Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 24, No. 5, October 2014, pp. 489-494
http://dx.doi.org/10.5391/JKIIS.2014.24.5.489

무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템의 설계

Design of Multiple Channel Wireless Remote Control System for Unmanned Vehicle

김진관 · 유영재†
Jin-Kwan Kim, and Young-Jae Ryoo†

목포대학교 제어로봇공학과
† Dept of Control Engineering and Robotics, Mokpo National University

요 약

본 논문에서는 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템의 설계방안을 제안한다. 기존의 무선원격 제어시스템은 단일 제어채널로 구성되어 제어채널에 고장이 발생하였을 때 응급대처가 불가능한 문제점이 있다. 따라서 휴대용 무선원격 제어기와 스테이션용 무선원격 제어로 구성되는 다중채널 무선원격시스템을 제안한다. 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템을 개발하기 위하여 휴대용 무선원격 제어기와 휴대용 무선원격 제어기를 설계 및 개발하였다. 개발한 무선원격 제어시스템의 성능을 확인하기 위하여 무인차량에 적용하여 주행 실험을 실시하였다. 무선원격제어기의 고장 시 휴대용 무선원격 제어기를 이용한 비상정지 실험과 휴대용 무선원격제어기의 고장 시 스테이션용 원격제어시스템을 이용한 비상정지 실험을 실시한 결과 모두 만족하는 비상정지 성능을 발휘함을 검증하였다.

키워드 : 무선원격 제어, 다중채널, 무인차량, 비상정지

Abstract

In this paper, a design of multiple channel wireless remote control system for unmanned vehicle is proposed. One of serious problems of the previous wireless remote control system is that it does not work when a control channel is damaged in case of emergency because it's composed of single control channel. Therefore, we propose the multiple channel wireless remote system which is composed of a portable wireless remote controller and a stationary wireless remote controller. The portable wireless remote controller and stationary wireless remote controller are designed and the multiple channel wireless remote control system for unmanned vehicles in developed. By applying to the unmanned vehicle to check its performance. The wireless remote control system is tested. Emergency stop using the portable wireless remote controller is tested when the stationary wireless remote controller is damaged. Also, emergency stop using the stationary wireless remote controller is tested when the portable wireless remote controller is damaged. The result of emergency stop test shows satisfied performance.

Key Words : Wireless Remote Control, Multiple Channel, Unmanned Vehicle, Emergency Stop

1. 서 론

무인차량은 운전자의 조작 없이 자동차 스스로 주행하는 차량을 뜻한다. 주행환경 및 경로를 인식하여 목표지점까지 운행이 가능한 차량이다. 최근 무인화에 관련된 기술이 급격하게 발달되고 있다. 또한 무선통신 기술이 발전하면서 과거보다 다양한 분야에서 무선통신 기술들이 사용되고 있다[1]. 바로 경사지나 연약지반, 건물 철거 건설 작업 현장, 자연재해 지역 및 폐기물 매립지역 등의 위험하고 유해한 환경에서 운용되는 건설용 중장비와 사람의 생명을 구하는 소방로봇, 군용 장비와 같은 특수 장비이다. 이런 장비들은 조작자와 함께 위험한 상황에 노출되기 쉽다[2,3]. 위험으로부터 원천적으로 차단하기 위하여 이와 관련된 연구가 진행되고 있다[3].

무인 주행 로봇은 위치와 도착지를 알고 있는 경우에는 경로계획을 이용하여 무인주행 로봇으로 대처가 가능하지만 중요성과 난이도가 매우 높은 임무는 수행이 불가능하다[4,5]. 따라서 무선원격 제어가 필요하다. 하지만 무선통신은 통신장비의 영향으로 통신지연은 발생하고 주위환경에

접수일자: 2014년 3월 9일
심사(수정)일자: 2014년 4월 1일
게재확정일자 : 2014년 8월 4일
† Corresponding author
본 연구는 교육부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업(No. 2012H1B8A2026068) 및 미래창조과학부와 한국산업기술진흥협회의 산학연협력 클러스터지원사업으로 수행된 연구결과임 .
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의하여 가변적으로 반응한다. 따라서 무선원격 제어시스템은 통신장비의 안정도와 성능을 개선하기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다[6].

기존의 무선원격 제어시스템은 주변 환경의 영향을 많이 받는다. 통신의 범위가 실내 혹은 특정 공간으로 한정되어 있어 통신의 방법에 따라 장거리 통신의 경우 추가적인 증폭 설비가 필요하다[7].

기존의 무선원격 제어시스템은 다양한 무선통신을 사용하여 개발되었다. 하지만 무선원격 제어시스템은 단일의 제어채널을 이용하여 무선원격 제어시스템에 사용되고 있다. 즉, 제어 대상의 근거리에서 실시하는 방법 혹은 스테이션을 이용하여 원격제어를 실시하는 형태의 무선원격 제어를 사용된다. 하지만 이와 같은 무선원격 제어시스템은 무인차량의 비상정지 혹은 회피주행이 필요한 비상상황이 발생하였을 때 무선원격 제어기를 이용한 제어가 불가능하다.

기존의 무선원격 제어시스템의 문제점을 해결하기 위하여 제어대상 인근에서 무인차량의 조작이 가능한 휴대용 원격제어기와 스테이션에서 현장에 존재하는 무인차량을 무선원격 제어가 가능한 무선원격 제어기가 필요하다. 또한 스테이션에서 현장의 상황을 영상을 통하여 확인하도록 카메라 와 무인차량의 정보가 전송되는 스테이션용 모니터링 시스템이 필요하다. 현장용 무선원격 제어기와 스테이션용 무선원격 제어기와 모니터링 시스템이 동시에 무선제어가 가능한 다중채널을 가지는 무선원격 제어시스템이 필요하다.

이에 본 논문에서는 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템을 제안한다. 제안한 무선원격 제어시스템을 실현하기 위하여 휴대용 무선원격 제어기와 스테이션용 무선원격 제어기, 모니터링 시스템을 포함하는 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템의 설계 및 개발한다. 2장에서는 제안하는 무인차량용 다중구조 무선원격 제어시스템에 대하여 설명한다. 3장에서는 무선원격 제어시스템의 설계 및 개발에 대하여 설명한다. 4장에서는 무선원격제어 시스템의 실험에 대하여 설명한다.

2. 제안하는 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템

원격제어란 인간의 감각과 작업능력을 확장하는 것으로 정의되며 원격제어를 구현하기 위해 설치된 시스템을 원격제어 시스템이라 한다[6].

본 논문에서 제안한 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템은 제어대상의 근거리에서 무인차량을 제어할 수 있는 휴대용 무선원격 제어기와 스테이션에서 차량을 제어하는 스테이션용 무선원격 제어기, 무인차량의 영상 및 주행정보를 취득하는 모니터링 시스템을 포함하는 무선원격 제어시스템이다.

휴대용 무선원격 제어기는 현장 사용자의 제어에 따라 차량의 조향과 구동의 값이 결정되며 또한 비상시에 비상정지 신호 등의 값을 무선제어를 이용하여 전송한다. 무인차량에 전송된 신호에 따라 차량 제어기의 명령이 실행되는 구조를 가지고 있다.

스테이션용 무선원격 제어기는 스테이션에서 사용자의 제어에 따라 차량의 조향 각 및 구동속도를 조절 가능하며 차량의 주행 방법에 대한 모드설정을 이용하여 무인차량을 제어한다.

모니터링 시스템은 무선 랜을 이용하여 차량의 영상과 무인차량의 경로, 주행정보 및 현 위치를 차량에서 스테이션으로 전송하여 스테이션에서 영상과 주행정보를 통하여 무인차량의 정보를 파악하는 모니터링 시스템 이다.

무선원격 제어시스템은 단일 제어채널을 이용한 제어 시스템의 문제점을 휴대용 무선원격 제어기와 스테이션용 무선원격 제어기를 이용하여 기존의 무선원격 시스템의 문제점을 극복한다. 또한 모니터링 시스템을 통하여 스테이션에서 무인차량의 정보를 확인할 수 있다.

그림 1는 제안하는 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템의 구조이다. 무인차량과 스테이션, 휴대용 무선원격 제어기 및 스테이션용 무선원격 제어기의 제어채널을 통한 무인차량의 제어를 표현하였다.

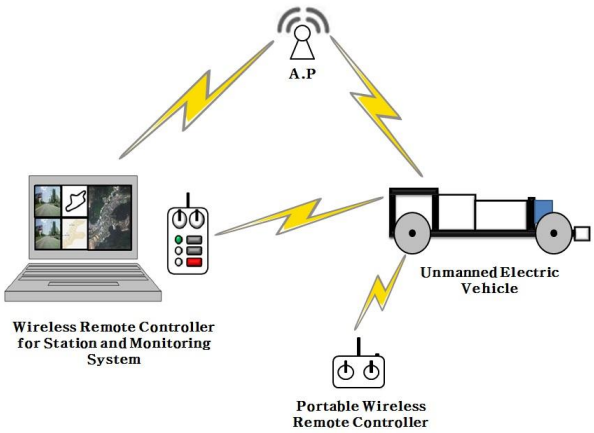

그림 1. 제안하는 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템의 구조

Fig. 1. Structure of proposal wireless remote control system with multiple channel for unmanned vehicle

3. 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템의 설계 및 개발

무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템은 다중채널의 제어채널을 가지는 무선원격 제어시스템이다. 무인차량의 조향 및 구동속도, 비상정지의 기능을 제어가 가능한 휴대용 무선원격 제어기, 스테이션에서 무선 랜을 이용한 차량의 영상, 차량의 주행정보 등을 확인할 수 있는 모니터링 시스템, 스테이션에서 조향, 구동속도, 모드 기능을 무선원격 제어하는 무선원격 제어기로 구성되어있다.

3.1 휴대용 무선원격 제어기

휴대용 무선원격 제어기는 무인차량을 근거리에서 무선제어가 가능한 제어기 이다. 현장 사용자의 간단한 조작에 무인차량을 제어하도록 설계 하였다. 2개의 조이스틱과 하나의 토글스위치로 이루어져 있다. 조이스틱은 차량의 조향 및 구동을 조절하도록 되어있으며 한 개의 토글스위치는 비상정지 스위치 이다. 좌측의 조이스틱은 조향을 제어하며 우측의 조이스틱은 상부에서 하부로 이동할수록 무인차량의 주행속도가 올라가도록 설계하였다.

그림 2는 대용 무선원격 제어기의 구조를 표현한 것이다.

휴대용 무선원격 제어기에서 무인차량의 수신기 제어기가 받아들인 신호를 통하여 조향, 구동 및 비상정지 등의 기능을 실시한다.

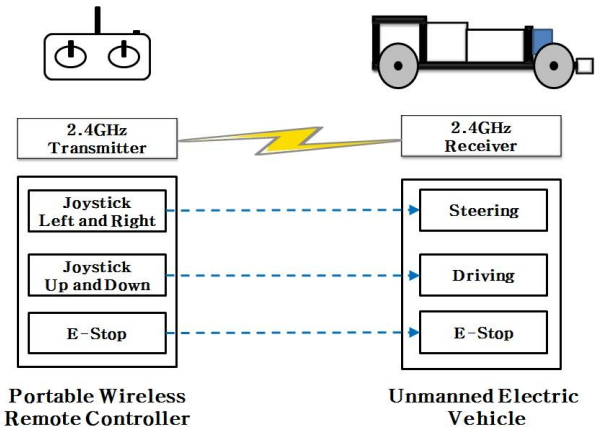

그림 2. 휴대용 무선원격 제어기의 구조
Fig. 2. Structure of portable wireless remote controller

3.2 스테이션용 무선원격 제어기

스테이션용 무선원격 제어기의 목적은 스테이션에서 무인차량의 무선원격을 이용한 무선제어를 실시하는 무선원격 제어기이다. 무인차량의 조향 및 구동속도, 모드 및 비상정지 등의 신호를 무인차량에 전송하여 무인차량을 제어한다. 스테이션의 영상 및 모니터링 시스템은 무선 랜을 이용하여 무인차량의 정보를 중계기를 통하여 무인차량에 부착되어있는 카메라의 영상과 차량의 위치정보를 스테이션에 전송한다. 이를 바탕으로 무인차량의 위치와 주행경로, 영상정보를 스테이션의 모니터링 시스템에 표현한다.

그림 3는 스테이션용 무선원격 제어기의 구조를 표현한 것이다. 비상정지, 대기, 무인주행, 무선원격 주행 등의 기능을 수행하며 기능에 따라 차량의 주행 속도 및 무인차량의 동작이 변경된다.

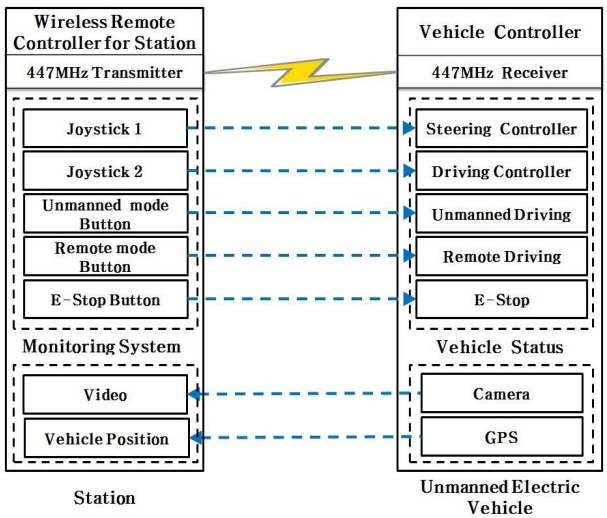

그림 3. 스테이션용 무선원격 제어기의 구조
Fig. 3. Structure of stationary wireless remote controller

3.3 실험용 무인차량

제안하는 무인차량용 다중 채널 무선원격 제어시스템의 실험을 위하여 실험용 전기자동차 그림4와 같이 설계 및 제작하였다. 차량의 크기는 길이 1100mm, 폭 700mm, 높이 450mm 이며 무게는 88kg, 최대하중은 200kg, 회전각 최대 40°, 회전반경은 1.5m가 되도록 설계하였다.

무인차량 에서는 휴대용 무선원격 제어기와 스테이션용 무선원격 제어기 의 수신기 신호에 따라 차량제어기에서 비상정지, 원격제어, 대기모드 및 무인주행 등의 신호에 따라 해당 모드를 실행한다.

차량 내부의 차량제어기는 유선통신 및 무선원격제어기의 수신을 제어하는 차량제어기와 차량의 조향을 제어하는 조향제어기, 차량의 구동을 제어하는 구동제어기로 구성되어 있다. 차량 제어기의 내부 유선통신을 이용하여 차량제어기에서 조향제어기와 주행제어기에 조향 값과 차량의 속도 값을 전송하여 조향 및 구동의 제어가 가능한 구조로 설계하였다.

그림4는 실험용 무인차량의 구조를 표현한 것이다.

실험용 무인차량은 차량제어기와 조향 모터와 구동 모터 배터리로 구성되어 있으며 차량제어기 내부에 휴대용 원격제어기의 수신기와 스테이션용 무선원격제어기의 수신기, 무선 랜을 내장하였다. 또한 차량 정면의 영상촬영이 가능하도록 카메라를 정면을 향하여 부착하였다.

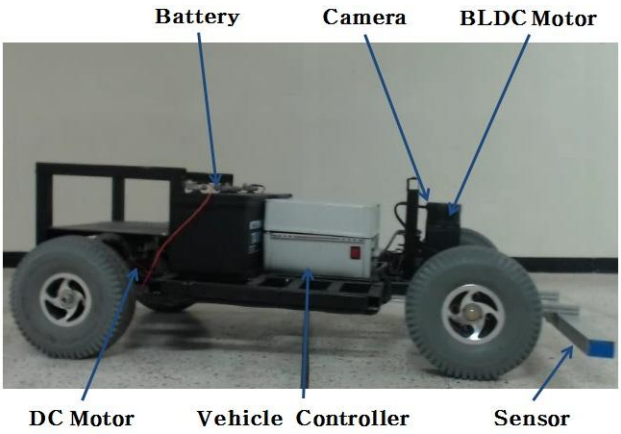

그림 4. 실험용 무인차량의 구조
Fig. 4. Structure of unmanned vehicle for experiment

4. 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템의 실험

4.1 실험환경

개발한 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템의 성능을 확인하기 위하여 다중채널 무선원격 제어시스템의 실험환경은 다음과 같다.

첫째, 길이 50m, 폭 3m의 실험구간 과 실험주간의 끝 지점에 정지선 그리고 길이 4m 폭 4m의 정지구간을 포함하는 실험구간.

둘째, 영상 및 데이터 측정 환경으로 정지선의 측면에 카메라 고정하여 무인주행 중 E-Stop신호에 의하여 정지하는 무인차량의 주행 및 정지 영상을 촬영.

셋째, 다중채널 무선원격제어기의 통신 환경으로 휴대용 무선원격 제어기와 스테이션용 무선원격제어기의 통신거리를 확인하여 정상적인 통신이 가능하도록 통신거리 내에 스테이션을 설치.

넷째, 무선원격 제어기와 무인차량간의 사이에 벽이 존재하지 않는 장소.

위와 같은 조건을 가지는 환경에서 실험을 진행한다.

4.2 실험 방법

개발한 무인차량용 무선원격 제어시스템을 성능을 확인하기 위한 무선원격 제어시스템의 실험은 휴대용 무선원격 제어기 비상정지 실험과 스테이션용 무선원격 제어기 비상정지 실험으로 나누어진다. 무선원격 제어기간의 통신오류 혹은 고장이 발생하였을 때를 가정하여 실험방법을 설정하였다.

4.2.1 휴대용 무선원격 제어기 비상정지 실험방법

첫째, 휴대용 무선원격 제어기와 무인차량의 데이터 초기화 실시, 무선원격 제어기의 송수신여부 확인.

둘째, 무인차량을 무인주행 모드로 실험구간을 주행.

셋째, 무인차량에 실험구간에서 정지선 위를 주행할 때 E-Stop 버튼을 눌러 E-Stop을 실행한다.

넷째, 무인차량이 정지 후 정지선과 거리 측정.

그림 5는 대용 무선원격 제어기의 수신기의 실험환경을 그림으로 표현한 것이다. 무인차량이 정지선에 도달하면 E-Stop를 실행하며 정지선으로부터 차량의 제동거리를 측정하는 것을 나타낸다.

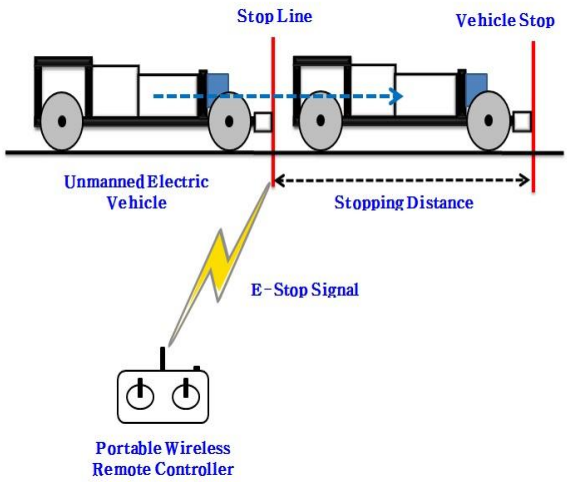

그림 5. 휴대용 무선원격 제어기의 비상정지 실험방법
Fig. 5. Experimental method of emergency stop using portable wireless remote controller

4.2.2 스테이션용 무선원격 제어기 비상정지 실험 방법

첫째 스테이션용 무선원격 제어기와 무인차량의 데이터 초기화 실시, 무선원격 제어기의 송수신여부 확인.

둘째, 무인차량을 무인주행 모드로 실험구간을 주행.

셋째 무인차량에 장착한 카메라를 통하여 스테이션에서 정지선을 확인하여 E-Stop를 버튼을 눌러 실행한다.

넷째, 무인차량이 정지 후 정지선과 거리 측정.

그림 6는 스테이션용 무선원격 제어기의 수신기의 실험환경을 그림으로 표현한 것이다. 스테이션에서 카메라 영상을 통하여 영상을 확인하며 무인차량이 정지선에 도달하면 E-Stop를 실행하며 정지선으로부터 차량의 제동거리를 측정하는 것을 나타낸다.

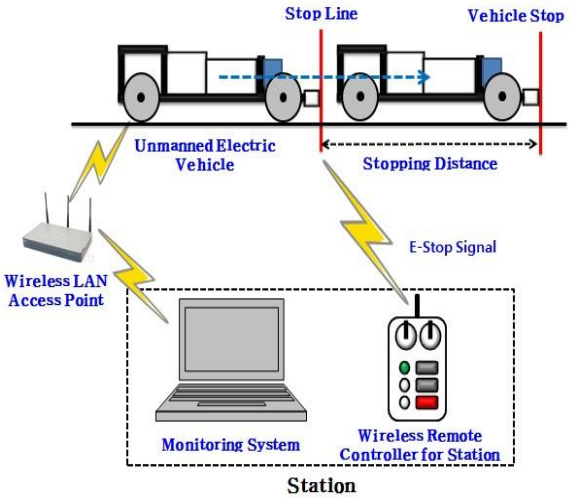

그림 6. 스테이션용 무선원격 제어기의 비상정지 실험방법.
Fig. 6. Experimental method of emergency stop using stationary wireless remote controller.

4.3 스테이션용 무선원격 제어기의 고장 시 휴대용 무선원격 제어기 비상정지 실험

스테이션용 무선원격제어기의 오류 혹은 고장이 발생한 상황으로 가정하여 실험을 실시하였다.

무인차량의 비상정지 실험에서 발생할 수 있는 오차의 감소를 위하여 스테이션용 무선원격 제어기의 비상정지 실험을 12회 실시하여 최대 제동거리 와 최저 제동거리를 제외한 10회의 실험 결과 값을 선정하였다.

표 1는 휴대용 무선원격 제어기를 이용한 비상정지 실험결과로 차량이 정지선을 지나갈 때 E-Stop 신호를 전송하여 차량이 정지한 이후 제동거리를 측정한 값이다.

표 1. 휴대용 무선원격 제어기에 대한 비상정지 결과
Table 1. Experimental result of emergency stop using portable wireless remote controller

	Stop Distance (mm)	Stop Time (sec)
Maximum	400	0.25
Average	335.4	0.21
Minimum	270	0.18

.

E-Stop 신호이후 평균 이동거리는 335.4 mm이며 소모시간은 0.21초이다. 각 실험결과의 오차는 무인차량의 차량제어기 간의 유선통신으로 인한 지연으로 약 0.15초의 통신지연이 발생하였다. 통신 지연으로 인하여 무인차량의 제동거리가 늘어났음을 확인하였다.

그림 7는 휴대용 무선원격 제어기의 비상정지 실험의 결

과를 그림으로 표현한 것이다. 실험에서 무인 차량의 비상정지 과정을 그림으로 표현하였다.

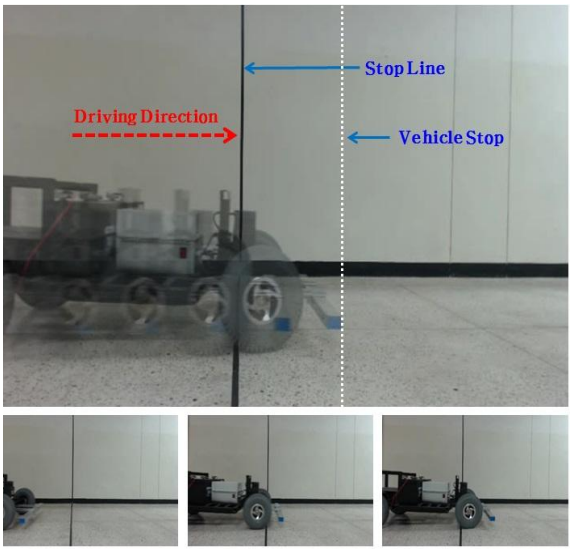

그림 7. 휴대용 무선원격 제어기에 대한 비상정지
Fig. 7. Experimental result of emergency stop using portable wireless remote controller

4.4 휴대용 무선원격 제어기의 고장 시 스테이션용 무선원격 제어기 비상정지 실험

휴대용 무선원격제어기의 오류 혹은 고장이 발생한 상황으로 가정하여 실험을 실시하였다.

무인차량의 비상정지 실험에서 발생할 수 있는 오차의 감소를 위하여 스테이션용 무선원격 제어기의 실험을 12회 실시하여 최대 제동거리 와 최저 제동거리를 제외한 10회의 실험 결과 값을 선정하였다.

표 2는 스테이션용 무선원격 제어기를 이용한 비상정지 실험결과로 차량이 정지선을 지나갈 때 E-Stop 신호를 전송하여 차량이 정지한 이후 제동거리를 측정한 값이다.

표 2. 스테이션용 무선원격 제어기에 대한 비상정지 결과
Table 2. Experimental result of emergency stop using stationary wireless remote controller

	Stop Distance (mm)	Stop Time (sec)
Maximum	950	0.8
Average	772	0.5
Minimum	540	0.3

E-Stop 신호이후 평균 이동거리는 772mm이며 소모시간은 0.5초이다. 무선 랜을 이용한 모니터링 시스템의 통신지연으로 인하여 영상정보가 약 0.3초 지연되어 전송됨에 따라 영상정보를 통한 현장상황의 파악이 지연되어 발생하였다. 이로 인하여 E-Stop의 전송이 늦어지면서 무인차량의 제동거리가 늘어났다.

그림 8는 스테이션용 무선원격 제어시스템을 이용하여 주행실험의 결과이다. 각 실험에서 차량의 비상정지 위치를 그림으로 표현하였다.

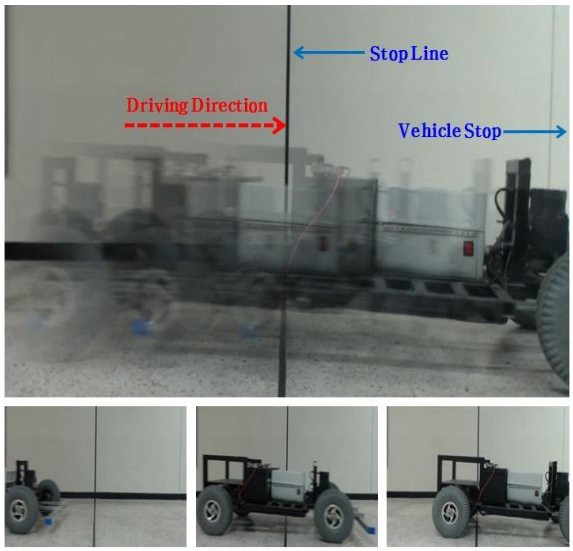

그림 8. 스테이션용 무선원격 제어기에 대한 비상정지
Fig. 8. Experimental result of emergency stop using stationary wireless remote controller

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 무인차량용 다중채널 무선원격 제어시스템을 제안하였다. 기존의 무선원격 제어시스템의 문제점을 해결하기 위해여 제안한 무인차량용 다중 채널 무선원격 제어시스템을 설계 및 개발하였다. 또한 무인차량의 정보를 습득하기 위하여 모니터링 시스템을 개발하였다.

스테이션용 무선원격 제어기와 휴대용 무선원격제어기를 이용하여 다중채널 무선원격 제어시스템을 개발하였다. 개발된 다중채널 무선원격 제어시스템을 실험하기 위하여 무인차량에 적용하였다. 다중채널 무선원격 제어시스템의 성능을 확인하여 위하여 현장용 무선원격 제어기 와 스테이션용 무선원격 제어기의 실험을 실시하였다.

휴대용 무선원격 제어기와 스테이션용 무선원격 제어기를 이용하여 고장이 발생한 무선원격 제어기를 제외한 다른 무선원격 제어기를 사용하여 비상정지가 이루어짐을 확인하였다.

무선원격 제어기의 실험결과를 분석하여 휴대용 무선원격 제어기는 평균 제동거리 33.54cm, 스테이션용 무선원격 제어기는 평균 제동거리 77.2cm로 분석되었다. 이는 차량제어기의 내부 유선통신의 지연과 모니터링 시스템의 무선 랜을 이용한 영상전송의 지연으로 인하여 E-Stop 신호가 늦게 전송되어 제동거리의 차이가 발생하였다.

향후연구에서는 개발된 무인차량용 무선원격 제어시스템의 전송속도 및 무인차량의 반응속도를 개선하는 연구를 진행할 예정이다.

References

[1] Su-Hyun Lee and Hyoung-don Cho, “An industrial Monitoring & control system using RF communi-

cation system," *Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, vol. 39, no. 1, pp. 271-273, 2012.
[2] Sung-Kyun Kang, Hyung-Jun Park, Min-Sung Kang and Chang-Su Han, "Development of installation type control system for the remote control excavator," *Transactions of the Korean Society of mechanical engineers*, vol. 2011 no. 5, pp. 298-303, 2011.
[3] Jung-Hyun Park, Jik-Han Jung, Byung-Wook Kim, Sang-Uk Park and Dong-Jo Park, "Wireless digital packet communication and analog image communication systems for Fire fighting robots," *Journal of institute of control robotics and systems*, vol. 13, no. 2, pp. 121-127, 2007.
[4] Wan-jae Shin and Jahng-Hyon Park, "Controller design for a robot's safe contact on an object," *Journal of the Korean Socision Engineering*. vol. 23, no. 4, pp. 83-90, 2006.
[5] Young-Shick Ro, Hee-Jun Kang and Ki-Su Jung, "A study of the teleoperation for mobile robots based on internet," *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers,* vol. 2006, no. 7, pp. 1983-1986, 2006.
[6] Min-su Jang, Seo-Hyun Jeon, Kwang-Jun Jang ,Dae-Ha Lee and Youn-gjo Cho, "Effective remote operation and monitoring for collective intelligence robot systems," *HCI Society of Korea*, vol. 2013, No. 1, pp. 521-524, 2013.
[7] Sun-Kil Park, Dae-Young Im and Young-Jae Ryoo, "Development of wireless remote controller for mobile robot," *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 19, no. 1, pp. 208-210, 2009.
[8] Dong-Han Lee, Cheul-Joon Hwang, Kyoo-Seok Park and Min-Soo Jung, "Design and implementation of a remote control system for wireless automobile based on bluetooth," *Korea Multimedia Society*, vol. 2009, no. 2, pp. 562-565, 2009.
[9] Jong-Seon Kim, Yeong-Seon Yu, Sung-Ho Kim and Young-Hoon Joo, "Remote navigation system for mobile robot," *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, vol. 2007, no. 4, pp. 325-327, 2007.

저 자 소 개

김진관(Jin-Kwan Kim)
2012년 : 목포대학교 제어로봇공학과 공학사
2012년～현재 : 목포대학교 일반대학원 전기공학과 제어로봇공학전공 석사과정

관심분야 : Unmanned vehicle, electric vehicle, Robotic mechanism
Phone : +82-61-450-2750
E-mail : rivasky@mokpo.ac.kr

유영재(Young-Jae Ryoo)
본 논문지 제 23권 제4호 참조
2000년～현재 : 목포대학교 제어로봇공학과 교수
2010년～2012년 : 미국 버지니아텍 교환 교수

관심분야 : Intelligent robot, future vehicle
Phone : +82-61-450-2754
E-mail : yjryoo@mokpo.ac.kr