

계층적 스토리지 시스템에서 데이터 특성을 이용한 데이터 이동기법

이주운, 김신우, 이용규
동국대학교 컴퓨터공학과
e-mail:leezzoo@dongguk.edu

A Data Migration Method Based on Characteristics of Data for Hierarchical Storage System

Joo Woon Lee, Shin Woo Kim, Young Kyu Lee
Dept. of Computer Engineering, Dongguk University

요 약

최근에는 대량의 데이터를 저장 및 관리하기 위해서 3차 저장장치를 이용한 계층적 스토리지 시스템을 이용하고 있다. 이러한 계층적 스토리지 시스템에서는 모든 데이터에 같은 방식으로 저장장치들 간의 데이터를 이동하고 있는데, 이는 시스템에서의 데이터 이동이 빈번하게 일어나는 원인이 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 본 논문에서는 계층적 스토리지 시스템에서의 데이터 특성을 이용한 데이터 이동 기법을 제안한다. 이를 위해서 데이터를 일반 데이터, QoS 데이터 그리고 아카이브 데이터로 분류하고 각 데이터 타입에 따른 데이터 이동을 관리한다. 성능평가를 통해 데이터 특성을 고려한 데이터 이동 방법과 기존의 이동 방법을 비교 분석하여, 본 논문에서 제안한 이동 방법의 우수함을 보인다.

1. 서론

최근 저장 기술이 발달함에 따라 텍스트, 이미지, 오디오, 비디오 등과 같은 다양한 데이터 타입을 포함한 응용 프로그램들이 널리 사용됨에 따라, 이러한 데이터를 저장하고 효율적으로 관리할 수 있는 스토리지 시스템이 요구되고 있다. 이에, 최근에는 대량의 데이터를 저장 및 관리하기 위해서 테이프나 주크박스 등의 3차 저장장치[4]를 이용한 계층적 스토리지 시스템이 이용되고 있다. 이러한 계층적 스토리지 시스템에서는 모든 데이터에 같은 방식을 적용하여 저장장치들 간의 데이터를 이동하고 있는데, 이는 시스템에서의 빈번한 데이터 이동의 원인이 되어 시스템의 성능을 저하시킨다. 이러한 문제를 해결하고자, 본 논문에서는 계층적 스토리지 시스템에서의 데이터 특성을 이용한 데이터 이동 기법을 제안한다. 이를 위해서 데이터를 특성에 따라 분류하고 각각의 데이터 타입에 따른 데이터 이동 기법을 제안한다. 성능

평가를 통해 데이터 특성을 고려한 데이터 이동 방법과 기존의 이동 방법을 비교 분석한다.

2. 관련 연구

본 절에서는 기존의 계층적 스토리지 시스템들에서의 데이터 이동에 대하여 알아본다.

2.1 UniTree

UniTree[3]는 계층적 저장장치들 사이에서 데이터 이동을 자동적으로 관리하는 거대한 계층적 스토리지 시스템이다. UniTree는 UCFM(UniTree Central File Manager)이라는 데이터 이동을 관리하는 관리자를 두어, 지속적으로 데이터를 디스크 캐시에서 3차 저장장치로 이동하고, 3차 저장장치에서 다시 디스크 캐시로 이동하는 일을 관리한다. UniTree는 데이터가 파일시스템으로 입력된 즉시, 디스크 캐시에서 3차 저장장치로 복사하는 전이동(Pre_migration),

정해진 시간이나 용량에 따라 데이터를 3차 저장장치로 복사하는 이동(Migration), 디스크 캐시에 있는 이동된 데이터를 지우는 삭제(Purging), 3차 저장장치에서 이동된 데이터를 디스크 캐시로 다시 복사해 오는 캐싱(Caching) 등의 기능이 있다.

2.2 Highlight

Highlight[5]는 3차 저장장치 관리를 위해 LFS(Log-structured File System)[2]를 확장한 시스템이다. 즉, 4.4BSD LFS를 확장하여 2차 저장장치와 3차 저장장치를 통합하여 파일 시스템 안에서 계층구조를 제공한다. Highlight에서는 디스크들이 디스크 팜으로 구성되어 디스크 캐시의 역할을 한다. 임의의 시점이나 세그먼트가 가득 찼을 때 데이터는 3차 저장장치에 저장되고, 3차 저장장치에 존재하는 데이터가 참조되었을 때 데이터는 디스크 캐시로 옮겨진다. 이를 위하여 Highlight는 두 계층 사이의 저장공간과 데이터의 이동을 관리한다.

2.3 LTS

LTS(Log-structured Tertiary File System)[1]는 LFS를 3차 저장장치로 확장한 시스템이다. LTS는 데이터의 논리적 주소와 그것의 물리적 저장 주소를 분리하는 간접주소(Address Indirection)방식을 채택함으로써 3차 저장장치가 마치 2차 저장장치처럼 임의적으로 접근할 수 있는 연속된 일정 크기의 블록들로 구성된 것으로 간주한다. 그리고 데이터를 쓸 때마다 매체를 마운트하는 비용을 줄이기 위해서, 다양한 논리적인 주소를 가지고 있는 데이터를 모아서 이를 한번에 기록하여 3차 저장장치에 2차 저장장치와 같은 쓰기(Write) 성능을 갖도록 한다.

3. 데이터 특성에 따른 데이터 이동

본 절에서는 다양한 데이터가 존재하는 계층적 스토리지 시스템에서의 데이터 이동을 위하여 데이터를 특성에 따라 분류하고, 분류된 데이터 타입에 따른 데이터 이동 기법을 제안한다.

3.1 데이터 특성 분류

데이터는 각각의 특성에 따라 크게 일반 데이터, QoS 데이터 그리고 아카이브 데이터로 분류한다.

3.1.1 일반 데이터

일반 데이터는 애플리케이션에 의해 생성된 대부

분의 데이터를 말하며, 일반적으로 많이 사용하고 있는 HWP, PPT, XLS 등이 이에 속한다. 평균적으로 일반 데이터의 크기는 멀티미디어 데이터보다 작다. 사용 빈도, 주기성 등은 사용자나 데이터의 쓰임의 정도에 많은 영향을 받는다.

3.1.2 QoS 데이터

QoS(Quality of Service) 데이터는 멀티미디어나 서비스의 질을 항상 유지해야하는 데이터를 말하며, DAT, MPEG, ASF, MP3 등이 이에 속한다. 평균적으로 QoS 데이터의 크기는 일반 데이터 보다 크므로, 현재 저장장치에서 가장 많은 공간을 차지하고 있는 데이터이다. 또, QoS 데이터는 서비스 될 때 끊이지 않고 지속적으로 서비스 되어야 한다. 사용 빈도는 멀티미디어 데이터의 경우, 다른 데이터 타입에 비해 시간의 흐름과 유행에 따라 데이터 사용 횟수가 달라질 수가 있다.

3.1.3 아카이브 데이터

아카이브 데이터는 주로 자료의 저장을 목적으로 하는 데이터를 말하며, EML, TGZ, CCA, DBK 등 주로 백업용으로 쓰이는 데이터, 로그 데이터 또는 전자 메일 데이터 등이 이에 속한다. 컴퓨터 시스템에서는 시스템 로그 데이터, 데이터베이스 백업 데이터 등이 존재하며, 시스템 로그 데이터는 시스템에 문제 발생시 시스템의 복원을 위하여 사용한다. 그러므로, 일반 데이터나 QoS 데이터보다 아카이브 데이터를 다시 사용하는 빈도가 적다.

3.2 데이터 이동 스케줄링

계층적 스토리지 시스템에서 저장장치들 간의 데이터 이동을 위해 데이터를 특성에 따라 3가지로 분류하고, 분류된 데이터에 각 타입에 따른 데이터 이동 방법을 적용한다.

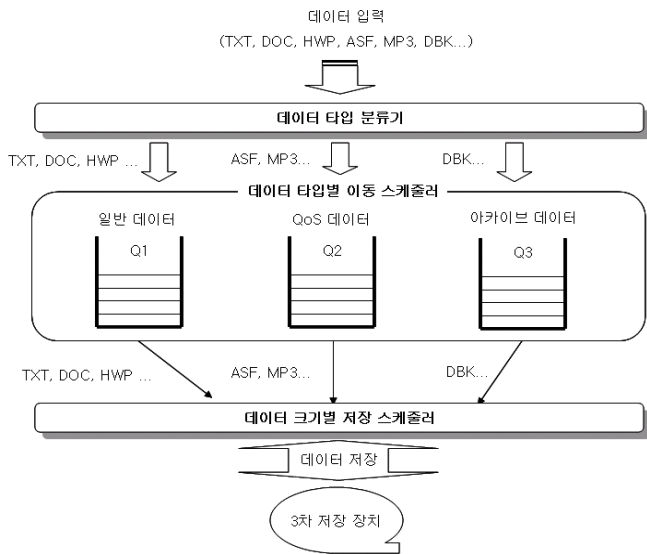
[그림 1]은 데이터 이동에 대한 구조도이다. 데이터 이동을 위해서는 데이터 타입 분류기, 데이터 타입별 이동 스케줄러, 그리고 데이터 크기별 저장 스케줄러가 필요하다.

데이터 타입 분류기에서는 데이터가 입력되면 데이터의 특성에 따라 데이터를 일반 데이터, QoS 데이터 그리고 아카이브 데이터로 데이터를 분류하고, 이를 데이터 타입별 이동 스케줄러로 데이터를 이동시킨다.

데이터 타입별 이동 스케줄러는 데이터 타입 분류

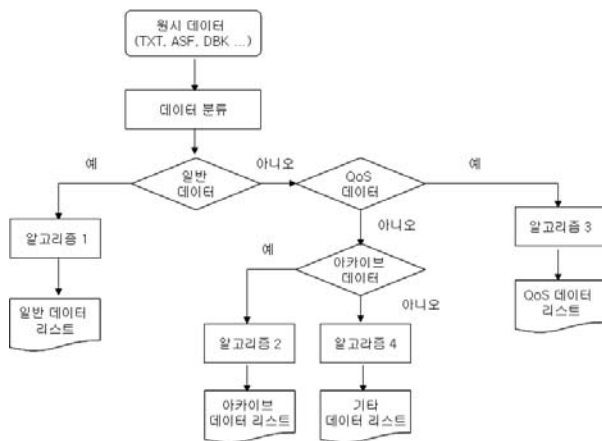
기로부터 받은 데이터를 각 타입에 해당되는 큐로 이동시키고 그에 해당하는 데이터 저장 공간을 할당한다.

데이터 크기별 스케줄러는 디스크에 저장된 데이터를 3차 저장장치로 최종 이동하기 전에 데이터 크기를 기준으로 큰 것 중에서 시간이 오래된 것부터 먼저 이동한다. 이는 크기가 큰 데이터를 우선 순위로 3차 저장장치로 이동함으로써 디스크의 데이터 저장 공간을 확보할 수 있도록 하기 위함이다.



[그림 1] 데이터 이동 구조도

[그림 2]는 데이터 이동 스케줄링을 위한 데이터 이동 순서도이다.



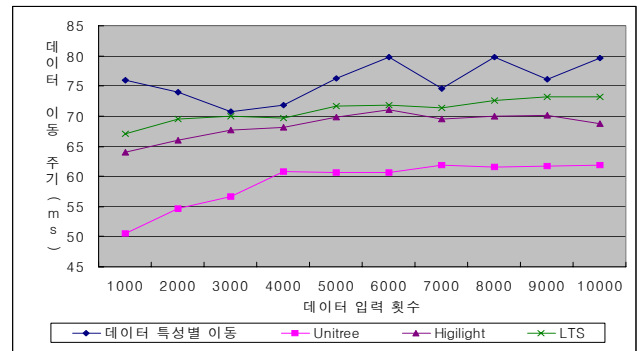
[그림 2] 데이터 이동 순서도

데이터 타입별 이동 스케줄러에서 각 데이터 특성에 맞는 이동 정책에 따라 데이터를 이동하는 것을 보여준다. 그림에서 알고리즘이란 것은 각 데이터별로 큐의 공간, 참조율, 참조시점 등을 고려하여 어떤 데이터를 3차 저장장치로 이동할 것인지를 결정하는 알고리즘을 말한다.

4. 실험 및 성능평가

본 절에서는 데이터 특성을 고려한 데이터 이동 기법과 기존의 계층적 스토리지 시스템인 Unitree, Highlight, LTS에 대해 성능 실험을 한다. 본 실험에서는 데이터의 입력량에 따른 데이터 이동 주기를 측정하여 기존의 시스템과 비교하여 데이터의 이동 주기 값의 변화를 비교 분석한다. 실험에 사용된 데이터는 동국대학교 입시서버에서의 데이터 이동에 대한 분석 자료를 바탕으로 데이터 이동 실험에 대한 기초 자료를 생성한다. 기초 자료를 바탕으로 데이터 10,000건의 데이터를 입력하고, 이에 따라 데이터 타입별 데이터 이동 주기를 분석한다.

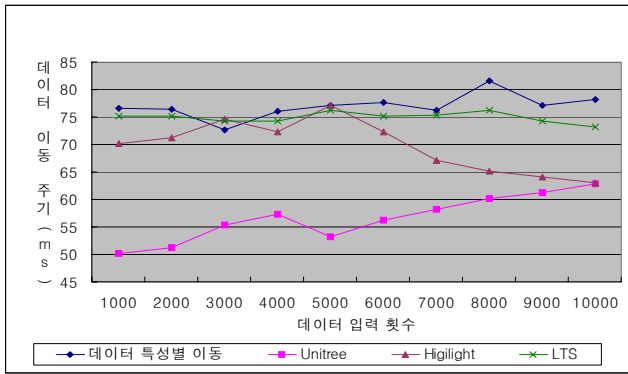
[그림 3]은 다양한 데이터에서의 저장장치로의 이동을 보여준다.



[그림 3] 다양한 데이터의 이동

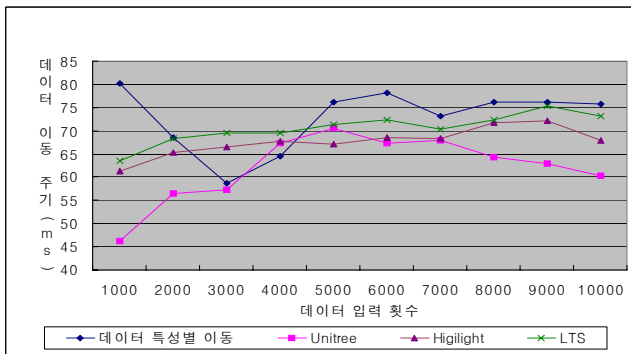
다양한 데이터가 존재할 때 데이터를 3차 저장장치로 이동할 경우, 데이터 특성을 고려한 데이터 이동 기법은 데이터의 주기성, 참조성, 참조율, 데이터 이동 주기 정보를 고려하여 데이터를 이동하기 때문에, 중요한 데이터는 3차 저장장치로 이동하지 않고 데이터를 계속 유지할 수 있다. 그러므로, Unitree, Highlight, LTS에 비하여 전체적으로 데이터 이동 주기가 상당히 긴 것을 볼 수 있다. 데이터양이 적을 경우에는 주기가 짧아지는 경우를 볼 수 있으나 데이터의 입출력에 대한 횟수가 누적되면서 데이터 이동에 대한 주기값이 다른 시스템에 비하여 점차 길어지는 것을 볼 수 있다.

[그림 4]는 일반데이터에서의 3차 저장장치로의 이동을 보여준다. 일반 데이터의 이동 기법에서도 데이터의 참조율, 참조시점, 데이터 이동 정보, 데이터 사용 주기를 고려하여 데이터를 이동하기 때문에 이러한 것을 고려하지 않는 기존시스템에서의 데이터 이동과는 달리 데이터의 입력에 따라 데이터의 이동 주기 값이 다른 시스템의 이동 주기보다 높게 나타남을 볼 수 있다.



[그림 4] 일반데이터의 이동

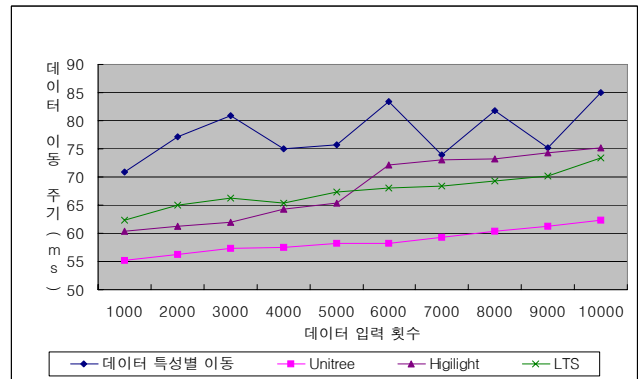
[그림 5]는 QoS 데이터에서의 3차 저장장치로의 이동을 보여준다. 멀티미디어 데이터는 시간이 지남에 따라 접근하지 않는 특성이 있다. 그러므로 데이터 이동 기법에 대하여 시간 주기와 사용 횟수를 데이터 이동에 사용하였다. 멀티미디어 데이터의 경우 데이터 크기가 다른 데이터에 비해 크기 때문에 한번 3차 저장장치로 이동된 데이터를 다시 디스크로 읽어올 경우 데이터 이동에 많은 시간이 걸리게 되는 단점이 있는데, 이를 보완하고자 요청된 데이터를 서비스할 경우에는 미리 데이터를 읽어오는 선인출 기법을 사용하였다. 데이터의 입력량이 증가할수록 Unitree보다는 이동 주기는 길고, Highlight와 LTS와는 이동 주기가 비슷하였다.



[그림 5] QoS 데이터의 이동

[그림 6]은 아카이브데이터에서의 3차 저장장치로의 이동을 보여준다. 기존의 계층적 저장장치 시스템과 데이터 특성을 이용한 데이터 이동 기법에서의 아카이브 데이터 이동은 그래프가 일정 주기를 가지고 움직이는 것을 볼 수 있다. 이것은 아카이브 데이터 이동시 데이터의 사용 주기 값을 고려하였기 때문에 일정 주기에 맞추어 데이터의 사용 시점이 되면 데이터는 다시 자기 디스크 장치로 이동되기 때문이다. 여기서 Unitree는 데이터 입력량에 상관없이 그래프가 거의 일정함을 볼 수 있고, Highlight와

LTS도 데이터 입력량에 따라 일정하게 그래프의 증가를 볼 수 있으며, 본 논문에서 제안한 그래프를 보면 데이터 기존의 시스템보다 데이터 이동 주기가 긴 것을 볼 수 있다.



[그림 6] 아카이브데이터의 이동

5. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 데이터 특성에 따라 데이터를 분류하고 각 데이터 타입에 따른 데이터 이동 기법을 제안하였다. 성능 실험 결과, 제안한 데이터 이동 기법을 사용하면 디스크와 3차 저장장치 사이에서의 데이터 이동 횟수가 줄어들을 볼 수 있었다. 향후 연구로는 네트워크 상에서의 데이터 이동을 위한 데이터 이동 스케줄링 방법에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] D. A. Ford, and J. Myllymaki, "A Log-Structured Organization for Tertiary Storage," Proceedings of the 12th International Conference on Data Engineering, p. 20-27, New Orleans, Louisiana, USA, February 1996.
- [2] B. C. Forney, A. C. Arpaci-Dusseau, and R. H. Arpaci-Dusseau, "Storage-Aware Caching: Revisiting Caching for Heterogeneous Storage Systems," Proceedings of the 1st International Conference on File and Storage Technology, pp. 61-74, Monterey, California, USA, January 2002.
- [3] D. A. Halem, and M. Yesha, "An Approximate Performance Model of a Unitree Mass Storage System," Proceedings of the 14th IEEE Symposium on Mass Storage Systems, pp. 210-224, Monterey, California, USA, September 1995.
- [4] B. K. Hillyer, and A. Silberschatz, "Storage Technology : Status, Issues and Opportunities," AT&T Bell Laboratories 600 Mountain Avenue Murry Hill, NJ 07974, June 25, 1996.
- [5] J. T. Kohl, C. Staelin, and M. Stonebraker, "HighLight: Using a Log-structured File System for Tertiary Storage Management", Proceedings of the Usenix Winter 1993 Technical Conference, pp. 435-448, San Diego, California USA, January 1993.