

MIH 서비스를 활용한 Proxy Mobile IPv4 의 핸드오버 지연 최소화 방안

The Mechanism of Proxy Mobile IPv4 to Minimize the Latency of Handover Using MIH Services

김성진*, 유흥렬, 이석호

(Sung-Jin Kim, Heung-Ryeol You and Seuck-Ho Rhee)

Abstract : 현재 무선 환경에서 이동성을 제공하려는 노력은 다양한 계층의 프로토콜에서 활발히 진행이 되고 있으며 이중에서도 IP 서브넷이 변경 되어도 이동성이 제공 가능한 IP 이동성 기술이 다양한 계층의 이동성 프로토콜 중에서도 가장 활발히 연구가 이루어지고 있다. IP 이동성 기술은 Mobile IP(MIP)가 나온 이후에 핸드오버 지연을 개선한 Hierarchical MIP 및 Fast MIP 등 다양한 타입으로 확장되어 연구가 진행 중에 있다. 그러나 MIP의 경우는 단말에 MIP Client 스택이 탑재 되어야 하고 단말의 전력 소모 및 HO 지연 크다는 단점 등으로 인하여 기술이 활성화되는데 한계성을 지녀 왔다. 따라서 최근에는 이를 개선한 Proxy MIP 관련 연구들이 활발히 이루어지고 있으며 또한 IP 계층 이동성 기술만으로는 성능 개선에 한계가 있다고 보고 다양한 계층의 이동성 기술과 연동을 하려는 시도도 동시에 이루어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 타 계층에서 제공되는 MIH 프로토콜 기능을 활용하여 802.11 WLANs 환경에 Proxy MIPv4를 적용하여 이동성을 제공 시 발생하는 핸드오버 지연 요소를 최소화 하였다. 제안된 메커니즘은 MIH가 제공하는 Event, Command, Information 서비스를 활용하여 단말이 새로운 Target 망에 접속하기 이전에 인증 Key 교환 기법을 통해 핸드오버 시 발생하는 인증 지연을 최소화하였으며 추가적으로 Inter-AP간 Tunneling 및 Forwarding 기법을 적용하여 핸드오버 시 발생하는 Packet 손실을 최소화 하는 성능 향상 방안을 제안하였다

Abstract: Recently, there are many efforts to support seamless mobility in 802.11 WLANs using IP Layer mobility protocols. The IP layer mobility protocols are the most efficient mechanism to guarantee the service session continuity when IP subnet is changed during handover. Even if the IP layer mobility protocols are quite efficient, the feature of the protocols that had been designed to consider only L3 layer makes it difficult to improve the performance of handover more and more. Nowadays, to overcome this limitation of IP mobility protocols, many researchers have worked on the mobility protocols integration of different layers (e.g., L2 layer). In this paper, we propose the enhanced Proxy MIPv4 to minimize the latency of handover using MIH protocol in 802.11 WLANs. The proposed mechanism minimizes the latency of authentication by exchanging security keys between Access Routers during handover. Moreover, it also minimizes packet losses by Inter-AP Tunneling and data forwarding.

Keywords: Proxy MIPv4, MIH, 802.11 WLAN

I. 소개

802.11 Wireless LAN (WLAN)이 보급된 이후로 WLAN은 기술적으로 다양한 분야에서 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 WLAN 환경에서 Seamless한 핸드오버를 제공하는 것은 매우 도전적 이고 흥미로운 기술 분야 중 하나로 고려되어 왔다. 최근에는 WLAN에서 이러한 Seamless한 핸드오버를 제공하기 위해서 계층별로 다양한 이동성 프로토콜이 연구 중에 있으며 이중에서도 3계층에서 제공중인 IP 이동성 프로토콜인 가장 활발히 연구가 이루어지고 있다. IP 이동성 프로토콜 기술은 단말이 이동을 하여 IP Subnet이 변경이 되더라도 IP 세션을 계속해서 유지할 수 있도록 하여 주는 기술로서, 가장 대표적이고 오랫동안 연구된 Client Mobile IP (MIP)가 개발된 이후로 다양한 형태의 개선된 이동성 프로토콜들이 연구되고 있다.

Client MIP 기본적으로 CoA (Care of Address)와 CCoA (Co-located Care-of Address) 방식이 존재하는데 이중 CoA 방식은 단말 내에 MIP Stack을 탑재를 하고 망 내에 위치한 Foreign

Agent (FA)와 Home Agent (HA)의 지원을 받아서 단말이 이동을 하여 접속 망의 위치가 변경되더라도 계속적으로 위치를 파악하여 데이터를 단말로 전송을 하여 주며 이를 통해서 IP의 연속성을 보장하여 준다. 또한 CCoA 방식의 경우에는 FA가 필요 없이 MIP Stack 탑재된 단말과 HA만 필요하기 때문에 망 구조의 변경이 없이도 쉽게 IP 이동성 기술을 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 Client MIP는 단말이 접속 망이 변경될 때 마다 IP를 재할당 하는 등 핸드오버 지연이 크다는 단점으로 인하여 이를 개선하기 위한 많은 연구들이 이루어지고 있다 [2], [3]. 이러한 핸드오버 지연을 최소화 하고자 하는 노력에도 불구하고 Client MIP는 단말에 MIP Stack을 탑재해야 하는 어려움, 단말과 HA간에 Signaling 처리로 인한 무선 자원의 비효율성, IP 재할당에 따른 핸드오버 지연 등 많은 단점들로 인하여 오랜 시간 동안 연구되어 왔음에도 불구하고 아직까지 상용 망에 적용되어 활성화가 되지 못하고 있으며 이러한 문제점들을 개선하고자 개발된 것이 Proxy MIP이다. Proxy MIP는 단말 내에 탑재된 MIP Stack이 하던 작업을 망 내의 AR (Access Router)가 대신 처리하도록 하여 Client MIP가 가지는 있던 단말의 변경 및 무선 자원의 비효율적 사용 문제를 해결하였으며 하나의 IP를 할당 받

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수: 2008.07.21., 채택확정 : 2008.08.01.

김성진*, 유흥렬, 이석호:KT 인프라인연구소

(sjinkim@kt.com, hryou@kt.com, shrhee@kt.com)

은 이후에 접속 망이 변경이 되어도 IP를 재할당 받지 않기 때문에 핸드오버 지연도 크게 개선을 하였다. 현재 Proxy MIP는 IPv4와 IPv6 모두 IETF를 중심으로 활발히 연구 중에 있다. 그러나 이러한 3계층의 IP 이동성 프로토콜은 초기 설계 시 계층 간에 상호 Transparency를 중시하여 3계층 만을 고려를 하였고 이러한 관점이 현재 IP 이동성 프로토콜의 성능 향상의 한계로 부각되어 왔다. 그래서 최근에는 Client MIP의 경우에는 2계층과의 연동을 통한 성능 개선 연구 [2], [7], [8]들이 활발히 이루어지고 있으며 Proxy MIP의 경우에도 기본적으로 2계층과의 연동을 전제로 하고 있다. 즉 각 계층 별 이동성 프로토콜의 독립적 제공으로 가지는 한계성을 타 계층과의 연동을 통해서 해결해보고자 하는 시도 들이 많아지고 있는 상황이다. 따라서 본 논문에서는 최근에 많은 연구가 이루어지고 있는 Proxy MIP를 802.11 WLAN에 적용한 환경에서 2.5 계층이루고 일컬어지는 802.21 Media Independent Handover (MIH) [25] 프로토콜과 연동을 통해서 Proxy MIP의 성능 향상을 이루고자 하였다. 또한 추가적으로 802.11 WLAN에서 핸드오버 시 큰 지연 요소로 부각되는 인증 지연 문제를 MIH 프로토콜의 도움을 받아 최소화 하였다.

논문의 나머지 구성은 아래와 같다. 2장에서는 관련 연구를 설명하고 3장에서는 제안한 메커니즘을 설명한 뒤 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다

II. 관련 연구

현재 802.11 WLAN뿐만 아니라 다양한 형태의 이동 통신 망 (i.e., WiBro, HSDPA) 등에서도 이동 중인 단말에게 IP 세션의 연속성을 제공하기 위한 방안 중에 하나로 IP 계층의 이동성 기술들이 활발히 연구 중에 있다. 이 중 에서도 Client MIP는 가장 오랫동안 연구가 진행 중인 대표적인 이동성 프로토콜 중에 하나로 현재 IPv4와 IPv6로 분리되어 작업이 진행 중에 있다. Client MIPv4 (CMIPv4)[1]의 경우에는 기본 프로토콜인 CMIPv4 [1]가 나온 이후에 해당 프로토콜의 단점인 핸드오버 지연을 개선하기 위하여 HA에 Registration하는 과정에서 발생하는 지연을 개선한 Low-Latency CMIPv4 [2]와 지역적으로 구조를 분할하여 HA에 Registration 횟수를 감소 시킨 CMIPv4 Regional Registration [3]이 기본 프로토콜에서 확장된 구조로 작업이 진행되어 규격화 되었으며 Client MIPv6 (CMIPv6)[4]의 경우에도 CMIPv4와 거의 유사하게 기본 프로토콜인 CMIPv6[4]가 나온 이후에 HA에 Binding Update를 하는 작업에서 발생하는 지연을 개선한 Fast MIPv6 [5]와 HA와 Mobility Anchor를 Hierarchical한 구조로 배치하여 HA에 대한 Binding Update 횟수를 감소시킨 Hierarchical MIPv6 [6]가 기본 프로토콜에서 확장된 형태로 작업이 진행되어 규격화가 완료되었다. 또한 추가적으로 Fast MIPv6와 Hierarchical MIPv6의 각각의 장점을 결합한 구조인 FHMIPv6[7]가 현재 Draft 타입으로 연구가 계속적으로 진행 중에 있다.

특히 최근에는 IETF가 초기 Mobile IP 설계 시 3계층만을 단지 고려하여 핸드오버 지연을 최소화 하는 데 한계가 있다는 점에 착안하여 2계층과의 연동을 통하여 핸드오버 성능을 개선 하려는 연구들이 활발히 진행 중에 있다 [2], [5], [8].

이처럼 2계층과 연동을 통한 방식을 사용시 기존 Client MIP 프로토콜뿐만 아니라 Hierarchical한 구조의 MIP보다도 핸드 오버 지연을 개선하는 측면에서 크게 향상이 되었다. 그러나 이러한 방식의 프로토콜이 올바른 성능을 내기 위해서는 핸드 오버 시 2계층에서 얻을 수 있는 다양한 상태 정보들과 L2 Trigger 등의 이벤트 정보들을 3계층에 위치한 이동성 프로토콜이 효과적으로 활용하여 효율적인 연동이 되어야만 하는 전제가 따른다. 따라서 CMIPv6[4]의 경우에는 FMIPv6[5]를 실제 802.16e기반으로 효율적으로 적용한 사례 또한 존재한다 [8].

Client MIP의 경우에는 이와 같은 오랜 연구의 노력에도 불구하고 단말에 MIP Stack이 탑재되어야 하며 무선 구간에서 Signaling등의 Overhead가 발생되고 IP Subnet이 변경 될 때 마다 IP 재할당에 의한 지연 문제 등으로 인하여 실제 상용 망에서 활성화가 되고 있지 못하다. 이러한 Client MIP가 가지는 한계를 개선하고자 새롭게 제안된 IP 계층의 이동성 프로토콜이 Proxy MIP이며 현재 IPv4와 IPv6 모두 Draft 작업이 진행 중이다. Proxy MIPv4(PMIPv4) [9]는 기존의 CMIPv4의 HA를 그대로 활용하고 FA와 단말의 MIP 기능을 망에서 대신하는 Proxy MIP Client로 구성된 PMA(Proxy Mobility Agent) 구조로 IETF와 WiMAX Forum에서 Draft로 진행 중에 있으며 Proxy MIPv6(PMIPv6) [10]는 IETF NETLMM에서 진행중인 표준으로 확장 타입으로는 IPv4 지원[11], CMIPv6와의 상호 인터워킹[12], 경로 최적화[13], Fast Proxy MIPv6[14]에 대한 Draft가 동시에 진행 중에 있다. 또한 Proxy MIP의 경우에는 규격 내에 PMIP Signaling의 시작을 위한 L2 Trigger (i.e., 성공적인 인증 Trigger)를 명기하듯이 2계층과의 효율적인 연동을 전제로 하고 있다. 앞에 MIP에서도 이미 언급되었던 것처럼 최근 IP 계층의 이동성 프로토콜에서는 핸드오버 시 발생하는 지연을 최소화 하고자 2계층 뿐만 아니라 다양한 타 계층과의 연동을 통한 성능 개선 방안 연구에 많은 노력을 기울이고 있다 [2], [5], [8], [10].

지금까지는 주로 3계층에서 발생하는 핸드오버 지연요소들을 최적화하고자 하는 많은 관련 연구들을 소개하였다. 그러나 실제로 핸드오버의 전체 지연 요소를 분석하여 보면 아래 그림1에서처럼 크게 두 부분으로 나누어지며 이는 2계층 핸드오버 지연 요소와 3계층 핸드오버 지연 요소이다.

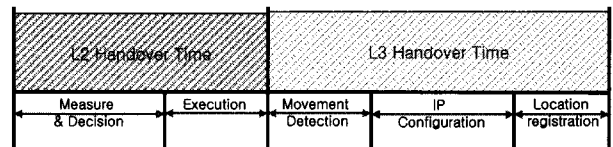


그림 1. 핸드오버 시 발생하는 지연 요소
Fig 1. The element of latency in handover

이처럼 전체 핸드오버 지연 요소는 3계층 핸드오버에서 발생하는 요소 이외에도 2계층에서 발생하는 요소를 포함하고 있기 때문에 핸드오버의 전체 성능을 향상 시키기 위해서는 반드시 2계층의 핸드오버 시 발생하는 지연요소도 개선을 해야만 한다. 이러한 2계층 핸드오버 지연요소 중에 특히 큰 부분을 차지하는 것이 바로 인증 지연이다. WLAN의 경

우 인증을 수행 시 일반적으로 802.11X를 기반으로 수행을 하게 되는데 완전한 802.11X 절차를 수행 시 요구되는 교환 메시지가 많기 때문에 시간상으로도 약 수 초 정도가 걸리게 된다. 이러한 심각한 핸드오버 지연 시간은 Seamless한 핸드오버를 제공하는데 있어서 큰 걸림돌이 될 수 밖에 없다. 따라서 802.11 WLAN에서는 이러한 인증 지연을 줄이고자 하는 많은 연구들이 현재 진행 중에 있다 [17], [18], [19], [20], [21], [22]. 가장 초기의 연구 결과로는 IEEE 802.11X를 기반으로 Pre-Authentication을 지원하는 802.11i가 존재한다. 해당 방식은 단말이 새로운 접속 망으로 이동하기 이전에 기존 접속 망을 통해 새로운 접속 망과 단말이 EAP 상호 인증을 수행하도록 한다. 새로운 접속 망과의 EAP 상호 인증이 성공적으로 끝나고 나면 생성된 PMK (Pairwise Master Key)가 새로운 접속 망 내의 AP에 저장되게 되고 단말이 새로운 접속 망으로 이동하게 되면 PMK를 생성하기 위한 상호 EAP 인증 절차를 생략할 수 있으므로 핸드오버 시 인증 지연을 최소화할 수 있다. 그러나 해당 방안은 비록 단말이 새로운 접속 망으로 이동하기 전에 기존 접속 망을 통해서 EAP 상호 인증 절차를 수행하기는 하지만 완전한 EAP 상호 인증 절차를 수행하기 때문에 단말이 빠르게 이동 할 경우 Pre-Authentication 절차를 실패할 확률이 높으며 또한 2계층에서 지원되는 인증 절차이므로 Intra AP간 핸드오버는 지원이 되지만 IP Subnet이 변경되는 Inter AP 또는 Inter Domain일 경우에는 지원이 불가능하다. 본 논문에서는 단말이 이동 시 IP Subnet이 변경이 되는 경우를 전제로 하므로 하기 때문에 802.11i를 활용을 하여 인증 지연을 최소화 할 수 가 없다. [19], [20] 연구에서는 FHR (Frequent Handoff Region)이라고 하는 단말이 빈번하게 핸드오버를 할 AP들이 포함된 지역을 예측하여 단말이 하나의 AP와 인증을 수행 시 FHR내에 있는 다수의 AP에 대해서도 사전 인증을 수행하는 방식을 취한다. 즉 단말이 AAA 서버에 보낸 인증 요청에 대한 인증 응답을 FHR내에 포함된 다수의 AP에게 보내어 현재 단말이 접속하려는 AP이외에 다수의 AP들이 인증 정보를 공유하도록 하는 방식이다. 따라서 단말이 FHR 지역 내에 있는 AP로 핸드오버 시 발생하는 인증 지연을 최소화 할 수 있다. 그러나 해방 방식은 AAA 서버가 인증 정보를 보낼 다수의 AP의 위치를 알고 있어야 한다는 점과 실제로 단말이 접속하지 않았음에도 다수의 AP가 인증 정보를 오랜 시간 공유를 해야 하는 문제점등이 존재한다. [21], [22]는 앞에서 언급한 FHR을 이용하는 방식과 매우 유사한 방식으로 단말이 이동할 가능성이 있는 AP의 집합을 FHR 방식이 아닌 망의 이동성 Topology 정보를 동적으로 수집하여 유지하는 Neighbor Graph 자료 구조를 활용을 한다. 그러나 앞에서 언급한 FHR과 유사한 단점들을 그대로 수반한다. [17], [28] 은 FHR과 Neighbor Graph를 사용하는 방식과 달리 기존 접속 망의 AR과 신규 접속 망의 AR간에 Context 정보를 직접 교환하는 방식이다. 즉 기존에 접속 망 내에서 사용하던 Security 키들과 관련 Parameter들을 단말이 새롭게 접속하려는 망으로 Context 교환 방식에 의해서 전달을 하여 핸드오버 시 발생하는 인증 지연을 최소화한다. 이처럼 2계층 핸드오버 시 발생하는 인증 지연 요소는 Seamless한 핸드오버를 제공하기 위해서는 반드시

시 해결해야 할 문제이다.

따라서 본 논문에서는 802.11 WLAN 환경에서 현재 연구가 활발히 진행 중인 PMIPv4를 기반으로 MIH를 활용하여 핸드오버 시 앞에서 언급된 2계층 인증 지연 요소와 3계층에서 최적화가 가능한 지연요소를 개선하고자 한다. MIH는 802.21[23]에서 Draft로 진행 중인 프로토콜로 세가지 서비스인 이벤트 서비스, 정보 서비스, 제어 서비스를 기반으로 다양한 형태의 망간에 핸드오버 시 원활한 연동을 제공하기 위하여 개발되었다. 일반적으로 MIH는 이 기종망간에 원활한 핸드오버를 제공하기 위해서 제안된 프로토콜이지만 최근에는 MIH의 다양한 형태의 네트워크 하위 계층에서 제공되는 이벤트 정보들과 현재 단말의 주변 네트워크 정보 등을 제공하여 효율적으로 망을 선택하게 해 줄 수 있는 기능 등 다양한 장점 등으로 인하여 동종 망에서도 핸드오버 성능을 향상시키려는 연구에 많이 활용되고 있다 [15], [16]. 따라서 본 논문에서는 단말이 새로운 접속 망으로 이동하기 이전에 기존 접속 망 내의 AR과 새로운 접속 망 내의 AR간에 MIH 메시지를 활용하여 Pre-Tunnel을 형성하여 단말이 새로운 접속 망으로 핸드오버 시 발생할 수 있는 패킷 손실을 최소화 하였다. 또한 추가적으로 MIH 메시지를 통한 AP간 PMK 및 관련 Security Parameter 교환을 통하여 단말이 새로운 접속 망으로 핸드오버 시 인증 지연을 최소화 하였다.

III. 제안된 메커니즘

본 장에서는 MIH를 활용한 PMIPv4의 핸드오버 지연 최소화 방안에 대한 구체적인 메커니즘을 자세히 설명 하고자 한다. 우선적으로 제안된 메커니즘이 적용되는 구성 환경에 대하여 간단히 설명하고 제안된 메커니즘의 핸드오버 시나리오 및 절차를 자세히 소개하고자 한다.

3.1 MIH 기반의 PMIPv4 연동 구조

기본적으로 망 환경은 그림 2에서 보듯이 802.11 WLAN 환경을 전제로 한다. 802.11 WLAN 환경에서 IP Subnet이 변경이 되어도 IP 이동성을 제공하기 위한 IP 이동성 기술로는 앞에서 언급된 것처럼 Client MIP의 단점을 개선한 Proxy MIP를 선택하였으며 현재 IP 상용 망이 아직까지 IPv4 망인 것을 고려하여 Proxy MIPv4를 활용하였다. 또한 Proxy MIPv4의 핸드오버 시 발생하는 지연 요소를 최소화 하고 2계층 핸드오버 시 발생하는 802.11 WLAN 인증 지연을 최소화 하기 위하여 MIH에서 제공하는 3가지 서비스인 이벤트, 정보, 제어 서비스를 활용하였다.

우선적으로 PMIPv4 기능을 수행하기 위한 요소들은 PMA(Proxy Mobility Agent)와 HA로서 PMA는 AR에 위치하고 HA는 독립적으로 망 내에 위치를 하게 된다. PMA는 논리적인 기능의 집합으로 본 논문에서는 PMIP Client, FA, DHCP Proxy 기능을 포함한다. 또한 그림 2에서 보듯이 MIH 메시지를 처리하기 위한 MIHF (MIH Function) 기능들은 단말, AP, AR 그리고 MIH 정보 서버에 위치를 하게 되며 따라서 단말, AP, AR 그리고 MIH 정보 서버 간에는 상호 MIH 메시지를 교환할 수가 있게 된다. AR에 위치한 MIH PoS (MIHF)는 상

위 계층의 PMA와 연동을 통하여 2계층으로부터 필요한 정보를 전달하거나 PMA로부터 전달되는 제어 메시지를 통해서 망 내의 위치한 MIHPoS들과 메시지를 교환하게 된다.

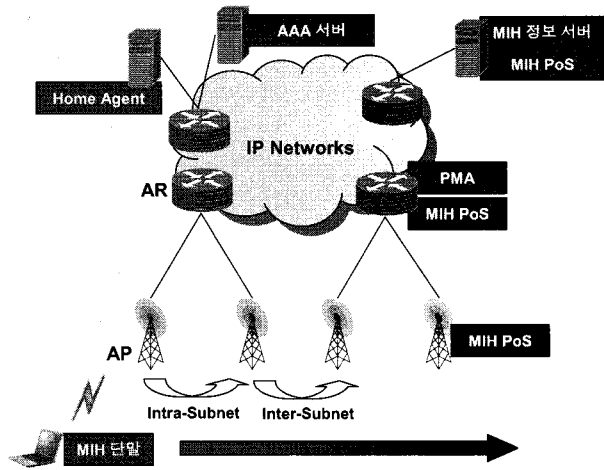


그림2. WLAN 환경의 MIH와 PMIPv4 연동 구조
Fig 2. The integrated Architecture between MIH and PMIPv4 in WLAN

단말은 MIHF를 탑재한 단말로서 동일한 AR내에 위치한 AP간을 이동할 경우에는 802.11 WLAN의 2계층 핸드오버를 수행하게 된다. 그림 2에서 보듯이 서로 다른 AR에 위치한 AP 간에 단말이 이동하게 될 경우에는 IP Subnet이 변경이 되기 때문에 802.11 WLAN의 2계층 핸드오버뿐만 아니라 IP 계층의 핸드오버도 수행을 하게 된다. 본 논문에서는 IP Subnet이 변경이 되는 Inter-Subnet AP간 핸드오버 상황을 전제로 한다. 앞으로 본 논문에서는 단말이 기존에 서비스를 받던 AP를 기존 AP 그리고 해당 AP와 L2 링크로 직접 연결된 AR를 기존 AR로 명시하고 단말이 이동하여 새롭게 접속되는 AP를 신규 AP 그리고 신규 AP과 L2 링크로 직접 연결되어 있는 AR를 신규 AR로 명시하기로 한다.

3.2 제안한 MIH 기반의 PMIPv4 핸드오버 시나리오 및 절차

본 장에서는 MIH를 활용한 PMIPv4의 핸드오버 시나리오 및 절차를 크게 3 단계로 나누어 설명을 하고자 한다. 첫 단계는 단말이 신규 AP를 선정 하는 과정을 둘째 단계는 단말이 신규 AP에 대하여 Resource Preparation하는 과정을 설명한다. 그리고 마지막 단계에서는 실제 2계층과 3계층 핸드오버를 수행하는 과정에 대하여 자세히 설명을 한다.

3.2.1 단말이 신규 AP를 선정 하는 단계

해당 과정은 단말의 이동으로 인하여 기존에 서비스를 받고 있는 AP로부터 무선 링크 품질이 저하되어 주변의 위치한 AP들 중에서 새롭게 서비스를 받을 AP를 선정하기까지의 과정을 묘사한다.

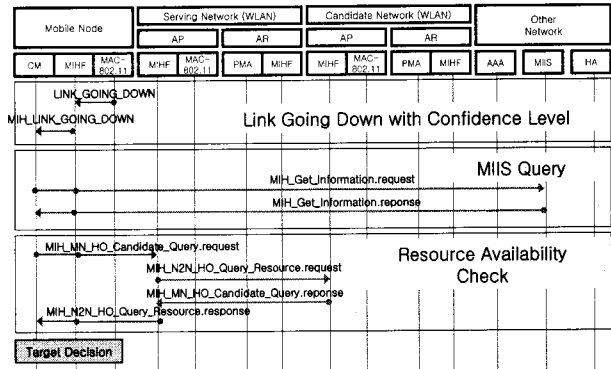


그림 3. 단말이 새로운 신규 AP를 선택하는 절차
Fig3. The procedure when the mobile terminal selects new AP

그림 3에서 보듯이 단말은 기존에 서비스를 받고 있던 AP의 무선 링크 품질이 일정 수준 이하로 저하가 되면 802.11 MAC으로부터 Link_Going_Down 메시지를 상위 계층의 MIHF에게 전달하게 되고 MIHF는 MIH User 기능을 수행하는 Connection Manager (CM)에게 MIH_Link_Going_Down 메시지를 전달하여 무선 링크 품질이 저하가 되고 있다는 것을 알려주게 된다. 해당 메시지를 받은 CM은 하위 계층의 MIHF를 통해서 MIH_Get_Information.request 메시지를 MIH 정보 서버에 전달하여 현재 단말이 위치한 주변 망의 AP들 정보를 얻어 오게 된다.

MIH 정보 서버로부터 주변 AP들 정보를 받은 단말은 후보 AP 리스트를 구성 한 뒤 기존 서비스를 받고 있던 AP에게 MIH_MN_HO_Candidate_Query.request 메시지를 전송하게 되고 해당 메시지를 받은 AP는 망 주변의 후보 AP에게 MIH_N2N_HO_Query_Resource.request 메시지를 보내서 자원이 유용한지를 체크하게 된다. 단말은 MIH 메시지 교환을 통해서 얻은 정보를 기반으로 새롭게 서비스를 받고자 하는 AP를 선택하게 된다. 해당 과정을 수행하는 동안에는 그림 4에서 보듯이 단말은 기존 AP를 통해서 계속해서 데이터 서비스를 받게 된다.

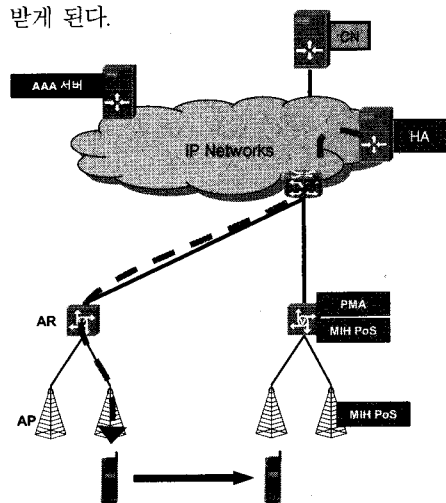


그림 4. 단말이 신규 AP 선택 시 망의 데이터 경로 상황
Fig 4. The situation of data path when mobile terminal selects the new AP

3.2.2 단말이 신규 AP에 대하여 Resource Preparation하는 단계

해당 과정은 단말이 선택한 신규 AP에 대하여 실제 자원을 예약을 하는 과정이다. 본 논문에서 제안한 메커니즘은 해당 과정에서 인증 지연 및 핸드오버 시 발생 할 수 있는 패킷 손실을 최소화 하기 위한 사전 절차를 모두 수행하게 된다.

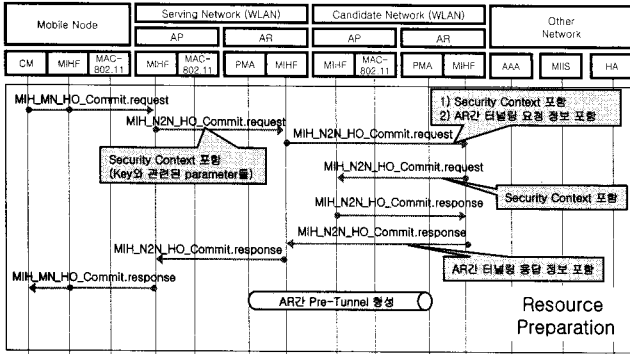


그림 5. Resource Preparation 단계
Fig 5. The stage of Resource Preparation

그림 5에서 보듯이 단말은 기존 서비스를 받고 있는 AP와 기존 AR을 경유하여 새롭게 서비스를 받고자 하는 신규 AP와 신규 AR에게 MIH_HO_Commit.request 메시지를 전송하여 신규 AP의 자원을 예약하게 된다. 보다 구체적으로 살펴보면 단말은 기존 서비스를 받고 있던 AP에게 MIH_HO_Commit.request 메시지를 전송하게 되고 해당 메시지를 받은 AP는 자신이 가지고 있는 Security Key 및 관련 Parameter들을 MIH 메시지에 포함하여 다시 기존 AR에게 전송을 하게 된다. 이를 받은 기존 AR는 해당 메시지에 신규 AR와 터널을 형성하기 위한 정보를 추가적으로 포함하여 신규 AR에게 전송을 하여 준다. 신규 AR은 수신한 MIH 메시지에서 기존 AR과 터널을 형성하기 위한 정보를 꺼낸 뒤 자신에게 직접 연결된 신규 AP에게 해당 MIH 메시지를 송신한다. 최종적으로 MIH 메시지를 받은 신규 AP는 메시지에서 기존 AP에서 사용하였던 Security Key 및 관련 Parameter들 꺼내어 저장을 한 뒤 MIH_HO_Commit.response 메시지를 다시 신규 AR에게 전송을 한다. 이를 받은 신규 AR은 기존 AR과 터널 형성 과정을 완료하기 위한 정보를 MIH_HO_Commit.response 메시지에 포함하여 기존 AR에게 전달하게 되고 이렇게 신규 AR과 기존 AR간에 MIH_HO_Commit 메시지 교환을 통하여 AR간에 터널을 형성하게 된다. 이렇게 형성된 터널은 3단계인 실제 핸드오버 수행 시작 전까지는 어떠한 데이터도 Forwarding 되지 않는다. 상기 과정을 모두 마치고 나면 신규 AP는 기존 AP에서 가지고 있던 Security Key 및 관련 Parameter들을 공유하게 되며 신규 AR과 기존 AR간에 터널이 형성 되어 기존 AR은 신규 AR로 데이터를 Forwarding할 수 있는 사전 준비 작업을 마치게 된다. 해당 단계가 수행된 후 망 상황은 그림6에 잘 묘사되어 있다.

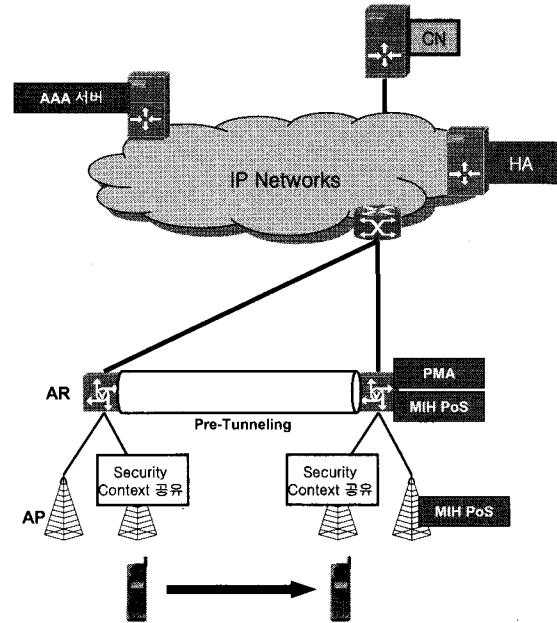


그림 6. Pre-Tunneling과 AP간 Security Context 공유
Fig 6. Pre-Tunneling and sharing of security context between APs

3.2.3 핸드오버 수행 단계

해당 과정은 핸드오버의 마지막 단계로 실제로 핸드오버를 수행하는 단계이다. 해당 단계는 그림 7에서 보면 알 수 있듯이 2계층 핸드오버 수행 단계와 3계층 핸드오버 수행 단계로 구별하여 볼 수 있다. 신규 AP로 2계층 핸드오버를 수행한 단말은 Probe Request/Reply 메시지 교환을 통해서 해당 신규 AP를 선택하게 되고 향후 인증 절차를 수행하게 된다. 그러나 본 논문에서 제안한 메커니즘은 이미 신규 AP가 Key Security 및 관련 Parameter들을 확보하고 있기 때문에 해당 정보들을 생성하기 위한 단말과 AP 그리고 AAA 서버간에 상호 인증 절차가 필요가 없게 된다.

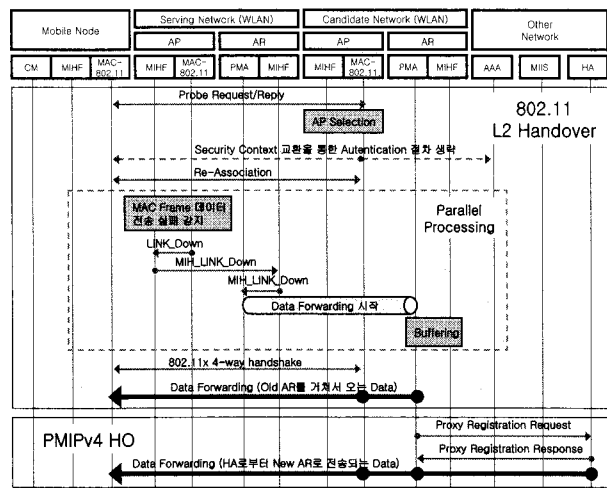


그림 7. 핸드오버 수행 단계
Fig 7. The stage of handover

따라서 단말은 바로 Re-association 절차를 수행하게 되고 2계층 핸드오버 시 발생하는 인증 지연을 최소화 할 수 있게 된

다. 단말이 신규 AP에 2계층 핸드오버를 수행을 시작하게 되면 기존에 단말에게 서비스를 제공하던 AP는 단말과 연결이 끊어 지게 되어 데이터를 더 이상 전송을 할 수 없게 된다.

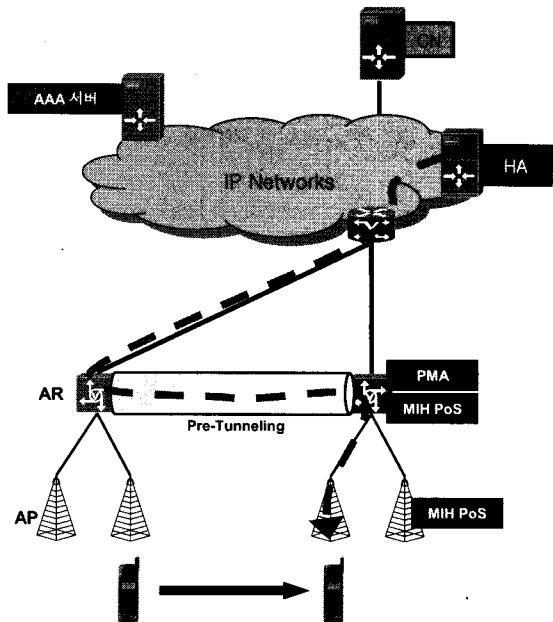


그림 8. AR간 Tunneling을 통한 데이터 Forwarding
Fig 8. Data Forwarding by tunneling between ARs

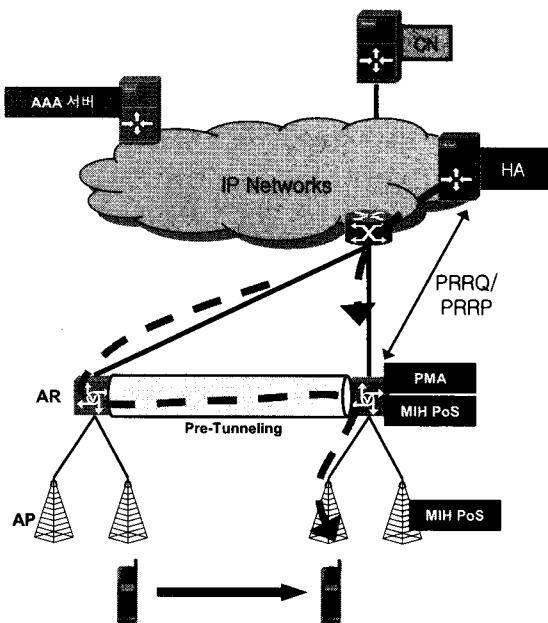


그림 9. 핸드 오버 절차 완료 시 상황
Fig 9. The situation when the procedure of handover is completed

해당 시점에 기존 AP는 Link_Down 정보를 상위 계층에 위치한 MIHF에게 전달하고 해당 메시지를 받은 AP 내의 MIHF는 MIH_Link Down 메시지를 기존 AR에게 전달하게 된다. 이를 전달받은 AR내의 PMA는 신규 AR와 형성되어 있는 Tunnel을 통해서 기존에 서비스를 하고 있던 단말에게 전송할 데이터를 모두 신규 AR로 Forwarding 한다. 기존 AR에서 신규 AR로 데이터를 Forwarding하는 과정은 단말의 핸드

오버 절차와 병렬적으로 수행이 되며 2계층 핸드오버 절차가 완료되면 곧 바로 신규 AP를 통해서 단말로 전달된다. 즉 그림 8에서 보듯이 기존 AR로 전송되던 데이터는 기존 AR에서 신규 AR로 Forwarding되어 2계층 핸드오버 절차가 완료되자마자 곧 바로 신규 AP를 통해서 단말에게 전송된다.

기존 AR과 신규 AR간에 데이터가 Forwarding되는 동안에 3계층의 PMIPv4 핸드오버 절차가 완료가 되게 되며 해당 절차가 완료가 되면 HA는 기존 AR로 보내던 데이터 경로를 변경하여 신규 AR로 전송을 하게 된다. 이 때 단말과의 연결이 끊겼음에도 불구하고 기존 AR로 보낸 데이터들은 그림 9에서처럼 AR간 터널을 통해서 신규 AR로 전송되어 Packet Loss 없이 단말에게 전송된다. 따라서 핸드 오버 시 지연에 따라 발생하는 패킷 손실을 최소화 할 수 있게 된다.

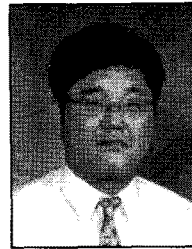
IV. 결론

802.11 WLAN이 보급된 이후 WLAN을 이용한 Seamless한 핸드오버를 제공하기 위한 많은 연구들이 이루어지고 있으며 이중 가장 활발히 연구가 되고 있는 기술 분야가 3계층의 IP 이동성 기술 분야이다. IP 이동성 기술은 단말이 IP Subnet 이변경이 되더라도 IP 연속성을 제공하여 줄 수 있는 기술로서 대표적인 프로토콜로는 현재 Client MIP와 Proxy MIP가 있다. 구체적으로 해당 프로토콜은 Seamless한 핸드오버를 제공하기 위하여 많은 성능 개선 연구가 이루어지고 있으며 최근에는 초기 설계 시 계층간 Transparent를 유지하면서 설계된 IP 이동성 프로토콜이 성능 개선의 한계를 극복하고자 타 계층간에 연동을 통하여 시너지를 극대화 하려는 많은 시도가 이루어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 PMIPv4가 적용된 802.11 WLAN에서 Seamless한 핸드오버를 제공하기 위하여 802.21 MIH 프로토콜을 활용하여 AR 간에 사전 Tunnel을 형성한 후 기존 AR에서 신규 AR로의 데이터 Forwarding을 통해 2계층 핸드오버 시 발생하는 패킷 손실을 최소화 하였으며 802.11 WLAN에서 Seamless한 핸드오버를 제공하기 위한 걸림돌로 작용하고 있는 인증 지연 요소 부분 또한 MIH 프로토콜을 활용한 AR간 Security Key 공유 방식을 통하여 지연을 최소화 하였다.

참고문헌

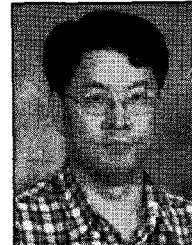
- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", IETF RFC 3344, August 2002.
- [2] K. El Malki, Ed. "Low-Latency Handoffs in Mobile IPv4", RFC 4881, June 2007.
- [3] E. Fogelstrom, "Mobile IPv4 Regional Registration", RFC 4857, June 2007.
- [4] D. Johnson, "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June 2004
- [5] R. Kodli, Ed. "Fast Handovers for Mobile IPv6", RFC 4068, July 2005.
- [6] H. Soliman, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)", IETF RFC 4140, August 2005.
- [7] HeeYoung Jung, "Fast Handover for Hierarchical MIPv6 (F-HMIPv6)", IETF draft, October 2005.
- [8] H. Jang, "Mobile IPv6 Fast Handovers over IEEE 802.16e Networks", IETF 5270, June 2008

- [9] K. Leung, G. Dommety and P. Yegani, "WiMax Forum/3GPP2 Proxy Mobile IPv4", IETF draft, March 2008.
- [10] S. Gundavelli, "Proxy Mobile IPv6", IETF Draft, March 2007.
- [11] R. Wakikawa, "IPv4 Support for Proxy Mobile IPv6", IETF Draft, July 2008.
- [12] V. Devarapalli, "Proxy Mobile IPv6 and Mobile IPv6 Interworking", IETF Draft, April 2007.
- [13] B. Sarikaya, "PMIPv6 Route Optimization Protocol", IETF Draft, November 2007
- [14] F. Xia, "Mobile Node Agnostic Fast Handovers for Proxy Mobile IPv6", IETF Draft, July 2007.
- [15] Hsu-Hung Huang, et al., "Pre-Binding Update Scheme Using 802.21 over IEEE 802.16e Networks," in Proc. IEEE WOCN'08, May 2008.
- [16] Byung-Kil Kim, et al., "Enhanced FMIPv4 Horizontal Handover with Minimized Channel Scanning Time based on Media Independent Handover (MIH)", Network Operation and Management Symposium Workshops, April 2008.
- [17] M.S Bargh et al., "Fast Authentication Methods for Handovers between IEEE 802.11 Wireless Lan", ACM WMASH'04, October 2004.
- [18] H. Duong et al., "Proactive Context Transfer in WLAN-based access networks, in Proc. ACM International Workshop on Wireless Mobile Application and Services, October 2004.
- [19] Sangheon Pack et al., "Fast Inter-AP Handoff using Predictive-Authentication Scheme in a Public Wireless LAN," IEEE Networks, 2002.
- [20] Sangheon Pack et al., "Pre-Authenticated Fast Handoff in a Public Wireless LAN based on IEEE 802.11x Model," IFIP TC6 Personal Wireless Communications, October 2002.
- [21] Arunesh Mishra et al., "Pro-active Key Distribution using Neighbor Graphs", IEEE Wireless Communication, February 2004.
- [22] Mohamed Kassab et al., "Fast Pre-Authentication Based on Proactive Key Distribution for 802.11 Infrastructure Networks", in Proc. ACM International Workshop on Wireless Mobile application and services on WLAN hotspots, 2004.
- [23] IEEE 802.21 WG, "Draft IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services," IEEE P802.21/D11.0, May 2008.



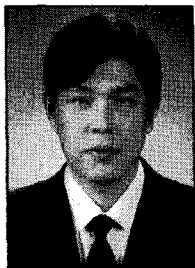
유흥렬

1997년~현재 KT 인프라연구소 수석 연구원



이석호

1988년 연세대학교 공학석사 졸업.
1992년~현재 KT 인프라연구소 책임연구원. 관심분야: WiBro/WiMAX 시스템, Proxy Mobile IP.



김성진

2007년 고려대학교 컴퓨터학과 석사 졸업.
2007년~현재 KT 인프라연구소 전임 연구원. 관심 분야: 802.11 WLAN, Seamless Mobility