

# LonWorks 시스템을 이용한 원격검침 및 조명감시·제어에 관한 연구

(A Study on the Telemetry and Remote Monitoring & Control of Lighting Using LonWorks System)

홍원표\* · 김종대\*\*

(Won-Pyo Hong · Jong-Dae Kim)

## 요 약

본 연구에서는 BAS에서 사용이 확실시되는 Lonworks 네트워크의 새로운 개념과 설계방법을 제시하고 이를 이용하여 원격검침 및 조명 감시제어 실험시스템을 구축하고 실험을 통하여 개방적이고, 상호운용성을 가지는 제어 네트워크로서, 원격검침 및 감시시스템으로서도 매우 신뢰성 있고, 우수한 시스템임을 확인하였다.

## Abstract

This paper proposes 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. 서론

최근에는 분산제어 아키텍처는 생산공장, 플랜트 및 빌딩자동화 분야 등 극히 광범위한 제어 목적으로 사용되고 있으며 그 응용분야가 다양하고 각각의 고유한 요구조건을 만족하기 위해서는 노드를 지능화하고, Peer-to-peer통신 프로토콜을 가진 개방화된 지적분산제어 네트워크가 요구되고 있다. 따라서 최적 시스템 제어를 구성하는 요인은 범용성이 있고

저렴하게 노드를 구성하여 여러 공급자의 기기와 시스템을 통합할 수 있는 고도의 지적분산제어 네트워크를 구성할 수 있어야 한다.

분산제어에서는 노드가 많기 때문에 각각의 노드가 공통적으로 사용할 수 있는 프로토콜을 사용하여 노드를 지능화 하면 최고의 이상적인 시스템을 구축할 수 있다[1,2]. 또한 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 저렴하고 개방된 제어 네트워크 구축이 진제되면 가정, 공장, 프

\* 정회원 : 대전산업대학교 교수

\*\* 정회원 : 대전산업대학교 대학원

접수일자 : 2000년 5월 9일

랜트, 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[3~5].

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.

그러나 최근에 컴퓨터산업에서 일어난 분산화, 네트워크화, open tools화의 장점을 제어 및 자동화 분야에서도 동일하게 실현시킬 수 있는 새로운 네트워크기술의 필요성에 따라 에쉬론(Echelon)사가 LonWorks를 개발하였다[1~3]. 이는 모든 디바이스에 의해 공유되는 프로토콜을 통하여 통신할 수 있는 기술이다. 통신용 트랜시버와 메카니즘이 표준화되어 있고 오브젝트 모델, 프로그래밍과 문제해결도구를 통한 LonWorks 디바이스간의 보다 빠르고 상호운용 가능한 설계 및 구현을 가능케 한다. 또한 LonWorks의 지능분산, 상호운용가능성 및 수평적 구조(flat architecture)는 멀티벤더의 환경을 구축해 주고 시스템 제공자 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[1~5].

이러한 특성 때문에 LonWorks는 빌딩자동화, 공장자동화 분야는 물론 홈 오토메이션 등 넓은 응용범위를 가진다. 작은 시스템으로는 복사기나 자판기와 같은 복잡한 기능을 갖는 기계류에서부터 엘리베이터 제어나, 경비행기의 운항제어 공항의 수화물 처리시스템 제어 등 광범위한 영역에서 사용되고 있다. 특히 최근에는 환경, 에너지분야, 교통 및 철도차량 등으로 응용분야를 확대해가고 있다. LonWorks/LonTalk는 BACnet의 하부LAN으로도 정의되어 있고 국제표준인

IEEE 1473(기차/전동차제어), EIA 709 (제어네트워크), TC347(빌딩자동화), AAR(electro pneumatic train braking) 그리고 SEMI(semiconductor equipment manufacturing)의 표준으로 포함되어 있다. 특히 이 시스템은 1999년 10월 LonWorks 네트워크의 근간이 되는 프로토콜인 LonTalks가 미국표준협회 ANSI/EIA 제어네트워크 표준으로 승인되어 전체 자동제어 표준 프로토콜로 인정받게 되었다. 따라서 이 시스템은 모든 제어 분야로 확대될 수 있는 전기를 마련하였다.

이 기술은 선진국에서는 LonWorks 시스템을 통하여 빌딩자동제어분야의 대모시스템을 개발 중에 있으며 기존 시스템을 대체하기 위한 일환으로 개·보수에 적용한 사례는 있지만 새로운 제어시스템으로 설계 및 설치가 다른 솔루션(solution)과 상이한 점이 많기 때문에 LonWorks 시스템에 범용적으로 적용할 수 있는 디바이스 및 관련 모듈개발에 활발한 연구가 진행되고 있다[7]. 우리나라에서는 빌딩자동제어 계장입체에서 사용을 시작하는 단계에 있으며 이 시스템을 설치하기 위한 연구 및 대모시스템을 제작하여 검증단계에 있다[8]. 따라서 본 연구에서는 에쉬론사가 개발한 LonWorks 시스템을 이용하여 빌딩자동제어 네트워크로 사용하기 위하여 노드 구성방법, 노드간에 논리적 연결을 위한 네트워크 변수 바인딩(binding), 네트워크 상에서의 디바이스의 다운로딩(downloading) 등 개방형 지능분산제어 네트워크 구축에 필요한 새로운 기술을 제시하고 개방된 네트워크 상에서 원격검침(전력, 가스미터, 열량미터, 열량계, 온수미터) · 감시시스템을 구축, 실험사례연구를 통하여 그 타당성을 증명하였다.

## 2. LonWorks 시스템에 의한 빌딩 자동화 시스템의 구축기술

### 2. 1. LonWorks 구성요소

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

역할을 수행할 수 있어 전체적으로 고도의 네트워크 까지 발전시킬 수 있는 특징이 있다.

또한 설정된 네트워크 구성한 후 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 1과 같으며 그 중에 그림 2와 같은 LON용 뉴런 칩(neuron chip)이 포함되어 있다. 이 뉴런 칩 중에 통신에 관계하는 프로그램을 펌웨어(firmware)화된 LonTalks 통신프로토콜이 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.

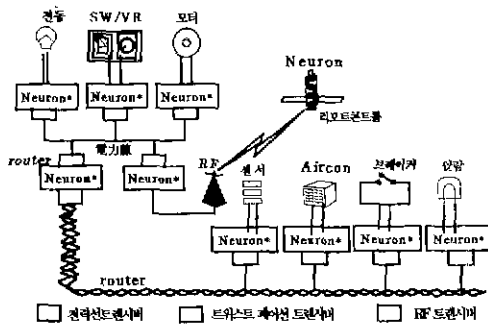


그림 1. LonWorks 네트워크의 노드 구성 개념도  
Fig. 1. Conceptual diagram for node configuration of LonWorks networks

그림 1과 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)
- 통신망운용시스템(LNS: LonWorks Network Services)
- LonPoints 모듈

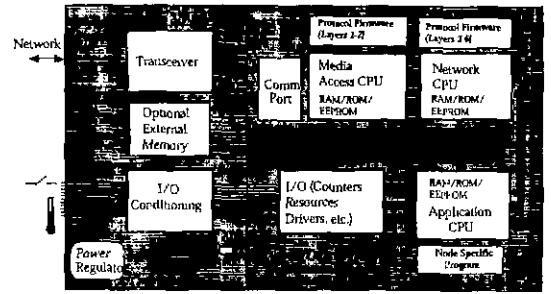


그림 2. 뉴런 칩 구성도  
Fig. 2. Configuration of neuron chip

## 2.2. LonWorks 시스템 설계

▶ 지능형 디바이스의 개발 - 어플리케이션 및 LonTalk 프로토콜 스택을 탑재한 뉴런칩, 전송 매체 (Communication media)와의 통신을 담당하는 트랜시버를 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 모니터링하고 콘트롤, 실제 사용자가 운영하는 과정

### (1) 지능형 디바이스의 개발

LonWorks 네트워크의 가장 큰 특징은 필드 디바이스가 지능과 네트워킹 능력을 가짐으로서 논리적으로 플랫(flat)구조를 갖는다는 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 3은 LON노드의 오브젝트(object)화 개념도를 나타낸 것이다

노드간의 제어신호의 전달은 그림 4에서와 같이 만약 노드 j의 센서 a에서 피 측정대상의 상황은 뉴런칩내의 사용자프로그램으로 데이터 가공 후에 LonTalks 프로토콜에 기초한 통신매체에 송출된다. 노드 j의 뉴런칩은 통신매체상의 신호를 항상 모니터링

하고 있어 자기가 필요한 신호를 검지하면 그곳에 내장된 사용자프로그램을 사용하여 제어 연산하여 조작신호로서 아날로그 신호 b가 조작단에 전송된다.

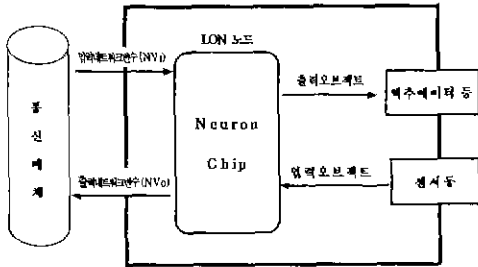


그림 3. LON노드의 오브젝트화  
Fig. 3. Object of LonWorks node

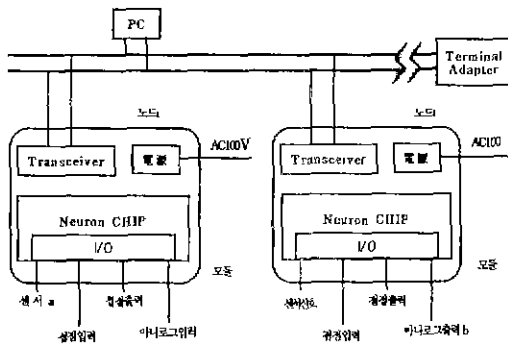


그림 4. LonWorks 시스템의 노드간의 제어 신호 전달 과정  
Fig. 4. Link of control signal among nodes of LonWorks system

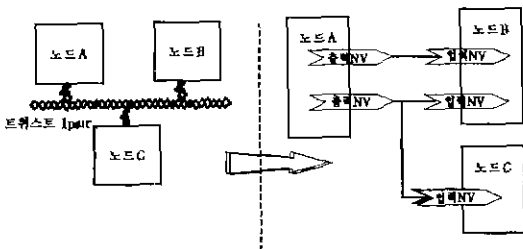


그림 5. 물리적 노드 설치 및 논리적 접속  
Fig. 5. Physical node installation & its logical connection

현재 모듈라와 도시바에서 제공되고 있는 뉴런 칩은 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 상호인식할 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 관리틀을 사용하여 간단히 실행할 수 있다. 그림 5는 물리적인 노드 설치와 논리적인 접속의 개념도를 표시한 것이다. 뉴런칩이 포함된 각 노드는 물리적으로는 TP선로 연결되고 그 매체를 통해 제어정보를 가지고 있는 NV를 논리적으로 접속시켜 노드간을 연결한다. 이렇게 되면 해당변수간에 바인딩(binding)이 이루어지고 두 변수간에 정보교환이 이루어진다.

### (2) 네트워크 구성 및 설치

LonWorks 네트워크 설치의 현장에서의 디바이스 설치, 디바이스간의 논리적 연결 및 내부속성 설정 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.

네트워크 구성은 조금 복잡한 과정일 수 있다. 하지만 이러한 복잡함이 LonWorks 기술의 플랫폼(platform)을 갖춘 네트워크 관리 틀에 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.

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. 론웍스 네트워크 서비스 아키텍처인 LNS는 디바이스 제조업자에게 이런 구성 속성 값을 설정을 위한 통일된 아키텍처를 제공한다. 따라서 플러그인(plug-ins)이라 불리우는 디바이스 속성 설정을 위한 인터페이스가 제공되며 시스템 설계자는 LonMaker for Windows 또는 다른 LNS 기반의 네트워크 구성용 툴에서 이러한 플러그인을 불러내어 서로 다른 밴더의 제품의 속성값을 설정할 수 있는 것이다. 예를 들어 LonMaker for Windows의 경우 해당 디바이스 또는 디바이스의 기능 함수를 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 론웍스 디바이스를 연결하고 이미 계획한 라우터를 적절한 위치에 연결하는 과정이 포함된다. 그 다음에는 각각의 론웍스 노드에게 설정된 구성 속성 정보를 다운로드 시키는데 이를 커미션(commission)과정이라고 부른다. 디바이스의 어플리케이션 프로그램이 ROM에 저장된 것이 아닌 디바이스는 네트워크를 통하여 비휘발성 RAM으로 어플리케이션프로그램 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 Sever가 MMI와 데이터베이스를 연결되어 있기 때문이다. LNS DDE Server는 네트워크/서비스시스템/디바이스/기능함수/네트워크 변수까지 사용자가 원

하는 데이터에 접근하여 Copy Link 또는 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.

## 3. LonWorks 네트워크를 이용한 원격검침 및 조명제어감시 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 메터링을 통하여 계측 및 검출된 데이터를 전송해주는 단말제어장치, 데이터를 원격지까지 전송해주는 통신네트워크 및 수집된 데이터를 처리하는 원격검침·감시 센터 구성된다. 원격검침 감시기술은 통신 기술과 컴퓨터기술의 발달로 인하여 많은 분야에서 다각적으로 이용되고 있다. 최근 무인검침, 공해감시, 전력 및 가스계통의 집중관리, 기상관측 등의 광역 데이터 수집 및 처리시스템 및 국민생활 편익을 위한 무인방범시스템에도 활발하게 이용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 아파트 등의 공동주택, 빌딩 및 공장을 대상으로 개발된 LonWorks 시스템이 설치되면 이 곳의 중요한 검침대상이 되는 전력 적산량, 수도 적산량, 가스 적산량, 열량 적산량, 온수 적산량 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 수집

하여 원격검침과 집중감시 기술을 손쉽게 구축할 수 있도록 그 기반기술을 제공하는 데 목적이 있다. 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 통신매체를 이용하여 원격지에서 자동으로 읽어내고 관리하는 시스템이다. 아파트, 빌딩 및 공장을 상징하여 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 원격 검침 및 감시 시스템을 구축하였다.

### 3.2. 시스템구성

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

- 검침·감시센터 : 검침프로그램을 운영하고 옥내 제어장치로부터 데이터를 수집하며 정기적 또는 비정기적인 감침을 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 6은 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 7은 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 카운터기능

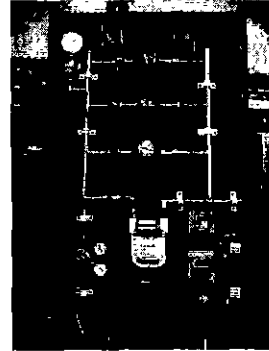


그림 6. 원격 검침용 적산계량기 및 단말제어 실험장치 전경

Fig. 6. View of experiment equipment of telemetry & LonPoint modules

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	
Lon-Point	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	
	최대 전송 거리	Bus topology 2700m(리피터 설치시 확장 가능) Free topology 500m(리피터 설치시 확장 가능)	
계량기 사양	사용가능한 계량기 type	펄스신호 발생용 계량기	
	종류	전력 적산계량기	1pulse/kWh, 대현(220V, 500rev./kWh)
		가스 적산계량기	1pulse/10 l, 대성(최대압력 1000mmAq)
		열량 적산계량기	세화
		수도 적산계량기	1pulse/ 1[][], 금호미터텍
	온수 적산계량기	1pulse/ 1[][], 금호미터텍	
접속대수	5대(확장가능)		



그림 7. 원격검침 및 조명제어 시스템 계통도  
Fig. 7. Systematic Diagram of Telemetry & remote control of lighting

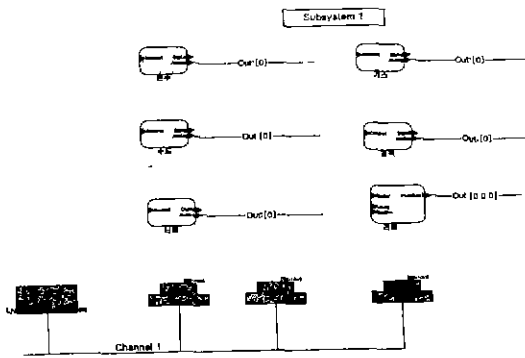


그림 8. DIO-10 LonPoint의 기능함수 설정 화면  
Fig. 8. Setting of Functional Block of DIO-10 LonPoint

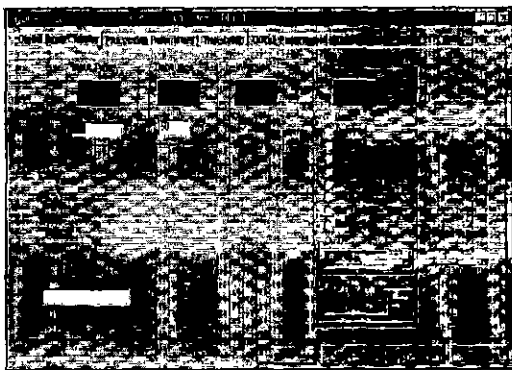


그림 9. 온수적산계량기(디바이스)의 프러그인 화면  
Fig. 9. Plug-in display for configuration property of DIO-10 (hot water meter)

을 지원하고 아날로그 계산/처리함수를 가지고 있어 아날로그 변수처리를 할 수 있고 적산 펄스를 쉽게 출력화 할 수 있다. 이 화면에서 5개의 원격검침량을 실시간으로 기록되게 작성하였으며 조명제어도 화면 상에 표시하도록 하였다. 이 과정은 먼저 LonMaker for Windows 툴로 왼쪽 스텝에서 디바이스 셰이프(shape)를 선택하여 LonPoint DIO-10 디바이스를 드래그 인 드롭으로 화면상에 놓는다. 그림 8은 DIO-10의 기능함수를 정의한 화면이다. 펄스 입력이 5개(온수, 수도, 난방, 가스, 전력)와 전등을 원격 제어할 디지털입력 1개를 포함하여 DIO-10이 3set 소요되었다.

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 기능을 수행할 수 있다.

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 9는 LonMaker에서 LonPoint DIO-10 모듈의 Digital Input/Output(온수적산) 기능함수에 대한 플러그인 화면 예이다. 특히 이 화면에서 보면 LonPoint 디지털 출력은 여러 가지 프로세싱 기능-Direct, Delayed, Toggled, Pulsed, one-shot, Count-등의 모드를 지원하기 때문에 사용자는 이런 모드를 사용하여 펄스디바이스 출력성격을 정의할 수 있다. 본 연구에서는 Count를 선택하여 아날로그 데이터를 얻을 수 있게 하였다. 또한 펄스의 최소한의 지속시간(Debounce)은 50ms로 선택하였다.

### 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 Sever가 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 그림 8의 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 MMI는 LNS DDE Server을 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.

### 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 가능하고 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. 또한 일일사용량과 월간사용량도 시간대별 사용량화면 같이 구성하였다.

구분	전력(Wh)				가스(m³)				수도(L)				온수(L)				열량(kWh)			
	최대	최소	평균	총량	최대	최소	평균	총량	최대	최소	평균	총량	최대	최소	평균	총량	최대	최소	평균	총량
01시	100	50	75	1500	0.5	0.2	0.35	700	10	5	7.5	150	100	50	75	1500	10	5	7.5	1500
02시	120	60	90	1800	0.6	0.3	0.45	900	12	6	9	180	120	60	90	1800	12	6	9	1800
03시	80	40	60	1200	0.4	0.2	0.3	600	8	4	6	120	80	40	60	1200	8	4	6	1200
04시	110	55	82.5	1650	0.55	0.275	0.4125	825	11	5.5	8.25	165	110	55	82.5	1650	11	5.5	8.25	1650
05시	130	65	97.5	1950	0.65	0.325	0.4875	975	13	6.5	9.75	195	130	65	97.5	1950	13	6.5	9.75	1950
06시	150	75	112.5	2250	0.75	0.375	0.5625	1125	15	7.5	11.25	225	150	75	112.5	2250	15	7.5	11.25	2250
07시	180	90	135	2700	0.9	0.45	0.675	1350	18	9	13.5	270	180	90	135	2700	18	9	13.5	2700
08시	200	100	150	3000	1.0	0.5	0.75	1500	20	10	15	300	200	100	150	3000	20	10	15	3000
09시	220	110	165	3300	1.1	0.55	0.825	1650	22	11	16.5	330	220	110	165	3300	22	11	16.5	3300
10시	240	120	180	3600	1.2	0.6	0.9	1800	24	12	18	360	240	120	180	3600	24	12	18	3600
11시	260	130	195	3900	1.3	0.65	0.975	1950	26	13	19.5	390	260	130	195	3900	26	13	19.5	3900
12시	280	140	210	4200	1.4	0.7	1.05	2100	28	14	21	420	280	140	210	4200	28	14	21	4200
13시	260	130	195	3900	1.3	0.65	0.975	1950	26	13	19.5	390	260	130	195	3900	26	13	19.5	3900
14시	240	120	180	3600	1.2	0.6	0.9	1800	24	12	18	360	240	120	180	3600	24	12	18	3600
15시	220	110	165	3300	1.1	0.55	0.825	1650	22	11	16.5	330	220	110	165	3300	22	11	16.5	3300
16시	200	100	150	3000	1.0	0.5	0.75	1500	20	10	15	300	200	100	150	3000	20	10	15	3000
17시	180	90	135	2700	0.9	0.45	0.675	1350	18	9	13.5	270	180	90	135	2700	18	9	13.5	2700
18시	160	80	120	2400	0.8	0.4	0.6	1200	16	8	12	240	160	80	120	2400	16	8	12	2400
19시	140	70	105	2100	0.7	0.35	0.525	1050	14	7	10.5	210	140	70	105	2100	14	7	10.5	2100
20시	120	60	90	1800	0.6	0.3	0.45	900	12	6	9	180	120	60	90	1800	12	6	9	1800
21시	100	50	75	1500	0.5	0.25	0.375	750	10	5	7.5	150	100	50	75	1500	10	5	7.5	1500
22시	80	40	60	1200	0.4	0.2	0.3	600	8	4	6	120	80	40	60	1200	8	4	6	1200
23시	60	30	45	900	0.3	0.15	0.225	450	6	3	4.5	90	60	30	45	900	6	3	4.5	900
합계	2800	1400	2100	56000	140	70	210	5600	280	140	210	5600	2800	1400	2100	56000	280	140	210	5600

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

#### (2) 실시간 사용량 그래프 및 아날로그 화면

현장에서 얻은 데이터를 실시간으로 디지털 값과 아날로그 양으로 나타나도록 구성하였다. 그림 11은 가스량, 전력량, 온수량, 수도량, 열량의 각각을 아날로그값과 그래프로 나타낸 화면이다.

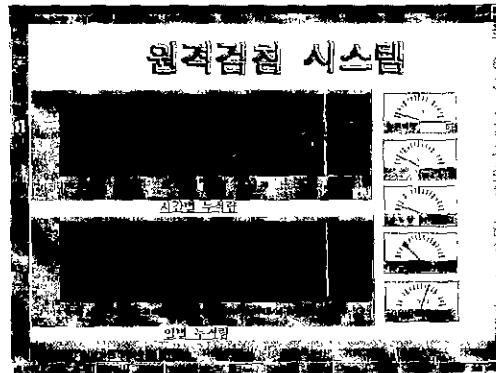


그림 11. 실시간 트렌드 및 아날로그 값  
Fig. 11. Trend graph & analogy values based real time

#### (3) 조명제어 · 감시실험

특정장소의 조명제어를 위하여 LonWorks 네트워크를 이용한 스케줄 제어가 가능하도록 시스템을 구성하여 실험하였다. 이 시스템은 아주 간단하게 구성될 수 있으며 또한 이 제어는 중앙감시 · 제어 장치 화면에서 네트워크를 통하여 제어 및 감시가 가능하도록 구성하여 실험하였다.

### 3.2.4. 실험결과 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 사



실상 표준화된 인터넷 및 인트라넷을 통하여 광범위한 온라인 원격 감시도 손쉽게 구축할 수 있을 것으로 예상되어 그 파급효과가 클 것으로 판단된다.

### 5. 결론

개방·지능형 분산네트워크에 뛰어난 특성을 가지고 있는 에쉬론사가 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 다운로드(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), 조명제어·감시를 위한 실험장치 구축, 실험 사례연구를 통하여 그 타당성을 증명하였다. 본 연구의 중요한 결론을 요약하면 다음과 같다.

(1) 인텔리전트빌딩시스템의 통합화의 제일 문제점으로 대두되었던 빌딩자동화시스템 폐쇄된 네트워크는 LonWorks 시스템의 이론해석, 설계, 설치 및 실험연구를 통하여 얻은 결과를 고려할 때 개방·지능분산제어 네트워크인 LonWorks로 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 다운로드(downloading), LNS 틀을 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 광범위

한 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., " Introduction to the LonWorks System", Version 1.0, <http://www.echelon.com>.
- [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 시스템구축 사례" <http://www.echelon.com>.
- [9] 박홍성, 권옥현, " 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.
- [12] Echelon Co., " Neuron C Reference Guide", 1999.

### ◇ 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 대전산업대학교 제어계측·건축설비공학부 교수

#### 김 종 대

1957년 9월 20일생. 1989년 대전산업대학교 금속공학과 졸업. 2000년 현재 대전산업대학교 대학원 건축설비공학과 석사과정 수료. 개릉건설 기획관리실 차장.