

대용량 멀티미디어 파일에서 MPEG GOP 구조를 고려한 고속 편집저장 기법

고석영*, 정승완*, 남영진**, 서대화*

*경북대학교 전자전기컴퓨터학부

**대구대학교 컴퓨터·IT공학부

syko@ee.knu.ac.kr, tmdrod@ee.knu.ac.kr, yjnam@daegu.ac.kr, dwseo@ee.knu.ac.kr

A Fast Editing/Writing Technique for Large-scale Multimedia Files using GOP structure of MPEG

Seok Young Ko*, Seung Wan Jung*, Young Jin Nam**, Dae-Wha Seo*

*School of Electrical Eng. & Computer Science, Kyungpook National University

**School of Computer & Information Technology, Daegu University

요 약

디지털 영상 기술의 발전과 고속 인터넷의 성장은 고품질의 영상을 녹화하고 사용자간 영상 공유를 빠르게 할 수 있는 환경을 제공하였다. 일반적으로 녹화된 영상을 공유하기 이전에 불필요한 부분을 삭제하기 위해 동영상 편집 과정을 거치게 된다. 하지만 대용량의 영상을 편집한 뒤, 저장하는데 많은 시간이 소모된다. 이런 문제를 해결하기 위해 기존 연구 FWAE[1]에서는 내용 수정이 이루어지지 않는 영상 편집의 특징을 고려하여, 편집저장에서 가장 큰 시간을 차지하는 데이터 복사 과정을 데이터 블록 공유로 대체하는 고속 편집저장 기법을 제시했다. 하지만 제안 기법에서는 압축 영상에 대한 특징을 고려하지 않아 일부 프레임이 유실될 수 있는 문제가 있었다. 이에 본 논문에서는 압축 코덱으로 널리 사용되는 MPEG을 분석하여, FWAE 고속 편집저장에서 프레임 유실을 방지할 수 있는 개선 기법을 제안한다.

1. 서론

지난 몇 년간 비디오 카메라, 비디오 레코더(PVRs), 그리고 휴대형 멀티미디어 재생기(PMP)와 같은 멀티미디어 전자기기의 사용은 급속도로 성장하였다. 이와 같은 멀티미디어 기기는 주로 동영상과 같은 멀티미디어 파일을 저장하여 이용한다. 고품질 영상에 대한 요구의 증가로 최근 이와 같은 기기들은 고품질 영상을 제공하고 그에 따라 대용량 파일로 저장된다. 하지만 제한된 저장 공간으로 인해 약간의 화질 저하가 있더라도 파일 용량을 줄일 수 있는 MPEG[2]과 같은 압축 코덱이 흔히 사용된다.

비디오 카메라나 비디오 레코더와 같은 영상 촬영 기기로 촬영된 동영상은 일반적으로 불필요한 부분을 삭제하기 위해 편집 과정을 거치게 된다. 그런데 고품질의 원본 동영상은 일반적으로 대용량의 파일이기 때문에, 동영상 편집 시 많은 시간과 저장 공간 소모가 발생한다.

이런 문제점을 해결하기 위해, 기존에 제안된 FWAE[1] 기법에서는 원본 파일의 편집된 데이터 블록을 새로운 공간에 복사하지 않고, 저장 파일의 메타데이터를 이용해 해당 블록을 공유함으로써 편집 시간과 공간 소모를 급격히 줄일 수 있는 아이디어를 제안하였다. 하지만

기존 기법에서는 MPEG의 특징인 GOP 구조를 고려하지 않아 일부 프레임이 유실될 수 있는 문제점이 있었다. 이에 본 논문에서는 MPEG의 프레임 그룹 구조를 먼저 분석하고, 기존 FWAE 기법에서 프레임 유실을 방지할 수 있는 개선 기법을 제안한다.

2. 배경 지식 및 관련 연구

MPEG은 동영상을 부호화하는 일종의 규약이다. 부호화된 비디오 스트림은 I/P/B 세가지의 프레임들로 만들어진다. 키 프레임이라고도 불리는 I 프레임은 기존 이미지 파일 형식과 유사하며, P/B 프레임의 참조 프레임이 된다. P 프레임은 I 프레임과 비교하여 변화되는 부분만 저장하고, B 프레임은 전후의 I 또는 P 프레임과 비교하여 차이점을 저장한다. 따라서 영상의 변화가 적을수록 MPEG 코덱을 통한 압축율은 높아진다. 보통 I 프레임을 기준으로 하여, GOP(Group of Pictures) 구조라 불리는 프레임 그룹을 그림 1과 같이 형성한다. 각 GOP는 GOP 헤더, 하나의 I 프레임, 그리고 P/B 프레임들로 구성되어 그룹 단위로 관리된다. MPEG 비디오 스트림을 단순하게 생각하면 GOP의 연속이며, 그 외에 동영상 파일의 정보를 나타내는 시퀀스 헤더가 비디오 스트림 시작과 중간에 위치할 수 있다.

■ 본 연구는 2009년도 경북대학교 BK21사업과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2009-C1090-0902-0045)

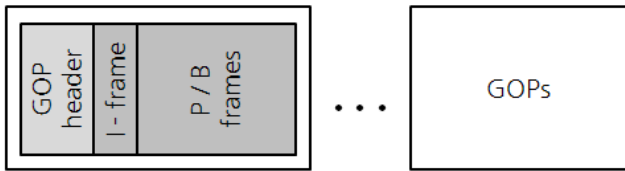
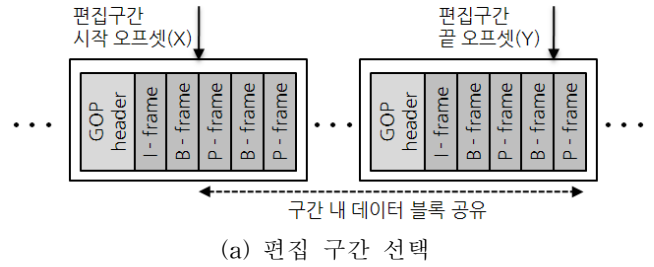


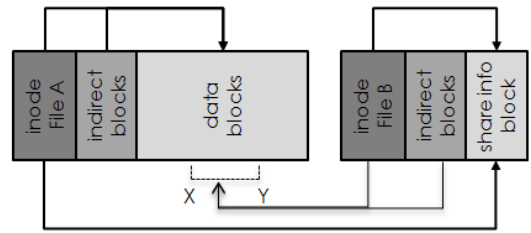
그림 1. MPEG GOPs

리눅스 운영체제에서 널리 사용되는 디스크 파일 시스템은 Ext2/3[3]이다. Ext2에서 하나의 파일은 아이노드와 간접블록과 같은 메타데이터와 실제 데이터가 담긴 데이터 블록으로 구성된다. 메타데이터에서는 파일 데이터가 담긴 블록들의 물리 주소 정보와 그 외 파일의 전반적인 정보들을 담고 있다.

이전 선행 연구에서는 Ext2 파일 시스템의 특징을 이용하여 동영상을 고속으로 편집저장 할 수 있는 FWAE[1] 기법을 제안하였다. Ext2에서는 파일의 메타데이터에 담긴 데이터 블록 주소들을 임의로 수정하여, 원하는 파일의 데이터 블록들을 공유할 수 있다. 이런 특징을 이용하여 원본 동영상 파일에서 편집 구간을 선택한 뒤, 해당 구간의 데이터 블록 주소들을 저장 파일의 메타데이터에 기록하여 공유하였다. 그리고 공유 상태 정보는 따로 저장하여, 이후 관련 파일 삭제 시에 참고하여 공유 되지 않은 데이터 블록만 선별하여 삭제할 수 있도록 하였다. 기존 Ext2에서 해당 데이터를 새로운 공간에 기록하는 방식에 비해, 제안 기법은 데이터 블록을 공유함으로써 대부분의 데이터 I/O가 줄어든다. 이로 인해 편집저장 시간이 급격히 줄어드는 효과를 가져왔다. 하지만 제안한 FWAE 기법에서는 MPEG의 GOP 구조를 고려하지 않아, 일부 프레임이 유실될 수 있는 문제점이 있다. 예를 들어, 그림 2.(a)에서 편집구간의 시작과 끝 오프셋을 각각 설정한 뒤, 그림 2.(b)에서는 FWAE 기법으로 메타데이터를 통해 편집 구간의 데이터 블록을 공유한 상태를 보여준다. 먼저 시작 오프셋을 보면 GOP의 중간에 위치해 있다. 오프셋 이전의 GOP 헤더와 I 프레임이 포함되지 않으면 해당 그룹의 모든 프레임은 유실되게 된다. 그 이유는 각 GOP에서 P/B 프레임은 I 프레임을 참조하기 때문이다. 예를 들어, 초당 30 프레임 동영상에 GOP가 15 프레임으로 구성되어 있다면, 프레임 유실로 최대 0.5초간의 영상이 삭제될 수 있다. 다음으로 끝 오프셋을 보면 마지막에 B 프레임이 위치하고 있다. B 프레임은 전후에 I 또는 P 프레임을 참조하기 때문에, 뒤에 참조할 수 있는 프레임이 없다면 프레임 영상이 깨지는 문제가 발생한다. 이런 문제점들을 해결하려면 영상 편집저장 시에 GOP 구조를 고려하여 수행해야 한다.



(a) 편집 구간 선택

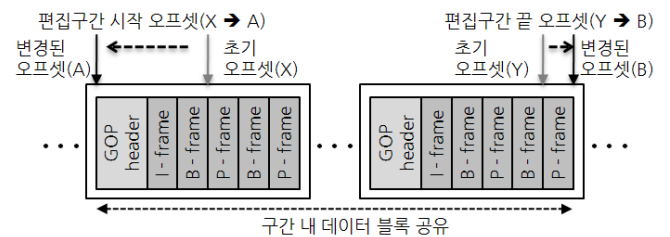


(b) 선택된 편집 구간의 데이터 블록 공유

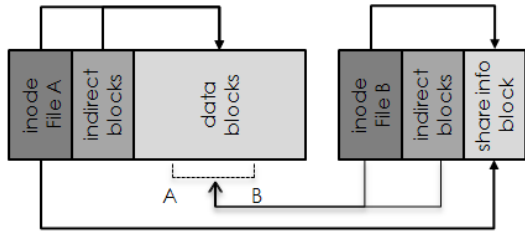
그림 2. 기존 FWAE 기법

3. 제안기법

본 논문에서는 이전 FWAE 기법을 개선하여 MPEG GOP 구조를 고려한 고속 편집저장 기법을 제안한다. 제안 기법은 알고리즘에 따라 두 가지 방법이 있는데, 먼저 편집 구간 재설정 기법에 대해 설명한다. 그림 3.(a)과 같이 편집 구간이 GOP 중간에서 시작되어 P 또는 B 프레임이 참조하는 I 프레임이 빠지게 되면, 해당 GOP의 전체 프레임이 유실된다. 이를 방지하기 위해 편집 구간의 시작 오프셋을 해당 GOP의 시작점으로 재설정하여, I 프레임과 GOP 헤더까지 모두 포함시키도록 한다. 그리고 편집 구간의 마지막에 B 프레임이 위치할 경우에는 뒤에 I 또는 P 참조 프레임을 추가로 포함시키도록 편집 구간의 끝 오프셋을 재설정한다. 편집 구간을 재설정 한 뒤, 구간에 해당하는 데이터 블록들을 그림 3.(b)와 같이 기존 FWAE 기법으로 공유하면 된다. 이 기법은 단순히 편집 구간만을 적절히 조절하면 되기 때문에, 알고리즘이 단순하여 실제 구현이 쉽다는 것이 장점이다. 하지만 편집 구간 재설정으로 사용자가 원하지 않는 프레임까지 편집 대상에 포함된다는 단점이 있다.



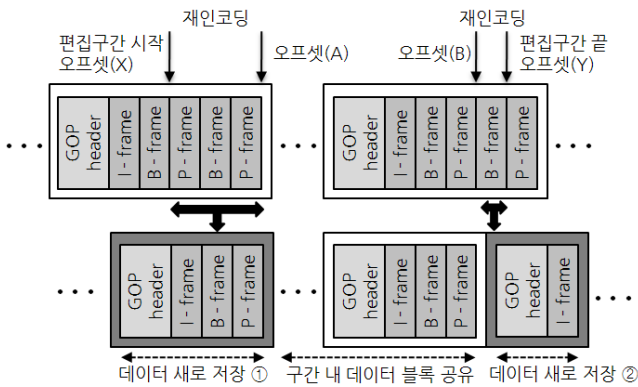
(a) 편집 구간 재설정



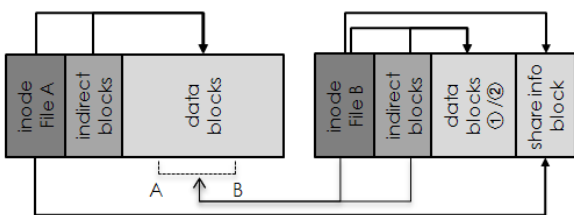
(b) 변경된 편집 구간의 데이터 블록 공유

그림 3. 편집 구간 재설정 기법

다음으로 제안하는 기법은 MPEG 인코더를 이용하여 유실될 수 있는 프레임들을 묶어 새로운 GOP로 재인코딩하는 것이다. 먼저 편집 구간에서 유실될 수 있는 프레임들을 각각 따로 떼어서 그림 4.(a)와 같이 새로운 GOP로 인코딩한다. 재인코딩을 통해 생성된 데이터①/②를 그림 4.(b)와 같이 편집 파일에 저장하고, 그 외 편집 구간의 데이터 블록들은 공유하도록 한다. 기존 FWAE의 편집 파일에서는 아이노드, 간접블록, 그리고 공유 상태 정보와 같은 메타데이터로만 이루어졌으나, 이 기법을 사용하게 되면 데이터 블록이 새롭게 추가된다. 추가된 데이터 블록에 대한 정보를 공유 상태 정보에 추가하여, 이후 파일 삭제 시 관련 데이터 블록을 적절히 삭제할 수 있도록 해야 한다. 이 기법은 앞의 편집 구간 재설정 방식과 달리 사용자가 원하는 프레임만 편집 파일에 포함시킬 수 있다는 장점이 있다. 그러나 따로 MPEG 인코더와 연계해서 동작시켜야 하고 기존 FWAE에 새로운 알고리즘을 추가해야 하기 때문에 구현이 쉽지 않다는 단점이 있다.



(a) 재인코딩



(b) 데이터 블록 공유와 재인코딩 데이터의 저장

그림 4. 재인코딩 기법

4. 결론

본 논문에서는 먼저 대용량 동영상 파일의 고속 편집 저장을 가능하게 하는 기존 FWAE 기법을 설명하였다. 그리고 이 기법에서 발생할 수 있는 프레임 유실 문제를 언급하고, 이를 해결하는 개선 기법을 제안하였다. 제안 기법에서는 MPEG GOP 구조를 고려하여, 편집 구간을 재설정 하거나 문제가 될 수 있는 프레임들을 새로운 GOP로 재인코딩하여 프레임 유실을 방지하였다. 개발자는 두 기법의 장단점을 고려하여 적절한 기법을 응용할 수 있을 것이다.

향후 제안 기법을 기존에 구현된 FWAE 기법에 포함시켜 실제로 구현 할 계획이다.

참고문헌

- [1] 고석영, 정승완, 남영진, 서대화, “대용량 멀티미디어 파일 고속 편집저장 지원 리눅스 Ext2 파일 시스템 구현”, 한국정보과학회 학술심포지움 논문집, 제 2권, 제 2호, 2008.
- [2] J. L. Mitchell, W. B. Pennebaker, C. E. Fogg, and D. J. LeGall,, *MPEG Video Compression Standard*, Chapman and Hall, 1997.
- [3] D. Bovet, M. Cesati, *Understanding the LINUX KERNEL*. 3rd edition, O'Reilly, 2006.