

---

# ATM 교환기에서 셀 및 윈도우 카운터를 이용한 우선순위 제어

## Priority Control Using Cell and Windows Counter in ATM Switchs

---

김남희\*, 김변곤\*\*, 서혜영\*, 장정정\*, 박기홍\*, 한철민\*\*\*  
군산대학교 컴퓨터정보과학과\*, 군산대학교 전자정보공학부\*\*, 전북대학교전자정보공학부\*\*\*  
Nam-Hee Kim(nhkim@kunsan.ac.kr)\*, Byun-Gon Kim(bgkim@kunsan.ac.kr)\*\*,  
Hae-Young Seo(cute100@hotmail.com)\*, Ting-Ting Jang(ttj@kunsan.ac.kr)\*,  
Ki-Hong Park(spacepark@kunsan.ac.kr)\*, Cheol-Min Han(asic7@hanfos.com)\*\*\*

---

### 요약

정보통신기술의 발달로 광대역 통신망에서의 서비스들은 지연, 셀 손실 확률, 지터 요구사항들이 트래픽의 특성에 따라 매우 다양하다. 따라서 광대역망에서 다양한 트래픽의 종류에 따른 셀 손실율과 셀 지연율의 요구사항을 만족시킬 수 있는 제어시스템의 설계는 매우 중요한 요소이다. 본 논문에서는 트래픽의 각 클래스 타입에 따라 셀 카운터와 윈도우 카운터를 이용한 우선순위 제어 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 요구된 서비스의 질을 만족시키기 위해 셀 카운터와 윈도우 카운터의 비교에 의해 얻어진 셀 손실과 지연 요소를 획득하여 우선순위 제어를 수행하였다. 그리고 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 성능을 평가하였다. 시뮬레이션 결과 셀 손실은 비디오, 데이터, 음성 순서로, 지연시간은 비디오, 음성, 데이터 순서의 결과를 보여 각 클래스의 요구조건을 만족시키는 우선순위제어 기법임을 확인할 수 있었다.

■ 중심어 : | 비동기전송방식 | 버퍼관리 | 우선순위 제어 |

### Abstract

With the improvement of information telecommunication technology, the various service in broadband integrated services digital networks have a wide range of delay, delay jitter and cell loss probability requirements according to traffic specification. Therefore, the design of appropriate control schemes that can satisfy the cell loss, delay requirements with various traffic specification for B-ISDN is an extremely important challenging problem. In this paper, we propose a priority control scheme using a window counter and a cell counter per each type of class. In the proposed priority control scheme, for satisfying required service quality, we performed the priority control scheme using the delay/loss factors obtained by comparing window counter with cell counter. The performance of proposed control scheme is estimated by computer simulation. In the results of simulation, we verified that the proposed method satisfied per class requirements as the results showed that cell loss probability has a order of video, data, voice and delay time has a order of video, voice and data.

■ keyword : | ATM | Buffer Management | Priority Control |

---

\* 본 논문은 2005년 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업 계획에 의하여 지원되었습니다.

## I. 서론

ATM 전송방식은 망자원의 효율적 사용을 위하여 통계적 다중화(statistical multiplexing)기법을 사용하는데, 이러한 통계적 다중화 기법은 대역 사용의 효율성을 높일 수 있고, 음성, 화상, 데이터 등의 다양한 서비스를 수용할 수 있게 한다. 이러한 통계적 다중화를 이루기 위해서는 연결수락제어(connection admission control), 망자원관리(network resource management), 우선순위제어(priority control), 트래픽 셰이핑(traffic shaping) 및 선택적 셀 폐기 등과 같은 제어 기술의 적용은 필수적이다[1][2][8][9]. ATM망은 영상신호와 같은 버스티한 특성을 가진 트래픽, 연속적 데이터 트래픽, 시간지연에 민감한 트래픽 등의 다양한 QoS(Quality of Service)를 만족시키기 위해 우선순위 제어를 사용하는데 우선순위는 지연우선순위, 손실우선순위를 두어 제어하게 된다[3][4]. 지연우선순위는 지연에 민감한 실시간 트래픽과 비실시간 트래픽으로 분류하여 실시간 트래픽의 빠른 서비스를 위해 서비스 순서를 고정시켜 실시간 트래픽을 우선적으로 서비스 하고 비실시간 트래픽을 서비스 하는 방식으로 연구되어 왔으며 고정우선순위 제어는 비실시간 트래픽의 셀 손실 확률이 증가되는 단점이 있어 이를 보완하기 위한 많은 연구가 행해지고 있다. 손실우선순위 제어는 손실에 민감한 트래픽을 각각의 정도에 따라 클래스를 분류하고 각 클래스의 트래픽을 선택적으로 서비스 하는 방식을 사용하거나 공유버퍼를 사용하여 버퍼를 다양한 방식으로 제어하여 수행한다. 대표적인 제어 기법은 축출기법, 부분버퍼관리기법 등이 연구되어왔다[5-7]. 그리고 보다 다양한 트래픽의 특성을 만족시키기 위해서 각 트래픽의 지연과 손실 특성을 모두 만족시키기 위한 제어 방식에 대한 연구가 필수적이었으며, 손실과 지연을 모두 고려한 우선순위 제어방법이 제안되었다[4][5]. 그러나 이들 기법의 경우 지연요소를 알기위해 셀 당 virtual clock을 추가해야 하는 등 오버헤드의 비중이 증가되어 시스템의 효율이 떨어지는 단점이 발생하였다. 따라서 본 논문에서는 다양한 종류의 트래픽 소스를 지연 및 손실에 민감한 정도에 따라 클래스로 분류하고 각 클래스의 지연 및 손실 요구사항을 만족시킬 수 있는

우선순위 제어 기법을 제안하였다. 제안된 우선순위제어 기법에서는 각각의 클래스에 윈도우 카운터와 셀 카운터를 두었다. 각 클래스의 지연요소는 윈도우 카운터와 셀 카운터를 비교해 봄으로서 쉽게 구할 수 있고, 손실요소는 셀 카운터를 통해 쉽게 구할 수 있도록 하였다. 셀 서비스는 각 클래스의 지연 및 손실요소에 따른 우선순위를 구해서 가장 높은 우선순위를 갖는 클래스의 셀을 서비스 하게 된다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기존의 우선순위제어 기법과 본 논문에서 제안하는 기법을 셀 손실율과 셀 지연의 관점에서 비교분석하였다. 본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서 제안한 기법에 대해 기술하였고 제 3장에서는 제안기법의 성능을 평가하기 위한 시뮬레이션 환경에 대해 기술하고 기존의 우선순위제어 기법과 제안한 기법을 셀 손실과 지연 관점에서 비교분석하였고 끝으로 결론을 맺었다.

## II. 제안된 우선순위제어 기법

우선순위제어를 하는데 있어서 지연우선순위가 높은 트래픽은 작은 종단간 지연과 지터를 요구하지만 손실우선순위가 높은 트래픽은 낮은 셀 손실율을 요구한다. 예를 들면 비디오 트래픽은 손실 및 지연에 민감한 트래픽으로서 셀 손실 확률의 QoS 요구치는  $10^{-9} - 10^{-12}$  정도이고 셀 지연 요구치는 10ms이다. 컴퓨터 데이터 트래픽은 손실에는 민감하지만 지연에는 민감하지 않은 트래픽으로 셀 손실 확률의 QoS 요구치는  $10^{-6} - 10^{-9}$  정도이고 셀 지연 요구치는 100ms이다. 음성 트래픽은 손실에는 민감하지 않지만 지연에는 민감한 트래픽으로서 셀 손실 확률의 요구치는  $10^{-3}$  정도이고 셀 지연 요구치는 10ms이다. 또한 비디오, 음성 등의 트래픽은 버스트니스 특성에 강하고 컴퓨터 데이터 트래픽은 연속성이 강한 트래픽 특성을 가지고 있다. 우선순위제어를 위해 다양한 ATM 트래픽을 지연 및 손실 우선순위에 따라 각각의 클래스로 분류하고 각 클래스의 우선순위에 따라 입력 셀들의 서비스 순서 결정 및 선택적 폐기를 통한 우선순위제어를 하게 된다. 본 논문에서는 다양한 서비스들의 QoS를 만족시키기 위해 지연 및 손실 우선순위를

동시에 고려한 우선순위제어기법을 제안하였다. 제안된 기법에서는 윈도우 기법을 이용한 윈도우 카운터, 버퍼에서의 셀 입출력에 따라 동작하는 셀 카운터를 가지고 지연 및 손실 요소를 구했다. 즉 지연요소는 윈도우 카운터와 셀 카운터의 값을 비교함으로써 구할 수 있고 손실 요소는 셀 카운터의 값으로 구할 수 있다. 이렇게 구한 지연 및 손실 요소를 근거로 우선순위를 정하여 우선순위제어를 수행하게 된다. 제안된 우선순위제어는 ATM 스위치의 출력버퍼에서 이루어지는데 본 논문에서는 출력버퍼형의  $N \times N$  스위치를 가정하였으며, 각 출력포트에 있는 출력버퍼에서 셀 전송 순서 결정 및 셀 폐기를 통한 우선순위제어를 수행할 수 있도록 하였다. [그림 1]은 제안한 윈도우 기법을 이용한 우선순위제어를 이용한 출력버퍼관리자의 구조이다. 각 제어부의 동작은 다음과 같다. 입력주소 제어부는 공유버퍼의 입력주소 관리부와 축출주소 관리부로 나누어지는데 입력주소 관리부는 입력되는 셀들이 저장될 공유버퍼의 빈 주소공간을 관리하고 축출주소 관리부는 공유버퍼에 빈 공간의 주소가 없을 때 축출될 손실우선순위가 낮은 클래스 셀의 주소이다. 또한 입력되는 셀들의 헤더를 입력받아 클래스의 정보를 얻어 공유버퍼에 저장하고 그 주소를 해당 클래스 버퍼에 입력한다. 만일 공유버퍼에 빈 공간이 없으면 손실우선순위가 낮은 셀은 폐기하고, 손실우선순위가 높은 셀은 축출주소관리부에서 주소를 얻어 손실 우선순위가 낮은 셀을 축출할 수 있도록 하였다.

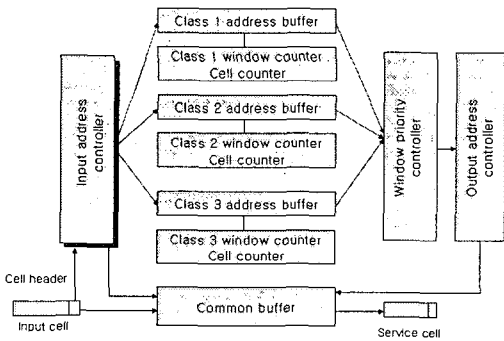


그림 1. 제안된 출력버퍼 관리자의 구조

축출기법이 적용되기 위해서는 손실 우선순위가 높은 클래스 주소 버퍼의 공간이 많아야 하므로 손실 우선순

위가 높은 클래스의 주소버퍼를 크게 할 필요가 있다. 각 클래스 주소버퍼는 해당 클래스 셀들이 저장된 공유버퍼의 주소를 저장하고 있다. 각 클래스 제어부는 윈도우 카운터와 셀 카운터로 구성되어 있으며, 각 클래스의 버퍼에서 서비스 받을 셀의 주소를 우선순위 제어부로 전달한다. 윈도우 카운터는 [그림 2]에서와 같이 해당 클래스의 셀이 입력되면 증가하고 일정지연시간이 경과되면 감소된다. 지연시간은 클래스의 지연우선순위와 공유버퍼의 크기에 따라 결정된다. 즉 지연우선순위가 높은 빠른 서비스를 요구하므로 지연시간을 작게 설정하고 지연우선순위가 낮은 클래스는 지연시간을 크게 설정한다. 또한 공유버퍼의 크기가 작으면 모든 클래스의 셀들이 지연을 겪을 가능성이 적으므로 작은 지연시간을 설정한다. 윈도우 카운터는 클래스 버퍼에 셀이 없으면 초기화시키고 셀 카운터는 해당 클래스의 셀이 입력되면 증가하고, 서비스를 받으면 감소한다. 즉, 셀 카운터는 현재 상태의 클래스 버퍼에 있는 셀들의 숫자를 카운트한다. 윈도우 우선순위 제어부는 각 클래스의 제어부로부터 윈도우 카운터와 셀 카운터의 값을 입력받아 각 클래스의 지연 및 손실요소를 구하고, 지연 및 손실요소에 따른 클래스의 지연 및 손실 우선순위를 구하여 가장 높은 우선순위를 갖는 클래스를 결정한다.

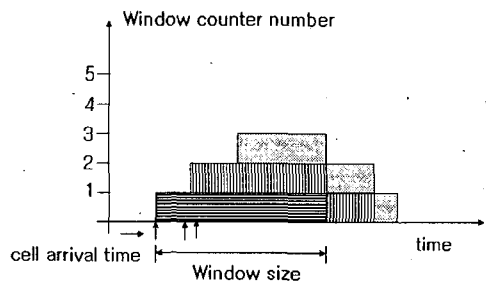


그림 2. 윈도우 카운터의 동작

또한 각 클래스의 제어부로부터 각 클래스에서 서비스 받을 셀의 주소를 넘겨받아 가장 높은 우선순위를 갖는 클래스에서 서비스 받을 셀의 주소를 출력주소 제어부에 입력한다. 손실 및 지연 우선순위를 구하는 방법은 다음과 같다. 각 클래스의 지연요소를 알기 위해서 셀이 버퍼에 도착하여 얼마나 많은 시간이 경과 되었는지를 알기

위해서는 모든 셀에 타임 스탬프(time stamp)를 붙여야 된다. 그러나 모든 셀에 타임 스탬프를 붙이게 되면 오버헤드가 증가하게 되는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 셀 당 타임 스탬프를 붙이지 않고 클래스별로 얼마나 많은 지연을 겪고 있는지를 검사함으로써 오버헤드를 줄이고 각 클래스 셀들의 지연요소를 쉽게 알 수 있도록 하였다. 즉, 윈도우 카운터와 셀 카운터의 값을 비교함으로써 각 셀 당 타임스탬프를 붙이지 않고도 쉽게 지연정도를 파악할 수 있도록 하였다. 예를 들어 지연우선순위가 높은 클래스와 낮은 클래스의 윈도우 카운터 값을 같은 조건으로 하여 비교해보면 다음과 같다. 같은 수의 셀들이 같은 시간에 입력된다고 가정하면 지연우선순위가 높은 클래스의 윈도우 크기가 작으므로 윈도우 카운터 값은 지연우선순위가 낮은 클래스의 윈도우 카운터 값보다 작은 값을 가지게 된다. 예를 들면 윈도우 카운터 값이 10이고 셀 카운터 값이 20이면 10개의 셀들은 각 클래스의 일정시간 지연시간이 지나도록 서비스 받지 못하고 있다는 것을 의미하고 반대로 윈도우 카운터 값이 20이고 셀 카운터 값이 10이면 해당 클래스의 셀들은 일정 지연 시간 안에 서비스 받고 있다는 것을 의미한다. 따라서 셀 카운터의 값에서 윈도우 카운터의 값을 빼면 각 클래스의 지연요소 값을 알 수 있다. 본 논문에서는 각 클래스의 지연요소를 구해서 지연요소에 따른 지연우선순위 값을 구하여 값이 양수이면 해당 클래스의 셀은 지연을 겪고 있으므로 지연우선순위를 높여줄 수 있도록 하였다. 이때 선형 및 비선형 함수를 이용하여 지연우선순위 값을 결정하게 된다. 지연요소가 음수이면 해당 클래스의 셀은 지연을 겪지 않고 정상적으로 서비스 받고 있다는 것을 의미하므로 지연우선순위 값은 각 클래스에 따라 일정하게 유지하게 된다. 손실요소는 각 클래스의 주소버퍼에 임계치를 두고 셀 카운터 값으로부터 임계치에 따라 구한다. 또한 추출기법을 적용하여 손실우선순위가 높은 클래스의 셀 손실률을 향상시킬 수 있다. 그리고 지연요소와 손실요소에 따른 지연 및 손실 우선순위가 결정하여 가장 우선순위가 높은 우선순위 값을 갖는 클래스의 셀을 서비스함으로써 모든 클래스의 셀이 공평하게 서비스 받을 수 있도록 하였다.

### III. 시뮬레이션 및 성능분석

본 논문에서는 세 개의 클래스를 가정하였다. 각 클래스의 지연 및 손실 우선순위는 [표 1]과 같다.

Class 1은 비디오 트래픽과 같은 지연과 손실에 민감한 트래픽이므로 비디오 소스를 모델링하여 시뮬레이션을 수행하였다. 비디오 소스는 두 가지 상태로 모델링 되는데 source-change 상태와 inter-scene-change 상태로 나뉜다. scene-change 상태는 화면의 변화가 일어나는 경우의 셀의 발생빈도가 증가하는 상태이다. inter-scene-change 상태는 급격한 화면의 변화가 없는 상태이므로 셀 발생 빈도는 scene-change 상태보다는 적은 상태이다.

표 1. 클래스의 지연 및 손실 우선순위

class	priority	delay priority	loss priority
class 1		high	high
class 2		low	high
class 3		high	low

먼저 inter-scene-change 상태는 비디오 데이터의 장면변화가 심하지 않은 경우로 독립적인 M(10)개의 on/off minisource의 합으로 모델링되었고 i개의 셀이 발생될 확률은 식(1)과 같다.

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

Scene-change상태는 비디오 데이터의 장면 변화가 심한 경우로 셀 발생 확률은 [표 2]와 같고 N 개의 비디오 소스가 동시에 scene-change 상태가 될 확률은 식(2)와 같다.

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

표 2. 비디오 소스 입력 파라미터

Mean cell arrival rate during scene change	$\lambda_x$	$2.35 \times 10^{-1}$
Mean ON length of minisource	$\gamma^{-1}$	$1.36 \times 10^5$
Mean OFF length of minisource	$\omega^{-1}$	$2.71 \times 10^5$
Mean cell arrival rate during minisource's ON state	A	$8.39 \times 10^{-3}$

비디오 소스는 발생된 셀 수와 N개의 scene-change 상태의 발생셀수의 합으로 구해진다. 우선순위 제어는 셀 발생 확률이 높아 셀의 폭주가 발생할 가능성이 높은 상황일 때 적절한 대응을 해야 하므로 컴퓨터 시뮬레이션은 비디오 소스가 항상 scene-change 상태로 하여 셀 발생 확률이 높은 상황을 가정하고 수행하였다. 음성 및 컴퓨터 데이터는 poisson process로 가정하였으며 셀 발생 확률은 식(3)과 같다.

$$\alpha(i) = \frac{\lambda_v^i e^{-\lambda_v}}{i!}, \quad \alpha(j) = \frac{\lambda_d^j e^{-\lambda_d}}{j!} \quad (3)$$

여기에서  $\lambda_v, \lambda_d$ 는 음성, 컴퓨터 데이터의 평균도착율이다.  $\alpha(i), \alpha(j)$ 는 음성 및 컴퓨터 데이터의 셀이 단위시간당 각각  $i, j$ 개 발생할 확률이다.

평균 비디오 셀 발생 확률은 N=1, 2일 때 각각 0.2630, 0.5261이고, 음성과 컴퓨터 데이터 셀 발생 확률은 같은 값을 가지는데 전체로드와 비디오 셀 발생 확률의 차를 둘로 나눈 값이 된다.

### 3.1 시뮬레이션 환경

컴퓨터 시뮬레이션은 운영체제는 윈도우 XP를 사용하였으며 비주얼 C++를 사용하여 시뮬레이션 프로그램을 작성하였다. 시뮬레이션 환경에서 출력링크의 용량은 155Mbps를 가정하여 수행하였다. 비디오 소스의 수(N)가 1, 2일 때 부하 0.91에서 0.99까지 수행하였다. 시스템의 공유버퍼의 수는 120개이고 각 클래스 버퍼의 임계치는 11개를 가지고 수행하였다. 윈도우 제어기법은 선형 및 비선형 함수를 사용하여 수행하였으며, 시뮬레이션 결과는 no priority, fixed priority 제어기법과 제안된 기

법을 셀 손실률 및 지연의 관점에서 비교분석하였다. no priority 기법은 셀의 도착순서에 따라 서비스를 해주는 기법이다. 그러나 본 논문에서는 공유버퍼를 사용하여 축출기법이 적용된 no priority 기법을 적용하였다. Fixed priority control 기법은 비디오, 컴퓨터 데이터, 음성순으로 서비스 하는데 우선순위가 낮은 셀은 우선순위가 높은 셀이 없을 때 서비스 받게 된다. 본 논문에서는 fixed priority control 기법 역시 공유버퍼를 사용하였고 축출기법이 적용되었다. 클래스 버퍼의 임계치는 선형 및 비선형 함수에 관계없이 같은 값을 가진다. 또한 모든 클래스에서 다음과 같은 임계값을 가진다. 임계치 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10은 각각 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40이고 임계치 11은 40이상일 때의 값을 나타낸다. 각 클래스의 셀 카운터 값을 가지고 임계치에 따라 손실 우선순위 값을 결정하게 되는데 [그림 3][그림 4]는 손실 우선순위 값을 결정하기 위하여 각 클래스의 셀 카운터 수를 입력받아 임계치와 비교하여 우선순위 값을 결정하기 위한 선형 및 비선형 함수 관계를 나타낸다. 비선형 함수를 이용한 이유는 선형 함수보다 높은 우선순위를 부여하여 손실에 민감한 클래스의 우선순위를 높여주기 위해서 사용하였다.

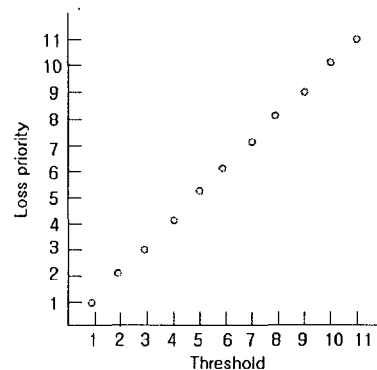


그림 3. 선형함수를 이용한 손실우선순위

[그림 5][그림 6]은 지연요소에 따라 지연우선순위 값을 결정하기 위한 선형 및 비선형 함수관계를 나타낸다. 지연요소는 기술한 바와 같이 셀 카운터의 값과 윈도우 카운터의 값의 차를 나타낸다.

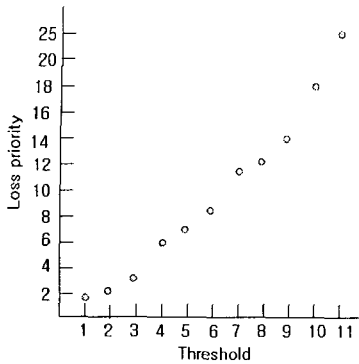


그림 4. 비선형함수를 이용한 손실우선순위

입력된 셀은 출력링크의 용량에 따라 주기적인 서비스를 받는데 타임슬롯은 서비스 받는 주기적인 시간을 의미한다. 각 클래스의 윈도우 크기는 다음과 같다. 클래스 1, 3은 비디오, 음성 트래픽을 모델로 하였으므로 음성, 비디오 트래픽의 지연 요구치에 따라 결정되어야 한다. 실시간 트래픽인 비디오 및 음성 트래픽의 중단 지연 요구치는 약  $10 \times 10^{-3}$  정도인데 중간에 노드가 10개라고 가정하면 한 노드에서의 지연한계치는 약  $1 \times 10^{-3}$  정도가 된다. 본 논문에서는 출력링크의 용량이 155Mbps이므로 약 320개의 타임슬롯이 지나면  $1 \times 10^{-3}$ 의 지연이 발생한다. 전송지연을 감안하면 각 노드에서의 지연 한계치에 해당하는 타임 슬롯 수는 300개 정도이다.

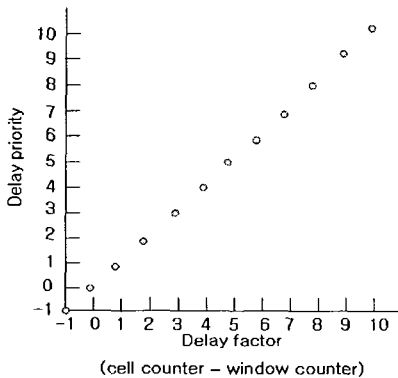


그림 5. 선형함수를 이용한 지연우선순위

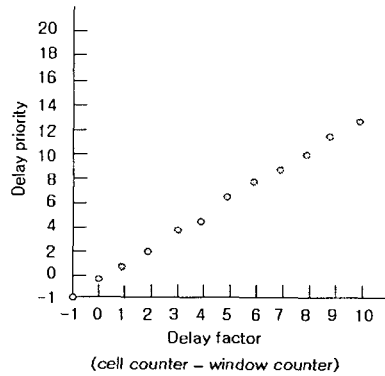


그림 6. 비선형함수를 이용한 지연우선순위

그러나 본 논문에서는 시스템의 버퍼용량이 작아 지연 한계치를 넘을 가능성이 희박하기 때문에 효율적인 제어를 위해서 윈도우 크기를 100으로 정하였다. 클래스 2는 컴퓨터 데이터 트래픽을 모델로 하였다. 컴퓨터 데이터 트래픽은 손실에는 민감하지만 지연에는 민감하지 않은 트래픽으로 지연요구치는 음성, 비디오 트래픽의 약 10 배정도이다. 따라서 지연 한계치에 해당하는 타임슬롯의 수는 3000개 정도이다. 그러나 본 논문에서는 위와 같은 이유로 800으로 정하였다. 그리고 전체 시뮬레이션의 타임 슬롯수는  $10^7$ 개 이므로 각 클래스에서  $10^{-7}$  이하의 셀 손실률을 얻을 수 없다.

### 3.2 시뮬레이션 결과 및 분석

비디오 소스의 수(N)가 1일 경우, 평균비디오 셀 발생률은 0.2630이고 비디오, 음성 및 컴퓨터데이터 트래픽의 셀 발생률은 입력률에서 비디오 발생률을 뺀 값을 2로 나눈 값으로 같은 값을 가진다.

[그림 7]은 N이 1일 때 제안한 우선순위제어 기법 (windows priority)과 기존 제어 기법(no priority, fixed priority)에 대한 셀 손실률을 비교한 그림이고, [그림 8] [그림 9][그림 10][그림 11]은 각각 선형 함수를 이용한 제안된 윈도우 우선순위 제어기법, 비선형함수를 이용한 제안된 윈도우 우선순위제어 기법과 기존의 기법인 fixed priority 제어기법, no priority에서의 평균 셀 지연 시간을 나타낸다.

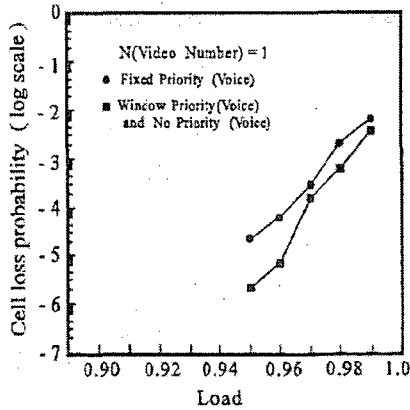


그림 7. N=1일 때 우선순위 기법의 셀 손실률

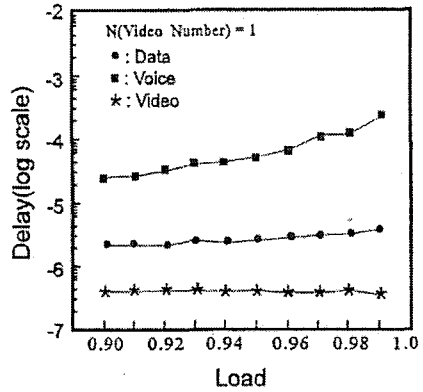


그림 10. N=1일 때 fixed priority 우선순위제어기법의 평균 셀 지연시간

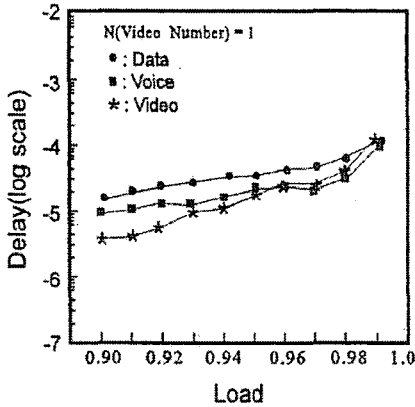


그림 8. N=1일 때 선형함수를 이용한 제안 우선순위 기법의 평균 셀 지연시간

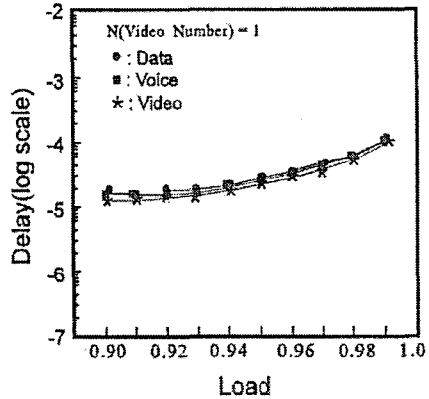


그림 11. N=1일 때 no priority기법의 평균 셀 지연시간

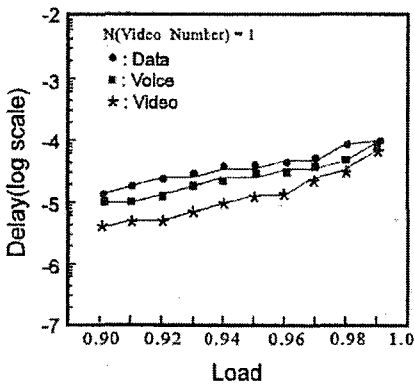


그림 9. N=1일 때 비선형함수를 이용한 제안 우선순위 기법의 평균 셀 지연시간

N이 1일 경우 모든 우선순위 제어기법에서 비디오 및 컴퓨터데이터 트래픽의 셀 손실률은 나타나지 않고 있다. 그리고 음성 트래픽의 셀 손실률은 선형 및 비선형 함수를 사용한 제안된 윈도우 우선순위 제어 기법과 no priority 기법에서는 같은 결과를 보이고 있고, fixed priority 기법은 다른 우선순위 제어기법보다 높게 나타나고 있다. 윈도우 우선순위 제어 기법을 셀 손실률 면에서 분석하면 N이 1일 경우는 손실우선순위 제어기법 중에서 공유버퍼와 축출기법을 사용한 결과와 같음을 알 수 있다. 평균 셀 지연 시간은 윈도우 우선순위 제어 기법의 경우 컴퓨터데이터, 음성, 비디오 트래픽의 순서를 보이고 있고, fixed priority 기법의 경우 음성, 컴퓨터데이터, 비디오 트래픽의 순서를 보이고 있으며, no

priority의 경우 모든 트래픽의 평균 셀 지연 시간이 비슷한 값을 가짐을 알 수 있다. 비디오, 음성 트래픽은 실시간 트래픽이므로 적은 셀 지연 시간이 요구되고 컴퓨터 데이터 트래픽은 비 실시간 트래픽이므로 셀 지연 시간의 요구치는 높지 않다. 따라서 윈도우 우선순위 제어 기법은 셀 지연 시간의 관점에서 다른 우선순위 제어기법보다 좋은 결과를 보이고 있으며 비선형 함수를 이용한 제어기법이 선형함수를 이용한 제어기법보다 약간 나은 결과를 보이고 있다. 즉, no priority 기법은 셀의 지연 시간에 대한 고려가 전혀 하지 않았고, fixed priority 기법의 경우 실시간 트래픽인 음성트래픽이 가장 큰 지연 시간을 가지므로 적절한 우선순위 제어가 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다. 제안한 윈도우 우선순위 제어기법의 경우는 적절한 제어가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

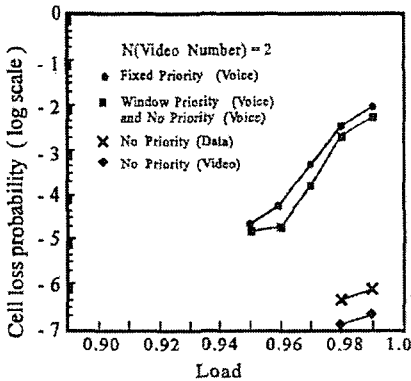


그림 12. N=2일 때 우선순위 기법의 셀 손실률

N이 2일 경우 비디오 트래픽의 평균 셀 발생률은 0.5261이고 음성 및 컴퓨터데이터 트래픽의 평균 셀 발생률의 2배 정도이다. [그림 12]는 N이 2일 때 제안한 윈도우 우선순위 제어기법(window priority)과 기존 기법(no priority, fixed priority)의 셀 손실률을 나타낸다. N이 2일 경우 fixed priority의 경우 비디오와 데이터의 셀 손실이 나타나고 있지 않은 반면 음성 데이터의 손실이 크게 나타나고 있다.

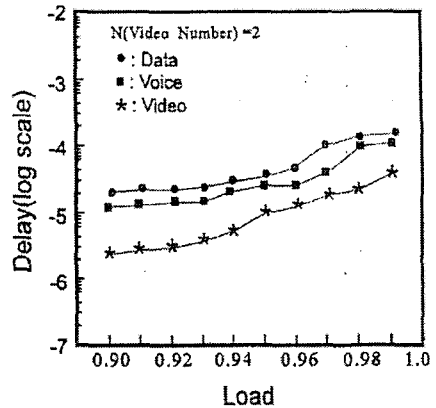


그림 13. N=2일 때 선형 함수를 이용한 제안 우선순위 기법의 평균 셀 지연시간

이는 셀 스케줄링 순서가 손실우선순위에 따라서 비디오, 데이터, 음성 클래스로 고정되어있기 때문이며, [그림 15]와 같은 결과에서 보여주듯이 지연우선순위가 고려되지 않은 단점을 보이고 있다. no priority 기법의 셀 손실률은 비디오, 데이터, 음성의 순으로 나타나고 있다. 이는 공유 버퍼의 셀이 가득차 있을 경우 손실우선순위가 높은 클래스의 셀이 도착할 경우 손실우선순위가 낮은 클래스의 셀을 push out시키는 축출 기법의 영향이라 할 수 있다. 또한 [그림 11]에서와 같이 no priority의 경우 지연우선순위가 고려되지 않아 클래스에 상관없이 일정한 지연시간을 보이고 있다. 그러나, 제안된 windows priority 기법의 셀 손실률은 손실 우선순위가 가장 낮은 음성의 손실률이 no priority 기법과 같으며 비디오 및 컴퓨터 데이터의 셀 손실은 발생하지 않았다. 또한 [그림 13]과 [그림 14]에서 보여주듯이 지연우선순위가 고려되어 각 클래스의 지연시간이 비디오, 음성, 데이터의 순으로 나타나고 있으며, 선형 및 비선형의 지연시간을 살펴보면 거의 유사한 결과를 보이고 있으나 입력률이 높은 경우 비선형 방식이 선형방식보다 약간 나은 결과를 보이고 있다. 이는 손실 및 지연우선순위 값을 결정하는 함수를 이용하여 보다 세부적인 제어가 가능하다는 것을 보여주고 있다.

[그림 13][그림 14][그림 15]는 각각 선형 함수를 이용한 윈도우 우선순위 제어기법, 비선형 함수를 이용한 윈도우 우선순위 제어기법의 평균 셀 지연 시간을 나타낸



다. N이 2일 경우 윈도우 우선순위 제어 기법은 셀 지연 시간의 관점에서는 N이 1일 경우와 같은 결과를 나타내고 있다.

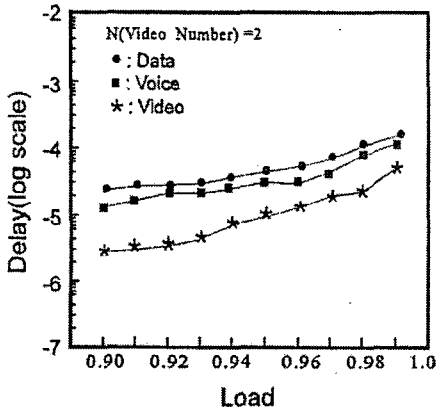


그림 14. N=2일 때 비선형 함수를 이용한 제안 우선순위 기법의 평균 셀 지연시간

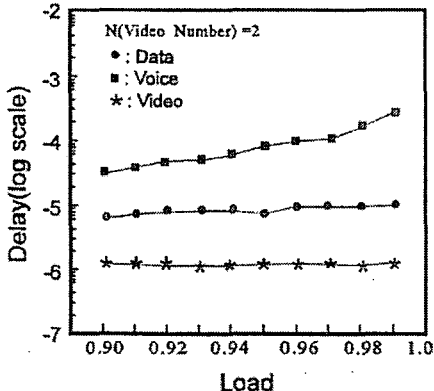


그림 15. N=2일 때 fixed priority 우선순위제어기법의 평균 셀 지연시간

즉, no priority의 경우 클래스에 따른 지연 우선순위가 고려가 되지 않아 모든 클래스에서 같은 지연값을 보이고 있으며, fixed priority의 경우 음성 데이터의 지연 시간이 컴퓨터 데이터의 지연시간보다 크다는 문제점을 가지고 있는 반면 제안된 windows priority 기법은 지연 시간이 클래스의 특성에 따라 비디오, 음성, 데이터 순을 보이고 있어 적절한 제어가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

#### IV. 결론

ATM 망에서의 우선순위 제어는 통계적 다중화 방식을 사용함으로써 발생하는 셀의 폭주상황에 대처하고 다양한 트래픽의 QoS를 만족시키기 위해 수행된다. 우선순위 제어는 손실한 민감한 트래픽을 만족시키기 위한 손실우선순위 제어와 지연에 민감한 트래픽을 만족시키기 위한 지연우선순위 제어로 나누어 연구되어졌다. 제안된 우선순위 제어 기법은 실시간 트래픽인 비디오 및 음성 트래픽의 지연시간을 비실시간 트래픽인 컴퓨터 데이터 트래픽의 지연시간보다 줄여 주었다. 또한 셀 손실을 면에서는 버스티한 특성이 강한 비디오 트래픽의 수가 크고, 부하가 증가해서 셀의 폭주상황이 발생할 가능성이 높을 때 손실에 민감한 트래픽의 셀 손실을 줄여 줌으로써 적절한 제어를 수행하고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 지연요소를 구하기 위한 하드웨어의 오버헤드를 줄임으로서 고속의 우선순위 제어가 가능하다. 그리고 윈도우 크기, 임계치, 우선순위 결정함수를 변화시켜 줌으로써 광대역망에서 다양한 신호원의 품질요구를 만족시킬 수 있으며 체증을 완화시키는 효과적인 트래픽 제어 기술에 적용될 수 있을 것이다. 본 제안된 우선순위 제어 기법은 향후 백본 스위치 등 대용량의 트래픽 제어에서 각 가입자의 요구된 서비스를 효율적으로 수용하는데 이용될 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- [1] T. Y. Huang and J. L. C. Wu, "Performance analysis of ATM switches using priority schemes," IEEE Proc. Vol.141, Aug. 1994.
- [2] H. J. Chao and D. Jeong, "Generalized priority queue manager design for ATM switches," IEEE Proc. Infocom, 1996.
- [3] <http://www.comsoc.org/pubs/surveys>
- [4] H. J. Chao and I. H. Pekcan, "Queue management with multiple delay and loss priority for ATM

switches," IEEE Proc. ICC, pp.1181-1189, 1994.

[5] A. K. Choudhury and E. L. Hahne, "A new buffer management scheme for hierarchical shared memory switches," IEEE ACM tran. on networking, Vol.5, No.5, pp.728-738, 1997.

[6] A. Kesselman and Y. Mansour, "Harmonic Buffer Management Policy for Shared Memory Switches," IEEE INFOCOM, 2002.

[7] M. L. Chaudhry, "On numerical computation of some discrete-time queues," Computational probability, Kluwer Academic Publisher, pp.365-407, 2000.

[8] G. Gallasi, G. Rigolio, and L. Fratta, "Bandwidth assignment in prioritized ATM Networks," GLOBECOM'90, pp.852-856, 1999.

[9] 김관웅, 이창기, "ATM 네트워크 TCP 성능향상을 위한 평균 전송률 기반의 버퍼관리 알고리즘," 한국통신학회논문지, 제29권, 2B호, pp.263-271, 2004.

저자 소개

김 남 희(Nam-Hee Kim)

중신회원



- 1992년 2월 : 군산대학교 정보통신공학과(공학사)
- 1994년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1997년 8월 : 전북대학교 전자공학과(공학박사)
- 2002년~현재 : 군산대학 컴퓨터정보과학과 조교수  
<관심분야> : 컴퓨터네트워크, 센서망, 트래픽제어

김 변 곤(Byun-Gon Kim)

중신회원



- 1990년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)
- 1997년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학석사)
- 2001년 8월 : 전북대학교 전자공학과(공학박사)
- 2005년 4월~현재 : 군산대 전자정보공학부 전임강사  
<관심분야> : 초고속통신망, 광버스트, 트래픽제어

서 해 영(Hae-Young Seo)

준회원



- 1997년 2월 : 전북대학교 수학교육학과(이학사)
- 2005년 2월 : 전북대학교 수학교육학과(이학석사)
- 2005년 2월~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보과학과 박사과정  
<관심분야> : 컴퓨터네트워크, 큐잉이론

장 정 정(Ting-Ting Jang)

준회원



- 2004년 7월 : 중국 엔타이대학 컴퓨터과학과(공학사)
- 2005년 3월~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보과학과(석사과정)  
<관심분야> : 컴퓨터네트워크, 트래픽제어, 무선망

박 기 홍(Ki-Hong Park)

정회원



- 1982년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과(공학사)
- 1986년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과(공학석사)
- 1995년 3월 : 일본 도쿠시마 시스템공학과(공학박사)
- 1987년~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보과학과 교수  
<관심분야> : 정보검색, 무선통신

한 철 민(Cheol-Min Han)

정회원



- 2002년 2월 : 한남대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2004년 2월 : 전북대학교 전자정보공학과(공학석사)
- 2004년~현재 : 전북대학교 전자정보공학부 박사과정

<관심분야> : performance evaluation & SoC design  
at internet QoS, NGN(Next Gener