

ATM 망에서 트래픽 특성에 의한 셀 셰이핑

윤석현*

A Cell Shaping Scheme on The Traffic Characteristics in ATM Network

Seok-Hyun Yoon*

요 약

셀 지연 변이(CDV)에 의한 트래픽 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 RDT에서의 지연 누적을 보완하면서 RDT의 장점을 활용하기 위하여 RAT 방식에서의 셀 도착 시간을 기준으로 하며, 간격 제어기에 따로 데이터 버퍼를 두지 않고 시스템 내의 데이터 버퍼를 사용하여 셀들을 저장하고 저장된 셀들을 이론적 셀 간격시간으로 재방출하는 방식을 제안하였다. 제안한 방식의 성능을 비교하기 위하여 셀 간격 뿐만 아니라 간격제어기에서의 셀 평균 지연특성과 UPC/NPC에서 협상된 트래픽 파라미터의 준수 정도를 나타내기 위해 CDV 허용치를 적용하고 분석하였으며, 출력 트래픽의 연속 셀 분산 형태를 분석하였다.

Abstract

The change of traffic by the CDV is entered in a condensed form in UPC/NPC, overflowing the buffer of the net and possibly causing its congestion. For this reason this paper proposes the Cell Spacing Scheme. As the Cell Shaping Scheme, two method is proposed ; RAT based on the time in which cells enter the spacer and RDT based on the time in which cells come out from the spacer. This paper proposes the improved spacing sheme in which the departure time of the present cell determines the departure time of the next one, by combining with Leaky Bucket and on the traffic characteristics of ATM network.

▶ Keyword : Traffic Control, Cell Delay Variation, Cell Shaping Scheme

• 제1저자 : 윤석현
• 접수일 : 2004.08.28, 심사완료일 : 2004.09.13
* 청강문화산업대학 컴퓨터소프트웨어과 교수

방식의 특성을 분석하였다.

I. 서론

ATM 망에서의 트래픽 제어(traffic control)방식 중 UPC/NPC의 기능은 셀의 입력상태를 감시하는 폴리싱(policing) 기능과 입력된 셀의 간격을 제어하는 제어기(spacer) 기능으로 구분할 수 있다. 폴리싱 방식으로는 윈도우에 기반한 방식[3]과 리키버킷(LB:leaky bucket)에 기반한 방식들[3][4]이 제안되었다.

ATM 망의 특성상 셀 전송시 발생하는 셀 지연 변이(CDV; Cell Delay Variation)에 의한 트래픽의 변화는 UPC/NPC에 셀이 밀집된 형태로 입력될 수가 있다. Guillemin[2] 등은 이러한 이유로 UPC/NPC에서 셀간 간격을 제어하는 간격 제어기를 제안하였고, Boyer 등은 UPC/NPC 기능과 셀간 간격제어 기능을 함께 구현하기 위한 방식을 제안하였다[5].

이외에도 Wallmeier[5] 등이 LB 방식을 이용한 셀간 간격 제어 방식을 제안하였다. 그러나 이들 방식의 공통점은 셀이 제어기로 입력되는 시간을 기준으로 수행하는 RAT(recent arrival time) 방식이기 때문에 제어기에 의한 다중화로 인하여 출력 트래픽의 셀간 간격 분포가 최대 셀율에서 벗어나 분산된 모양을 나타낸다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위하여 제어기에서 셀이 출력되는 시간을 기준으로 간격제어를 수행하는 RDT(recent departure time)방식이 제안되었다[7]. RDT 방식은 전단에서 발생한 다중화 영향을 완전히 극복함으로써 셀간 간격이 최대셀율에 집중되는 좋은 출력 트래픽 특성을 갖는 것으로 확인되었다. 그러나 RDT방식에서는 제어기에서 셀 출력을 요구한 시간과 실제로 셀이 출력되는 시간 사이에 지연이 발생하며 서비스가 계속되는 동안 지연이 누적되기 때문에 비현실적인 버퍼의 크기가 필요하다.

본 논문에서는 RDT에서의 지연 누적을 보완하면서 RDT의 장점을 활용하기 위하여 RAT의 방식에서 적용한 것과 같이 셀 도착 시간을 기준으로 하며, 제어기에 따로 데이터 버퍼를 두지 않고 시스템 내의 데이터 버퍼를 사용하여 셀들을 저장하고 저장된 셀들을 이론적 셀 간격시간으로 재방출하는 이론적 출발시간을 이용하여 셀 간격 분포를 측정하고 또 셀 발생에 따른 평균 지연을 측정함으로써 각

II. 트래픽 셰이핑

ITU-T에서는 트래픽 파라미터로 최대셀율과 이의 역수인 최소방출 간격에 대해서만 정의 하였다. 이것은 망 측에서도 제어가 용이할 뿐만 아니라 사용자의 QoS를 항상 보장할 수 있기 때문이다. 그러나 망에서 사용자의 트래픽 특성을 상세히 알지 못하므로 망 자원이 비효율적으로 운용되는 단점이 있다.

최대 셀율은 하나의 ATM 연결에 허용된 트래픽의 상한 값을 나타내며, 최대셀율을 정의하는 기준 구성 및 동등 단말기(equivalent terminal)는 그림 1과 같다[10].

ITU-T 권고안 I.356에서 정의한 셀 지연 변이(CDV)를 구하는 방법은 1-지점(point) 셀 지연 변이와 2-지점(point) 셀 지연 변이에 의한 방법으로 나눌 수 있다. 1-지점 셀 지연 변이는 하나의 측정 지점을 설정하여 셀 k의 실제 도착 시간과 셀의 참조 도착 시간과의 차로 구할 수 있다. 다음과 같이 1-지점 셀 지연 변이를 식으로 나타낼 수 있다.

$$y_k = c_k - a_k$$

$$y_k = 1 - \text{point CDV} \dots\dots\dots (1)$$

$c_k = \text{reference arrival time}$
 $a_k = \text{actual arrival time}$

참조 도착 시간은 아래와 같이 정의할 수 있다.

$$c_0 = a_0 = 0$$

$$c_{k+1} = c_k + T \quad \text{when } c_k \geq a_k$$

$$c_{k+1} = a_k + T \quad \text{otherwise}$$

\dots\dots\dots (2)

식에서 T는 최대 셀율의 역수이다. 1-지점의 값이 양수이면 셀 밀집 현상이고 음수이면 셀 분산 현상이다. 본 논문에서는 1-지점 방법에 의해 셀 지연 변이를 측정 하였다.

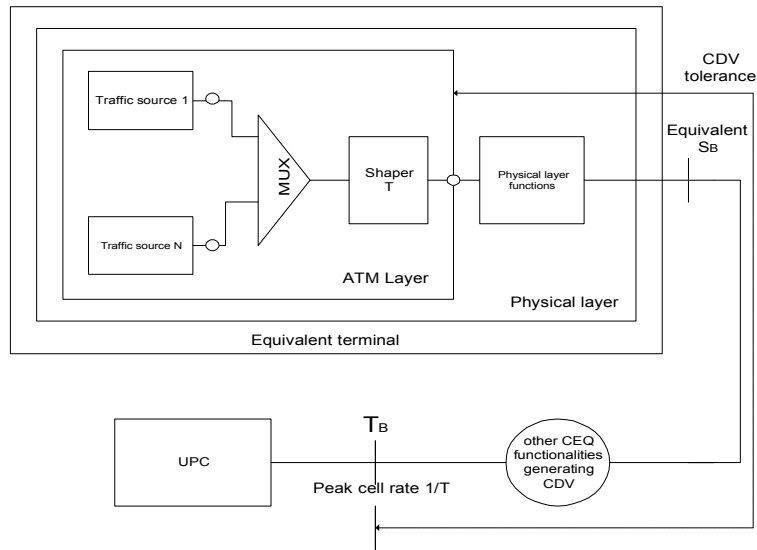


그림 1. 최대셀율을 정의하는 기준구성 및 동등 단말기

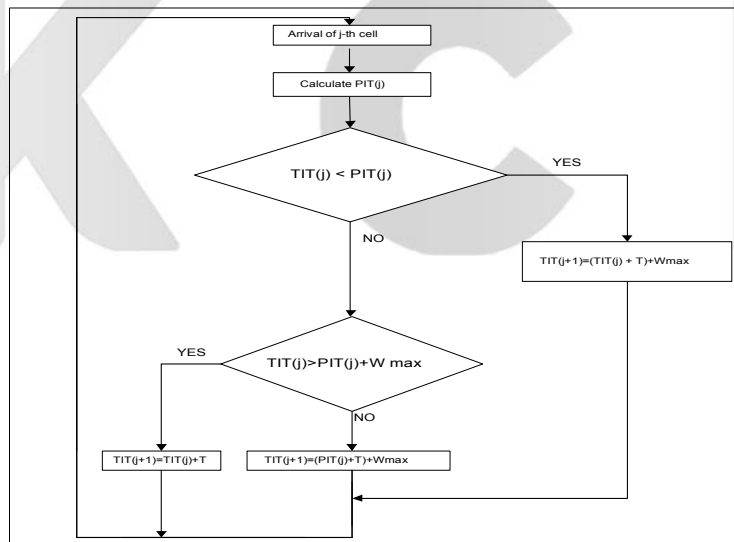


그림 2. 간격 제어 알고리즘

III. TIT 트래픽 웨이핑

(그림 2)는 본 논문에서 제안하는 간격 제어 알고리즘이다. 제안된 알고리즘에서는 이론적인 셀 도착 시간(TIT : theoretical inter-arrival time)과 실제 셀 도착 시간(PIT : practical inter-arrival time)을 이용하여 간격 제어를 수행한다.

알고리즘에서 셀 스트림은 다음과 같다. 트래픽 소스들은 ON-OFF 소스 모델로 발생된다. ON-OFF 소스 모델은 ON 구간에서는 최대 비트율로 셀을 발생하고 OFF 구간 동안에는 셀을 발생하지 않는다. 실험에 적용한 트래픽 소스는 음성과 정지 영상으로 구분하여 수행하였다.

ON-OFF 형태로 발생된 셀들은 최대 비트율로 셀 스페이서에 입력된다. 간격 제어 알고리즘은 측정된 도착 시간을 기준으로 망에서 요구하는 셀의 방출 시간을 결정하여 재 방출하게 된다.

본 실험에서는 두 가지 환경에서 다양한 평가를 하였다. 첫 번째, 버퍼가 없는 리키버킷에 간격 제어를 수행하지 않는 경우와, 기존 RAT, RDT 간격 제어를 수행한 경우, 그리고 제안된 간격 제어 알고리즘을 적용한 경우로 나누어 실험하였다.

두 번째, 버퍼를 가진 리키버킷에도 위와 같이 세 가지 경우를 적용하여 실험하였다.

제안한 간격 제어 방식에서 리키버킷 모델을 간격 제어기로 사용한 이유는 트래픽의 크기를 조절하기가 용이하며 트래픽 버스터니스를 감소시킬 수가 있기 때문이다.

IV. 시뮬레이션 및 결과

4.1 시뮬레이션 모델링

(그림 3)에서 최대 피크율은 $1/T$ 이다. 여기서 T는 셀 간격(inter cell time)이다. ON에서 OFF시간으로 천이할

확률을 α 라고 하고, OFF에서 ON시간으로 천이할 확률을 β 라고 하면 ON/OFF의 상태 천이 확률은 평균 $1/\alpha$ 과 $1/\beta$ 로 기하분포(geometric distribution)의 특성을 갖고 수행된다. 평균 비트율은 $(1/\alpha)/T(1/\alpha+1/\beta)$ 이며 평균 버스트 주기는 $T\alpha$ 이다.

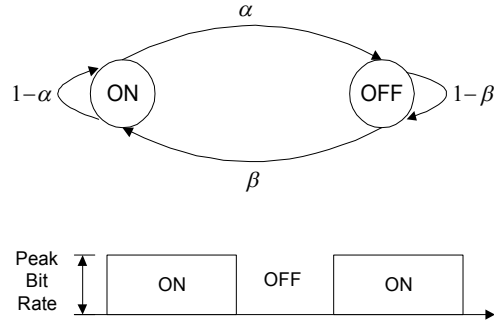


그림 3. ON-OFF 트래픽 소스 모델

최대 피크율을 ATM 셀의 유효부하 크기(48*8)로 나누게 되면 음성 트래픽의 경우 약 83셀을 발생 시키게 된다. 영상 트래픽의 경우는 약 26,041개의 셀을 발생하게 된다. 이것을 최대 셀 발생율로 정의할 수 있다.

본 논문에서 사용된 트래픽 소스의 파라미터 <표 1>는 시뮬레이션의 정확도를 높이고 성능 비교를 용이하게 하기 위해 여러 문헌에서 적용한 파라미터로 설정하였다.

표 1. 트래픽 파라미터

트래픽 소스	최대 피크율	평균 비트율	활성 주기	침묵 주기
음성	32Kbps	11.2Kbps	352ms	650ms
정지영상	2Mbps	87Kbps	500ms	11000ms

4.2 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 워크스테이션 SUN Sparc station 10에서 BONEs 3.1을 사용하여 모델을 구성하고 실험하였다. 그림 4는 토큰풀의 크기를 변화 시켰을 때 평균 셀 전송률에 따른 셀 손실율을 버퍼가 없는 리키버킷과 버퍼를 가진 리키버킷을 이용하여 셀 손실율을 측정하는 것이다. 이 결과 토큰풀의 크기가 트래픽 소스에 대해 셀 손실율을 감소시키는 것을 알 수 있었다. (그림 5)는 버퍼를 가진 리키버킷과 버퍼가 없는 리키버킷을 비교하여 큐잉지연을 측정하는 것이다.

실험 결과에서 두 모델의 셀 위반 확률은 토큰풀의 크기가 55이상일 때에는 차이가 없음을 알 수 있었다.

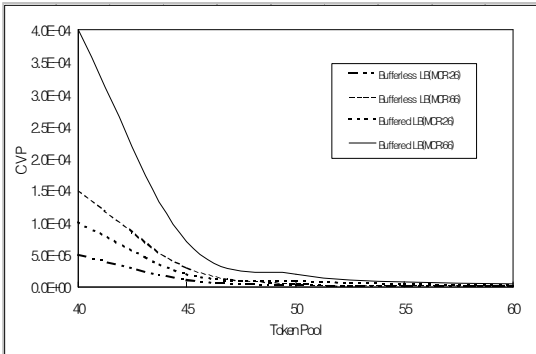


그림 4. LB의 셀 손실 확률

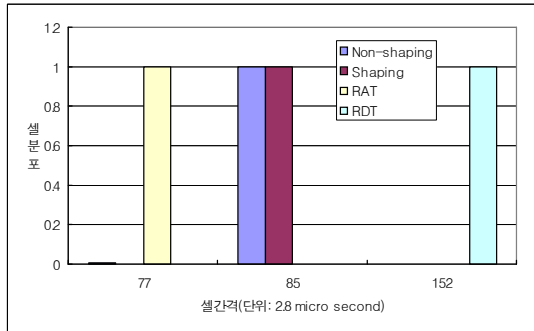


그림 7. Bufferless LB의 셀 간격 분포(정지영상)

(그림 8)과 (그림 9)는 버퍼를 가진 리키버킷을 실험한 결과이다. 음성 트래픽의 경우에는 98% 정도의 집중률을 보이며, 정지영상의 경우에는 95% 정도의 집중률을 나타내고 있다.

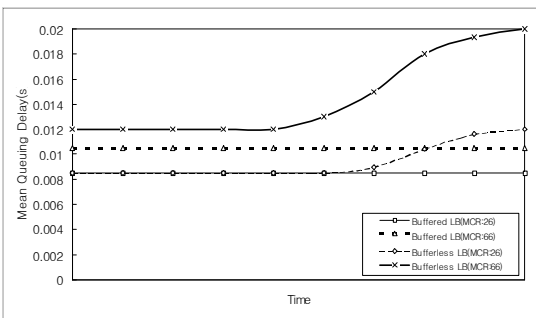


그림 5. LB의 큐잉 지연

(그림 6)과 (그림 7)은 버퍼가 없는 리키버킷에서 음성과 정지영상 트래픽을 이용하여 셀 간격을 측정하는 것이다. 버퍼가 없는 리키버킷의 경우 음성 트래픽에서는 약 95%, 정지영상 트래픽에서는 약 99.9%의 집중율을 보이고 있다.

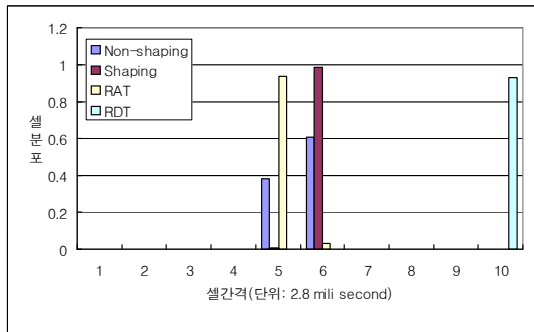


그림 8. buffered LB의 셀 간격 분포(음성)

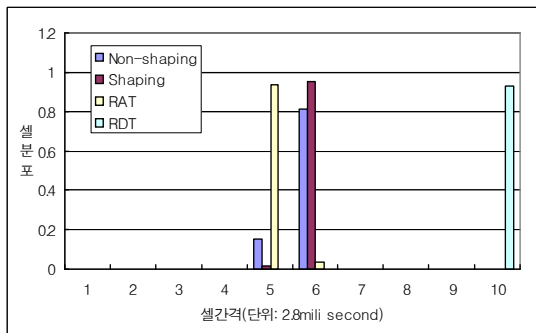


그림 6. Bufferless LB의 셀 간격 분포(음성)

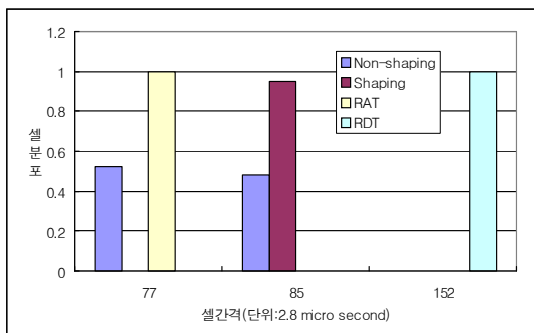


그림 9. buffered LB의 셀 간격 분포(정지영상)

V. 결론

기존의 ATM 셀 간격 제어 방식은 리키버킷 트래픽 감시 방식에 간격 제어기로 입력되는 시간을 기준으로 하는 방식이 대다수이며 이 경우 출력 트래픽에서는 간격 제어기에 의하여 다중화 현상이 발생하였다.

또 기존의 간격 제어 방식은 수락된 셀에 한하여 간격 제어 기능을 수행하였기 때문에 실제 위반셀에 대한 배려가 전혀 없다. 이러한 트래픽 제어 기법은 손실에 민감한 트래픽 소스뿐만 아니라 지연에 민감한 트래픽에도 많은 문제점을 갖게 된다. 이를 보완하고자 간격 제어기에서 셀이 출력되는 시간을 기준으로 수행하는 방식이 제안 되었다. 그러나 셀이 출력되는 시간을 기준으로 수행하는 방식에서는 셀 출력력을 요구한 시간과 실제로 출력되는 시간 사이의 지연이 발생하며 서비스가 계속되는 동안 이러한 지연이 누적되는 문제점이 치명적인 단점으로 지적될 수 있다.

따라서 리키버킷이나 다중화기의 버퍼를 간격 제어기의 버퍼로 사용하면서 버퍼에 입력된 셀의 시간을 기준으로 방출 시간을 결정하도록 하였다. 또 제안한 간격 제어 알고리즘에서는 위반셀에 대한 배려를 고려하여 모든 생성된 셀을 간격 제어기에서 표시하거나 폐기하지 않고 네트워크로 진입 시키도록 함으로서 기존의 방식에 비해 데이터의 손실을 고려하였으며, 일단 버퍼에 입력된 셀은 도착 시간 간격보다 일찍 방출될 수 있도록 융통성을 부여하여 버퍼에서 발생하는 지연을 최소화 하도록 했다. 제안한 간격 제어 방식은 네트워크의 셀 손실을 감소시키며 셀의 밀집 현상을 해소함으로써 대역의 효율을 높이고 수신 버퍼의 제조립 부하를 줄일 수 있다. 앞으로의 연구는 버스티니스와 SCR을 고려하여 위성망과의 연동을 고려하고자 한다.

참고문헌

- [1] 윤석현. ATM 망에서의 혼합형 셀 간격 제어 기법, 한국OA학회 논문지 제 6권, 제 1호, 2001. 3
- [2] P. E. Boyer, F. Guillemin, M. J. Servel and J. Coudreuse, "Spacing cells protects and Enhances utilization of ATM Network Link", IEEE Network, pp.38-49, Sept.,1992
- [3] E. P. Rathgeb, "Modeling and performance comparison of policing mechanisms for ATM networks," IEEE JSAC, SAC-9, no. 3, pp.

325-334, Apr. 1991.

- [4] A. Takse, Y. Nakano, Y. Ashi, and M Takano, "ATM transport node for flexible and robust access network," Proc. of IEEE GLOBECOM '93, pp.1481-1487, 1993.
- [5] H. Heiss and E. Wallmeier, "Performance comparison of three policing mechanisms based on their maximum throughput functions," ITC-14, pp.1405-1414, 1994.
- [6] F. Bernabei, L. Gratta, M. Listanti and M. Testa, "Analysis of Two level shaping for multiplexing of on-off ATM sources," IEEE ICC, pp.1380-1385, 1993
- [7] Raif O. Onvural, "Asynchronous Transfer Mode Networks (Performance Issues)", Artech House, 1994.
- [8] W. Matragi, C. Bisdikian, and K. Sohraby, "On the jitter and delay analysis in ATM multiplexer," Proc. of IEEE ICC'94, pp. 738-743, 1994.
- [9] S. -H. Park, J. -T. Lee, and C. -M. Han, "A CDV compensation method using delayed cells and its performance evaluation," JC-CNSS'94 Proceedings, pp. 56-60, 1994.
- [10] ITU-T Recom. I.371, "Traffic control and congestion control in B-ISDN," 1994

저자 소개



윤석현

1978년 2월 인하대학교 전자공학과 (공학사)

1982년 2월 연세대학교 전자공학과 (공학석사)

2000년 2월 국민대학교 전자공학과 (공학박사)

1981년 ~ 1993년

동양공업전문대학 전자통신과, 사무자동화과 교수

1996년 ~ 현재

청강문화산업대학 컴퓨터소프트웨어과 교수

<관심분야> ATM 네트워크, 소프트웨어 공학, 프로그래밍 언어