

ATM 망에서 효율적인 트래픽제어 알고리즘

류 언 무*

An efficient the traffic control algorithm in ATM Network

Yeon-Moo Ryu*

요 약

본 논문에서는 망에서 폭주상태가 발생할 경우 수행될 수 있는 망의 정보가 전혀 없는 예방제어 기법과 폭주 상태가 발생한 상황을 회복하는데 큰 전파지연 때문에 효율적이지 못한 반응제어 기법의 문제점을 해결하기 위해 다중화기 내의 버퍼에 임계값을 설정하여 폭주제어를 수행할 수 있는 피드백 리키버킷(FBLB : FeedBack Leaky Bucket) 알고리즘을 제안하고 그 성능을 버퍼를 가진 리키버킷(Buffered Leaky Bucket) 알고리즘과 비교 분석하였다.

Abstract

In this paper, it aims at two different situation such that a preventive control which means, it never has network information in case of occurring congestion in network, and a reactive control which means, after the congestion simply happens, it is not effective to recover with congestion just because of extensive delay for an electric wave. To solve the problems, threshold is set up with buffer in multiplex system, and executes a congestion control by FBLB which is FeedBack Leaky Bucket Algorithm. As suggested by FBLB Algorithm, the outcome of performance could be compared with Buffered Leaky Bucket Algorithm.

* 마산대학 컴퓨터사무자동화계열 부교수
본 논문은 마산대학 학술연구비 지원으로 수행되었음

I. 서론

본 논문에서는 ATM 망에서의 효율적인 처리를 위해 이에 관련된 트래픽 제어기법 이론을 고찰하고 망에서 폭주상태가 발생할 경우 수행될 수 있는 문제점을 제시하였으며, 이러한 문제점을 해결하기 위한 진보된 알고리즘을 제안하고 그 성능을 기존의 알고리즘과 비교 분석한다.

ATM망에서의 트래픽 제어 방식은 크게 예방제어 기법과 반응제어 기법으로 나눌 수 있다. 따라서 본 논문에서는 망에서 폭주상태가 발생할 경우 수행될 수 있는 망의 정보가 전혀 없는 예방제어 기법과 폭주 상태가 발생한 상황을 회복하는데 큰 전과지연 때문에 효율적이지 못한 반응제어 기법의 문제점을 해결하기 위해 다중화기 내의 버퍼에 임계값을 설정하여 폭주제어를 수행할 수 있는 피드백 리키버킷(FBLB : FeedBack Leaky Bucket) 알고리즘을 제안한다. 또한 현재까지 제안된 사용 파라미터 제어 알고리즘 중에서 성능이 우수하고 보편적으로 활용되는 리키버킷 알고리즘 중 버퍼를 가진 리키버킷(Buffered Leaky Bucket) 알고리즘과 비교 분석 하였다.

따라서 제안된 피드백 리키버킷 기법의 성능평가를 위해 ON-OFF 트래픽 모델을 가정하여 모의실험을 한 결과 기존 리키버킷 보다 트래픽 특성에 따른 셀 손실율과 버퍼의 크기를 감소시킬 수 있었다.

II. 트래픽 제어 기법

ATM 망에서 트래픽 제어의 주된 역할은 여러 서비스 트래픽간에 공정한 대역이 할당되도록 하면서 셀 지연 및 셀 손실 등의 성능 요구사항 만족이 망에 의하여 보장되어 질 수 있도록 하며, 망 자원의 사용을 최적화 하는 것이다. 이와 같은 역할을 하는 트래픽 제어는 망에 의하여 취해지는 일련의 조치들로 정의되어지며, 이러한 조치들

로 인하여 망의 폭주 상태를 피하거나 폭주로 인한 효과를 최소화시키게 된다[12].

1. 사용 파라미터 알고리즘

사용 파라미터 제어 알고리즘은 크게 시간윈도우(Time Window) 알고리즘과 리키버킷(LB : Leaky Bucket) 알고리즘으로 나눌 수 있다. 시간윈도우 알고리즘은 대역폭과 전송율 제어 측면에서는 우수하지만 유통성 측면에서는 리키버킷 알고리즘이 우수한 것으로 알려져 있다.

1.1 시간 윈도우(Time window) 알고리즘

윈도우를 이용하여 트래픽을 관리하는 방법으로는 점핑 윈도우(JW), 슬라이딩 윈도우(SW/MW), 트리거 점핑윈도우(TJW), 지수 가중치 이동 평균(EWMA)가 있으며, 이 방법들은 일정한 시간동안 허용되는 셀 수를 지정하여 트래픽을 제어하는데 셀 수를 측정하는 단위시간을 설정하는 방법에 따라 다양한 운용이 가능하다.[13]

1.2 리키버킷(Leaky Bucket) 알고리즘

리키버킷 방법은 제어가 단순하여 고속 패킷 교환망의 트래픽 제어에 널리 사용되는 방법 중의 하나로 버퍼가 없는 리키버킷, 셀 버퍼를 가진 리키버킷, 스페이서를 가진 리키버킷, 가상 리키버킷으로 나눌 수 있다. 따라서 리키버킷의 기본 개념은 토큰 풀에서 토큰을 받을 경우에 패킷을 전송하는 것으로 토큰의 생성 속도를 조절하여 트래픽을 제어한다.

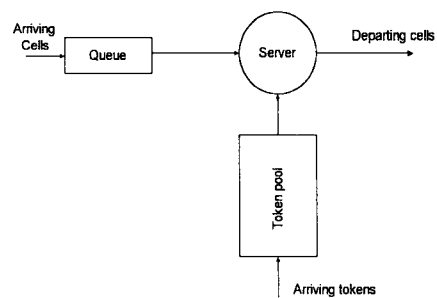


그림 2.1 셀 버퍼를 가진 리키버킷

2. 기존 알고리즘의 문제점

기존 사용 파라미터 제어 알고리즘의 가장 큰 문제점은 버스트 크기(burstiness)가 큰 트래픽에 대해서 최대 전송율(PCR)의 감시 및 제어는 용이하지만 평균 전송율(ABR)의 감시 및 제어는 사실 어렵다는 것이다

[1][2][5][6].

이러한 문제의 주 원인은 버스트 트래픽의 평균 전송율을 정확하게 감시하기 위해서는 상대적으로 긴 측정시간이 요구된다는 점과 트리거 점핑 윈도우, 이동 윈도우 모델을 제외한 대부분의 사용 파라미터 제어 알고리즘들이 버스트 기간의 변화에 대해 민감하지 못한 것을 알 수 있다. 즉 버스트 특성을 지닌 트래픽의 평균 전송율을 측정, 감시하기 위해서는 긴 측정 시간이 필요하고 따라서 그 기간동안에 필요한 버퍼 크기나 계수기 값의 한계치를 크게해야 한다.

또한 토큰풀의 크기가 어느 정도 이상이 되면 그 크기가 늘어나도 블로킹 확률은 개선되지 않으며, 결국 버스티 트래픽의 서비스 품질을 만족 시켜주기 위해서는 토큰의 발생율이 소스의 최고 전송율에 가까이 되어야 한다고 밝히고 있어 트래픽에 대한 평균 전송율의 감시 및 제어가 불가능한 것으로 그 견해를 같이한다. 따라서 기존 알고리즘의 문제점을 간단히 요약하면 다음과 같다.

2.1 문제점

- 1) 예방제어의 측면 : 망에 관한 정보가 전혀 없다.
 - 리키버킷의 문제 : 최대 전송율에서는 잘 적응하지만 평균 전송율에서는 적응하지 못한다.
 - 시간 윈도우의 문제 : 고속 트래픽의 ATM에서는 부적절하다. 즉 속도에 잘 적응하지 못한다.
- 2) 반응제어의 측면 : 망에 대한 정보의 전파지연이 가장 큰 문제점이다.

2.2 해결 방안

- 망의 정보를 인식할 수 있고, 평균 전송율과 최대 전송율의 제어가 용이한 알고리즘이 요구된다.
- 고속 트래픽에 잘 적응할 수 있으며, 전파 지연을 줄일 수 있는 알고리즘이 요구된다.

Ⅲ. 피드백 리키버킷 알고리즘

각 트래픽 클래스에 대해 적절한 서비스 품질을 제공할 수 있는 사용 파라미터 제어 모델을 설계하기 위해서는 멀티미디어 트래픽의 특성을 잘 묘사할 수 있는 소스 모델과 적절한 파라미터가 먼저 선정되어야 하고 가능한

한 단순한 알고리즘을 이용하여 평균 전송율에 대한 정확한 감시와 제어를 제공해야한다.

본 장에서는 이러한 설계사항에 맞추어 소스모델을 먼저 기술하고, 정상적인 트래픽에 대해서는 약속된 전송율은 확실히 보장하면서도 평균 전송율에 대해서도 적절한 제어를 수행할 수 있는 피드백 리키버킷(FBLB : FeedBack Leaky Bucket)을 설계한다.

1. 소스 모델과 사용 파라미터

ATM 망에서 각 트래픽 소스들은 셀 형태로 정보를 생성하게 되는데, 셀을 생성하는 구간과 셀을 생성하지 않는 구간이 교대로 나타난다. 이러한 것을 ON-OFF 트래픽 모델이라 한다. [1][5][7].

본 논문에서는 멀티미디어 소스 모델링에 자주 이용되는 2-state MMPP(Markov Modulated Poisson Process)를 사용하였다.

2-state MMPP 모델은 그림 3.2와 같이 Biocchi[9]가 사용한 ATM 소스의 특성에 널리 사용되는 ON-OFF 트래픽 모델을 사용하였다. 이 모델은 실제로 패킷화 된 음성과 정지화상, 대화식 데이터 서비스를 모형화 하는데 성공적으로 사용되었다[11].

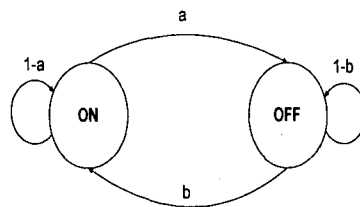


그림 3.1 ON-OFF 트래픽 모델

ON-OFF 트래픽 모델은 ON 주기와 OFF 주기를 교대로 하는 순서로 모형화된다.

2-state MMPP 모델은 ON 상태에서 기하분포 또는 음의 지수분포로 평균 h의 시간을 유지하고, OFF 상태로 바뀌어 역시 지수분포의 k의 시간을 보낸다. ON 상태에서는 최고 전송율 Bp를 가지고 고정길이인 셀을 계속적으로 발생시키며 OFF 상태에서는 침묵하게 되며 다음 3가지 파라미터로 설명할 수 있다.

Bp : 버스트 기간의 비트 전송율(PBR : Peak Bit Rate)

h : 평균 버스트 기간(mean burst duration)
 Ba : 평균 전송율(MBR : Mean Bit Rate)

위와 같은 파라미터를 가지고 다음과 같은 다른 파라미터 값을 얻을 수 있다.

$$Ba \equiv Bp \times h / (h + k) \text{ 이므로}$$

$$k = h(Bp / Ba - 1)$$

$$T = h + k$$

$$b = (h + k) / h = Bp / Ba$$

$$\sigma h = 1 / (1 / h) = h$$

버스트 기간 h 의 분산이나 표준편차 σh 는 실제적인 버스티 트래픽의 제어를 위해 필요한 요소로 인식되고 있다(1)[8].

2. 피드백 리키버킷의 모델링

본 논문에서 제안하는 사용 파라미터 제어(UPC) 모델은 그림 3.2와 같다. 그림 3.2는 다중화기 내의 버퍼에 임계값을 설정하여 임계값에 따라 리키버킷에 입력되는 소스 트래픽을 제어하는 피드백 리키버킷 제어 알고리즘의 시스템 구성도이다.

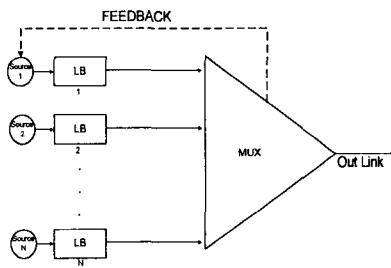
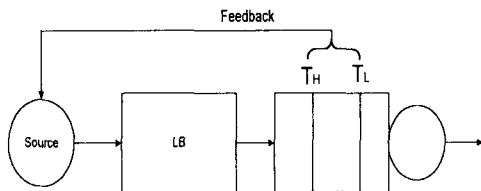
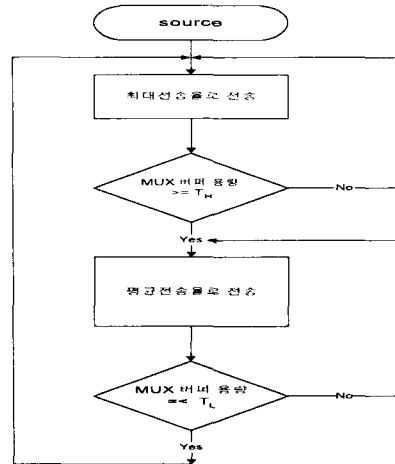


그림 3.2 피드백 리키버킷 시스템 구성도



(a) 알고리즘의 구성도



(b) 알고리즘의 순서도

그림 3.3 피드백 리키버킷 알고리즘 구성도 및 순서도

제안된 피드백 리키버킷 알고리즘은 그림 3.3과 같이 구성되며 다중화기내의 버퍼에서 설정된 임계치 T_H 와 T_L 은 피드백 신호를 송출하기 위한 제어 시점으로 동작한다. 다중화기내의 버퍼용량이 T_H 가 되면 피드백 신호에 의해 리키버킷은 평균 전송율로 전송을 하며 다중화기 내의 버퍼용량이 T_L 이 될 때까지 계속 지속된다. 다중화기 내의 버퍼용량이 T_L 이 되면 다시 피드백 신호에 의해 최대 전송율로 전송을 하게 된다.

T_H 와 T_L 의 간격이 너무 좁으면 빈번한 피드백 정보 교환이 발생하게 되어 효율이 떨어지므로 임계치의 간격은 T_L 이 T_H 의 80%보다 작게 설정하여야 한다(10).

최대 피크율은 2개의 연속적인 셀 사이의 최소 시간 간격의 역으로 ITU-T에서 권고했을뿐 다른 파라미터는 여전히 표준화 되지 않고 있다. 최대 피크율은 토큰 생성율을 조절함으로써 쉽게 제어할 수 있다. 하지만 평균 전송율은 평균 전송율과 비슷한 토큰 생성율로 평균 전송율을 제어하지 못한다. 이것은 셀이 버스트 기간 동안 최대 피크율로 도착한다는 사실 때문이다. 따라서 평균 비트율을 제어한다는 것은 긴 측정 시간을 요구한다. 즉 큰 버퍼를 요구한다는 것이다.

IV. 시뮬레이션 및 성능평가

본 장에서는 3장에서 설계된 사용 파라미터 제어 모델과 기존의 여러 가지 모델 가운데 버퍼를 가진 리키버킷을 이용하여 성능평가 기준을 제시하고 시뮬레이션을 통해 제안된 피드백 리키버킷의 성능을 비교 평가한다.

1. 시뮬레이션 환경

본 논문에서 실시한 시뮬레이션은 BONEs 3.1을 사용하여 SUN Sparc System에서 수행하였다.

시뮬레이션에서 폭주제어 정보를 전송하는 망 정보는 다중화기 내의 버퍼를 이용했다. 또 시뮬레이션에 사용한 트래픽 파라미터는 신뢰성을 위하여 표 4.1과 같이 문헌에서 적용하는 값을 이용한다[3][4].

표 4.1 트래픽 파라미터

파라미터 \ 소스	음 성	정지영상	고속 데이터
Bp	32Kbps	2Mbps	10Mbps
Ba	11.2Kbps	87Kbps	2Mbps
h	352ms	500ms	5ms
k	650ms	1100ms	20ms

2. 시뮬레이션 성능평가 및 분석

제안된 피드백 리키버킷(FBLB) 알고리즘을 사용한 트래픽 제어의 효율성을 입증하기 위하여 셀 버퍼 리키버킷(Buffered LB) 알고리즘과 제안된 피드백 리키버킷 알고리즘에 대하여 각각 트래픽의 특성에 따른 시뮬레이션을 수행하였다. 따라서 제안된 피드백 리키버킷 알고리즘이 기존의 셀 버퍼 리키버킷 알고리즘보다 셀 손실율이 크게 감소함을 알 수 있다. 피드백 리키버킷 모델의 시뮬레이션에서 리키버킷의 데이터 버퍼와 토큰 풀 크기는 리키버킷 모델을 적용하며, 다중화기 버퍼의 크기는 50으로 할당하고 상한 임계치 T_H 는 35, 하한 임계치 T_L 은 5로 설정하여 실험하였다.

2.1 버퍼의 크기에 따른 셀 손실율

본 시뮬레이션은 데이터 버퍼와 토큰 풀의 크기를 합하여 100으로 놓은 상태에서 데이터 버퍼의 크기를 변화시키면서 셀 손실율을 측정해 본 결과이다.

그림에서 알 수 있듯이 셀 손실율은 셀 버퍼 리키버킷 알고리즘과 피드백 리키버킷 알고리즘 모두가 버퍼의 크기 변화와 토큰풀의 변화에는 관계없음을 알 수 있다.

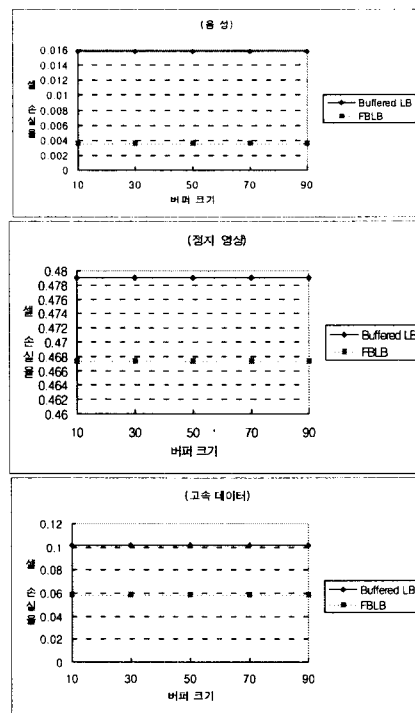


그림 4.1 Buffered LB 와 FBLB의 비교(버퍼크기)

2.2 최대 전송율 변화에 따른 셀 손실율

본 시뮬레이션은 입력되는 트래픽의 소스를 고정시킨 상태에서 토큰 생성율을 변화시키면서 셀 손실율을 측정해 본 결과이다. 결과의 공정성을 위하여 시뮬레이션 환경은 다중화기의 방출율을 최대 전송율(PCR) * 0.5(E)로 측정된 경우를 나타낸 것이다. 토큰 생성 지수 E값이 모든 트래픽에서 0.5이상이 되면 셀 손실율이 거의 없기 때문에 셀 손실이 발생하는 부분에서 측정하기 위해 트래픽인자인 토큰 생성 지수 E값을 0.5로 설정하였다.

시뮬레이션 결과 최대 전송율에 가까워질수록 손실이 줄어드는 현상을 볼 수 있으며, 결국 토큰 생성지수 E값을 0.5이상으로 설정하게 되면 손실이 줄어드는 특성을

갖고 있다.

따라서 토큰 생성 지수 E값을 변화시키면서 시뮬레이션을 실행한 결과 트래픽인자인 토큰 생성 지수 E값의 변화도 셀 손실율에 크게 영향을 미치는 요소로 판단할 수 있다.

그러므로 망의 상태를 감안하여 토큰 생성 지수 E값을 설정한다면 망의 효율을 높일 수 있음을 알 수 있으며, 최대 전송을 변화에 따른 셀 손실율은 전체가 셀 버퍼 리키버킷 보다는 피드백 리키버킷알고리즘이 효율적임을 알 수 있다.

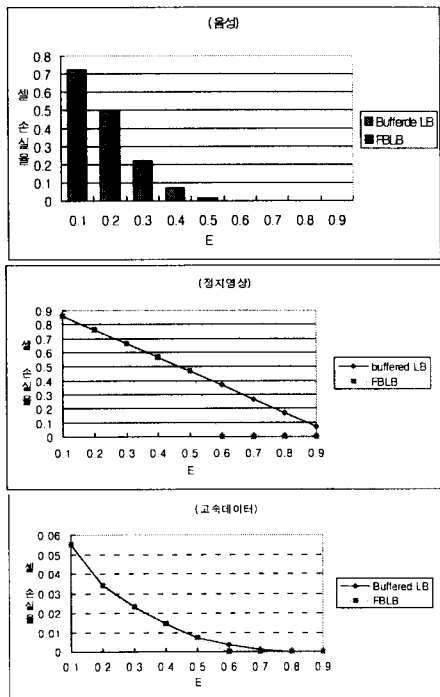


그림 4.2 Buffered LB 와 FBLB의 비교(최대 전송율)

2.3 생성 셀 수에 따른 셀 손실율

본 시뮬레이션은 생성 셀 수에 따라 셀의 손실율이 어떻게 변하는가를 측정하기 위해 토큰 생성 지수 E값을 0.5로 고정시킨 상태에서 셀의 생성 수를 변화시키면서 셀 손실율을 측정해 본 결과이다.

시뮬레이션 결과 피드백 리키버킷에서는 셀 손실율이 전반적으로 셀 버퍼를 가진 리키버킷 보다 적지만 손실율의 변동이 발생하는 것을 볼 수 있다. 이것은 피드백 신호에 의해 손실율의 변동이 발생한 것으로 볼 수 있다.

따라서 반응시간의 측면에서 수행한 시뮬레이션의 결과는 제안된 피드백 리키버킷의 알고리즘이 우수한 것으로 판단할 수 있다.

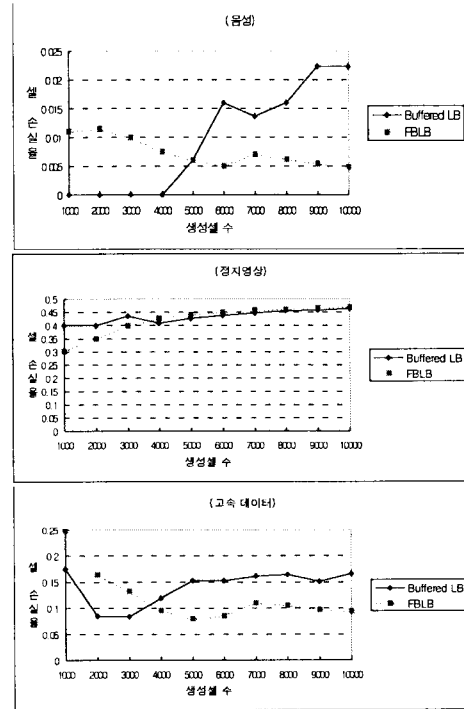


그림 4.3 Buffered LB 와 FBLB의 비교(생성 셀 수)

V. 결론

ATM이 광대역 종합 정보통신망(B-ISDN)의 전송모드로 선택된 이유는 생성된 트래픽을 다양한 서비스로 사용할 수 있는 수단을 제공한다는 점이다. 그러나 개별적인 사용자가 ATM 망에 정보를 전송할 수 있게 한다는 것과 ATM 본래의 유연성이 트래픽 제어에 관한 문제를 더욱 중요하게 만든다.

ATM 망에서는 트래픽의 흐름을 조절하고 자원의 사용을 최적화하기 위해서 폭주로 인한 성능 저하를 막기 위한 적절한 제어가 필요하다. 기존의 사용 망 파라미터 알고리즘은 망의 상황을 고려하지 않는 문제점을 가지고

있었다. 또한 버퍼로 인한 셀 지연을 증가시키는 한계점을 갖고 있었다.

본 논문은 기존 셀 버퍼 리키버킷 알고리즘과 제안된 피드백 리키버킷 알고리즘을 트래픽의 특성에 따라 비교 분석하였다. 제안된 피드백 리키버킷 알고리즘은 다중화기의 버퍼 상태에 따라 망의 상태를 판단하여 트래픽 소스의 전송율을 최대 전송율과 평균전송율로 제어한다. 트래픽 소스의 전송율을 제어는 다중화기의 버퍼에 임계값을 설정하였다.

다중화기의 임계값이 하한치에 이를 때는 소스에서 최대 피크율로 전송을 행한다. 하지만 다중화기의 버퍼 임계치가 상한치에 이르게 되면 다중화기에서 소스로 피드백 신호를 전송하여 소스의 생성율을 평균 전송율로 생성하도록 제어를 한다. 평균 전송율로 전송되는 기간은 다중화기의 버퍼가 다시 하한치에 도달하게 되면 최대 피크율로 소스를 생성하도록 제어 신호를 가한다. 정지영상의 경우 토큰 생성 지수 E 값이 0.5이상일 경우 셀 손실율이 거의 없을 정도로 급격히 감소했으며, 고속 데이터의 경우도 토큰 생성 지수 E 값이 0.6이상일 경우에 셀 손실율이 거의 없을 정도로 감소한 것을 볼 수 있었다. 평균 전송율인 경우에는 기존의 셀 버퍼 알고리즘 보다 피드백 리키버킷 알고리즘은 최대 전송율의 값을 평균 전송율로 생성하도록 되어 있어 현격한 감소를 볼 수 있었다.

따라서 피드백 리키버킷 알고리즘은 망의 효율적 사용을 요구하고 폭주방지 뿐만 아니라 반응제어의 개념까지 확장한 형태이기 때문에 효율적으로 동작함을 알 수 있다.

따라서 제안된 피드백 리키버킷 알고리즘은 기존 예방 제어기법의 문제점인 망에 대한 정보의 부재와 반응 제어 기법의 문제점인 피드백에 의한 전파지연을 해결하기 위해 망의 진입점인 다중화기 내의 버퍼에 임계값을 설정하여 소스 트래픽을 제어함으로써 망의 정보를 얻을 수 있으며, 전파지연의 문제점을 해결할 수 있다.

또한 임계값에 의한 소스 트래픽 제어를 이용함으로써 평균 전송율과 최대 전송율의 제어가 가능하기 때문에 기존 리키버킷 알고리즘에서 평균 전송율을 제어에 관한 어려움을 해결할 수 있다.

참고문헌

- [1] J. J. Bae, T. Suda, "Survey of Traffic Control Scheme and Protocols in ATM Networks," Proceedings of the IEEE, Vol. 79, No. 2, pp.170-189, Feb. 1991.
- [2] 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.
- [3] P. Castelli, A. Forcina, A. Tonietti, "Dimensioning Criteria for Policing in ATM Networks", INFOCOM'92, pp.759-766, 1992.
- [4] E. D. Sykas, I. Ch. Paschalidis, G. K. Mourtzinou and K. M. Vlamos, "Congestion Avoidance in ATM Networks", INFOCOM, pp.905-914, 1992.
- [5] E. P. Rathgeb, "Modelling and Performance Comparison of Policing Functions in ATM Networks", IEEE JSAC, Vol. 9, No. 3, pp.325-334, Apr. 1991.
- [6] Khosrow, Sohraby and Moshe Sidi, "On the Performance of Bursty and Correlated Sources Subject to Leaky Bucket Rate-Based Access Control Scheme", IEEE INFOCOM'91, 40.3.1-40.3.9, 1991.
- [7] J. W. Roberts, A. Gravey, "Recent Results on BISDN ATM Traffic Modeling and Performance Analysis a Review ITC-13 Paper", IEEE GLOBECOM'91, 37.3.1-37.3.4, 1991.
- [8] A. Baiocchi, N. Blefari Melazzi, M. Listanti, A. Roveri and R. Winkler, "Modeling Issues on an ATM Multiplexer

- within A Bursty Traffic Environment", IEEE INFOCOM'91, 2C.2.1-2C.2.9, 1991.
- [9] A. Baiocchi, N. B. Melazzi, M. Listanti, A. Roveri and R. Winkler, "Loss Performance Analysis of an ATM Multiplexer Loaded with High-Speed ON-OFF Sources", IEEE JSAC, Vol. 9, No. 3, pp.388-393, 1991.
- [10] DAGIUKLAS A. and GHANBARI M., "On the Performance of a Reactive Flow Control Mechanism for ATM Networks carrying Video services", Third IFIP Workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks, July 1995
- [11] 류언무, 이기현, "A Cell Scheduling Algorithm for Traffic Source in an ATM Multiplexer", 40th MSCAS, 1997.
- [12] 류언무, 이기현, 박두일, "ATM망에서 지연을 고려한 트래픽제어", 한국통신학회, 1996.
- [13] 권택근, 초고속 통신망, 홍릉과학출판사, 1997.

저자 소개



류 언 무

1983년 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사)

1987년 숭실대학교 산업대학원 전자계산학과 졸업
(공학석사)

1998년 명지대학교 대학원 전자계산학과 졸업
(공학박사)

1989년~ 현재 마산대학 컴퓨터 사무자동화계열 부교수