
주소보장과 선택적 버퍼링을 이용한 HMIPv6의 매크로 핸드오버에 대한 성능 개선

안치현* · 우종정**

Performance Improvement of the HMIPv6 Macro Handover using the Address Insurance with Selective Buffering

Chi-Hyun Ahn* · Jongjung Woo**

이 논문은 2008년도 성신여자대학교 학술연구구조성비 지원에 의하여 연구되었음

요 약

MIP의 확장 버전인 HMIP는 동일 지역 내에서 이동할 경우 외부 시그널링을 줄일 수 있다. 그러나 다른 MAP 영역으로 이동하는 매크로 핸드오버일 경우 바인딩 갱신을 위한 많은 시그널링으로 인해 전송 지연과 패킷 손실이 발생한다. 이를 해결하기 위해 계층적 구조에서 주소 보장과 선택적 버퍼링을 이용한 핸드오버를 제안한다. 이 방식은 매크로 핸드오버가 발생할 때 패킷 손실과 전송 지연을 줄이고 QoS가 높은 트래픽이나 실시간 멀티미디어 트래픽의 전송에 우수한 성능을 제공한다. 시뮬레이션 결과는 제안하는 핸드오버가 기존 핸드오버보다 전송 지연과 패킷 손실에 대하여 크게 감소함을 보였다.

ABSTRACT

HMIP, an extending version of MIP, 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. To overcome this problem, this paper proposes a handover which exploits an address insurance with selective buffering for the HMIP macro handover. This scheme can decrease the lost packets and the delay time and provide better performance for high QoS traffic and real-time multimedia transmission. The simulation result shows that the proposed scheme makes the transmission delay time and the lost packets smaller than the existing schemes.

키워드

MIPv6, HMIPv6, Macro Handover, Address Insurance, Selective Buffering

* 열린사이버대학교 정보통신과 교수

접수일자 2008. 06. 04

** 성신여자대학교 IT 학부 교수 (교신저자)

I. 서론

NGN(Next Generation Networks)은 IP 망을 핵심 기반으로 다양하게 연결되는 형태의 All-IP 망으로 구성될 전망이다. 무선 통신에서도 IP를 기본으로 하고 있는 시스템이 중요시 되고 있다. 무선 IP 망의 주요 논점 중의 하나는 IP 주소를 유지하면서 핸드오버를 수행하는 기술이다. IP 핸드오버 기술은 망 기반 기법과 종단 간 기법으로 나누어진다[1-2]. 망 기반 핸드오버는 IETF에 의하여 2004년 RFC3775로 MIP(Mobile IP)로 표준화되었고[3], HMIP(Hierarchical MIP)[4-6]와 FMIP(Fast MIP)[7-8]로 확장되었다. MIP는 핸드오버 과정의 지연시간이 성능 저하를 초래한다. 이를 해결하기 위하여 HMIP에서는 MAP (Mobility Anchor Point)이라는 프로토콜 요소를 도입하고, FMIP에서는 포워딩 터널의 사전 설정과 같은 방법을 사용하지만 여전히 문제점이 존재한다. 특히, HMIP는 다른 영역의 MAP으로 이동할 경우 바인딩 갱신을 위한 많은 시그널링으로 인해 전송 지연과 패킷 손실이 발생한다. 본 논문은 기존 HMIP의 매크로 핸드오버에 대한 성능을 향상시키기 위해 주소보장과 선택적 버퍼링을 이용한 핸드오버를 제안한다. 이 기법은 오류 손실이 빈번하고 대역폭이 적은 무선망의 시그널링을 유선망으로 대체하고 QoS(Quality of Service)에 대한 신뢰성과 실시간 멀티미디어 트래픽의 서비스에 대해 핸드오버의 패킷손실과 지연을 줄일 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 망 기반 프로토콜인 MIP 핸드오버에 대해 기술하고, 3장은 망 기반에서 주소보장/버퍼링을 이용한 핸드오버를 제안한다. 4장은 실험 환경과 결과를 기술하며, 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

핸드오버 기술은 MN(Mobile Node)의 이동으로 인해 IP 주소가 변경될 때 세션이 지속되도록 데이터 손실 및 전송 지연을 최소화하는 기술이다. 핸드오버 기술 중 망 기반 핸드오버는 네트워크 계층 프로토콜로서 망에 존재하는 에이전트를 이용하여 핸드오버를 수행한다. 망 기반 핸드오버 프로토콜은 MIP, HMIP, FMIP 등이 있다.

HMIP는 MIP의 확장 버전 중의 하나로써 지역적 HA(Home Agent)의 역할을 수행하는 MAP를 도입한 프로토콜이다. HMIP는 마이크로 핸드오버가 발생하면 외부 시그널링을 줄임으로써 핸드오버의 지연시간을 줄여 성능을 향상시킨다. 하지만 매크로 핸드오버가 발생하면 MN은 2개의 CoA(Care of Address)를 구성해야 하고 2번의 BU(Binding Update) 메시지를 전송하기 때문에 시그널링 증가 및 지연이 발생한다. 또한 버퍼링 관리가 없어 실시간 멀티미디어 서비스의 적용이 어렵다.

FMIP도 MIP의 확장 버전으로 2계층에서 발생하는 링크의 변경을 3계층 핸드오버 이전에 감지하여 미리 핸드오버 환경을 설정하는 프로토콜이다. FMIP는 2계층 핸드오버가 완료되기 전에 3계층 핸드오버를 수행하거나 또는 포워딩 터널을 미리 설정함으로써 3계층 핸드오버에 소요되는 시간을 줄인다. 따라서 2계층 핸드오버 이전에 MN에 대한 nCoA(new CoA)를 형성하거나 이전 라우터와 이동할 라우터 사이에 양방향 터널을 미리 설정하여 데이터를 포워딩한다. 하지만 FMIP는 핸드오버 이후에 BU 메시지를 보내기 때문에 경로를 최적화할 수 없고 MN의 속도가 빠를 경우 삼각 라우팅 현상이 발생할 수 있다. MN의 이동성에 대한 예측은 L2 트리거를 통해 이루어진다. L2 트리거는 2계층 이벤트를 나타내는 정보이며 빠른 핸드오버 지원을 위한 필수적인 요소이다. 표 1은 L2 트리거의 종류를 나타낸다[10].

표 1. L2 트리거
Table 1. L2 trigger

L2 트리거	발생 시기	파라미터	수신자
MN 트리거	2계층 핸드오버 이전	NAR의 IP 주소 ID	MN
소스 트리거	2계층 핸드오버 이전	NAR과 MN의 IP 주소 ID	PAR
타겟 트리거	2계층 핸드오버 이전	PAR와 MN의 IP 주소 ID	NAR
링크-업 트리거	MN이 새로운 AP에 연결 되었을 때	NAR의 IP 주소 또는 2계층 주소	MN /NAR
링크-다운 트리거	MN이 이전 AP와 연결이 끊어 졌을 때	MN의 IP 주소 ID	PAR

III. 주소보장/선택적 버퍼링 핸드오버

3.1 주소보장/선택적 버퍼링 핸드오버 설계

주소보장과 선택적 버퍼링을 이용한 핸드오버는 HMIP 핸드오버의 문제점을 개선하기 위해 다음과 같이 설계한다.

1) nCoA 구성은 PAR(Previous Access Router)에서 담당하고 핸드오버 발생 이전에 구성한다.

AR(Access Router)은 이웃한 AR들과 PrRtAdv(Proxy Router Advertisement) 메시지를 통하여 주기적으로 상호 위치 정보를 교환한다. MIP의 CoA 주소 구성은 MN이 속한 망의 프리픽스 정보와 MN의 물리적 ID가 결합한 형태이다. 따라서 현재 MN이 속해 있는 AR은 소속된 MAP의 위치 정보를 포함하므로 nCoA의 구성에 필요한 모든 정보를 가진다. MN에서 nCoA를 구성하는 것은 핸드오버가 끝난 이후이다. HMIP는 2개의 nCoA를 구성해야 하기 때문에 MN의 처리량이 많아 전송 지연이 발생한다. 핸드오버 이전에 AR이 nCoA를 구성한다는 것이 셀 안에 존재하는 모든 MN에 대한 nCoA를 구성하는 것은 아니다. 주소보장/선택적 버퍼링 핸드오버는 MN의 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 값을 이용하여 MN이 이동할 것으로 예측되는 셀에 대해서만 nCoA를 생성한다. CST(Cell Search Threshold) 혹은 Delta SNR 값을 이용하여 이동할 셀을 예측할 수 있다. 고속도로나 철도와 같은 방향성이 있는 곳에는 CST 값도 무방하지만 방사형의 셀 구조에는 많은 MN에 대해 nCoA를 구성해야 하기 때문에 더 정확한 값이 필요하다. 실제 환경에서는 여러 가지 변수들이 존재할 수 있다. 특히 MN의 이동 속도에 따른 예측은 더욱 어렵다. 주소보장을 이용한 핸드오버에서 PAR가 nCoA를 구성하는 지점의 CST 값은 식(1)과 같이 계산된다.

$$\text{nCoA 구성 시점} = \text{Delta SNR(CST 시작 시점)} * [40 \sim 60]\% \quad (1)$$

2) 무선망을 사용하는 시그널링을 유선망에서 담당한다.

비록 무선망 기술이 급속도로 발전해도 무선망의 대역폭, 전송속도 및 오류율은 유선망에 비해 현저히 떨

어진다. 또한 유·무선망의 트래픽 비용을 비교하면 아직 무선망이 높다. 제안 핸드오버는 주소를 보장하기 위하여 대부분의 메시지 시그널링을 유선망으로 이전 시킴으로써 무선망에 의한 패킷 손실이나 전송 지연을 줄인다.

3) DAD(Duplicate Address Detection)와 바인딩 갱신은 nCoA를 구성하는 PAR에서 주관한다.

주소를 보장하기 위하여 PAR가 핸드오버 이전에 MN을 위한 nRCOA(new Regional CoA)와 nLCoA(new on-Link CoA)를 구성한다. L2 트리거에 의해 NAR(new Access Router)의 주소 정보를 가지므로 주소와 관련된 작업들 - 주소 구성, BU 메시지 생성 - 을 미리 수행할 수 있다. PAR는 주소를 구성한 후 NMAP(New MAP)에게 nRCOA를 보내고 NAR에게 nLCoA를 보내서 DAD 과정을 수행한다. DAD 과정을 수행하기 위한 메시지는 HI(Handover Initiate) 메시지와 HACK(Handover Acknowledge) 메시지를 사용한다. L2 트리거가 발생한 후에는 MN을 대신해 NMAP과 CN(Correspondent Node)에게 BU 메시지를 보낸다.

4) 버퍼링 관리는 NAR에서 주관한다.

PAR에서의 버퍼링[9]이나 MAP에서의 버퍼링 알고리즘[10]의 경우 매크로 핸드오버에서는 크게 개선되지 않는다. MAP에서 버퍼링하는 경우 같은 MAP 영역에서의 MN 이동은 패킷의 경로 변경과 함께 버퍼링되기 때문에 패킷 손실을 줄일 수 있다. 그러나 다른 MAP 영역에서의 이동은 MAP 간의 거리에 따라 패킷 손실을 가져올 수 있다. PAR에서의 버퍼링은 CN과 MN의 거리가 짧다면 MN에서 중복 패킷을 처리해야 하며, 거리가 멀다면 패킷의 비순서화가 생긴다. 패킷의 비순서화 현상은 전송 측의 재전송 메시지 증가와 패킷 손실 등 종단 간에서의 성능 저하를 일으킬 수 있다.

5) CN과 MN의 거리에 따라 적합한 버퍼링 알고리즘을 선택한다.

CN과 MN이 가깝다면 PAR가 데이터를 MN에게 포워딩한다. 이는 버퍼링으로 인한 메시지의 전송과 처리, 망의 트래픽 증가로 인한 손실을 막기 위함이다. 짧은 거리가기 때문에 바인딩 갱신을 빨리 할 수 있고, 새로운 주소로 데이터를 빠르게 전송할 수 있다. CN과 MN이 멀다면 PAR는 MIPv6의 HA처럼 패킷을 가로채어 NAR에게 전달하고 NAR는 전달받은 패킷을 버퍼링하여 MN이 핸드오버를 완료했을 때 패킷을 전달한다. 또한 패킷 일

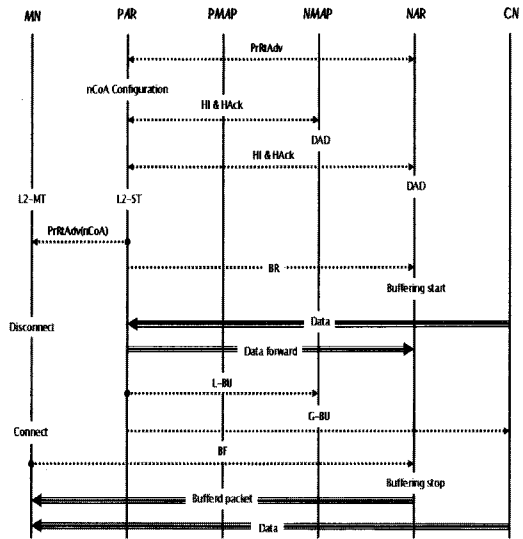
6) L2 트리거를 발생한다. 만일 소스 트리거보다 MN 트리거를 먼저 받으면 MN은 L2 트리거에 대한 정보를 담은 RtSolPr(Router Solicitation for Proxy) 메시지를 PAR에게 보낸다. L2 트리거를 받은 PAR는 CN과 NAR의 거리를 측정하여 식 (2)처럼 계산한다.

시그널링을 위한 동작은 TH(H)의 값에 따라 달리 수행된다. 그림 3는 TH(H) 값에 따른 주소보장/선택적 매크로 핸드오버의 시그널링을 나타낸다. TH(H) ≥ 1 이면 NAR에서 버퍼링을 수행하며 다음과 같이 동작한다.

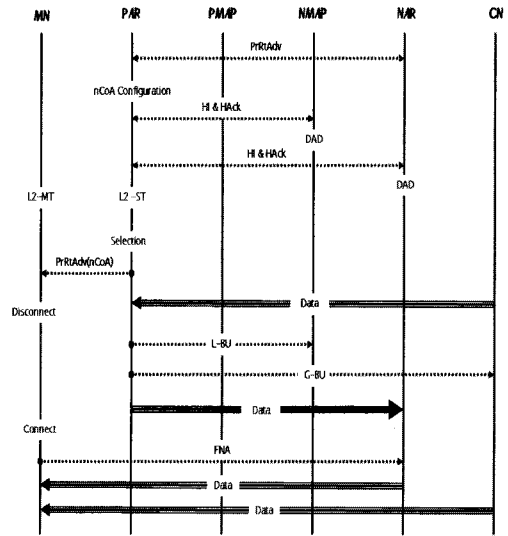
- 7) PAR는 MN에게 즉각 nCoA를 보낸다.
- 8) PAR는 NAR에게 BR(Buffering Request) 메시지를 보내어 NAR에서 더블 버퍼링을 수행하게 한다. 더블 버퍼링은 CN이 바인딩 갱신 후에 보내지는 패킷들에 대한 비순서화를 방지한다.
- 9) MN의 물리적 단절 기간 동안 PAR로 들어오는 패킷을 NAR로 포워딩한다.
- 10) PAR는 유효성 검사가 끝난 nCoA를 BU 메시지를 통해 NMAP과 CN에게 바인딩 갱신을 알린다. NMAP에게는 nLCoA를 보내고, CN에게는 nRCoA를 보내어 바인딩 갱신을 수행한다.
- 11) MN이 핸드오버를 끝내고 새로운 부분망에 접속하면 BF(Buffering Forward) 메시지를 NAR에게 보낸다. BF 메시지는 MN의 새로운 등록을 포함한다.
- 12) NAR는 MN을 등록한 후 버퍼링을 멈추고 버퍼링된 데이터를 전송한다.
- 13) 바인딩 갱신을 수행한 CN은 nRCoA를 목적지로 삼아 패킷을 보낸다. NMAP은 패킷을 받아 nLCoA를 목적지로 보내어 MN이 패킷을 받을 수 있게 한다.

TH(H) < 1 이면 버퍼링 과정 없이 다음과 같이 PAR에서 패킷을 포워딩한다.

- 7) 식 (2)에 의해 PAR는 유효성 검사가 끝난 nCoA를 BU 메시지를 통해 NMAP과 CN에게 바인딩 갱신을 알린다.
- 8) MN에서 물리적 연결이 단절되면 PAR로 들어오는 패킷을 NAR로 포워딩한다. 이때 NAR는 패킷의 비순서화를 막기 위해 패킷의 순서를 정렬한다.



(a)



(b)

그림 3. 제안하는 핸드오버 시그널링

(a) TH(H) ≥ 1 경우 시그널링

(b) TH(H) < 1 경우 시그널링

Fig. 3. Signaling in Proposed Handover

(a) BR Message Format (b) BF Message Format

- 9) CN은 바인딩 갱신을 수행하고 MN의 nRCoA로 데이터를 전송한다. 데이터는 NMAP을 거쳐 MN의 새로운 주소로 포워딩된다.

10) MN이 핸드오버를 끝내고 새로운 부분망에 접속하면 FNA(Fast Neighbor Advertisement) 메시지를 NAR에게 보낸다. 이 때 FNA 메시지는 MN의 새로운 등록을 포함한다. NAR는 PAR에게 MN의 등록을 알리고 MN은 패킷을 수신한다.

IV. 실험 및 결과

실험은 Linux kernel 2.2.16(Redhat 8.0)에서 버클리 대학의 Network Simulator2 2.1b6를 사용하여 수행한다 [11]. HMIPv6 동작을 위해 Mobiwan을 사용한다[12]. 주소보장/선택적 버퍼링 관리를 이용한 핸드오버가 HMIPv6 매크로 핸드오버와 FMIPv6 핸드오버보다 성능이 우수함을 보이기 위하여 패킷 손실과 전송 지연을 비교한다.

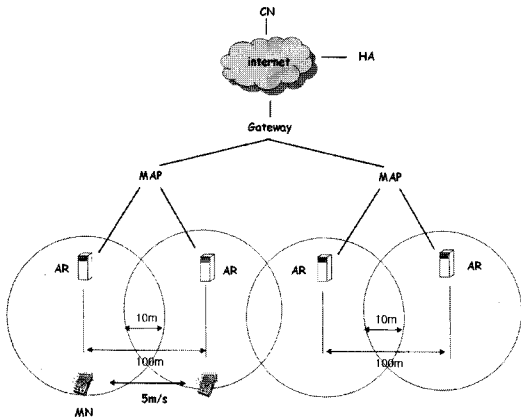


그림 4. 실험 망 구성도
Fig. 4. Network Configuration for Simulation

그림 4는 실험을 위한 망 구성으로 MAP 라우터가 존재하며, 중간 라우터를 통해 연결된 무선 LAN 시스템은 4개의 셀로 구성된다. 각 셀은 MN을 위한 AP로서 동작한다. MN은 수신자로서 동작하며 무작위로 이동한다. 4개의 최선형 백그라운드에 데이터 흐름이 CN으로부터 발생되며, 각각 임의의 AR에 할당된다.

실험을 위한 네트워크 환경은 표 3과 같다. FMIPv6의 활용을 위해 무선 LAN에 L2 트리거 형성 클래스를 추가하였다. MN의 속도 5m/s (18Km/hr)로 고정하

여 실험하였다. 그림 5는 HMIP, FMIP, 제안한 방법에 대하여 TH(H) 값에 따른 지연시간의 변화를 나타낸다.

표 3. 실험을 위한 네트워크 환경
Table 3. Network Circumstances for Simulation

전송 속도	유선 구간: 100Mbps, 무선 구간: 2Mbps
링크 지연	유선 구간: 10ms, 무선 구간: 200ms
AP	무선 영역 100m, 검침 영역 10m
CN과 NM의 링크 수	1 ~ 12
AR 버퍼 크기	10MBytes

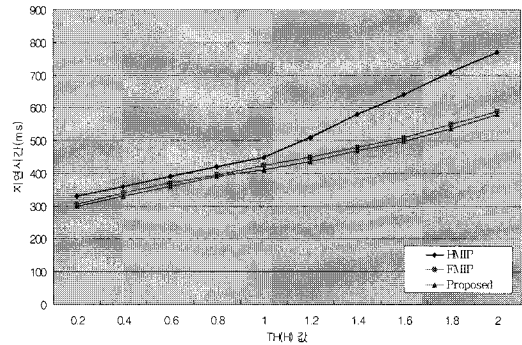


그림 5. 핸드오버의 지연시간 비교
Fig. 5. Comparison of the Handover Delay Time

여기서 지연시간이란 MN이 PAR의 영역에서 단절된 후 핸드오버를 수행하고 CN으로부터 새로운 MAP을 통해 패킷을 받는 시간을 의미한다. 핸드오버 전 단계와 핸드오버 과정까지 포함하면 지연시간은 더욱 늘어난다. 특히 DAD의 경우 약 1,000ms의 지연시간을 가지기 때문에 제안하는 기법과 같이 핸드오버 이전에 DAD를 수행하면 지연시간을 줄일 수 있다.

선택적 버퍼링을 위해 PAR에서 CN과 NAR 사이의 거리를 측정하여 TH(H) 값을 계산하였고 그에 따른 지연시간을 실험하였다. TH(H) < 1인 경우 제안하는 핸드오버는 PAR에서 MN으로 데이터를 포워딩하기 때문에 지연시간은 다른 핸드오버 방식에 대하여 차이가 크지 않다. 즉, 제안하는 핸드오버는 HMIP와 FMIP에 비해 지연시간이 각각 약 8.6%, 2.8%의 감소한다. 반면 TH(H) ≥ 1인 경우에는 분명한 차이를 보인다. HMIP에 비해 20.1%의 감소를 보이고, FMIP에서 보다 2.5%의

V. 결론

감소를 보였다. 따라서 짧은 거리의 핸드오버는 3가지 모두가 비슷한 지연시간을 가졌지만 CN이 멀리 있을 경우는 큰 차이를 보였다. 그러나 FMIP의 경우는 거리에 관계없이 제안하는 방법과 큰 차이가 없었다. 이는 FMIP에서 BU 메시지 처리와 바인딩 갱신은 제안하는 방법과는 반대로 핸드오버가 끝난 후에 처리되기 때문이다.

그림 6은 TH(H) 값에 따른 3가지 핸드오버의 패킷 손실을 비교한 도표이다. HMP와 FMIP에서의 버퍼링 관리는 PAR에서의 버퍼 관리[9]를 사용하였다.

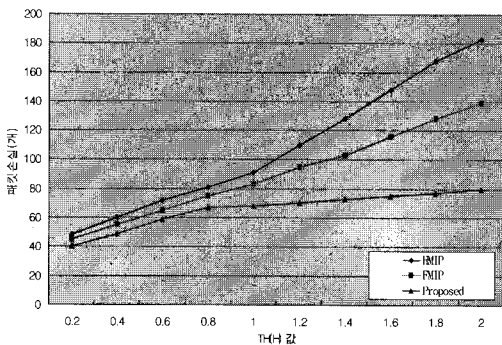


그림 6. 3가지 핸드오버의 패킷 손실 비교
Fig. 6. Comparison for lost packets of 3 Handovers

패킷 손실이란 MN이 핸드오버 동안에 PAR로 들어오는 패킷에 대한 폐기와 핸드오버 후 CN으로 BU 메시지를 보내는 동안의 패킷 폐기량을 말한다. TH(H) < 1 경우 제안하는 방법은 HMP와 FMIP보다 각각 약 17.62% 및 10.42%의 패킷 손실 감소를 보인다. TH(H) ≥ 1 경우는 패킷 손실이 각각 약 51.36% 및 37.24%까지 줄어든다. 평균적으로 HMP 핸드오버에 비해 약 39.58%, FMIP 핸드오버에 비해 27.21%의 패킷 손실 감소를 보였다. 그러나 충분하지 못한 고정된 크기의 버퍼를 사용하기 때문에 TH(H) ≥ 1 경우에도 약간의 패킷 손실이 남아 있다. 이는 주소를 보장함으로써 줄인 지연시간이 선택적 버퍼링 관리의 메시지를 통해 더 늘어날 수 있음을 보여준다. 그러나 버퍼링을 선택적으로 함으로써 거리에 관계없이 패킷손실을 줄일 수 있다.

HMP는 MAP이라는 프로토콜 요소를 도입하여 지역 핸드오버 수행에서 MN에 대한 전송 지연과 외부 망으로의 시그널링 부하를 줄이는 기법이다. 그러나 외부 MAP으로 이동하는 매크로 핸드오버의 경우 MN은 이동한 AR에서 PrRtAdv 메시지를 보고 nRCoA와 nLCoA를 생성하여 이동 지역에 위치한 NMAP과 CN에게 BU 메시지를 보낸다. 이로 인해 전송 지연때문에 패킷 손실이 발생하여 빠른 핸드오버를 수행할 수 없다. 또한 HMP에서 매크로 핸드오버가 발생하면 CN과 MN의 거리에 따른 패킷 손실과 전송 지연이 문제가 된다. 즉, CN이 멀리 떨어져 있을수록 바인딩 갱신의 처리가 늦어져 전송 지연이 발생하고 패킷 손실을 야기한다. 또한 CN이 바인딩 갱신 전에는 이전 주소로 패킷을 계속 전송하기 때문에 MN이 핸드오버를 수행하고 NAR에게 등록된 후에 받는 패킷들은 비순서화로 인해 폐기된다.

본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위해 HMP 환경을 위한 매크로 핸드오버의 지연시간과 패킷 손실을 줄이는 새로운 핸드오버 방법을 제안한다. 제안하는 핸드오버는 MN의 nCoA를 보장함으로써 오류 및 손실률을 줄이고, 시그널링 과정을 우선망으로 제한하는 역할을 담당한다. 이를 위해 PAR가 MN을 위한 nCoA의 구성과 바인딩 갱신을 담당하고, 핸드오버 발생 전에 nCoA를 구성함으로써 DAD에 대한 지연도 줄일 수 있다. 버퍼링의 주체를 NAR로 정하고 MN에서의 CN과 NAR의 거리에 따라 선택적으로 버퍼링함으로써 QoS가 높은 트래픽이나 실시간 멀티미디어 전송에 우수한 성능을 얻을 수 있으며, 또한 핸드오버 발생 시 패킷 손실을 줄일 수 있다. 실험에 의하면 새로운 방법이 HMP와 FMIP에 비하여 평균적으로 각각 약 16.49% 및 2.68%의 지연 감소를 나타냈고, 약 37.58% 및 27.21%의 패킷 손실이 감소하였다. 끝으로 향후 급변하는 무선 환경의 적용에 대한 실험 및 연구와 정확한 핸드오버를 위한 이동 단말기의 방향 예측 시스템 및 소프트웨어에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

[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] D. B. Johnson and C. Perkins, "Mobility support in IPv6," RFC3775, Jun. 2004.

[4] H. Soliman and K.E. Malki "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management(HMIPv6)," d-raft-ietf-mipshop-hmipv6-01.txt, Internet Draft, Dec. 2004.

[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, pp1218~1223, March 2003.

[6] Hesham Soliman, et al., "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)," RFC 4140, 2007

[7] R.Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-03.txt, Internet Draft, Oct. 2004.

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

[9] Govind Krishnamurthi, et al., "Buffer Management for Smooth Handovers in IPv6," Internet Daft, IE TF, March 2001

[10] 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.

[11] NS-2 <http://www.isi.edu/nsnam/ns>

[12] "Mobiwan: NS-2 extensions to study mobility in WideArea IPv6 Networks," <http://www.inrialpes.fr/planete/pub/mobiwan>

저자소개



안치현(Chi-Hyun Ahn)

1993~1998 한남대학교 전자공학과
학사
1998~2007 경희대학교 전자공학과
석사 및 박사

2005년~현재 열린사이버대학교 정보통신과 초빙교수
※ 관심분야: Mobile IP, Wireless TCP, 이동통신



우종정(Jongjung Woo)

1976~1982 경북대학교 전자공학과
학사
1988~1993 텍사스주립대학
(오스틴) 석사 및 박사

1982 ~ 1988 산업연구원 연구원 및 책임연구원
1993 ~ 현재 성신여자대학교 IT학부 교수
2008 ~ 현재 성신여자대학교 자연과학대학장
※ 관심분야: 임베디드소프트웨어, 모바일컴퓨팅,
컴퓨터구조, 병렬처리, 원격교육