

# Web 기반 도구를 이용한 자동화 복합 공정 제어 시스템의 가상실험실 구현

한 얼, 박성무, 허지웅, 홍상은  
순천향대학교 전자정보 공학과  
spchan@nate.com

## Implementation of virtual laboratory for automation and complex process control systems using Web-based tool

Earl Han, Sung-moo Park, Ji-woong Heo, Sang-eun Hong  
Electronics information department, SoonChunHyang University

### 요 약

인터넷의 비약적인 발달은 제어시스템의 설계 및 운영에도 많은 영향을 미치게 되어 지금까지와는 전혀 다른 시스템 구현이 가능한 환경으로 만들어 가고 있다. 이와 같은 배경에서 본 연구에서는 LabVIEW를 이용한 복합 공정의 제어 및 모니터링을 Web을 기반으로 한 새로운 방법의 원격제어 시스템을 사용하여 가상실험실을 구현하였다. LS산전의 GLOFA-GM3와 미쓰비시의 MELSEC-Q PLC를 각각 TCP/IP와 RS-232C통신을 사용하여 복합공정 제어 시스템을 구현하였다. NI사의 LabVIEW 프로그램에서 지원하는 Web 출판 기능을 사용하여 웹상에서 50대의 Clint PC의 접속을 가능하게 하여 원격으로 접속, 학습이 가능하도록 가상실험실을 구현하였으며 학습자들은 원격으로 복합 제어공정을 실시간으로 학습할 수 있게 되었다. 나아가 Web 상에서 원격제어의 가능성을 활용하여 산업체에서의 활용 범위를 넓히고, 가상 교육환경의 가능성을 열었다.

### 1. 서론

최근 정보기술과 Web 기반 기술의 급속한 발전은 산업 생산에 까지 영향을 미치고 있어 산업현장의 생산 시스템의 구조에도 많은 변화를 가져오고 있다.

자동화 공정에서 최근 인터넷의 급속한 보급으로 인하여 공간상의 제약을 극복하여 어느 곳에서든지 작업 상태를 확인해 볼 수 있는 원격 모니터링 및 원격 제어시스템이 도입되고 있고 앞으로는 이와 같은 추세가 더욱 가속화 될 것으로 예상된다.

이러한 추세에 따라 본 연구에서는 현재 생산현장에서 주로 사용하는 서로 다른 종류의 PLC들의 제어방식을 학습자들에게 공간상의 제약을 없애고, 효율적인 교육을 하기위해 인터넷과 접목하여 Web 상에 가상실험실을 구현하여 학습자가 원하는 장소, 시간에 학습이 가능한 방안을 모색하였다.

이 과정에서 우리는 NI사의 LabVIEW 프로그램에 주목하였다. LabVIEW 프로그램은 다양한 통신 방식의 프로토콜을 지원하고 있으며 LabVIEW 프로그램이 설치되어있지 않은 컴퓨터에서도 인터넷을 통해 접속하여 제어할 수 있도록 Web 출판기능을 지원하고 있다. Web 출판기능은 Server PC 외에 50대까지의 Clint PC가 동시에 접속 할 수 있게 되어있다.

본 논문에서는 현재 생산현장에서 많이 사용하는 시퀀스 제어공학을 이해하고 실제의 상황으로 운전하는 실험교육을 중심으로 개발하였으며, LabVIEW의 Web 출판기능을 사용하였다. 대상 시스템은 LS산전의 GLOFA-GM3를 사용하여 프로그램 제어 방식의 컨베이어 공정시스템을 구현하여 학습자로 하여금 프로그램 제어방식의 이해를 도왔으며, 미쓰비시의 MELSEC-Q로는 조건제어 방식의 엘리베이터

공정시스템을 구현, 조건제어방식의 이해를 수월하게 하도록 설계하였다. 제어하는 복합공정의 자동화 시스템을 모델로 하여 PLC 마다 다른 통신방식을 적용하면서 Web 기반으로 원격 모니터링 및 제어가 가능한 자동화 시스템 가상실험실을 구현하였다. 개발 시스템에는 소프트웨어로 LabVIEW를 사용하였으며 PLC와 PC간의 통신은 TCP/IP과 시리얼통신을 사용하였으며, 제어상태를 실시간으로 Web Cam으로 모니터링하며 학습 할 수 있도록 구성하였다. 아울러 이러한 모든 기능을 하나의 화면에서 통합하여 처리할 수 있는 MMI(Man Machine Interface) 기능을 추가하였다.

## 2. 자동화 시스템 구성

### 2.1 자동화 시스템 개요

자동화 시스템의 구성은 시퀀스 제어에서 주로 공부하는 프로그램 제어 방식과 조건 제어방식을 대상으로 하였다. 프로그램 제어 방식으로 자동화 라인에서 일반적으로 사용하고 있는 컨베이어 시스템과 조건 제어 방식으로 대표적인 방식인 엘리베이터 시스템으로 이루어진 2개의 공정시스템을 대상 시스템으로 구성하였다. 각 공정시스템의 제어기는 서로 다른 종류의 PLC를 사용하고 감시제어용 컴퓨터와 PLC와의 통신방식 역시 각각 다른 통신방식을 적용하였다. 전체적인 시스템의 구성도는 그림 1과 같다.

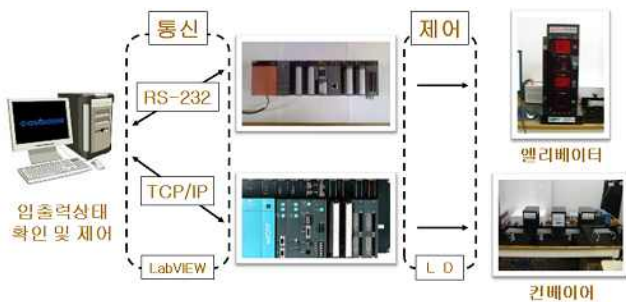


그림 1. 시스템 구성도

### 2.2 시스템의 구성

그림 1에서 컨베이어 시스템은 벨트 컨베이어방식을 채용하였고, 여기에는 3개의 작업이 순차적으로 이루어지는 것으로 상정하여 구성하였다. 엘리베이터 시스템은 엘리베이터의 여러 가지 조건을 충분히 고려할 수 있는 최소한의 층수인 4층으로 제작하였고, Door개폐나 속도제어는 제외 하였다. 임출력상태 확인 및 제어용 컴퓨터는 서버용 컴퓨터로서 감

시, 제어용으로 사용하는 소프트웨어는 LabVIEW프로그램을 사용하였으며, Web 출판 기능을 사용하여 Web으로 원격제어가 가능하도록 설계하였다. 전체적인 네트워크 구성도는 그림 2와 같다.



그림 2. Network structure

## 3. 제어용 소프트웨어 설계

### 3.1 제어용 소프트웨어 설계 개요

제어용 소프트웨어 설계의 기본 구성은 그림 1과 같이 컨베이어 시스템의 제어와 엘리베이터 시스템의 제어가 PLC로 이루어지므로 PLC 전용 소프트웨어인 래더 다이어그램을 사용하였다.

### 3.2 컨베이어 시스템의 제어 설계

컨베이어 작업공정의 순서는 그림 3과 같다.

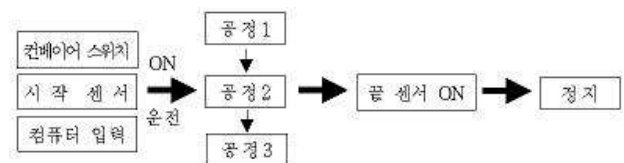


그림 3. 컨베이어 설계 기본구성

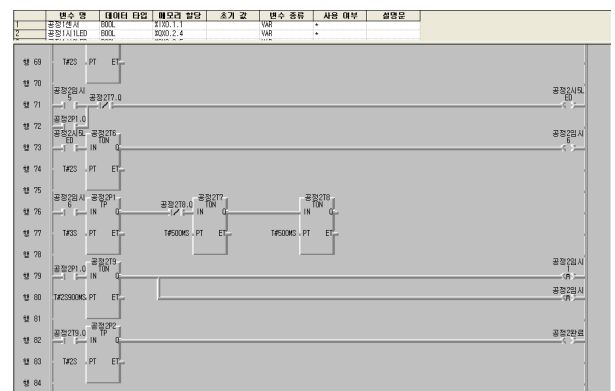


그림 4. 컨베이어 제어용 래더 다이어그램

이상의 동작 순서를 LS 산전의 전용 소프트웨어인 GMWIN(LD)를 사용하여 래더 다이어그램을 작성하였다. 최종 작성한 래더 다이어그램은 그림 4와 같다.

### 3.3 엘리베이터 시스템의 제어 설계

엘리베이터 시스템의 제어 설계는 조건제어 방식이므로 다음과 같은 조건으로 이루어지며 각 조건에 따른 동작은 래더 다이어그램으로 프로그램 된다. 동작 순서를 미쓰비시사의 전용 소프트웨어인 GX Developer(LD)를 사용하여 래더 다이어그램을 작성하였다. 최종 작성한 래더 다이어그램은 그림 5와 같다.

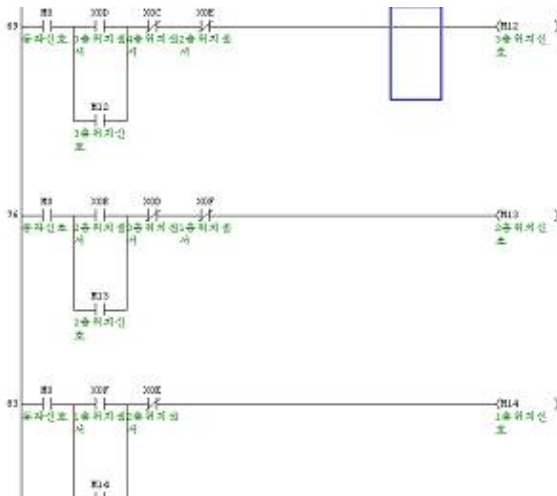


그림 5. 엘리베이터 제어용 래더 다이어그램

## 4. Web 가상실험실

### 4.1 Web 가상실험실의 개요

Web 가상실험실은 종전의 교실위주의 수업이 아닌 온라인을 통한 개별적 학습공간에서 이루어진다. 이를 통해서 학습자는 개인의 자율성과 창의력을 존중되는 한편, 정보기술을 바탕으로 교육정보와 교육 매커니즘이 제공되는 기술기반 교육으로써 학습자 중심의 자기주도형 학습이 가능하게 되었다.

### 4.2 Web Cam

Web Cam은 가상실험실을 구현함에 있어서 가동 중인 자동화 시스템의 상황을 동영상으로 확인하기 위하여 사용한다. 본 시스템이 원격으로 운전되기 때문에 시스템의 입·출력 정보만 가지고는 문제 발생의 원인파악이 어렵다. 특히 Web Cam은 설치비가 저렴하고, 유지비가 들지 않고, 확장성이 뛰어나

며 언제 어디서나 Web을 통하여 원격지를 실시간 모니터링 할 수 있는 보안 장비이므로 효과적인 시스템 운영을 위해서는 반드시 필요한 사항이다.

### 4.3 가상실험실 구현

Web상에서 가상실험실의 외부접속을 위해서는 우선적으로 LabVIEW의 Real-Time Engine을 클라이언트에 설치하여야 한다. Web에서 실행중인 VI에 접속하게 되면 자동으로 서버로부터 다운로드 받은 후 설치하게 된다. 다운로드 받은 후 화면은 그림 6과 같이 생성된다.



그림 6. 서버화면 및 가상실험 진행화면

그림 6의 화면에서 모니터링이 진행되고 있는 서버에 Web으로 접속한 원격지 학습자에게 측정만 하게 할 것인지, 실험도 가능하게 할 것인지를 지정해 줄 수 있다. 원격지 클라이언트로부터 요청을 받고 서버가 요청을 수락하게 되면 연결이 가능해지며 클라이언트에서도 서버와 같은 환경이 제공된다.

주의할 점은 서버 컴퓨터와 클라이언트가 같은 VI를 띄어놓고 실행을 해야 한다.

그림 6은 서버화면 및 가상실험의 진행화면을 보여준다. 그림에서 알 수 있듯이 컨베이어 시스템은 학습자의 프로그램 제어 방식 이해를 돕도록 프론트 패널을 구성하였으며, 엘리베이터 시스템은 학습자의 조건 제어 방식 이해를 돕도록 프론트 패널을 구성하였다.

그림 7은 완성된 전체 시스템이다.



그림 7. 전체 시스템

## 5. 결 론

본 논문은 LS산전의 GLOFA-GM3와 미쓰비시의 MELSEC-Q라는 각기 다른 PLC로 컨베이어와 엘리베이터를 제어하며, 각자의 기기에서 지원하는 프로토콜인 TCP/IP와 시리얼 통신을 이용하여 Web 상에서 어떤 PC라도 학습자가 Web Cam을 이용하여 실시간으로 제어, 모니터링 상황을 파악할 수 있도록 가상실험실을 구현하였다.

GLOFA-GM3로는 현재 공장에서 쓰이는 자동화 시스템을 축소시킨 컨베이어를 제어하는 것을 확인할 수 있었고, MELSEC-Q로는 건물에서 볼 수 있는 엘리베이터를 모델로 하여 4층으로 제작, 동작하는 것을 확인 하였다. 또한 제어 상태를 하나의 PC로 모니터링 하기위하여 LabVIEW의 VI를 사용하였다. 이를 통하여 PC와 PLC를 TCP/IP와 RS-232로 연결하여 통신하는 것을 확인하였고, 각기 다른 통신 프로토콜을 가진 2가지의 PLC와 LabVIEW 프로그램이 동시에 연동하는 것을 확인 하였다.

이외의 다른 종류의 PLC 통신 프로토콜로도 LabVIEW와 연동이 가능할 것이라 생각되며 장소에 구애를 받지 않고 가상실험실을 사용 할 수 있어 Web기반의 모니터링을 사용하여 높은 학습효과를 기대할 수 있을 것이다.

현재는 가상실험실을 운영함에 있어 운영권의 제한을 Server PC 한 대에서 관리하므로 50대의 Client PC가 접속하여 클라이언트 요청 시 효율적으로 관리하기에 미흡한 부분이 많다. 앞으로 학습자의 입장에서 좀 더 편리하게 사용할 수 있는 시스템이 되

도록 수정 보완해 나가야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] M. Coccoli, A. Boccalatte, Future Directions of Internet-based Control Systems, Journal of Computing and Information Technology, CIT 10, pp 115-124, 2002, 2.
  - [2] Richard Zurawski, 97-Introduction to e-Manufacturing, The Industrial Information Technology Handbooks, CRC Press, 2005
  - [3] 차홍식 외 2, 자동화시스템, 일진사, 2003
  - [4] 이광만, PLC제어 이론과 프로그래밍, 일진사, 2001
  - [5] 김정렬 외 2, PLC활용과 모니터링, 테크미디어, 2002
  - [6] 박홍복, LabVIEW8 그래픽컬 프로그래밍, 정익사, 2006
  - [7] LS산전 GLOFA-GM3 매뉴얼
  - [8] 미쓰비시 MELSEC-Q 매뉴얼
  - [9] 이태봉, “웹을 이용한 사용자 제어방식의 PID 자기 동조형 서보시스템의 구현”, 순천향대학교 석사학위 논문, 2004
  - [10] 강훈석, “e-learning을 위한 인터넷 웹 기반의 서보모터 원격제어에 관한 연구”, 순천향대학교 석사학위 논문, 2005
- LS산전 기술지원 : <http://kr.lsis.biz/>  
 LabVIEW 개발자커뮤니티 : <http://www.mylv.net/>