

MPLS 라우터에서 멀티미디어 스트림을 위한 Q-CBQ방식의 성능평가

종신회원 최 원 근*

Performance Evaluation of Q-CBQ method for multimedia streams in MPLS router

Won-Keun Choi* *Lifelong Membes*

요 약

차세대 인터넷은 음성이나 비디오 트래픽과 같은 실시간 트래픽을 원활히 처리할 수 있는 QoS 보장이 요구된다. 본 연구는 멀티미디어 데이터의 통합된 관점을 이용하여 DiffServ와 CBQ방식을 사용하는 MPLS 라우터에서 효과적으로 QoS를 지원하기 위한 방식인 Q-CBQ의 성능평가에 관한 연구이다. 제안한 Q-CBQ 방식은 기존 방식에 비해 호손율과 전송지연에 있어서 더 좋은 성능을 보임을 볼 수 있었다. 따라서 Q-CBQ방식은 사용자의 요구사항을 만족시키면서도 통신 자원의 효율적인 사용을 통한 효과적인 QoS 지원 방식이 될 것이다.

Key Words : Multimedia, QoS, MPLS router, CBQ, Q-CBQ

ABSTRACT

The internet will should require the QoS(quality of service) guarantees that the real-time traffic like as audio and video data will be operated well in the future. Based on the view point of Multimedia data integration, we had proposed the Q-CBQ. In this paper, we have investigated its performance evaluation . The results show that it provides lower transfer delay and blocking probability than those of the CBQ. Therefore, it makes the protocol have the flexibility and high performance. It should have the reduction effect of the communication resources as well as satisfy the requirements of users.

I. 서 론

차세대 인터넷은 음성이나 비디오 트래픽과 같은 멀티미디어 트래픽을 원활히 처리할 수 있는 QoS 보장이 요구된다.

이러한 QoS 보장을 위해 인터넷은 플로우들을 하나의 클래스로 묶어서 서비스해 주는 DiffServ(Differentiated Services)를 지원하는 MPLS^[6] 라우터를 백본 네트워크에 배치하여 기존의 IP 라우터가 제공하지 못했던 고속 전송과 QoS(quality of service)

를 보장하고자 하는 노력이 진행되고 있다^[5].

라우터에서 QoS를 보장하기 위해서는 패킷의 손실을 줄일 수 있는 버퍼관리와 처리율을 높일 수 있는 스케줄러를 가진 큐잉 방식이 필요하다.

QoS보장을 위한 또 다른 연구로서는 멀티미디어 스트림 자체 특성에 대한 연구이다. 여러 미디어 데이터의 내용은 하나의 의미를 전달하기 위해서 통합적으로 표현(presentation)된다. 멀티미디어 표현을 위해서는 미디어 데이터들의 결합(integration)과 동기화(synchronization)를 필요로 한다. 멀티미디어 통신 관

* 인하공업전문대학 정보통신과(wkchoi@inhac.ac.kr)

논문번호 : 11019-0919, 접수일자 : 2011년 9월 19일, 수정일자 : 2011년 10월 31일, 게재확정일자 : 2012년 1월 5일

점에서 볼 때, 미디어 데이터들의 결합과 동기화는 통신의 특정한 성능들을 요구한다. 일반적으로 통신성능 요구들은 QoS 매개변수(parameter)들로 기술되며, 주로 고려되는 QoS 매개변수들은 처리율, 전송지연, 지터(jitter), 신뢰성, 및 스큐(skew) 등이다^{[1][2][3]}.

[1]에서는 멀티미디어 데이터의 통합된 관점을 이용하여 DiffServ 및 CBQ방식을 사용하는 MPLS 라우터에서 멀티미디어 스트림을 위한 효율적인 QoS 지원방식에 관한 연구를 수행하였다. 효율적인 QoS지원을 위해서 기존의 버퍼관리 구조와 스케줄링 방식을 새로운 방식으로 설계하고, 제안된 기법과 기존기법을 비교하였다.

본 연구는 [1]논문에서 제안한 기법에 대한 성능 평가에 관한 연구로써 수학적 분석과 시뮬레이션을 이용하여 기존 방식과 제안한 방식의 성능을 비교하는 방법을 사용하였다. 2장에서는 MPLS 라우터에서 멀티미디어 스트림의 효율적인 QoS지원을 위해 제안된 Q-CBQ 기법의 설계 및 동작원리에 대해서 요약 설명하고, 3장에서는 Q-CBQ 기법의 성능평가를 위한 수학적 분석 및 평가 모델에 대해 설명하며, 4장에서는 시뮬레이션을 통한 두 기법의 호손율과 전송지연에 대한 결과를 상호 비교하며 분석을 할 것이다. 마지막으로 본 연구에 대한 결론 및 향후과제를 논할 것이다.

II. Q-CBQ 기법의 설계 및 동작원리

2.1. Q-CBQ기법의 설계

멀티미디어 데이터는 복수의 미디어들로 구성되며 미디어들은 각각 다른 특성의 QoS를 가지고 있다.

그러나 기존의 CBQ에 기반을 둔 버퍼 관리 방식은 클래스별로 버퍼를 관리하므로 트래픽 유형에 따른 적절한 서비스를 지원할 수 없었다. 즉 버퍼관리를 버퍼 공유여부와 큐의 할당에 집중하여 왔다. 그리고 기존의 연구들에서는 실시간성 데이터와 비실시간성 데이터의 구분에 의해서만 구별되어 있다^[5].

이러한 문제를 해결하기 위해서 제안한 Q-CBQ (QoS based CBQ)방식에서는 큐를 트래픽 유형에 따라 나누어 각 트래픽 유형에 적합한 링크 공유 알고리즘을 적용한다. 따라서 대역폭의 사용과 지연시간에 서로 다른 우선순위를 갖는다^[1].

제안된 Q-CBQ 방식의 계층적 링크 공유 구조를 보면 다음과 같다.

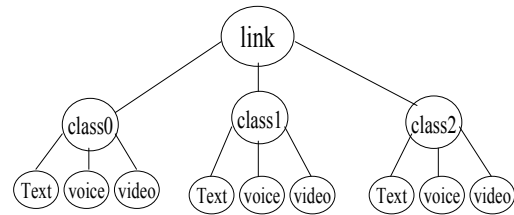


그림 1. Q-CBQ 계층적 링크 공유 구조

그림1의 링크 공유 구조에서 보는바와 같이 기존 연구들과 달리 Q-CBQ에서는 미디어 트래픽 특성에 따라서 3가지의 형태의 데이터로 구분하여 처리하고 관리한다.

2.2. Q-CBQ기법의 동작원리

Q-CBQ기법의 동작원리를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

1) 입력 패킷은 버퍼에 저장되기 전 패킷 분류기에서 클래스와 미디어의 특성 별로 나누어 큐에 할당된다.

2) 사용 가능한 버퍼 공간이 남아 있으면 PO나 POT방식과 같이 클래스와 큐의 threshold에 관계없이 버퍼를 공유한다.

3) 만일 입력 패킷이 저장될 여유 공간이 없다면 폐기할 패킷을 결정하는데 이 때 기존의 방식들과는 달리 사용자가 지정한 오류회복 방법으로 요구된 채널의 패킷은 최후에 폐기한다.

4) 사용자가 오류회복 방법으로 지정하지 않은 채널의 트래픽 중에서 비디오 트래픽을 먼저 검사하여 최대 지연시간을 벗어난 있다면 낮은 우선 순위 가진 것을 제거한다.

5) 비디오 트래픽 중 지연 범위를 벗어난 패킷이 없으면 오디오 트래픽을 검사하여 최대 지연시간을 벗어난 패킷이 있는지를 검사하여 지연 시간을 벗어난 패킷이 있다면 낮은 우선 순위를 가진 것을 제거한다.

6) 지연 범위를 위반한 비디오나 오디오 패킷이 없다면 텍스트 트래픽을 검사하여 가장 낮은 우선 순위를 가진 overlimit 큐의 패킷을 제거한다.

7) 버퍼 안에 폐기할 패킷이 없으면 입력 패킷을 폐기한다.

폐기할 순서에서 비디오나 오디오 채널의 패킷을 먼저 검사하는 이유는 실시간 데이터의

특성 때문이다. 즉 지연 범위를 벗어난 실시간 패킷은 목적지에서 버려질 패킷으로 간주하여 미리 버리는 방법을 택함으로써 망의 혼잡을 방지하고자 하는 것이다.

이러한 Q-CBQ기법의 장점은 기존 CBQ 방식에 비해 각 트래픽 유형에 적합한 관리 방식을 수행하여 사용자의 요구사항은 만족시키면서도 재전송을 위한 패킷 버퍼의 감소, 프로세싱 파워의 감소, 대역폭의 감소 등과 같은 통신 자원의 효율적인 사용을 통한 효과적인 QoS 지원 방식이 될 것이다.

III. Q-CBQ기법의 성능 평가

3.1. 데이터 생성 및 평가모델

3.1.1. 멀티미디어 데이터 생성

멀티미디어 소스는 두개 또는 그 이상의 연관된 단일 미디어 소스들의 집합이다. 그러므로 멀티미디어 스트림은 서로간의 관계가 있는 다중의 데이터 스트림으로 특성 지을 수 있다.

그림2는 그림1의 Q-CBQ 계층적 모델에 근거한 3개의 ON-OFF소스들의 멀티미디어 데이터 생성 모델을 보여준다.

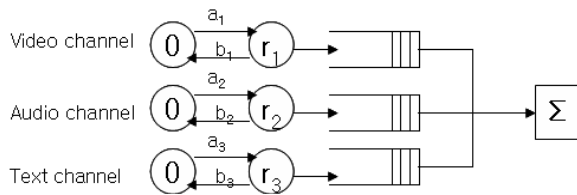


그림 2. 멀티미디어 데이터 생성 ON-OFF소스 모델

문헌^[11]에 의하면, 그림2에서 $A_i(s)$ 를 i 번째 소스 미디어의 데이터 발생 interarrival시간의 Laplace변환이라고 하면 ($i=1,2,3$),

$$A_i(s) = \frac{r_i(b_i + s)}{S^2 + (r_i + b_i + a_i)s + b_i r_i} \text{----- (식1)}$$

가 된다. 식1에서 a_1 은 비디오 채널의 OFF상태에서 ON상태의 천이율을 나타내고 b_1 은 ON상태에서 OFF상태로의 천이율을 나타낸다. 그리고 r_1 은 ON상태에서의 데이터 발생률을 나타낸다. a_2, b_2, r_2 는 오디오 채널

의 경우를 나타내며, a_3, b_3, r_3 는 텍스트 채널의 경우를 의미한다.

데이터 interarrival 시간들의 평균 $E_i(X)$ 과 계수 변수의 자승 값 C_i^2 은 다음과 같다^[11]. 평균 및 계수 변수의 자승 값의 경우도 각각의 미디어에서 발생하는 데이터의 평균 및 분산의 자승 값을 의미한다. i 값이 1인 경우는 비디오 데이터를 나타내고, 2인 경우는 오디오, 그리고 3은 텍스트 데이터를 의미한다.

$$E_i(X) = \frac{a_i + b_i}{r_i b_i} \text{----- (식2)}$$

$$C_i^2 = 1 + \frac{2r_i a_i}{(a_i + b_i)^2} \text{----- (식3)}$$

3.1.2. 성능평가 모델

MPLS망에서 Q-CBQ기법에 관련된 성능을 조사하기 위해서, 본 연구에서는 MPLS망의 계층적 구조를 기본 모델로 사용 하였다. 다만 종단에 관련된 내용은 트랜스포트 계층을 포함한 하위 4개의 계층만을 고려한다.

그림 3은 프로토콜 구조에 기초한 성능 평가 모델을 보여준다.

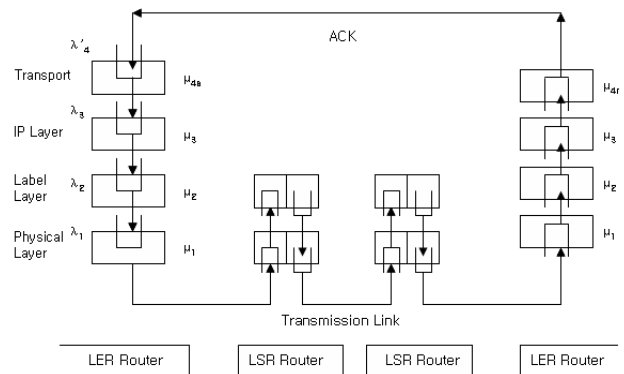


그림 3. 성능 평가 모델

그림 3에서 λ 는 각 계층의 입력 도착율을 표시하며 다음과 같다.

λ_4 는 트랜스포트 계층의 데이터 도착율을 표시하고, λ_3 는 IP계층, λ_2 는 label계층, 그리고 λ_1 은 물리계층의 입력특성을 나타낸다.

또한 각 계층의 기능에 기초한 처리율(processing rate)은 다음과 같이 정의 한다.

$\mu_{4,s}$ 는 송신측 트랜스포트 처리율을 표시하고, $\mu_{4,r}$ 는 수신측 트랜스포트 처리율, μ_3 는 IP계층 처리율, μ_2 는

label계층 처리율, 그리고 μ_1 는 물리 계층 처리율을 표시한다.

송신측 노드의 상위 계층에서는 트랜스포트로 새로운 입력 데이터들을 전달한다. 도착하는 데이터들은 각 미디어 데이터의 합(λ_4)과 오류 회복을 위한 재전송 데이터들의 총계적 특성(λ'_4)을 갖는다.

3.2 오류확률과 수신측 버퍼

패킷에 하나 또는 그 이상의 비트 오류가 발생할 확률 P_{packet} 은 다음과 같이 계산 될 수 있다

$$P_{packet} = 1 - (1 - p_b)^{m+h} \text{-----} \text{(식4)}$$

P_b :전송채널의 오류율, m :데이터 크기, h :헤더 크기, $(1-P_b)$:임의의 비트가 오류가 없을 확률, $(1-P_b)^{m+h}$:패킷의 모든 비트에 오류 없을 확률

각 미디어 채널이 하나의 프레임 데이터를 1번 전송하고, 이에 대해 응답을 받을 때의 평균 오류 P_{er} 은 다음과 같다.

$$P_d = n_f \times (1 - (1 - p_b)^{l_{dd} + l_{dh}}) \text{-----} \text{(식5)}$$

단, P_d : n_f 개의 패킷에 하나 또는 그 이상의 비트 오류가 발생할 확률, n_f =프레임 데이터 크기 / 데이터 패킷 크기(S_f/S_{dt}), l_{dd} =패킷 데이터 크기, l_{dh} =패킷 헤더크기

$$P_e = 1 - (1 - p_b)^{l_{de} + l_{he}} \text{-----} \text{(식6)}$$

P_e :응답 패킷에 하나 또는 그 이상의 비트 오류가 발생할 확률, l_{de} =응답 패킷의 데이터 크기, l_{he} =응답 패킷의 헤더 크기

그러므로 한 프레임의 오류 확률 P_{er} 은 다음과 같다.

$$P_{er} = P_d + P_e - P_d \times P_e \text{-----} \text{(식7)}$$

또한 k 번의 전송이 완료된 후, 발생한 채널의 오류는 최대 허용 오류율 이하 이어야 하므로 식 3.5를 만족하여야 한다.

$$\begin{aligned} P_{er}^k &< P_{ce} & \text{-----} \text{(식8)} \\ K &> \log_{P_{ce}}(P_{ce}) \end{aligned}$$

단, P_{ce} :허용된 최대 채널 오류

3.3 기존 방식의 수학적 분석

송신측 노드의 상위 계층에서는 새로운 프레임 데이터들을 전달한다. 새로운 프레임 데이터들과 오류 회복을 위한 재전송 프레임 데이터들의 총계적인 도착 프레임들이 송신측의 입력이 된다. 트랜스포트의 출력은 IP계층 queue의 입력이 되고, IP계층의 출력은 Label계층의 입력이 되며 결과적으로는 물리 계층 queue의 입력이 되어 전송된다.

도착한 패킷들은 목적지 트랜스포트의 PDU들로 재구성되고 오류를 검사한다. 기본 오류 회복은 각 채널별, 각 프레임 별로 수행된다. 수신 측 프로토콜 머신은 프레임 수신이 끝난 직후, 각 채널의 수신된 데이터가 채널의 최대 허용 오류율을 만족하는가의 여부를 조사한다. 이를 만족하는 경우 송신 측에 ACK 패킷을 전송한다. (그림2에서 귀환으로 표시) 오류(들)가 발견되면 목적지 트랜스포트 계층은 ACK 신호를 보내지 않는다. 그러므로 원천 노드에서는 ACK가 오지 않는 프레임에 대해서 일정한 시간 (time-out)후에 해당 프레임을 재전송한다.

위와 같은 오류 회복 과정에서 하나의 프레임이 $K(1 \leq K \leq M_4)$ 번 전송 후에 오류 없이 전송되었다고 가정하면, 그림2 모델에서의 종단간 프레임 전달 지연의 Laplace 변환은 다음과 같다. (단 ACK는 오류가 없다고 가정하고, P_{er} 은 P_4 로 대체)

$$\begin{aligned} A_4^*(s) &= \sum_{K=1}^{M_4} [q_4 p_4^{K-1} \{F_{4,t}^*(s) S_4^*(s)\}^{K-1} F_{4,t}^*(s) F_3^*(s) \{F_1^*(s) G_1^*(s) F_2^*(s)\}^K F_{4,c}^*(s)] \\ 1 / \sum_{k=1}^{M_4} q_4 p_4^{k-1} &= \sum_{k=1}^{M_4} \{q_4 p_4^{k-1} S_4^*(s)^{k-1} F_{4,t}^*(s)^k F_3^*(s) E_2^*(s) F_1^*(s) G_1^*(s) F_{4,c}^*(s)\} \\ 1 / (1 - p_4^{M_4}) &= F_2^*(s) F_1^*(s) G_1^*(s) F_{4,c}^*(s) B_4^*(s) \end{aligned} \text{-----} \text{(식 9)}$$

여기서 $q_4 = 1 - p_4$ 이고, 1) $F_{4,t}^*(s)$ 는 송신측 트랜스포트 계층에서 소비된 시간의 Laplace 변환, 2) $S_4^*(s)$ 는 종단간 타임아웃 시간의 Laplace 변환이다. 3)는 $F_3^*(s)$ IP계층, 4) $F_2^*(s)$ 는 Label계층, 5) $F_1^*(s)$ 는 물리 계층, 6) $G_1^*(s)$ 는 MPLS 라우터에서의 전송 지연 시간의 Laplace 변환이다. 그리고 7) $F_{4,c}^*(s)$ 는 목적지 수송 계층의 오류 검사를 위해서 소비되는 시간의 Laplace 변환이다.

$$\begin{aligned} \text{또한} \quad B_4^*(s) &= \sum_{k=1}^{M_4} \{q_4 p_4^{k-1} S_4^*(s)^{k-1} F_{4,t}^*(s)^k\} \text{와} \\ 1 / (1 - p_4^{M_4}) &= 1 / \left(\sum_{k=1}^{M_4} q_4 p_4^{k-1} \right) \text{은 간략화를 위한 식이다.} \end{aligned}$$

3.4. Q-CBQ의 수학적 분석

하나의 프레임에서 발생할 수 있는 채널 오류의 집합을 S라고 하자.

각 채널에서 오류가 없는 경우를 “0”, 오류가 있는 경우를 “1”로 하고 각 채널의 순서를 (“화상 채널”, “음성 채널”, “텍스트 채널”)로 하면 S는 다음과 같다.

$$S = \{(0.0.1), (0.1.0), (1.0.0), (0.1.1), (1.0.1), (1.1.0), (1.1.1)\}$$

여기서 $p_v=(1.x.x)$ 는 화상채널에서 오류가 발생한 확률, $p_a=(x.1.x)$ 는 음성채널에서 오류가 발생한 확률, 그리고 $p_t=(x.x.1)$ 는 텍스트채널에서 오류가 발생한 확률이라고 하면 (x:don't care) 한 프레임에서 오류 발생 확률 p_4 는 다음과 같다.

$$P_4 = P_v + P_i + P_t - P_vP_i - P_iP_t - P_tP_v + P_vP_iP_t$$

한편 한 프레임의 데이터 크기 (Sfr bits)는 음성 채널 데이터(S_v bits)와 화상 채널 데이터(S_i bits)와 그리고 텍스트 채널 데이터(S_t bits)로 구성된다.

$$S_{fr} = S_v + S_i + S_t \text{ (bits)}$$

$$n_f = \frac{S_{fr}}{S_{packet}} = \frac{S_v + S_i + S_t}{S_{packet}} = n_v + n_i + n_t$$

- n_f : 한 프레임에서의 패킷들의 총 개수
- n_v : 한 프레임에서의 음성 채널의 패킷의 개수
- n_i : 한 프레임에서의 화상 채널의 패킷의 개수
- n_t : 한 프레임에서의 텍스트 채널 패킷의 개수

헤더를 포함한 패킷의 오류 확률을 P_{packet} 이라고 하면, 프레임에러 확률 P_4 및 각 채널 오류 확률들은 다음과 같다.

$$P_4 = 1 - (1 - P_{packet})^{n_f}, P_v = 1 - (1 - P_{packet})^{n_v}, P_i = 1 - (1 - P_{packet})^{n_i}, P_t = 1 - (1 - P_{packet})^{n_t}$$

식 13으로부터, 각 채널 오류 확률과 프레임 오류 확률과의 관계를 구하면 다음과 같다.

$$P_v = 1 - (1 - P_4)^{n_v/n_f}, P_i = 1 - (1 - P_4)^{n_i/n_f}, P_t = 1 - (1 - P_4)^{n_t/n_f}$$

식14의 3개 방정식을 이용하면, 사용자가 정의한 어떠한 오류의 조합도 확률적으로 계산이 가능하다. 계산된 프레임 오류 확률 p_4 는 p_4 를 대체하고 $q_4=1-p_4$ 로 바뀐다.

Q-CBQ을 적용시킨 종단간의 지연분포는 다음과 같다.

1) 처음 전송일 때의 종단간 전송지연 분포의 Laplace 변환

$$A_{4,t}^*(s) = F_{4,ti}^*(s)F_3^*(s)\{F_2^*(s)F_1^*(s)G_1^*(s)\}^l F_{4,c}^*(s)$$

처음 전송일 때의 프레임 전송 성공확률은 $q_{4f} = 1 - p_4$ 이 된다.

2) 두 번째 전송 이후의 종단간 전송지연 분포의 Laplace 변환

오류확률 p_4 는 p_u 로 바꾸며 u 는 사용자가 정의한 오류 회복 기법의 미디어 채널이다. 그러므로 p_u 는 식10의 p_v , p_i 혹은 p_t 중의 하나가 되기도 하고 또는 이들의 조합이 되기도 한다.

또한 프레임 전송 성공확률 $q_{4u}=1-p_u$ 가 된다.

$$A_{4u}^*(s) = \sum_{k=2}^{M_4} [q_{4u}p_{4u}^{k-1} \{F_{4u,t}^*(s)S_{4u}^*(s)\}^{k-1} F_{4u,t}^*(s)F_{3u}^*(s)\{F_{1u}^*(s)G_{1u}^*(s)F_{2u}^*(s)\}^l F_{4u,c}^*(s)]$$

$$1 / \left(\sum_{k=2}^{M_4} q_{4u}p_{4u}^{k-1} \right) = \sum_{k=2}^{M_4} \{q_{4u}p_{4u}^{k-1} S_{4u}^*(s)^{k-1} F_{4u,t}^*(s)^k F_{3u}^*(s) F_{2u}^*(s)^k F_{1u}^*(s)^k G_{1u}^*(s)^k F_{4u,c}^*(s)\}$$

$$1 / \left(\sum_{k=2}^{M_4} q_{4u}p_{4u}^{k-1} \right) = \frac{1}{\sum_{k=2}^{M_4} q_{4u}p_{4u}^{k-1}} F_{2u}^*(s)^k F_{1u}^*(s)^k G_{1u}^*(s)^k F_{4u,c}^*(s) B_{4u}^*(s)$$

$F_{4u,t}^*(s)$ 는 원천지 수송 계층에서 사용자가 정의한 오류 채널 데이터를 전송하는데 소비된 시간의 Laplace 변환, 2) $S_{4u}^*(s)$ 는 종단간 타임아웃 시간의 Laplace 변환이다. 3) $F_{3u}^*(s)$ 는 IP계층, 4) $F_{2u}^*(s)$ 는 Label계층, 5) $F_{1u}^*(s)$ 는 물리 계층, 6) $G_{1u}^*(s)$ 는 MPLS 라우터에서의 전송 지연 시간의 Laplace 변환이다. 그리고 7) $F_{4u,c}^*(s)$ 는 목적지 수송 계층의 오류 처리를 위해서 소비되는 시간의 Laplace 변환이다.

다음 식은 간략화를 위한 식이다.

$$C_i = 1 / \left(\sum_{k=2}^{M_4} q_{4u}p_{4u}^{k-1} \right), B_{4u}^*(s) = \sum_{k=2}^{M_4} \{q_{4u}p_{4u}^{k-1} S_{4u}^*(s)^{k-1} F_{4u,t}^*(s)^k\}$$

4.3. 전송지연의 성능 비교

그림 9 - 11은 패킷 오류율 $P_{\text{packe}}=10^{-3}, P_{\text{packe}}=10^{-4}$ 과 $P_{\text{packel}}=10^{-5}$ 일 때의 CBQ 기법과 Q-CBQ기법의 평균 프레임 전송 지연을 비교한 것이다. 세로축의 단위는 단위시간 $\cdot 10^3$ 이다. 호손율과 마찬가지로 시뮬레이션 가정에서 $M_4=2$ 로 하였다. 즉 한 프레임의 전송에 있어서 두 번째까지의 전송에 성공한 프레임에 대해서 전송지연을 얻도록 처리하였다.

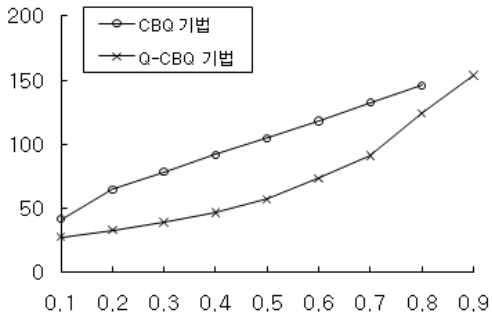


그림 9. PER=10⁻³일때 CBQ와 Q-CBQ방식의 전송지연

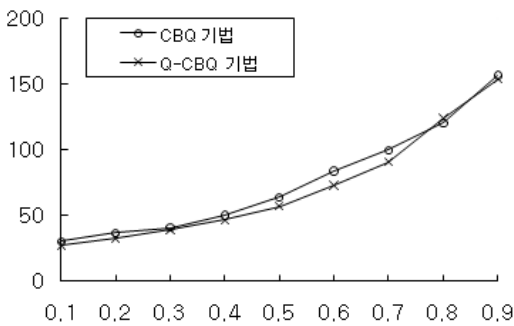


그림 10. PER=10⁻⁴일때 CBQ와 Q-CBQ방식의 전송지연

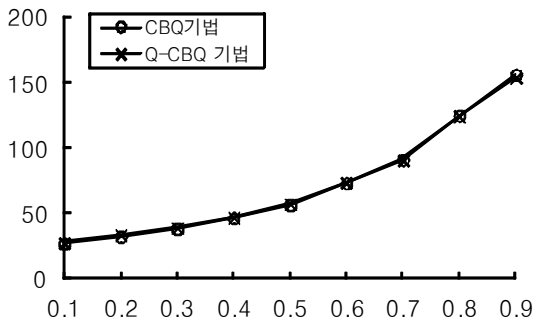


그림 11. PER=10⁻⁵일때 CBQ와 Q-CBQ방식의 전송지연

오류율이 10^{-3} 일 때, 모든 트래픽 밀도에 대해서 Q-CBQ 기법이 CBQ기법보다 적은 전송 지연을 나타낸다. 패킷 오류율이 10^{-4} 일 때(그림 10 참조)는 패킷 오류율이 10^{-3} 일 때 보다는 작지만, 평균 프레임 전송

지연의 차이가 있음을 보여준다. 그림 11 은 패킷 오류율 10^{-5} 에 대한 전송 지연의 비교이다. 그림 11에서 보는 바와 같이 프레임 전송 지연의 차이가 거의 없다. 그러므로 오류율이 낮은 경우에는 전송지연에 영향을 주는 요소는 큐잉기법과 오류 회복기법보다는 트래픽 밀도가 더 커다란 영향이 있음을 알 수 있다.

V. 결 론

현재 인터넷 망에서 백본 라우터로 사용되는 MPLS 라우터에서 효율적으로 멀티미디어 QoS를 지원하는 기법들에 관한 연구들이 진행 중이다.

본 연구는 멀티미디어 데이터의 통합된 관점에서 새로운 버퍼 관리 방식인 Q-CBQ방식을 설계하고 제안한 연구[1]의 연속 연구로서 제안한 기법을 수학과 시뮬레이션을 이용하여 성능을 평가하였다. Q-CBQ기법은 일정영역에서는 CBQ기법에 비해서 호손율과 전송지연에 있어서 우수한 성능을 나타낼 수 있었다. 또한 나머지 영역에서도 최소한 같은 성능을 나타낼 수 있었다. 따라서 제안한 Q-CBQ기법은 사용자의 요구사항을 만족하면서도 통신 자원의 효율적인 사용이 가능한 기법으로 MPLS 라우터에서 효율적으로 멀티미디어 스트림을 전송하기 위한 방식 중에 하나가 될 것이다.

앞으로의 과제는 제안된 기법의 자원들의 이용에 대한 성능분석을 수행할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 최원근 “MPLS 라우터에서 멀티미디어 스트림을 위한 효율적인 QoS 지원기법”, 한국통신학회 논문지 Vol.34 No.8 2009 pp260-266
- [2] 최원근, 안순신, “ATM상에서 멀티미디어 지향 오류제어 기법의 성능분석”, 정보과학회논문지 ((A) Vol.26 No.7 1999 pp827-838
- [3] 최원근, 안순신, “ATM상에서 멀티미디어 스트림을 위한 자원 정보기반 적응적 QoS관리”, 정보과학회논문지((A) Vol.25 No.6 1998 pp593-605
- [4] 최원근, “멀티미디어통신에서 미디어간의 관계를 이용한 새로운 오류제어 기법”, 한국통신학회 논문지, Vol.28 No.8T August 2003 pp309-314
- [5] 권기현, 박진우, “MPLS 라우터에 적합한 클래스별 버퍼 관리 방법”, 대한전자공학회 추

계합동 학술 발표회 2001 pp233-236

- [6] 하석재, 최양희, “고속 라우터 기술 현황과 전망”, 한국통신학회지 추계합동 학술 발표회 1999 pp11-24
- [7] G. Armitage, “MPLS: the magic behind the myths,” *IEEE Commu. Magazine*, pp. 124-131, Jan. 2000.
- [8] G. M. Lee, and J. K. Choi, “Flow-based Admission Control for Multiple Service Classes in ATM-based MPLS Network,” *Proc ICATM'01* pp. 37-41, 2001
- [9] C. Lin and E. C .Lim, “Dynamic Queue Length Thresholds for Scheduling Real-Time in ATM Traffic,” *Proc ICC'99* pp. 869-874, 1999
- [10] P. Gong, M.J. Lee, T. Saadawi, “Improving QoS for Real-Time Traffic in a Shared Link,” *Proc ISCC* pp.450-455, 2000
- [11] RAIF. ON VURAL “Asynchronous Transfer Mode Networks “ 1994, ARTECH HOUSE, INC.
- [12] Hyong W.Lee and Jon W.Mark “ATM Network Traffic Characterization Using Two Types of O-Off Sonurces”, *INFOCOM'93*, March 28-29 1993, pp.152-159

최 원 근 (Won-keun Choi) 종신회원
한국통신학회 논문지 August 2007 참조