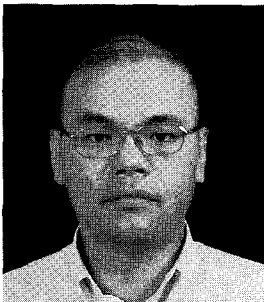


# 빌딩자동화 표준통신망 (BACnet)의 기술동향

홍승호/한양대학교 제어계측공학과 교수

송원석/한양대학교 제어계측공학과



홍승호 한양대학교 제어  
계측공학과 교수

지금까지는 장비제조업체마다 자체적으로 개발한 통신망 기술을 사용하였기 때문에 서로 다른 제조업체의 장비들간에 통신이 불가능하였고, 이로 인하여 사용자는 시스템 구축이나 확장에 제한을 받을 수 밖에 없었다.

## 1. 머리말

1980년대 초반부터 빌딩자동화 시스템에 DDC(Direct Digital Control) 기술이 도입되기 시작하면서, 건물 곳곳에 산재해있는 많은 장비들을 효율적으로 통합제어 및 관리할 수 있는 네트워크 기술 기반의 분산자동화 시스템이 보편화되었다. 하지만 지금까지는 장비 제조업체마다 자체적으로 개발한 통신망 기술을 사용하였기 때문에 서로 다른 제조업체의 장비들간에 통신이 불가능하였고, 이로 인하여 사용자는 시스템 구축이나 확장에 제한을 받을 수밖에 없었다. 이러한 문제점을 해결하고, 빌딩 자동화 시스템을 사용자 중심의 기술로 발전시키기 위해서 1980년대 중반부터 빌딩 자동화 통신망의 표준에 대한 필요성이 제기되었다. BACnet(Building Automation and Control network)은 이렇게 서로 다른 제조업체의 장비들 사이에 통신이 되지 않아 발생하는 많은 문제들을 해결하기 위하여 개발된 통신 프로토콜로서, ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating

and Air-conditioning Engineers)에 의해 1995년에 규격이 발표되었고 같은 해에 ANSI 표준으로 등록되었다. 본 원고에서는 BACnet이 서로 다른 제조업체 장비들 사이의 상호 동작성 확보를 위하여 어떠한 기술을 사용하는지에 대하여 기술한다. 아울러 최근에 발표된 인터넷을 통하여 원격지에서 건물을 관리할 수 있는 기술에 대하여서도 간략히 서술한다.

## 2. BACnet : 빌딩자동화를 위한 개방형 표준 프로토콜

### 2.1 통신망 기술

빌딩자동화 시스템에서 통신망기술은 건물내의 모든 장비를 통합관리 및 제어할 수 있는 기능을 제공한다. 그림 1에는 통신망 기술을 기반으로 하는 분산 자동화 시스템의 구성이 나타나 있다. 분산 자동화 시스템은 제어 장비들이 기능별로 몇 개 단위로 묶여 중앙에서 관리된다. 기존의 중앙 집중식 시스템과 비교하여 통신망 기술을 이용한 분산 자동화 시스템은 다음과 같은 장점이 있다.

— 건물 내의 제어 장비가 중간 단계인 DDC (Direct Digital Controller)에 의해 제어되고 중앙 제어 장비는 이를 보고 받거나 시스템 스케줄링 만을 수행하므로, 빌딩자동화 기능이 분산 처리된다. 따라서 고기능, 고가의 중앙제어장비가 상대적으로 가격이 매우 저렴한 분산제어 장비로 대체될 수 있어 시스템 구축 비용이 절감된다.

— 시스템을 확장할 경우 저가의 장비들을 병렬로 연결하여 사용할 수 있으므로 시스템 확장이 용이하다.

— 직렬통신망을 사용하므로 1기존의 일-대-일 연결 방식에 비하여 배선량을 월등히 줄일 수 있다.

— 각 장비들 사이에는 모두 양방향 통신이 가능하므로, 원격지에서 제어 장비의 고장 유무를

점검하고 이를 관리할 수 있으며, 원격으로 장비의 설정값을 변경하는 것이 가능하다. 따라서 시스템의 유지·관리 비용이 줄어든다.

— 기본적으로 디지털 기술을 사용하여 통신하므로 노이즈에 강하다.

— 센서 레벨에서 신호의 전처리 및 가공을 모두 수행할 수 있는 “스마트-센서”와 같은 첨단 기술의 도입이 용이하다.

건물이 점점 고층화, 대형화되어 가는 현재 추세에서 다양한 기능을 수행하는 더 많은 장비들이 건물 내에 설치되며, 이러한 장비들을 효율적으로 관리하기 위하여서는 통신망 기술 기반의 분산 자동화 시스템을 구성하여야 한다. BACnet은 통신망 기술 기반의 분산자동화 시스템을 구성할 때 장비들 간에 통신 규칙을 정의하는 프로토콜이다.

### 2.2 개방형 프로토콜

개방형 프로토콜이란 프로토콜의 모든 내용이 공개되어 있으며, 이 프로토콜을 개발하는 것 자체에 대한 제한이 없다는 의미이다. 개방형 프로토콜은 개방되지 않은 프로토콜에 비하여 그 개발이 자유롭다는 이점을 가지고 있다. 그리고 개발이 자유롭기 때문에 전 세계의 다양한 업체가 그 개발에 참여할 수 있으며 이로 인하여 다양한 기술 개발이 가능하게 된다. 그리고 사용자의 입장에서서는 다양한 제품 중에서 선택을 하여 시스템을 구성할 수 있으므로 가격, 성능 면에서 모두 만족할만한 시스템을 구성할 수 있다는 장점이 있다. BACnet은 개방형 프로토콜로서 위의 장점들을 모두 수용할 수 있다.

### 2.3 표준 프로토콜

표준 프로토콜은 개방형 프로토콜의 장점을 최대한 살리기 위하여 개방형 프로토콜에 강제성을 부여한 것이다. 표준화되지 않은 프로토콜을 사용하는 제조업체의 제품으로 시스템을 구성하였을 경우, 사용자는 특정 회사의 기술에 종

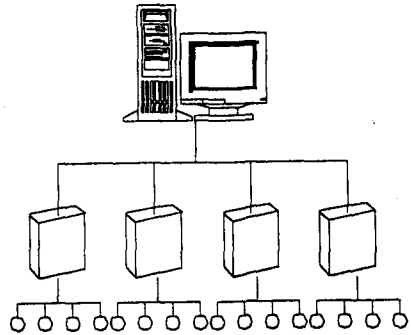
속될 수밖에 없다. 왜냐하면 서로 다른 제조업체의 장비들간에는 통신이 불가능하기 때문이다. 하지만 표준 프로토콜을 사용하게 되면 서로 다른 제조업체의 장비라도 서로 통신이 가능하기 때문에 사용자가 시스템을 구성할 때 많은 선택권을 가질 수 있다. 또한 시스템을 확장할 때에도 다양한 제품들 중에서 시스템 구성에 알맞은 제품으로 선택하여 확장할 수 있으므로, 시스템 구성에 더 많은 유연성을 확보할 수 있다. 또한, 다양한 신기술을 수용하기가 훨씬 쉬워진다. BACnet은 이미 ANSI 표준으로 등록되었으며 1999년에 KS 표준으로 확정된 표준 프로토콜이다.

#### 2.4 BACnet

BACnet은 빌딩 자동화 프로토콜로서 개방형 표준 프로토콜이다. 따라서 앞에서 살펴본 바와 같이 분산 자동화 시스템의 장점과 표준 프로토콜의 장점을 모두 가진다. 즉, 시스템 구성에 많은 유연성을 가지고, 빌딩 내 많은 장비들을 하나의 워크스테이션에서 효율적으로 관리할 수 있다. 이러한 것들은 모두 BACnet이 다양한 제조업체의 장비들 사이의 통신이 가능하도록 하는 상호 동작성을 확보하였기 때문이다. 다음 장에서는 BACnet에서 서로 다른 제조업체들 간에 상호 동작성을 확보하는 방법에 대하여 기술하기로 한다.

### 3. BACnet의 상호 동작성

BACnet은 서로 다른 업체의 장비들이 서로 통신을 할 수 없기 때문에 발생하는 많은 문제들을 해결하기 위하여 제안되었다. 따라서 상호 동작성의 확보야말로 BACnet의 핵심이라 할 수 있다. BACnet에서 상호 동작성을 확보하는 방법은 크게 세가지로 구분이 된다. (i) 우선 데이터를 표현하는 방식을 표준화하여 모든 장비가 동일한 데이터를 사용하도록 하고, (ii) 이러한 데이터를 사용하는 방식을 표준화하여 표준 서



<그림 1> 분산 자동화 시스템의 구성

비스로 정의하였으며, (iii) 이러한 정보를 전달하는 방법을 다양하게 변경할 수 있도록 다양한 LAN 선택권을 부여하는 것이다. 본 장에서는 상호 동작성을 확보하기 위한 BACnet의 개념을 간략하게 설명하고, 실제로 상호 동작성을 확보하기 위하여 BACnet 프로토콜에서 채택한 세 가지 방법에 대하여 각각 알아보기로 하겠다.

#### 3.1 BACnet의 개념

그림 2는 BACnet의 개념을 보여주고 있다. 그림 2의 (a)에서는 세 개의 서로 다른 제조업체에서 제작한 장비가 서로 통신을 하려고 하는 경우를 보여준다. 만일 세 장비가 모두 같은 전송 방식을 사용하여 메시지를 전달한다고 가정해 보자. 이 경우 메시지는 다른 장비로 서로 전달이 되겠지만, 메시지를 수신한 장비에서는 이것이 어떠한 메시지인지 분석할 수가 없다. 왜냐하면 세 장비에서 사용하는 메시지의 구조가 다르기 때문이다. 따라서 서로 다른 제조업체의 장비가 서로 통신을 할 수 있으려면 사용하는 언어가 같아야 한다. 즉, 서로 같은 자료형, 같은 자료 구조를 가지고 통신을 하여야 한다. 이렇게 서로 같은 자료 구조를 사용하는 모델이 그림 2의 (b)에 표현되어 있다. 그림 2의 (b)에서는 각 장비가 서로 같은 형태의 자료를 사용하고, 동일한 형태의 메시지를 전달한다. 즉, 장비 내부에서 처

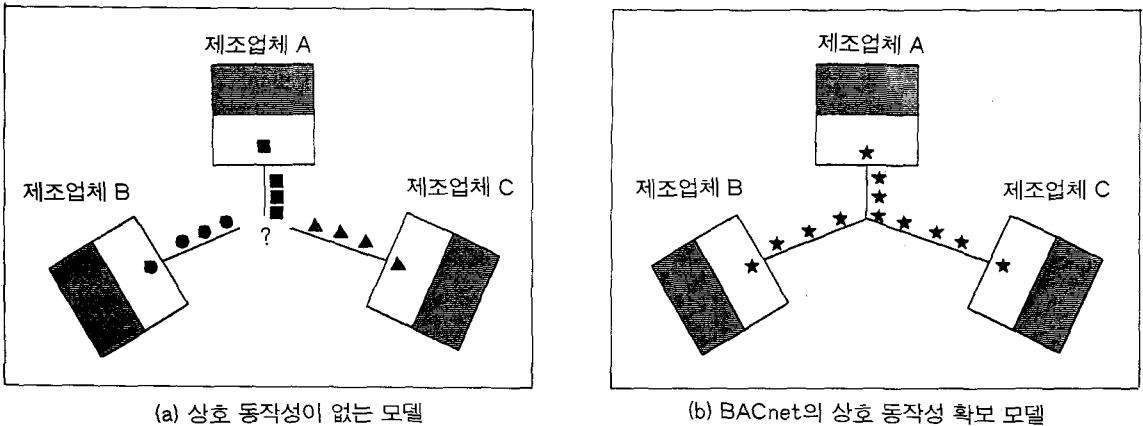
리되는 방식은 서로 다르더라도 미리 정해진 표준화된 자료 형태에 접근하기 때문에 통신이 가능한 것이다. 이렇게 네트워크-가시적인(network-visible) 자료형을 정의하고 이를 사용하여 정보를 교환함으로써 서로 다른 제조업체의 장비라도 통신이 가능한 것이다. BACnet에서는 이렇게 정보를 표현하는 방법을 표준화하고, 전달되는 메시지의 형태를 표준화함으로써 상호 동작성을 확보하고 있다.

**3.2 객체(Object)**

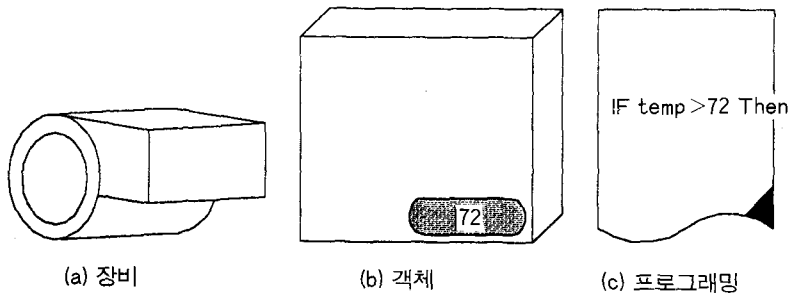
3.1절에서 살펴본 바와 같이 BACnet에서는 정보를 표현하는 방식을 표준화하여 상호 동작성을 확보한다. 이러한 표준화된 정보의 단위를 BACnet에서는 객체라 한다. BACnet에서는 실

제 장비의 물리적인 입출력과 소프트웨어의 프로세스 등을 객체라는 자료형을 통하여 표현한다. 그리고 다른 장비에서는 이러한 객체에 접근하여 정보에 접근한다. 이러한 객체의 개념이 그림 3에 표현되어 있다. 그림 3에서 첫 번째 그림 (a)는 실제 물리적인 장비를 보이고 있다. 그림 (b)에서는 이러한 실제 장비를 BACnet에서는 객체를 통하여 모델링 하고, 실제 장비의 값을 객체 내의 프로퍼티로 표현하는 과정을 보여준다. 그리고 그림 3의 (c)에서는 이러한 객체를 사용하여 실제 프로그래밍을 하고 시스템을 구성할 수 있음을 보여주고 있다.

이러한 객체는 실제로 정보를 나타내는 프로퍼티(Property)들로 구성이 되어 있다. 즉, 실제

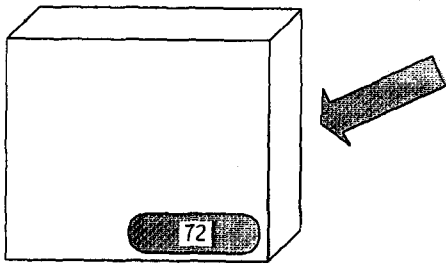


<그림 2> BACnet의 상호 동작성 개념



<그림 3> 물리적 장비와 객체, 그리고 객체를 이용한 프로그래밍

물리적인 장비는 객체로 모델링이 되고, 이러한 물리적인 장비의 상태와 정보는 객체를 구성하는 프로퍼티들에 표현되어 있는 것이다. 실제 장비와 이를 표현하는 객체, 그리고 객체의 정보를



표현하는 프로퍼티의 예를 그림 4에서 확인할 수 있다. 그림 4에서는 외부의 온도를 측정하는 센서장비를 예로 보여주고 있다. 실제 센서장비의 입력을 표현하기 위하여 표준화된 객체인 ANALOG INPUT 객체가 사용이 된다. 이 ANALOG INPUT 객체는 입력된 값이 아날로그 형태일 때 이를 표현하기 위하여 사용이 되며, 이 ANALOG INPUT 객체 내부에는 입력된 값과 그 상태를 나타내는 프로퍼티들이 존재한다. 그림 4에서 Present-Value라는 프로퍼티는 실제 측정된 값을 나타내고 있으며, 그밖에 이 측정값의 허용 최대값과 최소값이 프로퍼티로 나타나 있다. 만일 측정된 값이 High-Limit 프로퍼티에 설정된 값보다 커지거나 Low-Limit 프로퍼티에 설정되어 있는 값보다 작아지면 이 객체는 이상 상태가 발생한 것으로 판단하고 자동으로 이를 보고하도록 설정이 되어 있다. 만일 다른 장비에서 이 장비의 측정값을 알아보고자 하면 단순히 ANALOG INPUT 객체의 Present Value 프로퍼티를 읽으면 된다. 장비의 내부에서 동작이 어떻게 되는지는 다른 장비에서 알

필요가 없게 된다. 그리고 이렇게 Present-Value를 읽어들이도록 하는 메시지 역시 표준화된 응용 서비스(ReadProperty 서비스를) 사용하게 된다.

Object-Name	Space Temp
Object-Type	ANALOG INPUT
Present-Value	72
Status-Flags	Normal, Out-of-Service
High-Limit	78.0
Low-Limit	68.0

<그림 4> 장비, 객체, 그리고 프로퍼티

BACnet에서는 빌딩 자동화에 빈번히 사용되는 주요한 자료들을 모두 표준 객체로 정의하고 있다. 표준 객체의 종류는 아래 표 1에 소개되어 있다.

이러한 객체 모델의 장점은 상호 동작성 확보도 있지만 프로토콜의 확장이 쉽다는 것이다. 즉, 초기에 BACnet은 HVAC 제어에 주로 사용되었으나, 최근 화재 감지와 건물 안전에 관련된 분야 등의 다양한 분야로 사용 영역이 확장되고 있다. 즉, 새로운 사용 영역에 필요한 새로운 객체를 정의하고 이를 사용하는 서비스를 추가로 정의함으로써 기존의 프로토콜의 수정 없이 곧바로 다양한 분야로의 확장이 가능해진다.

### 3.3 응용 서비스 (Application Service)

3.2 절에서는 객체를 사용한 정보의 표준화된 표현을 보았다. 그림 4에서 객체와 프로퍼티를 사용하여 정보를 표현한 것을 보았다. 만일 다른 장비에서 Present-Value라는 프로퍼티의 값을 읽으려 할 때, 읽는 방법이 제조회사마다 서로 다르다면, 제대로 통신이 이루어지지 못할 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 BACnet에서는 표준 객체와 더불어 표준 응용

서비스를 정의하고 있다. 표준 응용 서비스는 객체에 접근하고 객체를 다루는 표준화된 방법을 제공한다. BACnet에서 정의하는 표준 응용 서비스는 다섯 가지 범주의 서비스가 있다. 표 2는 이들 다섯 가지 범주의 서비스를 보여준다.

3.3.1 알람 및 이벤트 서비스 : BACnet 장비에 발생하는 경고 또는 사건 발생을 처리하는데 사용되는 서비스들을 말한다. 예를 들어, 센서의 입력이 그 한계를 넘어 더 이상 읽어내지 못하는

경우와 같이 시스템에 문제가 발생된 경우가 여기에 속한다.

기존의 방법에서는 모니터링 되는 값을 주기적으로 폴링 하였으나, BACnet의 서비스에서는 COV(Change Of Value) 보고 방식을 채택하고 있다. COV 보고는 모니터링될 객체에 변화가 생기는 경우에만 이를 지정된 장비들에 알리도록 하므로 불필요한 네트워크 부하를 줄여준다. 표 3에는 알람 및 이벤트 서비스의 종류와 이들에 대한 설명이 기술되어 있다. (아래의 표에서

<표 1> 표준 객체의 종류

표준 객체	객체 설명
ANALOG INPUT	아날로그 입력 값을 표현한다
ANALOG OUTPUT	아날로그 출력 값을 표현한다
ANALOG VALUE	아날로그 계산에 사용되는 값을 표현한다
BINARY INPUT	이진 입력 값을 나타낸다
BINARY OUTPUT	이진 출력 값을 나타낸다
BINARY VALUE	이진 값을 표현한다
MULTI-STATE INPUT	여러 단계의 입력값을 가지는 장비를 표현한다
MULTI-STATE OUTPUT	여러 단계의 출력값을 가질 수 있는 장비를 표현한다
LOOP	PID LOOP 제어를 위해 사용된다
CALENDAR	스케줄링에 사용되는 날짜를 표현한다
NOTIFICATION CLASS	이벤트 발생시 이를 알릴 장비를 표현하는데 사용된다
COMMAND	하나의 Action Code를 사용해 여러 동작을 한번에 실행
FILE	FILE을 표현한다
SCHEDULE	특정 시간에 지정된 객체들에 특정 값을 써넣는다
GROOP	장비 내의 여러 객체를 하나로 묶어 이들을 한번에 제어한다
EVENT ENROLLMENT	이벤트 발생시 이를 보고하도록 이벤트를 등록한다
DEVICE	각 장비마다 장비를 구분하기 위하여 반드시 포함한다
PROGRAM	프로그램이나 프로세스의 상태를 표현한다

<표 2> BACnet 표준 응용 서비스의 범주

표준 응용 서비스	서비스 설명
알람 및 이벤트 서비스	알람과 이벤트 발생, 등록, 처리에 관련한 서비스
파일 접속 서비스	파일 읽기, 쓰기에 관련한 서비스
객체 접속 서비스	객체에 접근하여 정보를 읽고 쓰며 객체를 관리하는 서비스
원격 장비 관리 서비스	원격지에서 장비를 관리하는데 사용되는 서비스
가상 터미널 서비스	가상 터미널을 관리하는 서비스

<표 3> 알람 및 이벤트 서비스의 종류

서비스		설 명
Acknowledge-Alarm	C	오퍼레이터가 알람의 발생을 확인하였음을 장비에 알림
Confirmed-COV-Notification	C	COV 발생을 지정된 장비에 알림
Confirmed-Event-Notification	C	에러 상황이 발생했음을 알림
Get-Alarm-Summary	C	현재 활성화된 알람의 목록을 요구
Get-Enrollment-Summary	C	특정 이벤트를 발생시키는 객체의 목록을 요구
Subscribe-COV	C	객체에 COV가 발생할 경우 알리도록 요구
Unconfirmed-COV-Notification	U	객체 내에 프로퍼티에 변화가 생겼음을 장비에 알림
Unconfirmed-Event-Notification	U	에러 상황이 발생했음을 알림

C는 Confirmed service, U는 Unconfirmed service를 나타낸다)

3.3.2 파일 접속 서비스 : BACnet 장비 내의 파일을 읽거나 쓰는데 사용된다. 표 4에는 표준 파일 접속 서비스의 종류와 이들에 대한 설명이 기술되어 있다. 표 4의 서비스 이름에서 앞부분에 "Atomic"이라는 말이 사용된 것은, 한번에 한가지의 읽기 또는 쓰기 동작만이 수행되어야 함을 의미한다. 즉, 파일 접속서비스를 수행하는 도중에 다른 장비에서 파일 접속을 시도하면 이

는 실패로 끝이 난다.

3.3.3 객체 접속 서비스 : 객체 내의 프로퍼티를 읽거나 수정하는데 사용되는 서비스이며, 객체를 생성하거나 삭제하는데 사용되기도 한다. 표 5는 객체 접속 서비스의 종류에 대해 설명하고 있다. 여기서 Read-Property-Multiple과 Write-Property-Multiple과 같은 Multiple 서비스는 하나의 메시지로 한번에 BACnet 장비 내에 존재하는 여러 객체의 프로퍼티를 한꺼번에 읽거나 바꿀 수 있도록 하여 네트워크의 오버헤드를 줄인다. Read-Property-Conditional 서비스는 참조하는 프로퍼티가 서비스 요구에서 전달된 요구 조건에 맞는지를 검사해 조건을 만족할 경우에만 그 값을 읽어들인다. Create-Object와 Delete-Object는 각각 객체를 새로이 생성하거나 존재하고 있는 객체를 삭제하는

<표 4> 파일 접속 서비스의 종류

서비스		설 명
Atomic-Read-File	C	파일 객체내 존재하는 파일을 읽기
Atomic-Write-File	C	파일 객체에 존재하는 파일을 쓰기

<표 5> 객체 접속 서비스의 종류

서비스		설 명
Add-List-Element	C	목록형의 항목을 객체의 프로퍼티에 추가
Remove-List-Element	C	객체의 프로퍼티에서 목록형의 항목을 제거
Create-Object	C	장비 내에 새로운 객체를 생성
Delete-Object	C	장비 내의 특정 객체를 삭제
Read-Property	C	지정된 프로퍼티 값을 읽기
Read-Property-Conditional	C	전달된 조건에 맞는 경우 프로퍼티 값을 읽기
Read-Property-Multiple	C	여러 객체 내의 프로퍼티들을 한번에 읽기
Write-Property	C	프로퍼티에 값을 쓰기
Write-Property-Multiple	C	여러 객체에 있는 프로퍼티에 값을 쓰기

<표 6> 원격 장비 관리 서비스의 종류

서비스		설명
Device-Communication-Control	C	장비의 메시지 수신 기능을 On/Off
Confirmed-Private-Transfer	C	장비 고유의 서비스를 수행(비표준 서비스)
Unconfirmed-Private-Transfer	U	장비 고유의 서비스를 수행(비표준 서비스)
Reinitialize-Device	C	장비의 재부팅을 명령
Confirmed-Text-Message	C	다른 장비에 문자 메시지를 전송 (주로 프린터 메시지)
Unconfirmed-Text-Message	U	다른 장비에 문자 메시지를 전송 (주로 프린터 메시지)
Time-Synchronization	U	현재의 시간을 다른 장비에 전송
Who-Has	U	특정 객체를 가진 장비의 유무를 문의
I-Have	U	Who-Has에 대한 응답(broadcast)
Who-Is	U	특정 장비의 존재를 문의
I-Am	U	Who-Is에 대한 응답(broadcast)

<표 7> 가상 터미널 서비스의 종류

서비스		설명
VT-Open	C	가상 터미널 세션 설정
VT-Close	C	가상 터미널 세션 해제
VT-Data	C	세션이 설정된 장비간에 문자를 전송

데 사용되는 서비스이다. 이 서비스는 비록 정의되어 있기는 하지만 일부 객체에만 적용된다. 예를 들어 물리적인 장비에 직접 연결되어 있는 객체는 생성하거나 지울 수 없다. Group 객체와 Event-Enrollment 객체, 또한 파일 객체가 일반적으로 Create-Object 서비스와 Delete-Object 서비스의 주 대상이 된다.

3.3.4 원격 장비 관리 서비스 : 오퍼레이터가 원격 장비를 제어하거나, 그 설정 값을 변경하고 재시작을 명령할 수 있도록 해 주는 서비스이다. 표 6은 원격 장비 관리 서비스의 종류에 대해 설명하고 있다. Device-Communication-Control과 Reinitialize-Device 서비스는 오퍼레이터가 원격지에서 장비의 상태를 진단하고 제어할 때 사용한다. Confirmed-Private-Transfer 서비스와 Unconfirmed-Private-Transfer 서비스는 BACnet 비호환 장비에 메시지를 전송하는데 사용된다. 이 서비스를 통해

전해진 메시지를 해석하는 것은 장비 제조 업체의 몫이다. Confirmed-Text-Message와 Unconfirmed-Text-Message 서비스는 문자로 된 메시지를 다른 장비에 전송하는데 사용되는 서비스로, 주로 프린터로의 전송에 많이 사용된다.

Time-Synchronization 서비스는 네트워크 내의 장비들 간에 시간을 동기화 시키는데 사용되는 서비스이다. Who-Is와 I-Am 서비스는 BACnet 네트워크 상에서 장비의 주소를 알아내는데 사용되는 서비스이다. Who-Has와 I-Have 서비스는 Who-Is 서비스와 I-Am 서비스가 동작하는 것과 비슷하게 동작된다. 하지만 Who-Has 서비스는 객체 식별자 또는 객체 이름을 인자로 서비스를 요구하여 특정 객체를 갖는 장비가 있는지, 있다면 주소가 어떤 것인지를 알아낸다. Who-Has 서비스 요구에 나타난 것과 같은 객체를 가진 장비는 I-Have 서비스를 브로드캐스트한다.

3.3.5 가상 터미널 서비스 : 오퍼레이터가 원격지 장비와 문자 기반의 양방향 접속을 설정하는 서비스이다. 원격 장비와 가상 터미널 세션이 설정되어 있는 동안 오퍼레이터의 장비는 원격 장



비의 응용 프로그램에 연결된 터미널처럼 동작을 한다. 표 7은 가상 터미널 서비스의 종류에 대한 설명을 하고 있다.

**4 다양한 LAN 기술 지원**

일반적으로 프로토콜은 크게 두 계층으로 분류할 수 있다. 하나는 메시지를 생성하고 이를 관리하는 응용계층으로 프로토콜의 상위계층에 해당한다. 그리고 나머지 하나는 실제로 메시지의 전송을 담당하는 계층으로 통칭하여 하부계층이라 할 수 있다. 3.2절과 3.3절을 통하여 BACnet에서 자료를 표현하고 이를 다루는 방식을 표준화하였음을 보았다. 이는 프로토콜의 구

조로 보았을 때 상위 계층에 해당하는 것이다. 상위 계층의 표준화는 서로 다른 제조업체에의 장비에서 생성될 수 있는 다양한 가능성을 하나로 통합하여 언어를 통일한 것이었다. 이와는 반대로 BACnet에서는, 실제 통신을 담당하는 하부 계층은 여러 종류의 LAN 기술을 사용할 수 있도록 하여 기존에 설치되어 있는 다양한 시스템을 통합할 수 있도록 하고 있다. 즉, 같은 언어를 사용하기만 한다면 이를 다양한 방법으로 전송하더라도 수신한 장비에서 이를 인식할 수 있다는 원리이다. BACnet에서는 기본적으로 다섯 가지의 LAN 기술을 지원하고 있다. 표 8에는

<표 8> BACnet에서 사용되는 각종 네트워크들의 장단점

LAN	cost/node	속도	장점	단점
Ethernet	high	10-100Mbps	국제 표준 기존 빌딩에 이미 사용 다양한 전송 매체 사용 빠른 전송속도 PC와의 연결 용이 특별한 개발틀이 필요없음	지연시간 예측 불가능
ARCNET	medium	150K-7.5Mbps	ANSI 표준 지연시간 예측 가능 다양한 전송 매체 사용 빠른 전송 속도 특별한 개발틀이 필요없음	전용 IC 칩 필요
MS/TP	low	9.6K-76Kbps	ANSI 표준 저비용 마이크로프로세서 칩으로 구현 가능 지연시간 예측 가능	단일 전송 매체 사용 (EIA-485) 전송 속도 제한 지연시간 예측 가능
PTP	low	9.6K-56Kbps	point-to-point 통신에 적합 표준 모뎀 사용을 통한 통신구현 용이	point-to-point 통신만 가능 전송 속도 제한
LonTalk	low-med	32K-1.25Mbps	다양한 전송 매체 사용 전송 속도 조정 가능	지연시간 예측 불가능 전용 IC 칩 필요 특정 개발 틀 필요

BACnet에서 지원하는 다섯 가지 프로토콜의 특징을 보인다.

**3.4.1 Ethernet :** Ethernet은 ISO 8802-3 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 규격을 기반으로 개발된 LAN의 국제 표준으로 매우 광범위한 응용 분야에서 널리 사용되고 있다. Ethernet의 상위 계층에는 ISO 8802-2 Type 1 규격이 논리 링크 제어(logical link control이) 기능을 제공한다. Ethernet은 10 Mbps와 100Mbps(Fast Ethernet)의 전송 속도를 가지며, 꼬임 쌍선이나 동축케이블 그리고 광섬유 등 다양한 전송 매체를 제공한다. Ethernet은 수년간 폭넓게 사용되어온 LAN으로 사용자층의 확대에 인하여 인터페이스 가격은 내려갔지만 아직도 BACnet의 다른 LAN들에 비하여 비교적 고가이다. PC와 워크스테이션에 대한 off-the-shelf 인터페이스도 사용이 가능하고 그 비용도 높은 것은 아니지만 허브와 리피터를 필요로 하므로 이것이 시스템의 가격을 올리는 요인으로 작용한다.

**3.4.2 ARCNET :** ARCNET은 ATA/ANSI 878.1 표준 규격 프로토콜로 Ethernet과 마찬가지로 논리 링크 계층을 위하여 ISO 8802-2 Type 1 프로토콜과 같이 사용된다. ARCNET은 토큰-패싱 방식을 채택하고 있으며 프로세스 제어에 많이 쓰이는 프로토콜이다. ARCNET은 다양한 전송 매체 상에서 동작되며, 150 Kbps에서 7.5 Mbps까지의 전송 속도를 지원하나, 일반적으로 꼬임 쌍선을 사용하는 경우에 전송속도는 2.5 Mbps이다. ARCNET은 전용 IC 칩을 사용하여야 하며, Ethernet보다는 저가이지만 다른 BACnet에서 지원하는 LAN보다는 가격이 높은 편이다.

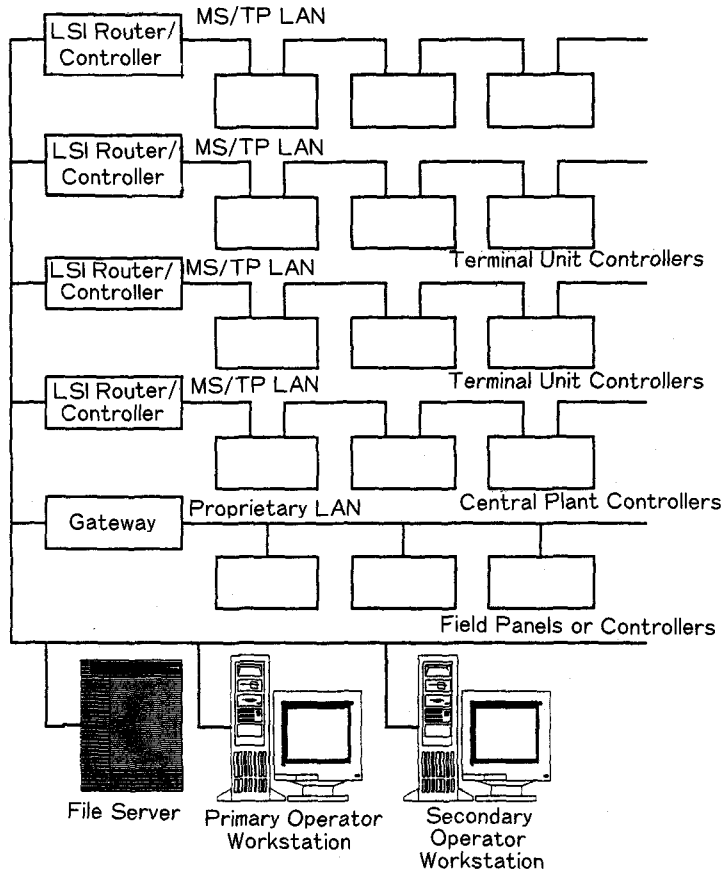
**3.4.3 MS/TP(Master-Slave/Token-Passing) :** MS/TP 프로토콜은 특별히 빌딩자동화 시스템에 사용하기 위하여 만들어진 통신 프

로토콜로서 BACnet 표준 규격에 정의되어 있다. MS/TP에 접속되는 장비는 Master와 Slave의 두 가지 종류로 나뉘어 진다. Slave 장비는 저가로 구현할 수 있는 반면 request를 생성하는 기능이 없고 오직 다른 장비의 request에 대해 response만을 할 수 있는 장비이다. Master 장비는 request를 생성할 수 있으며, Master 장비들 간에는 토큰-패싱 방식으로 동작된다.

Master 장비는 Slave 장비에 비해 이러한 기능이 부가적으로 구현되어야 하므로 더욱 복잡한 프로세싱 기능과 메모리를 필요로 한다. MS/TP 프로토콜은 ISO 8802-2 Type 1 프로토콜과 유사한 방식으로 네트워크 계층과 인터페이스되며, 물리계층으로 EIA-485 프로토콜을 사용한다. 전송 속도는 9.6 Kbps에서 76 Kbps까지 지원하며, 빌딩 자동화 업체가 BACnet 장비를 저가로 만들 수 있도록 하기 위해 고안되었다. 즉, 간단한 인터페이스와 통신 속도로 인하여 전용의 통신 IC 칩을 장착하지 않고서도 범용 마이크로 콘트롤러를 사용하여 프로토콜을 구현할 수 있다.

**3.4.4 LonTalk :** 에셀론(Achelon) 사에서는 개방형 네트워크 기술을 개발하여 이 기술을 LonWorks라고 명명하였다. 그리고 LonWorks 기술을 사용하여 네트워크를 구성하는 장비들은 서로 LonTalk이라는 프로토콜을 사용하여 통신을 한다. 따라서 LonTalk은 LonWorks 기술을 구현하는 실제 프로토콜의 명칭이 된다. 그리고 이러한 LonTalk 프로토콜은 Neuron 칩으로 구현되어 있다. 따라서 LonTalk을 사용하는 장비는 Neuron 칩을 사용하여야 하며 LonWork 개발 도구를 사용하여 개발을 하게 된다. BACnet은 LonTalk을 데이터 전송을 위한 하부 계층으로 수용하였고, LonTalk에서 제공하는 “외부 프레임 전송” 기능을 사용하여 메시지를 전송한다. LonTalk을 BACnet의 일부로 오해하는 사람들

〈그림 5〉 빌딩자동화  
시스템에서  
네트워크 연결



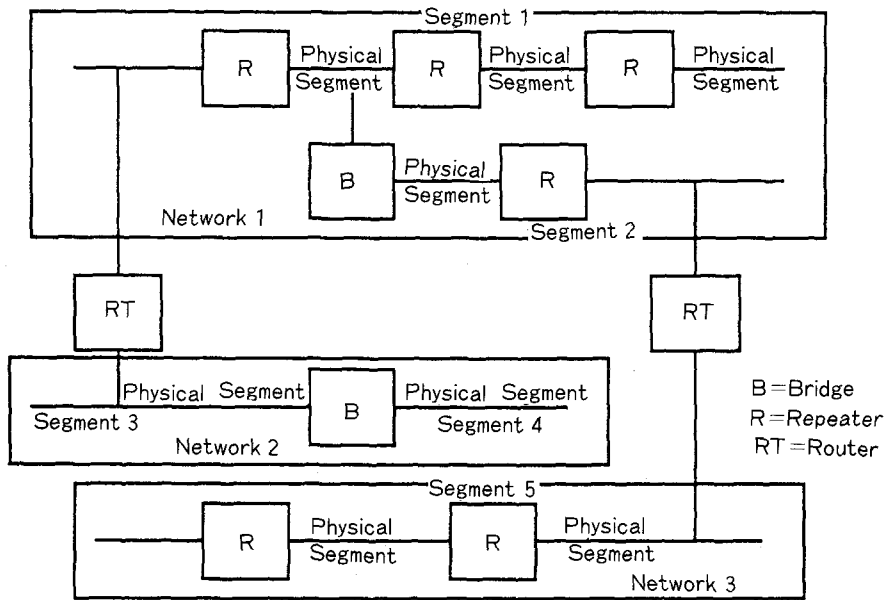
이 많은데 LonTalk과 BACnet은 본질적으로 다른 프로토콜이며 BACnet에서는 LonTalk을 하부 계층으로 수용하여 메시지를 전송하는 하나의 수단으로 사용하는 것뿐이다. LonTalk은 무선, 적외선, 꼬임 쌍선, 동축케이블, 광섬유 등 다양한 전송 매체상에서 동작되며, 전송 속도는 거리에 따라 4.8Kbps에서 1.25 Mbps까지 지원한다.

**3.4.5 PTP(Point-To-Point) :** PTP는 BACnet에서만 사용되는 프로토콜로 모뎀과 전화선을 이용한 직렬 비동기식 통신 수단을 제공한다. 자동화 장비와 모뎀은 EIA-232 표준 장치로 연결될 수 있으며, 전송 속도는 9.6 Kbps에서 56 Kbps까지 지원한다.

이 밖에도 최근에는 IP(Internet Protocol)을 사용하여 인터넷을 통한 BACnet 메시지 전송 기법이 소개되고 있다.

**3.5 네트워크의 연결**

3.4절에서 살펴본 바와 같이, BACnet은 하부 계층으로 다양한 종류의 LAN 기술을 지원하므로 서로 다른 LAN을 연결하기 위한 기술이 필요하다. 빌딩자동화 시스템에서는 여러 개의 네트워크를 사용해야 하는 경우는 자주 발생한다. 하나의 LAN에 접속하여 사용하기에는 장비들의 수가 너무 많거나, 서로 다른 종류의 LAN이 반드시 사용되어야 하는 경우가 그 예이다. 네트워크 계층에서는 둘 이상의 네트워크들이 서로 통신을 할 수 있도록 연결하는 네트워크 연결 기



<그림 6> BACnet에서 네트워크 연결의 예

능이 수행된다. 빌딩 자동화 시스템에서는 네트워크의 연결을 적절히 사용함으로써 다양한 시스템의 구축을 가능하게 한다.

먼저, 빌딩 자동화 시스템에서 많은 부분을 차지하는 단일 제어기와 같은 작은 장비들을 연결하는 경우를 생각할 수 있다. 이러한 장비들은 아주 단순한 통신 기능만을 필요로 하므로 일반적으로 인터페이스 비용이 저렴한 LAN을 사용하는 것이 유리하다. 그러한 LAN은 전송 속도 면에서 제한이 있어서 하나의 LAN에 접속될 수 있는 장비의 수가 고가의 LAN에 비해 상당히 제한될 수밖에 없다. 그러나 경우에 따라서는 여러 개의 가격이 저렴한 LAN에 제어기를 연결하는 것이 고가의 LAN을 사용하는 것보다 훨씬 경제적인 수 있다.

빌딩자동화 시스템에는 또한 오픈레이터 워크스테이션이나 파일서버처럼 많은 양의 데이터를 전송하여야 하는 장비들이 있다. 이러한 장비들을 위하여서는 고성능 LAN을 사용하여야 하나,

특정한 빌딩자동화 시스템에서 그러한 장비들은 몇 개뿐이며, 이 장비들 때문에 단일 제어기와 같이 저가의 LAN에서도 충분히 동작하는 장비를 고성능 LAN에 연결하는 것은 상당한 손실이 아닐 수 없다. 따라서 두 가지의 LAN을 빌딩 자동화 시스템의 특성에 맞게 잘 선택한다면 가장 최소의 비용으로 좋은 성능의 시스템을 구성할 수 있게 된다. BACnet은 빌딩 자동화 시스템에서 사용될 수 있는 여러 종류의 LAN들을 수용하여 사용자에게 시스템 구성의 유연성을 제공함으로써 사용자가 가장 저가의 시스템을 구성할 수 있도록 한다.

그림 5에는 고속의 Ethernet 네트워크를 back-bone 네트워크로 하여 오픈레이터 워크스테이션과 파일서버를 연결하고, 각각의 제어기는 저가의 MS/TP LAN으로 연결하여 통신망을 구성한 빌딩 자동화 시스템의 예를 보이고 있다. 이러한 시스템에서는 기존에 이미 설치된 독점적(proprietary) LAN과도 통신이 가능하며,

이를 위하여서는 그림에서 보는 바와 같이 프로토콜을 완전히 변환하는 기능을 수행하는 게이트웨이를 사용하여야 한다.

BACnet에서 네트워크 접속 장비로는 다음과 같이 리피터(Repeater), 브리지(Bridge) 및 라우터의(Router) 세 가지 종류가 사용된다. 그림 6에는 이들을 이용하여 통합 네트워크 시스템을 구축한 예가 나타나 있다.

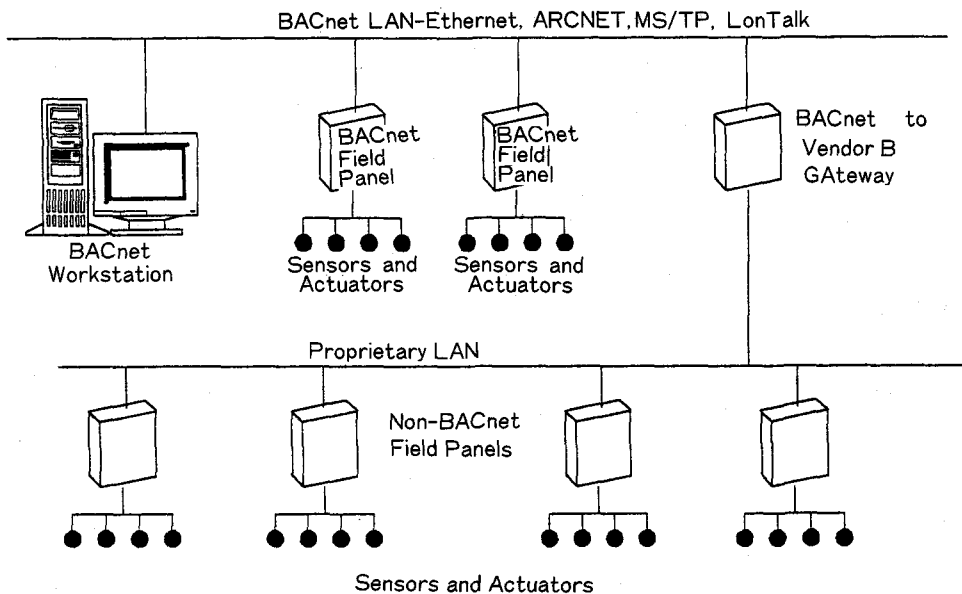
3.5.1 리피터 : 리피터는 네트워크 세그먼트로부터 신호를 받으면, 자신에게 접속된 모든 세그먼트로 그 신호를 전송한다. 이때 이 신호는 증폭되거나 잡음 제거 등의 처리를 거치게 되며, 동축케이블에서 광섬유로 전송될 때 전기적인 신호가 광신호로 바꾸는 등의 전송 매체에 맞게 그 신호가 바뀌기도 한다.

3.5.2 브리지 : 브리지는 리피터와 기능 면에서 매우 흡사하나, 전달되어진 메시지의 도착지 주소를 검사해 자신에게 연결된 네트워크 내부의 장비에 전달되는 메시지는 받아들이고 그렇지

않은 메시지는 받아들이지 않는 기능이 추가된다.

3.5.3 라우터 : 리피터나 브리지가 단순히 네트워크의 전송 가능 길이를 증가시키기 위해 사용되는 장비라면, 라우터는 여러 네트워크들을 서로 연결하여 주는 장비라고 할 수 있다. 라우터는 여러 개의 LAN들이 연결된 경우에 메시지의 최종 도착지 주소를 검사하여 그 주소를 가진 장비가 존재하는 네트워크의 번호를 찾아내고 그 방향으로 수신한 메시지를 전달한다. BACnet에서는 두 장비 사이에는 반드시 하나의 경로만이 존재해야 한다는 제한을 두고 있으며, 이 제한에 의해 라우터는 최적의 경로 찾는 기능을 가질 필요가 없으므로 네트워크 계층의 구조가 간단해진다.

BACnet에서 여러 개의 네트워크가 연결되는 경우에 각각의 네트워크에서 처리할 수 있는 패킷의 최대 크기가 서로 달라질 수 있다. 따라서 최대 패킷 크기를 초과하는 데이터의 경우에 최



<그림 7> 게이트웨이를 사용한 시스템 구성

대 패킷 크기에 맞도록 데이터를 나누어 전송하는 분할 전송 기능이 필요하며, 이렇게 분할 전송된 데이터 패킷은 수신단에서 다시 조립된다. 메시지 분할 기능이 모든 BACnet 장비에서 지원되는 것은 아니다. 메시지 분할과 조립은 필드 패널이나 워크스테이션과 같이 복잡한 장비들에 구현되어지는 기능이며, 단일 제어기처럼 큰 데이터를 전송할 필요가 없는 장비들은 이 기능을 지원하지 않는다.

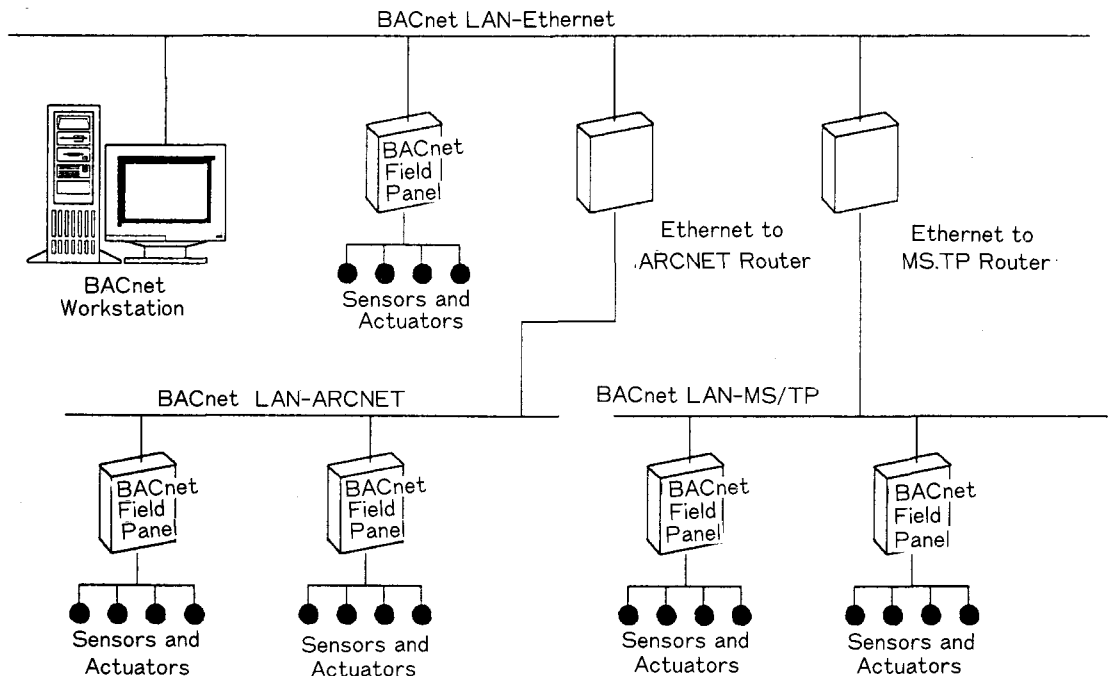
### 3.6 시스템의 구성

본 절에서는 BACnet 시스템을 구성할 때, 서로 다른 네트워크를 연결하여 하나의 시스템을 구성하는 방식을 설명한다. 그림 7은 BACnet을 지원하는 네트워크와 BACnet을 지원하지 않는 네트워크를 게이트웨이를 사용하여 연결한 모델을 보인다.

게이트웨이는 서로 다른 프로토콜의 메시지를

서로 변환시켜 서로 다른 프로토콜을 사용하는 네트워크 사이에 통신이 가능하도록 해주는 장비이다. 일반적으로 BACnet 프로토콜을 개발하는 초기 단계에는 제조 업체 고유의 독자적인 프로토콜을 완전히 변경할 수 없기 때문에 게이트웨이를 사용하여 자사의 제품과 인터페이스 하는 방식을 많이 취한다. 그림 7은 이러한 경우 사용이 될 수 있는 모델이다. 또한 BACnet의 하부 계층으로 지원하지 않는 LAN 기술을 사용하는 시스템과 BACnet 시스템을 연결하는 경우에도 그림 7과 같은 모델을 사용할 수 있다. 이러한 모델은 완전한 BACnet 시스템으로 전환하기 전의 중간 단계로 볼 수 있으며, 게이트웨이의 개발 과정에서 얻은 기술을 그대로 적용하여 완전한 BACnet 시스템을 개발할 수 있다.

다음의 그림 8은 BACnet을 지원하는 장비들을 사용하여 시스템을 구성한 예를 보여준다. 그



<그림 8> 라우터를 사용한 시스템 구성

림에서 모든 장비가 동일한 LAN에 연결되어 있지 않다. 따라서 이 경우, 서로 다른 네트워크를 연결하여 통신을 가능하게 해 주는 라우터를 사용하여 두 네트워크를 연결하고 있다. 이 모델은 실제로 빌딩 자동화 시스템에 적용할 수 있는 BACnet 모델이다.

#### 4. BACnet의 구조와 응용 분야

3장에서 BACnet이 상호 동작성을 확보하기 위하여 어떠한 구조를 채택하였는지 살펴보았다. 이를 바탕으로 본 장에서는 BACnet 프로토콜의 전체 구조를 알아보고, 이렇게 구성된 BACnet이 적용되는 실제 응용 분야를 알아본다.

4.1 BACnet의 계층구조 : BACnet은 3.2절에서 살펴본 바와 같이 객체를 사용하여 정보의 표현을 표준화하고, 3.3절에서 살펴본 바와 같이 표

서 BACnet은 아래로부터 물리계층, 데이터링크 계층, 네트워크 계층, 응용 계층의 4 계층을 가지는 구조로 이루어져야 한다. 그림 9는 OSI 7계층 모델과 BACnet프로토콜의 모델을 비교하여 그 계층 구조를 보인 것이다.

4.2 BACnet의 응용 분야 : BACnet은 상호 동작성 확보를 우선으로 하고 서비스 면에서는 빌딩 제어에 필요한 많은 서비스를 표준화하고 있다. 따라서 빌딩 자동화 시스템에 최적화된 프로토콜이라 할 수 있다. BACnet은 초기에는 HVAC 제어를 위해 주로 사용되었으나, 최근 미국의 NEMA(National Electrical Manufacturers Association) 등에서 화재 감지 및 안전에 대한 표준 프로토콜로 BACnet을 선정하는 등 그 응용 범위가 넓어지고 있는 추세이다. 다음은 일반적인 BACnet의 응용 분야이다.

- HVAC Control
- Fire Detection and Alarm
- Lighting Control
- Security
- Elevator

BACnet Application Layer				
BACnet Network Layer				
ISO 8802.2 (IEEE802.2)		MS/TP	PTP	LonTalk
ISO 8802.3 (IEEE 802.3)	ARCNET	EIA 485	EIA 232	

BACnet

Application
Network
Data Link
Physical

OSI Model

<그림 9> BACnet과 OSI 모델의 계층 구조 비교

준 응용 서비스를 사용하여 이를 다루고 있다. 따라서 이러한 기능을 구현하는 응용 계층이 반드시 필요하다.

여기에 더하여 3.4절에서 본 바와 같이 다양한 종류의 LAN 기술을 사용하여 메시지를 전송하므로 메시지를 전송하기 위한 하부 계층(물리계층, 데이터 링크 계층)이 필요하다. 그리고 3.5절에서 살펴보았듯이 이러한 다양한 하부 계층을 연결하고 이를 관리하기 위하여 응용 계층과 하부 계층 사이에 네트워크 계층이 필요하다. 따라

#### 5. Internet Protocol의 사용

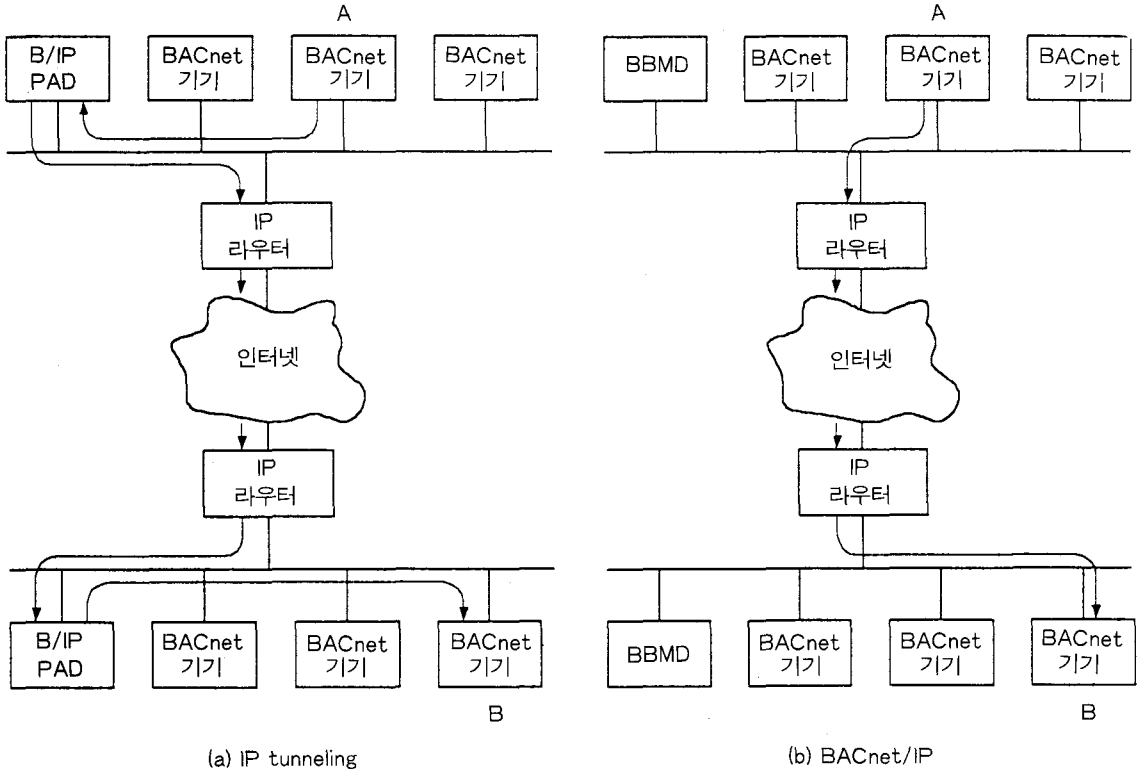
최근 인터넷의 확산과 더불어, 빌딩 제어 부분에서도 인터넷을 사용하여 원격지에서 빌딩을 제어할 수 있는 기술이 도입되고 있다. 물론 인터넷을 통한 원격지 빌딩 관리에서는 시스템 접근에 대한 보안이 중요한 요소이지만, BACnet에서는 시스템이 방화벽과 같은 네트워크 보안에 대해 안전한 곳에 설치되어 있다는 가정 하에 인터넷을 통하여 메시지를 전송하고 처리할 수 있는 기술을 소개한다. BACnet에서 인터넷을 통해 데이터를 전송하는 방식은 크게 두 가지가 있다. 하나는 기존의 IP tunneling 기법이고 다

른 하나는 최근에 ANSI/ASHRAE Addendum 135b의 표준 규격으로 확정된 BACnet/IP 기술이다. 그림 10은 IP tunneling과 BACnet/IP의 개념을 보이고 있다.

두 방식의 가장 극명한 차이점은 네트워크 내의 모든 노드가 IP 주소를 가지느냐 그렇지 못하느냐로 볼 수 있다. 그림 10의 (a)에서 B/IP PAD (BACnet/IP Packet Assembler-Disassembler)는 IP 주소를 가지고 있다. 하지만 다른 BACnet 기기들은 IP 주소를 가지고 있지 않다. 따라서 인터넷을 통하여 메시지를 전송하려면 일단 B/IP PAD로 먼저 메시지를 전송하고 이러한 메시지가 다시 네트워크를 통하여

IP 라우터로 전송되며 이러한 과정을 거쳐 메시지가 목적 노드로 전송이 된다. 따라서 네트워크 상에 메시지가 두 번 발생하게 되어 네트워크 트래픽에 오버헤드로 작용한다. 그러나 그림 10의 (b)에서는 모든 BACnet 장비가 IP 주소를 가지고 있어서 직접 인터넷을 통하여 통신이 가능하다. 이 밖에도 IP tunneling 기법은 BACnet/IP 방식에 비해 프레임에 약간의 오버헤드가 추가되기도 하는데 이것은 두 방식의 내부적인 구현 방식의 차로 인한 것이므로 본 원고에서는 자세한 사항에 대하여 생략한다.

BACnet/IP에서는 또한 브로드캐스트 메시지의 처리가 가능하며, 이를 위하여 BBMD(BACnet Broadcast Management Device)를 정의한다. BBMD는 그림 10(a)의 IP tunneling 방



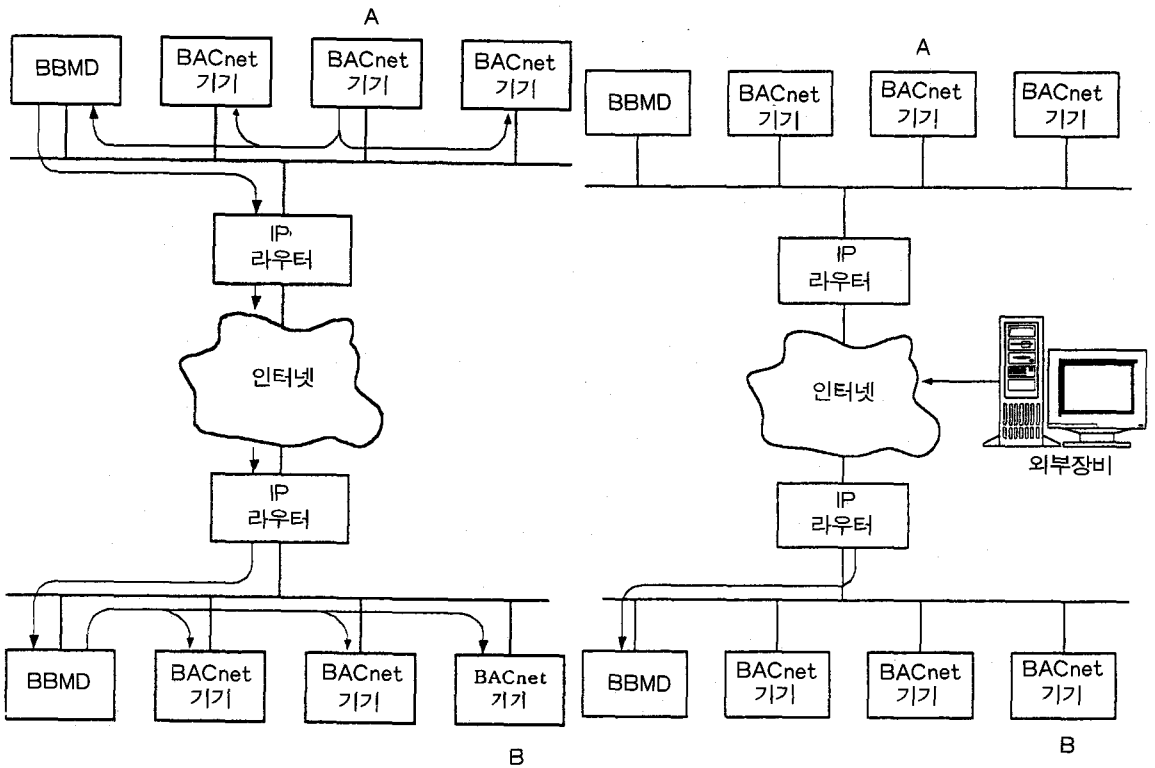
<그림 10> BACnet에서 Internet Protocol의 사용



식에서 B/IP PAD와 IP 라우터의 기능을 통합한 것과 비슷한 동작을 수행한다. 단 이 장비는 브로드캐스트 메시지를 처리할 때만 사용이 된다. 이렇게 BBMD를 사용하여 브로드캐스트 메시지를 처리하는 것은, 일반적으로 인터넷에서는 네트워크 트래픽의 기하급수적인 증가를 막기 위하여 브로드캐스트 메시지의 전송을 제한하는데, BACnet에서는 브로드캐스트 메시지를 사용하는 서비스가 존재하기 때문이다. 그림 11의 (a)에서는 BBMD가 브로드캐스트 메시지를 처리하는 그림을 보이고 있다. 그림 10과 비교하여 보면, IP tunneling 방식에서는 인터넷을 통한 메시지가 무조건 네트워크 상에 두 번 발생하게

되지만 BACnet/IP의 경우에는 오직 브로드캐스트 메시지만이 네트워크 상에 두 번 발생하게 된다.

BBMD는 또한 자체적으로 라우팅 테이블을 관리하게 된다. 그리고 BBMD는 대칭적으로 네트워크를 구성하도록 제한하고 있다. 이렇게 될 경우 모든 BBMD에서 관리하는 라우팅 테이블의 구조가 동일하게 되어 라우팅 테이블 관리가 쉬워진다. 또한 외부 장비가 인터넷을 통하여 접속하였을 경우, 그림 11의 (b)에서 볼 수 있듯이 하나의 BBMD에 등록이 되고, 이는 BBMD 라우팅 테이블 갱신 메시지에 의하여 모든 네트워크 상의 BBMD에 반영된다. 따라서 외부의 장



(a) BBMD를 사용한 브로드캐스트 메시지 처리

(b) 외부 장비의 접속

[그림 11] BACnet/IP

비가 인터넷을 통하여 접속하였을 경우 이러한 장비의 정보는 바로 BBMD에 등록이 되고, BACnet의 브로드캐스트 메시지를 외부 장비에서도 수신할 수 있게 된다.

### 5. BACnet 관련제품 현황

BACnet은 현재 제어기, 게이트웨이, 라우터, 워크스테이션 및 BACnet 제품 개발 도구 등 다양한 제품이 개발되어 있으며, 이 가운데 게이트

웨이가 제품의 주종을 이루고 있다. 게이트웨이가 제품의 주종을 이루는 것은 앞에서도 언급한 바 있지만, 현재는 BACnet이 제안된 후 개발 초기단계로서 모든 제품에 BACnet을 적용하지 못했기 때문이며, 앞으로 점차 BACnet을 적용하는 장비가 늘어나면 다양한 제품이 개발될 것으로 예견된다. 표 9는 BACnet의 제품 공급자로 공식 등록된 제조업체와 이들 제조업체에서 현재 제공하고 있는 장비의 종류를 보여준다.

<표 9> BACnet 장비 제조업체와 장비 현황(1999/8/25 현재)

제 조 업 체	제 어 기	게 이 트 웨 이	라 우 터	워 크 스테 이 션	개 발 도 구
Air-A-Plane	○	○			
Air Monitor	○	○			
Alerton	○	○	○	○	
Andover		○		○	
Anemostat		○			
Automated Logic	○	○	○	○	
Carrier		○			
Cimetrics			○		○
Delta Controls	○	○	○	○	
Dunham-Bush		○			
Eutech Cybernetics		○			
Governair	○	○			
Honeywell				○	
Innovex		○		○	
Johnson Controls		○			
Kieback & Peter		○			
KMC	○	○			
Liebert		○	○		
Lithonia Lighting	○				
Mammoth	○	○			
McQuay		○			
Multistack		○			
Mosco Lighing	○	○			
Novar Controls	○	○			
Octagon Air	○	○			
Phoenix Controls		○			

제 조 업체	제 어 기	게이트웨이	라 우 터	워크스테이션	개 발 도 구
Polarsoft		○			○
Rapid Engineering		○			
RASCO		○			
Reliance Electric		○			
Reliable Controls	○				
Session 4	○	○			
Simens-L & S Div.	○	○			
Sierra Monitor Corp.		○			
Simplex		○			
Square D		○			
Touch-Plate Lighting		○			
Trane	○	○	○	○	
TRIA TEK		○			
TSI		○			
York		○		○	

### 7. 맺음말

본 원고에서 살펴본 바와 같이 BACnet은 빌딩 자동화 시스템을 구축하는데 최적화된 표준 프로토콜로서 장비제조업체보다는 건물주 또는 사용자를 위한 기술이다. 또한 프로토콜 자체의 큰 변화 없이 적용 범위를 확장시킬 수 있으며 여러 산업 분야에서 종사하는 사람들의 모임인 ASHRAE에 의해 관리되고 발전해 나가므로 현장의 필요를 빠른 시간 내에 반영할 수 있는 장점이 있다. 아직은 제품 개발 초기여서 상대적으로 많은 제품이 개발된 상태는 아니지만 현재 CEN의 Pre-Standard로 채택되고 NEMA의 화재 감지 부분의 표준 프로토콜로 선정되는 등 그 적용 분야가 점차 확산되고 있는 추세이다. 현재 전 세계적으로 40여 개 이상의 빌딩자동화 장비 생산 업체에서 이미 BACnet 제품을 개발하고 있으며, 미국의 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서는 BACnet의 호환성 시험을 위한 기구로 BACnet Interoperability Testing Consortium을 결성

하여 BACnet 기술의 보급에 기여하고 있다. 따라서 국내에서도 BACnet 관련 기술을 개발하는 것이 국내 빌딩자동화 시장의 경쟁력 확보를 위해서도 필수적인 일이라 생각한다.

### 참고문헌

1. ANSI/ASHRAE 135 - 1995 A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Network
2. A BACnet tutorial and Overview, <http://www.bacnet.org/Tutorial/HMN-Overview/sld001.htm>
3. BACnet/IP, <http://www.bacnet.org/Tutorial/BACnetIP/default.html>
4. H. M. Newman, M. D. Morris, Direct Digital Control of Building Systems, John Wiley & Sons, 1994.
5. V. Boed, Networking and Integration of Facilities Automation Systems, CRC, 1999.