



제어네트워크 중심의 구현

건축설비공학과 교수>

1 서론

빌딩관리시스템의 새로운 요구는 무엇인가? 건물주는 도입 및 유지보수비, 에너지사용에 드는 비용이 저렴한 시스템을 사용자는 경비가 저렴하면서도 쾌적한 환경과 다양한 부가서비스가 제공되는 시스템을 원할 것이다. 또한 환경규제와 관련하여 자원절약 및 CO₂ 저감 등은 매우 중요한 사항으로 부각되고 있다. 현재 빌딩 관리시스템은 최근 방송, 컴퓨터, 영상, 음향, 가전 등 전기통신 분야와 미디어간의 상호 교류가 이루어져 정보기반을 구성하는 요소기술의 급격한 발달과 여러 분야에서의 미디화 기술통합에 의하여 변화 속도가 너무 빨라 계획시 최신 시스템인 경우도 곧바로 진화될 정도이다. 전기설비에 관계된 우리 기술자들은 눈부시게 발전하는 기술을 흡수하여 건물관리와 운용에 관한 설비와 효과적인 시스템에 대응할 필요가 있다. 건물의 관리시스템은 (1) 경영에 관한 관리, 자산 운용에 관한 관리, 테넌트 광열비 등 청구관리, 설비의 유지관리에 관한 관리 등 운용메니지먼트 시스템 (2) 전기설비, 공조설비, 위생설비, 승강기 설비 등 빌딩설비에 관한 관리 시스템 (3) 출입자관리 방법설비 등 방법시스템 (4) 소방설비, 재난관리 시스템 등 방재시스템 (5) 인터넷 발달에 힘 입어 빌딩의 관리가 시간과 공간을 초월한 빌딩 원격관리시스

템의 활성화 등 각 시스템간 상호 유기적으로 연결되어 고도의 서비스를 요구하고 있다. 이 시스템과 기기류를 상호 접속하려면 인터페이스를 설치하거나 상호 시스템 조정에 상당한 노력이 필요하였다. 또한 비용도 엄청나게 들 뿐 아니라 유지보수에도 지장을 초래하고 있다. 따라서 이렇게 복잡하게 연결된 각 시스템을 쉽게 접속할 수 있고 확장성이 풍부한 관리시스템이 필요하다. 또한 인터넷의 비약적인 발전으로 표준 프로토콜인 TCP/IP가 일반화되어 빌딩내 인트라넷을 쉽게 구축할 수 있게 되었다. 사내 인프라 활용을 추진하고 빌딩자동화시스템(BAS)와 빌딩관리시스템(BMS)에도 적용할 수 있는 개방형 솔루션의 발전을 촉진 시켰다. 즉 기존 건물자동제어 시장이 공급자 중심의 폐쇄적이고 수동적인 구조였다면 이제부터 도래하는 시스템은 수용자 중심에선 개방형 구조의 능동적인 구조가 될 것이다. 그렇다면 어떤 기술이 이러한 궁극적인 목표를 달성시켜 줄 수 있는 솔루션이 될 것인가? 적어도 아래사항을 만족시키는 것이어야 할 것이다.

- 서브시스템간 막힘 없이 통합제어 구성이 가능한 솔루션
- 지능형 디바이스에 대한 분산제어가 가능한 솔루션

- 통합관리, 군관리, 원격관리가 용이한 솔루션
- 그리고 개방형 기술에 의해 실질적으로 다양한 제품과 다양한 업체가 보장되는 솔루션

현재 이러한 사항을 만족시키는 솔루션으로 BACnet(Building Automation and Control Network)과 LON(Local Operating Network), EIB, CEBus 및 CAB 시스템 등 개방네트워크가 매우 광범위하게 보급되고 있다. 이 개방시스템은 공급자에 상관없이 각 시스템과 기기를 쉽게 접속할 수 있고 그 네트워크 구성도 용이하며 확장성이 풍부함으로 신축 뿐 만 아니라 증개축, 리뉴얼에도 최근 주목 받고 있다. 따라서 본고에서는 빌딩관리시스템의 표준화와 현재의 동향, 개방 네트워크의 선택기준, 특히 빌딩 제어네트워크로 최근 각광을 받고 있는 LonWorks 네트워크의 설계방법에 대하여 기술함으로써 전기설비 기술자에게 제어네트워크의 중요성과 역할을 이해하는 데 조그만 기여가 될 수 있기를 기대해 본다.

2. 개방형 통신망

네트워크시스템은 개방형 관점과 사용환경관점에서 크게 2가지로 분류할 수 있다. 개방형 관점에서는 개방형 네트워크와 폐쇄형(closed)네트워크로 나눌 수 있으며 전자는 모든 사람에게 통신 규약을 공개하여 누구라도 통신망을 쉽게 구축 또는 제작할 수 있게 한 네트워크이며 TCP/IP, MAP, Profibus, FIP, LonTalks, EIB, CEBus 및 CAB 등이 있으며 이들은 국제 표준규격에서 제안한 7계층 구조인 OSI(Open System Interconnection)구조 혹은 그 일부를 가지고 있다. 폐쇄형 네트워크는 기기의 제작자들이 기기간의 프로토콜을 공개하지 않고 자기들이 제작한 기기만을 사용한 네트워크를 말하며, 타

업체들이 통신망에 접속하기 위해서는 추가적인 비용과 시간이 소요되거나 접속이 불가능한 경우가 많다.

지금까지 구축된 국내의 생산현장 및 빌딩제어분야의 대부분이 수많은 정보의 고립자들로 구성되어 생산과 빌딩관리정보 등이 원활한 교환이 이루어지지 못하고 있다. 빌딩제어 기기들 사이의 데이터 교환이 원활치 못한 이유는 통신을 염두해 두고 시스템을 구성하지 않았거나 통신을 할 수 있는 기기가 있다하더라도 서로 다른 통신 규약을 채택하거나 폐쇄형 통신규약을 채택하여 연결을 어렵게 하기 때문이다. 이는 빌딩관리비용과 지능형 빌딩으로서의 역할을 잘 수행하지 못하는 것이다. 따라서 개방형 네트워크가 필수적이다. 개방형 네트워크는 네트워크상의 모든 스테이션들의 연결성과 서로 다른 제조업체들의 장비간의 응용프로그램의 상호운용성(interoperability)과 응용프로그램의 이식성 보장을 주므로 많은 장점이 있다. 따라서 선진국에서의 필드버스와 같은 통신 기술을 기반으로 하여 H/W와 S/W가 개방형구조를 가진 시스템을 연구중이며 개발이 완료되었다. 대표적인 네트워크로서 BACnet과 LonWorks가 있다. 이러한 개방형구조를 가진 시스템은 다수 업체들의 H/W나 S/W를 적절하게 이용할 수 있도록 항상 일정한 인터페이스방법을 사용자에게 제공하여 주기 때문에 쉽게 구축할 수 있고 생산성과 쾌적성을 향상 시켜준다 [16]. 최근 개방 시스템이란 용어는 여러 산업분야에서 다른 규약으로 사용되고 있다. 빌딩오토메이션의 개방화를 논함에 있어서 그 정의를 명확할 필요가 있으며 미국의 컨설팅회사의 Teng & Associate사는 오픈 시스템을 아래와 같이 정의하였다.

- (1) 집중감시·제어에 관해서 조작이 간편하여 정보의 접근(access)이 용이할 것(인터넷 포함)
- (2) 복수개의 서버 시스템을 연결 운전하여 운용효율이 높을 것
- (3) 라이프사이클 코스트를 저감할 수 있을 것

기술해설

- (4) 신규프로젝트의 시행과 시스템 업그레이드에서 경쟁입찰이 가능 할 것
- (5) 제품과 서비스에 있어서 단일 기업의 사양으로 제한되지 않을 것
- (6) 게이트웨이를 사용하지 않고 멀티벤더의 제품을 통합할 수 있을 것
- (7) 게이트웨이의 사용 없이 멀티·서브 시스템을 통합할 수 있을 것
- (8) 기존시스템에 악 영향을 주지 않고 최신 기술을 도입할 수 있을 것
- (9) 유지관리 및 보수가 간단할 것
- (10) 선택범위가 클 것

이것은 기술적인 측면보다는 사용자가 향유할 수 있는 장점 측면에서 정의한 것이다. 개방시스템을 기술적인 측면에서 고찰하면 막힘 없이 통합된 제어시스템을 구축하는 것은 그 시스템내의 컴포넌트들 뿐만 아니라 주변시스템과 컴포넌트들이 상호운용가능(Interoperability) 해야함을 필요로 한다. 상호운용성이란 다른 벤더의 심지어는 다른 산업분야의 제품들이 게이트웨이나 프로토콜의 변형 없이 정보를 교환할 수 있는 것을 말한다. 이러한 상호운용성은 디바이스들간의 커뮤니케이션, 설치, 통신트랜시버, 오브젝트 모델, 그리고 관리 및 문제해결의 도구를 포함하여 시도해야한다. 또한 개방형 통신망은 통신 프로토콜을 탑재한 장비들이 서로 다른 업체에서 개발되었을 경우 이들간에 호환성이 보장되는 가를 객관적으로 검증하고 이를 인증해주는 제도가 뒷받침 되어야한다. 이러한 제도를 활성화하기 위해서는 호환 테스트를 수행할 수 있는 틀이 공개되어야한다. 빌딩자동화의 개방화에 종합적으로 요약하면

- 개방 통신 프로토콜 : 신뢰성과 개방성
- 상호동작성(Interoperability) : 다른 벤더 및

다른 산업분야의 제품들이 게이트웨이나 프로토콜 변형 없이 정보 교환의 가능성.

- 오브젝트(object) 모델 : 네트워크의 구성의 용이성
- 설치, 유지보수 도구(tool)의 표준화
- API(application program interface) 등을 들 수 있다.

3. 개방형 및 표준네트워크의 종류 및 특성

빌딩자동화 시스템에 사용되고 있는 개방형 또는 표준 네트워크의 종류에는 BACnet, LonWorks, EIB, CEBus 및 CAB 등이 있다. BACnet(Building Automation and Control Network)은 빌딩자동화를 위하여 개발된 전용 네트워크로 ASHRAE에 의하여 1995년 규격이 발표되었고 같은 해 ANSI 표준으로 등록되었다. BACnet는 1999년 12월에 빌딩자동화 네트워크의 KS 표준으로 등록되었고(KS X6909) 현재 유럽 CEN 표준으로 등록되었다. 현재 ISO에서는 이 네트워크를 빌딩 자동제어 통신망의 국제표준으로 제정하기 위한 작업이 진행되고 있다.

에쉬론(Echelon)사가 범용제어시스템을 위한 네트워크로 Lonworks를 개발하였다. 이는 모든 디바이스에 의해 공유되는 프로토콜을 통하여 통신할 수 있는 기술이다. LonWorks에서는 뉴런칩이라고 명명된 저비용의 LSI를 각종센서 스위치, 액추에이터(보일러, 팬, 밸브, 모터 등)에 분산배치하고 그들을 접속하여 제어네트워크시스템을 구축한다. 통신 매체로는 트위스트 페어선, 전력선, 동축케이블, 광파이프, 무선, 적외선, 등의 다양한 미디어를 이용할 수 있고 신설, 기존설치를 불문하고 모든 오토메이션 요구에 대응할 수 있다. 뉴런칩은 다양한 제어기능, LonTalks라는 통신기능이 미리 내장되어 있어 복잡

한 제어망을 단시간에 구축할 수 있다. 또 뉴런칩을 내장한 센서, 액추에이터, 컨트롤러는 모두 공통된 LonTalks 프로토콜로 통신하기 때문에 시스템 개방성이 보증된다. 통신용 트랜시버와 메카니즘이 표준화되어 있고 오브젝트모델, 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 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. LonWorks 기반의 제품을 생산하고 사용하는 업체간의 모임인 LonMark가 협회는 디바이스 인터페이스에 관한 표준을 만들고 이를 따르는 제품에 대하여 인증을 해주고 있다.

그밖에 빌딩자동화용 개방형 네트워크로는 유럽에서 빌딩 및 주택자동화용 네트워크로 개발되어 개방형 프로토콜로 널리 사용되고 있는 EIB(European Installation Bus), 미국에서 주택자동화용 네트워크로 개발되어 ANSI 표준으로 채택된 CEBus, 캐나다에서 빌딩자동화용 네트워크로 개발되어 자국의 표준으로 채택된 CAB(Canadian Automated Building) 프로토콜 등이 있으나 아직은 BACnet과 LonWorks에 비하여 국내에서는 널리 보급되어 있지 않다.

4. 개방형 네트워크와 표준네트워크

개방형 통신망은 앞에서 정의한 바와 같이 서로 다른 제조업체의 장비들간에 상호운용성이 보장되는 통신 네트워크를 말한다. 여기서는 특정회사 또는 단체

가 통신망 규격의 개발을 완료한 후 컨소시엄 구성을 통하여 규격을 보급 및 관리하는 통신망도 포함 될 수 있다. 이러한 경우에는 비로 규격이 개방되어 있다 하더라도 통신 프로토콜 제품의 공급업체가 몇몇 특정업체로 국한되어 있어 빌딩자동제어 장비 개발자는 규격을 개발한 특정업체의 기술적 지배에서 완전히 벗어날 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 즉 빌딩사용자는 자동제어공급업체에게 기술적인 종속 상태를 벗어날 수 있으나 자동제어설비 공급업체는 통신망 기술을 제공하는 특정업체에 기술적으로 종속될 수 있다. 이에 반하여 표준통신망이란 비영리를 추구하는 국제 및 국가 표준 공인 기관에서 규격을 개발하여 보급하는 통신망을 말한다. 표준 통신망제정과정은 개발단계부터 규격이 공개되어 여러 단계의 전문가 투표과정을 거쳐 최종규격으로 확정된다. 개발이 완료된 규격은 국제 및 국가 표준공인 기관에서 관리하며 이러한 규격은 모든 사람에게 공개되어 누구라도 규격에 부합하는 제품을 개발할 수 있다. 따라서 빌딩자동화 시스템의 진정한 개방성은 표준통신망 채택을 통하여 이루어질 수 있다.

5. 개방형 네트워크 선택기준

개방형 네트워크에는 여러 종류가 있으며 하나의 통신망이 모든 빌딩에 적용되는 만능의 솔루션은 기대할 수 없다. 따라서 사용자와 공급자는 개방형 인프라를 이해하고 이를 모든 제어기능에 적용할 줄 아는 것이 완벽한 빌딩시스템을 구축하는 데 중요하다. 또한 빌딩제어에 포함되는 각각의 서브시스템간의 장벽을 없애는 것도 중요하다. 즉 전체시스템을 물리적으로나, 논리적으로도 동일한 인프라를 갖게 하는 것이 개방형 빌딩제어의 핵심이 된다. 이 경우 전체 빌딩은 한 개의 제어 인프라에 의하여 제어된다. 표준화된 배선 규격이 모든 디바이스로 하여금 쉽게 통신 매체

에 접근, 연결될 수 있게 하고 사용자가 이러한 디바이스를 쉽게 사용할 수 있도록 네트워크 서비스가 제공된다. 이러한 네트워크 서비스 아키텍처는 여러 벤더가 쉽게 디바이스와 소프트웨어를 개발할 수 있도록 표준화된 아키텍처를 제공한다. 이렇게 표준화된 네트워크 서비스, 네트워크 툴을 개발함으로써 정보 교환이 이루어지는 어플리케이션 레벨의 표준이 쉽게 형성된다. 빌딩시스템은 매우 복잡, 다양한 요소를 가지고 있어 개방형 네트워크의 선택기준을 단적으로 제시할 수 없으나 본 절에서는 사용자 공급자가 빌딩 자동화 네트워크를 선택하는 경우 중요하게 고려해야 할 사항들에 대하여 기술한다.

■ 지능형 디바이스 개발, 네트워크 구성 및 유지관리 의 용이성

- 지능형 네트워크 배선/ 연결이 이루어질 것

빌딩전체에 대한 개방형 제어시스템은 지능형 배선을 요구한다. 사용자는 쉽고 빠르게 시스템 설치를 희망할 것이고 추후 시스템 변경이나 모듈 추가가 보다 용이한 시스템을 원할 것이다. 게이트웨이나 고립된 서브시스템 사용은 이러한 지능형 배선을 하는 데 불편함을 초래하게 할 것이다. 이를 위하여 빌딩전체를 기능적으로 분석해보고 배선에 대한 전략을 수립하는 것이 필요하다. 노드의 분산을 통하여 네트워크 구성, 유지관리 및 리모데링 등 다각적인 관점에서의 검토가 필요하다.

- 표준화된 네트워크 관리

표준화된 네트워크 관리란 필요한 네트워크 서비스를 제어 인프라에게 제공되는 것을 말한다. 이러한 표준화된 서비스는 여러 벤더가 여러 가지 툴을 사용할 수 있게 해주며 더더욱 중요한 것은 이러한 동일한 기

반의 다양한 툴이 네트워크데이터를 공유할 수 있음을 의미한다.

- 표준화된 네트워크 툴

네트워크 툴이란 HMI, 데이터로거 등을 비롯하여 시스템 전반적으로 사용되어야 할 네트워크 관리 툴을 의미한다. 즉 다양한 네트워크 관리 툴 선택이 가능하고 디바이스 플러그인 소프트웨어를 쉽게 사용할 수 있는 그러한 툴을 선택하는 것이 중요하다.

■ 실 시간성의 보장

실 시간성은 제어네트워크에 전송속도 및 전송거리는 매우 중요한 요소이다. 전송 속도와 전송거리는 매우 밀접한 상관관계를 가지고 있다. 통신망 성능을 결정하는 데이터의 시간지연은 통신망내의 트래픽부하에 의하여 결정된다. 실시간을 보장하기 위하여 종단간 데드라인(end-to-end deadline)을 만족해야한다. 만약 종단간 데드라인이 만족되지 못했을 경우 제어 네트워크상에 심각한 결과를 초래 할 수 있다. 종단간 데드라인은 한 노드의 응용 프로세스가 어떠한 동작을 요구하는 시점부터 요구받는 응용프로세스가 요구된 동작을 최하는 시점까지를 의미한다. 종단 데드라인을 보장하기 위해서는 스케줄링(scheduling)이 중요하다. 물론 네트워크로 연결된 분산 실시간 시스템 내에서 고려되어야 함으로 네트워크 프로토콜이 또한 중요하다. 스케줄링은 하나의 공유자원을 여러 요구자에게 각 요구자의 시간 제한 조건을 만족시키면서 할당하는 것으로 정의 할 수 있다. 대부분 비실시간 시스템의 경우에는 스케줄링의 주목적이 시스템의 응용프로세스를 수행시키는 데 요구되는 전체 시간을 최소화하는 것이다.

반면 분산 실시간 시스템에서의 주목적이 개개의 응용프로세스의 시간제한 조건을 만족시키는 것이다.

특히 분산 실시간 제어시스템의 경우에는 응용프로세스들이 네트워크를 통해서 영향을 주기 때문에 각 노드내에서 응용프로세스 들에 대한 스케줄링 뿐 만 아니라 네트워크 자원에 대한 스케줄링도 매우 중요하게 고려 되어야한다. 분산실시간 시스템의 응용프로세스와 네트워크에서 모든 시간제한 조건을 만족시키기 위해서는 일반적으로 사전 스케줄링이 필수적인 것으로 받아드려지고 있다[]. 따라서 통신망 선정시 트래픽 부하에 예상되는 데이터 지연에 대한 정밀한 평가가 요구된다.

■ 설치 및 운용비용

개방형 네트워크 선정시 중요하게 고려되어야 할 사항은 설치 및 운용비용이다. 이 비용은 칩, 보드, 소프트웨어 레벨 및 리피터, 라우터, 게이트웨이의 통신 장비가격, 배선비용, 시스템 통합비용, 사후 유지 관리 비용 등이 모두 고려되어야한다. 제어모듈은 빌딩내 제어포인트 개수 및 특성을 고려하여 이를 저 비용으로 수용할 수 있는 다양한 모듈들이 사용할 수 있어야 하고 전송속도 증가에 따라 전송거리가 단축되는 경우 여기에 소요되는 리피터 가격도 고려하여야 한다. 라우터는 빌딩내의 통신망구성에 따라 고려되어야하며 개방형네트워크 구성비용에 요구되는 마지막 하나가 게이트웨이이다. 게이트웨이는 기존의 폐쇄적이고 고립적인 아키텍처를 갖는 시스템을 개방형 네트워크로 통합시키기 위하여 마지막 보루로 사용하는 디바스 임을 분명히 하여야 한다.

■ 빌딩의 준관리 및 원격관리 실현

빌딩관리는 저비용으로 고도의 서비스를 창출하여야한다. 이를 위하여 빌딩내의 다양한 통신망과의 연계는 물론 IBS의 중요한 요소인 OA 및 TC와의 통합

운전관점이 핵심사항으로 부각되고 있다.

현재 인터넷의 비약적인 발달로 이제 건물도 인터넷을 통한 제어, 데이터교환 및 감시 등이 자유롭게 이루어 져야한다. 빌딩내부에 설치된 LAN 및 다른 통신망과도 연동 및 통합이 중요한 사항으로 등장하고 있다. 또한 WAN과 MAN 등 외부 통신망과도 연계도 또한 현실화되고 있다. 따라서 건물내부에서의 인터넷 기반 제어 실현은 물론 건물군 관리 및 공간과 시간을 초월한 빌딩 원격관리도 고려된 네트워크를 선정하여야 한다. 이는 물론 개방형 제어 네트워크가 세계적으로 표준화 것을 선택해야하고 Ethernet과의 통합의 용이성 및 다양한 매체와의 연계운전도 경제적으로 실현되어야한다.

■ 개발 환경

빌딩자동화 및 제어 장비를 생산하는 업체는 이러한 제품을 개방형 네트워크에서 운전되도록 가이드라인에 맞추어 개발되어야한다. 즉 디바이스 개발시에는 물론 제품에 대한 하드웨어 설계도 중용하지만 네트워크상에서 그 디바이스가 수행하는 인터페이스도 그에 못지 않게 중요하다. 이는 디바이스 개발 관련 툴을 용이하고 저렴하게 공급되어야하고 디바이스 인터페이스 정보를 개발업체는 공유할수 있어야한다. 또한 시스템 구성 및 통합을 위한 일관된 툴을 제공해야한다. 이는 네트워크를 구성하고 설치라는 툴 뿐만 아니라 운용자용 모니터링/ 콘트롤 툴을 작성하는 다양한 방법을 제공하여야 한다.

■ 호환테스트 및 인증 절차

개방형 네트워크 환경 하에서 같은 규격을 가지고 제품을 생산하는 경우에도 제조업체가 서로 다른 경우 상호 운용성이 보장되지 않은 경우가 있다. 따라서

디바이스간의 인터페이스 표준에 대한 가이드라인을 만들고 이를 따르는 제품에 대한 검사를 거쳐 인증을 해 주어야한다. 이러한 인증절차는 개방형 네트워크에서 매우 중요하며 개발환경의 용이성을 위한 틀 뿐만 아니라 인증을 위한 가이드라인의 개방성 및 인증 절차의 간편성 및 비용 등을 검토할 필요가 있다.

6. LonWorks 시스템 구축 요점

6.1 LonWorks 시스템의 개요

LonWorks는 Echelon 사가 창안하고 제안한 제어용 네트워크 시스템으로 제어나 감시가 모든 부분에 적용할 것을 전제로 설계되었다. LonWorks는 건축설비의 감시, 제어를 담당하는 빌딩오토메이션의 오픈 네트워크 기술중위 하나이다. LonWorks의 실제 통신규약을 LonTalk라고 한다. LonTalk는 필드 네트워크의 일종으로 통신속도, 패킷 길이로 볼 때 로

컬측 공조기 제어에 사용에 용이한 네트워크라 판단된다. Profibus, CAN, Interbus-S 등과 같은 기존 필드버스가 OSI 1,2,7 Layer를 커버하는 데 비해 LonWorks는 OSI 1-7 모든 계층을 커버하는 개방형 프로토콜로서 건물자동화, home 자동화 및 산업 자동화 등에 응용되고 있으며 그 중요성이 확산되고 있다. LonWorks가 다른 필드버스와 구별되는 점은 현장에서 제어 네트워크를 구성하는 데 필요한 모든 요소는 물론이고 일관된 네트워크 관리 솔루션 까지 갖춘 제어용 네트워크라는 것이다. 또한 프로토콜 자체가 이미 뉴런 칩(Neuron chip)에 Firmware 형태로 포함되어 있기 때문에 디바이스 개발자는 LonTalk 프로토콜의 자세한 패킷 규격에 대해 모르 고서도 어플리케이션 프로그램을 쉽게 짤 수 있는 특징이 있다. 이 통신 소프트웨어가 내장된 노드상호간을 전용 툴(LonMaker for Windows)을 이용하여 바인드해 비교적 쉽게 네트워크를 구성할 수 있다. 무엇보다도 OSI 7개 층을 모두 사용하는 LonWorks

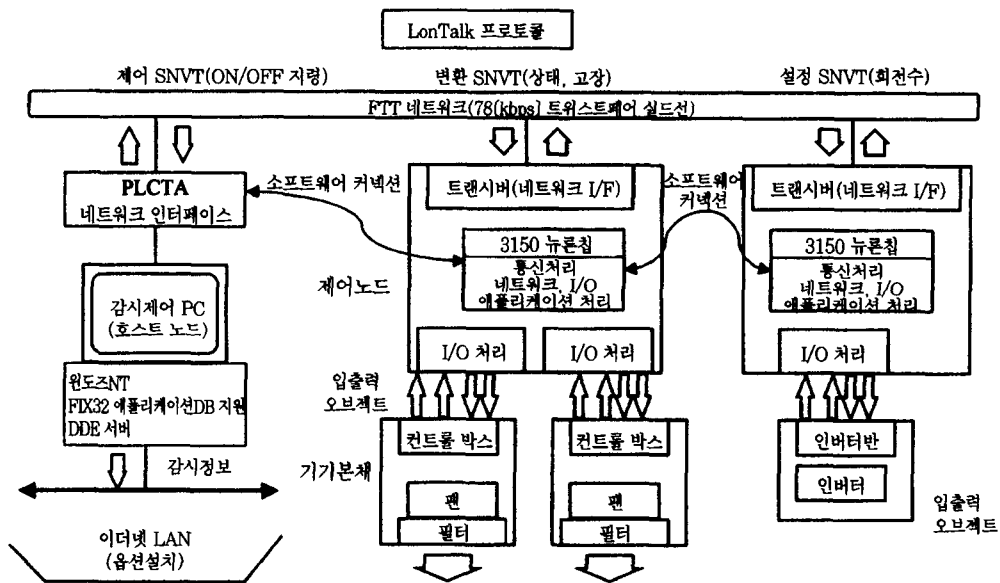


그림 1. LonWorks 네트워크시스템 개념도

는 i·LON 서버를 이용하여 인터넷에 쉽게 연결되어 인터넷을 통한 감시제어가 가능하다는 장점을 가지고 있다.

그림 1은 LonWorks 네트워크 제어시스템의 개념도를 나타낸 것으로 각 제어노드는 네트워크 인터페이스 회로, 처리부분, 신호증폭부분으로 구성된다. 처리부분에는 통신프로그램, 프로세스입출력을 처리를 하는 Echelon사의 뉴런칩을 사용해 제어노드의 인텔리전트를 도모할 수 있다.

6.2 시스템 구축 요점

이 설계공정에서 특징적인 내용은 하드웨어 구성부분의 ① 기능분담 ② 부하분담 ③ 위험분산 ④ 네트워크 구성 4가지다. 시스템 구축으로 여기에는 관이 포

인트 10,000 포인트에 해당, 상위 계통에 이더넷 TCP/IP를 하위계통에 LonWorks로 한 경우를 대상으로 소개한다.

6.2.1 상위 계통 : 이더넷 TCP/IP 백본

대규모 LonWorks 분산형 제어시스템 구성의 기본 개념은 크게 2가지시스템으로 구성할 수 있다.

- TP/XF-1250 및 FTT-10A channel로 구성
- TP/LonTalk Router 및 FTT-10A channel로 구성

먼저 고속통신용으로 1.25(Mbps) 백본 케이블인 TP/XF-1250 channel을 기본으로 하고 각층은 78(Kbps) 용 FTT-10(A) channel로 연결하는 시스템 구성이다. 그림 와 같이 일반감지기 등의 단말기기는 FTT-10A channel로 구성하고 이 channel를

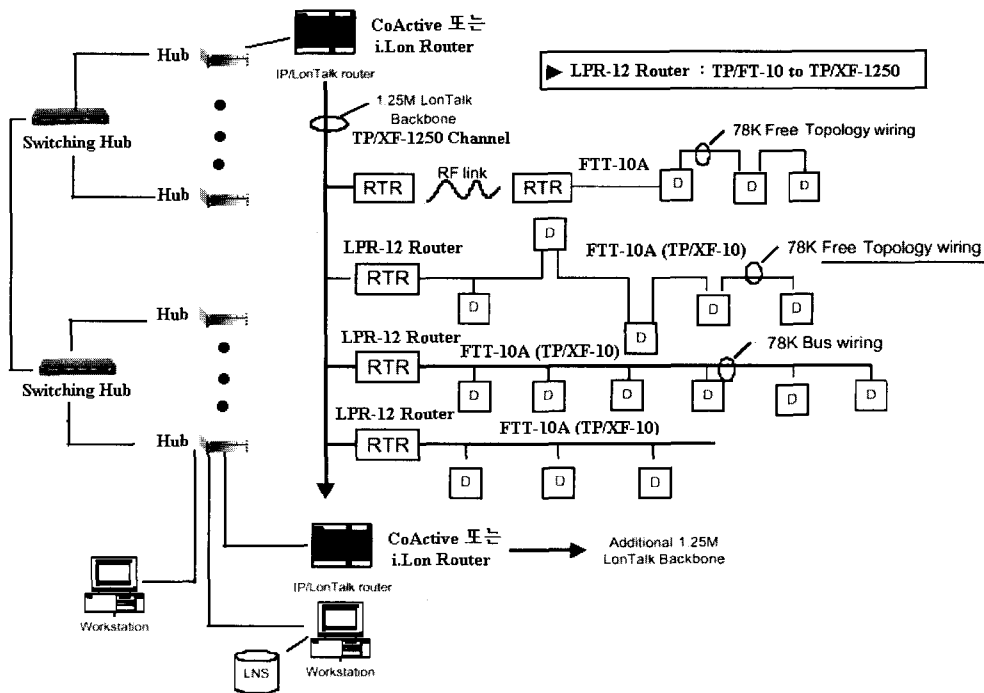


그림 2 TCP/IP를 백본으로 한 빌딩자동화시스템 설계 개념도

기술해설

백본인 TP/XF-1250 Channel 연결시 LPR-12 Router를 사용한다. 백본 케이블간의 연결 확장은 LPR-15 Router를 사용한다. 두 번째 시스템 구성은 고속 통신용인 10(Mbps) Ethernet을 백본 케이블로 하고, 최종 local 채널은 1.25(Mbps) Cable인 TP/XF-1250 channel에서 다시 78(Kbps) 용 FTT-10A 로 연결하든지 아니면 규모에 따라서 Local 채널 구성을 FTT-10(A)로 만으로도 구성할 수 있다. 여기서 TP/XF-1250 channel의 연결은 IP/LonTalk router인 i·LON을 사용하여 구성한다. Ethernet 백본 케이블은 빌딩자동화시스템을 위하여 LonWorks 전용시스템을 구성하는 방법과 사내에 구축된 OA LAN을 사용하여 구성하는 방법이 있다. 전용시스템 구성은 몇 개의 층마다 소용되는 Ethernet 10Base-T Port를 계산하여, 12-24Port용 switch Hub를 층 별로 두어 여기에 IP/LonTalk Router 연결하며 스위치 Hub간은 UTP 케이블 또는 optic cable로 연결한다. 이 방식은 전용망으로 구성됨으로 대역폭을 확보할 수 있어 통신부하가 크게 발생해도 데이터를 정해진 시간내에 송수신할 수 있어 시스템의 안정화에 기여할 수 있는 장점이 있다. 그림 2는 대규모 건물에 적용할 수 있는 TCP/IP를 백본으로 하는 빌딩자동화 시스템의 개념적인 설계안이다.

(1) 중앙감시측 상위계통기기를 다음 3가지 기능으로 정리하고 시스템 규모와 용도에 따라 경제성이 뛰어난 기기구성을 설정해 정리한 기능을 구성기기마다 배당하고 그 구성기기의 시방(사용환경, 처리속도, 처리방법, 기억용량, 대수)을 결정한다. 단, 기능분담에 따른 구성과 기기의 인수의 범위는 관리포인트, 노드규모에 따라 다르다.

1) 데이터를 실시간으로 처리하는 기능 : 실시간 서버

모든 포인트와 최신 데이터를 수집해 일시적으로 저장하고 정해진 IP 어드레스에 따라 대상기기의 데이터를 송신한다. 이른바 상위계통의 교통정리 역할이다.

2) 데이터를 축적하는 기능 : 데이터 서버

아날로그 값, 적산 값, 운전시간의 데이터를 정해진 시간동안 축적해 보관한다. 요구에 따라 필요한 데이터를 작성하기 위해 데이터를 가공한다.

3) 전체를 관장하는 기능 : 토탈 컨트롤러

스케줄 on/off, 이벤트 처리, 정복전 처리, 화재시 처리 등 시스템 전반에 관한 기능을 담당하는 부분이다.

(2) 부하분담 요점

1) 실시간 서버

기기의 처리 속도 처리용량에 따라 다르지만 데이터의 최대 피크시 데이터 처리 정체를 줄이기 위해 관리 포인트 1,000포인트, 2,000 포인트, 3,000포인트, 5,000포인트 해당용량에서 비용과 기능을 비교하여 단위용량과 대수를 정한다.

2) 토탈 컨트롤러

기기의 처리속도, 처리용량에 따라 다르지만 이중 프로그램의 동시처리 확률을 줄여 프로그램의 실행속도를 향상시키기 위해 관리포인트가 3천포인트, 5천포인트, 1만포인트 해당용량에서 비용과 기능을 비교해 단위용량과 대수를 정한다.

(3) 위험분산의 요점

기기의 on/off기능, 데이터 축적기능, 로컬제어기능으로 분류해 위험분산의 구체적인 방법을 결정한다.

1) 기기의 on/off 기능

수동 on/off는 휴먼 인터페이스(PC)을 2대 설치해 상호백업, 스케줄 on/off는 토탈 제어기의 백업을 휴먼인터페이스로 한다. 또한 상위 계통에 이상이 발

생하는 경우는 공조기 DDC 등 모두 기계에 가까운 스위치 개별 on/off 제어로 백업이 가능하게 한다.

2) 데이터 축적기능

데이터 서버로 미러링을 도모해 데이터를 백업한다.

3) 데이터 축적기능

중앙감시 데이터 서버가 이상인 경우 요금 데이터만 게이트웨이로 1일 용량의 최신 데이터를 백업한다.

4) 로컬 제어기능

공간별, 층별로 게이트웨이(500포인트, 1,000포인트)를 정해 단위 공간별로 분산화 한다. 또한 공조기 단위의 DDC마다 분산화를 도모해 독립된 제어계통을 확립한다.

6.2.2 하위 계통 : LonWorks 시스템 구축

LonTalk 적용범위는 관리포인트 규모에 따라 다르며 대략 1000포인트 정도를 하나의 구분으로 적용한다. 전체 또는 서브시스템 이하가 1,000포인트 이하이면 전체가 Lon 네트워크 구성이 가능하며

1,000 포인트를 초과하면 상위 게이트웨이(i·LON)를 배치하여 상위측 네트워크는 이더넷 TCP/IP를 백본으로 한 BACnet, BACnet/IP, TCP/IP 프로토콜 군의 통신속도가 빠른 네트워크를 사용하게 된다. 그림 3은 LonWorks 제어네트워크의 구성도를 나타낸 것으로 노드가 많은 네트워크를 구성할 경우에는 TP/XP 1.25Mbps Channel를 백본으로 구성하며 필드의 하부 네트워크는 78Kbps속도를 가진 프리 토폴로지(FTT-10)를 구성할 수 있는 Channel을 구성하여 라우터를 이용하여 백본 네트워크에 접속하는 방식이다.

(1) 네트워크 구성의 제한

LonMark 인증품의 노드수(단말기 수)가 최대 노드수를 1간선으로 접속하는 최대노드수로 한다. 그러나 노드내 뉴런칩에 입력한 표준 네트워크(SNVT)의 수가 많으면 트래픽이 늘어나므로 노드수를 줄일 필요가 있다.

(2) 토폴로지의 선택

네트워크의 물리적 형상을 토폴로지라한다.

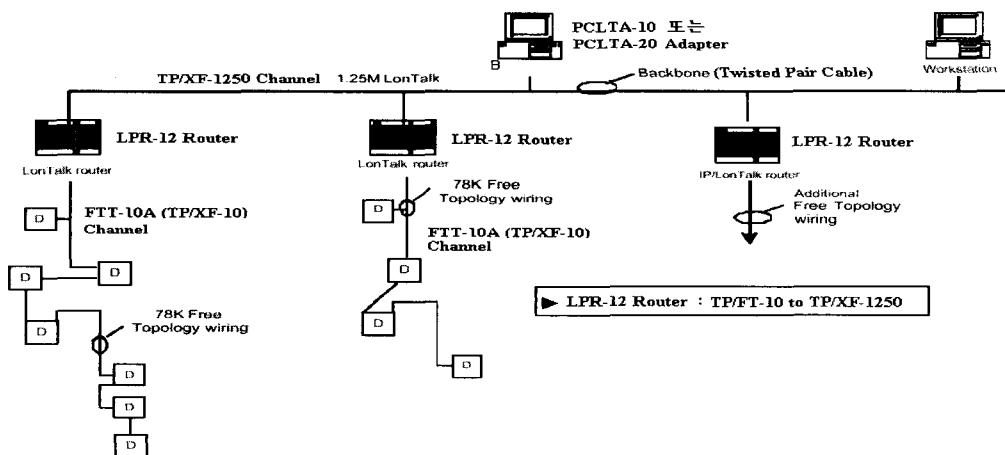


그림 3. LonWorks 제어 네트워크 구성도

기술해설

LonWorks에는 프리형과 버스형 토폴로지가 있다. 공사상 제한이 적은 프리 토폴로지(FTT-10)를 선택하는 경우가 많다.

(3) 표준네트워크 변수의 지정

공조장치, 계장기기 및 전기기기에 탑재하는 뉴런 칩의 SNVT, SCPT는 LonMark로 인증되는 것 중에서 변수를 선정한다.

SI는 아래의 기기장치 제조사 단위로 SNVT와 SCPT를 지정하고 각 제조사와 협의한다. 또한 트랜시버는 동일한 네트워크상의 노드는 동일 타입을 선정한다.

- 공조설비 : 공조기, VAV, CAV, FCU, 열원기기, 인버터
- 계장설비 : 밸브 댐퍼모터, 센서, I/O, 제어기, DDC
- 전기설비 : 수변전장치, 동력제어반, 분전반, 계전기 유닛, 차단기유닛
- 방재설비 : 중계기, 수신기, 감지기, 연동제어설비, 경보설비, 방배연설비 등

(4) 통신방식과 통신 서비스 선정

LonTalk에는 미리 정해진 통신방식과 통신서비스가 준비되어 있다. 이 중 확실하게 통신내용을 전달하는 방법을 조합하여 선택한다.

■ 통신방식

- 이벤트 드리븐(driven) : 송신측이 판단하는 것으로 계측값과 상태의 변화가 있을 때 송신한다(예, 운전상태, on/off).
- 하트, 비트 : 송신측 판단 정기적으로 일정한 간격으로 데이터를 송신한다(예, 아날로그 데이터).

- Request/Response(polling)
수신측이 판단하는 것으로 요구에 따라 응답데이터를 송신한다(예, 노드 장애 감시).
- 명시적 메시지 : 네트워크 변수를 사용한 애플리케이션으로 명시적으로 사용하는 방법(예, 제조사의 자체적인 통신 애플리케이션)

■ 통신서비스

- 확인응답 서비스 (Acknowledged : Acked) : 메시지를 받으면 Acked를 보낸다. 이 서비스는 Neuron id, Subnet/node id, Group addressing을 지원한다.
- 비확인 응답반복서비스 (Unacknowledged Repeat : Unacked/RPT) : 지정횟수 만큼 메시지를 송신한다.

이 서비스는 Neuron id, subnet/node id, group, subnet broadcast addressing을 지원한다.

- 비확인 응답 서비스 (Unacknowledged and not Repeat : Unacked) 1회만 메시지를 송신한다. 이 서비스는 Neuron id, subnet/node id, group, subnet broadcast, domain broadcast addressing을 지원한다.

(5) 바인딩(bindibg) 방법

LonMaker for Windows라는 바인딩용 툴을 사용해 네트워크를 구축한다. PC상에서 노드 데이터 파일을 기초로 노드를 등록하면 노드에 들어 있는 SNVT가 자동으로 나타난다. SNVT 타입이 동일한 것의 입력과 출력을 LonMaker for Window을 이용하여 PC화면상에서 Lon 간선 한 계통마다 결선을 작성하면 바인딩이 완성된다.

이 바인딩 도면이 동일한 패턴이면 동일한 그림을 사용할 수 있으므로 기준층 방식의 건물이면 작성하는 바인딩도 줄어들어 유리하다.

(6) 커미션(commission)

바인딩도면의 작성으로 통신내용 설정이 끝난 후에 그 설정을 현장의 각 노드에 인스톨하면 통신이 가능한 데 이 작업을 커미션이라 한다. 커미션도 바인딩 소프트웨어를 이용하는 데 인스톨하는 타겟 노드를 인식하기 위해 뉴런 ID라는 것을 사용한다. 뉴런 ID란 뉴런 칩이 각자 갖고 있는 고유의 ID이다. 인식하는 방법에는 2가지가 있으며 하나는 미리 ID를 구해 커미션할 때 ID를 PC에 입력하는 방법과 타겟노드의 서비스 핀을 눌러 네트워크상에서 ID를 취득하는 방법이다. 천장내부에 은폐되는 기기는 미리 뉴런 ID를 구해 커미션하는 것이 작업상 유리하다.

(7) 크레디트와 비용

LonWorks에는 독특한 비용지불방법이 있다. LonMaker for Window라는 바인딩용 툴에는 구입시에 정해진 크레디트 수가 내장되어 있다. 이 툴에 노드를 등록하면 등록된 수의 크레디트가 소비되어 정해진 크레디트 수 (64)를 초과하면 노드가 등록되지 않는다. 다시 등록하려면 새로운 크레디트를 1 크레디트당 5달러에 구입할 필요가 있으므로 이 비용을 예상해야 한다.

6.3 계획·설계상 주의점

LonWorks로 네트워크를 구축하는 경우 계획 설계상의 주의 사항을 다음에 소개한다.

(1) SNVT 결정

기기사이를 통신하려면 SNVT형태를 맞출 필요가

있다. 결정방법은 일단 기기간 제어에 필요한 신호내용을 확인해 LonMark 인증품, LonMark 표준화 시방을 참조하여 선정하고 가능하면 자체적인 SNVT를 만들지 않도록 한다.

(2) 통신 서비스 결정

통신서비스 종류는 앞 절에서 설명한 바와 같이 3종류가 있다. 통신의 신뢰성이 높은 Acked 서비스가 좋지만 트래픽이 늘어나는 경향이 있으므로 필요에 따라 Unacked-Repeat나 Unacked 서비스를 사용할 필요가 있다. Echelon사가 추천하는 LonTalk 트래픽 비율은 50[%] 이내이다. 정복전 제어처럼 상태변화가 일제히 일어나는 경우에는 이 추천 값 이하에서도 패킷 충돌이 발생하여 데이터 누락이 발생하는 경우가 있다. Lon 네트워크의 트래픽을 줄여 전송의 확실성을 올리기 위해서는 각 노드의 송신 측에 지연 타이머를 설치하는 노력이 필요하다.

(3) 복전시 설정값, 운전모드의 복구 방식

Lon 네트워크에서는 통신 파라메타 이외의 설정값, 운전모드는 RAM영역에 저장되어 있으므로 정전시에는 디폴트값으로 되돌린다. 복전후 설정값을 되돌리는 방법으로는 다음 2가지가 있다.

- 모든 노드를 축전지로 백업한다.
- 각 존에 설치하는 게이트웨이에 UPS를 설치하고 게이트웨이 측 최신 데이터를 백업한다. 이 게이트웨이 데이터를 복전시 각 노드에 입력한다. 이 2가지 방법 중 경제성 측면에서 후자를 선택한다.

(4) 노드 이상 검출

노드이상 검출 방법으로 각 노드가 갖고 있는 노드 오브젝트라는 변수를 사용하여 개별이나 존으로 정리

기술해설

하는 경보방식을 사용한다.

(5) 통신 테스트

LonWorks의 특징중의 하나로 SI에 의하여 비교적 쉽게 멀티벤더로 시스템 구축이 가능한 점을 들 수 있다. 건물의 경우는 개별 건물마다 수전 검사전까지 통신 시험을 실시하여 통신 확실성을 미리 확인할 필요가 있다.

통신 시험의 목적과 시험 항목으로는 다음과 같다.

- 각 제조사 기기와 게이트웨이간의 접속시험
 - SNVT 통신시험
 - 노드이상 확인
- 각 노드간의 접속 시험
 - SNVT 통신 체크
- 전체접속시험
 - 평상시 트래픽 확인
 - 정전시 트래픽 확인
 - 일제 기동시 트래픽 확인

(6) 유지보수 대응

멀티벤더 개방네트워크 시스템에서는 시스템 통합 역할을 담당한 시공회사가 시스템 구축의 전체 책임을 따르는 관점에서 설계 검증과 함께 유지보수도하는 것이 바람직하다.

7. 결 론

본고에서는 빌딩자동화시스템에서 사용되는 개방형/표준 네트워크 중요성, 특징, 종류 및 네트워크 선택시 고려할 사항 및 개방형 솔루션이 LonWorks 네트워크의 설계방법에 대하여 자세히 소개하였다. 최근 산업용 및 빌딩용 네트워크 시스템인 필드버스

(Fieldbus)는 상호운용성을 고려한 세계표준(IEC 61158 FDIS)이 제정되는 등 세계필드버스 시장이 급변하고 있다. 그러나 아직 현재의 표준안은 주요 필드버스 프로토콜을 모두 표준화하는 다중 표준적인 성격을 띠고 있어 단일 표준으로 가기 위한 전단계라 여겨진다. 우선 미국계와 유럽계의 어느 필드버스도 표준으로 제정될 만큼 뚜렷한 우세를 차지하지 못하는 만큼 국내 자동제어 업계로서는 이러한 추세에서 살아남기 위한 다각적인 대책을 마련해야 할 것이다.

빌딩자동화 시스템 또한 BACnet과 LonWorks 및 EIB 등의 국제표준에 따른 개방형 네트워크를 지향하고 있는 추세이다. 필드버스를 포함한 제어네트워크의 표준화는 사용자 공급자 모두에게 혜택이 돌아가게 하는 것으로 이에 대한 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 따라서 이 개방형 네트워크의 적용으로 인텔리전트 빌딩의 구축에 있어서의 시스템 통합을 통한 서비스의 제고와 경제성 향상에 도 큰 기여가 예상된다. 이러한 시장 변화속에서 자동화시스템을 개발하여 공급하는 업체는 사용자에게 저가의 비용으로 좋은 품질 높은 신뢰성을 갖는 자동화시스템을 공급함은 물론이고 앞으로 시스템 유연성과 확장성을 위한 개방화/표준화를 최우선으로 하여 시스템을 설계하지 않는다면 국제표준화에 뒤처지게 되어 살아남기 어려울 것이다. 따라서 국내 관련업계에서도 이러한 국제표준제정에 대한 동향을 예의 주시하여 미리 이에 대비함으로써 추후 국내시장 보호 및 국제시장확보에 대비하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- (1) 홍승호, "빌딩자동제어를 위한 개방형/표준화 기술", IBS Journal, Vol. 1, No.1, pp.14-19, 2001.
- (2) 이희승, "LonWorks 기술의 이용한 건물 자동제어 시스템의 구성", IBS Journal, Vol. 1, No.1,

- pp.29-38, 2001.
- [3] G. Schickhuber, et al., "Distributed fieldbus and control network system", Computer and Control Engineering Journal, pp.21-21, Feb., 1997.
 - [4] 豊田, "Outline of Current Status Standardization of Protocol", 전설공업, pp. 49-59, 2001, 9월.
 - [5] 失部 et al., "LonWorks Control System", 전설공업, pp. 77-88, 2001, 9월.
 - [6] 이희승, "LonWorks 기반의 개방형시스템 설계", <http://www.echelon.co.kr>.
 - [7] 홍원표, "빌딩자동제어 관점에서 본 인텔리전트빌딩 통합화 방향", 한국조명전기설비학회지, Vol.14, No.2, pp. 13-17, 2000.
 - [8] 권욱현, 김영신, "분산 실시간 시스템의 네트워크 프로토콜", CASE 기술특집: DCS 특집(3), pp.27-33.
 - [8] P. Hailin et al., "Internet-Based Monitoring and Controls for HVAC Application", IEEE Industrial Applications Magazines, No. 1, pp. 49-54, 2002.
 - [9] P. Madan, "Overview of Control Networking Technology", <http://www.echelon.com>
 - [10] ANSI/ASHRAE Standard 135-1995: A Data communication Protocol for Building Automation and Control Network. ASHRAE, Inc, 1793 Tullie Circle N.E., Atlanta, Georgia 30329-2305.
 - [11] W.P Hong et al., "A Novel Design of the Distributed Fire Alarm Control System by Developing Intelligent Control Modules with LonTalk Protocol", ICCAS 2001, Oct. 17-21, Cheju National Univ., Jeju Island, Korea, 2001.
 - [12] Echelon Co., Neuron C Reference Guide, 1999.
 - [13] Echelon Co., i · LON1000 Internet Server User Guide, version 1.0.

◇ 저 자 소 개 ◇



홍 원 표(洪元杓)

1956년 5월 15일생. 1978년 숭실대 전기공학과 졸업. 1989년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1979~1993년 한전 전력연구원 선임연구원. 현재 한밭대학교 건축설비공학과 교수, 본 학회 편집이사.