

새로운 Open System향한 빌딩 자동제어 시스템

홍 원 표 <대전산업대. 건축설비공학과 교수>

1. 서론

21세기는 정보화사회이다. 이는 다량의 정보처리와 고속의 정보통신 및 음성, 문자, 화상의 통합적인 정보관리가 요구된다. 많은 분야에서 실시간으로 화상정보 통신까지 실용화되고 있다. 또한 정보의 공유로 인하여 참여의 기회가 넓어지고 정보로 인하여 부가가치가 창출되는 시대이다. 사무실, 공장, 가정 및 개인간은 이제 동시에 정보를 보내며 한 네트워크로 연결된 새로운 사회형태로의 전진이 거듭되고 있다. 최근 선진국에서 개발되고 있는 공장과 빌딩에서의 분산제어 및 자동화 제어시스템은 컴퓨터를 이용하여 분산된 공정을 자동화하고 이들을 수직, 수평적으로 통합하여 전체 공정을 일관되게 관리함으로써 생산성을 향상시키고 비용을 절감시키는 동시에 자동화공정의 설계, 구축 및 유지관리에 유연성과 신뢰성을 극대화시키는 등의 효과를 거두고 있다. 이러한 첨단 자동화 시스템을 구축하기 위해서는 각각의 공정에서 생성되는 정보들을 수집, 분석 및 저장하고 또한 각 공정에서 필요한 정보를 적시에 제공할 수 있는 정보 통합화를 구현하는 것이 중요한 문제로 대두된다. 정보의 통합화를 구현하기 위해서는 시스템내의 모든 정보의 흐름을 파악하여 각각의 제어

및 자동화 요소들간에 정보교환을 가능케 해야한다. 따라서 미래의 분산제어 시스템에 있어서 네트워크 기술이 핵심기술로 부각되고 있다. 네트워크 기술을 바탕으로 각 제어기들은 각 공정(기능)에 맞는 독자적인 운용프로그램을 가지고 고도로 분산화, 독립화되어 운영된다. 또한 공정제어에 있어서 분산제어 기법이 발달함에 따라서 공정제어시스템이 거대화되어 가고 있으며 개방형 통신망 구조가 제안된 이후 여러 회사에서 개발된 PLC, NC, 프로세스 제어기(DDC: Direct Digital Control포함) 등을 기존의 독립적이고 고립된 구성에서 벗어나 전체적으로 결합시켜 하나의 종합적인 시스템으로 구축하려는 노력이 이루어 졌다.

1980년대 초반부터 생산자동화 환경에서 이 종류의 자동화 장비들간의 통신을 위한 표준화된 네트워크시스템으로 MAP(Manufacturing Automation Protocol)이 개발되었다. MAP는 공장자동화 환경에서 매우 다양한 통신기능을 제공하는 네트워크시스템이다. 이는 국제표준화 기구(ISO)의 개방형통신(OSI: Open System Interconnection)참조모델에 기초하고 있다. 그러나 MAP는 OSI 기준모델에서 제시하고 있는 7계층을 모두가지고 있어 생산현장에 설치된 각종 필드장비들간에 실시간 통신을 지원하기에

는 적합하지 않은 시스템으로 인식되고 있다. 1990년대부터 제어 및 자동화제어 공정의 필드에 설치된 감지기, 제어기, 모터, 밸브, PLC, 로봇, NC메신 등의 각종 필드 장비별 간에 실시간 통신기능을 제공하는 필드버스 네트워크가 출현하였다. 통신네트워크기술의 도입은 초기에는 주로 공장의 생산자동화와 제철 석유화학, 식품 등의 공정분산제어 시스템을 주축으로 이루어졌으나 최근에는 에너지시스템(전력, 발전 설비, 가스, 석유 등) 쓰레기소각시설과 폐수처리시설 등의 환경시스템, 빌딩자동화시스템(BAS: Building Automation System)등의 디지털분산제어를 요구하는 모든 분야로 확산되고 있다. 또한 통신네트워크 기술은 항공기, 고속철도 등의 고도의 제어기술을 요구하는 시스템들에서 이미 널리 사용되고 있으며 최근에는 자동차에서도 전자 제어기술이 활발히 도입되면서 CAN과 같은 차량전용통신망도 개발되었다. 결론적으로 그림 1과 같이 컴퓨터산업에서 일어난 분산화, open network, open tool, open devices 즉 open system이 제어 및 자동화의 분야에도 동일한 메리트를 갖는다는 발상이다. 따라서 본고에서는 선진국에서 일어나고 있는 일대 변화에 대해 그 배경과, open system이 제어와 자동화분야에 미치는 영향 및 메리트, 향후 발전방향에 대하여 고찰하고자 한다.

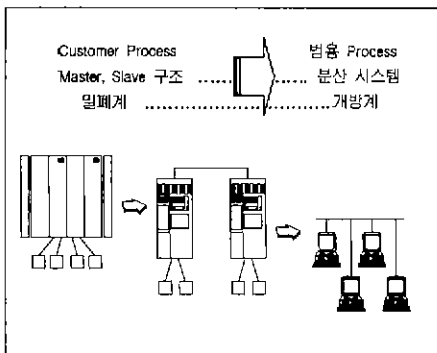


그림 1. 컴퓨터 시스템 발전

2. 제어시스템의 변환

계측제어시스템이 공정에 도입되기 시작한 약 50여년 전에는 3-15psi의 공압신호가 계측신호 표준으로 제정되었으며 그후 4-20mA의 아날로그 전기신호가 계측신호 표준으로 도입되었다. 1970년대부터 제어 및 자동화시스템에 디지털컴퓨터가 도입되기 시작하면서 아날로그 및 디지털 계측제어신호의 전송에 대한 요구가 증대되기 시작하였다. 초기의 디지털 제어 시스템에서는 필드에 설치된 센서의 계측신호가 일-대-일 (point-to-point)통신방식으로 중앙제어 컴퓨터에 전달되었으며 제어 컴퓨터에서 생성된 제어 신호도 역시 일-대-일 통신방식으로 구동기에 전달되었다. 초기 빌딩제어시스템은 릴레이, 스위치, 분압기, 액츄에이터와거기에 연결된 엄청난 많은 선으로 연결되어 있다. 이러한 제어시스템은 아주 초보적이고 융통성이 없었으며 선 연결을 추가하고 수정하는 데 막대한 작업이 필요했다. 그 다음시기의 제어시스템은 선과 릴레이를 대신해서 논리회로를 응용한 도구를 사용하였다. 전기판넬 대신에 데이터 터미널로 프로그래밍 할 수 있는 DDC(Direct Digital Controller)를 사용하기 시작했다. 강력한 제어 알고리즘이 개발되고 프로세스별로 꼭 맞는 제어가 가능해 졌다. 그러나 문제는 시스템 규모가 커질수록 시스템을 추가하고 변경하는 데 엄청난 복잡해진다 데 있다. 거대한 시스템을 운영하는 S/W가 아주 복잡해졌고 각각의 제어기는 하부의 센서와 조작기에 많은 케이블로 연결되어 있다. 게다가 DDC 벤더들은 그들만의 독자적인 내부 아키텍처를 갖는 DDC들을 개발하게 되었다. 만일 사용자가 DEC 시스템을 확장하고자 할 때는 동일한 벤더의 컴포넌트를 사용해 했다. 그림 2는 폐쇄적이고 케이블링이 많이 소요되는 중앙제어에 의한 제어 아키텍처이다.

1980년대부터 마이크로프로세서기술의 급속한 발전과 더불어 분산제어기술이 도입되면서 중앙컴퓨터에 의하여 수행되던 제어기능이 여러 대의 컴퓨터들

로 분산되었다. 분산제어시스템에서는 시스템의 제어와 자동화 기능은 물론 각종설비와 장비에 대한 모니터링기능, 자동화설비관련 데이터의 저장기능 및 각종 데이터분석 및 보고 기능들을 제공하며 이러한 기능들이 추가되면서 필드 기기들과 제어컴퓨터들 간에 더 많은 통신기능이 필요하게 되었다.

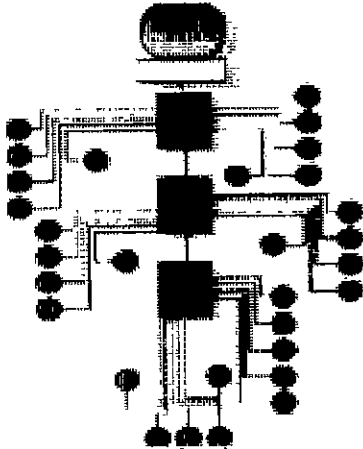


그림 2. 중앙제어 방식

최근에 와서는 스마트 센서와 PC를 기반으로 하는 제어시스템기술의 연구와 개발이 활발히 추진되고 있으며 따라서 앞으로는 기존의 4-20mA의 아날

로그 신호를 대신하는 디지털신호를 통한 계측기와 제어 및 자동화 장비들 간의 통신에 필요성은 더욱 증대될 것으로 예상된다.

분산제어시스템이 도입되기 시작한 1980년대 초반부터 각종 제어 및 자동화 설비에 네트워킹시스템이 도입되기 시작하였다. 그러나 초기의 네트워킹시스템은 설비를 공급하는 장비생산업체(vendor)들이 그들 자신의 시장을 확보하기 위하여 개방화되지 않는 독자모델의 디지털 버스를 사용하였다. 따라서 사용자(user)들은 장비생산업체에 기술적으로 종속 당할 수밖에 없으며 또한 다른 생산업체로부터 공급받은 장비들을 네트워킹을 통하여 접속하기 위해서는 매우 고가의 프로토콜 변환장치를 사용하지 않을 수밖에 없었다. 이러한 벤더에 의한 파벌주의를 최소화하고 최소한의 공통 커뮤니케이션을 찾기 위한 노력이 시스템 통합자들에 의해 이루어 졌고 이에 따라 다른 벤더의 워크스테이션을 연결하는 게이트웨이(Gateway)가 사용되기 시작하였다. 그림 3은 다른 벤더가 구현한 서브시스템을 워크스테이션상에서 연결하는 게이트웨이를 사용하는 방식을 나타낸 것이다. 이러한 게이트웨이의 사용은 보다 세부적이고 막힘 없는(Seamless) 제어를 이룰 수 없다는 점에 있다. 게이트웨이는 양쪽의 서브시스템간에 제한적인 상태값과 제어정보를 전달할 뿐이다. 예를 들면 오류 상태(fault status)에 대한 정보가 공유 될 수 없고

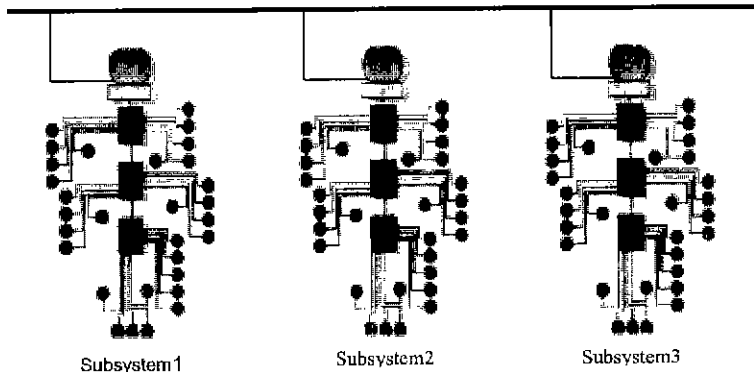


그림 3. 게이트웨이가 사용된 빌딩제어 방식

게이트웨이의 조합형 프로그램은 서로 다른 센서로부터의 정보를 접근할 수 없으며 따라서 시스템 전반적인 상태 값에 대해서 리얼타임으로 대처 할 수 없다. 더욱이 게이트웨이는 서브시스템중 한 개만 바뀌어도 수정되어야 했고 이는 시스템 통합자 및 최종 사용자에게 까다로운 유지보수의 문제점을 야기시켰다.

막힘 없이 통합된 제어시스템을 구축하는 것은 그 시스템내의 컴포넌트들 뿐만 아니라 주변시스템과 컴포넌트들이 상호운용가능(Interoperability) 해야함을 필요로 한다. 상호운용가능성이란 다른 벤더의 심지어는 다른 산업분야의 제품들이 게이트웨이나 프로토콜의 변형없이 정보를 교환할 수 있는 것을 말한다. 이러한 상호운용가능성은 디바이스들간의 커뮤니케이션, 설치, 통신트랜시버, 오브젝트 모델, 그리고 관리 및 문제해결의 도구를 포함하여 시도해야 한다. 이러한 상호운용가능성의 잇점은 여러 가지가 있다. 센서나 각종 제어용 디바이스가 여러 시스템에 의하여 공유되기 때문에 보다 적은 수의 센서나 디바이스가 필요하고 이에 따라 전체적인 제어시스템 비용이 감소한다. 예를 들면 빌딩자동화 시스템에 있어서 한 개의 상호운용가능한 모션센서가 해당 구역 안의 난방시스템, 출입관리시스템, 보안시스템 등에 두루 사용될 수 있다. 이때 모션 센서는 여전히 같은 기능 즉 움직이는 기능을 할뿐이다. 하지만 이 정보는 여러 서브 시스템에서 각자의 용도에 맞게 활용된다.

시스템간에 더 많은 정보를 공유하는 것은 시스템 통합자들이 추구하고 있던 더 많은 어플리케이션들 즉 에너지 통합 제어관리 같은 것도 가능케 한다. 예를 들면 출입제어 데이터와 조도센서에 대하여 HVAC 와 조명시스템은 자동적으로 기 입력된 개인적인 취향 정보에 따라 또는 에너지 절감모적을 적용하여 해당구역에 맞는 빛과 난방온도를 맞출 수 있다.

조명은 같은 방 안에서라도 나뉘어진 구역에 따라 또는 창문과의 거리에 따라 또는 LAN으로 연결된

컴퓨터 작업에 의해 자동적으로 결정된다. HVAC 역시 같은 방법으로 제어 할 수 있다. 연기 감지기 센서에서 나오는 정보에 따라 HVAC가 해당구역에 공기를 더 유입 시켜줄 수도 있고 아니면(감지된 연기의 수준이 화재임을 뜻할 때는) 조명시스템이 가장 가까운 비상구로 나가는 길의 전등을 밝힐 수도 있다. 시스템 설계자의 창조적인 설계 능력에 따라 무한한 적용이 가능하다.

최종 사용자, 빌딩오너에게 이러한 상호운용가능한 제품들은 벤더에 구속받지 않고 더 좋은 제품, 값싼 제품을 고를 수 있는 혜택을 준다. 즉 더 이상 사용자가 폐쇄적인 기술에 종속되지 않게 해준다. 제품간의 경쟁에 의한 비용절감 뿐만 아니라, 제품이 단종 되거나 해당공급자가 문을 닫는 상황에서도 빌딩오너는 그 제품을 대체할 수 있는 것을 찾을 수 있고 또한 유지보수 차원에 있어서도 독자적인 구성 정보를 갖는 제품을 사용하는 것이 아니기 때문에 다양한 서비스 업체를 선정하여 관리할 수 있게 된다. 상호운용가능성은 또한 디바이스 개발업자에게도 이익을 가져다주는 데 이는 자신들 제품의 질과 기능을 향상시키는 노력만 하면 되기 때문이다. 즉 폐쇄적이고 독자적인 규약에 매달릴 필요가 없다. 상호운용가능성을 만족시키는 정도가 경쟁력 있는 제품이 될 수 있는 기본이며 그 중 최고의 제품이 성공할 것이다. 그림 4는 개방적이고 상호운용가능한 제어 네트워크 구조를 나타낸 것이다.

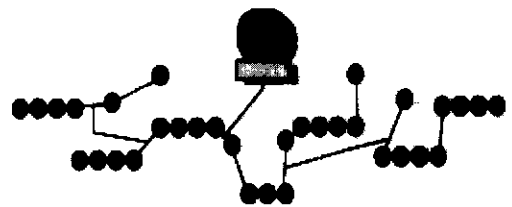
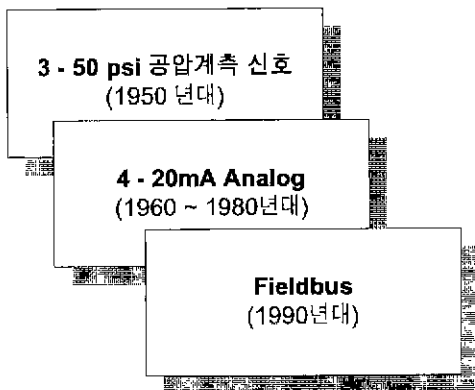


그림 4. 개방적이고 상호운용가능한 제어네트워크 구조

3. 필드버스

필드버스란 말 그대로 상압현장(Field)이란 말에 통신(Bus)이란 말이 합쳐서 고유명사화 된 것이다. 그림 5에서 보는 바와 같이 과거 각종필드 장치는 50년대에서는 유공압을 이용하여 제어하였으며 80년대까지는 주로 4-20mA의 변조신호를 사용하는 쌍꼬입선에 의해 주로 1:1로 연결되어 왔다.

이러한 연결방식은 전자파 노이즈에 덜 민감하고 오류의 감지가 쉬워서 제어시스템에 많이 사용되긴 하지만 길게 연결되는 수많은 전선다발, 노이즈, 열, 설치비용, 관리문제 그리고 시스템의 업그레이드의 어려움 등의 문제점을 안고 있다. 이러한 문제점을 해결을 위해 개발된 것이 각 필드기기 간의 직렬공통버스 통신시스템인 필드버스이다. 필드버스는 배선을 획기적으로 간소화하고 제어공정제어, 공장자동화 및 빌딩자동화 등에서의 신속한 처리가 요구되는 다량의 데이터를 효과적으로 처리 할 수 있으며 필드기기의 추가나 변경이 쉽고 시스템의 형태나 배치, 구성에 유연성을 제공한다.



· 그림 5. 제어통신망의 발전단계

3.1 필드버스의 특징

필드버스는 분산제어 또는 자동화 디지털 직렬통

신망으로 자동제어 분야에서 통신망을 이용한 제어 방식을 가능케 하는 중요한 기반기술이다. 이것은 각 제어기의 고속통신을 이용한 정보교환을 통하여 유기적인 결합을 이루고 멀티입력/멀티출력의 복잡한 시스템의 제어를 간단한 구성으로서 가능하게 한다. 또한 필드버스는 아래와 같은 특징이 있다.

- 디지털 데이터 전송을 함으로서 강한 내잡음성을 갖는다.
- 통신을 이용한 Multi-target-control이 가능하다.
- 시스템설치 및 유지보수가 용이하다.
- 시스템의 신뢰도, 유연성, 확장성 증가를 기대할 수 있다.
- 스마트센서를 사용함으로써 센서레벨까지 분산화가 가능하다.
- 양방향통신을 통하여 필드기기 모니터링 및 제어를 할 수 있다.
- 소프트 PLC와 같은 PC기반의 제어기법 구축을 위한 기반기술이다.
- 센서 및 액츄에이터의 주기적 교정으로 시스템 유지 보수비용 절감이 가능하다.

3.2 필드버스의 종류

필드버스는 적용분야의 요구사항에 따라서 최적화되어 있으며 각각의 고유특성을 가지고 있다. 많은 필드버스 사양들이 있는데 대부분은 적용시스템에 부합되도록 어떤 특정한 요구사항을 만족시키거나 주어진 문제점의 신속한 해결책을 제시하기 위해 제안되었다. 대표적인 것으로는 원격입출력을 위한 Bitbus(Intel), Interbus-S(Phoenix Contract), 프로세스 제어를 위한 HART(Rosemount), 자동차내의 통신을 위한 CAN, VAN 또는 J1850이 있다.

Bitbus는 건물자동화를 위한 것이며 CNC에 연결하는 구동기를 위해서는 SERCOS가 제안되었다. MIL1553, Profibus 그리고 FIP는 각각 미국, 독일, 프랑스의 국가 규격이다. 이러한 필드버스의 규격화를 위하여 IEC, IEEE, ISA 등 국제 전기 관련학회에

서는 필드버스 표준을 만들기 위하여 노력하고 있다. 대표적인 필드버스 종류와 응용범위를 아래 그림 6과 같이 나타낼 수 있다.

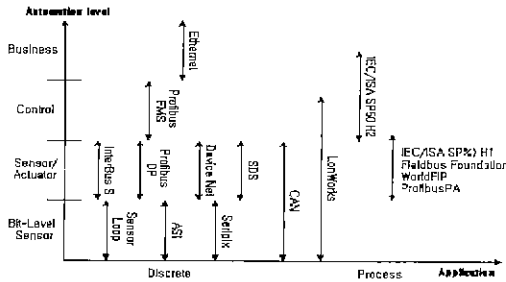


그림 6. 필드버스 종류와 응용범위

4. BACnet

BACnet는 미국의 ANSI/ASHRAE Standard 135를 말하는 것으로 빌딩자동화 및 제어용통신프로토콜의 표준화를 위하여 1995년 ANSI와 ASHRAE에 의하여 미국의 표준으로 채택되었다. 유럽에서도 1997년 CEN(European Committee for Standardization)에 의하여 빌딩자동화 통신망의 pre-standard로 채택되었다.

이것의 목적은 “공조 냉열원 및 기타 빌딩시스템의 감시·제어용 적용되는 컴퓨터기기를 위한 데이터 통신 서비스와 프로토콜을 정의한다. 또한 기기간에 주고 받는 정보의 추상적인 목표 지향표현을 정의함으로써 빌딩의 디지털기능 적용을 활성화한다.”고 정의하였다. BACnet는 업계의 공식적인 표준으로 되었고 빌딩제어시스템의 구성요소인 공조, 방배, 방법 등 서브시스템 간의 데이터 통신 방법으로 여러 개의 업체가 채용하였다. 그러나 사용자는 그러한 서브시스템 레벨에서의 호환성만으로는 만족하지 못하고 센서, 제어기, 조작기, 등 장비레벨(하위층)까지의 호환성을 강력히 요구하였다. 왜냐하면 그 정도 수준이 되어야 처음부터 멀티벤더 제품을 자유롭게 조합

할 수 있는 진정한 open 시스템을 구축할 수 있기 때문이다. 그래서 ASHRAE는 501페이지에 이르는 가이드라인을 작성하여 장비간에 주고받는 데이터의 종류나 적합한 레벨에 대해 상세히 정의하였다. BACnet는 i) 여러종류의 LAN 기술사용, ii) 표준화된 18가지 통신객체의 정의, iii) 통신객체를 통한 자료의 표현과 공유, 그리고 iv) 표준화된 5가지 범주의 32가지 통신 서비스 등으로 요약할 수 있다. 그러나 이 가이드라인이 어렵고 복잡하여 또한 각 업체에 의해 해석의 차이가 발생되어 결과적으로 장비레벨 호환성을 가진 BACnet에 대응제품은 거의 상품화되지 않고 오늘에 이르렀다.

4.1 BACnet의 구조

ISO 7498의 OSI 기본 참조모델은 일반적인 시각에서 컴퓨터간의 통신을 규정하고 있으며 각각 특정 기능을 수행하는 7개의 계층(layer)들로 구성된다. 따라서 복잡한 동기화 및 오류복구방안을 필요로 하게 된다. 그러나 빌딩 자동화시스템을 위해 OSI 기본참조모델의 7계층을 모두 구현한다는 것은 많은 비용을 필요로 할뿐만 아니라 구현한다 하더라도 각 계층 구조를 재구성하는 것이 바람직하다. BACnet 재구성 구조에는 OSI 기본참조모델의 7계층 가운데 물리계층(physical layer), 데이터링크계층(Data link layer), 네트워크계층(Network layer) 및 응용계층(Application layer)만을 채택하는 4계층 구조에 기반을 둔다(표 1). 이러한 BACnet 구조는 프로세스제어 및 사무자동화 산업에서 이미 개발된 근거리 통신망과 다품종사용품 및 개발환경등을 사용할 수 있게 함으로서 빌딩자동화 산업에 최소비용으로 최대효과를 제공할 것이다.

BACnet은 OSI 참조모델의 데이터링크계층과 물리계층에 부합되는 다섯가지 종류의 선택사양을 제시한다. 표 2는 이 하위계층의 5가지 선택사양에 대한 특성을 정리한 것이다.

표 1. BACnet 계층구조

BACnet 계층			대응 OSI 계층	
BACnet 응용 계층			응용 계층	
BACnet 네트워크 계층			네트워크 계층	
ISO 8802-2 (IEEE 802.2)	MP/PTP TP	Lon Talk	데이터 링크 계층	
I S O 8802-3 (IEEE 802.3)	EIA EIA- -485 232		물리 계층	

4.2 BACnet의 특징 및 개방시스템으로서의 한계

BACnet에서 정보들은 오브젝트(object)라는 구성 요소로 처리되며 오브젝트는 표준화된 정보와 각 회사 고유의 독자적인 정보사용을 위한 통일된 방법으로 시스템 정보와 데이터 베이스를 표현한다.

BACnet는 오브젝트 (입출력 및 기능 그룹에 관한 논리적 객체를 의미)의 사용과 관련된 메시지 형식과 그에 따른 속성(모니터링/컨트롤의 대상이 되는 오브젝트의 특성) 그리고 서비스(BACnet 디바이스가 서로 정보를 주고받을 수 있는 도구)를 정의한다. BACnet에 있어서 디바이스는 다양한 기능에 따라 내부적으로 계층화 될 수 있고 심지어 최종사용자 입장에서 같은 내용이라도 BACnet에서의 디바이스는 그 기능과 성능을 분류하는 대응 클래스(Conformance class)를 정의해야 한다.

이러한 대응 클래스에 속하는 디바이스는 최소한의 특성을 갖추어야 하면서 부가적인 특성을 갖는 것도 허용된다. 디바이스의 모든 특성 및 기능은 디바이스의 프로토콜 구현일치문장(PICS: Protocol Implementation Conformance Statement)으로 표현된다. 엔지니어는 어떤 디바이스에 어떤 오브젝트와 서비스 등이 지원되는 지를 일일이 알아야 하는데 이

표 2. BACnet 하위계층 선택사항에 대한 특성

LAN	통신속도	특 성	단 점	최대NPDU길이
Ethernet	10-100Mbps	- CSMA/CD 방식, 고속 - 국제표준 - 대부분 빌딩에서 이미 사용 - 다양한 미디어 접속(UTP,Coax,Fiber optic) - Back bone Network으로 주로 사 용	- 고가 - 거리의 제한	1497 Octet
ARCNET	105k-7.5Mbps	- Token Bus 방식 - ANSI 표준(ISO layer 1,2) - 다양한 미디어 접속 가능 - 비교적 고속 - single source chip	- 필드장비에는 고가 - 거리의 제한	501 Octet
MS/TP	9.6-76Kbps	- Token Passing 방식 - ANSI 표준 - 단일 마이크로 프로세서서로 구현 가능 - 단일 미디어만 제공 (RS-485)	- 단일전송매체 - 전송속도 제한	501 Octet
PTP	9.6--56Kbps	- 1:1통신에 적합 - 표준모뎀 사용을 통한 통신구현 용이	속도가 느리다 - PTP통신만 가 능	501 Octet
LonTalk	32K-1.25Mbps	- 다양한 미디어 제공(UTP,Coax,RF, IR, Fiber optic) - Single source chip (Neuron Chip)사용 - 전송속도 조정	- 거리에 제한 - 별도의 개발도 구가 필요	501 Octet

는 디바이스마다 틀리고 PICS정보를 일일이 뒤져야 한다. 이러한 PICS가 BACnet을 구현하는 제조업체에 따라 다양하게 변형될 수 있다. 즉, 기능과 데이터의 접근 가능성에 따라 여러 가지 제품이 파생될 수 있다.

BACnet은 네트워크설치 및 유지보수에 있어서는 표준을 제공하지 않는다. 즉 벤더가 필요한 네트워크 관리틀을 제공한다. 이러한 도구는 벤더마다 틀리고 포함하는 기능에 따라 독자적인 방식으로 운영될 수밖에 없다. 결국 BACnet 디바이스가 여전히 폐쇄적이고 독자적일 수밖에 없는 결론을 낳았다. BACnet을 창안한 사람들과 빌딩오너들은 분명히 같은 프로토콜로 서로 다른 벤더의 디바이스가 매끄럽게 연결되고 제어되고 대체되는 상황을 기대할 것이다. 그러나 BACnet의 구현이 벤더마다 다르고 다양해질 수 있다는 점이 그러한 기대를 불가능하게 만든다. 즉 서로 다른 벤더의 디바이스는 이러한 의미에서 상호 운용가능하지 않고 서로 대체되어 사용할 수도 없다. 현재 제어네트워크와 BACnet을 연결하는 데 있어서 몇몇 벤더는 BACnet 게이트웨이를 개발하여 사용하고 있다. 이러한 BACnet 게이트웨이는 기존 제어네트워크의 데이터를 BACnet 형식으로 변형시켜 주는 것이다. 이러한 게이트웨이를 만들어 놓고 벤더는 자신의 제품이 BACnet을 지원한다고 말한다. 왜냐하면 BACnet 패킷이 게이트웨이를 통해 자신의 디바이스와 메시지를 주고 받을 수 있기 때문이다.

여기서의 문제는 이러한 게이트웨이 사용이 BACnet의 기본정신에 위배된다는 것이다. 앞에서 언급한 바와 같이 두 개의 네트워크로 정보를 변형시킬 때 게이트웨이가 할 수 있는 일이 제한되어 있기 때문이다. 노드로부터의 진단정보 네트워크 그래픽에 관한 정보 네트워크관리 메시지 등이 게이트웨이 삽입으로 인해 영향을 받게 된다. 게이트웨이 제작자들은 온 힘을 다해 개발에 몰두하겠지만 여전히 게이트웨이는 BACnet이 실현시켜줄 개방형 시스템 구축에 대한 약속을 이행하기보다는 폐쇄적이고 독자

적인 시스템의 수명을 연장시켜줄 뿐이다. BACnet의 기본적인 의도에 따르면 보다 저렴한 설치비용과 보다 저렴한 유지보수비용, 그리고 보다 강화된 확장성이 보장되어야 한다. 하지만 불행하게도 현재까지 BACnet은 이러한 약속을 지키지 못하고 있다.

5. Open system(Open network + Open tools + Open devices)을 향하여

5.1 개요

BACnet은 open 시스템구현을 목적으로 개발 보급되고 있으나 그 한계를 지적한 바와 같이 최하위센서, 액추에이터와 같은 디바이스로부터 기존 LAN에 연결된 노드처럼 동일한 프로토콜로 묶여 하나의 라인으로 통신하기 위한, 즉 멀티벤더(디바이스 간)를 지원할 수 있는 상호운용이 가능한 open 시스템 구축에 한계를 가지고 있었다.

따라서 컴퓨터산업에서 일어난 분산화, 네트워크화, open tools화가 제어 및 자동화 분야에서도 동일한 메리트를 실현시킬 수 있는 새로운 네트워크기술의 필요성에 따라 에쉬론(Echelon)사가 Lonworks를 개발하였다. 이는 모든 디바이스에 의해 공유되는 프로토콜을 통하여 통신할 수 있는 기술이다. 통신용 트랜시버와 메카니즘이 표준화되어 있고 오브젝트모델, 프로그래밍/ 문제해결도구가 LonWorks 디바이스 간의 보다 빠르고 상호운용가능한 설계 및 구현을 가능케 한다. 또한 LonWorks의 지능분산, 상호운용가능성 및 수평적구조(flat architecture)는 멀티벤더의 환경을 구축해주고 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. 이 LonWorks 네트워크를 데이터 네트워크의 대표적인

예인 LAN과 비교하면 표 3과 같다. LAN과 LON(Local Operating Network)은 모두 네트워크지만 목적이 다르다. LAN은 컴퓨터, 프린트, 파일 서버등의 사이에서 문서나 이미지등 대량의 데이터처리를 목적으로 한다. 이에 반하여 LON은 제어를 위한 피드백 정보나 각 노드간의 명령이나 상태 등 소량의 데이터를 교환하여 네트워크 전체 또는 그룹단위로 고도로 조직화된 제어를 하는 것을 목적으로 한다.

LonWorks를 정의를 아래와 같이 요약할 수 있다.

- 각종 디바이스들이 통신수단을 공유하며 Peer-to-peer방식으로 통신하며 각자 맡은 일을 수행할 수 있도록 하는 제어기술입니다.
- 시스템 확장이 매우 용이합니다. 필요한 지점에 노드를 추가하고 가장 가까운 곳에서 연결만 시키면 됩니다. 기존의 마스터/슬레브방식의 프로그램이 필요하지 않습니다.
- 신뢰성이 탁월한 LonTalk 프로토콜을 지원하는 뉴런칩을 사용하기 때문에 사용자가 디바이스를 위한 별도의 독자적인 커뮤니케이션 시스템을 개발할 필요가 없습니다.
- LonWorks의 토털 시스템 솔루션은 OSI 표준 모델인 7개의 계층을 지원함은 물론 다양한 매체 라우터, 게이트웨이, 네트워크 서비스 등 이미 그 기술을 구현하기 위한 모든 체제가 구비되어 있습니다.
- Internet를 이용한 Building/Factory/Home control을 가능하게 하는 기반기술입니다.

이러한 표준데이터 타입과 개방적인 기술이 각종 장비간의 상호운용가능 기능을 구현하고 따라서 여러 장비 제조업체들의 단말들을 같이 사용할 수 있게 해 줍니다.

5.2 LonWorks 시스템의 응용범위

LonWorks가 추구하는 것은 Flat architecture를 갖는 Distributed Intelligency를 구현함으로써 그 동

안 소비자가 시스템 공급업자에게 끌려 다니는 것을 소비자 중심으로 전환할 수 있다. 다시 말하면 과거 메인프레임 시절과 현재 LAN 환경에서 다중 공급자(Multi vender)환경을 생각하면 됩니다.

LonWorks는 그 응용범위에서 부터 다른 필드버스나 솔루션과 차별화 된다. LonWorks는 빌딩자동화 분야에서는 사실상 표준으로 인정받고 있으며 공장자동화는 물론 홈오토메이션등 넓은 응용범위를 가진다. 작은 시스템으로는 복사기나 자판기와 같은 복잡한 기능을 갖는 기계류에서부터 엘리베이터 제어나, 경비행기의 운항제어 공항의 수하물 처리시스템 제어 등 광범위한 영역에서 사용되고 있다. 특히 최근에는 환경, 에너지분야, 교통 및 철도차량쪽의 어플리케이션으로 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. 또 홈오토메이션 시장을 놓고 경쟁중인 시스코, 마이크로소프트(HAPT), 썬(Jini technology) 모두 하부디바이스 제어 네트워크로 LonWorks를 선택하였다. 이미 수천개 회사가 여러 분야에서 다양한 제품을 만들고 있다는 사실은 LonWorks가 폭 넓은 어플리케이션에서 사용될 수 있음을 의미한다.

5.3 LonWorks 시스템 구성요소

LonWorks의 시스템구성요소는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- 뉴런칩(Neuron Chip)과 매체간의 통신 칩인 트랜시버(Transceiver)를 탑재한 LonWorks 디바이스
- LonTalk 프로토콜
- 네트워크 관리, 통신운용시스템인 LNS (LonWorks Network Services)

· 네트워크 구성을 위한 사용자 어플리케이션 및 MMI/HMI

LonWorks가 다른 필드버스에 비하여 차별화 될 수 있는 까닭은 현장에서 제어 네트워크를 구성하는데 필요한 모든 요소를 갖추었다는 점이고 거기에 개방형 프로토콜인 LonTalk가 있다. 이는 디바이스 개발자, 시스템통합자, 최종사용자 모두에게 동일한 통신 규약을 갖도록 하는 이점을 준다. LonWorks의 시스템 구성요소의 이해를 위해 표 4에 LAN 시스템과 비교하였다.

표 4. LonWorks의 구성요소와 LAN과 비교

LonWorks	LAN
Neuron Chip	Pentium II
Transceiver	LAN card
LNS	WIN NT
LonTalk	TCP/IP
Lon Malar for Window (LNS 기반 네트워크 구성 툴)	Ms-Excel

(1) 뉴런 칩(Neuron chip)

뉴런칩에는 통신 및 연산을 위한 3개의 8비트 프로세서를 탑재하고 있으며 칩내부의 메모리 내장 유무에 따라서 3120 계열과 3150계열로 나뉘어진다. 프로세서 자체가 통신을 위한 프로토콜을 내장하고 있음으로 디바이스 개발자는 디바이스의 어플리케이션 프로그램만 작성하고 네트워크 통신을 위한 프로토콜을 일일이 구현할 필요가 없다. 또한 뉴런 칩에는 2개의 16비트 타이머/카운터, 20mA 싱크포트 등 11개 I/O포트를 이용한 34개의 입출력 모드를 제공한다. 또한 네트워크 통신 전용포트를 갖추고 있어 여러 종류의 트랜시버와 다양한 모드로 인터페이스 할 수 있다. 그림 7은 뉴런칩 구성도를 나타낸 것이다.

또한 최근에 개발되고 있는 뉴런칩 기능이 보장되어 칩내부에 자바 코어를 내장시킨 자발론(Javalon)과 32비트 RISC타입의 CPU에 이더넷 포트를 내장시킨 타입(Pentagon)이 발표될 예정이다. 이러한 기

능들은 향후 디바이스의 강력한 어플리케이션과 인터넷을 통한 시스템의 통합 제어 및 모니터링을 가능케하는 원천기술이 될 것이다.

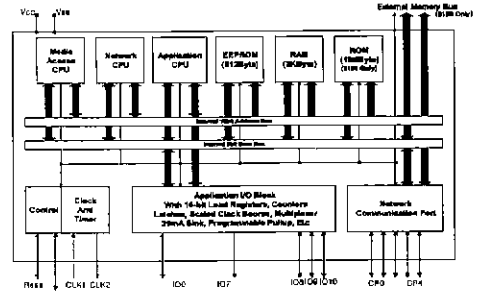


그림 7 뉴런칩 구성도

(2) LonTalk

LonTalk 프로토콜은 모든 LonWorks디바이스의 핵심이라고 할 수 있으며 그 사양이 공개되었다. LonTalk의 프로토콜은 OSI 7계층 모델에 준하여 구성되어 있으며 하드웨어 또는 펌웨어 형태로 구현되어 있다. 이러한 LonTalk 프로토콜 중 MAC 계층부터 응용계층을 마이크로프로세서에 VLSI화하여 넣은 것이 뉴런칩이고 통신매체와의 커뮤니케이션을 위한 물리계층을 담당하는 것이 LonWorks표준 트랜시버이다.

그림 8은 LonTalk 7 계층을 나타낸 것이다.

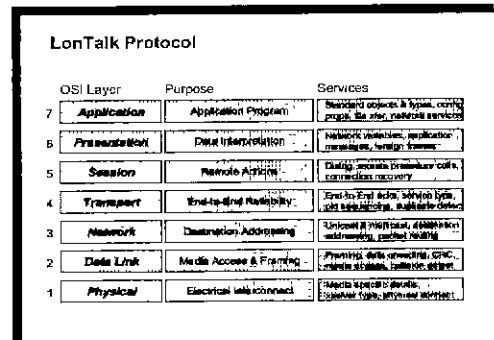


그림 8. LonTalk 7 계층

(3) 트랜시버 및 라우터

LonWorks 트랜시버는 매체와 통신을 담당하는 칩으로 볼 수 있으며, OSI 7 layer 중 1 계층인 물리 계층에 해당한다. 즉 뉴린칩이 컴퓨터 CPU라면 트랜시버는 LAN카드(NIC)로 비유 될 수 있다. LonWorks의 장점 중의 하나는 데이터 전송매체의 선택이 자유롭다는 점에 있다. 즉 TP(Twist Pair), 전력선(AC100/220), Link Power (DC 24V선에 데이터를 실어보냄) 무선(RF), 광(Fiber Optic), 적외선(Infrared)등 다양한 매체를 지원하는 트랜시버가 여러 업체에 의해 제공되고 있다. 아래의 표 5.는 트랜시버 제품사양을 표시한 것이다.

(4) LNS(LonWorks Network Services)

LonWorks가 여타 필드버스와 차별화 될 수 있는 점은 일관된 네트워크 관리(Network Management) 솔루션까지 갖춘 제어용 네트워크라는 점이다. 에쉬런사는 1997년망에 발표한 LNS는 LonWorks네트워크의 OS와 NMS(Network Management System)이라 할 수 있다. LNS는 시스템 설치자 및 통합자가 서로 다른 벤더의 제품을 묶어서 전체 네트워크를 구성하는데 편리한 잇점을 제공한다. 즉 LNS는 PC를 비롯하여 다른 마이크로 프로세서나 마이크로 컨트롤러에 구현되어 LonWorks를 구성, 설치, 모니터링, 제어할 수 있는 어플리케이션을 작성할 수 있게 해준다. 특히 LNS는 클라이언트/서버아키텍처를 지원함으로 네트워크

관리를 관장하는 네트워크서비스서버(Network Service Server:NSS)에 127개까지의 네트워크서비스 인터페이스(Network Service Interface)도구들이 연결 될 수 있다. 즉 일반터미날 및 모뎀을 통한 원격접속, 노트북 등 포터블한 작은 계측기, 심지어는 인터넷상의 PC등이 LNS의 클라이언트로 LonWorks 네트워크에 접속하여 네트워크를 모니터링 및 제어를 할 수 있다. 일반적으로 LonWorks 네트워크의 논리적인 설치를 위한 툴로 잘 알려진 LonMaker for Windows도 당연히 LNS 기반의 소프트웨어이다. LNS가 Windows 95/98이라면 LonMaker for Windows는 엑셀 같은 프로그램이다. LonMaker for Windows는 하부 Lon디바이스를 구성, 연결하는 소프트웨어로서 LNS기반의 네트워크 데이터 베이스를 생성한다. 이렇게 작성된 네트워크 구성은 각 단위 디바이스에 로딩되고 LonMaker가 만든 데이터 베이스는 상위 MMI/HMI들에서 하위디바이스 구성을 참고하여 모니터링 및 제어를 할 수 있도록 한다.

LonMaker for Windows 는 VisioV5.0을 내장하고 있으므로 네트워크가 구성된 상태를 CAD도면 같은 형태로 보여 주게 된다. LonMaker for Windows의 스텐실(stencil)에는 개별디바이스와 해당디바이스를 갖고 있는 LonMaker가 object를 표시하는 FB(Functional Block)이 있다. 사용자는 도면에 채널을 설정하고 해당채널에 놓일 디바이스를 드래깅하

표 5. LonWorks 트랜시버 사양

구분	트랜시버 이름	Bit Rate	Topology	Distance	비고
Twisted Pair	FTT-10A	78Kbps	Free-Bus, Star, Loop, Other combination	500m free topology, 2700m doubly terminated bus.	transformer-isolated
	TPX/XF-1250	1,25Mbps	Bus	130m(0.3stub)	transformer-isolated
Link Power	LPT-10	78Kbps	Free-Bus, Star, Loop, Other combination	500m free topology, 2200m doubly terminated bus	transformer-isolated
Power Line	PLT-22	5Kbps	Free or bus	Depend on transmitter-to-receiver attenuation & noise seen at reciver	Dual Carrier Frequency(132 kHz/115kHz)

여 도면에 없고 사용할 기능함수 을 드래깅한 후 해당디바이스의 플러그인 (LNS device plug-in)을 불러내어 속성값을 설정하거나 네트워크 변수를 바인딩하는 작업을 하게 된다. 디바이스의 갖가지 속성을 설정하는 작업은 디바이스 제조업자가 속성설정을 위한 프로그램을 LNS이키렉처에 맞게 제공하는 것이다. 이러한 프로그램은 윈도우상에서 Active-X 제어 형태로 제공되기 때문에 LNS기반으로 개발된 어플리케이션은 이러한 프로그램을 쉽게 로드하여 사용할 수 있다. 이외에도 MMI개발을 위한 DDE타입 데이터를 제어하는 LNS DDE server가 있다. 최근에는 LNS를 기반으로 하는 서드파티제품군이 많이 개발되어 있다.

특히 Windows95/98, NT 상에서 MMI를 구현하고자 할 때에는 DDE방식으로 (LNS DDE Server) 또는 Active-X콘트롤(OLE)형태로 제공되는 LCA (LonWorks Component Architecture)를 사용하여 프로그램 할 수 있는 데 특히 Wonderwera사의 InTouch와 우리나라업체인 KDT와 에버론(Everlon)의 CIMON이 LNS를 지원하는 MMI이다. 그림 9은 급탕과 열교환기를 나타낸 Cimon for LonBAS이다

LNS는 네트워크관리프로그램을 쉽게 구현해 주는 장점만 가진 것이 아니라, 현재 많은 디바이스 제조업체가 LNS 어플리케이션에 탑재되는 디바이스 플러그인(Device plug-in)을 개발하여 제공하고 있다. 이것은 LNS어플리케이션에서 네트워크상의 디바이스 플러그인을 불러내면 해당디바이스의 구성 값을 손쉽게 조회하고 수정할 수 있는 장점이 있다. 즉 시스템 통합자의 입장에서는 하나의 프로그램으로 네트워크 구성 및 개별 디바이스의 구성을 할 수 있어 편하고, 디바이스제조업자 입장에서는 자기의 디바이스와 관련한 틀을 LNS플러그인으로 제공하면 사용자의 불필요한 세팅에서 오는 여러 가지 유지보수상의 일을 감소시켜 신뢰성을 확보할 수 있다.

5.4. 향후기술 동향

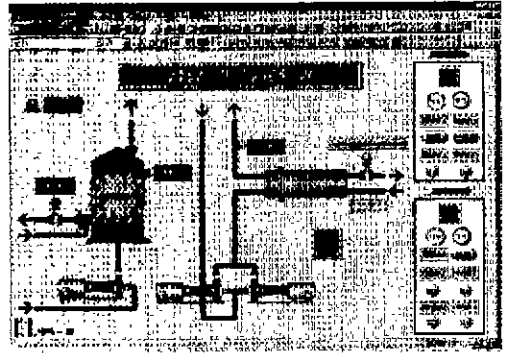


그림 9. CIMON for LonBAS

선진국에서는 빌딩오토메이션의 네트워크 프로토콜을 하위계층(장비레벨)은 LonTalk, 상위층(정보계)은 TCP/IP등의 데이터 통신 프로토콜이 실질적인 방법이 될 것이다. 현재 미국의 빌딩오토메이션 업계에서는 장비레벨의 네트워크로서 LonWorks가 실질적인 표준이라는 데 반론을 제기하는 기업은 하나도 없다. 더나가서 LonWorks로 제어되는 빌딩군을 LAN이나 WAN을 가입시켜 원격적인 감시제어가 보편화 될 것이다. 감시를 위한 광역 네트워크에서는 향후 인터넷을 통하여 쉽게 실현될 것이다. 현재 에쉬런사는 LonWorks와 인터넷의 친화성을 높이기 위해 파트너 기업과 협력하여 프로젝트를 추진하고 있다. 특히 선마이크로시스템사와 도시바, 에쉬런사의 3사에서 추진하는 프로젝트는 인터넷 적용 개발용 표준언어와 현재 사용중인 Java에서 정보계 네트워크와 LonWorks 네트워크의 양방향성을 통신 할 수 있는 환경을 개발하고 있다. 현재에도 이동하면서 다른 나라의 제어시스템을 제어할 수 있는 기술이 실현되고 있다. 그림 10은 정보계 네트워크 성격이 강한 상위층에 있어서는 Ethernet LAN이 이용되고 하위계층에는 LonTalk, TCP/IP, UDP/IP, BACnet 프로토콜 등을 필요시 대응하여 구성한 open 빌딩제어 시스템 구조를 나타낸 것이다.

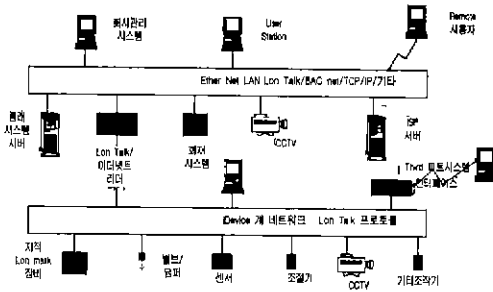


그림 11. Open 빌딩제어 시스템구조

6. 결론

PC의 기술발전과 정보통신의 기술 진보가 우리가 매일 근무하는 사무실 자동화를 실현시켰다. 이는 빌딩산업 분야에서도 IBS 빌딩의 대중화로 이어지게 되었다. 제어시스템에서도 컴퓨터 산업에서 이룩된 기술을 이용하여 open network, open tools, open devices가 가능해진 open 시스템을 구현 할 수 있게 되었다. 이것은 앞에서 언급한 필드버스기술의 발달에 힘입어 애쉬튼사가 개발한 지적분산제어 네트워크기술인 LonWorks로 가능하게 되었다. 이는 18년 전에 PC출현으로 오늘과 같은 지식 정보사회를 이룩한 것 못지 않게 산업제어 및 빌딩제어, 감시 분야에 혁명적인 변화를 예고하고 있다. 즉 이 제어네트워크 기술은 새로운 프로토콜, 한 벤더와 서비스업체에 의존적인 솔루션을 요구하지 않는다. 빌딩제어와 엘리베이터 네트워크가 막힘 없이 통합되고 차안에서 홈 오토메이션을 셋팅하고 전력, 수도, 가스검침이 같은 네트워크로 원격에서 통합관리하는 등 이제 제어산업은 자신과 통합할 수 있는 다른 네트워크에 관심을 갖고 사용자에게 보다 많은 혜택과 가치를 제공하는 방향으로 나가고 있다. 우리나라에서도 현대전자와 대림정보통신에서 등에서 이 시스템을 이용하여 각각 원격검침시스템과 빌딩의 전력제어 시스템을 구축한 사례가 있다. 이러한 기술 조류속에 한국 실정에 맞고 빌딩전체시스템에 적용이 가능한 프로

토콜의 정의 및 한국적 통합 솔루션을 위한 기술을 확립하기 좋은 출발점이라 생각된다. 또한 우리나라 자동제어 디바이스 제조업체/시스템/네트워크 통합업체들이 이러한 선진국의 새로운 기술과 제어의 근본적인 변화를 주시하고 세계시장 진출을 위해 대처해야 할 시점이라 하겠다.

참고 문헌

- [1] 홍승호외 3인, "분산제어 및 자동제어 시스템과 필드버스", 제어·자동화·시스템공학회지 제2권, 제4호, 1996년 7월.
- [2] 이재우, "BACnet 기술 동향과 나라컨트롤의 BACnet 시스템", 빌딩전보, pp.89-95, 1999. 06.
- [3] 백우진, "LonWorks 기초", <http://www.echelon.com>
- [4] 마이클 테네포스, "개방형제어시스템 구현", <http://www.echelon.com>.
- [5] 홍승호, "건물자동화시스템의 오픈프로토콜", 공기조화냉동공학회 1998년도 자동제어 부문 강연회, pp. 3-22, 1998. 11 11.
- [6] 이희승외 1인, "LonWorks 기술의 이해", <http://www.echelon.com>.
- [7] 홍원표, "빌딩자동화시스템", 조명·전기설비학회지, Vol. 12, No 3, pp.56-66, 1998.
- [8] 최기철, "LonWorks로 실현하는 빌딩의 OPEN 관리시스템", 계장기술 pp. 103-109, 1999.10.
- [9] H. Michael Newman, "Direct Digital Control of Building Systems", John Wiley & Sons, Inc., pp. 53-207, 1994.
- [10] 이강석, "LonWorks를 이용한 빌딩전력제어 시스템구축 사례", <http://www.echelon.com>.
- [11] 김인성, "LonWorks 기술을 이용한 Sub-metering system", <http://www.echelon.com>.
- [12] V. Boed, "Control & Automation for Facilities Managers", CRE Press, 1999

◆著者紹介◆



홍원표(洪元杓)

1956년 5월 15일생. 1978년 숭실대 전기공학과 졸업(학사). 1980년 서울대학교 대학원 전기공학과(석사) 1989년 서울대학교 대학원 전기공학과(박사) 1979년~1993년 한전 기술연구원 선임연구원. 1999년~현재 대전산업대학교 건축설비공학과 교수.