

# 수납식 관람석의 충돌사고를 예방하기 위한 객체인식 활용 방법에 관한 연구

송제호\*, 궤표성\*\*

\*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구센터

\*\*금성아이티

e-mail:myksj1105@hanmail.net

## To prevent collisions with retractable bleachers Research on how to use object recognition

Je-Ho Song\*, Pyo-Sung Gwak\*\*

\*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),  
Smart Grid Research Center, Chonbuk National University

\*\*GOLDSTAR IT Inc

### 요약

본 논문에서는 인공지능 딥러닝을 통한 객체인식 기술을 수납식 관람석에 적용하여 충돌사고를 예방할 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하였다. 수납식 관람석은 체육관, 공연장, 강당, 학교 등 여러 곳에 설치되며 사용자의 환경에 따라 인출, 혹은 수납을 진행한다. 이때, 수납식 관람석이 설치된 장소에서 인출이나 수납이 이루어지는 과정 중에 유아나 초등 학생들이 충돌사고를 당할 위험이 있다. 종래에는 PIR센서나 초음파 센서를 통하여 충돌을 방지하였지만, 순간적인 오작동이 발생되거나 센서 감지가 안되는 곳에서는 사고가 발생할 가능성이 크다. 따라서, 충돌사고를 예방하고자 인공지능 딥러닝 기술을 활용한 YOLO(You Only Look Once)모델을 적용하여 영상 데이터를 통한 실시간 해석을 통해 해결하고자 한다. 본 시스템에서는 IoT를 통한 시스템과 객체인식 기술인 딥러닝, 센서를 통한 충돌 방지 제어기 등을 통하여 안전 시스템을 구축하였다. 전방과 내부에 카메라를 설치하여 수납식 관람석이 인출될 때 전방에 사람이 가까이 있는지 판단하고, 수납할 때는 내부에 사람이 있는지 판단한다. 이를 통해 보다 더 안전한 시스템을 구축함으로써 충돌사고 예방에 큰 도움이 될 것으로 보인다.

### 1. 서론

코로나 19에 대한 사람들의 인식이 달라지고 거리두기가 많이 약화됨에 따라 체육관, 경기장 등에서 여러 사람들이 모이는 행사가 많이 이루어진다. 무수히 많은 관람객들이 공연 및 행사를 즐길 수 있도록 여러 단으로 구성되어 있는 수납식 관람석이 펼쳐지는 것을 종종 볼 수 있다. 수납식 관람석은 여러 단으로 구성이 되어 있어 사용할 때에는 관람석을 계단식으로 인출하여 사용하고, 보관할 때는 한 단씩 포개어 수납할 수 있는 관람석을 뜻한다. 이러한 수납식 관람석은 설치장소, 규모 및 디자인에 따라 여러 모양으로 설치할 수 있으며, 사용자의 맞춤에 따라 기구물이 인출되거나 수납된 형태로 되어 있다.[1]

수납식 관람석은 경기장, 체육관, 공연장, 강당, 학교 등 여러 곳에 설치되는데, 인출과 수납의 과정 안에서 유아를 비롯한 초등학생들의 사고가 발생하기도 한다. 이에 국내외 해외에서 충돌을 방지할 수 있는 수납식 관람석의 시스템에 대한 요구가 발생하고 있다. 종래에는 PIR센서와 초음파센서, 레이

저센서 등 여러 센서를 통해 충돌을 예방하고자 하였지만, 기존의 센서로는 확실한 예방을 하지 못한다. PIR센서의 경우에는 사람의 온도에 맞춰 감지하다 보니, 사람이 아닌 다른 대상을 감지하거나 혹은 넓은 감지 영역 때문에 오측이 되는 경우가 많다. 초음파센서 같은 경우에는 내부에 여러 걸림이 많기 때문에 적용이 힘들며, 전방에서 수납식 관람석이 인출될 때 진행에 방해되지 않는 건축물이나 기구물을 장애물로 오측하여 멈추는 경우가 많다. 또한, 적외선 센서 같은 경우에는 감지 영역이 좁기 때문에 작은 사람의 경우에는 정확하게 감지하는 못하는 경우가 있다. 이처럼 충돌사고를 방지하기 위한 기존의 방법들에는 한계가 있다.[2-4]

기존의 센서, 시스템들의 공통적인 문제점은 장애물로 인식한 것이 실제 장애물인지, 무엇인지, 무시해도 되는건지에 대한 판단을 정확하게 하지 못한다는 것이다. 그리고 수납식 관람석 전체를 감지할 수 있을만큼 감지영역이 넓어야 하지만 비교적 좁고, 전방으로 인출할 때는 장애물에 대한 거리인식이 있어야 하지만 그것을 제대로 하지 못한다.[5]

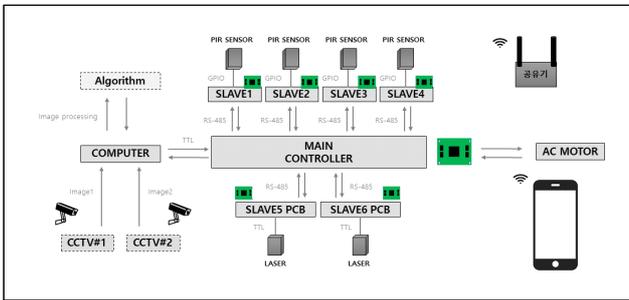
이를 해결하기 위해서 영상을 통한 객체인식의 필요성에 대해 체감하게 되었고, 이것을 활용함으로써 수납식 관람석

의 인출-수납 과정 중에서 발생할 수 있는 충돌을 미리 방지하여 안전한 시스템을 구축할 수 있다는 결론에 이르렀다. 이 기술을 적용하면, 수납식 관람석이 인출될 때의 객체를 인식하고 위치를 판단하여 충돌사고가 날 경우에는 모터의 동작이 멈춘다. 그러나 그것만으로는 충분하지 않다. 위와 같은 상황을 작업자 혹은 관리자에게 알릴수 있어야 한다. 이에 IoT를 통한 원격시스템과 객체인식 기술인 딥러닝, 센서를 통한 충돌 방지 제어기를 통하여 수납식 관람석의 안전 시스템을 구축하였다.

## 2. 연구 추진 계획

### 2.1 연구 개발 컨셉

본 수납식 관람석의 안전시스템은 충돌사고를 예방하기 위해 여러 센서, 컴퓨터, CCTV화면, IoT구성, 객체인식 등을 활용하여 시스템을 구현하였다.



[그림 1] 연구 개발 도식도

위의 도식도처럼 CCTV의 실시간 영상데이터를 받아 인공 지능 딥러닝 YOLO해석을 진행하여 운전하는 동안에 객체인식을 진행하여 충돌을 미리 예방하고, 기타 PIR센서와 적외선 센서를 통해 안전시스템을 구축하였다. 그리고 전용 어플리케이션으로 현재 상황과 이벤트 알람에 대해 데이터를 받아 볼 수 있다.

시스템 구성 사항 다음과 같다.

[표 1] 시스템 구성 사항 및 역할

구성 사항	역할
COMPUTER	- WINDOWS기반의 소형 컴퓨터로서, CCTV영상을 받아 딥러닝을 통하여 사람을 검출합니다.
CCTV1	- 우측방 화면을 송출합니다.
CCTV2	- 좌측방 화면을 송출합니다.
MAIN Controller	- 센서 데이터 수집과 AC MOTOR를 컨트롤 합니다. - 터치 센서와 연동하여 제어 및 모니터링 될 수 있도록 합니다.
SLAVE1	- 우측 전방 지역 영역을 측정합니다.
SLAVE2	- 좌측 전방 지역 영역을 측정합니다.
SLAVE3	- 우측 후방 지역 영역을 측정합니다.
SLAVE4	- 좌측 후방 지역 영역을 측정합니다.
SLAVE5	- 우측 레이저 센서를 통한 물체를 검출합니다.
SLAVE6	- 좌측 레이저 센서를 통한 물체를 검출합니다.
공유기	- WIFI 네트워크를 구성하며 AP역할을 수행합니다.
스마트폰	- 시팅시스템의 모니터링 및 제어할 수 있습니다.
AC MOTOR	- 시팅시스템의 구동부입니다.

## 2.2 연구 개발 환경 하드웨어 스펙

본 연구 개발의 하드웨어 스펙은 다음과 같다.

[표 2] 시스템 구성 하드웨어 스펙

구성 사항	SPEC
COMPUTER	- OS : WINDOWS10 - CPU : 인텔 셀러론 N4100프로세서 - 그래픽카드 : 인텔 UHD Graphic 600 - 메모리 : DDR4 SO-DIMM 메모리 지원 - 저장장치 : 64GB eMMC - 오디오 : JACK 1EA, 디지털마이크 1EA - 네트워크 : 랜포트 1개 - 무선네트워크 : 인텔 WIFI802.11ac&Bluetooth4.2 - USB : 총 6개 - 비디오출력 : HDMI - 전원 : DC 19V, 3.42A - 크기 : 132 X 118 56.4[mm]
CCTV1	- Model : DS-2CD2021G - 제조사 : Hikvision - Lenz : 2.8mm - Day & Night : IR Cut Filter - FOV : 114도, Vertical 62도, diagonal FOV 136도 - IR Range : Up to 30m - Wavelength : 850[nm] - Main Steam Compression : H.265/H.264 - Sub Steam Compression : H.265/H.264/MJPEG - POWER : 12VDC - Protocols : 802.11b, 11g/n - 크기 : 69.7 X 67.9 X 171.4[mm]
CCTV2	- CCTV1 동일
MAIN Controller	- MCU : ATMEGA2560-16AU - POWER : 220VAC → 12VDC, 5VDC → 5VDC - 5VDC Buzzer - Communication : 4ch TTL, 1ch RS-485 - WIFI : ESP-07 - DHT22 Temperature, Humidity - INPUT GPIO : 14ch - MOTOR : 3ch 3phase AC Motor control - Relay : AC 3ch, DC 2ch - RJ-45 Connector : 8ch RS-485 - Load cell : HX711 무게측정 - Micro SD Card - RTC(Real Time Clock) - Touch panel : NX8048K070-011R * 7inch panel * Color : 64K 65536 colors, 16 bit 565 * Layout Size : 181(L)×108(W)×7.7(H) * Resolution : 800×480
SLAVE1	- MCU : ATMEGA328P - Clock : 16MHz - RJ-45 Connector : 1ch RS-485 - Baud rate : 19200 bps - GPIO : Digital GPIO 11ch, Analog GPIO 2ch

[표 2] 시스템 구성 하드웨어 스펙

구성 사항	SPEC
SLAVE2 ~ SLAVE4	- SLAVE1 동일
SLAVE5	- MCU : ATMEGA2560-16AU - Clock : 16MHz - RJ-45 Connector : 1ch RS-485 - Baud rate : 19200 bps - Laser port : 2ch - Laser : U81 * Measure range : 0.03~20[m] * Measure time : 0.1~4[s] * Laser Class : CLASS II, 620~690[nm] * Operating voltage : 2.5~3.3[VDC] * Operating Temperature : 0~40[°C] * Storage Temperature : -25~60[°C]
SLAVE6	- SLAVE5 동일
공유기	- Model : IP TIME A604R - 규격 : 802.11 AC 867Mbps
스마트폰	- Model : 갤럭시S10
AC MOTOR	- 3Phase AC Motor, 380VAC

### 2.3 연구 개발 환경 통신 환경 설정

CCTV, 스마트폰, Main Controller 등의 IP와 Port, 통신 방법은 다음과 같다.

[표 3] 네트워크 IP 환경

구성 사항	SPEC
CCTV1 CCTV2	- 코덱방식 : H.264, MJPEG - IP : 고정 IP (192.168.0.20, 192.168.0.21) - RTSP Port : 554 - MJPEG Port : 80 - RTSP URL(1) : rtsp://(ID):(PW) @192.168.0.20:554/11 - RTSP URL(2) : rtsp://(ID):(PW) @192.168.0.21:554/11 - MJPEG URL(3) : http://192.168.0.20:80/ISAPI/ Streaming/channels/101/httppreview - MJPEG URL(4) : http://192.168.0.21:80/ISAPI/ Streaming/channels/101/httppreview - 패킷 프로토콜 : TCP/IP- 보안 : 내부 ID, PW 지정
스마트폰	- 통신환경(1) : SmartPhone ↔ Program (UDP Protocol) - 통신환경(2) : SmartPhone ↔ Controller(ESP-07) (UDP Protocol) - CCTV 연동 : MJPEG Stream - IP : Random IP Address - UDP Port : 12000
MAIN Controller	- 통신환경 : UDP Protocol - IP : Random IP Address - UDP Port : 12000

유선 RS-485통신 구성은 센서 데이터를 받기 위함이며, 설정은 아래와 같이 진행하였다.

[표 4] 유선 통신 설정

구성 사항	통신 설정
통신 설정	- 자체 내부 Protocol - Baud rate : 19200 bps

[표 5] 유선 통신 ID 구분

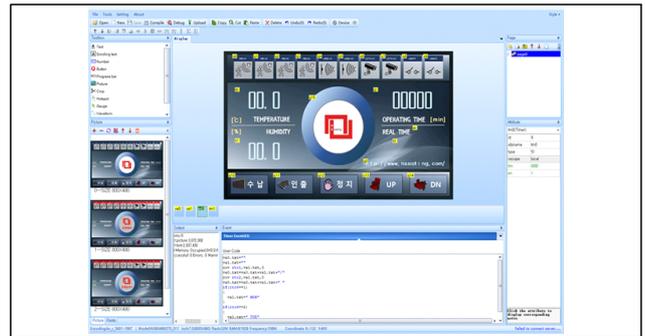
ID	구분
0	MAIN Controller
1	SLAVE1-PIR
2	SLAVE2-PIR
3	SLAVE3-PIR
4	SLAVE4-PIR
5	SLAVE5-LASER(Infrared)
6	SLAVE6-LASER(Infrared)

### 2.4 인터페이스 터치패널 제작

센서데이터와 구동제어 등을 하기 위해 7인치 터치패널을 작화하였고 MAIN Controller와 연동을 시켰다.

[표 6] 터치패널 환경

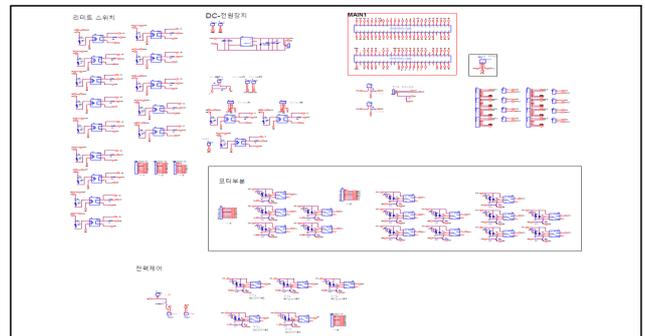
구성 사항	터치패널 환경
통신 설정	- 개발 환경 : NextionEditor 사용 - 인치 : 7인치 터치패널 - model : NX8048K070-011R



[그림 2] 터치패널 작화 프로그램

### 2.5 MAIN Controller 제작

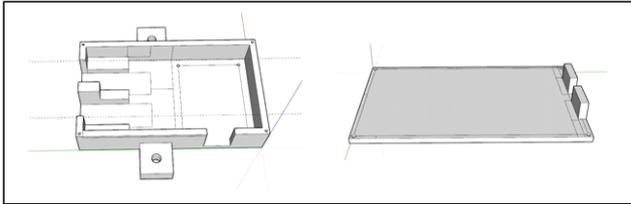
MAIN Controller는 아래와 같이 구성하였다.



[그림 3] MAIN Controller 회로도

### 2.6 SLAVE-LASER 제작

SLAVE-LASER는 아래와 같이 구성하였다.



[그림 4] SLAVE-LASER 외관 제작



[그림 5] SLAVE-LASER 설치 사진

### 2.7 프로그램 구성

프로그램 구성은 JAVA를 통해 검출 할 수 있도록 하였으며, 실시간 데이터와 CCTV 화면을 받아 해석 할 수 있도록 구현하였다.



[그림 6] 프로그램 화면

### 2.8 객체 인식 모델화 작업

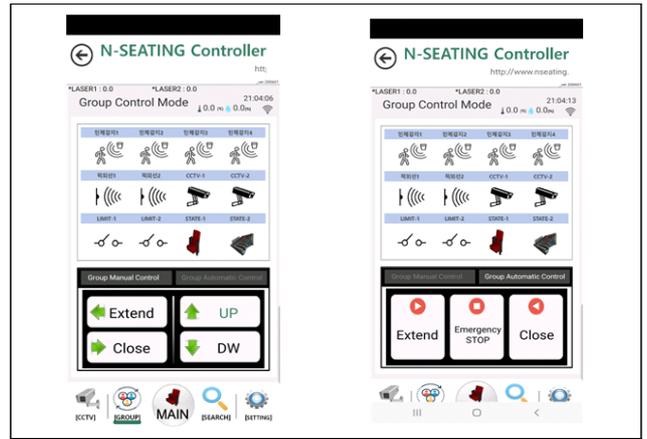
YOLO-v4모델을 활용하여 객체인식을 구현하였고, 사람에 대한 라벨링, 트레이닝을 작업을 진행하였다.



[그림 7] 객체 인식 테스트 사진

### 2.9 스마트폰 어플리케이션 제작

실시간으로 모니터링 및 이벤트 알림을 받기 위해 스마트폰 전용APP을 만들었으며, Android 기반의 APP을 제작하였다.



[그림 8] APP화면

### 3. 결론

본 연구 개발은 테스트베드를 구축하여 시험, 테스트를 진행하였다. 영상데이터와 센서데이터를 통해 안전시스템을 구축하였다. 본 시스템을 현장에 적용한 결과, 레이저 적외선과 영상인식은 정확히 사람을 인지하였지만, PIR센서 같은 경우 오감지가 되는 경우가 많았다. 이처럼 영상데이터와 적절한 센서를 결합한 인공지능을 통해 수납식 관람석의 안전시스템을 구축할 수 있다는 결론에 이르렀다.

#### 참고문헌

- [1] 서준, “수납식관람석용 원격 인출시스템 개발에 관한 연구”, 한국정밀공학회, 2012년
- [2] Menze et al., “Object Scene Flow,” IPRS 2018년
- [3] 김혜진, “딥러닝 기반 거리측정 기술 동향”, 한국전자통신연구원, 2020년
- [4] Dijk et al, “How Do Neural Networks See Depth in Single Images?”, IICV, 2019년
- [5] Chang et al, “Pyramid Stere Matching Network”, CVPR, 2018년

본 연구는 2021년도 중소벤처기업부의 네트워크형기술개발사업(R&B)사업 지원에 의한 연구수행 결과물임을 밝힙니다.  
 [과제번호 : S3202821]  
 [과제명 : 전 방향 운전과 자동 위치제어가 가능한 IN-WHEEL 구조의 조립형 수납식 관람석 개발]