

# ATM 기반의 회선서비스 수용을 위한 효율적 전송기법

정 학 진<sup>†</sup> · 이 상 호<sup>††</sup> · 이 해 영<sup>†††</sup> · 정 상 현<sup>††††</sup> · 백 성 복<sup>††††</sup>

## 요 약

기존 전송망은 비동기식 전송방식과 동기식 전송방식으로 나뉘어 있고 이들은 전화서비스를 위한 PSTN을 근간으로 하는 전송방식들이다. 그러나, 차세대 네트워크인 ATM망이 점차 구축되어감에 따라 기존의 전화 서비스들을 수용할 필요가 생겨나고 있다. 이를 위해 ITU-T와 ATM Forum에서는 CES, VTOA1, VTOA2등을 제안 권고하여 ATM망과 기존의 PSTN망을 연동하려 하고 있으나, 이 권고들은 심한 전송지연을 유발시키거나 네트워크 리소스의 낭비를 초래하고 있다. 따라서 본 논문에서는 전송지연을 최소화하면서 네트워크 리소스들을 효율적으로 이용할 수 있도록 음성 트렁크를 압축하여서 전송하는 방식을 제안하고 그 효율성을 분석한다.

## Effective Transmission System of Circuit Service through ATM network

Hak-Jin Chong<sup>†</sup> · Sang-Ho Lee<sup>††</sup> · Hae-Young Lee<sup>†††</sup> · Sang-Hyeon Jeong<sup>††††</sup> · Seong-Bok Baik<sup>††††</sup>

## ABSTRACT

The existed transmissions have PDH and SDH transmission system, which are based on PSTN network. But as the future ATM network is going to be constructed, it is very necessary for ATM network to interwork with PSTN for telephony service. The international standardization organizations like ITU-T, ATM Forum offered CES, VTOA1, VTOA2 and so on for interworking with PSTN service, which spend many network resources and considerable transmission delay. So in this paper, new interworking with PSTN for transmission will be proposed to lessen the transmission delay and the network resources.

### 1. 서 론

기존전송망에서는 TDM방식을 이용하여 왔으나, ATM망이 구축되고 있는 시점에서부터는 PSTN망의 데이터를 ATM망을 통하여 다른 PSTN망으로 전달하는 것이 관심사가 되고있다. 이를 위한 여러 가지 방안들

이 규격화되었으나 여전히 오버헤드들이 많아 네트워크 리소스들을 낭비한다든지, 각 채널을 전달하는 과정에서 지연이 많이 생겨 효율성이 떨어진다.

ATM Forum에서 먼저 AAL1을 이용하여 회선서비스를 수용하는 CES(Circuit Emulation Service)방식[1]의 규격안이 나온 후, 회선 서비스를 각 호/연결별로 라우팅 할 수 있도록 VTOA1[2]이 나왔고, VTOA2[3]가 다시 나왔다.

하지만 이들은 각 채널별로 셀에 전송할 데이터가

† 정 회 원 : 한국통신 가입자망연구소 실장  
†† 종신회원 : 충북대학교 컴퓨터과학과 교수  
††† 정 회 원 : 한국통신 가입자망연구소 선임연구원  
†††† 정 회 원 : 한국통신 가입자망연구소 전임연구원  
논문접수 : 1999년 7월 23일, 심사완료 : 1999년 10월 25일

할 때까지 기다린 후 전송하기 때문에 지연이 많았다. 따라서 ATM망에서 채널별로 호 처리를 요구하지 않는다면 CES가 더 효과적인 방식이지만 ATM 헤더와 AAL헤더 등의 오버헤드로 인하여 대역폭의 손실을 초래하며, AAL1을 다중화 계층으로 이용하기 때문에 ATM망의 리소스를 불 필요하게 할당하여야 하는 문제가 있다.

따라서 지연을 최소화하며 오버헤드로 인한 대역폭 손실을 줄이기 위하여 채널별로 전송하지 않고 기본 전송 단위인 E1에 대하여 압축하여 전송하는 방식을 제안한다.

2장에서는 기존 TDM방식의 전송과 회선서비스를 처리하기 위하여 제시된 표준들을 살펴보고, 3장에서는 새롭게 제시한 전송방식에 대하여 논한 후, 4장에서는 각 전송방식에 대한 비교분석을 하고, 5장에서는 결론을 내리도록 한다.

## 2. 기존 전송방식 및 ATM망에서의 수용방안

음성서비스(POTS: Plain Old Telephony Service)로 대변되는 64Kbps회선서비스를 전송하는데 가장 핵심을 이루고 있는 부분이 교환과 그와 관련된 신호라고 할 수 있다. 1970년대 이후 아날로그방식에서 디지털 방식으로 급격하게 전환되면서 전송방식도 디지털방식으로 전환되었다.

신호는 가입자 혹은 망 요소에 의하여 생성되는 호 관리를 위한 메시지로서 초기 교환기들은 DC 레벨로 구성이 되었다가, 대역내 혹은 대역외 방식의 MF방식으로 그리고 1970년대 중반부터 전용 데이터 통신망을 채택하기 시작했다. 디지털방식의 전송로에서도 A,B,C 그리고 D비트를 이용하는 CAS(Channel Associated Signaling)방식의 신호를 이용하다가, 데이터 통신망이 활성화되면서 공통신호방식을 위한 No.7방식의 신호를 위하여 CCS(Common Channel Signaling)이 이용되고 있다[6].

비동기식 전송방식인 PDH계열의 전송방식은 이들 정보들을 전송할 수 있도록 계층화되어 DS-1(E), DS-2, DS-3등의 전송계위를 가지고 있으며, 기본 전송 계위는 E1/T1으로서 우리나라에서는 E1을 주로 사용하고 있다. 그러나 이들 PDH 계열은 망의 동기가 일치하지 않으며, 상위 계층의 전송 계위에서 채널을 추출하기 위하여 하위 계위들을 역다중화하여 원하는

채널을 추출하여야 하기 때문에 비효율적이므로 동기식 전송방식인 SDH 계열의 전송방식으로 전환되고 있다. 우리나라도 1996년부터 동기식 전송방식이 도입된 이후 1998년말 현재 전체 전송로의 60%가 동기식전송방식으로 교체되었으며, 2005년에는 완전 동기식전송방식으로 전환될 예정이다.

그러나 기존 PSTN망에서는 최근 급증하고 있는 인터넷 등의 멀티미디어서비스를 수용하기에는 정적인 네트워크 리소스 관리 등의 여러 가지 문제점들이 노출되어왔다. 따라서 멀티미디어서비스를 수용하기 위하여 많은 트래픽들을 처리 할 수 있는 광대역 망의 구축이 필요함에 따라 ATM망이 등장하였다. 고정크기의 ATM셀로 멀티미디어 데이터를 전달할 수 있게 됨으로써 망의 리소스를 융통성있게 사용하게 되었으며, 데이터망이면서도 QoS를 보장하는 차세대 네트워크로 구축될 예정이다.

ATM망은 거대한 기존의 전화서비스를 수용할 수 있도록 초기부터 여러가지 모델들이 제시되었다. 첫번째 표준화된 모델인 CES(Circuit Emulation Service) 이후 VTOA등이 등장하게 되었는데 이들은 항등 비트율을 사용하는 AAL-1 서비스이기 때문에 ATM망의 효율을 떨어뜨리는 요소를 가지고 있다.

그러나 AAL-2를 이용하여 압축, 침묵제거 그리고 IDLE채널 제거 등으로 리소스를 다이나믹하게 사용할 수 있는 새로운 VTOA기술이 등장하여 회선 서비스 수용에 새로운 길을 열게 되었다.

그러나 unstructured CES를 제외한 이들 서비스는 ATM망이 자체적으로 라우팅 할 수 있도록 회선마다 따로 처리함으로써 하나의 회선이 ATM셀의 유휴공간을 채울 때까지 기다리거나, 일부만 채우고 나머지는 사용하지 않고 보냄으로써 지연을 감수할 것인지 대역폭을 낭비할 것인지에 대한 선택을 요구하게 되었다.

## 3. 새로운 회선서비스 전송 방식

ATM망에서 라우팅을 할 필요가 없다면 회선서비스를 수용하는 데는 unstructured CES 방식을 적용하면 된다. 이는 VTOA방식에 비하면 지연도 적고 대역폭의 낭비도 심하지 않다. 그러나 회선서비스가 제공하는 대역폭에 비하면 여전히 대역폭의 낭비가 심하다.

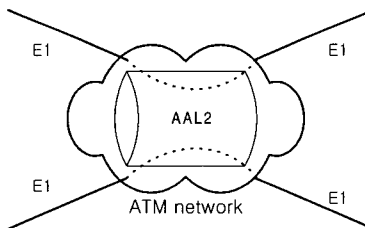
여기서 VTOA2와 유사하게 압축을 이용하여 전송함으로써 대역폭의 낭비를 줄일 수 있다는데 주목할 필

요가 있다. 그러나 압축을 하면 항등 비트율이 아니라 가변 비트율로 전송하여야 하므로, 실시간으로 가변 데이터를 전송 할 수 있는 AAL-2를 이용하면 ATM 망을 중계망으로 이용하면서 네트워크 리소스를 최소화하는 모델을 제공 할 수 있다.

압축하고자 하는 전송레벨은 기본 전송 단위인 E1이나 T1을 사용하며, 본 논문에서는 압축알고리즘과 전송방식 역시 우리나라의 기본 전송 단위인 E1을 기반으로 한 방식을 제안한다.

3.1 전송방식

본 논문에서 제안된 전송방식은 (그림 1)에서 보는 바와 같이 PSTN망에서 사용되고 있는 전송방식을 ATM네트워크를 중계망으로 하여 상대 PSTN망으로 전달하기에 적절한 전송방식이다. 물론 ATM네트워크에서 각 음성 채널별로 라우팅 할 수 있기 위해선 VTOA등을 사용하여야 하나, 본 전송방식은 ATM네트워크에서의 채널별 라우팅을 하지 않는 대신에 전송 지연 및 네트워크 리소스의 확보에 중점을 둔다.

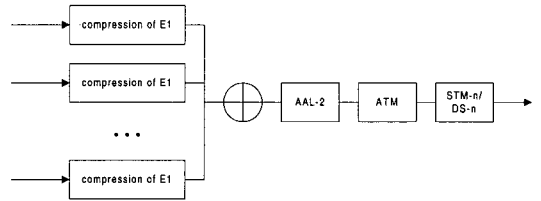


(그림 1) 중계망으로서의 ATM망

VTOA2는 기존 전송방식의 프레임내의 음성채널에 대해 각각 압축을 하여 전송하게 되면 ATM셀 혹은 패킷이 모두 채워질 때까지 기다리는 만큼 지연이 생기게 된다. 그러나, 기본 전송 단위인 E1을 압축하여 다른 압축된 E1 스트림과 같이 AAL2에 실어서 전송함으로써 네트워크 리소스사용을 줄이면서 지연을 감소시킬 수 있다. 이는 (그림 2)의 블록 다이어그램과 같이 동작하게 된다.

(그림 2)에서 나타난 전송방식을 이용하면 입력으로 수신되는 여러 개의 E1 전송 스트림에 대하여 각각 압축을 하여 AAL-2 프레임에 저장한 후 ATM 셀로 나누어 STM-n 혹은 DS-n 레벨의 동기식 전송 라인이

나 비동기식 전송 라인으로 전송하게 되면 각 E1 전송 스트림이 <표 2>에서 보는 바와 같이 평균적으로 약 60% 이상의 압축율을 보임으로써 ATM의 오버헤드들에 의하여 생기는 트래픽 증가를 충분히 보상할 수 있다.



(그림 2) 새로운 회선서비스 전송방식

본 구조에 의하여 PSTN망의 데이터를 ATM망에서 네트워크 리소스들의 낭비를 최소화 하면서 다른 PSTN망으로 투명하게 전달할 수 있다.

본 전송방식의 절차를 살펴보면 공중망(PSTN)으로부터 전달 받은 각 E1 스트림을 본 논문에서 제안한 방법으로 압축 데이터를 만들고, 이 압축된 데이터는 이미 정해진 AAL2의 CID에 따라 할당된 채널값을 가지고 CPS패킷으로 구성된다. 이 때 압축블록에서 FLAG Bit의 상태에 따라 다음과 같이 CPS 패킷의 LI(Length Indicator)가 달라진다.

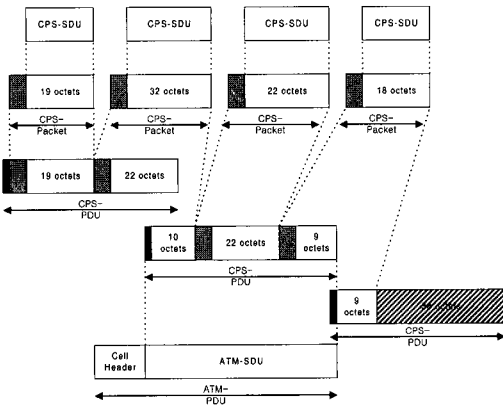
$$\text{FLAG Bit} = '1'(\text{압축}), 4 \leq \text{LI} < 32$$

$$\text{FLAG Bit} = '0'(\text{비압축}), \text{LI} = 32$$

따라서 CPS의 최대크기는 하나의 E1프레임을 압축한 후 '최대크기(32옥텟)+CPS패킷오버헤드(3옥텟)'와 동일하며 최소크기는 (그림 8)의 '마스크 필드 크기(4옥텟)+CPS패킷오버헤드(3옥텟)'과 동일하다. 이 CPS패킷으로 CPS-PDU로 만들어 ATM 셀에 실리도록 한다. 이 과정을 (그림 3)에 나타내었다.

또한 CPS 패킷의 구성시 CID는 <표 4>/L363.2[4]에서와 같이 8~255의 값을 가질 수 있으며, 기존 비동기 전송방식 계획에 따라 VPI/VCI와 CID의 조합으로 E1회선을 전송 할 수 있다.

본 논문의 전송 방식의 전체적인 알고리즘은 VTOA-2와 유사하다. 그러나 VTOA-2에서 사용하는 AAL2 부계층들 중에서 일반 데이터 프레임의 전송을 위한 I.366.1은 회선서비스를 위해 제안된 본 전송 방식에서는 필요가 없다. 그리고 음성 채널을 전달하기 위해



(그림 3) CPS-SDU를 ATM셀로의 다중화 및 패키징과정

I.366.2의 기능 중 일부를 E1 전송 스트림을 보낼 수 있도록 보완하여 제공하면 충분히 본 전송방식을 지원할 수 있다.

따라서 I.366.2에서 필요한 기능을 살펴보면 다음과 같다.

- 세가지 패킷 포맷 중에서 Type 1(unprotected)만 지원한다.
- UUI Codepoints에서 0~15까지의 값을 사용하는 modulus 16을 사용한다.
- EDU 포맷은 사용하지 않는다.

근본적으로 본 논문의 전송방식은 Unstructured CES와 마찬가지로 음성 채널과 신호 채널들을 구분하지 않고 E1 전송 스트림을 비트단위로 전송하기 때문에 VTOA2등에서 사용하는 다른 많은 기능들이 필요 없게 된다.

### 3.2 타이밍

AAL2를 이용하여 E1의 압축 데이터 스트림을 수신하여 타이밍을 찾아내기 위하여 타이밍 신호를 전달해야 한다. 이때 CES인 경우 SRTS를 이용하여 타이밍을 추출하고, VTOA2인 경우 각 채널별로 정해진 고정 타임슬롯마다 수신되는 셀들로부터 타이밍을 추출하여 낸다.

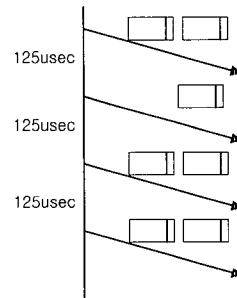
본 논문에서 제안한 전송방식으로부터 타이밍을 복구하는 방법은 가변 데이터로부터 타이밍을 추출하는 VTOA2의 타이밍 복구 방식과 마찬가지로 정해진 고정 타임슬롯마다 수신된 셀들로부터 타이밍을 추출해

내어야 한다. 이때 VTOA2의 채널별로 정해진 타임슬롯에 따라 전달하는 채널별 데이터를 전달하는 방식과는 다르게 E1전송 스트림과 ATM셀과의 관계를 정하여 ATM셀을 정해진 타임슬롯에 전달되도록 한다.

E1에서 하나의 프레임은 125sec마다 전달되므로 ATM셀을 통하여 전송 지연을 최소화되도록 일정한 시간내에 E1전송 스트림이 실린 CPS 패킷들이 ATM셀의 공간(48옥텟)에 저장될 수 있도록 최소 4개 이상의 E1 채널이 ATM셀로 다중화되어야 하며, 전체 채널이 유효한 채널인 경우 압축율이 <표 2>에서 보는 바와 같이 최대 83.98%에서 최소 64.36%이기 때문에 압축된 스트림들이 네트워크에서 각 타임슬롯마다 할당할 수 있는 ATM셀에 저장되어 granularity를 줄일 수 있도록 E1 채널을 충분히 다중화하는 것이 유리하다.

본 전송방식은 E1단위로 압축되지만 최소 4개 이상의 E1이 같은 타임슬롯에서 압축되어 전달되므로 (그림 4)에서 보는 바와 같이 AAL2 다중화 계층에서 125sec마다 전달되어온 압축 스트림을 다중화하면 최소 하나 이상의 셀을 사용하여 전송할 수 있게 되므로 수신측에서 타이밍 클럭을 복원할 수 있게 된다.

이 타이밍 클럭을 복원하는 방법은 UUI를 125sec마다 증가시켜서 수신측의 타이밍 클럭을 동기화하는 VTOA-2 방식과 동일하다.



(그림 4) ATM셀을 사용한 압축된 E1데이터의 전송

이를 위해 본 전송방식을 위하여 <표 1>에서 보는 바와 같은 전송 파라미터 값을 이용한다.

<표 1> 새로운 전송방식을 위한 전송 파라미터

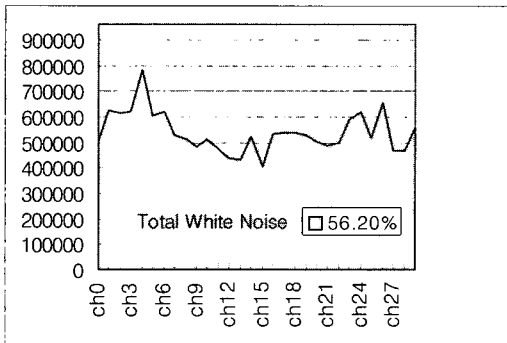
UUI Codepoint Range	Packet Length(octets)	M	Packet Time (sec)	Seq.No. Interval (sec)
0 ? 15	Variable(4 - 32)	1	125	125

### 3.3 E1 프레임 데이터의 특성

우선 이 논문에서 제안한 전송 방법을 적용하기 위해서는 E1 트래픽의 특성을 분석하여 데이터의 Entropy의 정도를 먼저 알아야 한다. 이를 위하여 실제 트래픽 데이터의 분석을 통하여 데이터 특성을 분석한다.

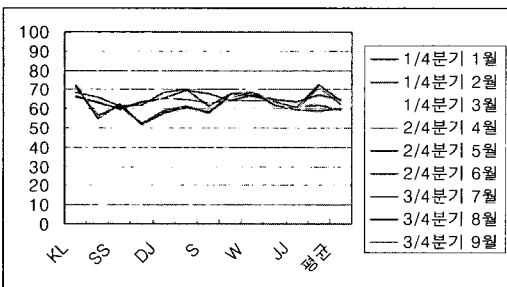
이 실험의 데이터는 E1라인에서 일반 가입자 전화의 PCM데이터를 채널별로 저장한 것으로, 이들 데이터로부터 산출하였다. 또한 E1 라인의 평균 트래픽 데이터는 연간 트래픽의 실제 통계치를 이용하였다.

(그림 5)는 E1의 음성 트래픽 데이터를 각 채널 당 96000바이트씩 조사하여 묵음(White Noise)양에 대한 평균치를 구하여 그래프로 나타낸 것이다.



(그림 5) 채널 별 묵음(White Noise)양

이를 보면 일반적으로 음성 통화의 경우 필요한 데이터보다 통화중 휴지 시간이 50%가 초과함을 알 수 있다.

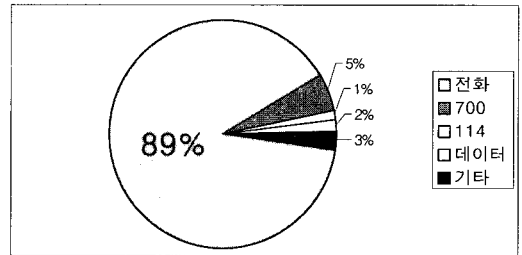


(그림 6) 구간별 E1 트래픽 점유율

실제 E1 트래픽에 대한 주목할 만한 또 다른 특성

은 최번시의 호 폭주를 방지하기 위하여 여유를 두고 망을 설계하므로, 트래픽이 항상 채워지는 것이 아니다. 국내 여러 구간별 실제 트래픽 점유율 그래프를 보면 (그림 6)과 같다.

또한, E1 트래픽중 음성 트래픽과 데이터 트래픽의 통계치는 (그림 7)과 같다.



(그림 7) E1 프레임내의 유형별 트래픽 점유율

앞에서의 E1 프레임내의 각 채널의 특성을 분석한 결과 E1 트래픽은 다음과 같은 특성을 갖는다.

- 양측에서 동시에 얘기하는 경우는 드물기 때문에 채널 내용의 50%이상이 묵음이다.
- 평상시 E1 프레임내의 30%이상의 채널은 폭주방지를 위해 비워둔다.
- 음성채널의 경우 한 개의 음절을 표현하기위해 몇 개의 동일한 값이 전송된다.
- E1 트래픽의 대부분은 음성 트래픽이다.

이러한 E1 특성을 보면 기본적으로 Entropy가 매우 높으므로 높은 압축효율을 기대할 수 있다.

### 3.4 압축알고리즘

네트워크 리소스를 최소화하기 위하여 적절한 압축 알고리즘을 선택하여 사용하여야 한다. 또한 실시간에 데이터를 손실 없이 전송하기 때문에 기존의 음성 채널에 대하여 사용되던 방식은 사용할 수 없게 된다 [9][10]. 그리고 E1 전송방식에 대하여 채널별 압축방식을 사용하면 원하는 압축율을 얻을 수 없기 때문에 아래와 같은 기능을 가진 압축 알고리즘을 채택하였다.

본 알고리즘은 음성채널로 구성된 E1을 압축하며, 다음과 같은 이유에서 E1채널은 Null값이 출현할 확률이 높다.

- E1의 각 채널 전체가 항상 채워져 있지 않다.
- 각 채널의 내용은 50% 이상이 묵음(Silence)이다.

또, 채널내 연속되는 두개의 인스턴스 값은 음성데이터의 특성상 동일한 값일 확률이 높다. 즉, 두 인스턴스 간의 차분값이 '0'이 될 확률이 높다. 본 알고리즘은 E1 프레임에 '0'이 많이 출현한다는 사실에 근거하여 NULL Compression 기법 중 하나인 Bit Mapping 방법을 적용하였다.

(그림 8)는 압축된 프레임을 저장할 블록의 구성을 나타낸 것이다. 첫번째 Flag Bit는 블록이 압축되었는지를 알려주는 비트이다. 압축된 블록인 경우 Flag Bit를 '1'로 설정하고 압축되지 않은 블록인 경우 '0'으로 설정한다.

0	1	8	9	16	17	24	25	32	33	N
Flag Bit	Field0	Field 1	Field 2	Field 3	Not Null Channels					

(그림 8) 압축 블록

1번 비트에서 32번 비트까지의 영역에 해당하는 4개의 필드는 원시 E1 프레임의 32개 채널 중 임의의 값을 가지고 있는 것과 Null인 것을 비트열로 표현하는 필드이다. 임의의 값으로 지정된 채널을 표현할 경우 해당 비트에 '1'값을 설정하고 Null인 경우 '0'값을 설정한다.

Not Null Channels 필드는 원시 E1 프레임의 32개 채널 중 Null이 아닌 채널을 첨부해두는 필드이다. 비트번호 N은 Null이 아닌 채널의 개수에 따라 본 필드의 길이가 달라진다는 것을 나타낸다.

0	1	8	9	16	17	24	25	247	248	256
Flag Bit	Field0	Field 1	Field 2	...						Field 3

(그림 9) 비압축 블록

압축이 적용되지 않은 프레임에 대한 블록은 (그림 9)와 같이 구성되는데, Flag Bit을 '0'으로 설정하고 0번 필드에서 31번 필드의 내용을 현재 처리중인 프레임의 32개 채널의 내용으로 채운다.

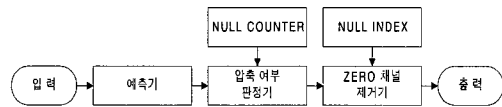
(그림 10)은 인코더에 대한 구성도이며, 각 요소들의 동작은 다음과 같다. 입력된 각각의 E1 프레임은 먼저

예측기를 통과하게 된다. 예측기에서는 프레임 내 각 채널에 대해 현재 채널 값에서 이전 채널 값을 빼서 그 차분값을 구하게 되는데 이 과정이 예측과정에 해당한다. 또한, 차분값이 '0'인 채널이 발견될 때마다 NULL COUNTER의 값을 1만큼 증가시키고 그 채널에 해당하는 NULL INDEX내의 배열 요소의 값을 '1'로 설정한다.

압축여부 판정기에서는 NULL COUNTER의 값을 보고 현재 처리중인 프레임을 압축시킬 것인지를 판정한다. NULL COUNTER의 값이 '5'이상이면 압축과정을 수행한다.

ZERO 채널 제거기에서는 압축여부 판정기의 판정결과가 압축을 가리키고 있으면 압축과정을 수행한다. 압축과정에서는 출력내용을 저장할 블록이라는 버퍼의 구성요소 중 FLAG BIT를 '1'로 설정하고 NULL INDEX의 내용을 4개의 필드에 채운 후 ZERO가 아닌 필드의 내용을 나머지 필드에 첨부시킨다. 압축여부 판정기의 판정결과가 비압축을 가리키고 있으면 FLAG BIT를 '0'으로 설정하고 현재 프레임의 각 채널을 그대로 첨부시켜서 BLOCK을 완성한다. 이 FLAG BIT가 '0'인 것은 CPS패킷의 LI가 32일때와 같은 의미를 가지게 되어 압축되지 않은 프레임을 의미한다.

현재의 프레임 내용을 다음 번 프레임에 대한 예측값으로 설정한 후 완성된 블록을 상대측으로 전송함으로써 한 프레임에 대한 인코더의 동작이 종료되며 다음 프레임을 받아 들여 인코딩 과정을 반복한다.



(그림 10) 인코더

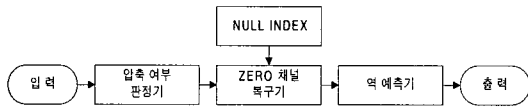
(그림 11)는 디코더의 기능 블록이다. 다음은 각 기능 요소들에 대한 동작방식을 설명한 것이다.

디코더는 진송로로부터 압축된 블록을 입력으로 전달 받는다. 한 개의 블록은 하나의 프레임으로 복원되며 블록의 시작과 끝은 FLAG BIT와 NULL INDEX의 내용을 이용하여 정확히 계산된다.

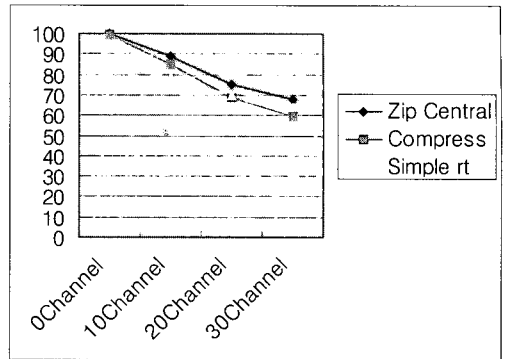
입력된 각각의 블록은 압축여부 판정기로 들어오며 압축여부 판정기는 현재 블록이 압축된 것인지 아닌지를 판정한다.

ZERO 채널 복구는 FLAG BIT를 제거한 후 압축여부 판정기의 판정결과가 압축을 가리키고 있는 경우, NULL INDEX를 이용한 ZERO 채널 삽입과정을 수행한다.

역 예측기에서는 복원된 차분값과 저장된 이전 프레임 값을 가지고 현재의 프레임을 복원하여 출력한다.



(그림 11) 디코더



(그림 12) 압축결과자료 감축율 비교

#### 4. 전송방식의 비교 분석

본 논문에서 제안한 전송방식을 시뮬레이션한 결과 압축알고리즘의 성능에 따라 전송 대역폭의 할당에 차이가 난다. 그러나 압축알고리즘의 적정화는 본 논문의 주제에서 벗어나기 때문에 가장 간단하지만 실시간과 손실없는 압축이라는 요구사항에 충실하며 비교적 좋은 성능을 나타내고 있는 압축알고리즘을 사용하여 전송의 효율성을 분석하였다.

##### 4.1 압축알고리즘 분석

E1프레임에 압축알고리즘을 적용하기 위하여 유효 채널이 각각 0개, 18개, 20개, 30개인 E1으로 나누어 Windows용 Zip Central과 Unix용 Compress[11]를 본 제안 압축알고리즘과 비교하여 실험하였다. 이 때 각 채널은 음성채널로서 약 50%정도의 복음이 존재한다고 가정되어 있다. <표 2>는 이를 도표로 나타낸 것으로 감축율은 원시 데이터 중 몇 %가 감축하였는지를 나타내는 지표로서 다음과 같이 계산한다.

$$\text{감축율} = \frac{(\text{원시 데이터의 크기} - \text{압축 데이터의 크기})}{(\text{원시 데이터의 크기})} \times 100 \text{ (단위: \%)}$$

<표 2> 압축결과자료 감축율 비교

	Zip Central	Compress	Simple rt
0Channel	99.71%	99.49%	83.98%
10Channel	88.67%	85.10%	78.44%
18Channel	77.17%	71.20%	72.69%
30Channel	68.00%	59.50%	64.36%

##### 4.2 본 전송방식의 효율성

근본적으로 AAL2는 AAL1에 비하여 bandwidth 낭비는 줄일수 있으나, AAL2오버헤더로 인한 효율성이 떨어지며, 이는 <표 3>에서 보는 바와 같다. <표 3>의 상위 6개는 VTOA-2를 사용하는 경우 최소 LI, 음성압축방식에 따른 LI, 기본 LI 그리고 최대 LI에 대한 효율성을 보여주고 있으며, 그 다음 결과치는 AAL1을 이용하여 CES를 적용한 경우의 효율성을 나타내며, 다음 두가지는 본 전송방식이 적용되는 경우의 효율성을 나타내고 있다.

<표 3> AAL에 대한 프로토콜 효율성

구분		Over header	Payload	Efficiency	
AAL2	Minimum Length Indicator (LI)	3 Bytes	1 Byte payload	25 %	
	32K ADPCM(4ms)	3 Bytes	16 Byte payload	84 %	
	32K ADPCM(8ms)	3 Bytes	32 Byte payload	91 %	
	PCM(4ms)	3 Bytes	32 Byte payload	91 %	
	Default LI	3 Bytes	45 Byte payload	94 %	
	Maximum LI	3 Bytes	64 Byte payload	96 %	
AAL1	CES	1 Bytes	47 Byte payload	98 %	
	본 전송 방식	Maximum LI	3 Bytes	32 Byte payload	91 %
		Minimum LI	3 Bytes	4 Byte payload	58%

VTOA-2는 Maximum LI로 설정된 경우에도 AAL1을 이용하는 CES에 비하여 효율성이 떨어짐을 보여주고 있다.

그러나 본 전송방식에서는 압축율이 <표 2>에서 보는 바와 같이 최소60%이상이므로 다중화 효과로 인

하여 하나의 셀에 많은 CPS패킷이 저장되므로 전체적으로 보다 좋은 효율성을 유지할 수 있다.

실제로 효율성이 얼마나 높아지는지 32개의 채널(30개의 유휴 채널+2개의 신호채널)을 가지고 있는 E1을 전송하는 경우 ATM 대역 요구량에 대하여 유휴채널의 수에 적용된 본 전송방식에 대하여 CES와 VTOA-2와 비교하면 <표 4>와 같다.

<표 4> E1에 대한 대역 요구량

Channels	Compression	Delay	Adaptation Layer	Bandwidth
Unstructured CES E1 stream	N/A	184sec	AAL1	2310Kbps
Structured CES 30 ch + signaling ch	N/A	3msec	AAL1 CES/CAS (24 samples per cell)	4379Kbps
VTOA-2 30 ch(E1 stream)	PCM (64Kbps)	5msec	AAL2	2375Kbps
VTOA-2 30 ch (E1 stream)	ADPCM(32Kbps)	5msec	AAL2	1272Kbps
본 전송방식 E1 stream(Active ch:0)	본 압축알고리즘	125sec	AAL2	848Kbps
본 전송방식 E1 stream(Active ch:10)	본 압축알고리즘	125sec	AAL2	848Kbps
본 전송방식 E1 stream(Active ch:18)	본 압축알고리즘	125sec	AAL2	848Kbps
본 전송방식 E1 stream(Active ch:30)	본 압축알고리즘	125sec	AAL2	1696Kbps

<표 4>의 CES의 경우 전송 지연을 양호하게 하기 위해선 더미(Dummy)데이터들을 늘려야 하므로 전체적인 대역폭이 증가하게 되고, 대역폭을 줄이기 위해 더미 데이터들을 줄이면 지연이 증가한다. 전송할 채널이 많아지게 되면 자연히 셀 페이로드 어셈블리 지연(Cell payload assembly delay)이 감소하게 된다. 그러나 고정된 대역폭을 사용하므로 네트워크의 리소스들의 사용 효율성이 떨어지게 된다.

그리고 VTOA-2를 사용하여 E1회선의 유효 30개 채널을 전송하면 오버로드를 최소화하여 전송하면 패킷 필 지연(Packet Fill Delay)가 증가하게 되어 전송 지연이 커지게 되며, 전송지연을 최소화하기 위하여 Packet Fill Delay를 줄이면 대역폭의 증가 현상이 나타나게 된다.

반면 본 전송방식을 이용하면 전송 지연이 E1의 타임슬롯 단위로 CPS패킷을 만들기 때문에 125sec이라는 최소 전송지연 특성을 가지며 압축으로 인하여 평

균 대역폭이 대폭 감소하게 된다.

<표 4>의 전송 결과를 얻기 위해 사용된 방식은 다음과 같다.

unstructured CES를 사용한 경우 AAL1에 의한 오버헤드는 비교적 적은 양으로 E1 회선을 전송하는 경우 아래와 같은 전송속도를 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{최대 셀률} &= | 2048 \text{ Kbps} / (47 \text{ AAL1 octets/cell} \times 8 \text{ bits/cell}) | < 5447 \text{ cells/sec} \\ \text{전송 속도} &= \text{최대 셀률} \times 8 \times 53 = 2310 \text{ Kbps} \\ \text{전송 주기} &= 1 / \text{최대 셀률} = 183.6 \text{ sec} \end{aligned}$$

여기서 |x|는 x보다 큰 정수중에서 제일 작은 정수값이다.

또한 Structured CES인 경우 E1회선에서 30개의 채널이 유효한 것으로 간주하여 전송하며 Partial cell fill with CAS을 사용에 대한 고려를 하지 않으면 다음과 같은 전송속도를 얻는다.

$$\begin{aligned} \text{최대 셀률} &= | 8000 \times [N \times 33/32] / 46.875 | \text{N}=30 < 5280 \text{ cells/sec} \\ \text{전송 속도} &= \text{최대셀률} \times 8 \times 53 = 2239 \text{ Kbps} \\ \text{전송 주기} &= 189.4 \text{ sec} \end{aligned}$$

이며, 여기서 |x| N=30는 N=30인 경우 x보다 큰 정수중에서 제일 작은 정수값이다.

VTOA2를 사용하여 E1회선중 유효한 30개의 채널을 전송하는 경우 표준에서 정한 5msec의 Packet Fill Delay를 사용할 때 필요한 EDU크기는 40옥텟이며, 30개 채널에서부터 생성된 EDU들을 저장하기 위하여 필요한 셀수를 총채널의 EDU저장 셀수라고 하면, 다음과 같은 전송속도를 얻는다.

$$\begin{aligned} \text{총채널의EDU저장 셀수} &= | N \times [\text{EDU크기}+3] / 47 | \text{N}=30, \text{EDU크기}=40 = 28 \\ \text{최대 셀률} &= 8000 \times (\text{총채널의 EDU저장셀수}) / 40 = 5600 \text{ cells/sec} \\ \text{전송 속도} &= \text{최대 셀률} \times 8 \times 53 = 2375 \text{ Kbps} \\ \text{전송 주기} &= 178.6 \text{ sec} \\ \text{전송 지연} &= \text{Cell payload assembly delay} \\ &= \text{Packet Fill Delay} = 5 \text{ msec} \end{aligned}$$

여기서 |x| N=30는 N=30인 경우 x보다 큰 정수중에서 제일 작은 정수값이다.

반면, 이 논문에서 제안한 전송방식을 사용하는 경우에는 E1의 타임슬롯에 따라서 여러 E1회선으로부터 생성된 CPS패킷들을 이용하여 셀을 만들어서 전송하



기 때문에 약간의 패드들이 생기게 된다. 그러나 압축률에 의하여 이들을 보완할 수 있기 때문에 다음과 같은 전송속도를 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{CPS\_packet Payload} &= 32\text{octets\_per\_E1\_frame} \times (1-C) \\ \text{셀 개수} &= \lfloor \text{CPS\_packet 길이} \times N / 47 \text{ AAL2 octets\_per\_cell} \rfloor \\ &N=4 \\ \text{셀당 사용자 데이터} &= \text{CPS\_packet Payload} \times N / \text{셀 개수} \\ \text{최대셀률} &= 2048 \text{ Kbps} / 8 \text{ bits\_per\_octet} \times (1-C) \times N / \text{셀} \\ &\text{당 사용자데이터} = 16000 \text{ cells/sec} \\ \text{대역폭} &= \text{최대 셀률} \times 8 \text{ bits/octet} \times 53 \text{ octets/cell} = 6784 \\ &\text{Kbps} \\ \text{전송주기} &= 1 / \text{최대 셀률} = 125 \text{ sec} \end{aligned}$$

이때, 여기서 N은 다중화되는 E1의 개수이며, C는 평균 압축률로서 60%의 압축률을 적용하였다. <표 4>의 결과치는 4개의 E1을 전송한 경우의 대역폭을 각 E1에 대하여 환산한 값이다.

### 5. 결 론

향후 수년 내에 ATM망이 충분히 확장되어 공중망에서 백본망 이상의 위치를 점유할 것으로 보인다. 그러나 이들 차세대 네트워크가 단기간 내에 기존의 PSTN망을 모두 대체할 수는 없다. 기존의 PSTN망과는 앞으로도 오랫동안 공존 할 수 밖에 없는 현실에서 가장 저가의 망 접속은 필수불가결하다.

그러나 기존의 망접속 방법으로 제시된 전송방식들은 ATM망내에서 채널별로 라우팅을 할 수 있는 이점이 있지만 네트워크 리소스들을 매우 낭비하거나, 전송 지연을 초래한다. 이러한 문제점에 대하여 본 논문에서 제안한 전송방식은 기존의 회선전송방식의 125sec 단위의 타임슬롯을 유지하면서도 CES방식에 비하여 네트워크 리소스들을 적게 사용하는 방식으로, 차세대 네트워크인 ATM망이 보다 빨리 공중망에 진입하는데 기여할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] ATM Forum/AF-VTOA-0078.000, "Circuit Emulation Service Interoperability Specification V2.0," 1997.

[2] ATM Forum/AF-VTOA-0089.000, "Voice and Telephony Over ATM? ATM Trunking using AAL1 for Narrowband Services Ver 1.0," 1997.

[3] ATM Forum/BTD-VTOA-LLTAAT2-0.06, "ATM Trunking using AAL2 for Narrowband Services (Draft)," 1998.

[4] ITU-T Recommendation I.363.2, "B-ISDN ATM adaptation layer specification: type 2 AAL," 1997.

[5] Draft new ITU-T Recommendation I.366.2, "AAL Type 2 Service Specific Convergence Sublayer for Trunking," 1998.

[6] Daniel Minoli, Emma Minoli, "Delivering Voice over Frame Relay and ATM," WILEY computer publishing, 1998.

[7] Mike McLoughlin, Keith Mumford, "A Management Briefing on Adapting Voice for ATM Networks A Comparison of AAL1 Versus AAL2," General DataCom, 1997.

[8] Larry L. Ball, "Multimedia Network Integration & Management, pp.165-200, McGraw-Hill," 1996.

[9] Calude Cellier, Perre Chenes, "Lossless Compression/Decompression of Digital Audio Data," US. Patent 5,884,269, 1998.

[10] Richard C. Lau, Paul E.Fleischer, Shaw-Min Lei, "Receiver Buffer Control for Variable Bit-Rate Real-Time Video," Bellcore, 1992.

[11] J. Ziv and A. Lempel, "Compression of Individual Sequences Via Variable-rate Coding," IEEE Trans. on Inform. Theory, Vol.24, pp.530-536, Sept. 1978.



### 정 학 진

e-mail : hjchong@kt.co.kr

1982년 경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)

1984년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1999년 충북대학교 대학원 전자계산학과(박사과정 수료)

1985년~현재 한국통신 가입자망연구소 실장

관심분야 : 영상통신, ATM Networking, B-ISDN TE



**이 상 호**

e-mail : shlee@cbucc.chungbuk.ac.kr  
1972년 3월~1976년 2월 숭실대  
학교 전자계산학과(공학사)  
1979년 3월~1981년 2월 숭실대  
학교 전자계산학과(공학석사)  
1985년 3월~1989년 2월 숭실대  
학교 전자계산학과(공학박사)

1981년 3월~현재 충북대학교 전자계산학과 교수  
관심분야 : 프로토콜 공학, 시뮬레이션, 정보보호, ATM  
네트워크



**이 해 영**

e-mail : haeyoung@kt.co.kr  
1986년 성균관대학교 전자공학과  
졸업(학사)  
1988년 성균관대학교 대학원 전자  
공학과 졸업(석사)  
1989년~현재 한국통신 가입자망연  
구소 초고속단말연구실

관심분야 : ATM Networking, IP Service



**정 상 현**

e-mail : shjeong@kt.co.kr  
1987년 충남대학교 계산통계학과  
졸업(학사)  
1989년 숭실대학교 대학원 전자  
계산학과 졸업(석사)  
1990년~현재 한국통신 가입자망  
연구소 초고속단말연구실

관심분야 : ATM Networking, EDI



**백 성 복**

e-mail : sbbaik@kt.co.kr  
1990년 강원대학교 전자계산학과  
졸업(학사)  
1992년 숭실대학교 대학원 전자  
계산학과 졸업(석사)  
1992년~1995년 한국개발연구원

1995년~현재 한국통신 가입자망연구소 초고속단말연  
구실

관심분야 : Computer Networking, Internet Computing,  
IP Over ATM