

## 대화식 주문형 비디오 서비스에서의 셋톱박스 버퍼 제어 방안 연구

\*신준호, 김용득

아주 대학교 전자공학부

경기도 수원시 팔달구 원천동 아주대학교 컴퓨터 네트워크 연구실

TEL : 0331-219-2372, FAX : 0331-212-9531

### A Study on Buffer Control Method of Set-top Box in Interactive Video-on-Demand Service

\*Jun - Ho Shin, Yong - Deak Kim

School of Electronics Engineering, Ajou University

Computer Network Lab. Ajou Univ. Wonchun Dong Paldal Gu Suwon KOREA

harri94@madang.ajou.ac.kr

#### Abstract

This paper propose a solution to resolve data overflow or leakage when a subscriber receive data to service provider. The set-top box can communicate with a service provider and can inform the service provider its data overflow or leakage. When service provider received this control signal, it changes data transmit rate and transmits data with changed rate. The buffer of set-top box is important because incoming data from a service provider are stored by it.

#### 1. 서론

컴퓨터의 대중화와 함께 새로이 각광을 받고 있는 것은 네트워크 측면이라 할 수 있겠다. 이러한 네트워크는 컴퓨터를 통한 네트워크와 그 외의 다른 장치를 이용한 네트워크로 크게 나눌 수 있다. 컴퓨터 외의 네트워크 중에서 가장 중요하다고 볼 수 있는 것은 주문형 비디오(VOD) 서비스이다. 사용자가 어떠한 TV의 프로그램을 시청하고자 할 경우 서비스 제공자가 네트워크를 통해서 사용자에게 제공하는 서비스이다.

이러한 VOD 서비스는 여러 가지의 구성요소를 가지고 있다.

먼저 데이터베이스를 가지고 주문형 비디오 서비스를 제공하는 서비스제공자, 서비스제공자와 사용자를 이어주는 액세스 망, 그리고 서비스를 소비하는 사용자가 존재한다. 이중 사용자 측면에서 가장 중요하게 생각되어야 하는 것은 셋톱박스(Set-top box)이다. 셋톱박스는 단순히 가정 내로 유입되거나 가정 내에서의 데이터를 내보내는 역할뿐만 아니라 유입되는 데이터의 관리와 가정내의 네트워크의 관리기능을 뒷받침해 주어야 한다.

본 논문에서는 이러한 관리측면 중에서 가정내의 VOD 서비스 제공시 발생하는 대역폭 관리방식을 제안한다. 기존의 VOD 서비스는 일정대역폭을 가진 데이터를 받아들여 셋톱박스에서 임시적인 저장을 한 다음 화면에 디스플레이 되는 구조를 가졌다. 이러한 구조의 문제점은 망이 일정대역폭을 지원을 하지 못하거나 디스플레이 되는 양이 많거나 적을 경우 셋톱박스에서의 데이터 과잉으로 인한 셋톱박스 버퍼 오버플로어가 발생하거나 데이터 부족으로 인한 언더플로어가 발생할 소지가 있다.

여기서는 셋톱박스 자체가 유입되는 데이터와 디스플레이 되는 데이터를 감시해 일정 버퍼상태를 유지해 주고 나아가 VOD 서버와의 통신을 통한 대역폭 변화를 피할 수 있게 한다.

본 논문에서는 먼저 일정한 대역폭으로 데이터를 전달하는 CRTT 방식과 제안할 내용의 수식적 접근을 한 다음 실제적인 결과를 영상데이터를 통해 알아본다.

## 2. 전처리 버퍼를 이용한 셋톱박스

전체 전송될 용량이  $C$  [bit]라 하고 사용자가 영상을 디스플레이 하기 전에 버퍼를 준비시키기 위한 전처리 버퍼 량을  $d$  라하고 고정적인 전송률을  $b$  [bit/sec]를 가지고 전체 버퍼의 크기를  $B$  [bit]라 하자.

각 시간간격  $n$ 에 대하여 버퍼의 내부에 존재하는 데이터의 양은 이전 시간간격에서의 버퍼의 데이터 존재량에서 현재 유입되는 데이터를 합하여 디스플레이 되는 양을 제거했을 때의 값이 된다. 현재 데이터의 존재량을  $f(n)$ 이라 하면  $f(n)$ 은 전처리 버퍼량  $d$ 가 채워지기 전과 후에 따라서 변하게 된다.

$$\begin{aligned} f(n) &= f(n-1) + b & n \leq n_0 \\ &= f(n-1) + b - x(n) & n \geq n_0 \end{aligned} \quad \text{--- (1)}$$

식 (1)에서  $x(n)$ 은 현재 버퍼에서 화면을 디스플레이 되기 위해서 버퍼를 빠져나가는 양이다. 위의 수식에서  $f(n_0)$ 일 때의 값은 전처리 버퍼  $d$ 가 모두 채워졌을 때의 시간  $n_0$ 일 때의 버퍼의 값이므로

$$f(n_0) = d \quad \text{--- (2)}$$

가 된다. 초기의 버퍼의 양  $f(0) = 0$ 이라고 할 때 식 (1)에 의하여  $f(n)$ 을 표현하면

$$f(n) = bn \quad n \leq n_0 \quad \text{--- (3)}$$

이 된다. 위의 식 (3)에 의하여 얻어진 값에서  $n = n_0$ 일 때의 값  $f(n_0) = bn_0$ 를 이용하여 식 (1)의  $f(n)$ 을 구하면

$$\begin{aligned} f(n_0+1) &= f(n_0) + b - x(1) \\ f(n_0+2) &= f(n_0+1) + b - x(2) \\ f(n_0+3) &= f(n_0+2) + b - x(3) \\ &\vdots \\ f(n) &= f(n-1) + b - x(n-n_0) \end{aligned} \quad \text{--- (4)}$$

식 (4)를 모두 합하여 상쇄시키면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} f(n) &= bn_0 + b(n-n_0) - \sum_{\lambda=1}^{n-n_0} x(\lambda) \\ &= bn - \sum_{\lambda=1}^{n-n_0} x(\lambda) \end{aligned} \quad \text{--- (5)}$$

$$\lambda = n - n_0$$

따라서 위의 식 (5)를 정리하면 시간단위  $n$ 에 대한  $f(n)$ 의 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} f(n) &= bn & (n \leq n_0) \\ &= bn - \sum_{\lambda=1}^{n-n_0} x(\lambda) & (n > n_0) \end{aligned} \quad \text{--- (6)}$$

$b$ 가 고정되어있을 경우  $b$ 값이 셀 크기의 평균값을 가질 때 가장 효율적이다.[1]

## 3. 네트워크 적응형 버퍼형 셋톱박스

앞에서의 CRTT방식은 버퍼의 상태에 적용되지 않고 영상의 특성 판단에 적용하기 느리다는 단점이 존재한다. 이로 인해 필요 없는 버퍼가 존재할 수 있으며 반대로 버퍼의 부족으로 인해 데이터의 손실을 가져올 수도 있다.

이를 위해 여기서는 전처리 버퍼  $d$ 의 양을 정하기 위하여 그에 따른 네트워크의 상황을 파악하는 방안을 제안한다. 전처리 버퍼의 양  $d$ 를 채울 때까지의  $b$ 는 셀의 크기의 평균값으로 전송 받도록 하고 디스플레이가 되기 시작하면서부터는  $b$ 가 가변적으로 한다. 우선 버퍼에 존재하는 데이터의 양이 + 증가시 전송률을 감소시키고 - 증가시는 기존의 전송률에서 감소분만큼 증가시켜준다것을 기본으로 하고 그림 1과 같이 일정간격으로 프레임을 나누어 증가량이나 감소량을 파악하고 그 다음의 시간간격에서는 앞에서 계산된 시간간격에서 얻어진 증가량이나 감소량에 따라 반대로 전송률을 보정하게 된다는 것이다.

그림 1은 버퍼량이 증가할 때의 예로 버퍼의 양은 계속 디스플레이되는 데이터로 인해 증가와 감소를 계속 하지만 전체적인 증가, 감소는 유지되므로 일정시간간격에서 버퍼의 초기값과 최종값을 통한 변화량만을 사용하게 된다.

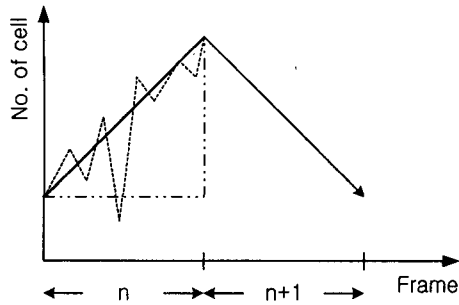


그림 1. 시간간격에 따른 유입량 조절  
Fig 1. Incoming data rate control per time slot

일정 간격의 시작점에서의 버퍼의 값  $f(n)$ 의 좌표  $n_w$ 에서의 값을  $f(n_w)$ 이라고 하고 일정간격을  $T$ 라 하면  $T$ 는  $n$ 개의 단위시간으로 구성되어 있다. 일정간격의 증가량의 변화는 이전 일정간격에서의 초기 버퍼량과의 차이이다.  $s \geq 0, T > 0$ 라 할 때,

$$\begin{aligned} \alpha(sT) &= \frac{f(sT) - f((s-1)T)}{sT - (s-1)T} \\ &= \frac{f(sT) - f((s-1)T)}{T} \end{aligned} \quad \text{--- (7)}$$

따라서 일정시간간격  $sT$ 에서의  $b(sT)$ 의 변화는

$$\begin{aligned} b(sT) &= b((s-1)T) - \alpha((s-1)T) \\ &= b((s-1)T) - \left\{ \frac{f(sT) - f((s-1)T)}{T} \right\} \end{aligned} \quad \text{--- (8)}$$

가 된다. 이 식에서  $sT \leq n_w < (s+1)T$  일 경우  $n_w$ 에서의 버퍼량은

$$f(n_w) = f(n_w - 1) + b(sT) - g(n_w) \quad \text{--- (9)}$$

가 되게 된다. 여기서  $g(n_w)$ 는 시간  $n_w$ 에서 디스플레이 되기 위해 버퍼에서 빠져나가는 데이터의 양이다.

여기서 일정간격  $T$ 의 간격이 짧아지게 되면 버퍼의 양은 거의 일정하게 유지가 된다. 반대로  $T$ 의 간격이 커지면 일정한  $b$ 값을 가지게 되므로 CRTT 방식에서와 유사하게 된다.

#### 4. 시뮬레이션 및 검증

실제 예로 헤드엔드로부터 유입되는 영상 데이터의 분포는 그림 2와 같이 나타낼 수 있다.

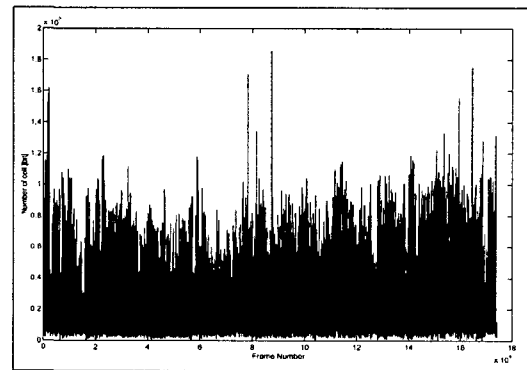


그림 2. 실제 영상데이터의 분포  
Fig 2. Image data distribution

이 실제 영상데이터를 이용하여 앞에서의 전처리버퍼를 이용한 고정적인 입력 데이터율을 사용하였을 때의 버퍼의 변화량을 식 6을 사용하여 나타내었을 경우 그림 3과 같은 분포를 볼 수 있다.

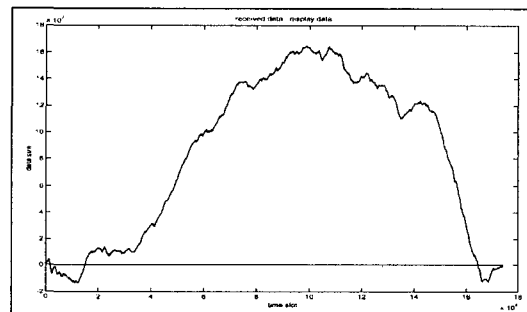


그림 3. 버퍼의 분포 : 고정된 입력데이터 비율  
Fig 3. Distribution of buffer : fixed incoming data rate

그림 4는 입력되는 데이터의 양을 입력데이터 비율을 조절하였을 때의 버퍼의 분포를 나타낸다. 그림 3과 4를 비교하면 알 수 있듯이 버퍼의 크기가 고정적인 입력데이터 비율일 때는 약  $2 \times 10^8$  정도의 유입되는 데이터를 준비하기 위한 버퍼가 필요하였다. 그러나 입력되는 데이터를 버퍼의 상태에 따라 비율을 조절하였을 때는 약  $8 \times 10^7$ 의 버퍼가 유입되는 데이터를

위하여 필요하다는 것을 알 수 있다.

참고문헌

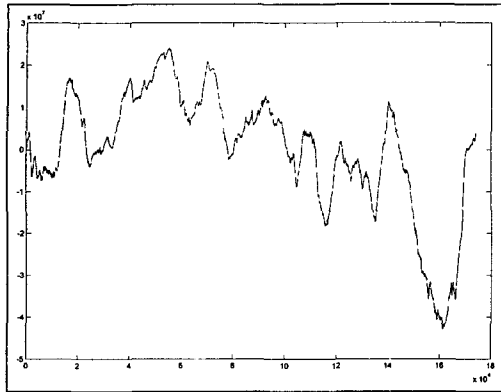


그림 4. 버퍼의 분포 : 제어된 입력데이터 비율  
 Fig 4. Distribution of buffer : controlled incoming data rate

그림 3과 그림 4의 그림에서 0보다 작은 값은 전처리 버퍼의 값을 0으로 하여 발생한 값으로 여기서는 최대값과 최소값의 비교를 통해서 요구되는 버퍼의 양을 결정하면 된다.

5. 결론

본 논문에서는 셋톱박스에서 사용되는 버퍼의 제어를 고정된 데이터 전송률이 아닌 버퍼량에 따라 일정 간격으로 프레임을 나누어 일정간격의 프레임 당 증가량이나 감소량을 파악하고 그 다음의 시간간격에서는 앞의 시간 간격에서 얻어진 증가량이나 감소량에 따라 반대방향으로 전송률을 보정하는 방안을 사용하여 고정적인 비율에서의 데이터 버퍼에서 보다 적은 크기의 버퍼를 가질 수 있는 셋톱박스의 버퍼제어 방안을 제안하였다.

실제적인 실험 결과를 통해서 알 수 있듯이 요구되는 버퍼량의 감소가 됨을 알 수 있었다. 이는 버퍼량의 감소로 비용절감과 셋톱박스의 소형화를 꾀할 수 있음을 알 수 있게 한다. 물론 여기에는 셋톱박스과 서버와의 통신이 쌍방향 통신이 이루어져야한다는 가정이 존재한다.

앞으로 여기서 제안한 버퍼 제어 방안처럼 일정간격의 초기값과 최종값의 극단적인 버퍼량의 차이를 통한 제어신호의 생성이 아닌 조금 더 발전된 방안이 연구되어야 할 것이다.

[1] Jean M. McManus, "Video-on-Demand Over ATM: Constant-Rate Transmission and Transport", IEEE Journal, Vol. 14, pp. 1087-1098. August.1996  
 [2] Y.H.Chang, D.Coggins, D.Pitt, D. Skellern "An open-systems approach to video - on - demand.", IEEE Commun. Mag., pp. 68-80, May 1994  
 [3] T.Kwok, "A vision for residential broadband services: ATM-to-the-home." IEEE Network, pp. 14-28, Sep. 1995  
 [4] K.Joseph and D.Reininger " Source traffic smoothing for VBR video encoders."in Proc. 6th Int. Workshop Packet Video, Portland, OR, Sept.26-27, 1994