



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0084246
(43) 공개일자 2012년07월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 7/24 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2011-0069537

(22) 출원일자 2011년07월13일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

1020110005564 2011년01월19일 대한민국(KR)

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

연세대학교 원주산학협력단

강원도 원주시 연세대길 1

(72) 발명자

이진영

대전광역시 서구 월평2동 우림필유 411호

서광덕

강원도 원주시 흥업면 무수막1길 44, 연세대학교
컴퓨터정보통신공학부

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양문옥

전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 MPEG 미디어 전송방법

(57) 요약

MPEG 미디어 전송방법

대표도 - 도9

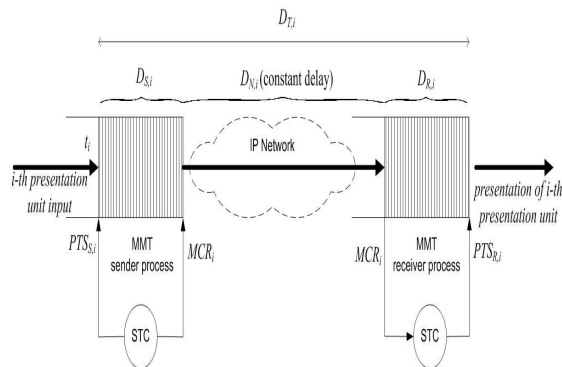


Figure 4. End-to-end transmission architecture of MMT system.

(72) 발명자

윤국진

대전광역시 유성구 송림로 13, 송림마을아파트 10
6동 1504호 (하기동)

정원식

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 208동 1101호 (
전민동, 엑스포아파트)

김현정

강원도 원주시 흥업면 무수막1길 44, 연세대학교
컴퓨터정보통신공학부

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-PK10-03

부처명 방송통신위원회

연구사업명 방송통신표준개발지원사업

연구과제명 고화질 스테레오스코픽 3DTV 송수신 정합표준개발

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2011.01.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

MPEG 미디어 전송방법

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 MPEG 미디어 전송방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] MMT (MPEG Media Transport)의 D.1 layer에서는 MMT의 E.1 layer에서 생성되는 데이터를 효과적으로 전송할 수 있는 application layer transport protocol function을 support한다 [1]. E.1 layer에서 생성되는 transportable packet들을 IP 망을 통해 효과적으로 transport 할 수 있는 형태로 packetization 하기 위해서 D.1 layer에서는 기본적으로 기존의 RTP (Real-time Transport Protocol)가 support 하던 function을 바탕으로 보다 더 효과적인 방법으로 packetization을 수행할 수 있어야 한다 [2], [3]. E.1 layer에는 기존의 MPEG TS, RTP Payload format 등의 encapsulation mechanism들이 해당되는데, 이러한 기존의 encapsulation mechanism들에 의해 생성된 데이터를 D.1 layer에서 packetization할 때 필수적으로 D.1 layer의 packet header에 포함시킬 필요가 있는 header field가 timestamp와 관련된 information 이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명에서는 MPEG의 MMT standardization을 위한 call for proposal [4]에 대한 응답으로써 MMT의 D.1 layer packetization 과정에서 생성되는 packet의 header에 포함되어야 할 MMT timestamp와 관련된 information의 적합한 규격에 대해 제안한다.

과제의 해결 수단

[0004] MPEG 미디어 전송방법

발명의 효과

[0005] 제안된 D.1 layer에서의 MMT timestamp information을 활용함으로써 MMT 기술 기반의 미디어 전송에 필요한 timestamp 관련 정보를 효과적으로 표현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 D.1 layer packet header의 구조의 예이다.

도 2는 MMT에서 정의하고 있는 protocol stack을 따를 경우에 생성되는 MMT packet의 구조를 나타낸다

도 3은 network의 MTU size를 넘지 않는 개수의 MPEG-2 TS 패킷들이 D.1 layer packet의 payload에 mapping되는 예를 나타낸다.

도 4는 MMT timestamp information이다.

도 5는 sender와 receiver 간에 MMT 기반의 media packet transmission이 이루어질 때의 end-to-end system architecture를 나타낸다.

도 6은 MMT에서 정의하고 있는 protocol stack을 따를 경우에 생성되는 MMT packet의 구조를 나타낸다.

도 7은 제안하고자 하는 E.3 layer 헤더에 포함될 PTS timestamp 구조를 보여준다.

도 8은 illustrates an example of D.1 layer header structure with MCR timestamp information being

proposed.

도 9는 illustrates an example of an end-to-end transmission architecture of MMT system.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 본 발명에서 제안하는 MMT timestamp information을 포함하는 D.1 layer packet header의 구조의 예는 도 1과 같다.
- [0008] 도 1에 나타나 있는 proposed MMT timestamp structure에 포함되는 header field 들의 syntax와 해당되는 semantics는 다음과 같다.
- [0009] - Timestamp_Control_Flag (2 bits) : MMT timestamp information에서 지원하는 clock의 resolution과 timestamp의 용도를 구분하여 나타냄. Timestamp_Control_Flag 값이 '00'일 경우 network jitter, RTT 등을 계산하기 위하여 timestamp field가 90 KHz resolution의 clock 값을 가짐. 이 경우에 도 1의 field들 가운데 Timestamp_Base_Ext_Bit, Timestamp_Base가 D.1 layer packet header에 존재함. Timestamp_Control_Flag 값이 '01'일 경우 network jitter, RTT 등을 계산하기 위하여 timestamp field가 27 MHz resolution의 clock 값을 가짐. 이 경우에 도 1의 field들 가운데 Timestamp_Base_Ext_Bit, Timestamp_Base, Timestamp_Ref 가 D.1 layer packet header에 존재함. Timestamp_Control_Flag 값이 '10'일 경우 media synchronization 을 지원하기 위하여 timestamp field가 90 KHz resolution의 clock 값을 가짐. 이 경우에 도 1의 field들 가운데 Timestamp_Base_Ext_Bit, Timestamp_Base, MMT Receiver Processing Time (DR)이 D.1 layer packet header에 존재함. 그리고 Timestamp_Control_Flag 값이 '11'일 경우 media synchronization 을 지원하기 위하여 timestamp field가 27 MHz resolution의 clock 값을 가짐. 이 경우에 도 1의 field들 가운데 Timestamp_Base_Ext_Bit, Timestamp_Base, Timestamp_Ref, MMT Receiver Processing Time (DR)이 D.1 layer packet header에 존재함.
- [0010] - Timestamp_Base_Ext_Bit (1 bit) : Timestamp_Base_Ext_Bit 값이 '1'일 경우 90 KHz resolution의 clock으로부터 생성된 timestamp 의 33 bit 위치에서의 값이 1임을 의미하며 이때의 timestamp 값은 decimal number로 1~232에 해당됨. Timestamp_Base_Ext_Bit 값이 '0'일 경우 timestamp 의 33 bit 위치에서의 값이 0임을 의미하며 이때의 timestamp 값은 decimal number로 0~232에 해당됨.
- [0011] - Timestamp_Base (32 bits) : 90 KHz resolution의 clock으로부터 생성된 timestamp 의 하위 32 bits 값을 나타냄.
- [0012] - Timestamp_Ref (9 bits) : Timestamp_Control_Flag 값이 '01' 또는 '11' 일 경우에 존재하며, 90 KHz resolution의 clock을 27 MHz resolution clock으로 refine 하기 위함. 0~300 (27 MHz/90 KHz=300) 사이의 범위에 해당하는 clock count 값을 표시하기 위해서 9 bits가 필요함.
- [0013] - MMT Receiver Processing Time (DR) (21 bits) : media synchronization을 위해 필요한 PTS (presentation timestamp) 정보를 MMT receiver 측에서 계산해 낼 수 있게 하기 위해 필요한 receiver 단에서의 처리에 지연되는 processing time 을 나타냄. MMT receiver에서는 Timestamp_Base_Ext_Bit, Timestamp_Base, 및 Timestamp_Ref로 표현되는 90 KHz 또는 27 MHz의 PCR (program clock reference) 정보를 활용하여 PTS를 $PTS=PCR+DR$ 의 관계식을 통해 계산해 낼 수 있음. 이 관계식은 PCR 이후에 DR만큼 시간이 지난 시점을 PTS로 설정하여 presentation unit을 presentation 하는 것을 의미함.
- [0014] <Compatibility>
- [0015] - Timestamp_Base (32 bits): Compatible with RTP timestamp
- [0016] - Timestamp_Base + Timestamp_Base_Ext_Bit (32 bits + 1 bit = 33 bits): Compatible with PCR_base clock of MPEG-2 TS @ 90 kHz resolution.
- [0017] - Timestamp_Base + Timestamp_Base_Ext_Bit + Timestamp_Ref (32 bits + 1 bit + 9 bit = 42 bits): Compatible with PCR_Ext clock of MPEG-2 TS @ 27 MHz resolution.
- [0018] Timestamp to Calculate Network Jitter and RTT

- [0019] 도 2는 MMT에서 정의하고 있는 protocol stack 을 따를 경우에 생성되는 MMT packet의 구조를 나타낸다 [1].
- [0020] E.1 layer에서 생성되는 MPEG TS packet들을 IP networks를 통해 전송하기 위해서는 D.1 layer에서 network의 jitter를 측정하는데 활용될 수 있는 timestamp 정보가 제공될 필요가 있다. MPEG TS는 통상적으로 디지털방송 서비스를 목적으로 개발된 규격이기 때문에 전송되는 TS 패킷들은 채널 품질이 비교적 안정적인 서킷 스위치 망 (Circuit switched network)인 방송망을 통해 수신기에 전달된다. 따라서, MPEG TS 패킷들은 전송 채널에서 경험하게 되는 패킷 지연 시간이 비교적 짧고 일정하며 수신기에 도착된 TS 패킷들을 순차적으로 처리하기 위한 타이밍 버퍼 모델 (timing buffer model)인 T-STD (Transport Stream System Target Decoder) 버퍼 모델도 효과적으로 적용이 될 수 있다. 그러나, IP 망과 같은 패킷 스위치 망 (packet switched network)을 통해 MPEG TS를 전송하기 위해서는 인터넷의 고질적인 문제점인 IP 패킷들 간의 도착 지연 시간 변이 (delay variation in arrival time)인 jitter를 정확하게 추정할 필요가 있고, 방송망을 통한 MPEG TS 전송에 적합하게 설계된 표준 T-STD 버퍼 모델도 이러한 IP 망에서의 jitter를 고려하여 설계되어야 필요가 있다. 이러한 목적으로 인해 MMT의 D.1 layer에서는 E.1 layer에서 생성된 데이터들을 담고 있는 IP 패킷이 IP 망을 통해 전송될 때 겪게 되는 network jitter를 수신측에서 쉽고 간단하게 추정 할 수 있는 MMT timestamp 정보를 D.1 layer header에 포함 시켜서 제공할 필요가 있다.
- [0021] 도 3은 network의 MTU size를 넘지 않는 개수의 MPEG-2 TS 패킷들이 D.1 layer packet의 payload에 mapping되는 예를 나타낸다. D.1 layer packet은 UDP over IP 를 거친 후 IP 망으로 전송되거나 UDP를 거치지 않고 직접적으로 IP 패킷화 된 후에 IP 망으로 전송될 수 있다.
- [0022] MMT packet 이 IP 망을 통한 전송에서 경험하게 되는 network jitter를 쉽고 간단하게 계산하기 위해서는 D.1 layer header에서 도 4와 같은 MMT timestamp information을 지원해야 할 필요가 있다.
- [0023] D.1 packet의 payload에 mapping되는 여러 개의 MPEG TS packet 들의 header에는 PCR (program clock reference) 이라는 clock 정보가 기록될 수 있지만, 모든 TS packet에 PCR값이 존재하는 것은 아니다. 비록 PCR 값이 TS packet header에 기록되어 있다고 하더라도, 그 위치가 D.1 packet payload의 시작위치와 일치하지 않으므로 오직 TS packet header에 기록된 PCR값 만을 활용해서는 정확한 jitter 계산이 불가능하다. 따라서, D.1 layer packet header에 직접적으로 jitter 계산에 활용할 수 있는 timestamp 정보를 삽입할 필요가 있다. 이 timestamp 값은 D.1 packet payload의 첫 번째 byte 의 sampling instant에 해당되는 clock값에 해당하는데, D.1 packet에 실려 있는 TS packet의 header에 기록된 PCR값을 활용하여 interpolation을 통해 그 값을 유도해 낼 수도 있고, NTP, UTC 등의 별도의 wall clock을 적용하여 그 값을 할당할 수도 있다.
- [0024] 이러한 목적에 사용될 timestamp 정보를 제공하기 위해서 도 1에 Timestamp_Base_Ext_Bit, Timestamp_Base, Timestamp_Ref가 포함되어 있다. Timestamp_Base는 기존의 IP domain에서 사용되었던 RTP timestamp와의 호환성을 고려하여 32 bit의 길이를 갖도록 설계하며, 기존의 MPEG TS의 33 bit 길이를 갖는 PCR_base clock과의 호환성을 고려하여 1 bit 크기를 갖는 Timestamp_Base_Ext_Bit 를 추가적으로 적용하였다. Timestamp_Base_Ext_Bit 는 그 값이 '1'일 경우 90 KHz resolution의 clock으로부터 생성된 timestamp 의 33 bit 위치에서의 값이 1임을 의미하며 Timestamp_Base 에 232만큼의 clock값을 더해 주어 최종적인 Timestamp값을 표시하게 된다. 즉, $\text{Timestamp} = \text{Timestamp_Base} + 232 \times \text{Timestamp_Base_Bit}$ 로 그 값이 계산된다. 수신측에서는 Timestamp_Base 와 Timestamp_Base_Ext_Bit 로 구성된 timestamp값을 활용하여 sender와 receiver 간의 system clock locking이 가능해지며, IP network에서 발생 가능한 jitter 추정 및 RTT (round trip time) 를 계산하는 데에도 활용할 수 있다. 한편, timestamp 값의 획득을 위해 사용되는 system clock 은 RTP timestamp와 MPEG TS의 base PCR clock 이 90 KHz resolution의 system clock을 채택하고 있음을 고려하여 MMT에서도 기본적으로 90 KHz system clock을 사용한다. 그리고, MPEG system의 PCR_Ext의 경우처럼 27 MHz 의 system clock으로 resolution을 refine 시킬 필요가 있는 경우에는 Timestamp_Control_Flag 를 통하여 9 bit 길이의 Timestamp_Ref를 추가적으로 사용할 수 있다. 이상의 timestamp 관련 header field 구조를 MMT에 적용함으로써 기존의 32 bit 체계의 RTP timestamp와 42 bit체계의 PCR timestamp들을 위한 시간 표현 mechanism과 backward compatibility를 유지할 수 있다.
- [0025] Timestamp to support media synchronization
- [0026] MMT의 D.1 layer에서는 수신측이 서로 다른 미디어 간의 동기화 정보를 얻어낼 수 있도록 D.1 layer header를

통해 동기화와 관련된 timestamp 정보를 제공할 필요가 있다. 도 1에 나타나 있는 MMT Receiver Processing Time (DR) field가 media synchronization 지원을 위해 추가되는 MMT timestamp information 이다.

[0027] 도 5는 sender와 receiver 간에 MMT 기반의 media packet transmission이 이루어질 때의 end-to-end system architecture를 나타낸다. 도 5에서 i-th presentation unit이 MMT sender processor에 입력되는 순간의 시간이 STC(system target clock)에 의해 측정되어 t_i 로 표시되고, i-th presentation unit에 대한 PTS인 PTS_i 는 MMT sender processor에서 처리에 소요되는 지연 시간인 $D_{S,i}$, channel (assumed to have constant transmission delay) 을 통한 전송에 소요되는 지연 시간인 $D_{N,i}$, 그리고 MMT receiver processor에서의 처리에 소요되는 지연 시간인 $D_{R,i}$ 를 고려하면 다음의 수식과 같이 표현된다.

수학식 1

$$PTS_{S,i} = t_i + D_{S,i} + D_{N,i} + D_{R,i}$$

[0028]

[0029] 또한, MMT의 D.1 layer에서 packet header에 기록하게 되는 PCR 값인 PCR_i 는 다음의 수식과 같이 표현된다.

수학식 2

$$PCR_i = T_i + D_{S,i}$$

[0030]

[0031] 수학식 1과 2로부터 PTS_i 는 다음의 수식과 같이 표현된다.

수학식 3

$$PTS_{S,i} = PCR_i + D_{N,i} + D_{R,i}$$

[0032]

[0033] 그런데, 모든 presentation unit이 채널을 통한 전송에서 겪게 되는 동일한 constant delay인 $D_{N,i}$ 시간 이 후에 MMT receiver에 도착하게 되고, 도착 순간부터 MMT receiver의 STC가 MMT sender의 STC에 clock locking이 이루어져서 작동하기 때문에, 수신측에서의 PCR_i 는 $D_{N,i}$ 시간만큼 지연되어서 MMT sender의 PCR_i 에 맞춰지게 된다. 따라서, MMT receiver에서의 실질적인 PTS인 $PTS_{R,i}$ 는 다음의 수식과 같이 계산된다.

수학식 4

$$PTS_{R,i} = PCR_i + D_{R,i}$$

[0034]

[0035] 즉, MMT receiver에서는 i-th presentation unit을 수신한 순간의 시간인 PCR_i 로부터 $D_{R,i}$ 가 지난 시점에서 i-th presentation unit을 presentation하면 된다. 어떤 presentation unit이 MMT sender process 를 거치는 과정이 오래 걸리는 경우에는 이 presentation unit이 겪게 되는 sender 단에서의 지연이 커지게 되므로 PCR 값이 증가하게 되는데, 이 증가된 지연 시간을 MMT receiver에서 흡수하기 위해서 sender 단에서 값을 줄여서 D.1 packet header에 표시하게 된다. 반대의 경우로 MMT sender process 를 거치는 과정이 짧아진 경우에는 이 감소된 지연 시간을 MMT receiver에서 흡수하기 위해서 sender 단에서 $D_{R,i}$ 값 을 늘려서 D.1 packet header에 표시하게 된다. 이렇게 제어 함으로써 PTS를 presentation unit 마다 항상 일정한 간격의 값 (비디오의 경우 inter-frame interval) 으로 유지할 수 있다. 한편, MMT receiver 에서 $D_{R,i}$ 값을 바탕으로 presentation 시간을 맞추는 작업은 적절한 크기의 buffer들을 적당한 위치에 배치함으로써 구현이 가능하다.

[0036] 이상의 분석을 통해서 MMT-based end-to-end system에서 media synchronization을 지원하기 위해서는 기본적

으로 MMT sender 단에서 PCR 정보와 DR 정보를 D.1 layer header에 포함시켜야 한다. 먼저, PCR 정보의 경우 도 1에 나타나 있는 timestamp field 구조를 그대로 활용할 경우 90 KHz 뿐만 아니라 27 MHz resolution의 system clock을 이용하여 timestamp 값을 표현할 수 있다. 그리고, 90 KHz resolution으로 PTS를 표현하기 위해서 수학적 4에 나타나 있는 DR값을 D.1 layer header에 추가한다. DR값의 현실적인 범위는 several seconds~20 seconds 사이에 이를 것이므로 DR bit length는 21 bits 로 할당한다($221/90\text{KHz} \approx 23\text{seconds}$).

[0037] Use Cases

[0038] 도 1의 timestamp 표현 방식을 MMT의 D.1 layer header에 채택할 경우에 크게 다음과 같은 2가지의 MMT application에 효율적으로 적용할 수 있다. 첫째, MPEG TS와 유사한 형태로 E.1 layer에서 encapsulation 되어 생성된 데이터의 경우에 PCR에 해당되는 값이 E.1 packet에 기록이 되는데, 이 값만으로는 IP networks를 통한 전송에서 발생하게 되는 network jitter의 계산과 RTT 추정을 정확하게 할 수 없다. 따라서, E.1 layer packet을 D.1 layer를 거쳐서 packetization하도록 하여, network jitter 및 RTT 계산에 효과적으로 활용될 수 있는 timestamp 정보를 D.1 layer packet header에 기록하는 것이 필요하다. 이러한 timestamp 정보를 도 1에 제안된 MMT timestamp field들을 활용하여 표시할 수 있다. 둘째, RTP payload format과 유사한 형태로 E.1 layer에서 encapsulation 되어 생성된 데이터의 경우에 E.1 layer packet header에 media synchronization을 제공할 수 있는 정보가 존재하지 않는다. 따라서, 이러한 media synchronization을 제공할 수 있는 정보를 D.1 layer header에 기록할 필요가 있다. 도 1에 제안된 timestamp 관련 field들을 활용하여 90 KHz 또는 27 MHz resolution의 clock으로 PCR 값을 표시할 수 있고, 추가적으로 DR값을 제공함으로써 수신측에서 PTS 값을 쉽게 얻어내도록 한다. 이렇게 함으로써 audio, video, text 등의 다양한 media를 MMT를 통해 전송할 경우에 수신측에서 media synchronization을 간단하게 이룰 수 있다.

[0039] Conclusions

[0040] 본 발명에서는 MMT의 D.1 layer packetization 과정에서 생성되는 packet의 header에 포함되어야 할 timestamp와 관련된 information의 적합한 규격에 대해 제안하였다. 제안한 MMT timestamp information은 MPEG TS와 유사한 형태로 E.1 layer에서 encapsulation 되어 생성된 데이터를 IP networks를 통해 전송할 때 channel에서 경험하게 되는 jitter와 RTT 등의 계산에 유용하게 활용될 수 있는 timestamp 관련 정보를 D.1 layer header에서 제공하게 된다. 또한, synchronization 제공에 필요한 information을 포함하지 않는 E.1 layer packet에 대해서 media synchronization에 필요한 timestamp 관련 정보들을 D.1 layer header에서 제공한다. 제안된 D.1 layer에서의 MMT timestamp information을 활용함으로써 MMT 기술 기반의 미디어 전송에 필요한 timestamp 관련 정보를 효과적으로 표현할 수 있다.

[0041] References

- [0042] [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 N11541: "MPEG Media Transport (MMT) Context and Objective", July 2010, Geneva, Switzerland.
- [0043] [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 N11540: "Requirements on MPEG Media Transport (MMT)", July 2010, Geneva, Switzerland.
- [0044] [3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 N11542: "Use Cases for MPEG Media Transport (MMT)", July 2010, Geneva, Switzerland.
- [0045] [4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 N 11539: "Call for proposals on MPEG Media Transport (MMT)", July 2010, Geneva, Switzerland.

[0046] Proposed PTS Timestamp Information at the E.3 Layer

[0047] 도 6은 Figure 1는 MMT에서 정의하고 있는 protocol stack을 따를 경우에 생성되는 MMT packet의 구조를 나타낸다 [5].

- [0048] MMT 시스템의 layer 들에 대한 functional 정의에서는 M-Unit을 생성하는 E.3 layer는 동기화를 위한 timestamp 정보를 제공한다 [6], [7]고 나타낸다. M-Unit이 하나의 elementary stream 에서 나오는 하나 이상의 media fragment unit 혹은 AU (access unit) 으로 이루어진다는 것을 고려할 때 M-Unit level에서 지원되어야 하는 동기화 attribute는 수신부에서 presentation 할 때 playback의 지속성을 지원하는 intra-media 동기화와 일치한다. Intra-media 동기화를 위한 시간 정보는 일반적으로 비디오 통신과 관련된 터미널의 일반 system clock인 system time clock (STC)로부터 얻어진다. 일반적으로 intra-media 동기화를 지원하는 timing 정보는 PTS (presentation time stamp) 이다. M-Unit은 timed data unit 혹은 non-timed data unit 중 하나를 포함할 수 있다 [8]. M-Unit이 non-timed data unit을 포함하는 경우 PTS 정보는 E.3 layer의 헤더에 포함될 필요가 없다. 그러나 timed data unit을 위해서는 PTS가 media 동기화를 위한 timestamp 정보를 제공하기 위해 E.3 layer의 헤더에 포함될 필요가 있다. Figure2는 제안하고자 하는 E.3 layer 헤더에 포함될 PTS timestamp 구조를 보여준다.
- [0049] Functional definitions on MMT layers of MMT system designate that E.3 layer which produces M-Unit should provide timestamp information for synchronization [6], [7]. Considering that M-Unit is composed of one or more media fragment unit or AU (access unit) from a single elementary stream, the synchronization attribute that should be supported in the M-Unit level corresponds to the intra-media synchronization providing proper playback continuity in presentation at the receiver. The timing information for the intra-media synchronization can be usually obtained from the system time clock (STC) which is the generic system clock of the terminal involved in the video communication. Typical timing information to provide for the intra-media synchronization is PTS. An M-unit may contain either a timed data unit or a non-timed data unit [8]. If M-unit contains a non-timed data unit, PTS information does not need to be included in the E.3 layer header. However, for timed data unit, PTS needs to be included in the E.3 layer header to provide timestamp information for media synchronization. 도 7 shows the proposed PTS timestamp structure in the E.3 layer header.
- [0050] Syntax and semantics of the header fields in Figure 2 are as follows;
- [0051] Timed_Data_Flag (1 bit): M-unit이 timed data 혹은 non-timed data를 포함하는지 그리고 PTS_Control_Flag의 존재 여부를 나타낸다. indicates whether the M-Unit contains timed data or non-timed data, and signals existence of PTS_Control_Flag.
- [0052] '0' indicates the M-Unit contains non-timed data. Therefore, no PTS_Control_Flag exists in the E.3 layer header.
- [0053] '1' indicates the M-Unit contains timed data. Therefore, PTS_Control_Flag exists in the E.3 layer header and holds meaningful values.
- [0054] PTS_Control_Flag (1 bit): indicates presence of PTS information in the E.3 layer header.
- [0055] '0' indicates no PTS information is present in the E.3 layer header.
- [0056] '1' indicates PTS information is present in the E.3 layer header. Therefore, PTS_Base_Ext_Bit and PTS_Base of 도 7 exist in the E.3 header fields and hold meaningful values.
- [0057] PTS_Base_Ext_Bit (1 bit):
- [0058] '1' is 33^{rd} bit value of the clock when the clock resolution is 90kHz and its value is 1×2^{32} in decimal.
- [0059] '0' is 33^{rd} bit value of the clock when the clock resolution is 90kHz and its value is 0×2^{32} in decimal.

[0060] PTS_Base (32 bits): lower 32bit value of the PTS with 90kHz clock resolution.

[0061] 제안하는 PTS timestamp 정보의 C-코드 형식의 수도코드는 다음과 같다.

[0062] The C-like pseudocode representation of the proposed PTS timestamp information is as follows:

```
[0063] PTS_timestamp( ) {
[0064]     if(Timed_Data_Flag=='1') {
[0065]         PTS_Control_Flag ;                (1 bit)
[0066]     }
[0067]     if(PTS_Control_Flag=='1') {
[0068]         PTS_Base_Ext_Bit ;                (1 bit)
[0069]         PTS_Base ;                        (32 bits)
[0070]     }
[0071] }
```

[0072] PTS_Control_Flag와 관련하여, PTS는 각각의 AU 마다 전달될 필요는 없다. 예를 들어 MPEG 시스템은 PTS를 포함하는 MPEG-2 TS 패킷들의 간격이 700ms 를 초과하면 안된다고 명시한다. 그러므로 현재의 M-Unit이 PTS 정보를 포함하는지를 나타내는 flag가 요구된다. MPEG-2 system에 사용되는 상용적인 PTS expression을 따르기 위해 제안된 PTS 정보는 총 33bit 의 길이 값을 갖는다. 그러나 32비트의 RTP timestamp와 호환성을 유지하기 위해 본 제안에서 PTS 가 1 비트 PTS_Base_Ext_Bit 필드와 32비트 PTS_Base 필드 등 두개의 다른 부분으로 표현되도록 제안한다.

[0073] Relating to the PTS_Control_Flag, PTS does not need to be transmitted to the receiver for every AU interval. As an example, MPEG system requires that the must be contained in the MPEG-2TS packet at intervals no longer than. Thus, a valid flag to indicate whether the current M-Unit contains PTS information or not is required. To comply with the conventional PTS expression used in MPEG-2 system, the whole length of the proposed PTS information is 33 bits length. However, to keep compatibility with the RTP timestamp of 32 bits length at the same time, we propose to represent the PTS with two separate parts PTS_Base_Ext_Bit field with 1 bit and PTS_Base field with 32 bits.

[0074] Proposed MCR Timestamp Information at the D.1 Layer

[0075] Functional definitions on MMT layers of MMT system specify that D.1 layer should provide timing information required to calculate amount of network jitter during transmission for stable buffer management [6], [7]. A well-known clock reference PCR is a source of timing information that is basically used to coordinate synchronization of the receiver STC with the transmitter STC. In addition to the clock locking purpose between transmitter and receiver STCs, by observing delayed arrival time of PCR packets experiencing jitter in network transmission, it is possible to estimate the network jitter. Furthermore, with the two important timing parameters, PTS and PCR, it is also possible to achieve media synchronization operation for MMT. In this contribution, we propose an MMT clock reference (MCR) which serves a purpose similar to the PCR of MPEG-2 system but has different expressions.

[0076] 도 8 illustrates an example of D.1 layer header structure with MCR timestamp information being proposed. The proposed MCR timestamp information contains sampling instance clock value of 1st byte in

the payload of MMT packet and this value can be used for system clock locking purpose between sender and receiver, as well as jitter estimation and RTT calculation.

[0077] Syntax and semantics of the header fields in 도 8 are as follows;

[0078] MMT_Receiver_Buffering_Time(D_R)(20 bits): represents total buffering time (processing delay time before presentation) prior to media presentation to calculate PTS (presentation timestamp) at the receiving end for straightforward inter-media synchronization. MMT_Receiver_Buffering_Time is measured in units of 90 kHz clock ticks. By using 90kHz or 27MHz MCR, represented with MCR_Base_Ext_Bit, MCR_Base, and MCR_Ext, and D_R , MMT receiver calculates PTS to start presentation of a presentation

unit with the equation $PTS = MCR + D_R$. When delivering MMT payload format over RTP, the PTS value of 32 bits length derived only using MCR_Base and MMT_Receiver_Buffering_Time should be directly mapped into the RTP timestamp field in the RTP header. Note that every RTP packet needs to carry RTP timestamp information in its regular header.

[0079] MCR_Ext (9 bits): exists when the value of Timestamp_Control_Flag is '01' or '11' to refine 90kHz clock resolution to 27MHz clock resolution. 9 bits are required to represent 0~300 (27MHz / 90kHz) clock count value in decimal.

[0080] MCR_Base (32 bits): lower 32bit value of the timestamp with 90kHz clock resolution.

[0081] MCR_Base_Ext_Bit (1 bit):

[0082] '1' is 33^{rd} bit value of the clock when the clock resolution is 90kHz and its value is 1×2^{32} in decimal.

[0083] '0' is 33^{rd} bit value of the clock when the clock resolution is 90kHz and its value is 0×2^{32} in decimal. To provide compatibility with the conventional RTP timestamp of 32bits length, this field must be marked as '0. Note that MMT shall support delivery using existing application-layer transport protocol such as RTP.

[0084] Timestamp_Control_Flag (2 bits): controls resolution of timestamp.

[0085] '00' indicates 90 kHz clock resolution to calculate network jitter and RTT (Round Trip Time). MCR_Base_Ext_Bit and MCR_Base become meaningful.

[0086] '01' indicates 27MHz clock resolution to calculate network jitter and RTT. MCR_Base_Ext_Bit, MCR_Base, and MCR_Ext become meaningful.

[0087] '10' indicates 90kHz clock resolution to support media synchronization. MCR_Base_Ext_Bit, MCR_Base, and MMT_Receiver_Buffering_Time (D_R) become meaningful.

[0088] '11' indicates 27MHz clock resolution to support media synchronization. MCR_Base_Ext_Bit, MCR_Base, MCR_Ext, and MMT_Receiver_Buffering_Time (D_R) become meaningful.

[0089] Compatibility: According to the requirements of MMT, MMT shall support convenient conversion to and from the existing MPEG transport/storage formats [7]. Thus, keeping compatibility with the

existing timestamp structures is crucial to the MMT system design.

[0090] MCR_Base (32 bits): Compatible with conventional RTP timestamp.

[0091] MCR_Base_Ext_Bit + MCR_Base (1 bit + 32 bits = 33 bits): Compatible with base resolution PCR clock of MPEG-2 TS @ 90 kHz resolution.

[0092] MCR_Base_Ext_Bit + MCR_Base + MCR_Ext (1 bit + 32 bits + 9 bits = 42 bits): Compatible with full resolution PCR clock of MPEG-2 TS @ 27 MHz resolution.

[0093] The C-like pseudocode representation of the proposed MCR timestamp information is as follows:

```
[0094] MCR_timestamp( ) {
[0095]     if(Timestamp_Control_Flag=='00') {
[0096]         MCR_Base_Ext_Bit ;                (1 bit)
[0097]         MCR_Base ;                        (32 bits)
[0098]     }
[0099]     else if(Timestamp_Control_Flag=='01') {
[0100]         MCR_Base_Ext_Bit ;                (1 bit)
[0101]         MCR_Base ;                        (32 bits)
[0102]         MCR_Ext ;                          (9 bits)
[0103]     }
[0104]     else if(Timestamp_Control_Flag=='10') {
[0105]         MCR_Base_Ext_Bit ;                (1 bit)
[0106]         MCR_Base ;                        (32 bits)
[0107]         MMT_Receiver_Buffering_Time;      (20 bits)
[0108]     }
[0109]     else {
[0110]         MCR_Base_Ext_Bit ;                (1 bit)
[0111]         MCR_Base ;                        (32 bits)
[0112]         MCR_Ext ;                          (9 bits)
[0113]         MMT_Receiver_Buffering_Time;      (20 bits)
[0114]     }
[0115] }
```

[0116] Timestamps to support media synchronization

[0117] To enable a decoder to present synchronized content, the sender's clock is periodically indicated to the receiver by means of the MCR information of D.1 layer of MMT system. The receiver must lock its local clock on the incoming MCR in order to supply a clean time base for decoding and presentation purposes. In addition to the MCR information, PTS is also necessary to get proper time to represent the reconstructed media as an output. However, PTS with rather long length of 33 bits does not need to

be transmitted to the receiver for every AU interval (For example, at least once every 700 ms, if the MPEG-2 TS is used). Thus, for MMT packet that does not contain PTS information in its header, we need to provide an effective way to derive the PTS value in a straightforward manner at the MMT receiver. For this purpose, we employed the MMT_Receiver_Buffering_Time (D_R) field with rather short length of 20 bits in the D.1 layer as shown in 도 8. By combining MCR and D_R , we can straightforwardly get the exact PTS value for the arrived MMT packet, even without referring to the PTS information that may exist in the E.3 layer. Therefore, MMT_Receiver_Buffering_Time (D_R) field is the additional timing information field to support media synchronization in MMT system.

도 9 illustrates an example of an end-to-end transmission architecture of MMT system [9]. At the input of the MMT sender process consisting of video encoder and subsequent MMT packet packing process (comprising MMT encapsulation and packetization process), the time of occurrence of an input video picture is noted by sampling the STC. Ideally, the end-to-end buffering delay (i.e., the total delay encountered in both encoder buffer and decoder buffer) is constant. Thus, a constant quantity equal to the sum of MMT sender and MMT receiver buffer delays is added, creating a PTS (by assuming MMT packet packing and de-packing processes are instantaneous and require zero execution time in the ideal model). Based on this analysis, PTS of i-th presentation unit at MMT sender, $PTS_{s,i}$, can be expressed by the following equation:

수학식 5

$$PTS_{s,i} = t_i + D_{s,i} + D_{N,i} + D_{R,i}$$

where t_i is measured by STC (system time clock) when i-th presentation unit enters MMT sender process, $D_{N,i}$ is total buffering delay caused by MMT sender process, $D_{R,i}$ is channel (assumed to have constant transmission delay) delay, and $D_{R,i}$ is total buffering delay caused by MMT receiver process.

The MCR value, MCR_i that needs to be delivered in D.1 layer's header can be calculated with:

수학식 6

$$MCR_i = t_i + D_{s,i}$$

Hence, 수학식 5 can be rewritten as:

수학식 7

$$PTS_{s,i} = MCR_i + D_{N,i} + D_{R,i}$$

Since all the compressed presentation units (that is AUs) arrived to the MMT receiver after constant delay $D_{N,i}$, upon the arrival, STC of MMT receiver locks its clock with the STC of MMT sender by

using received MCR indication, and this permits the MMT receiver to share a common time-base with the MMT sender STC clock with the network transmission delay of $D_{N,i}$. Hence, $PTS_{R,i}$ of the MMT receiver can be represented as

수학식 8

$$PTS_{R,i} = MCR_i + D_{R,i}$$

In other words, when the MMT receiver receives i-th compressed presentation unit (i-th AU) at MCR_i , the unit can be presented to the output device after $D_{R,i}$.

However, when the MMT sender processing delay increases, hence MCR clock count increases as well, in order to provide uniform inter-frame presentation interval, the sender reduces $D_{R,i}$ to absorb the delay increment, and the receiver adjusts buffering time based on $D_{R,i}$.

Proper value range of D_R is between several seconds to 10 seconds ($2^{20} / 90KHz \approx 11.6 \text{ seconds}$), hence 20 bits are assigned as shown in 도 8.

This document proposes timestamp header fields for MMT system. In the E.3 layer of MMT system, we proposed a PTS timestamp information. To keep compatibility with the RTP timestamp of 32 bits length, we represent the PTS with two separate fields PTS_Base_Ext_Bit and PTS_Base. In the D.1 layer of MMT system, we proposed an MCR timestamp information. The proposed MCR timestamp information can be used to calculate jitter and RTT when transporting MMT packets over IP networks. In addition, it also provides a straightforward method to derive PTS value by using the MMT_Receiver_Buffering_Time (D_R) field. In conclusion, we proposed PTS and MCR timestamp representations for MMT system.

References

- [5]ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 m19332: "Response to Call for Proposal of MPEG Media Transport (MMT)," January 2011, Daegu, Korea.
- [6]ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 N11541: "MPEG Media Transport (MMT) Context and Objective," July 2010, Geneva, Switzerland.
- [7]ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 N11540: "Requirements on MPEG Media Transport (MMT)," July 2010, Geneva, Switzerland.f
- [8]ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 N11953: "Working Draft of MPEG Media Transport," March 2011, Geneva, Switzerland.
- [9]ISO/IEC JTC1/SC29/WG 11 N11542: "Use Cases for MPEG Media Transport (MMT)," July 2010, Geneva, Switzerland.

도면

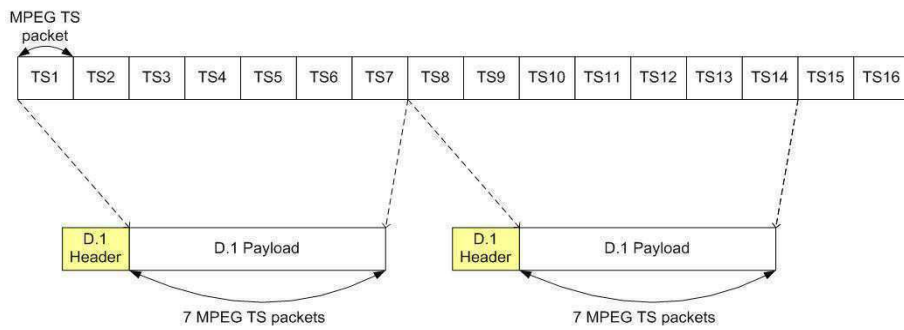
도면1

Timestamp_Control _Flag (2 bits)	Timestamp_Base _Ext_Bit (1 bit)	Timestamp_Base (32 bits)	Timestamp_Ref (9 bit)	MMT Receiver Processing Time (D_R) (21 bit)
-------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------	--------------------------	---

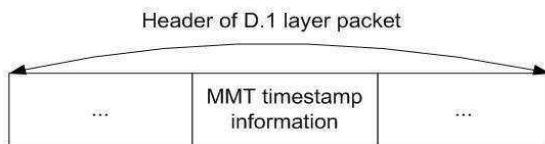
도면2



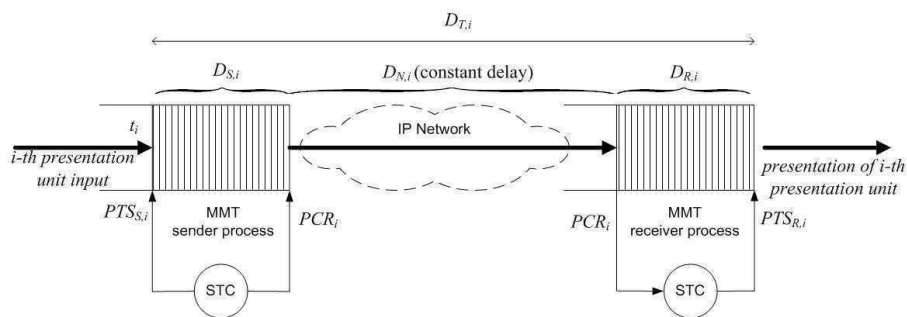
도면3



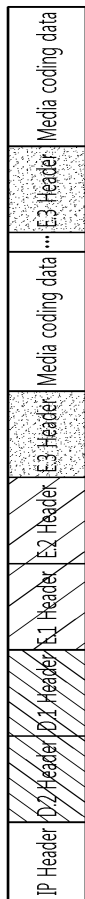
도면4



도면5



도면6



도면7

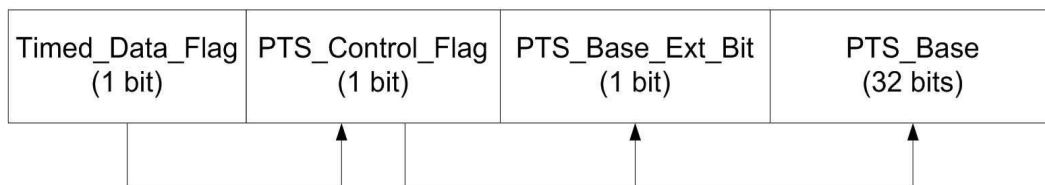


Figure 2. Proposed PTS timestamp structure in the E.3 layer header.

도면8

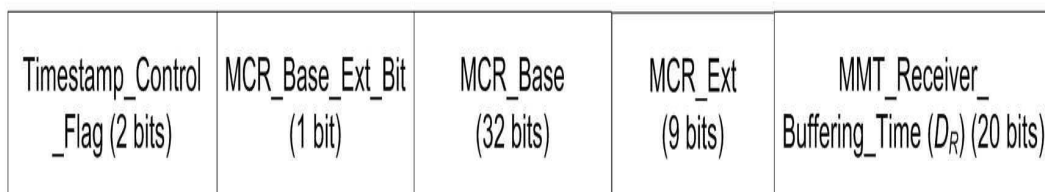


Figure 3. Proposed MCR timestamp structure in the D.1 layer header.

도면9

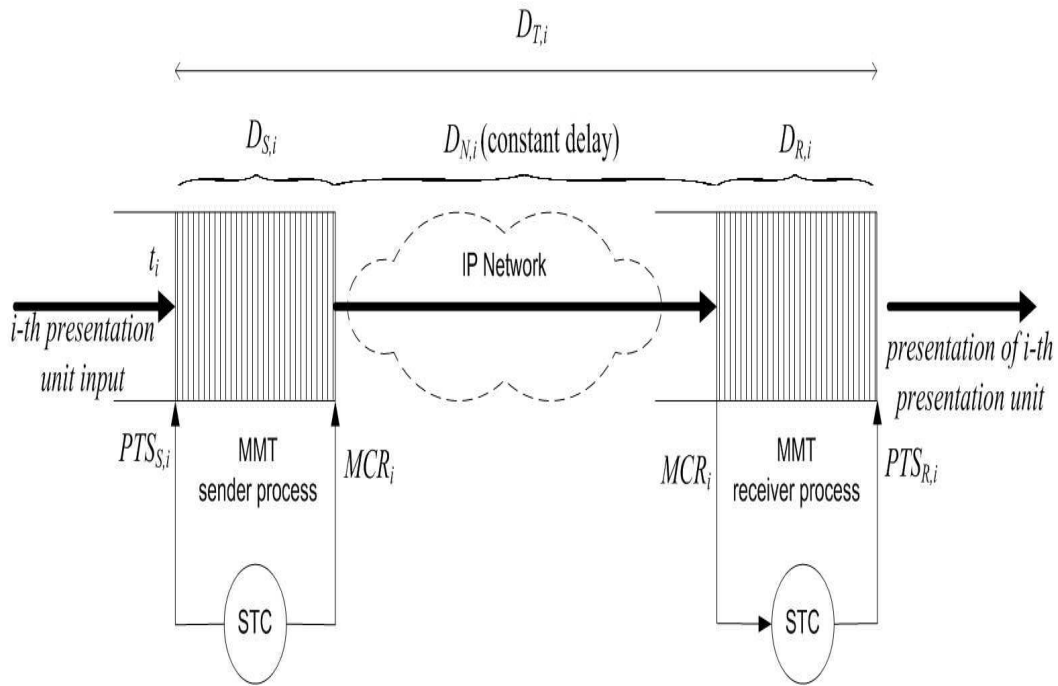


Figure 4. End-to-end transmission architecture of MMT system.