Ext4 파일 시스템 기반 대용량 멀티미디어 파일 고속 편집 저장 기법

정승완*, 고석영**, 서대화*
*경북대학교 전자전기컴퓨터학부
**LIG 넥스원
e-mail:tmdrod@ee.knu.ac.kr

A Fast Editing/Writing Technique of Large-sized Multimedia Files based on the Ext4 File System

Seung Wan Jung*, Seok Young Ko**, Dae Wha Seo*
*School of Electrical Eng. & Computer Science, Kyungpook National University
**LIG Nex1

요 약

멀티미디어 장치의 대중화로 인해 사용자는 고화질의 영상과 다양한 멀티미디어 응용 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다. 고화질의 미디어 컨텐츠는 대용량 파일의 형태로 저장된다. 대용량 파일의 필요한 부분만을 편집하여 재 저장하기 위해서는 새로운 기법이 요구된다. 현재의 리눅스 시스템에서는 편집된 파일의 내용을 새롭게 저장하는 방법을 사용하는데 미디어 컨텐츠와 같은 대용량 파일의 경우 많은 디스크 대역폭과 시간을 요구한다. 본 논문에서는 리눅스 Ext4 파일 시스템에서 범위 지정을 통한 고속 편집 저장 방법을 제안한다. 본 기법은 실제 데이터의 디스크 I/O 없이 메타데이터 편집만을 통해 대용량 멀티미디어 파일 편집 저장을 가능하게 한다.

1. 서론

디지털 기술의 발전과 디지털 캠코더, 디지털 TV와 같은 장비의 대중화로 인하여, 오늘날 누구나 쉽게 영상물을 촬영 및 녹화하고 디지털화 하여 저장할 수 있다. 특히 이런 장비들은 고화질의 미디어 컨텐츠를 제공하는데, 이는 대용량 파일로 저장된다. 영상 촬영 후 대용량 파일에서, 필요한 부분만을 편집, 저장하여 디지털 미디어 컨텐츠를 만들 수도 있다. 기존의 파일 시스템에서는 파일 편집 시 모든 파일의 내용을 메모리로 읽어 들여서, 저장 시 일괄저장을 한다. 그러므로 대용량 컨텐츠의 필요한 부분만을 편집하여 저장하기 위해서는 많은 시간과 디스크 대역폭이 소모된다. 따라서 대용량 미디어 파일의 효과적인 편집 기술이 필요하다. 본 논문에서는 리눅스 Ext4 파일 시스템에서 메타데이터 수정만을 통해 빠르고 효율적으로 대용량 멀티미디어 파일을 편집 저장할 수 있는 기법을 제안한다.

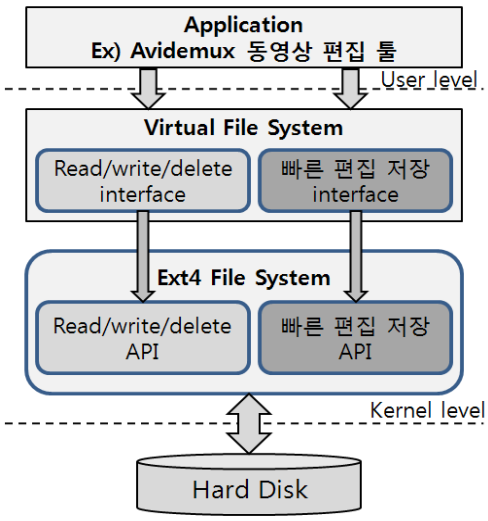
2. 관련 연구

Ext4 파일 시스템은 기존의 Ext2/Ext3 파일 시스템과는 다른 데이터 블록 지정방식을 가진다. Ext2/Ext3 파일 시스템은 파일에 속한 모든 데이터 블록을 아이노드에 기록하는 직접, 간접 포인터 지정방식이었다. 하지만 Ext4 파일 시스템에서는 파일의 데이터 영역이 속한 연속적인 디스크 공간의 시작 주소와 끝 주소만으로 표기하는 범위 지정방식을 사용한다. 그러나 Ext4 파일 시스템[1]에서 사용하는 파일의 편집, 저장 방식을 살펴보면, Ext2/Ext3 파일 시스템과 동일한 방식을 가진다. 모든 파일의 내용을 메모리로 읽어들여서 저장 시 일괄 저장하는 방식을 사용한다. 이러한 방식은 소규모 파일에 대해서는 알고리즘의 단순성을 생각해 볼 때 아주 적절한 방식이다. 그러나 고화질 멀티미디어 파일과 같은 대용량 파일에 대해 편집 후, 쓰기 연산에 대해서 많은 시간이 소요될 뿐 아니라 많은 디스크 대역폭을 소모한다[2].

실제적인 파일 데이터의 수정 없이 부가적인 메타데이터를 이용하여 파일을 편집하는 방식이 있다. 본 방식을 사용한 파일 시스템으로는 XPRESS(eXtendible Portable Reliable Embedded Storage System)[3]가 있다. 본 방식은 부가적인 메타 데이터를 필요로 하며, 부가적인 메타 데이터는 데이터 베이스로 관리한다. 파일의 범위를 나타내는 메타 데이터는 파일을 읽을 때, 파일의 어느 부분을 읽어야 한다는 것을 파일 오프셋(offset)값을 통해 지정한다. 그러므로 파일 편집 시 이러한 데이터 베이스에 저장된 파일의 범위를 나타내는 메타 데이터를 수정해 주면 실제 파일의 편집 없이 빠르게 편집을 할 수 있다. 하지만 이러한 방식은 파일 편집 후 사용가능한 디스크 용량이 늘지 않는 점과 XPRESS의 기반이 되는 Ext3 파일 시스템과 호환이 되지 않는다는 단점이 있다.

3. 제안기법

제안 기법의 전체 구조는 그림 1과 같다. 기존의 Ext4

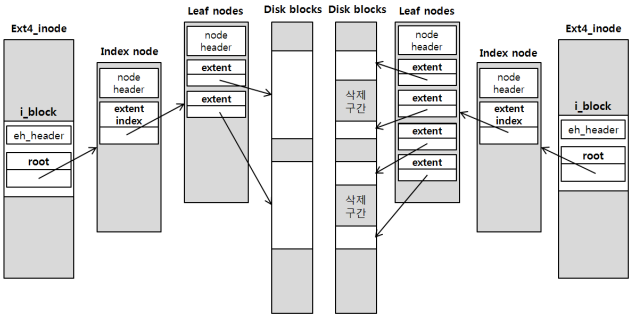


(그림 1) 제안 기법 전체 구조

파일 시스템 API에 빠른 편집 저장 API를 추가함으로써 제안기법을 구현할 수 있다. 이를 위해 Ext4 파일 시스템 내부에 대용량 멀티미디어 파일의 빠른 편집 저장을 지원하는 빠른 편집 저장 API를 구현해야한다. 또한 응용 프로그램에서 API를 불러 사용할 수 있도록 가상 파일 시스템에도 빠른 편집 저장 인터페이스를 추가하여야 한다.

빠른 편집 저장 API는 다음과 같은 형태를 가진다. *int fast_edit(unsigned int fd_src, struct EDIT_INFO *edit_info)*. fd_src는 편집할 파일의 파일 디스크립터이고, edit_info는 불필요한 부분을 삭제하고 저장할 구간의 시작 오프셋과 크기의 집합을 담고 있다. Avidemux[4]와 같은 동영상 편집 툴을 이용해 동영상의 필요한 부분만을 선택하여 편집 구간 정보를 만들어 빠른 편집 저장 API를 호출하면 동영상의 빠른 편집 저장이 가능하다.

빠른 편집 저장 API의 동작은 그림 2와 같다. 먼저, 편집 툴을 이용해 동영상 중 삭제할 영상 부분을 선택한다. 그리고 편집된 영상의 정보를 저장할 임시 아이노드를 생성한다. 임시 아이노드에서 파일 데이터의 연속적인 물리 주소를 적는 leaf node의 범위 필드에 편집 후 저장할 영역의 연속적인 물리 주소의 시작 값과 끝 값을 기록한다. 마지막으로 변경된 아이노드 정보를 원본 아이노드에 덮어쓴다.



(그림 2) 빠른 편집 저장 API 동작 과정

4. 제안기법 결과 예상

제안기법을 이용하여 동영상 편집 작업을 수행할 경우, 기존의 Ext4 편집 저장 방식에 비해 편집 저장 시간을 상당히 단축시킬 수 있다. 일반적으로 Ext4 파일 시스템의 평균 연속적인 데이터 쓰기 속도는 45Mbyte/s이다[1]. 이 경우 HD급 고화질 영상을 편집하여 1GB의 내용을 저장할 경우 약 25초 가량의 시간이 걸린다. 하지만 본 논문에서 제안하는 기법을 이용할 경우, 실제 데이터의 I/O없이 메타데이터만 수정하면 되므로 1초 이내의 시간만 소모될 것으로 예상한다.

또한, 파일 단편화로 인한 읽기 성능의 하락을 걱정할 수 있다. 하지만 각 데이터 블록이 작은 조각으로 단편화 난 것이 아니고 큰 조각으로 단편화되기 때문에 실제 HD급 동영상 재생 속도인 약 20Mbps를 만족 시킬 수 있다. Ext4의 평균 읽기 속도는 약 38Mbyte/s이다[1].

5. 결론

본 논문에서는 Ext4 파일 시스템에서 동영상 편집 툴과 연동하여 빠른 편집 저장을 제공할 수 있는 기법에 대해 간략히 설명하였다. 제안 기법은 기존의 파일 편집 저장 방식과는 달리 실제 데이터의 I/O 없이 메타 데이터 수정만을 통해 빠른 편집 저장이 가능하다. 따라서 편집하여 저장하고자 하는 파일의 크기에 상관없이 1초 미만의 시간만을 소모한다. 또한 제안 기법은 운영체제로 리눅스를 사용하는 디지털 TV에서 응용 프로그램과 연동하여 동작 가능하다.

참고문헌

[1] A. Mathur and etc., "The new ext4 filesystem: cururrent status and future plans," *Proceedings of Linux Symposium*, June 2007.

[2] T. Ts'o, "Planned extensions to the Linux Ext2/Ext3 file system," *Proc. of the 2002 USENIX Ann. Technical Conf.*, pp.235-243, 2002.

[3] Joo-Young Hwang, Jae-Kyoung Bae, Alexander Kirnasov, Min-Sung Jang and Ha-yeoung Kim, "A Reliable and Portable Multimedia File System," *Proceedings of the Linux Symposium*, July 2006.

[4] Avidemux, http://fixounet.free.fr/avidemux/.