

# VOD서버에서 연속 매체의 고속 재생을 위한 디스크 부하 균형 정책

이 승 용<sup>†</sup> · 이 호 석<sup>††</sup> · 홍 성 수<sup>†††</sup>

## 요 약

멀티미디어 데이터는 텍스트 형식의 정형 데이터와 영상이나 음성 등의 비정형 데이터가 혼재한 형태의 데이터이다. 멀티미디어 데이터는 대용량의 특성과 큰 전송 대역폭의 요구 및 실시간 처리 등을 그 특성으로 한다. 이러한 멀티미디어 데이터의 특성 때문에 VOD서버나 연속 매체 저장 서버(Continuous media storage server)는 여러 개의 디스크를 배열의 구조로 하는 디스크 스트라이프 구조나 디스크 배열(RAID)구조를 하고 있다. 디스크의 병렬 접근 시스템에서 세그먼트 인터리빙 방식으로 저장된 연속 매체를 고속 재생하는 경우, 특정 디스크에 부하의 편중 현상을 유발하여 다른 서비스의 질을 보장하지 못하는 경우가 발생한다. 디스크 부하의 편중은 연속 매체의 고속 재생의 배속과 시스템이 보유하는 디스크의 수에 따라 부하 편중 정도를 달리한다. 본 논문은 디스크의 수와 연속 매체의 고속 재생의 정도와 관계없이 세그먼트의 접근 간격을 변화 함으로써 디스크의 부하 편중을 감소시키는 고속 재생 기법을 제안한다.

## Disk Load Balancing Scheme for High Speed Playback of Continuous Media in VOD Server

Seung Yong Lee<sup>†</sup> · Ho Suk Lee<sup>††</sup> · Sung Soo Hong<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

A multimedia data is a data mixed of formatted data like a text and unformatted data like an audio and video. Multimedia data has characteristics that it need large amount of storage, wide network bandwidth and real time responsibility. Because of these characteristics, the VOD server and continuous media storage server have a disk stripe structure or disk array structure(RAID). In the parallel disk access system, high-speed playback of continuous media using segment interleaving may not ensure QoS of other clients because of the concentrated load within some disks. The load concentration of disks is related to both the number of disks in the system and playback rate of continuous media. In this paper, we describe that high-speed playback scheme, which is independent of the number of disks and playback rate can be achieved by technique of changing the interval of access to segment location. We show the experimental result of this technique in this paper.

※본 논문은 1996년도 호서대학교 교내 지원 연구비에 의해 연구되었음.

† 준 회 원: 호서대학교 컴퓨터공학과

†† 정 회 원: 호서대학교 컴퓨터공학과 교수

††† 종신회원: 호서대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수: 1996년 12월 13일, 심사완료: 1997년 4월 18일

## 1. 서 론

멀티미디어 데이터는 일반 텍스트 형식의 자료와는 달리 대용량과 실시간 처리 및 많은 자원의 소비를 그 특징으로 한다. 또한 삭제(delete), 갱신(update), 삽입(insert), 탐색(search) 등의 기능과 함께 재생(play), 후진 재생(rewind), 고속 전/후진 재생(fast-forward/backward), 일시 정지(pause), 정지(stop) 등의 연산 등을 지원해야 한다[5]. 그러나 후진이나 고속 후진, 고속 전진 서비스에 대해서 MPEG압축 기법은 큰 단점을 안고 있다. 즉, 대역폭(bandwidth)의 과다한 소비와 스케줄링이 어렵다는 문제점이 있다. 특히 GOP(Group of Pictures)를 기본단위로 하는 세그먼트 인더리빙 방식의 고속 재생에서는 고속 재생의 정도와 시스템이 보유하는 디스크 수에 따라 참조 디스크 편중 현상이 발생하여 부하가 특정 디스크에 집중되는 현상을 보일 수 있다[4][7]. 또한 연속 매체 저장 서버(Continuous Media Storage Server)나 VOD(Video-On-Demand)시스템처럼 동시 발생하는 여러 요구를 병렬로 처리해야 하는 경우, 이러한 부하 편중 현상은 다른 서비스에도 영향을 미쳐 시스템의 전반적인 응답 속도를 저하시키고 시스템의 서비스 질(QoS)을 보장할 수 없는 결과를 가져오게 된다[4]. 본 연구에서는 고속 재생시에 참조 세그먼트의 간격을 변화시켜 디스크의 부하 편중 현상을 감소시키는 고속 재생 기법을 제안하며, 제안한 고속 재생 기법을 적용하여 고속 재생을 할 경우 발생하는 디스크 부하 편중의 규칙성을 분석하고 평가한다.

본 논문 2장에서는 MPEG을 위한 VCR 연산의 지원방법과 문제점을 살펴보고 3장에서는 본 연구의 내용과 관련되는 최근의 연구들을 분석한다. 4장에서는 부하 균형을 고려한 새로운 고속 재생 기법을 제안하고 평가하며 2차적인 부하 편중에 대한 규칙성을 분석한다. 5장에서는 기존의 관련연구와 본 논문에서 제안한 부하 균형 정책을 비교하여 모의 실험한 결과를 나타내었다. 6장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. MPEG을 위한 VCR연산 지원 방법

연속 매체가 시간에 따른 순차 접근은 상대적으로

간단하며 기존의 저장 구조로도 구현이 가능하다. 그러나 압축된 데이터 환경에서 임의의 위치 접근과 같은 비 시간 의존적인 접근은 스케줄링이나 버퍼의 용량측면에서 많은 문제를 안고 있다[4][9]. MPEG 압축 환경에서의 이러한 문제는 P 프레임의 전진 방향 참조의 특성 때문이다. 이러한 P 프레임의 특성은 고속 재생이나 후진 재생, 고속 후진 재생의 경우 스케줄링의 복잡성이나 버퍼와 대역폭을 많이 소비하는 문제를 발생시킨다[8]. 또한 이로 인하여 프레임의 손실을 발생시켜 서비스의 질을 저하시킨다.

### 2.1 VCR 연산의 처리 기법에 따른 분류

#### (1) 클라이언트 구동 접근(Client driven access)

연속 매체 저장 서버나 VOD서버 시스템에서 요구되는 데이터를 클라이언트 측의 데이터 소비 속도보다 빨리 전송을 한다. 클라이언트 측은 전송된 데이터에서 요구되는 VCR 연산을 위한 프레임을 추출(filtering)하게 된다. 이렇게 함으로서 서버 측의 부하를 줄일 수 있고 클라이언트 측에서 자신이 원하는 VCR 연산을 수행하게 된다. 이 방법은 서버는 프레임의 추출을 위한 실행시간(Run-time) 작업의 양을 줄일 수 있으나 통신망의 높은 대역폭을 요구하고 많은 양의 디스크 입출력을 요구한다는 점과 클라이언트 측에 대용량의 버퍼를 요구한다는 단점이 있다[1][9].

#### (2) 서버 구동 접근(Server driven access)

이 방법은 클라이언트에서 디스플레이할 데이터를 서버에서 미리 추출하여 전송하는 방법이다. 따라서 연속 매체의 재생을 위한 대부분의 작업을 서버에서 하게 된다. 클라이언트 측의 작업을 감소시킬 수 있고 전송할 데이터의 양을 줄일 수 있어 대역폭의 소비량을 줄일 수 있으나 MPEG과 같이 프레임간의 압축 기법을 사용하는 경우, 서버 측 디스크의 접근 부하와 입출력 스케줄링의 복잡화 등 계산 부담을 증가시킨다[2][9].

#### (3) 데이터의 분리 저장 기법

이 방법은 연속 매체의 일반 재생과 고속 재생을 위한 파일을 분리하여 저장시키는 방법이다. 주로 요구되는 특정 배속의 고속 재생을 위해 미리 프레임을 추출해 저장을 하거나 I프레임만을 따로 저장하여 고

속 재생 서비스가 요구되면 별도의 디스크에 접근하여 서비스하는 방법이다. 이 방법은 서버나 클라이언트 측의 부담을 줄일 수는 있으나 미리 저장된 종류의 고속 재생 서비스만이 가능하다. 고속 재생을 위한 별도의 저장 공간이 필요하며 한 클라이언트에서 정속 재생과 고속 재생이 빈번하게 교체되어 요구될 때 두 가지 모드의 동기화가 어렵다는 단점이 있다[10].

#### (4) 세그먼트 인터리빙 기법

이 방법은 본 논문에서 다룬 방법으로서 일정한 시간 간격에 재생될 프레임의 그룹을 하나의 세그먼트로 하여 처리하는 방법이다. MPEG의 경우 이 세그먼트는 GOP이다. 정속 재생 서비스는 일반 디스플레이 방법과 동일하며 고속 재생의 경우 고속 재생의 정도에 따라 일정 간격의 세그먼트를 접근하여 서비스한다. 이 방법의 장점은 정속 재생 서비스와 고속 재생 서비스의 경우 같은 양의 통신망 대역폭을 소비하고 클라이언트와 서버가 재생종류의 변화에 따라 그 기능에 변함이 없다는 것이다. 또한 이 방법의 단점은 유연한 고속 재생이 어려워 서비스의 질이 상대적으로 낮다[4][7].

### 2.2 GOP 단위의 VCR 연산 서비스의 특징

MPEG의 경우 GOP 혹은 세그먼트 단위의 처리는 프레임 단위의 처리에 비해 다음과 같은 점이 유리하다.

#### (1) 클라이언트의 구조가 간단해 진다.

고속 재생과 일반 정속 재생을 위한 압축의 신장(decompress) 구조가 동일하므로 클라이언트의 구조는 프레임 단위의 재생의 경우보다 단순해 진다. 서버가 클라이언트의 요구에 따라 일정 간격의 세그먼트를 클라이언트 측에 전송하면 클라이언트 측에서는 정속 재생과 동일하게 디스플레이 함으로써 다양한 연속 매체의 연산을 수행할 수 있다.

#### (2) 서버와 클라이언트 사이의 데이터 전송 시 요구되는 대역폭이 동일하다.

서버는 고속이나 정속재생을 할 때 같은 수의 세그먼트를 전송하므로 고속 재생시에 소비되는 통신망 대역폭과 정속 재생시에 소비되는 통신망 대역폭이 동일하다. 저속 재생시에는 데이터의 전송량이 감소

한다. 또한 고속재생의 배속 수에 상관없이 항상 전송되는 데이터의 양이 일정하다.

#### (3) 세그먼트 단위의 분산저장이 가능해 디스크의 입출력 효율을 향상시킬 수 있다.

세그먼트가 하나 이상의 GOP로 구성되면 세그먼트 단위의 독립적인 복원이 가능하다. 또한 디스크 배열에 세그먼트 단위로 저장시킴으로써 디스크의 입출력 성능을 향상시키고 디스크 접근 스케줄링(disk request scheduling)이 간단해 진다. 또한 스트라이프 단위가 상대적으로 크기 때문에 디스크의 탐색 시간(seek time)을 감소시킨다[1].

이외에도 입출력 스케줄링이 간단해 지고 버퍼의 관리가 간편해 진다는 장점이 있다. 그러나 이러한 세그먼트 인터리빙 방식의 재생은 고속 재생 서비스의 질은 상대적으로 좋지 못하다. 즉, 고속 재생시에 프레임 단위의 고속 재생에 비하여 재생의 유연성이 떨어진다[9].

## 3. 관련 연구의 분석

연속 매체의 고속 재생은 시스템 자원의 소비가 한 클라이언트에 집중되므로 다른 클라이언트에 대한 시스템의 응답 속도에 영향을 미친다. 따라서 일부 서비스의 시간 제약을 보장할 수 없는 경우가 발생하여 서비스의 질이 저하되는 직접적인 원인 중 하나가 된다. 이러한 고속 재생의 영향을 최소화하기 위해 연구가 최근에 활발히 진행되고 있으며 대표적인 방법이 세그먼트 혹은 GOP 단위의 고속 재생이다.

### 3.1 일반 라운드 로빈 기법

이 방법은 부하의 균형을 고려하지 않은 일반 라운드 로빈 배치 및 재생 기법이다. 이 방법은 시스템이 보유하고 있는 디스크의 수와 서비스할 고속 재생의 정도에 근거하여 접근하는 디스크가 몇몇 디스크에 편중될 수 있다. 다음의 <표 1>은 디스크 참조의 편중 현상이 특정 고속 재생에서 발생함을 보이고 있다.

$D_n$ 은 각 디스크이고 그 아래의 수는 각 디스크에 배치된 세그먼트의 번호이다. 번호 위의 첨자는 해당 고속 재생시 참조하게 되는 세그먼트를 나타내기 위하여 표시하였다.

〈표 1〉에서 3 배속과 6 배속 고속 재생에서 참조하는 디스크가 집중되는 것을 볼 수 있다.

〈표 1〉 라운드 로빈 방식의 고속 재생  
 〈Table 1〉 High speed playback with round-robin

D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>
1 <sup>3,4,6</sup>	2	3	4 <sup>3</sup>	5 <sup>4</sup>	6	7 <sup>3,6</sup>	8	9 <sup>4</sup>
10 <sup>3</sup>	11	12	13 <sup>3,4,6</sup>	14	15	16 <sup>3</sup>	17 <sup>4</sup>	18
19 <sup>3,6</sup>	20	21 <sup>4</sup>	22 <sup>3</sup>	23	24	25 <sup>3,4,6</sup>	26	27
28 <sup>3</sup>	29 <sup>4</sup>	30	31 <sup>3,6</sup>	32	33 <sup>4</sup>	34 <sup>3</sup>	35	36

3.2 세그먼트 샘플링 기법

이 방법은 세그먼트의 접근에 변화를 주어 디스크 부하 균형을 피하는 방법이다. 세그먼트를 참조할 시점에서 이전의 라운드 주기에서 접근했던 디스크에 반복해 접근하게 되면 그 디스크에 접근 편중 현상이 발생한다고 판단하고 인접한 다른 디스크에서 세그먼트를 취하는 방법이다[6]. 이 방법은 세그먼트의 접근 주기에 약간의 변화를 주어 디스크의 부하 균형을 이룬다. 예를 들어 〈표 2〉에서 10번 세그먼트를 참조할 시점에서 이전의 라운드 주기에서 1번 세그먼트를 참조하기 위해 0번 디스크(D<sub>0</sub>)를 접근하였으므로 디스크 0번에서의 참조 편중을 예측하여 인접한 디스크 1번(D<sub>1</sub>)에서 세그먼트 11번을 참조한다. 그러나 이 방법은 실행 시간(run-time)에 디스크의 참조 편중을 파악하므로 실행 시간에 오버 헤드(over-head)가 증가한다. 또한 고속 재생의 속도 변화에 따라 인접한 세그먼트를 취하는 시점이 일정치 않아 버퍼의 관리나 디스크의 입/출력 스케줄링이 복잡해 진다.

〈표 2〉 세그먼트 샘플링 기법의 적용 예(3, 4 배속)  
 〈Table 2〉 An example of segment sampling scheme

D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>
1 <sup>3,4</sup>	2	3	4 <sup>3</sup>	5 <sup>4</sup>	6	7 <sup>3</sup>	8	9 <sup>4</sup>
10	11 <sup>3</sup>	12	13 <sup>4</sup>	14 <sup>3</sup>	15	16	17 <sup>3,4</sup>	18
19	20	21 <sup>3,4</sup>	22	23	24 <sup>3</sup>	25 <sup>4</sup>	26	27 <sup>3</sup>
28	29 <sup>4</sup>	30 <sup>3</sup>	31	32	33 <sup>3,4</sup>	34	35	36 <sup>3</sup>

세그먼트 샘플링 기법에서의 단점을 보완하기 위하여 제안된 방법이 세그먼트 배치기법이다[6]. 이 방법은 고속 재생시 접근하는 세그먼트의 간격은 일정하게 유지하며 디스크에 세그먼트를 배치하는 방법을 변화시켜 부하 균형을 이룬다. 세그먼트 배치 기법은 〈표 3〉에서 보듯이 세그먼트를 디스크에 배치할 때 라운드 주기마다 쉬프트 로테이트(shift-rotate) 시킨다. 즉 배치 라운드 주기마다 세그먼트를 저장 시키는 디스크를 하나씩 이동함으로써 주기적으로 반복 접근 되는 디스크의 부하를 분산시키는 방법이다. 이 방법은 클라이언트의 요구가 충분히 오랜 시간 동안 변화없이 계속 유지되면 해당 클라이언트에 대해 디스크 전반에 걸쳐 서비스 시간이 고르게 분포한다. 그러나 비교적 짧은 시간의 서비스 요구에는 디스크 부하 균형을 위해 개선된 점이 없다. 즉, 시간이 경과함에 따라 부하 편중이 발생하는 디스크가 바뀔 뿐이므로 다른 클라이언트를 위한 디스크 부하의 균형에는 향상된 점이 없으며 디스크 부하 편중으로 인해 다른 클라이언트들이 받는 영향은 같다.

〈표 3〉에서 보듯이 3 배속 고속 재생 서비스에 대해서는 부하 균형을 이루나 〈표 1〉에서 부하 편중을 보이지 않던 4 배속 고속 재생에서 부하 편중을 보인다.

〈표 3〉 세그먼트 배치 기법의 적용 예  
 〈Table 3〉 An example of segment placement scheme

D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>
1 <sup>3,6</sup>	2	3	4 <sup>2</sup>	5 <sup>4</sup>	6	7 <sup>3,6</sup>	8	9 <sup>4</sup>
18	10 <sup>2</sup>	11	12	13 <sup>3,4,6</sup>	14	15	16 <sup>2</sup>	17 <sup>4</sup>
26	27	19 <sup>3,6</sup>	20	21 <sup>4</sup>	22 <sup>3</sup>	23	24	25 <sup>3,6</sup>
34 <sup>1</sup>	35	36	28 <sup>1</sup>	29 <sup>4</sup>	30	31 <sup>3,6</sup>	32	33 <sup>4</sup>
42	43 <sup>3,6</sup>	44	45 <sup>4</sup>	37 <sup>3,6</sup>	38	39	40 <sup>1</sup>	41 <sup>4</sup>
50	51	52 <sup>1</sup>	53 <sup>4</sup>	54	46 <sup>1</sup>	47	48	49 <sup>3,6</sup>
58 <sup>1</sup>	59	60	61 <sup>3,6</sup>	62	63	55 <sup>3,6</sup>	56	57 <sup>4</sup>
66	67 <sup>3,6</sup>	68	69 <sup>4</sup>	70 <sup>1</sup>	71	72	64 <sup>1</sup>	65 <sup>4</sup>
74	75	76 <sup>1</sup>	77 <sup>4</sup>	78	79 <sup>3,6</sup>	80	81 <sup>4</sup>	73 <sup>3,6</sup>
82 <sup>1</sup>	83	84	85 <sup>3,6</sup>	86	87	88 <sup>1</sup>	89 <sup>4</sup>	90
99	91 <sup>3,6</sup>	92	93 <sup>4</sup>	94 <sup>1</sup>	95	96	97 <sup>3,6</sup>	98
107	108	100 <sup>1</sup>	101 <sup>4</sup>	102	103	104	105 <sup>1</sup>	106
115 <sup>3,6</sup>	116	117 <sup>2</sup>	109 <sup>3,6</sup>	110	111	112	113 <sup>1</sup>	114
123	124 <sup>1</sup>	125 <sup>3</sup>	126	118 <sup>1</sup>	119	120	121 <sup>3,6</sup>	122
131	132	133 <sup>3,6</sup>	134	135	127 <sup>3,6</sup>	128	129 <sup>4</sup>	130
139 <sup>3,6</sup>	140	141 <sup>1</sup>	142 <sup>4</sup>	143	144	136 <sup>1</sup>	137 <sup>4</sup>	138

3.4 소수 라운드 로빈 배치 기법

소수 라운드 로빈 정책은 시스템이 보유하는 디스

3.3 세그먼트 배치 기법

크의 수를 가상으로 조절한다. 즉, 현재 시스템이 보유한 디스크의 수보다 작으며 가장 인접한 소수를 택하여 디스크수로 가정하고 소수 라운드 로빈 배치 정책에 따라 세그먼트를 배치한다. 이렇게 배치된 세그먼트는 고속 재생을 위한 참조 시 세그먼트의 접근 주기는 가정된 디스크 수와 같은 배속의 고속 재생이 아닌 이상 디스크 부하 균형을 이룬다. 또한 가정된 디스크 수와 같은 고속 재생 서비스가 요구되면 고속 재생 서비스의 정도를 사용자가 인식하지 못하는 범위에서 조절함으로써 부하의 편중을 방지한다.

이 방법의 적용 예는 <표 4>과 같다. 그러나 소수 라운드 로빈 배치 기법은 디스크의 이용 측면에서 문제를 안고 있다. 즉, 연속 매체 저장 서버나 VOD서버의 대부분의 연산은 정속 재생이며 또한 접근하는 연속 매체는 비교적 특정 연속 매체에 집중된다. 예를 들어, VOD서버 시스템에서 인기있는 비디오나 특정 시간에 사용자의 요구가 집중되는 화일의 경우가 그렇다. 이러한 경우, 소수 라운드 로빈 배치 정책을 적용하였을 경우 시스템이 보유하고 있는 디스크의 이용을 측면에서의 문제뿐만 아니라 시스템이 제공하는 디스크 대역폭(disk bandwidth)을 충분히 활용하지 못하는 문제도 발생하게 된다. 이러한 문제는 분산 통신망 저장 구조(Distribute-Networked-Storage Architecture)를 한 서버 시스템의 경우 더욱 심각해 질 수 있다[3].

<표 4> 소수 라운드 로빈 배치 기법의 적용과 탐색 예  
 <Table 4> An example of Prime round robin placement scheme

	D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>	D <sub>9</sub>
세그먼트 번호 (S <sub>i</sub> )	0 <sup>1</sup>	7		8 <sup>1</sup>	2	3 <sup>1</sup>	4 <sup>1</sup>	5	6 <sup>1</sup>	
	21 <sup>1</sup>	28 <sup>1</sup>	14	15 <sup>1</sup>	16 <sup>1</sup>	17	18 <sup>1</sup>	19	20 <sup>1</sup>	13
				22	23	24 <sup>1,2</sup>	25	26	27 <sup>1</sup>	34
				29	30 <sup>1</sup>	31	32 <sup>1</sup>	33 <sup>1</sup>	34	***
세그먼트 번호 (S <sub>i</sub> )	3 <sup>1</sup>	5	6 <sup>1</sup>	0 <sup>1,2</sup>			1	2	3 <sup>1</sup>	
	11	12 <sup>1,2</sup>	13	7			8 <sup>1</sup>	9 <sup>1</sup>	10	
	18 <sup>1</sup>	19	20 <sup>1</sup>	21 <sup>1</sup>		14	15 <sup>1</sup>	16 <sup>1</sup>	17	
	25	26	27 <sup>1</sup>	28 <sup>1</sup>			22	23	24 <sup>1,2</sup>	
	32 <sup>1</sup>	33 <sup>1</sup>	34	***			29	30 <sup>1</sup>	31	
***										

4.1 고속 재생시 부하 균형을 위한 세그먼트 선택 기법

본 논문에서 제시할 부하 균형을 고려한 고속 재생 기법은 다음과 같다. 세그먼트 단위로 고속 재생을 서비스하는 방법은 결과적으로 일정한 시간(MPEG 압축율에 따라)동안은 정속 재생 서비스를 하고 매우 짧은 시간(I:P:B=1:3:8의 압축율로 압축된 화일의 경우 약 12/30초(0.4초))-고속 재생의 정도에 근거해 일정 간격 이후의 세그먼트를 선택해 출력한다.

이러한 세그먼트 단위의 고속 재생은 고속 재생의 정도가 비교적 낮은 2 배속이나 3 배속의 경우 세그먼트의 접근 주기의 변화를 사용자 측이 인식할 수 있다. 그러나 고속 재생의 정도가 높아 질 수록 세그먼트의 접근 주기 변화에 대한 사용자 측의 인식도는 떨어진다[4][6]. 또한 부하 편중의 정도는 상대적으로 고속 재생의 정도가 높을수록 심하게 나타난다. 이러한 점을 고려하여 본 논문에서 제안하는 방법은 세그먼트의 접근 주기변화를 사용자가 인식할 수 없는 높은 고속 재생의 경우 세그먼트의 접근 주기를 변화시켜 특정 디스크로의 접근 반복 현상을 감소시킨다.

이러한 인간의 매체 인식의 둔감한 정도는 사람에 따라 다르나 본 연구에서는 4 배속 이상의 고속 재생의 경우 세그먼트의 접근 주기의 변화에 대한 시간적 차이를 사용자가 인식하지 못한다고 가정한다. 이러한 가정에 따라 2 배속이나 3 배속 서비스의 경우 세그먼트의 접근 주기를 일정하게 유지하고 그 이상의 고속 재생 서비스에 대해서는 세그먼트의 접근 주기를 변화시킨다. 즉, 사용자의 N 배속 요구에 대한 서비스를 위하여 시스템은 N, N-1, N, N-1, N, N-1, ...번째의 세그먼트를 반복적으로 접근한다.

이러한 고속 재생을 위한 세그먼트 접근 방법은 디스크 부하 편중을 감소시킬 뿐만 아니라 세그먼트 단위의 재생이므로 단위 시간당 전송하는 자료의 크기가 일정하다. 따라서 고속 재생을 위한 추가적인 자료의 차이가 필요하지 않다. 또한 실행 시간(run time) 동안에 부하 평균을 위한 추가적인 연산이 필요하지 않으며 다양한 고속 재생 서비스를 위해 세그먼트 접근 주기의 변화가 일정하다. 그리고 시스템이 제공하는 모든 디스크를 활용하여 디스크의 이용을 측면에서 유리하고 서비스의 대부분을 차지하는 정속 재생 서비스를 위해 디스크의 대역폭을 충분히 활용할 수

4. 부하 균형을 위한 새로운 세그먼트 접근 기법

있다. 본 논문에서 제안하는 디스크 부하 균형을 위한 세그먼트 선택기법의 적용 예는 <표 5>에서 보인다. <표 5>는 9개의 디스크를 보유한 시스템의 예이다. 예로 들은 3 배속, 4 배속, 6 배속의 경우 부하의 고른 분포를 확인할 수 있다. 각각의 고속 재생 서비스에 대하여 디스크수의 2 배수 만큼의 세그먼트를 접근할 때 각 디스크 참조 횟수로 부하 편중의 정도를 평가한다. 디스크 수 만큼의 세그먼트를 접근할 때 각 디스크 당 1회의 참조가 이루어 지면 완전한 부하의 균형을 의미한다. 본 논문에서의 부하 평가 단위는 디스크 수의 2 배만큼의 세그먼트 참조로 하며 각 디스크에 2회의 접근이 발생하면 완전한 부하 균형을 이루었다고 할 수 있다.

형을 이루었다고 할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 부하 균형 정책을 적용하였을 경우 상당한 부하의 균형을 이루지만 몇몇의 고속 재생 서비스의 경우 2차적인 부하의 편중을 보인다. 그 정도는 다음의 <표 6>과 같다.

위의 <표 6>에서 ()안의 수는 부하 균형 평가 단위 동안 참조 편중이 발생하는 디스크로의 참조 횟수이다. 즉, 디스크 수의 2 배 만큼의 세그먼트를 접근할 때 부하 편중이 발생하는 디스크로의 접근 횟수를 나타낸다. 예를 들어 위의 <표 6>에서 디스크수가 36개인 시스템에서 14 배속의 고속 재생의 경우 72개(36\*2)의 세그먼트를 접근할 때 참조 편중을 발생시키는 디스크를 9번 참조를 한다는 의미이다. 완전한 부하 균형을 이루는 경우에는 모든 디스크에 2회씩의 참조가 이루어져야 한다. <표 6>에서 디스크 수 16개인 시스템의 경우 모든 고속 재생에 대하여 부하 균형을 이루는 것을 알 수 있다.

본 논문에서 제안한 방법을 적용한 경우와 부하 균형을 고려하지 않은 경우의 비교는 아래의 (그림 1)과 같다. (그림 1)는 디스크 수가 1 개부터 100 개까지의 경우 하나의 클라이언트가 발생시킬 수 있는 부하의 편중 정도를 측정하였다.

<표 5> 새로운 세그먼트 접근 방법의 적용 예

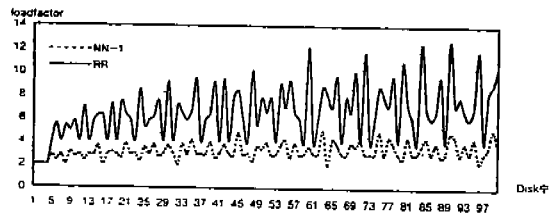
<Table 5> An example of suggested scheme for segments access

D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>
1 <sup>3,4,6</sup>	2	3	4 <sup>3</sup>	5 <sup>4</sup>	6 <sup>3</sup>	7 <sup>6</sup>	8 <sup>4</sup>	9 <sup>3</sup>
10	11 <sup>3</sup>	12 <sup>4,6</sup>	13	14 <sup>3</sup>	15 <sup>4</sup>	16 <sup>3</sup>	17	18 <sup>6</sup>
19 <sup>3,4</sup>	20	21 <sup>3</sup>	22 <sup>4</sup>	23 <sup>6</sup>	24 <sup>3</sup>	25	26 <sup>3,4</sup>	27
28	29 <sup>3,4,6</sup>	30	31 <sup>3</sup>	32	33 <sup>4</sup>	34 <sup>3,6</sup>	35	36 <sup>3,4</sup>
37	38	39 <sup>3</sup>	40 <sup>4,6</sup>	41 <sup>3</sup>	42	43 <sup>4</sup>	44 <sup>3</sup>	45 <sup>6</sup>
46 <sup>3</sup>	47 <sup>4</sup>	48	49 <sup>3</sup>	50 <sup>4</sup>	51 <sup>3,6</sup>	52	53	54 <sup>3,4</sup>
55	56 <sup>3,6</sup>	57 <sup>4</sup>	58	59 <sup>3</sup>	60	61 <sup>3,4</sup>	62 <sup>6</sup>	63
64 <sup>3,4</sup>	65	66 <sup>3</sup>	67 <sup>6</sup>	68 <sup>4</sup>	69 <sup>3</sup>	70	71 <sup>3,4</sup>	72
73 <sup>6</sup>	74 <sup>3</sup>	75 <sup>4</sup>	76 <sup>3</sup>	77	78 <sup>4,6</sup>	79 <sup>3</sup>	80	81 <sup>3</sup>

<표 6> 새로운 세그먼트 접근 기법을 적용하였을 경우의 부하 편중

<Table 6> The concentrated load of disk with new segments access scheme

배속 디스크 수	부하편중배속(load factor)									
10	3(5)	8(5)	13(5)	18(5)	23(5)	28(5)	33(5)	38(5)	43(5)	...
15	3(5)	5(3)	8(15)	11(3)	13(5)	14(3)	17(3)	18(5)	20(3)	...
16										...
25	3(5)	8(5)	13(25)	18(5)	23(5)	28(5)	33(5)	38(25)	43(5)	...
36	2(3)	5(9)	8(3)	11(3)	14(9)	17(3)	20(3)	23(9)	26(3)	...
50	3(5)	8(5)	13(25)	18(5)	23(5)	28(5)	33(5)	38(25)	43(5)	...



(그림 1) 새로운 세그먼트 접근 기법의 부하 편중 정도의 평가

(Fig. 1) The evaluation of concentrated load with new segments access scheme

#### 4.2 제안한 부하 균형 정책의 규칙성 분석

위와 같은 세그먼트 접근 방법에 의한 부하 편중에서 규칙성을 발견할 수 있다. 이는 중요한 의미를 갖는다. 즉, 시스템의 디스크 수를 알면 어떠한 고속 재생의 경우에도 시스템에서 발생하는 부하 편중을 예측할 수 있다는 의미가 된다. 따라서 서비스의 정도를 사용자가 인식하지 못하는 범위 내에서 조절하여

시스템의 디스크 부하 편중을 예방할 수 있다. 이렇게 함으로써 부하의 편중으로 인한 다른 사용자에 대한 서비스의 시간 제약을 보장할 수 있고 고속 재생으로 인한 응답 속도의 저하를 방지할 수 있게 된다.

규칙성을 설명하기 위하여 다음과 같은 사항을 정의한다.

- *load factor*: 시스템이 보유하고 있는 디스크 수의 2 배수 만큼의 세그먼트를 접근할 때 참조 편중 현상이 발생하는 각 디스크로의 접근 횟수.
- *pick load*: 디스크 참조 편중 현상이 가장 심하게 발생하는 고속 재생 서비스에 대한 디스크의 *load factor*.
- *heavy load*: 디스크 참조 편중 현상을 보이는 고속 재생 서비스에 대한 디스크의 *load factor* 중에서 *pick load*를 제외한 *load factor*.

(표 6)을 확장한 실험 결과 다음과 같은 규칙성을 발견할 수 있다.

$D$ : 시스템의 보유하는 디스크 수

$$D = 2^n(2a + 1) \tag{1}$$

여기서  $n$ 과  $a$ 는 (식 1)을 만족시키는 0과 양의 정수이다. 즉 디스크 수  $D$ 를 나누어질 수 있는 최대의 2의 승수로 나누고 그 몫을  $2a + 1$ 로 표시했을 때  $a$ 를 구한다. 여기서 구하여진  $a$ 가 *pick load*와 *pick load*를 발생시키는 고속 재생을 구하는 기반 수가 된다. 즉, (식 1)에서 구해진  $2a + 1$ 은 디스크 수  $D$ 를 갖는 시스템에서 *pick load*가 되고  $a + 1$ 은 이 시스템에서 최초로 *pick load*를 발생시키는 고속 재생이 된다. 또한 이러한 *pick load*를 발생시키는 고속 재생은 *pick load*( $2a + 1$ )만큼의 간격으로 분포한다. 즉, 최초로 *pick load*를 발생시키는 ( $a + 1$ )배속으로부터  $2a + 1$  배속 간격으로 *pick load*가 발생한다.

따라서 *pick load*의 발생을 유발시키는 고속 재생은 다음과 같은 규칙성을 갖는다.

$$(a + 1) + (2a + 1)x \quad (X는 0과 양의 정수) \tag{2}$$

위의 (표 6)에서 예를 들어 보면 디스크 수가 36 개

인 시스템에서  $D = 36$ ;

따라서,  $36 = 2^2(2 * 4 + 1)$

이므로  $a$ 는 4가 된다. 따라서 디스크 수가 36개인 시스템에서 *pick load*는 ( $2a + 1$ )=9가 되고 이러한 *pick load*를 발생시키는 고속 재생은 최초 ( $a + 1$ )= 5 배속을 시작으로 ( $2a + 1$ )= 9 배속 만큼의 간격으로 분포되어 있음을 알 수 있다. 즉, 위의 (표 6)에서 디스크 수 36 개인 시스템의 경우 *pick load*(9)의 발생 주기를 확인할 수 있다.

이러한 *pick load*의 발생을 기반으로 *Heavy load*의 발생은 다음과 같은 규칙성을 보인다.

위의 (식 1)에서 구하여진 *pick load*를 소인수 분해하여 얻어지는 소인수와 그 소인수의 곱만큼의 *heavy load*가 *heavy load*만큼의 간격으로 발생한다. 즉, 위의 (표 6)의 예에서 디스크 수 15인 시스템에서 *pick load*는 15가 되고 이 시스템이 발생시킬 수 있는 *heavy load*는 15의 소인수인 3과 5가 된다. 또한 *pick load*의 경우와 마찬가지로 *heavy load*를 발생시키는 고속 재생은 *pick load*를 중심으로 *heavy load*만큼의 간격으로 분포한다. 즉, 위의 (표 6)에서 디스크 수 15인 시스템의 *heavy load* 5를 발생시키는 고속 재생은 *pick load*를 발생시키는 고속 재생을 중심으로 5 만큼의 간격을 갖고 있다. 이러한 규칙성은 다음 (식 3)과 같은 규칙을 갖고 있다.

$$0 < P \pm x \cdot q_m < 2P \tag{3}$$

(단,  $P$ 는 *pick load*를 발생시키는 고속 재생,  $q_m$ 은 *pick load*의 소인수나 소인수가 2개 이상인 경우 소인수와 소인수의 곱,  $x$ 는 양의 정수)

이러한 규칙성을 근거로 고속 재생에 따른 디스크 참조 편중 정도의 세밀한 예측이 가능하다. 또한 부하 편중의 허락 정도(threshold)를 두어 이를 초과하는 고속 재생( $N$ )에 대해서는  $N + 1$ 의 고속 재생으로 서비스를 하여 부하 편중 고속 재생 서비스를 피할 수 있다.  $N + 1$  배속 서비스를 택하는 이유는 사용자가  $N$  배속 서비스를 요구하면 시스템은 실질적으로

$$\frac{(2n-1)}{2} \text{ 배속의 서비스를 하게 되므로}(N, N-1\text{번째}$$

세그먼트를 반복 접근하므로) 사용자가 원하는 서비스(N)에 근접하기 위하여 N + 1 배속 서비스를 한다.

$$\left(\frac{2n-1}{2}\right) \text{ 배속의 실제 서비스}$$

N + 1 배속 서비스에서도 부하 편중 현상이 발생하게 되면 시스템은 인접한 고속 재생에서 적절한 배속을 선택하면 될 것이다.

4.3 부하 편중의 규칙성을 고려한 고속 재생 서비스

4.2절에서 밝힌 부하 편중의 규칙성은 부하의 예측성을 높인다. 이러한 예측은 부하 편중을 유발시키는 고속 재생 서비스를 사용자가 인식하지 못하는 범위 내에서 조절하여 시스템 전체의 디스크 부하 균형을 이루며, 다른 사용자가 요구하는 서비스의 질(QoS)을 보장할 수 있다. 이러한 부하 편중의 규칙성에 근거한 부하 편중의 예측은 실행 시간(run time) 이전에 파악되며 예측을 위한 처리가 간단하여 시스템의 서비스 처리 시간에 영향을 주지 않는다.

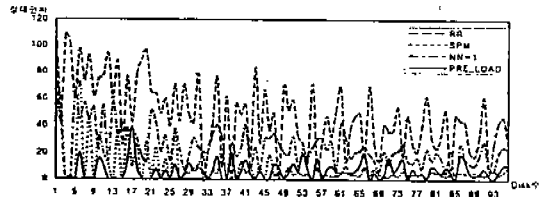
5. 성능 평가

본 논문에서 제안한 디스크 부하 균형을 위한 세그먼트 접근 기법과 부하 편중의 예측을 고려한 서비스 기법을 모의 실험하였다. 모의 실험을 위한 가정은 각 영상화일은 평균 100분의 상영 시간을 가진 영상화일이며 각 디스크의 전송율은 평균 5MB/s로 가정하였다[11]. 또한 각 GOP의 평균크기는 75KB로 가정하고 디스크 수의 10배에 해당하는 클라이언트가 동시에 서비스를 요청하고 그 중 25%가 고속 재생을 요구하고 있다고 가정하였다. <표 7>에서는 고속 재

생 요구 클라이언트의 디스크 접근 상황을 보이기 위해 디스크 수가 5개이고 요구 클라이언트의 수가 50개인 시스템에서 각 디스크의 서비스 시간의 분포를 보인다.

<표 7>에서 세그먼트 배치 기법(SPM)의 예는 다른 방법에 비해 GOP서비스 실패율(Miss ratio)이 높아 디스크의 서비스 시간이 비교적 작다. 본 논문에서 제안한 부하 편중 예측 기법(Pre-Load)은 디스크 전반에 걸쳐 서비스 시간이 비교적 고르게 분포하고 있음을 확인할 수 있다.

(그림 2)은 디스크의 수와 요구 클라이언트의 수의 변화에 따른 각 디스크의 서비스 시간의 분포를 모의 실험한 결과이다. 디스크 서비스 시간의 편중 정도를 측정하기 위하여 각 디스크 서비스 시간의 절대 편차를 산출하여 평가 하였다. <표 7>의 경우와 마찬가지로 세그먼트 배치기법의 경우 실패율이 높아 디스크의 서비스 시간이 다른 기법에 비하여 짧다. 따라서 클라이언트의 수가 증가함에 따라 실패율도 증가해 디스크 서비스 시간의 편차가 감소하는 현상을 보인다.



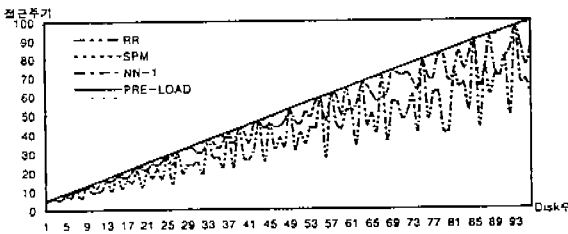
(그림 2) 각 디스크 서비스 시간의 평균 절대 편차 (Fig. 2) The average absolute deviation of each disk service time

<표 7> 각 부하 균형 기법의 디스크 서비스 시간의 예  
<Table 7> An example of disk service time with each load balancing scheme

디스크 번호	서비스 시간(sec)			
	Round-Robin	세그먼트 배치법	NN-1	Pre-load
Disk[1]	2142.037588	1930.241141	2124.812080	2223.899768
Disk[2]	2142.263525	1784.887243	2362.942585	2225.116708
Disk[3]	2336.897463	1785.060590	2124.171872	2224.090741
Disk[4]	2141.790152	1786.085840	2361.689675	2225.028632
Disk[5]	2357.508955	1784.847297	2125.242913	2224.939735



(그림 3)는 고속 재생을 요구하는 클라이언트가 각 디스크로 접근하는 평균 접근 주기를 보인다. 완전한 디스크 부하 균형을 이루는 경우의 접근 주기는 디스크의 수와 같으며 부하의 편중이 심할수록 접근 주기는 디스크 수보다 작아지게 된다. 세그먼트 배치 기법(SPM)의 경우 <표 3>에서 보인 바와 같이 부분적인 시간에서는 부하의 편중이 발생하나 서비스 시간이 길어지면 각 디스크로의 접근횟수는 같아지고 평균 접근주기는 Pre-Load의 경우와 같아진다.



(그림 3) 클라이언트의 디스크로의 평균 접근주기  
(Fig. 3) The average disk access period of each clients

### 6. 결 론

멀티미디어 데이터는 정형 데이터와 비 정형 데이터를 혼합한 형태의 데이터를 말한다. 특히 음성이나 영상과 같은 비정형 데이터는 상대적으로 대용량과 실시간 처리, 많은 양의 대역폭 등의 요구를 그 특징으로 한다. 이러한 멀티미디어 데이터의 특성과 요구조건을 만족시키고 사용자가 원하는 서비스의 질을 보장하기 위하여 연속 매체 저장서버나 VOD서버 시스템 등은 여러 개의 디스크를 병렬로 접근하는 디스크 배열(Disk-Array)의 구조를 하고 있다. 또한 연속 매체는 대용량을 그 특성으로 하므로 효율적인 자료의 처리를 위하여 데이터의 압축이 필수적이다. 본 논문에서는 이러한 압축된 데이터를 독립적으로 재생될 수 있는 단위를 세그먼트로 정의하고 연속 매체가 세그먼트 단위로 각 디스크에 저장되었을 경우 디스크의 부하 균형 정책에 대하여 다루었다. 고속 재생의 경우 발생하는 참조 디스크 편중 현상의 감소를 위하여 세그먼트의 접근 간격을 변화시켰으며 이러한 세그먼트 접근 간격의 변화에 의한 부하의 균형과

이로 인해 발생하는 2차적인 부하 편중의 규칙성을 밝혀 부하 편중의 예측성을 높였다. 그러나 이러한 세그먼트 단위의 고속 재생 기법은 디스크의 부하 편중은 현저히 감소시킬 수 있으나 분산 통신망 저장 구조를 한 시스템에서, 각 서버가 보유한 디스크의 수에 따라 편중을 발생시키는 고속 재생이 다르다. 이로 인해 같은 고속 재생 서비스에 대해 다른 주기의 세그먼트를 접근할 수 있다. 즉, 여러 개의 서버를 통신망으로 연결하여 서비스하는 시스템에서는 서버간의 동기화 문제를 유발할 수 있다. 앞으로 이러한 서버간의 동기화에 대하여 연구가 진행될 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] Phillip Lougher, Doug Shepherd, "The Design of a Storage Server for Continuous Media," Computer Journal pp.32-42, 36(1), February 1993.
- [2] Phillip Lougher, Doug Shepherd and David Pegrel, "The Impact of Digital Audio and Video on High Speed Storage," 13<sup>th</sup> IEEE Symposium on Mass Storage Systems, Annecy, France, June, 1994.
- [3] Hutchison D., Shepherd D., Lougher P., Scott A., "Scalable Multimedia Storage Server for ATM Network," Second Workshop on HPCS'93, Williamsburg, VA., September 1-3, 1993.
- [4] 권택근, 이석호, "대화형 실시간 세션을 위한 연속 매체 저장 서버," 한국정보과학회 논문지 제 22권 제3호, pp.485-492, 1995년 3월.
- [5] Ming-Syan Chen, Dilip D.Kandlur, "Stream Conversion to Support Interactive Video Playback," IEEE Journal of Multimedia, pp.51-58, Summer, 1996.
- [6] M.S. Chen, D. Kandlur and P. YU, "Support for Fully Interactive Playback In Disk-Array-Based Video Server," Proceedings of ACM Multimedia, pp.31-48, 1991.
- [7] F.A. Tobagi, J. Pang, R. Baird and M. Gang, "Streaming RAID<sup>TM</sup>-A Disk Array Management System for Video Files," Proceedings of ACM Multimedia, pp.393-400, 1995.

- [8] Banu Ozden, Rajeev Rastogi, Avi Silberschatz, "On the design of a low-cost video-on-demand storage system," *Multimedia Systems*, 4: 40-54, 1996.
- [9] Ralf Steinmetz, Klara Nahrstedt, "Multimedia: computing, communications, applications," Prentice Hall, pp.113-165.
- [10] Hideki Sakamoto, Akira Uemori, Hiroshi Sugiyama and Kazutoshi Nishimura, "Video Server Architecture Supporting Real-Time Input and Immediate Playback," *Proc. Of the Multimedia Japan 96*, March 1996, pp.224-231.
- [11] P.M. Chen, E.K. Lee, G.A. Gibson, R.H. Katz, and D.A. Patterson, "RAID: High-Performance, Reliable Secondary Storage," *ACM Computing Surveys*, Vol.26, No.2, pp.145-186, 1994.



**이 승 용**

1996년 2월 호서대학교 공과대학 컴퓨터공학과 졸업(공학사)  
 1996년 3월~현재 호서대학교 공과대학 대학원 컴퓨터공학과 석사과정 재학중

관심분야: 멀티미디어 시스템 및 통신, VOD서버



**이 호 석**

1983년 2월 서울대학교 전자계산기공학과(공학사)  
 1985년 2월 서울대학교 대학원 전자계산기공학과(공학석사)  
 1993년 8월 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학

박사)

1985년 3월~1989년 2월 한국통신 연구원  
 1994년 3월~현재 호서대학교 전산기공학부 조교수  
 관심분야: 자연어처리, 데이터베이스, 멀티미디어 시스템



**홍 성 수**

1982년 광운대학교 전자계산학과(학사)  
 1984년 광운대학교 전자계산학과(석사)  
 1990년 광운대학교 전자계산학과(박사)  
 현재 호서대학교 전산기 공학부

교수

관심분야: 소프트웨어 알고리즘, 인터넷 언어 Java, 멀티미디어 시스템