

마이크로컨트롤러를 이용한 전력설비의 원격제어를 위한 SNMP 관리시스템 개발

심우혁*, 윤재식*, 김병진*, 임병국**, 전희중*
 *숭실대학교 전기공학과, **충주산업대 제어계측과

Development of SNMP Management System for Remote Control of Power Plants Using Micro-Controller

Woo-Hyuk Shim*, Jae-Shik Yoon*, Beung-Jin Kim*, Byung-Kuk Lim**, Hee-Jong Jeon*
 *Dept. of Electrical Engineering, Soongsil University, **Chungju Nat. Univ.

Abstract - This paper presents SNMP remote management system for power plants using micro-controller. Control board supporting LAN-based remote monitor and control is produced, and MMI program on PC is also constructed. To expand into Internet, SNMP(Simple Network Management Protocol), the standard network management protocol of TCP/IP protocol suite, is ported to this control board consisted of micro-controller, 80c196KC, and LAN controller, Am7990DC. To overcome the constraints of CPU performance and memory capacity, TCP/IP protocol suite is simplified and informations needed to management were implemented in accordance with MIB(Management Information Base) specified in RFC. Also monitoring software is constructed by Visual Basic.

1. 서 론

통신기술과 네트워크의 급격한 발전으로 인하여 각 지역에 LAN(Local Area Network)이 구축되었고, 이러한 LAN들이 연결되어 인터넷이라는 거대한 네트워크로 통합되어, 원거리의 정보를 쉽게 취득할 수 있는 환경이 일반화되었다. 이러한 네트워크는 현재 산업 및 가정용 기기의 관리를 위해 널리 사용되는 직렬통신과 모뎀의 단점인 거리와 전송속도의 제약 등을 해소할 수 있는 대안이라고 할 수 있다. 이러한 편리함을 제공하는 네트워크의 정상적인 동작을 위해 라우터나 브릿지 등과 같은 하드웨어의 지속적인 관리가 요구되면서 다양한 네트워크 관리시스템이 개발되어 운용되고 있다. 그러나, 앞서 소개한 하드웨어의 관리는 브릿지나 라우터, 혹은 서버급 컴퓨터에만 제한되어 있어서, 서버에 의한 설비의 관리를 구현하기 위해서는 서버 구입비용의 문제가 따르게 된다. 그러므로 서버급 컴퓨터의 도움 없이 일반 하드웨어와 LAN을 연결해 줄 수 있는 저가의 adapter가 필요하게 되었고, 본 논문에서는 범용 마이크로컨트롤러인 80c196KC와 Ethernet 컨트롤러인 Am7990DC로 제작된 control board가 표준 관리 프로토콜인 SNMP를 지원할 수 있게 하여, 대상 plant의 제어와 통신 모두를 담당할 수 있게 하여 비용절감의 효과를 극대화하였다.

1.1 네트워크 관리 시스템

네트워크 관리시스템(NMS, Network Management System)이란 서로 다른 환경과 다른 회사제품으로 복잡하게 연결, 분산되어 있는 네트워크에 대한 환경관리와 물리적, 논리적인 연결에 대한 감시, 네트워크 사건의 감지와 그에 따른 적절한 보고기능, 고장 시 경보기능 및 자동 회복기능 등을 해주는 강력하고 정교한 통합 관리시스템을 말한다. 광범위한 네트워크 통신장비들을 관리함으로써 사용자는 복잡한 네트워크 상태를 자세하게 알아볼 수 있고, 문제발생시의 데이터 검출이나 수정, 또는 네트워크 구성의 변경 등을 신속하게 처리할 수 있다.

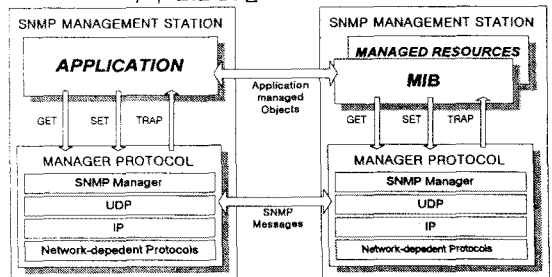
이러한 네트워크의 관리를 위해 ISO와 Internet위원회에

서는 각각의 솔루션을 개발해 왔는데, ISO의 CMIP(Common Management Information Protocol)와 IAB의 SNMP(Simple Network Management Protocol)이다. 이들은 각각의 특징을 지니고 있는데, 본 논문에서는 사용 및 구현의 용이함으로 인해 표준으로 널리 사용되는 SNMP를 구현하였다.

1.2 SNMP

Internet 위원회(IAB, Internet Activities Board)가 1989년도에 개발한 SNMP는 IP기반의 네트워크나 인터넷에서 관리용 프로토콜로 가장 일반화된 프로토콜이다. 네트워크 관리에 따르는 통신부하를 최소화하기 위해 connectionless 프로토콜인 UDP(User Datagram Protocol)를 사용하는 SNMP <그림 1>과 같이 운용된다.

- ① 관리대상(서비스 제공자, Agent)
 - 관리시스템의 요구에 따라 관리정보를 전송
 - 관리시스템의 액션요구를 수행
 - 문제 발생시 장애상황을 관리시스템에 통보
- ② 관리 Station(서비스 이용자, Manager)
 - 네트워크 관리자에게 전 네트워크 상황을 볼 수 있는 인터페이스 제공
 - 관리 데이터의 분석, 장애관리 등의 기능수행을 위한 데이터베이스 구축
- ③ 관리정보기반(관리되어지는 각 정보들, MIB)
 - TCP/IP를 기초로 하는 관리 모델에서 각 관리 대상장비의 요소들에 대한 정보들
 - Object들의 계층적 Tree 구조
- ④ SNMP Protocol
 - UDP상에서 동작하는 비동기식 요청/응답 메시지 프로토콜



<그림 1> SNMP 동작 개요

SNMP는 위의 4개 요소들로 구성되는데, SNMP Manager와 SNMP Agent 사이에서 MIB(Management Information Base)를 기초로 SNMP Protocol의 여러 명령어를 사용하여 네트워크를 관리하는 구조이다. 이중, SNMP protocol의 기능은 다음과 같다.

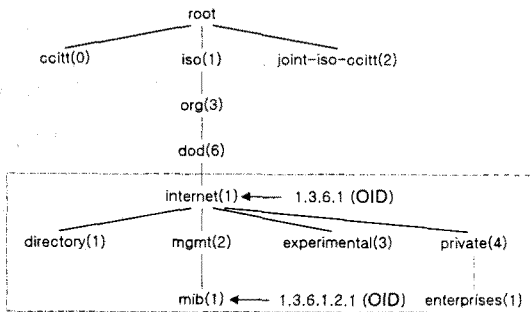
- ① GET : Manager가 Agent에 있는 객체의 값을 가져옴.
- ② SET : Manager가 Agent에 있는 객체의 값을 변경함.
- ③ TRAP : Agent가 예외작동시 Manager에 통지.

위의 동작을 위해 교환되는 PDU(Protocol Data Unit)는 다음과 같다.

- ① GetRequest - Manager가 특정객체의 한 값을 읽어올 수 있게 요청
- ② GetNextRequest - Manager가 지정한 객체 다음 객체값을 요청.
- ③ GetResponse - Manager의 요구에 Agent가 해당 객체값을 돌려준다.
- ④ SetRequest - Manager가 Agent에게 있는 객체값을 변경한다.
- ⑤ Trap - Agent가 특정상황이 발생했음을 Manager에게 알린다.

SNMP를 이용하여 모니터링 및 제어할 수 있는 대상은 라우터, 브리지 등과 같은 네트워크 기기와 UPS같은 가정용·산업용 기기들이 될 수 있다. SNMP를 통해 Manager와 Agent는 관리정보기반(MIB)으로 명시된 정보를 주고받는데, MIB는 SNMP에서 관리하는 정보의 데이터베이스와 같은 것으로, 어떤 항목에 대하여 문의하면 어떤 대답이 되돌아올지를 각각 정해 놓고 있으며, 표준화된 MIB에 맞추어 구현된 SNMP Manager 및 Agent는 기존의 시스템과 호환성을 가질 수 있게 된다. 이러한 MIB들은 RFC(Request For Command)라는 문서로 규정되는데, 기기 Vendor가 가지고 있는 독자적 기능은 확장MIB에 정의된다.

MIB는 계층적인 Tree구조로 규정되고, 각 object들은 dotted decimal integer형태인 OID의 고유한 이름을 가진다. 이러한 OID는 ISO와 ITU-T에 의해 표준화를 위해 개발된 언어인 ASN.1(Abstract Syntax Notation 1)을 사용해서 정의하고 BER(Basic Encoding Rules)에 의해 구현된다.

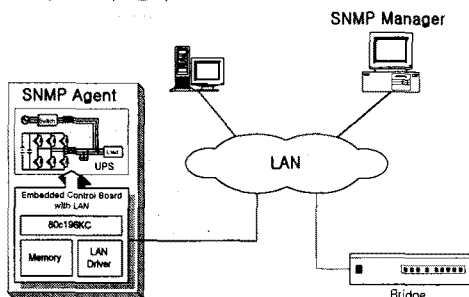


<그림 2> MIB의 객체들

2. 본 론

2.1 SNMP 원격 관리시스템 구성

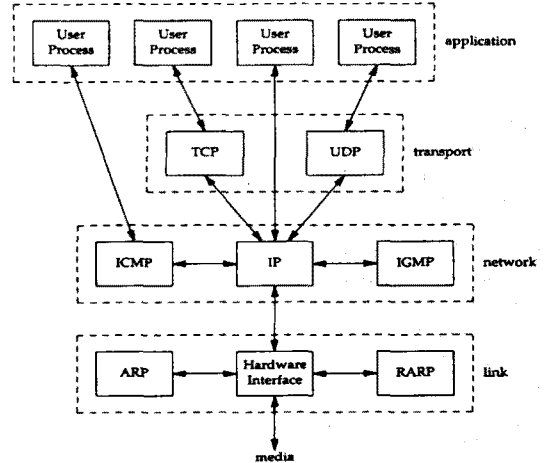
본 연구에서 개발한 LAN 환경에서의 원격제어 시스템은 LAN상에 연결된 PC의 Manager와 통신할 관리대상 하드웨어를 컴퓨터를 매개로 하지 않고 직접 연결함으로써, 비용의 절감을 가능토록 하였다. 전체 시스템의 구성은 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 시스템 구성도

2.2 범용 Control board에 SNMP 탑재를 위한 TCP/IP 프로토콜의 단순화에 대한 고찰

크기가 방대하여 Embedded환경에서 구현이 난해한 TCP/IP 프로토콜은, 본 연구에서 목표한 시스템의 사양을 고려하여 제한된 기능만 구현할 경우, 다음과 같이 축소되어질 수 있다. 인터넷 프로토콜은 Transport 계층인 TCP와 Network 계층인 IP를 근간으로 하므로 TCP/IP로 통칭되기도 한다. TCP/IP 프로토콜군은 OSI 7계층 구조가 아닌 Application, Transport, Network, Link의 4계층으로 이뤄진 프로토콜의 집합이고 그 구성은 <그림 4>과 같다.



<그림 4> TCP/IP Protocol suite

2.2.1 Application 계층에 대한 고찰

본 시스템에서는 SNMP만을 지원하는 것을 목표로 하였다. 원거리에 있는 기기들의 모니터링만 고려할 경우, GetRequest와 GetResponse만 사용하여도 무방하다. 여기에 원격제어를 위해서는 SetRequest가 추가되고, 제어되는 기기에서의 경보기능을 위해서 Trap 기능이 추가된다. 그 외에 GetNextRequest기능은 방대한 MIB를 용이하게 사용하고자 하는 기능이다.

2.2.2 Transport 계층에 대한 고찰

SNMP는 Transport 계층에서 connectionless 프로토콜인 UDP를 사용하여 통신부하를 줄이므로, connection-oriented 프로토콜인 TCP는 생략될 수 있다. 또한 UDP 헤더의 Checksum영역은 시스템의 효율을 위해, 그리고 물리적 네트워크(보통은 Ethernet)상에 데이터 오류가 없다는 가정 하에 생략하였다.

2.2.3 Network 계층에 대한 고찰

네트워크 계층은 ICMP(Internet Control Message Protocol)와 IGMP(Interent Group Management Protocol), 그리고 IP(Internet Protocol)로 구성된다.

먼저, 네트워크 상의 오류검사 및 제어가 목적인 ICMP는 상위계층의 관리 프로토콜인 SNMP의 구현으로 대체될 수 있다. Multicasting을 지원하는 IGMP는 필요한 호스트들만 반응하도록 하여 통신부하를 경감시키는 장점을 가진다. 한 네트워크 안에서 multicasting의 사용은 broadcasting을 이용하여 구현할 수 있고, 말단장치의 경우 multicasting의 사용에 따른 이득보다는 제거함으로써 얻어지는 소형화와 간결함의 이점이 더 많으므로 생략 가능하다.

각 호스트의 주소지정에 대한 책임을 갖는 IP는 TCP/IP의 가장 기본적인 전송 프로토콜이다. 그러나, 본 연구에서 구현되는 Control board는 네트워크의 종단에 설치될 것이므로 라우팅 기능은 필요치 않다. 그러므로, IP filtering 기능과 version 및 상위 프로토콜 체크, header checksum 등의 기능만을 구현하였다.

2.2.4 Link 계층에 대한 고찰

① ARP와 RARP(Reverse ARP)

ARP(Address Resolution Protocol)는 목적 IP 주소에 해당하는 하드웨어 주소를 찾기 위한 프로토콜이다. 목적지 IP주소가 목적지 LAN card에서 인식될 수 없기 때문에 IP 송신측에서 미리 목적지 시스템의 32bit의 IP주소에 일치하는 48bit의 하드웨어 주소를 알아내는 기능을 한다. 네트워크상의 장치가 필수적으로 제공하여야 할 프로토콜이다.

RARP는 자체 저장장치를 없는 diskless 단말장치가 자신의 IP주소를 알기 위해서 사용하는 프로토콜이다. 본 연구에서 제작된 Control board는 EEPROM을 사용하여 IP주소를 비롯한 자신에 관련된 정보를 기억할 수 있으므로 RARP의 구현은 필요치 않다.

② Ethernet

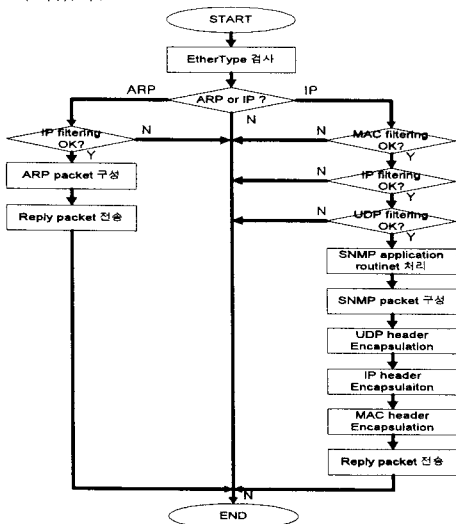
CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) MAC(Medium Access Control)의 10Mbps급 상용표준인 Ethernet DIX2.0을 지원한다.

2.3 시스템 구현

본 연구에서 제안하여 구현한 SNMP 원격관리 시스템은 범용 마이크로컨트롤러를 사용하여 대부분의 설비에 적용 가능토록 하였다. 그러나 아직까지 각 설비들에 대한 관리정보, 즉 MIB의 표준화 작업이 완성되지 않은 단계이고 기기 제작회사에 따라서 고유의 MIB를 정의할 수 있으므로 본 연구에서는 현재 표준화되어 발표되어진 UPS에 대한 MIB문서(rfc1628)에 의거하여 UPS 입·출력 전압, 전류, 배터리 전압 및 온도 등 기본 OID를 선별하여 SNMP Manager와 Agent가 교환하도록 하였다.

2.3.1 SNMP Agent

Agent의 CPU인 80c196KC는 평소 제어루틴을 실행하다가, 원격지의 Manager로부터 Request 패킷이 도착하면 축소되어 구현된 TCP/IP 프로토콜에 따른 <그림 5>의 RX 인터럽트 루틴을 수행하여 Response 패킷을 보낸 후 다시 제어루틴을 계속할 수 있도록 하였다. 많은 인터럽트에 의해 제어루틴의 실행이 방해되는 것을 막기 위해, MAC filtering을 통해 ARP나 IP 패킷이 아닐 경우 인터럽트 루틴을 중단하도록 하였고, 이를 통과한 패킷은 각 계층별 filtering을 통하여 SNMP Manager가 보낸 패킷 외에는 처리하지 않도록 하여 제어루틴의 중단을 최소화하였다.



<그림 5> RX 인터럽트 루틴 흐름도

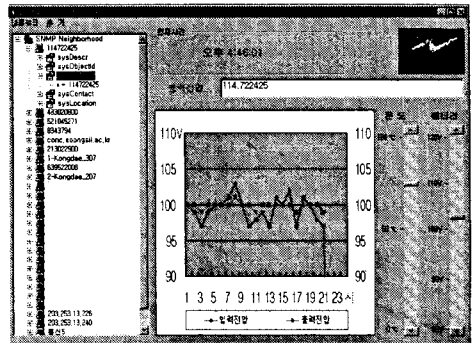
Control board 내에 구현된 MIB는 하드웨어의 기능과 메모리 용량을 고려하여 선별하였고, 이 중 시스템

그룹에 속한 정보들은 EEPROM에 저장하여 지속적으로 유지되도록 하였다. Manager에 의해 요청된 데이터는 SNMP 포맷에 맞게 실려서 전송되어진다.

CPU	80c196KC
Memory	RAM : 76256
	ROM : 27256
	EEPROM : 93LC46B
LAN controller	Am7990DC
Serial Interface Adapter	Am7992B

<표 1> Control board의 사양

2.3.2 SNMP Manager



<그림 6> PC상의 MMI 프로그램

일반 PC에 설치가능한 SNMP Manager S/W를 Visual Basic으로 제작하였다. 이 프로그램은 먼저 자신이 속한 LAN 상에서 Broadcasting SNMP GetRequest로 SNMP를 지원하는 자원을 검색한 뒤, 각 자원에 해당하는 MIB 객체를 요청할 수 있게 하였다. 또한 외부 네트워크에 연결된 Agent와의 연결을 위해 IP주소를 기입하여 해당 IP주소를 가진 패킷을 전송함으로써 외부 네트워크에 속한 기기의 모니터링이 가능토록 하였다.

3. 결론

본 연구에서 구현된 시스템은 SNMP v.1의 기본 기능을 구현함으로써 Control board가 본연의 제어루틴에 충실하도록 고려하였고, 관리의 객체인 MIB 역시 꼭 필요한 것만을 적용하였다. 제작된 Control board가 단독으로 관리될 자원을 제어하며, PC상의 모니터 프로그램의 요청 시 원하는 데이터를 SNMP 패킷에 실어 보내는 것을 실험을 통해서 확인할 수 있었다. 개발된 시스템을 통해서 원격지에 있는 관리자가 별도의 추가비용 없이도 원격관리가 가능함을 입증하였고, 여러 분야에서 이의 응용이 가능할 것이 기대된다. 차후 v.3 까지 발전한 SNMP의 구현과 적용되는 기기에 대한 MIB 표준을 정의하는 등의 보완만 이뤄진다면, 네트워크 상에서 대부분의 설비들에 적용되어 경제적인 관리가 가능할 것이다.

(참고 문헌)

- [1] W.Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume I", Addison-Wesley Publish Co, pp.350~388, 1994
- [2] Dr. Sidnie Feit, "SNMP guide to network management", McGraw-Hill, 1995
- [3] Uyless Black, "Network Management Standards 2nd Edition" McGraw-Hill, 1995
- [4] Commer, "Networking Programming with TCP/IP II", Prantice Hall, 1995
- [5] 尹載植, "소형 실시간 커널을 위한 TCP/IP 설계 및 구현", 학위논문, 숭실대, 1996