

BACnet MS/TP 네트워크 환경에서 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 환경 적응적 동적세팅

곽 영*, 박명순**
고려대학교 컴퓨터정보통신대학원
*keydisk@korea.ac.kr
**myongsp@ilab.korea.ac.kr

A Dynamically setted $N_{max_info_frames}$ Parameter Under the BACnet MS/TP Network Environment

Young Kwak, Myong-Soon Park
Graduate School of Computer and Information Technology,
Korea University

요 약

BACnet MS/TP 네트워크를 구성할 때 네트워크 설계자는 $N_{max_info_frames}$ 값을 정해야 한다. 이 파라미터는 노드가 토큰을 가질 때 메시지를 보낼 수 있는 횟수를 정하는 것으로 이 값이 너무 크면 특정 노드가 여러 개의 메시지를 보내는 동안 다른 노드들의 네트워크에 접근하지 못하므로 다른 노드의 서비스 지연을 야기시키고, 이 값이 너무 작으면 빈번한 토큰 교환으로 네트워크 오버헤드 발생과, 충분한 메시지 전송을 못하므로 토큰을 넘긴 노드의 서비스 지연을 야기시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이 $N_{max_info_frames}$ 값을 네트워크 상황에 맞게 동적 설정하는 알고리즘을 제안한다

1. 서론

현재의 빌딩들은 IBS(Intelligent Building System) 개념의 도입으로 원격제어, 원격지침 뿐만 아니라 빌딩 내 장비를 시간 및 거주 인원에 따라 다르게 제어할 수 있고, 빌딩의 에너지정책, 우수(雨水)자원 관리 같은 빌딩 내적, 외적 자원을 좀 더 지능적, 효율적인 관리가 가능해졌다. 최근에는 더욱더 발전하여 U - City / Ubiquitous 빌딩의 개념이 등장하고 있는 추세이다. IBS 빌딩이나 Ubiquitous 빌딩이 구현이 되려면 빌딩 내 모든 센서 및 장비들과 통신을 하여야만 한다. 모든 통신에서 언제나 이슈로, 중요하게 대두되는 문제가 바로 프로토콜이다. 즉, 서로 다른 제조사들간에, 서로 다른 제품을 연동하기 위해서는 표준적인 프로토콜이 필요하다. 빌딩 네트워크에서의 표준은 BACnet[1](Building Automation and Control networks)으로 빌딩의 자동화 및 제어를 위한 ISO 국제 표준이다.[2] 국내에서도 빌딩자동화 및 제어통신망의 KS 표준 규격이다[3]

BACnet 은 빌딩 자동제어와 관련된 용도로 특화 된 프로토콜로 OSI 7 계층 중 물리계층, 데이터링크 계층, 네트워크계층, 응용계층 의 4 계층만을 가지는 구조로 되어있다 BACnet은 데이터 링크계층으로

Ethernet , ARCNET, MS/TP, LonTalk 등을 채택하였는데, 현재 빌딩 내 필드 장비들간 연결에 EIA-485 연결이 주를 이루고 있으며, EIA-485 를 물리계층으로 가지는 데이터 링크계층이 MS/TP 이다. MS/TP 데이터 링크 레이어는 EIA-485 를 물리계층으로 가지는 장비들이 서로 통신하기 위한 매체 접근 제어를 담당하는 계층으로, MS/TP 네트워크에 필요한 여러 가지 네트워크 파라미터를 정의하고 있다. 이 파라미터들의 값은 미리 정의되어 있는 것도 있고 사용자가 정의할 수 있는 것도 있다

사용자가 값을 정할 수 있는 파라미터 값은 BACnet 표준에서는 파라미터에 대해 최고, 최저 값에 대한 제한 값만 설정하고 있을 뿐, 실제로 BACnet MS/TP 네트워크를 설계할 때 이 파라미터 값을 어떤 기준으로 어떻게 정해야 하는지에 대해서는 사용자의 몫으로 남겨두고 있다

따라서 본 연구에서는 사용자가 값을 정의할 수 있는 MS/TP 네트워크 파라미터 중 $N_{max_info_frames}$ 를 현재의 네트워크 환경에서 맞는 최적의 상태로 자동 설정 하는 방법을 제시한다

본 연구로 제시된 방법으로 파라미터 값을 자동으

로 그리고 동적으로 최적화된 값으로 설정이 된다면 사용자는 MS/TP 네트워크 설계 시 파라미터 값을 설정에 대해 고려할 필요가 없으므로 편리하게 이용가능하고 추후에 네트워크 장비가 추가/삭제 되더라도 자동적으로 추가/삭제에 대한 고려를 적용하여 파라미터 값을 재설정 하므로 사용자가 네트워크 파라미터 값을 재설정 할 필요가 없어진다. 따라서 상당히 편리해짐과 동시에 언제나 네트워크 파라미터 최적 값을 유지 할 것이다.

그리고 최적의 파라미터 값을 유지하므로 BACnet 응용계층의 응답 성능이 증가하는 효과도 기대해 볼 수 있을 것이다. 또 본 연구에서 제시하는 방법은 후위 호환성(Backward Compatibility)을 유지하도록 설계 되었으므로 기존 BACnet MS/TP 표준을 준수하는 장비와 혼합 운영에도 문제가 없다

2 BACnet MS/TP

BACnet 은 상호 호환성(Interoperability)을 확보하기 위한 표준이고, 따라서 BACnet 을 준수한다면 서로 다른 목적과 특성을 가지는 빌딩 내 장비들간의 상호 운영성을 보장한다.

이 상호 호환성(Interoperability)을 확보하기 위해 각 장비의 모든 정보는 오브젝트라고 불리는 단위로 관리되며 각 오브젝트들은 각각의 특성별로 자신만의 속성(property)을 가진다 BACnet 의 응용계층은 이러한 오브젝트와 속성을 다루기 위한 계층이다

BACnet 의 네트워크 계층은 OSI 7 계층에서와 같이 데이터가 출발지에서 목적지까지 가는 경로를 찾아주는 역할을 하며, 데이터 링크 계층은 각각의 물리 계층에 맞게 매체 접근제어를 한다 BACnet 물리계층 역시 여러 가지를 지원하는데 장치의 용도에 따라서 Ethernet 을 사용하거나 빠른 통신 대역폭이 필요하지 않다면 다른 통신방식을 선택하여도 상호 운영에는 영향이 없다

BACnet MS/TP 는 한 네트워크로 구성된 여러 대의 장비들이 통신버스 인 485 라인을 누가 어떻게 접근할 수 있는지 결정하는 프로토콜이다.

MS/TP 는 Master Slave / Token Passing 의 약자로 MS/TP 연결된 장비들은 모두 마스터 노드와 슬레이브 노드로 구분된다.

마스터 노드는 토큰을 가질 수 있는 노드이고 슬레이브 노드는 토큰을 가질 수 없는 노드이다. 여기서 토큰이란 통신버스를 사용할 수 있는 권한을 뜻하는 것으로, 마스터 노드들은 토큰을 가졌을 때 통신버스에 사용할 권한을 가지므로 폴링 및 이벤트 통지를 시도할 수 있다. 슬레이브 노드는 토큰을 가질 수 없는 노드로 마스터 노드의 요청에 응답만 할 수 있는 노드이다

토큰을 가진 마스터노드는 $N_{max_info_frames}$ 파라미터에서 정한 값만큼 메시지 전송을 시도할 수 있으

며 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 값만큼 메시지 전송 후에는 다음 마스터 노드로 토큰을 넘겨야 한다 따라서 더 보낼 메시지가 있어도 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 값에서 정한 메시지 전송횟수를 초과한다면 다음 번 토큰을 받았을 때 전송이 가능하므로 이는 서비스 지연을 야기 시킬 수 있다

한 노드의 관점에서 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 값이 크면 좋은 상황이지만 전체적인 네트워크 관점에서 보면 특정 노드가 토큰을 오랫동안 가지고 사용하게 된다면 전체 네트워크의 토큰 순회가 늦게 이루어지는 요인이고, 따라서 토큰을 가지지 못한 다른 노드의 서비스 지연을 야기하게 된다.

3. $N_{max_info_frames}$ 파라미터 동적 설정

본 연구에서 동적으로 파라미터 설정을 하기로 결정한 것은 $N_{max_info_frames}$ 파라미터이다

$N_{max_info_frames}$ 파라미터 값이 너무 작으면 마스터노드 들간의 토큰교환이 빈번히 발생하여 네트워크 오버헤드를 발생시키고, 너무 크면 마스터노드가 여러 개의 메시지를 전송하는 동안 다른 마스터 노드로 토큰을 전달하지 않으므로 네트워크 전체적으로 토큰 순회가 느려지므로 다른 마스터노드 들의 서비스 시간이 증가할 것이다[4]

$N_{max_info_frames}$ 값은 사용자가 정할 수 있는 파라미터로 사용자는 각각의 MS/TP 네트워크 상황에 맞게 이 값을 설정할 수 있다 따라서 전체 네트워크의 토큰 순회시간을 고려하면서, 많은 메시지를 전송하려고 시도하는 노드 에게는 더 많은

$N_{max_info_frames}$ 파라미터 값을 설정하고 상대적으로 적은 횟수의 메시지를 전송하려는 노드에게는 그에 맞는 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 값을 동적으로 설정하고자 한다.

3.1 최적의 상태

$N_{max_info_frames}$ 파라미터 값은 네트워크 전체적인 관점과 한 노드의 관점에서 서로 충돌하고 있기 때문에 적당한 타협 점을 찾아야 한다.

한 노드의 관점에서, 더 보낼 것이 있어도 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 값 때문에 토큰을 넘겨야 한다면 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 값을 늘려야 하지만 이렇게 모든 노드가 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 값을 늘린다면 전체 네트워크의 토큰순회시간이 늘어나고, 다른 노드들의 서비스 지연시간 증가로 이어지는 문제의 여지가 있다. 그러므로 전체 네트워크의 토큰 1 회 순회 제한시간을 정하고 그 시간을 최대한 지키려고 하는 안에서 각 노드들이

$N_{max_info_frames}$ 파라미터 값을 메시지 전송 시도 횟수의 평균에 따라 파라미터 값을 설정하고자 한다. 이렇게 함으로써 특정 시간내에 모든 노드가 토큰을 받음을 보장하므로 전체적인 네트워크 관점에서의 서비스 지연을 줄이도록 하고, 많은 메시지 전송시도를 하는 노드에게는 더 많은 $N_{max_info_frames}$ 파라미터 값을 할당함으로써 한 노드의 관점에서의 서비스 지연을 줄이도록 한다.

본 연구에서 제시하는 방법이 지향하는 최적의 상태란 토큰 1 회 순회제한 시간을 지킬 수 있는 범위 내에서 각 노드가 Nmax_info_frames 파라미터 설정 값 때문에 더 보낼 것이 있어도 토큰을 넘기는 일이 없는 상태를 말한다.

토큰 1 회 순회제한 시간은 통신속도별로 다르고 Nmax_info_frames 파라미터 동적 증감 값은 네트워크에 연결된 장비대수에 따라 다른 값을 가지게 된다.

3.2 Nmax_info_frames 파라미터 동적 설정 알고리즘

본 논문에서 제안한 동적 설정 알고리즘을 탑재한 MS/TP 데이터링크 계층은 MS/TP 버스를 계속 모니터링을 하게 된다. 송수신되는 MS/TP 프레임의 송신자/수신자 필드를 보고 현재 네트워크에 어떤 MAC 주소를 가지는 마스터 노드가 있고 총 몇 개의 마스터 노드가 있는지를, 그리고 네트워크에서 제일 빠른 MAC 주소도 알 수 있다.

표 1) BACnet MS/TP Frame Format

Name	Size
Preamble	Two octet
Frame Type	One octet
Destination Address	One octet address
Source Address	One octet address
Length	Two octet
Header CRC	One octet
Data	Length Size
Data CRC	Two octet

Nmax_info_frames 파라미터 값 조정은 제일 빠른 MAC 주소를 가지는 장비가 토큰을 받았을 때 모든 노드가 재계산을 한다. 즉 전체 네트워크 토큰 1 회 순회 시간 초과 판단은 제일 빠른 MAC 주소를 가지는 장비를 기준으로 하는 것이다

이때 토큰 1 회 순회제한시간 안에 토큰이 순회를 마쳤다면 모든 노드의 Nmax_info_frames 파라미터 값은 각 노드가 토큰을 받았을 때 실제로 보낸 프레임 개수의 평균값으로 조정하는 것 이외에는 특별히 할 일은 없다.

토큰 1 회 순회제한시간을 넘어서 토큰순회가 이루어졌다면 현재 네트워크에서 모든 노드의 Nmax_info_frames 파라미터 값 평균을 구해 이 값을 넘어서는 노드에 대해 Nmax_info_frames 파라미터 값을 줄이도록 한다. 다른 노드의 Nmax_info_frames 파라미터 값은, MS/TP 버스를 계속 보고 있으므로 토큰을 가지고 있을 때 누가 얼마만큼의 프레임 전송을 했는지로 알 수 있다. 토큰 사용 중 보낸 데이터가 있는데 Nmax_info_frames 파라미터 값 때문에 토큰을 넘기는 경우가 발생한다면 동적으로 Nmax_info_frames 파라미터 값을 늘린 후 적용, 사용한다. 이렇게 되면 노드에서 Nmax_info_frames 파라미터 값을 새로 바꾸어 토큰사용 시간을 늘렸으므로

토큰 순회시간이 증가하였을 것이고 이 토큰 순회시간이 토큰 1 회 순회 제한 시간을 넘어설 경우에는 위에서 보인 방법대로 모든 노드의 Nmax_info_frames 파라미터 값 평균을 구해 이 값을 넘어서는 노드에 대해 Nmax_info_frames 파라미터 값을 줄이도록 한다

만약 토큰 1 회 순회제한시간을 초과하고 모든 노드의 Nmax_info_frames 파라미터 값이 Nmax_info_frames 파라미터 평균값과 같거나 그 이상면, 이는 모든 노드가 토큰 1 회 순회제한시간 이상의 할당시간을 요구하는 것이므로 3 회에 한하여 토큰 1 회 순회 제한 시간을 제한 시간의 50%씩 늘려준다.

기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층을 가진 장비와 혼합해서 네트워크가 구성된 경우라면 토큰이 제일 빠른 MAC 주소를 가지는 장비에게 왔을 때 본 논문에서 제시한 동적 설정 알고리즘이 탑재된 MS/TP 데이터링크 계층을 가지는 장비는 Nmax_info_frames 파라미터를 재설정을 하지만 기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층을 가진 장비일 경우에는 그대로 값을 유지할 것이다.

만약 토큰 1 회 순회 제한시간을 넘어서었다면 본 논문에서 제안한 알고리즘을 탑재한 MS/TP 데이터링크 계층을 가지는 장비는 Nmax_info_frames 파라미터 값이 작아질 것이지만 기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층을 가진 장비의 경우에는 Nmax_info_frames 파라미터 값은 계속 그대로 유지될 것이다.

기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층을 가진 장비의 Nmax_info_frames 파라미터 값이 큰 수로 설정이 되었다면 향상된 MS/TP 데이터링크 계층을 가지는 장비가 아무리 동적 튜닝을 하여도 계속 토큰 1 회 순회 제한시간을 넘어설 것이다.

이러한 상황은 약간의 고려가 필요한 상황인데, 기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층의 Nmax_info_frames 파라미터 값은 사용자가 설정한 것이다. 즉 사용자가 이 장비는 이 정도의 사용량을 할당해야 한다 라고 생각해서 의도적으로 설정을 했을 가능성이 큰 경우이다. 따라서 이런 경우, 기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층을 가지는 장비는 동적 파라미터 설정과 관련해서 제외를 시켜야 할 것이다.

동적 파라미터 설정에서 제외를 하기 위해서는 먼저 장비가 기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층을 가지는지 여부를 판단해야 하는데, 이 판단은 기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층을 가지는 장비는 토큰 1 회 순회 제한시간을 넘긴 경우에도 동일한 Nmax_info_frames 파라미터 값을 그대로 유지할 것이다. 토큰 1 회 순회 제한시간을 넘기지 않은 경우라 하여도 Nmax_info_frames 파라미터는 언제나 실제로 보낸 프레임 전송개수의 평균으로 재조정된다. Nmax_info_frames 파라미터 재조정이 있었는에도

토큰을 받았을 때 Nmax_info_frames 파라미터 값이 바뀌지 않는 노드가 있다면 그 노드는 기존 BACnet 표준의 MS/TP 데이터링크 계층을 가지는 장비로 판단할 수 있을 것이다. 따라서 이 장비는 동적 Nmax_info_frames 파라미터 설정과 관련해서 빠지게 되고, 토큰 1 회 순회 제한시간 역시 그 장비의 사용시간이 더해지게 된다.

3.3 토큰 1 회 순회제한 시간

토큰 1 회 순회 제한시간을 구하기 위해 먼저, 네트워크에 1~29 대의 노드가 연결된 상태에서 각 노드들이 토큰 사용횟수를 1~23 회 사용할 경우 토큰 순회 시간이 어떻게 되는지 조사해 보았다. 이때 사용하는 서비스는 Read Property, Confirmed COV Notification, Read Property Multiple, Unconfirmed Event Notification 서비스 사용을 가정하였고, 각 서비스의 길이는 요청과 응답 바이트, 토큰패싱의 길이를 합쳐서 각각 52, 63, 64, 76 옥텟의 길이를 가지는 것으로 하였다. 1 대의 노드가 1 번의 토큰 사용량을 가지는 최소 토큰순회 시간과 본 조사에서 최대의 토큰순회 시간을 가지는 29 대의 노드가 23 회의 토큰 사용량을 가졌을 때의 토큰순회 시간 사이에서 적어도 평균이상의 토큰 순회시간 확보를 목표로 하므로 각 토큰 사용량별, 토큰 1 회 순회 시간들의 평균시간을 토큰 1 회 순회 제한시간으로 정했다. 따라서 토큰 1 회 순회 제한시간은 평균값에 해당하는 시간으로 9600bps 에서는 12 초, 19200bps 에서의 토큰 1 회 순회 제한시간은 6 초, 38400bps 에서의 토큰 1 회 순회 제한시간은 3 초로 정해졌다.

3.4 Nmax_info_frames 파라미터 증가값

Nmax_info_frames 파라미터 동적 설정 알고리즘에서 보인바와 같이 Nmax_info_frames 파라미터 값을 동적으로 변화시킨다. 동적으로 변화시킬 때 Nmax_info_frames 파라미터 증가값을 구하기 위해 각 통신속도별로 1~29 대의 노드가 토큰사용횟수를 증가시킬 때 토큰 1 회 순회 시간에 어떻게 영향을 미치는지 조사하였다. 네트워크에 연결된 노드가 적을 경우에는 모든 노드가 Nmax_info_frames 파라미터 값을 비교적 크게 증가시키도 토큰 1 회 순회 시간에 미치는 영향이 적었으나 네트워크에 연결된 노드가 많을 경우에는 노드가 Nmax_info_frames 파라미터 값을 약간씩만 증가시켜도 전체적인 토큰순회 시간에 많은 영향을 미쳤다. 따라서 네트워크에 연결된 노드의 수를 고려하여 Nmax_info_frames 파라미터 증가값을 달리하여야 한다. 네트워크에 연결된 노드의 수를 고려하여 Nmax_info_frames 파라미터 증가값을 구하기 위해 네트워크에 1 에서 29 대의 노드가 연결된 상황별로 연결된 모든 노드가 Nmax_info_frames 파라미터 값을 1 에서 23 사이의 값으로 증가시켰을 경우 각각 증가된 상황별로 토큰 1 회 순회 제한시간을 어떻게 초과하는지 조사하였다. 그 결과 토큰 1 회 순회 제한시간을 55% 초과할 때의 Nmax_info_frames 파라미터 증가

값이 1 에서 29 대의 연결된 노드 대수별로 토큰증가값이 다양하고, 연결된 노드 대수별로 같은 토큰 증가값을 가지는 상황이 가장 적었다. Nmax_info_frames 파라미터 감소 값은 Nmax_info_frames 파라미터 증가 값이 토큰 1 회 순회 제한시간을 55% 초과하는 범위로 설정됐으므로 그보다는 커야 토큰 1 회 순회 제한시간을 지킬 수 있을 것이다. 따라서 네트워크 연결된 노드 수가 5 대이상인 모든 상황에서 Nmax_info_frames 파라미터 증가 값보다 더 크게, Nmax_info_frames 파라미터 감소 값을 가지질 수 영역은 토큰 1 회 순회 제한시간의 70% 일 때부터였다.

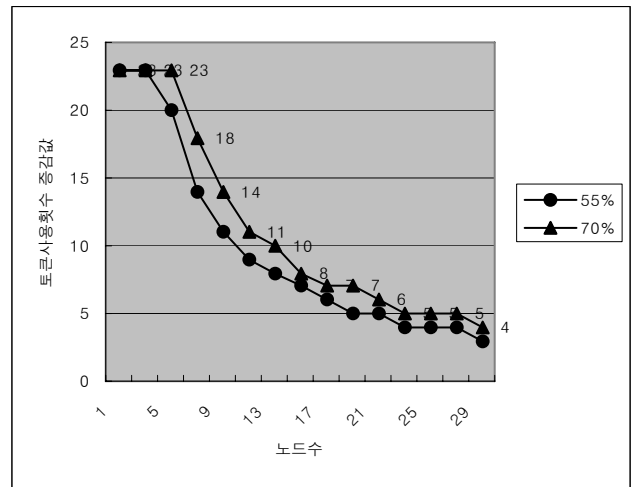


그림 1) 네트워크에 연결된 노드수 별 토큰 증가값

4. 결론

본 논문에서는 BACnet, MS/TP 네트워크 환경에서 Nmax_info_frames 파라미터 값을 동적설정 하는 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘을 사용함으로써 사용자는 이 파라미터 설정을 위해 고민할 필요가 없으므로 편리하게 이용가능하고 추후에 네트워크 장비의 변동이 생길 경우에도 역시 자동적으로 네트워크 상황에 따라 파라미터 값을 재설정 하므로 사용자가 네트워크 파라미터 값을 재설정 할 필요가 없어진다. 따라서 상당히 편리해짐과 동시에 언제나 최적의 네트워크 파라미터 최적 값을 유지 할 것이다.

참고문헌

- [1] ANSI/ASHRAE Standard 135-2004, BACnet : A Data Communication Protocol For Building Automation and Control Networks, American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers Inc. Atlanta, GA.
- [2] ISO 16484-5 Building Automation and Control systems Part 5 Data Communication Protocol, ISO
- [3] KS X 6909 빌딩자동화 및 제어통신망, 한국표준협회.
- [4] 홍승호, 송원석, "빌딩자동화통신망의 성능해석에 관한 연구" 대한전기학회논문지, 제 52D 권, 제 6 호, pp.359-364 2003.6