

IEEE 802.11 에서 Mobile IPv6 를 위한 핸드오프 성능 향상방안 연구

김중학, 문영성
승실대학교 컴퓨터학과
e-mail : mygiant@sunny.ssu.ac.kr, mun@computing.ssu.ac.kr

A Study on Handoff performance improvement scheme for Mobile IPv6 in IEEE 802.11 Wireless Internet

Jonghak Kim, Youngsong Mun
*Dept. of Computing, Soongsil University

요 약

초고속 인터넷의 보급이 일반화되고, PDA 및 노트북 등의 휴대 이동 컴퓨팅 기기의 사용이 증가하면서, 점차 이동 인터넷 서비스를 요구하는 사용자의 수요가 증가하고 있다. 현재 무선 인터넷 제공을 위한 주요 인프라는 이동 통신망이나 무선랜 망이다. 그러나 무선랜 망 기술의 경우 2 계층에서 이동성을 지원하기 때문에 하부 기술에 대한 의존성으로 인하여 도메인 내에서의 이동성에 대해서만 지원하므로 다른 도메인영역으로의 이동을 지원하는데는 어려움이 있다. 그래서 본 연구에서는 이동 인터넷 사용자들에게 끊임 없는 서비스 제공 및 핸드오프 지연을 줄이기 위하여 IEEE 무선랜 기반 2 계층 핸드오프 기술과 3 계층에서의 이동성을 제공함으로써 하부기술에 독립적인 글로벌 로밍을 지원하는 Mobile IPv6 기술을 제안하고 또한 3 계층에서의 핸드오프 지연 감소 및 핸드오프시에 실시간 서비스 제공을 위한 Mobile IPv6 Fast 핸드오버에 대한 기술의 장, 단점을 연구분석하고 2 계층 및 3 계층 핸드오프 기술의 연동을 통하여 실시간 서비스를 위한 보다 향상된 핸드오프를 수행할 수 있는 방안을 제시한다.

1. 서론

초고속 인터넷이 널리 보급되고, 휴대 및 이동 컴퓨팅 기기의 보급률이 증가하면서, 점차 휴대 및 이동하면서 인터넷 서비스를 요구하는 사용자의 수요가 증가하고 있다. 또한, 차세대 정보통신망이 IP 기반으로 발전함에 따라 IP 망에서의 이동성 지원 기술인 Mobile IP 에 대한 관심이 증가하고 있다. 그 근거로 ALL-IP 기반의 3GPP, 3GPP2 에서는 이미 기본 인터넷 프로토콜로 IPv6 를, 이동성 지원 프로토콜로 Mobile IPv6 를 표준으로 채택할 것이 확실시 되고 있다.

현재 무선 인터넷을 위한 주요 인프라로 사용되고 있는 이동통신망이나 무선랜의 경우 2 계층에서 이동성을 지원하기 때문에 하부 기술에 대한 의존성으로

인하여 글로벌 로밍에 어려움이 있다. 이에 반하여 Mobile IP 는 3 계층에서 이동성을 제공함으로써 하부 기술에 독립적인 이동성을 제공할 수 있기 때문에 IP 기반의 차세대 망에서 글로벌 로밍을 쉽게 지원할 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 Mobile IP 는 넓은 지역의 이동성 지원을 위해 설계되었기 때문에 빠른 속도로 이동하는 단말에 대한 실시간 서비스 혹은 저속이더라도 끊임 없는 서비스를 지원하기에는 많은 어려움이 있다. 특히 차후 무선 인터넷에서는 이러한 실시간 멀티미디어 서비스가 주요 서비스로 등장할 것으로 예상되므로 기존의 Mobile IP 보다 향상된 로밍 기술이 요구되고 있다.

본 연구에서는 이동 인터넷 사용자들에게 끊임 없는 서비스 제공 및 핸드오프 지연을 줄이기 위하여 IEEE 무선랜 기반 2 계층 핸드오프 기술과 3 계층에

“본 논문은 정보통신부에서 지원하고 있는 정보통신기술연구 지원사업의 연구결과물입니다.(03-기초-0074)”

서의 이동성을 제공함으로써 하부기술에 독립적인 글로벌 로밍을 지원하는 Mobile IPv6 기술을 제안하고 또한 3 계층에서의 핸드오프 지연 감소 및 핸드오프시에 실시간 서비스 제공을 위한 Mobile IPv6 Fast 핸드오버에 대한 기술의 장, 단점을 연구분석하고 2 계층 및 3 계층 핸드오프 기술의 연동을 통하여 실시간 서비스를 위한 보다 향상된 핸드오프를 수행할 수 있는 방안을 제시한다.

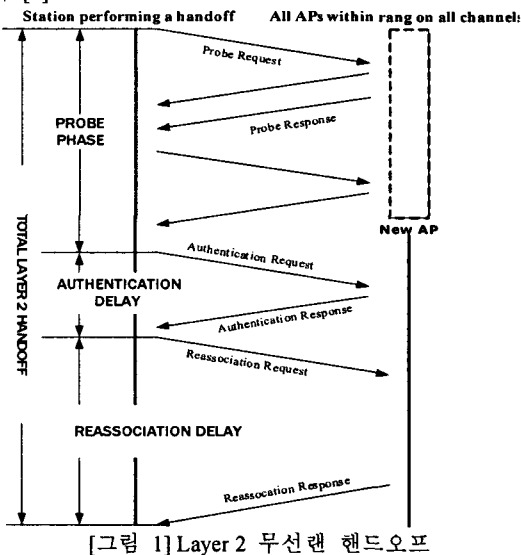
2. 관련연구

2.1 Layer 2 IEEE 802.11 무선랜에서의 핸드오프

802.11 은 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, 미국전기전자학회)의 작업그룹이 규정한 무선 LAN 표준 모음으로, 현재 표준화가 완성된 규격은 802.11b/a/g 다.

IEEE 802.11b 기반의 무선랜은 속도 100m 반경 내에서 최대 11Mbps 의 전송속도를 지원하며 무선랜의 대표적인 표준으로 자리잡아가고 있다. 그러나 802.11b 의 최대속도가 11Mbps 라고 하지만 실제로 사용자가 느끼는 속도는 4~6Mbps 정도이며 이에 대한 대안으로 등장한 것이 802.11a 이다. 802.11a 는 5GHz 주파수대역을 이용하고 최고 54Mbps 의 속도를 지원, 실제 사용자의 체감속도는 20~22Mbps 로 802.11b 의 체감속도에 비해 최고 5 배 이상이다. 최근 802.11a 의 제품이 속속 출시되어 기존 802.11b 의 미흡한 부분들을 채워주리라 기대되고 있으나 기존 802.11b 가 2.4GHz 를 사용하는데 반해 802.11a 는 5GHz 을 이용한다는 면에서 호환이 불가능해 802.11b 와 같은 2.4GHz 를 지원하며 최고 22Mbps 를 이용할 수 있는 802.11g 가 부상하고 있다.

IEEE 802.11 a/b/g 의 무선랜에서는 링크 이동성을 지원하기 위해서 [그림 1]의 핸드오프 절차를 제공하고 있다. [4]



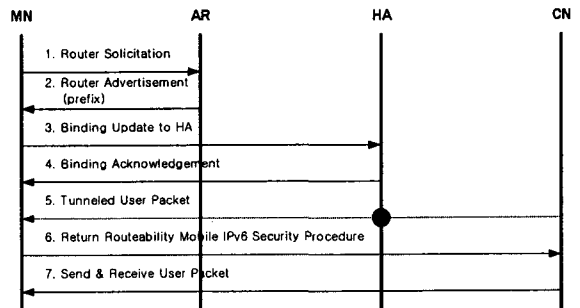
[그림 1] Layer 2 무선랜 핸드오프

무선랜에서 이동 단말은 AP (Access Point)와 링크 레벨에서 연결된다. 802.11 이동 단말은 하나의 AP 를 선택(Probe)하고 먼저 인증(authentication)한 후 연결(association)한다. 만약 이동하여 다른 AP 를 택하게 되면 pre-authentication 과 re-association 한다. 그러나 무선랜 기술의 경우 2 계층에서 이동성을 지원하기 때문에 하부 기술에 대한 의존성으로 인하여 도메인 내에서의 이동성에 대해서만 지원하므로 다른 도메인영역으로의 이동 지원에는 어려움이 있다.

2.2 Layer 3 Mobile IPv6 핸드오프

Mobile IP 는 IP 주소를 가진 단말이 이동시에도 그 연결을 항상 보장하는 기술로 간단히 말하면 IP 레벨에서 이동성을 지원하는 기술이다. 현재의 인터넷 프로토콜은 인터넷에 접속하는 단말기의 위치가 고정되어 있고 같은 네트워크 상의 고정된 IP 를 사용한다는 가정 하에 서비스가 이루어지고 있어 다른 네트워크로 이동할 경우 접속할 수 없는 결과는 초래하는데 Mobile IP 는 이원화된 주소체계를 통하여 이동성을 지원한다. 또한 차세대 인터넷(IPv6)은 Neighbor Discovery 나 Address Auto Configuration 기능을 지원함으로써 Mobile IP 의 이동성 효과를 극대화하고 있다. 그러므로 향후 Mobile IP 의 전개는 Mobile IPv6 를 중심으로 진행될 것으로 예상된다.

이동 단말(MN)의 IP 기반 이동성은 IETF 의 mobileip 워킹그룹에서 연구되어 있으며, [그림 2]의 핸드오프 절차를 제공하고 있다. [2]



[그림 2] Layer 3 Mobile IPv6 핸드오프

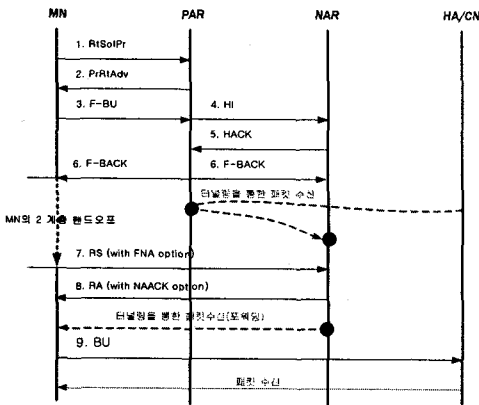
이동 단말은 홈 네트워크에서 외부 네트워크로 이동하게 되면 일반적으로 이웃 발견 프로토콜(Neighbor Discovery)을 사용하여 stateless 혹은 statefull Address Auto-configuration 을 통하여 자신의 COA 를 획득할 수 있다. COA 를 획득한 이동 단말은 자신의 홈 네트워크에 있는 홈 에이전트에게 등록하게 되는데 이는 바인딩 갱신 메시지를 통해 이루어진다. 바인딩 갱신 메시지를 받은 홈 에이전트는 이동 단말의 COA 를 등록하고 바인딩 응답 메시지를 통해 이동 단말에게 등록 성공을 알린다. 이후 홈 에이전트는 이동 단말의 홈 IP 를 목적지로 하는 패킷을 받았을 때 이를 가로채어 이동 단말이 현재 위치한 네트워크로 패킷을 전송한다. 홈 에이전트를 거쳐 터널링된 패킷을 받은 이

동 단말은 자신의 COA 를 상대 노드(CN)에게 바인딩 업데이트 메시지를 통해 전송하게 되고 이를 받은 상대 노드는 이동 단말의 현재 위치를 저장한다. 이때 부터 이동 단말로 전송되는 패킷은 일반적인 라우팅 프로토콜을 사용해 직접 이동 단말에게 전송된다.

2.3 Layer 3 Mobile IPv6 의 Fast 핸드오버

Mobile IPv6 는 IP 기반 3 계층에서 하부 기술에 독립적으로 이동성을 제공함으로써 차세대 망에서 글로벌 로밍을 쉽게 지원할 수 있다. 그러나 핸드오프 과정 중에 2 계층 핸드오프를 위한 시간과 3 계층 핸드오프 시간 후에 재등록까지 지연이 생기게 되므로 빠른 속도로 이동하는 단말에 대한 실시간 서비스 제공에는 어려움이 있다.

차세대 무선 인터넷에서 핸드오프 지연에 민감한 실시간 서비스를 제공하기 위해서 현재 IETF 의 mobileip WG 에서 Fast 핸드오버 기술에 대한 연구가 진행되고 있으며 핸드오프 절차는 [그림 3]과 같다. [3]



[그림 3] Layer 3 Mobile IPv6 Fast 핸드오버

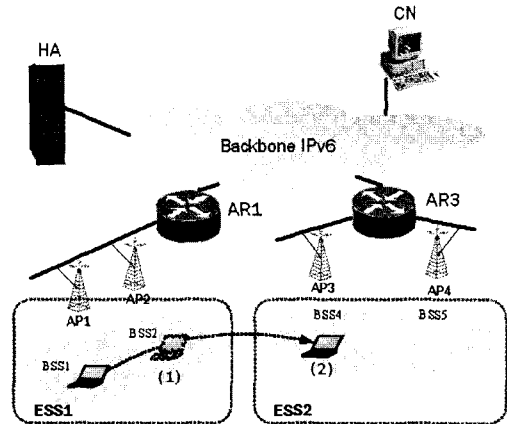
Fast 핸드오버에서는 3 계층 핸드오프를 2 계층 핸드오프 전에 미리 수행한다. 즉, 이동 단말이 현재의 AR 에 2 계층 연결을 유지하고 있는 동안에 3 계층 핸드오프를 수행하며, 이 경우에는 현재의 AR 가 이동 단말이 어디로 이동할 것인가에 대한 정보를 가지고 있어야 한다.

Fast 핸드오버 1 에서 6 과정은 셀간의 중첩된 부분에서 이루어진다. 이동 단말이 새로운 AR 로 접근하여 2 계층 정보를 받기 시작할 때 전파세기를 비교해서 중첩된 부분임을 인식하고, 핸드오프시에 연결지속을 위해 nCoA(new CoA)를 미리 생성해야 한다. 이동 단말은 PAR(Previous AR)에 RtSolPr/PrRTAdv 메시지를 주고 받음으로써 NAR 에서 사용될 nCoA 주소를 획득한다. 그리고 이동 단말은 F-BU 메시지를 통해서 핸드오프 전에 미리 nCoA 를 PAR 에 등록한다. PAR 은 HI/HACK 메시지를 주고 받음으로써 PAR 과 NAR 사이에 터널을 개설하고 이동 단말의 nCoA 의 사용가능여부를 검사한다. PAR 은 F-BACK 메시지를 통하여

NAR에게 터널 개설 완료 메시지를 MN에게 터널 개설 완료 및 nCoA 의 검증 결과를 전송한다. 이동 단말이 NAR 로 2 계층 핸드오프를 하는 동안에 PAR 에서 개설된 터널을 통해 이동 단말의 oCoA (old CoA)로 도착한 패킷을 NAR 로 전달한다. NAR 은 이 패킷을 detunneling 하여 버퍼링을 하고 있다가 이동 단말이 NAR 에 접근하여 RS/RA 메시지 과정을 통하여 3 계층 등록을 완료하면 전달된다. 핸드오프 과정이 완료되면 이동 단말은 HA 및 CN 에게 nCoA 를 사용함을 알린다. 이후 CN 은 이동 단말의 nCoA 로 패킷을 전송한다.

3. 연구내용

관련 연구에서 연구, 분석한 핸드오프 성능 향상 방안을 적용하여 최적화된 2 계층 핸드오프기술인 IEEE 무선랜 기술과 3 계층 핸드오프 기술인 Mobile IPv6 및 Fast 핸드오버와의 연동 방안을 제시한다. [그림 5]는 제안된 네트워크 구조를 나타낸다.

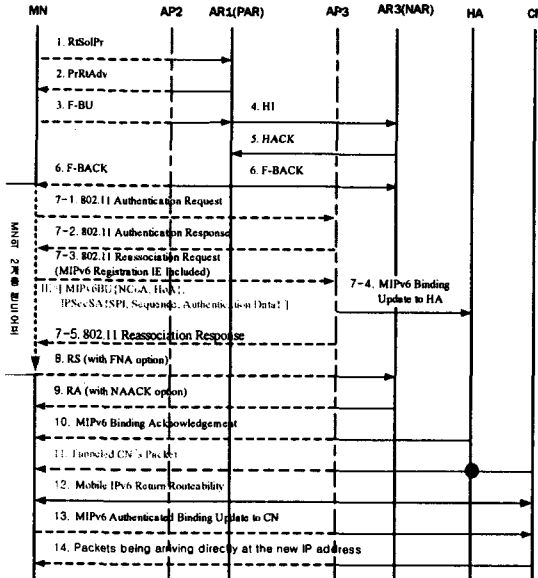


[그림 5] 제안 네트워크 구조

(1) 시나리오는 이동 단말이 AP1 에서 AP2 로 이동할 때에 시나리오(동일 ESS 내에서 다른 BSS 로의 이동)를 보여준다. 그리고 (2) 시나리오는 연속적으로 AP2 에서 AP3 로 이동(한 ESS 에서 다른 ESS 로의 BSS 로의 이동)을 나타낸다. 이때에 같은 ESS 는 동일 서브넷을 의미하고, AP1 에서 AP2 로의 핸드오프는 이동 단말이 같은 서브넷에 존재함을 의미한다. 그리고 그때에 MIPv6 등록 절차는 요구되지 않는다. 그러나 MN 은 단지 자신이 다른 BSS 에 속한 것만을 알 수 있다.

본 연구에서는 (1) 시나리오처럼 BSS 들 사이에서 번개가 발생되었다면, 3 계층 주소 정보가 변화되지 않으므로 IEEE 작업그룹에서 연구중인 802.11F IAPP(Inter Access Pointer Protocol)에 의한 2 계층 핸드오프 기술에 의해서 지원된다. [6] 또한 다른 서브넷으로의 이동인 (2) 시나리오에서는 2 계층 핸드오프기술과 3 계층 핸드오프 기술인 Mobile IPv6 및 Fast 핸드오버 기술과 연동하여 핸드오프 지연 및 패킷 손실을 최소화

화하는 효율적인 핸드오프방안을 제안한다. 시나리오 (2)에서 이동 노드는 다른 AR 그리고 다른 서브네트 워크의 AP 간 이동 즉, MN이 AP2를 검출 후에 다른 ESS 간의 이동임을 확인하고 2 계층 핸드오프와 3 계 층 핸드오프를 연동한 [그림 6]의 메시지 절차를 수행 한다.



[그림 6] 제안된 Layer 2 연동 Mobile IPv6 핸드오버

본 연구에서는 2 계층 핸드오프 프레임 중에 결합 (Reassociation) 프레임이 정보 개체(IE)를 통해서 HA 에 nCoA 로의 이동 단말의 위치정보를 갱신하기 위한 HA MIPv6 바인딩 갱신 정보개체를 운반한다. HA MIPv6 바인딩 갱신 정보개체는 802.11 결합 요청 프 레임에 포함되어 있다.

HA MIPv6 바인딩 갱신 정보개체의 필드의 구성은 Element ID, Length ID 그리고 정보(information)로 구성 되어 있다. length 필드는 1 옥텟 크기이며, 그 값은 정 보 필드의 길이를 옥텟 크기로 나타낸다. 정보 필드에는 HA MIPv6 등록 요청 메시지를 위한 nCoA, HoA 그리고 이동 단말과 HA 사이에 IPsec 을 이용하기 위한 IPsec 보안연계의 내용이 포함되어 있다.

AP 는 HA MIPv6 정보개체가 포함된 결합 요청 프 레임이 도착 했을 때, HA 에 바인딩 갱신을 위한 메시 지를 재구성하여 HA 에 보낸다. 이때 HA MIPv6 바인 딩 갱신 메시지의 근원지 주소는 이동 단말의 nCoA 주소이다.

제안된 메시지 절차를 수행함으로써 MIPv6 Fast 핸드오버가 가지는 핸드오프 지연 감소 및 패킷 손실을 감소의 이점을 얻을 수 있으며, 2 계층 핸드오프와 3 계층 핸드오프 기술들의 연동을 통하여 이동 단말의 글로벌 로밍 지원 및 이동 단말이 NAR 로 핸드오프 후 nCoA 의 검증 및 NAR 에 등록을 위해서 소모되는 지연을 감소하는 이점을 얻을 수 있다.

그러나 제안된 메시지 절차는 성공적인 Fast 핸드

오프를 수행하기 위한 조건인 터널 설립 완료 정보 및 nCoA 에 대한 확인 메시지 F-BACK(6)을 수신하지 못하는 경우 7-4 메시지 과정을 수행하지 않고, 일반 적인 Mobile IPv6 핸드오프 과정을 수행한다.

4. 결론

본 논문에서는 2 계층 핸드오프기술인 IEEE 무선 랜 기술과 3 계층 핸드오프 기술인 Mobile IPv6 및 Fast 핸드오버와의 연동함을 통하여 MIPv6 Fast 핸드 오버가 가지는 핸드오프 지연 감소 및 패킷 손실을 감소의 이점을 획득하고, 이동 단말의 글로벌 로밍 지원 및 이동 단말이 NAR 로 핸드오프 후 nCoA 의 검증 및 NAR 에 등록을 위해서 소모되는 지연을 감소 하는 이점 또한 얻을 수 있는 효율적인 핸드오프를 제공하기 위한 방법을 제시하였다.

차세대 이동 인터넷 환경에서 이동 인터넷 사용자 들에게 지연에 민감한 실시간 데이터를 제공하기 위 해서는 이러한 2 계층 및 3 계층 핸드오프 기술의 연동 을 통하여 하부기술에 독립적인 서비스 제공 및 향상 된 핸드오프를 수행할 수 있는 방안에 대한 활발한 연구가 필요하다. 향후 과제로는 본 논문에서 제안한 기법을 현재 제안된 여러 기법들과 수식적 비교 분석 을 통한 우수성 검증이 될 것이다.

참고문헌

- [1] Subrata Goswami, "Simultaneous Handoff of Mobile-IPv4 and 802.11", draft-goswami-mobileip-simultaneous-handoff-v4-02, February 4, 2003
- [2] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", draft-ietf-mobileip-ipv6-24, December 29, 2003
- [3] R. Koodli et al, "Fast Handovers for Mobile IPv6," draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-06, March 2003
- [4] IEEE, "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", 1999.
- [5] Mustafa Ergen, "IEEE 802.11 Tutorial," June 2002.
- [6] Bob O'Hara, "Draft Recommended Practice for Multi-Vendor Access Point Interoperability via an Inter-Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operation", IEEE 802.11f pre-Draft, March 14, 2001.