

멀티미디어 트래픽 제어를 위한 Hybrid LB-TJW 알고리즘에 관한 연구

正會員 이 병 수*, 구 경 옥**, 박 성 곤***, 조 용 환****

A Study on Hybrid LB-TJW Algorithm for Multimedia Traffic Control

Byeong-Su Lee*, Kyung-Ok Gu**, Sung-Gon Park***, Yong-Hwan Cho**** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 멀티미디어 트래픽 제어를 위한 Hybrid LB-TJW(Leaky Bucket-Triggered Jumping Window) 알고리즘을 제안하고, 그 성능을 평가 분석하였다. Hybrid LB-TJW 알고리즘은 최대비트율 제어기와 평균비트율 제어기로 구성되는 구조를 가지고 있다. 일반적으로, LB(Leaky Bucket) 알고리즘은 최대비트율을 위반하는 셀들을 제거하는 특성을 가지고 있다. 그리고, LB 알고리즘에서 평균비트율에 대한 성능은 윈도우를 이용하는 JW(Jumping Window)나 TJW(Triggered Jumping Window) 알고리즘 보다 다소 좋지않은 특성을 가지고 있다.

본 논문에서는 최대비트율 파라미터 뿐만아니고 평균비트율 파라미터를 동시에 고려하여 최대비트율은 위반하지만 평균비트율 파라미터를 위반하지 않는 경우에는 망으로 셀을 전달하게 하는 Hybrid LB-TJW 알고리즘을 제안하였다.

LB 알고리즘과 제안된 Hybrid LB-TJW 알고리즘을 비교 분석하기 위하여 MMPP(Markov Modulated Poisson Process) 모델을 이용하였고, 음성, 정지화상, 및 동화상 트래픽을 적용한 결과로서 제안된 LB-TJW 알고리즘이 LB 알고리즘보다 셀 손실율과 버퍼크기를 1/2정도로 줄일 수 있음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, the hybrid LB-TJW(Leaky Bucket-Triggered Jumping Window) algorithm for multimedia traffic control is proposed and its performance is evaluated and analyzed. Its architecture is composed of the peak bit rate controller and the average bit rate controller. Generally, the cell which violates the peak bit rate is discarded in LB

*중외메디칼(주)

**영동전문대학 사무자동화과

***원주전문대학 전산정보처리과

****충북대학교 컴퓨터공학과

論文番號:97127-0407

接受日字:1997年 4月 7日

algorithm, and the average bit rate of JW or TJW algorithm is better than that of LB algorithm.

However, the hybrid LB-TJW algorithm passes it through the network if the cell does not violate the peak bit rate. If the cell violates the peak bit rate, the hybrid LB-TJW algorithm passes it to the average bit rate controller which performs the TJW algorithm to monitor the average bit rate of input traffic. The TJW algorithm monitors the cell that violates the average bit rate. If the cell does not violate the average bit rate, the LB-TJW algorithm passes it through the network.

As simulation results, the cell loss rate and the buffer size of the LB-TJW algorithm is reduced to half as much as those of LB algorithm.

I. 서 론

최근 기술의 급격한 발전으로 컴퓨터 시스템의 정보처리 능력이 비약적으로 향상되고 있고, 광통신 기술의 발전에 따라 고속 광대역 통신이 가능하게 됨에 따라 통신 서비스의 형태가 과거의 단순화일이나 텍스트 정보 등의 모노미디어 형태에서 음성, 그래픽, 영상 등으로 구성되는 멀티미디어 형태로 바뀌고 있으며 그 수요 또한 증가 추세에 있다. 이와같은 다양한 멀티미디어 서비스들을 제공하기 위해 B-ISDN은 ATM(Asynchronous Transfer Mode)을 전송방식으로 채택하고 있다.

ATM은 대역폭 할당에 있어 유연성을 제공하고, 통계적 다중화 방법을 이용하여 대역폭 사용에 효율을 높이고 있다. 그러나, 이러한 통계적 다중화 및 불확실한 트래픽 특성으로 인하여 망은 폭주상태에 빠질 수 있으며, 과도한 셀 지연 및 셀 손실이 발생할 수 있다. 따라서 사용자가 요구하는 QoS(Quality of Services)를 보장하고 망내의 자원을 효과적으로 공유하기 위해서는 연결 설정단계나 정보 전송단계에서 적절한 트래픽 제어가 요구된다[1][2].

ATM 망의 트래픽 제어방법은 크게 예방제어(Preventive Control)와 반응 제어(Reactive Control)로 분류된다. ITU-TS 권고안 I.371에서는 폭주 예방 기능으로 연결수락제어(CAC: Connection Admission Control), 사용/망 파라미터 제어(UPC/NPC: Usage Parameter Control/Network Parameter Control), 자원관리, 우선순위 제어(PC: Priority Control) 및 트래픽 셰이핑 기능을 정의하였으며, 폭주 회복 기능으로 선택적 셀 폐기 및 명시적 전방 폭주 표시(EFCC: Explicit Forward Congestion Control)를 정의하고 있다.

본 논문에서는 사용 파라미터 제어 측면에서 트래픽 제어의 성능향상을 주안점으로 고려하였다. 이와 같은 사용 파라미터 제어는 연결 수락 제어에 의해 호가 설정된 후 망 차원의 사용에 있어서 사용자가 호 설정시 협약된 각종 트래픽 파라미터를 준수하는지의 여부를 항상 감시하고, 위반하는 경우 해당 셀을 폐기하거나 위반표시를 하여 망내에 전송하고 망이 폭주상태인 경우에는 해당 셀을 폐기시키는 기능을 수행한다.

지금까지 제안된 사용 파라미터 제어 알고리즘 중에서 성능이 우수하고 보편적으로 활용되는 LB (Leaky Bucket) 알고리즘은 구현이 쉽고 버스티한 특성을 가지는 트래픽의 최대비트를 제어에는 비교적 우수한 성능을 제공한다. 그러나, 버스티한 트래픽의 평균비트율을 제어하기 위해서는 버퍼크기나 계수기 한계값이 비현실적으로 커져 실질적 구현이 어려워지며, 계수기 한계값이 작으면 정상 트래픽에 대해 잘못된 트래픽 제어를 발생시켜 서비스 품질을 저하시킬 수 있으므로 평균비트율 제어에는 효과적이지 못한 것으로 알려져 왔다[3][4][5].

본 논문에서는 LB 알고리즘의 문제점을 해결하기 위해 Hybrid LB-TJW 알고리즘을 제안하고 그 성능을 LB 알고리즘과 비교분석하였다.

본 논문은 제 2 장에서 LB와 TJW 사용 파라미터 제어 알고리즘과 문제점들에 대해 살펴보고, 제 3 장에서는 문제점들의 개선 방법으로 본 논문에서 제안하는 Hybrid LB-TJW 알고리즘을 기술하고, 제 4 장에서 LB와 제안하는 Hybrid LB-TJW 알고리즘의 성능을 비교분석하였다. 마지막으로 제 5 장에서는 결론을 기술하였다.

II. 사용 파라미터 제어 알고리즘과 문제점

사용 파라미터 제어는 연결 수락 제어에 의해 호가 설정된 후 망 차원의 사용에 있어서 사용자가 호 설정시 협약된 각종 트래픽 파라미터를 준수하는지의 여부를 항상 감시하고, 위반하는 경우 해당 셀을 폐기하거나 위반표시를 하여 망내에 전송하고 망이 폭주상태인 경우에는 해당 셀을 폐기시키는 기능을 수행한다.

대부분의 사용 파라미터 알고리즘은 LB와 JW 알고리즘으로 분류되어질 수 있다. LB 알고리즘은 ATM 망에서 고려되는 전형적인 사용 파라미터 제어기법 중 하나이며, 일정한 시간마다 토큰을 발생시키는 토큰 발생기를 이용하는 방법으로 발생된 토큰은 크기가 한정된 토큰 풀에 채워진다. 변수 제어 기능이 일어나는 위치에 도달하는 셀은 토큰 풀의 토큰 하나를 소모하면서 망으로 전송되며, 만약 토큰 풀에 토큰이 없으면 그 셀은 폐기되거나 위반표시된다.

LB 알고리즘은 ATM 망에서 고려되는 전형적인 사용 파라미터 제어기법으로 구현이 쉽고 버스티한 특성을 가지는 트래픽의 최대비트를 제어에는 비교적 우수한 성능을 제공하지만 평균비트를 제어에는 문제점을 가지고 있다. LB 알고리즘에서 최대비트를 제어는 토큰 발생율의 조절로 가능하나 평균비트를 제어하기 위해서는 일정한 측정 알고리즘을 필요로 한다. 평균비트를 측정하기 위해 요구되는 측정 시간은 고속의 ATM망에서는 측정기간 중에 접속이 종료되거나 이미 망이 폭주상태에 빠지게 되는 등, 측정을 할 수 없게 되는 여러가지 문제점이 발생하게 된다.

한편 LB 알고리즘에서 셀 손실율을 줄이기 위해서는 계수기 한계값을 올려주어야 한다. 그러나 이 경우 10^{-5} 의 셀 손실율을 얻기 위해서 10^5 이상의 계수기 한계값이 필요하며, 실제 ATM이 요구하는 10^{-9} 이상의 셀 손실율을 얻기 위해서는 비현실적인 버퍼 수나 계수기 한계값으로 인하여 실제적 구현이 어려워지게 된다. 또한, 큰 계수기 한계값으로 인한 긴 측정시간은 협약한 파라미터를 위반하는 트래픽에 매우 느린 반응을 보이게 되어 망을 폭주상태에 빠뜨릴 수 있게 된다[4][5].

LB 알고리즘은 JW 알고리즘과 같이 윈도우를 이용

하는 알고리즘에 비하여 구현하기 쉽고 최대비트율을 쉽게 제어할 수 있는 장점에도 불구하고 평균비트율 제어에는 윈도우 기반의 알고리즘에 비하여 성능이 떨어지는 것으로 평가되고 있다[10]. 또한, LB 알고리즘은 폭주상태에서 파라미터 감시의 엄격성 때문에 유용한 정보를 폐기시키게 되는 단점이 있다.

이와 반면에 JW 알고리즘은 일정한 크기의 시간간격의 윈도우를 설정하고 하나의 윈도우안에 받아들일 수 있는 셀의 수를 정한 후, 보내는 셀의 수를 일정한 시간간격으로 감시하는 방법이다. 계수기 값이 정해진 셀의 수와 같아지면 이후에 도달하는 셀들은 새로운 윈도우가 시작될 때까지 폐기되거나 위반표시가 된다. 새로운 윈도우는 바로 전 윈도우의 끝에서 다시 시작되고 셀수를 세는 계수기는 새로운 윈도우의 시작과 함께 0이 된다. 따라서 셀이 도달할 때마다 셀 계수기의 값은 0에서 윈도우의 크기까지 변화한다. JW 알고리즘은 다른 윈도우 알고리즘보다 간단하며 구현하기 쉬운 반면에 LB 알고리즘보다 셀 손실율이 큰 단점이 있다.

이와 같이 JW 알고리즘이 셀의 흐름과 동기화되어 있지 않은 점을 개선한 알고리즘이 TJW이다. TJW 알고리즘은 이전 윈도우가 끝난 후 첫번째 셀이 도착할 때 새로운 윈도우가 시작되는 방법이다. 즉, TJW에서는 셀이 도착하면 일정한 시간만큼 셀을 받아들인다. 이때 도착한 셀의 수가 윈도우의 크기를 벗어나면 셀은 폐기된다. 그리고 나서 시간간격이 지난 후에 또 다른 셀이 도착하면 그때부터 다시 일정한 시간간격동안 셀을 받아들이게 되는 방식으로 이루어진다.

그러나, JW와 TJW 알고리즘 같이 일정 시간간격의 윈도우를 사용하는 제어 알고리즘은 윈도우 간격보다 더 긴 변동을 허용하지 못하며 큰 계수기를 필요로 하기 때문에 위반셀에 대해 즉각적인 반응을 보이지 못하는 단점이 있다.

III. Hybrid LB-TJW 사용 파라미터 제어 알고리즘

최대비트율을 쉽게 제어할 수 있는 반면에 평균비트율 제어에는 다소 성능이 떨어지는 LB 알고리즘과 평균비트율의 제어에는 우수한 성능을 가지지만 긴 변동과 위반 셀에 대한 반응속도가 느린 단점을 갖는

JW 형태 알고리즘을 상호 보상해 주기 위해 본 논문에서는 Hybrid LB-TJW 사용 파라미터 제어 알고리즘을 제안하였다. 이러한 Hybrid LB-TJW 알고리즘의 블럭도와 개념도를 보면 그림 1과 그림 2와 같다. 최대비트율 제어는 입력버퍼를 가진 LB 알고리즘을 사용하고 평균비트율 제어는 TJW 알고리즘을 사용하는 이중구조를 가지고 있다.

본 논문에서는 최대비트율을 제어하는 부분을 최대비트율 제어기(PRC:Peak bit Rate Controller)라 하고, 평균비트율을 제어하는 부분을 평균비트율 제어기(ARC:Average bit Rate Controller)라고 한다.

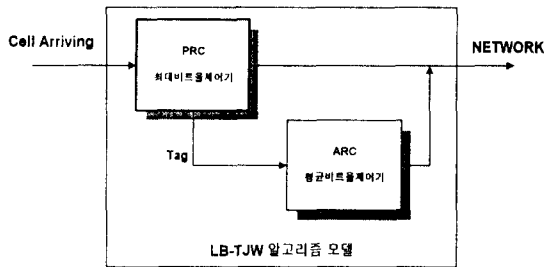


그림 1. Hybrid LB-TJW 알고리즘 블럭도
Fig. 1 The hybrid LB-TJW algorithm block diagram.

그림 2에서 최대비트율을 제어하는 최대비트율 제어기는 입력버퍼를 가진 LB 알고리즘으로 최대비트율로 서비스한다. 이 부분은 입력버퍼형태를 통해 어느 정도의 웨이핑기능을 가지며 들어오는 입력셀들간의 출발을 일정한 간격으로 조절할 수 있으므로 셀 지연변이를 흡수할 수 있다. 변수 제어 기능이 일어나는 위치에 도달하는 셀들은 일정한 Leaky율로 발생하는 토큰이 버킷에 남아있는 동안에만 토큰 하나를 소모하면서 망으로 전송되고 토큰이 버킷에 남아있지 않는 경우에 셀들은 표시가 된다.

또한 평균비트율 제어기는 평균비트율의 위반여부를 측정하기 위해서 일정한 시간간격의 윈도우동안 망으로 전송되는 셀수를 측정하는 TJW 알고리즘을 사용한다. 즉, 일정한 윈도우 기간을 설정하여 그 기간동안에 통과한 셀 수를 관측하여 셀 비트율을 계산한 후 협약한 평균비트율과 비교하여 셀들이 평균비트율을 위반하였는지의 여부를 판단한다. 이 알고리

즘은 최대비트율은 위반하였지만 평균비트율을 위반하지 않은 셀들을 폐기함으로써 발생할 수 있는 셀 손실율을 줄일 수 있다.

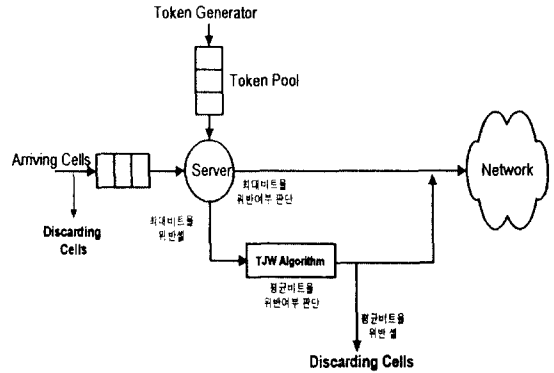


그림 2. Hybrid LB-TJW 알고리즘 개념도
Fig. 2 The conceptual architecture of the hybrid LB-TJW algorithm.

Hybrid LB-TJW 알고리즘에서 최대비트율을 위반하지 않은 셀들은 연결 수락 제어서 협약한 사항을 준수하는 것으로 간주해 즉시 망으로 전송해 주기 때문에 셀들은 평균비트율 제어를 통과할 필요가 없다. 1개의 시간간격의 윈도우동안 지나간 셀의 수가 설정된 윈도우의 한계값보다 크면 평균비트율을 위반한 것으로 간주하고, 작으면 평균비트율을 준수하는 것으로 판단한다. 평균비트율 위반여부를 판단하는 알고리즘은 그림 3과 같다.

다음의 그림 4는 Hybrid LB-TJW 알고리즘의 흐름도를 나타낸 것이다.

```

Begin
  N = pathrcells(W); /* 하나의 시간간격 동안
                     지나간 셀의 수 */
  if ( N > 윈도우의 한계값 )
    return 평균비트율 위반;
  else
    return 평균비트율 준수;
End
    
```

그림 3. 평균비트율 위반 여부의 판단을 위한 절차
Fig. 3 Procedure for decision of the average bit rate violation.

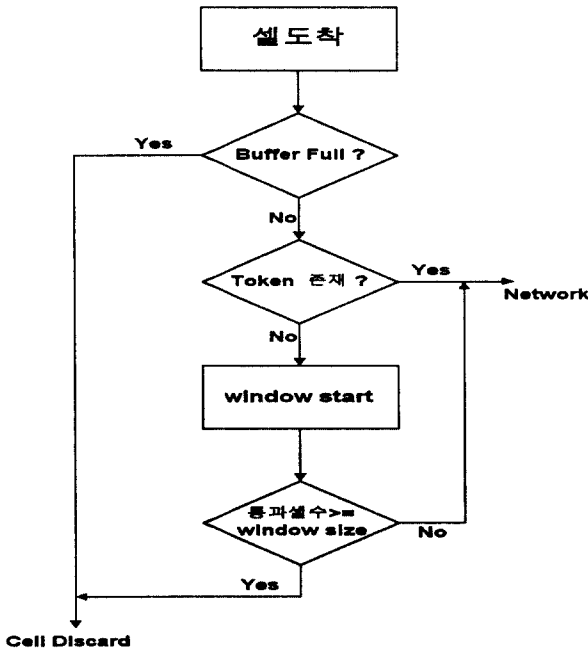


그림 4. Hybrid LB-TJW 알고리즘 흐름도
Fig. 4 Flow chart of the hybrid LB-TJW algorithm.

IV. 시뮬레이션 및 결과분석

본 논문에서 제안한 Hybrid LB-TJW 알고리즘의 성능 분석을 위해 기존 사용 파라미터 제어 알고리즘 중에서 성능이 우수한 것으로 평가되는 LB 알고리즘을 비교대상으로 하여 컴퓨터 시뮬레이션을 실행하였다. 이 시뮬레이션은 'C'언어와 컴퓨터 및 통신시스템 성능분석 패키지인 SMPL을 활용하여 SUN 워크스테이션 상에서 실행하였다.

그리고, 사용 파라미터 제어 알고리즘을 트래픽 모델링 측면에서 고려할 때, ATM 망은 서로 이질적인 트래픽 특성을 갖는 서비스의 품질을 요구하는 다양한 정보를 수용하여야 하므로 효율적인 트래픽 제어를 통한 여러 가지 트래픽의 분석과 효과적인 망의 성능측정을 위해서 입력 트래픽 소스에 대한 정확한 모델링이 필수적이다.

음성 트래픽은 On/Off 모델로 모델링할 수 있다. 음성 소스가 다수인 경우 IPP(Interrupted Poisson Process), MMPP(Markov Modulated Poisson Process) 모

델로 모델링할 수 있다. 화상은 CBR 트래픽과 VBR 트래픽으로 나눌 수 있으며, MMPP 모델로 모델링할 수 있다[14][15].

본 논문에서는 Hybrid LB-TJW 알고리즘과 기존의 사용 파라미터 제어 알고리즘인 LB 알고리즘을 비교·분석하기 위하여 음성이나 정지화상 등 실제 트래픽과 유사한 성질을 가지는 On/Off 모델을 사용하였다. 이 모델은 최대비트율, 평균비트율, 평균피크기간(Average Peak Duration) 등의 파라미터들이 상호독립적으로 변화하는 것을 허용한다.

On/Off 모델에서 셀들은 버스티 상태에서 일정한 셀 간격 Δ 을 가지고 도착한다. 버스티 기간동안 셀의 수는 평균 $E[X] \cdot \Delta$ 를 갖는 지수분포를 가지며, 침묵기간동안 평균 $E[S]$ 를 가진 지수분포로 분포되어 진다. 이때 음성셀이 On 상태에서 일정한 셀 간격 Δ 로 발생한다고 가정할 경우, 버스트 구간과 침묵 구간은 아래와 같은 식(1)로 나타낼 수 있고, 평균비트율 λ 는 식(2)와 같이 정의될 수 있다.

$$\alpha^{-1} = E[X] \times \Delta, \quad \beta^{-1} = E[S] \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{E[X]}{\alpha^{-1} + \beta^{-1}} = \frac{1}{\Delta + \frac{\alpha\Delta}{\beta}} \quad (2)$$

버스트당 셀의 수 $E[X]$ 가 증가하면 평균셀율이 증가하고, 침묵기간 $E[S]$ 가 증가하면 평균셀율은 감소한다. 또한 버스트당 셀 간격 Δ 가 증가하면 평균셀율은 감소한다. 즉, 평균셀율을 위반한 과부하 상태를 유발하는 입력 트래픽을 발생시키고자 할 때 버스트당 셀의 수를 증가시키거나 침묵기간을 줄이는 방법

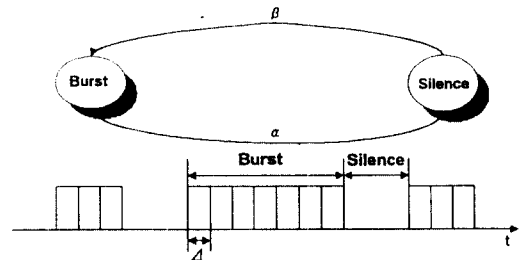


그림 5. On/Off 트래픽 소스 모델
Fig. 5 On/Off traffic source model.

을 사용할 수 있다. 그림 5는 On/Off 트래픽 소스 모델을 도시하고 있다.

또한, 동화상 트래픽 소스의 속성은 응용의 종류, 압축 및 코딩방식에 따라 달라지므로 모델링하기가 쉽지 않다. VBR 코딩기법에서는 각 프레임은 바로 앞의 프레임과 비교하였을 때의 움직임의 차이에 의해서 코딩되므로 고속트래픽과 저속트래픽이 혼재된 경우라 할 수 있다. 따라서 B-ISDN에서 전송되는 동화상 트래픽의 모델링은 그림 6에서와 같이 2-State MMPP가 사용된다. MMPP는 시간에 따라 변화하는 도착율과 도착 간격사이의 상관관계 등을 잘 나타낼 수 있다. MMPP는 이중확률 포아송 프로세스이다. State 1에서 셀 도착은 도착프로세스와는 독립적인 k 상태 마코프 체인에 따라 변하는 속도를 갖는 포아송 분포 $1/\lambda_1$ 로 발생하고 지수분포 $1/\gamma_1$ 를 가지며, State 2에서는 포아송분포 $1/\lambda_2$ 로 발생하고 지수분포 $1/\gamma_2$ 를 가진다.

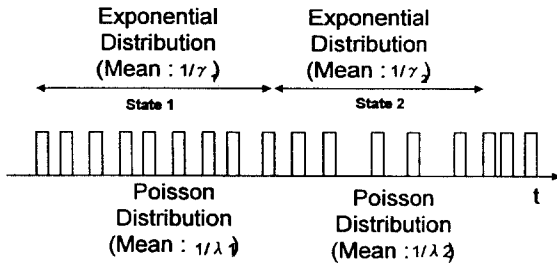


그림 6. 2-State MMPP 모델
Fig. 6 Two-state MMPP model.

본 논문에서 제안한 Hybrid LB-TJW 알고리즘의 성능평가를 위한 시뮬레이션에 사용한 트래픽 파라미터는 표 1과 같으며 여러 논문에서 멀티미디어 소스로 이용되는 파라미터를 사용하였다[3][4].

동화상 트래픽 소스의 경우 4~10Mbps 사이의 발생율을 가지는 2-State MMPP로 모델링하였으며, 평균비트율이 1.5Mbps이며 고속구간(State 1)과 저속구간(State 2)의 비율은 1:1로 가정하였다.

실제 ATM 네트워크가 요구하는 셀손실율은 10^{-9} 이하가 바람직하지만 시뮬레이션상에서 이러한 셀손실율을 얻기 위해서는 최소한 10^9 개 이상의 셀을 발생시켜야 하므로 시뮬레이션상의 제약으로 인해 셀

표 1. 트래픽 파라미터

Table 1. Traffic parameters

매개변수	패킷화된 음성	정지화상	동화상
최대비트율	64.0 Kbps	2 Mbps	4~10 Mbps
평균비트율	22.4 Kbps	1 Mbps	1.5 Mbps
평균 버스트 구간	0.352 sec	0.5 sec	0.5 sec
평균 침묵 구간	0.650 sec	11.0 sec	0.5 sec

손실율이 10^{-5} 될 때까지만 시뮬레이션 하였다.

본 논문에서는 패킷화된 음성과 정지화상 그리고 동화상 소스 트래픽에 대한 셀손실율 및 버킷 크기를 주요 평가변수로 하여 Hybrid LB-TJW 알고리즘과 기존 LB 알고리즘의 성능을 비교분석하였다. 즉, 입력셀이 최대비트율을 위반하면 셀을 폐기하는 LB 알고리즘의 셀 손실율과 위반셀들을 평균비트율 관측기로 사용되는 TJW 알고리즘으로 보내 평균비트율 위반여부를 판단하여 평균비트율을 위반하였을 때에만 셀을 폐기하는 Hybrid LB-TJW 알고리즘의 셀손실율을 비교하였다. 그리고 협약된 최대비트율을 준수하면서 평균비트율을 위반한 셀에 대한 셀손실율과 도착셀을 1.0을 기준으로 하여 셀손실율을 10^{-5} 까지 저하시키기 위하여 추가로 필요한 버퍼크기를 측정하였다.

먼저, 셀손실율 측면에서 비교분석하였다. 계수기 한계값이 100일 때 음성, 정지화상, 동화상에서의 LB 알고리즘과 Hybrid LB-TJW 알고리즘의 셀손실율은 Hybrid LB-TJW 알고리즘이 LB 알고리즘보다 셀손실율이 작았다. 셀 도착율이 1.5일 때 LB 알고리즘의 셀손실율은 음성일 경우 0.019260, 정지화상일 경우 0.001393, 동화상일 경우 0.000872이고, Hybrid LB-TJW 알고리즘의 셀손실율은 음성의 경우 0.009177, 정지화상의 경우 0.000671, 동화상의 경우 0.000420으로 나타났다. 또한 Hybrid LB-TJW 알고리즘은 셀 도착율이 증가할수록 셀손실율이 LB 알고리즘보다 작아짐을 알 수 있다. 표 2는 셀도착율에 따른 LB 알고리즘과 Hybrid LB-TJW 알고리즘의 셀손실율을 나타낸 것이다. 셀도착율이 작을수록 최대비트율 제어기인 LB 알고리즘과 비슷한 셀손실이 있음을 알 수 있다. 이것은 제어기에 도착하는 입력셀이 적으므로 최대비트율 및 평균비트율을 위반하는 셀이 도착율이 높

을 때 보다 적기 때문이다. 셀도착율이 증가할수록 Hybrid LB-TJW 알고리즘이 LB 알고리즘보다 셀손실율이 작은 것은 LB 알고리즘은 최대비트율을 위반한 셀들은 폐기하는 반면에 Hybrid LB-TJW 알고리즘은 위반한 셀들을 평균비트율 제어기에서 평균비트율 위반여부를 판단하여 평균비트율을 위반하지 않은 셀들은 다시 망으로 전송하기 때문이다.

표 2. 셀도착율에 따른 셀손실율의 비교

Table 2. Comparison of cell loss rate according to cell arriving rate

셀 도착율	셀손실율 비 (LB=1.0)		
	음성	정지화상	동화상
1.1	0.832	0.773	0.612
1.2	0.658	0.413	0.572
1.3	0.418	0.556	0.514
1.4	0.489	0.515	0.471
1.5	0.476	0.482	0.482
1.6	0.428	0.415	0.431
1.7	0.448	0.472	0.428
1.8	0.554	0.370	0.401
1.9	0.410	0.366	0.379

그림 7은 계수기 한계값이 1000일 때의 셀 손실율 시뮬레이션 결과를 나타낸 것으로, 계수기 한계값이 1000으로 상향 조정되었을 경우에는 계수기 한계값이 작을때 보다 초기 도착셀율에서는 셀 손실율이 증가하나 도착셀율이 증가함에 따라 셀 손실율이 낮아지고 있음을 보이고 있다.

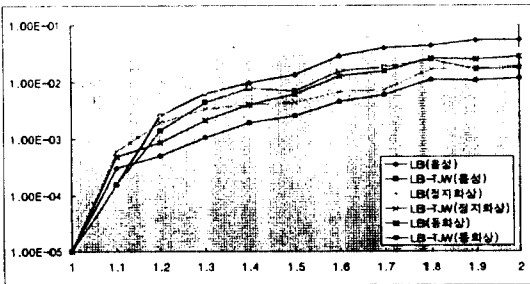


그림 7. 계수기 한계값이 1000일 때의 셀 손실율
Fig. 7 Cell loss rate at a window threshold value 1000.

실험 결과에서 나타나는 LB 알고리즘과 Hybrid LB-TJW 알고리즘간의 셀손실율의 차이는 최대비트율 위반 트래픽으로 간주되는 셀들을 제한한 알고리즘에서 다시 평균비트율 위반여부를 판단하여 얼마나 많은 셀들이 망으로 서비스되는가에 있음을 알 수 있다.

두 번째로 고려되어야될 부분이 버퍼크기 측면이다. LB 알고리즘과 Hybrid LB-TJW 알고리즘을 셀도착율 1.0을 기준으로 하였을 경우에 계수기 한계값을 100, 200, 300, 500, 1000으로 설정하여 음성, 정지화상, 동화상에 대한 실험을 실행하여 셀손실율을 10^{-5} 으로 저하시키기 위해 추가로 필요한 버퍼크기를 구하였다.

계수기 한계값이 100일 경우 각종 트래픽에서 셀도착율 1.0을 기준으로 하였을 경우에 셀손실율을 10^{-5} 으로 저하시키기 위해 추가로 필요한 버퍼크기를 구하였다. 음성의 경우 셀도착율이 1.2 이하일 때, 정지화상과 동화상의 경우 셀도착율이 1.3이하일 때는 비슷한 크기의 버퍼를 요구함을 알 수 있었다. 또한 정지화상과 동화상에서는 비슷한 크기의 버퍼가 요구됨을 알 수 있다. LB 알고리즘과 비교해서 Hybrid LB-TJW 알고리즘은 요구되는 버퍼의 크기가 약 1/2로 낮아짐을 알 수 있었다.

그림 8은 계수기 한계값이 1000일 경우의 셀 도착율 1.0을 기준으로 하였을 때 음성, 정지화상, 동화상에 대한 셀손실율을 10^{-5} 으로 저하시키기 위해 추가로 필요한 버퍼크기를 나타낸 것이다.

셀도착율 1.2 이하일 경우에서 요구되는 버퍼의 크기가 비슷함을 알 수 있다. 또한 LB 알고리즘과 비교해서 Hybrid LB-TJW 알고리즘은 요구되는 버퍼의 크기가 약 1/2로 낮아짐을 알 수 있다. 계수기 한계값

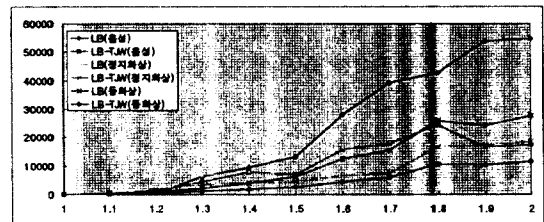


그림 8. 계수기 한계값이 1000일 때의 추가요구 버퍼크기
Fig. 8 Additionally required buffer size at a window threshold value 1000.

300, 500일때와 비교해 보면 상대적으로 요구되는 버퍼의 크기가 작아지는 결과를 얻었다.

이상의 시뮬레이션 결과에 의하면 Hybrid LB-TJW 알고리즘이 LB 알고리즘보다 동일한 셀 손실율하에서 요구되는 버퍼의 크기를 약 1/2로 줄일 수 있음을 알 수 있다.

V. 결 론

ATM은 통계적 다중화 방법을 이용하여 대역폭 사용에 효율을 높이고 있다. 이러한 통계적 다중화와 불확실한 트래픽 특성으로 인하여 망은 폭주상태에 빠질 수 있으며 과도한 셀 지연 및 셀 손실이 발생할 수 있다. 따라서 사용자가 요구하는 서비스 품질을 보장하고 망내의 자원을 효과적으로 공유하기 위해서는 폭주상태를 사전에 예방하거나 폭주상태에서 신속하게 회복하기 위한 적절한 트래픽 제어가 요구된다.

지금까지 제안된 사용 파라미터 제어 알고리즘 중에서 성능이 우수 하고 보편적으로 활용되는 LB 알고리즘은 구현이 쉽고 버스티한 특성을 가지는 트래픽의 최대비트율 제어에는 비교적 우수한 성능을 제공하지만, 버스티한 트래픽의 평균피트율을 제어하기 위해서는 버퍼크기나 계수기 한계값이 비현실적으로 커져 실질적 구현이 어려워지며, 계수기 한계값이 작으면 정상 트래픽에 대해 잘못된 트래픽 제어를 일으켜 서비스 품질을 저하시킬 수 있으므로 평균비트율 제어에는 효과적이지 못한 것으로 알려져 왔다.

본 논문에서 분석한 Hybrid LB-TJW 알고리즘은 최대비트율을 제어하는 최대비트율 제어기와 평균비트율을 제어하는 평균비트율 제어기를 가진 이중구조를 가지고 있다. 최대비트율 제어기는 입력버퍼를 가진 LB 알고리즘을 사용하였고 평균비트율 제어기는 JW 알고리즘의 한 변형인 TJW 알고리즘을 사용하였다. Hybrid LB-TJW 알고리즘에 대한 성능을 평가하기 위하여 음성과 정지화상은 On/Off로 모델링하고, 동화상은 2-State MMPP로 모델링하여 1,000,000개의 셀을 발생시켜 셀손실율과 요구되는 버퍼의 크기를 실험을 통해 분석하였다. 제안한 알고리즘의 성능을 실험하기 위해 'C' 언어와 컴퓨터 및 통신시스템 성능분석 패키지인 SMPL을 활용하여 SUN 워크스

테이션상에서 시뮬레이션을 실행하였다.

실험결과, Hybrid LB-TJW 알고리즘은 LB 알고리즘보다 셀손실율이 약 1/2정도 작아졌다. 셀도착율이 작을수록 최대비트율 제어기인 LB 알고리즘과 비슷한 셀손실이 있었다. 또한 셀도착율이 증가할수록 Hybrid LB-TJW 알고리즘이 LB 알고리즘보다 셀손실율이 작아짐을 실험을 통해 알 수 있었다.

각 계수기 한계값에서 요구하는 버퍼의 크기는 음성의 경우 셀 도착률 1.3까지는 큰 차이가 없으나, 셀 도착률 1.4이후부터 제안 알고리즘이 기존의 LB 알고리즘보다 동일한 셀 손실율하에서 요구되는 버퍼의 크기를 약 1/2로 줄일 수 있음을 알 수 있었다. Hybrid LB-TJW 알고리즘의 성능은 입력셀들이 최대비트율을 제어기에 도달하였을 때 얼마만큼 최대비트율을 위반여부를 정확히 판별하는가에 따라서 많은 영향을 받음을 알 수 있다.

LB 알고리즘이 평균비트율을 제어하기 위해 큰수의 계수기 한계값을 필요로 하는데 비해 Hybrid LB-TJW 알고리즘은 작은 수의 계수기 한계값을 가지며, 최대 비트율과 평균 비트율을 동시에 제어할 수 있어 음성, 화상 등 입력트래픽의 종류에 관계없이 일반적인 제어를 행할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. ITU-TS Recommendation I.371, "Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN", Study Group XIII, Geneva, 1992.
2. G. M. Woodruff and R. Kositpaiboon, "Multimedia Traffic Management Principles for Guaranteed ATM Network Performance", IEEE JSAC, vol. 18, pp. 437~446, 1990.
3. E. P. Rathgeb, "Modeling and Performance Comparison of Policing Mechanisms for ATM Networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communication, vol. 9, No. 3, April. 1991.
4. M. Butto, E. Cavallero, A. Tonietti, "Effectiveness of the Leaky Bucket Policing Mechanism in ATM Networks", IEEE JSAC, vol. 9, No. 3, pp. 335~342, Apr. 1991.
5. 안상규, "ATM 망에서 Leaky Bucket UPC 알고리

- 증의 성능 개선에 관한 연구”, 충북대학교, February, 1994.
6. 이광희, “멀티미디어 동기를 위해 개선한 Leaky-Bucket 알고리즘”, 충남대학교, February, 1994.
 7. J. S. Turner, “Managing Bandwidth in ATM Networks with Burst Traffic”, IEEE Network Mag., pp. 50~58, Sep. 1992.
 8. D. Hong, T. Suda, “Congestion Control and Preventive in ATM Networks”, IEEE JSAC, pp. 10~15. July. 1991.
 9. P. Castelli, A. Forcina and A. Tonietti, “Dimensioning Criteria for Policing Functions in ATM Networks”, IEEE INFOCOM '92, pp. 759~766, 1992.
 10. E. P. Rathgeb, “Modeling and performance Comparison of Policing Mechanisms for ATM Networks”, IEEE JSAC, vol. 9, No. 3, pp. 325~334, Apr. 1991.
 11. F. Guillemin, P. Boyer, A. Dupuis, L. Romoef, “Peak Rate Enforcement ATM Networks”, INFOCOM, pp. 753~758, 1992.
 12. J. A. S. Monteiro, M. Gerla, L. Fratta, “Input Rate Control for ATM Networks”, ITC-13, pp. 117~122, 1992.
 13. 이병기, 강민호, 이종희, 광대역 정보통신, pp. 345, 1995.
 14. I. W. Habib, T. N. Saadawi, “Multimedia Traffic Characteristic in Broadband Networks”, IEEE Communication Magazine, July, 1992, pp. 48~54
 15. H. Heffes and D. M. Lucantoni, “A Markov modulated characterization of packetized voice and data traffic and related statistical multiplex performance”, IEEE JSAC, pp. 856~868, 1986.

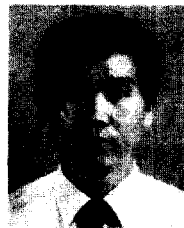


曹 龍 煥(Yong Hwan Cho)정회원
1950년 12월 19일생
1989년 9월: 고려대학교 대학원 통계학과(이학박사)
1978년 3월~1981년 10월: 한국전자통신연구소 통신망 계획실 선임연구원
1982년 3월~현재: 충북대학교 컴퓨터공학과 교수

1991년 6월~1992년 8월: 미국 Nevada 주립대학교 (UNLV), 전기 및 컴퓨터공학과 교환교수
1993년 11월~현재: 한국통신학회 이사, 충북지부장
1996년 3월~1996년 6월: APII Test-bed Forum 운영위원회 홍보/출판분과 위원장
1997년 1월~현재: 정보통신부 정보통신 변호체계 개선 전담반 위원
※주관심분야: 트래픽 엔지니어링, ATM망 트래픽 제어, 번호계획



具 敬 玉(Kyung Ok Gu) 정회원
1957년 2월 21일생
1986년: 서울산업대학교 전자계산학과(공학사)
1988년: 한양대학교 대학원(공학석사)
1986년~1993년: 정부전산정보관리소 전산주사
1993년~현재: 영동전문대학 사무자동화과 조교수
※주관심분야: 초고속 정보통신 서비스, 멀티미디어 통신 서비스



朴 性 坤(Sung Gon Park)정회원
1954년 12월 13일생
1980년: 광운대학교 전자공학과(공학사)
1984년: 한양대학교 대학원(공학석사)
1986년~1991년: 경북전문대학 전자계산과 조교수
1991년~현재: 원주전문대학 전산정보처리과 부교수
※주관심분야: ATM망 트래픽 제어, 멀티미디어 통신 서비스



李 柄 洙(Byeong Su Lee) 정회원
1955년 2월 28일생
1979년 2월: 동국대학교 공업경영학과(공학사)
1991년 8월: 동국대학교 대학원(공학석사)
1990년~1994년: 금성통신(주) 생산관리부장, 최

적시스템 팀장
1994년~1996년: LG전자 통신기기 SBU 생산기술실장, 정보화추진실장
1996년~현재: 중외메디칼(주) 이사
※주관심분야: ATM망 트래픽 제어, 멀티미디어 통신 서비스