

# 이종 무선네트워크에서 가상인터페이스기반 수직적 핸드오버 실증 성능 평가

조 일 권<sup>†</sup> · 윤 동 근<sup>††</sup> · 하 상 용<sup>†††</sup> · 최 성 곤<sup>††††</sup>

## 요 약

본 논문에서는 이종 무선네트워크간의 수직적 핸드오버를 할 때 네트워크 접속 물리 인터페이스의 전환에 따른 서비스 단절을 방지하고 3세대 무선네트워크 이동성 관리와 일관성을 유지하여 이동성 관리의 편의를 제공할 수 있는 가상 인터페이스 기반의 Simple IP 에뮬레이션 방법을 제안한다. 제안된 방법의 실증적 실험을 통해 가상 인터페이스의 미적용시와 핸드오버 시간을 비교하여 핸드오버 성능 개선을 확인하였다.

키워드 : 수직적 핸드오버, 가상 인터페이스, 이동성 관리, 이종 무선 네트워크

## Experimental Performance Evaluation of Vertical Handover with Virtual Interface in Heterogeneous Mobile Networks

Il-Kwon Cho<sup>†</sup> · Dong-Geun Yun<sup>††</sup> · Sang-Yong Ha<sup>†††</sup> · Seong-Gon Choi<sup>††††</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we propose a mobility management scheme which has a simple IP emulation method based on virtual interface. This scheme supports prevention of service abortion resulting from RAT (Radio Access Technology) interface switching during vertical handover and provides mobility management convenience according to maintenance of consistency in simple IP mobility management scheme of 3rd generation mobile network. Through the empirical experiments of proposed method, we check out the improvement of handover performance of the proposed scheme based on vertical handover latency comparing with a non-virtual interface system.

Keywords : Vertical Handover, Virtual Interface, Mobility Management, Heterogeneous Mobile Network

### 1. 서 론

최근 스마트폰 등 스마트 기기의 등장으로 무선 데이터의 사용량이 급증하고 있으며 급증하는 무선데이터의 수용에 적극적으로 대응하기 위해 OFDMA 기반의 4세대에 근접한 WiMAX와 LTE (Long-Term Evolution) 기술을 도입하고 있으며, 이와 더불어 급증하는 무선 데이터 트래픽을 분산시키기 위해 이동통신 네트워크의 트래픽 로드를 Wi-Fi 또는 Femto cell을 통해 분산하는 오프로딩 기술을 함께 도입하고 있다[1].

스마트폰과 같은 모바일 노드는 다중의 물리적 인터페이스를 가지며, 이종의 다양한 무선 네트워크를 통하여 모바일 서비스를 제공받고 있다.

이종의 무선 네트워크를 운용하는 사업자 관점에서, 사업자는 모바일 노드에 대한 일관적인 이동성을 제공해야 하며, 사용자 관점에서, 서비스를 연속적으로 수신하기 위해서는 멀티모드(Multi-mode) 모바일 노드에 이종 무선 네트워크간 수직적 핸드오버(Vertical Handover) 기술이 구현되어야 한다.

이종 무선 네트워크간 수직적 핸드오버를 위해서 IP 계층에서의 이동성 제공 방법[2]-[9], 호 처리 절차를 갖는 세션 기반의 서비스 이동성 제공 방법[10]-[12], 이종 무선 네트워크의 셀 정보와 크로스 레이어 기반의 수직적 핸드오버 절차[13]-[14] 등의 연구가 진행되었고, 3GPP에서는 4세대 무선 네트워크에서 이종 무선 네트워크의 이동성을 관리하는 EPC(Evolved Packet Core) 기능 및 구조를 표준화하였으며[16]-[18]. MIP(Mobile IP), PMIP(Proxy Mobile IP),

\* 이 논문은 2011년도 정부(방송통신위원회)의 재원으로 한국정보통신진흥원 KOREN 과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

† 정 회 원: 한국정보통신진흥원 네트워크기획부 책임연구원

†† 준 회 원: 충북대학교 진파공학과 박사과정

††† 정 회 원: 한국정보통신진흥원 네트워크기획부 부장

†††† 종신회원: 충북대학교 전자정보대학 부교수(교신저자)

충북대학교 컴퓨터정보통신연구소 교수

논문접수: 2011년 9월 14일

수정일: 1차 2011년 11월 10일

심사완료: 2011년 11월 22일

DSMIP(Dual Stack Mobile IP)를 채택하여 이중 무선 네트워크간의 IP 이동성을 관리할 수 있도록 하였다[19].

하지만, 위에서 언급한 IP 이동성 제공 방법들은 무선 네트워크에서 단일한 RAT(Radio Access Technology)상의 Simple IP 기반으로 구현된 이동성 기술에 급격한 변화를 요구하고, 이동성 관리의 운용 부담을 가중시킬 수 있으며, 이중 무선 네트워크 환경에서 수직적 핸드오버를 할 때 IP 이동성을 제공함에도 불구하고 멀티모드 모바일 노드의 인터페이스 전환에 따른 서비스 단절 현상을 겪을 수 있다.

본 논문에서는 이러한 급격한 변화와 운용 부담을 경감시키고, 서비스 단절 현상을 해결하기 위해서 가상 인터페이스 기반의 Simple IP 에뮬레이션 방법을 제안하며, 실제 상용 네트워크에 적용하여 모바일 노드의 핸드오버 시간을 기준으로 가상 인터페이스를 적용한 싱글라디오(Single Radio) 기반의 수직적 핸드오버의 성능 개선을 확인한다. 가상 인터페이스 기반의 Simple IP 에뮬레이션 방법의 특징은 다양한 형태의 IP 이동성을 수용할 수 있으며, 모바일 노드의 무선 인터페이스 전환에 따른 응용서비스 계층의 서비스 단절 현상을 없애는 장점이 있다. 또한 3G Simple IP 네트워크 관리의 연장선상에서 이동성을 관리할 수 있어 모바일 노드 IP 주소 관리와 관련한 기존 정책을 유지할 수 있게 해준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안한 방법의 기초가 되는 관련 연구와 시사점을 살펴본다. 3장에서는 가상 인터페이스 설계 및 구현 내용을 소개한다. 4장에서는 3세대 HSPA(High-Speed Packet Access)와 Mobile WiMAX 상용 네트워크에서 적용한 실증 시험 환경과 수직적 핸드오버 성능 측정을 위한 기준, 그리고 시험 결과를 기술한다. 5장에서는 시험 결과를 분석하고 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 IP 이동성

모바일 노드가 데이터 통신을 위해 제한된 도메인(하나의 서브넷) 내에서 한번 획득한 IP 주소를 통신이 종료될 때까지 사용하는 방법이 Simple IP 이다. 도메인을 벗어나거나 통신 종료 후 재개 시에는 다시 새로운 IP 주소를 획득하게 된다. 따라서 Simple IP 기반 시스템에서는 모바일 노드의 이동에 따른 서비스 연속성을 확보하기 위해 광범위한 도메인 규모, 통신 종료를 방지할 목적의 keep-alive 메시지 사용, 통신 종료 후 재개시 동일 IP 주소 재할당 등의 방법을 고려한다.

CMIP(Client Mobile IP)는 네트워크 계층에서 상위 계층 프로토콜 및 응용 계층에게 호스트의 위치 변화에 투명성을 제공하여 모바일 노드의 이동에 따른 서브넷(Subnet) 변경 시에도 서비스가 가용될 수 있도록 제공하는 프로토콜이다[20]. CMIP은 모바일 노드에 장착되는 클라이언트 기반의 이동성을 제공하는 방안을 제공하며 모바일 노드를 구별하는 ID(Identification) 역할을 하는 HoA(Home Address)와

모바일 노드의 현 위치에 해당하는 주소인 CoA(Care of Address)를 가지며 핸드오버에 의해 모바일 노드의 위치가 변경될 때마다 HA(Home Agent)에 등록 절차를 수행함으로써 서비스 연결성을 유지한다. 모바일 노드가 MIP를 지원하기 위해서 운영체제의 지원이 있어야 하는 단점을 극복하기 위해 IETF NetLMM WG에서는 네트워크 기반의 IP 이동성 관리 기술인 PMIP 프로토콜을 표준화하였다. 네트워크 기반 이동성 관리에서는 네트워크 상의 액세스 라우터가 모바일 노드를 대신하여 HA에 모바일 노드의 위치 등록 및 갱신을 수행하게 된다. 이렇게 함으로써 이동성 관리 프로토콜을 탑재하지 않은 모바일 노드에서도 이동성 서비스를 제공할 수 있으며 모바일 노드와 액세스 라우터 사이의 무선 구간에서 위치 정보 갱신을 위한 시그널링 메시지 교환을 배제할 수 있게 된다[20].

### 2.2 MIH (Media Independent Handover)

MIH(Media Independent Handover) 기술은 IEEE 802.21 WG에서 이중 네트워크간 끊김 없는(Seamless) 핸드오버를 지원하기 위해 표준화한 기술이다. MIH는 수직적 핸드오버시 고품질의 통신서비스를 제공하기 위해 PHY/MAC 계층과 상위 이동성 프로토콜 상호간에 효과적인 정보를 적절한 시점에 전달하고, 특정 통신 미디어나 이동성 프로토콜에 종속되지 않는 범용적인 프레임워크를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다[20]. MIH 프레임워크에서는 이벤트(event) 서비스, 커맨드(command) 서비스, 정보(Information) 서비스를 정의하고 있다. 이벤트 서비스는 하위 디바이스 드라이버에서 발생하는 네트워크 상태 정보를 상위 이동성 관리 프로토콜로 전달하여 IP 계층 이상에서의 이동성 처리 성능을 최적화 할 수 있도록 지원한다. 커맨드 서비스는 상위 응용 및 이동성 관리 프로토콜에서 하위의 디바이스 관리 프로토콜에게 네트워크 접속 상태를 변경시키거나 네트워크의 상태 정보를 질의할 수 있게 해준다. 정보서비스는 모바일 노드가 끊김 없는 핸드오버를 위해 참고할 정보를 제공한다. 모바일 노드의 현 위치에 인접하여 접속 가능한 다양한 이중의 네트워크 정보와 핸드오버 정책 정보를 포함한다. 이벤트, 커맨드, 정보 서비스를 활용하여 수직적 핸드오버시 발생하는 지연 및 패킷 손실을 최소화함으로써 고품질의 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 최근 IEEE 802.21 WG에서 싱글라디오 핸드오버 성능 최적화를 위해 WG 산하 21c TC에서 표준화를 진행 중에 있다[21]. [21]에서는 싱글라디오 핸드오버를 서로 다른 RAT간 동시간 대에 오직 하나의 인터페이스만을 사용하여 핸드오버하는 것으로 정의하고 있다.

### 2.3 시사점

앞에서 언급된 CMIP는 단말 기반의 IP 이동성 제어 방식으로, 특정 노드에 대한 트래픽 집중, 단말의 IP 프로토콜 스택 수정, 운영체제의 지원이 필요한 문제를 가진다. CMIP와 같은 단말 기반의 IP 이동성 제어 방식에서 제어 기능을 망에 집중하고 단말에 요구되는 추가 기능을 최소화하기 위

해서 PMIP과 같은 네트워크 기반의 이동성 제어 방식이 제안되었다. 네트워크 기반 이동성 제어 방식의 장점을 유지하기 위해서는 단말에서 다중 인터페이스 가상화를 위해 IP 주소를 변환하는 기존 방식의 개선이 필요하다. 관련 연구로서, PMIP과 연계하여 적용하기 위한 다중 네트워크 인터페이스 가상화 기술이 IETF의 주요 표준화 이슈로 대두되고 있으며, 최근 PMIPv4/v6를 기반으로 하는 가상 인터페이스 구조 및 구현 연구가 발표되고 있다[22]. 하지만, 현재까지의 다중 네트워크 인터페이스 가상화 기술은 운영체제에서 상이한 물리 인터페이스에 동일한 IP 주소할당을 지원하지 않는 제약 사항을 가진다.

이러한 제약 사항을 개선하기 위해서는, 상이한 물리 인터페이스에 대해 동일한 IP 주소 할당이 가능해야 하며, 이를 통하여 수직적 핸드오버시 발생하는 물리 계층의 인터페이스 전환에 따른 서비스 단절을 방지할 수 있어야 한다. 이러한 이유 때문에, 상이한 물리 인터페이스에 대해 동일한 IP 주소를 할당하여 빠른 수직적 핸드오버를 지원할 수 있는 새로운 이동성 관리 기술의 제시가 필요하다.

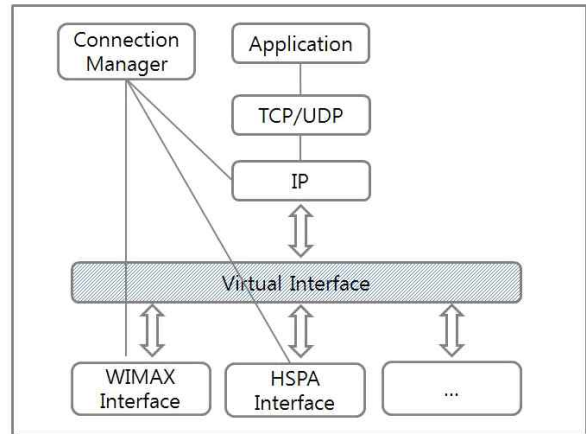
### 3. 제안한 이동성 관리 기술

#### 3.1 가상인터페이스 설계 및 구현

현재 서비스되고 있는 모바일 노드의 인터페이스 구조는 각 무선 네트워크와의 접속을 위한 인터페이스를 구성하고 있다. 4 계층 이상의 응용서비스들은 기본적으로 소켓(Socket)을 통한 세션을 구분하고 있다. 이중 네트워크간 핸드오버시 비록 MIP 등 IP 이동성을 지원하는 프로토콜을 사용하여 IP의 연속성을 보장받고 있지만, 접속 인터페이스 전환에 따른 물리계층의 단절은 상위 TCP/UDP 계층으로 소켓 중단(Socket Abort)을 통보하게 된다. 위와 같이, 핸드오버시 발생하는 물리계층의 인터페이스 전환에 따른 서비스 단절을 방지하여 안정적인 서비스를 제공하기 위해서 본절에서는 가상 인터페이스의 구현 내용을 설명한다. 가상 인터페이스는 다수의 물리 인터페이스를 에뮬레이션하며 항상 가용한 상태로 유지되도록 설계한다. 가상 인터페이스에 할당되는 IP 주소는 네트워크에 초기 접속시 주어진 IP 주소를 사용하도록 설계한다. 다양한 무선네트워크 상에서 핸드오버 시에도 초기 IP 주소를 유지하여 MIP, PMIP 등 어떤 IP 이동성 프로토콜과도 결합될 수 있도록 설계한다. 가상인터페이스에 할당되는 IP는 3세대 무선네트워크의 수평적 핸드오버(Horizontal Handover)에서 관리되는 Simple IP 기반의 이동성 관리기술을 에뮬레이션 할 수 있어 IMSI-NAI(International Mobile Subscriber Identifier-Network Access Identifier)와 더불어 애플리케이션 관점에서 모바일 노드의 식별자 역할을 할 수 있다. 수직적 핸드오버의 성능을 개선하며 Simple IP를 에뮬레이션하는 가상 인터페이스 구조는 (그림 1)과 같다.

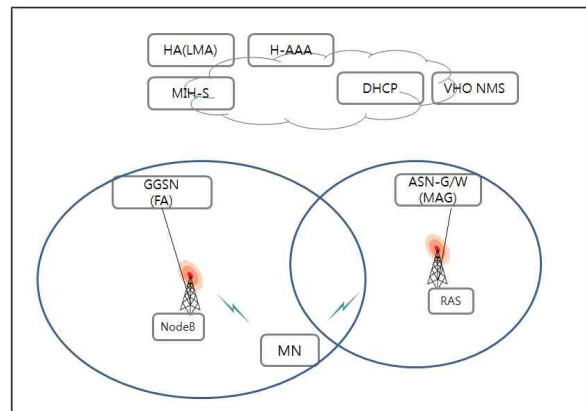
인터페이스 드라이버는 WiMAX와 HSPA를 대상으로 구현했으며, 사용자 데이터는 WiMAX 또는 HSPA 인터페이

스를 거쳐 가상 인터페이스를 통해 상위 계층과 통신한다. 수직적 핸드오버를 위한 이동성 제어는 Connection Manager가 담당하며 CMIP 기능과 MIH 기능, 그리고 WiMAX와 HSPA를 제어하는 기능이 구현된다. 제안 방법은 싱글 라디오 기반의 핸드오버 과정을 구현한다.



(그림 1) 모바일 노드의 인터페이스 구조

#### 3.2 수직적 핸드오버 프로시저



(그림 2) 구현한 네트워크 구조

(그림 2)는 제안한 수직적 핸드오버 방법을 구현한 네트워크 구조를 보여준다. HSPA 네트워크에는 MIP가 구현되어 GGSN(Gateway GPRS Support Node)에 FA(Foreign Agent)가 위치해 있다. WiMAX 네트워크에는 PMIP이 구현되어 ASN-G/W(Access Service Network Gate Way)에 MAG(Mobile Access Gateway)가 위치해 있다. 모바일 노드(MN)의 위치를 관리하는 HA(Home Agent)는 LMA(Local Mobility Anchor) 기능을 할 수 있도록 확장된 기능을 갖는다. 가입자의 인증을 담당하는 H-AAA(Home-Authentication, Authorization, and Account)가 존재하며 MIH 서비스를 담당하는 서버인 MIH-S(MIH-Server)가 존재한다.

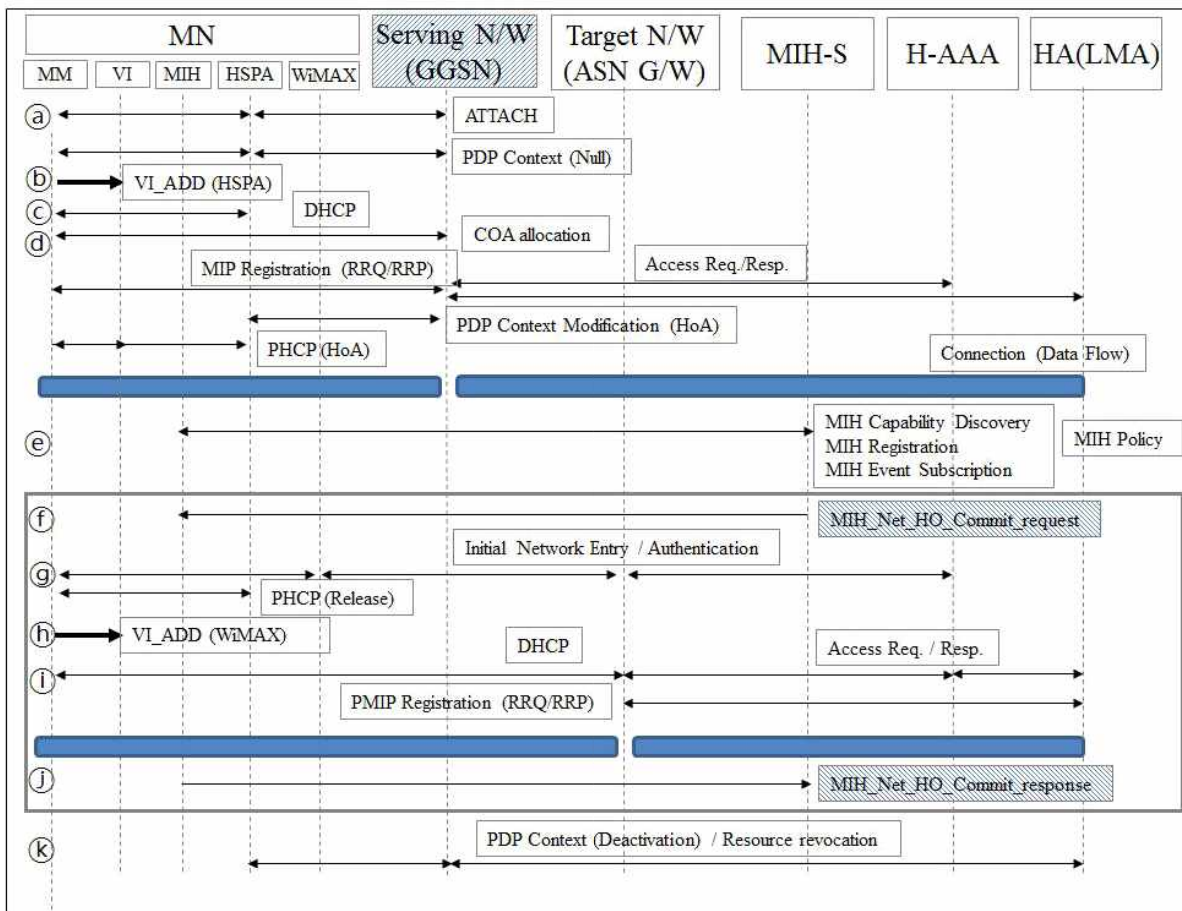
(그림 3)은 본 논문에서 제안한 이동성 관리 기술이 제공하는 HSPA에서 WiMAX로의 수직적 핸드오버가 이루어지

는 절차를 보여준다. 모바일 노드는 ATTACH 및 PDP Context 과정을 거쳐 초기 HSPA 네트워크에 접속한다(㉑). 이때 MIP 전용 APN(Access Point Name)으로 접속하게 되며 Null PDP IP를 할당하여 해당 세션이 MIP 호임을 알린다. HSPA 인터페이스를 가상인터페이스에 할당하고(㉒) 내부 DHCP에 의해 모바일 노드 자체에서 가용한 IP를 APIPA(Automatic Private IP Addressing) 영역에서 스스로 할당한다(㉓). 이후 CMIP 절차를 수행하여 GGSN의 FA로부터 CoA를 할당받고 HA에 등록을 수행한다. 등록 수행시 H-AAA로부터 허가를 받는다. 등록은 RRQ(Registration Request)와 RRP (Registration Response) 메시지를 통한다. RRP를 통해 HoA를 받은 GGSN은 PDP context update를 통해 HoA를 다시 모바일 노드에게 전송하며 모바일 노드는 HoA 주소 갱신을 수행하여 통신이 가능한 상태가 된다(㉔). 이후 MIH capability discovery 과정을 거치고 MIH-S에 등록을 수행한다. 핸드오버를 위한 상태 조건 등을 등록하고 주기적으로 MIH-S와 정보를 교환한다. MIH-S는 모바일 노드의 상태에 따른 핸드오버 정책을 수행하게 된다(㉕). WiMAX로의 접속가능 상태가 확인되면 MIH-S는 MIH\_Net\_HO\_Commit\_request 메시지를 모바일 단말로 보내 핸드오버 수행을 지시한다(㉖). 모바일 노드는 Initial

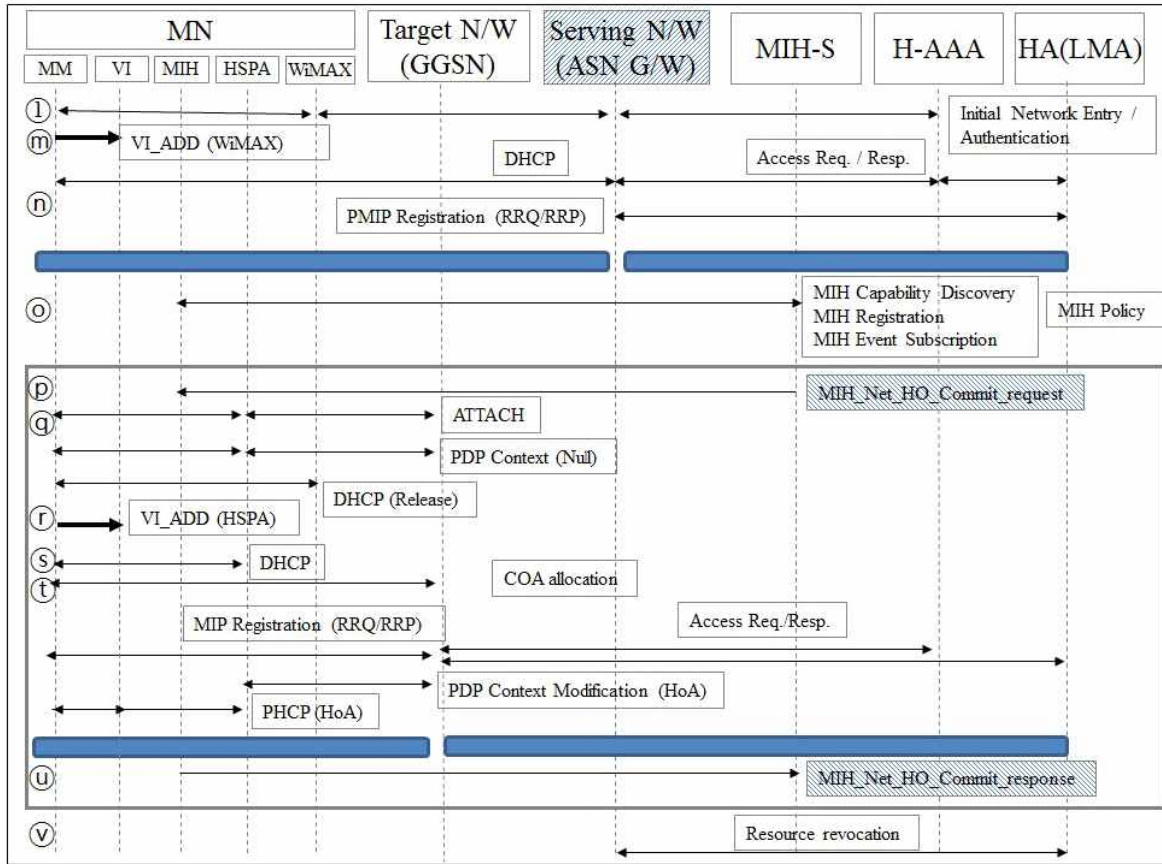
Network Entry, Authentication 과정을 거쳐 WiMAX 접속을 진행한다. 이 때 HSPA와 바인딩된 가상인터페이스의 IP를 해지한다(㉗). WiMAX 접속으로 활성화된 인터페이스를 가상인터페이스에 할당하고(㉘) DHCP 및 PMIP 등록과정을 거쳐 HoA를 할당받는다(㉙). H-AAA는 수직적 핸드오버를 요청한 모바일 단말임을 인식하고 동일 HA(LMA)에 등록할 수 있도록 한다. HA(LMA)는 동일 HoA를 모바일 노드에게 할당함으로써 Simple IP를 에멀레이션한다.

모바일 노드는 MIH\_Net\_HO\_Commit\_response 메시지를 MIH-S에 보냄으로써 핸드오버가 완료되었음을 통지한다(㉚). 핸드오버가 완료된 이후 기존 HSPA에 할당된 자원을 회수한다(㉛).

(그림 4)는 WiMAX에서 HSPA로의 수직적 핸드오버가 이루어지는 절차를 보여준다. ㉜에서 ㉞까지는 WiMAX 초기 접속과정이며 ㉟는 MIH 등록 과정을 나타낸다. ㉡와 ㉢는 MIH에 의한 핸드오버 실행과정의 메시지이다. ㉣에서 ㉤는 HSPA에 접속하여 HoA를 할당받고 데이터를 송수신할 수 있는 상태의 절차를 나타낸다. ㉥은 가상 인터페이스에 핸드오버 타겟 네트워크(Target Network)인 HSPA에 해당하는 인터페이스를 바인딩하는 과정을 나타낸다. ㉦는 핸드오버 완료 후 WiMAX의 자원을 회수하는 절차이다.



(그림 3) HSPA에서 WiMAX로 수직적 핸드오버 절차



(그림 4) Wimax에서 HSPA로 수직적 핸드오버 절차

4. 실증 시험 및 결과 분석

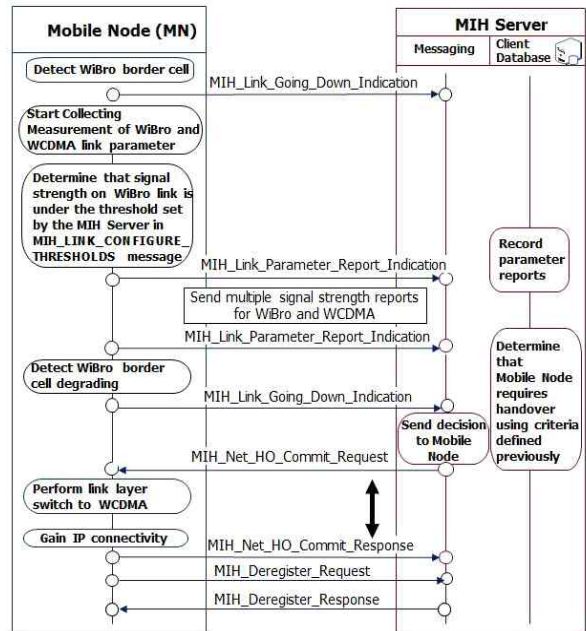
4.1 시험 환경

가상인터페이스가 없는 시스템(Sys R)의 핸드오버와 제안 방법(Sys P)의 핸드오버간 성능을 비교한다. 참고가 되는 가상인터페이스가 없는 시스템의 성능자료는 [20]에 근거한다.

두 시스템간의 차이는 ⑥와 ⑦의 구현 유무에 있다. Sys R의 성능자료는 전파가 차폐된 제한된 실험실 환경에서 페이로드 100Byte와 1470Byte를 혼합하여 트래픽을 발생하고 모바일 노드가 수신하는 시험환경을 배경으로 한다. 이에 반해 Sys P는 30개의 모바일 노드를 시범가입자에게 배포하고 상용네트워크에서 랜덤하게 인터넷을 사용하는 상용필드 시범서비스 환경을 배경으로 한다. Sys P의 핸드오버 성능 자료는 (그림 2)의 VHO NMS(Vertical Handover NMS)를 통해 수집되었다.

4.2 핸드오버 성능 측정 기준

끊김 없는 수직적 핸드오버의 성능 측정은 핸드오버 지연 시간을 기준으로 한다. 핸드오버에 의한 TCP 세션 중단은 가상 인터페이스의 구현으로 물리 인터페이스 전환시 링크 단절 및 링크 감지에 따른 호스트 라우팅 재설정 과정과 이에 기인한 소켓 중단과정을 방지한다. 따라서 호스트 라우

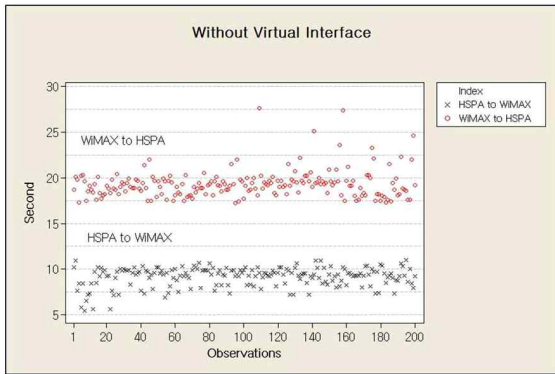


(그림 5) MIH 메시지 프로세서

팅 재설정 과정 등에 의한 핸드오버 지연시간의 차이가 발생할 것으로 예상된다. 본 연구에서 핸드오버 지연시간은

MIH의 핸드오버 명령과 응답 메시지인 ①과 ②간의 차, ③과 ④간의 차로 정의하여 성능을 확인한다. (그림 5)는 본 연구에서 구현한 내용을 MIH 프로시저 관점에서 표현한 것이며 WiMAX에서 HSPA로 전환시 ③과 ④간의 차를 나타내고 있다.

4.3 시험 결과



(그림 6) Sys R의 핸드오버 성능

Sys R의 핸드오버 성능은 (그림 6) 및 <표 1>과 같다. Sys R의 HSPA에서 WiMAX로의 핸드오버시 핸드오버 지연시간이 평균 9.136초, 표준편차는 1.066초이다.

<표 1> Sys R의 핸드오버 성능

	N	Ave.	S.D.	Min	Max
H to W	200	9.136	1.066	5.4	11.0
W to H	200	19.303	1.518	17.2	27.6

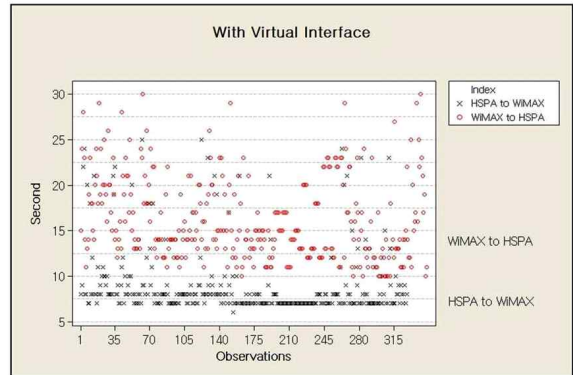
Sys R의 WiMAX에서 HSPA로의 핸드오버 지연시간 평균은 19.303초, 표준편차는 1.518초이다.

Sys P의 핸드오버 성능은 (그림 7)과 <표 2>와 같다. Sys P의 HSPA에서 WiMAX로의 핸드오버시 핸드오버 지연시간이 평균 8.942초, 표준편차는 3.785초이다.

Sys P의 WiMAX에서 HSPA로의 핸드오버 지연시간 평균은 16.135초, 표준편차는 4.482이다. 외부 변화 요인이 상대적으로 배제된 전파가 차폐된 제한적 실험실 환경의 Sys R이 실제 서비스 환경의 Sys P에 비해 상대적으로 표준편차가 작음을 알 수 있다. 이 표준편차의 차이는 실험실과 실제 서비스 환경간의 차이에 기인한다. 또한 WiMAX에서 HSPA로의 핸드오버 시간이 HSPA에서 WiMAX로 핸드오버 시간보다 더 크음을 확인할 수 있다. 이는 HSPA 접속 절차에 걸리는 시간이 WiMAX보다 상대적으로 길기 때문이다.

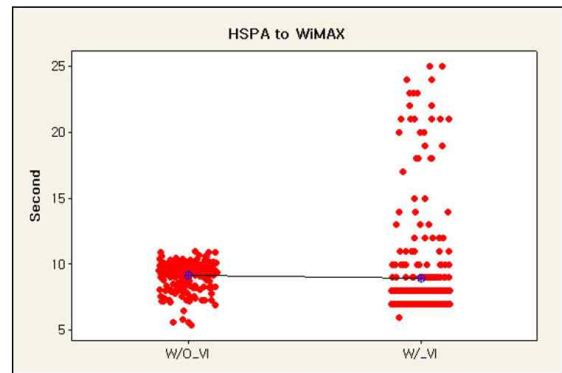
<표 2> Sys P의 핸드오버 성능

	N	Ave.	S.D.	Min	Max
H to W	328	8.942	3.785	6.0	25.0
W to H	348	16.135	4.482	10.0	30.0

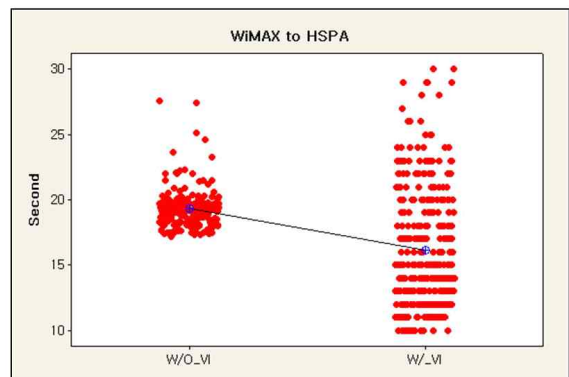


(그림 7) Sys P의 핸드오버 성능

(그림 8)과 (그림 9)는 제안한 Sys P와 Sys R간의 성능 차이를 기술적 검정 방법으로 확인한 ANOVA (Analysis of Variance; 이표본 t 검정) 분석 결과이다.



(그림 8) HSPA에서 WiMAX로의 핸드오버 성능 비교



(그림 9) WiMAX에서 HSPA로의 핸드오버 성능 비교

95% 신뢰수준에서 p값이 0.05 보다 크면 귀무가설( $H_0$  : 둘 간의 차이가 없다)로 판단하고 0.05 보다 작으면 대립가설( $H_1$ : 둘 간의 차이가 있다)로 판단한다. (그림 8)은 HSPA에서 WiMAX로 핸드오버시 비교 결과로 95% 신뢰수준에서 t값 0.87, p값 0.383으로 Sys P와 Sys R간의 차이가 뚜렷하지 않은 것으로 확인됐다. (그림 9)는 WiMAX에서

HSPA로의 핸드오버 결과로 95% 신뢰수준에서  $t$ 값 12.04,  $p$ 값 0.000으로 Sys P와 Sys R간에 차이가 분명함을 확인했다. 실험실과 실제서비스 환경간의 차이에 기인한 분산 차이가 있음에도 불구하고 Sys P의 핸드오버 성능이 Sys R보다 개선되었음을 확인했다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 이종 무선네트워크간의 수직적 핸드오버시 네트워크 접속 물리 인터페이스의 전환에 따른 서비스 단절을 방지하고 3세대 무선네트워크 이동성 관리와 일관성을 유지하여 이동성 관리의 편의를 제공할 수 있는 가상인터페이스 기반의 Simple IP 에뮬레이션 방법을 제안했으며 핸드오버 시간에 의한 성능을 확인하였다. 상용네트워크 시범서비스 환경에 기인한 제안방법 시험결과가 갖는 큰 표준편차에도 불구하고 제안한 방법에 의한 핸드오버 성능이 개선되었음을 확인하였다. 또한, 상용네트워크 환경에서의 실증시험에 의해 싱글라디오 기반의 수직적 핸드오버의 성능 한계가 HSPA에서 WiMAX가 대략 9초, WiMAX에서 HSPA가 16초로 일반적인 응용프로그램의 TCP 세션 타임아웃(timeout) 시간 이내임을 확인하였다. 이는 싱글라디오 핸드오버시 서빙네트워크 (Serving Network)에 해당하는 인터페이스의 링크를 다운시키며 할당받은 HOA를 release하고 링크 업이 된 타겟 네트워크 (Target Network)로부터 인증과정을 거쳐 동일 HoA를 할당받아 가상인터페이스에 바인딩하는 과정까지 걸리는 시간에 기인한다. 본 논문은 다음의 몇 가지 측면에 의미를 부여한다. 운용중인 상용네트워크에서 가상인터페이스가 핸드오버 성능을 개선시켰음을 확인한 점, 핸드오버 성능한계가 일반적 응용프로그램의 TCP 세션 타임아웃 시간 이내인 점, 그리고 싱글라디오 기반 핸드오버에서 서빙네트워크를 통한 타겟 네트워크에 대한 선인증과 자원 예약의 필요성을 지지한 점에 의미가 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] Frost & Sullivan, 'Mobile Data Offloading: Technology Benchmarking and Stakeholder Analysis', Frost & Sullivan Technical Insight, Jun., 2011.
- [2] Ki-Sik Kong et al., "Mobility Management for All-IP Mobile Networks: Mobile IPv6 vs. Proxy Mobile IPv6," IEEE Communications Magazine, Vol.15, Issue 2, pp.36-45, April, 2008.
- [3] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," RFC 3344, Aug., 2002.
- [4] D.Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility support in IPv6," RFC 3775, June, 2004.
- [5] S. Gundavelli, K. Leung, V. Dvarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," RFC 5213, Aug., 2008.
- [6] R. Kuntz and J. Lorchat, "Versatile IPv6 Mobility Deployment with Dual Stack Mobile IPv6," MobiArch'08, pp.49-54, Aug., 2008.
- [7] P. Eronen, "IKEv2 Mobility and Multihoming Protocol (MOBIKE)," RFC 4555, June, 2006.
- [8] R. Wakikawa, V. devarapalli, G. Tsirtsis, T. Ernst, and K. Nagami, "Multiple care-of addresses registration," RFC 5648, Oct., 2009.
- [9] G. Tsirtsis, V. Park, and H. Soliman, "Dual-Stack Mobile IPv4," RFC 5454, Mar., 2009.
- [10] Qi Wang and M. A. Abu-Rgheff, "Mobility Management Architectures Based on Joint Mobile IP and SIP Protocols," IEEE Wireless Communications, Vol.13, Issue 6, pp.68-76, Dec., 2006.
- [11] J. Zhang, Henry C. B. Chan and Victor C. M. Leung, "A SIP-based Seamless-handoff (S-SIP) Seamless for Heterogeneous Mobile Networks," Proc. WCNC 2007, pp.3949-3953, 2007.
- [12] S. J. Koh and S. W. Kim, "mSCTP for Vertical Handover Between Heterogeneous Networks," LNCS, Vol.3597, pp.28-36, 2005.
- [13] K. Taniuchi, Y. Ohba, V. Fajardo, S. Das, M. Tauli, Y. H. Cheng, A. Dutta, D. Baker, M. Yajnik, and D. Famolari, "IEEE 802.21: Media Independent Handover: Features, Applicability, and Realization," IEEE Communication Magazine, Vol.47, Issue 1, pp.112-120, Jan., 2009.
- [14] G. Lampropoulos, A. Salkintzis, and N. Passas, "Media-Independent Handover for Seamless Service provision in Heterogeneous Networks," IEEE Communication Magazine, pp.64-71, Jan., 2008.
- [15] H. Yokota, S. Gundavelli, T. Rran, Y. Hong, and K. Leung, "Virtual Interface Support for IP Hosts," draft - yokota - netlmm - pmipv6 - mn - itho - support-03., Sept., 2010.
- [16] W. Song, J. M. Chung, D. Y. Lee, C. W. Lim, S. H. Choi and T. S. Yeom, "Improvements to Seamless Vertical Handover Between Mobile WiMAX and 3GPP UTRAN through the Evolved Packet Core," IEEE Communication Magazine, Vol.47, Issue 4, pp.66-73, April, 2009.
- [17] I. Ali, A. Casati, K. Chowdhury, K. Nishida, E. Parsons, S. Schmid, and R. Vaidya, "Network-Based Mobility Management in the Evolved 3GPP Core Network," IEEE Communication Magazine, Vol.47, Issue 2, pp.58-66, Feb., 2009.
- [18] J.-J.P. Balbas, S. Rommer, and J. Stenfelt, "Policy and Charging Control in the Evolved Packet System," IEEE Communication Magazine, Vol.47, Issue 2, pp.68-74, Feb., 2009.
- [19] 3GPP, "Service Requirements for Evolution of the 3GPP System, Stage 1, Release 8," 3GPP TS 22.278 Tech. Spec., June, 2008.
- [20] 박창민, 안윤영, 김경아, 최우진, 조일권, 지정훈, 전홍석, "비실시간 서비스용 HSDPA와 WiBro간의 핸드오버 기술", 정보통신 기술보고서, TTAR-06.0086, Nov., 2010.

[21] H Anthony Chan, Junghoon Jee, Changmin Park, Yoon Young An, DapengLiu, Charles E. Perkins, "Part 21: Media Independent Handover Services - Amendment: Optimized Single Radio Handovers," 21-10-0073-00-srho-proposal (IEEE 802.21c proposal draft), Sept., 2011.

[22] 이경희, 이성근, 이은준, 조경섭, 이현우, 류원, 홍승필, "멀티모드 단말을 위한 가상 인터페이스 구현 연구", 한국통신학회논문지, Vol.35, No.4, pp.677-686, April, 2010.



**조 일 권**

e-mail : ikcho@nia.or.kr  
1996년 2월 한양대학교 전자공학(공학사)  
1998년 2월 한양대학교 전자공학  
(공학석사)  
2010년 1월 큐슈대학교 정보공학  
(공학박사)

1998년~2001년 LG전선 통신연구소  
2003년~현재 한국정보화진흥원 네트워크기획부 책임연구원  
관심분야: NGN, Mobility, 인터넷서비스, 미래인터넷 등



**윤 동 근**

e-mail : holylight@cbnu.ac.kr  
2007년 2월 충북대학교 정보통신공학  
(공학사)  
2007년 3월~현재 충북대학교 전과공학과  
박사과정  
관심분야: NGN, 미래인터넷, Energy  
Saving 등



**하 상 용**

e-mail : yong@nia.or.kr  
1987년 2월 한양대학교 전자공학(공학사)  
2003년 2월 한국과학기술원 공학부  
(공학석사)  
2011년 2월 아주대학교 정보통신전문대학원  
(공학박사)

1987년~1995년 대우통신(주)  
1995년~현재 한국정보화진흥원 네트워크기획부 부장  
관심분야: 차세대통신망, 멀티미디어 응용, QoE, 미래인터넷,  
M2M 등



**최 성 곤**

e-mail : sgchoi@cbnu.ac.kr  
1998년 8월 한국과학기술원(공학석사)  
2004년 2월 한국과학기술원(공학박사)  
2004년 3월~2004년 8월 한국전자통신  
연구원

2004년 9월~현재 충북대학교 전자정보  
대학 부교수, 충북대학교 컴퓨터정보통신연구소 교수  
관심분야: NGN, Mobility, QoS, Energy Saving 등