

# ATM 망에서의 셀전송 비율에 따른 셀 폐기 및 평균지연 향상에 관한 研究

정회원 이상태\*, 김남희\*, 노기용\*, 전병실\*\*

## A Study on the Improvement of Cell Discarding and Average Delay in proportion to Cell Transmission rate in ATM

Sang Tae Lee\*, Nam Hee Kim\*, Gi Young No\*, Byoung Sil Chon\*\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문에서는 대기행렬에서 각 서비스 등급별로 다양한 손실율을 갖는 트래픽에 대하여 실시간으로 폐기되는 셀의 비율을 측정하여, 셀 손실율의 비율을 제어할 수 있는 새로운 우선순위 제어 방식을 제안하였다. 셀 지연율을 감소시키기 위하여 기존의 셀 스케줄링 기법을 보완하였다. 제안한 스케줄링 기법은 지연요소(지연시간, 버퍼의 셀수, 지연우선순위 변수)를 바탕으로 제어된다. 출력버퍼에서 서비스 받을 셀을 결정하기 위하여 각 주소버퍼의 컨트롤러는 지연요소들을 합하여, 값이 가장 큰 셀을 서비스 하게 된다.

그리고 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존의 기법들과 제안된 기법을 셀손실율과 지연율면에서 비교·분석하였다. 시뮬레이션 결과 제안된 기법이 기존의 기법에 비해 셀 손실율과 지연율 면에서 우수함을 확인하였다.

### ABSTRACT

In this paper, we propose a new priority control mechanism which is to balance the cell loss rate by measuring, in real time, the number of discarded cells in the queuing system with a different loss priority for each class of service such that each class of service meets its cell loss rate requirements. And, to reduce the delay rates we modified existing cell scheduling scheme. The proposed cell scheduling scheme is operated based on the delay factors(cell delay time, cell numbers in the buffer, and delay priority number). To determine the cell to be sent in output buffer, a controller for each address buffer adds up the delay factors. The cell which has the largest value is served.

And, throughout the computer simulation, the existing methods and proposed scheme is compared with respect to cell loss rate and average delay time. In the result of simulation, the proposed scheme have more improved performance than the other schemes with respect to cell loss rate and average delay time.

### I. 서 론

ATM(Asynchronous Transfer Mode)은 음성, 화상, 데이터 등 다양한 종류의 트래픽을 53 바이트로 고정된 길이의 패킷으로 만들어 통계적 다중화함으로써 교신성 데이터와 VBR(Variable Bit Rate) 및 CBR(Constant Bit Rate) 같은 여러 종류의 트래픽

을 유연하게 수용할 수 있고, 대역폭을 트래픽의 특성에 따라 적절하게 할당함으로써 망자원을 효율적으로 관리 할 수 있다.<sup>[1,2]</sup>

그러나 통계적 다중화는 소스 트래픽의 패턴의 예측을 어렵게 하고, 망이 과잉 밀집상태로 될 요소들을 안고 있다. 과밀이 발생하면 셀 손실율 및 전송지연이 커지게 되는데, 광대역 통신망에서 각 서

\* 한국 표준과학 연구원(stlee@kriss.re.kr)

\*\* 전북대학교 전자공학과

논문번호 : 98199-0430, 접수일자 : 1998년 4월 30일

비스마다 요구하는 서비스 품질을 만족시키기 위해서는 과밀시에 셀 손실 요구치가 낮은 서비스에 속한 셀들을 우선적으로 폐기시키고, 전송지연 요구치가 엄격한 서비스의 셀을 먼저 처리해 줄 필요성이 있다. 이러한 필요성을 만족시켜줄 수 있는 트래픽 제어방법중의 하나는 우선순위를 부여해서 제어를 하는 것이다.<sup>[3,4,5,6,7]</sup>

다양한 트래픽 특성 및 서비스 등급에 따른 요구사항을 만족시키기 위해서 많은 우선순위 제어기법들이 제안되어 왔는데 이는 크게 손실 우선순위 제어와 지연 우선순위제어로 나눌 수 있다. 그러나 기존의 우선순위 기법들은 지연 우선순위나 손실 우선순위의 둘중 한 기법에만 치중되어 왔고, 비디오 신호와 같이 지연과 손실 모두에 민감한 데이터를 처리하는데 있어서는 많은 문제점이 있다.<sup>[8,9,10,11,12,13,14]</sup>

따라서, 본 논문에서는 버퍼의 효율성을 높이면서 트래픽의 각 클래스별 셀 손실율과 비율로 셀을 폐기할 수 있는 셀 폐기 제어 알고리즘 및 지연에 민감한 트래픽에 대해서는 지연율을 줄일 수 있는 새로운 우선순위 제어 방식을 제안하였다. 제안된 우선순위 제어방식에서는 공통버퍼를 두어 각 클래스별로 독립된 버퍼를 사용함으로써 발생하는 버퍼의 효율성의 저하를 개선하여 버퍼의 효율성을 높였으며, 또한 유휴(idle) 어드레스 버퍼를 두어 공통버퍼의 주소를 관리할 수 있도록 하였다.

또한, 셀 폐기 알고리즘을 제안하여 각 클래스별로 다양한 셀 손실율을 계산함으로써 기존의 단순히 손실율에 있어 셀을 우선순위가 높고, 낮음으로서 구분해서 폐기하는 여러 기법들에 비해 매우 엄격하게 셀 폐기율을 결정함으로써 다양한 트래픽의 셀 손실율을 만족시킬 수 있도록 하였다.

셀 스케줄링은 기존의 버퍼에 진입한 셀에 타임스탬프를 붙여 셀이 서비스 받을 시점의 시간에서 셀이 버퍼에 진입할 때의 시간의 차에다 그 셀의 지연 민감도를 나타내는 urgency time을 더하여 지연율을 계산하는 EDD(Earliest Due Date) 기법에 버퍼에 들어있는 셀의 갯수를 포함시켜, EDD 기법보다는 좀더 지연율을 정확히 계산해서 셀을 서비스할 수 있는, 셀 스케줄링 기법을 이용하여 셀 서비스시 지연 요구사항에 엄격한 셀을 먼저 서비스할 수 있도록 하였다.

제안된 셀 폐기 알고리즘 및 스케줄링 기법의 성능을 평가하기 위하여 기존의 우선순위 제어 방식들과 시뮬레이션을 통하여 비교함으로써 제안된 기

법의 제어방식을 검증하였다. 본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서 다양한 트래픽의 셀 손실 및 지연율등의 트래픽 특성을 만족시켜 줄 수 있는 새로운 우선순위 제어 기법을 제안하였다. 그리고 3장에서는 시뮬레이션을 통한 제안된 모델의 성능을 평가하기 위해 트래픽 발생 패턴 및 시뮬레이션 결과를 분석하여, no priority, fixed priority, front-end priority control scheme과 셀 손실 및 셀 지연율에 대한 비교·분석을 하였고, 끝으로 4장에서는 결론을 기술하였다.

## II. 제안된 우선순위 제어 구조

### 1. 제안된 우선순위 제어 구조

본 논문에서 제안한 우선순위 제어기법의 구조는 그림 1과 같다. 제안한 구조는 입력 셀 제어부(input cell controller), 3개의 주소버퍼(address buffer)와 각 어드레스 버퍼에 대한 셀 카운터(cell counter) 및 타이머(timer), 유휴 어드레스 버퍼(idle address buffer), 공통버퍼(common buffer) 및 셀 스케줄링 제어부(cell scheduling controller)로 구성되어 있다. 입력 제어부는 ATM 스위치를 통해 출력 버퍼에 도착한 셀을 셀의 헤더부분의 클래스 정보에 따라 각 클래스에 해당하는 버퍼에 저장한다. 본 구조에서는 각각 독립된 3 개의 어드레스 버퍼를 두어 물리적인 셀은 공통 버퍼에 저장하고 그 주소에 해당하는 어드레스만을 각각의 클래스 별로 어드레스 버퍼에 저장한다.

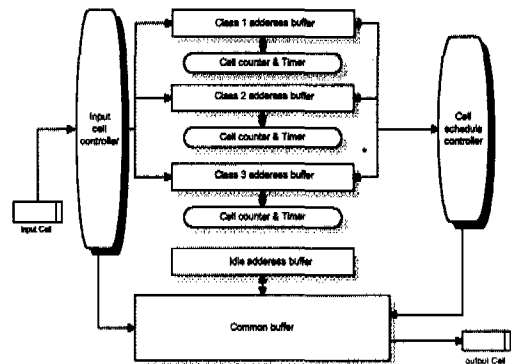


그림 1. 제안된 우선순위 제어 구조  
Fig. 1 Proposed priority control structure.

그리고 각 어드레스 버퍼에는 셀 카운터와 타이머를 두어 버퍼에 진입한 셀에 대한 셀 개수 및 셀이 버퍼에 진입하여 서비스 받을 시점까지의 시간

을 계산 할 수 있도록 하였다. 셀 스케줄링 제어부는 클래스 3개에 해당하는 각각의 어드레스 버퍼의 가장 앞단에 있는 셀의 지연 우선순위를 고려해 셀을 서비스 할 수 있도록 하는 모듈로서 각 어드레스 버퍼에 쌓여 있는 셀의 수 및 셀이 버퍼에 진입하여 서비스 받을 시점까지의 시간 및 각 클래스에 대한 지연 민감도를 고려하여, 서비스 받을 셀을 공통버퍼에서 꺼내 출력링크로 전송할 수 있도록 하였다.

또한, 해당 셀이 지연 허용도를 초과한 셀에 대해서는 폐기를 할 수 있도록 하였다. 유휴 어드레스 버퍼는 공통버퍼에서 서비스 받는 셀에 대한 주소를 관리하는 버퍼로서 공통버퍼에서 셀이 서비스를 받게 되면 그 셀의 주소를 다시 입력셀이 이용할 수 있도록 하여 공통셀에 대한 전체적인 주소를 관리 할 수 있도록 하였다.

공통버퍼는 크기를 256으로 하여 셀 스케줄링 제어부에서의 물리적인 셀 저장을 할 수 있도록 하였다.

2. 셀 폐기 알고리즘

본 논문에서 제안한 셀 폐기 정책은 기존의 셀 폐기 정책들이 단순히 셀의 손실 우선순위가 높고 낮음으로 분류하여 셀 폐기를 결정하였던 것에 반해 각 클래스 별로 셀 손실율이 다름을 감안할 때, 좀더 세밀한 손실제어가 이루어지기 위해서는 각 클래스에 대한 손실율에 따라 제어를 할 필요성이 있다. 따라서 본 논문에서의 셀 폐기 정책은 클래스 등급에 따른 셀 손실율에 따라서 셀 폐기를 할 수 있는 그림 2의 알고리즘을 제안하였으며, 제안한 셀 폐기 알고리즘에 대한 흐름도 및 설명은 다음과 같다.

제안한 알고리즘을 설명하기 전에 알고리즘에 나오는 용어에 관해 간략하게 요약하면 클래스 1(H), 클래스 2(M), 클래스 3(L)의 목표 셀 손실율을 각각  $T_H$ ,  $T_M$ ,  $T_L$  이라고 하고 제안된 알고리즘에서 측정된 셀 손실율을  $M_H$ ,  $M_M$ ,  $M_L$  이라고 하면, 본 논문에서 제안한 셀 폐기 알고리즘은 선택적으로 셀을 폐기시킴으로서 측정치 값인  $M_M/M_H$ ,  $M_L/M_H$  이 목표치인  $T_M/T_H$ ,  $T_L/T_H$  의 값에 접근하게 함으로서 각 클래스의 셀 손실율을 만족시킬 수 있도록 하는 제어 방식이다.

여기에서,

$$Loss\ weight\ M = \frac{T_M}{T_H} \times \frac{\rho_M}{\rho_H}$$

$$Loss\ weight\ L = \frac{T_L}{T_H} \times \frac{\rho_L}{\rho_H}$$

과 같이 정의를 하고, Loss weight 값은 weighted round robin 서비스에서의 대역폭과 같은 개념이고  $\rho_H, \rho_M, \rho_L$  은 각 클래스 1(H), 클래스 2(M), 클래스 3(L)의 부하량으로 본 논문에서는 시뮬레이션 용이상 1로 가정하고, 전체 부하량  $\rho$  는  $\rho_H + \rho_M + \rho_L$  과 같다. 그리고,  $T_L = 10^{-6}$ ,  $T_M = 10^{-8}$ ,  $T_H = 10^{-9}$ 으로 가정하고  $\rho_L = \rho_M = \rho_H$  이라면 Loss weight  $M = 10$ , Loss weight  $L = 1000$ 과 같다. 이는 클래스 3(L)의 셀이 1000개 폐기될 때, 클래스 2(M)의 셀은 10개가 폐기되고, 클래스 1(H)의 셀이 1개 폐기되는 것과 같은 의미이다. 이와 같은 방식으로 셀을 폐기함으로써 기존의 셀 폐기방식들이 가졌던 단점들을 개선하고 각각의 클래스의 셀 손실율을 정확하게 폐기시킬 수 있다는 장점이 있고, 제어방식은 다음과 같다.

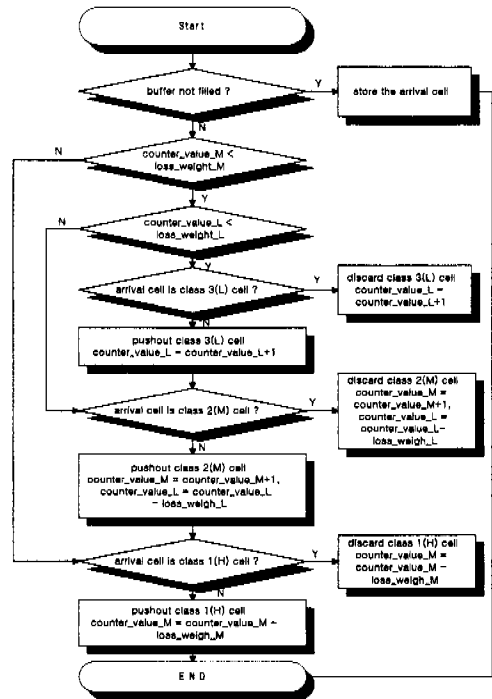


그림 2. 제안된 알고리즘의 흐름도  
Fig. 2 Flowchart of the proposed algorithm.

셀이 버퍼에 도착하여 버퍼가 차지 않았으면 버퍼가 찰 때까지 셀을 계속 받아들인다. 여기에서 counter value 값은 클래스 3(L)의 셀의 수 및 클래스 2(M)의 셀의 수를 카운트하는 기능을 가지게 함으로서 클래스 3의 셀이 1000개 폐기됨에 따라 클래스 2의 셀은 10개가 폐기되고, 클래스 1의 셀은

1개가 폐기될 수 있도록 하기 위해 필요한 매개변수이다.

만일 버퍼에 셀이 가득차게 되면 3가지의 경우로 나누어 볼 수 있다. 즉, 도착한 셀이 클래스 3(L)의 셀이면 이 셀을 폐기시키고, 만약 다른 클래스의 셀이면 클래스 3의 셀이 100개가 폐기될 때까지 버퍼 안에 있는 클래스 3의 셀을 축출(push-out)기법을 사용해 폐기시키고 그 자리에 도착한 셀을 삽입한다.

이때, 버퍼에서 축출하는 클래스 3의 셀은 버퍼의 가장 앞단에 있는 셀을 폐기하게 되는데 그 이유는 셀이 버퍼의 가장 앞단에 있을수록 지연이 많이 되었기 때문에 손실될 확률이 다른 셀에 비해 크기 때문이다.

이와 같은 방식으로 셀을 폐기시키다가 클래스 3의 폐기된 셀의 수가 100개가 넘어서면 도착하는 셀이 클래스 2(M)의 셀이면 폐기시키고, counter value M의 값을 1증가시키고, 다시 counter value L의 값에서 Loss weight L의 값을 감소시킴으로 다시 counter value L의 값이 100개가 될 때까지 counter value L의 값을 증가시킨다.

그리고, 도착한 셀이 클래스 2(M)의 셀이 아닌 경우에는 클래스 1의 셀이 100개가 폐기 되었으므로 축출기법을 사용해 버퍼안에 있는 클래스 2의 셀을 폐기시키고 앞서 설명한 것과 같은 방식으로 제어를 하게 된다. 셀을 폐기시키다가 클래스 2의 폐기된 셀의 수가 10개 이상이 되면 셀 폐기율에 따라 클래스 1의 셀을 폐기시키는데 이 방식도 마찬가지로 클래스 2의 폐기된 셀의 수가 10개 이상이 되었을 때 도착한 셀이 클래스 1의 셀이면 폐기시킨다.

그리고 counter value M의 값을 다시 초기화시키기 위하여 counter value M의 값에서 Loss weight M의 값을 빼고, 도착한 셀이 클래스 1의 셀이 아니면 축출기법을 사용해 버퍼안에 있는 클래스 1의 셀을 강제로 축출하고 counter value M의 값을 초기화시키게 된다. 이와 같은 알고리즘을 사용함으로써 셀의 비율에 따라 셀 폐기율을 제어 할 수 있다.

### 3. 셀 스케줄링 정책

본 논문에서 제안한 셀 스케줄링 정책은 그림 1의 구성도에 있는 셀 스케줄링 제어부에서 스케줄링을 하게 된다. 셀 스케줄링 제어부에서는 각 클래스별로 할당되어 있는 어드레스 버퍼의 가장 앞단에 있는 셀의 지연 우선순위를 고려하여 지연이 가

장 오래된 것부터 우선순위를 적용해 서비스를 한다. 또한, 각 클래스별 어드레스 버퍼의 가장 앞단의 서비스 받을 셀의 지연 한계치가 넘어선 셀에 대해서는 폐기를 시키는 방식으로 제어를 하게 되는데 제어 방법은 다음과 같다. 각 클래스의 어드레스 버퍼에는 셀 카운터와 타이머가 있어 셀이 버퍼에 진입하게 되면 셀이 들어온 시점의 시간과 또한 서비스 받을 시점의 시간을 알면 셀이 버퍼에서 어느 정도의 지연이 되었는가를 알 수 있다.

또한, 셀 카운터를 이용함으로써 현재 각 클래스의 어드레스 버퍼에 어느 정도의 셀이 저장되어 있는가를 알아봄으로서 셀의 전체적인 지연정도를 알 수 있다. 그리고, 클래스에 따른 셀의 지연정도를 각기 다르기 때문에 이에 해당하는 각 클래스별로 다른 매개변수를 주어 제어 할 수 있도록 하였다. 클래스 1의 경우는 지연과 손실에 둘다 민감하면서 지연면에서도 클래스 3에 비해 민감하므로 매개변수 값을 크게 하고, 클래스 2의 경우는 손실에는 민감하고 지연에는 그다지 민감하지 않으므로 매개변수 값을 낮게 한다. 클래스 3의 경우는 손실에는 민감하지 않은 반면 지연에 민감하나 클래스 1 보다는 지연에 민감하지 않으므로 지연에 대한 매개변수 값을 클래스 2보다는 크고 클래스 1보다는 낮은 값을 준다. 위와 같은 여러 요소를 고려하면 다음과 같은 식으로 지연율의 민감도를 표현할 수 있다.

지연율 =  $[(E_i - S_i) + N_i + U_i]$  로 표현이 가능하다.

여기에서

$E_i$  : 셀이 서비스 받을 시점의 시간(ms)

$S_i$  : 셀이 버퍼에 도착한 시간(ms)

$N_i$  : 각 어드레스 버퍼에 저장되어 있는 셀의 수

$U_i$  : 각 클래스의 셀에 대한 지연 민감도(ms)로

표현을 할 수 있다.

$E_i$ 의 값은 셀이 버퍼에 진입할 때 그 셀에 타임 스탬프를 붙여 셀이 버퍼에 진입한 순간의 시간에 버퍼의 가장 앞단에 갔을때(Head of Line)까지 더한 시간을 나타냅니다 즉  $E_i - S_i$ 를 합으로서 셀이 버퍼에 진입한 후 서비스를 받을 때까지 어느 정도의 시간이 경과(delay) 했는지를 나타낸다.

$U_i$  값은 클래스 1인 비디오 신호의 경우 지연에 민감하고, 클래스 2인 데이터의 경우는 손실에는 민감하지만 지연에는 그다지 민감하지 않다. 그리고 클래스 3의 음성신호의 경우는 지연에 민감하고, 이

에 대한 매개변수값은 각 100 : 10 : 100으로 설정하였고 이들 값을 트래픽의 종류에 따라 변경이 가능하다. 이 식을 이용하여 셀 스케줄링 제어부에서는 각 클래스별로 나누어진 각 어드레스 버퍼의 가장 앞단에 있는 셀에 대한 지연 민감도를 계산하여 그 값이 가장 큰 값을 먼저 서비스 하도록 하였다.

### III. 시뮬레이션 및 성능평가

#### 1. 트래픽 소스 모델링

본 논문에서는 음성의 통화유량으로서 IPP (Interrupted Poisson Process)를 가정하였다. 통화유량은 발음구간과 묵음구간으로 구성된 패턴을 생성하며, on-off 구간이 각각 평균  $\alpha^{-1}$ ,  $\beta^{-1}$ 을 갖는 지수분포이고  $\lambda$ 는 트래픽 발생률,  $\lambda_v$ 는 비디오 트래픽 발생률, T는 도착주기를 나타낸다. 발음구간에 대해서는 32Kbps의 코딩을 가정하여, 13.25ms 마다 셀이 균등한 간격으로 발생된다고 가정하여 트래픽을 발생하였고 셀 발생 확률은 아래의 식과 같다.<sup>[14]</sup>

$$\lambda = \frac{\beta}{T(\alpha + \beta)}, \quad v(i) = \frac{\lambda_v^i e^{-\lambda_v}}{i!}$$

비디오의 통화유량으로는 2 state MMPP(Markov Modulated Poisson Process)를 따른다고 가정하였으며, 통화유량의 정보송출속도는 가변이므로, 고속 20Mbps, 저속 10Mbps의 2가지 전송속도를 가정하고, 각각의 지속시간의 평균은 지수분포를 따른다. 각 구간에서는 고속에서 0.021ms, 저속에서 0.042ms의 평균을 갖는 포아송 분포로 셀이 발생된다고 가정하여 트래픽을 발생시켰고, 특성은 다음과 같다.<sup>[14,15]</sup>

- $\phi_1, \phi_2$ 는 각 상태에서의 평균 지속시간의 역수
- $\lambda_1, \lambda_2$ 는 각 상태에서의 Poisson process의 도착률
- $r_1, r_2$ 는 각각의 천이율, 평균도착률  $\lambda$ , 분산 계수 I(t) 일 때

$$\lambda = \frac{r_1 \lambda_1 + r_2 \lambda_2}{r_1 + r_2} \quad I(\infty) = 1 + \frac{2(\lambda_1 - \lambda_2)^2 r_1 r_2}{(r_1 + r_2)^3 \lambda_M}$$

데이터의 통화유량은 PP(Poisson Process)를 따른다고 가정하고, 데이터 단말기의 데이터 생성속도는 1200bps로 가정하고, 셀의 평균 도착시간 간격은 평균이 0.353s인 지수분포를 따른다. PP에 근거하여 발생된 셀 발생확률은 다음과 같다.<sup>[15,16]</sup>

$$d(i) = \frac{\lambda_d^i e^{-\lambda_d}}{i!}$$

표 1. 클래스의 지연 및 손실 우선순위  
Table. 1 Delay and loss priority of class

구분 클래스	delay priority	loss priority	종류	통화유량모델
class 1	민감	민감	비디오	2 state MMPP (Markov modulated Poisson process)
class 2	허용	민감	데이터	PP(Poisson process)
class 3	민감	허용	음성	IPP(interrupt Poisson process)

#### 2. 결과분석

본 절에서는 제안한 우선순위 제어 기법과 no priority, fixed priority control, front-end priority control 기법간에 각 클래스 별로 셀 손실율과 셀 지연율을 비교·분석하였다.

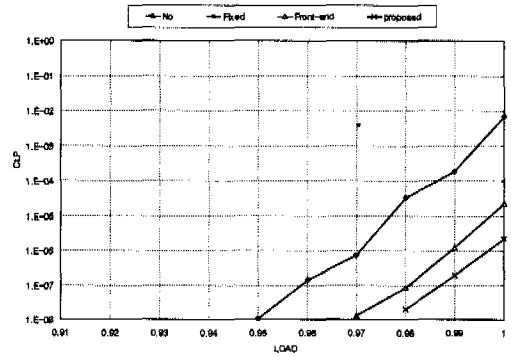


그림 3. Class 1의 셀 손실율  
Fig. 3 Cell loss probability of class 1.

그림 3은 class 1에 대한 제안한 기법과 no, fixed, front-end 기법간의 셀 손실율을 비교한 그림으로 손실율이 가장 낮은 것은 fixed 우선순위 제어 방식이다. 이와 같은 원인은 fixed 우선순위는 제어 방식 특성상 지연에 민감한 클래스의 셀을 순서적으로 서비스하는 방식으로, 클래스 1의 셀을 서비스하고, 클래스 1의 서비스가 완전히 끝나면, 즉 클래스 1에 해당하는 버퍼에 셀이 하나도 없을 경우에 클래스 3의 버퍼에 있는 셀을 서비스 한다.

이와같은 방식으로 클래스 3의 셀이 완전히 서비스 받고 난 후에 클래스 2의 셀을 서비스 하게 되므로 그림에서와 같이 셀 손실율이 다른 기법들에 비해서 현저히 낮음을 확인할 수 있다. 그러므로 fixed 우선순위 기법은 셀 손실 우선순위가 높은 클래스 2의 셀 손실 QoS를 만족시킬 수 없는 단점이 있다.

그리고 no priority 기법은 셀 손실율이 높음을

알 수 있는데 이는 no priority는 셀이 버퍼에 진입하는 순서대로 서비스를 하게 된다. 즉, 먼저 버퍼에 먼저 들어오는 순서대로 셀을 서비스를 하게 되므로 버퍼에 진입하는 셀이 버스티한 경우는 셀 손실이 많고, 그렇지 않은 경우에는 셀 손실이 적다. 셀 손실 비율이 3 : 1 : 6 이므로 no priority 기법은 클래스 3의 셀 손실율이 가장 크고 클래스 1, 클래스 2의 순으로 나타난다. No priority 우선순위 기법은 각 클래스의 셀 발생률에 따른 부하 변동에 따라 현격한 셀 손실 확률을 나타내므로 버스티한 셀 발생에 따른 셀 손실율의 증가를 제어할 수 없다는 단점이 있다.

제안한 기법의 경우는 다른 비교 대상에 비해 부하에 따라 커다란 영향 없이 선형적으로 증가함으로서 안정된 셀 손실율을 보여주고 있으며 각 클래스의 셀 손실율과 부하에 따른 일정한 비율로 셀이 폐기되고 있으므로 한정된 자원에서 가장 효율적인 서비스를 할 수 있고, 지연 및 손실 우선순위를 만족시키고 있다. Front-end 기법의 경우 셀 손실율면에서는 class 1과 class 3에서는 성능이 다른 기법들에 비해 손실이 많이 되고 있는데 이는 class 2에서 셀손실에 대한 보상이 상당히 이루어지고 있기 때문이며 지연에 따른 영향으로 보여진다.

Fixed 기법은 지나친 클래스 1셀의 손실로 셀 손실로 인해 지연 우선순위를 만족할 수 있으나 손실 우선순위는 만족시킬 수 없는 단점이 있다.

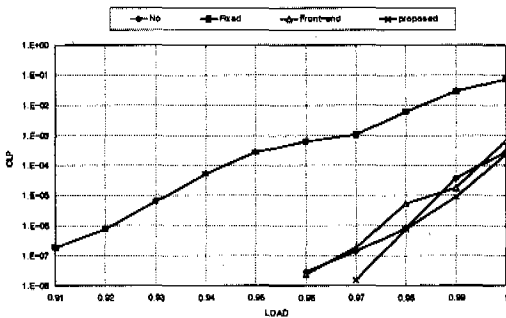


그림 4. Class 2의 셀 손실율  
Fig. 4 Cell loss probability of class 2.

그림 4는 class 2에서의 셀 손실율을 나타내고 있는데 fixed 기법의 경우 셀 손실이 다른 기법에 비해 상당히 손실이 많이 되고 있는데 이는 fixed 기법은 class 2를 제일 마지막으로 서비스하기 때문에 나타나는 현상으로 이해 할 수 있다. 제안된 기법은 no priority나 front-end 기법보다 낮은 셀 손실율을 보이고 있다.

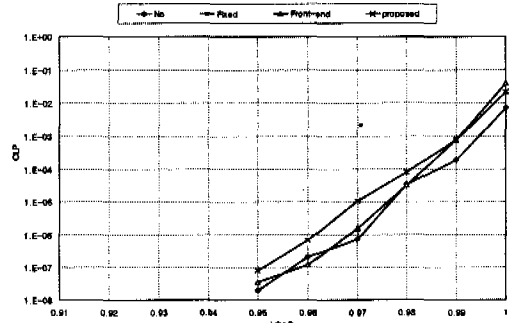


그림 5. Class 3의 셀 손실율  
Fig. 5 Cell loss probability of class 3.

그림 5에서는 음성 트래픽의 특성상 손실에 민감하지 않으므로 그림에서와 같이 제안된 기법과, front-end와 비슷한 손실을 보이고 있는데 전체적으로 모든 기법이 0.95이하의 부하에서는  $10^{-8}$ 이하를 유지하고 부하가 0.95에서 1까지 증가함에 따라 front-end 기법은  $3.5 \times 10^{-8}$ 에서  $4.1 \times 10^{-8}$ 으로 나타났고, 제안된 기법은 부하가 0.95일 때는  $8.1 \times 10^{-8}$ 으로 front-end보다 손실이 더 되고 있으나 부하가 1로 증가함에 따라  $2.18 \times 10^{-8}$ 으로 손실율이 줄어감을 확인할 수 있었다.

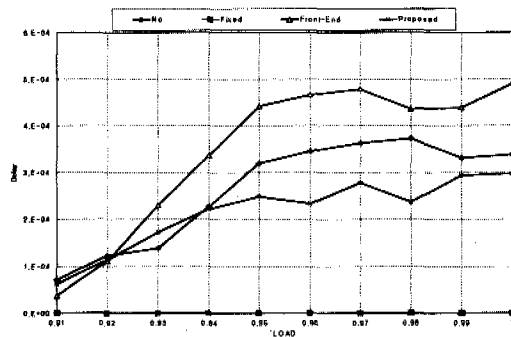


그림 6. Class 1의 셀 지연율  
Fig. 6 Cell delay probability of class 1.

그림 6에서 그림 8까지는 각 class 별로 제안한 기법과 비교 기법들과의 부하가 증가함에 따른 셀 지연율을 나타낸 것으로, 그림 6은 class 1에 대한 셀 지연율을 나타내었다. 그림 6에서 보여지듯이 클래스 1셀의 지연율에 있어서는 fixed 기법이 가장 낮은 셀 지연율을 나타내는데 이는 앞서 그림 3에서와 같이 fixed의 경우는 지연에 민감한 순위로 클래스의 셀을 완전히 서비스 하고 순서적으로 지연에 낮은 클래스를 서비스하게 됨으로서 발생하는 요인으로 볼 수 있고, 제안된 우선순위 제어의 경우

는 부하가 낮을 때에는 front-end나 no priority과 거의 비슷하거나 낮은 반면 부하가 높아질수록 성능이 좋아짐을 확인할 수 있다. 그러므로 클래스 1의 지연 우선순위 정책은 fixed 기법이 가장 좋은 성능을 보이고 제안된 우선순위 제어 기법이 다른 우선순위 기법보다 나은 성능을 보이고 있다.

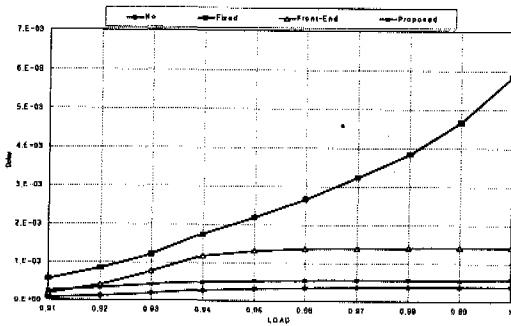


그림 7. Class 2의 셀 지연율.  
Fig. 7 Cell delay probability of class 2.

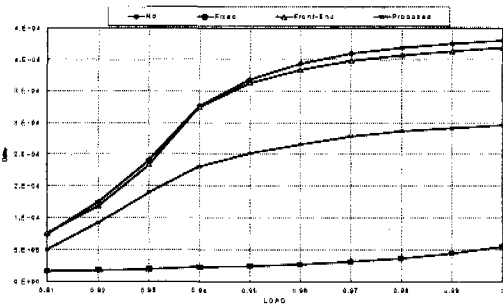


그림 8. Class 3의 셀 지연율.  
Fig. 8 Cell delay probability of class 3.

그림 7은 클래스 2에 대한 셀 지연율을 나타낸 것으로 그림에서 보여지듯이 지연이 가장 많이 되고 있는 것은 fixed 기법으로 클래스 2는 데이터의 셀이 진입하게 됨으로 데이터는 트래픽 특성상 손실에는 민감하지만 지연에는 민감하지 않으므로 fixed 기법의 경우 클래스 1과 클래스 3을 서비스 하고 마지막으로 클래스 2의 셀을 서비스함으로써 지연이 다른 기법보다 많이 되고 있다. Front-end 기법의 경우는 class 1과 3에서는 지연이 다른 기법들에 비해 상당히 컸으나, 클래스 2에서는 지연율이 향상되었는데 이는 class 2에서 상당부분 지연율이 있어 보상을 받았음을 알 수 있다. 제안된 기법의 경우는 no priority 보다는 약간의 지연이 더 되지만 다른 기법들보다는 지연이 상당히 감소 되었음

을 확인할 수 있다.

그림 8은 클래스 3에 대한 셀 지연율로서 성능이 가장 좋은 기법은 fixed 기법으로 이는 앞서 분석한 바와 같은 이유이며, 제안된 기법의 경우는 class 1의 지연율과 비슷함을 알 수 있는데, 클래스 1과 클래스 3은 지연에 매우 민감하다는 트래픽 특성상으로 볼때 지연에 대한 우선순위 제어가 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 트래픽의 각 클래스별 셀 손실율의 비율로 셀을 폐기 할 수 있는 셀 폐기 제어 알고리즘 및 지연에 민감한 트래픽에 대해서는 지연율을 줄일 수 있는 새로운 우선순위 제어 방식을 제안하였다. 제안된 우선순위 제어방식에서는 공통 버퍼를 두어 각 클래스별로 독립된 버퍼를 사용함으로써 발생하는 버퍼의 효율성의 저하를 개선하여 버퍼의 효율성을 높였으며, 또한 유휴 어드레스 버퍼를 두어 공통버퍼의 주소를 관리할 수 있도록 하였다.

또한, 제안한 셀 폐기 알고리즘을 사용하여 각 클래스별로 다양한 셀 손실율을 계산함으로써 기존의 단순히 손실율에 있어 셀을 우선순위가 높고, 낮음으로서 구분해서 폐기하는 여러 기법들에 비해 매우 엄격하게 셀 폐기율을 결정함으로써 다양한 트래픽의 셀 손실율을 만족시킬 수 있도록 하였다.

셀 스케줄링에 있어서는 기존의 단순히 버퍼에 진입한 셀에 타임 스템프를 붙여 셀이 서비스 받을 시점의 시간에서 셀이 버퍼에 진입할 때의 시간의 차에다 그 셀의 지연 민감도를 나타내는 urgency time을 더하여 지연율을 계산하는 EDD 기법에 버퍼에 들어있는 셀의 갯수를 포함시켜, EDD 기법보다는 좀더 지연율을 정확히 계산해서 셀을 서비스 할 수 있는, 셀 스케줄링 기법을 이용하여 셀 서비스 지연 요구사항에 엄격한 셀을 먼저 서비스 받을 수 있도록 하였다.

그리고, 본 제안된 셀 폐기 알고리즘 및 스케줄링 기법의 성능을 평가하기 위하여 기존의 우선순위 제어 방식들과 시뮬레이션을 통하여 비교함으로써 제안된 기법의 제어방식을 검증하였다. 앞으로의 연구과제로는 실질적인 셀 폐기 알고리즘의 시간을 고려한 연구가 있어야 할 것이며 이를 큐잉모델에서 해석함으로써 셀 폐기율 및 지연율에 대한 수학적 분석이 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Parviz Yegani, Marwan Krunz, and Herman Hughes, "Congestion Control Schemes in Prioritized ATM Networks," *ICC'94*, pp. 1169-1173, 1994.

[2] Okada, T. H. Ohnishi and N. Morita, "Traffic Control in ATM." *IEEE Communication Magazine*, Sep. 1991.

[3] A. Y. Lin and J. A. Silveste, "Priority queuing 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] D. W. Petr and V. S. Frost, "Priority cell discarding for overload control in B-ISDN/ ATM networks," *Intl. J. of Digital and Analog Commun.*, vol. 9, no. 3, pp. 418-427, Apr. 1991.

[5] J. R. Jackson, "Some problems in queuing with dynamic priorities," *Naval Res. Logist. Quart.*, vol. 7, no. 3, 1960.

[6] T. Yang, and J. Pan, "On optimality of a measurement-based loss scheduling scheme," *IEEE INFOCOM'96*, 1996.

[7] T. Yang, "An Optimal Service Scheduling Policy for Packet Networks with Quality of Service Guarantees," *IEEE GLOBECOM'96*, 1996.

[8] 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.

[9] 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.

[10] S. S. Panwar, T. K. Philips, M.-S. Chen, "Golden ratio scheduling for low delay flow control in computer networks," *IEEE Trans. on Commun.*, vol. 40, no. 4, pp. 765-772, Apr. 1992.

[11] Tutomo MARASE, Hiroshi SUZUKI, TAKEUCHI, "A call admission control for ATM networks based on multiplexed traffic characteristics," *ICC*, pp. 193-198, 1991.

[12] 김변곤, 김진기, 도경주, 김남희, 전병실, "ATM 스위치에서 Window 기법을 이용한 우선순위 제어," '96 전자공학회 추계학술대회 논문집, vol. 19, no. 2, pp. 521-524.

[13] 조해성, 김남희, 이상태, 정진태, 전병실, "ATM 에 적합한 Banyan 스위치 소자의 성능 개선에 관한 연구," '96 통신학회, vol. 21, no. 7, pp. 1756-1764.

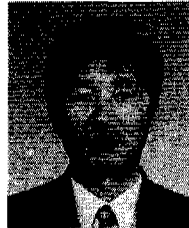
[14] Takashi Okuda, Haruo Akimaru, Kazunori Nagai, "Performance Evaluation for Multiclass Traffic in ATM Systems," *IEEE ICC '92*, 1992.

[15] Aurel A. Lazer, etc. "Real Time Traffic Management on Magnet II," *IEEE JSAC Vol.8, No.3, Apr,1990*

[16] Shem Tov Levi, Ashok K. Agrawala, "Real-Time System Design," Mc Graw-Hill, 1990.

이 상 태(Sang Tae Lee)

정회원

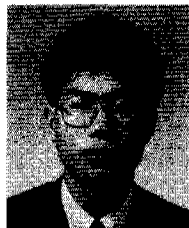


1954년 12월 6일생  
 1977년 : 아주대학교 전자공학과 (공학사)  
 1992년 : 전북대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1998년 : 전북대학교 전자공학과 (공학박사)

1985년~현재 : 한국표준과학연구원  
 <주관심 분야> 지능망, 광대역통신망, 트래픽제어

김 남 희(Nam Hee Kim)

정회원



1969년 1월 26일생  
 1992년 : 군산대학교 정보통신공학과 (공학사)  
 1994년 : 전북대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1997년 : 전북대학교 전자공학과 (공학박사)



