

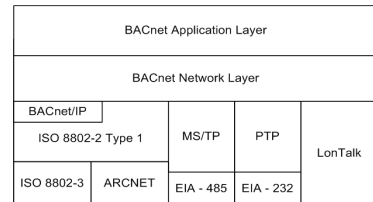
BACnet MS/TP 프로토콜을 위한 네트워크 모니터링 시스템 개발

박태진*
대덕대학*

Network Monitoring System for BACnet MS/TP Protocol

Taejin Park*
Daeduk University*

Abstract - BACnet(Building Automation and Control Network)은 빌딩 자동제어 시스템을 위해 개발된 데이터 통신 프로토콜로 ISO에 의해 국제 표준규격으로 제정되었으며, 지난 20여 년간 미국과 유럽을 중심으로 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다. 그러나 국내의 경우 아직까지 개발사례 및 연구활동이 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 BACnet MS/TP 프로토콜 기반 네트워크 시스템의 실현적 성능해석을 위한 네트워크 모니터링 시스템의 개발 사례를 소개함으로써 BACnet의 국내 기술보급 및 기술확산에 기여하고자 한다.



〈그림 1〉 BACnet 계층구조

1. 서 론

디지털 기술 및 IT기술의 급속한 발전에 힘입어 빌딩 자동제어 시스템 역시 빠르게 발전하여 왔으며 빌딩 소유주 및 재실자들의 요구사항 역시 단순 설비운용의 개념에서 벗어나 빌딩의 운용효율, 에너지 관리기능, 편의성, 시스템 통합을 통한 기능융합 등 점차 다양해지고 있다. 이러한 시장의 다양한 요구사항에 부합하는 빌딩 자동제어 시스템을 구축하기 위해 많은 업체들이 독자적인 통신망 기술을 활용하여 빌딩 자동제어 시스템을 개발하고 공급하여 왔다. 그러나 공급자에 의존적인 독자적이고 폐쇄적인 통신망 기술들은 빌딩 내 각종 장비들 간의 상호운용성(Interoperability)을 보장하지 않아 사용자 하여금 공급업체에 기술적으로 종속되도록 함으로써 오히려 역설적으로 빌딩 자동제어 시스템의 기술발전을 저해하는 가장 큰 장애물로 작용하여 왔다. 이러한 문제를 해결하기 위해 미국 냉동공조학회인 ASHRAE 산하 SSPC-135에서 사용자, 공급자 및 연구기관 등이 모여 1995년 빌딩 자동제어 시스템을 위한 개방형 프로토콜인 BACnet(Building Automation and Control Network)을 제정하였다.[1] 이후 BACnet은 국제 표준 협회인 ISO에서 빌딩의 자동화 및 제어용 통신망을 위한 국제표준으로 채택되었으며[2], 국내에서도 빌딩자동화 및 제어통신망의 KS 표준규격으로 채택되었다[3].

미국을 중심으로 표준화가 진행되었기에 BACnet은 1990년대 북미대륙을 중심으로 적용되기 시작하였으며 2003년 ISO에 의해 국제표준으로 채택된 이후에는 유럽 및 아시아에서도 빠르게 확산되고 있는 추세이다. 특히 북미와 유럽의 경우 [4], [5], [6]과 같이 BACnet과 관련된 다양한 최신 제품과 신기술 및 적용사례가 소개되는 등 관련 기술에 대한 논의와 기술 보급이 활발히 진행되고 있으나 국내의 경우 BACnet 기반의 빌딩 자동제어 시스템을 개발하기 위한 원천 기술이 확보되지 않아 관련 기술의 보급 및 확산이 활발히 진행되지 못하고 있는 실정이다. 특히 국내의 경우 거의 대부분의 BACnet 관련 기술은 [8] 및 [9] 등 몇몇 해외의 업체의 기술에 절대적으로 의존하고 있다고 해도 과언이 아닌 상황이다. 이에 본 연구에서는 BACnet의 데이터링크 계층 프로토콜 중 필드레벨 네트워크 프로토콜로 가장 많이 적용되고 있는 BACnet MS/TP(Master-Slave/Token-Passing) 프로토콜 기반 네트워크 시스템을 분석하기 위한 네트워크 모니터링 시스템 구축 방법을 소개하고자 한다. 본 연구에서 제안하는 방법들은 BACnet MS/TP 프로토콜 기반의 빌딩 자동제어 시스템을 개발하고 구축하는데 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

2. 본 론

2.1 BACnet

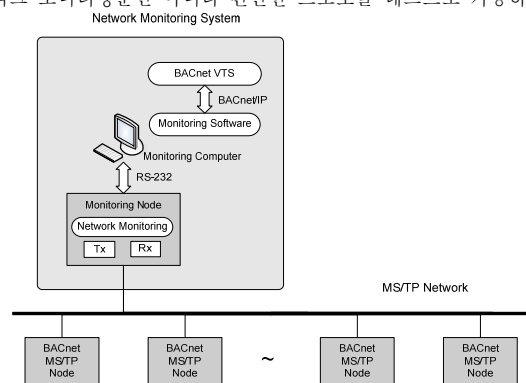
BACnet은 그림 1에 보이는 바와 같이 물리계층, 데이터링크계층, 네트워크계층 및 응용계층의 4계층 구조로 설계되어 있다. BACnet 응용계층은 빌딩 자동화 설비들 간에 교환되어야 할 정보들을 응용계층 객체(Object)와 속성(Property)들로 표현하며, 이러한 정보들은 응용계층 서비스를 통해 가공되고, 교환된다. BACnet 네트워크계층은 빌딩 자동제어 통신망 간의 상호 연결 구성을 위한 네트워크계층 서비스를 정의한다. 또한 BACnet은 다양한 통신기술을 수용하기 위하여 데이터링크계층 프로토콜로서 Ethernet, ARCNET, MS/TP(Master-Slave/Token-Passing), PTP(Point-To-Point), LonTalk 등의 5가지 선택사항을 정의하고 있다. 가격대비 효율성 등을 고려하여 이들 BACnet의 5가지 데이터링크계층 선택사항 중 센서, 제어기, 액추에이터, 입출력장치 등과 같은 필드 장치들을 연결하기 위한 통신망 프로토콜로는 MS/TP 프로토콜이 가장 많이 적용되고 있다.

2.2 BACnet MS/TP 프로토콜

BACnet MS/TP 프로토콜은 BACnet 규격을 위해 제안된 데이터링크 계층 프로토콜로서 RS-485 반이중(Half-Duplex) 통신방식을 이용하여 마스터-슬레이브 토큰패싱 방식으로 동작한다. 그 이름이 의미하듯이 마스터-마스터, 마스터-슬레이브 또는 이 두 가지가 혼합된 형태의 네트워크 시스템을 구축할 수 있다. BACnet MS/TP 프로토콜은 범용 비동기 송수신장치(UART, Universal Synchronous Receiver/Transmitter)를 탑재한 마이크로프로세서를 이용해 비교적 저렴하게 구현이 가능하며, 최대 전송 거리는 1200 미터이고, 전송속도로는 9600, 19200, 38400 및 76800 bits/sec를 지원한다. 최근 개정된 규격에는 데이터 전송속도에 일반 개인용 컴퓨터에서 주로 사용되는 57600bps와 115200bps가 추가되었다[10].

2.3 네트워크 모니터링 시스템

본 연구에서 제안하는 BACnet MS/TP 네트워크 모니터링 시스템은 그림 2와 같이 모니터링 노드(Monitoring Node)와 모니터링 컴퓨터(Monitoring Computer)로 구성된다. 모니터링 노드는 일반 BACnet MS/TP 노드와는 다르게 네트워크상의 모든 MS/TP 프레임을 청취(Listen)하여 분석할 수 있으며, 추가적으로 MS/TP Master State Machine을 탑재하여 모니터링 노드가 토큰을 수신하였을 때 사용자가 작성한 임의의 메시지를 네트워크상에 전송할 수 있도록 하였다. 따라서 네트워크 모니터링뿐만 아니라 간단한 프로토콜 테스트도 가능하다.

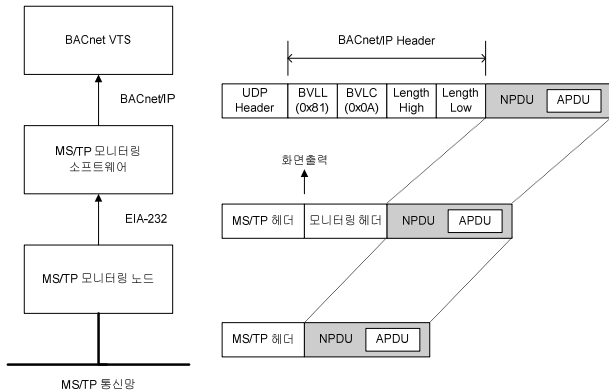


〈그림 2〉 BACnet MS/TP 네트워크 모니터링 시스템

모니터링 노드와 모니터링 컴퓨터는 RS-232 양방향 통신을 통해 데이터를 주고받는다. 모니터링 컴퓨터에는 전용의 모니터링 프로그램과 BACnet VTS[11]가 설치되며 모니터링 프로그램과 BACnet VTS는 BACnet/IP 통신을 통해 데이터를 주고받는다. BACnet/IP 프로토콜은 인터넷 환경에서 UDP(User Datagram Protocol) 소켓 통신을 이용해 BACnet 메시지를 전송하는 방식으로 주로 인터넷을 통한 원격 접속에 사용되며, 일반 윈도우즈 운영체제 상에서 UDP 소켓 통신 프로그램을 통해 쉽게 구현될 수 있다. BACnet/IP 프로토콜에 대한 자세한 설명은 BACnet 규격서의 Annex J에 기술되어 있다[1].

2.3.1 BACnet MS/TP 모니터링 프로세스

그림 3은 모니터링 시스템을 이용해 MS/TP 네트워크상에 발생하는 BACnet 메시지를 청취하여 분석하는 과정을 보여준다.

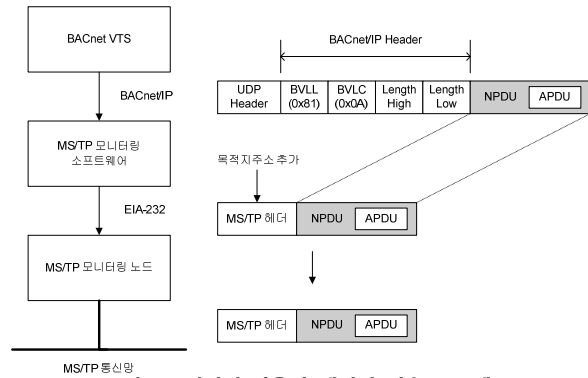


〈그림 3〉 프레임 모니터링 프로세스

모니터링 노드는 네트워크에 발생하는 모든 MS/TP 프레임을 청취한다. 이때 BACnet 응용계층 메시지는 MS/TP 프레임 중 BACnet Data Expecting Reply 프레임과 BACnet Data Not Expecting Reply 프레임을 통해 전송된다. MS/TP 모니터링 노드는 MS/TP 네트워크를 통해 전송되는 모든 BACnet Data Expecting Reply 프레임과 BACnet Data Not Expecting Reply 프레임을 분석하여 NPDUs 및 APDUs를 추출한다. 이렇게 수신된 NPDUs는 MS/TP Master Node State Machine에 의해 수신큐(RxQ)에 저장된다. 모니터링 함수는 수신큐에 수신된 NPDUs가 존재하면 그림 3과 같이 수신된 NPDUs와 NPDUs의 길이를 EIA-232 포트를 통해 모니터링 컴퓨터에 전송한다.

2.3.2 사용자 메시지 전송 프로세스

BACnet MS/TP 네트워크 빌딩 자동제어 시스템을 개발할 때 또 다른 애로사항 중 하나는 임의의 BACnet 메시지를 생성하여 네트워크상에 발생시키는 용이하지 않다는 점이다. 이러한 애로사항을 해결하기 위해 본 연구에서는 다음 그림 4와 같이 VTS와 모니터링 시스템을 이용하여 임의의 사용자 메시지를 생성하여 전송할 수 있도록 하였다.



〈그림 4〉 임의의 사용자 메시지 전송 프로세스

BACnet VTS에서 생성된 임의의 사용자 메시지가 BACnet/IP 통신을 통해 모니터링 소프트웨어로 전달되면 모니터링 소프트웨어에서는 MS/TP 헤더를 구성하여 모니터링 노드에 전송한다. 모니터링 노드는 수신된 MS/TP 프레임을 전송큐에 저장하고 있다가 자신이 토큰을 소유하게 되었을 때 네트워크에 전송한다.

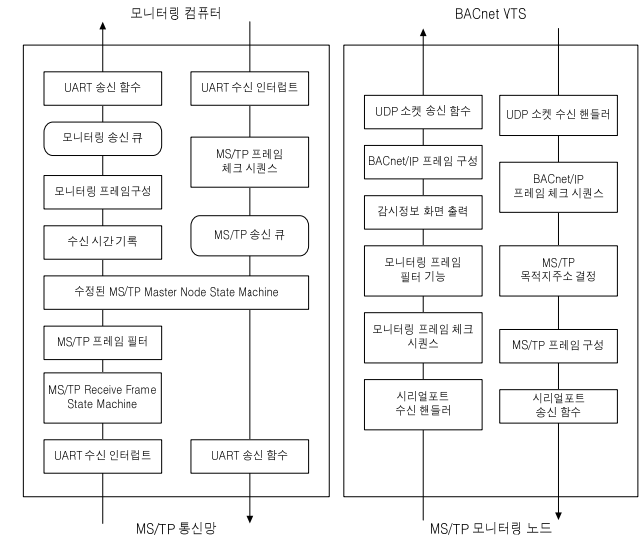
2.3.3 모니터링 노드

모니터링 노드는 [7]에 소개된 하드웨어의 펌웨어를 수정하여 구현하였다. 그림 5의 좌측 그림은 모니터링 노드의 동작방식을 보여준다. 원래 MS/TP 마스터 노드의 Master Node State Machine은 메시지 송신 기능과 토큰패싱 기능을 담당한다. 그러나 모니터링 시스템의 모니터링 노드는 MS/TP Master Node State Machine을 일부 수정하여 네트워크상의 모든 MS/TP 프레임을 수신하여 분석할 수 있으며 동시에 마스터로서 토큰을 수신하여 메시지를 전송할 수 있게 하였다.

2.3.4 모니터링 소프트웨어

그림 5의 우측 그림은 모니터링 소프트웨어의 동작을 보여준다. 모니터링 소프트웨어는 모니터링 노드로부터 시리얼포트를 통해 NPDUs를 수신한다. 모니터링 프로그램은 NPDUs와 APDUs를 분석하여 메시지 필터 기능을 수행하고, 수신된 NPDUs의 내용을 화면에 출력한다. 모니터

링 노드로부터 수신된 NPDUs는 그림 4에 표현된 것과 같이 BACnet/IP 헤더가 추가되어 UDP 소켓을 통해 VTS에 전송된다. BACnet/IP 헤더 중 첫 번째 바이트인 BVLL(BACnet Virtual Link Layer)은 BACnet 네트워크 계층과 BACnet/IP 프로토콜간의 인터페이스를 의미하며, X'81'로 고정된다. 두 번째 바이트인 BVLC(BACnet Virtual Link Control)는 BACnet/IP 프로토콜을 동작시키기 위해 사용되는 제어 명령을 의미한다. MS/TP 모니터링 프로그램은 BVLC 명령 중 Original-Unicast-NPDUs(X'0A') 명령을 사용하여 수신한 NPDUs를 VTS가 설치된 컴퓨터로 전송한다. Original-Unicast-NPDUs 명령은 2바이트의 NPDUs 길이와 MS/TP 모니터링 노드로부터 수신한 NPDUs로 구성된다. 또한 MS/TP 모니터링 프로그램은 VTS로부터 Original-Unicast-NPDUs 명령을 수신하여 MS/TP 모니터링 노드로 전달함으로써 VTS를 이용하여 생성된 임의의 BACnet 응용계층 메시지를 MS/TP 네트워크상에 발생시킬 수 있다.



〈그림 5〉 모니터링 노드(좌)와 모니터링 소프트웨어(우)의 동작 개념도

3. 결 론

BACnet MS/TP 프로토콜 기반의 빌딩 자동제어 장치의 개발 시 가장 큰 애로사항은 MS/TP 통신망을 통해 전달되는 다양한 서비스들이 정상적으로 수행되는지 확인하거나 시험하기가 힘들다는 점이다. 특히 BACnet 응용계층의 서비스와 오브젝트, 프로퍼티 및 서비스 파라미터에 따라 인코딩 방식이 변하기 때문에 개발자가 각각의 프레임을 획득하여 일일이 확인하는 작업은 매우 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 이러한 애로사항을 해결하기 위해 본 연구에서 BACnet VTS를 이용한 BACnet MS/TP 네트워크 모니터링 시스템의 구현방법에 대해 소개하였다. 본 연구에서 제안한 BACnet MS/TP 모니터링 시스템 개발 방법이 향후 BACnet MS/TP 프로토콜 기반 자동제어 시스템 개발 시 유용하게 활용될 수 있기를 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] ANSI/ASHRAE Standard 135-2008, "BACnet: A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks", ASHRAE, Atlanta, GA, 2008.
- [2] ISO 16484-5, Building Automation and Control Systems-Part 5. Data Communication Protocol, ISO, Washington, DC, 2003.
- [3] KS X 6909, 빌딩 자동화 및 제어 통신망, 한국표준협회, 1999.
- [4] Swan, W., November 2010. "BACnet Goes Global" "BACnet Today" Supplement to ASHRAE Journal. Vol. 52, No. 11, pp. B22-24.
- [5] Holmberg, D.G., Bushby, S.T., November 2009. "BACnet and the Smart Grid" "BACnet Today" Supplement to ASHRAE Journal. Vol. 51, No. 11, pp. B8-12.
- [6] Bacher, L., November 2010. "BACnet to the Rescue" "BACnet Today" Supplement to ASHRAE Journal. Vol. 52, No. 11, pp. B33-35.
- [7] 박태진, 홍승호, "BACnet MS/TP 필드제어기 프로토타입 및 MS/TP 네트워크 감시 장치의 설계 및 구현", 전기학회논문지 제56권, 제4호, pp. 799-808, 2007년 4월
- [8] BACstack, <http://www.cimetrics.com/index.php/product-solutions.html>
- [9] BACdoor, http://www.polarsoft.biz/bacdoor_client.html
- [10] Fisher, D., April 2011. "New Developments in BACnet" Consulting Specifying Engineer. Vol. 48, No. 3, pp. 17-18.
- [11] BACnet VTS, <http://vts.sourceforge.net>