

碩士學位論文

ATM 網에서 部分 버퍼 共有 技法의
改善에 關한 研究

濟州大學校 大學院

通信工學科



鄭 東 星

1998 年 12 月

ATM 網에서 部分 버퍼 共有 技法의 改善에 關한 研究

指導教授 李 鎔 鶴

鄭 東 星

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함



鄭 東 星의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 양 두 영 印

委員 이 용 학 印

委員 안 기 중 印

濟州大學校 大學院

1998 年 12 月

**A study on Improvement of Partial
Buffer Sharing Scheme in ATM
Networks**

Dong-Sung Chung

(Supervised by professor Yong-Hak Lee)

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATION ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

1998. 12.

목 차

ABSTRACT	1
I. 서 론	2
II. ATM 통신망	5
1. ATM의 기술적 개념	5
2. ATM 트래픽 제어 기술	9
1)망 자원 관리	9
2)고속예약방식	9
3)연결수락제어(CAC)	10
4)사용 파라미터 제어	10
5)우선 순위 버퍼 제어 기법	11
3. PBS 우선 순위 버퍼 제어 기법의 연구 동향	14
III. 적응 버퍼 분할 공유 기법의 모델링 및 해석	16
1. 제안 및 동작과정	16
2. 임계값의 결정	16
3. 모델링 및 해석	18
IV. 성능분석	23
1. 고순위 셀 손실을 제어	23
2. 저순위 셀 손실을 제어	34
V. 결 론	46
참 고 문 헌	48

ABSTRACT

ATM networks should be able to accommodate telecommunication services of diverse types with various traffics and be come higher quality of service for the broadband integrated service digital networks(BISDN). In order to increase the utilization of switch and satisfy the QoS of each traffic, ATM networks is necessary to the priority of the control scheme.

In this thesis, the ABPS scheme to improve the performance of conventional PBS is presented. Threshold values have divide into two partition on the proposed ABPS scheme and the priority of traffic has low, medium and high priority. For control of cell service with low priority and high priority, the threshold values are controlled by regulation which is related to the cell of low, high priority and characteristic function. The performance of the proposed ABPS scheme analyzed by Markov chain. To compare the ABPS scheme with a conventional BPS and PBS scheme, loss rate of cell according to traffic intensity, the cell load of low, high priority, characteristic function and the fixed threshold values is analyzed. The proposed ABPS scheme has improved the quality of service and has more utilize than resource of networks with a conventional BPS and PBS scheme.

I. 서 론

정보화 사회의 발전과 더불어 사용자의 정보 욕구가 다양해짐에 따라 여러 가지의 트래픽 처리를 위하여 전송속도가 고속인 통신서비스가 요구되고 있다. 그리고 하나의 망으로 통신 서비스를 제공하도록 망의 구조를 단순화하여 동시에 운용하기 위해서는 트래픽에 대한 품질감시, 요금관리, 유지보수 등의 OAM(operation and maintenance)기능을 고도화해야 한다. 이러한 통신서비스 요구에 의해 차세대 통신망으로 B-ISDN(broadband integrated service digital networks)이 급속하게 발전되고 있다.(Stallings, 1992),(Handel, 1994),(Medysan, 1994)

B-ISDN은 N-ISDN(narrowband ISDN)에서 제공하는 음성 및 저속 데이터뿐만 아니라 고속의 데이터 전송, 정지화상 및 동화상의 전송, HDTV(high definition television)방송 등의 다양한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이러한 서비스들의 특징은 다양한 대역폭과 서비스 종류에 따라 고정 전송 속도 및 가변 전송 속도를 가지며 정보의 전송 지연과 정보 손실에 따라 각기 다른 QoS(quality of service)를 가진다. 다양한 요구조건을 제공하기 위해 CCITT에서는 B-ISDN의 전송 및 교환의 근간이 되는 것으로 ATM(asynchronous transfer mode)을 새로운 전송 기술로 채택하였다.(Minzer, 1989),(Byrne, 1989), (Miltiades, 1991) ATM은 연결과 대역할당의 독립성을 특징으로 하는 전송방식으로 다양한 트래픽 특성을 지닌 사용자 정보를 셀(Cell)이라는 53 Octets의 고정길이인 정보단위로 분할 다중화 하여 호 연결 요청시 가상채널을 설정, 정보를 전달하며 가상채널이 설정될 때마다 사용자의 요구에 따라 전송용량을 할당하므로 기존의 동기식 전송방식보다 전송자원 활용 면에서 장점을 가지게 된다.(Bae and Suda, 1991)

ATM 망에서는 음성, 영상, 데이터 및 아직 알려지지 않은 미지의 서비스에 이르기까지 다양한 응용서비스를 효과적으로 모두 수용할 수 있어야 한다.(Byrne, 1989) 특성이 다른 다양한 응용서비스를 ATM 망에서는 통계적 다중화 방식으로 전송하므로 다른 전송 기법에 비해 전송효율이 높다. 반면에 ATM 망에서 통계적 다중화 처리는 불확실한 트래픽 발생 형태로 인해 망이 폭주상태에 빠질 수 있으며, 효과적인 트래픽 제어를 수행하지 못할 경우 다중화기 버퍼에서의 셀 전송 지연 및 오버플로우에 의한 셀손실이 발생할 수 있는 문제점을 지니고 있다(Onvural, 1995). 즉, 망의 과밀상태가 발생할 경우 트래픽의 서비스 품질을 보장하지 못하게 되므로 ATM 망에서는 망의 과밀에 의한 셀 손실의 최소화와 망 자원 사용의 극대화란 서로 상충되는 목표를 달성해야 한다. 따라서 ATM 망은 각 트래픽이 요구하는 서비스품질에 따라 서로 다른 우선 순위를 부여하여 트래픽을 처리하는 우선 순위 제어 방법을 사용하고 있다. CCITT 권고안 I.371에서는 ATM 셀 헤더의 CLP(cell loss priority) 비트를 이용하여 셀에 우선 순위를 부여하고, 이 우선 순위에 따라 셀을 서비스한다.(Bae and Suda, 1991)

ATM 망에서의 대표적인 서비스품질의 결정요소는 지연시간과 손실이 있다. 그러므로 각 트래픽이 요구하는 지연시간에 따라 각 패킷에 우선 순위를 부여하여 트래픽을 제어하는 지연 우선 순위 제어방식과 손실의 정도에 따라 우선 순위를 부여하는 손실 우선 순위 제어방식으로 대별된다. 지연 우선 순위 제어방식은 지연시간에 민감한 트래픽에 높은 우선 순위를 부여하여 버퍼의 상태와 각 패킷의 우선 순위에 따라 서비스하는 순서를 제어해 주는 것이며, 손실 우선 순위 제어방식은 각 트래픽의 손실 확률 요구정도에 따라 서비스하는 순서를 제어하는 것이다. 그런데 지연 우선 순위 제어방식을 그대로 손실 우선 순위 제어방식으로 사용할 수가 없다. 그것은 버퍼에 오버플로우가 일어날 경우, 지연 우선 순위 제어에서는 요구되는 패킷 손실율에 관계없이 비선택적으로 패킷을 버리기 때문이다. 따라서 손실 우선 순위 제어로 사용할 수 있는 방식은 패킷 손실율에 따라 선택적으로 패킷을 폐기하는 방식이라야 한다.(Chen and Guerin, 1991)

트래픽의 우선 순위를 저, 고순위로 하는 2개의 우선 순위 레벨로 구분한 기존의 부분 버퍼 공유(partial buffer sharing, PBS)기법은 고정된 하나의 임계값(Threshold)에 의해 저순위 셀을 확일적으로 폐기함으로써 망 자원 이용율을 저하시키는 문제점을 가지고 있다. 따라서 우선 순위를 저, 중, 고순위를 갖도록 두개의 임계값을 두는 3개의 우선 순위 레벨로 확장하여 발표한 버퍼분할 공유 기법(buffer partition sharing, BPS)이 있다.

본 논문에서는 망 자원의 극대화와 QoS 보장을 목적으로 버퍼분할 공유기법에서 저순위 셀과 고순위 셀의 비율에 따라 중순위 셀의 서비스 구간을 제어할 수 있도록 하는 적응 버퍼 분할 공유(adaptive BPS, ABPS)기법을 제안하였다. 또한 제안된 기법의 성능을 평가하기 위하여 마르코프 모델에 의한 해석적 방법으로 분석하고 기존의 기법들과 성능을 비교하였다.

본 논문의 구성은 I장에서 본 연구의 필요성과 연구의 방향을 제시하고, II장에서는 ATM 통신망에 대하여 설명한다. III장에서는 적응 버퍼 분할 공유 기법의 모델링 및 해석을 하고, IV장에서는 III장에서 해석한 계산결과를 기존의 부분 버퍼 공유 기법, 버퍼분할 공유기법의 셀 손실율과 비교하여 성능이 향상되었음을 입증한다. 마지막으로 V장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. ATM 통신망

1. ATM의 기술적 개념

CCITT에서는 전송모드(transfer mode)라는 개념을 제안하고 있는데, 이는 전송뿐만 아니라 교환과 다중화/역다중화(multiplexing/demultiplexing)를 포함하는 포괄적인 개념이다.(Handel, 1994) 그리고 N-ISDN은 회선모드와 패킷모드를 규정하고 있으나 B-ISDN에서는 가변적으로 정보를 고속처리할 수 있는 새로운 전송모드로서 기존의 회선모드와 패킷모드의 중간적인 형태인 ATM을 제안하고 있다. ATM을 직역하면 “비동기식 전송모드”로 비동기식 전송과 혼동하기 쉬운데 비동기 전송이 아니고 서비스 이용측면에서 송신과 수신자 사이에서 정보전달방식이 비동기식이라는 의미이다.

ATM은 정보를 고정단위인 셀로 통일시켜 송출하는데 정보가 발생할 때마다 셀을 할당함으로써 효율적인 운영이 가능하도록 패킷모드의 특성을 반영하였다. 그리고 셀의 구조를 단순화하고 크기를 작은 단위로 고정시켜 하드웨어적인 고속처리를 가능하게 한 회선모드 특성을 반영한 방식이다. 따라서 셀을 일종의 패킷으로 본다면 ATM은 패킷모드의 특성을 바탕으로 이를 고속화에 적합하도록 개선한 것이라고 볼 수 있다. 또한 셀을 일종의 타임슬롯이라 본다면 ATM은 회선모드의 특성을 바탕으로 이를 유연한 망 운영에 적합하도록 개선한 것이라고 볼 수 있다.

ATM에서는 음성, 영상, 데이터 등과 같이 전송용량, 정보의 발생 형태 등이 서로 상이한 정보들을 모두 셀이라는 고정길이의 블록에 넣어서 운반한다. 셀은 수신처를 나타내는 식별자가 든 5 octets 길이의 헤더(header)와 정보가 실제로 실리는 48 octets 길이의 payload(or information field)로 나뉘어 지

며, 그 구조는 Fig. 1과 같다.

ATM의 전달망에서는 서로 다른 용량의 정보가 모두 동일한 53 octets의 단위 셀로 변환되어서 다중·분리·교환 등의 처리가 되므로 실제 전달되는 미디어가 각각 다르더라도 동일한 방식으로 일괄 처리할 수 있다. 즉, ATM 전송방식은 멀티 미디어 정보의 처리에 있어서 각 서비스의 종류와 상관없이 처리가 가능한 것이다.

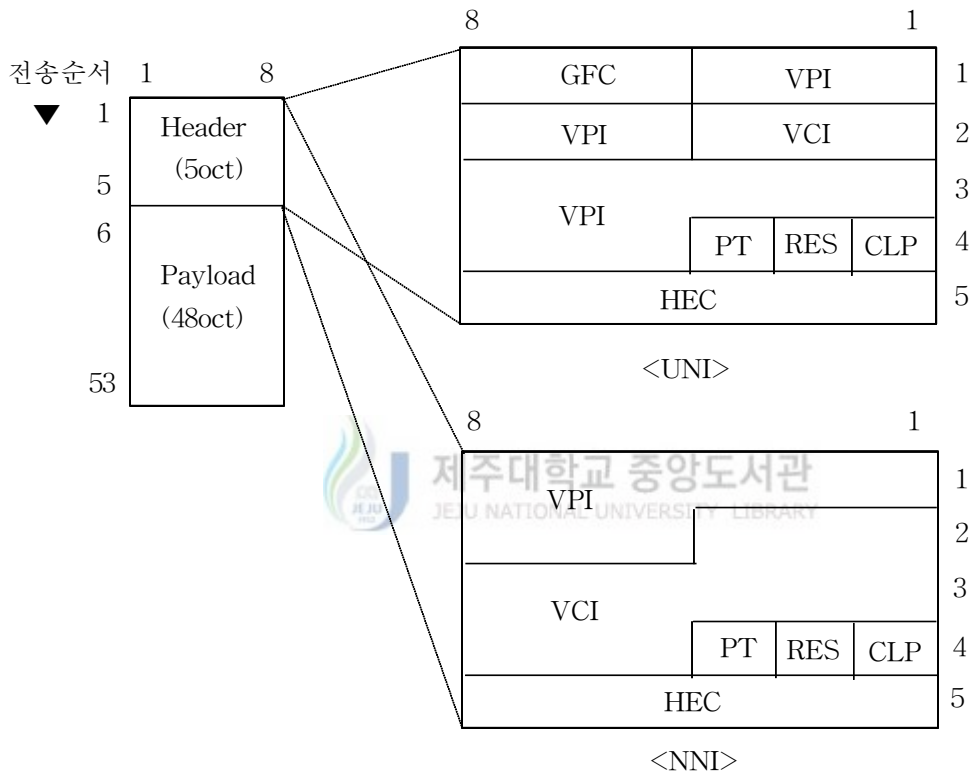


Fig. 1 The cell constitution of ATM.

헤더에 실린 정보의 내용은 주로 셀이 목적지를 찾아가기 위한 경로정보가 대부분이고, 트래픽 제어(traffic control)나 혼잡 제어(congestion control)를 위한 정보가 일부 포함되어 있다. 그리고 헤더의 구조는 UNI(user-node

interface)와 NNI(network-node interface)로 구분할 수 있는데,UNI는 사용자와 망간의 연결을 위한 것이고 NNI는 망과 망간의 연결을 위한 것이다. 그 헤더를 구성하는 필드들은 다음과 같다.

- GFC(generic flow control) : UNI의 경우에 한해서 정의 된다. 하나의 망 종단에 복수의 단말을 수용하는 경우에 셀의 충돌을 피하기 위해서 사용된다.
- VPI(virtual path identifier), VCI(virtual channel identifier) : 셀에 속한 가상경로와 가상채널을 식별하기 위해서 사용된다.
- PT(payload type) : Payload에 실린 정보의 종류를 표시하며, 사용자 정보인지 망정보인지 여부를 나타낸다.
- CLP(cell loss priority) : 망의 폭주시에 셀이 폐기될 우선 순위를 나타낸다.
- HEC(header error control) : 헤더 자체의 오류유무를 검사하기 위한 것으로 부호오류를 검출해서 전송품질을 감시하는데 이용된다.

셀의 구조를 보면, 셀을 목적지에 보내기 위해 필요한 최소한의 정보만을 포함하고 있으며, 일반적인 패킷의 형태와 비교하여 볼 때 훨씬 간소화된 것임을 알 수 있다. 이는 ATM이 중계노드에서의 모든 제어 기능을 생략했다는 것을 보여주며, 셀을 통한 전송은 기존의 패킷 교환망과는 달리 고속화에 적합하다는 사실을 확인할 수 있다.

ATM은 한 채널이 차지하는 셀의 위치가 고정적으로 할당되는 동기식 다중화가 아니고, 통화의 발생에 따라서 임의로 할당되는 비동기식 다중화를 사용하는 통계적 다중화 방식이다.

B-ISDN의 서비스는 군집적(bursty) 특성을 갖는다. 음성신호는 정보량이 64kbps로 균일하지만 발생시간이 on-off 형태의 군집적이며, 비디오는 발생시간은 일정하지만 장면 전환시 정보량이 증가하여 군집적이다. ATM에서는 비동기적 셀 다중화를 하기 때문에 군집적인 신호 다수가 동시에 다중화 되면, 다수 신호

의 합은 개별신호와 비교하여 군집성이 감소하는 효과가 있다. 반면에 가변정보 발생률(variable bit rate, VBR)을 갖는 트래픽은 그 특성에 따라 필요한 전송 속도가 수시로 변하게 된다. 이때, 각각의 정보를 동기식 다중화 할 경우 Fig. 2(a)에서 전체적으로 필요한 대역은 각 신호의 최대정보 발생률(peak bit rate)의 합으로 나타나게 된다. 하지만 비동기식 다중화를 이상적으로 적용한 경우 Fig. 2(b)에서 전체적인 필요대역은 각각의 전송률을 각 시점에서 합산한 결과가 되기 때문에 동기식 다중화의 경우보다 줄어들게 된다.

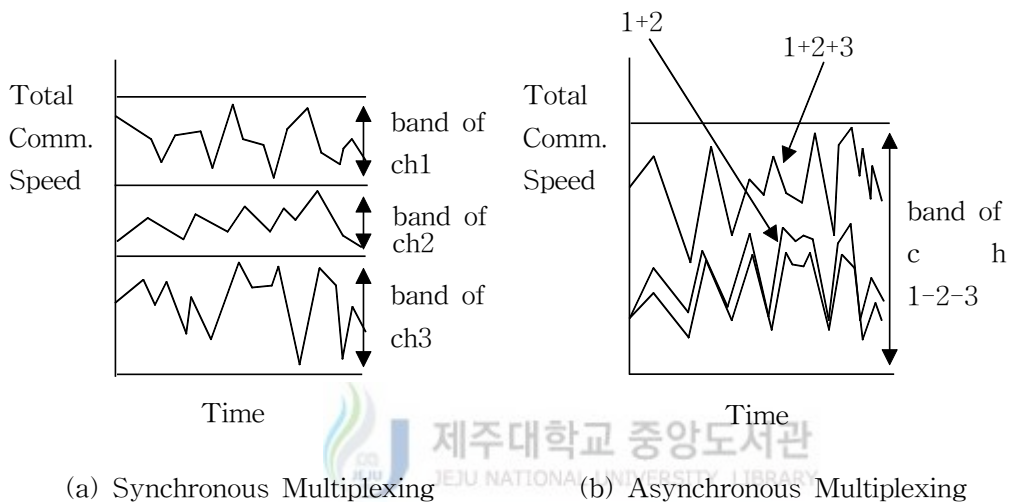


Fig. 2 The profit of statistics multiplexing.

즉, 군집적인 신호 다수를 비동기적으로 다중화 하면, 다중화된 신호는 시간에 따른 정보량이 변화가 줄어들어 평활화(smoothed)되고, 그때의 필요한 대역은 개별신호의 합보다 감소하는 경향을 보인다. 여기서 감소하는 정도를 통계적 다중화의 효과라고 할 수 있다. 따라서 통계적 다중화를 통한 전송은 기존의 회선교환망과는 달리 회선의 효율적인 사용에 적합하다는 사실을 확인할 수 있다.

2. ATM 트래픽 제어 기술

ATM 전송 방식에는 그 특성상 연결 수락시 셀 전송속도를 협상하게 되는데, 일단 접속이 된 후 협상된 전송속도를 고의적으로 위반하거나 동시에 다수의 소스로부터 트래픽이 발생할 경우 망이 폭주상태가 일어나 동작 불능상태가 발생할 수 있다. 따라서 이를 제어하기 위해서 다음과 같은 기법을 적용하여야 한다.(Bae, 1991)

1) 망 자원 관리

ATM 망의 자원은 전송속도, 스위치, 버퍼로 구성 되는데 이를 효율적으로 관리하여 사용자의 호 손실 확률을 최대한 줄여 QoS를 향상시키고자 하는 것이다. 망 자원 관리에는 사용자가 서비스 받기를 원하는 최대대역을 망에 요구한다. 그러면 망은 최대 대역 할당 방식이나 증가대역 할당 방식을 적용하여 셀을 전송한다. 최대 대역 할당 방식은 사용중인 모든 VCC(virtual channel connection)에서 요구하는 최대 대역의 합이 링크의 용량을 넘지 않는 범위 내에서 적당한 라우팅과 호 수락 여부를 결정하는 것이다. 그리고 증가대역 할당 방식은 사용자가 망에 신고한 최대대역, 평균대역, 그리고 최대 버스트 길이 등의 파라미터들을 이용하여 증가 대역을 계산한 후에 비로서 서비스를 요구한 사용자에게 계산된 대역을 할당하는 방식이다.(Ohta, 1992)

2) 고속예약방식

이 방식은 정보가 발생할 때마다 대역의 설정과 해제를 되풀이함으로써 대역 사용 효율을 향상시키는 방법이다. 사용자는 대역 설정 요구시 고속 자원 관리 셀을 이용하여 필요한 대역을 요청하고 셀을 전송한다. 이 방식에는 망으로부터 긍정적인 응답을 받은 경우에만 셀을 전송할 수 있는 방식과 망으로부터 응답과는 관계없

이 셀을 전송하는 방식이 있다.

3) 연결수락제어 (connection admission control, CAC)

이 방식은 새로운 호의 설정단계에서 사용자가 신고하는 자신의 트래픽 특성값과 서비스 품질기준 그리고 망의 상태를 바탕으로 새로이 연결을 요구하는 호와 이미 서비스중인 호 모두의 서비스 품질을 만족하고 동시에 망 자원을 효율적으로 사용할 수 있도록 호의 수락 여부를 결정하는 것이다. 이 방식의 기능 저하에 크게 영향을 미치는 요소로 다중화 장치 등에 의해 셀 지연 변이(cell delay variation)가 발생하는 경우를 들 수 있다.

4) 사용 파라미터 제어

이 방식은 ATM 망에서의 핵심적인 트래픽 제어기술로서 파라미터의 감시 및 제어 과정으로 나누어지며 망 관리도 이에 기반을 두고 있다. 파라미터 감시는 일단 호가 설정된 이후에는 호 설정시 협의된 트래픽 파라미터를 사용자가 위반하지 않도록 사용자 망 접속(User Network Interface)에서 트래픽을 감시하는 기능이다. 위반 셀에 대한 제어는 CLP 비트를 검사하여 1로 태그한 후 망으로 유입시켜 폭주 상태 발생시 태그된 셀을 폐기하거나 버퍼에 저장한 후 웨이핑(shaping)하여 사전 협상된 트래픽 기술자를 준수시킬 수 있다.

사용파라미터 제어 방식은 대표적으로 Leaky Bucket 알고리즘과 Window 기반 알고리즘을 들 수가 있다. Leaky Bucket 알고리즘은 각각의 가상 채널에 대해 가상 채널 계수기와 이를 위한 트래픽 임계값 및 평균 셀 울에 의한 계수 증가율로서 구성되며 시스템에서는 주기적으로 토큰을 생성시키고 도착된 셀들은 토큰을 받은 경우만 망으로 진입시킨다. 도착된 셀들은 토큰이 없는 경우에는 입력버퍼에서 대기할 수 있으며 버퍼가 차 있는 경우 새로 도착된 셀들은 폐기된다. 일정 시간마다 생성되는 토큰들은 토큰풀에 저장되고 토큰풀이 가득 차 있는 경우에는 폐기된다. 이 알고리즘은 가변 비트율 트래픽에 대한 계수기 운용이 복잡성, 트래

픽의 버스티한 특성에 따른 Bucket 크기 증가 및 이에따른 하드웨어 구현의 어려움, 입력 버퍼에서의 셀 지연 야기, 고정된 Leaky rate에 따른 대역 이용의 비효율성과 이에따른 통계적 다중화에의 효과 감소등의 문제점을 안고 있다.

윈도우 제어 알고리즘은 리키 버킷 알고리즘에 시간 개념을 도입한 것으로 일정 시간내에 도착한 셀의 수를 제한하는 방식이다. 이 알고리즘의 구현에는 윈도우 크기를 나타내는 시간 측정기와 윈도우 기간에 발생하는 셀의 개수를 세는 계수기가 필요하다. 윈도우 기간내에 셀이 발생할 때마다 계수기를 1씩 증가시키고 윈도우가 끝나면 계수기의 값을 0으로 하는 새로운 윈도우가 시작되며, 최대 허용 셀 개수를 초과하여 발생하는 셀은 폐기시키고, 윈도우 크기와 윈도우 내에 발생하는 최대 허용 셀 개수를 나타내는 한계값들로서 소스 트래픽을 감시한다. 즉, 접속된 모든 트래픽들에게 각기 가상 채널 식별자를 할당함과 동시에 감시 시간과 윈도우의 크기에 의하여 그 흐름을 제어하게 되고 대역 이용의 효율성도 양호하다.(Bolla, 1992) 그러나 근본적으로 Leaky Bucket 알고리즘의 문제점을 그대로 내포하고 있다. 더 나아가 윈도우의 이동이나 점핑과 같은 새로운 처리를 해야하는 부담을 안고 있다.



5) 우선 순위 버퍼 제어 기법

ATM 망은 비디오 신호와 같은 버스티한 특성을 가진 트래픽, 연속적인 데이터 트래픽, 시간 지연에 민감한 트래픽, 손실에 민감한 트래픽등의 다양한 트래픽을 함께 수용하며 망 자원의 효율적인 활용을 위해 통계적 다중화 기법을 사용한다. ATM 망 자원의 효율적인 활용을 위하여 CCITT에서는 망의 과밀 현상으로 인해 발생하는 셀 손실이 서비스에 미치는 영향을 줄이기 위해 서비스의 종류별로 QoS를 지정하였는데, 망 제어정보나 영상의 골격을 나타내는 정보 등에 대하여는 QoS가 높고, 음성 정보 등의 서비스는 상대적으로 셀 손실에 영향을 적게 받으므로 QoS를 낮은 등급으로 지정한다. 그리고 CCITT에서는 망의 과밀시에 저순위를 갖는 셀을 먼저 폐기시켜 전체적인 서비스의 QoS를 만족시키는 우선 순위 제

어 방법을 권고하고 있다. (Minzer,1989)

우선 순위 버퍼 제어 기법에는 시간 우선 순위 제어 기법과 손실 우선 순위 제어 기법으로 구분될 수 있다. 시간 우선 순위 제어 기법은 높은 우선 순위 셀이 낮은 우선 순위 셀에 비해서 적은 대기시간을 갖고 서비스되어 지는 HOL(Head-of-Line) 방식이 있다. 이 방식은 저순위 셀의 품질 저하 및 하드웨어가 복잡하다는 단점이 있다. 그리고 손실 우선 순위 제어 기법은 공간 우선도 방식이라고도 하며 적절한 버퍼링을 통해 우선 순위가 높은 셀의 버퍼 오버플로우에 의한 손실을 줄이는 방법이다. 이러한 손실 우선 순위 버퍼 제어 기법으로 현재 많이 연구되고 있는 버퍼링 기법에는 푸쉬 아웃 기법과 부분 버퍼 공유 기법(PBS)의 두 가지가 있다.(Croner,1991)

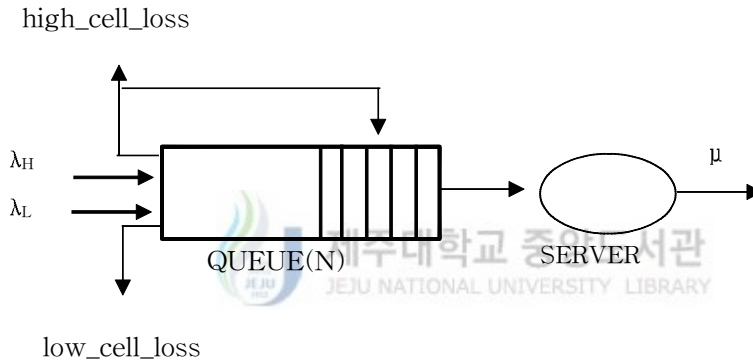


Fig. 3 Queuing model of the push-out scheme.

푸쉬 아웃 기법은 Fig. 3과 같이 버퍼가 모두 채워질 때까지 셀을 받아들인다. 버퍼가 모두 채워지고 나면 높은 손실 우선 순위 셀이 도착했을 때 낮은 손실 우선 순위 셀을 폐기시키고 그 자리에 들어감으로서 높은 손실 우선 순위 셀을 보호하는 방식이다. 그러나 저순위 셀이 없을 경우에는 고순위 셀이 손실된다. 이 기법은 저순위 셀과 고순위 셀이 버퍼 전체를 공유하기 때문에 버퍼의 이용률을 높일 수 있는 장점이 있지만 고순위 셀들이 버퍼내의 어떤 곳에 위치한 저순위의 셀이라도

추출할 수 있어야 한다. 따라서 구현이 복잡하고 처리 시간이 길어져 고속망인 ATM 망에서는 적합하지 않다

부분 버퍼 공유 기법은 Fig. 4와 같이 주어진 임계값(TH1: Threshold 1) 까지는 도착율이 λ_L 을 가지는 저순위 셀과 도착율이 λ_H 을 가지는 고순위 셀들이 버퍼를 공유한다. 그리고 임계값을 넘어서면 고순위 셀만을 받아들이고 저순위 셀은 폐기시키며 버퍼가 완전히 채워지면 고순위 셀도 폐기된다.

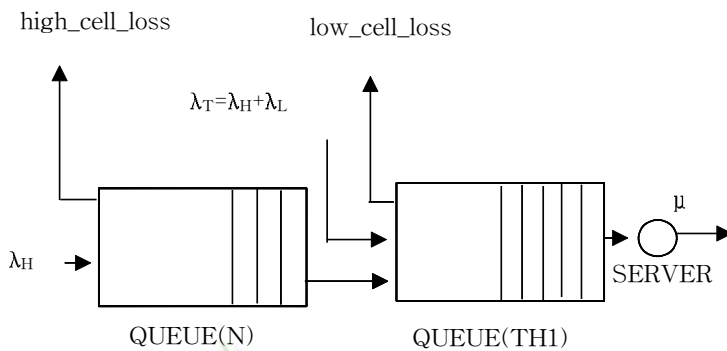


Fig. 4 Queuing model of the PBS scheme.

이 기법은 푸쉬 아웃 기법에 비해 효율은 떨어지지만 구현하기가 쉽고 하드웨어적으로 처리할 수 있어 ATM과 같은 고속 전송에 적합한 것으로 평가되고 있다. 그러나 입력되는 저순위와 고순위 셀의 조성비율에 따라 임계값을 변화시키지 못하고, 다양한 응용서비스를 수용하는데 있어 우선 순위를 부여하는 문제에 따른 셀의 손실이 일어나 망의 처리율을 저하시키면서 자원을 낭비하는 결과를 초래한다. 특히, 미지의 서비스 셀 비율이 상대적으로 높을 경우에는 더욱 심각하다.

3. PBS 우선 순위 버퍼 제어 기법의 연구 동향

데이터의 특성에 따른 우선 순위 제어 기법에 관한 최근의 연구는 크게 두 가지로 분류된다. 즉, 도착한 셀의 버퍼에 대한 접근을 제어하는 공간 우선 순위 제어 기법(space priority)과 버퍼에 저장된 셀의 전송 처리에 대한 순서를 제어하는 시간 우선 순위 제어 기법(time priority)으로 구분할 수 있다.

시간 우선 순위 제어 기법으로써 제시된 방법은 MLT(Maximum Laxity Threshold)와 QLT(Queue Length Threshold)를 들 수 있다.(Chipalkatti, 1989) MLT는 비실시간 데이터를 우선적으로 전송하되 버퍼에 대기중인 실시간 셀의 지연 초과에 의한 손실이 발생하기까지 남은 시간인 최소 laxity가 임계값보다 작을 경우에만 실시간 데이터에 우선 순위를 부여하는 방법이다. QLT는 실시간 데이터를 우선적으로 전송하되 버퍼에 대기 중인 비실시간 데이터의 수가 임계값 이상이면 비실시간 데이터를 우선적으로 처리하는 방법이다. 두 방법 모두 각각의 데이터를 2개의 버퍼에 따로 저장하여 관리하는 방법이다.

Chipalkatti(1989)는 두 트래픽이 혼재된 하나의 무한 크기의 버퍼를 가정하여 버퍼내에서의 지연 시간에만 문제가 되는 비실시간형 데이터와 deadline을 초과한 지연에 의한 손실만이 문제가 되는 실시간형 데이터의 처리방법들을 제시하고 그 특성을 비교하고 있다. 특별한 우선 순위 제어 방식을 도입하지 않는 FIFO(First_in First_out)방식은 실시간 데이터의 손실을 크게 하고 비실시간 트래픽에 대해 상대적으로 낮은 전송지연을 제공한다. 그리고 실시간 데이터에 무조건 높은 우선 순위를 주는 방법은 비실시간 데이터의 지연을 지나치게 길게하는 경향이 있기 때문에 MLT와 QLT 방법을 적용함에 있어서 임계값의 적절한 선택은 두 트래픽을 효과적으로 제어할 수 있게 한다. MLT와 QLT의 성능에는 별로 차이가 없지만 실제 구현 방법의 단순성으로 QLT가 더 현실적임을 지적하고 있다.

공간 우선 순위 제어 기법은 일반적인 큐잉 모델에서도 많이 다루어져 왔고, 최근에는 고속 통신망 시스템에서도 연구가 되고 있다. Doshi와 Heffes(1986)는 M/M/1/N 큐잉 모델에서의 적체 제어 문제를 다양한 서비스 방법을 이용하여 비교, 분석하고 있다. Kroner(1990)는 유한 크기의 버퍼를 가정하고 Push-Out, PBS, 그리고 Separate Route 기법 등을 제안하였다. Push-Out과 PBS 기법은 앞에서 설명된 바와 동일하며 Separate Route 기법은 두 트래픽에 각각의 버퍼를 두고 별도의 버퍼 운용에 대한 계획이 필요없이 셀의 처리 순서를 유지하면서 전송 처리하는 방법이다. 이 세가지 기법의 성능을 비교한 결과 Push-Out 기법이 다른 기법에 비해 약간 우수한 성능을 가지고 있다는 것을 분석하였다. 그러나 Push-Out 기법은 셀의 대체에 따른 버퍼 처리 문제가 복잡하므로 Push-Out 기법에 상응하는 단순성과 효율성을 가지는 PBS 기법을 사용하는 것이 현실적임을 제시하고 있다.

Cidon(1993)은 고속 통신망에 있어서의 셀 손실 분포를 독립성을 가정하지 않고 재귀적 분석 방법을 통하여 분석하면서 셀 손실의 연속성이 강한 트래픽에 대해서는 독립성을 가정한 연구가 오류를 범할 수 있음을 제시하고 전방 오류 정정(Forward Error Control) 기능의 제한성을 지적하고 있다.

III. 적응 버퍼 분할 공유 기법의 모델링 및 해석

1. 제안 및 동작과정

제안한 적응 버퍼 분할 공유(ABPS)기법은 기존의 부분 버퍼 공유 기법(PBS)의 단점을 보완하여 우선 순위를 저순위, 중순위, 고순위를 갖는 3개의 레벨로 확장시켜 발표한 버퍼분할 공유기법(BPS)에서 저/고순위 트래픽의 부하와 사용자 정의변수를 이용하여 적응적으로 저/고순위 셀 서비스 구간을 조절할 수 있도록 임계값을 제어함으로써 중순위 셀 서비스 구간을 적절히 이용할 수 있도록 하였다. 또한 각 셀의 서비스율 μ 와 도착율이 $\lambda_L, \lambda_M, \lambda_H$ 인 우선 순위를 갖도록 함으로써 저/고 우선 순위 셀의 서비스를 최대한 제공하여 망의 QoS를 향상시키고, 버퍼 등 망 자원을 효율적으로 이용할 수 있도록 하였다.

ABPS 기법의 동작과정은 첫번째 임계값까지는 고순위 셀과 중순위 셀, 저순위 셀 모두를 서비스한다. 그리고 첫번째 임계값과 두번째 임계값(TH2)까지는 저순위 셀은 폐기하고 중순위 셀과 고순위 셀만을 서비스한다. 또한 두번째 임계값 이후에는 저순위 셀과 중순위 셀은 폐기하고 고순위 셀만을 서비스 하며 버퍼가 완전히 채워진후에는 고순위 셀도 폐기된다.

2. 임계값의 결정

ABPS에서 두개의 임계값을 결정하기 위하여 다음과 같은 변수를 사용하였다.

- N : 전체 버퍼의 크기
- $TH 1, TH 2$: 첫번째, 두번째 임계값
- λ_l, λ_h : 저순위 셀, 고순위 셀 부하
- k, x : 사용자 변수값

여기에서 k, x 는 버퍼 크기, 고정된 임계값, 저/고순위 셀 부하와 함께 중순위 셀 서비스 구간을 이용하여 저순위 셀과 고순위 셀의 서비스율을 적응적으로 조정할 수 있도록 하는 사용자 변수값이다. 사용자 변수값은 사용자가 원하는 우선 순위의 트래픽을 효과적으로 제어하기 위해 사용된다. 즉 저/고순위 셀의 부하에 관계없이 어느 하나의 셀에 대하여 유동적으로 서비스 받고자 할 때 첫번째 및 두번째 임계값을 제어하기 위한 것이다. 이 값은 현재 버퍼의 위치에서 임계값까지의 차이를 나타내며 k 의 범위는 현재의 버퍼의 위치가 0일 때 최소값을 갖고

$\frac{TH 2}{(N - TH 2) \times \lambda_l}$ 의 값을 가질 때 최대가 된다. 그리고 x 의 범위는 0일 때 최소



이고 $\frac{N - TH 1}{TH 1 \times \lambda_h}$ 의 값을 가질 때 최대가 된다. 즉 k 나 x 가 최소값이나 최대값을 가질

때 기존의 부분 버퍼 공유기법으로 근사화 될 수 있다. 본 논문에서 사용자 변수 값은 서비스율이 선형적인 특성을 갖도록 상수로 고정하여 임계값을 결정하였다.

먼저 고순위 셀의 트래픽량이 고정되어 있고 저순위 셀의 트래픽량이 유동적으로 발생할 때 첫번째 임계값 $TH1$ 은 고정된 임계값 $TH2$, 저순위 셀 부하와 사용자 변수값의 관계를 이용하여 다음과 같이 결정할 수 있다.

$$TH 1 = (N - TH 2) \times \lambda_l \times k \quad (1)$$

또한, 저순위 셀의 트래픽량이 고정적이고 고순위 셀의 트래픽량이 유동적으로 발생할 때 두번째 임계값은 고정된 임계값 TH1, 고순위 셀 부하와 사용자 변수값의 관계를 이용하여 다음과 같이 결정할 수 있다.

$$TH\ 2 = N - (TH\ 1 \times \lambda_h \times x) \quad (2)$$

3. 모델링 및 해석

전체 버퍼의 크기가 N인 ATM 망에서 각 우선 순위 셀의 도착과정은 서로 독립적이며, 포아송 분포를 따르므로 도착율의 상태에 종속되는 M/M/1/K 큐잉 모델을 이용하여 해석하였다. 모델링한 시스템을 해석하기 위한 큐잉 모델은 Fig. 5와 같다. Fig. 5의 큐잉모델에서 각 우선 순위 셀의 도착율 관계는 다음과 같다.



$$\begin{aligned} \lambda_T &= \lambda_H + \lambda_M + \lambda_L \\ \lambda_T^* &= \lambda_H + \lambda_M \end{aligned} \quad (3)$$

여기서

λ_T : 전체 셀도착율 λ_T^* : 제어구간에서의 셀도착율 λ_H : 고순위 셀도착율
 λ_M : 중순위 셀도착율 λ_L : 저순위 셀도착율

Fig. 5의 적응 버퍼 분할 공유 기법의 큐잉모델을 해석하기 위하여 마르코프 체인을 이용한 상태 천이도는 Fig. 6과 같다. Fig. 6의 상태 천이도로부터 Flow Conservation Law를 적용하면 식 (4)와 같은 평형 상태 방정식을 구할 수 있다.

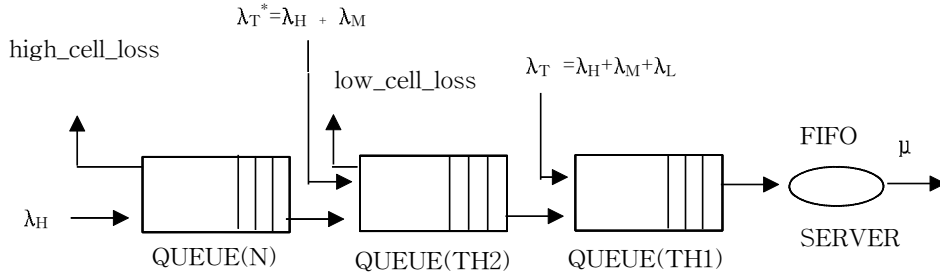


Fig. 5 Queuing model of ABPS scheme.

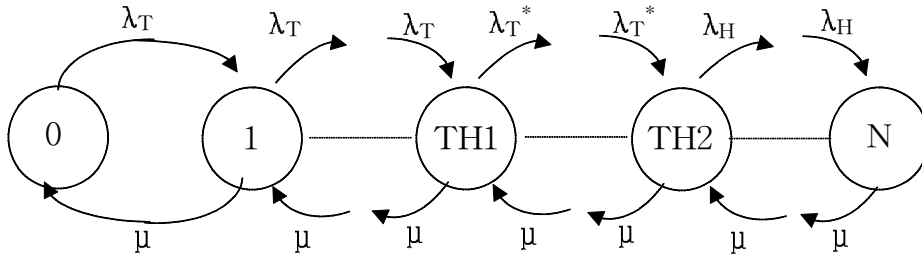


Fig. 6 State transition diagram of ABPS Scheme.

(상태 0) $-\lambda_T P_0 + \mu P_1 = 0$

(상태 1) $-\lambda_T P_1 + \lambda_T P_0 - \mu P_1 + \mu P_2 = 0$

(상태 2) $-\lambda_T P_2 + \lambda_T P_1 - \mu P_2 + \mu P_3 = 0$

⋮

(상태 TH 1) $-\lambda_T P_{TH1} + \lambda_T P_{TH1-1} - \mu P_{TH1} + \mu P_{TH1+1} = 0$ (4)

⋮

(상태 TH 2) $-\lambda_T^* P_{TH2} + \lambda_T^* P_{TH2-1} - \mu P_{TH2} + \mu P_{TH2+1} = 0$

⋮

(상태 N) $0 + \lambda_H P_{N-1} - \mu P_N = 0$

식 (4)의 평형 상태 방정식을 풀면 각 구간 i 에서의 상태 확률 P_i 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$i) 0 \leq i \leq TH 1$$

$$P_i = \left(\frac{\lambda_T}{\mu}\right)^i \times P_0 \quad (5)$$

$$ii) TH 1 < i \leq TH 2$$

$$P_i = \left(\frac{\lambda_T}{\mu}\right)^{TH 1} \times \left(\frac{\lambda_H + \lambda_M}{\mu}\right)^{i - TH 1} \times P_0 \quad (6)$$

$$iii) TH 2 < i \leq N$$

$$P_i = \left(\frac{\lambda_T}{\mu}\right)^{TH 1} \times \left(\frac{\lambda_H + \lambda_M}{\mu}\right)^{TH 2 - TH 1} \times \left(\frac{\lambda_H}{\mu}\right)^{i - TH 2} \times P_0 \quad (7)$$

평형조건에서 $0 \leq \rho < 1$, $\rho = (\lambda/\mu)$ 이므로 $(\lambda/\mu) < 1$ 이다. 그리고 $\lambda > 0$, $\mu > 0$ 이므로 항상 $\lambda < \mu$ 이다. 또한 $\lambda_T = \lambda_H + \lambda_M + \lambda_L$ 이므로 모든 경우에 대해서 $\lambda_H < \mu$ 가 성립한다. 그러므로 $0 \leq \rho < 1$ 일 때 $0 < P_0 \leq 1$ 과 $0 < P_N \leq 1$ 이 성립한다.

모든 상태 확률의 합은 "1"이 되므로 초기 상태 확률 P_0 는 M/M/1 정리를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_0 = \left[\sum_{i=0}^{TH 1} \rho_T^i + \sum_{i=TH 1+1}^{TH 2} \rho_T^{TH 1} \times (\rho_H + \rho_M)^{i - TH 1} + \sum_{i=TH 2+1}^N \rho_T^{TH 1} \times (\rho_H + \rho_M)^{TH 2 - TH 1} \times \rho_H^{i - TH 2} \right]^{-1} \quad (8)$$

여기에서 ρ_H , ρ_M , ρ_L 은 고, 중, 저순위 셀의 트래픽 세기를 나타내고 ρ_T 는 고, 중, 저순위 셀의 트래픽 세기를 합한 전체 트래픽 세기이다.

전체 트래픽의 세기에 대하여 서비스할 수 있는 버퍼의 공간이 제한되어 있으므로 셀에 대한 손실이 발생하는데 저순위 셀에 대한 셀 손실이 발생은 첫번째 임계값(TH_1)까지는 셀 손실이 없지만 그 이상에서의 저순위 셀은 모두 상실하므로 저순위 셀에 대한 셀 손실율은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 P_{low-loss} &= \sum_{i=TH_1+1}^N P_i \\
 &= \sum_{i=TH_1+1}^{TH_2} \rho_T^{TH_1 \times (i-TH_1)} (\rho_H + \rho_M)^{i-TH_1} P_0 \\
 &\quad + \sum_{i=TH_2+1}^N \rho_T^{TH_1 \times (i-TH_1)} (\rho_H + \rho_M)^{TH_2-TH_1} \rho_H^{i-TH_2} P_0
 \end{aligned} \tag{9}$$

중순위 셀의 손실은 두번째 임계값까지는 손실이 발생하지 않지만 그 이상에서는 셀 손실이 발생하는데, 중순위 셀의 손실은 저순위 셀의 손실을 식(9)을 구할 때와 같이 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 P_{medium-loss} &= \sum_{i=TH_2+1}^N P_i \\
 &= \sum_{i=TH_2+1}^N \rho_T^{TH_1 \times (i-TH_1)} (\rho_H + \rho_M)^{TH_2-TH_1} \rho_H^{i-TH_2} P_0
 \end{aligned} \tag{10}$$

고순위 셀의 손실은 제한된 버퍼에 여유 공간이 없을 경우에 도착하는 셀에 대해 발생하는데, 고순위 셀에 대한 셀 손실율은 다음과 같이 전체 버퍼 크기에서의 확률 P_N 으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 P_{high-loss} &= P_N \\
 &= \rho_T^{TH_1 \times (N-TH_1)} (\rho_H + \rho_M)^{TH_2-TH_1} \rho_H^{N-TH_2} P_0
 \end{aligned} \tag{11}$$

또한, 전체 셀 손실 확률은 도착한 각 우선 순위 셀 손실의 합으로 나타낼 수 있으므로 식(9), 식 (10), 식 (11)에 셀 도착율을 이용하여 전체 셀 손실 확률을 정리하면 다음과 같다.

$$P_{total-loss} = \frac{\lambda_L}{\lambda_T} \times P_{low-loss} + \frac{\lambda_M}{\lambda_T} \times P_{medium-loss} + \frac{\lambda_H}{\lambda_T} \times P_{high-loss} \quad (12)$$



IV. 성능분석

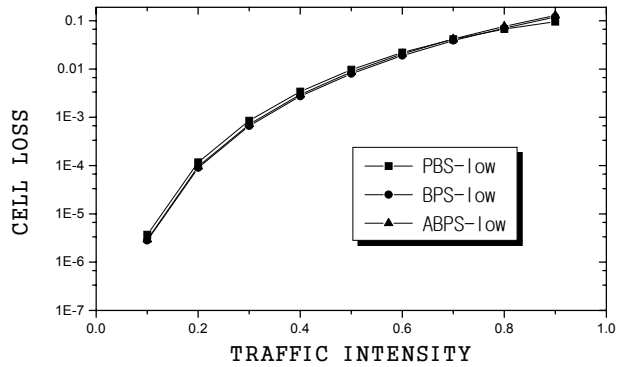
기존의 부분 버퍼 공유 기법과 버퍼분할 공유기법 그리고 제안한 적응 버퍼분할 공유기법의 성능을 비교하기 위하여 앞장에서 해석한 방법을 적용하였다. 우선 TH1를 고정하고 TH2을 효율적으로 제어할 때와 TH2를 고정하고 TH1을 효율적으로 제어할 때의 각각에 대하여 트래픽 세기, 저/고순위 셀 부하, 사용자 변수값, 고정 임계값 등의 변화에 따른 셀 손실율을 구하였다. 그리고 ATM 망에서 요구되는 중순위 셀의 손실율을 10^{-6} 으로 가정하였다.

1. 고순위 셀 손실율 제어

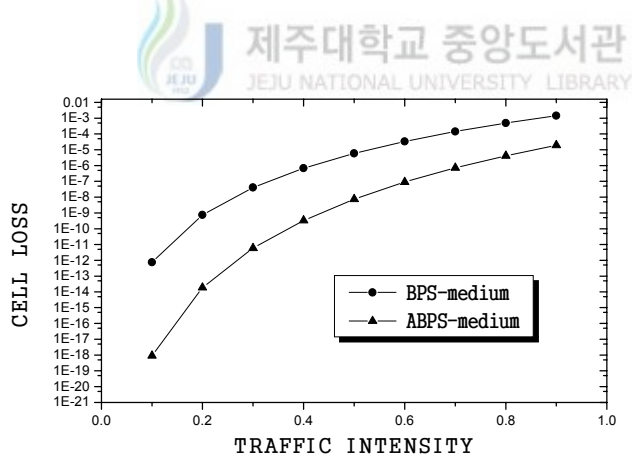
이 방식은 고순위 셀의 트래픽량이 유동적으로 발생할 때 고순위 셀 부하와 사용자 변수값에 따라 TH1를 고정하고 TH2를 적절히 제어시켜 중순위 셀의 서비스 구간을 효율적으로 이용함으로써 고순위 셀 손실율을 적응적으로 보장해 줄 수 있도록 하였다.

Fig. 7은 첫번째 임계값 TH1=5로 고정하고 전체 버퍼의 크기 N=15, 고순위 셀 부하 $\lambda_h=0.1$, 사용자 변수값 $k=1$ 일 때, 각 우선 순위 셀의 트래픽 세기에 따른 셀 손실율을 비교하였다. 트래픽 세기에 따라 각 우선 순위의 셀 손실율은 증가하고 있음을 알 수 있으며 Fig. 7(a)의 저순위 셀 손실율은 각 기법이 서로 유사하게 발생하고 있다. 그리고 Fig. 7(b)의 중순위 셀 손실율은 버퍼분할 공유기법과 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서만 발생하고 있다. 그러나 적응 버퍼분할 공유기법은 버퍼분할 공유기법보다 가정된 셀 손실율을 만족하면서 더욱 양호한 특

성을 갖는다. Fig. 7(c)의 고순위 셀 손실율은 버퍼분할 공유기법에서가 가장 양호하며, 부분버퍼 공유기법과 제안한 적응 버퍼분할 공유기법은 서로 유사한 셀 손실율을 갖는다. 또한 Fig. 7(d)의 적응 버퍼분할 공유기법의 전체 셀 손실율은 중순위를 갖는 트래픽을 더 처리하면서도 기존의 부분버퍼 공유기법보다 셀 손실이 낮게 발생하며, 버퍼분할 공유기법과 비교했을 때 전체 셀 손실을 특성은 유사하게 나타나고 있다.



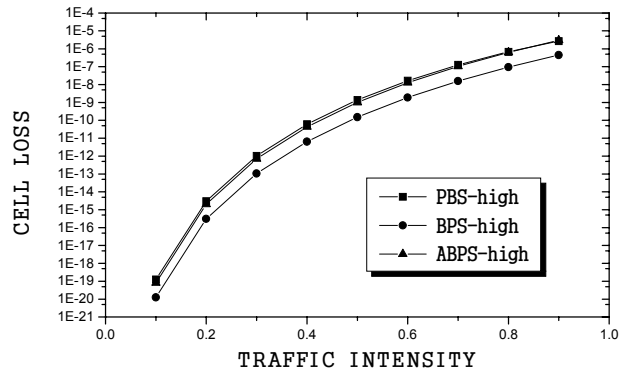
(a) low priority cell



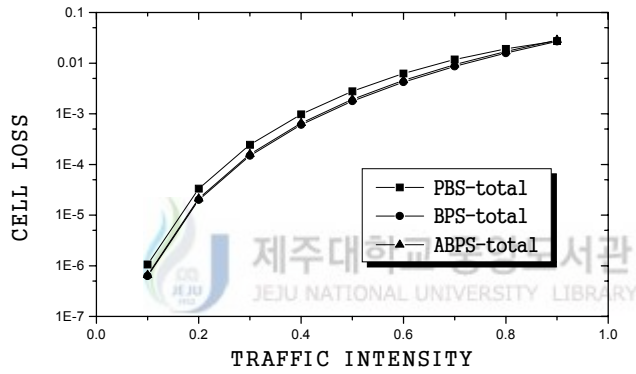
(b) medium priority cell

Fig. 7 The cell loss probability according to traffic intensity.

$$(N=15, TH1=5, \lambda_h=0.1, k=1)$$



(c) high priority cell



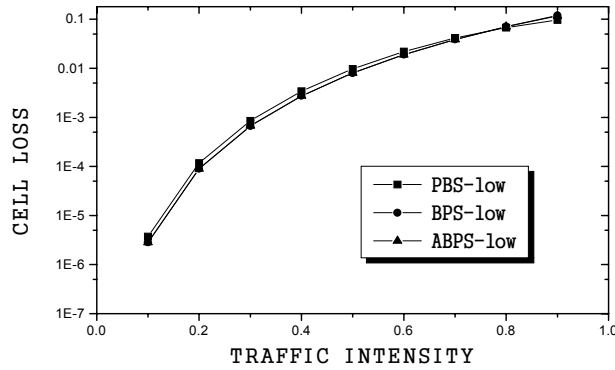
(d) total cell

Fig. 7 The cell loss probability according to traffic intensity.

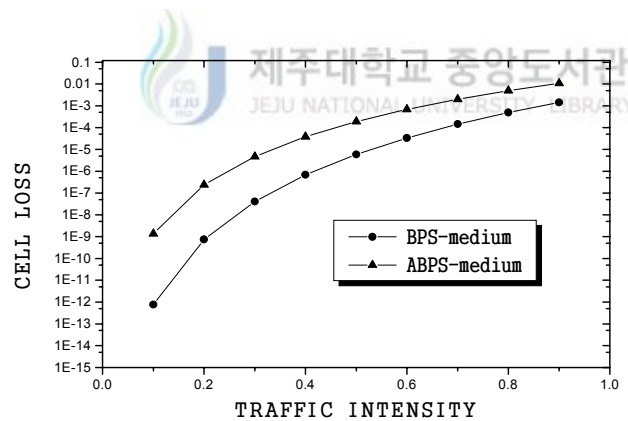
$$(N=15, TH1=5, \lambda_h=0.1, k=1)$$

Fig. 8은 Fig. 7에서 버퍼분할 공유기법보다 높게 발생하고 있는 고순위 셀의 손실율을 보장하기 위하여 Fig. 7과 같은 조건에서 고순위 셀 부하 $\lambda_h=0.5$, 사용자 변수값 $k=3$ 으로 하여 트래픽 세기에 따른 고순위와 중순위 셀 손실율을 구한

결과이다. Fig. 8(a)의 저순위 셀 손실율과 Fig. 8(d)의 전체 셀 손실율은 Fig. 7의 경우와 같은 결과를 보이고 있으나 Fig. 8(c)의 고순위 셀 손실율은 가장 양호하게 나타난다. 반면에 그에 따른 Fig. 8(b)의 중순위 셀 손실율은 Fig. 7에서보다 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.



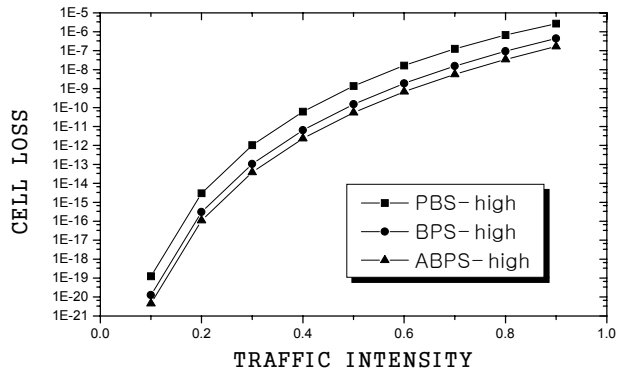
(a) low priority cell



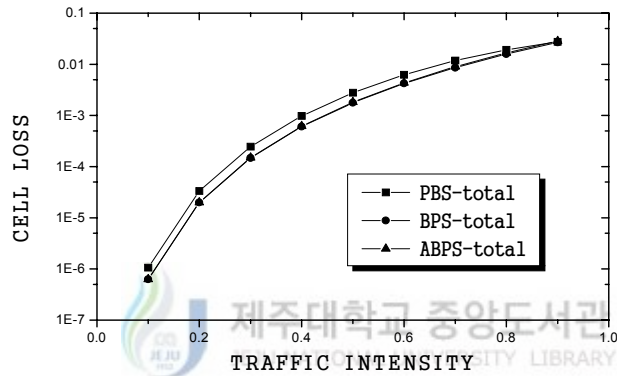
(b) medium priority cell

Fig. 8 The cell loss probability according to traffic intensity.

($N=15$, $TH1=5$, $\lambda_h=0.5$, $k=3$)



(c) high priority cell



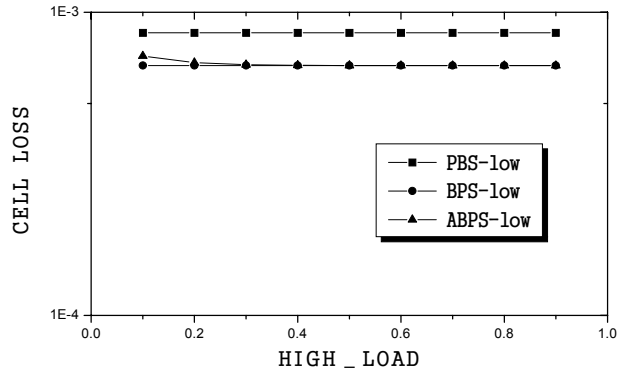
(d) total cell

Fig. 8 The cell loss probability according to traffic intensity.

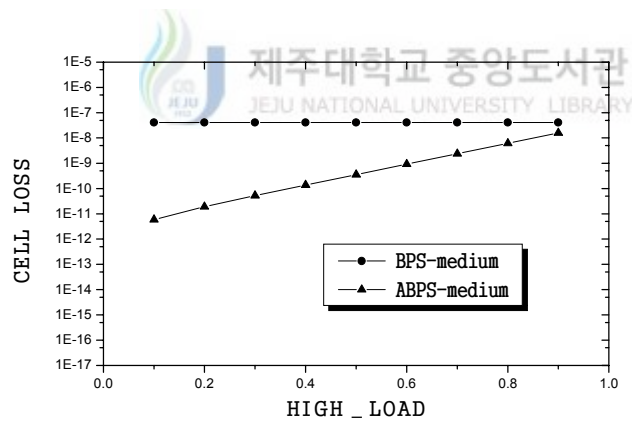
$$(N=15, TH1=5, \lambda_h=0.5, k=3)$$

Fig. 9는 Fig. 7과 같은 조건에서 트래픽 세기를 0.3으로 고정하고 고순위 셀 부하에 따른 각 우선 순위 셀 손실율을 구한 결과이다. Fig. 9(a)의 저순위 셀 손실율은 기존의 부분 버퍼 공유기법보다는 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서 셀 손실이 낮게 발생하고, 버퍼분할 공유기법보다는 고순위 셀 부하가 20%까지 높게 나타나고 있으나 그 이상에서는 같은 손실율을 보이고 있다. Fig. 9(b)의

중순위 셀의 손실율은 고순위 셀 부하가 증가할수록 높아지고 있으나 버퍼분할 공유기법보다는 낮은 손실율을 보이고 있으며 가정한 셀 손실율(10^{-6}) 이하로 발생하고 있다. Fig. 9(c)의 고순위 셀 손실율은 버퍼분할 공유기법보다는 높게 나타나고 기존의 부분 버퍼 공유기법보다는 낮게 발생한다. Fig. 9(d)의 전체 셀 손실율은 저순위 셀 손실율과 같은 경향을 보이고 있다.



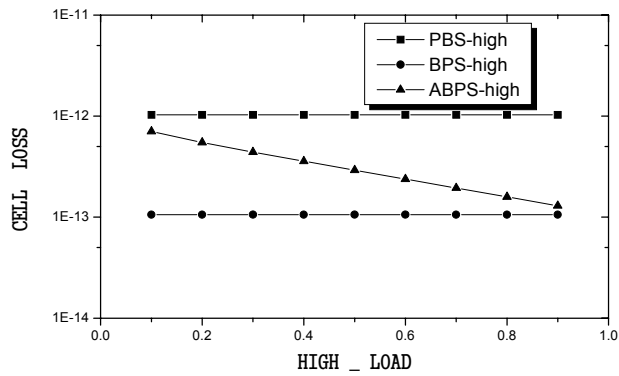
(a) low priority cell



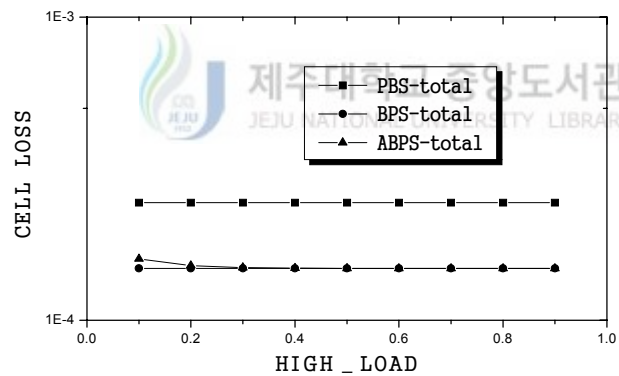
(b) medium priority cell

Fig. 9 The cell loss probability according to high priority cell ratio. (N=15, TH1=5, traffic-intensity=0.3, k=1)

Fig. 9에서 고순위 셀 부하와 관계없이 일정한 손실을 보이는 기존 기법과는 달리 제안한 기법에서는 고순위 셀 부하에 따라 점차 낮게 발생하고 있어 고순위 셀 부하로 임계값을 제어시킴으로서 고순위에 대한 셀 서비스를 적응적으로 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있다.



(c) high priority cell

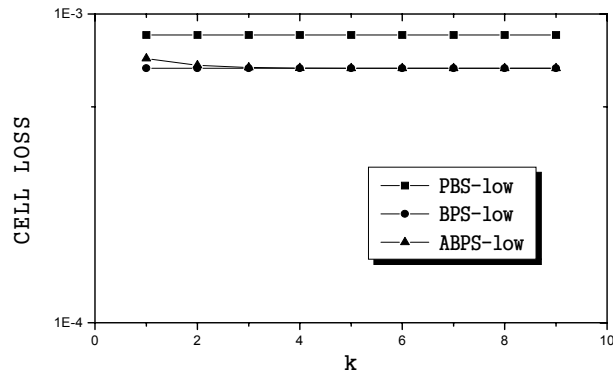


(d) total cell

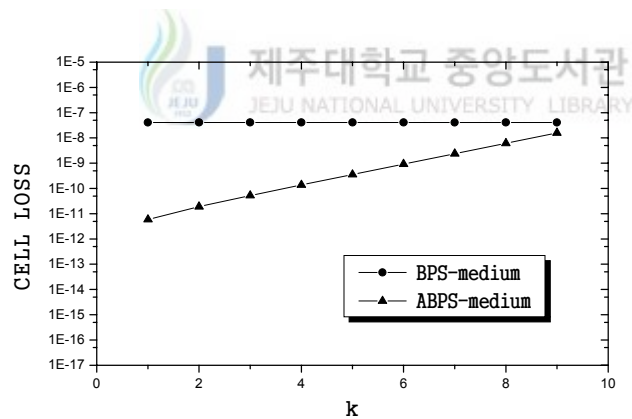
Fig. 9 The cell loss probability according to high priority cell ratio.

(N=15, TH1=5, traffic-intensity=0.3, k=1)

Fig.10은 Fig. 9와 같은 조건으로 $\lambda_h=0.1$ 로 하고 사용자 변수값 k 의 변화에 따른 각 우선 순위에 대한 셀 손실율을 비교한 결과, Fig. 9와 같은 결과를 보이고 있음을 알 수 있다. Fig. 10(a)의 고순위 셀 손실율은 기존의 부분 버퍼 공유기법보다는 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서 셀 손실이 낮게 발생하면서 버퍼 분할 공유기법보다는 높게 나타나고 있다.



(a) low priority cell

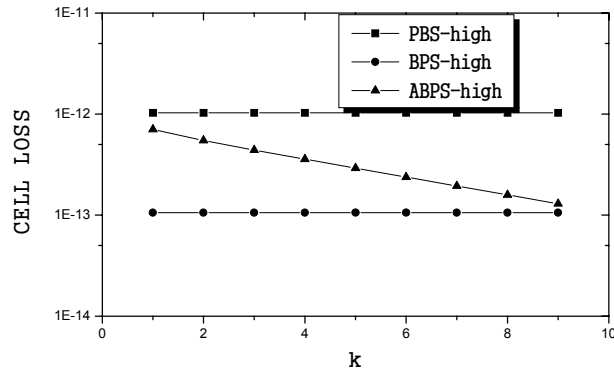


(b) medium priority cell

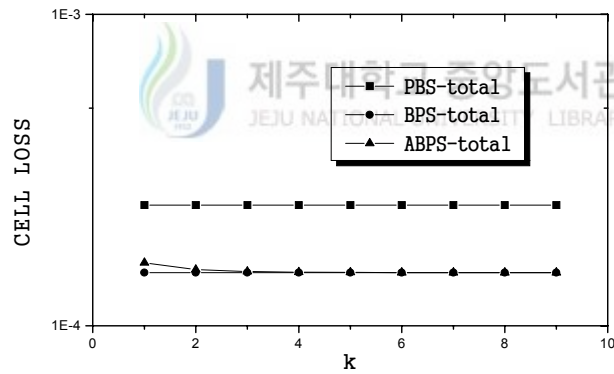
Fig. 10 The cell loss probability according to k .

($N=15$, $TH1=5$, traffic-intensity=0.3, $\lambda_h=0.1$)

여기에서 사용자 변수값과 관계없이 일정한 손실을 보이는 기존 기법과는 달리 제안한 기법에서는 사용자 변수값에 따라 점차 낮게 발생하고 있어서 사용자 변수값으로 임계값을 제어시킬 수 있음을 확인할 수 있다.



(c) high priority cell

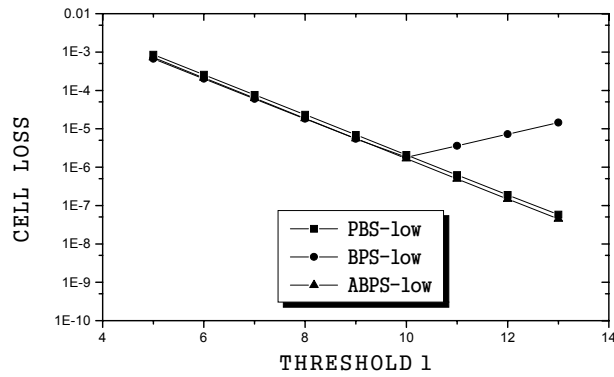


(d) total cell

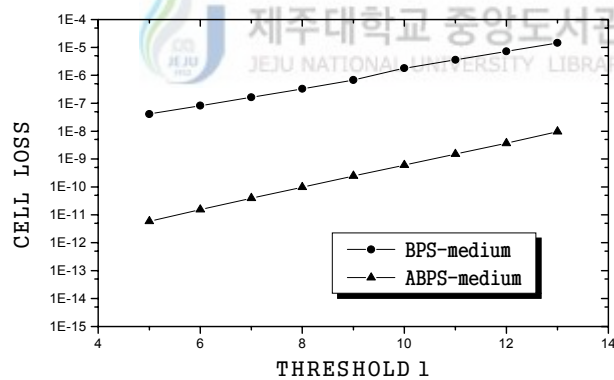
Fig. 10 The cell loss probability according to k.

($N=15$, $TH1=5$, traffic-intensity=0.3, $\lambda_h=0.1$)

Fig. 10(b)의 중순위 셀 손실율은 고순위 셀 부하가 증가할수록 커지고 있으나 버퍼분할 공유기법보다 낮게 발생하며 가정한 셀 손실율을 만족시키고 있다. 따라서 Fig. 9와 Fig. 10에서 보면 고순위 셀 부하 λ_h 와 사용자 변수값 k 를 이용한 두 번째 임계치를 적응적으로 제어시켜 고순위 셀에 대한 서비스율을 향상시킬 수 있음을 확인하였다.



(a) low priority cell

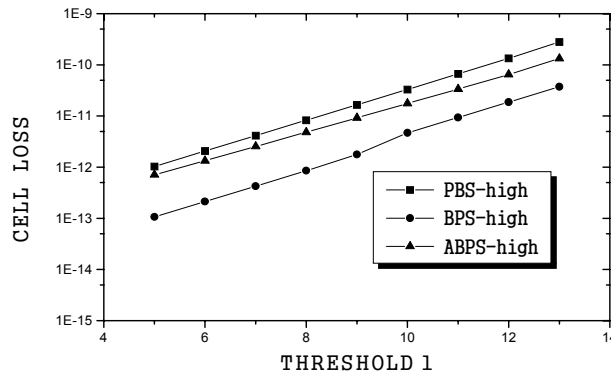


(b) medium priority cell

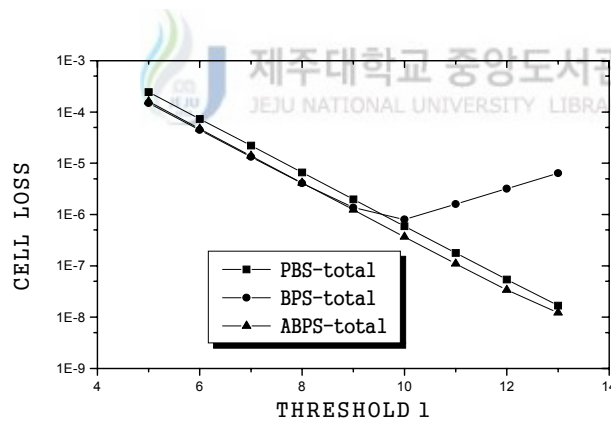
Fig. 11 The cell loss probability according to TH1 variation.

($N=15$, traffic-intensity=0.3, $\lambda_h=0.1$, $k=1$)

Fig. 11은 Fig. 10과 같은 조건하에서 사용자 변수값 $k=1$ 로 하여 고정임계값 (TH1)의 변화에 따른 각 우선 순위에 대한 셀 손실율을 구한 결과이다. 여기에서 저순위 셀 손실율을 10^{-3} , 중순위 셀 손실율을 10^{-6} , 고순위 셀 손실율을 10^{-9} 으로 가정하여 해석하였다.



(c) high priority cell



(d) total cell

Fig. 11 The cell loss probability according to TH1 variation.

($N=15$, traffic-intensity=0.3, $\lambda_h=0.1$, $k=1$)

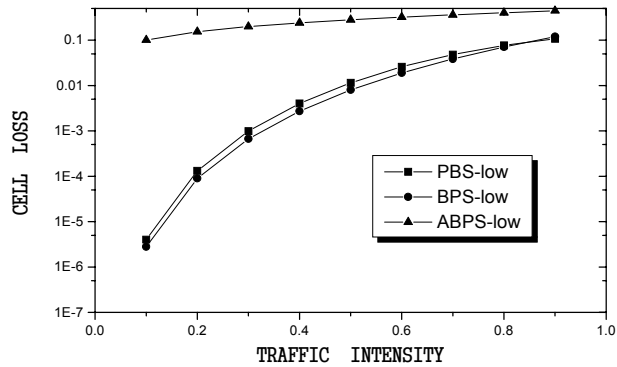
Fig. 11(a)와 (d)에 해당하는 저순위 셀 손실율과 전체 셀 손실율을 보면 버퍼분할 공유기법에서는 임계값의 부적절한 이용으로 인한 버퍼의 이용률 저하를 초래하여 급격한 셀 손실이 발생함을 알 수 있으며 제안한 적응 버퍼분할 공유기법은 임계값이 최소 또는 최대값을 가질 때 기존의 부분 버퍼 공유기법에 근사화 될 수 있다. Fig. 11(b)의 중순위 셀 손실율은 버퍼분할 공유기법에서가 높게 발생하며 가정한 셀 손실율보다도 높게 나타날 수 있는 반면, 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서는 이를 만족시키고 있다. 그리고 Fig. 11(c)에서 고순위 셀 손실율은 TH1이 증가할수록 증가하고 버퍼분할 공유기법보다 높게 그리고 부분 버퍼 공유기법보다는 낮은 손실율을 보이며 가정한 셀 손실율을 만족하고 있음을 알 수 있다.

2. 저순위 셀 손실을 제어

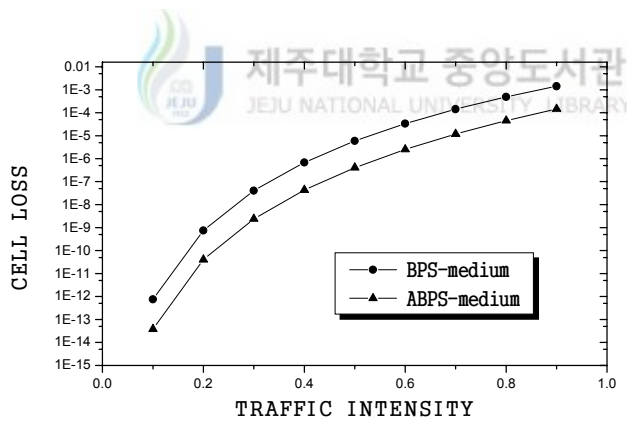
이 방식은 저순위 셀의 트래픽량이 유동적으로 발생할 때 저순위 셀 부하와 사용자 변수값에 따라 TH2를 고정하고 TH1를 적절히 제어시켜 중순위 셀의 서비스 구간을 효율적으로 이용하여 저순위 셀 손실율을 적응적으로 보장해 줄 수 있도록 하였다.

Fig. 12는 두번째 임계값 TH2=10으로 고정하고 전체 버퍼의 크기 N=15, 저순위 셀 부하 $\lambda_1=0.1$, 사용자 변수값 $x=1$ 일 경우 트래픽 세기에 따른 각 우선 순위 셀의 셀 손실율을 비교하였다. Fig. 7에서와 같이 트래픽 세기에 따라 각 우선 순위 셀에 대한 셀 손실 확률은 증가하고 있으며 Fig. 12(a)의 저순위 셀 손실율과 Fig. 12(d)의 전체 셀 손실율은 기존의 기법에서 보다 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서 가장 높게 발생하고 있음을 알 수 있다. 그리고 Fig. 12(b)의 중순위 셀 손실율과 Fig. 12(c)의 고순위 셀 손실율은 기존의 기법에서보다

적은 셀 손실율을 보여 성능이 향상되었음을 알 수 있다. 여기에서 저순위 셀과 전체 셀 손실율이 높게 발생하는 현상은 버퍼의 길이와 첫번째 임계값 때문에 발생하며 해결방안으로서 저순위 셀 부하와 사용자 변수값의 값을 증가시킴으로써 보완될 수 있다. 동일 조건에서 저순위 셀부하 $\lambda_1=0.5$, 사용자 변수값 $x=3$ 으로 하여 측정된 결과를 Fig. 13에 나타내었다.

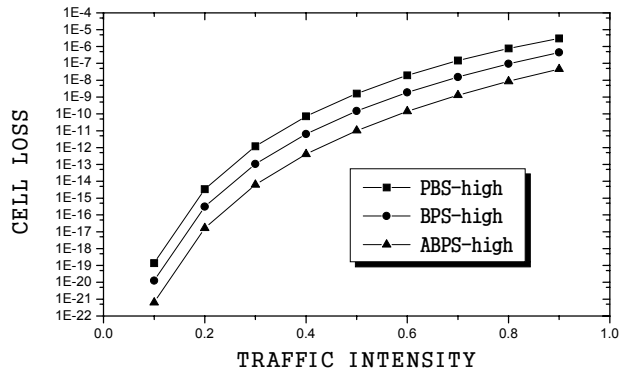


(a) low priority cell

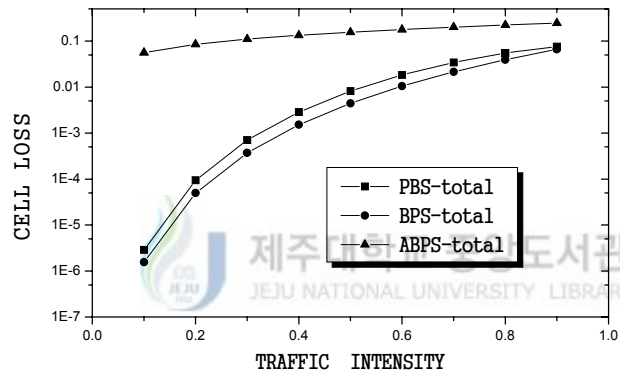


(b) medium priority cell

Fig. 12 The cell loss probability according to traffic intensity. ($N=15$, $TH2=10$, $\lambda_1=0.1$, $x=1$)



(c) high priority cell



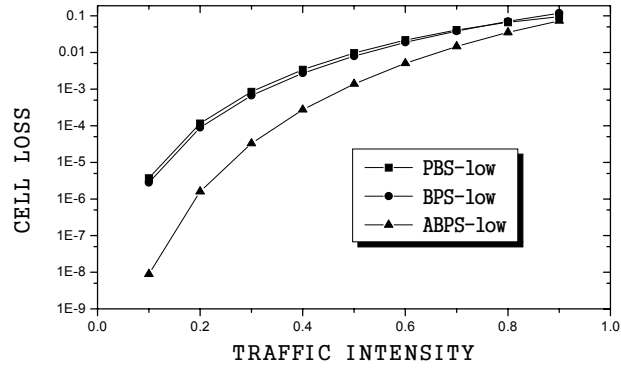
(d) total cell

Fig. 12 The cell loss probability according to traffic intensity.

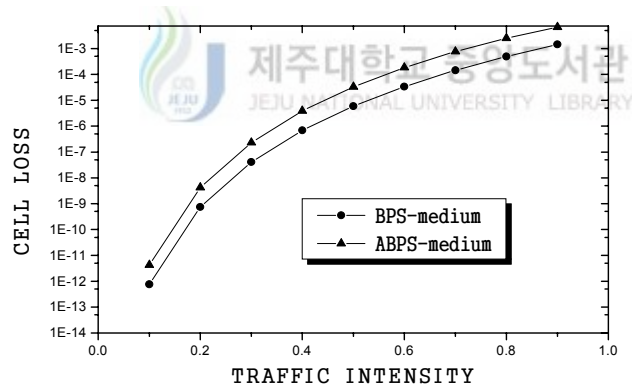
$$(N = 15, TH2 = 10, \lambda_1 = 0.1, x = 1)$$

Fig. 13에서 보면 중순위 셀 손실율은 버퍼분할 공유기법보다 높게 나타나고 있으나 Fig.12에서 높게 나타났던 저순위 셀 손실율이 보장되면서 전체 셀 손실율도 양호하게 나타나 저순위 셀 부하와 사용자 변수값을 적절히 이용하여 중순위

셀 서비스 구간을 적응적으로 사용함으로써 더 좋은 성능을 유지할 수 있음을 확인하였다.



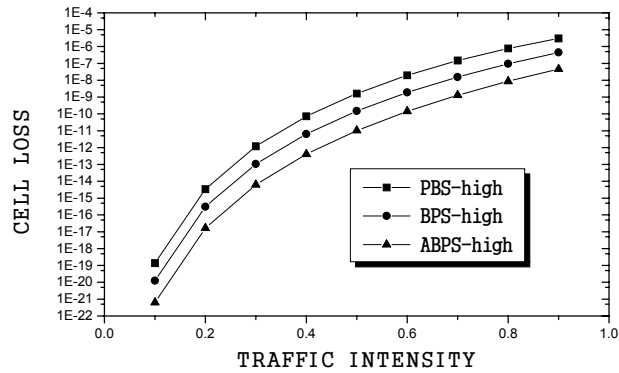
(a) low priority cell



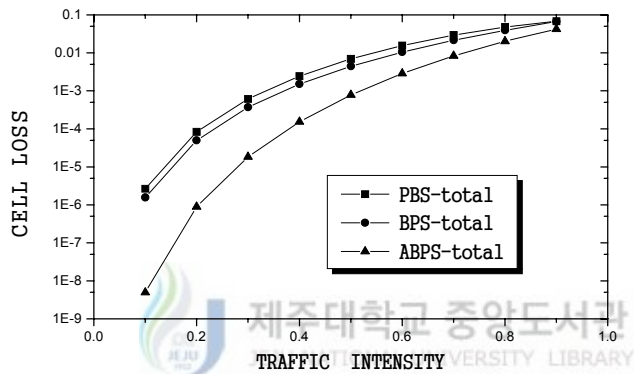
(b) medium priority cell

Fig. 13 The cell loss probability according to traffic intensity.

$$(N=15, TH2=10, \lambda_1=0.5, x=3)$$



(c) high priority cell

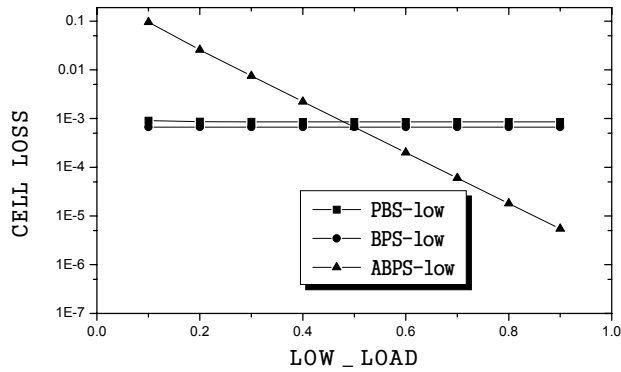


(d) total cell

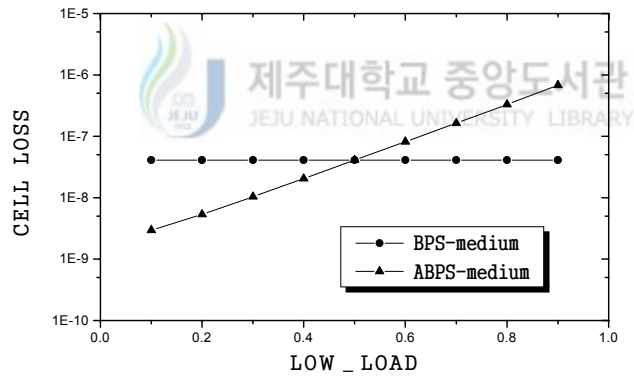
Fig. 13 The cell loss probability according to traffic intensity. ($N=15$, $TH2=10$, $\lambda_1=0.5$, $x=3$)

Fig. 14는 Fig. 13과 같은 조건하에서 트래픽 세기를 0.3으로 고정하고 저순위 셀 부하를 변화시키면서 각 우선 순위 셀 손실율을 구한 결과이다. Fig. 14(a)의 저순위 셀 손실율과 Fig. 14(d)의 전체 셀 손실율은 저순위 셀 부하가 커질수록 부분 버퍼 공유 기법에서와 버퍼분할 공유기법에서는 일정하게 셀 손실이 발생하는

데 반해 제안한 적응 버퍼 분할 공유 기법에서는 저순위 셀 부하가 10~50%까지는 기존의 기법에서보다 높게 나타나고 있으나 점차 감소를 보이며 그 이상에서부터 낮게 발생하고 있다.



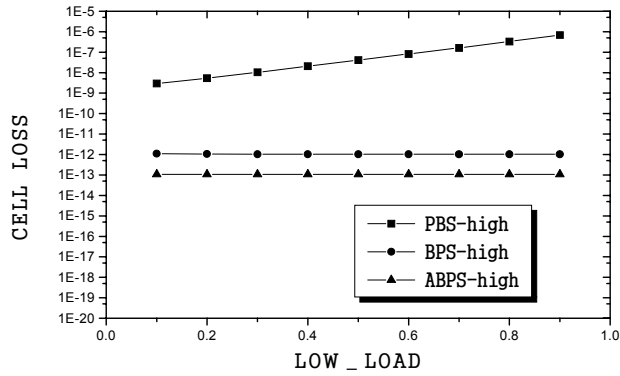
(a) low priority cell



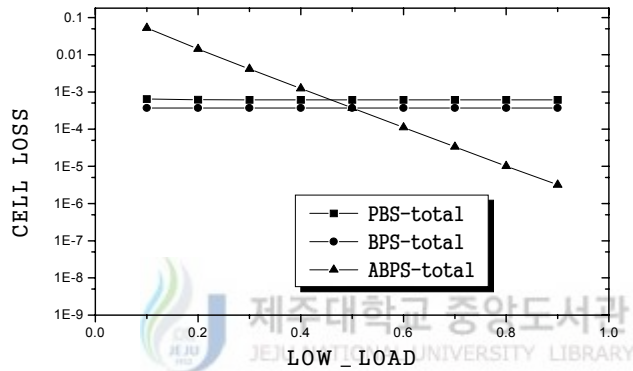
(b) medium priority cell

Fig. 14 The cell loss probability according to low priority cell ratio.

(N=15, TH2=10, traffic-intensity=0.3, x=2)



(c) high priority cell



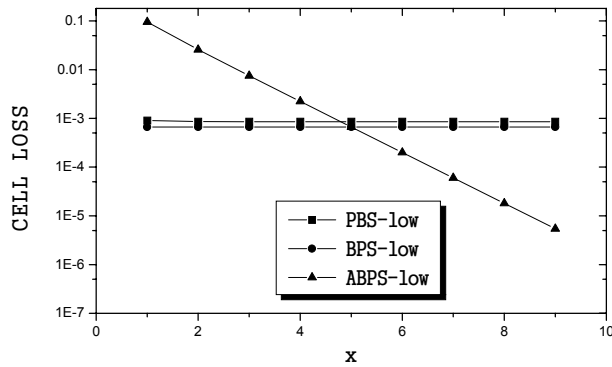
(d) total cell

Fig. 14 The cell loss probability according to low priority cell ratio.

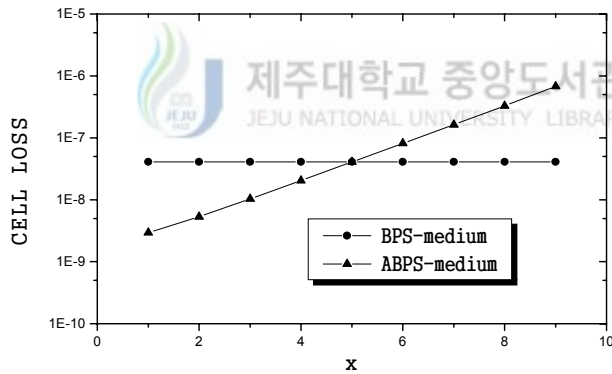
(N=15, TH2=10, traffic-intensity=0.3, x=2)

여기에서 저순위 셀 부하를 이용하여 첫번째 임계치를 제어함으로써 저순위 셀 트래픽의 서비스율을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. Fig. 14(b)의 중순위 셀 손실율은 이전의 버퍼분할 공유기법에서는 저순위 셀 부하에 관계없이 일정한 손실율을 보이고 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서는 저순위 셀 부하에 따라 점차 증

가를 보이고 있지만 가정한 셀손실율을 만족시키고 있음을 알 수 있다. 그리고 Fig. 14(c)의 고순위 셀 손실율을 보면 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서가 가장 양호함을 알 수 있다.



(a) low priority cell

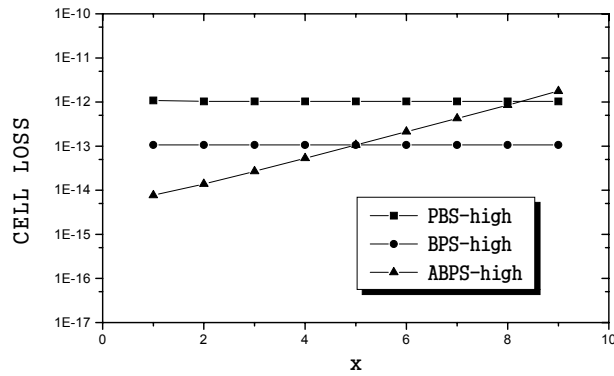


(b) medium priority cell

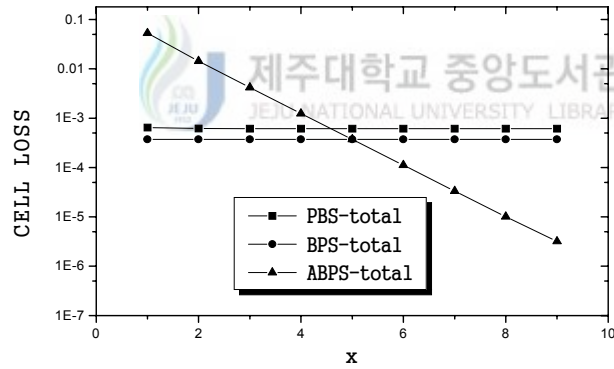
Fig. 15 The cell loss probability according to x.

(N=15, TH2=10, traffic-intensity=0.3, $\lambda_1=0.2$)

Fig. 15는 Fig. 14와 같은 조건하에서 저순위 셀 부하 $\lambda_1=0.2$ 로 하여 사용자 변수값의 변화에 따른 각 우선 순위 셀 손실율을 계산한 결과 저순위, 중순위, 전체 셀 손실율은 Fig. 14와 같음을 확인하였다.



(c) high priority cell



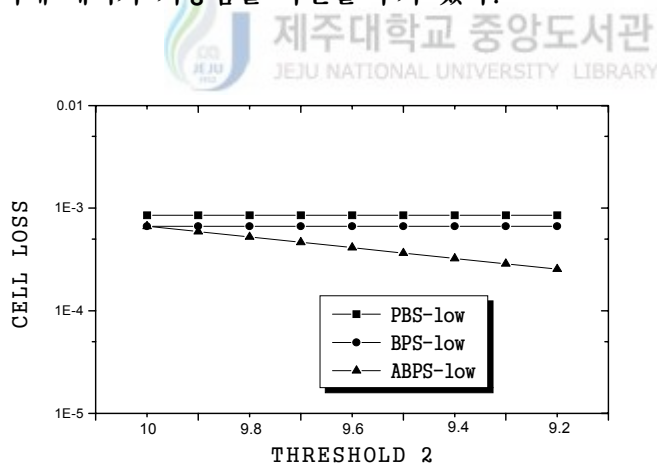
(d) total cell

Fig. 15 The cell loss probability according to x .

($N=15$, $TH2=10$, traffic-intensity=0.3, $\lambda_1=0.2$)

Fig. 15(a)의 저순위 셀 손실율과 Fig. 15(d)의 전체 셀 손실율은 저순위 셀 부하가 커질수록 기존의 부분 버퍼 공유 기법에서와 이전의 버퍼분할 공유기법에서는 일정하게 셀 손실이 발생하고 있다. 하지만 제안한 적응 버퍼 분할 공유기법에서는 저순위 셀 부하가 10~50%까지는 기존의 기법에서보다 높게 나타나고 있으나 점차 감소를 보이며 그 이상에서부터 낮게 발생하고 있다. 그러므로 사용자 변수값 x 를 이용하여 첫번째 임계치를 제어함으로써 저순위 셀 트래픽의 서비스율을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

Fig. 15(b)의 중순위 셀 손실율은 이전의 버퍼분할 공유기법에서는 저순위 셀 부하에 관계없이 일정한 손실율을 보이고 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서는 사용자 변수값 x 에 따라 점차 증가를 보이고 있다. 그러나 가정한 셀 손실율을 만족시키고 있음을 알 수 있다. 그리고 Fig. 15(c)의 고순위 셀 손실율을 보면 부분 버퍼 공유기법과 버퍼분할 공유기법에서는 일정한 셀 손실이 발생하고 있고 제안한 적응 버퍼분할 공유기법에서는 사용자 변수값 x 가 증가함에 따라 셀 손실율이 커지고 있지만 가정한 셀 손실율을 만족하고 있다. 따라서 저순위 셀 손실율은 사용자 변수값에 의해 제어가 가능함을 확인할 수가 있다.

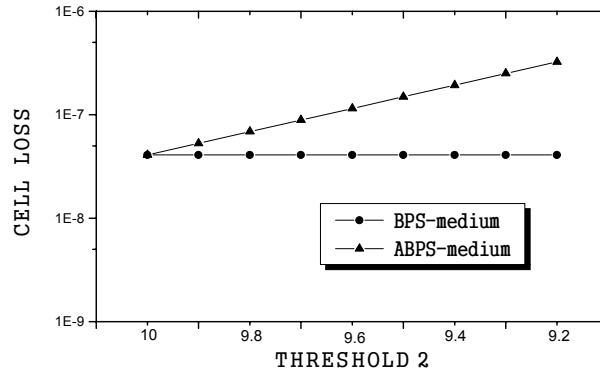


(a) low priority cell

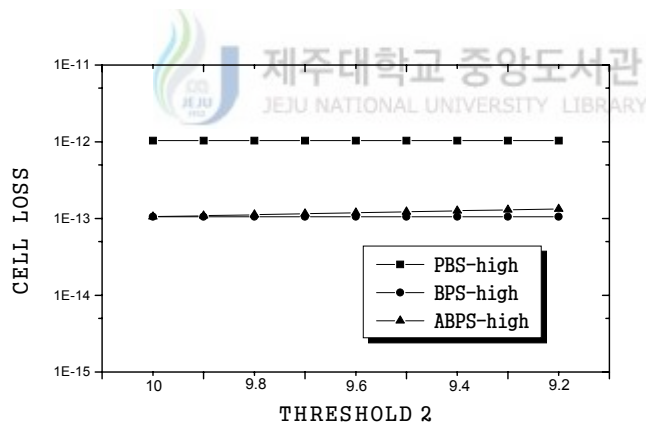
Fig. 16 The cell loss probability according to TH2 variation.

($N=15$, traffic-intensity=0.3, $\lambda_1=0.3$, $x=2$)

Fig. 16은 Fig. 14와 같은 조건에서 저순위 셀 부하 $\lambda_1=0.3$ 으로 하고 고정 임계값(TH2)을 변화하면서 각 우선 순위 셀 손실율을 구한 결과이다. Fig. 16(a)의 저순위 셀 손실율은 두번째 임계값이 감소할수록 다른 기법에 비해 적은 셀 손실율을 보이고 있으며 가정한 셀 손실율을 만족한다. 그러므로 임계값도 저순위 셀의 서비스율을 결정하는 중요한 파라미터의 하나임을 알 수 있다.



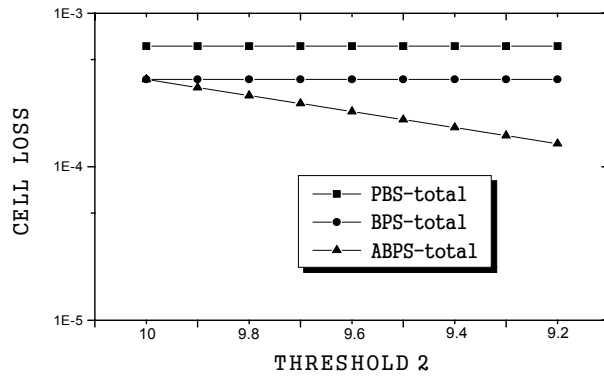
(b) medium priority cell



(c) high priority cell

Fig. 16 The cell loss probability according to TH2 variation.

($N=15$, traffic-intensity=0.3, $\lambda_L=0.3$, $x=2$)



(d) total cell

Fig. 16 The cell loss probability according to TH2 variation.

($N=15$, traffic-intensity=0.3, $\lambda_L=0.3$, $x=2$)

Fig. 16(b)의 중순위 셀 손실율은 버퍼분할 공유기법에 비해 상승하고 있으나 가정된 셀 손실율을 만족한다. 고순위 셀 손실율을 나타내는 Fig. 16(c)에서도 다른 기법에 비해 성능이 향상되었음을 확인하였다. 그리고 Fig. 16(d)의 전체 셀 손실율도 고정 임계값에 따라 적응적으로 대처할 수 있음을 확인할 수 있다.

V. 결 론

ATM 망은 다양한 서비스 트래픽을 통계적 다중화 방식으로 전송하므로 망 자원의 이용율을 극대화할 수 있는 장점을 가지고 있지만 효과적인 트래픽 제어를 하지 못하면 과밀이 발생하여 트래픽의 QoS를 보장하지 못하게 된다. 그러므로 ATM 망에서는 망의 과밀에 의한 셀 손실의 최소화과 망 자원 이용의 극대화란 서로 상충되는 목표를 달성해야 한다.

ATM에서 망 자원 활용의 극대화와 QoS 보장을 목적으로 하는 우선 순위 제어 기법중 부분 버퍼 제어 기법은 임계치 하나만을 두었다. 그리고 우선 순위를 저, 고순위로 하여 서비스되므로 획일적인 저순위 셀의 폐기로 인한 망 자원 이용율의 저하, 그리고 다양한 트래픽에 대한 우선 순위 부여 할당의 한계라는 문제점을 가지고 있다. 따라서 이를 보완하고 개선한 버퍼분할 공유기법을 발표하였다.

본 논문은 버퍼분할 공유기법에서 중순위 셀 서비스 구간을 효율적으로 제어하여 저순위 셀과 고순위 셀 트래픽에 대하여 적응적으로 대처할 수 있는 새로운 적응 버퍼 분할 공유 기법을 제안하였다. 제안한 방법에 대해 사용자가 저순위 셀 트래픽을 고정적으로 사용하고 고순위 셀 트래픽을 유동적으로 사용하고자 할 때와 사용자가 고순위 셀 트래픽을 고정적으로 사용하고 저순위 셀 트래픽을 유동적으로 사용하고자 할 때의 각각에 대하여 셀 손실율을 비교하였다. 특히 셀 손실에 영향을 미치는 트래픽 세기, 저/고순위 셀 부하, 사용자 변수값, 고정된 임계값 등의 변화에 따른 셀 손실율을 비교 분석하였다. 분석 결과, 제안한 적응 버퍼 분할 공유 기법에서는 중순위 셀 손실율을 10^{-6} 으로 가정하고 저순위 셀 부하량, 고순위 셀 부하량과 사용자 변수값에 따라 임계치를 적응적으로 제어할 수 있었다. 그리고 제어하여 사용하더라도 가정한 중순위 셀 손실율을 만족하면서 저, 고순위 셀 서비스를사용자에 따라 효과적으로 제공할 수 있도록 셀 손실율을 보장해 줄 수 있었

다.

사전 협약에 의해 이루어지는 ATM 망에서 서비스 이용을 제안한 적응 버퍼 분할 공유기법을 적용한다면 두개의 임계값을 제어함으로써 사용자가 요구하는 트래픽에 대하여 적응적으로 서비스 품질을 향상시킬 수 있다. 그리고 셀 손실율면에서도 우수한 성능을 보여 사용자가 요구하는 QoS를 보장하며 망 자원의 이용율을 최적화할 수 있다.



참 고 문 헌

- Bae, J. J. and T. Suda, 1991, "Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks", Proceedings of the IEEE Vol.79, No.2, pp.170-189.
- Bolla, R., F. Davoli, A. Lombardo, S. Palazzo and D. Panno, 1992, "Adaptive Bandwidth Allocation by Hierarchical Control of Multiple ATM Traffic Classes", IEEE INFOCOM'92, pp.30-38.
- Byrne, W.R., 1989, "Broadband ISDN Technology and Architecture", IEEE Network, pp.23-28.
- CCITT Draft Recommendation I.371, 1992, "Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN", SG XVIII, Geneva, Switzerland.
- Chen, J. S. C. and R. Guerin, 1991, "Performance Study of an Input Queuing Packet Switch with Two Priority Classes", IEEE Trans. Commun., Vol.39, No.1, pp.117-126.
- Cheng, X. and I. F. Akyildiz, 1992, "A Finite Buffer Two Class Queue with Different Scheduling and Push-out Schemes", Proc. IEEE INFOCOM'92, pp.231-241.
- Chipalkatti, R, J. F. Kurose and D. Towsley, 1989, "Scheduling Policies for Real Time and Non_Real_Time Traffic in Statistical Multiplexer", IEEE INFOCOM'89, pp.774-793.
- Cidon, I, A. Khamish and M. Sidi, 1993, "Analysis of Packet

- Loss Processes in High-Speed Networks", IEEE Trans. on Information Theory, Vol.39, No.1, Jan., pp.98-108.
- Croner, H, G. Hebuterne and P. Boyer, 1991, "Priority Management in ATM Switching Nodes", IEEE J. Selected Areas in Communication, Vol.9, No.3, Apr., pp.418-427.
 - Doshi, L.P., H. Heffes, 1986, "Overload Performance of Several Processor Queuing Disciplines for the M/M/1 Queue", IEEE Trans. on Communication, Vol. COM-34, No.6, June, pp.538-546
 - Eckberg, A. E., et. al., 1991, "Controlling Congestion in B-ISDN/ATM: Issues and Strategies", IEEE Comm., Magazine, pp.64-70.
 - Gupta, A. K. and N. D. Georganas, 1992, "Priority Performance of ATM Switches", Proc. IEEE INFOCOM'92, pp.727-733.
 - Handel, R, M. N. Huber and S. Schroder, 1994, "ATM Networks Concepts, Protocols, Applications", Addison-Wesley.
 - Kleinrock, L., 1995, "Queuing System", Vol.1, Vol.2, Wiley, New York.
 - Kroner, H, 1990, "Comparative Study of Space Priority Mechanism for ATM Networks", IEEE INFOCOM'90, Jan., pp.1136-1143.
 - Kroner, H, G. Hebuterne and P. Boyer, 1991, "Priority Management in ATM Switching Node", IEEE J. Selected Areas in Communications, Vol.9, No.3, Apr., pp.418-427.
 - Lee, D. and B. Sengupta, 1993, "Queuing Analysis of a

- Threshold Based Priority Scheme for ATM Networks", IEEE/ACM Trans. Networking, Vol.1, No.6, pp.709-717.
- Miltiades, E. A., M. E. Theologou, K. M. Vlamos and E. N. Protonotarios, 1991, "Quality of Service Requirements in ATM-based B-ISDN", Computer Communications, Vol.14, No.4.
 - Minzer, S. E., 1989, "Broadband ISDN and Asynchronous Transfer Mode(ATM)", IEEE Comm. magazine, pp.17-24.
 - Ohta, S and K. Sato, 1992, "Dynamic Bandwidth Control of the Virtual Path in an Asynchronous Transfer Mode", IEEE Trans. on Commun., Vol.40, No.7, pp.1239-1247.
 - Onvural, R. O., 1995, "Asynchronous Transfer Mode Network": Performance Issues-2nd ed., Artech House, Norwood, pp.169-174.
 - Petr, D. W. and V. S. Frost, 1991, "Nested Threshold Cell Discarding for ATM Overload Control: Optimization Under Cell Loss Constraints", Proc. IEEE INFOCOM'91, pp.1403-1412.

본 논문과 관련된 저자의 발표 논문

- 1) “ATM 망에서의 버퍼 분할 공유기법에 관한 연구”, 한국통신학회 하계종합학술 발표 논문집, pp. 532-535, 1998.
- 2) “ATM 망에서 적응적 분할 버퍼 공유기법에 관한 연구”, 산업기술연구소논문 집, pp. 41-47, 1998.
- 3) “ATM 망에서의 적응적 버퍼 분할 공유기법에 관한 연구”, 한국통신학회·대한 전기학회·대한전자공학회 제주지부 합동학술발표 논문집, pp. 34-40, 1998.
- 4) “ATM 망에서 QOS 향상을 위한 적응 버퍼분할 공유기법에 관한 연구”, 정보 통신연구소논문집, pp. 1-8, 1998.
- 5) “ATM 망에서의 효율적인 트래픽 제어를 위한 적응 버퍼분할 공유기법에 관한 연구”, 한국통신학회 추계종합학술발표 논문집, pp. 1823-1827, 1998.

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 미흡한 저를 시종일관 세심한 배려와 정성을 아끼지 않으신 지도교수 이용학 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 그리고 본 논문을 세밀히 검토해 주시고 많은 조언을 해주신 문 건 교수님, 김홍수 교수님, 임재운 교수님, 양두영 교수님, 강진식 교수님과 바쁘신 중에도 선뜻 논문 심사를 맡아주신 안기중 교수님께도 깊은 감사를 드립니다. 또한 평소에 많은 관심과 배려를 아끼지 않으신 제주관광대학 김창희 이사장님과 교육자의 자세와 인생에 대하여 여러 가지 좋은 말씀을 아끼지 않으신 고봉식 학장님, 김성규 부학장님께 감사를 드립니다. 세심한 관심을 보여주신 박상수 기획실장님, 김영대 사무국장님, 이동철 홍보처장님, 국제정보통신과에 강부식 교수님, 강동식 교수님, 탁진만 교수님, 그외 많은 교수님들과 선생님들께도 감사를 드립니다.

배움의 길로 한걸음 더 나아갈 수 있도록 배려해 주신 한라기전 정보통신텍 박순덕 사장님, 문수일 과장님, 자랑스런 제자 좌찬보, 그외 직원 여러분께도 감사를 드립니다. 학위과정 중에 세심한 관심을 보여준 제주관광대학 국제정보통신과 제자들 1기 졸업생 진동훈외, 그리고 2기 졸업생 양승철외, 또한 현재 재학중인 현광은, 양정준, 장성길, 고영남, 현진숙, 강지영, 임동식외 여러 제자들에게도 감사를 드리며, 박사과정의 홍성욱, 이권익, 오데레사들에게도 감사드립니다. 같은 연구실에 있는 윤용철 선생님과 전영희님, 유일하게 석사동기인 동현, 후배 성익, 호진, 정란 그리고 항상 이쁘다고 하는 조교 김정주 선생님과 멋진 남자라고 하는 조교 김형준 선생님께도 감사드립니다.

학문의 길로 결정을 내릴 때 이해를 해주고, 학위과정 동안 힘들고 어려울 때 항상 옆에서 지켜주고 도와준 사랑하는 아내 안해선님과 맑고 곱게 자라는 두딸 효숙, 효란이와 각지에 떨어져 있으면서도 항상 도움을 준 형님들과 형수님들 그리고 누님들과 이 기쁨을 나누고자 합니다. 끝으로 한평생 오직 7 남매의 뒷바라지를 위하여 희생하신 아버님, 어머님께 이 작은 논문을 바칩니다.