

# MPEG-2 전송 스트림 프로토콜을 이용한 MPEG-4 데이터의 전송

(Carriage of MPEG-4 over MPEG-2 Transport Stream Protocol)

안상우\*, 최진수, 김용석, 김문철

Sang-Woo Ahn\*, Jin Soo Choi, Yongsuk Kim, and Munchurl Kim

한국전자통신연구원 방송미디어연구부

Broadcasting Media Technology Department, Electronics and Telecommunications Research Institute

## 요약

본 논문에서는 MPEG-4 데이터를 MPEG-2 A/V 스트림에 효율적으로 삽입하기 위한 방안을 제안한다. 제안된 방법은 mp4 파일로부터 MPEG-4 객체인 IOD(InitialObjectDescriptor), OD(Object Descriptor), BIFS(Binary Format for Scene) 및 미디어 데이터를 추출해 낸 후, MPEG-2 TS 프로토콜을 이용하여 사용자가 원하는 시간에 MPEG-4 데이터를 재생할 수 있도록 MPEG-2 A/V 스트림과 동기화하여 전송하는 기술이다.

## Abstract

We propose a method of the efficient injection of the MPEG-4 data into MPEG-2 A/V stream. The proposed method is to transmit MPEG-4 data synchronized with MPEG-2 A/V stream using MPEG-2 Transport Stream Protocol so that the user can decode MPEG-4 data on time at the client side, after extracting IOD(InitialObjectDescriptor), OD(Object Descriptor), BIFS(Binary Format for Scene) and media data from mp4 file.

주요 검색어 : MPEG-4, mp4, MPEG-2, TS, Injection, Streaming, Interactive, 스트리밍, 대화형

## I. 서론

객체 단위로 콘텐츠를 부호화하고 처리하는 MPEG-4는 대화형 방송에서 사용자의 다양한 요구를 수용하기에 알맞은 구조를 가지고 있다. MPEG-4의 이러한 특성은 방송 환경에서 부가 정보 전송을 위해 활용될 수 있다. MPEG-4 콘텐츠가 방송환경에서 활용되기 위해서는 디지털 방송의 전송 표준인 MPEG-2 Systems 규격[1]에 따라 MPEG-2 TS(Transport Stream)로 패킷화되어야 한다. MPEG-4 콘텐츠

를 MPEG-2 TS로 전송하기 위한 ‘MPEG-4 over MPEG-2 TS’ 규격[4]이 MPEG-2 Systems 규격에 정의되어 있다. 그러나 MPEG-4 콘텐츠를 MPEG-2 A/V(Audio/Video) 데이터와 동기화하여 전송하기 위해서는 여러 가지 제약 조건이 따른다. MPEG-2 Systems 규격과 마찬가지로 MPEG-4 Systems 규격[2][3]도 자체의 클럭 참조 값을 가지고 있으며 이 참조 값은 객체에 따라 서로 다른 값을 가질 수 있다. 이러한 이유로 MPEG-2 A/V 스트림과의 동기화를 위해서는 MPEG-4의 모든 클럭 참조 값이 MPEG-

2 PCR(Program Clock Reference)과 동기가 이루어져야 한다. 또한 한정된 대역폭 내에서 MPEG-4 데이터를 동기화하여 삽입하기 위해서는 데이터 전송 우선 순위 및 삽입 위치를 효과적으로 제어하는 기술이 필요하다.

본 논문에서는 MPEG-4 데이터를 MPEG-2 TS 로 전송하기 위해서 효율적으로 MPEG-4 데이터를 삽입하기 위한 방안을 제안한다. 제안하는 기술은 MPEG-4 데이터의 저장, 편집 및 스트리밍이 가능하도록 지원하는 mp4 파일[5]을 MPEG-4 객체인 IOD(Initial Object Descriptor), OD(Object Descriptor), BIFS(Binary Format for Scene) 및 미디어 데이터로 추출한 후, MPEG-2 TS 프로토콜을 이용하여 사용자가 원하는 시간에 MPEG-4 데이터를 재생할 수 있도록 MPEG-2 A/V 스트림과 동기화 하여 전송하는 기술이다. 본 논문에서는 MPEG-4 데이터를 MPEG-2 TS 로 전송하기 위한 규격으로 ISO/IEC 13818-1 Amd.7[4]을 이용하였다. 본 논문의 II 장에서는 MPEG-4 over MPEG-2 기술의 개요 및 MPEG-4 데이터를 패킷화하여 MPEG-2 A/V 스트림에 삽입하는 방법을 제안하였다. III 장에서는 제안한 방법에 의한 실험 및 분석 결과를 기술하였다.

## II. MPEG-2 TS 를 이용한 MPEG-4 데이터의 전송

### 1. MPEG-4 over MPEG-2 TS 규격

차세대 대화형 디지털 방송에 있어서 객체 단위의 처리가 가능한 MPEG-4 의 활용 가능성은 매우 높다. 그러나 MPEG-4 규격에서는 특정한 전송 프로토콜을 규정하지 않기 때문에 방송 환경에서 MPEG-4 데이터를 전송하기 위해서는 MPEG-2 TS 를 이용하여야 한다. MPEG-4 over MPEG-2 TS 규격인 ISO/IEC

13818-1 Amd.7 은 MPEG-2 및 MPEG-4 Systems 규격에 대해 순방향 호환성을 유지하면서 MPEG-4 데이터를 전송하기 위한 방법을 정의하고 있다. 즉, MPEG-4 데이터를 MPEG-4 Systems 를 이용하여 SL 또는 FlexMux 패킷화하고, 이를 다시 MPEG-2 A/V 스트림과 동기화하여 PES 패킷으로 패킷화한 후, TS 패킷으로 전송하게 된다. 이때 MPEG-4 Systems 의 장면 기술자(Scene Description)는 전체 장면을 구성하는 MPEG-4 미디어 객체들에 대한 서술뿐만 아니라 사용자 대화형 기능을 위한 정보를 제공하게 된다.

본 논문에서는 MPEG-4 데이터를 mp4 파일 포맷으로 저장 매체에 저장하였다가 이를 MPEG-4 의 각 객체 단위로 분리한 후, MPEG-2 TS 로 패킷화하여 MPEG-2 A/V 스트림에 효율적으로 삽입하는 모듈을 소프트웨어로 구현하였다. 그림 1 은 본 논문에서 제안하는 방법을 구현하기 위한 알고리즘의 구성도이다.

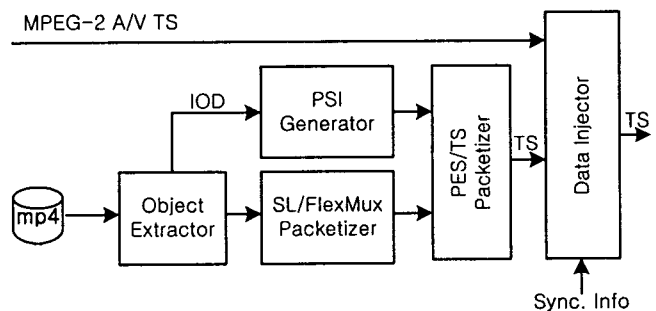


그림 1. MPEG-4 over MPEG-2 TS 구성도

### 2. mp4 파일의 MPEG-4 객체로의 분리

mp4 파일 포맷은 MPEG-4 객체 데이터를 표현하거나, 저장 또는 편집, 스트리밍에 효과적으로 활용하기 위한 규격이다. mp4 파일은 atom 이라 불리는 기본 구성요소로 이루어진다. atom 은 크게 'mdat' 라는 실제 MPEG-4 미디어 데이터를 AU(Access Unit)형태로 가지는 미

디어 데이터 atom 과 ‘moov’라고 하는 각 미디어 데이터에 대한 CTS(Composition Time Stamp), DTS(Decoding Time Stamp)등의 정보를 가지는 메타 데이터 atom 으로 나뉜다. ‘mdat’는 하나의 mp4 파일 내에서 여러 개가 올 수 있는 반면, ‘moov’는 전체 미디어 데이터를 기술하기 위해 단지 하나만 존재하여야 한다. mp4 파일의 구조는 그림 2와 같다.

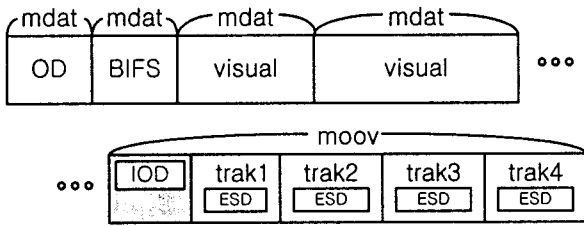


그림 2. m4 파일의 구조의 예

mp4 파일에서 MPEG-4의 모든 객체는 하나로 합쳐져 있기 때문에 MPEG-4 데이터를 MPEG-2 TS를 이용하여 전송하기 위해서는 mp4 파일을 구성하고 있는 각각의 MPEG-4 객체를 적절히 분리해 낼 수 있어야 하며, 그 과정은 다음과 같다.

▪ IOD

- ① ‘moov’ atom 을 찾아낸 후, ‘moov’ atom 내의 ‘iods’ atom 에서 IOD 를 추출한다.
- ② mp4 파일에서는 IOD 의 tag 이 0x10 로 규정되어 있으므로, 이를 MPEG-4 Systems 규격에 따르기 위해 0x02 로 수정한다.
- ③ ES\_Descriptor 를 포함한 track\_ID 를 참조하여 ‘stsd’ atom 에서 ES\_Descriptor 를 추출한 후, 이를 IOD 에 삽입시킨다.(이때 Inc\_ID 를 나타내는 필드를 삭제 한다.)

▪ OD, BIFS 및 미디어 객체

- ① ‘moov’ atom 의 ‘stsd’ atom 을 참조하여 이 트랙이 OD, BIFS, audio, visual 데이터를 나타내는지 확인한다.
- ② ‘mdat’로부터 ‘stsz’ atom 이 나타내는 길이

만큼 OD, BIFS, audio, visual 데이터를 추출한다.

- ③ OD 의 경우는 ES\_Descriptor 를 포함하는 track\_ID 를 참조하여 ‘stsd’ atom 에서 ES\_Descriptor 를 추출한 후, 이를 OD 에 삽입한다.(이때 Ref\_ID 를 나타내는 필드를 삭제한다.)

앞의 과정을 통하여 추출한 객체를 SL-packet 으로 패킷화하기 위해서는 각 트랙에 대한 메타 데이터 atom 을 참조하여 SLConfigDescriptor 를 재구성하여야 한다.

3. MPEG-4 데이터의 패킷화

하나의 프리젠테이션을 이루는 MPEG-4 데이터는 IOD, OD, BIFS, 미디어 데이터로 나눌 수 있고, 전송 시 IOD 가 가장 먼저 전송되어야 한다. IOD 는 IOD\_Descriptor 로 캡슐화된 후 MPEG-2 PMT 의 첫번째 서술자 루프에 실려서 전송 된다. 그 외의 서술자(Descriptor) 들은 PMT 의 두 번째 서술자 루프에 실린다.

MPEG-4 데이터는 MPEG-2 A/V 스트림과의 관계에 따라 두 가지 유형으로 패킷화될 수 있다. 첫째, MPEG-2 A/V 프로그램과 동기화가 필요없는 BIFS-command 스트림과 OD 스트림의 경우에는 14496 Section 또는 PES 패킷화하고, 둘째, MPEG-2 A/V 스트림과 동기화가 필요한 BIFS-animation 스트림과 미디어 스트림의 경우에는 PES 패킷화한다. 두 번째의 경우, 동기화 과정은 MPEG-4 SL 패킷의 헤더에 존재하는 CTS/DTS 값을 참조하여 PTS(Presentation Time Stamp)/DTS 값을 생성한 후, PES 패킷화한다.

앞의 방법으로 PES 또는 14496 Section 으로 패킷화한 MPEG-4 데이터는 188 바이트의 일정한 길이를 가지는 TS 패킷으로 패킷화

여 전송한다.

#### 4. MPEG-2 및 MPEG-4 데이터의 동기화

MPEG-2 Systems에서는 오디오 및 비디오의 동기화와 단말에서의 정상동작을 위하여 기준 클럭으로 27MHz를 사용하고, 이를 90kHz로 샘플링하여 PCR로 전송하며, 이를 기준으로 PTS/DTS 값을 입력한다. MPEG-4 Systems의 경우에는 PCR과는 달리 고정되지 않고 유동적인 샘플링 값인 OCR(Object Clock Reference)이라는 시간 참조 값에 의해 CTS/DTS 타임 스탬프를 입력하여 전송하며, MPEG-2 A/V 스트림과 MPEG-4 데이터간의 동기화를 위해서는 PCR 값과 OCR 값이 서로 동기가 이루어 지도록 조정하여야 한다. 식 1은 MPEG-2, MPEG-4 간의 시간 기준 값에 대한 규정이고, 식 2는 시간 참조 값에 대한 규정이다.

$$\text{If } X(t) = f_{stc} / f_{object}(t), \text{ then } X(t) = \text{constant} \quad (\text{식 1})$$

$$(f_{stc}(t)/300) / f_{cr} = \text{integer}(\geq 0) \quad (\text{식 2})$$

식 1에서  $f_{stc}$ 는 STC(System Time Clock)인 27MHz를,  $f_{object}$ 는 MPEG-4 OTB(Object Time Base)값을 나타낸다. 식 2에서  $(f_{stc}(t)/300)$ 은 임의의 시간에 대한 PCR 값,  $f_{cr}$ 은 OCR에 대한 해상도를 표시한다.

식 1 및 식 2에 대해 적용된 MPEG-4의 시간 참조 값은 결과적으로 90kHz, 45kHz, 30kHz, 18kHz 등이 되고, 이 값을 PCR을 정수로 나눈 값이므로 CTS/DTS를 이 기준에 따라 설정함으로써 MPEG-2 A/V 스트림과 MPEG-4 데이터간의 동기화가 가능하다.

#### 5. 제안된 MPEG-4 데이터의 삽입 기법

방송 환경에서는 MPEG-2 A/V 스트림을 전송하기 위한 대역폭이 인터넷 환경과는 달리 고정되어 있다는 것이 장점인 반면, 이로 인해 부가 데이터 전송을 위한 대역폭은 일정한 한도를 가지게 된다. 따라서 MPEG-4 데이터를 부가정보로써 삽입하여 전송할 때에는 적은 대역폭에서 최대의 효율로 데이터를 전송하기 위한 방안이 요구된다.

MPEG-4 데이터를 MPEG-2 A/V 스트림에 삽입할 경우, 가장 중요하면서도 어려운 문제는 각 데이터간의 동기화에 대한 보상이다. 즉, MPEG-4 데이터를 원하는 시간에 디코딩하기 위해서는 MPEG-4 데이터의 크기, 전송률, 버퍼 크기 등을 고려한 삽입 시간을 구한 후, 이 시간에 MPEG-4 데이터를 삽입하여야 한다. 또한 MPEG-4 객체 데이터의 우선순위는 IOD, OD, BIFS, 미디어순이 되어야 하고, 이들은 RA(Random Access) 및 패킷 손실에 대한 보상을 위해서 주기적인 전송이 요구된다. 그리고 마지막으로 OD, BIFS, 미디어 등의 데이터를 완전히 분석한 이후에 PTS/DTS 타이밍을 가지면서 삽입되도록 충분한 시간을 고려하여야 한다.

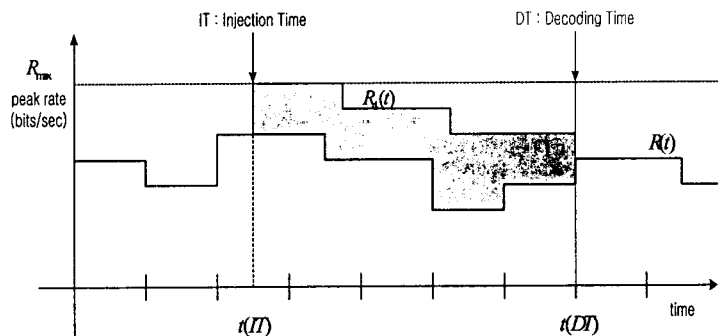


그림 3. MPEG-4 데이터의 삽입 예

가변 전송률  $R_4(t)$ 를 가지며 삽입되어야 하는 MPEG-4 데이터에 대한 대역폭 활용 예

는 그림 3 과 같이 나타낼 수 있다.

- $t(DT)$  - 디코딩 시간에 대한 시간
- $t(IT)$  - 삽입 시간에 대한 시간
- $R_{max}$  - 이용 가능한 MPEG-2 최대전송률
- $R(t)$  - 시간에 대한 TS 전송률 함수
- $B(Add\_Info)$  - 삽입 되어야 할 MPEG-4 데이터의 총 길이
- $\Delta PT$  - 데이터를 디코딩 하는데 걸리는 Parsing Time

이때 삽입 시간인  $t(IT)$  를 구하면 식 3 과 같고, 식 3 에 대하여  $\Delta PT$  를 고려하여 IT 를 계산하면 식 4 로 나타낼 수 있다.

$$\int_{t(IT)}^{t(DT)} R_4(t)dt \geq B(Add\_Info) \text{ 를}$$

만족하는  $t(IT)$  (식 3)

$$\int_{t(IT)}^{t(DT)-\Delta PT} R_4(t)dt \geq B(Add\_Info) \text{ 를}$$

만족하는  $t(IT)$  (식 4)

(단,  $R_4(t) + R(t) \leq R_{max}$ )

MPEG-4 데이터를 원하는 시간에 표현하기 위해서는 원하는 시간 이전에 데이터가 전송되어야 한다. 이를 위한 가장 간단한 방법은 프로그램의 맨 앞에 MPEG-4 데이터를 삽입하는 것으로서, 구현하기는 쉬우나 효율적이지 못하다. 따라서 MPEG-4 데이터를 PTS/DTS 타이밍에 가장 근접한 위치에 삽입함으로써 대역폭을 효율적으로 관리할 수 있다. 또한 MPEG-2 A/V 데이터를 제외한 여분의 순간 대역폭이 클 때에는 가능한 높은 전송률로써 MPEG-4 데이터를 전송하고 작을 때에는 낮은 전송률로써 데이터를 전송하는 방법이 가장 효율적이다. 다만, 임의의 위치에 또 다른 부가데이터의 전송을 위한 공간을 확보하기 위

해서는 대역폭이 클 때에도 최대전송률 보다 낮게 전송하는 것이 필요하다. 예를 들면 DSM-CC data carousel 등과 같이 주기적으로 전송되어야 하는 데이터를 위한 공간확보가 이에 속한다. 다음은 MPEG-4 데이터를 MPEG-2 A/V 스트림에 효과적으로 삽입하기 위해 제안한 삽입 규칙을 나타내었다.

- 각 패킷의 DT 를 고려하여 식 4 와 같이 IT 를 구하여야 한다.
- 패킷의 크기를 고려한 IP(Injection Point)를 구하여야 한다.
- MPEG-4 데이터의 전송률을 생각하여 IP 를 구하여야 한다.
- IP 를 구할 때 PT 를 고려하여야 한다.
- 이때 가능한 한 높은 전송률로 MPEG-4 데이터를 삽입하여야 하고, 또 다른 부가데이터의 삽입을 위하여 MPEG-4 데이터의 전송률을 조정하여야 한다.
- IT 를 구한 후, 그에 해당하는 IP 에 대하여 MPEG-4 데이터를 삽입하여야 한다.
- 삽입이 끝나면 이를 관측하여 정확한 IP 에 데이터가 삽입되었는가를 확인한다.

### III. 실험 및 고찰

#### 1. 실험 조건

본 논문에서 사용한 MPEG-4 데이터로는 간단한 BIFS 텍스트로 이루어진 mp4 파일이고, MPEG-2 A/V 스트림은 ‘미스 코리아’ 스트림을 이용하여 IM1-2D player 에서 실험하였다. MPEG-4 OCR 은 90kHz 로 고정하였으며, BIFS 텍스트는 각 텍스트 간에 시간차를 두어 디스플레이 되게 조정함으로써, MPEG-2 A/V 스트림과의 동기화를 테스트하였다. 또한 본 논문에서 제시한 삽입 규칙을 이용하였다.

## 2. 실험 결과 및 고찰

그림 4 는 본 논문에서 제안한 방법으로 삽입된 MPEG-4 데이터를 IM1-2D player 에서 출력한 것이다.

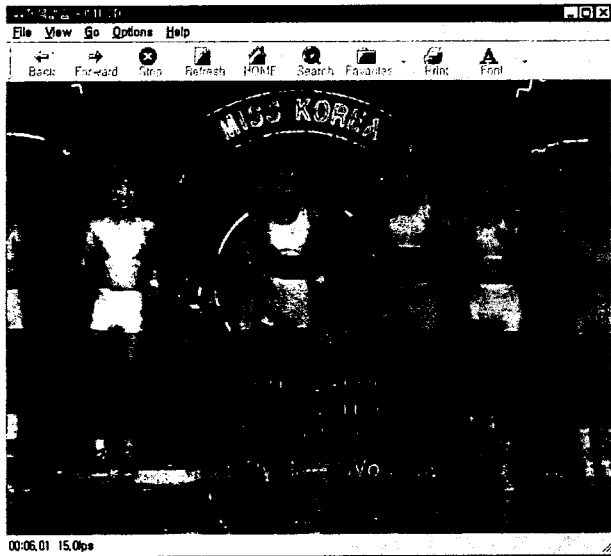


그림 4. MPEG-4 over MPEG-2 TS 출력 예

MPEG-4 데이터와 MPEG-2 A/V 스트림이 동기화되어 화면으로 출력됨을 알 수 있다. 각 라인은 시간차를 가지고 화면에 출력되며, MPEG-2 PES 패킷의 시간 정보와 MPEG-4 SL 패킷의 시간 정보가 서로 맞물려 정상 동작함을 확인하였다. 또한 MPEG 스트림 분석기를 통하여 출력된 비트스트림의 문법 및 필드값이 정상적으로 입력되어 있음을 알 수 있었고, 동기화를 위한 타임스탬프가 정상적으로 입력되어 있음을 확인하였다.

## IV. 결론

본 논문에서는 데이터 방송 환경에서 대화형 기능을 가지는 MPEG-4 데이터를 부가정보로 이용하기 위하여 MPEG-2 A/V 스트림과 동기화시켜 효율적으로 삽입하는 방안을 제안하였다.

본 논문에서 구현된 MPEG-4 over MPEG-2 TS 모듈은 대화형 방송 시스템을 이루는 하나의 모듈로 이용될 수 있다.

## 참고문헌

- [1] ISO/IEC 13818-1 | ITU-T Rec. H.222.0, "Information technology – generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems"
- [2] ISO/IEC 14496-1/Coding of audio-visual objects: Systems, final committee draft, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2501.
- [3] Coding of moving pictures and audio: MPEG-4 Systems, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3188: Study of Draft TECHNICAL CORRIGENDUM 1
- [4] Generic coding of moving pictures and audio: MPEG-4 Systems, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3050 Amendment 7: Transport of ISO/IEC 14496 data over ISO/IEC 13818-1
- [5] Coding of moving pictures and associated audio: MPEG-4 Systems, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3054 subpart 4.