

광범위 원격 및 멀티 제어 가능한 IoT 수납식 관람석 시팅 시스템 연구

정진균*, 송제호**, 김종직***

*전북대학교 전자공학부

**전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구센터

***주식회사 엔시팅

e-mail:cjkim@nseating.com

Research of a wide range of remote and multi-controllable IoT telescopic stand seating systems

Jin-Gyun Chung*, Je-Ho Song**, Jong-Jik Kim***

*Dept. of Electronic Engineering, Chonbuk National University

**Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),

Smart Grid Research Center, Chonbuk National University

***NATIONAL SEATING Inc.

요약

본 논문에서는 넓은 범위에 설치된 수납식 관람석을 RF와 WIFI통신을 통해 광범위 원격 제어하며, 다수 개의 관람석을 제어할 수 있는 IoT 시팅 솔루션에 대한 연구에 대해서 논한다. 광범위 원격 제어는 통신 제어기 내의 RF통신 1km반경과 447MHz규격을 사용하였으며 최대 8개 통신과 200ms 내의 통신 반응시간을 설계하였다. 또한, 원격 자동 수납 및 인출이 되도록 전방의 물체를 감지하여 충돌 없이 안전하게 운전되도록 구현하였으며, 관리자가 CCTV화면을 통해 수납식 관람석의 현재 상황과 내부 등을 세밀하게 확인할 수 있도록 설계하였다. CCTV는 WIFI통신을 통해 4ch, 25FPS, 1MP 성능을 보이며, RTSP의 인터페이스를 구현하였다. 현재 본 시스템을 적용한 제품 개발 및 현장 설치가 되어 있으며, 광범위 원격제어와 다수 개의 관람석을 제어하기 위한 IoT 솔루션으로 연구 내용 및 개발을 수행하였다.

본 논문은 광범위한 체육관 및 운동장에 사용 가능하며, 관리자 없이 다수 개의 관람석을 제어할 수 있다. 또한, 원격 및 멀티 제어를 통해 시간의 효율성을 높이고 정확한 동작 제어를 통해 이전의 제품과 차별된 인프라를 제공한다.

1. 서론

수납식 관람석이란 여러 단으로 구성되어 있어 사용시 관람석을 계단식으로 인출하여 사용하고, 보관 시에는 한 단씩 포개어 수납할 수 있는 관람석을 뜻한다. 수납식 관람석은 현장의 규모 및 디자인에 따라 여러 모양으로 설치할 수 있으며, 인출·수납 상태에 따라 기구물이 인출되거나 수납된 형태가 된다.[1]

일반적으로 강당, 운동장, 경기장 등에 수납식 관람석이 광범위하게 설치되어 하나의 AP를 통한 네트워크 구성이 힘들며 특히 다수의 스마트폰 사용 유저 등으로 인해 2.4GHz에 대한 통신 전파사용에 문제가 자주 발생한다. 그리고 범위가 넓은 경우에는 한 개의 수납식 관람석이 아닌 다수 개의 관람석이 설치가 되는 경우가 많은데, 종래는 하나의 관람석에 한 명의 담당자가 설치 장소 내에서 제어를 하기 때문에 많은 제어 시간이 소요된다. 또한, 관리자가 아닌 비-관리자가 작동을 하는 경우에는 빈번하게 기구 및 제어기 훼손 등의 사고가 발생하여 가끔은 인명사고로 이어질 수도 있다.[2]

이를 해결하기 위해서는 스마트폰과 다른 주파수를 가지며, 광범위한 공간 내 통신이 가능한 RF통신망을 활용한 전방센서와 리미트스위치, 전류센서 등을 통해 안전한 시스템 내의 자동 인출·수납을 할 수 있어야 한다. 또한, 관리자가 직접적으로 그 현장에 없어도 원격 제어를 통해 보다 편리하게 제어할 수 있는 환경을 구성해야 하며, 현장의 모습을 실시간으로 확인할 수 있는 시스템 구성 또한 갖춰야 한다. 더 나아가, 스마트폰의 어플리케이션 내의 보안 기능을 강화하여 정해진 관리자만 접속 및 관리할 수 있도록 하여 비관리자가 수납식 관람석을 제어할 수 없는 환경을 구성함으로써 보다 안전하게 사용할 수 있는 환경을 구성하고자 한다.

본 논문에서는 넓은 범위에 설치된 수납식 관람석을 RF와 WIFI통신을 통해 광범위 원격 제어하고, 다수 개의 관람석을 제어할 수 있는 IoT 시팅 솔루션과 광범위 원격 제어는 통신 제어기 내의 RF통신 1km반경과 447MHz규격을 사용하였으며, 최대 8개 통신과 200ms 내의 통신 반응시간을 설계하였다. 또한, 원격 자동 수납·인출이 되도록 전방의 물체를 감지하여 충돌 없이 안전하게 운전되도록 구현하였으며, 관리자가 CCTV화면을 통해 수납식 관람석의 현재 상황과 내부

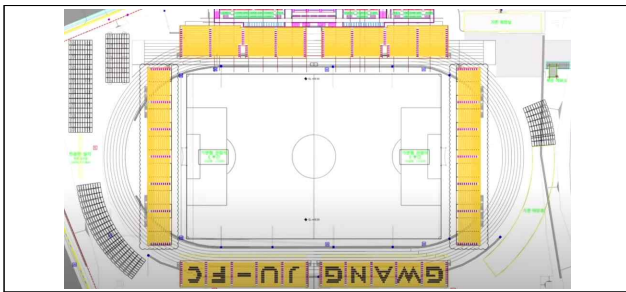
등을 세밀하게 확인할 수 있도록 설계하였다.

2. 제안된 시팅 시스템 설계 및 개발 내용

수납식 관람석은 [그림 1]에서 제시된 것처럼, 현장의 규모 및 디자인에 따라 여러 모양으로 설치 할 수 있으며, 일반적으로 강당, 운동장, 경기장 등에 수납식 관람석이 광범위하게 설치된 관람석 설치 도면은 [그림 2]와 같다.



[그림 1] 수납식 관람석의 상태에 따른 비교 사진

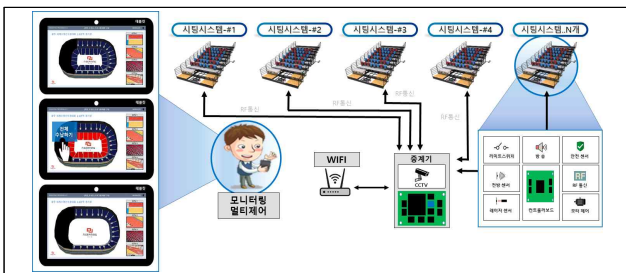


[그림 2] 광주 경기장 수납식 관람석 설치 도면

2.1 제어기 하드웨어(H/W) 개발 사항

2.1.1 시스템 구성

관리자는 인터넷을 통해 수납식 관람석이 설치된 장소에 접속하여 여러 대의 수납식 관람석을 개별 혹은 단체 제어 가능하며, 각 수납식 관람석은 명령에 따라 자동 인출·수납 상태가 될 수 있도록 센서, 알고리즘 등을 통하여 작업을 수행하게 된다.

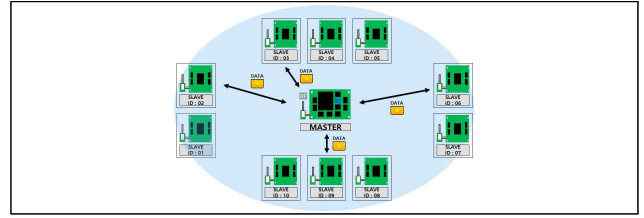


[그림 3] 본 논문의 시스템 구성도

2.1.2 통신 구성

광범위 제어 통신이 될 수 있도록 RF주파수 통신기반의 하드웨어 구성이 되어 있다. RF통신모듈은 447MHz와 반경

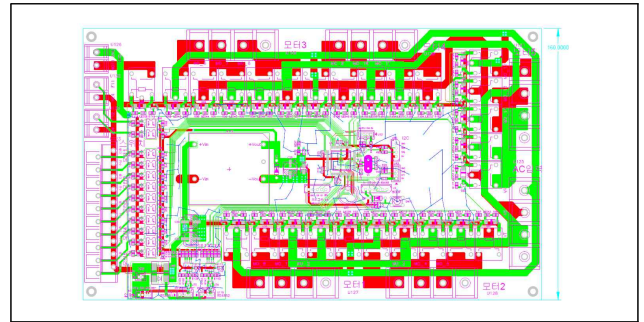
1km 통신이 되는 모듈을 사용하였다.



[그림 4] RF통신 시스템 구성도

2.1.3 제어 PCB

수납식 관람석의 인출·수납식 상태를 결정 할 수 있고, 여러 센서 데이터를 받을 수 있도록 PCB를 설계하였다.



[그림 5] 수납식 관람석 제어 PCB도면

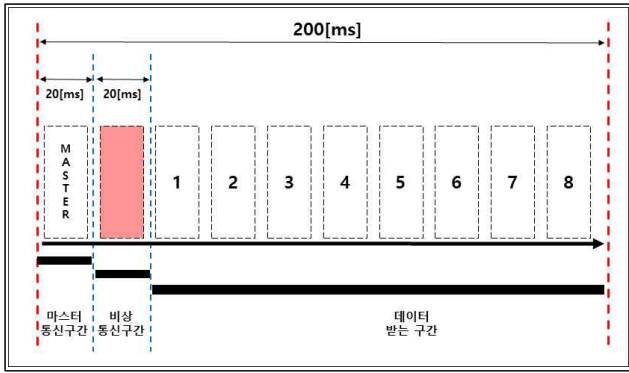
2.2 제어기 소프트웨어(S/W) 개발 사항

2.2.1 통신 타임 프로토콜 구성

제어기의 모든 통신 담당은 마스터로 칭하며, 각 수납식 관람석에 들어간 제어기는 슬레이브로 칭한다. 슬레이브는 고유의 ID를 배정받으며, 본 논문에서는 총 8개에 대한 통신 타임 프로토콜을 구성하였다.[3]

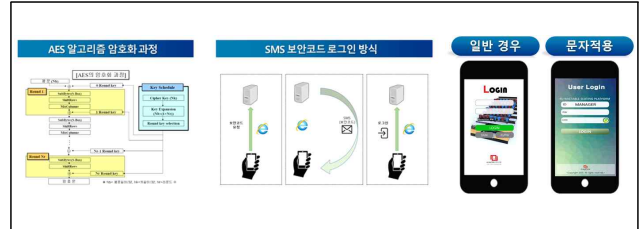
마스터는 200ms주기를 가지고 데이터를 송출하며, 통신 받는 시간을 기점으로 각 슬레이브는 통신 할 수 있는 시간 위치가 정해진다. 즉, 슬레이브 제어기는 마스터의 통신 발언 시점을 기억하여 자신의 ID에 맞는 시간 위치를 해석하고 200ms주기로 시간 위치를 가지며 마스터의 요청에 따라 데이터를 송출한다.

수납식 관람석 내에 장애물이나 모터의 전류 혹은 기타 이상이 발생하였을 때 즉각 관리자에게 알림이 가야 한다. 이에 비상 통신 구간을 비어 두어 어느 특정 문제가 발생한 슬레이브 제어기는 비상구간 통신 시간위치를 활용하여 즉각 마스터에게 알리며, 마스터는 RF통신에서 WIFI통신 변경 후 관리자 스마트폰에 알림 문자를 즉각 보낸다. 이것은 별도의 서버를 통해 관리되고, 문자 서비스나 혹은 어플리케이션 내의 특정 포트를 통해 비상 패킷을 전송하며 그에 따라 알림창이 뜨게 된다.



[그림 6] RF통신 내의 타임 프로토콜 구성

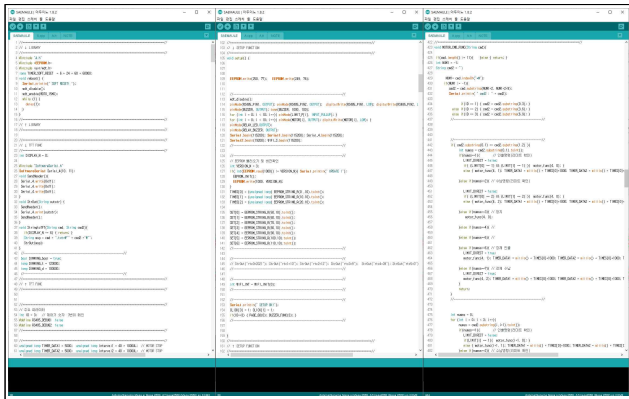
지정된 관리자만 사용할 수 있도록 어플리케이션에 로그인 을 하고자 할 때, 서버 내의 지정된 번호로 문자가 전송되며 그 문자를 통해서 로그인을 할 수 있다. 또한, 보안성을 높이기 위해 AES256알고리즘을 적용하여 해킹에 대비하며 여러 이슈에 대비한 안전 시스템을 구축하였다.[4]



[그림 9] 어플리케이션 로그인 보안 적용 화면

2.2.2 제어기 펌웨어 구성

제어기의 펌웨어는 Arduino Sketch 1.8.2 환경 내에서 작성 하였으며, Arduino MEGA2560를 기반으로 제작하였다. RF 통신과 WIFI통신의 프로토콜을 자체 제작하여 펌웨어를 구성하였다.

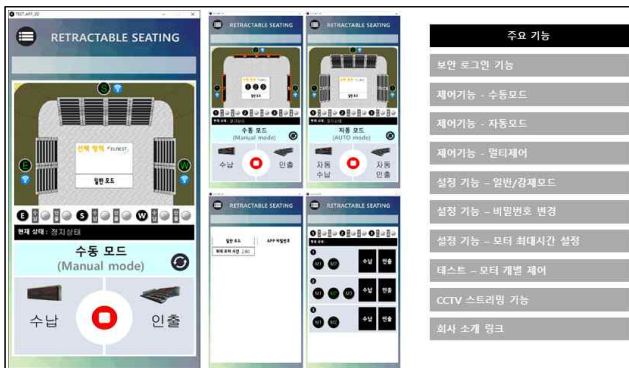


[그림 7] 펌웨어 소스코드 사진

2.3 스마트폰 어플리케이션 개발 사항

2.3.1 어플리케이션 개발

어플리케이션은 Android 10기반으로 제작하였으며, 각 수납식 관람석 제어뿐만 아니라, 현장 CCTV의 화면을 실시간 으로 볼 수 있는 인프라도 제공한다.



[그림 8] 스마트폰 어플리케이션 화면

3. 실험 환경 및 결과

3.1 통신 실험 측정 결과

원점 기점으로 약800~1,400m 반경 내의 통신 정확도가 100%임을 확인하였다. 즉, 통신 거리가 약1,400m 반경까지 되는 것을 확인하였다.

[표 1] 제어기 번호 및 통신 보드간의 거리 비교

ID	주소	거리 [m]	통신 여부	통신 정확도[%]
MAIN	김제 황산면 남산로 196	원점	O	100
1	김제시 황산면 생감1길 25	약1,100	O	100
2	김제시 황산면 봉진1길 8	약1,200	O	100
3	김제시 황산면 높은매길 47	약800	O	100
4	김제시 황산면 남산로 366	약1,400	O	100
5	김제시 황산면 남산로 334	약1,100	O	100
6	김제시 황산면 남산로 330	약1,100	O	100
7	김제시 황산면 남산로 309	약1,000	O	100
8	김제시 황산면 남산리 남성계	약880	O	100

[표 2] 통신거리 테스트 현장 사진



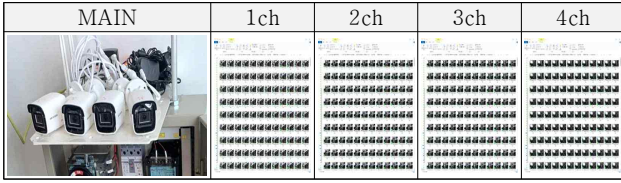
3.2 CCTV RTSP 성능테스트 결과

CCTV의 스마트폰 어플리케이션 간의 4ch구성의 RTSP를 구성하였으며, 1MP화질과 약25FPS의 성능을 구현하였다.

[표 3] CCTV 4ch 성능테스트 결과

ID	CCTV-1ch	CCTV-2ch	CCTV-3ch	CCTV-4ch
시간(s)	30	30	30	30
사진 개수(개)	756	755	755	755
평균 프레임	25.20	25.16	25.16	25.16

[표 4] CCTV 4ch 테스트 현장 사진 및 프레임저장폴더사진



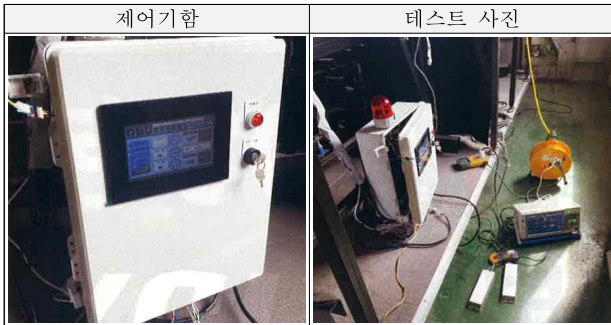
[표 7] 광주 염주체육관 현장 설치 사항



3.3 AC 전류 측정 정확도

모터전류의 변동이 크기 때문에 고정 부하 저항을 사용하였고, 고정된 3상, AC전류의 값을 측정하여 비교하였다. 전류 값 측정은 10회 측정하였으며 모든 값이 ±2%이내의 오차를 보이는 것을 확인하였다.

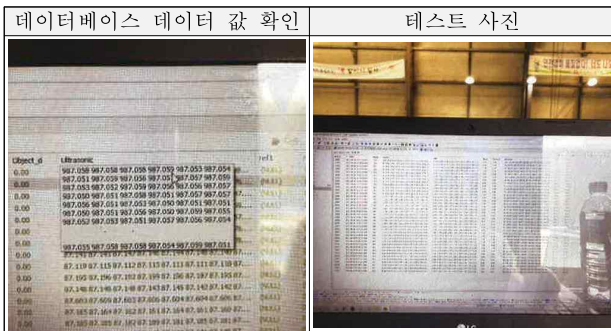
[표 5] AC 전류 측정 테스트 현장 사진



3.4 IoT 통신 정확도 측정

IoT통신구성에 대한 서버와의 데이터 전송이 잘 이뤄지고 있는지에 대해 평가하였다. 정해진 시간 동안 100% 통신 정확도를 확인하였다.

[표 6] AC 전류 측정 테스트 현장 사진



3.5 시팅 시스템에 대한 실증

본 광범위 원격제어 및 멀티제어 IoT 시팅 시스템의 기술을 실제로 광주 염주체육관에 적용하여 설치를 진행하였다. RF통신을 통해 넓은 지역의 각 수납식 관람석을 제어하고, 관리자는 멀티제어를 통해 개별 혹은 단체로 명령을 할 수 있으며 현장의 모습을 실시간으로 확인 가능하였다. 본 제어기는 마스터 제어기1개와 슬레이브 제어기 3개를 통해 전체를 구성하였고, 반경 약 200m 공간 내의 통신의 안정성 및 정확성을 확인하였다.

4. 결론

수납식 관람석은 야외나 실내 모두 좁은 범위가 아닌 광범위한 공간에 주로 설치된다. 종래에는 관리자가 가까운 거리에서 직접 방문하여 제어를 하였지만, 관리자가 직접 방문하지 않더라도 원격으로 제어가 가능하며, 각종 센서를 통해 자동 인출-수납할 수 있는 멀티 제어 시스템을 구축함으로써 보다 효율적이고 안정적인 제어를 할 수 있다. 그리고 현장에 대한 CCTV내의 RTSP를 통하여 실시간 현장의 상황을 알 수 있다.

본 논문에서는 수납식 관람석에 IoT를 적용함으로써 관리자 중심의 효율성을 높였고 보안알고리즘과 자동화, 각종 센서들을 통해 보다 뛰어난 안정성을 구축하였다. 이번 연구를 통하여 원하는 목표치 내로 성능과 실증을 할 수 있었고 좋은 호평을 받고 있다.

향후, 안전하고 효율적인 관리를 위해 IoT 수납식 관람석의 빅데이터를 수집하고 관제 모니터링을 지속적으로 진행함으로써 잘 관리될 수 있도록 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

- [1] 서준, “수납식관람석용 원격 인출시스템 개발에 관한 연구”, 한국정밀공학회, 2012년
- [2] 박은미, “VMS 자동제어 알고리즘 설계”, 대한교통학회, 2002년
- [3] 신주우, “저전력 광역 통신 시스템을 위한 채널 적응형 대역폭 할당 방법”, 한국통신학회, 2017년
- [4] 강민석, “AES 암호 알고리즘 기반 디지털 영상 보안 시스템의 설계”, 보안공학연구논문지, pp. 277-288, 2011년

본 연구는2020년도 중소벤처기업부의 중소기업기술혁신개발사업(시장대응형) 지원에 의한 연구수행 결과물임을 밝힙니다. [과제번호 : S2983003]