

실시간 비디오 서비스에 적당한 MPEG2 인코더 -Splitted Intra Refresh에 대한 연구(2)

장 승 기*, 서 덕 영
sgchang@earth.kyunghee.ac.kr*, suh@nms.kyunghee.ac.kr

경희대학교 전자공학과 뉴미디어통신연구실

본 논문은 '97 대학기초연구지원사업(ETRI)와 '97 정보통신기초연구과제(한국통신) 과제의
결과물임을 밝힙니다.

요 약

본 논문에서는 실시간 비디오 서비스에 적합한 MPEG2 인코더-Splitted Intra-refresh[3]의 성능을 검증, 과시한다. 여기서는 M value에 따른 분석 및 양자화 인수에 따른 성능, 입력 영상의 종류에 따른 효과 등을 비교, 검토한다. 제안한 방법은 기존의 방법에 비해 비트율의 오버헤드는 적으면 서도 비트율 평탄화 효과가 뛰어나며 셀손실을 역시 낮게 나타냈다. 그러나 허용하는 지연이 짧은 경우에는(50msec 이하) 매우 효과적이나 지연이 클 경우(100msec 이상)에는 효과가 없다. 따라서 제안한 방법은 짧은 지연을 요구하는 실시간 VBR 비디오 데이터의 ATM 전송에 적합하다.

I. 서론

비디오를 이용한 서비스들을 크게 방송과 대화형으로 구분할 경우 대화형 서비스는 수십 msec의 지연에도 사용자는 불편함을 느끼게 된다. MPEG2를 이용하여 압축된 영상은 기본적으로는 가변비트율(VBR) 형태이다. 그러나 전송시 piecewise-CBR의 형태로 출력하므로 지연, 지터가 발생한다. 그림 3은 piecewise-CBR 형태로 전송할 경우 각 GOP에서 일어나는 프레임별 지연의 pdf(powerspectrum density function)를 나타낸 것이다. 경우에 따라서는 8프레임 시간동안의 지연이 발생하고 있음을 알 수 있다. 이러한 지연은 주로 Intra 프레임과 장면전환에 따른 Intra로 코딩되는 매크로블럭의 증가로 발생한다.

MPEG2 비디오 압축알고리즘은 이미지 서퀀스를 GOP라는 단위로 구분하고 I, P, B, Bidirectional 등 3종류의 프레임으로 구성되며 매 GOP마다 첫 번째 프레임은 Intra로 코딩을 한다 [1]. Intra 모드를 제외한 다른 프레임들은 예측치를 이용하여 인코딩을 하기 때문에 프레임이 길어질 경우에는 그 예측오차가 누적되어 원영상과는 많은 차이를 보일 수 있다. 이를 방지하기 위하여 예측오차를 제거하려는 목적으로 GOP를 두

어 첫 번째 프레임을 Intra로 코딩한다. 그러나 그림 2서 보듯 이 Intra 코딩으로 인한 비트율은 다른 모드의 프레임(P, B 프레임)에 비해 매우 크며 실험결과 그 비율은 약 8:3:2 이다. 이를 ATM(Asynchronous Transfer Mode)으로 전송할 경우에는 버스트를 유발할 수 있다. 따라서 ATM에서의 효율적인 채널의 이용 및 전송 QoS를 보장하기 위해서는 비디오 데이터의 버스트를 줄이면 효과적이다. 본 논문에서는 [3]에서 제안했던 방법에 대해 M value가 3일 경우를 비롯하여 다양한 실험을 행함으로써 제안한 방법의 효율성을 보인다.

II. Splitted Intra Refresh

비디오 데이터 서비스는 그 데이터량이 매우 크고 실시간 서비스를 요구하는 경우가 많다. 일반적인 MPEG2 알고리즘에서는 그림 1의 (a)와 같이 인코딩을 한다. 따라서 매 GOP마다 첫 번째 프레임 전부를 Intra로 처리하므로 그림 2와 같이 다른 모드의 프레임에 비해 매우 높은 비트율이 만들어진다. ATM에서는 통계적 다중화 기술을 이용하므로 소스에 버스트가 있을 경우에는

셀손실이 발생할 가능성이 높다. [3]에서 제안한 방법의 개요는 그림 1의 (b)과 같다. M value가 1인 경우, 즉 IPPPP...인 구조에서는 GOP의 시작 부분의 몇 개 프레임을 선정하여 이들을 각각 슬라이스 단위로 같은 수 만큼의 부분으로 나누는 뒤 프레임 순서대로 각 부분만을 Intra로 코딩하고 나머지는 P 모드로 코딩을 한다. 이 때 나누는 부분의 수를 본 논문에서는 d라는 index를 사용했다. 예를 들어 d=4인 경우는 Intra를 네 개의 프레임으로 분산하는데 GOP가 시작되는 부분으로부터 4개의 프레임을 각각 슬라이스 단위로 4등분 하여 첫 번째 프레임은 4중분 중 첫 번째 부분을 Intra로 처리한다. 두 번째 프레임은 두 번째 부분을 Intra로 처리하며 나머지는 연속적으로 이와 같이 행한다. 또 M value가 2, 또는 3인 경우에는 매 Predictive 프레임이 나타나는 프레임을 기준으로 연속적으로 Intra로 처리하게 된다. 이 때 현재 프레임에서 이전 프레임의 움직임 벡터를 이용하여 코딩할 경우에는 반드시 이전 프레임의 Intra refresh된 영역에서만 참조하여야 한다[그림1, (b)의 화살표 참조]. 그렇지 않으면 계속적으로 예측을 행하므로 예측에러가 누적될 수 있다. 따라서 이 경우에는 반드시 이전 프레임에서 움직임 벡터를 가져오지 않고 그 부분에 대해서는 Intra로 코딩을 하게 된다.

III. 성능 분석

제안한 방법은 기존의 방법에 비해 발생하는 비트량에서의 오버헤드를 예상할 수 있다. 기존의 방법에서는 프레임 전체를 P 모드나 B모드로 처리할 부분에 대해서도 제안한 방법에서는 일부분을 Intra로 코딩하기 때문이다. 제안한 방법의 결과들을 그림 3 - 그림 9에 걸쳐 실었다.

(1) 비트율의 변화

그림 3은 제안한 방법과 기존의 방법과의 비트율을 비교한 그림이다. 여기서 d index=1인 경우는 기존의 방법, 즉 한 프레임 전부를 Intra로 코딩하는 것을 나타낸다. d=1인 경우 매 GOP의 첫 프레임에서 높은 비트율이 발생했으나 d=3, d=6일 경우는 그에 비해 비율이 상당히 평탄화되었음을 보여주고 있다. 또 표 1은 제안한 방법의 오버헤드를 나타낸다. 기존의 방법에 비해 제안한 방법의 오버헤드는 전체 발생하는 데이터량의 많고적음에 따라 차이는 있으나 10%를 초과하지는 않는다.

(2) 셀손실을 비교

그림 3의 데이터를 GCRA(1/PCR, CDVT)[4]를 통과시켜 CLR을 측정하였다. 즉, 같은 CDVT와 같은 대역폭을 줄 경우 기존의 방법과 제안한 방법 사이의 셀손실을 비교하였다. 그림 4에서 CLR이 0.0001 이하가 되기 위해서는 d=1인 경우에는 데이터의 peak치의 약 57%의 대역폭이 필요하다. 본 실험의 경우 peak치가 14000 cells/frame 였으므로 약 7980 cells/frame의 대역폭이 필요하게 된다. 그러나 d=3일 경우, 즉 3개의 프레임에 분리시켜 Intra refresh를 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.

(3) 양자화값에 따른 비교

그림 5, 6은 Football, M=1 일 경우 다양한 CDVT값에 대해 CLR을 비교했다. 그림에서 보듯 제안한 방법은 CDVT가 50msec를 넘을 경우에는 그 효과가 없다. 여기서 y축은 peak치에 대한 백분율을 나타내며 본 데이터의 peak치는 14000 cells/frame이다.

먼저 Q=24일 경우 일반적인 방법은(d=1) CDVT가 10msec일 때 약 35%위 대역폭이 필요하나 제안한 방법중 d=3인 경우는 약 23% 정도로 충분하다. 또 Q=8일 경우 d=1일 때는 약 83% 정도가 필요하나 d=3인 경우에는 72% 정도의 대역폭이 필요하다. 따라서 제안한 방법은 평균 비트율이 peak치에 비해 많은 차이가 날 경우 차이가 적은 경우에 비해 훨씬 낮은 대역폭을 요구한다.

(4) M value에 따른 비교

M=1이 때, 즉 IPPP...의 시퀀스일 경우 제안한 방법은 d=3 일 때 두 번째, 세 번째 프레임의 일부분을 Intra로 처리한다. 또 M=2일 때는 (IBPBBP...) 첫 번째 프레임과 세 번째, 다섯 번째 프레임의 일부분을 Intra로 처리한다. M=3일 경우에도 M=2일 경우와 동일하게 처리한다. 따라서 M=2나 3일 경우에는 d index를 GOP에 맞게 설정해야 한다. 예를 들어 GOP가 12이고 M value가 3인 경우에는 전체 P 프레임의 개수가 3개 I 프레임이 1개 이므로 최대 d index는 4로 설정한다.

그림 7, 8, 9는 Salesman, Q=8 일 경우의 M value의 변화에 따른 대역폭을 나타낸다. 실험전 M value가 클수록 효과가 증가할 것으로 예상했으나 실험결과는 제안한 방법은 M value 의 크

기에 관계가 없었다.

이 외에도 제안한 방법은 PSNR의 평탄화 효과도 발견되었다. 기존의 방법은 Intra프레임의 경우 다른 프레임에 비해 약간의 높은 PSNR을 보였으나 제안한 방법은 기존의 방법에 비해 PSNR의 저하는 없으면서도 평탄화 효과를 보였다.

IV. 결론

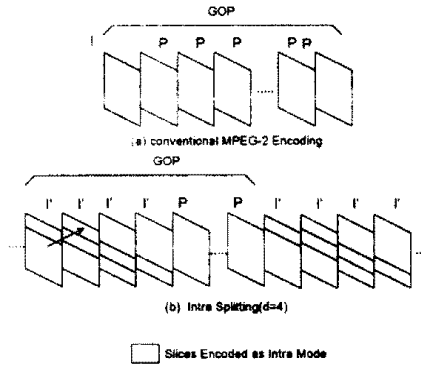
본 논문에서는 [3]에서 제안한 MPEG2 VBR 비디오 트래픽을 평활화하는 방법에 대해 다양한 방법으로 그 성능을 평가하였다. 특히 M value가 2, 3인 경우에 대해서도 실험을 행함으로써 성능의 객관성을 확보할 수 있었다. 제안한 방법은 MPEG2에서 Intra 프레임으로 인한 데이터의 버스트를 줄여 평탄화를 이루면서도 오버헤드가 적으며 결과분석에서도 보였듯이 짧은 지연에서 보다 더 효과를 발휘하였으며 지연이 100 msec 이상이 되면 그 효과는 없어진다. 따라서 제안한 방법은 특히 짧은 지연을 요구하는 실시간 전송에 이용할 경우 적은 대역폭으로도 낮은 셀손실을 유지할 수 있어 매우 효과적이다.

Reference

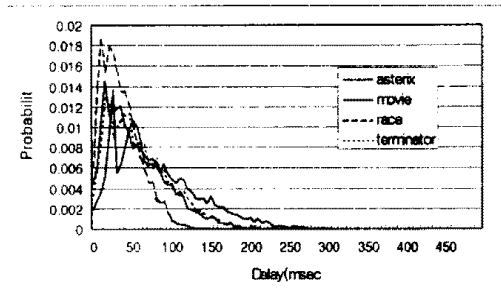
- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG-2 Test Model 5, March, 1993.
- [2] Martin de Prycker, "Asynchronous Transfer Mode", 3rd edition, Ellis Horwood, 1995.
- [3] 장승기, 서덕영, "지연에 민감한 대화형 서비스를 위한 동영상 전송을 평활화 연구", 한국방송공학회 학술대회, pp 147-151, 1996. 12.
- [4] ATM Forum, Traffic Management Specification Version 4.0, April, 1996.

d index	Image sequences(M value=1)	
	Football	Salesman
1	853945	35976
3	856878	39475
6	858591	39726

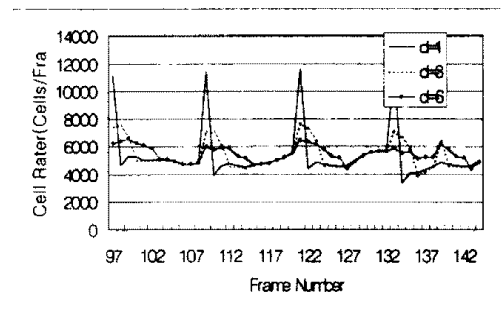
[표 1] d index에 따른 오버헤드 비트율의 비교(bits/frame)



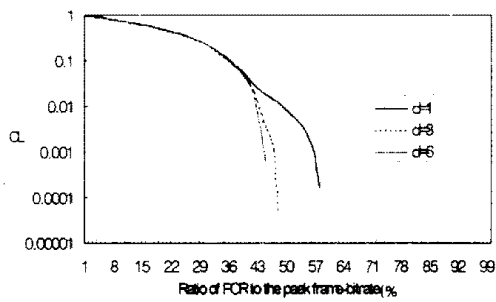
[그림 1] 제안한 MPEG2 인코더



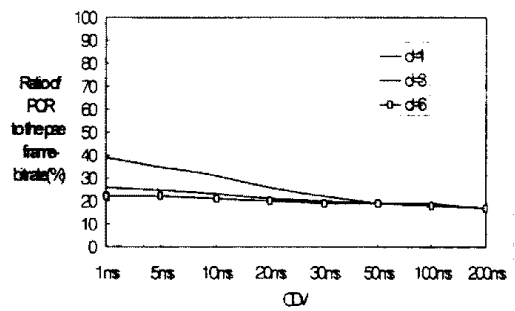
[그림 2] Piecewise-CBR의 GOP별 지연(msec/frame)



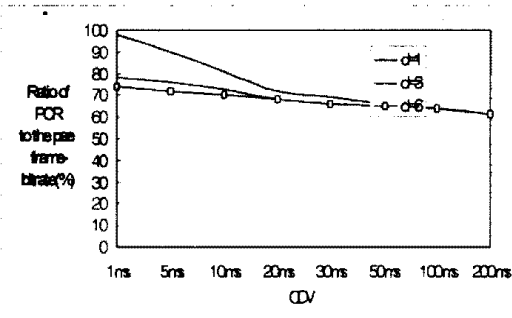
[그림 3] 비트율 비교(Football, Q=24)



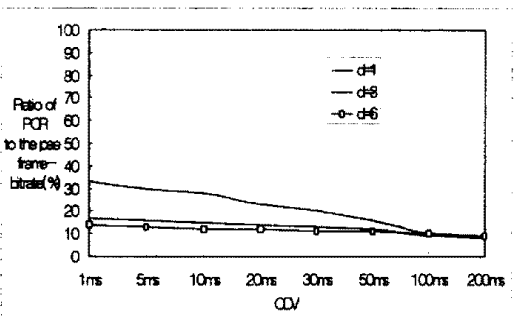
[그림 4] PCR의 변화에 따른 non-conforming 셀율 (CDVT=20msec)



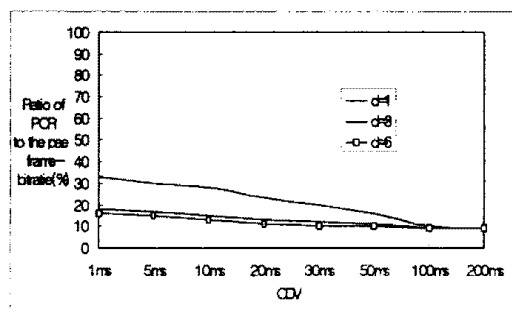
[그림 5] CDVT에 따른 Asymptotic PCR. Asymptotic PCR은 GCRA(1/PCR, CDVT)에서의 셀손실이 없는 최초의 PCR (Football, Q=24, M value=1)



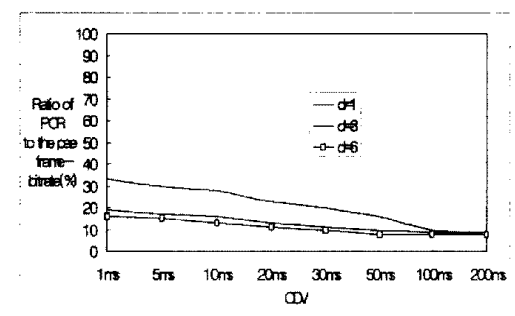
[그림 6] CDVT에 따른 Asymptotic PCR (Football, Q=8, M value=1)



[그림 7] CDVT에 따른 Asymptotic PCR (Salesman, Q=24, M value=1)



[그림 8] CDVT에 따른 Asymptotic PCR (Salesman, Q=24, M value=2)



[그림 9] CDVT에 따른 Asymptotic PCR (Salesman, Q=24, M value=3)