

## 가변 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법을 이용한 버퍼 처리에 관한 연구

正會員 崔 仁 洙\* 正會員 朴 昊 均\*\* 正會員 柳 煌 彬\*

### A Study on Buffer Processing using Push Out Scheme with Variable Threshold

In Soo Choi\*, Ho Kyun Park\*\*, Hwang Bin Ryou\* *Regular Members*

#### 요 약

푸쉬 아웃 기법은 버퍼가 찼을때 도착되는 높은 우선 순위의 셀에 의해 낮은 우선 순위의 셀을 밀어내는 방법이며, PBS기법은 버퍼에 가변적인 임계값을 두어 우선순위를 제공하는 기법이다.

본 연구에서는 ATM망에서의 과밀 현상을 제어하기 위하여 푸시 아웃 기법에 가변적인 임계값을 두어 버퍼 처리 기법을 제안하였으며, 이를 성능 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 제안된 가변적인 임계값을 갖는 푸시 아웃기법이 기존의 푸쉬 아웃 기법과 PBS 기법에 비해 낮은 우선 순위의 셀 손실이 감소되었다. 따라서, 제안된 이 기법은 기존의 푸쉬 아웃 기법과 같이 높은 우선 순위의 셀 손실을 줄일 뿐만 아니라 임계값을 가변시킴으로서 낮은 우선 순위의 셀 손실도 감소시킬 수 있었다.

#### ABSTRACT

In push out scheme, high priority cell which arrives when the buffer is full pushes low priority cell. The PBS scheme provides priority by variable threshold in buffer.

In this paper, for controlling congestion in ATM network we propose buffer processing method in which the PBS scheme has variable threshold. And we analysis the performance of this scheme. As a result of simulation, the proposed push out scheme with variable threshold reduces the loss of low priority cell compared with existing push out scheme. This proposed method not only reduces the loss of high priority cell like existing push out scheme but also reduces the loss of low priority cell by variable threshold.

---

\*光云大學校 電子計算學科  
Dept. of Computer Science, Kwang Woon University

\*\*信興專門大學 電子計算學科  
Dept. of Computer Science, ShinHeung Junior College  
論文番號 : 93-188

## I. 서 론

BISDN에서는 동화상과 같은 버스트성(burstiness)이 강한 트래픽을 처리하기 위하여 CBR(Constant Bit Rate) 방식보다는 VBR(Variable Bit Rate) 방식을 채택하여 많은 수의 트래픽을 수용하고 평균 비트율로서 대역폭을 할당하는 통계적 다중화 방법을 채택하여 매우 다양하면서 광범위한 대역 분포로 채널 이용율을 높이고 있다.[1]

상이한 대역폭, 고속의 링크, 다양한 서비스 요구, 다양한 트래픽들을 잘 수용하면서 망 자원을 효율적으로 이용하고, 다양한 사용자가 요구하는 서비스 품질을 충족시키기 위하여 트래픽 제어 기술이 필요하게 되었다. ATM 방식에서 제안하는 트래픽 제어 기술로는 예방 제어와 반응 제어로 나눌 수 있다. 예방 제어는 망내의 트래픽이 과밀되어 망이 포화 상태에 이르기 전에 미리 데이터를 조절하여 망의 이용 확률을 극대화시키는 방법이며, 반응 제어는 망내의 트래픽에 과밀 현상이 발생하였을 경우, 해당 노드에서 제한 신호를 보내어 망의 과밀 현상을 해결하는 방법이다.

반응 제어 방식에는 셀 손실에 민감한 트래픽에 높은 우선 순위를 부여하는 손실 우선 순위 제어가 있다. 손실 우선 순위 제어는 트래픽이 과도한 집중 현상으로 과밀 현상이 발생하였을 때 과밀 상황을 벗어나기 위한 방법으로 버퍼내의 낮은 우선 순위의 셀을 선택적으로 폐기시키는데, 폐기시키는 기법으로는 푸쉬 아웃 기법과 PBS(Partial Buffer Sharing) 기법등이 있다. 푸쉬 아웃 기법은 버퍼가 찼을 때 낮은 우선 순위의 셀을 폐기시켜 높은 우선 순위의 셀 손실을 감소시키는 기법이며, 이 기법은 버퍼를 공유하기 때문에 효율은 좋지만, 셀 순서 유지를 위한 버퍼 관리가 상대적으로 복잡해진다는 단점이 있다. PBS 기법은 버퍼에 임계값이 있는 기법으로 임계값을 기준으로 임계값 이후에 도착되는 낮은 우선 순위의 셀은 모두 손실되고 버퍼에는 높은 우선 순위의 셀만을 받아들이다가, 버퍼가 차게 되면 도착되는 높은 우선 순위의 셀들은 모두 손실된다. 이러한 이유로 처리율은 떨어지나, 임계값을 사용함으로써 버퍼관리를 간단하게 할 수 있다.

본 논문에서는 ATM 망에서의 손실 우선 순위 제어 방식으로서 푸쉬 아웃 기법의 취약성인 버퍼 관리의 복잡성을 해결하기 위하여 임계값을 두었으며, PBS 기법의 단점인 높은 우선 순위의 셀 손실을 막

기 위하여 임계값 이후에는 푸쉬 아웃 기법을 이용하는 가변적인 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법을 제안한다. 제안된 기법에 대하여 SLAM II를 사용한 시뮬레이션에 의해 성능 분석을 실시하며, 기존의 푸쉬 아웃 기법과 PBS 기법의 성능과 비교 분석하였다.

## II. ATM 망의 우선 순위 제어

ATM망은 각각의 서비스 품질 요구가 다른 서비스들을 충족시키기 위해서 여러가지 방법으로 서로 다른 등급의 셀을 처리한다. 그래서 ATM에서는 셀 헤더내의 CLP(cell loss priority) 비트를 사용하여 서로 다른 우선 순위를 갖는 트래픽을 제어할 수 있다. 우선 순위 제어는 서로 상이한 서비스 요구 품질을 만족시키기 위하여 데이터 트래픽이 과밀시에는 셀 손실치가 낮은 서비스에 속하는 셀들을 우선적으로 폐기시키고 전송 지연이나 셀 손실치에 민감한 높은 서비스의 셀들을 먼저 처리해주는 방식이다. ATM 망에서 우선 순위를 부여하는 데에는 다음과 같은 시간 우선 순위 제어와 손실 우선 순위 제어가 있다.

### 2.1 시간 우선 순위 제어

시간 우선 순위 제어는 전송 지연 시간이 민감한 트래픽에 높은 우선 순위를 두어 이를 먼저 전송함으로써 대기 지연 시간을 감소시키는 방법이다. 실시간 전송이 요구되는 음성이나 화상과 같은 트래픽이 높은 우선 순위에 속한다. 이 방법은 트래픽의 과밀 현상이 발생하지 않아도 스케줄링에 의해 우선 순위 제어가 시행되어야 한다.

시간 우선 순위 제어 방식에는 자신보다 우선순위가 높은 등급의 큐가 비어있는 경우에만 서비스되는 고정 우선 순위를 갖는 HOL(head of line) 방법과 HOL의 단점을 보완하여 우선 순위가 낮은 셀들에게도 전송될 기회를 주는 HOL-PJ(head of line with priority jump) 및 MLT(minimum laxity threshold) 방법, QLT(queue length threshold) 방법 등이 있다.[7]

### 2.2 손실 우선 순위 제어

손실 우선 순위 제어는 데이터와 신호 서비스와 같이 셀 손실에 민감한 트래픽에게 높은 우선 순위를 부여하여 전송하는 방식으로서, 셀 손실이 주는 영향이 크기 때문에 임의의 손실된 셀은 재 전송을 통해

복구되어야 한다. 시간 우선 순위 제어가 과밀이 발생하지 않더라도 시행되어야 하는 것이 반면에, 손실 우선 순위 제어는 과밀시 과밀 상황을 벗어나기 위한 방법으로 낮은 우선 순위의 셀을 선택적으로 폐기시킴으로써 우선 순위가 높은 셀의 손실을 방지하는 것이다. 선택적 셀 폐기의 주 대상으로는 덜 엄격한 셀 손실율을 갖는 음성 셀과 계층적 부호화(layered coding)를 통한 비디오 트래픽에서 덜 중요한 셀, 그리고 감시 제어에서 위반된 셀로 지적된 셀 등이 된다. 이렇게 해서 낮은 우선 순위를 갖는 셀은 과밀이 발생하였을 때 우선적으로 폐기되며, 폐기시키는 방법으로는 푸시 아웃 기법과 PBS 기법 등이 있다.

2.2.1 푸시 아웃 기법

푸시 아웃 기법은 그림 1과 같은 구조를 갖는 중복 기록(overwriting)기법으로서, 도착되는 높은 우선 순위의 셀은 재 배치 방법을 이용하여 버퍼 안에 저장되어 있는 낮은 우선 순위의 셀을 폐기시키고, 높은 우선 순위의 셀을 버퍼에 저장시킨다. 또한, 높은 우선 순위의 셀이 폐기되는 경우는 현재의 버퍼에 높은 우선 순위의 셀만이 존재하는 경우이며, 낮은 우선 순위의 셀은 버퍼에 저장될 수가 없다. 이 기법은 버퍼를 공유하기 때문에 효율은 좋지만, 셀 순서 유지를 위한 버퍼 관리가 상대적으로 복잡해진다는 문제가 있다.

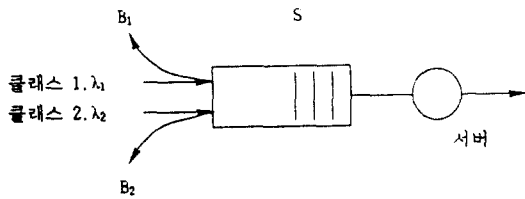


그림 1. 푸시 아웃 구조  
Fig 1. Push out scheme

푸시 아웃 기법에서 사용되는 재 배치 방법에는 그림 2와 같이 나중에 도착한 낮은 우선 순위의 셀을 먼저 폐기시키는 LIFO(last in first out) 기법과 먼저 도착하는 낮은 우선 순위의 셀을 먼저 폐기시키는 FIFO(first in first out) 기법 등이 있다. 이러한 기법들을 사용함으로써 버퍼가 찼을 때 도착되는 높은 우선 순위의 셀들을 버퍼내의 우선순위가 낮은 셀이

있는 경우 이것을 폐기시키고 폐기된 낮은 우선 순위 셀의 버퍼 위치에 높은 우선 순위의 셀을 저장시킬 수 있다.

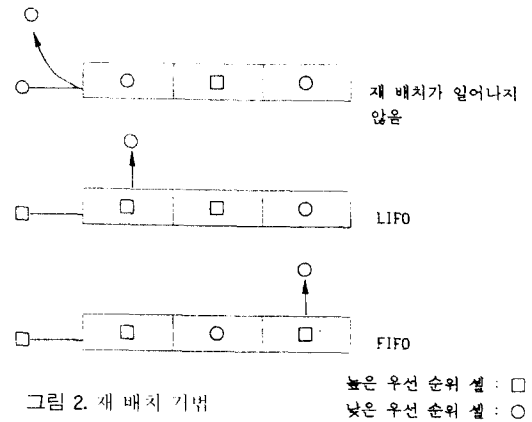


그림 2. 재 배치 기법  
Fig 2. Replacement strategy

2.2.2 PBS 기법

PBS 기법은 그림3과 같이 임의의 임계값(T)까지는 버퍼를 공유하다가 큐의 길이가 임계값을 넘어서면 우선 순위가 높은 셀만을 받아들이는 기법이다. 이 기법은 푸시 아웃 기법에 비해 처리율이 떨어지고, 임계값이 충분히 빠르게 조정되지 않으면 불안정한 시스템을 유도할 수도 있는 문제점도 있다. 그러나 구현하기가 쉽고, 하드웨어적으로 처리할 수 있다는 장점이 있다.

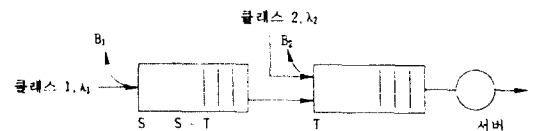


그림 3. PBS 구조  
Fig 3. Partial buffer sharing scheme

III. 임계값을 갖는 푸시 아웃 기법

3.1 구조

본 논문에서 제안한 가변적인 임계값을 갖는 푸시 아웃 기법의 버퍼의 크기는 그림 4와 같이 2개의 부분으로 나누어져 있다. 푸시 아웃이 되는 S-T 지역은 버퍼가 찼을 때, 높은 우선 순위의 셀에 의해 낮은 우

선 순위의 셀이 밀려날 수 있는 지역이다. 2번째 지역인 T에서는 손실되는 셀은 없다. 다시 말하면, 버퍼 크기 S까지는 높은 우선 순위의 셀이나 낮은 우선 순위의 셀을 모두 받아들이다가, 버퍼가 차면 입력되는 높은 우선 순위의 셀은 임계값 이후인 S-T 지역에서 낮은 우선 순위의 셀들을 찾아 낮은 우선 순위의 셀을 폐기시키는 방법이다. 모든 셀들은 같은 방법으로 처리되며, 우선 순위를 유지하기 위해 정상적인 FIFO를 사용한다.

임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법에서의 최고의 장점으로서는 버퍼 관리 복잡도의 감소를 들 수 있다. 기존의 푸쉬 아웃 기법을 사용하여 양쪽의 손실율을 만족시키는데, PBS 기법과 같이 단지 버퍼의 적은 부분만을 사용하여 버퍼 관리의 복잡도를 감소시킬 수 있고, 기존의 푸쉬 아웃 처럼 처리율도 비교적 높다는 것이다.

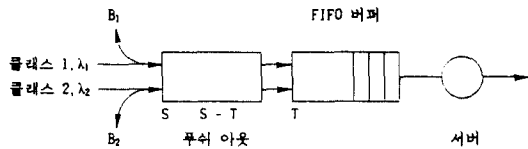


그림 4. 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 구조  
Fig 4. Push out scheme with threshold

### 3.2 임계값 변화에 따른 특성

임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법에서 임계값을 변경시키면서 처리율도 높고 버퍼관리의 복잡도를 줄일 수 있는 최적의 임계값을 구하는 것은 매우 중요한 일이다. 이것은 임계값을 0 쪽으로 이동시키면 푸쉬 아웃 기법의 구조와 비슷한 특성을 갖게되고 임계값을 버퍼의 끝 쪽인 N 방향으로 이동시키면 일반적인 버퍼의 특성을 갖게되기 때문이다. 표 1은 임계값의 변화에 따라 버퍼의 구조가 달라지는 것을 보여주고 있다.

표 1. 임계값 변화에 따른 특성  
Table 1. Property according to variation of threshold

항목	임계값변화	T → 0	T → S
버퍼의 형태		푸쉬 아웃 구조	FIFO
처리율		증가	감소
높은 우선 순위		셀 손실 감소	셀 손실 증가
낮은 우선 순위		셀 손실 증가	셀 손실 감소

### 3.3 제안된 기법의 알고리즘

제안된 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법은 임계값(t)을 기준으로 버퍼의 크기를 2 부분으로 나누어 현재 버퍼내에 있는 셀의 위치가 임계값 이전이거나 버퍼가 꽉찬 경우가 아니면 도착되는 셀들을 처리하고 셀의 위치를 cell+1로 이동시킨다. 그러나 셀이 계속 도착되어 버퍼가 꽉차게 될 경우에 도착되는 낮은 우선 순위의 셀은 폐기된다. 그러나 높은 우선 순위의 셀은 임계값 이후에서 낮은 우선 순위의 셀이 있는 경우에는 낮은 우선 순위의 셀과 교환하여 그위치에 높은 우선 순위의 셀을 저장시키고, 그렇지 않은 경우에는 폐기시킨다.

다음은 제안된 기법에 대한 알고리즘은 다음과 같다.  
begin

```

full = s + 1
input rtn :
input traffic
if(0 ≤ cell ≤ t or t + 1 ≤ cell < s) /*버퍼의 여유공간을 체크함*/
then {accept traffic :
cell = cell + 1 ;
goto input-rtn ;}
elseif (cell = full) /*버퍼가 꽉 찬 경우*/
if (traffic = L) /*낮은우선순위 셀인 경우*/
then {delete L ; goto input-rtn ;}
else {search (t < L ≤ s) /*임계값 이후에서 낮은 우선 순위 셀을 찾음*/
if (s[cell] = L) /*버퍼에 낮은우선순위 셀이 존재*/
then{delete L :
cell = cell-t-1 ;
accept H ; /*높은 우선순위 셀을 받음*/
cell = cell - t + 1 ;}
else delete H ;} /*높은우선순위 셀 손실*/
goto input-rtn ;
endif :
endif :
end
    
```

## IV. 성능 분석

### 4.1 시스템 모델

제안된 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법은 버퍼에 임계값을 두어 도착되는 높은 우선 순위의 셀과 낮은 우선 순위의 셀을 받아들이다가 버퍼가 차면, 임계값

이후에 있는 낮은 우선 순위의 셀은 도착되는 높은 우선 순위의 셀에 의해 밀려나서 폐기되는 기법이다. 이러한 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법을 분석하는데 있어 다음과 같이 가정된다.

- (1) 임계값 전의 지역에서는 높은 우선 순위의 셀이나 낮은 우선 순위의 셀 손실은 없다.
- (2) 높은 우선 순위의 셀이나 낮은 우선 순위의 셀이 서비스되는 동안에 발생하는 시간 손실은 없다.
- (3) 높은 우선 순위의 셀과 낮은 우선 순위의 셀을 위한 도착 프로세서들은 독립적으로 분산된 포아송 프로세스를 따른다.

이 기법내의 높은 우선 순위의 셀과 낮은 우선 순위의 셀에 대한 전체적인 상태 프로세스는 도착률  $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ 를 갖는 일반적인 M/G/1 큐잉 시스템과 같다. 여기서  $\lambda_1$ 은 높은 우선 순위 셀의 도착율이며  $\lambda_2$ 는 낮은 우선 순위 셀의 도착율이다. 또한 버퍼가 완전히 찼을 때 도착되는 셀은 높은 우선 순위의 셀이나 낮은 우선 순위의 셀 손실 중 하나가 손실되기 때문에 총 손실율 B는 높은 우선 순위의 셀 손실율  $B_1$ 과 낮은 우선 순위의 셀 손실율  $B_2$ 로 나타낸다. 높은 우선 순위의 셀이나 낮은 우선 순위의 셀은 같은 서비스 분포를 갖기 때문에 모든 상태 확률과 모든 손실율에 대한 보존 법칙이 명시된다.

높은 우선 순위의 셀 손실율  $B_1$ 과 낮은 우선 순위의 셀 손실율  $B_2$ 는 다음의 규칙내에서 총 도착률  $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ 를 갖는 일반적인 M/G/1 큐잉 시스템의 손실 확률 B와 연관된다.[5]

$$\lambda_1 B_1 + \lambda_2 B_2 = (\lambda_1 + \lambda_2) B = \lambda B \quad (1)$$

도착되는 트래픽의 확률은 M/G/1 큐잉 시스템의 안정 상태 확률  $P_k (K=0,1,2,T,\dots,N)$ 일 때 낮은 우선 순위 셀의 손실 확률은 전체에서 낮은 우선 순위가 서비스될 확률을 뺀 값으로 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$B_2 = \sum_{k=0}^N P_k [1 - P(SERVED|K)] \quad (2)$$

버퍼의 크기는  $N = S + 1$ 이다.

낮은 우선 순위의 셀이 서비스될 조건적 서비스 확률  $P(SERVED|K)$ 는 임계값 이전이거나 버퍼가 차지않은 경우에는 서비스되고, 버퍼가 꽉찬 경우에는

서비스되지 않는 것으로서 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$P(SERVED|0 \leq K < T-1 \text{ OR } T \leq K < N) = 1 \quad (3)$$

단, T: 임계값

$$P(SERVED|N) = 0 \quad (4)$$

단, N: 버퍼의 크기

임의의 서비스 간격 동안 낮은 우선 순위가 n개의 트래픽을 가지고 포아송 분포로 도착되는 확률은 다음과 같다.[2]

$$P(n) = \int_0^{\infty} \frac{(\lambda_2 t)^n}{n!} \exp(-\lambda_2 t) dH(t) \quad (5)$$

이때 H(t)는 서비스 시간의 확률 분포 함수이다. 큐잉의 위치가 K일 때 도착되는 트래픽은 망급 서비스된 트래픽의 나머지 부분에 있을 것이다. PASTA (poisson arrivals see time averages)에 의해 도착되는 트래픽은 현재 서비스되는 트래픽의 나머지 시간으로서 상태 K의 조건적 서비스 시간을 갖는다. M/G/1 큐잉 시스템에서 조건적 서비스 시간을 위한 평균값의 공식은 [6]에서 증명하였다. 이 식으로 임의의 지점에서 K개의 트래픽이 존재하고, 서비스중인 서비스 트래픽의 시간 간격이  $[t, t+dt]$  내에서 확률 밀도 함수  $r_k(t)$ 는 다음식과 같게 된다.[2, 3]

$$r_k(t) = \int_0^t \lambda h(\mu+t) \exp(-\lambda \mu) \cdot \left[ P_0 \frac{(\lambda \mu)^{K-1}}{(K-1)!} + \sum_{j=0}^{K-1} P_{K-j} \frac{(\lambda \mu)^j}{j!} \right] du \quad (6)$$

이러한 시간 간격에 대해 확률 밀도 함수  $r_k(t)$ 를 가정할 때 낮은 우선 순위의 트래픽 n은 확률  $A_K(n)$ 을 갖고 이 간격 동안 도착하며 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$A_K(n) = \int_0^{\infty} \frac{(\lambda_2 t)^n}{n!} \exp(-\lambda_2 t) r_k(t) dt \quad (7)$$

지정된 트래픽이 큐잉 위치  $K (K=1,2,T,\dots,S)$ 내에 입력될 때 현재 서비스된 트래픽의 나머지 서비스중인 높은 우선 순위의 트래픽이 들어오지 못한다고 가정하면 큐잉 위치는  $K-1$ 로 이동할 것이다. 나아가, 만약 트래픽이 큐잉 위치  $K-J$ 로 이동할 때 J개의 서비스 시간과 J 서비스 시간 동안에 높은 우선 순위의 셀이  $S-K+J$ 개의 트래픽 이상이 도착되지

않는다고 가정하면 큐잉 공간은  $K-J-1$ 로 이동할 것이다. 지정된 트래픽은 큐잉 위치  $K-J$ 로 부터 큐잉 위치  $K-J-1$ 로 이동한다. 낮은 우선 순위의 셀의 트래픽  $n$ 은 지정된 트래픽 이후에 도착되는 확률  $C_j(n)$ 을 이용해 낮은 우선 순위의 트래픽에 대한 조건적 서비스 확률의 유도를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

단계 1:

$$C_0(n) = \begin{cases} A_k(n) & \text{if } (0 \leq n \leq T-K-1 \text{ OR } T \leq n \leq s-k) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

단계 J ( $1 \leq J \leq K-1$ ):

$$C_J(n) = \begin{cases} C_{J-1}(n) * A(n) & \text{if } (0 \leq n \leq T-K-1+J \text{ OR } T \leq n \leq S-K+J) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

(연산자 \*은 컨벌루션(convolution) 연산을 의미함)

마지막 단계:

$$P(\text{served} | K) = \sum_{n=0}^{S-1} C_{K-1}(n) + \sum_{n=0}^{T-1} C_{K-1}(n) \quad (10)$$

$$P(\text{served} | K) = \sum_{n=0}^{S-1} C_{K-1}(n) \quad (11)$$

낮은 우선 순위의 셀 손실율은 식(2)로부터 얻어낼 수 있다.

#### 4.2 성능 분석 결과

제안된 기법을 성능 분석 하는데 있어 시뮬레이션 환경은 워스테이션(SDT300E)에서 SLAM II를 사용하였으며 높은 우선 순위를 위한 셀 손실 요구 조건은  $10^{-10}$  이하를 만족하도록 하고, 낮은 우선 순위를 위한 셀 손실 요구 조건은  $10^{-6}$  이하를 만족하도록 하였다. 이러한 기법들에 대한 성능은 높은 우선 순위에 대한 도착율  $\lambda_1$ 이 0.4인 시스템을 고려하고 낮은 우선 순위의 트래픽으로 부터 다양하게 제공되는 부하에 대해 셀 손실 확률을 비교하며, 이때 시스템의 서비스 시간은 결정적이고 ATM 셀의 고정 길이와 일치한다.

그림 5에서는 트래픽 도착율이  $\lambda_1 = 0.4$ 이며, 버퍼 크기는 15일 때의 푸쉬 아웃 기법과 임계값이 8인 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법과 PBS기법에서 허용 부하에 대한 낮은 우선 순위의 셀 손실을 나타내었다.

허용 부하가 적어질수록 낮은 우선 순위의 셀 손실은 전체적으로 적어지며, 특히 허용 부하가 낮아질수록 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 구조는 기존의 푸쉬 아웃 기법과 PBS기법에 비해 낮은 우선 순위의 셀 손실이 적어지는 것을 볼 수 있다. 이러한 이유는 푸쉬 아웃 기법에서는 낮은 우선 순위의 셀 손실이 버퍼의 전 지역에서 높은 우선 순위에 의해 밀려나서 낮은 우선 순위의 셀 손실이 많이 발생하고, PBS기법에서는 임계값이후에 도착되는 낮은 우선 순위의 셀은 모두 손실되지만 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 구조에서는 임계값 이전까지는 높은 우선 순위의 셀이나 낮은 우선 순위의 셀 손실이 발생하지 않기 때문에 낮은 우선 순위의 셀 손실이 줄어들기 때문이다.

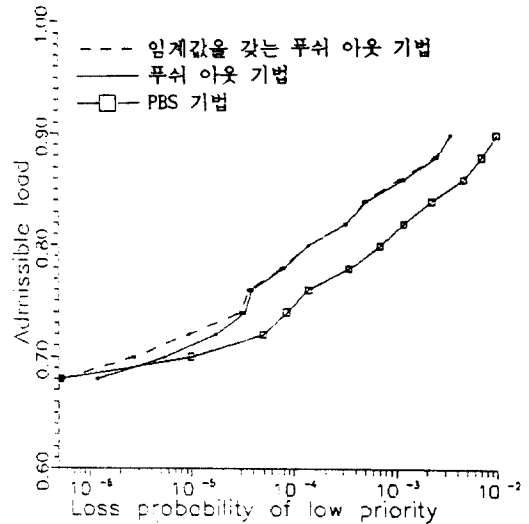


그림 5. 낮은 우선 순위의 셀 손실에 대한 허용 부하 ( $\lambda_1 = 0.4$ , 임계값 = 8, 버퍼의 크기 = 15)

Fig 5. admissible load versus loss probability of class 2

그림 6에서는 트래픽 도착율이  $\lambda_1 = 0.3$ 이며, 버퍼 크기는 15일 때의 푸쉬 아웃 기법과 임계값이 8인 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법과 PBS 기법에서 허용 부하에 대한 낮은 우선 순위의 셀 손실을 나타내었으며, 높은 우선 순위의 셀 도착율이 낮아질수록 낮은 우선 순위의 셀 손실이 감소하였다. 이것은 높은 우선 순위의 셀의 도착 간격이 길어지기 때문에, 상대적으로 낮은 우선 순위를 갖는 셀의 시간 간격이 짧아져서 낮은 우선 순위의 셀을 많이 처리하게 되기 때문

이다.

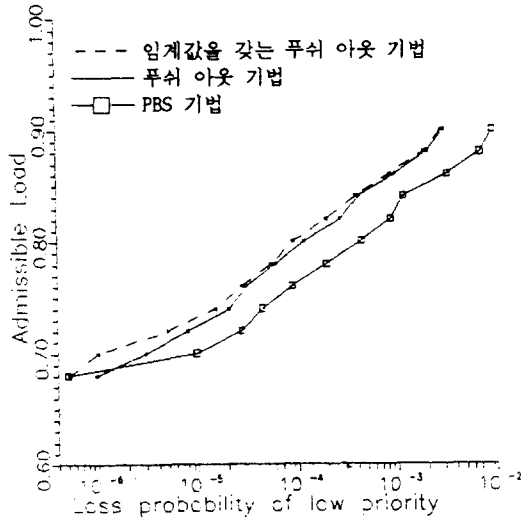


그림 6. 낮은 우선 순위의 셀 손실에 대한 허용 부하 ( $\lambda_1 = 0.3$ , 임계값 = 8, 버퍼의 크기 = 15)

Fig 6. admissible load versus loss probability of class 2

그림 7은 버퍼의 크기를 일정하게 두고 임계값을 가변시켰을 때 낮은 우선 순위의 셀 손실의 변화를 보였다. 이때의 도착율은  $\lambda_1 = 0.4$ 이고, 허용 부하는 0.8이며, 버퍼의 크기는 35로 두면서 임계값을 8에서 30까지 변경시켰을 때, 임계값이 커질수록 낮은 우선 순위의 셀 손실이 줄어들고 임계값이 0에 가까울수록 낮은 우선 순위의 셀 손실이 많이 발생하는 것을 볼 수 있다. 이것은 임계값이 커질수록 일반적인 버퍼의 특성에 가깝기 때문에 낮은 우선 순위의 셀 손실이 푸쉬 아웃 구조에 비해 적게 발생되며, 임계값이 0에 가까울수록 푸쉬 아웃 구조에 가깝기 때문에 낮은 우선 순위의 셀 손실이 많아지게 되는 것이다.

그림 8은 도착율이  $\lambda_1 = 0.4$ , 허용부하가 0.8, 임계값이 6인 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법과 PBS 기법 그리고 기존의 푸쉬 아웃 기법을 비교하여 버퍼의 크기에 따른 낮은 우선 순위의 셀 손실율을 나타내었다. 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법이 PBS 기법 보다 버퍼의 크기가 클수록 낮은 우선 순위의 셀 손실이 적어지는 것을 알 수 있다. 그러나 손실을 줄이기 위해서 버퍼의 크기를 증가시킨다면, 셀의 순서 유지를 위한 버퍼 관리 복잡도가 증가하여 오히려 처리율이

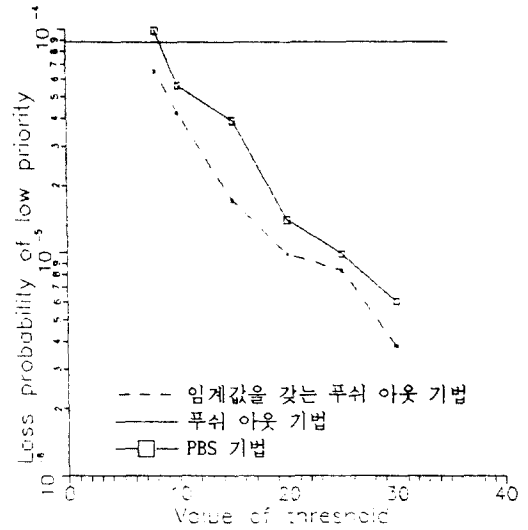


그림 7. 낮은 우선 순위의 셀 손실과 임계값의 관계 ( $\lambda_1 = 0.4$ , 허용부하 = 0.8, 버퍼의 크기 = 35)

Fig 7. loss probability of class 2 versus value of threshold

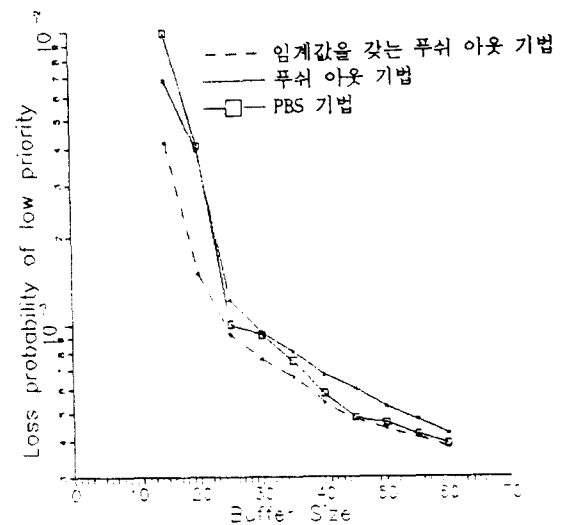


그림 8. 낮은 우선 순위의 셀 손실과 버퍼 크기와의 관계 ( $\lambda_1 = 0.4$ , 허용부하 = 0.8, 임계값 = 6)

Fig 8. loss probability of class 2 versus buffer size

떨어지게 되는 결과를 가져오게 된다.

본 연구에서는 가변적인 임계값을 갖는 푸쉬 아웃

기법을 시뮬레이션을 통해 분석하였으며, 낮은 우선 순위의 셀 손실이 감소되는 것을 나타내기 위하여 기존의 푸쉬 아웃 기법과 PBS 기법을 비교 분석하였다. 임계값을 변화시키기 위하여 푸쉬 아웃 기법에 임계값을 여러 단계로 나누어 성능분석을 실시하였다.

분석 결과 개선된 점을 살펴보면, PBS기법은 임계값 이후에서 도착되는 낮은 우선 순위의 셀은 무조건 폐기되거나 제안된 기법은 임계값 이후에서도 낮은 우선 순위의 셀을 처리하기 때문에 낮은 우선 순위의 셀 손실을 줄일 수 있고, 푸쉬 아웃 기법은 버퍼가 찼을 때 버퍼의 전역에서 낮은 우선 순위의 셀이 높은 우선 순위의 셀에 의해 폐기되지만 제안된 기법은 임계값 이전에서도 낮은 우선 순위의 셀 손실이 발생하지 않기 때문에 전체적으로 낮은 우선 순위의 셀 손실을 줄일 수 있었다. 그러나, PBS기법과 마찬가지로 임계값이 빠르게 조정되지 않으면 불안정한 시스템을 유발할 수 있기 때문에 동적으로 빠르게 임계값을 할당하는 시뮬레이터의 개발이 앞으로의 연구과제이다.

## V. 결 론

본 논문에서는 ATM 망에서의 손실 우선 순위 제어 방식으로서 푸쉬 아웃 기법에서 발생하는 낮은 우선 순위의 셀 손실을 감소시키기 위해 임계값을 두었으며, PBS 기법의 단점인 높은 우선 순위의 셀 손실을 막기 위하여 임계값 이후에는 푸쉬 아웃 기법을 이용하는 가변적인 임계값을 갖는 푸쉬 아웃 기법을 제안하였다.

기존의 푸쉬 아웃 기법 및 PBS기법과 비교하여 제안된 기법은 허용 부하가 낮을수록 낮은 우선 순위의 셀 손실이 감소되고, 임계값을 증가시키면 낮은 우선 순위의 셀 손실이 감소한다는 것을 알았으며, 버퍼의 크기를 증가시킬수록 낮은 우선 순위의 셀 손실이 감소한다는 것도 알았다. 임계값을 적절히 함량함으로써 높은 우선 순위의 셀 손실과 낮은 우선 순위의 셀 손실을 줄일 수 있으며, 제안된 기법은 푸쉬 아웃 기법처럼 효율을 높이면서 PBS 기법처럼 임계값을 둬으로써 버퍼의 적은 부분만을 이용한다는 점에서 효

율적인 방법이라 할 수 있다.

앞으로의 연구되어야 할 분야는 서로 다른 다양한 트래픽원의 종류에 따른 서비스 등급 별로 처리할 수 있는 다단계의 임계값을 갖는 기법이 연구되어 셀 손실을 최소로 줄일 수 있는 기법이 연구되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. G.Gallassi, G.Rigolio and L.Fratta, "Bandwidth Assignment in Prioritized ATM Networks," GLOBECOM '90, pp.852-856, Dec. 1990.
2. H.Kroner, "Comparative Performance Study of Space Priority Mechanisms for ATM Networks," Proc. of INFOCOM'90, June 1990.
3. H.Kroner, G.Hebuterne, P.Boyer and A. Gravey, "Priority Mangement in ATM Switching Nodes," IEEE J. on Selected Areas in Commu., Vol.9 No.3 pp.418-427, April 1991.
4. K.Rothermel, "Priority Mechanisms in ATM networks," GLOBECOM '90, pp.847-851, Dec. 1990.
5. S.Sumita, T.Ozawa, "Achievability of Performance Objectives in ATM Switching Nodes," Proc. of the International Seminar on Performance of Distributed and Parallel System, Kyoto, Dec. 1988.
6. W. Fischer, "Analytic Modeling of Single Link, Multi-LAP Connections with Application to ISDN User-Network Access," Proc. 12th Int. Teletraffic Cong., Torino, Italy, June 1988.
7. W.T.Chen, "A Priority Based Buffer Management Architecture for an ATM Multiplexer," IEICE ISS '92, pp.374-378.
8. CCITT RECOMMENDATION I.121, "On THE B-ISDN ASPECT OF ISDN," 1989.
9. CCITT RECOMMENDATION I.371, "TRAFFIC CONTROL AND CONGESTION CONTROL IN B-ISDN," 1992.





崔仁洙(In Soo Choi) 正會員  
1957年1月9日生  
1991年2月：서울産業大學校 電子計算學科(理學士)  
1993年8月：光云大學校 電算大學院 電子計算學科(理學碩士)  
1982年1月～1987年4月：(株)金星社

1987年4月～1993年4月：시스템공학연구소



柳煌彬(Hwang Bin Ryou) 正會員  
1949年8月15日生  
1975年2月：仁荷大學校 電子工學科(工學士)  
1977年7月：延世大學校 産業大學院 電氣電子工學科(工學碩士)  
1989年2月：慶熙大學校 大學院 電子工學科(工學博士)

1975年～1980年：金星半導體(株)

1981年～現在：光云大學校 電子計算學科 教授

朴吳均(Ho Kyun Park) 正會員  
1964年1月2日生  
1987年2月：光云大學校 電子計算學科(理學士)  
1989年8月：光云大學校 大學院 電子計算學科(理學碩士)  
1993年8月：光云大學校 大學院 電子計算學科 博士課程修了  
1992年3月～現在：信興專門大學 電子計算科 專任講師