

입출력버퍼형 ATM 교환기의 셀 폐기 방법에 대한 새로운 기준 제안 및 성능 분석

권 세 동[†]·박 현 민^{††}·최 병 석^{†††}·박 재 현^{††††}

요 약

입출력버퍼형 ATM 교환기의 기존 셀 폐기 방식에는 귀환(Backpressure, BP)과 손실(Queue loss, QL)의 두 가지 모드가 있다. 기존의 실험 결과에서는 제공되는 로드기 낮은 범위에서는 귀환모드가, 높은 범위에서는 손실모드가 성능이 우수하였다. 따라서, 본 논문에서는 귀환모드와 손실모드의 장점을 취하기 위해서, 셀 폐기 방법의 기준을 달리하는 하이브리드(Hybrid, HB)모드를 제안한다. 기존의 귀환·손실모드는 출력버퍼의 상태를 확인하여 그 셀의 폐기 여부를 결정하므로 입력버퍼의 상태와는 무관하다. 이러한 귀환모드와 손실모드를 단순병합하여 쓰기 위해서는 교환기로 들어오는 입력 트래픽 모드에 대한 측정이 필요하다. 그러나, 본 논문에서 제안된 하이브리드모드는 입력버퍼의 출력버퍼의 상태만을 동시에 확인하여 셀의 폐기 여부를 결정하는 방식이다. 랜덤 트래픽과 버스티 트래픽하에서 기존의 귀환·손실모드와 비교 분석한 결과, 하이브리드모드는 거의 전 로드 범위에서 기존의 귀환·손실모드보다 성능이 우수함을 보인다.

A New Criterion of Cell Discard in an ATM Switch with Input and Output Buffers

Se-Dong Kwon[†] · Hyun-Min Park^{††} · Byeong-Seog Choe^{†††} · Jae-Hyun Park^{††††}

ABSTRACT

An input-output buffering switch operates in either of two different cell loss modes. Backpressure mode and Queue loss mode. In the previous studies, the Backpressure mode is more effective at low traffic loads, and the Queue loss mode performs better at high traffic. We propose a new operation mode, called Hybrid mode, which adopts the advantages of the Backpressure and the Queue loss mode. Backpressure and Queue loss modes are distinguished from whether a cell loss occurs at the output buffer or not when output buffer overflows, irrespective of input buffer status. In order to simply combine Backpressure and Queue loss mode, the change of input traffic load must be measured. However, in the Hybrid mode, simply both of the input and output buffer overflow are checked out to determine the cell discard. The performance of the Hybrid mode is compared with those of the Backpressure and the Queue loss mode under random and bursty traffic. This paper shows that the Hybrid mode always gives the best performance results for most ranges of load values.

※ 본 논문은 정보통신부의 대학기초연구지원사업에 의해 수행된 연구 결과의 일부임

† 준 회원 명지대학교 미하원 컴퓨터공학과
†† 종신회원 명지대학교 컴퓨터학부 교수
††† 정 회원 동국대학교 정보통신공학부 교수
†††† 정 회원 명지대학교 전자정보통신공학부 교수
논문접수 1999년 4월 22일, 심사완료 · 1999년 12월 15일

1. 서 론

ATM(Asynchronous Transfer Mode) 통신망은 여러 가지 미니어의 전송 속도나 버스트성(burstiness)에 유연히 대응할 수 있으며, 음성, 영상, 데이터 진부를 하나의 네트워크로 보내는 멀티미디어 통신 네트워크를 실현하는 기술이다. 실제적으로 ATM 통신망을 위한 모든 교환기 구조 설계의 제안은, 각 패킷이 목적하는 교환기의 출력단에 스스로 찾아갈 수 있는 셀프 라우팅(self routing) 구조를 기반으로 하고 있다. 이러한 특성은 교환기가 수백 Gbps의 속도로 전송하면서 매우 높은 수율(throughput)을 가질 수 있게 해준다.

1980년대 초부터, 많은 수의 ATM 교환기 모델이 제안되었다[1-4] 처음에 제안된 버퍼링 전략은 입력 버퍼형(input buffering) 방식[5], 공유 버퍼형(shared buffering) 방식[6], 그리고 출력 버퍼형(output buffering) 방식[7] 등의 세 가지로 나눈다. 각각 적용된 버퍼링 전략에 따라 장점과 단점을 가지고 있다.

입력 버퍼형 교환기는 ATM 교환기 설계를 매우 간단하게 할 수 있기 때문에 일반적으로 많이 채택되었다[8]. 그러나, 이 방법의 단점은 교환기 수율을 저하시키는 HOL 충돌(Head-Of-Line blocking)을 해결하기 위하여 경쟁 제어(contention resolution) 방법을 필요로 한다. 출력 버퍼형 교환기는 교환기 수율을 높이기 위한 목적으로 사용되었으나, 내부적으로 속도를 증가시켜야 하는 단점이 있다.

따라서, 서로 다른 종류의 버퍼링 전략을 접합시킨 ATM 교환기가 제안되었다. 이런 종류에는 입력 버퍼형과 출력 버퍼형은 결합한 교환기[9, 10], 공유 버퍼형과 출력 버퍼형을 결합한 교환기[11] 등이 있다. 이러한 교환기 설계의 목적은 서로 다른 버퍼링 전략을 결합하여 공동 상승 효과(synergy)를 얻는 것이다. 입력 버퍼형과 출력 버퍼형을 결합한 교환기는 입력 버퍼형 교환기에서 나타나는 단점인 수율의 저하, 그리고 스위치 내부 속도를 증가시켜야 하는 출력 버퍼형 교환기의 단점을 보완하기 위해 제안되었으며, 공유 버퍼형과 출력 버퍼형을 결합한 교환기는 출력 버퍼형 교환기의 단점과 메모리 제약이 복잡한 공유 버퍼형의 단점을 보완하기 위하여 제안되었다.

본 논문에서는 내부적인 버퍼(internal buffer)가 없고, 내부적으로 충돌이 없는(internally nonblocking) 교환기에 입력 버퍼와 출력 버퍼를 적용한 ATM 교환기

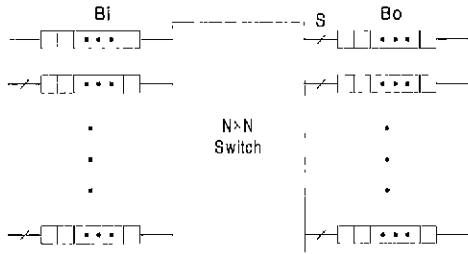
에 대하여 분석하였다. 입출력단에 버퍼를 갖는 기존 교환기의 셀 폐기 방식에는 손실(queue loss, QL)모드[9, 12]와 귀환(Backpressure, BP)모드[10, 12]가 있다. 손실모드는 출력 버퍼가 포화(saturation)상태가 될 때 셀 손실이 일어난다. 귀환모드는 출력 버퍼가 포화 상태가 되면 원래의 입력 버퍼 자리에 그대로 두게되므로, 출력 버퍼에서는 셀 손실이 일어나지 않는다.

기존의 연구 결과[13, 14]에서는, 대부분의 경우에 0.6 이하의 낮은 로드(load) 부분에서는 귀환모드가, 0.6 이상의 높은 로드부분에서는 손실모드가 성능이 우수하였다. 따라서, 본 논문에서는 귀환모드와 손실모드의 장점을 취하기 위하여 하이브리드(Hybrid, HB)모드를 제안한다. 기존의 귀환·손실모드는 출력버퍼의 상태만을 확인하여 그 셀의 폐기 여부를 결정하므로 입력 버퍼의 상태와는 무관하다. 즉, 입력버퍼의 활용도는 무시하고 단지 셀이 목적하는 출력버퍼의 포화 여부에만 의존하는 방법이다. 따라서, 로드 에 따라 성능의 차이를 보이는 귀환모드와 손실모드를 단순명확하게 쓰기 위해서는 제공되는 입력로드가 높을 때는 손실모드를 그 반대일 경우에는 귀환모드를 선택할 수 있는 변환 기능이 필요하다. 즉, 교환기로 들어오는 입력 트래픽 로드 에 대한 측정이 필요하다. 그러나, 본 논문에서 제안한 하이브리드모드는 입력로드에 대한 측정을 할 필요 없이, 입력버퍼와 출력버퍼의 상태만을 동시에 확인하여 셀의 폐기 여부를 결정하는 방식이다. 즉, 기존의 귀환모드에서 행하는 기능에 단순히 입력 버퍼의 상태만을 더 확인하는 기능을 추가함으로써 입력 로드로 들어오는 트래픽 로드 에 대한 측정을 할 필요가 없게 된다. 따라서, 하이브리드모드는 입력 버퍼에 저장할 공간이 있음에도 불구하고 셀을 폐기하게 되는 손실모드의 단점을 보완하여, 입력 버퍼와 출력 버퍼의 모든 저장 공간을 활용하는 방법이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 사용되는 ATM 교환기와 본 논문에서 제안한 하이브리드모드와 기존의 귀환·손실모드에 대하여 설명하고, 제 3장에서는 성능 분석에 사용된 트래픽의 특성 및 본 논문에서 제안한 하이브리드모드와 로드 에 따라 성능의 차이를 보이는 귀환·손실모드의 성능을 랜덤 트래픽과 버스티 트래픽 하에서 비교 분석한다. 마지막으로, 4장에서는 결론과 함께 향후 연구 계획에 관하여 기술한다.

2. 입출력 버퍼형 ATM 교환기 및 새로운 셀 폐기 모드

2.1 교환기 모델

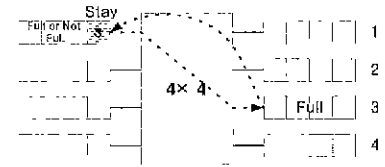


(그림 1) 교환기 모델

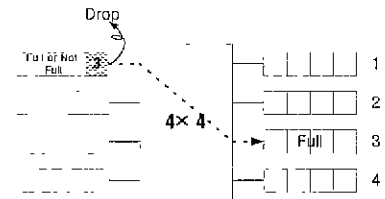
본 논문에서는 (그림 1)과 같은 ATM 교환기 모델을 가정하였다. 교환기는 내부적으로 충돌이 일어나지 않으며(internally nonblocking) N개의 입력과 N개의 출력 포트를 가지고 있는 대칭적인 구조이고, 입력단과 출력단에는 각각 Bi와 Bo의 크기를 가지는 입력 버퍼와 출력 버퍼를 갖고 있다. 교환기는 서로 다른 입력 포트에 들어온 셀들이 같은 타임슬롯에 교환되도록 동기적으로 작동(단, 서로 다른 출력 포트에 향할 경우만)한다. 입력과 출력 버퍼는 모두 FIFO(First In First Out)의 형태로 작동한다. 입력 버퍼의 입력으로 들어온 셀은 버퍼에 남아 있는 공간이 있을 때에만 저장되고, 그렇지 않을 때에는 손실된다. 교환기의 내부에서는 입력 버퍼의 선두위치의 셀을 셀이 원하는 출력포트로 스위칭하며, 한 타임 슬롯(time slot)에 한 출력 포트에 교환할 수 있는 셀의 개수를 S개로 제한한다. 교환기 용량 인자가 S인 경우에, 한 타임 슬롯을 S개의 미니슬롯(minislot)으로 나누어 각 미니슬롯 단계마다 경쟁 제어 방식을 사용하였다(단, $S \leq B_o$ 의 조건을 만족함을 가정하였다). 따라서, 각 미니슬롯 동안에 한 개의 특정 포트에 향하는 셀의 개수가 2개 이상인 경우에는 우선권(priority)이 있는 입력 포트의 셀을 내보내고, 그 뒤에 위치한 셀을 다음 미니슬롯 동안에 경쟁에 참여시키는 방법을 사용하였다. 단, 우선권은 한 타임 슬롯마다 다음 입력 포트에 넘기는 방식(cyclic fashion)을 사용하였다. 출력 버퍼에 저장된 셀은 선두 위치의 셀부터 매 타임슬롯마다 한 포트에서 하나의 셀이 서비스되도록 한다.

2.2. 새로운 셀 폐기 방법을 사용한 하이브리드(Hybrid) 모드

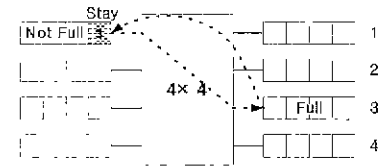
입출력 버퍼형 교환기에는 귀환과 손실의 두 가지 모드 중 하나가 사용되었다. 기존의 연구 결과[13,14]에서는, 제공되는 로드가 낮은 범위에서는 귀환모드가, 높은 범위에서는 손실모드가 성능이 우수함을 보였다. 따라서, 본 논문에서는 로드 범위에 따라 성능의 차이를 보이는 귀환모드와 손실모드의 장점을 동시에 취하기 위하여 셀 폐기 방법을 달리한 하이브리드모드를 제안한다. 각 모드에서의 셀 폐기 방법에 대한 내용은 (그림 2)와 같다.



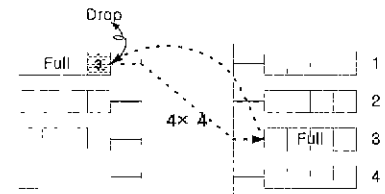
(a) Backpressure



(b) Queue loss



(c) Hybrid(B_o is full, but B_i is not)



(d) Hybrid(B_i and B_o are full)

(그림 2) 귀환, 손실, 하이브리드모드에서의 셀 폐기 방법
(B_i = 입력 버퍼, B_o = 출력버퍼)

즉, 입력포트에서 출력포트로 교환된 셀은 출력버퍼에 FIFO의 형태로 저장되는데, 이때 출력버퍼에 저장할 공간이 남아있지 않다면 셀은 다음의 세 가지 모드 중 하나로 처리된다.

- 귀환모드(Backpressure, BP) : (그림 (a))에서와 같이, 출력버퍼에 저장할 수 없다면, 입력버퍼의 원래 위치로 그대로 두게 된다. 즉, 입력버퍼의 포화에 의해서만 셀 손실이 일어난다.
- 손실모드(Queue loss, QL) : (그림 (b))의 경우와 같이 출력버퍼에 저장할 수 없다면 그 셀은 손실된다. 즉, 이 모드에서는 입출력버퍼 모두에서 손실이 발생할 수 있다
- 하이브리드모드(Hybrid, HB) : 출력버퍼에 저장할 공간이 없는 경우에, 셀이 있던 입력단자의 버퍼를 확인한다. (그림 (c))의 경우처럼 원래의 셀이 위치한 입력 버퍼에 셀이 가득 차 있지 않을(not full) 경우에는, 그 셀을 원래 위치에 그대로 두게 된다. 그러나, (그림 (d))의 경우처럼 원래의 셀이 위치한 입력버퍼에 셀이 가득 차 있을 경우에는 그 셀을 폐기한다.

기존 실험의 결과, 낮은 로드 쪽에서 손실모드가 귀환모드보다 성능이 떨어지는 가장 큰 이유는 입력버퍼에 저장할 공간이 남아있음에도 불구하고, 출력버퍼에 저장할 공간이 없다면 그 셀을 폐기하게 되기 때문이다. 그리고, 귀환모드에서는 (그림 (a))에서와 같이 경쟁에서 이긴 HOL 위치의 셀이 원래의 입력버퍼의 자리로 되돌리지는 경우가 발생하는 경우에, HOL 뒤에 있는 셀이 출력 버퍼로 나갈 기회를 상실하며, HOL 셀이 우선권을 획득하여 나가게 될 때까지, 계속해서 입력버퍼로 들어오는 셀을 버리게 된다. 즉, 제공되는 로드가 많아질수록 입력버퍼로 들어오는 셀들을 버리게 될 확률이 높아지므로 손실모드보다 귀환모드의 성능이 나빠지게 된다.

따라서, 본 논문에서는 로드와 성능의 차이를 보이는 귀환모드와 손실모드의 단점을 보완하여, 장점만을 취하기 위하여 하이브리드모드를 제안하였다. 즉, 하이브리드모드는 셀이 목적하는 출력단자의 버퍼에 저장할 장소가 없는 경우에, 그 셀을 폐기하지 않고, 셀이 있던 입력 단자의 버퍼를 확인하여, 입력버퍼에도 저장할 공간이 없는 경우에만 셀을 폐기하고, 저장할 공간이 남아 있다면 입력버퍼에 셀을 그대로 두는 방법이다. 그러므로, 하이브리드모드의 특징은 보통의 경

우에 귀환모드 방식을 사용하며, 입력버퍼와 출력버퍼 모두에 저장할 장소가 없는 경우에만 손실모드 방법을 사용하는 것이다.

3. 트래픽 모델의 특성과 모의실험 결과 및 분석

본 논문에서는 입출력단에 버퍼를 갖고 있는 128×128 교환기를 대상으로 실험하였다. 교환기의 성능을 측정하는 방법으로는 랜덤 트래픽 및 비스듬 트래픽 하에서 스위칭 용량 인자(speed-up factor, S), 버퍼의 길이(L) 및 버퍼의 크기(Bi, Bo, Bt, 단, Bi + Bo = Bt)를 변화시켜 가면서, 입력으로 들어온 셀이 원하는 출력포트로 교환되어 완전히 교환기를 벗어날 때까지의 과정에서 발생하는 셀 손실률을 측정하였다. 여기서, 스위칭 용량 인자 S란 한 타임 슬롯 동안에, 하나의 입력포트에서 출력포트로 교환될 수 있는 최대 셀 수를 의미하며, 비스듬 길이 L은 ON 주기 동안에 하나의 입력포트에서 연속적으로 발생할 수 있는 평균 셀 수를 의미한다(단, 본 실험에서는 ON 주기동안에 발생하는 셀은 모두 동일한 목적지를 가진다고 가정하였다).

3.1 랜덤 트래픽(Random Traffic)

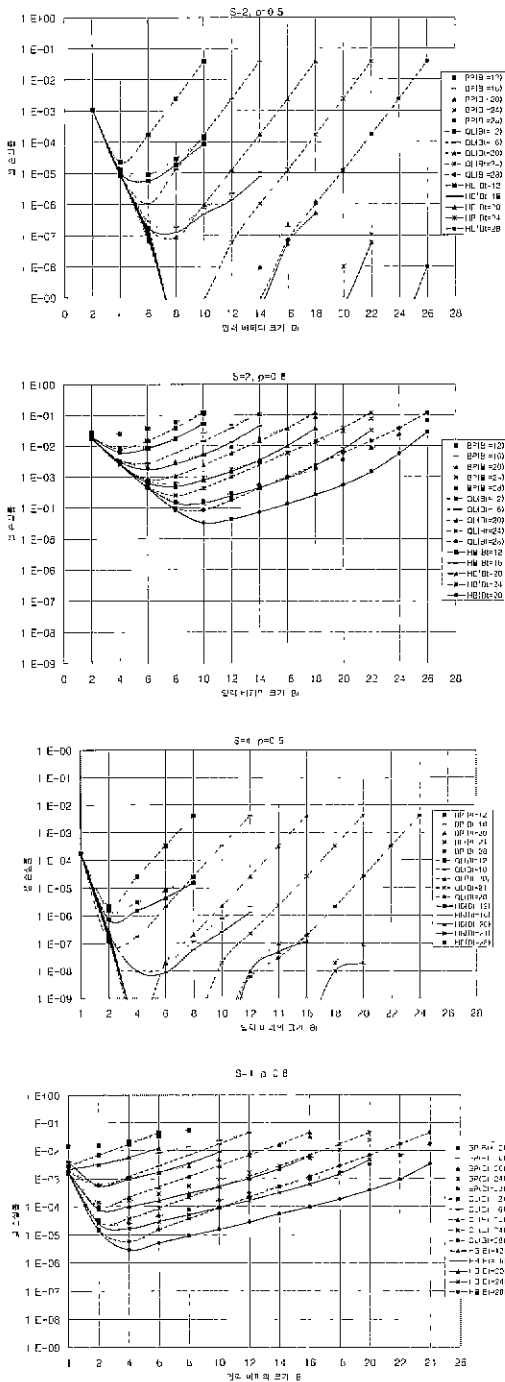
3.1.1. 랜덤 트래픽 모델

교환기의 입력단에 도착한 셀들은 독립적(independent)이고 동일하게(identically) 분포되어 있으며, 각각 파라미터 ρ ($0 < \rho \leq 1$)를 가지는 베르누리(Bernouli) 프로세스에 의해 가정된다. 말하자면, 주어진 타임 슬롯동안에 입력단에서 셀이 도착할 확률을 ρ 라고 한다면, 도착하지 않을 확률은 $1 - \rho$ 로 나타낸다. 그러므로, ρ 는 입력 로드나 교환기의 입력단으로의 도착률(arrival rate)을 나타낸다.

입력단으로 들어온 셀들이 N개의 출력단 중에서 목적지를 선택할 확률은 균등(uniform)하며, 다른 모든 요청에 대하여 독립적이다. 다시 말해, 입력 단으로 들어온 셀들이 특정 출력단으로 나갈 확률은 $1/N$ 이다. 이 트래픽 모델은 독립적 정규 트래픽 모델(independent uniform traffic model)[15], 혹은 간단하게 랜덤 트래픽 모델(random traffic model)이라고 한다.

3.1.2. 랜덤 트래픽하에서의 모의 실험 결과 및 분석

(그림 3)은 주어진 총 버퍼 크기 하에서, 최소의 셀 손

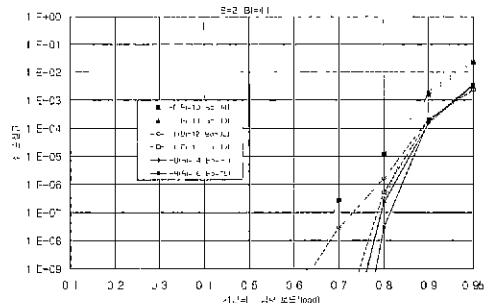


(그림 3) S = 2, 4 일 때, 주어진 총 버퍼 크기 하에서, 입력 버퍼의 크기에 따른 귀환·손실모드와 하이브리드모드의 셀 손실률

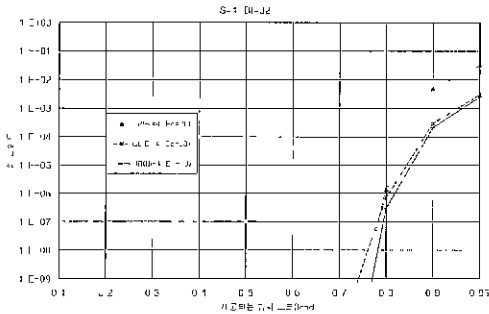
실률을 제공하는 입력 버퍼의 크기를 얻기 위해서, 총 버퍼 크기에 따른 입력 버퍼의 크기($B_i = B_t - B_0$), 제공되는 로드, 스위칭 용량 인자를 변화시켜 가면서 셀 손실률을 나타낸 것이다. 기존 실험의 결과와 마찬가지로, 비교적 낮은 로드 부분(0.5 이하)에서는 귀환모드가, 높은 로드부분(0.8 이상)에서는 손실모드가 성능이 우수함을 알 수 있다. 이러한 이유는, 제공되는 로드가 적은 범위에서는, 셀 손실을 제어하기 위한 일종의 공유(sharing) 방식, 즉 입력버퍼와 출력버퍼를 모두 사용할 수 있는 귀환모드가 더 효과적이다 그러나, 로드가 증가함에 따라, 출력버퍼가 포화상태가 되면 이러한 효과가 반감되어 손실모드의 성능이 우수해진다.

총 버퍼의 크기가 같은 상태에서, 최소의 셀 손실률을 나타내는 버퍼 배치 기준을 낮은 로드 부분(0.5)에서는 하이브리드모드가 귀환모드보다 약 1.7~3.1배정도 성능이 우수하고, 높은 로드 부분(0.8)에서는 하이브리드모드가 손실모드보다 약 1.2~4.8배정도 성능이 우수하다. 즉, 이 두 모드의 장점을 취하고자 본 논문에서 제안한 하이브리드모드는, 같은 총 버퍼 크기 하에서, 주어진 조건에 관계없이 기존의 귀환·손실모드보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

(그림 4), (그림 5)는 각각 S = 2, Bt = 44와 S = 4, Bt = 32인 경우에, 제공되는 로드 에 따른 셀 손실률을 나타낸 것이다. 그림에서 나타난 바와 같이, 제공되는 로드가 0.8 인 경우에, 10^7 정도의 셀 손실률을 얻기 위해서, S = 2일 때는 약 41개의 총 버퍼의 크기를 요구하며, S = 4일 때는 약 32개 정도의 총 버퍼가 필요함을 알 수 있다. 스위칭 용량 인자, 즉 S = 2일 경우에, 0.9 이상의 로드 부분에서 손실모드의 성능이 하이브리드모드보다 약 2% 정도 성능이 우수하다. 그러



(그림 4) S = 2, Bt = 44일 때, 제공되는 로드 에 따른 귀환·손실모드와 하이브리드모드의 셀 손실률



(그림 5) S = 4, Bt = 32일 때, 제공되는 로드 ρ에 따른 귀환·손실모드와 하이브리드모드의 셀 손실률

나, 이러한 차이는 95%의 신뢰구간에 포함되는 정도의 차이이다. 또, 제공되는 로드 ρ가 높은 부분일지라도, 스위칭 용량 인자가 커질수록 하이브리드모드가 손실모드보다 성능이 우수해짐을 알 수 있다 따라서, 하이브리드모드는 기존의 귀환·손실모드보다 거의 전 로드 범위에서 성능이 우수하다는 것을 알 수 있다.

3.2. 버스티 트래픽(Bursty traffic)

3.2.1. 버스티 트래픽 모델

버스티 트래픽을 모델링하는 가장 간단하고 널리 알려진 온/오프(ON/OFF) 모델은 M/P 모델로부터 파생되었으며, 활성화 기간(active period)의 길이가 파라미터 β 에 따라 기하학적으로 분포(geometrically distributed)되어 있다[16].

따라서, i 타임슬롯동안 활성화 기간이 지속될 확률은 다음과 같다

$$P(i) = \beta(1-\beta)^{i-1}, \quad i \geq 1 \quad (1)$$

버스티인 경우에는 적어도 하나의 셀이 발생한다고 가정하였다. 평균 버스트 길이는 다음과 같다.

$$E_B[i] = \sum_{i=1}^{\infty} iP(i) = 1/\beta \quad (2)$$

비활성화 기간(idle period)이 j 타임슬롯동안 지속될 확률은 다음과 같다.

$$Q(j) = a(1-a)^j, \quad j \geq 0 \quad (3)$$

활성화 기간과는 달리, 비활성화 기간은 0이 될 수 있

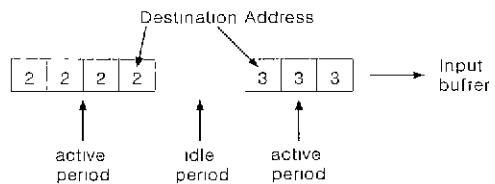
다. 평균 비활성화 기간은 다음과 같다

$$E_I[j] = \sum_{j=0}^{\infty} jQ(j) = (1-a)/a \quad (4)$$

주어진 β 와 a 에 따라, 제공되는 로드 ρ 는 다음과 같다.

$$\rho = E_B[i]/(E_I[i] + E_B[j]) \quad (5)$$

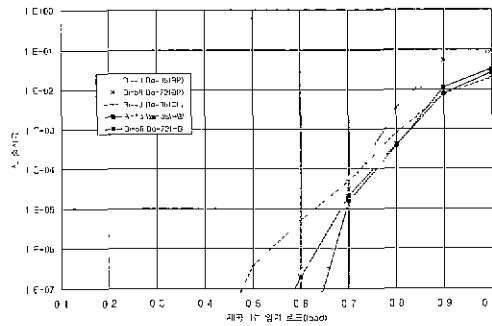
서로 다른 버스트 사이에는 연관 관계가 없고, 각 버스트의 목적지는 출력포트에 균일하게 분산(uniformly distributed)되어 있다고 가정했다. 본 논문에서는 (그림 6)과 같은 버스티한 트래픽의 특성을 사용하여 성능을 분석했다. 그림에서 나타난 바와 같이, 본 논문에서 사용한 트래픽의 특성은, QN 주기동안에 발생하는 셀들이 동일한 목적지를 가지는 특성을 가진다.



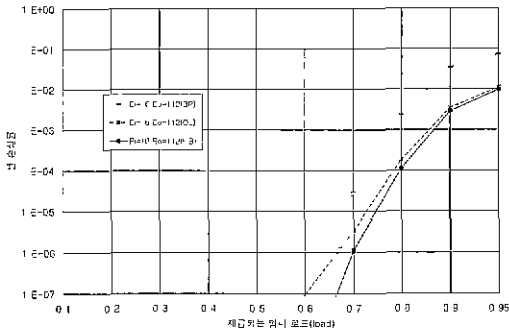
(그림 6) 입력 단으로 도착하는 셀

3.2.2. 버스티 트래픽하에서의 모의 실험 결과 및 분석
버스티니스를 고려하지 않은 버블리 프로세스하에서 실험한 결과에서는, 주어진 로드 ρ가 0.7에서 10⁻⁶ 정도의 셀 손실율을 얻기 위해서 총 버퍼 크기가 30개 이하면 충분하였다. 하지만 귀환모드와 손실모드 하에서 실험한 기존의 결과[13]에서, 그 정도의 버퍼 크기로는 버스티 트래픽을 수용할 수 없다는 것을 알 수 있다. 또, 손실모드는 주어진 로드와 총 버퍼 크기에 따라서 어느 정도 적절한 입력 버퍼의 크기가 정해져 있지만, 귀환모드는 로드 ρ에 따른 최적 입력 버퍼 크기의 변화와 성능의 차이가 심하다는 것을 알 수 있다. 따라서, 버스티 트래픽하에서는 총 버퍼의 크기를 128개 정도로 늘려서 실험하고, 다음의 그래프에서 나타나는 귀환모드는 주로 0.5 이상의 로드 범위에서 우수한 셀 손실율을 보이는 것을 채택하였다.

(그림 7), (그림 8)은 L = 4, Bt = 128인 경우에, 스위칭 용량 인자 S를 변화시켜가면서 하이브리드모드와 귀환·손실모드를 비교한 것이다. 그림에서 나타난 바와 같이, 하이브리드모드는 높은 로드부분에서 손실모



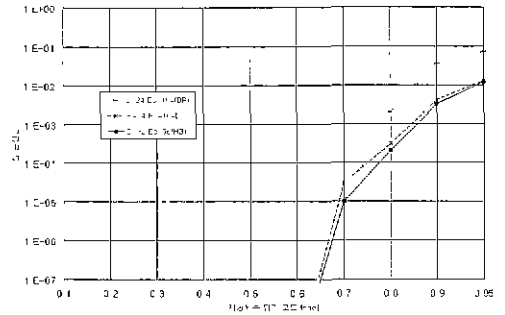
(그림 7) $S = 2, L = 4, B_t = 128$ 일 때, 제공되는 로드애 따른 하이브리드모드와 귀환·손실모드의 셀 손실률



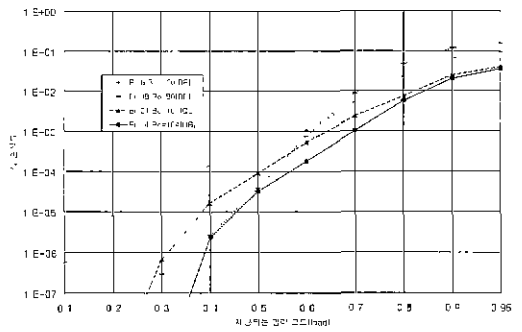
(그림 8) $S = 4, L = 4, B_t = 128$ 일 때, 제공되는 로드애 따른 하이브리드모드와 귀환·손실모드의 셀 손실률

드, 낮은 로드부분에서 귀환모드와 유사한 성능을 가지고 있다. 즉, 0.8이상의 로드 범위에서는 하이브리드 모드와 손실모드가 귀환모드보다 약 2.8~8.0배정도 성능이 우수하고, 0.7이하의 로드 범위에서는 하이브리드 모드와 귀환모드가 손실모드보다 1.3~12.4배정도 성능이 우수하다는 것을 알 수 있다. 다시 말하면, 귀환·손실모드에서의 반전되는 부분을 기점으로 양 모드 중에서 성능이 좋은 모드와 유사한 성능을 발휘한다는 것이다. 또한, 스위칭 용량 인자가 커질수록, 하이브리드 모드는 손실모드와는 달리 귀환모드와 셀 손실률이 반전되는 부분이 나타나지 않으며, 오히려 전 로드 범위에서 귀환·손실모드보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

(그림 9), (그림 10)은 $S = 3, B_t = 128$ 인 경우에 평균 버스트 길이 L 을 변화시켜가면서 하이브리드모드와 귀환·손실모드를 비교한 것이다. 평균 버스트 길이를 변화시켜 실험한 결과, 스위칭 용량 인자에서의 경우처럼 하이브리드모드가 귀환·손실모드보다 우수한 성



(그림 9) $L = 4, S = 3, B_t = 128$ 일 때, 제공되는 로드애 따른 하이브리드모드와 귀환·손실모드의 셀 손실률



(그림 10) $L = 8, S = 3, B_t = 128$ 일 때, 제공되는 로드애 따른 하이브리드모드와 귀환·손실모드의 셀 손실률

능을 보이고 있으며, 평균 버스트 길이가 길어질수록 하이브리드모드의 우수성이 아주 비비하게 감소하는 것을 볼 수 있다. 이러한 이유는 제공되는 로드가 많아지고 평균 버스트 길이가 길어질수록 셀을 폐기함으로써 얻어지는 하이브리드모드의 장점이 조금씩 감소하기 때문이다. 다시 말해, 비록 HOL 위치의 셀이 입력 버퍼와 출력버퍼 모두에 저장할 공간이 없어서 폐기하게 된다고 하더라도, HOL 위치의 뒤에 오는 셀들 역시 같은 출력버퍼로 향할 확률이 높아지기 때문이다.

그러나, 하이브리드모드는 0.7 이상의 로드 범위에서 손실모드보다 약 1.1~3.1배정도 성능이 우수하고, 0.6 이하의 로드 범위에서는 귀환모드보다 약 1.1~6.9배정도 성능이 우수하다. 즉, 이 경우에도 역시 스위칭 용량 인자에서의 경우와 마찬가지로, 전 로드 범위에서 하이브리드모드가 귀환·손실모드보다 우수한 성능을 나타낸다.

4. 결 론

ATM 통신망에서의 교환기는 음성, 영상, 데이터 그리고 아직 알려지지 않은 미지의 서비스에 이르기까지 다양한 멀티미디어 응용 서비스를 효과적으로 모두 수용할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 랜덤 트래픽 및 버스티 트래픽하에서 입출력 단계 버퍼를 갖는 ATM 교환기인 귀환모드와 손실모드, 그리고 두 모드의 장점만을 취하기 위하여 새로이 제안한 하이브리드모드의 성능에 대하여 비교 분석하였다. 하이브리드 모드는 기존의 귀환·손실모드에 단순히 입력 버퍼의 상태를 확인하는 기능을 추가하여, 귀환과 손실모드를 단순병합 하였을 때 필요한 입력 트래픽 측정 기능을 제거하였다. 따라서, 하이브리드모드에서는 입력버퍼와 출력버퍼 모두에 저장할 장소가 없는 경우에만 셀을 폐기함으로써, 스위칭 용량 인자가 커지고 평균 버스트 길이가 커지는 경우에, 거의 전 로드 범위에서 귀환·손실모드보다 성능이 뚜렷하게 향상됨을 볼 수 있다.

향후 하이브리드모드하에서 우선 순위(priority scheme) 방법에 따른 성능 비교, 멀티캐스트를 사용했을 때의 성능 분석 및 입력버퍼의 상태에 따라 셀을 폐기했을 경우에 따른 성능 분석을 할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] H. Ahmadi, and W.E. Denzel, "A survey of modern high-performance switching techniques," IEEE J. Selected Areas Commun., Vol.7, No.7, pp.1091-1103, Sep 1991.
- [2] R. Y. Awedh, and H T Mouftah, "Broadband packet switch architectures," Proc. Photonics'93: 3rd IEEE Int. Workshop on Photonic Networks, Components, and Applications, Atlanta, GA, pp. 183-188, Sep. 1993.
- [3] A. R. Jacob, "A survey of fast packet switches." Computer Commun., Review, Vol.20, No.1, pp.54-64, Jan. 1990.
- [4] M. Listanti, and A. Roveri, "Switching structures for ATM," Computer Commun., Vol.12, No.6, pp. 349-358, Dec. 1989.
- [5] J. Hui and E. Arthurs, "A broadband packet switch for integrated transport," J. Select. Areas Commun, Vol.6, pp.1264-1273, Oct. 1987.
- [6] A. Huang and S. Knauer, "Starlite : A Wideband digital switch," in Proc. GLOBECOM '84, Atlanta, GA, pp 121-125, Nov. 1984.
- [7] Y. S. Yeh, M. G. Hluchyj, and A. S. Acampora, "The knockout switch : A simple, modular architecture for high-performance packet switching," J. Select. Areas Commun., Vol.SAC-5, No.8, pp.1274-1283, Oct. 1987
- [8] D. P. Agrawal, Advanced computer architecture, IEEE CS Press, 1986.
- [9] T. T. Lee, "A modular architecture for very large packet switches," IEEE Trans. Commun, Vol.38, No.7, pp.1097-1106, July 1990.
- [10] A. Pattavina, "A broadband packet switch with input and output queueing," in Proc. Int. Switching Symp., Stockholm, Sweden. Vol.4, pp 11-16, May-June 1990
- [11] J. N. Giacopeli, W. D. Sincoskie, and M. Littlewood, "Sunshine : A high performance self-routing broadband packet switch architecture," in Proc. Int. Switching Symp., Stockholm, Sweden, Vol.3, pp. 123-129, May-June 1990.
- [12] A. Pattavina and G. Bruzzi, "Analysis of input and output queueing for nonblocking ATM switches," IEEE/ACM Trans. Networking, Vol.3, pp.314-328, June 1993.
- [13] 권세동, 박현민, 최병석, 박재현, "버스티 트래픽하에서 입출력 버퍼형 ATM 교환기 셀 손실모드들의 성능 비교 분석", 추계 종합 학술 발표회 논문집(상), pp.54-57, 11월. 1998.
- [14] 권세동, 박현민, 최병석, 박재현, "멀티미디어 트래픽하에서 입출력버퍼를 갖는 ATM 교환기의 손실과 귀환모드의 성능 비교 분석", 산·학·연 멀티미디어기술 학술대회 학술논문집, pp.517-520, 11월. 1998.
- [15] F. A. Tobagi, "Fast packet switch architectures for broadband integrated service digital networks," Proc. IEEE, Vol.78, No.1, pp.133-166, Jan. 1990.
- [16] A. Descloux, "Contention probabilities in packet switching networks with strung input processes," Proc. of the ITC 12, 1988.



권 세 동

e-mail sdkwon@wh.myongji.ac.kr
 1997년 명지대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
 1999년 명지대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)
 1999년~현재 명지대학교 컴퓨터 공학과 박사과정

1999년~현재 (주)거성 텔레콤 연구원
 관심분야 : ATM 교환기, ATM-트래픽 제어, 컴퓨터 네트워크



박 현 민

e-mail : hpark@wh.myongji.ac.kr
 1985년 서울대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1988년 North Carolina State University Electrical and computer engineering(석사)

1995년 North Carolina State University Electrical and computer engineering(박사)
 1996년~현재 명지대학교 공과대학 컴퓨터학부 부교수
 관심분야 : ATM 교환기, 네트워크 트래픽 관리 및 보안 기술 연구



최 병 석

e-mail : bchoe@cakra.dongguk.ac.kr
 1985년 서울대학교 전자공학과 (학사)
 1987년 Fairleigh Dickinson University 전자공학(석사)
 1994년 Polytechnic University 전자공학(박사)

1994년~1997년 명지대학교 전자공학과 조교수
 1997년~현재 동국대학교 정보산업대학 정보통신공학부 조교수
 관심분야 : 위성 ATM 교환기 개발, 광대역 가입자 접속 방식, 초고속 위성망



박 재 현

E-mail : jhpark@wh.myongji.ac.kr
 1984년 서울대학교 전기공학과 졸업
 1986년 Polytechnic University 대학원 전자공학(공학석사)
 1993년 Polytechnic University 대학원 전자공학(공학박사)

1994년~1996년 삼성전자 마이크로사임부 선임연구원
 1996년~현재 명지대학교 전자정보통신공학부 조교수
 관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 통신이론, Statistical 신호처리