

BACnet 기반 화재감지/모니터링 시스템의 시뮬레이션 분석

송무석, 홍승호

한양대학교 전자전기제어계측공학과, 한양대학교 전자컴퓨터 공학부 교수

Simulation Analysis of the BACnet-based Fire Detection/Monitoring System

Mu Seok Song, Seung Ho Hong

Hanyang University Electronic Electrical Control Instrumentation Engineering

Abstract - 본 논문에서는 고층빌딩의 화재감지/모니터링 시스템에 대한 기준 모델을 제시하고 제시된 모델의 성능을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 본 논문에서 제시하는 화재감지/모니터링 시스템 모델은 CSMA/CD 방식으로 동작하며 100 Mbps의 전송속도로 동작하는 Fast Ethernet을 백본망으로 사용하고 하부망으로는 MS/TP를 사용한다. 또한 시스템의 확장성과 유연성을 확보하기 위하여 현재 국내 빌딩 자동화 통신망의 표준 프로토콜로 제정된 BACnet을 기반으로 동작한다. 본 논문에서는 제시된 화재감지/모니터링 시스템 모델의 성능을 분석하기 위하여 이산사건 시스템 모델링 전용 툴인 ARENA를 사용한 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 개발된 시뮬레이션 모델을 이용하여 네트워크 지연시간이 화재감지/모니터링 시스템의 성능에 미치는 영향을 분석하였으며, 분석된 결과를 바탕으로 본 논문에서 제시한 화재감지/모니터링 시스템 모델이 고층빌딩의 방화 설비 요구사항을 만족시킬 수 있음을 검증하였다.

1. 서 론

최근 많이 건축되고 있는 대형 고층빌딩들은 업무 능력을 향상시키고 효율적으로 빌딩을 관리하며 동시에 쾌적한 환경을 유지하기 위해 인텔리전트 빌딩 형태로 건축되고 있다. 이러한 고층 인텔리전트 빌딩은 수평적, 수직적으로 규모가 대형화되어 기존에 설치되어 있는 방화 설비만으로 효율적인 화재 감지를 하기가 어려워지게 되었다. 그리고 고층빌딩 내부에 설비자동화를 위한 각종 장비들을 설치함에 따라 빌딩내의 화재 발생 요인이 급격히 증가하게 되었으며 따라서 이러한 빌딩 환경 변화에 대응할 수 있는 첨단 화재감지/모니터링 기술이 요구된다. 본 논문에서는 고층빌딩에서 효율적으로 화재를 감지하고 이에 대처할 수 있는 화재감지/모니터링 기준 모델을 제시한다. 본 논문에서 제시하는 모델은 시스템의 확장성과 유연성을 확보하기 위하여 현재 국내 빌딩 자동화 통신망의 표준 프로토콜인 BACnet(Building Automation and Control Networks)[1]을 기반으로 동작한다.

본 논문에서 제시된 화재감지/모니터링 시스템 모델은 이산사건 시스템 모델링 도구인 ARENA를 사용하여 시뮬레이션 모델을 개발하였으며 성능 분석을 하였다. 개발된 화재감지/모니터링 시스템 시뮬레이션 모델을 사용하여 본 논문에서 제시한 시스템 모델이 고층빌딩의 방화 설비 요구사항을 만족시킬 수 있음을 검증하였다.

2. 본 론

2.1 화재감지/모니터링 시스템 요구 사항

본 논문에서는 화재 감지/모니터링 시스템이 만족하여야 하는 요구사항을 다음과 같이 네 가지로 제시하였다.

첫째는 존속성(Survivality)으로 사고 또는 화재로 인하여 신호 전달 체계의 일부가 파손되어도 화재 경보 신호 및 화재 상황이 국부적 또는 전체적으로 전달되어야 한다. 또한 신호 전달 체계의 상황은 실시간으로 모니터링 되어야 하며, 파손된 부분은 최단시간 내에 복구 가 완료되어야 한다.

둘째는 유연성(Flexibility)으로 화재 감지/모니터링 시스템은 시스템의 추가, 삭제 및 변형이 용이하여야 하며, 또한 다른 벤더(vendor)들로부터 제공되는 다양한 방화 관련 장비들을 수용할 수 있어야 한다.

셋째는 사용자 편의성(Ease of Use)으로 화재 발생 경보 및 화재 진압에 신속하게 대처하기 위하여서는 사용자가 방화 설비를 쉽게 사용할 수 있도록 하여야 한다.

넷째는 응답시간(Response Time)으로 화재 경보 및 화재 진행 상황을 비롯하여 화재 진압에 필요한 각종 신호는 최단시간 내에 전달이 완료되어야 한다. 미국의 NFPA(National Fire Protection Association)[7]의 규정에 의하면 화재 경고 신호 전달 시간을 90초 이내로 제시하고 있으나, 통신망 기술을 이용한 화재 감지/모니터링 시스템을 채택하고 있는 기술선진국의 첨단설비에서는 화재 경고 신호 전달 시간을 수 초 이내로 제한하고 있다.

본 논문에서는 앞서 언급한 요구사항을 만족시키는 화재감지/모니터링 설비의 기준 모델을 제시한다. 본 연구를 통하여 제시되는 모델은 기본적으로 통신망 기술의 바탕 위에서 동작되며, 다음과 같이 설비 요구사항을 만족시킨다.

첫째 조건인 존속성을 만족시키기 위해 본 연구에서 개발된 모델에서는 화재 감지/모니터링 통신망을 빌딩내의 다른 빌딩 자동화 통신망들과 별도로 설치하여 시스템의 안전성을 향상시킨다. 또한, 화재 감지 및 모니터링 통신망을 이중화하여 하나의 통신망에 이상이 발생하여도 다른 통신망이 백업(back-up)으로 동작될 수 있도록 한다.

둘째 조건인 유연성을 만족시키기 위해서 화재감지/모니터링 시스템의 통신망으로 ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)에서 빌딩 자동화용 통신망의 표준으로 제정하였고 1999년에 국내 빌딩 자동화 통신망 프로토콜의 표준으로 제정된 BACnet(Building Automation and Control Networks)을 사용한다. BACnet과 같은 개방형의 표준 통신망을 사용하면 화재 감지 및 모니터링 시스템의 설치물론 시스템의 추가, 삭제 및 변형이 용이해지며, 여러 제조업체들로부터 제공되는 다양한 방화 관련 장비들을 수용할 수 있다.

셋째 조건인 사용자 편의성을 만족시키기 위해 본 논문에서 제시하는 모델은 각종 시각 및 청각 장치들이 통신망에 바로 접속되어 실시간으로 음성, 화상 등의 멀티

미디어 정보를 교환하는 것이 가능하다.

넷째 조건인 응답 시간을 만족시키기 위해 빌딩의 화재 관련 신호의 응답시간은 통신망의 전송속도 및 전송 거리에 직접적으로 영향을 받는다. 고층 빌딩에서는 신호 전송 거리가 수백 m까지 증가할 수 있다. 본 논문에서 제시하는 시뮬레이션 모델에서는 BACnet에서 지원하는 디지털 직렬 통신망을 사용하여 응답시간을 수초 이내로 제한하고자 한다.

본 논문에서는 시뮬레이션 모델을 통하여 제안된 화재 감지/모니터링 설비의 시뮬레이션 모델이 응답시간의 요구사항을 만족하는가를 분석한다.

2.2 화재감지/모니터링 시뮬레이션 모델

화재감지 및 모니터링 시뮬레이션 모델은 감지기 및 액츄에이터, 화재감지패널 및 중앙제어장비로 구성된다 [7]. 감지기 모듈은 연기 감지기, 열 감지기, 빛 감지기 등과 같이 화재를 감지하는 모듈을 말하고, 액츄에이터 모듈은 화재가 감지되었을 경우 효율적인 소화 및 인명 구조를 위한 유도등, 방화벽, 스프링클러, 연기 배출 장치 등을 말한다. 화재감지패널은 화재 신호 수신기라고도 하는데 특정 지역의 화재를 감지하고 주기적으로 자신이 관할하는 지역의 상태를 중앙제어장비로 전송하도록 하여 화재에 대응할 수 있도록 하는 장비이다. 중앙제어장비는 방재 중앙 통제실에 설치되며, 화재감지패널들로부터 각 구역의 정보를 받아들여 현재 빌딩의 화재 상태를 검사하며 각 장비의 현재 상태를 파악하고 이를 바탕으로 시스템의 다음 동작을 스케줄링 하는 장비이다. 또한 화재가 발생하였을 때 적절한 대응을 유도하는 명령을 내릴 수 있고 시스템의 설정을 변경할 수 있는 PC 기반의 시스템 관리 장비이다.

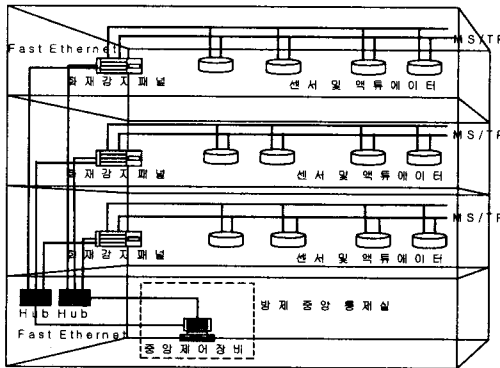


그림1. 화재감지/모니터링 기준 모델

그림1에는 본 논문에서 제시하는 화재감지/모니터링 시스템의 개념을 나타내고 있다. 화재감지/모니터링 시스템 모델에서 빌딩에 산재한 화재 감지기는 각 층마다 설치된 화재감지패널에 연결되며, 각 층의 화재감지패널은 화재감지/모니터링 통신망을 통하여 방재 중앙 통제실에 있는 중앙제어장치와 연결된다. 또한 이중화를 통하여 하나의 통신망에 이상이 발생하여도 다른 통신망이 백업으로 동작할 수 있도록 한다. BACnet에는 하부 통신망으로 여러 프로토콜들을 수용하고 있으나, 본 연구에서 제안하는 모델에서 패널간의 통신은 CSMA/CD 방식의 Fast Ethernet을 사용하고, MS/TP 통신망에 백업 기능을 부가함으로써 통신망의 일부가 파손되어도 로컬 노드들 간에는 통신이 가능하도록 시스템의 존속성을 확보하였다.

본 논문에서는 이러한 화재감지/모니터링 시스템의 성능을 분석하기 위하여 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 시뮬레이션 모델에서 화재감지패널은 MS/TP로 연결된 각종 감지기와 액츄에이터를 폴링하여 정보를 수집하는 서비스와 Fast Ethernet을 통하여 주기적으로 자신의

상태를 중앙제어장비로 보고하는 서비스가 구현되어 있다. 또한 중앙제어장비로부터 다운로드 서비스 요구를 받을 경우 이를 처리하여 자신의 데이터 베이스를 갱신하는 기능이 구현되어 있다. 중앙제어장비는 화재감지패널과 Fast Ethernet 상으로 통신을 수행하며 화재가 발생한 경우 특정 액츄에이터의 동작을 명령하고 주기적으로 각 패널들로부터 특정 지역과 각 장비들의 상태에 대한 정보를 수집하여 데이터 베이스를 갱신하는 서비스가 구현되어 있다. 감지기 모듈 및 액츄에이터 모듈은 MS/TP의 슬레이브 노드에 해당되며 화재감지패널로부터 폴링을 받아 자신의 상태를 되돌리는 서비스와 중앙제어장비로부터 명령을 받아 이를 수행하는 서비스가 구현되어 있다.

본 논문은 통하여 개발한 시뮬레이션 모델은 이산사건 시스템 모델링 전용 개발도구인 ARENA(5,7)를 통하여 개발되었으며, 통신 계층과 응용 계층의 계층 구조를 가지고 있어 통신 계층 기능의 변경 없이 ARENA에서 제공하는 논리 블록을 사용하여 응용 계층의 기능을 변경할 수 있도록 하였다.

2.3 통신망

본 논문에서 적용된 통신 프로토콜은 BACnet과 BACnet의 하부계층 통신 프로토콜로 사용되는 Fast Ethernet, MS/TP로 세 가지이다. 본 절에서는 이들 각각의 동작과 특징을 간략히 기술하도록 한다.

2.3.1 BACnet

BACnet은 기존의 폐쇄화된 시스템의 사용으로 인한 문제점을 해결하기 위하여 개발된 개방형 프로토콜이며, BACnet 개발 과정에서 가장 중요시하였던 부분은 개방성, 즉 서로 다른 제조 업체에서 만든 자동화 장비들간에 상호동작성을 보장하는 것이었다. 이를 위하여 BACnet은 표준화된 객체(object)를 통한 접근 방식을 취하고, 표준화된 5가지 범부의 32가지 서비스를 제공한다. BACnet은 기존의 빌딩자동화 시스템에서 이미 사용되고 있는 대부분의 LAN(Local Area Network)을 하위 계층에서 수용함으로써 하부계층에 Ethernet, ARCNET, MS/TP, PTP(Point-To-Point), LonTalk 등 다양한 통신 프로토콜을 지원할 수 있도록 하며, 인터넷을 통한 빌딩 원격 관리를 위한 BACnet/IP를 제공하여 기존의 시스템에도 넓게 적용할 수 있도록 하였다.

2.3.2 Fast Ethernet

Fast Ethernet은 100 Mbps의 전송속도를 가지며 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 방식으로 동작되어 사용되는 채널을 가장 효율적으로 사용할 수 있는 반면 채널의 트래픽 부하가 증가하는 경우 데이터 전송 지연시간을 예측할 수 없는 단점을 가지고 있다. CSMA/CD 방식은 전송을 하고자 하는 노드가 우선 채널이 현재 사용중인지 아닌지를 먼저 감지를 한 다음 채널이 사용중이면 채널이 사용되지 않을 때까지 기다렸다가 전송을 하게 된다. 만약 동시에 두 노드 이상에서 패킷을 전송하게 되면 채널 상에서 충돌이 일어나게 되고 노드는 충돌을 감지하게 되면 전송을 멈추고 백오프(Back-Off) 알고리즘에 의해 임의의 시간동안 대기했다가 다시 전송을 시도하게 된다. 트래픽이 낮은 통신망에서는 효율적으로 동작을 하지만 트래픽이 높아지면 충돌이 많아지고 실시간성을 보장할 수 없는 경우가 발생할 수도 있다.

2.3.3 MS/TP

MS/TP 프로토콜은 토큰-패싱 방식과 마스터-슬레이브 방식을 지원하는 저속 통신 프로토콜이며, 단순한 기능을 수행하는 필드장비에 저가로 통신 기능을 부여하는데 효율적이다. MS/TP 프로토콜에 접속되는 장비는 크

게 마스터 노드와 슬레이브 노드로 구분된다. 마스터 노드는 토큰을 수신하여 슬레이브 노드들을 폴링하고 지정된 동작을 수행한 후 토큰을 다른 마스터 노드로 넘겨준다. 이에 반해 슬레이브 노드는 자신이 직접 프레임용 토큰을 생성하거나 프레임을 전송하지 못하며 마스터 노드로부터 폴링을 받았을 때만 프레임을 전송할 수 있다.

2.4 시뮬레이션 결과 분석

본 논문에서 2.2절에서 제시한 화재감지/모니터링 시스템 모델이 응답시간의 성능요구사항을 만족하는가를 시뮬레이션 모델을 통하여 검증한다. 본 논문에서는 모든 시뮬레이션 결과를 하나의 기준을 정하여 비교하기 위하여 네트워크 트래픽 부하 G를 정의하고 이를 시뮬레이션의 입력 변수로 사용하였다. 네트워크 트래픽 부하 G는 단위 시간당 네트워크에 발생하는 메시지의 양과 네트워크에서 단위 시간에 전송 가능한 최대 메시지의 양의 비를 의미하며 0과 1사이의 값을 갖는다. 네트워크 트래픽 부하 G는 다음과 같이 정의되며 1에 가까운 값을 가질수록 네트워크의 부하가 커짐을 의미한다.

$$G = \sum \frac{N \cdot L}{B \cdot T}$$

- B : 네트워크의 전송 속도 (Bits/Sec)
- T : 각 노드별 메시지 발생 주기 (Sec)
- N : 메시지를 생성하는 노드의 수
- L : 생성되는 메시지의 길이 (Bits)

본 논문에서 제시하는 화재감지/모니터링 모델에서 화재감지패널은 각층마다 한 개씩 설치되며, 중앙제어장비와 각층의 화재감지패널간의 통신은 Fast Ethernet을 통하여 이루어진다. Fast Ethernet을 통하여 전송되는 데이터의 종류에는 화재보고, 각종 장비의 상태 및 고장보고 그리고 설비시스템을 관리하기 위한 각종 정보의 업로드 데이터들이 포함되며 이러한 데이터의 종류와 시뮬레이션에 사용되는 프레임의 길이는 Fast Ethernet 최소 프레임 길이인 64바이트(512비트)로 고정하여 사용하였다. 각 층에서 화재감지패널과 각종 감지기간의 통신은 MS/TP를 통하여 이루어지며, MS/TP를 통하여 전송되는 데이터의 종류에는 마스터 노드(화재감지패널)와 슬레이브 노드(감지기 및 액튜에이터)를 주기적으로 폴링하는데 사용되는 폴링 데이터를 비롯하여 슬레이브 노드가 마스터 노드로 전송하는 화재발생보고 및 모델상태보고 데이터들이 있다. 이러한 데이터의 종류와 시뮬레이션에서 사용되는 프레임의 길이는 15바이트(120비트)로 고정하여 사용하였다.

데이터 전송 시 데이터에 따라 MS/TP 프레임과 Fast Ethernet 프레임의 구조가 서로 다르기 때문에 화재감지패널에서 양쪽의 프로토콜로 전송되는 데이터의 구조를 변경하여 길이를 맞추어 주어야한다. 본 논문에서 언급되는 지연시간은 통신망 시스템에서 발생하는 데이터 전송 지연시간만을 고려하며, 장비 내에서 소프트웨어로 처리되는 프로세싱 지연시간은 포함하지 않는다.

2.4.1 Fast Ethernet 네트워크 성능 분석

본 절에서는 화재감지/모니터링 시스템의 백본(back-bone) 망으로 사용되는 Fast Ethernet의 성능을 분석하였다. Fast Ethernet의 일반적인 전송 특성으로 각 노드에서 발생하는 메시지 발생주기와 Fast Ethernet 노드 수의 변화에 따라 메시지를 전송하는데 소요되는 전송지연시간을 분석하였다. 표1은 Fast Ethernet 전송지연시간 측정 수행 조건을 보여주며 그림2는 노드 수에 따라 메시지 발생주기를 변화시켰을 때 네트워크 트래픽 부하에 대한 전송 지연시간을 보여준다. 메시지의 발생은 모두 지수 분포를 따르는 것으로 가정하였고, 전송되는 메시지의 길이는 Fast Ethernet의 최소 길이인 64바이트(512비트)인 것으로 가정하였다. 그림2에서 네트워크에 연결된 노드 수가 증가할수록

전송 지연시간이 전체적으로 증가하는 것을 볼 수 있으며, 이는 노드 수가 증가할수록 충돌의 수가 증가하게되어 전체적으로 전송 지연시간이 증가하게 됨을 보여준다. 또한 동일한 노드 수에서 네트워크의 트래픽 부하가 증가할수록 전송 지연시간이 증가하는 것을 볼 수 있으며 네트워크 트래픽 부하가 0.6을 넘으면서 급격히 증가함을 볼 수 있다. 이는 CSMA/CD 방식이 네트워크 트래픽 부하가 낮을 때는 효율적으로 채널을 사용할 수 있지만 네트워크 트래픽 부하가 0.6이상이면 충돌이 급격히 증가하게 되고 전송 지연시간 또한 급격히 증가하게 됨을 보여준다. 따라서 Fast Ethernet 시스템을 설계할 때에는 네트워크 트래픽 부하가 최대 0.7을 넘지 않도록 설계하여야 하며 가능한 네트워크 트래픽 부하가 0.6을 넘지 않도록 하는 것이 적당하다.

표1. Fast Ethernet 전송지연시간 수행 조건

노드수 N	메시지 발생 주기(초)	트래픽 부하 G
10	0.000560 ~ 0.000071	0.1 ~ 0.8
15	0.000852 ~ 0.0001065	0.1 ~ 0.8
20	0.001136 ~ 0.000142	0.1 ~ 0.8

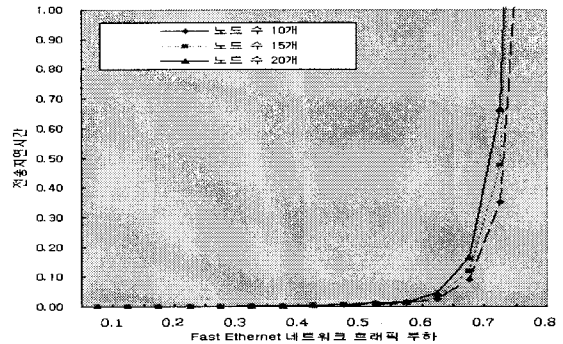


그림2. 각 노드 수의 트래픽 부하에 따른 전송지연시간

2.4.2 MS/TP 네트워크 성능 분석

본 절에서는 감지기 및 화재감지패널, 그리고 액튜에이터간의 통신망인 MS/TP의 화재보고 지연시간의 시뮬레이션 결과를 제시한다. 감지기 모듈은 주기적으로 화재를 감지하여 화재보고 프레임을 생성한다. 화재감지패널 내부에 설치된 MS/TP 마스터 노드는 주기적으로 자신의 전송 큐에 슬레이브 노드를 폴링하는 프레임용 스케줄링 한다. 그리고 이러한 폴링 프레임은 도달한 순서에 따라 전송되며, 폴링을 받은 MS/TP 슬레이브 노드는 자신이 주기적으로 발생시키는 상태보고 프레임을 마스터 노드로 전송한다. 이러한 일련의 동작은 마스터 노드가 모든 슬레이브 노드를 한 번씩 폴링한 후 다시 폴링 주기에 따라 반복된다.

MS/TP의 통신망에서 화재보고 지연시간 성능에 가장 큰 영향을 주는 것은 마스터 노드에서의 폴링 주기이다. 만일 슬레이브 노드에서 주기적으로 발생하는 화재보고 프레임의 생성 주기가 폴링 주기보다 적다면, MS/TP 슬레이브의 전송큐에는 계속 전송하지 못한 프레임이 쌓여 결국 큐의 길이가 증가하며, 따라서 화재보고 지연시간도 증가할 것이다. 본 시뮬레이션에서는 이를 검증하여 보았다. 시뮬레이션 모델에서 MS/TP에 접속된 슬레이브 노드의 개수는 MS/TP 통신망이 최대 수용할 수 있는 노드의 개수인 35개로 구성했으며, 각 슬레이브 노드에서는 1초 주기로 상태보고 프레임이 생성된다. 이에 대하여 마스터에서는 폴링 프레임을 1초, 2초, 3초 주기로 발생시켰을 경우의 화재보고 지연시간을 측정하였으며 표2에 나타나 있다. 폴링 주기가 메시지 발생 주기보다 커지면 MS/TP 전송 큐 내에서 프레

임이 머무르는 시간이 길어지므로 전체적으로 화재보고 지연시간이 큰 폭으로 증가하였으며 이에 본 논문에서 제시하는 화재감지/모니터링 시뮬레이션 모델에서는 MS/TP 슬레이브 노드의 폴링 주기가 슬레이브 노드에서 발생하는 메시지의 발생 빈도보다 작게 설정하였다.

표2. MS/TP 폴링 주기에 따른 화재보고 지연시간

폴링 주기	1초	2초	3초
지연 시간	0.7653초	4.624초	8.69초

2.4.3 통합 화재감지/모니터링 시스템 화재보고 지연시간

본 절에서는 Fast Ethernet과 MS/TP의 통합 화재감지/모니터링 시스템에서의 화재보고 지연시간의 시뮬레이션 결과를 제시한다. 본 시뮬레이션은 통합 모델에서 화재를 감지하고 이를 화재감지패널까지 보고하기까지의 소요시간(MS/TP 화재보고지연시간)과 중앙제어장비로 보고하기까지 소요되는 지연시간(총화재보고지연시간)을 측정하였다. 그림3은 본 시뮬레이션의 동작 순서를 보여준다. 자신이 관할하는 지역의 화재 상황을 감지하는 감지기 모듈은 샘플링 주기마다 화재 발생 상황을 감지하여 화재보고 프레임을 생성하고 자신의 전송큐에 삽입한다. 화재보고 프레임은 화재감지패널로부터의 폴링을 받아 화재감지패널로 전달된다. 모듈로부터 화재 보고를 받은 화재감지패널은 이를 Fast Ethernet 메시지로 변환하여 자신의 전송큐에 삽입하고 중앙제어장비로 전송하며, 동시에 화재가 발생한 곳에 가장 근접한 액튜에이터를 동작시키는 소화명령을 액튜에이터로 전송하게 된다.

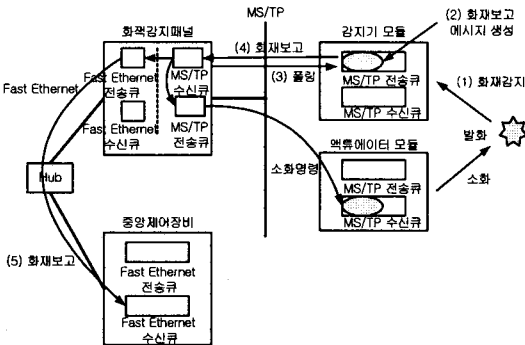


그림3. 통합 통신망의 화재보고 및 소화 명령 동작

그림4는 1대의 중앙제어장비와 19개의 화재감지패널로 구성된 화재감지/모니터링 시스템에서 화재보고지연시간을 측정한 시뮬레이션 결과를 보여준다. 이 때 MS/TP 폴링 주기는 1초로 설정되어있다. 그림4의 X축은 Fast Ethernet의 네트워크 트래픽 부하를 나타내며 Y축은 화재감지보고지연시간을 나타낸다.

그림 4에서 볼 수 있듯이 MS/TP의 폴링 주기를 일정하게 하고 샘플링 주기와 슬레이브 모듈의 보고 주기를 일정하게 설정하였기 때문에 MS/TP 지연은 항상 일정한 수치를 보여준다. 반면 네트워크 트래픽 부하가 증가함에 따라 총화재감지지연시간이 증가함을 볼 수 있다. 이는 네트워크 트래픽 부하가 증가함에 따라 화재감지패널과 중앙제어장비간의 메시지 전송에서 충돌의 회수가 많아지게 되어 증가하게 되는 것이다. 이 시뮬레이션 모델에서는 100 Mbps의 고속으로 동작되는 Fast Ethernet 통신망에서의 지연시간보다는 저속으로 동작되는 MS/TP 통신망에서의 지연시간이 시뮬레이션 모델에 크게 영향을 주는 것을 알 수 있으며, Fast Ethernet의 트래픽 부하가 0.7을 초과하지 않도록 설

계한 경우, 네트워크에 의한 화재보고지연시간은 1초를 넘지 않으며 소프트웨어 처리시간을 포함하더라도 수 초 이하로 제한됨을 알 수 있다. 이러한 결과로 본 논문에서 제시된 기준 모델은 고층 빌딩에 적용 가능한 적절한 모델임을 확인할 수 있다.

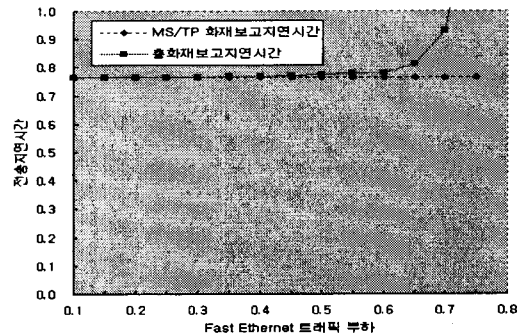


그림4. 통합 모델의 전송지연시간

3. 결론

본 논문에서는 고층 빌딩에 적용할 수 있는 화재감지/모니터링 시스템 모델을 제시하였다. 제시된 시스템 모델은 첨단 기술인 디지털 방식의 통신망 기술을 적용하였다. 또한 사용자가 전체 시스템을 유지, 관리하기 용이하도록 방재 중앙 센터로 모든 지역의 정보를 보고하도록 구성하였으며 시스템의 확장성을 보장하고 시스템 유지, 관리, 구성의 유연성을 확보하기 위하여 현재 빌딩 자동화 프로토콜의 표준인 BACnet을 기반으로 하는 시스템을 제시하였다. 또한 건물의 수명과 인명에 치명적인 화재를 관리하는 시스템인 만큼 시스템 자체의 신뢰성을 확보하기 위하여 BACnet에서 지원하는 통신망 가운데 백본망으로는 고속의 Fast Ethernet을 하부망으로는 저속의 MS/TP를 기반으로 하는 시뮬레이션 모델을 제시하였다.

본 논문에서는 기존 모델을 제시함과 동시에 이러한 모델의 성능을 평가하고 다양한 상황에서의 시스템 응답을 시험해 볼 수 있도록 하였다. 그리고 이 시뮬레이션 모델을 이용하여 본 논문에서 제시한 화재감지/모니터링 설비 모델의 타당성을 검증하였다. 시뮬레이션 결과에서도 확인한 것과 같이 본 모델에서는 화재가 발생하였을 경우 이를 중앙 제어 장비로 보고하는데 까지 소요되는 화재보고 지연시간이 소프트웨어로 구현되는 프로세싱 지연시간을 포함하여도 수 초 이하로 제한됨을 알 수 있다. 이러한 결과로 본 논문에서 제시하는 모델은 고층 빌딩에 적용 가능한 적절한 모델임을 확인할 수 있다.

(참고 문헌)

- (1) ASHRAE, "A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks", 1995
- (2) Paul Stollard and John Abrahams, "Fire from First Principles 2nd Edition", E&FN SPON, 1996
- (3) Howard W. Johnson, "Fast Ethernet Dawn of A New Network", Prentice-Hall, 1996
- (4) Christos G. Cassandras, "Discrete Event Systems : Modeling and Performance Analysis", IRWIN, 1993
- (5) C. Dennis Pegden, Robert E Shannon and Randall P. Sadowski, "Introduction to Simulation Using SIMAN 2nd Edition", McGRAW-HILL, 1995
- (6) NFPA, "National Fire Alarm Code 1996 Edition", 1996
- (7) System Modeling, "Template Reference Guide", Co.ARENA, 1995