

## 임베디드 웹서버를 기반으로 한 분산제어 시스템

남 병근, 한 경호  
단국 대학교 전기 공학과

### Distributed Control System based on Embedded Webserver

Byung-Keun Nam, Kyong-Ho Han  
Dept. of Electrical Eng. Dankook University

**Abstract** - In this paper The embedded Web or Hypertext Transfer Protocol (HTTP) server allows embedded systems developers to take advantage of a network infrastructure that is already in place to enhance their designs and provide new features for their customers. It has gained acceptance as a protocol for gleaning information from a wide variety of sources and its open extensible nature makes it suitable for the full range of networked embedded systems. Many companies are already building Web browser support into smart-phones and network computers, but the other end of the connection also has great potential for many more classes of embedded system. Once fitted with an embedded Web server, a device can report its status to any client on the network and can even be reprogrammed remotely to perform new tasks

#### 1. 서 론

산업이 발달되어 가면서 우리는 원격 제어 시스템들을 이용하여 다양한 자동화 설비들을 사용하고 있다. 그러나 대부분의 원격 제어 시스템들의 GUI(Graphical User Interface)는 특정 환경에 맞추어져 있거나 또는 특정 회사의 독점적 기술에 의해 구성되어 있다. 이러한 개별적 원격 제어 시스템들은 통일된 프로토콜(Protocol)을 사용하지 않기 때문에 각 자동화 설비마다 별도의 통신 선로를 설치하여야 하며 이러한 선로는 거리의 제한을 받는다. 그래서 사용자는 인터페이스 환경, 활동 영역 등에서 제한되어진다. 그러나 최근 빠르게 발전하는 인터넷 기술은 안정성, 편리성, 어디서나 접속이 가능한 용이성을 동시에 가지고 있기 때문에 사용자가 공간적 제약, 특정 GUI 환경 등을 극복하여 인터넷이 가능한 공간에서 웹브라우저만으로 자동화 설비들을 제어 할 수 있다. 또한 인터넷상에서 구현되어지는 자바 애플리케이션은 원격 제어, 모니터링에 뛰어난 적용성을 가져 자동화 설비뿐 아니라 가전 제품, 제량기, 엘리베이터 등의 제어 및 모니터링에 사용이 가능하다. 일반 데스크 탑 컴퓨터로 인터넷을 이용한 분산 제어 시스템의 실현이 가능하나 사용 장소에 따라 많은 제약을 받는다. 이러한 어려움을 극복하기 위하여 현재 임베디드 시스템의 연구가 활발히 진행되어지고 있다. 그리고 임베디드에 채택되어지는 프로세스의 성능의 향상, 메모리칩의 용량 증가 등의 영향으로 그 중요성은 더욱 증대되고 있다.

본 논문에서는 인터넷과 임베디드의 장점을 살려 임베디드 웹서버에 온도 측정 장치를 구현하였다. 여기서 사용된 임베디드 웹서버는 주 처리부, 저장장치, 이더넷 드라이브, 시리얼 포트로 구성되어진다. 이 기반 아래서 TCP/IP Protocol를 구현, 각각의 web server에 고유 IP를 부여하였다. 따라서 관리자가 인터넷상에서 어

떤 OS의 종류에 관계없이 직접 접근이 가능하게 한다. 이 임베디드 웹서버는 기존의 인터넷망과 개인 컴퓨터의 웹브라우저를 이용하여 임베디드 웹서버가 장착된 기기를 원격리 제어할 수 있고 동시에 기기의 상태 확인이 가능하다. 또한 이 web server는 장비의 설치, 유지가 간단할 뿐만 아니라 과도한 초기 투자비 절감 효과가 기대된다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 웹서버의 개요

네트워크는 일반적으로 서버와 클라이언트간의 계층(layer)적인 개념을 기본으로 하는 통신방법으로 개발되었다. 그리고 인터넷에 관한 모든 공식적인 표준은 RFC(Request for Comment) 문서 양식으로 발행되고 있다. 표1은 최근의 RFC 표준을 보이고 있다.

표 1 RFC Document

Document Number	Protocol
RFC 791	Internet Protocol (IP)
RFC 768	User Datagram Protocol (UDP)
RFC 1661	The Point-to-Point Protocol (PPP)
RFC 1662	PPP in HDLC-like Framing
RFC 792	Internet Control Message Protocol (ICMP)
RFC 793	Transmission Control Protocol (TCP)
RFC 1939	Post Office Protocol - ver3 (POP3)
RFC 821	Simple Message Transfer Protocol (SMTP)
RFC 1945	HyperText Transfer Protocol (HTTP)

각 문서들은 각 계층의 인터넷 표준에 대하여 기술하고 있다.

네트워크상의 호스트(Host)간의 통신은 위에서 언급하였듯이 계층적 개념으로 이루어진다. 아래의 그림 1은 네트워크의 구성도이다. 각 계층은 서로 유기적인 관계를 맺으면서 독립적으로 운영되어진다. 또한 같은 층의 상대방 프로토콜을 처리하기 위하여 하나 또는 그 이상의 프로토콜을 가지고 있다. 예를 들면, 한 프로토콜은 TCP 층간에 통신을 처리하고 다른 프로토콜은 그 아래의 IP 층간에 통신을 처리하도록 되어있다. 응용층(Application layer)은 오직 응용기능에만 간여하고 하위 3계층은 데이터 전송과 관련된 통신 처리 부분만 제어한다. 각 계층별로 구분하면 최하의 계층인 링크층은 운영체제의 디바이스 드라이버(Device Driver)나 이에 대응하는 네트워크 인터페이스 카드(Interface Card)를 포함한다. 이것은 연결되어 있는 케이블의 물리적 인터페이스와 관련된 하드웨어적인 부분을 제어한다. 그리고 네트워크 층은 네트워크상의 패킷(packet)이동을 제어한다. 즉 패킷 라우팅은 이 계층에서 이루어진다. 트랜스포트(Transport)층은 상위 응용층에 대해 두 호스트간의 데이터 흐름을 제공한다. TCP/IP 프로토콜에는

TCP와 UDP 2개의 트랜스포트 프로토콜이 있다. TCP는 응용 층으로부터 받은 데이터를 적당한 크기로 분할해서 네트워크 층으로 보내고 수신한 패킷을 식별하고, 송신하는 패킷을 식별하기 위하여 타임아웃을 설정하는 기능을 수행한다.

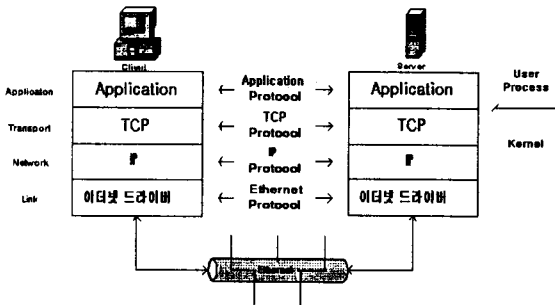


그림 1 네트워크 개념도

UDP는 데이터그램 이라는 데이터 패킷을 한 호스터 (Host)에서 다른 호스터로 전송하지만 목적지 도착은 보장하지 않는다. 마지막으로 응용층은 Telnet, FTP, SMTP, HTTP등 특정응용에 대한 상세한 동작을 처리한다.

## 2.2 임베디드 웹 서버

본 시스템에서는 이러한 기능들을 임베디드 시스템에 적용하여 온도계에 대한 정보를 관측자가 인터넷상에서 직접 관찰할 수 있게 구현하였다. 그림 2에서 보듯이 온도계의 온도 검출부는 써미스트를 이용하여 온도 변화에 대한 저항값의 변화를 전압 변화로 검출하였다. 이 변동되어지는 전압값을 OP-AMP를 이용하여 1:5로 증폭한 후 0V ~ 5V의 변화량을 가지게 하였다. 그리고 A/D 변환기를 이용하여 Digital 신호로 바꾸었다. 이때 사용한 A/D 변환기는 ADC0804이다.

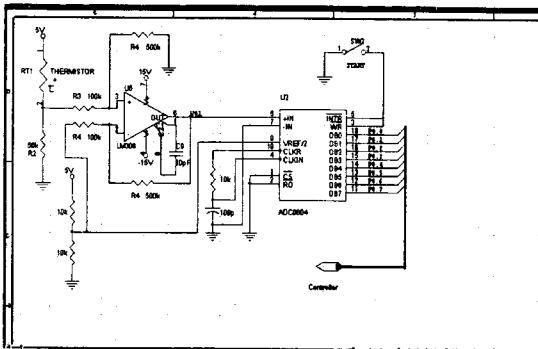


그림 2 온도 검출부

임베디드 웹 서버는 온도계의 정보를 처리하는 제어부와 이 정보를 웹브라우저 상에 전송하는 HTTP계층 그리고 기기의 정보를 인터넷으로 전송하는 TCP/IP계층으로 구성되어진다. 감독자는 인터넷 라인에 연결된 컴퓨터의 웹브라우저만으로 온도계의 모니터링이 가능해진다.

그림 3은 임베디드 웹 서버의 구성도이다. 여기서 콘트롤러는 주 제어부로서 모든 SFR, Memory, Serial Port등 전체 Bios 관리와 온도계의 데이터를 처리하여 이더넷 드라이브에 전송하여 인터넷 통신이 가능하게 관리한다. 주 처리부에는 Scenix CPU이 사용되며 모

든 연산처리가 이루어지는 공간이다. 메모리는 모든 data를 저장하는 공간으로 Flash Memory를 사용하였으며 64KByte의 저장용량을 가진다. Serial Port는 RS-232를 사용하여 PC의 Com1 또는 com2 Port와 연결 웹서버 모니터링에 사용된다. 이더넷 드라이브는 네트워크를 담당하는 부분으로 realtek사의 TL8019AS를 사용하였다.

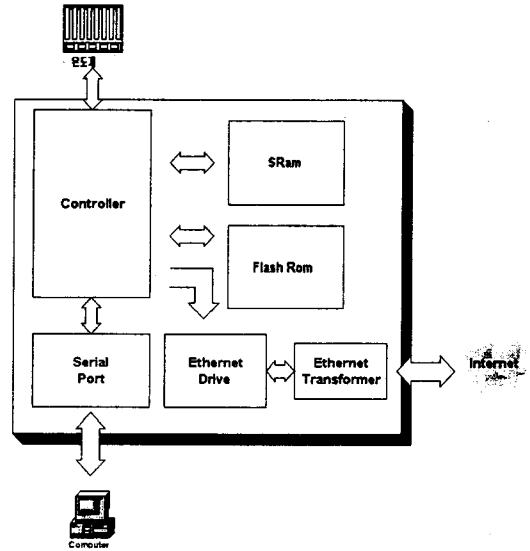


그림 3 임베디드 웹 서버의 구성

온도계에서 들어오는 데이터의 처리는 Java Applet의 프로그램으로 처리되어지며 HTTP 계층 즉 응용 층이 여기에 속한다. 그리고 온도계로부터 특별한 이벤트 (Event)가 발생하였을 때는 SMTP Protocol이 E-mail을 통해서 관리자를 호출한다. 이 데이터는 TCP/IP 프로토콜에 의해 인터넷 표준에 맞추어지며 마지막으로 NIC Ethernet Driver를 통과하여 관리자의 컴퓨터에 전송되어 웹브라우저에 표시되어진다. 임베디드 웹 서버에 사용되어지는 프로그램은 Rom-Bios, Rom-Dos, TCP/IP Protocol, HTTP Protocol, SMTP Protocol, 자바 애플릿 (Java applet)이며 이 내용은 Flash Rom에 저장되어지며 Rom-Dos의 모니터링은 RS232 Serial Port로 이루어진다. 이 Port를 통하여 임베디드 웹 서버의 IP, Gateway, Subnet Mask뿐만 아니라 새로운 웹 정보와 HTML 문서, 자바 애플릿을 다운로드 하여 웹서버가 정상적인 웹서버로 동작하도록 한다. 또한 인터넷으로의 데이터 전송을 위하여 이더넷 디바이스라는 최하위의 물리적 계층을 가진다.

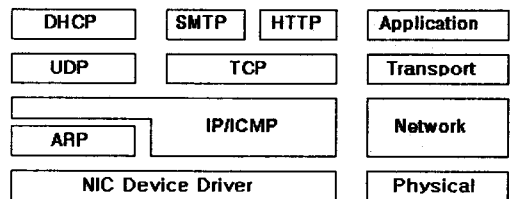


그림 4 임베디드 웹 서버 프로토콜 계층

이 디바이스는 Full-Duplex방식으로 작동하며 Full-Duplex 방식의 Switching Hub와 연결되어 전송과 수신이 동시에 가능하다. 본 시스템의 이더넷 프로토

플래시를 나타내면 그림 4와 같다

계량기 측량 있다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 기존의 직렬 통신 기반에서 이루어지던 분산 제어 시스템을 인터넷을 이용한 임베디드 웹서버로 구현하였다. 소형의 임베디드 시스템은 원하는 기기에 부착이 용이하여 적용성이 뛰어나며 인터넷을 이용한 개방형 분산 제어 시스템이라서 관리자에게 시간적, 공간적 이익을 창출할 수 있다. 또한 과도한 초기투자비와 거리의 제한 등 여러 제약사항을 회피할 수 있다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] 임강진 외 2명, "Network Bible", 영진 출판사, 2000.
- [2] Jeremy Benetham, "TCP/IP Lean Web Server for Embedded System", CMP Books, 2000.
- [3] W.Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume1", Addison-Wesley, 1998.
- [4] W.Richard Stevens, "Unix Network Programming", Prentice Hall, 1994.
- [5] Jean J. Labrosse, "Embedded System Building Blocks", R & D Books, 2000.
- [6] AMD Inc, "Net186 Demonstration Board User's Manual", Advanced Micro Device Inc, 1996
- [7] 이영석, "전송효율을 개선한 다중접속 직렬통신 구현", 단국대학교 석사 학위 논문, 2000.
- [8] 정석규 외 5, "원격 제어를 위한 임베디드 네트워크 시스템", 2000년 대한 전기학회 하계 학술대회 논문지, PP.2892~2894, 2000
- [9] 전재욱 외 2, "개방형 모션 제어기의 GUI 설계", 2000년 대한전기학회 하계 학술대회 논문지, PP2871 ~ 2873, 2000.

#### 2.2.1 분산 제어 시스템의 구성

인터넷상에서 어떤 이벤트가 발생하였을 때 임베디드 웹서버는 응용 층에 있는 자바 애플릿으로 온도계의 데이터를 처리하여 인터넷 드라이브를 통과하여 게이트웨이에 도착한다. 그리고 인터넷상에서 요청한 곳으로 정보를 내보내어 준다. 아래의 그림 5와 같이 인터넷과 연결이 가능한 모든 기기에서 관리자는 그 웹서버의 접근이 가능하다. 이러한 인터넷을 이용한 분산제어 시스템은 기존의 RS-232를 이용하여 근거리 LAN망에 자주 이용되어지는 직렬 분산제어 시스템보다 관리자에게 공간적, 시간 적인 면에서 많은 효율을 가져다준다.

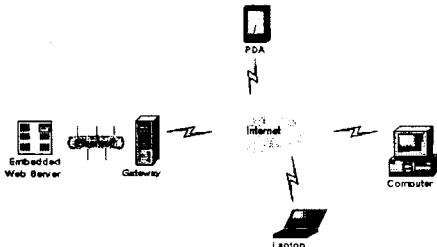


그림 5 임베디드 웹서버의 네트워크 구성도

직렬 통신을 위한 인터페이스의 대표적인 것은 RS-232, RS-422, RS-485등이 있다. 이중 RS-232 표준이 가장 많이 사용되어지고 있다. 이 표준은 데이터 단말 장치(DTE)와 데이터 통신장치(DCE)에 대해 정의 해 놓은 것이다. 이 분산 제어 시스템은 RS-232를 이용하여 통신 선로를 1:1로 설치하여 통신을 구현하는 방법으로 다수의 제어기와 통신을 구현하기 위해서는 통신 선로가 많아진다. 또한 이 표준은 많은 전자적 특성을 제한한다. 전체 케이블 용량은 250pF 미만이어야 하며, 이진 논리 1은 출력 라인에서 +5V ~ +15V 이고 입력 라인에서는 +3V ~ +15V 이며, 이진 논리 0은 출력 라인에서 -5V ~ -15V 이고 입력 라인에서는 -3V ~ +3V 로 불분명하다. 그림 6은 직렬통신을 이용한 분산제어 시스템이다.

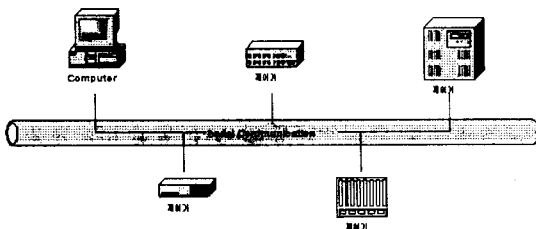


그림 6 직렬통신의 분산제어 시스템 구성도

#### 2.2.2 직렬통신 방식과 임베디드 웹서버의 비교

임베디드 웹서버는 기존의 직렬 통신과는 달리 인터넷을 이용한 개방형 분산제어 시스템이어서 관리자가 인터넷이 있는 곳이라면 어디서나 현장의 상황을 모니터링 할 수 있다. 그리고 이러한 시스템을 사용하기 위하여 관리자는 특별한 GUI가 필요 없이 웹드라우저로 제어 및 모니터링을 할 수 있어서 별도의 추가적인 비용이 들지 않는다. 그러나 인터넷상에서 존재하는 트래픽으로 인하여 실시간 제어가 불가능하기 때문에 실시간이 요구되어지는 기기에 부착은 불가능하다. 따라서 본 시스템은 네트워크 지연이 허용되어지는 제어 시스템의 모니터링에 사용이 가능하며 그 예로 엘리베이터, 공정제어,