

VCR 동작을 지원하는 패칭 기반의 주문형 비디오 시스템

(A Patching-Based VOD System supporting VCR Operations)

조창식[†] 마평수[†] 이기호^{**} 강지훈^{***}
(Chang-Sik Cho) (Pyeong-Soo Mah) (Kyiho Lee) (Ji-Hoon Gang)

요약 본 논문에서는 패칭 방식의 멀티캐스트 주문형 비디오 시스템에서 VCR 서비스를 지원하는 방법을 제시한다. 지원하는 VCR 서비스로는 점프와 일시 정지/해제가 있으며, 각 서비스에 대하여 채널 및 세션 관리에 대한 허용제어 알고리즘을 제안한다.

VCR 서비스를 지원하는 과정에서 채널 조인이 필요할 경우, 서비스되고 있는 정규 채널을 공유하게 하고 공유 불가능한 부분에 대하여 패칭 채널을 할당하는 패칭 기법을 적용함으로써 서비스에 대한 대기시간을 줄였다. 이 방법은 VCR 서비스 지원을 위해 별도의 전용 채널을 사용하는 기존의 연구와 비교하여 공유 가능한 채널 크기만큼 네트워크 대역폭을 절약할 수 있다. 또한 패칭 과정에서 디스크에 저장된 데이터를 우선적으로 사용하여 불필요한 패칭 채널의 할당을 방지함으로써 네트워크 대역폭을 추가로 절감하였다. 이를 위하여 기존의 패칭 기법에서 관리해야 하는 정보를 확장하여 디스크 데이터의 유효성을 검사할 수 있는 방법을 제시하였다. 본 논문에서는 선착순 스케줄링을 사용하여 허용 제어 단계에서 VCR 동작에 필요한 대기시간을 클라이언트에게 즉시 알려주는 방식을 사용한다.

키워드 : 멀티캐스팅, 주문형 비디오 시스템, VCR, 패칭, 허용제어

Abstract In this paper, we propose a method for supporting VCR operations in a patching based multicast VOD system. Random access, pause and resume operations are supported in our system, and the channel and session scheduling algorithms for the VCR operations are proposed.

When it is necessary to join a sharable multicast channel in the admission control for the VCR operations, the patching technique, which shares an on going regular channel and allocates a new patching channel for the missing data, is used. Therefore, unlike the previous approach that allocates an excessive number of I-channels, service latency is minimized and channel usage is optimized in our system. Moreover buffered data, which is saved in disk during patching, is reused to prevent unnecessary patching channel allocation. For this, the patching management information is extended and a buffered data management scheme is proposed. In our system, the First-Come-First-Served scheduling is used to inform clients the service latency for the VCR operations immediately.

Key words : Multicasting, VOD system, VCR, Patching, Admission Control

1. 서론

- 충남대학교 소프트웨어연구센터의 재정지원을 부분적으로 받았음
- † 성희원 : 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어기술연구소 연구원
cscho@etri.re.kr
pmah@etri.re.kr
- ** 비희원 : 충북과학대학 컴퓨터정보학과 교수
kiho@ctech.ac.kr
- *** 종신희원 : 충남대학교 정보통신공학부 교수
jhkang@cs.chungnam.ac.kr
- 논문접수 : 2002년 5월 3일
- 심사완료 : 2002년 10월 18일

멀티캐스팅 기법을 적용하여 여러 클라이언트가 동일한 스트림을 공유하게 함으로써 서버의 네트워크 대역폭 사용을 줄이고 사용자 수를 늘리기 위한 연구가 활발하다. 여러 멀티캐스팅 전송 기법 중에서 패칭(Patching) 기법[1-6]은 클라이언트가 디스크를 가지고 있고 두 개의 채널에서 동시에 데이터를 수신 가능하다는 것을 전제로, 공유 불가능한 초기 데이터에 대하여 별도의 채널을 사용하여 서비스 함으로써 서비스에 필요한 대기시간을 최소화하는 방법이다. 패칭 방식은 채널의 추가적인

사용을 필요로 하는 단점이 있지만 멀티캐스팅 환경에서 초기 대기시간을 최소화하는 방법이다.

본 논문에서는 패칭 방식의 멀티캐스트 주문형 비디오 시스템에서 VCR 서비스를 지원하는 방법을 제시한다. 지원하는 VCR 서비스로는 점프와 일시 정지/해제가 있으며, 각 서비스에 대하여 채널 및 세션 관리 허용 제어 알고리즘을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 방식의 특징은 다음과 같다. 첫째, 서비스 세션 설정 과정은 물론, VCR 서비스에 대해서도 패칭 기법을 적용함으로써 VCR 서비스에 대한 대기시간을 줄였다. 공유 채널그룹에 조인하기 위해 별도의 VCR 전용 채널을 할당하는 기존의 연구와는 달리, 패칭 채널을 이용하여 기존의 정규 채널을 공유하게 함으로써 채널 사용량을 줄이면서 대기시간 없는 서비스 지원을 가능하게 한다. 둘째, VCR 지원 과정에서 디스크에 저장되는 데이터를 우선적으로 사용하여 패칭 채널의 할당을 최소화함으로써 네트워크 대역폭을 절약한다. 패칭 기법의 특성상 항상 일정량의 데이터를 디스크에 저장하는 것이 필요한데, 이를 사용함으로써 별도 채널 사용 없이 VCR 서비스가 지원 가능하다. 이를 위하여 기존의 패칭 기법에서 관리해야 하는 정보를 확장하여 디스크 데이터의 유효성을 검사할 수 있는 기능을 추가하였다. 셋째, 허용제어에서 선착순 스케줄링을 사용하여 클라이언트에게 허용 제어 단계에서 VCR 동작에 필요한 대기시간을 즉시 알려주는 방식을 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 패칭 기법과 멀티캐스팅에서의 VCR 서비스에 대한 기존 연구에 대하여 알아보고, 3절에서는 패칭 기법의 주문형 비디오 서버에서 VCR 연산을 지원하기 위해 관리해야 하는 정보에 대하여 설명한다. 4절에서는 제안하는 점프, 일시 정지 및 재생 재개 서비스에 대한 허용제어 알고리즘을 제시하고, 5절에서는 기존의 연구 방법과 제안하는 방법과의 비교분석이 있다.

2. 패칭 기법에서의 VCR 서비스 지원

본 절에서는 패칭 기법 및 멀티캐스트 환경에서의 VCR 지원에 대한 관련연구를 설명한다.

2.1 패칭 기법

패칭 기법은 개별 사용자에게 즉각적인 서비스를 가능하게 하기 위하여 클라이언트는 두 개의 채널을 사용하며, 하나의 채널에는 공유 가능한 스트림을 수신 받고, 별도의 채널을 사용하여 공유 불가능한 초기 데이터를 수신 받는다.

그림 1은 패칭 기법의 동작 과정을 보여주고 있다. 크

기가 $L_i(\text{min})$ 인 비디오에 대하여 클라이언트 A, B가 시간 간격을 두고 서비스를 요청하였을 경우, 처음으로 요청한 클라이언트 A에 대하여 멀티캐스팅 채널 Ch_1 을 생성한다. 클라이언트 A가 비디오의 t_1 시점을 재생하고 있을 때 클라이언트 B의 세션 요청이 이루어질 경우, t_1 시점 이후의 비디오 스트림 S_2 부분은 멀티캐스팅 채널 Ch_1 에서 공유하고, 공유가 불가능한 비디오의 앞부분인 S_1 에 대해서는 별도의 채널 Ch_2 를 생성하여 데이터를 수신한다. 클라이언트 B의 재생 순서는 채널 Ch_2 에서 S_1 을 먼저 재생하고, S_1 의 재생이 끝나면 Ch_1 에서 공유하여 디스크에 저장된 S_2 부분을 재생하게 된다. 클라이언트 B에서는 항상 t_1 시간에 해당되는 S_1 크기의 데이터가 디스크에 저장되게 된다.

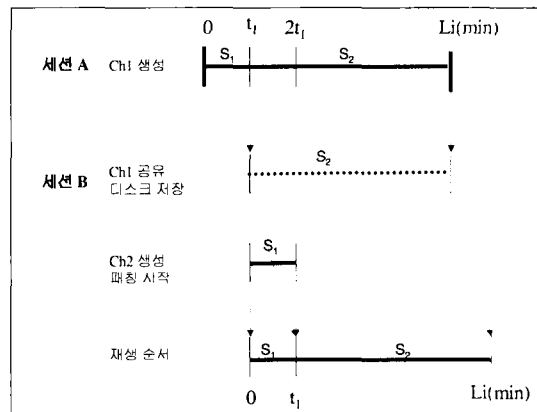


그림 1 패칭 동작 과정

이때 채널 Ch_1 을 정규 채널(Regular Multicast Channel)이라 하고 MCr로 표현하며, Ch_2 를 패칭 채널(Patching Multicast Channel)이라 하고 MCP로 표현한다. 클라이언트에서 패칭을 수행하는 시간을 패칭 길이(Patching Length)라 하는데, 그림 1에서 클라이언트 B의 패칭 길이는 패칭을 수행하는 S_1 시간 길이인 t_1 이다.

패칭 윈도우(Patching Window)는 클라이언트의 서비스 요구에 대하여 새로운 정규 채널을 생성하는 시간 간격을 나타낸다[2]. 클라이언트는 동일 비디오에 대하여 정규 채널이 하나라도 존재하면 공유가 가능하다. 그러나 시간이 지남에 따라 공유 가능한 정규 채널의 스트림은 줄어 들고 패칭 채널에서 수신 받아야 하는 스트림의 길이가 커지기 때문에, 계속적인 패칭 채널의 할당은 오히려 네트워크 대역폭 사용 측면에서 비효율적이다. Hua[2,3]와 Gao[6,7]는 서버의 채널 사용량을 최소로 하는 최적의 패칭 윈도우 크기를 제안하였다. 직관

적으로 패칭 윈도우는 비디오 도착률이 클수록 값이 작아지며 비디오의 크기가 커질수록 값이 커진다.

본 논문에서는 패칭 윈도우의 크기 계산에 Gao[6]의 수식을 사용한다. 크기가 $L_i(\min)$ 인 특정 비디오 i 에 대한 서비스 요구가 포아송 분포를 따르고 도착률이 i (request/min)라 가정하면 패칭 윈도우 PW_i 는 식 (1)과 같이 나타난다. 패칭 윈도우는 클라이언트가 디스크에 저장하여야 할 최대 데이터의 양을 나타내므로, 만약 클라이언트의 디스크의 크기 $B(\min)$ 가 패칭 윈도우보다 작으면 패칭 윈도우는 디스크의 크기가 된다.

$$PW_i = (\sqrt{2L_i * \lambda_i} + 1) / \lambda_i \quad (\text{if } PW_i < B)$$

$$PW_i = B \quad (\text{else}) \quad (1)$$

패칭 기법을 확장한 Controlled CIWP(Client-Initiated-With-Prefetching)[6]은 최적화된 패칭 윈도우를 사용할 뿐만 아니라, 서비스 세션 생성 요구에 대하여 선착순 스케줄링을 사용하여 서비스에 필요한 대기시간을 클라이언트에게 즉시 알려줄 수 있다. 본 논문에서는 이를 확장하여 VCR 서비스 허용 제어에서 선착순 스케줄링을 사용하여 클라이언트에게 VCR 지원에 필요한 대기시간을 즉시 알려주는 방식을 사용한다.

2.2 멀티캐스트 환경에서의 VCR 지원

멀티캐스팅 환경에서 VCR 서비스를 지원하는 기존의 연구에서는 클라이언트의 버퍼를 이용하거나 별도의 VCR 전용 채널을 사용하여 기존의 멀티캐스팅 채널에 조인하거나 결합하는 방법을 사용하였다.

Dan[8]은 일시 정지/해제를 위해 클라이언트 버퍼와 별도의 I(Interactive) 채널을 사용하는 방식을 제안하였다. 그러나 이 방식은 재생이 재개될 때 기존의 공유 채널에 조인하는 것이 무시되어 서비스가 거부될 수 있는 단점이 있다. Almeroth와 Ammar[9]도 Dan과 마찬가지로 일시 정지/해제에 클라이언트 버퍼를 사용하는 방법을 제시하였는데, 일시 정지 해제에서 기존의 채널로 조인할 때 비디오 재생 시점의 연속성을 보장하지 못한다.

SAM(Split and Merge)[10]에서는 VCR 서비스에 대하여 별도의 I 채널을 사용하며 서비스가 종료되면 모든 클라이언트가 공유하는 synch buffer를 사용하여 기존의 멀티캐스트 채널에 조인한다. Abram와 Shin[11]은 synch buffer를 클라이언트로 이동시키는 방식을 사용하여 I 채널의 사용을 절감할 수 있는 확장된 SAM 방식을 제안하였다. 이 방식들은 VCR 서비스에 대하여 항상 I 채널을 할당함으로써 서버의 네트워크 대역폭을 소진하는 결과를 초래한다.

SRMDRU(Single-Rate Multicast Double-Rate Unicast)[12]는 멀티캐스트 전송의 두 배 속도를 가지는 I 채널

을 가정하여 대역폭 사용을 줄이는 방법을 제시하였는데, 이 방법은 클라이언트가 3개의 채널에서 동시에 데이터를 수신 가능해야 하는 단점이 있다.

본 논문에서는 VCR 서비스를 위하여 새로운 공유 채널에 대한 조인이 필요할 때, 패칭 기법을 그대로 적용함으로써 초기 서비스 설정에서만 아니라 VCR 서비스에 대해서도 대기시간 없는 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다. 또한 패칭 기법의 특성상 클라이언트 디스크에 일정 크기의 데이터를 저장하는 것이 필요한데, 디스크에 저장된 데이터를 재사용하여 불필요한 채널 할당을 방지하여 네트워크 대역폭을 절감한다. 이를 위하여 기존의 패칭을 확장하여 허용 제어에서 디스크 데이터의 유효성을 검사할 수 있는 기능을 추가하였다.

3. VCR 지원을 위한 비디오 서버의 관리 정보

본 절에서는 패칭 기반의 VCR 서비스를 지원하기 위해 서버에서 관리되어야 하는 정보에 대하여 설명한다. VCR 서비스를 고려하지 않을 경우 세션 생성시에 할당된 정규 채널, 패칭 채널, 패칭 길이가 서비스 종료까지 변경이 일어나지 않는다. 또한 정규 채널의 경우에는 비디오의 처음에서 끝까지, 패칭 채널의 경우에는 비디오의 처음부터 패칭 길이까지의 범위를 전송하게 된다.

기존의 패칭 기법에서는 한번 재생된 데이터는 버리게 되며, 패칭 길이의 데이터만을 관리한다. 그러나 VCR 서비스를 고려하면 한번 재생된 데이터도 추후 필요한 데이터가 될 수 있으며, 주문형 비디오 시스템의 특성상 다음 VCR 서비스 위치는 현재 재생 시점 근처에서 일어날 확률이 높기 때문에 최근의 데이터를 관리할 필요가 있다. 따라서 패칭 채널에서 수신된 데이터나 디스크에 저장되어 재생이 끝난 데이터도 디스크가 허용하는 범위 내에서 계속 관리한다.

기존의 패칭 방법에서는 패칭의 시작부터 패칭 길이 시간까지는 정규 채널과 패칭 채널이 모두 존재하며, 이 경우 패칭 채널에서 [0, 패칭 채널 전송 위치] 구간의 데이터가 수신되고, 정규 채널에서는 [패칭 길이, 정규 채널 전송 위치] 구간의 데이터가 수신된다. 이 경우 [패칭 채널 전송 위치, 패칭 길이]의 데이터는 저장되지 않고 있다. 정규 채널만이 존재할 경우 [0, 정규 채널 전송 위치]의 데이터가 저장되어 재사용될 수 있다.

본 논문에서는 대기시간 없는 VCR 서비스 지원을 위해 패칭 기법을 그대로 사용하여 정규 채널에 조인하기 때문에 패칭 채널의 전송 시작 위치와 마침 위치는 비디오의 임의의 시점이 될 수 있다. 따라서 디스크 데이터의 유효성을 검사하기 위해서는 패칭이 시작되는 비디

오의 위치를 나타내는 패칭 시작 위치를 추가로 관리한다. 패칭 기반의 VCR 지원을 위해 서버에서 관리되어야 하는 정보는 표 1과 같다.

표 1 VCR 지원을 위한 서버의 관리 정보

Vid	서비스 하는 비디오 정보
MCr	정규 채널
MCp	패칭 채널
Plength	세션의 패칭 길이
Pstart	패칭이 시작된 비디오의 위치
B	클라이언트의 버퍼 크기, $B = PW_i$

표 2는 서비스 세션 설정 기능만을 제공하는 기존의 패칭 기법과 VCR 연산을 지원하기 위하여 임의의 시점에서 패칭이 가능하도록 확장한 방법에서 각 정보의 의미를 나타낸다. $P(i)$ 는 클라이언트나 채널 i 의 재생 위치(play-point) 혹은 전송 위치를 의미하고, $[t1, t2]$ 는 $t1$ 시간부터 $t2$ 시간까지의 비디오의 범위를 나타낸다.

그림 2는 패칭 정보와 클라이언트 디스크 데이터의 관계를 보여준다. 패칭 채널을 가지고 있을 경우에 클라이언트 디스크는 네 부분으로 나누어지고, 데이터가 저장되는 구간은 패칭 채널에서 수신되어 저장되는 그림 2A의 ②구간($[Pstart, P(c)]$)과, 정규 채널에서 수신되는 그림 2A의 ③구간($[Pstart+Plength, P(MCr)]$)이다. 정규 채널만을 가지고 있을 경우에는 디스크가 두 부분으로 나누어지며 그림 2B의 ②구간($[Pstart, P(MCr)]$)에 해당되는 데이터가 저장된다.

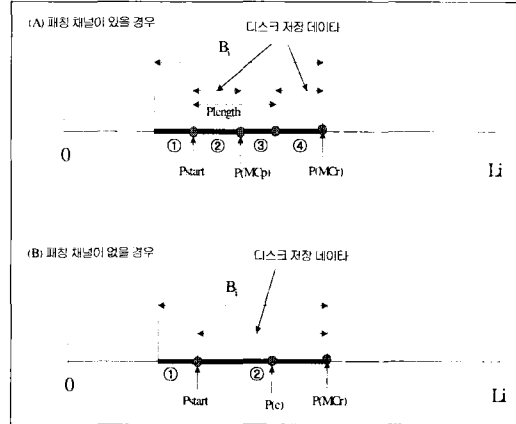


그림 2 패칭에서의 디스크 저장 데이터

VCR 서비스 허용제어 단계에서는 디스크에 저장되는 데이터의 유효성을 유지하기 위하여 항상 다음의 조건을 만족하도록 한다.

(1) 정규 채널을 가지고 있을 경우, 재사용 가능 디스크 범위가 [패칭 시작 위치, 정규 채널의 전송 위치]가 되도록 패칭 시작 위치를 조정한다. 이때 데이터가 정규 채널 혹은 패칭 채널로부터 수신되었는지는 중요하지 않기 때문에 패칭 길이는 무의미한 정보가 된다.

(2) 패칭 채널을 가지고 있을 경우, 재사용 가능 디스크 범위가 [패칭 시작 위치, 패칭 채널의 전송 위치], [정규 채널의 수신 시작 위치, 정규 채널의 전송 위치]가 되도록 패칭 시작 위치와 패칭 길이를 조정한다. 이

표 2 패칭에서 각 정보의 의미

	기존의 패칭	Our system(VCR 서비스 지원)
패칭 시작 위치	항상 0	$Pstart$
현재 재생 위치	$P(c)$	$P(c)$
패칭 경과시간	현재 재생 위치	다른 값으로 유추할 수 없음
정규 채널 현재 전송 위치	$P(MCr)$	$P(MCr)$
	패칭 길이+패칭 경과시간	다른 값으로 유추할 수 없음
패칭 채널 현재 전송 위치	$P(MCp)$	$P(MCp)$
	현재 재생 위치와 같음	현재 재생 위치와 같지 않을 수 있음
정규 채널 수신 시작 위치	패칭 길이	패칭 시작 위치 + 패칭 길이
패칭 채널 수신 시작 위치	0	패칭 시작 위치
정규 채널만을 가지고 있을 경우 디스크 수신 데이터 범위	$[0, \text{정규 채널의 전송 위치}]$	$[\text{패칭 시작 위치}, \text{정규 채널의 전송 위치}]$
패칭 채널을 가지고 있을 경우 디스크 수신 데이터 범위	$[0, \text{패칭 채널의 전송 위치}]$ $[\text{패칭 길이}, \text{정규 채널의 전송 위치}]$	$[\text{패칭 시작 위치}, \text{패칭 채널의 전송 위치}]$ $[\text{패칭 시작 위치} + \text{패칭 길이}, \text{정규 채널의 전송 위치}]$

때 정규 채널의 수신 시작 위치는 항상 (패칭 시작 위치 + 패칭 길이)가 되도록 패칭 길이를 조정한다. 정규 채널의 수신 시작 위치는 패칭 채널을 가지고 있을 경우에만 유효하다.

4. VCR 서비스 허용제어 알고리즘

본 절에서는 채널 조인 방법과 점프, 일시 정지 및 재생 재개에 대한 서버의 채널 및 세션 관리 허용제어 알고리즘에 대하여 기술한다.

4.1 공유 채널 조인

채널 조인은 VCR 서비스에 의하여 클라이언트의 재생 위치가 바뀌게 되고 기존의 정규 채널을 더 이상 공유할 수 없을 경우에 공유 가능한 새로운 정규 채널을 검색하는 과정이다. 기존의 채널 조인은 조인하려는 위치와 가장 가까운 곳을 전송하는 정규 채널에 조인하거나, 정규 채널이 조인하려는 위치를 전송할 때 같이 공유하는 방법이 사용되었다. 이 방식은 채널의 추가 사용이 필요 없는 장점이 있지만, 전자의 경우 비디오 재생의 연속성을 보장하지 못하고, 후자의 경우는 서비스에 대한 대기 시간이 길어지는 단점이 있다.

본 논문에서는 대기시간을 최소로 하는 VCR 서비스 지원을 위하여 채널 조인에 패칭 기법을 사용한다. 정규 채널의 전송 위치와 클라이언트의 재생 위치를 비교하여 최소의 패칭 길이를 가지는 정규 채널을 검색한 다음, 계산된 패칭 길이를 가지는 패칭 채널을 새로 생성한다. 이때 공유 가능한 정규 채널 검색에 실패하면 새로운 정규 채널을 생성한다. 채널 조인에 대한 알고리즘은 그림 3와 같다. 또한 본 논문에서는 채널에 조인하기 위하여 선착순 스케줄링을 사용함으로써 서비스를 위해

Channel_Join(P(c))

```

P(c) - 조인하려는 비디오의 재생 위치;
B - 클라이언트의 버퍼 크기;
패칭 시작 위치 - P(c);
대기시간 - 새로운 채널 생성에 필요한 시간;
for all i in regular channels
    P(i) - 정규 채널 i의 재생 위치;
    P(i) = P(i) + 대기시간;
    (P(c) < P(i) && P(i) < P(c) < B)를 만족하면서
        (P(i) - P(c))를 최소로 하는 i 검색 ;
if i found /* 공유 가능한 정규 채널 검색 성공 */
    전송범위가 [P(c), P(i)] 인 새로운 패칭 채널 생성;
else if i not found /* 공유 가능한 정규 채널 검색 실패 */
    전송범위가 [P(c), Li] 인 새로운 정규 채널 생성;
return 정규 채널, 패칭 채널, 패칭 길이, 패칭 시작 위치, 대기시간
    
```

그림 3 채널 조인 알고리즘

필요한 대기시간을 허용제어 단계에서 즉시 알 수 있다. 즉, 서버의 채널이 소진되었을 경우의 서비스 대기시간은 새로운 채널 생성에 필요한 시간이다.

4.2 점프(JUMP) 서비스 알고리즘

점프는 비디오 재생 중에 클라이언트가 임의의 위치로 비디오 재생 위치를 이동할 때 사용된다. 점프 서비스에 대한 처리흐름도는 그림 4와 같다. 점프는 기존의 정규 채널을 계속 공유할 수 있는 클라이언트 디스크 범위내의 점프인지를 검사하고, 다시 패칭 채널의 유무에 따라 작동 시나리오가 달라진다. 디스크 범위내의 점프는 기존의 정규 채널을 계속 공유 가능하며, 패칭 과정에서 디스크에 저장된 데이터를 이용하여 서비스를 지원한다. 디스크 데이터로 처리 불가능한 부분에 대해서는 패칭 채널을 이용한다. 이때 저장된 클라이언트 디스크의 데이터 유효성을 유지하기 위해서 세션의 패칭 길이와 패칭 시작 위치가 조정된다.

패칭 채널이 존재하면 그림 2A와 같이 점프 위치를 네 개의 부분으로 나누어 처리하며, 표 3에서 각 경우에 대한 채널의 전송 위치 변화, 패칭 길이, 패칭 시작 위치의 변화를 도표로 보여준다. 정규 채널만이 존재할 경우에는 그림 2B와 같이 점프 위치가 두 개의 부분으로 나누어 처리되며, 만약 그림 2B의 ① 구간에 점프가 일어나면 새로운 패칭 채널의 생성이 필요하다. 채널이 소진된 경우에만 새로운 채널 생성에 필요한 대기시간을 요구하게 된다.

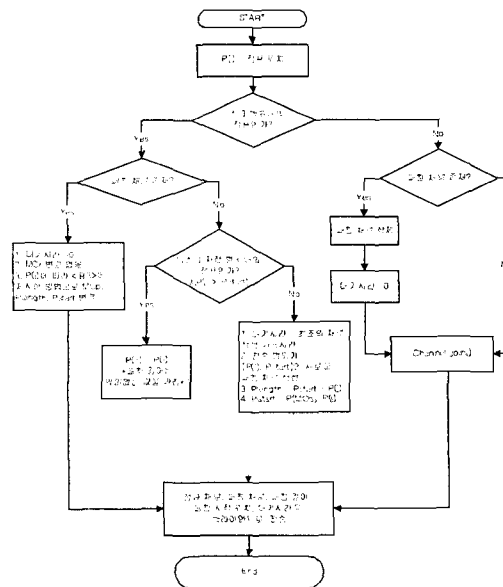


그림 4 점프 서비스에 대한 처리흐름도

디스크 범위 밖의 점프는 점프 위치를 인자로 Chan-
nel_Join() 알고리즘이 수행된다. 채널 조인 수행에 의해
얻어진 채널 정보와 패칭 시작 위치, 패칭 길이, 대기시-
간 값이 클라이언트로 전송된다.

표 3 패칭 채널을 가지고 있을 경우 점프 위치에
따른 세션 정보의 변경

점프 위치	구간	P(MCp)	Pstart	패칭 길이
그림 2의 1 구간	[P(MCr) Bi, Pstart]	P(j)	변경 무	Pstart+Plength P(j)
그림 2의 2 구간 (패칭 채널 데이터)	[Pstart, P(MCp)]	변경 무	변경 무	변경 무
그림 2의 3 구간	[P(MCp), Pstart+Plength]	P(j)	P(j)	Pstart+Plength P(j)
그림 2의 4 구간 (정규 채널 데이터)	[Pstart-Plength, P(MCr)]	삭제	P(j)	의미 없음

4.3 일시 정지 및 해제 서비스 알고리즘

일시 정지의 경우 클라이언트는 화면 상의 재생만 멈

추고 채널에서의 데이터 수신은 계속한다. 따라서 일시
정지 도중에 채널에서 수신되는 데이터가 디스크에 저-
장 가능할 때까지는 기존의 채널을 변경하지 않고 재생-
을 재개할 수 있다. 일시 정지와 재생 재개에 대한 흐름-
도는 그림 5와 같다. 일시 정지가 일어나면 일시 정지
위치에서 정규 채널의 전송 위치까지의 구간은 패칭을
위하여 필요하므로, 이 구간을 유효한 디스크 영역으로
설정하기 위하여 패칭 시작 위치와 패칭 길이를 조정한다.
패칭 시작 위치는 일시 정지 위치가 되며, 패칭 길-
이는 패칭 채널에서 수신하여야 하는 크기로 변경된다.
이때 패칭 길이는 패칭 채널을 가지고 있을 경우에만
유효한 값이 된다.

패칭 채널에서 수신해야 하는 구간을 나타내는 뱀 나-
머지 구간에서는 정규 채널에서의 수신을 계속할 수 있-
으며, 이를 안전한 일시 정지 시간이라 한다. 안전한 일-
시 정지 시간 내에 재생이 재개되면 정규 채널을 계속
공유할 수 있으며, 클라이언트는 단지 화면상의 재생만
재개하면 된다. 일시 정지 기간이나 재생 재개 연산에서
비록 일시 정지 시간을 경과해도 패칭 채널에서의 데이

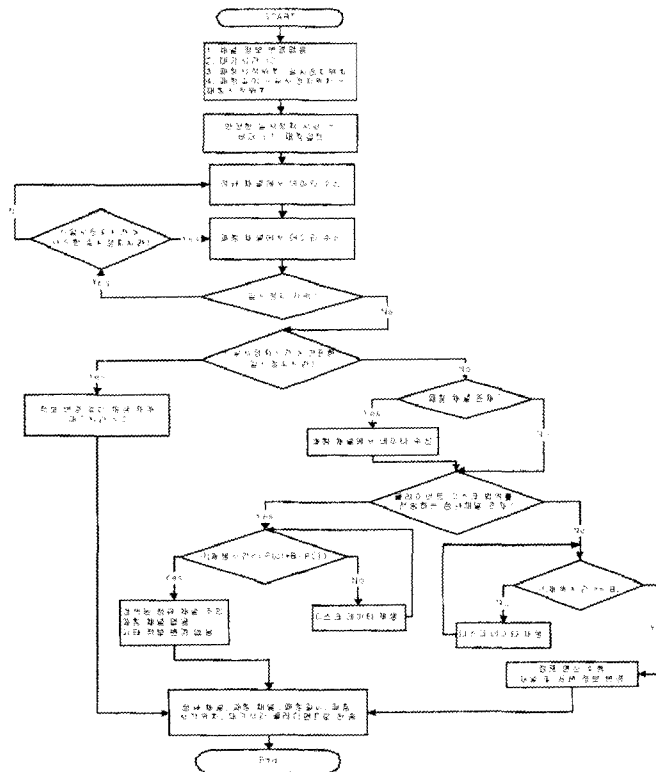


그림 5 일시 정지와 재생 재개에 대한 작업흐름도

타 수신은 계속된다.

안전한 일시 정지 시간 뒤의 재생 재개는 일시 정지 과정에서 디스크에 저장된 데이터를 이용하여 재생을 재개한다. 클라이언트는 버퍼 크기의 데이터를 저장하고 있으므로, 저장된 데이터를 이용하여 새로운 정규 채널에 대한 조인 시점을 조정함으로써 패칭 채널의 할당을 최소화할 수 있다. 만약 클라이언트의 디스크 버퍼 구간을 전송하는 정규 채널이 존재하면 검색된 정규 채널이 디스크 저장 데이터 범위 밖을 전송할 때, 즉 재생 재개 후 $(P(c) + B - P(MCr))$ 시간 경과 후에 조인을 함으로써 패칭 채널 없이 곧바로 정규 채널에 조인할 수 있다. 디스크 범위를 전송하는 정규 채널이 검색되지 않는다면, B 시간 뒤에 점프 서비스를 수행한다. 점프 서비스에 의해 얻어진 채널 정보와 패칭 시작 위치, 패칭 길이, 대기시간 값이 클라이언트로 전송된다.

5. 비교 분석

본 논문에서는 VCR 서비스에서 채널 조인이 일어날 경우에도 패칭 기법을 그대로 사용하였으며, 허용제어 단계에서 디스크 데이터를 우선적으로 사용하여 패칭 채널의 사용을 최소화하였다. 이를 위하여 기존의 패칭 기법을 확장하여 디스크 데이터의 유효성을 검사할 수 있는 방법을 제시하였다. 본 방식은 VCR 서비스를 위하여 전용 채널을 사용하는 기존의 연구와 비교하여 패칭을 사용함으로써 정규 채널을 더 많이 공유할 수 있으며, 디스크에서 재사용된 데이터 크기만큼 패칭 채널

의 할당을 방지하여 네트워크 대역폭을 절감한다. 본 논문에서 제시한 방법과 기존의 연구와의 비교 분석은 표 4와 같다.

6. 결론

본 논문에서는 패칭 방식의 멀티캐스트 주문형 비디오 시스템에서 점프와 일시 정지/해제를 지원하기 위한 허용제어 알고리즘을 제시하였다. 서비스 세션 설정은 물론 VCR 서비스에 대해서도 패칭 기법을 적용함으로써 VCR 서비스에 대해서도 대기시간을 최소화하였다. VCR 서비스를 지원하는 과정에서 공유 채널그룹에 조인하기 위해 별도의 전용 채널을 할당하는 기존의 연구와는 달리, 패칭 채널을 이용하여 기존의 정규 채널을 공유하게 함으로써 서비스에 필요한 채널의 사용량을 줄였다.

VCR 지원은 클라이언트 디스크에 저장된 데이터를 우선적으로 사용하여 이루어지기 때문에 패칭 채널의 할당을 최소화하였으며, 추후 디스크 데이터를 재사용할 경우를 위하여 디스크 데이터의 유효성을 검사할 수 있게 하였다. 이를 위하여 기존의 패칭에서 관리하는 정보에 패칭 시작 위치 정보를 추가 관리하였으며, 허용제어 단계에서는 디스크 데이터의 저장 범위를 계산할 수 있는 알고리즘을 제시하였다. 또한 선착순 스케줄링을 사용하여 클라이언트에게 서비스에 필요한 대기시간을 즉시 알려줄 수 있게 설계되었다.

앞으로의 연구 방향으로는 빨리 감기와 되감기 기능

표 4 기존 연구와의 비교 분석

	특징	기존 방법의 단점	본 논문의 개선사항
controlled CIWP[6]	선착순 스케줄링을 사용하여 서비스에 필요한 대기시간을 클라이언트에게 즉시 알려줌	서비스 세션 설정 기능만을 지원	VCR 서비스 지원에 확장
Dan[8]	클라이언트 버퍼와 별도의 I 채널을 사용하여 일시 정지/해제 지원	일시 정지 해제 서비스 거부될 수 있음	서비스 거부되지 않음
Almeroth와 Ammar[9]	클라이언트 버퍼와 별도의 I 채널을 사용하는 방식을 일시 정지/해제 지원	일시 정지 해제 수행에서 비디오 재생의 연속성이 없음	연속적인 비디오 재생
SAM[10]	synch buffer와 I 채널을 사용하여 VCR 지원	계속적인 I 채널의 할당으로 서버의 네트워크 대역폭 소진	패칭 기법 사용, 디스크 저장 데이터를 재사용하여 대역폭 절감
Abram와 Shin[11]	synch buffer를 클라이언트도 이동시키는 확장된 SAM 방식	계속적인 I 채널의 할당으로 서버의 네트워크 대역폭 소진	패칭 기법 사용, 디스크 저장 데이터를 재사용하여 대역폭 절감
SRMDRU[12]	멀티캐스트 전송의 두 배 속도를 가지는 I 채널을 가정	클라이언트가 동시에 3개의 채널 수신 가능해야 함	클라이언트는 최대 2개의 채널 수신 가능해야 함

에서의 디스크 재사용 기법에 대한 연구와 멀티캐스팅 스트림의 공유를 최대로 하기 위하여 piggybacking[13]을 적용하여 패칭 그룹들을 효율적으로 결합시키는 방법에 대한 연구를 수행하려 한다.

참 고 문 헌

- [1] K.A. Hua, Y. Cai and S. Sheu, "Patching: A Multicast Technique for True Video-on-Demand Services," Proc. ACM Multimedia 98, Bristol, U.K., pp.191-200, Sep. 1998.
- [2] Y. Cai, K.A. Hua and K. Vu, "Optimizing patching performance," Proc. of SPIE's Conference on Multimedia Computing and Networking '99, San Jose, pp.204-216, Jan. 1999.
- [3] Y. Cai and K.A. Hua, "An Efficient Bandwidth-Sharing Technique for True Video on Demand Systems," Proc. ACM Multimedia 99, Orlando, pp.211-214, Nov. 1999.
- [4] D.L. Eager, M.K. Vernon, and J. Zahorjan, "Optimal and efficient merging schedules for video-on-demand servers," Proc. ACM multimedia 99, Orlando, pp.199-202, Nov. 1999.
- [5] S. Sen, L. Gao, J. Rexford and D. Towsley, "Optimal patching schemes for efficient multimedia streaming," Proc. IEEE NOSSDAV '99, Basking Ridge, NJ, Jun. 1999.
- [6] L. Gao and D. Towsley, "Supplying Instantaneous Video-on-Demand Services Using Controlled Multicast," Proceedings of IEEE ICNCS '99, Florence, Italy, pp.117-121, Jun. 1999.
- [7] L. Gao, Z.L. Zhang and D. Towsley, "Catching and Selective Catching: Efficient Latency Reduction Techniques for Delivering Continuous Multimedia Streams," Proc. ACM multimedia '99, Orlando, pp.203-206, Nov. 1999.
- [8] A. Dan, P. Shahabuddin, D. Sitaram and F. Towsley, "Channel allocation under batching and VCR control in video-on-demand systems," Journal of Parallel and Distributed Computing, Vol. 30, No. 2, pp.168-179, 1995.
- [9] K.C. Almeroth and M.H. Ammar, "The use of multicast delivery to provide a scalable and interactive video-on-demand service," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 14, No. 6, pp.1110-1122, Aug. 1996.
- [10] W. Liao and V.O.K. Li, "The split and merge protocol for interactive video-on-demand," IEEE Multimedia, pp.51-62, Oct.-Dec.1997.
- [11] E.L. Abram-Profeta and K.G. Shin, "Providing unrestricted VCR capability in multicast video-on-demand systems," Proc. IEEE ICNCS '98, Texas, pp.66-75, Jun.-Jul. 1998.
- [12] W.W.F. Poon and K.T. Lo, "Design of multicast delivery for providing VCR functionality in inter active video-on-demand systems," IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. 45, No. 1, pp.141-148, Mar. 1999.
- [13] S. Lau, J. Lui and L. Golubchik, "Merging Video Streams in a Multimedia Storage Server: Complexity and Heuristics," Multimedia Systems, Vol. 6, No. 1, pp.29-42, 1998.



조 창 식

1993 경북대학교 전자계산학과(학사)
1995 경북대학교 전자계산학과(석사)
2001~현재 충남대학교 전자계산학과 박사과정. 1995~현재 한국전자통신연구원 선임연구원. 관심분야는 멀티미디어 스트리밍, 실시간운영체제, 웹 콘텐츠 기술 등



마 평 수

1985년 서울대학교 식물병리학과 졸업(학사). 1992년 City University of New York, USA 전산학과(석사). 1995년 Wright State University, USA 전산학과(박사). 1985년~1989년 시스템공학연구소 연구원. 1989년~1990년 (주)태양금속 정보산업연구실 대리. 1996년~현재 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어기술연구소 책임연구원 인터넷정보가전연구부 정보가전응용연구팀 팀장. 관심분야는 멀티미디어 저장서버, 멀티미디어 검색 및 재생 기술, 웹 콘텐츠 기술 등



이 기 호

1973년 서울문리대 해양학과(학사). 1985년 Bowling Green State Univ. 전산학과(전산학석사). 1999년 충남대학교 컴퓨터공학과(공학박사). 1990년~2000년 한국과학기술연구원. 2001년~현재 충북과대학 컴퓨터정보학과 객원교수. 관심분야는 정보검색시스템, 전자도서관, 인터넷정보서비스 등



강 지 훈

1979년 서울대학교 계산통계학과 졸업
1981·1996년 한국과학기술원 전산학 석사 및 박사. 1981~1983년 제일모직 전산부. 1983~1985년 삼성전자 종합연구소 1986년~현재 충남대학교 컴퓨터공학과 교수. 1996~1998년 미국 버지니아대학교 컴퓨터학과 방문교수. 2001년~현재 URI 표준화 포럼 URL/ENUM 분과위원장. 관심분야는 XML, 디지털도서관, 준구조화 데이터, 하이퍼미디어, 데이터베이스, 연역데이터베이스 등