

ATM 스위치에서 지연카운터를 이용한 우선순위 제어 기법

김변곤*, 온종렬*, 박준성*, 김관웅*, 정경택**, 전병실*

* 전북대학교 전자공학과

** 군산대학교 전자공학과

Priority Control Using Delay Counter for ATM Switch

Byeun-Gon Kim*, Jong-Lyoul On*, Jun-Seong Park*, Kwan-Woong Kim*,
Kyung-Taek Chung**, Byoung-Sil Chon*

* Department of Electronic Engineering,
Chonbuk National University

** Department of Electronic Engineering,
Kunsan National University

Abstract

The various services that a broadband integrated services digital network (B-ISDN) carries, have a wide range of delay, delay jitter and cell loss probability requirements. Design of appropriate control schemes for B-ISDN is an extremely important and challenging problem.

In this paper, we propose a priority control scheme with a delay counter and a cell counter per each class type. The priority control for required service quality is performed with delay/loss factor obtained by comparing window counter with cell counter.

The performance of proposed control scheme is estimated by computer simulation.

1. 서론

ATM망은 비디오 신호와 같은 버스티한 특성을 가진 트래픽, 연속적인 데이터 트래픽, 시간 지연에 민감한 트래픽, 손실에 민감한 트래픽 등의 다양한 QOS(Quality of Service)를 갖는 트래픽을 함께 수용하며 망 자원의 효율적인 활용을 위해 통계적 다중화 기법을 사용한다.

ATM망에서 다양한 QOS를 만족시키기 위해 우선

순위제어를 사용하는데, 우선순위는 지연 우선순위, 손실 우선순위를 두어 제어하게 된다. 근래의 많은 연구들은 지연 우선순위나 손실 우선순위 중 하나에 치중되어 있다[1]. 손실에 민감한 트래픽과 지연에 민감한 트래픽을 모두 고려한 방법이 H. Jonathan Chao and I. Hakan Pekean 등에 의해 제안되었다[2-4]. 그러나 지연 요소를 알기 위해 셀당 virtual clock 을 추가해야 되는 등 오버헤드가 증가되고 있다.

본 논문에서는 다양한 종류의 트래픽 소스를 지연 및 손실에 민감한 정도에 따라 클래스로 분류하고, 각 클래스의 지연 및 손실 요구사항을 모두 만족시킬 수 있는 우선순위 제어 기법을 제안하였다. 제안하는 우선순위 제어에서는 각각의 클래스에 지연 카운터와 셀 카운터를 두었다. 각 클래스의 지연 요소는 지연 카운터와 셀 카운터를 비교해 봄으로써 쉽게 구할 수 있고, 손실 요소는 셀 카운터를 통해 쉽게 구할 수 있다. 셀 서비스는 각 클래스의 지연 및 손실 요소에 따른 우선순위를 구해서, 가장높은 우선순위를 갖는 클래스의 셀을 서비스 하게 된다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기존의 우선순위 제어 기법과 본 논문에서 제안한 기법을 셀 손실율과 셀 지연의 관점에서 비교 분석 하였다.

2. 제안된 우선순위 제어 기법

우선순위 제어를 하는데 있어서, 지연 우선순위가

높은 트래픽은 작은 종단간 지연과 지터를 요구하지만, 손실 우선순위가 높은 트래픽은 낮은 셀 손실율을 요구한다. 이와같이 다양한 QOS를 만족시키기 위해서는 손실과 지연 우선순위가 동시에 고려되어 제어되어야 한다.

본 논문에서는 출력 버퍼형 $N \times N$ ATM 스위치를 가정하였다. 각 출력 포트에 있는 버퍼 관리자는 셀 전송과 셀 폐기 순서를 관리한다.

그림 1은 우선 순위 제어를 위한 버퍼 관리자의 전체적인 블록도인데, 버퍼는 ATM스위치의 출력버퍼를 의미한다. 우선순위 제어를 위한 동작은 다음과 같다.

입력된 셀들은 셀 헤더에서 클래스 정보와 입력 주소 제어부로 부터 공유 버퍼의 주소를 얻어 공유 버퍼에 입력하고, 그 입력된 주소는 다시 클래스 주소 버퍼에 입력한다. 만약 공유 버퍼에 셀이 모두 채워져 있으면, 손실 우선순위가 낮은 셀은 폐기되고, 손실 우선순위가 높은 셀은 우선순위가 낮은 셀의 클래스 주소 버퍼에서 주소를 얻어 공유 버퍼에 입력하고, 그 주소를 다시 해당 클래스 주소 버퍼에 입력한다 (푸쉬 아웃).

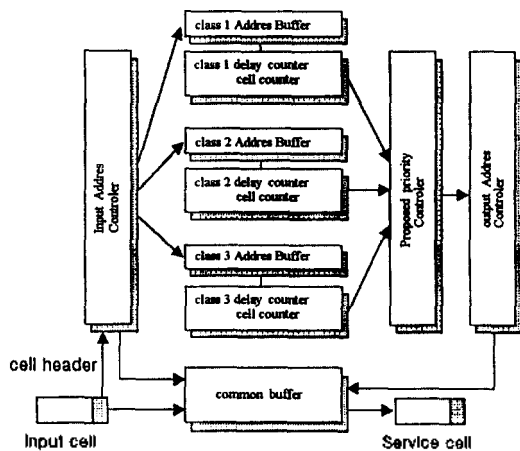


그림 1. Proposed Priority Control 구조

각 클래스 제어부는 지연 카운터와 셀 카운터로 구성되어 있는데, 지연 카운터는 셀이 입력되면 증가하고, 지연시간(delay time)이 경과되면 감소된다.

지연 시간은 각 클래스의 지연 우선순위에 따라서 결정된다. 지연 카운터는 셀 카운터값이 영이면 초기화 된다. 셀 카운터는 셀이 입력되면 증가되고, 셀이 서비스를 받으면 감소된다. 우선순위 제어부는 각 클래스 제어부로 부터 지연 카운터와 셀 카운터 값을 입력받아 각 클래스의 지연 우선순위와 손실 우선순위를 구하여, 가장 높은 클래스의 셀을 서비스 하게 된다.

지연 카운터는 모든 셀이 일정한 지연을 거쳐 서비스 된다는 가정에서 셀 카운터와 같은 동작을 하게 된다. 즉 지연 카운터는 지연 한계치에서 서비스를 받는다는 가정에서 셀 카운터와 같은 동작을 하고, 셀 카운터는 실제 서비스에 따라 동작한다. 따라서 지연 우선순위는 셀 카운터와 지연 카운터의 차를 계산해서 얻을 수 있다. 지연 우선순위가 양수이면 해당 클래스의 셀은 지연을 겪고 있으므로 지연 우선순위를 높여주고, 음수이면 지연을 겪지않고 정상적으로 서비스를 받고 있으므로 지연 우선순위를 각 클래스에 따른 일정한 값으로 유지하게 된다. 손실 우선순위는 셀 카운터 값으로 부터 임계치에 따라 구해진다. 또한 셀 폐기는 푸쉬 아웃 기법이 적용되어 손실 우선순위가 높은 클래스의 셀 손실율을 향상 시킨다.

3. Traffic Model

우리는 세 개의 클래스를 가정 하였다. 각 클래스의 지연 및 손실 우선순위는 표 1과 같다.

[표 1] 클래스의 지연 및 손실 우선순위

	delay priority	loss priority
Video	High	High
Computer data	Low	High
Voice	High	Low

비디오 소스는 두가지 상태로 가정되는데, scene-change 상태와 inter-scene-change 상태로 나뉜다. scene-change 상태는 장면의 변화가 심해서 많은양의 데이터가 발생되는 상태를 나타내고, inter-scence-change 상태는 장면의 변화가 심하지 않고, 데이터 발생이 그리 많이 되지 않는 상태를 나타낸다. inter-scene-change 상태에서는 독립적인 $M(10)$ 개의 ON/OFF minisource의 합으로 모델링 되었고, i 개의 셀이 발생할 확률은 식(1)과 같다.

$$a_m(i) = \binom{m}{i} A^m (1-A)^{m-i} \quad 0 \leq i \leq M \quad (1)$$

N 개의 비디오 소스가 동시에 scene-change 상태가 될 확률은 식(2)와 같다.

$$b_N(i) = \binom{N}{i} \lambda_{SC}^i (1-\lambda_{SC})^{N-i} \quad (2)$$

비디오 소스 파라미터는 표 2와 같다.

컴퓨터 시뮬레이션은 scene-change 상태를 가정하여 수행하였으며, 식 (1)에 의해 발생된 셀 수와 N 개의 scene-change 상태의 발생 셀 수의 합으로 구해진다. 음성 및 컴퓨터 데이터는 Poisson processes로 가정하였으며, 셀 발생 확률은 식(3)과 같다.

$$v(i) = \frac{\lambda_v^i e^{-\lambda_v}}{i!}; \quad d(j) = \frac{\lambda_d^j e^{-\lambda_d}}{j!} \quad (3)$$

λ_v, λ_d 는 음성, 컴퓨터 데이터의 평균 도착율이다.

평균 비디오 셀 도착율은 $N = 1, 2, 3$ 일 때 각각 0.2630, 0.5261, 0.7891이다. 음성과 컴퓨터 데이터는 같은 평균 셀 도착율을 가지는데, 전체 로드와 비디오 셀 도착율의 차를 둘로 나눈 값이 된다.

[표 2] Video Source Input Parameters

mean cell arrival rate during scene change	λ_{sc}	2.35×10^{-1}
mean ON length of minisource	γ^{-1}	1.36×10^0
mean OFF length of minisource	ω^{-1}	2.71×10^0
mean cell arrival rate during minisource's ON state	A	8.39×10^{-3}

4. 실험 결과 및 분석

본 논문의 컴퓨터 시뮬레이션은 N 이 1, 2, 3 일 때 로드 0.90에서 0.99까지 수행하였으며, 공유 버퍼의 수는 120개 이고, 각 클래스 버퍼의 임계치는 세 개를 두어 수행하였다. 표 3은 우선순위를 결정하기 위한 테이블이다. 여기에서는 지연/손실 우선순위를 가장 단순한 선형 함수로 부터 구했지만, 비선형 함수를 사용할 보다 복잡한 시뮬레이션을 수행할 필요성이 있다.

시뮬레이션 결과는 no priority control, fixed priority control 기법과 비교 하였으며, fixed priority control 기법은 비디오, 컴퓨터 데이터, 음성순으로 서비스하는데, 우선순위가 낮은 셀은 우선순위가 높은 셀이 없을 때 서비스 받게 된다.

[표 3] priority table

Cell N \ Delay N	$N \leq 12$	$N \leq 18$	$N \leq 24$	$24 < N$
$N \leq -1$	0	1	2	3
$N = 0$	1	2	3	4
$N = 1$	2	3	4	5
$N = 2$	3	4	5	6
$N \geq 3$	4	5	6	7

(Delay N = cell counter - window counter)

모든 우선순위 제어 기법에 똑같이 공유 버퍼가 사

용되었으며, 푸쉬 아웃 기법도 적용되었다.

비디오 셀의 발생은 항상 scene-change 상태로 수행하여 버스티한 비디오 셀의 발생 상태에서 제안된 기법을 이용한 우선순위 제어를 수행하였다. 시뮬레이션 타임슬롯 수는 10^7 개 이므로 10^{-7} 이하의 셀 손실율은 얻을 수 없다.

그림 2는 비디오 소스 수(N)이 1일 때 셀 손실 확률을 보여주고 있다. 각 클래스의 평균 지연은 비디오, 음성, 컴퓨터 데이터에 따라 각각 10^{-6} , 10^{-6} , 10^{-5} 정도이다. 전체 버퍼 크기가 작으므로, 각 클래스 셀들의 지연은 그리 크지 않았다. 각 클래스에 해당하는 지연 한계치는 비디오, 음성, 컴퓨터 데이터에 따라 각각 10^{-3} , 10^{-3} , 10^{-2} 로 가정 하였는데, 지연 한계치는 지연 크기를 결정하는 중요한 요인이 된다. 이렇게 함으로써, 모든 클래스의 셀들이 지연 한계치 이내에서 공평하게 서비스를 받을 수 있으며, 한계치가 넘으면 셀을 폐기하거나 우선순위를 높여주는 방법으로 제어할 수 있다.

또한 전체 버퍼 크기가 커진다면, 각 클래스 셀들의 지연이 커지게 되므로 제안된 우선순위 제어 기법은 지연과 손실을 동시에 고려하여 우선순위 제어를 수행할 수 있다.

그림 3은 N 이 2 일 경우인데, N 이 2 이고, 로드가 증가하면 no priority control 기법에서는 비디오, 컴퓨터 데이터 셀의 손실이 발생하는데, 제안된 우선순위 제어 기법에서는 손실이 발생되지 않는 것을 볼 수 있다. 그러므로 제안된 우선순위 제어 기법은 버스티한 비디오 셀의 폭주상태에서 적절한 우선순위 제어 기법이 됨을 알 수 있다.

그림 4는 N 이 3 일 때 셀 손실 확률을 보여준다. N 이 3 일 때는 버스티한 비디오 셀이 폭주한 상태로서, 버스티한 셀의 폭주는 셀 지연과 셀 손실이 증가하기 때문에 각 클래스의 QOS를 만족시키기 위해서는 우선순위제어가 절실이 요구된다. 이러한 상황에서 fixed priority control 기법의 경우는 음성 셀의 손실율이 증가하고, no priority control 기법의 경우는 비디오, 컴퓨터 데이터 셀의 손실율이 증가함을 알 수 있다.

제안된 우선순위 제어 기법은 비디오, 컴퓨터 데이터 셀의 매우 낮은 셀 손실율을 보이고 있으며, 음성 셀의 손실율도 fixed priority control 기법보다 낮은 손실율을 보이고 있다. 따라서, 제안된 우선순위 제어 기법은 버스티한 셀의 폭주와 로드가 증가 할 때 적합한 우선순위 제어 기법임을 알 수 있다. 또한 지연 카운터와 셀 카운터를 통해 지연/손실 요소를 쉽게 얻을 수 있으므로, 지연과 손실을 동시에 만족시킬 수 있는, 보다 다양한 우선 순위 제어가 가능하다.

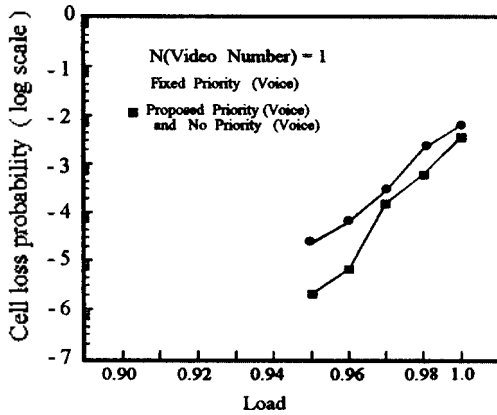


그림 2. N = 1, Cell Loss Probability.

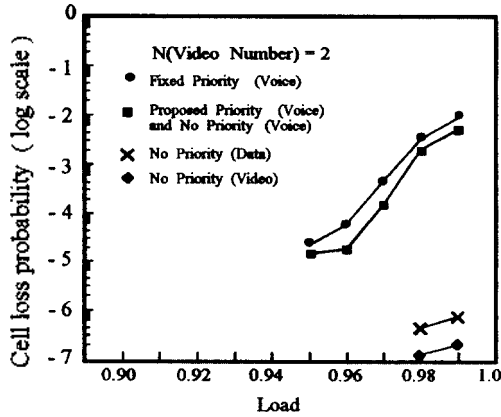


그림 3. N = 2, Cell Loss Probability

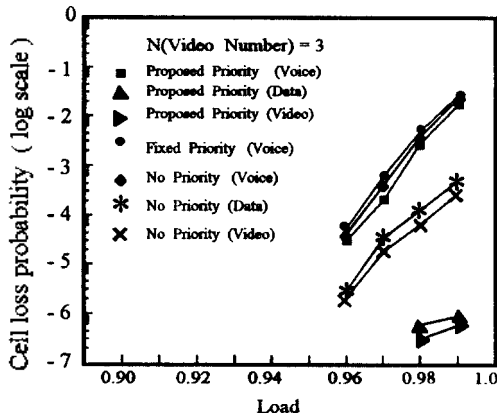


그림 4. N = 3, Cell Loss Probability

5. 결론

본 논문에서는 버스티한 셀의 폭주상황에서, 윈도우 기법을 활용하여 지연 우선순위와 손실 우선순위를 동시에 만족시키기 위한 제안된 우선순위 제어 기법을 제안하고, 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 성능을 측정하였다. 그 결과 버스티한 셀의 폭주상황에서 적합한 성능을 보였다.

제안된 우선순위 제어 기법은 B-ISDN 상에서 신호원의 다양한 품질 요구를 만족시키며, 체증을 완화시키는 효과적인 트래픽 제어 기술에 적용될 수 있다.

앞으로 전체 버퍼용량이 커서 셀 지연이 발생하는 경우에 있어서, 제안된 우선순위 제어 기법을 적용한 시뮬레이션 및 해석에 관한 연구가 필요하다. 또한 지연 카운터를 이용해 구한 지연/손실 요소에서 우선순위를 구할 때 비선형 함수를 사용해서 보다 다양한 시뮬레이션 및 해석에 관한 연구가 요구된다.

참고 문헌

- [1] J. J. Bae, and T. Suda, "Survey of Traffic Control Scheme and Protocols in ATM Networks," *Proc. IEEE*, VOL. 79, NO. 2, 1991.
- [2] K. Sohraby, I. S. Gopal, A. A. Lazar, and L. Fratta, "Special issue on congestion control in high-speed packet switched networks," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, Sep. 1991
- [3] A. Y. Lin and J. A. Silvestre, "Priority queueing strategies and buffer allocation protocols for traffic control at an ATM intergrated broadband switching system," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 9, no. 9, pp. 1524-1536, Dec. 1991
- [4] H. J. Chao and I. H. Pekcan, "Queue Management with Multiple Delay and Loss Priorities for ATM Switches," in *Proc. ICC'94*, pp. 1181-1189, 1994.
- [5] Youngho Lim, John E. Kobza, "Analysis of a Delay-Dependent Priority Discipline in an Intergrated Multiclass Traffic Fast Packet Switch," *IEEE Trans. on Comm.* VOL. 38, NO. 5, pp. 659-665, May 1990.
- [6] Parviz Yegani, Marwan Krunz, and Herman Hughes, "Congestion Control Schemes in Prioritized ATM Networks," *ICC'94*, pp. 1169-1173, 1994.