

인터넷 환경에서의 VGC/Loopback을 이용한 멀티미디어 통신의 동기화 기법 연구

준회원 신 동 진*, 정회원 김 영 탁**

A Study on the Synchronization of Multimedia Communication using VGC/Loop_Back in the using Internet

Dong-Jin Shin* Associate Members, Young-Tak Kim** Regular Members

요 약

본 논문에서는 인터넷 환경에서 멀티미디어의 동기를 맞추어 주기 위하여 가상 클럭(VGC : Virtual Global Clock)을 구성하였고, 가상 클럭 기반의 SRTS를 제안하여 미디어 내부 동기(intra_synchronization)를 이루었다. 8bit/8kHz PCM-sampling 음성 신호에서 320byte를 한 프레임으로 했을 때 각 프레임에 순서 번호를 넣어서 미디어간의 동기(inter_synchronization)를 유지한다. Loop Back방법을 이용하여 구성한 가상 클럭(VGC)은 통신이 가능한 모든 환경에 적용할 수 있다.

I. 서론

인터넷 통신망에서 멀티미디어 정보 전송 프로토콜 구조의 다자간 통신이 이루어 질 때 각 미디어의 전송 속도, 전송 지연 시간 및 전송 지연 시간 변동에 대한 제한 값이 서로 다르다. 에러 발생에 대한 허용 범위도 서로 다른 특성을 가지므로 멀티미디어 정보를 전송 시 전송 품질과 전송되는 정보의 종류에 따라 처리 방식이 각각 달라져야 할 필요가 있다. 음성, 영상, 문자, 그림, 데이터 등 여러 미디어가 서로 연계된 형태로 표현되어 있는 멀티미디어 정보를 처리하기 위해서 필수적으로 필요한 기술이 멀티미디어 동기화를 구성하는 것이다. 멀티미디어 동기화를 구성하기 위해서는 미디어간 동기(inter-media synchronization)와 미디어 내부 동기(intra-media synchronization)를 구성하여야 한다.

인터넷 통신망에서 클럭 동기를 위한 프로토콜로는 NTP(Network Time Protocol)가 있다. NTP방법은 가장 정밀도가 높은 클럭을 소유하고 있는 PTS(Primary Time Server)와 그 다음으로 높은 클럭 정밀도를 갖은 STS(Secondary Time Server), 제일

낮은 클럭 정밀도를 갖는 Client 시스템에서 Clock Offset을 이용하여 시스템 사이의 클럭 동기를 유지하는 방법을 쓰고 있다. NTP방법은 Clock Offset을 구하는 공식 ($\theta = \frac{1}{2}[(T_2 - T_1) + (T_3 - T_4)]$)에 오차를 포함하고 있기 때문에 정확성이 떨어진다.

본 논문에서는 다자간 통신에서 정보의 송신과 수신에 loop back 방법을 사용하여 송·수신 전송 지연의 중간점(TDMP : Transfer Delay Middle Point)을 구하고, 이를 각 단말기 사이의 시스템 클럭 비(CR : Clock Ratio)를 구하는데 적용하였다. 다자간 시스템 사이에서 클럭 비(CR) 정보를 이용하여 멀티미디어 동기화를 구성하는 방법을 소개한다.

II. 가상 클럭(VGC : virtual Global Clock)

2.1 VGC(Virtual Global Clock)의 개요

인터넷 통신망에서 실시간 서비스를 지원하기 위하여 필요한 기능 중의 하나가 클럭 복원이다. B-ISDN/ATM 통신망에서 사용하던 기존의 클럭

* 영남대학교 전자공학과 B-ISDN 연구실(dongdang@piamail.net, dongdang@simmani.com)

** 영남대학교 정보통신공학과 B-ISDN 연구실(ytkim@yu.ac.kr)

논문번호 : K01003-0105, 접수일자 : 2001년 1월 5일

동기화 방식 중 CBR 서비스를 위한 SRTS/AAL1 방식은 SDH 전송망에서 제공되는 공통 클럭(common clock)으로부터 생성된 참조 클럭(reference clock) 주파수 정보를 기반으로 한다. 그러므로 공통 클럭 정보를 받을 수 없는 일반 사용자 환경에서는 이 방법을 사용할 수 없다.

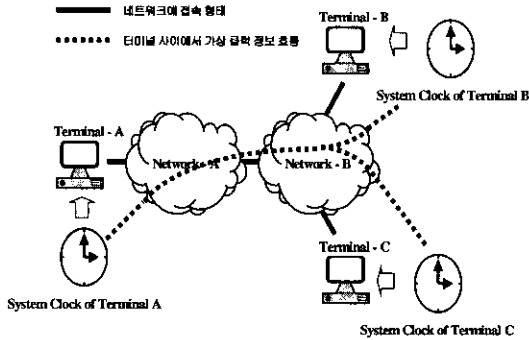


그림 1. 각 단말기 사이에서의 가상 클럭(VGC) 정보 흐름도

이런 단점을 보완하기 위하여 (그림 1)과 같이 다자간 통신에서 각각의 단말기가 소유하고 있는 시스템 클럭에 loop back방식을 적용하여 가상 클럭(VGC)을 생성하였다. 본 논문에서는 VGC를 기반으로 단말기간의 클럭 동기를 유지하는 방법을 제안한다.

가상 클럭(VGC)을 생성하기 위하여 정보 송신과 수신에 loop back 방식을 사용했으며, loop back 일주 지연(RTT : Round Trip Time)의 1/2에 대한 평균값을 이용하였다.

2.2 Loop Back 기반의 VGC 생성

(그림 2)에서 보는바와 같이 단말기-B에서 단말기-A로 정보 B₁, B₂, B₃을 송신하고, 수신측 단말기-A에서 송신측 단말기의 정보를 출력할 때 단말기-A가 소유하고 있는 시스템 클럭을 바탕으로 출력하면 원하지 않는 결과가 출력 될 수 있다. 왜냐하면, 송신측 정보인 B₁, B₂, B₃은 송신측 단말기의 시스템 클럭(클럭-B)에 의해 생성되었기 때문이다.

따라서 수신측에서 원활한 정보 출력을 하기 위하여 클럭-A에 대한 송신측 단말기의 클럭비(CR) 정보를 수신측에 공유시켜 주어야 한다. 수신측에서는 공유된 단말기-B의 클럭을 클럭-A를 이용하여 가상적으로 생성하고, 출력시 가상 클럭(VGC)에 맞춰서 정보를 출력해 주어야 한다. 따라서 본 논문에서 제안하고 있는 가상 클럭(VGC : Virtual Global Clock)의 개념은 인터넷 통신망에서 다자간 통신이

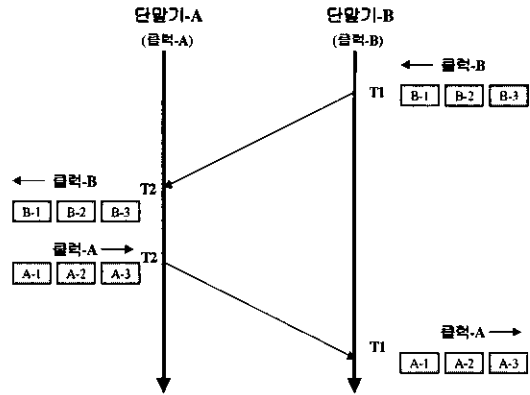


그림 2. VGC(Virtual Global Clock) 개념

이루어질 때 각 단말기 사이의 시스템 클럭 비(CR) 정보를 각각의 단말기에서 공유함으로써 각각의 시스템 클럭에 대한 동기화를 구성할 수 있다.

(그림 3)에서는 이상적인 전송 지연 즉, Loop Back_n에서 n=(1 ~ n) 일 때 송·수신측의 전송 지연이 같다는 가정 하에 Loop Back 방식을 사용하여 단말기 시스템 클럭 비(CR) 정보 생성 과정을 보여주고 있다. (그림 3)에서 보는 것과 같이 T₁₂와 T₂₁, T₁₃와 T₃₁는 Real Time을 기준으로 봤을 때 평형 사변형을 이루지만, 각각의 시스템 클럭을 기준으로 하였을 때는 각각의 시스템 클럭 차이에 의한 시간 차이가 생긴다. 따라서 두 단말기 사이에서 단말기-A를 기준 단말기로 지정했을 경우 시스템 클럭 비 CR = ΔT_{bn} / ΔT_{an}이 된다.

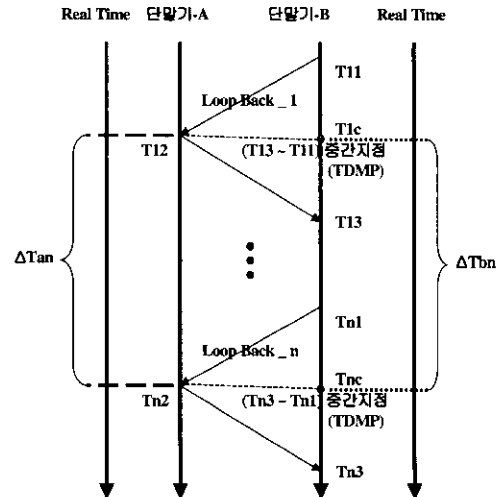


그림 3. 이상적인 환경에서 Loop Back을 이용한 두 단말기 사이의 시스템 클럭 비(CR)

실제 인터넷 통신망에서는 두 단말기 사이의 전송 지연 변동(TDV : Transfer Delay Variable)이 있다.

(그림 4)에서는 전송 지연 변동(TDV)의 영향을 최소화하기 위하여 Loop Back_n에서 n=(1~n)일 때마다 일주 지연(RTT : Round Trip Time)값의 중간 지점(TDMP : Transfer Delay Middle Point)을 구하고, RTT/2의 평균값을 이용하여 T_{1c}값을 T_{1c'}값으로, T_{nc}값을 T_{nc'}값으로 조정한다. RTT/2의 평균값을 이용하여 중간 지점(TDMP)을 조정하고, Real Time을 기준으로 봤을 때 T₁₂와 T_{n2}, T_{1c}와 T_{nc}는 평형 사변형에 가깝게 된다. 이때 두 단말기 사이의 시스템 클럭 비(CR)는 CR(Clock Rate) = ΔT_{bn} / ΔT_{an}이 된다.

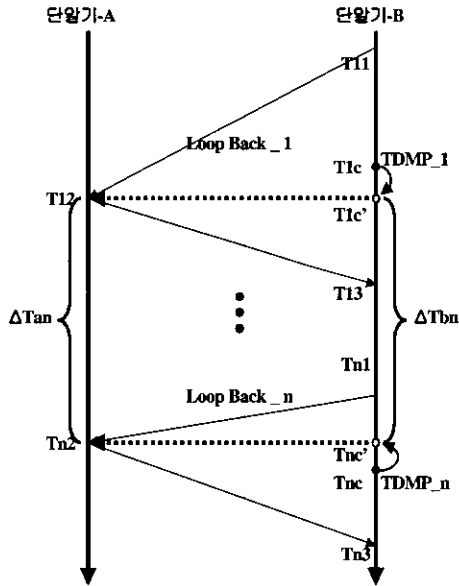


그림 4. 전송 지연 중간 지점의 평균값을 적용한 두 단말기 사이의 시스템 클럭 비(CR)

식(1) ~ 식(5)은 RTT/2를 이용하여 Loop Back의 중간점(TDMP)인 T_{1c}값을 T_{1c'}값으로, T_{nc}값을 T_{nc'}값으로 조정해 주고, ΔT_{an}과 ΔT_{bn}를 이용하여 시스템 클럭 비(CR)를 구하는 과정을 보여 준다.

T_{nc} : Loop Back_n (n = 1 ~ n)일 때 RTT의 중간점(TDMP) 식(1)

$$d_{na} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (RTT_i/2) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N \{ (T_{i3} - T_{i1})/2 \}$$

식(2)

$$T_{1c}' = T_{1c} + \{ (T_{13} - T_{11})/2 - d_{na} \}$$

식(3)

$$T_{nc}' = T_{nc} + \{ (T_{n3} - T_{n1})/2 - d_{na} \}$$

$$\Delta T_{an} = T_{n2} - T_{12}$$

식(4)

$$\Delta T_{bn} = T_{nc}' - T_{1c}'$$

$$CR = \Delta T_{bn} / \Delta T_{an}$$

식(5)

인터넷 통신망에서 loop back 방법으로 데이터를 송·수신할 때 (그림 5)과 같이 4가지의 형태가 나타나며, 각 형태마다 전송 지연 변동(TDV : Transfer Delay Variable)의 영향으로 일주 지연 (RTT : Round Trip Time)값이 일정치 않다.

(그림 6)은 두 단말기 사이에 loop back 방법을 사용했을 때 T_{n2}와 T_{nc}와의 시간에 대한 Offset을 구하여 다이어그램으로 나타낸 것이다. 중앙에 집중되어 있는 데이터들은 (그림 5)의 4가지 형태 중 한가지 형태를 일괄적으로 취하기 때문에 시간에 대한 Offset 결과가 중앙에 집중되어 나타난다. 그리고 두 시스템의 클럭비(CR)가 서로 다르기 때문에 i (= 0 ~ 1000) 값이 증가할수록 시간에 대한 Offset이 일정한 비율로 줄어들고 있다.

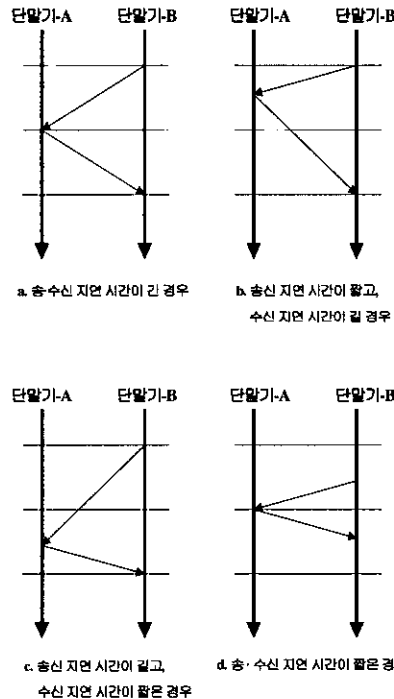


그림 5. 통신망에서 데이터 송·수신 형태

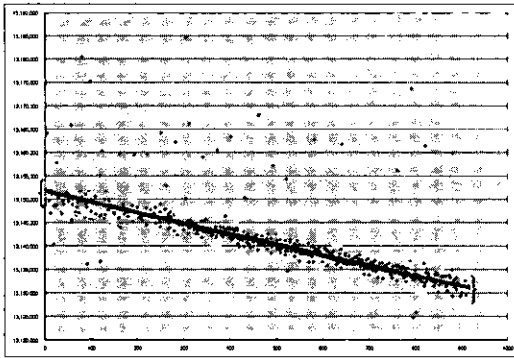


그림 6. Loopback 기반의 clock 측정에 따른 시스템 clock

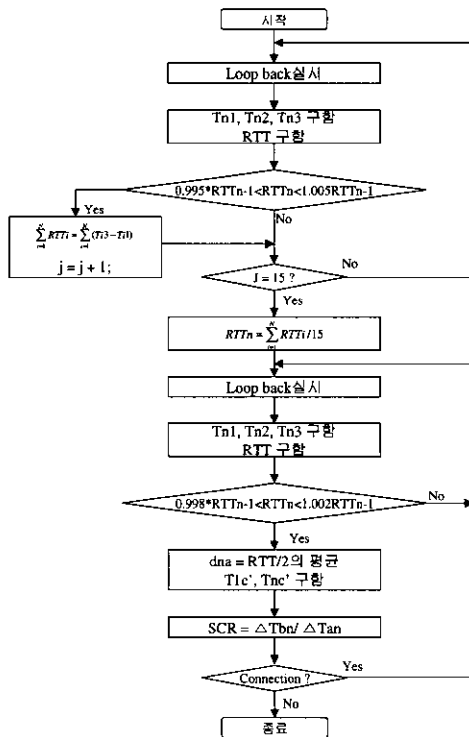


그림 7. 시스템 클럭 비(CR)를 구하는 순서도

(그림 6)에서 중앙에 집중되어 있는 데이터에 대하여 허용 범위를 약 2000usec으로 주었을 때 허용 범위 내에 있는 데이터들은 전체 데이터의 약 80% 이상 차지한다. 다시 말해, 전체 데이터의 약 80%는 (그림 5)의 4가지 형태 중 한 가지 형태를 일괄적으로 취한다. 이들 데이터를 찾아내는 알고리즘은 (그림 7)에서와 같이 순서대로 나타내었다.

2.3. VGC 동기화 메시지(VGC Message)

(그림 8)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;
    Struct  VGC_It_n-1;
}VGC_MSG_request;
    
```

a. 단말기에서 기준 단말기로의 동기 메시지

```

struct {
    long    VGC_Seq_NO;
    long    Sender_Node_ID;
    long    Ref_Node_ID;
    long    Session_ID;
    long    T2_tv_sec;
    long    T2_tv_usec;
}VGC_MSG_reply;
    
```

b. 기준 단말기에서 단말기로의 동기 메시지

그림 8. 가상 클럭 동기화 메시지 구성 요소

- 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.
- Struct VGC_IT : 가상 클럭 정보 테이블

2.4 가상 클럭 정보 테이블

(VGC Information Table)

인터넷 통신망에서 다자간 통신이 이루어질 때 참석하고 있는 단말기(party)들 중 하나를 기준 단말기(chair)로 정하고, party와 chair 시스템 사이에 VGC_MSG를 교환하여 party와 chair 시스템 사이의 클럭 동기를 유지한다. 이때 chair 시스템에서는 가상 클럭 정보 테이블(VGC Information Table)을 사용하

여 chair 시스템과 party 시스템 사이의 클럭 동기 정보를 관리한다. VGC_MSG 교환 절차와 가상 클럭 정보 테이블 관리하는 절차를 보면 다음과 같다.

- ① party에서 chair로 n 번째 VGC_MSG_request 메시지 전송.
- ② chair에서 VGC_MSG_request 메시지 받은 시간을 VGC_MSG_reply 메시지에 담아서 party로 보내 줌.
- ③ 앞의 ① ~ ②과정은 loop back 과정이며, loop back을 실행하여 생성된 T_{n1} , T_{n2} , T_{n3} 을 사용해서 (그림 6)의 순서도 의해 n 단에서의 시스템 클럭비(CR_n)를 구함.
- ④ n+1 번째 VGC_MSG_request 메시지에 시스템 클럭비(CR_n) 정보를 실음.
- ⑤ party에서 chair로 n+1 번째 VGC_MSG_request 메시지를 전송.
- ⑥ chair 시스템에서 n+1 번째 VGC_MSG_request 메시지에 포함된 CR_n정보를 이용하여 가상 클럭 정보 테이블 구성.
- ⑦ 앞의 ② ~ ⑤과정을 반복 수행
- ⑧ chair 시스템에서 가상 클럭 정보 테이블을 CR_n에서 CR_{n+1}로 갱신함.

(그림 9)는 기준 단말기 및 각 단말기에서 가상 클럭 정보 테이블을 구성하는 순서도를 보여주고 있으며, (그림 10)은 기준 단말기에서 각 단말기를

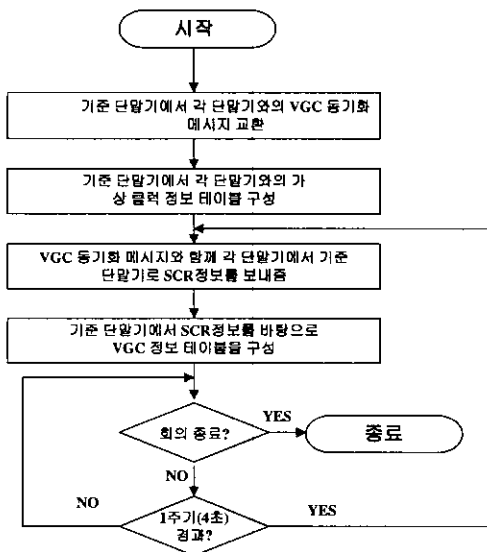


그림 9. 가상 클럭 정보 테이블(VGC_IT:VGC_Information Table) 구하는 순서도

바탕으로 가상 클럭 정보 테이블을 구성할 때 구조와 세부 항목을 나타낸다.

```

struct Party {
    long Party_ID;
    long SCR_Message;
};

struct Party Party_A;
struct Party Party_B;
  
```

그림 10. 기준 단말기에서의 VGC_IT 구성 요소

III. VGC/Loop Back을 기반으로 한 멀티미디어 동기화 기법

3.1 VGC/Loop Back을 이용한 다자간 회의 통신 형태

(그림 11)은 멀티미디어/하이퍼미디어 통신망에서 다자간 회의 통신을 보여주고 있으며, 참여하고 있는 각 party와 chair 시스템 사이에 loop back 방법을 적용할 때 VGC_MSG 전달 형태를 보여주고 있다.

다자간 회의에 참가하고 있는 chair의 시스템 내부에는 VGC 정보를 관리할 수 있는 가상 클럭 정보 테이블을 가지고 있으며, 각 party들은 chair와의 주기적인 VGC_MSG를 교환함으로써 VGC 정보 테이블을 갱신한다.

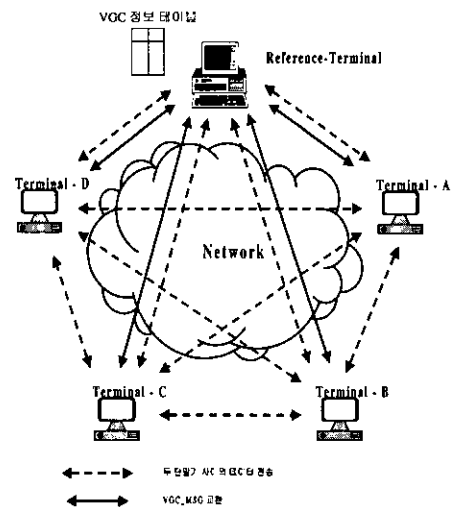


그림 11. 다자간 회의 통신에서의 VGC_MSG 정보 전달 형태

(그림 11)에서 보는 것과 같이 다자간 회의 통신에서 데이터 전달에 따라 각 party와 chair 사이에 VGC 정보 전달 형태가 아래의 두 경우로 나타난다.

- 기준 단말기인 chair와 각 party사이에서 정보를 전달할 때에는 chair의 시스템에서 관리하고 있는 VGC 정보 테이블을 이용하여 VGC 정보를 얻는다.
- party와 party 사이에 정보를 전달할 때에는 정보를 전송하는 party 시스템에서 기준 단말기와의 CR를 기준으로 하여 수신측에 정보를 전달하고, 수신측 party 시스템에서는 기준 단말기와의 CR를 기준으로 하여 수신한 정보를 디스플레이 한다. 이렇게 하면 송신측 시스템과 수신측 시스템 간의 클럭 동기를 맞출 수 있다.

3.2 SRTS/VGC을 기반으로 한 미디어 내부 동기화 기법

VGC/Loop_Back 기반의 SRTS 동기화 기법을 이용한 미디어 내부 동기는 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 12)에서 T = 40 msec에 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 발생하게 된다.

RTS(Residual Time Stamp)를 p = 4 bits로 표현하는 경우 Δy 는 $-8 \leq \Delta y \leq 7$ 의 값을 가질 수 있고, 송신 클럭의 편차 최대 한계는 $8 \times 40 \text{ msec} / 640 = 0.5 \text{ msec}$ 가 된다. 따라서 송신 클럭의 정밀도가 $0.5 \text{ msec} / 40 \text{ msec} = 1.25 \times 10^{-2}$ 이상의 정밀도를 가질 때 이 SRTS방식을 사용할 수 있다.

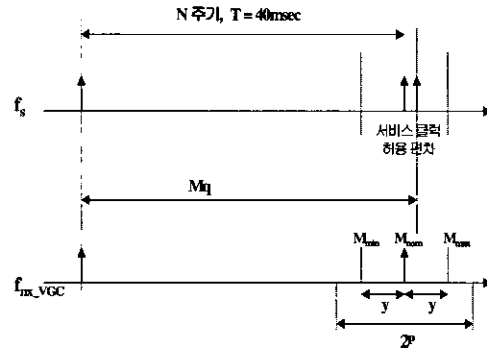


그림 12. VGC를 기준 주파수로 한 SRTS 방식

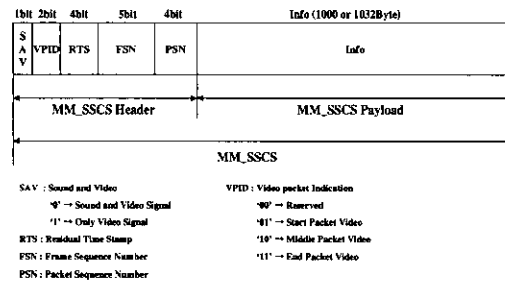


그림 13. 인터넷 용 MM_SSCS 포맷

RTS 정보를 전송하기 위하여 멀티미디어 서비스 특정 수렴 부계층(MM_SSCS : Multimedia_SSCS) 프로토콜의 RTS 필드를 사용한다. MM_SSCS 프로토콜은 인터넷 환경에서 음성, 영상 신호를 처리하기 위하여 본 논문에서 제안하였으며, 포맷은 (그림 13)와 같이 나타난다.

3.3 인터넷용 MM_SSCS 프로토콜 설계 및 이를 이용한 미디어간 동기화 기법

인터넷 통신망에서 음성과 영상 정보를 전송하기 위하여 (그림 14)과 같이 멀티미디어 서비스 특정 수렴 부계층(MM_SSCS : MultiMedia_Service Specific Convergence Sublayer) 프로토콜을 제안한다.

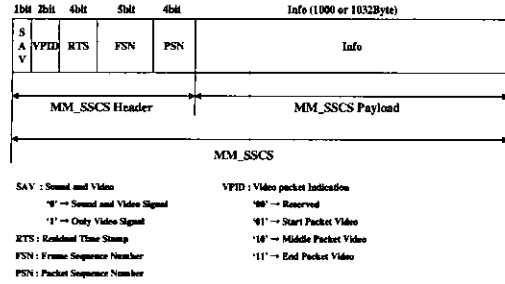


그림 14. MM_SSCS Format

(그림 14)에서 SAV(Sound And Video) 필드는 음성과 영상을 인터리빙 방식으로 정보를 전송할 때 SAV=0일 때는 음성 정보와 영상 정보를, SAV=1일 때는 영상 정보만 전송한다.

VPID(Video Packet InDication) 필드는 영상 정보 한 패킷을 1000byte로 나눠서 전송할 때 패킷의 처음 부분과, 중간 부분, 끝 부분을 구별하기 위해 사용한다. VPID='00'일 경우 reserved, VPID='01'일 경우 영상 정보 패킷의 첫 부분, VPID='10'일 경우 패킷의 중간 부분, VPID='11'일 경우 패킷의 끝 부분을 지정한다.

RTS(Residual Time Stamp) 필드는 VGC정보에 의하여 클럭 동기가 구성되어 있을 때 각 미디어 정보에 SRTS(Synchronous Residual Time Stamp) 방법을 적용하여 얻은 RTS 정보를 전송하기 위한 필드이다. RTS 정보를 이용하여 미디어 내부 동기를 맞추어줄 수 있다.

FSN(Frame Sequence Number) 필드는 음성과 영상 정보의 프레임임을 지정하기 위해 순서 번호 필드이다.

PSN(Packet Sequence Number) 필드는 1 프레임에 해당하는 음성과 영상 정보를 패킷으로 나눠서 전송할 때 패킷 순서 번호를 지정한 것이다.

수신측 시스템에서는 송신측 시스템에서 전송한 FSN과 PSN을 이용하여 미디어간의 프레임과 패킷

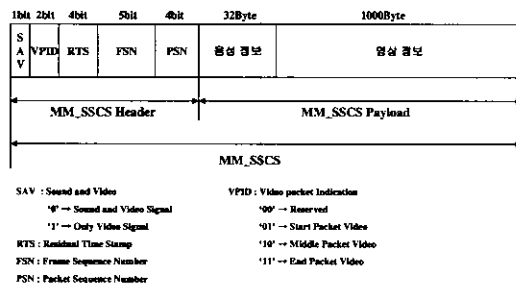


그림 15. SAV=0 일 때 MM_SSCS Format

을 맞춰서 데이터를 출력하게 된다. 이렇게 하면 미디어들 간의 동기를 맞추어 줄 수 있다

(그림 15)은 SAV='0'일 때 음성과 영상 정보를 전송하기 위하여 구성된 데이터 필드를 보여주고 있으며, (그림 16)은 SAV='1'일 때 영상 정보만 전송할 수 있게 데이터 필드가 구성되어 있다.

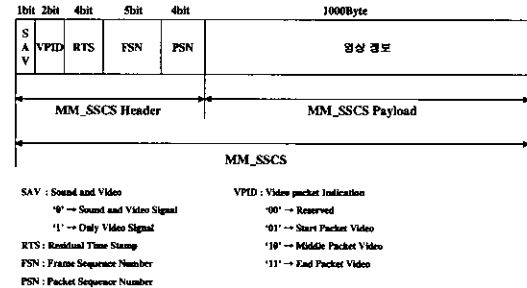


그림 16. SAV=1 일 때 MM_SSCS Format

3.4 Output Device

데이터 통신망에서 다자간 통신이 이루어 질 때 수신단에서 고려해야할 문제는 멀티미디어를 출력할 때 jitter를 포함한 최대 허용 delay를 넘지 않아야 한다. 음성 신호 전송의 경우 최대 허용 delay는 250msec이고, 최대 jitter는 10msec이다.

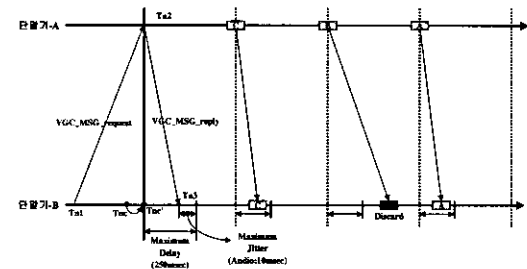


그림 17. 최대 jitter와 최대 허용 delay를 고려한 데이터 전송

(그림 17)에서 보는 바와 같이 본 논문에서는 멀티미디어 정보를 송수신하기 위하여 두 단말기 사이의 T_{n1} , T_{n2} , T_{n3} 값을 이용하여 클럭 오프셋 값 T_{nc} 을 구한다. T_{nc} 를 기점으로 하여 음성과 영상 신호를 전송한다. 데이터 B와 같이 최대 허용 delay를 넘어서 수신될 경우는 discard 시킨다.

3.5 인터넷환경에서 동기화 멀티미디어 정보 전송

(그림 18)는 멀티미디어 다자간 회의 통신에서는 40 msec을 주기로 음성과 영상 정보 등의 멀티미디어를 전송한다. 한 주기에 처리되는 음성의 크기

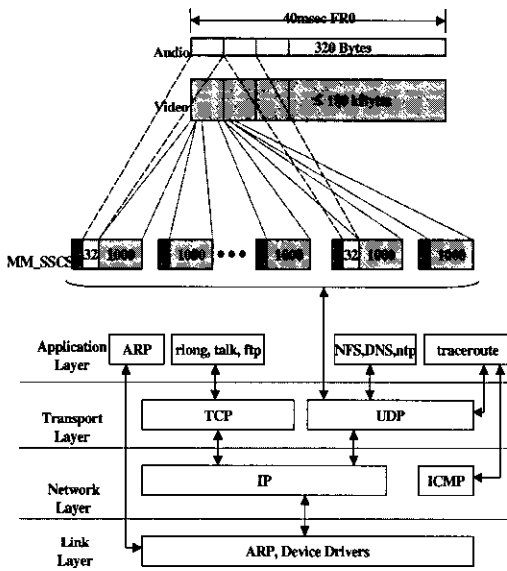


그림 18. AAL2에서 동기화 멀티미디어 정보 전송

는 320 bytes이며, 32 bytes 크기의 패킷으로 분해한다.

한 주기 동안 처리되는 영상 신호에서 화면 크기가 300 x 200 픽셀이고, 3 byte로 한 픽셀을 표현할 때 한 프레임의 최대 크기는 180 kbyte이며, 10개의 패킷으로 분해하여 음성 신호와 인터리빙 방법으로 MM_SSCS 프로토콜을 구성한다. MM_SSCS 계층은 UCP/IP를 경유하여 하부 계층으로 데이터를 전송한다.

IV. 인터넷 환경에서 멀티미디어 동기화 구성 요소

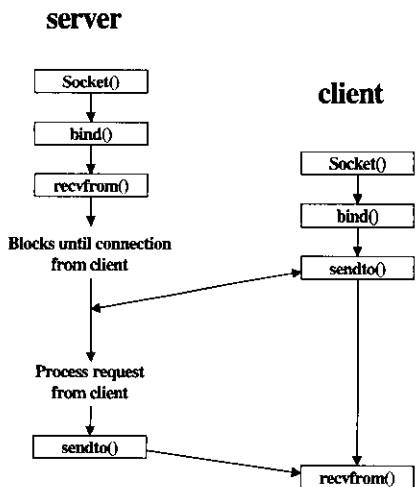
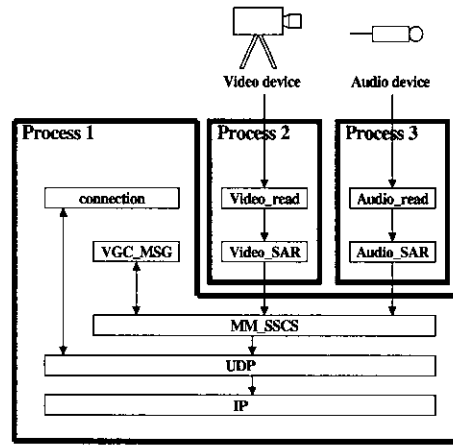
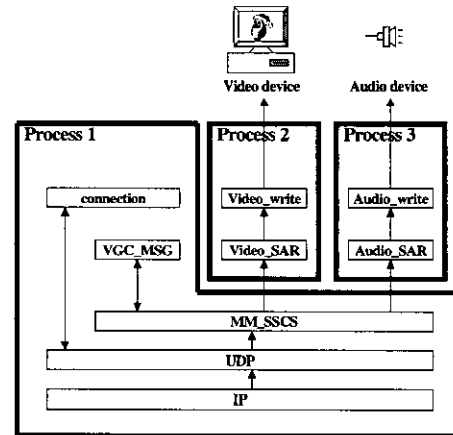


그림 19. 인터넷 환경에서 UDP/IP 연결 설정 및 데이터 전송 절차

(그림 19)은 인터넷 환경에서 UDP/IP 연결 형태 및 데이터 전송 절차를 보이고 있다.



a. 인터넷 통신망에서 미디어 정보 전송



b. 인터넷 통신망에서 미디어 정보 수신

그림 20. 멀티미디어 정보에 대한 송·수신 API

인터넷 통신망을 경유해서 멀티미디어 정보를 전송할 때 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 20)는 인터넷 환경에서 영상, 음성, VGC_MSG 정보에 대한 송·수신 프로그램의 전체 구성을 보여주고 있다.

V. 성능 분석

5.1 Network Time Protocol(NTP)

NTP는 이미 잘 알려진 것처럼 인터넷 상에서 클럭 동기를 유지하는 알고리즘이다. NTP 알고리즘의 주 내용은 (그림 21)에서 보는 것과 같이 가장 높은 정밀도의 클럭을 소유하고 있는 PTS(Primary Time Server)와 그 다음으로 높은 클럭 정밀도를 가지는 STS(Secondary Time Server), 제일 낮은 클럭 정밀도를 가지는 Client 시스템 사이에서 Clock Offset을 이용하여 시스템간의 클럭 동기를 유지하는 방법을 쓰고 있다.

$$\text{Offset } \theta = \frac{1}{2} [(T_2 - T_1) + (T_3 - T_4)]$$

$$\text{Delay } \delta = (T_4 - T_1) - (T_3 - T_2)$$

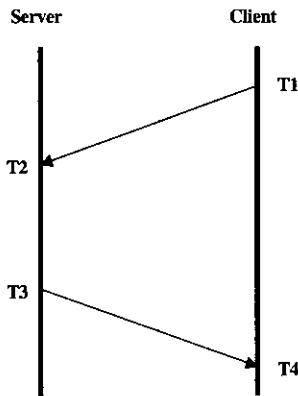


그림 21. 두 시스템 사이에서의 시간 정보

NTP 알고리즘을 사용하여 두 시스템 사이의 delay, offset을 측정한 결과 (그림 22), (그림 23)과 같이 나타난다.

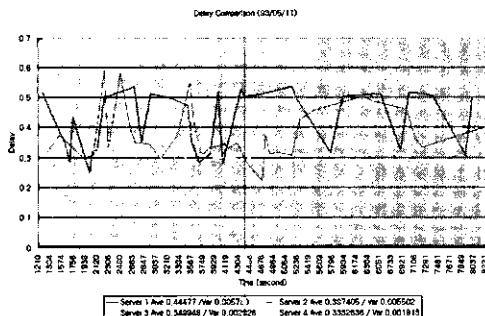


그림 22. 두 시스템 사이에서 NTP 알고리즘을 사용하여 측정한 delay

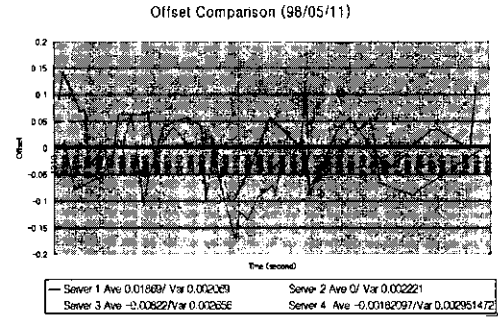


그림 23. 두 시스템 사이에서 NTP 알고리즘을 사용하여 측정한 Clock Offset

(그림 22)와 (그림 23)에서와 같이 서버에 대한 delay 값은 약 0.3~0.6sec 정도로 나타나고, server 와 client 간의 clock offset은 약 -0.15~0.15 sec 정도로 나타난다.

5.2 가상 클럭 성능 분석

본 논문에서는 인터넷 통신망에서 멀티미디어 다자간 회의 시스템을 구성할 때 시스템 클럭비(CR)를 이용하여 가상 클럭(VGC)을 생성한다.

인터넷 통신망에서 SRTS/VGC 기법을 적용하여 미디어 내부 동기(intra-media synchronization)를 구성하였다. 인터넷 용 멀티미디어 서비스 수렴 부계층(MM_SSCS) 프로토콜을 제안하였고, MM_SSCS 프로토콜의 헤더에 포함되어 있는 FSN과 PSN 정보를 사용하여 미디어간의 동기(inter-media synchronization)를 구성하였다.

가상 클럭 성능 분석을 위하여 두 시스템간의 시스템 클럭 비(CR) 측정 알고리즘을 사용해서 두 시스템간의 시스템 클럭비(CR)과 클럭 옵셋을 측정하였다. 가상 클럭의 정밀도는 loop back을 실행하였을 때 측정되는 T_{12} 값에 대하여 측정값과 클럭 비(CR)를 이용하여 구한 예측값을 비교 분석함으로써 알 수 있다.

5.2.1 시스템 클럭비(CR), 클럭 옵셋 측정

(그림 24)는 인터넷 망을 경유하여 존재하는 두 시스템(영남대 B-ISDN Lab. 보유 시스템과 경일대 컴퓨터 공학과 보유 시스템) 사이에서 식(6)에 적용하여 CR을 측정한 결과를 다이어그램으로 나타낸 것이다.

$$CR_n = \frac{(T_{nc} - T_{1c})}{(T_{n2} - T_{12})} = \frac{\Delta T_{bn}}{\Delta T_{an}} \quad \text{식(6)}$$

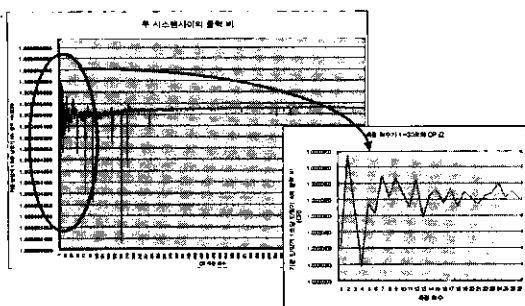


그림 24. 두 시스템 사이의 클럭 비(CR)

(그림 24)에서 보는바와 같이 두 시스템 사이에서 기준 클럭이 1(sec)일 때 단말기 시스템의 클럭 속도 비는 약 1(sec) + 5.75(usec)가 된다. 즉, 기준 단말기의 클럭이 1초 흘러 갈 때 단말기 시스템 클럭은 1.00000575초 흘러간다. 다이어그램 상에서 초반 210회까지는 진폭이 크게 나타난다. 이 부분을 확대해 보면 측정 회수가 6회일 때 클럭비(CR)가 약 1.00000506초이다. 이는 측정 회수 6회에서 두 시스템 CR값의 약 85%까지 도달함을 알 수 있다. (그림 25)는 두 시스템 사이의 Clock Offset을 측정 한 결과이다.

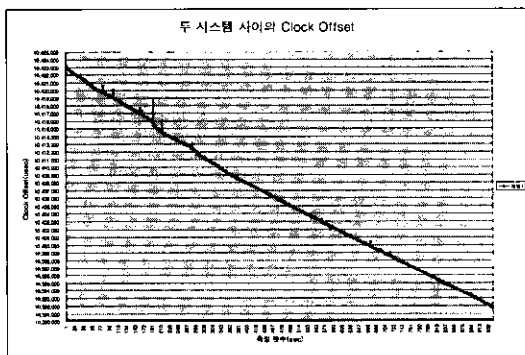


그림 25. 두 시스템 사이의 Clock Offset

5.2.2 T_{n2}에 대한 예측값과 측정값의 비교

가상 클럭의 정밀도는 가상 클럭을 구하는데 필요한 시스템 클럭 비(CR)가 얼마나 정밀한가에 따라 VGC 정밀도가 달라진다.

다음은 시스템 클럭 비(CR) 정밀도를 알아보기 위하여 측정값인 T_{(n+1)2(측정)}와 예측값인 T_{(n+1)2(예측)}을 의 오차를 구해 보는 실험을 하였다. (그림 26)를 참조하여 다음 절차에 따라 실험하였다.

- ① Loop-Back_(n) 실시.
- ② T_{n2} T_{nc}' 측정 후 CR_n 값 계산.

- ③ Loop-Back_(n+1) 실시.
- ④ T_{(n+1)2(측정)}, T_{(n+1)c'} 측정.
- ⑤ 식(7)을 이용하여 T_{(n+1)2(예측)} 계산.

$$T_{(n+1)2(예측)} = \frac{(T_{(n+1)c'} - T_{nc'})}{CR_n} + T_{n2} \quad \text{식(7)}$$

- ⑥ T_{(n+1)2(측정)} - T_{(n+1)2(예측)}을 (그림 27)과 (그림 28)과 같이 다이어그램으로 나타냄.

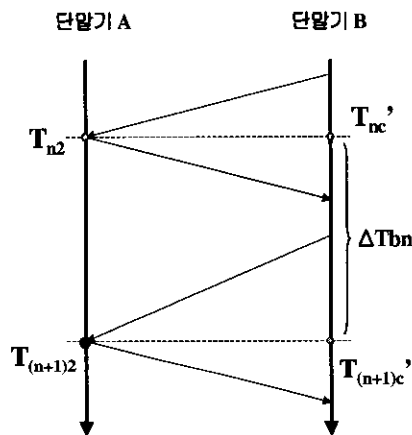


그림 26. 두 시스템 사이의 Loop Back

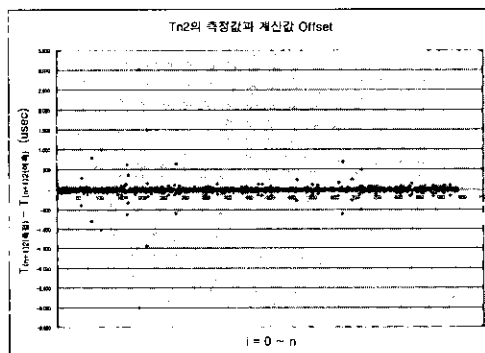


그림 27. 측정값과 예측값의 시간 Offset (range = ±3500)

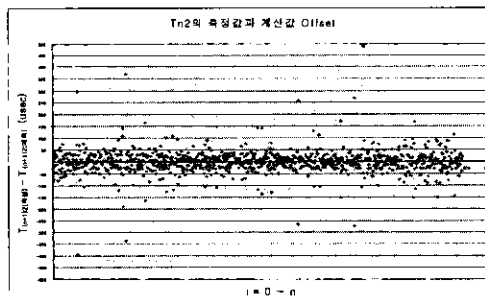


그림 28. 측정값과 예측값의 시간 Offset (range = ±500)

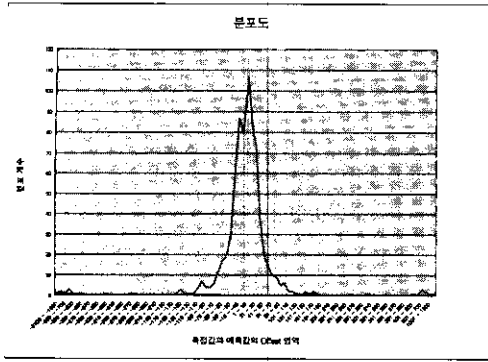


그림 29. Tn2의 예측값과 측정값의 시간 offset에 대한 분포도

(그림 27)와 (그림 28), (그림 29)에서 보는바와 같이 시스템 클럭 비(CR)를 이용하여 예측한 $T_{(n+1)2}(측정)$ 와 측정에 의해 얻은 $T_{(n+1)2}(예측)$ 와의 Offset 데이터는 약 90% 이상이 $\pm 50(\text{usec})$ 내의 오차를 낸다. $T_{(n+1)2}(측정)$ 을 이용하여 두 시스템 사이의 clock offset을 구하고, Tnc' 시점을 미디어 출력 시작점으로 하여 데이터를 출력할 때 허용 jitter(음성:10msec)를 포함한 최대 허용 지연 값인 250msec에 줄 수 있는 영향은 $50(\text{usec})/250(\text{msec}) \times 100 = 0.02\%$ 정도이다. 그리고 가상 클럭의 정밀도를 NTP와 비교 분석을 위하여 두 경우에 대하여 최대 clock offset 변동 범위를 측정하였다. 이때 NTP를 사용했을 때는 약 200 msec이고 가상 클럭을 사용했을 때 약 3msec이다. 이 결과, 가상 클럭을 사용했을 경우 NTP를 사용했을 때 보다 약 70배 정도의 정밀도가 높다.

VI. 결론

본 논문에서는 인터넷 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 인터넷 상에서 SRTS(Synchronization Residual Time Stamp) 기법을 제안하였다.

멀티미디어 다자간 통신에서 미디어간 동기 유지를 위하여 MM_SSCS 프로토콜을 구성하였고, MM_SSCS header의 FSN, PSN을 이용하여 미디어간 동기를 유지하였다.

본 논문에서 제안하고 있는 VGC/LoopBack 방법은 인터넷 통신망뿐만 아니라 AAL2/ATM 통신망, DQDB망, FDDI망 등 다양한 통신망에 적용할 수

있다.

참고 문헌

- [1] 신동진, 김호철, 김영탁, "VGC(Virtual Global Clock) 기반 SRTS/AAL-2를 이용한 멀티미디어 동기화 기법 연구", 한국정보처리학회 춘계 학술 발표대회 논문, 1998.4.
- [2] 신동진, 김영탁, "XTI/ATM 환경에서의 멀티미디어 통신을 위한 VGC 기반의 SRTS/AAL-2 연구" 한국 멀티미디어 학회 춘계학술 발표 대회 논문, 1998.6
- [3] 신동진, 김문수, 이재훈, 김영탁, 서희돈 "VHDL을 이용한 AAL-2 멀티미디어 통신프로토콜 기능 설계", 영남대학교 정보통신연구소 논문집 제 6권 제1호, 1999.6
- [4] 신상현, 최정인, 김영탁, "ATM-XTI를 사용한 CMP over ATM의 설계 칩 구현", 정보과학회, 1998.4.
- [5] 이병기, 강민호, 이종희, "광대역 정보 통신", 교학사, pp 281-304, 1994
- [6] 김영탁, "ATM 교환 기술과 연동", 한국 정보 문화 센터 부설 정보기술 교육원 교재, pp 5-13, 1997.
- [7] CAE Specification, "Network Services(XN-S) Issue5 X/Open Document Number:C5-23", URL:HTTP://www.rdg.opengroup. -org., 1997
- [8] Othmar Kyas, "ATM networks", pp 147-1-79, 1995.
- [9] Uyless Black, "ATM : Foundation For B-roadband Networks", pp 137-180, 1994.
- [10] ITU-T Recommendation, Draft new "I.36-3.2" Seoul, February 1997, 1997.
- [11] RFC1305, "Network Time Protocol(version-3)Specification, Implementation and Analysis", Network Working Group, 1996.

신 동 진(Dong-Jin Shin)

준회원



1994년 2월 : 경일대학교 전자공학과 졸업

2001년 2월 : 영남대학교 정보통신공학과 석사

2000년 3월~현재 : 경북외국어테크노대학 겸임교수

<주관심 분야> 멀티미디어 통신, ATM 통신, B-ISDN, Internet 및 차세대 인터넷망, MPOA

김 영 탁(Young-Tak Kim)

정회원



1984년 2월 : 영남대학교

전자공학과 졸업

1986년 2월 : 한국과학기술원

(KAIST) 전기 및 전자
공학석사

1990년 2월 : 한국과학기술원

(KAIST) 전기 및 전자
공학박사

1990년~1994년 : 한국통신통신망 연구소 선임연구원
/실장

1994년~현재 : 영남대학교 교수

<주관심 분야> 초고속 정보통신망 및 차세대 인터넷
Networking Engineering, ATM/B-ISDN,
TINA/TMN/SNMP 체계의 망운용관리, IN
체계의 통신망 제어