

# ATM 교환기용 인터페이스 프로토콜의 성능 분석

김 병 진\* · 조 동 호\* · 이 현\*\*  
(\* 경희대학교 전자계산공학과, \*\* ETRI 교환방식 연구실)

■ 차	■ 레 ■
① 서 론	④ 시뮬레이션 및 비교분석
② ATM 교환기용 표준 프로토콜	⑤ 결 론
③ ATM 교환기의 인터페이스 프로토콜	

## 1 서 론

교환 시스템은 맨 처음 수동 교환에서 시작하여 전자 기계 교환을 거쳐서 1960년대에 축적 프로그램 제어 방식의 교환 기술의 혁명이 발생했다. 그후 기술이 계속 발전하여 70년대에 오늘날의 패킷교환을 포함한 디지털 시분할 교환기술이 개발되었으며, 현재에는 차세대 교환 기술에 관한 연구가 진행되고 있다.

기술발전과 가입자 요구의 변화 및 망 운용업자의 상업적 요구가 차세대 교환기술의 개발을 유도하고 있는데, 넓은 대역폭의 광전송 기술과 고집적도의 VLSI 기술 및 분산처리 소프트웨어 기술 등의 발전이 차세대 교환 기술의 원천기술이 되고 있다. 특히 가입자에게 고속 데이터 및 비디오 서비스와 같은 광대역 서비스를 제공하고 융통성 있는 대역폭 할당방식을 사용하여 다양한 트래픽을 지원하며 더 빠른 서비스와 가입자 제어 기능을 제공하기 위해서 차세대 교환기술에 관한 연구가 이루어지고 있다. 아울러 망 운용업자는 새로운 신속한 서비스를 제공하고 비용을 절감하며 질과 운용을 개선하기 위해서 차세대 교환기술에 관한 관심을 갖고 있다.

이러한 상황에서 정보화사회의 도래로 가입자의 요구가 다양화됨에 따라 기존의 64Kbps의 협대역 ISDN으로는 동화상이나 고속 데이터, HDTV 등의 광대역 서비스를 수용하지 못하게 되는 한계에 직면하게 되자, 이러한 제한을 극복하고 협대역 ISDN이 제공하는 서비스는 물론 수백 Mbps 이상의 고속 데이터 교환이 가능하고 데이터 특성에 따라 교환 대역폭을 유연하게 할당할 수 있도록 한 새로운 통신망인 BISDN이 출현하게 되었다.

광대역 ISDN에서는 사용자의 다양한 대역폭 요구와 고속 데이터 패킷교환 등을 처리해야 하기 때문에, 기존의 협대역 ISDN에서 사용하는 교환방식을 그대로 사용할 수가 없어서 1988년 CCITT에서는 모든 기존의 ISDN 서비스 뿐만 아니라 넓은 광대역 서비스까지 다양한 서비스 채널을 유연성있게 수용할 수 있는 해결책으로 비동기 전달모드(ATM)를 채택하였다.

서론에 이어 II장에서는 ATM 교환기의 표준 프로토콜의 기본 모델과 각 계층의 동작원리에 대해서 기술하며, III장에서는 ATM 교환기의 인터페이스 사양에 대해서 고찰한다. 또한 IV장에서는 각 인터페이스 프로토콜의 성능을 컴퓨터

시물레이션을 통하여 고찰하며, 마지막으로 V 장에서 결론을 맺는다.

## 2] ATM 교환기용 표준 프로토콜

### 1. 참조모델

ATM을 위한 BISDN의 프로토콜 참조모델(PRM : Protocol Reference Model)은 그림 1과 같이 사용자 정보의 전달을 관장하는 사용자 평면, 호 관리를 위한 제어 평면과 운용 관리를 위한 관리 평면으로 구성되어 있다. 이들 중 관리평면의 기능은 평면관리와 계층관리로 나누어 지는데 평면 관리는 시스템의 전반적인 관리를 의미하며, 계층 관리는 자원 및 사용변수의 관리와 OAM 정보관리를 의미한다. 또한 각각의 평면은 BISDN의 ATM 셀 전달부인 물리 계층, ATM 계층, ATM adaptation 계층으로 구분되며, 각 계층의 세부 기능은 표 1과 같다.

물리 계층은 등축 케이블이나 광 케이블 등의 여러 미디어와 접속될 뿐 아니라, 전송매체의 특성에 따라 서로 다른 물리접속이 필요하므로 TC(Transmission Convergence)와 PM(Physical Medium)의 2개의 부계층으로 나누어져 셀 속도 decoupling, HEC(Header Error Control)

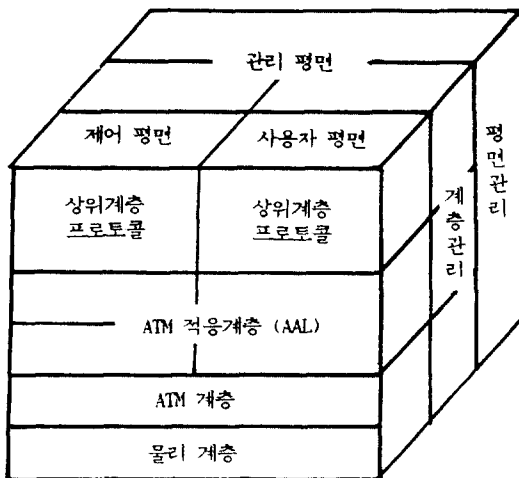


그림 1. 광대역 ISDN 프로토콜 참조모델

표 1. 광대역 ISDN 참조모델의 계층별 세부기능

계 층		주요 기능들	계 층
AAL	CS	수렴 (Convergence)	
	SAR	분할 및 재조립	
ATM		Generic Flow Control 셀 헤더의 생성/추출 셀 VPI/PCI 번역 셀 다중화/역다중화	층
물리 계층	TC	셀 rate decoupling HEC 헤더 시퀀스 생성/검증 셀 delineation	관
		전송 프레임 적용 전송 프레임 생성/복구	
	PM	비트 타이밍 물리매체	리

발생 및 체크, 셀 delineation과 SDH(Synchronous Digital Hierarchy)에 의하여 전송되는 프레임처리 및 회복 기능, 고속 비트 스트림에 대한 비트동기를 위한 기능을 갖는다.

ATM 계층은 물리계층에서 전송된 유효 셀(Valid Cell)들에 대해서 셀다중화, VPI/VCI 처리 및 변환, 셀 헤더의 처리, 셀 전송에 따른 기능을 갖는다.

ATM 적응 계층은 상위계층의 여러 서비스와 접속되며, CS(Convergence Sublayer)와 SAR(Segmentation And Ressembly) 부계층으로 나누어져 상위계층 서비스에 따라 셀 분리 및 조합의 기능을 수행한다.

### 2. 물리 계층

물리계층의 주된 기능은 ATM 계층으로 부터 내려온 ATM 셀들을 수집 및 정리하여 물리매체에 전송하며, 또 그 역과정을 수행하는 것이다. 이 경우 셀기반(cell-based) 인터페이스와 SDH기반(SDH-based) 인터페이스 모두를 수용한다. 셀기반 인터페이스는 단순히 ATM 셀만의 흐름에 의해서 구성되며, SDH기반 인터페이스인 경우 SDH 프레임의 VC-4 케이로드 공간에 ATM

셀을 실어 전송한다.

BISDN은 T<sub>B</sub> 기준점에서 155.520 Mbps 또는 622.080 Mbps의 전송속도를 갖는데 155.520 Mbps의 경우 그 구조가 대칭형이고, 622.080 Mbps인 경우에는 대칭형 또는 비대칭형 두가지가 제안되고 있다.

### 3. ATM 전송 계층

ATM 계층은 상위계층의 다양한 서비스에 맞게 셀을 형성하여 물리계층에 전송하며 또한 물리계층으로 부터 받은 유효한 셀을 분해하여 헤더를 처리하고 사용자구간 정보를 AAL 계층으로 올려보낸다. ATM 계층이 상위계층에 제공하는 투명성 연결을 ATM 연결이라 하는데, 서비스 액세스점쪽으로 사용자간 정보전달을 제공하기 위하여 ATM 계층 링크들을 결합시켜 준다. 이때 ATM 연결은 연결소자(CE : Connection Element)들의 연속 연결에 의해 종단간에 형성되며 가상채널(V<sub>C</sub> : Virtual Channel)과 가상경로(V<sub>P</sub> : Virtual Path)의 두가지가 있다. 가상채널은 ATM 셀을 전달하는 link 종단간의 논리적인 단방향 결합을 의미하며, 셀 순서 integrity를 보존하면서 여러 QOS(Quality Of Service)를 제공한다. 또한 가상경로는 가상채널들의 결합을 의미하는데, 가상채널에는 가상채널 링크를 식별하기 위하여 각각 하나의 가상채널 식별번호(V<sub>CI</sub> : Virtual Channel Identifier)가 부여되고, 가상경로에는 가상경로 링크를 식별하기 위하여 각각 하나의 가상경로 식별번호(V<sub>PI</sub> : Virtual Path Identifier)가 부여된다.

### 4. ATM Adaptation 계층

AAL(ATM Adaptation Layer)의 주된 기능은 ATM 계층이 제공하는 서비스와 사용자가 요구하는 서비스의 차이를 해소하는 것이다. 즉, 상위계층의 다양한 서비스를 ATM 계층에서 제공하는 서비스와 연관시켜 주는 역할을 한다.

AAL은 상위계층으로 부터 전달되는 CBR, VBR 서비스 들을 각 특성에 따라 분류하여 ATM 셀 형태로 정합시키며, 이를 위해서 서비

스 데이터를 ATM 셀 형태로 분할(Segmentation)하거나 수신된 ATM 셀을 사용자 서비스 형태로 재조합(Reassembly)하는 기능을 한다. 따라서 AAL 계층은 상위계층의 여러 서비스와 접속되는 관계로 상위계층의 서비스들을 비트속도, 서비스 연결 형태와 타이밍 동기의 관점에 따라 4가지의 서비스 등급(class)으로 분류하여 각각의 서비스 등급에 따라 처리한다.

## ③ ATM 교환기의 인터페이스 프로토콜

### 1. 가입자와 스위치사이의 인터페이스 프로토콜 (1)개 요

BISDN 가입자와 망사이의 인터페이스에 대한 reference configuration과 물리계층의 정보 흐름, 인터페이스 기능, 운영 및 유지보수 기능 등에 대해서 살펴보고, 특히 물리계층의 사양 및 기능에 대해서 중점적으로 고찰한다.

### (2)참조구조

BISDN 가입자와 망사이의 인터페이스에 대한 기능그룹으로는 B-NT1, B-NT2, B-TE1, TE2, B-TE2 및 B-TA가 있고, 참조점으로는 T<sub>B</sub>, S<sub>B</sub> 및 R이 있는데, 이 경우 광대역 기능그룹은 ISDN 기능그룹과 유사하며 각 인터페이스는 모든 ISDN 서비스를 지원한다. 또한 T<sub>B</sub> 및 S<sub>B</sub> 참조점에서의 물리계층의 인터페이스로는 두가지 사양 즉, cell을 기반으로 하는 물리계층과 SDH를 기반으로 하는 물리계층이 있다. 이 경우에 ATM 계층은 공통으로 사용된다.

### (3)물리계층의 정보흐름과 인터페이스 기능

#### ① 서브계층 사이의 관계

물리계층의 PM(Physical Medium), TC(Transmission Convergence)와 ATM 계층 사이의 전송흐름은 다음과 같다.

■ PM과 TC 서브계층 사이의 정보교환 : 논리적 심볼의 흐름, 관련된 타이밍 정보

■ 물리계층과 ATM 계층사이의 정보교환

-물리계층에서 AMT 계층으로의 정보 : 유

효한 셀, 관련된 타이밍

-ATM 계층에서 물리계층으로의 정보 : 지정된 셀 또는 지정안된 셀, 관련된 타이밍

② 인터페이스 기능

사용자 정보는 연결관련 기능 정보와 함께 ATM 셀로 전송되고 비트 타이밍이 제공되며, 비트 시퀀스의 독립성이 보장된다.

③ UNI와 관련된 OAM 기능

UNI와 관련된 OAM 기능으로는 유지보수 신호의 송수신, 성능 관찰, 제어통신 제공이 있으며 오버헤드 용량이 이 기능에 할당되는데, 정확한 구현은 물리계층의 선택에 따라 달라진다. 즉, SDH를 근간으로 하느냐 셀을 근간으로 하느냐에 따라 달라진다.

(4) 물리계층

① 전송속도

T 인터페이스에서 전송률이 155.520 Mbps일 때 물리적 계층과 관련된 OAM 정보를 제외한 최대 평균 전송률은 가입자 정보 셀, 신호 셀, ATM 및 상위계층정보 셀에 따라 결정되며, 약 149.760 Mbps 정도이다.

② 전송 프레임

전송 프레임은 다음과 같이 외부 프레임의 유무로 나뉘어진다.

■ 외부 프레임이 없을 때(셀을 기반으로 함)

T 인터페이스의 가입자 측면에서 셀을 기반으

로 한 물리 계층은 수신 신호로부터 타이밍 정보를 도출하거나 장비 자체에서 제공받는다. 인터페이스 구조는 연속적인 53 octet 크기의 셀 stream으로 구성되며 물리 계층의 OAM 셀이 물리계층의 OAM 정보를 전달하기 위해 사용된다.

■ 외부 프레임이 있을 때(SHD를 기반으로 함)

정상 동작시에 타이밍은 STM-1 신호에서 도출되고 local 노드에서 수신된 타이밍에 lock 된다. 인터페이스 구조는 CCITT 권고안 G.707, G.708, G.709에 기술된 Synchronous Digital Hierarchy (SDH)를 기본으로 한 외부 프레임을 갖고 있다. ATM 셀 스트림은 그림 2과 같이 먼저 C4로 매핑되고 VC-4 container에 packing된다. ATM 셀 경계는 STM-1 octet 경계에 정렬되는데, C4 용량이 2340 octet 이므로 53 octet 셀 길이의 정수배가 되지 않아 셀이 C4 경계를 가로지르게 된다. 이때 AU-4 포인터는 VC-4의 첫번째 byte를 찾아내는데 사용되고, H4 포인터는 송신측에서 셀 경계치의 다음 발생을 알리기 위해 set되며 HEC cell delineation에 사용될 수 있다.

③ Head Error Control(HEC) 발생

HEC 기능이 셀 delineation과 header 검증을 위해 사용된다. 송신단은 전체 ATM 셀 헤더에 대해 HEC 값을 계산한 후에 그 결과를 적절한

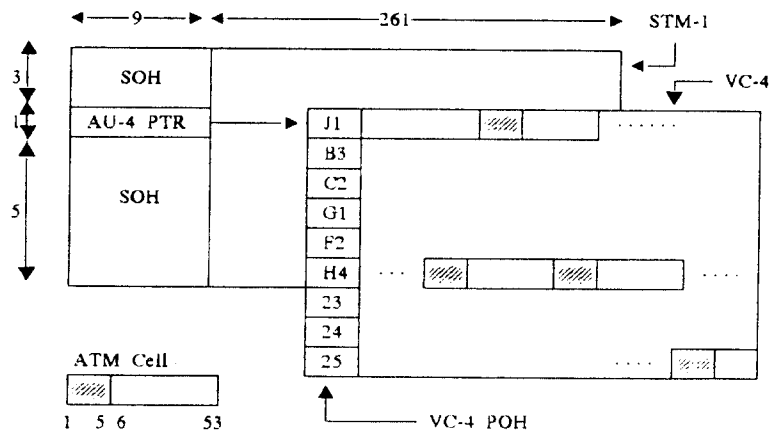


그림 2. ATM을 SDH로 매핑하는 방식

헤더 필드에 넣는다. HEC 필드는 8 bit sequence인데 헤더의 내용을  $X^8$  곱한 후에  $X^8+X^2+X+1$ 로 나눈 나머지가이다.

#### ④ 셀 delineation

셀 delineation은 셀 경계의 식별을 허용하는 과정이다. ATM 신호는 모든 네트워크 인터페이스 상에서 투과성 있게 전송되어야 한다. 셀 delineation 방식은 보호되는 32bit의 헤더비트와  $X^8+X^2+X+1$  생성 다항식에 의해 발생된 HEC 제어 8bit의 상관성을 사용하여 이루어진다.

#### ⑤ scrambler

scrambling은 보안성을 개선하고 HEC 셀 delineation의 robustness를 개선하기 위해서 사용된다. 또한 정보영역에 있는 데이터를 randomizing함으로써 전송성능을 개선시키는데, 일반적으로 자기동기 스크램블링 알고리즘으로  $X^{43}+1$ 이 채택되어 사용되고 있다.

## 2. 스위치와 전송망사이의 인터페이스 프로토콜

### (1) 개요

광대역 ISDN용 CCITT의 NNI 표준안은 G.707, G.708, 및 G.709로 구성된다. G.707에서는 동기 디지털 계층의 전송율에 대해서 기술하고 있고, G.708에서는 동기 디지털 계층용 network node interface (NNI)에 대해서 설명하고 있으며, G.709에서는 동기 다중화 구조에 대해서 언급하고 있다. 결국 G.707, G.708 및 G.709 권고안이 동기 디지털 계층과 NNI에 대한 총괄적인 사양을 제시하고 있는데, 여기서는 동기 디지털 계층에 대한 network node 인터페이스에 대해서만 고찰한다.

### (2) 다중화 원리와 다중화 요소

#### ① 동기식 디지털 계층(SDH)

SDH는 물리적 전송망의 표준화된 디지털 전송 구조이다.

#### ② 동기식 전송모듈(Synchronous Transport Module : STM)

STM은 SDH에서 섹션계층의 연결을 지원하기 위해서 사용되는 정보 구조로서, 125  $\mu$ sec 마

다 반복되는 블록 프레임 구조를 갖으며, 정보 payload와 Section Overhead (SOH) 정보영역으로 구성된다. 정보는 네트워크에 동기된 전송율로 선택된 매체를 통해서 직렬전송 되는데, 기본 STM은 155.520 Mbps로 동작하며 STM-1이라 부른다. 이때 STM-1은 SOH를 갖고 있는 하나의 AUG로 구성되며, STM-N은 SOH를 갖고 있는 N개의 AUG로 구성된다.

#### ③ Virtual Container : VC

VC는 경로계층 연결을 지원하는 정보구조로서, 정보 payload와 경로 오버헤드 정보영역으로 구성되며, 125  $\mu$ sec마다 반복되는 블록 프레임 구조를 갖고 있는데, VC의 형태는 두가지가 존재한다.

#### ㉠ 저차 VC : VC-n(n=1, 2)

하나의 C-n(n=1, 2)과 저차 VC POH로 구성된다.

#### ㉡ 고차 VC : VC-n(n=3, 4)

VC POH와 하나의 C-n(n=3, 4) 혹은 tributary 유니트 그룹의 조합(TUG-2 또는 TUG-3)으로 구성된다.

#### ④ Administrative Unit : AU

AU는 고차 경로계층과 다중화 섹션계층 사이에 적응을 제공하는 정보구조로서, 고차 VC인 정보 payload와 payload 포인터로 구성된다. 이때 두개의 AU가 정의되는데, AU-4는 VC-4와 AU 포인터로 구성되고 AU-3는 VC-3와 AU 포인터로 구성된다. 또한 동기전송 모듈에서 고정되고 정의된 위치를 차지하는 AU 그룹을 Administrative Unit Group(AUG)이라 한다.

#### ⑤ Tributary Unit : TU

TU는 저차 경로계층과 고차 경로계층 사이에 적응을 제공하는 정보구조로서, 저차 VC인 정보 payload와 고차 VC 프레임의 시작에 대한 payload 프레임의 옴셋을 나타내는 payload 포인터로 구성된다. TU-n(n=1, 2, 3)은 VC-n와 TU 포인터로 구성되는데, 고차 VC payload에서 고정되고 정의된 위치를 차지하는 TU 그룹을 Tributary Unit Group(TUG)이라 한다.

#### ⑥ Container : C-n(n=1-4)

Container는 VC에 대해서 네트워크 동기정보 payload를 형성하는 정보구조로서, 정의된 VC 각각에 대해서 대응되는 container가 존재한다. 이때 정해진 수의 표준 container에 대해서 적응 기능이 제정되어 있다.

(3) 프레임 구조

STM-N 프레임 구조가 그림 3에 나타나 있는데, 이 STM-N 프레임은 다음과 같은 세가지로 구성된다.

- ⊙ section 오버헤드
- ⊙ AU 포인터
- ⊙ 정보 payload

STM-1의 1~9열의 1~3행과 5~9행이 section 오버헤드로 지정되며, 1~9열의 4행이 AU 포인터로서 사용된다.

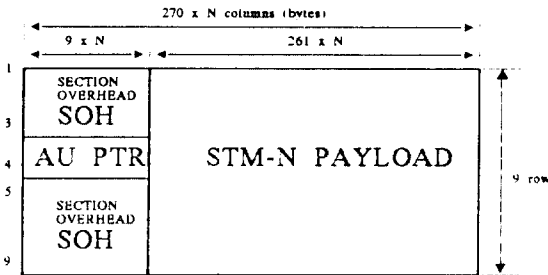


그림 3. STM-N 프레임의 구조

STM-N payload는 N개의 AUG를 지원할 수 있는데, 이때 각 AUG는 하나의 AU-4로 구성되거나 3개의 AU-3로 구성된다. 각 AU-n과 연관된 VC-n은 STM-N 프레임에 대해서 고정된 위상을 갖지 않으며 VC-n의 첫번째 바이트의 위치는 AU-n 포인터에 의해 지시되는데, AU-n 포인터는 STM-N 프레임에서 고정된 위치에 있게 된다.

3. 스위치와 신호망사이의 인터페이스 프로토콜

(1) 개요

BISDN signalling에서는 비연결성 데이터 서비스, 다양한 트래픽 종류에 대한 단순 호 (simple call)의 지원, circuit emulation,

BISDN과 음성 서비스와 같은 협대역 서비스 사이의 인터워킹, virtual path 연결들의 제어 등을 고려해야 하는데, 여기서는 신호의 사양 및 신호망용 ATM 계층의 구조와 기능 등에 대해서만 고찰한다.

(2) 신호의 사양

광대역 ISDN의 도입시 지능망이나 개인 통신 서비스와 함께 신호 트래픽이 현재보다 현저히 증가함으로써 효율적인 대처와 신뢰성의 향상이 필수적으로 요구될 것이므로, 이에 대처하기 위해서 BISDN의 신호방식은 적어도 다음과 같은 4가지의 호 형태가 고려되어야 한다.

- ⊙ 단순한 호
- ⊙ 다중연결 호
- ⊙ multi party 호
- ⊙ 다중연결 multi party 호

이밖에도 다양한 서비스를 제공하기 위해서는 다음과 같은 새로운 신호기능이 추가되어야 한다.

- ⊙ 정보전송을 위한 ATM VC/VP의 제어
- ⊙ 대역폭, 서비스 품질등의 다양한 특성을 갖는 광대역 연결의 지원
- ⊙ 비대칭 연결의 지원
- ⊙ 다른 부호방식에 대한 상호 연동의 지원
- ⊙ 다중연결 multi party 통신 상황에서 호 및 연결기능의 제공(연결기능의 추가, 제거 및 변경과 호의 추가 및 제거)
- ⊙ 한 호와 연결된 다중연결의 동시 설정
- ⊙ Conference bridge 같은 중간처리 개체를 통하여 연결을 재구성할 수 있는 능력
- ⊙ 다중 매체 호의 서비스
- ⊙ 호가 개설되어 있는 동안에 트래픽 특성을 재조정하는 능력

(3) 신호망용 ATM 계층

① ATM의 기본 원리

ATM은 BISDN을 구현하기 위한 전송모드의 해결책으로서, 비동기 시분할 멀티플렉싱 기법을 사용하는 특수한 packet-oriented 전송모드로서 이용되며, multiplexed 정보의 흐름은 셀(cell)이라고 부르는 고정된 크기의 블럭들로 구성된다.

셀은 하나의 정보필드(information field)와 하나의 헤더(header)로 구성되는데, 헤더의 주요 역할은 비동기 시분할 멀티플렉스내의 같은 virtual channel에 속하는 셀들을 식별하는데 있다. 헤더크기(5 octets)와 정보필드의 크기(48 octets)는 User Network Interface(UNI)와 Network Node Interface(NNI)를 포함하는 모든 참조점에서 일정하게 유지된다.

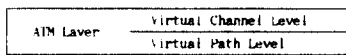
일반적으로 신호와 사용자 정보는 분리된 ATM layer connection을 수행하며, ATM은 비연결성 서비스를 포함하는 모든 서비스에 대하여 flexible한 전송능력을 제공한다.

② 신호방식

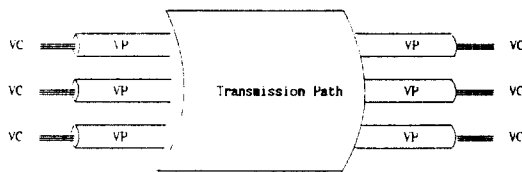
가입자 액세스에서 사용되는 신호용 VC들에는 점대점 신호 VC, 선택적 방송신호 VC, 일반 방송신호 VC, 메타신호 VC 등이 있다. 또한 가입자가 망을 액세스하는 레벨에서의 OAM VC로는 메타신호 VC와 시스템 운영용 VC가 있다. 메타신호 VC는 신호 VC의 온라인 할당과 해제를 위해 사용되며 고정 할당 VCI 값에 의해서 식별된다. 시스템 운영용 VC로는 보통의 VC가 사용되는데 VC의 설정과 해제는 데이터 전송용 VC의 설정과 해제와 비슷하다.

③ ATM 계층 구조

ATM 계층의 전송기능들은 그림 4와 같이 VC 레벨과 VP 레벨의 두 레벨로 나누어지며, 각 ATM 셀은 그 셀이 속하는 VC를 식별하기 위해서 그 header에 label을 갖고 있다. 이 label은



(a) ATM 계층 구조



(b) VC, VP, Transmission path 사이의 관계

그림 4. ATM 계층 구조 및 VP, VC, transmission path 사이의 관계

Virtual Channel Identifier(VCI)와 Virtual Path Identifier(VPI) 두 부분으로 구성되어 있다.

■ VCI(Virtual Channel Identifier)

VC는 ATM 셀의 전송에서 한쪽 방향만의 통신을 표시하는데 사용되며, VCI는 주어진 virtual path connection(VPC)에 대한 특정한 VC link를 나타낸다. VCI의 특정 값은 VC가 망에서 스위치 될 때마다 지정되는데, VC link는 VCI 값이 연관된 두 연속 ATM 엔티티들 사이에서 ATM 셀의 전송을 위한 한쪽 방향의 전송용량이다. 이때 VC link는 VCI 값의 지정 또는 제거에 의해 생성되거나 종료된다.

■ VPI(Virtual Path Identifier)

VP는 한 다발의 VC link를 의미하는데, 이때 모든 VC link는 동일한 끝지점을 가지고 있으며, VPI의 특정 값은 VP가 망에서 스위치 될 때마다 지정된다. VP link는 VPI 값이 연관되는 두 연속 ATM 엔티티들 사이에서 ATM 셀의 전송을 위한 한쪽 방향의 통신용량으로서 이 VP link는 VPI 값의 지정 또는 제거에 의해 생성되거나 종료된다.

4. 교환기의 모듈사이의 인터페이스 프로토콜

(1)교환기의 모듈 구조

미래의 환경 조건들을 근거로 한 차세대 스위칭 시스템의 목표를 정리하면, 표 2와 같다. 이들 4가지 목표들에 근거한 교환기 시스템 구성의 한 예가 그림 5에 나타나 있으며, 각 모듈의 특징이 표 3에 간략하게 표시되어 있다.

또한 전형적인 ATM 셀 구조의 한 예가 그림 6에 나타나 있는데, ATM 셀은 두개의 헤더를 갖고 있다. 하나는 셀의 경계를 정하는 기능 및 헤더의 오류 체크 기능을 갖는 ATM 셀 헤더이고, 또 하나는 셀의 결합/분리 기능을 갖는 적응(Adaptation)헤더이다.

(2)모듈 상호간의 통신

시스템내에서 모듈 상호간의 통신은 시스템의 신뢰성을 향상시키고 모듈 상호간의 독립성을 증대 시키기 위하여 최소화되며, 종점간의 정보를

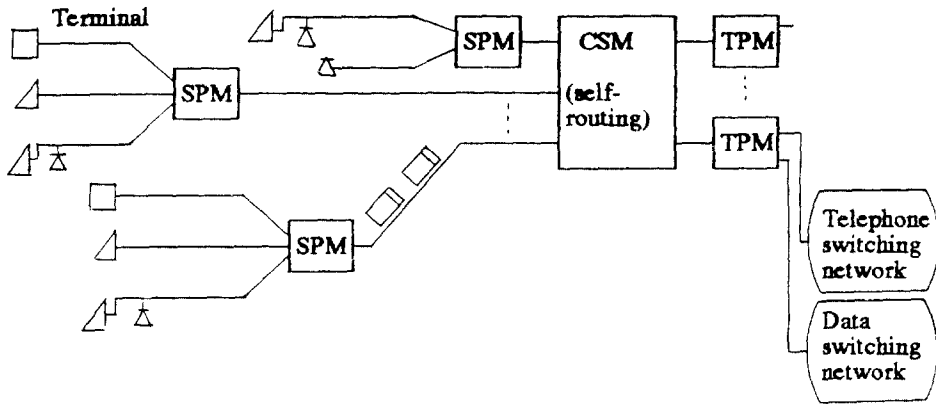


그림 5. ATM 교환 시스템의 구조

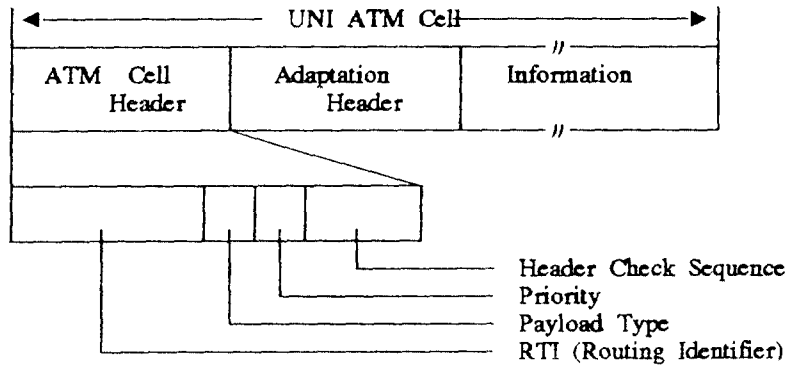


그림 6. ATM 셀의 구조

표 2. 시스템 구조의 요구조건

환경 조건	고려 사항	시스템 구조를 위한 조건
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆고속의 bursty한 통신의 출현</li> <li>◆데이터 통신량의 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆대량의 고속 bursty 정보 전송을 효과적으로 스위칭할 수 있는 장치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆고속의 path를 지원 하는(예를 들어, self-routing 하드웨어 스위치) 고속의 bursty한 스위칭 망</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆멀티미디어 통신 터미널의 출현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆전송 도중 미디어 응답의 스위칭</li> <li>◆병행 전송 도중 멀티미디어 사이의 동기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆하나의 집적된 스위칭 시스템 Outband signal control</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆신뢰성 요구의 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆모듈의 독립성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆지역적으로 분산</li> </ul>

표 3. 모듈의 특징

모듈명		특징
Front-end Processing Module(FPM)	Subscriber Processing Module(SPM)	신호처리 호 처리 루팅(Routing)
	Trunk Processing Module(TPM)	자원 관리 등.
Central Switching Module(CSM)		Self-routing 스위칭

고속으로 전송할 수 있는 self-routing 교환기가 각각의 모듈들(FPM)을 연결하는데 사용된다. 이 때문에 중점간 정보를 스위칭하는데 있어 모듈 상호간 통신장치로서 CSM이 사용된다. 이때 모듈 상호간의 셀의 구조는 모듈 상호간의 통신



방식을 결정하는데 있어서 특히 중요하므로, 이러한 모듈간의 셀의 구조는 다음 사항을 고려하여 결정한다.

■ 모듈 상호간의 인터페이스는 시스템의 비용을 줄이기 위하여 가능하면 user-network 인터페이스와 inter-network(network-network) 인터페이스를 동일하게 한다.

■ 모듈 상호간의 순수 메시지의 통신용량이 감소하는 것을 막기 위해서 ATM 셀을 모듈 상호간의 통신을 위한 전용된 헤더를 갖지 않는다.

① 통신의 우선 순위(communication priority)

모듈 상호간 메시지들에 대한 우선순위가 요구되는데, 표 4와 같은 세가지의 최소한의 우선순위 레벨들이 사용자 프로그램에 제공된다.

표 4. 통신의 우선 순위

Priority	Inter-module message
1 High	error messages
2 Normal	call messages
3 Low	traffic information messages

② 과잉밀집 제어(congestion control)

독립적이며 분산제어의 특징을 갖는 시스템에 서 들어오는 호(incomming call)들은 특정한 모듈에 밀집함으로써 과잉밀집을 일으킬 수 있다. 특정한 모듈에서의 모듈간 메시지의 수렴(밀집) 또한 과잉밀집의 원인이 된다. 즉 과잉 밀집은 나가는 경로가 어떤 FPM에 수렴할 때 발생하는데, 이러한 과잉밀집을 막기 위해서는 지정된 경로들이 다수의 FPM으로 분산되어야 한다. 또한 FPM의 선택시에 호들이 특별한 FPM에 수렴하는 것을 막도록 해야 한다. 이들 모듈들이 과잉 밀집될 때, 이들의 과잉밀집을 억제하고 다른 모듈들에 주는 영향을 최소한도로 줄이기 위한 방법들이 요구되는데, 이를 위해서 메시지 통신 정보를 활용한다. 즉, 메시지 통신 제어 프로그램이

메시지들이 전송될 수 있는지의 여부를 결정하게 되며, 이 결정은 모듈의 부하(load)와 사용자 프로그램이 요구한 메시지 통신의 우선순위에 따라 이루어진다.

모듈의 부하상태는 정상부하(normal), 고부하(high load) 그리고 과부하(overload)의 3가지로 구별될 수 있는데, 수신측 모듈이 고부하 상태 일 때 normal-priority 메시지는 큐잉되고, 반면에 low-priority 메시지는 거부되어 사용자 프로그램에게 반환되며 이때 단지 high-priority 메시지만이 처리된다. 한편 모듈이 과부하 상태에 있을 때는 normal-priority 메시지 또한 거부되어 사용자 프로그램에 리턴된다. 이러한 과잉밀집 제어를 위해서는 각 모듈의 메시지 통신 제어 프로그램이 다른 모듈의 부하 상태를 알고 있어야 한다. 자기 자신의 모듈의 부하상태가 변할때 (예를 들어, normal에서 high load로) 다른 모듈을 위해서 자기 모듈에 대한 부하상태 정보를 high-priority 메시지의 1 : n의 통신을 사용하여 다른 모듈의 메시지 통신 제어 프로그램에 통지한다.

4 시뮬레이션 및 비교분석

1. 가입자와 스위치 사이의 인터페이스의 성능 분석

본 절에서는 제 III장 제 1절에서 설명한 가입자와 스위치 사이의 인터페이스 방식중에서 셀을 기반으로 한 전송방식과 SDH를 기반으로 한 전송방식의 성능을 분석한다.

음성, 영상, 간헐 데이터, 연립 데이터 등의 입력 트래픽에 대해서 가입자와 스위치 사이의 인터페이스 방식의 처리율이 그림 7과 8에 나타나 있다. 우선 순위가 높은 트래픽일 수록 처리율이 양호하고, 셀을 기반으로 한 전송방식의 처리율이 SDH를 기반으로 한 전송방식의 처리율보다 우월함을 알 수 있다. 또한 셀을 기반으로 한 전송방식의 음성, 영상에 대한 블러킹 확률 특성과 SDH를 기반으로 한 전송 방식의 블러킹 확률 특

성이 그림 9에 나타나 있다. 블럭킹 확률 특성면에서 보면 우선도가 높을 수록, 셀을 기반으로 한 전송방식을 사용할 수록 블럭킹 확률이 줄어듦을 알 수 있다.

2. 스위치와 전송망 사이의 인터페이스에 대한 성능 분석

본 절에서는 제 III장 제 2절에서 기술한 스위치와 전송망 사이의 인터페이스 중에서 가입자와

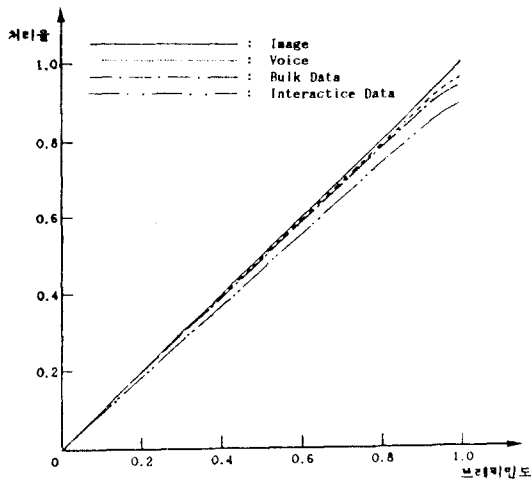


그림 7. 셀을 기반으로한 인터페이스 방식의 처리율 특성

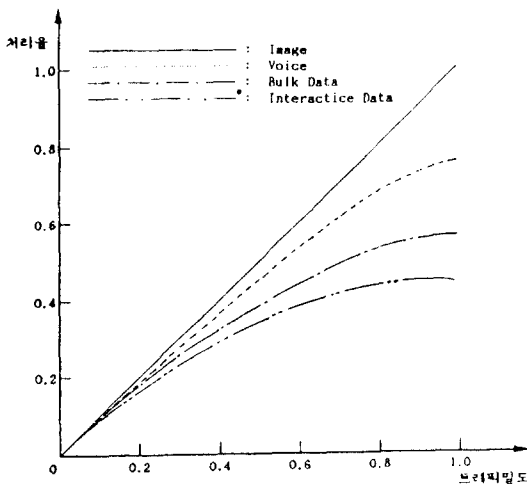
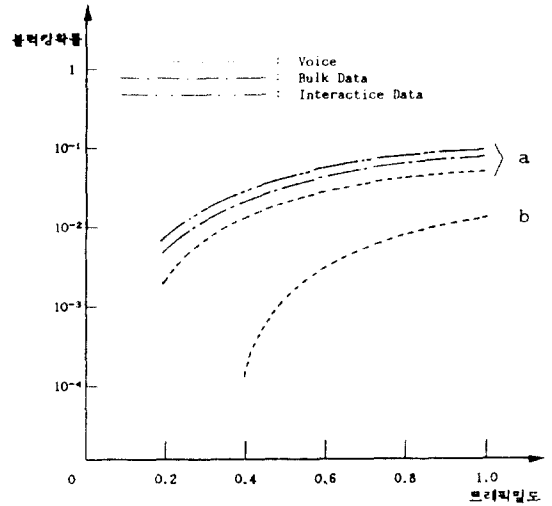


그림 8. SDH를 기반으로한 인터페이스 방식의 처리율 특성



a : 셀 기반 인터페이스  
b : SDH 기반 인터페이스

그림 9. 셀 및 SDH 기반 인터페이스 방식의 블럭킹확률 특성

스위치 사이의 인터페이스는 ATM 방식일 때, 스위치와 스위치 사이의 인터페이스가 STM 방식 또는 ATM 방식일 때의 교환기의 성능을 처리율을 척도로 고찰한다. 이때 가입자와 스위치 사이의 ATM 입력 트래픽과 스위치와 스위치 사이의 STM 입력 트래픽은 조정된 트래픽인데 시뮬레이션 환경은 그림 10과 같다.

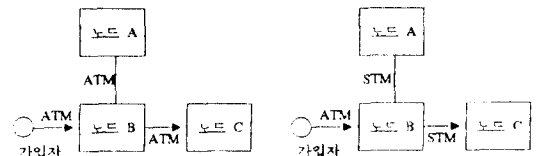


그림 10. 스위치와 전송망 사이의 인터페이스의 성능에 대한 시뮬레이션 환경

두가지 방식의 처리율이 그림 11에 나타나 있는데, 가입자와 스위치 사이의 인터페이스 방식과 스위치와 전송망 사이의 인터페이스 방식을 ATM으로 통일한 경우가 가입자와 스위치 사이는 ATM 방식으로 하고 스위치와 전송망 사이는 STM 방식으로 한 경우보다 통계적 다중화가 가능하기 때문에 처리율이 약간 높음을 알 수 있다.

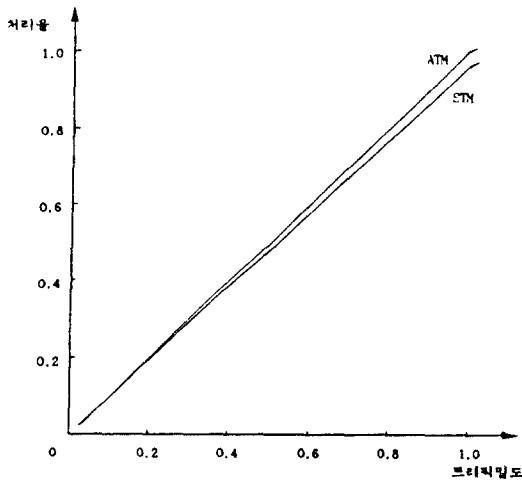


그림 11. 스위치와 전송망사이의 인터페이스 방식에 따른 처리율 특성

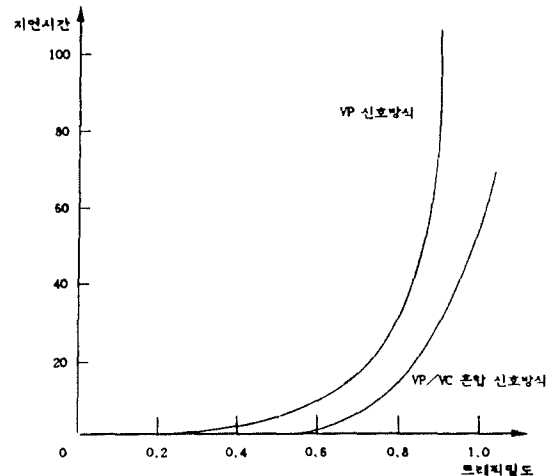


그림 13. 스위치와 신호망사이의 인터페이스 방식에 따른 지연시간 특성

### 3. 스위치와 신호망 사이의 인터페이스에 대한 성능 분석

가입자와 교환기 사이의 신호방식과 교환기와 교환기 사이의 신호방식이 ATM 계층의 셀 헤더인 VP와 VC를 이용하여 이루어지므로, 본절에서는 제 III장 제 3절에서 언급한 VP 신호방식, VC 신호방식, VP/VC 혼합 신호방식의 성능에 대해서 고찰한다.

각 방식에 대한 처리율, 지연시간, 블럭킹확률

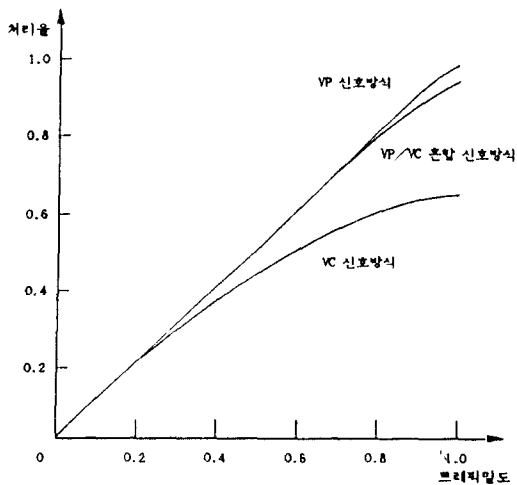


그림 12. 스위치와 신호망사이의 인터페이스 방식에 따른 처리율 특성

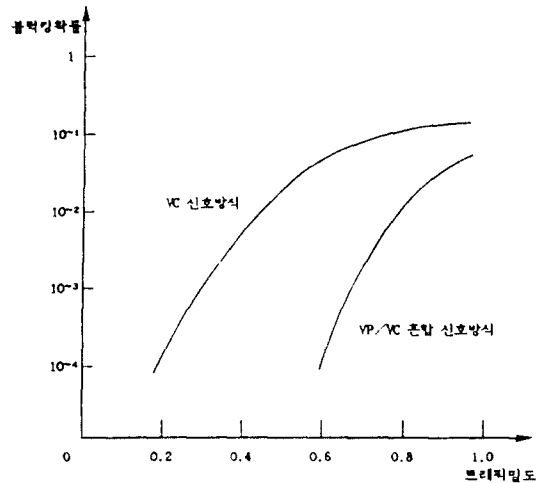


그림 14. 스위치와 신호망사이의 인터페이스 방식에 따른 블럭킹확률 특성

특성이 그림 12, 13, 14에 나타나 있다. VP 신호방식을 사용했을 경우에는 트래픽 밀도가 증가하면 지연이 급증하나 지연을 허용하기 때문에 처리율이 상당히 좋을 수 있다. 또한 VC신호방식을 사용했을 경우에는 트래픽 밀도가 증가하면 지연을 허용하지 않고 블럭킹되므로, 처리율이 좋지 않음을 알 수 있다. 아울러, local 트래픽에는 VC 방식을 사용하고, transit 트래픽은 손실을 막기 위해 VP 방식을 사용한 VP/VC 혼합방식이 처리율 특성면에서는 VC 방식보다 좋고,

VP 방식보다는 약간 나쁜편이다. 또한 지연시간 특성면에서는 VP/VC 혼합 방식이 VP 방식보다 좋으며, 블럭킹확률 특성면에서는 VP/VC 혼합 방식이 VC 방식보다 좋다.

4. 교환기의 모듈사이의 인터페이스에 대한 성능 분석

본 절에서는 제 III장 제 4절에서 언급한 교환기의 모듈사이의 통신 프로토콜과 트래픽 제어 방식의 성능에 대해 고찰한다.

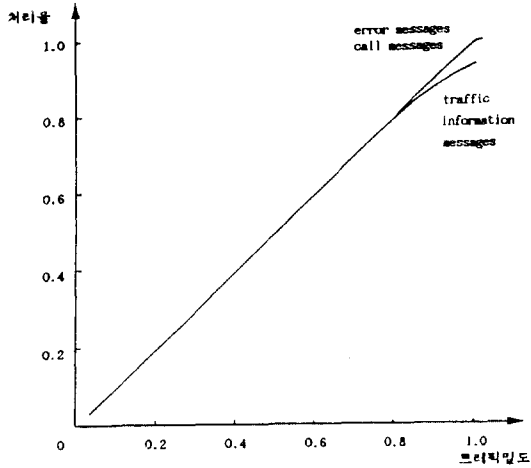


그림 15. 모듈사이의 통신 프로토콜의 메세지별 처리율 특성

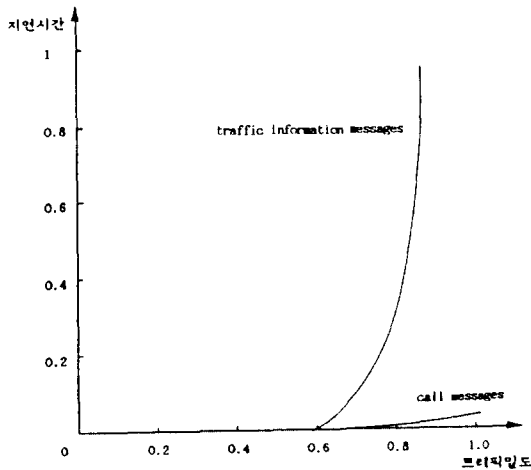
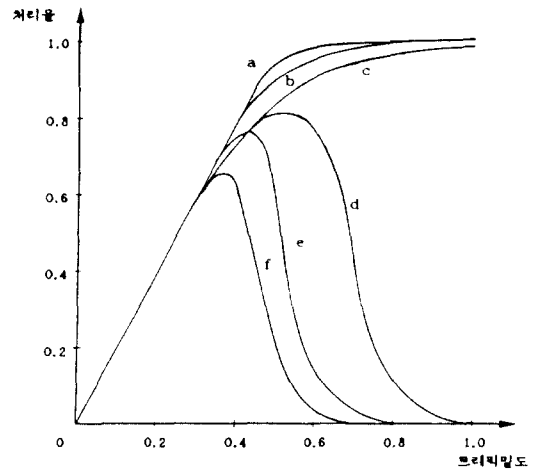
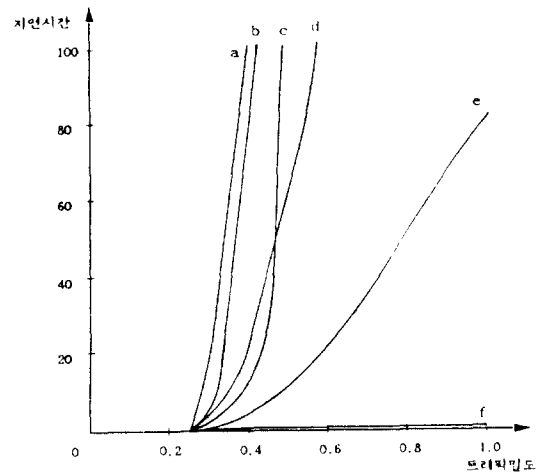


그림 16. 모듈사이의 통신 프로토콜의 메세지별 지연 특성



- a : Controlled high priority message
- b : Controlled normal priority message
- c : Controlled low priority message
- d : Uncontrolled high priority message
- e : Uncontrolled normal priority message
- f : Uncontrolled low priority message

그림 17. 트래픽 제어 방식의 각 메세지별 처리율 특성



- a : Uncontrolled low priority message
- b : Uncontrolled normal priority message
- c : Uncontrolled high priority message
- d : Controlled low priority message
- e : Controlled normal priority message
- f : Controlled high priority message

그림 18. 트래픽 제어 방식의 각 메세지별 지연 특성

교환기의 모듈사이의 통신 프로토콜의 처리율 특성과 지연 특성이 그림 15와 16에 표시되어 있다. 우선 순위가 높은 error 메시지의 처리율이 가장 좋고 지연이 없음을 알 수 있다. 반면에 우선 순위가 가장 낮은 순수 트래픽 정보는 트래픽 밀도가 증가할 수록 처리율과 지연특성이 상대적으로 열화됨을 알 수 있다.

교환기의 모듈사이의 트래픽 제어 방식에 있어서 normal, high 및 overload 큐의 상태에 따라 트래픽 제어를 했을 경우와 안했을 경우에 우선 순위 1, 2, 3 순위인 오류 메시지, 호 메시지, 순수 트래픽 정보의 처리율 특성과 지연특성이 그림 17과 18에 표시되어 있다. 트래픽 밀도가 클수록 우선 순위가 높은 메시지의 처리율 특성과 지연 특성이 우선 순위가 낮은 메시지의 처리율 특성과 지연 특성보다 훨씬 좋음을 알 수 있다.

## 5] 결 론

본 논문에서는 차세대 통신망인 광대역 ISDN(BISDN)의 표준 프로토콜의 참조 모델과 각 계층별 기능들에 대해서 기술하고, BISDN의 구현방안으로 제시된 ATM 교환기의 각종 인터페이스 프로토콜에 대해서 고찰한 후에 각 인터페이스 프로토콜의 성능을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다.

가입자와 스위치 사이의 인터페이스에 있어서는 트래픽 밀도가 증가할 때 셀을 기반으로 하는 인터페이스 방식이 SDH를 기반으로 하는 인터페이스 방식보다 처리율 특성과 블럭킹확률 특성 면에서 우월하였다.

스위치와 전송망 사이의 인터페이스에 있어서는 가입자와 스위치 사이의 인터페이스 방식과 스위치 사이의 인터페이스 방식을 ATM 방식으로 통일한 경우가 가입자와 스위치 사이는 ATM 방식을 사용하고 스위치와 전송망 사이는 STM 방식으로 한 경우보다 통계적 다중화가 가능하기 때문에 처리율이 약간 우월하였다.

스위치와 신호망 사이의 인터페이스에 있어서

는 VP/VC 혼합 방식이 처리율 특성면에서는 VP 방식보다는 약간 나쁘고, VC 방식보다는 우월하였다. 또한 지연시간 특성면에서는 VP/VC 혼합 방식이 VP 방식보다 우월하고, 블럭킹확률 특성면에서는 VP/VC 혼합 방식이 VC 방식보다 우월하였다.

교환기의 모듈 사이의 인터페이스에 있어서는 모듈 사이의 통신 프로토콜의 성능의 경우 트래픽 밀도가 증가할 수록 우선 순위가 높은 오류 및 호 메시지의 처리율 특성과 지연특성이 순수 트래픽 메시지의 처리율 및 지연특성보다 훨씬 양호하였으며, 모듈사이의 트래픽 제어 방식의 경우 트래픽 밀도가 클수록 우선 순위가 높은 메시지의 처리율 특성과 지연특성이 우선 순위가 낮은 메시지의 처리율 및 지연특성보다 훨씬 우월함을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. 조동호, "차세대 교환기의 인터페이스에 관한 연구", ETRI 위탁연구과제 최종보고서, 경희대학교, 1991. 5.
2. 이병기외, "광대역 ISDN의 전개와 광 CATV", 대한전공학회 텔레콤, 제 6권 제 2호, pp.84-96, 1990. 11.
3. Bellcore, "Next generation switch symposium", special report SR-TSY-000755, issue 1, June 1987
4. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation I.121 "Broadband aspects of ISDN", Geneva Meeting, May 1990.
5. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation I.211 "B-ISDN service aspects", Geneva Meeting, May 1990.
6. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation I.311 "B-ISDN general network aspects", Geneva Meeting, May 1990.
7. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation I.150 "B-ISDN ATM functional characteristics", Geneva Meeting, May 1990.
8. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation I.361 "B-ISDN ATM layer specification", Geneva Meeting, May 1990.
9. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation I.413 "B-ISDN user-network interface", Geneva

Meeting, May 1990.

10. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation I.432 "B-ISDN user-network interface-Physical Layer specification", Geneva Meeting, May 1990.
11. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation G.707, "Synchronous Digital Hierarchy Bit Rates", May 1990.
12. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation G.708, "Network Node Interface for the

Synchronous Digital Hierarchy", May 1990.

13. CCITT, study group XVIII, Draft Recommendation G.709, "Synchronous Multiplexing Structure", May 1990.
14. J.Anderson, "Progress on broadband ISDN user-network interface standards", IEEE 1990 ICC, pp.1744-1750, 1990.
15. K. Okajima, "Intermodule communication capability for a future ATM switching system", IEEE 1990 ICC, pp.557-561, 1990.

김 병 진

- 1964년 12월 23일생
- 1989년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과 학사
- 1991년 9월 : 경희대학교 전자계산공학과 석사

이 현

- 한국전자통신연구소(ETRI), 교환방식 연구실장



조 동 호

저자약력

- 1956년 4월 3일생
- 1979년 2월 : 서울대학교 공과대학 전자공학과 학사
- 1981년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
- 1985년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
- 1985년 3월 ~ 1987년 2월 : 한국과학기술원 통신공학 연구실 선임연구원
- 1987년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자계산공학과 부 교수
- 1989년 9월 ~ 현재 : 경희대학교 전자계산소장