

축출과 삽입을 갖는 부분버퍼공유 우선순위 방식의 성능분석

正會員 高 東 昊* , 郭 慶 燮*

Performance Analysis of Partial Buffer Sharing Priority Mechanisms with Push-Out and Insertion

Dong Ho Ko*, Kyung Sup Kwak* *Regular Members*

요 약

B-ISDN은 다양하면서도 이질적인 성질의 트래픽을 갖는 서비스들을 통합하여 제공될 예정인데 이런 서비스들은 다른 품질 요구조건을 갖는다.

본 논문에서는 부분버퍼공유와 버퍼 1에서의 축출방식에 버퍼 2에서의 삽입기능을 부가한 우선순위가 있는 네 가지의 다중화 제어메카니즘을 제안하였다. 이러한 방식을 사용했을 때 지연과 손실에 동시에 민감한 종류와, 손실에만 민감한 종류의 서비스 품질 요구조건을 어느정도 동시에 만족시킴을 모의실험을 통하여 확인하였다. 그리고 저 우선순위 부하의 지연 불안정성을 줄이기 위해 임계영역이 보완된 축출영역과 삽입을 갖는 부분버퍼공유 방식을 제안하고 그 성능을 분석하였다. 또한 다중화기 성능평가를 위한 시뮬레이션 프로그램의 구현 과정을 기술하였다.

기존과 제안한 다중화 방식들의 성능평가로 부터 폭주제어 방법과 트래픽 종류와 특성에 따른 적절한 다중화 방식들을 얻을 수 있다.

ABSTRACT

B-ISDN will provide communication services by integrating various and heterogeneous traffic requiring different quality of service. In this paper we propose four priority control mechanisms for ATM multiplexing with a combination of Partial Buffer Sharing, Push-Out and Insertion in which the Push-Out is performed at buffer 1 and the Insertion at buffer 2, respectively. These mechanisms can satisfy to some degree the qualities of both the service sensitive to loss and delay together and that sensitive to only loss simultaneously through simulations. For the purpose of reducing instability of delay for the load of lower priority, we propose Partial Buffer Sharing mechanism with Threshold-area appended to the area of Push-out and Insertion and study its performance. In addition, we describe the implementation procedure for the simulation program to evaluate the performance of various multiplexers.

* 인하대학교 전자공학과
Dept. of Electronics Eng. Inha University
論文番號 : 94327
接受日字 : 1994年 11月 22日

Finally, as a result of performance evaluation of the proposed and the existing mechanism we can obtain not only a congestion control method but also determine what type of multiplexing mechanism is adequate considering the type and quality of traffic.

I. 서 론

전송속도의 관점에서 수 Kbps에서 수 백Mbps까지의 대역폭이 필요한 서비스, 속도 변동의 관점에서 CBR(constant bit rate)와 VBR(variable bit rate)성질의 서비스, 그리고 호설정 유무의 관점에서 연결성 및 비연결성 서비스등의 다양한 서비스를 통합하여 동시에 전송하고자 하는 것이 B-ISDN이다.

B-ISDN망의 트래픽 특성을 구체적으로 살펴보면 HDTV트래픽과 같이 지연, 지터(jitter), 손실에 동시에 민감하면서 수십 Mbps의 광대역을 요구하는 신호와 데이터와 비디오신호와 같이 bursty한 특성을 갖는 VBR와 큰 화일 정보와 같은 CBR이 있고, 지연과 지터에는 민감하면서도 손실에 덜 민감한 음성과 손실에만 민감한 데이터와 같은 신호도 있고 비연결성 신호인 LAN 상호접속(interconnection), 전자우편, 작은 파일 전송(small file transfer) 등도 있다[1].

이렇게 다양하면서도 다른 품질 요구조건을 필요로 하는 서비스들을 동시에 전송할 때 망 폭주가 발생하면 각 서비스들의 품질을 모두 만족시킬 수 없다[2]. 따라서 망에 제공된 부하(offered load)가 망의 용량을 초과할 때 조차 수락할 만한 수준으로 서비스 품질을 유지하는 것이 망의 트래픽 제어라 볼 수 있다. 그런데 ATM 전송방식을 기초로 하면 모든 트래픽을 48옥테트의 정보 영역과 5옥테트의 헤더(header)영역으로 이루어진 53 옥테트로 고정된 셀(cell)을 통해 전송되고 ATM 셀 헤더중 CLP(cell loss priority) 필드는 우선순위에 따른 트래픽 제어에 이용될 수 있다[3]. 지금까지 여러가지의 패킷 음성 폭주제어(packet voice congestion control) 방식들이 제안되었다. 논문[4]에서는 폭주가 발생할 때 선택적으로 패킷을 버려서 음성신호의 품질저하를 막으려고 하였다. 그래서 음성신호의 지연변동을 줄일 수 있었다. 논문[5]에서는 음성신호에 폭주제어가 실시되었을 때 음성과 데이터 다중화기 내에서의 데이터

대기지연에 대한 결과가 나와 있다. 즉 작은 비율의 음성패킷을 버려서 상당히 큰 데이터 대기지연 감소효과를 얻을 수 있었다. 그런데 이들 모두 B-ISDN이 아니라 N-ISDN에서 음성과 데이터를 입력 트래픽으로 하여 얻은 결과들이다. 폭주가 발생할 가능성이 있거나 발생하면 트래픽 특성에 따라 셀에 우선순위를 부여하여 저우선순위의 셀을 버리거나 지연시키므로써 고우선순위 셀만의 품질저하를 막을 수 있으나 실시간 트래픽의 시간제약성과 실시간 트래픽이 비실시간 트래픽의 성능에 미치는 영향 때문에 새로운 트래픽 제어가 필요하다. 본 논문에서는 고우선순위 셀은 지연과 손실에 모두 민감하고 저우선순위 셀은 손실에만 민감할 경우 이 두 종류의 셀들의 QOS(quality of service)를 동시에 만족시키고자 하는 다중화기 제어방식인 축출을 갖는 부분비퍼공유방식에 삼입기능이 부가된 메카니즘을 제안하였다. 또한 이 메카니즘에 임계영역을 보완하여 저우선순위 부하의 지연 불안정성의 개선효과를 조사하였다.

2장에서 기존의 다중화기 우선순위 제어방식을 분류하였고 축출과 삼입이 있는 부분비퍼공유방식과 이것에 임계영역이 보완된 방식을 제안하였다. 3장에서 입력 트래픽 모델, 모의실험 환경과 방법, 다중화기 성능평가 시뮬레이터 구현을 위한 과정을 제시하였고 4장에서 각종류 부하의 지연, 지터, 손실률을 본 논문의 혼합형 방식과 축출을 갖는 부분비퍼공유 방식과 비교하여 분석하였고 트래픽, 시스템 파라미터를 변화시켜 혼합형 메카니즘의 성능을 분석하였다. 그리고 작은 버스트(row bursty) 트래픽과 큰 버스트(high bursty) 트래픽에 각각 우선순위가 주어졌을 때 각각 서로의 성능에 미치는 영향을 분석하였다. 마지막으로 저우선순위 부하의 지연 불안정성 개선을 위하여 혼합형 방식에 임계영역을 보완하여 분석하였다. 끝으로 5장에서 결론을 제시한다.

II. 다중화기 모델

2.1 우선순위 제어분류

1. Head of Line(HOL) 우선순위

버퍼내에서 고우선순위가 셀을 먼저 전송하는 방식으로 고우선순위의 셀이 한 개라도 있으면 먼저 모두 전송한 후에야 저우선순위의 셀을 전송하며 같은 순위의 셀들은 FIFO로 전송해 주는 방식이다(그림 1)[6].

2. Complete Buffer Sharing with Push-out

이 방식은 버퍼 최대 용량까지 각 우선순위 셀을 함께 수용하고 버퍼가 찬 후에, 저우선순위 셀이 도착하면 폐기하고 고우선순위 셀이면 버퍼내의 저우선순위 셀을 밀어내고 들어가는 방식이다(그림 2)[7].

3. Partial Buffer Sharing

부분버퍼공유 방식으로 문턱값 Q1를 두어 Q1까지는

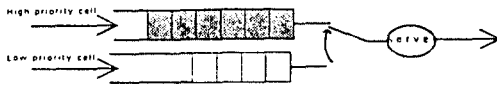


그림 1. HOL 우선순위 제어방식.
Fig. 1. HOL priority control.

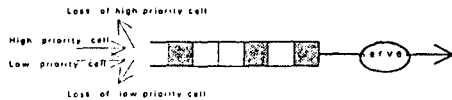


그림 2. 출출방식.
Fig. 2. Complete Buffer Sharing with Push-out.

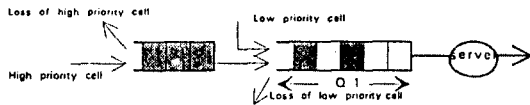


그림 3. 부분버퍼공유 방식.
Fig.3. Partial Buffer Sharing.

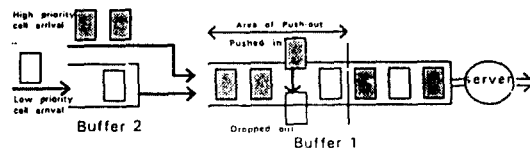


그림 4. 출출을 갖는 부분버퍼공유 방식.
Fig. 4. Partial Buffer Sharing with Push-out.

버퍼를 공유하다가 버퍼에 저장된 셀 갯수가 문턱값 Q1를 넘어서면 저우선순위 셀은 버리고 고우선순위 셀만 받아들이는 방식이다(그림 3)[7].

4. Partial Buffer Sharing with Push-out

Q1 문턱값까지는 버퍼를 공유하다가 버퍼에 저장된 셀수가 Q1을 넘어서면 다음과 같이 처리되고 그림 4에 그 과정을 제시했다. 저우선순위 셀이 도착하면 버퍼2에 저장되고 이 때 버퍼 2가 다 차 있으면 저우선순위 셀을 버린다. 그리고 고우선순위의 셀이면 출출영역(Push-out area) 내의 저우선순위 셀을 밀어내고 들어가고 이 때 저우선순위 셀은 폐기된다. 그리고 출출영역내에 저우선순위 셀이 없으면 고우선순위 셀을 버린다. 버퍼 1의 셀이 전송처리되어 빈 공간이 생기면 버퍼 2의 셀이 버퍼 1로 전송된다[8].

2.2 제안된 우선순위제어 다중화기 모델

트래픽에 우선순위를 주어 대역폭의 사용효율과 서비스 품질을 향상시킬 수 있는 방법이 연구되어 왔다[9], [10].

2.2.1 PBS+PO+IS(Partial Buffer Sharing with Push-out and Insertion)모델

본 논문에서 제시된 모델은 앞에 제시된 공간 우선순위 제어 방법중의 하나인 출출(Push-out)을 갖는 부분버퍼 공유(partial buffer sharing) 방식에 삽입(insertion) 기능을 부가한 것으로 그림 5에 제시했다. 도착하는 고우선순위 셀과 저우선순위 셀이 같이 버퍼 1을 공유하다가 버퍼 1이 모두 찼을 때 도착하는 셀이 저우선순위면 버퍼 2에 저장되고 고우선순위 셀이면 버퍼 1의 출출영역(APO) 내에서 마지막 시간슬롯에 도착한 저우선순위 셀을 밀어내고 들어간다. 이 때 밀려난 셀은 빈 공간이 있다면 버퍼 2로 보내어지나 그렇지 않으면 폐기된다. 여기서 출출영역 내에서 고우선순위 셀의 삽입위치와 버퍼2에서 저우선순위 셀의 삽입위치에 따라 4가지 방식으로 분류된다. 3번째의 출출과 삽입방식에서는 출출영역 내의 맨 마지막에 위치한 저우선순위 셀을 밀어내고 버퍼 1 맨 뒤로 고우선순위 셀을 삽입한다. 그리고 출출된 저우선순위 셀은 버퍼 2 맨 앞으로 삽입된다.

PBS+PO+IS 1, 2, 4 다중화기 모델은 셀순서 보장을 위한 버퍼와 관리가 수신단에서 필요한 반면 PBS+PO+IS 3는 약간의 오버헤드가 다중화기 내에서 더 필요하지만 수신단에서 그런 것들이 불필요하다. 그리고 축출방식의 경우 버퍼 관리영역을 버퍼 전체로 하지만 여기서 제시된 모델은 버퍼 1의 일부분을 사용하므로 관리 오버헤드를 줄일 수 있다. 본 논문에서는 적은 버퍼관리 오버헤드의 부가로 손실과 지연에 동시에 민감한 서비스와 손실에 민감한 서비스의 품질을 같이 향상시켜서 다중화기 자원 및 광전송 대역폭을 더 효율적으로 사용하고자 한다. 그리고 특히 순간적인 폭주 현상에서 각 종류의 서비스 품질을 잘 유지할 수 있다. 즉 버퍼 1이 다 찼을 때 순간적으로 저우선순위 셀이나 고우선순위 셀이 갑자기 많이 도착할 수 있다. 이때 다중화기는 우선순위가 있는 상태로 전환하면서 고우선순위 셀은 저우선순위 셀을 밀어내고 버퍼 1로 저장되고 저우선순위 셀은 예비버퍼에 해당하는 버퍼 2로 보내지거나 저장되므로 각 종류의 서비스 품질의 저하를 막을 수 있다. 여기서 버퍼 1의 크기는 폭주 발생 가능성의 기준치로 이용될 수 있다.

2.2.2. PBS+PO+IS+T

(Partial Buffer Sharing with Threshold-area appended to area of Push-out and Insertion) 모델

그런데 앞에서 제시한 모델은 폭주가 장시간 지속될 경우 저우선순위 셀의 버퍼 1에서 축출과 버퍼 2로 삽입 그리고 버퍼 1로 전송 다시 버퍼 1에서 축출과 버퍼 2로 삽입되는 방식으로 저우선순위 셀이 계속하여 버퍼 1과 버퍼 2를 순환하게 되어 시스템이 불안정하게 될 가능성이 다소 있게 된다. 그래서 그림 6과 같이 축출영역에 임계영역이 보완되고 삽입기능을 가진 부분버퍼공유방식을 제안하였다. 이 경우에는 버퍼 1 전체를 모두 고/저우선순위 셀이 함께 공유하지 않고 버퍼 1의 임계영역(Threshold area) 직전까지만 공유하고 대기되는 셀 갯수가 임계영역 직전까지 차면 버퍼 1의 나머지 영역(임계영역)은 고우선순위 셀만이 도착한다. 이 때 도착하는 저우선순위 셀은 버퍼 2에 저장된다. 그리고 버퍼 1이 다 찼을 때 고우선순위 셀이 도착하면 축출영역 내의 마지막에 위치한 저우선순위 셀을 밀어내고 들어가

며 밀려난 셀은 버퍼 2 제일 앞으로 삽입되고 만일 저우선순위 셀이 도착하면 버퍼 2에 저장된다. 버퍼 1의 대기 셀 갯수가 임계영역 밖으로 내려가야만 버퍼 2의 저우선순위 셀이 버퍼 1로 전송될 수 있으며 이 때의 전송한계는 버퍼 1의 대기 셀 갯수가 임계영역 직전까지 찰 때이다.

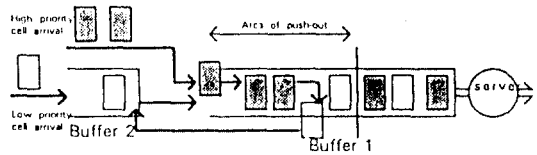


그림 5 축출과 삽입을 갖는 부분버퍼공유 방식3.
Fig. 5. Partial Buffer Sharing 3 with Push-out Insertion (PBS+P+IS3).

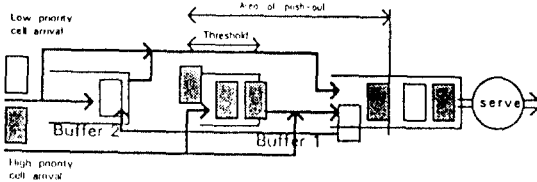


그림 6. 축출영역에 임계영역이 보완되고 삽입을 갖는 부분버퍼 공유 방식.
Fig. 6. Partial Buffer Sharing with Threshold-area appended to the area Push-out and Insertion (PBS+PO+IS+T)

III. 모의 실험

3.1 입력 트래픽 모델

본 논문에서는 안정된 시스템 설계를 위하여 주로 버스트성(burstiness) 관점에서 최악의 상황(worst case)에 가까운 VBR 서비스를 분류하여 광대역 통신망의 입력 트래픽으로 모델링하였다. 다양한 파라미터를 사용하여 더 정확한 모델링을 할 수 있겠지만 구현의 복잡성과 목적의 명확성을 고려하여 적은 수의 파라미터로 입력 트래픽을 4종류로 모델화하였다.

종류 1, 2, 3, 4 모두 각 On 상태에서 고정된 셀 간격을 갖는 흐름으로 생각하였는데 이는 ATM망 안쪽의 몇 개의 트래픽 다중화와 트래픽 Shaper의 완화

(smoothing) 효과를 고려하기 위한 것이다. 그리고 모든 종류의 입력 트래픽의 On-Off 길이와 On-Quasi-on 길이는 지수분포를 갖는 것으로 가정하였다. 입력 트래픽 모델은 각 종류 별로 할당된 트래픽 부하량에 따라 트래픽 발생원의 수 즉 N_1, N_2, N_3, N_4 이 결정되고 각 소스들은 서로 독립적으로 On-Off 상태를 교대로 반복한다[11]. 여기서 입력 파라미터들은 다음과 같이 구해진다. 그리고 식 2에서 $T_{qu i}$ 는 그림 9의 저속화상, $T_{on i}$ 는 고속화상의 셀발생 주기이다.

$$R_{m i} = R_{p i} \frac{T_{on i}}{T_{on i} + T_{of i}} \quad \text{for } i=1,2 \quad (1)$$

$$R_{m i} = \frac{R_{p i} T_{on i} + R_{qu i} T_{qu i}}{T_{on i} + T_{qu i}} \quad \text{for } i=3,4 \quad (2)$$

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{i=4} N_i R_{m i}}{R_{out}} \quad (3)$$

여기서

$R_{p i}$: peak cell generation rate of sources of class i.

$R_{m i}$: average cell generation rate of sources of class i.

N_i : number of sources of class i.

$T_{on i}$: average ON-duration of sources of class i.

$T_{of i}$: average OFF-duration of sources of class i.

$T_{qu i}$: average Quasi_ON-duration of sources of class i.

ρ : offered traffic load.

R_{out} : service rate of multiplexer.

1. 종류 1, 2 트래픽 모델

먼저 종류 1과 2는 On 상태에서 고정된 셀 발생률을 갖는 IPP(Interrupted Poisson Process)[12]로 모델화 하였다. 즉 종류 1과 2의 셀흐름은 On-Off 두 상태를 갖으며 On 상태에서만 셀을 발생한다. 그리고 종류 1은 저속이며 작은 버스트성을 갖는 것으로 보고 종류 2는

그림 7에서와 같이 중간속도이며 큰 버스트성을 갖는 입력 트래픽에 사용한다. 여기서 종류 1은 음성신호, 고속 패스, 화상전화, 저속 데이터에 적용되는 트래픽 모델이라 볼 수 있다. 그리고 트래픽 종류 2는 대용량(bulk) 데이터나 고속 데이터를 모델화하기 위하여 집단(batch) 도착의 관점[13]에서 얻어졌다.

2. 종류 3, 4 트래픽 모델

각 On-Quasi_on 상태에서 도착률은 서로 다르나 고정된 도착률을 갖는 2 상태 MMPP(Markov Modulated Poisson Process)[14]로 모델화 하였다. 종류 3과 4는 On-Quasi_on 상태로 셀을 발생시킨다고 가정하였는데 그림 8와 같이 종류 3의 경우 On 상태에서는 고속으로 Quasi_on 상태에서는 중간속도로 셀을 발생시키므로 작은 버스트성 트래픽으로 볼 수 있다. 종류 4의 경우 On 상태에서는 고속으로 Quasi_on 상태에서는 저속으로 셀을 발생시키므로 큰 버스트성 트래픽으로 고려할 수 있다. 따라서 그림 9에서 처럼 낮은 도착률의 상태에 정지화상이나 변화가 적은 화상을, 높은 도착률의 상태에 동화상이나 변화가 심한 화상을 적용할 수 있으므로 트래픽 종류 3과 4는 HDTV나 CATV등의 동화상을 갖는 영상신호를 모델화할 수 있다.

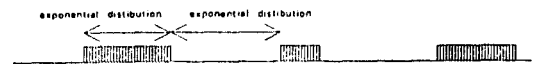


그림 7. 종류 2 트래픽 모델.
Fig.7. Class 2 of traffic model.

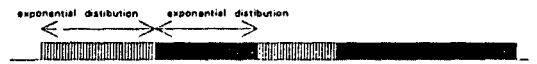


그림 8. 종류 3 트래픽 모델.
Fig. 8. Class 3 of traffic model.

3.2 모의실험 환경과 방법

3.2.1 모의실험 환경

본 논문에서 제시한 다중화기 모델은 FIFO(first in first out)가 아니므로 수치해석이 어렵기 때문에 다음

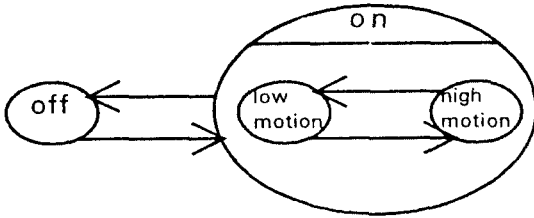


그림 9. 두 개의 화면 변화가 있는 비디오 신호의 두 상태.
Fig.9. Two states for video communication with two motion states.

과 같이 모의실험을 통하여 성능을 분석하였다. 셀의 부하용량에 해당하는 48바이트를 한 셀의 크기로 가정하여 모의실험을 수행하였다. 여기서는 정보전달량이 주관심사이기 때문이다[8][15]. 상대적으로 높은 입력 트래픽 부하(0.89)를 주어 안정된 결과를 얻고자 하였다. 그리고 전체 버퍼크기는 210 셀로 고정시키고 버퍼는 버퍼 1과 버퍼 2로 분할했다. 셀도착 모델들은 앞에서 제시한 종류 1, 2를 사용하였으며 자세한 트래픽 파라미터 값은 표 1에 나타내었다. 그리고 서비스율은 135 Mbps로 가정하였다.

표 1. 모의실험에 사용된 트래픽 파라미터 값.
Table 1. Values of traffic parameters used in the simulation.

Type of input traffic	Class 1	Class 2
Input parameter		
Burstiness	2	5
Average ON-duration	25ms	5ms
Average OFF-duration	25ms	20ms
Cell arrival rate in ON state	2Mbps	10Mbps
Average cell arrival rate per source	1Mbps	2Mbps

모의실험 환경은 ATM 다중화기이며 셀 손실확률은 셀 수준의 값이다. 지연은 평균대기시간을 나타내며 한 셀을 처리전송하는데 걸리는 시간을 단위시간으로 하였다. 교환기 내의 전송 및 처리지연(swithing delay), 전

파지연(propagation delay), 그리고 전송지연(transmission delay)은 모든 셀에 대해서 거의 일정한 반면에 망내에서 버퍼링(buffering)에 의한 대기지연은 랜덤(random)변수로써 지터에 상당히 영향을 준다. 따라서 대기지연의 변동률을 지터로 보아 대기지연의 표준편차로 구하였다[16]. 또한 트래픽혼합비는 전체 트래픽을 0.89로 고정시켰을 때 종류 1 부하와 종류 2 부하의 비율을 나타내며 버퍼분할비는 버퍼 1 크기를 전체 버퍼크기로 나눈 것이다.

3.2.2 모의실험 방법

모의실험 모델은 Event Scheduling 방식으로 C언어로 작성하여 IBM RISC 6000 워크스테이션에서 수행하였다. 프로그램의 서브루틴 구성은 다음과 같고 그림 10에 흐름도를 제시하였다.

Initialization: 모의실험의 파라미터를 초기화.

Arrival: 셀 발생을 Scheduling.

Buffer management in Arrival:

셀이버퍼에 도착할때 버퍼상태 Update.

Buffer management in Departure:

서비스 종료시간 Scheduling과 버퍼상태 Update.

Timer: 모의실험 시작과 함께 timer가 작동되며 셀발생과 서비스완료 시간이 관리된다. 그리고 모의실험 종료를 제어한다.

Output Statistics: 출력 data의 계산.

셀 발생은 각 소스를 사이에서 동시에 일어나지 않는다. 한 셀을 서비스(전송처리)하는데 걸리는 시간은 고정된 것으로 보았고 그 시간을 단위시간으로 정하여 이 산출물 환경에서 모의실험을 수행하였다. 셀 발생과 서비스 완료시간이 서로 같으면 셀 도착이 먼저 일어나는 것으로 보았다. 또한 셀 도착과 버퍼 2에서 버퍼 1로의 삽입이 동시에 일어나면 후자를 먼저 수행하고 나중에 전자를 처리하였다.

본 모의실험에서는 같은 입력 트래픽혼합비를 갖을 때 같은 random seed를 사용하여 똑같은 입력 트래픽이 발생하도록 하여 모의실험의 정확도를 높이고자 하였고 다른 입력 트래픽혼합비의 경우에는 셀 발생률의 오차가 5% 이내가 되도록 선택하였다. 그리고 발생된 셀 갯수는 약 3 천만개이다.

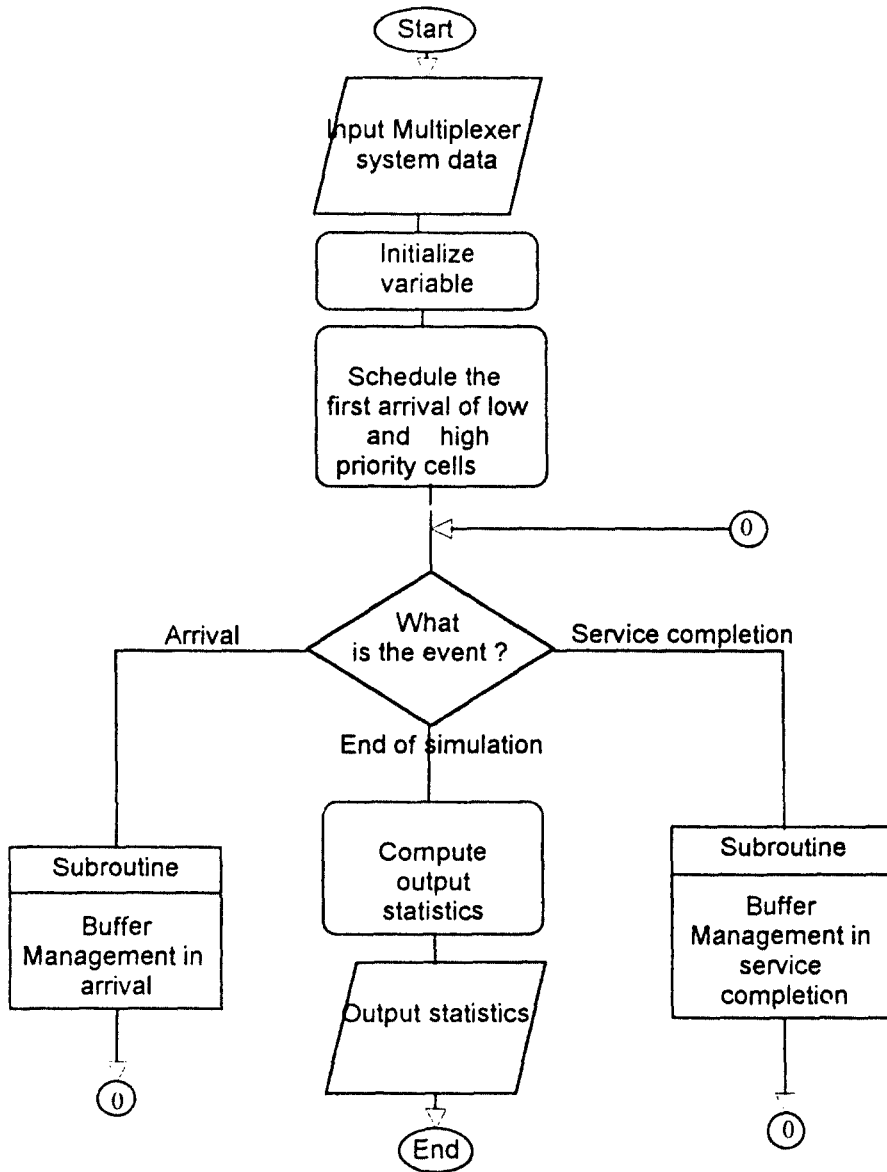


그림 10 주 흐름도.

Fig. 10. Main flow diagram.

3.3 다중화기의 성능평가 프로그램의 구현과정

다음은 다중화기의 성능평가 프로그램의 구현절차를 기술한다. 표 2와 3에 다중화기 성능분석을 위한 시뮬레이션의 각종 파라미터들을 제시했다. 입력 트래픽 종류

는 그림 11과 같이 앞의 3.1절에서 제시한 4가지 종류를 사용할 수 있다. 그런데 실제 트래픽 형태를 적절한 트래픽 사상(mapping)과정을 거쳐서 앞의 입력 트래픽 모델로 변환해야한다.

표 2. 다중화기 성능평가를 위한 시뮬레이터의 파라미터.
Table 2. Parameters of program to evaluate performance of Mux.

Traffic parameter	
<ul style="list-style-type: none"> • Total cell arrival rate. • Number of each class. • Length of on_off period of each class. • Average cell arrival rate of each class. • Peak cell arrival rate of each class. • Ratio of peak cell arrival rate to average cell arrival rate of class 1, 2, 3 and 4. 	
Performance parameter	
for real traffic.	for nonreal traffic.
<ul style="list-style-type: none"> • Loss probability of each class. • Average delay of each class. • Jitter of each class. • Cell processing delay. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Parameter for showing uniformity degree of the interval between two successively lost cells. 	<ul style="list-style-type: none"> • Parameter for showing burstiness degree of lost cells.

표 3. 다중화기 성능평가를 위한 시뮬레이터의 파라미터.
Table 3. Parameters of program to evaluate performance of Mux.

Mux system parameter
<ul style="list-style-type: none"> • Output transmission rate. • Total buffer size. • Number of buffer. • Ratio of buffer 1 size to buffer 2. • Threshold. • Threshold-area. • Area of push out. • Counter of the number of each class in Mux. • Time manager of load of each class in Mux.
Cost parameter
<ul style="list-style-type: none"> • Burden parameters for overhead and instability. • Implementation cost of Mux system. • Connectivity and flexibility to interrelated system.

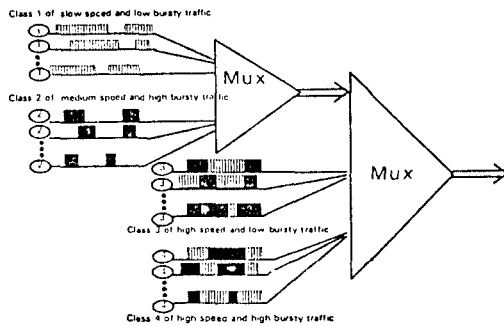


그림 11. 다중화기 성능평가를 위한 프로그램의 트래픽모델.
Fig.11. Traffic model for program to evaluate performance of Mux.

이런 입력 트래픽 모델의 파라미터 값을 적절히 잘 선택한 후에 우선순위가 있는 여러가지 다중화기 모델에 적용하여 모의실험을 하고, 여기서 얻은 각종 성능 파라미터 값을 토대로 다중화기들의 성능을 비교 평가한다. 또한 비용 파라미터 값은 모의실험을 통하여 얻기도 하

고, 구현의 복잡성과 상호 관련된 시스템과의 연결 적응성을 평가하여 얻을 수 있는데 이것 또한 성능 평가에 고려해야한다. 오버헤드(overhead)를 간접적으로 결정할 수 있는 예로 각 우선순위 다중화 방식들을 최적으로 프로그래밍하여 실행시간을 측정하는 것이다.

다중화기의 성능평가 결정시 제일 먼저 손실률을 그 다음으로 지터를 마지막으로 지연을 고려해야한다. 회선 교환망(Circuit swithing network)에서는 지터와 손실이 거의 생기지 않으나 B-ISDN의 ATM 방식은 다양한 서비스들이 통계적 다중화 방식(statistical multiplexing)과 가상채널(virtual channel)을 통하여 셀이 전송되므로 지터와 손실이 생길 수 밖에 없다. 특히 망 폭주 시에는 손실이 크게 발생하게 되므로 손실을 먼저 고려하고 그 다음으로 실시간 통신에 중요한 지터를 고려하며 고속 통신망에서 QOS에 덜 문제가 되는 지연은 마지막으로 고려한다. 결국 다중화기 성능평가 과정을 그림 12에서 볼 수 있다.

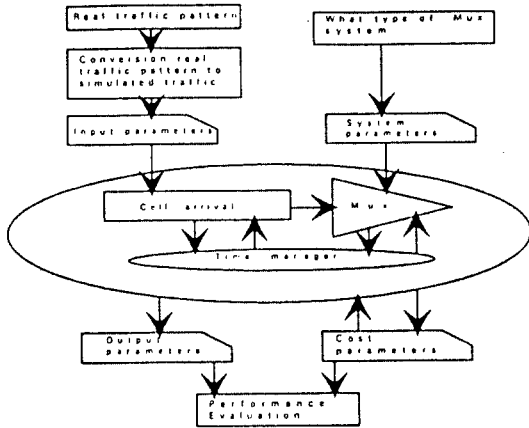


그림 12. 프로그램 모델에 대한 기능 구조.
Fig12. Functional structure of program model.

IV. 성능 분석

망에서 수용할 수 있는 최대 대역폭의 트래픽 부하를 0.89로 보고 이를 고정시키고 이것을 구성하는 종류 1과 종류 2의 부하비율, 시스템 파라미터, 우선순위 할당을 변화시키면서 여러 다중화기 모델들에 대한 성능(손실율, 대기 지연, 지터)을 평가하였다.

4.1 PBS+PO+IS3와 PBS+PO의 성능 비교

고우선순위를 종류 1에 주었을 때 종류 2 부하를 0.15, 0.45, 0.75로 변화시키면서 출력영역 크기(APO)는 20 또는 80셀로 그리고 버퍼 1 크기는 110, 190셀로 각각 고정시키고 PBS+PO+IS3 방식의 성능을 PBS+PO 방식에 비교하였다.

그림 13에서 그림 16까지 살펴보면 출력영역 크기가 충분히 크고 버퍼분할비가 작을 때 삽입에 의한 종류 2 부하의 손실률 개선효과가 크게 나타났다. 이 때 종류 1 부하의 손실률은 거의 변화가 없으나 지연은 약간 증가하고 종류 2 지연과 지터는 큰 증가를 겪는다. 그리고 출력영역 크기가 작으면 고우선순위 셀인 종류 1 부하의 손실률을 약간 증가시키면서 종류 2 부하의 손실률 개선 효과를 얻는다.

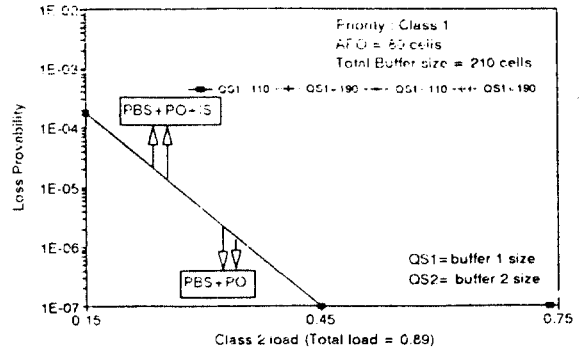


그림 13. 종류 1 부하의 손실률 비교.
Fig.13. Comparison of loss probability of class 1 load.

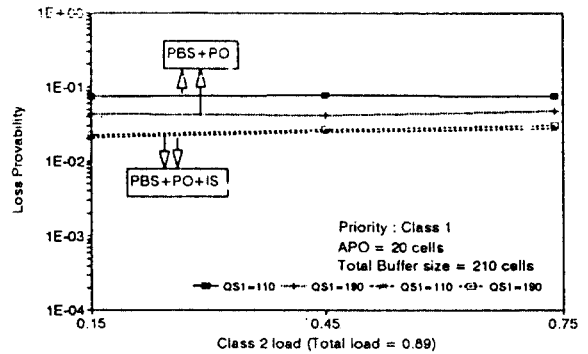


그림 14. 종류 2 부하의 손실률 비교.
Fig.14. Comparison of loss probability of class 2 load.

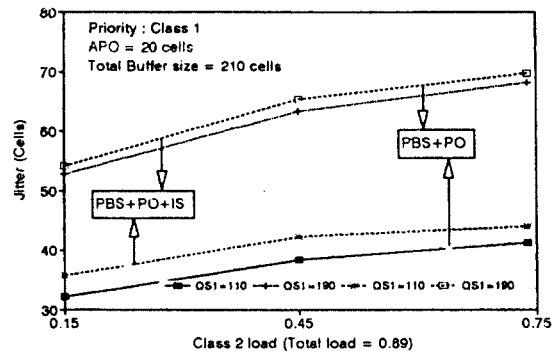


그림 15. 종류 1 부하의 지터의 비교.
Fig. 15. Comparison of jitter of class 1 load.

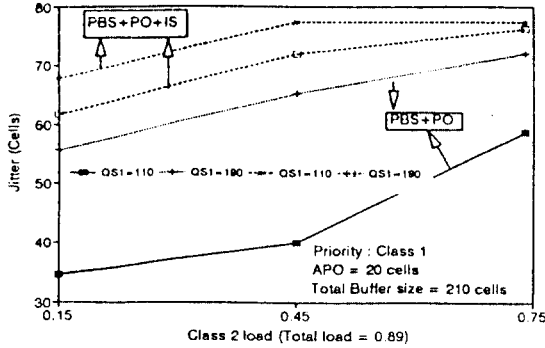


그림 16. 종류 2 부하의 지터의 비교.
Fig. 16. Comparison of jitter of class 2 load.

4.2 PBS+PO+IS3의 성능분석

우선순위가 종류 1 부하에 있고 PBS+PO+IS3 다중화 방식을 사용하였을 때 각 종류 부하의 성능이 어떻게 트래픽과 시스템(축출영역 크기(APO), 버퍼분할비)과 라미타에 의존하는가를 분석하였다.

그림 17에서 그림 19까지 살펴보면 고우선순위 부하의 손실률은 종류 1 부하의 비율이 적어지면 아주 크게 줄고 축출영역 크기가 약 50셀 단위가 될 때 까지만 크게 줄지만 그 이상의 축출영역 크기 증가와 버퍼분할비의 증가는 약간의 손실률 개선 효과만 준다. 저우선순위 부하의 손실률은 트래픽혼합비, 축출영역크기, 버퍼분할비 모두에 별로 영향을 받지 않는다. 그림 20과 그림 21에서 고우선순위 부하의 대기지연은 축출영역 크기에는 거의 영향을 받지 않으나 트래픽혼합비와 버퍼분할비에 큰 영향을 받는다. 그래서 종류 1 부하비율이 클수록, 버퍼분할비가 작을수록 대기지연은 감소하며 그 효과는 트래픽혼합비에 조금 더 민감하다. 저우선순위 부하의 대기지연은 축출영역 크기에는 거의 영향을 받지 않고 버퍼분할비가 커지면 약간 감소하지만 종류 1 부하 비율이 증가하면 크게 감소한다. 그림 22에서 고우선순위 부하의 지터는 축출영역 크기에는 거의 영향을 받지 않으나 트래픽혼합비와 버퍼분할비에는 민감하다. 저우선순위 부하의 지터는 위의 저우선순위 부하의 대기지연과 거의 유사한 결과가 얻어진다.

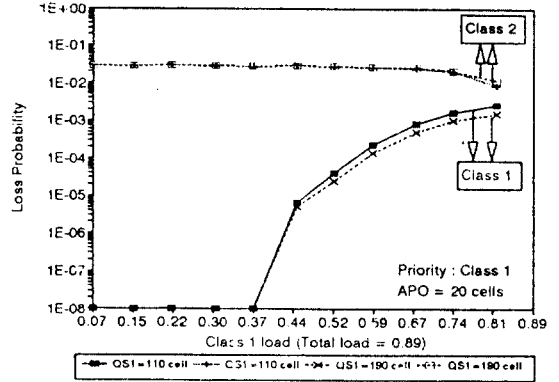


그림 17. 트래픽혼합비에 따른 각 종류 부하의 손실률(축출영역 크기=20).
Fig. 17. Loss probability of each load versus the ratio of class 1 load to class 2.

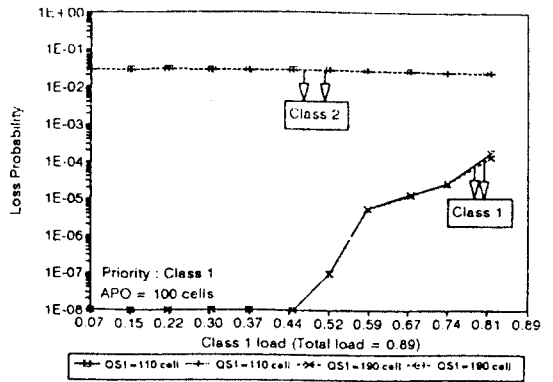


그림 18. 트래픽혼합비에 따른 각 종류 부하의 손실률(축출영역 크기=100).
Fig. 18. Loss probability of each load versus the ratio of class 1 load to class 2.

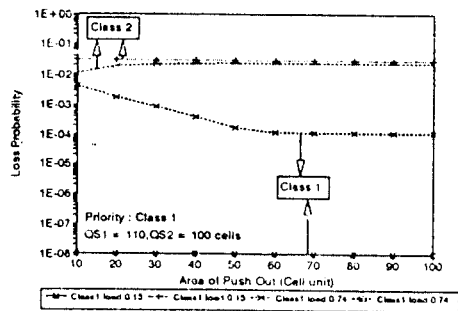


그림 19. 축출영역의 변화에 따른 각 종류 부하의 손실률.
Fig. 19. Loss probability of each load versus the area of push-out.

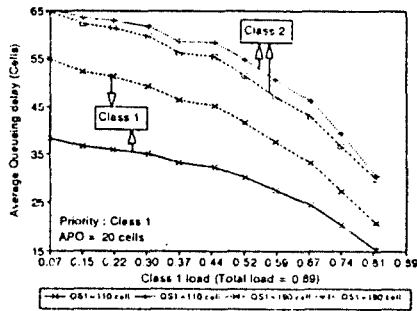


그림 20. 트래픽혼합비의 변화에 따른 각 종류 부하의 지연(축출영역 크기=20).
Fig. 20. Delay of each load versus the ratio of class 1 load to class 2.

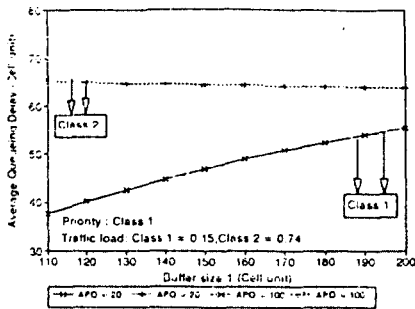


그림 21. 버퍼 1 크기의 변화에 따른 각 종류 부하의 지연.
Fig. 21. Delay of each load versus buffer 1 size.

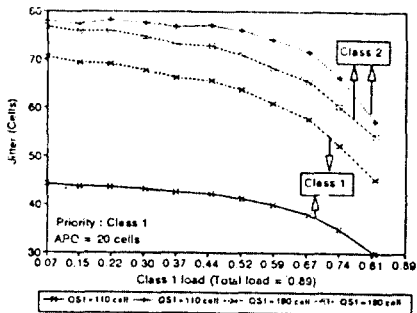


그림 22. 트래픽혼합비의 변화에 따른 각 종류 부하의 지터(축출영역 크기=20).
Fig. 22. Jitter of each load versus the ratio of class 1 load to class 2.

4.3 우선순위 할당에 따른 각 부하의 성능

혼합형 다중화 방식(PBS+PO+IS3)을 사용하여 작은 버스트성의 종류 1과 큰 버스트성의 종류 2에 각각

고우선순위를 준 경우에 각 부하의 성능이 얼마나 다른지를 구하였다.

그림 23과 그림 24에서 큰 버스트성 부하에 우선순위가 부여되면 고우선순위인 자기자신의 손실율과 지연도 커질 뿐만 아니라 저우선순위 부하의 손실율과 지연도 증가시킨다. 그리고 각 부하의 지연은 우선순위가 어느 부하에 있는지 관계없이 큰 버스트성 부하의 비율이 커질 수록 증가한다.

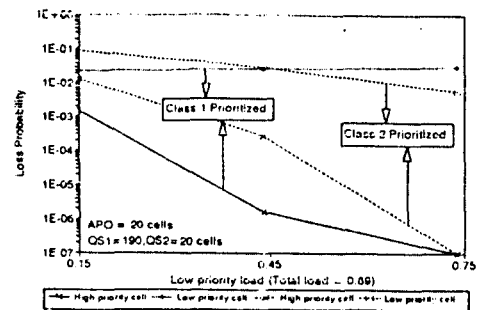


그림 23. 우선순위의 할당의 변화에 따른 각 종류 부하의 손실율의 비교.
Fig. 23. Comparison of loss probability of each load by priority assignment.

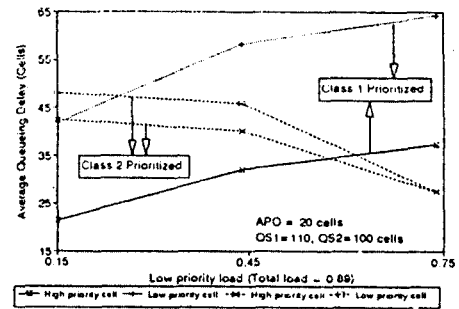


그림 24. 우선순위의 할당의 변화에 따른 각 종류 부하의 지연의 비교.
Fig. 24. Comparison of jitter of each load by priority assignment.

4.4 PBS+PO+IS3+T에서 지연 불안정성 개선

마지막으로 우선순위가 종류 1 부하에 있을 때 PBS+PO+IS3+T 방식을 사용하여 종류 2 부하의 지연불안정성 감소 정도를 구하였다. 여기서 전체 버퍼의 크기는 210 셀인데 대략 200 셀로 정하고 축출영역 크기

를 50 셀로 잡았으므로 최악의 경우에 저우선순위 부하가 50 셀 만큼 뒤고 축출 삽입된다고 볼 수 있다. 그런데 버퍼2 앞 부분으로 삽입될 확률이 제일 높다. 결국 버퍼가 거의 다 차 있을 때 도착한 저우선순위 부하가 버퍼 1의 축출영역의 앞부분에서 버퍼 2의 앞부분으로 삽입되면 이 때 이 부하가 겪는 총 지연은 전체버퍼크기와 축출영역크기를 합한 값이 된다. 그러므로 여기서 저우선순위 부하가 250 셀 이상의 지연을 겪을 확률, $P(\text{Delay} > 250 \text{ cell})$ 을 지연불안정성으로 정하였다.

그림 25에서 종류 2 부하의 비율이 클수록 종류 2 부하의 지연 불안정성이 임계영역이 커짐에 따라 현저히 감소하고 있다. 그러나 종류 2 부하비율이 적으면 지연 불안정성은 별로 개선되지 않는다. 그림 26과 그림 27에서 종류 2 부하의 약간의 손실률 증가를 감수하면서 종류 1, 2 부하의 지연이 개선되고 있다.

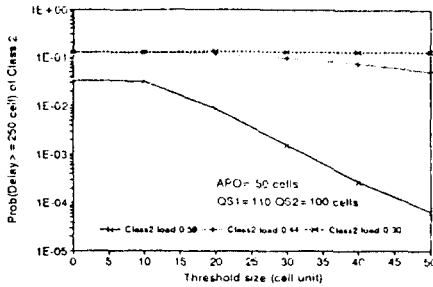


그림 25. 임계영역 변화에 따른 종류 2 부하의 지연불안정성.
Fig.25. Instability of delay of class 2 load versus threshold-area.

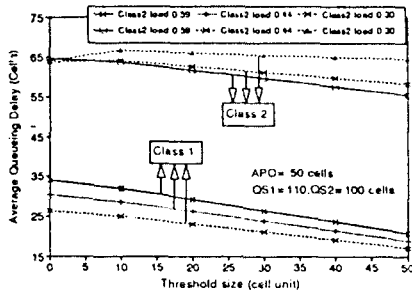


그림 26. 임계값 변화에 따른 각 부하의 지연.
Fig. 26. Delay of each load versus threshold-area.

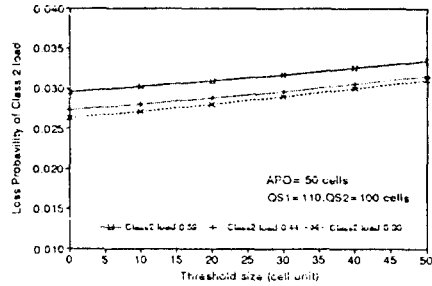


그림 27. 임계값 변화에 따른 종류 2 부하의 손실률.
Fig.27. Loss probability of class 2 load versus threshold area.

4.5 모의실험 검사

각 서부루틴의 타당성과 전체 모의실험의 검사를 아래와 같이 할 수 있다.

1) cell arrival routine의 검사는 셀 발생간격, 셀 발생 소스의 갯수, 셀이 발생하는 구간과 셀이 발생하지 않는 구간의 비율을 조절하였을 때 발생하는 셀 갯수가 예측 대로 변화하는가를 조사하면 된다.

2) buffer management routines의 검사는 버퍼(buffer)에 도착하는 테스트 도착(test arrival)을 만들어서 손실률과 평균대기지연을 모의실험으로 구한 값과 예측값(이론값)과 비교하면 된다. 여기서 테스트 도착은 고/저우선순위 셀의 집단 도착(batch arrival)의 조합으로 만들면 이론값을 쉽게 구할 수 있다.

3) timer의 검사는 수행되는 사건(event)의 현재시간과 이전시간의 차이는 음수가 될 수 없다는 점을 이용한다. 음수가 된다면 서비스 완료(service completion)와 도착(arrival)의 사전 계획(prescheduling)에 문제가 있게 된다.

4) 전체 모의실험의 검사는 버퍼에 도착한 셀 갯수에서 버퍼에서 손실된 셀 갯수를 뺀 값이 버퍼를 빠져나간 셀 갯수와 버퍼에 저장된 셀 갯수를 합한 값과 같아야 한다.

V. 결론

초기 단계의 B-ISDN의 구축시에는 대부분의 서비스들이 CBR로 제공되리라 본다. 그러나 시간이 지남에 따

라 VBR 트래픽에 대한 이해도 증가하게 될 것이고 좀 더 망자원을 효율적으로 이용하고자 하는 방향으로 진화되어 갈 것이다. 따라서 서비스의 차별화(등급화) 전략도 고려될 것이다. 그래서 서비스의 품질향상과 아울러 망자원의 효율적 사용을 위해 PBS+PO+IS 다중화 방식을 제안하여 성능을 비교 분석하였다. 그리고 이 방식에서 생길 수 있는 저우선순위 부하의 지연 불안정성을 없애기 위해 PBS+PO+IS+T 다중화 방식도 제시하여 성능을 구하였다.

모의실험 결과로 부터 우리는 버퍼 1 크기와 버퍼 2 크기의 비율을 트래픽 특성(burstiness, delay or loss sensitivity)과 비율에 따라 달리 조절해야 함을 알 수 있었다. 따라서 먼저 트래픽 특성과 비율에 따라 버퍼분할비를 결정하고 전체 버퍼의 크기가 210 셀 단위일 때 축출영역 크기는 폭주가 아니면 0, 폭주가 일어날 가능성이 있으면 20, 폭주가 일어나면 50 셀 단위로 설정하면 바람직할 것이다. 또한 PBS+PO 방식은 고우선순위는 지연과 손실에 민감한 서비스에 저우선순위는 손실과 지연에 약간 민감한 서비스에, PBS+PO+IS3 방식은 고우선순위는 지연과 손실에 민감한 서비스에 저우선순위는 손실에 민감한 서비스에, PBS+PO+IS3+T 방식은 고우선순위는 지연과 손실에 매우 민감한 서비스에 저우선순위는 지연에 약간 민감하고 손실에 민감한 서비스에 각각 적합한 다중화 방식이다.

본 논문이 제시한 우선순위가 있는 다중화 방식들이 경로(path)상의 모든 노드(node)의 다중화에 사용된다면 B-ISDN의 중간 노드(node)에서 처리시간(processing time)의 최소화 원칙에 위배되므로 다중화가 처음 일어나는 첫 단 노드(node)에서만 이용되는 것이 바람직 할 것이다.

그러나 본 논문이 제안한 방식은 이질적인 두 트래픽 유형의 품질을 동시에 만족시키는데 그 목적이 있지만 구현의 복잡성이 주요한 단점으로 들 수 있다. 즉 각 우선순위 셀이 저장되는 위치를 기억해야 할 뿐 아니라 각 우선순위의 셀 흐름 순서도 알고 있어야 한다. 그러므로 이런 오버헤드를 줄일 수 있는 구체적인 설계방법과 비용(cost, overhead)과 성능개선의 트레이드 오프(Trade off)를 구해야 할 것이다.

참고 문헌

1. 이병기의 2인 공저, "광대역 통신 시스템", 교학사, 1992.
2. Onha Y. , Murata M. and Miyahara H. , "Analysis of Interdeparture Process for Bursty Traffic in ATM Networks," IEEE J. Selected Areas Communication, Vol. 9, No. 3, Apr. , pp. 488-476, 1991.
3. CCITT Draft Recom. I, 361, "B-ISDN ATM Layer Specification" Study Group XVIII, Geneva, May, 1990.
4. Nanying. Yin, S. Q. Li and T. E. Stern, "Congestion Control for Packet Voice by Selective Packet Discarding", IEEE Globecom 87. Tokyo, Nov. , 1987.
5. Nanying Yin, S. Q. Li and T. E. Stern, "Data Performance in an Integrated Packet Voice /Data System using Voice Congestion Control", IEEE Globecom 88, pp. 517-521, 1988.
6. L. Kleinrock, Queueing System II, pp. 119-126, 1976.
7. Hans Croner, Gerard H. and P. Boyer, "Priority Management in ATM Switching Nodes," IEEE J. Selected Areas in Comm. , vol. 9, No. 3, April, pp. 418-427, 1991.
8. L. P. Khadjivanov, B. T. Taskov and B. P. Tsankov, "Application of priority Queueing Mechanisms to ATM Multiplexing and Traffic Control", IBCN&S, April, pp 33. 3-1-33. 3. -11, 1993.
9. Karl Rothermel, "Priority mechanisms in ATM network", IEEE Globecom 90, pp. 847-851, 1990.
10. G. Gallassi, G. Rigolio and L. Fratta, "Bandwidth assignment in prioritized ATM network", IEEE Globecom 90, pp. 852-856, 1990.
11. L. Dittmann, S. B. Jacobsen, "Statistical Multiplexing of Identical Bursty Sources in an

- ATM Network", IEEE Globecom 88, pp. 1293-1297, 1988.
12. S. Q. Li, "Study of information loss in packet voice systems", IEEE Trans. Comm. , vol. 37, Nov. , pp. 1192-1202, 1989.
 13. J. J. Bae and T. Suda, "Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks", IEEE Proceedings, vol. 79, No. 2, Feb. , pp. 170-174, 1991.
 14. Takashi Okuda, Haruo Akimaru, and Kazunori Nagai, "Performance Evaluation for Multiclass Traffic in ATM Systems", IEEE ICC 92, pp. 207-211, 1992.
 15. Martin De Prycker, "Asynchronous Transfer Mode Solution for BISDN", pp. 294-307, 1993.
 16. Raif O. Onvural, "Asynchronous Transfer Mode Networks", pp. 37-87, 1994.



高東昊 (Ko Dong Ho)

1992년 : 인하대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1995년 : 인하대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)



郭慶燮(Kwak, Kyung Sup), 정회원

1977년 : 인하대학교, 전기공학 학사
 1979년 : 인하대학교 대학원 전기공학과, 석사
 1981년 : Univ. of So. California 대학원, EE 석사

1988년 : Univ. of California 대학원, 통신이론 및 시스템 박사

1983년~1988년 : Univ. of California, San Diego, 연구조교

1988년~1989년 : 미국 Hughes Network Systems, 연구원

1989년~1990년 : 미국 IBM, 연구원

1990년 3월~현재 : 인하대학교 전자공학교, 부교수

1995년 1월~현재 : 본 학회 상임이사

※주요관심분야: 위성 및 이동통신, 데이터통신망