

Software MPEG-1 재생 시스템을 위한 Audio/Video 스트림의 동기화

박태강*, 이호석
호서대학교 컴퓨터공학과

A Synchronization of Audio/Video Stream on Software MPEG-1 Playback System

Tae-Kang Park*, Ho Suk Lee
Department of Computer Engineering, Hoseo University

요약

MPEG(Moving Picture Expert Group)은 디지털 동영상 압축 부호화의 표준으로 자리잡고 있으며 MPEG-1에 이어 현재는 MPEG-2가 상용화되어 있는 실정이다. 복잡한 압축 기법의 직용으로 이를 재생하기 위해서는 전용의 하드웨어가 필요했지만 CPU의 성능이 향상됨에 따라 소프트웨어적으로 구현이 가능하게 되었다. 본 논문에서는 Software MPEG-1 Playback System에서 가장 큰 문제가 되는 Audio와 Video간의 동기화에 관한 기법을 제시한다.

1. 서론

MPEG(Moving Picture Expert Group)이란 멀티미디어 환경에서 가장 핵심이 되는 기법인 디지털 동영상의 압축 부호화를 위한 국제적인 표준안이다. 이미 저장미디어를 위한 MPEG-1과 저장미디어 및 차세대 방송표준을 위한 MPEG-2가 상용화되었고, 휴대용 통신 단말기를 위한 MPEG-4 이외에도 MPEG-7이 일부 국내업체를 포함하여 일본, 구미선진국에서 활발히 연구중이다.[1][2][3][6]

이와 같이 MPEG이 멀티미디어의 핵심이 되어가고 있는 가장 큰 이유는 최소의 화질손실로 뛰어난 압축율을 보인다는 큰 장점을 가지고 있지만 이를 원래대로 복원하기 위해서는 많은 처리과정을 거친다. 따라서 MPEG 스트림을 재생하기 위해서는 전용의 MPEG 재생 하드웨어가 필요하다.

그러나, 최근 CPU 및 주변기기의 성능이 향상됨에 따라 MPEG 재생 하드웨어의 기능을 소프트웨어적으로 처리할 수 있게 되었다. 이미 Xing, SoftPEG, Active Movie등과 같은 외산 소프트웨어들이 상용화되어 있으며 Software MPEG-2 Playback System까지 상용화되어 있는 실정이다. 하지만 국내에서는 필적할 만한 연구가 이루어지지 못하고 있다. 본 연구에서는 MPEG-1 스트림을 소프트웨어적으로 재생하는데 있어 가장 큰 문제가 되고 있는 Audio와 Video의 동기화를 이룰 수 있는 방향을 제시할 것이다.

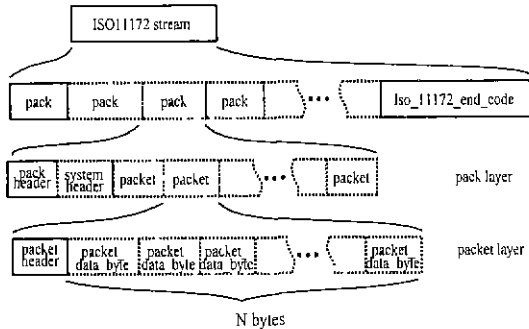
2. MPEG-1의 소개

MPEG-1은 국제적인 표준화 기구인 ISO 와 IEC가 결성한 ISO/IEC JTC(Joint Technical Committee)의 전문가 그룹이 만든 것으로 CD(Compact-Disk)와 같은 저장미디어를 기반으로 하여 약 70분 정도의 동영상을 재생하는 것을 목표로 만들어졌다. 특징을 요약하면 다음과 같다 [3]

- Encoding 단위를 MB(Macro Block)으로 한다
- DCT(Discrete Cosine Transform)에 의한 공간적 정보 압축을 행한다
- DPCM(Differential PCM)에 의한 시간적 정보 압축을 행한다.
- Encoding 정보 발생확률의 편중을 이용해서 허프만 코드를 바탕으로 VLC(Variable Length Coded)를 행한다
- DCT 계수의 양자화(Quantization) 스텝 제어에 의해 전체부호 발생량을 제어한다
- 영상티입은 I-픽처(Intra coded picture), P-픽처(Predictive coded picture), B-픽처(Bidirectionally Predictive coded picture)가 있다.
- 독립적으로 재생할 수 있도록 어둠(I, P, B-픽처)을 그룹화(GOP, Group of Picture)하여 랜덤액세스를 가능하게 한다
- 화면형식(SIF, Source Input Format)은 해상도에 자유도를 갖되 NTSC와 PAL방식 모두에 친화성이 좋도록 한다
- Bit rate는 1.5Mbps로 제한된다

일반적으로 MPEG 영상의 화질은 동영상 전체를 디지털로 처리함으로써 일반 아날로그용 VTR과 동등, 혹은 그 이상의 화질을 볼 수 있는 것으로 알려져 있다.

3. MPEG-1 System의 구조

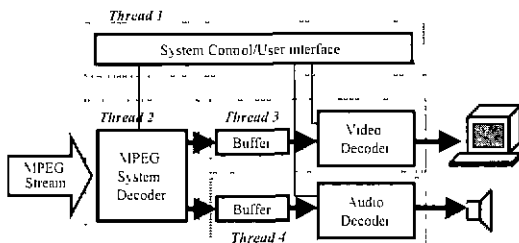


(그림 1) MPEG-1 System layer

(그림 1)은 MPEG-1 System layer를 보여주고 있다. ISO11172 규격에 의한 MPEG-1 System은 하나 이상의 Pack으로 구성되며 Iso_11172_end_code로 끝난다. 각각의 Pack은 다시 System header와 다수의 Audio packet, Video Packet으로 구성되며 이들은 Encoder측의 Multiplexor가 STC(System Timing Clock)라 불리는 90Khz의 System Clock을 기준으로 하여 Multiplexing한 결과이다. Decoder측에서 동기화를 위한 시간정보는 각각의 Packet 시작에 위치하는 packet header 내의 DTS(Decoding Time Stamp)와 PTS(Presentation Time Stamp) 파라미터이다. 이들 시간 정보는 STC에 의해 결정된 값을 가지고 있으며, 각각의 packet이 Decoding되어야 할 시간(DTS)과 표현되어야 할 시간(PTS)을 나타낸다. DTS와 PTS 파라미터는 일반적으로 그 값이 같을 경우 PTS만 기록되어 있고, 다를 경우 DTS와 PTS가 함께 기록된다. 이들 정보는 실시간 시스템(전용 하드웨어)에서 정확한 Decoding timing과 재생 timing을 결정하기 위해 마련되었지만 실시간 처리가 불가능한 Software MPEG Playback System에서 DTS는 부적합하다 [1][3]

4. Software MPEG-1 Playback Test Model

(그림 2)는 Audio와 Video의 동기화를 위해 구현된 Software MPEG-1 Playback System의 개략적인 구조를 보여주고 있다



(그림 2) Multi-threading 기법을 이용한 Software MPEG Playback System의 구성도

MPEG 영상의 데이터 비트 발생률이 매우 가변적이기 때

문에 (그림 1)은 독립적으로 수행될 수 있는 System Control(Thread 1), MPEG System Decoder(Thread 2), Video Decoder(Thread 3), Audio Decoder(Thread 4)의 다중 Thread로 구성되어 있다

각각의 Thread는 System 전체를 제어하는 Thread 1에 의해 동기화되며 Thread 2, Thread 3, Thread 4는 이들 사이에 존재하는 버퍼를 이용해서 서로 비동기 적으로 수행될 수 있다. Thread 1은 각 Thread들의 부하를 결정하는 파라미터를 설정하고 이에 따라 이들의 우선 순위를 스케줄링 하여 시스템 자원을 효율적으로 사용하게 된다.

5. 동기화를 위한 기본 전략

CPU의 성능에는 한계가 있다. 또한, Windows 95와 같은 Multi-threading 운영체제에서는 Time sharing으로 인해 System의 부하가 수시로 바뀔 수 있기 때문에 CPU를 특정 Application에 고정 할당하는 것은 불가능하다 CPU가 충분히 빠르다고 해도 Software 가빈의 MPEG Playback System에서는 특정 시간의 시점에서 Decoding을 위한 CPU의 능력이 부족하여 주어진 시간 안에 모든 프레임의 재생하지 못할 수 있다 이러한 문제는 특정 프레임(Audio or Video)을 Decode하지 않고 Drop시키는 것에 의해 해결되는 것이 일반적이다.[5]

B 프레임의 경우 다른 프레임에 영향을 주지 않으므로 쉽게 Drop될 수 있다. P 프레임이 Drop되면 이 프레임의 영향을 받는 B 프레임이 함께 Drop되어야 한다. 이것은 부자연스러운 영상을 만들어 내며 I 프레임이 Drop된 경우는 더욱 손상된 영상을 보게 될 것이다 따라서 Drop의 우선 순위는 B, P 프레임 순서가 되며 최악의 경우 I 프레임을 Drop 시킬 것이다.

일반적으로 음성의 끊김에 의한 정보전달의 오차보다는 화면의 끊김에 의한 정보전달의 오차가 적다는 점을 감안하여 본 연구에서는 끊김 없는 Audio 재생을 기본으로 Video Frame의 Drop 전략을 제시한다

Drop 전략을 위한 시간 파라미터는 다음과 같다.

- T_{pts} 현재 Display될 프레임의 Presentation Time Stamp
- T_{stc} 현재의 System Timing Clock Count 값
- T_{acc} n개의 B 프레임이 연속으로 Drop되어 누적된 T_{stc} 와 T_{pts} 의 차
- T_DIFF 실제 Display될 시간과의 허용오차(상수)
- T_DROP_P P 프레임 Drop을 위한 허용한계 시간(상수)
- T_DROP_I I 프레임 Drop을 위한 허용한계 시간(상수)

Drop 전략을 위한 의사코드(pseudo-code)는 다음과 같다

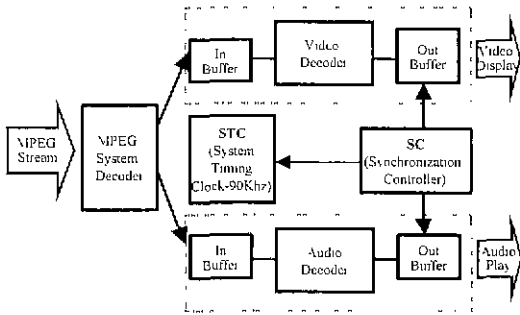
```

1 Display  $T_{pts}$ 가 허용오차 내에 있다면 Display 한다
if (( $T_{stc} - T\_DIFF$ ) <=  $T_{pts}$  &&  $T_{pts}$  <= ( $T_{stc} - T\_DIFF$ )) {
    display ();
     $T_{acc} = 0$ ;
}
2 B 프레임 Drop  $T_{pts}$ 가 허용오차를 넘어서면 B 프레임은 Drop 하고  $T_{stc}$ 와  $T_{pts}$ 의 차를 누적한다
else if (( $T_{stc} + T\_DIFF$ ) >=  $T_{pts}$ ) {
    
```

```

drop_B_frame(),
Tacc += (Tstc - Tpts),
}
3 P 프레임 Drop Tacc가 T_DROP_P 보다 크다면 P 프레임을
Drop한다
if(Tacc > T_DROP_P) {
drop_P_frame(),
Tacc = 0,
}
4 I 프레임 Drop Tacc가 T_DROP_I 보다 크다면 I 프레임을
Drop한다.
if(Tacc > T_DROP_I) {
drop_P_frame(),
Tacc = 0,
}
}
    
```

6. 동기화의 실현



(그림 3) Audio/Video 동기화를 위한 System 구조

(그림 3)의 기본 구조는 (그림 2)와 같으며 동기화를 위한 STC(System Timing Clock)와 SC(Synchronization Controller)를 가시화 하였다. Video Decoder와 Audio Decoder는 (그림 1)의 System Control Thread의 스케줄링에 의해 비동기 적으로 동작하여 Decoding된 프레임은 출력비퍼에 저장된다. 출력비퍼에 저장된 프레임은 PTS를 포함하고 있다. 이때 SC는 STC를 참조하여 (5)의 Drop 전략에 의해 각 프레임을 출력하도록 제어한다

정확한 STC의 구현을 위해서는 0.1msec의 정확도가 필요하지만 CPU의 속도제한으로 사실상 불가능하다. 현실적으로 기존의 PC환경 하에서 10mscc이하의 제이는 어렵다. STC를 참조하여 출력을 제어하는 SC 또한 많은 오차를 유발한다. 그러나, 사람의 감각으로는 10msec단위의 오차는 감지하기 어렵다. 구현된 Software MPEG-1 Playback Test Model에서 10~20msec의 오차한계 파라미터(TDIFF)를 설정하여 테스트한 결과 하드웨어 MPEG Playback System과 구분하기 어려웠다

7. 결론

하드웨어의 성능향상에 힘입어 제작상의 저렴한 비용, 간편한 설치의 이점으로 멀티미디어 도구들이 Software로 구현되고 있다. 그러나 범용 시스템에서 Software적으로 구현하기

에는 많은 제약이 따른다. 본 논문에서는 멀티미디어에서 동영상 압축 부호화의 표준으로 자리를 잡아가고 있는 MPEG-1을 Software적으로 재생하는데 있어 Audio와 Video의 동기화에 관한 기법을 제시하였다.

Software MPEG Playback System에서의 Audio와 Video의 완벽한 동기화는 불가능하다. 하지만 사람의 지각능력 한계를 이용하여 적절한 허용오차 파라미터를 설정함으로써 동기화를 달성할 수 있었다. 차후, 보다 자연스러운 재생을 위해 시스템 상황을 수시로 판단하여 허용오차 파라미터를 적절히 조정할 수 있는 동기화 제어기의 연구와 Software MPEG-2 Playback System을 위한 동기화 연구가 이루어져야 할 것이다

8. 참고문헌

- [1] Joan L Mitchell, Wilham B Pennebaker, Chad E. Fogg & Didier J LeGall "MPEG Video Compression Standard", Chapman & Hall, 1997
- [2] Prabhat K Andleigh, Kiran Thakrar, "Multimedia systems design", Prentice-Hall, Inc., 1996
- [3] 정재창 번역, "최신 MPEG", (주)교보문고, 1995
- [4] Phillip E. Mattison. "Practical Digital VIDEO with Programming Example in C", John Wiley & Sons, Inc., 1994
- [5] Gabriel Zuniga and Ephraim Feig, "Synchronization Issues on Software MPEG Playback System", IBM T J Watson Research Center Yorktown Heights, NY 10598
- [6] MPEG ORG, "MPEG Pointers and Resources", <http://www.mpeg.org>
- [7] Thanassis Tsiodras. "Programming Multimedia and 3D in realtime". <http://www.image.cce.ntua.gr/~tsiod>