

論文95-32A-8-3

SMDS 망과 LAN의 효율적인 상호접속을 위한 프로토콜

(A Protocol for the Efficient Interconnection of SMDS and LAN)

吳 閔 卓 * , 韓 致 文 *** , 朴 成 漢 **

(Yoon-Tak Oh, Chi-Moon Han, and Sung-Han Park)

요 약

본 논문에서는 SMDS(Switched Multi-megabit Data Service) 망과 LAN의 상호접속방법과 두 통신망의 접속에서 문제가 되는 과잉밀집 제어 방안을 제안한다. SMDS 망에 LAN을 효율적으로 접속시키기 위해 라우터의 상호접속 프로토콜 구조를 제안하며, 접속계층의 기능을 정의 한다. 특히, 두 통신망의 프로토콜 구조 차이로 발생한 문제를 해결하고 향후 B-ISDN(Broadband Integrated Service Digital Service)과의 상호접속을 고려하여 SMDS의 SIP(SMDS Interface Protocol) level 3을 CS-SIP3 (Convergence Sublayer SIP3) 서브계층과 CLNAP (Connectionless Network Access Protocol) 서브계층으로 분리한다. 이 결과 망간 접속을 하는 CLNAP 계층을 통해 두 통신망의 상호접속이 투명하게 이루어 지며, 접속프로토콜 구조가 간단해진다. 그리고 본 논문에서 제안한 상호접속 프로토콜에 대해 시뮬레이션 모델을 설정하고, 라우터에서 발생하게 될 과잉밀집 현상을 막기위해 슬라이딩 윈도우 흐름제어 기법을 적용한 시뮬레이션을 통해 라우터의 성능분석을 한다. 라우터의 프로토콜 구조의 간단화로 패킷처리 시간의 감소와 슬라이딩 윈도우 흐름제어 기법의 적용으로 라우터에서 패킷 처리률은 증가하고 패킷 지연과 손실은 감소하게 된다.

Abstract

For the efficient interconnection between SMDS and LAN, an interconnection protocol architecture in the router is proposed in this paper. A control method of congestion which is produced by this interconnection of SMDS and LAN is also proposed. Especially, the SIP level 3 of SMDS is divided into CS-SIP3 sublayer and CLNAP sublayer in order to circumvent the problems which are produced by the protocol difference of two networks and to consider the interconnection with B-ISDN in the future. In this way, the interconnection of SMDS and LAN is transparently achieved through CLNAP layer, and the interconnection protocol architecture becomes simple. To test the performance of the router, a model of interconnection protocol which is proposed by this paper is simulated using sliding window flow control. The simulation results show that the throughput of router is increased. The packet delay and the rate of packet discard are also decreased.

* 準會員, ** 正會員, 漢陽大學校 電子計算學科
(Dept. of Com. Sci. Eng., Hanyang Univ.)

*** 正會員, 韓國電子通信研究所

(Electronics and Tele. Research Institute)

接受日字: 1994年 10月 7日, 수정완료일: 1995년 7월 31일

I. 서론

사회가 점점 복잡 다양화 되어감에 따라 보다 확장된 영역내에서 목적을 같이하는 연구단지나 이익을 추구하는 회사들간의 늘어나는 정보교환량을 고속으로 송수신할 수 있는 새로운 방식의 서비스를 요구하게 되었다. 이러한 서비스 요구를 충족시켜 주기위해 SMDS(Switched Multi-megabit Data Service)가 등장하게 되었다^{[1][2]}. SMDS는 Bellcore에서 MAN의 비연결형 서비스 표준으로 제안한 고속의 비연결형 데이터 교환 서비스로서, 제한된 지역에 서비스를 제공하는 LAN의 단점을 해소하고 보다 넓은 지역에 서비스를 제공한다. SMDS는 논리적 사설망 기능을 제공하며 가입자의 다양한 전송 대역폭 요구를 효율적으로 수용할 수 있어 여러 종류의 단말기를 쉽게 접속할 수 있으며, 또한 그룹화 시킬수도 있다. LAN은 좁은 지역내에서 고속의 데이터 서비스를 제공하는 사설망이다. LAN의 사용자들이 증가하고 정보교환량이 많아짐에 따라 서로 다른 LAN을 이용하는 사용자들간에 정보교환에 대한 요구가 크게 증가하고 있다. 이러한 사용자 요구를 충족시켜 주기 위해서는 넓은 지역에 산재해 있는 LAN들을 상호 접속하여 고속의 데이터 서비스와 원거리 정보 교환을 효율적으로 제공할 수 있는 방안이 모색되어야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 LAN 특성의 서비스를 광역에 걸쳐 수용할 수 있는 SMDS를 통해 LAN들을 상호접속을 하기 위한 LAN/SMDS 망간의 접속프로토콜을 개발한다. 그리고 상호접속에서 문제가 되는 과잉밀집현상을 막기 위한 방안을 제시한다.

SMDS 망과 LAN을 상호접속 시키는 방안에는 연동장치로 브리지를 사용하는 방법과 라우터를 사용하는 방법이 제시되고 있다^{[3][4]}. 브리지 접속은 LAN의 MAC 계층을 통해 접속하는 방법이고, 라우터 접속은 망간 접속프로토콜을 통해 상호연결 하는 방법이다. LAN은 48bits MAC 어드레스를 사용하고 SMDS는 60bits E.164 어드레스 방식을 채용하고 있기 때문에 두 망을 상호접속 시킬때 해결해야 할 중요한 사항은 라우팅과 어드레싱이다. MAC 계층에서 접속이 이루어지는 브리지를 사용할 경우 상호연결된 LAN들이 공유하는 특별한 어드레스 공간이 요구된다. 그러나 망계층을 통해 연결한 라우터 접속방법은 연동장치내에 라우팅 테이블을 가지고 상위계층의 어드레스 정보를 참조

하여 SMDS망의 E.164어드레스로 결정하고 매핑시키므로써 어드레싱 및 라우팅이 이루어지게 된다. 그리고 SMDS망의 변화에 따라 라우팅 테이블을 재설정 하므로써 망의 토폴지 변화에 적응이 빠르다.

따라서 본 논문에서는 연동장치로 라우터를 사용해 SMDS망과 LAN을 상호접속 한다. 특히 향후 기존의 모든 통신망을 통합해 다양한 서비스를 수용하게 될 B-ISDN과의 상호접속을 고려하여 라우터의 접속프로토콜 구조를 설계한다. 이를 위해 II장에서는 SMDS 서비스 프로토콜에 대하여 분석하고, III장에서는 SMDS 망과 LAN의 상호접속 프로토콜 구조를 제안하고, 각 계층의 기능, 어드레싱 및 라우팅 방법과 흐름제어에 대해 논한다. IV장에서는 본 논문에서 제안한 상호접속프로토콜에 대해 시뮬레이션을 하고 이를 통해 성능분석 및 평가를 하고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. SMDS

SMDS는 Bellcore가 제안한 고속의 비연결형 패킷 교환 데이터 서비스로 가입자들에게 고속의 비연결형 데이터를 전송한다. SMDS 서비스는 MAN의 DQDB (Distributed Queue Dual Bus) 버스 액세스 기법을 사용하며, 가입자 장치(CPE: Customer Premises Equipment)는 SMDS 접속 프로토콜(SIP : SMDS Interface Protocol)을 사용하여 가입자-망간 인터페이스(SNI: Subscriber Network Interface)를 한다. SIP는 SMDS 가입자 액세스 패스를 통하여 패킷을 전송하며, DQDB 프로토콜중 IEEE 802.2 LLC(Logical Link Control) PDU(Protocol Data Unit)를 전송하는 QA (Queued-Arbitrated) 접속 제어 프로토콜을 사용한다.

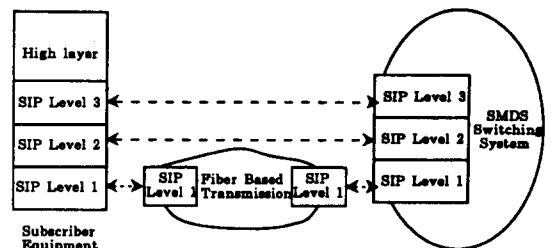


그림 1. SIP 프로토콜 스택
Fig. 1. SIP protocol stack.

그리고 이 프로토콜은 DQDB MAN MAC(Media Access Control)에 바탕을 두고있는 세계의 레벨로 구성되어 있으며, SSS(SMDS Switching System)에 접속하기 위한 프로토콜 모델은 그림 1에 보여주고 있다.

1. SIP Level 3

SIP Level 3 프로토콜은 근원지 와 목적지 어드레스 정보 및 SMDS 망의 액세스 정보를 처리하고, 에러체크를 한다. SMDS Level 3 PDU(Protocol Data Unit)인 SIPL3-PDU 프레임 구성은 그림 2 (a) 에 보여주고 있다. SIPL3-PDU는 에러감지 및 Carrier 선택과 같은 기능을 위한 오버헤드 뿐만 아니라 근원지 및 목적지 어드레스, 다양한 길이의 사용자 정보를 포함한다.

2. SIP Level 2

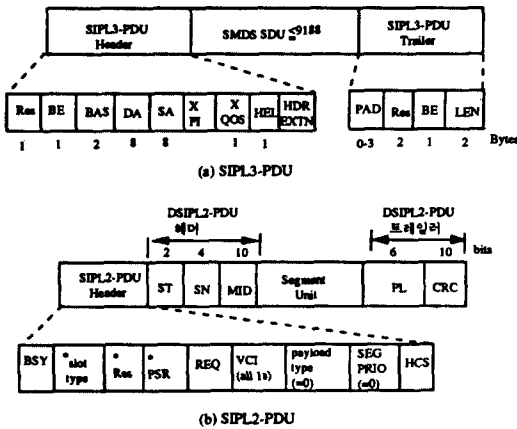


그림 2. SIP-PDU 데이터 포맷
Fig. 2. SIP-PDU data format.

SIP Level 2 프로토콜은 상위계층에서 내려온 다양한 길이의 SIPL3-PDU를 고정된 크기로 분할한후 헤더와 트레일러를 붙여 SIPL2-PDU를 만들고, 또한 물리계층에서 올라온 데이터를 재조립하여 상위계층으로 전달한다. 그리고 분산 큐 프로토콜(Distributed Queue Protocol)을 사용하여 SIPL2-PDU를 물리매체에 전송하며 세그먼트 단위로 에러체크를 한다. SIPL2-PDU의 자세한 필드구성은 그림 2 (b)에 보여주고 있다. 각각의 SIPL2-PDU는 SIPL3-PDU를 분할한 메시지의 시작을 나타내는 BOM, 메시지의 연속

을 나타내는 COM, 메시지의 끝을 나타내는 EOM으로 구성되어 있으며, 또한 제어정보를 위한 제어데이터를 포함하고 있다.

3. SIP Level 1

SIP Level 1에서는 디지털 전달망에 물리적 접속을 제공하고 Level 2 에서 내려온 SIPL2-PDU를 비트 단위로 전송한다. 현재 물리 매체의 전송속도는 DS1 및 DS3를 지원하고 있다.

III. SMDS망과 LAN의 상호접속

1. SMDS망과 LAN의 상호접속프로토콜 모델

지금까지 연구에서는 SMDS망과 LAN을 상호접속할때 일반적으로 그림 3에 보여주고 있는 것처럼 종단간 망접속 프로토콜인 TCP/IP를 사용하였다. 이 방식은 라우터가 SMDS 망쪽으로 데이터를 전송하고자 할 때 32 비트 IP 어드레스 정보를 참조하여 SMDS 망에서 사용되는 60 비트 E.164 어드레스를 결정하고 세트해야 한다. 또한 SMDS 망에서 수신된 패킷을 LAN으로 전송할때 IP 어드레스를 참조하여 LAN의 MAC 어드레스를 결정해야 한다. 그리고 향후 B-ISDN과 상호접속을 이루기 위해서는 B-ISDN의 서비스를 제공하는 기능이 추가되거나 접속장치의 프로토콜 구조가 달라져야 한다. 또한 라우팅과 프로토콜 정합을 위한 방안이 모색되어야 한다.

따라서 이러한 일련의 문제를 해결하고 차세대 고속 정보 통신망의 중추적 역할을 하게 될 B-ISDN과 투명한 연결을 위해 본 논문에서는 그림 4와 같이 SMDS망과 LAN의 상호접속 프로토콜 모델을 제안한다. 특히 기존 접속 방법인 TCP/IP 프로토콜을 적용하지 않고, 망간 접속인 CLNAP 프로토콜을 사용한 것이 특징이며, 이로 인해 라우터에서 어드레싱 및 라우팅이 간단하게 되었다. 라우터에서 SMDS 망쪽의 프로토콜 구조는 DQDB 프로토콜에 바탕을 두고 있는 SIP1 계층과 SIP2 계층이 있으며, 그리고 SIP3 계층을 CS-SIP3(Convergence Sublayer-SMDS Interface Protocol) 서브계층과 CLNAP (ConnectionLess Network Access Protocol) 서브계층으로 나누었다. 이것은 Bellcore가 제안한 프로토콜 구조와는 일치하지 않으나 두 통신망의 접속을 자연스럽게 하기 위해서는 SIP3 계층의 분리가 요구된다. LAN

쪽의 라우터 내부 구조는 LAN의 MAC 계층과 라우팅 및 어드레싱을 제공하기 위한 CLNAP 계층으로 되어 있다.

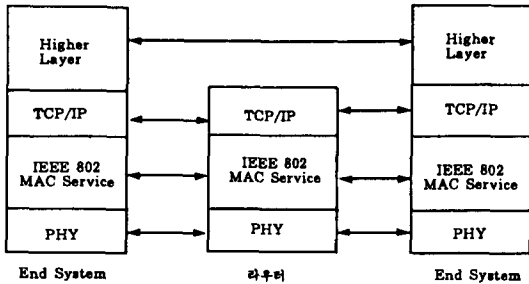


그림 3. TCP/IP 를 이용한 망간 접속
Fig. 3. An interconnection using TCP/IP.

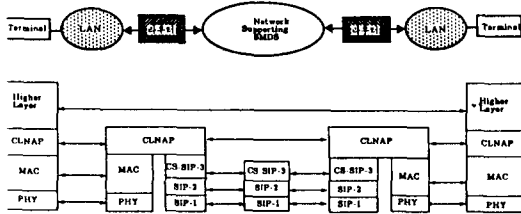


그림 4. SMDS망과 LAN의 상호접속 프로토콜 구조
Fig. 4. Interconnection protocol structure of SMDS and LAN.

2. SMDS 망과 LAN의 프로토콜 정합

그림 4에 보여주고 있는 것처럼 LAN 서비스를 이용하는 가입자가 SMDS 서비스를 통해 다른 LAN에 존재하는 원격지 가입자에게 데이터를 전송할 경우 다음과 같이 송수신이 이루어진다. 먼저 LAN에 접속된 한 스테이션이 다른 LAN의 원격지 가입자에게 패킷을 전송하면 근원지 라우터를 통해 SMDS 망으로 전송되며, 이때 라우터에서 프로토콜 정합이 이루어진다. 또한 SMDS 망을 통해 전송되어 온 LAN 패킷은 목적지 라우터에서 프로토콜 정합이 이루어진 후 목적지 LAN으로 전송되어 원격지 가입자가 그 패킷을 수신하게 된다. 따라서 두 통신망의 프로토콜을 정합하는 라우터는 각 계층의 PDU 헤더의 분석 및 변환 혹은 재구성을 한다. 본 논문에서 제안한 라우터의 프로토콜 구조는 CLNAP 계층을 통해 상호접속이 투명하게 이루어지고 어드레싱 및 라우팅의 간단화로 각 패킷에

대한 처리량은 감소되고 처리속도는 증가한다.

1) CLNAP 계층의 기능

본 논문에서는 라우터내에서 두 통신망간의 투명한 연결을 제공하고 향후 기존의 모든 통신망을 통합하게 될 B-ISDN과 상호접속을 고려하여 CLNAP 망간접속 프로토콜을 이용하는 구조를 제안했다. CLNAP 프로토콜 기능은 SMDS의 SIP 프로토콜을 종료시키고, 에러감시 및 복구기능을 수행한다. CLNAP 계층은 LAN에서 전송된 패킷을 SMDS 망으로 전송할때 E.164 어드레스를 사용하기 때문에 특별한 어드레싱 없이 자연스럽게 릴레이 한다. 그러나 SMDS 망에서 전송된 패킷을 LAN으로 전송 할때는 CLNAP PDU에 있는 E.164 어드레스 정보를 참조하여 LAN MAC 어드레스를 결정해야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 ARP(Address Resolution Protocol)을 사용하여 라우팅 변환 테이블을 구축한다. CLNAP PDU 구조는 그림 5에 나타나 있다.

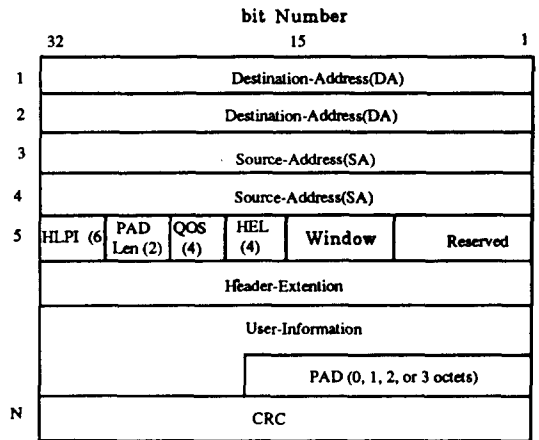


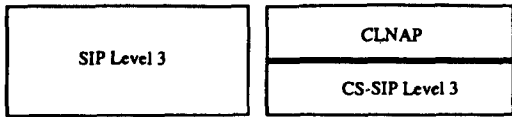
그림 5. CLNAP-PDU 데이터 포맷
Fig. 5. CLNAP-PDU data format.

SA(Source Address) 와 DA(Destination Address)는 각각 E.164 어드레스 체계를 갖는 근원지 주소와 목적지 주소를 나타내고, HLPI(Higher Layer Protocol Identifier)는 CLNAP 상위계층 엔티티를 구별하는 필드이다. PAD Length는 PAD 필드의 길이, QoS는 CLNAP-PDU를 위한 서비스질, HEL은 Header-Extension 필드의 길이, 그리고 PAD는 32 bits 데이터 처리를 하기위해 추가된 필드이고 CRC는 에러를 체크하기 위해 사용된 필드이다.

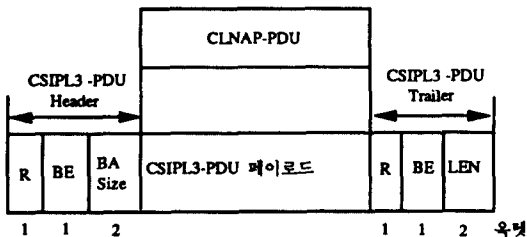
특히 라우터에서 흐름제어를 통해 과잉밀집 발생을 예방하고 라우터의 성능을 향상시키기 위해 Window 필드를 추가했다.

2) CS-SIP3 계층의 기능

본 논문에서는 라우터 내에서 PDU 처리를 하는데 요구되는 시간과 부하를 최대한 감소시키고, 투명한 연결을 하기 위하여 Bellcore가 명시한 SIP3 계층을 그대로 사용하지 않고 그림 6 (a)에 보여 주고 있는 것처럼 CS-SIP3 서브계층과 CLNAP 서브계층으로 분리하였다. 이렇게 함으로서 독립적인 CS-SIP3 계층 및 CLNAP 계층을 얻고 또한 CLNAP 계층에서 자연스럽게 PDU를 릴레이 할 수 있게 하였다. 그리고 특히 향후 2000년대에 모든망을 통합해 고속통신 서비스를 제공하게 될 B-ISDN과 상호접속 할 것을 예상하여 라우터의 접속프로토콜 구조를 설계하였다.



(a) 분리된 SIP3 계층의 프로토콜 스택



(b) CS-SIP3 계층의 데이터 포맷

그림 6. CSIPL3-PDU 데이터 포맷
Fig. 6. CSIPL3-PDU data format.

CS-SIP3 계층은 상위계층인 CLNAP 계층에서 내려온 서비스 데이터에 CS-SIP3 Level PDU (CSIPL3-PDU)의 헤더와 트레일러를 붙여 CSIPL3-PDU를 만들어 SIP2 계층으로 보낸다. CSIPL3-PDU 헤더에는 CLNAP-PDU의 시작지점 및 끝지점을 나타내는 BE(Begin-End) Tag 필드와 수신측에게 버퍼 할당의 크기를 알려주는 BA(Buffer Allocation) Size 필드가 있다. 그리고 CSIPL3-PDU 트레일러는 BE Tag 필드와 LEN(Length) 필드를 포함한다. LEN 필드는

CSIPL3-PDU의 길이를 나타내고 또한 에러감지를 위해 사용된다. 또한 CS-SIP3 계층은 SIP2 계층에서 전달되어온 서비스 데이터에 대해 에러를 체크하고, 헤더와 트레일러를 제거한후 CLNAP 계층으로 보낸다.

3. 어드레싱 및 라우팅

망간 접속을 위해 TCP/IP 프로토콜을 사용하는 경우는 패킷이 LAN에서 SMDS 망으로 전송될때와 SMDS망에서 LAN 으로 전송될때 각각 어드레싱 및 라우팅을 해주어야 한다. 그러나 본 연구에서 제안한 CLNAP 망간 접속프로토콜에서는 라우터가 LAN 방향으로 데이터를 전송할때만 CLNAP PDU의 어드레스 정보를 참조하여 LAN의 MAC 어드레스를 결정한다. SMDS 망쪽으로는 CLNAP PDU의 E.164 어드레스가 바로 SMDS 망의 노드 어드레스를 포함하고 있기 때문에 투명하게 라우팅이 이루어진다.

SMDS 망에서 수신된 패킷을 목적지 LAN의 한 스테이션으로 전송하려고 할때 표 1에 보여주고 있는 것처럼 CLNAP PDU의 E.164 어드레스를 MAC 어드레스로 매핑한 라우팅 변환 테이블을 참조하여 목적지 MAC 어드레스를 결정하게 된다. 라우터에 이러한 라우팅 변환 테이블을 내장하므로써 SMDS 망에 접속된 가입자가 망의 토폴로지 변화에 빠르게 적응할 수 있고, 또한 SMDS 망에 가입자망이 접속되거나 제거될 때 라우팅 변환 테이블의 값을 재 설정함으로써 간단하고 쉽게 어드레싱 및 라우팅을 제공할 수 있다. 그러나 LAN의 가입자 수가 증가함에 따라 라우팅 테이블 사이즈가 커진다는 단점이 있다.

표 1. 라우팅 변환 테이블
Table 1. Routing conversion table.

Address Index	E.164 어드레스	MAC 어드레스
1	60 bits Telephone Number	48 bits MAC 어드레스
2	60 bits Telephone Number	48 bits MAC 어드레스
3	60 bits Telephone Number	48 bits MAC 어드레스
.	.	.
n	60 bits Telephone Number	48 bits MAC 어드레스

4. 라우터에서 흐름제어

두 통신망을 상호접속 시킬때 고려해야 할 문제는 패킷 수신에 대한 승인 (Acknowledgement)을 처리하는 것과 두 통신망의 전송율 차이로 생긴 흐름제어이다.

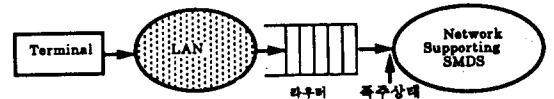
라우터에서 흐름제어의 목적은 SMDS망의 폭주를 예방하고 보다 효율적으로 망자원을 사용하기 위한 것이다. 일반적으로 LAN에서 승인은 종단 스테이션간에 이루어진다. 이 방식은 스테이션이 데이터를 전송하고 승인을 기다리는 시간이 길어지게 되어 전송지연이 생기며, 또한 패킷이 여러망을 걸쳐 전송될 경우 마지막 전달망에서 패킷이 손실 되면 손실없이 전송된 중간망 사이를 재전송해야 함으로 채널 손실 및 전송 지연이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하고 전송지연을 최소화 하기 위한 방안으로 망간 접속 프로토콜인 CLNAP계층에서 승인을 처리하는 방식을 제안한다. 이 방식을 SMDS 망과 LAN를 상호 접속 할 경우에 적용하면 처리절차는 다음과 같다.

- 1) 먼저 패킷을 전송한 근원지 스테이션과 그 데이터를 수신한 라우터 사이에 승인이 이루어진다.
- 2) 근원지 라우터가 LAN 패킷을 SMDS 망으로 전송하면 목적지 라우터는 LAN 패킷을 수신한 후 승인을 근원지 라우터로 전달한다.
- 3) 마지막으로 원격지 LAN에서 목적지 라우터와 목적지 스테이션간의 패킷 송수신에 대한 승인이 이루어진다.

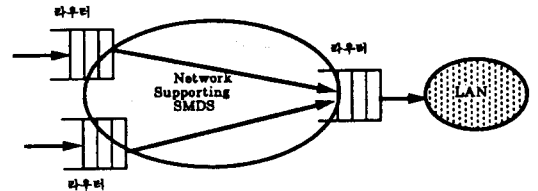
위와같이 3 단계를 걸쳐 승인을 처리한다. 1)과 3)의 처리절차는 기존의 LAN에서 사용하는 승인 방식과 같다. 그러나 SMDS 망에서는 손실되거나 예러가 생긴 데이터에 대해 재전송 기능이 제공되지 않는다. 따라서 본 연구에서는 라우터간의 승인 기능을 제공하기 위하여 CLNAP 계층간의 승인을 제공하는 특별한 패킷을 정의한다. 이 패킷은 SMDS 망의 전송 단위인 하나의 Slot에 실려 전달되며 승인 Slot 이라 부른다.

SMDS망과 LAN을 상호접속 할때 두 통신망의 전송율 차이로 라우터에서 과잉밀집 현상이 일어난다. 과잉밀집은 다음과 같이 두가지로 분류할 수 있다. 첫째, 그림 7 (a)와 같이 SMDS망이 폭주상태에 있을때 근원지 LAN에서 패킷을 전송하면 근원지 라우터에 도달한 패킷은 출력 포트로 나가지 못하고 계속 입력버퍼에 쌓이게 되며 이로인해 라우터에서 과잉밀집 현상이 발생해 패킷을 폐기하게 된다. 둘째, 그림 7 (b)와 같

이 여러 LAN들이 SMDS망을 통해 하나의 목적지 LAN으로 패킷을 전송하려 할때 목적지 라우터에서 병목현상이 일어나 도착하는 패킷을 폐기하게 된다. 이 경우 목적지 LAN에서 이를 회복하기 위해 입력 LAN에게 패킷 재전송을 요구하게 되는데 이로인해 SMDS 망은 폭주상태에 빠지게 되며, 처리률은 급속도로 하락하게 되어 망 성능은 더욱더 나빠진다. 이러한 문제 즉, 라우터에서 병목현상과 SMDS망의 폭주를 사전에 방지하고 성능을 높이기 위해 슬라이딩 윈도우 흐름제어 프로토콜 기법을 적용한다.

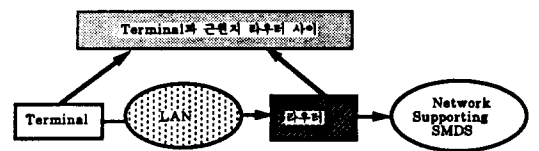


(a) 근원지 라우터에서 과잉밀집현상

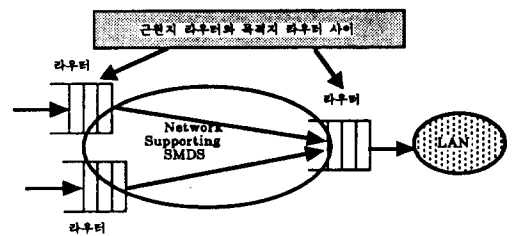


(b) 목적지 라우터에서 과잉밀집현상

그림 7. 라우터에서 과잉 밀집 현상
Fig. 7. Congestion in the router.



(a) Terminal과 근원지 라우터간의 흐름제어



(b) 근원지 라우터와 목적지 라우터간의 흐름제어

그림 8. 라우터에서 흐름제어
Fig. 8. Flow control in the router.

본 논문에서 제안한 상호접속 프로토콜에 슬라이딩 윈도우 프로토콜 기법을 적용하면 그림 8과 같이 두곳

에서 흐름제어가 이루어진다. 먼저 CLNAP 계층간에 이루어지는 송인을 통해 근원지 LAN과 근원지 라우터 사이에 슬라이딩 윈도우 프로토콜이 동작하게 된다. 여기서는 근원지 라우터에서 발생할 수 있는 과잉밀집을 예방한다. 그다음은 근원지 라우터와 목적지 라우터간에 슬라이딩 윈도우 프로토콜이 이루어지며, 이곳에서는 목적지 라우터의 병목현상과 SMDS망의 폭주를 제어한다.

5. 라우터에서 PDU 처리단계

라우터가 LAN의 근원지 스테이션의 패킷을 수신한 후 처리절차는 그림 9에 보여주고 있는 것처럼 4 가지 처리단계를 수행한다.

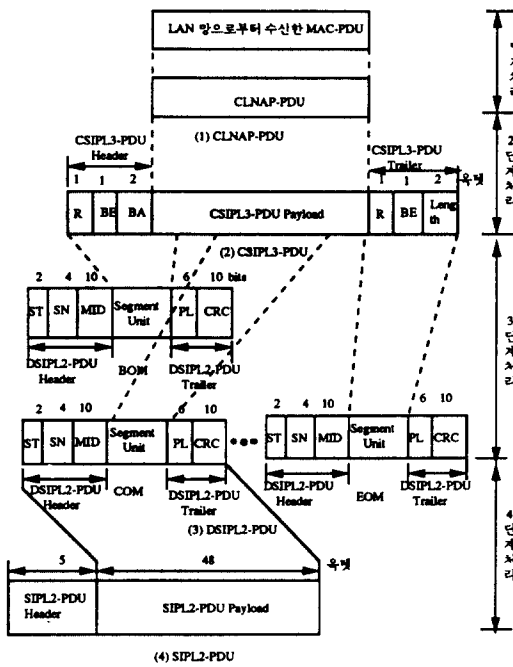


그림 9. 라우터에서 SIPL2-PDU 생성단계

Fig 9. SIPL2-PDU generating steps in the router.

각 처리단계의 기능은 다음과 같다.

1) 처리단계 1

첫 단계에서는 LAN에서 전송되어온 데이터를 CLNAP 계층을 통하여 SMDS 망으로 릴레이가 이루어진다.

2) 처리단계 2

CLNAP 계층에서 내려온 CLNAP-PDU에 그

림 9와 같이 헤더와 트레일러를 붙여서 CSIP3-PDU를 만든다.

3) 처리단계 3

CSIP3-PDU를 일정한 크기의 44 옥텟으로 나누고 SMDS 망에서 사용하는 MID 값을 그림 9와 같이 DSIP2-PDU(Derived SIP2-PDU) 헤더에 할당한 후 헤더와 트레일러를 붙여서 DSIP2-PDU를 만든다.

4) 처리단계 4

DSIP2-PDU에 VCI를 모두 1로 할당한 SIPL2-PDU 헤더와 CRC를 포함한 트레일러를 붙여 SIPL2-PDU를 만들어 물리계층으로 전송한다.

라우터가 SMDS 망으로부터 패킷을 수신한 후 처리절차는 그림 10에 보여주고 있는 것처럼 3 가지 처리 단계를 수행한다.

각 처리단계의 기능은 다음과 같다.

1) 처리단계 1

첫 단계에서는 SMDS 망에서 전송되어온 데이터를 CLNAP 계층을 통하여 LAN 망쪽으로 릴레이 한다.

2) 처리단계 2

상위계층에서 내려온 CLNAP-PDU의 어드레스 정보와 라우팅 변환 테이블을 이용하여 MAC 어드레스를 매핑한다.

3) 처리단계 3

MAC 데이터를 LAN 프로토콜을 사용하여 물리계층으로 전송한다.

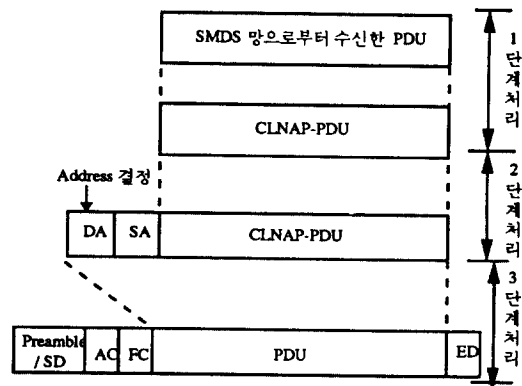


그림 10. 라우터에서 MAC PDU 생성단계

Fig. 10. MAC PDU generating steps in the router.

IV. 시뮬레이션

본 장에서는 본 논문에서 제안한 상호접속프로토콜에 대해 성능분석 및 평가를 한다. 특히, CLNAP 계층에서 제시한 Window 필드를 사용하여 슬라이딩 윈도우 흐름제어 프로토콜을 적용하여 시뮬레이션 한다. 이를 위해 시뮬레이션 모델을 설정하고 시뮬레이션에 사용된 가정 및 파라미터의 값을 정한다. 그리고 성능 분석 대상으로 라우터에서 패킷 처리율과 전송지연을 고려하며, 시뮬레이션을 통해 얻은 이들의 결과값을 제시하고 분석 평가 한다.

1. 시뮬레이션 모델

본 논문에서 제안한 라우터의 성능을 평가하기 위해 Simscript Package를 사용해 시뮬레이션을 한다. 그림 4는 전체망의 시뮬레이션 구성도를 간략하게 보여주고 있으며, 여기에서 LAN으로는 Token Ring을 사용한다. SMDS 망의 시뮬레이션 모델구조는 그림 11과 같으며 Head Bus Node와 End Bus Node가 프레임을 생성하여 각 노드로 연속해서 보내며 각 노드에서는 Busy 비트와 REQ 비트를 사용하여 데이터를 전송한다. 그림 12는 SMDS 망과 LAN 사이에 존재하는 라우터의 시뮬레이션 모델을 보여주고 있다. 라우터는 SMDS 망에서 전송된 Slot를 수신해 MAC 패킷으로 재결합 한 후 LAN 망으로 전송한다. 또한 LAN에서 전송된 패킷을 Slot 단위로 분할하여 SMDS 망으로 전송한다. 각각의 처리는 독립적으로 이루어 지며 같은 양의 버퍼를 가지고 있다. 그리고 흐름제어와 승인 기능을 제공하기 위해 앞장에서 제시한 슬라이딩 윈도우 흐름제어 기법을 적용한다.

2. 시뮬레이션 가정

시뮬레이션을 하는데 요구되는 파라미터의 값은 참고문헌 및 권고안을 참조하여 정했다^{[5]-[8]}. SMDS 망의 전송속도는 125us 당 42 Slots/Frame를 전송하는 141.4 Mbps로 정하며, SMDS에 연결된 라우터의 총 갯수는 15개로 한다. Looped bus의 토폴로지 총길이는 25 km 로 가정하며, 전달지연은 광섬유를 사용하기 때문에 킬로미터당 5.085us로 가정한다. Token Ring은 2k 바이트 고정된 트래픽을 생성하며, 라우터에 도착하는 패킷은 포아송 분포를 이룬다. Token Ring의 전송속도는 8Mbps 및 16Mbps에 대하여 시뮬레이션 한다. 그리고 스테이션간의 Token

전달지연은 무시한다.

다음은 본 논문에서 제안한 상호접속 프로토콜의 PDU 처리단계를 고려하여 라우터에서 패킷을 처리하는데 소요되는 서비스 시간을 가정한다.

- a) Token Ring 패킷을 SMDS PDU로 변환 하는데 100us 걸린다.
- b) Slot당 포맷 시간은 50us 소요된다.
- c) SMDS PDU를 Token Ring 패킷으로 변환 하는데 100us 걸린다.

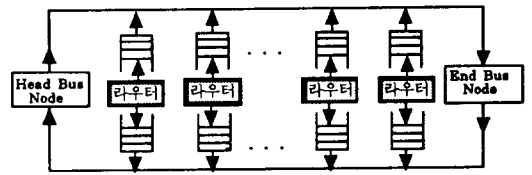


그림 11. SMDS망의 시뮬레이션 모델 구조
Fig. 11. Simulation model structure of SMDS.

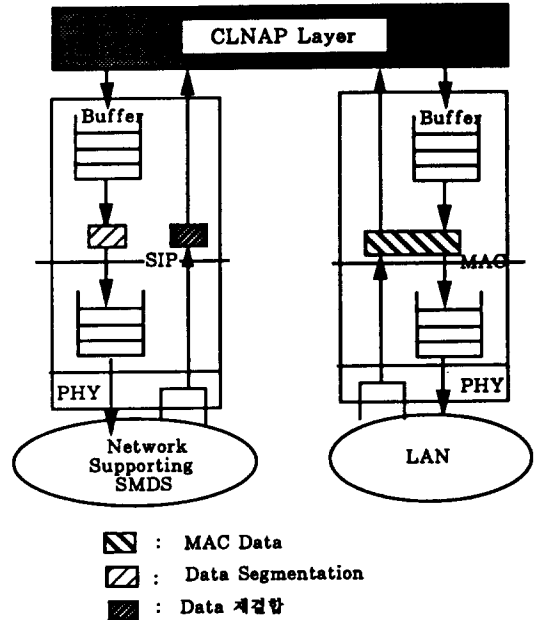


그림 12. 라우터의 시뮬레이션 모델 구조
Fig. 12. Simulation model structure of router.

목적지 라우터에서 LAN 패킷을 수신한 후 근원지 라우터에게 승인을 전송하기 위한 승인 Slot은 High priority를 가지고 즉시 전송되며 승인 Slot에 대한

Timeout은 3ms로 가정한다. 그리고 슬라이딩 윈도우 프로토콜의 윈도우 사이즈는 4와 8에 대해 각각시물레이션 한다.

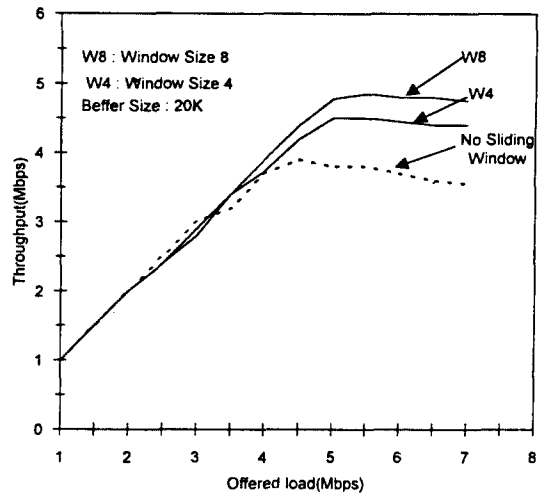
3. 시물레이션 결과 및 고찰

TCP/IP 프로토콜을 이용한 SMDS/LAN의 상호접속에서는 SIP level 3 PDU외에 TCP/IP PDU를 처리하고, 또한 어드레싱 및 라우팅을 위해 32 비트 IP 어드레스를 SMDS망의 E.164 어드레스로 매핑해야 하기 때문에 상당한 과부하가 생기게 되어 라우터에서 패킷 처리시간이 증가하게 된다. 그러나 본 논문에서 제안한 라우터의 상호접속 프로토콜 구조는 CLNAP 계층을 통해 상호접속이 투명하게 이루어 지기 때문에 각 PDU의 제어 필드에 대한 처리량은 감소되고, 또한 라우터에서 패킷에 대한 어드레싱 및 라우팅은 CLNAP PDU의 E.164 어드레스를 통해 특별한 변환 없이 직접 릴레이가 이루어 지기 때문에 각 패킷에 대한 처리시간은 감소된다. 그리고 라우터에서 과잉밀집을 막고 흐름제어를 위해 슬라이딩 윈도우 프로토콜의 적용으로 라우터의 성능이 향상된다. 슬라이딩 윈도우 프로토콜의 윈도우 사이즈는 4와 8로 정하고, 본 논문에서 제안한 상호접속 프로토콜은 TCP/IP 접속프로토콜 보다 패킷처리가 간단하고 어드레싱 및 라우팅이 E.164 어드레스를 통해 투명하게 이루어 지기 때문에 라우터에서 패킷 처리시간을 단축하여 시물레이션 한다. 그림 13은 LAN의 패킷 전송율이 8Mbps일때 입력 부하에 대한 라우터의 패킷 처리율과 패킷 평균지연을 보여주고 있다.

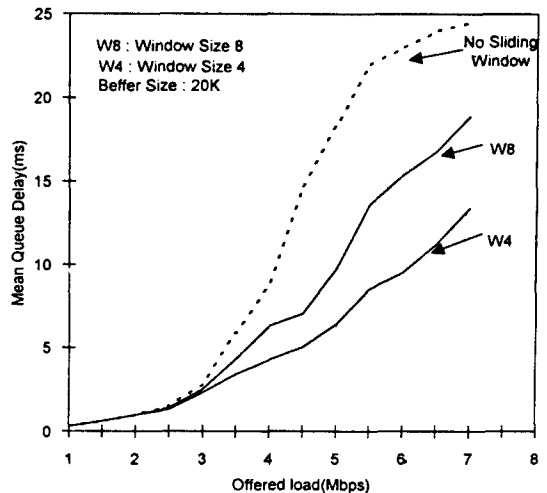
그림 13 (a)의 그래프에서 보여주고 있는 것처럼 라우터에서 패킷 처리율은 Token Ring의 입력 부하가 적을때에는 윈도우 사이즈에 관계없이 거의 비슷하다. 이것은 SMDS망에서 라우터의 출력 패킷을 충분히 수송할 수 있어 라우터에서 과잉밀집현상이 발생하지 않기 때문이다.

그러나 라우터에 전송된 패킷의 부하가 증가함에 따라 SMDS망에 폭주가 생기게 되고 이에따라 라우터에서 과잉밀집현상이 발생하며 라우터의 슬라이딩 윈도우 흐름제어 프로토콜을 통해 SMDS망의 폭주를 제어하게 된다. 라우터에서 패킷 처리율은 윈도우 사이즈에 영향을 받는다. 이것은 라우터에서 흐름제어를 할때 윈도우 사이즈가 커짐에 따라 라우터가 패킷에 대한 승인을 보내지 않고 수신할 수 있는 패킷의 갯수는 증가

하기 때문에 라우터의 처리율은 윈도우 사이즈에 비례하여 높아진다. 그러나 흐름제어를 하지 않을 경우에는 라우터에 있는 버퍼의 양이 한정되어 블럭킹이 발생하며, 이에따라 라우터에서 수신한 패킷을 폐기하기 때문에 처리율은 감소하게 된다.



(a) 라우터의 패킷 처리율



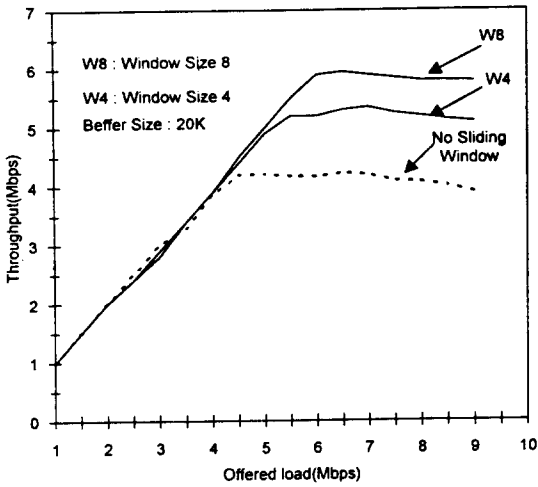
(b) 라우터에서 패킷 평균 지연시간

그림 13. LAN의 패킷 전송율이 8Mbps일때 라우터의 성능

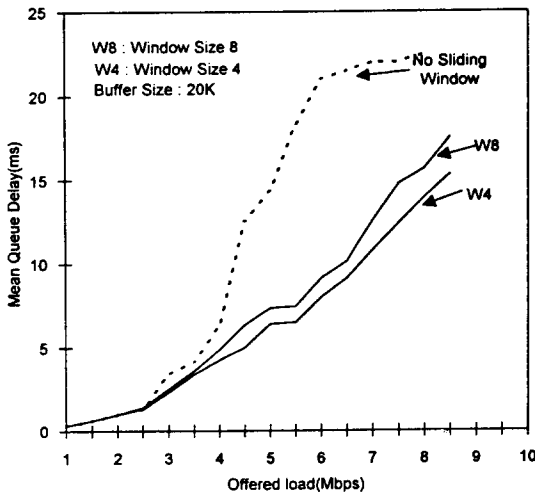
Fig. 13. Router performance when packet transmission rate in LAN is 8Mbps.

그림 13 (b)의 그래프는 라우터에 도달한 패킷의

평균 큐 지연을 보여주고 있다. 평균 대기시간은 윈도우 사이즈에 영향을 받는데 그림에서 보는데와 같이 윈도우 사이즈가 클수록 지연시간은 길어지게 되는데, 이것은 윈도우 사이즈가 커짐에 따라 라우터에서 대기하고 있는 패킷의 큐 사이즈가 증가하기 때문이다.



(a) 라우터의 패킷 처리율



(b) 라우터에서 패킷 평균 지연시간

그림 14. LAN의 패킷 전송율이 16Mbps일때 라우터의 성능

Fig. 14. Router performance when packet transmission rate in LAN is 16Mbps.

Token Ring의 입력부하가 적을때는 라우터에서 서비스를 받기위한 대기시간의 변화폭은 적다. 그러나 입력부하가 증가함에 따라 라우터에서 과잉밀집현상이 생기고 이로인해 큐 대기시간의 변화율은 큰폭으로 증가한다. 이때 슬라이딩 윈도우 흐름제어 프로토콜을 통해 입력부하를 감소시키고 라우터의 과잉밀집 현상을 제어하게 된다.

그림 14는 LAN의 패킷 전송율이 16Mbps일때 입력부하에 대한 라우터의 패킷 처리율과 패킷 평균지연을 보여주고 있다. 그림 13과 그림 14에서 보여주고 있는 것 처럼 LAN의 패킷 전송율이 8Mbps일때보다 16Mbps일때 라우터의 패킷 처리율은 증가하고 패킷 평균지연은 감소한다. 이것은 목적지 라우터에서 목적지 LAN으로 패킷을 전송할때 전송률 차이만큼 대기시간이 감소하기 때문이다.

본 논문에서는 SMDS망과 LAN의 상호접속 장치인 라우터에서 접속 프로토콜의 투명화와 간단화로 패킷에 대한 처리시간을 단축시키고, 라우터에서 슬라이딩 윈도우 프로토콜을 사용하여 흐름제어를 함으로서 그림 13과 14에서 보여주고 있는 것처럼 라우터의 처리율은 향상되고 패킷지연은 감소되었다.

V. 결론

본 논문에서는 SMDS의 SIP프로토콜에 대해 분석하고 SMDS 망과 LAN의 상호접속프로토콜 모델을 제안한다. 그리고 이를 시뮬레이션을 통해 성능 분석 및 평가를 한다. 본 논문에서 제안한 상호접속 프로토콜 및 라우터 기능의 특징은 다음과 같다. 첫째, 향후 B-ISDN과 연결을 고려하여 Bellcore가 제안한 SMDS의 SIP 3계층을 그대로 적용하지 않고 CS-SIP3 서브계층과 CLNAP 서브계층으로 분할 하므로써 라우터에서 투명한 연결을 가능하게 된다. 둘째, 라우터에 도착한 패킷에 대해 처리 시간을 최소화하기 위하여 접속프로토콜을 간단하게 하고, 또한 패킷 필드의 변환을 최소화 한다. 특히, 슬라이딩 윈도우 흐름제어 기법을 적용하여 라우터의 과잉밀집을 예방한다. 셋째, 투명한 연결과 프로토콜 간단화로 라우터를 설계할때 집적화 하기 쉬운 구조를 갖도록 한다.

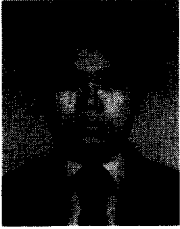
앞으로 계속해서 SMDS망의 효율적인 트래픽 제어를 위한 연구가 진행 되어야 한다. 그리고 병행해서 기존의 모든 통신망을 통합하여 고속의 멀티미디어 서비

스를 제공하게 될 B-ISDN과 SMDS, MAN, LAN, N-ISDN, PSTN 등과의 상호접속방안에 대한 연구가 계속 수행될 것으로 예상되며, 이때 본 논문에서 제안한 상호접속기술이 응용될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] Grace A. Wrigley, Kenneth A. Hanner, "Future Operation for Switched Multi-megabit Data Service," IEEE GLOBECOM, 1990.
- [2] P. Crocetti et al, "Bandwidth advertising for MAN/ATM connectionless interworking," Proceeding of INFOCOM '91, 1991.
- [3] Christine F. Hemrick, Robert W. Klessig, "Switched Multi-megabit Data Service and Early Availability Via MAN Technology," IEEE Comm. Magazine, April, 1988.
- [4] Tracy A. Cox, David M. Piscitello, "SNMP Agent Support for SMDS," IEEE Network Magazine, September, 1991.
- [5] Madron, Thomas W, "LANs: Application of IEEE/ANSI 802 Standards," Wiley, 1989.
- [6] ANSI/IEEE Standard 802.5, "Token ring access method and physical layer specification," 1989.
- [7] Bux, W, and Grill, D, "Flow Control in Local Area Networks of Interconnected Token Ring," IEEE Trans. on Comm., Vol. COM-33, No. 10, October 1985, pp. 1058-1066.
- [8] IEEE Proposed Standard : DQDB Sub-network of a Metropolitan Area Network (MAN), July 13, 1990.
- [9] Berglin, J. Petersen, L.G, "SMDS in a B-ISDN environment," proceedings of ISS'92, October, 1992.
- [10] Crocetti, P. Fratta, L. Gallassi, G, "ATM-based SMDS for LANs/MANs interconnectiopn," Proceedings of ISS'92, October, 1992.
- [11] F. Liu, R.Mizer, "SMDS Technology Test Results and Issues," ICC'93, May, 1993.
- [12] Jonathan L. Wang, "An integrated methodology for supporting network planning and traffic engineering with consideration to SMDS service," INFOCOM'91, 1991.

— 저 자 소 개 —



吳閔卓(正會員)

1965년 12월 25일생. 1992년 2월 한양대학교 전자계산학과 졸업(공학사). 1994년 2월 한양대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학석사). 1994년 3월~현재 한양대학교 대학원 전자계산학과

박사과정. 주 관심분야는 B-ISDN, 멀티미디어 통신, 통신망 성능분석 등.



韓致文(準會員)

1951년 5월 19일생. 1977년 2월 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학사). 1983년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사). 1990년 9월 일본동경대학 대학원 공학계연구과 전기공학전공(공학박

사). 1977년 2월~1983년 3월 한국과학기술연구원(KIST). 1983년 4월~현재 한국전자통신연구소(ETRI), 책임연구원 교환기술연구단 계통연구부장. 1993년 1월~현재 대한전자공학회 전자교환연구회 전문위원장



朴成漢(正會員)

1947년 6월 2일생. 1970년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업(B.S.). 서울대학교 전자공학과 졸업(M.S.). 텍사스 주립대학교 전기 및 컴퓨터 공학과 졸업(Ph.D). 1974년 3월~1978년

8월 경북대학교 전자공학과 전임강사. 1984년 5월~1984년 8월 텍사스 주립대학교 Instructor. 1984년 3월~1986년 2월 금성사 중앙연구소 수석연구원. 1986년 3월~현재 한양대학교 전자계산학과 교수. 1989년 8월~1990년 7월 텍사스 주립대학교 Visiting Researcher. 주 관심분야는 B-ISDN 및 멀티미디어 통신, 신경회로망 이론, Computer Vision 등.