

다단 스위치에서 Self-Similar 트래픽의 분석

김기완 김두용

순천향대학교 정보기술공학부

kkw@sch.ac.kr, dooykim@sch.ac.kr

Analysis of Self-Similar Traffic in Multi-Switch Systems

Ki-Wan Kim Doo Yong Kim

Div. of Information Technology Engineering, Soonchunhyang Univ.

요 약

본 논문에서는 실제 네트워크에서 측정되고 있는 시간축상으로 매우 불안정한 상태의 트래픽 즉, ON/OFF 소스 모델로 가정하여 발생시킨 self-similar 트래픽을 이용하여 다단으로 이루어진 스위치 모델의 처리시간(processing time)에 따른 출력단에서 self-similarity의 변화와 이용도(utilization) 등을 사용하여 네트워크의 성능을 분석한다.

1. 서론

최근 초고속망의 발달과 급격히 증가하는 멀티미디어 콘텐츠로 인하여 네트워크상에서 실제 측정된 트래픽값들은 시간축상으로 매우 불안정한 상태를 나타내고 있고, 네트워크 상에 나타나는 이러한 불안정성은 각각 Chaotic, Fractal, Self-Similar, Power-Tail 또는 Heavy-Tail등으로 표현된다. 이와같은 트래픽들은 무한 분산값과 유한의 평균값을 가진다는 뜻을 내포하고 있으며 포와송 트래픽으로 가정되어지는 전통적인 큐잉 분석방법인 마코비안 모델을 이용한 결과값과는 상당한 차이가 난다는 것이 알려지고 있다[1-4].

본 논문에서는 Self-similar 특성을 갖는 트래픽을 발생시키기 위하여 ON/OFF상태의 변화는 Pareto 분포를 따른다고 가정하여 발생시킨 트래픽을 이용하여 다단으로 이루어진 다양한 스위치 모델의 출력단에서 self-similarity의 변화와 이용도(utilization)와 같은 성능을 분석하였다.

2. 다단 스위치 모델링

Self-similar 특성을 갖는 트래픽을 발생시키기 위하여 ON 상태일 때 지수분포의 트래픽이 발생하고, OFF 상태일 때는 트래픽이 발생하지 않는 ON/OFF 두 가지 상태가 반복되는 트래픽 모델로 가정하고, ON/OFF상태의 변화는 식(1)의 Pareto 분포를 따른다고 가정한다[5].

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

식(1)에서 $1 < \alpha < 2$ 일 때 Pareto 분포는 무한의 분산값과 유한한 평균값을 갖는다.

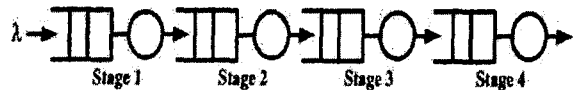


그림 1. 하나의 입력을 갖는 모델



그림 2. 두개의 입력을 갖는 모델

다단 스위치로 이루어진 네트워크 모델은 그림1과 그림2와 같이 4개의 단으로 연결돼 있다고 가정하고 각각의 단은 처리시간 ptime을 갖는 하나의 스위치와 무한개의 버퍼로 이루어져 있다고 가정한다. 또한, 그림 1은 하나의 self-similar 트래픽 λ 가 다단 스위치로 들어온다고 가정하고, 그림 2는 두 개의 self-similar 트래픽 λ_1, λ_2 가 더해져서 다단 스위치로 들어온다고 가정한다.

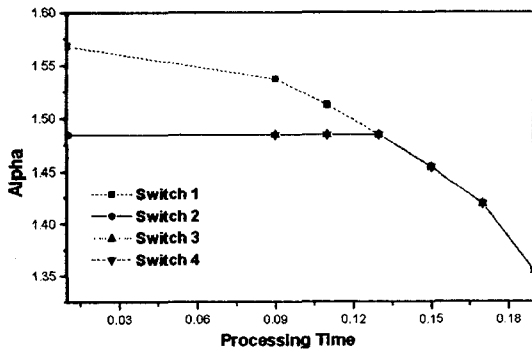


그림 3. Self-Similarity의 변화

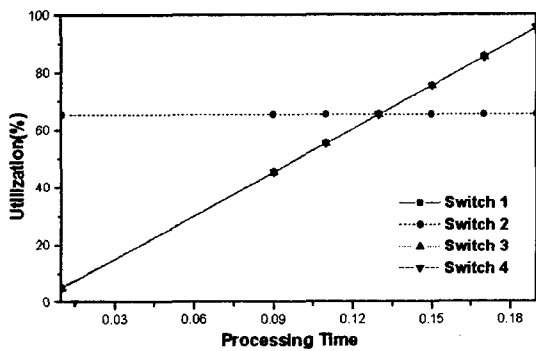


그림 4. 이용률(Utilization)의 변화

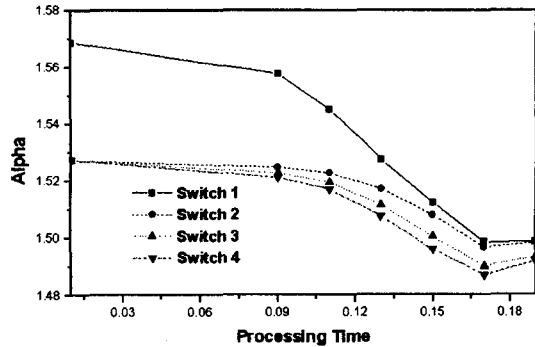


그림 5. Self-Similarity의 변화

그림 3과 그림 4 그리고 그림 5는 그림 1에서 2번째 단의 처리시간을 0.13 단위시간으로 고정시키고 나머지 세 개 단들의 처리시간이 동일하게 변할 때 출력단에서 self-similarity 변화와 이용도의 변화를 나타낸다. 입력 트래픽은 ON/OFF 상태의 변화가 pareto 분포를 따르는 self-similarity 특성을 갖는 이백만개의 트래픽을 발생시킨 후 DROZ과 LE BOUDEC가 제안한 variance-time plot 방법을 이용하여 얻은 $\alpha=1.5685$ 값을 갖는 λ 를 사용하였다. 그림 3과 4는 처리시간(ptime)을 상수로, 그림 5는 처리시간을 지수분포로 가정하여 시뮬레이션을 수행한 결과이다. 그림에서와 같이 세 번째단의 이용률이 두 번째단의 이용률 63%보다 작더라도 self-similarity 즉, α 값은 변화가 없이 이용률이 큰 두 번째 단의 영향을 받을 수 있다.

표 1. 처리시간 ptime=0.01단위시간(상수)

	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
$\lambda_1(\alpha=1.5685)$	1.5776	1.5776	1.5776	1.5776
$\lambda_2(\alpha=1.5956)$	1.5834	1.5835	1.5835	1.5834
$\lambda_1(\alpha=1.5685)$	1.6834	1.6833	1.6834	1.6834
$\lambda_2(\alpha=1.6800)$	1.6834	1.6833	1.6834	1.6834

표 2. 처리시간 ptime=0.01단위시간(지수분포)

	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
$\lambda_1(\alpha_1=1.5685)$ $\lambda_2(\alpha_2=1.5956)$	1.5778	1.5771	1.5765	1.5761
$\lambda_1(\alpha_1=1.5685)$ $\lambda_2(\alpha_2=1.6800)$	1.5836	1.5826	1.5817	1.5810
$\lambda_1(\alpha_1=1.6800)$ $\lambda_2(\alpha_2=1.7469)$	1.6835	1.6828	1.6822	1.6817

표 1은 각 단의 처리시간을 상수 0.01단위시간으로 가정하고, 표 2는 각 단의 처리시간을 지수분포 0.01단위시간으로 가정하여 시뮬레이션을 한 결과를 나타낸다. α 값이 다른 두 개의 self-similar 트래픽 λ_1, λ_2 가 그림 2의 모델에 같이 들어올 때 각 단에서 출력되는 트래픽의 self-similarity를 나타내는 파라메타 $\alpha = \min(\alpha_1, \alpha_2)$ 임을 알 수 있다.

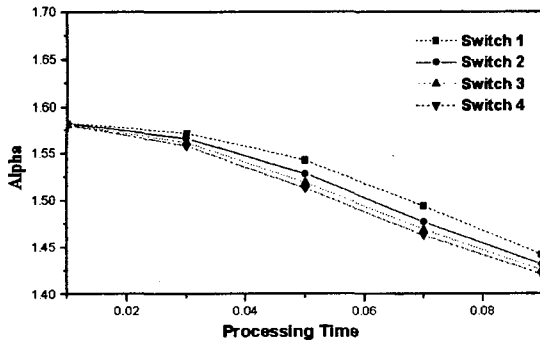


그림 6. Self-Similarity의 변화

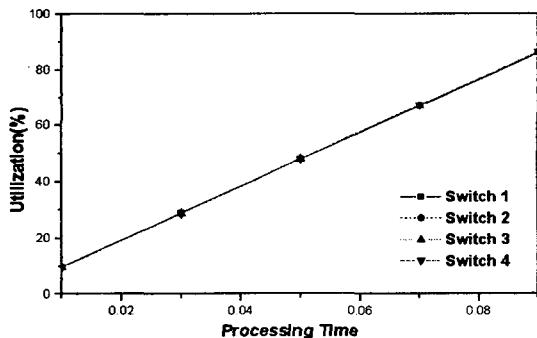


그림 7. 이용률(Utilization)의 변화

그림 6과 그림 7은 다단으로 구성된 스위치에 두 개의 입력 $\lambda_1(\alpha_1=1.5685), \lambda_2(\alpha_2=1.68)$ 가 들어와서 더해질 때 지수분포 처리시간을 갖는 각각의 스위치에서 출력 트래픽의 self-similarity 정도를 나타낸다. 위의 두 그림 6과 그림 7은 각 스위치에서의 처리시간이 증가하면 스위치의 이용도(Utilization)가 커지면서 α 값이 감소하여 self-similarity가 증가한다는 것을 보여주고 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 다단으로 이루어진 스위치에서 입력단에 self-similar 트래픽이 들어올 때 출력단에서의 self-similarity 정도를 분석하였다. 이용률이 큰 스위치에 연결된 이용률이 작은 스위치의 α 값은 앞단의 영향을 받는 현상을 볼 수 있다. 또한, 두 개의 self-similar 트래픽이 더해질 때 출력단에서의 α 값은 두 트래픽중에 self-similarity 정도가 큰 쪽으로 나타난다는 것도 알 수가 있다. 이와같이 다단으로 이루어진 self-similar 트래픽 스위치 모델은 다양한 네트워크 스위치에 대한 모델링을 위해 사용될 수 있을 것이다.

4. 참고문헌

- [1] Lester Lipsky and John E. Hatem, "Buffer Problems in Telecommunications System," 5th International Conference on Telecommunications System, Nashville, Tennessee, March, 1997.
- [2] Michael Greiner, Manfred Jobmann and Lester Lipsky, "The Importance of Power-Tail Distributions for Telecommunication Traffic Models," Technical Report, Department of Informatics, Technical University Munich(TUM), Submitted for publication.
- [3] 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
- [4] 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.
- [5] T. Le-Ngoc, S.N. Subramanian, "A Pareto-modulated Poisson process (PMPP) model for loan-range dependent traffic," Computer Comm., p.123-132, 2000.