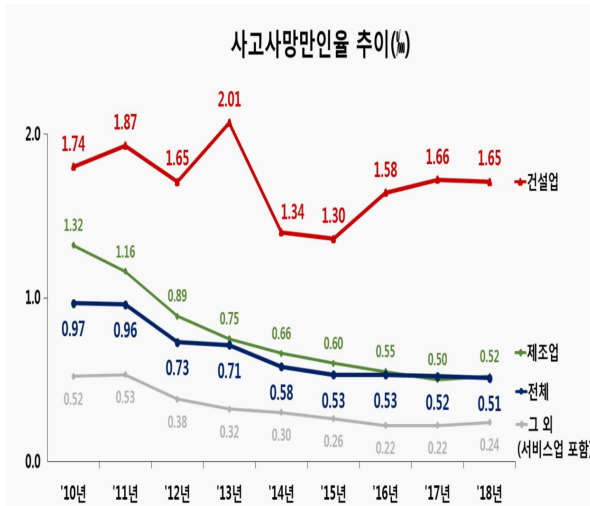


프로젝트 명 : HP(Hazard Prevention) Helmet



인공지능응용학과

1) 프로젝트 필요성



사고사망만인율 추이

안전모 미착용 건설근로자, 현장에서 바로 퇴출

이영이 기자 | 승인 2017.07.05 09:55 | 댓글 0

이달부터 안전조치수칙 미준수 집중단속



사경제신문 이영이 기자 = 이달부터 서울 시내 건설 현장에서 안전모 미착용 근로자는 과태료 부과는 물론 현장에서 바로 퇴출된다.

서울시는 이달부터 발주한 공사장에서 안전사고 예방을 위해 필요한 조치를 하지 않은 사업주와 안전수칙을 준수하지 않은 근로자를 집중적으로 단속해 위반자는 고용노동부에 과태료 부과를 의뢰하고, 건설 현장에서 바로 퇴출하는 등 특단의 조치를 마련했다고 밝혔다.

안전모 미착용과 안전고리 미제결한 근로자는 건설현장에서의 바로 퇴출과 과태료 부과를 의뢰함과 동시에 이력관리를 통해 서울시에서 시행하는 건설현장 참여

▲ 안전모 착용 모습.

도 제한된다.

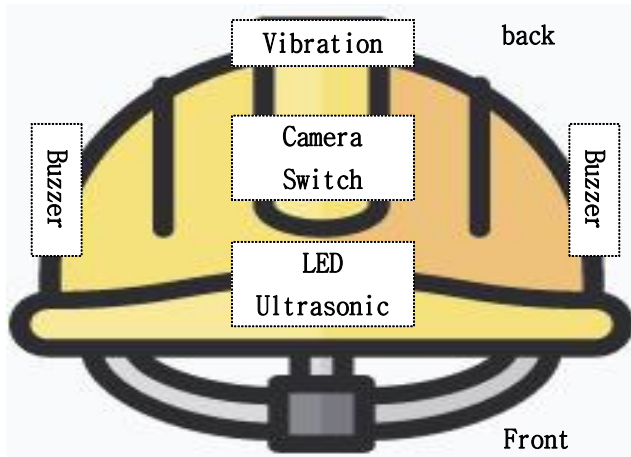
현재 시는 건설공사장 안전 기동점검, 근로자 심리상담, 위험공중 사전작업 허가제, 근로자 안전교육, 안전직무 역량 강화 교육, 사고대비 상황별 모의훈련, 고령·외국인 근로자 이력관리제 등을 운영하고 있다.

안전모 착용의 중요성

- 첫 번째 그래프는 2010년~2018년동안 분야에 따른 사고사망 만인율 추이를 보여주고 있다. 건설업 분야는 14년도에 하락되는 추세를 보였지만 14년을 기점으로 18년까지 꾸준히 사고 사망자수가 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 사고사망자수는 2017년 964명에서 971명으로 소폭 증가했으며 이 중에서 건설업이 485명으로 절반을 차지했다.
- 두 번째 사진을 통해 안전모를 미착용시 현장에서도 바로 퇴출당하는 것을 확인할 수 있다. 공사장에서 헬멧 착용 유무에 따라 현장에서 바로 퇴출당할 만큼 안전모 착용의 필요성이 중요해지고 있으며, 공사장 근로자의 생명과도 직결되기 때문에 안전모는 현장에서 일하는 사람한테는 필수불가결한 존재이다.
- 대부분 공사장의 사고들은 근무하다가 사망하거나 부상을 당하는 사고들이며 주로 낙상사고 또는 붕괴사고다. 그리고 조선소에서 일을 하다보면 아무것도 보이지 않는 곳에서 일을 할 경우 위험을 감지하기 어려워 사건사고들이 빈번히 발생한다.
- 하지만 아직까지 현장에서 헬멧을 미착용하는 경우도 많으며, 공사장 헬멧 자체만으로는 낙상, 붕괴사고에 의한 사망율을 줄이는 것에 한계가 있다. 그리고 사고 발생시 부상자에 대한 대처나 치료를 하지못해 사망하는 사람들도 다수 존재한다. 따라서 본 프로젝트는 이러한 문제점을 해결하기 위해 HP(Hazard Prevention) Helmet을 구현하게 되었다.

2) 동작순서도

I. Helmet Block Diagram



헬멧 구성도

Role(역할)

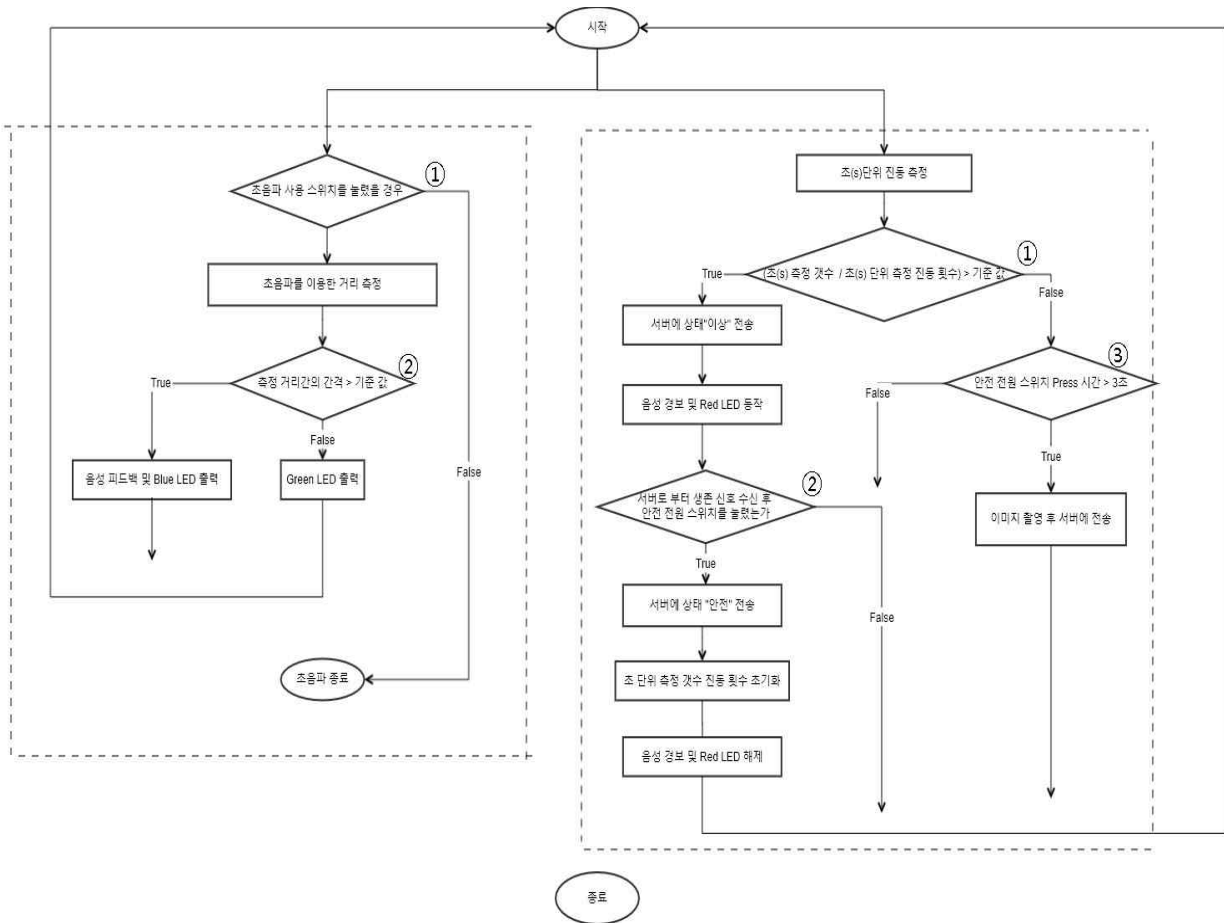
- UltraSonic_Sensor : Ultra Sonic_Sensor는 어두운 곳에서 의 작업 시 시각적으로 보이지 않는 물체감지 및 추락방지
- Vibration_Sensor : Vibration_Sensor는 근무자의 현재상태(활동량, 피로도)를 확인가능
- Camera / Switch Sensor : 사고 발생 시 사고자의 상태를 확인하기 위한 센서이다. 스위치 센서는 카메라를 촬영기 위한센서
- LED : LED는 Ultra Sonic_Sensor가 거리를 감지할 때 장애물과의 위험을 시각적으로 보여주는 센서
- BUZZER : BUZZER는 근무자가 물체를 감지하거나 추락 위험이 있을시 근무자에게 위험하다는 신호를 알려주고, 근무자가 사고를 당할시 근처 근무자들에게 알려주기 위한 센서

2. Used parts

HC-SR04	5R3HT-10	SM-1205C	RPI 8MP CAMERA
SW-420	PTS-1103	Raspberry PI	Jumper Cables

3. Helmet Flow Chart

- 본 프로젝트에서 구현한 HP(Hazzard Prevention) Helmet 는 총 2개의 순서도로 분류되며 첫 번째 순서도는 헬멧에 연결되어 있는 센서들간의 동작과 Server로 데이터를 송수신 해주는 순서도이고, 두 번째 순서도는 헬멧에서 송신한 데이터를 서버가 얼굴인식 및 수신받은 데이터를 분석하여 피드백 데이터를 다시 헬멧으로 전송하는 역할을 한다.



[Helmet] Flowchart of sensor operation and data transmission

① A Flow Chart Table

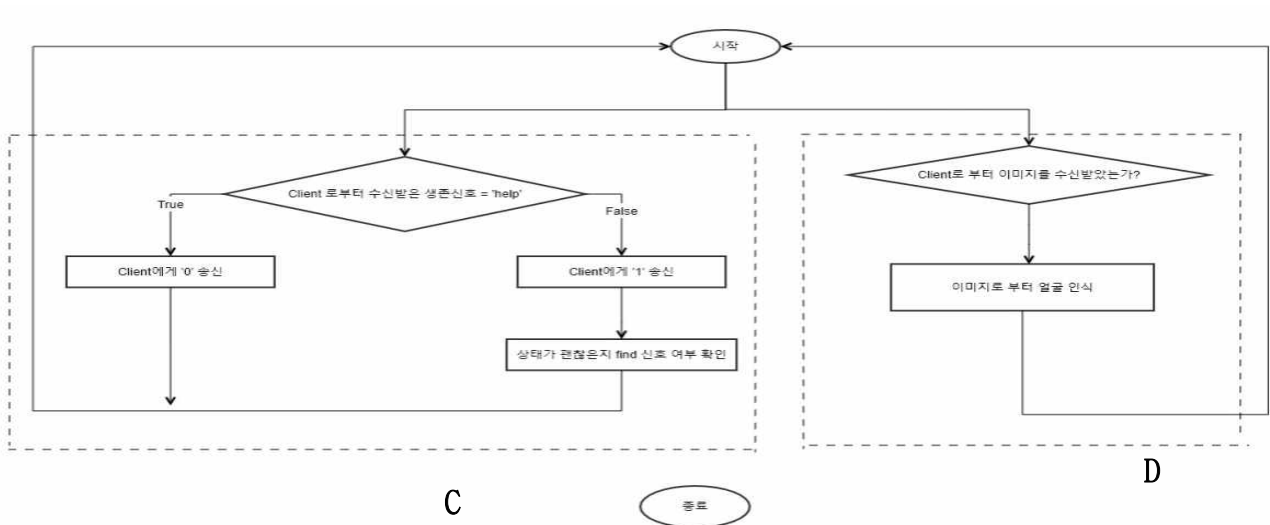
Question	①		②	
	True	False	True	False
초음파 사용 스위치를 눌렀을 경우	<ul style="list-style-type: none"> 초음파 센서를 이용하여 거리 측정 ②으로 이동 	<ul style="list-style-type: none"> 초음파 센서를 종료 	-	-
측정 거리간의 간격 > 기준 값	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 음성 피드백 및 Blue LED 출력 	<ul style="list-style-type: none"> Green_LED 출력

② B Flow Chart Table

Question	①		②		③	
	True	False	True	False	True	False
(초(s) 측정 개수 / 초(s) 단위 측정 진동 횟수) > 기준 값	<ul style="list-style-type: none"> 서버에 상태 "이상(help)" 전송 	<ul style="list-style-type: none"> ③으로 이동 	-	-	-	-

	<ul style="list-style-type: none"> 경보 및 LED "ON" ②으로 이동 					
서버로부터 생존 신호 수신 후 안전 전원 스위치를 눌렀는가	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 서버에상대 “안전(fine)” 전송 초 단위 측정 개수 및 진동 횟수 초기화 경보 및 LED “OFF” 	제측정	-	-
안전 전원 스위치 Press >= 3s	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 이미지 촬영 후 서버에 전송 	제측정

[Server] Flowchart of data transmission and reception



① C, D Flow Chart Table

Question	Explanation	C		D	
		True	False	True	False
Client로부터 수신받은 생존신호 = 'help'	<ul style="list-style-type: none"> Client에게 '0' 송신 	<ul style="list-style-type: none"> Client에게 '1' 송신 사용자의 상태가 괜찮은지 find 신호 여부 확인 	-	-	
Client로부터 이미지를 수신 받았는가?	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 이미지로 부터 얼굴 인식 	제측정	

3) 준비 부품

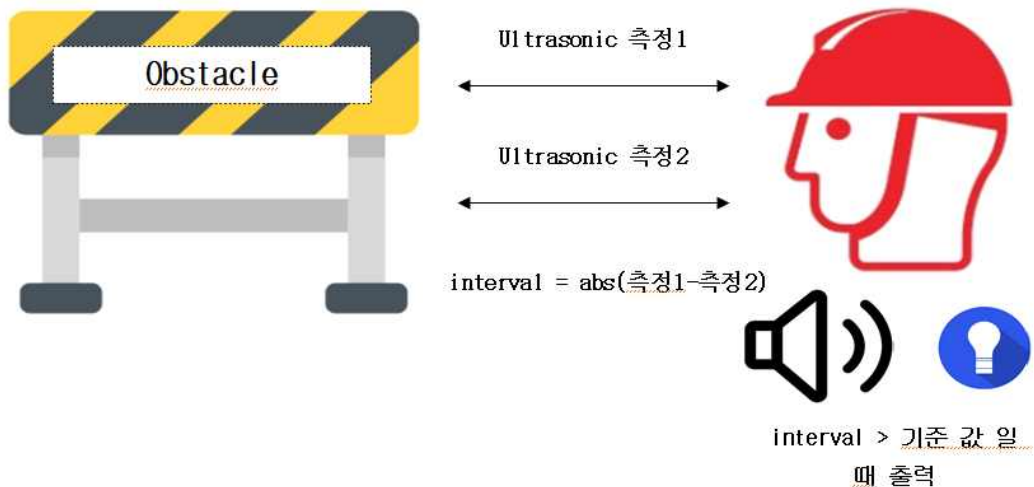
센서모듈	센서명	역할
	초음파 센서(HC-SR04)	Ultra Sonic_Sensor는 어두운 곳에서 작업 시 시각적으로 보이지 않는 물체감지 및 추락방지
	5핀이 고휘도 LED (5R3HT-10)	LED는 Ultra Sonic_Sensor가 거리를 감지할 때 장애 물과의 위험을 시각적으로 보여주는 센서
	부저 센서(SM-1205C)	BUZZER는 근무자가 물체를 감지하거나 추락위험이 있을시 근무자에게 위험하다는 신호를 알려주고, 근무자가 사고를 당할시 근처 근무자들에게 알려주기 위한 센서
	진동센서(SW-420)	Vibration_Sensor는 근무자의 현재상태(활동량, 피로도)를 확인기능
	카메라 모듈(RPI 8MP CAMERA)	사고 발생 시 사고자의 상태를 확인하기 위한 센서이다.
	스위치 센서(PTS-1103)	스위치 센서는 카메라를 촬영하기 위한 센서

4) 핀 맵

센서모듈	순번	역할	포트번호
HC-SR04 (초음파 센서)	1	전원	VCC
	2	데이터핀1	GPIO 5(TRIGGER)
	3	데이터핀2	GPIO 6(ECHO)
	4	접지	GND
5R3HT-10 (5파이 고휘도 LED)	1	RED LED	GPIO 9
	2	GREEN LED	GPIO 10
	3	BLUE LED	GPIO 11
	4	접지	GND
SM-1205C (부저 센서)	1	전원	VCC
	2	데이터	GPIO 22
	3	접지	GND
SW-420 (진동센서)	1	데이터핀	GPIO 2
	2	전원	VCC
	3	접지	GND
RPI 8MP CAMERA (카메라 모듈)	1	CSI	CSI CONNECTOR PIN
스위치 센서	1	데이터핀	GPIO 8
	2	접지	GND

6) 시나리오 구현 방법

■ 초음파를 이용한 거리 측정 : HP(Hazard Prevention) Helmet을 착용하여 초음파 사용 스위치를 누를 경우 헬멧에 부착된 초음파 센서가 앞에 있는 장애물과의 거리를 측정 하여 측정 거리들 간(a-b)의 하여 사이 간격을 구해 현재 사이 거리가 설정한 제한 거리 값보다 커질 경우(TRUE) Blue LED와 Buzzer를 출력한다. 만약 그렇지 않을 경우(FALSE) Green LED 출력을 유지하면서 지속적으로 초음파 센서가 거리를 측정한다.(그림 33)



■ 초(s) 단위 진동 측정 :

- 헬멧에서 초(s) 단위로 진동(진동은 움직일때마다 1씩 증가)을 측정하여 초 단위로 진동을 측정하며(진동은 움직일 때마다 1씩 증가) (초 단위 작동 시간 / 초 단위 측정 진동 횟수)가 기준 값보다 클 경우 서버에 상태 ‘이상 (help)’ 을 전송하며, 음성 경보와 Red LED가 동작 후 서버에 help 송신.
- 이때 서버로부터 생존 신호 수신 후 안전 전원 스위치를 눌렀을 경우 서버에 상태 ‘안전(fine)’ 을 전송하며, 초 단위 측정 개수 진동 횟수를 초기화 및 음성 경보와 Red LED를 해제한다.
- 기준값보다 적을 경우에는 움직임이 없다는 소리를 뜻하기 때문에 안전 전원 스위치를 눌렀을 경우에는 아무 이상 없이 다시 진동을 측정한다. 누르지 못했을 경우 근로자에게 문제가 있다는 것을 인지하여, 근처 동료가 안전 전원 스위치를 3초 이상 누르면 이미지를 촬영하여 서버에 전송할 수 있다.

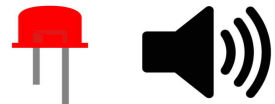
진동측정 (움직일때마다 1씩 증가)



(초 단위 작동 시간/초당 측정 진동 횟수) > 기준값 일 경우



서버에 "이상(Help)" 전송



Buzzer, Red LED 출력

- 근로자가 서버에게 전송할 안전 여부 송신 스위치를 누르지 못했을 경우



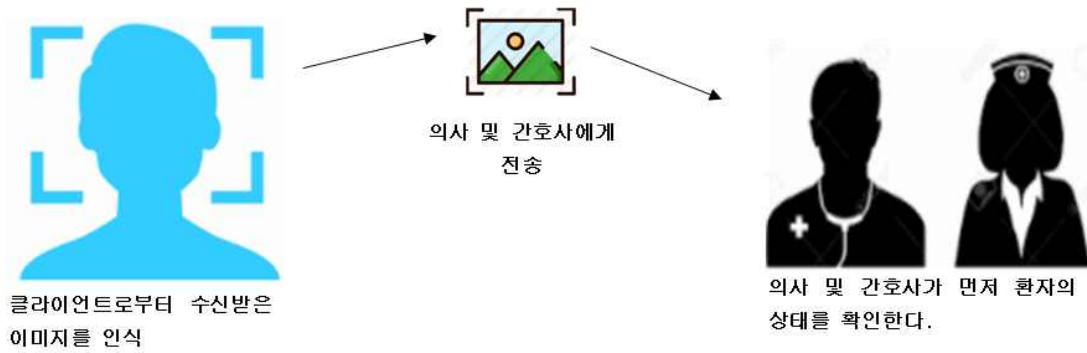
근처 동료 근로자가 헬멧에 연결된 안전 전원 스위치를 3초 이상 눌러 현장사진 및 부상자 상태 촬영



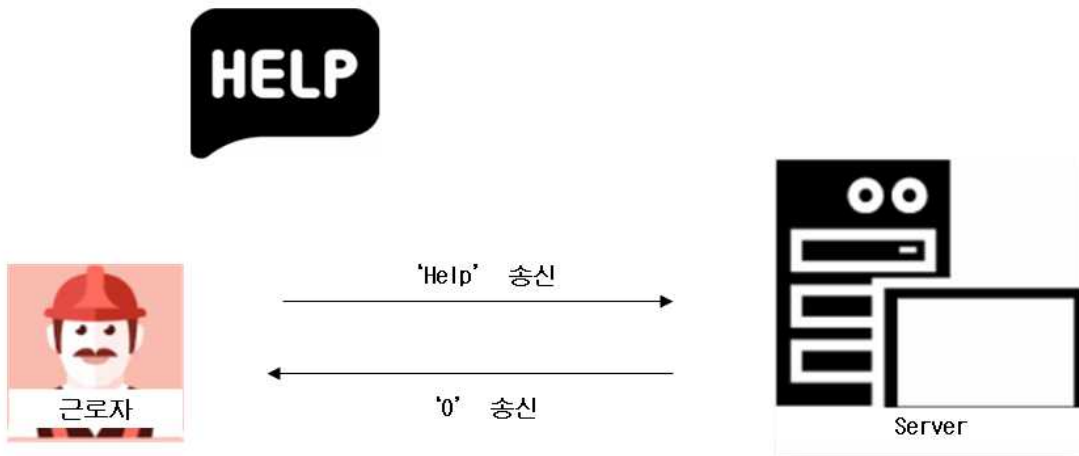
촬영된 사진과 생존신호는 회사 서버로 전송

■ 클라이언트로부터 수신

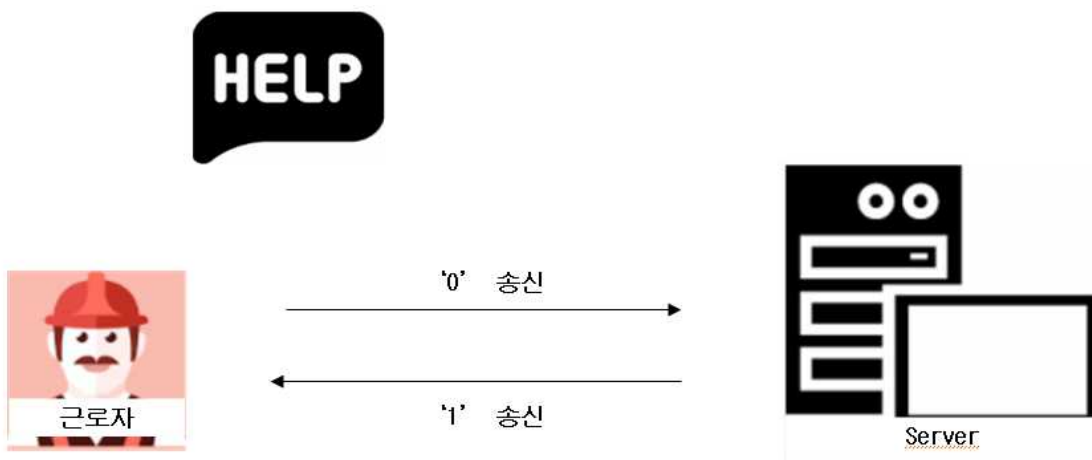
- 클라이언트로부터 이미지를 받았을 경우에 수신받은 이미지(얼굴)를 인식하여 의사 및 간호사들이 환자의 얼굴을 보고 먼저 환자의 상태를 확인한다.



- 클라이언트로부터 평소에 괜찮은지(fine) 신호를 받으며, 만약 수신 받은 생존신호가 이상(help)일 경우 클라이언트에게 '0' 을 송신 후 해당 근로자의 부저와 LED를 켜고 상태가 안전 상태(0)신호 여부를 확인, 안전 상태(0)신호를 받은 경우에는 서버가 클라이언트에게 1을 송신 후 해당 부저와 LED를 해제
- 클라이언트로부터 "Help" 라는 신호를 수신 받았을 경우 서버는 '0' 을 송신하여 클라이언트의 부저와 LED를 켜



- 클라이언트가 안전 여부 스위치를 눌러 서버가 '0' 을 수신 받았을 경우 클라이언트에게 '1' 을 송신하여 해당 착용자의 부저와 LED를 끄

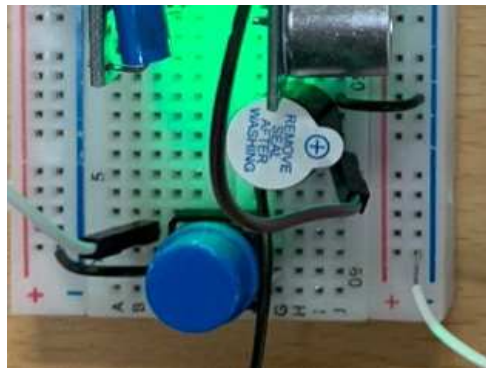


- 착용자의 부저와 LED 작동 시 동료 근로자에게 휴대폰으로 연락 후 착용자의 상태를 사진으로 촬영 후 구급차가 오기 전까지 가벼운 응급처치를 할 수 있도록 도와준다.

7) 실험결과

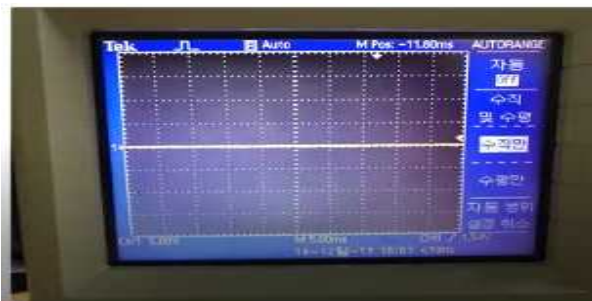
■ Buzzer 센서

- 피에조부저란 수정이나 세라믹 같은 결정체의 성질(압전물질)을 이용한 소자이며, 압전물질에 얇은 판을 대어 압전효과에 의해 소리가 나도록 한 것이다.
- 압전물질이란 어떤 결정에 아력을 가했을 때 전압이 발생되고 이 물질에 반대로 전압이 인가되어 물리적 변위가 생기는 원리를 이용한 물질
- 압전효과란 압력을 가했을 때 전압이 발생되고, 전압을 가했을 때 압력이 생기는 것. 즉, 피에조 부저란 소리를 발생시키는 원리는 압전물질에 얇은 판을 대어주고, 압전 물질에 전압을 가하면, 압전물질이 진동하며 판과 부딪혀 소리가 난다.

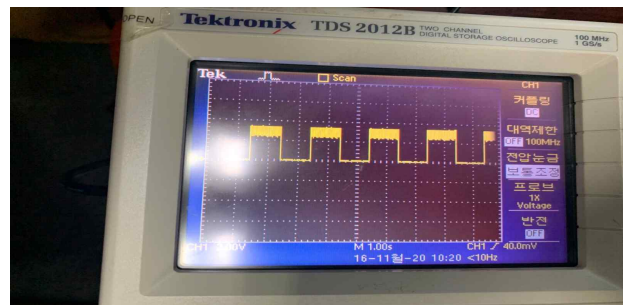


Buzzer 센서 연결 사진

- Buzzer 센서 파형 측정
 - 부저센서에 전압이 들어오지 않았을때의 상태이며, 전압이 인가되지 않았기 때문에 파형이 변화가 없는 것을 보여주고 있다.
 - 부저센서에 전압이 인가되어 부저센서가 울릴 때 마다 일정간격으로 파형이 움직이는 것을 보여주고 있다.



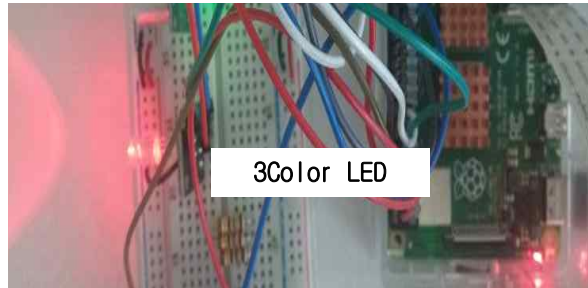
Buzzer 미동작 시 파형



1초 주기로 부저가 출력되는 경우

■ LED 센서

- LED란 순방향으로 전압을 가했을 때 발광하는 반도체 소자이며, 발광다이오드라고도 불린다.
- 전류의 양에 대하여 빛의 세기가 결정되며 최대 정격전류를 넘으면 소자가 파손되어 수명이 짧아지거나 심할 경우 사용할 수 없게 된다.
- 극성이 있으므로 어노드와 캐소드를 반대로 인가했을 경우 발광하지 않는다. 또한 내전압이 낮으며 파괴되기도 쉽다.

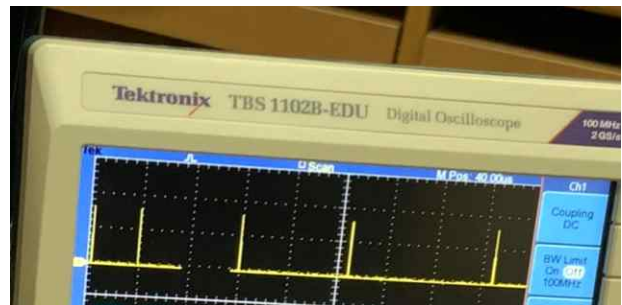


LED 연결 사진

- LED 센서 파형 측정
 - LED의 미동작 상태의 파형이며, LED에 전압이 가해지지 않아 아무런 변화가 없는 것을 확인할 수 있다.
 - LED의 동작상태의 파형이며, LED에 전압이 가해지며, LED가 ON되며 Delay를 줬을 때 그림77과 같은 일정간격으로 파형이 변화하는 것을 볼 수 있다.



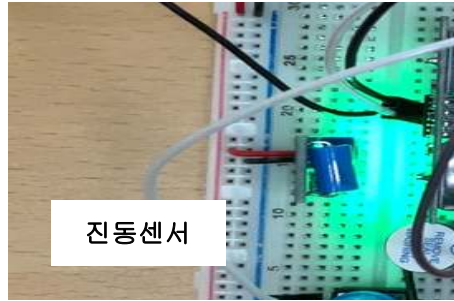
초음파 센서 미동작 시 파형



초음파 센서 동작시 파형

■ 진동센서

- 진동센서란 진동을 측정하는 센서로 진동센서, 가속도센서, 진동 가속도계라고도 부른다. 다른 의미로, 가해진 가속도에 비례하여 전기적 신호를 생산하도록 만들어진 변환기이다.
- 일반적으로 압전형 타입 가속도계를 많이 사용하며, 압전형 가속도계의 원리는 압전형 물질 상부 혹은 측면에 가속도에 반응하는 질량을 부착하여 질량의 움직임에 따라 발생하는 압전형 물질의 변형률을 이용한다.



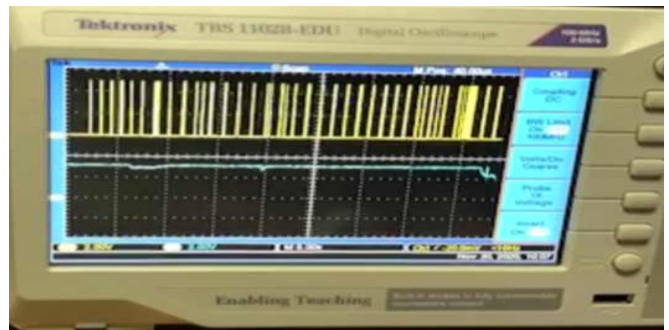
진동센서 연결사진

● 진동센서 파형 측정

- 진동센서의 미동작상태이며, 전압이 가해지지 않았거나, 진동센서로 움직임이 없을때의 상태이며, 파형이 일정하다.
- 진동센서의 동작상태이며, 전압이 가해져 진동센서가 부착되어 있는 물체가 움직임이 있을때마다 파형이 위로 뛰고 움직임이 없으면 다시 내려와 그림 83과 같은 파형을 볼 수 있다.



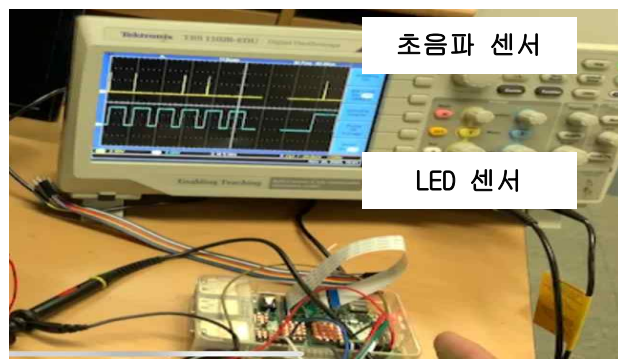
진동 센서 미동작 시 파형



진동 센서 동작시 파형

■ 실험 결과

- 초음파센서와 LED센서가 동시에 작동하고 있을때의 파형이며, 그림 68의 파형은 물체가 초음파 센서의 거리의 최솟값을 벗어났을 경우 LED가 동작할때의 사진이다.
- 노란색 파형은 초음파센서이며, 파란색 파형은 LED센서이다.



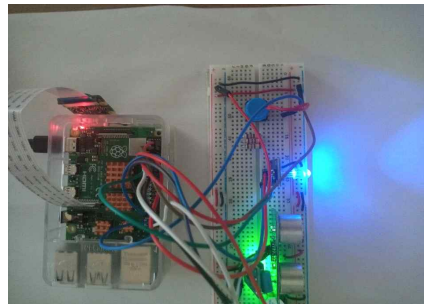
초음파센서와 LED센서 파형

- 초음파센서와 부저센서가 동시에 작동하고 있을때의 파형이며, 그림 86의 파형은 초음파센서의 측정 기준값을 벗어났을 경우 부저센서로 음성(위협)신호를 주게된다.
- 노란색 파형은 초음파센서이며, 파란색 파형은 부저센서이다.



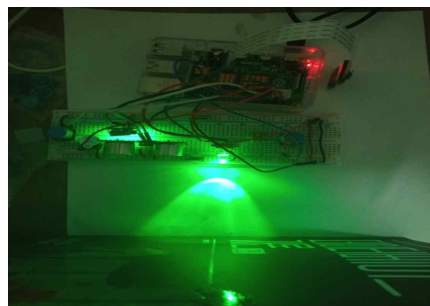
초음파센서와 부저센서 파형

- 센서 동작
 - 장애물과의 거리를 측정한 측정 거리들 간(a-b)의 사이 간격이 기준 값을 초과할 경우 Blue LED와 Buzzer를 출력한다.



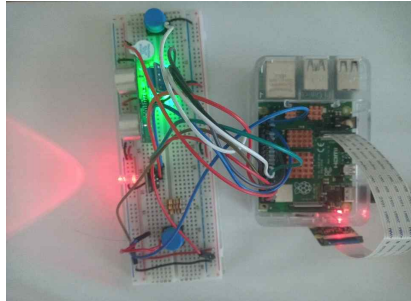
Blue LED, Buzzer ON

- 안정거리일 때 Green LED가 작동하게 되며 근무자가 평소 작업을 하고 있을 때는 Green LED가 출력되며 상태는 안전하다는 것을 시각적으로 보여줌



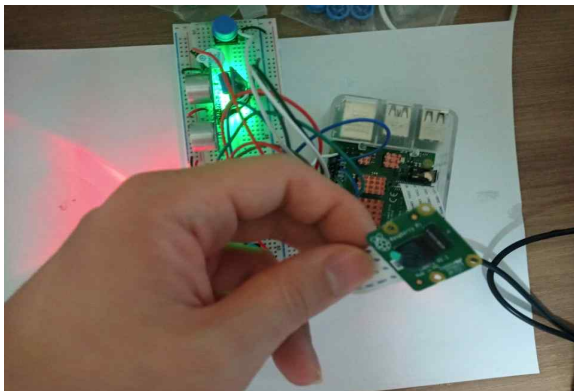
Green LED ON

- 근무자의 (초 단위 작동 시간 / 초 단위 측정 진동 횟수)가 설정 값보다 클 경우 이상(help)신호를 서버로 보낸 후 Red LED와 Buzzer가 동작하며, 근무자가 안전 전원 스위치를 눌러 안전상태(0)신호를 보내면 서버에서 클라이언트에게 1을 송신하여 해당 부저와 LED를 해제



Red LED, Buzzer ON

- 근무자가 사고를 당한 경우 사용자의 헬멧에 안전 전원 스위치를 눌러 사진을 찍어 서버에 전송 할 수 있음
- Camera센서를 이용하여 얼굴 인식이 가능하게 되며 파트너 근무자가 사고를 상한 근무자의 현재 상태를 사진을 찍어 병원 측에 전송하여 병원으로 이송 되었을 때 쉽게 빠른 조치가 가능하다.



Switch를 누를 시 사진 촬영



촬영된 사진 얼굴 인식