

프레임 릴레이 서비스를 위한 ISDN 교환시스템의 설계 및 성능 분석

장 재 득[†] · 김 진 태[†]

요 약

기존의 ISDN 교환기에서 패킷 통신을 위하여 사용되는 X.25 교환 방식은 호의 설정(call set-up) 과정에서 제어 정보의 교환 및 처리가 필요해서 전송지연이 누적되는 단점이 있으며, 또한 64 Kbps 이상의 고속 패킷 통신의 수용은 불가능하다. 본 논문에서는 기존의 TDX-10 ISDN 교환기의 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 프레임 릴레이 교환 방식을 기존의 교환기에 적용하는 방식을 제안하였으며 이에 필요한 프레임 릴레이 교환장치(ASS-F)의 설계에 관하여 논하였다. 제안된 프레임 릴레이 교환장치(ASS-F)를 수용하는 프레임 릴레이 교환 구조에서는 기존의 64 Kbps 패킷 통신을 효율적으로 수행할 뿐만아니라, 고속의 패킷 통신을 가능하게 하여준다. 본 논문에서는 제안된 시스템의 성능 특성을 비교하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 기존의 시스템에 비하여 성능 특성이 개선됨을 확인하였다. 제안된 프레임 릴레이 교환장치를 수용하는 교환시스템은 전송 대역폭을 효율적으로 이용하여 방대한 트래픽을 처리 할 수 있으며, 고속의 패킷 통신을 가능하게 하여 주기 때문에 광대역 ISDN으로의 진화 과정중의 중간 단계로 사용될 수 있다.

Design and Performance Analysis of ISDN Switching Systems for Frame Relay Service

Jae-Deug Jang[†] · Jin-Tae Kim[†]

ABSTRACT

Typical integrated service digital network(ISDN) switching systems have several shortcomings including cumulated long call set-up delay and difficulty in higher speed packet communication. The problems come from the nature of X.25 packet switching technique used in the systems. In this thesis, to solve the above problems, the use of frame relay service within the TDX-10 ISDN switching system is proposed and a frame handling subsystem(FHS) is designed in order to support the high speed frame relay service in the TDX-10 switching systems. In the proposed TDX-10 architecture, the 64 Kbps packet communication can be executed more efficiently and high speed packet communication is allowed. To measure the performance characteristics of the proposed system and to compare the performance with that of the proposed system is superior to that of the existing system. The proposed switching system offers a seamless evolutionary path from Narrowband-ISDN to Broadband-ISDN since it allows an efficient channel utilization and high speed packet communication.

[†] 정 회 원: 한국전자통신연구소 신호서비스연구실
논문접수: 1995년 10월 10일, 심사완료: 1996년 1월 18일

1. 서론

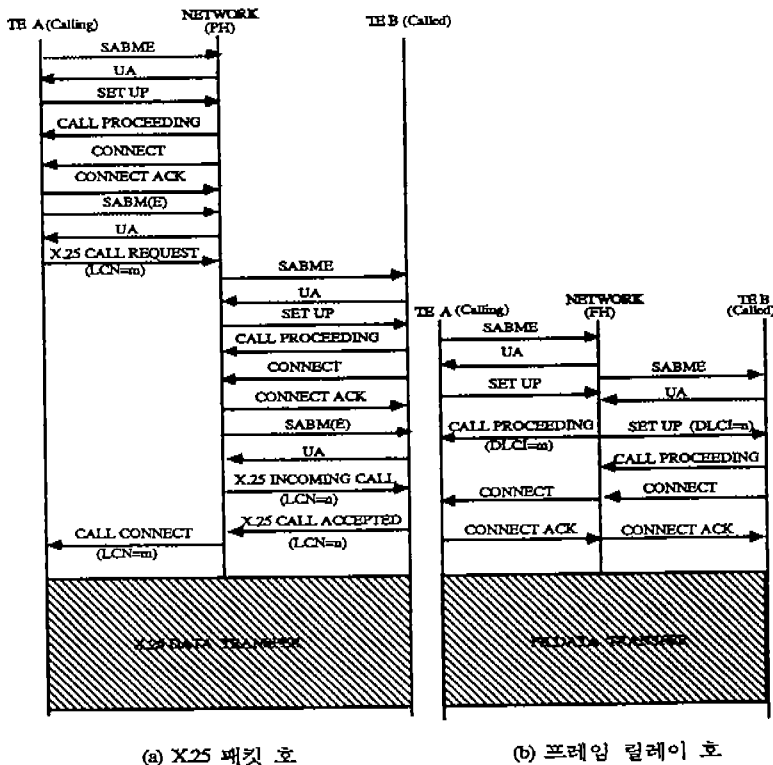
최근에 종합정보 통신망(Integrated Service Digital Network; ISDN) 교환시스템을 이용하여 회선 교환망, 패킷 교환망 등의 네트워크 서비스를 한 회선으로 통합하여 ISDN 서비스를 제공하고 있으며, 패킷 통신은 X.25 프로토콜¹⁾을 이용하여 패킷 단위 전송 및 교환기능이 서비스되고 있다. 그러나 X.25 패킷 교환은 호의 설정(set-up) 과정이 복잡해서 전송 지연이 누적되는 단점이 있으며, 64 Kbps 이상의 고속 패킷 통신은 불가능하다. 따라서 기존의 TDX-10 ISDN에서는 64 Kbps 이상의 광대역 서비스가 불가능하여 전송속도와 품질, 통신 및 비용 측면에서 사용자의 욕구를 충족 시킬 수 없다. 상기와 같은 문제점은 프레임 릴레이 교환 방식을 기존의 ISDN 교환기에 적용하여 해결할 수 있다. 본 논문에서는 이에 필요한 프레임 릴레이 교환 장치(ASS-F)의 설계에 관하여 논

하였다. 제안된 프레임 릴레이 교환장치를 수용하는 ISDN 교환기는 패킷의 전송 속도를 64 Kbps에서 약 2 Mbps까지로 높여 고속의 패킷 통신을 가능하게 하여 방대한 트래픽을 처리할 수 있어서 광대역 ISDN으로의 진화 과정 중 중간 단계로 사용될 수 있다.

2. TDX-10 ISDN 교환구조 및 프레임 릴레이

2.1 TDX-10 패킷 교환 구조

TDX-10 ISDN 교환시스템은 Access Switching Subsystem(ASS), Interconnection Network Subsystem(INS), Central Control Subsystem(CCS) 등 3개의 서브 시스템으로 구성되어 교환 기능을 분산하여 수행하도록 설계되어 있으며, ISDN 안에 패킷 처리 기능이 제공되어 B-채널과 D-채널 모두 패킷 모드 액세스가 가능하다. 그러나 TDX-10 ISDN 패킷 교환 구조에서는 단대단(end-to-end) 전송품질을 보장하기 위



(그림 1) 호처리 절차 비교

(Fig. 1) A Comparison of Call Processing Procedures

하여 X.25의 프로토콜을 사용하여 에러 검출 및 복구 등과 같은 복잡한 처리를 수행하기 때문에 다음과 같은 문제점들이 있다.

- (1) 그림 1의 (a)에서 보듯이 네트워크 계층에서 흐름 제어 및 에러 제어를 수행하므로 프로토콜 오버헤드가 너무 커서 네트워크에서 전송지연이 많아 성능을 저하시킨다.
- (2) TDX-10 ISDN 패킷 교환구조에서는 LAPB, LAPD 통신만 제공하기 때문에 64 Kbps 이상의 고속 데이터 전송 서비스에는 부적합하여 망의 고속화에 한계가 있다.
- (3) 사용자 정보와 제어 정보를 계층 3인 패킷 계층에서 처리하는 대역내 방식을 이용하므로 새로운 서비스의 추가에 융통성이 없다.
- (4) 다중화 기능은 계층 3에서만 가능하기 때문에 D-채널 이외의 경우 동일 채널에 대하여 서비스를 공유할 수 없다.

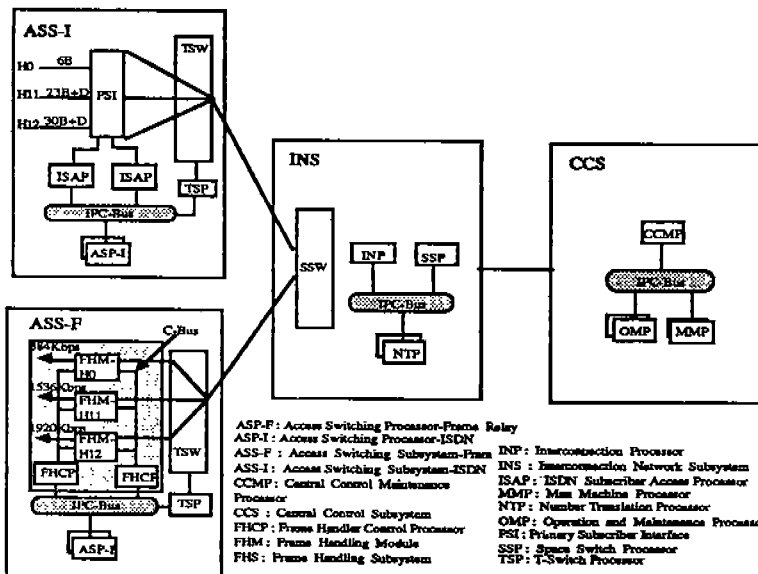
따라서, 상기와같은 문제점들 때문에 패킷 교환 시스템은 전송속도와 품질 측면에서 향후 사용자의 서비스 욕구를 충족시킬 수 없다.

2.2 프레임 릴레이 방식

프레임 릴레이²⁾는 패킷화된 데이터의 전송을 단순

하게 할 수 있는 새로운 기법으로서 선진 각국에서는 LAN간 상호연결³⁾, 사설망⁴⁾, 공중망⁵⁾, 종합 정보 통신망의 액세스망⁶⁾ 등에 사용하고 있다. 프레임 릴레이는 OSI 참조 모델의 계층 2 릴레이 기능과 계층 3 라우팅 기능을 복합하여 수행하는 프로토콜로서 ITU-T 권고안 I.122와 Q.922에서 표준화 되었다⁷⁾. 프레임 릴레이는 데이터 정보를 전송하는 채널과 제어 정보를 전송하는 채널이 분리된 대역외(out-of-band) 방식을 이용한 계층 2의 핵심 기능(core function)만 수행하기 때문에 패킷 처리가 단순화되고 이로인하여 교환 절차를 신속하게 할 수 있어 많은 양의 데이터를 처리할 수 있다. 그러나 프레임 릴레이 기법에서 흐름제어 및 에러복구 기능이 망 종단 장치에서 수행되어야 하므로 사용자 장치의 고도화 및 지능화가 요구된다.

ISDN 망에서 제공하는 패킷 서비스 방식은 전송속도가 64 Kbps까지 가능한 B-채널 방식과 16 Kbps까지 가능한 D-채널 방식이 있다. 그러나 384 Kbps에서 1.92 Mbps까지 가능한 H-채널 방식에 대한 고속 패킷 통신 서비스는 불가능하다. 따라서 ISDN 망에서 B-채널, D-채널, 그리고 H-채널을 통하여 ISDN 사용자의 프레임 모드 베어러 서비스(Frame Mode Bearer Service; FMBS)를 제공하기위해서는 ISDN 교환기



(그림 2) 프레임 릴레이 교환 구조

(Fig. 2) Frame Relay Switching Architecture

내에 프레임 처리기가 있어야 한다. 그림 1은 X.25 패킷 교환과 프레임 릴레이의 호 설정 및 데이터 전달 절차를 비교한 것으로써 프레임 릴레이 호처리(call processing) 절차 [그림 1.(b)]는 X.25 패킷 호처리 절차 [그림 1.(a)]에 비하여 매우 간단하므로 낮은 지연(low delay)과 높은 성능(high throughput)을 보장한다. 그러나 ISDN 망에서 B-채널, D-채널, 그리고 H-채널을 통하여 ISDN 사용자의 프레임 모드 베어러 서비스(Frame Mode Bearer Service: FMBS)를 제공하기 위하여 ISDN 교환기 내에 프레임 처리기가 있어야 하며⁶⁾, 흐름제어 및 에러복구 기능이 망 종단 장치에서 수행되어야 하므로 사용자 장치의 고도화 및 지능화가 요구된다.

3. TDX-10 ISDN 교환기를 위한 ASS-F의 설계

3.1 프레임 릴레이 교환 구조

프레임 릴레이 교환 방식에는 Case A 방식과 Case B 방식이 있다. Case A 방식은 Switched Access to Frame Handler(FH)를 의미하는 것으로 프레임 처리기가 교환기에 존재하지 않기 때문에 원격지에 있는 프레임 처리기의 서비스를 받아야한다. 그러나, Case B 방식은 Integrated Access to Frame Handler(FH)로서 ISDN 내부에 프레임 처리기가 존재하기 때문에 사용자가 프레임 릴레이 서비스를 액세스할 수 있다. 본 논문에서는 ISDN 내부에 프레임 처리기가 존재하는 Case B 방식으로 프레임 릴레이 교환구조를 구성하였으며(그림 2 참조), 프레임 처리기를 가입자 인터페이스 모듈에 분산시키지 않고, 프레임 교환 장치인 Access Switching Subsystem-Frame(ASS-F)에만 두는 집중형 구조로 설계하였다.

제한된 방식의 TDX-10 ISDN 교환기에서 64 Kbps 이상의 고속 패킷 통신을 위한 프레임 릴레이 서비스는 ISDN 가입자 정합 장치(ASS-I) 내의 일차군 속도 정합(PSI) 블록을 사용한다. PSI 블록에서는 실시간으로 64 Kbps의 회선 교환호와 같은 방법으로 $N \times 64$ Kbps($1 \leq N \leq 30$) 대역을 효율적으로 사용하기 위하여 타임 스위치(TSW)가 64 Kbps 채널을 투명성있게 전달하도록 타임 슬롯 순서 보전(Time Slot Sequence Integrity; TSSI)을 유지하여 회선을 할당한다. 따라서 고속의 데이터를 요구하는 사용자에게 서비스가 가

능하며, 제공되는 서비스 채널 종류와 정보 전송 속도는 H₀-채널의 경우 384 Kbps, H₁₁-채널의 경우 1,536 Kbps, H₁₂-채널의 경우 1,920 Kbps이다.

상기와 같은 H-채널 서비스를 프레임 처리 모듈에 수용하기 위한 채널 설정은 D-채널 프로토콜인 Q.933 절차로 수행한다. Q.933 과정에서 수행되는 내용은 처리량, 허용된 정보 전송율, 허용된 burst크기, Data Link Connection Identifier(DLCI)협상, 전송지연등의 서비스 질(Quality of Service; QoS) 파라미터에 대한 협의를 한다⁹⁾.

ISDN 가입자 모듈로부터 프레임 처리 모듈까지의 경로 설정은 통신망을 보다 효율적으로 이용하기 위해서 전달 경로가 설정되는 가상호 방식(Virtual Call; VC)을 채택하였다. 따라서 ASS-I내에 구성되어 있는 PSI 블록을 통한 모든 패킷 데이터는 물리적인 경로인 T-S-T로 구성된 스위치 네트워크를 통해 ASS-F로 집중된다.

프레임 릴레이 교환장치(ASS-F)는 그림 2와 같이 Access Switching Processor-Frame(ASP-F), Frame Handler Control Processor(FHCP), Frame Handling Module(FHM)의 3개의 블록으로 구성된 집중형 구조로 설계하였다. 이 3개의 하드웨어 블록은 IPC-Bus, 공통 버스(Common-Bus; C-Bus)로 연결된다. 이 구조하에서 프레임 릴레이 교환 과정을 간단히 설명하면 다음과 같다(그림 3 참조).

(1) PSI는 CCITT I.431에 의하여 Network Termination(NT) 또는 Terminal Equipment(TE)와 물리적으로 연결되며, 발신측 TE가 사용자-망간의 Q.933 프로토콜 절차에 의하여 고속 패킷 통신을 위한 H-채널 설정을 요구하면 ASP-I와 ASP-F간에 프로세서 통신을 하여 프레임 처리기를 할당한다. 그리고 INP와의 협상하에 스위치 채널을 결정하여 물리적인 경로를 형성한 후 발신측 FHCP로 통보한다. FHCP는 FHM으로 하여금 LAPP 프로토콜로 계층 2에 대한 링크를 설정한다.

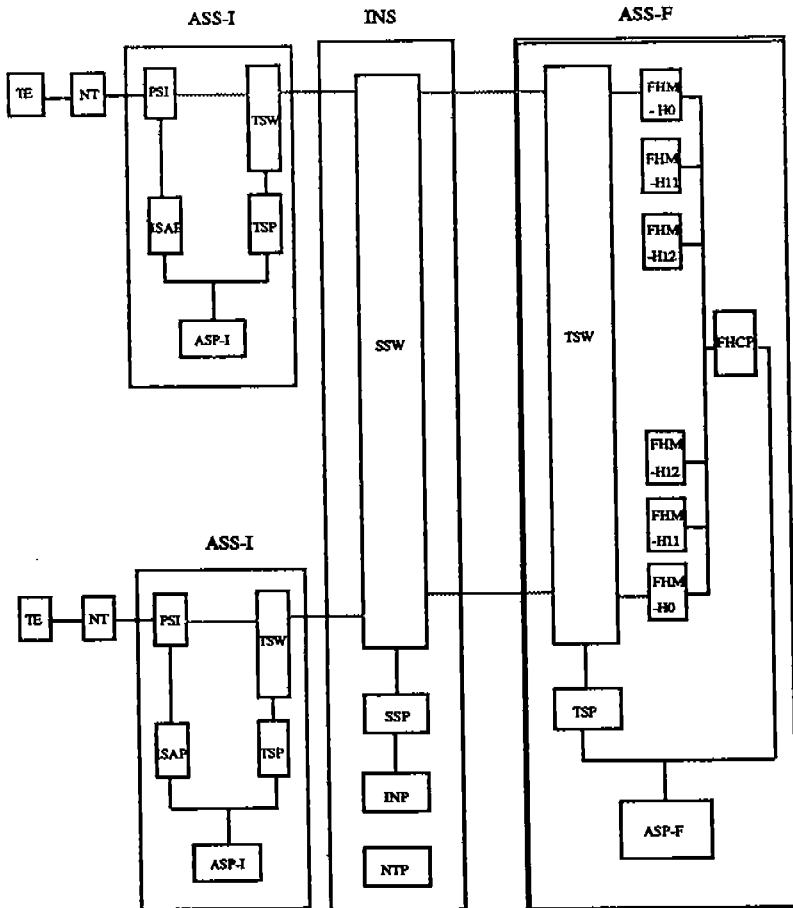
(2) 발신측 FHCP는 NTP로 착신 주소의 번호 번역을 요구한다. 그 번호 번역 결과 착신측 ASP-I가 H-채널로 착신이 결정되면 ASP-F에서 프레임 처리기를 할당하며, INP와 협상해서 스위치 채널을 결정하여 물리적인 경로를 형성한 후 착신측 FHCP로 통보한다. FHCP는 FHM으로 착신측 TE와

LAPF 절차에 의하여 링크 계층을 설정한다.

- (3) PSI와 TSW는 H-채널을 정보 전송을에 따라 H₀-채널은 384 kbps, H₁₁-채널은 1,536 kbps. 그리고 H₁₂-채널은 1,920 kbps의 대역폭을 할당하여 사용자에 제공하도록 한다.
- (4) PSI와 FHM은 T-S-T 스위치 네트워크를 이용하는 nail-up 경로를 통해 연결되며, LAPF 프로토콜에 의해 계층 2의 프레임 전송을 진송한다.
- (5) TSW와 FHM은 (3)항에 할당된 전송 대역폭을 고속 패킷 통신용으로 사용하기위하여 FHM은 H-채널 타임 슬롯순서를 유지하여 프레임 단위로 데이터를 처리한다.
- (6) FHM(발신측)과 FHM(착신측)사이에는 FHCF의 제

어하의 DLCI를 이용하여 논리적으로 연결되어 프레임 교환이 이루어진다. 이들 사이는 하나의 물리 채널에 몇 개의 논리적인 채널 다중화를 할 수 있다. 그리고 한 개의 논리 회선상에 복수의 논리적인 통신로를 설정할 수 있으며, 1회선으로 동시에 복수의 상대와 링크할 수 있다. 이상의 과정이 완료된 가상호는 프레임 전송 상태로 된다.

프레임 릴레이 교환장치에서 ASP-F는 가입자와 프레임 처리기간 물리적인 경로의 연결, 해제 및 호 처리 과정 중 상위 레벨 기능을 담당하며, FHCF는 링크 계층의 제어 기능을 담당하며, FHM은 링크 계층중 핵심 기능을 수행한다. 일차군속 정합(PSI)에서는 1.5 Mbps와 2 Mbps의 물리적인 인터페이스가 있



(그림 3) 프레임 릴레이 교환 경로
(Fig. 3) Frame Relay Switching Route

다. 1.5 Mbps계는 24개의, 2 Mbps계는 32개의 타임 슬롯(Time Slot; 회선)이 있으며, 1.5 Mbps계는 타임 슬롯 1-24로(23B + D), 2 Mbps계는 타임 슬롯 1-15와 타임 슬롯 17-31(30B + D)로 실현한다. 따라서 FHM은 1.92 Mbps의 일차군 속도 정합까지의 대역폭을 충분히 활용할 수 있는 다중화 개념을 적용하여 사용자에게 제공되는 전송 속도에 따라 6개의 64 Kbps 회선이 요구되는 384 Kbps 데이터 서비스를 수행하는 FHM-H₀, 24개의 64 Kbps 회선이 요구되는 1,536 Kbps 데이터 서비스를 수행하는 FHM-H₁₁, 30개의 64 Kbps 회선이 요구되는 1,920 Kbps 데이터 서비스를 수행하는 FHM-H₁₂ 형태로 사용자의 용량에 따라 다양하게 분류된다. 그리고 회선 사용도가 빈번한 사용자는 가입시 네트워크와 사용자 단말간에 고정 경로를 할당받아, 데이터 전달을 위한 경로 설정 및 해제 절차를 수행하지 않는 영구 가상회선(Permanent Virtual Circuit; PVC)을 설정하여 사용할 수도 있다¹¹⁾. 이때 사용자들은 각 PVC에 대하여 Committed Information Rate(CIR)이라는 보장된 데이터 속도를 명시해야한다. FHCP는 신뢰성있게 이중화로 구성하였으며, 이중화로 연결된 C-Bus를 통해 FHM과 통신이 가능하고, IPC-Bus를 통해서 ASP-F와 통신이 가능하다. 따라서 고속의 H-채널을 이용하여 고속 패킷 통신을 위한 프레임 릴레이 서비스를 제공하기 위하여 ISDN 가입자 모듈로부터 프레임 처리 모듈까지 경로설정은 DLCI 및 정보 전송율을 협의하여 엔드 포인트까지 가상호를 설정한다. 호 설정시 D-채널 프로토콜인 망 계층만 Q.933 절차로 수행하고 데이터 전송시는 네트워크에서 링크 계층의 프레임만 전달해 주는 대역의 방식을 이용하여 네트워크 노드의 기능이 계층 2의 핵심 기능만 수행하여 사용자 정보를 신속하게 전송한다.

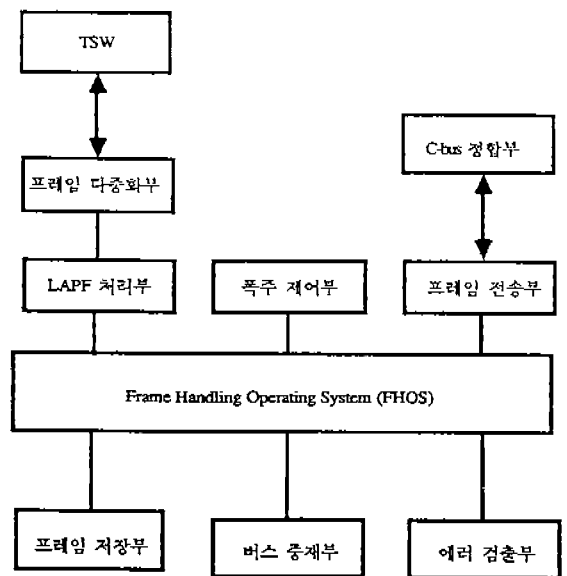
3.2 프레임 릴레이 교환장치(ASS-F)의 설계

프레임 릴레이 교환장치의 하드웨어 구성은 ASS-1와 ASS-F간 물리적 경로설정을 제어하는 ASP-F, FHM 블록의 프레임 라우팅을 제어하는 FHCP 블록, 링크 계층의 물리적인 접속 및 프레임을 교환하는 FHM 블록으로 구성된다. ASP-F와 FHCP는 IPC-Bus를 통하여 다른 서브 시스템의 프로세서들과 통신이 가능하며, FHM들과 FHCP는 C-Bus를 통하여 통신한다.

그리고 FHM 블록은 TSW 블록과 양방향 서브하이웨이, 8 KHz의 프레임 동기, 2.048 MHz의 클럭 신호로서 상호 연결되어 있으며, FHM 블록은 타임 스위치(TSW)에서 그룹핑된 채널을 순서대로 수신하여 링크 레벨 접속 기능을 수행한다.

3.2.1 FHM 블록의 설계

링크 계층의 물리적인 접속 및 프레임의 교환을 위하여 FHM 블록은 그림 4와 같이 구성하였다. Frame Handling Operating System(FHOS)은 FHM 소프트웨어 블록의 원활한 기능 수행을 위하여 실시간 태스크 관리, 메모리 관리, 시간관리 기능 등을 제공한다. 프레임 다중화부 및 LAPP 처리부는 TSW 블록에서 타임 슬롯 순서 보전이 된 고속의 데이터를 전송 대역폭에 따라 할당하여 프레임 릴레이 LAPP 프로토콜을 처리하여 프레임 저장부에 저장된다. 프레임 저장부에서는 버스 중재부에 의해 각 서비스로부터 도착하는 메시지를 처리하고, 이들을 저장하는 First In First Out(FIFO) 버퍼로 구성된다. 폭주 제어부에서는 트래픽이 폭주되어 전송 중인 프레임이 손실되거나, 성능 저하 및 전송 지연 등이 발생하는 폭주 상황을 감지하여 서비스 트래픽의 전송 양을 조절하는 기



(그림 4) FHM 기능 구성도
(Fig. 4) The Block diagram of FHM Function

능을 한다. 프레임 전송부는 망과의 프레임을 송, 수신하기 위하여 FHM간 또는 FHCP에 프로토콜을 변형하여 전송한다. 그리고 에러 검출부는 프레임이 전송중에 에러가 발생하면 그 프레임을 폐기한다.

3.2.2 FHCP 블록의 설계

프레임 라우팅을 제어하는 FHCP 블록은 그림 5와 같이 구성하였다. Peripheral Processor Operating System(PPOS)은 FHCP 소프트웨어 블록의 각 프로세스가 원활히 수행되도록 상호 통신하기 위하여 프로세서 관리, 메모리 관리, IPC 관리 기능 등을 제공한다. 프레임 처리 모듈(FHM)은 C-Bus를 통하여 FHCP 블록과 상호 작용을 수행하며, 라우팅 정보 처리부 및 어드레스 변환부는 논리적 접속 테이블(DLCI)을 이용하여 프레임 라우팅을 제어한다. 또한, 구간 구간마다 라우팅을 새롭게하여 연결에 따라 DLCI 값이 바뀌면서 목적지까지 도착하도록하는 기능을 담당한다. IPC-Bus 정합부에서는 ASP-F 및 ISDN 가입자가 속해있는 ASP-I와 H-채널 설정 관련 메시지를 교환한다. 이들간의 메시지 형태는 TDX-10의 표준 IPC 메시지 형태를 따르며, FHCP 블록의 이중화 구성에 따라 이중화된 양쪽에 연결된다.

프로토콜 처리부에서는 사용자에게 제공 가능한 FHM-H₀/H₁₁/H₁₂ 등의 상이한 몇가지 프로토콜 유형을 정보 전송율에 따라 구분하여 사용자에게 효율적인 전송 대역폭을 제공하는 기능을 수행한다. 에러 처리부 및 흐름제어 처리부에서는 단-단 전송 품질을 보장하기 위하여 흐름제어와 에러제어를 수행

하여 단말에 위임하는 기능을 제공한다. 그리고 이중화 제어부는 FHCP의 신뢰도를 높이기 위하여 이중화 제어를 담당한다.

4. 성능 분석 및 고찰

본 장에서는 제안된 TDX-10 교환 시스템의 성능을 분석하고, 또한 기존의 시스템에서의 64 kbps 패킷 통신과 제안된 시스템에서의 64 kbps 패킷 통신의 성능 특성을 비교하기 위하여 시뮬레이션 연구를 수행하였다. 일반적으로 성능 분석의 방법으로 실제 시스템의 측정, 수학적인 해석적 방법, 그리고 컴퓨터 프로그램을 이용하는 시뮬레이션 방법 등이 있다. 본 논문에서의 시스템 구조 및 동작은 매우 복잡하여 해석적 방법을 적용하기 어렵기때문에, 시뮬레이션 언어인 SLAM II를 사용하여 시뮬레이터를 설계하여 성능을 분석하였다. 또한, 본 연구에서는 자국 패킷 서비스와 관련된 성능 분석만 수행하였다.

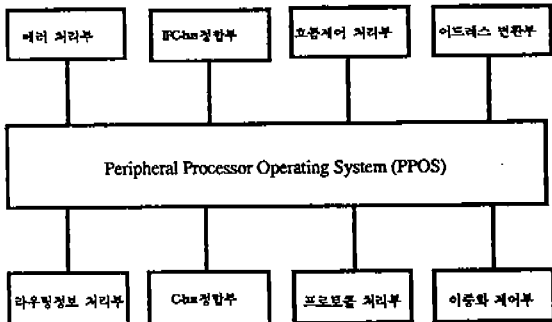
4.1 가정 사항

본 연구의 시뮬레이션에서는 다음 사항들을 가정하였다.

- (1) 데이터 메시지의 발생 간격은 지수 분포를 따른다.
- (2) 기존의 시스템에서 PHM으로 입력되는 메시지의 호 설정을 위한 제어 메시지의 길이 및 제안된 시스템의 FHM으로 입력되는 메시지의 호 설정을 위한 제어 메시지의 길이는 10 bytes로 가정하였다. 사용자 메시지의 길이는 100 bytes, 500 bytes, 1,000 bytes 등으로 변화시키며 시뮬레이션하였다.
- (3) PHM/FHM에서의 호 설정 메시지 처리 시간을 표 1과 같이 가정하였다.
- (4) 사용자 메시지 하나의 호 설정은 발신 PHM/FHM

〈표 1〉 PHM/FHM 발, 착신 호설정 메시지 처리 시간
 〈Table 1〉 PHM/FHM Calling, Called Call set-up Message Processing Time

발신 PHM	7회 × 10 byte × 8/64 Kbps	8.75 msec
착신 PHM	9회 × 10 byte × 8/64 Kbps	11.25 msec
발신 FHM	3회 × 10 byte × 8/64 Kbps	3.75 msec
착신 FHM	5회 × 10 byte × 8/64 Kbps	6.25 msec



(그림 5) FHCP 기능 구성도

(Fig. 5) The Block diagram of FHCP Function

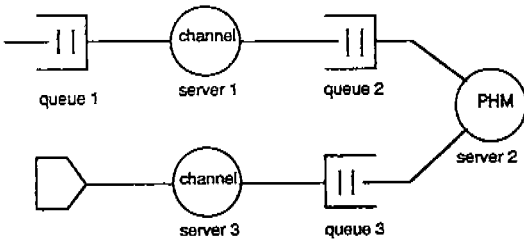
과 착신 PHM/FHM에서 호 설정을 위한 여러개의 제어 패킷들의 교환으로 간주한다.

(5) 이상적인 시스템으로 간주하여 오동작은 발생하지 않는다.

4.2 교환 시스템들의 시뮬레이션 모델링

4.2.1 기존 시스템의 패킷 교환 시스템(ASS-P)의 모델링

기존 시스템의 64 kbps B-채널 패킷 자국호의 성능 평가를 위한 시뮬레이션 환경으로서 시스템의 구성은 ASS-I 내의 BSI 블록을 통한 모든 패킷 트래픽이 T-S-T로 구성된 스위치 네트워크를 통해 ASS-P 내의 PHM 블록으로 집중되는 방식으로 모델링하였다. 또한, ASS-I와 ASS-P는 2.048 Mbps로 동작하는 광케이블로 연결되어 있으므로, ASS-I와 ASS-P 사이에는 최대 32개의 64 kbps B-채널이 있다고 가정하였다. 구성된 시뮬레이터의 큐잉 모델은 그림 6과 같다.

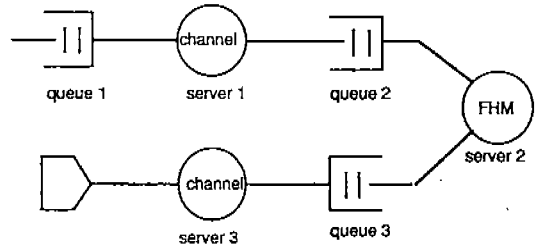


(그림 6) 기존의 TDX-10 교환기에서 B-채널 64 kbps 패킷 통신(자국호)의 큐잉 모델
(Fig. 6) Queueing Model of B-ch 64Kbps Packet Communication (Local Call) for Conventional TDX-10 Switching System

4.2.2 제안된 시스템의 프레임 교환 시스템(ASS-F)의 모델링

제안된 시스템의 모델은 기존의 TDX-10 교환기에서 X.25 패킷 처리를 하는 ASS-P 대신에 ASS-F가 장착된 교환기로 가정하였으며, ASS-I와 ASS-F 사이에는 2.048 Mbps 광케이블이 연결되어 있음을 가정하였다. 따라서, 사용자가 64 kbps의 패킷 전송을 요구할 시에는 32개의 64 kbps D-채널로 동작하며, 고속의 패킷 통신을 요구하면 다양한 비트율의 H-채널로 동작한다. 프레임 릴레이 자국호의 성능 평가를 위한

시뮬레이션 환경으로서 시스템 구성은 ASS-I 내의 PSI 블록을 통한 모든 패킷 데이터가 T-S-T로 구성된 스위치 네트워크를 통해 ASS-F 내의 FHM 블록으로 집중되는 방식으로 모델링하였다. 제안된 시스템의 시뮬레이션 큐잉 모델은 그림 7에 보여주고 있다.



(그림 7) 제안된 TDX-10 교환기에서 D-채널 64 kbps 패킷 통신(자국호)의 큐잉 모델
(Fig. 7) Queueing Model of D-ch 64 Kbps Packet Communication (Local Call) for Proposed TDX-10 Switching System

4.3 시뮬레이션 결과 및 고찰

4.3.1 기존의 시스템과 제안된 시스템에서 64 kbps 패킷 통신의 성능 비교

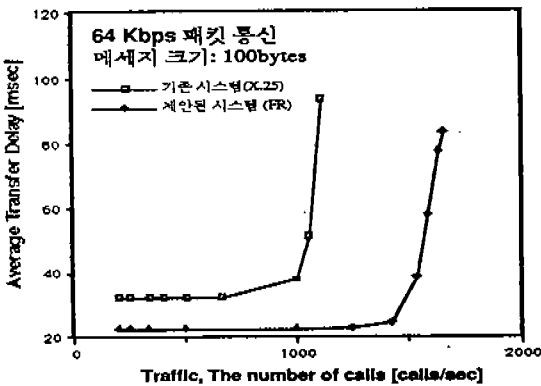
본 연구의 시뮬레이션에서, 주요 관심 평가 항목은 시스템의 처리량과 평균 지연 시간이다. 메시지 전송 지연(packet transfer delay) 시간은 발신측 ASS-I 모듈이 사용자 메시지의 전송 요청을 받아 호 설정을 요구한 시점부터 착신측 ASS-I 모듈로 메시지가 완전히 수신될 때까지의 시간을 의미한다.

기존의 시스템과 제안된 시스템의 성능을 비교하기 위하여, 64 kbps의 패킷 통신의 경우에 대하여 상기 그림 6과 그림 7의 큐잉 모델에서 사용자의 메시지 길이를 100 bytes, 500 bytes, 그리고 1000 bytes로 변화시키며 각각 시뮬레이션하였다. 몇몇 대표적인 결과가 그림 8, 그림 9, 그리고 그림 10에 나타나있다. 또한 그림 11은, 제안된 시스템에서 64 kbps 패킷통신에 대하여 사용자 메시지 길이에 따른 성능 변화를 보여주고 있다. 시뮬레이션 결과로부터 다음의 사항들이 관찰되었다.

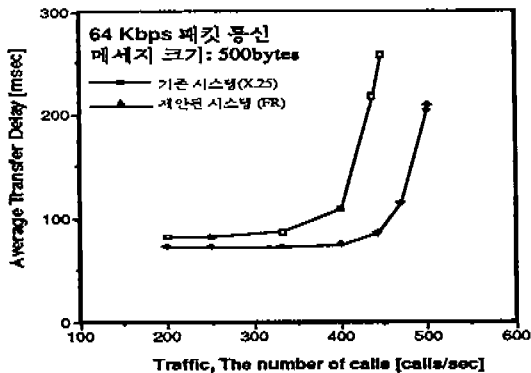
(1) 다양한 사용자 메시지에 대하여, 제안된 시스템의 성능 특성이 기존의 시스템의 성능 특성보다 우수하

다(그림 8~그림 10 참조). 예를 들어서 그림 8의 100 bytes 사용자 메시지의 경우 기존의 시스템의 처리율(throughput)은 1초에 약 1,000호(call)이며, 제안된 시스템은 1초당 약 1,500호를 처리할 수 있다.

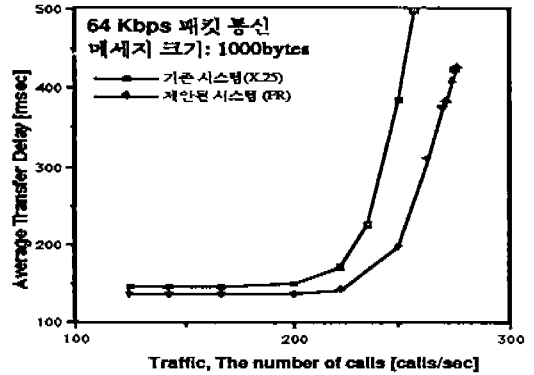
(2) 사용자 메시지의 길이가 길어짐에 따라 두 시스템에서의 처리율의 차이는 점점 작아진다. 이는 호 설정 시간이 총 메시지 전송 시간중에서 차지하는 비율이 작아짐에 기인한다.



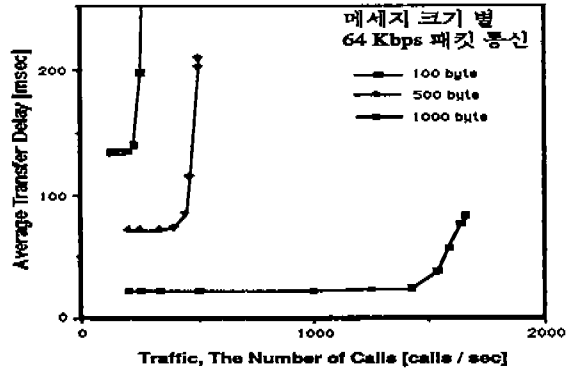
(그림 8) 64 kbps 패킷 통신의 평균 전송 지연 시간 특성 (메세지의 길이 100 bytes의 경우)
(Fig. 8) Average Transfer delay time Characteristics of 64 Kbps Packet Communication (In Case of Message size 100bytes)



(그림 9) 64 kbps패킷 통신의 평균 전송 지연 시간 특성 (메세지의 길이 500 bytes의 경우)
(Fig. 9) Average Transfer delay time Characteristics of 64Kbps Packet Communication (In case of Message size 500bytes)



(그림 10) 64 kbps패킷 통신의 평균 전송 지연 시간 특성 (메세지의 길이 1,000 bytes의 경우)
(Fig. 10) Average Transfer delay time Characteristics of 64Kbps Packet Communication (In Case of Message size 1000byte)



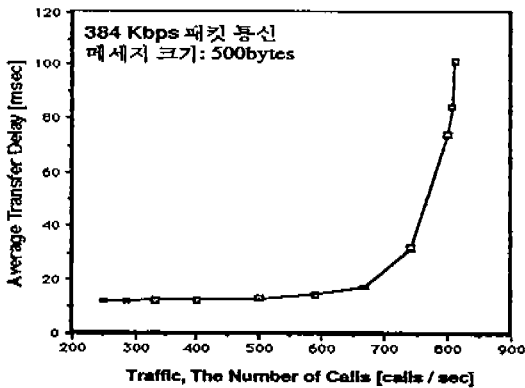
(그림 11) 제안된 시스템에서 64 kbps 패킷 통신의 경우 메세지 길이에 따른 평균 전송 지연 시간 특성
(Fig. 11) Average Transfer delay time Characteristics by Message size of 64Kbps Packet Communication for Proposed System

(3) 정상 상태의 트래픽 상황에서, 기존의 시스템과 제안된 시스템에서의 평균 지연 시간은 약 9 msec의 차이가 있다(그림 8~그림 10 참조).

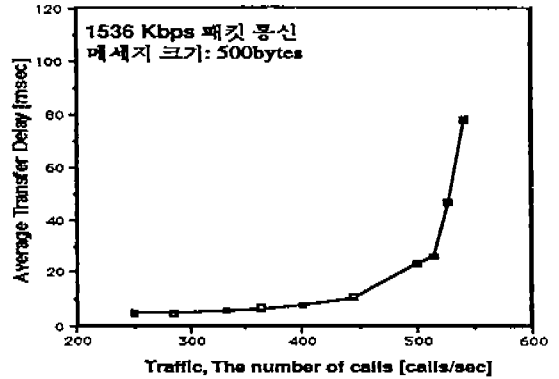
본 시뮬레이션에서의 평균 지연 시간 특성의 측정 은 자국호에 대한 경우이기때문에, 실제 많은 중간 노드(교환 시스템)를 거치는 장거리 통신에서는 제안된 시스템을 사용할 경우 훨씬 더 많은 지연 시간 특성이 개선됨을 예상 할 수 있을 것이다.

4.3.2 제안된 시스템에서 64 kbps 패킷 통신 및 고속 패킷 통신의 성능 특성 고찰

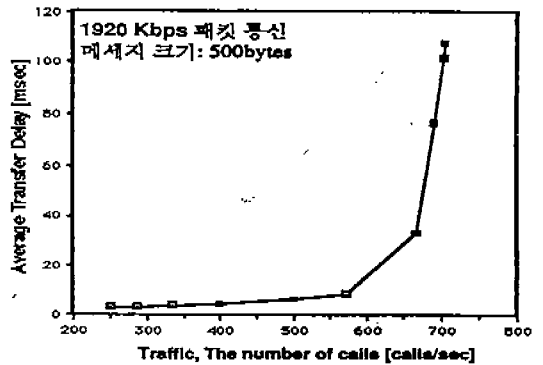
제안된 시스템은 기존의 시스템에서는 제공할 수 없는 고속 패킷 통신을 가능하게 하여준다. 본 절에서는, 이 성능 특성을 분석하기 위하여 384 kbps, 1,536 kbps, 1,920 kbps 등의 다양한 사용자 패킷 통신 요구에 대하여 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 12, 그림 13, 그림 14는 384 kbps, 1,536 kbps, 1,920 kbps 등의 고속 패킷 통신의 경우 제안된 시스템의 성능 특성을 보여준다. 제안된 교환 시스템이 384 kbps의 전송 속도로 서비스할 경우에는 총 16개의 채널이 사용 가능하다. 이 때 500 bytes 길이의 메시지를 송수신하는 응용 환경에서는 1초당 약 770여개의 호를 처리할 수 있으며 평균 전송 지연시간은 약 13 msec이다(그림 12 참조). 또 시스템이 1,536 kbps와 1,920 kbps로 서비스하는 고속 통신에서는 8개씩의 채널이 사용 가능하다. 그림 13은 전송 속도가 1,536 kbps이며 메시지의 길이가 500 bytes인 응용 환경에서의 전달 지연 시간 특성 및 처리율 특성을 보여주고 있다. 이 경우에는 평균 전달 지연 시간은 약 7 msec이며, 매 초당 약 530여개의 호가 처리될 수 있다. 그림 14는 패킷 전송 속도가 1,920 kbps이며 메시지의 길이가 500 bytes인 응용 환경에서의 성능 특성을 보여준다. 이 때는 매 초당 670여개의 호가 처리될 수 있음을 알 수



(그림 12) 제안된 시스템에서 384 kbps 패킷 통신의 경우 평균 전송 지연 시간 특성(메세지의 길이 500 bytes의 경우)
 (Fig. 12) Average Transfer delay time Characteristics of 384Kbps Packet Communication for Proposed System(In Case of Message size 500bytes)



(그림 13) 제안된 시스템에서 1,536 kbps 패킷 통신의 경우 평균 전송 지연 시간 특성(메세지의 길이 500 bytes의 경우)
 (Fig. 13) Average Transfer delay time Characteristics of 1536Kbps Packet Communication for Proposed System(In Case of Message size 500bytes)



(그림 14) 제안된 시스템에서 1,920 kbps 패킷 통신의 경우 평균 전송 지연 시간 특성(메세지의 길이 500 bytes의 경우)
 (Fig. 14) Average Transfer delay time Characteristics of 1920Kbps Packet Communication for Proposed System(In Case of Message size 500bytes)

있다. 그러나, 본 논문에서의 평균 지연 시간 특성 및 처리율 특성은 발신측 ASS-I 모듈이 사용자 메시지의 전송 요청을 받아 호 설정을 요구한 시점부터 착신측 ASS-I 모듈로 메시지가 완전히 수신될 때까지의 시간을 의미하기 때문에, 실제의 전체 교환 시스템에서의 지연 시간을 본 논문에서 측정된 측정치의

에 교환기의 기타 다른 부분에서의 지연 시간 등을 고려하여야 한다.

5. 결 론

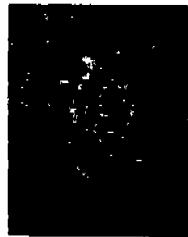
본 논문에서는 프레임 릴레이 서비스를 기존의 ISDN 교환시스템에 적용하여 고속 전송과 짧은 지연을 제공할 수 있도록 교환기 구조의 개선 방안을 제시하였으며, 프레임 릴레이 서비스를 제공할 수 있도록하는 프레임 릴레이 교환 장치(ASS-F)의 설계 방안을 제안하였다. 본 논문에서 제안된 프레임 릴레이 교환장치(ASS-F)를 수용하는 프레임 릴레이 교환 구조에서는 호 설정시 D-채널 프로토콜의 네트워크 계층 만 Q.933 절차로 수행하고 데이터 전송시는 네트워크에서 링크 계층의 프레임만 전달하는 프레임 릴레이 교환 방식을 사용한다. 따라서, 본 논문에서 제안된 TDX-10 ISDN 교환기는 프레임 릴레이 방식으로 패킷 호 처리를 간략화 하여 기존의 X.25 패킷 스위칭에 기초를 둔 64 kbps 패킷 통신의 성능 특성을 향상시킬 뿐만 아니라, 약 2 Mbps까지의 고속의 패킷 통신을 가능하게한다. 본 논문에서는 시뮬레이션을 통하여 64 kbps 패킷 통신의 성능 특성이 향상됨을 검증하였다.

제안된 TDX-10 ISDN 교환기에서는 1.92 Mbps의 일차근 속도 정합까지의 대역폭을 충분히 활용할 수 있는 ISDN 가입자 모듈로 부터 프레임 처리 모듈까지 경로 설정은 물리적 경로인 T-S-T로 구성된 스위치 네트워크를 사용하기 때문에 종래의 단말, 통신 제어 기술을 그대로 적용 할 수 있어 경제적으로 이점이 있으며, 전송 대역폭을 효율적으로 이용하여 방대한 트래픽을 처리할 수 있기때문에 광대역 ISDN로의 진화 과정중의 중간 단계로 사용될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Black, Uyless D., *X.25 and Related Protocols*, IEEE Computer Society press Monograph, 1991.
 [2] Harry Santoso and Serge Fdida, "Frame Relay: a sloution for high bandwidth networking," *Computer Communications*, Vol. 16, No. 7, pp. 432-439, July. 1993.
 [3] J. Lamount, J. Doak, M. Hui, "LAN Interconnection via Frame Relaying," *Proc. IEEE NFOCOM'89*, pp. 686-690, April. 1989.

[4] R. J. Cherukuri and J. H. Derby, "Frame relay- Protocols and Private Network Application," *Proc. IEEE INFOCOM'89*, pp. 676-685, April. 1989.
 [5] M. irfan Ali, "Frame Relay in public Networks," *IEEE communications Magazine*, pp. 72-78, March. 1992.
 [6] Renata Guarneri and Cees J. M. Lanting, "Fame Relaying as a Common Access to N-ISDN and B-ISDN Data Services," *IEEE Computer Communications Magazine*, pp. 39-43, June. 1994. 1993.
 [7] *CCITT Recommendation*, "Q.922, COM XI-R63," May. 1991.
 [8] *CCITT Recommendation*, "I.233:Frame Mode Bearer Services" Geneva, 1992.
 [9] *CCITT Recommendation*, "DSS1 Signaling Specification for Frame Mode Bearer Service," TD692 Rev.1, Geneva, Oct. 1991.
 [10] James P. Cavanagh, "Applying the Frame Relay Interface to Private Networks," *IEEE Communications Magazine*, pp. 48-64, March. 1992.



장 재 득

1986년 대전공업대학교 전자공학과(학사)
 1995년 한남대학교 대학원 전자공학과(석사)
 1983년~현재 한국전자통신연구소 신호서비스연구실 선임연구원

1995년~현재 IEEE Regional Activities 정회원
 관심분야: 패킷 통신망, Frame Relay, B-ISDN(ATM Switching System)



김 진 태

1980년 인하대학교 전자공학과(학사)
 1982년 인하대학교 대학원 전자공학과(석사)
 1996년 인하대학교 대학원 전자공학과(박사)

1988년~1989년 University of Missouri-Kansaa City 방문 연구원

1979년~현재 한국전자통신연구소 신호서비스연구실 실장, 책임연구원
 관심분야: B-ISDN/ATM 교환분야