

# Tiny PLC 기반의 엘리베이터 모델을 이용한 자동화 교육

김기환  
세명대학교 전자공학과

## Education of Automation Using Elevator Model Based on a Tiny PLC

Kee-Hwan Kim  
Department of Electronic Engineering, Semyung University

### ABSTRACT

The development of control related applications requires knowledge of different subject matters like mechanical components, control equipment and physics. To understand the behavior of these heterogeneous applications is not easy especially the students who begin to study the electronic engineering.

### 1. 서론

최근 아파트, 호텔, 병원, 오피스 빌딩등 대부분의 건물이 대형화, 고층화 되어감으로써 각 건물의 운행 엘리베이터의 수가 증가되는 추세이다.[1]

우리가 평상시 사용하고 있는 엘리베이터를 모델로 제작하여 전기·전자·제어계측에서 자동화를 공부하는 학생을 대상으로 자동화 교육의 교수 매체로 활용하여 교수-학습의 효율을 고취시키는 것을 목적으로 하였다.

엘리베이터의 모델을 통해 필요한 기본 지식들의 연관성을 대두함으로써 마이크로프로세서를 기반으로 만든 Tiny PLC와 모터를 이용한 제어와 자동화 설계 과정의 이해를 높이며, 자동화 교육의 실험 실습에 엘리베이터의 모델을 사용함으로써 엘리베이터 동작 원리와 이해를 증진 시키는 수단으로 적합하다.

엘리베이터 모델을 소프트웨어와 하드웨어의 제어를 통하여 그림 1에서처럼 다양한 시스템들을 구성할 수 있다. 이 엘리베이터의 모델을 통한 체험 학습 효과와 교수-학습 수업활동의 증대, 교수 매체의 활용을 할 수 있다.

또한 엘리베이터의 모델을 사용하여 PLC를 통해 동작 알고리즘에 대한 자동화의 이해도를 높이며, 모터와 센서를 통해 전자회로 및 전자적인 동작 형태의 제어를 통하여 교수 매체의 다양한 활용도를 높일 수 있다.

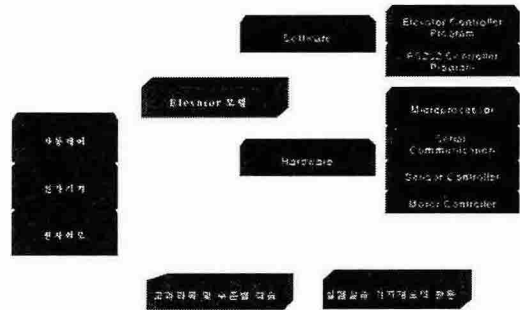


그림 1 엘리베이터 모델을 이용한 자동화 교육 블록도  
Fig. 1 Block diagram for automation education using an elevator model

본 연구는 엘리베이터 모델을 이용하여 자동화 교육의 교수 매체 활용 연구하기 위하여 네가지 사항을 논의의 대상으로 삼았다.

첫째, PLC 프로그램 방식의 하나인 래더 프로그램을 사용하여 엘리베이터 모델의 시퀀스 제어 회로를 프로그래밍 한다.

둘째, 컴퓨터에 PC Software package를 사용하여 Windows Programming을 작성하여 시각적인 교수 매체로 한다.

셋째, 인터페이스 모듈(RS-232 serial port)을 컴퓨터와 마이크로프로세서(AVR)를 기반으로 만든 PLC와 연결하여 모델 엘리베이터 제어 및 상태를 점검한다.

넷째, 모델 엘리베이터를 실험하여 그 결과를 고찰한다.

### 2. 엘리베이터 시스템

실제 엘리베이터는 구동용 전동기와 구동기구에 의해 교류, 직류 엘리베이터로 분류되며, 엘리베이터 동력과 속도 제어 시스템도 제어된다. 여기에서는 모델 엘리베이터를 직류 엘리베이터로 제작하였으며 엘리베이터 모델을 간단하게 하기 위하여 속도 제어 시스템은 생략하였다.

## 2.1 Hardware

PC에서 엘리베이터 모델 제어 및 상태 점검이 가능하며, PLC가 탑재된 제어기만으로도 모델 엘리베이터 제어 및 상태 점검이 가능하도록 하였다. 또한, PC에서 엘리베이터에 사용된 모터 상태 점검도 가능하다. 하드웨어부분으로는 PLC부, 시리얼 통신부, 모터부, 센서부 그리고 제어회로부로 나눌 수 있다.

### 2.1.1 PLC 부

엘리베이터는 시퀀스 제어를 기본 기능으로 하여 속도 제어와 운전제어를 주로 하고 있으며, 지금까지 이 시퀀스 제어 회로에 릴레이를 주로 사용하여 왔다. 따라서 제어 내용을 약간만 변경 또는 수정하려고 해도 하드웨어를 전체적으로 개조해야 하는 등 여러 문제점을 안고 있을 뿐만 아니라, 안정성, 신뢰성 등을 보장할 수 없었다. 그러나 이러한 문제는 PLC를 사용하게 되면 제어 내용을 소프트웨어로 수정할 수 있기 때문에, 프로그램을 변경 또는 수정함으로써 간단히 해결할 수 있다.[2]

프로그래머블 로직 컨트롤러 (PLC)는 산업현장에서 가장 많이 쓰이고 있는 대표적인 컨트롤러이다. 보통 일체형으로 되어있으며 케이스 안에 전원부, CPU, I/O등이 모두 내장되어 있는 형태로 되어 있어, 제어반 내부에 장착하고, 필요 시 UNIT 등을 추가해서 원하는 기능을 구현할 수 있도록 되어 있다. 하지만 여기서 사용하는 PLC는 기존의 CPU에 해당하는 부분을 칩 형태로 만들어서 필요한 입출력부분만을 추가하여 사용자에게 맞도록 구성할 수 있다. 특히 AVR을 기반으로 일반 PLC 언어인 래더 프로그램이 가능하도록 하여 I/O 포트의 방향을 일반 마이크로프로세서와 같이 자유롭게 설정할 수 있다.

### 2.1.2 RS-232 communication 부

PLC 기반의 엘리베이터 제어기와 PC와의 연결하는 인터페이스 부분으로 PC에 많이 부착되어있는 RS-232와 직렬 연결한 부분이다. 이 연결부위를 통하여 엘리베이터의 상태 및 제어 신호를 통신할 수 있다.

### 2.1.3 Motor 부

실제에서와 같이 시스템에서 로프를 사용하여 엘리베이터의 구동력을 케이지에 전달하였으며 구동력을 발생하기 위해 일반 DC 모터를 사용하였다.

### 2.1.4 Sensor 부

엘리베이터 모델에서 사용한 층을 인식하기 위한 방법으로는 리미트 스위치를 사용하여 현재 층을 인식하였으며 층 표시, 상승, 하강 표시를 LED를 통하여 디스플레이 하였다.

케이지가 층에 도달했다는 표시는 리미트 스위치를 사용하여 감지하였으며 해당 리미트 스위치에서 신호를 받아 층의 정보를 해당 LED로 보내어 층을 표시하고 프로

그램 상에서 약 5초간의 딜레이를 주어 승강기의 문을 개폐하는 동작을 구현하였으며 내부 혹은 외부에서 버튼이 눌러지면 이를 인터럽트로 처리하여 이동하여야 할 층이 아래층인지 위층인지를 판별한 후에 방향을 결정하여 현재 층보다 아래쪽이면 아래방향 LED로 표시되게 하였고 위층이면 위로 표시되게 설계하였다.

### 2.1.5 PLC에 의한 제어회로

그림 2에 PLC로 구현한 엘리베이터 제어 흐름도를 표시하였다.

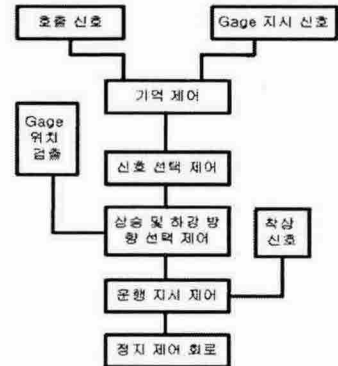


그림 2 엘리베이터 제어 계통도[2]

Fig. 2 Control diagram for elevator[2]

#### (1) 기억 및 표시등 제어회로

각 층의 승강구에서 상승·하강호출버튼을 누르거나, 케이지 내에서 행선지시 버튼을 누르는 것을 모두 기억하며 해당 지시등을 ON시킨다. 이 회로는 케이지의 위치나 운전방향과 관계없이 모두 마이크로프로세서의 내부 메모리에 기억하며, 동시에 케이지가 정지한 층의 기억을 제거하는 회로이다. 케이지내에서 행선 지시 버튼을 누르면 내부 메모리에 기억하고 있다가 케이지가 도착하고 있는 층의 행선 지시 버튼을 누르면 아무런 동작도 하지 않게 한다. 승강구에서 상승·하강호출 버튼을 누르면 내부 메모리에 기억하고 있다가 케이지가 상승·하강하여 목적한 층에 도착하면 기억을 소거시킨다.

만약 상승호출을 했는데 케이지가 하강상태로 도착하면, 정지신호를 발생하지 않게 하고 계속 기억시키게 한다.

#### (2) 방향 선택 제어 회로

기억회로에 기억하고 있는 각 층 승강구의 상승, 호출 신호와 케이지내의 행선 지시 신호를 가지고 케이지의 위치와 비교하면서 상승 또는 하강의 어느 것을 결정하는 회로이다. 또 상승 시에는 상승우선, 하강 시에는 하강우선회로가 되도록 조건 선행형 제어를 하며, 상승 시에는 하강회로에 하강 시에는 상승회로에 상호 인터록 걸고 있다. 또한 진행 방향에 호출이 없으면 운전방향을 반전시키도록 한다.

#### (3) 운행지시제어회로

방향 선택 제어회로에서 결정된 신호와 케이지 도착

신호에 의해 상승, 하강, 정지 중의 하나의 지시를 하는 회로이다. 과상승, 과하강, 과전류 신호를 검출하여 안전 확인이 됐을 때에만 상승·하강을 제어한다.

(4) 정지 제어 회로

케이지가 목적인 층에 가까워지면 기억제어신호와 운행지시 신호에서 케이지의 위치와 비교하면서 정지 여부를 결정하며, 정지가 결정되고 정지해야할 층에 가까워지면 저속으로 전환 정지시키도록 한다.[2][3]

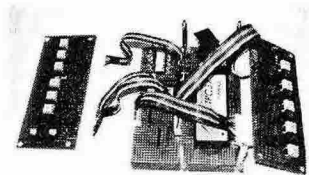


그림 3 PLC 제어부와 내·외부 스위치

Fig. 3 PLC control unit and in- and outside buttons

2.2 Software

PC상에서 운용되는 래더 작성 프로그램 MPGL2를 사용해서 래더 프로그램을 작성하고 시리얼포트를 통해서 Tiny PLC모듈로 다운로드한다. 유저 프로그램은 플래시 메모리에 저장되므로 별도의 배터리 백업이 필요 없으며, 동작 중에 온라인 모니터링도 가능하다. 그림 4는 엘리베이터의 상승 또는 하강을 위한 알고리즘 및 MPGL2의 래더 프로그램 작성 그리고 모니터링의 예를 나타낸 것이다. 화면의 좌반부는 래더 순차 알고리즘이 나타내고 우측부는 릴레이 접점 및 이들의 상태를 나타내어 프로그램 디버깅 시 많은 도움이 되도록 하였다. 또한 실제 시스템과 결합하기 전에 시뮬레이션을 실행할 수도 있다.

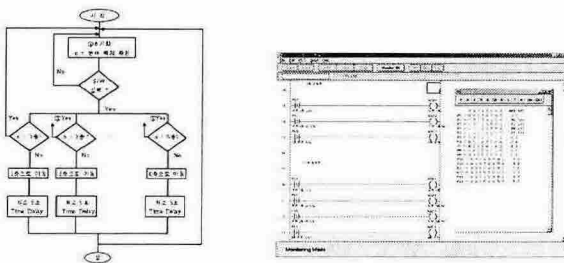


그림 4 엘리베이터 제어 알고리즘 및 GUI 화면

Fig. 4 Elevator Control Algorithm and GUI Screen

실제 엘리베이터처럼 구현하기 위해 엘리베이터의 외부와 내부 버튼, 현재 층의 LED Display, 케이지 문의 개폐시간을 고려하여 5초간의 시간적 딜레이를 두었다. 또한 엘리베이터의 층이동 우선 순위를 다음과 같은 알고리즘으로 프로그램화하였다.

3. 결 론

PLC를 이용하여 엘리베이터 모델을 제작하였으며 엘리베이터 모델과 엘리베이터 제어 프로그램(GUI)을 RS232 Serial port로 연결하여 실시간 동작 확인 및 제어를 할 수 있었다.

내부에서 2층에서 5층으로 상승 시에 외부 3층에서 상승 버튼이 눌러지면 이를 인터럽트로 처리하여 3층에서 정지하도록 하였다. 그림 5는 제작이 완성된 엘리베이터 모델을 나타내었다.

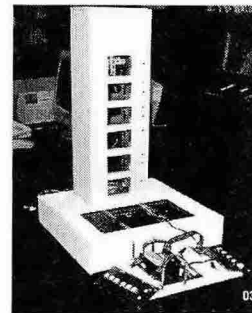


그림 5 완성된 엘리베이터 모델

Fig. 5 Setup of elevator model

엘리베이터 모델을 이용하여 각 분야별로 자동화 교육에 맞게 교수 매체로 활용할 수 있다. 또한 동작 알고리즘에 대한 자동화 교육에서 자동제어, 전자기기, 전자회로 등에 교수 매체 활용하여 교수-학습 효율 높일 수 있었다. 또한 자동화 개념 인식, PLC와 PC간의 데이터 교환, 엘리베이터의 시퀀스 제어를 마이크로프로세서를 기반으로 한 PLC로 구현해서 Software의 유용성 및 확장성을 이해하는데 도움을 줄 수 있었다.

컴퓨터 프로그램 GUI 구현으로 시각적으로 학습에 함에 사용자 인터페이스를 통한 작동의 편리성, Windows Programming 학습에 도움이 되었으며 Internet을 통한 원격제어 및 감시 기능도 추가 가능하리라 생각한다.

참 고 문 헌

[1] 서현근, 김기형, "실시간 엘리베이터 감시 및 제어 시스템의 설계 방법론", 영남대학교 석사학위 논문, 1998  
 [2] 이양주, "프로그래머블 컨트롤러(PC)를 사용한 엘리베이터의 시퀀스제어에 관한 연구", 한양대학교 교육대학원, 1992,  
 [3] 라원경, 김기환, "엘리베이터 모델을 이용한 자동화 교육", 전력전자학술대회논문집, pp. 159-162, 2004