

ATM 네트워크 환경에서의 Self-Similarity 분석

김기완 · 김두용

Self-Similarity of ATM Network Environment

Ki-Wan Kim · DooYong Kim

Abstract

멀티미디어 환경에서 많은 패킷 스위치 네트워크로부터 발생하는 트래픽은 burstiness 성질이 상당히 넓은 범위의 time scale 상에 존재하고, 트래픽 특성이 self-similar 현상을 보이고 있다는 것이 알려지고 있다. 본 논문에서는 Shared-Buffer를 이용한 ATM 스위치 buffer 관리방법을 적용하여 입력포트에 self-similar 트래픽이 들어올 때 출력포트의 long-range dependency의 변화를 분석하며 아울러 큐잉 지연, 셀 손실률 그리고 이용도(utilization)등이 self-similar 트래픽에 미치는 영향을 분석할 것이다.

Key Words : ATM, Self-Similar, On/Off

1. 서론

초고속 통신망의 발달로 더 빠른 속도와 넓은 대역폭의 사용이 가능하게 됨으로써 음성을 위주로 서비스하던 과거와는 다른 멀티미디어 환경의 서비스가 제공되어지고 있다. 멀티미디어 환경에서 많은 패킷 스위치 네트워크로부터 발생하는 트래픽은 burstiness 성질이 시간축상에 넓게 퍼져 나타남으로써 전통적인 해석적 방법인 포와송 트래픽 모델과는 상당히 차이가 난다는 것이 여러 트래픽의 측정 결과 나타나고 있다. 또한, 이러한 트래픽 데이터는 통계적인 성질이 타임 스케일 즉, 초, 분, 시, 날짜에 관계없이 같은 성질을 가지는 self-similar 현상을 보이고 있다는 것이 알려지고 있다[1-3].

ON/OFF period 상태의 트래픽이 무한대의 분산값과 유한의 평균값을 가질 때 이러한 ON/OFF 소스들의 superposition은 self-similar

현상을 갖는 네트워크 트래픽을 발생시킨다는 것을 보여주고 있다[4]. 본 논문에서는 공유 메모리를 갖는 ATM 스위치의 입력포트에 self-similar 트래픽이 들어올 때 출력포트의 self-similarity가 어떻게 변화되는가를 분석하며 아울러 큐잉 지연, 셀 손실률 그리고 이용도(utilization)등이 self-similar 트래픽과 어떤 관계를 가지고 있는지를 분석할 것이다.

2. 시뮬레이션 모델

2.1 Self-similarity 트래픽 모델링

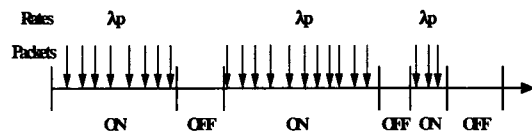


그림1. ON/OFF 트래픽 모델

Self-Similar 성질을 갖는 트래픽을 발생시키기 위해 그림 1과 같은 ON/OFF 두 가지 상태

* 순천향대학교 정보기술공학부

를 갖는 네트워크 환경을 가정한다. ON 기간 동안 트래픽 발생률은 지수분포를 따르고, OFF 기간 중에는 트래픽이 발생하지 않는다고 가정한다. 또한 ON/OFF 기간을 Pareto 분포로 가정하면 아래와 같은 식(1)로 나타낼 수 있다[5].

$$P[X \geq x] = x^{-\alpha} \quad \alpha > 0, x > 1 \quad (1)$$

식(1)에서 α 는 self-similarity 정도를 나타내는 파라미터로써 $1 < \alpha < 2$ 라면 Pareto 분포는 무한의 분산값과 유한한 평균값 $E(x)$ 를 갖는다. 또한, Pareto 분포의 평균값 $E(x)$ 는 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$E(x) = \frac{\alpha}{\alpha - 1} \quad (2)$$

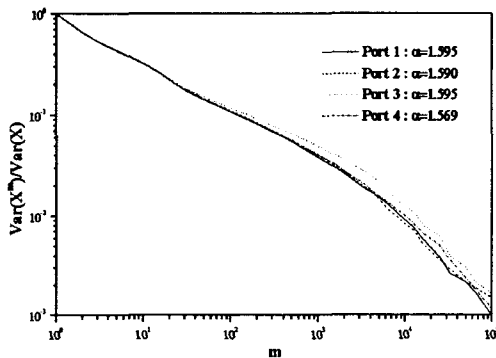


그림 2. ON/OFF 상태하에서 Self-Similar 특성을 갖는 트래픽

그림 2는 시뮬레이션을 위해 Pareto분포의 $\alpha = 1.5$ 로 가정하고, ON 기간 동안 트래픽 발생률은 $\lambda p=10$ 인 파라미터를 사용하여 백만개의 트래픽을 발생시킨 후 발생시킨 트래픽에 DROZ과 LE BOUDECA가 제안한 variance-time plot 방법을 적용한 그래프를 나타낸다[6]. 그림에 나타난 바와 같이 트래픽의 랜덤한 성질로 인하여 트래픽을 발생시 입력한 알파값(1.5)들과 variance-time plot 방법을 적용한 알파값 들과는 차이가 있음을 알 수 있다.

2.2 ATM 스위치 모델링

ATM 스위치 모델을 시뮬레이션하기 위하여 스위치 모델은 4개의 포트에 구성된다고 가정한다[7]. 또한, 각각의 포트는 3단으로 이루어져 있고 각 단은 그림 3과 같은 공유(Complete Sharing)메모리를 갖는 시스템이라 가정한다. 시스템에 도착하는 트래픽($\lambda_i, i=1, \dots, 4$)은 Self-Similar 성질을 갖는다고 가정하고, 각 포트에서 3개의 스위치는 지수분포를 갖는 프로세스 시간 $p_{time}=1/\mu, \mu$:스위치의 서비스율)을 갖는다고 가정한다. 또한 각각의 공유 메모리의 개수는 M이라고 가정한다.

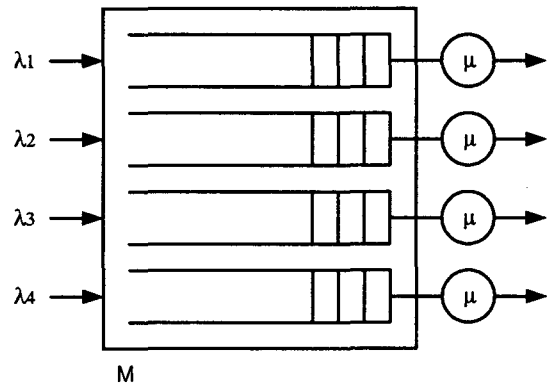


그림 3. 공유(Complete Sharing)메모리를 갖는 ATM 스위치 모델

3. 성능 분석

그림 4-9는 공유(Complete Sharing)메모리를 갖는 ATM 스위치 모델을 시뮬레이션 한 결과를 나타낸다. 시뮬레이션을 위하여 $\alpha=1.5, \lambda p=10$ 으로 가정하고 백만개의 트래픽을 발생시킨 데이터를 사용하였다. 또한 각 포트에서 스위치의 p_{time} 은 지수분포를 따른다고 가정하고 각 스위치를 나온 패킷들은 4개의 포트에 각각 25%씩 나누어진다고 가정한다. 또한, 공유메모리 $M=300$ 이라 가정한다.

그림 4는 3개의 스위치로 이루어진 ATM 스위치 모델에서 두 번째 포트의 각 출력 스트림

에 나타나는 α 값, 즉 self-similarity를 variance-time plot 차트를 이용하여 구한 값을 보여주고 있다. 그래프에서 ptime이 증가하면 α 값이 감소하여 self-similarity가 증가한다는 것을 보여 준다. 그러나 ptime이 일정 시간이후에는 다시 α 값이 증가하여 self-similarity가 감소하는 결과를 볼 수 있다.

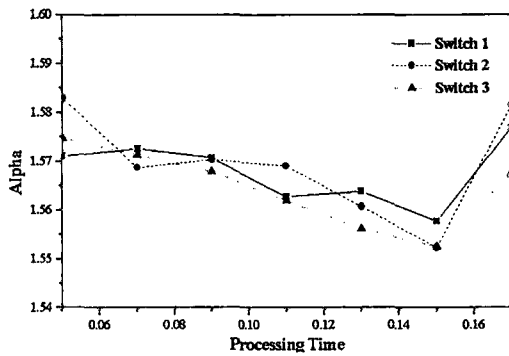


그림 4. Self-Similarity의 변화

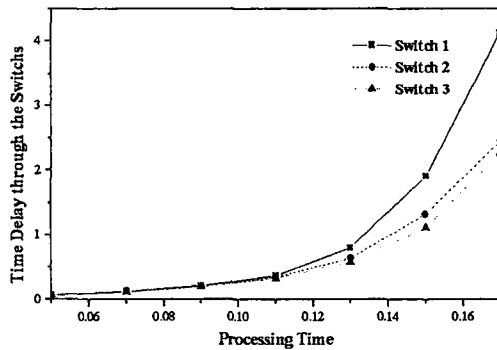


그림 5. 스위치에서의 지연시간 (버퍼에서의 대기시간+스위치에서의 서비스 시간)

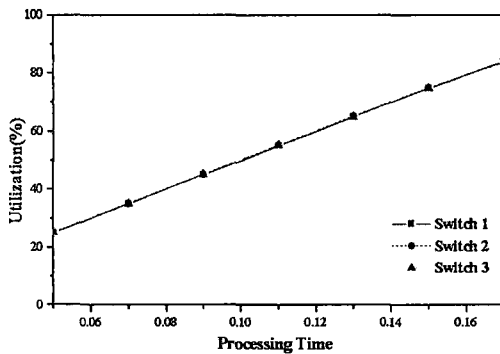


그림 6. 이용도(Utilization)의 변화

그림 5는 패킷이 스위치에서의 지연시간(버퍼에서의 대기시간+스위치에서의 서비스 시간)을 나타낸다. 그림에서 ptime=0.13 이후에 첫 번째 스위치에서의 지연 시간이 급격히 증가되는 현상을 볼 수 있다. 또한, 두 번째 세 번째 스위치에서의 지연 시간은 거의 비슷할 것 알 수 있다. 그림 6에서 ptime이 증가하면 스위치의 이용도가 증가하나 각 스위치의 이용도는 거의 차이가 없음을 알 수 있다.

그림 7-9는 각 스위치에서의 패킷손실률을 나타낸다.

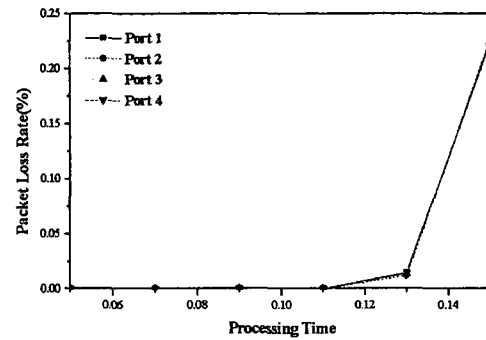


그림 7. 스위치 1에서의 패킷 손실률

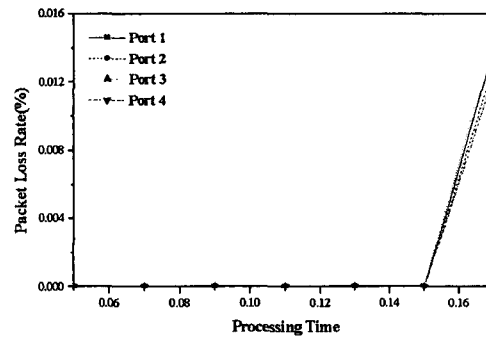


그림 8. 스위치 2에서의 패킷 손실률

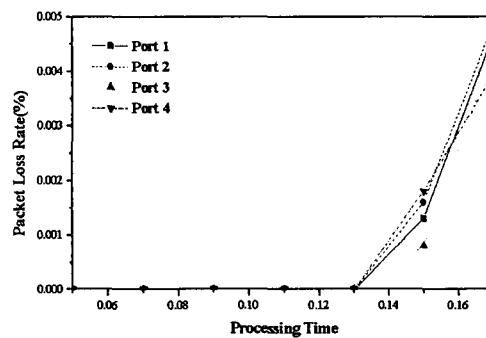


그림 9. 스위치 3에서의 패킷 손실률

첫 번째 스위치에서 $p_{time}=0.11$ 까지는 패킷의 손실이 거의 없다가 이용도가 60% 이상이 되는 지점부터 패킷의 손실률이 급격히 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 스위치 1을 통과한 패킷들은 스위치 2,3에서 손실이 거의 없음을 알 수 있다.

4. 결 론

다단으로 이루어진 네트워크 모델에서 각 스위치에서의 프로세스 시간을 증가시키면 알파값이 감소하다가 일정 시간 이후에는 다시 알파값이 증가하여 self-similarity가 감소되는 현상을 볼 수 있다. 이러한 현상이 각 단에서 스위치의 이용도가 어느 한계 이상으로 높아지면서 self-similarity 정도가 불안정해지는 것에 기인한 것인지는 앞으로 더욱 연구가 필요한 부분이다. 또한, 공유 메모리를 갖는 ATM 스위치에서 Self-Similar 성질을 갖는 트래픽에 대한 분석 모델은 더 나아가 CP(Complete Partitioning), SMXQ(Sharing with Maximum Queue Lengths), Pushout, DT (Dynamic Threshold) 와 같은 보다 다양한 방식의 버퍼 관리 기법에 대한 더욱 깊이 있는 성능 평가가 필요할 것이다.

참고문헌

- 1) W. Willinger, M. S. Taqqu, W. E. Leland, and D. V. Wilson, "Self-similarity in High-speed Packet Traffic: Analysis and Modeling of Ethernet Traffic Measurements," *Statistical Science*, 10: 67-85, 1995
- 2) V. Paxson and S. Floyd, "Wide Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling," *Proc. of the ACM Sigcomm '94*, London, UK, p. 257-268, 1994.
- 3) W. E. Leland, M. S. Taqqu, W. Willinger, and D. V. Wilson, "On the Self-similar Nature of Ethernet Traffic," *Proc. of the ACM Sigcomm'93*, San Francisco, CA p. 203-213, 1993.
- 4) J. Beran, R. Sherman, M. S. Taqqu, and W. Willinger, "Long-Range Dependent in Variable-bit-rate Video Traffic," *IEEE Transactions on Comm.* 43: 1566-1579, 1995.
- 5) T. Le-Ngoc, S.N. Subramanian, "A Pareto-modulated Poisson process (PMPP) model for long-range dependent traffic," *Computer Comm.*, p.123-132, 2000.
- 6) Droz, P, Le Boudec, A High-speed Self-similar ATM Traffic Generator Including Traffic Parameter Technical Report RZ2854
- 7) Mutlu Arpacı, John A. Copeland. "Buffer Management for Shared-Memory ATM Switches," *IEEE Comm., Surveys & Tutorials*, p.2-10, 2000.