

동영상 트래픽 전송을 위한 효과적인 QoS 재협상 기법

이 대 봉*, 정희원 송 황 준

Effective Quality-of-Service Renegotiating Schemes for Streaming Video

Dai-Boong Lee, Hwang-Jun Song *Regular Members*

요 약

동영상 트래픽은 자체의 non-stationary한 특성들로 인해 일률적인 대역폭만으로는 전송 과정의 어려움이 있다. 일반적인 토큰 버킷 구조나 ATM은 한번의 자원 협상만으로 데이터를 전송하는 방법이기 때문에 이러한 문제를 극복하기 어려운 방법이다. 따라서 동영상 트래픽의 특성을 고려한 전송기법이 필요하고, 본 연구에서는 토큰 버킷 구조의 자원을 동적으로 재협상하는 방법을 제안한다. 본 연구에서 제시하는 재협상을 이용한 토큰 버킷구조는 데이터를 몇 개의 구간으로 나누어서 각 구간별 요구되는 토큰 유입량과 토큰 버킷 크기를 재협상하고 이를 자원으로 하여 동영상 데이터를 전송하는 구조이다. 이러한 재협상은 각 구간별 특성에 따라 효율적인 동영상 데이터 전송이 가능하도록 해준다.

Key Word: Network QoS, QoS renegotiation, Token bucket parameter, Packet loss rate

ABSTRACT

This paper presents effective quality-of-service renegotiating schemes for streaming video. The conventional network supporting quality-of-service generally allows a negotiation at call setup. However, it is not efficient for the video application since the compressed video traffic is statistically non-stationary. Thus, we consider the network supporting quality-of-service renegotiations during the data transmission, and study effective quality-of-service renegotiating schemes for streaming video. Simple token bucket model, whose parameters are token filling rate and token bucket size, is adopted for the video traffic model. The renegotiating time instants and the parameters are determined by analyzing the statistical information of compressed video traffic. In this paper, two renegotiating approaches, i.e. fixed renegotiating interval case and variable renegotiating interval case, are examined. Finally, the experimental results are provided to show the performance of the proposed schemes.

I. 서 론

현재의 통신망 서비스는 과거의 텍스트 중심 서비스 구조에서 벗어나, 동영상과 음성 등의 멀티미디어 서비스를 제공하는 형태로 변화하고 있다. 특히 동영상의 경우 주식 시세나 여행 정보 등의 각종 데이터베이스를 컴퓨터와 TV 등의 단말기를 이

용하여 영상 형태로 제공하는 서비스 형태가 요구되고 있으며, 동영상 회의, 동영상 전자 우편, 동영상 전화, 홈쇼핑, 원거리 학습 시스템 등의 서비스 기술 개발이 이루어지고 있다. 그러나 이와 같은 요구와 기술개발에도 불구하고 통신망을 통해 동영상 데이터를 효율적으로 전송하는 데에는 아직까지 많은 어려움이 존재한다. 동영상 전송의 대표적인 어

* 홍익대학교 전파통신공학과 멀티미디어 통신 시스템 연구실

※ 이 논문은 2002년도 학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2002-003-D00296)

논문번호: 030052-0206, 접수일자: 2003년 2월 6일

려움은 동영상에 다른 멀티미디어 정보에 비해 훨씬 많은 양의 정보를 필요로 할 뿐 아니라, I, P, B 프레임 등 압축 변수와 동영상 자체의 변화로 인한 버스티 특성을 갖는다는 점에서 기인한다. 즉 일률적인 대역폭과 데이터 전송 구조로는 동영상 전송 서비스를 제대로 할 수 없으며, 이에 따라 동영상 트래픽의 특성을 고려하여 실시간 동영상 전송을 위한 다양한 방법들이 개발되어야 한다.

효과적인 동영상 전송 서비스에 관한 연구는 통신망 형태를 구조적으로 변화시키는 방법과 동영상의 특성을 고려한 전송 기법에 관한 연구로서 크게 구분할 수 있다. 기본적으로는 Diff-serv와 Int-serv와 같이 통신망의 서비스 구조를 달리하는 방법을 이용하여, 동영상뿐만 아니라 다른 요구를 갖는 서비스들을 지원하고자 하는 방법이 있으나, Diff-serv와 Int-serv는 구현되기까지 선결되어야 하는 조건들이 매우 많기 때문에 실질적인 적용이 어려운 상태라 할 수 있다. 따라서 최근에는 동영상의 특성을 고려한 QoS (quality-of-service) 재협상에 기반을 둔 방법과 같이 송신단과 수신단의 통신에 기반한 다양한 전송 기법들이 제안되어지고 있다.^{[1]-[4]}

QoS 재협상을 지원하는 통신망에서, 어떤 값의 QoS를 요구할 것인가 하는 문제는 동영상의 화질뿐만 아니라 통신망 운용 효율 측면에서도 대단히 중요하다. 대역폭 측면에서 동영상 데이터를 살펴본다면, 동영상 데이터의 프레임별 데이터량 차이의 문제를 들 수 있다. 동영상 데이터는 기본적으로 I, P, B 프레임으로 구분할 수 있고, 각 프레임을 전송하는데 있어 동일한 패킷 크기로 데이터를 구분하여 전송한다고 할 경우, I, P, B 프레임은 각각 상이한 패킷 개수를 가지게 된다. 일반적으로 동영상 데이터에 있어서 한 프레임의 재생 시간을 1/30 초라고 한다면, 이러한 프레임별 패킷 개수의 차이는 동일한 시간(1/30초) 동안에 전송을 해야 하는 데이터 량의 차이를 의미하게 되고 결과적으로 효과적인 동영상 데이터 전송을 위해서는 통신망에서 수시로 변화하는 대역폭 요구를 수용할 수 있어야 한다. 대역폭에 관한 이러한 QoS 재협상을 지원하는 간단한 형태로 RCBR (renegotiated constant bit rate)이 제안되어졌다. RCBR에서는 통신망에서 대역폭과 재협상 시간을 어떻게 효과적으로 결정할 것인가 하는 연구들이 이루어져 왔으나,^{[5]-[7]} 단순히 대역폭만을 재협상하는 것은 동영상 트래픽의 특성과 통신망 효율성이라는 측면에서 충분하지

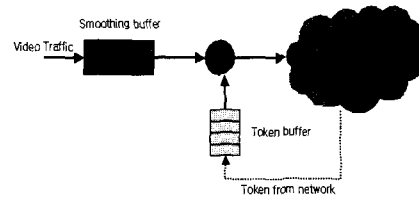


그림 1. 토큰 버킷 모델

못하다. 또한 통신망 입장에서도 수시로 변화하는 대역폭 요구를 수용하는 것은 자원 문제나 통신망 운용 면에서 상당히 어려운 문제라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 동영상 트래픽의 전송을 위하여 통신망을 토큰 버킷 (Token bucket) 모델로 표현하고, 영상 트래픽의 구간별 데이터 량과 버스티 특성을 고려하여, 토큰 버킷 매개 변수를 일정 크기 이상의 구간별로 재조정함으로써 효과적인 동영상 전송이 가능한 구조와 함께 통신망의 부담을 줄일 수 있는 전송 구조를 제안한다.

본 논문은 2장에서 기본적인 토큰 버킷 구조에 대한 설명을 하고 있다. 3장에서는 구간별 파라미터 재협상의 방법제시와 이에 따른 변수들을 설정하고, 4장에서 재협상 구조에 의한 트래픽 전송의 효율성을 판단한다. 그리고 5장에서는 결론과 함께 추후 연구 과제를 제시한다.

II. 트래픽 전송 모델

그림 1은 토큰 버킷 모델^{[8]-[9]}의 구조를 나타내고 있다. 토큰 버킷 모델은 토큰이 존재할 때만 데이터 버퍼에 있는 패킷(또는 Cell)을 전송할 수 있는 모델로서, 네트워크에서는 일정용의 토큰을 토큰 버킷에 유입시켜주고, 쌓여있는 토큰의 개수만큼 패킷이 전송된다. 전송을 요구하는 데이터가 없는 가운데 토큰이 계속 유입될 경우, 쌓이는 토큰의 양이 정해진 토큰 버킷의 크기를 넘어서게 되고, 이 경우 버킷의 크기를 넘어서는 토큰은 폐기된다. 토큰 유입 양은 평균 채널 대역폭과 밀접한 관계가 있으며, 토큰 버킷 크기는 트래픽의 버스티니스와 깊은 연관이 있다.

토큰 버킷 구조는 유입되는 토큰량을 조절함으로써 요구되는 대역폭을 제공할 수 있는 구조를 가지고 있으며, 또한 토큰 버퍼 크기를 넘어서는 토큰을 드롭함으로써 순간적으로 많은 양의 데이터 전송을 제어할 수 있기 때문에, 통신망의 부담을 줄 수 있는 과도한 트래픽 전송 요구를 조절할 수 있다.

III. 구간별 재협상 파라미터 결정

우선, 재협상을 통한 데이터 전송의 효율성을 판단하기 위하여 기준이 되는 토큰 유입 양과 토큰 버킷 크기를 결정할 필요가 있다. 전체 데이터에 대한 토큰 유입양은 전체 패킷의 개수를 프레임의 수로 나누어 준 값, 즉 평균 패킷 개수가 된다. 이때의 토큰 버킷 크기는 패킷 개수의 평균값과 표준편차를 구하고, 가우시안 모델이라는 가정 하에서 c.d.f.가 0.99일 때의 x값을 토큰 버킷 크기로 하였다.

재협상 과정이 없는 전체 데이터 트래픽에 대한 분석을 이용하여 토큰의 유입 양과 토큰 버킷의 크기를 결정할 경우, 통신망은 전송이 진행되는 동안 일정한 토큰 유입 양과 토큰 버킷의 크기를 유지한다. 반면에 몇 개의 GOP 단위별로 재협상을 할 경우 구간별로 다른 토큰 유입 양과 토큰 버킷 크기를 통신망에 요구하게 된다.

1. 고정구간 단위 재협상

주기적인 간격으로 재협상을 하기 위해서는 우선 구간별 토큰 버킷 파라미터(토큰 유입률, 토큰 버퍼 크기)를 선정해야 한다. 구간별로 다른 파라미터 값이 선정된다 하더라도 전체적으로 요구되는 자원의 평균값은 일정해야 하므로 전체 구간에 대한 자원 요구량을 기준으로 해서 각 구간별 파라미터 값을 재설정해야 한다.

그림 2는 각 구간별 재협상 값을 이용한 데이터 전송 구조를 보여주고 있다.

1) 재협상 간격(시점) 선정

고정 구간 재협상 방법에 있어서 재협상 시점의 선정은 사용자가 임의로 정할 수 있다. 단 동영상 데이터의 특성을 고려하여 각 GOP의 시작 시점에서 선정하도록 해야 하며, 동일한 재협상 간격을 갖도록 한다.

2) 재협상 파라미터 선정

먼저, 각 구간별 토큰 유입양과 토큰 버킷 크기를 계산하기 위하여 다음과 같은 기호를 약속한다.

M_{ref} : 재협상 없는 전체 구간에 대한 프레임당 평균 패킷 개수
(재협상이 없는 경우의 토큰 유입양)

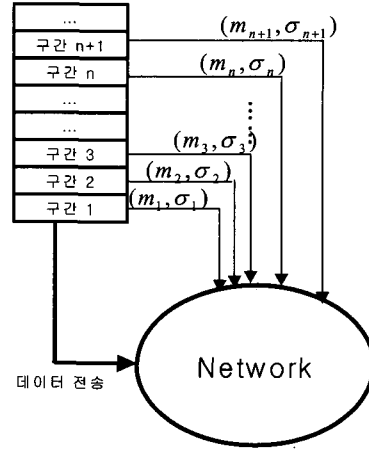


그림 2. 재협상 과정에 의한 동영상 데이터 전송 구조

- m_i : i 번째 구간의 프레임당 평균 패킷 개수
- σ_{ref} : 재협상 없는 전체 구간에 대한 프레임당 패킷 개수의 표준편차
- σ_i : i 번째 구간의 프레임당 패킷 개수의 표준편차
- Q_{ref} : 재협상 없는 전체 구간에 대한 토큰 버킷의 크기

각 구간의 토큰 유입양과 토큰 버킷의 크기는 다음의 수식으로 계산한다.

$$R_i = \left(1 + \alpha \frac{m_i - M_{ref}}{M_{ref}}\right) * M_{ref} \quad (1)$$

$$Q_i = \left(1 + \beta \frac{\sigma_i - \sigma_{ref}}{\sigma_{ref}}\right) * Q_{ref} \quad (2)$$

여기서 R_i 는 구간 i의 토큰 유입양이고 Q_i 는 구간 i의 토큰 버킷 크기이다. 수식(1)에서 α 는 기준이 되는 전체 트래픽의 평균과 구간별 평균값의 차이에 대한 가중치를 의미하며 수식 (2)에서 β 는 전체 트래픽의 패킷 표준편차와 구간별 패킷 표준편차의 차이에 대한 가중치를 의미한다.

수식(1)에서 구해지는 각 구간별 토큰 유입양의 평균은 전체 트래픽의 평균에 의해서 구해지는 토큰 유입양과 동일하다. 이는 구간별 재협상 과정을 거치더라도 동영상 트래픽 전송을 위해 통신망에

요구하게 되는 평균 대역폭은 동일하여 재협상 없는 구조에 비해 더 많은 자원을 요구하지 않는 것을 의미한다.

2. 가변 구간 단위 재협상

가변적인 구간 재협상(재협상 간격이 가변적임) 파라미터를 선정하기 위해서는 구간의 최소 크기를 얼마로 할 것인가를 우선 선정해야 한다. 고정 구간에 있어서는 재협상 간격이 일정 하였지만, 가변 구간에 있어서는 데이터 특성을 좀 더 고려하여 재협상 시점을 선정하기 때문에 각 재협상 구간의 크기가 서로 다르게 된다. 재협상의 효율면에서 본다면 가장 효율적인 것은 재협상 구간을 매우 짧게(예를 들어 매 GOP 마다 재협상) 선정하는 것이지만, 이 경우 재협상의 횟수가 너무 많아지게 되고, 통신망 상태 유지와 변화량을 너무 많이 요구하게 되기 때문에 비효율적이라 할 수 있다. 따라서 가변적인 구간의 재협상을 하더라도 최소 얼마 이상의 구간 크기를 갖도록 최소 구간을 선정해 주어야 한다.

1) 최소구간의 파라미터 선정

가변적인 재협상 구간을 선정하기 위하여 우선은 최소 구간의 토큰 유입량과 토큰 버킷 크기를 결정할 필요가 있다. 각 최소 구간별 토큰 유입량과 토큰 버킷의 크기는 고정구간 재협상 때와 같은 방법으로 수식(1)과 수식(2)를 이용하여 구할 수 있다.

2) 재협상 시점 선정

가변적인 재협상 시점은 이미 구해진 최소구간의 토큰 유입량과 토큰 버킷 크기를 이용하여 구간별로 발생하는 패킷 드롭율을 이용하여 선정한다.

토큰 버킷 구조를 이용한 데이터 전송 결과로 발생하는 토큰 손실율과 토큰 버킷 크기, 그리고 패킷 드롭율은 그림 5~그림10에서 보는 것처럼 매우 유

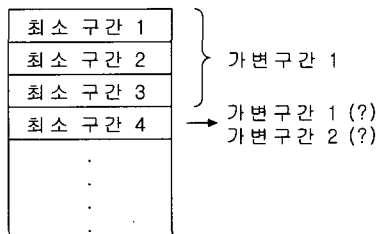


그림 3. 가변구간의 선정
사한 추이를 보이고 있다. 따라서 본 논문에서는 재협상 시점에 따른 패킷 손실율을 기준으로 가변적

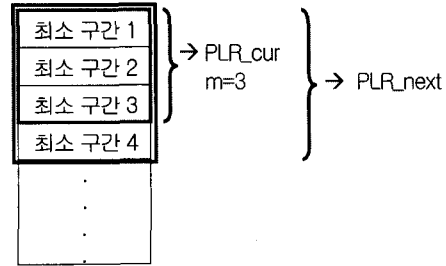


그림 4. 최소 구간4의 가변구간 선정에 있어서의 PD_current와 PD_past의 구분

인 재협상 시점을 선정하였다.

예를 들어 n번째 최소 구간이 그 전의 몇 개의 최소 구간과 함께 하나의 가변구간으로 선정되었다면, n+1번째 최소 구간을 n번째 최소 구간과 동일한 가변 구간으로 포함시킬 것인지, 아니면 새로운 가변구간의 시작시점으로 해야 할 것인지를 결정해야 한다. 즉 그림3과 같은 경우 최소 구간 1,2,3 은 이미 가변 구간1로 선정되어 있는 상황에서 최소 구간 4를 가변구간1에 포함시킬 것인지, 아니면 새로운 가변 구간2의 시작 시점으로 할 것인지를 결정하는 문제를 의미한다.

현재시점까지 결정된 가변 구간까지의 패킷 드롭율을 PLRcur이라하고 다음 최소 구간을 동일한 가변 구간으로 포함한 후 발생하는 패킷 드롭율을 PLRnext라고 한다면, 패킷 드롭율을 이용한 가변 시점 선정은 두 값의 차이에 의해서 선정하며, 수식적으로는 다음과 같다.

$$\frac{PLRcur}{PLRnext} > 1 + T(\mu, m) \quad \text{수식(5)}$$

$$T(\mu, m) = \frac{\mu}{100 \cdot m} \quad \text{수식(6)}$$

수식(5)에서 m은 현재시점까지 선정된 가변 구간에 속해 있는 최소구간의 개수로서 구간 선정의 정밀도를 높이기 위해 사용되었으며, μ 는 가변 구간의 총 개수를 변화시키는 변수로서 μ 가 작아질수록 가변구간의 수는 증가한다. 그림4는 가변구간과 최소 구간에 의한 PLRcur와 PLRnext의 관계를 보여주고 있다.

가변 구간이 선정된 후에는 고정 구간 때와 동일한 방법으로서 수식(1)과 수식(2)를 이용하여 각 가변 구간별 토큰 유입량과 토큰 버킷 크기를 결정한다.

IV. 성능 평가

재협상을 이용한 동영상 트래픽 전송의 효율을 측정하기 위하여 40000 프레임의 Star Wars II와 Terminator MPEG 데이터 트레이스 파일을 이용하였다. 입력되는 데이터를 저장하기 위한 입력 데이터 버킷의 크기는 한 개의 GOP에 속해있는 평균 패킷 개수의 두 배의 크기로 하였으며, 이로 인해 발생할 수 있는 입력 패킷의 드롭은 B, P, I 프레임의 순서로 드롭 될 수 있도록 하였다.

1. 고정 구간 재협상의 성능 분석

표1~표4와 그림5~그림10은 패킷 크기를 400, 100Bytes로 했을 때의 Star Wars II와 Terminator의 성능 평가 결과이다. 실험 결과를 보면 재협상이 없는 경우의 토큰 버킷 크기에 비해 재협상을 했을 때의 평균 토큰 버킷 크기가 줄어들었으며, 재협상 구간을 10 GOP 단위로 했을 때는 재협상이 없을 때에 비해 10%~4.1%의 평균 토큰 버킷 크기가 감소함을 볼 수 있다. 또한 토큰 손실율과 패킷 손실율은 네 가지 경우 모두 최대 90% 정도의 감소를 보이고 있다.

2. 가변 구간 재협상의 성능분석

고정 구간과 가변구간의 성능 비교는 표5~표6에

나와 있는 것처럼 동일한 재협상 횟수를 갖는 가변구간의 결과와 고정구간의 결과를 비교 하였다.

μ 값이 커짐에 따라 고정구간의 경우 발생하는 재협상 횟수는 줄어드는 것을 볼 수 있으며, 동일한 재협상 횟수에도 불구하고 가변구간이 고정구간에 비해 토큰 드롭율과 패킷 드롭율에서 약 7%정도의 개선을 보이고 있다.

3. 분 석

평균 토큰 버킷 크기를 줄일 수 있음은 통신망이 유지하는 버킷 크기를 작게 함으로서 통신망에 부담을 주는 버스티 특성을 감소시킬 수 있음을 의미한다. 실험 결과에서 보듯이 재협상 과정을 이용 할 경우 재협상 간격을 줄여 나감에 따라 평균 토큰 버킷 크기를 줄 일 수 있고, 재협상이 없는 경우에 비해 버스티 특성을 줄여 나갈 수 있다.

한편 고정구간 재협상의 경우 재협상 회수의 증가에 따라 평균 토큰 버킷 크기와 토큰 드롭률, 그리고 패킷 드롭률이 줄어들기는 하지만, 트래픽의 특성에 따라 그림5~그림9에서 보는 것처럼 burst한 특성을 나타내고 있다. 반면 트래픽의 특성을 좀 더 고려한 가변구간 재협상의 경우에는 재협상 횟수가

표 1. Star Wars II - 패킷 크기:100 Bytes ($\alpha, \beta=1$)

재협상 구간 (GOP)	재협상							재협상 없음
	10	20	50	90	130	200	300	
평균 토큰 유입량	93.59	93.60	93.67	93.59	93.67	93.76	93.54	94
평균 토큰 버킷 크기	166.74	169.34	172.81	173.80	176.20	177.44	177.58	185.06
토큰 드롭율(%)	1.78	4.92	9.00	10.08	11.89	12.78	12.70	17.26
패킷 드롭율(%)	1.77	4.90	8.91	10.10	11.81	12.62	12.74	16.90

표 2. Star Wars II - 패킷 크기:400 Bytes ($\alpha, \beta=1$)

재협상 구간 (GOP)	재협상							재협상 없음
	10	20	50	90	130	200	300	
평균 토큰 유입량	23.75	23.78	23.76	23.82	23.73	23.74	23.70	24
평균 토큰 버킷 크기	42.35	43.02	43.90	42.21	44.76	45.22	45.08	47.02
토큰 드롭율(%)	1.68	4.81	8.70	9.97	11.50	12.38	12.36	17.21
패킷 드롭율(%)	1.75	4.73	8.71	9.79	11.62	12.49	12.60	16.39

늘어날 수록 전체적인 성능 개선이 뚜렷하며, burst 한 특성도 고정구간에 비해 개선되고 있다.

토큰을 통신망이 동영상 트래픽의 전송을 위해서 제공하는 대역폭이라는 관점에서 본다면, 토큰이 드롭 된다는 것은 제공되는 대역폭을 사용하지 못하고 버리게 되는 것을 의미한다. 즉 토큰 손실률을 줄일 수 있음은 효율적인 대역폭 사용이 가능함을 의미하게 된다. 본 연구에서 제시하는 재협상 방법은 재협상 구간을 이용함으로써 토큰 손실률을 줄일 수 있고, 통신망이 제공하는 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있게 한다. 또한 고정적으로 일률적인 재협상 간격을 갖는 경우보다 데이터 특성을 고려하여 가변적인 재협상 시점을 선정 하였을 경우 동일한 재협상 횟수에도 불구하고 토큰 드롭과 패킷 드롭율을 줄일 수 있어 더욱 효율적인 자원 운용을 가능하게 해준다.

V. 결 론

동영상 데이터의 특성상 동영상 데이터 전송을 위하여 단일화된 대역폭을 이용하는 것은 문제가

있을 수 있다. 때문에 동영상 데이터의 트래픽 특성을 고려하여 전송 효율을 높일 수 있는 전송 방법이 고려되어야 한다.

토큰 버킷 구조에서 재협상을 이용하는 방법은 각 구간마다 요구되는 토큰 유입량과 토큰 버킷의 크기를 조정함으로써 데이터 트래픽의 변화에 좀 더 민감하게 적응하는 방법이다. 고정 구간 재협상과 가변 구간 재협상의 결과에서 보듯이 전체 데이터의 부분별 특성은 고려한 데이터 구분이 이루어지고 이에 따라 자원은 할당된다면 좀더 효율적인 데이터 전송과 통신망 운용을 할 수 있다.

실제적으로 데이터에 따라서는 단순히 패킷 평균과 표준편차만으로 데이터의 특성을 구분 짓는 것은 무리가 있을 수 있다. 이에 따라 제안된 토큰 유입량과 토큰 버킷의 크기를 결정함에 있어 α, β 값을 이용하여 구간별 특성에 좀 더 적합한 자원을 요구할 수 있을 것이다. 위의 실험 과정에서는 α, β 는 동일한 기중치를 갖는 1로 설정을 하였지만 α, β 를 변경하여 토큰 버킷 크기의 감소율과 토큰 손실률을 선형성 있게 조절하는 파라미터로 이용할 수 있다. 기준값과 구간별 값의 차이가 클 경우 기중치를 크

표 3. Terminator - 패킷 크기:100 Bytes ($\alpha, \beta=1$)

재협상 구간 (GOP)	재협상							재협상 없음
	10	20	50	90	130	200	300	
평균 토큰 유입량	109.53	109.54	109.47	109.49	109.49	109.52	109.56	110
평균 토큰 버킷 크기	206.17	208.81	211.29	212.50	213.47	214.30	214.66	215
토큰 드롭율(%)	0.91	2.69	4.42	5.36	6.04	6.71	6.90	8.37
패킷 드롭율(%)	0.88	2.64	4.43	5.34	6.02	6.66	6.84	8.25

표 4. Terminator - 패킷 크기:400 Bytes ($\alpha, \beta=1$)

재협상 구간 (GOP)	재협상							재협상 없음
	10	20	50	90	130	200	300	
평균 토큰 유입량	27.74	27.76	27.80	27.77	27.77	27.88	27.80	28
평균 토큰 버킷 크기	52.47	53.18	53.77	54.15	54.28	54.64	54.62	55
토큰 드롭율(%)	0.86	2.64	4.41	5.26	5.94	6.78	6.86	8.33
패킷 드롭율(%)	0.88	2.57	4.20	5.17	5.82	6.30	6.66	7.48

표 5. Star Wars II
(패킷 크기 : 100, 최소구간 : 10GOP)

가변 구간				고정 구간			
μ (%)	재협상 구간수	토큰 드롭율	패킷 드롭율	재협상 구간수	재협상 단위 (GOP)	토큰 드롭율	패킷 드롭율
10	53	9.22	9.25	53	63	9.82	9.79
20	48	9.33	9.36	48	69	9.99	10.0
30	44	9.38	9.40	44	76	10.5	10.4
40	40	9.80	9.79	40	83	9.59	9.58
50	34	10.0	9.94	34	98	10.7	10.2

표 6. Terminator
(패킷 크기 : 100, 최소구간 : 10GOP)

가변 구간				고정 구간			
n (%)	재협상 구간수	토큰 드롭율	패킷 드롭율	재협상 구간수	재협상 단위 (GOP)	토큰 드롭율	패킷 드롭율
10	46	5.16	5.13	46	72	5.19	5.14
20	44	5.54	5.47	44	76	5.70	5.64
30	43	5.60	5.51	43	78	5.76	5.73
40	43	5.60	5.51	43	78	5.76	5.73
50	43	5.60	5.51	43	78	5.76	5.73

계 하여 상대적으로 많거나, 작은 대역폭을 설정 할 수 도 있으며, 재협상 구간별 데이터 량의 차이나 버스티 정도에 따라 요구하는 값을 달리 설정 할 수 있다.

본 연구에서는 통신망에 요구되는 자원이 수락된 다는 가정 하에서 논의가 진행되고 있지만, 실제로 통신망의 상태에 따라 요구되는 자원이 할당되지 않을 수 도 있다. 때문에 일반적인 통신망 상태를 모델링 하여 상황에 맞는 전송 구조를 연구해야 할 필요가 있다. 또한 재협상 제어 신호 및 오버 헤드의 문제를 포함한 전체 시스템에 대한 성능 분석도 향후 연구 과제이다.

참 고 문 헌

[1] J. Beran, R. Sherman, M. Taqqu, and W. Willinger, Long-range dependence in variable-bit-rate video traffic," IEEE Trans. Commun., pp. 1566-1579, 1995.
 [2] M. Garrett, "Contributions toward real-time services on packet-switched networks," Ph.D. dissertation, Columbia Univ., New York, NY, 1993.
 [3] M. Garrett and W. Willinger, "Analysis, modeling and generation of selfsimilar VBR video traffic," in ACM SIGCOMM'94, 1994, pp. 269-280.
 [4] P. Pancha and M. E. Zarki, "Variable bit rate video transmission," IEEE Commun. Mag., vol. 32, pp. 54-66, May 1994.
 [5] A. M. Adas, "Using Adaptive Prediction

to Support Real-Time VBR Video Under RCBR Network Service Model," IEEE Trans. Networking. vol.32, pp. 635-644, OCT 1998.
 [6] M. Grossglauser, S. Srinivasan and D. C. Tse, "RCBR: A simple and efficient service for multiple time-scale traffic," IEEE/ACM Trans. on Networking, Vol. 5, No.6, pp.741-755, Dec. 1997.
 [7] Hwangjun Song and Kyoung Mu Lee, "Adaptive rate control algorithms for low-bit-rate video under the networks supporting bandwidth renegotiation," To appear in Signal Processing: Image Communication, Oct. 2002.
 [8] S. Shenker, C. Partridge, R. Guerin, "Specification of guaranteed quality of service," IETF RFC 2212, Sep. 1997.
 [9] S. Verma, P. K. Pamkaj, A. Leon-Garcia, "Call admission and resource reservation for guaranteed QoS service in internet," Computer Communications, Vol.21, pp. 362-373, 19
 [10] 이대봉, 송황준, "토큰 버킷 통신망 모델의 매개변수 재협상 과정을 이용한 효과적인 동영상 트래픽 전송 기법에 관한 연구", 영상통신, 한국통신학회 2002 하계종합학술대회

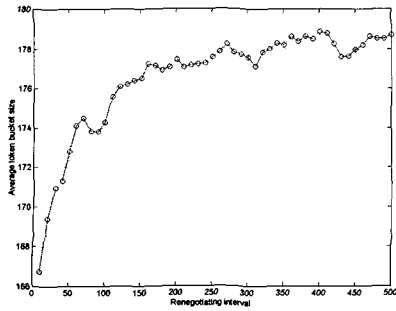


그림 5. 평균 토큰 버킷 크기
(Star Wars II - 패킷 크기:100 Bytes)

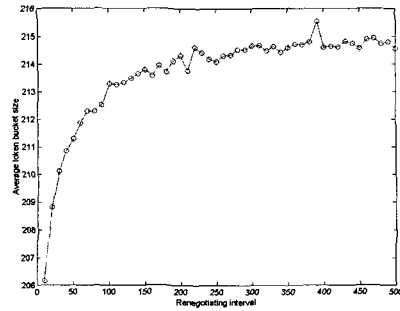


그림 8. 평균 토큰 버킷 크기
(Terminator - 패킷 크기:100 Bytes)

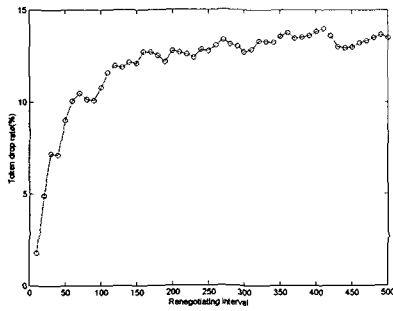


그림 6. 토큰 드롭율
(Star Wars II - 패킷 크기:100 Bytes)

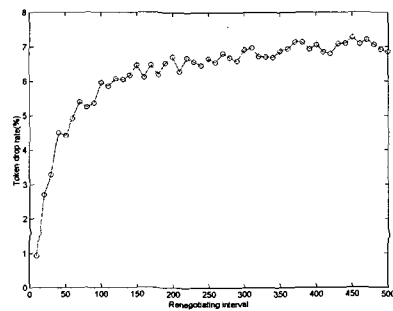


그림 9. 토큰 드롭율
(Terminator - 패킷 크기:100 Bytes)

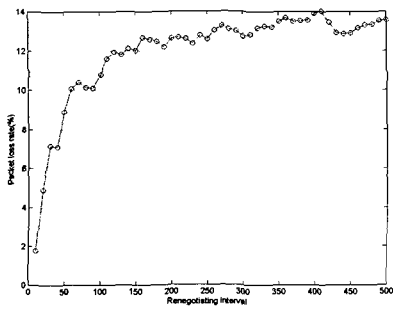


그림 7. 패킷 드롭율
(Star Wars II - 패킷 크기:100 Bytes)

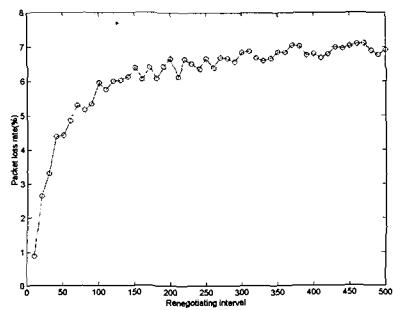


그림 10. 패킷 드롭율
(Terminator - 패킷 크기:100 Bytes)

이 대 봉(Dai-Boong Lee)



2002. 2 : 홍익대학교 공과대학
전자전기제어공학과 학사
2002. 3 ~ 현재 : 홍익대학교 공
과대학 전파통신공학과 석사과정

<주관심분야> 멀티미디어 통신시스템, Network
QoS, Diff/Int-serv

송 황 준(Hwangl-Jun Song)

정회원



1990. 2 : 서울대학교 공과대학
제어계측과 학사
1992. 2 : 서울대학교 공과대학원
제어계측과 석사
1999. 5 : EE-System, University
of Southern California, Los

Angeles, USA (공학박사)

2000. 9 ~ 현재 : 홍익대학교 공과대학 전자전기공
학부 조교수

<주관심분야> Multimedia communication/signal
processing, Packet video, Network protocols
necessary to implement a functional real-time
image/video application