

# PLC를 활용한 임베디드 시스템 기반 서버 구현

이광민, 선복근, 한광록  
호서대학교 컴퓨터공학과

Email: semorang@hcilab.net, bksun@office.hoseo.ac.kr,  
krhan@office.hoseo.ac.kr

## Implementation of Server for Embedded-System Based Using to PLC

Kwang-Min Lee, Bok-Keun Sun, Kwang-Rok Han  
Dept of Computer Engineering, Hoseo University

### 요 약

정보화 사회와 함께 인터넷 사용 환경의 급속한 확산과 더불어 TCP/IP 네트워크에 기반한 네트워크 및 통신 인프라 환경이 급속히 발전하고 있다. 이는 여타 산업 분야에도 확산되기 시작하였다. 이에 따라 정보화 산업 네트워킹 기술과 결합하여, 공장 및 각종 산업 현장에도 개방형 표준인 Ethernet과 TCP/IP를 도입하려는 시도가 다양한 응용분야에서 나타나고 있다. 이는 산업현장에 새로운 방향을 모색케 하여 기존의 PLC-Base의 시스템을 PC-Base의 시스템으로 전환시켜주는 촉매제가 되었다. PC-Base 시스템이 다양한 기능과 장점을 가지고 PLC를 대체해 나가고 있으며 PLC 장치도 새로운 환경에 맞춰 소형화, 지능화, 및 네트워킹 기능을 강화하여 새로이 발전하고 있는 추세이다.

본 논문에서는 이러한 산업 현장의 움직임에 맞추어 PLC를 사용하는 산업 현장의 자동화 기기에 대하여 기존 PLC 장치를 그대로 유지토록 하며, 기존 기기들의 한계를 극복하고, PC-Based 시스템을 구현하여 TCP/IP 네트워크 연결이 불가능한 장치들을 네트워크 연결로 통합 관리 시스템 구현을 가능토록 하려 한다. 이를 위하여 PC-Based 제어 시스템 환경에서 얻을 수 있는 이점을 위해, 임베디드 기반의 Windows CE TCP/IP 서버를 구현하는 방안을 제시한다.

### 1. 서론

산업 현장에서 공장 자동화를 위한 자동화 시스템을 위해 다양한 종류의 자동화 장비 및 부품들이 사용되어지고 있다. 이러한 공장 자동화 분야에서 대표적으로 사용되는 디지털 제어기가 PLC 장치이다. NEMA(National Electric Manufacturing Association)에서 PLC는 “디지털 또는 아날로그 입출력 모듈을 통하여 로직 기능, 시퀀싱, 타이밍, 카운팅, 연산과 같은 특수한 기능을 수행하기 위하여 프로그램 가능한 메모리를 사용하고 여러 종류의 기계나 프로세서를 제어하는 디지털 전자 장치”로 정

의하고 있다. 그러나 PLC 장치만으로는 1차원적인 정보만을 획득하고, 판단하여, 제어를 할 수 있기에 자동화 장비의 사용 분야가 다양해지고, 요구되어지는 기능이 복잡해짐으로써 PLC 장치들로 구성된 자동화 장비를 운영자가 효과적으로 제어 및 감시를 할 수 있는 인터페이스가 필요하게 되었다[1][2]. 현재의 자동화 시스템은 통신 기술의 발달로 필드버스 시스템(개방형 표준 네트워크) 등의 네트워크 기술들이 대량 도입되어 발전하고 있으며, 관련 업체들도 이러한 기술 발전에 따라 PLC의 네트워크 기능 추가 및 통합화에 맞추어 새로운 기능을 추가, 교체

하고 있다[3]. 한편, 이와 다른 방향으로 PLC를 대체하기 위한 PC 기반의 제어 기술이 증가하고 있다. PC 기반의 제어는 PLC 제어에 비해 많은 장점을 가지고 있는데, PC 기반 시스템과 PLC 기반 시스템의 적용기준 차이는 2001년 VDC(Venture Development corporation) 자료의 <표 1>과 같다.

요구순	①	②	③
PLC-Base	신뢰성	호환성	Data량
PC-Base	Data량	호환성	Open standard Network

<표 1> 제어기의 적용기준

현재의 PC-Based 시스템은 PLC에 뒤쳐지지 않는 신뢰성과 보다 많은 장점으로 범위를 넓히고 있다 [4]. 산업 현장에서 사용되는 산업용 PC는 사무용 PC와는 다른 특정한 환경에 적응해야 하는 필요성이 있기에 IPC(Industrial Personal Computer)로 분류되어 발전하고 있다. IPC는 공장 등에서 신뢰성 있게 사용 할 수 있도록 진동 및 충격, 노이즈에 강해야 하며, 온도, 습도 등의 악조건 하에서 강인한 특성을 지녀야 한다[5]. 그러나 모든 산업 현장의 기존 PLC 기기를 새로운 PLC 장치로 바꾸거나, IPC로 교체하려는 시도는 제한적이다. 가장 큰 문제는 성능대비 투자의 효율성이 산업 현장의 통합화를 이루기에는 모든 산업현장에서 유리하지는 않다는 것이다. 하지만 네트워크를 통한 현장 제어의 통합 관리는 계속 발전할 것[3]이고, 이를 해결하기 위한 대책으로 본 논문은 기존 현장에 임베디드 시스템 서버를 추가함으로써, 기본적인 네트워크 문제를 해결하고, 통합 환경을 이뤄내어 PC-Based System의 환경을 구현하는 것을 제안한다.

2. 제안 모델

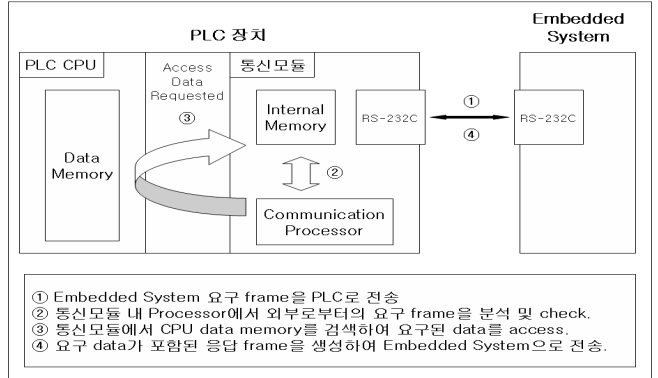
PC-Based 시스템에서는 기기 제어를 슬롯 카드 형식으로 제공하여 확장성을 유연하게 한다. 하지만 임베디드 시스템에서는 하드웨어 추가가 제한되기에 PC-Based 시스템보다 유연성을 제공하기 힘들다. 하지만 임베디드 시스템의 단점인 기기 제어 부분을 PLC 장치에게 맡김으로서 이를 보완할 수 있다. 이는 전체 시스템 교체를 통한 작업보다 비용 절감 효과를 얻을 수 있다. 또한 기기 교체 시 중지되는 시스템 시간을 대폭 단축시킬 수 있기에 시스템 가동 중단에 대한 부담을 줄일 수 있다.

네트워크를 통한 제어 시스템 통합의 문제는 임베디드 시스템에 Windows CE OS를 설치함으로써 확장성 및 데이터 및 프로그램의 호환성을 높일 수 있다. 이는 DB 구축이 용이하고, Ethernet을 이용한 TCP/IP 활용을 극대화 할 수 있기에 임베디드 시스

템이 서버로 동작되어 원거리 제어, WEB을 통한 제어, 관리 등을 쉽게 이룰 수 있다.

본 논문에서 임베디드 시스템을 이용하여 기존의 네트워크 기능이 미약한 PLC장치를 보완하고, 통합 제어 환경 구축을 위하여 Windows CE OS 환경의 임베디드 시스템 서버를 제안하고 구현하였다.

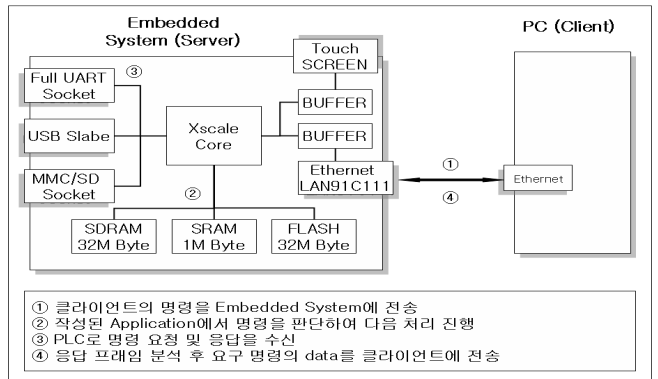
3. 통신 모듈 설계



(그림 1) PLC 통신 모듈

서버는 PLC와 임베디드 시스템 서버간의 연결과 임베디드 서버와 클라이언트 간 연결을 통하여 동작한다. PLC와의 연결은 PLC 장치가 서버로 운용되며, 임베디드 서버가 클라이언트로 운용되어 작동하게 되는 Master/Slave 방식으로 구현하여 데이터를 송/수신 한다. 클라이언트와의 연결은 임베디드 서버와 TCP/IP로 접속된 클라이언트 장비가 연결되는 Server/Client 방식으로 이를 구현한다[6].

(그림 1)에서 PLC 장치는 임베디드 시스템과 시리얼 통신으로 연결된다. 이때 PLC에 명령을 지시하는 임베디드 서버는 PLC의 Slave로 동작하게 되고, PLC는 Slave의 명령을 대기하고, 명령이 수신되었을 때 처리하여 결과를 반환하는 Master로 동작하게 된다[7].



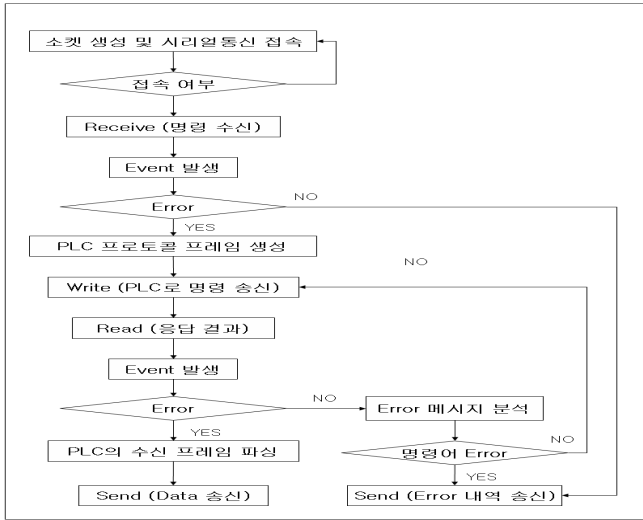
(그림 2) Embedded 서버 통신 모듈

(그림 2)에서 클라이언트의 PLC 장치 수행 명령을 서버에 전송하고, 서버는 수신된 명령을 PLC에

전송할 수 있는 프로토콜에 맞춰 가공한다. PLC로부터 전송된 프레임에서 클라이언트가 요구한 명령의 데이터를 파싱하여 클라이언트에 응답한다[8].

PLC로 전송될 데이터의 프레임 구조는 연결되는 PLC의 특징에 맞도록 시스템에서 선택되어 구성되도록 하며, PLC로부터의 수신 데이터 분석 또한 해당 PLC에 맞추어 분석할 수 있도록 한다.

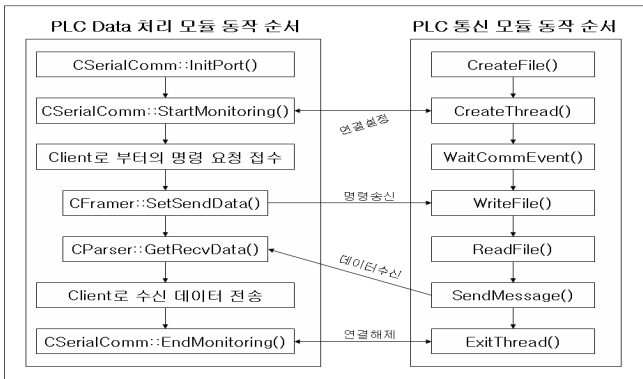
임베디드 시스템의 통신 모듈은 (그림 3)과 같은 과정을 진행한다.



(그림 3) 서버의 통신 모듈 흐름도

3.1 PLC 통신 모듈

본 논문에서는 데이터의 전송을 ASCII 모드로 구현하였다. 전송데이터와 헤더의 작성이 쉽고, 차후 PLC의 다양화에 따른 명령어 라이브러리화 및 프로토콜 규약에 따른 신속한 대응을 하기 위함이다. PLC와 임베디드 서버는 RS-232C 표준 규격으로 연결을 구성하였다[7].



(그림 4) Embedded Server - PLC 통신

(그림 4)는 임베디드 서버내의 클래스 간 데이터의 전송 및 동작을 보여준다. 임베디드 시스템은 기존의 PLC 장치들의 기본적 통신 모듈인 RS-232C를

사용하여 대부분의 PLC 장치들과의 연결에 호환성이 있도록 구현하였다.

3.1.1 송신 헤더

클라이언트로부터 수신된 명령을 PLC 통신 모듈로 송신하기 위한 헤더 구조는 <표 2>와 같다.

Header (ENQ)	국번	명령어	명령 type	구조화 data area	Tail (EOT)	Error check (BCC)
--------------	----	-----	---------	---------------	------------	-------------------

<표 2> 송신 헤더 구조

Header : PLC 송신 명령 코드  
 국번 : 동작수행 PLC 국번(자국:00h)  
 명령어 : PLC에 수행할 명령어(읽기, 쓰기)  
 명령 type : 명령어 수행 방법  
 data area : PLC로부터 읽어올 data 형식  
 Tail : PLC 명령 종료 코드  
 BCC : 에러 확인 코드

<표 2>의 프레임 구성하기 위하여 해당 클래스는 클라이언트로부터의 명령을 받거나 서버의 명령을 받아 해당 PLC의 헤더 구조에 맞도록 프레임을 구성 한다.

3.1.2 수신 헤더

PLC로 송신한 명령에 응답한 PLC의 수신 헤더 구조는 <표 3>과 같다.

Header (ACK)	국번	명령어	명령 type	구조화 data area	Tail (ETX)	Error check (BCC)
--------------	----	-----	---------	---------------	------------	-------------------

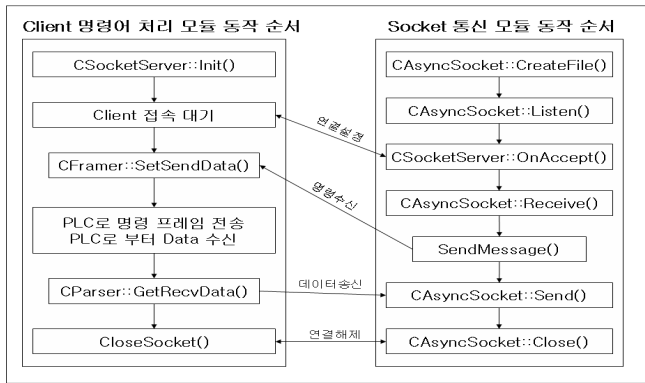
<표 3> 수신 헤더 구조

Header : PLC 응답 여부 확인 코드  
 국번 : 동작 수행 PLC 국번  
 명령어 : PLC가 수행한 명령  
 명령 type : 명령 수행 방법  
 data area : 명령 수행 후 결과 data  
 Tail : 수신 종료 코드  
 BCC : 에러 확인 코드

수신 헤더의 데이터는 파서 클래스에서 데이터를 받아 해당 PLC 헤더 구조를 분석하여 데이터를 분리 한다.

3.2 PC 통신 모듈

PC 통신은 PLC의 메모리에 읽기/쓰기 동작 수행을 위한 PLC 명령코드를 송신하고, 송신한 명령의 수신 결과를 처리하는 방식으로 설계한다. 이를 위해 Windows CE의 소켓 클래스를 사용하여 TCP/IP 환경을 구현하였다. (그림 5)는 서버-클라이언트 간 통신 동작을 보여주고 있다.

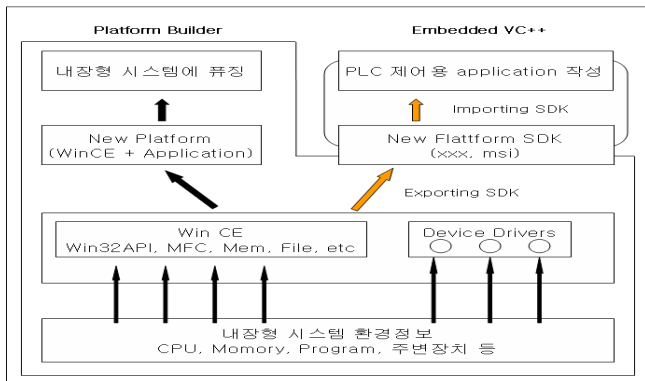


(그림 5) Embedded Server - PC Client 통신

4. 구현

RS-232C 프로토콜을 이용하기 위하여 Embedded Visual C++ 4.0 MFC CCreateFile 클래스를 사용하였고, TCP/IP 프로토콜을 이용하기 위해 CAsyncSocket 클래스를 사용하였다. Windows CE 상에서 작동되는 프로그램 환경이기에 통신 간에 전송되는 데이터의 보호를 위해 16bit - 32bit 데이터 변환에 중점을 두었다.

4.1 구현 환경



(그림 6) 임베디드 장치용 프로그램 개발환경

PLC-임베디드 시스템 환경을 구현하기 위하여 PLC는 LG Glofa GM6 Demo Kit을 사용하였고, 통신 환경을 위해서 C-Net Module을 사용하여 RS-232C 통신 환경을 구성하였다.

임베디드 시스템은 한백전자의 임베디드 Kit (Intel Xscale PXA255 CPU)을 사용하였고, Microsoft사의 Windows CE.NET 4.2 OS 환경을 구축 하였다. 통신 모듈은 10/100Mbps Ethernet LAN91CV111, RS-232C UART로 구성되었다. (그림 6)은 Windows CE OS의 임베디드 서버 구조를 설명한다.

PLC-임베디드 서버 구동 환경은 임베디드 서버에 포팅된 Microsoft Windows CE 상에서 구동되었고,

임베디드 서버-클라이언트 구동 환경은 클라이언트의 PC에 설치된 Microsoft Windwos XP OS상에서 구현 및 테스트 하였다.

5. 결론

본 논문에서는 산업현장에서 대표적으로 사용되는 자동화 장치인 PLC를 대체하는 기술에 대안하여, 네트워크 기능과, 통합 관리 기능 등의 최신 산업현장의 동향에 미흡한 기존 PLC의 기능을 임베디드 시스템을 활용한 서버 구축을 통하여 해결하는 방안을 제시하였다. 본 연구를 통하여 산업 현장의 네트워크화 및, 통합화의 현재 추세에 쉽게 적응할 수 있는 시스템을 구현하였다. 임베디드를 기존의 PLC에 연결함으로써 새로운 기기 설치에 대한 추가 부담 예산을 감소시킬 수 있고, 기기 교체 기간의 단축을 통한 산업체의 부담을 경감 시켜주었다.

본 논문에서는 기존 PLC의 네트워크 통합 방안을 위한 연구를 중점으로 하였으나, 임베디드 시스템의 OS로 선택된 Windows CE기능을 좀 더 다양하게 적용하여 보다 향상된 서버 운영을 위한 연구가 필요할 것이다. 또한, 산업 현장의 다양한 PLC 장치와의 호환성과 데이터의 표준화를 위한 라이브러리 구축에 관하여, OPC(OLE for Process Control)을 이용한 서버 구축에 관한 연구가 병행되어 구현할 수 있도록 해야 하겠다.

참고 문헌

- [1] 선복근&한광록, "PLC 제어를 위한 임베디드 HMI 시스템 프로토타입 개발", 대한전자공학회 컴퓨터소사이터티 하계학술대회 논문집 제28권 제1호, 2005.
- [2] 정순보, "임베디드 HMI시스템 프로토타입에 관한 연구", 석사학위논문, 2005.
- [3] 홍창기, "PC-Based Control Technology", 제어계측, 2002
- [4] 최수혁, "PC 기반 제어 시스템 Solution의 현재와 미래", 제어계측, 2002
- [5] 최성혁&김원호, "PC 기반 제어 기술과 활용", 제어계측, 2004
- [6] 이상종&임성락, "Windows NT에서 TCP/IP를 이용한 PC-PLC 통신", 한국정보처리학회 춘계 학술 발표논문집 제4권 제1호 pp. 821-826, 1997.
- [7] LG산전 교육부, "LG programmable logic controller 프로그래밍 Glofa GM 시리즈", LG산전.
- [8] 강호석, "반도체 제조 장비를 위한 모니터링 시스템의 기본 요소에 관한 연구", 1999