

ATM 망에서의 MPEG II VBR 화상 트래픽의 효율적인 전송을 위한 동적 대역폭 할당에 관한 연구

正會員 李鎮鎬*, 金興年**, 金東植*, 黃金燦*

A Study on Dynamic Bandwidth Allocation for Transport of MPEG II VBR Video over ATM Network

Jin-Ho Lee*, Heung-Nyoun Kim**, Dong-Sik Kim*, Keum-Chan Whang* Regular Members

要 約

본 논문에서는 ATM망에서 MPEG II VBR 화상 트래픽을 효율적으로 전송하기 위한 동적 대역폭 할당에 관한 새로운 접근 방식에 대하여 연구하였다. 또한 한정 버퍼 시스템에서의 화상전송 대역폭은 본질적으로 저주파수 신호에 의해 특징지어지며 저주파수 입력에 대한 동적 대역폭 할당 기법을 통하여 화상 전송 효율을 효과적으로 개선시킬 수 있음을 검증한다. 실시간 트래픽 측정을 통하여 전송 대역폭을 산출하는 방법은 ATM 망에서의 주요 서비스중 하나인 VBR 화상 과 같이 큐잉 분석이 어렵고 적당한 해석적 모델이 없는 서비스에 적용될때 효과적으로 대역폭을 산출하는 방법이 될 수 있으며, 본 논문에서 연구한 동적 대역폭 할당 방법은 실시간 화상 트래픽을 효율적으로 전송할 수 있는 방법으로 ATM망에서 MPEG II VBR 화상 트래픽을 효율적으로 전송하는 방법으로 기대된다.

ABSTRACT

In this paper, a new approach to dynamic transmission bandwidth allocation for transport of MPEG II video source in ATM networks is investigated. This study indicates that the video transmission bandwidth in a finite-buffer system is essentially characterized by the low frequency signal and shows the dynamic bandwidth allocation for the low frequency input can effectively improve the video transmission efficiency. For a real VBR video sources having no adequate analytical models available, the dynamic transmission bandwidth allocation technique using on-line traffic measurement, which is used in this paper, is an effective approach and expected to transport MPEG II video source in ATM networks.

*延世大學校 電氣工學科

Dept. of Electrical Eng., Yonsei University

**DACOM(주)

DACOM

論文番號 : 95135-0404

接受日字 : 1995年 4月 4日

I. 서 론

정보통신 기술의 급속한 발전으로 고속으로 정보를 주고 받을수 있는 고속통신망의 필요성이 증가됨에 따라, 정보통신망은 고속화, 다양화, 광역화로 요약되는 통신에 대한 인간의 욕구를 충족 시키기 위해 PSTN, PSDN, ISDN, B-ISDN등으로 점차 발전되어 가고 있다⁽¹⁾.

ATM(Asynchronous Transfer Mode) 기술을 기본으로 하는 광대역 종합정보통신망(B-ISDN : Broadband-Integrated Services Digital Network)에서는 통계적 다중화를 통해 음성, 데이터, 화상, 이미지등 다양한 트래픽 특성을 갖는 여러가지 서비스들을 하나의 통합된 망으로 서비스하고자 한다. 이러한 특성은 ATM 망의 유연성을 증가시켰지만, 각각 통계적 특성이 다르고 서로 다른 서비스 품질(QOS : quality of service)을 요구하는 서비스들을 하나의 망에서 수용함으로써, 기존의 패킷 교환 또는 회선 교환 망과는 달리 망자원을 효과적으로 할당하는 망자원 관리와 트래픽 제어기술이 필요하게 되었다⁽²⁾⁽³⁾.

이러한 환경에서 중요한 해결 과제중 하나가 다양한 서비스를 지원하기 위해 필요한 효과적인 대역폭을 측정 및 할당하는 것이다. 효과적인 대역폭은 단위 시간당 전송되는 셀 수로 측정되며 요구되는 서비스 품질을 만족시키기 위해 입력 트래픽에 맞추어 할당되어야 하는 최소 전송대역폭을 의미한다. 현재까지 간단한 입력 트래픽 모델을 가지고, 무한 버퍼 사이즈와 미소한 손실율의 근사화 가정하에 효과적으로 대역폭을 측정하는 방법에 대하여 제한적인 해석적 접근이 이루어져 왔다⁽⁴⁻⁵⁾.

이러한 방법들의 문제점은 VBR(Variable Bit Rate) 화상 신호와 같이 적당한 해석 모델이 없거나 복잡한 경우에 적용이 어렵고, 무한 버퍼와 미소 손실율을 근사화하므로 실제의 네트워크상에서 큐잉 해를 구하는데 있어 제한적이라는 것에 있다. 최근 상기의 문제점을 해결하기 위한 방법의 하나로 고속 네트워크상에서 광대역 입력 프로세스를 주파수 스펙트럼에 의하여 특성화하는 것에 대한 새로운 개념들이 대두되고 있다. 즉 주파수 영역에서의 입력 전력 스펙트럼에 대한 큐 응답을 분석함으로써 보다 진보된 네트워크 트래픽 측정 이론을 개발하고, 효과적으로 네트워크 자원을 할당하는 방법들이 제시되고 있다⁽⁶⁻⁸⁾.

본 논문에서는 ATM 망에서 MPEG II 방식으로 부호화한 실시간 VBR 화상 신호의 전송시에 실시간 트래픽 측정치에 적용하여 대역폭을 동적으로 할당하는 방법을 시뮬레이션해 봄으로써, 이 동적 대역폭 할당 방법이 버스티한 특성과 비안정적인 성질을 가지기 때문에 큐잉 분석이 매우 어려운 VBR 화상 신호에 있어서 효과적인 대역폭 할당 방법이 될 수 있으며, 이러한 방법이 보다 개선된 전송 효율을 얻을 수 있는 방법임을 검증하였다. 본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 제 II 장에서는 온라인 트래픽 측정을 통한 화상신호 전송방법을 살펴보고, 제 III 장에서는 MPEG II 방식으로 부호화한 실시간 VBR 화상 신호에 대하여 시뮬레이션을 통하여 성능을 분석하였으며, 제 IV 장에서 본 논문의 결론을 제시하였다.

II. MPEG II VBR 화상 신호의 동적인 대역폭 할당

ATM 망에서의 주요 응용 분야 중 하나는 실시간 무손실로 VBR 화상데이터를 전송하는 것이다. 그런데 실시간 VBR 화상 신호는 버스티한 특성과 비안정적인 성질을 가지므로 큐잉분석이 매우 어렵다. 본 장에서는 온라인 트래픽 측정을 통하여 MPEG II 방식으로 부호화한 실시간 VBR 화상신호를 효율적으로 전송하는 방법에 대하여 고찰하고자 한다.

2.1 MPEG 화상 신호

MPEG(Moving Pictures Experts Group) 표준안은 동영상 압축, 관련 오디오 압축, 시간동기 및 정보 다중화등을 다룬다. MPEG-1은 1.5Mbps 전송율의 일반 디지털 저장매체를 대상으로 하며 MPEG-II는 비트율 3~15 Mbps 의 데이터량으로 NTSC, PAL, SECAM 등의 기존 방송화질 또는 CCIR 601의 디지털 TV 화질을 기본목표로 하면서도 EDTV, HDTV등의 새로운 TV 형식도 수용할 수 있는 확장성을 가지고 있으며, MPEG-4는 전송율 수십 kbps의 비디오폰, 비디오텍스등을 대상으로 한다⁽⁹⁾.

MPEG-II는 동영상 압축시 GOP(Group of Picture) 별로 부호화하는데 각 picture별로 서로 다른 부호화기법을 사용한다. Intraframe coding picture (I-picture)는 블록별로 DCT와 양자화 과정을

적용하여 공간 방향의 중복성만을 제거하며 전체 GOP의 화질에 절대적인 영향을 미치므로 고품질을 유지하도록 부호화된다. 이를 위해서 양자화 및 허프만 엔트로피 부호화시 intraframe 부호화된 영상은 interframe 기법과 구분 처리하여 고품질을 유지하도록 한다. P-picture는 순방향의 화상간 예측 부호화(forward interframe picture coding) 기법과 DCT를 사용하여 데이터를 압축한다. GOP 구조상 P-picture는 한 GOP내에서 연속되는 P-picture 및 B-picture들의 화질에 영향을 미치므로 I-picture에 비해서는 적으나 B-picture에 비해서는 많은 비트를 할당하여 부호화한다. B-picture는 양방향성 화상간 예측 부호화(bidirectional interframe picture coding) 기법과 DCT를 사용하여 데이터를 압축한다. B-picture의 화질은 GOP의 구조상 다른 picture에 영향을 미치지 않으므로 주관적인 화질만을 고려하여 다른 기법에 비해 상대적으로 적은 비트를 할당하여 부호화한다. 여기서 GOP 구조를 결정짓는 것은 GOP 매개변수 N과 M인데 N은 한 GOP를 형성하는 picture의 수를, M-1은 두 P(I) picture 사이에 있는 B picture의 갯수를 나타낸다. M과 N에 대한 고정값은 없지만 MPEG II 시험 모델에서는 CCIR 601-525 영상은 N=15, M=3이며 CCIR 601-625 영상은 N=12, M=3 으로 한다^[17].

2.2 저주파수 신호에 적응한 동적 대역폭 할당

최근 저주파수 영역에서의 입력통계가 최소 링크 용량을 구하는데 있어 중요한 요소임을 확인하는 연구 논문들이 발표된 바 있다^[15]. 이들 연구에서는 주파수 영역에서의 입력 트래픽에 대하여 다음의 두가지 기본적인 개념을 제시 하였다. 첫째, 무손실 한정 버퍼 시스템에서의 효율 대역폭은 저주파수 영역에서의 입력 트래픽 특성에 의해 결정된다. 둘째, 저주파수 트래픽 흐름은 기본적으로 한정 버퍼 시스템을 통과할때 특성이 변하지 않는다. 그러므로 화상 신호 전송 대역폭의 온라인 요구를 결정짓는 것은 저주파수 신호라고 볼 수 있다. 다시 말해서 전송 대역폭을 저주파수 신호에 맞추어 능동적으로 할당할 수 있다면, 한정 버퍼 시스템을 통해 전송되는 전체 화상신호는 정보 손실이 없고 무시할 수 있는 큐잉 지연으로도 효율적으로 전송이 가능하다.

이러한 연구가 대부분의 기존 기술과 다른점은 동적으로 대역폭을 할당하는 개념을 도입하는 것인데, 3장의

시뮬레이션 결과에서 나타난대로 고정적으로 대역폭을 할당하는 것보다 훨씬 좋은 전송 효율을 얻을 수 있다. 물론 동적 대역폭 할당에 있어서 전송 효율과 프로세싱 효율 사이에는 trade-off 관계가 있다. 즉, 대역폭이 저주파수 입력에 맞추어 자주 적용되면 될수록 더 높은 전송 효율을 얻을 수 있지만, 동적 대역폭 할당은 전체 트래픽 측정에 기초하여 네트워크 계층에서 이루어지므로, 너무 자주 대역폭을 적용할 수록 네트워크 프로토콜 프로세싱 시간에 의한 제약을 받게 된다. 본 연구에서 시뮬레이션에 이용한 MPEG II 화상원은 그림 3.2에 나타난 바와같이 저주파수 화상 신호가 $\omega < 12 \times 2\pi$ 라디언의 범위에 있으므로, 시간 영역에서는 1/12초 이상의 변화율을 갖는다. 따라서 화상신호 전송대역폭을 1/12초 마다 동적으로 할당할 수 있다. 한편 최근에 MPEG II 화상원을 전송하기 위하여 대역폭을 각 프레임별로 동적으로 할당하는 기술에 대한 연구가 이루어진 바 있으며^[16], 이 경우의 온라인 대역폭 평가 방법은 간단하지만 네트워크 차원의 화상 트래픽 흐름제어의 경우에는 자주 대역폭을 적용하기 때문에 실제 적용에는 제한적일 수 밖에 없다. 반면에, 본 논문에서 사용한 동적 할당 방법은 1/12 초마다 대역폭을 적용하면 되므로, [16]에서 제시하는 기법보다 실제적인 네트워크 디자인에 있어 적용이 용이할 것으로 생각된다.

III. 시뮬레이션

3.1 실험 원의 특성

본 논문에서 시뮬레이션에 이용한 트래픽 원은 NTSC 방식으로 녹화된 TV 광고를 MPEG-II로 부호화한 화상 시퀀스이며, 본 트래픽 원의 GOP 매개변수는 N=9, M=3 이다. 본 논문의 실험 트래픽 원은 N=9, M=3 이므로 다음의 GOP 구조를 갖게된다.

IBBPBBPBB

평균 비트율은 4 Mbps이며 약 19초 동안 슬라이스(slice : 1.1 milisecond) 당 바이트수로 기록한 데이터이다. 1초당 30 프레임이 있고 한 프레임 당 30 슬라이스가 있다. ATM 망에서는 44 바이트의 화상데이터 신호와 9 바이트의 프로토콜 오버헤드로 이루어지는 53 바이트의 셀로 변환 된다.

그림 3.1은 슬라이스 당 셀로 측정되는 19초 화상 트래픽이며, 슬라이스 당 셀의 최대 수는 64셀이고 평균

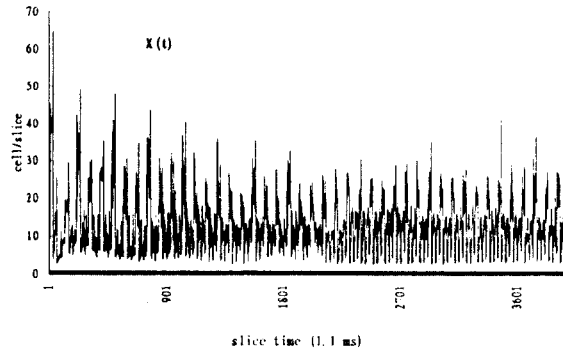


그림 3.1. 평균율과 최대율이 각각 슬라이스 당 12.7 셀과 64 셀인 19초 화상 트래픽
 Fig. 3.1. A typical 19 second video traffic where the mean rate and peak rate are respectively 12.7 and 64 cells slice

은 12.7 셀이다. 그림 3.2(a)는 이 트래픽 원의 전력 스펙트럼이다. 그림 3.2(b)에서는 그림 3.2(a)의 전력 스펙트럼을 좀더 자세히 보기위해 DC 성분을 제거한 전력 스펙트럼을 나타내었다. $10 \times 2 \pi$ 라디언과 이것의 고조파(harmonics)에서 나타나는 spectral spikes는 $M=3$ 에 의한 상관에 의하여 발생하는 것이며, $3.33 \times 2 \pi$ 라디언과 이것의 고조파에서 나타나는 spectral spikes는 GOP 매개변수 $N=9$ 에 의한 상관에 의하여 발생된 것이다.

이 전력 스펙트럼을 관찰하면 대부분의 화상 전력이 $12 \times 2 \pi$ 라디언 이내에 집중되어 있음을 알 수 있다. [15]에서의 최근의 연구는 무손실 한정 버퍼 시스템에서의 효율 대역폭이 어떤 저주파수 영역에서의 입력 트래픽 특성에 의해 결정됨을 보여 준다. 특히 화상 신호에 있어서 효율 대역폭은 연결 설정시 예상하기 어려운 최악의 경우에 대처하도록 설계되어야 하므로 화상 신호의 저주파수 성분을 온라인으로 관찰해서 동적으로 대역폭을 할당하는 것이 효율적임을 알 수 있다.

3.2 동적 대역폭 할당의 성능분석

본 절에서는 동적 대역폭 할당 방법을 구현해 보고 성능을 평가한다. 그림 3.1의 19초 $x(t)$ 신호를 차단 주파수 $\omega_c = 12 \times 2 \pi$ 라디언에서 저역 통과 필터링 시키면 그림 3.3과 같이 저주파 성분만 남는 필터링된 신호 $x_L(t)$ 를 구할 수 있다. $x_L(t)$ 의 평균과 최고치 입력을

은 각각 슬라이스당 12.7셀과 30셀이다. 다양한 저역 통과 필터가 있지만 본 논문에서는 MATLAB⁽¹⁸⁾ 이용하여 Kaiser window를 이용한 FIR 디지털 필터를 선택하였다. 디지털 필터링 프로세스의 시간단위는 슬라이스이다. 다음에서 알 수 있듯이 화상 신호 전송 대역폭의 온라인 요구를 특징짓는 것은 이 $x_L(t)$ 이다

간단하게 그림 3.4 에서 보여진 바와 같이 전송 대역폭이 $x_L(t)$ 에 맞춰 즉시 변하는 이상적인 상황을 고려한다. 다시 말해서 시간 t 에서의 전송 대역폭 $\mu(t)$ 는 $x_L(t)$ 의 함수로 정의된다. 이 때 C 를 제어 변수라고 하면

$$\mu(t) = C x_L(t) \tag{3-1}$$

라고 가정할 수 있다. $E[\mu(t)] = CE[x_L(t)]$ 이고 $E[x_L(t)] = CE[x(t)]$ 라는 사실을 고려하면 ρ 가 링크 효율이라 할 때 $C=\rho^{-1}$ 가 된다. 대역폭이 필터링된 신호에 의해 즉시 적용되기 때문에 큐잉 프로세스에 대한 저주파수 성분의 영향은 제거될 수 있고, 나머지 고주파수 신호를 효율적으로 완화(smooth out)시키기 위해서는 별도의 전송 대역폭이 필요하다. 즉 $E[\mu(t)] > E[x(t)]$ 에 대해 $C > 1$ 이 필요하다.

여기서 저주파수 화상 신호가 큐잉 성능에 미치는 영향을 고려해 보기위해 버퍼 용량이 무한인 큐잉 시스템을 고려해보자. 평균 링크 효율 $\rho=0.8$ 에 해당하도록, 제어 변수 C 는 1.25로 고정하였다. 시뮬레이션 결과는

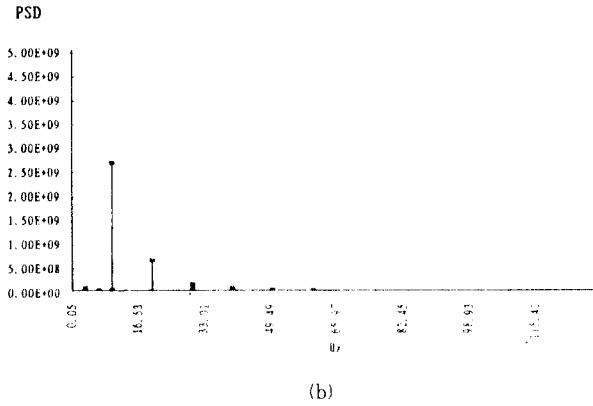
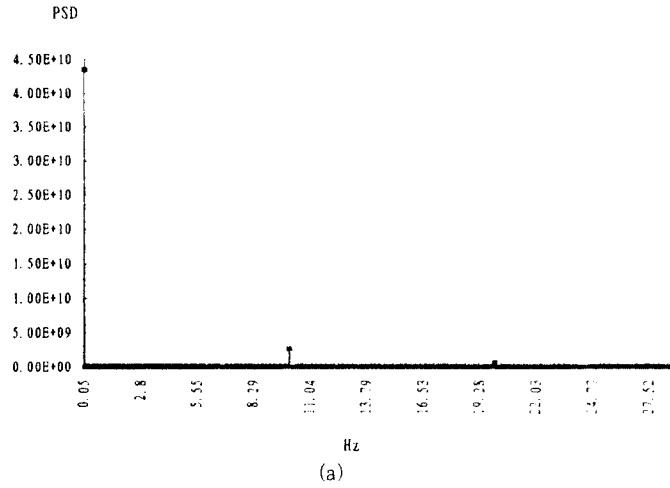


그림 3.2. (a)그림 3.1 트래픽의 전력 스펙트럼 (b) DC를 제거한 그림 3.1 트래픽의 전력 스펙트럼
 Fig. 3.2. (a) Power spectrum of Fig 3.1 traffic source (b) Power spectrum of Fig 3.1 traffic source with DC component removed

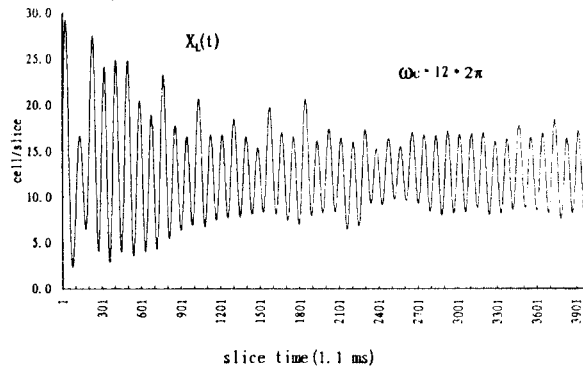


그림 3.3. $\omega_c=12 \times 12\pi$ 에서 필터링된 저주파수 화상 신호 (평균율:12.7 셀, 최대율:30 셀)
 Fig. 3.3. Low frequency video filtered at $\omega_c=12 \times 12\pi$ radians where the mean rate and peak rate are respectively 12.7 and 30 cells per slice

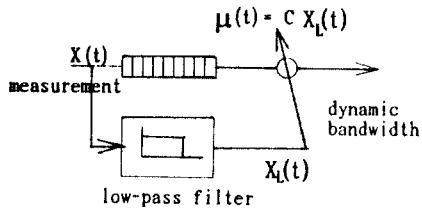


그림 3.4. 저주파수 신호에 의한 이상적인 동적 대역폭 할당
Fig. 3.4. Ideal dynamic bandwidth allocation by low frequency signal

표 3.1. C=1.25 에서 cutoff 주파수가 동적 대역폭 할당의 큐잉 성능에 미치는 영향

Table 3.1. Effect of cutoff frequency on queuing performance in the worst scenario by dynamic bandwidth allocation at C=1.25

ω_c (radians)	\bar{q} (cells)	σ_q (cells)	q_{max} (cells)
$r^{-1} \times 2\pi$	6.2	7.1	64
$25 \times 2\pi$	9.1	10.2	101
$15 \times 2\pi$	11.8	14.3	136
$12 \times 2\pi$	12.5	16.1	192
$9 \times \pi$	47.7	62.4	398
$1 \times \pi$	60.2	95.7	804
0	100.1	230.6	1629

표 3.1에서 요약되어 있다. \bar{q} , σ_q , q_{max} 는 각각 평균, 표준편차, 최고 큐 길이를 나타내며 단위는 셀이다. 화상 신호는 슬라이스당 셀의 수로 기록되어 있는 반면 큐잉 프로세스는 셀 전송 슬롯의 단위로 구해져야 한다.

본 시뮬레이션에서는 시간 단위를 슬라이스에서 슬롯으로 전환하는데 있어서, 각 슬라이스에서 발생하는 모든 셀이 각 슬라이스에서의 첫번째 슬롯의 시작부분에 모두 도착한다고 가정하는 최악의 경우를 생각한다. 이때, 큐잉해는 정확한 큐잉해의 상한값을 나타낸다.

$\omega_c = 2\pi r^{-1}$ 로 선택할때, (여기서 r 는 슬라이스 간격을 나타낸다.) 대역폭은 모든 슬라이스 구간에서 $CX_L(t)$ 에 의해 적용되도록 변하며 큐잉해는 셀들이 각 슬라이스 간격의 첫번째 슬롯에 일괄 도착(batch arrival)하기 때문에 (\bar{q} , σ_q , q_{max})가 (6.2, 7.1, 64)가 된다. ω_c 가 $15 \times 2\pi$ 로 줄어들었을 때에는 고주파 화상 신호때문에 큐잉해는 (\bar{q} , σ_q , q_{max})=(11.8, 14.3, 136)로 늘어난다. 동적 대역폭 할당을 완전히 제거하기 위해 $\omega_c=0$ 으로 잡으면 저주파수 화상신호의 강한 영향때문에 큐는 (\bar{q} , σ_q , q_{max})=(100.1, 230.6, 1629)로 상당히 많이 늘어난다. 따라서 대역폭 적용을 시행하지 않을때 큐잉 성능을 지배하는 것은 저주파 신호임이 명백해진다.

실제로 전송 대역폭은 네트워크 프로토콜 프로세싱 시간에 의해 제약되기 때문에 너무 자주 적용될 수 없다.⁽¹⁹⁾ 본 시뮬레이션의 경우에서는 큐잉 성능이 (\bar{q} , σ_q , q_{max})= (12.5, 16.1, 192)로 주어지는 $\omega_c = 12 \times 2\pi$ 를 선택했다. 즉 1/12초 마다 적용이 이루어지게 된다. 여

기서 $\omega_c = 12 \times 2\pi$ (를 선택한 이유는 이 경우 최대 셀 길이가 192 이므로 평균 입력율이 슬라이스당 12.7 셀일 때 C=1.25 ($\rho=0.8$) 에서 최대 지연값이 13.4 ms가 되어서 비디오 서비스에서 허용 가능한 지연 값이 되기 때문이다.

동적 대역폭 할당이 고정적 할당에 대해 갖는 성능의 향상을 고려해보자. 고정적 할당은 전 서비스 시간 동안 각 연결에 고정된 전송 대역폭을 할당한다. 셀 손실을 막기위해 고정적 대역폭 할당시는 최악의 입력 시나리오에 대처 하도록 대역폭을 설정하여야한다. 가장 고전적인 고정적 할당방법은 최고치 입력율로 대역폭을 예약하는 것인데, 이 방법은 회선교환 방식에서와 같이 버퍼 없이 전송 용량을 비효율적으로 사용하게 된다.

본 시뮬레이션에서는 비디오 신호가 원래 슬라이스 구간에서 모아진 것이다. 대역폭이 슬라이스 구간에서 측정된 19초의 화상 세그먼트의 최고치 입력율에 의해 고정적으로 할당되면 링크 효율은 0.2이고, 이에 대응하는 큐잉 해는 (\bar{q} , σ_q , q_{max})=(1.5, 4.4, 64)이다. (표 3.2. 참조) [15]에서의 연구는 무손실 한정 버퍼 시스템에서의 유효 전송대역폭이 적절히 선택된 차단 주파수에서 필터링된 입력율의 최고치에 의하여 결정될 수 있음을 보여준다.

$\omega_c=12 \times 2\pi$ 에서 필터링된 화상 입력율 $x_c(t)$ 를 고려해보자. 고정적 할당에 의하여 대역폭은 $x_c(t)$ 의 최고치로 할당되고, 이때 링크 효율 $\rho=0.43$ 이고 큐잉성능은 (\bar{q} , σ_q , q_{max})=(5.2, 15.3, 313)이다. $x_c(t)$ 에 맞추어 동적

표 3.2. 고정 대역폭 할당과 동적 대역폭 할당과의 큐잉 성능 비교
 Table 3.2. Queueing performance in static and dynamic bandwidth allocation in the worst scenario

	고정 할당			동적 할당 $\omega_c=12 \times 2\pi$
	최고치	filtered 최고치		
	$\omega_c=1 \times 2\pi$	$\omega_c=12 \times 2\pi$	$\omega_c=17 \times 2\pi$	
ρ	0.2	0.43	0.36	0.8
\bar{q}	1.5	5.2	3.24	12.5
σ_q	4.4	15.3	7.6	16.1
q_{max}	64	313	177	192

으로 할당된 경우와 비교해 볼때 링크 효율도 적고 최대 지연도 훨씬 큼을 알수 있다. 표 3.2에서 비교된 것과 같이 $\omega_c = 12 \times 2\pi$ 에서 설계된 저주파수 입력에 대한 동적 대역폭 할당방법이 최대 지연을 허용 가능한 정도로 적당히 증가시키면서 전송 효율을 효과적으로 향상시키는 기술임을 알 수 있다.

실제로 호 수락 단계에서 각각의 화상 원에 대하여 필터링된 최고 입력율을 구하는 것은 매우 어렵기 때문에 고정 대역폭 할당방법은 거의 실현이 불가능하다. 이에 비하여 동적 대역폭 할당은 온라인 트래픽 측정의 기초하에 설계되기 때문에 전송 효율을 증가시킬 뿐만 아니라 실제 네트워크상에서의 적용이 가능하다.

그림3.5 에서처럼 2개의 VC(Virtual Channel)연결을 지원하기 위해 고정대역폭 를 갖는 하나의 전송 트렁크(trunk)를 고려해 보자. 각 연결은 분리된 버퍼를 가지고 있으며, 여기서 $x_1(t)$ 는 위에서 사용했던 TV 광고 소스이고 $x_2(t)$ 는 $x_1(t)$ 와 같은 방식으로 부호화된 (즉 GOP매개 변수가 $N=9, M=3$ 인) 가수가 TV에서 노래 부르는 화면을 부호화 한 원이다. $x_2(t)$ 의 최고 입력율은 58 셀이고 평균 입력율은 12.7셀이다. 각 VC의 전송 대역폭은 필터링된 신호 $x_j(t)$ 에 기초해서 동적으로 적용된다. 앞에서와 같이 필터링된 $x_j(t)$ 는 $\omega_c = 12 \times 2\pi$ 에서 필터링된 신호다. 이상적인 동적 할당방법에 의하여 각 VC의 대역폭은 즉시

$$\mu_j(t) = \frac{x_{ij}(t)\mu}{\sum_{i=1}^2 x_{ij}(t)} \quad \text{for } j=1, 2 \quad (3-2)$$

로 변한다.

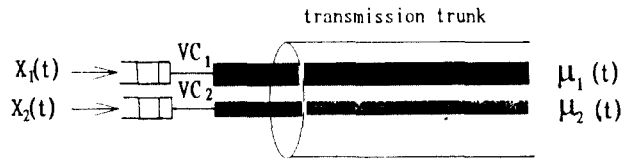


그림 3.5. 단일 ATM 트렁크에서의 동적 할당에 의한 두개의 비디오 소스의 전송
 Fig. 3.5. Transmission of two sources by dynamic sharing on a single ATM trunk

전체 트렁크의 효율은 $\rho=0.5$ 로 가정하였다. 전체 화상 트래픽의 평균은 슬라이스 당 25.5 셀 이기 때문에 전체 트렁크 대역폭은 슬라이스당 $\mu=50.92$ 가 된다. 표 3.3은 동적 할당 기술을 사용한 각 VC 연결의 큐잉해를 보여준다. 표 3.3에서 동적 할당 기술은 각 개개의 연결에 공정한 서비스 성능을 제공함을 알수있다. 성능비교를 위해 다음과 같이 전체 대역폭이 고정적으로 나눠지는 몇개의 고정 할당 기술을 고려해 보았다.

$$\mu_i(t) = \frac{e_i \mu}{\sum_{j=1}^2 e_j} V_i \quad (3-3)$$

(e_i 는 i 번째 연결의 고정대역폭 측정치)

각 연결에서 버퍼크기는 무한하다고 가정한다. 표 3.3에서 보여지듯이 고정 할당의 큐잉해는 각 연결에서 크게 불균등 하다. 또한 큐잉성능도 동적 할당 보다 훨씬 열악함을 알 수 있다. 요약하면 각 화상 연결의 순간

표 3.3. 전송 대역폭의 다른 할당 기법들간의 성능 비교
 Table 3.3. Performance comparison of different sharing policies of transmission

	고정할당			동적 할당 ideal
	최대값	filtered 최대값	평균	
\bar{q}_1	6.3	13.2	7.6	10.2
σ_{q1}	18.3	35.5	22.5	29.9
q_{max1}	369	479	403	408
\bar{q}_2	44.2	24.7	37.0	26.5
σ_{q2}	106.5	69.6	93.9	64.2
q_{max2}	676	543	635	439

대역폭 요구는 온라인 트래픽 측정을 통해 알 수 있는 저주파수 신호에 의해 특징지어 진다. 따라서 동적 할당 기법을 이용하면 필요한 전송 대역폭과 버퍼용량을 훨씬 줄일수 있음을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 전력 스펙트럼 분석 방법을 이용하는 ATM 망과 같은 고속망에서의 트래픽 제어 기술중 중요 해결 과제의 하나인 효율적 대역폭 할당방법을 사용하여, 시뮬레이션을 통해 MPEG I 방식으로 부호화한 실시간 VBR 화상 신호의 전송시 대역폭을 동적으로 할당하므로써 보다 나은 전송 효율을 얻을 수 있음을 보였다.

본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. ATM 망에서의 MPEG I 화상신호의 전송에 있어서 필터링된 저주파수 신호에 적용하는 동적 대역폭 할당 방법이 타당함을 검증하였다.

2. 시뮬레이션을 통하여 MPEG I 기법으로 코딩된 실시간 VBR 화상 트래픽 원을 가지고 단일 서버 한정 시스템에서 대역폭을 저주파수 신호에 맞추어 동적으로 할당함으로써 저주파수 신호에 적용하는 동적할당 기법이 전송효율을 효과적으로 높여주며 또한 한정버퍼 시스템에서 화상전송 대역폭은 저주파수 신호에 의하여 결정됨을 확인 하였다.

온라인 트래픽 측정을 사용하여 전송대역폭을 산출하는 방법은 ATM 망에서의 주요 서비스중 하나인 VBR 화상과 같이 큐잉분석이 어렵고 적당한 해석적 모델이 없는 서비스에 적용시 효과적인 대역폭 산출방법이 될 수 있다. 따라서 전력 스펙트럼 분석 방법을 이용하는 동적 대역폭 할당 방법은 실시간 화상 트래픽을 QOS를 만족시키면서 효율적으로 전송할 수 있는 방법으로서 ATM 망에서 MPEG I VBR 화상 트래픽을 효율적으로 전송가능한 방법으로 생각된다.

참고문헌

1. 이병기, 강민호, 이종희, 광대역 통신 시스템, 교학사, p.490, 1993.
2. Faramak Vakil, "A Capacity Allocation Rule for ATM Networks", Proc. IEEE Globecom '93,

- Dec., 1993, pp.406-416.
3. G. Guerin, H. Ahmadi and M. Naghshineh, "Equivalent Capacity and its Application to Bandwidth Allocation in High-Speed Networks," IEEE J. Select. Areas in Comm., Vol. 9, No. 7, pp.968-981, Sept., 1991.
4. A. Elwalid and D. Mitra, "Effective Bandwidth of General Markovian Traffic Sources and Admission Control of High Speed Networks," Proc. of IEEE Infocom '93, pp.256-265, Mar., 1993.
5. M.Decina, T.Tohiatti, P.Vaccari and L.Verri, "Bandwidth Allocation and Selective Discarding for Variable Bit Rate Video aand Bursty Data Calls in ATM Networks", Proc. of IEEE Infocom '91, pp.1386-1393.
6. Chia Lin Hwang and San-qi Li, "On Input State Space Reduction and Buffer Noneffective Region," in Proc. IEEE Infocom '94, 1994, pp.1018-1028.
7. S.Q.Li and C.Hwang, "Queue Response to Input Correlation Functions: Continuous Spectral Analysis," IEEE/ACM Trans. on Networking, Vol. 1, No. 6, pp.678-692, Dec., 1993.
8. S.Q.Li and C.Hwang, "Queue Response to Input Correlation Functions: Discrete Spectral Analysis," IEEE/ACM Trans. on Networking, Vol. 1, No. 5, pp.522-533, Oct., 1993.
9. M.B.Priestley, Spectral Analysis and Time Series, Vol. 1, Acaddemic Press, 1981.
10. H.D.Sheng and S.Q.Li, "Second Order Effect of Binary Sources on Characteristics of Queue and Loss Rate," Proc. IEEE Infocom '93, April, 1993, pp.18-27.
11. P.T.Brady, "A Statistical Analysis of On-Off Patterns in 16 conversations," Bell System Technical Journal, Jan., 1968, pp.73-91.
12. R. L. Easton, P. T. Hutchinson, R. W. Kolor, R. C. Moncello, and R. W. Muise, "TASI-E Communication System," IEEE Trans.

Comm., Vol. COM-30, NO. 4, April, 1982, pp.803-807.

13. B.Maglaris, D.Anastassiou, P.Sen, G.Karlsson, and J.Robbins, "Performance Anaysis of Statistical Multiplexing for Packet Video Souces," IEEE Trans. Commu., Vol. COM-36, No. 7, July, 1988, pp.834-844.

14. J. Ye and S.Q.Li, "Analysis of Multimedia Traffic Queues with Finite Buffer and Overload control-Part I : Algorithm," Proc. of IEEE Infocom '91, April, 1991, pp.1464-1474.

15. S.Q.Li, S. Chong, C.Hwang and X.Zhao, "Link Capacity Allocation and Network Control by Filtered Input Rate in High Speed Networks," Proc. of IEEE Globecom '93, pp.744-750, Dec., 1993.

16. P.Pancha and M.El Zarki, "Bandwidth Requirements of Variable Bit Rate MPEG Sources in ATM Networks," Proc. of IEEE Infocom '93, pp.902-909, Mar., 1993.

17. 김재균, 김민규, "MPEG-2 표준 영상 압축 기법의 최근 동향," 전자 공학 회지, pp.1217-1231, Dec., 1992

18. D.M.Etter, "Engineering Problem Solving with Matlab," Prentice-Hall, 1993.

19. Song Chong, San-qi Li and Joydeep Ghosh, "Dynamic Bandwidth Allocation For Efficient Transport of Real-Time VBR Video over ATM," in Proc.IEEE Infocom '94, 1994, pp.81-90.

李 鎮 鎭(Jin-Ho Lee)

정회원

1959년 8월 15일생

1982년 2월 : 연세대학교 공과대학 전기공학과 졸업(공학사)
 1984년 2월 : 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)
 1991년 9월~현재 : 연세대학교 대학원 전기공학과 박사과정 재학

1984년 1월~1989년 6월 : 음성반도체 근무

1989년 7월~현재 : 한국 IBM 근무

*주관심 분야 : 대역확산통신, 유무선 연동망, 광대역통신망

金 興 年(Heung-Nyoun Kim)

정회원

1968년 7월 10일생

1991년 2월 : 연세대학교 공과대학 전기공학과 졸업(공학사)
 1995년 2월 : 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)
 1995년 1월~현재 : DACOM 시외전화기술팀 근무
 *주관심 분야 : 대역확산통신, 광대역통신망, 무선 패킷망

金 東 植(Dong-Sik, Kim)

정회원

1966년 7월 15일생

1989년 2월 : 연세대학교 공과대학 전기공학과 졸업(공학사)
 1991년 8월 : 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)
 1992년 9월~현재 : 연세대학교 대학원 전기공학과 박사과정 재학

*주관심 분야 : 대역확산통신, 무선 패킷망, 이동무선통신



黃 金 爨(Keum-Chan, Whang)정회원

1944년 7월 18일생

1967년 2월 : 연세대학교 공과대학 전기공학과 졸업(공학사)

1979년 6월 : Polytechnic Institute of New York 전기공학과 졸업(공학박사)

1980년 9월~현재 : 연세대학교 공과대학 전기공학과 교수

*주관심 분야 : 대역확산통신, 이동무선통신, 무선 패킷망, 광대역통신망, 탄성표면과 소자 및 그 응용 분야