

마이크로프로세서를 이용한 인터넷 원격감시제어 시스템에 관한 연구

○ 서인호*, 문복산*, 김경엽*, 김영일*, 천행춘*, 유영호**

A study on the Internet control and monitoring system using a microprocessor embedded controller

○ I.H. Seo* · B.S. Mun* · G.U. Kim* · Y.I. Kim* · H.C. Chun* · Y.H. Yu**

ABSTRACT : Many industrial equipments use RS-232C interface. But Ethernet using CSMA/CD was widely spread recently. This interface is not compatible with RS-232C and requires PC based system. So In this Paper, We describe a Internet control and monitoring system that control and watch plants without PC. We developed IP controller consisted of microprocessor and NIC and monitoring system using VC++ and SQL database. The protocol used this system is UDP/IP because it is applicable for real time system.

Key Words : UDP/IP, Ethernet, CSMA/CD, ARP, NIC

1. 서론

인터넷을 이용한 원격지 제어는 위험한 환경이나 시간적, 공간적 제약으로 인하여 인간의 접근이 어려운 곳에서 매우 유용하게 쓰일 수 있으므로 그 활용도는 매우 높다. 그러나 기존의 제어 시스템은 거의 모두 RS232C/422A/485와 같은 비동기 통신 방식을 이용하므로 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 전송 방식을 사용하는 LAN망에는 직접 연결할 수 없다. 그러므로 비동기 방식과 CSMA/CD 방식을 연결해주는 PC나 PC대용의 장비가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 LAN을 경유하여 PC없이 제어대상을 원격지에서 감시하고 제어하는 인터넷 원격감시제어 시스템을 설계하고 구현하였다. 이를 위하여 NE2000 호환의 ISA 버스 NIC(Network Interface Controller)와 이를 제어하기 위한 80C196KC로 구성된 마이크로프로세서 시스템과 윈도우즈 운영체제에서 동작하는

MMI(Man Machine Interface) 프로그램을 개발하였으며 통신 프로토콜로는 UDP/IP를 사용하였다.

2장에서는 인터넷 통신을 위한 프로토콜의 구조와 각 프로토콜을 소개하며 3장에서는 NIC의 구조와 사용방법에 대하여 설명하고 4장에서는 구현된 인터넷 원격감시제어시스템의 하드웨어와 소프트웨어에 대하여 설명한다. 5장에서는 인터넷상에서의 실시간 모니터링을 통하여 성능을 평가하고 6장에서는 이 결과를 고찰한다.

2. 프로토콜

2.1 프로토콜의 구조

국제표준화기구가 규정한 OSI(Open System Interconnection)의 기본 참조 모델이 가장 대표적인 것이다. 동작하는 순서에 따라 물리층, 데이터 링크층, 네트워크층, 트랜스포트층, 세션층, 프레젠테이션층, 애플리케이션층의 7개의 층으로 계층화 되어 있으며 본 연구에서는 Ethernet

, ARP, IP, UDP에 대해서 설명한다.

2.2 Ethernet과 IEEE802.3

Ethernet은 실제 통신에 있어서 최하위의 프로토콜로서 OSI 참조 모델의 물리층 및 데이터 링크층 하반부 MAC층의 프로토콜이다. 그 규격에는 Ethernet Ver.2.0(DIX 사양)과 IEEE802.3이라는 2가지 표준이 존재하며 이 2개의 표준을 총칭하여 Ethernet이라 부른다. Ethernet은 CSMA/CD라는 전송제어 방식을 사용하며 버스형 전송로를 복수의 노드가 공유하기 위한 방식으로써 현재는 LAN 컨트롤러 칩이 CSMA/CD 부분을 담당하고 있다.

2.3 ARP(Address Resolution Protocol)

Ethernet 통신에서는 MAC 어드레스로 상대방을 알아낸다. 그러나 상대방의 IP 어드레스만 알고 있으므로 거기에 대응하는 MAC 어드레스를 알아내야 하는데 이 프로토콜을 ARP라 한다.

2.4 IP(Internet Protocol)

IP는 호스트간 또는 호스트와 게이트웨이 간에 통신을 실현하여 데이터그램을 목적하는 곳까지 전송하는 프로토콜이다.

2.5 UDP(User Datagram Protocol)

UDP는 IP의 기능이 애플리케이션에서 사용되도록 하는 프로토콜로써 애플리케이션에는 여러 종류가 있으므로 이를 구별하기 위해서 포트번호를 사용한다. 포트번호를 사용할 때 주의할 점은 웰노운(well known)가 예약되어 있으므로 1000번 이상을 사용하도록 권하고 있다.

본 연구에서는 융통성과 자동 회복 그리고 간단한 인터페이스로써 구현이 가능하다는 장점이 있는 UDP를 사용하였다.

2.6 UDP/IP에 의한 패킷 송신

UDP/IP 프로토콜에 의한 패킷 송신 과정은 다음과 같다.

- ARP 요구를 브로드캐스트
- ARP 응답 패킷을 수신

- IP 패킷을 송신

3. NIC(Network Interface Controller)

3.1 NIC의 구조

본 연구에서는 Ethernet 인터페이스로써 16비트 마이크로 프로세서에 장착할 수 있고 시중에서 쉽게 구할 수 있으며 저가인 NE2000 호환의 ISA 버스용 NIC를 사용하였다.

NIC는 Ethernet 컨트롤러인 RTL8019AS와 송수신 버퍼 RAM, 시리얼 EEPROM, ISA 버스 인터페이스 회로, 미디어 인터페이스 회로로 구성되어 있다. 또한 마이크로 프로세서와의 접속에 ISA 버스의 I/O 공간과 인터럽트를 사용한다.

3.2 시리얼 EEPROM

NIC의 MAC 어드레스, I/O 어드레스와 IRQ의 설정은 시리얼 EEPROM에 저장된다. NIC가 리셋되면 시리얼 EEPROM에서 설정값을 판독하여 초기화한다.

시리얼 EEPROM의 메모리 영역은 0000H에서 001FH까지이다.

3.3 버퍼 RAM

NIC에는 송수신 버퍼용 RAM이 있어 CPU에서 판독 및 기록이 가능하다. 이때 CPU에서 송수신 버퍼 RAM에 접근하기 위하여 RTL8019AS에 내장된 2개의 로컬 DMA와 리모트 DMA를 사용한다. 로컬 DMA는 미디어에 대한 송수신을 자동으로 처리해주며 리모트 DMA는 CPU와 버퍼 RAM 사이의 데이터 교환에 사용된다.

3.4 I/O 포트와 인터럽트

NIC는 ISA 버스의 I/O 공간에서 32바이트를 찾아하고 있다. 전반의 16바이트는 RTL8019AS에 할당되어 있으며 후반의 16바이트 가운데 전반 8바이트는 데이터 포트이고 후반의 8바이트는 리셋 포트이다. 이중에서 데이터 포트는 16비트로 나머지는 8비트로 액세스된다. 개시 어드레스는 16개가 있으며 인터럽트로써 8개의 IRQ 라인 중 1개의 IRQ만 사용 가능하다.

본 연구에서는 개시 어드레스 300H와 IRQ 9 번을 사용하고 있다.

3.5 RTL8019AS

RTL8019AS에는 약 40개의 레지스터와 4개의 페이지가 있다. 통상적으로는 16개의 레지스터가 보이며 페이지 교체에 의하여 레지스터가 달라지게 된다. 페이지 1은 MAC 어드레스와 멀티캐스트 어드레스를 저장하기 위한 레지스터이고 페이지 3은 예약되어 있으므로 통상적으로 사용하지 않으며 일반적으로 페이지 0와 페이지 2의 레지스터를 사용한다.

또한 RTL8019AS는 수신버퍼를 페이지 단위(256 바이트)로 나누어 링버퍼를 만든다. 따라서 유한한 버퍼 영역을 연속적으로 액세스하게 되어 수신된 데이터를 효과적으로 관리할 수 있게 된다.

4. 시스템 설계 및 구현

4.1 전체 시스템의 구성

전체 시스템은 전송받은 데이터로 명령을 수행하거나 플랜트의 온도나 압력 등 각종 센서 값들을 인터넷을 경유하여 PC로 전송하는 마이크로프로세서 시스템과 인터넷 상에서의 마이크로프로세서 시스템과의 실시간 모니터링을 통하여 플랜트의 상태를 원격으로 감시 제어하는 모니터링 시스템으로 구성되어 있다.

4.2 마이크로프로세서 시스템

4.2.1 하드웨어의 설계

Fig. 1에 개발된 마이크로프로세서 시스템의 외형도를 나타내었으며 인텔 80C196KC 마이크로 프로세서, NE2000 호환의 ISA 버스용 NIC, LCD(4×20), Key로 구성되어 있다.

프로세서는 NIC에 의한 데이터 송수신을 통하여 OSI의 트랜스포트층과 네트워크층의 프로토콜 기능을 수행하고 NIC는 데이터 링크층의 기능을 수행한다. 또한 프로토콜의 순차적인 구현을 알아보기 위하여 LCD 표시장치와 Key를 사용하였다.

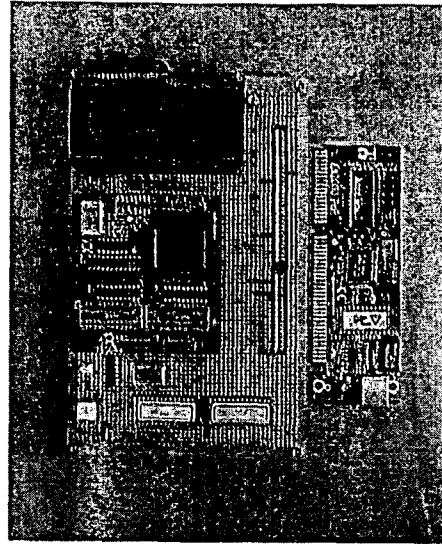


Fig. 1 개발된 마이크로프로세서 시스템의 외형도

4.2.2 소프트웨어의 설계

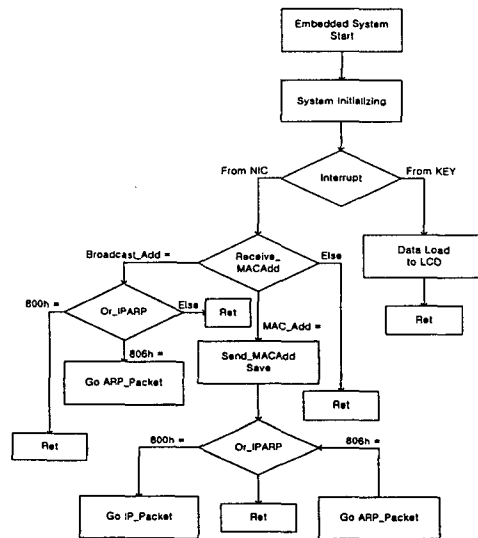


Fig. 2 소프트웨어 구성도

Fig. 2에 전체 소프트웨어의 구성도를 나타내었다.

프로그램이 시작하면 초기화를 실행한 후 인터럽트 신호를 기다린다. 패킷 수신이 완료되면 패킷 헤더와 체크섬을 확인한 후 ARP 요구 패

킷인 경우는 ARP 응답 패킷을 송신하며 IP 패킷인 경우에는 상위 프로토콜 루틴에서 데이터를 확인한 후 명령을 수행하게 된다. 또한 패킷 수신시 LCD에 패킷수신 메시지가 나타나므로 Key 조작에 의하여 패킷 확인이 가능하다.

4.3 모니터링 시스템

모니터링 시스템은 Visual C++ 6.0과 SQL 데이터베이스로 개발되었다.

Fig. 3에 개발된 모니터링 시스템의 메인창을 나타내었으며 발전기 플랜트를 대상으로 하여 2대가 독립적으로 동작하도록 하였다. 각각 RPM, 온도, 압력 3개의 아날로그 데이터와 밸브 On/Off 용으로 1개의 디지털 데이터를 가지고 있다. 통신에 의하여 저장된 데이터는 트렌드창에 의하여 그래프로 볼 수 있으므로 플랜트의 현재 상태를 진단할 수 있게 된다.

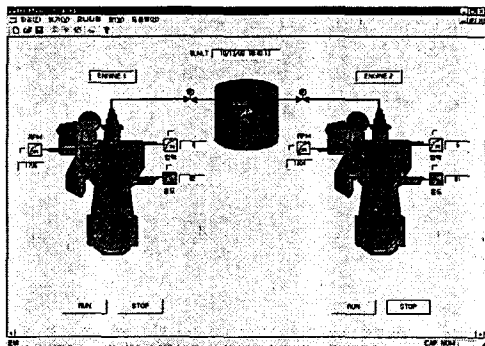


Fig. 3 개발된 모니터링 시스템

5. 실험 및 고찰

5.1 실험 장치의 구성

Fig. 4에 실험 장치의 구성도를 나타내었다.

부산에 마이크로프로세서 시스템 2대를 설치하였고 부산과 서울에 각각 모니터링 시스템을 설치하여 실험을 행하여 보았다.

마이크로프로세서 시스템은 실제 플랜트에 연결하지 않았으므로 아날로그 데이터는 더미의 데이터가 발생하도록 하였으며 밸브 On/Off 용의 디지털 데이터는 LED를 On/Off 하도록 하였다.

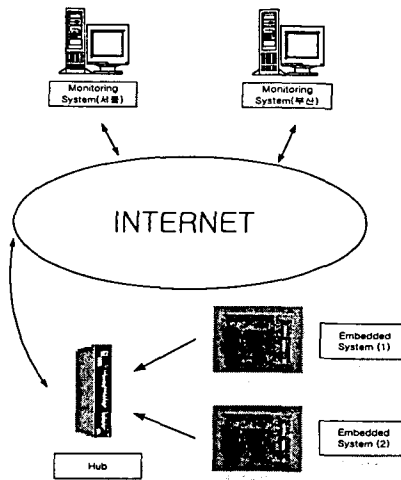


Fig. 4 실험 장치의 구성도

5.2 동작 실험

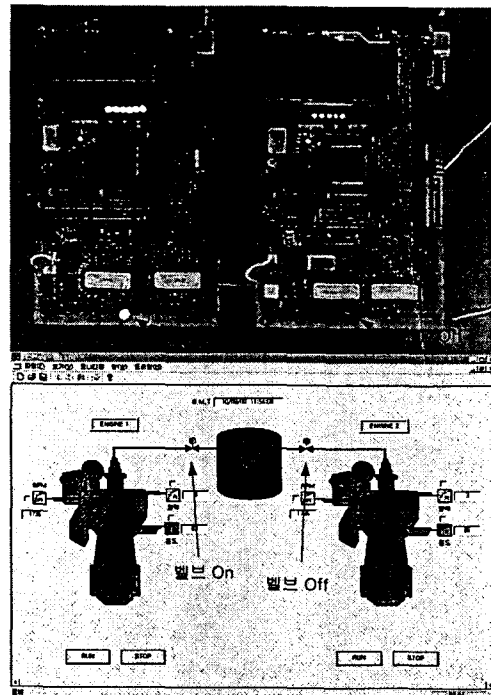


Fig. 5 밸브 ON/OFF 실험

Fig. 5는 밸브 On/Off 실험이다. 모니터링 시스템에서 Engine 1은 밸브가 파란색으로 되어 있으므로 On 명령을 나타내며 Engine 2는 빨간

색으로 되어 있으므로 Off 명령을 나타낸다. 이때 마이크로프로세서 시스템에서 첫 번째 것은 LED가 On 되어 있고 두 번째 것은 Off 되어 있으므로 원격제어가 되고 있음을 알 수 있다. Fig. 6은 장시간 통신에 의하여 데이터베이스에 저장된 아날로그 데이터 중에서 RPM 데이터를 그래프로 나타낸 것이다.

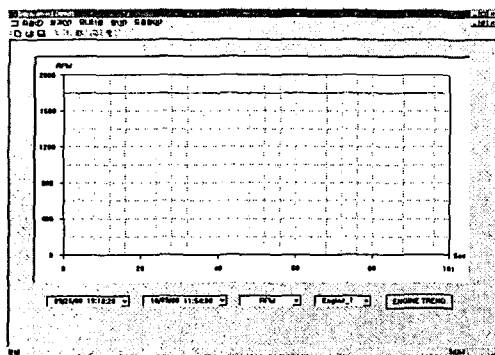


Fig. 6 RPM 데이터 그래프

Fig. 7과 Fig. 8은 알람 테스트이다. 마이크로프로세서 시스템에서 일정 범위 이상이나 이하의 데이터가 들어오면 알람이 울리면서 체크박스에 표시가 되므로 어느 것이 잘못 되었는지 금방 알 수 있게 된다. Fig. 7에서 RPM에 체크 표시가 되어 있으므로 RPM에 이상이 있다는 것을 알 수 있으며 Fig. 8에서 RPM이 일정 범위 이상으로 올라간 것을 확인할 수 있다.

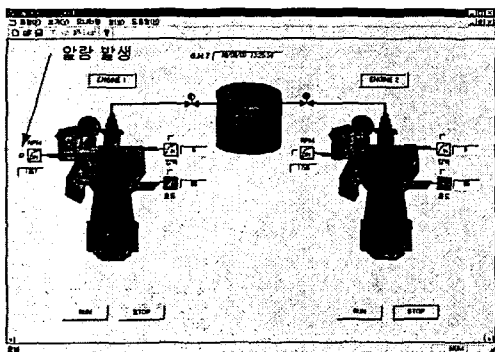


Fig. 7 알람 실험

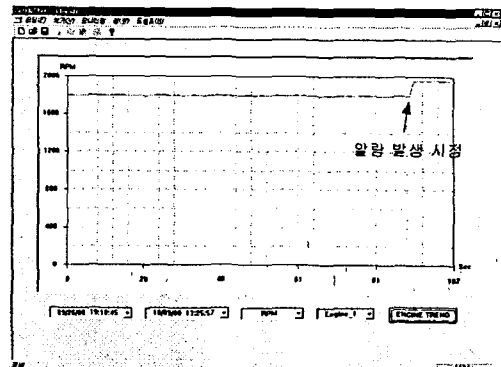


Fig. 8 알람 실험 그래프

6. 결론

본 연구에서는 인터넷 상에서 PC없이 마이크로프로세서에서 직접 제어대상을 원격으로 감시 제어하는 문제를 다루었다. 이를 위하여 NIC를 사용한 마이크로 프로세서 시스템과 윈도우 운영체제에서 동작하는 모니터링 시스템을 개발하였고 실험을 통하여 개발된 시스템이 효율적으로 동작하는 것을 확인할 수 있었다.

본 실험에서는 2개의 마이크로프로세서 시스템을 사용하였으나 추후 많은 마이크로프로세서 시스템과 연결한 경우에도 원활하게 동작하는지 확인하기 위하여 실험을 해야할 것이다.

참고문헌

1. 손정호, "반도체 생산기기의 원격제어를 위한 인터넷 어댑터의 설계 및 구현", 부산대학교 대학원, 1999
2. 진교홍, "고속실시간 통신을 위한 TCP/IP 프로토콜의 하드웨어 설계 및 구현", 부산대학교 대학원, 1997
3. 하중성, "User Datagram Protocol의 개발과 응용", 한국과학기술원, 19851.
4. 차영배 "MICRO CONTROLLER 80196" 다다미디어, 1997
5. VISUAL C++ 6.0 완벽 가이드 (주)영진출판사, 1998
6. VISUAL C++ Programming Bible