

## 임베디드 프로세서를 이용한 범용 웹 모니터링 시스템

이성현<sup>o</sup>, 우종호

부경대학교, 컴퓨터공학과

change10@gmail.com<sup>o</sup>, chwoo@pknu.ac.kr

### Universal Web Monitoring System Using Embedded Processor

Sunghyun Lee<sup>o</sup>, Chongho Woo

Dept. of Computer Engineering, Pukyong National University

#### 요 약

본 논문에서는 임베디드 프로세서인 ATmega128과 W3100A 이더넷 칩을 이용하여 범용 웹 모니터링 시스템을 구현하였다. 카메라를 이용한 동영상, 오디오, RS-422 통신, 디지털/아날로그 신호의 입출력 등 다양한 제어 모니터링 정보를 통합하여 범용으로 사용할 수 있고, 소형, 저가, 저전력 소모가 가능하도록 설계, 구현하였다. 클라이언트 프로그램은 Java Applet으로 개발 하여 별도의 소프트웨어 설치 없이 웹브라우저를 통하여 접속되고, 원격지의 영상 및 각종 기기들의 상태를 실시간으로 모니터링하며 GUI기반의 각종 메뉴를 사용하여 원격 시스템을 편리하게 제어 할 수 있다.

#### 1. 서 론

인터넷 사용이 일반화됨에 따라 이를 이용한 원격 모니터링은 산업전반에서 널리 사용될 수 있다. 무인 보안감시 시스템, 시설물 관리, 홈 네트워크 등 활용범위는 인터넷 기반의 발전과 더불어 더욱 더 확산될 것이다.

웹카메라는 CMOS카메라 또는 CCD카메라를 통하여 영상을 획득하고, MJPEG로 압축하여 원격 컴퓨터에 전송하여 시간과 장소의 제한 없이 모니터링 할 수 있다. 대부분의 웹카메라는 임베디드 리눅스를 OS로 사용하여, 32비트 임베디드 프로세서와 큰 메모리가 기본 사양이어서 고가이고 다른 기기의 연결이나 I/O제어가 미비하다.

본 논문에서는 웹을 통하여 영상정보 뿐만 아니라 오디오 정보를 함께 처리하여 원격지에 대한 정확한 모니터링을 하고 시스템과 연결된 기기들의 상태들을 제어할 수 있는 범용 웹 모니터링 시스템을 설계 및 구현 한다.

#### 2. 웹 모니터링 시스템과 MJPEG

##### 2.1 웹 모니터링 시스템

웹 모니터링 시스템은 웹(Web)환경에서 비디오 영상을 볼 수 있는 장치로 여러 원격지에 설치하고 한 곳에서 이들을 관리할 수 있다. 웹 모니터링 시스템을 이용하여 원격지의 영상정보를 획득하고, 이에 따라 적절한 제어를 수행하는 첨단 영상 감시시스템의 구현이 가능하다. 기존의 CCTV 카메라는 DVR을 이용하여 감시대상지역의 영상을 한정된 지역에서만 관리할 수 있었다. 웹 모니터링 시스템은 이러한 공간적 제약을 받지 않고 언제 어디서나 인터넷을 통해 실시간으로 영상정보를 획득하고 관리할 수 있다.

##### 2.2 MJPEG

동영상은 데이터량이 많기 때문에 원 데이터(raw data) 형태로는 전송이 어렵다. 그래서 동영상 데이터를 전송할 때에는 영상압축기술을 적용하여 전송량을 줄여서 전송한

다. MJPEG은 정지영상에 대한 압축기법인 JPEG을 그대로 활용한 동영상 압축기법이다. MJPEG는 DCT기반 압축기법만을 이용하기 때문에 MPEG과 비교할 때 움직임 추정/보상 등의 처리가 필요하지 않다. 그러나 전체 압축률이 MPEG에 비해 낮다는 단점을 갖고 있다[1]. 그리고 MJPEG는 하나의 프레임이 그 프레임을 표시하는데 필요한 모든 정보를 가지고 있기 때문에 자유롭게 재생속도를 제어할 수 있다. 웹 카메라에서는 연산이 많은 MPEG보다는 MJPEG을 이용하여 영상데이터를 압축한다.

#### 3. 설계 및 구현

##### 3.1 하드웨어 시스템

웹 모니터링 시스템은 다음 그림 1과 같이 프로세서부, 영상입력부, 음성입력부, 네트워크처리부, 입출력부로 구성된다.

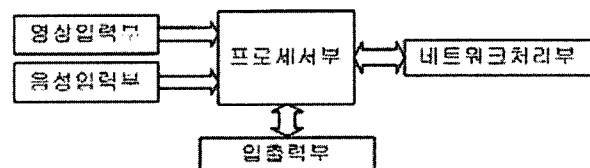


그림 1 웹 모니터링 시스템의 구성

##### ① 프로세서부

프로세서부는 각 처리부들을 제어하고 각종 연산 처리등을 담당한다. 본 논문에서는 ATMEL사의 RISC 프로세서인 ATmega128[5]을 이용하여 구현하였다. 본 논문은 범용으로 사용될 수 있는 보급형 시스템을 구현하고자 하였으므로 처리기능은 다른 프로세서에 비해 떨어지나 저가인 프로세서를 이용하였다. 본 시스템은 OS-Less를 목표로 하고, 네트워크 프로토콜을 전용 하드웨어로 처리함으로써 ATmega128을 사용하더라도 요구사항을 충분히 만족한다.

##### ② 영상입력부

영상입력부는 감시대상영역에서 영상정보를 획득하는 부분으로 카메라가 이에 이용된다. 본 논문에서는 보급형 시스템의 구현을 위해 CCD 카메라에 비해 저가인 CMOS 카메라를 사용한다. CMOS 카메라는 그림 2와 같이 CMOS 센서와 카메라에서 영상처리를 담당하는 카메라 보조프로세서로 구성된다. 동작은 CMOS 센서를 통해 획득된 영상 정보를 카메라 보조프로세서로 전달한다. 카메라 보조프로세서에서는 전달되어 온 영상정보를 YUV422 형식으로 변환하여 처리한다. 본 논문에서는 카메라 보조프로세서로 STV0676[6]을 이용하였는데 이 보조프로세서는 MJPEG 인코딩도 지원한다. 획득하고자 하는 영상에 대한 프레임율, 압축률 등의 설정은 기본적으로 I<sup>2</sup>C 버스를 이용하여 이루어진다. 처리된 영상 정보는 MJPEG으로 인코딩되어 내부 FIFO에 저장되고, 데이터 버스를 통해 프로세서부에 전달된다.

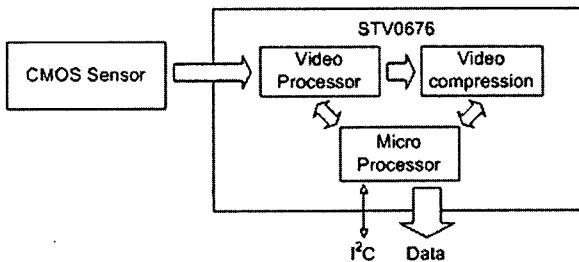


그림 2 영상입력부의 구성

③ 음성입력부

본 웹 모니터링 시스템에서는 영상정보와 함께 오디오정보도 처리한다. 이를 위해 Condenser Microphone을 부착하고 그 출력신호를 ADC로 연결한다.

④ 네트워크처리부

네트워크처리부는 인터넷과의 연결을 담당하는 부분이다. 본 논문의 시스템에서는 LAN을 통하여 직접 인터넷에 접근할 수 있도록 설계한다. 이를 위해 그림 3과 같이 RTL8201BL을 이용하여 물리적으로 이더넷(Ethernet) 망에 연결되고, W3100A[7]를 이용하여 하드웨어적으로 각종 프로토콜을 처리한다. W3100A는 프로세서의 데이터 버스에 연결되어 동작하고, PHY는 MII(Media Independent Interface)로 연결되어 동작한다. W3100A는 MAC, DLC, IP, TCP, UDP, ICMP, ARP가 하드웨어적으로 구현되어 있어서 프로세서에 따로 프로토콜에 대한 처리가 필요 없다.

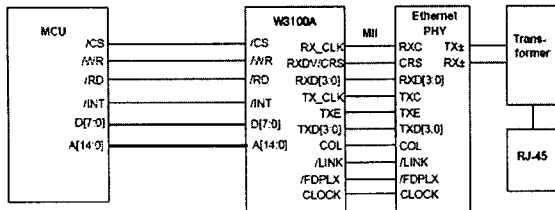


그림 3 네트워크 인터페이스

⑤ 입출력부

입출력부는 원격지의 기기를 모니터링하고 제어하기위하

여 외부로 노출되는 입·출력 기능을 처리한다. 본 시스템의 입·출력부는 디지털/아날로그 입력과 디지털 출력을 처리할 수 있다. 아날로그 입력을 위해 7채널의 AD변환기(Analog-Digital Converter)를 이용하고, 일반 디지털 입력을 위해 8비트, 출력을 위해 8비트 디지털 입·출력핀을 이용한다. 디지털 출력단에는 릴레이를 이용하여 용량이 큰 장치의 제어 및 모터의 제어도 가능하다. 그리고 RS422 트랜시버를 부착하여 외부의 다른 장치들과도 통신할 수 있다.

3.2 S/W

본 시스템은 기본적으로 OS가 없다. OS를 사용하는 시스템의 경우, OS를 포팅하는 시간, OS로 인한 프로세서의 오버헤드, 고사양 시스템 등을 요구한다. 인터넷 연결 때문에 OS를 선택하기도 하는데 본 시스템에서는 하드웨어 적으로 TCP/IP 프로토콜이 구현 되어 있는 W3100A칩을 사용함으로써 이를 해결했다. CPU 프로세서에서 통신 오버헤드를 크게 줄임으로써 영상 등의 다양한 데이터를 통합적으로 고속처리가 가능하였다.

본 시스템의 소프트웨어는 아래 그림 4와 같이 크게 영상 입력, 음성입력, 영상 및 음성 전송, I/O 제어, 웹서버, 클라이언트 프로그램으로 구성되어 있다.

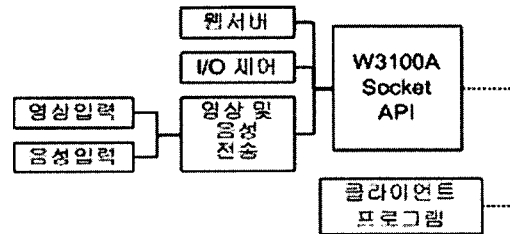


그림 4 S/W 블록다이어그램

① 영상입력

STV0676 비디오 보조프로세서를 설정하고, FIFO에서 영상을 읽어오는 부분을 처리한다. 이 칩은 5kHz 미만의 I<sup>2</sup>C 클럭을 사용하여 일반 I/O 포트를 사용하여 I<sup>2</sup>C 프로토콜을 구현하여 사용한다. 이렇게 구현된 I<sup>2</sup>C를 통하여 각종 STV0676의 레지스터를 설정함으로써 초기 설정이 이루어지고, 프레임 스타트 신호를 보내면, 해당 영상이 FIFO로 저장되어진다. 이때 FIFO에 있는 정보가 유효하면 VD(Valid Data)신호를 HIGH로 출력하고, 프로세서에서는 이 VD신호를 인터럽트 포트에 연결하여, VD 신호가 HIGH일 때, 프레임 정보를 시스템 버퍼로 입력한다.

② 음성입력

ADC 포트에 마이크 인터페이스 모듈을 연결하여 음성을 입력받는다. 본 시스템에서는 마이크 모듈의 신호를 8kHz로 샘플링하여 음성신호로 사용하며, 이 또한 해당 버퍼로 복사한다.

③ 영상 및 음성전송

기존의 웹 카메라들은 HTTP(HyperText Transfer Protocol) 프로토콜을 사용하여 영상을 전송하였으나 본 시스템에서는 음성이 추가되어 음성과 동기화 되어서 전송되어지고 재생되어야 한다. 그래서 본 시스템에서는 RTP(Real-Time Protocol)를 사용하여 영상정보와 음성정보를 전송한다.

RTP[9]는 미디어 스트림에 대한 전송을 목적으로 설계되었으며, UDP 상위에서 동작한다. 아래 그림 5에서 처럼 모든 RTP 버퍼들은 timestamp를 가지고 있어서, timestamp와 실제 전역적인 동기화된 클럭(예를들어서 JMF Player의 TimeBase)사이의 매핑을 수행한다. timestamp의 역할은 다양한 데이터 소스로부터 제공되는 미디어들을 통합하는 기능을 지닌다[2].

영상과 음성을 전송할 때, 각각 RTP 패킷에서 PT(Packet Type) 필드를 설정하여 전송한다.

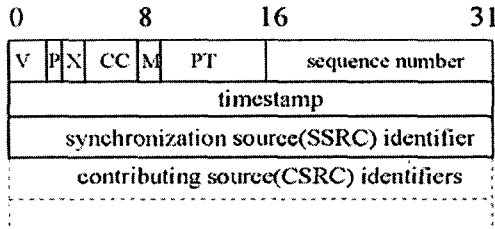


그림 5 RTP 패킷 양식

④ I/O제어

RS-422, 디지털 입출력을 처리하기 위한 부분으로 현재 값이 실시간으로 클라이언트로 전송되고, 클라이언트로부터 수신된 출력값을 갱신한다.

⑤ 웹서버

하드웨어적으로 TCP/IP 프로토콜이 구현되어있는 W3100A를 사용하기 때문에 이를 위한 Socket API를 사용하여 프로그램 하게 된다. 각 HTTP요청에 대하여 해당문서를 HTTP 응답 메시지 형식에 맞추어 클라이언트로 전송한다. 위에서 사용된 W3100A Socket API는 기본적으로 PC에서 사용하는 Berkeley Socket API와 유사하다.

⑥ 클라이언트프로그램

모니터링 시스템을 통하여 전송된 음성 영상을 재생하기 위한 프로그램으로 본 논문에서는 자바 애플릿을 이용하여 구현한다. 자바 애플릿프로그램은 웹서버에 있다가 사용자가 웹페이지를 요청하면 그때 같이 전송되어 웹브라우저에서 실행되어 별도의 프로그램을 설치하지 않아도 되는 장점이 있다.

클라이언트 프로그램은 아래 그림 6과 같이 구성되며, 크게 I/O제어클라이언트와 동영상수신클라이언트로 나눌 수 있다.

I/O제어클라이언트는 모니터링 시스템의 디지털/아날로그 입출력을 모니터링하고 제어한다. TCP로 연결되어 패킷을 주고받으며, 입력된, 값은 I/O모니터를 통해 주기적으로 화면에 출력된다. GUI로 구성된 I/O제어메뉴는 모니터링 시스템의 설정사항과 디지털 출력을 제어하기 위한 부분을 그래픽으로 편리하게 제어할 수 있으며, 설정된 내용은 즉시 모니터링 시스템으로 전송된다.

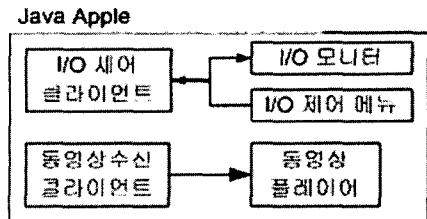


그림 6 클라이언트 블록다이어그램

템의 설정사항과 디지털 출력을 제어하기 위한 부분을 그래픽으로 편리하게 제어할 수 있으며, 설정된 내용은 즉시 모니터링 시스템으로 전송된다.

동영상수신클라이언트는 JMF(Java Media Framework)를 사용하여 RTP패킷을 받아 이를 재생한다[3][4]. RTP패킷이 수신되면 각 데이터소스로 분류된 후 동영상플레이어를 통해 실시간으로 화면에 재생된다.

4. 평가

본 논문의 웹 모니터링 시스템은 640\*480의 해상도로 전송시 2~3Mbps의 대역폭을 사용하여 현재 보급되어 있는 인터넷망으로 사용하기에 충분하였다. 구동 시 2.3W의 비교적 적은 전력을 소모하였다. 기본적인 영상 전송이외에 음성 및 외부 입출력 이 가능하여 별도의 추가 장치 없이 바로 각종 외부 장치를 모니터링 할 수 있다. 영상 음성을 실시간으로 모니터링하면서 각종 제어가 필요한 응용에 쉽게 적용될 수 있을 것으로 보인다. 추후 우선모듈이 추가되어 무선 시스템으로 구축된다면 더욱 활용도는 높아질 것으로 보인다.

5. 결론

본 논문에서는 인터넷을 통하여 영상 및 소리 그리고 디지털/아날로그 입력을 실시간으로 모니터링 하고, 클라이언트 프로그램을 통하여 디지털 포트를 제어할 수 있는 범용 웹 모니터링 시스템을 구현하였다. TCP/IP가 하드웨어로 구현된 칩을 사용함으로써 저사양 프로세서만으로도 본 웹 모니터링 시스템을 구현 할 수 있었다. 또한 클라이언트 프로그램 또한 GUI로 각종 하드웨어 설정 및 디지털 출력을 제어 할 수 있게 구현하여 쉽게 원격지에서 제어 할 수 있었다. 이로써 별도의 추가 장치 없이 각종 기기를 제어 할 수 있어 자동화, 시설관리 등 다양한 응용에 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이종민외 4명, "정지영상 압축기법을 이용한 簡易 동영상 압축의 具現", 대한전자공학회 제 16권 제 1호, pp.411-414, 1993
- [2] 고대식, "Real-time Transport Protocol(RTP)를 이용한 실시간 데이터 전송", 한국통신학회지 제 14권 제6호, pp.605-614, 1997
- [3] 이광빈, 이배호, 노현주, 정태용, RTP와 JMF 기반의 원격진료 화상회의 시스템 설계 및 구현, 한국정보과학회 학술발표논문집 29권 제2호, pp.556-558, 2002
- [4] 김삼홍, 임인택, 이정배, JMF 기반의 실시간 원격 공점 감시 및 제어 시스템 설계 및 구현, 한국정보처리학회 논문지 D, pp.453-460, 2004
- [5] ATmega128 datasheet, [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2467.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2467.pdf)
- [6] <http://www.st.com/stonline/books/pdf/docs/>
- [7] Wiznet W3100A datasheet, [http://www.wiznet.co.kr/pro\\_iin\\_W3100ALF.htm](http://www.wiznet.co.kr/pro_iin_W3100ALF.htm)
- [8] Tom Sahara, Wes Morgan, "The advantage of Motion JPEG", Broadcast Engineering, 2004
- [9] <ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc1889.txt>