

장갑 센서를 이용한 보드로봇의 무선제어 연구

Study on Wireless Control of a Board Robot Using a Sensing Glove

류재명* · 김동현**†

Jaemyung Ryu and Dong Hun Kim†

*경남대학교 첨단공학과, **경남대학교 전기공학과

*School of High Technology and †**Dept. of Electrical Eng., Kyungnam University

요 약

본 논문은 장갑 센서를 이용한 보드로봇의 무선제어 연구에 관해 다룬다. 사용된 보드로봇은 일종의 탑승형 로봇으로 탑승자는 옆으로 서서 앞을 보며 제어한다. 탑승자는 제안된 무선제어기 장갑을 한 손에 끼고, 손가락 동작에 의해 방향전환을 할 수 있다. 보드로봇과 사용자와의 무선제어를 위하여 블루투스(Bluetooth)가 사용되며, 장갑 제어기에는 광센서(CdS cell Sensor)와 LED(Light Emitted Diode)를 사용하여 손가락 동작에 의해 보드로봇을 조종한다. 사용자의 손동작에 따른 다섯 종류의 명령('1'우회전 '2'중립 '3'좌회전 '4'운전 '5'정지)을 CdS 센서로 측정된 아날로그 값을 기반으로 손가락 접촉유무를 확인한 후, 접촉유무에 대한 디지털 값을 전송한다. 보드로봇에 장착된 블루투스 송신기는 이 값을 수신한 후 수신된 명령을 기반으로 보드로봇은 주행된다. 실험의 결과로 제안된 장갑센서 인터페이스가 보드로봇 제어를 위해 효과적으로 사용될 수 있음을 보여준다.

키워드 : 블루투스, 광센서, 보드 로봇, 장갑 인터페이스

Abstract

This study presents the remote control of a board robot using a Sensing glove based on Bluetooth communication. The board robot is a kind of riding robot controlled by an user. The user wears the proposed remote glove controller, and changes a direction of the robot by different kinds of finger actions. Bluetooth is used for wireless communication between the board robot and its user. CdS cell Sensors and a LED in the glove are used for recognition of a number of finger actions, which are measured as analog signals. The finger actions have five commands ('1'right '2'neutrality '3'left '4'operation '5'stop), which are transmitted from the user to the board robot through Bluetooth communication. Experimental results show that proposed a Sensing glove can effectively control the board robot.

Key Words : Bluetooth, CdS Sensors, Board Robot, Glove Interface

1. 서 론

일인용 탑승 로봇에 대한 관심과 수요는 수십년 전 보다 훨씬 커지고 있다. 국내에서는 공항에서 경찰을 위하여 혹은 이벤트 회사에서 특수목적용을 위해 사용하고, 국외에서는 주로 관광지에서 도시 관광을 위하여 세그웨이 투어로 사용

하고 있다. 하지만 세그웨이는 비싼 판매가격 때문에 대중화 하는데 한계가 있다[1]. 국내에서도 일인용 탑승 로봇을 상품화하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 국내에서 제작된 (주)엔티렉스의 보드로봇은 세그웨이 가격보다 비용적으로 많이 저렴한 탑승로봇이다[2].

(주)엔티렉스의 보드로봇을 포함하여 일반적인 탑승로봇은 유선으로 연결된 조종기를 사용하여 사용자가 방향전환을 하였다. 하지만, 탑승로봇과 사용자의 손과 거리가 떨어져 있는 경우에 유선으로 인해 주변물건과 접촉할 수도 있고, 관리에 불편함이 존재한다. 따라서, 본 연구에서는 이와 같은 불편함을 해결하기 위하여 유선제어를 블루투스 기반의 무선 제어로 바꾸고, 좌우 방향 조종기를 사용자 편의의 손가락 접촉의 장갑제어기로 제안한다.

로봇을 무선 제어하는 연구는 수십년 전부터 현재까지 계속 진행되고 있다[3][4]. 미국 마이크로소프트에서는 사람의 손, 발의 관절 인식을 기반으로 한 무선 조종방법으로 키넥트 센서를 개발하였다[5]. 키넥트 센서는 비디오게임인 XBOX에서 사용자 편의의 무선제어기를 제작하는 과정에서

접수일자: 2013년 4월 18일

심사(수정)일자: 2013년 7월 30일

게재확정일자: 2013년 7월 31일

† Corresponding author

감사의 글 : 본 연구는 2013학년도 경남대학교 학술연구 장려금 지원으로 이루어졌음.

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.

개발된 인체 관절 인식 기반의 비전 기반의 센서이다. 최근 스마트 기기가 널리 보급되면서 사용자 편의의 인터페이스를 위하여 비디오게임 이외에 손동작을 이용한 모션인식 방식이 많이 연구되어지고 있다[6],[7]. 또한 키넥트 센서와 같은 모션인식 인터페이스는 저렴한 가격으로 인해 사용자에게 보다 편리한 수단으로 인식된다. 하지만 키넥트 센서의 크기와 키넥트 센서와 대상물과의 거리 때문에 지능형 휠체어 연구에서 많이 연구되어지고 있다[8]. 하지만 이동형 플랫폼이 작은 보드로봇과 같은 경우에 키넥트 센서의 사용은 키넥트 센서의 거치와 사용자와의 거리유지 때문에 탑승형 로봇에 적합하지는 않다. 작은 크기와 쉽게 무선 통신을 사용할 수 있다는 점에서 스마트폰을 이용한 로봇의 무선제어에 대한 연구가 시도되었지만, 사용자가 서서 탑승하는 로봇의 경우 사용자가 스마트폰을 들고 손가락으로 무선조종 해야 한다는 점에서 불편함이 존재한다[9-13].

장갑형 제어기에 대한 연구로 손가락의 구부림에 의해 길이가 달라지면 연결된 저항 값이 바뀌게 되어 이것을 인식하는 연구가 진행 되었었다[14]. 손가락의 구부림만으로 다양한 제어신호를 주는 것은 매우 편리한 방법일 수 있다. 하지만 탑승중 사용자의 의도와는 다르게 구부러진 손가락이 시스템 제어에 쉽게 오류를 범할 수 있다. 따라서, 제어의 정확도가 떨어질 수 있다. 제안된 인터페이스는 손동작에 의한 제어라는 점이 기존의 방법과 유사하다. 하지만 본 연구는 손가락의 구부림을 인식하지 않고, 엄지손가락과 다른 손가락과의 접촉유무를 인식하는 기능을 갖춘 장갑제어기를 제안한다. 따라서, 제안된 연구에서는 CdS 센서, LED, 블루투스 무선통신을 기반으로 한 인터페이스 방식을 다룬다. 엄지손가락에 부착된 LED와 CdS 센서에 의해 변환된 디지털 값을 사용하여 사용자가 제어명령을 블루투스 무선통신을 이용하여 보드로봇에 전달하여 제어한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 제어대상인 보드로봇의 H/W 구성과 사양을 보여주며, 3장에서는 장갑센서를 이용한 보드로봇 구동방법과 무선제어 순서도를 보여주며, 4장에서는 장갑 센서를 이용한 보드로봇의 실험 결과를 다루고, 결론은 5장에서 제시된다.

2. 보드로봇

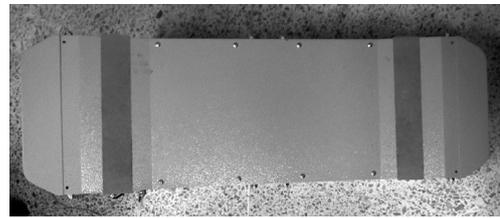
본 연구에서는 탑승로봇을 무선제어하기 위하여 사용자 편의 방식을 위한 인터페이스로 접근 하였으며, 블루투스 무선통신과 CdS 센서, LED를 부착한 장갑형태로 제어 가능한 보드로봇을 구현한다.

그림 1.(a)(b)는 각각 위에서, 옆에서 본 보드로봇의 외관이다. 그림 1.(c)는 보드로봇의 H/W 구성도를 보여준다. 그림 1.(c)에서 아래에 위치한 5V 전압 전원은 Atmega128, 블루투스, 릴레이, 제어보드, 릴레이 부 전원으로 사용된다. 초기 상태에는 제어보드와 릴레이 부에 전압이 인가되지 않는다. 장갑센서에 의해 무선통신으로 보드로봇을 on 시키면, 릴레이가 on 이 되어 제어보드와 릴레이 부에 전원이 인가된다. 릴레이 off 역시 장갑센서에 의해 무선통신으로 제어한다.

보드로봇의 전진 및 후진은 보드로봇에 장착된 기울기 센서를 사용하여 몸을 앞으로 기울여 보드로봇 몸체가 앞으로 기울어지면 전진을 하고, 몸을 뒤로 기울여 보드로봇 몸체가 뒤로 기울어지면 후진을 한다. 이동 중 속도감속은 몸을 앞뒤로 기울이지 않으면 모터가 회전하지

않는다. 보드로봇의 좌회전 혹은 우회전은 제안된 장갑 센서의 명령에 의해 제어되고, 3장에서 이것을 다룬다.

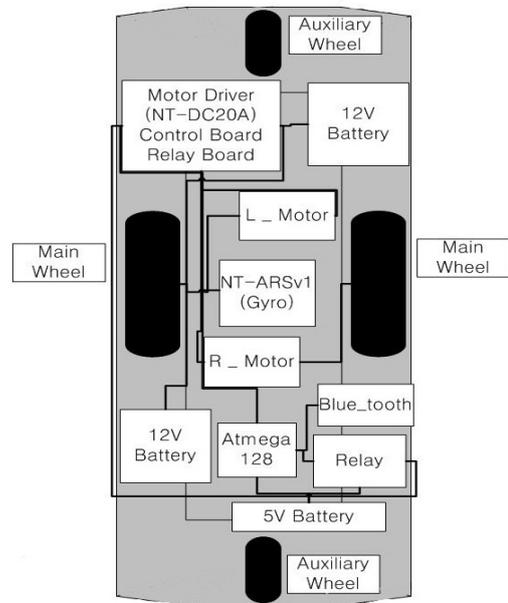
표 1은 보드로봇의 사양을 보여준다.



(a) Top view



(b) Side view



(c) Hardware of the board robot

그림 1. 보드로봇
Fig. 1. Board robot

표 1. 보드로봇의 사양

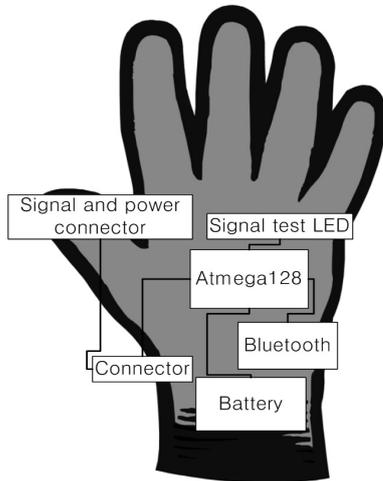
Table 1. Specification of the board robot

	Specification
Length	850 mm
Width	285 mm
Height	250 mm
Rated Voltage	DC 24V
Maximum boarding weight	100 kg
Weight	26.5 kg
Actuation time	20~30 minutes

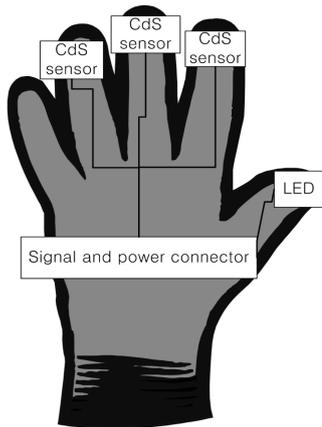
3. 제안된 장갑 센서를 이용한 인터페이스

3.1 장갑 센서를 이용한 손동작 정의

그림 2는 제안된 장갑센서의 H/W구성도와 외관을 보여주며, 표 2는 장갑센서의 사양을 보여준다.



(a) H/W configuration in the back



(b) H/W configuration in the palm



(c) The realized sensing glove

그림 2. 제안된 장갑센서
Fig. 2. The proposed sensing glove

표 2. 장갑센서의 사양

Table 2. Specification of the sensing glove

	Specification
Rated Voltage	DC 5V
Weight	0.1 kg
Actuation Time	20~30 minutes

장갑 센서를 이용하여 정의한 손동작은 모두 다섯 가지로 표 3과 같이 왼쪽(left), 오른쪽(right), 중립(neutrality), 동작(operation), 정지(stop)로 구성된다.

제어명령 1번 혹은 3번을 사용하면 계속 좌회전 우회전 상태가 된다. 따라서 제어명령 2번을 사용하여 좌회전, 우회전 상태를 원상대인 직진 상태로 변환한다.

제어명령 4번의 Operation은 보드로봇의 전원을 인가하기 위하여 사용한다. 즉, 사용자가 보드로봇에 올라타서 보드로봇을 처음에 구동하기 위하여 제어명령 4번을 사용한다. 제어명령 5번은 보드로봇에 전원을 차단하기 위하여 사용한다.

처음 보드로봇을 구동하기 위하여 시작으로 제어명령 4번을 실행한 후, 좌회전 우회전을 위해 제어명령 1~3번을 사용할 수 있다. 사용중지시 제어명령 5번을 전송하여 릴레이를 off 시킨다.

표 3. 보드로봇 제어를 위한 손동작 정의

Table 3. Finger actions for control of the board robot

Num	Control commands	Action	
		Method	Photo
1	Left	Thumb and index finger touch	
2	Neutrality	Thumb and middle finger touch	
3	Right	Thumb and ring finger touch	
4	Operation (Relay on)	Thumb and middle, ring finger touch	
5	Stop (Relay off)	Fist	

3.2 손동작에 의한 인터페이스 구현 방법

본 연구에서는 손동작 인터페이스를 구현하기 위하여 LED와 CdS센서를 이용하였다. 엄지에 위치한 백색 LED는 검지, 중지, 약지에 위치한 CdS센서와 접촉을 하여 빛의 세기에 따른 아날로그 값을 받아들여지게 된다. 아날로그 값은 Atmega128의 ADC에 의해 디지털 값으로 변환이 되고, 표 3에서 정의된 손동작에 따라 다섯 가지 제어명령을 만든다. 다섯 가지 제어명령은 블루투스를 통해 보드로봇으로 무선 전송 된다.

그림 3은 제안된 방법의 순서도를 보여준다. 처음 스위치를 켜면 현재 조도(f)를 측정하여 실내, 실외모드를 구분한다.

실외모드에서는 장갑센서 엄지에 부착된 LED를 off로 하여 검지, 중지, 약지와 접촉할 때의 조도를 측정한다. 특정 값 이하이면 엄지가 접촉하였다는 표시로 1을 전달한다. 이렇게 하는 이유는 실외에서 햇빛이 비치면 CdS센서의 측정값이 최대가 되기 때문이다. 따라서, 실외에서는 엄지에 부착된 LED를 off로 하여 엄지와 다른 손가락과의 접촉 여부를 구분한다.

실내모드에서는 장갑센서의 엄지 LED를 on으로 하여 검지, 중지, 약지와 접촉할 때의 조도를 측정한다. 특정 값 이상이면 엄지가 접촉하였다는 표시로 1을 전달한다. 이렇게 하는 이유는 실내에서 CdS센서의 측정값은 항상 최대값 이하로 나타나기 때문이다.

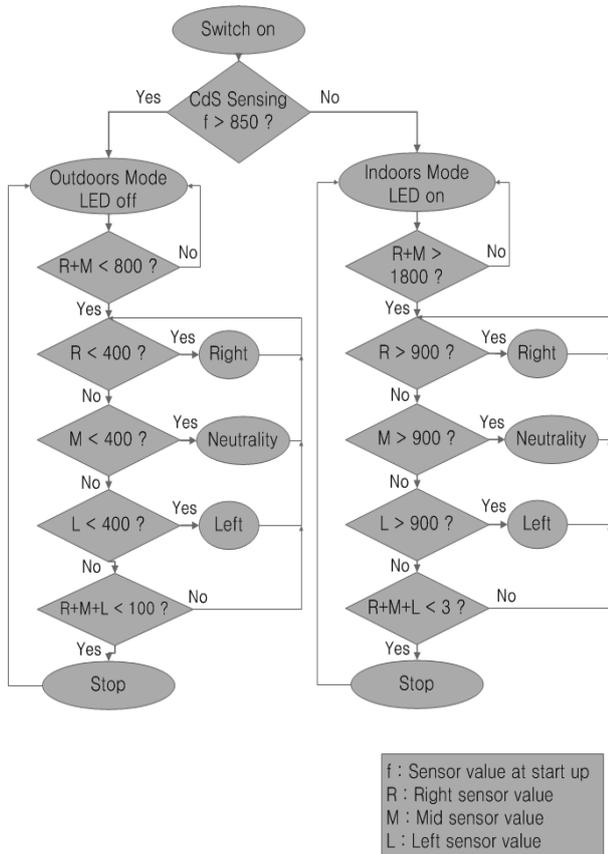


그림 3. 장갑센서에서의 조도측정 및 제어 순서도
Fig. 3. CdS value measurement and control algorithm by the sensing glove

실외라도 밤이나 혹은 날씨가 어두워서 CdS센서의 측정값이 특정 값 이하로 되면 제안된 방법에서는 실내모드가 된다.

제안된 방법에서 센서값의 측정은 CdS센서와 직렬로 연결된 저항에 걸리는 전압으로 ADC값을 측정한다. 다양한 값을 가진 저항으로 바꾸어 실험 한 결과 실외의 경우 LED에 의한 ADC의 측정값이 햇빛에 의한 ADC의 측정값 보다 크지 않다. 따라서, 제안된 방법에서는 실외와 실내 모드로 구분하여 엄지손가락과 다른 손가락과의 접촉유무를 판별한다. 그림 3에서 “f”값이 850 이상이 되어 실외모드로 동작할 때, 오른쪽 센서(R)와 중간 센서(M)값의 합이 800 이하가 되면 보드로봇에 릴레이(relay) 전원이 인가된다. 오른쪽 센서(R)와 중간 센서(M), 왼쪽 센서(L)의 합이 100이하가 되어 보드로봇이 정지하기 전까지 오른쪽 센서(R), 중간 센서(M), 왼쪽 센서(L)에 대하여 각 명령을 수행한다. “f”값이 850 이하인 실내 모드인 경우도 같은 방식으로 작동한다. 그림 3에서 사용된 설정값들에 대해서는 4장 실험에서 다룬다.

4. 실험

본장은 제안된 장갑 센서를 이용한 인터페이스 기반으로 실내와 실외에서 로봇을 원격 제어하기 위하여 실제 데이터 값을 측정후 로봇의 원격제어에 적용하는 실험 내용을 보여준다.

4.1 장갑센서의 CdS에서 측정되는 데이터 값

장갑 센서에 전원을 키면 처음 CdS에 읽히는 데이터가 “f”라는 문자에 저장이 되고 실내와 실외를 판단하는 기준으로 설정된다. “f”가 850보다 클 경우 실외모드로 인식되고, 850보다 작을 경우 실내모드로 인식하게 된다.

실외와 실내 모두 그림 3에서 설정된 ADC변환값으로 실험한 결과 표 3의 손동작을 효과적으로 인식하였다. 실내에서 각 CdS에 3K 오옴의 저항을 사용 하였을 때 양 단자의 전압은 1.2[v]에서 1.5[v]정도로 유지되었으며, 이 때의 CdS에서 측정된 ADC변환 값은 311 ~ 400 이었다. 같은 방법으로 실험한 결과 실외에서는 3.6[v]이상으로 928이상의 ADC 변환 값을 나타내었다. 표 4는 엄지손가락에 부착된 LED를 CdS센서에 접근시킬 때, 저항에서 측정되는 빛의 세기에 따른 ADC 변환값을 보여준다. 본 실험에서는 3K 오옴의 저항을 사용하여 CdS센서의 ADC값을 측정하였으며, 표4에서 보여주는 것처럼 다양한 전압에 따른 ADC변환값을 보여주어 실외와 실내에서 사용하는데 적합하였다.

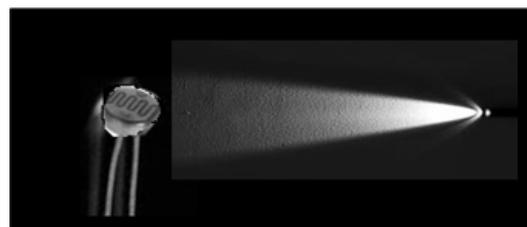


그림 4. LED 빛 측정을 위한 CdS센서
Fig. 4. CdS sensor for measurement of LED light

표 4. 전압에 따른 ADC 변환 후 디지털 값
Table 4. ADC values in accordance with the voltage

Voltage	ADC values
1.2	311
1.5	400
1.8	464
2.1	541
2.4	619
2.7	696
3.0	774
3.3	851
3.6	928
3.9	1006

4.2 실외에서 보드로봇 제어실험

실외에서 그림1의 보드로봇을 무선제어하기 위하여 그림2의 제안된 장갑센서를 이용하여 시간에 따른 ADC변환 값의 변화와 CdS센서 접촉시 변환 값의 변화를 측정하였다.

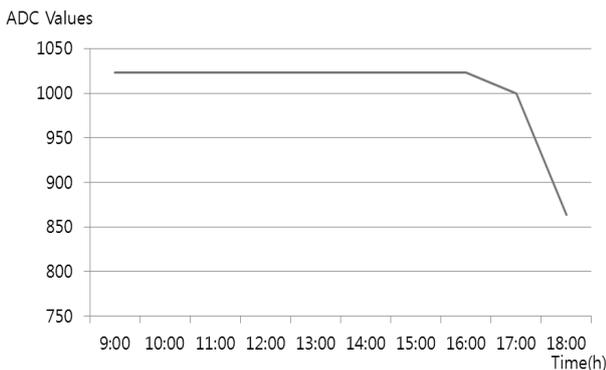


그림 5. 실외에서의 시간에 따른 ADC변환 값
Fig. 5. ADC values over time outdoors

실외에서 실험한 결과 그림 5와 같은 ADC변환 값이 측정되었다. 실외에서는 실내와 달리 햇빛의 영향으로 ADC변환 값이 1000 이상이기 때문에, 엄지손가락에서 LED를 on 하여 사용하는 것은 적합하지 않다. 따라서, 실외모드에서는 엄지의 LED를 off 시켜 엄지손가락을 접촉 시킨다. 엄지손가락을 접촉 시켰을때, ADC변환 값이 특정값 이하로 측정되면 손가락의 접촉 유무가 확인된다. 실외에서 엄지손가락을 접촉시켜 CdS 센서 빛을 가릴 경우 100이하의 ADC값이 측정되었다.

결과로서, 실외의 경우 "f"값을 약 1000으로 설정하여 실외모드로 사용한다. 이 때, 저항 양 단자의 전압은 3.6[v]를 넘었으며, CdS센서의 빛을 가려줄 경우 ADC변환 값은 400보다 낮아져서, 이 때를 엄지손가락이 접촉한 것으로 설정한다.

18:00이후의 실외에서 조도가 특정 값(실험에서는 850의 ADC변환 값)이하로 내려가면 그림 3에서 나타난 것처럼 실내모드로 변환되어 동작된다.

제안된 보드로봇의 실외 주행 결과는 동영상을 참조한다[15].

4.3 실내에서 보드로봇 제어실험

실내에서 그림1의 보드로봇을 무선제어하기 위하여 그림2의 제안된 장갑센서를 이용하여 시간에 따른 ADC변환 값의 변화와 CdS센서 접촉시 변환 값의 변화를 측정하였다.

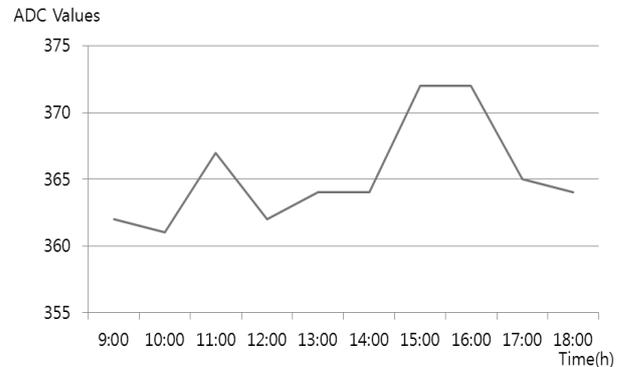


그림 6. 실내에서의 시간에 따른 ADC변환 값
Fig. 6. ADC values over time indoors

실내에서 실험한 결과 그림 6과 같은 ADC변환 값이 측정되었다. 엄지손가락의 접촉이 없을 때 9:00에서 18:00 사이에는 360에서 375 사이의 ADC변환 값을 보여 주었다. 이 시간 내에서 실내에서의 ADC변환 값은 실내등을 키거나 혹은 햇빛이 창을 통해 들어 왔을 때, 500정도의 값을 보여주었다. 실내에서는 어떠한 경우는 제안된 ADC 특정 값을 넘지 않기 때문에 실내모드로 정의 하였다.

실내에서는 실외에 다르게 ADC변환 값이 작기 때문에 엄지손가락의 LED를 on 하여 사용한다. 엄지손가락을 접촉 시켰을때, ADC변환 값이 특정값 이상으로 측정되면 손가락의 접촉 유무가 확인된다. 엄지손가락에 부착된 LED를 다른 손가락에 부착된 CdS센서 방향으로 최대한 가깝게 위치시켜, 즉 접촉시키면 CdS센서에서 측정되는 ADC 변환값은 적어도 900 이상으로 측정된다. 따라서, 엄지손가락과 다른 손가락의 접촉 유무는 ADC 변환값을 900 기준으로 설정한다. 실험결과 900 이상의 변환 값은 LED와 CdS센서간의 거리가 약 1.3[cm] 이내로 들어와야 하기 때문에 900의 설정값은 접촉유무를 판단하는데 적합하였다. 실내의 실험도 실외의 실험과 같이 표 3의 손동작대로 제어명령을 주어 사용자 편의대로 보드로봇을 제어할 수 있었다.

일반적으로 실외에서의 ADC 변환값 "f"는 그림 5에 서처럼 850 이상이고, 실내에서의 ADC 변환값 "f"는 그림 6에서처럼 375 이하가 되어 "f"가 850에서 스위칭 되는 현상은 나타나지 않는다.

그림 7. (a)는 장애물이 일자 대형으로 있을 때 주행한 결과이다. 회전하는 각도가 크지 않기 때문에 쉽게 조종이 가능하였다. 그림 7. (b)는 장애물이 불규칙 박스 대형으로 놓여 있을 때 장애물 회피에 대한 주행 결과이다. 두 번째 장애물에서는 회전반경이 크지만, 장갑제어를 통하여 쉽게 제어함으로써 부딪힘 없이 조종이 가능했다. 그림 7. (a)(b)의 경우 실내의 조명과 실외에서 들어오는 햇빛이 존재하지만 제안된 실내모드의 조도와 LED 설정값에 의한 알고리즘(그림 3)에 의해 외부주위영향을 받지 않고 주행이 가능함을 보여주었다.

그림 8은 그림 7(a)의 주행 실험에서 사용된 제어 명령을 보여준다. 주행시간은 총 26스텝이 소요되었으며, 1스텝은 0.5초이다. 먼저 1스텝에서는 시작(Operation) 제어 명령을 받고 Relay on 상태에서 중립(Neutrality) 신호를 주어 직진을 하였다. 장애물 위를 지나가는 시점인 5~8스텝에서는 좌회전(Left)과 중립(Neutrality) 제어명령을 주어서 회전을 하였고, 이후에도 박스 충돌 회피를 위해 제안된 제어명령들이 사용되었다. 26스텝에서는 마지막 장애물을 통과하였고, 정지(Stop) 제어명령으로 Relay 오프시키고 안정적으로 멈추었다. 실험 중 간섭신호에 의한 오작동이나 제어의 오류는 나타나지 않았다.

5. 결론

본 논문에서는 블루투스 통신을 기반으로 보드로봇을 무선 제어하기 위하여 장갑센서 인터페이스가 제안되었다. 제안된 방법에서는 탑승자의 다섯 가지 손가락 동작을 장갑에 장착된 광센서를 사용하여 빛의 세기로 측정하여 탑승형 로봇에 송신하며, 탑승형 로봇은 수신 받은 명령을 실행하여 방향전환 및 주행을 효과적으로 할 수 있었다. 연구의 결과로 제안된 무선 인터페이스 방식은 실내, 실외에서 간편하고 쉽게 탑승형 로봇을 조종할 수 있음을 보여주었다. 추후 연구는 제안된 인터페이스가 이동로봇 이외에 다른 시스템에서도 다양하게 활용될 수 있도록 진행하는 것이다.



(a) Avoidance for the boxes placed regularly



(b) Avoidance for the boxes placed irregularly
그림 7. 실내에서 장애물 회피에 대한 보드로봇 주행 실험

Fig. 7. Driving test of obstacle avoidance indoors

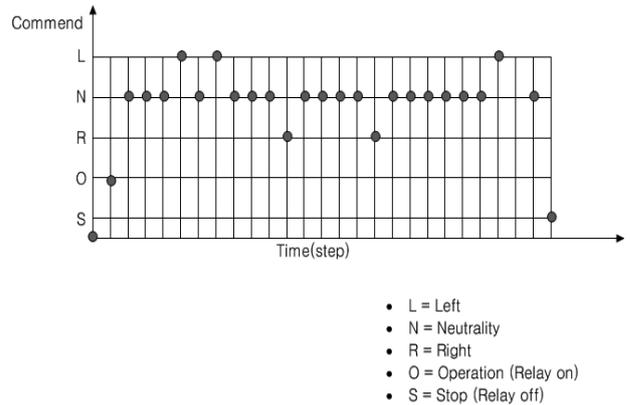


그림 8. 그림 7(a)에서 사용된 제어명령
Fig. 8. Control commands used in the Fig 7.(a)

References

- [1] <http://www.segwaymall.kr>
- [2] <http://www.ntrex.co.kr/>
- [3] Minsu Jang, Yong-Seok Cho, Jae-hong Kim, Joo-Chan Sohn, "Accelerometer-based Gesture Recognition for Robot Interface", *Journal of Intelligence and Information System*, vol. 17, no. 1, pp. 53-69, 2011.
- [4] F. Chandra, N. Kok Yew, and K. Boon How, "Development of a convenient wireless control of an autonomous vehicle using apple iOS SDK," *TENCON 2011-2011 IEEE Region 10 Conference*, pp. 1025-1029, 2011.
- [5] Yoon-Hee Jang, Young-One Cho, Jung-Soo Park, Jin-Woo Jung. "Hand Gesture-based Interface Design for Mobile Robot using Kinect sensor", *Proceeding of KIIS Spring Conference*, vol. 22, no. 1, pp. 243-244, 2012.
- [6] E. Machida, C. Meifen, T. Murao, and H. Hashimoto, "Human motion tracking of mobile robot with Kinect 3D Sensor," *Proceedings of SICE Annual Conference*, pp. 2207 - 2211, 2012.
- [7] F. Flacco, T. Kroger, A. de Luca, and O. Khatib, "A depth space approach to human-robot collision avoidance," *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pp. 338 - 345, 2012.
- [8] I. Chiang, J. Tsai, and S. Chen, "Using Xbox 360 Kinect Games on Enhancing Visual Performance Skills on Institutionalized Older Adults with Wheelchairs," *IEEE Fourth International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning*, pp. 263-267, 2012.
- [9] Dong Hun Kim, "Development of a Simulator for a Mobile Robot Based on iPhone", *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 23, no. 1, pp. 29-34. 2013.

- [10] Hahmin Jung, Dong Hun Kim, "Study of iPhone Interface for Remote Robot Control Based on WiFi Communication", *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 22, no. 5, pp. 669-674, 2012.
- [11] Hyo-Yeong Jeong, Chung-Seop Lee, Yong-Ho Seo, Tae-Kyu Yang, "Touch-based Moving Trajectory Generation and Data Acquisition of a Mobile Robot using a Smart Phone," *Journal of Korean Institute of Information & Telecommunication Facilities Engineering*, vol. 10, no. 3, pp. 98-102, 2011.
- [12] Jong-Jin Park, Gyoo-Seok Choi, Chang-Hee Chun, In-Kyu Park, Kang-Jung Jin, "Remote navigation and monitoring System for mobile Robot using Smart Phone," *Journal of Korean Institute of Internet Broadcasting and Communication (IIBC)*, vol. 11, no. 6, pp. 207-214, 2011.
- [13] Young-Hoon Jeon, Hyunsik Ahn, "Smart-Phone Based Interface for Mobile Robot Control", *Journal of Korean Institute of Electronics Engineers*, vol. 33, no. 1, pp. 1951-1953, 2010.
- [14] Hongjoe Yang, Youngchul Bae, "A study on Input devices for Sign language interpretation with stretch sensors", *Journal of Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 80-83, 2009.
- [15] <http://cafe.naver.com/isarku> PROJECTS>Video Clips

저 자 소 개



류재명(Jaemyung Ryu)

2013년 : 경남대학교 전기공학과 졸업
2013년~현재 : 동 대학원 첨단공학과 석사 과정

관심분야 : 스웽 시스템, 지능제어&로봇, 디지털 신호처리, 영상처리

Phone : +82-10-4546-3524
E-mail : jjang3397@naver.com



김동현(Dong Hun Kim)

2001년 : 한양대학교 전기공학과(공학 박사)
2001년~2003년 : 미국 듀크 대학교 연구원
2003년~2004년 : 미국 보스톤 대학교 연구원
2004년~2005년 : 일본 동경대학교 박사후과정

2012년~2013년 : 영국 에식스대학교 방문교수
2005년~현재 : 경남대학교 전기공학과 부교수

관심분야 : 스웽 시스템, 이동로봇 경로계획, 지능 로봇 제어, 비선형 적응제어

Phone : +82-55-249-2629
E-mail : dhkim@kyungnam.ac.kr
Home Page : cafe.naver.com/isarku