

이동호스트의 수신신호를 이용한 유무선 혼합망에서의 TCP 성능 향상

김진희[†] · 권경희^{††}

요약

유무선 혼합망에서 BS(Base Station : 기지국)에 Snoop을 이용한 지역 재전송기법은 무선망에서 패킷이 손실되면 빠른 복구를 가능하게 하지만 MH(Mobile Host:이동호스트)가 수신범위를 벗어나면서 생긴 패킷 손실 시에는 오히려 성능 저하의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 MH가 수신범위를 벗어나면서 생기는 패킷 손실과 그로 인한 지역 재전송을 최소화하기 위해 MH의 ACK 패킷에 RSS(Received Signal Strengths:수신신호세기)를 나타내는 flag bit추가를 제안한다. BS는 RSS flag bit를 이용해서 패킷 전송여부를 결정함으로써 패킷 손실을 최소화하는 것이다. 시뮬레이션 결과 기존의 Snoop에 비해 TCP 성능이 향상됨을 확인할 수 있었다.

키워드 : Snoop, 무선, 성능, 수신신호세기

Improving the Performance of TCP over Wired-Wireless Networks Using the Received Signal Strengths of Mobile Host

Jin Hee Kim[†] · Kyun Hee Kwon^{††}

ABSTRACT

The Snoop in the BS (Base Station) performs a local retransmission over wired-wireless networks to recover packet loss quickly. However, when the MH (Mobile Host) leaves the reception range of the signal, the local retransmission causes performance to degrade. In this paper, we minimize the packet loss and local retransmission caused by the unreachability from BS to MH to improve network performance. To do this, we suggest to add RSS(Received Signal Strengths) flag bit in ACK packet of MH. By using this flag bit, the BS decides whether it retransmits or not to minimize packet loss. The result of the simulation by ns-2 shows a big improvement of performance in the networks.

Key Words : Snoop, Wireless, Performance, Received Signal Strengths

1. 서론

기존의 유선중심의 망에서 무선망의 등장은 유무선 혼합 망으로의 변화를 가져왔으며 이는 다양한 무선 네트워킹 기술과 새로운 형태의 인터넷 서비스를 등장하게 하였다.

무선망은 유선망에 비해 높은 비트 에러율과 낮은 대역폭 그리고 높은 지연 등으로 인한 패킷 손실 확률이 높다. 그러나 기존의TCP는 비트 에러로 인한 패킷 손실이 낮은 유선망에 적합하게 설계되었으며 패킷 손실에 대해 혼잡제어 메커니즘을 적용한다. 따라서 유무선 혼합망에 유선 중심으로 구현된 TCP의 적용은 네트워크 성능 저하의 원인이 된다[3, 7, 10]. 유선과 무선구간내의 패킷 손실의 원인이 다르

듯이 손실 복구 메커니즘 또한 다르게 적용되어야 함을 의미한다. 유선 중심의TCP가 아닌 무선망에 적합하게 개선된 TCP가 요구 되는 것이다. 새로운 TCP의 요구는 유무선 혼합 망의 특징을 고려한 개선된 TCP를 만들게 하였으며 [3-12] 지금도 많은 연구가 진행되고 있다.

패킷 손실 시 재전송 메커니즘을 유선과 무선 구간에 따로 적용하면서 네트워크의 성능 향상을 높인 방법으로 BS(Base Station : 기지국)내에 Snoop module 의 추가를 들 수 있다. 무선구간에서 패킷 손실이 발생하면 FH(Fixed Host :고정호스트)가 아닌BS에서 재전송이 이루어지고 이러한 재전송을 지역 재전송이라 한다. 지역 재전송이라는 특징을 이용해서 무선 구간 내에서 패킷 손실을 송신 측에 감추면서 빠른 복구로 네트워크의 성능을 개선시킨 것으로 가장 많이 사용되고 있는 방법 중에 하나가 Snoop을 이용한 메커니즘이다. 그러나 BS에서의 지역재전송이라는 특징은

※ 본 연구는 2004년도 단국대학교 대학 연구비의 지원으로 연구되었음.

† 정 회 원 : 단국대학교 전자계산학과 컴퓨터과학 박사과정

†† 중 심 회 원 : 단국대학교 부교수

논문접수 : 2006년 4월 17일, 심사완료 : 2006년 8월 11일

MH(Mobile Host:이동호스트)가 수신범위를 벗어나는 경우에도 계속 될 수 있다. MH가 수신범위를 벗어나기 바로 직전에 FH에게 ACK 패킷을 전송하고 이를 받은 FH가 다음 패킷을 전송하는 경우이다. FH로부터 패킷을 수신 받은 BS가 MH로 패킷을 전송할 시점에 MH가 수신범위를 벗어나면서 패킷 손실이 발생하게 된다. 이로 인해 불필요한 지역 재전송이 유발되고 네트워크 성능 저하의 원인이 되는 것이다. 따라서 본 논문에서MH가 수신범위를 벗어나면서 생기는 패킷 손실과 이로 인한 지역재전송을 최소화하여 네트워크 성능을 개선시키려 한다.

이를 위해 MH의 ACK 패킷에 RSS(Received Signal Strengths:수신신호세기)를 나타내는 flag bit를 추가하였다. BS는 RSS flag bit를 이용해서 패킷 전송여부를 결정함으로써 패킷 손실을 최소화하는 것이다.

2. 관련 연구

BS에서의 Snoop 은FH와 MH의 TCP를 수정하지 않고 BS의 라우팅 프로토콜 수정만으로 성능을 향상시킨다[4].

BS는 FH로부터 수신한 데이터를 버퍼에 저장 후 MH로 전송하는데 무선구간에서 패킷이 손실되고 타임아웃이 발생하면 BS에서 저장해 둔 패킷을 재전송함으로써 FH에서 혼잡 제어 메커니즘 호출로 인한 성능저하를 개선시킨다. 무선망에서의 손실이 혼잡으로 인한 것인지 높은 에러율과 낮은 대역폭 등의 특징으로 인한 것인지를 구분하여 혼잡 제어 메커니즘의 호출 여부를 결정하는 것이 성능 향상에 영향을 미칠 수 있다.

이와 관련해서 Snoop을 이용한 유무선 혼합망에서 패킷 손실 시 혼잡 제어 메커니즘 호출을 최소화시키기 위한 많은 기법들이 다음과 같이 제안되었다.

무선망에서 연속적인 에러로 패킷이 손실될 경우 BS의 버퍼크기를 체크해서 임계치 이상이 되면 FH에 window size zero acknowledge를 보냄으로써 빠른 복구를 가져오게 하는 기법[4]과 ACK 패킷에 무선망의 대역폭을 나타내는 flag를 설정함으로써 송신 측의 window size를 zero로 만들게 하여 혼잡 제어 메커니즘 호출을 방지하는 기법[10]이 있으며, 송신 측과 MH와의 disconnection을 미리 예측하여 혼잡 제어 메커니즘을 호출하지 못하게 ACK에 window size zero 설정하는 방법[14], 혼잡 제어 메커니즘이 수신된 ACK 패킷의 개수에 따라 윈도우 사이즈를 증가시킨다는 점을 착안하여, BS가 MH로부터 수신된 ACK 패킷을 여러 개의 패킷으로 나누어서 FH에 전송하면 FH에서 윈도우의 크기를 빠르게 복구시키는 방법[6]등이다.

이렇듯 많은 연구들이 효율적인 메커니즘과 재전송 알고리즘을 통해 성능 개선을 가져 왔으나 모든 패킷 손실이 재전송을 요구하는 것은 아니다. 무선망에서 비트에러나 전송 지연으로 인해 패킷이 손실될 경우 재전송은 반드시 필요하지만 실제로 패킷 손실이 생겼음에도 불구하고 재전송을 필요로 하지 않는 경우가 있다. MH가 수신범위를 벗어나면서

패킷이 손실 되는 경우이다. MH가 수신범위 밖에 있다 하더라도MH가 수신범위 내에 있을 때 BS에 도착한 패킷은 MH로 계속해서 패킷을 전송할 것이며 이는 패킷 손실과 불필요한 재전송을 유발하게 되는 것이다.

본 논문에서는 편의상 ACK를 나타내는 패킷은 ACK 패킷이라고 하고 데이터를 포함하는 패킷은 그냥 패킷이라 부른다.

3. 제안하는 메커니즘

본 논문에서는 BS와 MH 사이에서 패킷 전송시 RSS(Received Signal Strengths)를 통해 MH의 위치를 예측함으로써 BS에서의 패킷 전송 여부를 결정하는 기법을 제안한다.

RSS는 MH가 BS로부터 받은 신호의 세기를 의미하는 것으로 이는 BS에서 MH의 위치와 식별을 제공하기 위해 정기적으로 전송되는 Beacon 통해 계산되며 장애물(건물, 산악등)의 정도와 거리가 멀어지면서 약해진다. 따라서 수신 안테나는 송신 안테나로부터 멀어질수록 더 낮은 신호 전력이 수신된다. 무선통신에서 이것은 신호손실의 주된 요인이다. 다른 감쇠요인이나 손상요인이 없다고 할지라도, 전송된 신호는 넓은 지역으로 분산되기 때문에 거리에 비례하여 감쇠된다[2]. 즉 RSS는 송수신 안테나의 높이와 파장 그리고 거리와의 관계로 설명이 되는 것이다.

다음은 RSS를 나타내는 수식이다. Two-ray ground reflection model에서 안테나의 높이와 안테나의 이득, 송출 신호 전력 그리고 거리와의 관계를 (식 1)과 같이 표현한다 [13].

$$RSS = \frac{P_t \times G_t \times G_r \times h_t^2 \times h_r^2}{d^4} \dots\dots\dots (식 1)$$

- RSS = 수신 안테나에서의 수신 신호
- P_t = 송신 안테나로부터의 송출 신호 전력
- h_t, h_r = 송수신 안테나의 높이
- G_t, G_r = 송수신 안테나의 이득(gain)
- d = 안테나 사이의 전파거리

안테나의 높이가 수시로 변하는 것이 아닌 이상 실제 RSS 변화에 가장 영향을 주는 것은 거리라고 볼 수 있다. 패킷 수신이 가능한 RSS의 임계치(Threshold)가 있고 MH가 임계치 이하의 RSS를 갖는다면 패킷 수신은 이루어지지 않는다. 그러나 MH의 RSS가 ACK 패킷을 전송할 당시 임계치 이하가 아니더라도 다음 패킷 전송이 실패하는 경우가 있다. MH의 이동으로 인해 BS으로부터 점점 멀어지면서 패킷 송수신이 이루어지는 경우이다. RSS는 점점 약해질 것이며 수신범위를 벗어나기 바로 직전에 전송한ACK 패킷을 받은 BS는 다음 패킷을 MH로 전송하게 될 것이다. 그러나 이미 MH는 전송범위를 벗어난 상태이다. 전송된 패킷은 손실되고 MH가 수신범위를 벗어난 상태에서도 지역 재전송은 계속되어 무선 네트워크 상에 불필요한 트래픽만 조

장하게 되는 것이다. 따라서 본 논문에서는 MH가 전송하는 ACK 패킷에 RSS를 나타내는 flag bit 설정으로 BS에서 MH 으로의 패킷 전송 유무를 결정하게 하였다. 설정되는 flag를 RSS_flag로 표기한다.

패킷 전송 여부를 결정하는 RSS_flag 값의 설정은 지수평활법을 사용한다.

지수평활법은 최근의 자료에 더 큰 비중을 두고, 과거로 갈수록 가중 값을 지수적으로 줄여나가는 방법이다. 최근 자료를 이용하여 미래의 값을 예측하기 때문에 시스템의 변화가 있을 경우에 그 변화에 쉽게 대처가 가능하다. 또한 계산법이 쉽고 자료를 많이 저장할 필요가 없다는 장점이 있기 때문에 전력소모나 메모리를 고려해야 하는 MH에 적합하다고 할 수 있다[2].

다음은 Pre_RSS를 나타내는 수식이다. Pre_RSS란 MH의 다음 패킷 수신 시 예측 되는 RSS를 의미하며 (식 2)를 통해서 얻을 수 있다[2].

$\alpha(0 < \alpha <= 1)$ 는 최근 자료에 대한 가중 값을 의미하며 RSS의 변동이 클 경우에는 큰 값이 적합하다. 초기값 Pre_RSS_1 는 첫 번째로 관측된 MH의 RSS를 나타내며, <식 2>를 이용하여 Pre_RSS_t 를 계산한다.

$$(1-\alpha)Pre_RSS_{t-1} + \alpha Z_{t-1} \dots\dots\dots (식 2)$$

$$: Pre_RSS_3 = (1-\alpha)Pre_RSS_2 + \alpha Z_2$$

- Pre_RSS_1 = 첫 번째로 관측된 MH의 RSS
- α = 가중 값 ($0 < \alpha <= 1$)
- αZ_{t-1} = t-1 기의 원자료

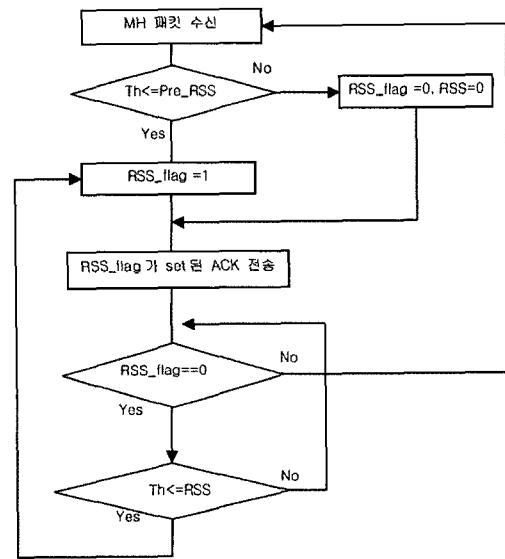
(그림 1)과 (그림 2)는 제안된 기법을 BS과 MH 두 부분으로 나누어 나타낸 것이다.

(그림 1)은 MH에서 ACK 패킷에 RSS_flag bit를 설정하는 흐름도이다.

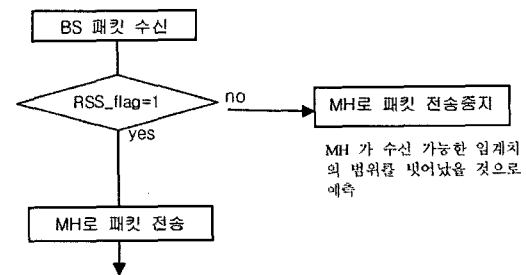
수신 가능한 신호의 임계치를 Th 로, 다음 패킷 수신 시 예측되는 RSS는 Pre_RSS 로 표기한다. MH의 RSS가 임계치에 가까워지고 다음 패킷 수신시 예측되어지는 Pre_RSS 가 임계치 이하의 값일 경우 ACK 패킷의 RSS_flag bit는 '0'으로 설정된다. RSS_flag의 '0'은 다음 패킷은 수신 가능성이 희박하니 보내지 말라는 패킷 전송 중지를 의미한다. RSS_flag의 '1'은 예측된 Pre_RSS 가 임계치보다 크므로 패킷 전송을 계속하라는 경우이다. 잘못된 예측으로 패킷 전송이 중지되었거나 혹은 임계치 범위를 벗어났다가 다시 들어오는 경우 BS에서 패킷 전송을 재개하기 위한 방법이다. MH에서 ACK 패킷 전송 후에 RSS_flag가 '0'이었을 경우 RSS와 Th 를 비교한다. 비교 결과 RSS가 크면 RSS_flag를 '1'로 설정하여 ACK 패킷을 전송함으로써 BS에서 패킷 전송을 재개하게 한다.

(그림 2)는 BS에서의 패킷 전송여부를 결정하는 흐름도이다.

BS에서 수신한 ACK 패킷의 RSS_flag를 통해 다음 패



(그림 1) MH에서 ACK 패킷에 RSS_flag bit 설정 흐름도



(그림 2) BS의 Snoop에서 패킷 전송 흐름도

킷의 전송 여부를 결정한다. RSS_flag가 '0'일 경우 전송되는 패킷이 손실될 것으로 판단하여 패킷 전송을 멈추고 '1'인 경우 계속해서 전송이 이루어진다.

4. 시뮬레이션

4.1 시뮬레이션 환경과 프로토콜

시뮬레이션은 네트워크 시뮬레이터인 Ns-2를 이용하였으며, 유무선 혼합 환경으로 유선망과 무선망을 연결하는 BS에 Snoop module을 추가하였다

시뮬레이션 환경은 다음과 같은 가정하에 연구를 진행하였다.

첫째, TCP 타입은 TCP Reno이다. 이는 TCP의 여러가지 구현 중 대표적이며 가장 많이 이용되는 것이 Reno이기 때문이다.

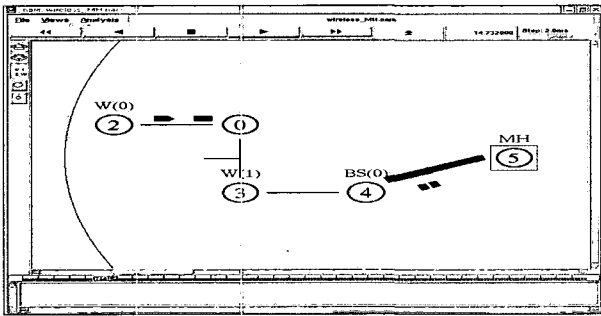
둘째, ACK 패킷에 대한 손실률을 0%로 하였으며, 패킷 송수신이 있는 동안 error가 없음을 가정한 것이다.

셋째, 패킷 송수신 방법은 반이중(half-duplex)으로 가정하였다.

넷째, MH의 이동은 BS를 중심으로 수신범위 밖으로 벗어났다가 다시 들어오는 경우로 가정하였다.

〈표 1〉 wireless 시뮬레이션

packet size		1460 bytes	
Traffic type		FTP	
TCP Type		TCP Reno	
Physical Layer	Propagation Model	Free space (reference distance)	$\frac{1}{r^2}$
		Two-ray Ground reflection (outside of the reference distance)	$\frac{1}{r^4}$
	802.11's Direct Sequence Spread Spectrum(DSSS)		
802.11 base on CSMA/CA			
Topology, Mobility Model		670 * 670 grid	
		1m/s(도보)~ 25m/s(자동차)	



(그림 3) Topology

다섯째, MH의 수신범위는 250m, BS에서의 최대 재전송 횟수는 10회로 하였다. 최대 전송 범위를 250m로 할 경우 (식 1)을 적용해서 나온 수신 가능한 신호의 임계치는 $3.652e-10$ 이다. 재전송 횟수와 수신범위, (식 1)과 관련된 변수의 값은 N_s-2 에서 디폴트로 설정된 값을 그대로 적용하였다.

시뮬레이션은 2 단계로 나누어 진행하였다.

첫번째 단계는 수신측에 MH가 하나인 경우로서 트래픽은 2번 노드에서 5번 노드로 발생한다. 노드 5번은 이동성을 갖는 노드로서 본 시뮬레이션에서는 이동속도를 도보(1m/s)로 하는 경우에서부터 차량(10m/s~25m/s)을 통한 이동까지 고려하였다. 시뮬레이션 시간은 50초로 하였으며 10초 동안 정지된 상태에서 패킷 송수신이 이루어지다가 10초 경과 후 MH가 수신 범위 밖으로 벗어났다가 다시 안으로 들어오는 상황을 반복하는 방법으로 진행하였다.

두번째 단계에서는 이동속도를 도보(1m/s)와 차량인(20m/s) 경우로 하여 MH의 개수를 1개, 5개, 10개로 증가시키면서 시뮬레이션 하였다. 각각의 MH는 1초간의 간격을 두고 이동하게 하였다.

4.2 시뮬레이션 결과

MH의 이동 속도가 빠를수록 MH에서의 수신량은 적어진다. 빠른 속도로 MH가 수신범위를 벗어나면 당연히 손실량

은 많아지고 패킷 수신량은 적어진다. MH가 임계치에 가까워지면서 ACK 패킷을 보내고 BS가 다음 패킷을 MH로 전송할 경우 패킷이 손실될 확률이 커지게 된다. 이는 불필요한 재전송을 유발하게 되고 이러한 재전송은 다른 노드가 패킷 전송을 위한 채널 확보를 어렵게 한다.

본 논문에서는 MH의 개수를 증가시키면서 이동 속도를 다양하게 하여 성능 평가를 진행하였다. 성능평가를 위해 MH에서 패킷 수신량과 손실량을 체크해보았다.

첫번째 단계의 시뮬레이션 결과가 (그림 4)와 (그림 5)이다.

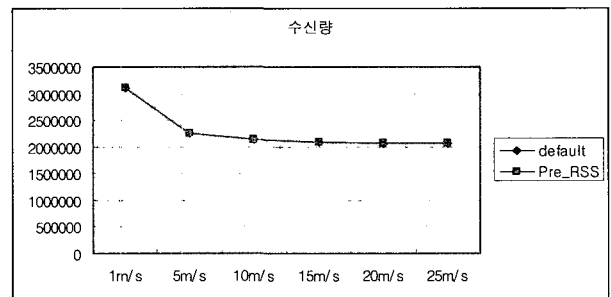
MH가 수신범위를 일정한 속도로 벗어났다가 다시 들어오는 경우로서 default 란 제안하는 기법을 적용하지 않았을 때이다. 즉, 기존의 TCP(with Snoop)를 그대로 적용했을 경우의 수신량과 손실량을 나타낸다. Pre_RSS란 RSS를 통해 MH의 다음 위치를 예측하는 알고리즘을 TCP에 적용했을 경우이다. 제안하는 기법을 적용했을 때와 적용하지 않았을 때 패킷 수신량이 같음을 알 수 있다.

(그림 5)의 결과는 패킷 손실량을 나타낸 것이다. 제안하는 기법을 적용했을 때의 그래프는 A 부분으로 손실량(재전송포함)이 현저하게 줄어든 것으로 볼 수 있다.

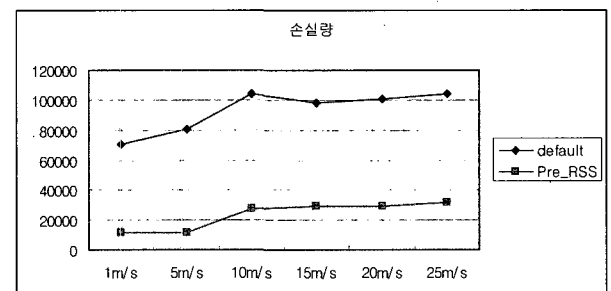
MH의 개수가 많아지면 무선망에서 채널 경쟁이 심해질 것이다. 또한 불필요한 재전송은 더 많은 채널 경쟁을 유발하여 네트워크 성능 저하로 이어질 것이다.

(그림 6)~(그림 9)는 MH의 개수를 5개, 10개로 증가시키면서 테스트한 결과이다.

(그림 6)과 (그림 7)은 이동속도가 1m/s일 때 MH에서의 수신량과 손실량을 나타낸 것이다. 이동속도가 느리면 당연히 패킷 손실은 적고 MH가 1개이면 다른 MH와의 채널 경쟁을 하지 않으므로 MH의 수신량에는 영향을 미치지 않는



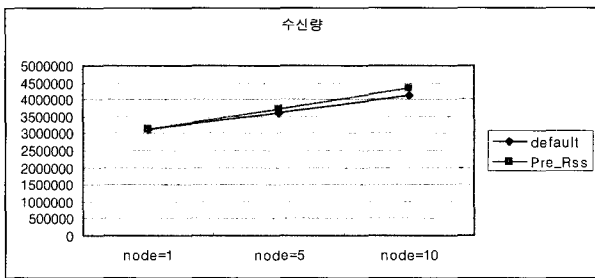
(그림 4) MH의 이동 속도에 따른 패킷 수신량



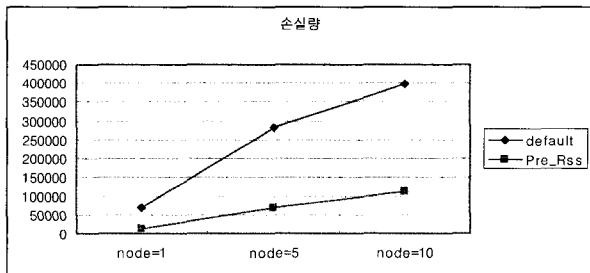
(그림 5) MH의 이동속도에 따른 패킷 손실량

다. 그러나 MH의 수가 증가하면서 수신량과 손실량에 많은 변화를 볼 수 있다.

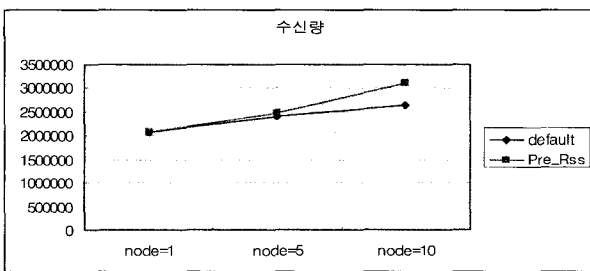
(그림 8)과 (그림 9)는 이동속도가 20m/s로 이동하는 경우이다. MH가 1m/s로 이동할 때 보다 제안된 기법을 적용했을 경우 현저하게 손실량은 줄어들고 수신량은 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 MH가 빠른 속도로 수신범위를 벗어나면서 많은 패킷이 손실되고 이로 인해 재전송된 패킷은 다른 MH와 채널 경쟁을 하게 되면서 수신량을 감소시키는 원인이 된다. 따라서 패킷 손실을 줄이는 것이 채널 경쟁을 줄이고 네트워크 성능 향상을 가져올 수 있는 방법이 된다.



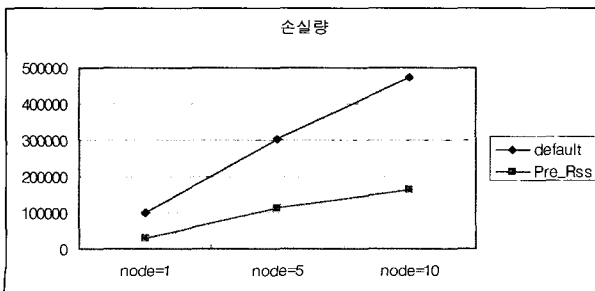
(그림 6) 이동속도 1m/s일 때 수신량



(그림 7) 이동속도 1m/s일 때 손실량



(그림 8) 이동속도 20m/s일 때 수신량



(그림 9) 이동속도 20m/s일 때 손실량

5. 결론

유무선 혼합 망에서 패킷 수신량과 손실량등을 통해 네트워크 성능 평가를 진행하였다. 기존 TCP와 Snoop을 그대로 적용했을 경우 MH의 이동속도가 빠르고 개수가 많을 수록 성능이 저하되는 것을 확인하였다. 빠른 이동속도에 따른 패킷 손실과 그로 인한 재전송 그리고 많은 MH의 수에 따른 채널경쟁이 네트워크 성능 저하의 원인이 된 것이다. 따라서 이러한 패킷 손실을 줄이기 위해 MH의 RSS를 통해 다음 패킷 수신 시 RSS를 예측하고 예측 되어진 RSS가 수신 가능한 임계치 이하의 값일 경우에는 패킷 전송을 중지시키는 기법을 제안하였다.

적용 결과 수신량은 같고 손실량이 현저하게 줄어드는 것을 확인하였다.

향후 연구 제로는 본 논문에서는 고려되지 않은 사항으로 MH가 boundary를 따라 이동하거나 fading등으로 인해 RSS 값이 자주 바뀌면서 BS가 패킷 전송을 시도했다 멈추었다 하는 현상 발생 가능성에 대한 보완 방법을 찾는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] William Stallings, 'Wireless Communications & Networks', Prentice Hall, 2004.
- [2] 박철, 유해영, "예측된 신호도 기반 게으른 캐싱 전략", 정보처리학회 논문지, VOL. 10-A NO. 03pp. 0261~0268 2003.08.
- [3] 김윤주, 이미정, 안재영, "무선 망에서의 TCP 성능 향상을 위한 제한적인 Indirect-ACK", 정보과학회 논문지 I, VOL. 30 NO. 02 pp. 0233~0243 2003. 04.
- [4] 김용, 성호철, 현호재,한선영, "Snoop 프로토콜에서 혼잡제어 지원을 통한 이동망상에서의 TCP 성능향상 기법", 정보처리학회논문지 C, VOL.8-C NO. 03 pp. 0351~0358, 2001. 06.
- [5] 문영성, 강인석, "개선된 Snoop 기법을 이용한 무선 TCP 성능 향상 방안", 한국정보과학회 논문지 I, VOL. 32 NO.01 pp.0012~0019, 2005. 02.
- [6] 진교홍, "유무선 복합망에서 Acknowledgement 패킷의 분할을 통한 TCP 프로토콜의 성능 향상 기법", 한국정보처리학회 논문지 C, VOL. 9-C NO.01 pp.0039~0044 2002. 02.
- [7] HALA ELAARAG, "Improving TCP Performance over Mobile Networks,"ACM Computing Surveys, Vol.34, No.3, pp.357-374, September 2002.
- [8] V.Anantharaman, Sivakumar, "Atra : A Framework for Improving TCP Performance over Ad-hoc Networks," Technical Report, GNAN Research Group - <http://www.ece.gatech.edu/research/GANA/>, march 2002.
- [9] Ajay Kr. Singh and Sridhar Iyer, "ATCP: Improving TCP Performance over Mobile Wireless Environments," In Fourth

IEEE Conference on Mobile and Wireless Communications Networks, Stockholm, Sweden, September 2002.

- [10] Seung-Joon Seok, Sung-Bum Hoo and Chul-Hee Kang, "A-TCP: A Mechanism for Improving TCP Performance in Wireless Environments," in Proc. of IEEE Broadband Wireless Summit, May, 2001.
- [11] Vijay T. raisinghani, Ajay Kr Singh and Sridhar Iyer, "ATCP : Improving TCP Performance over Mobile Wireless Environments using Cross Layer Peedback," <http://www.itb.ac.in/~sri/papers/clf-icpwc02.pdf>
- [12] Fang Liu, Wen-bo, Yuan-an Liu, "A New Scheme to Improve TCP over Wireless Networks," WCNC 2004/IEEE, VOL.3 pp.1506~1509, March, 2004.
- [13] <http://ucesp.ws.binghamton.edu/~xli/eece542/notes/lec07.ppt>
- [14] Tom Goff et al, "Freeze-TCP: A true end-to- end TCO Enhancement Mechanism for Mobile Environments," Proc. IEEE INFOCOM 2000, PP.1537-1545, 2000.
- [15] <http://rfc.net/rfc4260.html>



김진희

e-mail : whitej2@dankook.ac.kr

1999년 한국방송통신대학교 전자계산학과 (학사)

2001년 단국대학교 대학원 전자계산학과 컴퓨터과학(이학석사)

2002년~단국대학교 대학원 전자계산학과 컴퓨터과학(박사과정)

관심분야: 컴퓨터 네트워크, 무선·이동컴퓨팅



권경희

e-mail : hkwon@dankook.ac.kr

1976년 고려대학교 물리학과(이학사)

1986년 Old Dominion Univ. Dept. of Computer Science(M.S.)

1992년 Louisiana State Univ. Dept. of Computer Science(Ph.D.)

1979년~1984년 산업연구원 연구원

1993년~현재 단국대학교 부교수

관심분야: 컴퓨터 네트워크, 알고리즘 분석 및 설계, 웹 공학