

技術解説

建物 自動化 시스템의 제어용 컴퓨터 기능

(The Computer Control Functions of Building Automation System)

宋 彦 彬

(韓國建設技術研究院 先任研究員)

1. 서 론

최근의 건물들은 컴퓨터 제어기술을 이용하여 知的 制御機能을 갖춘 情報化 建物로 급속히 바뀌어지고 있다. 건물 자동화 시스템은 주로 空氣調和 設備의 制御에 이용되었지만 점차 電氣設備 및 安全관련 設備에 이르기까지 건물의 모든 設備들을 制御하고 관리할 수 있도록 制御機能이 확대되고 있는 추세에 있다. 나아가 건물내의 통신망, 각종 사무 자동화 시스템과도 연결되어 情報化 建物로 발전되고 있다.

건물 자동화 시스템은 실내환경을 쾌적하게 유지시켜 주면서 에너지 절약이 가능할 뿐만 아니라 설비의 관리를 자동적으로 수행하는 건물의 두뇌에 해당하는 주요한 설비가 되고 있다. 이 시스템은 제어용 컴퓨터로 구성되며 제어기능을 수행하는 하드웨어와 소프트웨어로 이루어진다. 최근에 情報化 建物の 필요성이 증대됨에 따라 건물 자동화 시스템은 통신 시스템과 연결시킬 수 있도록 통신 가능한 연결구조도 필요하게 되었다.

건물 자동화 시스템에서 제어용 컴퓨터의 구성형태를 알아보고 주 제어용 컴퓨터의 기능과 分散形 制御部의 기능을 검토하고자 한다. 특히 제어용 컴퓨터의 소프트웨어 기능은 장차 확장 가능하면서 分散制御機能을 수행할 수 있어야 건물 자동화 시스템의 신뢰도가 높아진다.

2. 주 제어용 컴퓨터의 특징

건물 자동화 시스템의 제어 및 관리기능을 종합적으로 수행하는 중앙 제어 시스템은 주 제어용 컴퓨터가 담당한다. 주 제어용 컴퓨터의 하드웨어 및 소프트웨어는 건물의 크기와 환경에 융통성을 가져야 하며 MMI(Man Machine Interface) 기능이 우수하여야 한다. 신뢰도 면에서도 제어 시스템의 하드웨어는 높은 안전성과 보완대책이 마련되어야 하며 간단한 소프트웨어로써 다양한 기능을 수행할 수 있고 손쉽게 확장시켜 나갈 수 있는 네트워킹 기능이 우수하여야 한다.

주 제어용 컴퓨터의 구성형태를 보면 空氣調和 系統과 電氣設備系統을 일괄하여 하나의 하드웨어로 구성된 것과 하드웨어를 분리하여 각각 별도의 시스템으로 구성된 것들이 있다. 주 제어용 컴퓨터는 건물내의 모든 설비들을 관리하고 제어하면서 分散形 制御機能을 수행할 수 있어야 한다. 따라서 제어할 설비에는 제어기가 결합되어 있어야 하고, 이 제어기들이 주 제어용 컴퓨터와 각종 제어신호의 전송이 원활히 이루어지도록 네트워킹(networking)할 수 있는 기능이 포함되어야 한다. 그림1은 이러한 기능을 수행할 수 있는 주 제어용 컴퓨터로 구성된 건물 자동화 시스템 계통도이다. 이 계통도에서 제어기능은 레벨1, 레벨2로 나누고 있다. 레벨1 및 레벨2의 네트워킹 방식은 신뢰성을

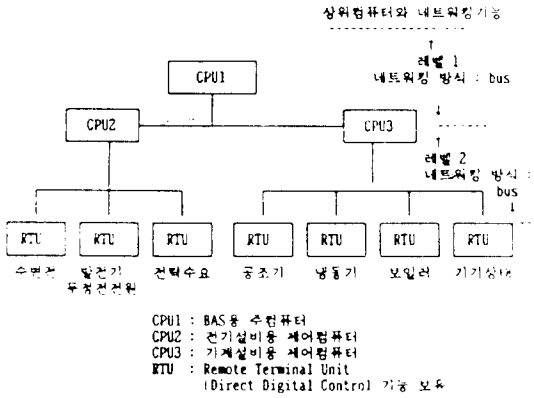


그림 1. 건물 자동화 시스템의 계통도

높이려면 버스(Bus) 방식을 채택하여야 한다. 네트워킹 방식중 링(Ring)방식을 채택한 것도 있는데 이러한 방식을 채택하면 그림1의 계통도에서 주 제어용 컴퓨터(CPU2 또는 CPU3가 됨)의 고장은 문제가 되지 않으나 네트워킹 된 DDC(Direct Digital Control) 기능을 갖는 RTU(Remote Terminal Unit)가 한개라도 고장나면 신호전달기능이 이루어지지 못한다. 이에 반하여 버스방식은 연결이 간단하고 RTU 하나가 고장이 발생되어도 이를 간단히 제거할 수 있고 이 고장이 전체 건물 자동화 시스템 계통에 영향을 주지 않는 특징이 있다.

건물 자동화 시스템에서 주 제어용 컴퓨터와 RTU간의 신호전송용으로 사용하는 전송매체들은 멀티페어(Multi-pairs) 케이블, 동축(Coaxial) 케이블, 2축 케이블, 광 케이블들이 채택되고 있다. 신호전송의 신뢰성 측면에서 광 케이블이 가장 우수하고 최근에 급속히 그 설치가 증대되고 있다.

3. 컴퓨터 네트워크의 특징

3.1 컴퓨터 네트워크의 일반특성

건물, 공장 등과 같은 일정한 지역에서 독립적으로 사용되던 사무 자동화 기기 및 제어용 컴퓨터들을 하나의 전송로를 통하여 상호 유기적으로 접속함으로써 연결된 기기들간에 정보의 공유 및 장치들을 공동으로 사용할 수 있게 한 것을 컴퓨터 네트워크라 한다. 근래에 들어 분산처리기능의 발전과 더불어 건물 공장 등에서 여러 장소에 분산되어

표 1. 신호방식에 의한 분류

구 분	베이스밴드	브로드밴드
신 호 방 식	디지털	아날로그
전 송 방 향	양방향	단방향
전 송 거 리	10 Km 이내	수십 Km
대역폭이용	주파수 분할 (FDM) 불가능 (한 신호가 전 대역폭 이용)	주파수 분할 (FDM) 가능(복수의 화상, 음성, 데이터)
응 용 분 야	데이터	데이터, 음성, 화상

표 2. 네트워크 구조에 의한 분류

네트워크구조	특 징
STAR 형	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙의 제어교환 장치에서 별 모양의 회선 구성 • 신뢰도, 영상 신호처리, 전송용량 등에 한계가 있음
BUS 형	<ul style="list-style-type: none"> • 단일 물리적 채널로 구성 • 액세스 경향 처리 • 다수의 LINK 수용 가능 • 다양한 서비스(음성, 화상) 제공
RING 형	<ul style="list-style-type: none"> • 원형상으로 절단되지 않은 순환 구성 • 특정 장치가 네트워크를 관리함

있는 컴퓨터 시스템, 프린터, 터미널, 전화, 워드 프로세서, 개인용 컴퓨터 등의 장비간에 통신처리를 해야하는 경우가 많아지고 있다. 따라서 이러한 일들을 신속하게 처리하기 위해서는 각 장비들을 상호결합시켜 신속하면서 신뢰성이 높게 정보교환과 통신이 이루어져야 한다. 그러므로 신뢰성 높은 고속의 통신선로를 통하여 사용자가 손쉽게 이용할 수 있어야 한다.

컴퓨터 네트워크를 통상 근거리 통신망(LAN: Local Area Network)이라 하며 이는 크게 신호방

技術解説

표 3. 액세스 방식에 의한 분류

액세스방식	내 용	비 고
PBX방식	사설교환기를 이용한 네트워크	
CSMA/CD (Carrier Sensing Multiple Access/Collision Detection)	전송 도중 자신의 패킷이 아닌 다른 패킷이 나타나면 전송을 중단하고 시간 지연후 재전송하는 방식	<ul style="list-style-type: none"> • 액세스 시간 보장 없음. • 슬롯 타임때문에 최대 거리 제약 • 소규모 LAN에 적합
TOKEN (Token Passing or Token Ring)	Daisy chain 형태로 묶여 있는 각 스테이션들이 토큰을 소유함으로써 전송로의 사용권을 얻는 방식	<ul style="list-style-type: none"> • 전달이 확실함. • 거리, 속도, 구조가 무관 • 액세스 시간 보증 • TOKEN RING의 경우 한 스테이션의 고장은 전 시스템에 영향을 줌

식에 의한 분류, 네트워크 구조에 의한 분류, 액세스(Access) 방식에 의한 분류로 나누어진다. 표 1, 표2, 표3은 이들의 특성을 나타낸다.

3.2 PC LAN의 특징

PC(Personal Computer) LAN(Local Area Network)은 개인용 컴퓨터간 신호전송을 위한 컴퓨터 네트워크이다. 이것은 개인용 컴퓨터를 사용하는 이미지 그대로 손쉽게 시스템을 구축할 수 있기 때문에 시스템의 도입, 운용, 보수 등에 전임자를 배치할 필요가 없을 뿐만 아니라 별도의 空調設備나 특수한 電氣工事が 필요없다.

LAN시스템 규모의 확장성이 용이하며 컴퓨터 시스템 변경이나 확장시 기존 프로그램의 수정을 필요로 하지 않는다. 정보처리의 대부분이 각 PC가 부담하는 분산처리로 부하가 경감되며 스테이션

수 증가에 따르는 시스템 성능의 열화가 방지되는 특징이 있다.

PC LAN은 개인용 컴퓨터가 지니고 있는 기능을 활용하여 계측기능을 수행하는데 유연하게 대응할 수 있다. 표4는 PC LAN의 공급회사별 주요 특징 비교표이다.

3.3 건물 자동화 시스템에 필요한 네트워크의 요건

건물 자동화 시스템의 컴퓨터 네트워크는 사무처리용 컴퓨터 네트워크에 비하여 시설환경이 나쁘고 지속적인 24시간 연속동작과 실시간으로 제어기능을 수행하여야 하는 가혹한 운전환경 속에 놓이게 된다. 특히 중요한 건물의 경우 컴퓨터 네트워크를 정지시킬 수 없는 경우가 있으므로 보수점검이 용이하도록 구성되어야 할 것이다. 만약 情報化 建物에 대비하여 서로 다른 제작회사에서 만들어진 각종 知的 制御裝置와 제어용 컴퓨터들을 연결하려면 각 연결될 기기 상호간에 프로토콜(Protocol)과 인터페이스(Interface) 조건이 표준화 되어야만 할 것이다. 프로토콜은 네트워크 노드사이에서 같은 등급의 모듈사이의 관계로서 대체로 어느 한 계층의 모듈은 한 단계 낮은 계층의 모듈과 상호 연결되어 서로 정보교환이 이루어진다.

대체적으로 제어용 컴퓨터를 설치하는 데는 네트워킹 비용이 총 제어용 컴퓨터 시설비의 약 50%가 소요되는 것으로 알려지고 있다. 네트워킹을 표준화 하게 되면 약 30% 이상의 비용 절약효과가 기대된다. 네트워킹의 표준화는 서로 다른 제작회사의 제어기기를 자유자재로 결합할 수 있기 때문에 보수유지측면에서도 유리하다.

컴퓨터 네트워크를 설계할 때에는 현재와 미래의 확장규모를 미리 예상하여 시설되도록 함이 좋다. 이러한 수요예측에는 스테이션(Station)의 형태와 갯수, 통신거리, 배선의 종류, 통신방법, 전송속도, 전송데이터의, 형태, 네트워크의 규모 등이 포함된다. 제어용 컴퓨터 네트워크는 네트워킹 거리에 제한이 있기 때문에 계측기능과 제어기능의 규모 분석이 필요하다. 될 수 있는 한 제어기능을 현장제어장치로 이관시키게 되면 네트워킹의 부담을 줄일 수 있는 효과가 있다.

제어용 컴퓨터 네트워크는 조작자와 각종 설비

표 4. PC LAN의 특징비교

회 사 명	SYTEC	IBM	AT & T	DATAPPOINT
제 품 명	LOCAL NET	TOKEN-RING	STARLAN	ARCNET
LAN 규격				
-TOPOLOGY	BUS	RING (STAR-WIRED RING)	BUS	STAR, TREE, BUS
-전송매체	동축케이블	TWISTED PAIR	TWISTED PAIR	동축케이블, FIBBER케이블
-변조방식	BROADBAND	BASEBAND	BASEBAND	BASEBAND BROADBAND
-전송속도		4MBPS	1MBPS	2.5MBPS
-ACCESS 방식	CSMA/CD	TOKEN PASSING	CSMA/CD	TOKEN PASSING
-최대 NODE 수	100대	120m (RING) 45m(PC-RING CONNECTOR)	1Km	
-사용 LAN O/S	A NETWARE/286	A NETWARE/86	-	DATALAN NETWARE/286
FILE SERVER				
-최대 DISK	2GB	2GB	-	12GB
-최대 MEMORY	16MB	640KB	-	32MB
-최대 BACK-UP TAPE	-	-	-	
-최대 LOGICAL VOLUME	256MB	-	-	2GB
기능				
-FDD 공유	불 가	불 가	불 가	가 능
-BACK-UP TAPE 공유	불 가	불 가	불 가	가 능
-각 H/W 자원 공유(HDD, FDD)	불 가	불 가	불 가	가 능
PRINTER)				
-PRINTER 직접 ACCESS 기능	불 가	불 가	불 가	가 능
-NETBIOS 호환	EMULATION	EMULATION	EMULATION	호 환
사용가능 O/S	MS-DOS 3.0 이상	MS-DOS 3.0 이상	MS-DOS 3.0 이상	MS-DOS 3.0 이상 MS-DOS 4.0 O/S -2

技術解説

시스템에 원활한 정보전달 기능과 일반 사무용 컴퓨터 네트워크보다 가혹한 시설환경에 견뎌야 하므로 특별한 패키지가 필요하다. 일반 플랜트에서 고려하고 있는 MAP(Automation Protocol)과 같은 네트워킹 표준이 대규모 情報化 建物에서도 필요할 것이다.

4. 원격 제어부의 기능

원격 제어부는 제어할 대상 설비에 위치하여 分散制御機能, 디지털 신호 입출력, 아나로그 신호 입출력, 펄스 입출력 등과 같은 기능을 수행한다. 원격제어부는 MCB(Multimodule Control Board), DIO(Digital Input Output), AIO(Analog Input Output), PIB(Pulse Input Output)으로 나누어지고 있다.

MCB는 分散制御機能을 수행할 수 있으며 중전 버스(Bus)의 결점인 가격문제와 복잡한 제어계통 구성시의 다양한 인터페이스 기능을 갖고 있다. 이것은 하나의 마스터(Master)로 작용하여 250개까지 하부 접속 노드를 구성할 수 있으며 각 노드에는 공정제어에 사용할 수 있는 OS(Operating System)가 내장되어 있다. 이러한 분산처리 시스템을 도입함으로써 일반적인 마이크로 콘트롤러에서 당면하는 아래와 같은 문제점을 해결할 수 있는 특징을 갖추게 된다.

(가) 일반적인 마이크로 콘트롤러에서는 마스터 노드가 모든 결정을 내리도록 구성되어 있으므로 데이터 흐름이 신속하지 못하다. 그러나, 분산 제어시스템은 각 공정부문에서 제어에 대한 결정을 내릴 수 있으며, 또한 마스터 노드의 호출이 필요한 경우 고속의 통신이 가능하므로 병목현상을 피할 수 있다.

(나) 마이크로 콘트롤러는 물리적으로 분리된 제어 및 계측기능을 처리함에 있어 값비싼 케이블과 고가의 마스터 기구가 필요로 하나 분산처리 시스템은 각 하부 접속노드와 知的 機能을 갖는 OS를 내장하고 있어 각노드에서 발생하는 제어 및 계측기능을 동시에 처리할 수 있으므로 물리적으로 분리된 제어 및 계측기능을 처리하기에 용이한 특징이 있다.

MCB는 電氣設備 제어용 컴퓨터, 空調設備 제어

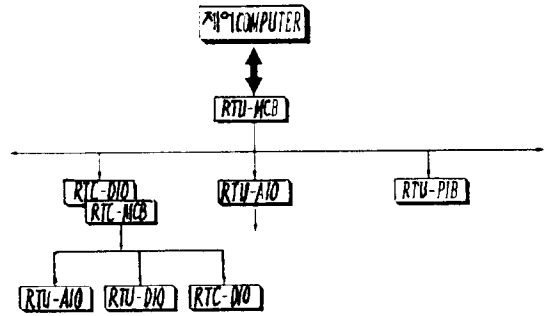


그림 2. 제어용 컴퓨터의 분산 제어 계통 구성

용 컴퓨터와 각각 연결되게 되며 전체의 건물 자동화 시스템을 계층 분산화 제어가 이루어지도록 한다. 그림2는 MCB가 제어용 컴퓨터와 결합될 때의 구성개념도이다.

DIO는 실시간으로 각 설비제어를 위한 디지털 입출력 신호를 제어하는 기능을 갖는다. DIO는 MCB와 상호 연결되게 할 수 있다. 이것은 제어대상에 대한 최적의 입출력 인터페이스를 제공하기 위해서 32개의 프로그램 가능한 입출력선이 제공된다. 32개의 입출력선중 16개는 입력이고 다른 16개는 출력에 할당되게 되며 전용 디지털 입력 보드도 사용할 수 있다. 이 보드는 건물 자동화 시스템의 유지보수의 용이성과 설치의 단순화를 위하여 모듈구조로 구성되게 된다.

AIO는 실시간으로 각 설비 제어를 위한 아나로그 입출력 신호를 제어하는 보오드이다. AIO도 MCB와 상호 연결되게 할 수 있다. 이 보오드는 제어 및 계측에 필요한 아나로그 신호의 입출력 기능을 분산처리할 수 있다. 사용자로 하여금 제어알고리즘의 실행과 각종 센터의 상태를 계측할 수 있도록 기능을 개선하며 16개의 트랜스듀서로부터 각종 아나로그 데이터가 입력될 수 있도록 한다. 아나로그 출력은 4~20mA, 또는 0~5V로 전압구동장치들을 제어할 수 있는 기능을 부여하도록 한다.

PIB는 각종 릴레이나 디지털 펄스 신호를 출력하는 계기에 접속하여 입력되는 펄스의 양을 측정할 수 있도록 구성한다. PIB에서는 전력량의 계측기능을 수행하게 된다.

5. 제어용 컴퓨터의 소프트웨어 기능

주 제어용 컴퓨터의 제어기능은 RT OS(Real Time Operating System)로 이루어진다. 실시간(Real Time)이란 컴퓨터에서 다루게 될 제어, 감시, 관리기능에 대하여 제어용 컴퓨터가 응답하여야 할 시간이 어떻게 되느냐에 달려있는 것이다 가령 0.2초의 응답시간이 TPS(Transaction Processing System)에서 실시간이라 한다면 20분의 응답시간이 BPS(Batch Processing System)에서 실시간이라 할 수 있다.

실시간 제어용 컴퓨터에서 프로그래머, OS(Operating System), 데이터베이스 등을 선정하는 일은 중요하다. OS는 여러가지 제어응용분야에 잘 활용할 수 있고 동작기능을 쉽게 처리할 수 있어야 한다. 프로그램 언어의 선택에 따라 프로그램 수행시간과 처리속도가 달라질 수 있다. 제어응답시간에 영향을 주는 컴퓨터의 변수는 인터럽트 잠재기능과 전후 스위칭기능이 있다. 전후 스위칭기능은 타스크(Task)간의 전환을 위한 시간과 간접적인 시간을 나타내며 인터럽트 잠재기능은 실제로 전환될 때까지의 지연시간을 나타낸다. 응답시간은 계산처리와 대량의 저장데이터를 액세스할 때 걸리는 시간에도 영향을 받는다. 실시간 제어를 위한 OS는 멀티유저(Multi User), 멀티타스킹(Multi Tasking), 실시간(Real Time) 기능을 갖고 있다. RTOS의 응답속도는 일반 사무용 컴퓨터의 OS보다 100배 정도 빠른 응답을 요구하며 신속한 제어기능을 수행할 수 있어야 한다.

실시간 제어시스템은 각 설비의 제어대상에서 일어나고 있는 각종 상태변화량을 계측하게 된다. 이러한 상태변화량은 비동기적이고 랜덤(Random) 간격으로 일어나게 된다. 한 상태량이 발생할 때 제어시스템은 이전의 상태량에 관련된 정보를 처리하는 도중에 있을 수도 있으므로 시스템은 이전의 상태량에 관한 처리상태에 영향을 미침이 없이 두번째 상태량의 발생을 점검하고 기록할 수 있어야 한다. 이러한 상태량은 어떤 순서로 처리할 것인가 하는 순서처리가 필요하다. 비교적 중요치 않은 상태를 처리하고 있을 때 이보다 중요도가 높은 상태량이 발생하였다고 하면 중요도가 높은 상태량이 우선적으로 처리되어야 한다. 이 상태량의 처리가 끝나면 중단되었던 상태량의 처리가 계속되도록 한다. 어떤 상태량을 처리하고 있을 때 에러가 검출

되었다고 하면 이 에러를 전체 시스템에 파급되지 않게 제거되도록 한다.

실시간 제어시스템에서는 동시에 여러개의 입력 및 출력 기능이 수행하게 된다. 제어시스템에서 원격제어부는 응용프로그램의 상태에 따라 제어부를 바꿀 필요가 있다. 이 경우 프로그램의 재편집없이 제어부를 바꿀 수 있도록 하여 OS와 독립적으로 기능변경이 가능하도록 한다.

파일에서 읽혀질 연속된 데이터의 크기가 프로그램의 데이터 저장공간과 응답속도에 영향을 준다. OS는 적정의 공간을 활용할 수 있도록 파일배치가 필요하다. OS는 필요한 기능을 택하고 불필요한 기능을 제거할 수 있는 융통성을 가져야 한다. 응용프로그램 처리에 있어서 메모리의 요구조건은 각설비에 대한 제어기능에 따라 변한다. 한 시스템이 응용프로그램들 간에 메모리를 공유하도록 구성한다면 그 시스템에서 필요한 메모리의 총량은 각각의 응용프로그램에서 필요한 메모리의 최대량의 총합보다 작을 수도 있다. 데이터입력, 데이터 베이스 관리와 같은 응용부분에서는 동시에 복수처리기능을 지원할 수 있어야 한다.

6. 결 론

지금까지 건물 자동화 시스템에서 제어용 컴퓨터의 기능을 주 제어용 컴퓨터의 특징, 컴퓨터 네트워크의 특징, 원격 제어부의 기능, 제어용 컴퓨터의 소프트웨어의 기능으로 나누어 알아보았다. 건물 자동화 시스템은 건물의 쾌적한 환경유지는 물론 에너지 절약이나 안전관리와 같은 기능을 수행하는 것으로써 건물의 핵심설비가 되고 있다. 특히 최근 情報化 建物の 등장으로 그 중요성은 날로 높아지고 있다. 情報化 建物에서는 각종 정보처리기능이 제어용컴퓨터, 사무용컴퓨터, PBX(Private Branch Exchange) 등과 서로 통신을 이루면서 유기적으로 결합하게 된다. 따라서 제어의 신뢰성을 높이기 위해서는 건물 자동화 시스템의 계통구성시에 면밀한 사전검토가 필요하다.

주 제어용 컴퓨터는 24시간 연속동작하여야 하며, 동시에 여러가지 제어 및 계측 기능을 수행할 수 있어야 한다. 특히 한 설비에서 고장이 발생되더라도 전체 제어시스템에 영향이 없도록 구성되어

技術解説

야 할 것이다. 이렇게 하려면 제어용 컴퓨터의 OS (Operating System)는 RTOS(Real Time Operating System) 기능을 갖추면서 분산처리 기능을 갖

는 것으로 구성하고 원격제어부는 주 제어용 컴퓨터와 독자적으로 제어기능을 수행할 수 있도록 하여야 한다.

