

論文96-33A-5-5

B-ISDN 베어러 연결 형태에 따른 응용 신호 프로토콜의 성능 비교

(Performance Comparison of Application Signalling Protocol on B-ISDN Bearer Connection Types)

李成根 *, 柳相臣 **, 金惠鎮 **

(Sung Keun Lee, Sang Shin Yoo, and Duck Jin Kim)

요 약

광대역 ISDN 의 베어러 연결은 호에 포함된 단말 종단점의 접속 형태 및 종단점간에 제공되는 연결의 갯수에 따라 다양한 연결 형태가 존재한다. 본 논문은 B-ISDN CS-2 신호시스템의 초기 기능인 점-대-점 연결, 점-대-다중점 연결, 다중연결 등 세 가지 연결 형태에 대한 응용 신호 프로토콜의 성능을 비교 분석한다. 성능 분석을 위해 B-ISDN 응용 신호 프로토콜의 실험 모델을 구현하여, 프로토콜 메시지에 대한 각 프로세스의 메시지 처리시간을 측정하였다. 메시지 처리시간을 시내 교환 신호시스템에 적용하여, 시뮬레이션 방법에 의해 3 가지 연결 형태에 대한 응용 신호 프로토콜의 호 처리 능력을 평가한다. 본 논문에서 고려한 시내 교환 시스템은 2 개의 ATM NNI 링크와 4 개의 ATM UNI 링크를 갖는다고 가정하였다.

Abstract

Various types of B-ISDN bearer connection can take place according to access types of endpoint equipments in call and number of connection between endpoints. In this paper, performance of application signalling protocol on three basic facilities of B-ISDN CS-2 signalling system, such as connection of point-to-point, point-to-multipoint and multiconnection call, is evaluated and compared. For performance evaluation, experimental model of B-ISDN application signalling protocol is implemented and respective message processing time of each process is measured. By applying message processing time to local exchange system, call processing capacity of application signalling protocol on three basic connection types is evaluated by simulation method. In this paper, local exchange system is considered to have two ATM NNI links and four ATM UNI links.

I. 서 론

* 正會員, 三星電子 通信開發室 네트워크 研究팀
(Network Research Team, Telecom. R&D Center, Samsung Electronics)

** 正會員, 高麗大學校 電子工學科
(Dept. of Electronic Engineering, Korea Univ.)

※ 본 연구는 한국통신 장기기초과제 연구결과물의 일부임.

接受日字: 1996年1月25日, 수정완료일: 1996年4月25日

광대역 ISDN 신호 프로토콜은 다양한 광대역 서비스 특징을 수용하고, 사용자가 요구하는 품질 수준의 가상 연결의 설정, 유지 및 해제 기능을 수행한다. 따라서 협대역에서 광대역까지, 고정 속도와 가변 속도 등의 다양한 정보 형태의 통신을 위한 연결 설정 기능을 제공하여야 한다^{[1][2][3]}. 광대역 ISDN 의 베어러 연결은 사용자 정보의 전달 방향과 송·수신 대역폭의 관계에 따라 양방향 대칭, 양방향 비대칭 또는 단방

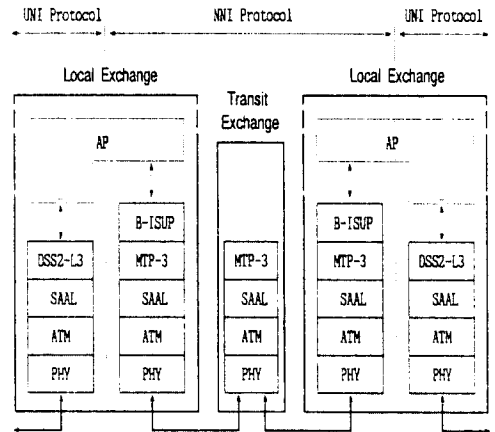
향 형태의 통신으로 분류되고, 하나의 호에 포함된 단말 종단점의 접속형태에 따라 점-대-점 연결, 점-대-다중점 연결, 다중점-대-점 연결 및 다자간 연결로써 분류된다. 또한 통신을 수행하는 종단점간에 제공되는 연결의 개수에 따라 단순 연결 및 다중연결로 구분된다^[4]. 단방향 점-대-다중점 연결 및 점-대-점 구조의 다중연결 기능은 ITU-T 신호 표준화 단계에서 CS-2 신호시스템의 초기 기능에 해당되며, 방송형 서비스 및 멀티미디어 서비스 수용을 위한 필수적인 기능이다^[5]^[6]^[7]. 점-대-다중점 연결 및 다중연결 기능은 광대역 ISDN 신호시스템에서 새롭게 지원되는 서비스로서, 이를 위해 응용 신호 프로토콜의 효율적인 상태관리 방법과 기능 확장이 용이한 구조 연구가 필요하다^[8]^[9]. 또한 ATM 교환 시스템의 효율적인 개발을 위해서는 새로운 광대역 ISDN 베어러 연결형태에 대한 성능 예측 및 각 연결형태에 대한 신호 프로토콜의 성능 비교 연구가 필요하다. 본 논문에서는 ITU-T 권고안 및 TD (Temporary Document) 에서 제안된 메시지, 프리미티브 및 상태를 분석하여, 점-대-점 단순 연결, 점-대-다중점 연결, 점-대-점 구조의 다중연결을 제공하기 위한 광대역 ISDN 응용 신호 프로토콜의 실험 모델을 구현하고, 각 연결형태에 따른 제어계의 호 처리 능력을 평가한다. 광대역 ISDN 응용 신호 프로토콜의 각 기능개체의 구현은 객체 지향 언어인 C++ 를 이용하였다. 기능의 모듈화 및 확장성을 실현하기 위해 각 기능개체를 독립적인 프로세스로 구성하였고, 신호 개체 내부 프로세스간의 통신 방식은 UNIX 에서 제공하는 데이터그램 소켓을 이용하였다. 구현된 각 기능개체는 2 개의 시내 교환 신호개체와 1 개의 중계 교환 신호개체로 구성된 실험망을 통하여 기능개체간의 연동 및 호 처리 절차 시험을 수행하였다. 각 연결형태별 성능비교를 위하여 구현한 응용 신호 프로토콜의 각 프로세스에 대해 메시지 처리시간을 측정하였다. 측정된 메시지 처리시간을 2 개의 ATM NNI 링크와 4 개의 ATM UNI 링크를 갖는 교환시스템에 적용, 제어계의 호 처리 능력을 평가하며, 점-대-점 연결, 점-대-다중점 연결 및 다중연결 등 세 가지 연결형태에 대한 기준 부하를 비교 분석한다. 본 논문의 구성은 II 장에서 광대역 ISDN 신호 프로토콜의 구조 및 응용 신호 프로토콜의 실험 모델 구성에 대해 언급하고, III 장에서는 시뮬레이션을 위한 성능지표 산출 및 각 프로세스의 메시지 처리시간 측정 결과를 나타낸다. IV

장에서는 시뮬레이션 방법에 의해 각 연결형태에 대한 성능평가 및 결과에 대한 검토를 수행한 후, V 장에서 결론을 맺는다.

II. 응용 신호 프로토콜 실험 모델 구성

1. 광대역 ISDN 신호시스템의 구조

광대역 ISDN 신호시스템은 그림 1 에 나타낸 바와 같이 사용자-망간, 망간 인터페이스에 따라 각 계층으로 구성되어 있다. 신호 프로토콜은 크게 전달 프로토콜과 응용 신호 프로토콜로 구분할 수 있다. 전달 프로토콜은 목적지까지 신뢰성 있는 정보 전달을 보장하는 신호망 기능 이하의 계층을 의미한다. 따라서 사용자-망 인터페이스에서는 ATM 적층 계층 이하가 이에 포함되고, 망간 인터페이스에서는 MTP-3 이하 계층이 이에 속한다. 응용 신호 프로토콜은 통신을 수행하는 개체간의 호 설정 절차를 규정한다. 따라서 DSS2 (Digital Subscriber Signalling No.2) 계층 3 기능, B-ISUP (B-ISDN User Part) 프로토콜 처리부 및 응용 프로세스가 이에 속한다.



AP : Application Process B-ISUP : B-ISDN User Part
MTP : Message Transfer Part PHY : Physical Layer
DSS2-L3 : Digital Subscriber Signalling System No.2 Layer 3
SAAL : ATM Adaptation Layer for Signalling

그림 1. B-ISDN 신호시스템의 구조
Fig. 1. Architecture of B-ISDN signalling system.

2. 응용 신호 프로토콜 실험 모델 구성

본 논문에서 고려한 응용 신호개체에 대한 구성도를 세부 프로세스 관점에서 나타내면 그림 2 와 같으며,

프로토콜 구조 모델에서의 각 계층을 하나의 독립적인 프로세스로 구성하였다. 또한 각 신호개체에는 타이머를 관리하는 별도의 타이머 프로세스가 존재한다. 프로세스간의 통신은 UNIX 운영체제에서 제공하는 데이터그램 소켓을 통해 수행되며, 고정된 크기의 메시지 단위로 통신을 수행한다.

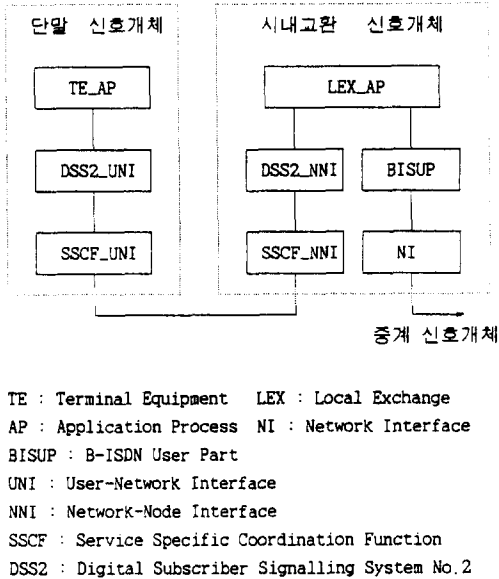


그림 2. 각 신호개체의 프로세스 구성도
 Fig. 2. Process configuration of signalling entities.

메시지의 형식은 응용 프로세스와 UNI 및 NNI 프로토콜 처리부와의 효율적인 정보전달을 위해 UNI 와 NNI 메시지 형식으로 구성되는데 두 개의 인터페이스를 동시에 관리하는 국부 교환기 응용 프로세스에서는 이들에 대한 상호 변환기능을 수행한다. 본 논문에서 구현한 NNI 메시지 형식의 구성 및 세부의미를 그림 3 과 같이 정의하였다. 메시지 플래그는 메시지의 시작을 나타내는 영역이며, 송신 식별자는 메시지를 생성한 프로세스 번호를 나타낸다. 부-기능 영역은 수신 프로세스내에 전달되어야 할 서브 모듈의 번호를 나타내므로 수신 측에서 메시지를 효율적으로 분배할 수 있다. SID (Signalling Identifier)는 응용 프로세스와 프로토콜 처리부간의 연결에 대한 식별을 제공하는 기준이 되는 값이며, 이 영역은 다른 노드와 연결 식별을 위한 OSID (Originating Signalling Identifier) 값으로 대응된다. 라우팅 정보는 호 제어 응용 프로세스에서

생성되는 정보로서, 메시지 전달부에서는 이를 기준으로 메시지의 경로선택 기능을 수행한다. 파라미터 영역은 메시지 내에 부수적으로 포함되어야 할 정보로서 호 설정 요구 메시지의 경우, 착신자의 주소정보, 요구된 대역폭, 연결특성 등이 파라미터에 포함되어 전달된다. UNI 메시지 형식은 메시지 헤더부와 파라미터 영역은 동일하며, 응용 프로세스와 UNI 프로토콜 처리부와의 호 식별을 위하여 SID 대신 TID (Terminal Identifier) 가 존재하고, 경로선택이 불필요하므로 라우팅 정보영역은 존재하지 않는다.

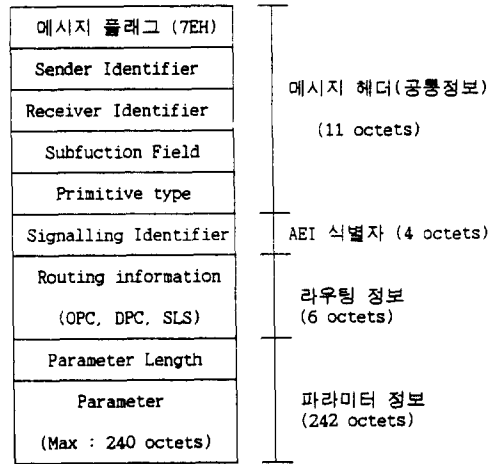


그림 3. NNI 메시지 형식
 Fig. 3. Format of NNI message.

각 기능개체의 구현은 객체 지향 언어인 C++ 를 이용하였다. 기능의 모듈화 및 확장성을 실현하기 위해 호를 구성하는 각각의 요소들을 모두 클래스로 정의하였고, 호 인스턴스의 효율적 관리를 위해 각 인스턴스의 포인터를 관리하는 객체 관리 클래스를 설계하였다. 구현된 각 기능개체는 일차적으로 ISO 에서 제안한 OSI 국부 시험방법에 의거하여 기본적인 상태천이에 대한 적합성 시험을 수행하였다. 각 신호 기능개체간의 연동 및 전반적인 호 처리 절차를 시험하기 위해 2 개의 시내 교환 신호개체와 1 개의 중계 교환 신호개체로 구성된 실험망을 구성하였다. 각 시내 교환 신호개체는 3 개의 B-ISDN 단말 신호개체가 연결된다. 실험망을 통해 세 가지 형태의 호 설정/해제 및 추가/탈퇴에 대한 상호연동 시험을 수행하였다. 각 교환 신호개체의 소프트웨어는 3 대의 상용 UNIX 워크스테이션에서 실행되므로, 교환 신호개체간의 통신은

Ethernet 에서 제공하는 Internet 소켓을 통해 수행되고, 신호개체 내부 프로세스간의 통신 방식은 UNIX 에서 제공하는 데이터그램 소켓 (datagram socket) 을 이용하였다^{[3] [10]}.

Ⅲ. 성능지표 및 메시지 처리시간 측정

1. 교환 시스템 성능평가 방법

교환기는 기본적인 전화 서비스 뿐 만 아니라 다양한 부가 서비스들을 가입자가 만족할 만한 품질 수준으로 제공하여야 한다. 서비스 품질은 가입자에게 적절한 서비스를 제공하기 위해 만족해야 할 교환기의 성능설계 목표치를 의미하며, 기준부하, 지연시간 및 호 손실 확률 등이 이에 속한다. 기준부하는 기준부하 A 와 기준부하 B 가 있는데, 기준부하 A 는 교환기가 최번시 가입자 회선이나 중계선에 제공하고자 하는 평균 트래픽 량을 의미하며, 기준부하 B 는 계획된 정상 수준을 초과하는 트래픽 량으로서 교환기의 용량은 기준부하 B 를 만족하도록 설계하여야 한다. 지연시간은 호 요구 지연시간, 호 설정 지연시간, 통화로 접속 지연시간, 호 착신 지연시간 등이 있다. 호 요구 지연시간은 자국 가입자 회선으로부터 호 요구에 대한 지연시간을 의미하며, 일괄(en-bloc) 전달방식에서는 SETUP 메시지를 수신한 후 CALL PROCEED 메시지를 응답하는데 소요되는 시간을 의미한다. 호 설정 지연시간은 사용자 단말로부터 SETUP 메시지 수신한 이후, 자국호의 경우에는 착신 단말에게 SETUP 메시지를, 출중계호의 경우 중계 교환기로 IAM 메시지를 전송하는데 지연되는 시간을 의미한다. 통화로 접속 지연시간은 CONNECT 메시지 수신 이후 자국호의 경우에는 CONNECT ACK 메시지를, 국간 호의 경우에는 ANSWER 메시지를 전달하는데 걸리는 시간이다. 호 착신 지연시간은 상대 노드로부터 호 설정 요구 메시지 (IAM) 를 수신한 후 착신 단말에게 SETUP 메시지를 전송하는데 소요되는 시간이다. 호 출음 송출 지연시간은 자국호의 경우에는 착신 단말로부터 ALERTING 메시지를 수신한 이후 발신 단말에게 ALERTING 메시지 전송하는 시간이며, 입중계호의 경우에는 착신 단말로부터 ALERTING 메시지를 수신한 이후 발신 교환 노드로 ADDRESS COMPLETE 메시지를 전송하는데 소요되는 시간을

의미한다. 호 손실이란 발신 가입자와 착신 가입자간의 통화로를 설정할 수 없어서 블럭킹되는 호 시도나 초과 지연된 호 시도를 나타낸다.

일반적으로 제어계의 호처리 용량을 산출하는 목적은 교환기의 성능이 설계 명세서를 만족시키는지를 조사하고, 시스템의 설계에 도움을 주며 또한 이를 최적화 시키는데 있다고 볼 수 있다. 제어계의 처리능력은 지연시간 관점에서 정의될 수 있다. 즉 제어계의 처리능력은 이들 지연시간들을 만족시키면서 제어계가 최대로 처리할 수 있는 호의 수로서 정의되는데, 이러한 처리능력 이상의 호가 교환기에 부가되면 지연시간 항목 중 하나 이상이 목표치를 초과하게 된다. 제어계의 호처리 용량 산출방법에는 CPU 점유율과 트래픽을 고려한 선형모델에 의한 산출방법과 대기 행렬 이론 (queueing theory) 를 이용한 해석적 산출방법, 그리고 시뮬레이션에 의한 산출방법이 있다. 선형모델에 의한 방법과 해석적 방법은 적용범위가 제한되며 근사적인 방법이 많이 사용됨에 따라 신뢰도가 떨어지는 단점이 있다. 따라서 교환기의 성능분석 방법으로 시뮬레이션에 의한 산출방법이 주로 사용되므로, 본 연구에서는 시뮬레이션 방법에 의해 각 연결형태에 따른 제어계의 호처리 용량을 산출한다.

2. 성능 지표 산출

본 연구에서 구현한 소프트웨어가 적용될 시내 교환 시스템은 2 개의 ATM NNI 링크와 4 개의 ATM UNI 링크를 갖는다고 가정하였고, 전체 네트워크는 그림 4 와 같이 6 개의 노드로 구성된다고 가정하였다.

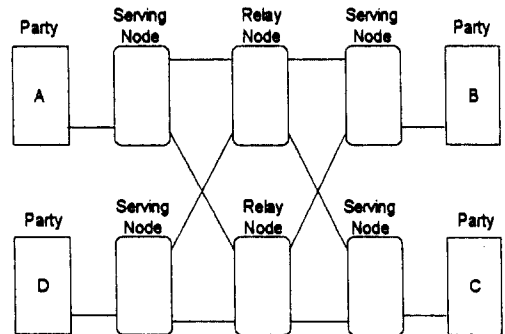


그림 4. 네트워크 구조
Fig. 4. Network topology.

교환기간의 연결을 담당하는 ATM NNI 링크는 4096 개의 가상 채널 (VC : Virtual Channel) 을 수용하

고, 가입자 단말을 정합시키는 ATM UNI 링크는 최대 1024 가상 채널을 처리하고, 가상 채널 점유율은 0.8, 호 지속시간은 90 초로 가정하였다. 또한 각 프로세서간의 통신은 D-Bus (서브 시스템내의 노드들을 서로 연결하는 공통 버스) 에 의해 수행되며, RTC (Real Time Clock) 인터럽트 주기는 5 msec, 전송속도는 10 Mbps 이며, 스위칭 오버타임은 0.0032 msec 로 가정하였다.

따라서 앞의 가정을 토대로 하여 ATM NNI 프로세스가 반드시 제공하여야 할 호 처리 용량은 다음과 같은 방법으로 산출 가능하다.

- 링크당 호 처리 용량 = $4096 \text{ VCs} \times 0.8 \times 3600 \text{ sec} / 90 \text{ sec} = \text{약 } 13\text{만 BHCA}$
- NNI 의 ALS (ATM Local Switching subsystem)는 2개의 링크를 수용할 수 있다고 가정하였으므로, 전체 시스템의 호 처리 용량은 약 26 만 BHCA 이다.

또한 ALS-UNI 가 처리하여야 할 호 처리 용량은 동일한 방법으로 구할 수 있다.

- 링크당 호 처리 용량 = $1024 \text{ VCs} \times 0.8 \times 3600 \text{ sec} / 90 \text{ sec} = 32,768 \text{ BHCA}$
- UNI 의 ALS 는 4 개의 링크를 수용할 수 있다고 가정하였으므로, 호 처리 용량은 약 13만 BHCA 가 요구된다. 따라서 응용 프로세스는 이들 중 최대 값을 취한 26만 BHCA 이상의 호 처리가 가능해야 한다.

3. 각 프로세스의 메시지 처리시간 측정

제어계 호 처리 용량을 구하기 위해서는 호 설정을 위해 전달되는 각 메시지의 처리시간을 측정하여야 한다. 하나의 프리미티브를 순수하게 처리하는데 소요되는 시간을 측정하기 위하여, 초기 상태에서부터 해당 프리미티브가 수신되어야 할 상태까지 천이 시킨 후, 해당 프리미티브를 입력한 시점부터 이에 대한 출력 프리미티브를 전달하는 시점까지의 시간을 측정하였다. 시간 측정을 위하여 UNIX 운영체제에서 제공하는 실시간 시계 (real-time clock) 를 이용하였으며, 이러한 기능을 제공하는 `gettimeofday()` 함수를 이용하였다. UNIX 운영체제는 멀티프로그래밍 환경이기 때문에 복수 개의 사용자 프로그램과 운영체제 커널 프로그램이 동시에 시분할 방식으로 실행되므로 운영체제의 상태에 따라 측정값이 달라질 수 있다. 따라서 이러한 문제

를 최소화하기 위해 프로세스의 우선 순위를 UNIX 가 제공하는 최대 값인 -20 을 갖도록 하였고, 수퍼 사용자 모드에서 실행하여 측정하였다. 또한 하나의 호 설정을 위해 필요한 프리미티브 종류에 따라 처리시간이 서로 다르므로, 이에 대해 각 프리미티브를 처리할 수 있는 상태까지 천이 시킨 이후에, 해당 프리미티브에 대한 처리시간을 측정하도록 하기 위해 그림 5 와 같은 메시지 처리시간 측정 프로그램을 구성하였다. 하나의 예로써, DSS2 계층 3 내의 Alerting_req 프리미티브의 처리시간을 측정하기 위해서는 SETUP 을 인가하여, DSS2 계층 3 의 호 상태를 call_init 상태로 천이시킨 후 Alerting_req 프리미티브를 입력하여 이에 대한 처리시간을 측정하였다. 그러나 실제 교환 시스템은 실시간 운영체제와 Chill 언어를 사용한 환경이므로 측정된 메시지 처리시간은 상대적인 의미를 갖는다.

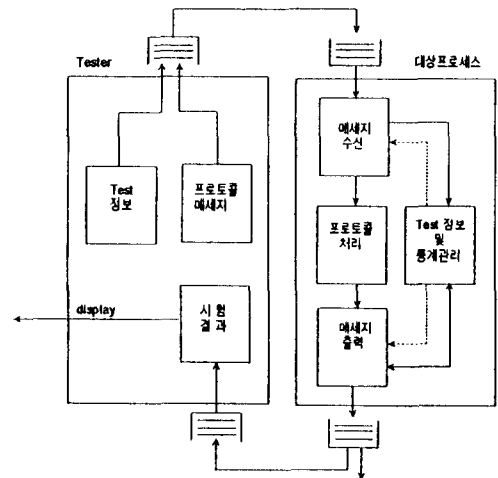


그림 5. 메시지 처리시간 측정 방법

Fig. 5. Measurement of message processing time.

점-대-점 연결 및 점-대-다중점 연결에 대해서는 착신 호 및 발신 호 설정에 관련된 프리미티브의 처리시간을 측정하였고, 다중연결의 경우에는 동시에 설정하는 연결의 갯수를 1, 2, 4, 6 으로 변화시켜면서 처리시간을 측정하였다. 각 프리미티브 당 110 회 시간을 측정하여, 중간에 위치하는 100 회에 대한 평균과 분산을 구하였다. 표 1 에 DSS2 계층 3 프로세스의 착신 호 및 발신 호에 관련된 프리미티브의 처리시간 측정 결과를 나타내었으며, B-ISUP 프로토콜 처리부의 처리시간은 표 2 에 나타내었다. 또한 응용 프로세스는

표 1. DSS2 계층 3 프로세스의 메시지 처리 시간 측정값 (단위 : μs)

Table 1. Message processing time of DSS2 layer 3 process.(unit : μs)

호 종류 메시지	점-대-점 연결	점-대-다 중점연결	다중연결(연결갯수)			
			1	2	4	6
Setup_req	193	199	252	312	491	710
ALERTING	118	119	148	157	180	198
CONNECT	113	117	175	179	193	204
SETUP	266	298	315	461	598	733
Alert_req	96	117	137	148	197	214
Setup_resp	212	236	236	271	421	583

표 2. B-ISUP 프로토콜 처리부의 메시지 처리 시간 측정값 (단위 : μs)

Table 2. Message processing time of B-ISUP protocol function.(unit : μs)

호 종류 메시지	점-대-점 연결	점-대-다 중점연결	점-대-다 중점연결
Setup_req	259	402	455
IAA	132	172	174
ACM	169	223	226
ANM	141	186	192
IAM	263	414	461
Res_accept	157	167	189
Add_comp	135	155	167
Answer	143	170	201

표 3. 응용 프로세스의 메시지 처리 시간 측정값 (단위 : μs)
(국부 가입자간의 호 설정 절차)

Table 3. Message processing time of call control application process.(unit : μs)
(Local call setup procedure).

호 종류 메시지	점-대-점 연결	점-대-다 중점연결	다중연결(연결갯수)			
			1	2	4	6
Setup_ind	265	389	423	590	756	1212
Alert_ind	73	105	141	211	301	488
Setup_conf	75	110	147	219	313	472

표 4. 응용 프로세스의 메시지 처리시간 측정값 (단위 : μs) (출중계호 설정 절차)

Table 4. Message processing time of call control application process.(unit : μs)
(Inter-node call setup procedure)

호 종류 메시지	점-대-점 연결	점-대-다 중점연결	다중연결(연결갯수)			
			1	2	4	6
Setup_ind	267	389	426	608	950	1258
Add_Com_ind	74	105	145	275	542	1094
Answer_ind	75	110	157	221	451	918

국간 호 입중계호 및 출중계호로 분리하여 각각에 대해 처리시간을 측정하여 표 3 과 표 4 에 각각 나타내었다. DSS2 계층 3 프로토콜의 경우 착신 호 요구 메시지 (SETUP) 등 착신에 관련된 메시지의 처리시간이 발신 관련 메시지보다 상대적으로 오래 걸리는 이유는 메시지내의 정보요소에 대한 검사를 수행하는데 소요되는 시간에 기인한다고 할 수 있다.

또한 다중연결의 경우 연결의 갯수가 증가됨에 따라 처리시간이 완만하게 증가되므로, 복수 개의 연결이 요구되는 서비스의 경우에 새로운 연결의 추가보다는 최초의 호 설정 시에 복수 개의 연결을 미리 설정하는 것이 처리시간 관점에서는 더 효율적이라고 할 수 있다.

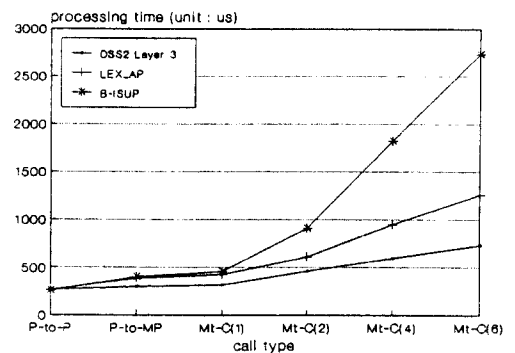


그림 6. 호 설정 메시지 처리시간 비교

Fig. 6. Comparison of call setup message processing time.

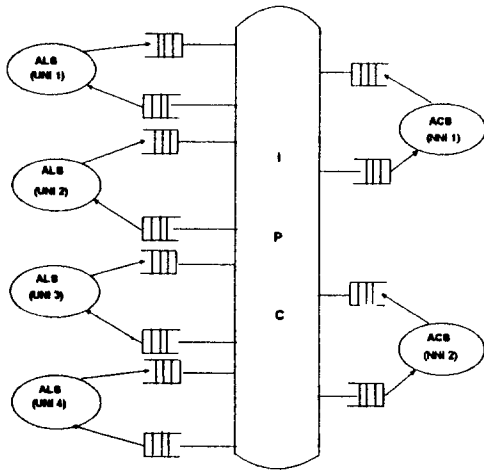
그림 6 은 각 프로세스의 호 설정 요구 메시지의 처리 시간에 대한 비교를 나타낸 것이다. 점-대-점 연결과 점-대-다중점 연결, 하나의 연결을 설정하는 다중연결

의 경우 연결 설정 절차가 거의 동일함에도 불구하고 각 프로세스별 처리시간이 비교적 큰 차이가 발생한 이유는 각 연결 설정 메시지내의 파라미터가 서로 다르기 때문이다. 점-대-다중점 연결 및 다중연결은 점-대-점 연결의 경우보다 종단점 식별자 또는 연결 식별자 등 파라미터가 추가되기 때문에 이들을 검색, 관리 하는데 소요되는 시간만큼의 편차가 발생한다고 할 수 있다. 다중연결의 경우, B-ISUP 프로토콜 처리부의 처리시간이 연결에 갯수에 비례하여 선형적으로 증가한 이유는 각 연결을 서로 독립적인 인스턴스를 통해 처리하기 때문이다.

IV. 성능평가 및 결과 검토

1. 제어계의 큐잉 네트워크 모델

일반적으로 제어계는 다중 프로세서 분산 제어 방식 구조를 갖고, IPC (Inter Processor Communication) 네트워크를 통하여 프로세스간 메시지 통신을 수행한다. 메시지가 전송로를 지나 프로세서의 서비스를 받기 위해서 대기 중일 때나, 프로세서로부터 처리를 받은 후 IPC 네트워크를 통하여 메시지가 전송될 때 큐(queue)가 발생하게 된다^{[11][12]}.



ACS : ATM central switching system
 ALS : ATM local switching system
 UNI : User-Network Interface
 NNI : Network-Node Interface
 IPC : Inter-Processor Communication

그림 7. 응용 프로토콜의 큐잉 네트워크 모델
 Fig. 7. Queueing network model of application protocol.

그림 7 에 본 논문에서 고려한 큐와 서버의 상호 연결 상태를 큐잉 네트워크 모델로 나타내었다. 시뮬레이션을 위한 호 도착 모델은 지수분포로 가정하였다. 광대역 통신망에서의 멀티미디어 서비스 데이터 모델은 MMPP 나 ON-OFF 소스의 중첩을 기본으로 하여 모델링하는 것이 일반적이지만, 본 논문에서는 신호 프로토콜 관점만을 고려한 것이므로 입력신호의 도착간격에 대한 분포는 지수분포로 가정하였다.

2. 시뮬레이션을 위한 초기화

제어계의 호 처리 용량을 시뮬레이션 하기 위한 메시지 엔터티의 속성은 표 5 와 같다. 이는 각 엔터티의 생성시간 및 엔터티의 루팅을 위한 정보필드 등의 정보를 기록한다^[13]. 또한 각 메시지의 처리시간 및 트래픽 값은 공통변수로 할당하여 다양한 경우를 시뮬레이션 할 수 있도록 하였다. 시뮬레이션을 위한 모델 및 프로그램에서 사용한 주요 공통변수를 표 6 에 나타내었다.

표 5. 메시지 엔터티의 속성 할당표
 Table 5. Attribute allocation table for message entity.

attribute	기 능
ATRIB(1)	Creation time
ATRIB(2)	Origination ID(Entity가 발생한 node)
ATRIB(3)	Destination ID(자국호와 타국호를 구별)
ATRIB(4)	Message type field
ATRIB(5)	Call type (P-to-P, P-to-MP, Multicon)
ATRIB(6)	Receiver Processor ID
ATRIB(7)	처리시간
ATRIB(8)	Multiconnection 갯수
ATRIB(9)	Multiconnection의 연결 번호
ATRIB(10)	P-to-MP 개수

3. 시뮬레이션 결과

응용 프로토콜의 호 처리 용량을 구하기 위해 각 연결형태에 따라 호 발생률을 점진적으로 증가시키면서 (XX(1), XX(11) 의 값을 변경) 시뮬레이션을 수행하여, 다음과 같은 4 개의 지연시간을 구하였다.

- 지연시간 1 : 호 설정 지연시간
- 지연시간 2 : 호출음 송출 지연시간
- 지연시간 3 : 호 착신 지연시간
- 지연시간 4 : 발신측 통화로 접속 지연시간

표 6. 공통변수 할당표

Table 6. Allocation table for common variables.

공통변수	용도
XX(1)	트래픽 발생
XX(2)	Sim_Call_Type(single, mixed)
XX(3)	Call type(P-to-P, P-to-MP, MP-to-MP)
XX(4)	점-대-점 연결 호 발생 확률
XX(5)	점-대-다중점 연결 호 발생 확률
XX(6)	다중연결 호 발생 확률
XX(7)	Sim_Direct_Type(1. single, 2. mixed)
XX(8)	Direct_Type(1. 자국호, 2. 타국호)
XX(9)	자국호 확률
XX(10)	출중계 확률
XX(11)	IAM의 입증계측의 호 발생률
XX(12)	다중 연결 호의 경우 connection 수
XX(13)~ XX(15)	Reserved
XX(16)~ XX(42)	각 메시지의 처리시간
XX(13)	Checking time
XX(44)	Interrupt Cycle
XX(45)	출중계 응답시간
XX(46)	D-bus Switching over time
XX(47)	D-bus speed
XX(48)	D-bus buffer
XX(49)	flag

그림 8 에 시뮬레이션을 통해 구한 점-대-점 연결에 대한 지연시간을 나타내었다. 결과를 보면 호 발생률이 증가됨에 따라 매우 완만한 지연시간의 상승을 나타내다가 지연시간이 급격히 증가함을 알 수 있다. 교환기가 가입자에게 적절한 서비스를 제공해 줄 수 있도록, 교환기의 성능설계 목표치로서 ITU-T 에서 권장하고 있는 항목들이 있다. 호 설정 기준시간은 기준부하 A 에서 출중계호인 경우 300 msec 이하, 중계호인 경우는 250 msec 이하를 권고하고 있다. 또한 통화로 접속 지연시간은 기준부하 A 에서 자국호 및 입증계호인 경우 250 msec 이하, 출중계호 및 중계호인 경우 350 msec 이하를 권고하고 있다. 또한 호 해제 지연시간인 경우도 대략 250-300 msec 이하를 권고하고 있다^[14]. 본 논문에서는 이에 근거하여 300 msec 이하의 지연

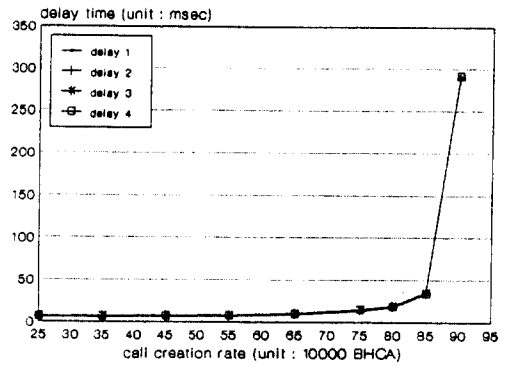


그림 8. 점-대-점 연결의 지연시간
Fig. 8. Delay time for point-to-point connection.

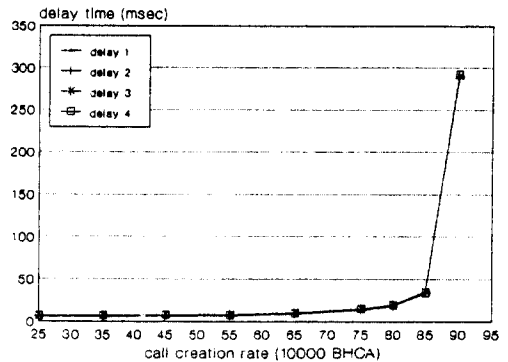
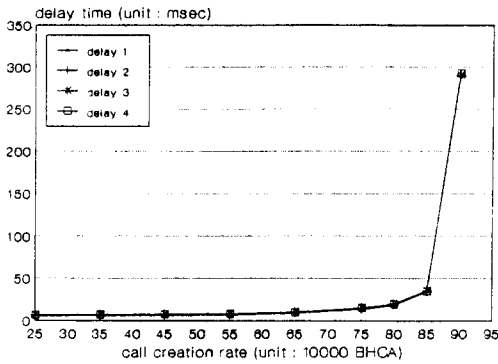
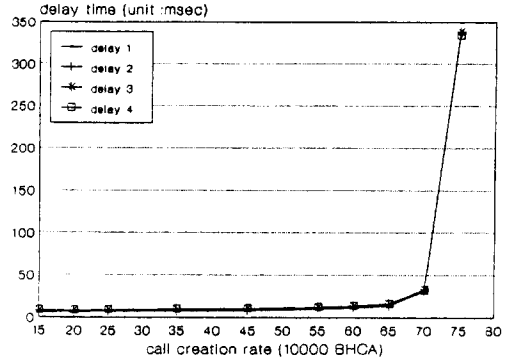


그림 9. 점-대-다중점 연결의 지연시간
Fig. 9. Delay time for point-to-multipoint connection.

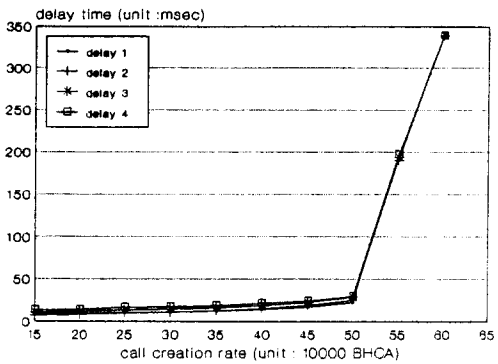
시간을 만족해야 한다고 가정하였다. 따라서 4 가지 형태의 지연시간 중에서 가장 큰 값인 지연시간 3 (호 착신 지연시간) 이 300 msec 를 초과하는 시점이 최대 호 처리 용량이 된다. 이를 통해 점-대-점 연결의 기준 부하는 약 90 만 BHCA 임을 알 수 있다. 각 메시지 처리시간에 약간의 차이가 있음에도 불구하고, 지연시간은 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 특히 호 발생률이 낮은 지점에서는 각 지연시간은 거의 차이가 없고, 호 발생률이 증가됨에 따라 각 지연시간에 대해 미미한 차이가 발생함을 알 수 있다. 점-대-다중점 연결에 대한 지연시간에 대한 시뮬레이션 결과를 그림 9 에 나타내었고, 다중연결의 경우 동시에 설정하는 연결 갯수를 1, 2, 4, 6 으로 변화시켜가며, 지연시간에 대한 시뮬레이션을 수행하였는데 그 결과를 그림 10 에 각각 나타내었다.



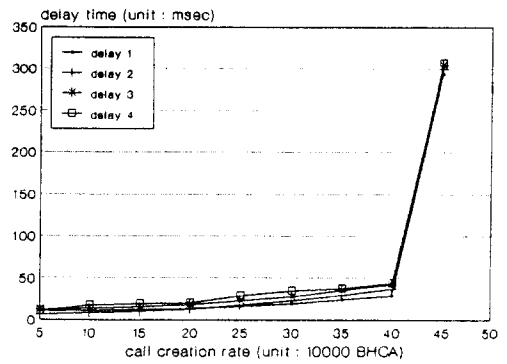
(a) 연결 갯수 1



(b) 연결 갯수 2



(c) 연결 갯수 4



(d) 연결 갯수 6

그림 10. 다중연결의 지연시간

Fig. 10. Delay time for multiconnection.

4. 시뮬레이션 결과 분석 및 검토

각 연결에 따른 시뮬레이션 결과를 분석하면 공통적으로 호 발생률이 증가함에 따라 점진적인 지연시간의 상승을 나타내다가 어느 시점에서 급격하게 증가되는 것을 알 수 있다. Asymptotic method 에 의하면 가로축을 평균 호 발생률로, 세로축을 지연시간으로 하는 그래프에서 최초 지연시간과 최대 지연시간의 두 사선이 교차되는 점을 급격히 증가하는 순간으로 설정하고 이 점이 최대 호 처리 용량을 의미한다^{[15][16]}. 그림 11 에 호 설정 지연시간 (지연시간 1) 을 기준으로 각 연결형태에 따른 지연시간을 비교하였다. 점-대-점 연결, 점-대-다중점 연결 및 하나의 연결을 설정하는 다중연결의 경우 각 메시지의 처리시간에 약간의 차이가 있음에도 불구하고 호 발생률에 따른 지연시간의 변화는 거의 동일한 특성을 나타냄을 알 수 있다. 연결의 갯수가 증가됨에 따라 지연시간이 급증하므로 메시지의 처리시간 보다는 호 절차에 포함되는 메시지 갯수가 지연시간에 미치는 영향이 매우 크다는 것을 알 수 있다.

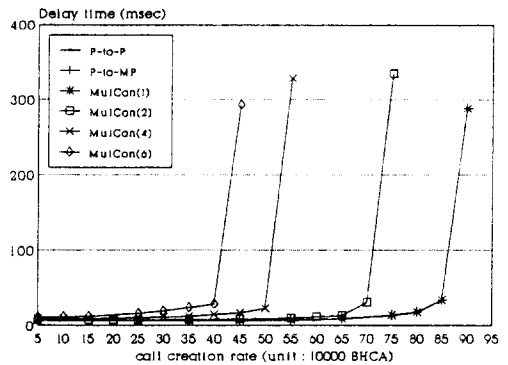


그림 11. 각 연결에 따른 지연시간 비교도

Fig. 11. Comparison of delay time according to connection type.

교환기의 일반적인 최대 지연시간인 300 msec 를 기준으로 각 연결형태에 대한 기준부하를 구하였고, 그 결과를 표 7 에 나타내었다. 본 논문에서 가정한 교환기의 최대 부하는 발생하는 모든 호가 6 개 연결의 동시 설치를 요구하는 다중연결인 경우이다. 이러한 최악의 경우에도 약 43 만 BHCA 를 처리할 수 있으므로,

본 논문에서 가정한 교환기의 호 처리 능력인 최소 26 만 BHCA 를 만족함을 알 수 있다. 각 연결형태에 따른 기준부하 비교표에 나타난 바와 같이 점-대-점 연결이 6 개의 연결을 처리하는 다중연결에 비해 약 2.1 배의 호 처리 능력을 갖는다.

표 7. 각 연결 별 기준부하 비교표
Table 7. Comparison of reference load.

연결 형태	항 목	기준 부하 (단위 1만 BHCA)
점-대-점 연결		90
점-대-다중점 연결		90
다중연결 (연결 갯수 1)		90
다중연결 (연결 갯수 2)		74
다중연결 (연결 갯수 4)		55
다중연결 (연결 갯수 6)		43

그림 12 에는 점-대-점 연결에 대한 응용 신호 프로토콜의 호 처리 용량을 기준점 1 로 볼 때 각 연결형태에 대한 상대적 성능비교를 나타내었다.

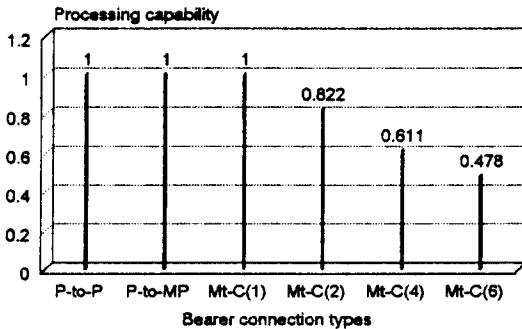


그림 12. 각 연결에 대한 상대적 성능비교
Fig. 12. Comparison of performance according to connection type.

또한 하나의 호 설정 이후 연결 및 상대단의 추가로 인해 부하에 미치는 영향은 점-대-점 연결 설정과 유사할 것으로 예상되므로, 복수 개의 연결을 필요로 하는 서비스는 호 설정 단계에서 가능한 많은 연결을 동시에 설정하는 것이 호 처리 관점에서 더 효율적이다 할 수 있다. 그러나 이러한 점은 호 처리의 효율성 이외에 대역폭 및 자원의 효율적인 관리측면에서 함께 고려되어야 할 것이다. 표 8 에 본 논문에서 가정한 최소 기준부하인 26 만 BHCA 호 발생률에 대한 각 연결의 지연시간을 나타내었다. 점-대-점 연결, 점-대-다중점 연결 및 다중연결 (연결 갯수 1) 을 비교해보면, 미세

하지만 약간의 지연시간에 차이가 있음을 알 수 있다. 이들 연결 설정 절차 및 메시지 갯수가 동일하므로 이에 대한 차이는 각 메시지의 처리시간에 기인한다고 할 수 있다.

표 8. 각 연결 별 지연시간 (26 만 BHCA)
Table 8. Delay time in 260000 BHCA.

호 종류 메시지	점-대-점 연결	점-대-다 중점연결	다중연결(연결갯수)			
			1	2	4	6
지연시간 1	6.225	6.388	6.668	7.989	12.42	23.81
지연시간 2	5.877	5.963	6.047	7.189	12.87	29.55
지연시간 3	7.237	7.344	7.386	9.752	18.84	37.49
지연시간 4	6.350	6.647	6.670	9.340	16.40	35.05

V. 결 론

본 연구는 광대역 ISDN 의 가장 기본적인 베어러 연결형태인 점-대-점 단순 연결, 점-대-다중점 연결, 점-대-점 구조의 다중연결에 대한 응용 신호 프로토콜의 성능비교를 수행하였다. 성능분석을 위해 B-ISDN CS-2 응용 신호 프로토콜의 실험 모델을 구현하여, 프로토콜 메시지에 대한 각 프로세스의 메시지 처리시간을 측정하였다. 성능분석을 위해 2 개의 ATM NNI 링크와 4 개의 ATM UNI 링크를 갖는 시내 교환노드를 가정하여 이에 대한 호 처리 용량을 산출하였다. 가정한 교환 시스템에서 만족해야 할 성능 지표는 DSS2 계층 3 프로세스는 약 13 만 BHCA, B-ISUP 프로토콜 처리부는 약 26 만 BHCA, B-ISUP 응용 프로세스는 약 26 만 BHCA 를 처리하여야 한다. 호 설정을 위해 필요한 인스턴스 생성 및 식별자의 할당 등 가장 많은 처리시간이 요구되는 최초의 호 설정 요구 메시지의 처리시간은 점-대-점 연결의 경우 약 260 μ s 가 소요되고, 다중연결의 경우 동시에 설정하는 연결의 갯수가 증가함에 따라 소요 시간은 완만한 상승을 나타내었다. 또한 B-ISUP 프로토콜 처리부는 모든 연결에 대해 독립적인 연결로 처리하고, 연결 설정 절차가 동일함에도 불구하고, 점-대-점 연결, 점-대-다중점 연결 및 다중연결에 대한 처리시간이 비교적 큰 차이가 나는 이유는 프리미티브 분배 및 합성을 수행하는데 상당한 처리지연이 나타남을 의미한다. 제어계의 호 처리 용량을 추출하기 위해 각 연결형태에 따라 호 발생

를 변화시켜가며 시뮬레이션을 수행하였다. 점-대-점 연결, 점-대-다중점 연결 및 하나의 연결을 포함하는 다중연결의 호 처리 능력은 거의 비슷하며, 점-대-점 연결이 6 개의 연결을 동시에 처리하는 다중연결에 비해 약 2.1 배의 호 처리 능력을 갖는다. 따라서 다수의 연결이 필요한 서비스에는 최초의 호 설정 단계에서 다수 개의 연결을 동시 설정하는 것이 새로운 연결을 추가하는 방법보다 교환 노드의 처리시간 측면에서 유리하다고 할 수 있다. 각 프로세스의 메시지 처리시간이 서비스 등급의 지연시간에 미치는 영향은 상대적으로 미미하고, 설정에 관련된 메시지 갯수가 큰 영향을 미친것으로 나타났다. 본 논문에서 시뮬레이션을 통해 구한 성능비교 결과는 ATM 단말 및 교환기 개발 시에 적용 및 응용이 가능하리라 사료된다.

참 고 문 헌

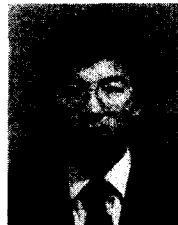
- [1] ITU-T Recomm. I.150, B-ISDN Functional Characteristic, Jun. 1992.
- [2] ITU-T Recomm. I.211, B-ISDN Service Aspects, Jun. 1992.
- [3] 김덕진, 이성근 외, "광대역 ISDN 신호방식의 ISCP 에 관한 연구", 한국통신 장기 기초 연구 과제 최종 보고서, 고려대학교 정보통신기술공동연구소, 1995.12
- [4] ITU-T SG XI, Broadband Capability Set 2 Signalling Requirements, Dec. 1993.
- [5] ITU-T SG XI, Baseline Text For the Harmonized Signalling Requirements, 1992. 3.
- [6] J. S. Turner, "New directions of ISDN towards B-ISDN", *IEEE Network Magazine*, pp. 7~13, Jan. 1989.
- [7] ITU-T SG XI, Broadband Capability Set 2 Signalling Requirements, Dec. 1993.
- [8] ITU-T Draft Recomm. Q.2971, Point-to-Multipoint Call/Connection Control, Sep. 1994.
- [9] ITU-T Draft Recomm. Q.293x, Generic Concepts for the Support of Multipoint and Multiconnection Call, Sep. 1994.
- [10] D. J. Kim and S. K. Lee, "Implementation of B-ISDN Signalling for Point-to-Point Connection", *2nd APCC '95*, Osaka, Jun. 1995.
- [11] G. William, "Performance Modelling of Signalling System No.7", *IEEE Comm. Magazine*, Jul. 1990.
- [12] M. Law and W. D. Kelton, *Simulation Modelling & Analysis 2nd Edition*, McGraw-Hill, 1991.
- [13] B. Pritsker, *Introduction to Simulation and SLAM II*, A Halsted Press Book, 1986.
- [14] 한국전자통신연구소, TDX-10 성능평가, 1993.
- [15] L. Kleinrock, *Queueing System, volume I : Theory*, New York, Wiley, 1975.
- [16] L. Kleinrock, *Queueing System, volume II : Computer Applications*, New York, Wiley, 1975.

저 자 소 개



李 成 根(正會員)

1962년 8월 28일생. 1985년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업. 1987년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1987년 2월 ~ 1992년 9월 삼성전자 통신연구소 연구원. 1995년 8월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1996년 3월 현재 삼성 전자 네트워크연구팀 선임 연구원. 주관심 분야는 광대역 ISDN, 지능망, 멀티미디어 등임



柳 相 臣(正會員)

1963년 4월 7일생. 1986년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업. 1988년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1988년 2월 ~ 1994년 2월 삼성전자 정보통신연구소 연구원. 1994년 3월 ~ 현재, 고려대학교 대학원 전자공학과 박사과정. 주관심 분야는 분산 멀티미디어 시스템, 광대역 ISDN.

金 惠 鎮(正會員) 第 18卷 第 5號 參照

현재 고려대학교 전자공학과 교수