

빌딩 센서 네트워크 설계를 위한 임베디드 웹서버 구축

김용호* · 남성열* · 김형균** · 최광미**

조선대학교* · 동강대학**

Embedded Web Server Implementation for Building Sensor Network Design

Yong-ho Kim* · Soung-youll Nam* · Hyeong-gyun Kim** · Gwang-mi Choi**

Chosun University* · Dongkang College**

E-mail : kimyh@mail.chosun-c.ac.kr

요 약

본 논문에서는 인터넷을 기반으로 원격으로 기기의 상태에 대한 정보를 접속된 시스템 관리자에게 제공하고, 관리자의 지시를 받아들이기 위한 임베디드 웹 서버를 구축하였다. 이를 통하여 인터넷을 통한 빌딩이나 장비 등의 원격제어를 할 수 있는 Web-Server 개발의 기반이 되었으며, 가전제품, 사무기기, 건물 경비 등의 모니터링용으로 사용 될 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

This study intended to demonstrate a general system as a web server implemented by pure software solution and focused on collecting data by remote control through Internet and constructing its control frame. To achieve these, this study suggested an optimized, low-power, ultra tiny embedded web server. When unpredictable accidents, such as heat sensor or industrial disasters, happen, it will connect sensors collecting building information each other by network and obtain final results via web porting, web hardware control or porting, or hardware test process in a boot loader on the basis of StrongARM SA-1110 processor.

키워드

Embedded Sensor Network

1. 서 론

21세기 디지털화 시대에 살면서도 빌딩내 사 고는 날로 증가하고 있으며 예측이 거의 불가능 한 상황이다. 첨단화가 됨에 따라 첨단 기능을 탑재한 많은 기기들이 만들어지고 있다. 기존의 펌웨어(firmware)로 기능을 구현하는데 많은 제약사항들이 생기게 되었고, 펌웨어 대안으로 등장하기 시작한 것이 임베디드 시스템이다.

최적화, 초소형, 저 전력 기능을 겸비한 임베디드 시스템은 과거에는 단순히 순차적인 작업만을 하기 때문에 임베디드 운영체제 필요성이 없었으나, 점차 시스템 복잡성과 다양성을 만족시키고 프로세스 관리를 위하여 임베디드 시스템에서 운영체제가 요구 되어지고 있다. 또한 사용자들에게 빠른 응답시간과 프로세스 실시간 처리의 필요성이 증가함에 따라 실시간 임베디드 운영체제로

포팅이 이루어지고 있다. 이에 발맞춰 최근 어떤 환경이든 관계없이 인터넷을 통한 원격계측과 제어를 위해 건축물에 설치된 센서와 제어장치를 제어할 수 있으며, 기기 상호간 네트워킹 기능을 최소한의 리소스 프로그램만을 사용하는 임베디드 웹서버가 활발하게 나타나고 있다.

임베디드 웹서버는 여러 가지 형태의 입출력장치와 지능형 정보기기를 인터넷에 손쉽게 접속할 수 있게 하는 초소형 웹서버로서, 임베디드 웹서버의 적용 영역은 가정, 빌딩 및 공장 등의 전 영역에 걸쳐 있다. 지능형 정보기기를 인터넷에 접속하여 원격지에서 기기를 감시 및 제어를 하기 위해서는 웹 콘텐츠 제공을 주목적으로 하는 일반 서버 컴퓨터와는 다른 임베디드 운영체제를 이용한 전용화된 서버가 필요하다.

본 논문에서는 순수 소프트웨어 솔루션으로 구현되는 웹서버로서 전체적인 시스템 데모를 구현

하는 것을 목적으로 인터넷을 통해 P2P(Peer To Peer)로 연결된 임베디드 센서들을 원격으로 데이터를 추출하고, 이를 제어하는 틀을 구성하는데 초점을 두었으며 ARM intel StrongARM SA-1110 프로세서를 기반으로 한 타겟보드에 임베디드 운영체제로서 리눅스를 포팅하였고, 네트워킹 기능을 위하여 이더넷(Ethernet)을 기반으로 한 기본적인 네트워크 프로그램을 동작 시켰다. 또한 실시간 기능을 위하여 리눅스 기반에서 동작하는 실시간 운영체제인 RTLinux를 포팅하여 실시간 운영체제상에서 네트워킹 기능을 구현하여 최적화된 임베디드 웹서버와 Hybrid P2P를 이용하여 각각의 센서들의 정보를 모니터링과 제어할 수 있도록 제안하고자 한다.

II. PEER-TO-PEER 임베디드 시스템

P2P는 Peer to Peer의 약자로 동등계층통신을 뜻한다. 동등계층통신은 클라이언트-서버 시스템과는 달리 네트워크에 연결되어 있는 모든 컴퓨터들이 서로 대등한 동료의 입장에서 데이터와 주변장치 등을 공유할 수 있는 방식을 의미한다. 이를 통해, 웹 사이트에서 파일을 다운로드 받는 기존 방식 대신, 서로 연결된 타 사용자들의 컴퓨터에 직접 접근하거나 이에 필요한 주변장치로 공유할 수 있다. P2P 개념은 정보통신이론이나 컴퓨터 구조에서는 오래 전부터 사용되어온 개념이다. LAN 환경에서 프린터, 스캐너 등의 자원을 공유하는 방법으로서도 사용되었고, IRC와 인터넷 메신저에서도 많이 사용되었으며, 인터넷을 비롯한 많은 통신프로토콜 등이 P2P에 기반하여 설계되어 있다.

P2P 시스템 기본적인 구성은 그림 1과 같이 개인용컴퓨터 : PC가 일대일로 연결되어 서비스하는 형태이다. P2P 시스템은 클라이언트-서버 구조의 시스템과는 다르게 공유할 자료를 서버에서 보유하고 있지 않다. 그러므로 클라이언트-서버 구조에서처럼 DB서버 같은 많은 추가적인 시스템이 필요하지 않다. 서버는 단지 클라이언트 PC들이 공유할 자료들의 목록이나 클라이언트 PC의 IP 주소만 보유하고 있다.

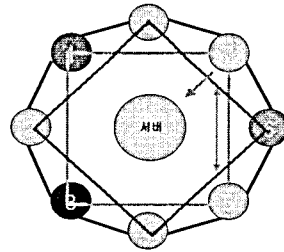
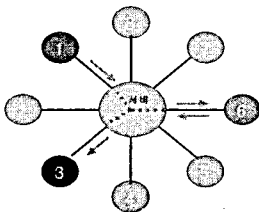


그림 1. Client/Server 구조 및 P2P 구조

III. 구현 및 실험

임베디드 시스템을 구현하기 위하여 Intel Strong ARM SA-1110프로세서 기반의 레퍼런스 보드에 리눅스를 포팅하고 실시간 운영체제의 기능을 위하여 RTLinux를 포팅하였다.

3.1 구현환경

3.1.1 Sensor

a. 온도 및 자기센서 모듈

1. Sensor ID : User에 의해 선택된 센서 element를 표시함 [Software의 측정 프로그램에서 동시에 4개까지 선택 가능]
2. 백금측온 온도센서 및 구동회로
3. AD590 온도센서 및 TEC 구동회로
4. TEC(Thermo Electronic Cooler)
5. 비접촉 표면온도센서[Thermopile]구동회로
6. Magnetic Reed S/W 구동회로
7. 센서 출력 1 : 최소의 구동조건에 의한 센서 출력 port[센서test용도]
8. 센서 출력 2 : 센서신호의 최종출력을 선택하기 위한 Rotary S/W

b. 압력, 가스, 습도, 중량센서

1. P-2000 : 압력센서
2. GAS센서 Adapter : Probe Type의 가스센서를 연결하기 위한 Adapter
3. 습도센서 Adapter : Probe Type의 습도센서를 연결하기 위한 Adapter
4. Loadcell Adapter : Probe Type의 중량센서를 연결하기 위한 Adapter
5. 압력센서 구동회로 : 대기압 측정
6. 습도센서 구동회로 : 용량가변형 습도센서로 습도량을 0~100%로 환산출력
7. GAS 센서 및 레벨미터
8. Loadcell 구동회로 : 0~10kg의 중량값을 측정함.

c. 변위 및 음성센서 모듈

1. 초음파센서 송신기
2. 광 거리계 센서
3. 광/전 S/W 센서
4. 초음파센서 수신기
5. 마이크로폰 입력 포트
6. 초음파 센서 구동회로
7. level Meter : 음성 및 외부센서의 레벨을 측정
8. 광 거리센서 구동회로 : 10~80cm의 거리를 측정
9. 광전센서 [Beam S/W]구동회로 : 10cm이내의 물체의 유무를 검출
10. 소음계 : 소음의 정도를 측정하여 dB로 환산 출력

3.1.2 레퍼런스 보드

Intel Strong ARM CPU는 Intel사에서 ARM의 코어를 가져다가 그 이외의 주변장치들에 해당하는 로직을 재구성하여 판매하는 CPU이다. Strong ARM의 기본적인 특징에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

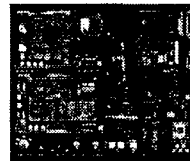
- 32비트 프로세서
- 저전력 구조
- 클럭 발생기 내장
- Little/Big Endian 지원
- MMU
- 28개의 인터럽트 처리 가능한 범용 I/O
- 6채널의 DMA 제어기
 - Gray/Color, active/passive LCD 제어기
 - 16550 호환 UART
 - IrDA serial port
 - USB endpoint 제어기
 - Synchronous serial port
 - JTAG

3.1.3 크로스 컴파일 환경

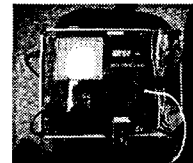
임베디드 시스템에서의 개발은 레퍼런스 보드 상에서 이루어질 수 없다. 특히 운영체제를 포팅 하는데 있어서는 커널을 수정하고 재컴파일 하면서 보드에 맞는 환경을 구축하고 보드의 각종 디바이스 드라이버들을 적재하는데 작업을 할 수 있는 환경이 필요하다. 그러한 과정들을 보드상의 협소한 메모리만 가진 레퍼런스 보드 상에서 작업할 수 없다. 따라서 레퍼런스 보드와 통신하면서 작업을 할 수 있는 호스트 PC가 필요하다. 호스트 PC로 사용되는 PC는 일반적으로 CPU의 환경이 Intel Pentium 계열이므로 그 환경에서 그대로 작업을 하면 ARM계열의 CPU에서는 동작을 하지 않는다. 운영체제나 응용프로그램의 개발에 있어서 보드의 환경에 맞춰서 호스트 PC의 환경

을 구축해 주어야 한다. 본 연구에서는 ARM계열의 CPU를 가진 보드에서의 개발을 해야 하므로 호스트 PC로 사용되는 컴퓨터에 ARM 환경을 위한 크로스 컴파일러 환경의 구축이 필요하다. 포팅하고자 하는 리눅스 운영체제를 임베디드 시스템의 목적에 맞게 커널을 재구성하여 크로스 컴파일러 환경에서 재컴파일 해야 한다.

그림 2는 건물 실내 정보를 파악 할 수 있는 센서와 타겟보드에 웹으로 접근하고 있는 과정을 나타낸 것이며 통신을 실시간으로 원활하게 작동할 수 있도록 리눅스 기반에서 동작하는 실시간 운영체제인 RTLinux를 포팅하여 실시간 운영체제 상에서의 네트워킹 기능을 구현하여 최적화된 임베디드 웹서버를 제안했다.



(a) Sensor



(b) 노트북과 통신 하는 과정 (c) RTLinux 포팅과 센서 웹서버 구현된 보드

그림 2. Client/Server 구조 및 P2P 구조

크로스 개발 환경이 갖춰진 호스트 PC에서 컴파일 되고 개발된 응용프로그램들을 시리얼 케이블을 통해 레퍼런스 보드로 다운로드 하고 보드에서 출력되는 내용을 노트북으로 모니터링 한다.

서버에서는 인터넷을 통해 클라이언트와 빌딩 모델간 데이터 전송을 위한 중간 매개체로서 클라이언트에서 요청한 제어신호를 빌딩 모델에 전달하고, 접속자의 수를 모니터링하며 또한 빌딩 모델의 상태정보를 체크하여 클라이언트에 전달 하는 역할을 한다.

3.1.4 웹에서의 건물 정보 파악

구축된 웹서버의 경우 Distributed Web Server는 I/O를 통해 연결된 외부기기의 상태를 웹 페이지 형식으로 저장하고, 인터넷을 통해 접속된 관리자에게 그 정보를 제공하는 역할을 한다.

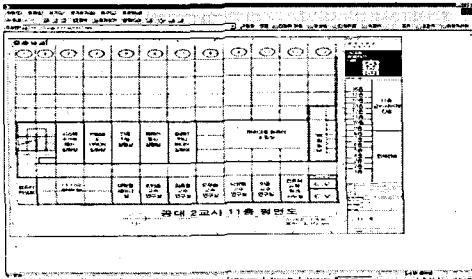


그림 3. 웹에서의 건물 실내 정보 파악 1단계

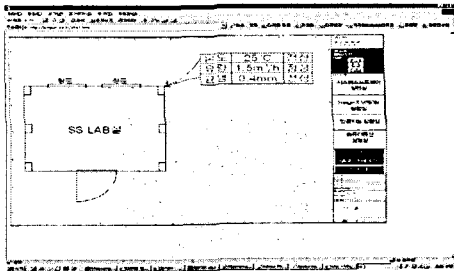


그림 4. 웹에서의 건물 실내 정보 파악 2단계

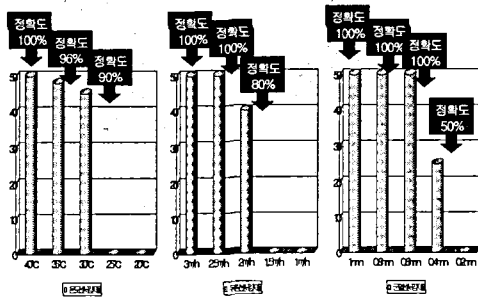


그림 5. 실험결과비교

IV. 결 론

인터넷으로 통칭되는 통신 혁명이 낳은 결과물인 정보가전 분야에서 임베디드 리눅스의 적용분야는 다양하며 휴대용 단말기에서 PDA 등 임베디드 리눅스의 발전 가능성은 무한하다. 인터넷 통신 및 가정에서 쓰이는 ADSL 등의 발달로 가정에서도 일반 가전제품에 대한 통신이 가능하게 된 임베디드 시스템에 대한 관심이 고조되고 있는 가운데 최근 전자제품 등에 임베디드 프로세서를 장착하여 출시하고 있다. 본 논문에서는 인터넷을 기반으로 원격으로 기기의 상태에 대한 정보를 집중된 시스템 관리자에게 제공하고, 관리자의 지시를 받아들이기 위한 임베디드 웹서버를 구축하였다. 인터넷을 통한 빌딩이나 장비 등의

원격제어를 할 수 있는 Web-Server 개발의 기반이 되었으며 이를 이용해 가전제품, 사무기기, 건물 경비 등의 모니터링용으로 사용 될 수 있다.

웹 감시 기능이 추가된 실시간 임베디드 리눅스 시스템을 구성하는 데에는 리눅스에 대한 전반적인 이해가 필요하고 필요한 RT 커널을 개발할 수 있는 고급 개발자가 필요하다라는 단점도 있지만 작은 비용으로 효율적인 실시간 시스템을 구성할 수 있다는 점에서 무척 의미 있는 일이며 이로 인한 임베디드 시스템의 응용 분야는 모든 분야를 걸쳐 실로 방대하다고 할 수가 있다.

이와 같이 우리 일상생활에 임베디드 시스템, 즉 내장형 시스템이 일반화되어 사용되고, 가까운 미래에 우리 주위에서 마이크로프로세서와 구동 소프트웨어가 탑재되지 않은 제품을 찾아 볼 수 없을 정도로 임베디드 시스템의 산업적 발전 가능성은 매우 크다고 전망된다.

향후 연구 과제로 무선 인터넷의 발달로 핸드폰을 이용해 언제 어디서든 원하는 시간에 정보를 획득 할 수 있게 되었다. 기술적 측면에서 본 논문에서 구축된 임베디드 시스템을 무선네트워크, 블루투스 등과 결합하여 무선원격 제어를 추가 연구가 필요하며, 건물의 위험 수위가 높아지면 미리 저장해둔 건물 내의 직원 핸드폰에 SMS 서비스를 이용하여 사고 위험을 문자로 알려주며 동시에 공개 방송, PC IP로 원격메시지를 전송하여 빠른 시간에 대피 할 수 있도록 시스템을 개발하는 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Jeremy Bentham, TCP/IP Lean, CMP Books, 2000.
- [2] Rick Lehrbaum, "Using Linux in Embedded and Real-Time Systems," <http://www.linuxdevices.com/articles/>, Feb 2000.
- [3] 리눅스를 이용한 임베디드 시스템의 기술 동향, <http://www.linuxnt.co.kr/embed.htm>, page 2.
- [4] Stoica, R. Morris, D. Karger, F. Kaashoek, and H. Balakrishnan, "Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for Internet applications," in Proc. ACM SIGCOMM, 2001.
- [5] R. Schollmeier. "A Definition of Peer-to-Peer Networking for the Classification of Peer-to-Peer Architectures and Applications," IEEE Conference P2P 2001, Linkping Sweden. Aug 2001.
- [6] S. Ratnasamy, P. Francis, M. Handley, R. Karp, and S. Shenker, "A scalable content-addressable network," in Proc. ACM SIGCOMM, 2001.