

멀티미디어 통신기술

申 炳 喆

韓國科學技術院

電氣 및 電子工學科 教授

I. 서론

멀티미디어란 수치, 문자, 그래픽 등과 같은 현재의 컴퓨터에서 처리되는 정보와 음성, 영상 등의 시간적 데이터를 상호관련시키며 동기가 이루어지도록 취급하는 기술로, 컴퓨터와 인간 혹은 인간과 인간 사이에 메시지를 효율적으로 전달하며 텍스트, 그래픽, 오디오, 비디오 등과 같은 여러 미디어를 하나의 객체로 병합하여 표현 저장 처리 및 전송하는 기술이다. 이는 가장 적당한 수준의 적합한 매체를 선택하는 기술이라고 할 수도 있고 인간이 컴퓨터를 통해 정보를 습득하는 데 가장 효율적인 방안이라고 할 수도 있다.

그러나, 이러한 멀티미디어에 관한 통신은 기존의 데이터 통신이 지연에 민감하지 않은 데이터 만을 취급하던 것과는 달리 데이터, 음성, 오디오, 그래픽 및 비디오 등 모든 종류의 트래픽을 수용하여야 하는데, 이를 위해서는 여러 분야의 발전이 동시에 이루어져야 한다. 근래에 멀티미디어가 많은 관심의 대상이 되고 있는 이유도 시대적으로 멀티미디어를 구현하는 데 필요한 관련기술이 어느 정도 발전하였기 때문이다. 이러한 기술을 살펴보면 다음과 같다.^[1]

- 디스플레이 및 카메라와 같은 비디오 기술의 발달

- CMTT, JPEG, MPEG 등과 같은 압축기술의 발달

- Optical fibers, B-ISDN(ATM), FDDI, DQDB 등과 같은 고속망의 발달

- 광자기 디스크와 같은 대용량 저장장치의 발달

- 비교적 저가의 PC 또는 workstation에서 32bit

또는 64bit의 address 및 데이터 버스의 수용, 그리고 대용량의 DRAM 사용.

- Presentation Manager, X-Windows, Open Look 등과 같은 윈도우 시스템과 유저 인터페이스의 발달

- 하이퍼텍스트와 하이퍼미디어의 발달

위와 같은 분야의 발달로 인하여 시각적인 정보를 기반으로 한 서비스를 제공할 수 있게 되었으며, 이는 미래의 컴퓨터 시장의 많은 부분을 차지할 것으로 예상된다. 시장조사회사인 Datatech사의 분석에 의하면 96년 멀티미디어 분야의 총매출액은 124억 달러에 이를 것이라고 한다.^[2] 이는 지난 91년 멀티미디어 시장규모인 6억 2,700만 달러에 비해 20배에 달하는 규모이다.

그러나, 이러한 예상에도 불구하고 지금까지 이루어진 멀티미디어에 관한 연구는 주로 통신을 고려하지 않고 어떤 한 컴퓨터를 이용한 단독 서비스를 대상으로 한 것이었다. 이와 같이 멀티미디어에 관한 연구가 주로 off line 서비스를 주요 대상으로 이루어져 온 것은 멀티미디어 통신의 요구사항이 요근래에 와서야 충족되어지고 있기 때문이다. 특히, 통신망에 있어서 멀티미디어 통신의 핵심이라 할 수 있는 비디오를 전송하기 위해서는 높은 전송속도가 요구되는데, 이러한 전송속도를 제공하는 통신망이 요근래에 와서야 비로소 등장하였다.

본 연구에서는 멀티미디어에 관련된 통신기술을 살펴보기로 한다. 먼저 멀티미디어의 트래픽 특성 요구사항을 알아보고 기존의 데이터통신용 프로토콜이 왜 멀티미디어 통신용으로 활용될 수 없는지 살펴본다. 이어서 멀티미디어 통신용 프로토콜의 연구동향을 조사 분석한다. 다음에는 멀티미디어통신으로 진입하는

데 첫번째 관문이라고 할 수 있는 패킷음성통신에 관하여 연구현황, 묵음(silence)구간 검출 알고리즘, 음성재생 알고리즘을 연구하고 CCITT에서 제안한 패킷음성 프로토콜의 포맷 등에 관하여 검토하고, 끝으로 결론을 맺는다.

II. 멀티미디어 트래픽의 특성 및 요구사항

멀티미디어 통신에서는 기존의 데이터 통신과 다르게 여러 가지 미디어를 취급하므로, 각 미디어의 특성에 맞는 제어를 하여야 한다. 이를 위해 각 미디어의 특성을 분석하고 요구사항을 검토하여야 한다.

멀티미디어는 서로 다른 특성을 갖는 여러 종류의 미디어들로 구성되어진다. 즉, 오디오, 음성, 비디오, 이미지, 데이터 등의 미디어로 구성된다. 따라서, 이러한 특성이 다른 미디어들을 동일한 통신망에 수용하는 것이 멀티미디어 통신이 해결해야 할 과제이다.

기존 데이터 통신망의 주요 트래픽인 데이터는 지연에 그다지 민감하지 않고 전송 에러가 없어야 하는 특성을 갖는 반면, 실시간 미디어인 오디오나 음성 및 비디오 등은 지연에 민감하고, 전송 에러에 그다지 민감하지 않은 특성을 갖는다.

따라서, 이러한 각 미디어의 특성을 잘 표현할 수 있는 QOS(quality of service) 파라미터를 이용하여 미디어의 특성을 나타내어야 한다. 각 미디어의 특성을 적절히 나타내기 위해서는 최대 허용 지연, 최대 허용 지터, throughput, 에러 확률 등의 QOS 파라미터를 사용하여야 한다. [5], [6]

종단간 지연(end-to-end delay)은 송신단과 수신단 사이를 거치는 동안 다양한 요소에 의해 발생하게 된다. 실시간 오디오와 비디오의 경우 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 때 샘플링 지연이 발생하며, 저장된 오브젝트의 경우 query evaluation, seek, access와 같은 다양한 요소에 의해 지연이 발생한다. 또한 packetization, buffering, network transmission 및 depacketization 등과 같은 요소에 의해 지연이 발생한다. 압축(compression)을 하는 경우에는 compression과 decompression을 하는 데서 지연이 발생한다. 이러한 것을 종합하여 실시간 미디어의 경우 종단간 지연 및 저장된 오브젝트의 경

우의 종단간 지연은 각각

$$T_{\text{end-to-end delay}} = t_{\text{sample}} + t_{\text{encode}} + t_{\text{packetize}} + t_{\text{transmit}} + t_{\text{buffer}} + t_{\text{depacketize}} + t_{\text{decode}} + t_{\text{present}}$$

$$T_{\text{end-to-end delay}} = t_{\text{query}} + t_{\text{seek}} + t_{\text{access}} + t_{\text{packetize}} + t_{\text{transmit}} + t_{\text{buffer}} + t_{\text{depacketize}} + t_{\text{decode}} + t_{\text{present}}$$

와 같다. [6]

각 미디어의 특성에 따라 허용될 수 있는 종단간 지연의 최대값이 주어져야 하는데 이를 최대 허용 지연이라 한다. 지터는 통신망이 갖는 randomness 때문에 발생하게 된다. 즉, 종단간 지연을 발생시키는 요소 중 하나인 t_{buffer} 는 망의 트래픽의 양에 따라 임의의 값을 갖게 된다. 일정한 간격으로 샘플링되어 전송되는 실시간 미디어의 경우 종단간 지연이 통신망의 특성 때문에 임의의 값을 갖게 되는데, 각 미디어가 출력되어야 하는 기준시간과 실제로 수신한 패킷을 출력하는 시간의 차이를 지터라 한다. 이 지터는 통신망의 확률적인 큐잉 지연과 전송단과 수신단의 클럭의 차이에 의해 발생하게 된다. 각 미디어는 서로 다른 특성을 가지므로, 매우 다양한 throughput을 요구한다. 예를 들어 음성의 경우에는 64Kbps의 전송채널만 제공되면 되지만 비디오의 경우에는 압축의 정도에 따라 수백Kbps에서 수십 Mbps의 전송속도를 요구한다. 따라서, 각 미디어의 특성에 따라 요구되는 채널용량이 명시되어야 한다.

실시간 미디어는 전송 도중 에러가 발생하여도 미디어의 특성상 재전송을 할 수 없다. 따라서 실시간 미디어의 질은 통신망의 에러 확률에 의존하게 된다. 각 미디어의 전송품질을 제대로 보존하기 위해서는 그 미디어의 특성에 맞는 에러 확률이 제공되어야 한다. 음성의 경우, 전송단에서 일정한 간격으로 샘플링되고 패킷화되어 통신망을 통하여 전송되고, 수신단에서는 수신한 패킷을 출력하게 된다. 이 경우 종단간 지연이 250msec 이상이 되면 interactive하게 서로 대화를 하기에는 부적당하다고 한다. 따라서 최대 허용 지연은 250msec 정도가 적당하다. 그리고 지터는 10msec보다 적어야 수신단에서 적당한 수준의 음질을 얻을 수 있다.

음성을 샘플링하는 방법에는 여러 가지가 있는데, 각 방법에 따라 전송시 throughput에 차이가 있다. 표 1은 오디오 신호의 샘플링 방법, 요구되는 샘플링 레이트, throughput 등을 나타낸다. [8]

표 1. Audio encodings

이름	샘플링 레이트 (kHz)	throughput (Kbps)	frame (ms)	비고
L16	44.1	705.6	20	16-bit linear, 2's complement
Sub band ADPCM	16	64	20	CCITT subband ADPCM
PCMU	8	64	20	CCITT μ -law PCM
PCMA	8	64	20	CCITT A-law PCM
ADPCM	8	32	20	CCITT ADPCM
DVI	8	32	20	Intel/DVI ADPCM[IMA]
G723	8	24	20	CCITT ADPCM
GSM	8	13	20	RTE/LTP GSM 06.10
1016	8	4.8	30	CELP

음성전송시 채널상태가 좋지 않은 경우 어떤 시간 구간내에서 계속 전송 error가 발생할 수가 있는데, 이를 burst error라고 한다. 보통 burst error의 길이가 4ms보다 작고, 에러 확률이 1%이하이면, 좋은 품질의 대화를 유지할 수 있다.

표 2. Vidio codings

표준화 기관	응용 분야	압축전 공률 규격	Target Bit Rate
CCITT	H. 261	영상 전화, 영상 회의	px64 Kbit/s p=1 .. 31
ISO	JPEG	digital storage, computer	0.75 - 1.5 bit/pixel
	MPEG I	멀티미디어	SIF (360x240) 1.0 - 1.5 Mbit/s
	MPEG II	멀티미디어, TV 전송	CCIR 601 (720x480) 5 - 10 Mbit/s
CCIR/CCITT	CMT/2	TV 국간방송	CCIR 601 (720x480) 34 - 45 bit/s
FCC	Advanced TV Advisory Committee	HDTV 방송 6 MHz 채널	1280x720 Progressive, 1440x960 Interlace 16 - 18 bit/s

비디오의 경우에는 서로 상대방의 영상을 보면서 interactive하게 대화하기 위해서는 최대 허용 지연 시간이 250msec정도이며, 최대 허용 지터는 10msec이하여야 한다. 요구되는 throughput은 사용하는 압축 방법과 압축의 정도에 따라 다양하다.

표 2는 표준화된 영상 압축 방법들의 종류, 응용분야, 규격 및 전송속도를 나타낸다. [42]

데이터와 이미지는 오디오나 비디오와 같은 실시간 미디어와는 서로 다른 특성을 갖는다. 데이터와 이미지의 경우 한번의 데이터 전송으로 그 서비스가 끝나는 반면, 비디오와 오디오의 경우에는 통신망을 통한 지속적인 전송이 보장되어야 한다. 데이터와 이미지는 응답 요구시간에 크게 제한을 받지 않으므로 중단간 지연은 큰 의미가 없으며, 연속적인 출력을 요구하지 않으므로 최대 허용 지터도 별 의미를 가지지 않는다. 또한 데이터의 경우에는 전송 error는 전혀 허용되지 않으나, 이미지 전송 경우에는 매우 적은 전송에러는 수신단 품질을 그다지 열화시키지 않는다. 이러한 에러 확률은 이미지와 데이터가 실시간 특성을 갖지 않기 때문에 필요하다면 각각의 특성에 맞도록 재전송을 하므로써 보장될 수 있다. 각 미디어의 특성을 요약하면, 표 3과 같다. [14]

표 3. 멀티미디어 트래픽의 특성

QoS	최대 허용 지연(sec)	최대 허용 지터(msec)	throughput (Mbit/s)	허용 비트 에러 확률	허용 패킷 에러 확률
음성	0.25	10	0.064	$< 10^{-3}$	$< 10^{-3}$
비디오	0.25	10	100	10^{-3}	10^{-3}
압축된 비디오	0.25	1	2 - 10	10^{-6}	10^{-6}
데이터	1	-	2 - 100	0	0
실시간 데이터	0.001 - 1	-	< 10	0	0
이미지	1	-	2 - 10	10^{-3}	10^{-3}

III. OSI TP와 TCP/IP 프로토콜의 문제점 및 연구방향

기준에 사용되고 있는 프로토콜인 TCP/IP나 OSI TP(transport protocol) 프로토콜은 데이터만을 전송하기 위해 제정된 프로토콜로, 멀티미디어 통신을 제공하기에 적합하지 않은 여러 가지 단점을 가지고 있다. 이를 살펴 보면 다음과 같다 [10] [13].

첫째, TCP/IP와 OSI TP 프로토콜은 데이터만을 대상으로 한 것으로 에러 확률이 '0'인 서비스만을 제공한다. 즉, 에러가 발생하면, 무조건 재전송하는 서비스만을 지원한다.

둘째, 에러 제어 방법으로 고속 전송에 적합하지

않은 방법을 사용하고 있다는 것이다. 즉, 에러 제어 방법으로 go-back n 방법을 사용하고 있는데, 이는 고속 전송에 적합하지 않으며, 현재 출현하고 있는 망들의 에러 확률이 매우 작기 때문에, go-back n 방법을 사용할 경우, 불필요한 재전송을 많이 하게 된다. 따라서, 재전송 방법으로 고속 전송에 적합한 선택적 재전송(selective repeat)을 사용하여야 한다.

세째, 프로토콜의 제어를 위해서 많은 타이머를 사용한다는 것이다. 타이머를 소프트웨어로 구현하게 되면, 이를 관리하는 데 매우 많은 시간을 소비하게 되므로, 제어를 위한 많은 타이머의 사용은 고속 전송을 하는 경우에는 부적합하다.

네째, 사용하는 흐름 제어 방법이 고속 전송에는 적당하지 않다. 즉, 흐름 제어 방법으로 윈도우를 기반으로 한 방법을 사용하는 데, 이는 수백 Mbps 이상의 데이터 트래픽을 처리하기에는 적당하지 않다.

다섯째, TCP/IP와 OSI TP를 설계할 당시 주로 사용하던 통신망이 에러 확률이 높았기 때문에, 매우 복잡한 에러 제어를 하고 있다는 것이다. 그러나 요즘 근래 광섬유를 이용한 통신망의 경우 에러 확률이 매우 작아 졌기 때문에, 이와 같은 에러 제어 방법을 사용하는 것은 필요없는 데이터 처리시간을 소비하는 결과를 초래한다. 따라서, 최근의 통신망의 특성을 고려하여 성공지향적(success-oriented)인 에러 제어 방법을 사용하여야 한다.

또한, 가변적인 헤더 포맷을 사용하므로써 헤더를 해석하는 데 많은 시간을 소비하게 되며, 프로토콜을 하드웨어로 구현하는 것을 어렵게 만든다는 것이다. 가변적인 헤더 포맷을 사용하면 망을 효율적으로 사용할 수 있기는 하지만 고속 전송을 하는 데는 적당하지 않으므로 고정적인 헤더 포맷을 사용하여 작업을 단순화시키고 고속 처리하거나 하드웨어 구현이 쉽도록 하여야 한다.

망 속도의 증가에도 불구하고 이러한 프로토콜의 단점으로 인하여 수송계층에서 병목 현상(bottleneck)이 일어나기 때문에 망을 효율적으로 사용하지 못하는 결과를 가져왔다. 이러한 문제점을 개선하여 고속 전송을 하기 위하여 많은 연구가 이루어져 왔는데, 이를 위한 접근방법에는 두가지가 있다. 하나는 고속전송을 위한 새로운 종류의 프로토콜을 설계하는 것이고, 또 다른 하나는 기존에 사용하던 프로토콜을 보다 향상된 구현방법으로 구현하는 것이다.

Ⅳ. 멀티미디어 통신을 위한 프로토콜

멀티미디어 전송을 하기 위해서는 통신망은 여러가지 요구사항을 만족시켜야 한다. 이를 OSI RM(reference model)의 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

1-2계층인 physical layer, data link layer는 고속 전송을 제공하여야 한다. 즉, 비디오와 같이 큰 정보량을 갖는 미디어를 전송하기 위해서는 적어도 100 Mbps보다 큰 전송률을 제공하여야 한다. 또한 음성 및 비디오에서와 같이 미디어의 실시간 특성 때문에 패킷의 손실로 인한 성능 저하를 막기 위해서 통신망은 낮은 에러율을 제공할 수 있어야 한다. 또한, 지터로 작용하는 지연의 분산이 작아야 한다. 현재 멀티미디어용 고속통신망으로 유망한 것은, FDDI-I와 -II, DQDB, BISDN 등이 있다.

3-4계층인 network layer, transport layer는 고속 전송을 제공할 수 있어야 하며, 고속 전송을 제공하기 위해 적당한 알고리즘을 채택하고 있어야 한다. 이러한 고속 전송을 하기 위해서는 에러 제어를 하는 재전송 방법으로 선택적 재전송(selective repeat) 방법을 사용하여야 하고, 재전송을 아예 하지 않는 서비스도 제공되어야 하며, 고속 전송에 적합한 흐름 제어인 rate control을 사용하여야 한다. 또한 멀티미디어 전송의 주요 대상인 비디오와 오디오 같은 시간중속 미디어를 전송하기 위해서는 전송지연의 분산이 작아지도록 하기 위한 적절한 방법이 제공되어야 한다. 또한 앞으로는 그룹통신이 많은 중요성을 갖게 될 것이므로, 효율적인 멀티캐스트 기능을 제공하여야 한다.^{[18] [19]}

5-7계층인 session layer, presentation layer, application layer는 멀티미디어 응용과 매우 밀접한 관계가 있는 기능을 제공하여야 한다. 즉, 멀티미디어 통신의 핵심이라 할 수 있는 비디오는 매우 큰 정보량을 가지고 있기때문에 이를 적절히 압축하여 전송이 가능한 정도의 정보량으로 데이터 량을 줄이는 압축(compression)이 제공되어야 하며, 효율적인 멀티미디어 응용을 구현하기 위해 미디어간 변환(media conversion)을 제공하여야 하고, 멀티미디어 통신에서 사용되는 여러 미디어들 사이에 서로 동기가 이루어지도록 하는 미디어간 동기(inter-media synchronization)등의 기능을 제공하여야 한다.

본 고에서는 멀티미디어 통신을 하기 위해 요구되

는 기술에 관한 연구 동향을 기술한다.

1. BERKOM 및 기타 모델

B-ISDN의 목적은 현존하는 서비스와 응용을 새로운 통신망에 통합하고자 하는 것과 고속망이 제공하는 고속 전송을 이용할 수 있는 새로운 응용서비스를 창출하고자 하는 것이다. 이러한 목적을 충족시키고 광대역 환경에서 다양한 응용을 디자인하고 구현할 수 있도록 BERKOM 프로젝트에서는 BERKOM 참조 모델(reference model)을 제안하였는데 이는 그림 1과 같다.^[14]

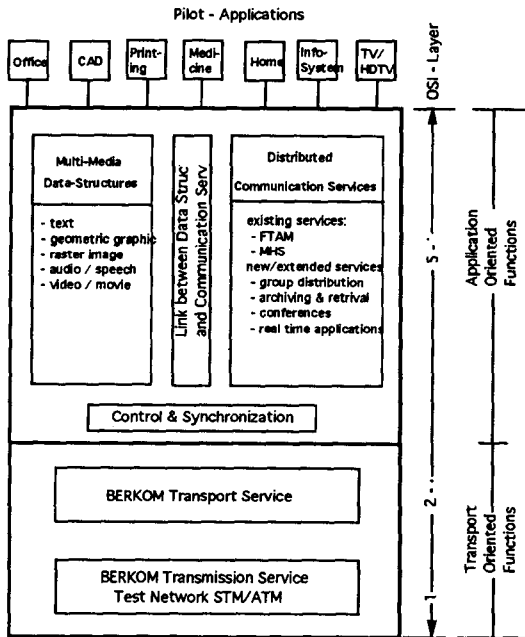


그림 1. BERKOM Reference Model

BERKOM 참조 모델은 크게 세 부분으로 구성된다. 즉, transport oriented functions, application oriented functions 및 pilot applications 으로 구성된다.

Transport oriented functions 부분은 두 개의 부계층으로 구성되는데, 1 계층은 데이터를 실제로 전송하는 서비스를 제공하며, 2-4계층은 접속을 관리하고 application oriented function이 제공하는 데이터를 전송하는 기능을 제공한다.

Application oriented functions 부분은 멀티미

디어 자료 구조와 이의 생성을 다루고, 통신에 관계된 서비스를 제공한다. 다시 말해 이는 OSI RM의 5-7계층에 해당되는 기능과 다른 추가적인 기능을 제공한다. 즉 그룹 통신, 검색 및 회의등의 기능을 제공한다. 끝으로 pilot applications부분은 특정의 응용 환경을 제공한다.

기타 문헌에 나와있는 멀티미디어 통신을 위한 다른 구조를 살펴보기로 하자. 멀티미디어 통신을 하는 경우, 해결되어야 하는 중요한 문제 중 하나인 미디어간 동기를 제공하기 위한 프로토콜의 계층구조를 Nicolaou가 제안하였는데^[4], 이는 3개의 계층으로 구성된다. 즉, application layer, orchestration layer, multimedia mechanism layer로 구성된다. 이 계층구조의 구성과 OSI RM과의 관계를 그림으로 나타내면, 그림 2와 같다.

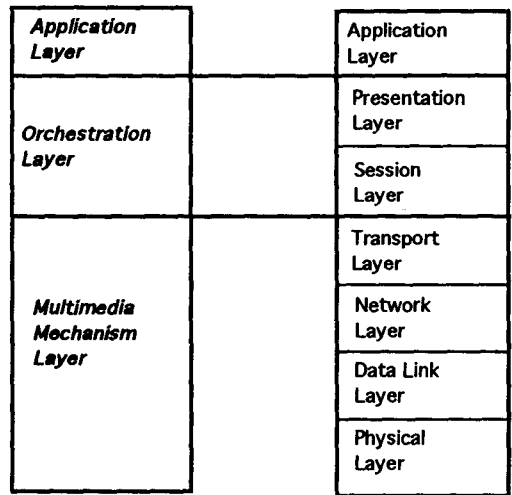


그림 2. 멀티미디어 계층구조와 OSI RM과의 관계

Multimedia mechanism layer는 presentation function, generation function, transport function으로 구성된다. Presentation function은 실시간 미디어를 사용자에게 출력하는 역할을 하며, generation function은 각 미디어를 샘플링하여 데이터를 만들어 내는 역할을 한다.

Transport function은 데이터를 통신망을 통하여 전송하는 역할을 한다.

Orchestration layer는 multimedia mechanism layer와 application layer를 접속하는 역할과 통신망의 heterogeneity를 manage하는 역할을

한다. 이 orchestration layer와 multimedia mechanism layer를 자세히 나타내면, 그림 3과 같다. 그림 중 수직선은 제어 신호의 이동을 나타내며, 수평선은 데이터의 이동을 나타낸다.

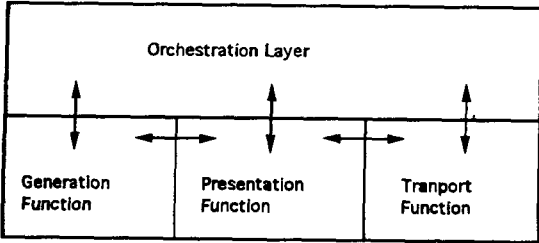


그림 3. 세부적인 multimedia mechanism의 구조

이 계층구조안과 OSI RM과의 차이점은 크게 두가지 있다. 첫째는 OSI RM은 제어 인터페이스와 데이터 인터페이스로 계층을 나눈 반면, 제안된 계층구조에서는 제어 인터페이스만으로 계층을 나누고 있다는 것이다. 둘째는 OSI RM에서는 통신망의 heterogeneity를 해결하는 것을 하위계층에서 한다는 가정이며 상위계층은 heterogeneity에 대해서 고려하지 않는 반면, 제안된 계층구조안에서는 heterogeneity를 상위계층에서 해결하는 것으로 하고 있다는 것이다.

2. 고속 수송 계층

앞에서 서술한 바와 같이 기존의 TCP/IP나 OSI TP와 같은 기존의 수송계층 프로토콜의 단점을 해결하기 위한 접근방법 중 하나는 고속전송을 위한 새로운 light weight transport protocol을 제안하는 것으로, Delta-T, VMTP, XTP등 여러 가지 프로토콜이 제안되었는데 이들이 가지는 공통점을 살펴보면, 다음과 같다. [13]

먼저, 하드웨어로 구현하는 것을 쉽게 하기 위해 고정길이의 헤더를 사용하며, checksum을 trailer에 두어 하드웨어로의 구현과 병렬처리를 쉽게 하고 있다. 그리고 윈도우를 기반으로 한 흐름제어 대신에, 고속전송에 적합한 rate control을 사용하는데, 이는 패킷의 전송률을 제어하는 방법이다. 이는 고속망의 경우 망 상에 매우 많은 패킷이 놓이게 되므로 윈도우를 기반으로 하는 방법으로 흐름제어를 하게 되면 너무 많은 패킷을 재전송하여야 하기 때문이다. 또한 acknowledgement를 패킷단위로 하지않고 여

러개의 패킷의 합인 블럭단위로 하는 block acknowledgement를 사용함으로써 제어패킷의 사용을 줄이고 있다. 그리고 제어정보를 주기적으로 전송하므로써 제어정보로 인한 오버헤드를 감소시키고 있다. 근래에 등장하는 망들은 패킷 전송 에러율이 낮기때문에 에러제어는 selective repeat방법을 사용하여 에러가 발생한 패킷만 재전송하고 불필요한 재전송을 피하고 있다. 또한 기존의 프로토콜은 많은 타이머를 사용하고 있는데 이는 구현이 어려울 뿐아니라 프로토콜의 수행시간 중 많은 부분을 차지하므로 가능한 한 타이머의 수를 줄이고 있다.

지금까지는 고속수송계층의 일반사항을 토의하였는데 지금부터는 고속수송전송의 표준화 동향을 검토한다.

HSTP(High Speed Transport Protocol)은 미국 ANSI에서 미래의 고속전송용 transport protocol로 ISO SC6에 제안한 protocol이다. [15] HSTP TPDU(Transport Protocol Data Unit)의 종류(First, Data, CNTL, Error, Path) 및 구조가 그림 4에 있고, HSTP 각 segment의 구조가 그림 5에 있다.

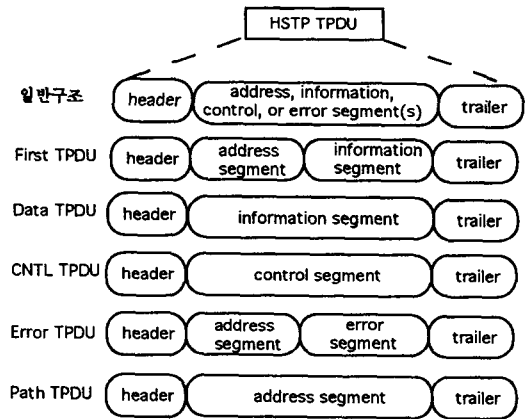


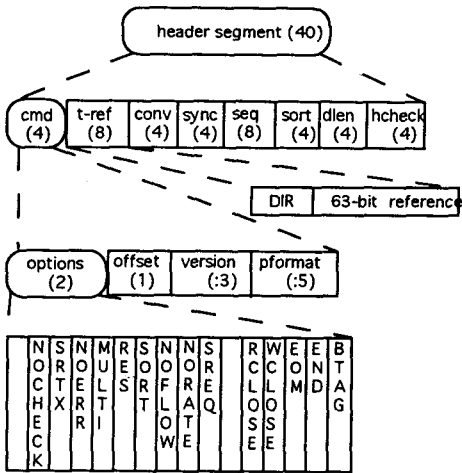
그림 4. HSTP TPDU의 종류 및 구조

그림 5중 header segment의 기능이 표 4에 표시되어 있는데, 이중 일부기능만 살펴보자. RES (Reservation) mode에서, 수신단은 언제 가용 버퍼가 있는지 알려주기 위해 송신단에 CNTL TPDU를 전송해야 한다. 'BTAG' bit에 의하여 존재를 확인할 수 있는 BTAG field는 데이터 스트림내에 있는 message marker의 시작을 표시하는데 사용된다.

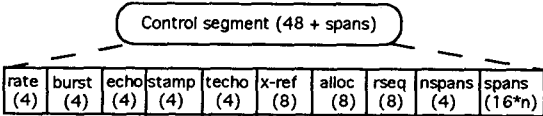
한다. 에러의 발생위치에 관해서는 우선 error가 header 부분에 발생했는지 header를 제외한 나머지 부분에서 발생했는지 구분할 수 있도록 header checksum과 data checksum이 별도로 있다.

표 4. Command 내 option field의 기능
()안은 byte수

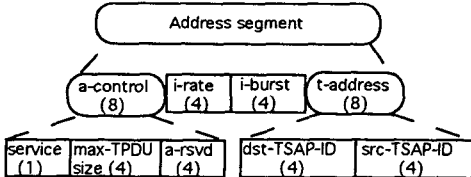
segment	Option	Description	Comment
c o m m a n d	NOCHECK	Disable checksum	enable/disable checksum over the address, information, control or error segment
	SRTX	Selective retransmission	choose selective/Go-back-n retransmission
	NOERR	Surpend retransmission	enable/disable retransmission
	MULTIRES	Multicast operation Reservation mode	
	SORT	Sort field active	to signal the use of sort field
	NOFLOW	Surpend flow control	to ignore the affect of alloc field used for flow control.
	NORATE	Surpend rate control	enable/disable rate control of rate and burst fields
	SREQ	Status request	to request a control
	RCLOSE	Reader closed	to signal that a receiver will not accept any additional data
	WCLOSE	Write closing	to signal that a writer will not be transmitting any additional data
f i e l d (40)	EOM	End of message	
	END	End of connection	
	BTAG	Beginning of message tagpresent	to indicate the first eight bytes of the information segment contain BTAG field
t-ref (8)	DIR	Direction	whether a TPDU was initiated by an initiation or a responder
conv(4)		Conversation identifier	for multicast context identification
sync(4)		Control synchronization	
seq (8)		Current sequence number	
sort(4)		Sort context	for input/output scheduling all zeros - highest priority all ones - lowest priority
dlen		Length of information segment	



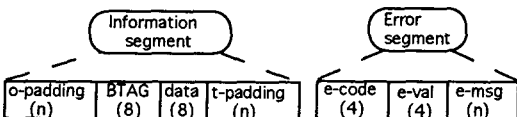
(a)



(b)



(c)



(d)

(e)

그림 5. HSTP 각 segment의 구조
(a)header (b)control (c)address
(d)information (e)error

HSTP의 특성은 다음과 같다.

- Connection setup시 data transfer 기능을 부여하여 데이터전송이 빨리 시작될 수 있도록 배려했다.
- Multicast data transfer 기능이 있어 video conference나 group communication 등과 같은 응용시스템에서 여러곳에 data를 일시에 전송할 수 있다.
- Error Control 방법은 Go-back-n 재전송 (SRTX bit가 set되지 않았을때)을 하거나 selective repeat 재전송(SRTX bit가 set 되었을때)방안을 택

- Flow control 방법으로는 sliding window scheme(NOFLOW bit가 set 되지 않았을 때)을 사용할 수도 있고 rate control scheme(NORATE

bit가 set되지 않았을때)도 사용할 수 있다. Rate control scheme에서는 최대 전송률(rate)과 최대 burst크기를 parameter로 조정할 수 있다.

Out-of-band signaling 방법을 사용하여 data와 signaling information을 각각 별도의 접속(association)을 통하여 전송한다.

표 5. HSTP가 제공하는 서비스

Service Mode	Primitive	Type	Parameters
Peer-to-Peer Connection	T-CONNECT	request indication	Called Address Calling Address Quality of service TS-user-data
	T-DATA	request confirm	TS-user-data
	T-DISCONNECT	request	Disconnect type TS-user-data
	T-DISCONNECT	indication	Disconnect reason TS-user-data
Peer-to-Peer Connectionless Mode	T-UNITDATA	request indication	Destination Address Source Address Quality of service TS-user-data
Multipeer Connectionless Mode	T-UNITDATA	request indication	Multipeer Group Address Conversation ID* Source Address Quality of service TS-user-data
Multipeer Stream	T-MP-STREAM-DATA	request indication	Multipeer Group Address Conversation ID* Source Address Quality of service TS-user-data
	T-MP-STREAM-JOIN	request	Multipeer Group Address Source Address Quality of service
	T-MP-STREAM-LEAVE	request	Multipeer Group Address Conversation ID Source Address Quality of service
Peer-to-Peer Transaction	T-TRANSACTION	request response	Calling Address Called Address Quality of service Transaction ID Response Timeout TS-user-data
	T-TRANSACTION	indication confirm	Calling Address Called Address Quality of service Transaction ID Transaction status TS-user-data

HSTP에서는 TPDU를 효율적으로 처리하기 위하여 구조설정등에 있어서 다음과 같은 몇가지 배려를 하였다.

○ 고정 format의 PDU를 사용하였다.

○ Data field는 4 byte를 기본단위로 크기를 조정하였다.

○ PDU type을 FIRST, DATA, CNTL, ERROR 및 PATH TPDU등의 몇가지로 단순화 시켰다.

HSTP에서 상위계층으로 제공하는 서비스는 표 5와 같이 Peer-to-Peer Connection, Peer-to-Peer Connectionless, Multipeer Connectionless, Multipeer Stream 및 Peer-to-Peer Transaction으로 구분되는데, 이러한 서비스를 달성하기 위하여 HSTP의 작동은 표 6과 같이 각각의 서비스 모드에 맞추어 CO, TM, MP-TM, MP-S 및 TR과 같이 선택된다.

표 6. HSTS서비스와 HSTP 작동과의 mapping

HSTS Service Type	HSTP Operation
Peer-to-Peer Connection-Oriented Transfers	Connection-Oriented Operation(CO)
Peer-to-Peer Connectionless Transfers	TSDU Mode Operation(TM)
Multipeer Connectionless Transfers	Multipeer TSDU Mode Operation(MP-TM)
Multipeer Stream Transfers	Multipeer Stream(MP-S)
Peer-to-Peer Transactions	Transaction(TR)

각각의 서비스 모드에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

1) Peer-to-Peer connection-oriented service
Peer-to-Peer connection-oriented service를 제공하기 위하여 HSTP는 Connection Oriented (CO) 모드로 작동한다. 즉 접속을 설정하고, 설정된 접속을 통해 순서대로 TSDU들을 교환하고, 끝으로 접속을 해제한다. HSTP에서는 접속설정시 FIRST TPDU내에 데이터전송이 가능하고, 접속설정이 confirm되기전에도 연속된 데이터가 전송될 수 있어 접속설정에 따른 전송지연을 최소화할 수 있도록 디자인되었다.

2) Peer-to-Peer connectionless service
이러한 서비스를 제공하기 위하여 HSTP는 TSDU mode(TM)로 동작하는데, 여기서는 단일 TSDU 전송이 가능하고 peer transport entity는 data transfer를 제공하기 위하여 접속을 설정한다. TSDU의 전송이 한번 끝나면 접속은 종결된다.

3) Multipeer connectionless service
HSTS의 Multipeer connectionless service를 제공하기 위하여 HSTP는 Multipeer TSDU mode (MP-TM)로 동작한다. 이 mode에서는 TS-사용자

는 하나 또는 그 이상의 TS-사용자에게 TSDU를 보낼 수 있다. 다수의 MP-TM작동은 단일 multipeer group address에 따라서 시작될 수 있다. MP-TM mode가 특정 multipeer group에 자주 일어나는 것은 conversation identifier를 이용하여 구분한다.

4) Multipeer stream service

MP-S mode에서는 한 TS-사용자는 순서를 맞춘 여러개의 TSDU를 transport connection을 별도로 설정하지 않고도 하나 또는 그 이상의 TS-사용자에게 전송한다. 여러개의 MP-S 동작은 단 multipeer group address에 맞추어 시작될 수 있다.

특정 multipeer group에 MP-S가 여러번 발생하는 것은 conversation identifier를 이용하여 구분한다. 수신단은 송신단에 통고하지 않고 진행중인 stream 전송에 임의로 합류할 수도 있고 떠날 수도 있다.

5) Peer-to-Peer Sransaction service

이 mode에서는 송신단이 수신단에게 message를 보내면 수신단은 응답 message를 송신단에 전송하는 atomic request/response 모드로 작동 한다.

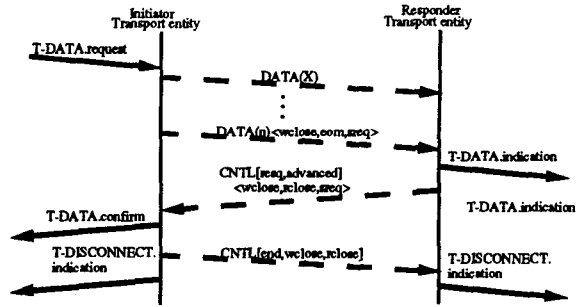


그림 8. 접속해제

HSTP에는 대표적인 동작모드 가운데 첫번째로 언급된 Connection-Oriented(CO)모드에 관하여 살펴보자. 여기에서는 그림 6에서 보는 바와 같이 connection을 설정하고 데이터를 전송하며, 분실데이터는 재전송하고 그림 7, 끝으로 접속을 해제한다 그림 8. 그림 6에서 송신단 기능을 살펴보면, 사용자로부터 T-DATA.request로 표현되는 전송요구를 받으면 source와 destination의 TSAP(Transport Service Access Point) identifier(즉 src-TSAP-ID, dst-TSAP-ID)를 가지고 FIRST TPDU를 사용하여 접속을 시도한다. FIRST TPDU는 또한 사용자 데이터의 첫 segment를 운반한다. 또한 HSTP에서는 FIRST TPDU에 관한 CNTL ack신호를 받기전에 추가로 T-DATA.request를 요청할 수도 있다. 맨 마지막 전송 데이터를 표시하기 위해서는 EOM(End of Message) bit가 사용되고, 수신단 상태를 update하도록 요청하는 SREQ bit가 set된다. 수신단으로부터CNTL 메시지를 받으면 송신단은 local output control parameter를 조정하여 수신단에서 부과한 동작 한계에 맞춘다(즉 송.수신단 사이에 협상하여 상호 동작 가능한 범위내에서 통신한다). 수신한 data에 대한 acknowledgement 신호는 RSEQ 값을 통해 알려지는데, 송신단은 그 값에 따라 송신된 데이터를 유지하고 있는output buffer를 해제한다. 송신단은 전송이 성공하면 T-DATA.confirm 신호를 사용자에게 보낸다. 수신단은 SREQ를 포함하는 데이터 TPDU에 응답하여 CNTL TPDU를 돌려보내는데, 출력제어 파라미터를 조정하려면 unsolicited CNTL TPDU를 보내어 flow control window를 진전시킨다(즉 수신단에서 받을 수 있는 데이터 갯수를 알려준다). 그림 7에서

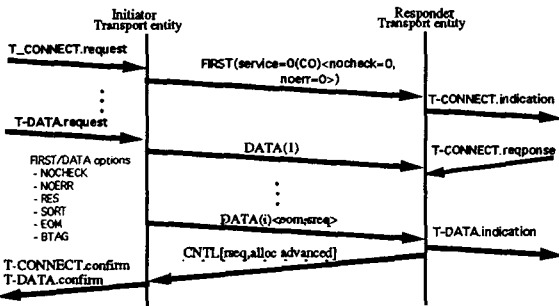


그림 6. 접속설정과 성공적 데이터 전달

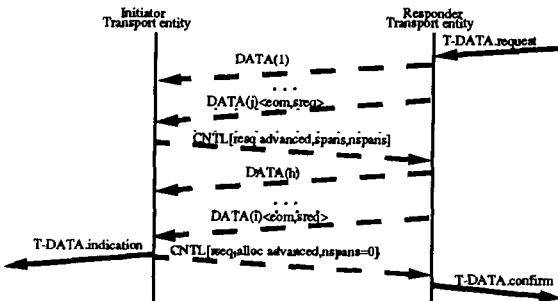


그림 7. 선택적 재전송

Spans array는 수신단이 재전송을 요구하는데 사용되는데, Initiator측은 'spans'을 'gap'으로 변형 계산하여 어떤 TPDU가 재전송되어야 하는지 결정한다. 마지막 데이터 전송이 끝나면 Initiator측은 잘 받았다는 Acknowledgement를 포함한 CNTL TPDU를 보낸다. Initiator나 Responder중 어느쪽도 접속을 종결시킬 수 있는데 (그림 6), T-DISCONNECT.req를 받으면 마지막 데이터에 WCLOSE bit를 세트하고, 상대방도 더 이상 보낼것이 없으면 WCLOSE와 RCLOSE bit를 같이 set한 CNTL TPDU를 return한다.

다음은 Multipeer stream에서 데이터 전송이 성공적으로 이루어지는 MP-S 경우를 살펴보기로 한다 (그림 9).

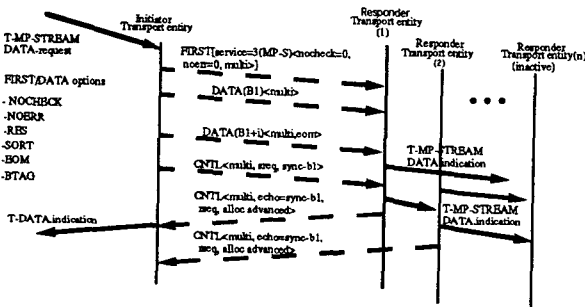


그림 9. Multipeer stream 동작 · 성공적 데이터 전송

우선 multicast sender는 multipeer group의 구성에 관해서는 알 필요가 없으며, 하나의 group은 multipeer TSAP에 의해 구분된다. Multicast 데이터전송을 위해서는, network 계층에서 multiple 전송 엔티티에 TPDU를 전달하는 기능을 갖고 있어야 한다. 따라서 network layer는 multicast용 TPDU를 unicast NPDU(Network Protocol Data Unit)의 집합으로 바꾸어야 한다. 그림 9에서 initiator 측에서 FIRST 및 DATA TPDU를 multicast group에 전송하게 된다. Multicast 환경에서 수신단은 여러곳에 산재해 있고 요구하는 성능 한계도 모두 다르다. 따라서 전체적으로 합리적인 multicast 서비스를 하면서 각각의 수신단 요구에 균형을 맞추어야 하는데, 이에 사용되는 것이 bucket algorithm이다. [15] Bucket은 송신단이

multicast 재전송을 위해 유지해야 할 데이터수를 제어한다. 어떤 활성 bucket과 연관이 없는 재전송 요청은 무시되고 송신단에서 별다른 행동을 취하지 않는다.

Peer-to-Peer 전송과는 달리 multicast에서 송신단은 맨 마지막 데이터에 SREQ를 보내지 않는다. 진행중인 stream에 가입하길 원하는 TS 사용자는 T-MP-STREAM-JOIN.request를 이용한다. 또한 진행중인 stream에서 떠나고 싶은 TS 사용자는 T-MP-STREAM-LEAVE.request를 사용하면 되는데, 이 경우 명시적 승락은 필요없다.

HSTP는 미국에서 제안되었는데 비하여, 유럽에서는 ESPRIT II OSI 95 프로젝트의 일부로 고속수송용 프로토콜이 제안되었다. [16,17] OSI 95의 주요 목적은 분산 multimedia 응용에서 발생하는 특수 요구사항 정의와 ATM망에서 제공되는 data-link 서비스의 정의를 고려하여, 고성능의 OSI 프로토콜을 연구하는것이 주 목표이다. 이중 수송계층에 관해서는 enhanced transport service에 관한 디자인인 형식적 규격(formal specification) 및 새로운 전송 프로토콜인 TPX를 LOTOS언어로 표현하는 것이다. 이러한 프로젝트를 하게된 동기는, 과거 10여년 동안에 첫째 고속 접속이 가능해지고 전송 어려움이 감소하는등 통신망의 성능이 현저히 향상되었고, 둘째 multimedia에서 클라이언트/서버 모델과 같이 새로운 응용분야가 출현함으로써 요구사항이 다변화되었기때문이다. 현재 수송서비스는 OSI 8072에 근거한 connection-mode의 수송서비스와 ISO 8072 Addendum 1에 근거한 connectionless-mode의 수송서비스가 있는데, OSI 95에서는 다음과 같은 5종류의 수송서비스(TS : Transport Service)를 정의하고 있다.

1. Connection-mode TS
2. Fast connection-mode TS
3. Basic(unacknowledged) connectionless-mode TS
4. Acknowledged connectionless-mode TS
5. Request/response(Transactional) connectionless-mode TS

이중에서 서비스 규격정의가 비교적 잘 규정되어 있는 Connection-mode TS에 대하여 먼저 살펴본다. ISO 8072에 규정된 기존의 connection-mode TS를 개선하여 제안된 OSI 95 TS의 몇가지 특성은

다음과 같다

1) Error Recovery

기존의 TC(Transport Connection)에서는 error recovery는 필수적이어서, 데이터의 분실, 손상, 중복등은 RER(Residual Error Rate)이상은 허용되지 않았다. 그러나 최근의 multimedia 응용에서는 수신단이 얼마간의 데이터 분실은 처리할 수 있고, 전송 지연이나 지연지터에 관한 요구가 더 엄격하게 요구되고 있다. 따라서 재전송에 의한 완전한 error recovery 능력은 요구되지 않는다. 이러한 새로운 요구에 맞추어 OSI 95에서는 채택된 error recovery level을 조정하는 "tuning"을 허용하거나 아예 error recovery 기능을 삭제할 수도 있다. Error recovery 기능이 삭제된 경우에 error가 검출되면, 다음과 같이 처리하도록 제안되어 있다.

TSDU 손상시 : 손상된 데이터는 그대로 사용자에게 전달하거나 또는 분실로 간주

TSDU 분실시 : 분실되었다고 표시하거나 분실된 데이터를 'dummy' 데이터로 대체하여 전달

2) Compulsory QOS

ISO 8072에서의 "best effort" 개념은 TS 제공자가 최선을 다하되 요구되는 QOS를 만족 못할때는 달리 해볼수가 없었다. 그러나 multimedia나 실시간 제어 시스템등에서는 주어진 QOS에 따른 실제 동작이 요구되고 만약 요구되는 QOS가 만족되지 않으면 제공되는 서비스가 아무 소용이 없게 된다. 따라서 "best effort" QOS를 compulsory QOS로 대신하게 되었다. 이의 작동은 대략 다음과 같다.

(1) TC 설정시

TS 사용자가 Compulsory QOS 값을 요구하면, TS 제공자는 수용가능 성을 판단하여 접속요구를 수락하거나 거절한다.

(2) TC 설정후

TS 제공자는 수송접속(TC)을 계속 지켜보다가 요구되는 QOS 값을 만족시킬 수 없으면 TC를 끊어버린다.

(3) Threshold QOS

Compulsory QOS 이외에 threshold QOS 값을 경우에 따라 추가할 수 있다. TC를 계속 감시하다가 만약 요구되는 threshold를 지킬수 없으면 TS사용자에게 알린다. 이 경우에는 TC는 그대로 유지된다.

표 7에서는 ISO 8072에서 사용한 파라미터와 OSI 95에서 제안된 파라미터를 비교하여 보여주고 있다.

단 OSI 95에서 throughput, transit delay, transit delay jitter 파라미터는 compulsory QOS 개념에 맞게 확대 적용된다.

표 7. 파라미터의 비교

	Phase	Performance criterion	
		Speed	Accuracy/Reliability
ISO 8072	TC establishment	TC establishment delay	TC establishment failure probability
	Data transfer	Throughput Transit delay	Residual error rate Resilience of the TC transfer failure probability
	TC release	TC release delay	TC release failure probability
TC Protection, TC priority			
OSI 95 (CO-TS)	Throughput Transit delay Transit delay jitter TC protection TC priority		

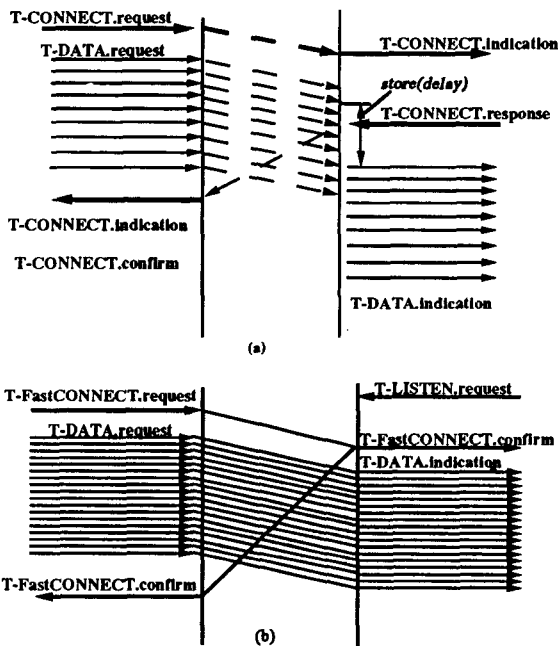


그림 10. Fast connect를 위한 프리미티브의 순서
 (a)T-CONNECT.indecation과 T-CONNECT.response를 사용한 fast connect
 (b)T-LISTEN.retuest를 사용한 fast connect

3) Fast Connect

Fast connection의 아이디어는 이미 XTP (Xpress Transfer Protocol)에서도 소개되었다.^[20] 여기서는 T-CONNECT 관련 primitive(즉 response, confirm)의 시간적 순서를 지키면서 어떻게 빨리 데이터를 전송하는가가 과제이다. 이를 위해 그림 10에서와 같이 송신단에서는 T.CONNECT confirm을 수신하기 전에 T-DATA를 전송하여야 한다. 그러나 이 경우 수신단에서는 그림 10(a)에서와 같이 T-CONNECT.response가 Initiator 측에 접수되어야 T-DATA.indication primitive를 사용자에게 전달할 수 있게 된다. 이때 수신단에서 delay가 발생하여 시간지연에 의한 성능감소 및 수신단 버퍼를 할당해야 하는 등 여러가지 문제가 발생하는데, 이는 그림 10(b)에서와 같이 수신단에서 미리 수신을 기다리고 있음을 나타내는 T-LISTEN.request를 발생시켜 기다리도록 하고, T-FastConnect.request에 해당하는 TPDU를 수신하자마자 송신단에 응답하면서 수신상태로 돌입하면 T-DATA가 도달하는 대로 수신측 사용자에게 전달할 수 있어 지연시간을 최소로 줄일 수 있게 된다.

4) Graceful TC release(점진적 수송 접속해제)

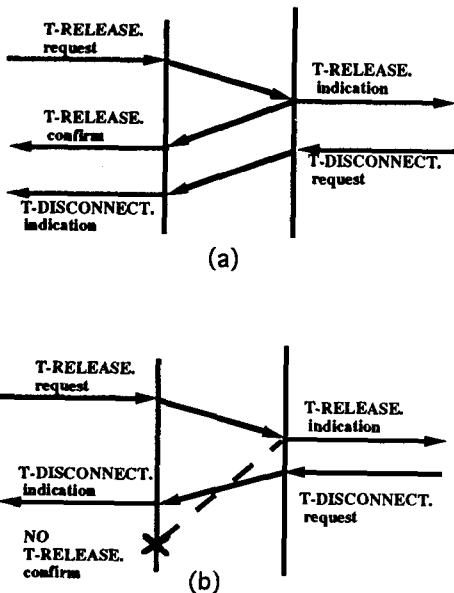


그림 11. T-RELEASE.confirm과 T-DISCONNECT.indication사이의 race condition

ISO 8072에는 abrupt TC release 방안밖에 없어, DISCONNECT.req가 떨어진 다음에 상대방으로 부터 이쪽으로 도달한 데이터는 수신할 수 없다. Graceful TC release를 실현하는 방안은 여러가지가 있으나 OSI 95에서는 그림 11(a)와 같이 T-RELEASE.req, T-RELEASE.ind 및 T-RELEASE.conf과 같은 프리미티브를 사용하는것을 주로 검토하고 있다. 그림 11(a)에서처럼 왼편에 T-RELEASE.conf이 먼저 오고 T-DISCONNECT.ind이 뒤이어 도착하면 graceful TC해제가 순조롭게 진행된다. 그러나 그림 11(b)에서와 같이 이경우에도 T-RELEASE.ind과 T-DISCONNECT.req 사이에 어느것이 먼저 전달되는지와 관련된 race condition 문제가 존재하는데, OSI 95에서는 이의 해결에 계속 노력하고 있다.

5) Multicast

단일주소 지정에 관련된 기능 확장은 먼저 multicast가 될 것이다. OSI 95에서는 ISO에서 이미 작업된 Multipeer Data Transmission(MPDT)을 고려하고 있는데, 여기에 관한 문서는 ISO 7498-1 PDAD2인데 1989년에 작업이 중단되었으나 최근 Q1/54 문의의 한 부분으로 다시 계속되고 있다.^[18]
^[19] Connection 모드에서 이 문서내의 흥미있는 내용은 AGI(Active Group Integrity)이다. 접속설정 요구시에, 서비스 요구자측은 서비스 제공자측에게 접속기간동안에 어떤조건(criteria)이 입증되어야 하는지를 요구하는데 접속의 설정과 유지에 관한 이러한 조건이 AGI를 구성한다. AGI는 예를들면, 적어도 하나의 destination이 접속되어야 한다든지, 또는 어떤 주어진 갯수의 destination이 접속되어야 한다든지 하는것을 요구한다. AGI는 Compulsory QOS의 개념과 상당히 가까운 개념이다. 만약 AGI가 만족되지 않으면 접속은 설정되지 않고, 사용자가 multicast접속을 떠나는 경우에는 언제든지 AGI는 다시 결정되어야 한다. 만약 더이상 접속중에도 만족되지 않으면 서비스제공자에 의해 disconnect 요구가 주어질 것이다.

이상 몇가지 특성외에도 OSI95에서는 out-of-band signaling등에 관하여 연구하고 있다.

3. Internet에서의 실시간 미디어 전송을 위한 대책

Internet은 데이터만을 대상으로 설계된 것으로, 실시간 미디어를 전송하기에는 부적당한 면이 있다.

앞에서도 internet에서 사용하는 TCP/IP 프로토콜의 문제점을 살펴보았다. TCP/IP 프로토콜은 국제 표준 프로토콜은 아니라 하더라도, 미국 Internet의 막강한 영향력 및 source 프로그램을 비교적 싼값에 쉽게 구할 수 있다는 잇점때문에 거의 표준안처럼 널리 사용되고 있다. Internet에서는 현재의 컴퓨터 통신기능에 망관리, 망보안등 여러가지 최신고급기술을 추가하고 있는데, 이중 하나가 voice conference 기능 및 화상 전송기능이다. 이를위해 internet protocol family를 확장하는 접근방법을 취하고 있다. 이러한 서비스는 stream(ST)이라 불리는 프로토콜을 이용하여 구현되는데 ST는 Internet상에서 end-to-end flow oriented service를 제공한다.

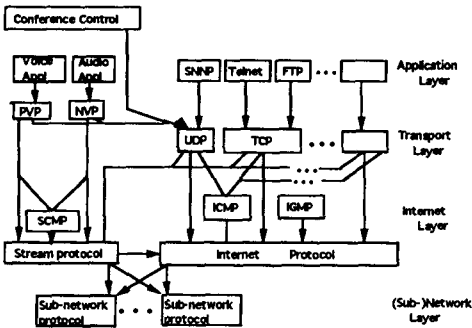


그림 12. 프로토콜 관계

그림 12는 internet에서 사용되는 프로토콜 관계를 보여주고 있다. 기존의 데이터 통신용으로는 응용계층에 SNMP, Telnet, FTP등이 있으며, 전송계층에는 UDP(User Datagram Protocol), TCP가 사용되며, 망계층에서는 IP 프로토콜이 전송되는데 이를 제어하고 error 및 테스트 패킷의 생성들을 위하여 ICMP(Internet Control Message Protocol) 및 IGMP등이 있다. 비데오와 오디오 전송을 위해서는 stream protocol이 제공되어 신호를 연속적으로 재생하는 데 이를 제어하기 위하여 SCMP(ST Control Message Protocol)가 연구되었다.

1) ST(stream) protocol II ^[22]

기존에 사용되던 IP(Internet Protocol)는 음성 및 비디오와 같은 실시간 미디어를 지원하기 위해 필요한 지연과 전송속도 특성을 제공하지 않기 때문에 새롭게 ST가 설계되었다. ST는 패킷의 스트림을 효율적으로 전송하기 위해 전송속도(guaranteed data

rate)을 보장하고 지연 특성(controlled delay characteristics)을 조절할 수 있도록 고안되었다.

그림 13에서 볼 수 있듯이 ST-II는 IP와 같은 계층이다. 라우터(router)나 중간 시스템(intermediate system)이 IP 패킷의 흐름에 관한 상태 정보(state information)를 유지하지 않는 반면, ST의 경우에는 패킷의 흐름인 스트림(stream)에 관한 상태 정보를 라우터나 중간 시스템이 유지한다는 점에서 ST는 IP와 다르다. 스트림의 상태 정보에는 forwarding information과 특정 스트림에 할당된 망이나 링크의 대역폭(BW: bandwidth)과 queue에 관한 resource information이 포함된다.

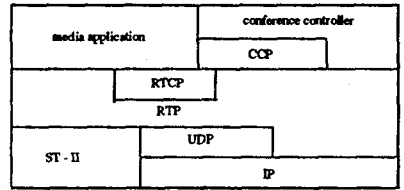


그림 13. Internet protocol stack

ST는 접속 설정시에 route를 할당할 뿐만 아니라 resource를 미리 할당하므로써 전송시 지연 및 congestion때문에 생길 수 있는 손실 확률을 줄이고 있다. 또한, ST는 스트림이 전송되는 동안 스트림의 특성, 즉 중단점의 수와 위치, 그리고 요구되는 BW 등을 변경하는 일을 처리한다. 이러한 특성들에 의해 ST가 실시간 응용에 보장되고 예상가능한(guaranteed and predictable) 통신 특성을 제공할 수 있게 된다.

그림 14에 있는 ST 헤더는 상위층의 PDU나 ST 제어 메시지를 encapsulation 방식으로 포함한다. ST는 IP의 연장으로 망상에서 같은 NSAP(network service access point)를 사용하므로, 패킷의 처음 4비트에 의한 IP 지정번호로 구분된다(현재의 IP는 4, ST는 5가 할당되었음). IP 패킷이 전후의 다른 패킷과 완전히 독립적인 반면 ST의 데이터 패킷은 전후의 다른 패킷과 상호관련을 갖도록 취급되어 스트림을 구성한다.

ST stream은 데이터가 목적지까지 전송되는 동안 경유하는 경로(path)의 집합, 데이터의 전송을 위해 할당된 resource, 데이터의 전송을 나타내기 위해 유지되는 상태 정보로 구성된다. ST는 스트림의 특성

을 나타내기 위해 FlowSpec(flow specification)을 사용하는데, 이는 BW, delay, reliability를 포함하며, 이들은 요구치(desired value)와 최소 허용치(minimal allowable value)로 나타내어진다.

그림 14에서 'ST' 필드는 ST 패킷임을 나타내기 위해 할당된 IP version number로 IP 패킷과 ST 패킷을 구별하는 역할을 한다. ST 패킷의 'ST' 필드의 값은 '5'를 할당받았다. 'Ver' 필드는 ST 프로토콜의 version number를 나타낸다. 현재 ST 프로토콜의 version number는 '2'이다. 'Pri' 필드는 패킷의 우선순위를 나타내는 필드이다. 이 필드는 스트림이 주어진 할당량을 초과했다면, 초과된 패킷을 drop시키라는 것을 나타내기 위해 ST 데이터 패킷에서 사용된다. '0'가 가장 낮은 우선순위이고, '7'이 가장 높은 우선순위이다. 'T' 필드는 timestamp 필드가 존재한다는 것을 나타내기 위해 사용된다. 'Bits' 필드는 여유분으로 현재는 값이 0이다. 'TotalBytes' 필드는 ST 패킷의 총 길이를 바이트 단위로 나타낸다. 이는 ST 헤더와 선택적인 Timestamp 필드의 길이를 포함한다. HID(Hop ID)필드는 hop-by-hop stream ID로써 각 스트림을 구분하는데 이용된다.

ST=5(4)	Ver=2(4)	Pri(3)	T(1)	Bits(4)	TotalBytes(16)
HID(Hop ID)(16)					HeaderChecksum(16)
(optional) Timestamp					

그림 14. ST 헤더

HeaderChecksum은 ST 헤더와 timestamp 필드의 checksum을 나타낸다. Timestamp 필드는 'T' 필드가 '1'인 경우에만 사용된다.

ST는 스트림을 만들고 운영하기 위해 그림 15과 같은 포맷의 SCMP(ST control message protocol)를 사용한다. ICMP(internet control message protocol)이 IP상에 위치하는 것과 마찬가지로 SCMP 또한 개념적으로는 ST위에 위치하지만 통합적인 의미에서 SCMP는 ST의 일부이다. SCMP는 스트림을 만드는 일, 스트림을 부분적으로 또는 전체적으로 해제하는 일, 스트림의 특성 파라미터를 협상하고 변경하는 일, network failure로 스트림을 해제하는 일, network failure나 component

failure로 route를 재설정하는 일 등을 처리한다. SCMP는 request-response model를 따르며, 패킷을 전송한 다음 에러가 발생하여 timeout된 후에는 SCMP 패킷을 재전송한다.

OpCode(8)	Options(8)	TotalBytes(16)
RVLID(16)		SVLID(16)
Reference(16)		LnkReference(16)
Sender IP Address(32)		
Checksum(16)		
OpCode Specific Data		

그림 15. SCMP의 패킷 포맷

그림 15에서 'OpCode' 필드는 패킷의 종류를 나타내기 위해 사용되는 필드이다. Options 필드는 특정 OpCode에 해당하는(OpCode-specific) variations를 나타내기 위해 사용된다. RVLID 필드는 수신단의 VLID(virtual link identifier)를 나타내며, 'SVLID' 필드는 송신단의 VLID를 나타낸다. Reference 필드는 transaction number로, 각 스트림에 대해 유일한 값이 할당된다. 이 필드는 수신단에서 메시지가 중복되어 수신되었는지를 알아내는 데 사용된다. LnkReference 필드는 지금의 메시지를 야기시킨 다른 제어 메시지의 reference 필드 값을 나타낸다. 이로써 보내지는 메시지가 어떠한 제어 메시지에 관한 응답인지를 나타낸다. OpCode specific data는 관계된 제어 메시지의 추가적인 정보를 포함한다.

2) RTP (real-time transport protocol)

참고문헌 [23] [24]에서는 Internet을 통한 real-time services(음성 또는 비디오)를 전송할 때의 고려사항들과 real-time transport protocols에 대한 디자인 대안을 비교 및 평가하였다. 또한 port 할당과 multicast address 할당의 문제를 기술하였다.

Internet에서 제안된 real-time protocol은 interactive multimedia conferences에 공통적으로 필요한 서비스들(playout synchronization, demultiplexing, media identification, active-party identification)을 제공하는것을 목표로 하고 있다. 그러나 이것은 multimedia conferences에

국한된 것이 아니라 remote data acquisition 및 control과 같은 다른 real time services에게도 사용될 수 있다. 이 프로토콜은 UDP, OSI TP, ST-II등과 같은 end-to-end transport protocol services 들을 사용하는 데 그 서비스들은 end-to-end delivery, framing, demultiplexing 그리고 multicast이다. 즉 이름은 RTP이지만 기능면에서는 세션에 가깝다고 할 수 있다. 또한 RTP는 IP위에 직접 transport protocol로 사용될 수 있다. 그림 13에는 Internet protocol suite의 다른 protocols에 대한 RTP와 RTCP(Real Time Control Protocol)사이의 관계가 나타나 있다. IP 제어를 위해 ICMP가 사용되듯 RTP를 제어하기 위해 RTCP(Real Time Control Protocol)이 사용된다.

또한 각 미디어에 많이 사용되는 공통의 엔코딩 규칙과 알고리즘이 RTP에서 규정되어 있는데, 만약 이것이 없으면 상호연동은 성취될 수 없게된다. 엔코딩에 관한 규정으로는 multi-byte samples을 위한 byte 순서, multi-channel audio를 위한 샘플순서, 차등 엔코딩(differential encoding)을 위한 상태정보의 포맷, 엔코딩된 비디오 프레임을 패킷으로 분절(segmentation)하는 것 등과 같은 문제들을 포함하고 있다.

RTP의 디자인 목표를 살펴보면 내용의 유연성, 확장성 및 하위 계층으로부터의 독립성, 게이트웨이와의 호환성, 대역의 효율적 사용, 음성코딩에 있어 유럽방식인 A-law, audio companding 및 비영어제 문자의 사용까지 고려한 국제성, 처리의 효율성 및 구현가능성과 같은 사항들을 고려하여 디자인한다.

RTP에 의해 제공될 수 있는 서비스를 살펴보면 다음과 같다.

- . Framing
- . Demultiplexing by conference/association
- . Demultiplexing by media source
- . Demultiplexing by conference
- . Determination of media encoding
- . Playout synchronization between a source and a set of destinations
- . Error detection
- . Encryption
- . Quality-of-services monitoring

RTP에 의한 demultiplexing은 destination address와 port number에 의해 특성화된 한 association이 여러개의 distinct conferences를 운

반하도록 허용한다.

Synchronization에는 playout sync., intra-media sync., inter-media sync.로 나누어진다. Playout sync.는 송신단에서 일정주기의 source는 수신단에서도 역시 일정주기의 source가 되는 것을 말한다. Playout sync.와 관련하여 패킷들을 playout units로 묶을 수 있으며 많은 playout unit이 하나의 sync. unit을 형성한다. 즉 하나의 sync. unit는 하나 또는 여러 개의 playout units로 구성된다. 가장 보편적인 sync. unit는 음성에 대해선 talkspurt이고 비디오 전송에 대해선 frame이다. Playout은 하나의 공통된 timestamp를 공유하는 패킷들의 group으로서 음성의 경우 voice segment이고 video의 경우 subframe에 해당한다. Sync. unit을 검출하는 방법은 time stamp 및 sequence number를 사용하는 방법과 sync. bit를 사용하는것으로 나눌 수 있다.

다음으로 그림 13에서 RTP위에 있는 CCF (conference control function)는 회의를 통제 및 제어하는 모듈로써, 명시적 회의설정등과 같은 것은 없고 느슨한(loosely coupled)제어기능을 수행한다. 좀더 살펴보면

- . Authentication
- . Floor control, token passing
- . Invitations, calls
- . Call forwarding, call transfer
- . Discovery of conferences and resources (directory service)
- . Media, encoding and quality-of-service negotiation
- . Voting
- . Conference scheduling
- . User locator

와 같다. 끝으로 RTP의 packet format을 살펴보겠다.

packet length (optional) (32)					
address of synchronization source (optional) (32)					
Ver (2)	flow (6)	0 (1)	S (1)	content (6)	sequence number (16)
time stamp (seconds) (16)			time stamp (fraction) (16)		
options ...					

그림 16. RTP header format

그림 16에서 'Ver'은 protocol version을 정의하며 'flow'는 flow identifier이며 'option present (O)' bit는 RTP header에 option field가 존재하는지를 나타내며 'end-of-synchronization(S)' flag는 synchronization unit의 마지막 패킷내에 1로 표시되며 content field는 conference announcement protocol을 통하여 정의된 테이블안의 index를 나타낸다. Sequence number는 RPDU를 카운트하며 time stamp는 RPDU가 생성되었을 때의 시간을 반영한다.

V. 패킷 음성 통신에 대한 고찰

1. 연구현황

음성을 패킷 단위로 전송하려는 연구는 데이터를 패킷 단위로 보내게 된 이후부터 많은 사람들에게 의해 연구되었다. 그러나 기존의 음성통신을 위한 전화망이 크게 자리를 잡고 있어서 널리 보편화되지는 못했으나 통신기술이 계속 발전하고 있고 멀티미디어에 대한 연구가 활발히 진행되고 있어 이에 필요한 기반 기술로 중시되어지고 있다.

지금까지 음성을 패킷단위로 전송해 본 경우는 매우 많다. 데이터와는 다른 트래픽 특성을 갖고 있어 기존의 데이터전송을 위해 만들어진 network상에서 장, 단점이 있지만 많은 연구와 실험이 이루어졌으며 특히 LAN에서 활발하였다.

외국의 경우를 간단히 살펴보면 먼저 Stanford 대학^[27]에서는 패킷 길이를 가변으로 하는 간단한 음성 프로토콜을 사용하여 3Mbps의 experimental ethernet상에서 음성을 전송하였고, 다음으로 Rutherford Appleton Laboratory와 Cambridge University Computer Laboratory^[28]에서는 Cambridge ring LAN상에서 음성, 데이터 그리고 비디오 트래픽 등을 전송하기 위한 일들을 수행하였는데, 음성의 경우 real-time adaptive mechanism을 사용하여 음성을 패킷 단위로 전송하였다. 다음으로 L-EXPRESS network^[29]상에서도 음성과 데이터를 전송하였고, IBM Watson Research Center^[30]에서는 real-time packet switched network에 사용하기 위한 packet voice system을 제작하여 PC상에서 실험하였으며

prototype인 PARIS network^[40,41]의 노드와 연결하였다. 또한 FDDI token-ring network^[31]에서 음성과 데이터를 집적하였는데, 음성 adaptor card와 FDDI adaptor card를 제작하여 FDDI network에 연결하였고 ISDN의 S reference point에서 2B+D interface를 제공하였고, [32]에서는 wide area teleconferencing을 제공하기 위해 internet stream protocol(ST-II)를 구현하여 local ethernet상의 sun workstations 사이에 그리고 Stockholm과 London사이의 Internet을 통하여 음성을 전송하였으며 이 경우 peak traffic 시간대에는 통화의 질이 저하되었으나 traffic이 적은 시간대에는 좋은 결과를 보였다. 다음으로 국내의 경우를 살펴보면 KAIST에서 packet-switched network에서 음성과 데이터를 동시에 서비스하는 packet voice/data terminal을 구현하였으며^[33], token-ring LAN에 음성과 데이터를 집적하기 위한 hardware, software를 제작하였다.^[34] 그리고 ethernet상에서 G.764 패킷 음성 프로토콜을 수정하여 음성전송에 필요한 hardware, software를 제작하여 음성통신을 하였다.^[35]

2. 목음 구간 검출 알고리즘

이 알고리즘은 통신 채널을 보다 효율적으로 사용하기 위해서 필요하게 되었으며 이 알고리즘을 사용하게 될 경우 많은 잇점들이 생기게 된다. 먼저 음성의 talkspurt 기간만 패킷화해서 음성을 전송하면 전송효율을 두 배 이상 향상시킬 수 있고 또한 silence 기간에는 데이터 트래픽 또는 다른 음성 트래픽 등이 이용할 수 있으므로 채널 이용도를 높일 수 있게 된다. 순수한 패킷 음성 시스템에서는 에코우가 생기지 않으나 기존의 아날로그 전화 또는 전화망과의 연결시에 에코우가 생기게 되는데 이때 echo cancelling 효과도 볼 수 있다. 코딩의 경우와 재생의 경우 주파수에 있어 동기화되어 있지 않을 경우에 버퍼가 overrun되거나 underrun될 수가 있는데 이의 발생을 감소하게 되고 있고, 패킷 손실 등과 같은 일시적인 에러에 기인하여 음성 재생시 delay가 축적될 수 있는데 하나의 silence기간으로 인하여 그 기간 전의 talkspurt 기간 동안에 축적된 delay가 다음에 존재하는 하나의 talkspurt기간의 재생시에 축적되지 않는 잇점이 있다.^[30]

음성의 목음구간을 검출하기 위한 방법은 오래 전

부터 연구가 진행되어 왔다. 이 때 일정기간의 에너지, 영교차율, autocorrelation, predictor coefficient, predictor error 등의 파라미터를 이용하여 묵음구간을 검출한다. 간단한 예로 그림 17과 같이 일정기간의 에너지($E(n)$)와 영교차율(ZCR)을 이용하는 방법을 살펴보겠다. [36]

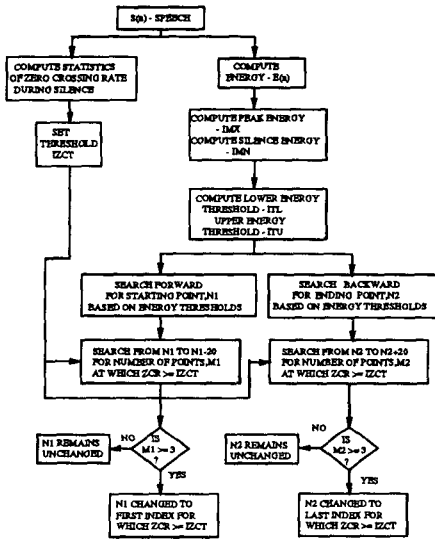


그림 17. 음성의 에너지와 영교차율을 이용한 묵음 구간 검출 알고리즘

이 알고리즘은 일정기간의 묵음으로부터 배경잡음의 특성을 파악하여 에너지와 영교차율의 몇 가지 경계치(ITL, ITU, IZCT)를 구한다. 이 경계치를 이용하여 우선 에너지만으로 잠정적인 시작구간과 끝구간을 결정한다. 이 구간들을 구하는 데 사용된 경계치는 상당히 작은 값이므로 이 구간들 내에서 실제의 음성이 시작되거나 끝난다고 볼 수 없다. 이러한 가정하에서 영교차율을 이용하여 새로운 시작구간과 끝구간을 찾아내게 되는 방법이다. 그렇게 하여 결정된 새로운 시작구간과 끝구간이 음성구간으로 결정되게 된다.

입력신호의 처음 몇 개 구간을 묵음구간으로 가정하여 이 동안에 배경잡음의 통계적 특성으로서 영교차율의 평균, 표준편차 및 묵음구간의 샘플들의 절대값의 평균을 구하고 이러한 값들을 이용하여 영교차율의 경계치와 에너지의 상한, 하한 경계치를 구한다. 그런 다음에 이렇게 정해진 경계치를 이용하여

잠정적인 시작구간을 찾는 데 그 과정은 다음과 같다. 입력파형이 시작되는 구간에서부터 하한경계치를 넘는 구간을 찾는다. 그 다음에 이 구간에서부터 에너지가 상한경계치를 넘는 구간 사이에 하한 경계치 이하로 떨어지지 않으면 에너지가 하한경계치 이상이 되기 시작한 구간을 잠정적인 시작구간으로 간주한다. 만약 에너지가 상한경계치 이상이 되기 전에 하한경계치로 떨어지면 위의 조건을 만족하는 새로운 시작구간을 찾는 과정을 반복한다. 시작구간을 수정하기 위해서 잠정적인 시작구간에서부터 그 앞의 구간중에 임의로 정한 몇개의 구간(25개의 구간)에서부터 영교차율을 조사하여 영교차율이 영교차율 경계치를 세 구간에 걸쳐 연속적으로 넘게 되면 이 세 구간 중 첫 구간을 새로운 시작구간으로 한다. 그러나 잠정적인 시작구간 다음구간에 이르기까지 위와 같은 현상이 발생하지 않으면 원래의 잠정적인 구간을 시작구간으로 한다.

이와 유사한 방법으로 끝구간을 결정하기 위해서 에너지가 상한 경계치를 넘는 구간 이후로부터 하한 경계치보다 작아지는 첫 구간을 찾는다. 이 구간을 잠정적인 끝구간으로 하고 다음에 이 구간에서부터 다음의 임의의 정해진 구간(25개의 구간)에 이르기까지 영교차율을 조사하여 세구간 이상 연속하여 영교차율 경계치를 넘는 구간 중 마지막 구간을 새로운 끝구간으로 정하며 이런 조건을 만족하는 구간이 존재하지 않으면 먼저 정한 잠정적인 끝구간을 끝구간으로 확정한다. 이렇게 하여 결정된 구간을 음성 구간으로 간주한다.

3. 음성 재생 알고리즘

음성을 패킷 단위로 전송할 경우 음성의 synchronous한 성질과 network 내에 패킷의 asynchronous한 전송사이의 본질적인 차이로 인해 그것을 보충해야 하는 부가적인 일이 필요하게 된다. 즉 수신단에 도착하는 각 패킷의 delay가 균일하지 않기 때문에 정확한 동기를 요구하는 음성통신에는 치명적인 약점이 될 수 있다. 이러한 점의 해결책으로 수신단에서 적절한 음성 재생 알고리즘을 적용해서 delay를 완화시키는 방법이 많은 사람들에 의해 연구되었다.

음성 재생방법에 대한 접근방법은 packet switched network의 특성 또는 그 network이 제공하는 서비스 품질에 의존한다. 예를 들어 end-to-

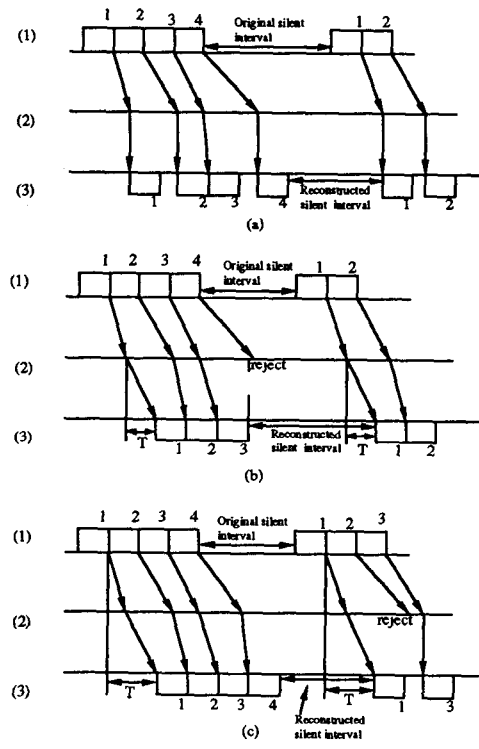
end delay가 증가하면 음성 재생 방법은 실제 delay를 추정하고 연속되는 패킷들의 가변 delay를 보상하기 위한 목적으로 음성 패킷 헤더에 time stamp 정보를 실어 전송한다. 또 패킷 손실율이 매우 크다면 (10%) waveform estimation^[37]이 필요할 수 있고 상대적으로 낮은 패킷 손실율(1%이하)을 갖는 경우는 묵음 패킷의 재생 또는 전 패킷의 반복으로 충분할 것이다.

음성 재생 알고리즘의 주요 역할을 살펴보면 도착하는 패킷을 저장한 후 재생할 시간을 결정해서 내보내는 기능과 도착한 패킷에 대한 재생이 끝난 후 다음 패킷이 도착할 때까지의 동작을 결정하는 기능으로 나눌 수 있다. 도착한 패킷의 재생이 끝난 후에 더 이상 재생할 패킷이 없는 경우는 다음 패킷이 손실되었거나 전송 delay가 커서 미처 도착하지 못했을 수가 있으며 talkspurt기간이 끝나고 silence기간이 시작되어 도착할 패킷이 없을 수도 있다. 이러한 경우들을 수신단에서는 구별하지 못한다. 그리하여 다음 패킷이 도착할 때까지 수신단이 취할 수 있는 동작은 전 패킷의 반복 또는 묵음구간으로 채우던지 할 수 있다. 이러한 방법의 선택은 음성 encoder의 종류, 패킷의 크기, network의 delay variance 특성을 고려해서 선택한다.

그림 18에 몇 가지 방법에 대한 timing diagram을 나타내었다. 음성 패킷의 재생 알고리즘에는 여러 가지가 있으며 음성 패킷 헤더내의 time stamp 정보 또는 음성 패킷의 sequence number를 이용하고 있는데 그 중 두 가지를 살펴보겠다.

먼저 null timing information 방법^[38,39]으로 음성 패킷 재생시 네트워크를 통한 패킷 지연을 결정할 때 timing information을 사용하지 않는다. 수신단에 도착하는 talkspurt의 처음 패킷의 재생을 항상 일정한 시간 T(control time)만큼 늦춘다. 그 후 도착하는 패킷은 코딩율에 맞추어 즉시 재생한다. 후속 패킷이 제시간에 도착하지 못하면 손실된 것으로 간주하고 도착해도 재생하지 않는다. 이 방법은 네트워크의 동기를 맞추어 줄 필요가 없다는 장점이 있으나 음성의 전체 전송 지연이 상대적으로 커질 수도 있으며 또한 재생된 묵음기간이 원래의 기간과 차이가 많이 난다는 단점이 있다. 다음으로 incomplete, complete timing information 방법^[38,39]으로 전송 지연에 대한 경계치 T를 미리 정하고 난 후 도착한 패킷에 대해 평가된 전송시간이 경계치보다 작으면

경계치에서 평가된 전송시간을 뺀만큼 지연시킨 후에 이를 재생한다. 경계치보다 늦게 도착했다고 평가된 패킷은 손실된 것으로 하고 재생하지 않는다. 이것은 talkspurt의 처음 패킷에도 적용된다. 이 방법은 패킷의 전체 전송지연이 어느 일정시간 이하로 제한되며 앞의 방법보다는 재생된 묵음구간과 원래의 구간과의 차이가 적다.



(주) : (1) 송신측으로부터의 패킷 출발시간
 (2) 수신측에 패킷이 도착한 시간
 (3) 패킷의 재생 시간

그림 18. 여러가지 음성재생 알고리즘의 timing diagram
 (a) No operation
 (b) Null timing information method
 (c) Incomplete(complete) timing information method

4. G.764 PVP(packetized voice protocol)

G.764 PVP^[26]는 CCITT recommendation으로 permanent virtual circuit에 적용하기 위해서 만든 패킷 음성 프로토콜이다. 음성은 125 μs마다 샘플링을 하고 128개의 샘플들을 모아 16ms마다 하나의 패킷을 생성한다. 음성의 talkspurt 기간에만 패킷을 전송하고 묵음 기간에는 패킷을 전송하지 않는다. 그리고 트래픽의 congestion 발생시에는 덜 중요한 block을 버리는 기능을 적용할 수도 있다. 정해진 playout 시간보다 먼저 도착한 패킷은 큐에서 대기 후 재생 알고리즘에 의해 재생하고, 보다 늦게 도착한 패킷은 버린다. G.764 PVP의 계층구조를 살펴보면 physical, link, packet, upper layer로 나누어지며 packet layer에서 음성 프레임의 패킷 형태가 그림 19에 나타나 있다.

8	7	6	5	4	3	2	1
주소(상위 부필드)						0	0
주소(하위 부필드)						1	
UIH 제어 필드							
1	1	1	P	1	1	1	1
프로토콜 식별자							
0	1	0	0	0	1	0	0
블락 버림 지시자(BDI)							
시간 표지 (time stamp)							
M	R	R	코딩형				
순서 번호				노이즈			
버릴 수 없는 블락들							
선택적으로 버릴 수 있는 블락들							
검사열(2 옥텟)							

음성

M = More bit (마지막 패킷=0, 나머지=1)
 P = Poll bit = 0
 R = Reserved bit for future use

그림 19. G.764 UIH 음성 프레임 형태

이 프로토콜에서 사용하는 음성 재생 알고리즘을 살펴보면 먼저 build-out delay(패킷 허용 최대 지연 시간)가 결정되고 수신한 프레임 내의 time stamp 값에 따라 재생을 하게 되는 데, talkspurt 기간의 첫 음성 패킷과 모든 신호 패킷 그리고 손실된 패킷 다음의 패킷에 대해서는 네트워크를 통한 지

연시간의 차(BOD time - TS value)만큼 지연시킨 후 재생한다. 이와달리 순서대로 전송된 패킷에 대해서는 곧바로 재생한다.

VI. 결론

지금까지 멀티미디어통신기술에 관한 문제들을 종합적으로 검토하여 보았다. 우선 멀티미디어 트래픽의 특성과 통신 요구사항을 살펴보고 둘째로 기존 통신의 문제점을 OSI와 TCP/IP 프로토콜에서 살펴 보았다.

이러한 관찰의 결과로 기존의 통신 프로토콜에서는 멀티미디어 통신을 제공할 수 없다는 결론을 내리게 된다. 따라서 새로운 멀티미디어 통신 프로토콜 구조가 요구되는데, 이에 관한 국제적 연구동향을 살펴 보았다.

먼저 멀티미디어 트래픽을 수용하기 위해 BERKOM 프로젝트에서 제안한 프로토콜의 구조를 살펴보았는데, 이는 크게 세 부분으로, 즉 transport oriented functions, application oriented functions, pilot applications로 구성되었다.

멀티미디어 요구사항에 맞는 end-to-end 고속전송을 실현하기 위하여 미국과 유럽에서 각각 HSTP 및 OSI 95의 TPX를 제안하였는데 이의 특성을 종합해 보면 음성과 비디오와 같은 트래픽 특성이 요구하는 대로 허용지연시간과 지연지터를 줄이고 Graceful해제를 채택하여 Disconnect되는 동안에 분실되는 데이터 줄이고, multicast기능이나 out-of-band signaling을 도입하였다. Internet에서 멀티미디어 트래픽을 수용하기 위해 제안된 프로토콜인 ST II와 RTP에 대해서 살펴보았는데, 보장된 전송속도와 제한된 지연 특성을 제공하기 위해 라우터나 중간 시스템이 패킷의 흐름에 관한 상태정보를 유지한다는 점이 기존의 IP와 다른 점이다.

또한, 음성을 패킷 단위로 전송하는 데 필요한 묵음 구간 검출 알고리즘, 음성 재생 알고리즘, G.764 packetized voice protocol에 대해서 살펴 보았다.

끝으로 많은 시간을 들여서 원고정리를 도와준 이상길, 안용렬, 안용철 그리고 김형수 학생에게 감사의 뜻을 표한다.

參考文獻

- [1] Ralf Steinmetz, "Synchronization properties in multimedia systems," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, pp. 401-412, Apr. 1990.
- [2] 세계의 동정 : 멀티미디어, '96년에 124억 달러의 시장 규모를 형성', 한국전자통신연구소 주간 기술 동향, page 42, Aug. 24 1992.
- [3] N. Natarajan and G. M. Slawsky, "A framework architecture for multimedia infomation networks," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 97-104, Feb. 1992.
- [4] Cosmos Nicolaou, "An architecture for real-time multimedia communication Systems, " *IEEE J. Select. Areas Commun.*, pp. 391-400, Apr. 1990.
- [5] Domenico Ferrari, "Client requirements for real-time communication services," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 65-72, Nov. 1990.
- [6] Thomas D. C. Little and Arif Ghafoor, "Network considerations for distributed multimedia object composition and communication," *IEEE Networks Mag.*, pp.32-49, Nov. 1990.
- [7] Nigel A. Davies and John R. Nicol, "Technical perspective on multimedia computing," *Computer Communications*, vol 14 no 5, pp. 260-272, June 1991.
- [8] Audio-Video Transport Working Group, "Media encodings," INTERNET DRAFT, Dec. 1992.
- [9] D. B. Hehmann, M. G. Salmpny, and H. J. St ttgen, "High-speed transport systems for multimedia applications," IFIP 1989, pp. 303-319, 1989.
- [10] David D. Clark, Van Jacobson, John Romkey, and Howard Salwen, "An analysis of TCP processing overhead," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 23-29, Jun. 1989.
- [11] D. Giarrizzo, M. Kaiserswerth, "High-speed parallel protocol implementation," IFIP 1989, pp. 165-180, 1989.
- [12] M. Zitterbart, "High-speed protocol implementations based on a multiprocess-or-architecture," IFIP 1989, pp. 151-164, 1989.
- [13] Willibald A. Doeringer, Doug Dykeman, and Matthias Kaiserswerth, "A survey of light-weight transport protocols for high-speed networks," *IEEE Trans. Commun.*, pp. 2025-2039, Nov. 1990.
- [14] Berthold Butscher, "A flexible transport service in the BERKOM B-ISDN environment," IFIP 1989, pp. 289-301, 1989.
- [15] ISO/IEC JTC1/SC6 , High Speed transport protocol, working draft, July 1992.
- [16] A. Danthine and et al. , "OSI 95 : High Performance OSI protocols with multimedia support on HSLAN'S and B-ISDN, Esprit project 5341/Sector OBS, June 1992.
- [17] Danthine, Slides of the presentation of the OSI 95 Transport Service, ISO/JTC1/SC6-San Diego meeting, July 1992.
- [18] ISO/TC97/SC21, Information retrieval transfer and management for OSI- Working draft addendum to ISO 7498-1 on multipeer data transmission, ISO 7498-1, PDAD2, April 1989.
- [19] 김대영, 멀티미디어 통신 프로토콜, 멀티미디어 통신과 서비스 단기학술강좌, 한국통신학회, Sep. 1992.
- [20] Protocol Engines, Inc, XTP protocol definition - revision 3.6, Jan. 1992.
- [21] W. Richard stevens, UNIX network programming, Prentecce Hall, 1990.
- [22] CIP Working Group, "Experimental Internet Stream Protocol, Version 2 (ST

- II), "INTERNET DRAFT, Oct. 1990.
- [23] Audio-Video Transport Group, "Issues in designing a transport protocol for audio and video conferences and other multiparticipant real-time applications," INTERNET DRAFT, Dec. 1992.
- [24] Audio-Video Transport Group, "A transport protocol for real-time applications," INTERNET DRAFT, Dec. 1992.
- [25] 정 지우, 송 병권, 김 준, 안 순신, "멀티미디어 통신 프로토콜 구조에 관한 연구," '92 가을 학술발표논문집(한국정보과학회), pp. 593-596, 1992. 10. 23-24.
- [26] CCITT Draft Recommendation G.764, "Voice Packetization : Packetized Voice Protocol," July 1990.
- [27] T. A. Gonsalves, "Packet voice communication on an Ethernet local computer network: an experimental study," Communications of the ACM, pp. 178-185, 1983.
- [28] C. J. Adams and Stephen Ades, "Voice experiments in the UNIVERSE Project," Nov. 1984.
- [29] F. Borgonovo, E. Cadorin, L. Fratta and M. Pezze, "Voice and data performance measurements in L-EXPRESS net," ACM SIGCOMM symposium, pp. 102-110, 1986.
- [30] Joong Ma and Inder Gorpai, "A blind voice packet synchronization strategy," IBM internal report RC 13893(#62194), Nov. 1988.
- [31] CBM Mishra and R. Madhusudhan, "Voice data integration on FDDI network implementation and analysis," ICCO, New Delli, India, pp. 220-228, 1990.
- [32] Bjorn Pehrson, Per Gunningberg and Stephen Pink, "Distributed multimedia Applications on Gigabit Networks," *IEEE Network Magazine*, pp. 26-35, Jan. 1992.
- [33] H. B. Jeon, "The development and performance analysis of packet voice/data terminal," M.S. Thesis, Dept. of EE, KAIST, Jan. 1987.
- [34] S. H. Nam, "A study on voice/data integration in token ring local area network," M.S. Thesis, Dept. of EE, KAIST, Jan. 1987.
- [35] 이 상길, 신 병철, 김 윤관, "Packet voice에 관한 연구," 한국통신학회 추계 종합 학술 발표회 논문집, 한국과학기술원 서울분원, pp. 82-85, Nov. 1992.
- [36] L. R. Rabiner and M. R. Samber, "An algorithm for determining the endpoints of isolated utterances," Bell System Technical Journal, vol. 54, no. 2, Feb. 1975.
- [37] W. A. Wasem, D. J. Goodman, C. A. Dvorak and H. G. Page, "The effects of waveform substitution on the quality of PCM packet communications," *IEEE trans. on ASSP.*, March 1988.
- [38] T. M. Chen, J. Walrand and D. G. Messerschmitt, "Dynamic priority protocols for packet voice," *IEEE JSAC.*, vol. 7, no. 5, pp. 632-643, June 1989.
- [39] T. Sada, H. Miyahara and T. Hasegawa, "Performance evaluation of a packetized voice system-simulation study," *IEEE trans. on comm.*, vol COM-32, no. 1, pp. 97-102, Jan. 1984.
- [40] I. Cidon, I. Gopal, G. Grover and M. Sidi, "PARIS : Real Time Packet Switching: A Performance Analysis," to appear in *IEEE JSAC*, (Missing year).
- [41] I. Cidon, I. Gopal, and H. Meleis, "PARIS: An Approach to private Integrated Networks," Proc. of ICCO '87, June 1987.
- [42] 이상훈, 멀티미디어 정보압축, 멀티미디어 통신과 서비스 단기기술평론, 한국통신학회, pp. 49-100, 1992. 9. 9

筆 者 紹 介

申 炳 喆 1952年 11月 2日生
 1975年 2月 서울대학교 전기공학과 졸업
 1977年 2月 한국과학기술원 전기및 전자공학과 석사 졸업
 1984年 8月 한국과학기술원 전기및 전자공학과 박사졸업

1977年 2月 ~ 1980年 2月 한국전자통신연구소 연구원
1987年 3月 ~ 1988年 2月 SRI International 에서 Post Doc. 연수
1984年 9月 ~ 현재 한국과학기술원 전기및 전자과 근무중
주관심분야 : Multimedia 통신, High Speed Network, Wireless Communication