

# 다양한 무선 환경에서 끊김 없는 이동성 관리를 위한 사용자 정의 네트워크 모델 및 구조

## (Model and Architecture of User-Defined Networks for Seamless Mobility Management in Diverse Wireless Environment)

천승만\*, 나재욱\*, 이승무\*, 최준혁\*, 박종태\*

(Seung-Man Chun, Jae-Wook Nah, Seung-Mu Lee, Jun-hyuk Choi, and Jong-Tae Park)

### 요 약

본 논문에서는 사용자가 각기 다른 구조를 가진 다양한 무선랜 네트워크 (Wireless Local Area Network) 들 간 핸드오버 시 사용자에게 끊김 없는 인터넷 연결을 제공하기 위한 새로운 이동성 관리 구조 및 모델을 제시한다. IETF에서는 MIPv6와 이를 확장한 HMIPv6, PMIPv6 등의 많은 이동성 관리를 위한 연구가 진행되었지만 현실적으로 무선 접속점이 서로 다른 개인 관리자 또는 ISP에 의해 관리되고 있기 때문에 접속 인증 방법 및 이동성 프로토콜이 달라 이러한 이동성 관리 프로토콜은 이동 단말의 핸드오버 시 응용 서비스에 대한 QoS (Quality of Service)를 보장 할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 사용자가 무선 네트워크를 생성하여 핸드오버 시 QoS를 보장하는 이동성 관리 방법을 제안한다. 더욱 자세히는, 끊김 없는 인터넷 서비스를 제공하기 위한 사용자 정의 네트워크의 모델, 구조 및 알고리즘을 제시한다. 마지막으로, 네트워크 시뮬레이터 2 (Network Simulator Tool 2)를 이용하여 제안된 알고리즘에 대한 성능 분석을 하였다.

### Abstract

In this paper, we propose a novel architecture for seamless mobility management to provide users with seamless Internet connection when users roam between diverse wireless local area networks (WLANS) controlled by different management entities. There have been many researches in IETF, i.e., MIPv6, HMIPv6, and PMIPv6, to provide the mobility management. However, practically since wireless access points or access routers, which are managed by an individual manager or ISP managers, have different authentication scheme and the supported mobility management, the previous mobility management protocol developed by IETF can not guarantee the quality of service of application services as the mobile node performs the handover. To solve this drawback, we propose the mobility management scheme to provide QoS-guaranteed Internet services during the handover by configuring the wireless networks which is defined by users. More specifically, we present a model, the architecture and an algorithm for user-defined network (UDN) to provide the seamless Internet service. Finally, the performance of the proposed algorithm is evaluated by the network simulation tool.

**Keywords** : User-Defined Network, Mobility Management, Wireless Local Area Network

### I. 서 론

사용자는 저가형의 무선 라우터의 개발로 인해 집 또는 직장에서 개인 무선 네트워크를 구성할 수 있다. 무

선 라우터는 라우터의 기능뿐만 아니라 Wi-Fi 접속점 (Access Point: AP)의 기능을 포함한 네트워크 장치이다. 사용자들은 집 또는 캠퍼스 또는 직장에서 이동 단말 (Wi-Fi interface가 장착된 넷북, 스마트폰 등)을 이용하여 무선라우터를 통해 인터넷에 접속할 수 있다. 무선 라우터의 장점은 Wi-Fi 표준 기술인 IEEE 802.11n<sup>[1]</sup>과 같은 기술의 발전으로 고 대역폭의 서비스 지원과 저가에 인터넷에 접속할 수 있다는 것이다. 이러한 Wi-Fi 기술은 인터넷 서비스 제공자 (Internet

\* 정회원, 준회원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 (School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업 및 2단계 BK21 프로젝트의 연구결과로 수행되었음. (NIPA-2011-(C1090-1121-0002))

Service Provider: ISP) 또는 네트워크 제공자들 또한 유료의 WiFi 서비스 (Hot Spot 서비스)를 제공하고 있다.

많은 사용자들은 ISP에 가입하거나 xDSL, 케이블, 광케이블을 통해 인터넷에 연결하는 개인 무선 랜 (Private WLAN) 을 구성함으로써 무선 인터넷 서비스를 제공받고 있다. 현재, 무선 접속점 또는 무선 접속 라우터 (Access Router) 를 개인의 집에 수 개를 구성하여 사용하거나 학교 또는 공공 기관에 의해 많은 수가 제공되고 있고, 또한 ISP에 의해서도 많이 제공되고 있다. 심지어 사용자는 어느 곳에서나 인터넷 서비스를 이용하기 위해 ISP들에 의해 제공되는 하나 이상 Hot Spot 서비스에 가입하고 있다.

사용자들은 집에서 직장으로 이동하였을 때 Wi-Fi 연결된 상태로 끊김이 없는 인터넷 서비스를 사용하기를 원하고 있다. 하지만 사용자가 개인 무선 라우터들 또는 ISP에 의해 제공되는 Hot Spot 서비스, 공공적으로 제공되는 무선랜 (Public WLAN)들 사이를 움직이는 동안 끊김 없는 인터넷 연결을 제공받기는 어렵다. 위 제시된 다양한 무선랜들 간 원활한 인터넷 연결이 제공 위해 적절한 보안 및 이동성 관리 서비스가 필요하다.

본 논문에서는 사용자가 복수의 ISP에 의해 관리되는 다양한 무선랜들 간의 로밍 시 원활한 인터넷 접속을 사용자에게 제공하기 위해, 끊김이 없는 이동성 관리를 위한 새로운 구조를 제시한다. 특히, 합법적인 사용자만이 접근할 수 있는 무선 접속점의 집합으로 정의되는 사용자 정의 네트워크라는 네트워크 모델을 제시한다. 이 후에 이동성을 가진 사용자들을 위한 끊김 없는 인터넷 접속을 제공하는 이동성 관리 구조를 제시한다. 마지막으로, 네트워크 시뮬레이션 툴을 사용하여 기존의 이동성 관리 프로토콜과 제안된 이동성 관리 프로토콜의 성능 분석하였다. 성능 분석에서 핸드오버 시 발생하는 핸드오버 지연시간, 패킷 손실 등에 대한 성능분석을 하였고, 제안된 이동성 프로토콜이 기존 연구에 비해 우수함을 증명하였다.

## II. 관련 연구

인터넷 사용자들은 Wi-Fi의 AP들이 밀집되어 있다면 움직일 때 WiFi 연결의 끊김이 없이 인터넷을 사용하기를 원하고 있다. Wi-Fi 연결의 장점은 Wi-Fi AP를 이용한 접근 관리 및 인증 기능을 지원한다는 것이다. IEEE 표준 기구는 인증 되지 않는 접속자의 접속으로부터 보호하기 위해 IEEE 802.11i, IEEE 802.1x,

WPA/WPA2 등의 보안 기술들을 표준화 하였다 [2][3].

이동 단말을 가진 사용자는 Wi-Fi AP들이 밀집되어 있는 곳에서 이동 할 때 인터넷 서비스의 단절을 경험하게 된다. 이러한 문제점은 다음과 같은 장벽들로 인해 유발 될 수 있다.

(1) 개인 무선랜 네트워크 (Private wireless local area networks)과 공공의 무선랜 네트워크 (Public Wireless Local Area Networks) 간 또는 다른 ISP들로부터 제공되는 Hot Spot 간의 알맞은 이동성 관리 부족

(2) 무선랜의 긴 접근 지연 시간 및 긴 핸드오버 지연 시간

(3) ISP들의 서로 다른 Hot Spot 서비스 관리 정책

위에 설명된 장벽을 자세히 설명하도록 한다. 실제로 개인의 무선랜 간, Hot Spot들간, 공공의 무선랜들 간의 이동단말의 2계층 및 3계층의 핸드오버를 지원하는 것은 쉽지 않다. 구체적으로, 2계층 핸드오버를 지원하기 위해 Private과 Public 무선랜은 중앙 무선랜 관리자에 의해 관리되어야만 한다 [4]. 하지만, 이러한 두 종류의 무선랜은 사용자에게 의해 관리되는 하나의 무선랜과 ISP 또는 기관 (학교 등) 에 의해 관리 되는 다른 하나의 무선랜으로, 즉, 서로 다른 관리 독립체들에 의해 관리되기 때문에, 하나의 통합된 무선랜 시스템으로 동작하는 것은 쉽지가 않다. 더욱이, Hot Spot 서비스는 유선구간에서 제공되기 때문에 확장성문제점을 안고 있다.

3계층 핸드오버 문제점은, 현재 이용 가능한 표준 IP 이동성 관리 솔루션인 MIPv6 [5], FMIPv6 [6], PMIPv6 [7]는 Private 무선랜과 Public 무선랜간 3계층 핸드오버 지원 프로토콜로서 적합하지 않다. 모든 무선 라우터들은 Private IP 주소를 사용하기 위한 NAT 또는 Firewall을 장착하고 있지 않고, 모든 무선 라우터는 동일한 이동성 관리 프로토콜을 지원 해야만 하기 때문이다 [8].

위에 설명한 이동성 지원과 같은 문제점뿐만 아니라 private 무선랜과 public 무선랜 간 혼잡한 무선랜 접근 관리 메커니즘으로 인해 서비스 단절 또한 유발될 수 있다. 이 문제점은 private 무선랜과 public 무선랜 네트워크는 서로 다른 접근 관리 및 인증 시스템으로 동작하기 때문이다. 예를 들어, 사용자가 설치한 무선랜 네트워크는 WPA-personal로 설정하였고 ISP와 학교 기관은 WPA-enterprise 또는 다른 보안 메커니즘을 설정할 수 있다. WPA/WPA2의 four way handshake의 긴 지연시간은 다른 무선랜간을 사용자가 이동할 때 서비스 단절을 유발 시킬 수 있다. 이러한 접근 관리 메커니즘 및 긴 핸드오버 지연으로 인해 끊김이 없는 무선랜

인터넷 서비스를 제공을 방해하는 문제점으로 작용하게 된다. 마지막으로, ISP들의 정책들은 private 무선랜과 Hot Spot 간의 끊김 없는 인터넷 연결을 할 수 없게 한다.

위 문제점들을 종합해 볼 때 끊김 없는 핸드오버 기술에서 해결되어야 할 점은 private 무선랜과 public 무선랜 간의 중계 관리자를 두어 관리하는 것이다.

참고 문헌 [12]에서는 끊김 없는 인터넷 서비스를 제공하기 위해 다중 인터페이스 (WLAN, GSM, GPRS, UTMS)를 장착한 이동 단말에서 MIH (Media Independent Handover) 프로토콜을 이용하여 핸드오버 시 사용자 프로파일 정보를 이용하여 네트워크를 선택하여 핸드오버 하는 방법을 제안하였다. 하지만 무선랜이 서로 다른 인증 메커니즘을 가질 경우 핸드오버를 하지 못하거나 긴 핸드오버 시간을 야기 할 수 있다.

### III. 사용자 정의 네트워크 모델

이 장에서는 사용자 정의 네트워크 (User-Defined Network: UDN)에 대한 모델을 설명한다. 한명의 사용자는 사용하는 무선라우터들을 사용하여 공공 무선랜을 구성한다고 하자. 사용자는 개인 무선랜으로 연결함으로써 사용자가 소지한 스마트폰 또는 넷북 등을 사용하여 인터넷에 접근 할 수 있을 것이다. 이 경우, 사용자는 개인 무선랜의 소유자이며, 해당 사용자가 자신의 개인 무선랜을 위한 개인 서비스 제공하게 된다. 대학, 기업, 기타 기관은 무선랜의 공공서비스 제공자이다. 이러한 공공 무선랜은 합법적으로 접근권한을 가진 사용자만이 접근할 수 있다. 사용자는 다른 ISP들에게 몇 개의 Hot Spot에 가입했다고 하자. 이 경우, 사용자에 의해 합법적으로 접근 가능한 다른 무선랜을 가진 가상의 네트워크를 지정 또는 정의 할 수 있다. 그림 1은 UDN의 개념을 보여준다. 그림 1에서 사용자는 공공 무선랜의 AP 1으로 접근함으로써 무선 인터넷 서비스를 받고, 이후, 사용자는 AP 2로 접근함으로써 ISP의 Hot Spot 영역으로 움직이는 것을 보여준다. 여기서, 무선랜 서비스는 사용자가 움직이는 무선랜 1과 무선랜 2 간 움직이는 동안 서비스 단절 없이 AP 1과 AP 2 간 빠른 2계층 및 3계층 핸드오버가 지원된다. 사용자가 ISP 무선랜 도메인 내에서 움직일 때 사용자는 ISP에 의해 제공되는 로밍 서비스를 받을 수 있다.

사용자가 마지막으로 ISP의 Hot Spot에서 캠퍼스 넷으로 움직였을 때 사용자는 WLAN 1과 WLAN 2 간 움직임으로써 서비스 단절 없이 무선 인터넷 서비스를

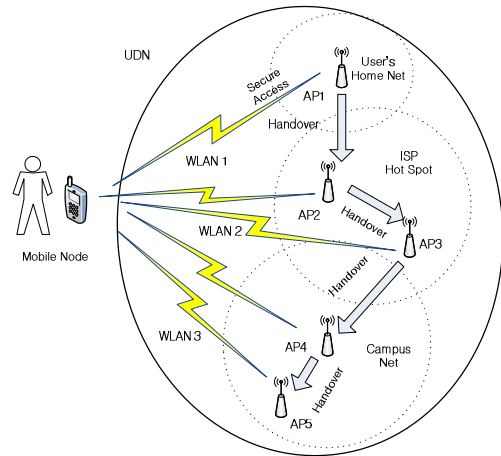


그림 1. UDN 개념도  
Fig. 1. Concept of UDN

제공받는다. 이 경우, 사용자가 무선랜의 인접한 AP들 간을 움직일 때 자동 보안 로밍 서비스는 제공된다. 그림 1에서, 물론 사용자는 ISP에 가입하여 AP에 접근하기 위한 법적인 승인을 가지고 있어야 한다. 그리고 대학 무선랜 접근 시스템에 등록되어 있다. 지금까지, 본 저자의 지식 내에서, 사용자가 일반적으로 서비스 단절을 경험하므로 다른 관리 기관의 무선랜에서 제공하는 자동 로밍 서비스는 없다. 그림 1은 Hot Spot 서비스는 몇몇의 다른 ISP에 의해 제공될 수 있다는 것을 보여준다.

본 장에서 간단한 UDN에 대한 공식화된 정의를 하였다. SP는 공공 서비스 제공자의 집합과 Hot Spot 또는 공공의 무선랜을 제공하는 인터넷 서비스 제공자의 집합으로 정의한다.

**Definition 1:** 사용자의 사용자-지정 네트워크는 UDN로 정의하며, ISP의 무선랜의 어떠한 인접한 접속점 내에서 사용자의 이동으로 인한 인터넷 서비스가 단절되지 않도록 하기 위한 ISP 접속점의 집합으로 구성된다. 여기서, 인접한 무선 접속점들은 두 개의 AP들은 보안 및 이동성 관리 서비스에 의한 인터넷 서비스 (VoIP, 비디오 컨퍼런싱 서비스 등) 단절이 발생하지 않을 만큼의 충분히 가까운 곳에 위치해 있는 것을 나타낸다.

**Theorem 1:** 이동 단말이 UDN 내에 있는 어떠한 인접한 접속점내에서 핸드오버 할 때 발생하는 접근 제어 지연 시간과 핸드오버로 인한 지연 시간을 각각  $Max\_Access\_Delay$ 과  $Max\_Handover\_Delay$ 로 나타낸다. Time-Critical한 인터넷 어플리케이션 서비스의 시간 제약인  $T$ 를 가질 때 사용자에게 제공되는 응용 서비스의 중단이 없애기 위해서는  $Mac\_Access\_Delay$ 와  $Max$ 과  $Handover\_Delay$ 의 합은  $T$  보다 작아야만 한다.

*Proof*) UDN 내에 있는 어떠한 두 개의 인접한 접속

점에 의해 발생된 지연시간은 T 보다 작기 때문에 사용자의 움직임으로 인한 어플리케이션 서비스의 중단 되지 않을 것이다. Q.E.D

#### IV. UDN 이동성 관리 구조 및 알고리즘

##### 4.1 끊김 없는 이동성 관리 구조

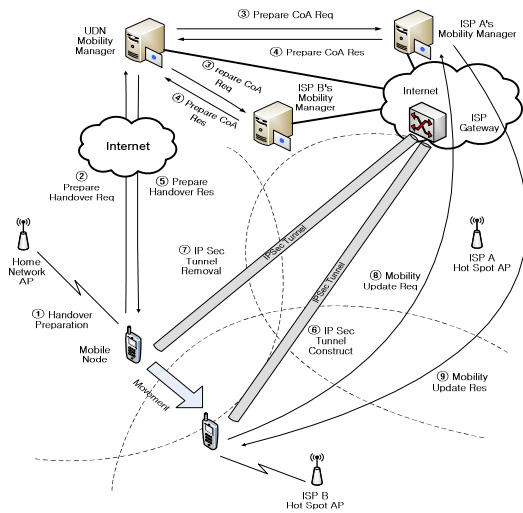


그림 2. UDN을 위한 끊김 없는 이동성 관리를 위한 시나리오  
Fig. 2. Scenario for seamless mobility management for UDN

사용자의 공공의 무선랜과 ISP의 Hot Spot 간 빠르고 끊김이 없는 이동성 관리를 위한 시나리오를 그림 2에서 보여준다. UDN 이동성 관리 시스템은 UDN 이동성 관리자 (UDN Mobility Manager: UDN MM)에 의해 수행된다. 먼저 사용자는 Home Network AP로 접근하고, 그리고 인접해 있는 ISP B가 관리하는 Hot Spot AP로 이동해 간다. 사용자가 움직이는 동안, Home Network AP로 부터의 전파 신호 세기는 감소하게 되고, 사용자의 이동단말 (예: Wi-Fi 무선 인터페이스가 장착된 스마트폰 또는 넷북 등)이 인터넷 서비스를 계속적으로 받기 위해 다른 AP로 옮겨가야만 한다. 이를 위해, 전파 신호 세기가 너무 작아지기 전에 이동단말은 다음의 인접한 접속점들을 탐색한다. 그리고 다음 핸드오버를 준비하기 위해, 이동 단말은 인접한 접속점의 정보 리스트를 포함한 Prepare\_Handover\_Req 메시지 UDN으로 전송한다. 여기서, 이동단말은 데이터 전송하는 동안에 인접한 접속점들의 리스트를 생성할 수 있다고 가정한다.

UDN 이동성 관리자는 인접한 접속점들과 관련이 있

는 ISP들에게 Prepare\_CoA\_Req 메시지를 순서되로 전송한다. ISP 이동성 관리자는 MIP [5]와 같은 임시 주소 (Care-of Address: CoA)를 준비하고 UDN 이동성 관리자에게 CoA를 포함한 Prepare\_Handover\_Res 메시지를 전송한다. 송신한 UDN 이동성 관리자는 Prepare\_Handover\_Res 메시지를 다시 이동단말로 전송한다. 이와 같은 방법으로 이동단말은 다음의 접속점의 연결을 위해 사용될 IP 주소를 획득하게 된다. 이는 끊김 없는 핸드오버를 위해 UDN 이동성 관리자와 ISP 이동성 관리자 간 보안 연결 및 관계를 생성 해야만 한다. 하지만 이는 본 논문 연구 범위 밖이다.

사용자가 ISP B의 접속점에 가까워질 때 Home Network AP의 전파 신호 세기는 작아지게 된다. 그리고 이동단말은 ISP B의 접속점으로 옮겨 갈 것을 결정한다. 이동단말이 이미 IP 주소 (즉, ISP B로부터 획득한 CoA)를 획득하였기 때문에 ISP B의 접속점으로 빠른 빠른 핸드오버를 수행할 수 있다. 즉 다시 말해서 새로운 IP 주소를 획득하기 위한 MIPv4 또는 MIPv6에서 발생하는 Duplicate Address Detection 절차로 인해 발생하는 지연시간은 발생하지 않는다. 이동 단말이 새로운 IP 주소를 획득하자 말자 이동단말은 새로운 IP 주소를 이용하여 ISP 게이트웨이와 IPsec 터널을 생성한다. 그리고 난후, 이동 단말은 ISP B의 이동성 관리자에게 이동 단말과 ISP 게이트웨이 간에 이전의 IPsec 터널을 해제하기 위해 Mobility\_Update\_Req 메시지를 전송한다. 송신한 ISP B 이동성 관리자는 이동성 관리 데이터베이스에 있는 사용자 정보를 갱신하고 난 후, 이동 단말로 Mobility\_Update\_Res 메시지를 전송한다. 이 경우 사용자는 Home network과 ISP의 Hot Spot 간의 끊김 없는 로밍 서비스를 제공 받을 수 있다. 이러한 시나리오는 다른 ISP들의 Hot Spot 간 그리고 ISP의 Hot Spot과 Campus network 간의 이동성 관리 방법으로 확장 될 수 있다. 위 언급한 이동성 관리 구조는 존재하는 국제 표준인 이동성 관리 (예: IETF MIPv6 [5]와 FMIPv6 [6])를 확장함으로써 실현될 수 있다.

##### 4.2 UDN 끊김이 없는 이동성 관리를 위한 알고리즘

이 절에서는 UDN 끊김이 없는 이동성 관리 알고리즘을 설명한다. 빠른 이동성 관리를 위해 두 개의 임계값인 T1과 T2를 설정한다. 현재 접속점으로부터 전파 신호세기가 T1에 다다르게 되면, 이동단말은 CoA 리스트를 획득함으로써 이전에 핸드오버 준비를 한다. 그리고 전파 신호 세기가 T2에 다다르게 되면 이동단말은

핸드오버를 수행한다. 끊임이 없는 이동성 관리는 이동 단말과 ISP의 통신 게이트웨이 간 IPsec 터널 설정을 통해 실현 될 수 있다. UDN과 ISP 이동성 관리자간 동작은 간결성을 위해 생략하도록 한다.

**Algorithm** UDN 이동성 관리 알고리즘

/\*이 알고리즘은 끊임 없는 이동성 관리를 위한 이동단말의 이동성 관리 절차를 설명 한다.\*/

**Begin**

Check the radio signal strength from the current AP;

**If** The current radio signal  $\leq T1$ ;

**Then**

Get the nearby AP list by performing active scan operation;  
Send the Prepare\_Handover\_Req message to UDN Mobility Manager with nearby AP list;  
Wait for Prepare\_Handover\_Res message from UDN Mobility Manager;

**If** Prepare\_Handover\_Res messages is received from UDN Mobility Manager;

**Then**

Store the CoA list;  
Check the radio signal strength from the current AP;

**If** The current radio signal  $\leq T2$ ;

**Then**

Find out the next AP with the largest signal strength;  
Get the CoA which is associated with the next AP from the CoA list;  
Make association with the next AP, and construct IPsec tunnel with ISP's gateway;  
Sends the Mobility\_Update\_Req message to the corresponding ISP's mobility manager;  
De-construct the previous IPsec tunnel, and report successful mobility management;

**End**

4.3 UDN 이동성 관리자와 이동 단말의 구조

이 장에서는 이동성 관리를 위한 이동 단말과 UDN 이동성 관리자의 구조를 제시하고, UDN MM과 이동단말의 캐쉬 테이블을 정의한다.

표 1. UDN MM의 캐쉬 테이블의 엔트리

Table. 1. Entity of cache table of UDN MM

	캐쉬테이블 엔트리
이동단말 관련 정보	MAC address, Home IP address
접속점관련 정보	MAC address, IP address, prefix address, Care-of address, Authentication type, Authentication key
ISP 관련 정보	IP address

먼저, 표 1은 UDN MM의 캐쉬 테이블을 보여준다. UDN MM의 캐쉬 테이블은 인증 형태, 접속점의 인증 키, 접속점의 프리픽스 주소, 접속점의 물리 주소, lifetime 등의 캐쉬 테이블 엔트리로 정의하며, 이러한 정보는 사용자에게 의해 정의된다. 여기서, lifetime은

UDN MM이 접속점들로부터 임시주소를 전송 받은 시간이며, 일정 시간을 지나게 되면 자동 삭제된다. 이동 단말은 AP의 MAC 주소, AP의 CoA 주소, Home IP 주소, Lifetime을 캐쉬 엔트리, 인증 형태, 인증 키를 가진다. 이 캐쉬 엔트리 정보는 UDN MM과의 통신을 통해 결정된다.

V. 시뮬레이션 및 성능 분석

5.1 시뮬레이션 구성

이 장에서는 UDN 이동성 관리 프로토콜과 IETF FMIPv6 [6]의 성능분석을 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 먼저 시뮬레이션 환경을 설명한다. 시뮬레이션은 Linux platform의 네트워크 시뮬레이터 (Network Simulator 2: NS-2)에서 수행되었다.

그림 3은 시뮬레이션 토폴로지를 보여주며, 표 2, 3은 성능 분석을 위한 NS2의 환경 설정 파라미터를 나타낸다. 제시된 대부분의 파라미터는 참고자료 [9]에서 성능 분석을 위해 사용된 값이다. 시뮬레이션 파라미터 중 트래픽의 형태는 UDP CBR (Constant Bit Rate)을 사용하였다. UDP CBR 트래픽은 Acknowledgement가 없기 때문에 이동 단말의 핸드오버 시 핸드오버 지연 시

표 2. 시뮬레이션 파라미터

Table. 2. Parameters in simulation environment

파라미터	설정 값
시뮬레이션 범위	1000 m × 1000 m
접속점의 수	6
접속점의 전파 범위	70 m
이동 단말의 속도	5 ~ 25 m/s
무선 인터페이스의 형태	802.11g
이동 단말의 수	1
라우터의 수	9
라우팅 형태	NOAH [9]
시뮬레이션 시간	1000
최대 패킷 크기	1500 byte

표 3. 시뮬레이션 파라미터

Table. 3. Parameters in simulation environment

파라미터	설정값	파라미터	설정값
자동 주소 구성 지연 시간	2 s	무선 링크 대역폭	10 Mbps
움직임 감지 지연시간	100 ms	큐잉 지연시간	0.001 s
I2핸드오버 지연시간	50 ms	무선 링크 지연	20 ms
유선 링크 대역폭	100 Mbps	유선 링크 지연시간	2 ms
제어 패킷 크기	96 bytes	패킷 도착율	40 packets/s

간 및 패킷 손실에 대해 정밀하게 분석할 수 있다. 이러한 시뮬레이션 파라미터를 기반으로 시뮬레이션을 10회 수행하였다. 본 시뮬레이션에서 인증 절차는 생략하였다. 이 부분은 추후에 연구할 부분이다.

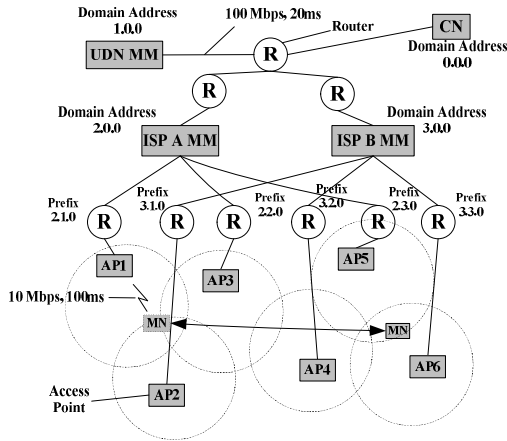


그림 3. 성능 평가를 위한 시뮬레이션 토폴로지  
Fig. 3. Simulation topology for performance evaluation

## 5.2 성능 분석

위 설명한 시뮬레이션 환경에서 이동성 관리 프로토콜의 성능을 분석하는 요인으로 이동 단말의 핸드오버 시 발생하는 핸드오버 지연시간, 패킷 손실, 시그널링 오버헤드를 성능 분석을 하였다.

핸드오버 지연시간은 이동 단말 측면에서 핸드오버 하는 동안에 이동 단말이 패킷을 송·수신하지 못하는 시간으로 정의하며, 이러한 핸드오버 지연시간은 2계층에서 발생하는 핸드오버 지연시간과 3계층에서 발생하는 핸드오버 지연시간의 합으로 정의한다. 구체적으로, 2계층 핸드오버 지연시간은 링크 스위칭 지연시간으로 정의하며, 3계층 핸드오버 지연시간은 움직임 감지를

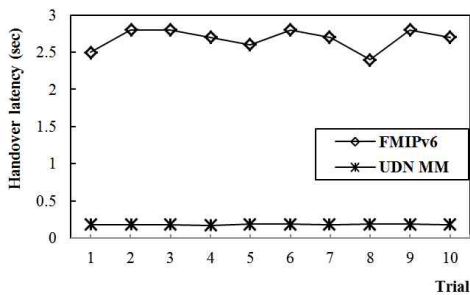


그림 4. IETF FMIPv6와 UDN에 대한 핸드오버 지연 시간 비교  
Fig. 4. Comparison of handover latency of IETF FMIPv6 and UDN MM

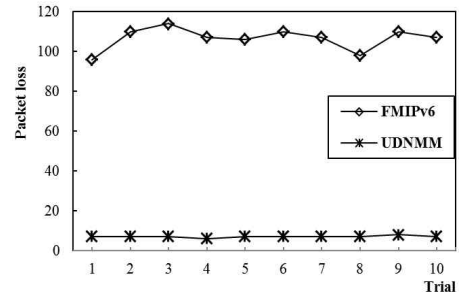


그림 5. IETF FMIPv6과 UDN 패킷 손실 비교  
Fig. 5. Comparison of packet loss between IETF FMIPv6 and UDN

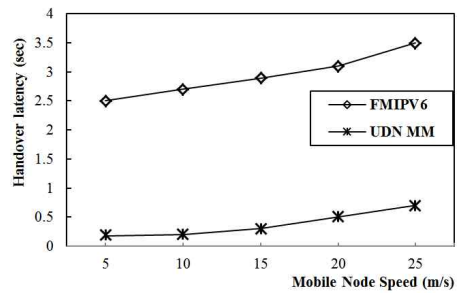


그림 6. 이동 단말의 속도에 따른 핸드오버 지연시간 변화  
Fig. 6. Changes of Handover latency according to mobile node's speed

위한 지연시간, IP 주소 구성 지연시간, 바인딩 업데이트 지연시간의 합으로 구성 한다 [10]. 어플리케이션 서비스들 (예: VoIP 서비스, 비디오 스트리밍 서비스, 등)은 핸드오버 지연시간을 200 msec 이내의 시간을 요구한다. 이동성 관리 프로토콜은 이러한 서비스를 지원하기 위해서는 200msec 이내의 핸드오버 지연시간을 만족시켜야한다 [11].

패킷 손실은 핸드오버 하는 동안에 발생하는 손실된 패킷의 수로 정의 한다. 패킷 손실은 다음과 같이 정의할 수 있다. Packet loss은 핸드오버 지연시간 x 패킷 도착율 (Packet arrival rate) packet/sec [10]로 정의된다.

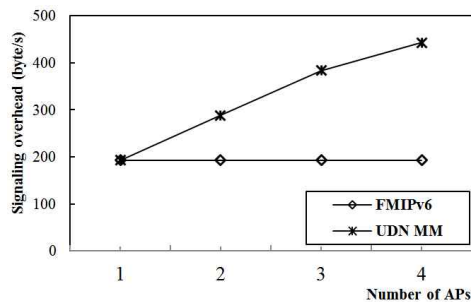


그림 7. IETF FMIPv6와 UDN 프로토콜간 시그널링 오버헤드 비교  
Fig. 7. Comparison of signaling overhead between IETF FMIPv6 and UDN

시그널링 트래픽 오버헤드는 핸드오버를 위한 이동 단말과 이동성 에이전트 (예, MIPv4/6의 경우 홈 에이전트, 대응 노드 등)간의 제어 패킷의 수로 정의 한다 [10].

이동성 관리 프로토콜의 목적은 이동 단말의 핸드오버를 수행할 때 인터넷 서비스의 단절을 없애고, 위에서 설명한 핸드오버 지연시간, 패킷 손실, 시그널링 오버헤드를 최소화 시키는 것이다.

그림 4는 FMIPv6 프로토콜과 제안된 UDN 프로토콜간의 핸드오버 지연시간에 대한 성능 비교를 보여준다. 이동 단말이 AP1으로부터 연결이 단절되기 전에 이동 단말은 인접한 AP들을 탐색하게 된다. 그림 4에서처럼 이동 단말이 AP2와 AP3의 무선 전파 중첩영역에 있고 거의 동일한 전파 신호 세기를 가지게 된다. 이 경우 이동 단말은 어느 곳으로 이동 단말이 이동할지에 대해 판단하기 어렵다. 이 경우, FMIPv6 프로토콜에서 이동 단말은 AP1로부터 전송된 인접한 AP3의 정보만을 알고 있기 때문에 AP3으로 갈 것으로 예상하게 되고 AP3으로의 핸드오버 절차를 수행하게 된다. 하지만 이동 단말이 AP3으로 이동하지 않고 AP2로 이동하였다면, 이전에 수행한 핸드오버 절차로 인해 패킷은 AP3으로 흘러가게 되고 이로 인해 많은 패킷 손실이 발생하게 된다. 이러한 현상은 실제 무선랜 전파 환경에서 자주 발생한다. 이는 Multi-path fading, shadowing 등의 무선 특성으로 인해 정확한 무선 전파 세기를 측정하기 어렵기 때문이다. 하지만 UDN 프로토콜의 경우 ISP B의 AP2에 핸드오버 절차 중 IP 주소 및 바인딩 절차를 이전에 수행해 두었으므로 예상치 못한 이동 단말의 움직임에도 최소화된 패킷 손실만으로 핸드오버를 수행할 수 있다.

그림 5은 FMIPv6 프로토콜과 UDN 프로토콜간의 패킷 손실에 대한 성능 분석을 보여준다. FMIPv6의 경우 핸드오버 수행한 후 터널링을 통해 ISP A의 AP1에서 ISP A의 AP3로 전달하지만, 이동 단말이 AP2으로 이동하지 않았기 때문에 전달된 패킷을 손실된다. 이에 반해 UDN 프로토콜의 경우 이전에 ISP B의 AP2에서 받은 높은 IP주소를 이용하여 이동 단말은 핸드오버를 수행하게 되며 그 결과 패킷 손실 없이 터널링을 통해 핸드오버를 수행할 수 있다.

그림 6은 이동 단말의 이동 속도에 따른 핸드오버 지연시간을 프로토콜간 성능 비교를 보여준다. FMIPv6의 경우 이동 단말의 이동 속도가 증가함에 따라 핸드오버 지연시간이 증가함을 볼 수 있다. 이와 같은 결과를 초래 요인은 AP들로 부터의 전파 신호 세기 만으로 다음

접속점을 결정하기 때문에 이동 단말의 예상하지 못한 접속점으로 이동하게 되어 발생하게 된다. 이동 단말의 속도가 증가할수록 이와 같은 상황의 발생빈도가 증가하게 되고 이로 인한 핸드오버 성공까지의 핸드오버 지연시간이 증가하기 때문이다. 이에 반해 UDN 프로토콜은 FMIPv6에 비해 핸드오버 지연시간이 현저히 짧음을 알 수 있다. FMIPv6 프로토콜은 시그널링 오버헤드에도 많은 영향을 미친다.

그림 7은 UDN 프로토콜과 FMIPv6 프로토콜의 시그널링 오버헤드에 대한 성능 결과를 보여준다. FMIPv6 프로토콜의 경우 AP의 수가 증가할 때 시그널링 오버헤드는 200 byte/sec로 증가하지 않았다. 이에 반해 UDN 프로토콜의 경우 시그널링 오버헤드가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이러한 시그널링 오버헤드는 이동 단말이 핸드오버 할 AP들에 대해 다중 IP 주소를 가지기 위한 시그널링을 많이 발생시키기 때문이다. 하지만 이러한 증가 되는 시그널링 오버헤드는 크지 않기 때문에 충분히 극복될 수 있다. 시그널링 오버헤드의 증가에 비해 핸드오버 지연시간 및 패킷 손실을 최소화하기 때문에 효율적인 이동성 관리 프로토콜로 볼 수 있다.

## VI. 결론

본 논문에서는 응용 서비스에 대한 QoS를 만족하면서 끊임 없는 이동성 보장을 위한 사용자 정의 네트워크 (UDN)의 프레임워크를 제시하였다. 더욱 자세히, UDN 모델을 정의하였고, UDN의 끊임이 없는 이동성 관리를 위한 구조를 제시하였고, UDN 이동성 관리자의 구조를 제시하였다. 마지막으로 제안된 UDN 프로토콜과 IETF FMIPv6 간의 핸드오버 시 발생하는 핸드오버, 패킷 손실, 시그널링 오버헤드 측면에서 성능 분석을 하였다. 성능 분석에서 FMIPv6에 비해 여러 측면에서 효율적임을 보여준다. 추후 연구로서 UDN 이동성 관리자와 ISP 이동성 관리자 및 이동 단말간의 상세한 보안 프레임워크를 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] IEEE 802.11n - 2009 - Amendment 5, Enhancements for Higher Throughput, IEEE-SA, 29, October 2009.
- [2] IEEE Standard 802.11i. Medium Access Control (MAC) Security Enhancements, July 2004.
- [3] IEEE Standard, Port-Based Network Access



Control, IEEE 802.1X-2004, July 2004.

[4] Y. Matsunaga, A. S. Merino, T. Suzuki and R. Katz. H, "Secure Authentication System for Public WLAN Roaming," In Proc. The 1st ACM International Workshop on Wirel. Mobile Appl. And Services on WLAN hots pots, New York, USA, 2003.

[5] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, Jun. 2004.

[6] R. Koodli, Fast Handovers for Mobile IPv6, IETF Internet Draft - mipshop-fmipv6-rev-00.txt, Jul. 2005.

[7] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury and B. Patil, Proxy Mobile IPv6, RFC 5213, Aug. 2008.

[8] C. Makaya and S. Pierre, "Enhanced Fast Handoff Scheme for Heterogeneous Wireless Networks," Journal Computer Communications,

vol. 31, no. 10, June 2008.

[9] NOAH. [Online], Available : <http://tagus.inescid.pt/~pestrela/ns2/mobility.html>.

[10] C. Makaya and S. Pierre, "An analytical Framework for Performance Evaluation of IPv6-based Mobility Management Protocols," IEEE Trans. Wireless Comm., vol. 7, no. 17, pp.972-983, Mar. 2008.

[11] M. A. Ben-Mubarak, B. M. Ali, et. al., Review of Handover Mechanism to Support Triple Play in Mobile WiMax, IETF Technical Review, vol. 26, no. 4, pp. 258-267, Jun. 27, 2009.

[12] M. H. Wu, Y. M. Chen, T. Y. Chung and C. H. Hsu, "A Profile-Based Network Selection with MIH Information Service," In Proc. ICS 2006, Dec. 2006.

저 자 소 개



천승만(정회원)  
2008년 동양대학교 전자공학과(공학사)  
2010년 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 (공학 석사)  
2010년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터공학부 (박사과정)

<주관심분야 : Control and Management of Next Generation Wireless and Wired Convergence Network, Mobility Management, U-healthcare Network>



최준혁(준회원)  
2010년 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 (공학사)  
2010년 경북대학교 전자전 기컴퓨터학부 (석사과정)

<주관심분야 : U-healthcare Service, Wireless Body Area Network, HL7, IEEE 11073, Network Management, Wireless Communication



나재욱(정회원)  
2001년 경북대학교 농업경제학과(경제학사)/컴퓨터공학과(공학사)  
2003년 경북대학교 정보통신학과 (공학석사)  
2009년 경북대학교 정보통신학과 (공학박사)  
2009년~현재 경북대학교 U-헬스케어 융합네트워크 연구센터 Post-Doc.과정

<주관심분야 : U-healthcare network, Wireless body area network, HL7, IEEE 11073, Network management, Wireless communication>



박종태(중신회원)  
1978년 경북대학교 전자공학과(공학사)  
1981년 서울대학교 전자 공학과(공학석사)  
1987년 미국 미시건대학교 정보통신(공학박사)  
1989년~현재 경북대학교 전자공학과교수  
2000년~2003년 IEEE Technical Committee on Information Infrastructure(TCII) 의장  
1988년~1989년 삼성전자 컴퓨터시스템 사업부 수석연구원

1987년~1987년 미국 AT&T Bell 연구소 연구위원  
1984년~1987년 미국 CITI 연구원

<주관심분야 : 이동통신, 모바일, 차세대 통신망 운용, 네트워크 보안, 헬스케어 서비스>



이 승 무(준회원)  
2010년 경북대학교 IT 전자공학부 (공학사)  
2010년 현재: 경북대학교 전자전 기컴퓨터학부 (석사과정)

<주관심분야: U-Healthcare Network, Wireless Body Area Network, HL7, IEEE 11073, Network Management, Location Management>