

ATM 망에서 효율적인 비디오 스트림 전송을 위한 Smoothing 방법에 관한 연구

김 태형, 이 병호
한양대학교 전자공학과

Tel : 0345-400-4045, Fax : 0345-416-8847, E-mail : thkim00@hymail.hanyang.ac.kr

A Study on The Smoothing Method for Efficient Video Stream Transmission on ATM Network.

Tae Hyung Kim and Byung Ho Rhee

Department of Electronic Engineering, Hanyang University

Tel : 0345-400-4045, Fax : 0345-416-8847, E-mail : thkim00@hymail.hanyang.ac.kr

Abstract - As multimedia communication services have been widely spreading, the amount of video traffic is rapidly increasing in B-ISDN environment based on the ATM technology. The image quality of MPEG services is very sensitive to the cell losses in ATM network, since each cell contains information needed at decoding process. Since the number of cells in each frame of MPEG is variable, this video smoothing technology need to prepare a buffer for no overflow or underflow at the transmission, requires that some number of cells be taken to the buffer in client before the playback of video. To ensure the high quality image of video, the video smoothing is scheduled by a Group of Picture unit. In this paper, we then apply the theory to reds nightmare encoded in MPEG, and find minimum smoothing buffer size, initial buffer size. It can be used to study the smoothing of stored video.

I. 서론

주문형 비디오(Video on Demand-VoD)는 각 가정에서 우리가 원하는 시간에 비디오를 선택해서 볼 수 있는 시스템이다. 우리가 비디오 제목과 시간을 선택하면

전송 망을 통해 각 가정으로 비디오를 전송해 준다. 일반적인 비디오 기능에는 실행, 되감기, 빨리 감기 등 다양한 기능을 포함하고 있어야 한다[1]. 네트워크 망을 통해 본 기능을 수행하기 위해서는 네트워크 망의 전송 능력, 지연 등으로 인해 제 시간에 비디오 데이터가 도착하지 않을 수 있는데 이를 기술적으로 처리할 수 있어야 한다. 시청자는 약간의 화질의 끊임 현상이나 잡음 등의 영향을 받을 수 있다. 실시간 비디오 재생에서 중요한 점은 우리가 원하는 시간에 비디오가 제대로 전송이 되어야 하고, 화질의 보장을 위해서는 도중에 에러의 방지를 위한 대처방향이 있어야 한다.

여기에서는 비디오 데이터의 특징을 살려 네트워크 망에서 이를 수용하는 방법을 생각해 내어야 한다. 우리는 송신측과 수신측 사이에 ATM 망을 통해 일정한 속도와 품질을 보장해 주며 전송할 수 있는 망 구조를 생각한다. 주문형 비디오(VoD)의 구조는 그림 1과 나타난다. 주문형 비디오의 주요 요소는 일단 MPEG으로 압축되어 있는 비디오가 서버에 저장 되어 있어야 하고, 이를 전송해 줄 수 있는 비디오 서버의 기능, 그리고 이를 실제로 전송하게 될 ATM 네트워크

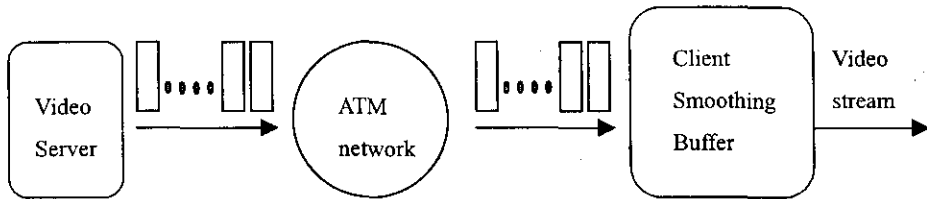


그림 1. 주문형 비디오(Video on Demand) 구조

망, 각 가정의 비디오 재생기로 이루어 질 수 있다. 비디오 서버는 MPEG 을 압축된 비디오 중 사용자가 원하는 제목을 검색할 수 있는 기능을 가지고 있어야 하고 효율적으로 전송할 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다. ATM 망은 비디오 스트림을 수신측 버퍼로 전달한다. 비디오 재생기는 이를 재생해 주문자가 각 가정에서 볼 수 있게 된다.

비디오의 화질을 감소시키는 원인은 여러가지 요소가 있다. ATM 망에서 셀 손실과 전송 지연, 잡음 등이 중에서 전송지연은 비디오 재생에 치명적인 영향을 미친다. 비디오는 1 초동안에 얼마 만큼의 프레임이 재생이 되어야지만 시청자가 자연스런 영상을 볼 수 있다. 일정한 화질을 보장하기 위해 수신측에 버퍼가 필요하고, 비디오가 재생되기 전에 미리 저장되는 초기 버퍼 양도 필요하게 된다. 비디오 서버는 수신측 버퍼가 넘치거나 부족하지 않게 전송하면 된다. 2 장에서는 비디오 smoothing 기술에 대해 소개를 하고 3 장에서는 이를 MPEG 비디오 소스에 적용시켜 본다.

II. 비디오 smoothing 기술

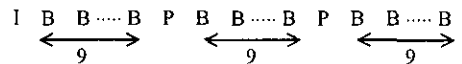
비디오 smoothing 기술은 주문형 비디오 시스템에서 비디오 트래픽의 갑작스런 폭주를 줄여 준다. 비디오 소스는 비디오 서버에 저장되어 있고, ATM 망에서 이를 전송하기 위해서는 압축되어 있는 비디오 소스가 ATM 셀로 변환이 필요하고, 전송 네트워크 망은 이 ATM 셀을 전송하고 수신측의 smoothing 버퍼에 저장 이 된다. 송신측은 버퍼에 계속해서 전송을 하게 되고, 수신측은 일정한 양이 모여졌을 때 가져다가 재생하게 된다.

일단 MPEG 으로 압축되어 있는 비디오의 특징을 살펴보자. MPEG 은 I, B, P 프레임으로 구성되어 있고, 이것은 Group of Picture(GoP)라는 단위를 이루며 구성되어

있다. 이것은 재생에 있어서 빨리 감기, 되감기 등의 기능을 수행할 때 필요할 뿐 아니라 가능하게 하는 구조이다. 몇 장의 화면 데이터를 한 묶음으로 한 GoP 를 단위로 랜덤 액세스가 가능하다. GoP 의 구조는 다음과 같다[2].

$$x_n = I + B + B + \dots + P + B + B \dots \quad (1)$$

이것은 n 번째 GoP 의 셀 수이다. GoP 는 I 프레임 을 하나로 나머지 프레임은 B, P 프레임으로 구성되어 있다. 여기서 I 는 I 프레임의 ATM 셀 수이고, 나머지 B 는 B 프레임, P 는 P 프레임의 ATM 셀 수를 나타 내고 있다. I, B, P 프레임 모양은 다음과 같다.



ATM 셀의 payload 부분은 48 byte 이고 이중에서 4byte 는 ATM adaptation layer(AAL) 헤더로 사용된다. 그래서 우리는 44byte 로 데이터를 나눠서 프레임당 ATM 셀수(cells/frame)로 표현이 된다. GoP 의 프레임 모양은 MPEG video 소스에 따라 다르다[3,4]. 위 예는 본 논문에서 사용하게 될 MPEG video 소스의 GoP 모양이다. 전송에 있어서 GoP 의 역할을 중요하다. I 프레임의 데이터 양은 상대적으로 B, P 프레임의 양보다 많다. GoP 당 하나의 I 프레임만 나타나고 B 와 P 프레임으로 구성되어 있는데 이 중 I 프레임이 영상 복호화 가정에서 중요한 역할을 하게 된다. I 프레임의 손실은 상대적으로 B, P 의 손실보다 화질에 큰 영향을 미치게 되고, 결국 B, P 프레임도 무시를 못한다. 결국은 GoP 내에 I, B, P 프레임 모두는 서로가 유기적으로 관련이 있고 화질에도 직접적인 영향을 미치는 요인이 된다[5].

일반적으로 비디오 smoothing 은 프레임 단위의 video 스트림을 고려한다. 프레임 간의 유기적인 관계

를 고려한다면 프레임 단위가 아닌 GoP 단위의 스트림을 고려하는 것은 높은 화질의 영상을 보는데 유리하다. 이것을 바탕으로 해서 송신측과 수신측의 전체적인 Video 전송의 스케줄을 살펴 보자. 계속해서 수신측에서 재생을 하기 위해서는 비디오 서버는 수신측의 smoothing 버퍼에서 비디오의 양이 부족하지 않기 위해 충분한 양을 언제나 전송해야 된다.

$$F_{underflow}(n) = \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

이것은 비디오 스트림을 재생하기 위해 요구되는 양이다. $n=1,2, \dots, N$ 이고 N 은 GoP의 전체 수이다. 버퍼가 넘치는 것을 방지하기 위해서는 수신측 다음과 같아야 한다.

$$F_{overflow}(n) = B + \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

여기서 B 는 수신측 smoothing 버퍼의 양이다.

$$C = \sum_{i=1}^N x_i \quad (4)$$

$$R = \frac{C}{N} \quad (5)$$

C 는 전체 Cell 수이고, R 은 GoP 당 평균 셀 수이다. 이것을 GoP 단위로 전송하기 위한 전송 속도로 정의한다. (Cells/ a period of transmission)이다[6]. 결과적으로 비디오 스트림의 전송은 식(2)와 식(3) 사이를 유지하며 전송해야 한다. 다시 말해서

$$F_{underflow}(n) \leq B_{init} + \sum_{i=1}^n R_i \leq F_{overflow}(n) \quad (6)$$

B_{init} 은 비디오 스트림이 재생되기 전에 전송되어야 할 초기 버퍼 양이다[7,8]. 비디오 서버는 고정된 속도로 전송하게 되고 수신측은 버퍼의 양이 비어있을 때까지 재생하게 된다. 여기에 비디오 smoothing의 전체적인 알고리즘이 있다.

< 비디오 smoothing 알고리즘 >

Initialization /* 초기 버퍼가 만족될 때까지*/

For $I=1$ to [B_{min} 이 만족될 때 (=n)]

Add x_i to [Smoothing 버퍼 (=b)]

EndFor

Main /* 비디오 재생 시작*/

For $I=1$ to [비디오서버의 양을 다 가져왔을 때(=n)]

If ($0 \leq b+R-x_i \leq B$)

$b=b+R-x_i$ /* 넘치거나 부족하지 않게 */

Endif

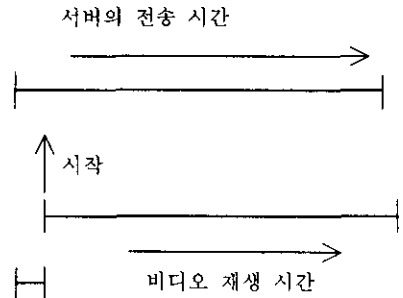
Endfor

For $I=n+1$ to N

$B=b-x_i$ /* 전송이 멈춘후에 단지 버퍼에 남아 있는 양만 재생이 된다 */

Endfor

비디오 smoothing 알고리즘에서 비디오 재생기는 GoP 단위 만큼 버퍼에서 가져오게 된다. 버퍼는 이것을 보증해야 된다. 비디오가 재생하고 있는 동안 비디오 서버는 비디오 GoP의 양 만큼 충분히 전송할 수 있어야 한다. 비디오 서버의 전송시간과 수신측의 비디오 재생 시간은 다르다. 왜냐하면 smoothing 버퍼에 저장되어야 할 초기 버퍼양이 잘 때까지의 초기 지연 시간이 있기 때문이다.



초기 지연
그림 2. 전송 스케줄

III. 시뮬레이션 결과

여기서 우리는 최적의 전송 스케줄을 구하기 위한 방법을 보여준다. [Reds nightmare]의 비디오 스트림이 사용되었고 전체 재생 시간은 48초이다. 전체 프레임 수는 1210개이고 전체 GoP의 수는 41개이다. 그림 3은 비디오 트래픽의 일부분이다.

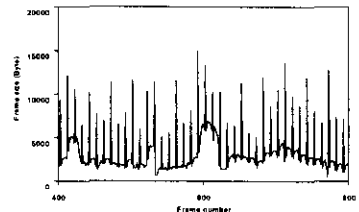


그림 3. Reds nightmare 트래픽

주기적으로 나타나는 갑작스런 데이터 값은 I 프레임이다. 그리고 I 프레임과 다음 I 프레임 사이에는 P 프레임이 두 번 나타나고 나머지 적은 데이터 양은 B 프레임을 나타낸다. 먼저 우리는 smoothing 버퍼양과 초기 버퍼양을 최소화하는 값을 구해야 한다. 우리는 각각을 10000 셀과 1000 셀을 가정하고 넘치거나 부족하지 않게 전송할 수 있는 충분한 버퍼양을 만족할 때까지 smoothing 버퍼양을 줄여간다. Smoothing 버퍼양에 따라 초기 버퍼양도 구해진다. 그 결과는 그림 4 와 같다. Smoothing 버퍼양은 6900 셀로 결정되었고, 초기 버퍼양은 3100 셀이다. 그림에서 보면 smoothing 버퍼양이 구해질 동안 초기 버퍼양은 똑같다. 전송 속도는 1840(cells/a period of transmission) 이고 이것은 식 (5)에 의해 구해질 수 있다. 일단 smoothing 버퍼와 초기 버퍼양이 정해지면 비디오 서버가 GoP 단위로 일정한 속도로 전송된다. 수신측은 초기 버퍼양이 만족할 때까지 지연이 된 뒤 smoothing 버퍼에서 비디오 스트림을 가져와 재생된다. (그림 5) 비디오 전송을 스케줄함으로써 비디오 스트림은 버퍼의 넘치거나 부족함이 없이 연속적인 비디오 재생을 할 수 있다.

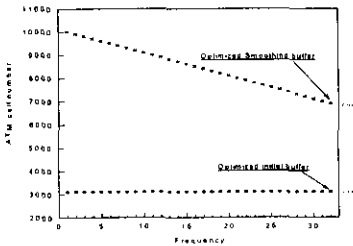


그림 4. 최적의 Smoothing 버퍼

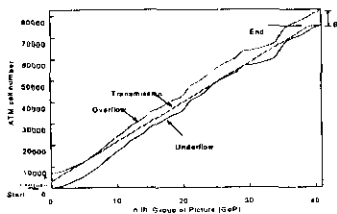


그림 5. 비디오 smoothing 계획

IV 결론

본 논문에서는 비디오 전송을 위한 smoothing 알고리즘을 제안하였다. 비디오 전송에서 ATM 망의 VBR 서비스 대신 CBR 서비스를 이용함으로써 높은 화질의 비디오가 보장된다. I,P,B 프레임의 셀 손실은 GoP 의 비디오 화질의 저하를 야기시키므로 GoP 단위의 관리가 중요한 요건이다. 비디오 smoothing 에 대한 계획은 비디오 프로그램에 따라 다르고 전송되기 전에 미리 스케줄이 되어 있어야 한다. 비디오 서버와 수신측은 비디오 smoothing 에 따라 함께 스케줄 된다. 일반적으로 비디오는 재생되기 시작하면 시작에서 끝까지 이루어 지고 본 논문에서도 이 경우를 생각했다. 되감기, 빨리 감기 등 다양한 기능이 추가되었을 경우도 고려되어야 하고, 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 방법들이 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

V. 참고문헌

- [1] Chwan-Hwa John Wu J. David Irwin, "Emerging Multimedia Computer Communication Technologies", Pressed by Prentice Hall 1998.
- [2] 정재창, "최신 MPEG", Pressed by 교보문고 1997.
- [3] Daniel P. Heyman, T.V.Lakshman, and Ali Tabatabai, "Statistical Analysis of MPEG2-coded VBR Movie Source.", Multimedia Communication and Video Coding Edited by Y.Wang et al, Plenum Press, New York, pp. 383-391, 1996.
- [4] David E. McDysan, Darren L.Spoehn, "ATM theory and application", Press by McGraw-Hill 1994.
- [5] Sungkee Jean, Jaehyung Park, and Hyunsoo Yoon. "Analysis of Cell Loss Effect on the Image Quality in MPEG Service over ATM Network." Journal of KISS(A): Computer systems and Theory. VOL.24,NO.12, pp.1324-1335, DECEMBER 1997,
- [6] Wu-chi Feng, Jennifer Rexford, "A Comparison of Bandwidth Smoothing Techniques for The Transmission of Pre-recorded Compressed Video." IEEE INFOCOM 97 Proceedings, Kobe, Japan, pp 316-327,1997.
- [7] Zhimei Jiang, Leonard Kleinrock. "A General Optimal Video Smoothing Algorithm.", IEEE INFOCOM 98 684.
- [8] Jean M.McManus, and Keith W.Ross. "Video on Demand over ATM: Constant-Rate Transmission and Transport." IEEE INFOCOM 96 pp 1357-1362.