

# 비선형 MPEG-2 편집 시스템의 구현

장광훈, 김진호, 장호욱  
한국전자통신연구원 가상현실연구센터  
e-mail : [khjang@etri.re.kr](mailto:khjang@etri.re.kr)

## Implementation of a Nonlinear MPEG-2 Editing System

Kwang-Whoon Chang\*, Jin-Ho Kim\*, Ho-Wook Jang\*  
\*ETRI

### 요 약

본 논문에서는 한국전자통신연구원 VR 연구센터에서 개발한 비선형 MPEG-2 편집 시스템인 “솔거 (Solger2001)”를 소개한다. 솔거는 PC 환경에서 MPEG-2 스트림 데이터를 편집할 수 있는 통합형 비선형 편집기로, MS 사의 DirectShow 기반의 서브모듈(sub-module)로 개발된 여러 필터들을 기반으로 다양한 시각/음향효과 처리를 제공한다. 이외에도 코덱의 속도를 높이기 위하여 Intel 의 MMX 기술을 적용하였다. 솔거의 특징은 시스템의 구성 가격을 낮추기 위하여 하드웨어 부가 장치 없이 모든 하부 모듈을 소프트웨어만으로 구성하였으며, DirectShow 필터를 기반으로 개발하여 시스템의 확장성과 이식성을 높였다.

### 1. 서론

2001년에 지상파 디지털 TV 방송의 본방송이 시작될 예정이다. 디지털 TV가 가지고 있는 최대의 장점은 고화질과高音질일 것이다. 이 고화질을 담고 있는 영상의 규격은 MPEG-2이다. 디지털 TV 방송을 위하여 콘텐츠를 제작하는 전문 제작진이나 집에서 방송되는 디지털 TV의 콘텐츠를 컴퓨터로 캡처한 후에 자신만의 콘텐츠를 재창조하기 위하여 필요한 기술이 MPEG-2 스트림 편집기술이다. 이러한 용도의 편집기 시스템으로는 Premiere, MCXpress, MediaWave, Media Studio Pro 등의 탁상형 편집도구들이 발표되었다. 하지만 이러한 편집도구들은 비압축 데이터의 편집 기능만을 갖는 것으로 MPEG-2 파일 형식을 지원하지 않고 있다. 또한 기존에 발표된 일부 MPEG-2 편집기는 기본적인 편집기능과 타이틀 삽입 기능만을 제공함으로써[1][2], 사용자의 다양한 편집욕구를 만족하지 못하고 있는 실정이다.

본 논문에서 소개하는 솔거는 비선형 MPEG-2 편집 시스템으로써, 압축영역에서 직접 편집하면서 공간영역에서 다양한 시각적 효과를 줄 수 있다. 솔거는 하드웨어 지원 없이 소프트웨어로만 편집 시스템을 개발하였기 때문에 압축과 복원시 처리시간이 긴 단점이 있으나, 이를 줄이기 위해 압축된 상태에서 대부분의 편집이 이루어 지도록 보완하였다. 즉 편집시 클

립의 경계부분만 복원 후 편집이 이루어지고 이를 다시 압축하는 방법을 사용함으로써 압축 및 복원 시간을 크게 줄일 수 있다. 솔거의 또 다른 특징은 Microsoft 사의 DirectShow 기반의 필터로 구성되었다는 점이다. DirectShow 기술은 재생 속도를 향상할 뿐 아니라 개별적으로 개발된 여러 필터들을 쉽게 첨가할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 DirectShow에서 기본으로 제공하는 필터의 종류가 제한되어 있어, 자체적으로 MPEG-2 코덱 필터와 다양한 특수효과, 전환효과, 페인팅, 타이틀 및 오디오 효과 등의 여러 가지 종류의 필터들을 개발하여 이를 통합하였다. 특히 MPEG-2 코덱과 편집을 위한 필터의 배열은 압축영역에서 편집기능을 수행함으로써 계산속도의 감소와 압축과 복원시 발생하는 화질열화 등을 막을 수 있다. 또한 솔거에서는 사용자의 편집 과정 중에는 실제 데이터 대신 클립의 정보만을 추가, 삭제, 또는 갱신함으로써 데이터 처리시간을 줄이고, 미리보기나 파일로 저장시에 이 편집 테이블을 참조하여 실제 데이터를 가져와 처리한다.

본 논문의 2 장에서는 압축영역에서의 비선형 편집에 대하여 살펴보고, 3 장은 솔거의 전체적인 구성에 대하여 언급하고, 4 장은 솔거를 위하여 개발된 DirectShow 기반 필터들을 살펴본다. 마지막으로 5 장에서는 솔거의 개선점 및 향후 개발계획에 대해서 논하고자 한다.

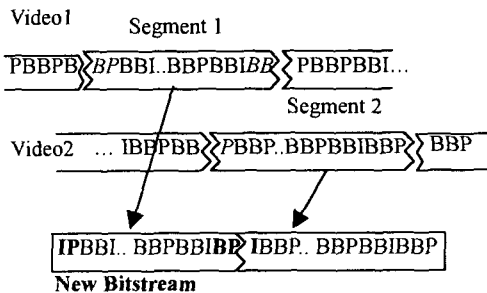
## 2. 압축영역에서의 비선형 편집

기존의 편집방식처럼 2개의 모니터를 이용하여 편집하는 선형편집에 비교해서 비선형 편집은 사용자에게 쉽게 원하는 임의의 위치에 접근하고, 원하는 부분만 편집할 수 있도록 하는 장점이 있다[3]. 일반적으로 비디오 편집은 많은 양의 데이터를 처리하여야 한다. 예로 704 x 480 해상도를 갖는 10분 길이의 MPEG-2 비디오 데이터인 경우 18G byte 이상이지만, 5Mbps로 압축하게 되면 357M byte로 줄어든다. 이것은 비디오 편집 시스템이 왜 압축영역에서 다루어져야 하는가에 대한 분명한 근거이다.

압축영역에서 비디오를 편집하는 방법에는 일반적으로 2가지 종류가 있다. 첫째는 단순히 저장공간을 줄이기 위해서 압축된 데이터를 사용하는 방법이다. 이 방법의 편집은 비디오 데이터를 복원하기 위해 먼저 디코딩이 이루어지고, 그 후에 비디오 데이터의 편집이 이루어진다. 그리고 이러한 편집결과를 다시 저장하기 위해서 재인코딩 과정을 수행하여야 한다. 그러나 이 방법은 연속적인 디코딩과 인코딩 과정 때문에, 추가적인 계산시간과 화질저하를 갖는 단점이 있다. 두번째 방법으로 디코딩없이 압축된 데이터를 직접 편집하는 방법이 있다. 그러나 현재의 기술로는 다양한 효과들을 압축영역에서 완벽하게 수행할 수 없다. 따라서 솔거에서는 자르기와 붙이기 등 기본적인 편집명령은 압축영역에서 직접 데이터를 편집하고, 오디오/비디오 효과 처리는 데이터를 디코딩한 후 효과가 이루어 지도록 구성하였다.

MPEG-2 비디오 데이터는 시간적으로 연속적인 이미지의 흐름이 아니기 때문에 압축영역에서의 단순한 편집만으로는 올바른 결과를 기대할 수 없다. MPEG2 데이터는 전송순서와 출력순서가 다른 3 종류의 프레임으로 구성되어 있기 때문에 기본적인 편집이라고 하더라도 부분적인 디코딩과 인코딩 과정이 필요하다.

그림 1. 압축영역에서 MPEG-2 스트림의 편집 즉, 클립의 경계부분에서는 프레임의 종류를 변환시키기 위한 디코딩과 재인코딩 과정이 필요하게 된다



-- *Italic*: 타입변환 필요  
 -- **Bold**: 재 인코딩된 프레임

다[4][5][6]. 그림 1은 MPEG-2 비디오의 편집시 경계부분의 종류의 변화를 나타낸 예이다.

## 3. 솔거 시스템의 구성

솔거 시스템의 모듈별 주요 기능은 다음과 같다

### 3-1. 통합 사용자 인터페이스

사용자가 효율적으로 MPEG-2 데이터를 편집, 제작할 수 있는 GUI를 제공하기 위해 각 기능에 따른 4개의 윈도우인 프로젝트, 편집, 미리보기 및 선택 윈도우로 구성된다. 프로젝트 윈도우에서는 편집의 소스가 되는 비디오, 오디오, 특수효과, 전환효과, 음향효과, 타이틀, 페인팅 등의 클립들을 등록하고 관리한다. 편집윈도우는 실제 편집 작업을 수행하는 윈도우로 프로젝트 윈도우에서 제공하는 소스 클립들을 가져와 시간선상의 편집라인에서 삽입, 자르기, 붙이기, 복사, 지우기, 크기 조정, 이동등과 같은 편집기능 등을 수행하며 편집명령에 따라 클립의 위치와 크기 등이 변하게 된다. 미리보기 윈도우는 편집 결과를 보여주는 기본적인 재생기능을 제공한다. 선택윈도우는 편집과정 중에 임의의 프레임들을 정확히 선택할 수 있도록 도와주는 윈도우이다.

그림 3은 각각의 기능을 보여주는 구현된 솔거시스템의 GUI이다.

### 3-2. 파일 입출력부

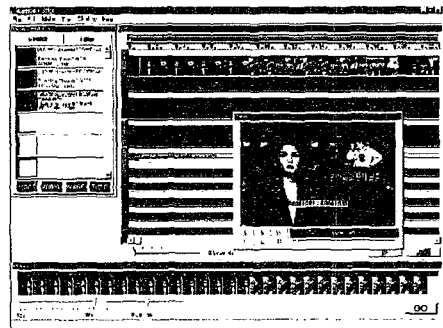


그림 3. 솔거의 사용자 인터페이스

편집의 소스가 되는 MPEG-2 비디오/오디오 파일을 읽어 들이고, 비디오 파일에 타이틀링 및 페인팅 처리를 하기 위한 타이틀 파일과 비트맵 파일을 읽어 들인다.

### 3-3. 디코더 처리부

솔거의 비디오 디코더는 4:2:0 포맷의 720 x 480까지의 MPEG-2 스트림 데이터를 처리할 수 있으며, 오디오 디코더는 MPEG-1 계층 1, 2, 3 데이터를 처리 RGB 형태로 바뀌며, 오디오 데이터는 Wave 형태로 변환된다.

슬거를 위한 디코더는 파일 전체에 대한 디코딩 처리 외에도, 효과가 적용되는 파일내 일부에 대한 디코딩 처리 능력이 요구되는데, 이것은 MakeMovie의 실행시 클립의 경계부분과 효과가 적용되는 부분에만 디코딩하여 다시 인코딩하고, 나머지 부분은 압축된 데이터를 그대로 가져와 합치기 때문이다.

### 3-4. 편집 및 효과 처리부

프로젝트 윈도우내 클립들을 편집 윈도우로의 드래그(Drag), 잘라내기(Cut), 복사(Copy), 붙여넣기(Paste), 지우기>Delete), 분리(Split), 이동(Move) 등의 편집 작업과 시각효과, 전환효과, 음향효과 등의 적용 등으로 구성되어 있다.

편집 작업은 편집 메뉴의 선택이나 클립 선택후 오른쪽 마우스를 누를 때 나타나는 팝업 메뉴의 선택으로 수행되며 효과의 적용은 프로젝트 윈도우에서 효과 클립을 가져와 적용하고자 하는 비디오 및 오디오 클립 위치에 놓음으로써 적용된다.

또한 편집 과정 중에는 디코딩/인코딩에 걸리는 시간을 줄이기 위하여 실제 영상 데이터를 편집하는 것이 아니라, 표 1과 같이 내부적으로 정의한 편집 테이블의 데이터를 편집하게 되며 실제 데이터는 편집 작업중이나 편집 작업이 모두 끝난 후 미리보기나 MakeMovie 시에 실제로 사용된다.

Clip ID
Number of Track
Track Start
Track End
Clip Type
Path Name
Source Position Start
Source Position End
Storage
Applied Clip ID
Option

표 1. 편집 테이블의 구조

### 3-5. 인코더 처리부

MakeMovie 실행시 압축된 데이터, 편집 과정에서 잘려진 경계부분과 효과가 적용된 RGB 형태의 비디오 데이터와 Wave 형태의 오디오 데이터를 조합하여 MPEG-2 형식으로 압축하고, 비디오와 오디오 데이터 간의 동기를 맞추어 MPEG-2 스트림 파일을 만든다. 세부 모듈의 구성은 MPEG-2 비디오 인코더, MPEG 오디오 인코더, MPEG-2 다중화부, 파일 저장 필터로 되어 있다

### 3-6. 미리보기

편집 작업중이나 편집이 끝난 후 에디터 윈도우의 편집 트랙에 배치되어 있는 클립들의 시간 축상 순서에 따라, 편집 테이블의 내용을 참조하여 소스 및 효

과 필터들을 연결하여 사용자가 편집한 내용을 디스 플레이 한다. 이때는 모든 MPEG-2 비디오/오디오 스트림을 디코딩해야 하며, 이 데이터들을 다시 인코딩할 필요는 없다.

### 3-7. MakeMovie

미리보기와 마찬가지로 에디터 윈도우의 편집 트랙에 배치되어 있는 클립들의 시간 축상 순서에 따라, 편집 테이블을 참조하여, 소스 및 효과 필터들을 연결하여 사용자가 편집한 결과를 MPEG-2 파일로 만든다. 이때 모든 MPEG-2 비디오/오디오 스트림을 디코딩할 필요는 없으며, 효과가 적용되는 부분과 편집과정에서 잘려진 경계 부분의 데이터들만 디코딩한후 다시 인코딩하여 나머지는 압축된 데이터를 그대로 이용한다.

### 3-8. 기타

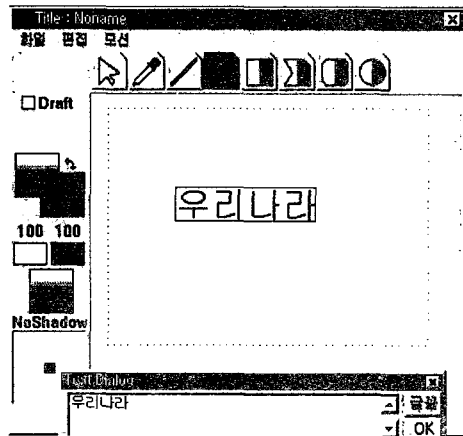


그림 4. 타이틀링 도구



그림 5. 타이틀이 적용된 비디오 클립  
타이틀 및 이미지를 자체 제작할 수 있는 타이틀링 도구와 페인팅 도구를 구현하였으며[7][8], 이를 슬거의 메뉴 선택으로 실행할 수 있다. 아래 그림 4 와

그림 5는 타이틀링 도구와 비디오 클립에 타이틀이 적용되어 재생되는 모습을 각각 나타낸다

#### 4. DirectShow 기반 필터

슬거를 위하여 개발된 필터들은 DirectMedia5.2 버전에서 제공하는 SDK를 사용하여 개발하였다. 개발된 필터를 이해하기 위해 필터의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 우선 필터는 기본적으로 자신의 GUID(Global Unique Identifier)를 가진 COM(Component Object Model)이다[9][10]. 또한 각 필터들은 한 개 또는 그 이상의 입출력 핀을 가지며, 이 핀을 통해서 다음 핀에서 데이터와 그 밖의 정보를 전송하는 특징을 가지고 있다. 그리고 DirectShow 기반의 필터들은 3가지 종류의 필터로 분류되는데 소스(source) 필터, 변형(transform)필터, 묘사(renderer) 필터이다.

소스필터는 파일, 네트워크 또는 다른 미디어에서 실제 데이터를 읽는 책임이 있고, 변형필터는 입력 핀에서 데이터를 받아 변형하여 다시 출력핀에 전달하는 역할을 한다. 그리고 마지막으로 묘사필터는 입력 핀으로부터 데이터를 받아 화면에 출력하거나 저장매체에 저장하는 역할을 한다[11]. 그림 6은 DirectShow 구조의 필터들의 개념도이다.

Microsoft사에서 제공되는 필터들이 제한되어 있기 때문에 슬거를 위해 MPEG-2 디코더와 인코더, 그리고 다양한 효과 필터들을 개발하여 첨가하였다. 또한 MPEG2 파일을 읽기 위하여 DirectShow에서 제공하는 Source (Async.) 필터를 사용하였다.

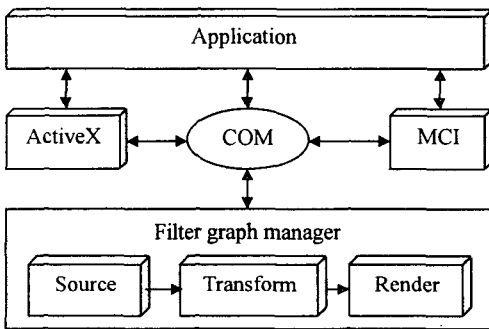


그림 6. DirectShow 구조

MPEG-2 디코더 필터는 변형필터의 형식으로 개발하였으며, 시각 특수효과, 전환효과, 음향효과, 타이틀, 페인팅 및 오디오 효과 필터들도 프로퍼티페이지(PropertyPages)를 갖는 변형필터 형식으로 개발하였다. 각각의 필터들의 프로퍼티페이지의 옵션값들을 조절함으로써 다양한 효과와 효과 적용시간을 주도록 하였다. 그리고 MPEG-2 인코더 필터, 파일 저장 필터, 화면출력 필터 등은 변역필터의 형식으로 개발되었다. 아래는 슬거를 위하여 개발한 필터들의 목록이다.

- MPEG-2 Decoder : MPEG-2 Demultiplexer, MPEG-2 Video Decoder

- MPEG-2 Encoder : MPEG-2 Video Encoder, MP3 Encoder, MPEG-2 Multiplexer, File Writer
- 시각효과 : Black & White, Blur, Brightness & Contrast, CameraBlur, Clip, Crop, Color Balance, Color Offset, Color Pass, Color Replace, Contour, Crop, Despeckle, Diffuse, Displace, Emboss, Extract, Facet, Fade, Film Mark, Flip, Gamma Correction, Ghosting, Halftone, Hue&Saturation, Image pan, Mezzotint, Rotate, Sharpen, Shear, Solarize, Tile, Tint, Zigzag
- 전환효과 : Iris, Push, Stretch, Peel, Band, Dissolve, Wipe
- 음향효과 : Fade, Reverb, Volume, Silent, Chorus, Reverb, Echo, Invert, Modulate, Offset
- 기타 : Title, Painting

#### 5. 2000년 슬거 Upgrade

슬거는 타임라인 방식의 비선형 편집기로서, 편집, 영상 합성, 페인팅, 음향 편집, 타이틀 제작 등 다양한 기능을 하나의 GUI로 구성할 수 있도록 개발하였다. 현재 슬거의 개선된 점은 이전 버전에는 없었던 Undo 기능을 구현하였으며, 처리가능한 데이터 형식이 제한적인 단점을 극복하고자 디지털 캠코더에서 IEEE-1394 인터페이스를 통해서 PC에 저장되고 있는 동영상 포맷인 AVI를 지원하도록 하기 위하여 파일 변환기를 구현하였다. 또한 codec의 처리 속도 개선을 위하여 일부 루틴을 MMX화 하였다.

그리고 실시간 편집을 위하여 하드웨어 플랫폼에 이식하는 작업도 추진 중에 있다. 또한 향후 추진 계획으로는 구간 및 객체의 자동적인 검색, 멀티 미디어 데이터 베이스를 이용하여 종합적인 콘텐츠 관리 기술과 연계시킬 계획이다. 그래서 최종적으로 종합적인 비선형 디지털 스튜디오 제작 시스템으로 만들어갈 계획이다.

#### 참고문헌

- [1] J. Meng and S.-F. Chang. (1996), "Tools for Compressed-Domain Video Indexing and Editing," *SPIE Conference on Storage and Retrieval for Image and Video Database*, vol. 2670, San Jose, California.
- [2] J. Meng and S.-F. Chang. (1996), "CVEPS-A Compressed Video Editing and Parsing System," *ACM Multimedia 96 Conference Boston*.
- [3] *ISO-IEC13812-1/ISO-IEC13812-2/ISO-IEC13812-3 International Standards*
- [4] 김기혁, 구덕희, 김영식 "DirectShow를 이용한 비디오 자막 편집 프로그램의 설계 및 구현", HCI '99 학술대회, pp 328-330
- [5] 박운규, 구덕희, 김영식, "탁상형 디지털 스튜디오를 위한 2 차원 페인팅 도구상자의 설계 및 구현", HCI '99 학술대회, pp 789-796
- [6] Web. (1998), "DirectX Media SDK Online Documents", <http://www.microsoft.com/directx/dxm>