

대화형 서비스를 지원하는 새로운 멀티캐스트 전송 기법

최정민^U 이승원 김인환 정기동
부산대학교 전자계산학과
{choijm,bluecity,ihkim}@melon.cs.pusan.ac.kr, kdchung@hyowon.pusan.ac.kr

New Multicast transmission to provide Interactive Functionality in VoD System

Jung-Min Choi^U Seung-Won Lee In-Hwan Kim Ki-Dong-Chung
Dept. of Computer Science, Pusan University

요 약

최근 VoD와 같은 멀티미디어 응용 프로그램에 대한 관심이 증가함에 따라 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있는데, 이 중에서도 제한적인 네트워크 자원에 적합한 멀티캐스트 전송에 대한 연구가 관심을 끌고 있다.

VoD 멀티미디어 응용 프로그램은 사용자가 선택한 비디오를 서버가 사용자에게 실시간으로 전송하여 재생하는 것 외에도 일시정지, 재시작, 빨리 감기, 되감기와 같은 VCR 기능을 지원해야 한다.

본 논문에서는 멀티캐스트 환경의 VoD 시스템에서 VCR 기능을 지원하는 방법을 제시하고 있다. 많은 사용자가 비슷한 시기에 VCR 요청을 하는 경우 개별적인 유니캐스트 채널을 통해 서비스하지 않고, 하나의 멀티캐스트 채널을 여러 사용자가 공유하여 서비스 받기 때문에, 제한적인 네트워크 환경에서 효율적인 방식이다.

1. 서론

VoD 시스템은 사용자가 여러 비디오 중 하나를 선택하면 서버가 선택된 비디오를 실시간으로 네트워크를 통해 전송하게 되고 사용자는 그 비디오를 재생한다. 지금까지 VCR의 빨리 감기, 일시정지, 재시작, 되감기 등과 같은 대화형 서비스를 지원하고자 많은 연구가 있어왔다.

초기 연구에서는 대화형 서비스를 요청하는 사용자 각각에 대해 개별적인 채널로 서비스하는 일대일 연결이 일반적이었고, 최근에는 특정 비디오를 전송하는 하나의 멀티캐스트 채널을 여러 사용자가 공유함으로써 적은 네트워크 자원으로 많은 사용자에게 비디오를 제공하는 멀티캐스트 전송 방법이 연구되고 있다.

제한적인 네트워크 자원을 고려하여 본 논문에서는 보다 작은 수의 채널을 사용해서 VCR 기능을 서비스할 수 있는 새로운 멀티캐스트 전송 방법을 제시하고자 한다.

2장에서는 기존의 연구들을 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 새로운 멀티캐스트 전송 방법을 살펴본다. 4장에서는 모의 실험을 통해 제안한 기법의 우수성을 보이고, 5장에서 결론을 맺으면 본 논문을 끝낸다.

2. 관련 연구 및 문제점

VoD 시스템에서의 비디오 스트리밍과 VCR 기능을 지원하기 위한 다양한 기법들이 제안되었다.

비디오 스트리밍 기법에는 Batching, Patching, Catching 등이 있는데, 그 중에서도 Catching 방법은 네트워크 자원, 서버 자원 요구에서 좋은 성능을 보인다.

비디오를 전송하는 방법은 사용자와 서버간 일대일 연결 방법과 하나의 멀티캐스트 채널로 여러 사용자에게 동시에 비디오를 전송하는 방법으로 크게 나눌 수 있는데, 전자의 경우 각 사용자에게 개별적인 채널을 할당하기 때문에 VCR 기능 구현이 쉽다. 반면에, 후자의 경우 여러 사용자가 동일한 하나의 멀티캐스트 채널을 공유하기 때문에 어느 한 사용자의 VCR 요청을 처리하는 것이 쉽지 않다. 이에 대한 방안으로 최근 연구에서는 일반적인 멀티캐스트 전송 상에서 같은 비디오를 일정한 시간 간격을 두고 여러 멀티캐스트 채널로 전송하고, VCR 요청을 하는 사용자에게 대해 사용자 버퍼와 유니캐스트 채널을 할당하는 방법을 사용하고 있다. 버퍼에 재생하기 위한 충분한 데이터가 없으면 유니캐스트 채널을 열어서 원하는 데이터를 전송 받고, 중복되는 데이터를 전송하는 멀티캐스트 채널을 만나면 그 채널에 참가하는 방식을 사용한다.

그러나 이러한 방식은 VCR 요청을 하는 사용자가 많아진다 면 매우 비효율적이다. 왜냐하면 각각의 대화형 서비스를 지원하기 위해 여러 사용자에게 각각 유니캐스트 채널을 할당하기 때문에 네트워크 대역폭의 낭비가 발생하고 네트워크 자원의 고갈로 인한 서비스 지연이 발생하기 때문이다.

이에 대한 대응으로 본 논문에서는 적은 서버 자원(네트워크 대역폭)으로 많은 사용자에게 서비스를 제공하기 위해 하나의 비디오를 여러 개의 세그먼트로 나눈다. 각 세그먼트는 멀티캐스트 채널 각각에 할당되어 반복적으로 전송되고, 각 세그먼트 내에 같은 VCR 요청을 하는 사용자에게 대해서는 하나의 새로운 멀티캐스트 채널로 동시에 서비스한다. 또한 서비스 지연 없이 사용자에게 서비스를 제공하기 위해 각 사용자에 버퍼를 위치시킨다.

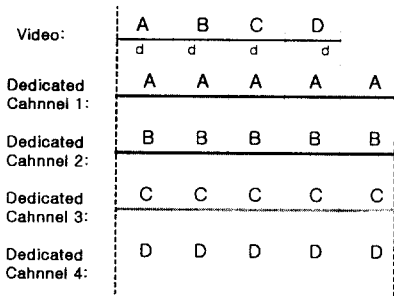
3. 제안한 멀티캐스트 전송 방법

우선 본 논문에서 제시하는 멀티캐스트 전송의 구조를 살펴 보고, 대화형 서비스를 지원하는 방법에 대해 자세히 알아본다.

3.1 멀티캐스트 전송

하나의 비디오는 여러개의 세그먼트로 나누어지고 각 세그먼트는 개별적인 멀티캐스트 채널로 반복적으로 전송된다.

<그림 1>을 예로 들면, L_i 길이를 가지는 비디오를 네 개의 세그먼트 A, B, C, D로 나누고, 각 세그먼트는 서로 다른 멀티캐스트 채널을 통해 반복적으로 전송된다.



<그림 1> 멀티캐스트 전송 구조

이때 사용할 멀티캐스트 채널의 수는 아래 식 (1)을 사용해서 optimal하게 정한다. [1]

$$\begin{aligned}
 &\text{video } i \text{의 길이} : L_i \\
 &\text{video } i \text{의 request rate} : \lambda_i \\
 &\text{optimal한 channel 수} = 0(\log(\lambda_i L_i))
 \end{aligned} \tag{1}$$

3.2 VCR 기능

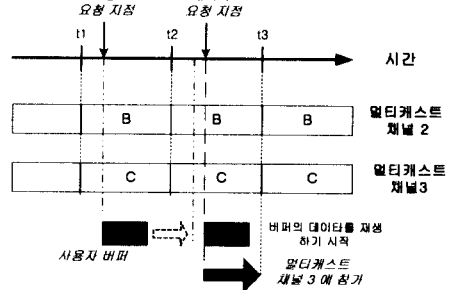
VoD 환경에서 사용자는 일시정지, 재시작, 빨리감기, 되감기와 같은 VCR 기능을 요청한다. 본 논문에서는 각 세그먼트 별로 같은 VCR 기능을 요청하는 사용자들에 대해 일부의 데이터만을 전송하는 새로운 멀티캐스트 채널을 공유하여 서비스하는 방식을 사용한다. 이때 서비스 지연시간을 줄이기 위해 약간의 사용자 버퍼가 필요하다.

같은 멀티캐스트 세그먼트를 전송 받고 있는 사용자 중에 정해진 시간동안 같은 VCR 기능을 요청하는 사용자가 있다면, 그 기능을 지원하기 위해 새로운 멀티캐스트 채널이 열리고 사용자들은 이전 멀티캐스트 채널을 떠나 새 멀티캐스트 채널에 참가한다. 이때 최소한의 서비스 지연 시간을 보장하기 위해 새 멀티캐스트 채널에 참가하여 데이터를 전송받기 전까지 현재 멀티캐스트 채널로부터의 데이터를 사용자 버퍼에 저장한다. 그리고 새로운 멀티캐스트 채널로부터의 데이터 전송과 동시에 버퍼에 저장된 데이터를 재생한다.

일시정지/재시작

사용자가 일시정지를 요청할 때 요청 지점 이후부터 전송되는 데이터를 사용자 버퍼에 저장한다. 이때 버퍼의 overflow 임계치값(β)까지만 데이터를 저장하고 그 이후의 데이터는 무시한다. 일정 시간이 지나서 resume을 요청하면 사용자는 버퍼에 저장되어 있는 데이터를 재생하고, 버퍼의 마지막 데이터의 다음부터 전송하는 멀티캐스트 채널에 참가하여 데이터를 전송 받는다.

이때 버퍼의 데이터와 중복되어 전송되는 데이터에 대해서는 무시하고 중복되지 않는 순간부터 전송 받아서 버퍼의 뒷부분에 계속 저장한다. 서비스 지연 없이 연속적으로 비디오를 재생하기 위한 적당한 버퍼의 크기는 한 세그먼트의 크기의 반, $0.5d$ 이다.



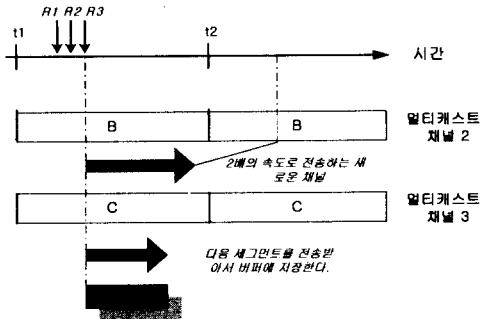
<그림 2> pause/resume 기능

빨리감기

특정 세그먼트(B)를 전송 받고 있는 사용자(c1, c2, c3)가 특정 시간간격(s)이내에 빨리 감기를 요청하면 마지막 요청 시점($R3$)부터 2배의 전송속도로 전송하는 새로운 멀티캐스트 채널을 연다. 이 새 멀티캐스트 채널은 다음 세그먼트(C) 채널의 현재 재생 지점($R3'$)까지 d 기간동안 열린 후에 닫힌다.

VCR 기능을 요청하는 사용자들은 요청하는 즉시 현재의 채널을 떠나지 않고 새로운 멀티캐스트 채널이 열릴 때까지 데이터를 받아서 버퍼에 저장해 둔다. 이것은 여러 사용자의 요청 후에 새 채널을 열기 때문에, 먼저 요청한 사용자가 새로운 채널에 참가할 때까지의 일정시간 동안 전송되는 데이터를 놓치지 않기 위해서이다.

새로운 채널로부터 데이터를 전송 받아 빨리 감기 기능을 제공함과 동시에 전송되고 있는 바로 다음 세그먼트(C)를 버퍼에 저장하게 된다. 이렇게 하면 새로운 멀티캐스트 채널을 닫은 후에 지연 없이 연속적으로 비디오를 재생할 수 있다.



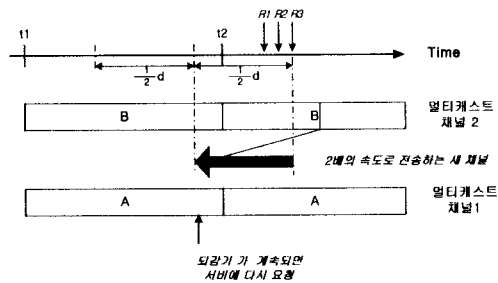
<그림 3> fast-forward 기능

되감기

사용자가 되감기를 요청하면 이에 대한 서비스를 제공하는 새로운 멀티캐스트 채널이 열리게 된다.

이때 $\frac{1}{2}d$ 시간이 지나면 해당 세그먼트를 전송하는 멀티캐스트 채널의 현재 전송 시점과 만나게 된다. 그러므로 새로운 멀티캐스트 채널은 $\frac{1}{2}d$ 시간동안만 재생과 반대 방향으로 전송된다.

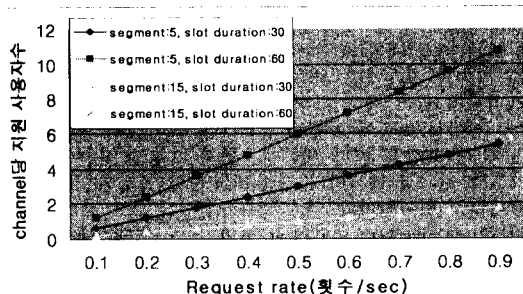
$\frac{1}{2}d$ 시간이 지나도 여전히 되감기가 진행중이면 다시 서버에 되감기를 요청하고 서버는 이 지점에서의 다른 사용자의 요청과 함께 새 채널을 통해 서비스하게 된다.



<그림 4> rewind 기능

4. 실험 결과

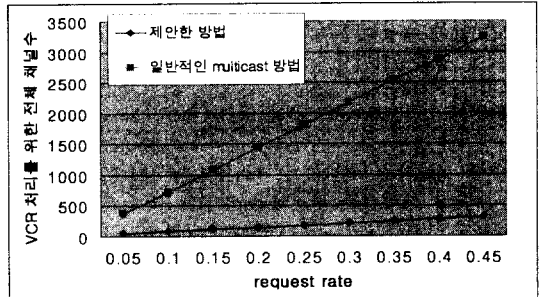
성능 분석을 위해 120분 길이의 비디오에 대해 다음의 두 가지를 실험을 했다. 첫번째 실험은 요청률의 변화에 따라 채널당 동시에 처리할 수 있는 요청 수에 대한 것이다. <그림 5>에서 보듯이 세그먼트 수가 작을수록, 사용자의 요청을 받



<그림 5> 한 채널에 의해 지원되는 사용자 수

아들이는 시간이 길수록 하나의 채널로 많은 사용자에게 서비스할 수 있다.

두 번째 실험은 VCR 기능 요청률 변화에 따른 필요한 총 채널의 수에 대한 것이다. 요청을 받아들이는 시간간격을 5초, 전체 비디오를 10개의 세그먼트로 나누어서 전송할 때, <그림 6>에서 요청률을 0.05(수/초)에서 점차 증가시키면서 실험한 결과 기존의 멀티캐스트 전송방법에서 VCR 기능을 지원하기 위해 필요한 채널의 수에 비해 제안하는 방법이 훨씬 적은 채널이 필요한 것을 알 수 있다. 이로써 제안한 기법이 훨씬 적은 채널이 필요하다는 것을 알 수 있다.



<그림 6> 요청률에 대한 전체 시스템에게 요구되는 채널수

5. 결론

본 논문에서는 멀티캐스트 환경의 VoD 시스템에서 VCR 기능을 지원하는 방법을 제안했다. 하나의 비디오는 여러 개의 세그먼트로 나누어 개별적인 멀티캐스트 채널을 통해 반복적으로 전송된다. 각 세그먼트에서 일정 시간간격 동안 같은 VCR 기능을 요청하는 사용자들은 새로운 멀티캐스트 채널을 공유해서 VCR 기능을 지원 받는다.

이 방법은 각각의 사용자에게 개별적인 새로운 채널을 할당하지 않기 때문에, 제약적인 네트워크 자원하에서 일정 시간 간격 동안 VCR 기능을 요청하는 사용자가 많을수록 더좋은 성능을 보인다.

6. 참고 문헌

- [1]L. Gao, Z.-L. Zhang, D. Towsley. "Catching and Selective Catching: Efficient Latency Reduction Techniques for Delivering Continuous Multimedia Streams". ACM Multimedia'99.
- [2]Wing-Fai POON, Kwok-Tung LO, Jian FENG. "multicast Video-on-demand System with VCR Functionality". International Conference on Communication Technology ICCT'98 October. Page(s): S23-10-1-S23-10-5
- [3]Wing-Fai POON, Kwok-Tung LO, Jian FENG. "Design and analysis of multicast delivery to provide VCR functionality in video-on-demand systems". ATM, 1999. ICATM '99. 1999 2nd International Conference on , 1999, Page(s): 132-139.
- [4]Zongming Fei, Kamel, I.Mukherjee, S. Ammar, M.H. "Providing interactive functions for staggered multicast near video-on-demand systems". Multimedia Computing and Systems,1999.IEEE International Conference, vol.2. 1999, pp.949-953.
- [5]Lixin Gao; Towsley, D. "Supplying instantaneous video-on-demand services using controlled multicast". Multimedia Computing and Systems, 1999. IEEE International Conference, vol.2.1999, pp.117-121 vol.2.
- [6]Ho Kyun Park; Hwang Bin Ryou. "Multicast delivery for interactive video-on-demand service ". Information Networking(ICIN-12) 1998. Proceedings. Twelfth International Conference, 1998. pp.46-50.
- [7]Abram-Profeta, E.L.; Shin, K.G. "Providing unrestricted VCR functions in multicast video-on-demand servers". Multimedia Computing and Systems, 1998. Proceedings. IEEE International Conference on, 1998.