

論文96-33B-8-2

# 임의 속도 탐색을 위한 가변 비트율 압축 비디오 데이터의 저장 및 배치 기법

## (Variable-Bit-Rate Compressed Video Storage and Placement Scheme for Arbitrary-Speed Retrievals)

權宅根\*, 李錫浩\*\*, 崔陽熙\*\*

(Taek-Geun Kwon, Sukho Lee, and Yanghee Choi)

### 요 약

본 논문은 임의의 속도 탐색 연산에 대하여 모든 디스크의 접근 부하를 균등하게 하는 가변 비트율 (VBR) 비디오의 배치 기법에 관한 것이다. 디스크 배열 구조를 채택한 가변 비트율 비디오 저장 시스템에서 임의의 속도 탐색 연산을 동시에 여러명의 사용자에게 지원하기 위하여 특정 디스크의 과부하를 방지하여야 한다. 본 논문에서는 기존에 제안된 소수 라운드-로빈 (PRR: Prime Round-Robin) 기법을 가변 비트율로 압축된 비디오 데이터에 적용할 수 있도록 확장한다. 또한 가변 비트율의 압축 비디오 데이터에 대하여 기존의 PRR과 본 논문에서 제안하는 확장된 PRR (PRR\*)의 성능을 비교하였다.

### Abstract

This paper describes data placement schemes that provide uniform and balanced to multiple disks load for retrievals of VBR (Variable Bit Rate) video at varying retrieval speeds. To support maximum concurrent users at arbitrary-speed playbacks in a disk-array based system, the hot spot disks should be carefully avoided. In this paper, we extend the proposed scheme, Prime Round-Robin (PRR), for VBR video. In addition, we have compared the performance of PRR and PRR\* (PRR Extension).

### I. 서 론

최근 저장 및 압축 기술과 컴퓨터 통신망의 발전으로 주문형 비디오 (VOD: video-on-demand) 등 멀티미디어 응용 서비스에 대한 연구가 활발하다. 그러나 현재 자기 디스크의 탐색 시간 및 전송 속도의 한계로 비디오 서버에서 동시에 제한된 수의 비디오의 처리는 가능하지만, 수백, 수천 사용자의 병행 접근을 지원하는 데 한계가 있다<sup>[1]</sup>. 비디오, 오디오, 애니메이션 등 연속 매체 데이터는 대용량 데이터이고 병행 처리를 위

하여 큰 대역폭으로의 디스크 접근이 요구되므로 저장 시스템은 디스크 배열 구조를 갖는 것이 일반적이다<sup>[2,3]</sup>.

현재 자기 디스크의 최대 전송률은 약 30 Mbit/s 정도이고 탐색 시간을 고려한 평균 전송률은 약 10 Mbit/s이므로<sup>[4]</sup>, 이를 최대한 이용하는 경우에도 제한된 수의 비디오 데이터 처리 만이 가능하다. 그리고 비디오 데이터와 같은 연속 매체는 시간 종속적인 매체로서 처리를 위하여 저장된 데이터의 실시간 접근이 보장되어야 한다.

대화형 VOD 시스템에서 사용자는 임의의 속도의 FF (fast-forward), rewind 등 VCR 기능을 사용하여 원하는 위치를 탐색할 수 있도록 지원하는 것이 중요하다. 가변 속도로 비디오를 탐색하기 위하여 저장 시스템은 디스크에 저장된 순서에 따라 비디오 데이터를 접근하

\* 正會員, LG 情報通信(株) 中央研究所  
(LG Information & Communications, Ltd.)

\*\* 正會員, 서울大學校 컴퓨터工學科  
(Seoul National Univ., Dept. of Computer Eng.)  
接受日字:1995年5月11日, 수정완료일:1996年6月24日

지 않으므로 디스크의 접근 요구가 균등하지 않고 이 경우 특정 디스크의 과부하가 발생할 수 있다. 특정 디스크의 과부하가 발생하면 많은 사용자가 동시 접근하는 환경에서 실시간 비디오 데이터를 마감 시한내 읽지 못하는 경우가 주기적으로 발생하게 되므로 서비스 품질이 크게 떨어진다.

VOD 환경에서는 선호하는 비디오에 대한 접근 빈도가 높아 이러한 경우에도 디스크의 부하 균형을 위한 기법이 제공되어야 한다. 사용자 연산을 동시에 지원하기 위하여 저장 시스템은 개별적인 디스크 전송률을 초과하는 전송률을 제공하여야 하는데, 디스크 배열 구조의 저장 시스템에서 디스크의 접근을 독립적으로 함으로써 통합된 디스크의 전송률을 얻을 수 있다. 이를 위하여 RAID (redundant array of inexpensive disks) 기법이 널리 사용되고 있고, 디스크 스트리핑 (disk stripping) 및 분할 (declustering) 기법을 사용하여 비디오 데이터를 처리하는 연구가 진행되었다<sup>11561</sup>. 최근, 비디오를 중심으로한 비디오 데이터의 검색에 있어 VCR 기능을 제공하기 위한 몇몇 기법이 제안되었다<sup>1271</sup>.

일반적으로 사용자의 실시간 요청에 대하여 현재 수행중인 서비스를 중단하지 않고 새로운 요청을 처리하기 위하여 필요한 자원의 사용이 가능할 때까지 대기하여야 한다. 이러한 지연은 하나의 세션 내에서 사용자의 요구가 동적으로 변화하는 대화형 VOD 환경에 적합하지 않다. 최근 대화형 VOD 서비스에서 가변 속도의 탐색을 위한 저장 시스템의 디스크 접근을 균등하게 하고, 사용자가 임의의 시점에 재생, FF, rewind 등 VCR 기능을 요청하는 경우에도 즉시 지원할 수 있는 저장 구조 및 연속 매체의 디스크 배치 구조를 제안하였다<sup>1891</sup>. 이 기법은 항등 비트율 (CBR: Constant Bit Rate)로 압축된 비디오 데이터에 대하여 재생 연산과 고속 탐색 연산을 효율적으로 제공한다. 그러나 비디오 데이터는 일반적으로 가변 비트율로 압축되는데, 가변 비트율의 압축은 항등 비트율의 압축에 비하여 화면의 질이 일정한 장점을 갖는다<sup>1101</sup>.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 비디오 데이터를 위한 배치 방법에 대하여 알아보고, 항등 비트율로 압축된 비디오 세그먼트를 배치하기 위한 소수 라운드-로빈 배치 기법에 대해 기술한다. 3 장에서는 기존의 PRR을 가변 비트율의 압축 비디오에 적용하기 위한 PRR 확장 방법에 대하여 기술하고, 기존 방법과

제안된 방법에 있어 실제의 데이터를 통한 디스크 접근 부하에 대한 모의 실험 결과를 제시한다. 마지막으로 결론을 맺는다.

## II. 비디오 데이터의 디스크 배치 기법

N 개의 디스크 배열로 구성된 비디오 서버를 동시에 여러명의 사용자를 위하여 동시에 접근하는 경우에 디스크의 부하가 균일하지 않으면 과부하 디스크에 저장된 비디오 데이터를 디스플레이할 시간에 읽지 못하는 경우가 발생한다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 최근에 다양한 비디오 데이터의 배치 기법이 제안되고 있다<sup>125671</sup>. 비디오 데이터의 배치 기법은 일반적으로 연속된 비디오 스트림의 분할에 의한 라운드-로빈 배치 기법에 근거하고 있으므로 이 장에서 기존의 디스크 배치 방법을 간략하게 설명한다.

### 1. 라운드-로빈 배치

라운드-로빈 기법은 일반적으로 병렬 처리를 위한 데이터 배치에 사용된 방법으로 연속 매체 저장 시스템에 적용할 수 있다. 세그먼트를 정의 1과 같이 지그재그 (zig-zag) 방식으로 디스크에 저장하여 한번에 하나의 디스크 만을 접근하도록 스케줄함으로써 실시간 트랜잭션을 병행 처리할 수 있다.

**정의 1 (라운드-로빈 배치)** 디스크 수를 N이라 할때, 라운드-로빈 배치 방식에서  $i$  ( $i = 0, 1, 2, \dots$ ) 번째 세그먼트는  $i \bmod N$  번째 디스크에 배치된다.

그림 1은 라운드 로빈 기법에 근거한 연속 매체 세그먼트의 배치 예이다.

디스크	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$
	$0^{3,4}$	1	2	$3^3$	4 <sup>1</sup>	5	$6^3$	7	$8^1$
	9 <sup>3</sup>	10	11	$12^{3,4}$	13	14	$15^3$	$16^1$	17
세그먼트 번호	$18^3$	19	$20^1$	$21^3$	22	23	$24^{3,4}$	25	26
	$27^3$	$28^1$	29	$30^3$	31	$32^1$	$33^3$	34	35
	$36^{3,4}$	37	38	$39^3$	$40^1$	41	$42^3$	43	$44^1$
					...				

그림 1. 라운드 로빈 기법에 근거한 배치 및 탐색 예 (N=9)

Fig. 1. Example of Placement and Search based on Round-Robin Placement Scheme.

3 배속 탐색의 경우 0, 3, 6, ... 번째의 세그먼트를 디스플레이 하는데, 이를 위하여 0, 3, 6 번째 디스크 만을 반복하면서 읽어야 하므로 디스크 접근이 불균형을 이루게 됨을 알 수 있다. 그러나 4 배속 탐색의 경우 0,

4, 8, 12, ... 번째의 세그먼트를 0, 4, 8, 3, ... 번째 디스크를 읽게되므로 모든 디스크의 부하는 동일해 진다.

본 논문에서 특정 속도의 탐색에 대한 디스크 접근의 균형 정도를 라운드 거리 (rounding distance)로 나타낸다.

**정의 2 (라운드 거리)** 라운드 거리는 동일한 디스크 접근의 반복 주기로 연속 매체 세그먼트가 라운드-로빈에 기반하여 배치된 경우 탐색 속도에 대하여 동일한 라운드 거리를 갖는다. 이는 임의의 속도 탐색을 위하여 시스템이 접근하는 디스크의 수와 같다. 본 논문에서  $s$  배속 탐색의 라운드 거리를  $d_s$ 로 정의한다.

재생 연산을 위하여 저장 시스템은 순서에 따라 저장된 세그먼트를 읽는다. 따라서 연속 매체가  $N$  개의 디스크에 라운드-로빈 배치 방법에 따라 저장된 경우에 각 디스크는  $N$  번째의 세그먼트를 디스플레이 하기 위하여 접근된다. 이러한 경우 디스크의 접근 부하는 동일하고 라운드 거리 ( $d_1$ )는  $N$ 이다. 그러나 임의의 속도 탐색 연산은 일부분의 디스크에 저장된 세그먼트만을 디스플레이 함으로써 디스크 부하의 불균형이 발생하고 이로 인하여 병행 처리되는 요청을 일부 수행하지 못하는 경우가 발생한다. 예를 들어  $N$  배속 탐색은  $N$  개의 디스크 중에서 하나의 디스크에 저장된 세그먼트만을 디스플레이하게 되므로 다른 사용자의 연산은 과부하된 디스크에 저장된 세그먼트를 항상 읽지 못한다. 이 경우 라운드 거리 ( $d_N$ )는 1로 최악의 배치에 해당한다.

2. 소수 라운드-로빈 배치 기법

라운드-로빈 기법에 근거한 배치 방식에 있어 탐색 속도  $s$ 에 대하여 디스크의 부하의 불균형이 발생할 수 있으므로 라운드-로빈 기법을 개선한 SSM (Segment Sampling Method)과 SPM (Segment Placement Method) 등 기법들이 제안되었다<sup>[21]</sup>. 소수 (prime number)에 의한 부하 분산 기법은 오래전부터 기존의 무작위 수 생성 (random number generation) 분야를 비롯하여 몇몇 응용 분야에 적용되어 왔다. 본 연구에 앞서 이러한 소수의 특성을 이용하여 SSM과 SPM의 제약을 해결한 새로운 배치 기법으로 소수 라운드-로빈 배치 기법이 제안하였다<sup>[89]</sup>. 그리고 비디오 서버를 위한 배치 기법의 성능을 분석하여 PRR이 기존의 기법에 비해 우수함을 증명하였다<sup>[111]</sup>.

**정리 1 (최적 라운드-로빈 배치)**  $N$  배속의 탐색 속

도를 제외한 모든 속도의 탐색에 있어서 세그먼트가 라운드-로빈 기법으로 배치된 경우, 최적의 부하 균형을 위한 필요 충분 조건은  $N$ 이 소수인 경우이다.

**증명:** [9] 참조.

일반적으로 멀티미디어 DBMS에서 연속 매체의 접근은 특정 객체에 집중되고, 특정 시간에 그 객체에 대한 접근 요구가 빈번하다. 연속 매체에 대한 연산은 대부분 재생 위주의 연산이고, 대부분의 사용자는 연속 매체의 시작 위치부터 탐색하는 것이 일반적이다. 따라서 연속 매체 저장 시스템은 이러한 객체간 접근의 불균형 및 객체내 접근의 불균형을 고려하여야 한다. 본 논문에서 이러한 특징을 갖는 사용자 요구에 대하여 디스크의 부하를 고르게 분산하기 위하여 연속 매체 세그먼트를 소수 라운드-로빈 배치 기법에 따라 배치한다. PRR은 임의의 수의 디스크에 정리 1의 최적 부하 균형의 성질을 반영하여 세그먼트를 배치한다.

**정의 3 (소수 라운드-로빈 배치)** 소수 라운드-로빈 배치 기법에서  $i$  번째 연속 매체의  $j$  번째 세그먼트  $S_i$ 는 디스크  $D_{K(i,j)}$ 에 저장되는데, 배치 함수  $K(i,j)$ 는 다음과 같이 정의된다<sup>[91]</sup>.

$$\begin{cases} \{ (N - N_p + 1)i + \{j\}_{N - N_p + 1} \}_N & j = kN_p \text{인 경우} \\ \{ (N - N_p + 1)i + N - N_p + \{j\}_N \}_N & \text{그 외.} \end{cases}$$

여기서  $\{x\}$ 는  $x \bmod y$ 를 의미하고,  $N_p$ 는  $N$ 을 넘지 않는 최대의 소수 값이다.

디스크	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$
$S_0$	$0^{3,1}$ $21^3$	7 $28^1$	14 $22$	$1^8$ 9 $15^3$ 23 $29$	2 $9^1$ 17 $24^{3,4}$ 31	$3^2$ 10 18 25 $32^1$	$4^1$ 11 19 26 $33^3$	5 $12^{3,4}$ 20 27 $34$	$6^3$ 13 $20^1$ 27 $34$
$S_1$	$4^1$ 11 $18^3$ 25 $32^1$	5 $12^{2,1}$ 19 26 $33^3$	$6^3$ 13 $20^1$ 27 34	$0^{3,4}$ 21	7 $28^1$ ...	14	1 $8^1$ 15 22 29	2 $9^1$ 16 23 $30^2$	$3^3$ 10 17 $24^{3,1}$ 31
...									

그림 2. 소수 라운드-로빈 방식에서의 세그먼트 배치 예

Fig. 2. Example of Placement based on Prime Round-Robin Placement Scheme.

그림 2는 소수 라운드-로빈 방식에 의한 세그먼트의 배치 예이다.

여기서 3 배속 탐색은 0, 5, 8, 4, 7, 3, 6, 0, ... 번째 디스크에 저장된 세그먼트를 순서대로 읽으므로 최소

라운드 거리는 7이고, 4 배속 탐색은 0, 6, 3, 7, 4, 8, 5, 1, 6, ... 번째 디스크에 저장된 세그먼트를 순서대로 읽으므로 이때 최소 라운드 거리도 7이다. 소수 라운드-로빈 배치 방식에 따르면  $N_p$  배수의 탐색 속도 이외의 임의의 속도 탐색에 있어 최소 라운드 거리는  $N_p$ 이다. 따라서 일반적으로 대용량 연속 매체 저장을 위하여 많은 디스크로 구성된 저장 시스템을 고려할때 라운드 거리  $N_p$ 는 최적 배치에서의 라운드 거리  $N$ 에 근접한 값을 갖는다. 그러나 소수 라운드-로빈 방법이 기존의 기법에 비하여 우수함에도 불구하고 세그먼트의 크기가 일정하지 않을 경우에 디스크에서 읽는 데이터의 크기 또한 일정하지 않음으로 인하여 디스크 부하 균형을 달성할 수 없게 된다.

### III. 소수 라운드-로빈 기법의 확장

Motion-JPEG으로 압축된 가변 비트율 비디오의 한 화면 크기는 500 바이트에서 10 K 바이트에 이른다. 따라서 기존의 PRR 방식으로 저장할 경우에 디스크 부하는 최대 20 배의 차이를 보인다. 그림 3은 VBR로 부호화된 MPEG 비디오의 실제 GOP의 크기를 나타낸 것이다.

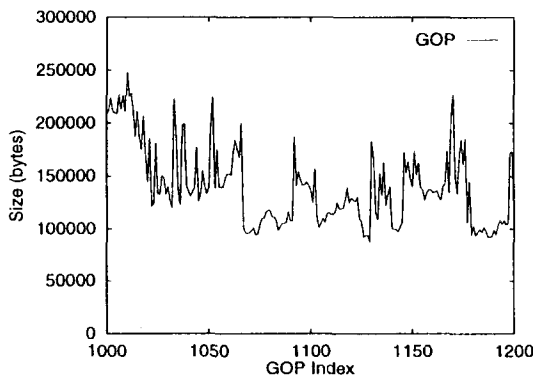


그림 3. MPEG 비디오의 가변 GOP  
Fig. 3. Variable-sized GOP in MPEG Video.

가변 비트율에 따른 압축으로 비디오 데이터를 복원하기 위한 독립적인 단위인 세그먼트, 즉, MPEG에서의 GOP의 크기 또한 가변이다. 따라서 디스크로부터 읽혀지는 데이터 양이 서로 다르므로 인하여 소수 라운드-로빈 배치에서도 부하 불균형 문제가 존재한다. 이러한 불균형을 해결하기 위하여 가변 길이의 세그먼트를 고

정 길이의 세그먼트 분할 (fragment of segment)로 다시 세분하여 인접한 디스크에 저장할 경우에 한 세그먼트의 처리 시간동안 하나의 디스크로부터 읽어야 할 데이터의 크기가 고정된다. 기존의 PRR과 확장된 PRR의 디스크 배치에 대한 기본 개념을 그림 4에 보이고 있다.

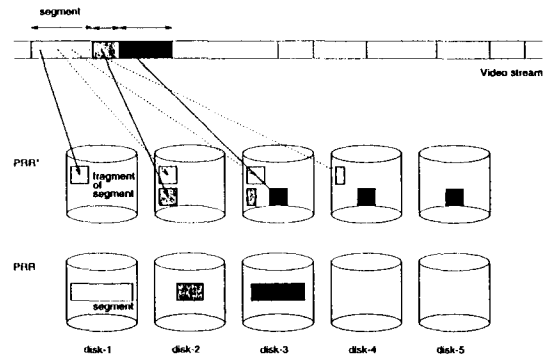


그림 4. PRR과 PRR\*의 비교  
Fig. 4. Comparison of PRR and PRR\*.

PRR에서 동일한 시간 단위로 분할된 세그먼트 단위로 디스크에 저장하는 것이 비하여 PRR\*에서는 이를 다시 동일한 크기로 나눈 세그먼트 분할 단위로 디스크에 저장한다. 또한 하나의 세그먼트에서 분할된 세그먼트 분할은 인접한 다음 디스크에 연속해 저장하여 소수 길이의 라운드-로빈 배치되도록 하였다. 이로써 임의의 속도에 대하여 PRR에서 제공하는 부하 균형을 유지하면서 단위 시간에 하나의 디스크에서 읽혀지는 데이터의 크기를 세그먼트 분할의 크기로 제한하여 접근 데이터 양의 편차를 줄인다. 실제 VBR MPEG 비디오 데이터의 PRR\*에 의한 배치 예를 그림 5에 보이고 있다.

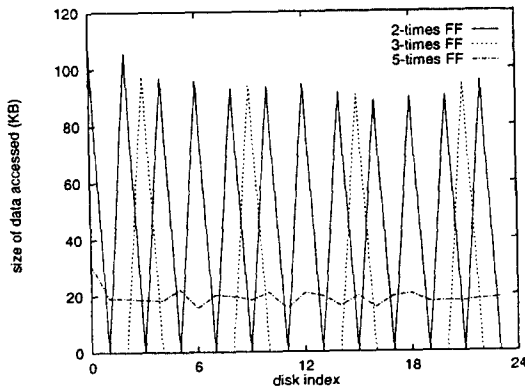
여기서 세그먼트의 크기는 약 3.5 K 바이트에서 5.2 K 바이트 길이로 구성되고 세그먼트 분할의 크기는 1 K 바이트로 가정하였다. 세그먼트의 크기가 가변이므로 하나의 세그먼트가 저장되는 디스크 수가 가변이고, 마지막 세그먼트 분할의 크기 역시 가변이다. 그러나 일반적으로 세그먼트 분할을 작은 크기로 가정할 경우에 분할 크기의 편차를 줄일 수 있을 뿐 아니라 최대 디스크 부하를 예측할 수 있게 된다.

이러한 기본적인 분할 배치 개념을 기존의 배치 기법에도 동일하게 적용할 수 있는데, 그림 6에서 기존의 라운드-로빈 (RR) 기법에 분할 개념을 적용한 경우와

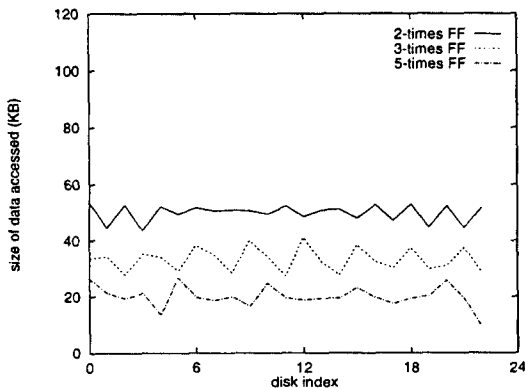
기존의 PRR 기법에 분할 개념을 적용한 PRR\* 기법에서 디스크별 접근 데이터의 크기를 비교하였다.

GOP 크기	디스크별 세그먼트 분할의 크기 (바이트)						
	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>
4727	1024	1024	1024	1024	631		
4760		1024	1024	1024	1024	664	
3769			1024	1024	1024	697	
4608	512			1024	1024	1024	1024
4710	1024	614			1024	1024	1024
3660	1024	588				1024	1024
5092	1024	1024	1024	996			1024
5248	1024	1024	1024	1024	1024	128	
3644		1024	1024	1024	572		
3587			1024	1024	1024	515	
3587				1024	1024	1024	515
3595	523				1024	1024	1024
3680	1024	608				1024	1024
3599	1024	1024	527				1024
...				...			

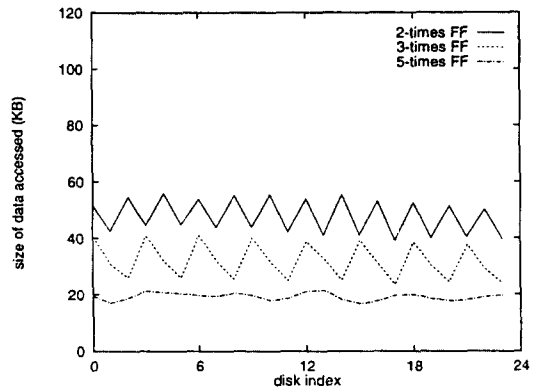
그림 5. PRR\*에서 세그먼트 분할의 배치 예  
Fig. 5. Example of Segment Fragment Placement in PRR\*.



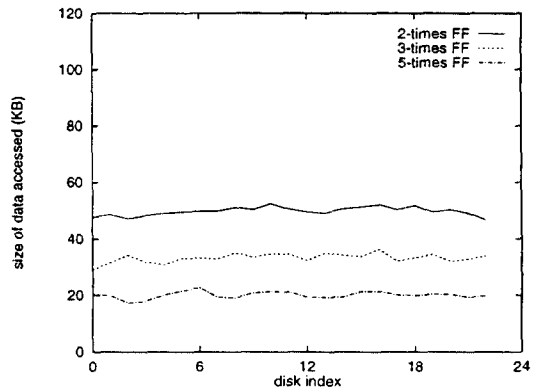
(a) RR



(b) PRR



(c) 세그먼트 분할에 의한 RR  
(RR with Segment Fragmentation)



(d) PRR 확장 (PRR\*)  
(Extended PRR)

그림 6. 디스크별 접근 데이터 크기  
Fig. 6. Access Data Size for Disks.

그림 6 (a)에서 보는 바와 같이 기존의 PRR은 검색 속도에 따라 디스크 접근 편중이 발생하여 각 디스크에서 읽어야 하는 데이터의 크기는 큰 차이가 있다. 그러나 그림 6 (b)는 RR에 비하여 각 디스크의 부하 균형이 향상되었으나 VBR 비디오에서 세그먼트 크기가 가변이므로 약간의 편차가 있음을 보이고 있다. 가변 길이 세그먼트를 1 K 단위의 고정 길이 세그먼트 분할로 저장할 경우에 기존의 RR과 PRR 모두 균형 정도가 개선됨을 보이고 있다. 그림 6 (c)와 (d)에서 보는 바와 같이 일부 고속 탐색 연산에 대하여 세그먼트 분할에 의한 확장된 RR 기법은 디스크 부하 불균형이 여전히 약 30%의 편차를 보이고 있고, 본 논문에서 제안하는 PRR\*에서는 약 10% 이내의 편차를 보이고 있다.

또한 기존의 PRR에 비하여 부하 균형 정도가 향상되었음을 알 수 있다.

#### IV. 결 론

디지털 비디오, 오디오 등 연속 매체는 일반 사용자에게 풍부한 정보를 제공함에도 불구하고 저장 용량의 한계 및 처리 속도의 한계 등 기술적으로 극복해야 할 과제가 많다. 비디오 데이터의 검색을 현재의 VCR 기법과 같이 하기 위하여 기존의 제안된 소수 라운드-로빈 기법을 가변 비트율로 압축된 비디오 데이터에 적용될 수 있도록 확장하였다. 이를 위하여 기존의 세그먼트를 고정 길이의 세그먼트 분할로 세분하여 인접 디스크에 저장되도록 하였다.

그리고 세그먼트의 첫번째 분할은 기존의 PRR 기법에 의하여 배치함으로써 임의 속도 탐색에 대한 디스크 부하를 균등하게 하였다. 또한 기존의 라운드-로빈 배치 기법을 동일한 세그먼트 분할 방법을 적용하여 디스크의 부하 균형을 비교하였다. 모의 실험은 가변 비트율의 MPEG 비디오를 대상으로 하였고, 제안된 PRR\* 기법이 기존의 PRR 기법뿐 아니라 기존의 RR 기법을 동일한 분할 개념으로 적용한 경우보다 우수함을 보였다.

추후, 비디오 서버의 구현을 위해 디스크 배치 기법을 이용한 화일 시스템에 대한 연구가 필요하다. 비디오 서버를 위한 고성능 화일 시스템은 대용량 비디오 스트림을 효율적으로 처리할 수 있어야 하므로 부하 분산 기법 이외에 시스템 오버헤드를 줄이는 방법 등이 연구되어야 한다. 비디오 서버를 위한 화일 시스템은 물리적인 디스크 접근 시간의 변화에 대처할 수 있어야 하는데, 이를 위해 디스크 접근 스케줄링도 실시간 처리 환경에 맞도록 개선되어야 한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] P.V. Rangan and H. Vin, "Efficient Storage Techniques for Digital Continuous Media," *IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 5, No. 4, pp. 564-573, 1993.
- [2] M.S. Chen, D. Kandlur and P. Yu, "Support for Fully Interactive Payout In Disk-Array-Based Video Server," *Proceedings of ACM Multimedia*, pp. 391-398, 1994.
- [3] M. Saito and H. Garcia-Molina, "Independent Access Array for Continuous Media Storage Management," *IASTED/ISMM Proc. of Int'l Conf. on Distributed Multimedia Systems and Applications*, pp. 18-21, 1994.
- [4] P. Chen, E. Lee, G. Gibson, R. Kats and D. Patterson, "RAID: High-Performance Reliable Secondary Storage," *ACM Computing Surveys*, Vol. 26, No. 2, pp. 145-186, 1994.
- [5] S. Ghandeharizadeh and D. DeWitt, "A Multiuser Performance Analysis of Alternative Declustering Strategies," *Proceedings of Data Engineering*, pp. 466-475, 1990.
- [6] D.A. Patterson, G. Gibson and R. Katz, "A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)," *ACM SIGMOD Proceedings*, Vol. 17, No. 3, Chicago, pp 109-116, 1988.
- [7] B. Berson, S. Ghandeharizadeh, R. Muntz and X. Ju, "Staggered Striping in Multimedia Information Systems," *Proceedings of ACM SIGMOD*, pp. 79-90, 1994.
- [8] 권택근, 이석호, "대화형 실시간 세션을 위한 연속 매체 저장 서버," *정보과학회 논문지*, 22권, 3호, pp. 485-492, 1995
- [9] T.-G. Kwon and S. Lee, "Load-Balanced Data Placement for Variable-Rate Continuous Media Retrieval," *Chapter 7 in 'Multimedia Database Systems: Design and Implementation Strategies'* (edited by K.C. Nwosu, B. Thuraisingham and P.B. Berra), Kluwer Academic Pub., pp. 185-207, 1996.
- [10] R. Aravind, G.L. Cash, D.L. Duttweiler, H.M. Hang, B.G. Haskell and A. Puri, "Image and Video Coding Standards," *AT&T Technical Journal*, pp. 67-89, Jan./Feb. 1993.
- [11] T.-G. Kwon and S. Lee, "PRR: Prime Round-Robin Placement for Implementing VCR Operations," *Proc. of IEEE Int'l Conf. on Systems, Man and Cybernetics*, pp. 3920-3925, 1995.

## — 저 자 소 개 —



權宅根(正會員)

1988년 서울대학교 컴퓨터공학과 (학사). 1990년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 (석사). 1996년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학박사). 1992년 ~ 현재 LG 정보통신 (주) 선임연구원.

1993년 ~ 1994년 미국 Washington University (St. Louis) 교환 연구원. 관심분야는 ATM 교환 시스템, 멀티미디어 시스템, VOD 시스템 등임.



李錫浩(正會員)

1964년 연세대학교 정치외교학과 졸업. 1975년, 1979년 미국 텍사스대학교 전산학 석사와 박사학위 취득. 1979년 ~ 1982년 한국과학원 전산학과 조교수. 1982년 ~ 1986년 한국정보과학회 논문편집위원장. 1986

년 ~ 1988년 한국정보과학회 부회장. 1988년 ~ 1989년 IBM Watson 연구소 객원교수. 1988년 ~ 1990년 데이터베이스연구회 운영위원장. 1989년 ~ 1991년 서울대학교 중앙교육연구전산원 원장. 1994년 한국정보과학회 회장 역임. 1982년 ~ 현재 서울대학교 컴퓨터공학과 교수. 주관심 분야는 데이터베이스 관리 시스템, 멀티미디어 데이터베이스 시스템, 객체지향 데이터베이스 시스템 등임.



崔陽熙(正會員)

1975년 서울대학교 전자공학과 졸업 (학사). 1977년 한국과학원 전지 및 전자공학과 (석사). 1984년 프랑스 국립 전기통신대학 전산과 (공학박사). 1977년 ~ 1979년 한국전기통신연구소 연구원.

1981년 ~ 1984년 프랑스 국립 전기통신연구소 연구원. 1988년 ~ 1991년 한국전자통신연구소 책임연구원. 1991년 ~ 현재 서울대학교 컴퓨터공학과 교수. 서울대학교 중앙교육연구전산원 부원장. 주관심 분야는 멀티미디어 통신 시스템, 화상회의 시스템, 이동통신 시스템, ATM 통신 시스템, 프로토콜 공학 등임.