

IoT 기반 수납식 관람석의 통합제어 시스템 설계에 관한 연구

정진균*, 송제호**, 박의준***, 김종직****

*전북대학교 전자공학부

**전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구센터

***전북대학교 IT응용시스템공학과

****주식회사 삼광엔시팅

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

A Study on the design of integrated control system for IoT-based retractable grandstand

Jin-Gyun Chung*, Je-Ho Song**, Eui-Jun Park***, 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

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

****NATIONAL SEATING Inc.

요약

수납식 관람석은 한 단씩 포개어 수납함으로써 관람석 공간을 다용도로 활용 할 수 있는 관람석을 뜻한다. 수납식 관람석은 공간 활용을 극대화 할 수 있는 장점이 있지만, 구조물에 가해지는 응력의 변화를 실시간으로 알기 어렵고, 구조물의 특성 상 사용자의 부주의나, 오작동, 외부 침입에 의한 원격 조종에 의해 사고가 발생할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 변화하는 응력을 측정할 수 있도록 소형 테스트 베드와 응력 변화 센싱 보드를 제작하여 시험을 진행하였고, 관람석 상단의 사람의 유무를 관정할 수 있고, 과전류 시 긴급 제동이 가능하도록 하였으며 보안 알고리즘을 시스템에 적용하였다.

1. 서론

수납식 관람석은 한 단씩 포개어 수납함으로써 관람석 공간을 다용도로 활용 할 수 있도록 한 관람석을 뜻하며, 필요에 따라 전기적 또는 수동적으로 작동하면서 수납 및 인출이 가능하여 공간 활용을 극대화 할 수 있는 장점이 있다. 따라서, 관람석이 설치된 공간을 여러 가지 용도로 사용하는 것이 가능하다.[1]

관람석은 관람석 위에 올라가 있는 사람들의 움직임과 하중에 따라 지지대 등이 응력을 받게 되지만, 관람석의 특성 상 변화하는 응력을 즉각적으로 알기 어렵고, 이는 수납식 관람석 또한 마찬가지이다. 이러한 응력의 변화는 대형 사고를 초래할 가능성이 있다.

또한, 수납식 관람석은 관람석을 수납·인출하기 때문에 관람석을 조작할 때 조작에 집중하지 않거나, 또는 관리자가 아닌 사람이 조작할 경우 관람석 구조물이나 제어기의 훼손 또는 사고가 발생할 가능성이 존재한다. 사람이 수납식 관람석 위에 있을 때, 해킹으로 인해 원격으로 시스템이 작동될 경우에는 대형 사고와 인명 피해의 우려가 있다.

따라서, 본 논문에서는 관람석의 변화하는 응력을 측정하고, 관람석 위 사람들의 하중과 위치를 측정할 수 있도록 하여 취약 부위를 미리 파악하고, 전용 어플리케이션으로 지정된 사용자만이 시스템에 접속하여 조작할 수 있게 하며, 보안 알고리즘을 적용하여 외부의 침입을 차단할 수 있도록 IoT 기반 수납식 관람석 통합제어 시스템을 개발하였다.

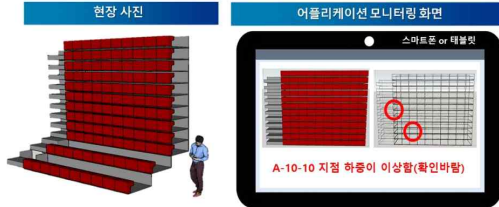
2. 본론

2.1 기술의 개요

IoT 기반 수납식 관람석 통합제어 시스템은 기존의 수납식 관람석 시스템이 가진 문제점을 해결하기 위함으로, 수납식 관람석에서 발생할 수 있는 사고를 미리 예방하고, 문제 발생 반도를 줄여 유지보수를 용이하게 하고자 한다. 수납식 관람석은 수납과 인출을 반복하는 그 특성 상, 사고가 일어날 경우 대형 사고로 이어질 가능성이 높다. 따라서, 구조물의 노후화, 사용 이력, 센서의 동작 유무, 모터 진단 등 구조물과 관련된 데이터와 지진과 같은 외부 요인과 관련된 데이터를 수집하여 사전에 사고를 대처하고, 피해를 줄일 수 있도록 하였

다.[2,3]

또한, 수납식 관람석 사용에 의한 하중과 응력 변화에 따른 정보를 활용하여 IoT 기반 안전진단 모니터링 시스템을 적용하고자 하였다. 이러한 모니터링 시스템의 개요도를 그림 1로 나타내었다.



[그림 1] IoT 기반 수납식 관람석 안전진단 모니터링 시스템

구조물적 결함이나 파손에 의한 사고뿐 아니라, 조작 미숙, 외부의 시스템 침입으로 인한 원격 조종에 의한 사고를 방지하고자 관람석 제어기와 서버 프로그램, 스마트폰 사이에 AES256 알고리즘을 적용하였다.[4,5] 관람석 조작을 위한 전용 어플리케이션은 SMS 서버를 이용하여 로그인을 할 때 보안 코드를 이용하여 본인 인증 후에 접속할 수 있도록 하여 보안성을 강화하고자 하였다.

2.2 IoT 기반 수납식 관람석 통합제어 시스템 설계 및 개발

응력 측정을 위해 응력 센싱 보드와 소형 테스트베드를 설계 및 제작하였고, 응력 측정 제어기는 IP66 방수 방진 등급을 만족하도록 제작하였다. 이러한 응력 센서 테스트 환경의 모습을 그림 2에 나타내었다.



[그림 2] 응력 센서 테스트 환경 모습

또한, 모터 전류 측정장치 및 과전류 보호 시스템을 적용하여 긴급 상황 시 이를 인지하고 관람석 구조물의 구동이 멈출 수 있도록 하였다. 이후 관람석 위에 사람의 유무를 확인하기 위한 사람 하중 측정 정확도, 전류 측정 정확도, 과전류 발생 시 모터 제동 시간에 대하여 성능 시험을 진행하였다. 그림 3에는 시험 환경의 모습이 담긴 시험성적서 일부를 나타내었다.



[그림 3] 시험성적서 일부 모습

각각의 항목에 대하여 100회, 15번, 10번 실시하여 평균을 내어 평가하였으며 이에 대한 결과값으로 사람 하중 측정 정확도는 100%, 전류 측정 정확도는 99.42%, 과전류 발생 시 모터 제동 시간은 0.86sec를 구현하였다.

또한, 서버프로그램과 스마트폰 사이에 보안알고리즘(AES256 알고리즘)을 적용한 패킷으로 통신하는지 확인하였다. 어플리케이션을 실행해 발송된 SMS 랜덤 코드 입력을 통해 로그인을 수행하고, 수납식 관람석 명령을 정상적으로 수행하였고, 평균 기밀성 1.0으로 확인되었다.

3. 결론

수납식 관람석은 한 단씩 포개어 수납함으로써 관람석 공간을 다용도로 활용 할 수 있도록 한 관람석을 뜻한다. 필요에 따라 관람석을 수납 및 인출 할 수 있기 때문에 공간 활용도가 높아지는 장점이 있다.

하지만, 관람석에 구조물에 가해지는 하중으로 인한 응력의 변화를 실시간으로 알기 어려워 대형 사고의 가능성이 있으며 관리자가 아닌 사람의 관람석의 제어 시, 또는 사람이 관람석 위에 있을 때 해킹에 의하여 구조물이 작동할 경우 제어기의 훼손이나 사고가 일어날 우려가 있다.

따라서, 본 논문에서는 수납식 관람석 시스템이 가지고 있는 기존의 문제점들을 해결하고자 IoT 기반 수납식 관람석 통합제어 시스템의 개발을 제안한다. 응력 변화 측정용 보드와 소형 테스트 베드를 제작하여 시험하였고, 관람석 위에 사람의 유무를 판단하기 위해 사람 하중 측정 정확도 시험, 과전류 발생 시 구조물의 작동을 멈추기 위하여 전류 측정 정확도와 과전류 발생 시 모터 제동이 가능하도록 구현하였다.

참고문헌

[1] 서준, “수납식관람석용 원격 인출시스템 개발에 관한 연

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

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