

전장 환경에서의 비상 운용기법을 활용한 무인지상로봇과 원격통제장치 개발

이준표*, 조철영*

Development of Remote Control Station and Unmanned Ground Vehicle using Emergency Operation Technique in Combat Field Situation

Jun Pyo Lee*, Chul Young Cho*

요약

본 논문에서는 다양한 전장 상황에서 무인지상로봇의 효율적인 운용을 위한 통제장치와 지상로봇의 개발 방법을 제안한다. 제안하는 통제장치의 활용을 통해 지상로봇을 운용자가 원하는 장소로의 이동 또는 지상로봇에 탑재된 다양한 임무장비의 활용을 통해 부여된 임무를 수행하는 것이 가능하다. 제안하는 통제장치는 햅틱 장치를 이용하여 입력된 운용자의 지상로봇 플랫폼 및 임무장비 제어신호를 전송하여 원격에서 무인지상로봇의 동작을 정밀하게 제어하기 위한 시스템이다. 통제장치는 운용자의 입력을 받는 햅틱 장치, 무인지상로봇의 운용 상태를 확인할 수 있는 전시장치, 내/외부 데이터를 처리하는 정보처리장치 등으로 구성된다. 또한 통제장치를 통해 부여받은 임무를 수행하는 지상로봇은 항법처리 컴퓨터, 차량 플랫폼, 장애물 회피 컴퓨터, 통합주행 컴퓨터로 구성한다. 본 논문에서 제안하는 방법을 통해 실 개발된 통제장치를 통해 다수의 지상로봇을 운용하였으며 이를 통해 지상로봇과 통제장치의 효율성을 검증하였다.

▶ 키워드 : 원격통제장치, 무인지상로봇, 통제장치 운용자, 전장 상황

Abstract

In this paper, we propose a remote control station based on the awareness of various combat field situation in order for operating multiple unmanned ground vehicles. Our remote control station is capable of sending a variety of messages designed for carrying out the skillful movement for collaborate among unmanned ground vehicles, gathering the information related with combat field situation, and completing the assigned missions which are described by operator in advance. To verify the effectiveness of our proposal, we develop the sophisticated remote control station and conduct a great many remote operating tests for multiple unmanned ground vehicles.

▶ Keyword : Remote control station, Unmanned ground vehicle, Station operator, Combat field situation

• 제1저자 : 이준표 • 교신저자 : 이준표
• 투고일 : 2010-09-10, 심사일 : 2010-12-08, 게재확정일 : 2010-12-22
* LIG넥스원 지휘통제연구센터(Command & Control R&D Lab., LIG Nex1)

I. 서론

해외에서의 무인 자율주행 로봇에 관한 연구는 미국을 중심으로 1990년대부터 군사무기로 사용하기 위해 이루어졌으며, Joint Robotics Program을 만들어 다양한 종류와 크기의 무인 자율주행 로봇을 개발하고 있다. 일본, 미국, 유럽 등 주요 선진국에서는 대기업, 연구기관 및 학계 등 정부 주도하에 무인 로봇의 연구개발이 활발히 진행 되고 있으며, 사람이 접근하기 어려운 곳에 사용되는 방재용 무인 이동로봇, 위험 감지 및 인명구조용에 사용되는 정찰 로봇, 위험물 제거를 위한 작업로봇, 화재진압을 위한 무인 주행 방수차 등 다양한 종류의 이동 로봇 플랫폼을 개발하여 현재 운용 중이다 [1][2][3]. 스미스 엔지니어링사의 moonbuggy petrol UGV[4]는 3km 범위의 감시 기능을 가지며, 무게 350kg, 6휠 드라이브 스키드 스티어링(steering)을 채택하고 있으며 최대속도는 약 30km/h 이다. 일본의 경우 대도시 대재난 경감 프로젝트(DDT프로젝트)를 통해 붕괴 지역에서 인명 탐사 및 정보 수집을 할 수 있는 로봇들이 다수 개발되었다[5]. 실시간으로 로봇을 통제하는 원격의 통제장치 응용 기술은 다양한 분야에서 지속적으로 연구되며 발전해 왔다 [6][7][8][9][10]. 미국 조지아 텍, 펜실베이니아 대학, 사우스 캘리포니아 대학, Mobile Intelligence사가 공동으로 개발한 통제장치와 무인항공기간의 실시간 통신기술은 802.11b wireless ethernet을 이용하였고 Lockheed Martin가 개발한 UGV (Unmanned Ground Vehicle)의 통신은 WLAN, TDMA 방식을 이용한다. 또한 미국 조지아 텍, 펜실베이니아 대학, 사우스 캘리포니아 대학 Mobile Intelligence사는 무인 지상 로봇과 무인 항공기를 운용하기 위해 군용 차량에 드라이브 모터, 주행기록계, 조향 서보, 카메라 팬 마운트, GPS 수신기 펌웨어 스테레오 카메라 등을 특별한 형태의 USB로 설계된 펜티엄 III 랩톱 컴퓨터로 이루어진 통제장치를 개발하였다. Lockheed Martin가 개발한 UGV(Unmanned Ground Vehicle)의 통제장치는 차량으로 이루어져 있고, 2개의 전시기, GPS 송수신기, 패킷 라디오 통신 시스템으로 이루어져 있다. 이중 운용자 콘솔(console)은 spare-based single board 컴퓨터로 128Mbyte, 64Mbyte로 구성되고 4Gbyte의 하드디스크 및 2개의 키보드, 2개의 마우스로 구성되며 이 콘솔은 VxWorks로 운용되도록 개발되었다. MARS(Mobile Autonomous Robot Software)는 DARPA가 지원하는 프로젝트로 UAVs와 UGVs가 팀을 이루어 미션을 수행할 수

있는 시스템을 구축 하는 것으로서 팀을 이룬 로봇 각자의 임무를 계획하고 입력하여 행동을 제어하고 임무를 수행하도록 하는 로봇임무 구성엔진/임무계획 재생 시뮬레이션을 개발한다. MissionLab 프로젝트는 미국의 DARPA가 지원하고 Gatech에서 개발 한 GUI 기반 임무계획 작성 및 재생 시뮬레이션 프로그램으로 사용자는 로봇 동작을 드래그 앤 드롭 형식으로 조합하여 임무를 계획하고 로봇에 입력하기 작성한 임무에 대하여 시뮬레이션을 통해 동작을 확인할 수 있고, MissionLab을 이용하여 사용자가 임무를 작성하고 작성한 임무에 대하여 로봇이 실행 가능한 파일을 생성 한 후 서버를 통해 실행을 수행하고 로봇 하드웨어에 입력하여 임무를 수행하도록 한다.

이와 같이 통제장치는 다중무인지상로봇 운용의 중추신경센터로 로봇 임무 전반을 조종 통제하며, 다중 로봇으로부터 획득한 각종 자료를 수신하여 처리하는 장비이다. 그렇기 때문에 지상통제장비 개발에는 이중화 기술, 실시간 데이터 처리 기술, 통제 기술, 지도처리 기술, 데이터베이스 기술, 컴퓨터 통신기술, 이동 분석 기술, 영상처리 기술, 영상편집 기술 등 폭 넓은 요소기술 및 응용 기술을 접목하는 능력이 필요하며 이를 만족하는 지상로봇과 효율적인 통제장치의 개발 방법을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 제안하는 지상로봇과 통제장치의 개발 방법에 대해 설명하고 3장에서는 실제 구현된 결과를 제시하며, 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 제안하는 통제장치와 지상로봇

본 논문에서 제시하는 통제장치는 그림 1과 같이 구성된다. 통신망의 상태를 점검하는 통신망 관리장치, 기지국, 성능 분석 장치, 로봇으로부터 전송되는 각종 전송 정보를 실시간으로 처리하거나 로봇에게 임무를 제시할 수 있도록 데이터를 가공하는 통제부, 원격지의 로봇을 운용하고 임무를 제시하는 운영부와 지휘부, 이동성을 확보하기 위한 차량 그리고 통신을 위한 안테나 장치로 구성된다.



그림 1. 제안하는 통제장치 구성
Fig. 1. Architecture of control station

통제장치에 의해 주어진 임무를 수행하는 지상로봇은 항법 처리컴퓨터, 차량 플랫폼, 통합주행 컴퓨터, 장애물 처리 컴퓨터의 4가지로 항목으로 구성된다. 여기서 항법 처리 컴퓨터는 위성 항법 보정 시스템인 DGPS(Digital Global Position System), 디지털 나침반, 경사계 그리고 관성 측정 장치인 IMU(Inertial Measurement Unit) 장치로부터 데이터를 전송 받아 이를 통합하여 가공하고 이를 항법 데이터로 활용한다. 지상로봇의 통합 주행 컴퓨터는 로봇의 움직임을 계획하는 경로계획 모듈, 전달된 항법 정보를 수신하는 항법정보 수신 소프트웨어 모듈, 장애물 수신 소프트웨어 등으로 구성된다. 또한 장애물 처리 컴퓨터는 레이저 거리측정기인 원거리 LRF(Laser Range Finder), 근거리 LRF, 초음파 센서 그리고 3D 스캐너를 통해 이동 장애물과 고정 장애물을 인식하는 기능을 수행한다. 본 논문에서 활용된 지상로봇과 통제장치의 데이터 전송을 위해서는 제어 데이터와 상태 데이터의 전송을 위한 TCP/IP 그리고 영상을 통제장치로 전송하기 위한 UDP가 활용된다. 그림 2는 제안하는 지상로봇 내부의 상세 구성을 보인다.

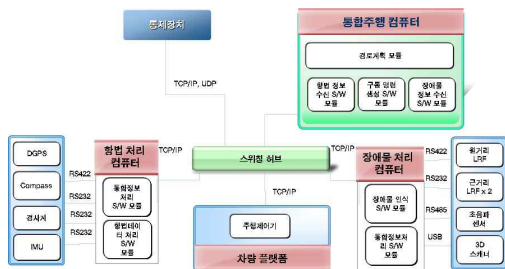


그림 2. 무인 지상로봇의 구성
Fig. 2. Architecture of unmanned ground vehicle

지상로봇의 항법 운용을 위해 GPS, IMU/경사계, 디지털 나침반을 통해 입력된 정보를 활용한 항법처리컴퓨터의 상세 구조는 그림 3과 같다. 또한 지상로봇 운용 중에 나타나는 이동 및 고정 장애물을 회피하기 위해 활용되는 장애물 처리 컴퓨터의 세부 구조와 해당 컴퓨터의 통합정보처리 S/W 모듈은 그림 4에서 제시한다. 여기서 통합 정보처리 S/W 모듈은 항법 컴퓨터와 장애물 인식 컴퓨터 그리고 구동 제어기를 활용하여 지역경로를 생성하고 해당 경로에 따른 구동 및 조향 명령을 생성함으로써 장애물을 회피하는 기능을 수행한다.

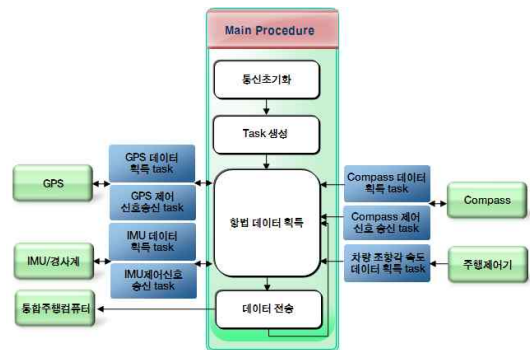
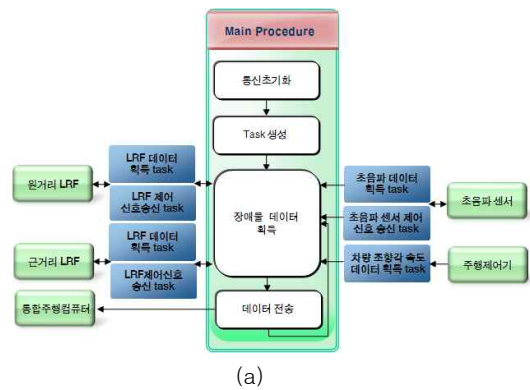
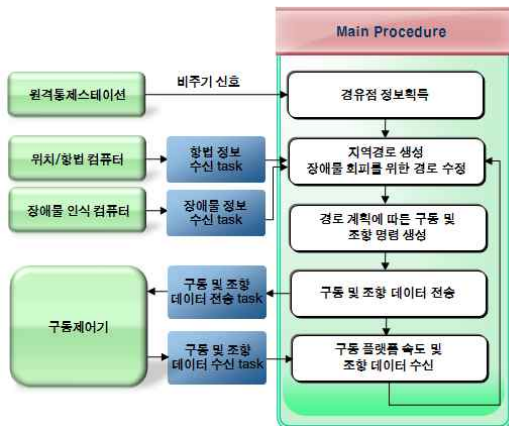


그림 3. 항법처리 컴퓨터 상세 구조
Fig. 3. Navigation computer architecture



(a)



(b)

그림 4. 장애물처리 컴퓨터: (a) 상세구조, (b) 통합정보처리
Fig. 4. Barrier processing computer: (a) Architecture, (b) Integrated information processing SW module



그림 5. 무인 지상로봇의 형상
Fig. 5. Appearance of unmanned ground vehicle

본 논문에서 제안하는 지상로봇의 형상은 그림 5와 같이 비포장도로에서의 운용이 가능하도록 견고한 차륜 형으로 설계하며 리튬폴리머 배터리를 활용하여 중량 및 부피를 감소시킨다. 또한 유압식 브레이크와 전기식 주차 브레이크를 장착함으로써 동력의 활용성을 증대한다. 이와 같은 지상로봇의 안전한 운영을 위해 다양한 상황에 대한 처리가 요구된다. 이를 위해 본 논문에서 이동 로봇의 이동 금지구역 내 접근 시,

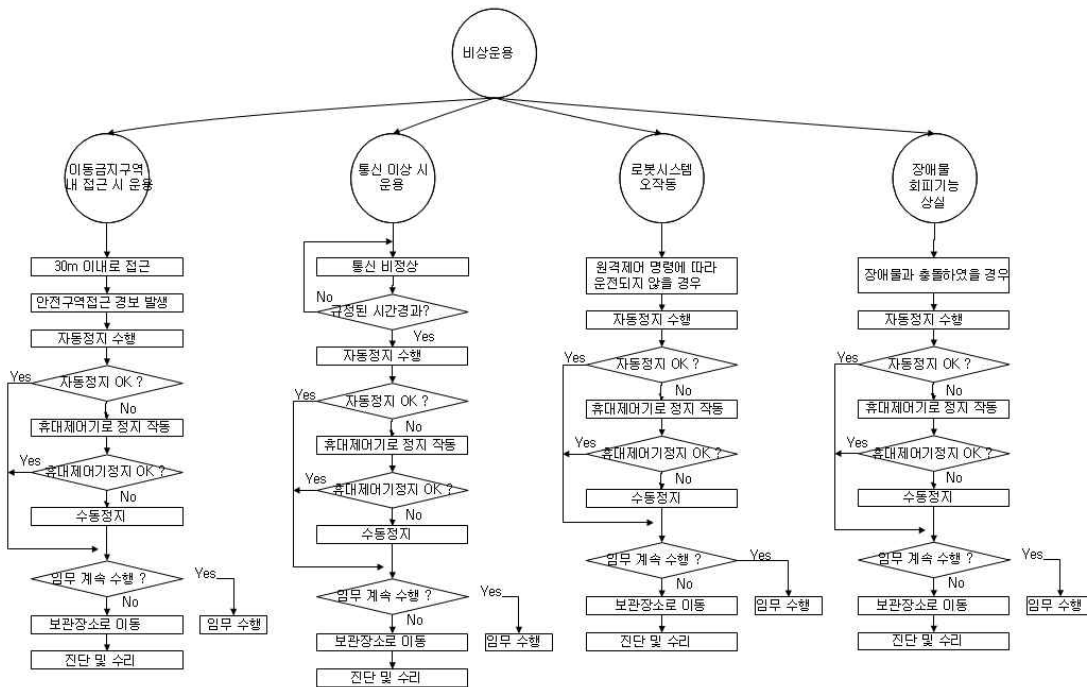


그림 6. 무인 지상로봇의 비상운용
Fig. 6. Flowchart of unmanned ground vehicle emergency operation



그림 8. 통제장치 소프트웨어 구성항목
Fig. 8. Computer software configuration item for remote control station

통신이상 시, 로봇 시스템 오작동 시 그리고 장애물 회피 기능 상실의 4가지 가장 주요한 상황을 선별하여 이에 따른 비상운용 시의 적합한 대처 방법을 제안한다. 그림 6은 지상로봇의 비상운용 방안에 대한 플로차트를 보인다.

제안하는 통제장치와 다수의 지상로봇 간의 데이터 전송은 다음과 같다. 통제장치는 지상로봇간의 무선 링크 상태를 측정한다. 이를 기반으로 가장 좋은 연결 품질(link quality)을 가지는 지상 로봇을 선택하여 이를 기준으로 다수의 지상 로봇의 중계 운용을 수행한다. 이렇게 함으로써 주어진 통신 환경에서 최선의 링크 상태를 활용하여 데이터 전송의 수행이 가능하다. 그림 7은 동영상 중계 및 전송 링크와 제어 및 Ad-hoc 링크를 통해 영상과 제어 및 상태 데이터를 통제장치로 전달하는 것을 보인다.

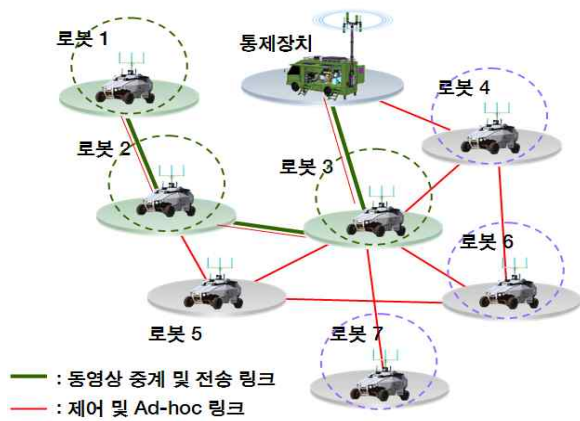


그림 7. 통제장치와 로봇 간 데이터 전송 방법
Fig. 7. Data communication method between control station and unmanned ground vehicle

무인지상로봇은 전방 카메라와 후방 카메라가 탑재되어 움직임을 수행하는 로봇 플랫폼 그리고 주/야간 칼라카메라, IR 카메라가 탑재된 임무장비로 구성된다. 또한 통제장치는 햅틱(haptic) 장치를 이용하여 입력된 운용자의 로봇 플랫폼 및

임무장비 제어신호를 전송하여 원격에서 무인지상로봇의 동작을 제어하기 위한 시스템이다. 제안하는 통제장치는 운용자의 입력을 받는 햅틱 장치, 무인지상로봇의 운용 상태를 확인할 수 있는 전시장치, 내/외부 데이터를 처리하는 정보처리장치 등으로 구성된다. 이와 같은 통제장치의 소프트웨어 구성은 상황처리 모듈을 통한 로봇 및 임무장비의 상태정보 전시, 위치 정보 전시, 각종 영상전시와 정보처리 모듈을 통한 임무계획, 사후 분석, 대응방안 제공 등의 알고리즘을 제공한다. 또한 신호처리 모듈을 통하여 운용자의 햅틱 제어 신호를 무인지상로봇에 전송하여 원격 조정이 가능하도록 한다.

본 논문에서는 지상로봇의 효율적인 운용 기능을 수행하기 위한 통제장치의 소프트웨어 구성항목(Computer Software Configuration Item: CSCI)을 제안한다. 제안하는 통제장치의 소프트웨어는 전시장치 CSC (Computer Software Component), 시스템관리 CSC, 장비점검 CSC, 신호처리 CSC, 자료관리 CSC, 전술정보 융합처리 CSC, 제어처리 CSC, 정보처리 CSC, 복합임무통제 CSC의 9개의 CSC로 구성한다. 여기서 전시장치 CSC는 디지털 지도를 기반으로 각종 정보 처리 결과를 도시하거나 지상로봇이 전송한 영상을 화면에 보여주는 기능을 수행하여, 신호처리 CSC는 지상로봇에서의 영상 압축과 복원을 수행하는 기능을 수행한다. 또한 전술정보 융합처리 CSC는 표적 객체 인식과 전장상황 정보 분석을 통해 다양한 정보를 영상을 기반으로 하여 추출함으로써 지상로봇이 위치한 전장 상황을 보다 정확하게 인지할 수 있도록 하는 기능을 제공하며, 복합 임무통제는 지상로봇 간 주어진 임무를 협업함으로써 보다 복잡한 임무를 수행할 수 있도록 하는 역할을 수행한다. 그림 8은 통제장치 소프트웨어의 CSCI와 하위 단계인 CSC, 그리고 각 CSC에 대한 상세 기능 정의를 나타내는 CSU(Computer Software Unit)를 보인다.

III. 실험

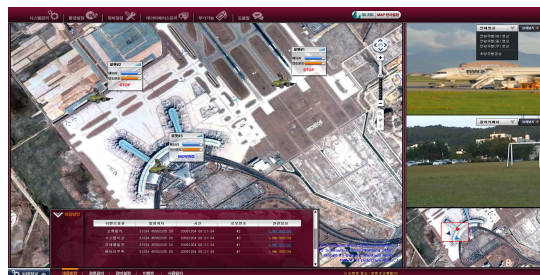
본 논문에서는 원격으로 지상로봇을 통제하는 통제장치와 다양한 임무를 수행하는 무인 지상로봇을 실제 개발하여 제안하는 방법의 효율성을 증명한다. 그림 9는 본 논문에서 제안하는 무인지상로봇의 운용을 수행하는 통제장치를 보인다. 무인지상로봇을 효과적으로 전시하기 위해 디지털 지도를 기반으로 하여 전장 상황과 로봇의 위치를 도시하는 주 전시기와 로봇의 상태 정보를 실시간으로 나타내는 보조 전시기를 활용하는 동시에 신속한 로봇 제어 명령을 처리하기 위해 터치스크린을 활용하는 동시에 로봇의 다양한 위험상황을 통제

장치 운용자에게 알리기 위해 경고등을 활용한다. 무인지상로봇을 운용자가 원하는 위치로 이동시키기 위해 주행플랫폼 제어기를 제공하며 로봇에 장착된 임무장비를 세밀하게 조정하기 위해 임무장비용 제어기가 활용된다.



그림 9. 제안하는 원격통제장치
Fig. 9. Proposed remote control station

통제장치에 공급되는 전원에 문제가 발생할 경우 일정 시간동안 로봇의 운용이 중지될 수 있다. 따라서 제안하는 통제장치에 일정 시간동안 로봇의 운용을 보장하기 위해 무정전 전원공급기(UPS)를 장착함으로써 전원 공급의 문제가 발생할 시에도 지속적인 무인지상로봇의 운용을 가능하게 한다. 통신장치로써 스위칭 허브와 이중화 시스템인 마스터와 슬레이브, 로봇이 전송한 데이터를 지속적으로 관리하는 데이터베이스를 장착한 서버와 이중화 장비에 운용자 입력을 조정하는 컨트롤 스위치를 사용한다. 또한 다중의 무인 지상로봇이 전송한 로봇 상태와 주야간 칼라카메라와 IR 카메라를 통해 취득된 영상 데이터를 저장하기 위해 대용량 저장장치와 백업장치를 활용한다. 저장된 데이터는 임무 수행 중 또는 수행 완료 후 영상 분석을 통해 전장 상황 인식과 관심 객체 인식 등 요구되는 다양한 결과를 도출하는 것이 가능하다.



(a)



(b)

그림 10. 사용자 인터페이스: (a) 지도 기반 로봇 운용, (b) 로봇의 상태 전시

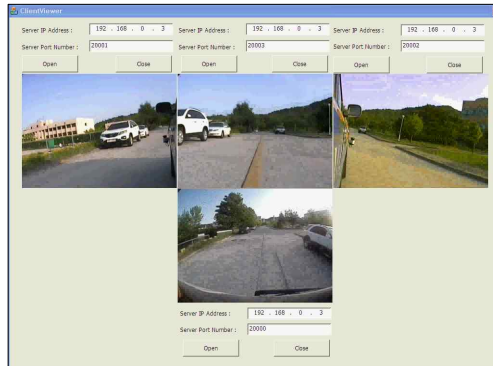
Fig. 10. Graphic user interfaces: (a) status display for unmanned ground vehicle, (b) digital map based unmanned ground vehicle operation

그림 10(a)는 제안하는 통제장치의 주 전시 사용자 화면을 보인다. 디지털 지도를 기반으로 무인지상로봇을 운용하며 우측 상단에 로봇의 카메라를 통해 입력된 영상을 전시하며 사용자가 원하는 영상만을 선별하여 전시하거나 또는 네트워크의 상태를 고려하여 필요시 영상의 전시를 중단한다. 디지털 지도 하에서 다중 무인지상로봇의 움직임을 사전에 통제하는 임무를 설정하는 기능을 부여함으로써 한 운용자가 다수의 무인지상 로봇을 통제하는데 요구되는 효율성을 확보한다. 또한 지도의 이동과 2D 지도와 3D 지도 간의 변환을 수행함으로써 로봇 운용의 편리성을 제공한다. 운용자가 무인지상로봇의 움직임을 효과적으로 탐색하기 위해 주 전시 화면의 우측 하단에 미니 맵을 제공한다. 그림 10(b)는 통제장치의 보조전시 사용자 화면을 보인다. 보조 전시화면은 하나의 로봇에 대한 정보를 전시한다. 여기서 로봇의 전방 카메라, 후방 카메라와 임무 장비에 탑재되어있는 주야간 칼라카메라와 IR 카메라로부터 입력된 영상들을 전시하였으며 운용자의 선택에 따라 영상을 선별하여 전시한다. 여기서 로봇의 배터리 상태나 카메라 상태 값을 전시하거나 설정하도록 한다. 이를 통해 로봇의 주행플랫폼 및 임무 장비를 운용자가 원하는 상태로 활용이 가능하다. 이와 같은 주 전시 사용자 화면 및 보조전시 운용자 화면이 제공되는 통제장치를 활용하여 다양한 임무를 수행하기 위해 개발된 지상로봇은 그림 11에서 보인다.

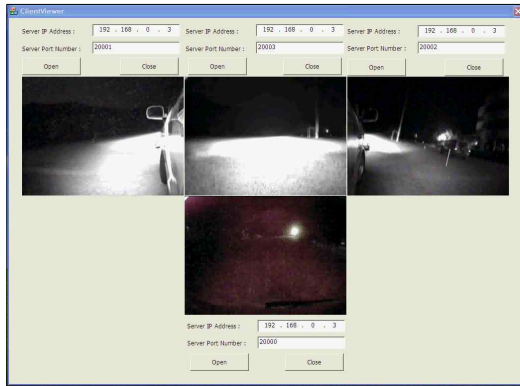


그림 11. 제안하는 무인지상로봇
Fig. 11. Proposed unmanned ground vehicle

개발된 지상로봇에 장착될 3개의 전방카메라 및 1개의 후방 카메라에 대한 영상 실험을 수행함으로써 원격통제장치 운용자가 원활한 지상로봇 운용이 가능한지를 실험하였다. 수행된 실험을 통해 각 카메라의 설치 각도를 미리 확인하는 동시에 운용자가 지상로봇의 주간 및 야간 이동을 원활하게 수행할 수 있음을 확인하였다. 그림 12는 지상로봇에 부착될 카메라를 차량에 우선 장착하여 주간과 야간 시에 주행 시험을 시행하는 것을 보이며, 이를 통해 통제장치에게 제공되는 전방 및 후방 영상을 통해 운영자는 넓은 시야각을 제공받음으로써 전장 상황 인식이 보다 정확하게 처리되는 동시에 전장 지역에서 지상로봇을 원활하게 이동하는 것이 가능하다.



(a)



(b)

그림 12. 주행카메라 영상 (a) 주간 주행영상, (b) 야간 주행영상
 Fig. 12. Navigation camera: (a) daytime image, (b) night image

IV. 결 론

본 논문에서는 무인지상로봇을 원격에서 통제하는 통제장치와 통제장치 운영자가 부여하는 다양한 임무를 수행하는 지상로봇을 제안한다. 제안하는 통제장치의 활용을 통해 전장 지역에서 로봇을 운용자가 원하는 장소로의 이동 또는 로봇에 탑재된 다양한 임무장비의 운용이 가능하다. 제안하는 통제장치는 햅틱 장치를 이용하여 입력된 운용자의 로봇 플랫폼 및 임무장비에 제어신호를 로봇에게 전송함으로써 원격에서 무인지상로봇의 동작을 제어하기 위한 시스템이다. 통제장치는 운용자의 입력을 받는 햅틱 장치, 무인지상로봇의 운용 상태를 확인할 수 있는 전시장치, 내/외부 데이터를 처리하는 정보처리 장치 등으로 구성하였다.

실제 구현된 시스템의 효율성을 확인하기 위해 원격통제장치는 로봇에게 다양한 임무를 전송하고 로봇은 이를 전달받아 주어진 임무를 수행하는 것을 확인하였다. 여기서 로봇의 임무는 특정 위치로의 이동과 해당 위치에서 통제장치로부터 미리 주어진 동작을 수행하는 것으로 하였다. 이를 통해 제안하는 통제장치 및 지상로봇이 다양한 전장 환경 하에서 무인지상로봇의 운용을 효율적으로 수행할 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Won-Seok Tae, Soo-Hyun Kim, and Yoon-Keun Kwak, "Development of Jumping Mechanism for Small Reconnaissance Robot," Proc. of Korea Institute of Military Science and Technology Conference, pp. 563-570, 2009.
- [2] Kim, J., et al, "Design and Implementation of the NMAC in the Dog-Horse Robot System", Proc. of Korea Institute of Military Science and Technology Conference, pp. 1065-1068, 2007.
- [3] Rhodri Armour, Keith Paskins, Adrian Bowyer, Juian Vincent and William Megill, "Jumping Robots : A Biomimetic Solution to Locomotion Across Rough Terrain", Bioinspiration and Biomimetics Journal, Vol. 2, pp. 65-82, 2007.
- [4] <http://www.moonbuggy.com/>
- [5] TADOKORO SATOSHI, TADOKORO SATOSHI, " An Overview of DDT Project on Rescue Robotics and Systems," Journal of Jido Seigyō Rengo Koenkai, Vol 49, 2006.
- [6] Young-il Lee, Ho-Joo Lee, and Tae-Young Jee, "The Generation of Directional Velocity Grid Map for Traversability Analysis of Unmanned Ground Vehicle," Journal of Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 12, pp. 549-556, 2009.
- [7] Lee, H., et al, "Path Planning for Unmanned Combat Vehicle Considering Traverse Time and Risk", Proc. of Korea Institute of Military Science and Technology Conference, pp. 1027-1030, 2008.
- [8] Lee, Y., et al, "Fuzzy Based Directional Grid Map for Local Path-Planning of Unmanned Ground Vehicle", Proc. of Korea Institute of Military Science and Technology Conference, pp. 1047-1050, 2008.
- [9] Jeon, Heung-Seok and Noh, Sam-H., "Efficient Coverage Algorithm based-on Grouping for Autonomous Intelligent Robots," Journal of the Korea Society of Computer and Information, v.13, no.2, pp. 243-250, 2008.
- [10] Kang, Jin-Gu and Lee, Jang-Myung, " A Study on Object Tracking for Autonomous Mobile Robot using Vision Information," Journal of the Korea Society of

Computer and Information, v.13, no. 2, pp.
235-243, 2008.

저 자 소 개



이 준 표

2008: 한양대학교
컴퓨터공학과 공학박사.
2001~2003: 파인드테크(주) 연구원
2003~2009: 한양대학교
공학기술연구소 연구원
현 재: LIG넥스원(주) 선임연구원
관심분야: 영상처리, 멀티미디어 시스템
Email : junpyolee@lignex1.com



조 철 영

2008: 충남대학교
컴퓨터공학과 공학사.
현 재: LIG넥스원(주) 연구원
관심분야: 패턴인식, 지능제어, 인지과학
Email : chulyoungcho@lignex1.com

