

## ATM 망내에서 UPC 감시 알고리즘의 개선에 관한 연구

正會員 朴贊烈\*, 沈永鎮\*\*, 曹龍換\*\*\*

### A Study on the Improvement of UPC Policing Algorithm in the ATM Network

Chan Youl Park\*, Young Jin Sim\*\*, Yong Hwan Cho\*\*\* Regular Members

#### 要 約

본 논문에서는 ATM 망내에서 대표적인 UPC(Usage Parameter Control) 감시 알고리즘 중에 하나인 VSA(Virtual Scheduling Algorithm)을 기반으로, PCR(Peak Cell Rate), QM(Quadratic Mean), LL(Lower Limit) 등의 파라미터들을 이용하여 수락을 요청한 호의 수락 여부 뿐만아니라 수락된 호의 대역 할당과 누락된 호의 적절한 처리도 고려하는 개선된 UPC 감시 알고리즘을 제안하였다. 제안된 감시 알고리즘에서는 허용오차를 구하기 위해 일정한 t값을 사용할 수 있기 때문에 하드웨어적인 오버헤드를 줄일 수 있었다. 실험을 통하여 100개의 호를 상기 두가지 방법으로 각각 접속시킨 결과 제안된 감시 알고리즘의 수행 시간이 VSA 보다 빨랐음을 보였다.

#### ABSTRACT

This thesis proposes the UPC policing algorithm based on the virtual scheduling algorithm(VSA), which is modified. This algorithm is concerned with the policing and bandwidth allocation of admitted cells regarding the management of discarded cells by the effective standard line and the tolerance error. As a result of experiment, the quadratic mean is shown as a standard line, and the tolerance error is obtained by the estimation equation of the population mean. The memory overhead and the computation time can be reduced by using the proposed algorithm.

\*새한이동통신(주) 기술연구소 연구원

\*\*한국전자통신연구소 통신망연구소 NTB연구팀장

\*\*\*한국통신학회이사

論文番號 : 95037-0127

接受日字 : 1995年 1月 27日

## I. 서론

ATM(Asynchronous Transfer Mode)은 망자원 이용의 효율성과 함께 각 응용에서의 다양한 성능 요구 조건을 효과적으로 제공해 주는 B-ISDN(Broadband Integrated Services Digital Network)의 교환 및 다중화 기법이다. ATM에 기초한 B-ISDN의 구성을 위해서는 망에 요구된 QoS(Quality of Services)를 보장할 수 있는 효과적인 트래픽 제어 방법이 필요하다.<sup>(1)</sup>

ATM 망내에서 B-ISDN을 실현하기 위해 트래픽 제어에 관한 많은 연구가 진행 중이나 사용 파라미터 제어(UPC : Usage Parameter Control)에서의 트래픽 파라미터 및 QoS 파라미터 설정 문제, 위반 셀에 대한 조치 방법, 셀 헤더내에 있는 CLP(Cell Loss Priority) 비트의 구체적인 사용 방법 등에 대한 표준화를 포함하여 아직도 해결해야 할 여러가지 문제점들이 남아 있다.<sup>(2)(3)</sup>

트래픽 제어의 목표는 QoS 클래스가 장래의 B-ISDN 서비스를 만족 하도록 하고, AAL(ATM Adaptation Layer) 프로토콜 및 응용에 관계되는 상위계층에 의존하지 않도록 하며, 망 및 시스템 종단의 복잡성을 최소화시켜 망 효율을 극대화 하는 것이다. 트래픽 제어는 망 자원의 할당 메카니즘 및 개별 트래픽 소스의 특성과 밀접한 관련이 있다.

ITU-T(International Telecommunications Union-Telecommunication) 권고안 I.371에서는 트래픽 파라미터 중에서 PCR과 SCR(Sustainable Cell Rate)에 대한 정의만이 규정되어 있으며, 이에 대한 UPC 감시 알고리즘의 개발을 위해 많은 연구가 진행 중에 있다.<sup>(4)</sup> 이에 관련하여, Sumita 등은 Average Rate를 이용한 자원관리함수를 사용하여 버스트 길이와 대역폭을 추정하였으며,<sup>(5)</sup> Guillemin 등은 VSA의 감시 성능을 개선하기 위해 시간변수를 추가로 사용한 Cell Spacing Algorithm에 관한 연구를 수행하였다.<sup>(6)</sup>

사용자와 망간의 접점에서 이루어지는 UPC 감시 알고리즘은 파라미터들의 협정에 따라 두 지점간에 신뢰성을 구축시켜 주고, 위반시에는 적절한 조치를 취해 주며, 전체적인 트래픽의 흐름을 감시하여 폭주에 대한 예방을 하는 등의 기능을 수행하여야 한다. 본 논문에서는

기존의 대표적인 감시 알고리즘인 VSA에 효율적인 기준선의 설정과 적합한 허용오차를 적용한 UPC 감시 알고리즘을 제안하였다.

본 논문의 II장에서는 트래픽 특성과 셀 구조, 파라미터 특성, 트래픽 제어 방법 등에 대하여 기술하였고, III장에서는 현재까지 연구된 주요 사용파라미터 제어 기법인 Leaky Bucket, Virtual Scheduling Algorithm, Jumping Window, Sliding Window, Exponentially Weighted Moving Average, Peak Counters 등에 대하여 기술하였으며, IV장에서는 VSA에 기초한 개선된 UPC 감시 알고리즘을 제안하였다. V장에서는 실험을 통하여 제안된 사용 파라미터 제어 기법에 대한 결과를 고찰하였고, VI장에서는 연구내용의 결과를 기술하였다.

## II. 트래픽 제어

### 1. 트래픽 특성과 셀 구조

B-ISDN/ATM 트래픽의 특징으로는 다양성, 가변성, 전송속도의 광역성 등을 들 수 있다. 다중화된 서비스는 잠재적으로 크고 다양한 지연에 견딜 수 있어야 한다. 그러나 각종 데이터 망에서 패킷들이 다중율로 전송되는 경우, 모든 데이터에 대역폭이 공평하게 할당되지 않기 때문에 버퍼링의 효율을 높이기 위해서는 서비스의 다중화가 필요하다. 또한 ATM 트래픽의 형태는 버스트 특성, 전송지연 및 셀 손실율에 대한 민감도 등으로 분류할 수 있다.

ATM 전송의 기본 단위인 셀은 그림 1 과 같이 5 byte의 셀 헤더구간과 48 byte의 사용자 정보구간으로 구성 된다. UNI(User-Network Interface)와 NNI(Network-Network Interface)의 셀 구조는 그림 1 에서 보는 바와같이 약간의 차이점이 있다.

UNI 에서 사용되는 GFC 구간은 사용자 장치에서 생성되며, 망에 연결된 트래픽에 대해 흐름제어를 제공하는 4-bit 필드이다. 주요 기능으로는 매체접속제어, CBR 서비스에 대한 셀 지터의 감소, VBR 서비스에 대한 공정한 용량 할당, VBR 흐름에 대한 충돌 제어 등이 있다. 또한 연산 방식에는 사용자가 망으로 보내는 트래픽에 대하여 아무런 영향을 주지 않는 비제어 접근 방식과 사용자에 의해 발생된 셀들의 흐름이 UNI에서 제어되는 제어 접근방식의 두가지가 있다.

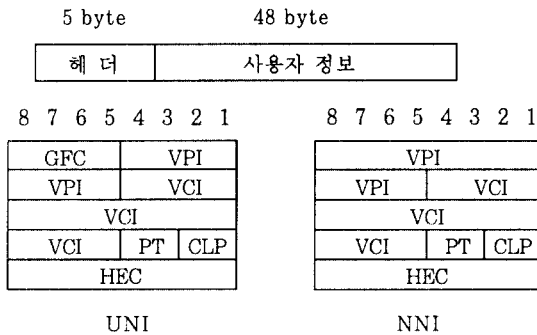


그림 1. ATM 셀 구조

8 or 12 bit로 구성된 VPI와 16 bit로 구성된 VCI는 한 셀의 경로배정을 위한 라우팅 정보를 포함한다. PT는 사용자 정보인지의 여부를 판별하는데 사용되고, CLP는 체증 발생시 셀의 우선순위를 나타내기 위해 사용된다. HEC는 셀 헤더의 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 위한 구간으로서, 셀 오류의 감지 및 정정과 셀 헤더의 판별에 사용된다.<sup>(8)</sup>

2. 파라미터 특성

ATM 망은 다양한 특성을 가지는 트래픽들의 효율적인 제어를 위해 요구된 호의 트래픽 특성에 대한 정보를 필요로 한다. 트래픽 파라미터는 ATM 연결의 트래픽 특성을 나타내는 것으로 ITU-T에서는 트래픽 파라미터를 “특정 트래픽의 특징을 표현하는 인자”로 정의하고 있다. 트래픽 특성을 나타내는 대표적인 트래픽 파라미터들을 보이면 다음과 같다.<sup>(9)(10)</sup>

① SCR 및 BT :

- 기본이벤트 : 등가 단말기내에서의 ATM-PDU(Physical Data Unit) 전송 요청
- ATM 연결의 SCR( $R_s$ )와 BT( $\tau_s$ )는 위의 기본 이벤트 발생시 GCRA( $T_s, \tau_s$ )에 의해 정의된다.  $R_s$ 는 GCRA의 증가 파라미터  $T_s$ 의 역이며,  $\tau_s$ 는 GCRA의 한계 파라미터이다.

② PCR(최대 셀 전송속도) : 최소 셀 도착시간 간격의 역수

③ ACR(Average Cell Rate : 평균 셀 전송속도) : 연결기간 중의 총셀수/연결지속 시간

④ Burstiness(버스트성) : Peak Bit Rate/Average Bit Rate

3. 트래픽 제어

트래픽 제어동작에는 크게 트래픽 제어와 폭주제어로 나누어지는데, 트래픽 제어란 망이 폭주상태로 가는 것을 막기 위해서 망이 취하는 일련의 제어 동작을 총칭하는 말이며, 폭주 제어는 이미 망이 폭주 상태에 빠진 상황에서 폭주의 정도 및 지속 시간을 줄이고, 폭주현상이 다른 망 요소에 미치는 영향을 극소화하기 위한 제어 동작을 말한다. 현재 이용되고 있는 트래픽 제어 기법들은 다음과 같다.

1) 망 자원 관리

① 최대대역 할당

사용자는 서비스 받기를 원하는 최대대역을 망에 요구하고, 망은 사용중인 모든 VCC (Virtual Channel Connection)에서 요구하는 최대대역의 합이 링크의 용량을 넘지 않는 범위내에서 적당한 라우팅과 호 수락 여부를 결정하는 방식이다.

② 등가대역 할당

이 기법은 사용자가 망에 신고한 최대대역, 평균대역, 그리고 최대 버스트 길이 등의 파라미터들을 이용하여 등가대역을 계산한 후, 서비스를 요구한 사용자에게 계산된 대역을 할당하는 방법이다.

2) 고속예약방식

이 방식은 정보가 발생할 때마다 대역의 설정과 해제를 되풀이 함으로써 대역 사용 효율을 향상 시키는 방법이다. 사용자는 대역 설정 요구시 고속 자원관리 셀을 이용하여 필요한 대역을 요청하고 셀을 전송한다. 이 방식에는 망으로부터 긍정적인 응답을 받은 경우에만 셀을 전송할 수 있는 방식과, 망으로부터의 응답과는 관계없이 셀을 전송하는 두가지 방식이 있다.

3) 우선순위제어 방법

B-ISDN 트래픽의 경우에 트래픽의 요구 조건들이 서로 다르므로, 요구되는 평균지연 값과 손실률 값을 만족시켜 주기 위해 우선순위제어를 하게 된다. ATM 스위치에 우선순위제어 기능을 구현하는 방법에는 시간우선순위제어 방법과 손실우선순위제어 방법이 있다.

시간우선순위제어 방법은 버퍼내에서 우선순위가 높은 셀을 먼저 전송해 주어 전체적으로 우선순위가 높은 셀의 큐잉지연 시간을 줄이는 방법이다. 우선순위가 높은 트래픽은 실시간 전송을 요구하는 음성이나 비디오 등의 트래픽이며 호단위로 할당된다.

손실우선순위제어 방법에는 버퍼가 찰때까지 모든 셀

들을 받아 들이다가 버퍼가 찼을때 우선순위가 높은 셀이 오면 낮은 셀과 바꿔지게 하는 Push-Out 메카니즘과 버퍼의 큐가 일정한 기준치를 넘으면 우선순위가 높은 셀들만 받아 들이는 Partial Buffer Sharing의 두가지가 있다<sup>(11)</sup>.

4) 연결수락제어

(CAC : Connection Admission Control)

이 방법은 사용자가 연결 성립에 필요한 자원을 망에 신고하여 망이 이것을 수락하고자 할 경우, 이미 설정된 연결에 대한 서비스 품질을 고려한 후, 새로운 연결에 대하여 망 자원을 할당할 수 있는지의 여부를 결정하는 방법이다. 연결수락제어의 기능 저하에 크게 영향을 미치는 요소로 다중화 장치 등에 의해 셀 지연 변이(Cell Delay Variation)가 발생하는 경우를 들 수 있다.

5) 사용 파라미터 제어

현재까지 연구된 주요 사용 파라미터 제어 기법에 대하여 설명하면 다음 III장과 같다.

III. 사용 파라미터 제어(UPC)

사용 파라미터 제어는 연결수락제어를 통과한 다음 단계로서 사용자가 신고한 가상채널연결(VCC) 및 가상경로연결(VPC) 등의 파라미터 값을 셀 스트림이 준수하는지의 여부를 항상 감시하고, 이를 위반하면 해당 셀을 폐기하거나 위반 표시를 하여 망에 전송하는 기능을 수행한다. 대표적인 감시 알고리즘을 다음에 기술하였다.<sup>(12)</sup>

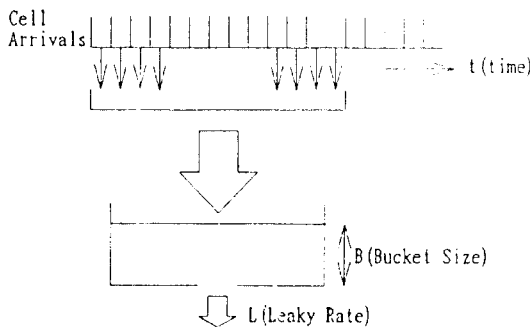


그림 2. Leaky Bucket Algorithm의 개념도

1. Leaky Bucket Algorithm(LBA)

그림 2에서는 LBA의 개념을 보여주고 있다. 시간에 따라 레지스터값이 감소되며, 셀이 도착하면 레지스터값이 증가된다. 만약 레지스터가 기준치를 초과하면 그때 들어온 셀은 Nonconforming cell로 인식된다. 시간에 따른 레지스터값의 감소는 Bucket으로부터 새는 물에 비유하였고, 레지스터값의 증가는 Bucket으로 들어오는 셀 스트림에 비유 하였으며, 기준치의 초과하는 Bucket의 깊이로 비유하였다. 이 메카니즘은 하나의 Up-Down Counter만 필요하므로 하드웨어의 구현이 간단하다는 장점이 있다.<sup>(15)</sup>

그림 3은 Leaky Bucket Algorithm을 나타낸 것으로서, B는 LB(Leaky Bucket)큐의 크기이고, L은 Leaky Rate를 나타낸다. 카운터 S의 초기값은 0이고, 카운터 값은 셀이 도착할 때마다  $i \cdot L$ 만큼 감소된다.  $i$ 가 도착 셀과 그 이전 도착 셀간의 간격을 의미할 때, 이 알고리즘은 현재까지 도착한 각 셀의  $i$ 값과 Leaky Rate를 곱한값들의 총합이 Bucket 크기를 초과하지 않으면 현재 도착된 셀을 받아들이고, 초과한다면 그 셀을 폐기시키는 기능을 수행한다.

2. Virtual Scheduling Algorithm(VSA)

그림 4. 에서는 VSA를 보여주고 있는데, T는 호 설정시 사용자와 망 사이에 협상된 셀간 최소 전송간격을 의미하고,  $\tau$ 는 CDV(Cell Delay Variation)에 의한 기능저하를 개선하기 위해 도입된 허용오차를 나타낸다. 셀 도착시간  $t$ 는 기준선인 이론적 셀 송출 시간 TRT에 의해 관리되며,  $t$ 값이  $X = TRT + T$  보다 크면 셀이 통

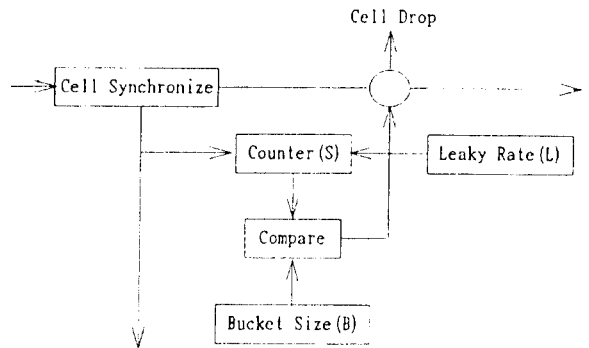


그림 3. Leaky Bucket Algorithm

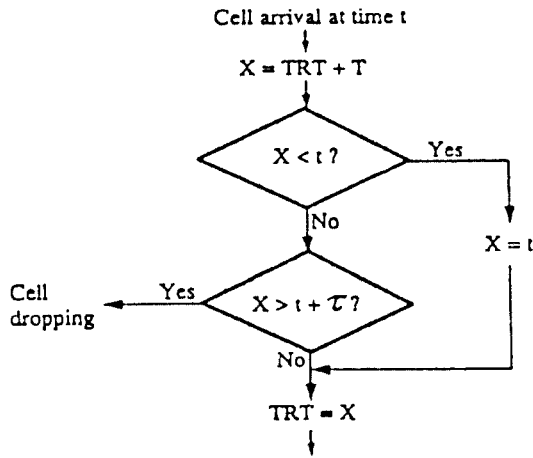


그림 4. Virtual Scheduling Algorithm

과되고, 그렇지 않은 경우에는  $t$ 값에 허용오차  $\tau$ 를 더한 값이  $X$ 보다 작을 때에만 그 셀은 폐기된다.

Guillemin 등은 VSA에 기초하여 Cell Spacing Algorithm을 도출하였는데, 여기에서 사용한 세가지 시간 변수는 다음과 같다.<sup>(6)</sup>

① TRT: cell Theoretical Re-emission Time, 실수 변수. 버퍼링 될때 연속된 두 셀들 사이의 Spacing 값을 보장하기 위해 셀을 TRT 전에 재송출할 수 없다.

② ART: cell Actual Re-emission Time, 정수 변수. 셀의 재송출 시간이 TRT전에 스케줄링 되어 있는 경우에 ART를 사용한다. 이때 ART는 TRT 다음에 재송출 가능한 시간이다. 또한 ART는 실제로 슬롯과 같은 매체를 통해 전송되기 때문에 정수 변수로 표기된다.

③ LRT: cell Last Re-emission Time, 실수 변수. Space-Controller의 연결 동작을 위한 가변수이다. Spacing Algorithm에 의해 TRT값이 할당된다.

망으로 진입하는 각 셀들은 Spacing Algorithm 내의 Space-Controller에 의해 구해진 두개의 연속된 셀 사이의 최소 Spacing 값과 함께 버퍼링 된다. 각 가상 연결은 할당할 수 있는 버퍼의 크기가 제한되어 있기 때문에 자원이 협상된 최대 셀 전송속도를 만족하지 못하거나 Jitter의 영향이 매우 클 경우 도착한 셀들은 버

려진다. 버퍼링시 충돌이 일어날 경우 TRT는 다음 동작을 하지 않기 때문에 ART가 그 다음의 가능한 슬롯과 통신함으로써 연결기능을 수행한다. Cell Spacing Algorithm은 시간변수로 TRT 하나만 사용하여 감시기능을 수행하는 VSA에 몇 가지 변수를 추가함으로써 감시의 성능을 개선한 알고리즘이다.<sup>(6)</sup>

### 3. Jumping Window(JW)

JW 메카니즘은 일정 기간동안 발생한 셀의 갯수를 제한하는 방법으로서, 이 일정기간을 윈도우 크기(window size : T)라 하며, T 시간 이후에 새로운 윈도우가 시작되는 메카니즘을 말한다. 즉 새로운 윈도우는 바로 이전 윈도우의 마지막에서 다시 시작하고, 계수기는 초기치 0 에서 재시작 한다. 따라서 셀이 도착할 때 마다 셀 계수기 값은 0 에서 윈도우 크기까지 변화한다. 이 메카니즘을 구현하기 위해서는 윈도우의 크기를 나타내는 시간 측정기와 윈도우 기간에 발생하는 셀의 갯수를 세는 계수기가 필요하다. 윈도우 기간 내에 셀이 발생할 때마다 계수기를 1씩 증가시키고 윈도우가 끝나면 계수기의 값을 0으로 하는 새로운 윈도우가 시작된다. 최대 허용 셀 갯수를 초과하여 발생하는 셀은 폐기하고, 윈도우 크기와 윈도우 내에 발생하는 최대 허용 셀 갯수를 나타내는 한계 값들로써 소스 트래픽을 감시한다. 한 계값은 하나의 윈도우 크기에서 발생한 최대 셀의 갯수 N을 의미한다. 이밖에도 윈도우의 첫 부분을 셀이 도착하는 시간과 동기시켜 윈도우가 시작되도록 하는 TJW(Triggered JW) 메카니즘이 있다.<sup>(13)(14)</sup>

### 4. Sliding Window(SW)

SW 메카니즘은 일정한 크기의 윈도우 T가 시간축을 따라 이동될 때 윈도우 내에 셀이 발생할 때마다 계수기를 1씩 증가시키고, 이전에 발생한 셀이 현재의 T를 벗어 나면 계수기를 1씩 감소시킴으로써 지난 T 동안 통과된 셀 수를 계수기 값에 의해 알 수 있게 하는 메카니즘이다. T 기간동안 발생할 수 있는 최대 허용 셀 갯수를 N이라 하면 계수기의 값이 N일때 발생한 셀은 폐기 또는 위반 표시를 함으로써 트래픽을 감시하는 방법이다. SW 메카니즘은 T 기간동안 발생한 셀의 갯수와 각 셀의 도착시간에 대한 정보를 기억하고 있어야 하므로 JW 메카니즘보다 하드웨어 구현이 어렵다. SW의 카운터 범위가 0 부터 N 까지 일때, SW값과 N값 보다 더

큰 값을 상한선으로 한 일반화된 SW 알고리즘의 성능을 비교 분석한 결과, 일반화된 알고리즘의 셀 처리율이 더 개선된 결과를 얻었다.<sup>(15)</sup>

5. Exponentially Weighted Moving

Average(EWMA)

EWMA 메카니즘은 JW 메카니즘과 같이 연속된 일정간격 크기의 윈도우를 사용한다. JW 메카니즘에서는 각 윈도우에서 허용되는 최대 셀 갯수가 변하지 않는 것에 반해, EWMA 메카니즘에서는 현재 윈도우에서 허용되는 최대 셀 수가 이전 윈도우에서 발생한 셀 수에 따라 변하게 된다. 즉, 이전 윈도우에서 셀이 최대 허용 갯수보다 작게 발생하면 현재 윈도우에서의 최대 허용 셀 수는 적절한 계산에 의해 구해진 값 만큼 감소하게 된다. JW에서의 N은 각 윈도우 내에서 수락된 셀들의 평균 갯수에 대한 함수로 나타내는 반면, EWMA는 지수적 가중 함수로 표현 되어진다. EWMA 메카니즘의 성능은 event-by-event 시뮬레이션 등의 방법을 사용하여 평가할 수 있다.<sup>(13)</sup>

6. Peak Counters(PC)

PC 메카니즘은 평균 계수기와 최대 계수기로 구성된다. 평균 계수기는 평균 계수기 기준값(Ta), 최대값(Q), 그리고 감소율(Ba)을 이용하여 입력 소스 트래픽의 평균 비트율을 감시한다. 최대 계수기는 최대 계수기 최대값(Tp)과 감소율(Bp)을 사용하여 평균 계수기 값이 평균 계수기 기준값 이상되는 셀 수를 나타낸다. 셀이 발생하였을때 평균 계수기의 값은 Ta보다 작으면 평균 계수기의 값을 1씩 증가하며, Ta보다 크면 최대 계수기의 값은 1씩 증가한다. 또한 셀 발생시 평균 계수기의 값이 Q이거나 최대 계수기의 값이 Tp일 경우 이 셀은 폐기된다.<sup>(16)</sup>

Ⅳ. UPC 감시 알고리즘의 제안

ITU-T 권고안 I.371 에서는 PCR과 SCR에 대한 정의만 규정되어 있기 때문에 본 연구에서 제안하고자 하는 새로운 감시 알고리즘을 구현하기 위해서는 기존의 연구들에서 사용되었던 파라미터들 뿐만아니라 구현하고자 하는 알고리즘의 특성에 맞는 새로운 파라미터들에 대한 정의가 필요하다.

1. 사용 파라미터

본 논문에서 제안한 알고리즘에서는 PCR, ACR 의에 LL, TE, QM 등의 파라미터들을 다음과 같이 정의하여 사용하였다.<sup>(17)</sup>

- ① PCR(Peak Cell Rate) : 최소 셀 도착시간 간격의 역수
- ② ACR(Average Cell Rate) : 연결기간 중의 총셀수/연결지속 기간
- ③ LL(Lower Limit) : 하한선
- ④ TE(Tolerance Error) : 허용오차
- ⑤ QM(Quadratic Mean) : 평방 평균

본 논문에서 PCR은 트렁크에 대역을 요청한 호의 예약 대역폭 통보 및 이미 통보된 호를 감시하기 위한 상한선으로, QM은 기준선으로, LL은 허용오차를 고려한 하한선으로 사용되었다. 알고리즘의 구성을 위해서 UPC 단계를 포함한 전체적인 셀들의 흐름도를 보이던 그림 5와 같다.

2. 알고리즘 제안

본절에서는 대표적인 UPC 감시 알고리즘 중에 하나인 VSA를 기반으로, 앞절에서 언급한 PCR, QM, LL 등의 파라미터들을 이용하여 수락을 요청한 호의 수락 여부 뿐만아니라 수락된 호의 대역 할당과 누락된 호의 적절한 처리도 고려하는 UPC 감시 알고리즘을 제안한다.

제안된 알고리즘의 프로그램 흐름도를 나타낸 그림 6을 보면 망에 이미 신고되어 있는 호들의 최대 예약 대역폭인 PCR을 상한선으로 설정하여 도착한 셀간 간격

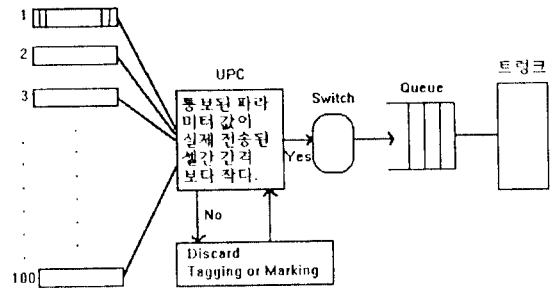


그림 5. 셀들의 흐름도

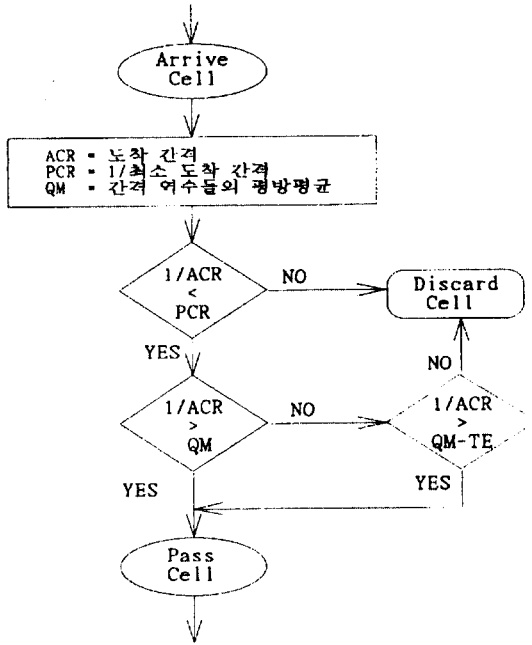


그림 6. 제안된 알고리즘의 프로그램 흐름도

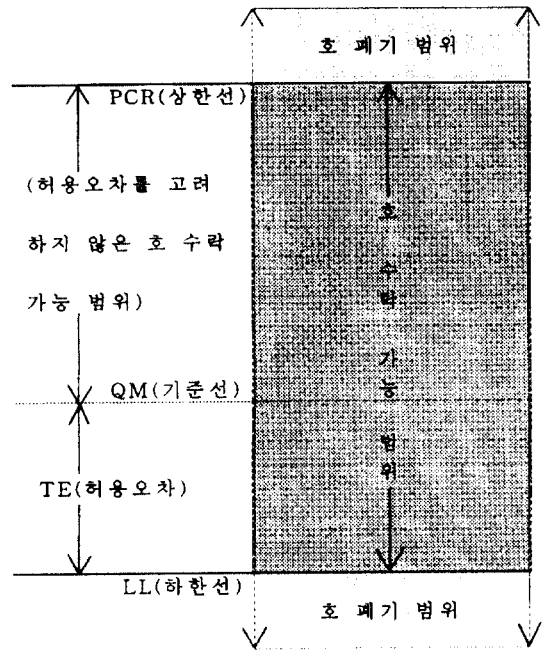


그림 7. 허용오차를 고려한 호 수락범위

의 역수값이 PCR보다 크면 discard 하고, 적으면 다음 단계로 넘어간다. 그 다음 QM을 기준으로 하여 셀 간 간격의 역수값에 허용오차를 더한값이 QM보다 적을 때 그 셀은 폐기시킴을 알 수 있다. 허용오차는 신뢰수준 99%를 갖는 모평균 추정식을 사용하여 구하였다.

그림 7은 제안된 알고리즘내에서 사용한 호 수락 범위에 대한 개념을 나타낸 것이다.

### V. 실험 및 결과 분석

본 장에서는 제안된 알고리즘을 시뮬레이션 하기 위한 실험 환경에 대하여 설명 하였으며, 또한 본 논문에서 제안한 알고리즘을 시뮬레이션한 결과와 기존의 알고리즘인 VSA에 의한 시뮬레이션 결과를 비교 분석 하였다.

#### 1. 실험을 위한 가정

본 논문에서 제시한 알고리즘을 수행하기 위해서는 Queue의 형태나 파라미터 값 등에 대한 가정이 선행 되어야 한다. 호가 망에 서비스를 요청하는 경우, 접속

을 대기하는 Queue의 형태는 먼저 도착한 호가 먼저 서비스를 받는 First Come First Serve로 하였다. 각 연결에서 트래픽 도착은 지수분포를 따르며, Burst의 셀 수는 기하분포를 따르고, 모든 연결은 동일한 트래픽 특성을 가진다고 가정하였다.

셀 전송 시간과 도착사이 시간간격은 실제로  $\mu\text{sec}$  단위이지만 실험에서는 계산시간의 단축을 위해 msec 단위를 사용하였고, 분석을 위한 데이터는 C언어의 난수 발생기를 이용하였다. 또한 100개의 호를 하나의 호그룹으로 하였으며, 출력 트렁크의 최대 용량은 40Mbps로 가정하였다.<sup>(18)</sup>

표 1. 파라미터 값

분류	가정 사항
도착사이 시간간격	난수(4~5) msec
호의 갯수	100 호
출력트렁크의 용량	40 Mbps

2. 시뮬레이션 결과 분석

1) 기준선 설정

난수발생기에 의해 생성된 10000개의 셀이 호(100개의 셀) 단위로 접속이 완료 되었음을 가정하고, k번째 호의 100개 셀들의 접속시간간격 역수에 대한 평방평균을 확률변수  $X_k$ 라 하면, 100개의 호에 대한  $X_1, \dots, X_{100}$ 은 모평균이  $\mu$ 이고 모분산이  $\sigma^2$ 인 미지의 모집단으로부터 추출된 확률표본이라 할 수 있다. 100개의 확률표본  $X_1, \dots, X_{100}$ 으로부터 다음의 식을 이용하여 표본평균과 표본분산을 구할 수 있다.

$$\text{표본분산} : S^2 = \frac{\sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2}{(n - 1)}$$

$n$  : 100개의 호 (표본크기)

$X_k$  : k번째 호의 100개 셀들의 접속시간간격 역수에 대한 평방평균값

$$\bar{X} = \frac{\sum_{k=1}^{100} X_k}{100} \quad (\text{표본평균})$$

또한 각 호의 100개 셀들의 접속시간간격 역수에 대한 산술평균, 기하평균, 조화평균 각각을 확률변수로 하여 상기와 같은 방법으로 각 확률표본의 표본평균과 표본분산을 구할 수 있다.

표 2는 10000개의 셀을 받아 들이는 경우, 100개의 호에 대한 각 셀 도착 간격의 역수들을 데이터로 하여 구한 산술평균, 기하평균, 조화평균, 평방평균에 대한 각각의 분산을 비교한 실험 결과이다. 실험 결과 평방평균의 분산이 다른 평균의 분산에 비해 분산값이 적고 안정적인 것으로 나타났기 때문에 본 논문에서는 평방평균을 기준선으로 설정하였다. 특히 분석 데이터가 도착간격의 역수인 경우일때, 조화평균값은 기존의 평균 셀 전송속도와 같음을 알 수 있다.

표 2. 각 실험에 대한 각 평균들의 표본분산값

실험수 평균	평방평균	산술평균	기하평균	조화평균
1차 실험	24.179	28.233	51.219	181.253
2차 실험	29.519	33.337	45.661	136.453
3차 실험	24.222	30.317	48.768	176.097
4차 실험	29.298	36.113	53.958	150.882

2) 허용오차 설정

평균이  $\mu$ 이고 분산이  $\sigma^2$ 인 임의의 모집단에서 표본크기  $n$ 이 상당히 클때 분산이  $\sigma^2/n$  인 정규분포를 따른다 (Central Limit Theorem).<sup>(19)</sup> 모분산  $\sigma^2$ 이 미지인 경우, 표본표준편차  $S$ 가 모 표준편차  $\sigma$ 의 일치추정량 (Consistent Estimator)이므로 표본크기  $n$ 이 충분히 클때( $n \geq 30$ )에는  $\sigma$ 대신  $S$ 를 대입할 수 있다.  $n$ 개를 임의로 추출한 표본의 평균 값을  $\bar{X}$ 라고 하면 모평균  $\mu$ 에 대한 구간추정은 다음식과 같다.

$$\bar{X} - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$\bar{X}$  : 표본 평균

$n$  : 표본 개수

$\mu$  : 모 평균

$t$  : 신뢰수준을 나타내는 수치

$S$  : 표본표준편차

본 논문에서는 100개의 호를 감시할 때, 평균 셀 속도 미치지 못하는 셀들에 대한 하한선을 설정하기 위해 신뢰수준 95%와 99%의 각각에 대한 허용오차를  $t \frac{S}{\sqrt{n}}$ 에 의해 구하였다.

표 3에서는 각  $t$ 값에 따라 통과된 호수를 보여주고 있다.

그림 8은 100개의 호에 대한 각 셀 도착 간격의 역수들을 데이터로 하여 구한 평방평균을 기준선으로 하였을 때,  $t$ 값의 변화에 따른 통과된 호수를 보여주고 있으며,  $t$ 값이 2.58인 시점부터 모든 호들은 수락됨을 알 수 있다.

3) VSA와 제안된 알고리즘의 비교 분석

비교 분석을 위한 기본 데이터로는 셀들간 도착사이 시간간격의 역수들을 사용하였으며, 100개의 연속적인 호 접속을 가정하여, 기존의 VSA과 제안된 감시 알고리즘의 성능을 시뮬레이션을 통하여 비교 분석하였다.

표 4는 VSA 감시 알고리즘과 본 논문에서 제안된 감시 알고리즘을 시뮬레이션을 통하여 비교 분석한 것을 보여주고 있다. 기존의 VSA에서는 여러번의 반복 실험을 통하여 구한 이론적 셀 송출 시간을 기준선으로 설정한 반면, 본 논문에서 제안한 알고리즘에서는 간단한 평방 평균식에 의해 구한 값을 기준선으로 설정하였기 때문에 메모리의 오버헤드를 줄일 수 있었다. 또한 VSA는 모든 셀에 대한 셀 지연 변이의 정확한 측정이 필요



표 3. t값에 따른 통과 호수

t 값 시행수	t = 1	t = 1.96	t = 2.58
1	84.099950	95.730000	97.325000
2	86.730700	94.687990	96.286800
3	89.276520	90.778000	99.125000
4	81.253640	93.324000	95.486700
5	86.709560	92.762000	99.525990
6	83.229130	93.472000	97.374000
7	84.876740	90.778000	96.167990
8	85.178310	92.762000	97.958000
9	84.099950	93.238000	97.736000
10	80.880950	92.762000	96.868000
11	86.730700	93.324000	95.730000
12	85.161580	95.730000	97.913990
13	83.229130	90.778000	98.424000
14	88.509510	94.687990	97.488000
15	81.253640	92.762000	99.902000
16	86.730700	93.238000	97.846000
17	81.900670	90.778000	96.167990
18	84.099950	93.324000	97.586000
19	83.670510	93.020000	99.555990
20	86.709560	90.778000	97.566000

t 값 시행수	t = 1	t = 1.96	t = 2.58
21	86.939530	92.762000	95.764000
22	84.867980	93.238000	97.958000
23	83.229130	93.324000	99.364000
24	82.694460	90.778000	98.201990
25	86.709560	93.020000	97.009990
26	91.577200	90.778000	98.631990
27	84.876740	92.762000	99.525990
28	80.335470	93.238000	99.104000
29	88.661790	90.778000	97.488000
30	93.472000	93.324000	99.162000
31	86.709560	93.020000	99.936000
32	90.778000	90.258000	97.913990
33	92.762000	94.687990	95.166000
34	89.226000	93.332000	97.798000
35	90.258000	91.091990	97.852000
36	93.332000	90.477990	99.902000
37	89.758000	93.004000	99.228000
38	91.091990	95.730000	99.137990
39	90.477990	95.764000	99.529990
40	93.004000	93.004000	95.166000

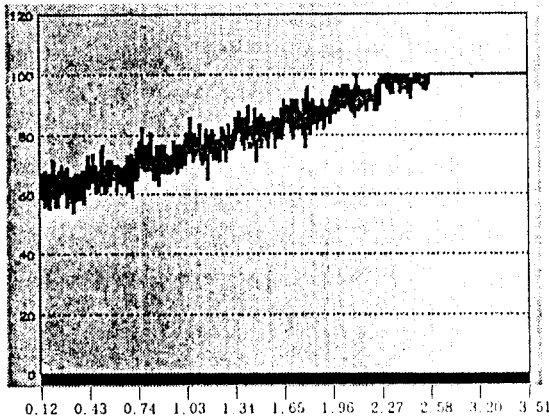


그림 8. 평방평균이 기준선 일때 t값의 변화에 따른 호 통과수

한 반면, 제안된 감시 알고리즘에서는 허용오차를 구하기 위해 일정한 t값을 사용할 수 있기 때문에 메모리나 하드웨어적인 오버헤드를 줄일 수 있었다. 시뮬레이션을 통하여 100개의 호를 다음의 두가지 방법으로 각각 접속시킨 결과 제안된 감시 알고리즘에 의한 수행 시간이 VSA 보다 개선되었음을 보였다.

### VI. 결 론

본 논문에서는 대표적인 UPC 감시 알고리즘 중에 하나인 VSA를 기반으로, PCR, QM, LL 등의 파라미터들을 이용하여 수락을 요청한 호의 수락 여부 뿐만 아니라 수락된 호의 대역 할당과 누락된 호의 적절한 처리도 고려하는 개선된 UPC 감시 알고리즘을 제안하였다.

10000개의 셀을 받아들이는 경우, 100개의 호에 대한 각 셀 도착 간격의 역수들을 데이터로 하여 구한 산술평균, 기하평균, 조화평균, 평방평균에 대한 각각의

표 4. VSA와 제안된 알고리즘의 비교

(100호)	VSA	제안된 알고리즘
분석내용	이론적 셀 송출 시간과 실 송출 시간의 차이	셀 도착간격의 역수와 PCR, QM, LL과의 관계
기준선	TRT : 이론적 셀 송출 시간	평방 평균값
	셀 도착시간에 대한 측정과 PCR 및 CDV의 측정에 의한 Update	100개의 호에 대한 각 셀 도착 간격의 역수들을 데이터로 하여 구함
허용오차	셀 지연 변이	모평균 $\mu$ 에 대한 구간 추정식
	모든 셀에 대한 CDV의 정확한 측정이 필요	99% 신뢰수준을 만족하는 $t=2.58$ 을 사용 함으로써 메모리의 오버 헤드 감소
신속성	PCR, CDV의 측정만으로 신속	QM의 측정시간으로 신속성 감소
처리시간	1.2630(초)	0.9510 (초)

표본분산을 비교한 실험 결과 평방평균의 표본분산이 다른 평균의 표본분산에 비해 분산값이 적고 안정적인 것으로 나타났기 때문에 본 논문에서는 평방평균을 기준선으로 설정하였다. 또한 평방평균을 기준선으로 하였을 때, 실험의 결과  $t$ 값이 2.58인 경우 모든 호들이 수락됨을 알 수 있었기 때문에  $t = 2.58$ 인 모평균에 대한 구간추정식을 사용하여 허용오차를 구할 수 있었다.

기존의 VSA에서는 여러번의 반복 실험을 통하여 구한 이론적 셀 송출 시간을 기준선으로 설정한 반면, 본 논문에서 제안된 알고리즘에서는 간단한 평방 평균식에 의해 구한 값을 기준선으로 설정하였기 때문에 메모리의 오버헤드를 줄일 수 있었다. 또한 VSA는 모든 셀에 대한 셀 지연 변이의 정확한 측정이 필요한 반면, 제안된 감시 알고리즘에서는 허용오차를 구하기 위해 일정한  $t$  값을 사용하고 있기 때문에 메모리나 하드웨어적인 오버헤드를 줄일 수 있었다. 시뮬레이션을 통하여 100개의 호를 VSA와 본 논문에서 제안된 방법으로 각각 접속시킨 결과 본 논문에서 제안된 감시 알고리즘에 의한 수행 시간이 VSA 보다 개선되었음을 보였다.

### 참고문헌

1. J. W. Robert, "Traffic Control in the B-ISDN", 1993.
2. 한국통신, "ATM 망에서의 트래픽 제어방식의 연구", 1994. 2.
3. J. Jung, A. Gravey, "QoS Management and Performance Monitoring in ATM Networks", IEEE GLOBECOM, pp.708-712. 1993.
4. ITU-TS Rec. (Former CCITT Rec. I.371), 1992.
5. M. Sumita, K. Watanabe "A Study on Average Rate Usage/Network Parameter Control as an Element for Effective ATM Traffic Management", IEICE, 1993.
6. F. Guillemin et al., "Peak Rate Enforcement in ATM Networks", IEEE INFOCOM pp.752-758, 1992.
7. K. Tutufor, "On Admission Control and Policing in an ATM Based Networks", in Proceedings of ITC, 1990.
8. R. O. Onvural, "Asynchronous Transfer Mode Network : Performance Issues", 1993.
9. CCITT SG X, Report TD 36, Geneva, Jun. 1991.
10. A. M. Moller, "Equivalence of Policing Mechanisms", IBCN & S, Apr. 1993.
11. 張在申, 申炳喆, 朴權喆, "우선순위제어 기능을 가진 ATM 스위치의 성능 분석", 한국전자통신연구소,

1993.  
 12. H. Hemmer, P. T. Huth, "Evaluation of Policing Functions in ATM Networks", IAC, 1991.  
 13. E. P. Rathgeb, "Modeling and Performance Comparison of Policing Mechanisms for ATM Networks", IEEE JSAC, Vol. 9, No. 3, pp.325-334, Apr. 1991.  
 14. K. Shimokoshi, "Evaluation of Policing Mechanisms for ATM Networks", Vol. E76-B, No. 10, Nov. 1993.  
 15. B. Lague, C. Rosenberg, F. Guillemin, "A Generation of Some Policing Mechanism", IEEE INFOCOM, 1992.

16. D. K. Hsing, "Performance Study on The "Leaky Bucket" Usage Parameter Control Mechanism with CLP Tagging", IEEE, pp.359-364, ICC 1993.  
 17. F. Guillemin, A. Dupuis, "A Basic Requirement for The Policing Function in ATM Networks", Computer Networks and ISDN Systems 24 pp.311-320, North-Holland, 1992.  
 18. 한국통신, "B-ISDN 망 시뮬레이터 개발을 위한 요구 조건 분석 연구", 1992. 12.  
 19. A. Populis, "Probability, Random Variables, and Stochastic Processes", Third Edition, Electronical & Electronic Engineering Series, 1991.



朴贊烈(Chan Youl Park) 정회원

1969년 8월 11일생  
 1993년 2월 : 대전대학교 전자계산학과 졸업(공학사)  
 1995년 2월 : 충북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

1995년 3월~현재 : 새한이동통신(주) 기술연구소 연구원  
 ※주관심 분야 : ATM망 트래픽 제어, 멀티미디어 통신, 고속·양방향 페이징, CT-2 시스템 등



沈永鎭(Young Jin Sim) 정회원

1952년 9월 5일  
 1980년 2월 : 고려대학교 전자공학과(학사)  
 1990년 8월 : 한국과학기술원(KAIST) 전산학과(석사)

1980년~1983년 12월 : 한국전자통신연구소 전임연구원  
 1984년 1월~현재 : 한국통신 연구개발원 통신망연구소 책임연구원

1984년 1월~1985년 12월 : 신호방식(CCITT R2, CCITT No.7 등)연구

1986년 1월~1989년 12월 : 장거리회선감시제어 시스템(TLMOS) 개발책임자

1989년 1월~1992년 11월 : 협대역 ISDN연구개발(실장) HAN/B-ISDN 프로젝트 기획

1992년 11월~1994년 3월 : 통신망연구소 연구기획실장 겸 광대역시협망연구실장

※주관심 분야 : B-ISDN Network Planning  
 초고속 정보통신 서비스 및 멀티미디어 통신 서비스  
 B-ISDN 성능 및 품질 평가 기술



曹龍煥(Yong Hwan Cho) 정회원

1950년 12월 19일생  
 1974년 2월 : 고려대학교 수학과(이학사)  
 1976년 9월 : 고려대학교 대학원 통계학과(이학석사)

1989년 9월 : 고려대학교 대학원 통계학과(이학박사)  
 1978년 3월~1981년 10월 : 한국전자통신연구소, 통신망계획실 선임연구원

1991년 6월~1992년 8월 : 미국 Nevada 주립대학교(UNLV), 전기 및 컴퓨터공학과 교환교수

1982년 3월~현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 교수  
 1992년 8월~현재 : 충청지역정보화 추진협의회 운영위원  
 1993년 7월~현재 : 청주지역종합정보센터 상임이사  
 1993년 11월~현재 : 한국통신학회 이사, 충북지부장  
 1995년 11월 : 한국통신학회 공로상

※주관심 분야 : 트래픽 엔지니어링, B-ISDN, 이동통신, 지역정보화, Bayesian 추론