

# 병렬 미디어 스트리밍 시스템 구현 및 성능 향상에 관한 연구

이준영\*, 범정웅\*, 손승철\*, 강미영\*, 남지승\*  
\*전남대학교 컴퓨터정보통신공학과  
e-mail:jylee00@hanmail.net

## The Development of a Parallel Media Streaming System and Performance Improvement

Jun-Young Lee\*, Jeong-wung Pom\*, Seung-Chul Son\*,  
Mi-Young Kang\*, Ji-Seung Nam\*  
\*Dept of Computer Engineering, Chonnam National University

### 요 약

본 논문에서는 실시간 스트리밍 서비스를 제공하는 리눅스 기반의 병렬 미디어 스트리밍 시스템을 구현하였다. VoD 시스템은 증가하는 사용자의 부하를 효율적으로 처리할 수 있도록 고성능이며, 방대한 데이터를 위한 저장공간을 충분히 확보하여야 한다. 서비스의 질 또한 우수해야 하며 동영상의 경우 화질이 만족스러워야 함은 물론 끊어짐이 없어야 한다. 이를 만족시키고 최대 성능을 실현하기 위한 저장 파일들의 스트라이핑 정책을 제시하였다. 시뮬레이션을 통해 병렬 미디어 스트리밍 시스템의 성능향상을 보인다.

### 1. 서론

현재 네트워크 기술의 발전과 압축 및 전송 기술의 비약적인 발전은 텍스트 기반의 단일 매체 서비스에서부터 인터넷을 통한 화상회의 및 홈쇼핑, 주문형 비디오(VoD : Video On Demand) 등의 높은 대역폭을 요구하는 멀티미디어 데이터의 전송을 가능하게 하였다. 그리고 초고속 통신망의 보급이 가정으로까지 빠르게 확대되고 있어 사용자들의 VoD 서비스 가입이 폭발적으로 증가하고 있다.[1]

VoD 서비스의 상업적 성공을 위해서는 많은 사용자들에게 우수한 품질의 다양한 콘텐츠를 스트리밍 서비스하는 것이 중요하다. 특히 VoD 서버는 증가하는 사용자의 부하를 효율적으로 처리할 수 있도록 고성능이어야 한다. 물론 방대한 데이터를 위한 저장공간을 충분히 확보하여야 한다. 서비스의 질 또

한 우수하여야만 하는데, 동영상의 경우 화질이 만족스러워야 함은 물론 끊어짐이 없어야 한다. 서버는 관리가 편하면서도 확장성과 개방성, 가용성이 큰 것이면 좋다. 본 논문에서는 실시간 스트리밍 서비스를 효율적으로 제공하는 리눅스 기반의 병렬 미디어 스트리밍 시스템을 구현하였다. 사용자들이 요구하는 데이터량에 따라 서버가 이들 요구를 수용하고 데이터를 전송해 줄 때 사용자가 늘어남에 따라 전송지연이 발생한다. 이 때 서버의 한계 용량 이상으로 사용자가 접속하게 되면 전송지연이 증가하게 되어 서버에 접속한 사용자들은 원활한 동영상 서비스를 받지 못하게 된다. 안정적으로 최대 동시 사용자에게 VoD 서비스를 해주기 위하여 스트라이핑 정책을 제시하여 병렬 미디어 스트리밍 시스템의 성능향상을 보인다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에

서는 관련 연구들을 소개하고 3 장에서는 VoD 서버 시스템 설계 및 구현하고, 4장에서는 VoD 서버 시스템 성능향상을 제시한다. 5장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해 간략하게 기술한다.

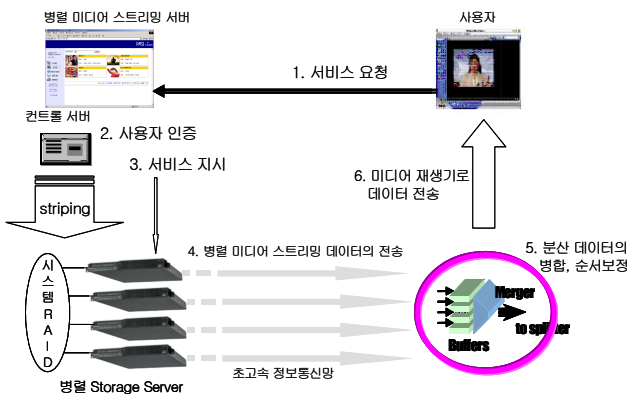
## 2. 관련연구

주문형 비디오(Video on Demend) 서비스는 비디오 서버에 저장된 프로그램을 사용자들이 원하는 시간에 원하는 장소에서 직접 선택하여 시청할 수 있게 하는 서비스를 말한다. VoD 가입자들은 시간에 관계없이 원하는 프로그램을 선택하여 시청할 수 있을 뿐 아니라, 마치 VCR을 이용하듯이 프로그램을 시청하는 중간에 플레이, 되감기, 일시정지, 빠르게 진행시킴 등 다양한 조작이 가능하다. 또한, 비디오 프로그램의 수신뿐 아니라 비디오게임, 홈쇼핑, 영상가요 등 다양한 서비스도 가능하게 된다. 현재 널리 사용되고 있는 인터넷 기반의 스트리밍 시스템으로 Real Media System, Windows Media Technologies, Quick Time 등이 있다.

## 3. VoD서버시스템 설계 및 구현

### 3.1 시스템 구조

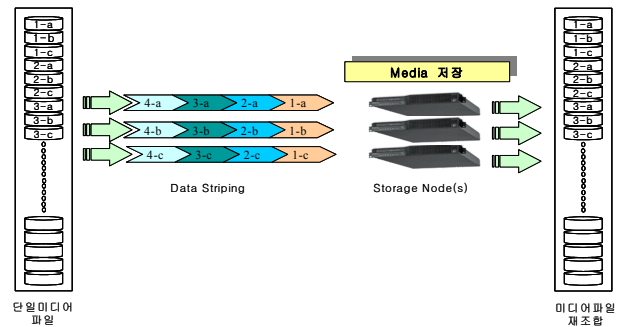
VoD 서버 시스템의 개요를 (그림 1)에 간략히 나타내었다. 병렬 미디어 스트리밍 서버는 RAID 레벨 0의 개념을 네트워크 시스템에 확장 적용한 구조를 가진다. RAID 레벨 0는 하나의 큰 파일을 디스크 어레이 내의 모든 디스크에 스트라이핑이라는 처리과정을 거쳐서 여러 개의 작은 파일 크기로 분할하여 저장하는 방법이다. 멀티미디어 데이터를 각 노드에 분산 저장하고 각 서버 저장 노드들이 미디어 데이터를 클라이언트에 병렬 전송함으로써 서버의 사용자 가용성과 시스템 확장성을 확대하였다.



(그림 1) 병렬 미디어 스트리밍 서버의 개요도

### 3.2 시스템 RAID의 구조

서버 데이터의 대량 전송 시 가장 큰 병목현상을 나타내는 부분은 바로 저장장치의 액세스이다. RAID는 원래 데이터 손실을 방지하기 위하여 개발되었으나 액세스 속도가 낮은 하드 디스크들을 병렬로 배열하여 하나의 파일을 배열된 디스크들에 쪼개어 저장하였다가 파일전송 요구시 동시에 동작함으로써 시스템 I/O 버스를 최대한 이용할 수 있도록 개선되었다. 시스템을 여러 대 구입하여 이들 시스템별 저장장치들을 네트워크로 연결하여 그 구조가 마치 RAID 레벨 0의 구조와 같이 동작하도록 하여 이를 시스템 RAID라 하였다.



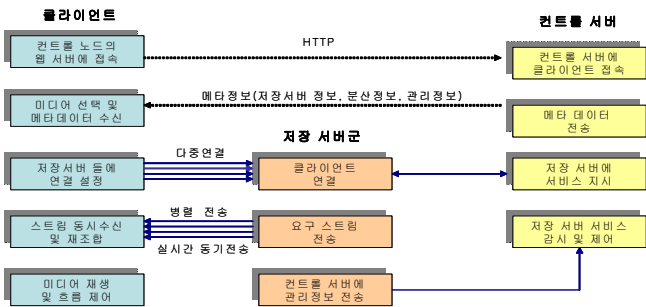
(그림 2) 시스템 RAID 개념도

(그림 2)는 한 파일이 각 시스템에 스트라이핑 되어 분산 저장되는 시스템 RAID의 모습을 그림으로 나타낸 것이다. 이 그림의 좌측은 하나의 큰 미디어 파일을 스트라이핑 정책에 의해 결정된 파일 조각들로 나누는 것을 보여준다. 나뉘어진 파일들은 각 저장 서버들에 순차적으로 저장되고, 각 저장서버에서는 스트라이핑된 조각들이 하나의 파일로 재구성되어 같은 이름으로 저장된다. 바로 이점이 RAID 레벨 0와 다른 점이다. 이 구조의 최고 장점은 하나의 파일이 각기 다른 시스템에 스트라이핑되어 분산 저장되어 데이터 전송요구시 각 시스템이 자신의 I/O 버스를 각각 최대한 차지하고 파일을 전송하게 되므로, 파일 액세스 속도가 RAID 구성 제품보다 좋다. 또한, 각 시스템마다 동일한 액세스 요구에 대해 동시에 동작하므로 별도의 부하분산 기능이 없이도 균일한 시스템 부하분산을 이룰 수 있다.

### 3.3VoD서버시스템의 동작과정

(그림 3)은 VoD 서버 시스템의 동작 과정을 보여준다. 컨트롤 서버는 시스템의 한대의 노드로 구성한다. 컨트롤 노드의 역할은 VoD에서 가장 중요한 역할을 수행한다. 사용자와 관리자 인터페이스를 위한 웹 서버를 포함하고 있으면 웹과 연동되어질 DBMS도 이곳에 설치된다. 전체 저장 서버를 관리하고 데이터를 분산 저장, 재저장하는 프로그램 들

이 설치된다. 스토리지 서버는 실제 미디어 데이터가 저장되는 노드이다. 저장 노드들은 하나의 미디어 파일을 일정단위로 분산시킨 파일을 저장하고 이를 클라이언트에 전송하는 역할을 한다.



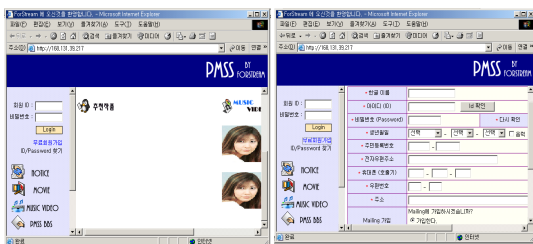
(그림 3) VOD 서버 시스템의 동작 과정

클라이언트는 컨트롤 서버에 접속하여 관리자가 데이터를 분산 저장하면서 자동으로 생성된 미디어 정보를 통해 서비스 요구를 결정하고 컨트롤 서버로부터 실제 데이터가 저장된 분산 서버들과 저장 스트라이핑 사이즈 정보 등 스트리밍 서비스를 위한 정보를 가진 메타 데이터를 전송 받는다. 전송된 메타 데이터를 통하여 사용자 클라이언트는 각각의 저장 서버와 연결을 설정하고 저장 정보와 분산 데이터 사이즈에 따라 적합한 버퍼링과 전송 데이터 블록을 병렬로 전송 받고 이를 조합하여 미디어를 재생하게 된다. 사용자 클라이언트의 수신 모듈은 기존의 Windows Media Player의 Source 필터의 형태로 구현되어 있다. 따라서 미디어 플레이어가 지원하는 모든 표준 형식의 데이터를 지원한다.[3]

### 3.4VoD서버시스템구현

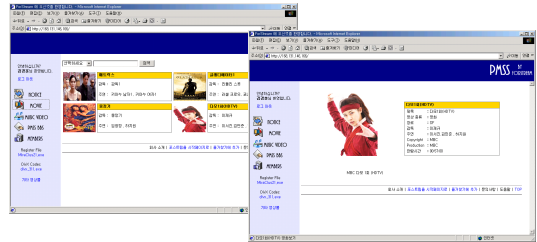
구현된 시스템은 데이터의 제어 흐름을 조정 관리하기 위한 하나의 컨트롤 서버와 이의 제어를 받는 최소 2대 이상의 저장 노드 전송 서버들로 구성되었다.[4]

(그림 4)과 (그림 5)은 클라이언트가 컨트롤서버에 접속하게 되면 로그인 화면이 뜨며 회원 가입이 끝나면 원하는 미디어를 선택할 수 있는 것을 보여준다.



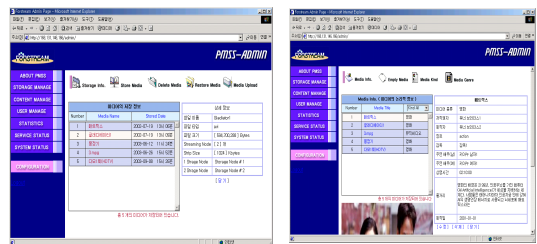
(그림 4) VOD 로그인 화면

원하는 미디어를 선택하면 미디어에 대한 설명과 미디어 메타파일 전송되어 미디어를 플레이 할 수 있다.

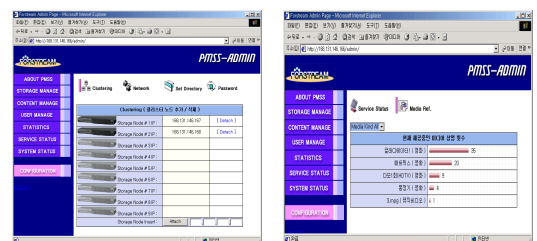


(그림 5) VOD 미디어 선택 화면

이 밖에도 사용자 페이지에는 공지사항과 최신 미디어, 추천미디어 등으로 미디어를 분류 표시 할 수 있으며 사용자 정보 및 미디어 참조 통계 등을 확인 할 수 있다. 이는 모두 관리자 인터페이스를 통하여 설정한다. 다음의 (그림 6), (그림 7)은 관리자가 미디어 콘텐츠를 컨트롤 서버에 업로드 하고 업로드된 데이터를 각 저장 노드에 분산 저장하고 서비스 관리 및 콘텐츠 관리를 보여준다.



(그림 6) 콘텐츠 관리



(그림 7) 저장서버 관리 및 서비스 관리

### 4. VoD서버시스템성능향상

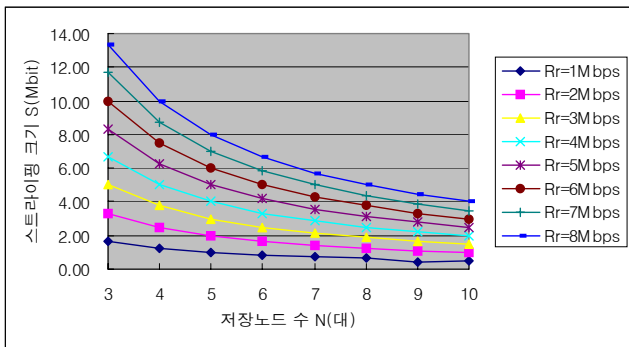
제한된 대역폭을 가지고 VoD 서비스를 할 경우 동시에 많은 사용자에게 서비스를 지원 할 수 없다. 제한된 대역폭에 허용 가능한 대기지연시간 범위 내에서 최대동시사용자를 증가시키기 위해 노드수를 증가시키는 경우를 생각해 보았다. 이를 위하여 노드 수와, 대기지연시간(T(N))값, 그리고 사용자요구 대역폭(R<sub>i</sub>)값이 결정되었을 때, 최대동시사용자를 지원하기 위한 최적의 스트라이핑 크기를 S를 구하여

이를 각각 표와 그래프로 나타냈다. 이들 표와 그래프를 통하여 고정된 T(N)값 범위내에서 저장노드수와 R<sub>r</sub>값의 변화에 따라 최대동시사용자를 수용하기 위한 최적의 스트라이핑 크기를 찾아 낼 수 있다.

<표 1> T(N) = 5sec일 때 Y<sub>max</sub>를 위한 최적의 스트라이핑 크기 S

R <sub>r</sub> \ N	1	2	3	4	5	6	7	8
3	1.67	3.33	5.00	6.67	8.33	10.00	11.67	13.33
4	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.00
5	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
6	0.83	1.67	2.50	3.33	4.17	5.00	5.83	6.67
7	0.71	1.43	2.14	2.86	3.57	4.29	5.00	5.71
8	0.63	1.25	1.88	2.50	3.13	3.75	4.38	5.00
9	0.40	1.11	1.67	2.22	2.78	3.33	3.89	4.44
10	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00

표를 알기 쉽도록 그래프로 표현하였다.

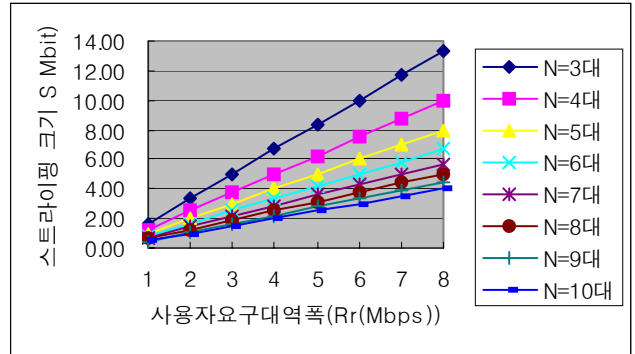


(그림 8) 저장노드 수에 따른 스트라이핑 크기

(그림 8) 저장노드 수에 따른 최적 스트라이핑 크기의 변화 그래프를 보여 주는데, 저장노드의 수가 증가함에 따라 완만한 하향곡선을 그리며 감소한다. 또한 R<sub>r</sub>값이 커질수록 최적 스트라이핑 크기가 증가함을 알 수 있다. (그림 9)은 사용자요구대역폭(R<sub>r</sub>)값과 최적 스트라이핑 크기와와의 관계를 중심으로 나타낸 그래프인데, R<sub>r</sub>이 증가함에 따라 최적 S값이 선형적으로 비례하여 증가한다. 또한 동일 R<sub>r</sub>값에 대하여 저장노드수의 증가에 따른 최적 스트라이핑 크기는 감소함을 알 수 있다. 이 그림에서 알 수 있듯이 동일한 초기지연대기시간을 가지도록 할 경우, 사용자요구대역폭(R<sub>r</sub>)값의 증가에 따라 최적 스트라이핑 크기는 증가하고, 저장노드의 수가 증가할수록 최적의 스트라이핑 크기는 감소한다. 즉,

저장 노드수 증가 → 최적 스트라이핑 크기 감소  
 사용자 요구 대역폭 값 증가 → 최적 스트라이핑 크기 증가

의 관계를 얻어내었다.



(그림 9) 사용자요구대역폭에 따른 스트라이핑 크기

### 5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 멀티미디어 서버의 확장과 성능을 고려한 리눅스 기반의 병렬 미디어 스트리밍 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 기본적으로 병렬 전송과 분산 저장을 통하여 보안에도 우수하다. 동일한 초기 지연 대기 시간을 가지도록 할 경우, 사용자 요구 대역폭(R<sub>r</sub>)값의 증가에 따라 최적 스트라이핑 크기는 증가하고, 저장노드의 수가 증가할수록 최적의 스트라이핑 크기는 감소한다. 결론적으로 서비스하고자 하는 데이터의 종류와 저장노드의 수에 따른 스트라이핑 크기를 변화시켜야만 전체 시스템에서 지원 가능한 동시사용자를 극대화할 수 있음을 보여준다.

### 참고문헌

- [1] 박승창, “국내 VOD 솔루션 시장의 최근 동향분석”, 전자부품연구원 전자정보센터, 2003.2
- [2] B.Ozdenet al, "Disk striping in video server environment", in Proc. of the IEEE Conf. On Multimedia System, (Hiroshima, Japan), pp. 580-589, jun 1996
- [3] Microsoft, "Microsoft Media Service SDK", 2005
- [4] 김서균,김경훈,류재상,남지승, “리눅스 기반의 고성능 병렬 미디어 스트림 서버 설계 및 구현”, 정보처리학회 논문지 제 8-A권 제 4호, 2001.12