
DOCSIS3.0 기반 케이블망에서 MAP 주기에 따른 성능평가

노선식* · 송재준*

Performance Evaluation according to MAP Inter-arrival Time for DOCSIS 3.0 based Cable Network

Sun-Sik Roh* · Jae-Jun Song*

이 논문은 2006년도 한국전자통신연구원 연구비를 지원받았음

요 약

DOCSIS 3.0 프로토콜은 채널-결합 기법을 기반으로 케이블망에서 망을 고도화하기 위해 제안된 표준이다. DOCSIS 프로토콜을 사용하는 망에서 망을 구성하는 CM과 CMTS간의 데이터 전송은 MAP 메시지를 통해 대역 요청과 전송 대역 할당을 받아 양방향 전송을 하기 때문에, MAP의 전송주기는 망 성능의 핵심적인 요소가 된다. 하지만 현재 표준안에서는 MAP의 구성요소와 용도에 대한 정의만 언급하고 있고, MAP 메시지의 전송주기에 대한 정의는 언급되어 있지 않다. 본 논문에서는 DOCSIS 3.0기반의 케이블망에서 MAP 전송주기에 따른 프로토콜의 성능을 평가하기 위해 OPNET을 통해 시뮬레이터를 개발하고, MAP 전송주기에 따른 망의 성능을 분석하였다. 성능 평가 결과 MAP 전송주기는 0.05sec일 때 최적의 망 성능을 보임을 알 수 있었다. 본 연구의 결과는 DOCSIS 3.0 기반 케이블 망의 구축을 위한 중요한 성능 요소로 사용될 수 있다.

ABSTRACT

DOCSIS 3.0 protocol are proposed to support high-speed cable network. DOCSIS 3.0 MAC protocol regulates CM and CMTS channel transfer times through MAP message. So MAP Inter-arrival time is primary factor of network performance. However, standards does not include the details of MAP Inter-arrival Time affecting the performance of MAC protocols for DOCSIS 3.0. In this paper, we evaluated the performance of DOCSIS 3.0 protocol follow in MAP Inter-arrival Time. Based on the evaluation results, we propose the optimal MAP Inter-arrival Time. We found that the protocol shows best performance when the MAP Inter-arrival Time is 0.05sec. The research results can apply to performance element which important for the construction of DOCSIS 3.0 base cable networks.

키워드

DOCSIS 3.0 Protocol, MAP, 채널-결합 기법, 케이블 망

I. 서 론

최근 정보통신기술의 발달은 인터넷의 저변 확대와

인터넷 사용자의 증가를 가져왔다. 통신망 사용자의 증가는 고품질 VoD 서비스 등 QoS가 보장되는 광대역 멀티미디어 서비스에 대한 요구를 증가시켰으며, 이로인

해 고속 통신 방식에 대한 수요가 증가하고 있다.

CableLab에서는 케이블망에서 케이블 인터페이스를 기반으로 하는 고속 데이터 전송 방식에 대한 표준으로 DOCSIS(Data over Cable System Interface Specification)를 제안하였다. DOCSIS는 광·동축 혼합망 (Hybrid fiber coaxial: HFC)에 관한 표준안으로 케이블 모뎀 (Cable Modem : CM)과 케이블 모뎀 종단시스템 (Cable Modem Termination system : CMTS) 사이의 중간 인터페이스에 관한 통신 규약이다. 초기 DOCSIS는 Best Effort 서비스를 제공하기 위해 제안되었으며, 다양한 서비스 제공과 망의 고도화를 목적으로 진화하였다. 하지만 셀 분할 및 채널 할당이 유연하여 망 운용이 쉽고 증폭기의 사용으로 전송거리 확장이 가능하여 거리에 따른 전송 속도 및 품질의 영향이 적은 장점이 있음에도 불구하고, DOCSIS 2.0이 제공하는 30Mbps 전송속도로는 고품질 광대역 멀티미디어 서비스를 제공하기 어렵다.

Cable Labs에서는 이러한 통신 시장의 요구 사항을 만족시키기 위해 채널-결합 방식을 통해 케이블 망을 고도화할 수 있는 DOCSIS 3.0의 표준화 작업을 시작하였다 [1]. 채널-결합 방식은 데이터 전송 용량을 증가시키기 위해 CMTS가 하나의 CM과 다수의 채널을 통해 데이터를 송수신할 수 있는 전송 방법이다.

DOCSIS 3.0 기반 케이블망에서 CM과 CMTS간에 데이터 전송은 요청/할당(Request/Grant) 방식을 사용한다. CMTS는 주기적으로 MAP 메시지를 전송하여 요청 대역을 알려주고, CM은 요청 대역을 통해 데이터 전송 용량을 요청한다. CMTS는 다시 주기적인 MAP 메시지를 통해 CM에게 대역 할당 정보를 전송함으로써 데이터를 전송한다. 따라서 MAP 메시지의 주기는 DOCSIS 기반 케이블망의 성능의 핵심적인 요소이다. 특히 기존의 DOCSIS 표준에서는 하나의 CM이 하나의 채널만을 사용함으로써 해당 채널에 전송되는 하나의 MAP 메시지에 의해 대역을 할당받지만, DOCSIS 3.0에서는 채널-결합 방식을 사용하므로 CM이 사용하는 n개의 채널 수 만큼 MAP 메시지가 도착하므로 MAP 전송 주기는 MAC 프로토콜의 성능에 영향을 미치는 핵심적인 요소이다.

본 논문에서는 DOCSIS 3.0 기반 케이블망에서 MAP 전송 주기에 따른 망성능을 분석하고, 최적이나 MAP 전송주기를 제안한다. 이를 위해 OPNET 기반 DOCSIS 3.0 시뮬레이터를 개발하고, 시뮬레이터에서 채널-결합 방식의 구현을 검증한다. 또한 시뮬레이션을 통해 MAP 주

기에 따른 충돌수, 동일 채널 처리율, 규잉 지연 등 망성능을 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 DOCSIS 표준화 동향에 대하여 기술하고, 3장에서는 DOCSIS 3.0 MAC 프로토콜에 대해서 기술한다. 4장에서는 시뮬레이터 모델에 대하여 기술하고, OPNET을 이용한 DOCSIS 3.0 MAP 프로토콜의 MAP 전송 주기에 따른 시뮬레이터 성능 평가를 비교 분석한다. 5장에서는 결론을 맺는다.

II. DOCSIS 표준화동향

HFC 망에서 다양한 대용량 통신 서비스를 제공하기 위해 이용하는 기술표준은 북미 MCNS(Multimedia Cable Network System)에서 표준화된 DOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specification) 방식을 이용한다. DOCSIS는 케이블 데이터 망에서 통신과 운용을 지원하는 스펙으로서, RF(Radio Frequency) 기반 케이블 네트워크와 가입자 측내 장치, 케이블 데이터 통신 헤드 엔드 장비간에 데이터를 전송하기 위한 다양한 인터페이스를 정의한다. DOCSIS는 칩셋, 케이블 모뎀, 관련 케이블 헤드엔드 장비간의 호환성을 제공해 주기 위해 제정된 표준으로, ITU에서 국제 표준으로 채택하였다. 미국에서는 장비에 대한 성능을 보장해주는 CableLABs에서 DOCSIS에 대한 표준을 제정하여 국제화를 추진한다. CableLABs에서는 표준 초안을 작성하여 검토를 거친 후 제품을 만들어 호환성, 신뢰성, 필드 테스트 등을 거쳐 표준화를 추진한다.

CableLABs에서는 1997년에 Best Effort 서비스를 지원하기 위한 인터넷 인터페이스를 정의한 DOCSIS 1.0을 제정하였다. DOCSIS 1.0에서는 5Mbps의 전송속도를 지원하였다. 이후 DOCSIS 1.0과 상호 운용성을 제공하면서 음성, 게임, 스트리밍 처리를 할 수 있는 DOCSIS 1.1을 1999년에 제정하였다. DOCSIS 1.1은 기존의 DOCSIS 1.0에 비해 QoS 지원과 보안 지원 기능이 강화되었다. DOCSIS 1.1에서는 10Mbps를 제공하였다. 인터넷에서 대칭 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 인터넷 대칭서비스를 제공하기 위해 2001년에 DOCSIS 2.0을 제정하였다. 또한 DOCSIS 2.0에서는 기존의 DOCSIS 1.x에 비해 전송속도를 향상시켰다. DOCSIS 1.0보다는 6배,

DOCSIS Version	DOCSIS 1.0	DOCSIS 1.1	DOCSIS 2.0	DOCSIS 3.0
Services				
Broadband Internet	X	X	X	X
Tiered Services		X	X	X
VoIP		X	X	X
Video Conferencing			X	X
Commercial Services			X	X
Entertainment Video				X
Consumer Services				
Cable Modem	X	X	X	X
VoIP Phone (MTA)		X	X	X
Residential Gateway		X	X	X
Video Phones		X	X	X
Mobile Devices				X
IP Set-top Box				X
Downstream Bandwidth				
Mbps/channel	40	40	40	160 minimum ^[2]
Gbps/node	5 ^[1]	5 ^[1]	5 ^[1]	5 ^[1]
Upstream Bandwidth				
Mbps/channel	10	10	30	120 minimum ^[4]
Mbps/node	80 ^[5]	80 ^[5]	1,700 ^[5]	1,700 ^[5]

[1] Assumes 750MHz of available downstream spectrum (125 channels)
 [2] Aggregation of four 6MHz channels. With 256QAM = 160 Mbps
 [3] Assumes ~20MHz of usable upstream spectrum
 [4] Assumes ~30MHz of usable upstream spectrum
 [5] Aggregation of 4 6MHz channels

그림 1. DOCSIS 프로토콜 비교
 Fig. 1. DOCSIS Protocols

DOCSIS 1.1보다는 3배 빠른 최대 30Mbps를 제공하였다.

CableLABs에서는 전송 속도 향상과 서비스 품질 보증 등에 대한 광대역가입자망의 통신 요구를 만족시키기 위해 채널-결합 방식을 기반으로 HFC망을 고도화 할 수 있는 DOCSIS 3.0을 표준화하여 2006년 후반에 발표하였다. DOCSIS 3.0에서는 기존의 DOCSIS 표준에 비해 하향 채널-결합 방식, 상향 채널-결합 방식, IPv6 지원, 근원지 정의 멀티캐스트, 이동성 지원, 멀티캐스트 QoS 지원 등의 기능이 강화되었다[1].

III. DOCSIS 3.0 프로토콜

3.1. 채널-결합 방식

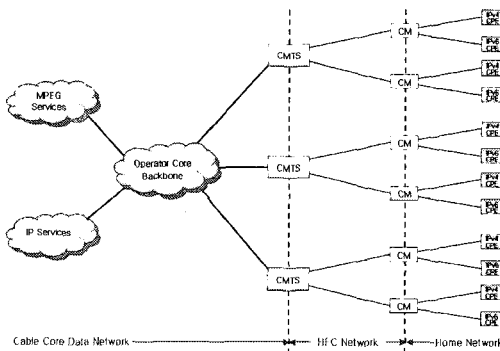


그림 2. DOCSIS 망 구조
 Fig. 2. DOCSIS based Network Structure

DOCSIS 망은 외부망과의 접면에 CMTS가 있어 외부 망과 DOCSIS 망과의 데이터 전송을 관리한다. 하나의 CMTS에는 다수의 CM들이 케이블망을 통해 연결되어 있는 트리구조이다. CMTS와 CM간에는 양방향 전송이 가능하다. CM은 덕내망과 HFC 망의 접면에 위치하여 있어서 사용자의 트래픽을 망을 통해 외부로 전송하는 기능을 수행한다. CMTS와 CM은 전송 특성을 고려하였을 경우 최대 100마일(약 160Km) 거리에 위치할 수 있으며, 이때 최대 RTT(Round Trip Time)은 1.6ms이다.

DOCSIS 3.0에서는 DOCSIS 1.x/2.0에 비해 대용량 전송 대역을 제공하기 위해 채널-결합 방식을 사용한다. 채널-결합 방식은 데이터 전송 용량을 증가시키기 위해 CMTS가 하나의 CM과 다수의 채널을 통해 데이터를 송수신할 수 있는 방법이다. CM에서는 채널-결합 방식을 이용하여 한 채널 이상의 전송 용량을 할당 받을 수 있다.

채널-결합 방식은 상/하향 스트림을 위해 모두 적용되지만, 상/하향 채널별로 독립적으로 수행된다. 하향 스트림 채널-결합 방식을 사용하기 위해서 CMTS는 하향 스트림 채널 집합에 속해 있는 하나의 하향 스트림 채널을 통해 패킷 단위로 하향 스트림 트래픽을 전송할 수 있도록 스케줄링을 해야 한다. 채널마다 전송특성이 다르고 패킷의 전송이 중복될 수 있기 때문에 패킷의 순서를 유지하기 위해 전송되는 패킷은 패킷 순서 필드를 갖게 되며, CM은 수신한 패킷들을 패킷 순서에 따라 재정렬해야 한다. 상향 스트림 채널-결합 기능을 이용하기 위해서 CMTS는 CM의 요구 대역을 기반으로 상향 스트림 결합 그룹에 있는 상향 채널들에 대해 대역을 할당할 수 있어야 하고, CM은 채널별 할당 받은 대역을 통해 순서 번호가 표기된 패킷들을 전송한다. 이때 CMTS는 수신된 패킷을 순서 번호에 따라 재정렬할 수 있도록 수신버퍼를 관리해야 한다.

3.2. MAC 프로토콜

DOCSIS 기반 망에서 CMTS와 CM은 양방향 데이터 전송을 하며, 상향과 하향 데이터 전송은 독립적으로 수행된다. 하향 데이터 전송은 하나의 CMTS에서 모든 CM으로 하향 채널을 통해 전송되므로, CMTS에서 하향 스트림 대역 할당 및 데이터 전송을 관리한다. 반면 상향 데이터는 다수의 CM들이 상향 채널을 공유하게 되므로 데이터를 전송할 때 충돌이 발생한다. 따라서 상향 대역

에 대한 할당은 CM들의 요구를 기반으로 공유 채널에 대해 CMTS에서 일괄적으로 수행한다.

상향 채널 대역폭(Upstream Channel Bandwidth)에 대한 할당은 CM에서 사용하고자 하는 대역에 대한 대역폭 요구(Request)를 CMTS로 전송하고, CMTS에서 CM의 대역폭 요구를 수집하여 대역폭 할당 스케줄링을 통하여 등록된 채널에 해당하는 대역을 할당한다. 할당된 대역 정보(Grant)는 CMTS에서 MAP(Bandwidth Allocation Map) 메시지를 통해 CM에게 전송하는 Request-Grant 방식을 이용한다.

CM에서 CMTS로의 대역폭 요구는 채널-결합 기능을 제공하지 않는 경우는 'Request' 프레임을 이용하고, 반면 채널-결합 기능을 제공하는 경우는 CM이 전송하기를 원하는 대역폭 요구를 'QDB-Request' 프레임 이용한다.

CMTS는 상향 대역 할당에 대한 정보를 가지고 있는 MAC 관리 메시지인 MAP 메시지를 이용하여 CM에게 상향 대역 할당 정보를 전송한다. MAP 메시지를 수신한 CM은 MAP 메시지 내용을 해석하여 예약 전송 대역, 경쟁 전송 대역, 등록 및 관리 대역에 관한 정보를 얻게 된다. 그림3은 MAP 메시지 구조를 나타낸다.

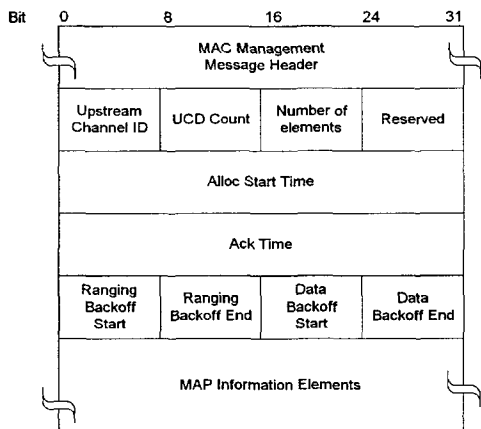


그림 3. MAP 메시지 구조
Fig. 3. MAP Message

“Upstream Channel ID”는 MAP 메시지와 관련있는 Upstream Channel ID를 나타내고, “UCD Count”는 UCD(Upstream Channel Descriptor)의 초기 변화 값을 나타낸다. “Number of Elements”는 해당 MAP에 포함된 IE(Information Element)의 수를 나타내며, “Allocation

Start Time”은 MAP에 의해 할당된 대역의 유효한 시작 시간을 나타낸다. “Ack Time”은 상향스트림의 마지막 처리 시간으로 충돌 감지에 사용된다. “Ranging Backoff Start”는 초기 레인징 충돌을 위한 초기 back-off window 값을 나타내고, “Ranging Backoff End”는 초기 레인징 충돌을 위한 최종 back-off window 값을 나타낸다. “Data Backoff Start”는 데이터와 Request 충돌을 위한 초기 back-off window 값을 나타내고, “Data Backoff End”는 데이터와 Request 충돌을 위한 최종 back-off window 값을 나타낸다. “MAP Information Elements”는 각 CM들에 할당된 유니캐스트/멀티캐스트 대역 정보를 나타낸다.

DOCSIS MAC 프로토콜에서 데이터 전송 과정은 그림 4와 같다. CMTS는 MAP 메시지 전송주기에 따라 MAP 메시지를 주기적으로 전송한다(①). CM에서 데이터를 전송하기 위해서는 두 개의 MAP 메시지를 이용한다. CM에서 CMTS로 대역폭을 요구하기 위해서 CM은 MAP 메시지를 수신할 때까지 기다린다. MAP 메시지를 수신한 후, 메시지에 포함되어 있는 경쟁 전송 대역을 이용하여 대역폭을 요청한다(②). 요청 메시지를 수신한 CMTS는 일정 기간을 대기하면서 다른 CM들의 요청 메시지를 수신한다. 요청 메시지를 모두 수신하면 CMTS는 요청 메시지에 포함된 요청 대역 정보를 이용하여 다음 MAP 주기 동안의 상향 대역을 각각의 CM들에게 할당한다. CM은 상향 대역 할당 정보가 포함된 MAP 메시지를 기다린 후, MAP 메시지를 수신하면(③) MAP 메시지를 분석하여 예약된 전송 대역을 설정한다. 데이터 전송의 유효 시점에서 CM은 할당된 대역을 통해 데이터를 전송한다(④). MAP 메시지를 통해서 요청 메시지에 대한 대역할당 정보를 수신하지 못한 CM은 그림 4와 같은 과정을 되풀이하여 MAP 메시지를 수신할 때까지 기다린다.

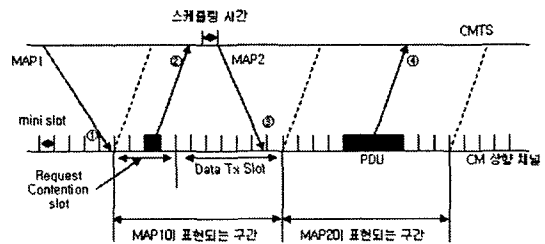


그림 4. DOCSIS 데이터 전송 과정
Fig. 4. Data Transmission In DOCSIS Network

그림 5은 MAP의 전송 시간을 나타내고 있다.

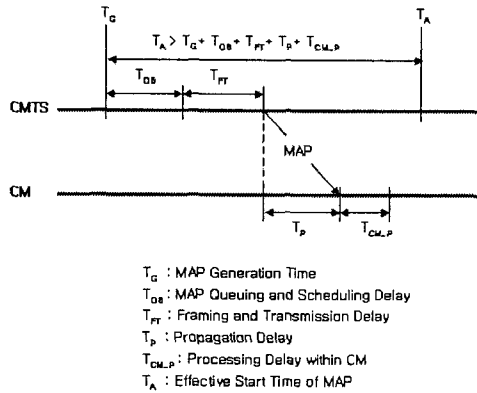


그림 5. MAP 전송 시간
Fig. 5. MAP Time

IV. 시뮬레이터 개발 및 성능평가

4.1. 시뮬레이터 구현

본 논문에서는 MAP 전송주기가 DOCSIS 기반 케이블 망의 성능에 미치는 영향을 분석하기 위하여 OPNET 11.5[4] 기반 DOCSIS 3.0 모델을 설계하여 구현하였다. 네트워크 모델은 그림 6과 같이 CMTS 노드모델, CM 노드모델, DOCSIS 링크 모델로 구성되며, 하나의 CMTS에 다수의 CM들이 버스(DOCSIS 링크)를 통해 연결되어 있는 구조이다. CMTS와 CM간에 사용하는 채널은 CMTS에서 할당하며, 가중치에 의한 라운드 로빈 방식으로 할당하도록 설계하였다.

각 노드 모델들은 기능 수행을 위한 프로세스 모델로 구성된다. CMTS MAC 모듈의 프로세스 모델은 DOCSIS 망과 CMTS 초기화, 주기적으로 UCD 메시지와 SYNC 메시지 송신, 각각의 CM과의 레인징 및 등록 처리, Request/QDB Request 수신 및 대역할당/스케줄링, 경쟁 구간과 예약 구간으로 구성된 MAP 생성 및 송신, 데이터 패킷 송수신 기능을 수행한다. CM MAC 프로세스는 CM 초기화, UCD와 SYNC메시지 수신 및 상향채널 초기화, CMTS와 레인징/등록 절차 수행, Request/ QDB Request 생성 및 송신, MAP 수신 및 Grant 처리, CMTS와 데이터 송수신 등의 기능을 수행한다.

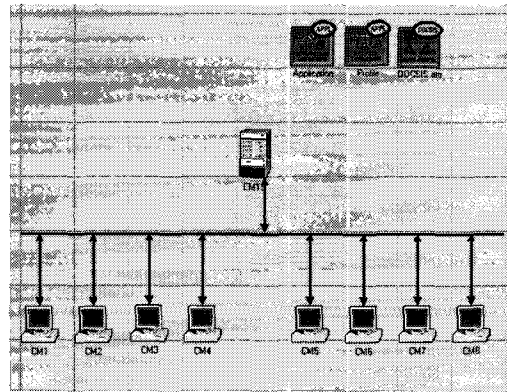


그림 6. DOCSIS 3.0 네트워크 모델
Fig. 6. DOCSIS 3.0 Network Model

DOCSIS3.0 모델에서는 채널-결합 방식을 지원하는 CM은 사용하는 모든 채널에 대한 레인징 과정을 수행하고, CMTS는 CM이 보낸 모든 레인징 메시지를 수신한 후에 "ranging response" 메시지를 전송한다. 또한 채널-결합 기능을 지원하는 CM은 QDB Request 메시지를 통해 대역을 요구하며, 패킷 순서 번호 필드를 갖는 Segment 헤더를 통해 데이터를 전송한다.

DOCSIS 3.0 네트워크 구성에 대하여 시뮬레이션에서 사용한 기본적인 파라미터 값들은 표1과 같으며 DOCSIS 3.0 표준안을 참조하였다[1][3]. 파라미터 값들은 주로 상향 채널을 고려한 경우로써, 채널 용량은 27Mbps를 할당하였고, 변조는 64QAM을 사용하였다. 하나의 CM은 채널 결합 방식을 사용하는 경우에 상향 채널을 2~4사이의 채널 수를 설정할 수 있다. 그리고 아래의 6가지 가정하에서 시뮬레이션을 행하였다.

- 트래픽 흐름에 대한 스케줄링은 Best effort Service(BE)를 기준으로 하였다.
- 채널-결합 방식을 사용하는 CM들의 채널수 설정은 2, 3, 4개의 비율을 동일하게 설정한다.
- 충돌수는 CM이 CMTS로부터 MAP 메시지를 받지 못한 수(collision count/sec)이다.
- 동일 채널 처리율은 CM이 CMTS로 데이터를 보낸 시간당 데이터량(bps)이다.
- Queuing Delay은 패킷이 CM의 Queue에 들어와서 CMTS에 나가는데 지연되는 시간이다.
- CM에서 발생하는 패킷은 8~750bytes사이에서 랜덤하게 생성한다.

표 1. 시뮬레이션을 위한 파라미터 값
Table 1. Simulation Parameters

Parameter	Value
Upstream channel capacity	27 Mbps(64QAM)
Downstream channel capacity	30 Mbps(64QAM)
Minislot	8 bytes/minislot 256 ticks/minislot
Number of contention minislots per MAP	32
Maximum number of minislots in MAP	4096
Number of CMs	8
Number of channel per CM	2~4
Simulated time for each run	1 (hour)

4.2. 성능평가

DOCSIS 3.0의 주요 기능인 채널 결합 방식의 기능 구현을 검증한 결과는 그림 7과 같다. 그림 7은 4개의 상향 채널을 통해 채널 결합 방식을 사용하는 하나의 CM에서 채널별 처리율을 나타낸다. 그림에서 보는 것처럼 CMTS에서 채널 1, 2, 3, 4의 4개의 채널을 해당 CM에게 할당하였으며, 해당 CM에서는 할당된 4개의 채널을 이용하여 데이터를 전송하는 것을 확인할 수 있다. 4개의 채널별 처리율이 상이한 것은 요청 대역을 할당할 때 다른 CM들의 요청 대역을 고려하여 대역을 할당하기 때문이다.

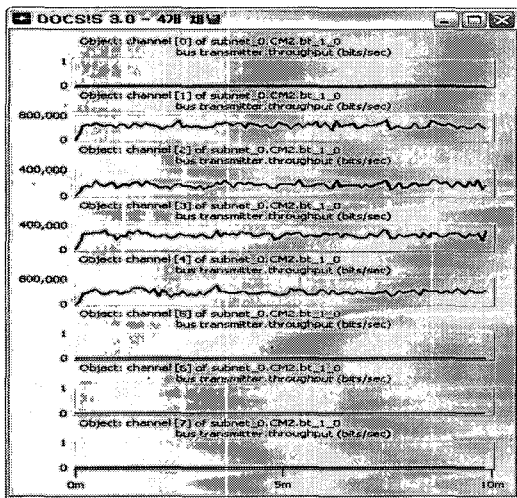


그림 7. CM에서 상향채널의 처리율
Fig. 7. Upstream Channel Throughputs at a CM

MAP 전송주기에 따른 충돌수, 동일 채널에 대한 처리율, Queuing Delay에 대한 시뮬레이션 결과를 각각 그림 8,9,10에 나타내었다.

그림 8은 MAP 전송주기의 변화에 따른 동일 CM의 충돌수를 나타냈다. 그림에서 보는 바와 같이, MAP 전송주기가 짧을수록 많은 충돌수를 나타내는 이유는 MAP 전송주기가 짧을수록 경쟁 구간에 할당되는 대역이 작아지며, 경쟁구간에 참여하는 CM의 수가 증가하기 때문이다.

그러나 그림 9와 같이 동일 채널에 대한 처리율을 비교해 보았을 때 MAP 전송주기가 짧을수록 높은 처리율을 나타냄을 확인할 수 있다. 그 이유는 충돌수는 많지만 그만큼 많은 MAP 메시지를 받아 전송기회가 많아지기 때문이다.

상위 계층에서 CM으로 패킷이 전송되어 큐에 저장된다. 큐에 저장된 패킷은 CMTS가 보낸 MAP 메시지에 CM이 요구한 전송 대역이 할당 되어있으면 패킷이 전송되어 큐를 나오게 된다. 이 때 패킷이 큐에 들어와서 큐를 빠져 나갈때까지의 시간을 Queuing Delay라고 한다. MAP 전송주기의 변화에 따른 CM의 큐잉 지연은 그림 10과 같다. MAP 메시지 주기가 짧을수록 Queuing Delay가 낮음을 확인할 수가 있는데, MAP 메시지에 따른 동일 채널 처리율과 마찬가지로 MAP 전송주기가 짧아질수록 각 CM의 데이터 전송기회가 많아지기 때문이다.

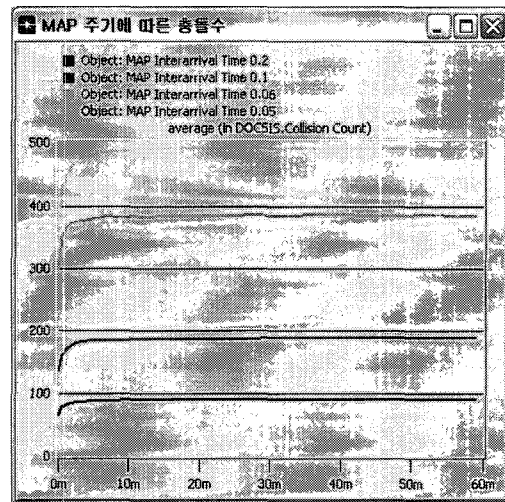


그림 8. 충돌수
Fig. 8. Collision Count

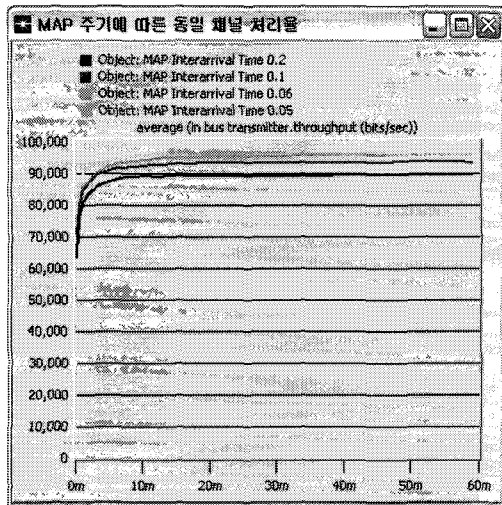


그림 9. 동일 채널 처리율
Fig. 9. Channel Throughput

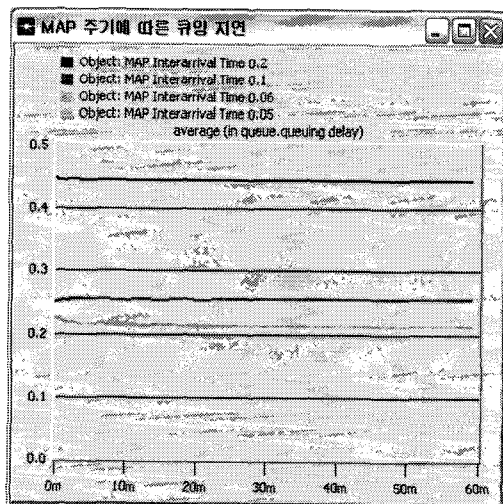


그림 10. 큐잉지연
Fig. 10. Queuing Delay

V. 결 론

본 논문에서는 채널 결합 방식을 통해 케이블 방의 고도화하는 DOCSIS 3.0 MAP 프로토콜에 대해 살펴보았다. 또한 MAP 전송주기에 따른 성능을 분석하기 위하여 DOCSIS 3.0 표준안을 기반으로 OPNET을 이용하여

시뮬레이터를 구현하였으며, 표준안의 파라미터 값들을 기반으로 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 결과 MAP 주기가 작을수록 충돌수는 많았지만, 채널 처리율과 큐잉지연 관점에서는 좋은 성능을 나타내었다. 이는 MAP 주기가 작을수록 경쟁구간 대역이 작아지고 참여 CM 수가 증가하기 때문에 충돌수는 증가하지만, MAP 주기가 높은 경우에 비해 데이터 전송기회가 많이 할당되기 때문에 채널 처리율 및 큐잉지연에 좋은 성능을 나타내고 있다. 또한 MAP 전송 주기가 클수록 MAP 전송 주기에 따라 큐잉 지연이 증가한다. MAP 전송주기를 0.05sec 이하로 설정하고 시뮬레이션을 할 때의 결과는 0.05sec와 거의 동일한 결과를 가져오지만, 전송주기를 너무 짧게 설정했을 때 패킷들의 큐잉 지연이 증가한다. 이는 경쟁 구간과 데이터 전송 대역이 너무 작게 할당되고, MAC 프로토콜을 구현하기 위한 오버헤드율이 증가하기 때문이다. 이를 통해서 MAP 전송주기가 0.05sec일 때 최적임을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Data-Over-Cable Service Interface Specifications DOCSIS 3.0, MAC and Upper Layer Protocols Interface specification, CM-SP-MULPIv3.0-103-070223, February 23, 2007, Cable Television Laboratories, Inc.
- [2] W. Yin, C. Wu, and Y. Lin, "Two-Phase Minislot Scheduling Algorithm for HFC QoS Service Provisioning", IEICE Trans. Commun. Vol. E85-B, no.3, pp.582-593, March 2002.
- [3] 김수희, 손원, 김영수, 홍인기, 디지털 유선 방송을 위한 DOCSIS 1.1 프로토콜의 성능분석에 관한 연구, 한국통신학회논문지, Vol.29, NO.11A, pp.1253-1261, November 2004.
- [4] www.opnet.com

저자소개

노 선 식(Sun-Sik Roh)



1993년 전북대학교 컴퓨터공학과 공학사
1995년 전북대학교 컴퓨터공학과 공학석사
2002년 전북대학교 컴퓨터공학과 공학박사

2002~현재 광주대학교 정보통신학과 교수
※관심분야: 네트워크보안, 광네트워크, 임베디드시스템

송 재 준(Jae-Jun Song)



2005년 광주대학교 컴퓨터학과 공학사
2006년 ~현재 광주대학교 정보통신학과 석사과정

※관심분야: 네트워크, 임베디드시스템, 로봇시스템