

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.2.263>

IIBC 2015-2-35

스마트 웨어러블 지뢰탐지 장치 연구

A Study on Apparatus of Smart Wearable for Mine Detection

김치욱*, 구경완**, 차재상***

Chi-Wook Kim*, Kyong-Wan Koo**, Jae-Sang Cha***

요약 현 지뢰탐지기는 탐지를 실시한 곳과 실시하지 않은 지역을 구분할 수 없고, 많은 인력과 시간이 낭비되는 문제점이 있으며, 사용자가 센서 헤드부를 일정한 속도로 움직이지 않거나, 너무 빨리 움직이는 경우 지뢰를 정확히 탐지하기가 곤란하다. 따라서 단방향 초음파 센싱신호를 통한 지뢰탐지 오류 문제점을 개선하고자, Human Body 안테나부, 메인마이크로프로세서 유닛부, 스마트 안경부, 바디장착형 LCD모니터부, 무선데이터 송수신부, 벨트형 전원공급부, 블랙박스형 카메라부, 보안통신 헤드셋으로 구성하여 전투복을 착용한 상태에서 신체의 머리, 몸통, 팔, 허리, 다리에 탈부착식으로 장착, Superhigh Frequency RF Beam을 통해 지뢰를 탐지하는 Human Body 안테나부를 적용, 지뢰의 금속·비금속이 아닌, 지상(하)에 매설된 기폭제를 전방위(360°)로 탐지할 수 있고, 지뢰의 거리·위치·형태·재질을 2D 또는 3D 영상으로 스마트 안경 및 신체장착형 LCD모니터부에 실시간 표시시킬 수 있으며, 이로 인해 전투병이 지상(하)에 있는 지뢰를 회피, 신속하게 기동할 수 있다. 아울러 휴대용 배터리와 벨트형 전원공급부의 Twin-Self Supplements of electricity을 통해 별도의 충전 없이 3~7일간 전투를 수행할 수 있으며, 원격지의 전투상황을 원격지 전투지휘서버에서 실시간 모니터링할 수 있고, 전투병 1:1로 전투정보를 공유할 수 있어, 전투현장에 있는 것과 같은 생동감 있게 전투상황을 원격지회할 수 있는 스마트전투시스템을 구축할 수 있는 Smart Wearable Minefield Detection System을 제안하고자 한다.

Abstract current mine detector can't division the section if it is conducted and it needs too much labor force and time. in addition to, if the user don't move the head of sensor in regular speed or move it too fast, it is hard to detect a mine exactly. according to this, to improve the problem using one direction ultrasonic wave sensing signal, that is made up of human body antenna part, main micro processor unit part, smart glasses part, body equipped LCD monitor part, wireless data transmit part, belt type power supply part, black box type camera, Security Communication headset. the user can equip this at head, body, arm, waist and leg in removable type. so it is able to detect the powder in a 360-degree on(under) the ground whether it is metal or nonmetal and it can express the 2D or 3D film about distance, form and material of the mine. so the battle combats can avoid the mine and move fast. also, through the portable battery and twin self power supply system of the power supply part, combat troops can fight without extra recharge and we can monitoring the battle situation of distant place at the command center server on real-time. and then, it makes able to sharing the information of battle among battle combats one on one. as a result, the purpose of this study is researching a smart wearable mine detector which can establish a smart battle system as if the commander is in the site of the battle.

Key Words : Smart Wearable, Minefield Detection System, Human Body, Superhigh Frequency RF Beam, Twin-Self Supplements of electricity

*정희원, 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원
방송통신융합프로그램

**정희원, 호서대학교 국방과학기술학과

***정희원, 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원
방송통신융합프로그램(교신저자)

접수일자 : 2014년 10월 20일, 수정완료 : 2015년 3월 28일

게재확정일자 : 2015년 4월 10일

Received: 20 October, 2014 / Revised: 28 March, 2015 /

Accepted: 10 April, 2015

***Corresponding Author: chajs@seoultech.ac.kr

Electronic & IT Media Eng., Seoul National Univ. Of Science and
Tech., Korea

I. 서 론

현재 세계 64개국에 1억 2천만 여개의 지뢰가 살포되어 있으며, 매년 만 여명 이상이 팔과 다리에 상해를 당하고 있는 상황이다. 이는 지하에 매설된 지뢰에 대한 획기적인 탐지 및 제거기술이 미흡한 상태로 현장에서는 1차대전 당시의 금속탐지기와 탐침봉에 의한 재래식 방법이 아직까지 그대로 사용되고 있다. 따라서, 최근에서는야 지뢰를 탐지하고 제거하는 기술에 많은 관심이 집중되어 연구개발 및 특허 출원을 하고 있으며, 현재 국내외에서 상용화되어 운용중이거나 또는 연구개발 중인 주요 지뢰 탐지 센서 기술은 금속탐지기, 지반침투형 레이더, 적외선 탐지, 전자기 유도방식, 중성자기법, 화학 및 생물학적 탐지기법 등이 있다. 탐지장치는 방법에 따라 휴대용 및 차량용 탐지장치로 구분되며, 휴대용과는 달리 차량용 탐지장치는 사람이 직접 탐지하는 것이 아니라, 차량, 장갑차, 로봇 등에 탐지장치를 장착하여 탐지할 수도 있어, 탐지과정에서 발생하는 피해를 최소화할 수 있다. 그러나 지뢰매설 지형은 수목이 우거진 산악지형, 바위, 모래, 흙, 개활지, 숲 등 차량이나 로봇의 운용이 불가능한 경우가 대부분이므로, 아직도 많은 현장에서는 휴대용 탐지기를 이용해 사람이 직접 지뢰를 탐지해야만 한다. 특히, 바위, 자갈이 많은 논과 강 등의 습지 등이 존재하는 지형에서 지뢰를 탐지하는 경우에 낮은 탐지율과 오경보가 다수 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 사람의 신체에 Smart Wearable Minefield Detection System을 탈부착하여, 지뢰의 기폭제를 전방위(360°)로 탐지하고, 탐지 결과를 2D 또는 3D 영상으로 표출하여, 전투병이 지하에 있는 지뢰를 회피, 신속하게 기동할 수 있도록 Smart Wearable Minefield Detection System을 제안하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론이 이어 2장에서는 Smart Wearable Minefield Detection System 컨트롤 알고리즘에 대하여 제안하였으며, 3장에서는 Smart Wearable Minefield Detection System 유닛 구성에 대하여 설명하였으며, 4장에서는 Smart Wearable Minefield Detection System의 Human Body 착용 시물레이션을 통한 유용성을 보이고, 5장에서는 결론으로 마무리 지으려 한다.

II. Smart Wearable Minefield Detection System 컨트롤 알고리즘

메인 마이크로유닛부는, 각 기기의 전반적인 동작을 Smart Wearable Minefield Detection System 컨트롤 알고리즘을 통하여 전체적인 흐름을 제어하는 역할을 수행한다. 이는 방탄조끼 몸체의 내부 일측에 형성되어 Human Body 안테나부로부터 탐지된 신호를 수신 받아 지뢰의 거리·위치·형태·재질과 위치지형을 2D 또는 3D로 연산시킨 후, 수신 받은 GPS 위치정보데이터와 함께 스마트 안경부와 바다 장착형 LCD모니터로 출력시키도록 제어한다. Smart Wearable Minefield Detection System 컨트롤 알고리즘은 그림 1과 같다.

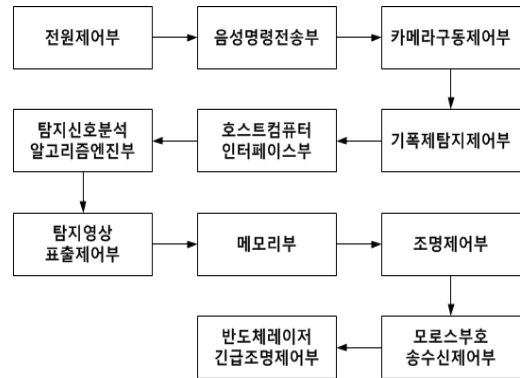


그림 1. Smart Wearable Minefield Detection System 컨트롤 알고리즘
Fig. 1. Control algorithm of smart wearable mine detector

메인마이크로유닛부는 전원제어부로부터 반도체 레이저 긴급 조명제어부까지로 구성되며, Smart Wearable Minefield Detection System 알고리즘은 무선데이터 송수신부를 통해 현재 지뢰위치데이터, 주변지형지물의 영상데이터, 현재 전투병의 위치데이터, 벨트형 전원공급부의 배터리 상태를 무선 전송시키도록 제어하는 역할을 수행한다.

III. Smart Wearable Minefield Detection System 유닛 구성

Smart Wearable 탐지 장치는, Human Body 안테나

부, 스마트안경부, 바디장착형 LCD모니터부, 무선데이터 송수신부, 벨트형 전원공급부, 블랙박스형 카메라부, 보안통신 헤드셋부가 포함되어 구성되며 각 역할을 수행한다.

1. Human Body 안테나부 세부구성

Human Body 안테나부는 사람의 신체에 탈부착식으로 설치되어 Superhigh Frequency RF Beam을 통해 기폭제 탐지역할을 하며, 안테나 몸체, RF방사빔 송신안테나부, RF방사빔 수신안테나부으로 구성된다. 안테나몸체는 둥근 부채꼴형상으로 돌출 형성되어 외압으로부터 각 기기를 보호하고 지지하는 역할을 하며, RF방사빔 송신 안테나부는 안테나 몸체의 헤드상에 위치되어, 발진주파수 대역폭 300~500MHz, 전파와 유동방식을 적용시키고, 지뢰탐지 메시지 발생 가청주파수를 1,000~2,000Hz로 설정한 후 플렉시블 루프방사형 안테나 구조로 Superhigh Frequency RF Beam을 전방, 측방지면을 복수개 방사시키는 역할을 하며, 신체양쪽 무릎에 설치되어 전단, 측단 방향으로 둥근 부채꼴 형상이 돌출 형성되고 무릎과 허벅지 사이에 이중 용기혼합형으로 초고주파 방사빔 패턴이 형성되어 전방 최대 150cm 범위, 좌우 측방 최대 30cm 범위까지 탐지되도록 구성된다. 이를 통하여 지면에서 평균높이 60cm인 상태에서 5~20cm의 지면속에 위치한 기폭제를 이동하면서 실시간 탐지할 수 있다. RF방사빔 수신안테나부는 RF방사빔 송신 안테나부를 통해 방사된 RF방사빔이 기폭제로부터 반사, 산란되어 되돌아오는 신호를 감지하는 역할을 한다.

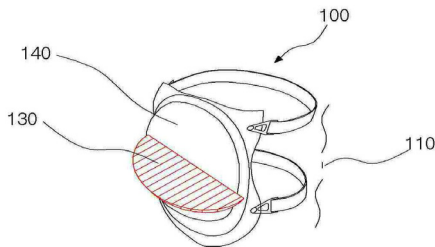


그림 2. Human Body 안테나부
 Fig. 2. human body antenna part

2. 스마트 안경부 세부 구성

스마트 안경부는 전투병의 눈에 착용하여 글라스 표면에 메인 마이크로 유닛으로부터 전달받은 지뢰의 거리·위치·형태·재질을 2D 또는 3D표출데이터, GPS 위치 정보 데이터, 전투지휘 서버에서 보내온 특수임무 지령

신호 등을 표출시키고, 야간에는 적외선 안경모드로 변환되어 주변 객체를 식별시키는 역할을 하며, 안경프레임, 증강현실디스플레이부, 가상이미지 생성부, 제 2 배터리부, 관성센서, 온도센서, 제 2 블루투스통신모듈, 보조카메라부로 구성된다. 안경프레임은 신체의 코와 귀에 부착되도록 두 개의 렌즈·눈썹지지틀·코브릿지·귀거치대로 구성되며, 증강현실 디스플레이부는 광가이드광학부품, 불투명 필터, 투시렌즈로 이루어져 가상이미지 생성부로부터 생성된 가상이미지를 전달받아 투시렌즈 상에 지뢰의 거리·위치·형태·재질과 특수임무지령신호를 문자로 표출시킨다. 2D 또는 3D 표출데이터와 GPS 위치정보 데이터를 증강현실로 표출시키는 역할을 하며, 이는 글라스, 불투명 필터, 투시렌즈에다가 OLED 디스플레이로 형성시켜, 해상도와 시야를 향상시키기 위해 다중디스플레이로 구성된다. 가상이미지 생성부는 가상이미지를 조준렌즈를 통해 광가이드 광학부품으로 투사시키는 역할을 하며, 이는 야간전투시, 가상이미지에다가 색상변환 이미지를 조준렌즈를 통해 광가이드 광학부품으로 투사시켜 적외선 안경모드로 변환시킨다. 보조카메라부는 증강현실디스플레이부 상단 일측에 전투병의 음성을 인식하여 전투병이 바라보는 시선을 중심으로 영상을 촬영시키는 역할을 한다.

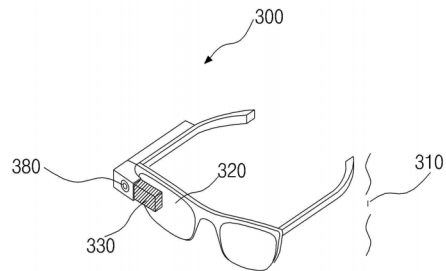


그림 3. 스마트 안경부
 Fig. 3. smart glasses part

3. 무선데이터 송수신부 세부 구성

방탄 조끼 몸체의 내부하단의 일측에 형성되어 원격지 전투 지휘서버와 WiFi 무선통신망으로 연결시켜 메인마이크로유닛부의 제어하에 현재 지뢰위치데이터, 주변지형지물의 영상데이터, 전투병의 위치데이터, 벨트형 전원공급부의 배터리 상태를 송신시킨다. 이에 따른 응답신호로서 음성명령신호와 특수임무지령신호를 수신받아 메인마이크로유닛부로 전달시키는 역할을 하며,

WiFi는 무선통신모듈로 구성된다.

4. 벨트형 전원공급부 세부구성

벨트형 전원공급부는 신체에 부착되어 각 기기의 전원을 공급시키는 역할을 하며, 벨트형상의 몸체에 복수개의 휴대용 리튬이온 배터리가 장착되어 구성되며, 복수개의 휴대용 리튬이온 배터리는 DC 5V, 12V, 24V 변환 아답터를 통해 메인 마이크로 유닛부, 스마트 안경부, 마디장착형 LCD부, 무선데이터 송신부, 블랙박스형 카메라, 보안통신헤드셋에 공급된다. 또한, 벨트형 전원공급부는 신체의 등부위, 방탄헬멧상에 태양전지셀을 형성시켜, 태양전기를 축전시키는 태양전지형 전원공급부가 포함된다.

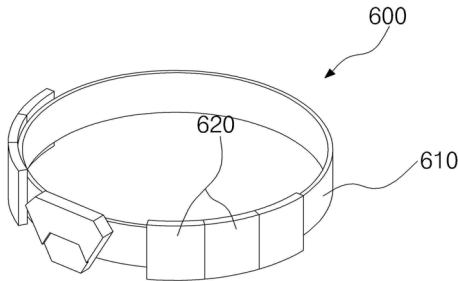


그림 4. 벨트형 전원공급부
Fig. 4. belt type power supply part

5. 보안통신 헤드셋 세부 구성

보안통신 헤드셋은 전투병의 귀와 입에 착용하여 인접하는 Smart Wearable 탐지장치와 비상 모르스부호방식으로 동기화시켜 무선 통화시키고, 메인마이크로 유닛부로 전송된 음성 명령신호와 특수입무지령신호를 스피커음으로 출력시키는 역할을 하며, 이어폰과 마이크가 일체형으로 구성된다.

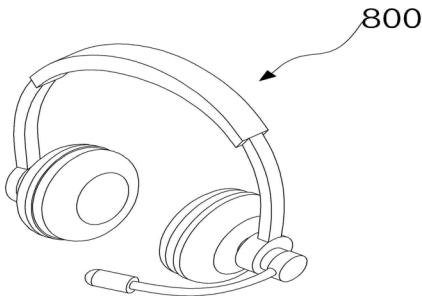


그림 5. 보안통신 헤드셋
Fig. 5. security communication headset

IV. Smart Wearable 착용 시뮬레이션

본 절에서는 앞서 3장에서 설명한 Smart Wearable Minefield Detection System의 구성 유닛을 사람의 신체에 적용한 시뮬레이션을 진행하였으며, 다음 그림과 같다.

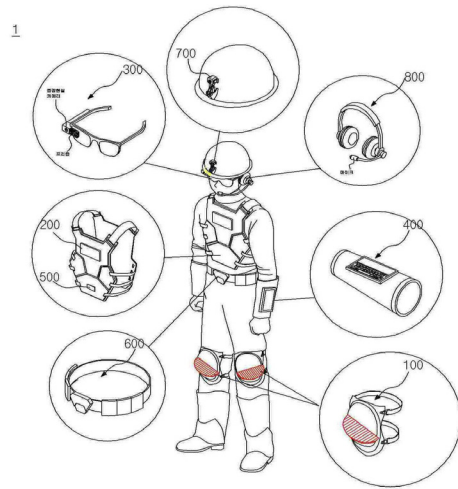


그림 6. Smart Wearable 구성
Fig. 6. the composition of smart wearable mine detector

Smart Wearable Minefield Detection System은 사람의 신체에 탈·부착식으로 설치되어, Superhigh Frequency RF Beam을 통해 지뢰를 탐지하는 Human Body안테나부와, 각 기기의 전반적인 동작을 제어하는 메인마이크로프로세서 유닛부, 전투병의 눈에 착용하여 글라스 표면에 메인마이크로프로세서 유닛부로부터 전달받은 지뢰의 거리·위치·형태·재질을 2D 또는 3D 영상으로 표출하는 표출데이터, GPS위치정보데이터, 전투지휘서버에서 보내온 특수 입무지령신호를 표출시키는 스마트안경부로 구성되어 전투병이 지하(상)에 있는 지뢰를 회피하여, 신속하게 이동하는 것이 가능하다.

V. 결론

스마트웨어러블 지뢰 탐지 장치는 전투병이 전투복을 착용한 상태에서 신체의 머리, 몸통, 팔, 허리, 다리에 탈·부착식으로 장착할 수 있고, Superhigh Frequency RF Beam을 통해 기폭체를 탐지하는 Human Body 안테나부

를 적용하여, 지뢰의 금속·비금속이 아닌 기폭제를 식별 하면서 탐지할 수 있으며, 지상(하)에 매설된 기폭제를 전방위(360°)로 탐지가능하여 지뢰의 거리·위치·형태·재질 등을 2D 또는 3D 영상으로 스마트 안경부 및 신체장착형 LCD모니터부에 실시간 표출시킬수 있다. 이는 전투병이 지하에 매설된 지뢰를 회피하여 단시간 내 신속하게 기동할 수 있어 기존에 비해 전투효율을 90% 향상시킬 수 있다. 아울러 휴대용 배터리와 벨트형 전원공급부의 Twin-Self Supplements of electricity을 통해 별도의 전원충전 없이도 3~7일 동안 전투를 수행할 수 있으며, 원격지의 전투상황을 원격지 전투지휘서버에서 실시간 모니터링 할 수 있고, 전투병과 1:1로 전투정보를 공유할 수 있어, 전투현장에서 있는 것과 같은 생동감 있는 전투상황을 원격지휘할 수 있는 스마트 전투지휘시스템을 구축할 수 있는 효과가 있을 것으로 예상된다.

References

- [1] GIST, "humanitarian Mine Removal Way", 2007
- [2] Army Engineer School, "Next generation Mine Detector Development Direction", 2008
- [3] Army Headquarters, "Mine and Field Manual 34-2", 2011
- [4] GIST, "GPR Mine Detection Technology", 2011
- [5] Image exhibition hand held mine detector, 2011
- [6] Samsung thales, "Generation method of the hand held type mine detector", 2011
- [7] Samsung thales, "Multi polarization mine detect radar and the operation method", 2011
- [8] colonel Ji-Chan Choi, Gwang-Yeon Choi, and Seoultech visiting professor Chi-Wook Kim "Miner Equipment Improvement Plan Research", 2012 .10
- [9] Hyundairotem, "The portable mine detector and the method using motion capture", 2012
- [10] Samsung thales, "An impulse producer", 2012
- [11] DTAQ, "Removable min detector equipped with the military shoes", 2012

- [12] Chungnam Kim, "Next generation mobile communication technic", 2000
- [13] Youngjoong Yoon, "Theory and plan of the antenna", 2014
- [14] Heebyung Yoon, "Embodies of the software", 2014
- [15] Huiseok Yang, "Software engineering", 2014

저자 소개

김 치 욱(정회원)



- 고려대학교 산업대학원 건축공학과 졸업
- 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신 박사과정 재학

구 경 완(정회원)



- 충남대학교 대학원 전자공학과 졸업 (박사)
- 현대전자 반도체연구소 선임연구원
- 영동대학교 전자·정보공학부 부교수
- 호서대학교 국방과학기술학과 교수 재직

차 재 상(정회원)



- 일본 東北대학교 전자공학과 공학박사
- ETRI 이동통신연구소 무선전송기술팀 선임연구원
- 미국 플로리다 대학교 방문교수
- 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 교수 재직

※ 이 연구의 일부는 서울과학기술대학교 교내 연구비의 지원으로 수행되었습니다.