

# 멀티캐스트 라이브 스트림상에서 VCR 기능을 지원하기 위한 Partitioned Broadcast Streamer의 설계 및 구현

조남용<sup>0</sup> 정중일 박창윤  
중앙대학교 컴퓨터공학과  
{namyong, cijung, cypark}@orchid.cse.cau.ac.kr

## Design and Implementation of A Partitioned Broadcast Streamer Providing VCR Functionality for Multicast Live Streams

Nam-Yong Cho<sup>0</sup> Choong-Il Jung Chang-Yun Park  
Dept. of Computer Science and engineering, Chung-Ang University

### 요 약

스트리밍 서버의 대역폭 부담으로 인해 멀티캐스트 스트리밍이 개발되었지만 이는 서비스제공자가 정한 일정에 따라 일방적으로 방송을 청취하게 된다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 Partitioned Broadcast를 통해 VCR기능을 제공하는 연구가 진행되었다. 그러나 기존의 방법은 전체 네트워크의 트래픽을 많이 사용하게 되는 문제점이 있었다. 본 논문에서는 Partitioned Broadcast Streamer의 개념을 제시하고 이를 구현해 봄으로서 전체 네트워크의 대역폭을 절약 하면서 멀티캐스트 라이브 스트림상에서 VCR기능을 제공할 수 있는 방안을 제시한다.

### 1. 서론

최근 인터넷 서비스에서 스트리밍의 비중이 점점 커지면서 스트리밍 서비스도 웹에서 중요한 한 부분을 차지하게 되었다. 이러한 스트리밍 서비스는 크게 두 가지 종류로 나누어 볼 수 있는데, 첫번째는 사용자가 요청한 콘텐츠를 서비스 해 주는 주문형서비스가 있고, 두 번째로는 스트리밍 서비스 제공자가 편성한 일정에 따라 서비스를 제공하는 방식이 있다. 일반적으로 첫번째 방식에서는 유니캐스트 스트리밍이 사용되고, 두 번째 방식에서는 멀티캐스트(multicast)나 브로드캐스트 방식이 사용된다.

첫번째 방식은 사용자가 원하는 시간에 원하는 내용을 제공해 줄 수 있다는 장점이 있지만 유니캐스트를 사용하므로 사용자가 많아질수록 스트리밍 서버쪽의 대역폭 요구가 산술적으로 증가하게 되는 문제점이 있다. 반면 두 번째 방식은 멀티캐스트나 브로드캐스트를 사용하므로 사용자의 수에 관계없이 대역폭 요구량은 동일하다는 장점이 있으나 사용자가 원하는 시간에 원하는 서비스를 제공받지 못하고 일방적으로 서비스 제공자가 정한 일정에 따라 서비스를 받게 되는 단점이 있다.

위에서 언급한 두 번째 방식의 단점을 보완하기 위해 Partitioned Broadcast를 통해 VCR기능을 제공하는 연구가 진행되었다. 그러나 기존의 방법은 전체 네트워크의 트래픽을 많이 사용하게 되는 문제점이 있었다.

본 논문에서는 전체 네트워크의 트래픽을 절약하면서 VCR 기능을 사용할 수 있게 해주는 Partitioned Broadcast Streamer를 제안하고 구현한 결과를 분석해 보도록 하겠다.

### 2. 관련연구

멀티캐스트 스트림상에서 VCR 기능을 제공하기 위해서는 현재 시점을 벗어나는 부분(이전시점, 미래시점)의 데이터를 받아 올 수 있어야 한다. 이러한 데이터를 받아오는 방법으로 연구된 것은 크게 두 가지가 있다. 첫번째로는 사용자가 VCR기능을 요청할 때 별도의 응급 채널(emergency channel)을 할당해서 이전 데이터나 미래 데이터를 받아오는 방법[1]이 있고, 두 번째로는 partitioned broadcast가 있다. partitioned broadcast란 그림 1 과 같이 방송할 콘텐츠를 특정한 크기의 조각(segment)으로 나누고 각각의 조각을 한 채널에 주기적으로 뿌려주는 것이다.

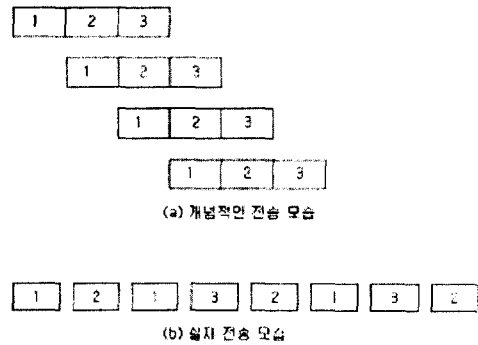


그림 1. Partitioned Broadcast 개념도

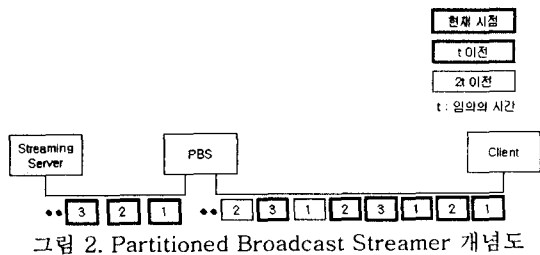
Partitioned broadcast는 브로드캐스트나 멀티캐스트를 사용하면서도 사용자가 접속해 왔을 때 방송을 처음부터 볼 수 있도록 해 주기 위해 개발이 되었다. 많은 접속자가 예상되는 방송에 대해서 VoD(Video On Demand)에 비해 대역폭을 절약하는데 목적이 있었던 것이다. 그 이후 클라이언트의 버퍼 관리와 연동되어 VCR기능을 지원할 수 있는 방안이 연구 되었다.

Partitioned broadcast에서 관심이 되는 문제는 각 조각을 어떠한 크기로 나눌 것인가 하는 문제이다. 가장 기본적인 방법으로는 각 조각을 같은 크기로 나누는 방법(Equal-length segment Broadcasting : EB)[4]이 있다. 이러한 기본적인 EB방법에서 클라이언트의 대역폭 요구량을 줄이거나 클라이언트의 디스크사용량을 절약하기 위해 Pyramid broadcasting(PB), Permutation-Based Pyramid Broadcasting (PPB), Skyscraper Broadcasting (SB), Greedy Disk-conserving broadcasting (GDB)와 같은 여러 가지 방법이 연구되었다.[2]

지금까지 연구된 방향은 스트리밍 서버가 직접 partitioned broadcast stream을 생성해서 클라이언트에게 뿌려주는 것이었다. Partitioned broadcast는 일반 멀티캐스트에 비해 대역폭 요구량이 월등하게 높다. 본 논문에서는 partitioned broadcast를 지원하지 않는 일반 스트리밍 서비스에서 클라이언트와 인접한 곳에 Partitioned Broadcast Streamer를 설치 함으로서 VCR기능을 제공하도록 하는 방안을 제시한다.

3. Partitioned Broadcast Streamer의 개념

Partitioned Broadcast Streamer(PBS)는 일반 멀티캐스트 라이브 스트림을 받아서 이것을 partitioned broadcast stream으로 바꾸어 주는 장치를 말한다. 이 PBS는 그림 2에서와 같이 일반 멀티캐스트 라이브 스트리밍 서버에 접속을 해서 받아온 데이터를 디스크에 저장하고 현재 받은 데이터와 이전에 디스크에 저장한 데이터를 이용해 partitioned broadcast stream을 생성해서 자신에게 접속한 클라이언트에게 보내주게 된다.



PBS가 동작을 시작한 후 일정시간이 지나면 PBS는 일정량의 스트림 데이터를 디스크에 유지하게 된다. 이 데이터는 현재시점부터 지원 가능한 과거 시점까지의 데이터이다.

이러한 PBS를 클라이언트와 인접한 네트워크의 가장자리 쪽에 설치할 경우 스트리밍 서버와 PBS 사이는 일반 멀티캐스트 스트림이고 PBS와 클라이언트 사이만이 partitioned broadcast stream이므로 기존에 서버에서

직접 partitioned broadcast stream을 뿌리는 방법에 비해 전체 네트워크의 대역폭 사용을 절약할 수 있는 이점이 있다.

4. Partitioned Broadcast Streamer 설계, 구현 및 실험

4.1 PBS의 동작 개요

PBS는 스트리밍 서버로부터 받아온 데이터를 그림 3와 같은 디스크 버퍼에 채운다. 디스크 버퍼는 환형 큐 형태로 항상 일정한 양의 데이터를 유지한다. 큐의 Rear 부분이 현재 시점의 데이터가 되며 그 뒷부분의 여러 지점을 접근함으로써 각각의 세그먼트를 구성한다. 이러한 각각의 세그먼트들이 현재 시점의 데이터와 과거 시점의 데이터가 되는 것이다.

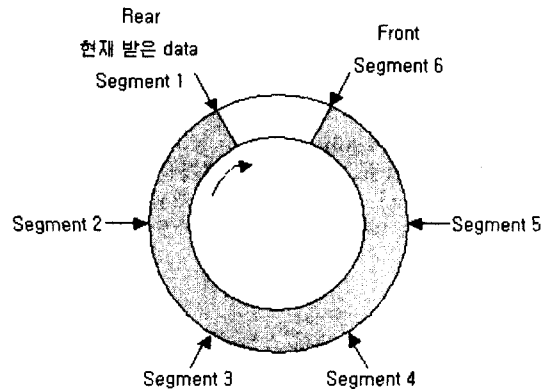


그림 3. PBS의 Disk Buffer

세그먼트를 나누는 정책은 EB(Equal length segment Broadcast) 방식으로 한다. 즉 디스크 버퍼의 전체 데이터 양을 같은 크기의 조각으로 나누고 각 조각을 하나의 세그먼트로 한다.

이러한 각 세그먼트들은 그림 4에서와 같은 형식으로 PBS에게 접속해 온 클라이언트에게 전송이 된다.

SYN	Time offset	Data Len	Stream Data
-----	-------------	----------	-------------

그림 4. PBS의 프레임 형식

SYN은 프레임의 시작부분을 알리기 위한 비트 열로 구성된다. Time offset은 현재 시점으로부터 얼마만큼 과거의 데이터 인지를 나타내며, Data Len은 Stream Data의 길이를 나타낸다. Stream Data는 가변길이의 전송된다.

클라이언트는 현재 시점의 세그먼트(Time offset이 0인 프레임)를 재생하다가 사용자의 jump backward나 jump forward의 요청에 따라 적절한 세그먼트를 선택하여 재생을 한다. 클라이언트가 현재시점 이후의 데이터를 받아보는 것은 물리적으로 불가능한 문제이므로 이미 jump backward를 한 경우 현재시점까지의 jump forward를 허용하도록 한다.

Pause기능은 사용자가 pause를 요청했을 때 클라이언트의 버퍼에 재생 시점의 데이터를 저장한다. 단

약 pause시간이 세그먼트의 시간간격보다 길어질 경우 재생 시점의 세그먼트를 한 시점 이전으로 이동하여 클라이언트의 버퍼 사용량을 절약한다.

클라이언트가 방송을 수신하기 위한 연결 설정은 클라이언트가 PBS의 주소로 직접 연결 설정을 하는 것으로 실험하였다. PBS를 네트워크상에 투명하게 만들기 위해서는 DNS based redirection 기법을 사용하는 방안을 생각해 볼 수 있다.

4.2 구현 및 실험환경

PBS의 구현과 실험을 위한 구성요소로는 멀티캐스트 라이브 스트림을 제공하는 스트리밍 서버와 PBS, 그리고 방송을 받아볼 수 있는 클라이언트로 구성된다. 스트리밍 서버는 리눅스 운영체제 하에서 icecast 1.3.10 소스를 수정해서 구현을 했으며, PBS는 리눅스 운영체제 하에서 C언어로 구현을 했고, 클라이언트는 xmms 1.2.4 소스를 수정해서 구현하였다. 스트리밍 데이터는 구현의 편의를 위해서 mp3라디오 방송으로 했다. 실험한 환경은 그림 5에서 보는 바와 같이 100M Ethernet 환경에서 실험을 하였다.

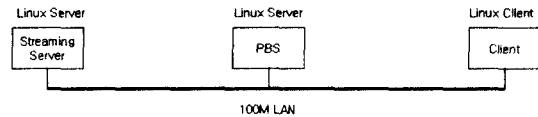


그림 5. PBS의 실험환경

5. 결과 분석



그림 6. PBS 구현 모습

그림 6은 PBS의 구현과 클라이언트의 수정을 통해 VCR 기능이 불가능했던 기존의 멀티캐스팅 mp3방송에서도 VCR 기능을 지원하는 모습을 보여주고 있다. 그림 가운데의 동그라미 친 부분이 VCR 기능을 실행하게 해 주는 부분이다.

전체적인 네트워크의 트래픽 양을 절약하고 PBS와 클라이언트 사이의 안정적인 데이터전달을 위해서 PBS는 가급적 클라이언트와 가까운 곳에 위치하도록 하는 것이 바람직하다. PBS를 클라이언트와 가까운 곳에 위치시키는 하나의 방안으로 PBS를 Content Delivery Network (CDN)[3]의 edge server에 내장 시키는 방법을 생각해 볼 수 있겠다.

표 1에서 보는 바와 같이 PBS를 클라이언트와 가까운 곳에 설치할 하고( $a \gg b$ ), PB partition의 개수 보다 클라이언트의 수가 많을 때 ( $p < n$ ) 대역폭 요구량은  $VoD > \text{기존의 PB} > \text{PBS}$  와 같은 부등식이 성립하게 된다.

	대역폭 요구량
기존의 PB	$r * p$
PBS	$r * (a + b * p)$ ( $a + b = 1$ )
VoD	$r * n$

r : 일반 스트림의 전송율, p : PB partition의 개수  
a : 스트리밍 서버와 PBS 사이의 홉 수 / 전체 홉 수  
b : PBS와 클라이언트 사이의 홉 수 / 전체 홉 수  
n : VOD 접속자 수

표 1. 대역폭 요구량 비교

6. 결론

지금까지 멀티캐스트 라이브 스트림 상에서 VCR 기능을 지원하기 위해 Partitioned Broadcast Streamer (PBS)를 설계하고 구현한 결과를 분석해 보았다. PBS가 동작을 하는 경우 늘어나는 대역폭 요구를 해결하기 위해 클라이언트와 가까운 곳에 위치를 시키는 것이 효과적인 동작을 위해 바람직하다.

PBS의 구현으로 인한 제공되는 VCR기능(jump backward, jump forward, pause)과 더불어 좀 더 유연한 VCR기능(play backward, fast forward)를 구현하기 위해서는 클라이언트의 버퍼관리를 향상시켜서 Active Client Buffer[4]기법을 사용하는 방법을 생각해 볼 수 있겠다.

또한 PBS가 클라이언트와 가까이 있을 경우 적은 수의 클라이언트를 서비스하게 될 확률이 높다. 그러므로 PBS의 세그먼트 간격을 고정적으로 할당하지 않고 클라이언트의 요청이 있을 때 마다 동적으로 세그먼트를 할당해 주는 방법에 관한 연구를 진행할 계획이다.

7. 참고문헌

[1] K. C. Almeroth and M. H. Ammar, " A scalable interactive video-on-demand service using multicast communication", in *proc. of International Conference on Computer Communication and Networks*, pp.292-301, 1994. San Francisco, CA.

[2] L. Gao, J. Kurose, and D. Towsley, " Efficient schemes for broadcasting popular videos", in *Proc. of NOSSDAV' 98*, 1998

[3] Stardust.com, Inc. " White Paper - The Ins and Outs of Content Delivery Networks", <http://www.stardust.com/cdnweek/whitepapers/cdnspring01/>, Feb. 2001.

[4] Z. Fei, M.Ammar, I. Kamel, and S. Mukherjee, " Providing interactive functions through active client buffer management in partitioned video broadcast", *Tech. Rep., College of Computing, Georgia Institute of Technology*, 1999.