DBpia

ATM망의 실시간 비디오 서비스를 위한 MPEG-2 트래픽 쉐이핑-"Intra Slice Coding"

정회원 장 승 기*, 서 덕 영*

MPEG-2 Traffic Shaping for Real Time Video Services on ATM Network-"Intra Slice Coding"

Seung Gi Chang*, Doug Young Suh* *Regular Members*

요 약

B-ISDN(broadband-integrated services digital networks)의 전송모드인 ATM(asynchronous transfer mode)은 매우 유연성이 높아서, VBR(variable bit rate)을 비롯한 다양한 종류의 트래픽 전송이 가능하다. 또 VBR 트래픽 전송은 비디오폰이나 영상회의 같이 지연에 민감한 응용에 매우 유용하다. MPEG-2(moving picture experts group) 인코더에서 버퍼가 없을 경우 인코딩된 비트열은 비트율이 일정하지 않고 변동이 생기는데 이 비트율 변동은 트래픽의 제어를 어렵게 할 뿐 만 아니라 통신 자원의 효율적인 이용을 어렵게 한다. ATM을 제외한 대부분의 네트워크들은 CBR(constant bit rate) 전송을 원칙으로 한다. 만약 VBR로 인코딩된 비디오 데이터를 CBR 채널로 전송할 경우에는 지연, 지터가 발생하거나 또는 채널의 이용효율이 떨어진다. 본 논문은 MPEG-2[1]의 슬라이스 구조를 이용하여 인트라 리프레쉬(refresh)를 프레임 단위로 하지 않고 슬라이스 단위로 함으로써 비트율을 평탄화 시키는 효과에 대해 다룬다. 이 방법으로 인코딩된 비디오는 MPEG-2로 디코딩할 수 있을 뿐만 아니라 버퍼를 이용하여 평활화할 때와 달리 지연, 지터를 발생시키지 않는다. VBR 트래픽 전송이 가능한 ATM망에서도 비트율의 변동이 적을수록, 즉 비트율이 평탄할수록 그 세션(session)에 할당해야 할 자원은 적어도 되므로 자원의 효율적 이용이 가능하다. 이 방법의 우수성을, ATM 스위치에서 사용자측에서 입력되는 트래픽을 폴리싱 하는데 널리 이용되는 알고리즘인 GCRA(generic cell rate algorithm)를 이용하여 정량적으로 분석하였다. 그 효과는 대화형 서비스와 방송서비스로 구분하여 분석하였고 지연에 민감한 대화형 서비스일 때 효과가 매우 큼을 보였다.

ABSTRACT

ATM(asynchronous transfer mode), the transfer mode of B-ISDN(broadband-integrated services digital networks) is so flexible to support various kinds of traffic classes including VBR(variable bit rate) traffic. VBR traffic class is useful for delay-sensitive application such as video phone and teleconferencing. Video bit stream encoded by MPEG-2(moving picture experts group) encoder is variable in bit rate if it is not buffered. Most network other than ATM network require constant bit rate. It causes delay and jitter or channel waste to transport traffic with variation in bit-rate through a CBR(constant bit rate) channel. Even for ATM, it is desirable to reduce such variation. This paper shows that the proposed traffic shaping algorithm using the intra slice coding mode in MPEG-2[1] can be useful to smooth variation in MPEG-2 video traffic without inducing any buffering delay and jitter. The less is variation in bitrate of a session, the less communication resources are allocated to the session. For quantitative analysis of this effect, GCRA(generic cellrate algorithm) is used. GCRA is an algorithm popular for an ATM switch to police users.

* 경희대학교 전자공학과(sgchang@earth.kyunghee.ac.kr)
논문번호 : 98533-1210, 접수일자 : 1998년 12월 10일

www.dbpia.co.kr

Ⅰ. 서 론

ATM(Asynchronous Transfer Mode)의 중요한 장점중의 하나는 VBR(Variable Bit Rate) 서비스를 지원한다는 점이며 AAL 1을 제외한 모든 AAL이 VBR을 지원한다[2]. 전통적으로 비디오의 전송은 CBR 채널을 이용하여 이루어져 왔으며, 모든 비디오 압축표준에서는 CBR로 인코딩 하는 방법이 포함된다. 그러나 ATM의 등장과 함께 90년대 초반부터 VBR전송의 장점이 연구되어 왔으며, ATM의 통계적 다중화를 이용하면 VBR 전송을 하더라도 채널에 부담이 크지 않다는 것이 증명되어 왔다[8][9][10][11]. 이러한 이론적인 연구에도 불구하고, ATM Forum에서는 ATM망에서 CBR VOD 서비스하는 것은 표준화하였으나[7], VBR 비디오 전송은 아직 표준화하지 못하고 있다.

MPEG으로 비디오를 품질이 일정하게 인코딩 하면 비트율은 가변적이 된다. 원인은 단기적 원인(short term)과 장기적 원인(long term)으로 나눌 수 있다. 장기적 비트율 변동의 원인은 장면의 변경과 관계가 있다. 즉, 복잡한 장면에서는 비트율이 증가하고 단순한 장면에서는 내려간다. 이 장기적인 비트율 변동은 화면의 복잡도에 따라 화질을 변동시키는 방법으로 제거할 수 있다. 단기적 비트율 변동의 원인은 GOP(group of pictures)의 구조와 관련있다. 즉, 비트율 변동이 있는 데이터를 손실 없이 전송하기 위해서는 큰 대역폭을 이용하던가 아니면 버퍼를 이용하여 평탄하게 한 후 낮은 대역폭으로 전송한다. 그러나 앞 방법은 그 대역폭을 데이터의 최대비트율로 설정을 해야 하므로 대역폭 이용 효율이 떨어진다. 또 후자의 방법은 대역폭 이용 효율은 높으나 지연이 발생하는 단점이 있다.

비디오를 이용한 서비스들을 크게 방송과 대화형으로 구분할 경우 대화형 서비스는 지연에 민감하다. G.114[6]에서 보면 단대단 지연(end-to-end delay)이 150ms이하이면 모든 서비스를 만족한다고 한다. 그러나 비디오 서비스의 경우에는 전송 외에도 인코딩/디코딩 등 다른 프로세싱에서도 지연이 있으므로 전송에서 허용되는 지연은 수십 ms정도이다. [12]에서는 단대단 허용지연 시간과 셀손실율의 관계를 분석하였는데 허용지연 시간과 셀손실율은 서로 trade-off 관계에 있음을 보여준다.

본 논문에서는 [12]에서 보여준 지연 발생의 주요 원인인 인트라 프레임을 여러 프레임에 분산시켜 인트라 리프레쉬(Intra Refresh) 함으로써 발생되는 트래픽을 평활화 시켜 지연 및 버스트의 영향을 줄이는 방법을 제시하였다. 특히 본 논문에서는 인트라 리프레쉬를 분산시키는 것은 [12]와 같은 개념이나 MPEG-2 표준 디코더가 디코딩할 수 있는 방법을 택했고 또한 실제 ATM망에서의 그 효과를 알아보았다.

2장에서는 MPEG의 기본 알고리즘과 ATM망의 트래픽 운용에 대하여 알아보고, 3장에서는 2장에서 언급된 ATM을 이용한 실시간 VBR MPEG-2 전송에 적합한 인코딩 알고리즘-"Intra Slice Coding"를 소개하고 그 성능을 평가하는 방법에 대하여 설명한다. 4장에서는 GCRA를 이용하여 실험한 결과를 보여주며, 5장에서는 결론과 향후 연구방향을 제시한다.

Ⅱ. 배 경

1. 일반적인 MPEG-2 인코딩의 문제점과 MPEG-2 TS

MPEG-2에서는 I(Intra), P(Predictive), B(Bi-directional) 3가지 종류의 프레임을 두어 이들의 조합으로 입력 시퀀스를 압축, 코딩한다. I 프레임은 다른 프레임을 이용하는 예측부호화를 하지 않고 프레임 내의 모든 매크로블럭을 인트라 모드로 코딩한다. P 프레임은 현재 프레임을 코딩함에 있어 이전의 I 프레임이나 P 프레임을 이용, 움직임 보상을 하여 비트율을 줄인다. 그리고 B 프레임은 현재의 프레임을, 앞뒤의 I, P 프레임을 이용하여 양쪽으로 예측, 부호화 한다. 따라서 각 프레임 종류별로 발생되는 데이터의 크기는 I, P, B 프레임 순이며 그 비율은 경우에 따라 약간씩 다르나 약 8:3:2 정도이다.

예측부호화를 이용할 때 한번 에러가 생기면 그 영향이 계속된다. 이러한 에러의 전파를 막기 위하여 정기적으로 인트라 인코딩을 하는 것이 일반적이다. 하나의 I 프레임에서부터 다음 I 프레임 이전까지의 한 묶음을 GOP라 하고 대개 크기는 약 12-16프레임 정도이다. 또한 GOP 단위로 인코딩하는 것은 랜덤액세스(random access)에서 유용하다. 그러나, 이 결과 MPEG-2 인코딩된 비트열에서는 일정한 주기로(I 프레임 마다) 피크가 나타난다.

VBR 비디오 트래픽을 CBR로 전송하기 위해서는 그림 1과 같은 방법을 이용할 수 있다. (a)는 최대비트율에 맞추어 CBR 대역폭을 할당하는 방법이

www.dbpia.co.kr

고, (b)는 버퍼를 이용하여 평활화 시키는 방법이다. (b)방법은 MPEG-TS에서 PCR(program clock reference)를 매 GOP마다 보내는 Piece-wise CBR로 구현할 수 있다. [1][5]에서는 (b)방법으로 생성한 비디오 트래픽의 통계적 다중화한 효과를 보여주고 있다. 그러나 (a)의 방법에서는 평균 비트율의 약 3배에 해당하는 대역폭을 할당해 주어야하며, (b)의 방법에서는 대역폭은 평균과 같지만 버퍼에 의한 지연이 심한 경우에는 수백 msec가 발생한다 [그림 2 참조]. 이 두 가지 문제의 원인은 I 프레임의 데이터 발생량이 다른 프레임에 비하여 매우 크다는 데 있다.

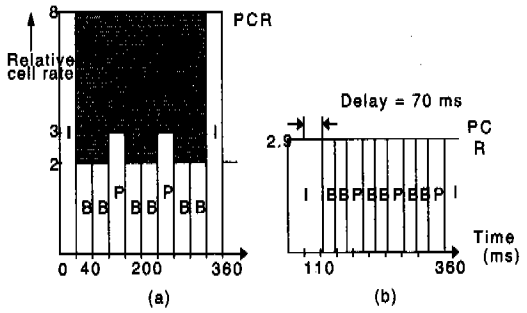

그림 1. VBR 트래픽의 전송
(a) Peak cell rate의 대역폭으로 전송,
(b) 버퍼를 이용한 Piece-wise CBR로 전송

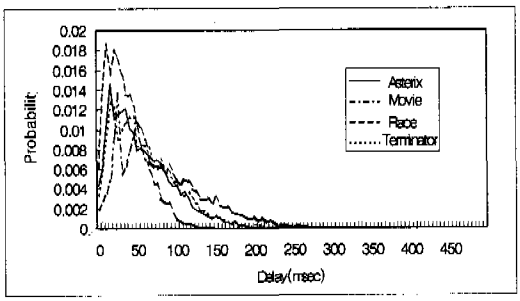

그림 2. Piece-wise CBR 전송에 따른 지연 분포(GOP 단위의 PCR)

2. ATM Forum Traffic Management 4.0과 GCRA[4]

인코딩된 비디오 스트림은 본질적으로 VBR 트래픽이다. ATM망은 매우 유연한 통신망으로 QoS(quality of services)를 보장하면서 VBR 트래픽을 전송할 수 있다. 그러나, 트래픽을 위하여 CAC(call admission control), 쉐이핑, 폴리싱을 이용한다. 호설정 수락을 받고 사용자는 호설정 협정시의 약속을 지키기 위해 쉐이핑을 하고 교환기는 사용자가 약속을 지키는지 폴리싱을 한다. 이 때 주로 GCRA를 이용한다.

GCRA는 리키버킷(leaky bucket)과 같은 개념으로 그림 3과 같다. 유입되는 양 'In'는 시간에 따라 변할 수 있으며 그 제한은 없다. 그러나 유출되는 양은 변할 수 있으나 최대 유출양은 'Out'을 초과할 수 없다. 만약 버킷으로 유입되는 양이 유출양보다 적을 경우에는 유입되는 즉시 유출될 수 있다. 그러나 유입양이 유출양을 초과할 경우 일부분은 유출되나 나머지는 버킷에 남게된다. 그러나 계속적으로 버킷에 유입되어 'High'를 초과하면 이 후 유입양은 모두 버킷을 넘쳐 흐르게 된다. 여기서 최대 유출양은 대역폭, 버킷의 크기는 허용 지연의 크기에 비례하며 GCRA(1/최대유출양, 버킷의 크기)로 표현할 수 있다.

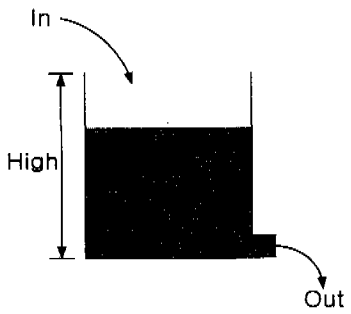

그림 3. 리키버킷

Ⅲ. 실시간 서비스에 적합한 MPEG-2 트래픽 쉐이핑-Intra Slice Coding

1. Intra Slice Coding

ATM 망을 통해 MPEG-2 VBR 트래픽을 전송할 경우 압축알고리즘상 주기적(GOP)으로 발생하는 피크는 다중화될 경우 셀손실을 유발하여 전체 시스템의 성능을 저하시킬 수 있다고 앞절에서 언급했다. 따라서 발생되는 트래픽의 양을 일정하게 조절하면 적은 대역폭으로 낮은 셀손실율을 보장받으며 전송할 수 있다.

MPEG-2에서는 슬라이스 구조를 지원하고 있다. 이는 프레임 단위로 일정한 부분에 해당하는 매크로블럭을 프레임 종류에 상관없이 인트라로 코딩을 하는 방법이다. 이 방법의 목적은 예측 부호화로 인

www.dbpia.co.kr

한 에러를 좀 더 줄이는 데 있다. 즉, 매 GOP마다 인트라 리프레쉬(Intra Refresh)를 행하지만 그 중간에서도 일정한 영역을 인트라 리프레쉬 함으로써 나은 화질을 얻을 수 있다.

본 논문에서는 MPEG-2의 Intra Slice Coding을 트래픽 쉐이핑에 이용하고 그 효과를 분석했다. GOP내의 모든 프레임을 가로단위, 즉 슬라이스 단위로 영역 분할하여 차례로 인트라 리프레쉬 한다.

본 논문에서 이용한 Intra Slice Coding방법의 개요는 그림 4의 b와 같다.

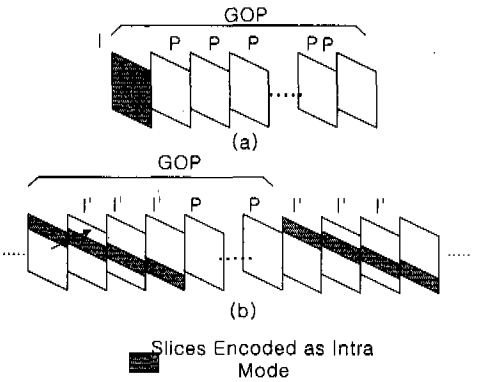

그림 4. (a) 기존의 일반적인 방법, (b) Intra Slice Coding MPEG-2 인코더(d=4) (단, 화살표 방향으로 움직임 보상이 일어나서는 안된다)

GOP의 첫 번째 I 프레임의 전체 매크로블럭이 아닌 일부분만을 인트라로 코딩하고 나머지 부분은 예측 코딩을 한다. 다음 프레임은 앞 프레임에서 인트라로 처리한 나머지 부분을 인트라로 처리하고 그 외의 부분은 역시 예측 코딩을 한다. 이 때 이 방법을 적용시키는 프레임의 종류는 I, P 프레임으로 한정한다. 만약 도중에 장면전환이 발생할 경우 이전 프레임과의 상관성이 낮으므로 그 프레임 전체는 인트라로 코딩될 것이다. 이는 일반적인 MPEG-2에서와 동일하다.

몇 개의 프레임에 걸쳐서 인트라 리프레쉬를 하는가를 d라는 값을 사용하여 표현했는데 이 값은 한 프레임을 몇 개의 영역으로 분할했는가를 나타내기도 한다.

인트라 리프레쉬할 프레임 수 d를 결정하는데 있어서 고려할 사항을 요약하면,

- 최대는 GOP 수, 최소는 1이다.
- P 프레임에만 적용한다. B 프레임은 움직임 보상시 참조의 대상(reference frame)이 되지 않으므로 인트라 리프레쉬에 도움이 되지 않는다.
- 매 프레임마다 같은 수의 슬라이스를 인트라로 코딩할 필요는 없다. 예를 들어 22개의 슬라이스를 갖는 포맷일 경우 d=8을 선택해도 무방하다. 이 경우 1-7번째 프레임의 경우 각각 3개씩의 슬라이스를 인트라로 처리하고 마지막 8번째 프레임은 1개의 슬라이스만을 인트라로 처리한다. 즉, " $1 \le d \le$ GOP 내의 P 프레임의 수 "를 만족하는 어떤 수를 선택해도 무방하다. 예를 들어,

① GOP=12, M=1, d=1인 경우;

여기서 중요한 값은 d로서 GOP의 첫 번째 프레임 전체를 인트라로 처리한다.

② GOP=12, M=1, d=4인 경우;

GOP의 1, 2, 3, 4번째 프레임을 각각 4개의 부분으로 나눈다. 첫 번째 프레임은 나눈 부분의 상위 첫 번째 부분만을 인트라로 코딩하고 나머지 부분은 예측 코딩을 한다. 두 번째 프레임은 4등분한 프레임의 두 번째 부분을 인트라로 코딩하고 나머지 부분은 예측 코딩을 한다. 그리고 세 번째 프레임은 세 번째 부분을, 네 번째 프레임은 네 번째 부분을 인트라로 처리하고 그 외의 부분은 예측 코딩을 한다. 다섯 번째 프레임부터는 기존의 방법과 동일하게 처리한다.

③ GOP=12, M=2, d=4인 경우;

'IBPBPBPBPBPB'구조로 하나의 GOP에는 5개의 P 프레임과 하나의 I 프레임이 있다. 여기서는 첫 번째 I 프레임과 연속하는 3개의 P 프레임을 각각 4개의 부분으로 나누어 위 ②와 같이 처리한다. 이 때 B 프레임은 기존의 방법과 동일하게 처리한다.

④ GOP=12, M=3, d=4인 경우;

'IBBPBBPBBPBB'구조로 하나의 GOP에 하나의 I 프레임과 3개의 P 프레임이 있다. 이 경우에는 I 프레임과 나머지 P 프레임을 각각 4개의 부분으로 나눈 후 위 ②와 같이 처리한다.

GOP, M, d가 위와 다를 경우에는 그 GOP 내의 I 프레임과 P 프레임 중 d 만큼의 프레임을 각각 d 개의 부분으로 나누어 순차적으로 처리하면 된다.

2. 성능 분석방법

본 절에서는 Intra Slice Coding 방법의 트래픽 쉐이핑 효과를 기존의 MPEG-2 방법과 비교한다. 비교항목으로는 프레임별 비트율, PSNR, 셀 손실율, 그리고 M, d, 그리고 양자화 계수 Q의 변화에 따른 차이를 제시하였다.

(1) 사용한 비디오 소스의 특성

www.dbpia.co.kr

실험에 이용하는 소스는 크게 '뉴스', '드라마', '스포츠'의 3종류로 나눌 경우 각각 '뉴스'와 '스포츠'에 해당하는 Salesman과 Football을 사용했다. Salesman(CIF) 50프레임, Football(SCIF) 150프레임으로 각각을 Test Model 5[1]를 기반으로 인코더를 구성했다. 사용한 양자화 계수 Q는 8, 24 두 가지이며 GOP는 12, 그리고 I 또는 P 프레임이 나타나는 주기인 M은 각각 1, 2, 3에 대해 실험했다. 또 프레임율은 Salesman이 25Hz, Football이 30Hz이다.

본 실험에서는 AAL5를 이용하는 것으로 가정을 하고 실제 패킷화(packetization)에 따른 오버헤드는 무시했다. 따라서 프레임당 비트율로부터 셀율을 다음과 같이 계산했다.

$$cell_rate[cells/\sec] = bit_rate[bits/frame] \times frame_rate[frames/\sec]/(48\times 8[bits/cell])$$

(2) GCRA를 이용한 성능분석[13]

CBR은 GCRA(1/PCR,CDVT)만으로 계약을 하는데 CDVT(cell delay variation tolerance)는 UNI(user-network interface)에서 설정된 최소 셀간 유입시간의 편차를 나타내며 대개 하드웨어의 사양에 따라 결정되는 매우 작은 값이다. 그리고 GCRA에서는 트래픽이 이 PCR(peak cell rate)을 초과하는지의 여부만을 확인하면 된다. 반면에 VBR은 실시간/비실시간(real time/non-real time) 모두 GCRA(PCR, CDVT), GCRA(SCR, BT +CDVT)로 계약을 하므로 두 번의 GCRA를 수행한다. 보통, SCR(sustainable cell rate)은 PCR과 MCR(mean cell rate) 사이의 값으로 설정되며 대개 PCR의 반정도 크기이고, BT(burst tolerance)는 셀들이 일정한 시간 간격을 두지 않고 연속적으로 유입되는 현상이 지속되는 시간으로 CDVT보다 훨씬 큰 값을 가진다. CDVT는 주로 교환기의 특성에 의해 결정되며 수 ms 정도이다. BT는 사용자가 설정할 수 있는 값으로 이용하는 서비스가 허용할 수 있는 지연의 크기와 관계가 있다.

그림 5에서 (a)는 CBR, (b)는 VBR 전송을 나타낸다. VBR에서는 PCR과 SCR 사이의 대역폭은 비실시간 서비스(non-real time services)와 공유(share)함으로써 채널의 이용효율을 높일 수 있다.

본 실험에서 이용한 각 파라메터는 다음과 같이 설정했다.

- SCR : Intra Slice Coding의 효과를 단일계층과 비교하기 위해 단일계층으로 인코딩 했을 경우의 최대 비트율로 설정했다.
- BT : 지터를 나타내는 파라메터로서 본 실험에서는 1, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200 msec의 8개 값을 이용했다. 대화형 서비스 유형(1-50)과 방송 서비스 유형(100, 200)으로 구분, 그 영향을 파악했다.
- CLR : non-conforming셀은 손실된 셀로 간주되므로 본 실험에서의 CLR은 전체 입력된 셀에 대한 non-conforming셀의 비율로 표현된다.

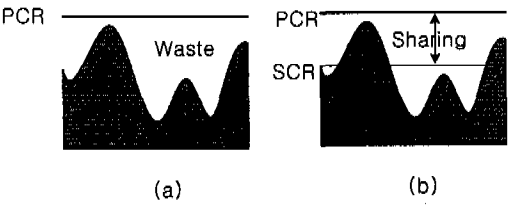

그림 5. VBR의 채널 공유
(a) CBR, (b) VBR

Ⅳ. 실험 결과

본 논문에서는 Intra Slice Coding의 효과를 보이기 위해 기존의 MPEG-2 인코더와 비교했다. 비교 항목으로는 비트율의 변화, PSNR 비교, 그리고 셀 손실율 비교 등이 있다. 특히 셀 손실율 비교에서는 M, 양자화 계수, d 등의 변화에 따른 결과를 보이고 분석했다

1. 비트율의 변화

그림 6은 Intra Slice Coding 방법과 기존의 방법과의 비트율을 비교한 그림이다.

표 1. Intra Slice Coding으로 인해 평균 비트율이 늘어나는 정도(괄호안의 숫자는 normal(d=1)대비 증가치)

d	Football(M=1)
1(normal)	853945
3	856878(0.343%)
6	858591(0.544%)

여기서 d=1인 경우는 일반적으로 MPEG-2에서 행하는 방법, 즉 한 프레임 전부를 인트라로 코딩하는 것을 나타낸다. d=1 인 경우 매 GOP의 첫 프레

www.dbpia.co.kr

임에서 높은 비트율이 발생했으나 d=3, d=6일 경우는 그에 비해 비율이 상당히 평탄화 되었음을 보여주고 있다. 또 표 1은 Intra Slice Coding 방법을 이용하였을 때 평균비트율의 증가를 나타낸다. Football에서는 그 증가가 1% 이내임을 알 수 있다.

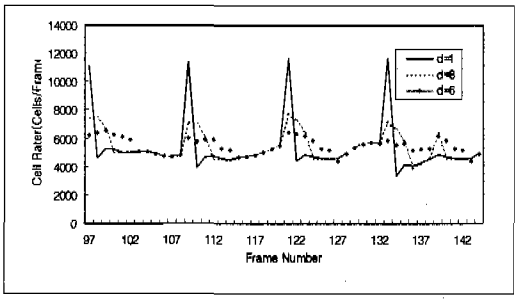

그림 6. 비트율 비교(Football, GOP=12, Q=24, M=1)

그림 14는 Intra Slice Coding 방법의 평탄화 효과를 보여준다. Football 영상일 때 양자화계수 8, 24에 대해 d의 변화에 따른 평균 비트율과 비트율의 표준편차를 나타낸다. d에 따라 평균비트율은 크게 바뀌지 않는 것을 알 수 있다. 그러나 d의 변화에 따라서 표준편차는 많은 차이가 있는데 d가 클수록 표준편차는 적어진다. 표준편차가 적으면 프레임당 발생하는 비트율의 차이가 적음을 뜻하고 비트율의 차이가 적으면 전송시 트래픽 제어가 용이하다. 또 ATM을 이용한 전송의 경우 셀 손실의 주요 원인이 지연이나 혼잡(congestion)으로 발생한다. 트래픽이 평탄해 질수록 지연과 혼잡의 영향을 덜 받으므로 셀손실율이 낮아진다.

표 2. 인트라 슬라이스 이외에 에러 전파를 막기 위해 강제적으로 인트라로 코딩된 매크로블럭의 수-괄호안은 비율(%)

d	Salesman		Football	
	첫 번째 GOP	두 번째 GOP	첫 번째 GOP	두 번째 GOP
2	4(1.01)	0(0)	2(0.15)	1(0.07)
4	8(2.02)	5(1.26)	3(0.22)	8(0.6)
6	6(1.52)	8(2.02)	8(0.6)	13(0.96)

이 때 만약 이미 앞 프레임에서 인트라 리프레쉬된 부분이 이전 프레임의 인트라 리프레쉬 되지 않은 부분을 이용하여 움직임 보상을 하게 되면 에러의 전파를 차단할 수 없게 된다[그림 4-b의 화살표 부분 참조]. 따라서 이 경우에는 해당 매크로 블록은 강제적으로 인트라 코딩을 한다. 표 2를 보면 위의 이유로 강제적으로 인트라 코딩된 매크로 블록의 수는 많지 않음을 알 수 있다. 또한 d가 커질수록 그 숫자가 커지는 것은 예측한 대로이다.

2. PSNR 비교

그림 7은 Salesman, Q=4일 때의 PSNR을 나타낸다.

기존의 방법에 비해 Intra Slice Coding한 방법에서는 I 프레임이 다른 프레임과 비슷하거나 약간 높은 정도의 화질을 나타냈다. 그러나 전체적으로 보면 PSNR은 큰 변화가 없다. 또 기존의 MPEG-2 방법에서는 I, P, B 프레임의 PSNR 차이가 심했으나 Intra Slice Coding 방법에서는 전체적으로 비슷한, 평탄화 효과를 가져옴을 알 수 있다. 또 전체 프레임에 대한 평균 PSNR도 기존의 MPEG-2에서는 37.719 dB, Intra Slice Coding 방법에서는 d=4, 6일 경우 각각 37.727 dB, 37.724 dB로 비슷한 결과를 보였다.

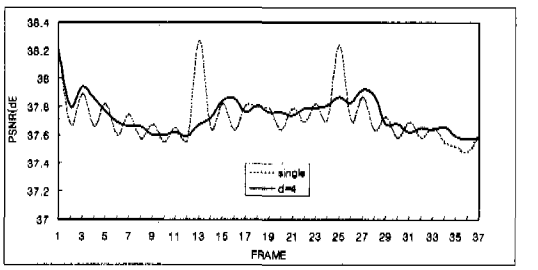

그림 7. PSNR 비교(Salesman, GOP=12, Q=4, M=2)

3. 셀손실율 비교

그림 6의 데이터를 GCRA(1/SCR, BT)를 통과시켜 CLR을 측정하였다. 즉, 같은 CDVT와 같은 대역폭을 줄 경우 기존의 MPEG-2 방법과 Intra Slice Coding 방법 사이의 셀손실율을 비교하였다. 그림 8은 BT가 20msec 허용될 경우의 셀 손실율을 나타낸다. CLR이 0.0001 이하가 되기 위해서는 d=1인 경우에는 PCR의 약 57%의 대역폭이 필요하다. 본 실험의 경우 PCR이 14000 cells/frame 이었으므로 약 7980 cells/frame의 대역폭이 필요하게 된다. 그

www.dbpia.co.kr

러나 d=3일 경우, 즉 3개의 프레임에 분리시켜 인트라 리프레쉬를 한 경우에는 48%, 즉 6720 cells/frame 안팎이 필요하다. 또 d=6일 경우에는 d=3인 경우에 비해 큰 차이는 없었으나 약 46% 정도의 대역폭이 필요하다. 따라서 Intra Slice Coding 방법으로 인코딩 하여 ATM을 통해 전송할 경우 대역폭을 좀 더 효율적으로 이용할 수 있다.

GCRA를 이용한 셀손실율 측정에서 양자화 계수, M, d에 따른 비교 결과는 다음과 같다.

여기서 사용한 파라메터,

- M은 MPEG-2에서 P프레임의 주기를 나타내고
- PCR에 대한 SCR의 비율은 실험 결과를 보여주는 파라메터로서 같은 BT에 대하여 본 방식과 Intra Slice Coding 방식의 비트율 평탄화 효과를 비교하기 위한 값이다. 여기서 SCR은 정해진 BT에서 트래픽을 교환기를 통해 전송할 경우 non-conforming 셀 이 발생하지 않는 최소의 SCR이다.

(1) d에 따른 비교

본 실험에서는 1, 2, 4, 6의 값을 사용하였다.

그림 8은 특정 대역폭을 이용할 때 d=1, 3, 6일 경우를 비교했다. 허용 CLR을 0.0001로 설정할 경우 d=1일 때는 전체 대역폭의 58%가 필요하다. 그러나 d=3, 6일 때는 각각 48%, 46% 만이 필요하다. 그림 9-13의 경우에서도 d가 증가함에 따라 필요로 하는 대역폭이 감소함을 확인하였다.

또 d가 4 이하일 때는 각 값에 따라 평탄화 효과의 차이가 크게 나지만 4 이상일 때는 그 차이가 크지 않음도 확인하였다.

(2) 양자화 계수에 따른 비교

먼저 양자화 계수가 서로 다를 경우에 대한 실험으로 이는 비트율의 변동이 많을 경우와 그렇지 않을 경우에 대해 트래픽 평탄화 효과와 대역폭 이용 효율을 알아 봤다.

그림 9, 그림 10은 각각 Q=24, 8인 경우이다. BT=10 msec일 때를 비교해 보면 Q=24일 때 기존 방법의 경우 PCR의 약 75%가 필요하고 d=6일 경우는 약 52%가 필요하다. 약 23%의 대역폭 절감효과가 있다. 그러나 Q=8일 경우 기존 방법은 83%, d=6일 경우는 약 70%로 13%의 대역폭 절감효과가 있다. 이는 Q가 증가할수록 평균비트율에 대한 I 프레임의 비율이 증가하기 때문이다. 따라서 평균 비트율에 대한 표준편차의 비율이 클수록 Intra Slice Coding에 의한 트래픽 평탄화 효과가 크다는 것을 알 수 있었다.

(3) M에 따른 비교

M의 변화에 따른 Intra Slice Coding의 효능을 알아봤다.

그림 11, 12, 13은 Salesman, Q=8 일 경우의 M의 변화에 따른 대역폭을 나타낸다. 실험결과 Intra Slice Coding 방법은 M의 크기에 따른 큰 변화는 없었다. 이는 I 프레임의 비트율이 P, B 프레임에 비해 매우 크기 때문이다.

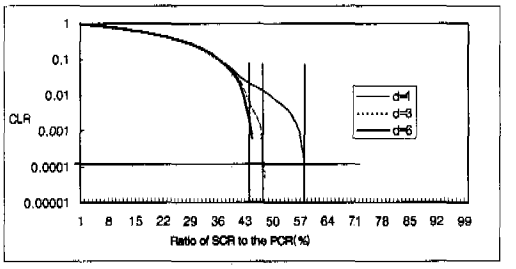

그림 8. SCR의 변화에 따른 non-conforming 셀율 (Football, GOP=12, Q=24, M=1)

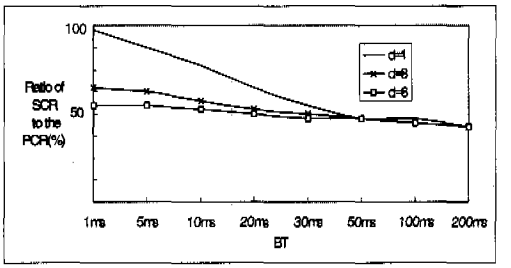

그림 9. BT에 따른 Asymptotic SCR. Asymptotic SCR은 GCRA(1/SCR, BT)에서의 셀손실이 없는 최초의 SCR(Football, GOP=12, Q=24, M=1)

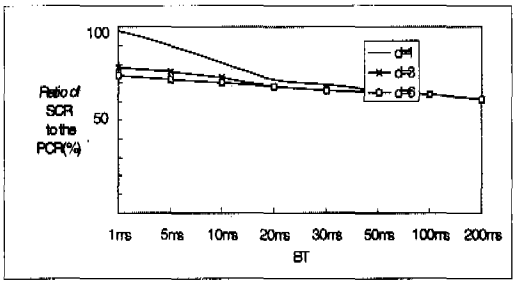

그림 10. BT에 따른 Asymptotic SCR(Football, GOP=12, Q=8, M=1)

www.dbpia.co.kr

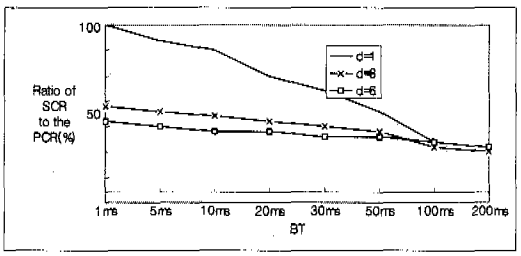

그림 11. BT에 따른 Asymptotic SCR(Salesman, GOP=12, Q=24, M=1)

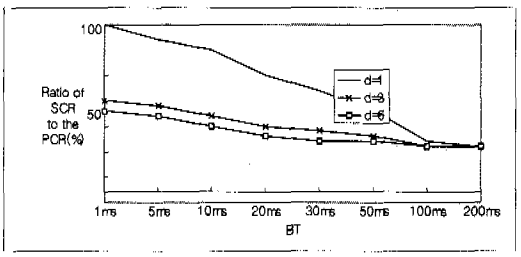

그림 12. BT에 따른 Asymptotic SCR (Salesman, GOP=12, Q=24, M=2)

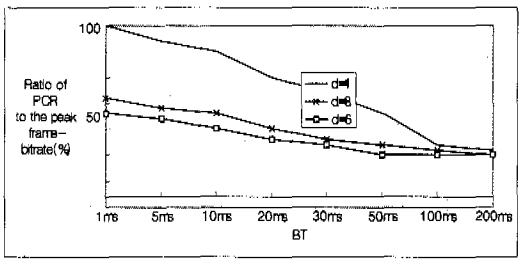

그림 13. BT에 따른 Asymptotic SCR(Salesman, GOP=12, Q=24, M=3)

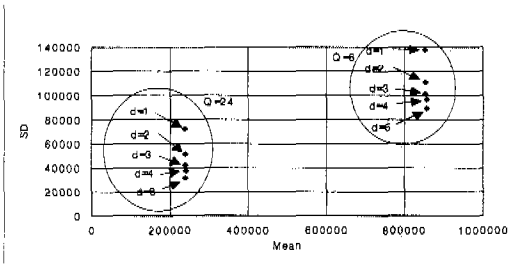

그림 14. d 값에 따른 프레임당 평균비트율(Mean) 및 표준편차(SD). (Football, GOP=12, M=1)

V. 결 론

본 논문에서는 MPEG-2에서 지원하는 슬라이스 구조를 발전시킨 Intra Slice Coding 방법의 트래픽 쉐이핑 효과를 ATM GCRA를 모사한 시뮬레이션을 통해 확인하였다. Intra Slice Coding을 이용하면 I 프레임으로 인한 데이터의 피크를 줄일 수 있다. 따라서 지연 없이 비트율 변화를 줄일 수 있다. 비트율 변화를 줄일 수 있어서, ATM 망에서 할당되는 대역폭이 줄어든다. 이 효과는 GCRA를 통하여 정량적으로 분석되었다.

Intra Slice Coding 방법은 트래픽의 평탄화를 이루면서 화질은 그대로 유지한다. 또MPEG-2 신택스(syntax)에 완전 부합되므로 기존의 디코더에서도 디코딩이 가능하며 기존의 방법으로 MPEG-2 인코딩할 경우와 비교해서 비트율의 증가도 미미하다.

한 프레임의 영상을 나누는 갯수인 d가 클수록 비트율의 평탄화 효과는 높아지나 4 이상이 되면 그 효과는 둔화되는 것을 발견하였다. 또 Q가 큰 경우 작은 경우에 비해 평탄화 효과가 높게 나타났다. 그러나 M에 따라서는 큰 변화가 없었다. 이러한 실험결과를 종합해 볼 때 Intra Slice Coding은 지연에 대해서 매우 민감하게 반응하는(delay sensitive) 서비스에 매우 유용하다. 즉 방송 같은 서비스보다는 수십밀리초(msec) 정도의 지연에도 민감한 대화형 서비스(영상회의 또는 비디오폰)에 적용할 경우 그 효과가 높지만 어느 정도 이상의 지연을 허용하는 응용 서비스에는 큰 효과가 없다. 이는 긴 지연시간을 허용하는 경우에는 입력데이터에 피크가 있더라도 큰 버퍼를 이용하여 쉐이핑을 해도 되기 때문에 미리 쉐이핑된 데이터를 입력하는 것과의 차이가 없기 때문이다.

참 고 문 헌

[1I SO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG-2 Test Model 5, March, 1993.

[2] Martin de Prycker, "synchronous Transfer Mode", 3rd edition, Ellis Horwood, 1995.

[3] Seung G. Chang, Doug Y. Suh, Seop H. Park, Jae I. Jung, "Traffic Shaping of Real-time MPEG-2 Video", ATM contribution 97-797, Sep., 1997.

[4] ATM Forum, Traffic Management specification Version 4.0, April, 1996.

[5] LTD-SAA-AMS-VBR MPEG2-02.04, Living List, Dec., 1997.

[6] ITU-T G.114, "The transmission quality for

www.dbpia.co.kr

an online international telephone connection: One-way transmission time".

[7] ATM Forum "Video on Demand Spec. 1.0", Dec., 1995.

[8] Ya-Qin Zhang, Kap S. Wu, William W. Kim, Raymond L. Pickholtz, and Jay Ramasastry, "Variable bit-rate video transmission in the broadband ISDN environment", Proceeding of the IEEE vol. 79, no. 2, pp. 214-222, Feb., 1991.

[9] Verbiest W., Pinnoo L., and Voeten B., "Statistical multiplexing of variable bit rate video sources in asynchronous transfer mode networks," IEEE, _____, pp. 208-213, 1988.

[10] Fumio Kishino, katsutoshi Manabe, Yasuhito Hayashi, and Hiroshi Yasuda, "Variable bit-rate coding of video signals for ATM networks", IEEE Tr. on Selected Areas in Communications, vol. 7, no. 5, pp. 801-806, June, 1989.

[11] Willem Verbiest, Luc Pinnoo, and Bart Voeten, "Impact of the ATM concept on video coding," IEEE Tr. on Selected Areas in Communications, vol. 6, no. 9, pp. 1623-1632, Dec., 1988.

[12] Masahisa Kawashima, Cheng-Tie Chen, Fure-Ching Jeng, Sharad Singhal, "Adaptation of the MPEG video-coding algorithm to network applications", IEEE Tr. on circuits and systems for video technology, vol. 2, no. 4, pp. 261-269, August, 1993.

[13] Raif O. Onvural, Rao Cherukuri, "Signaling in ATM Networks", pp.161-163, Artech House, 1997.

장 승 기(Seung Gi Chang) 정회원

1993년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학사)
1995년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학석사)
1995년 3월~현재 : 경희대학교 전자공학과 박사과정

<관심분야> 멀티미디어 전송, 통신망(ATM, Internet)

서 덕 영(Doug Young Suh) 정회원

1980년 2월 : 서울대학교 핵공학과(공학사)
1986년 6월 : Georgia Tech., 핵공학과(MS)
1990년 6월 : Georgia Tech., 전기 및 컴퓨터 공학과(Ph.D)
1990년 9월~1992년 3월 : 생산기술연구원 HDTV 연구실
1992년 3월~현재 : 경희대학교 전자정보학부 부교수

<관심분야> 영상통신, 광대역통신망, 신호처리

www.dbpia.co.kr