

# 원격기반 PLC 프로그래밍 교육시스템의 개발

## (The Development of PLC Programming Education System Based on Distance Learning)

이 성 열\*, 전 동 표\*\*

(Sung-Youl Lee, Dong-Pyo Jeon)

**요 약** 원격기반 실시간 PLC 교육시스템은 인터넷을 이용한 e-laboratory 학습 시스템으로 실습실 환경에 시간적, 공간적으로 유연성을 제공하는 차세대 실습시스템으로 부각되고 있다. 본 시스템의 특징은 비교적 저가의 PLC를 이용하여 구축되었으며 저가의 일반 PC카메라를 이용한 영상피드백 프로그램의 개발로 시스템 구축비용을 최소화 하였다. 실습 환경과 결과를 실시간 영상피드백으로 감시 할 수 있도록 하여, 인터넷 이용 실습이라는 흥미유발로 학습효과를 높일 수 있었으며, 실습에 직접 참여하지 않는 다수의 다른 학생들에게 동시에 실습 모니터링을 할수 있는 기회를 제공하였다.

**핵심주제어 :** 원격학습, 원격실습, 인터넷 기반 실습, PLC 프로그래밍

**Abstract** Thanks to the spacial and timely flexibility of laboratory's environment, the distance learning based real time PLC education system has been brought into relief as a next generation laboratory alternative. The developed system was installed using a relatively cheap PLC and PC camera. Providing image feedback through the PC camera, the system provides the student's interests of the lab as well as an opportunity to monitor the lab's activities and results.

**Key Words :** Distance Learning, PLC Programming, E-learning, Internet Based Laboratory

### 1. 서 론

인터넷 환경의 발달은 IT분야에서 수많은 발전의 원동력을 제공하였고 교육 분야에 있어서도 다양한 학습 콘텐츠가 개발될 수 있는 환경을 제공하였다. 특히 최근 들어 사이버 학습의 등장은 인터넷을 기반으로 한 원격강의를 가능하게 하고 시간과 공간의 제약을 받지 않는다는 장점으로 새로운 교육방식의 한 형태로 자리 잡고 있다. 그러나 실습을 동반하는 강의의 경우는 학생들에게 원격 실습환경의 구축문제가 주요 쟁점으로 대두 되었

다. 본 연구에서는 효율적인 PLC (Programming Logic Controller) 프로그래밍 교육의 일환으로 Windows XP의 '원격 데스크톱 연결' 기능과 영상 피드백 기능을 활용한 원격 학습 환경에서의 실시간 PLC 실습 시스템의 개발을 소개한다.

본 연구는 이성열 (2005)의 논문에 대한 후속연구로서, 먼저 논문이 고가의 PLC (Allan Bradley SLC500)와 웹카메라 (Vanguard X10)를 이용한 학생실습 사례연구를 중심으로 다루었다면, 본 연구는 시제품으로 개발된 원격 교육용 시스템에 대한 연구로서 저가의 PLC (TRiLOGI T100MD+)와 새롭게 추가된 저가의 범용 PC 카메라를 사용한 모니터링 프로그램이 소개되었다. 서로 다른 PLC의 사용으로 그에 따른 다소 다른 형태의 PLC 프

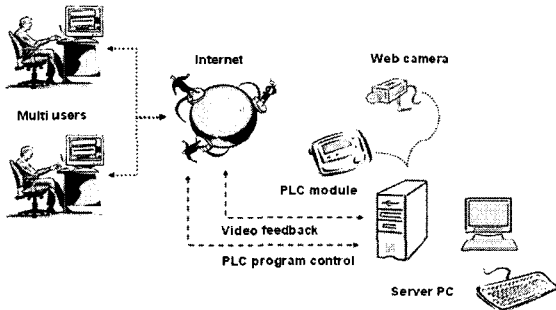
\* 관동대학교 컴퓨터학부

\*\* 경동대학교 컴퓨터미디어공학부

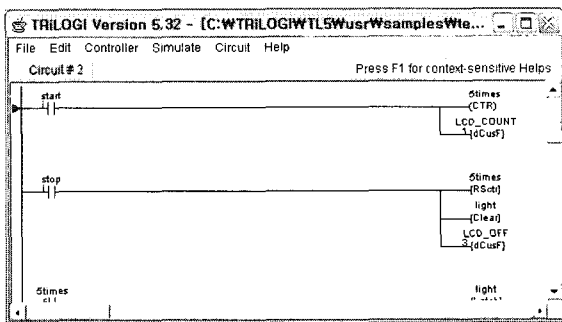
로그래밍 명령어와 사용방법이 소개되었다.

본 연구의 구성은 먼저 원거리 학습에 대한 개요와 실습에 사용되는 하드웨어 구성과 실습에 필요한 환경에 대하여 소개 한다. 또한 실제 실습에서의 에러율을 낮추고 PLC 명령어들에 대한 사전 지식을 갖도록 하기 위해 시뮬레이션 프로그램을 활용하는 방법에 대하여 설명 된다. 마지막으로 원거리 실습을 통하여 도출된 문제점을 토의하고 결론 및 추후 과제를 제시한다.

## 2. 하드웨어 구성 및 설정 방법



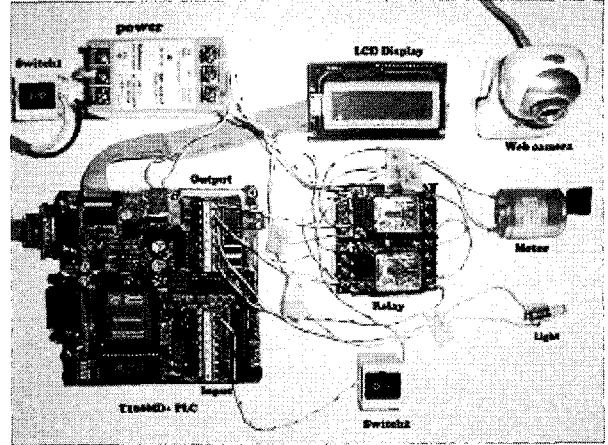
<그림 1> 실시간 원격 PLC 시스템 네트워크 구성도



<그림 2> PLC 로직 시뮬레이션 프로그램

원격 학습을 위한 서버 PC로써 펜티엄IV PC 1대와 웹 카메라 1대, 실습에 활용할 PLC 모듈 1세트가 서버 PC에 연결되어 있고, 인터넷을 통해 사용자의 PC가 원격으로 서버 PC에 연결이 가능하도록 구축되어 있다. 실시간 원격 PLC 실습을 할 수 있는 시스템 구성도가 그림 1에 보여진다. 그림 2는 실습에 필요한 통합 PLC 프로그래밍 소프트웨어 화면으로 프로그램 작성과 검증을 위한 시

뮬레이션 프로그램으로 구성되어 있으며 또한 완성된 프로그램을 원격으로 PLC에 기록(upload)하여 직접 실행도 할 수 있다.



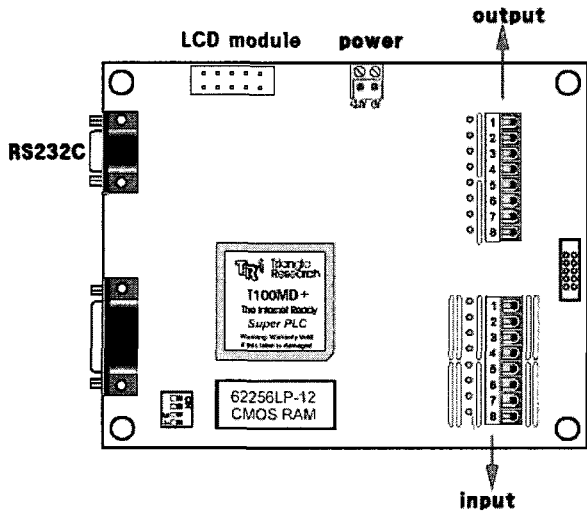
<그림 3> PLC 시스템 구성 화면

PLC 시스템의 실제 배치도가 그림 3에 보여진다. 좌측 상단으로부터 주 전원부, LCD 디스플레이, 영상 피드백 카메라, PLC 모듈, DC 모터 구동 드라이버 (릴레이 2세트), DC 모터, 꼬마전구와 입력 스위치로 꾸며져 있다. PLC의 전원은 12V의 전원과 그 전원에 전류를 전달해주는 간단한 ON, OFF 스위치로 구성되었다. PLC 프로그램의 실행으로 발생하는 상태를 문자 정보로 제공할 수 있는 LCD 디스플레이, 원격접속을 통한 PLC 작동 유무를 확인 할 수 있도록 웹 카메라를 설치하여 실습영상 피드백정보를 제공함으로써 실습결과의 확인 및 안전과 함께 학습의 흥미를 높이도록 하였다. 모터의 구동 방법은 정/역 회전 및 PWM 제어를 위하여 2개의 릴레이 스위치를 이용하여 DC-모터 구동 드라이브가 구축되었다.

DC-모터 구동 드라이브는 PLC의 디지털 출력 단자에 연결되었다. 모터와 연결된 출력단자 1번은 정회전, 2번은 역회전, 그리고 7번은 PWM을 위한 단자로 활용되었다. 꼬마전구를 이용한 실습에서는 3번 출력단자를 이용하였으며 이 실습에서 외부스위치를 활용한 ON, OFF 기능도 함께 활용 할 수 있도록 1번 입력단자에 외부스위치가 설치되어 있다.

그림 4는 PLC 모듈 구성을 보여 주는 그림으로,

PC와 PLC 사이의 통신을 위하여 RS232C COM 포트가 이용되었으며, 또한 사용자 프로그램을 RS232C 포트를 이용하여 PLC에 있는 EEPROM에 기록할 수 있다. 이 포트는 DCE(Data Communication Equipment)로서 설정이 되며 Null 모뎀 없이 PC의 시리얼 포트에 직접 연결 할 수 있도록 되어 있다. Input은 논리적인 입력이 아닌 물리적인 입력을 통하여 실행 할 수 있는 부분으로 외부값을 받아들일 수 있다. OutPut 부분의 8개 연결단자는 PLC 프로그램의 결과의 출력을 하드웨어와 연결하는 부분으로 실험에 필요한 장치를 연결하여 실습에 활용 할 수 있는 커넥터 부분이다.



<그림 4> TRILOGI T100MD+ PLC 모듈 상세도

### 3. PLC 시뮬레이션 소프트웨어의 이용

원거리 PLC 실습의 목적은 원거리에서 인터넷을 통해 PLC를 제어하여 PLC에 연결된 여러 가지 장비들을 사용자의 요구에 부합하여 운영할 수 있도록 프로그래밍하는 데 있다. 이러한 환경에서는 실습내용에 대한 충분한 사전 준비가 없거나, 간단한 실수가 실습장비 및 실습운영에 치명적인 손상 및 착오를 야기할 수 있다.

추상적인 개념을 그래픽으로 나타낼 수 있다면 매우 효과적인 학습효과를 가져온다는 것은 잘 알려진 사실이다. 이러한 관점에서 위에서 언급한 문

제를 최소화하기 위해서, TRILOGI사의 TRILOGI 통합 프로그래밍 툴에 내장된 PLC 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 학생들은 웹상에서 자신이 작성한 PLC 프로그램을 실습 전에 시뮬레이션 해 볼 수 있다.

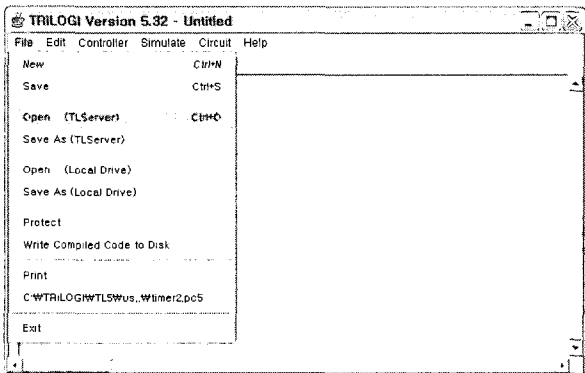
### 4. PLC 실습과정

본 절에서는 원격 PLC 실습과정을 설명하기 위해 세 가지의 실습 사례를 소개한다. 실습 담당교수에 의해 사전에 작성된 실습 매뉴얼 및 실습 과제는 담당교수의 홈페이지 또는 보통 상업용 e-learning 소프트웨어를 이용하여 웹상에 게시될 수 있다. 원격 실습을 이용하려면 먼저 실습 담당교수로부터 서버 PC의 로그인 ID와 패스워드 등 간단한 인증절차에 필요한 정보를 얻어야 원격 접속이 가능하다. 학생실습 전에 원격 서버 PC에 설치된 서버-클라이언트 통신 프로그램인 TLserver 프로그램과 영상 피드백 카메라 구동 프로그램이 실행되어 있어야 하지만 그런 준비가 안 되어 있을 경우는 Windows XP의 “원격 데스크톱 연결” 기능을 이용하여 원격 서버에 접속 후 위의 두 가지 프로그램을 실행시킬 수 있다.

먼저 서버 PC에 설치된 영상 피드백 서버용 프로그램을 동작시킨다. 이 프로그램은 클라이언트에서 서버 PC로부터 PLC에 연결된 모터, 꼬마전구, 문자정보 등이 제대로 동작되는지 모니터링 하기 위해 요구되는 영상 피드백을 위한 서버쪽 프로그램이다. 또한 사용자 PC에서의 영상 피드백 모니터링 화면을 열기 위해 사용자 PC에 설치된 PC 카메라 클라이언트 프로그램을 실행한다. 이때, 서버쪽 PC 카메라 구동 프로그램의 통신을 위해 서버 PC의 IP 주소를 입력해야 한다. (그림 8 참조) 이 프로그램의 이용은 고가의 웹카메라 (IP 주소 내장)의 구입없이 범용의 일반 PC 카메라에게 인터넷으로 액세스가 가능한 웹카메라의 기능을 제공한다.

두 번째 과정은 그림 5와 같이 사용자 컴퓨터에 설치된 TRILOGI 프로그램 (PLC 회사의 웹사이트에서 무료로 다운로드 받을 수 있는 PLC 통합 프로그래밍 툴)을 실행하여 원거리에 있는 TLServer에 접속하여 프로그램 파일을 연다. 이때 서버 IP 주소 및 접속 포트와 서버에 등록된 사용자 이름,

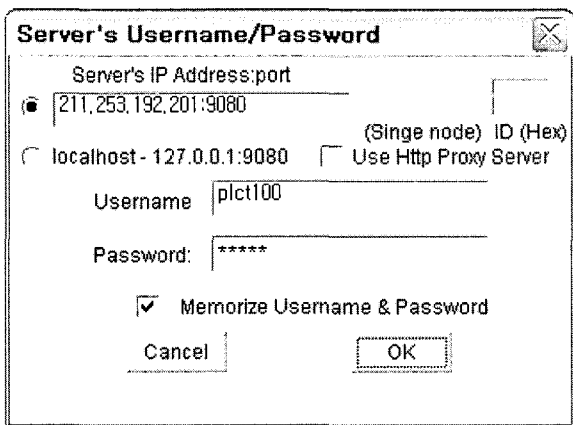
패스워드를 입력한다.



<그림 5> 서버 접속 메뉴 선택

그림 6과 같이 서버 접속 시 사용되는 사용자 이름은 서버에 등록된 이름을 사용하여야 하며 서버에 등록된 사용자는 사용자 이름과 동일한 이름의 하위 디렉토리로 연결된다. 권한이 위임되면, 네트워크 파일 다이얼로그는 사용자가 파일을 선택 또는 삭제 하거나, 하위 디렉토리를 생성할 수 있도록 열릴 것이다.

세 번째 과정은 원하는 디렉토리를 찾아서 미리 작성된 원하는 PLC 프로그램을 열 수 있다. 마지막으로 TRILOGI 통합 툴을 이용하여 프로그램의 작성, 수정, 시뮬레이션, 업로드 후 실행 등을 실습할 수 있다. 이러한 실습의 모든 진행상황과 결과는 서버 PC에 설치된 영상 피드백 카메라를 통해 원격으로 모니터링 할 수 있다.



<그림 6> 원격접속을 위한 환경설정

#### 4.1 PLC의 기본 입/출력 기능

PLC의 가장 기본적인 기능들은 릴레이 입력기능, 릴레이 출력기능, Latch, Clear를 포함 할 수 있다. 이 실습의 목적은 PLC 프로그래밍 통합 툴인 TRILOGI을 이용하여 PLC에 연결된 꼬마전구를 작동시키는 간단한 래더 로직(ladder logic)프로그램을 작성하는 것이다.

이 실습은 첫 번째 PLC 실습이기 때문에 사용자가 실습 매뉴얼의 실습 절차를 단계적으로 따라가면 원거리로 원격서버에 로그인하고, 환경설정, 단계적인 사다리 논리 프로그래밍을 통해 첫 번째 과제인 스위치의 On/Off에 의한 간단한 꼬마전구 동작 프로그램을 완성할 수 있다.

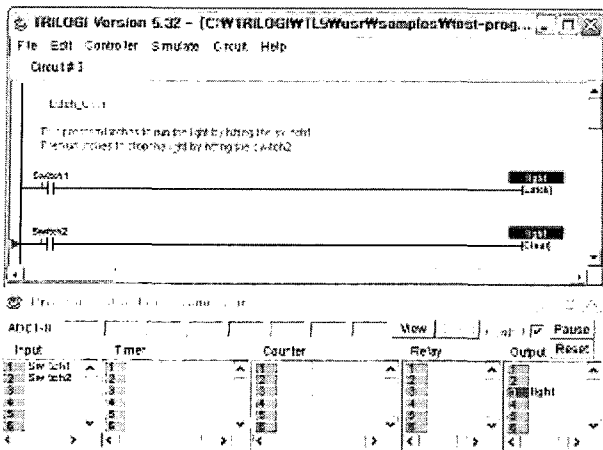
프로그램 방법은 다음과 같다. 프로그램을 실행한 후 표 1과 같이 I/O 입출력을 선정한다.

<표 1> 래치 프로그램 I/O 정의

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| Input  | Switch1(#1), Switch2(#2) |
| Output | light(#3)                |

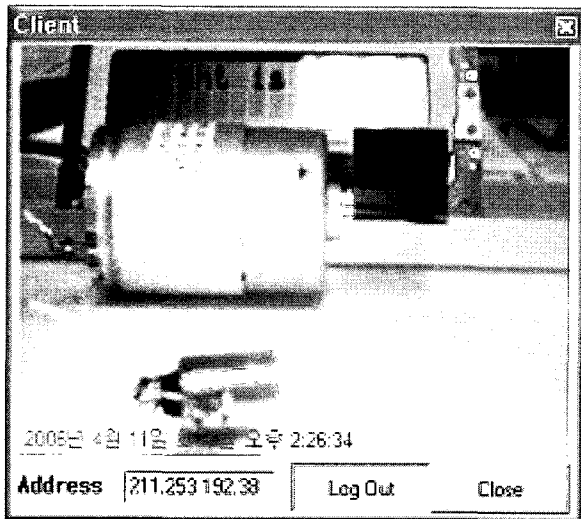
Circuit #1 에는 프로그램과 관련된 설명을 입력한다. Circuit #2 상태로 변경하여 I/O 테이블에서 Switch1을 등록, Switch1 상태에서 "Select a Function"을 이용하여 I/O 테이블에서 출력항목 "light"를 등록 한다. Switch1의 기능은 꼬마전구에 불이 들어 올 수 있도록 만든 스위치다. 같은 방법으로 Circuit #3 상태로 변경하고, I/O 테이블에서 Switch2가 입력된 상태에서 "Select a Function"을 이용하여 I/O 테이블에서 출력항목 "light"을 선택한다. Switch2는 꼬마전구의 불을 끄기 위한 스위치로 사용된다.

그림 7은 꼬마전구를 이용한 Latch, Clear를 실행한 시뮬레이션 화면이다.



<그림 7> 래더 로직 프로그램과 래더 로직 시뮬레이터 실행 화면

그림 8은 꼬마전구의 작동여부를 클라이언트 PC에서 영상 피드백으로 받은 화면으로 서버 PC에 설치된 영상 피드백 카메라를 통하여 사용자 PC에 설치된 클라이언트용 뷰 프로그램을 실행하여 서버 PC의 ID를 입력하고 연결을 시도하면 서버 PC에 설치된 카메라 시스템의 실행 화면(그림 12 참조)을 사용자 PC에서 확인할 수 있다.



<그림 8> 클라이언트에서 구현된 서버 PC 카메라 영상 피드백 화면

#### 4.2 DC 모터 구동하기

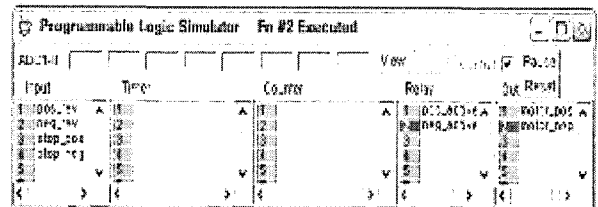
이 실습의 목적은 하나의 소형 모터를 정회전과

역회전, 그리고 속도를 제어하기 위한 프로그램 작성으로 스위치의 선택에 따라 모터의 회전 방향을 변경할 수 있다.

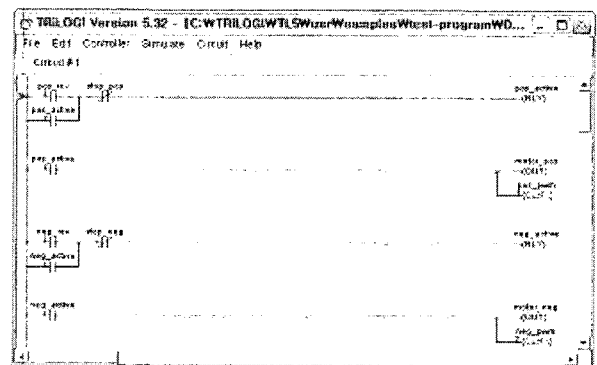
첫 번째로 프로그램에 사용될 I/O를 정의한 후 Circuit #1 상태로 전환한 후 프로그램 관련 설명을 입력한다. Circuit #2, 3은 I/O 테이블에서 정회전 방향에 사용될 디지털 입력 스위치 “pos\_rev”와 릴레이 스위치 “pos\_active”를 등록시킨 후 정회전을 정지시키는 톨클 키를 설치한다. 또한 동작과 관련된 릴레이에 모터의 회전량을 프로그램한다. 같은 방법으로 Circuit #4, 5는 역회전 방향을 결정하는 곳으로 속도와 모터의 정지 방법을 프로그램 한다. 표 2는 I/O를 정의한 것이다.

<표 2> DC 모터 I/O 정의

|           |  |
|-----------|--|
| Input     | pos_rev(#2), neg_rev (#3), stop_pos(#4), stop_neg (#5) |
| Output    | motor_pos(#1), motor_neg (#2)                          |
| Relays    | pos_active(#1), neg_active (#2)                        |
| Cust Func | pos_pwm(#1), neg_pwm (#2)                              |



<그림 9> 역방향 회전 시뮬레이션 화면



<그림 10> DC 모터 구동 래더 프로그램

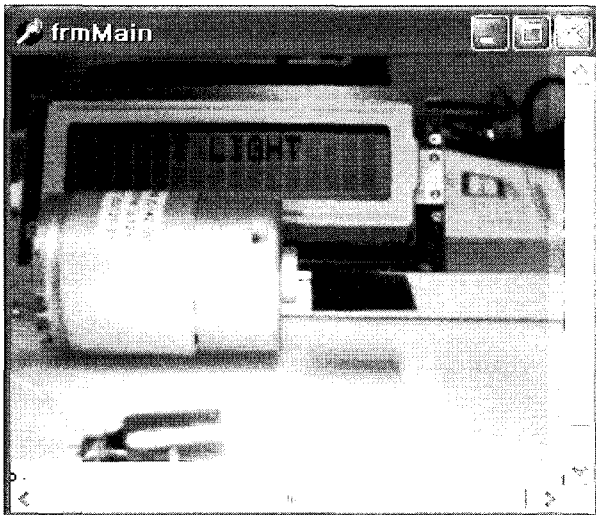
그림 9, 그림 10은 시뮬레이션 동작과 DC 모터 동작 래더 로직 프로그램을 각각 보여주는 그림이다.

### 4.3 PC와 PLC 간의 통신

PLC와 연결된 서버 PC의 하이퍼 터미널기능을 이용하여 PC에서 PLC에 접속한 후 PLC에 명령을 입력하고 전달함으로써 PLC를 직접 제어 할 수 있는 기능이다. 프로그램의 동작상태는 LCD 화면에 문자로 표시되며, 피드백 영상정보를 통하여 동작결과와 문자 정보를 직접 확인할 수 있다.



<그림 11> 하이퍼 터미널에 표시되는 명령 입출력 화면



<그림 12> LCD 출력결과를 표시하는 서버쪽 영상 피드백 화면

## 5. 카메라 피드백 영상처리

본 연구에 이용된 피드백 영상처리 프로그램은 기존의 IP 주소가 내장된 고가의 웹 카메라 장비를 이용하지 않고 저렴한 일반 PC 카메라 장비를 이용하여 구현하였다는 것이 특징이다. 영상정보의 처리과정을 간단히 요약하면 다음과 같다.

서버에 설치된 일반 PC 카메라 장비를 이용하여 원거리에서 사용자가 서버 IP 주소를 클라이언트용 카메라 인터페이스 화면에 입력하여 접속하면 서버 PC에 설치된 서버용 갈무리(capture) 프로그램이 실시간으로 영상을 포착하여 서버소켓을 통하여 영상을 클라이언트쪽으로 전송해준다. 클라이언트 프로그램은 인터넷을 통하여 전송 받은 영상정보를 코덱(codec)을 통하여 압축을 해제하고 전송되어온 영상의 크기와 시간 그리고 영상을 담을 메모리를 생성하여 폼 패널을 통하여 클라이언트 PC에 보여준다.

만약 서버에 카메라 장비가 꺼져 있을 경우는 Windows XP "원격 데스크톱 연결" 기능을 이용하여 서버에 접속한 후 카메라 프로그램을 작동시킬 수 있다. 그러나 서버 PC는 실습 중에는 항상 켜져 있어야 하며, 꺼져있는 상태는 정상적인 실습을 할 수 없게 된다. 그림 13은 피드백 영상처리 시스템의 흐름도를 보여준다.

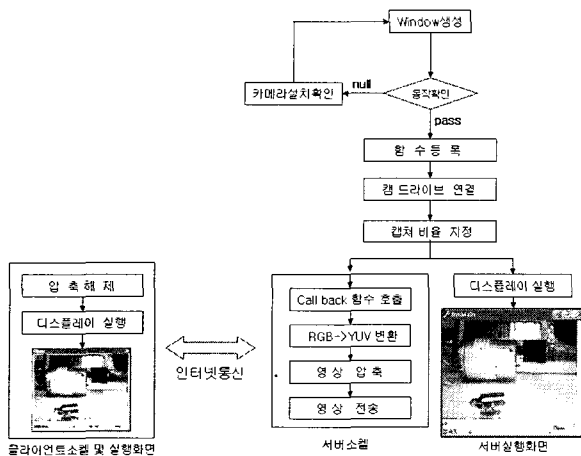
흐름도에서 함수등록은 프로그램처리 과정에서 필요한 변수나 라이브러리를 사용자가 생성하여 사용하는 것을 의미한다. RGB 형태에서 YUV 영상모드로 변환 하는 이유는 서버 PC에서 클라이언트로 전송하기 전 영상정보를 압축하는 과정을 거쳐야 되는데 이 과정에서 사용되는 코덱 프로그램 속성이 RGB가 아닌 YUV 형식을 지원하기 때문이다. 프로그램 상에 사용된 YUV 형식은 픽셀당 2 byte (16bit) 크기를 사용하였다.

RGB 에서 YUV로의 변환은 아래의 식을 이용하였다.

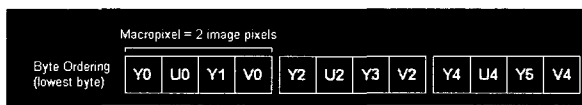
$$Y = (0.257 * R) + (0.504 * G) + (0.098 * B) + 16$$

$$Cr = V = (0.439 * R) - (0.368 * G) - (0.071 * B) + 128$$

$$Cb = U = -(0.148 * R) - (0.291 * G) + (0.439 * B) + 128$$



<그림 13> 영상 피드백 처리 흐름도



<그림 14> YUV 구조형태

## 6. 실습 결과에 대한 토의

본 연구에서는 산학협동 프로젝트로 개발된 원격거리 실시간 온라인 PLC 프로그래밍 교육시스템을 소개하였다. 프로그램 사용법에 대한 메뉴얼을 제작하여 기초부터 응용까지의 과정을 단계별로 학습함으로써 학습의 효과를 높이도록 하였다. 또한 실습에서 발생하는 작동 결과를 피드백 영상 시스템을 통하여 학습자에게 제공함으로써 실습 결과의 확인과 함께 학습의 흥미를 높이도록 하였다.

피드백 영상처리 프로그램은 인터넷 환경이 제공되는 곳이면 시간과 공간을 제약 받지 않고 서버로부터 클라이언트 뷰(view) 프로그램을 다운받아 사용자 PC에 설치하면 서버에서의 실습영상을 실시간으로 볼 수 있도록 개발되었다.

실습 학생들은 실습에 참여하기 위한 접근성에 있어서 시간적 공간적 제약을 받지 않는다. 또한 실습에 참여하지 못하는 학생들도 다른 사용자의 실습과정을 피드백 영상을 통하여 여러 사용자가 동시에 모니터링 할 수 있기 때문에 실습 장비수와 실습 공간 제약으로부터 해방 될 수 있다. 그러나 실습 학생이 특정시간에 몰릴 경우, 학생 수

에 따른 적절한 사전 사용시간 계획이 세워져야만 불필요한 접속 실패로 인한 시간 낭비를 피할 수 있다.

실습의 성능 면에서는 시뮬레이션의 기회제공과 모니터링을 통한 기기의 동작여부를 확인 할 수 있기 때문에 부주의로 인한 기기 고장이나 오작동에 대한 예방을 할 수 있다. 단, 전원이 차단됨에 따르는 서버 중단은 실습을 저해 할 수 있는 요인으로 작용한다.

## 7. 결론 및 추후연구

원거리 실시간 온라인 PLC 교육 시스템의 개발은 인터넷의 강력한 통신기능을 실습장비와 접목하여 구축될 수 있으며, 인터넷만 연결되어 있다면, 언제 어느 곳에서나 접속 가능하여 실습 장소까지의 이동을 위한 시간 및 교통비의 절감은 물론 실습시간의 유연성을 허락하며, 실습장비의 공동이용 기회의 증가로 실습비용의 획기적인 절감을 가져올 수 있는 차세대 실습대안이라고 할 수 있다. 특히 본 연구에 이용된 영상 피드백 시스템은 한명의 실습학생의 실습과정을 다수의 학생들이 원격으로 상세한 모니터링을 할 수 있어서 혼잡한 실제의 실습실보다 더 유리한 실습효과도 기대 할 수 있다.

추후 과제로는 현재의 PLC 실습을 위주로 개발되었지만 동일한 개념으로 다양한 자동화 관련 실습들의 개발이 뒤따라야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] A. Bhandari, and M.H. Shor (1998), "Access to an instructional control laboratory experiment through the World Wide Web," Proceeding of the 1998 American Control Conference, Philadelphia, pp. 1319-1325.
- [2] C.C. Ko, B.M. Chen, S.H. Chen, V. Ramakrishnan, R. Chen, S.Y. Hu, and Y. Zhuang (2000), "A large scale web-based virtual oscilloscope laboratory experiment," IEE Engineering Science and Education

Journal, 9(2), pp. 69-76.

[3] C.C. Ko, B.M. Chen, J. Chen, Y. Zhuang, and K.C. Tan (2001), "Development of a web-based laboratory for control experiments on a coupled tank apparatus," IEEE Transactions on Education, 44(1).

[4] M. Shaheen, K.A. Loparo, and M.R. Buchner (1998), "Remote laboratory experimentation," Proceeding of the 1998 American Control Conference, Philadelphia, pp. 1326-1329.

[5] Guojun Lu (1999), Multimedia Database Management Systems, Artech House.

[6] H. Jiang, D. Montesi, and A.K. Elmagarmid (1999), "Integrated video and text for content-based access to video databases," Multimedia Tools and Applications, 9(3), pp. 227-249.

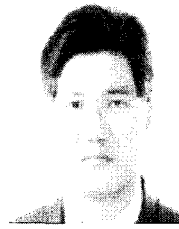
[7] Ko, K., Kim, B-H., and Choi, B-K0 (2005), "Use of image processing to collect the time data of NC machining," Proceedings on 4th Annual International Conference on Computer and Information Science (ICIS2005), pp. 392-396.

[8] Mannan, M-A., Kassim, A-A., and Jing J. (2000), "Application of image and sound analysis techniques to monitor the condition of cutting tools," Pattern Recognition Letters, 21, pp. 969-979.

[9] Dong Andy and Agogino, Alice M. (1998), "Managing Design information in enterprise-wide CAD using smart drawings," Computer-Aided Design, 30(6), pp. 425-435.

[10] National Instruments (2000), LabVIEW User's Manual, July 2000 Edition. Allen Bradley Online SLC500 Instruction Set manual.

[11] Sung-Youl Lee (2005), "A Case Study of On-Line PLC Laboratories Using Distance Learning," IE Interfaces, 18(4), pp. 412-417.



이 성 열 (Sung-Youl Lee)

- 종신회원
- 1977년 인하대학교 기계공학과 (학사)
- 1980년 인하대학교 산업공학과 (석사)
- 1985년 텍사스 주립대 산업공학(석사)
- 1988년 노스다코타 주립대 산업공학(박사)
- 1997년 아이오와대 방문교수
- 현재: 관동대학교 컴퓨터학부 교수
- 관심분야 : CAPP, 로봇비전, 인공신경망/유전자 알고리즘 등



전 동 표 (Dong-Pyo Jeon)

- 1995년 관동대학교 전자계산 공학과(학사)
- 2000년 관동대학교 전자계산 공학과(석사)
- 2005년 관동대학교 전자계산공학과(박사수료)
- 현재 : 경동대학교 컴퓨터미디어 공학부 겸임교수 (주)이에이티씨 이사
- 관심분야 : 영상비전, 영상인식, 컴퓨터그래픽스 등