

Self-Similar 트래픽을 갖는 Mobile IP의 성능분석

김기완 김두용

순천향대학교 정보기술공학부

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

Performance Analysis of Mobile IP with Self-Similar Traffic

Ki-Wan Kim

Doo-Yong Kim

Div. of Information Technology Engineering, Soonchunhyang Univ.

Key Words: mobile IP, self-similar, truncated power-tail

요 약

휴대용 단말기와 이동통신 기술의 발달로 무선 네트워크의 사용이 급증하면서 호스트가 이동중에도 지속적인 네트워킹이 가능한 프로토콜들이 개발되고 있다. Mobile IP는 이동 노드(mobile node)가 인터넷상의 임의의 다른 위치에 접속하여 IP 주소를 변경하지 않고, 홈 주소를 이용하여 통신하며 위치에 따른 care-of address에 의해 데이터를 터널링하여 전달받는다. 본 논문에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 self-similar 트래픽을 갖는 mobile IP의 성능을 분석한다. 일반적으로 데이터 트래픽, 바인딩 갱신시간, 버퍼관리 방법 등은 핸드오프 동안 mobile IP의 성능에 많은 영향을 미친다. 따라서 시뮬레이션 모델을 이용하여 self-similar 트래픽 환경에서 위에 언급된 성능 파라미터들의 영향을 분석한다.

1. 서론

호스트의 이동성을 지원하는 Mobile IP는 이동 중인 노드가 홈 에이전트를 벗어났을 때 이동 노드를 위한 접속점인 care-of address를 사용하여 데이터 패킷을 터널링 함으로써 홈 주소를 바꾸지 않고 인터넷상의 임의의 위치에서 접속하여 인터

넷을 사용할 수 있도록 한다. 그러나, 표준 IP 라우팅 알고리즘에 의해서 전송되는 기본적 mobile IP 방법은 모든 패킷이 홈 에이전트를 통해 이동 노드로 전송되므로 최적화된 라우팅 방법을 제공하지 못하고, 이동 노드의 위치 정보가 홈 에이전트에 등록되기 전에 수신된 패킷은 손실된다. 그러므로 이러한 문제점을 해결하기 위하여 Route

optimization mobile IP가 제안되고 있다[1]. 또한, 급속한 인터넷의 보급으로 다양한 지역과 인터넷에서의 데이터 트래픽은 매우 불규칙하고 불안정한 양상으로 측정된다. 그러므로 포와송 분포로 연구되었던 과거의 시스템 모델들은 이러한 불규칙한 트래픽하에서의 시스템에 적용하기가 적절하지 않을 것이다[2]. 본 논문에서는 이러한 트래픽 환경을 모델링 하기 위하여 S-S(Self-similar) 트래픽을 갖는 안정된 상태에 있는 시스템을 가정하여 smooth 핸드오프와 버퍼기능을 이용한 mobile IP의 핸드오프 시뮬레이션 모델을 제시하고, 바인딩 갱신시간과 버퍼관리 방법과 같은 성능 파라미터들의 영향을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 분석한다.

2. 시뮬레이션 모델

1) 트래픽 모델링

현재 널리 사용되고 있는 표준 포와송 모델은 데이터 트래픽의 불안정한 상태를 설명할 수 없기 때문에 네트워크 트래픽을 모델링하는데 충분하지 않다. 또한, 네트워크 트래픽의 측정값은 시간축 상으로 넓은 범위에 걸쳐있는 불안정한 상태인 self-similar 특성을 보여주므로 유한한 평균값과 유한한 분산값을 갖는 지수함수의 변형된 함수들(hyper-exponential, Erlangian 등)은 이러한 시스템을 모델링 하기에는 충분하지 않다. 그러므로 본 논문에서는 시스템의 트래픽의 실효값을 모델링 하기 위하여 유한한 평균값과 무한한 분산값을 갖는 TPT-T(Truncated Power-Tail) 분포의 트래픽을 가정하여 시스템을 모델링 한다[2,3].

어떤 랜덤 변수 X에 대해서 확률 분포 함수(Probability Distribution Function)는 다음과 같이 정의한다.

$$F(x) := Prob(X \leq x),$$

여기서 Reliability Function은

$$R(x) := Prob(X > x) = 1 - F(x) \text{ 이고,}$$

확률 밀도 함수(probability density function)는

$$f(x) := \frac{dF(x)}{dx} = -\frac{dR(x)}{dx} \text{ 이다.}$$

PT 분포는 매우 큰 x에 대하여

$$R(x) \rightarrow \frac{c}{x^\alpha} \quad \text{단, } c > 0 \text{ and } \alpha > 0 \quad (1)$$

($\alpha \leq 2$ 일 때 이 분포는 무한 분산값을 갖는다.)

$$\theta v^\alpha = 1, \quad \text{단, } 0 < \theta < 1, \quad v > 1 \quad (2)$$

만약, TPT-T 분포의 평균을 E_Y 라 하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_Y = \frac{1-\theta}{1-\theta^T} \frac{1-(v\theta)^T}{1-v\theta} \frac{1}{\mu} \quad (3)$$

그러므로 TPT-T 분포는 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$R_{Y_T}(x) = \frac{1-\theta}{1-\theta^T} \sum_{i=1}^T \theta^{i-1} e^{-r_i} \quad (4)$$

$$\text{단, } r_i = \frac{\mu}{v^{i-1}}$$

α : exponent of PT distribution

T : truncation of PT distribution

2) Route optimization mobile IP

Route optimization mobile IP는 송신 노드가 이

동 노드의 현재 위치를 포함한 정보를 갖는 바인딩을 저장하여 패킷이 홈 에이전트를 거치지 않고 이동 노드로 직접 전송되는 기능을 제공함으로써 보다 최적화된 라우팅 방법을 제공한다. 또한, Route optimization mobile IP는 이동 노드의 이전 에이전트에 새로운 임시 주소를 등록하여 핸드오프 발생전의 바인딩 정보를 이용하여 송신 노드가 전송한 패킷을 이전 셀 지역에 있는 에이전트가 새로운 셀 지역에 있는 이동 노드로 재 전송하여 전달하는 smooth 핸드오프 기능과 이전 외부 에이전트가 바인딩을 갱신하기 전에 수신된 패킷이 있을 경우, 패킷을 저장하여 이후에 이동 노드의 바인딩 정보가 갱신되면 패킷을 재전송 하는 버퍼기능을 제공한다[4].

3. Self-Similar 트래픽을 갖는 시스템의 성능 분석

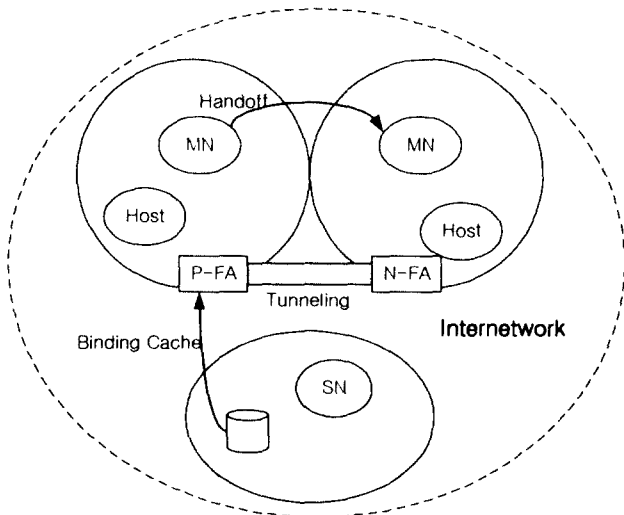


그림 1. Smooth 핸드오프 시뮬레이션 모델

하나의 셀 영역에 P-FA(Previous Foreign Agent)와 핸드오프를 요구하지 않는 이동 노드인 Host, 그리고 이동 중에 핸드오프를 요구하는 이동 노드인 MN(mobile node)이 존재한다고 가정한다.

송신을 원하는 노드(SN)는 이동 노드들의 바인딩을 통해 각각의 홈 에이전트를 거치지 않고 P-FA로 패킷을 전송한다.

MN이 P-FA의 셀 영역에서 이웃한 셀 영역인 N-FA(New Foreign Agent)로 이동하면 P-FA는 registration lifetime이 만료되어 MN이 서비스 영역을 벗어났다고 간주하고 SN으로부터 수신되는 패킷을 버퍼에 저장한다. P-FA는 핸드오프가 이루어진 MN의 등록 메시지가 수신되면 등록 메시지를 우선적으로 처리하고 버퍼에 저장된 해당 이동 노드의 패킷들을 터널링하여 전송한다. 그리고 우선 순위를 갖는 등록 메시지가 더 이상 수신되지 않으면 자신의 셀 영역내의 이동 노드 MH로 보내지는 패킷들을 전송한다.

컴퓨터 시뮬레이션을 위하여 패킷과 등록 메시지를 전송하는데 발생하는 전파 지연은 무시하고 송신 노드에서의 데이터 패킷 발생률은 TPT-T 분포를 P-FA에서 MN의 등록 절차를 수행하는데 발생하는 지연 시간과 P-FA에서 패킷의 서비스 시간은 지수 분포를 따른다고 가정한다. P-FA이 수신하는 전체 패킷 발생률을 λ , MN으로 전송되는 패킷과 등록 메시지를 λ_1 , 호스트로 전송되는 패킷을 λ_2 라 하고, P-FA내의 이동 노드 중 핸드오프를 요구할 확률을 P_{REG} 라 할 때 다음과 같은 식 (5)를 이용하였다.

$$\lambda_1 = \lambda_{REG} = P_{REG} \lambda, \lambda_2 = (1 - P_{REG}) \lambda \quad (5)$$

핸드오프 중에 발생하는 데이터 패킷 손실을 버퍼의 오버플로우와 버퍼에서의 타임아웃에 의한 패킷 손실로 구분하고, 서버의 서비스를 $\mu = 4$, $P_{REG} = 0.3$, 타임아웃 = 15, 버퍼크기 = 90, $\theta = 0.5$, $E_Y = 1$, $\alpha = 1.4$ 라 가정하면 등록 처리율

의 변화에 따른 패킷손실과 패킷들의 처리 시간은 다음과 같다.

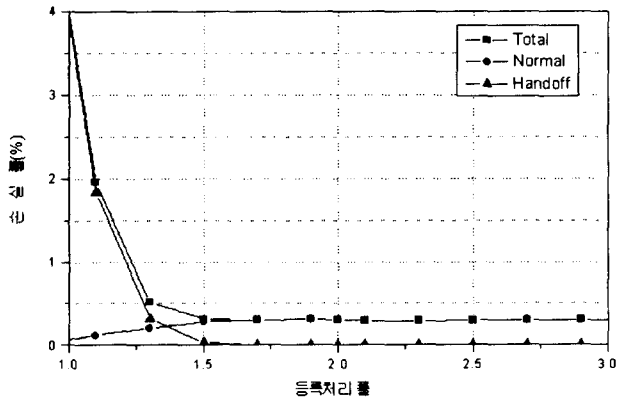


그림 2. Host 패킷(Normal)의 손실률과 MN 패킷(Handoff)의 손실률

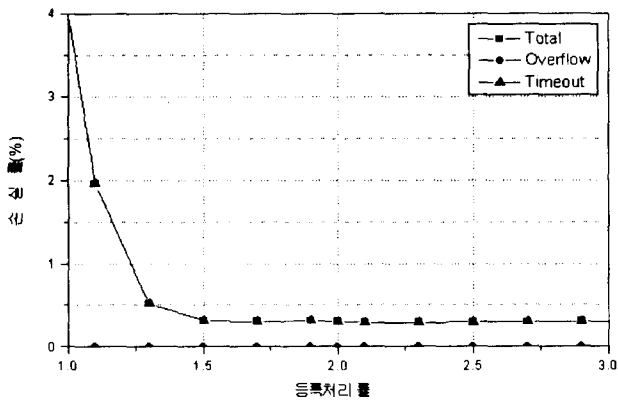


그림 3. 버퍼 오버플로우(Overflow)와 타임아웃(Timeout)에 의한 손실률

그림 2에서 등록처리율이 1.3보다 작을 때 핸드오프 패킷의 손실률이 전체 손실률의 대부분을 차지하는 것을 알 수 있다. 또한 등록처리율이 1.5 이상일 경우 핸드오프 패킷의 손실률은 거의 발생하지 않는 반면 핸드오프를 하지 않는 패킷의 손실률이 전체 손실률의 대부분을 차지하는 것을 알 수 있다. 또한, 패킷손실률은 변화가 없이 일정함을 보여준다. 그러므로 등록처리율이 1.5 이상 되어도 패킷 손실률에 따른 시스템의 성능에는 영향이 없음을 알 수 있다. 그림 3에서 버퍼 크기가 90

으로 충분히 크기 때문에 버퍼에 의한 오버플로우가 거의 발생하지 않음을 알 수 있고, 버퍼에서의 타임아웃에 의한 손실률이 전체 손실률의 대부분을 차지함을 알 수 있다. 등록처리율이 1.5 이상일 경우 패킷손실률의 변화가 없이 일정함을 보여주기므로, 등록처리율이 1.5 이상 되어도 패킷 손실률에 따른 시스템의 성능에는 영향이 없음을 알 수 있다.

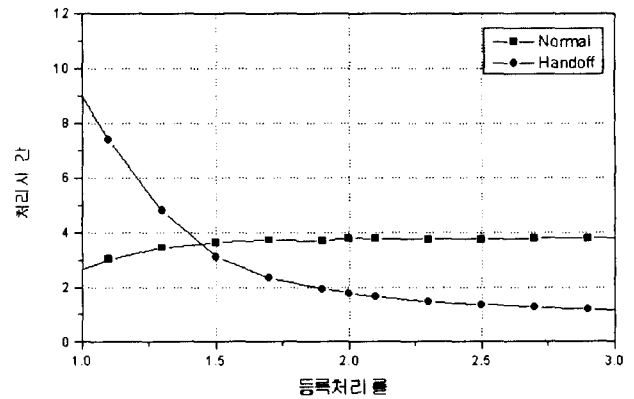


그림 4. Host 패킷(Normal)과 MN 패킷(Handoff)의 processing time

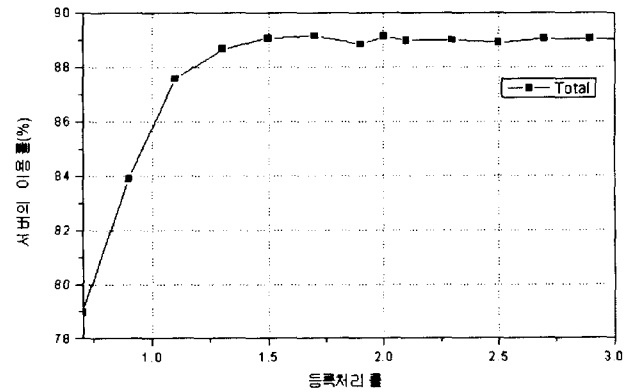


그림 5. 서버의 이용률

그림 4에서 등록처리율이 1.5 보다 클 때 핸드오프 패킷의 시스템에서 진행되는 시간은 줄어드나 핸드오프를 하지 않는 패킷의 진행시간은 일정함을 보여준다. 그림 5는 등록처리율이 1.5 이상일 경우 서버의 가동률이 85%로 일정함을 나타낸다.

그림 2, 그림 3, 그림 4와 그림 5에 의해서 등록 처리율이 1.5 이상이 되어도 핸드오프 패킷의 시스템에서 진행시간을 제외하고는 시스템의 성능에는 영향을 미치지 못함을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 Route optimization mobile IP의 Smooth 핸드오프와 버퍼 기능을 이용한 시스템의 시뮬레이션 모델을 제안하고 일반적으로 성능에 많은 영향을 미치는 Self-Similar 트래픽 특성, 노드의 이동성, 바인딩 갱신시간, 버퍼관리 방법을 시뮬레이션 모델을 이용하여 분석하였다. 그러나 이러한 성능 분석 파라미터와 더불어 Self-Similar 트래픽에 가장 큰 영향을 주는 성분 파라미터인 α 에 의한 시스템의 성능 분석이 필요하다. 또한, 등록과 인증 절차에 따른 지연 시간과 같은 다른 파라미터의 성능 분석이 필요하고 나아가 계층적 구조를 갖은 네트워크에서 성능 분석 연구가 필요하다.

5. 참고문헌

[1] Johnson D.B, "Route Optimization in Mobile IP", Technical report Feb 1999 draft-ietf-mobileip-optim-08.txt

[2] Lester Lipsky and John E. Hatem, "Buffer Problems in Telecommunications System," 5th International Conference on Telecommunications System, Nashville, Tennessee, March, 1997.

[3] 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.

[4] Charles E. Perkins, Kuang-Yeh Wang, "Optimized Smooth Handoffs in Mobile IP " IEEE Symposium on Computers Communications, pp.340-346. July. 1999

[5] Charles E. Perkins "IP Mobility Support", Technical report RFC 2002, October 1996

[6] Charles E. Perkins "Mobile IP , Design Principles and Practices" ADDISON- WESLEY, An Impring of addison Wesley Longma.

[7] Sharad Garg, Lester Lipsky and Maryann Robbert, "The Effect of Power-Tail Distributions on the Behavior of Time Sharing Computer System", 1992 ACM SIGAPP Symposium on Applied Computing, Kansas City, MO, March, 1992.

[8] Wolfgang Klinger and Lester Lipsky, On the Convergence of sums of Power-Tail Samples To Their α -Stable Distributions, M.S. Thesis, Department of Computer Science and Engineering, University of Connecticut, August 1997.