

## IPTV 서비스 연속성 보장을 위한 효율적인 VoD 기법

문성수<sup>o</sup>, 최준열<sup>\*</sup>, 윤희용<sup>\*</sup>

<sup>o</sup>\*성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과

e-mail : {ssmoon, trustcjj, youn}@ece.skku.ac.kr

# An Efficient VoD Schme for IPTV Providing Service Continuity

Sung Soo Moon<sup>o</sup>, Jun Yeol Choi<sup>\*</sup>, Hee Yong Youn<sup>\*</sup>

<sup>o</sup>\*Dept. of Information & Communication Engineering, Sungkyunkwan University

### ● 요약 ●

최근 광대역 미디어 보급이 확산되고 통신 속도가 향상됨에 따라 인터넷은 원 소스 멀티서비스를 가능하게 해주는 새로운 매개체로 떠오르고 있다. 이러한 원 소스 멀티서비스의 예로, 다수의 공중과 텔레비전, 라디오 채널들은 물론, 인터넷 사업자에 의해 제공된 멀티미디어 콘텐츠들이 인터넷을 통하여 방송 서비스로 제공되고 있다. 인터넷 이용 인구의 급격한 증가와 더불어 원 소스 멀티서비스를 제공하는 인터넷 방송에 수요도 증가 추세에 있다. 이러한 배경에서 등장한 대표적인 서비스로, 인터넷 프로토콜을 기반으로 한 IPTV를 들 수 있다. 본 논문에서는 VoD 멀티캐스트 서비스를 지원하는 통신시스템에서 중간 부분부터 비디오를 시청하고 싶은 사용자가 연속적인 서비스를 요청하는 경우 발생 가능한 지연시간을 효율적으로 줄임으로써 서비스의 연속성을 보장할 수 있는 방법을 제안 한다. 제안된 기법은 서비스 요청 대기시간을 줄이는데 있어, 기존의 기법과 본 제안 기법을 비교 하였다.

키워드: 멀티미디어, IPTV, VoD, 서비스요청대기시간(Service waiting time), 멀티캐스트(Multicast)

## 1. 서론

최근, 멀티미디어의 대표적인 형태인 주문형 비디오(Video-on-Demand) 서비스는 주문형 영상, 뉴스, 방송 서비스, 온라인 교육, 디지털도서관, 전자 상거래 등 인터넷을 기반으로 하는 모든 응용분야에 폭 넓게 활용되어 그 서비스의 수요가 점차 증가 하고 있다. VoD는 수많은 클라이언트가 인터넷이나 전용망을 통하여 멀티미디어 데이터를 저장하고 있는 VoD 서버에 접근하여 원하는 비디오를 실시간으로 연속적으로 시청할 수 있는 서비스 이다.[1] 전형적인 VoD 서비스는 서버 상에 대량의 비디오들이 저장되어 있으며 원격리의 사용자가 장소와 시간에 제한 받지 않고 자신이 원하는 비디오를 서버에 요청함으로써 서버로부터 전송되어 재생되는 비디오를 보도록 해준다. 그러나 비디오 스트림은 압축이 되었더라도 대역폭 요구량이 높으며 재생시간이 길고, 단호한 응답시간을 요구하며 연속적으로 재생되어야 하므로 전송 비용이 많이 소요된다. 하나의 비디오 스트림을 유지하기 위해 필요한 시스템 자원을 비디오 채널이라고 하는데 일반적으로 VoD 시스템에서 비디오 서버의 가용 채널수는 통신 대역폭에 의해 결정되므로 제한되어 있다[2,3]. 비

오 서버의 가용 채널수가 제한되어 있으므로 여러 사용자들의 비동기적 비디오 요청에 대해 대용량의 비디오 스트림들을 경제적이며 적은 서비스 지연시간으로 보다 많은 요청을 서비스 할 수 있는 기법이 요구되었으며, 이를 위해 여러 사용자들이 멀티캐스트를 통해 비디오 스트림을 공유하는 방법들이 제안되었다.[4-6]

IPTV는 주문형 비디오(VoD) 기술을 이용하여 멀티미디어 서비스를 제공하며, 비디오 전송하는 방식에 따라 분류 할 경우, 실시간 주문형 비디오(TVoD:Ture-VoD)와 유사 주문형 비디오(NVoD: Near-VoD)로 크게 분류 된다. 먼저, TVOD는 시청자가 원하는 시간에 원하는 비디오를 선택하여 시청할 수 있는 방식으로 지정된 하나의 채널을 통해서 시청자에게 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하는 대화형 서비스 방식이다. TVoD는 대화형 서비스의 장점이 있지만 시청자가 VoD 서버에서부터 시청자단까지 전송 채널을 점유하기 때문에 서비스의 제공에 많은 대역폭이 필요하고 따라서 많은 시스템 비용이 소요된다는 단점이 있다. 반면 NVoD는 대화형 서비스와 시청자의 대기시간을 회생하는 대신 하나의 비디오를 여러 개의 채널을 통하여 일정한 간격으로 방송하는 방식이다. NVoD는 하나의 채널을 이용하여 다수의 시청자들이 동시에 비디오를 시청할 수 있기 때문에 시스템 비용의 소모를 획기적으로 줄일 수 있다는 장점이

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(CR070019) 지원으로 수행되었습니다.

있다. NVoD는 TVoD에 비해 현저히 적은 채널을 필요로 하지만 많은 시청자들이 요청한 비디오를 즉시 볼 수 없다는 단점이 있다. 하지만 VoD에 대한 시청자의 요구는 특정 비디오에 집중적으로 발생하고 이와 동시에 시청자의 요청 시간도 특정시간대에 집중적으로 발생하는 이유로 인기가 많은 비디오에 대해서는 TVoD보다는 NVoD를 활용 하는 것이 대역폭 측면에서 효율적이다. 이러한 전송방법 중 Patching[2,3]은 새롭게 서비스 할 사용자를 기존의 멀티캐스트에 합병시킬 수 있다. 즉 기존 멀티캐스트의 Patching Window 안에 존재하는 새로운 사용자 요청에 대해서 서버는 기존 멀티캐스트에서 이미 전송해버린 비디오 앞부분만을 새로운 채널을 통해 전송하며 이와 동시에 사용자가 뒷부분의 비디오 스트림을 연속적으로 상영할 수 있도록 기존의 멀티캐스트에 합병시킨다. 이와 같이 Patching은 많은 사용자들을 기존의 멀티 캐스트에 합병시킴으로써 멀티캐스트의 효율을 증가시키며 더욱이 비디오 요청을 일정기간 동안 모아두는 Batching[4]과는 달리 사용자가 서비스 지연시간 없이 서비스를 받을 수 있으므로 서비스 요청 지연시간을 줄일 수 있다. 그러나 비인기 비디오에 이 기법을 적용하면 심각한 채널의 낭비를 가져오게 된다. 채널을 효율적으로 관리하기 위해 인기가 높은 VoD 일 경우 Fast Broadcasting을 이용하고 인기가 낮은 VoD일 경우 Patching으로 서비스하는 기존의 방식[7]을 제안하였다. 그러나 사용자가 연속적인 서비스를 요청하는 경우 발생 가능한 지연시간을 효율적으로 줄임으로써 서비스의 연속성을 보장할 수 있는 효율적인 비디오 전송 방법중, Patching 방식과 Fast broadcasting 방식 각각의 비디오를 전송하였을 경우 발생 가능한 지연시간을 계산하고, 이를 기반으로 더 짧은 지연시간을 요구하는 방식을 선택 하여 비디오를 전송하기 위한 방법을 제안한다.

2장에서는 Multicast와 FB(Fast Broadcasting), Patching Scheme 와 관련된 연구를 소개함으로써 제안 배경을 설명한다. 3장에서는 VoD 스트림에 대한 서비스요청 대기시간을 줄이기 위하여 혼성 멀티캐스트 기법을 제안한다. 그리고 마지막으로 5장에서 제안된 기법에 대한 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 1. 관련연구

#### 1.1 Multicast

VoD 시스템은 다수의 클라이언트가 동시에 서비스를 요청하므로 VoD 서버의 적은 자원으로 보다 많은 클라이언트들에게 높은 QoS를 제공할 수 있어야 한다. 인기 있는 비디오의 경우 특히 요청하는 클라이언트들이 많은 것에 감안하여 이를 가장 효율적으로 이용할 수 있는 방법이 멀티캐스팅(Multicasting)이다. 멀티캐스트를 통한 미디어의 전송은 다수의 클라이언트에게 연속 미디어를 제공하는 VoD 서버의 부하를 줄이기 위한 효과적인 방법이나 클라이언트의 요청에 따른 미디어 데이터의 전송을 위해 서버와 연결할 필요가 없다. 그러나 멀티캐스트를 하기위한 시간지연이 존재하므로 대기시간 없는 서비스를 위해 멀티캐스트를 활용한 Patching 기법이 <Fig.1>제안되었다.[3]

### 1.2 Fast Broadcasting

Fast Broadcasting[8]은 비디오 데이터를 시간 축으로  $N$  개의 동일한 크기로 분할하고 대역폭이  $b[bps]$ 로 일정한 각 논리 채널에 분산하여 전송하는 방법이다.  $i$  번째 논리 채널에는  $2^{i-1}$  개 수만큼의 분할된 데이터를 순서대로 각 채널에서 반복적으로 전송하는 방법이다. 여기서  $N$  의 크기는 전송할 수 있는 채널의 수를  $n$ 이라고 할 때,  $2^{i-1}$ 개다. 이 방식은 Pyramid[9] 방식에서 발전되었으며 채널의 대역폭 측면에서 보면 효율성이 높다. 하지만 비디오 데이터가 분할되는 개수가 너무 많고, 시청자 측에서 필요한 버퍼가 최고 비디오의 크기의 50%에 해당한다.

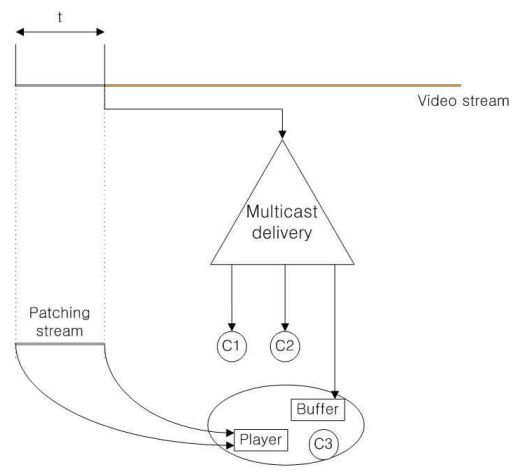


Fig. 1. The structure of patching scheme.

## III. 본론

IPTV에서 비디오 스트림을 연속적으로 수신하고자 하는 경우 서비스 연속성을 보장하기 위한 방안이 연구가 요구되고 있다. 예를 들어, 셋탑박스(Settop Box)를 통해 비디오를 시청하던 사용자는 해당 비디오를 중간부분부터 이어서 시청하고자 할 수 있다. 기존의 Patching 방식과 FB 방식은 사용자가 비디오의 처음시점부터 서비스를 요구한다는 가정 아래 연속적이고 효율적인 재생을 보장할 수 있는 방식으로, 사용자가 비디오의 중간시점부터 연속적인 서비스를 요청하는 경우 지연시간이 발생하여 서비스의 연속성을 보장하는데 어려움이 존재할 수 있다. 따라서 IPTV 서비스의 연속성을 보장할 수 있는 효율적인 비디오 전송방안에 대한 제시가 필요하다.

본 논문에서는 VoD streaming service에 있어서 스트림의 중간 부분을 요구하는 요청에도 재생의 연속성을 제공할 수 있는 기법을 소개 하고자 한다.

관련연구에서 언급한 Fast Broadcasting 방식과 Patching 방식의 혼합된 방식을 통해 효율을 높였다. 하지만 세션 변경이 요구되는 환경에 있어서 상대적으로 높은 응답시간을 필요로 한다. 이는 전체가 VoD의 사용자의 요구가 스트림의 처음 부분부터 요구한다는

가정에 의한 것이다. 본 제안에서는 스트림 요청의 세션 변경 요구되는 사용자로 하여금 일시적으로 unicast 방식에 의한 연속적인 스트림을 제공하고 기존의 Broadcasting group 합류를 유도한다.

<Fig.2> 를 보면 FB은 4개의 채널로  $D/2^{k-1}$ 로 15개의 세그먼트로 나누어 각각 채널에 할당한다. GP은  $D/2$ 의 주기마다 정규 채널이 생성된다. R1~R4은 서비스를 연속하는 사용자를 나타내고 시간별로 순차적하게 요청을 한다고 가정한다.  $S_i$ 는 전송 받고자 하는 세그먼트를 나타낸다.

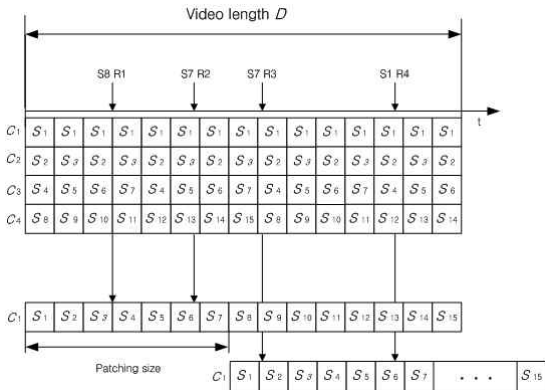


Fig. 2. An example of broadcasting with the proposed approach.

만약 R1이 일반적인 사용자이면  $t \bmod d = 0$ 인 경우는 바로  $S_1$ 을 전송 받을 수 있는 시점이다. 그러나 S8R1 사용자의 경우 FB의 지연시간은 S4~S7까지 이고 GP의 경우 S5~S7을 기다려야 하므로 지연시간이 적은 GP방식으로 전송 받는다. S7R2는 서비스 요청 시점이  $t \bmod d \neq 0$  이므로 최대 S5~S6까지 기다려야 한다. 그러나 GP의 경우 지연시간이 최대 S6만 기다리면 되므로 또한 GP로 전송 받는다. S7R3 사용자의 경우 GP의 경우  $D/2$  주기마다 정규채널이 생성되어 세그먼트 지연이 생기므로 최대 S2~S6까지 기다리게 되지만 FB 같은 경우 최대 S4~S6까지만 대기 하면 되므로 FB 로 전송받게 된다.

Table 1. The list of variables

parameter	Meaning
M	VoD 전체수
D	Video 길이
d	세그먼트 길이
N	서버에 할당된 전체 채널수
k	FB에 할당된 채널
K	FB에 할당된 전체 채널
$P_i^B$	FB에서 VoD를 받을 확률
$P_i^{BC}$	FB에서 연속하는 사용자의 VoD를 받을 확률
$P_i^P$	Patching VoD를 받을 확률
$P_i^{PC}$	Patching 연속하는 사용자의 VoD를 받을 확률

$F(M,K)$ 와  $G(M,N-K)$ 는 사용자가 FB나 GP로 전송 받을 때 사용자 평균 대기시간을 나타낸다. 그리고 서비스를 연속하는 사용자의 평균 대기시간은 다음 <식1>으로 나타낼 수 있다.

$$F(M,K) = \min_{0 \leq K \leq N} F(M,K) \sum_{i=1}^M (P_i^B + P_i^{BC}) + G(M, N-K) \sum_{i=1}^M (P_i^P + P_i^{PC}) \quad (1)$$

FB가 연속적인 재생을 지원하기 위해서는 클라이언트 버퍼 크기가  $D/2$ 가 되어야 한다. 클라이언트는 VoD에 대한 요청이 FB와 GP중 어느 것을 사용하여 서비스 될지 미리 예측 할 수 없으므로, 이 버퍼 크기 요구사항은 모든 클라이언트에게 가정될 것이다. 서비스를 연속하는 사용자가 요청 시 FB와 GP의 전송 방식들을 각각의 지연시간을 비교하여 동적으로 할당한다. <식 2>

$$F(M,K) = \begin{cases} W_0^C(K) \\ \frac{M \ln n_{1 \leq k \leq K} B(M-1, K-k) \sum_{i=1}^{M-1} (P_i^P + P_i^{PC}) + W_0^C(k)(P_M^B + P_M^{BC})}{\sum_{i=1}^M (P_i^B + P_i^{BC})} \end{cases} \quad (2)$$

Patching으로 전송 될 때 유저는 받지 못한 부분을 unicast로 전송 받는다. 그러므로 지연은 생기지 않지만 서비스를 연속하는 사용자가 요청할 경우에는 지연이 발생한다. 서비스를 연속하는 사용자가 요청 시 FB와 GP의 전송방식들을 각각의 지연시간을 비교하여 동적으로 할당한다.  $N-K > 0$ 일 경우에 GP로 전송이 가능하지만  $N-K \leq 0$ 일 경우 전송이 가능하지 않다. 그러므로 전송이 가능하지 않을 경우에는 FB로 전송 한다.

#### IV. 결론

IPTV에서 VoD 서비스의 성능을 높이기 위해서는 서버의 네트워크 대역폭에 의해 결정되는 한정된 채널 자원을 효율적으로 사용하면서도 서비스 지연시간과 이탈을 감소시킬 수 있는 방법이 필요하다. FB는 인기 있는 비디오를 세그먼트로 나눠 주기적으로 채널에 할당하여 채널자원을 효율적으로 사용한다. 그러나 중간 세그먼트부터 요청하는 사용자들에게는 세그먼트 시간만큼 기다려야 하는 단점이 있다. 패칭은 멀티캐스트 정규채널에 조인되어 VoD를 수신 받는 동시에 조인되었을 때 수신하지 못한 앞부분을 서브채널을 통해 수신 받는다. 그러나 인기가 많은 VoD 요청 시에는 서브채널이 요청시마다 생기므로 한정된 채널에서는 불리하다. IPTV 환경에서 VoD 서버의 통신 대역폭을 다수의 사용자들이 효율적으로 공유하기 위한 스케줄링 기법은 사용자에게 고품질 및 저비용의 VOD 서비스를 제공하기 위한 가장 핵심 기술이다. 본 논문에서는 네트워크 대역폭을 최대한 활용하고 사용자 지연시간을 최소화하기 위해 VoD기법을 동적으로 할당하는 방법을 제안하였다.

제안된 기법은 서비스 연속성을 가진 사용자의 비디오 요청율이 높아지더라도 사용자의 최대 대기시간을 항상 일정 시간 이내로

유지할 수 있고, 필요로 하는 대역폭이 일정 수준을 초과하지 않는다는 매우 바람직한 특성을 지니고 있다.

본 논문의 향후 연구로서 FB와 GP의 연속적인 혼성 기법에 대하여 구체적인 방안에 대한 연구를 진행할 예정이다.

## 참고문헌

- [1] D. Wu, Y. Hou, W. Zhu, Y. Zhang, and J. Peha, "Streaming Video Over the Internet: Approaches and Directions," *Journal of IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.11. No. 3, pp. 1-20, Mar. 2001.
- [2] K. Hua, Y. Cai, and S. Sheu, "Patching: A Multicast Technique for True Video-on-Demand Services," In *Proc. ACM Multimedia*, pp. 191-200, 1998.
- [3] Y. Cai, K. Hua, and K. Vu, "Optimizing Patching Performance," In *Proc. SPIE/ACM Conference on Multimedia Computing and Networking*, pp. 204- 215, 1999.
- [4] A. Dan, D. Sitaram, and P. Shahabuddin, "Scheduling Policies for an On-Demand Video Server with Batching," In *Proc. of the 2nd ACM Multimedia Conference*, pp. 25-32, 1994.
- [5] C. C. Aggarwal, J. L. Wolf, and P. S. Yu, "On Optimal Piggyback Merging Policies for Video-On-Demand Systems," In *Proc. 1996 ACM SIGMETRICS Conf. on Measurement and Modeling of Computer Systems*, pp. 200-209, 1996.
- [6] L. Golubchik, J. Lui, and R. Muntz, "Adaptive Piggybacking: Arrival Technique for Data Sharing in Video-on- Demand Service," *ACM Multimedia Systems*, Vol.4, No.3, pp.140-155, 1996.
- [7] Salahuddin A. Azad, Manzur Murshed, "An Efficient Transmission Scheme for Minimizing User Waiting Time in Video-On-Demand Systems", *IEEE Communications Letters*, vol. 11, no. 3, Mar 2007
- [8] Li-Shen Juhn, Li-Ming Tseng, "Fast data broadcasting and receiving scheme for popular video service", *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol.44, pp.100 -105, Mar. 1998.
- [9] S. Viswanathan and T. Imielinski., "Pyramid Broadcasting for video on demand service", In *IEEE Multimedia Computing and Networking Conference*, Vol.2417, San Jose, California, pp 66-77, 1995.