

LonWorks를 이용한 원격검침·감시 시스템 구축에 관한 연구

홍원표, 이원규, 박원국*
대전산업대학교, 대청기전(주)*

Implementation of Telemetry & Remote Monitoring System Using LonWorks

Won-Pyo Hong, Won-Gyu Lee, Won-Kuk Park

Abstract

This paper propose the new concept & design method and implementation of LonWorks network system for telemetry & remote monitoring and control in BAS. In order to apply this open system, the essential components of LonWorks is analyzed and a new concepts of its design method is proposed. In our experiment, LonWorks network system for telemetry & remote monitoring and control of lighting are designed and fabricated. As a result, it is verified that LonWorks is open, interoperable, reliable network system from the experimental results, especially, node development, network configuration & design, secure communication and MMI.

1. 서 론

현대사회는 인터넷을 통하여 모든 데이터를 시·공간에 관계없이 자유로이 유통되는 단일화된 네트워크로 발전되었다. 이는 이 네트워크에 사용되는 TCP/IP의 프로토콜이 사실상 표준화되어 사용되고 있기 때문이다. 따라서 저렴한 개방된 제어 네트워크 구축이 전제되면 가정, 공장, 플랜트, 빌딩, 상하수도, 방범(출입관리) 등의 설비를 인터넷과 연결하여 지역, 시간에 구애 없이 전세계 어디서나 설비, 자동검침, 원격 감시(전력량, 수요관리), 및 제어시스템을 저렴하게 구축할 수 있다. 특히 광범위하게 산재되어 있는 전력설비의 원격 감시, 수요관리 및 제어 있어서 획기적인 기술이 될 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 현재 대부분 빌딩자동화 및 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 곤란한 실정이다. 최근에 컴퓨터산업에서 일어난 분산화, 네트워크화, open tools화가 제어 및 자동화 분야에서도 동일한 메리트를 실현시킬 수 있는 새로운 네트워크 기술의 필요성에 따라 에쉬론(Echlon)사가 LonWorks를 개발하였다(1~4). 이는 모든 디바이스에 의해 공유되는 프로토콜을 통하여 통신할 수 있는 기술이다. 통신용 트랜시버와 메카니즘이 표준화되어 있고 오브젝트 모델, 프로그래밍/ 문제해결도구가 LonWorks 디바이스간의 보다 빠르고 상호운용 가능한 설계 및 구현을 가능케 한다. 또한 LonWorks의 지능분산, 상호운용가능성 및 수평적 구조(flat architecture)는 멀티벤더의 환경을 구축해주고 시스템 제공자 및 사용자 모두에게 융통성과 유지보수의 용이성을 제공해 준다. 따라서 폐쇄적이거나 하나의 벤더에 의존적이던 종래의 시스템이 보다 저렴한 설치비용, 보다 저렴한 유지보수비용 및 강화된 기능과 확장성이 보장되는 새로운 제어용 네트워크시스템이라 할 수 있다. 본 연구에서는 에쉬론사가 개발한 LonWorks 시스템을 이용하여 빌딩자동제어 네트워크로 사용하기 위하여 노드 구성방법, 노드간에 논리적 연결을 위한 네트워크 변수 바인딩

(binding), 네트워크 상에서의 디바이스의 다운로드(Downloading) 등 개방형 지능분산제어 네트워크를 구축에 필요한 새로운 기술을 제시하고 개방된 네트워크 상에서 원격검침(전력, 가스미터, 열량미터, 열량계, 온수미터)·감시 시스템을 구축, 실험연구를 통하여 그 타당성을 증명하였다.

따라서 이러한 새로운 원격 감시환경에 대비하여 앞으로 광범위하게 제어네트워크로 적용이 확실시되는 LonWorks 시스템 구축기술을 기반으로 Web을 통한 원격검침기술도 개발이 용이하여 앞으로 광범위하게 분산되어 있는 전력(설비) 감시 및 제어시스템을 조기에 구축하는 데도 큰 기여가 예상된다.

2. LonWorks 시스템에 의한 빌딩자동화시스템의 구축기술

2. 1. LON 시스템의 구성 요소

LonWorks 기술은 종래에 없던 새로운 개념을 기초로 개발된 그림 와 같은 분산제어 네트워크이다. 각종 센서와 각종 액추에이터와의 통신(최대 32,385노드간)이 용이하고 저가로 실현 할 수 있어서 또한 LAN과 같은 전문적인 정보통신 네트워크 기술과 통신프로토콜기술을 가짐으로서 각 노드에 지능적인 역할을 수행할 수 있어 전체적으로 고도한 네트워크까지 발전시킬 수 있는 특징이 있다.

또한 설정된 네트워크 구성을 변경과 기능을 변경하는 경우에도 네트워크 상에서 네트워크 구성데이터를 변경하고 프로그램을 로딩(loading)까지 할 수 있다. 따라서 네트워크의 노드의 추가, 제거도 용이하게 수행할 수 있다. 이 네트워크 기본이 되는 노드 구성은 그림 와 같으며 그 중에 LON용 LSI가 포함되어 있다. 이 뉴런 칩 중에 통신에 관계하는 프로그램을 펌웨어(firmware)화 된 LonTalks 통신 프로토콜이 있어 이 통신프로토콜 프로그램을 사용자가 구성할 필요가 없어 용이한 네트워크 구축을 할 수 있다.

또한 센서나 액추에이터를 네트워크에 설치하는 데 있어서도 사전에 펌웨어화 되어 있어(pre-engineered) 최소한의 어플리케이션 프로그램을 작성하면 된다. 그림 와 같이 LonWorks는 새로운 개념을 가진 독특한 기능상의 이점에도 불구하고 5가지 구성요소로 만들어진 비교적 간단한 구조로 되어 있다.

- 뉴런칩(Neuron Chip)
- 통신 프로토콜 (LonTalks)
- 트랜시버(Transceiver)
- 통신망 운용시스템(LNS:LonWorks Network Services)
- LonPoints 모듈

2.2 LonWorks 시스템 설계

▶지능형 디바이스의 개발 - 어플리케이션 및 LonTalk 프로토콜 스택을 탑재한 뉴런칩, 전송 매체 (Communication media)와의 통신을 담당하는 트랜

시버를 갖는 LonWorks 디바이스를 개발하는 과정

- ▶ 디바이스간의 네트워크 구성 및 설치 - 네트워크 변수(NV: Network Variable) 및 메시지를 바인딩하고 디바이스가 갖는 여러 속성(Configuration property)을 설정하여 네트워크를 꾸미는 과정
- ▶ 네트워크에 설치하는 과정.
- ▶ 그리고 설치된 네트워크의 구성 요소를 MMI로 모니터링과 제어, 실제 사용자가 운영하는 과정

(1) 지능형 디바이스의 개발

LonWorks 네트워크의 가장 큰 특징은 필드 디바이스가 지능과 네트워킹 능력을 가짐으로서 논리적으로 플랫폼(flat)구조를 갖는 다는 것이다. 이는 각각의 디바이스에 통신 프로토콜이 내장된 뉴런칩과 매체간의 네트워킹을 연결하는 트랜시버가 연결되어 있어 가능하다.

LON 노드설계는 제어대상에 필요한 네트워크측으로 입출력하는 네트워크변수와 물리적신호 입출력측의 입출력 오브젝트를 규정하여 제어내용에 기초한 프로그램 코드를 작성하는 수순이 된다. 그림 1은 LON노드의 오브젝트(object)화 개념도를 나타낸 것이다.

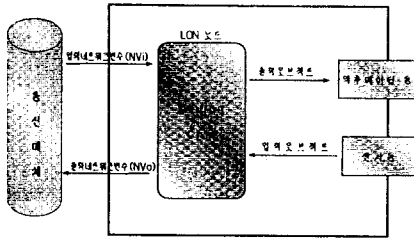


그림 1 LON노드의 오브젝트화
Fig.1. Object of LonWorks node

노드간의 제어신호의 전달은 그림 2에서와 같이 만약 노드 i의 센서 a에서 피 측정대상의 상황은 뉴런칩내의 사용자프로그램으로 데이터 가공 후에 LonTalks 프로토콜에 기초한 통신매체에 송출된다. 노드 j의 뉴런칩은 통신매체상의 신호를 항상 모니터링하고 있어 자기가 필요한 신호를 감지하면 그곳에 내장된 사용자프로그램을 사용하여 제어 연산하여 조작신호로서 아날로그 신호 b가 조작단에 전송된다. 현재 모토롤라와 도시바에서 제공되고 있는 뉴런칩은 칩마다 고유한 ID를 가지고 있으며 또 자산의 상태에 대한 셀프테스트 기능 및 인지기능을 가지고 있어 이를 이용하여 MMI상의 디바이스를 쉽게 식별, 상태정보를 구할 수 있다. LON은 네트워크 변수(NV : Network Variable)라는 강력한 개념을 가지고 있다. 각 노드는 네트워크 변수로부터 원하는 데이터를 이 NV로 입출력을 선언함으로써 논리적으로 네트워크에 접속된다. 이 개념은 상호운용성을 확실히 하는 공통의 어플리케이션의 공고한 기반을 제공한다. 그래서 범용적인 변수를 표준네트워크 변수(SNVT: Standard Network Variable Type)로서 표준화하고 있다. 동일한 SNVT이면 제조회사가 달라도 상호 인식할 수 있다. 그러므로 전송을 위하여 다른 노드와의 정합조정이 불필요하고 멀티벤더 대응이 용이하다.

실제 각 노드를 현장설치 한 후에 네트워크에서 논리적인 접속을 행한다. 이 작업은 네트워크 관리 툴(tool)을 사용하여 간단히 실행할 수 있다.

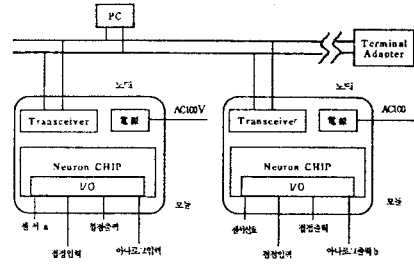


그림 2. LonWorks 시스템의 노드간의 제어신호 전달 과정
Fig. 2. Link of control signal among nodes of LonWorks system

그림 3은 물리적인 노드 설치와 논리적인 접속의 개념도를 표시한 것이다. 뉴런칩이 포함된 각 노드는 물리적으로는 트위스트 페어선으로 연결되고 그 매체를 통해 제어정보를 가지고 있는 NV를 논리적으로 접속시켜 노드간을 연결한다. 이렇게 되면 해당변수간에 바인딩(binding)이 이루어지고 두 변수간에 정보교환이 이루어진다. 그림 4은 간단한 바인딩(binding) 예를 나타낸 것이다. SW가 ON하면 접점 정보로서 출력정보 NV는 네트워크로 출력된다. 이 데이터가 B노드의 입력NV의 변수와 논리적으로 접속되어 그 결과를 실 I/O로서 출력된 램프를 점등한다.

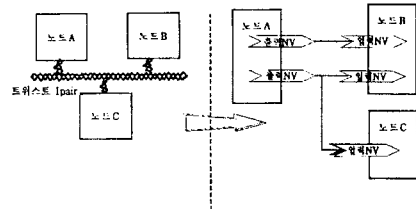


그림 7. 물리적 노드 설치 및 논리적 접속
Fig.7 Physical node installation & its logical connection

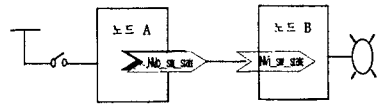


그림 4. 바인딩 처리(NV 연결) 예 (스위치 조작→LED 점등)
Fig.4. Example of binding by Network variables

(2) 네트워크 구성 및 설치

LonWorks 네트워크 설치의 현장에서의 디바이스 설치, 디바이스간의 논리적 연결 및 내부속성설정 및 사용자를 위한 S/W설치 과정으로 나눌 수 있다. 이중 디바이스간의 논리적인 연결 및 내부 속성설정은 LonMaker for Windows라는 S/W를 사용한다. 이 프로그램에 의하여 만들어진 네트워크 데이터 베이스로 상위 MMI프로그램을 구현할 수 있다.

LonWorks의 개방형 기술이 갖는 장점은 이러한 각 단계의

작업이 한 업체에만 종속적이지 않고 단계별로 나누어 보다 전문화된 업체로부터 서비스를 받는다는 점에 있을 것이다. (1)의 과정에서 만들어진 다양한 제품 사용하여 통합 시스템을 구성할 때, LNS 시스템이 사용되는 것이다.

네트워크 구성은 조금 복잡한 과정일 수 있다. 하지만 이러한 복잡함이 LonWorks 기술의 플랫폼이 갖춘 네트워크 관리 툴에 의해 쉽게 설정할 수 있게 되어 있다. 예를 들어 기능적인 네트워크 디자인은 마우스를 드래깅 앤 드롭(dragging & drop)하는 방식으로 디바이스가 도면에 표현되고 연결이 이루어지는 등 쉽게 작업 가능하다.

이러한 네트워크 구성은 현장에서 또는 미리 엔지니어링하는 방식으로 작성할 수 있는데 전자를 ad hoc 방식, 그리고 후자를 pre-engineered 방식이라고 부른다. ad hoc 방식이란 각각의 노드가 이미 네트워크에 연결되고 전원이 공급된 상태에서 네트워크 구성에 따른 속성 데이터가 변경 즉시 네트워크를 통해 해당 노드에 다운로드 되는 것을 의미한다. pre-engineered 방식이란 네트워크에 대한 정보가 이미 데이터 베이스에 저장되어 있고 설치 시점에 네트워크에 연결되어 해당 데이터 베이스의 정보를 한꺼번에 실제 노드의 구성값으로 전달하는 방식을 의미한다. 이 모든 경우에서, 네트워크 구성 툴이 사용되며 이 툴은 자동적으로 네트워크 데이터 베이스를 관리함으로써 시스템 내의 각각의 노드, 각각의 디바이스를 표현하게 된다.

또한 각각의 노드에서 수행할 어플리케이션은 기능에 맞게 구현되어야 한다. 적절한 구성 속성 값을 셋팅하는 것이 바로 그러한 작업이다. 대부분의 LonWorks 디바이스는 네트워크를 통해 다운로드(download)될 수 있는 속성 파라미터를 가지고 있다. 또한 디바이스 공급업체는 이러한 값을 설정할 수 있는 방법도 제공하고 있다. 콘픽스 네트워크 서비스 아키텍처인 LNS는 디바이스 제조업자에게 이런 구성 속성 값을 설정을 위한 통일된 아키텍처를 제공한다. 따라서 플러그인(plug-ins)이라 불러 오는 디바이스 속성 설정을 위한 인터페이스가 제공되며 시스템 설계자는 LonMaker for Windows 또는 다른 LNS 기반의 네트워크 구성용 툴에서 이러한 플러그인을 불러내어 서로 다른 밴드의 제품의 속성값을 설정할 수 있는 것이다. 예를 들어 LonMaker for Windows의 경우 해당 디바이스 또는 디바이스의 기능 합수를 클릭하고 마우스 오른쪽 버튼을 눌러 "Configure" 메뉴를 선택하면 해당 디바이스의 플러그인 소프트웨어가 팝업된다. LonPoint의 디지털 출력은 여러 가지 프로세싱 기능인 Direct, Delayed, Toggled, Pulsed, One-shot 등의 모드를 지원 할 수 있다. 사용자는 이러한 모드를 선택하여 필드 디바이스로의 출력성격을 정할 수 있다.

(3) 네트워크시스템 설치

먼저 채널에 해당하는 물리적인 통신 매체를 설치한다. 여기에는 선택된 콘픽스 디바이스를 연결하고 이미 계획한 라우터를 적절한 위치에 연결하는 과정이 포함된다. 그 다음에는 각각의 콘픽스 노드에게 설정된 구성 속성 정보를 다운로드 시키는 데 이를 커미션(commission)과정이라고 부른다. 디바이스의 어플리케이션 프로그램이 ROM에 저장된 것이 아닌 디바이스는 네트워크를 통하여 비휘발성 RAM으로 어플리케이션 프로그램 또한 다운로드할 수 있다. 디바이스는 커미션 되자마자 바로 온-라인 상태로 정상 동작을 할 수도 있고, 오프-라인 상태에서 커미션 후 나중에 온-라인 상태로 전환할 수도 있다.

(4) MMI 인터페이스 구성

모니터링과 제어하기 위한 컴퓨터와 LNS(LonWorks Network Service)의 S/W로 구성되어 있다. LonMaker for Windows로 작성된 네트워크 데이터베이스는 상위 MMI/HMI에 LonWorks 네트워크를 모니터링/컨트롤할 수 있는 역할을 한다. 이는 LNS에 있는 LNS DDE Server가 MMI와 데이터베이스를 연결되어 있기 때문이다. LNS DDE Server는 네트워크/서브시스템/디바이스/기능합수/네트워크 변수까지 사용자가 원하는 데이터에 접근하여 Copy Link 또

는 Paste Link기능을 이용하여 쉽게 데이터를 읽고 쓸 수 있다. 네트워크와 PC간에는 PCLTA-10이라는 통신 카드를 필요하며 모니터링(네트워크의 변수의 값을 읽음)과 컨트롤(네트워크 변수에 값을 기록함)기능을 수행한다. 이 기능을 편리하게 수행하기 위하여 DDE를 지원하는 모든 어플리케이션(Cimon, Intouch, Excel, VB, AutoBase 등)을 MMI 툴로 이용이 가능하다. MMI는 LNS DDE Server를 이용하여 네트워크 변수 값을 읽고, 쓸 수 있도록 하며 또한 네트워크가 손상되었을 때 복구를 수행하도록 구성하였다. 또한 사용자 편의의 HMI 기능을 가지고 있으며, 사용자 요구에 맞춘 Reporting 및 Printing 기능을 매우 쉽게 수행하도록 할 수 있다. 또한 Win95와 NT에서 LNS는 컴포넌트 S/W에 있어서 마이크로 소프트의 OLE와 Active-X 기술을 지원한다. 이러한 호스트에 대해 LNS는 LCA(LonWorks Component Architecture)를 정의한다. LCA는 마이크로 소프트의 Active-X 컨트롤 오브젝트로 대변된다. 따라서 개발자는 윈도우 개발 툴에 맞는 Active X 컨트롤만 신경 쓰면 된다. OLE는 32비트의 여러 개발 툴에 의하여 사용되는 프로그래밍 가능한 오브젝트로서 VB, VC++, Delphi 같은 RAD(Rapid Development)툴에서 사용된다. 윈도우를 기반으로 하는 MMI나 SCADA 어플리케이션 개발을 보다 단순화시키기 위해 LCA는 시스템레벨의 감시와 제어를 위해 보다 강력한 엔진을 지원한다. 이러한 엔진이 하위레벨 네트워크 데이터를 텍스트 스트림 또는 바이너리 데이터와 같은 포맷으로 제공해 주는 것이다.

3. LonWorks 네트워크를 이용한 원격검침 및 조영 제어감시 실험 시스템의 구축 및 실험결과 검토

3.1 원격검침 및 감시시스템 개요

원격검침은 멀리 떨어진 지점의 측정 대상으로부터 측정결과를 전기적신호로 변환하여 통신 네트워크를 통하여 데이터를 전송하고 이 데이터를 컴퓨터로 처리하는 기술을 말한다. 이 시스템은 센서 또는 메터를 통하여 계속 및 검출된 데이터를 전송해주는 단일제어장치, 데이터를 원격지까지 전송해주는 통신네트워크 및 수집된 데이터를 처리하는 원격검침·감시 센터 구성된다. 원격검침 감시기술은 통신기술과 컴퓨터기술의 발달로 인하여 많은 분야에서 다각적으로 이용되고 있다. 최근 무인검침, 공해감시, 전력 및 가스계통의 집중관리, 기상관측 등의 광역 데이터 수집 및 처리시스템 및 국민생활 편의를 위한 무인방범시스템에도 활발하게 이용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 아파트 등의 공동주택, 빌딩 및 공장을 대상으로 개방된 LonWorks 시스템이 설치되면 이 곳의 중요한 검침대상이 되는 전력적산량, 수도적산량, 가스적산량, 열량적산량, 온수량적산량 등을 오픈 프로토콜을 가진 통신망인 LonWorks 시스템을 통하여 원격 감시센터 정보처리 장치까지 신뢰성 있는 데이터를 전송할 수 있을 뿐만 아니라, 인터넷과 인트라넷을 통하여 광역화된 데이터를 수집하여 원격검침과 집중감시 기술을 손쉽게 구축할 수 있도록 그 기반기술을 제공하는데 목적이 있다.

특히 원격 전력감시 및 검침 시스템 제어네트워크가 오픈이 전제되어야하고 리얼타임과 고신뢰성의 확보 및 시큐리티 문제 등을 해결해야한다. 이를 위하여 본 연구에서 구축하는 LonWorks 시스템은 개방된 LonTalks 프로토콜과 인증(authentication)서비스를 지원하는 탁월한 보안성, 우선 순위가 있는 통신지원을 통한 네트워크 고 부하시에도 안정적인 응답시간 확보(optional priority) 및 다양한 통신 미디어 지원하는 등 이러한 요구조건을 최적으로 만족시킴으로서 앞으로 그 응용 가능성이 지대할 것으로 판단된다.

본 연구에서 구축한 원격 검침 시스템은 펄스 신호 발생 장치가 내장된 계량기 (전력량계, 수도미터, 가스미터, 열량계, 온수미터 등)의 검침 작업을 검침원이 각 가정이나 사업장을 방문하지 않고 별도의 통신 매체를 이용하여 원격지에서 자동으로 읽어내고 관리하는 시스템이다. 아파트, 빌딩 및 공장을 상정하여 각종 계량기로부터 사용량에 관한 데이터

(펄스 신호)를 받아 원격검침 감시 센터에 전달해주는 시스템을 구성하였다. 이때, 가장 중요한 것은 데이터의 신뢰성이다. 이를 위하여 전 세계적으로 컨트롤 네트워크에 사용되는 LonTalk 프로토콜(OSI 7 Layer)과 노이즈에 강한 FTT-10A 트랜시버를 사용하여 원격검침 및 감시 시스템을 구축하였다.

3.2. 시스템구성

이 원격검침, 조명제어·감시시스템은 크게 다음의 3가지로 구성되어 있다.

- 검침·감시센터 : 검침프로그램을 운용하고 옥내 제어장치로부터 데이터를 수집하며 정기적 또는 비정기적인 검침을 수행하고 검침 데이터를 가공, 저장, 출력하는 곳
- 단말제어장치 : 각종 계량기로부터 펄스 입력을 받아 저장 또는 검침·감시센터로 데이터를 전송하며 본 연구에서는 LonPoint 모듈로 구성하였다.
- 검침용 계량기 : 전기, 수도, 열량, 온수, 가스 등의 사용량을 측정하는 계량기, 사용량에 비례하는 펄스신호 발생(여기서는 국내에서 생산되는 계량기 펄스 성격을 기준으로 하였음)

3.2.1. 단말제어장치

그림 5 실험을 위한 검침용 적산계량기와 LonPoint인 단말제어실험장치의 전경이다. 이 그림의 오른쪽 하단에 있는 사각형 박스가 LonPoint 모듈이다. 표 1은 실험용 검침 적산계량기와 LonPoint의 사양을 나타낸 것이다.

그림 6은 원격검침 시스템 계통도 화면이다. 이 그림에서 단말제어 장치는 LonPoint의 DIO-10 디지털 입/출력모듈로 구성하였으며 이 모듈은 2개의 디지털 입력점과 2개의 디지털 출력점, 각 입/출력마다 LED가 지원되어 현장에서 상태를 볼 수 있으며 또한 입력 펄스에 대한 카운팅기능을 지원하고 아날로그 계산/처리함수를 가지고 있어 아날로그 변수 처리를 할 수 있어 적산 펄스를 쉽게 출력화 할 수 있다.

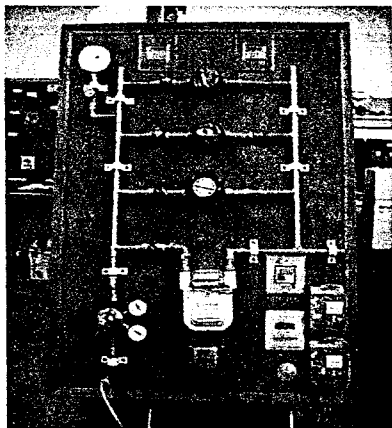


그림 5. 원격 검침용 적산계량기 및 단말제어 실험장치 전경
Fig. 5 View of experiment equipment of telemetry & LonPoint modules

이 화면에서 5개의 원격검침량을 실시간으로 기록되게 작성하였으며 조명제어도 화면상에 표시하도록 하였다. 이 과정은 먼저 LonMaker for Windows 툴로 왼쪽 스텐실에서 디바이스 셰이프(shape)를 선택하여 LonPoint DIO-10 디바이스를 드래그 인 드롭으로 화면상에 놓는다. 그림 7은

DIO-10의 기능함수를 정의한 화면이다. 펄스 입력이 5개(온수, 수도, 난방, 가스, 전력)와 전등을 원격제어할 디지털입력 1개를 포함하여 DIO-10이 3set소요되었다. 이 DIO-10 모듈은 DI-10 모듈의 DI와 다른 점은 입력펄스에 대하여 카운트 기능이 있어 제어변수의 설정 상태에 따라서 입력값에 대한 카운팅 또는 반복 카운팅(repeat count: 특정한계를 설정하여 두고) 기능을 수행할 수 있다.

표 1. 실험용 원격 검침 적산계량기 및 LonPoint 사양
Table 1. Specification of telemetry equipment and LonPoint for experimental system

| | | |
|----------|----------------------------------|--|
| 전 원 | 정격입력전원 | 단상 220V/ 60Hz |
| | 소비전력 | 16-30VAC |
| LonPoint | 프로세서/메모리 | 뉴런 3150 chip, 10MHz, 56k 프레스메모리 |
| | 네트워크 트랜시버 타입 | FTT-10A |
| 네트워크 통신 | 전송매체 | Twisted pair line/ Unshielded |
| | 통신규약 | LonTalk 프로토콜 |
| | 사용가능한 네트워크 형태 | Free Topology, Bus Topology |
| | 전송 속도 | 78kbps |
| | Encoding 방식 | Differential Manchester Coding/ 극성무관 |
| | 최대전송거리 | Bus topology: 2700m(리피터 설치시 확장가능) Free topology: 500m(리피터 설치시 확장가능) |
| 계량기 사양 | 사용가능한 계량기 Type | 펄스신호 발생용 계량기 |
| | 종류 | 전력 적산 |
| | 계량기 | 1pulse/kWh, 대한 (220V, 500rev./kWh) |
| | 가스 적산 | 1pulse/10 l, 대성(최대 압력 1000mmAq) |
| | 열량 적산 | 색화 |
| | 계량기 | |
| | 수도 적산 | 1pulse/ 1(1), 금호미터 |
| | 계량기 | |
| 온수 적산 | 1pulse/ 1(1), 금호미터 | |
| 계량기 | | |
| 계속대수 | 5대(확장가능) | |
| 장전대비 | Hardware 대책 | Back battery 내장 |
| | Software 대책 | Board EPROM에 1일3회 기록을 통한 보관 |
| 데이터전송 | 자동전송 | 매 30분마다 자동전송가능 (조정가능) |
| | 수동전송 | 중앙처리장치 요구시 현재 값 전송 |
| 사용환경 | 동작가능온도(평균치) | -40℃~55℃ |
| 외관크기 | 주문사양 | 200 × 130 × 60 mm |
| 기타특징 | - LonTalk 프로토콜을 사용하여 데이터의 신뢰성 확보 | |
| | - 저렴한 가격 | |
| | - 인터넷과 쉽게 통신이 가능 | |



그림 6. 원격검침 및 조명제어 시스템 계통도 (화면)
 Fig. 6 Systematic Diagram of Telemetry & remote control of lighting

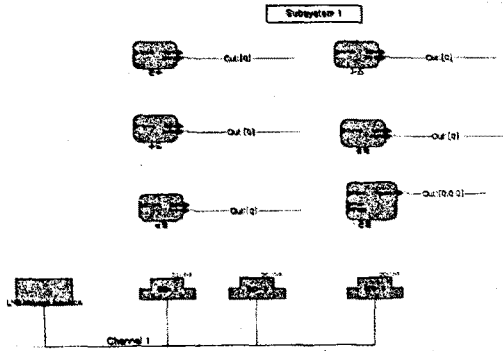


그림 7 DIO-10 LonPoint의 기능함수 설정 화면
 Fig. 7 Setting of Functional Block of DIO-10 LonPoint

이 기능함수는 단순히 네트워크 변수정보만 포함하는 것이 아니라 디바이스 구성속성을 가질 수 있는 데 기능함수를 선택한 후 오른쪽 버튼을 눌러 configure 또는 Plug-in메뉴를 선택하여 디바이스의 속성설정을 하였다 그림 8은 LonMaker에서 LonPoint DIO-10 모듈의 Digital Input/Output(온수적산) 기능함수에 대한 프로그인 화면 예이다. 특히 이 화면에서 보면 LonPoint 디지털 출력은 여러 가지 프로그래밍 기능- Direct, Delayed, Toggled, Pulsed, one-shot, Count- 등의 모드를 지원하기 때문에 사용자는 이런 모드를 사용하여 필드디바이스 출력성격을 정의할 수 있다. 본 연구에서는 Count를 선택하여 아날로그 데이터를 얻을 수 있게 하였다. 또한 펄스의 최소한의 지속시간(Debounce)은 50ms로 선택하였다.

LonWorks의 FTT-10A 채널은 Free Topology를 지원하므로 네트워크 형상 구축이 자유로울 뿐 아니라 한 채널 당 64개, 500M(Free Topology의 경우) 또는 2.7km(Bus Topology의 경우)의 거리를 담당할 수 있다. 또한 저렴한 비용의 리피터(repeater)나 라우터(router)를 사용하여 노드의 개수, 제한 거리를 확장할 수 있다.

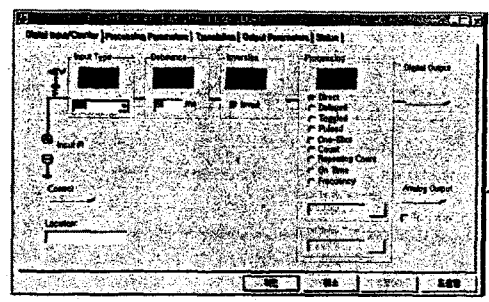


그림 8. 온수적산계량기(디바이스)의 프로그인 화면
 Fig.8 Plug-in display for configuration property of DIO-10(hot water meter)

3.2.2. 검침·감시센터의 구축

검침·감시센터는 중앙처리 장치인 컴퓨터와 LNS(LonWorks Network Service)의 S/W로 구성되어 있다. LonMaker for Windows로 작성된 네트워크 데이터베이스는 상위 MMI/HMI에 LonWorks 네트워크를 모니터링/컨트롤할 수 있는 역할을 한다. 이는 LNS에 있는 LNS DDE Server가 MMI와 데이터베이스를 연결되어 있기 때문이다. LNS DDE Server는 네트워크/서브시스템/디바이스/기능함수/네트워크 변수까지 사용자가 원하는 데이터에 접근하여 Copy Link 또는 Paste Link기능을 이용하여 쉽게 데이터를 읽고 쓸 수 있다. 네트워크와 PC간에는 PCLTA-10이라는 통신 카드를 이용하여 통신하였으며, 이 기능을 편리하게 수행하기 위하여 DDE를 지원하는 AutoBase MMI S/W를 이용하였다. 이 AutoBase 6.25의 MMI는 LNS DDE Server를 이용하여 네트워크 변수 값을 읽고, 쓸 수 있도록 하며 또한 네트워크가 손상되었을 때 복구를 수행하도록 구성하였다. 또한 사용자 편의의 HMI 기능을 가지고 있으며, 사용자 요구에 맞춘 Reporting 및 Printing 기능을 매우 쉽게 수행하도록 하였다. 그림 9은 LNS DDE Server의 화면을 나타낸 것으로 LonMark 오브젝트 A의 NV를 알 수 있는 예를 표시한 것이다.

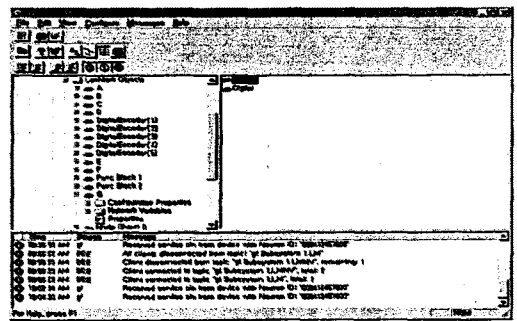


그림 9. 데이터베이스를 위한 LNS DDE Server
 Fig. 9. LNS DDE Server for database

3.2.3 HMI화면

LNS DDE Server에 저장된 원격검침 데이터를 AutoBase MMI S/W로 재구성하여 원격검침에 필요한 데이터를 실시간 사용량 조회, 일일(월) 사용량, 세대별 시간대별 조회, 사용량 아날로그화면 등 용도에 적합하도록 구성하였다.

- (1). 실시간 사용량 조회 화면
 전력, 가스, 수도, 온수, 열량 계량기로부터 각각 검침값을 실시간으로 모니터링한다. 각각의 검침값은 5초(설정변경 가능) 단위로 데이터베이스에 저장되어 향후 과거 경향을 조회할 수 있다. 또한 데이터 버튼을 이용하여 임의로 검침이 가

능하고 데이터 입력 버튼을 이용하여 계량기의 초기값을 강제로 입력할 수 있다. 또한 시간대별로 최대값, 최소값 및 사용량을 기록하도록 하였다. 그림 10은 실험한 시간별 사용량을 나타낸 자료이다.

The screenshot shows a window titled '시간별 사용량' (Hourly Consuming Quantities). It contains a large table with columns for '시간' (Time), '전력량' (Power), '가스량' (Gas), '수도량' (Water), '온수량' (Hot Water), '열량' (Heat), and '열량계' (Heat Meter). The table lists data for various hours throughout the day, showing fluctuations in power and gas usage, while water and hot water usage remain at zero.

그림 10. 시간대별 사용량 (전력량, 가스량, 수도량, 온수량, 열량)
Fig. 10. Screen of hourly consuming quantities

3.2.4 실험결과 및 고찰

본 실험은 빌딩자동제어시스템 뿐만 아니라 공동주택 및 공장의 제어 네트워크 시스템으로 광범위한 사용이 예상되는 개방 지능형 분산제어 시스템인 LonWorks를 구축하는 방법을 제시하는 일환으로 수행하였다. 구축방법에서 제시한 여러 방법을 통하여 프로그램을 별도로 작성하지 않고 매우 쉽게 시스템을 구성하였고 LonWorks 시스템의 새로운 개념들을 실험을 통하여 확인하였다. 특히 LonWorks 시스템은 LonTalk라는 개방된 신뢰성을 가진 통신 방법으로 인하여 원격검침 및 감시에도 매우 우수한 네트워크로 확인되었다.

앞으로 원격감시가 요구되는 전력, 상하수도, 환경, 교통 등에 광범위하게 적용되어 매우 큰 기여가 예상되며 특히 데이터 네트워크 사실상 표준화된 인터넷 및 인트라넷을 통하여 광범위한 온라인 원격 감시도 손쉽게 구축할 수 있을 것으로 예상되어 그 파급효과가 클 것으로 판단된다.

4. 결론

개방·지능형 분산네트워크에 뛰어난 특성을 가지고 있는 에쉬콘사가 개발한 LonWorks 시스템을 빌딩자동제어 네트워크로 사용하기 위하여 그 구축(설계, 설치)방법인 노드 구성방법, 노드간에 논리적 연결을 위한 네트워크 변수 바인딩(binding), 네트워크 상에서의 디바이스의 다운로딩(downloading), LNS를 통한 네트워크 구성방법 및 MMI 구성 등 개방형 지능분산제어 네트워크를 구축에 필요한 새로운 개념을 가진 기술을 제시하고, 개방된 네트워크 상에서 원격검침(전력, 가스미터, 열량미터, 열량계, 온수미터), 조명 제어·감시를 위한 실험장치 구축, 실험 사례연구를 통하여 그 타당성을 증명하였다. 본 연구의 중요한 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 인텔리전트빌딩시스템의 통합화의 제일 문제점으로 대두되었던 빌딩자동화시스템의 폐쇄된 네트워크를 LonWorks 시스템으로 구성하면, 개방·지능분산제어 네트워크로 구축할 수 있음을 확인하였다.
2. LonWorks 시스템의 설계, 설치 및 운용을 위하여 노드 구성방법, 노드간에 논리적 연결을 위한 네트워크 변수 바인딩(binding), 디바이스의 속성설정 네트워크 상에서의 디바이스의 다운로딩(downloading), LNS 톨을 통한 네트워크

구성 및 설계, LNS DDE Server를 통한 HMI 구성방법, 등 개방형 지능분산제어 네트워크를 구축에 필요한 기술을 구체적으로 제시하여 빌딩자동제어네트워크 구축에 직접적으로 활용하도록 하였다.

3. 전력적산, 가스적산, 온수적산, 수도적산, 열량적산계량기를 하부시스템으로 구축하고 LonWorks 네트워크를 통하여 실시간 원격검침 및 MMI 구축을 통한 필요한 데이터를 획득하고, 처리하는 시스템을 구현하여 실험을 통하여 원격검침 및 감시에서도 LonWorks 네트워크가 매우 신뢰성이 있음을 확인하였다. 특히 이 구현 방법은 앞으로 사무소 건물, 공동주택 및 공장의 제어 네트워크 시스템으로 광범위한 사용이 예상되는 개방 지능형 분산제어 시스템인 LonWorks는 Web을 통한 광범위한 원격검침 및 감시시스템 구축하는 기술에도 유용한 자료로 활용될 것으로 판단된다.

(참 고 문 헌)

- [1] Echelon Co., "Neuron C Reference Guide", 1999.
- [2] Echelon Co., "Introduction to the LonWorks System", Version 2.0, <http://www.echelon.com>.
- [3] Echelon Co., "Open System Specification Framework", version 2.0, <http://www.echelon.com>.
- [4] 홍원표, "새로운 open 시스템을 향한 빌딩 자동제어 시스템"
- [5] 홍원표, "빌딩자동제어관점에서 본 인텔리전트빌딩 통합화 방향" 조명·전기설비학회지, Vol. 14, No. 4, pp.13-27, 2000.
- [6] 홍원표, "빌딩자동화시스템", 조명·전기설비학회지, Vol. 12, No. 3, pp.56-66, 1998.
- [7] 이희승외 1인, "LonWorks 기술의 이해", <http://www.echelon.com>.
- [8] 이강석, "LonWorks를 이용한 빌딩전력제어 시스템구축사례", <http://www.echelon.com>.
- [9] 박홍성, 권육현, "산업용 네트워크와 그 응용", 제어·자동화·시스템공학회지, 제2권, 제 4호, pp.4-18, 1996.
- [10] Toshiba co., "CPUs", <http://www.echelon.com>
- [11] Echelon Co., "Neuron C Programmer's Guide", 1999.