

論文96-33A-6-3

ATM망에서 공평한 지연 및 손실 우선순위 제어

(Fair Delay and Loss Priority Control in ATM Networks)

朴 昌 郁 *, 林 寅 七 *

(Chang-Wouk Park and In-Chil Lim)

요 약

본 논문은 ATM망에서 지연 민감 트래픽과 손실 민감 트래픽을 공평하게 서비스하기 위한 새로운 버퍼 관리 기법을 제안한다. 제안하는 버퍼 관리 기법은 지연 민감 트래픽과 손실 민감 트래픽을 위한 두개의 분리된 버퍼를 사용한다. 지연 민감 트래픽의 평균 지연을 만족시키기 위해 실시간 버퍼내의 셀들을 우선적으로 전송하며, 비실시간 버퍼에서 혼잡이 발생할 때 손실 민감 트래픽의 셀손실률을 만족시키기 위해 비실시간 버퍼내의 높은 손실 우선순위 셀이 실시간 버퍼내의 낮은 손실 우선순위 셀을 축출(PUSH-OUT)한다. 또한 실시간 버퍼내의 임계치를 고려하여 비실시간 버퍼내의 셀을 실시간 버퍼로 천이함으로써 지연과 손실의 공평성을 부여한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기존의 기법과 본 논문에서 제안한 기법을 셀 손실률과 셀 지연의 관점에서 비교 분석하였다. 성능 평가 결과 제안하는 기법은 기존의 기법보다 요구되는 셀손실률과 평균 지연시간의 측면에서 좋은 성능을 보였다.

Abstract

This paper proposes a new buffer management scheme to service delay-sensitive traffic and loss-sensitive traffic fairly in ATM networks. The proposed scheme uses two buffers for delay-sensitive traffic and loss-sensitive traffic. To satisfy the average delay time of delay-sensitive traffic, cells in real-time buffer are served first. When congestion occurs in nonreal-time buffer, low loss priority cell in real-time buffer can be pushed out by high loss priority cell in nonreal-time buffer to satisfy the cell loss rate of loss-sensitive traffic. And to give fairness, cell in nonreal time buffer can be transferred to real time buffer considering threshold value in real-time buffer. Using computer simulation, the existing methods and proposed scheme are compared and analyzed with respect to cell loss rate and average delay time. Simulation results show that the proposed scheme have superior performance to conventional schemes.

I. 서 론

최근에 급속한 기술발전과 서비스 수요의 다양화로 인해 기존의 전화망, 회선교환망, 패킷교환망등의 종합적 서비스, 전송의 고속화, 화상서비스의 수용 및 미래에 등장할 새로운 서비스의 수용을 위해 광대역화가

요구되고 있다. ITU-T(International Telecommunication Union Standardization Sector)는 광대역종합정보통신망(BISDN : Broadband Integrated Services Digital Network)을 구현하기 위한 표준으로 비동기전송모드(ATM : Asynchronous Transfer Mode)를 채택했다.

ATM망은 음성, 화상, 그리고 데이터등을 포함하는 다양한 범주의 트래픽들을 수용한다. 이들 트래픽들은 동일한 전송로로 전송이 되지만, 트래픽 특성(Traffic Characteristics)과 요구하는 서비스 품질(QoS:

* 正會員, 漢陽大學校 工科大學 電子工學科
(Dept. Elec. Eng., Hanyang Univ.)

接受日字: 1996年2月28日, 수정완료일: 1996年5月21日

Quality of Service) 파라미터들은 트래픽 종류에 따라 다양하다. QoS의 파라미터들은 일반적으로 셀손실률, 중단간 지연, 셀 지연변이등으로 정의될 수 있으며, 서비스에 따라 여러가지 값들을 가질 수 있다. 예를 들어, 압축된 동화상은 군집성의 특성을 갖고 있으며 이와 같은 트래픽들을 통계적 다중화함으로써 망이용률을 높일 수 있다. ATM망은 이러한 군집성 트래픽들 간의 통계적 다중화를 통해서 대역폭 이득을 얻으면서 요구되는 서비스 품질을 만족시키는 망이다. 망이용률과 제공되는 QoS간에는 트레이드 오프관계가 존재한다. 그러나 통계적 다중화로 인해 망내에 셀 손실 및 큐잉지연을 발생시킬 수 있고, QoS에도 영향을 미칠 수 있다. 다양한 트래픽 특성을 갖는 트래픽들의 QoS를 보장하면서 망이용률을 극대화하는 것은 망관리 분야에 있어서 중요한 문제들 중의 하나이며 최근에 많은 연구가 이루어지고 있는 분야이다.

ATM망내에 다양한 특성을 갖는 트래픽들을 수용하기 위한 효과적인 방법은 우선순위를 부여하는 방법이다. 트래픽들은 크게 지연에 민감한 트래픽과 손실에 민감한 트래픽으로 나눌 수 있다. 음성과 화상같은 트래픽은 허용 한계 이내의 셀손실은 허용하지만 지연에는 민감하고, 화일전송과 같은 데이터 트래픽은 실시간 전송보다 셀 손실에 민감한 트래픽이다. 최근까지의 많은 연구들은 지연 우선순위나 손실 우선순위 중 하나에 치중되어 있다¹¹⁻⁸¹. 손실에 민감한 트래픽과 지연에 민감한 트래픽을 모두 고려한 방법이 Yegani등에 의해 제안되었다¹⁹⁻¹²¹. 그러나 Yegani등이 제안한 NTCD/MB(Nested Threshold Cell Discarding/Multiple Buffer)는 손실에 민감한 트래픽보다 지연에 민감한 트래픽을 항상 먼저 서비스하기 때문에 지연에 민감한 트래픽이 망 트래픽의 많은 부분을 차지할 경우 손실에 민감한 트래픽의 성능은 심하게 저하될 수 있는 문제점을 갖고 있다.

본 논문은 지연 민감 트래픽과 손실 민감 트래픽을 공평하게 만족시키기 위한 새로운 버퍼 관리 기법을 제안한다. ATM망 노드내의 버퍼 관리 기법은 지연 및 손실 우선순위를 근거로 ATM 셀의 망진입과 폐기 순서를 결정한다. 만족할만한 서비스 품질을 제공하면서 망자원을 공평하게 이용하기 위해서는, 사용자 트래픽의 서비스 요구사항에 따른 우선순위가 필수적이다. 제안하는 기법은 지연 민감 트래픽과 손실 민감 트래픽을 위한 두개의 분리된 버퍼를 사용하며, 지연 민

감 트래픽은 실시간 버퍼에 손실 민감 트래픽은 비실시간 버퍼에 저장한다. 지연 민감 트래픽의 평균 지연을 만족시키기 위해 실시간 버퍼내의 셀들을 우선적으로 전송하며, 실시간 버퍼내에 대기하는 셀이 없을 때 비실시간 버퍼내의 셀을 망으로 진입시킨다. 비실시간 버퍼가 꽉 차서 손실 민감 트래픽의 손실이 발생하게 될 때, 손실 민감 트래픽의 셀손실률을 만족시키기 위해 비실시간 버퍼내의 높은 손실 우선순위 셀이 실시간 버퍼내의 낮은 손실 우선순위 셀을 축출(PUSH-OUT)한다. 또한 실시간 버퍼내의 임계치를 고려하여 비실시간 버퍼내의 셀을 실시간 버퍼로 천이함으로써 지연과 손실의 공평성을 부여한다. 지연 민감 트래픽은 두개의 음성원이 중첩되는 것으로 가정하고 각각은 온-오프 모델에 의해 발생되며, 손실 민감 트래픽은 다수개의 데이터가 중첩되는 것으로 가정하고 포아송 프라세스에 의해 발생된다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기존의 기법과 본 논문에서 제안한 기법을 셀손실률과 셀 평균 지연 시간의 관점에서 비교 분석한다.

II. 우선순위 제어

ATM망은 다양한 특성의 트래픽들에 대해 요구되는 QoS를 만족시키면서 전송하여야 한다. 데이터와 같은 손실 민감 트래픽의 경우 어느 정도의 지연은 감수할 수 있으나 셀손실을 최소화하여 전송하여야 하며, 음성과 같은 지연 민감 트래픽의 경우 어느 정도의 셀손실은 감수할 수 있으나 지연을 최소화하여 전송하여야 요구되는 서비스 품질을 만족시킬 수 있다. ATM망에서 혼잡(Congestion)에 대한 우선순위 제어로는 지연 우선순위 제어와 손실 우선순위 제어가 있다.

실시간 전송을 요구하는 트래픽의 경우 지연 우선순위가 사용되어야 한다. 지연 우선순위제어는 지연 우선순위가 높은 셀을 먼저 전송함으로써 큐잉 지연을 줄이는 방법이다. ATM망의 스위치 노드에서 전송되어야 할 셀들을 스케줄링하는 방법에는 여러가지가 제안되었다. 가장 간단한 것은 고정 우선순위 기법(Fixed Priority Scheme)인 HOL(Head Of Line)으로 트래픽이 K개의 고정된 우선순위를 갖는다고 할 때 버퍼를 K개의 큐로 나누어 도착하는 셀을 해당하는 우선순위 큐에 저장하여 최상위 순위의 큐부터 FCFS(First Come First Service)으로 서비스를 제공하는 방법이다. 그러나 이 방법은 특히 망 트래픽의

많은 양이 높은 우선순위를 가질때 낮은 우선순위의 트래픽에게 보다 큰 지연을 초래하게된다. HOL의 단점을 보완하기 위한 HOL-PJ(HOL with Priority Jump)는 동적 우선순위 기법(Dynamic Priority Scheme)이다. 각 큐에 최대 큐잉지연의 한계를 부여하여 한 셀의 대기시간이 최대 지연 한계를 초과하면 그 셀은 그 다음의 높은 지연 우선순위 큐로 점프한다. 그 성능은 지연 한계값에 의해 결정되며 도착하는 각 셀에 타임 스탬프가 부여되며 셀의 대기시간을 감시해야하는 오버헤드가 존재한다¹¹⁾. 다른 동적 우선순위 기법으로는 MLT(Minimum Laxity Threshold)기법과 QLT(Queue Length Threshold)기법등이 있다. MLT기법에서 한 셀의 이완(Laxity)은 그 셀이 전송되어야 할 시간까지 남아있는 타임 슬롯으로 정의된다. 셀은 전송되거나 이완이 0이 될 때 까지 큐에 남아 있게 되고 이완이 0이 될 때 까지 전송되지 못하면 그 셀은 폐기된다. 이완이 어떤 임계치보다 작은 지연 민감 트래픽이 큐내에 있다면 먼저 서비스가 되며 다른 경우에는 손실 민감 트래픽이 서비스된다. 이 기법은 매 타임 슬롯마다 각 실시간 셀들의 이완을 갱신해야 하고 각 큐에서 최소 이완을 찾는 오버헤드가 존재한다. QLT기법은 큐내의 비실시간 셀의 갯수가 임계치를 넘게 되면 비실시간 셀에 우선순위가 부여된다. 따라서 MLT기법과 QLT기법의 성능은 임계치를 어떻게 적절히 선택하는가에 좌우된다^{12,31)}.

만일 엄격한 셀손실률을 요구하는 트래픽이 있을 때 손실 우선순위 제어가 사용되어야 한다. 손실 우선순위 제어는 셀을 폐기 시켜야 할 경우 낮은 손실 우선순위 셀을 선택적으로 폐기함으로써 높은 손실 우선순위의 셀의 손실을 줄이는 방법이다. 이 방법에는 Push-out이 있는 완전 버퍼 공유(Complete Buffer Sharing with Push-out)방법과 임계치를 갖는 부분 버퍼 공유(Partial Buffer Sharing with Threshold)방법이 있다. Push-out이 있는 완전 버퍼 공유방법은 전체 버퍼 공간이 완전히 공유되는 방법이다. 따라서 버퍼내에 저장공간이 있다면 도착하는 셀은 손실 우선순위에 관계없이 버퍼링이되는 방법으로써, 버퍼가 다 차서 더 이상의 셀을 받아들일 수 없을 때 손실 우선순위가 낮은 셀은 폐기가 되고 손실 우선순위가 높은 셀은 우선순위가 낮은 셀을 폐기시키고 저장되는 방법이다. 이 방법은 구현시 복잡도는 증가되지만 버퍼 이용률은 높다는 장점을 갖고 있다. 임계치를 갖는 부분

버퍼 공유방법은 임계치 이하까지는 모든 셀을 다 받아들이다가 임계치를 넘게되면 손실 우선순위가 높은 셀만을 받아들이는 방법이다. 이 방법의 장점은 구현이 비교적 간단하다는 점이며 단점으로는 최적의 임계치를 찾기 어렵다는 점이다¹⁴⁻³¹⁾.

III. 스위치 및 신호원 모델링

ATM망은 다양한 QoS를 갖는 트래픽들을 통계적 다중화하여 전송한다. 지연 민감 트래픽은 작은 종단간 지연과 지터를 요구하지만 손실 민감 트래픽은 낮은 셀손실률을 요구한다. 이와같이 다양한 QoS를 만족시키기 위해서는 손실과 지연 우선순위가 동시에 고려되어야한다. 본 논문에서는 그림 1과 같은 출력 버퍼형 $N * N$ ATM 스위치를 가정하였다. 각 출력 포트에 있는 큐 관리자는 셀 전송과 셀 폐기 순서를 관리한다.

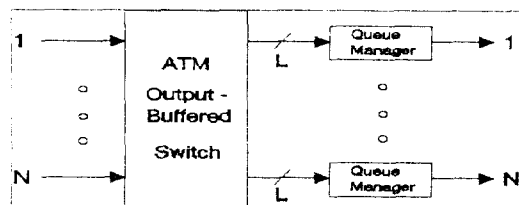


그림 1. 셀 스케줄링과 폐기를 관리하는 큐 관리자를 각 출력 포트에 갖는 ATM 스위치
Fig. 1. Cell scheduling and discarding by the queue manager at each output port of an ATM switch.

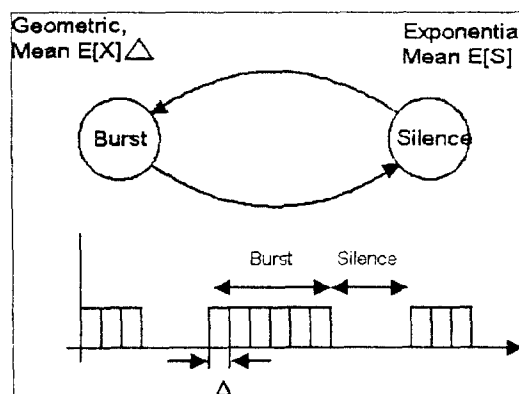


그림 2. 온-오프 모델
Fig. 2. On - Off model.

ATM은 다양한 트래픽 특성을 갖는 서비스들을 수 용하게 되는데 이러한 망의 효과적 성능측정과 각종

트래픽 제어 알고리즘의 성능분석 등을 하기 위하여 입력 트래픽을 정확히 모델링하는 것이 중요하다.

지연 민감 트래픽의 예인 음성은 그림 2와 같이 버스트 상태와 침묵 상태를 반복하는 온-오프 모델을 사용한다. 이 모델은 음성이나 정지 화상을 모델링하는데 사용되고, 최대셀률, 평균셀률, 평균 피크 기간 (average peak duration) 등의 파라메타들이 상호 독립적으로 변화하는 것을 허용한다. 온 오프 모델에서 셀은 침묵 상태에 있을 때 전혀 도착하지 않고, 버스트 상태에 있을 때는 일정한 간격을 두고 도착한다. 버스트당 셀의 수는 평균 $E[X]$ 를 갖는 기하(geometric) 분포로 가정되고, 침묵(silence)기간은 평균 $E[S]$ 를 갖는 지수(exponential)분포로 가정된다. 그리고, 버스트당 셀 간격은 Δ 로 주어지고 버스트 구간과 침묵 구간은 식 (1)과 식 (2)로 표현될 수 있다.

$$a^{-1} = E[X] \times \Delta \tag{1}$$

$$\beta^{-1} = E[S] \tag{2}$$

이때, 평균셀률 λ 는 다음과 같이 정의된다.

$$\lambda = \frac{E[X]}{a^{-1} + \beta^{-1}} = \frac{1}{\Delta + \frac{a\Delta}{\beta}} \tag{3}$$

식 (3)에서도 알 수 있듯이 $E[X]$, $E[S]$ 그리고 Δ 등이 평균셀률에 각각 영향을 미친다^[12]. 손실 민감 트래픽의 예인 데이터는 포아송 프라세스(Poisson process)로 가정한다^[15].

IV. 셀 천이를 통한 공평성 부여

ATM망에서 제공되는 QoS는 각 트래픽에 따라 다양하다. 모든 망 사용자에게 만족할만한 QoS를 제공하면서 망자원을 최대한 이용하기 위해 사용자의 트래픽의 서비스 요구사항에 따른 우선순위 부여가 필수적이다. ATM망에서 우선순위 제어를 구현하는 방법으로는 두가지가 있다. 첫번째로 어떠한 셀을 우선적으로 전송하는 가를 결정하는 스케줄링 방법으로서의 지연 우선순위 사용이며 두번째는 ATM 스위치 노드내에서 혼잡(Congestion)이 발생하였을 때 이를 효과적으로 대처하기 위한 방법으로서 손실 우선순위 기법을 사용하는 것이다.

호 설정단계(Call Setup)단계에서 각 트래픽은 표 1

과 같이 지연 우선순위와 손실 우선순위를 부여받게 된다. 셀의 순서를 유지하기 위해 지연 우선순위는 호 준위에서 부여되어야 하며 손실 우선순위는 셀 준위나 호준위에서 부여될 수 있다.

표 1. 손실 및 지연 우선순위에 따른 트래픽 분류

Table 1. Traffic classification with loss & delay priority.

지연우선순위 \ 손실우선순위	HIGH	LOW
HIGH	Class 1	Class 2
LOW	Class 3	Class 4

데이터 전송과 같이 손실에 민감한 트래픽들은 높은 손실 우선순위와 낮은 지연 우선순위를 부여 받게된다 (Class 2). 음성과 화상같이 지연 민감 트래픽들은 낮은 종단간 전송 지연을 요구하기 때문에 높은 지연 우선순위를 부여 받게되고 셀 정보의 중요도에 따라 높은 손실 우선순위나 낮은 손실 우선순위를 부여 받게 된다(Class 1,3). 또한 Best Effort 트래픽은 낮은 손실 우선순위와 낮은 지연 우선순위를 부여 받게 된다 (Class 4).

본 논문은 지연 우선순위와 손실 우선순위 둘 다를 공평하게 지원하기 위한 버퍼 관리 기법을 제안한다. 그림 3에서 ATM 출력 버퍼형 스위치의 각 출력 포트에 있는 큐 관리자를 보여준다. 큐 관리자는 지연에 민감한 트래픽(Delay-sensitive Traffic)을 수용하기 위한 실시간 버퍼와 손실에 민감한 트래픽(Loss-sensitive Traffic)을 수용하기 위한 비실시간 버퍼 그리고 서버로 구성된다.

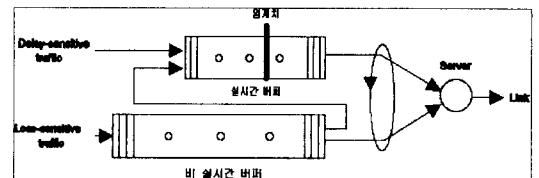


그림 3. 큐 관리자 모델
Fig. 3. Queue manager model.

지연 우선순위는 ATM망내의 스위치 노드에서 스케줄링 방법으로 사용될 수 있다. 지연 우선순위가 높은 Class 1,3은 실시간 버퍼에 저장되며 지연 우선순위가

낮은 Class 2,4는 비실시간 버퍼에 저장된다. 실시간 버퍼에 저장되어 있는 셀은 비실시간 버퍼에 있는 셀보다 우선적으로 망 진입이 이루어지며 비실시간 버퍼에 저장되어 있는 셀은 실시간 버퍼가 비어 있을때 망으로 전송된다.

손실에 민감한 트래픽은 엄격한 셀손실률을 요구하기 때문에 지연 우선순위의 구현으로는 만족될 수 없다. 군집성(Bursty)의 트래픽들이 통계적 다중화를 통해 전송되는 영향으로 ATM망에 혼잡(Congestion)이 일시적으로 발생할 때 손실 우선순위 제어가 사용될 수 있다. 즉 낮은 손실 우선순위의 셀을 선택적으로 폐기시킴으로써 다양한 Class의 셀손실 요구사항을 만족시킬 수 있다.

낮은 지연 우선순위 셀은 비실시간 버퍼에 저장되며 실시간 버퍼내에 셀이 없을 때 망 진입이 가능하기 때문에 비실시간 버퍼내에 혼잡(Congestion)이 발생하여 셀손실을 가져올 수 있다. 이러한 혼잡으로 인한 낮은 지연 우선순위와 높은 손실 우선순위의 셀 손실을 방지하기 위해 제안하는 버퍼 관리 기법은 비실시간 버퍼의 선두에 있는 높은 손실 우선순위 셀이 실시간 버퍼내의 낮은 손실 우선순위 셀을 축출(Push-out)하는 기법을 제안한다. 또한 지연 민감 트래픽에게 충분히 작은 지연과 손실 민감 트래픽에게 만족할만한 셀손실률을 부여하기 위해 실시간 버퍼내에 임계치를 설정하고 실시간 버퍼내의 셀수가 임계치 이하이고 비실시간 버퍼가 혼잡상태라면 비실시간 버퍼의 선두 높은 손실 우선순위 셀이 실시간 버퍼로 천이(Transfer)하는 기법을 제안한다.

그림 4는 큐 관리자에 셀이 도착하였을 때 셀 처리 및 임계치를 고려한 셀 천이 알고리즘을 보여준다.

그림 4에서 도착하는 셀은 지연에 민감한 셀인지에 따라 저장될 수 있는 버퍼를 달리한다. 지연에 민감한 셀은 서버가 Busy하지 않다면 망으로 바로 진입할 수 있지만 그렇지 않다면 실시간 버퍼에 저장되어야 한다. 이때 실시간 버퍼에 여유 공간이 있으면 저장이 되지만 그렇지 않을 경우는 도착 셀의 손실 우선순위를 확인하고 낮은 손실 우선순위의 셀이라면 폐기된다. 만약 높은 손실 우선순위의 셀이라면 실시간 버퍼내에 낮은 손실 우선순위 셀을 축출하며, 실시간 버퍼내에 낮은 손실 우선순위 셀이 없다면 도착하는 셀은 폐기된다. 지연에 민감하지 않은 셀은 서버가 Busy하지 않다면 망으로 바로 진입할 수 있지만 그렇지 않다면 비실시

간 버퍼에 저장되어야 한다. 이때 비실시간 버퍼에 여유공간이 있으면 저장이 되지만 그렇지 않을 경우는 실시간 버퍼내의 셀 개수가 임계치 이하인지를 확인한다. 임계치 이하인 경우 비실시간 버퍼의 선두 셀 하나를 실시간 버퍼로 천이시킨후 도착 셀을 비실시간 버퍼에 저장된다. 실시간 버퍼내의 셀 개수가 임계치 이상일때는 실시간 버퍼내에 낮은 손실 우선순위 셀이 존재하는지를 확인한다. 낮은 손실 우선순위의 셀이 존재한다면 비실시간 버퍼의 선두 셀이 실시간 버퍼내의 낮은 손실 우선순위 셀을 축출하게 되며 도착 셀은 비실시간 버퍼에 저장된다. 낮은 손실 우선순위의 셀이 실시간 버퍼내에 없다면 도착하는 셀은 폐기된다.

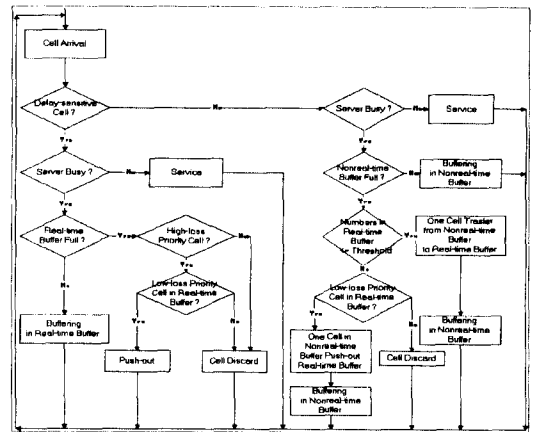


그림 4. 도착 셀 처리 및 임계치를 고려한 셀 천이 알고리즘

Fig. 4. The processing of arrival cell and cell transmission algorithm with threshold.

V. 실험 결과 및 분석

제안하는 버퍼 관리 기법의 성능을 비교 평가하기 위하여 지연 민감 트래픽은 두개의 음성원이 중첩되는 것으로 가정하였으며 그 각각은 온-오프 모델을 통하여 발생시킨다. 이때 버스트 상태에서 발생하는 평균 셀의 개수 $E[X] = 22$ 개, 침묵 상태의 평균시간 $E[S] = 0.650 [s]$ 로 버스트 상태내의 셀 간격 $\Delta = 0.016 [s]$ 로 가정하였다. 버퍼에 도착하는 지연 민감 셀들은 높은 지연 우선순위를 가지며, 짝수/홀수의 순으로 손실 우선순위의 높고 낮음을 가정한다^[13]. 이때 각각의 평균 발생률 λr 은 식 (3)에 의해 결정된다. 손실 민감 트래픽은 다수개의 데이터원이 중첩되는 것으

로 가정하였으며, 평균 발생률 λn 인 포아송 프라세스로 발생시킨다. 손실 민감 셀들은 낮은 지연 우선순위와 높은 손실 우선순위를 갖는 것으로 가정하였다. ρ_n 은 손실 민감 트래픽의 부하를, ρ_r 은 지연 민감 트래픽의 부하를 의미하며 링크 용량 C는 원하는 총부하량을 얻기 위해 조정된다.

제안하는 기법은 SINGLE 버퍼, NTCD/MB와 비교 분석한다. SINGLE 버퍼는 80개의 셀을 저장할 수 있는 크기이며, 우선순위를 고려치않고 FCFS(First Come First Service)방식으로 도착 셀을 처리한다. NTCD/MB는 지연 우선순위만을 고려하여 지연 민감 트래픽은 실시간 버퍼에 손실 민감 트래픽은 비실시간 버퍼에 저장하며 각각의 저장 셀 갯수는 30, 50개로 가정한다. 각 버퍼는 손실 우선순위를 고려치않고 FCFS 방식으로 도착 셀을 처리하며 실시간 버퍼내의 셀을 비실시간 버퍼내의 셀보다 우선적으로 전송하고 실시간 버퍼내에 셀이 없을 때 비실시간 버퍼내의 셀을 전송하게 된다.

제안하는 버퍼 관리 기법의 파라메타는 NTCD/MB와 동일하게 가정하며 손실 보장을 위해 지연 민감 셀이 실시간 버퍼에 저장될때 축출기법을 이용하는 완전 버퍼 공유 방법(Complete Buffer Sharing with Push-out)을 채택하였으며 비실시간 버퍼내에서 혼잡이 발생하면 비실시간 버퍼내의 높은 손실 우선순위 셀이 실시간 버퍼내의 낮은 손실 우선순위 셀을 축출(Push-out)할 수 있도록 하였고, 지연과 손실 우선순위 공평성을 위해, 실시간 버퍼내의 임계치를 고려하여 하나의 셀 친이(TRANSFER)를 가능케한다. 이때 임계치는 10, 20, 30으로 가정하였다. 컴퓨터 시뮬레이션은 지연 민감 트래픽의 총 셀 갯수가 45,000,000개 까지 수행되었다. 그림 5에서 그림 14까지 X축은 지연 민감 트래픽과 손실 민감 트래픽을 합친 총부하를 의미하며 Y축은 셀손실률이거나 평균지연시간을 의미한다. X축에 주어지는 총부하는 $\rho_n(\rho_r)$ 을 0.4로 고정하고 $\rho_r(\rho_n)$ 을 가변시켜서 총부하가 0.95까지 시뮬레이션 하였다. 그림 5와 6은 $\rho_n(\rho_r)$ 을 0.4로 고정하고 $\rho_r(\rho_n)$ 을 가변 증가 시켰을 때 지연 민감 트래픽의 셀손실률을 보여준다. NTCD/MB가 가장 낮은 셀손실률을 보이고 있으며 그 다음으로 낮은 셀손실률을 보이는 것은 SINGLE 버퍼를 사용한 것이다. 제안하는 기법의 성능은 총부하가 0.8이하일때 임계치에 따라 $T=30 < T=20 < T=10$ 의 순으로 셀손실률을 가진다. 지연 민

감 트래픽과 손실 민감 트래픽을 동시에 고려할 때 지연 민감 트래픽은 셀손실률 측면에서 품질을 보장할 수 있는 정도까지 허용가능하며 작은 평균지연을 요구한다.

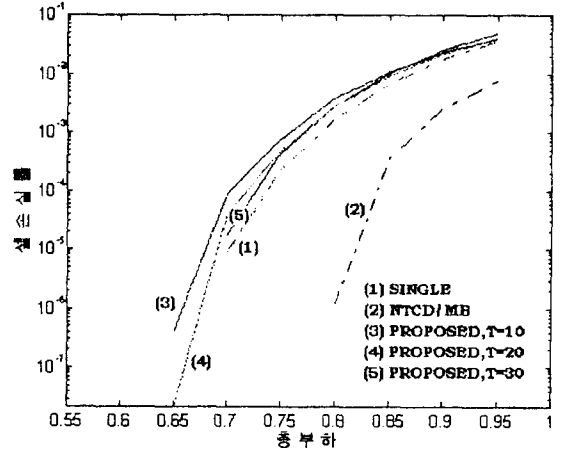


그림 5. 지연 민감 트래픽의 셀손실률($\rho_n = 0.4$, ρ_r 은 가변)

Fig. 5. Cell loss probability of delay-sensitive traffic($\rho_n = 0.4$, ρ_r is varied).

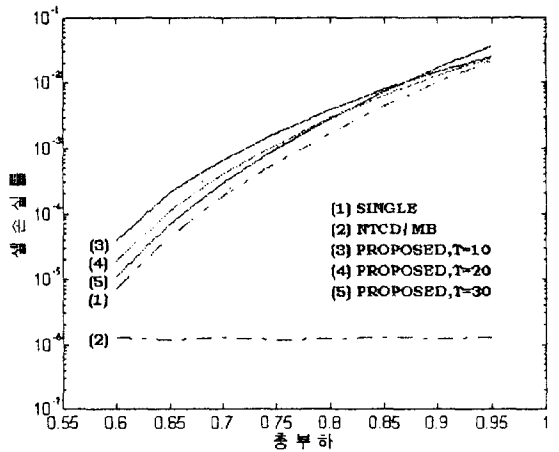


그림 6. 지연 민감 트래픽의 셀손실률($\rho_r = 0.4$, ρ_n 은 가변)

Fig. 6. Cell loss probability of delay-sensitive traffic($\rho_r = 0.4$, ρ_n is varied).

그림 7과 8에서 손실 민감 트래픽의 셀손실률을 보여준다. NTCD/MB는 가장 높은 셀손실률을 보이며 이는 손실 민감 트래픽의 셀손실률을 만족시킬 수 없

음을 알 수 있다. 이에 반해 $T=30$ 인 제안하는 기법은 가장 낮은 셀손실률을 보이고 있음을 알 수 있고 임계치(T)가 작아 질수록 손실 민감 트래픽의 셀손실률은 커지고 있다.

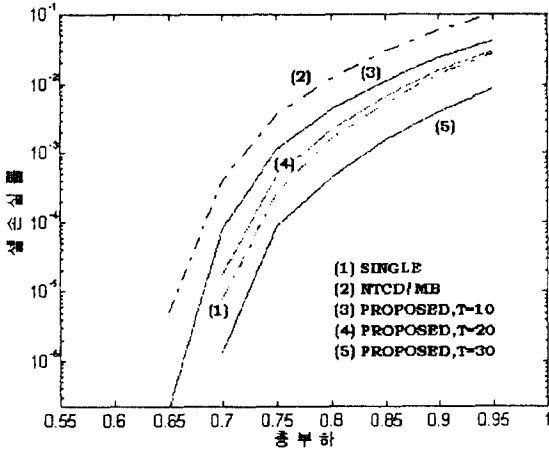


그림 7. 손실 민감 트래픽의 셀손실률($\rho_n = 0.4$, ρ_r 은 가변)

Fig. 7. Cell loss probability of loss-sensitive traffic($\rho_n = 0.4$, ρ_r is varied).

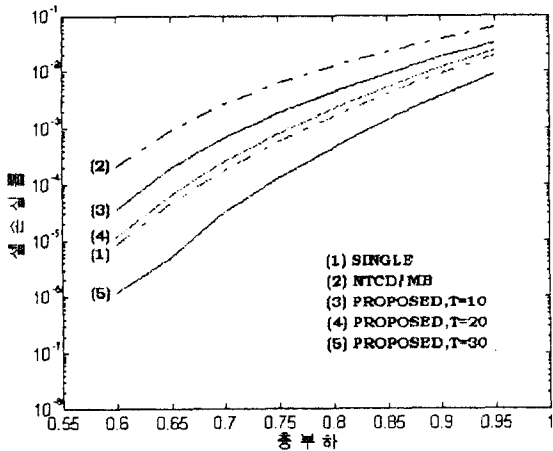


그림 8. 손실 민감 트래픽의 셀손실률($\rho_r = 0.4$, ρ_n 은 가변)

Fig. 8. Cell loss probability of loss-sensitive traffic($\rho_r = 0.4$, ρ_n is varied).

그림 9와 10은 지연 민감 트래픽의 평균 지연 시간을 보여준다. 가장 평균지연시간이 큰 기법은 SINGLE 버퍼로서 지연 민감 트래픽의 평균 지연 시간을 만족시킬 수 없음을 알 수 있다. NTCD/MB의 경우 가장

낮은 평균 지연을 보이고 있으나 제안하는 기법중 임계치가 10일 경우에 거의 근접한 결과를 보이고 있다.

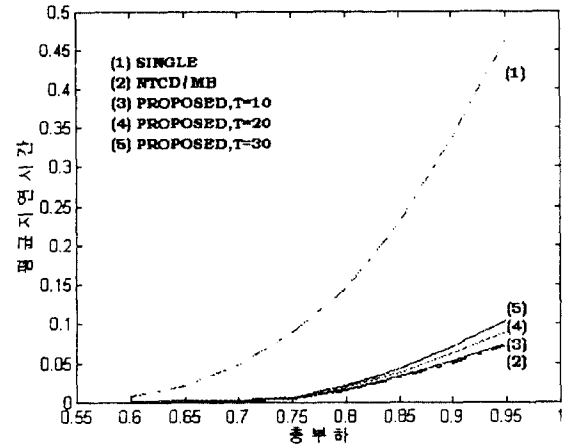


그림 9. 지연 민감 트래픽의 평균 지연 시간($\rho_n = 0.4$, ρ_r 은 가변)

Fig. 9. Average delay time of delay-sensitive traffic($\rho_n = 0.4$, ρ_r is varied).

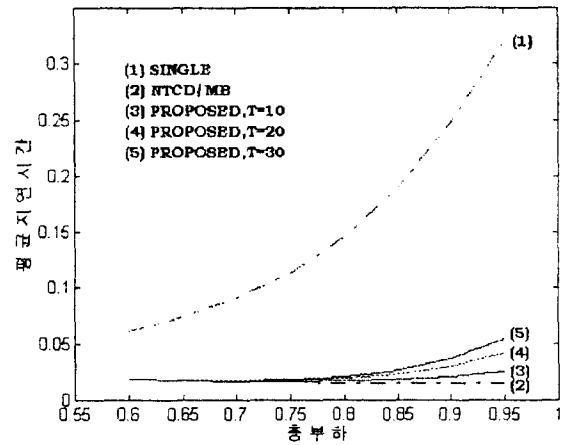


그림 10. 지연 민감 트래픽의 평균 지연 시간($\rho_r = 0.4$, ρ_n 은 가변)

Fig. 10. Average delay time of delay-sensitive traffic($\rho_r = 0.4$, ρ_n is varied).

그림 11과 12는 손실 민감 트래픽의 평균지연시간을 보여준다. 제안하는 기법이 가장 높은 지연시간을 보여 주며 임계치가 커질수록 더욱 큰 지연시간을 보여준다. 손실 민감 트래픽의 경우는 어느 정도의 지연을 허용할 수 있는 것이다.

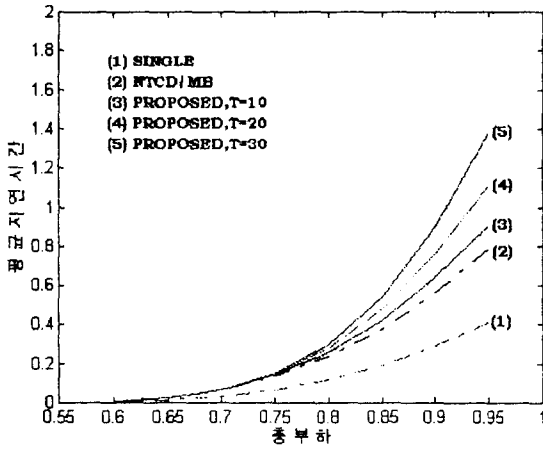


그림 11. 손실 민감 트래픽의 평균 지연 시간($\rho_n = 0.4$, ρ_r 은 가변)
 Fig. 11. Average delay time of loss-sensitive traffic($\rho_n = 0.4$, ρ_r is varied).

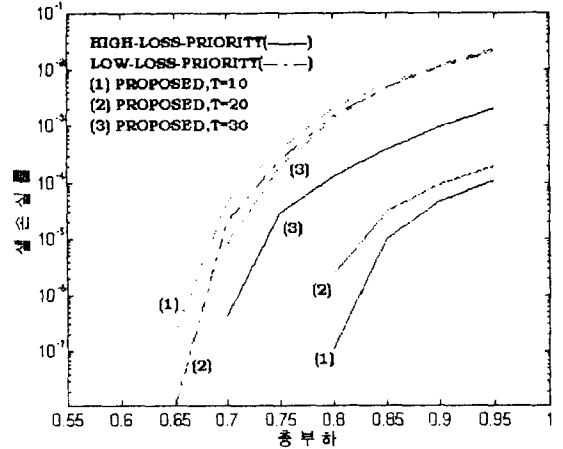


그림 13. 제안하는 기법에 의한 지연 민감 트래픽의 셀손실률($\rho_n = 0.4$, ρ_r 은 가변)
 Fig. 13. Cell loss probability of delay sensitive traffic by PROPOSED scheme($\rho_n = 0.4$, ρ_r is varied).

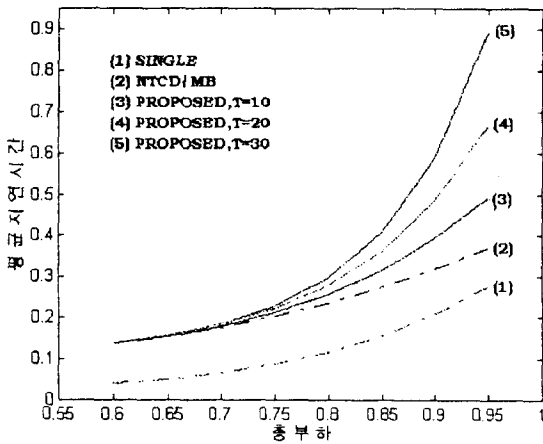


그림 12. 손실 민감 트래픽의 평균 지연 시간($\rho_r = 0.4$, ρ_n 은 가변)
 Fig. 12. Average delay time of loss-sensitive traffic($\rho_r = 0.4$, ρ_n is varied).

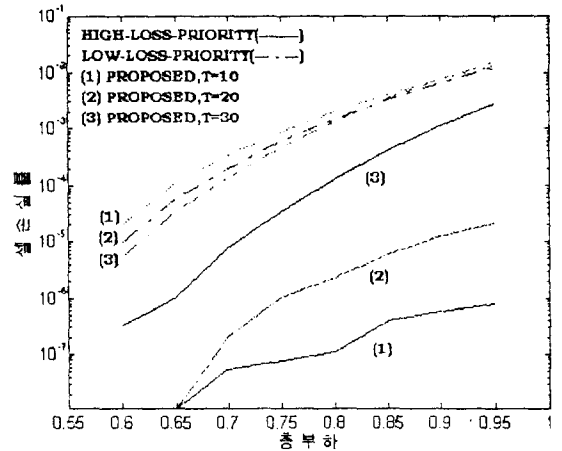


그림 14. 제안하는 기법에 의한 지연 민감 트래픽의 셀손실률($\rho_r = 0.4$, ρ_n 은 가변)
 Fig. 14. Cell loss probability of delay-sensitive traffic by PROPOSED scheme($\rho_r = 0.4$, ρ_n is varied).

그림 13과 14는 제안하는 기법에서 임계치(T)에 의한 지연 민감 트래픽의 높은 손실 우선순위 셀과 낮은 손실 우선순위 셀의 셀손실률을 보여주고 있다. 임계치가 작아지면 작아질수록 높은 손실 우선순위 셀이 덜 잃어버리게 되어 지연 민감 트래픽의 손실 서비스 품질을 더욱 더 보장할 수 있음을 알 수 있다.

VI. 결론

본 논문은 ATM망에서 지연 민감 트래픽과 손실 민감 트래픽을 공평하게 처리하기 위한 버퍼 관리 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 지연 민감 트래픽과 손실 민감 트래픽을 두개의 분리된 버퍼에 저장하고 지연 민감 트래픽이 저장되어 있는 실시간 버퍼를 우

선적으로 전송함으로써 평균 지연 시간을 만족시켰으며 손실 민감 트래픽의 셀손실을 만족시키기 위해 비실시간 버퍼에서 실시간 버퍼로의 축출기법을 제안하였다. 또한 지연 민감 트래픽과 손실 민감 트래픽의 공평성을 위해 임계치를 이용한 천이기법을 제안하였다.

제안한 버퍼 관리 기법은 셀손실률과 평균 지연시간의 관점에서 비교 분석하였으며, 분석 결과 지연 민감 트래픽의 우선적 전송으로 지연시간을 만족시킬 수 있었고 손실 민감 트래픽은 비실시간 버퍼내의 높은 손실 우선순위 셀이 실시간 버퍼의 낮은 손실 우선순위 셀을 축출함으로써 셀손실을 만족시킬 수 있었으며 임계치를 고려한 비실시간 버퍼에서 실시간 버퍼로의 천이는 공평성을 부여할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] Y. LIM and J.E. KOBZA, "Analysis of a Delay-Dependent Priority Discipline in an Integrated Multiclass Traffic Fast Packet Switch," *IEEE Tran. on Comm.*, Vol. 38, No. 5, 1990.
- [2] J.M. Hyman, A.A. Lazar and G. Pacifici, "Real-Time Scheduling with Quality of Service Constraints," *IEEE JSAC*, Vol. 9, No. 7, Sep. 1991.
- [3] R. Chipalkatti, J.F. Kurose and D. Towsley, "Scheduling Policies for Realtime and Non Realtime Traffic in a Statistical Multiplexer," *IEEE Infocom*, 1989.
- [4] F. Hartanto, H.R. Sirisena and K. Pawlikowski, "Protective Buffer Policies at ATM Switches," *IEEE ICC*, pp.960-964, 1995.
- [5] H. Kroner, G. Hebuterne, P. Boyer and A. Gravey, "Priority Management in ATM Switching Nodes," *IEEE JSAC*, Vol. 9, No. 3, Apr. 1991
- [6] J.W. Causey and H.S. Kim, "Comparison of Buffer Allocation Schemes in ATM Switches: Complete Sharing, Partial Sharing, and Dedicated allocation," *IEEE ICC*, pp.1164-1167, 1994.
- [7] Y.M. Lin and J.A. Silvester, "Priority Queueing Strategies and Buffer Allocation Protocols for Traffic Control at an ATM Integrated Broadband and Switching System," *IEEE JSAC*, Vol. 9, No. 9, Dec. 1991.
- [8] S. Bhagwat, D. Tipper, K. Balakrishnan and A. Mahapatra, "Comparative Evaluation of Output Buffer Management Schemes in ATM Networks," *IEEE ICC*, pp. 1174-1178, 1994.
- [9] P. Yegani, M. Krunz and H. Hughes, "Congestion Control Schemes in Prioritized ATM Networks," *IEEE ICC*, pp. 1169-1173, 1994.
- [10] M. Krunz, H. Hughes and P. Yegani, "Design and Analysis of a Buffer Management Scheme for Multimedia Traffic with Loss and Delay Priorities," *IEEE GLOBECOM*, pp. 1560-1564, 1994.
- [11] E.J. Hernandez-Valencia and F.G. Bonomi, "Simulation of a Simple Loss/Delay Priority Scheme for Shared Memory ATM Fabrics," *IEEE GLOBECOM*, pp. 1389-1394, 1993.
- [12] H.J. Chao and I.H. Pekcan, "Queue Management with Multiple Delay and Loss Priorities for ATM Switches," *IEEE ICC*, pp. 1184-1189, 1994.
- [13] K. Sriram, R.S. McKinney and M.H. Sherif, "Voice Packetization and Compression in Broadband ATM Networks," *IEEE JSAC*, Vol. 9, No. 3, Apr. 1991.
- [14] 허영희, 이동섭, 조영주, 이주영, 박창욱, 김영우, 임인철, "ATM망에서 셀 천이 기법을 이용한 버퍼관리," *Proceedings of KITE*, Vol. 18, no. 1, pp.207-210, June, 1995

저 자 소 개

朴 昌 郁(正會員) 第 33 卷 A編 第 2 號 參照
현재 한양대학교 공과대학 전자공
학과 박사과정

林 寅 七(正會員) 第 30 卷 B編 第 2 號 參照
현재 한양대학교 공과대학 전자공
학과 교수