

## 지능제어모듈 개발을 통한 LonWorks 시스템의 Web 네트워크 구축 방안

(Internet Web Based Implementation of LonWorks System by  
Developing Intelligent Control Modules)

홍원표\* · 이승학\*\*

(Won-Pyo Hong · Sung-Hak Lee)

### 요 약

본 연구에서는 개방형 지능분산제어 네트워크를 구축 기술에 핵심이 되는 LonTalk프로토콜을 사용하는 지능형 제어 모듈을 개발하고 이 모듈을 이용하여 홈자동화에 중요한 TV, 관련기기와 빌딩자동제어에서 중요한 제어·감시 대상인 원격검침(전력, 가스미터, 열량미터, 열량계, 온수미터), 조도제어(dimming control), 모터, 경보 등 및 팬 등의 원격제어 실험시스템을 구축하고, 연구결과를 바탕으로 Web 네트워크에서 이들을 통합, 원격 제어할 수 있는 기술을 개발하였다. 본 논문 결과는 LonWorks 네트워크로 제어되는 빌딩, 공장, 홈 등을 LAN이나 WAN을 이용하는 원격 제어에 매우 유용한 기술적 자료를 제공 할 수 있다고 판단된다.

### Abstract

This paper proposes a new internet Web based concept & design method and implementation of LonWorks network system for remote intelligent control. The Experimental LonWorks network system using i-LON Web server is designed and fabricated. It is also verified that the developed control modules with LonTalk protocol have available inter operable, reliable performance characteristics from the experimental results, Especially, the results provide a available technical data for remote home, building & plant automation control.

### 1. 서론

최근 범세계적으로 일고 있는 인터넷 열기는 종래 C&C(Computer & Communication)라는 개념을 3C(Computer Contents & Communication)로 바

\* 정회원 : 한밭대학교 제어계측·건축설비공학부 교수, 공학박사

\*\* 정회원 : 대덕대학, 컴퓨터응용제어과 교수  
접수일자 : 2001년 3월 2일

꾸어 놓음으로써 정보와 제어시스템에서 공히 콘텐츠와 네트워크의 중요성이 강조되고 있다[1]. 한편 1980년대 프로세스 산업분야에 등장한 플랜트 감시의 일원화, 제어시스템의 통일화 등의 요구에서 프로세스 제어 시스템은 독립된 서브시스템간의 통합화 시스템으로 변모하였으며, 이 통합시스템은 컨트롤러/HMI(Human Machine Interface)/제어네트워크 등에 관해 중복배제와 기능의 공유에 의한 제어시스템의 코스트다운을 가능케 하였다. 더 나아가서 제어시스

템은 감시제어를 중심으로 한 역할에서 경영관리 정보계와의 융합 등 토털 코스트 다운을 담당하는 중핵으로 변모하고 있다[2]. 이제 인터넷 확산과 함께 인터넷 인프라를 이용한 어플리케이션에 모든 초점이 맞추어 지는 추세이다. 생산공장, 플랜트, 지능형 빌딩제어시스템도 인터넷이 연결되는 어플리케이션의 하나이다. 인터넷 확장이면서는 인터넷 프로토콜이 개방적 구조로 되어 있고 많은 제조업자와 개발자가 하나의 인프라를 두고 여러 제품과 시스템을 구축하게 된 것으로 인터넷과 연결되는 디바이스, 어플라이언스가 지능을 갖추고 네트워킹이 가능한 표준화 된 제품 많이 출시되고 있기 때문이다. 따라서 빌딩제어 네트워크에 있어서도 인터넷 솔루션을 검토할 때에는 개방형 솔루션과 함께 구성요소 하나 하나가 지능을 갖춘 스마트한 분산제어 네트워크를 고려해야 한다[3]. 이러한 분산 제어네트워크의 구축이 전제된다면 가정, 공장, 플랜트, 빌딩, 상하수도, 방범(출입관리) 등의 설비를 인터넷과 연결하여 지역, 시간에 구애 없이 전세계 어디서나 설비, 자동검침, 원격 감시(전력량, 수유관리), 및 제어시스템을 저렴하게 구축할 수 있다. 특히 광범위하게 산재되어 있는 전력설비의 원격 감시, 수유관리 및 제어 있어서 획기적인 기술이 될 것으로 판단된다[4,5].

또한 빌딩의 원격관리 및 준관리는 웹을 통한 자원과 에너지 관리, 보수유지관리 자산관리 및 정보관리 등 생산성 향상과 빌딩을 중앙에서 통합적으로 감시, 관리하는 시스템을 실현시킬 수 있게 됨으로서, 현재 기간통신망사업자는 인터넷과 관련된 IDC(internet Data Center)사업체를 설립하여 활발한 서비스 사업을 실시하고 있다[6].

그럼에도 불구하고 현재 대부분 제어시스템이 다수의 공급자에 의하여 기기 및 시스템이 서로 다른 프로토콜과 디바이스의 어플리케이션 프로그램이 사용, 즉 폐쇄된 시스템이 주류를 이루고 있고, 또한 분산제어 시스템에서의 정보가 각 기기에 분산되어 있어 정보계 네트워크에 접속된 컴퓨터에 시스템 전체를 관리하는 원격감시 제어 시스템을 구축하는 것은 어려운 실정이다[4,5,8]. 이는 시스템 선택과 향후 확장시 많은 문제점을 유발하고 사용자 중심의 빌딩 자동화 시스템에 대한 요구와 함께 표준 통신망에 대한 필요성이 강하게 제기되어 왔다.

최근 빌딩제어시스템에서 이러한 상호운용성

(Interoperability)을 구현하기 위하여 BACnet과 에쉬론사가 개발한 LonWorks등의 국제 표준에 따른 개방시스템 아키텍처를 지향하고 있다. 특히 LonWorks 시스템은 모든 디바이스에 의해 공유되는 프로토콜을 통하여 통신할 수 있는 기술이다. 통신용 트랜시버와 매카니즘이 표준화되어 있고 오브젝트모델, 프로그래밍/ 문제해결도구가 LonWorks 디바이스간의 보다 빠르고 상호운용가능한 설계 및 구현을 가능케 한다. 또한 LonWorks의 지능분산, 상호운용가능성 및 수평적 구조(flat architecture)는 멀티벤더의 환경을 구축해주고 시스템 제조사 및 사용자 모두에게 융통성과 유지보수의 용이성을 제공해 준다. 따라서 폐쇄적이고 하나의 벤더에 의존적이던 종래의 시스템이 보다 저렴한 설치비용, 보다 저렴한 유지보수비용 및 강화된 기능과 확장성이 보장되는 새로운 제어용 네트워크시스템이라 할 수 있다[4]. 따라서 본 연구에서는 제어네트워크의 개방 분산화에 핵심이 되는 지능형 제어기 모듈(ALAO,DI,DO)들을 개발하여[7] LonTalks 프로토콜 이용하는 개방형 지능분산 제어 네트워크가 정보네트워크와 막힘 없이(seamless) 통합할 수 있는 시스템을 구성방법을 제시하였다. 이를 위하여 사용한 실험시스템은 빌딩자동제어에서 흔히 접하는 기본제어 대상을 상정하여 원격검침(전력, 가스미터, 열량미터, 열량계, 온도미터), 조명설비의 조도제어(dimming control), 모터, 경보등 및 팬과 또한 홈자동화에 중요한 TV 및 관련기기를 Web을 활용하여 원격제어, 감시 할 수 있도록 설계 및 제작하였으며[4] 이를 통하여 지능형 제어기 모듈의 신뢰성을 확인하였다. 본 논문 결과는 LonWorks 네트워크로 제어되는 빌딩, 공장, 홈 등을 LAN이나 WAN을 개입시켜 필요한 제어대상을 원격 제어시스템을 경제적으로 구축하는 데 매우 유용한 기술을 제공할 것으로 판단된다.

## 2. 제어네트워크와 데이터 네트워크의 결합 방식

빌딩제어네트워크는 산업분야의 제어네트워크와 마찬가지로 제어와 감시의 대상이 콘트롤디바이스, 즉, 시설을 운용하는 데 필요한 제어기와 하부센서, 조작기와 같은 필드장비들이다. 이를 제어하기 위한 피드백 정보나 각 노드간의 명령이나 상태 등 소량

의 데이터를 교환하여 네트워크 전체 또는 그룹단위로 고도로 조직화된 제어를 한다. 이는 컴퓨터, 프린트, 파일서버 등의 사이에서 고속, 대용량 데이터 교환을 목적으로 하는 데이터 네트워크와 구분된다. 데이터 네트워크의 입장에서 제어네트워크는 하나의 고립된 영역과도 같다. 인터넷의 발달과 함께 데이터 네트워크의 인프라에 제어 네트워크를 연결하는 방법으로 여러 솔루션이 있다. 그 대표적인 방식을 데이터 서버형과 프로그램 서버형으로 개념적인 구분을 할 수 있다.

### 2.1 데이터서버 Web 이용 방식

이 방식은 Web 서버에서 제어측의 상태 · 데이터를 수집하여 클라이언트인 감시용 PC에 제공하거나 감시용 PC에서 제어기기측으로 정보를 지시하는 방법이다. 구체적으로 그림 1의 라우터(웹서버)방식과 게이트웨이 방식이 있다.

#### (1) 라우터 솔루션

이 방식은 제어네트워크와 데이터 네트워크 인프라에 연결되어 데이터 네트워크 고속 통신 매체를 통하여 제어와 모니터링에 대한 거리의 제한을 해결하고 보다 좋은 서비스를 창출할 수 있게 한다. 그러나 이를 구성하기 위해서 제어네트워크의 프로토콜은 반드시 개방적이고 신뢰성이 입증되어야 하고, 분산제어 어플리케이션을 구현할 수 있는 솔루션이어야 하며, 여러 통신 매체를 연결하여 사용할 수 있어야 하며, 광역망 연결에 라우팅이 가능한 프로토콜, 및 대형 네트워크를 구성 할 수 있는 어드레싱이 가능한 프로토콜이어야 한다. 그림 1의 (a)와 같이 네트워크로부터의 액세스와 독립하여 로컬측에서 데이터를 수집하고 감시용 PC에서는 서버안에 있는 데이터로서 서비스하는 Web을 이용하는 대표적인 방식으로 본 연구에서 이 방식을 적용하였다.

#### (2) 게이트웨이 솔루션

이 솔루션은 빌딩 제어네트워크에서 기존의 업체별 폐쇄적이고 독자적인 서브시스템을 하나로 통합할 때 주로 사용되는 것이다. 게이트웨이라는 일종의 번역용 컨트롤러를 구현하여 시스템을 상위에 연결할 때 사용하던 솔루션이었다. 이러한 게이트웨이는 폐쇄적인 양쪽 시스템에 대한 일종의 작은 창구 역

할을 하도록 하지만, 이를 구현하는 데 적지 않는 비용이 소요되고 처리 할 수 있는 정보가 제한적일 수밖에 없다. 또한 해당시스템에 맞춤형으로 제작되어야 하므로 유지보수가 특정개발 업체의 기술에 종속되는 불편함을 갖고 있다. 게이트웨이 이하의 시스템은 여전히 벤더별 폐쇄적이고 독자적인 네트워크로 게이트웨이에 의하여 블럭킹되는 솔루션은 제어네트워크와 데이터 네트워크의 연결 솔루션이 될 수 없다는 한계를 가지고 있다.

그림 1 (b)가 프로토콜 변환기인 게이트웨이 서비스 방식이다.

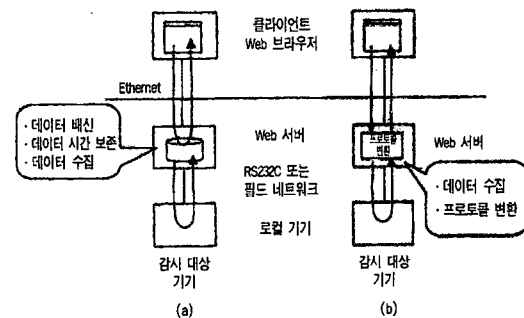


그림 1. 데이터 Web 서버형  
Fig. 1. Data Web server type

#### (3) 디바이스 웹서버

이 방법은 개별디바이스에 웹서버를 설치하는 것으로 데이터 네트워크에서 제어네트워크를 바라볼 때 가장 쉽게 생각할 수 있는 솔루션이다. 개별제어 네트워크 컴포넌트에 데이터 링크 망을 연결하는 것인 데 비효율적이며 제어네트워크와 데이터 네트워크는 용도와 목적이 다르기 때문에 이 구성 역시 제어네트워크와 데이터 네트워크 통합에는 적절한 방법이 아니다.

### 2.2. 프로그램 서버형 Web 이용방식

최근 제어기기는 인터넷에 접속할 수 있는 사양을 가진 것도 많아지고 있고 이들을 감시용 PC에 전용 어플리케이션 소프트웨어(드라이버)를 인스톨하여 감시할 수 있다. 그림 2에서와 같이 감시용 PC에 전용 어플리케이션을 탑재하지 않고 감시용 소프트웨어를 Web서버에 보관한다. 감시용 PC는 맨 처음 Web 서버의 홈 페이지를 액세스하여 제어기기의 통신용프

로그래밍이나 화면표시 프로그램을 다운 로드하여 감시용 PC는 그 프로그램을 이용하여 제어기와 직접 통신하는 방식이다. 감시시스템을 스타트하는 시점에서는 Web 서버나 소프트웨어 용량 등이 기동시간에 영향을 미치나 제어기와 통신이 시작되면 감시용 PC의 능력이 시스템 성능이 되고 고성능으로 된 PC의 능력을 충분히 이끌어낼 수 있는 구성이다.

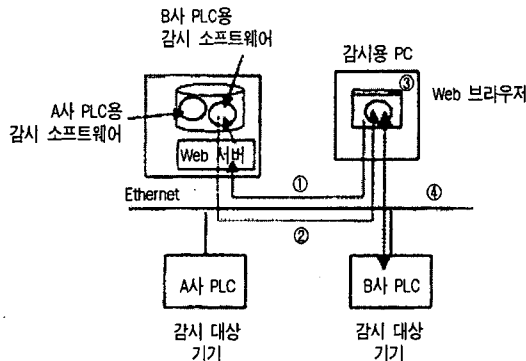


그림 2. 프로그램 Web서버형  
Fig. 2. Program Web server type

BACnet, LonTalks를 기반으로 하는 분산제어네트워크는 라우터(웹서버)를 사용하여 고속 데이터 네트워크에 연결된다. 즉, 제어네트워크 입장에서 Ethernet 백본 채널이 형성되는 것이다. 따라서 중앙감시반의 모니터링과 제어는 데이터 네트워크의 어느 지점에서나 로컬에서 제어네트워크 구성할 때 사용했던 동일한 틀을 사용하여 네트워크를 감시, 제어 및 유지 보수 등의 구성작업이 가능하다.

### 3. 지능제어모듈 개발

LonWorks는 시스템의 설계, 구축, 운용, 유지를 위하여 4가지 구성요소가 있으며 통신프로토콜로서의 LonTalks, H/W로서 뉴런칩, 전송매체와의 연결을 위한 트랜시버(Tranceiver), 통신망운용시스템으로서 LNS(LonWorks Network Service)가 있다.

이 제어용 네트워크 시스템은 Profibus, CAN 등 기존의 필드버스가 OSI 1,2, 7 층(layer)을 커버하는데 비하여 LonWorks는 OSI 7개 층 모두를 커버하는 오픈 프로토콜로서 현장에서 제어네트워크를 구성하는 데 필요한 모든 요소는 물론이고 일관된 네

트워크 관리 솔루션까지 갖춘 제어용 네트워크이다. 또한 통신 프로토콜 자체가 이미 뉴런칩에 H/W, F/W(firmware)형태로 포함되어 있기 때문에 디바이스 개발자는 LonTalk 프로토콜의 자세한 패킷 규격을 모르더라도 어플리케이션 프로그램을 쉽게 작성할 수 있다. i·LON 서버를 이용하여 인터넷에 쉽게 연결될 수 있어 빌딩의 원격 및 군관리까지도 용이하게 구성할 수 있다. 론 포인트 시스템은 크게 연결되는 하위센서와 액추에이터의 종류에 따라 디지털 입력/출력, 아날로그입력/출력 모듈과 보일러 가동 등에 필요한 스케줄 작성을 위한 스케줄러 모듈 또는 각 입/출력 점의 데이터 트렌드를 저장하는 데이터 로깅 모듈, 그리고 론 워크 네트워크의 트래픽 관리를 위한 라우터 모듈 등으로 나누어진다. 론 포인트 시스템은 8가지 모듈과 전원선/네트워크선 및 입출력 선 연결을 위한 베이스플레이트, 네트워크 터미네이터로 구성되어 있다. 론 포인트는 지능화된 노드를 구성하기 위하여 각 디바이스마다 론 포인트를 연결시켜 완전 분산제어를 구성하는 것이 최종 목표라 할 수 있다.

#### 3.1. Neuron chip

본 연구를 위하여 개발에 사용된 뉴런칩은 하드웨어와 펌웨어로(firmware)구성되며 하드웨어는 통신 및 연산을 위한 3개의 8비트 프로세서를 탑재하고 있으며 칩내부의 메모리 내장유무에 따라서 3120계열과 3150계열로 구분되며 본 연구에서는 하나의 칩에 메모리가 내장된 3120 프로세서를 사용하였다.

뉴런칩에는 2개의 16bit 타이머/카운터 20mA 싱크포트 등 11개의 I/O포트를 제공한다. 뉴런칩의 하드웨어 부분은 MAC(Media Access Control)CPU, 네트워크 CPU,응용 CPU로 구분되며 각 CPU는 공유 메모리 내의 버퍼(buffer)를 통하여 인터페이스를 수행한다. 또한 뉴런칩의 펌웨어부분은 3개의 프로세서에 대한 마이크로 코드(micro code) LonTalk 프로토콜, 응용프로세서와 I/O 라이브러리에 필요한 태스크 스케줄러(task schedule)를 포함한다. 이중 MAC CPU는 LonTalk 프로토콜의 7개층 중 1-2개층을 담당하며 Media access algorithm을 수행하고 통신 하드웨어인 트랜시버 제어를 통해 다른 노드와의 통신을 수행한다.

네트워크 CPU는 LonTalk 프로토콜상의 3-6개층

을 담당하며 NV프로세싱, 어드레싱, 트랜잭션처리, 인증(authentication), 소프트웨어 타이머, 네트워크 관리 및 라우팅 등의 기능을 수행한다.

응용CPU레벨에서는 마지막으로 7계층을 담당하며 ANSI-C 언어와 호환이 되는 Neuron C의 응용 S/W를 실행하며 내장된 멀티태스킹 스케줄러(multi-tasking scheduler)에 의하여 이벤트방식(event-driven)에 의한 병렬처리 기능을 담당한다. 또한 뉴런칩의 경우 독립된프로세서 사이에 상호 통신을 위해 내부에 2048byte의 정적메모리를 포함하고 있다. 서비스핀은 개발한 노드를 네트워크에 설치할 때 쓰인다. 이 서비스핀이 점점되면 뉴런칩이 가지고 있는 유일한 48bit 뉴런ID가 네트워크 매니저에 전송되어 개발한 노드를 설치하게 된다. 이런 서비스 핀의 상태는 네트워크프로세서에 의하여 확인할 수 있다. 그림 3은 본 연구에 사용한 뉴런칩 블록 다이어그램이며 그림 4는 3120 뉴런칩의 메모리 맵을 나타낸 것이다. 이 ROM에는 LonTalk 프로토콜 코드, 이벤트방식의 프로토콜 및 응용함수 라이브러리의 Neuron chip 펌웨어를 저장하며 RAM에는 스택세그먼트, 어플리케이션과 시스템 데이터 및 프로토콜 버퍼와 응용버퍼를 가지고 있으며 또한 EEPROM은 설치정보인 네트워크 어드레스 및 통신 파라메타 및 Neuron ID를 저장한다.

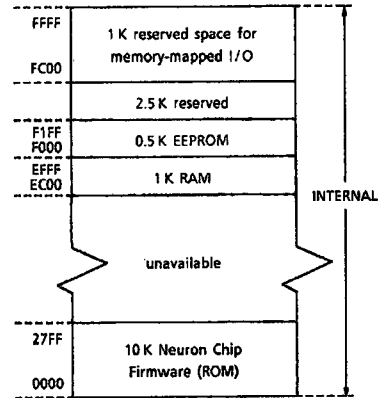


그림 4. 뉴런칩 메모리 맵  
Fig. 4. Neuron chip memory map

### 3.2 통신프로토콜

LonTalk 프로토콜은 모든 LonWorks 디바이스의 핵심이라고 할 수 있고 프로토콜 스펙은 공개되어 있다. LonTalk 프로토콜은 OSI 7계층 모델에 준하는 7계층을 하드웨어, 또는 펌웨어 형태로 하고 있으며 이러한 LonTalk 프로토콜 중 MAC 계층으로부터 상위계층을 마이크로 프로세서에 넣은 것이 뉴런칩이고 통신매체와 통신을 위한 물리계층을 담당하는 것이 트랜시버이다. LonWork는 2가지 방법에 의하여 통신방법을 지원하는 데 첫째는 네트워크 변수(Network Variable: NV)의 바인딩에 의한 통신방법은 NV라 불리는 특별한 형태의 입력력 오브젝트를 선언하여 출력으로 선언된 하나의 NV 값을 갱신하게 되면 그 출력 NV 값과 연결된 입력 NV를 가지는 모든 노드로 해당 값이 전송되어 값이 변경된다. 특별히 표준화 단체인 LonMark에서 제공하는 네트워크 변수 타입을 표준네트워크 변수타입(Standard Network Variable Type: SNVT)이라 한다. NV에 의한 통신의 장점은 시스템 구현시 어플리케이션 프로그램에서 통신에 대한 고려 부분이 전혀 없이 바인딩 정보만 바꾸어 줌으로서 시스템의 변경 및 추가가 가능하다. 여기서 NV의 크기는 최대 32byte이며 노드당 최대 64의 NV를 선언하는 제한이 따른다. 둘째로 Explicit message에 의한 통신방법은 NV를 이용하는 방법과 달리 응용프로그램에서 직접 어드레싱 정보와 데이터를 가공하여 전송하는 방법이다. 이러한 통신방법은 NV와 같이 개수의 제한이 없으며 최대 전송바이트 수도 228byte로 확장되어 주로

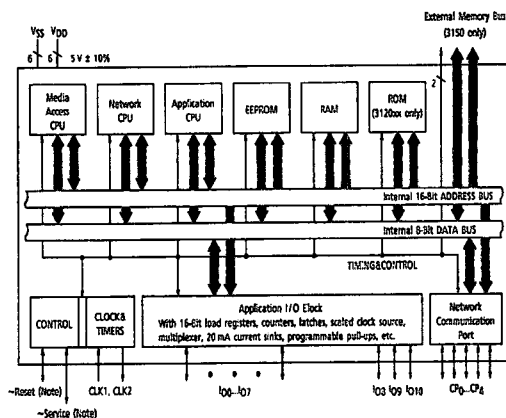


그림 3. 뉴런칩 블록 다이어그램  
Fig. 3. Neuron chip block diagram

다량의 데이터 전송이 필요한 응용프로그램에서 사용된다. 본 연구에서는 NV이용하여 구성하였다.

### 3.3 트랜시버와 통신 포트

제어모듈 통신망과 연결을 담당하는 것이 트랜시버이다. LonWorks 트랜시버는 매체와의 통신을 담당하며 OSI 7계층 1계층인 물리 계층에 해당한다. TP케이블로부터 RF까지 다양한 통신매체를 지원하고 네트워크 토폴러지에 관계없이 지원하는 Free Topology Transceiver(FTT)가 될 수 있다. 이중 매체 간의 연결 라우터로 구현할 수 있어 매체 선택이 자유롭다. 본 연구에서는 78kbps 통신 속도를 갖는 TP 케이블용 트랜시버를 사용하였다. 또한 뉴런칩에는 5개의 핀을 갖는 네트워크 통신 포트를 위한 3개의 동작모드를 지원한다. Differential Manchester coding을 사용하는 Differential mode는 다양한 매체에 송수신 데이터포마팅의 신뢰성이 높고 극성에 무관한 특징을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서도 TP 케이블 매체의 직접 접속에 사용되는 그림 5와 같은 Differential mode를 선택하였다.

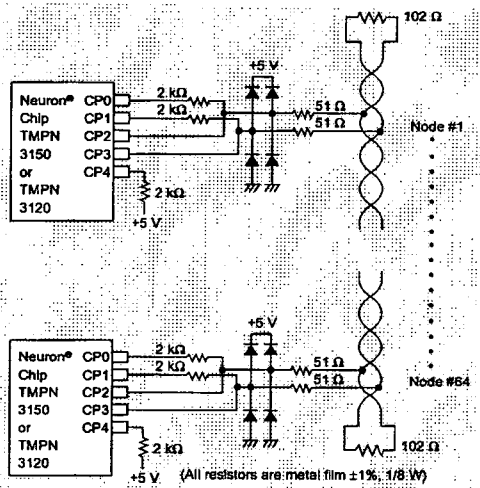


그림 5. TP 직접 접속을 위한 네트워크 통신포트 드 Differential 방식  
Fig. 5. Differential mode for Twisted-pair direction connection

### 3.4 지능제어 I/O모듈 개발

빌딩자동제어의 현장에서는 디바이스 특성과 이

디바이스들의 배치환경 및 경제성 등을 고려하여 다양한 입출력 채널을 가진 제어모듈의 개발의 필요성이 있다. 이 모듈은 론 포인트의 뉴런칩과 개방형 LonTalks 프로토콜을 사용을 바탕으로 다양한 빌딩 제어 환경에 적합하도록 우선 Echelon에서 개발한 LonPoint의 입출력 제어모듈보다 성능이 우수한 DI/DO와 AI/AO의 4가지 모듈을 표 1과 같은 사양으로 개발하였다.

표 1. 개발한 지능형 제어I/O 모듈  
Table. 1. Developed intelligent controller modules

	LonPoints		개발한 제어 모듈		비고
	제품명	I/O Ch.수	제품명	I/O Ch.수	
입출력 모듈	DI-10	4	DI	8	LonPoint DIO모듈 겸용가능
	DO-10	4	DO	8	다양한 출력기능: direct, delay, one shot, toggle 등
	AO-10	2	AO	4	12bit resolution
	AI-10	2	AO	8	12bit resolution 전압, 전류, 저항, 샘플링 간격

개발된 제어 모듈은 에쉬론사가 개발한 모듈에 비하여 I/O 채널 수를 각 모듈별로 2배 이상을 가지고 있으며 전체 외함 크기(7.5 × 11.5 × 4.0(H))도 0.8배로 콤팩트하여 현장설치가 간편하고 제어모듈비용을 현저히 감소시킬 수 있도록 하였다.

개발된 제어모듈에는 LonPoint 모듈과 같이 여러 가지 기능을 수행하는 기능함수를 포함하고 있다. 여기의 함수는 해당 모듈의 입출력만 관련된 것이 아니고 전체적인 LonWorks 네트워크에서 서로 다른 디바이스가 서로 상호운용가능하도록 해 준다. 일례로 DI, DO, DIO 같은 모듈이 아날로그 계산/처리 함수를 가지고 있어 주위의 아날로그 변수처리를 돕는다. 또한 AI, AO 같은 모듈은 Digital Encoder함수를 포함하여 주위의 디지털 변수에 대한 인코딩 할 수 있도록 하였다. 또한 디바이스 identity를 관장하는 Node Object를 포함하고 있으며 주위의 디바이스 변수타입을 맞추어 줄 수 있는 Type Translator도 포함하고 있다. 따라서 이 제어 모듈은 분산된 가상의

제어기를 구축할 수 있게 한다. 개발된 모듈이 갖는 기능함수의 종류와 개수는 표 2와 같다.

표 2. 기능함수의 종류  
Table. 2. Functional block type

제어모듈 기능함수	DI	DO	AI	AO
Node Object	1	1	1	1
Digital Encoder	6	6	4	4
Analog Function Block	2	2	2	2
PID controller				2
Pump controller	1			
Type Translator	6	6	4	2

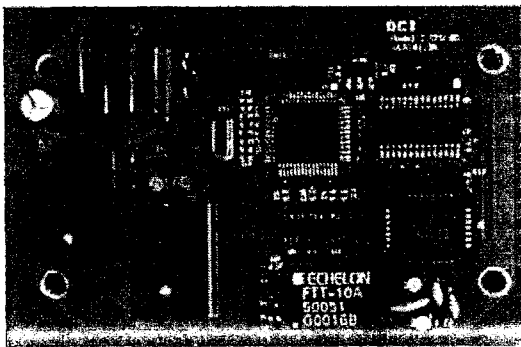


그림 5. 개발한 지능분산 제어기 본체 모듈  
Fig. 5. Developed main microprocessor module of intelligent controller

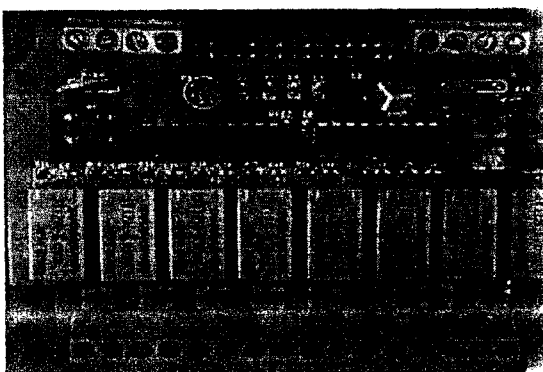


그림 6. 개발된 제어기 DO 모듈  
Fig. 6. Developed controller module (for DO)

그림 5에서 보는 바와 같이 AI, AO, DI, DO 제어기 모듈의 파워워셔프라이 뉴런칩, FFT 및 관련 부속소자로 매우 콤팩트하게 제작하였다.

그림 6의 DO 모듈은 그림5의 마이크로프로세서 모듈위에 설치될 수 있도록 하였으며 나머지 I/O 3모듈도 동일한 사이즈로 장착될 수 있도록 하였다.

#### 4. 인터넷을 활용한 원격검침·제어 및 홈오토메이션 실험시스템 구축

본 연구에서 구축한 원격제어·감시 및 검침 시스템은 펄스 신호 발생 장치가 내장된 계량기 (전력량계, 수도미터, 가스미터, 열량계, 온도미터 등)원격검침 시스템분야, 빌딩자동제어 조명설비의 조도제어 및 팬과 모타기동 및 CCTV를 이용한 원격출입제어 시스템을 가상한 실험시스템[4]과 장차 홈 네트워크 구축에 중요한 가전정보기기 등을 가상하여 TV, 온도 및 습도센서, 전등, Fan을 원격에서 실험할 수 있는 서브시스템인 2개의 실험시스템을 구성하였다. i·LON에 있는 웹서버 기능을 사용하여 i·LON의 메모리에 홈페이지와 관련한 Java Script나 HTML로 문서를 작성한 후 Web 브라우저에서 해당 i·LON 주소를 입력하여 원격제어 감시기능을 간단히 수행하였다. 이 시스템 개발에 있어서 제일 중요한 것은 데이터의 신뢰성이다. 이를 위하여 전 세계적으로 컨트롤 네트워크에 사용되는 LonTalk 프로토콜(OSI 7 Layer)과 노이즈에 강한 FTT-10A 트랜시버를 사용

#### 원격검침 시스템 계통도

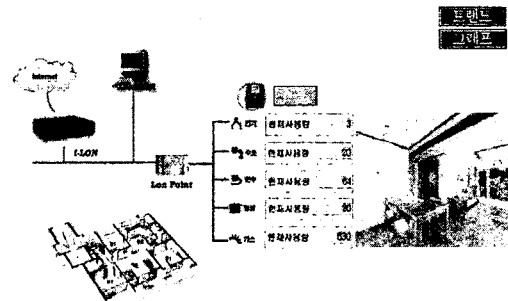


그림 7. 원격제어 및 검침 계통도  
Fig. 7. Systematic diagram of remote monitoring & control and telemetry

하여 원격검침 및 제어·감시 시스템을 구축하였다. 본 연구에서 구축한 계통도는 그림 7과 같다.

#### 4.1 시스템구성

이 원격 감시 제어, 검침시스템 및 홈오토메이션을 위한 실험시스템은 크게 다음의 2가지로 구성되어 있다. 원격감시제어와 검침시스템에 관련된 부분은 [4]를 참고하기 바람에 본 논문에서는 원격 홈오토메이션 실험시스템 구축과 관련 연구부분만 기술하였다.

(1) 리얼머신(real machine) (실제기기): 감시제어 대상이 되는 여러 가지 전기기기로 제어계 네트워크 상에서 통신기능을 가진 원격 마이크로 컴퓨터를 내장시켜 정보의 송수신 능력을 갖게 하였다. 여기에 사용한 실제기기는 전기, 수도, 열량, 온도, 가스적산용 검침계량기와 모터, 팬, 전등, 감시용 CCTV[4]와 홈오토메이션을 가상한 단말기기(TV, 전등, 온도, 습도센서, 선풍기)이다.

(2) 버추얼 머신(virtual machine) 서버(LonWorks 네트워크의 웹서버) : 데이터 통신에 의하여 리얼머신과 항상 동일한 내용의 정보를 공유하며 외견상으로는 리얼머신과 동일하게 동작하는 가상기기 Web 언어로서 만들어진 소프트웨어 오브젝트로서 인터넷 정보계 네트워크 상을 자유자재로 이동할 수 있다. 리얼머신과 버추얼머신간의 통신은 자동적으로 유지된다. 또한 버추얼머신의 관리나 전송, 액세스제어, 통신시큐리티 등을 담당하는 관리용 컴퓨터 기능도 가지고 있다. 즉 LonWorks 네트워크의 제어정보를 웹 기반의 도구로 접근(access)할 수 있도록 한다. 본 연구에서는 2개의 실험시스템에 각각 웹서버를 설치하였으며 제품은 시스코사의 i·LON을 사용하였다.

(3) 원격감시·제어 센터 : 버추얼머신을 불러서 조작함으로써 원격지에서 리얼머신을 감시·제어할 수 있는 정보단말 퍼스널 컴퓨터나 휴대용 정보단말기를 위한 여러 가지 정보기기 이용이 가능하다. 이 시스템은 종래의 시스템과는 달리 심플하고 버추얼머신을 주위의 퍼스널 컴퓨터 등 감시제어용 단말의 웹브라우저 등을 호출하여 마치 실제 기기가 앞에 있는 것처럼 조작할 수 있다.

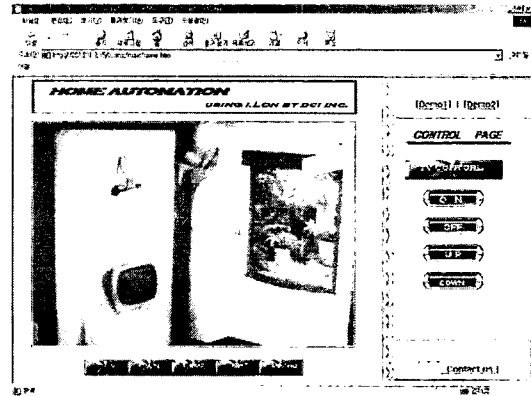


그림 8. 홈 오토메이션 실험장치 웹페이지  
Fig. 8. Web page for HA experimental system

#### 4.2 버추얼 머신 서버(웹서버)

본 연구에서는 제어 네트워크와 데이터 네트워크를 통합시킬 수 있도록 시스코에서 개발한 웹서버(i·LON)를 2대사용 인터넷에 접속하였다. 자세한 사양 및 특징은 [4]에 자세히 제시하였다.

그림 8은 홈오토메이션 실험시스템 웹페이지이다. 웹페이지의 메뉴는 화면 하단의 왼쪽에서부터 TV, FAN, LAMP, 온도/습도 각각 선택할 수 있도록 작성하였다. 이 그림에서 리얼머신의 제어장치는 개발한 제어기모듈로 사용하였으며 그 입/출력 포인트는 표 3과 같다. 2000년 5월과 10월에 각각 설치한 실험시스템의 리얼머신에 사용한 개발 제어기 모듈은 현재까지 인터넷을 통하여 제어할 수 있어 성능에서 우수한 신뢰성을 확인 할 수 있다.

표 3. 실험 시스템의 입출력 모듈  
Table 3. I/O modules of experimental system

감시제어 대상기기	입출력 모듈	입출력 (I/O)	입출력 수
원격검침장치	개발제어모듈	DI/Counter	5
Fan, Motor, 경보등	DO-10	DO	3
전등조도 조절	AO-10	AO	1
온도, 습도센서	개발 제어모듈	AO	2
TV set	개발제어모듈	DO	1
선풍기, lamp	개발제어모듈	DO	2
소 계			14



### 4.3 LonWorks 네트워크에서 i·Lon의 웹서버 구축 및 Java Script 프로그램 작성

LonMaker for Window에서 i·Lon에 모니터링과 제어하기 위한 네트워크 변수를 지정하기 위하여 이 틀에는 i·Lon shape가 없기 때문에 “ 디바이스 이미지를 드래킹하여 일반적인 i·Lon 디바이스를 생성하고 동일한 틀로 i·Lon FB를 만든 후 모니터링과 제어하고자하는 NV를 생성하여 네트워크 NV와 바인딩한다. 이때 바인딩하는 대상NV의 HeatBeat를 0으로 설정한다.

두 번째로 i·Lon에 IP정보를 설정하기 위하여 시리얼 케이블로 PC와 i·Lon의 console 포트에 연결하고 하이퍼터미날을 사용하여 i·Lon을 액세스하고 여기에 IP주소 서브넷 마스크, 게이트웨이, FTP유저, FTP패스워드를 설정 i·Lon을 리부트(reboot) 시킨다.

마지막으로 웹페이지를 작성하기 위하여 LonMaker for Window 틀로 i·Lon shape에 설정한 NV명을 조회하고 업데이트하는 HTML 문서를 작성한다. 작성된 HTML 파일을 i·Lon과 FTP로 접속하여 Web/Form 폴더에 복사한 후 웹브라우저를 이용하여 어디서나 i·Lon 주소를 치면 i·Lon이 공급하는 네트워크 정보를 어디서나 얻을 수 있다. Web 서버는 빌딩자동화 및 홈자동화 가상 실험시스템에 각각 설치하였다.

본 연구에서는 i·Lon 메모리에 홈페이지와 관련한 HTML 문서(본 연구에서는 Java Script로 작성)를 작성하여 웹브라우저에 해당 i·Lon의 주소를 입력하여 i·Lon 홈페이지를 클릭하면 원격센터의 화면에 두 실험서브 시스템을 웹브라우저에서 매우 간단하게 감시제어를 할 수 있도록 하였다. 그림 8은 Java script로 작성한 홈자동화 실험시스템 웹 페이지이다.

### 4.4 원격 감시·제어 센터의 구축

검침·감시센터는 중앙처리 장치인 컴퓨터와 LNS(LonWorks Network Service)의 S/W로 구성되어 있다. LonMaker for Windows로 작성된 네트워크 데이터베이스는 상위 HMI에 LonWorks 네트워크를 모니터링/컨트롤할 수 있는 역할을 한다. 이는 LNS에 있는 LNS DDE Sever가 HMI와 데이터베이스를 연결되어 있기 때문이다. LNS DDE Server는 네트

워크/서브시스템/디바이스/기능함수/네트워크변수까지 사용자가 원하는 데이터에 접근하여 Copy Link 또는 Paste Link기능을 이용하여 쉽게 데이터를 읽고 쓸 수 있다. 네트워크와 PC간에는 PCLTA-10이라는 통신 카드를 이용하여 통신하였으며 그림 7의 PC는 모니터링(네트워크의 변수의 값을 읽음)과 콘트롤(네트워크 변수에 값을 기록함)기능을 수행한다. 이 기능을 편리하게 수행하기 위하여 DDE를 지원하는 AutoBase MMI S/W를 이용하였다. 이 AutoBase 6.25의 HMI는 LNS DDE Server를 이용하여 네트워크 변수 값을 읽고, 쓸 수 있도록 하며 또한 네트워크가 손상되었을 때 복구를 수행하도록 구성하였다. HMI의 자세한 구성방법에 대한 연구내용은 [4,5]에 기술하였다.

## 4. 결론

개방·지능형 분산네트워크에 뛰어난 특성을 가지고 있는 에쉬론사가 개발한 LonWorks 시스템을 홈 및 빌딩 네트워크로 조기 실현시키기 지능 분산제어기를 개발하여 이를 이용한 실험시스템을 구축하고, 실험결과를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 개방 분산형 LonWorks 시스템의 제일 문제점인 지능형제어기모듈을 개발하였으며 2개의 실험 시스템을 통하여 얻은 연구결과는 정보네트워크(IP 네트워크)와 제어네트워크(빌딩, 홈)를 매우 신뢰성이 높고 경제적인 방법으로 통합할 수 있음을 확인하였으며, 개발된 제어 모듈은 에쉬론사의 LonPoints보다 기능과 신뢰성 면에서 우수함을 확인하였다.

(2) TV, 선풍기, 램프, 온도, 습도센스 등의 홈오토메이션위한 가상기기를 이용하여 실험시스템을 구축하고 i·Lon 웹서버를 통하여 인터넷과 막힘 없는 통합시스템을 구축하였다. 그리고 원격으로 감시·제어하는 웹페이지를 작성하는 방법과 Java script를 통하여 제어 시스템이 인터넷상에서 웹브라우저를 통하여 경제적으로 감시, 제어 시스템을 구축하였으며, 또한 실험을 통하여 홈네트워크(home network: HV)분야에서도 LonWorks 네트워크가 유용하게 적용될 수 있음을 확인하였다.

(3) 특히 이 시스템은 근거리 및 원격에서 동일한 툴(tool)을 사용하여 관리할 수 있고 기존 제어 네트워크에 i-LON서버만 설치하면 됨으로써, 원격진단과 유지보수도 웹사이트에서 가능해져 매우 경제적인 감시제어 시스템을 구축하여 운용할 수 있는 길을 열어 놓았다.

특히 이 구현 방법은 앞으로 사무소 건물, 공동주택 및 공장의 제어 네트워크 시스템으로 광범위한 사용이 예상되는 개방 지능형 분산제어 시스템인 LonWorks네트워크는 본 연구에서 개발된 제어모듈을 이용하여 매우 콤팩트하고 경제적으로 구축할 수 있음은 물론 Web을 통한 광범위한 홈, 전력시스템, 상하수도, 교통 등의 원격제어 감시 시스템을 구축하는 기술에도 유용한 자료로 활용될 것으로 판단된다. 본 연구에서 개발한 시스템은 Web site의 lonkorea.com에 들어오셔서 submetering system 메뉴를 클릭하면 홈오토메이션 시스템을 인터넷을 통하여 원격제어 감시를 실행 할 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 서태식, "Home Information Infrastructure 현황 및 전망", 대한전자공학회지 텔레콤, Vol. 16, No. 2, pp. 3-11, 2000.
- [2] 미쓰미시전기, "오픈분산계장제어시스템의 발전과 전망", Electronic System, pp.26-31, 2000.4.
- [3] 위재건, "인터넷을 이용한 IBS빌딩에서의 통합관리", IBS Korea Workshop(지식사회와 지능형 빌딩시스템), pp. 350-365, 2000. 11월.
- [4] 홍원표외 1인, "Web browser를 활용한 원격제어 및 원격감시 LonWorks 시스템 구축에 관한 연구", 한국조명·전기설비학회, Vol. 14, No. 6, pp. 51~57, 2000.
- [5] 홍원표, "LonWorks 시스템을 이용한 원격감시 및 조명감시에 관한 연구", 조명 전기설비학회논문집, Vol.14, No. 7, pp.48-56, 2000.
- [6] 박필한, "IDC 구축을 위한 시스템", IBS Korea Workshop(지식사회와 지능형 빌딩시스템), pp. 168-184, 2000. 11월.
- [7] 홍원표, "지능 분산제어모듈 개발 및 이를 이용한 BAS 개방화 방안", IBS Korea Workshop(지식사회와 지능형 빌딩시스템), pp. 185-208, 2000. 11월.
- [8] 김종대, "빌딩자동화 네트워크 개방 지능화를 위한 LON 시스템 구축에 관한 연구", 대전산업대학교 산업대학원 석사학위 논문, 2000. 8.
- [9] Echelon Co., "Neuron C Programmer's Guide", 1999.
- [10] Echelon Co., "Neuron C Reference Guide", 1999.
- [11] Echelon Co., "i LONTM1000 Internet Server User Guide", version 1.0.

#### ◇ 저자소개 ◇

##### 홍 원 표 (洪元杓)

1956년 5월 15일생. 1978년 숭실대 전기공학과 졸업. 1989년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1979~1993년 한전전력연구원 선임연구원. 현재 한밭대학교 제어계측·건축설비공학부 교수.

##### 이 승 학 (李承學)

1979년 숭실대학교 전기공학과 졸업, 1982년 숭실대학교 전기공학과 석사, 현재 건국대학교 전기공학과 박사과정 수료, 1974-1998 한전 전력연구원 선임연구원, 현재 대덕대학 컴퓨터응용제어과 교수.