

주문형 비디오 서비스 시스템에서 VCR 기능을 위한 **Batching** 전송

正會員 박 호 균*, 유 황 빈**

Batching Delivery for VCR-like Functions in Video-On-Demand Service Systems

Ho-Kyun Park*, Hwang-Bin Ryou** *Regular Members*

요 약

주문형 비디오(Video-On-Demand) 시스템은 광대역 통신 네트워크를 통하여 사용자가 원하는 영화를 융통성있게 제공하는 전자 비디오 대여 시스템이다. 대부분의 제안된 VOD 시스템은 사용자와 비디오 서버 간에 일대일 연결로 설계되어 있어 하나의 비디오 서버 스트림을 전용 전송 채널로 각 사용자에게 개별적으로 서비스되었다. 그러나 동일한 비디오 스트림을 액세스하는 다수의 사용자에게 개별적으로 전용 전송 채널로 서비스를 하는 것은 매우 비효율적이며 비용의 낭비를 초래한다. 따라서, 비용 효율성을 얻기 위하여, 동일한 비디오 스트림을 요구하는 다수의 사용자에게 멀티캐스트 기능을 이용하여 하나의 스트림으로 전송하는 batching 기법이 연구되었다. 그러나, batching에 의한 멀티캐스트의 사용은 오히려 VCR 기능의 특성과 on-demand 특성을 저하시키는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 서버에 대한 I/O와 네트워크 대역폭을 감소시키기 위하여 가입자 인접 부근인 액세스 노드에 가변 playout point를 갖는 동적 버퍼를 두어 동일한 비디오 스트림을 요구하는 사용자들을 batching으로 전송하는 기법을 제안하였다. 따라서, 사용자당 비디오 전송 비용을 감소시켰으며, 사용자들이 true VOD를 사용하는 것과 마찬가지로 대화형 VCR 명령을 가능하게 하였다. 또한, 초기 요구나 VCR 기능이 수행된 후에도 어떠한 batching 지연이 없이 바로 멀티캐스트 비디오 스트림을 전송할 수 있었으며, 소수의 서버 용량으로 많은 사용자들에게서 서비스하여 시스템의 성능을 향상시킬 수 있었다.

ABSTRACT

Video-On-Demand system provides electronic video rental services from remote video servers on a broadband

*신홍전문대학 전자계산과
**광운대학교 전자계산학과
論文番號:97295-0823
接受日字:1997年 8月 23日

communication networks. Most of proposed VOD systems are typically designed for one-to-one connection between a user and video server. Therefore, video server stream services to customers individually by allocating a dedicated transmission channel and a set of video server resources for each customer. However, it is inefficiency and expensive way when server support multiple users who access the same video stream with a dedicated video channel. Therefore, to achieve cost-effectiveness, batching have studied method that uses multicast communication to simultaneously service all users requesting the same video with a single video stream. However, the application of the multicast communication by batching detract from the VCR-like function and on-demand nature of the system.

In this paper, we propose a scheme that can support an interactive VCR for all users requesting the same video stream with batching. To reduce a server I/O and network bandwidth requirement, dynamic buffer is allocated to access node which has variable playout point. Consequently, it makes possible interactive VCR operation as if customer uses true VOD system. Also, this scheme can just deliver a multicast stream without delay after an initial request or VCR action occurred. The policy can guarantee acceptable services to a number of users at minimum cost.

I. 개 요

최근 통신 및 컴퓨터 기술의 발전은 VOD시스템을 가능하게 하였으며, 이는 사용자에게 매우 큰 비디오 라이브러리를 제공하는 시스템으로 사용자는 언제든지 이 라이브러리로부터 시청하고자 하는 비디오를 선택할 수 있는 시스템이다. 특히, ATM과 같은 광대역 통신망의 실현 및 대용량 저장 서버를 구현하기 위한 RAID(Redundant Arrays of Inexpensive Disks) 기술 그리고 동영상 압축 기술등의 발전은 VOD를 가장 실현 가능성이 높은 서비스로 발전시켰다[1, 2, 3, 4, 5].

T-VOD에서 사용자는 그들이 원하는 프로그램을 선택하여 원하는 시간에 시청할 수 있으며, 마치 VCR 재생 장치를 이용하여 비디오 테이프를 보듯이 fast-forward, rewind, pause, resume, random positioning등과 같은 일련의 VCR 동작을 서버에게 요청할 수 있다. 반면, N-VOD는 비디오 프로그램을 일정한 간격으로 방송하여 사용자가 시청하고자 하는 시간에 가장 근접한 프로그램 시간에 채널을 할당하여 서비스하는 방법이다. 따라서, 기존의 비디오 테이프 대역 서비스와 상업적 경쟁력을 유지하기 위해서는 사용자들에게 실시간 대화성을 제공하는 T-VOD로 설계되어야 한다. 그러나, 이러한 시스템은 동일한 비디오 스트림을 요구하는 다수의 사용자에게 전용 전송 채널로 각각 서비스하므로 비효율적이며 확장성이

없다는 단점을 가지고 있다. 즉, 시스템에서 사용자 수가 증가함에 따라 할당된 채널 수도 증가하여 제한된 사용자만이 비디오 전송 서비스를 받기 때문이다. 따라서, 동일한 비디오 스트림을 요구한 여러 사용자에게 하나의 스트림을 이용하여 멀티캐스트 전송을 수행하는 batching 기법이 연구되었다. 그러나, batching에 의한 멀티캐스트의 사용은 VCR 기능과 on-demand 특성을 저하시키는 단점을 가지고 있다.

기존의 연구사례를 살펴보면, Sincoskie[1]는 비디오 데이터베이스를 저장하는데 라이브러리, copier 메모리, 스톱-스타트 버퍼로 구성된 3-레벨 메모리 계층을 두어 인기있는 비디오에 대하여 copier 메모리에 그 비디오를 캐싱하여 멀티캐스트 접속을 설정하였다. 그러나, copier 메모리의 디스크 헤더간의 위상 차이로 인하여 사용자가 대기해야 하는 단점을 가지고 있다. Almeroth[2]는 셋-탑 박스에 수신된 비디오 프레임들을 버퍼링하는 기능을 제공하고, 멀티캐스트 통신을 이용하여 대화형 VOD서비스를 제공하는데 문제점을 살펴보았다. 특히, 사용자가 임의의 시간동안 비디오를 pause할 수 있는 기능에 대해서 만을 연구하였다. 그리고, 비디오를 요구한 사용자가 이를 시청하기 전에 평균 반 슬롯을 대기해야 하며, resume 명령 이후 멀티캐스트 그룹이 변경될 때 지연이 발생하는 단점을 가지고 있다. 또한, 그는 [3]에서, 셋-탑 박스내의 버퍼링을 해결하기 위하여 rewind, fast-forward, pause 기능에 대하여 지정된 시간의 정수배 동

안 만을 수행하는 비연속 VCR 액션을 고려하였다.

이와같은 batching 시스템들은 초기 요구나 대화형 VCR 액션의 수행시 새로운 멀티캐스트 그룹으로 변경될 때, batching 간격이 끝날 때 까지 사용자 요구가 대기해야 하는 단점을 가지고 있다. 따라서, 대기 시간이 길어지며 사용자가 요구를 취소하는 취소확률(renegeing probability)이 증가하게 된다. 취소확률을 최소화하기 위해서는 근본적으로 수용율(acceptance rate)을 만족하는 보다 낮은 서버 용량을 유지하여야 한다.

본 논문에서는 VOD 서버에 대한 I/O와 네트워크 대역폭을 감소시키기 위하여 논리적 batching 간격 동안 동일한 비디오 스트림을 요구하는 사용자에게 batching을 이용하여 단일 채널로 전송하는 기법을 제안하였다. 또한, 대화형 VCR 액션을 수행하는 사용자들을 위하여 액세스 노드에 가변 playout point를 갖는 동적 버퍼를 할당하여 VCR 기능을 가능하게 하였다. 논리적 batching 간격은 동일한 스트림을 필요로 하는 요구들을 멀티캐스트 전송을 하기 위한 시간 간격이며, 제안된 시스템에서는 기존의 시스템과는 달리 batching으로 인한 지연이 발생하지 않는다.

II. 시스템 동작

2.1 시스템 구조

일반적인 VOD 시스템의 구조는 그림 1과 같이 VOD 서버, 대용량의 비디오 저장 장치, 광대역 기간 통신망, 액세스 노드, 셋-탑 박스 등으로 구성된다. 비디오 서버는 사용자의 요구를 수신하여, 전송할 비디오 스트림을 설정하여 유지하는 기능을 갖는다. 비디오 스트림은 비디오 세그먼트들로 구성되며 비디오 저장 장치로부터 추출되어, 광대역 통신망을 통하여 전송되며, 가입자 재생 장치에 있는 셋-탑 박스에 전송되어 재생된다. 네트워크는 비디오 서버로부터 사용자에게 비디오 스트림을 전송하는 forward 채널과 사용자에서 비디오 서버로 제어 메시지를 전송하는 backward 채널로 구성된다. 셋-탑 박스는 제어 메시지를 송수신하며, 비디오 스트림을 수신하여 재생장치에 출력하는 기능을 갖는다. 사용자는 비디오를 선택하여 재생하거나, 비디오를 시청하는 동안 pause, resume, fast-forward, rewind와 같은 일련의 VCR 동작을 요

청할 수 있다.

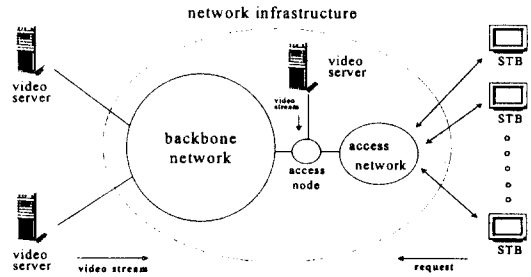


그림 1. VOD 시스템의 구조
Fig. 1 VOD system architecture

2.2 기본 동작

전형적인 VOD시스템은 각 사용자의 전용 전송 채널에 하나의 비디오 스트림을 할당함으로써 개별적으로 사용자에게 서비스하는 시스템이다. 그러나, 이러한 시스템은 동일한 비디오 스트림을 요구하는 다수의 사용자에게 전용 전송 채널로 각각 서비스하므로 비효율적이다. 그림 2는 비디오 서버로부터 스트림 3을 요구하는 사용자(STB3과 STB4)에게 하나의 채널로 스트림을 추출하여 액세스 네트워크를 통하여 멀티캐스트 전송을 나타낸 것이다.

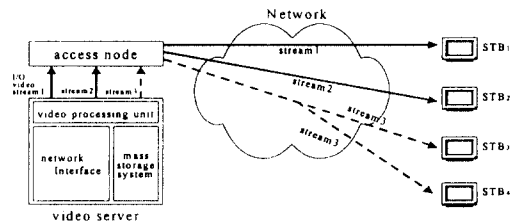


그림 2. 비디오 스트림 전송
Fig. 2 Video stream transmission

ATM과 같은 광대역 통신망의 처리량이 거대해짐에도 불구하고 네트워크 I/O의 병목현상으로 인하여 하나의 미디어 서버가 동시에 지원할 수 있는 사용자 수는 제한된다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법은 동일한 비디오에 대한 요구들을 batching 전송하는

것이며, 네트워크 I/O 대역폭을 절약하기 위하여 사용자들에게 비디오 스트림을 멀티캐스트하는 것이다. 기존의 멀티캐스트 동작은 한 슬롯 즉, batching 간격내에 도착하는 동일한 비디오를 요청한 모든 사용자들에게 그 슬롯의 끝에서 단일채널로 비디오를 전송한다. 따라서, 슬롯의 길이가 길면 동일한 비디오를 시청하기 위한 요구가 그 슬롯 기간동안 더 많이 도착하기 때문에 멀티캐스트의 특성은 높아지지만, 그 결과 대기 시간의 증가로 인하여 on-demand 특성이 저하되었다.

제안된 시스템에서 비디오 스트림은 정상 재생 동안 사용자에게 서비스되는 logical 채널과 VCR 기능이 수행되었을 때 연속적인 서비스를 제공하기 위한 contingency 채널로 나눌수 있다. logical 채널은 다수의 사용자에게 서비스될 수 있는 멀티캐스트 스트림을 전송하는 채널을 의미하며, contingency 채널은 VCR 액션을 수행할 사용자의 요구를 만족시키기 위하여 유니캐스트 스트림을 전송하기 위한 채널이다. 제안된 기법의 시나리오를 살펴보면 다음과 같다.

1. 사용자가 VCR 액션을 시작하였다면 시청중인 스트림의 멀티캐스트 그룹으로부터 이탈하고 진행중인 또 다른 선행 스트림(preceding stream) 또는 후행 스트림(succeeding stream)들 중 적절한 스트림을 선택하여 그 스트림의 멀티캐스트 그룹과 결합한다. 본 논문에서는 이 스트림을 new stream 이라 하였다.
2. 대화형 VCR 액션이 원활히 수행되기 위하여 액세스 노드에 가변 playout point를 갖는 동적 버퍼를 할당하여 new stream의 내용을 버퍼에 저장한다.
3. 2의 동작이 수행되는 동시에, view point부터 동적 버퍼에 저장된 스트림 바로 전까지 즉, new stream의 VCR액션 종료 시간에서 view point까지의 변위를 처리하기 위하여 contingency 채널을 이용하여 유니캐스트 전송을 수행한다.
4. 3의 동작이 완료되면 사용자는 contingency 채널을 반환하고 동적 버퍼로부터 세그먼트 내용을 추출하여 사용자에게 전송한다.

기존의 연구에서는 batching 간격 동안 도착하는 다른 모든 요구들을 포함하여 batching 간격이 끝나

는 시간까지 대기하였다가 이들을 멀티캐스트 전송을 수행하는 단점을 가졌으나, 제안된 기법에서는 초기 요구가 도착 하자마자 바로 동적 버퍼를 이용하여 서비스할 수 있다. 예를들어, 그림 3에서 ①사용자(STB₁)가 비디오 스트림 *i*에 대하여 초기 요구를 요청했을 때 논리적 batching 간격 내에 이미 진행중인 멀티캐스트 그룹(STB₂, STB₃, STB₄)이 존재한다고 가정하자. ②그 그룹에 사용자(STB₁)를 결합하고 액세스 노드에 동적 버퍼를 할당하여 전송중인 스트림을 저장한다. 동시에 비디오의 시작부터 요구 도착 시간까지를 contingency 채널을 이용하여 유니캐스트 전송을 수행한다. ③전송이 완료되면, 사용자는 contingency 채널을 반환하고 동적 버퍼로부터 서비스를 받는다.

이와같은 방법은 전용 채널로 서비스하는 T-VOD 시스템과 마찬가지로 초기 지연 시간이 없기때문에 사용자 대기 시간을 줄일 수 있으며, 대기 시간의 증가로 인하여 발생하는 초기 취소 확률을 줄일 수 있다. 만약 진행중인 멀티캐스트 그룹이 존재하지 않더라도 free logical 채널이 있을 경우 새로운 그룹을 생성하여 서비스한다. 그러나, 사용자가 초기 요구를 하였을 때 채널 풀(channel pool)에 free logical 채널이 이미 다 할당되어 없다면 사용자 요구는 블록킹된다. 이를 초기 요구 블록킹이라 한다. 본 논문에서는 블록킹 모델을 사용하였으며, 서비스를 거부당한 사용자가 다시 요구하지 않는다는 것을 가정하였다.

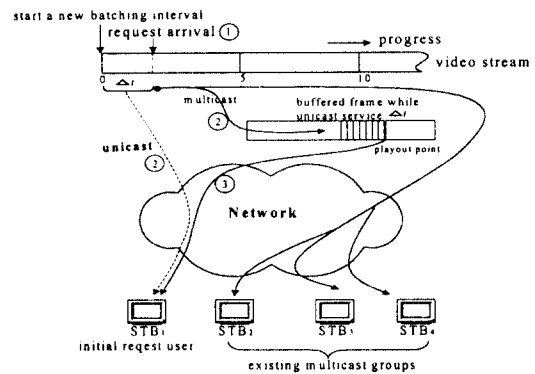


그림 3. STB₁의 초기 요구시 스트림 전송의 예
Fig. 3 An example of stream transmission for the STB₁'s initial request operation

Ⅲ. VCR 동작

사용자는 비디오를 선택하여 시청하는 동안 pause, resume, fast-forward, rewind 등과 같은 일련의 VCR 동작을 요청할 수 있다. batching을 이용하여 비디오를 서비스하면서 VCR 동작을 수행하기 위해서는 진행되고 있는 다수의 스트림들중 가장 적합한 것을 선택하여 그 스트림의 멀티캐스트 그룹과 결합하여야 한다. 이때 new stream의 VCR 액션의 종료 시간부터 view point 까지의 변위를 처리하기 위해서는 contingency 채널이 필요하며, 그 사이 view point 이후 내용이 저장될 버퍼가 필요하게 된다.

그림 4는 VCR기능을 제공하기 위한 버퍼의 상태를 나타낸 것이며, 이것은 액세스 노드에 동적으로 할당된다. 이 버퍼에는 사용자가 액세스하는 playout point가 있으며, 사용자가 VCR 액션을 수행하였을 때 버퍼 상태에 따라 가변적으로 변한다. Playout point를 기준으로 underflow bank는 rewind 그리고 overflow bank는 fast-forward 기능을 제공하는데 사용되며, rewind를 위하여 이용 가능한 버퍼의 양을 $|B_{under_max}|$, fast-forward를 위하여 이용 가능한 버퍼의 양을 $|B_{over_max}|$ 라 정의 하였다.

사용자 습관상 rewind나 fast-forward와 같은 동작은 시청하는 비디오 스트림의 view point를 매우 짧은 전/후 시간 거리로 옮기는 특성을 갖는다. 따라서, 사용자가 짧은 시간 동안 rewind/fast-forward를 수행하면 버퍼에 저장된 프레임이 있는 범위에 한하여 playout point는 앞/뒤쪽으로 이동하여 스트림을 추출함으로써 멀티캐스트 그룹 변경에 따르는 오버헤드를 줄일 수 있다.

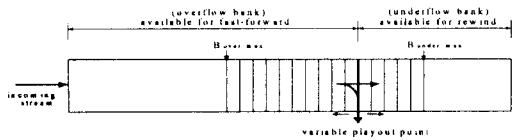


그림 4. 가변 playout point를 갖는 동적 버퍼
Fig. 4 Dynamic buffer with variable playout point

3.1 Fast-Forward

그림 5에서 사용자가 비디오 i 를 시청하는 스트림

을 viewing stream이라 가정하였다. 이때 사용자가 시간 t_0 에서 fast-forward 버튼을 d 시간 동안 눌렀을 경우, $t_0 + d$ 시점에서 t_1 의 지점을 시청하고자 fast-forward VCR 액션을 수행하였다. 먼저 VCR 액션을 요구한 사용자의 버퍼의 $|B_{over_max}|$ 가 $t_{ff}(t_1 - t_0)$ 보다 크다면 단지 playout point를 t_{ff} 시간 만큼 후방으로 이동하여 멀티캐스트 그룹 변동이 없이 그대로 사용자에게 전송하면 된다. 만약 그렇지 않다면, 진행되고 있는 다수의 스트림들중 가장 적합한 것을 선택하여 그 스트림의 batch 그룹과 결합하여야 한다. 즉, 선행 스트림들중 Δt 가 버퍼 잔여 크기보다 작으면서 가장 작은값을 갖는 스트림의 채널과 결합한 후 그 스트림을 계속 버퍼에 저장한다. 이때 $\Delta t = NPT$ (Normal Play Time)-view point(t_1)이며, NPT는 스트림의 처음부터 정상적인 속도로 재생될 때 이에 상응하는 상대적인 시간 값을 의미한다. 이 예제에서는 선행 스트림 2가 결합될 멀티캐스트 스트림이다. 또한, 동시에 fast-forward 동작이 종료되자마자 결합된 스트림의 view point지점부터 Δt 시간 동안 contingency 채널로

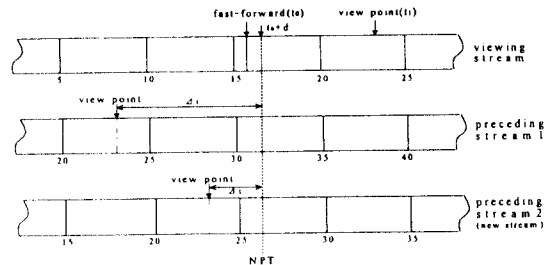


그림 5. Fast-forward VCR 기능의 동작
Fig. 5 Operation of fast-forward function

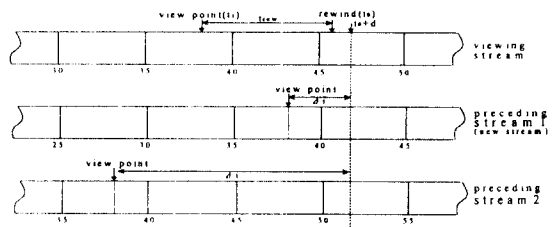


그림 6. Rewind VCR 기능의 동작
Fig. 6 Operation of rewind function

유니캐스트 전송을 수행한 후 채널을 반환한다. 다시 사용자는 버퍼로부터 비디오 스트림을 추출하여 재생한다.

3.2 Rewind

Rewind 동작도 fast-forward 동작과 비슷하게 수행된다. Rewind 동작을 요구한 사용자의 버퍼에서 rewind를 위한 스트림의 양 즉, $|B_{under_max}|$ 가 t_{rew} ($t_0 - t_1$) 보다 크다면 단지 playout point를 t_{rew} 시간 만큼 전방으로 이동하여 버퍼로부터 스트림을 추출하여 사용자에게 전송한다. 만약 그렇지 않다면, 진행되고 있는 다수의 후행 스트림들중 Δt 가 버퍼 잔여크기보다 작으면서 가장 작은 값을 갖는 스트림을 선택하여 이와 결합한 후 그 스트림을 계속 버퍼에 저장한다. 나머지 동작은 fast-forward와 동일하다.

3.3 Pause and Resume

pause/rewind를 수행했을 때 시나리오를 살펴보면 다음과 같다.

사용자가 시청중인 스트림의 t_0 에서 pause를 실행하면,

- 1) 우선 사용자 버퍼의 overflow bank를 모두 삭제하고 viewing stream의 내용을 버퍼에 저장한다. resume (t_1)이 될 때 까지 버퍼의 상태는 2)또는 3)의 상태가 된다.
- 2) 만약, 버퍼 가득찬 상태가 발생하지 않을 경우 view point의 위치에 따라 다음과 같이 처리한다.
 - 2.1) 만약 후행 스트림에 view point(t_0)가 발견되지 않았다면 batch 그룹의 변경없이 버퍼에 저장된 내용을 사용자에게 전송한다.
 - 2.2) 만약 후행 스트림에 view point가 나타난다면 사용자는 viewing stream으로 부터 batch 그룹을 이탈하여 그 스트림의 그룹으로 결합한다. 그리고 1)의 과정을 반복한다. 그림 7은 이런 상황을 나타낸 그림이다.
- 3) 만약, 버퍼 가득찬 상태가 발생한 경우 view point의 위치에 따라 다음과 같이 처리된다.
 - 3.1) 만약 후행 스트림에서 view point(t_0)가 발견되었다면, 그림 8에서와 같이 2.2)에 의하여 이미 버퍼에 저장되어 있는 $t_{buffered_offset}$ 의 내용이

후 부터는 버퍼(t_{idle_offset} 만큼) 블록 시킨다. 사용자가 resume동작을 하면, 버퍼로부터 액세스하여 전송함과 동시에 batch 채널로부터 스트림의 내용을 버퍼에 저장한다. $t_{buffered_offset}$ 만큼 버퍼로부터 서비스가 완료됨과 동시에 contingency 채널로 t_{idle_offset} 만큼 서비스를 전송하고 채널을 반환한 후, 다시 버퍼로부터 비디오 스트림을 액세스하여 계속 전송한다.

3.2) 만약 후행 스트림에서 view point가 발견되지 않았다면, 후행 스트림중 t_0 와 가장 가까운 스트림과 결합하여 멀티캐스트 전송을 한다.

3)의 경우는 버퍼크기 이상으로 사용자가 pause를 하는 동안 후행 스트림 요구가 거의 없는 경우이다. 멀티캐스트 전송은 인기있는 비디오에 대하여 스케줄링하는 정책이므로 이러한 상황은 발생하기 힘든 경우이므로 시뮬레이션에서 제외시켰다.

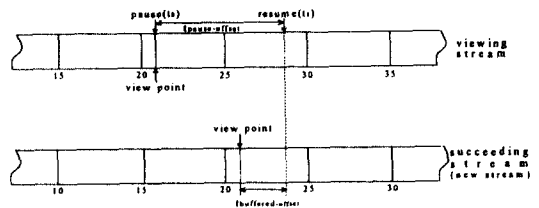


그림 7. Pause/resume VCR 기능의 동작
Fig. 7 Operation of pause/resume function without buffer full

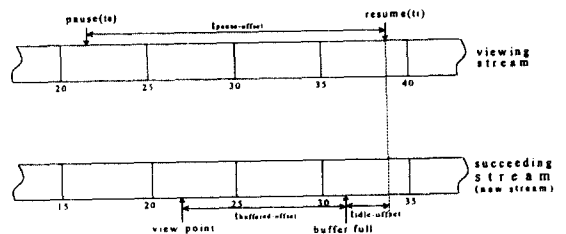


그림 8. Buffer full이 발생할 때 pause/resume의 동작
Fig. 8 Operation of pause/resume function with buffer full

IV. 시뮬레이션 및 성능분석

제안된 VOD시스템의 성능을 비교, 분석하기 위하여 CSIM18 시뮬레이션 엔진 (C 버전)[9]으로 시스템 이용도가 가장 높게 예상되는 오후 6시부터 12시까지 골든 아워 동안 시뮬레이션을 수행 하였다. 사용된 시스템 파라미터는 다음과 같다. 모든 비디오의 길이는 동일하게 120분으로 가정하였으며 이용 가능한 비디오의 수는 100개로 가정하였다. 임의의 비디오 i 를 요구할 확률은 q_i 로 가정하였다. q_i 에 대해서는 θ 가 0.271을 갖는 Zipf 분포를 사용하였다. 즉, 비디오 i 에 대한 액세스 빈도 f_i 는 $1/i^{1-\theta}$ 이며, skewed 분포로 가정하였다. 비디오 i 를 선택할 확률 q_i 는 $f_i / \sum_{j=1}^n f_j$ 와 같

다. 이때 n 은 비디오의 수이며, i 는 1부터 n 까지의 값을 갖는다. Zipf 분포의 선택은 고정된 객체들로부터 특정한 객체를 선택하는 데 자주 사용되며, 실제 비디오 대역 분포와 가장 근접하게 일치되기 때문이다 [4]. 각 사용자당 할당되어 있는 버퍼의 크기는 가변 playout point를 기준으로 하여 앞/뒤 부분 각각 3분/10분으로 모두 13분의 스트림을 저장할 수 있는 크기로 변화된다고 정의하였다. 사용자 요구는 포아송 도착 프로세스로 모델링하였으며, 동시에 요구하는 사용자수는 400에서 1600까지 변화를 주었다. 따라서, 도착율은 분당 3.5에서 13.5로 변하며, logical 채널과 contingency 채널의 수를 포함하여 80에서 180까지를 정의하였다. 사용자의 VCR 액션은 사건-처리 모델로 정의할 수 있다. VCR 액션의 끝과 다음 VCR 액션의 시작 사이의 시간 간격은 평균 30분의 지수분포를 갖는다. 액션이 발생했을 때, 종류는 랜덤하게 선택되며, pause한 시간, fast-forward 또는 rewind 액션의 변위 길이는 1에서 120초 사이의 일정분포를 갖는다.

그림 9는 채널 수의 변화에 따르는 블록킹 확률을 구하였다. 또한, 그림 10은 사용자 요구의 증가에 따라 블록킹 확률의 변화를 구하였다. 요구수가 증가할수록 non-batching에 의한 유니캐스트 전송 방식은 블록킹 확률이 급속히 증가하였으나, 제안된 기법은 기존의 전형적인 batching기법보다 블록킹 확률이 더 적게 발생함을 알 수 있었다. 또한, 그림 11은 도착률이 증가함에 따라 요구된 서버 채널의 수가 어떻게 변화되는가를 보여주고 있다. 그림에서도 알 수 있듯

이 제안된 기법은 기존의 기법보다 서버 용량을 줄일 수 있었으며, 따라서 보다 많은 사용자에게 서비스할 수 있었다.

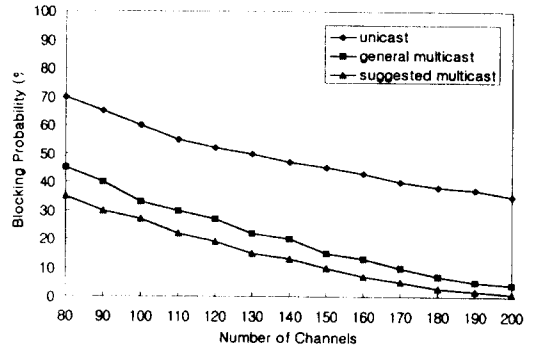


그림 9. 채널 수의 변화와 블록킹 확률
Fig. 9 Blocking probability with the number of channel

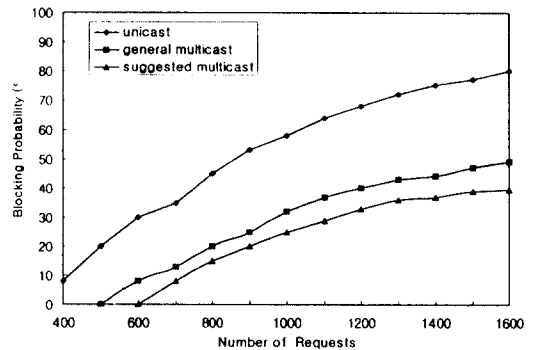


그림 10. 사용자 요구 증가와 블록킹 확률
Fig. 10 Blocking probability with the number of request

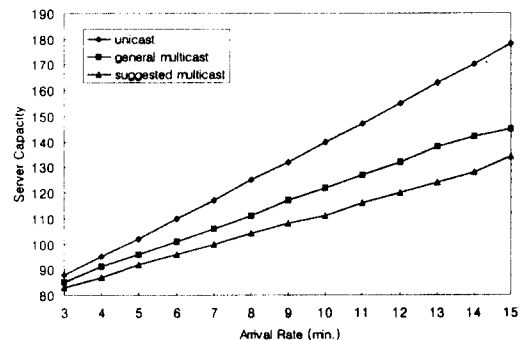


그림 11. 도착률이 증가와 서버 용량
Fig. 11 Server capacity with the arrival rate

V. 결 론

VOD시스템은 광대역 통신 네트워크를 통한 전자 비디오 대여 서비스를 제공하는 시스템으로 사용자는 원하는 시간에 비디오 프로그램을 선택하여 시청할 수 있으며, 시청하는 도중에 pause, resume, fast-forward, rewind와 같은 실시간 대화가 가능한 T-VOD 시스템으로 설계되어야 한다. T-VOD는 사용자와 비디오 스트림간의 일대일 연결로 설계되어 있어 각각의 사용자에게 전용 단일 채널로 스트림을 전송하는 것은 매우 비효율적이다. 따라서, 기존의 비디오 테이프 대여 서비스와의 상업적 경쟁력 및 비용 효율성을 얻기 위해서는 동일한 비디오 스트림을 요구한 다수의 사용자들을 동시에 서비스하는 멀티캐스트 통신이 연구되었다. 그러나 이것은 실시간성 및 on-demand의 특성을 저하시키는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 동일한 스트림을 요구하는 사용자들을 batching으로 전송하는 기법을 제안하여, 사용자에게 실시간 VCR 기능을 제공하였다. 이 기법은 초기 요구나 VCR 액션이 수행된 후에도 어떠한 batching 지연이 없이 바로 멀티캐스트 비디오 스트림을 전송할 수 있다. 이 기법은 사용자당 비용을 감소시켜, 서버에 대한 I/O와 네트워크 대역폭을 감소시켜 효율적인 비디오 전송을 수행할 수 있었다. 따라서, 소수의 서버 용량으로 많은 사용자들에게 서비스할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. W. D. Sincoskie, "Video On Demand: Is It Feasible?", Proc. of IEEE Globecom, vol. 1, pp. 201-205. 1990.
2. K. Almeroth, M. Ammar, "The Use of Multicast Delivery to Provide a Scalable and Interactive Video-On-Demand Service", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, August 1996.
3. K. Almeroth, M. Ammar, "On the Performance of a Multicast Delivery Video-On-Demand Service with Discontinuous VCR Actions", ICC, June 1995.
4. A. Dan, D. Sitaram, P. Shahabuddin, "Scheduling

policies for an On-Demand Video Server with Batching", ACM Multimedia '94, (San Francisco, CA), Oct 1994.

5. T. Little, D. Venkatesh, "Prospects for Interactive Video-On-Demand", IEEE Multimedia, pp. 14-23, Fall 1994.
6. K. Almeroth, M. Ammar, "Long Term Resource Allocation in Video Delivery Systems", Infocom '97, pp. 1335-1342, 1997.
7. R. Flynn, W. Tetzlaff, "Disk Striping and Block Replication Algorithms for Video File Servers", IEEE Proc. of Multimedia '96, pp. 590-597, 1996.
8. V. Li, W. Liao, X. Qiu and E. Wong, "Performance Model of Interactive Video-on-Demand Systems", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, August 1996.
9. User's Guide: CSIM18 Simulation Engine (C Version), Mesquite Software, Inc., 1997.
10. H. K. Park, H. B. Ryou, "Multicast Delivery for Interactive Video-On-Demand Service", Proc. of ICOIN-12, Jan. 1998.



박 호 균(Ho Kyun Park) 정회원
 1987년 2월: 광운대학교 전자계산학과(이학사)
 1989년 8월: 광운대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)
 1993년 8월: 광운대학교 대학원 전자계산학과 박사과정 수료

1992년 3월~현재: 신홍전문대학 전자계산과 조교수
 ※주관심분야: VOD 시스템, 멀티캐스트 통신, 멀티미디어 통신

유 황 빈(Hwang Bin Ryou) 정회원
 1975년 2월: 인하대학교 전자공학과(공학사)
 1977년 7월: 연세대학교 산업대학원 전기전자공학과(공학석사)
 1989년 2월: 경희대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1975년~1980년: 금성반도체(주) 과장
 1981년~현재: 광운대학교 전자계산학과 교수
 ※주관심분야: 정보보호, VOD 시스템, 멀티미디어 통신