

XTI/ATM 환경에서의 멀티미디어 통신을 위한 VGC 기반의 SRTS/AAL-2 연구

⁰신동진, 김영탁
영남대학교 대학원 전자공학과

A Study on the SRTS/AAL-2 based on VGC for Multimedia Communication using XTI/ATM

⁰Dong-Jin Shin, Young-Tak Kim
Department of E.E., Graduate School, Yeungnam University

요 약

본 논문에서는 AAL-2/ATM 통신망 환경에서 멀티미디어 통신을 구현하기 위한 멀티미디어 동기화 기능으로 VGC 기반의 SRTS/AAL-2를 제안한다. 제안된 멀티미디어 동기화 알고리즘에서는 가변 비트를 멀티미디어 정보의 클럭 주파수 복원을 위하여 VGC(Virtual Global Clock)을 구성하고, 이를 기반으로 한 SRTS방식의 미디어 내부 동기화, MM_SSCS(Multimedia_SSCS) AAL-2 프로토콜을 사용한 미디어 간의 동기를 유지하는 방법을 제안하였다.

본 논문의 실험 환경으로는 Fore ATM 교환기(155 Mbps x 8 port)를 사용해서 소규모 B-ISDN/ATM 통신망을 구성하였고, SUN Workstation Solaris 2.5에 접속된 Fore ATM 접속 카드 SBA-200에서 지원하는 XTI(X/Open Transport Interface)-API를 사용하였다.

1. 서 론

B-ISDN/ATM 통신망에서 음성, 영상, 데이터들은 전송 속도, 전송 지연 시간 및 전송 지연 시간 변동에 대한 제한 값이 서로 다르다. 여러 발생에 대한 허용 범위도 서로 다른 특성을 가지므로 멀티미디어 정보를 전송 시 전송 품질과 전송되는 정보의 종류에 따라 처리방식이 각각 달라져야 할 필요가 있다. 무엇보다도 멀티미디어 정보 전송 프로토콜 구조의 다자간 통신이 이루어 질 때 각 미디어간 동기(inter-media synchronization)와 미디어 내부 동기(intra-media synchronization)를 맞추어야 하며, 미디어 내·외부 동기 유지를 위해서는 각 단말기의 클럭 동기가 유지되는 것이 필수적이다.

B-ISDN/ATM 통신망의 실시간 서비스에 대한 AAL의 중요한 기능 중의 하나가 클럭 복원이다. 기존의 클럭 동기화 방식 중 SRTS 방식은 공통 클럭으로부터 생성된 동일 클럭 주파수 정보를 기반으로 함으로, SDH 전송망을 사용하지 않는 일반 사용자 환경에서는 사용할 수 없는 단점이 있다.

본 논문에서는 VGC_MSG를 교환하여 VGC를 생성하였고, 생성된 VGC를 사용해서 클럭 동기를

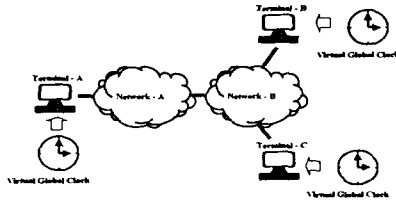
유지하였다. 이를 기반으로 SRTS/AAL-2를 적용하여 미디어 내부동기를 유지하였다. 미디어 간 동기를 유지하기 위해서 MM_SSCS(Multimedia_SSCS)/AAL-2 프로토콜을 구성하고, MM_SSCS에 프레임 순서 번호를 삽입하여 미디어 간 동기를 유지하는 방법을 제안하였다. AAL-2/ATM 통신망을 경유해서 데이터를 전송하기 위하여 Fore ATM 교환기(155Mbps x 8 port)를 사용하여 소규모 ATM 통신망을 구축하였으며, SUN workstation solaris 2.5에 접속된 Fore ATM 접속 카드 SBA-200에서 지원하는 XTI(X/Open Transport Interface)-API를 사용하였다.

2. Virtual Global Clock(VGC)

2.1 VGC(Virtual Global Clock)의 개요

기존의 CBR 서비스를 위한 SRTS 방식의 클럭 동기는 공통된 통신망 기준 클럭을 이용하여 생성된 참조 클럭을 동기 정보의 기준으로 한다. 이 SRTS

방식은 SDH 전송망을 사용하지 않는 일반 사용자 환경에서는 사용할 수 없는 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위해서 (그림 1)과 같이 다자간 통신에서 각각의 단말기가 소유하고 있는 시스템 클럭을 사용해서 VGC를 생성하고, 이를 기반으로 서로 간의 클럭 동기화를 유지하는 방법을 제안한다.

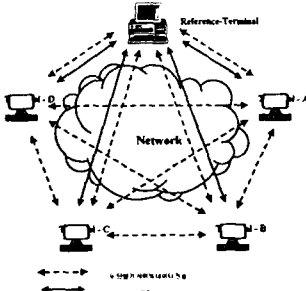


(그림 1) 가상 클럭을 사용한 각 단말기간의 통신

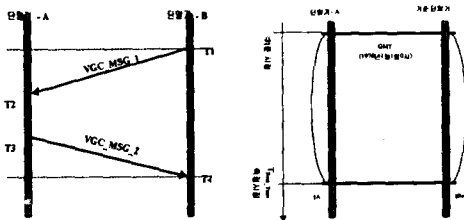
2.2 VGC(Virtual Global Clock) 생성 및 클럭 동기 유지

VGC를 생성하기 위해서는 (그림 2)에서 보는 바와 같이 네트워크 내에 기준 단말기(Reference Terminal)를 선정하고, 각 단말기들이 기준 단말기의 시간에 동기를 맞춘 VGC를 유지하고, 이를 기준으로 멀티미디어 정보 전송에서의 RTS를 구한다.

(그림 3)과 같이 기준 단말기와 각 단말기 사이에서 가상 클럭 동기화 메시지를 교환하여 식(3)에서 클럭 오프셋을 구하고 이를 이용하여 클럭 속도 차를 측정할 수 있다. 각 단말기의 측정된 클럭 속도를 기준 단말기에 맞추어 줌으로써 두 단말기의 클럭 동기화를 유지할 수 있다.



(그림 2) 각 단말기간의 가상 클럭 동기화



(그림 3) 클럭 오프셋과 클럭 속도차 측정

$$RTD = (T_4 - T_1) - (T_3 - T_2) \text{ ----- (1)}$$

$$d = RTD/2 \text{ ----- (2)}$$

$$\delta = (T_2 - T_1) - d_{av} \text{ 또는 } (T_3 - T_4) + d_{av} \text{ ----- (3)}$$

2.3 VGC Message

(그림 19)은 단말기간에 전송되어지는 가상 클럭 동기화 메시지의 구조 및 세부항목을 나타내며, 그 특성은 다음과 같다.

```

struct {
    long    VGC_Seq_NO;
    long    Sender_Node_ID;
    long    Ref_Node_ID;
    long    Session_ID;
    long    T1_tv_sec;
    long    T1_tv_usec;
    long    T2_tv_sec;
    long    T2_tv_usec;
    long    T3_tv_sec;
    long    T3_tv_usec;
    long    T4_tv_sec;
    long    T4_tv_usec;
} VGC_MSG;
    
```

(그림 10) 가상 클럭 동기화 메시지 구조

- VGC_Seq_NO : 주기적으로 가상 클럭 동기화 메시지를 전송할 때 횟수.
- Sender_Node_ID : 가상 클럭 동기화 메시지를 보내는 단말기 지정.
- Ref_Node_ID : 기준 단말기를 지정.
- Session_ID : 자신의 단말기가 참가하고 있는 세션 지정.
- T1_tv_sec : T1의 초단위 시간 전송.
- T1_tv_usec : T1의 마이크로 단위 시간 전송.
- T2_tv_sec : T2의 초단위 시간 전송.
- T2_tv_usec : T2의 마이크로 단위 시간 전송.
- T3_tv_sec : T3의 초단위 시간 전송.
- T3_tv_usec : T3의 마이크로 단위 시간 전송.
- T4_tv_sec : T4의 초단위 시간 전송.
- T4_tv_usec : T4의 마이크로 단위 시간 전송.

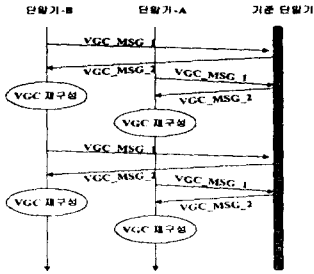
2.4 전달지연 변동 오차 보정을 위한 주기적인 VGC 재구성

처음 연결이 이루어 질 때에 단말기와 기준 단말기간의 가상 클럭 동기화 메시지 전달에서 전달 지연 변동은 VGC의 오차로 나타나게 된다. 이를 해결하기 위해서 (그림 4)와 같이 미디어 정보 전송 중에 주기적으로 VGC_MSG를 교환한다.

VGC_MSG를 사용하여 기준 단말기와의 클럭 오프셋을 구하고, 이값을 이전에 가지고 있던 값과 평균을 계산하여 새로운 클럭 오프셋으로 설정하고 VGC를 재구성 해 준다. 이렇게 함으로써 VGC의 정확도에서 전송 지연 변동에 따른 오차를 줄일 수 있다.

VGC 재구성의 주기는 통신망 환경이나 응용 서비스의 QoS 요건에 따라 결정될 수 있다. 본 논문

의 멀티미디어 다자간 회의 통신에서는 40msec을 주기로 음성과 영상정보 등의 멀티미디어를 전송하며, 이 주기의 정수배인 4초마다 VGC를 재구성하는 방안이 사용되었다.

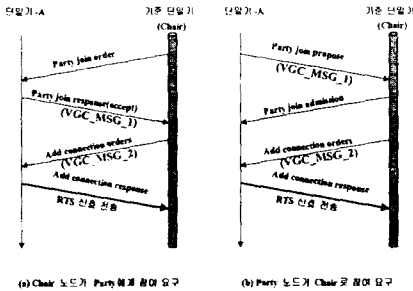


(그림 4) VGC(Virtual Global Clock) 재구성 절차

3. VGC를 기반으로한 멀티미디어 동기화

3.1 다자간 회의 통신에서 참가 형태에 따른 VGC_MSG 전달 방식

다자간 회의 통신에서 세션의 의장(chair)을 기준 단말기로 설정하며, 회의에 참석하는 각각의 단말기들이 처음 chair(기준 단말기)에 연결을 요청할 때 가상 클럭 동기화 메시지를 사용하여 VGC를 구성한다.



(그림 5) 다자간 통신에서 기준 단말기의 선전 및 연결 설정시 RTS 신호 전송

각 단말기들이 회의에 참가하는 형태는 (그림 5)와 같이 두 경우이다. 이 때 chair(기준 단말기)와 각 단말기들이 사전 클럭 동기화 메시지를 교환하는 절차를 보면, (그림 5-a) 같이 기준 단말기가 단말기-A에게 연결 요구를 할 때 단말기-A가 연결을 수락하는 경우 accept 응답과 함께 VGC_MSG_1을 보낸다. Chair 노드는 단말기-A에게 add connection order를 보내며, 함께 VGC_MSG_2를 보내어 단말기-A가 chair(기준 단말기)의 클럭에 동기 될 수 있도록 한다. (그림 5-b)는 단말기-A가 chair(기준 단

말기)에게 연결 요청을 할 때 VGC_MSG_1을 함께 전송한다. 기준 단말기가 수락하는 경우 Party join admission을 보내고, 연결 설정 요청을 위한 add connection order와 함께 VGC_MSG_2를 보내어 단말기-A가 기준 단말기(Chair)의 클럭에 동기 될 수 있도록 한다.

3.2 VGC를 기반으로한 SRTS 동기화 기법

다자간 멀티미디어 회의 통신에서 음성과 영상으로 구성된 멀티미디어 정보를 전송할 때에 VGC 기반의 SRTS 동기화 기법을 이용한 미디어 내부 동기화는 다음의 방법을 구현할 수 있다. 음성 및 영상의 미디어간 동기를 용이하게 하기 위하여 주기 T를 초당 25 프레임에 해당하는 40 msec로 설정하면, 8-bit/8kHz PCM 샘플링의 음성 정보는 1 byte/125usec x 40 msec = 320 byte를 영상 정보와 함께 송신해야 한다.

VGC를 기반으로 하는 SRTS 통신망 기준 주파수, N 주기동안의 시간, 인코딩 방식 및 정밀도를 구하면 다음과 같다.

$$T = 40 \text{ msec}$$

$$N = 1 \text{ samples}/125 \text{ usec} \times 40 \text{ msec} = 320 \text{ samples} = 320 \text{ Byte}$$

$$f_s = 8\text{kHz}$$

$f_s < f_{nx_VGC} \leq 2f_s$ 의 조건으로부터 f_{nx_VGC} 는 $2f_s$ 로 설정할 수 있다.

$$f_{nx_VGC} = 2f_s = 16\text{kHz}$$

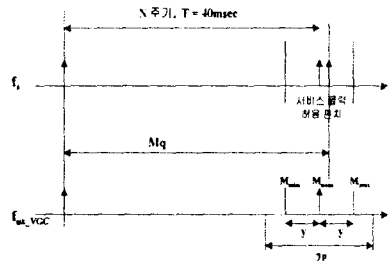
(그림 6)에서 $T = 40 \text{ msec}$ 에 대한 M_q 는 다음과 같이 정의된다.

$$M_q = M_{nom} + \Delta y$$

$$M_{nom} = 40 \text{ msec} / (1/16 \text{ kHz}) = 640$$

송신측 시스템 클럭에 오차가 있을 경우 M_q 는 M_{nom} 으로부터 Δy 만큼의 편차가 발생 하게 된다.

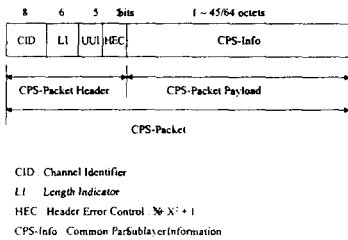
RTS(Residual Time Stamp)를 $p = 5 \text{ bits}$ 로 표현하는 경우 Δy 는 $-16 \leq \Delta y \leq 15$ 의 값을 가질 수 있고, 송신 클럭의 편차 최대 한계는 $16 \times 40 \text{ msec} / 640 = 1 \text{ msec}$ 가 된다. 따라서 송신 클럭의 정밀도가 $1 \text{ msec} / 40 \text{ msec} = 2.5 \times 10^{-2}$ 이상의 정밀도를 가질 때 이 SRTS방식을 사용할 수 있다.



(그림 6) VGC를 기준 주파수로 한 SRTS 방식

(그림 7)과 같이 40msec 주기의 프레임 내에서 생성된 CPS-Packet header의 모든 UII 필드에 RTS 정보를 넣어서 수신측에 보낸다. 이렇게 함으로써 RTS 정보 전송의 안정성을 보장한다.

가상 클럭 동기화 메시지 전달 시 전달 지연 변동에 의한 오차를 해결하기 위해서 주기적으로 VGC_MSG를 교환해서 전체 평균 클럭 오프셋을 구한다. 이를 사용하여 VGC를 재구성해 준다. 이때 VGC_MSG를 다른 미디어 정보와 구별할 필요가 있으며, CPS-Packet/AAL-2의 CID 필드에서 예치되어 있는 2~7의 값을 사용하여 구별해 준다.

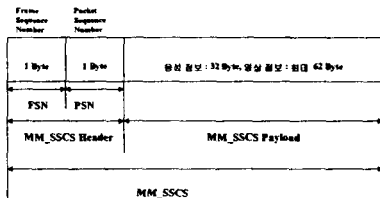


(그림 7) AAL-2 CPS-Packet 포맷

3.3 MM_SSCS/AAL-2 프로토콜 설계 및 이를 이용한 미디어간 동기화 기법

실시간 정보가 포함된 멀티미디어 서비스 중 가변 비트율에 대한 서비스를 지원하는 AAL-2의 MM_SSCS 프로토콜을 (그림 8)과 같이 구현했다.

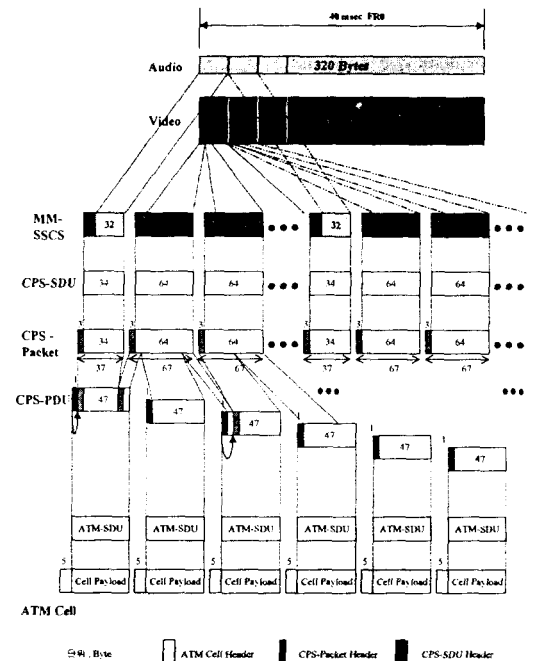
AAL-2의 MM_SSCS를 경유해서 음성과 영상 정보를 전송할 때에 송신측에서는 음성 32 bytes, 영상 62 bytes로 분해해서 MM_SSCS payload부분에 넣고, MM_SSCS header부분의 FSN(Frame Sequence Number)에 미디어 프레임에 대한 순서 번호를, PSN(Packet Sequence Number)에 프레임 내의 패킷들에 대한 순서 번호를 넣는다. 수신측에서는 MM_SSCS Header에서 FSN과 PSN정보로부터 MM_SSCS Payload 대한 순서를 확인하며, 정보 분실이 발생된 경우 에러 처리할 수 있게 통보한다. 그리고 FSN 순서 번호를 기점으로 데이터를 출력함으로써 미디어들 간의 동기를 맞출 수 있다.



(그림 8) MM_SSCS Format

3.4 AAL-2에서 멀티미디어 및 VGC_MSG 정보 전송 절차

본 논문에서 제안하는 멀티미디어 다자간 회의 통신에서는 40 msec을 주기로 음성과 영상 정보 등의 멀티미디어를 전송한다. 한 주기에 처리되는 음성의 크기는 320 bytes이며, 32 bytes 크기의 블록으로 분해해서 CPS-SDU를 경유하여 전송이 되어진다. 한 주기 동안 처리되어지는 영상 정보의 크기는 최대 16kbyte로 설정하였으며, 62byte 크기의 블록으로 분해해서 CPS-SDU를 경유해서 전송한다.



(그림 9) AAL2를 이용한 데이터 전송 예

4. XTI/ATM 환경에서 VGC기반의 멀티미디어 동기화 구성

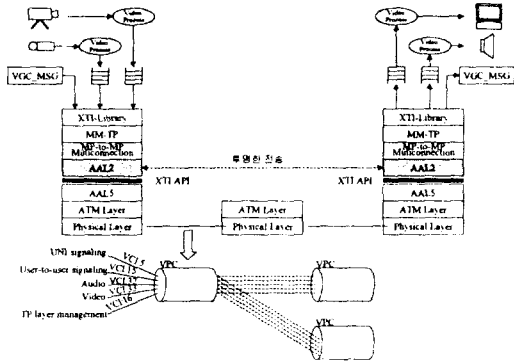
4.1 XTI/ATM API를 이용한 연결 설정

XTI(X/Open Transport Interface)는 하부 Network 서비스에 독립된 transport service interface를 제공한다. 이는 XTI에 의한 protocol stack이 구성되면 하부 Network의 종류에 관계없이 이식성이 높은 application구성이 가능하다.

본 논문에서는 소규모 B-ISDN/ATM 통신망을 구성하기 위하여 Fore ATM 교환기(155Mbps x 8

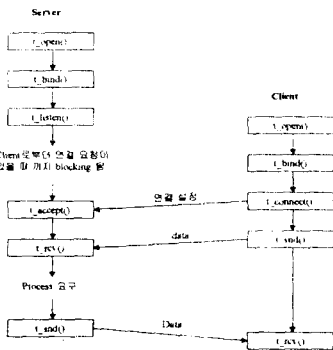
port)와 SUN Workstation Solaris 2.5에 접속된 Fore ATM 접속 카드 SBA-200에서 지원하는 XTI-API를 사용하였다.

AAL-5를 지원하는 ATM 접속 카드 SBA-200을 사용하여 XTI-API를 적용하기 위해서 (그림 10)과 같이 AAL-2/AAL-5 프로토콜을 구성하였다.



(그림 10) AAL-2/AAL-5 프로토콜에서의 멀티미디어 통신

(그림 11)은 XTI를 기반으로 한 연결설정 및 데이터 전송 절차를 보이고 있다.



(그림 11) XTI/ATM API를 이용한 연결 설정 및 데이터 전송 절차

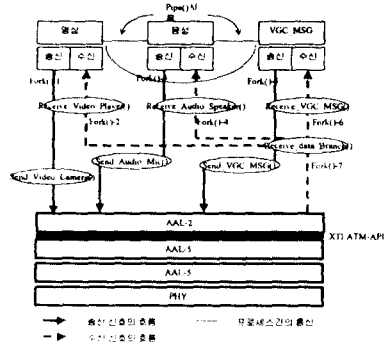
4.2 XTI/ATM API를 이용한 VGC기반의 멀티미디어 동기화 구성

4.2.1 VGC기반의 멀티미디어 동기화 구성 요소

XTI-API를 사용하여 AAL-2/ATM 통신망을 경유해서 멀티미디어 정보를 전송한다. 이때 멀티미디어 정보에 대한 각각 처리하는 프로세스가 필요하다. 여기서 fork를 사용하여 각각의 프로세스를 생성하고, 생성된 각각의 프로세스는 pipe를 통해서 서로

통신을 할 수 있다. 본 논문에서는 음성, 영상, VGC_MSG 정보를 송·수신할 때 처리되어야 할 프로세스와 정보 수신시 멀티미디어 정보를 각각의 처리 루틴으로 분할하는 프로세스가 필요로 하다.

(그림 12)에서는 XTI/ATM-API를 사용한 영상, 음성, VGC_MSG 정보에 대한 송·수신 프로그램의 전체 구성을 보여주고 있다.



(그림 12) 멀티미디어 정보에 대한 송·수신 API

4.2.2 VGC기반의 멀티미디어 동기화 기능 구현을 위한 API

XTI/ATM-API를 사용하여 연결 설정 후, MM_SSCS_API()함수를 호출하여 각 멀티미디어 정보에 대해 처리하는 프로세스를 생성한다. fork()함수를 사용하여 프로세스 생성하며, 각 프로세스들 사이에서 pipe를 사용하여 통신을 한다.

XTI/ATM 환경에서의 멀티미디어 통신기능 구현을 위하여 다음과 같은 API함수들이 제공된다:

- MM_SSCS_API() : fork()함수를 사용하여 프로세스를 생성하고, 미디어 정보를 처리하는 함수를 호출.
- Send_Audio_Mic() : 마이크의 디바이스를 open해서 음성정보를 받아들이고, 음성 정보를 32byte로 분해해서 MM_SSCS 프로토콜의 payload에 넣음.
- Send_Video_Camera() : 카메라 디바이스를 open해서 영상정보를 받아들이고, 영상 정보를 62byte로 분해해서 MM_SSCS 프로토콜의 payload에 넣음.
- Send_VGC_MSG() : 클릭 오프셋을 구성하기 위해서 VGC_MSG_1을 구성해서 수신측으로 보냄.
- MM_SSCS() : 멀티미디어 정보와 VGC_MSG정보를 받아들여서 MM_SSCS 프로토콜을 구성하여, 하위 계층의 CPS-Packet의 payload에 넣음
- Receive_data_Branch() : 송신측으로부터 멀티미디어 정보와 VGC_MSG정

보를 받아서, 각 미디어들과 VGC_MSG정보를 처리하는 프로세스에 미디어들을 할당.

- Receive_Audio_Speaker() : 수신된 음성 정보를 스피커로 보냄.
- Receive_Video_Player() : 수신된 영상 정보를 화면에 출력.
- Receive_VGC_MSG() : VGC_MSG_1신호를 수신해서, VGC_MSG_2를 구성하여 송신측으로 보내어 줌.
- VGC_MSG() : 수신된 VGC_MSG정보를 바탕으로 해서 단말기간의 동기를 유지
- CPS_Packet_make() : IEEE의 1.363.2에서 권고하고 있는 AAL-2계층의 CPS-Packet을 구성해서 하부 프로토콜인 CPS-PDU의 payload에 넣음.
- CPS_PDU_make() : IEEE의 1.363.2에서 권고하고 있는 AAL-2계층의 CPS-PDU를 구성해서 ATM Cell의 payload부분에 넣어서 전송.

5. 성능 분석

본 논문에서는 ATM 통신망에서의 멀티미디어 다자간 회의에 사용할 수 있도록 VGC(Virtual Global Clock)를 구성하였고, VGC를 이용하여 SRTS/AAL-2 기법을 제안하였다.

기존의 SRTS/AAL-1방식과 성능분석을 했을 때, SDH전송망이 아닌 일반적인 환경에서도 동기화 기법 적용이 가능하며, 일반 사용자 환경의 멀티미디어 단말기에서도 동기 유지할 수 있다.

프레임 순서번호와 패킷 순서번호를 이용하여 정보 분실 시 상위에서 프레임 순서번호를 기점으로 미디어 간 동기를 유지할수 있다.

40msec 주기 동안 프레임 내에서 생성된 CPS-Packet header의 모든 UUI필드에 5bit-RTS정보를 넣어서 전송함으로 해서 RTS 정보 전송의 안정성을 보장한다. 40msec을 한 주기로 했을 때 한 주기 동안 기준 클럭에 대한 송신측 클럭 편차의 최대 한계는 1msec이 된다. 이 경우 송신측 클럭의 정밀도가 2.5×10^{-2} 이내일 경우 제안된 SRTS/VGC를 사용 가능하다.

현재 일반적으로 사용되고 있는 PC나 워크스테이션의 경우 클럭 정밀도가 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 으로 분포되어 있기 때문에 대부분의 단말기에 적용 가능하다.

6. 결론

본 논문에서는 XTI/ATM-API를 사용하여 연결 설정을 하고, AAL-2/ATM 통신망에서의 멀티미디어 다자간 회의를 구성할 때 미디어 내·외부 동기 유지를 위하여 VGC(Virtual Global Clock)을 구성하였다. VGC를 바탕으로 하여 미디어 내 동기 유지를 위하여 AAL-2용 SRTS(Synchronization Residual

Time Stamp) 기법을 제안하였다. 이를 구현하기 위한 API 함수들을 제안하다. 멀티미디어 다자간 통신에서 미디어간 동기 유지를 위하여 40msec 주기의 MM_SSCS 프로토콜을 구성하였다. 이를 기반으로 음성 영상 등의 멀티미디어 정보를 AAL-2 CPS-Packet으로 다중화하여 전송하기 위한 세부 사항을 제안하였다.

본 논문에서 제안한 ATM 통신망 기반의 멀티미디어 다자간 통신 체계는 동기식 전송망(SDH) 사용하지 않는 일반적인 환경에서도 적용될 수 있으며, 멀티미디어 내부 동기 및 미디어 간 동기 유지가 용이한 장점을 가진다.

본 논문에서 제시한 멀티미디어 동기화 알고리즘을 구현하기 위한 실험 환경은 Fore ATM 교환기(155 Mbps x 8 port)를 사용하여 소규모 B-ISDN/ATM 통신망을 구성하였고, SUN Workstation Solaris 2.5에 접속된 Fore ATM 접속카드 SBA-200에서 지원하는 XTI-API를 사용하였다. 현재 구현된 멀티미디어 동기화 알고리즘에 대한 API함수들은 SEnd_Audio_Mic(), Send_VGC_MSG(), MM_SSCS(), Receive_data_Branch(), Receive_Audio_Speaker(), Receive_VGC_MSG(), CPS_Packet_make(), CPS_PDU_Make()등이며, 현재는 영상신호에 대한 처리, 영상신호와 음성신호의 동기화 구성 및 이들 API와 XTI-API의 결합을 구현하고 있다.

참고 문헌

- [1] 신동진, 김호철, 김영탁, "VGC(Virtual Global Clock) 기반 SRTS/AAL-2를 이용한 멀티미디어 동기화 기법 연구", 한국 정보처리학회 춘계 학술 발표대회 논문, 1008.4.
- [2] 신상현, 최정인, 김영탁, "ATM-XTI를 사용한 CMIP over ATM의 설계 침 구현", 정보과학회, 1998.4.
- [3] 이병기, 강민호, 이종희, "광대역 정보 통신", (주)교학사, pp 281-304, 1994
- [4] 김영탁, "ATM 교환 기술과 연동", 한국 정보 문화 센터 부설 정보기술 교육원 교재, pp 5-13, 1997.
- [5] CAE Specification, "Network Services(XNS) Issue5 X/Open Document Number:C523", URL:HTTP://www.rdg.opengroup.org., 1997
- [6] Othmar Kyas, "ATM networks", pp 147-179, 1995.
- [7] Uyless Black, "ATM : Foundation For Broadband Networks", pp 137-180, 1994.
- [8] ITU-T Recommendation, Draft new "I.363.2" Seoul, February 1997, 1997.
- [9] RFC1305, "Network Time Protocol(version3) Specification, Implementation and Analysis", Network Working Group, 1996.