

---

# 통합 서비스를 지원하는 B-ISDN 정합 장치의 구현

성정식\*, 유재호\*, 이문우\*, 김도영\*

## Implementation of a B-ISDN terminal adapter supporting for integrated services

Jung-Sik Sung\*, Jae-Ho You\*, Moon-Woo Lee\*, Do-Young Kim\*

### 요 약

이 논문에서는 ATM을 기반으로 하는 B-ISDN을 통하여 기존의 음성, 영상 및 비연결형 데이터 서비스를 각각, 그리고 동시에 지원하는 B-ISDN 정합 장치에 관해 논한다. B-ISDN 정합 장치에서는 ATM망에 N-ISDN 단말기를 정합하고, NTSC 방식의 TV, VTR 등을 DS3급의 코덱을 거쳐 ATM망에 정합함으로써 기존의 음성 및 영상을 B-ISDN에서 지원할 수 있도록 하였다. 또한 이더넷 LAN을 ATM망에 정합하여 비연결형 서비스를 제공할 수 있도록 하였고, N-ISDN 및 DS3 트래픽을 실시간으로 처리하기 위해 AAL 1을 사용하고, LAN 트래픽을 처리하기 위해 AAL 3/4 또는 AAL 5를 사용하였다.

### Abstract

This paper describes a B-ISDN terminal adapter which provides B-ISDN adaptation functions for conventional services such as N-ISDN, video, connectionless data service in the ATM based B-ISDN. These services are provided individually or simultaneously. The B-ISDN terminal adapter offers interfaces of N-ISDN, video codec, Ethernet for supporting conventional services. And it provides various types of services which are available in conventional terminals and networks through B-ISDN. The AAL type 1 is used for N-ISDN and video services, the AAL type 3/4 and 5 are used for LAN service.

---

\* 한국전자통신연구원

I. 서 론

초기의 B-ISDN 서비스를 위해서는 기존 통신망에서 사용되는 단말기나 현재 가장 많이 사용되고 있는 LAN과 같은 사설망을 고속의 B-ISDN에 접속시켜 기존의 단말기 사용자나 망 사용자로 하여금 쉽게 B-ISDN 서비스를 받을 수 있도록 하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 ATM을 기반으로 하는 B-ISDN을 통하여 기존의 음성, 영상 및 비연결형 데이터 서비스를 각각, 그리고 동시에 지원하는 B-ISDN 정합 장치에 관해 논한다. 즉, 본 논문에서는 서로 다른 서비스 속성과 통신 프로토콜을 가진 비 B-ISDN 서비스들을 어떻게 복합적으로 B-ISDN과 정합할 수 있도록 하는가 하는 문제에 대해 고찰하며, B-ISDN에서 서로 다른 서비스 등급(class)으로 분류된 이 서비스들이 사용하는 서로 다른 ATM 정합 계층(ATM Adaptation Layer:AAL)을 효과적이며 신축적으로 통합할 수 있는 시스템 구조를 제시한다.

ATM 기반 B-ISDN에서 제공될 서비스로는 음성, 영상, 비연결형 데이터 서비스 등이 있다. 본 논문에서는 이더네트 LAN을 ATM 망에 접속시켜 비연결형 데이터 서비스를 지원하는 것에 대해 기술하고, N-ISDN 단말기를 ATM 망에 접속시키고, 비디오 단말기(TV, VTR)를 DS3 코덱을 거쳐 ATM 망에 접속시켜 음성과 영상 서비스를 지원하는 것에 대해 논한다. 또한 이들 서비스를 ATM 망에 정합시키기 위해 항등비트율(Constant Bit-Rate :CBR), 가변비트율(Variable Bit-Rate:VBR) 정보를 다중화, 역다중화하는 ATM 망 정합 기능 및 B-ISDN 신호 프로토콜 및 OAM((Operation & Maintenance)에 관해 기술한다.

II. 기존 서비스 제공을 위한 요구 사항

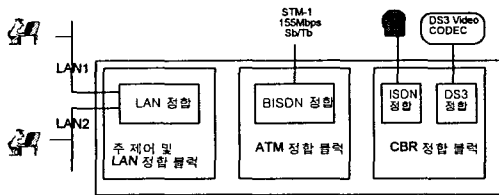


그림 1 ATM 망에서 기존 서비스 지원을 위한 B-ISDN 정합 장치 구조

비연결형 서비스를 지원하기 위해 10Mbps의 이더네트 LAN을 ATM 망에 접속시키는데 이 때, 접속시키는 이더네트 LAN은 2포트를 지원할 수 있도록 한다. 음성을 위한 N-ISDN 서비스는 BRI (Basic Rate Interface)를 지원하고, DS3 서비스는 44.736Mbps을 지원할 수 있어야 한다. 이상과 같이 2 포트 이상의 이더네트 LAN, N-ISDN BRI, 그리고 1 채널 DS3급 비디오 코덱을 각각의 서비스 속성 및 프로토콜에 적합하게 인터페이스하는 기능 및 이들 트래픽을 수용하기 위해 155.520Mbps의 STM-1 B-ISDN 인터페이스 기능이 요구된다. 이상과 같은 물리적인 기능 요구 사항을 갖춘 ATM 망에서 기존 서비스 지원을 위한 B-ISDN 정합 장치 구조를 그림 1에서 볼 수 있다.

표 1. 서비스 속성

Target Application	N-ISDN BRI	DS3 Code	Ethernet LAN
Source Traffic Rate(Mbps)	0.128	44.736	10 * N
Traffic Type	CBR	CBR	VBR
Connection Type	SVC	SVC/PVC	PVC
Signaling	PTP	PTP, PTMP	-
AAL Type	AAL 1	AAL 1	AAL 3/4, 5

위에서 언급한 이들 음성, 영상 및 비연결형 데이터 서비스(N-ISDN, DS3 Video Codec, LAN)는 서로 상이한 특성을 지니고 있다<표 1>. N-ISDN 및 DS3 서비스는 CBR 트래픽을, LAN 서비스는 VBR 트래픽을 발생시킨다. 이들을 위해 다양한 AAL 기능의 제공이 필요한데, N-ISDN 및 DS3 트래픽은 AAL 1을, LAN 트래픽은 AAL 3/4 또는 AAL 5를 적용한다. N-ISDN 서비스와 DS3 서비스를 위해 B-ISDN UNI 신호 기능(점대점 및 점대다중점)이 필요하다. 그리고 LAN 서비스를 지원하기 위해서는 PVC(Permanent Virtual Channel) 설정 기능이 필요하며, 비연결형 데이터를 라우팅시키는 라우터로서 동작하는 것이 요구된다. 또한 물리 계층 및 ATM 계층의 여러 측면들을 운영하고 유지

보수하기 위해서 OAM기능이 필요하다. 이상과 같은 요구 사항을 정리하면 다음과 같다.

- CBR, VBR 지원
- AAL 1, 3/4, 5 지원
- PVC 기능
- B-ISDN 신호 기능(접대점 및 점대다중점)
- OAM 기능
- 라우터 기능

### III. 비연결형 서비스 구현

#### 1. ATM 망에서 비연결형 서비스 제공

비연결형 서비스인 LAN은 연결 설정이 필요 없고, 망은 단순히 공통 MAC(Medium Access Control), LLC(Logical Link Control) 또는 브릿지 프로토콜을 이용하여 패킷을 전송한다. 이러한 비연결형 통신 방식에서는 단말들이 연결 관리 및 라우팅 기능을 가질 필요가 없고, 라우터를 통하여 데이터그램을 목적지로 전달하고 있다. 그러나 ATM 망은 연결형 망이므로 ATM 종단시스템 간에 가상연결을 설정해야 한다. 따라서 B-ISDN을 통해 LAN과 MAN 같은 비연결형 망을 연동시키기 위해서는 연결형 기술 위에 비연결형 서비스를 제공하는 오버레이 방법이 필요하다.

ATM망을 이용하여 비연결형 서비스를 제공하는 방법으로는 크게 두가지가 있다[1]. 첫째, 비연결형인 MAC이나 IP 프로토콜 기능들을 ATM 망의 가상연결에 직접 매핑시키는 것으로 이것은 ATM Forum[2,3], IETF의 IP over ATM Working Group [4,5]에서 제안되고 있다. 이 방식은 VPI/VCI (Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier)를 사용하는 방식으로 주로 사설망에서 이용된다. 둘째, ITU-T가 B-ISDN에서 광대역 비연결형 데이터 베어러 서비스를 지원하기 위해 직접 제공 방식과 간접 제공 방식을 권고하고 있다[6]. 이 방식들은 사용자-네트워크 인터페이스상에서 비연결형 서비스를 제공하는 것으로서, B-ISDN에서 LAN, MAN 등의 비연결형 망들 간의 상호 접속을 지원하는 수단으로서 공중망에 적합하다. 직접 제공 방식에서는 ATM 스위치 또는 노드에 위치하는 CLSF(ConnectionLess Service Function)를 가진 CLS(ConnectionLess Server)에 의해 비연결형

서비스가 직접 제공된다. 따라서 ATM 종단 시스템은 오직 망 접근 기능만을 가지고 있으면 된다. 간접 제공 방식에서는 ATM 종단시스템이 비연결형 서비스를 제공한다.

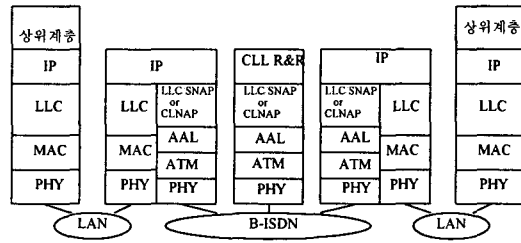


그림 2 LAN간 연동 프로토콜 구조

본 장치에서는 B-ISDN에서 LAN과 같은 비연결형 서비스를 지원하기 위해서 ITU-T[6]에서 권고한 비연결형 망 액세스 프로토콜(ConnectionLess Network Access Protocol:CLNAP)을 사용하는 방식을 구현하였는데, 직접 및 간접 제공 방식을 모두 수용할 수 있도록 하였다. 또한 IETF의 IP over ATM과 호환성을 위해서 LLC/SNAP(Logical Link Control/Subnetwork Attachment Point) Encapsulation을 이용하는 방식도 구현하였다. 그림 2는 B-ISDN을 통한 LAN 간 연동 프로토콜 구조이다. LAN측의 프로토콜로는 물리계층, CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)의 MAC 계층 및 LLC 계층으로 구성되고, B-ISDN측의 프로토콜로 물리계층, ATM 계층, AAL 계층 및 CLNAP 또는 LLC/SNAP로 구성된다. LAN 측에서는 이더넷 프레임, IEEE 802.3 프레임의 두가지 형태의 데이터를 수용할 수 있으며, LAN 측의 상위 계층 프로토콜로는 ARP (Address Resolution Protocol)와 IP(Internet Protocol) 프로토콜이 사용된다. CLNAP를 사용하는 경우는 AAL 형태가 AAL 3/4가 되고, LLC/SNAP Encapsulation을 사용하는 경우는 AAL 5가 적용된다.

LAN에서 수신되는 이더넷 프레임, B-ISDN에서 수신되는 CLNAP 패킷들은 IP에서 데이터그램으로 라우팅된다. LAN 간 또는 B-ISDN를 통한 LAN 간 라우팅 정보를 교환하기 위해 라우팅 프로토콜이 필요한데, 각각 RIP(Routing Information Protocol)[7]와 BRP(B-ISDN Routing Protocol)[8]를

이용한다. 시스템에 접속된 망들에 대해서 IP 주소와 이더네트 주소, IP 주소와 ATM 주소(E.164 주소)간의 주소 해석 기능이 필요한데 이들 주소 해석 기능은 각각 ARP와 ATMARP[4]에 의해서 수행된다.

2. 비연결형 데이터 전송시 프로토콜 변환

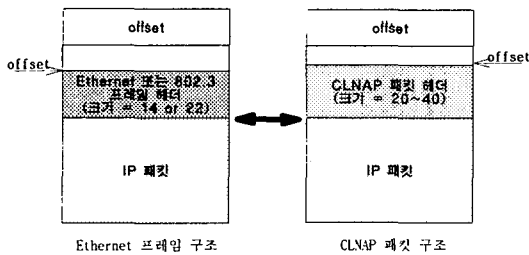


그림 3 공통 데이터 구조를 이용한 이더네트 프레임과 CLNAP 패킷간 프로토콜 데이터 변환

LAN은 서비스의 속성상 64~1518 바이트의 가변 정보를 처리하며, ATM망에 정합하기 위해서는 이 중 14바이트의 헤더 부분을 적절한 처리를 통해 CLNAP 헤더로 변환한 후, 이를 B-ISDN으로 전송하게 되고, 수신시 경우 역과정을 수행하게 된다. 이러한 LAN 패킷 헤더와 CLNAP 헤더의 변환 과정에서 서로 다른 데이터 구조를 가지므로 IP 데이터그램의 복사과정이 필요하다. 이러한 복사 과정은 데이터를 처리할 때, 가장 많이 수행되는 동작이므로 복사 과정의 능력에 따라 시스템의 성능이 좌우된다. 본 논문에서는 LAN의 이더네트(또는 802.3) 프레임, B-ISDN의 CLNAP 패킷 간의 프로토콜 데이터 변환시 공통 데이터 구조를 사용하여 성능 향상을 도모하였다. 그림 3은 공통 데이터 구조를 이용한 프로토콜 변환에 대해 보여주고 있다. LAN 프로토콜과 B-ISDN CLNAP 프로토콜은 각각의 데이터 구조를 가지되, 공통의 데이터 구조를 사용하여 프로토콜 헤더만을 변경하도록 하고 메모리 내에서의 데이터 복사 과정을 제거함으로써 속도를 향상시킬 수 있다. 즉, 각 프로토콜이 수행될 때 마다 메모리 버퍼를 따로 할당하지 않고, 공통

데이터 구조를 이용하여 하나의 메모리 버퍼를 할당한 후, 단계별 프로토콜이 수행될 때에도 처음 할당된 공통 데이터 구조를 가지는 메모리 버퍼에서 동작하도록 하여 프로토콜 기능의 효율을 증가시킬 수 있다. 이러한 방식의 공통 데이터 구조 방식은 데이터 복사 과정을 제거하여 보다 많은 데이터의 효과적인 전송을 가능하게 한다.

3. 주 제어 및 LAN 정합 블록

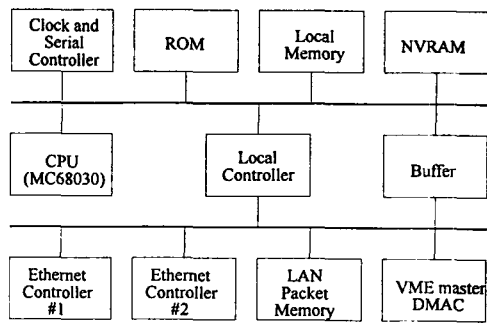
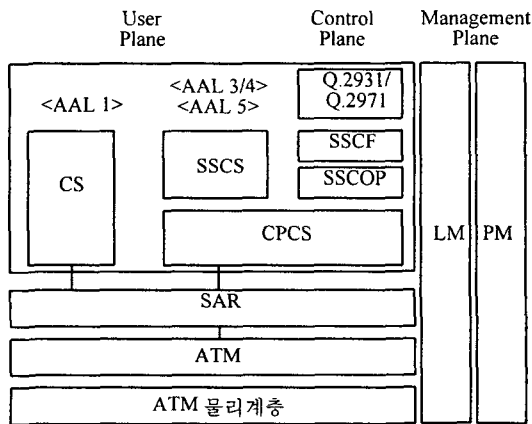


그림 4 주 제어 및 LAN 정합 블록 구성도

주 제어 및 LAN 정합 블록은 시스템의 주 제어 기능 및 이더네트 LAN과 ATM망 사이의 데이터 전송속도를 고속화 하기 위한 블록이다(그림 4). 주 제어 및 LAN 정합 블록의 주 기능은 ATM기반에서 LAN을 B-ISDN으로 상호 접속하는 기능인 LAN 정합 기능과 시스템의 비디오/N-ISDN정합 블록(CBR 정합 블록) 및 ATM망 정합 블록을 초기화하고 오류를 감시, 제어하는 주 제어 기능을 수행한다. 특히, 프로그램 메모리와 통신 데이터 메모리를 분리, 설계하여 프로세서가 동작하는 중에도 LAN 정합부 및 VME 버스 정합부가 동작 가능하도록 하여 고속 데이터 처리를 수행할 수 있다. 프로그램 메모리는 제어 프로세서와 이를 구동하기 위한 주변 회로로 구성하였으며 데이터 메모리는 제어 프로세서와 이더네트 제어기 및 DMAC (Direct Memory Access Control) 기능을 가진 VME 버스 정합 칩인 Newbridge사의SCV64가 서로 공유하도록 설계하였다.

#### IV. B-ISDN 신호 기능 구현

B-ISDN 신호 프로토콜[9]은 AAL 사용자와 ATM 계층 사이에 위치하며, 신호가상채널(Signaling Virtual Channel: SVC)의 설정 및 해제, 사용자 호의 설정 및 해제, 동등 개체 간의 보장성 있는 사용자 메시지의 전송 등의 기능을 수행한다. 이를 프로토콜 계층에서의 기능으로 보면 AAL 사용자로부터 요구(request)를 ATM 계층으로 전달하고 ATM 계층으로부터의 지시(indication)를 AAL 사용자에게 전달하는 기능으로 볼 수 있다.



CPCS: Common Part Convergence Sublayer  
 CS: Convergence Sublayer  
 PM: Plane Management  
 LM: Layer Management  
 SAR: Segmentation and Reassembly  
 SSCF: Service Specific Coordination Function  
 SSCOP: Service Specific Connection Oriented Protocol  
 SSCS: Service Specific Convergence Sublayer

그림 5 B-ISDN 프로토콜 구조

그림 5는 B-ISDN 신호 프로토콜을 지원하는 ATM 정합 블록의 프로토콜 구조이다. B-ISDN 신호 프로토콜의 계층적 구조는 그림 5의 프로토콜 스택상에서 보는 바와 같이 각 사용자의 호/연결 상태에 대한 테이블을 관리하고 모든 호에 대한 제어를 담당하는 B-ISDN 신호 접속 계층(Q.2931), 사용자 서비스 정보를 프로토콜 데이터 단위(PDU)로 만들어 주는 수렴 부계층(CS), 그리고 요구된 PDU들을 절

단하여 ATM 셀의 사용자 정보 구간을 형성하고 수신한 PDU들을 해석하여 사용자 정보를 추출하여 올려주는 분할 및 재결합(SAR) 부계층으로 구성된다. CS는 서비스 특성에 따라 처리되는 서비스 관련 수렴 부계층(SSCS)과 공통부 수렴 부계층(CPCS)으로 구분된다. 이 중 SSCS는 크게 데이터 전송과 신호 확립의 두가지 단계로 나뉘어진다. 우선, 신호 확립 단계에서 SSCS는 모든 사용자 서비스가 AAL 5에서 정의하고 있는 포맷을 따르며, 이는 다시 서비스 조정 기능을 위한 SSCF와 서비스 관련 연결형 프로토콜인 SSCOP로 세분된다.

#### V. CBR 서비스 구현

##### 1. N-ISDN 서비스 및 DS3 서비스 지원을 위한 CBR 정합 블록

N-ISDN 및 DS3 서비스는 CBR 트래픽을 발생시킨다. 따라서 이들 서비스를 지원하기 위해서는 각각 하나씩의 BRI와 DS3급 CBR 트래픽 소스를 ATM에 정합시키는 것이 필요하다. 이를 위하여 CBR 정합 블록은 소스 데이터를 ATM셀 화하여 다중화된 ATM셀 형태로 특정한 인터페이스(T-버스)를 통하여 물리 계층 전단까지의 처리 기능을 수행한다. ATM 물리 계층과의 인터페이스는 현재 FIFO를 사이에 둔 T-버스 형태로 되어 있으나, 경우에 따라서는 UTOPIA 인터페이스로 직접 물리 계층에 연결할 수도 있다. CBR 정합 블록의 핵심 기능은 CBR 특성을 갖는 데이터 소스를 AAL 1 프로토콜을 사용하여 처리하고 VPI/VCI 기반의 ATM셀 헤더 처리를 통하여 다중화 및 역 다중화의 간단한 스위칭을 포함한다. 신호 기능과 관련하여, N-ISDN 정합부에 대하여서는 N-ISDN의 물리 계층은 물론이고, 계층 2와 계층 3의 프로토콜을 처리하며, DS3급 코덱에 대하여서는 물리 계층 이외의 어떠한 프로토콜 기능도 갖지 않는다. AAL 1의 주요 기능은 CBR을 갖는 서비스 데이터의 전송, 송신단과 수신단 사이의 시간 정보 전달, 송신단과 수신단 사이의 구조 정보 전달을 들 수 있다.

CBR 정합 블록의 구성은 크게 N-ISDN 정합부와 DS3 비디오 코덱 정합부 및 이 두 가지 정합부로부터 생성되는 ATM 셀의 VPI/VCI 별 다중화하

고 역 다중화부로 구성된다(그림 6). N-ISDN 정합부는 N-ISDN의 S 인터페이스를 가지며, 비디오 정합부는 DS3 인터페이스를 갖는다. 또한 각 정합부에 따라 필요한 CPU 인터페이스가 있고 다중화 및 역 다중화부와의 연결은 T-버스 인터페이스로 이루어진다.

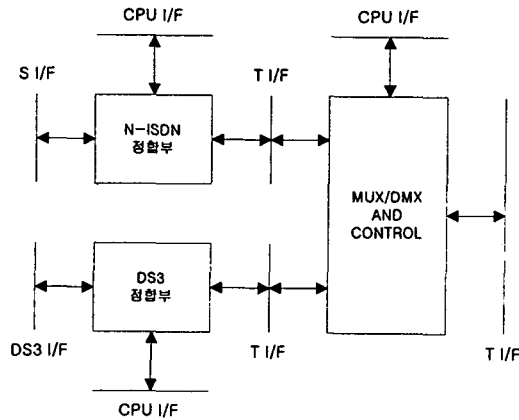


그림 6 CBR 정합 블록 구성도

표준 S 인터페이스를 갖는 N-ISDN 정합부는 N-ISDN의 BRI급 접속을 제공한다. N-ISDN 단말은 S 인터페이스를 통해 N-ISDN 가입자 접속 제어 기능과 접속된다. 이 N-ISDN 가입자 접속 제어 기능을 통하여 D 채널과 B 채널들을 분리해 내며, N-ISDN 신호 기능을 수행한 후 CPU 인터페이스를 통하여 B-ISDN 신호 기능으로 변환되며, 순수 데이터 채널인 두개의 B 채널들에 대해서만 AAL 1과 연결된다. N-ISDN 정합은 기본 속도 정합 (BRI)를 통하여 N-ISDN 단말과 통신하며, N-ISDN의 계층2 및 계층 3신호 프로토콜에 의해 호를 제어한다.

DS3 정합부는 DS3 급의 B3ZS 신호 부호화된 신호와의 인터페이스를 가진다. 즉, B3ZS 신호로부터 NRZ 데이터와 클럭을 추출하여 AAL 1 처리부의 CS 계층으로 넘겨주며, 반대로 AAL 1 CS 계층으로부터 받은 NRZ 데이터와 복원된 클럭으로부터 B3ZS 신호를 합성하여 DS3 코덱으로 넘겨주는 역할을 한다. DS3 단말을 위한 B-ISDN 호의 설정/해제/관리를 위해서 별도의 운용 정합 기능이 제공된다. 이는 DS3 단말은 N-ISDN 단말과는 달리 별도

의 호 설정 기능이 없기 때문이다. 따라서 B-ISDN 신호 액세스 기능을 이용하여 점대점 및 점대다중점 호를 설정하고 있다. DS3 서비스는 SVC뿐만 아니라 PVC를 이용하여 선택적으로 지원하고 있다.

N-ISDN 정합부와 DS3 정합부는 각각 AAL 1 처리부와 ATM 셀 헤더 처리부를 가진다. 기본적으로 AAL 1은 ITU-T 권고안 I.362와 I.363을 따른다. AAL 1 처리부의 CS 계층 처리부에서는 N-ISDN 또는 DS3 서비스에 따라 64Kbps의 데이터율을 갖는 두개의 B 채널들, 또는 44.736Mbps의 데이터율을 갖는 하나의 DS3 채널에 대해서 각각 47 옥텟단위의 CS-PDU(Protocol Data Unit)를 단위로 SAR 계층과 연결된다. 여기서는 CS 계층이 수행할 수 있는 여러 가지 기능 중, 수신단에서 셀 지연 변동의 처리와 소스 클럭 복원 기능만을 수행한다. 셀 지연 변동은 수신단에 FIFO를 씌워서 처리하였고, 64KHz의 소스 클럭은 ATM 망의 155.520MHz에 동기됨을 이용하여 망에서 사용하는 공통 클럭을 분주하여 사용하였으며, 44.736MHz의 소스 클럭은 ATM 망의 155.520MHz와 서로 동기가 맞지 않으므로 권고안에 제시된 SRTS(Synchronous Residual Time Stamp) 기법[10][11]을 사용하였다. 송신시의 SAR 계층은 CS 계층으로부터의 47 옥텟을 SAR-PDU 페이로드로 하여, 1 옥텟의 SAR-PDU 헤더를 SAR-PDU 페이로드에 덧붙여 48 옥텟의 SAR-PDU 즉, ATM-SDU(Service Data Unit)를 생성하여 ATM 셀 헤더 처리부로 넘겨준다. 수신시에는 그 반대 과정으로 수신된 SAR-PDU로부터 헤더의 오류를 검출 정정하며, 순서 번호의 오류를 찾은 후, 47 옥텟의 CS-PDU를 CS 계층으로 넘겨준다. ATM 셀 헤더 처리부에서는 각각의 채널별로 미리 할당받은 가상 경로 식별자/가상 채널 식별자(VPI/VCI) 값들을 이용하여 ATM 셀 헤더를 만든 후 AAL 1 계층에서 받은 ATM-SDU에 붙여서 ATM 셀화 한 후에 ATM 셀 다중화 및 역 다중화 처리부로 송신한다. 반대로 수신시에는 수신된 ATM 셀의 헤더를 검사하여 자신의 VPI/VCI와 일치함을 확인하여 AAL 1 계층으로 보내준다. 여기서는 B 채널과 DS3 채널의 구별 없이 같은 형태로 각각 설계 구현되었다.

ATM 셀 다중화 및 역 다중화 처리부는 B 채널

과 DS3 채널 각각의 ATM 셀 헤더 처리부에서 받은 완전한 ATM 셀을 먼저 도착한 순서대로 다중화하여 T-버스 인터페이스를 갖는 ATM 정합 블록으로 넘겨 줌으로써 셀을 송신한다. 수신시에는 주 프로세서가 미리 설정한 두개의 B 채널과 하나의 DS3 채널에 해당하는 3세트의 VPI/VCI 값들을 저장하고 있다가 ATM 정합 블록으로부터 T-버스를 통하여 들어오는 ATM 셀의 헤더를 검사한 후 B 채널과 DS3 채널의 ATM 셀을 판별 분리하여 각각의 ATM 셀 헤더 처리부로 넘겨준다.

2. N-ISDN 프로토콜 변환

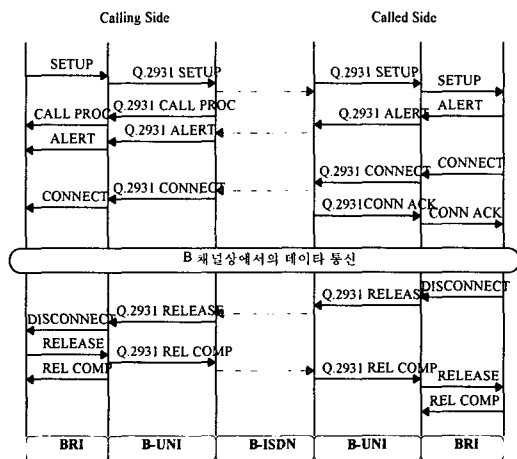


그림 7 N-ISDN과 B-ISDN간의 연동 신호 절차

B-ISDN에서 N-ISDN 서비스를 지원하기 위해서는 N-ISDN 사용자의 S 인터페이스에서 Q.931 프로토콜과 B-ISDN 망측의 SB 인터페이스에서 Q.2931 프로토콜 간의 변환이 필요하다. 프로토콜 변환 시에는 각 프로토콜이 사용하는 메시지와 구성 요소들을 서로 일치시켜야 한다. 그림 7은 N-ISDN과 B-ISDN간의 신호 절차 시에 변환되는 메시지들을 보이고 있다. 양측의 메시지는 유사한 형태를 취하고 있다. 그러나 N-ISDN의 특성에 따른 모든 서비스의 형태를 지원하는 것은 아니기 때문에, 호 메시지의 변환 뿐만 아니라 신호 프로토콜의 절차상의 변환도 이루어져야 한다.

N-ISDN은 프로토콜 특성상, 사용자의 SETUP

메시지를 연결되어 있는 모든 단말에게 방송하고 이에 응답하는 단말을 호에 연결시켜 주는 멀티 드롭 방식을 사용한다. 따라서 호 연결 요구에 대해 가장 먼저 응답한 사용자의 ALERTING 메시지만을 송신 상대방에게 전달하고 나머지 부분에 해당하는 호는 R-인터페이스 단에서 자체적으로 해제한다. 또한 N-ISDN은 사용자의 SETUP 메시지를 송신하는데 있어 두가지 전송 방법을 사용한다. 첫째, en bloc 전송 방법은 한 메시지 내에 전달하고자 하는 모든 사용자 정보를 실어 전송하는 방법이고, 둘째 overlap sending 방법은 사용자 정보를 여러번 나누어서 INFORMATION 정보 요소를 이용하여 전송하는 방법이다. 본 논문에서는 두가지 전송 방법을 모두 수용하며, 각 메시지 내의 N-ISDN 관련 정보 요소들은 B-ISDN를 통해 상대방까지 투명하게 전달된다.

VI. B-ISDN OAM 기능 구현

B-ISDN 관리 평면 기능 중 중요한 기능이 B-ISDN OAM으로서, 단말 혹은 망 장치들의 물리 계층 및 ATM 계층의 여러 측면들을 운용하고 유지 보수하기 위한 기능들을 정의하고 있다. OAM은 시스템의 성능을 감시하고, 결함 및 장애를 검출하며, 발생한 결함/장애로부터 시스템을 보호하고, 결함 정보들을 다른 관리 개체들에게 전달하는 기능을 수행한다.

B-ISDN OAM 기능은 ATM 계층, 물리 계층과 관련된 5가지 OAM 계층 구조에서 수행된다. 이 기능들을 OAM 흐름이라 하며, 정보 흐름 F5, F4, F3, F2, F1으로 나타낸다. 이 흐름들은 각각 가상연결(VC) 레벨, 가상경로(VP) 레벨, 전송 경로 레벨, 디지털 구간 레벨, 재생기 구간 레벨의 OAM 흐름을 표시한다.

물리 계층에서는 시스템 내에서 발생하는 장애 및 수신 선로에서 얻어지는 OAM 신호들을 검색해야 한다. 그리고 이들 장애 및 OAM 신호에 따라서 송신 선로에 적당한 신호를 출력할 수 있어야 하며, 경우에 따라 상위 레벨로 신호를 전달하여야 한다. 물리 계층에서 여러 가지 장애 발생을 고려해야 한다. 정상 동작 중에 발생하는 다중화구간

-RDI(Remote Defect Indication), 경로-RDI 장애 신호 발생을 검출한다. 경로-AIS(Alarm Indication Signal), LOP(Loss Of Path) 혹은 LCD((Loss of Cell Delineation)가 검출되면 경로-RDI를 송신한다. 다중화구간-AIS, LOS(Loss Of Signal) 혹은 LOF(Loss Of Frame)가 검출되면 다중화구간-RDI 및 경로-RDI를 송신한다.

ATM 계층에서는 AIS와 RDI, 연속성 검사, 활성화/비활성 절차가 수행된다. 연결의 상태는 AIS, RDI로서 즉시 표시 한다. AIS 상태가 발생하면, RDI 셀을 1초마다 주기적으로 전송한다. AIS 상태에서 AIS 셀이 2.5±0.5초 이내에 수신되지 않거나, AIS 상태 조건이 해제되면 AIS 상태를 해제한다. RDI 셀이 수신되면, 즉시 RDI 상태를 선언하고, 해당 연결에 대한 RDI 셀을 계속 검사한다. 만일 RDI 셀이 2.5±0.5초 이내에 수신되지 않으면, RDI 상태를 해제한다. 연속성 검사는 운용 명령에 의해 연속성 검사 셀이 1초마다 주기적으로 전송된다. 연속성 검사 중 3.5±0.5초 이내에 사용자 셀 혹은 연속성 검사 셀을 수신하지 못하면 연속성 감시 결함으로 인한 AIS 상태가 선언된다. ATM 계층 루프백 기능에서는 전송한 루프백 셀은 루프백 장비의 ATM 계층으로부터 5초 내에 루프백되도록 대기 한다. 그렇지 않은 경우 연결상에 장애가 발생한 것으로 판단한다. 연속성 검사 기능을 수행하기 위해서는 활성화/비활성 절차가 수행된다.

OAM은 하위 레벨에서 발생한 장애를 상위 레벨에 알려 주어 상위 레벨 OAM 기능을 수행할 수 있어야 한다. 즉, 상위 레벨 OAM 기능은 망 인터페이스를 통한 동일 레벨의 OAM 기능 뿐만 아니라 하위 레벨에서 발생하는 OAM 기능을 지원한다. 예를 들어, VP-AIS 상태가 발생하였다면, 이 상태는 해당 VP에 설정되어 있는 모든 연결에 VP-AIS 상태를 알리고 각 연결을 VC-AIS 상태가 발생하도록 한다. 또, 전송 경로-AIS가 발생하였을 때, 이 신호는 ATM 계층 OAM에 전달되어 VP-AIS, VC-AIS 등의 상위 레벨의 AIS 상태가 발생한다.

표 2는 이 논문의 시스템에서 수용하는 ATM 계층의 OAM 기능을 요약한 것이다. 적용부분에 M(mandatory)으로 정의된 기능들은 기본 기능들이며,

O(optional)는 향후 구현될 기능들이다. 특히, 성능 관리와 관련된 OAM 기능들은 B-ISDN에 트래픽 관리 기능들이 완전하게 정의되어 있지 않으므로 완전하게 정의된 이후에 적용할 계획이다.

표 2. 수용 가능한 ATM 계층의 OAM 기능

OAM 적용	OAM 기능	적용
장애 관리	AIS	M
	RIS	M
	연속성 검사	M
	루프백	M
성능 관리	전방향 감시	O
	역방향 보고	O
활성/비활성	성능 감시	O
	연속성 검사	M
시스템 관리	사용자 정의	M

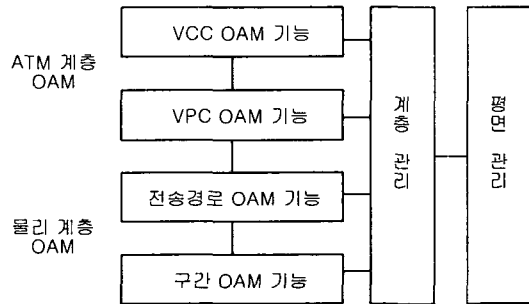


그림 8. OAM 논리 구조

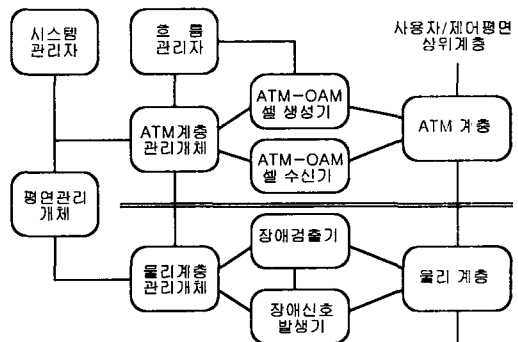


그림 9. OAM 기능 구조

그림 8과 같이 ATM 계층 및 물리 계층은 각각 ATM 계층 관리 개체와 물리 계층 관리 개체에 의



해 관리된다. 모든 계층 관리는 평면 관리 기능에 의해 관리되며, 관리 행위는 시스템 관리자에 의해 제어된다. 즉, B-ISDN 관리 행위에서 발생하는 모든 이벤트는 시스템 관리자에게 보고되며 역으로 명령에 의해 제어된다. 그림 9는 OAM 기능 구조이다. ATM 계층에서 OAM 기능을 수행하기 위하여 흐름 관리자, OAM 셀 생성기, OAM 셀 수신기 등의 OAM 관련 개체와 ATM 계층 관리 개체, 물리 계층에서는 장애 검출기, 장애 신호 발생기와 물리 계층 관리 개체, 그리고 평면 관리 개체들을 사용한다. B-ISDN OAM과 관련된 내용은 [12][13]에 상세히 설명되어 있다.

### VII. 성능 평가 및 분석

#### 1. 성능 측정 환경

성능 측정 파라미터는 이더넷 LAN, N-ISDN 단말 및 DS3 단말로 부터 발생하는 트래픽들만을 고려한다. B-ISDN의 신호 메시지, N-ISDN 신호/제어 메시지, DS3 제어 데이터 및 OAM 셀들은 기능상으로는 매우 중요한 것이지만 트래픽 측면에서는 다른 서비스 트래픽 원들에 비해 영향이 매우 작으므로 성능 측정 파라미터에서는 제외한다.

성능 시험에서는 이더넷 LAN의 가변을 트래픽과 DS3 항등률 트래픽을 평가 기준 트래픽으로 정한다. 우선, LAN 서비스 운용 중에 N-ISDN 및 DS3 트래픽의 발생으로 인한 LAN 트래픽의 지연 특성과 throughput을 측정한다. 다음으로, DS3 비디오 서비스 운용중에 LAN 트래픽의 발생으로 인하여 나타나는 셀 지연 변이를 측정한다.

그림 10은 성능을 검사하기 위한 성능 시험 환경이다. CBR 트래픽 소스와 VBR 부하 발생기에 의해 생성된 데이터들은 AAL 프로세서들을 통하여 ATM 망으로 전달되며, 수신측에서는 CBR 트래픽 싱크와 VBR 부하 측정기에서 수신된 데이터들을 검증한다.

AAL 3/4 및 AAL 5의 가변을 데이터는 부하 발생기에서 생성하여 드라이버에 전달되고 드라이버는 데이터를 DMA(Direct Memory Access)에 의해 복사하고 AAL 3/4, 5프로세서에 지시하면 프로세

서에서 ATM 셀을 생성하여 전달된다. 전달된 셀은 역과정을 거쳐 부하 수신기에서 해석된다. 이러한 정합 장치의 정상적인 수행 과정 외에 두 가지 다른 측정 방식이 있다. 하나는 DMA의 데이터의 복사 과정을 없애고 드라이버에서만 AAL 3/4, 5프로세서를 구동하면 최대의 성능을 얻을 수 있으며, 다른 하나는 드라이버에서 DMA의 데이터 복사 과정 대신에 드라이버 자체에서 데이터 복사 과정을 수행하는 것으로 최저 성능을 얻을 수 있다.

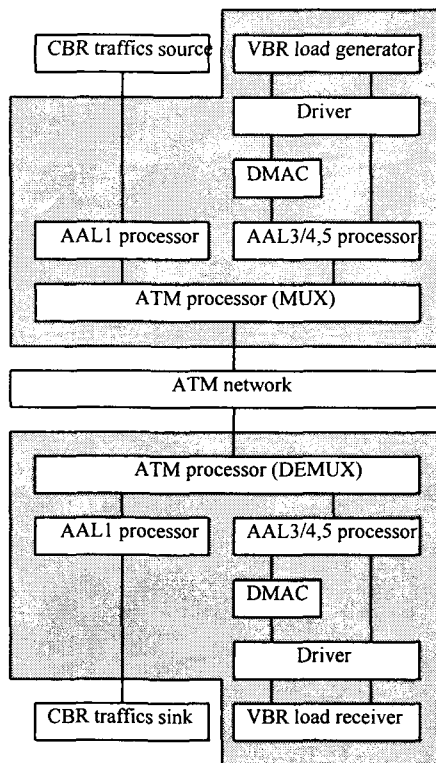


그림 10. 성능 측정 구조

AAL 1의 항등률 데이터는 트래픽 소스에 의해 발생된 비트 스트림을 AAL 1 프로세서에 의해 ATM 셀로 생성하여 수신 측으로 전달된다.

#### 2. 가변을 데이터 성능

그림 11은 가변을 트래픽에 대한 시스템의 ATM 망 전달 능력이다. AAL 3/4와 AAL 5에 대하여 AAL 레벨 (1), (3)과 ATM 레벨 (2), (4)에서 전달

능력을 도시하고 있다. 이더넷 LAN에서 제공되는 최대 데이터 크기는 1500 옥텟의 IP 데이터그램으로서 AAL 3/4에서는 35셀, AAL 5에서는 32셀로 구성된다. 그림 11에서 32셀로 구성되는 패킷들에 대해 AAL 3/4 (1)와 AAL 5 (3)에 대해 각각 29, 27 Mbits/s의 최대 전달 능력을 갖는다. DMA를 이용한 실제적인 상황에서 AAL 레벨에서의 전달 능력은 양자 (1), (3) 모두 25 Mbits/s이상의 전달 능력을 갖게 되어 목표 성능을 충분히 수용하고 있다.

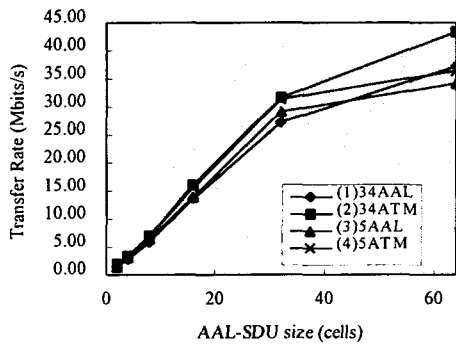


그림 11. 복합 B-ISDN 정합 장치의 ATM 전달 능력

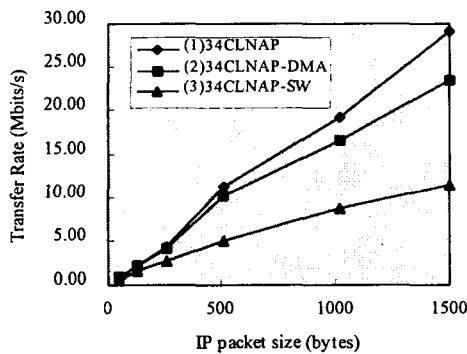


그림 12. IP 레벨의 전송 능력

그림 12는 IP 레벨에서의 대한 전달 능력을 보이고 있다. 이더넷 프레임은 14 바이트의 헤더를 사용하고, B-ISDN에서는 20 바이트의 CLNAP헤더와 8바이트의 LLC/SNAP를 사용하였다. (1)은 드라이버 레벨에서의 성능, (2)는 DMA의 복사 과정에

의한 성능, (3)은 드라이버의 복사 과정에 의한 성능이다. 실질적인 동작 상태인 (2)에서 IP 레벨의 1500 옥텟 전달 성능은 23.44 Mbits/s이다. 이는 B-ISDN정합 장치의 2개의 이더넷 포트에서 수신된 프레임들이 모두 B-ISDN으로 전달된다고 하더라도 처리할 수 있는 능력이 있음을 보여준다.

### 3. 항등물 데이터 성능

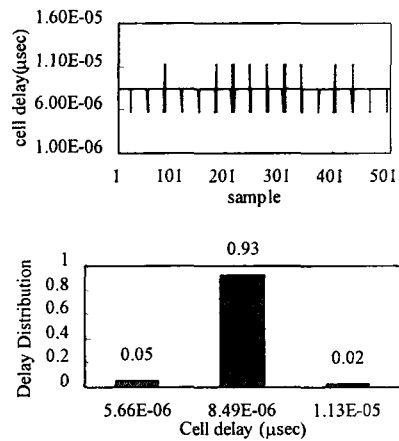


그림 13. DS3 트래픽의 셀 지연 특성

그림 13은 DS3 항등물 트래픽만이 존재할 때 셀 지연 특성을 보이고 있다. 이는 DS3 트래픽으로 발생한 항등물 ATM 셀들의 발생 시기에 나타나는 특성이 아니라 물리 계층에서 ATM 셀을 전달하기 위한 물리 계층의 오버헤드 때문에 나타나는 현상이다. 즉, DS3 트래픽은 평균 8.405  $\mu$ sec마다 하나의 ATM 셀을 생성한다. 이렇게 생성된 셀들은 다중화기를 통하여 STM-1 물리 계층의 셀 발생 주기인 2.83  $\mu$ sec에 따라 전달된다. DS3 트래픽의 ATM 셀들은 물리 계층에서 2.968셀 마다 하나의 셀들을 전송해야 하기 때문이다. 그림에서 보는 바와 같이 DS3 항등물 트래픽은 3가지 셀 지연 값이 나타난다. 중앙 값은 정상상태에서 발생하는 것이고, 나머지 두개의 값들은 셀 발생 시각과 셀 전송 시각 사이의 시간 지연을 보상해 주기 위한 것이다.

표 3은 DS3 트래픽이 전송되고 있는 상황에서 AAL 3/4의 가변물 트래픽을 추가하는 경우 DS3

트래픽에서 변화하는 전송률과 셀 전송 지연의 분산을 표시하고 있다. AAL 3/4 트래픽이 변화하더라도 DS3 트래픽에 대한 전송 능력 ( $\mu$ )에는 변동이 없음을 보인다. 지연의 분산 ( $\sigma^2$ )은 AAL-SDU의 크기가 커질수록 증가하는 것으로 나타난다. 이는 AAL-SDU의 크기가 커지면 burstiness가 증가하여 AAL-SDU의 ATM 셀들의 발생 간격이 조밀하게 됨으로써 DS3 트래픽의 ATM 셀들과 다중화될 때 contention의 발생 빈도가 높아지기 때문이다.

표 3. AAL3/4-SDU 크기에 따른 DS3 트래픽의 셀 지연 특성

AAL3/4 SDU size	$\mu$	$\sigma^2$
0	2.96869	0.090996
2	2.96869	0.100781
4	2.96869	0.112523
8	2.96869	0.122035
16	2.96869	0.159849
32	2.96869	0.21307
64	2.96869	0.28082

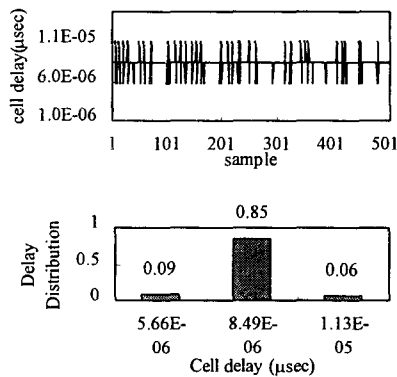


그림 14. AAL 3/4 SDU(16cells)와 혼합될 때의 DS3 트래픽의 셀 지연 특성

그림 14는 16개의 ATM 셀로 구성되는 AAL-SDU를 DS3 트래픽의 ATM 셀들과 혼합될 때의 DS3 트래픽에 대한 셀 지연 특성으로서 중앙값의 발생이 작아짐을 알 수 있고, 결국 분산이 커지게 된다. 그러나 분산이 커진다고 하더라도 DS3 트래픽만 존재하는 경우와 같이 3개의 지연값을 갖는다. 이는

가변용 트래픽은 지연에 민감하지 않기 때문에 두 트래픽간의 contention이 발생하는 경우 DS3 ATM 셀을 우선적으로 전송해 주기 때문이다. DS3 트래픽에 대한 셀 지연 변이의 최대 허용치는 ATM망의 시험 환경의 구성이 여의치 않아 시험을 하지 못하였다.

상기의 시험으로부터 측정된 성능이 목표 성능에 부합되지만, 이더네트 LAN 포트를 더 이상 확장할 수 없다. B-TA 정합 장치의 성능을 높이기 위해서는 현재 사용하고 있는 CPU(MC68030)의 성능을 향상시켜야 한다. 그리고 시스템의 구현에 사용된 OS는 VRTX라는 Real Time OS이다. 이 OS는 범용으로 만들어졌기 때문에 시스템 call, 하드웨어 인터럽트를 처리하는 시간 등에 대한 상당한 오버헤드를 지니고 있어 성능에 영향을 미친다. 따라서 보다 동작이 간단한 OS의 채택을 고려할 필요가 있다.

### VIII. 결 론

이 논문에서는 B-ISDN 고유의 서비스가 개발되고 있지 않은 현실에서 B-ISDN의 기존 응용 서비스에 대한 호환성 및 통합성을 시험하고, B-ISDN 초기 도입 단계에서 기존의 ATM 서비스가 아닌 서비스를 수용하는 방안을 논하고 구현하였다. 즉, ATM을 기반으로 하는 B-ISDN을 통하여 기존의 음성, 영상 및 비연결형 데이터 서비스를 각각, 그리고 동시에 지원하는 B-ISDN 정합 장치에 관해 논하였다. B-ISDN 정합 장치에서는 ATM망에 N-ISDN 단말기를 정합하고, NTSC 방식의 TV, VTR 등을 DS3급의 코덱을 거쳐 ATM망에 정합함으로써 기존의 음성 및 영상을 B-ISDN에서 지원할 수 있도록 하였으며, 또한 이더네트 LAN을 ATM망에 정합하여 비연결형 서비스를 제공할 수 있도록 하였다. 이와 같은 서비스를 수용하는 B-ISDN 정합 장치는 B-ISDN OAM 기능, B-ISDN 신호 기능, AAL 기능, ATM 및 물리 계층 (STM-1급 155 Mbps Port) 기능 등을 가지며, 이와 같은 B-ISDN 관련 기능은 서로 다른 서비스 속성과 통신 프로토콜을 가진 복합적인 서비스 응용 계층에서 공통 기능으로 사용할 수 있도록 구성하였다. B-ISDN 정합 장치는 2개의 LAN 포트들을 지원함으로써 이더네트 서비스의 수용이 원활해지고, N-ISDN 단

말 및 DS3 급 비디오 단말 등의 3가지 기존 서비스를 동시에 제공하게 됨으로써, 활성화되어 가고 있는 초고속정보통신망에서 가장 유용한 서비스를 제공하는 시스템으로 활용될 것이다.

### 감사의 글

본 논문은 정보통신부, 과학기술처가 주관하고 총괄 사업책임기관의 관리하에 수행한 HAN/B-ISDN 사업의 일환인 B-TA 기술개발 과제의 연구 결과입니다.

### 참고 문헌

[1] Brett J. Vickers and Tatsuya Suda, "Connectionless Service for Public ATM Networks," IEEE Communications Magazine, Aug. 1994, pp.34-42.

[2] ATM Forum, "LAN emulation version 1.0 specification," Jan. 1995.

[3] Peter Newman, "ATM Local Area Networks," IEEE Communications Magazine, Mar. 1994, pp.86-98.

[4] M. Laubach, "Classical IP and ARP over ATM," RFC1577, IETF, Jan. 1994.

[5] J. Heinanen, "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5," RFC1483, IETF, July 1993.

[6] ITU-T recommendation I.364, Support of the broadband connectionless data bearer service by the B-ISDN, Geneva, Nov. 1994.

[7] Hedrick, C., Routing Information Protocol," RFC1058, IETF, July 1988.

[8] 김정식 외, " LAN/B-ISDN 연동장치," 한국통신학회, 하계종합학술대회, 1996, pp.858-861.

[9] ITU-T recommendation Q.2931, B-ISDN application protocols for access signaling: DSS-2 layer 3 specification for basic call/connection control, Feb. 1995.

[10] ITU-T recommendation I.363, B-ISDN ATM Adaptation Layer(AAL) Specification, Types 1 and 2, Nov. 1994.

[11] Richard C. Lau and Paul E. Fleischer, Synchronous Techniques for Timing Recovery in BISDN, Globecom, 1992, pp.814-820.

[12] 유재호, "B-TA의 B-ISDN 운용 및 유지보수 기능의 설계 및 구현," 한국통신학회, 하계종합학술대회, 1996, pp.846-849.

[13] 유재호, "B-ISDN UNI에서 단말의 운용 및 유지보수 기능," 한국통신학회, 추계종합학술대회, 1996, pp.1027-1030.



성정식(Jung-Sik Sung)

1988년~1992년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)  
1992년~1994년 부산대학교 컴퓨터공학과 대학원 졸업(공학석사)  
1994년~현재 한국전자통신연구원 뉴미디어서비스실 연구원

관심분야 : ATM, LAN, ATM-LAN, 망관리, B-ISDN 신호 등

유재호(Jae-Ho You)

1987년 경희대학교 전자공학과 졸업(공학석사)  
1993년 경희대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
1997년~현재 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정

1997년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
관심분야 : ATM, 인터넷

이문우(Moon-Woo Lee)

1989년 대전공업대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
1993년 숭실대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
1983년~현재 한국전자통신연구원 선임기술원

관심분야 : ATM, LAN, Computer Network, 통신 시스템 하드웨어 & Simulation

김도영(Do-Young Kim)

1985년 성균관대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
1987년 성균관대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
1997년~현재 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정

1987년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
관심분야 : ATM, 영상