

8 비트 MPU 기반의 Web-RTU의 설계 및 구현

(Design and Implementation of Web-RTU Based on 8 bit MPU)

홍순필*, 김은성**

(Soon-Pil Hong, Eun-Sung Kim)

Abstract - In SCADA systems, an RTU is a device installed at a remote location that collects data, codes the data into a format that is transmittable and transmits the data back to a central station, or MTU. An RTU also collects information from the master device and implements processes that are directed by master device. RTUs are equipped with input channels for sensing or metering, output channels for control, indication or alarms and a communications port. In general, the data are transmitted via a wired communication infrastructure such as RS422 or RS485 between RTU and MTU. But, limited range of wired communication doesn't allow the system to cover remote areas over the limitation, and building a wired communication network is not easy in the circumstances.

In this paper, we design and implement a smart cost-effective Web-RTU that can communicate with MTU via Web. Web is of benefit to the Web-RTU, because it is not only free from the distance limitations, but also is built easily and cost-effectively wherever Internet resources are available. Additionally, Web can be easily applied to the SCADA system with the development of hardware and software for communications. The Web-RTU has a program memory, a data memory and a RAM inside, and uses Atmega128, low-cost 8 bit micro-processor with eight AI(Analog Input). It performs well enough to implement all existing roles of RTU.

Key Words : SCADA, RTU, MTU, Web, Atmega128, Web-RTU

1. 서론

SCADA 시스템(Supervisory Control and Data Acquisition System, 집중 원격 제어 시스템)은 ANSI/IEEE StdC37.1-1987에 명시되어 있는 것처럼, RTU(Remote Terminal Unit, 원격 단말 장치)로 멀리 떨어져 있는 곳의 상태 정보를 수집하고, 이 데이터를 유/무선 통신 경로를 통하여 MTU(Master Terminal Unit, 마스터 단말 장치)로 전송하며, MTU는 이를 수신, 기록 표시하는, 원격지를 감시하고 계측하며 제어하기 위한 중앙 집중식 감시 제어 시스템이다 [1]. 이 시스템에서 RTU는 종합 자동화 시스템의 핵심 장비 중 하나로서 보통 신호 입/출력 블록, 컴퓨터 프로세서와 메모리, 유/무선 통신 장비로 구성되며, 컴퓨터 프로세서를 통해 제어되고 네트워크 시스템을 지원하여, 중앙 감시 제어 및 조정 시스템이 작업 현장에 대한 일차적인 원격 탐사 측정, 원격 제어, 통신과 원격 감시 등의 기능을 효과적으로 수행하여야 한다[4][5]. 지금까지 RTU와 MTU는 통신수단의 발달에도 불구하고 기존 시스템과의 호환을 위해 RS422 또는 RS488 통신방식을 사용하고 있다. 그러나, 이 통신방식은 통달거리가 최대 1.2 Km이며, 구동기나 수신기를 최대 32개밖에 연결할 수 없기 때문에 대규모 SCADA 시스템 구축에 어

려움이 있다[2]. 그러므로 제어 단말기 설치가 가능한 장소의 광역화와 원격 기기의 사용 가능한 개수에 제한을 받지 않는 통신 방식이 요구되고 있다. 이에 따라, 최근 출시되는 RTU 중에는 CDMA 방식이나 이더넷(Ethernet) 방식을 지원하는 제품이 출시되고 있으나, CDMA 방식은 무선이기 때문에 별도의 설치비용이 들지 않으며, 시스템 구축이 용이한 반면, 느린 데이터 송수신 속도와 전 세계적으로 통일되어있지 않은 무선 통신의 규격, 비싼 통신망 이용료를 지불해야하는 단점이 있다. 반면에, 이더넷 방식은 이미 널리 보급되어있는 선로를 이용하여 거리의 제약을 받지 않으며, 설치가 쉽고, 유지관리 비용이 적게 들며, 각종 통신 하드웨어 및 소프트웨어의 발달로 시스템에 적용하기가 용이하다. 그러나 현재 가용한 이더넷 통신을 지원하는 RTU는 고가이며, 부피가 크고, 소프트웨어가 MTU에 의존적이다. 본 논문에서는 이더넷을 통하여 웹(Web) 방식으로 데이터를 송수신 하며, RTU 자체에 서버 기능을 갖추어 별도의 MTU나 상위 소프트웨어의 지원 없이도 웹 브라우저에서도 제어 가능할 뿐만 아니라 크기가 작고 생산비용을 최소화시킨 Web-RTU를 설계, 구현한다.

2. Web-RTU의 구조

본 논문에서 구현한 Web-RTU는 DI(Digital Input) / DO(Digital Output) / AI(Analog Input) 기능과 기존 기기들과의 호환을 위한 RS422통신 기능 등 기존 RTU의 기능울

* 洪 淳 必 : 順天郷大學校 情報技術工學部 博士課程
** 金 殷 成 : 順天郷大學校 情報技術工學部 教授 · 工博

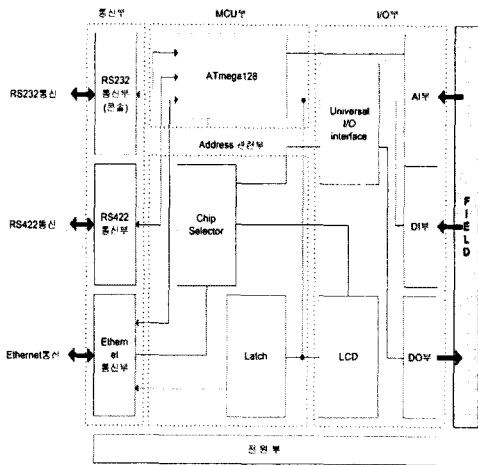


그림 1. 설계된 Web-RTU의 구성도

충실히 구현하면서 이더넷을 통한 Web 방식의 통신기능이 추가되었다. 이 Web-RTU는 RISC 구조의 8 비트 마이크로 프로세서인 ATmega128을 기반으로 설계되었으며 Tmega128의 내부 128 KB의 프로그램 메모리와 4KB의 데이터 메모리 및 4 KB의 SRAM을 이용하여 Web-RTU의 모든 프로그램이 구동 가능하도록 하였다. 또한, ATmega128의 ADC를 이용하여 AI부를 구현하여 제작비용을 낮출 수 있다. 그림 1은 Web-RTU의 내부 블록도이다.

1.1 MCU부

MCU는 Atmel사의 RISC구조 8 비트 마이크로프로세서인 ATmega128이며, 내부의 프로그램 메모리와 데이터 메모리, SRAM만을 이용하여 Web-RTU의 모든 기능을 구현하기 때문에 별도의 외부 메모리를 사용하지 않는다.

1.2 Address 관련부

ATmega128에서는 외부 장치들을 사용하기 위한 A0 - A7(PortA)의 하위 Address/Data bus, A8 - A15(PortC)의 상위 Address bus, ALE(Address Latch Enable), /RD, /WR 이 제공된다. Web-RTU에서 사용하는 LCD, 82C55, 이더넷 모듈의 어드레싱을 위하여 Address 관련부 블록에는 PLD(Programmable Logic Device)인 GAL16v8과 고속 8진 레치인 74LS573을 사용하였다.

1.3 통신부

통신부에는 RS232 통신으로 Web-RTU의 콘솔모드를 구현하기 위하여 DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS 칩인 MAX232 칩을 사용하였고, 기존 SCADA 시스템 기기들과의 호환을 위해 산업용 필드 버스 표준 프로토콜인 ModBus 프로토콜로 통신 RS422 통신을 할 수 있도록 MAX488 칩을 사용하였다. 그리고, 이더넷 통신을 할 수 있도록 디지털 장비를 쉽게 인터넷에 연결할 수 있도록 하기위해 TCP/IP 프로토콜 스택을 하드웨어적으로 구현한 W3100A와 이더넷 PHY, Mac Jack으로 구성된 i2chip사의 이더넷 모듈인 IIM7010A를 사용하였다. IIM7010A는 Atmel사의 89C51 프로

세서를 사용했을 때, 최고 300 Kbps, Atmel사의 AVR 프로 세서를 사용했을 때, 최고 3 Mbps, Intel 80386 프로세서를 사용했을 때, 최고 6Mbps의 전송속도로 신속하고 빠른 데이 터 전송을 가능하게 해준다[3].

1.4 I/O부

I/O부에서는 DI/DO를 위하여 프로그래밍 가능한 범용 I/O 인터페이스 장치인 8255를 이용하여 총 8개의 입력과 총 8개의 출력력을 할 수 있도록 하였다. 그리고, AI부는 ATmega128의 Port F를 이용하였기 때문에 총 8개의 입력을 0 V ~ +5 V의 전압 레벨로 받아들이는데, AI부에 연결되는 외부기기에서는 4 mA ~ 20 mA의 전류레벨로 신호를 발생시키기 때문에 250 ohm의 저항을 ATmega128의 입력부에 병렬로 연결 시켜 전류레벨을 1 V ~ +5 V의 전압레벨로 변형시켜주었다.

1.5 전원부

전원부에서는 이더넷 모듈인 IIM7010A의 전원으로 사용되는 +3.3 V, Web-RTU내의 각종 소자들의 전원으로 사용되는 +5V, DI부분의 외부 기기의 이벤트 발생을 확인하기 위하여 사용되는 +24V를 제공하기 위해 외부 전원 공급 장치로 +24V를 입력 받으면, 정류기인 LM2576-5에서 +5 V의 정전압을 발생시키고, 여기서 발생한 +5 V는 LM2575-3.3의 정류기에서 +3.3 V로 변환된다.

3. 구현된 Web-RTU

그림 2는 구현된 Web-RTU의 실제 모습이다. 보드의 윗 부분에는 각각 DO/DI/AI의 외부 연결을 위한 연결부가 있고, 중간 부분에는 현장에서 RTU의 현재 상태를 디스플레이해 서 보여주는 LCD가 있다. 우측에는 이더넷 통신을 위한 IIM 7010A와 직렬 통신부가 각각 배치되어 있다. 우측 하단에는 24 V의 전압을 입력받아 5 V와 3.3 V로 변압시켜 Web-RTU 보드에 제공해주는 전원부가 배치되어 있다.

3.1 Web상에서의 Web-RTU 제어

본 논문에서 구현된 Web-RTU는 웹 서버로 동작하도록 설계되었으며, ATmega128의 128 KB의 내부 프로그램 메모 리상에 Web-RTU 제어 프로그램이 탑재된 20 KB를 제외한 나머지 100 KB의 웹 페이지 탑재가 가능하다.

그림 3은 웹 브라우저에서 Web-RTU로 접속했을 때를 보 여주는 Web-RTU의 제어 페이지이다.

LCD에 원하는 문자를 전송하여 디스플레이 시켜줄 수 있

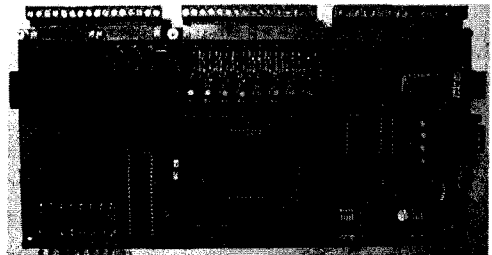


그림 2. 구현된 Web-RTU의 실제 모습

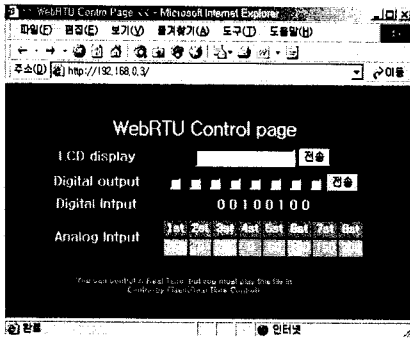


그림 3. Web-RTU의 웹 브라우저 실행 화면

으며, DI와 AI의 상태를 볼 수 있으며, DO를 제어할 수 있다. DO기능을 제어할 때에는 ID와 패스워드를 입력하도록 하여 허가되지 않은 사용자의 임의제어를 방지하도록 하였다. 페이지의 하단에 실시간으로 DI/DO/AI를 감시 및 통제할 수 있도록 Flash로 만든 제어 프로그램을 다운받을 수 있도록 하였다.

3.2 Flash를 이용한 실시간 제어

HTML은 비록 CGI를 이용하여 어느 정도의 동적 페이지의 구현을 가능하도록 하였지만, 페이지의 로딩이 끝나고 나면 서버와 데이터를 교류하여 실시간으로 화면에 변화를 줄 수가 없다. 따라서 실시간으로 통제를 해야 하는 상황을 위하여 별도의 프로그램이 필요하다. 본 논문에서는 브라우저 상에서 실시간 제어 프로그래밍이 가능하며 현재 많이 사용되고 있는 Java에 비하여 매우 가볍고, 유연한 디스플레이 옵션을 가지고 있는 MacroMedia사의 Flash를 이용하여 실시간으로 Web-RTU를 제어할 수 있도록 하였다. 현재 Flash는 웹 브라우저상에서 순환문을 이용하여 서버에 데이터를 요청하는 기능이 불안정하기 때문에 MacroMedia사에서 제공되는 Flash Player를 이용하여 프로그램을 실행시켜야 하는 불편함이 있지만, 매우 작은 용량으로 프로그램을 생성할 수 있기 때문에 메모리자원을 크게 아낄 수 있다. 그림 4는 Flash Player에서 Web-RTU에 탑재되어 서비스되는 Web-RTU 제어 Flash 프로그램을 실행시킨 첫 화면이다. 첫 화면에서는 Web-RTU의 통제권한을 위하여 로그인을 하도록 하여 ID와 패스워드를 넣지 않으면 다음 제어화면으로 넘어갈 수 없다.

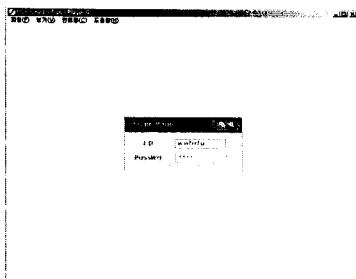


그림 4. Flash 첫 로그인 화면

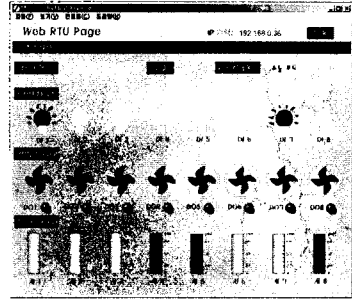


그림 5. Flash 제어 화면

그림 5는 로그인이 끝난 다음 Web-RTU의 제어 화면으로 넘어간 모습이다. Web-RTU의 IP가 변경되었을 경우, IP 입력란을 이용하여 접속할 수 있으며, 모든 데이터가 실시간으로 전송되기 때문에 통제가 용이하다.

4. 결론

본 논문은 SCADA 시스템의 원격 단말장치인 RTU의 기존 RS422, RS485 통신방식의 거리제한 및 통신장치 개수의 제한, 선로설치의 어려움과 비용문제를 해결하기 위하여 이미 널리 보급되어있는 선로를 이용하여, 거리의 제약을 받지 않으며, 설치가 쉽고, 유지관리 비용이 적게 들며, 각종 통신 하드웨어 및 소프트웨어들의 발달로 시스템에 적용하기가 용이한 인터넷 통신을 이용, 웹 전송방식을 사용한 Web-RTU를 저가의 강력한 기능을 갖춘 8 비트 마이크로프로세서인 ATmega128을 이용하여 구현하였다.

기존 RTU의 기능을 충실히 수행하면서, 이전 기기들과의 호환을 유지하도록 제작된 Web-RTU는 웹 서버의 기능을 갖추고 있어, 클라이언트의 웹 브라우저상에서 접속하여 제어할 수 있으며, 마찬가지로 Flash로 제작된 프로그램을 이용하여 클라이언트에서 실시간으로 제어가 가능하다. 그러나 Flash가 웹 브라우저에서 반복문을 통하여 웹 서버로 데이터 요청을 하는 기능이 완전하지 않아 Flash Player를 따로 설치해야 하는 번거로움이 있지만, 차기버전의 Flash에서 이 기능을 지원해 준다면 별도의 프로그램 설치 없이 통제가 가능해지게 되며, 대규모의 SCADA 시스템은 물론, 소규모의 통제시스템에서 저가의 강력한 시스템 구축이 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] Substations Committee of the IEEE Power Engineering Society, USA; This paper appears in: ANSI/IEEE Std C37.1 - 1987
- [2] SystemBase 홈페이지, <http://www.sysbas.com>
- [3] i2chip 홈페이지, <http://www.iinchip.com>
- [4] 김형일, 이승룡, 전태용, 박영택, "확장성과 개방성을 지원하는 SCADA 시스템 설계 및 구현", 제어자동화 시스템공학 논문지, 제5권 제6호, 1999년 8월, pp.753-763.
- [5] 안병원, 노영오, 박인규, "인터넷을 이용한 SCADA 시스템의 구축", 학술저널, 1998, pp.151-160.