

# 미디어 지연시간 분석에 의한 가변적 동기화

서 영 건<sup>†</sup> · 오 해 석<sup>††</sup> · 심 증 채<sup>†††</sup> · 김 호 용<sup>††††</sup> · 김 현 주<sup>†††††</sup>

## 요 약

본 논문에서는 화상회의 시스템에서 다양한 미디어의 동기화를 위해서 미디어 지연시간(delay time)의 편차를 분석하여 대기시간을 적용하여 동기화하는 방법을 제안한다. 또한 미디어 트래픽의 손실률과 대기시간을 이용하여 대기시간을 결정하는 데 중요한 외부 변수의 값을 결정한다.

먼저 제안된 시스템은 회의를 시작하기 전에 더미 스트림을 발생시켜 지연지터의 편차를 구하여 네트워크 트래픽을 분석하여 미디어의 표현시간을 정의한다. 미디어 스트림이 표현되는 시간은 기준시간(base time) + 논리시간 + 대기시간이 된다. 이 때 대기시간을 적절하게 늘이고 줄이기 위해서 대기시간 변경율과 표본단위를 이용하는데, 평가기준은 대기시간을 변경시키는 횟수, 평균 대기시간, 지연도착율, 평균 지연도착시간을 이용한다.

## An Adaptive Synchronization by Analyzing the Delay Time of Media

Y. G. Seo<sup>†</sup> · H. S. Oh<sup>††</sup> · J. C. Shim<sup>†††</sup> · H. Y. Kim<sup>††††</sup> · H. J. Kim<sup>†††††</sup>

## ABSTRACT

This thesis proposes a media synchronization mechanism for video conferencing system by analyzing a variation of the delay time of media. Using this mechanism, this thesis analyzes the media traffics and determines the values of external variables important on waiting time.

This system uses some dummy streams to get the time. When two hosts are initially connected, they change the dummy streams by which a logical time of the sender may be extracted. The time presenting a media stream is a sum of base time, logical time and the waiting time. At this time, for the purpose of optimally adjusting the waiting time, this mechanism uses the rate of updating the waiting time and the sampling unit of media. These values are acquired by analyzing the waiting times, the delay rates and the delayed arrival times.

### 1. 서 론

기존의 데이터 통신에서는 텍스트, 정지 화상, 화일

등 소량의 데이터들이 이용되었고 또한 이들 데이터는 실시간으로 목적지에 전달할 필요가 없었다[1]. 그러나 멀티미디어 시스템에 사용되는 데이터는 대용량일 뿐만 아니라 실시간으로 목적지에 전달되어야 한다. 멀티미디어 데이터를 실시간으로 처리해야 하는 이유는 앞뒤의 데이터 프레임이 연속적인 성질(continuous media)을 갖기 때문이다. 연속적인 성질이란 시간적인 자유를 갖는 데이터가 아니라 특정 정

† 중신회원:경상대학교 전산개발연구소

†† 정 회 원:송실대학교 컴퓨터학부

††† 정 회 원:호남석유화학 전산실

†††† 정 회 원:영진전문대학 전자계산학과

††††† 준 회 원:경상대학교 대학원 컴퓨터학과

논문접수:1997년 8월 11일, 심사완료:1997년 10월 27일

해진 시간 이내에 목적지에 도착해야 의미를 갖는 데이터를 말한다. 멀티미디어 데이터 중에서 특히 음성 데이터는 몇 개의 프레임이 빠짐으로 해서 음질에 영향을 미칠 수도 있다.

데이터의 표현은 데이터를 처리하여 사용자가 인식할 수 있는 형태로 나타내야 하며, 원래 데이터가 의미하는 것을 정확하게 표현하기 위해서는 시간적인 관계와 공간적인 관계를 정의하여야 한다. 그래서 데이터 스트림 내부에 시공간적 동기화 정보를 포함하게 된다[1, 2]. 같은 시간에 표현되어야 할 데이터 스트림은 송신지의 시스템에서 같은 시간을 명시하여야 한다. 그러나 통신하는 두 시스템의 절대적인 시간은 같을 수가 없으므로 데이터 스트림 간의 상대적 시간으로 표현하게 된다. 이것을 논리적 시간 체계(logical time system)라고 한다[3-5].

본 논문에서 표현하는 논리시간은 네트워크의 트래픽이 많은 경우 또는 대역폭이 크지 않은 네트워크에서는 데이터 스트림의 수신 큐(receiving queue)에 대기하는 시간이 크고, 트래픽이 적거나 대역폭이 큰 네트워크에서는 대기시간이 작으므로 가변적 논리시간을 적용한다. 논리시간은 송신 시스템이나 수신 시스템에서는 각각 다른 시간을 가지므로 늦게 도착하는 것은 문제가 되지 않는다. 즉, 늦게 도착하면 늦게 도착하는 것만큼 늦게 표현하면 된다. 그러나 연속된 데이터 스트림이 네트워크의 트래픽 때문에 일찍 도착할 수도 있지만 표현되어야 하는 논리시간보다 늦게 도착하는 프레임도 있다. 이런 네트워크 트래픽과 가변적인 상황을 고려하여 두 시스템이 연결되기 전에 터미 데이터 스트림을 이용하여 최대 대기시간(waiting time)을 구하게 된다. 본 논문에서 대기시간이란 논리시간을 기준으로 표현시간까지의 차이를 말한다. 모든 데이터 스트림은 기준시간(base time), 논리시간, 대기시간의 합으로 표현된다.

시간적 동기화 시스템에서 네트워크의 트래픽이 많거나 대역폭이 적은 경우에는 데이터 스트림이 수신지에 도착하는 각 스트림이 시간적으로 일정하지 않지만, 네트워크의 트래픽이 적거나 대역폭이 큰 경우에는 데이터 스트림의 수신지 도착시간은 대체로 일정하다[4, 6]. 이런 가변적인 환경에서 최대 지연지터(delay jitter)를 이용해서 대기시간을 계산하고, 이 대기시간을 기준으로 데이터 스트림은 표현된다.

지연지터는 두 시스템 간의 미디어 스트림의 송신 논리시간과 수신 논리시간의 시간 간격을 의미한다. 지연지터는 미디어 동기화에 꼭 필요한 외부 변수이다 [7, 8].

결국 지연지터의 편차가 큰 환경에서는 많은 데이터 스트림 버퍼가 요구되고, 작은 환경에서는 적은 버퍼가 요구된다. 뿐만 아니라 지연지터가 큰 상황에서 연속적인 미디어를 불연속이 적게 표현하기 위해서는 상대적으로 표현 시간을 늦추어야 하고, 지연지터가 적은 상황에서는 표현시간을 줄여야 한다. 송신자와 수신자 간의 표현상의 시간적 차이가 크면 그만큼 부자연스러울 수 밖에 없다[8]. 약간의 데이터 스트림을 잃어버리더라도 의미 전달에 영향을 미치지 않으면 잃는 것도 허용할 수 있다. 송신자와 수신자 간의 표현되는 시간적 차이를 줄이고 약간의 데이터 스트림을 잃게 된다면 만족할 만한 멀티미디어 시스템이 된다. 두 가지 효과는 서로 상충되는 점이 있으므로 적당한 임계점을 정해야 한다[7].

실험 환경은 첫번째 이더넷 LAN에서, 두번째 이더넷 LAN을 FDDI로 연결된 환경에서, 세번째는 두개의 FDDI 사이에 라우터로 연결되고 각 FDDI에 이더넷 LAN이 연결되어 있는 환경에서 하였다. 프로토콜은 TCP/IP의 UDP을 이용하였다.

## 2. 미디어 지연과 동기화

### 2.1 멀티미디어 트래픽의 특성

멀티미디어 트래픽은 대용량을 요구하게 되고 다양한 데이터 소스를 갖고 이들 간의 동기화를 정의해야 한다. 이런 조건에서도 문제없이 데이터를 처리하기 위해서는 다음의 기능을 만족해야 한다.

- 광대역의 통신망
- 각 데이터 소스에서 발생된 데이터의 실시간 처리
- 한번으로 여러 곳과 통신할 수 있는 일대다 통신 시스템
- 각 미디어 간의 동기화

광대역의 통신망은 현재 지역망에서는 이용되고 있으나 광역망에서는 아직 대용량의 트래픽을 처리하기에는 부족하다. 기존의 문자나 숫자 등의 정적인 데이터는 동영상이나 음성에 비해 시간적으로 의미를 갖지도 않고 용량이 적지만 연속적인 데이터인 동

영상이나 음성은 용량이 크다. 실제로 24 비트 컬러를 지원하는 320×240의 영상을 초당 24 프레임을 표현하기 위해서는 5,529,600 바이트가 소요된다. 즉 이런 크기로 영상 통신을 위해서는 45Mbps가 소요된다. 그러나 MPEG으로 압축을 하게 되면 1/10이상으로 감소되기 때문에 4.5Mbps가 된다. 방송망에 연결된 두 시스템에서 4.5Mbps로 통신을 위해서는 실제로는 최소한 20Mbps이상의 전송망이 요구된다. 두 시스템이 각각 4.5Mbps로 전송해야 하기 때문에 2 배로 늘어나고, 실제로 응용 프로그램에서는 물리망 대역폭의 50% 정도로 전송할 수 있으므로 2 배로 늘어나게 된다.

2.2 트래픽 지연의 원인

음성 미디어와 영상 미디어는 프레임이라 불리는 처리 단위로 만들어져서 상대방의 시스템으로 전송된다. 송신지에서는 프레임을 항상 같은 시간 간격으로 보낸다. 예를 들어 비디오 프레임은 매 33ms마다 프레임을 보낸다. 보내기 전에 각각의 프레임은 이진화(digitization), 획득(acquisition), 압축(compression), 전송(transmission) 과정을 거쳐서 수신지에서는 수신(receipt), 복원(decompression), 표현(presentation, playout) 과정을 거치는데, 표현되기 전에 버퍼 큐에서 표현될 시간이 될 때까지 기다린다. 여기서 한 프레임의 잠재적 지연시간은 송신지의 프레임 획득에서 수신지의 표현까지 걸리는 시간을 정의한다[7]. 잠재적 지연시간은 다음 두 구성요소로 분리된다. 첫 번째 구성요소는 프레임 획득에서 복원까지의 시간으로 종단간 지연이다. 두 번째는 복원에서 표현까지로서 표현을 위한 대기시간이다. 프레임 획득에서 복원까지의 시간이 일정하지 않다거나 네트워크의 트래픽 때문에 프레임의 전송이 늦어지면 종단간 지연은 가변적이다. 이것을 지연지터(delay jitter)라 한다.

또한 종단간 지연은 고정적 지연시간과 가변적 지연시간으로 나누는데, 가변적 지연시간은 전송에서 수신까지를 의미하고 나머지는 고정적 지연시간으로 분류한다. 고정적 지연시간은 대부분 알려진 지연시간이고 응용 프로그램에서는 제어할 수 없는 부분이다. 본 논문에서는 고정적 지연시간을 고려하지 않고 가변적 지연시간을 이용해서 시간적 동기화를 맞추고 있다.

미디어의 실시간 표현을 위해서 잠재적 지연시간을 줄이면 결국 미디어의 불연속이 발생한다. 이를 위해 적당한 허용률을 정의해야 한다. 이 문제를 해결하기 위해서, I-전략과 E-전략을 이용하는 데[9], I-전략은 표현시간보다 더 큰 종단간 지연시간을 갖는 프레임은 버려진다. E-전략은 표현시간보다 늦은 프레임은 다음에 표현된다.

2.3 동기화

멀티미디어의 동기화에는 미디어 간 동기화, 미디어 내 동기화가 있는데, 네트워크 트래픽에 의한 지연시간을 갖는 트래픽의 지연지터와 동기화는 밀접한 관계를 갖는다. 또한 동기화를 위한 완충버퍼(elastic buffer)의 역할도 중요하다. 근본적으로 지연현상이 생기는 이유는 프레임을 생성하는 시스템과 표현하는 시스템이 다르기 때문이고 또한 이 프레임은 네트워크를 통해서 전달되기 때문이다. 전달되는 매체를 전용으로 사용하는 것이 아니라 공동으로 사용하기 때문에 트래픽의 폭주나 지역적으로 멀리 떨어져 있는 경우에는 지연현상이 발생할 수 밖에 없다. 수신지에서는 지연되어 도착하는 프레임들이 일정하게 지연시간을 갖는다면 문제가 되지 않겠지만 대부분 불규칙한 지연시간을 갖게 된다. 즉 지터가 크게 된다.



(그림 1) 지연지터 (Fig. 1) Delay Jitter

불연속없이 연속적으로 프레임을 표현하기 위해서, 모든 프레임은 송수신 중에 발생하는 최악의 종단간 지연보다 더 큰 고정된 지연시간으로서 표현되어야 한다. 그러나 여기서의 목표는 불연속 없이 표현되어야 하는 것은 아니다. 지연시간은 표현될 프레임의 질을 평가하는 데는 중요한 요소가 되지만, 대부분의 멀티미디어 시스템에서는 불연속이 너무 자주 일어나지 않는 한, 적은 지연시간으로서 적은 불

연속을 갖고서 표현하는 것이 많은 지연시간으로서 불연속 없이 표현하는 것보다 훨씬 낫다. 뿐만 아니라, 약간의 불연속을 기꺼이 허용한다면 최악의 종단간 지연보다 더 적은 지연으로서 표현하는 것을 선택할 수도 있다.

(그림 1)에서 처럼 첫 번째 프레임이 수신된 시간 4에서 표현을 해서는 안된다. 적어도 시간 5.2 정도에서 표현을 해야 연속적인 표현이 가능하다. 그러나 앞으로 진행될 프레임들의 속성들을 알 수 없기 때문에 일정한 개수의 프레임을 버퍼에 저장해 두어야 한다. 이런 완충버퍼를 사용하기 위해서는 다음 네 가지 사항을 유의해야 한다[10].

- 네트워크의 QoS를 이용하여 지연지터 제어를 위한 버퍼의 크기를 결정한다.
- 어떤 지터가 발생하더라도 문제가 없어야 한다.
- 늦게 도착한 프레임을 버려야 하는 문제를 고려해야 한다.
- 완충버퍼에 의해 부가된 지연시간을 고려해야 한다.

#### 2.4 멀티미디어 트래픽의 동기화 기법

동기화 기법은 정적 동기화 기법과 동적 동기화 기법이 있는데, 동적 동기화 기법은 송신지 적응형 동기화 기법과 수신지 적응형 동기화 기법이 있다[11]. 수신지 적응형 동기화 기법 중에서 FSP(Flow Synchronization Control)[12] 기법은 서로 다른 시스템에 존재하는 데이터 스트림 간의 동기화를 한다. ISCS(Intermmedia Skew Control System)[13] 기법은 허용 가능한 손실율에 따라 전송된 데이터 스트림을 스킵하거나 중복하므로써 버퍼 레벨과 표현 속도를 조절한다. CMS(Continuous Media Synchronization)[14] 기법은 주기적으로 수신지로부터 피드백 정보를 받아 허용 가능한 손실율에 따라 스트림의 표현시간과 표현 속도를 조정한다.

MPEG은 ISO/IEC JTC1/SC 29/WG11에서 동영상과 음성을 코딩하기 위해 표준으로 개발되었다. 데이터 스트림 압축 속도는 1.2Mbps이고, 적어도 1.856 Mbps로 전송할 수 있어야 된다. 음성은 32~448 Kbps로서 전송될 수 있어야 되는데, 이는 충분히 수용할 만한 속도이다[15]. MPEG 표준은 JPEG과 H.261 표준을 고려하고 있다. 네트워크의 트래픽을 줄이기

위해 MPEG 압축을 이용해서 동기화를 실현한다면 기존의 방법으로는 적당하지 않다. 왜냐하면 MPEG 데이터 구조는 임의의 프레임 버퍼는 안되는 프레임 간의 코드화된 데이터를 포함하기 때문이다. 그래서 복원에 문제를 일으키지 않는 프레임은 건너뛰어도 되는 프레임을 찾아내는 기법이 요구된다[16, 17].

RTP(Real-time Transport Protocol)은 음성 스트림을 기준으로 talk-spurt과 talk-silence를 기준으로 동기화 단위를 정한다. 동기화 단위는 스트림 발생에서 표현시까지 하나의 그룹으로 공동된 지연시간을 갖는 표현(playout)단위이고, 표현단위는 같은 타임스탬프를 갖는 패킷의 그룹을 말한다. 지연 추정치  $d_{max}$ 와 하나의 동기화 단위 내의 처음 패킷의 표현시간( $p_1$ )을 다음과 같이 정의한다.

$$p_1 = t_1 + o + d_{max}$$

( $t_1$ : 첫번째 패킷의 발생시간,  $o$ : 송수신간의 고정된 지연)

여기서 두 시스템 간의 절대적인 시간이 일치해야 한다. 결국  $o$  값을 구하기는 어렵다.

FSC 동기화에서 여러 노드는 송신자  $S^i$ 와 수신자  $D^i$ 로 구성된다. 초기에  $S^i$ 에서  $D^i$ 으로 음성 패킷과 동영상 패킷을 하나씩 보낸다. 하나의 그룹으로 정의된 네트워크에 묶인 모든  $D^i$ 에서 최대 지연시간을 구한다. 이때 각 패킷에 포함된 타임스탬프는 이미 각 노드마다 결정된 공동된 시간을 사용한다. 최대 지연시간이 각 노드에서 한 프레임의 표현은 타임스탬프 + 최대 지연시간에 표현된다. 이 시스템의 장점으로는 그룹 통신에 적합하고, 그룹에 속한 모든 노드는 절대적인 같은 시간을 갖는다. 단점으로는 하나의 그룹은 지역적으로 모여 있어야 한다. 또한 물리적인 클럭이 다른 시스템과 함께 적용하기 힘들다.

### 3. 가변적 대기시간을 이용한 동기화

미디어가 표현되는 시간은 각 미디어의 앞뒤 프레임을 고려하여, 불연속이 허용치 범위 내에서 표현되도록 한다. 네트워크의 트래픽은 계속적으로 변하기 때문에 표현시간도 이에 따라 변할 수 밖에 없다. 이런 환경을 고려하여 미디어를 표현하는 시간을 트래픽이 많은 경우에는 큰 지연시간 후의 표현시간을 이용하고, 트래픽이 적은 경우에는 적은 지연시간 후의 표현시간을 이용한다. 즉 전자는 미디어를 표현하기

위한 대기시간을 길게 하고 후자는 대기시간을 짧게 한다.

3.1 가변적 대기시간의 목표와 정의

본 논문에서 대기시간의 결정을 위해 사용하는 방법은 연결된 두 시스템 간에 트래픽이 시간적으로 얼마만큼의 일정한 시간 간격을 갖느냐는 것이다. 일정한 시간 간격을 갖는다면 LAN이나 트래픽이 거의 없는 네트워크로 간주하여 대기시간을 짧게 하고, 불규칙적인 시간 간격을 갖는다면 WAN이나 트래픽이 많은 네트워크로 간주하여 대기시간을 길게 잡는다. 수신자와 송신자는 송신자의 입장에서 아래에 정의된 세 개의 시간, 수신자의 입장에서 세 개의 시간을 갖게 된다. 즉 수신자와 송신자는 입장이 바뀌어서 송신자와 수신자가 되어 두 시스템의 입장을 모두 갖게 된다. 여기서 다음의 정의를 내리게 된다.

- 기준시간(base time): 두 시스템이 연결된 직후에 송신자가 가장 먼저 보낸 프레임의 논리시간. 송신자가 가장 먼저 보낸 프레임을 수신자가 그 프레임을 받은 실제시간을 의미한다. 이것은 실제 시간과 대응되지만 기준을 0으로 잡는다.
- 논리시간(logical time): 기준시간을 기준으로 한 실제시간. 각 프레임은 논리시간에 의해서 시간과 동기화되어 표현되는데, 논리시간 단위는 10ms로 되어 있고 연결된 두 시스템의 실제시간은 다르지만 논리시간은 같다.
- 대기시간(waiting time): 기본적으로 두 시스템은 각각 다른 실제시간을 갖는 기준시간을 갖기 때문에 논리시간에 맞추어 프레임은 표현된다. 그러나 네트워크의 상태에 따라서 프레임의 수신시간은 가변적이기 때문에 조금 더 지연시간을 두게 된다. 보통은 수신된 프레임을 지정된 논리시간이 되면 표현되는 것이지만 조금 더 미디어

의 연속성을 보장하기 위해 추가로 지연되는 시간을 말한다.

예를 들어, 송신지에서 논리시간 451.54 초로 보낸 프레임이 도착했을 때, 수신지의 현재 논리시간이 451.00 초라면 0.54초 후의 451.54초가 되면 표현해야 할 것인데, 여기서 대기시간이 0.1초라면 표현되는 논리시간은 451.64초가 된다.

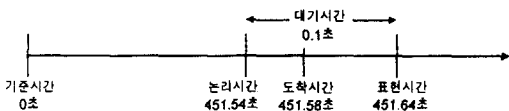
3.2 동기화 명세의 요구사항

멀티미디어 데이터의 동기화 명세는 시간적 관계를 명시하는 것인데, 동기화 명세의 요구사항은 다음 네 가지로 구성된다[8].

- 미디어 내 동기화 명세
- 미디어 내 동기화의 QoS 명세
- 미디어 간 동기화의 명세
- 미디어 간 동기화의 QoS 명세

〈표 1〉 미디어 간의 스큐 허용치  
 (Table 1) Skew Admission of Inter-Media

미디어	모드, 응용	QoS
동영상	애니메이션	연관성이 있는 경우 +/-120ms
	음성	입술 동기 +/-80ms
		정지영상
	텍스트	오버레이 +/-240ms
		비 오버레이 +/-500ms
음성	애니메이션	사건 연관성이 있는 경우 (예:댄싱) +/-80ms
	음성	밀접한 관련이 있는 경우(예:스테레오) +/-11μs
		관련이 없는 경우(참가자가 많은 대화) +/-120ms
		관련이 없는 경우 예:배경음악) +/-500ms
	정지영상	밀접한 관련이 있는 경우 (예:실명이 있는 음악) +/-5ms
		관련이 없는 경우 (예:슬라이드 쇼) +/-500ms
	텍스트	텍스트 애니메이션 +/-240ms
포인터	포인터가 가리키는 항목과 관련된 음성 -500ms ~+750ms	



(그림 2) 기준시간, 논리시간, 대기시간 간의 관계  
 (Fig. 2) Relation of Base Time, Logical Time and Waiting Time

한 미디어의 QoS 파라미터는 관련된 데이터 스트림과의 허용하는 스큐를 정의하는 것으로서, 허용 가능한 동기화 경계를 정의하는 것이다. 표 1은 미디어 간의 허용할 수 있는 스큐를 정의하고 있다[8]. 본 기법의 동기화 방법은 논리시간을 명시함으로써 미디어 간(내)의 시간적 관계를 정의한다. 또한 미디어 간의 동기화를 위해서 표 1에 명시된 스큐 허용치를 따른다.

### 3.3 초기 대기시간의 결정

회의를 하기 위한 두 시스템의 연결이 설정되면 우선적으로 대기시간 결정을 하게 된다. 대기시간을 결정하기 위해서, 즉 네트워크의 트래픽을 확인하기 위해서, 송신자는 2 초 동안 50개의 논리시간을 갖는 프레임을 40ms마다 수신자에게 전송한다. 트래픽이 많지 않다면 수신자는 대략 40ms마다 50개의 논리시간을 갖는 프레임을 수신하게 될 것이다. 50개의 프레임 중에서 정의된 논리시간과 수신지에서 정의된 논리시간과의 편차가 가장 큰 시간값을 대기시간으로 정의한다. 여기서 50개의 더미 프레임의 의미는 40개 이상의 프레임 중에서 분포를 분석해야 그 의미를 얻을 수 있기 때문이다[7].

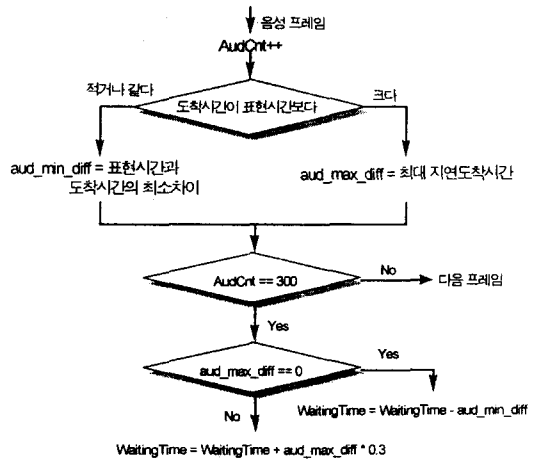
제어 코드 1 바이트	수신 논리시간 4 바이트	기준시간 또는 논리시간 4 바이트	미사용 1 바이트
←----- 더미 프레임 ----->			

(그림 3) 대기시간을 결정하기 위한 프레임  
(Fig. 3) Frame Format to determine the Waiting Time

(그림 3)은 대기시간을 결정하기 위한 프레임 구조를 나타낸 것이다. 제어코드 필드는 실제 데이터를 주고 받을 때 사용하는 헤더의 데이터 타입과 구분하기 위한 것이고, 세 번째의 시간 필드에서 가장 처음의 프레임은 기준시간(0)을 포함할 것이고 그 이후에는 기준시간을 기준으로 한 논리시간을 가지게 된다. 두 번째 수신 논리시간은 수신지에서 이 프레임을 받은 논리시간을 저장한다. 그래서 대기시간은 세 번째 필드 값과 두 번째 필드 값의 차이가 된다. 네 번째 필드는 프레임의 크기가 헤더의 크기와 같게 하기 위하여 추가된 필드이다.

### 3.4 가변적(Adaptive) 대기시간의 결정

초기에 결정된 대기시간은 회의 끝날 때까지 특별한 문제가 발생하지 않는다면 대기시간을 그대로 이용할 수 있다. 그러나 회의 시간이 길어지면 네트워크의 트래픽도 늘어날 수도 있고 줄어들 수도 있다.



(그림 4) 대기시간 결정 과정  
(Fig. 4) Process Determining the Waiting Time

트래픽이 늘어나면 그에 대응하여 중단간 지연이 늘어나므로 수신지에서 불연속을 줄이기 위하여 대기시간을 늘여야 하고, 반대로 트래픽이 줄어들면 중단간 지연이 줄어들기 때문에 대기시간을 줄여야 한다. 본 시스템에서 대기시간을 가변적으로 정의하는 방법은 다음과 같다.

- 음성 미디어를 기준으로 대기시간을 결정한다.
- 음성 미디어 10ms 이하의 불연속은 허용한다.
- 사용자로부터 음성 미디어의 불연속(미디어 손실률)을 정의하여 허용하는 범위를 넘어서면 대기시간을 늘이고, 반대로 표현시간보다 늦게 도착하는 프레임이 존재하지 않으면 대기시간을 줄인다.
- 표 1에 명시된 미디어 간의 스큐 허용치를 넘으면 대기시간 조정한다.

표현시간을 기준으로 지연 도착된 프레임은 전체 프레임 분포 중에서 지연허용율에 가까운 양의 프레임만 존재하므로, 여기서는 이 프레임을 분석하여 in-

crease\_rate를 결정한다. 결과적으로 increase\_rate은 30%가 정해졌는데, 이 의미는 표현시간을 초과한 프레임의 대부분은 최대 지연시간의 30% 범위내에 존재한다는 것을 알 수 있다. 허용 가능한 지연율 QoS, ar은 사용자에게 의해서 지연율을 정의해야 하지만 1%로 고정시켰다. 이 값을 기준으로 지연되는 패킷의 비율이 ar보다 크면 대기시간을 늘리게 된다. 대기시간을 줄일 때는 300번의 프레임 확인 후에 한번도 지연되는 프레임이 없으면 300개의 프레임 중에서 가장 늦게 도착한 프레임의 도착시간-논리시간을 대기시간으로 설정한다.

#### 4. 실험 및 성능 평가

가변적 대기시간을 결정하는 외부 요인은 미디어 지연율, 표본단위, 대기시간 확장율로 결정되는데, 여기서의 미디어 지연율은 1%로 고정하여 실험하였다. 음성과 동영상을 제외한 미디어는 표현시간보다 늦게 도착하더라도 표현하기 때문에 사용자에게는 거의 지연효과를 느끼지 못하게 된다. 그 이유는 인간의 생각하는 방법은 스크린에 나타나는 그림이나 글자를 이용하여 설명할 때, 약간의 지연은 전혀 대수롭지 않게 생각하는 것이다. 무엇보다도 중요한 것은 음성의 지연이나 삭제시에 생기는 잠음이나 음의 단절현상이 문제를 일으킨다.

##### 4.1 실험 방법

3개의 실험은 두 대의 펜티움 150MHz, 윈도우즈 95에서, 카메라 1대, 스피커, 마이크 등을 이용하여 화상회의에서 실험을 했다. 음성은 40ms에 한번씩, 동영상은 200ms에 한 프레임씩 취한다. 음성은 40ms 녹음 후에 전송을 하기 때문에 전송시에 우선권을 갖게 된다. 음성 프레임의 크기는 약 220 바이트이다. 동영상의 크기는 본인의 화면의 크기는 420×340×24 비트 컬러로 설정하지만 상대측으로 전송하는 영상의 크기는 영상의 중앙부 128×128×24 비트 컬러로 한다. 정지영상은 약 70,000 바이트의 그래픽 이미지와 35,000 바이트의 그래픽 이미지를 표본으로 사용했다. 텍스트는 1,000 바이트 미만의 한 프레임으로 구성된다. 텍스트와 정지영상은 회의 중에는 몇 번 밖에는 사용되지 않으므로 비록 데이터량이 많다 하

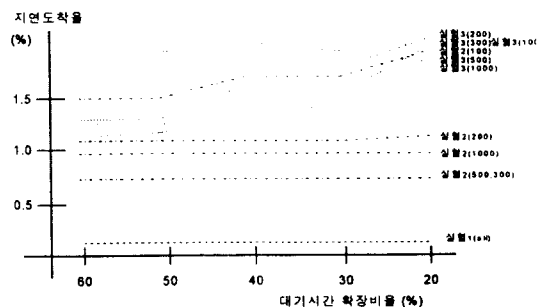
더라도 트래픽에는 영향을 미치지 않는다. 지시점은 그래픽 화면과 텍스트 화면에서 마우스의 위치가 움직일 때 상대측으로 전송한다. 마우스의 움직임은 아주 정밀해서 많은 프레임을 발생시키기 때문에 0.1초에 번씩 마우스의 움직임이 있을 때 위치를 전송한다.

실험 방법은 초기에 결정된 대기시간을 기준으로 고정된 대기시간인 경우에 발생하는 각 미디어 간 지연율을 측정한다. 또한 가변적으로 대기시간을 결정하기 위해서 음성을 기준으로 논리시간+대기시간(표현시간)을 초과한(늦게 도착한) 미디어 프레임의 비율을 이용하여 대기시간을 늘이기도 하고 줄이기도 한다. 각 미디어 프레임에는 송신지에서 발생된 논리시간을 갖기 있으므로 수신지의 논리시간+대기시간보다 늦게 도착한 프레임은 지연된 프레임으로 간주한다.

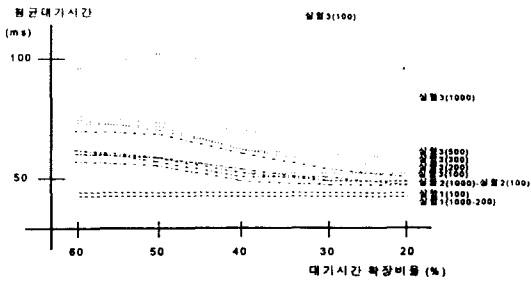
##### 4.2 성능 평가

제안된 실험환경1, 2, 3에서 보인 표본단위와 대기시간 확장비율을 이용한 각종 변수들의 상관관계를 분석하여 가장 적절한 표본단위와 대기시간 확장비율을 구하는 것이 본 장의 목적이다. 먼저 대기시간 확장비율과 변수들의 관계를 살펴본다.

표본단위라는 것은 지연시간 변경 정도를 음성 미디어에 대해서 몇 개를 분석한 후에 변경시키는 것인데, 주기적으로 표본단위만큼 분석해서 그 결과를 이용해 대기시간을 줄이기도 하고 늘이기도 한다. 다음 네개의 그림은 표본단위에 대해서 각 변수와의 관계를 그린 것이다.



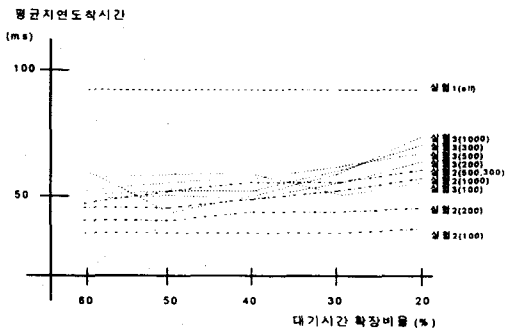
(그림 5) 대기시간 확장비율과 지연 도착율  
(Fig. 5) Extension Rate and Delay Rate



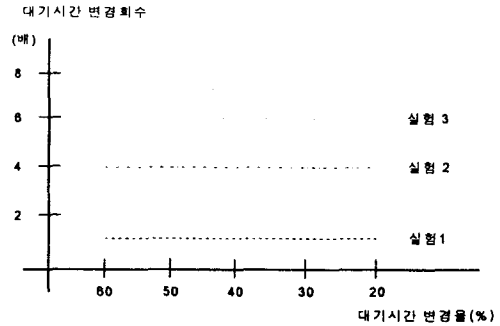
(그림 6) 대기시간 확장비율과 평균대기시간  
(Fig. 6) Extension Rate and Mean of Waiting Times

그림 5에서 12까지의 결과로서 대기시간의 확장비율은 30%가 가장 좋다는 결론이 얻을 수 있었고, 표본단위는 300개가 적절하다는 결론을 얻었다. 실험1 환경에서는 대기시간은 40ms이고, 99% 이상의 프레임이 표현시간 이내에 도착했다. 실험2 환경에서는 대기시간은 40ms이고, 텍스트는 95% 이상이 표현시간에 내에 도착했다. 실험3 환경에서는 대기시간은 50ms이고, 동영상에 많은 데이터량을 차지하기 때문에 94%만이 표현시간 내에 도착했고, 가장 중요한 음성은 3.4%만이 표현시간 이후에 도착했다.

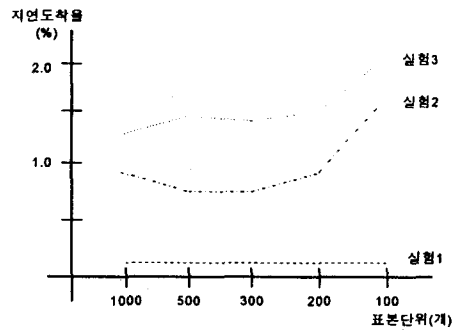
여기서 대기시간 내에는 기본적으로 40ms가 포함되어 있다. 그 이유는 음성 미디어는 논리시간과 송신 시간이 40ms 차이가 나기 때문이다. 음성은 40ms 샘플링 후에 전송하기 때문에 다른 미디어보다는 40ms가 늦게 송수신된다. 그래서 다른 미디어보다 높은 전송 우선순위를 가짐에도 불구하고 늦게 도착하는 프레임이 생기게 된다. 음성 외의 다른 미디어 중



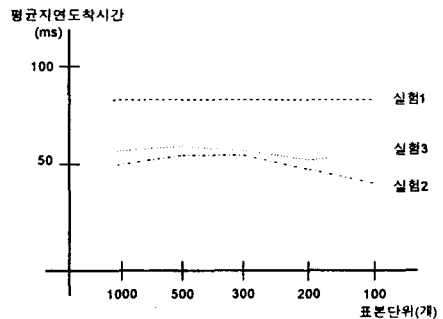
(그림 7) 대기시간 확장비율과 평균지연도착시간  
(Fig. 7) Extension Rate and Mean of Delay Time



(그림 8) 대기시간 확장율과 대기시간 변경회수  
(Fig. 8) Extension Rate and Changing Count of Waiting Time



(그림 9) 표본단위와 지연도착율  
(Fig. 9) Sampling Unit and Delay Rate

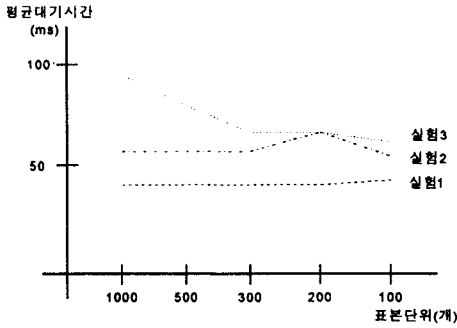


(그림 10) 표본단위와 평균 지연도착시간  
(Fig. 10) Sampling Unit and Mean of Delay Times

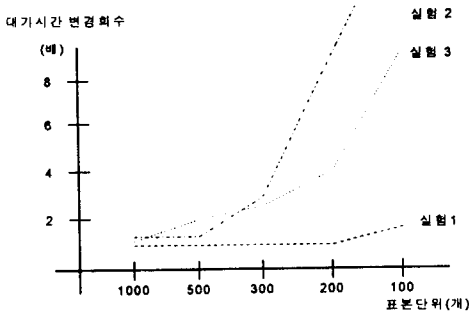
에서 특히 늦게 도착한 미디어는 양을 많이 차지하는 미디어가 됨을 알 수 있었다. 또한 세 번째 실험은 두 시스템이 멀리 떨어져 있음에도 불구하고 늦게 도착



한 프레임이 적은 것은 대기시간이 50ms가 발생했기 때문이다.



(그림 11) 표본단위와 평균 대기시간  
(Fig. 11) Sampling Unit and Mean of Waiting Times



(그림 12) 표본단위와 대기시간 변경회수  
(Fig. 12) Sampling Unit and Changing Conut of Waiting Times

### 5. 결 론

본 실험에서 대기시간 결정 변수로는 사용자 정의에 의한 미디어 손실 허용율, 표본 단위(몇 개를 분석할 것인가), 대기시간 확장율(얼마만큼 늘일 것인가)을 이용했다. 사용자 정의에 의한 미디어 손실 허용율은 1%로 고정했다. 표본단위는 각각 1000, 500, 300, 200, 100 개를 분석해서 가장 좋은 결과를 얻는 표본단위를 선택했고, 대기시간 확장율은 현재의 대기시간과 주어진 표본단위에서 얻어진 최대 지연도착시간의 차이에서 몇 %의 시간을 늘일 것인지를 결정하는 것이다. 사용된 확장율은 60, 50, 40, 30, 20%

를 이용하고 이 중에서 가장 좋은 결과를 얻은 확장율을 본 시스템에서는 사용했다. 여기서 가장 좋은 결과를 얻는 기준은 미디어 지연도착율, 평균 지연도착시간과 평균 대기시간, 대기시간 변경 정도를 고려하여 결정하였다.

실험 결과 얻어진 대기시간 확장율은 30%를 얻을 수 있었는데, 이 의미는 대부분의 지연도착 프레임은 표현시간을 겨우 넘겨 도착하고, 아주 소수의 프레임만이 많은 지연시간을 갖고서 도착한다는 것을 의미한다. 또한 적절한 표본단위는 300 개를 얻을 수 있었다. 즉 12초에 한번씩 음성 트래픽의 분포를 분석 후 대기시간을 변경하는 것이다. 표본단위를 결정하는 데는 대기시간과 지연도착시간, 지연도착율이 낮은 100 개가 가장 우수하지만 대기시간 변경 횟수가 너무 많기 때문에 300으로 정의했다.

### 참 고 문 헌

- [1] G. Blakowski and R. Steinmetz, "A Media Synchronization Survey Reference Model, Specification, and Case Studies," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 14, No. 1, pp. 5-35, Jan. 1996.
- [2] M. J. Peres-Luque and T. D. C. Little, "A Temporal Framework for Multimedia Synchronization," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 14, No. 1, pp. 36-51, Jan. 1996.
- [3] 임영환, "ComBiStation: 부산 멀티미디어 컴퓨팅 환경을 위한 컴퓨터 플랫폼," 정보과학회논문지(C), 제2권 제2호, pp. 160-181, 1996. 6.
- [4] Y. G. Seo, M. R. Jung, and H. S. Oh, "Sending, Receiving and Presenting Multimedia Data over Network for Tele-medical Diagnosis(MediNet)," *IEEE Real Time Computing Systems and Applications*, Oct. 1996.
- [5] K. Patel, *An Introduction to the CM Toolkit*, Harlequin WebMaker, 1996.
- [6] I. F. Akyildiz and W. Yen, "Multimedia Group Synchronization Protocols for Integrated Services Networks," *IEEE Journal on Selected Areas in*

*Communications*, Vol. 14, No. 1, pp. 162-173, Jan. 1996.

[7] D. L. Stone and K. Jeffay, "Empirical Study of Delay Jitter management Policies," *Multimedia systems*, Vol. 2, pp. 267-279, 1995.

[8] R. Steinmetz, "Human Perception of Jitter and Media Synchronization," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 14, No. 1, pp. 61-72, Jan. 1996.

[9] W. E. Naylor and L. Kleinrock, "Stream Traffic Communication in packet-switched networks: Destination Buffering Considerations," *IEEE Trans. on Communications*, Vol. 12, pp. 2527-2534, 1982.

[10] P. W. Jardetzky, C. J. Streenam, and R. M. Needham, "Storage and Synchronization for Distributed Continuous Media," *Multimedia systems*, Vol. 3, pp. 151-161, 1995.

[11] 나인호, "분산 시스템 환경에서 프레젠테이션 특성 및 동기화 구간 조정을 이용한 멀티미디어 동기화 기법," 중앙대학교 대학원 전자계산학과 박사학위논문, 1995. 6.

[12] L. A. Karmouch and N. D. Georganas, "Multi-Media Segment Delivery Scheme and Its Performance for Real-Time Synchronization Control," *SuperCom, ICC '94*, Vol. 3, pp. 1734-1738. 1994.

[13] T. D. C. Little and F. Kao, "An Intermedia Skew Control System for Multimedia Data Presentation," *The 3rd Int'l Workshop on Network and Operation System Support for Digital Audio and Video*, pp. 121-132, Nov. 1992.

[14] S. Ramanathan and P. V. Rangan, "Continuous Media Synchronization in Distributed Multimedia Systems," *Proc. of 3rd International Workshop on Network and Operation System Support for Digital Audio and Video*, Sandiego, California, pp. 289-296, Nov. 1992.

[15] R. Steinmetz and K. Nahrstedt, *Multimedia: Computing Communications and Applications*, Prentice Hall PTR, pp. 567-670, 1995.

[16] P. V. Rangan, S. S. Kumar, and S. Rajan, "Continuity and Synchronization in MPEG," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 14, No. 1, pp. 52-60, Jan. 1996.

[17] A. Ichikawa, K. Yamaoya, et. al, "Multimedia Synchronization System for MPEG Video Based on Quality of Pictures," *IEEE Proc. of Multimedia*, pp. 390-393, 1996.



서 영 건

1987년 경상대학교 전산통계학과(학사)  
 1989년 숭실대학교 대학원 전자계산학과(석사)  
 1997년 숭실대학교 대학원 전자계산학과(공학박사)  
 1989년~1992년 (주)삼보컴퓨터 소프트웨어 사업부

1997년~현재 경상대학교 사범대학 컴퓨터교육과 전임강사

관심분야: 네트워크, 멀티미디어(특히, 화상회의 시스템)



오 해 석

1975년 서울대학교 응용수학과(학사)  
 1981년 서울대학교 대학원 계산통계학과(이학석사)  
 1989년 서울대학교 대학원 계산통계학과(이학박사)  
 1976년~1979년 태평양화학(주) 주임

1979년~1981년 (주)삼호 과장  
 1990년~1991년 일본 동경대학 객원교수  
 1982년~현재 숭실대학교 정보과학대학 컴퓨터학부 교수  
 1997년~현재 숭실대학교 부총장  
 1996년~현재 정보통신부, 통상산업부, 내무부, 총무처, 농수산부, 경찰청, 특허청 자문위원

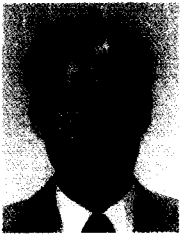
관심분야: 멀티미디어, 데이터 베이스, 영상처리(특히, 영상회의, 영상인식)



**심 종 채**

- 1987년 경상대학교 전산통계학과(학사)
- 1995년 중앙대학교 산업대학원 전산학과(석사)
- 1987년~1989년 (주)정원시스템 SE부
- 1989년~현재 호남석유화학(주) 전산실 과장

관심분야: 소프트웨어공학, 멀티미디어



**김 호 용**

- 1985년 울산대학교 전자계산학과(학사)
- 1987년 숭실대학교 전자계산학과(석사)
- 1990년~1991년 시스템공학연구소 연구원
- 1991년~1995년 현대자동차 전산실

1995년~현재 영진전문대학 전자계산과 전임강사  
관심분야: 멀티미디어 통신



**김 현 주**

- 1988년 경상대학교 전산통계학과(학사)
- 1990년 숭실대학교 대학원 전자계산학과(석사)
- 1993년~1997년 제일정밀(주) 프린터연구실
- 1997년~현재 경상대학교 자연과학대학 컴퓨터과학과 박사과정

관심분야: 정보검색, DL, 컴파일러