

병렬 VOD 서버 모델들의 성능 분석에 관한 연구

최현호*, 최숙영**, 유관중*

* 충남대학교 컴퓨터과학과

**우석대학교 컴퓨터교육과

e-mail:hyuno@cs.cnu.ac.kr

A Study on Performance Evaluation of Parallel VOD Server Models

Hyun-Ho Choi*, Sook-Young Choi**, Kwan-Joung Yoo*

*Dept of Computer Science, Chungnam University

**Dept of Computer Education, Woosuk University

요약

초고속 통신망 인프라 구축으로 인해 인터넷을 통한 대용량 멀티미디어 데이터 전송이 가능하게 되었고, 이와 관련하여 VOD(Video-On-Demand) 서버에 대한 연구가 활발히 진행중이다. 대용량의 비디오 데이터를 실시간으로 서비스하기 위해서는 단일 VOD 서버로는 그 한계가 있기 때문에 최근 여러 개의 PC들을 클러스터링하여 구성된 병렬 VOD 서버들이 개발되고 있다. 본 논문에서는 병렬 VOD 서버로 현재 많이 활용되고 있는 모델들에 대해 알아보고 각각의 성능을 비교 분석함으로써 보다 나은 모델에 대한 방향을 제시해 보고자 한다.

1. 서론

컴퓨터와 초고속 통신망의 발전으로 인해 네트워크를 통한 대용량의 멀티미디어 데이터 전송이 가능하게 되었고 이와 관련 VOD(Video-On-Demand) 서버는 보다 많은 사용자에게 대용량의 데이터를 실시간으로 제공할 수 있게 되었다.

VOD 서버는 단일 VOD 서버와 병렬 VOD 서버로 나누게 되는데, 단일 서버는 데이터 및 사용자의 증가에 따른 확장성에 어려움이 많고 시스템 장애가 발생하였을 때 대처할 수 있는 결함 허용성(Fault-tolerance) 기능을 가지는데 있어서 한계가 있다. 이에 단일 VOD 서버의 문제점을 해결하기 위해서 나온 것이 바로 병렬 VOD 서버이다.[1] 병렬 VOD 서버는 저가의 일반 시스템을 여러 대 클러스터링으로 연결하여 높은 가용성을 유지하면서도 사용자들의 요구를 보다 많은 수용할 수 있도록 구성되었으며, 추후 클라이언트 및 데이터의 증가에도 유연하게 대비할 수 있도록 하고 있다. 더욱이 특정 서버의 장애에도 서비스의 중단 없이 시스템을 유지할 수 있게 설계되어지고 있다.

본 논문에서는 현재 많이 사용되고 있는 병렬 VOD 서버 모델에 대해 알아보고 각 서버들 간의 장단점을 열거하고 성능을 비교 분석함으로써 보다 나은 모델에 대한 방향을 제시해 보고자 한다. 2 장에서는 VOD 서버와 관련된 배경 연구에 대해 알아보고 3 장에서는 현재 많이 언급되고 있는 모델들에 대해 알아보고, 각 모델간의 성능을 비교 분석하는 것을 4 장에서, 그리고 5 장을 통해 결론을 맺도록 한다.

2. 관련 연구

2.1 병렬 VOD 서버의 구성

병렬 VOD 서버는 여러 대의 서버들(여기서는 각 서버를 노드라고 명한다)로 구성되어 있고 각 노드들의 역할은 일반적으로 다음과 같다. 노드들을 관리, 감시할 역할을 수행하는 노드, 클라이언트와의 연결을 담당하는 노드, 노드간의 부하를 분산시켜주는 노드, 대용량의 데이터를 저장하는 노드 등으로 나눌 수 있게 된다. 하지만 병렬 VOD 서버 모델을 구성할 때 앞에서 언급한 역할들을 특정 노드에 중

복시킬 수도 있다. 즉, 서버 모델을 구성할 때 그 특성에 따라 노드의 역할이 단순해지기도 하고 복잡해지기도 한다.

2.2 스트라이핑(Stripping)

일반적으로 멀티미디어 데이터는 파일 용량이 크기 때문에 한 노드에 저장한다는 것은 입출력에 많은 부하를 야기하게 된다. 따라서 대용량의 데이터를 일정 크기로 나누어 여러 노드에 분산 저장함으로써 입출력시의 부하를 분산시키고 입출력 대역폭도 향상시킬 수 있게 된다. 이렇게 데이터를 일정 크기로 나누어 저장하는 것을 스트라이핑이라고 하며 나눌 때 크기를 결정하는 것은 시스템 성능 향상에 있어서 중요한 요소가 되고 있다. 스트라이핑 방법으로는 미디어의 특성에 맞게 특정 시간 단위로 나누는 방법과 일정 크기로 나누는 방법으로 크게 구분한다.[2]

2.3 프락시(Proxy)

병렬 VOD 서버에서는 결합 허용성을 제공하기 위해 대용량의 데이터를 스트라이핑하여 여러 개의 노드에 분산 저장시킨다. 이 때 분산된 데이터를 재정렬하고 하나의 파일로 합치는 작업을 하는 모듈을 일반적으로 프락시라고 한다. 서버 모델을 구현하는 방식에 따라 프락시를 서버에 두는 경우도 있고, 클라이언트에 배치하는 경우도 있다.

2.4 병렬 파일 시스템

병렬 파일 시스템은 병렬 VOD 서버의 각 노드들 사이에서 발생하는 데이터 및 제어 정보들의 전송을 관리하며 또한, 클라이언트에게는 병렬 VOD 서버를 마치 하나의 단일 VOD 서버처럼 사용할 수 있게 함으로써 사용의 편리함과 보안성을 동시에 제공하는 역할도 수행해 준다. 이와 같이 병렬 파일 시스템은 병렬 VOD 서버를 구성하는 요소 중 가장 핵심적인 역할을 수행하게 되며 구현하는 방법에 따라 사용자 수준, 커널 수준 또는 장치 드라이버 수준 병렬 파일 시스템이라고 말한다. 수준별 파일 시스템은 각각의 장단점을 가지며 모델 설계 시에 다르게 적용되고 있다.

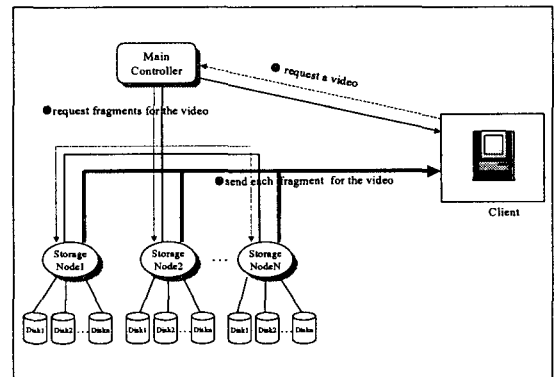
3. 병렬 VOD 서버 모델

현재 많이 운용되고 있는 병렬 VOD 서버의 구조는 크게는 중앙 집중형(Centralized) 모델과 분산

형(Distributed) 모델로 구분될 수 있으며, 본 연구에서는 이 중앙 집중형 모델과 분산형 모델의 중간 형태(Intermediate) 모델을 2가지 더 제안하여 각 모델들간의 성능 분석을 수행하고자 한다.

3.1 중앙 집중형(Centralized) VOD 서버

중앙 집중형 병렬 VOD 서버는 현재 가장 이용되고 있는 병렬 VOD 서버 모델이다.[3] 이 서버는 크게 메인 노드와 스토리지 노드로 구성되어 있는데 메인 노드는 클라이언트와의 접속 및 스토리지 노드들을 관리 및 지시하는 역할을 수행하며, 스토리지 노드는 메인 노드로부터 명령을 받아 데이터를 전송하는 역할을 수행하게 된다. <그림1>을 보듯이 클라이언트는 메인 노드로 접속하여 서비스 요청을 요구하게 되고 메인 노드는 요청된 서비스를 지원하기 위해 각 스토리지 노드에 차례대로 데이터 전송을 지시하게 한다. 그러면 각 스토리지 노드는 해당 데이터를 클라이언트에게 전송하게 된다.



<그림 1> 중앙 집중형(Centralized) VOD 서버

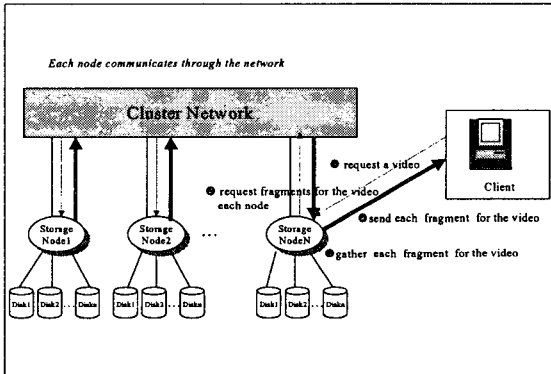
3.2 분산형(Distributed) VOD 서버

분산 VOD 서버에서는 중앙 집중형 VOD 서버의 메인 노드의 기능을 각각의 스토리지 노드가 담당하게 된다.[4] 즉 모든 스토리지 노드는 메인 노드의 기능을 가지는 동시에 데이터 전송도 함께 담당하게 된다. <그림2>를 보듯이 클라이언트는 서버를 구성하는 특정 노드에 접속하여 서비스를 요청하게 되고 해당 노드는 다른 노드들로부터 데이터 및 제어 정보를 전송받고 취합하여 클라이언트에게 서비스를 제공하게 된다.

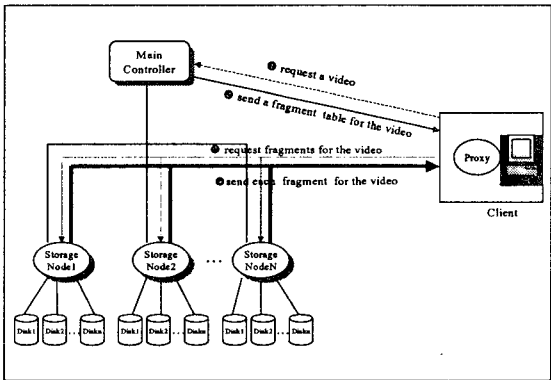
3.3 중간형 VOD 서버

- 1) 클라이언트 요청 방식

중간형 VOD 서버는 <그림3>에서 보듯이 메인 노드가 클라이언트의 요청을 받은 후 관련 정보를 다시 클라이언트에게 전송하여 클라이언트가 각각의 스토리지 노드에 데이터를 요청하여, 각각의 스토리지 노드로부터 필요한 데이터를 직접 서비스 받도록 하는 구조이다.



<그림 2> 분산형(Distributed) VOD 서버



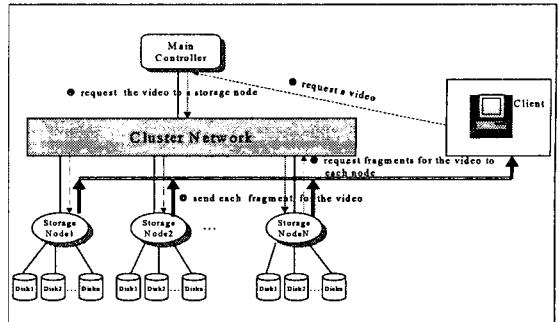
<그림 3> 클라이언트 요청 방식의 중간형 모델

2) 메인 노드에 의한 책임 스토리지 지정 방식

클라이언트가 메인 노드에 서비스를 요구하면, 메인 노드는 스토리지 노드들의 상태를 체크하여 부하가 적은 스토리지 노드에게 서비스를 일임한다. 해당 스토리지 노드는 이 메시지를 받고 각각의 스토리지 노드들에게 데이터를 클라이언트에게 직접 전송하도록 지시한다.

4. 성능 분석

각 병렬 VOD 서버 모델을 비교하기 위해서 여러 가지 인수들을 정의하여 성능 분석을 해야 한다. 본



<그림 4> 메인 노드에 의한 책임 스토리지 노드 지정 방식의 중간형 모델

분석에 있어서는 각 구성 요소들 간의 제어 정보, 스트라이핑 유닛 크기, 스트라이핑 유닛 개수, 스토리지 노드 개수, 네트워크 대역폭 등을 이용하여 성능을 분석해 보았다.

4.1 성능 분석을 위한 척도

- 노드 장애 발생시 적응력
특정 노드에서 장애가 발생하였을 때 시스템에 미치는 영향을 조사함으로써 결함 허용성에 대한 적응력을 테스트해 본다.
- 투명성
클라이언트에게는 병렬 VOD 서버가 마치 단일 VOD 서버로 보이게 함으로서, 클라이언트의 사용 편의성을 제공하는지 조사해 본다.
- 클라이언트 수에 따른 네트워크 트래픽 부하
스트라이핑된 하나의 파일을 클라이언트에게 전송하는데 있어서 실제 발생하는 전체 네트워크 전송량을 조사하여 각 모델의 네트워크 트래픽 부하를 분석하고 클라이언트 수의 증가에 따른 부하도 함께 조사해 본다
- 서비스하기까지의 시간
클라이언트가 서비스를 요청하여 몇 번의 단계를 거치면서 최종적으로 원하는 데이터를 받게 되는지를 알아봄으로서 해당 서버의 효율성을 조사해 본다.

4.2 성능 분석

1) 노드 장애 발생시 적응력의 관점

특정 노드의 장애가 발생하였을 때 적응력의 관점에서 살펴보면 우선, 중앙 집중형의 경우에는 메인 노드에 문제가 발생할 경우에는 시스템 운영 자체가 되지 않는 치명적인 문제가 있고 중간형 모델도 이

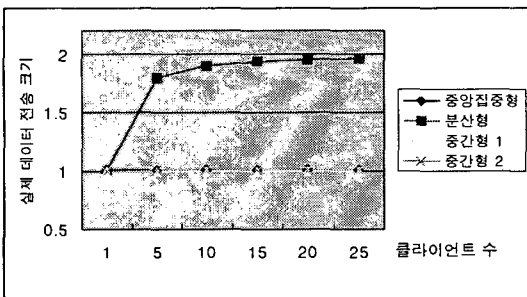
와 같은 문제를 야기한다. 이에 반해, 분산 방식의 경우에는 한 노드에만 영향을 미치기 때문에 정상적인 서비스 진행이 가능해 지게 된다. 따라서 결합 허용성 문제에 대해서는 분산형 모델이 신뢰성을 갖추었다고 볼 수 있다. 중앙 집중형 및 중간형의 경우 결합 허용성에 대처하기 위해서는 메인 노드를 두 대 씩으로서 이러한 문제를 해결할 수 있지만 비용의 추가가 발생하게 된다.

2) 투명성의 관점

중앙 집중형 및 중간형의 경우 클라이언트는 서비스를 요청하기 위해, 그 시스템의 구성 형태와 데이터의 저장 형태를 고려할 필요 없이, 메인 노드에만 접근하면 되지만, 분산형의 경우에는 모든 스토리지 노드들을 접근 가능하기 때문에 어떤 스토리지 노드에 접근해야 하는지 선택에 대한 부담이 있을 수 있다. 또한 어느 한 스토리지 노드에 요구가 많아져 노드간의 부하 불균형이 발생될 수도 있다. 이와 같은 경우 부하 분산 역할만을 수행하는 단순한 부하 분산기를 설치하여 문제점을 해결할 수 있다.

3) 클라이언트 수에 따른 네트워크 트래픽 부하

<그림 5>에서 보듯이 중앙 집중형 및 중간형 1, 2 모델의 실제 데이터 전송량은 원래 파일 크기와 거의 차이가 나지 않는 이상적인 형태를 보이고 있다. 반면에 분산형 모델은 적은 수의 클라이언트에서 급속한 증가를 하고 추후 완만하게 증가하고 있다. 즉, 실제 파일 크기에 가까운 데이터 전송량의 증폭이 이루어지고 있음을 볼 수 있다. 즉, 분산형 모델의 데이터 전송 기법은 많은 네트워크 트래픽 부하를 발생시키고 있다.

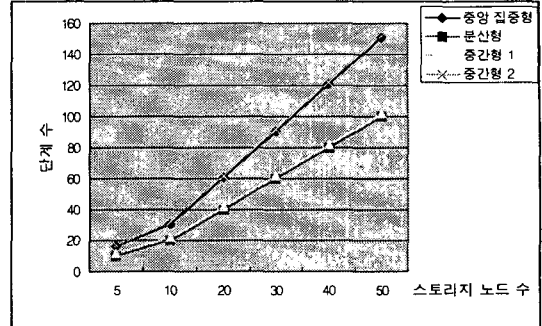


<그림5> 클라이언트 수에 따른 실제 데이터 전송량

4) 서비스하기까지의 시간

<그림6>을 보듯이 중앙 집중형과 중간형 2 가 거

의 비슷하게 높은 단계 수를 보이고 있는 반면에 분산형과 중간형 1이 적은 단계 수를 나타내고 있다. 또한, 이 두 그룹 사이의 격차는 노드 수가 증가할수록 커짐을 알 수 있다.



<그림 6> 노드 수에 따른 서비스 단계 수

5. 결론

병렬 VOD 서버로 현재 많이 활용되고 있는 모델들에 대해 알아보고 제시한 몇 가지 척도를 활용하여 성능 분석을 해 보았다. 그 결과 앞에서 언급한 모델들 중에서 모든 면에서 우수한 성능을 보이는 모델을 찾을 수는 없었다. 그 이유는, 각 모델마다 각각 나름대로의 장단점을 가지고 있고 특정 분야에 적합하도록 구성된 모델이기 때문이다. 앞으로는 이미 열거한 성능 분석 방법을 보다 다양화하여 좀 더 세밀한 성능 분석을 할 예정이며 이를 통해 가장 바람직한 모델을 제시하고자 한다.

참고 문헌

[1] Jack Y.B. Lee, "Parallel Video Servers : A Tutorial," IEEE Multimedia, 1998
 [2] 조진성, 신현식, "MPEG-1 스트림의 재구성성을 통한 시간적 다중해상도 비디오 재생 기법," 정보과학회 논문지, 제4권4호, 1998. 8
 [3] 유찬곤, 최현호, 권오영, 유관중, "결합 허용성을 가진 리눅스 기반 클러스터링 VOD 서버 설계 및 구현," 정보과학회 춘계학술발표대회, 2001.4
 [4] Kai Hwang, Hai Jin and Roy Ho, "Distributed Software RAID Architecture for Parallel I/O in Serverless Clusters," IEEE transaction on Parallel and Distributed Systems, 2000. 9
 [5] Alice Bonhomme, "Scalability Issues in a Reliable Distributed Video Storage System," Proceedings of the IASTED international Conference, 2001.8