

미디어 스트림 가속기의 설계 및 개발

방철석⁰ 정인범
강원대학교 컴퓨터정보통신공학과
csabang⁰@snslab.kangwon.ac.kr, ibjung@kangwon.ac.kr

Design and Performance of a Media Stream Accelerator

Cheolseok Bang⁰ Inbum Jung
Dept. Computer Information & Telecommunication Engineering, Kangwon National University

요약

VOD 시스템에서 많은 클라이언트의 요청은 몇몇의 영화에 집중된다. 서비스 가능한 많은 영화 중에서 실제 서비스가 이루어지는 영화는 많지 않다. 본 논문에서는 이와 같은 특성을 고려하여 사용자에 의해 많은 요청이 이루어지는 영화만을 위한 미디어 가속기를 설계하고 개발한다. 기존의 시스템은 하드 디스크에 영화를 저장하고 서비스를 하는 반면 본 논문에서 구현하는 시스템은 많은 요청이 이루어지는 영화에 한하여 메모리에 영화를 저장하고 서비스를 한다. 본 연구에서는 미디어 가속기를 리눅스 환경에서 구현하고 실험을 통해서 실제 서비스가 가능한 사용자 수를 측정하고 서비스에 장애가 되는 요인이 무엇인지 알아본다.

1. 서론

VOD 시스템은 많은 수의 영화를 저장하고 서비스를 수행한다. 그러나 실제 서비스가 이루어지는 영화는 많지 않다. 사용자에 의해 요구되는 서비스는 현재 인기를 얻고 있는 몇몇 영화에 집중되는데 이런 현상은 비단 VOD 시스템에만 국한되지 것이 아니다. 웹 서비스를 비롯한 많은 시스템에서 이런 현상은 발견되고 이런 사용자 선호에 기인된 서비스 기술 문제를 해결하기 위한 여러 가지 연구가 수행되었다[1,2,3,4].

사용자의 요구가 적은 부분에 집중되는 문제를 해결하기 위한 대표적인 방법이 캐시이다. 본 논문에서는 캐시 개념을 이용하여 리눅스 클러스터 VOD 서버 환경에 적합한 미디어 스트림 가속기를 설계하고 개발하였다. 이를 통해 많은 서비스 요청이 이루어지는 영화에 대해서는 네트워크 대역폭이 허용하는 최대한의 서비스를 제공할 수 있었다. 또한 계측 프로그램을 통하여 이를 직접 측정하고 실제 서비스 가능한 클라이언트 수를 측정하였으며 이런 환경에서는 어떤 것이 서비스의 장애 요인이 되는지에 대해 알아보았다.

본 논문에서 구현하는 시스템은 VODCA[5]를 기반으로 개발되었다. VODCA는 리눅스 클러스터 기반의 VOD 서버이다. VODCA 시스템에서는 다수의 미디어 서버에도 불구하고 노드가 4개를 넘으면 성능향상을 보이지 못하였다. 이런 성능 저하의 원인은 스왑에 의한 메모리 한계로 보고 되어졌다. 본 연구에서는 이런 문제점 해결을 위하여 선호도가 높은 영화를 대하여 미디어 스트림 가속기를 적용함으로 더 많은 스트리밍 서비스가 가능하도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 시스템과 새로 개발된 시스템의 구성에 대한 설명과 영화 데이터를 분산 저장하는 성능도 정책에 대하여 기술한다. 3장에서는 계

측 프로그램을 통하여 미디어 스트림 가속기의 성능을 측정한 방법과 결과를 설명한다. 4장에서는 본 논문의 결론을 맺고 향후 연구 계획을 설명한다.

2. 시스템 구성

2.1 기존 시스템의 구성

본 논문의 기반 시스템인 VODCA[5]에서 비디오 데이터를 저장하고 서비스를 담당하는 미디어 관리 서버의 구성은 그림 1과 같다.

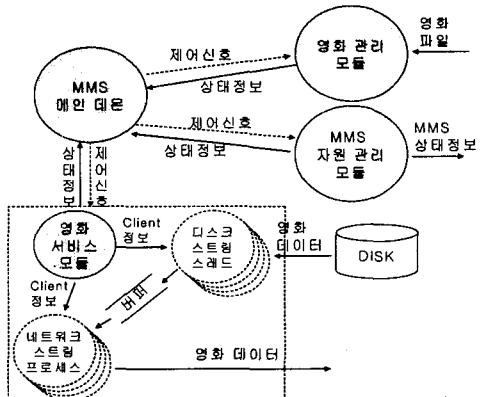


그림 1 미디어 관리 서버의 구성

그림 1에서 제시된 것처럼 VODCA의 미디어 관리 서버에서는 하나의 클라이언트에게 서비스를 제공하기 위해 하나의 프로세스가 생성되고 그 프로세스 안에서 두 개의 쓰래드를 이용하여 서비스를 하였다. 하나의 쓰래드는 디스크에서 영화를

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R05-2003-000-12146-0) 지원으로 수행되었음

읽어 메모리에 저장하고 다른 하나는 이를 네트워크를 통해 클라이언트로 전송하는 일을 한다. 이 시스템에서는 빈번한 요청이 이루어지는 영화에 대한 고려를 하지 않았다. 단지 운영체제에서 이루어지는 디스크 캐시기능만을 사용하였다.

보고 된 논문에 따르면 이 시스템에서는 노드가 4개를 넘으면 메모리의 한계에 의해 네트워크의 대역폭을 최대한 활용하지 못하는 문제가 있었다[5]. 또, 향후 기가비트 네트워크의 활성화로 네트워크의 병목현상이 완화되면 디스크의 대역폭이 네트워크의 대역폭보다 적어지게 되면 디스크 접근 속도에 의해 VOD 시스템의 성능 저하가 발생할 수도 있다. 이러한 문제점 때문에 캐시의 고유목적을 이용하여 동시에 서비스가 가능한 스트리밍의 개수를 증가시키기 위한 연구가 필요하다.

2.2 미디어 스트림 가속기의 구성

다음에 보여 지는 그림 2는 본 논문에서 구현한 미디어 스트림 가속기의 구성을 나타내고 있다.

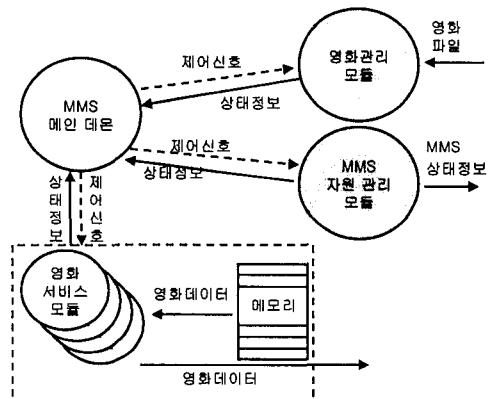


그림 2 미디어 스트림 가속기의 구성

그림 2에서 보여 지는 미디어 스트림 가속기의 가장 큰 특징은 네모난 정선으로 그려지는 부분이다. 기존의 시스템은 디스크에서 영화 데이터를 읽어오는 반면에 가속기는 메모리에서 영화 데이터를 읽어온다. 또한 하나의 클라이언트 당 한 개의 프로세스를 생성하던 부분도 하나의 쓰레드를 생성하여 처리하는 방식으로 바뀌었다. 물론 이런 시스템에는 많은 수의 영화를 서비스 하자는 뜻이다. 영화 저장 면에서 메모리는 디스크에 비해 그 양이 매우 적고 비싸다. 하지만 이런 가속기 시스템을 사용하면 디스크로부터 영화를 읽어오는 시간이 절감되므로, 특히 자주 요청 되는 영화를 서비스 하는 경우 전체 시스템 성능 향상에 큰 효과를 줄 수 있다. 또한 디스크 접근을 없앰으로써 향후 네트워크 대역폭이 늘어날 경우 재학된 디스크 대역폭으로 인한 기존 VOD 시스템의 문제를 완화 시킬 수 있다.

2.3 미디어 스트림 가속기에서 성김도 정책

VOD 시스템의 병렬성을 높이기 위하여 영화 데이터는 여러 개의 가속기에 분산 저장되어 진다[5,6,7]. 일반 재생을 위한 영화 데이터는 GOP 단위로 나뉘어 분산 저장되고 고속 재생을 위한 영화 데이터는 I-Frame 만을 이용하여 저장된다.

이렇게 작은 단위로 영화를 분산 저장하면 부하를 여러 개로 분산하는 효과가 있다. 저장 순서는 라운드 로빈 방식과 스팬 방식을 지원하고 저장된 데이터는 저장 시 만들어진 헤더 파일을 통해 참조되어 진다.

3. 성능 측정 및 결과

3.1 성능 측정 환경

미디어 스트림 가속기는 기존의 미디어 관리 서버에서 최근에 가장 인기가 많은 5개의 영화를 네트워크를 통해서 메모리에 저장한다. 하나의 영화는 병렬처리를 위한 성김도 정책에 기준하여 여러 개의 미디어 가속기들에 병렬 저장된다. 가속기들은 하나의 100Mbps 스위칭 허브에 연결되고 각각의 가속기를 이루는 하드웨어 사양은 표1과 같다.

CPU	Intel(R) Celeron(R) CPU 2.00GHz
메모리	1GB SDRAM
운영체계	RedHat 7.3 (Kernel 2.4.18)
네트워크	100Mbps fast-ethernet (Hub : 3Com 3C16465C Super Stack 3, 24port)

표 1 미디어 스트림 가속기의 하드웨어 사양

3.2 성능 측정 방법

성능 측정은 기존의 VODCA 시스템 성능 측정 방법[5]을 사용하였다. 기존 시스템의 성능 측정과 동일한 방법을 사용하여 가속기를 이용할 경우 어느 정도의 성능 향상이 이루어지는가에 중점을 두었다.

3.3 성능 측정 결과

3.3.1 서비스 가능한 최대 클라이언트 수

실형에 사용한 MPEG1 영화 데이터는 1.5Mbps를 보장해 주어야 원활한 상영이 가능하다[8]. 100Mbps 네트워크 환경에서 서비스를 한다면 하나의 서버에서 약 66개의 클라이언트를 처리할 수 있다. 이를 근거로 4,5,6개의 가속기들에서 최대 서비스 가능한 이론적 수치를 계산하였고 실형을 통하여 QoS 가 보장되는 실제 서비스 가능한 스트리밍 수를 측정하였다.

그림 3은 영화를 분산 저장하는 가속기의 수에 따라 서비스 가능한 최대 클라이언트 수를 보여주고 있다.

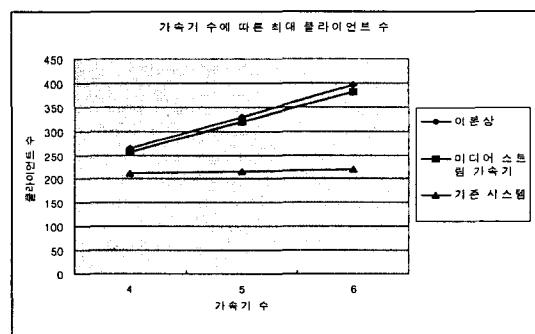


그림 3 가속기 수에 따른 최대 클라이언트 수

실험 결과를 보면 기존의 시스템은 노드수가 증가하여도 클라이언트 수의 증가를 거의 볼 수 없다. 이는 각 미디어 관리 서버의 메모리 한계 이외에, 운영체제의 페이지 대체 정책이 자주 요청되는 영화데이터 전체에 대해 완전한 캐시 기능을 보장하지 못하기 때문이다. 이와는 다르게 미디어 스트리밍 가속기는 그 수가 증가함에 따라 서비스 가능한 클라이언트 수가 이론상의 최대치에 근접하여 선형으로 증가하고 있다. 기존의 시스템과 비교하여 볼 때 20~40%에 달하는 성능 향상을 보여주는 것이다.

실험 시 미디어 스트리밍 가속기의 수를 최대 6개까지 밖에 못하였다. 100Mbps 24포트 스위칭 허브 환경에서는 더 이상의 클라이언트 측정이 불가능하였기 때문이다. 그러나 그림 3의 결과가 보여주는 것처럼 가속기가 몇 개 더 연결되어도 이론상의 수치에 근접하는 선형 증가를 예측할 수 있다.

3.3.1 가속기 수에 따른 네트워크 사용량

그림 4는 여러 개의 미디어 스트리밍 가속기를 이용하여 서비스를 할 때 클라이언트 연결 수에 따라 변화하는 가속기의 네트워크 사용량을 보여주고 있다. 네트워크의 사용량은 KByte 단위로 표시하였고 클라이언트 수는 가속기의 수에 따라 한계에 이르는 시점을 위주로 나타내었다.

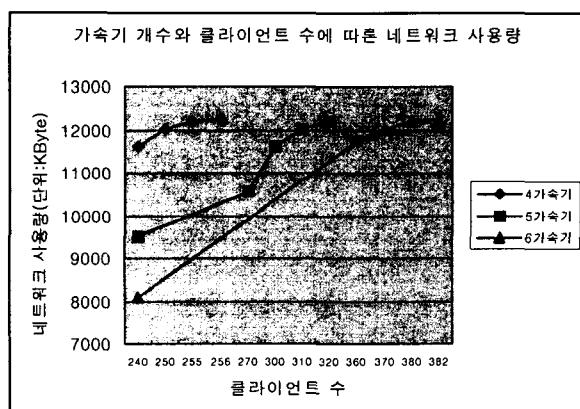


그림 4 가속기 개수와 클라이언트 수에 따른 네트워크 사용량

먼저 4,5,6개의 가속기 사용 시 240개의 클라이언트 연결을 처리할 때 네트워크 사용량을 보자. 4노드는 11601KByte, 5노드는 9502KByte, 6노드는 8082KByte 씩을 각각 사용하고 있다. 이는 분산되는 가속기의 수가 많을수록 하나의 가속기에서 당당하는 서비스의 양이 적어지는 것을 나타낸다. 즉, 영화 데이터를 많은 수의 가속기에 분산 저장할 경우 서비스 가능한 스트리밍의 수가 증가함을 보여주는 것이다.

전체적인 그림을 보면 12000KByte가 좀 넘는 시점에서 한계를 나타내고 있다. 실험을 한 네트워크 환경은 100Mbps이다. 이 환경에서 사용 가능한 네트워크 대역폭을 KByte 단위로 나타내면 12800KByte이다. 본 실험에서 한계를 나타내는 수치는 이론상 가능한 최대 서비스 대역폭의 약 95%에 해당하는 수치이다. 즉, 미디어 스트리밍 가속기를 사용하는 경우에는 네트워크 대역폭이 서비스의 장애 요인이 되는 것이다.

이런 실험 결과로 볼 때 향후 기가비트 대역폭을 확보하는 네트워크 망이 상용화될 경우 미디어 가속기를 사용하여 선호

도가 높은 영화들을 서비스 한다면 VOD 시스템의 성능 확장성에 크게 기여할 것으로 기대되어 진다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 미디어 서비스를 담당하는 미디어 스트리밍 가속기를 디자인하고 구현함으로써 기존 시스템의 단점을 보안하고 확장성 있는 VOD 시스템 구축에 기여 할 수 있음을 보였다. 또한 실험을 통하여 향후 네트워크 망이 기가비트로 상용화 될 경우 제한된 미디어 스트리밍 가속기가 VOD 시스템의 성능 향상에 중요한 역할을 할 것임을 관찰하였다.

미디어 스트리밍 가속기는 기존의 미디어 관리 서버로부터 영화 데이터를 전송받아야 서비스가 가능하다. 이런 작업은 시스템에 부하를 많이 주는 작업이므로 시스템이 한가한 시간이나 오프라인으로 작업이 이루어져야 하는 문제가 있다. 또한 인기 영화는 수시로 바뀌고 그 주기도 일정하지 않아 어느 시점에서 영화를 갱신해야 하는지 결정하는 것도 해결해야 할 문제이다.

앞으로는 현재 서비스 상태를 근거로 선호되는 영화 데이터를 동적으로 결정하고 이 데이터를 가속기를 통해서 서비스 하는 방법을 연구할 것이다.

5. 참고 문헌

- [1] Valeria Cardellini, Michele Colajanni, Philips. YU, "Dynamic Load Balancing on Web-Server System", IEEE Internet Computing, pp. 28-39, May-June, 1999
- [2] 배인한, 천성광, "분산 주문형 비디오 시스템을 위한 영화 할당 알고리즘의 설계 및 평가", 정보과학회논문지(A) 제25권 제6호, pp. 536-548, 1998
- [3] 김순철, 조유근, "가변 비트율을 이용하는 주문형 비디오 서비스에서의 효율적인 버퍼 관리 기법", 정보과학회논문지(A) 제25권 제2호, pp. 177-186, 1998
- [4] 이상호, 문양세, 황규영, 조완섭, "주문형 비디오 시스템에 서의 동적 버퍼 할당 기법", 정보과학회논문지 : 시스템 및 이론 제28권 제9호, pp. 442-460, 2001
- [5] 서동만, 방철석, 이좌형, 김병길, 정인범, "QoS를 지원하기 위한 리눅스 클러스터 VOD 서버의 성능 분석," 정보과학회 제30회 춘계학술발표회 논문집, 2003
- [6] Stergios V. Anastasiadis, Kenneth C. Sevcik, Michael Stumm, "Maximizing Throughput in Replicated Disk Striping of Variable Bit-Rate Streams", In Proceedings of the 2002 USENIX Annual Technical Conference, June 10-15, 2002
- [7] 안유정, 원유현, "주문형 비디오 저장 서버에서 디스크 성능을 고려한 저장 시스템의 구조와 비디오 데이터의 특성에 따른 배치 정책", 정보과학회논문지(A) 제26권 제11호, pp. 1296-1304, 1999
- [8] LeGall, D., "MPEG: A Video Compression Standard for Multimedia Applications", Communications of the ACM, Vol. 24, No. 4, pp. 55-63, Apr. 1991