

차세대 인터넷 VOD 서비스를 위한 효율적인 오버레이 멀티캐스트 스케줄링

An Efficient Overlay Multi-cast Scheduling for Next Generation Internet VOD Service

최성욱(Sung-Wook Choi)¹⁾

요약

IPTV VOD 서버에 관계된 연구는, 궁극적으로 디스크 성능, 버퍼 사용도 그리고 네트워크 대역폭 등 서버의 주어진 자원 한계 아래에서 얼마만큼 사용자의 수를 최대화 하느냐에 주된 관심이 되고 있다. 최근 IP 멀티캐스팅 대신에 각광을 받고 있는 오버레이 멀티캐스팅 기법은 네트워크 응용계층의 서비스로써, 서버의 자원 활용과 네트워크의 대역폭에 대한 비용 면에서 유리하다. 본 논문에서는 효율적인 멀티미디어 서비스를 위하여 오버레이 멀티캐스팅 환경에서의 스토리지 파티션 정책을 제안한다. 시뮬레이션 해본결과 표준 방식보다 서비스 수와 서비스 처리시간에서 약 23% 정도 향상된 성능을 보였는데, 이는 서비스 사용자의 수를 증가 시키는 문제와 밀접한 관련이 있다.

Abstract

Intensive studies have been made in the area of IPTV VOD server. The basic goal of the study is to find an efficient mechanism to allow maximum number of users under the limited resources such as Buffer utilization, disk performance and network bandwidth. The overlay multicast that has been recently presented as an alternative for the IP multicast has been getting much persuasion by the system resource and the network bandwidth and the advancement of the network cost. we propose a efficient overlay multi_casting network policy for multimedia services with multi media partition storage. Simulation results show that the rate of service number and service time of proposed scheme are about 23% performance improved than that of traditional methods. This implies that our method can allow much more users for given resources.

논문 접수 : 2008. 5. 30.

심사 완료 : 2008. 6. 14.

1) 시립인천전문대학 컴퓨터정보과 교수

※ 이 논문은 2007년 시립 인천 전문대학교의 지원을 받아 연구된 것임.

1. 서론

초고속 인터넷망에 연결된 단말기나 TV로 지상파 방송프로그램이나 주문형 동영상(영화)을 보고, 정보를 인터넷으로 검색까지 할 수 있는 차세대 쌍방향 방송·통신 융합 서비스가 관심을 끌고 있다. IPTV 서비스 응용의 형태는 정보의 사용 시기와 그 저장 여부에 따라 실황 비디오 응용(live video application)과 저장 비디오 응용(stored video application)으로 구분될 수 있다[1]. 실황 비디오 응용은 실시간 TV 방송 즉 현장 중계나 뉴스 등과 같이 동일한 시간에 동일한 콘텐츠를 서비스해 주는 방식이며, 저장 비디오 응용 기술은 기존 VOD 서비스와 유사한 기능으로 사용자가 서비스 시간과 내용을 선택할 수 있는 서비스를 말한다. 최근에는 개인형 유선 및 무선 단말기를 위한 유무선 통합 멀티미디어 서비스(QPS: QuadruplePlay Service)로 발전되고 있다. IPTV를 위한 네트워크는 비디오 스트리밍 정보를 비롯한 다양한 멀티미디어 서비스를 네트워크상에서 효율적으로 지원 하도록 함과 동시에 수신자에게 적합한 데이터 전송 특성의 QOS를 만족시키기 위하여 오버레이 멀티캐스트 메커니즘에 대한 관심이 증가하고 있다. 오버레이 네트워크[6,7,8,9]는 기존의 물리적 네트워크에 기반을 둔 가상의 논리적 네트워크이다. 그러므로 오버레이 네트워크에서 이웃 노드들은 물리적인 이웃 노드가 아니라 서비스의 형태나 콘텐츠의 특성에 의해서 논리적 연관성을 중심으로 묶여진 가상 노드라 할 수가 있다. 오버레이 네트워크는 기존의 물리적 토폴로지를 토대로 논리적인 토폴로지를 재구성하여 서비스 성능을 개선하고, 효율을 높이며 또한 다양한 기능을 제공하는 방안을 제공할 수가 있다. 그러므로 IPTV 서비스를 위한 새로운 대규모 기반 시설의 추가가 없이도 기존 IP 서비스망을 활용할 수가 있다는 장점이 있다. 그림1.1은 오버레이 멀티캐스트 네트워크의 개요를 나타낸 것이다. 아래의 물리적 네트워크

는 실제의 네트워크 상황이며, 트랜스포트 네트워크, 모바일 네트워크, 와이어레스 네트워크 등 실제로 다양한 네트워크가 존재한다. 그림 위쪽의 오버레이 네트워크는 가상의 네트워크로서 물리적 네트워크에 기반을 둔 논리적 네트워크이다. 세션 매니저(SM)는 오버레이 노드로부터 받은 정보를 이용하여 오버레이 토폴로지를 구성하고 멀티캐스트 에이전시(MA)들을 관리한다. 멀티캐스트 에이전시(MA)는 가입자들에게 데이터 전송을 위한 최적 경로를 설정한다.

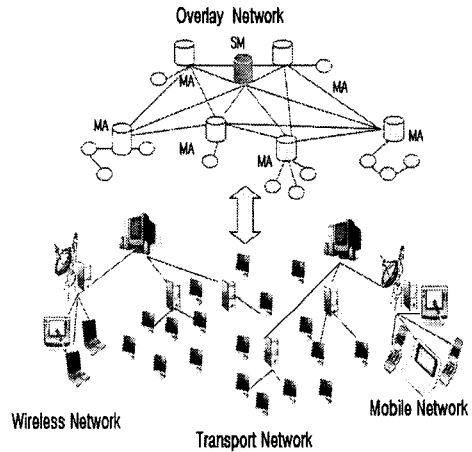


그림1.1 오버레이 네트워크 구조

Fig. 1.1 Architecture of overlay network

차세대 IPTV 서비스 분야는 디지털 라이브 스트림 서비스와 VOD 스트림 서비스로 나눌 수가 있지만, 오버레이 멀티캐스트에 대한 최근의 연구는 대부분 디지털 라이브 스트림 서비스 및 P2P 스트림 서비스에 대하여 연구되고 있다. 본 논문은 차세대 IPTV 서비스의 한 분야인 VOD 스트림 서비스를 위한 오버레이 멀티캐스트 네트워크 정책을 제안함으로써 두개의 서비스가 동일한 네트워크 토폴로지 하에서 효율적으로 운용될 수 있게 하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 오버레이 네트워크내의 세

션 매니저와 멀티캐스트 에이전트에 서비스 스케줄링 기능을 확장하고 멀티미디어 파티션 스토리지를 추가하여 각종 스트림 서비스를 효율적으로 제공할 수 있게 하였다. 2장에서는 오버레이 멀티캐스팅 네트워크와 멀티미디어 파티션 스토리지 스케줄링에 관한 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 IPTV 서버의 자원들을 효율적으로 관리하고 사용자의 서비스 처리율을 높이기 위한 복합형 오버레이 멀티캐스팅 정책을 제안한다. 4장에서는 이를 시뮬레이션해 보고 기존 방식과 비교 분석한다. 끝으로 5장에서는 결론과 함께 향후 연구 방향에 대하여 간략히 기술한다.

2. 관련연구

2.1 IP 멀티캐스트 정책

일반적으로 IP 멀티캐스트는 네트워크 및 서버 서비스 자원의 효율적인 관리를 위하여 유사한 시간대에서 서비스 요청을 한 사용자들을 동일 서비스 시간으로 묶는 사용자 그룹화에 따른 서비스 전략이라 할 수가 있다. 배칭 스케줄링[3]은 사용자가 요구한 서비스 시작 시간을 일정한 시간대로 나누어 이를 배칭 간격(batching interval)으로 하고, 이 시간 내에 복수의 사용자가 동일한 비디오 스트림을 요구할 경우에 이들을 그룹화(grouping)하여 마치 하나의 사용자처럼 취급하는 방식이며, 하나의 디스크 I/O 스트림을 사용하므로 I/O 대역폭을 절약 할 수 있다. 그러나 이러한 배칭 정책은 최적의 배칭 간격을 결정하는 문제와 평균 대기시간의 단축하는 문제가 중요한 관심사가 되고 있다.

Adaptive piggybacking 정책은 배칭 정책시의 초기 서비스 시간 지연 문제를 개선하기 위하여 Golubchik[2]에 의해서 제안되었는데, 이는 비디오 재생율을 $\pm 5\%$ 한도 내에서 변화시키더라도 사용자는 그 변화를 잘 인식하지

못한다는 것에 기초를 두고 있다. Adaptive piggybacking은 사용자의 서비스 요청 시에 서버의 수용 능력이 허락되면 즉시 서비스를 행하고, 이후에 일부 사용자의 서비스에 대한 전송률을 점차적으로 증가시키거나 감소시켜 복수의 사용자를 하나로 묶는 방식을 취함으로써 멀티캐스트 정책을 실행할 수가 있다. 그러나 비디오 스트림에 대하여 강제적으로 프레임(frame)의 삭제 및 추가를 행하기 때문에 불필요한 서버 자원의 낭비 및 서비스 품질의 저하를 초래할 수 있다. Patching [4]은 일정 간격 내에서 발생하는 사용자들에 대해서는 다시 멀티캐스트 스트림을 전송하지 않고 조금 전에 전송이 시작된 멀티캐스트 스트림에 조인하도록 하고 비디오의 수신하지 못한 초기부분은 그 시작점부터 멀티캐스트 스트림에 조인한 지점까지 추가적인 패칭 스트림을 통하여 수신하여 재생한다. Pyramid Broadcasting [5] 사용자가 서버에 대하여 비디오 스트림에 관한 요청을 하지 않고, 그 대신에 서버가 동일한 비디오를 주기적으로 일정시간마다 방송하는 방식이다.

2.2 응용계층 멀티캐스트 정책

오버레이 멀티캐스트는 IP 멀티캐스트에 대한 대안으로써 제시된 기술로 종단 호스트에게 멀티캐스트 패킷 전달을 위해 응용 계층에서 멀티캐스트를 지원하는 기술이다. 최근 몇 년 사이에 응용계층의 멀티캐스트 방식이 관심을 끄는 이유는 현재 네트워크 기반구조의 변경이나 증설 없이 즉시로 보급을 촉진시킬 수 있기 때문이다. 멀티캐스트는 IP 멀티캐스트, 동적 노드 기반 오버레이 멀티캐스트(Dynamic node based overlay Multicast)[6,7] 그리고 오버레이 멀티캐스트(Overlay Multicast)라고 하는 정적 노드 기반 오버레이 멀티캐스트(Static node based overlay Multicast)[8,9]의 세 종류로 나눌 수 있다. 동적 노드 기반 오버레이 멀티캐스트는 그룹 멤버들을 자율 구성(Self-

Organization)하여 오버레이 멀티캐스트 트리
로 구성하는 방식으로 데이터 복제(Data
Duplication), 데이터 포워딩(Data
Forwarding), 그룹 멤버 관리, 그리고 다른 기
능들을 멀티캐스트 트리에 구성되는 모든 멤버
들이 수행한다. 그러나 동적 노드 기반 오버레이
멀티캐스트는 각각의 노드가 네트워크 토폴로
지의 운영에 능동적으로 참여함으로써 개
개의 노드가 스트림 저장 및 네트워크 프로세
싱의 능력이 있어야 한다는 제약이 있기 때문
에 디스플레이와 세팅박스만으로 구성된 IPTV
서비스 환경에 적용하기에는 다소 까다로운 점
이 있다. 정적 노드 기반 오버레이 멀티캐스트
는 전체 네트워크 주변의 중요한 위치에 오버
레이 프락시라는 고정노드를 설치하여 사용자
요구가 발생하면 멀티캐스트 서비스하기 위하
여 고정노드가 오버레이 트리를 형성하는 방법
이다. 이것은 고정 노드로 인하여 안정적이고
향상된 서비스를 쉽게 제공할 수 있지만 간혹
유연성에 대한 문제가 언급되고 있다. 이를 위
하여 본 논문에서는 서비스를 요청한 노드를
추가할 경우 각 세션의 네트워크 서비스 대역
폭을 감시하여, 멀티캐스트 에이전시(오버레이
프락시)에 Direct 접속하는 방식뿐만 아니라,
인근 노드에 InDirect 접속 방식을 적절히 혼
용할 수 있게 함으로써, 네트워크 운용의 유연
성을 증가 시켰다. 또한 오버레이 프락시에 스
토리지 파티션을 활용함으로써 특정 서비스 노
드의 병목현상을 최소화하는 정책을 제안하였
다.

3. 복합 오버레이 멀티캐스트 모델

본 논문에서 제안한 복합 오버레이 멀티캐스
트 모델은 디스플레이와 셋톱박스로 구성된
IPTV 환경에서 VOD 서비스를 위한 것이므로
기본 네트워크 환경은 정적 노드 기반의 오버
레이 멀티플렉스를 기반으로 하고 있다. 우선
그림 3.1에서 보는 바와 같이 세션 매니저

(SM)의 역할은 각 세션의 네트워크 토폴로지
를 관리하고 가입자의 요청에 따라 멀티캐스트
에이전시에서 보내온 네트워크 정보에 따라 하
여 적절한 세션을 스케줄링 하여 멀티캐스트
에이전시에 해당 서비스를 요청한다.

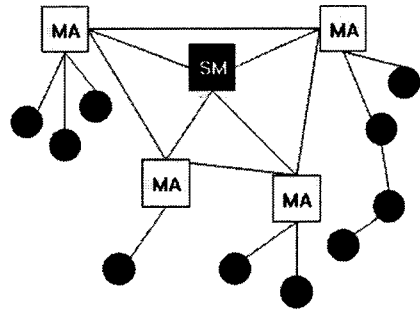


그림 3.1 복합형 오버레이 구조
Fig. 3.1 Composite Overlay
Architecture

그 외, 서비스를 요청한 가입자의 확인, 과
금, 서비스 등급 결정, QOS 품질 등 가입자
관리를 수행한다. 멀티캐스트 에이전시는 오버
레이 플록시의 기능을 포함하며 각 세션내의
가입자에 대한 자원의 수락 제어 기능을 담당
한다. 이를 위하여 자체의 스토리지 기능을 가
지고 있으며 멀티캐스트 에이전시 간의 커뮤니
케이션 기능과 가입자와의 커넥션 스케줄링을
수행한다. 오버레이 노드는 오버레이 네트워크
를 구성하는 하위 객체이며 가입자에 대한 서
비스를 담당한다. 오버레이 노드에서의 커넥션
스케줄링은 다이렉트 커넥션과 인-다이렉트 커
넥션이 있다. 다이렉트 커넥션은 멀티캐스트
에이전시에 직접 연결되어 서비스 받는 경우이
다. 그러나 경로 간에 실제 물리적 네트워크의
대역폭의 부족이나 장애가 있는 경우 다른 오
버레이 노드를 거쳐서 간접적으로 연결 할 수
가 있다. 여기서 사용되는 바이패스 노드는 동
일한 세션 내에서 또 다른 서비스를 할 수 있

게 지원한다.

B5, C45, K3,	A3, B9, C49,	A7, B13, G1,	D0, B17, C3,	A15, B21, D4,	A19, B0, F2,	Partition 0
A0, B6, C46,	A4, B10, k0,	A8, B14, C0,	A12, B18, D1,	A16, B22, D5,	A20, B1, F3,	Partition 1
A1, B7, C47,	A5, K1, C51,	A9, B15, C1,	A13, B19, D2,	A17, B23, F0,	A21, B2, F4,	Partition 2
A2, B8, C48,	A6, K2, G0,	A10, B16, C2,	A14, B20, D3,	A18, B0, H0, F1,	A22, B3, F5,	Partition 3

Partition Storage Layout

그림 3.2 스토리지 파티션
Fig 3.2 Storage Partition

오버레이 프록시에는 저장장치로 스토리지 파티션을 사용한다. 스토리지 파티션에는 IPTV 서비스를 위한 디지털 녹화된 드라마, 오락, 영화 등과 뉴스, 스포츠 등의 라이브 방송을 따로 녹화하여 저장할 수가 있다. 스토리지 파티션은 디스크의 표면을 복수개의 파티션으로 구분하여 운영하는 방식이며 그림 3.2에는 4개의 파티션으로 구분된 스토리지의 형태를 나타내었다. 각 파티션은 여러 개의 트랙들로 구성되며, 각 트랙은 고정된 블록으로 나누어진다. 각 스트림은 일련의 연속된 블록으로 표현되며, 스트림의 연속된 블록은 각각 다른 파티션에 기록되기 때문에 헤드가 특정 파티션 내의 스트림의 시작 지점을 만나면 디스크 안쪽에서 바깥쪽으로 혹은 그 반대 방향으로(그림에서는 상 하 방향) 움직인다. 예를 들어 비디오 A의 스트림 블록이 A0에서 A22까지 저장되어져 있다면, 파티션 1에는 블록 A0,A4,A8,A16,A20, 파티션 2에는 A1,A5,A9,A13,A17,A21, 파티션 3에는 A2,A6,A10,A14,A18,A22, 파티션 0에는 A3,A7,A11,A15,A19가 저장되어진다. 그 외 각 파티션에는 비디오A 뿐만 아니라, 동기화를 위

한 복합미디어 및 타 비디오 스트림(B, C, 등) 들도 비디오 A와 동일한 방식으로 저장된다. 비디오 A0에서 A22까지를 순차적으로 읽기 위해서 헤드는 디스크 안쪽에서부터 바깥쪽으로 움직이며 파티션 1, 2, 3, 0 순으로 읽어간다. 만일 파티션 3에 위치한 스트림 블록 A2을 읽을 차례에서 비디오 G의 서비스요청이 있을 경우에는 비디오 G의 시작 블록 G0를 읽기 위해서 극히 짧은 검색시간(디스크의 회전 시간)만 소요하여 연속적으로 읽어 들일 수 있다. 식 (1)은 스토리지 파티션의 검색시간을 나타내었다. 여기서 c 는 이동 실린더(cylinder)개수이고, SE 는 평균 디스크 조사시간, a 는 헤드 안정 계수, b 는 가속 안정 계수이다. B_n 은 블록 수, S 는 스트림 수, B_l 은 블록 크기, T_r 은 최대 전송률, R_x 은 디스크 최대 회전 속도, P 는 파티션 개수이다. 디스크 조사시간(SE)에서 마감 시간 우선 방식 및 집단 일소 방식은 단거리 탐색이나 장거리 탐색이며, 디스크 분할 기법은 동기화 스트림이 동일 트랙 상에 존재함으로 조사시간이 거의 없거나, 최단거리 탐색으로 행할 수 있다. 또한 평균 조사시간은 장거리 탐색일 경우 $SE = a + bc$, 단거리 탐색일 경우 $SE = a + b\sqrt{c}$ 이며, 최단거리 탐색일 경우 약 2ms가 소요된다.

$$disk_{ser} = B_n \{ S(B_l / T_r + R_x + SE) + SE / P \}$$

식(1)

그림 3.3에는 복합 오버레이 멀티캐스팅 스케줄링 다이어그램이다. 먼저 멀티미디어 에이전트는 가입자가 서비스를 요청하면 그 정보와 오버레이 노드로부터 전달된 현재의 네트워크 정보를 세션 매니저에게 전달한다. 세션매니저는 전달받은 가입자 정보를 확인하고 새로운 네트워크를 작성하여 멀티캐스트 에이전트에게 전달한다. 멀티캐스팅 에이전트는 가입자를 조인하기 위해서 현재의 멀티캐스팅 및 네트워크 상태를 참고하여 직접 연결이나 간접 연결을 결정한다.

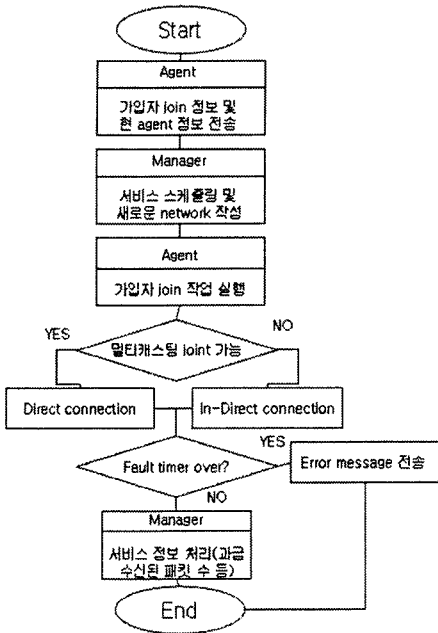


그림 3.3 오버레이 멀티캐스팅
다이어그램

Fig. 3.3 Overlay Multicast
Diagram

서비스 초기나 실행 중에 미리 정해진 시간동안 서비스가 중단될 경우에는 장애 메시지를 세션매니저에게 송출하고 서비스를 종료한다. 세션매니저는 서비스가 완료하면 각종 서비스 정보를 가입자에게 전송해준다. 그림 3.4는 복합 오버레이 멀티캐스트 네트워크에서 비디오 K,과 비디오 F가 요청되었을 경우 처리형태를 설명하고 있다. 멀티캐스트 에이전시 MA0, MA1, MA2, MA3의 스토리지 파티션은 현재 서비스 파티션의 위치가 서로 다르게 스케줄링 되어 있다. 예를 들어 MA0는 현재 파티션0의 위치에서 MA1는 파티션1, MA2는 파티션2, MA3는 파티션3에서 각각 서비스 중이라 할 때, 비디오 K에 대한 새로운 요청이 있을 경우 MA1에 서비스가 할당이 된다. 왜냐하면 비디오 K의 시작 블록인 K0가 파티션2에 속해 있

기 때문에 현재 파티션2에서 다른 비디오를 서비스 중인 MA1에서는 최단거리 탐색에 의해서 서비스가 가능하기 때문이다. 식(2)에는 가입자 최대 서비스 시간을 나타낸다.

$S_{max} = S_{sm} + S_{ns} + D_{sch} + N \times N_{trans}$ 식(2)
여기서 S_{sm} 은 SM 의 스케줄링 시간, S_{ns} 는 네트워크 스위칭 시간, D_{sch} 는 스토리지 검색 시간, N 은 경로 내 노드 수, N_T 는 노드와 노드간의 네트워크 전송시간이다.

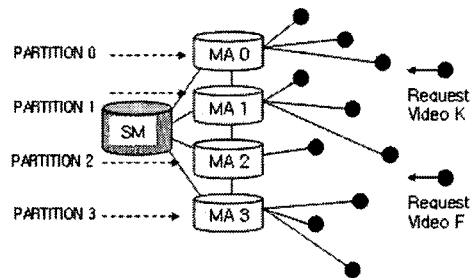


그림 3.4 연결 전 상태

Fig. 3.4 Before Connection

또한 오버레이 네트워크에 직접 연결에 참여하는 노드들의 집합을 $d = (d_1, d_2, \dots, d_n)$, 간접 연결에 참여하는 노드들의 집합을 $i = (i_1, i_2, \dots, i_m)$ 라 할 때, 현재 조인된 노드의 수 C_{serv} 은 식(3)에, 최대 조인 가능한 수 T_{serv} 은 식(5)에 나타내었다. 그리고 이들 사이에는

$$\left(\sum_{i=1}^{i=n} d_i + \sum_{j=1}^{j=m} i_j \right) \leq \sum_{k=1}^{k=n+m} (NB_k / PS_k)$$

가 성립한다. 식(4)에서 NB_k 는 k번째 노드의 물리적 대역폭이며, PS_k 는 k 번째 노드의 서비스 패킷 사이즈이다.

$$C_{serv} = \left(\sum_{i=1}^{i=n} d_i + \sum_{j=1}^{j=m} i_j \right) \quad \text{식(3)}$$

$$T_{serv} = \sum_{k=1}^{k=n+m} (NB_k / PS_k) \quad \text{식(4)}$$

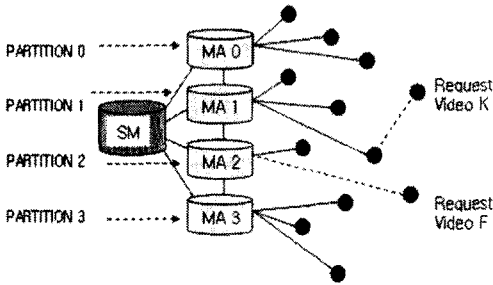


그림 3.5 연결 후 상태
Fig. 3.5 After Connection

그림 3.5에서 스케줄링 후의 오버레이 네트워크의 모양을 나타내고 있다. 비디오F는 스토리지 파티션 2에서 시작되므로 현재 파티션 2에서 서비스 중인 MA2로 직접 연결 된다. 비디오K는 현재 오버레이 노드의 멀티캐스트 능력을 3이라 하였을 때 직접 연결 되지 못하고 말단 오버레이 노드에 간접 연결된 결과를 보여준다.

4. 시뮬레이션 및 분석

본 논문에서 제안한 복합 오버레이 멀티캐스팅 정책의 주요관심은 IPTV를 위한 오버레이 네트워크에 VOD 스트림을 함께 서비스하기 위한 정책이라 할 수가 있다. 그리고 이를 통하여 기존의 오버레이 네트워크에 비하여 서비스 대기시간의 단축과 서비스 처리 능력을 증가시키는 방안을 제시하였다. 시뮬레이션은 1개의 세션 매니저 및 32개의 멀티캐스팅 에이전트와 오버레이 노드의 수는 256개, 각 노드당 멀티캐스팅 한계는 4로 하여 시뮬레이션을 실시하였다. 기본 파라메타의 내용은 표1에 각각 나타내었으며, 기타 케이스별 파라메타는

시뮬레이션 결과 분석에서 언급하였다. 시뮬레이션에 사용할 자료의 비디오 요구패턴은 Zif Distribution 을 기본으로 하였고, 서비스 도착율은 λ 는 1sec당 한 개의 평균 도착율을 갖는 Poisson Distribution으로 하였다.

구분	내용	값
비디오 요구패턴	Zif Distribution	
λ (포아송 분포)	서비스 도착율	1/sec
SM	세션매니저	1
MA	멀티캐스팅 에이전트	32
Overlay node	오버레이 노드	256
request join	조인 요구 수	1024
request arrival	서비스 도착 간격	1sec
video count	비디오 개수	60
packet size	패킷사이즈	512byte

[표 1] 서비스 파라메타 테이블

[Table.1] Service parameter table

스토리지 파티션의 정보는 파티션의 수는 8개, 한 블록 당 16개의 비디오 스트림이 저장되고 각 비디오의 시작 위치는 모든 파티션으로 고르게 분산시켰다. 블록사이즈는 512Byte, Revolution speed는 4000 rpm, read/write speed는 2.2ms, 최고 전송 속도는 10M bps로 하였다. 그래프 COM은 본 논문의 복합 오버레이 멀티캐스팅 기법이며, OM는 표준적인 오버레이 멀티캐스팅 정책이다. 그림 4.1에서는 서비스가 진행되는 동안 새로운 가입자의 요구에 대한 서비스 지연 시간을 나타낸 것이다. 그래프에서 OM은 일반적인 오버레이 네트워크이며 COM은 본 논문에서 제안된 방식이라 할 수가 있다. 최고 지연 시간을 살펴보면 COM이 486ms OM이 720ms이며 최소 지연은 COM이 188ms, OM이 210ms이다. 그리고 평균 지연시간은 COM이 334ms, OM이 451ms으로 COM이 서비스 지연에 유리하다고 할 수가 있다. 네트워크 정책의 서비스 처리 능력을 알아보기 위하여 처리 시간에 따른

조인 노드의 허락 개수를 계산한 내용이 그림 4.2에 있다. 초기 5분간은 양쪽 정책에 차이가 없지만, 이후에 조인 노드 수는 차이가 나게 나타나고 있다. 10분후의 노드 수는 COM이 856, OM이 560으로 COM의 노드 조인 능력이 유리하게 나오고 있는데 이는 멀티캐스트 능력이 고정적인 OM방식에 비하여 Direct/InDirect 접속이 가능한 COM 방식이 네트워크의 유연성 면에서 유리하게 작용하고 있다고 할 수가 있다.

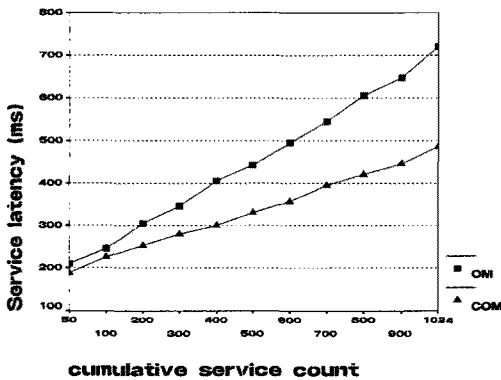


그림 4.1 평균 서비스 지연
fig. 4.1 Average Service latency

[표 2] 평균 서비스 지연 테이블
Fig. 2. Average Service latency Tables Statistics

		OM	COM
N	Valid	1024	1024
	Missing	0	0
Mean		451.6364	334.5455
Std. Deviation		167.7828	95.4781
Variance		28151.05	9116.0727
Minimum		210.00	188.00
Maximum		720.00	486.00

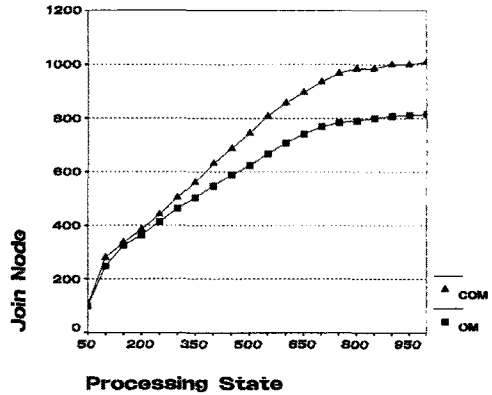


그림 4.2 노드 조인 현황
Fig. 4.2 State of Node Join

5. 결론

오버레이 네트워크는 이미 오래전부터 분산 컴퓨팅 환경에서 자주 언급 되던 기술 중의 한 가지이다. 이 기술이 최근 IPTV 서비스를 위하여 관심을 가지게 된 이유는 기존의 물리적인 인터넷 IP 네트워크를 활용할 수 있다는 점 외에 여러 가지 사용자 서비스를 응용 서비스 레벨에서 처리가 가능하다는 점이다. 그러나 IPTV 서비스를 위한 오버레이 멀티캐스트 네트워크에 대한 대부분의 연구는 실시간 일대다의 스트리밍 서비스에 중점을 두고 있다. 그러므로 별도의 재방송 서비스나 기타 저장 비디오에 대한 서비스 및 차세대 쌍방향 멀티미디어 서비스를 위한 VOD 스트림 서비스에 대한 연구도 필요한 시점에 와 있다고 할 수가 있다. 본 논문은 차세대 IPTV 서비스의 한 분야인 VOD 스트림 서비스를 위한 오버레이 멀티캐스트 네트워크 정책을 제안함으로써 두개의 서비스가 동일한 네트워크 토폴로지 하에서 효율적으로 운용될 수 있게 하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 오버레이 네트워크내의 세션 매니저와 멀티캐스트 에이전트에 서비스 스케

줄링 기능을 확장하고 멀티미디어 파티션 스토리지를 추가하여 각종 스트림 서비스를 효율적으로 제공할 수 있게 하였다. 본 논문에서 제안한 직간접 접속 정책과 스토리지 파티션 스케줄링은 기존의 방식에 비하여 서비스 지연 문제와 가입자의 서비스 수용 면에서 약 28% 정도의 효과를 보여 주었다. 플록시의 성능이 높아지고 있는 지금, 이 방식은 IPTV 서버 뿐만 아니라, 일반적인 VOD 서버 네트워크에도 활용할 수 있을 것이다.

참고 문헌

KiVS Kurzbeiträge und Workshop
185-188.

- [1] Yee-Hsiang Chang, David Cdggins, "An Open-Systems Approach to Video on Demand". IEEE Communications Magazine, pp 68-80, 1994
- [2] Leana Golubchik, John C.S. Lui, "Adaptive piggybacking: a novel technique for data sharing in video-on-demand storage servers". Multimedia Systems, pp 140-15, 1996
- [3] Asit Dan, Dinker Sitaram, "Dynamic batching policies for an on-demand video server". Multimedia Systems, pp 112-121, 1996
- [4] Raymond T. Ng, Jinhai Yang, "An analysis for buffer sharing and pre-patching techniques for multimedia systems", Multimedia Systems, pp 4: 55-69, 1996
- [5] C. C. Aggarwal, J. L. Wolf, P. S. Yu, "A Permutation-based Pyramid Broadcasting Scheme for Video-on-Demand Systems", Proc. of ICMCS, pp. 118~126, June 1996.
- [6] Y. Chu, S. Rao and H. Zhang, "A case for end system multicast", in Proceedings of ACM SIGMETRICS, Santa Clara, CA, June 2000, pp. 1~12.
- [7] V. N. Padmanabhan, H. J. Wang, P. A. Chou and K. Sripandikulchai, "Distributing streaming media content using cooperative networking", in ACM/IEEE NOSSDAV, Miami, FL, USA, May 12-14 2002.
- [8] K. P. Gummadi, H. V. Madhyastha, S. D. Gribble, H. M. Levy, and D. Wetherall, "Improving the reliability of Internet paths with one-hop source routing," in Proceedings of the 7th Symposium on Operating Systems Design and Implementation, 2004.
- [9] M. Kleis, E. K. Lua, and X. Zhou, "A case for lightweight superpeer topologies." in