

이기종 MZR 디스크 배열에서의 연속 매체의 배치 기법*

이 승 원 김 정 원 정 기 동
부산대학교 전자계산학과

A Technique for Placing Continuous Media on Heterogeneous MZR Disk Array

Seung-Won Lee Jeong-Won Kim Ki-Dong Chung
Department of Computer Science, Pusan National University

요약

동시 지원 사용자 수를 최대 목표로 하는 VOD와 같은 연속 매체 서버는 증가하는 사용자의 요구를 만족시키기 위해 디스크의 추가가 필요하다. 디스크 제조 기술의 급속한 발전으로 새로이 추가되는 디스크들은 이전의 디스크에 비해 저장 용량과 전송 능력면에서 더 좋은 성능을 가진다. 그러나 이전의 저장 기법들은 각 디스크들의 성능 차를 무시하고, 일률적인 분산 배치의 방법을 사용하였다. 또한, 디스크들간의 이질적인 환경을 고려한 다른 연구에서도 현재 주종을 이루고 있는 MZR(Multi Zoned Recording)방식의 디스크들에 대한 고려가 부족한 게 현실이다. 본 논문에서는 이러한 이질적인 디스크간의 성능차와 MZR 디스크의 특성을 고려한 ZBSR(Zone Bandwidth to Space Ration)를 이용한 배치 기법으로 디스크 자원을 효율적 사용하는 방법을 제시한다.

1. 서론

연속 매체 서버에서 중요한 것은 실시간으로 동시 사용자의 요구를 충족시키는 능력이다. 이러한 능력은 연속 매체의 특징인 대용량성과 고 대역폭의 두 가지 특징을 얼마나 충족시킬 수 있는가에 좌우된다. 이때 디스크는 제한된 용량과 전송 능력으로 연속 매체 서버의 주요 성능 장애 요인으로 여겨져 왔다. 연속 매체의 대용량성과 고 대역폭이라는 특징을 만족시키기 위한 이전의 연구에서는 비디오 데이터들을 분할하여 디스크 배열에 분산 배치함으로써 효과적으로 데이터를 처리하는 방법[1]을 많이 사용해 왔다. 디스크 자원의 효율적인 이용과 디스크들간의 부하 균등을 이루기 위한 여러 가지 분산배치 방법이 소개되었다. 그러나, 이전의 분산배치에 대한 연구들은 대부분 디스크 배열 상에서의 균등 분산 배치의 방법을 사용하였다. 이것은 동일한 종류의 디스크들로 이루어진 디스크 배열상에서는 유용하지만, 성능에 차이가 나는 이종의 디스크들에서는 각 디스크들의 자원을 충분히 사용하지 못하는 단점이 있다. 물론 다른 종류의 디스크들에 대한 고려를 한 연구도 있었으나, 이 또한 현재 주종을 이루고 있는 MZR(Multi Zoned Recording)방식의 디스크들에 대한 고려는 거의 없는 상태이다. 본 논문에서는 연속 매체 서버 중 대표적인 VOD(Video On Demand) 시스템에서 디스크 자원의 효율적인 이용과 디스크들간의 부하 균등을 위하여, 이종의 디스크들로 이루어진 디스크 배열에서 연속 매체의 특징과 MZR 디스크의 특징을 이용한 분산 배치 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 3 장에서는 본 논문에서 제시한 디스

크 내에서의 디스크들 간의 배치 기법(ZBSR)에 대해 설명한다. 4 장에서는 제시된 기법의 성능을 실측과 모의실험으로 실험하였다. 마지막으로 5 장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

현재 VOD 서버에서는 대부분 자기 디스크를 주 저장 장치로 이용하고 있다. 그러나, 현재의 디스크들은 제한된 저장용량(1-9Gbyte)과 상대적으로 낮은 전송속도(30-60 Mbit/sec)를 가지고 있다. 여러 비디오 데이터를 저장하고 동시에 서비스 하기 위한 저장용량과 대역폭을 만족시키기 위해서 여러 디스크에 비디오 데이터들을 저장할 필요가 있다. [2]의 연구에서는 비디오 데이터의 분산 배치가 디스크 이용률과 부하 균등을 향상 시키는 것을 보여준다. [2,3]에서는 동종의 디스크상에서의 분산 배치에 대해 다루고 있다. 이 경우, 성능이 우수한 이종의 디스크의 대역폭은 낭비되게 된다. [4]는 이종의 디스크상에서의 분산 배치에 대해 다루고 있다. 그러나 여기서는 연속 매체 데이터의 특성과 MZR 디스크의 특성을 고려하고 있지 않다. [5]는 이종의 디스크상에서의 MZR 디스크의 존별 대역폭의 차를 고려한 분산 배치를 다루고 있다. 이 방법은 이종의 MZR 디스크 상에서 존의 대역폭을 활용하는 장점을 가지고 있으나, 존의 저장공간의 크기를 무시하였고 배치되는 연속 매체 데이터의 특성 또한 무시되어 좋은 부하 균형을 이룰 수 없다.

3. 비디오 데이터의 배치 기법

배치 기법은 디스크 내에서의 배치와 디스크들간의 배치로 나뉜다.

* 본 연구는 정보통신 연구관리단의 '98 대학기초 연구지원사업에 의해 일부 지원받았음

디스크내의 배치에서는 비디오 데이터의 인기도와 MZR 디스크의 각 존별 대역폭을 기준으로 배치 하도록 한다. 디스크들간의 배치에서는 이중의 디스크들간의 성능차를 염두에 두고, 디스크 존의 특징과 비디오 데이터의 인기도를 고려하여 배치하도록 한다.

3.1 디스크 내에서 비디오 데이터의 배치

MZR 디스크는 바깥 쪽 트랙이 안쪽 트랙에 비해 보다 높은 전송률과 저장 용량을 가진다 또한 VOD 서버에서 비디오 데이터를 서비스할 때 각 비디오는 Zipf분포에 따른 인기도를 가지게 된다. 즉, 인기도 따라 비디오의 요구 횟수가 달라지게 되는 것이다. 따라서, 인기 있는 비디오를 높은 전송률을 가진 바깥쪽 존에 배치시키고 인기도가 낮은 비디오를 전송률이 낮은 안쪽 존에 배치 시키면, 바깥쪽 존에 사용자의 요구 집중되게 되어 디스크 탐색 시간이 감소하게 된다 또한 각 존의 대역폭의 차를 고려하여 배치함으로써 디스크 대역폭의 낭비도 줄어들게 된다.

3.2 디스크들 간 비디오 데이터의 배치

기존의 연구에서는 이중의 디스크들 간의 배치에서 각 디스크의 대역폭만을 고려하여 배치하는 기법이 대부분이다[5] 그러나 부하 균형의 측면에서는 대역폭보다는 저장용량에 대한 대역폭의 비가 더욱 유용하다 BSR(Bandwidth to Space Ratio)은 디스크의 저장용량에 대한 대역폭의 비로서, 디스크간의 부하 유지의 변수가 된다[6] 즉, 같은 대역폭을 가진 디스크라도 저장 용량이 더 크면 그만큼 디스크에 걸리는 부하가 포화 될 가능성이 저장 용량이 작은 디스크에 비해 높은 것이다

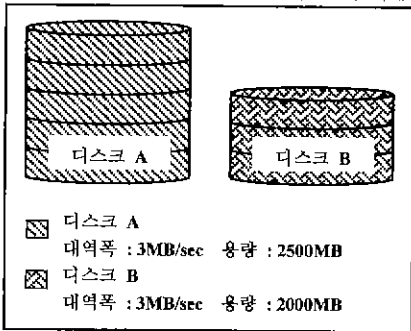


그림 2 구성 디스크의 예

그림 2는 이중의디스크들로 구성된 시스템으로서, 동일한 패턴으로 저장되거나 대역폭을 기준으로 저장되었을 때 디스크 A가 디스크 B보다 많은 비디오데이터를 저장하게 된다 즉, 디스크 A가 더많은 부하를 받을 것이다. 따라서 부하가 많은 인기있는 비디오의 데이터를 디스크 B에 많이 분배함으로써 두 디스크간의 부하의 균형을 얻을 수 있다 그러나, MZR 디스크의 존별 대역폭이 서로 다르므로, 평균 대역폭을 사용하여 BSR을 구하면 디스크 자원을 효율적으로 이용하지 못하게 된다 본 논문에서는 MZR 디스크상에서 BSR을 존에 적용한 ZBSR(Zone Bandwidth to Space Ratio)을 이용하여 데이터 배치에 적용한다 또한, 비디오 데이터의 인기도에 따른 비디오 간의 부하의 차를 고려하여 디스크 간의 부하 균등에 적용한다

표 1 ZBSR을 위한 변수

Bi	i번째 디스크의 존 대역폭
Si	i번째 디스크상 존의 저장용량

B	모든 디스크들의 bi의 합계
S	모든 디스크들의 si의 합계
bi	i번째 디스크의 대역폭의 비
si	i번째 디스크의 저장공간의 비

표 1은 ZBSR를 구하기 위한 여러 변수를 나타낸 표이다 모든 변수는 저장 시 사용되어지는 존을 기준으로 한다 여기서 M개의 디스크로 구성된 시스템에서 비디오 데이터를 저장할 존들의 총 저장용량 S와 총 대역폭B는 다음과 같이 구해진다

$$S = \sum_{i=1}^M Si \quad B = \sum_{i=1}^M Bi$$

또한, 각 디스크의 저장용량 비 si와 대역폭의 비 bi는 다음과 같이 구해진다

$$si = \frac{Si}{S} \quad bi = \frac{Bi}{B}$$

구해진 값을 가지고 다음과 같이 i번째 디스크의 ZBSR를 구할 수 있다.

$$ZBSR = \frac{bi}{si}$$

ZBSR이 낮은 디스크는 저장 용량에 비해 대역폭이 낮은 디스크이다 물론, ZBSR이 낮은 디스크가 전송 속도가 느린 디스크라는 말은 아니다 다른 디스크와 비교해서 대역폭에 비해 부하가 많이 걸린다는 것이다

제시되는 배치 기법은 가중치를 적용한 배치 기법으로 가중치에 따

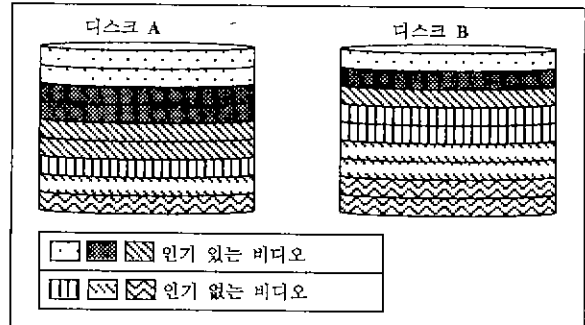


그림 3 ZBSR을 고려한 비디오 데이터의 배치, 디스크 A의 ZBSR

이 디스크 B의 ZBSR보다 각 존별로 큰 경우

라서 배치되는 블록의 수를 조정하는 것이다 적용되는 가중치는 플르 분류된다 첫 번째, 인기있는 비디오 데이터에 대해서는 ZBSR을 가중치로 적용한다 즉 ZBSR이 높은 디스크에 인기있는 비디오의 블록을 많이 배치함으로써 ZBSR이 낮은 디스크의 부하를 덜어 주는 것이다 두 번째는, 일정선 이하의 인기도를 가진 비디오의 경우 가용 저장 용량을 가중치로 적용한다 인기도가 낮은 비디오의 경우 디스크 부하가 낮으므로 남아 있는 가용 저장 용량으로서 데이터를 분산시킨다 따라서, 첫 번째 방법으로 배치된 데이터로 채워진 디스크의 남은 가용 저장 공간을 균형 있게 채우게 된다.

이때 Zipf분포에서 인기 있는 비디오와 인기 없는 비디오를 구분하기 위한 방법이 필요하다 본 논문에서는 누적 Zipf 확률 그래프에서 포화(Saturation)가 발생하는 곳을 사용하였다

4. 실험

본 논문에서 디스크 내에서의 배치 기법은 실제 디스크를 사용하여 실험을 하였다. 그리고 디스크들간의 배치 기법은 가상 디스크를 가지고 모의 실험을 하였다.

4.1 실험 모델

디스크 내에서의 배치에 대한 실험에 Sun Ultra Sparc I 상에서 MZR 디스크 Seagate-ST32171W를 사용하였다 표 2는 이 디스크의 사양을 나타낸다 실험 시 사용자의 비디오 선택은 Zipf분포에 따르도록 하였다

표 2 Seagate-ST32171W의 사양

디스크 파라미터	값
FORMATTED CAPACITY (GB)	2.16GB
SPINDLE SPEED (RPM)	7200RPM
AVERAGE SEEK TIME	9.4 ms avg
RECORDING METHOD	ZBR PRML (0,4,4)
AVERAGE ACCESS (ms read/write)	9.4/10.4
BUFFER	512 KByte

디스크들 간의 배치에는 가상 디스크들을 사용하여 모의 실험을 하였다. 가상 디스크들은 Seagate-ST31200W 디스크와 Hewlett-Packard C2247 디스크 등을 참조하여 구성하였다 사용자의 요구는 포아송 분포를 적용하였으며, 사용자의 비디오 선택은 Zipf분포를 따랐다 표 3은 모의실험에 사용된 가상 디스크들의 사양을 나타낸다

존번호	디스크 그룹 1		디스크 그룹 2		디스크 그룹 3	
	대역폭	저장 용량	대역폭	저장 용량	대역폭	저장 용량
0	5.17	1840	3.4	1620	3.2	980
1	5.08	1200	3.17	560	3.17	770
2	5.02	980	3.04	380	3.03	558
3	4.97	450	2.92	365	2.97	510
4	4.88	440	2.78	355	2.85	620
5	4.83	430	2.54	725	2.77	490
6	4.74	410	2.27	545	2.45	390
7	4.6	560	2.02	445		
8	4.6	390			저장용량	Mbyte
9	4.5	370			대역폭	Mbyte/sec

표 3 모의 실험에 사용되는 디스크들의 사양

5. 2 디스크 내에서의 배치에 대한 실험

그림 4는 Random 하게 배치된 디스크에 대한 응답시간과 Zipf분포를 고려하여 비디오의 인기도에 따른 배치 방법의 응답 시간간의 성능분식을 위한 그림이다. 실험은 100번 반복해서 실험하였고, 한번에 읽어 들인 블록의 수는 100개와 1000개이다 그림에서와 같이 Zipf분포에 의한 방법이 Random 한 방식보다 약 32-34%의 성능 향상이 있었다

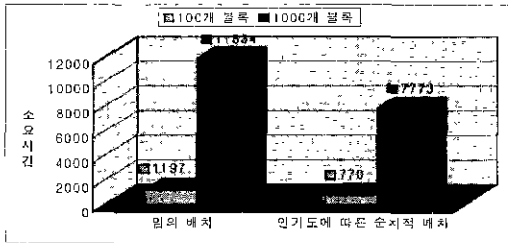
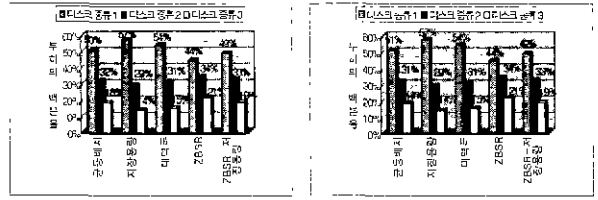


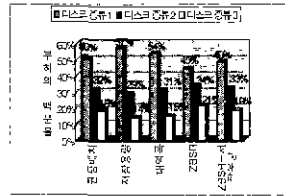
그림 4. Random 배치와 Zipf 분포에 의한 배치의 성능 분석

4.3 디스크들 간의 배치에 대한 모의 실험

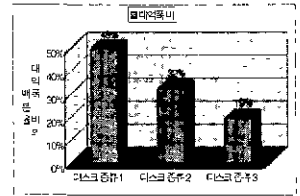


(a) 평균 사용지수 600 명

(b) 평균 사용지수 700 명



(c) 평균 사용지수 800 명



(d) 디스크별 대역폭의 비

그림 5 배치 방법에 따른 부하의 분포와 디스크 대역폭의 백분율

그림 5를 보면 ZBSR에 의한 배치 방법은 어건의 다른 배치 방법에 비해 디스크의 성능에 따라서 부하가 차등적으로 주어진다. 여기서 디스크의 성능의 차는 그림 5의 (d)가 나타내는 평균 대역폭의 비이다 이는 디스크들간의 배치 시 ZBSR을 고려하여 배치 함으로써 디스크의 성능을 대역폭과 저장용량 모두 고려하기 때문이다 또한, 사용자의 요구가 증가함에 따라 특정 디스크에 부하가 집중되지 않고 거의 같은 비율로 부하가 증가되게 된다

6. 결론

본 논문은 이중의 MZR 디스크에서 비디오 데이터의 배치를 디스크 내에서의 배치 기법과 디스크들 간의 배치 기법 두 가지로 제시하였다 디스크 내의 배치에서는 MZR 디스크의 존 간 대역폭의 차이와 비디오 데이터의 인기에 기반하여 배치 하였다 따라서, 각 존의 대역폭을 비디오 데이터의 인기도에 기반하여 충분히 활용함으로써 디스크 이용률을 높였다 또한 디스크 블록에 대한 부하가 외곽 존에 집중됨으로써 탐색 시간도 줄이는 효과를 거두었다 디스크들간의 배치에서는 이중의 디스크들간 디스크 대역폭과 저장용량의 차이를 각 디스크의 존에 적용한 ZBSR를 이용하여 비디오의 인기도에 따라 배치 하였다 ZBSR를 배치 정책에 사용하여 디스크들간의 각 존의 성능차에 의한 부하 균형을 이루었다

참고 문헌

- [1] P. Chen, E Lee, G Gibson and D Patterson "RAID High Performance, Reliable Secondary Storage", ACM Computing Surveys, pp 145-186. June 1994
- [2] A L Chervenak and D A Patterson "Choosing the best storage system for video server" Proc Of the ACM Multimedia '95, 109-119, 1995
- [3] Tat Seng Chua, Jandong Li, Beng Chin Ooi and Kian-Lee Tan "Disk Striping Strategies for Large Video-on-Demand Servers" Proc Of the ACM Multimedia '96 297-306 1996
- [4] Jose Renato Santos, Richard Muntz "Using Heterogeneous Disks on a Multimedia Storage System with Random Data Allocation" UCLA Computer Science Department
- [5] Yuewei Wang and David H C Du "Weighted Striping in Multimedia Servers" Proc Of the IEEE Multimedia, 102-109. 1997
- [6] A Dan, D Sitaram, "An Online Video Placement Policy based on Bandwidth to Space Ratio(BSR)" SIGMOD 95, San Jose CA, 376-385.