구현이 가능하다.

협지나 평지를 자유자재로 주행하는 2륜 구동 독립 제어 방식의 구동체 기술은 군사용으로 적용되어 평지나 협지를 고속으로 주행하면서 테러집단이나 적진의 상황을 고속으로 촬영 가능하고 시가지 군사작전에 투입되어 효율적인 임무를 수행 가능하다. 실외를 주행하면서 경비를 수행하는 로봇 기술은 웹기반 원격 제어와 접목되어 공공 건물, 넓은 지역의 공항 등의 공공 지역, 중요 교량 등의 경비에 사용이 가능하다.

실외용 로봇이 실용화되기 위해 개발되어야 하는 다양한 형태의 실외용 경비 로봇 요소 기술은 자율 구동과 인식 기술 등으로서 기술 수준이 높고 로봇과 자동화 분야가 지속적으로 개발해야 하는 핵심 기술로서 개발 후에는 다양한 형태의 가정용, 산업용, 군사용 등에 광범위 하게 사용되는 등 개발 기술의 파급효과가 가장 크다. 따라서 국내의 로봇과 관련 IT 산업 분야를 획기적으로 향상시키는데 상당한 역할을 할 것으로 보인다.

실외용 경비로봇은 범죄 예방차원에서 효과도 높을 뿐만 아니라, 감시기능을 포함하여 사용자를 위한 다양한 서비스 기능(가스 분사 등 경비 보조 기능, 안내, 짐 운반, 입주민 관리)을 갖추도록 하여 향후 경쟁력있는 시장을 창출할 가능성이 매우 높다고 볼 수 있으며 실외 경비 로봇은 아파트, 학교 뿐만 아니라 공항, 항만, 공공시설 등에도 폭넓게 적용할 수 있고, 향후 개념을 확장하면 거리 순찰, 교통 관리 등에도 적용할 수 있을 것으로 보인다.

실외경비에서 멀티개념을 활용한 그룹 단위의 실외경비로봇(평균 4-5대 예상)으로 임무를 수행함으로써, 많은 수의 카메라를 활용한 시스템 보다 훨씬 효율적이고 가격경쟁력도 있을 것으로 판단되며 로봇의 저가형 전장

품 및 핵심 부품의 상업화에 대한 연구가 지속적으로 이루어지면 로봇의 제작 단가를 크게 낮출 수 있을 것이다.

#### 2.4 휴대형 소형 로봇 기술

휴대형 소형 로봇은 지진, 붕괴, 산사태 등의 재난 현장과 같은 협소하거나 또는 위험한 지역을 탐사하던 중 발생하던 인명피해를 줄이고, 사람이 탐사하지 못하던 곳까지 탐사할 수 있도록 하여 위험 환경으로부터 조난자의 구조하는데 이용된다. 휴대형 소형 로봇은 우범 지역을 상시 감시하여 범죄 현장을 감시할 뿐 아니라, 우범 지역에 사람이 접근할 경우 경고를 통하여 범죄를 사전에 예방함으로써 사회 전반에 범죄에 대한 안전성을 확보하는데 사용될 수 있다. 휴대형 소형 로봇은 공항/항만이나, 사람의 왕래가 드문 곳에서 공공연히 발생하고 있는 밀수/밀매 현장을 감시함. 또한, 각 영상 정보를 로봇 통제센터로 전송하여 범죄 발생 후, 범죄자의 신상정보를 확인할 수 있도록 하여 범죄 및 테러를 사전에 방지 또는 제압하는데 사용될 수 있다.

#### 2.5 군집 로봇 기술

여러 개의 군집 로봇들을 사용하되, 각각의 로봇에 개별적인 임무를 수행하도록 하면서 로봇 무리의 운용에 의하여 전체적인 임무를 수행할 수 있도록 하는 군집지능 로봇 기술은 현재 보안, 감시 시스템에서의 사

각지대 해결, 미흡한 인식 기술의 한계를 극복할 수 있는 가장 유망한 기술로, 보안 감시 로봇 운용의 가장 중요한 목적 중 하나이다. 이는 로봇 자체의 기술뿐 아니라, 다수의 군집 로봇을 사용하여 서로 충돌 없이, 소기의 보안 감시 임무를 수행하도록 하는 관제 시스템 기술도 매우 중요하다. 이 기술은 수많은 정보의 융합, 인식, 그리고 판단에 활용될 수 있으며 향후 유비쿼터스 시스템 구축, 군사용 등 새로운 응용 분야 창출에 큰 기여를 할 수 있는 기반 기술이다. 그림 1에서 보이듯이 지역 전체에 대한 보안업무를 위하여 여러 개의 고정 감시장치, 여러 개의 로봇을 분산제어함으로써 전체 임무를 수행할 수 있다. 이를 위하여 장치들과 로봇들을 연결하는 유무선 네트워크가 기반이 되어야 하며, 군집 로봇과 장치를 제어하고, 부하를 적절히 균등하게 하고, 상황에 따라 수시로 변경되는 로봇의 위치, 변경되는 목적에 대한 적절한 제어가 중요하다.

이는 마치 농구 또는 축구 등의 게임에서 볼 수 있는 전략과 같이, 지역중심 또는 대상중심의 보안 전략에 따라 다수의 군집 로봇을 각각 또는 일정 군집단위로 관제하는 기술이다.

### 3. 경비로봇 응용 사례

로봇을 활용한 예로써, 철도, 고속도로, 공항, 항만 등의 교통 관련 시설, 박물관, 경기장, 행사 장 등의 공공장소, 화학공장, 제철소 등의 국가 주요 시설 등에 대한 옥외 및 옥내 보안감시용을 들 수 있다.

이들 영역은 특히 넓은 장소를 사용하며, 테러, 도난, 위험물 감시 등의 업무를 수행하기 위하여 기존의 CCTV 등의 고정형 정보수집장치로는 감시 시스템을 운영하는 데 한계가 많다. 로봇의 경우, 다양한 센서와 정보수집장치를 탑재하고 자율주행할 수 있기 때문에, CCTV가 커

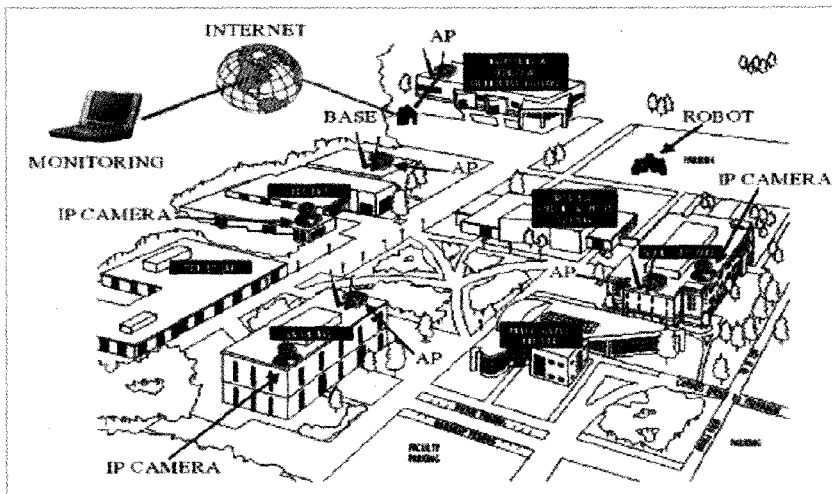


그림 1 네트워크 기반 군집로봇에 의한 분산 감시 시스템

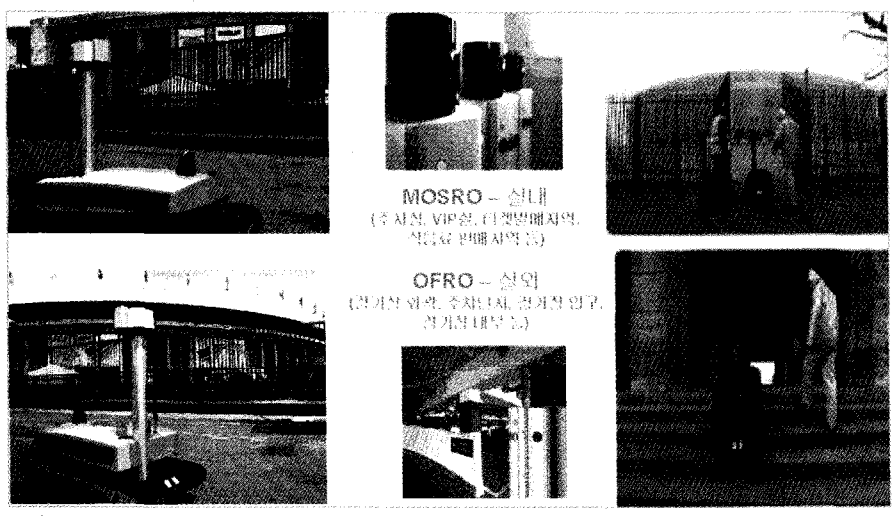


그림 2 2006 독일 월드컵경기장 실내외에 대한 로봇의 보안감시

있는 유일한 방법으로 로봇을 사용하지 않고는 불가능한 일이다.

또한 빌딩 등의 건축물이 고층화, 대형화, 지능화 되고 있는 추세에 따라, 기존의 유인, 무인 감시 시스템은 감시 업무 수행의 양 뿐 아니라 질적으로도 충족할 수 없는 경우가 많아지고 있다. 예를 들면, 냉난방, 공기 순환 시스템, 각종 케이블이 가설되는 피트 등의 지역은 인력이 미치기 힘든 부분이며, 설치장소에 고정되어 있는 CCTV도 볼수 없는 음영지역이 증가하고 있어, CCTV를 계속 증설하기 어려우며, 이동성 센서를 갖는 로봇의 대안이 될 것이다.

각종 전산실은 중요한 기밀자료 등을 취급하므로 극히 소수의 인가된 인원만 근무하며 야간의 경우 경비원 조차 출입이 엄격히 통제되는 시설이다. 이러한 경우, 역시 로봇이 좋은 방법이 된다.

한 예로써, 2006년 독일 월드컵 행사에 경기장의 옥내 및 옥외의 보안 감시업무에 로봇을 적용하여 그 결과가 아주 좋았던 예를 들 수 있다. 그림 2에서는 로봇에 의하여 경기장 및 부속시설의 옥내 및 옥외를 정해진 경로를 통하여 순회하며 경비 업무를 수행하는 예를 보인다.



그림 3 2006 독일 월드컵 경기장의 로봇 보안감시를 위한 주요 체크포인트 지정

버할 수 없는 음영지역도 시간, 지형조건, 환경에 관계없이 감시업무를 수행할 수 있다. 이는 유인 경비인력과 기존의 무인감시시스템을 보조할 수 있는 유일한 수단인 동시에, 테러 등에 대비하여 공항 항만 등의 넓은 감시 지역 전부를 항상 감시해야하는 기능을 수행할 수

있을 수 있다. 이는 유인 경비인력과 기존의 무인감시시스템을 보조할 수 있는 유일한 수단인 동시에, 테러 등에 대비하여 공항 항만 등의 넓은 감시 지역 전부를 항상 감시해야하는 기능을 수행할 수

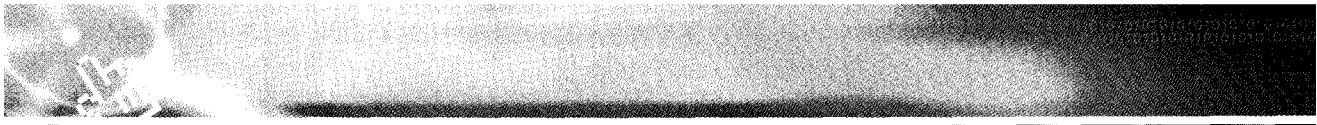


그림 3은 관제 시스템에서 옥외 감시용 로봇에 대하여 경기장 주변의 체크 포인트를 설정하고 로봇은 GPS 등의 정보를 이용하여 이에 상응하는 위치를 찾아서 해당 위치들을 감시하면서 지나가도록 통제하기 위한 관제시스템의 화면을 보인다.

그림 4에서는 국외의 보안용 로봇 들의 외형, 특징 기능 등을 간단히 비교하여 보이고 있다.

#### 4. 결 론

경비로봇은 다양한 경비 환경에 따라, 옥내, 옥외 그리고 휴대형 로봇에서 요구되는 요건이 다르며 이에 따라 다양한 기술 분야가 요구된다. 이들 로봇은 기본적으로 주행과 동력원에 대한 기본 기술 분야와 각 응용분야에 따른 기술 분야로 나누어 보았다.

다시 한번 강조되는 것은 로봇을 생산하는데 소량 다품종 생산품의 특성을 갖게 되며, 주문자요구와 운용환경의 변화에 따라 하드웨어 및 소프트웨어의 변경이 계속 요구되는 기술적 특성을 수용하면서, 로봇의 가격을 적정하게 유지하여 시장성을 확보하여야 하며, 다른 기종의 로봇과의 데이터 및 접속 호환성을 가져




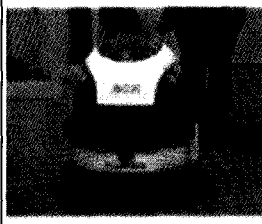
야 한다는 것을 다루었다.

결론적으로 로봇의 기술 분야는 각종 기술의 부품화, 표준화가 가장 중요한 기본요소이다.

로봇의 응용 분야로, 현재의 로봇의 가격이 상대적으로 높으므로, 일반 가정보다는 공공시설, 사회기반 시설, 공항, 항만, 중요산업시설, 군경시설 등의 분야에 가장 우선 적용될 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] 정보통신진흥연구원, "IT 차세대 성장동력 기획보고서(지능형서비스로봇)." 2003. 12
- [2] 김 현 외, "URC에서의 소프트웨어 로봇 기술." 통신학회지, 2004.
- [3] 정보통신부 지능형 서비스 로봇 기술개발 전략 수립을 위한 기획연구 2003
- [4] <http://www.ibscare.co.kr>
- [5] IT 기반 지능형 로봇 사업전략, ETRI, 2004.
- [6] 로봇기술의 연구개발 동향 분석 및 향후전망, 한국 과학재단 기초연구단, 2002.
- [7] 전자부품연구원, 지능형 로봇산업의 시장 및 기술 전망, 주간전자정보 Vol.5 No.5, 2002.

로봇	CyberGuard SR3	Patrolbot	Carebot MSR 2.2	XFCR-01
제조사	Cybermotion(미)	Activmedia Robotics(미)	GECKO Systems(미)	ALSOK(일)
외형				
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 빌딩경비/보안 활동</li> <li>• 화염/연기/가스/습도센서 등 이용 실내 이상감시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 빌딩 또는 가정 통합관리용</li> <li>• 손님 안내/가이드</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주인 심부름 또는 부재 중 순찰활동</li> <li>• 이동로봇 플랫폼 MSR 탑재.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연료전지를 탑재한 경비용로봇</li> <li>• 24시간 연속 가동 가능주요</li> </ul>
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 디지털 지도/센서 정보이용 자율주행</li> <li>• 엘리베이터를 이용한 층간이동</li> <li>• Gas누출/화재/침입자 감지</li> <li>• 영상/소리정보전달</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3차원 맵 작성 후 자율주행</li> <li>• 15도 경사 등반 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 30시간 재충전없이 동작</li> <li>• 외부에서 인터넷으로집안 모습 확인가능</li> <li>• 주인이 원하는 곳으로이동 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행</li> <li>• 자동충전</li> <li>• 원격감시</li> <li>• 경비기능</li> <li>• 접수 및 안내 기능</li> </ul>
사용 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화염감지기</li> <li>• 초음파/연기/가스/습도/광센서 /온도/</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 레이저 센서</li> <li>• 초음파 센서</li> </ul>	-	-

로봇	Banryu	Artemis(T63)	RS-01 RoboDog	MoSRO1
제조사	Tmsuk(일)	Tmsuk(일)	Robo Science(영)	ROBOWATCH(독)
외형				
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '집보는 용' 을 의미하는 경비용 로봇</li> <li>• 가정화재 탐지, 침입자 감시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화염 및 침입자 감지 시 경비센터통보</li> <li>• 엘리베이터를 이용한 건물 전체 순찰</li> <li>• 침입자 발견시 침입자에게 컬러볼 발사</li> <li>• 안개분사장치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인터넷 연결, 집주변 감시 기능을 갖는 사냥개 모양의 이동로봇</li> <li>• 원격지에서 네트워크를 통한 로봇 접속 가능</li> <li>• 5살짜리 아이를 등에 태우거나 오르기 등 장애물 기어 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어린이 크기의 경비용 로봇</li> <li>• 연기, 가스, 비정상적인 온도변화, 어둠 속에서의 움직임 감지기능 등을 이용하여 잠재적인 위험요소 감지</li> <li>• 침입자 발견시 지문인식기를 이용한 신분확인</li> <li>• 무선통신, GSM, ISDN등을 이용한 조작 유닛</li> <li>• 신경회로망을 이용한 자율주행주요 기능</li> </ul>
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 침입자 발견시 쫓기</li> <li>• 화재발생 탐지</li> <li>• 카메라를 이용한 집안 모니터링</li> <li>• 휴대폰 원격조작 침입자 발견시 휴대폰으로 주인에게 전화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화염감시기능</li> <li>• 안개분사장치</li> <li>• 방범용 컬러볼 발사</li> <li>• 음성발화기능</li> <li>• 카메라를 이용한 실시간 모니터링</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인터넷 연결</li> <li>• E-mail 읽어주기</li> <li>• 60여개의 음성 명령을 이해/수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지문인식 기술</li> <li>• CCD 카메라를 이용한 초당 3장의 이미지 전송</li> <li>• 초음파 센서와 적외선 센서 이용한 장애물 검출</li> <li>• 열 적외선 동작감지</li> <li>• 가스 및 연기검출*지문인식 시스템</li> <li>• CCD 카메라</li> <li>• 초음파센서</li> <li>• 적외선센서</li> <li>• PIR 센서</li> <li>• 레이더</li> <li>• 마이크로폰</li> <li>• 가스, 연기센서</li> </ul>
사용 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도센서, 가속도, 거리, 감압 등 총 50여개</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 레이저 센서</li> <li>• 초음파 센서</li> <li>• 광자이로 센서</li> <li>• 기울기 센서</li> <li>• 지자기센서</li> <li>• 광전스위치</li> <li>• 화염센서</li> <li>• 동작감지센서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 컬러 CCD 카메라</li> <li>• 소형 마이크</li> <li>• 가속도계</li> <li>• rangefinder</li> <li>• navigation system</li> <li>• 온도센서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지문인식시스템</li> <li>• CCD 카메라</li> <li>• 초음파, 적외선센서</li> <li>• PIR 센서</li> <li>• 레이더</li> <li>• 마이크로폰</li> <li>• 가스, 연기센서</li> </ul>

그림 4 국외의 보안용 로봇의 특징

[8] The development of highly dexterous manipulation techniques, Mid-term progress report, Department of Mechanical Engineering AI Lab, of Massachusetts Institute of Technology,

1994.

[9] Teleoperators and Human Augmentation, Technology utilization divisin of Natinal

[10] URC 융합기술연구 보고서, 디유하이텍, 2006