

論文96-33A-4-8

LAN 환경에서의 공유버퍼 ATM 스위치의 동작 특성

(The Behavior of a Shared Buffer ATM Switch in a LAN Environment)

全炳千*, 都美仙**, 金煥善*

(Byung Chun Jeon, Mi Sun Do, and Young Sun Kim)

요 약

본 논문에서는 LAN 트래픽이 가해지는 환경에서 공유버퍼형 ATM 스위치 및 LAN과의 연동기능을 수행하는 IWF에 대한 동작 특성을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 먼저 스위치에 Bernoulli 프로세스에 의하여 발생하는 트래픽과 LAN 트래픽의 비율을 변화시켜 가면서 스위치 및 IWF의 지연과 버퍼점유율을 측정하여 버스트가 스위치와 IWF의 지연 및 버퍼 점유에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 스위치에 비연결형 서버가 접속되어 모든 비연결형 트래픽이 비연결형 서버로 집중될 경우의 스위치의 성능을 측정하였으며, IWF에서의 LAN 트래픽 shaping이 스위치 및 IWF에서의 지연과 버퍼점유율에 미치는 영향을 분석하였다.

Abstract

In this paper, we investigate the effect of a LAN traffic on the performance of a shared buffer ATM switch and IWF(Interworking Function) on a LAN environment through simulations. Firstly, the delay and the buffer occupancy of the switch and IWF are measured according to the proportion of the LAN traffic to the traffic generated by Bernoulli process. Secondly, we investigate the behavior of the switch in the case that LAN traffic is concentrated to a connectionless server, and the effect of LAN traffic shaping at IWF on the delay and the buffer occupancy of the switch.

I. 서 론

ATM 스위치는 B-ISDN보다는 기존 LAN의 백본 네트워크 또는 워크스테이션간의 멀티미디어 통신을 위한 고속 LAN/MAN으로의 응용이 급격히 증대되고 있다. 이에 따라 기존 LAN 트래픽을 전달할 수 있는 다양한 응용 프로토콜들 즉 LAN Emulation, IP over ATM, MPOA(multiprotocol over ATM), CBDS(connectionless broadband data service), Frame Relay 등의 표준화가 완료되거나 진행되고 있다. 이와 같이 ATM망을 통하여 LAN 트래픽을 전달

하기 위하여는 LAN과 ATM 망을 접속하는 접속장치인 IWF가 필요하게 된다. IWF와 스위치간 가상연결 설정시 IWF에 접속된 LAN의 트래픽 발생량 및 ATM 망의 리소스를 고려하여 적절한 사용 대역폭을 결정하게 될 것이다. 이 대역폭에 따라 스위치 및 IWF에서의 LAN 트래픽 전달특성은 다르게 나타날 것으로 예상되며 특히 트래픽이 비연결형 서버로 집중되는 경우에는 버스트성이 큰 트래픽이 특정 출력 포트로 집중되므로 스위치 내에서의 셀 지연 및 버퍼 점유 상태 등의 특성 변화가 더욱 크게 나타날 것이다. 공중망을 통하여 LAN 트래픽을 전달할 경우 비용절감을 위하여 가능한 한 적은 대역폭을 할당하고자 할 것이며 이 경우 IWF에서의 지연이 과다하게 되어 ATM 망의 효율성을 떨어뜨리게 될 수도 있을 것이다. 따라서 LAN에서의 트래픽 발생량에 따라 비용과 지연을 최소화할 수 있도록 대역폭을 결정하여야 할 것이다.

* 正會員, 韓國電子通信研究所 交換方式研究室 (ETRI)

** 正會員, 延世大學校 電子工學科 (Dept. of Elec. Eng., Yonsei Univ.)

接受日字: 1994年12月7日, 수정완료일: 1996年2月16일

지금까지 ATM 스위치에 대한 많은 성능평가가 이루어져 왔으나 계산을 용이하게 하기 위하여 모든 트래픽을 하나의 타임슬롯 내에 확률 p 로 셀이 발생하는 Bernoulli process를 사용하여 버스트가 큰 트래픽에 대한 동작특성이 나타나지 않거나¹¹⁾, 트래픽의 버스트 특성을 고려하였으나 하나의 출력 포트에 대한 결과로써 전체 공유버퍼 스위치의 성능을 유추하도록 하여^{12,3)} 실제보다 과다한 셀손실을 내는 것으로 평가되고 있다. 또한 LAN 트래픽과 같이 프레임 단위로 발생하는 트래픽에서 하나의 프레임을 구성하는 셀들은 동일한 목적지로 전달되어야 하므로 스위치 내에서 동일한 출력 포트에 라우팅되어야 하나 공통버퍼형 ATM 스위치의 해석적 방법에 의한 성능평가에서 이를 고려하기 어려운 실정이다. 또한 스위치 자체의 특성만을 고려하고 있으므로 IWF에서의 지연 및 비연결형 서버에서의 지연 등 종단간 지연에 영향을 미치는 요소들에 대한 고려가 되어 있지 않다¹⁴⁾. 실제 TCP (Transmission Control Protocol) 데이터를 ATM망을 통하여 전달할 경우 버스트성이 큰 데이터의 손실로 인하여 망의 처리율이 크게 저하된다는 결과가 제시되고 있다^{15,6)}. 따라서 IWF에 버퍼를 두어 버스트를 흡수할 경우 망을 효율적으로 사용할 수 있게 되나 IWF에서의 지연이 증가되므로 이의 지연을 포함한 망의 성능평가가 이루어져야 한다.

본 논문에서는 LAN 트래픽이 발생하는 환경에서 공유버퍼형 ATM 스위치 및 LAN과의 연동기능을 수행하는 IWF에 대한 동작특성을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 먼저 스위치에 Bernoulli 프로세스에 의하여 발생하는 트래픽과 LAN 트래픽의 비율을 변화시켜 가면서 스위치의 지연 및 버퍼점유율을 측정하여 버스트가 스위치와 IWF의 지연 및 버퍼 점유에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 스위치에 비연결형 서버가 접속되어 모든 비연결형 트래픽이 비연결형 서버로 집중될 경우의 스위치의 성능을 측정하였으며, IWF에서의 LAN 트래픽 shaping이 스위치 및 IWF에서의 지연과 버퍼점유율에 미치는 영향을 분석하였다. 이와 같이 트래픽 전달 경로의 각 지연 요소들의 지연 분포를 분석하여 일반적으로 성능평가 대상에서 제외되고 있는 IWF 및 비연결형 서버의 지연이 종단간 지연에 미치는 영향을 측정하여 망설계에 적용할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다.

II장에서는 사설망과 공중망에서의 LAN 트래픽 수

용 시 고려해야 할 점을 살펴보고 LAN 트래픽이 가해지는 ATM 스위치 동작을 시뮬레이션하기 위한 가정을 기술한다. III장에서는 LAN 트래픽이 모든 출력 포트에 분산되는 경우의 ATM 스위치 동작특성을 분석하고, IV장에서는 ATM 스위치에 비연결형 서버가 접속된 경우, IWF에서의 서비스율에 따라 IWF와 ATM 스위치에서의 동작특성을 분석하며, V장에서 결론을 맺는다.

II. ATM 스위치 동작 환경

1. 사설망에서의 LAN 트래픽 수용

ATM 스위치는 기존의 공유매체 방식의 LAN에 비하여 가격대 성능비가 매우 우수하며, 컴퓨터 성능의 향상으로 이미 기존의 LAN으로는 대역폭이 부족한 경우가 발생되고 있어 ATM-LAN에서 먼저 수요가 먼저 발생할 것으로 예상되고 있다^{17,8)}. 현재 ATM Forum에서는 ATM 스위치를 직접 LAN으로 활용할 수 있도록 기존 LAN의 MAC 계층과 호환성을 가지는 LAN Emulation 규격을 완성하였으며¹⁹⁾, 현존하는 모든 네트워크 계층 프로토콜을 ATM 망에서 수용하기 위한 MPOA(Multiprotocol over ATM)에 대한 표준화를 진행하고 있다¹⁰⁾. IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 IP datagram을 ATM망을 통하여 전달하도록 하는 IP over ATM에 관련된 규격을 RFC1577에 정의하고 있다¹¹¹⁾.

이러한 프로토콜들은 종단간에 가상연결을 설정하고 직접 트래픽을 전달하는 방식으로 데이터의 버스트에 의한 폭주를 방지하기 위한 여러 방안들이 제안되었다. 최근 ATM Forum에서는 LAN 트래픽과 같이 요구되는 대역폭의 변화가 큰 트래픽을 위하여 망에 여분의 대역폭이 있을 때 이 대역폭을 최대한 이용하여 트래픽을 전달하는 ABR(Available Bit Rate) 서비스와 UBR(Unspecified Bit Rate) 서비스를 새롭게 정의하였다¹¹²⁾. ABR 서비스는 망 폭주에 의한 셀손실을 방지하고 망대역을 효율적으로 이용할 수 있도록 하는 반응적 폭주제어방식을 정의하고 있다.

사설망에 사용되는 ATM 스위치에는 기존의 LAN 및 고성능 컴퓨터가 직접 접속되어 버스트가 큰 LAN 트래픽이 ABR 연결을 통하여 전달하며 rate based 흐름제어 방식을 적용하여 통계적 다중화 방식으로 망의 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있게 될 것이다. 따

라서 망의 대역폭을 최대한 활용하기 위하여 IWF에서는 가능한 한 PCR(Peak Cell Rate)을 최대로 높여 버스트성이 큰 트래픽을 전달하므로 사설망에 사용되는 ATM 스위치는 폭주제어 방식의 응답지연시간 동안에 셀손실이 발생하지 않을 정도의 버퍼용량을 가져야 된다. 그림 1은 사설망에서 SVC 또는 PVC를 이용하여 LAN 트래픽을 수용하는 예를 나타낸다.

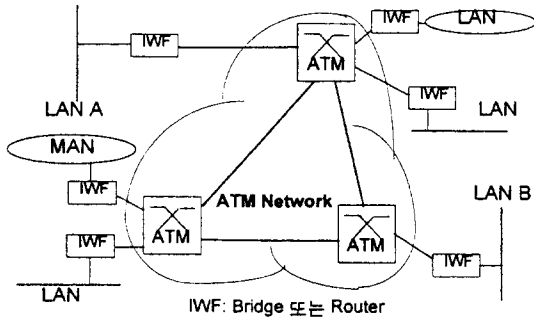


그림 1. ATM망을 통한 LAN 간 접속
Fig. 1. LAN interconnection over ATM Network.

최근 시판되고 있는 사설망용 ATM 스위치는 포트당 버퍼크기는 13.25K 바이트부터 최대 30M 바이트까지 분포되고 있으나 대부분의 스위치는 0.5M~2M 바이트의 버퍼를 가지고 있으며 점차 용량이 증가되고 있는 추세이다^[17].

2. 공중망에서의 LAN 트래픽 수용

공중망에서 LAN 트래픽을 수용하는 방안으로는 LAN 트래픽을 발생하는 종단 간에 가상연결을 직접 설정하여 전달하는 방식과, 망내에 비연결형 서버를 두고 모든 LAN 트래픽을 서버로 집중시켜 서버에서 라우팅을 수행하는 방식이 있다. 종단간에 설정된 가상연결을 통하여 직접 트래픽을 전달하는 방식에서는 LAN 트래픽이 분산되므로 특정 스위치에 미치는 영향이 그다지 크지 않을 수 있으나, 비연결형 서버를 사용하는 방법에서는 스위치에 접속된 비연결형 서버로 LAN 트래픽이 집중되므로 서버가 접속된 스위치 또는 비연결형 서버에서 과도한 지연 또는 셀 손실을 초래할 가능성이 있다.

최근 ITU(International Telecommunication Union)에서는 ATM Forum에서 제정된 반응적 폭주제어 규격을 표준으로 받아들이기 위한 노력이 진행되고 있다^[13,14]. 공중망에서는 망에서 제공하는 대역폭

및 QOS를 엄격하게 관리해야 하며, round-trip 지연이 사설망에 비하여 크므로 반응적 폭주제어방식을 수행하는 ATM 스위치는 사설망에 비하여 매우 큰 버퍼를 요구하게 될 것이다. 일반적으로 공중망용 교환기는 사설망용 교환기에 비하여 대용량의 버퍼를 가지는 경향이 있으며^[15,16], 원거리 가상연결에 대해서는 버퍼크기를 감소시키기 위하여 종단간 가상연결의 중간에 가상수신원과 가상송신원을 두어 트래픽 제어를 수행하게 될 것이다^[17].

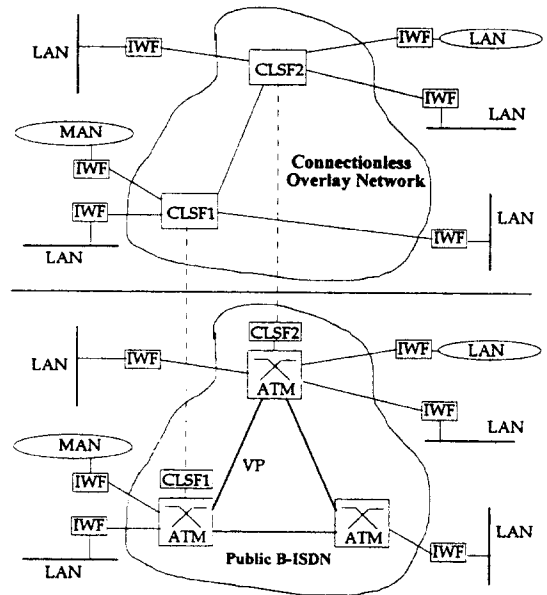


그림 2. 비연결형 서버를 사용한 LAN간 접속
Fig. 2. LAN interconnection using connectionless server.

공중망 가입자는 공중망과 접속된 가상연결의 대역폭은 비용과 직접 관련되므로 비용을 최소화하기 위하여 가능한 사용 대역폭값을 최소화시킬 것이다. 따라서 트래픽이 요구하는 QOS를 만족시키는 범위에서 최대한 shaping이 이루어진 후 공중망을 통하여 전달될 것으로 예상된다. 이러한 경우 IWF에서의 shaping 정도에 따라 LAN 트래픽의 지연과 스위치 내의 버퍼점유율에 미치는 영향을 분석하여야만 트래픽의 QOS를 만족시키면서 전달비용을 최소화시킬 수 있는 값을 판단할 수 있다. 그림 2는 비연결형 서버를 사용하여 LAN 간 접속하는 망 구성을 나타내었다.

3. 시뮬레이션 가정

1) 입력 트래픽

본 논문에서는 두 종류의 트래픽 즉 LAN 트래픽과

Bernoulli 트래픽이 발생하는 것으로 가정하였다. LAN 트래픽은 다수의 컴퓨터에서 발생하는 프레임 단위의 비연결형 데이터를 가정하였으며^[18], Bernoulli 트래픽은 LAN 트래픽을 제외한 다양한 형태의 트래픽이 다중화된 것으로 가정하였다.

일반적으로 버스트 단위로 전달되는 LAN 트래픽을 셀화 할 경우 다음과 같은 3가지 변수에 의하여 모형화 될 수 있다.

- 가) 연속된 버스트간의 interarrival time
- 나) 하나의 버스트에 속한 셀들간의 interarrival time
- 다) 하나의 버스트를 구성하는 셀의 수

본 논문에서는 버스트간의 interarrival time은 지수분포를 가지는 것으로 가정하였다. 일반적으로 컴퓨터에서는 프레임 단위로 데이터를 처리하므로 하나의 프레임을 구성하는 셀들의 도착은 거의 동시에 이루어진다고 가정할 수 있다. 그러나 실제 셀화 된 LAN 트래픽은 IWF에서 설정된 가상연결의 최대 대역폭값으로 ATM 망으로 전달된다. 따라서 하나의 프레임에 속한 셀들간의 시간 간격은 동일하며 설정된 가상연결의 최대 대역폭에 의하여 결정된다.

하나의 버스트를 구성하는 셀의 수는 LAN의 어플리케이션에서 사용되는 PDU(Protocol data unit)에 크기에 의하여 결정된다. TCP/IP 위에서 동작하는 NFS(Network File System)에서는 기본으로 8192 옥텟 크기의 프레임을 사용한다. 또한 라우터에서 IP 패킷의 분할 전달에 의한 오버헤드를 감소시키기 위하여 가능한 한 큰 MTU(Maximum Transmission Unit)값을 가질 필요가 있다. 따라서 RFC1626에서는 AAL5를 통하여 IP 패킷을 전달하기 위한 기본 MTU(Maximum Transmission Unit)을 9180 옥텟으로 규정하고 있다^[18]. RFC1209에서는 SMDS 서비스를 통하여 전달하는 IP datagram의 크기를 9180 옥텟으로 규정하고 있으며^[19], ITU의 I.364에서는 비연결형 데이터를 전달하는 CLNAP-PDU의 정보 영역의 최대 크기를 9188 옥텟으로 규정하고 있다^[19]. 이를 고려하여 본 논문에서는 최대 버스트의 길이를 200 셀로 가정하였으며 버스트의 평균 길이는 24 셀로 가정하였다.

Bernoulli 트래픽은 버스트가 그다지 크지 않은 다양한 종류의 트래픽이 다중화된 것으로 가정하였다. 따

라서 타임슬롯 내에 p의 확률로 셀이 발생하는 것으로 가정하였으며 각 입력포트의 한 타임슬롯에서의 셀 도착은 Binomial 분포를 가진다. 도착률의 최대값은 가상연결에 설정된 최대 대역폭에 의하여 결정되며 평균 도착률은 입력트래픽의 발생량에 의하여 결정된다.

2) ATM 스위치

두 단계의 지연 우선순위 제어 기능을 가진 16x16의 공유버퍼형 스위치를 가정하였다. 셀은 CLP 비트값에 상관없이 무한대 크기의 공유버퍼에 채워지며 스위치 내에서의 셀 손실은 발생되지 않는다. Bernoulli 트래픽은 높은 우선순위를 가지며 지연에 민감하지 않은 LAN 트래픽은 낮은 우선순위를 할당하였다. 하나의 셀 전달되는데 소요되는 슬롯시간을 기준시간으로 하여 시뮬레이션을 수행하였기 때문에 지연값의 결과는 슬롯시간으로 나타나며 스위치 속도에 관계없이 결과가 적용될 수 있다. 스위치의 입출력 포트의 속도가 155.52Mbps, 622Mbps인 경우 슬롯시간은 각각 2.726 μ sec, 0.682 μ sec이다.

III. LAN 트래픽이 가해지는 경우의 ATM 스위치 동작 특성

1. 시뮬레이션 개요

LAN 트래픽과 Bernoulli 트래픽이 ATM 스위치의 입출력 포트에 고르게 분포하는 경우 각 트래픽의 전달 특성을 측정한다. 전체 발생 트래픽 중 LAN 트래픽의 비율이 0%, 50%, 100%인 경우 스위치 및 IWF의 지연 및 버퍼 점유 특성을 확인하였다. 이 경우 LAN 트래픽은 모든 입력포트에서 고르게 발생되며 발생된 트래픽은 모든 출력포트에 동일 확률로 분포되며 하나의 프레임을 구성하는 셀들은 동일한 출력 포트에 전달된다. Bernoulli 트래픽도 LAN 트래픽과 마찬가지로 모든 입력포트에서 고르게 발생되고 모든 출력 포트에 고르게 분포되어 출력되나 출력포트의 선택은 셀마다 독립적으로 이루어진다.

그림 3은 시뮬레이션에 적용된 모형을 나타낸다. LAN 트래픽은 IWF에 할당된 최대 대역폭으로 shaping 되어 스위치로 입력된다. 전체 부하 중 LAN 트래픽의 비율이 50%인 경우 IWF와 Bernoulli 트래픽에 할당된 침투 대역폭은 각각 입력 링크 대역폭의 50%로 가정하였다. LAN 트래픽 또는 Bernoulli 트래픽만이 발생하는 경우에는 해당 트래픽 발생원에

100%의 링크대역폭을 할당하였다.

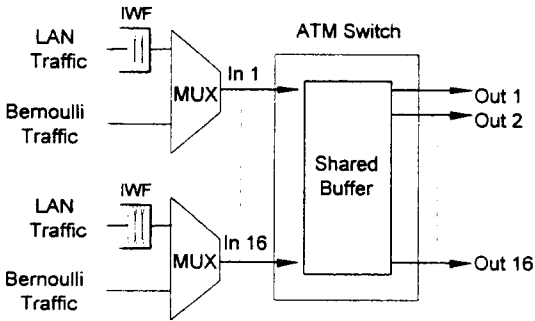


그림 3. 시뮬레이션 모형
Fig. 3. Simulation model.

2. 시뮬레이션 결과

그림 4는 트래픽 상태에 따른 ATM 스위치의 공유 버퍼 크기를 나타낸다. Bernoulli 트래픽만이 발생하는 경우 부하가 95% 부근까지 매우 작은 값을 유지하나, LAN 트래픽이 동시에 발생하거나 LAN 트래픽만 발생하는 경우에는 부하가 85%를 초과하면 버퍼의 크기가 급격히 증가하는 경향을 보인다. LAN 트래픽만이 발생하는 경우의 버퍼는 LAN 트래픽과 Bernoulli 트래픽이 같은 양으로 발생하는 경우에 비하여 약 2배의 크기를 보이고 있다.

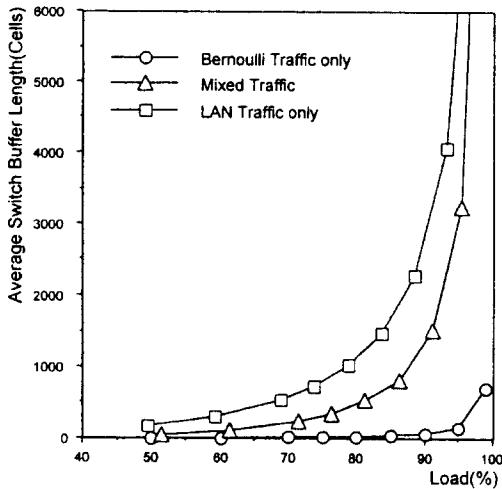


그림 4. 입력 트래픽 조건에 따른 스위치 버퍼의 크기
Fig. 4. Switch buffer length according to the input traffic conditions.

그림 5는 여러 트래픽 발생 조건에서의 각 트래픽의 지연특성을 나타낸다. LAN 트래픽과 Bernoulli 트래

픽이 동시에 발생될 경우 Bernoulli 트래픽은 높은 우선순위에 할당되어 전달되므로 매우 적은 지연을 보이고 있는 반면 낮은 우선순위에 할당된 LAN 트래픽은 LAN 트래픽만이 발생하는 경우와 거의 유사한 지연 특성을 보이고 있으며 90% 부하를 초과하면 급격히 증가하고 있다.

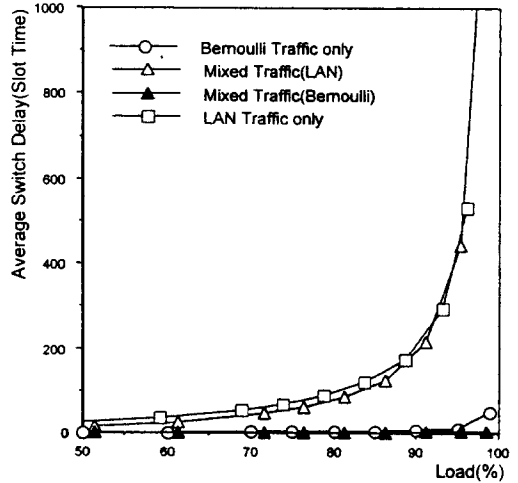


그림 5. 입력 트래픽 조건에 따른 스위치 지연
Fig. 5. Switch delay according to the input traffic conditions.

그림 6은 두 트래픽이 같은 크기로 동시에 발생될 때 스위치의 지연 우선순위 제어 기능 여부에 따른 지연 특성의 차이를 나타내고 있다. 우선순위 제어 기능이 없는 경우에는 두 트래픽은 동일한 조건으로 스위치를 통과하므로 동일한 지연 특성을 가진다. 그러나 LAN 트래픽에서는 하나의 프레임을 구성하는 여러 셀들이 동일한 포트에 출력되므로 Bernoulli 트래픽에 비하여 약간 큰 지연 값을 보이고 있다. 이에 비하여 지연 우선순위 제어 기능이 있는 경우 Bernoulli 트래픽은 버스트가 큰 LAN 트래픽에 영향을 받지 않고 낮은 지연 값을 유지하고 있다. 이는 지연에 민감한 트래픽이 요구되는 QOS를 만족시키기 위하여는 ATM망은 반드시 지연 우선순위 제어 기능이 있어야 한다는 것을 보여 주고 있다.

그림 7은 두 종류의 트래픽이 동시에 발생될 때 각 트래픽의 경로별 지연을 나타낸다. 부하의 크기가 95% 이하이면 LAN 트래픽은 IWF에서의 지연이 스위치에서의 지연보다 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.

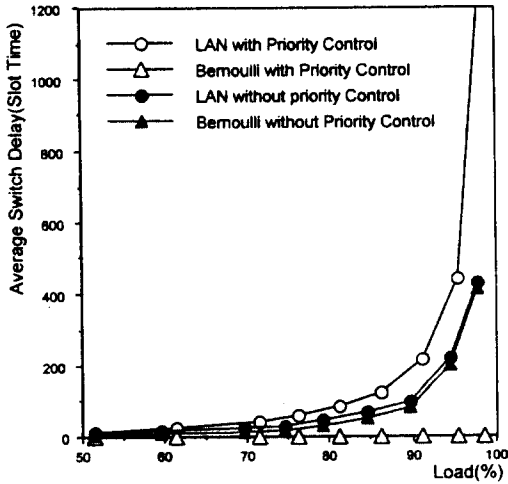


그림 6. 지연 우선순위 기능에 따른 스위치의 지연 특성
 Fig. 6. Switch delay according to the delay priority function.

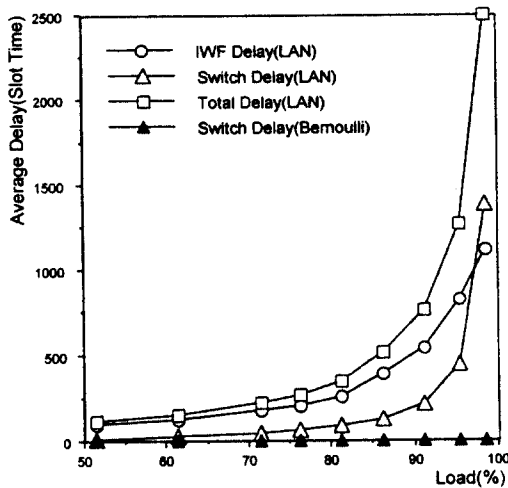


그림 7. LAN 트래픽과 Bernoulli 트래픽이 동시에 가해질 때의 지연분포
 Fig. 7. Delay distribution on the mixed traffic condition.

IV. 비연결형 서버가 접속된 경우의 전달 특성

공중망에 LAN이 접속된 경우 IWF와 스위치간에 설정된 가상연결의 대역폭에 따라서 LAN 트래픽을 shaping하여 스위치로 전달하게 되므로 shaping 정도에 따라 IWF와 스위치의 지연 및 버퍼 점유 특성이 다르게 나타날 것이다. 또한 비연결형 서버를 사용하여

LAN 트래픽의 라우팅을 수행하는 경우 LAN 트래픽이 서버로 집중되므로 실제 LAN 트래픽의 종단간 지연은 IWF 지연, 스위치 지연 및 비연결형 서버 지연의 합으로 나타내게 된다. 따라서 지연 및 셀손실을 최소화하면서 높은 처리율을 유지하기 위하여 각각의 버퍼 및 할당 대역의 크기를 적절한 값으로 선택하여야 한다.

이와 같이 비연결형 서버가 접속된 스위치를 그림 8과 같이 모형화 하였다. IWF를 통하여 입력된 LAN 트래픽은 port 16으로 집중되어 비연결형 서버로 전달되며, 비연결형 서버를 통과한 후 port 1-15로 고르게 출력된다. 서버에서는 각 스위치 출력 포트와 대응된 큐를 가지고 있으며, 각 큐에는 링크 대역폭을 1/15씩 동일하게 나누어 할당하는 것으로 가정하였다. MUX는 Bernoulli 트래픽을 우선적으로 통과시키며 여유 대역을 LAN 트래픽을 전달하도록 한다. 실제 시뮬레이션 결과에서는 MUX 내에서의 지연을 IWF 지연에 포함시켰다.

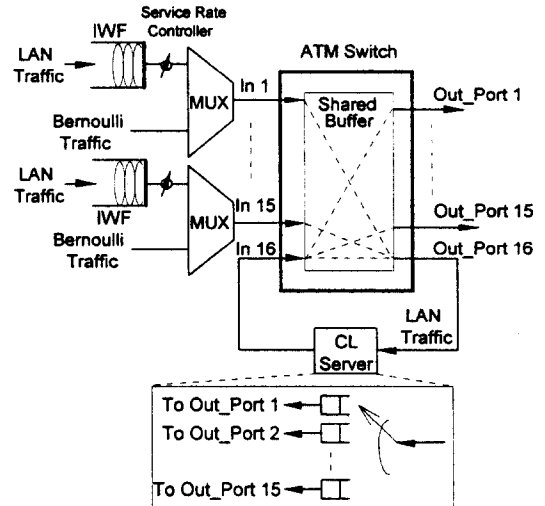


그림 8. 비연결형 서버가 연결된 스위치의 시뮬레이션 모형
 Fig. 8. Simulation model of the switch with connectionless server.

Bernoulli 트래픽은 MUX를 통과하여 스위치로 입력되며 서버가 접속되지 않은 15개의 출력 포트에 고르게 분포된다. 각 스위치 입력에는 75%의 Bernoulli 트래픽과 5%의 LAN 트래픽이 발생하도록 하였으므로 LAN 트래픽이 집중되는 서버에는 75%의 부하가 가해진다. IWF에서의 shaping 정도에 따른 성능을 분

석하기 위하여, IWF의 서비스율을 1.5-5 범위로 변화시키면서 IWF, 스위치, 비연결형 서버에서의 버퍼 및 지연의 크기를 측정하였다. 서비스율은 IWF에 할당된 대역폭과 IWF에 가해지는 평균 LAN 트래픽 대역폭의 비로 정의하였다. 따라서 서비스율이 5인 경우 IWF에 할당된 대역폭은 링크 대역폭의 25%가 된다. Bernoulli 트래픽은 평균 발생률이 75%이며 LAN 트래픽에 비하여 높은 우선순위를 할당하므로 MUX에서는 Bernoulli 트래픽을 우선적으로 통과시키게 되어 IWF의 서비스율을 더 증가시켜도 스위치에 입력되는 LAN 트래픽의 버스트 특성은 거의 변화가 없게 된다.

그림 9는 IWF의 서비스율 변화에 따라 각 트래픽이 점유하는 스위치의 공유버퍼의 크기와 스위치 전체의 버퍼 크기를 나타낸다. 높은 우선순위를 할당받은 Bernoulli 트래픽이 점유하는 버퍼의 크기는 서비스율의 변화에 상관없이 일정한 크기를 나타낸다. 그러나 LAN 트래픽이 점유하는 버퍼 크기의 평균값은 서비스율이 증가함에 따라 완만하게 증가하나 최대값은 급격하게 증가된다. 이는 IWF에서의 shaping의 크기가 스위치 버퍼점유 특성 특히 점유율의 최대값에 크게 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 또한 스위치 전체에서 LAN 트래픽의 크기는 Bernoulli 트래픽의 1/15인데 비하여 점유버퍼의 크기는 전체 점유버퍼의 50% 정도를 차지하고 있다.

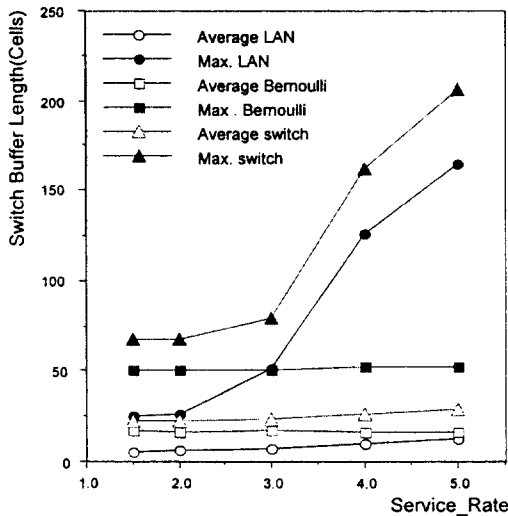


그림 9. 서비스율에 따른 스위치 버퍼 점유
Fig. 9. Switch buffer length according to the service rate.

그림 10은 IWF의 서비스율 변화에 따른 IWF, 스위치, 서버의 버퍼 크기를 나타낸다. 서비스율이 증가함에 따라 IWF에서의 shaping 기능이 약화되므로 LAN 트래픽이 집중되는 스위치의 포트 16의 점유버퍼 및 비연결형 서버의 버퍼의 길이가 완만하게 증가한다. 그러나 서비스율이 5일 때 IWF의 버퍼길이는 서비스율이 1.5일 때에 비하여 약 1/14로 크게 감소된다. IWF가 서비스율 변화에 가장 민감하게 반응하고 있음을 알 수 있다.

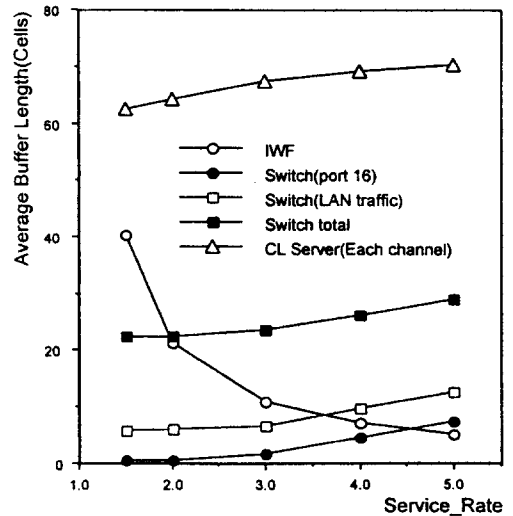


그림 10. 서비스율에 따른 버퍼 길이
Fig. 10. Buffer length according to the service rate.

그림 11은 서비스율의 변화에 따른 각 경로에서의 LAN 트래픽의 지연분포를 나타낸다. 즉 종단간 LAN 트래픽 지연 중 가장 높은 비율을 차지하는 부분은 비연결형 서버이며 서비스율이 증가함에 따라 지연이 미소하게 증가한다. 다음으로는 IWF에서의 지연이며 서비스율이 증가함에 따라 급격히 감소된다. LAN 트래픽은 IWF, 스위치의 포트 16, 비연결형 서버를 통과하면서 충분히 shaping되어 스위치의 포트 1-15를 통하여 출력될 때의 지연은 IWF에서의 서비스율 변화에 영향을 받지 않는다. 스위치 포트 16에서의 지연은 서비스율의 증가에 따라 증가되나 전체 지연에 비하여 매우 적은 값을 차지한다. 따라서 종단간 LAN 트래픽의 지연은 서비스율 증가에 따라 완만하게 감소하는 경향을 보여 주고 있다.

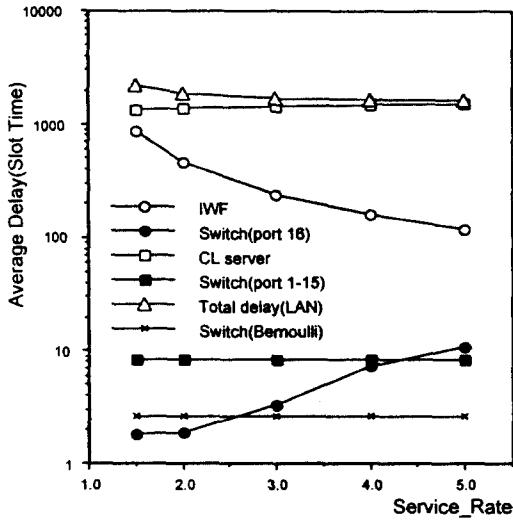


그림 11. LAN 트래픽의 경로별 지연분포
Fig. 11. Delay distribution of each path of the LAN traffic.

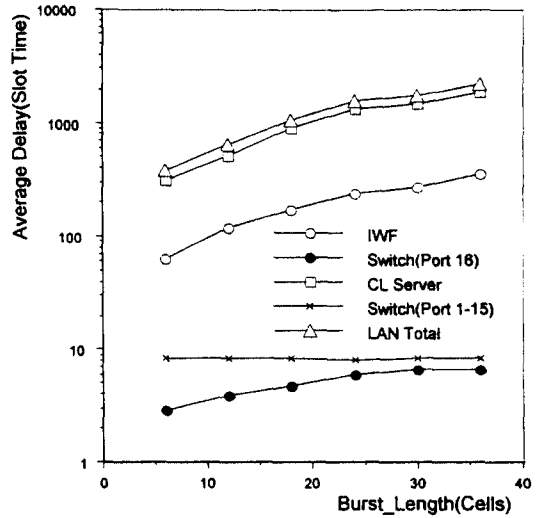


그림 12. LAN 트래픽의 버스트 길이에 따른 지연
Fig. 12. Delay according to the burst length of LAN traffic.

그림 12와 그림 13은 IWF의 서비스율이 3인 경우 LAN 트래픽의 버스트 크기에 따른 지연과 버퍼점유 특성을 나타낸다. 서버 및 IWF에서의 지연이 LAN 트래픽 전체 지연의 대부분을 차지하며 스위치에서의 지연은 아주 미미한 부분을 차지한다. 버스트의 크기가 커질수록 서버가 접속된 출력포트 16에서의 지연은 약간 증가되나 Bernoulli 트래픽과 LAN 트래픽이 혼합되어 출력되는 출력포트 1-15에서의 지연은 거의 변화가 없다. 이는 전체 트래픽중 LAN 트래픽의 비율이 적을 뿐만 아니라 LAN 트래픽이 IWF 및 서버를 통과하는 동안 충분히 shaping되어 본래의 버스트 특성이 없어졌기 때문이다. 버퍼 점유에 있어서도 버스트 크기가 증가됨에 따라 서버의 버퍼크기는 크게 증가하는 반면 스위치에서는 서버가 접속된 출력포트 16을 통과하는 트래픽의 점유량은 약간 증가하나 나머지 출력포트를 통과하는 트래픽의 점유량은 변화가 거의 없음을 알 수 있다. 비연결형 서버를 통한 LAN간 접속 시 중단간 지연 중 서버 및 IWF에서의 지연이 대부분을 차지하며 스위치에서의 지연은 미미하다는 것을 알 수 있다.

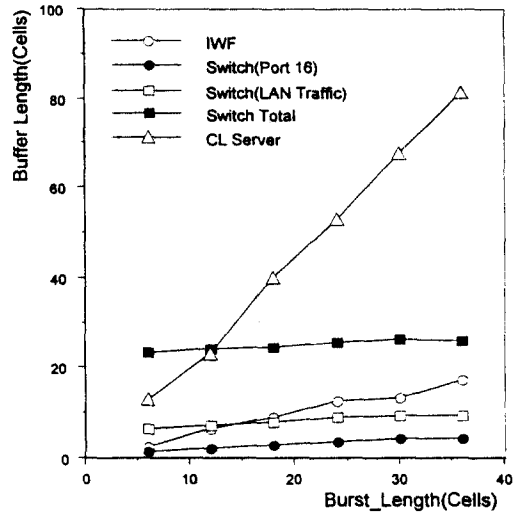


그림 13. LAN 트래픽의 버스트 길이에 따른 버퍼 크기
Fig. 13. Buffer length according to the burst length of LAN traffic.

V. 결론

본 논문에서는 공유버퍼 ATM 스위치에 LAN 트래픽이 입력될 경우 스위치의 버퍼점유, 지연특성 및 동일한 부하의 Bernoulli 트래픽이 입력될 때의 성능을 측정함으로써 버스트가 성능에 미치는 영향을 분석

하였다. 또한 비연결형 서버가 연결된 특정 포트로 LAN 트래픽이 집중되는 경우의 스위치 동작특성을 분석하고 IWF에서의 LAN 트래픽 shaping이 IWF 및 스위치에서의 지연 및 버퍼점유율에 미치는 영향을 분석하였다.

LAN 트래픽이 스위치의 모든 출력으로 분산되는 경우 트래픽 조건 및 부하의 변화에 따른 지연 및 버퍼점유 특성을 분석하였다. ATM-LAN과 같이 버스트 트래픽의 분포가 큰 경우에는 손실을 줄이기 위하여 상대적으로 큰 버퍼의 스위치를 사용하여야 하며, 지연에 민감한 트래픽의 QOS를 만족시키기 위하여는 지연 우선순위 제어 기능을 가져야 한다.

비연결형 서버가 연결된 경우의 시뮬레이션 결과는 LAN 트래픽의 종단간 지연에서 스위치 지연보다는 비연결형 서버 및 IWF에서의 지연이 종단간 지연의 대부분을 차지한다는 것을 보여 주고 있다. 이는 IWF 및 서버에 할당되는 대역폭을 적절히 선택함으로써 종단간 지연을 크게 감소시킬 수 있음을 나타낸다. 따라서 공중망에서도 유휴 대역폭을 최대한 이용할 수 있는 ABR 서비스를 적용하여 LAN 트래픽을 효과적으로 전달할 수 있도록 하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이순석, 강성열, 김영선, 한치문, 부분 공유버퍼 방식하의 공통메모리 ATM 스위치의 성능분석, 제 4회 통신정보 합동학술대회 논문집, 제4권, 603-608면, 1994년 4월
- [2] Y. Sakurai, N. Ido, S. Gohara, N. Endo, Large-Scale ATM Multistage Switching Network with Shared Buffer Memory Switches, IEEE Communications Magazine, pp 90-96, January, 1991.
- [3] H. Kuwahara, N. Endo, M. Ogino, T. Kozaki, A Shared Buffer Memory Switch for an ATM Exchange, Proceeding of ICC'89, pp. 118-122, Boston U.S.A., June 11, 1989.
- [4] 이순석, 강성열, 김영선, 한치문, Random/Bursty 트래픽을 고려한 공통메모리 ATM 스위치의 성능 분석, 한국통신학회 논문지, Vol. 20, No. 2, 536-544면, 1995.2
- [5] Romanow, Allyn, TCP over ATM: Some Performance Results, ATM Forum/93-784, 1993.
- [6] Minden G., Frost V., Evans J., Ewy B., TCP/ATM Experiences in the MAGIC Testbed, ftp://ftp.tisl.ukans.edu/pub/papers/TCP-Perform.ps, 1994.
- [7] J. T. Johnson, ATM Networking Gear: Welcome to the Real World, Data Communications, pp. 66-86, Oct. 1993.
- [8] M. Murata, H. Miyahara, LAN Interworking Through Broadband ISDN, IEICE Trans. Communication, Vol. E77-B, No. 3, pp. 294-305, March, 1994.
- [9] LAN Emulation over ATM: Draft Specification-Revision 4, ATM Forum Technical Committee, LAN Emulation Sub-working Group, ATM_Forum/94-0035R4, July 1, 1994.
- [10] Caralyn Brown, Baseline Text for MPOA, ATM Forum 94-0824r4, Multiprotocol Subworking Group, 1995.11.15.
- [11] M. Laubach, "Classical IP and ARP over ATM", IETF Network Working Group, RFC 1577, Jan. 1994.
- [12] Draft ATM Forum Traffic Management Specification Version 4.0, ATM Forum Technical Committee, Traffic Management Working Group, ATM_Forum/95-0013, Dec. 18, 1994.
- [13] I.371 Living List - Additions/revisions, ITU-TS Study Group 13, Temporary Document(2/13) Rapporteur meeting Question 8/13, Paris, 27 February - 7 March 1995.
- [14] Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN, ITU-TS, Temporary Document (13)Study Group 13, Recommendation I.371, Paris, March 1995.
- [15] The ATM Report, Vol. 3, No. 3, Broadband Publishing Corporation, May, 1995.
- [16] The ATM Report, Vol. 3, No. 4, Broadband Publishing Corporation, June, 1995.
- [17] Y. Chang, N. Golmie, D. Su, Required Information Flow between Virtual Source and Virtual Destination, ATM Technical Committee, Traffic Management Sub-

working Group, ATM_Forum/95-0164, Feb. 6, 1995.

[18] R. Atkinson, "Default IP MTU for use over ATM AAL5," IETF Network Working Group, RFC 1626, May 1994.

[19] D. Piscitello, J. Lawrence, "The Transmission of IP Datagram over the SMDS Service," IETF Network Working Group, RFC 1209, March 1991.

— 저 자 소 개 —



金炳干(正會員)

1984년 2월 충남대학교 전자공학과 학사. 1986년 2월 충남대학교 대학원 전자공학과 석사. 1992년 8월 충남대학교 대학원 전자공학과 박사. 1987년 6월

~ 1988년 9월 국방과학연구소 연구원. 1988년 10월 ~ 1996년 현재 한국전자통신연구소 선임연구원

都美仙(正會員)

1988년 2월 연세대학교 전자공학과 학사. 1990년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과 석사. 1990년 10월 ~ 1995년 8월 현재 한국전자통신연구소 선임연구원. 1995년 9월 ~ 1996년 현재 연세대학교 대학원 전자공학과 박사과정



金煥善(正會員)

1980년 2월 고려대학교 전자공학과 학사. 1982년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 석사. 1991년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 박사. 1982년 ~

1996년 현재 한국전자통신연구소 책임연구원