

Ethernet을 이용한 네트워크 원격 컨트롤 시스템 개발

김 이철*, 이 재호*, 이종성**, 박 기현*

*성균관대학교, **부천대학

Development of Network remote Control System using Ethernet

Yicheal Kim*, Jeaho Lee*, Jongsung Lee**, Kiheon Park*

*SungKyunKwan Univ. **Bucheon College

Abstract - Recently, TCP/IP on Ethernet protocol is in use environment of LAN have developed a single chip by hardware. Therefore, the study about the single chip applies to the system control application like information electronic appliances, manufacturing automation machine has been made progress. This paper is the development of experimental Client node and Serve node that can transfer input-output data needed on Network Control System. Client node is a sensor part of control system, that is, an analog signal is applicable to output data convert AD through LAN. Server node data sended in client convert DA, and then it is applicable to driver of Control System, so it achieves its part. In this study, is prove that using TCP/IP construct Network Control System.

1. 서 론

최근 수 년간 네트워크 관련 기술의 급속한 발전은 가정에서부터 산업현장에 이르기까지 많은 영향을 미치고 있으며, 이러한 추세는 제어공학 분야에도 영향을 주어 기존의 제어시스템에 네트워크를 적용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 대규모 제어시스템(large scale control system)이나 분산형 제어시스템(distributed control system)에서는 플랜트에 산재한 수많은 부 시스템(subsystem)을 상호 연결하여 제어에 필요한 각종 정보를 실시간 교환해야 하므로, 다수의 장치를 공유버스에 연결하여 통신할 수 있는 네트워크를 이용한 제어 시스템 설계에 점점 관심이 집중되고 있다. 제어시스템에 네트워크를 적용할 경우 기대할 수 있는 가장 커다란 이점은 바로 원격제어의 실현이라 할 수 있다. 즉, 네트워크를 통해 현장에 동작중인 다양한 제어설비들을 원격지에서 제어 및 감시할 수 있으므로, 현장에서 발생할 수 있는 돌발적인 상황에 신속하게 대처할 수 있는 효과적인 감시시스템(monitoring system) 구축이 가능하다. 현재, 이러한 네트워크 제어시스템 구축에 가장 많이 사용되고 있는 프로토콜로는 CAN(Controller Area Network), Ethernet(TCP/IP), 그리고, ControlNet 등이 있다[2],[8].

본 논문에서는 LAN 환경에서 가장 널리 사용되고 있는 Ethernet 기반의 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 네트워크 제어시스템을 구성하였다. 여기서, TCP/IP 프로토콜을 구현하기 위해 별도의 소프트웨어를 사용하지

않고 하드웨어적인 단일 칩을 이용하여 프로그램 개발 비용과 시간을 줄일 수 있도록 하였으며, 네트워크 제어 시스템에서 센서, 제어기, 그리고 구동기 역할을 수행하는 네트워크 노드를 직접 설계, 제작하였다. 이후, 제작된 Ethernet 기반 네트워크 노드를 이용하여 실험용 통신시스템을 구축하고, TCP/IP 데이터의 송수신 결과를 확인하였다. 이를 통해, 설계된 네트워크 노드를 이용하여 일반적인 네트워크 제어시스템을 구성 할 수 있음을 입증하였다.

2. 본 론

2.1 Ethernet

1976년 Xerox PARC의 Metcalf 등은 원격지에서 상호 데이터를 전송할 수 있는 프로토콜을 발표하였고, 이후, 제록스, 디지털, 인텔 등이 공동 개발한 LAN (Local Area Network)의 표준규격으로서 IEEE802.3 과 호환되는 Ethernet (Version 2.0)이 개발되었다. 현재, 일반적인 기업이나 학교에서 많이 사용되고 있는 Ethernet Solution은 10/100base-T Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet 등이 있으며, Fast Ethernet과 Gigabit Ethernet은 클라이언트와 서버를 위한 통신방식으로 많이 사용된다. Ethernet을 네트워크 제어시스템에 적용할 경우 가장 큰 장점은 최대 10~100Mbps에 이르는 고속의 데이터 전송대역폭을 이용하여 제어에 필요한 데이터 이외에 다양한 관련 정보들을 실시간 전송할 수 있을 뿐 아니라, 기존에 잘 구축된 인터넷 전용망을 그대로 활용할 수 있어 그 경제적 파급효과가 높다는데 있다[1],[7]. 그러나, Ethernet의 데이터 전송구조상 네트워크의 최대응답시간이나 전송데이터의 신뢰성을 보장하지 못한다는 점은 네트워크 제어시스템 설계시 해결해야 할 문제이다[2].

2.2 네트워크의 계층적 구조

네트워크의 계층적 구조는 그림 1과 같이 OSI 7계층 모델로 표현할 수 있으며, 이 중에서 Ethernet은 2계층에 해당하는 데이터링크 계층에 해당한다. 데이터링크 계층은 상위계층에서 전달된 메시지를 물리적인 네트워크에 전달하는 계층이며, CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 방식의 버스점유방식을 갖는다. 물리계층은 데이터를 송수신하는 두 스테이션 사이에 실제적인 전기적 신호가 전송되는 경로를 말하며, UTP(Unshield Twisted Pair), 동축 케이블, 광섬유 등이 이용되고 있다. Ethernet 기반의 TCP/IP는 각각 Transport 계층과 Network 계층으로

나타낼 수 있다. 본 논문에서는 RealTeck 사의 RTL8201 Ethernet 제어기와 TCP/IP가 단일 칩으로 구현된 Wiznet사의 i2ChipW3100을 이용하여 이와 같은 네트워크 계층구조를 구현하였다. 구현된 네트워크 노드상의 계층 구조는 그림 1의 우측에 나타내었다.

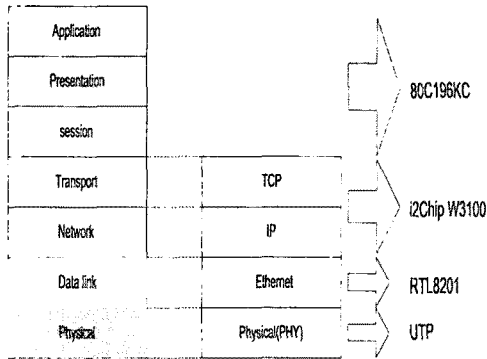
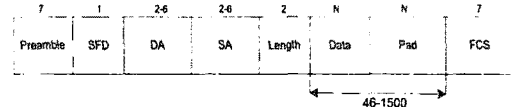


그림 1. Ethernet의 계층적 구조

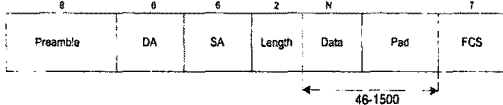
2.3. Ethernet protocol

2.3.1 프레임 포맷

Ethernet 프로토콜의 프레임 포맷은 그림 2의 (a)와 같이 나타낼 수 있다. 일반적인 Ethernet 프레임과 IEEE802.3 프레임 포맷은 약간의 차이가 존재하며, 초기에는 프레임의 호환성에 문제가 있었으나 현재 (Ethernet Version .2)는 이 두 가지 프로토콜이 상호 호환될 수 있다.



(a) IEEE802.3 프레임 포맷 (IEEE802.3 frame format)



(b) 오리지널 Ethernet 프레임 포맷 (original Ethernet Frame Format)

그림 2. 데이터 링크 계층의 프레임 포맷

(a) IEEE802.3 (b) Ethernet

Ethernet과 IEEE802.3은 기본적으로 브로드캐스트 네트워크이다. 즉, 하나의 네트워크에 연결된 모든 스테이션은 해당 네트워크에서 브로드캐스트 되는 모든 메시지를 수신할 수 있으며, 각 스테이션은 수신된 프레임을 검사하여, 수신한 프레임의 목적지가 자기 자신의 프레임이라면 적당한 메시지 처리과정을 거친 후 상위계층에 전달하고, 그렇지 않으면 곧바로 수신한 메시지를 폐기한다.

2.3.2 메시지 우선순위

Ethernet은 CSMA/CD(Carrier Sence Multiple Access/ Collision Detection) 버스 점유방식을 이용

한다. 그림 3에서 데이터를 송신하려는 스테이션은 현재 네트워크 버스가 Idle 상태에 있을 때까지 대기하며, 버스를 사용하고 있는 다른 스테이션이 없을 때는 곧바로 데이터 전송을 시작한다. 이 때, 서로 다른 두 스테이션에서 전송한 데이터가 충돌할 경우, 임의시간 대기 상태에 들어간 후 Exponential Back-Off 알고리즘(충돌이 연속 적으로 발생 할 경우 대기시간은 충돌 때마다 2배씩 증가)에 의해 데이터를 재전송 하게 된다. 충돌횟수가 지정한 한계를 벗어나면(일반적으로 16회), 데이터를 송신하는 노드는 해당 패킷을 폐기하고 에러가 발생했음을 상위계층에 통보하게 된다. 그러나, 일반적으로 Ethernet을 이용한 데이터 통신은 네트워크 부하가 적을 경우에는 높은 데이터 전송 성공률을 보장하는 것으로 알려져 있다[1],[3].

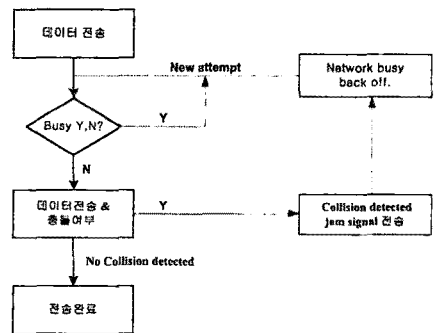


그림 3. CSMA/CD Flow Chart

2.4 시스템 구성

2.4.1 하드웨어 구성

그림 4는 본 논문에서 직접 제작한 Ethernet 기반 TCP/IP 네트워크 노드이다. 제작한 네트워크 노드는 크게 다섯 부분으로 나뉘어져 있으며, 구체적인 제원은 아래와 같다. 여기서, 데이터 링크계층의 Ethernet Interface 부는 RTL8201L(Realteck)을 사용하였으며, 네트워크 계층과 전송계층을 구현하기 위해서는 TCP/IP 프로토콜을 하드웨어적으로 구현한 i2chip W3100(Wiznet)을 사용하였다.

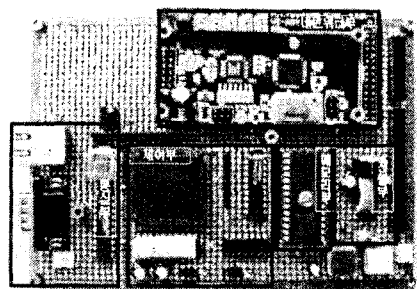


그림 4. 제작된 네트워크 보드

• 전원부

National, LM2575 : +5V정전원공급

• 통신부

Maxim, RS-233C : 기본 네트워크 환경 설정

• 메모리부

SGS-THOMSON, 27C256 : EPROM
ISSI, IS61C256AH : RAM

• 제어부

Intel, 80C196KC20 : Main Controller

• 네트워크부

Realtek, RTL8201 : Ethernet interface
Wiznet, i2chipW3100A: Ethernet Controller

여기서, 80C196KC(Intel)는 Network 모듈에 필요한 IP 주소를 설정하고, Network 모듈에서 송수신하는 모든 데이터를 제어하며, PC와의 직렬통신을 제공함과 동시에 네트워크 노드의 모든 장치를 제어하는 역할을 수행한다.

2.4.2 전체시스템 구성

그림 5는 전체 시스템 구성도를 나타낸다. 여기서, 서버노드는 설정한 IP주소와 Port주소로 전송할 데이터를 송신하고, LCD가 부착된 클라이언트 노드에서는 이를 수신하여 출력하는 구조를 갖는다. 네트워크 버스에 연결된 클라이언트와 서버노드는 각각의 데이터를 상호 전송할 수 있다. 여기서, 그림 5의 우측에 연결된 PC1, PC2, PC3, ……PCn은 동일한 네트워크 상에 연결된 다른 PC들을 나타낸다

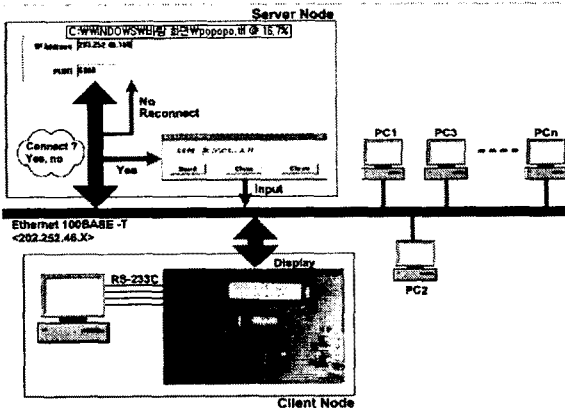


그림 5. 전체 시스템 구성도

2.5 실험

그림 6은 실제 Ethernet을 이용한 데이터 통신 실험 장치를 나타낸 사진이다.



그림 6 Ethernet 원격제어 통신 실험장치

서버 스테이션과 클라이언트 스테이션은 UTP 케이블로 연결하였으며, 10/100Mbps의 전송속도를 가진다. 클라이언트 스테이션의 IP, MAC 어드레스, 서브넷 마스크 등의 네트워크 관련 설정은 부가적인 직렬통신을 이용하여 설정할 수 있도록 하였으며, 설정해 놓은 클라이언트 스테이션의 네트워크 파라미터들은 ROM에 저장할 수 있도록 하였다. 이후, 서버 노드에서 목적지의 IP 주소와 Port 번호로 데이터를 전송하면, 클라이언트 스테이션에서는 이를 수신하여 제작된 네트워크 보드를 통해 LCD에 해당 문자를 출력한다. 여기서, 통신설정이 잘못되거나 과도한 네트워크 부하로 인해 서버와 클라이언트 간의 데이터 전송이 계속해서 실패할 경우, 에러 메시지를 출력할 수 있도록 하였다. 실험 결과, 서버 노드에서 전송하는 모든 데이터들이 Ethernet을 통하여 제작된 클라이언트 노드에 성공적으로 전송됨을 확인할 수 있었으며, 이로부터 제작된 Ethernet을 이용한 네트워크 노드가 효과적으로 동작함을 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 현재 가장 많이 활용되고 있는 Ethernet 기반의 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 네트워크 제어 시스템을 구성하였다. TCP/IP 프로토콜을 구현하기 위해 하드웨어적인 단일 칩을 이용하여 프로그램 개발비용과 시간을 줄일 수 있도록 하였으며, Ethernet 기반의 TCP/IP를 사용하여 데이터를 전송할 수 있는 독립적인 네트워크 노드를 직접 설계, 제작하였다. 그리고, 제작된 Ethernet 기반 네트워크 노드-서버 및 클라이언트를 이용하여 실험용 통신시스템을 구축하고, TCP/IP 데이터의 송수신 결과를 확인하였다. 이를 통해, 설계된 네트워크 노드가 일반적인 인터넷을 이용하여 제어 시스템을 구성할 수 있음을 입증하였다. 향후, 본 연구결과를 Ethernet을 이용한 실제적인 네트워크 제어시스템 구축에 적용하고자 한다.

(참 고 문 헌)

- [1] W. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated Volumel, 2(1), 2(2), 3", 1994
- [2] 강신영, 김은주, 위석오, 김광현, 임영철, "인터넷기반 모터 원격제어 및 모니터링", Trans KIEE, Vol.50D, no.7 pp279-285, 2002
- [3] James F. Kurose, Keith W. Ross, "Computer Networking", 2001
- [4] 박철오, 안경관, 송인성 "자바를 이용한 웹 기반 원격 공압 서버제어 시스템에 관한 연구", 제어·자동화·시스템공학 논문지, 제9권호, pp.196-201, 2003
- [5] Realtek, "Realtek single chip single port 10/100Mbps fast ethernet by ceiver RTL8210", 2002
- [6] i2ChipW3100A, Wiznet Datasheet, Available: <http://www.wiznet.co.kr>, 1999
- [7] Ethernet, www.cisco.com
- [8] 정준홍, 최수영, 이종성, 박기현, "Network Control System의 안정도 분석에 관한 연구", 대한전기학회 하계 학술대회논문집, pp.2231-2233, 7, 2002