

계층적 구조에서 선택적 버퍼링 매커니즘을 도입한 MIP 핸드오버의 성능 개선

정회원 안치현*, 최인호**

An improvement performance of MIP handover using Selective Buffering mechanism in hierarchical structure

Chi-hyun Ahn*, In-Ho Choi** *Regular Members*

요약

HMIP는 MAP(Mobility Anchor Point)이라는 프로토콜 요소를 도입하여 지역적 핸드오버 수행 과정에서 시그널링을 감소시켜 MIP의 문제점을 보완했다. 그러나 매크로 핸드오버의 경우 MIP과 동일하기 때문에 개선할 필요가 있다. 특히, 멀티미디어 트래픽을 위해 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 매커니즘을 제안한다. 버퍼링은 기존의 MAP을 통한 버퍼링에서 NAR를 버퍼링의 주체로 할 수 있게 디자인함으로써 멀티미디어 트래픽을 위한 더 빠르고 정확한 패킷 전송을 가능하게 한다. NS-2를 이용한 실험에서 제안 핸드오버가 기존의 핸드오버에 비해 우수한 성능을 갖는다는 것을 검증하였다.

Key Words : HMIP, Macro handover, Buffer management

ABSTRACT

HMIPv6, which introduces the MAP protocol, makes the signaling traffic low, thereby reducing the packet losses and delay. However, it still has the same problem in MIPv6 in the case of macro mobility, though it can reduce the out-signaling in the case of a micro mobility, a regional mobility with the MAP protocol. This paper proposes selective buffering management 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. Buffering management is operated by NAR. Selective buffering management reduce packet transmission daytime and packet lost for a multimedia traffic. In simulation using NS-2, the result prove performance of the proposed handover is better .

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^[1,2] IP를 기본으로 하고 있는

무선 통신 시스템이 중요시 되고 있다. 그런 상황은 이종의 네트워크를 위한 끊김 없는 핸드오버와 실시간 트래픽 서비스를 지원에 있어 더욱 박차를 가하는 계기가 되었다. 이러한 목적을 가지고 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 HMIP(Hierarchical MIP)^[3,4]와 FMIP(Fast MIP)^[5,6]를 제안했다.

* 열린사이버대학교 컴퓨터정보학과(chahn@ocu.ac.kr), ** 김포대학 정보통신과(inhochoi@kimpo.ac.kr)

논문번호 : 08001-0102, 접수일자 : 2008년 1월 2일

HMIP는 네트워크의 구조를 계층구조로 만들어 지역적인 이동성을 하는데 있어 MAP(Mobility Anchor Point)이라는 프로토콜 요소를 도입한다. 또한 MIP를 도와 끊김 없는 이동성을 구현하여 핸드오버 동안 전송 지연을 줄이고 도메인 밖으로의 시그널링을 줄이는 프로토콜이다. MAP는 로컬 이동시 MN로 하여금 HA/CN로 BU 메시지를 보내지 않고 패킷을 받음으로써 프로토콜 성능의 향상을 가져온다. 하지만 다른 서브넷으로의 이동 때에는 MIP의 핸드오버를 사용함으로써 한계를 가지고 있다. FMIP는 2계층 핸드오버의 컨트롤 신호인 L2 트리거 신호를 이용함으로써 3계층 핸드오버 이전에 핸드오버 환경을 미리 설정함으로써 보다 빠른 핸드오버를 가능하게 만들었다. FMIP에서는 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.^[7,8] 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 HMIP의 환경에서 버퍼링 플래그를 이용하여 라우터에서 패킷을 버퍼링하고 MN의 핸드오버 이후 버퍼링된 패킷을 보내주는 방법이다.

본 논문에서는 계층적인 구조에서 FMIP 핸드오버 기법을 이용하여 CN의 거리를 계산하고 그에 알맞은 버퍼링 핸드오버를 선택할 수 있는 메커니즘을 제안한다. 특히 매크로 핸드오버의 경우는 일반적으로 MIP의 핸드오버를 인용하여 사용하고 있기 때문에 CN의 거리에 따라 패킷손실과 지연에 큰 영향을 미치고 있기 때문에 그에 따른 각각의 버퍼링 핸드오버를 규정한다.

논문은 다음과 같은 구조로 이루어진다. 2장에서는 MIP의 여러 가지 핸드오버와 버퍼링을 통한 핸드오버 방법을 살펴보고 3장에서는 제안 방법인 선택적 버퍼링 핸드오버에 대해 설명한다. 4장에서 기존의 핸드오버와 제안 핸드오버를 비교한 실험 환경과 결과를 살펴본다. 그리고 마지막으로 5장에서 결론과 향후 연구 과제에 대해 말한다.

II. 관련 연구

2.1 MIP 핸드오버

2.1.1 HMIP 핸드오버

HMIP^[3,4]는 MAP(Mobility Anchor Point)이라고 불리는 새로운 프로토콜 요소를 도입하여 MIP를 도와 끊김 없는 이동성을 구현하여 핸드오버 동안 전송 지연을 줄이고 도메인 밖으로의 시그널링을 줄이는 프로토콜이다. HMIP에서 MN은 두개의 주소를 가지는데 하나는 RCoA(Regional care of Address)이고 또 하나는 LCoA(on-Link Care of Address)이다. RCoA는 MAP을 기본으로 하는 주소이고 LCoA는 실제 MN이 있는 곳의 주소이다.

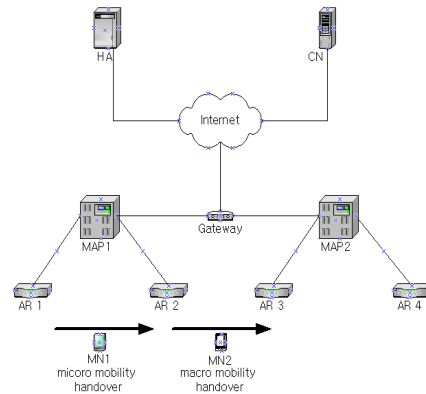


그림 1. 마이크로 핸드오버와 매크로 핸드오버
Fig. 1. Micro Handover and Macro Handover

HMIP에서 핸드오버 관리는 매크로 핸드오버와 마이크로 핸드오버로 나누어지는데, 매크로 핸드오버는 그림1에서 MN2와 같이 MN이 다른 MAP 네트워크로 이동할 때 사용하는 방법이고 마이크로 핸드오버는 MN1처럼 같은 MAP상에서 지역적인 이동시 사용하는 방법을 말한다. 마이크로 핸드오버에서는 MN이 단지 LCoA만을 바꿔 이동하며 HA와 CN에게 BU 메시지를 보내지 않는다. 그래서 CN은 예전의 MN의 RCoA로 패킷을 보내면 MAP에서 패킷을 받아 MN의 LCoA로 바꾸어 MN에게 보내주는 방식을 택하고 있다. 하지만 매크로 이동에서는 핸드오버가 발생 했을 때에는 HA/CN으로 BU 메시지를 보내는데 그 메시지에는 MAP2에 대한 RCoA를 포함한다. 그래서 CN에서 패킷을 MAP2를 통해 MN으로 직접 보내준다.

2.1.2 FMIP

FMIP^[5,6]는 L3 핸드오버를 지원하기 위해 핸드오버 이전에 AR이 MN에게 서비스를 제공할 수 있는 MIP의 확장이다. MN의 이동성에 대한 예측은 L2

트리거를 통해 하게 되는데 L2 트리거는 L2 이벤트를 나타내는 메시지로 링크 레이어 프로토콜을 기본으로 하고 있는 정보이며 빠른 핸드오버 지원을 위한 필수적인 요소이다.

L2 트리거가 발생하면 AR은 MN가 위치한 AR 서브넷의 AP을 알고 있어야 한다. 그렇게 하기 위해 주변의 AR들은 서로 발견하기 위한 네트워크 프리픽스 혹은 AR 서브넷에서 동작하고 있는 AP들의 리스트 등의 정보를 라우터 광고 메시지를 통해 공유한다.

FMIP의 예측 핸드오버는 L2 트리거를 이용하여 AR이 MN의 이동을 미리 알 수 있다. 그리고 주변에 있는 AR과의 메시지 교환을 통해 모든 등록 과정을 이루어 낼 수 있다. 특히 2계층에서 보내지는 트리거 링크 변경을 3계층 핸드오버 이전에 감지하여 2계층 핸드오버가 완료되기 전에 NCoA를 구성하고 포워딩 터널을 미리 설정하여 핸드오버를 수행한다. 그림 2는 예측 핸드오버의 예로 Stateless 주소 자동 구성 일 때의 MI 핸드오버의 타이밍도이다.

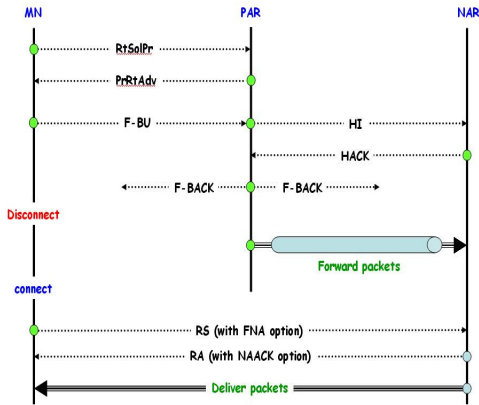


그림 2. Stateless 주소자동구성 일 때의 NI 핸드오버
Fig. 2. NI Handover for Stateless Address Auto-configuration

2.2 버퍼링 매커니즘

2.2.1 부드러운 버퍼링 핸드오버⁽⁷⁾

PAR에서의 버퍼링을 통한 핸드오버는 그림 3에서처럼 핸드오버 동안의 패킷 손실을 막기 위한 방법으로 PAR에서 보내지는 라우터 광고 메시지의 'B' 플래그를 이용하여 버퍼링의 시작과 끝을 알리는 방법을 사용한다. 또한 MIP의 핸드오버를 도와 끊임 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 버퍼링한 패킷을 새로운 주소로 전송 받는다. 이렇게 하면 패킷 손실은 줄어들 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.

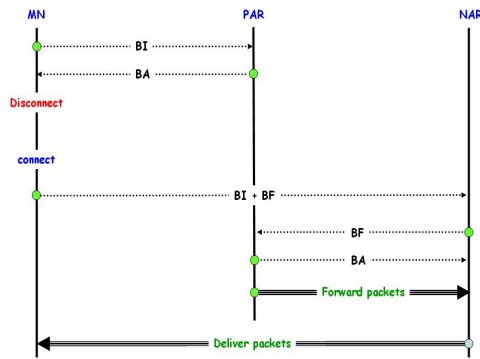


그림 3. PAR의 버퍼 관리를 위한 핸드오버 시그널링
Fig. 3. Handover signaling for Buffer Management of PAR

2.2.2 HMIP-B

HMIP-B⁽⁸⁾ 핸드오버는 그림 4에서처럼 계층적 구조에서 MAP을 통한 버퍼링을 할 수 있게 하여, 패킷의 경로를 단축시키고 비순서화로 인한 시간지연을 단축시키는 효과를 기대할 수 있다. MN가

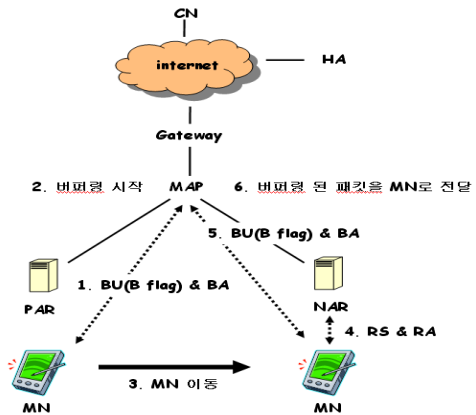


그림 4. HMIP-B 핸드오버
Fig. 4. Handover of HMIP-B

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

III. 제안 방법

3.1 HMIP 핸드오버의 문제점

HMIP에서의 매크로 핸드오버는 CN과 MN의 거리에 따른 패킷의 손실과 전송 지연이 문제가 된다. 즉, CN이 멀리 떨어져 있을수록 바인딩 갱신의 처리가 늦어지고 그로인해 전송지연이 생겨 패킷 손실을 야기한다. 또한 CN이 바인딩 갱신을 하기 전까지는 이전 주소로 계속해서 패킷을 전송하기 때문에 MN이 핸드오버를 수행하고 NAR에게 등록한 후 받는 패킷들은 비순서화로 인해 폐기된다. 그래서 이러한 문제점을 막기 위한 버퍼링 관리가 필요하다. 특히 높은 QoS를 갖는 트래픽이나 멀티미디어 트래픽의 경우 이러한 손실은 정보에 직접적으로 영향을 미칠 수 있다. 하지만 버퍼링 관리를 이용한 핸드오버를 사용한다고 해도 PAR에서의 버퍼링이나 MAP에서의 버퍼링 알고리즘의 경우 매크로 핸드오버에서는 크게 개선되지 않는다. 같은 MAP상에서의 버퍼링은 패킷의 경로 변경과 함께 버퍼링이 이루어져 패킷 손실을 줄일 수 있지만 다른 MAP상에서의 버퍼링은 MAP 간의 거리에 따라 패킷 손실을 가져올 수 있기 때문이다. 그래서 CN과 MN의 거리가 짧다면 MN에서의 중복 패킷 처분이 발생하며 거리가 멀다면 패킷의 비순서화가 생긴다. 패킷의 비순서화 현상은 전송 측의 재전송 메시지 증가와 패킷 손실 등 중단 간에서의 성능 저하를 일으킬 수 있다.

3.2 선택적 버퍼링 메커니즘

선택적 버퍼링 관리는 주소보장정책을 이용한 핸드오버를 위한 버퍼링 알고리즘으로 CN과 MN의 거리를 계산하여 그에 맞는 버퍼링 알고리즘을 선택한다. 만일 CN과 MN의 거리가 가까이 있다면 PAR가 곧바로 MN에게 전달한다. 왜냐하면 버퍼링으로 인한 메시지의 전송과 처리, 망의 트래픽 증가로 인한 손실을 막기 위함이다. CN은 짧은 거리에

있기 때문에 빠르게 바인딩 갱신을 할 수 있고 그로인해 새로운 주소로 데이터를 빠르게 전송할 수 있다. 하지만 만일 CN과 MN의 거리가 멀다면 PAR은 MIPv6에서의 HA(Home Agent)처럼 패킷을 인터캡트 하여 NAR에게 전달하고 NAR은 전달 받은 패킷을 버퍼링하여 MN이 핸드오버를 완료했을 때 패킷을 전달한다. 또한 패킷 전달은 패킷의 시퀀스 넘버에 맞추어 이루어질 수 있도록 더블 버퍼링을 한다. 이러한 선택적 알고리즘은 불필요한 버퍼링 메시지나 재전송 메시지의 전송을 줄이면서 패킷손실율과 전송지연시간을 줄일 수 있다.

그림 7은 선택적 버퍼링 핸드오버를 하기 위해 BR(Buffering Request) 메시지 포맷이다. 기본적으로 선택적 버퍼링 핸드오버는 기존의 메시지 포맷을 그대로 사용하지만 BR 메시지, BF(Buffering Forward) 메시지의 버퍼링을 알리기 위해 BU 메시지에 'B' 플래그를 포함하여 사용한다.

0					16					32									
										Sequence #									
A	H	L	K	B	Reserved					Lifetime									
Mobility Option																			

그림 7. 'B' 플래그가 포함된 BR 메시지
Fig. 7. BR message including 'B' flag

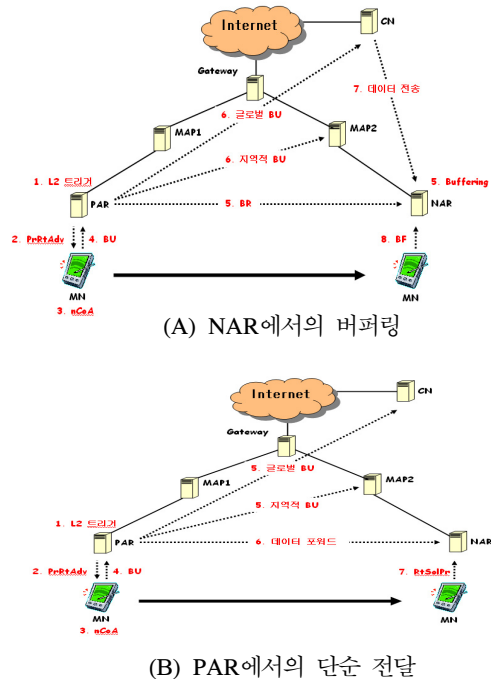


그림 8. 선택적 버퍼링 핸드오버의 동작
Fig. 8. Operation of Selective Buffering Handover

선택적 버퍼링 핸드오버의 동작은 그림 8에서처럼 이루어진다. 그림 8의 (A)는 CN의 거리가 멀어 NAR에서의 버퍼링을 선택한 경우의 동작이고 (B)는 CN의 거리가 짧아 PAR의 단순 전달을 선택한 경우의 동작이다.

- 1) L2 트리거가 발생한다. 선택적 버퍼링 핸드오버에서는 Source 트리거와 Target 트리거를 사용한다.
- 2) MN은 PrRtAdv 메시지를 받아 nCoA 구성한다. PrRtAdv 메시지에는 NAR과 NMAP의 프리픽스 정보를 가지고 있다.
- 3) MN은 BU 메시지를 통해 PAR에 nCoA를 전달한다. BU 메시지에는 MN이 구성한 nLCoA와 nRCoA, CN의 주소가 포함되어 있다.
- 4) BU 메시지를 받은 PAR은 거리비교를 위한 계산을 시작한다. 거리에 따른 계산은 홉 카운터를 이용한다. PAR에서 CN까지의 거리와 PAR에서 NAR까지의 거리 비교이다. 홉 카운트에 따른 계산식은 다음과 같다.

$$TH(H) = \text{Hoc}(CN \sim PAR) / \text{Hoc}(PAR \sim NAR) \cdots (1)$$

$$\text{단, if } \begin{cases} \frac{\text{Hoc}(CN \sim NAR)}{\text{Hoc}(PAR \sim NAR)} > 1, TH(H) \text{ 값에 따른 선택} \\ \frac{\text{Hoc}(CN \sim NAR)}{\text{Hoc}(PAR \sim NAR)} < 1, CN \text{에서의 전달} \end{cases}$$

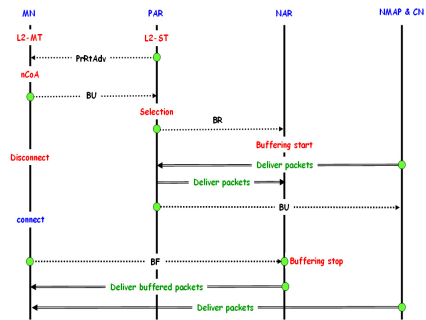
식 (1)에서 TH(H)값은 CN이 얼마나 멀리 떨어져 있는가를 판단하는 기준이 된다. TH(H)값이 '1'보다 크면, CN은 PAR에서 멀리 떨어져 있는 노드이기 때문에 버퍼링 관리를 통해 패킷 손실을 줄인다. 만일, TH(H) 값이 '1'보다 큰 경우일 때, Hoc(CN-NAR) 값이 작다면 그때에는 버퍼링 관리를 사용하지 않고 빠른 바인딩 갱신을 통해 CN으로부터 데이터를 직접 전달받는다. 하지만 TH(H)값이 '1'보다 작다면, CN은 PAR과 가까이 있는 경우이기 때문에 만일 버퍼링 관리를 하게 되면 버퍼링 관련 메시지로 인한 트래픽 증가와 패킷의 중복 폐기와 같은 불필요한 손실을 얻을 수 있다. 그러한 손실을 막기 위해, PAR은 MN로 터널링을 통한 단순 전달 방법을 사용한다.

TH(H) 값이 '1' 이상인 경우는 그림 8의 (A)처럼 NAR에서 버퍼링 관리를 선택한다. NAR에서의 버퍼링 관리는 다음과 같은 동작 과정을 갖는다.

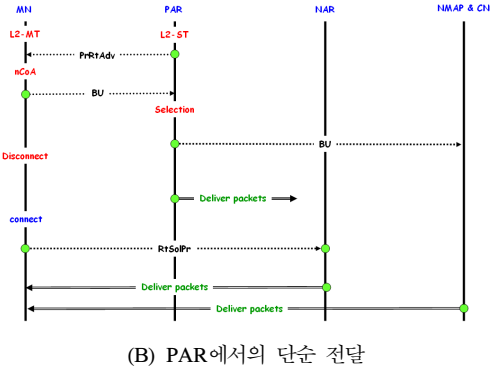
- 5) 만일 TH(H)값이 1보다 크면 PAR은 즉시 NAR에게 버퍼링을 요구하는 BR 메시지를

보내고 그 메시지를 받은 NAR은 버퍼링을 시작한다. CN이 바인딩 갱신을 하기 전까지의 패킷은 PAR로 전송되고 PAR은 그런 패킷을 인터셉트하여 NAR로 전달한다.

- 6) MN의 물리적 연결이 끊긴 동안에 PAR은 MN을 대신해 CN과 NMAP에게 BU 메시지를 보낸다.
- 7) CN은 BU 메시지를 받고 바인딩 갱신을 수행한 후 nRCoA로 데이터를 전송하고 NMAP은 nLCoA로 전달해 준다. NAR은 이중 버퍼링 기법을 사용하여 PAR가 전달해 준 패킷과 구분되게 버퍼링 한다. 이렇게 함으로써 NAR에서의 패킷 비순서화를 막을 수 있다.
- 8) MN은 핸드오버를 수행한 후 NAR로 BF (Buffering Forward) 메시지를 보내 등록하고 NAR은 버퍼링 된 데이터를 순서대로 전달한다. 만일 TH(H) 값이 '1' 미만인 경우는 그림 4-4의 (B)처럼 PAR에서의 단순 전달을 선택한다. PAR에서의 단순 전달 선택의 경우는 다음과 같은 동작 과정을 갖는다.
- 5) 만일 TH(H)값이 '1' 보다 작다면 PAR은 CN에게는 nRCoA를 가진 글로벌 BU 메시지를 보내고 NMAP에는 nLCoA를 가진 지역적 BU 메시지를 보낸다.
- 6) PAR은 곧이어 MN의 새로운 주소로 패킷을 전달한다.
- 7) MN은 핸드오버 수행 후 핸드오버 이전에 구성했던 nCoA가 포함된 RtSolPr 메시지를 NAR에게 보내어 등록하고 PAR로부터 전달된 패킷을 받는다. 이 경우 패킷의 손실이나 비순서화의 문제가 발생할 수 있지만 가까운 곳에 있는 CN의 바인딩 갱신이 빠르게 수행되기 때문에 영향이 미비하다.



(A) NAR에서의 버퍼링



(B) PAR에서의 단순 전달

그림 9. 선택적 버퍼링 핸드오버의 시그널링
Fig. 9. Signaling for Selective Buffering Handover

그림 9는 TH(H)값에 따른 선택적 버퍼링 매크로 핸드오버의 시그널링 흐름도이다. (A)는 TH(H)값이 '1' 보다 큰 경우이고 (B)는 TH(H)값이 '1' 보다 작은 경우이다.

IV. 실험 환경 및 결과

4.1 실험 환경

실험은 Linux kernel 2.2.16 (Redhat 8.0) OS상에서 버클리 대학에서 개발한 Network Simulator 2.1b6에서 수행한다^[9]. HMP 동작을 위해 Mobiwan을 사용하였고^[10] FMIP의 활용을 위해 무선 LAN에 L2 트리거 형성 클래스를 추가하였다.

그림 6은 실험에 사용된 망 토폴로지이다. 실험을 위한 망 구성은 MAP 라우터가 존재하며, 중간 라우터를 통해 연결된 무선 LAN 시스템은 4개의 셀로 구성되었고, 각 셀은 MN을 위한 AP로서 동작한다. MN은 수신자로서 동작하며 랜덤하게 이동한다. 실험에서 4개의 최선형 백그라운드 데이터 흐름이 CN으로부터 발생되며, 각각 임의의 BS에 할당된다.

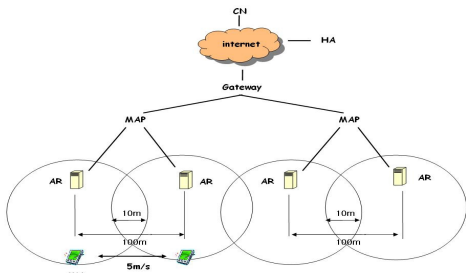


그림 6. 실험 망 구성도
Fig. 6. Network Configuration for Simulation

CN에서 AR까지 유선 링크의 대역폭은 100Mbps, 링크지연은 10ms 그 외 링크의 대역폭은 2Mbps이며 링크지연은 200ms로 설정하였다. 그리고 그밖에 AP의 무선 영역은 100m로 가정하였고 AR 간의 겹침 영역은 10m로 정하였다. MN의 속도 5m/s (18Km/hr)로 고정하여 실험하였다.

또한 TCP 실험을 위한 TCP 트래픽은 표 1과 같다. 초기 RTO(Retransmission Time-Out)는 2초로 설정하고 최대값과 최소값은 64와 0.5초로 설정하였다. TCP MSS(Maximum segment size)는 500Byte로 설정하였고, TCP 윈도우 사이즈는 30 세그먼트로 고정하고 실험하였다.

표 1. 실험을 위한 TCP 파라미터
Table 1. TCP parameter for simulation

파라미터	값
TCP Initial RTO	2.0(second)
TCP Maximum RTO	64(second)
TCP Minimum RTO	0.5(second)
TCP MSS	500 Byte
TCP Maximum ACK Delay	0.01(second)
TCP Windows Size	30 segment

4.2 실험 결과

그림 7은 HMP와 선택적 버퍼링 관리에서 데이터 전송 동안의 지연시간의 변화를 실험 한 결과이다.

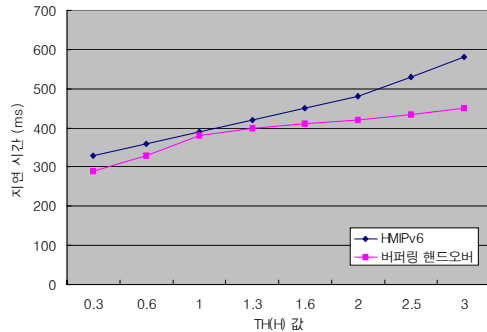


그림 7. 선택적 버퍼링 핸드오버의 지연시간 비교
Fig. 7. Comparison for delay time of Selective Buffering Handover

여기에서 지연시간이란 MN이 PAR의 영역에서 연결성이 끊긴 후에 핸드오버 수행하고 다시 CN으로부터 새로운 MAP를 통해 패킷을 받는 시간을 의미한다. 핸드오버 전 단계와 핸드오버 과정까지의 단계를 포함하면 지연시간은 더욱 늘어난다. 특히 DAD까지 포함할 경우 일반적으로 약 1000ms의 지연시간을 갖고 있기 때문에 핸드오버 이전에 DAD

를 수행하는 제안 핸드오버의 지연시간을 비교하면 1000ms 이상의 지연시간을 더 줄일 수 있다. 선택적 버퍼링을 위해 PAR에서 CN과 NAR 간의 거리를 측정하여 TH(H)값을 계산하였고 그에 따른 지연시간을 실험하였다. 만일 TH(H)값이 '1' 이하인 경우 CN이 MN과 가까이 있음을 의미한다. 이 경우에 제안 핸드오버에서는 PAR에서 MN으로 데이터를 단순 전달한다. 이때의 지연시간은 HMIP 보다 작긴 하지만 큰 차이를 보이지 않는다. 실제로 HMIP에 비해 8.2%의 지연시간 감소를 보이고 있다. 하지만 TH(H)값이 '1' 이상인 경우에는 분명한 차이를 보인다. 실제 HMIP에 비해 14.0%의 감소를 보인다. 이는 CN과 MN의 거리가 더욱 짧을 수록 단순 전달이 버퍼링보다 더 효율적이라는 것을 나타내고 거리가 멀어짐에 따라 버퍼링의 효과를 나타내고 있음을 알 수 있다.

그림 8은 제안 핸드오버와 HMIP 핸드오버에 대한 패킷손실 비교 그래프이다.

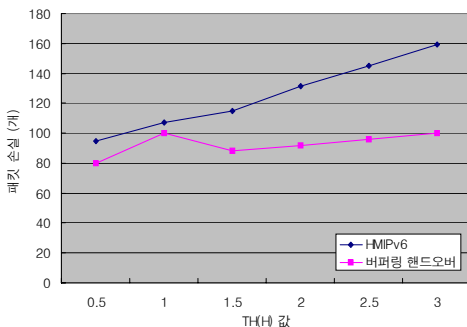


그림 8. 선택적 버퍼링 핸드오버의 패킷손실 비교
Fig. 8. Comparison for packet lost of Selective Buffering Handover

그림 8에서 패킷 손실이란, MN이 핸드오버 동안에 PAR로 들어오는 패킷에 대한 폐기와 핸드오버 후 CN으로 BU를 보내는 동안의 패킷에 대한 폐기량을 말한다. TH(H)값을 기준으로 '1' 이하일 경우 제안 핸드오버는 버퍼링을 하지 않고 단순 전달을 하고 있기 때문에 CN과 MN의 거리가 짧으면 짧을 수록 패킷 손실이 많이 발생하지 않는 반면 기준값이 '1' 이상일 때에는 버퍼링 관리를 통해 패킷 손실이 현저히 줄어들었다는 것을 확인 할 수 있다. 실험에서 HMIP 핸드오버의 패킷손실은 각 TH(H) 값에 대해 평균 125개이고, 제안 핸드오버에서는 평균 92개로 나타났다. 이론적으로 버퍼링 핸드오버에 의한 결과는 패킷 손실이 더욱 현저한 차이를 보여

야 하지만 충분하지 못한 고정된 버퍼 사이즈 때문에 TH(H)값이 '1' 이상일 경우에도 어느 정도의 패킷 손실이 남아 있는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

HMIP는 MAP이라고 불리는 프로토콜 요소를 도입하여 지역 핸드오버 수행에서 MN에 대한 전송 지연과 외부 망으로의 시그널링 부하를 줄이는 기법이다. 그러나 HMIP에서의 매크로 핸드오버는 CN과 MN의 거리에 따른 패킷의 손실과 전송 지연이 문제가 된다. 즉, CN이 멀리 떨어져 있을수록 바인딩 갱신의 처리가 늦어지고 그로 인해 전송 지연이 생겨 패킷 손실을 야기한다. 또한 CN이 바인딩 갱신을 하기 전까지는 이전 주소로 계속해서 패킷을 전송하기 때문에 MN이 핸드오버를 수행하고 NAR에게 등록된 후 받는 패킷들은 비순서화되어 해 폐기된다.

본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위해 계층적 구조에서 MIP 환경을 위한 매크로 핸드오버 수행에서 발생하는 지연을 줄이고 손실되는 패킷을 줄이기 위해 선택적 버퍼링 핸드오버를 제안한다. 선택적 버퍼링 관리는 CN과 MN의 거리의 변화에 따라 동작하는 개선된 버퍼링 관리로, 버퍼링의 주체를 NAR로 정하고 MN에서의 CN과 NAR의 거리를 측정, 계산하여 CN이 멀리 떨어져 있을 때에는 버퍼링 방식을 이용하고 CN이 가까이 있을 때에는 단순 전달 방식을 이용하는 선택적 알고리즘이다. 선택적 버퍼링 알고리즘은 QoS가 높은 트래픽이나 실시간 멀티미디어 서비스를 위해 사용함으로써 핸드오버 발생 시 패킷 손실을 줄일 수 있다.

실험은 버클리 대학에서 개발한 NS-2를 이용하여 HMIP 핸드오버와 제안 핸드오버에 대해 지연시간과 패킷손실을 실험하였다. 전송지연은 TH(H)값이 '1' 이하일 경우에는 제안 핸드오버에서는 HMIP에 비해 8.2% 감소를 보인다. 하지만 TH(H)값이 '1' 이상일 경우에는 HMIP에 비해 14.0%의 감소를 보였다. 패킷손실 비교실험에서 제안 핸드오버는 HMIP 핸드오버보다 평균 26.4%의 패킷손실 감소를 보임으로써 제안 핸드오버가 기존 핸드오버보다 빠른 핸드오버 수행하고 QoS가 높은 트래픽과 실시간 멀티미디어 데이터를 전송하는데 우수한 성능을 갖는다는 것을 알 수 있다.

앞으로의 연구 과제는 급변하는 무선 환경에서의 적용에 대한 실험 및 연구와 정확한 핸드오버를 위

한 이동 단말기의 방향 예측 시스템 및 소프트웨어에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] ITU-T Recommendation Q.1706/Y. 2801, "Mobility Management Requirements for Next Generation Networks", November 2006.

[2] ITU-T SG19 Draft New Recommendation Q/Y.MMF, "Generic Framework of Mobility Management for Next Generation Networks", Working in Progress, 2007.

[3] 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 ,pp1218 - 1223, March 2003.

[4] Hesham Soliman, Claude Castelluccia, Karim Malki, Ludovic Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)" RFC 4140, 2007.

[5] L. Leoleis, G. Venieris, I.O. Dimopoulou, "Fast handover support in a W-LAN/WMAN environment : challenges and perspectives," IEEE Network, Vol. 19, NO. 3, pp. 14-20, May-June 2005.

[6] R. Koodi, "Fast Handovers for Mobile IPv6", RFC 4068, July 2005.

[7] Govind Krishnamurthi, Robert C. Chalmers, Charles E. Perkins, "Buffer Management for Smooth Handovers in IPv6," Internet Draft, IETF, March 2001

[8] 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 ,pp1218 - 1223, March 2003.

[9] "The Network Simulator-ns2", <http://www.isi.edu/nsname/ns>

[10] "Mobiwan : NS-2 extensions to study mobility in Wide-Area IP Networks", <http://www.inrialpes.fr/planete/pub/mobiwan>

안 치 현 (Chi-hyun Ahn)

정회원

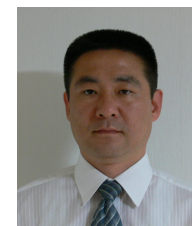


1998년 한남대학교 전자공학과 학사 졸업
 2000년 경희대학교 전자공학과 석사 졸업
 2007년 경희대학교 전자공학과 박사 졸업
 2005년~현재 열린사이버대학교 컴퓨터정보학과 초빙교수

<관심분야> 모바일 인터넷, 이동 통신

최 인 호 (In-Ho Choi)

정회원



1990년 경희대학교 전자공학과 학사 졸업
 1992년 경희대학교 전자공학과 석사 졸업
 2000년 경희대학교 전자공학과 박사 졸업
 1996년~현재 김포대학 정보통신

과 부교수

<관심분야> 이동 통신, 영상통신 및 검색