

## 계층 구조에서 F-SNOOP을 적용한 선택적 버퍼링 매크로 핸드오버

정희원 안치현\*, 김동현\*, 김형철\*, 종신회원 유황빈\*\*\*,  
정희원 이대영\*, 종신회원 전계석\*

### Selective Buffering Macro Handover Which Applies The F-SNOOP in Hierarchical structure

Chi-hyun Ahn\*, Dong-hyun Kim\*, hyoung chul Kim\*\* *Reguler Members*,  
Hwang-Bin Ryou\*\*\* *Lifelong Member*, Dae-young Lee\* *Reguler Member*,  
Kye-suk Jun\* *Lifelong Member*

#### 요약

HMIPv6는 MAP(Mobility Anchor Point)라고 불리는 프로토콜 요소를 도입하여 로컬 핸드오버 시 MN(Mobile Node)에 대한 전송 지연과 외부 네트워크로의 시그널링 로드를 줄이는데 그 의미를 가지고 있다. 하지만 로컬지역의 핸드오버가 아닌 매크로 핸드오버의 경우 기존의 MIPv6의 핸드오버를 그대로 이용하고 있기 때문에 패킷 손실과 전송 지연에 대한 문제점이 발생한다. 본 논문에서는 계층적인 구조에서 매크로 핸드오버 발생 시 CN와 MN 사이의 거리, NAR(New Access Router)와 MN 사이의 거리를 계산하여 기준값을 생성하고 그에 맞는 버퍼링 핸드오버를 선택하는 메커니즘을 제안한다. 또한 그러한 핸드오버에 알맞은 무선망에서의 성능개선을 위해 F-SNOOP을 도입한다. 무선망은 패스로스, 페이딩, 잡음, 간섭 등의 이유로 높은 에러율의 특성을 갖고 있어 혼잡과 무관하게 많은 패킷 손실이 발생하고 있다. TCP는 이를 혼잡으로 여겨 혼잡제어를 하여 패킷 전송율이 낮아지는데 F-SNOOP은 SNOOP 프로토콜을 기반으로 핸드오프 시 혼잡제어지연 기법인 Freeze-TCP의 ZWA(Zero Window Advertisement) 메시지를 이용하여 무선망의 TCP의 성능을 향상시킨다.

**Key Words** : HMIPv6, wireless TCP, SNOOP, Buffer management

#### ABSTRACT

HMIPv6 is designed to reduce the signaling load to external network and improve handover speed of MN by including Mobility Anchor Point(MAP) in local handover. However in this case of macro handover, it's just used pervious MIPv6 handover algorithm. So, it occurs packet loss and transmission delay problem. In this paper, we propose the mechanism applying the HMIPv6 for Fast Handover to choose suitable to the condition buffering handover. The condition for the selection is result distance measurement between MN and CN, between MN and NAR. Furthermore, using F-SNOOP protocol, it is possible to improve wireless network performance. Wireless network has high Bit Error Rate(BER) characteristic because of path loss, fading, noise and interference. TCP regards such errors as congestion and starts congestion control. This congestion control makes packet transmission rate low. However, F-SNOOP improves TCP performance based on SNOOP and Freeze TCP that use Zero Window Advertisement(ZWA) message when handoff occurs in wireless network.

※ 본 연구는 2004년 경희대학교 지원에 의한 결과임. (KHU-20040212)

\* 경희대학교 전자공학과 (chahn@ocu.ac.kr, deagondh@chol.net, {dylee, gsjun}@khu.ac.kr)

\*\* 열린사이버대학교 정보통신학과 (hckim@ocu.ac.kr),

\*\*\* 광운대학교 컴퓨터공학부 (ryou@kw.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-02-056, 접수일자 : 2006년 2월 1일, 최종논문접수일자 : 2006년 4월 18일

## I. 서론

기존의 셀룰러 시스템의 경우 2 계층 이동성을 지원하고 있지만 대역폭이나 높은 비용으로 인해 데이터 통신, 특히 실시간 서비스에 대한 요구 사항을 완벽히 수용할 수 없다. 차세대 통신망으로 All-IP망이 규정되었고<sup>[1]</sup> IP를 기본으로 하고 있는 무선 통신 시스템이 중요시 되고 있다. 그런 상황은 이중의 네트워크를 위한 끊김 없는 핸드오버와 실시간 트래픽 서비스를 지원에 있어 더욱 박차를 가하는 계기가 되었다. IETF에서는 3계층 이동성 지원을 위해 MIPv6의 확장버전으로 HMIPv6(Hierarchical MIPv6)<sup>[2]</sup>와 FMIPv6(Fast MIPv6)<sup>[3]</sup>를 제안하였다. HMIPv6는 네트워크의 구조를 계층구조로 만들어 지역적인 이동성을 하는데 있어 MAP(Mobility Anchor Point)이라는 프로토콜 요소를 도입한다. 또한 MIPv6를 도와 끊김 없는 이동성을 구현하여 핸드오버 동안 전송 지연을 줄이고 도메인 밖으로의 시그널링을 줄이는 프로토콜이다. MAP는 로컬 이동 시 MN로 하여금 HA/CN로 BU 메시지를 보내지 않고 패킷을 받음으로써 프로토콜 성능의 향상을 가져온다. 하지만 다른 서브넷으로의 이동 때에는 MIPv6의 핸드오버를 사용함으로써 한계를 가지고 있다. FMIPv6는 2계층 핸드오버의 컨트롤 신호인 L2 트리거 신호를 이용함으로써 3계층 핸드오버 이전에 핸드오버 환경을 미리 설정함으로써 보다 빠른 핸드오버를 가능하게 만들었다. FMIPv6에서는 핸드오버에 적합한 환경을 미리 만들어 놓는데 초점이 맞추어져 있기 때문에 MN가 고속으로 이동한다면 삼각 라우팅 문제를 초래할 수 있다.

이러한 단점을 보완하기 위한 방법으로 버퍼링을 통한 핸드오버 방법이 제안되었다.<sup>[4][5]</sup> 버퍼링 방법은 계층적 구조에서 핸드오버로 인한 MN가 받는 패킷 비순서화를 막는 방법으로 제안된다. PAR(Previous Access Router)에서의 버퍼링을 이용한 방법과 MAP에서의 버퍼링을 이용한 방법은 HMIPv6의 환경에서 버퍼링 플래그를 이용하여 라우터에서 패킷을 버퍼링하고 MN의 핸드오버 이후 버퍼링된 패킷을 보내주는 방법이다. 하지만 이러한 제안은 마이크로 핸드오버의 경우에 해당되기 때문에 매크로 핸드오버일 때에는 일반적으로 MIPv6의 핸드오버를 인용하여 사용하고 있다. 그래서 CN의 거리에 따라 패킷손실과 전송 지연에 큰 영향을 미치고 있다.

한편 무선망에서는 유선망과는 달리 패스 로스(Path Loss), 페이딩(fading), 잡음(noise), 간섭(interfe-

rence) 등의 이유로  $10^{-2} \sim 10^{-4}$ 의 높은 BER(Bit Error Rate)의 특성을 갖고 있어 혼잡상황과 무관하게 많은 패킷 손실이 발생하고 있다.<sup>[6,7]</sup> 그런데 TCP는 알고리즘의 특성상 무선망에서 이러한 에러가 발생하여도 유선상의 혼잡으로 인식하여 빠른 재전송(Fast retransmission), 느린 시작(Slow start) 등의 불필요한 혼잡제어를 하게 된다.<sup>[8]</sup> 이와 같은 TCP의 혼잡제어는 링크 대역폭 이용률의 감소를 초래하여 성능저하를 일으키게 된다. 이러한 문제를 극복하기 위해 현재 무선환경을 고려한 I-TCP<sup>[9]</sup>, M-TCP<sup>[10]</sup>, WTCP<sup>[11]</sup>등 다양한 대안들이 연구 및 제안되고 있다.

본 논문에서는 계층적인 구조에서 매크로 핸드오버 발생시 FMIPv6 핸드오버 기법을 이용하여 CN의 거리를 계산하고 그에 알맞은 버퍼링 핸드오버를 선택할 수 있는 메커니즘을 제안하고 무선망에서의 SNOOP을 개선하여 패킷전송의 성능향상을 이루고자 한다. 논문은 다음과 같은 구조로 이루어진다. 2장에서는 관련 연구로 버퍼링을 통한 핸드오버 방법, 특히 HMIPv6에 대한 핸드오버 과정, 시그널링 순서에 대해 살펴보고 SNOOP과 Freeze TCP를 알아본다. 3장에서는 매크로 버퍼링 핸드오버와 F-SNOOP을 제안하고 4장에서는 기존의 매크로 핸드오버와 제안 핸드오버를 비교한 실험 환경과 결과를 살펴본다. 그리고 마지막으로 5장에서 결론과 향후 연구 과제에 대해 말한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 버퍼링 핸드오버 관련 연구

#### 2.1.1 Buffer management for smooth handover in IPv6<sup>[4]</sup>

PAR에서의 버퍼링을 통한 핸드오버는 핸드오버 동안의 패킷 손실을 막기 위한 방법으로 PAR에서 보내지는 RA(Router Advertisement) 메시지의 'B' 플래그를 이용하여 버퍼링의 시작과 끝을 알리는 방법을 사용하고 있다. 또한 MIPv6의 핸드오버를 도와 끊김 없는 핸드오버를 가능하게 한다. 그림 3에서 MN는 PAR의 서브넷으로 이동한다. PAR의 광고 메시지를 받아 NCoA를 구성하는 동안 CN로부터 오는 패킷은 계속해서 PAR를 통해 패킷을 전송하게 한다. 그러한 패킷의 손실을 막기 위해 MN는 PAR에게 B 플래그를 세팅한 BU 메시지를 보내게 되고 이 BU 메시지를 받은 PAR는 버퍼링을 시작한다. MN의 이동이 완료된 후 MN는 PAR가

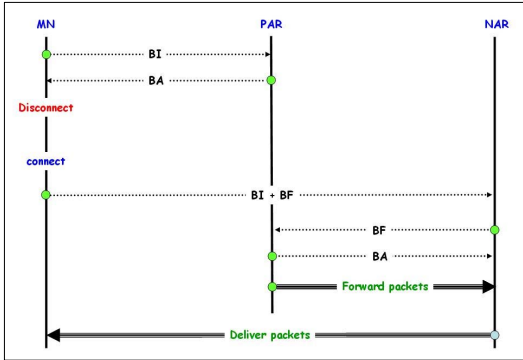


그림 1. PAR의 버퍼링을 통한 핸드오버 시그널링

버퍼링한 패킷을 새로운 주소로 전송 받는다. 이렇게 하면 패킷 손실은 줄어 들 수 있으나, 전송 지연이 그만큼 늘어나고 버퍼링 후에 CN에서 새로 전송되는 패킷과 버퍼링 된 패킷이 서로 뒤엉키는 비순서화의 문제점이 생기기 때문에 MN에서 폐기하는 패킷의 수도 늘어나게 된다.

2.1.2 HMIP-B<sup>(5)</sup>

HMIP-B 핸드오버는 그림 2에서처럼 계층적 구조에서 MAP을 통한 버퍼링을 할 수 있게 하여, 패킷의 경로를 단축시키고 비순서화로 인한 시간지연을 단축시키는 효과를 기대할 수 있다. MN가 같은 MAP상에서의 핸드오버를 시작할 때, 즉, L2 핸드오버가 일어나면 MN는 MAP에게 BU 메시지의 버퍼링 플래그를 세팅하여 보낸다. BU 메시지를 받은 MAP은 데이터를 버퍼링 하고 MN는 NAR에서 RS와 RA를 통해 NCoA를 구성한 후 등록과정을 거

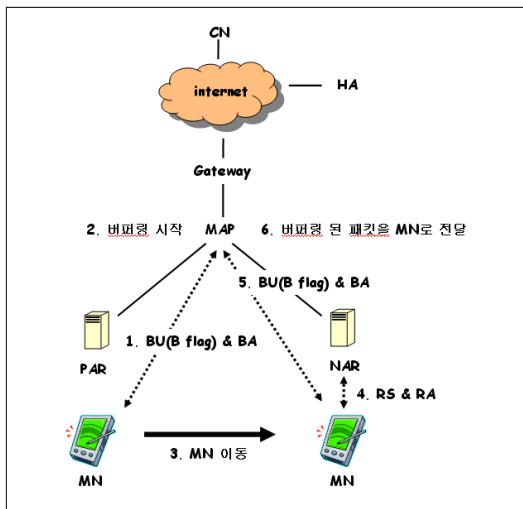


그림 2. HMIP-B 핸드오버

쳐 다시 BU 메시지를 MAP으로 보낸다. 이 BU 메시지는 언 버퍼링 플래그를 세팅하여 MAP에게 보내고 버퍼링 된 패킷을 MN로 전달한다.

2.2 무선 TCP 관련연구

2.2.1 Freeze TCP<sup>(12)</sup>

Freeze TCP는 MH(Mobile Host)가 무선 안테나의 신호세기를 통해 임박한 핸드오프를 감지하여 zero window size를 FH(Fixce Host)에 보내 ZWP 모드로 들어가게 하여 혼잡제어를 시작하는 것을 방지한다. 이 방법은 FH, BS(Base Station)의 코드 변경 없이 MH의 코드만 변경하면 된다. MH에서 임박한 연결중단을 감지하면, 적어도 한 개 이상의 Ack를 윈도우 크기를 0으로 세팅해서 FH에게 보낸다. 윈도우 수신 크기를 0으로 보내는 Ack를 ZWA (Zero Window Advertisement)라 한다.

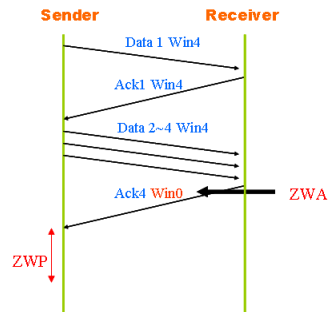


그림 3. Freeze TCP

2.2.2 SNOOP<sup>(13)</sup>

SNOOP은 BS(Base Station)을 기준으로 유선연결과 무선연결을 구분하여 무선구간에서의 패킷 손실에 대해 무선구간 내 지역적 재전송을 통해 FH에서의 빠른 재전송이나 혼잡제어를 일으키지 않도록 하여 TCP의 성능을 향상시킨다. SNOOP을 이용하기 위해서는 유선구간의 끝단인 BS의 네트워크 레이어 소프트웨어를 변형시켜 TCP 윈도우 최대크기 정도의 버퍼를 갖는 SNOOP 모듈을 추가한다. 이 SNOOP 모듈에서는 TCP 세그먼트를 열어 헤더를 분석할 수 있는 기능이 포함되어 있다.

그림 4는 SNOOP의 무선구간 지역 재전송을 나타내고 있는 그림이다. ACK2를 중복하여 받으면 패킷이 손실되었음을 알고 SNOOP에서 재전송하고 있다. SNOOP 모듈이 패킷을 받아 처리하는 과정과 ACK 메시지를 받아 처리하는 과정은 다음과 같다. FH에서 패킷을 전송하면 SNOOP 모듈이 구

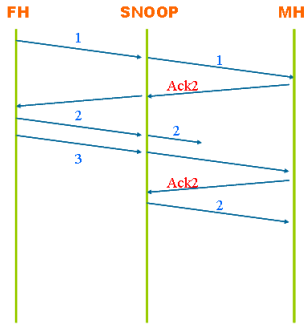


그림 4. SNOOP의 지역 재전송

현된 BS는 FH에서 들어오는 패킷들을 버퍼에 저장하고 MH로 전송한다. 만약, BS가 FH의 타임아웃이나 빠른 재전송에 의해 자신의 버퍼에 이미 저장되어 있는 패킷을 수신하면 BS는 이 패킷과 MH로부터 받은 마지막 ACK의 시퀀스 번호를 비교한다. 이때, ACK의 시퀀스 번호보다 패킷의 시퀀스 번호가 크면 MH는 해당 패킷을 전달받지 않았을 가능성이 크므로 MH에 해당 패킷을 전송한다. 반대로 ACK 시퀀스 번호가 패킷 시퀀스 번호보다 크면 이미 MH가 수신한 패킷이므로 무시하고 FH로 ACK만 전송한다. BS가 받은 패킷이 버퍼에 저장되어 있지 않고 기다리던 패킷이 아닌 다른 시퀀스 번호의 패킷이라면 이는 유선망에서 혼잡에 의한 패킷 유실이거나 유선망에서 순서가 뒤바뀌어 전달된 경우이므로 SNOOP 모듈에서 혼잡을 경험했다는 별도 마크 후 MH로 전송한다.

BS가 MH에게 전달한 패킷들에 대해 ACK를 수신하면 BS는 해당 ACK를 송신측으로 전달한다. 그러나 MH로부터 중복 ACK를 받은 경우에는 중복 ACK의 시퀀스 번호를 보고 무선구간에서 손실된 패킷이 버퍼에 저장되어 있는지 확인하고 저장되어 있으면 중복 ACK는 FH로 전달하지 않고 해당패킷을 MH로 재전송한다. SNOOP은 이렇게 무선 환경에서의 패킷 손실에 대해 지역적 재전송을 함을 통해 전체 망의 성능이 향상된다.

### III. 제안 방법

#### 3.1 제안 버퍼링 핸드오버

HMIPv6에서의 매크로 핸드오버 발생시 CN과 MN의 거리에 따른 패킷의 손실과 전송 지연이 문제가 된다. 만일 매크로 핸드오버에 기존의 버퍼링 메커니즘을 이용한다면 MN에서의 중복 패킷 처분,

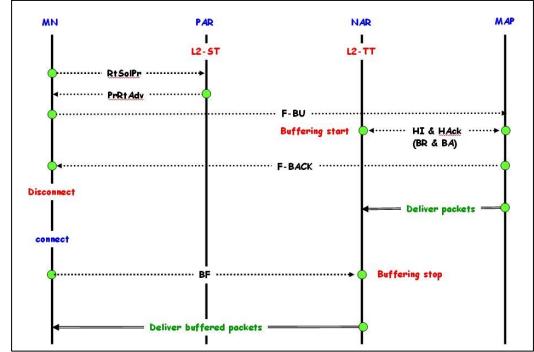


그림 5. 제안 핸드오버 메시지 흐름도

패킷의 비순서화에 대한 문제점들이 발생한다. 본 논문에서는 HMIPv6의 매크로 핸드오버의 경우에 이용되는 알고리즘으로 CN과 MN의 거리를 계산하여 그에 맞는 알고리즘을 선택할 수 있다. 만일 CN과 MN의 거리가 가까이 있다면 MIPv6에서처럼 CN와 HA에 BU 메시지를 보내고 직접 패킷을 받는 기존의 매크로 핸드오버 방법을 이용하고 거리가 멀리 떨어져 있을 때에는 제안 버퍼링 핸드오버를 이용한다. 제안 버퍼링 핸드오버는 다음과 같은 순서로 핸드오버를 진행한다.

1. L2 트리거 발생
2. RtSolPr(Router Solicitation Proxy)와 PrRtAdv (Proxy Router Advertisement) 메시지 교환하여 nCoA 획득
3. MAP으로 F-BU(Fast Binding Update) 메시지 보냄 (B 플래그)
4. MAP은 NAR로 HI(Handover Initiate) 메시지 보냄 (임시 터널 생성, B 플래그)
5. NAR에서 응답메시지로 HAck 메시지 보냄
6. MAP은 MN에게 F-BACK 메시지 보냄
7. 핸드오버 후 NAR로 BF(Buffering Forward) 메시지 보냄
8. nMAP에 local BU 보냄
9. HA/CN에 BU 보냄

여기에서 BR(Buffering Request) 메시지의 경우 BU와 HI 메시지에 1비트의 'B' 플래그를 삽입하여 사용하게 된다. BU에는 MN의 nCoA와 NAR의 정보를 가지고 되고 MAP은 거리 측정 기준값과 비교하여 핸드오버 메커니즘을 선택한다. 만일 제안 핸드오버가 선택된다면 NAR에게 HI 메시지를 보내고 다시 Hack 메시지 교환을 통해 임시터널을 생

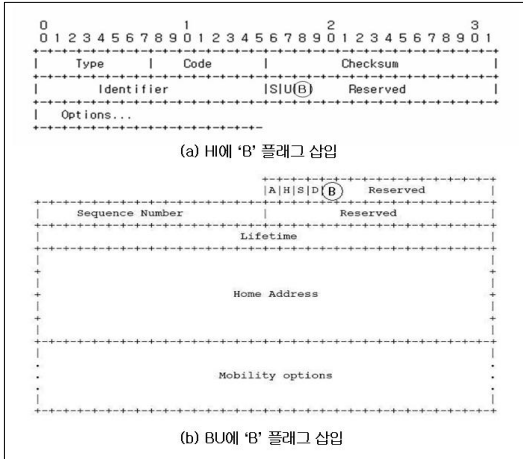


그림 6. 메시지 포맷

성한다. HI 메시지에서는 ‘B’ 플래그를 추가하여 NAR에서의 버퍼링을 시작을 알리고 Hack 메시지는 BA(Buffering Acknowledge) 메시지의 역할을 한다. 제안 핸드오버에서 메시지 포맷에 있는 메시지를 그대로 쓰기 때문에 NAR에서의 버퍼링을 위한 새로운 메시지는 정의하지 않는다. 다만 MAP과 AR에서는 다음 메시지들에 대한 ‘B’ 플래그를 인식하고 수행하는 기능을 포함한다. 버퍼링에 관련된 메시지는 BR,BA,BF 메시지로 각각 BU와 HI 메시지에 ‘B’ 플래그를 삽입한다. 그림 6은 BU 메시지와 HI 메시지에서 ‘B’ 플래그 삽입에 대한 메시지 포맷이다.

3.2 거리에 따른 계산

거리에 따른 계산은 CN에서 nMAP까지와 PAR에서 nMAP까지의 거리 비교이다. 홉 카운트에 따른 nMAP에서의 계산은 다음과 같다.

$$TH(H) = Hoc(CN \sim MN) / Hoc(NAR \sim MN) \quad (1)$$

수식(1)에서 정의한 것과 같이 계산한 후의 핸드오버의 선택은 TH(H)에 따라 기준값을 1로 하여 1보다 크면 제안 핸드오버를 수행하고 1과 같거나 작으면 MIPv6의 매크로 핸드오버를 수행한다. 기준값은 CN에서 MN까지의 홉 카운트와 NAR에서 MN까지의 홉 카운트가 같은 경우를 1로 정한다. 그 이유는 홉 카운트의 개수가 같을 경우 버퍼링 핸드오버를 수행하는 것과 매크로 핸드오버를 수행하는 것은 거리 측면에서 볼 때 같은 비용이 되기 때문이다. 거리 측정은 NAR에서 MN까지의 경우 BR과 BA 메시지를 통해서 측정하고 MN가 CN에

게 보내는 BU 메시지 옵션 추가하여 직접 전달되는 패킷에 의해 거리를 측정한다. 그 거리는 TH(H)값으로 MAP에 저장되어 다음 핸드오버 발생 시 사용한다. 이러한 거리에 따른 선택 알고리즘은 MN에서의 패킷 중복과 패킷의 손실을 줄일 수 있다. 버퍼링을 이용한 부드러운 핸드오버의 경우 PAR에서 nMAP까지의 거리와 비용을 nMAP으로 보내는 BU 신호의 옵션을 이용한다. 그리고 nMAP에서 CN으로 보내는 BU 신호를 통해 거리와 비용 계산을 요구하고 BA신호를 통해 거리와 비용을 받아서 기준값에 따라 핸드오버를 선택한다.

3.3 F-SNOOP(Freeze-SNOOP)

F-SNOOP은 이를 위해 기존의 SNOOP 모듈을 사용하되 MN에서의 ACK는 SACK(Selective ACK)을 개선하여 사용한다. 개선된 SACK 알고리즘은 여러 상황에 맞게끔 시퀀스 번호를 구성한다. 즉 연결에러의 개수에 따라 전송 받은 패킷이 여러 패킷보다 많은 경우에는 여러 패킷의 시퀀스 번호로 SACK를 구성하고 전송 받은 패킷이 여러 패킷보다 적은 경우에는 전송 받은 패킷의 시퀀스 번호로 SACK를 구성할 수 있게 개선하였다. 이를 구별하기 위해 SACK-옵션은 SACK의 활성화를 위한 플래그가 아닌 전송받은 패킷의 시퀀스 번호를 가진 정보인지 아니면 에러가 발생한 패킷들의 시퀀스 번호를 가진 정보인지를 결정하는 플래그 정보로 바꾼다. 그래서 연결에러가 발생했을 때 손실된 혹은 전송된 여러 개의 시퀀스 번호를 같이 보내어 무선패킷을 빠르게 재전송을 할 수 있다.

그림 7은 무선구간에서 연결에러 시 SNOOP과 F-SNOOP의 시그널링도이다. 2,3번 패킷의 손실 시 중복 ACK2를 받은 SNOOP이 패킷을 재전송 할 때 2번 패킷을 전송한 후 3번 중복 ACK를 받았을

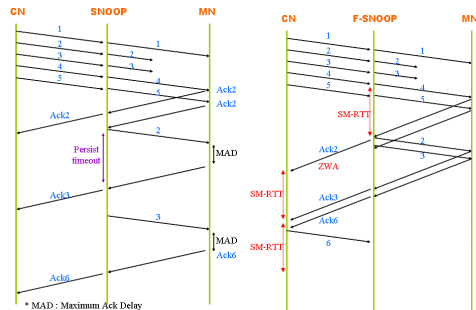


그림 7. (a) 연결에러 시 SNOOP의 시그널링 (b) 연결에러 시 F-SNOOP의 시그널링

때 Persist timeout이 한번 일어나는 것을 볼 수 있다. 연접 에러(Burst Error) 시 이러한 재전송 timeout의 누적은 망의 효율저하를 일으킨다. 그러나 제안한 F-SNOOP은 MN에서 2,3번 패킷의 손실되었음을 포함한 ACK2(2,3) 메시지를 SNOOP에 보내고 ACK2를 받은 SNOOP은 유실된 2,3번 패킷을 MH로 재전송함과 동시에 CN에 ZWA를 보내어 CN에서 SM-RTT \* 에러 패킷 개수 동안 혼잡 모드로 동작하는 것을 막는다. SM-RTT는 SNOOP과 MN간 패킷의 RTT(Round Trip Time)으로 정의한다. 지연 시간 안에 MN로부터 CN가 ACK 메시지를 받으면 Freeze를 해제하고 CN는 다시 정상적으로 패킷을 전송한다.

#### IV. 실험 환경 및 결과

##### 4.1 실험 환경

본 논문에서는 버퍼링 핸드오버와 F-SNOOP의 성능 시험을 Linux kernel 2.2.16(Redhat 8.0)상에서 NS-allinone 2.1b6의 NS(Network Simulator)-2<sup>[14]</sup>를 이용하여 검증한다. 핸드오버를 위한 실험 환경은 그림 8과 같은 구성으로 이루어진다. L2 트리거의 활용을 위해 WLAN에 L2 트리거 형성 클래스를 추가하였다. AP의 무선 영역은 100m로 가정하였고 PAR과 NAR사이의 겹침 영역은 10m로 정하였다. MN의 속도 10m/s (36Km/Hr)로 고정하여 실험하였다. 또한 유선은 100Mbps로 CN부터 MAP까지 그리고 MAP에서 AR까지 연결하였고 무선은 2Mbps로 AR에서 MN까지 연결하도록 하였다. 유선의 링크 지연은 각 링크당 50ms로 설정하고 BS부터

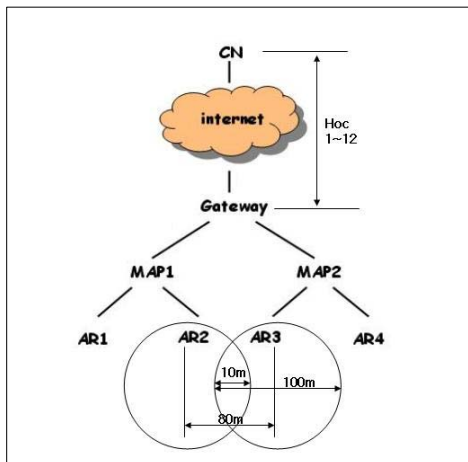


그림 8. 실험 모델

표 1. TCP 파라미터

Parameter	Value
TCP Initial RTO	2.0(s)
TCP Maximum RTO	64(s)
TCP Minimum RTO	0.5(s)
TCP MSS	1500 Bytes
TCP Maximum ACK Delay	0.01(s)
TCP Windows Size	30 segment
PER(Packet Error Rate)	0.5% ~ 2%

MN까지의 무선 링크 지연은 500ms로 고정하였다. CN과 MN의 거리는 1~12으로 변화를 주었고 NAR의 버퍼 사이즈는 약 10MByte의 크기로 고정하였다.

F-SNOOP 검증을 위한 실험 환경은 AP의 무선 채널 환경은 2-state Markov 모델을 이용하고 실험을 위한 트래픽은 표 1과 같다.

##### 4.2 실험 결과

그림 9는 무선링크 대역폭이 144Kbps인 환경에서 에러율(PER)을 0.5%~2%로 변경하면서 기존 SNOOP 과 F-SNOOP의 TCP 전송율을 실험한 결과이다.

F-SNOOP은 SNOOP에 비해 평균 약 12~13% 정도의 성능향상이 있음을 알 수 있고 특히 PER이

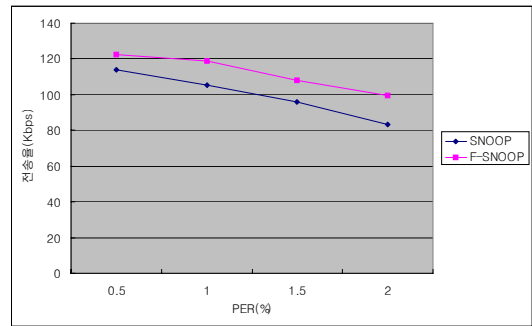


그림 9. TCP 전송율 비교

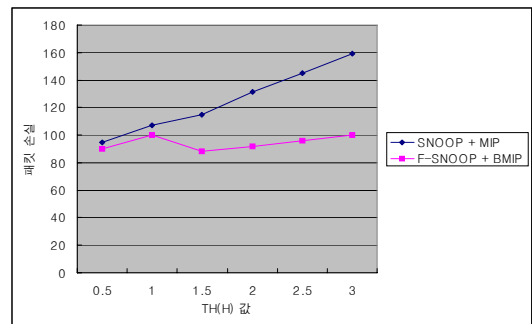


그림 10. 핸드오버 시 패킷 손실량 비교

증가함에 따라 더욱 격차가 생긴다는 것을 알 수 있다. 그 이유는 F-SNOOP에서의 ZWA 메시지의 영향과 연접어려 일 때 재전송 패킷에 대한 일괄 처리 때문이다.

그림 10은 기준값에 따른 선택 버퍼링 핸드오버와 MIP의 핸드오버에 대한 패킷 손실 결과이다. TCP 트래픽의 PER을 1%로 고정하고 CN부터 게이트웨이까지의 링크를 1~12까지 변경하면서 실험하였다.

이 실험에서 패킷 손실이란 MN가 핸드오버 동안에 PAR로 들어오는 패킷에 대한 폐기와 핸드오버 후 CN으로 BU를 보내는 동안의 패킷에 대한 폐기량을 말한다. TH(H) 값을 기준으로 1 이하일 경우 두 경우 모두 부드러운 핸드오버를 사용함에도 불구하고 패킷 손실의 차이가 나는 이유는 SNOOP과 F-SNOOP의 패킷 손실량의 차이를 나타내고 있기 때문이다. 하지만 TH(H) 값이 1 보다 큰 경우에는 패킷 손실이 평균 약 24% 정도 줄어든 것을 볼 수 있다.

## V. 결론

기존의 HMIPv6의 매크로 핸드오버인 경우 몇 가지의 문제점이 발생한다. 특히 새로운 주소를 구성하고 BU 메시지를 CN과 새로운 MAP에게 보냄으로써 전송 지연과 패킷 손실이 발생한다. 또한 핸드오버 시 TCP의 윈도우 사이즈가 줄기 때문에 이에 대한 패킷 손실도 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 기존의 매크로 핸드오버에 버퍼링 메커니즘을 추가하고 기존의 SNOOP 모듈을 기본으로 ZWA 메시지를 추가하여 윈도우 사이즈의 축소를 막고 연접 어려에 대한 패킷손실을 막기 위해 재전송 일괄 처리를 하는 F-SNOOP을 제안한다. 매크로 핸드오버의 경우 MN에서 CN와 NAR까지의 거리 측정을 통하여 거리가 짧은 경우(TH(H) <=1) 기존의 매크로 핸드오버를 사용하고 거리가 멀 경우(TH(H)>1) 제안하는 버퍼링 매크로 핸드오버를 사용한다. 버퍼링은 NAR에서 nMAP과 NAR 사이에 임시터널을 형성하고 CN에서의 패킷이 nMAP으로 도달하면 NAR로 보내 버퍼링 할 수 있도록 알고리즘을 제안한다. 또한 제안 알고리즘에서는 기존의 매크로 핸드오버와 버퍼링 핸드오버를 기준에 따라 선택적으로 사용할 수 있게 하기 위해 시그널링을 변경하지만 메시지 자체를 새로 생성하고 변경하는 것이 아니기 때문에 추가적인 오버헤

드가 발생하지 않게 하였다.

실험은 NS-2로 하였으며 TCP 전송율로 SNOOP과 F-SNOOP를 비교하여 평균 약 12~13% 정도의 성능향상을 보였고 핸드오버 시 패킷손실이 평균 약 24% 줄어들었음을 증명하였다.

앞으로의 연구과제는 F-SNOOP에 적용할 수 있는 IPSec에 대한 연구가 필요하고 트래픽의 종류에 따른 선택 알고리즘을 추가 및 버퍼링으로 인한 지연시간을 줄일 수 있는 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] T.Zhang, et al, IP-based Base Strations and Soft Handoff in All-IP Wireless Networks, IEEE Personal Comm. Mag, Vol.8, No.5, pp.24-30, Oct., 2001.
- [2] H.Soliman, C.Castellucia, K.Elmalki, L. Bellier, "Hierarchical MIPv6 Mobility Management (HMIPv6)," internet draft, July 2001, draft-ietf-mobileip-hmipv6-0.5.txt, work in progress
- [3] R.Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," IETF draft, draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-0.1.txt, 30 January, 2004.
- [4] Govind Krishnamurthi, Robert C. Chalmers, Charles E. Perkins, "Buffer Management for Smooth Handovers in IPv6," Internet Draft, IETF, March 2001.
- [5] Omae, K. Inoue, M. Okajima, I. Umeda, N. "Handoff Performance of Mobile Host and Mobile Router Employing HMIP Extension." Wireless Communications and Networking, 2003. Vol.2, pp.1218-1223, March, 2003.
- [6] H. Balakrishnan, "Challenges to reliable Data Transport over Heterogeneous Wireless networks," PhD Thesis, University of California at Berkeley, 1998.
- [7] G. Xylomenos, et al., "TCP performance issues over wireless links," IEEE Commun. Mag., pp.2-14, Fourth quarter 2000.
- [8] W. R. Stevens, "TCP Slow Start, Congestion Avoidance, Fast Retransmission, and Fast Recovery Algorithms," IETF, RFC 2001, Jan., 1997.
- [9] A. Bakre, B. R. Badrinath, "I-TCP : Indirect TCP for Mobile Hosts," Proceedings of the

15th International conference of distributed Computing systems, June, 1995.


- [10] K. Brown and S, Sigh, "M-TCP : TCP for mobile cellular networks," ACM computer communication review, vol.127, no.5, October 1997.
- [11] Prasun Sinha, et, al., "WTCP : A reliable transport protocol for wireless wide-area networks," in Proc. of ACM Mobicom'99, August 1999.
- [12] Tom Goff, James Moronski, Vipul Gupta, "Freeze-TCP: A true end-to-end TCP enhancement mechanism for mobile environments" 1995.
- [13] H. Balakishnan, S. Seshan, and R, H, Kartz, "Improving reliable transport and handoff performance in cellular wireless networks," ACM Wireless Networks, vol. 1, December 1995.
- [14] NS-2 <http://www.isi.edu/nsnam/ns>

**안 치 현 (Chi-hyun Ahn)** 정회원  

 1998년 한남대학교 전자공학과 학사 졸업  
 2000년 경희대학교 전자공학과 석사 졸업  
 2003년~현재 경희대학교 전자공학과 박사 과정  
 2005년~현재 열린사이버대학교 정보통신학과 초빙교수  
 <관심분야> 모바일 인터넷, 이동 통신

**김 동 현 (Dong-hyun Kim)** 정회원  

 1993년 경희대학교 전자공학과 학사 졸업  
 1995년 경희대학교 전자공학과 석사 졸업  
 2006년 경희대학교 전자공학과 박사 졸업  
 <관심분야> 디지털 워터마킹, 영상처리, 멀티미디어 통신

**김 형 철 (hyoung chul Kim)** 정회원  

 1990년 경희대학교 전자공학과 학사 졸업  
 1992년 경희대학교 전자공학과 석사 졸업  
 2000년 경희대학교 전자공학과 박사 졸업  
 2002년~현재 열린사이버대학교 정보통신학과 교수  
 <관심분야> 패턴인식, 영상통신 및 컴퓨터네트워크

**유 황 빈 (Hwang-Bin Ryou)** 종신회원  

 1968년 인하대학교 전자공학과 학사 졸업  
 1975년 연세대학교 전자공학과 석사 졸업  
 1984년 경희대학교 전자공학과 박사 졸업  
 1981년~현재 광운대학교 컴퓨터 소프트웨어학과 교수  
 <관심분야> 정보통신, 정보보안

**이 대 영 (Dae-young Lee)** 정회원  

 1964년 서울대학교 물리학과 학사 졸업  
 1971년 캘리포니아주립대학교 컴퓨터학과 석사 졸업  
 1979년 연세대학교 전자공학과 박사 졸업  
 1999년 한국통신학회 회장  
 1971년~현재 경희대학교 전자정보대학 교수  
 <관심분야> 컴퓨터 네트워크, 디지털 워터마크, 지능형 홈네트워크

**전 계 석 (Kye-suk Jun)** 종신회원  

 1969년 연세대학교 전자공학과 학사 졸업  
 1973년 연세대학교 전자공학과 석사 졸업  
 1983년 연세대학교 전자공학과 박사 졸업  
 2002년 한국통신학회 회장  
 1979년~현재 경희대학교 전자정보대학 교수  
 <관심분야> 마이크로 소자설계, 초음파영상시스템, 센서네트워크