

군 경계 및 감시로봇 운용개념 연구

A Study on Operational Concept of Military Guard and Surveillance Robots

서 동 철*

Seo, Dong-Cheul

이 우 찬*

Lee, Woo-Chan

황 춘 식*

Hwang, Chun-Sik

ABSTRACT

In this paper, we propose operational concepts and technology requirements for guard and surveillance robots in military field. After surveying on current trend of guard robots, we present an operational scenario and technology requirements. To begin with, we discriminate the use of fixed type guard robots(fixed robots) and mobile guard and surveillance robots(mobile robots). Fixed robots are used for substituting daily guard by human soldier. In contrast, mobile robots are used for compensating shadow area where not to be covered by fixed type robots. To be specific, mobile robots adopt communication relays to extend operational range and sensor networks to collecting information. In addition, we present technology requirements composed of wireless communication system, platform, sensor nodes, unmanned driving technology, power supply system and IFF etc. In conclusion, in order to maximize co-operational functionality, fixed robots and mobile robots should be tightly related.

주요기술용어(주제어) : Fixed Type Guard Robot(고정용 경계로봇), Mobile Guard and Surveillance Robot(이동용 경계 및 감시로봇), Sensor Node(센서노드)

1. 머리말

최근 아프가니스탄전과 이라크전에서 새로운 전쟁 양상을 볼 수 있다. 미군은 약 4000대 이상의 로봇병사들을 실전에 투입하였고 각종 폭발물 제거, 감시 및 정찰임무를 훌륭히 수행하고 있다. 미 육군의 미래전 투체계(FCS : Future Combat System)계획과 맞물려 전투로봇까지 투입되고 있는 실정이다.

현재 로봇산업에 대한 투자가 선진국을 중심으로

이루어져 있고, 우리나라도 국가주도의 집중투자가 이루어지고 있다. 로봇을 실제적으로 적용가능하고 널리 그 효과를 파급시킬 수 있는 분야중 하나는 국방 분야일 것이다. 특히 경계, 감시, 정찰분야에서 로봇의 수요가 증가하고 있다.

우리군도 병력위주의 경계 및 감시임무를 고감도 센서와 원격감시체계로 대체할 예정이며, 감시 및 정찰분야에서 로봇에 대한 수요가 늘고 있다. 이를 위해서 현재 국방로봇에 대한 연구가 점차 증가하고 있고, 미래전의 개념이 구체화 되면서 전장에서 로봇의 중요성이 부각되고 있다. 육군은 군사용 로봇 개발 계획에서 2015년 이전 정찰용 휴대로봇을 보병부대 및 대 테러부대에 배치 운용하고 2015년부터 2020년

† 2007년 12월 17일 접수~2008년 2월 1일 게재승인

* 육군사관학교(Korea Military Academy)

주저자 이메일 : eemasseo@kma.ac.kr

까지 다목적 ‘견마로봇’을 개발하여 소중대급에서 지뢰탐색, 제거, 정찰, 경계 및 순찰용으로 배치할 예정이다.

로봇은 사용목적에 따라서 군의 여러 분야에 적용할 수 있으나, 특히 가장 위험스럽고, 더럽고, 반복적인 임무에 투입될 것이다. 예상되는 지상로봇의 주요 임무는 감시 및 정찰, 경계, 지뢰 및 폭발물 제거, 수송차량 호위, 검문소 통제, 보병을 위한 장비 운반용으로 사용할 것이다. 현재 로봇의 자율화 기술을 고려시, 가까운 시일내 군에 적용 가능한 분야는 경계 및 감시, 폭발물 제거등과 같은 원격운용 및 반자율화 기능만으로 수행할 수 있는 임무가 주를 이룰 것이다. 본 논문에서는 현재 기술수준에서 단기간내 응용이 가능한 경계 및 감시 로봇의 국내의 개발현황을 알아보고, 운용개념을 세운 후, 운용시 필요한 기술적 고려사항들을 제시하였다.

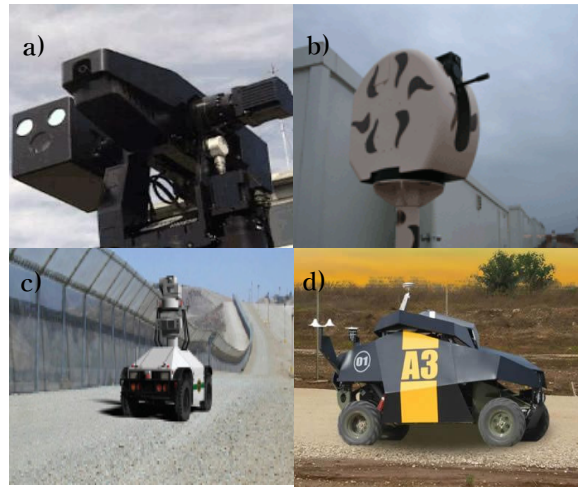
2. 국내의 현황

국내외에서 경계 및 감시분야 임무수행을 위해서 개발된 로봇은 크게 고정용과 이동용 로봇으로 구분할 수 있다. 주로 적과 대치하거나 국경에 철책 및 방벽을 가지고 있는 나라에서는 고정용에 대한 개발이 많이 이루어져 있다. 반면, 넓은 영토와 비교적 험로가 적은 지역에서는 이동용 로봇의 개발에 주력하고 있다.

가. 국내

국내의 경우 삼성탈레스, 도담시스템 등에서 주로 고정용 경계 및 감시 로봇을 개발하였고 주·야간 감시 가능한 센서를 이용해서 표적을 탐지하고 원격으로 사격도 가능하다. 현재 국내에 개발된 이동용 경계 및 감시로봇은 없으나, 소형 이동용 로봇의 경우 롱헤즈의 경우가 대표적인데, 이 로봇은 계단과 같은 장애물을 극복 가능하며, 주로 폭발물 제거 임무를 수행하고 있다.

국방과학연구소에서는 자율형 로봇을 개발하고 있으며, 현재 초보적이지만 위험한 장애물을 회피하고 목표점 주행이 가능한 수준에 올라있다. 로봇의 자율



[그림 1] 국내의 경계 및 감시 로봇

- a) 삼성테크윈 경계로봇, b) 도담시스템 이시스
c) 미국 GDRS사 MDARS-E, d) 이스라엘 IAI사 가디언

화 단계를 원격제어 단계인 1단계부터 완전자율단계인 10단계로 구분할 수 있는데, 이 기준을 적용하면 현재 기술수준은 반자율 단계인 4단계에 도달해 있다^[2]. 현재수준은 30m이상의 기동점 기반의 주행이 가능하고 인지형 센서를 장착해서 단순 장애물 발견시 판단을 수행하며, 선두차량 및 병사를 견실히 추종 가능하여 정밀한 Convoy가 가능하다^[3]. 이를 비롯하여 현재 견마형 로봇 등 다양한 분야의 로봇에 대한 개발이 진행되고 있다. 국내 경계 및 감시 임무를 수행하는 로봇 및 원격감시체계를 요약하면 아래와 표와 같다.

[표 1] 국내 경계 및 감시체계 현황^[7]

구 분	개 발	임 무
XAV (이동용 로봇)	국방과학 연구소(ADD)	감시, 정찰
GOP과학화 경계시스템 (원격감시체계)	S1	감시, 경계
지능형 경계 및 감시로봇 (고정용 로봇)	삼성 테크윈	감시, 경계
이시스(aEgis) (고정용 로봇)	도담 시스템	감시, 경계

나. 국외

1) 미국

미국은 주로 군사분야에 대한 로봇연구가 활발히 이루어지고 있으며 감시 및 정찰, 폭발물 제거 임무를 수행하는 로봇들을 개발하여 실전에 투입하였다. 경계 및 감시분야 로봇은 주요 시설물(비행장, 물류창고 등)에 대한 외부경계를 위한 로봇들로 1990년대 초부터 연구개발이 진행되었다. 이 로봇은 미군의 MDARS-E(Mobile Detections Assessment and Response System-Exterior)계획에 의거하여 실용화되고 있다. MDARS-E는 수십대의 로봇을 경계영역 내에서 운용가능하고, 무작위 순찰 및 반자율 행동이 가능하다. 로봇은 살상 및 비살상 무기를 장착하여 침입자를 제압하는 것도 가능하다. MDARS-E는 주·야간 카메라, 레이더(Radar), LADAR(Laser Radar), 열영상 관측장비등을 장착하여 로봇의 네비게이션 및 침입자 탐지에 사용한다. 최근에는 소형 UAV를 장착하여 감시 및 정찰 영역확대, 지뢰탐지, 통신중계의 임무를 수행할 수 있도록 개발되고 있다.

2) 이스라엘

이스라엘의 경우, 이동용 및 고정용 경계 및 감시로봇을 운용하고 있다. 이동용 로봇은 IAI사에서 제작한 가디언으로 비행장 및 국경지대에서 운용하고 있으며 통제실 운용자가 원격경고 및 사격까지 가능하다. 고정용은 라파엘사의 RCWS(Remotely Controlled Weapon Station)로 가자지구의 방벽과 다양한 전투차량에 탑재되어 운용하고 있으며, 센서와 슈터로 구성되어 있다.

3. 운용개념

국내외에서 개발하고 있는 경계 및 감시로봇들은 자체 내부적으로 고감도의 센서들을 장착하였기 때문에 무겁고 크기가 크다. 또한 구동하기 위한 전원소모가 크기 때문에 주로 고정시설물, 정해진 경계영역 등에서 운용한다. 이 로봇은 전시 부대를 자주 이동하는 상황에서는 운용이 어렵다. 따라서 야전에서 작전하는 보병부대들에 대한 경계 및 감시소요를 충족

시키기 위해서는 휴대가 간편하여야 하며, 자체에 다수의 부피가 크고 무거운 고감도 센서를 장착하기 어렵기 때문에, 이동용 로봇 자체에 경량의 주·야간 감시센서와 센서네트워크를 이용해서 탐지영역 및 정확도를 향상시켜야 한다.

운용개념에서는 고정용 시설물 및 경계지역에 대한 로봇의 운용개념과 이동하는 보병부대와 주요시설에 대한 로봇의 운용개념을 제시하였다.

가. 구분

경계 및 감시로봇은 운용지역에 따라서 두 가지 형태로 구분한다. 로봇은 고정된 시설물에 대한 경계 및 감시임무와 이동이 가능한 시설과 인원에 대한 경계 및 감시임무를 수행할 수 있도록 구분 운용하여야 한다. 고정된 중요 시설물(방공시설, 탄약고, 통신 중계소등)의 경우, 대부분 산악지역 및 험로를 가지고 있으므로 이동용 경계 및 감시로봇으로 경계하기 어렵기 때문에, 고정용 경계 및 감시로봇을 주로 사용해야 한다. 반면, 주둔지에서 이동한 경우에는 이동용 경계 및 감시로봇을 운용해야 한다. 이동용 경계 및 감시로봇은 주로 집결지 경계, 전투전초 임무수행, 근거리 정찰 임무 등을 수행한다.

나. 고정용 경계 및 감시로봇 운용

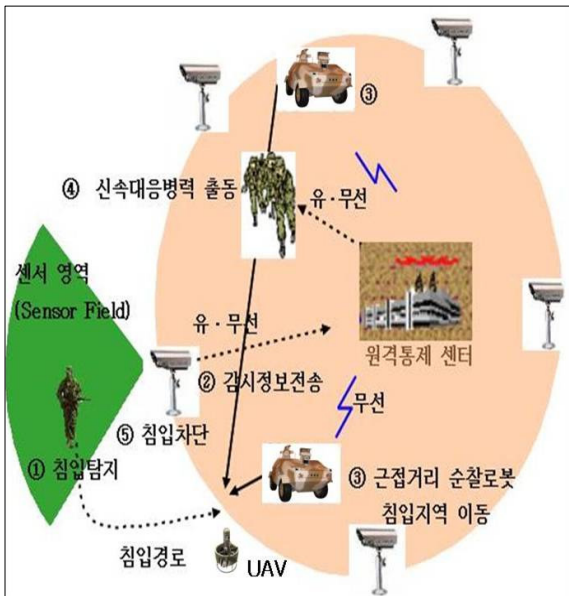
고정용 시설물에서는 고정용 경계 및 감시로봇을 주로 운용하고, 이동용 경계 및 감시 로봇은 고정용 로봇의 사각지역을 순찰하는 개념으로 운용한다.

고정용 경계 및 감시로봇은 무게, 전원에 큰 영향을 받지 않으므로, 고감도 센서를 채택해서 센서에 의해서 발생할 수 있는 오경보율(FAR : False Alarm Rate)을 줄여야 한다. 특히 적과 접촉하고 있는 휴전선 일대의 경우를 제외하고는 원격통제센터에서 경고방송, 사격 등을 원격운용 해야 한다. 특히 이동용 로봇은 적 침입 시 장착된 살상 또는 비살상 무기를 이용해서 초기대응을 하고, 고정용 경계 및 감시 로봇 고장 시 해당지역에 대한 경계 및 감시 임무를 대신 수행하기 위해 운용한다. 이동용 경계 및 감시 로봇은 소형 자동차 크기로 다양한 주·야간 감시센서를 장착하고 무작위 경로 주행 또는 정해진 경로를 순찰하도록 운용한다. 필요시 소형 UAV를 장착하여 경계

지역 밖으로 도주하는 적을 추적하며 추적정보를 신속대응병력에 제공하여 적을 제압할 수 있도록 한다.

그림 2는 고정용 시설물에 대한 경계 및 감시로봇의 운용개념도를 나타낸다. 고정용 경계 및 감시로봇을 적 침입로에 배치하고 이동용 경계 및 감시로봇은 순찰 및 초기 대응용으로 운용한다. 원격통제센터와 통신을 위하여 고정용 경계 및 감시로봇과 신속대응병력은 유무선 모두를 이용하고, 이동용 경계 및 감시로봇은 무선으로 연결한다. 각 체계는 유·무선 네트워크에 연결하여 정보를 공유한다. 고정용 시설물 경계 및 감시를 위한 시스템 구성요소는 다음과 같다.

- 고정용 경계 및 감시 로봇
- 이동용 경계 및 감시 로봇(시설물/철책 순찰)
- 원격통제 센터
- 센서노드(철책 전방에 센서영역 구성)
- 신속대응병력



[그림 2] 고정용 경계 및 감시 로봇 운용개념도

그림 2에 나타난 운용개념을 절차적으로 나타내면 다음과 같다.

- ① 침입자 탐지
울타리 주변의 센서 영역에 적이 침입하면, 센서노드에 의해 감지되거나 또는 고정용 경계/감시

로봇이 탐지

- ② 침입경고 및 추적감시
유·무선 통신수단 이용 적 탐지 영상을 원격 통제 체계로 전송, 고정용 경계/감시 로봇은 계속해서 침입자 추적 감시
- ③ 초기대응
초기대응을 위해서 원격통제체계는 근접거리 순찰중인 로봇에게 적 탐지역 이동 명령, 순찰로봇은 침입지역으로 이동하여 신속 대응병력이 전개까지 침입자에게 대응, 침입자가 철책 밖으로 도주시, 이동용 경계 및 감시로봇에 장착된 소형 UAV로 침입자 추적, 철책 안으로 접근시 원격운용에 의한 무기를 사용하여 대응
- ④ 신속대응병력 출동
실제 침입차단 병력인 신속대응 전투병력을 침입 지역 출동 시킴
- ⑤ 침입차단
초기 대응을 위해 투입된 이동용 경계 및 감시 로봇과 추가 전개된 신속대응병력이 침입자를 차단 및 타격

다. 이동용 경계 및 감시로봇 운용

이동용 경계 및 감시로봇은 이동성을 가진 휴대용 소형로봇으로 집결지 경계, 작전지역 경계 및 감시, 근거리 정찰임무를 수행할 수 있다. 특히 방어지역에는 초기 적과의 접촉유지 및 적 규모를 파악하기 위해 배치되는 전투전초를 인간이 아닌 이동용 경계/감시로봇으로 대체 운용할 수 있다. 전투전초는 안전한 원거리 지역에서 로봇을 원격운용하며 전투력을 보존할 수 있다.

이라크전에서 보듯 많은 경우 전투는 도시에서 일어나며, 적 저격수와 급조폭발물이 심각한 위협을 초래하고 있다. 이런 적의 위협에 대처하기 위해서 초소형 센서노드와 결합된 이동용 경계 및 감시로봇을 이용할 수 있다.

1) 이동용 경계 및 감시로봇 구성 및 기능

이동용 경계 및 감시로봇 시스템은 모듈화된 센서와 무기를 장착할 수 있는 로봇, 센서노드, 통신 중계기, 병사에 의해서 조정되는 원격 통제시스템, 각 시

시스템을 구동하는 전원 시스템으로 구성한다. 이동용 경계 및 감시로봇의 구성 요소는 아래와 같다.

- 이동용 로봇
- 통신 중계기
- 모듈화된 센서 및 무기체계
- 모듈화된 분사장비(센서노드 살포용)
- 센서노드
- 전원 시스템
- 원격 통제시스템



그림 3은 이동용 경계 및 감시로봇의 주요 구성품을 나타내고 있다.



[그림 3] 이동용 경계 및 감시로봇 주요 구성품

보병이 이동용 경계/감시 로봇을 휴대할 수 있도록 경량화해야 한다. 로봇에 장착하는 센서들은 모듈화하고 임무를 고려하여 장착할 수 있도록 한다. 모듈화 되는 센서는 전방감시를 위한 주·야 감시카메라, 열상감시카메라 등이 될 것이다. 로봇 자체내에는 내비게이션을 위한 센서 및 GPS 칩을 장착한다. 필요시 소총을 추가 장착하여 침입하는 적과의 교전도 가능하도록 한다. 통신 중계기는 통신 중계업무만을 수행하며 임무종료 후 로봇이 회수할 수 있도록 GPS 칩을 내장한다. 통신 중계기는 원격 통제시스템과 로봇간의 거리를 확장시켜주며, LOS(Line Of Sight)가 보장되지 않는 환경에서 사용가능하다. 로봇의 감시 영역 확대와 오경보율(FAR : False Alarm Rate)을 감소시키기 위해서 센서 네트워크를 이용한다. 표 2는 현재 개발된 센서노드 현황을 나타내고 있다.

[표 2] 센서노드 개발현황^[8]

구 분	Mica2	Nano-24
CPU	Atmega128L	Atmega128L
전송속도(kbps)	40	250
Radio Type	Chipcon	ZigBee
인식거리	150~300m	100~200m
크기(mm)/무게	58×32×27/18g 	40×60×25/15g 
개발	Berkeley 대학	ETRI

센서노드로는 버클리 대학에서 개발한 Mica2와 ETRI에서 개발한 Nano-24가 있다. 이것들의 통신거리는 100m이상이나 산악지역에서는 통신거리는 감소할 것이다. 더욱이 경량인 이동용 경계/감시 로봇에 사용하기 위해서는 더욱 소형화 시켜야 하는데, 현재 MEMS와 반도체 기술의 발달로 향후 더욱 소형화 될 것으로 예측된다. 또한 현재 센서들의 가격은 소모품으로 사용하기에는 매우 비싼 가격이므로 향후 대량 생산으로 가격을 낮출 필요가 있다.

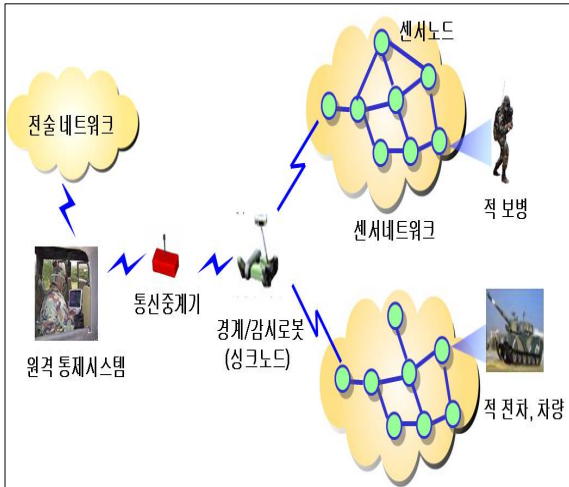
센서노드들은 자기, 압력, 적외선, 온도, 진동, 음향을 감지할 수 있다. 센서노드에 장착된 센서들은 각 센서에서 감지된 내용을 융합시켜서 감지능력을 증대시켜야 한다. 예를 들면, 무장한 사람을 판별하는 방법은 사람 및 동물에서 발생하는 열을 감지하는 적외선 센서, 이동하는 사람 및 동물에서 발생하는 소리를 감지하는 음향센서, 무장한 사람이 가지고 있는 금속을 감지하는 자기 센서를 융합함으로써 감지정보의 정확도를 향상시킨다.

센서노드들은 로봇에 장착된 살포장비를 이용해서 원하는 감시지역으로 분사되어 배치된다. 원격 통제 시스템은 로봇을 원격 및 반자율로 운용할 수 있도록 하며, 로봇에서 감시 및 수집된 데이터는 원격 통제 시스템으로 전송된다.

2) 이동용 경계 및 감시로봇 운용

그림 4는 이동용 경계 및 감시로봇에 대한 운용 개

념도를 나타내고 있다. 운용개념도에서 보듯 크게 센서 네트워크, 로봇, 통신 중계기, 원격 통제시스템으로 구분한다. 운용자는 원격 통제시스템을 통해서 로봇과 센서 네트워크를 관리 및 통제하며, 로봇을 통해서 수집되는 정보는 전술네트워크를 통해서 지휘통제(C2)체계로 전송한다.



[그림 4] 이동용 경계 및 감시로봇 운용개념도

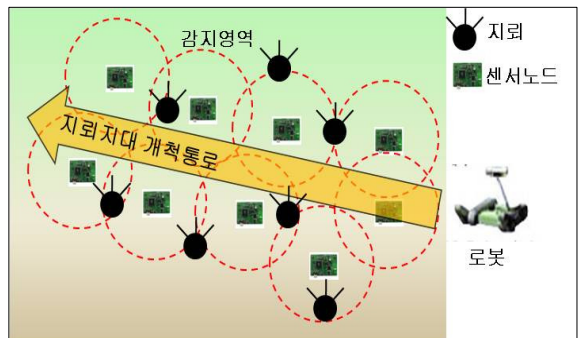
운용자는 원격운용으로 이동용 경계/감시 로봇을 운용지역으로 이동시킨다. 로봇은 운용자의 신호의 수신강도를 점검하다가 임계값(통신유지가 가능한 값으로 통신중계기 설치를 지시하는 값)에 도달하면 중계기를 수신신호의 임계값 도달지점에서 위치시킨다. 운용지점까지 중계기를 위치시키고 센서노드를 설치할 전방에 위치하면, 로봇은 분사장비를 이용하여 센서노드를 배치지역으로 살포한다. 광범위한 지역은 유무인 항공기를 이용해서 살포한다. 센서노드 크기는 그림2에서 보듯 동전 정도의 크기로 매우 작기 때문에 분사장비를 이용하여 원하는 감시영역에 살포한다. 살포된 센서노드는 센서 네트워크를 구성하고 후방에 위치한 로봇은 센서노드로부터 감지된 정보를 수신한다. 로봇은 정보를 송신한 센서노드 방향으로 주·야간 감시카메라로 해당 센서노드지역을 촬영하고 이를 원격통제 시스템으로 전송한다. 원격통제 시스템은 수신정보(감지위치, 영상정보)를 분석하여 적인지 아군인지를 판단하고 이를 전술네트워크를 이용해서 상급

부대로 전송한다. 적이 근접할시 로봇을 이용해서 원격경고와 교전이 가능하다.

3) 응용분야

이동용 경계 및 감시 로봇은 방어지대 전방에 투입하는 전투전초에 편성되어 전방 감시 및 접적유지와 숙영지 주변의 경계 및 감시용으로 사용 가능하다. 도시지역 작전에서는 건물내부 진입 전 로봇이 건물 안으로 초소형 센서노드(일명 '스마트 더스트'라고 함)를 투입하여 건물 내 인원 확인 및 건물 내부형태에 대한 정보를 제공한다. 최근 센서 네트워크를 이용해서 저격수에 의한 저격 시 저격수 방향을 알 수 있도록 하는 연구가 진행되고 있으며 이를 이용해서 로봇이 저격수를 타격할 수 있다.

또한 이동용 로봇이 장착된 지뢰탐지 센서로 지뢰를 탐지하면, 센서노드(자기센서)를 지뢰지대에 살포한다. 살포된 센서노드는 매설된 지뢰의 위치를 확인할 수 있다. 따라서 보병은 확인된 지뢰지대를 우회하거나 지뢰가 매설되지 않은 공간을 통과함으로써 지뢰지대를 개척할 수 있다.



[그림 5] 지뢰지대 통로개척

주요 응용분야는 아래와 같다.

- 집결지 주변 경계 및 감시
- 지휘 및 통제(C2) 시설 및 인원 경계
- 전투전초, 청음초 등의 경계부대 전방에서 적 탐지 및 저지(소화기 장착)
- 건물내부 구조 및 내부 인원 확인
- 저격수 위치 확인 및 타격
- 지뢰지대 통로개척

4. 기술적 고려사항

기술적 고려사항은 이동용 경계 및 감시로봇을 중심으로 기술하였다. 고려해야할 사항은 통신, 플랫폼, 자율화, 전원체계, 피아식별이 있다.

가. 통신

경계 및 감시 로봇과 원격통제체계간 송수신하는 데이터는 저용량의 제어정보(원격통제체계→로봇)와 고 용량의 영상정보(로봇→원격통제체계)이다. 원격통제체계에서 로봇으로 송신하는 제어정보는 로봇 원격조정, 로봇의 센서를 원하는 방향으로 구동 시키거나 센서네트워크를 관리 및 통제시 사용한다. 반면 로봇에서 원격통제체계로 송신하는 정보는 원격조정을 위한 주위환경 인지정보(영상정보), 적 탐지정보(영상정보, 센서융합 정보 등)로 비교적 고용량의 데이터이다. 따라서 로봇이 고용량 데이터를 실시간으로 전송하기 위해서는 넓은 대역폭이 요구된다. 또한 전투공간은 높은 이동성을 갖고 있으며 다양한 작전환경(사막, 밀림, 산악지역)에서 운용이 가능해야 한다. 특히 군용통신은 상용통신과 달리 의도적인 적의 전파 방해(Jamming)와 가로채기(Intercept)가 존재하므로 통신 보안이 중요하다.

이동용 경계 및 감시 로봇의 통신분야 요구사항은 아래와 같을 것이다.

- 무선 애드 혹 통신 및 이동성 보장
- 높은 데이터 전송률
- QoS(Quality of Service) 보장
- 전송 우선순위에 의한 데이터 송신
- 통신보안 보장(암호화, 항 제밍기술 적용)
- 다양한 지형(도시, 산악, 개활지)에서 운용 가능
- 효율적인 통신전력 사용

위의 요구조건은 현재 군용 통신시스템으로 충족시키기에는 어려움이 있으나, 급속히 진화하는 통신기술들을 고려할 때 근시일내에 충족시킬 수 있을 것으로 예상된다. 군은 통신시스템으로 위성통신, 지상통신(HF, UHF, VHF)을 운용하고 있다. 각 시스템의 특징을 보면 아래 표와 같다.

표 3에서 보듯 위성통신은 이동성이 떨어지고 큰 안테나로 인해 로봇의 크기가 커져 적용이 어렵고 근

[표 3] 군용 통신시스템 비교

구분	위성통신	지상통신
장점	높은 데이터전송률 넓은 통신범위	소형, 경량 높은 이동성
단점	이동성 보장 어려움 위성 안테나 큼	낮은 데이터전송률 중계소 운용필요
적용	어려움	가능함

거리 통신시스템에 적합하지 않다. 반면, 지상통신 시스템의 경우 이동성은 보장되나, 낮은 데이터 전송률로 인하여 영상정보를 전송하는데 제한이 있다.

그러나 지상통신시스템에 부가적인 통신기술을 적용한다면 고용량 데이터 전송이 가능할 것으로 판단된다. 적용할 부가적인 통신기술은 SDR(Software Define Radio), 인지무선(Cognitive Radio), MIMO (Muti Input Multi Output)이다. SDR은 전술상황에 맞게 다양한 주파수 대역에서 운용 가능함으로 높은 데이터 전송률로 전송할 수 있는 대역폭을 선정해서 운용할 수 있다. 인지무선은 현재 IEEE802.22(WRAN : Wireless Regional Area Network)로 표준화가 진행되고 있는 기술로서 현재 위치한 지역에서 운용하지 않는 주파수를 검색해서 통신하는 기술이다. 전투전초와 같이 아군 최전방에서 운용하는 경우, 아군의 전파사용이 적으므로 유휴 주파수대가 많다. 따라서 가장 높은 데이터 전송률을 갖는 주파수를 찾아내어 사용할 수 있을 것이다. 앞서 언급한 SDR과 인지무선을 연계하여 운용시 데이터의 고속 전송이 가능하다. 또한 MIMO기술을 적용한다면 주파수 대역폭의 증가없이 다수 안테나 설치 및 접속기술을 적용함으로써 고속 데이터 전송을 할 수 있다.

군용 통신시스템외 로봇과 원격통제체계간에 적용 가능한 통신체계는 무선랜이다. 현재 대부분의 로봇은 ISM(Industrial Scientific Medical)대역에서 무선랜을 이용해서 영상정보 및 제어정보를 송·수신하고 있다. 무선랜은 2~54Mbps의 전송률을 보이고 있고 MIMO기술을 적용시 100Mbps이상의 고속 데이터 전송률을 갖는다. 그러나 무선랜은 개활지에서도 100m 이내의 좁은 통신범위를 갖고 고속 이동이 제한되며,

지형에 많은 영향을 받는다. 따라서 전술환경에서 무선랜의 적용시 통신 영향요소를 고려해야 한다.

센서 네트워크의 통신방식은 현재 IEEE802.15.4 표준(ZigBee)이 제정되었으며 계속해서 그 기능이 향상되어 가고 있다. 이 방식은 저전력과 20~250kbps의 전송속도를 가지고 있으며, 비면허 주파수대역인 ISM 대역에서 운용할 수 있다. 그러나 주파수 대역을 ISM 대역에서 운용함으로써 기존의 무선랜에 의한 간섭영향을 고려해야 한다. 특히 이 방식은 공개된 표준이므로 보안 및 인증에 대한 대책이 필요하다.

나. 플랫폼

로봇은 모듈화 되어 전술적 상황에 맞게 구성이 가능해야 한다. 모듈화는 보병에 의한 휴대 및 정비용 용이하게 한다. 전술적으로 사용하는 로봇은 높은 이동성을 갖추고, 험로에서도 운용자가 원하는 위치로 이동할 수 있어야 한다. 따라서 플랫폼에서 로봇이 구현해야 할 사항은 아래와 같다.

- 저 전력 사용 및 험로 이동 보장
 - 로봇의 에너지 소모는 이동 > 통신 > 센서 > 센서 방향 변경 순 일 것이다. 따라서 로봇이 이동시 최소의 전력으로 구동할 수 있는 구동체계를 갖추어야 한다.
 - 로봇이 험로와 평탄한 길을 모두 이동하는데 현재 많이 사용하는 것이 가변형 무한케도이다.
- 운용자 편의성 보장
 - 운용자가 로봇을 원격조정시 많은 스트레스를 받지 않는 것이 필요하며 짧은 훈련기간으로도 운용이 가능하도록 해야 한다.
- 휴대 가능한 크기 및 무게
- 전자파 간섭 방지 및 전전후 운용 가능
 - 전술적으로 사용하기 위해서는 군 환경시험(MIL-STD-461E, MIL-STD-810F)을 통과한 적합 제품이어야 한다.
- 정비유지가 쉽도록 해야 하며, 모듈화 되어 단위모듈 고장시에도 타 모듈의 운용을 보장해야 한다.

다. 센서노드

센서노드는 현재 가장 활발한 기술개발이 진행되고

있으며, 상용과 마찬가지로 저전력, 저비용, 저중량을 갖도록 설계해야 한다. 특히 수일의 작전기간동안 운용 가능해야 하며, 작전 후 소모하는 소모품이므로 저비용으로 생산이 되어야 한다. 센서 네트워크의 하드웨어 플랫폼인 센서노드 역시 군사용으로 사용하기 위해서는 거친 지형 및 환경에서도 운용을 보장해야 한다. 이는 센서노드의 부피 및 중량을 증가시킬 수 있으므로 전술적 운용을 고려한 부피 및 중량을 유지해야 한다. 또한 현재 센서들의 개발이 많이 이루어졌지만 넓은 감지범위를 갖는 센서의 개발이 요구된다. 센서노드간 통신범위는 개활지의 경우 100m이상에서 가능하므로 센서가 감지할 수 있는 범위보다 더 넓다. 따라서 통신범위이내에 더 많은 센서노드를 배치하게 된다. 센서기술의 발달과 대량 생산에 의해서 고감도 센서의 소형화 및 저비용화가 가능하다면, 배치되는 센서노드의 수를 줄이고 은폐성을 높이기 위해서 센서의 감지범위를 넓히는 것이 필요하다.

센서노드는 현재 군 사양에 맞는 성능기준이 설정되어 있지 않다. 따라서 군 작전운용에 부합되는 센서의 성능기준을 도출하여 적용해야 한다. 성능기준 도출시 고려해야 할 요소는 탐지확률, 오경보율, 탐지시간, 물체(비무장, 무장, 차량 등) 분류 확률 등이다.

라. 자율화

로봇이 실제 작전에 사용하기 위해서는 완전자율화할 필요는 없다. 또한 완전 자율화까지 많은 시간이 필요하므로 전술적 상황에 부합되는 자율화단계에서 운용이 가능하면 된다. 앞에서 언급했듯이 자율화 단계는 원격제어 단계인 1단계부터 완전자율단계인 10단계로 구분할 수 있다. 현재 국방과학연구소의 XAV가 4단계에 도달한 것으로 평가받고 있다. 이동용 경계 및 감시 로봇의 경우 원격조정과 반자율화가 요구된다. 로봇은 원격조정으로 이동시키고, 통신거리 연장을 위한 통신중계기는 로봇이 자율적으로 설치하며, 근거리 지역내에서 자율 이동이 요구된다. 따라서 로봇은 4단계의 자율화 단계로 충분히 임무수행이 가능할 것으로 판단하며, 보병부대에서 이동용 경계 및 감시로봇에 운용하기 위해서는 센서, 구동장치 등을 MEMS, 나노기술 등을 적용하여 소형화시킬 필요가 있다.

[표 4] 자율화 레벨^[3]

레벨	내 용	레벨	내 용
1단계	가시권제어	6단계	제한자율주행
2단계	비가시권제어	7단계	완전자율주행
3단계	경로주행	8단계	협력작전
4단계	기동점 주행	9단계	협동작전
5단계	목표점 주행	10단계	완전자율

마. 전원체계 및 피아식별

로봇의 전원은 현재 2차전지를 이용하고 있다. 현재 로봇에 연료전지를 적용하는 연구가 진행중이고 향후 상용화된 연료전지가 대중화될 것이므로 야전 적용 측면에서 연료전지가 로봇의 주요 전원체제로 구축되어야 한다. 단, 적의 피격에도 전원부가 폭발하지 않도록 연료전지의 안전성이 보장되어야 한다. 또한 로봇의 자율화가 진행되면서 로봇 단독 임무수행도 요구받게 될 것이다. 이때 로봇과 센서네트워크를 이용해서 피아식별을 해야 한다. 피아식별을 위해서는 적, 아군, 민간인까지 식별할 수 있는 고도의 인지능력이 로봇에게 요구된다. 이러한 인지능력을 갖추기 위해서는 인공지능(AI), 패턴인식기술 및 근거리 무선통신기술 등이 필요하다.

5. 맺음말

로봇은 인간을 대신하여 수많은 산업분야에서 활약해 왔으며, 이제 우리가 SF영화에서나 보았던 로봇의 활약이 전장에서 나타나고 있다. 각국은 NCW(Network Centric Warfare)와 함께 로봇을 미래전의 새로운 패러다임으로 보고 있으며 이 분야에 대한 투자를 아끼지 않고 있다. 로봇들에 의한 전쟁이 멀지 않았음을 미군이 FCS사업에 막대한 비용을 투자하는 것만으로 충분히 예측할 수 있다.

현재 우리 군도 로봇전에 대비하여 다양한 로봇을 개발하고 그 운용개념을 도출하고 이를 발전시키기 위해 노력하고 있다. 세부적인 설계사양 및 운용개념

도출이 활발히 이루어지고 있으며 미래전에 대한 청사진을 제시하기 위해 노력하고 있다.

로봇전은 공학자들의 노력에 의해서만 이루어지는 것은 아니며 로봇 기술들을 각각의 군사분야에서 활용할 수 있도록 구체적인 응용분야를 도출하고 이에 대한 운용개념 연구가 이루어져야 한다. 본 논문에서 제시된 이동용 경계 및 감시 로봇은 근시일내에 실용화가 가능한 분야이며 병력절감과 경계분야에 있어서 빈틈없이 경계를 제공할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 황춘식, 서동철, 이우찬, 군 경계 및 감시용 지능 로봇개발을 위한 사양 및 운용개념연구, 육군사관학교 화랑대연구소, 2006.
- [2] 박용운, 지태영, 강신천, 류철형, 고정호, “개방형 아키텍처 기반의 자율주행 기술구현”, 전자공학회 논문지 제44권 SC편 제3호, pp. 34~38, 2007. 5.
- [3] 박용운, 강태하, “국방로봇과 자율화 기술의 발전 전망”, 기계저널 제46권 제5호, pp. 44~49, 2006. 5.
- [4] F. E. Schneider외 10인, “Briding the Gap in Military Robotics”, MILITARY TECHNOLOGY, pp. 34~42, 2006. 11.
- [5] 소선섭, 은성배, “센서네트워크 하드웨어 플랫폼 및 운영체제 개발동향”, 전자공학회지 제32권 제7호, pp. 47~56, 2005. 7.
- [6] H. G. Nguyen외 4인, “Autonomous Communication Relays for Tactical Robots”, Proceedings of ICAR 2003, 2003. 3.
- [7] Myoungho Oh, “Software Technology for Future Ground Forces Unmanned Combat System”, 제14회 화랑대 국제 심포지엄 논문집, pp. 145~150, 2007. 11.
- [8] 김진수, 김범영, 최현준, 김성태, USN기반 육군 피아식별체계 구축방안, 한국국방연구원 정보화 연구센터, 2006.
- [9] 군사용 로봇 연구개발 현황, 국방과학연구소, 2007. 10.

- [10] <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/mdars.htm>
- [11] <http://www.gdrs.com/robotics/programs/program.asp?uniqueID=27>
- [12] http://www.imakenews.com/signal/e_article000528919.cfm?x=b11,0,w
- [13] http://article.joins.com/article/article.asp?Total_ID=2407402
- [14] http://article.joins.com/article/article.asp?Total_ID=2462527
- [15] <http://www.dodaam.com>