한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제19권 제2호 (2011. 6)

ATM network에서 리키버킷과 EWMA를 이용한 트래픽 제어

윤석현°
°청강문화산업대학 컴퓨터정보과
e-mail: shyoon@ck.ac.kr

A Leaky Bucket & EWMA Type Traffic Control in ATM Networks

Seok-Hyun Yoon°
°Dept. of Computer Information, Chungkang College of Cultural Industries

● 요 약 ●

본 논문에서는 ATM network에서 트래픽 제어를 위하여 리키버켓과 EWMA로 구성된 셀 간격 제어기를 연구한다. 제안하는 알고리즘은 토큰 풀을 가진 리키버켓과 시간 윈도우를 가진 EWMA, 간격제어 버퍼로 구성된다. BONeS 시뮬레이터에서 ON/OFF 트래픽 소스 모델을 이용하여 제안한 UPC 알고리즘의 성능을 평가한 결과, 패킷화된 음성 트래픽과 고속 트래픽 소스 모두 셀 간격이 평균 비트율에 수렴하여 제어되는 것을 관찰할 수 있었다.

키워드: ATM 망(ATM network), 트래픽 제어(Traffic Control), 셀 쉐이핑(Cell Shaping)

I. 서론

ITU-T에서는 UPC/NPC의 기능에서 셀 간격 제어기능을 폴리싱 기능과 연계하여 수행하도록 권고하고 있다.

셀 간격 제어는 입력된 셀을 버퍼에 저장하였다가 지정된 방출 시간 또는 이론적 재방출 시간에 셀 들을 출력하여 트래픽 파라메터가 위반되지 않도록 한다. 셀 지연 변이(CDV)를 흡수하기 위한 다양한 셀 간격 제어기가 제안되어 왔다[1,2]. 셀 간격 제어기는 소스 노드, 망의 진입점, 또는 다중화기 노드 등에 위치할 수 있다.

F. Guillemin[1]과 P.E. Boyer[2]는 다중화 단계의 큐잉지연으로 인한 셀 지연변이를 감소시키기 위해 가상 스케쥴링 알고리즘(VSA)에 의해 트래픽 쉐이퍼를 설계하였으며, F.M. Brochin[3]은 파라미터 값보다 짧은 시간 내에 전송된 두 개의 연속된 셀 들을 보호하기 위해 셀 간격 제어기를 채택하였다. 또한 G. Rigolio[3]는 트래픽 쉐이퍼를 최대 셀율 감소 메커니즘으로 적용하기 위해 슬라이딩 윈도우 메커니즘으로 구현하였으며 F. Bernabei[4]는 쉐이퍼의 버퍼 용량에 의존하는 2단 쉐이핑 알고리즘을 제안하였다. 이들 연구의 대부분은 출력 전에 2단 다중화기와 분리된 셀 간격 제어 장치를 통해 다수의 트래픽 흐름을 포함하는 모델을 가정하였다. 따라서 다중화기에서 방출 충돌로 인해 폐기된 셀들에 대하여 고려하지 않았으며 또한 출력 트래픽 상의 다중화 영향을 고려하지 않았다.

G. Mercankosk[5]는 소프트웨어 방법으로 셀 방출을 위해 다중화 셀 간격 제어 방법을 제안하였고, Sabine[6]은 버스티 트래픽의 간격 제어를 위해 리키버켓 트래픽 쉐이퍼를 제안하여 출력 트래픽의 셀 흐름을 분석하였다. F. Hubner[7]는 다중화 이후 셀들이 너무 밀집하여 유입되거나 트래픽 소스의 오 동작을 방지할 수 있도록 셀 간격 제어 기능의 수행이 필요하다고 하였고, M. Li[9]는 VBR(variable bit rate) 트래픽 소스를 제어하기 위해 시간의 차이를 고려한 트래픽 쉐이퍼를 제안하였다. 그러나 아직까지 다중화기의 영향을 완벽하게 해결하지 못하고 있다.

본 논문에서는 리키버켓(LB)과 윈도우 메커니즘의 EWMA로 구성된 혼합형 UPC(H-UPC : Hybrid UPC)와 셀 간격 제어기로 구성된 혼합형 알고리즘을 제안한다. 제안된 혼합형 셀 간격 제어 기법의 성능을 평가하기 위하여 사용된 트래픽 소스는 음성과 고속데이터이며 이들 트래픽 소스들은 ON-OFF 트래픽 소스 모델을 사용하여 모델링 한다.

II. 본론

1. 제안 알고리즘

이 논문에서는 리키버켓에서 토큰을 받지 못한 셀들의 평균전송률을 측정하여 협상된 파라미터를 준수하면 망으로 유입되도록 EWMA를 이용하여 구성하였다.

리키버켓과 EWMA를 경유한 셀들은 간격 제어기에서 일정한 간격을 유지하며 방출된다. 셀 간격 제어는 셀이 간격제어기에 유입된 시간을 기준으로 셀의 출력시간을 결정하는 RAT(recent arrival time) 방식과 간격제어기에서 셀이 출력되는 시간을 기준으로 간격제어를 수행하는 RDT(recent departure time) 방식이

있다. 본 논문에서는 간격제어기의 전단에서 발생하는 다중화 영향을 극복하기 위해 RDT 방식을 제안한다. 또한 간격 제어기의 버퍼는 무한 버퍼를 가정하였다. 그림 1은 제안된 모델의 알고리즘이다.

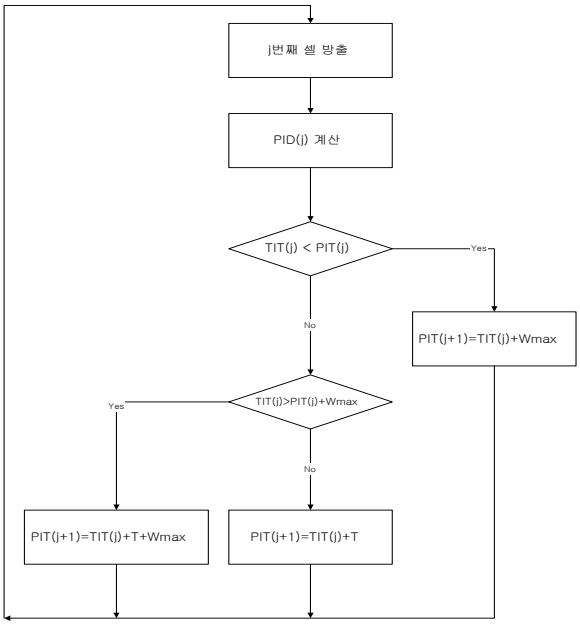


그림 1. 제안 알고리즘
Fig. 1. Proposed Algorithm

그림 1.에서 TIT(Theoretical Inter-departure Time)는 논리적인 셀 방출시간을 의미하고 PIT(Practical Inter-departure Time)는 실제 셀 방출시간을 의미한다.

이 논문의 시뮬레이션에서 토큰 생성률 r=0.95*최대전송률이며 망은 155Mbps로 가정한다. 이것으로 인하여 작은 토큰풀의 구현이 가능하며 또한 버퍼를 갖지 않은 리키버켓은 소스 트래픽의 간격에 전혀 영향을 가하지 않는다.

이 논문에서는 그림 2.와 같이 멀티미디어 소스 모델링에 자주 이용되는 2-state MMPP (Markov Modulated Poisson Process)를 사용하였고 그 예로서 음성과 정지영상, 고속데이터에 대한 실제 파라미터를 시뮬레이션 파라미터로 적용하였다.

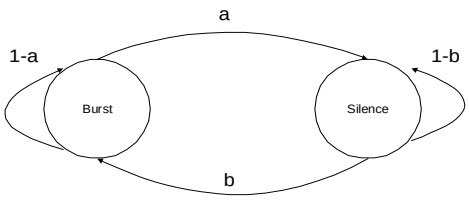


그림 2. ON-OFF 트래픽 모델
Fig. 2. ON-OFF Traffic Model

ON-OFF 트래픽 소스 모델은 Bursty 주기와 Silence 주기를 교대로 하는 순서로 모형화 된다.

2-state MMPP 모델은 ON 상태에서 기하분포 또는 음의 지수분포로 평균 시간을 유지하고, OFF 상태로 바뀌어 역시 지수분포의 시간을 보낸다. ON 상태에서는 최고 전송율을 가지고 고정길이인 셀을 계속적으로 발생시키며 OFF 상태에서는 침묵하게 된다.

일반적으로 버스트 기간의 값이 지수분포로 규정된다면 그 분산은 곧바로 얻어질 수 있으므로 특별한 문제가 없으나 분포가 잘 알려지지 않은 버스티한 멀티미디어 트래픽의 효과적인 제어 모듈을 설계하기 위해서는 이 표준편차 값이 트래픽 파라미터로 설정되어야 한다.

2. 실험결과

2.1 실험 환경

본 논문에서는 시뮬레이션을 위하여 BONeS 3.1을 이용하여 알고리즘을 구성하였으며 SUN 워크스테이션에서 성능 평가를 하였다. 시뮬레이션에 적용된 트래픽 파라메터는 표 1.과 같이 기존의 문헌[14], [17]에서 사용한 값을 그대로 사용하였다. H-UPC 단계에서는 최대 비트율 제어에 우수성을 인정받은 리키버켓의 평균 비트율 제어의 문제점을 해결하고 셀 손실율을 확보하기 위하여 리키버켓과 EWMA를 결합한 H-UPC를 적용하여 셀 손실율 10-6을 만족하는 버퍼의 크기를 기존의 리키버켓과 성능을 비교하였다. 셀 스페이싱 단계에서는 10-6의 셀 손실율을 확보한 H-UPC의 출력 셀 스트림을 셀 간격 제어기의 입력으로 적용하여 출력측의 셀 스트림과 비교하였다. 본 논문에서 H-UPC의 셀 손실율에 대한 성능을 평가하기 위해 약 45만 셀을 발생시켜 실험하였으며 셀 간격 제어기의 성능을 평가하기 위해 트래픽 소스별 각각 평균 30만 셀을 발생시켜 실험하였다. 또한 시뮬레이션에서 토큰 생성율 r=0.95*최대 비트율로 설정하여 고의로 피크율 위반 셀을 생성 시켰다. EWMA에서 윈도우 구간은 평균 ON+OFF구간으로 설정하였으며 최대 셀 지연 변이 허용치 Wmax 는 T+δ(δ= 4~ 8)을 적용하였다. (링크율 155 Mbit/s 일때 δ는 2.8μs).

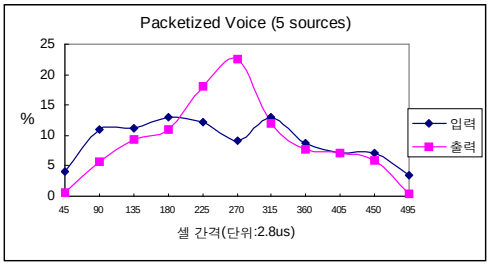
표 1. 트래픽 파라메터
Table 1. Traffic Parameter

소스 / 파라미터	packetized voice	broadband service
Bp	32Kbps	10Mbps
Bm	11.2Kbps	2Mbps
h	352ms	5ms
k	650ms	20ms

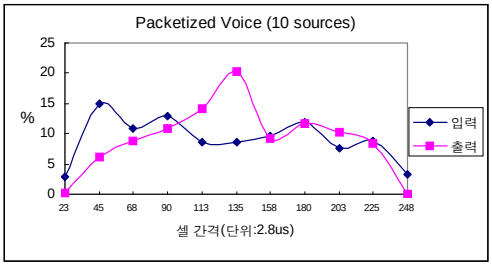
2.2 혼합형 UPC 실험결과

그림 3.의 (a)와 (b)는 패킷화된 음성 트래픽을 대상으로 혼합형 셀 간격 제어기의 성능을 측정한 것으로 셀 간격 시간에 대한 셀 분포도를 표시한 것이다. 그림에서 X축은 셀 간격, Y축은 셀 간격의 분포(백분율)를 나타내었다. (a)는 음성 트래픽 소스 5개를 다중화 한 결과이다. 입력 트래픽의 셀 간격 분포에 비해 셀 간격 제어기를 통과한 셀들은 역시 적합 셀 간격인 7.56ms(270*2.8us == 53*8/(11200*5))를 중심으로 분포하고 있음을 알 수 있다.

(b)는 음성 소스 트래픽을 10개 다중화 경우로 입력 셀 간격에 비해 출력 셀 간격은 역시 적합 셀 간격인 3.78ms(135*2.8us)를 중심으로 분포하고 있음을 알 수 있다. 전체적으로 소스 트래픽을 10개까지 증가시키면서 측정한 결과, 소스 트래픽이 증가해도 출력 트래픽의 셀 간격은 적합 셀 간격을 중심으로 양호하게 유지됨을 알 수 있다. 즉 음성 트래픽 입력 소스의 셀 간격 분포는 트래픽 소스의 수를 변화시키면서 측정한 결과 혼합형 셀 간격 제어기에 입력되기 전의 셀 간격보다 월등하게 일정한 셀 간격을 유지하면서 방출되는 것을 알 수 있다. 이는 셀 간격 제어기에서 셀 지연 변이를 잘 흡수하고 있음을 보여주고 있는 것이다.



(a)

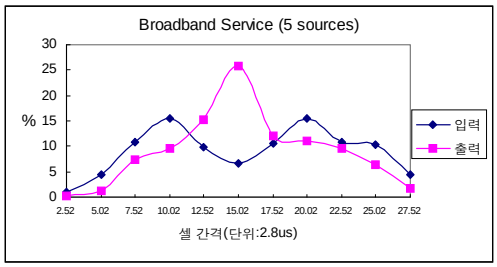


(b)

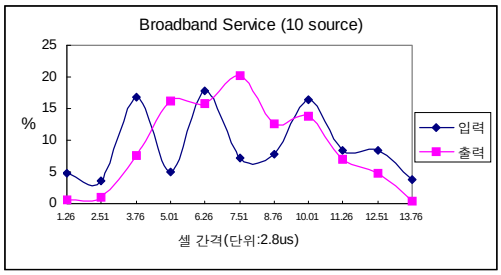
그림 3. 음성 트래픽 셀간격 분포

Fig. 3. Distribution of packetized voice cell spacing

그림 4.의 (a)와 (b)는 고속 트래픽의 셀 간격 특성을 측정한 것이다. 그림(a)는 5개의 트래픽 소스를 다중화한 경우로 입력 트래픽에 비하여 출력 트래픽은 42us(15.02*2.8us)를 중심으로 셀 간격이 형성되는 것을 알 수 있다. (b)는 10개의 소스 트래픽인 경우로 30us와 21us를 중심으로 각각 분포하고 있다.



(a)



(b)

그림 4. 고속 트래픽 셀 간격 분포

Fig. 4. Distribution of broadband service cell spacing

결론적으로 음성 트래픽 소스와 고속 트래픽 소스의 경우 입력되는 셀에 비해 방출되는 셀의 스트림이 셀 간격 제어 기능으로 밀집과 분산현상을 감소시키는 것이 확인되었다.

Ⅳ. 결 론

본 논문은 셀 간격 제어를 수행하기 위해 리키버켓과 EWMA, 버퍼를 가진 RDT 간격 제어기로 구성된 혼합형 셀 간격 제어 기법을 제안하였다. 리키버켓 메커니즘을 적용하여 최대 비트율을 제어하였으며 최대 비트율 위반 셀의 고려를 위해 EWMA 메커니즘을 적용하였다. 제안한 RDT 간격제어기 알고리즘을 이용하여 다중화 단계를 거친 셀들의 셀 지연 변이 문제를 해결하도록 하였다.

시뮬레이션 결과 혼합형 셀 간격 제어 기법은 UPC 단계에서 리키버켓에 비하여 낮은 셀 손실 특성을 가지므로 특히 손실에 민감한 트래픽 제어에 적합한 알고리즘이며 쉐이핑 단계에서는 패킷화된 음성 트래픽과 고속 트래픽에 대하여 다중화 트래픽 소스 모두 셀 간격이 평균 비트율의 적합 셀 간격으로 제어되는 것을 확인하였다. 따라서 셀 손실과 지연에 민감한 트래픽에 대하여 적합한 방식이다.

향후에는 망의 상태와 연계한 폭주제어와 셀 간격제어의 통합된 기능을 가진 트래픽 관리에 대해 연구할 필요가 있다.

참고문헌

[1] F. Guillemin, W. Monin, “Management of cell Delay Variation in ATM Network”, IEEE GLOBECOM'92, pp128-132, 1992.

[2] P. E. Boyer, F. M. Guillemin, M. J. Servel and J. Coudreuse, “Spacing Cells Protects and Enhances Utilization of ATM Network Link”, IEEE Network, pp38-49, Sept., 1992.

[3] G. Rigolio, L. Verri and L. Fratta, “Source Control and Shaping in ATM Networks”, IEEE GLOBECOM'91, pp276-280, 1991.

[4] F. Bernabei, L. Gratta, M. Listanti and M. Testa, “Analysis of Two Level Shaping for Multiplexing of ON-OFF ATM Sources”, IEEE ICC'93, pp1380-1385, 1993.

[5] G. Mercankosk, T. Moor and A. Gantoni, “Multiplexing

Spacer Outputs on Cell Emissions", IEEE INFOCOM'95, pp49-55, 1995.

[6] Sabine Wittevrongel and Herwig Bruneel,"Output Traffic Analysis of a leaky bucket Traffic Shaper Fed by a Bursty Source", ICC'94, pp1581-1585, 1994.

[7] H. Naser, A. Leon-Garcia, "A Simulation Study of Delay and Delay Variation in ATM Network, Part I : CBR Traffic", INFOCOM'96, pp393-400, 1996.

[8] F. Hubner, "Discrete-Time analysis of cell spacing in ATM system", Telecommunication System 3, pp.379-395, 1995.

[9] M. Li, Z. Tsai, "Design and Analysis of the GCRA Traffic Shaper for VBR Services in ATM Networks", ICC'97, pp.210-214, 1997.

[10] 윤석현. ATM망의 트래픽제어를 위한 효율적인 하이브리드 UPC 알고리즘. 2000. 한국컴퓨터정보학회 논문지 제5권 제3호. pp. 143-148

[11] 윤석현. ATM망에서LB와 TJW UPC를 이용한 트래픽 쉐이핑. 2002. 한국컴퓨터정보학회 논문지. 5권 3호. pp. 112-118