

수납식 관람석의 효율적인 제어를 위한 통합 관제 모니터링 시스템 설계에 관한 연구

송제호*, 이유엽**, 박의준***

*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구센터

**호원대학교 자동차기계공학과

***전북대학교 IT응용시스템공학과

e-mail:cjkim@nseating.com

A Study on the design of an integrated control and monitoring system for efficient control of retractable grandstand

Je-Ho Song*, You-Yub Lee**, Eui-Jun Park***

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

**Dept. of Automotive & Mechanical Engineering, Howon University

***Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

요약

본 논문에서는 수납식 관람석의 안전성과 효율성을 향상시키기 위한 수납식 관람석의 효율적인 제어를 위한 통합 관제 모니터링 시스템을 제안한다. 수납식 관람석 통합 관제 모니터링 시스템은 관람석 구조물에 다양한 센서를 부착하여 관람석에서 실시간으로 변화하는 응력과, 구조물의 노후화, 모터 상태 진단 등 구조물의 상태를 실시간으로 모니터링하고, 전류 측정 제어기를 통해 과전류가 검출되거나 긴급 상황일 때 모터 전류 브레이크를 통해 관람석의 모터를 즉시 정지할 수 있도록 하였다. 또한, CCTV 카메라 영상과 서버, 어플리케이션을 연동하여 관리자가 인터넷 접속이 가능한 환경이라면 언제 어디서든 관람석의 상태를 확인하고 일괄적으로 제어가 가능하도록 하였다. 관람석 제어기와 서버, 어플리케이션 간에는 AES256 알고리즘을 적용하여 외부 침입을 방지할 수 있도록 하였고, SMS 서버를 이용한 본인 인증을 통해 지정된 사용자만이 시스템에 접근할 수 있도록 허용하여 보안을 강화하였다.

1. 서론

수납식 관람석은 좌석이 부착된 여러 단으로 이루어져 있고, 이를 한 단씩 포개어 수납할 수 있도록 하여 공간 활용을 극대화할 수 있도록 한 관람석을 뜻한다. 수납식 관람석은 수동, 또는 전기적으로 작동하여 관람석 단을 수납하거나 인출할 수 있다. 수납식 관람석을 수납하면 관람석이 차지하고 있던 만큼 여유 공간이 확보되고, 확보된 공간을 다용도로 활용할 수 있어 공연장이나 체육관 등 대형 행사장의 건축비가 감소되는 장점을 가진다.[1]

이러한 수납식 관람석은 관리자가 직접 관람석이 잘 작동되는지 확인하며 인출이나 수납 등 조작해야 하는데, 한 공간에 다량의 관람석이 설치되어 있기 때문에 관람석을 조작할 때 많은 관리 시간이 소요된다.

또한, 관람석 구조물은 구조물 상단에 이용자들이 위치하여 하중이 작용함에 따라 지지대와 구조물에 응력이 작용하게 된다. 또한, 이러한 응력은 실시간으로 변화하지만, 사용자

는 이를 즉각적으로 모니터링할 수 없다.

그리고, 관람석 위에 사람이 있을 때, 수납식 관람석의 관리자가 이를 알지 못한 채로 관람석을 수납하거나, 외부에서 해킹으로 시스템에 침입하여 강제로 관람석을 조작할 경우 관람석 위의 사람이 크게 다치는 등 인명 피해가 유발될 수 있다.

이처럼, 수납식 관람석은 자원과 비용의 절감, 공간의 다용도화 등 뚜렷한 장점이 있지만, 관리자가 수동으로 조작하기 때문에 관리의 효율이 떨어지고, 사고 위험성이 존재한다는 단점이 있다.

따라서, 본 논문에서는 수납식 관람석의 문제점과 한계점을 보완하기 위해 수납식 관람석 통합 관제 모니터링 시스템을 제안한다. 수납식 관람석의 구조물에 각종 센서를 부착하고, 구조물의 노후화, 센서의 동작 유무, 모터의 상태 진단, 지진, 구조물에 가해지는 응력 등 관련 데이터를 실시간으로 전송 받아 수납식 관람석의 유지·보수를 용이하게 하고, 수납식 관람석의 사고를 미리 예측하여 이를 예방할 수 있도록 하였다.

또한, 수납식 관람석 통합 관제 모니터링 시스템을 통해 수

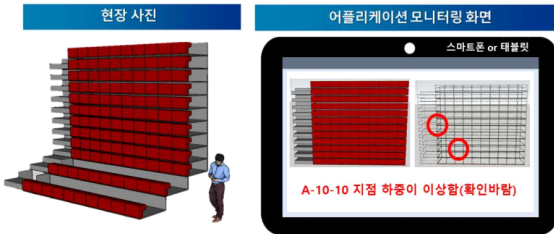
납식 관람석을 관리자가 언제 어디서든 간편하게 일괄적으로 제어할 수 있도록 하여 편의성과 효율을 향상시키고, 암호 알고리즘을 적용해 보안을 강화하고자 하였다.

2. 본론

2.1 기술의 개요

수납식 관람석 통합 관제 모니터링 시스템은 수납식 관람석을 인터넷에 접속이 가능한 환경이라면 관리자가 어디에서든지 시스템에 접근하여 수납식 관람석의 상태를 확인할 수 있고, 조작이 가능하도록 하고자 하였다. 현장에 설치된 수납식 관람석은 CCTV를 이용하여 어플리케이션으로 상태를 확인하고, 일괄적으로 조작이 이루어지게 하여 시스템의 접근성과 효율성을 향상하고자 하였다.

관람석 구조물에는 적외선 센서와 초음파 센서 등 각종 센서를 부착하여 전면에 물체가 있는지 여부를 판단하고, 센서로부터 데이터를 받아 관람석의 상태를 진단하여 일어날 수 있는 안전 사고를 방지하고자 하였다. 그림 1은 이러한 안전 진단 시스템을 나타낸 것이다.



[그림 1] 수납식 관람석 통합 관제 모니터링 시스템 개요도

또한, 사람 하중 측정 기술과 과전류 발생 시 모터가 긴급 제동하도록 하여 관람석 위에 사람이 있는지 여부를 판단하고, 긴급한 상황에서는 모터가 즉시 정지하도록 하여 관리자의 부주의한 조작 등으로 인해 일어날 수 있는 안전 사고를 예방하고자 하였다.

수납식 관람석을 원격으로 조작할 수 있게 됨에 따라, 보안이 취약할 경우 외부에서 시스템 침입을 허용할 수 있기 때문에 보안성을 향상하고자 하였다. 따라서, 수납식 관람석 모니터링 시스템의 제어기와 서버, 스마트폰 간에는 AES256 알고리즘을 적용하였고 SMS 서버를 이용하여 지정된 관리자가 본인 인증 후 로그인하여 시스템에 접근할 수 있도록 하고자 하였다.[2,3]

2.2 수납식 관람석의 효율적인 제어를 위한 통합 관제 모니터링 시스템 설계 및 제작

수납식 관람석 구조물의 응력 변화 데이터 측정을 위하여

4단의 소형 테스트베드를 제작하였고, 이에 대한 구조 해석을 기반으로 하여 추가적으로 8단 이상의 대형 테스트베드를 제작하였다. 그림 2는 4단의 소형 테스트베드이며, 그림 3은 8단 이상의 대형 테스트베드이다.

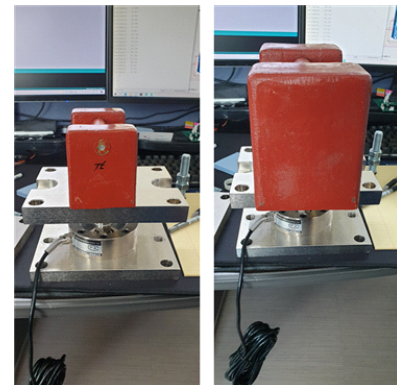


[그림 2] 수납식 관람석 소형 테스트베드



[그림 3] 수납식 관람석 대형 테스트베드

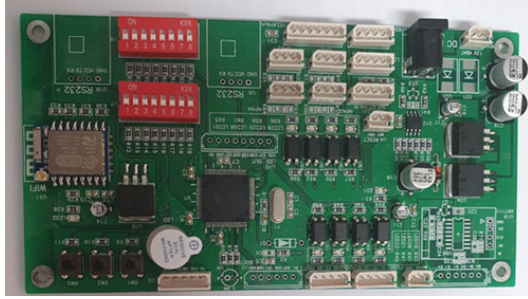
테스트베드의 제작과 더불어 응력을 측정할 수 있는 응력 센싱 보드를 설계하고 제작하였다. 다음 그림 4는 응력 측정 센싱 보드를 나타낸 것이다.



[그림 4] 응력 측정 센싱 보드

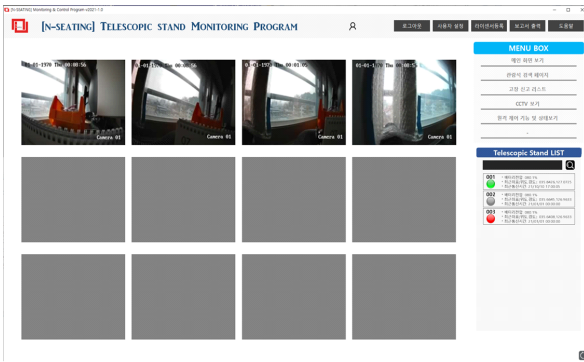
또한, 관람석 상단에 사람이 존재하는지 확인할 수 있도록 사람의 하중을 측정하는 하중 측정 센서의 회로와 PCB를 설계하고 제작하였으며 모터의 정보와 구조물의 응력 데이터, 각종 센서와 AC 모터 제어 기능을 하는 펌웨어를 개발하였

다.[4,5] 그림 5는 제작된 하중 측정 센서 PCB를 나타낸 것이다.



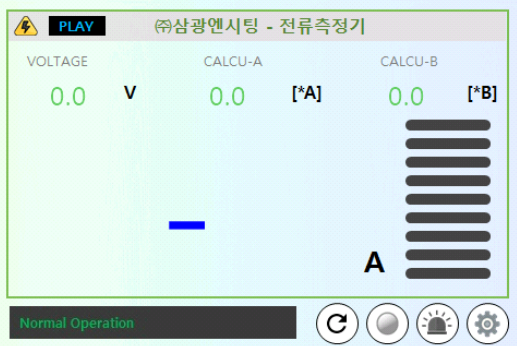
[그림 5] 하중 측정 센서 PCB

관리자가 현장에 직접 있지 않더라도 수납식 관람석의 상태를 확인할 수 있도록 통합 관제 프로그램을 제작하였다. CCTV의 영상 데이터를 연동하여 화면을 나타낼 수 있도록 mjpeg, RTSP 프로토콜 기능을 구현하였다. 그림 6은 연동된 CCTV 화면 테스트 모습을 나타낸 것이다.



[그림 6] CCTV 영상 연동 프로그램 화면

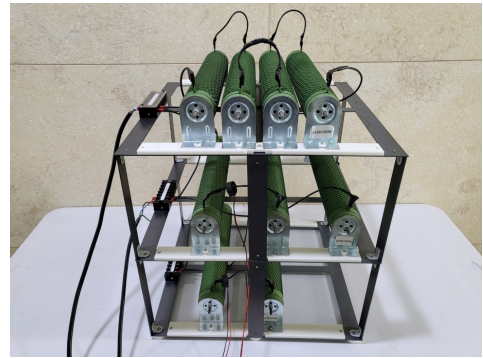
수납식 관람석의 안전성을 확보하기 위해 실시간으로 전류를 측정하여 과전류가 흐를 때 이를 검출하고 수납식 관람석의 작동을 멈출 수 있도록 실시간 전류 측정 제어기와 모터 전류 브레이크를 설계하고 제작하였다. 그림 7은 전류 측정기의 터치 패널 화면이다.



[그림 7] 전류 표시 페이지 터치 패널 화면

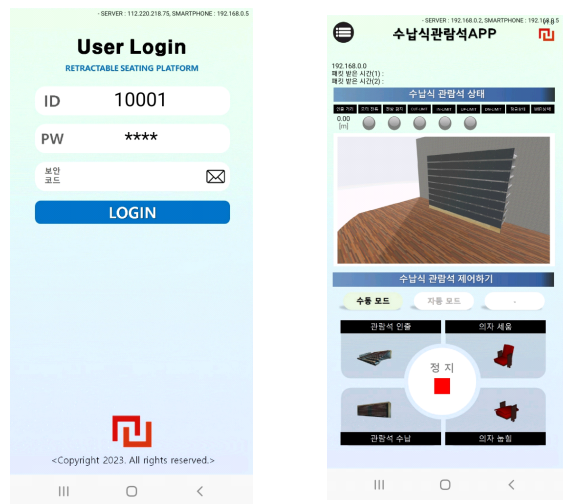
제어기 전원 입력은 AC 220 V이며 0~20 A의 전류를 센싱할 수 있도록 하였고, 3.5인치 터치 패널을 이용하여 조작이 가능하도록 하였다.

전류 측정기에서 과전류가 검출될 때 수납식 관람석을 긴급 제동하여 3초 이내에 정지할 수 있도록 모터 전류 브레이크를 제작하였다. 그림 8는 제작된 모터 전류 브레이크를 나타낸 것이다.



[그림 8] 모터 전류 브레이크

수납식 관람석에 부착된 센서로부터 데이터를 전송 받아 관람석의 상태를 점검·진단하고, 영상을 통해 관람석을 실시간으로 확인하고 제어할 수 있도록 수납식 관람석 통합 관제 모니터링 시스템의 서버와 데이터베이스, 어플리케이션을 설계하고 제작하였다. 그림 9는 수납식 관람석 어플리케이션의 로그인 화면과 관람석 제어 화면을 나타낸 것이다.



[그림 9] 수납식 관람석 어플리케이션 화면

제어기와 서버, 어플리케이션 간에는 AES256 보안 알고리즘을 적용하였고, 어플리케이션에 로그인 시 사용자의 ID와 PW를 입력하고, SMS 서버에서 발송되는 보안 코드를 입력하여 본인 인증 후 시스템에 접근할 수 있도록 하여 보안성을 향상하였다.

본 연구는 2020년도 중소벤처기업부의 중소기업기술혁신개발사업(시장대응형) 지원에 의한 연구수행 결과물임을 밝힙니다. [과제번호 : S2983003]

3. 결론

수납식 관람석은 여러 단으로 이루어진 관람석 단을 한 단씩 포개어 수납할 수 있게 하여 모든 단을 수납할 시, 여유 공간이 확보되어 공간을 다양한 용도로 사용할 수 있어 자원과 비용이 감소되는 장점이 있다.

하지만, 수납식 관람석 상단에 사람들이 몰림에 따라 구조물과 지지대가 하중에 의해 응력을 받게 되고, 응력은 시시각각 변하게 되는데 이를 실시간으로 확인할 수 없기 때문에 수납식 관람석의 한 지점에 하중이 과도하게 몰릴 경우 사고의 위험성이 있다. 또한, 수납식 관람석은 한 공간에 다량의 관람석이 설치되어 있기 때문에 관리자가 이를 조작할 때 직접 확인하며 조작해야하는 불편함이 있으며, 만일 수납식 관람석이 작동될 때 관람석 위에 사람이 남아 있다면 인명 피해로 이어질 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 수납식 관람석의 효율적인 제어를 위한 통합 관제 모니터링 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 수납식 관람석에 센서를 부착하여 관람석의 상태와 변화하는 응력 등 진단 데이터를 받아 관람석을 점검하고, 전류 측정 제어기를 통해 과전류를 검출하거나, 긴급 상황 시 수납식 관람석의 작동을 빠르게 정지할 수 있도록 모터 전류 브레이크를 제작하였다.

또한, CCTV 화면과 서버, 어플리케이션을 연동하여 어디서든 수납식 관람석의 상태를 확인하고, 설치된 수납식 관람석들을 일괄적으로 제어가 가능하도록 하였다. 보안성 측면에서는 AES256 알고리즘을 적용하여 외부의 침입을 방지하였고, SMS 서버를 통해 관리자가 본인 인증을 받은 후에 시스템에 접근할 수 있도록 하여 보안성을 향상하였다.

참고문헌

- [1] 서준, “수납식관람석용 원격 인출시스템 개발에 관한 연구”, 한국정밀공학회, 2012
- [2] 강민석, “AES 암호 알고리즘 기반 디지털 영상 보안 시스템의 설계”, 보안공학연구논문지, pp. 277-288, 2011
- [3] 오영택, 조인준, “인공지능기술의 IoT 통합보안관제를 위한 데이터모델링”, 한국콘텐츠학회논문지, pp. 57-65, 2021
- [4] 김상진, 송병근, 오세준, “최신 자동제어”, 북스힐, 2012
- [5] Norman S. Nise, “제어시스템공학”, 홍릉과학출판사, 2015