

# 사용 환경에 따라 통합 제어가 가능한 올인원 (All-In-One) 제어기 연구

송제호\*, 곽표성\*\*, 김종직\*\*\*

\*전북대학교 융합기술공학부(IT 응용시스템공학), 스마트 그리드 연구센터

\*\*금성아이티

\*\*\*주식회사 엔시팅

e-mail:myksj1105@hanmail.net

## Research of an all-in-one controller box that enables integrated control according to the usage environment

Je-Ho Song\*, Pyo-Sung Gwak\*\*, Jong-Jik Kim\*\*\*

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

\*\*GOLDSTAR IT Inc

\*\*\*NATIONAL SEATING Inc.

### 요 약

본 논문에서는 규격화된 제어기 제작을 통해 통합 제어를 손쉽게 할 수 있도록 하는 올인원(All-In-One)시스템을 구축하였다. 수납식 관람석은 여러 현장에 따라 들어가는 인출-수납, 의자제어 역할을 하는 구동 모터의 숫자가 다르다. 이에 수납식 관람석은 사용 환경에 따라 인출되는 모터 개수나 의자 제어 개수에 따라 매번 제어기함을 주문 및 제작해야 한다. 매번 다른 환경에 맞춰 제작되다 보니 품질, 안정성, 규격화 등이 이뤄지기 힘들고 해당 제어기를 만들 수 있는 작업자가 없을 시에 제작에 큰 어려움이 있다. 그리고 수납식 관람석은 해외에 큰 시장을 보유하고 있기 때문에 제어기가 고장났을 경우 그에 따른 인력과 제어기 배송비용에 대한 유지보수 비용이 부담이 크다.

또한, 스마트폰과 연동하여 제작되는 IoT를 결합한 다수 개의 모터제어가 출시되는 경우에는 함의 크기가 커지고, IoT 제어부와 모터제어부를 서로 다른 회사 제작하기 때문에 비용, 납기 등에 문제가 발생한다. 본 연구를 통해 제어기 제작의 조립을 단순화하여 비용을 줄이고, 규격화된 제어기를 통한 품질 개선을 하고자 한다.

## 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 설치 할 수 있으며, 인출·수납 상태에 따라 기구물이 인출되거나 수납된 형태가 된다.[1]

일반적으로 강당, 운동장, 경기장 등에 수납식 관람석이 광범위하게 설치가 되는 데 사용 환경에 따라 인출되는 모터와 의자 제어 개수 등으로 인해 매번 제어기의 구성이 달라진다. 따라서 발주가 들어온 사용 환경에 맞춰 제어기가 주문·제작됨에 따라 시간에 쫓기며, 전문인력이 아닌 이상 만들 수가 없다. 이로 인한 제어기의 단가 상승과 품질 문제가 발생한다.

또한, 수납식 관람석 시장의 규모가 크고 수출 비중이 높은 만큼 제품에 대한 A/S가 문제가 크다. 제어기 함(분전함)의 무게가 무겁고 제어기 함을 교체하기 위해서는 전문직의 엔지니어가 필요하기 때문에 출장인원이 필요하다. 따라서, 인력에 대한 출장 비용과 제어기의 배송 비용에 따른 유지보수 비용 부담이 크다. 그리고 스마트폰과 연동하기 위해 종래의 제어기 함을 타제품 간의 통신에 맞춰 진행을 하다보니 추가 비용과 납기의 문제가 발생하게 된다.[2-7]

이를 해결하기 위해서는 사용 환경에 따라 통합 제어가 가능한 올인원 제어기가 필요 하다. 사용 환경이라는 것은 하나의 모터부터 다수 개의 모터 제어가 가능하며, 사용 환경에 맞추므로 제어기를 구성할 수 있어야 한다. 통합 제어가 되기 위해서는 다수 개의 모터를 제어할 수 있는 하드웨어 구성과 소프트웨어 인터페이스를 갖춰야 한다. 특히, 다수 개의 제어기를 통합 제어 할 수 있는 터치 패널 인터페이스를 통해 사용자의 요청에 맞게 제어 할 수 있도록 구성하려고 한다. 이

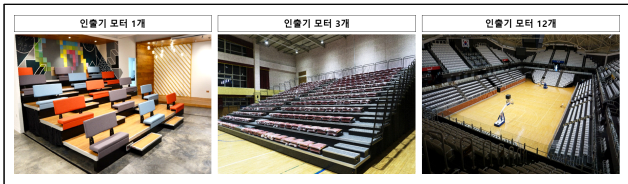
를 통해 규격화된 제어기로 모든 환경에 맞춰 제어 할 수 있는 형태로 구성될 수 있도록 하고, 유선과 무선으로 사용 환경에 맞게 통신을 정하며 터치패널을 통해 인터페이스를 제공한다.

## 2. 통합 제어기 설계 및 개발 내용

수납식 관람석은 그림 1에서 제시된 것처럼, 현장의 규모 및 디자인에 따라 여러 모양으로 설치 할 수 있다. 일반적으로 강당, 운동장, 경기장 등의 수납식 관람석은 사용 환경에 따라 들어가는 모터의 개수가 그림 2와 같이 서로 다르다.



[그림 1] 수납식 관람석의 상태에 따른 비교 사진

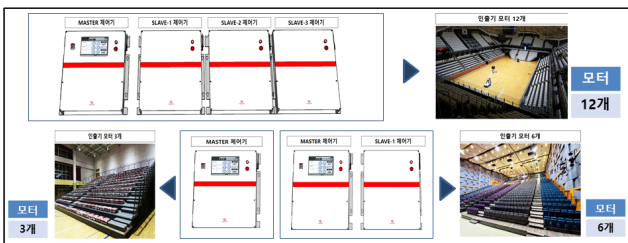


[그림 2] 사용 환경에 따른 모터 개수

## 2.1 제어기 하드웨어(H/W) 개발 사항

### 2.1.1 제어기 컨셉안

사용 환경에 따라 들어가는 모터 제어 개수가 다르기 때문에 마치 태양광 인버터와 규격화된 제어기 제작에 중점을 두었다. 태양광 발전은 환경에 따라 발전량이 규격화된 인버터 제어기를 병렬로 구성하여 전체 발전시스템을 구축한다. 이에 착안하여 규격화된 수납식 관람석 제어기를 통해 현장에 맞춰 제어기 개수를 정하고 통합제어를 한다.

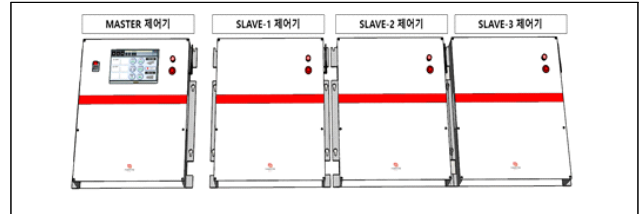


[그림 3] 규격화 된 제어기 사용 방법

쉽게 예를 들어 그림 3에서 볼 수 있듯이 제어기는 3개의 모터를 제어 할 수 있고, 현장의 모터 개수에 의해 현장에 들어가는 제어기 개수 식 (1)과 같다.

$$\text{제어기 개수} = \lceil \text{모터 개수} \div 3 \rceil \quad (1)$$

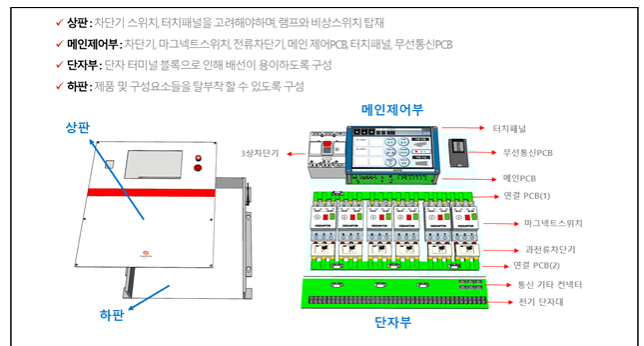
통합 제어는 인터페이스와 전체를 제어하는 마스터 제어기, 환경에 따라 추가되는 슬레이브 제어기로 구성된다. 마스터와 슬레이브 제어기의 PCB는 동일하게 사용하며 제어기 내의 ID를 구분하여 1번은 마스터, 2번에서 9번까지는 슬레이브로 칭한다.



[그림 4] 마스터와 슬레이브 제어기 구분

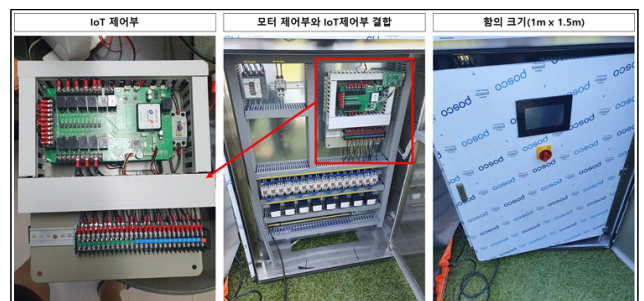
### 2.1.2 제어기 하드웨어 구성

제어기 구성은 그림 5와 같이 기구적으로 상판과 하판을 나눠 조립할 수 있도록 하며, 내부는 차단기, 제어PCB, 터치패널, 마그네틱스위치, 과전류차단기, 단자대 등으로 구성하였다.



[그림 5] 하드웨어 구성 계획안

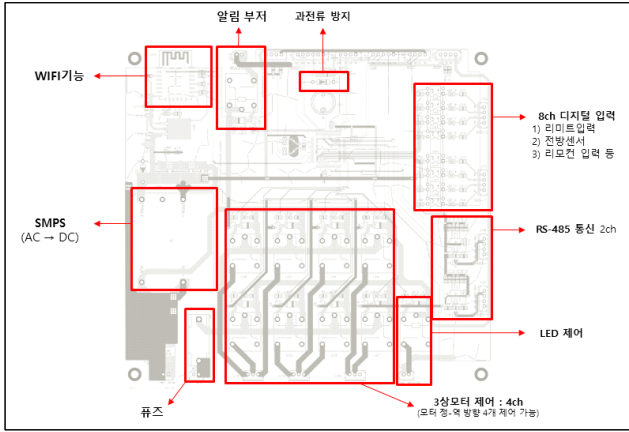
또한, 제어기 조립 속도를 높이기 위해 차단기, 마그네틱, 과전류 차단기 등에 연결 PCB를 통하여 복잡한 배선을 간단하게 구성할 수 있도록 하였다. 종래의 제어기 함은 그림 6과 같이 IoT제어부와 모터구동부가 분리되어 따로 제작되어 있다. 그러나 배선작업이 복잡하여 조립되는 데 상당한 시간이 걸리며, 함의 크기가 크고 무거워 배송과 납기에 어려움이 많다.



[그림 6] 종래의 제어기 합 구성

### 2.1.3 제어 PCB 구성

제어 PCB는 유선(RS-485)통신과 무선(WIFI, 2.4GHz)으로 구성하였으며, 릴레이를 통해 AC단상을 제어하여 3상 마그네틱을 제어할 수 있도록 하였다. 그리고 사용 현장에 따라 LED와 알람부저를 제어할 수 있도록 구성하였고, 리모컨 제어, 전방센서 입력, 리미트 입력 등을 받을 수 있도록 하였다.

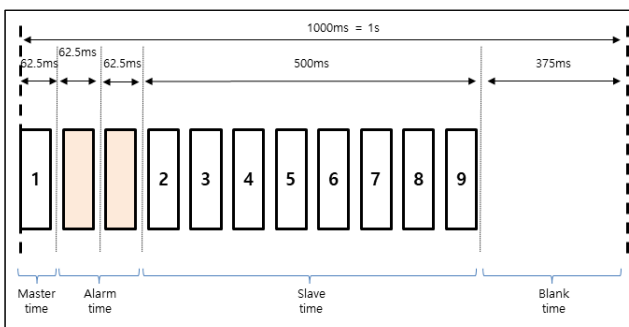


[그림 7] 수납식 관람석 제어 PCB도면

## 2.2 제어기 소프트웨어(S/W) 개발 사항

### 2.2.1 통신 타임 프로토콜 구성

제어기의 모든 통신 담당을 마스터로 칭하며, 마스터에 붙는 제어기는 슬레이브라고 칭한다. 마스터는 ID가 1번이고, 슬레이브는 2~9번 ID를 가진다. 모든 통신의 제어 주체는 마스터로서 마스터 제어기의 보낸 통신 시간 기점으로 각 제어기 간의 데이터를 보낼 수 있는 시간이 정해진다.



[그림 8] 타임 프로토콜 구성

그림 8에서 나타나듯이 마스터가 보낸 통신 기준으로 통신 타임이 결정되며 1,000ms주기로 현황을 받거나 제어하였다. 슬레이브 제어기 내의 과전류나 기타 점검 이벤트 발생시에 Alarm time에 통신을 보내 즉각 마스터 제어기가 통제하였다. 그리고 슬레이브 제어기 내의 리미트 입력(수납식 관람석 기구적 상태)과 제어 명령을 잘 들었는지를 각 ID 통신 발언

시간에 보냈다. 따라서, 1,000ms 간격으로 마스터 제어기는 모니터링 및 제어를 할 수 있도록 통신 타임 프로토콜을 구성하였다.

### 2.2.2 터치패널 HMI 구성

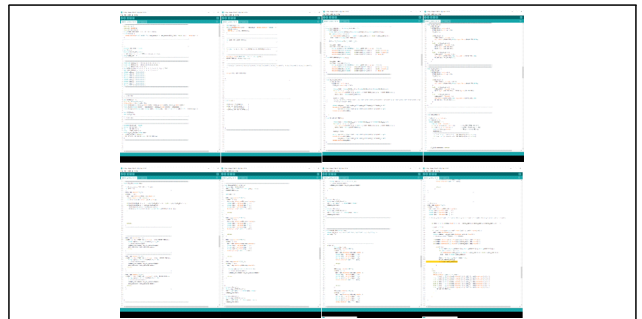
터치패널은 7인치 크기로 설치하였으며, 제어기 9개를 제어 할 수 있고 최대 모터 27개를 제어 할 수 있다. 각 제어기의 ID마다 3개의 모터 제어가 가능하며, 터치패널로 제어할 대상을 클릭 후 통합적으로 인출 혹은 수납을 진행 할 수 있다.



[그림 9] 터치패널 HMI 구성

### 2.2.3 펌웨어 제작

제어기 PCB의 펌웨어는 Arduino sketch 환경에서 제작하였고, Atmega2560-16AU MCU 보드를 활용하여 작성하였다.

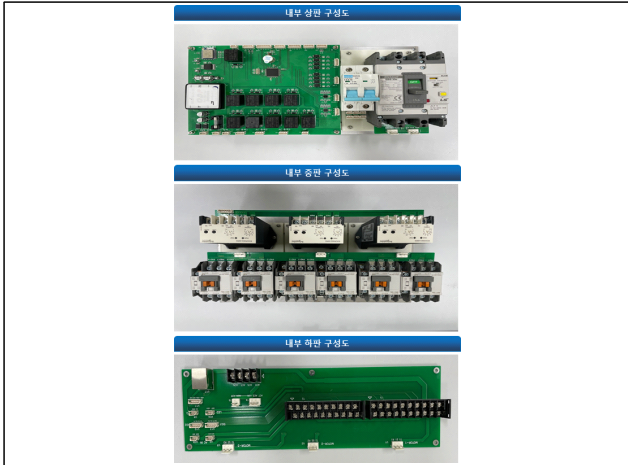


[그림 10] 제어기 PCB 펌웨어

## 2.3 규격화 및 조립속도 개선

### 2.3.1 연결 PCB 제작

연결 PCB등을 통하여 내부의 구성을 미리 조립할 수 있고 규격화 할 수 있었다. 이에 조립 속도를 개선하고, 문제가 발생할 경우에 그 부분을 교체하여 장착하면 된다.



[그림 11] 연결 PCB를 통한 내부 구성도

### 2.3.2 제어기 합 기구 제작

제어함을 보다 세련되고 조립하기 쉽게 구성하도록 설계하고 제작하였다.



[그림 12] 제어기함 기구 제작 사진

## 2.4 테스트베드 제작

### 2.4.1 4단 수납식 관람석 제작

테스트베드 제작 후 해당 제어기의 신뢰성, 모터 동작을 테스트하기 위해 4단 수납식 관람석을 제작하였다.



[그림 13] 테스트베드 수납식 관람석 제작

## 3. 결론

수납식 관람석은 매년 다른 환경에 설치되기 때문에 매년 제어기를 제작해야 했으나, 본 규격화된 제어기를 병렬로 사용하여 각 환경에 맞춰 사용이 가능하다. 더 나아가 조립 속도 개선, 규격화, 조립화 등을 통해 제어기 단가를 줄였으며, 제품이 고장날 때 비전문가라도 쉽게 고칠 수 있도록 효율적으로 구성을 하였다. 본 제품은 특히 해외 제품에 납품할 때에 큰 장점이 드러난다.

계획한 구성도에 맞게 제작이 되었으며 시험 평가도 원하는 성능 내로 제작이 되었다. 본 제품은 국내 및 해외에 즉시 납품할 수 있을 것으로 보인다.

### 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] 강영주, “멀티스트링 태양광 인버터용 인터리브드 부스트 컨버터의 설계 및 제어”, 대한전기학회, 2011년
- [5] 오효근, “태양열시스템의 최적운전을 위한 스마트 유지관리 시스템 개발”, 경희대학교 대학원, 2022년
- [6] 박성미, “CAN통신을 이용한 모듈전원의 병렬운전에 관한 연구”, 전남대학교 컴퓨터학과, 2011년
- [7] 이광운, “스텝 모터의 미세각 제어 구동 회로 및 병렬 운전 제어기 개발”, 전력전자학회, 1996년

본 연구는 2021년도 전북테크노파크의 도약기업 기술개발 역량강화 지원사업 지원에 의한 연구수행 결과물임을 밝힙니다.