

스토리지 접근 스케줄링과 더블 버퍼구조 기반 VOD 서버의 고성능화

*김천석 *지미경 * 윤정현 * 김규석

*(주)우리씨에스티 기술연구소

cheonseog@paran.com, lindaji94@paran.com, efas@paran.com, Kangbeko@paran.com,

High-Performance VOD server based on storage access scheduling and double buffer

*CheonSeog Kim **Mi Kyong Ji ***Jeong Hyun Yoon Kyuseok Kim

R&D Center, Wooricst co., Inc

요약

통방융합 환경에서 Killer 서비스로 각광을 받고 있는 VOD(Video On Demand)서비스에서 I/O 병목현상은 VOD 서버의 오 동작 및 성능 저하의 주요 원인이 되고 있다. 본 논문에서는 이런 I/O 병목 현상을 개선하여 입출력 효율이 좋은 고성능 VOD 솔루션을 제안한다. 제안된 솔루션은 대용량 더블 버퍼를 구성하여 하나의 버퍼로 클라이언트에 데이터를 전송하고 있는 사이에, 나머지 다른 버퍼에서 스토리지에서 전송되는 데이터를 버퍼에 저장 하여, 디스크 접근 시 한번에 보다 많은 데이터를 읽음으로써 연속적인 정보를 가져올때 빈번하게 하드디스크의 접근을 줄임으로서 끊임없는 전송을 가능하게 한다. 또한 다수의 사용자가 동시 접근 시 데이터 충돌을 방지하고, 스토리지에 순차적으로 연속 접근하도록 접근 발생 시간에 따라 우선 순위 인덱스를 할당하고 회수하도록 스토리지 접근 스케줄러를 고안 하였다. 제안된 솔루션의 유효성을 검증하기 위해 SD급 콘텐츠에 대해 솔루션의 Throughput 처리량을 벤치마킹 테스트로 검증을 하였다. 테스트 결과 MPEG-2 SD급 영상에 대해 Raid 5에서 최대 1000 스트리밍을 전송 할 수 있음을 확인 하였다.

1. 서론

주문형 비디오 서비스인 VOD(Video On Demand)는 인터넷 망, 케이블 망, 전화선, 이동통신망 등을 통해 서버 또는 저장장치에 저장된 멀티미디어 콘텐츠를 사용자가 요구 시 PC나 TV같은 디스플레이 장치를 통하여 볼 수 있는 서비스를 의미한다. 디지털 영상 압축처리 기술의 발달, 고속 컴퓨터 통신 및 광통신 기술 발달로 광 대역의 영상 정보 전송이 가능해졌으며, 인터넷상에서는 자유로운 양방향 서비스가 구현되어 있다. 특히 IPTV 및 UCC 활성화로 2000년대 이후 VOD 서비스는 통방융합 Killer 서비스로 각광을 받고 있다[1].

VOD 서비스의 중요 요소의 하나인 VOD 서버는 프로세서, 메모리, 스토리지 등의 제한된 정적 자원을 바탕으로 콘텐츠의 품질에 따라 최대 동시 세션 수와 같은 유동적인 최대 성능을 갖는다. 디지털 통신과 멀티미디어 처리기술의 향상은 콘텐츠의 고품질화, CPU 및 네트워크의 성능 향상으로 특정 시간 동안 처리 할 수 있는 데이터의 양은 급증하고 있지만, 저장장치인 하드디스크(HDD)에서 읽고, 쓰는 처리 성능 향상은 다른 요소에 비해 떨어져 I/O 병목 현상이 발생하여, VOD 서버의 오 동작 및 성능 저하의 주요 원인이 되고 있다.

본 논문에서는 I/O 병목 현상을 해결하면서 동시 접속 세션수를 최대로 하는 고성능 VOD 서버의 고성능화에 대해서 논한다. 논문의 구성은 II장에서는 I/O 병목 현상과 관련 연구에 대해, III장에서는 제안된 방법에 대해서 서술한다. IV장에서 제안 기술의 유효성을 위해 실험 및 그 결과를 검토하고, 마지막 V장에서 결론을 정리한다.

2. 관련 연구

주문형 비디오 시스템은 메모리, 스토리지 등의 제한된 정적 자원을 바탕으로 다수의 사용자에 서비스하는 것으로, 서비스 콘텐츠의 전송률에 따라 유동적인 최대 세션의 수를 갖는다. 즉, 저장부에서 스트리밍 프로세스 부로 데이터를 전송하면 접속된 사용자 수에 비례하여 메인 프로세스부의 메인 메모리의 버퍼를 최대 동시 사용자수에 비례하여 균등하게 할당한다. 따라서 동시 사용자수가 많을수록 사용자당 할당된 메모리의 버퍼양은 줄어들고, 작아진 버퍼의 크기와 동시접근 중인 사용자 수만큼 스토리지로의 접근이 빈번하게 발생하여 하드디스크의 효율이 감소하여 성능저하의 요인이 된다.

이 문제를 해결하기 위해 A. Dan 과 D. Sitaram은 캐싱 정책을 이용하였다[3]. 스트리밍 할 때 동일한 콘텐츠에 대한 요청이 있을 경우, 선행 요청과 다음 요청간의 차이에 해당하는 미디어 데이터를 캐싱 함으로써 디스크 대역 폭 자원을 최소화 하고, 상대적으로 적게 사용되는 메모리 자원을 최대로 활용하여 시스템의 성능을 향상 시켰으나, 상대적인 병목 지점을 디스크 대역 폭에 한정 한다는 단점이 있다.

스트리밍 데이터를 빠르게 송/수신할 수 있도록 네트워크와 스토리지 부를 하나로 통합한 임베드 형식의 고속 파일 처리 전용 네트워크 카드를 사용하는 방법이 있다. 이 기술은 카드가 특수 제작되기 때문에 가격이 고가이며, 고품질의 전송을 위해 제한된 고정 버퍼 용량 때문에 저화질의 콘텐츠의 경우 HDD로의 접근이 빈번하게 발생하여 저화질의 경우 성능 저하의 요인이 된다. SSD를 이용하는 방법도 있다. SSD는 반도체기 때문에 접근속도가 제로에 가까울 정도로 일정하

기 때문에 기존 하드디스크 문제를 해결 할 수 있지만 기가 바이트당 저장비용이 매우 높고, DRAM의 특성상 전원을 차단하면 데이터가 전부 사라지기에 별도의 배터리 팩등을 사용하여 전원을 계속 공급하는 보완이 필요하여 .일반적인 주문형 비디오 서버에 적용하기에는 아직 어려움이 있다.

3. 제안 솔루션

본 논문에서 제안하는 솔루션은 두가지의 방법을 적용한다. 먼저 I/O 병목 현상을 막기 위해 연속적인 정보를 읽을 때 하드 디스크의 트랙과 섹터를 반복적으로 찾을 필요가 없도록 디스크 접근 시 콘텐츠의 품질에 따라 한번에 보다 많은 데이터를 읽도록 한다. 이를 위해 메인 프로세스 내에 대용량 더블 버퍼를 구성하고, 동시 접근시 순차적으로 연속 접근하도록 스토리지 접근 스케줄러를 구성하였다. 그림1은 제안 솔루션의 전체 구성도이다

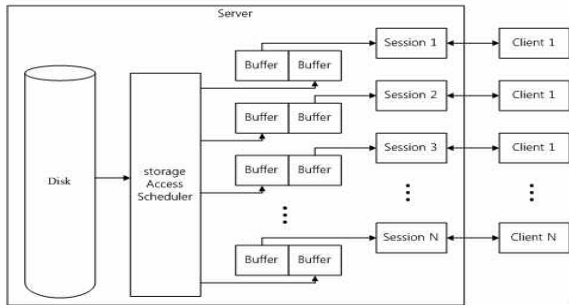


그림 1 대용량 더블 버퍼를 이용한 스트리밍 시스템

3.1 더블 버퍼

고 전송률이 필요한 콘텐츠에서는 디스크에 대한 접근이 일어나야 할 때 일정시간 이상의 지연 시간이 소비 된다. 만일 이 지연시간이 스트리밍 재생 시간보다 크면 콘텐츠의 끊김이 발생할 수 있다. 이 문제점을 해결하기 위해 하나의 세션에 두 개의 버퍼를 할당하여 하나의 버퍼를 전송하고 있는 사이에 나머지 다른 하나의 버퍼를 채우도록 설계하였다. 또한 반복적인 접근에 의한 에러를 줄이기 위해 오랜 시간 동안 디스크에 대한 접근이 일어나지 않도록 하기 위하여 대용량의 버퍼를 사용한다. 필요한 더블 버퍼의 사이즈는 스트리밍 서버 장치에 연결 가능한 최대 동시 세션 수에 각 세션 전송 버퍼 크기의 두 배이상 이 되도록 할당하였다.

3-2. 스토리지 접근 스케줄러

스토리지 접근 스케줄러는 다수의 사용자가 VOD 서버에 동시 접근 시 데이터 충돌을 방지하고, 스토리지에 순차적으로 연속 접근하도록 접근 발생 시간에 따라 우선순위 인덱스를 할당하고 회수하기위해 메인 프로세스와 스토리지에 그림2와 같이 4개의 모듈을 구성한다.

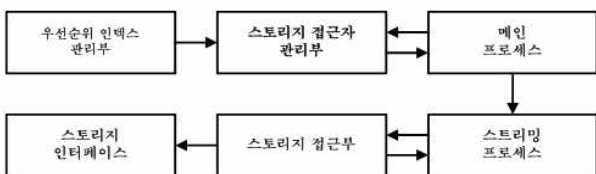


그림 2 스토리지 접근 스케줄러 구성도

우선순위 인덱스 관리부는 콘텐츠 어드레스 테이블을 통해 콘텐츠의 스토리지 기록 주소(위치)를 기억하여 우선 순위 인덱스를 생성하고, 프리타임 슬롯 인덱스 스택을 통하여 스트리밍 서버 장치의 최대 세션 수만큼의 고유 인덱스를 삽입하여 두었다가 세션이 발생하면 요청 콘텐츠의 주소를 확인하고, 콘텐츠 어드레스 테이블에 주소가 존재하지 않을 경우 콘텐츠 어드레스 테이블을 업데이트 한다. 확인된 콘텐츠 주소와 프리타임 슬롯 인덱스 스택으로부터 타임 슬롯 인덱스를 조합하여 우선순위 인덱스를 생성한 후, 세션이 완료되어 사용이 끝난 우선순위 인덱스는 타임 슬롯 인덱스를 추출한 후 폐기한다. 추출된 타임 슬롯 인덱스는 프리 타임 슬롯 인덱스 스택에 삽입하여 다른 세션 발생시에 재사용할 수 있도록 한다.

스토리지 접근자 관리부는 스토리지에 접근하기 위한 정보를 기술(記述)하는 스토리지접근자 및 더블 버퍼를 생성, 관리한다. 대용량 메모리 풀을 이용하여, 접근자의 중복사용을 방지하고, 최근 반환 버퍼와 접근자를 우선 사용하도록, 프리 버퍼 블렉스택, 프리 스토리지 액세스 스택을 둔다. 스토리지 접근자 관리기는 최초 구동 시 대용량 메모리 풀을 할당하고, 대용량 메모리 풀을 최대 세션 수만큼 분할하여 프리버퍼 블록 스택에 미리 삽입(push)하고, 스토리지 접근자 또한 스트리밍서버 장치의 최대 세션 수만큼 생성하여 프리스토리지 액세스 스택에 삽입(push)하여 초기화를 해둔다. 세션이 발생하면, 우선순위 인덱스 관리부로부터 우선순위 인덱스를 할당 받고, 프리버퍼스택으로 버퍼와 스토리지 접근자를 빼내어(pop) 더블 버퍼와 우선순위 인덱스를 설정한다. 그리고 파일을 열어 파일 핸들을 기록하여 스토리지 접근자를 사용할 준비를 마치 스트리밍 프로세스(세션)로 넘긴다.

스토리지 접근부는 두 개의 우선순위 큐로 구성된다. 스트리밍 프로세스로부터 스토리지 접근 요청이 발생되면 우선순위 인덱스의 Time Flag를 확인하여 Time Flag가 1인 경우 활성 스토리지 접근자 우선 순위큐에 기록하고 최대정렬을 수행하여 우선순위 큐를 재 설정한다. Time Flag가 0인 경우 대기 스토리지 접근자 우선순위큐는 스토리지 접근중에 발생하는 스토리지 접근자를 기록한 후 이미 채워진 버퍼를 돌려준다. 스토리지 접근기는 활성 스토리지 접근자 우선 순위 큐의 스토리지 접근이 모두 완료된 경우 대기 스토리지 접근자 우선순위 큐를 우선순위 인덱스에 따라 최대정렬하여 우선순위큐를 재설정하고, 활성 스토리지 접근자 우선순위큐와 교환하여 계속해서 스토리지에 접근을 시도한다. 하나의 세션에 대해 스토리지접근이 완료될 경우 register flag를 0으로 설정하고 ready event를 발생 시켜 스트리밍프로세스에 버퍼가 준비되었음을 알린다.

4. 실험 결과

본 논문에서 제안한 솔루션의 성능을 확인하기 위해 그림 3과 같이 테스트 베드를 구성 하여 실험하였다. 스토리지의 콘텐츠는 로드된 상태에 따라 성능의 변화가 없도록 스토리지를 완전히 로드된 조건에서 테스트하였다. 또한 Raid의 레벨에 따라 최대 스트리밍수가 달라지므로 Raid 5상태에서 1개의 네트워크 카드당 전송되는 Throughput을 측정하였다.

테스트 방법은 우선 포트당 1개의 스트림을 클라이언트로 전송하여 모니터링 한후, 성능 테스트 툴을 이용하여 각 포트의 스트림 수를 증가시킨다. 스트림 수에 따른 모니터링 영상을 통하여 각 포트의 최대 스트림 수를 확인한 상황에서 모니터링 영상이 끝날 때 까지 정상적으로 전송 되는지 확인한다. 다음에 스토리지에서 포트당 랜덤하게 디스

크 1개를 탈장 시킨후 성능 테스트 툴을 작동하여 스트리밍을 증가 시킨다. 스트리밍 수에 따른 플레이 되는 콘텐츠의 상태를 모니터링 한다음 새로운 디스크를 비어있는(fail발생)디스크에 장착 시킨다. 성능 테스트 툴을 작동하여 다시 스트리밍을 증가 시키면서 스트리밍 수에 따른 플레이 상태를 모니터링 한다. 이 실험을 동일한 조건에서 전용 NS카드를 사용하는 솔루션에도 반복적으로 실험하여 그 성능을 비교 하였다.

참고문헌

- [1] "VOD 시장의 제도약, 新 성장시대개화" 유폴러스 연구소 2008.1.7.
- [2]"미디어 융합과 IPTV 정책 및 시장동향", 전자통신동향분석, 제 23권 제 2호 2008년 4월
- [3] A. Dan and D. Sitaram, "Generalized interval caching policy for mixed interactive and long video workload", In Proc. of IS&T/SPIE Symposium on Electronic Imaging: Science & Technology, Conference on Multimedia Computing and Networking, Feb. 1996

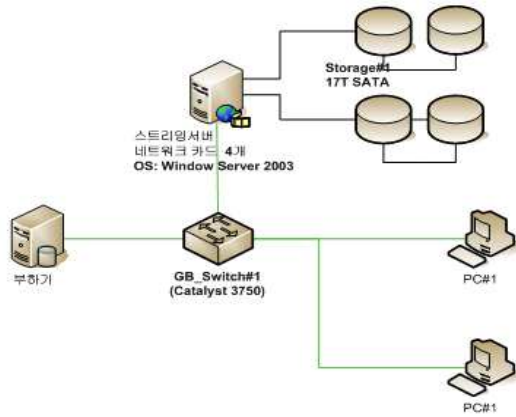


그림3. 테스트베드

표1. 실험 시스템 특성

항목	사양
스트리밍 서버	window server 2003
스토리지	쿼드코어/2.00GHz/4MB, DDR3 2GB, 듀얼 코어 SAS RAID 컨트롤러 7200 rpm.17TB/32M/SATA2
실험 동영상	MPEG-2 SD급 (4Mbps)

표2는 시뮬레이션 테스트한 실험 결과로서 상기 조건에서 네트워크 카드 1채널당 동시 접속 세션수가 Raid 5 시 약 260스트림으로, 4채널 사용시 최대 1000스트림을 전송 할 수 있음을 볼수 있었다.

표2. 다 솔루션과 비교

항목	제안 솔루션	NS카드 솔루션
OS	window	Linux
스트리밍처리수/채널	260	160
4채널 사용시	1024	640
실험 조건	- 동영상 :MPEG-2 SD급 (4Mbps)	

V. 결론

본 논문에서는 더블 버퍼와 스토리지 접근 스케줄러 기술을 이용하여 고성능 VOD 시스템을 제안하였다. 제안의 유효성을 검증하기 위해 테스트 베드를 구축하여 시뮬레이션 테스트를 시행하였고, 그 결과 최대 1000스트리밍을 전송 할 수 있음을 확인하였다.

*본 연구는 중소기업청의 출연금으로 수행한 08년도 중소기업 기술혁신개발사업의 연구결과입니다