

IPv6 기반 WiBro 망에서의 이동 AP 시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of Mobile AP system in IPv6 based WiBro Network

허시영, 김한림, 윤주영, 진종삼, 이성춘
(SiYoung Heo, HanLim Kim, JooYoung Yoon, Jongsam Jin and Seong-Choon Lee)

Abstract : 최근 IPv6 기반 WiBro 망에서 다수의 사용자가 동종망간 혹은 이기종망간 인터넷 연결을 유지하면서 그룹으로 이동하는 상황에서의 핸드오버 처리 폭증 및 핸드오버 지연 시간 문제를 효율적으로 해결할 수 있는 기술 및 시스템이 요구되어 지고 있다. 본 이동 AP는 IPv6 기반 WiBro 망에서 다양한 광대역무선망 접속 및 다양한 하향 단말 접속이 가능한 하드웨어 기반에 네트워크 이동성 기술을 구현하여 IPv6 기반 WiBro 네트워크 실,내외 환경에서 이동성을 지원하지 않는 다수의 단말들이 네트워크 이동시 각 단말들의 이동성 처리가 수행됨을 확인하였으며 관련 서비스 연속성이 유지됨을 시험을 통해 확인 할 수 있었다.

Keywords: IPv6, WiBro, Mobile AP, Network Mobility

I. 서론

최근 정보통신부에서 추진하고 있는 IT839 정책 중 8대 서비스 중 하나인 WiBro는 IPv4 기반으로 상용서비스를 시작하였다. 그리고 무한개의 주소를 단말이나 장비에 할당이 가능하도록 하고 이동성 지원 등 차세대 인터넷 인프라 구축을 위해 IPv6 기반 WiBro에 관련 표준화, 기술 연구 및 시스템 개발을 추진중이다. 현재 TTA WiBro6 실무반의 활동을 통해 2006년 10월 PG302의 검토를 거쳐 2006년 11월 말에 “와이브로에서의 IPv6 기술”[1]이 국내 표준안으로 채택되었다.

IPv6 기반 기술 중 단말의 이동성 지원 관련 하여 오랫동안 MIPv6, HMIPv6, FMIPv6, PMIPv6 등 다양한 이동성 기술 표준화 및 최적화 하는 방법들에 대한 연구가 진행되고 있다. 그리고 단말들의 그룹 즉 단말들이 속한 네트워크 자체가 이동하는 경우에 대한 표준화 및 최적화의 연구가 진행되고 있는 실정이다.

네트워크 이동성 서비스를 제공하기 위해서는 네트워크 이동성 관리 프로토콜, 이동성 관리 서버, 단말의 주소할당, 단말 인증 등 다양한 기술 및 플랫폼 개발이 필요한 실정이다. 이 외에 관련 응용서비스 제공을 위해 특화된 임베디드 시스템에 네트워크 이동성 기능이 결합된 다양한 시스템 개발이 필요하다.

이러한 IPv6 기반 WiBro 망에서의 네트워크 이동성 기술 개발을 목표로 2006년 3월부터 국책연구 과제로 KT를 중심으로 IPv6 기반 WiBro 관련 시스템 개발 및 이동 AP 시스템을 개발을 진행하고 있다.

본 논문에서는 IPv6 기반 WiBro 망에서의 다양한 단말 그룹이 접속된 네트워크의 이동성을 지원 하는 이동 AP

시스템을 개발하여 사용자들이 언제, 어디서나 서비스 연속성이 보장된 광대역 무선 인터넷 접속환경을 즐길 수 있고 다양한 고정/이동 네트워크 환경의 서비스를 제공하기 위한 범용의 시스템을 설계 및 구현 하였다.

본 논문의 2 장에서는 네트워크 이동성기술에 대해 간략히 소개 하며 3 장에서는 이동 AP 시스템의 H/W, S/W 설계, 개발 및 시험 결과를 기술한다. 마지막으로 결론에서는 개발된 이동 AP 시스템에서 추가적으로 고려해야 할 상황과 향후 개발 계획에 대해서 언급한다.

II. 네트워크 이동성 기술

네트워크 이동성(NETwork MObility)[2] 기술은 상하향 네트워크를 분리하면서 하향 네트워크를 위한 이동성을 제공하는 기술로 Mobile IP와 호환성을 가지며, 이동 AP가 인터넷 접속점을 변경하더라도 이동 네트워크에 연결된 모든 노드들의 세션이 끊기지 않도록 보장하는 기술이다. 이를 지원하기 위하여 라우팅 가능한 네트워크 대역을 이동 네트워크에 부여하고 이 주소 대역으로 오는 패킷들이 전달될 수 있도록 그림 1.과 같이 홈 에이전트와 이동 라우터간 양방향 터널을 통해 데이터를 전송한다.

네트워크 이동성 기술 적용 시 이동 AP 시스템은 모바일 라우터로서의 역할을 수행하게 된다. 상하향 네트워크에 별도의 공용 IP 대역들이 할당되기 때문에 접근성 문제가 없으며, 매크로 이동성을 지원하는 Mobile IP를 확장하였기 때문에 이종망간의 핸드오버에도 쉽게 적용 가능하다는 장점이 있다. 다만 추가적으로 네트워크 이동성을 관리하기 위해서는 이동성 관리 서버등의 추가적인 개발이 필요하다. 현재 IPv4 기반에서 네트워크 이동성 기술에 대해서는 계속 연구가 진행중이어서[3] IPv4에 대한 네트워크 이동성 기술 구현은 향후 과제로 남겨두고, 본 논문에서는 IPv6 기반 WiBro 테스트베드 상에서 IPv6에서의 네트워크 이동성 기술을 이동 AP 시스템에 구현하였다.

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2007. 7. 21., 채택확정 : 2007. 7. 30.

허시영, 김한림, 윤주영, 진종삼, 이성춘, KT인프라연구소 무선인터넷 개발담당 (syheo@kt.co.kr, nangel@kt.co.kr, jyoon@kt.co.kr, jongsam@kt.co.kr, lsc@kt.co.kr)

※ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT 신성장동력핵심기술개발 사업의 일환으로 수행하였음. [2006-S-010-02, IPv6 기반 WiBro 이동성 기술 및 이동 AP 시스템 개발]

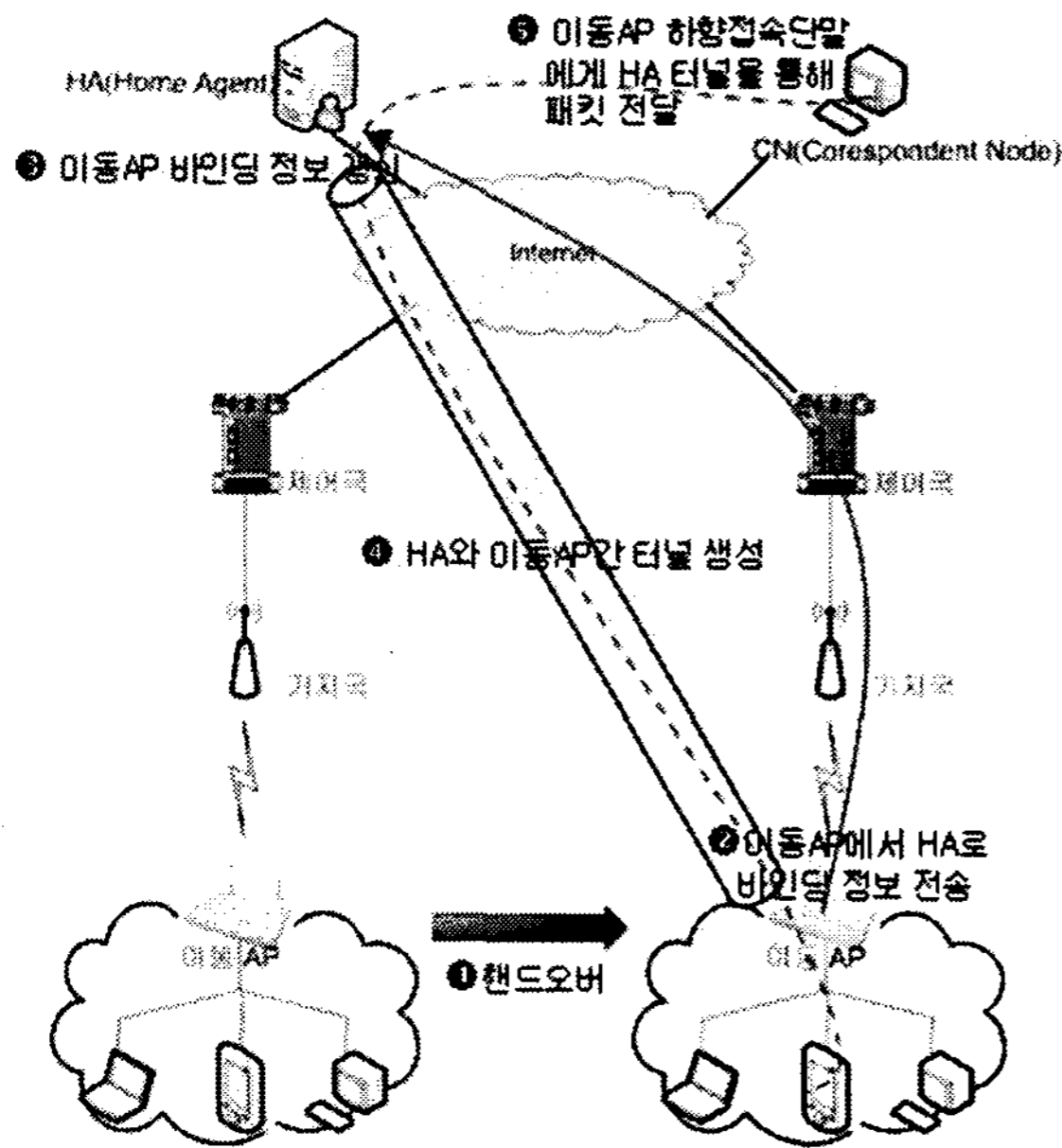
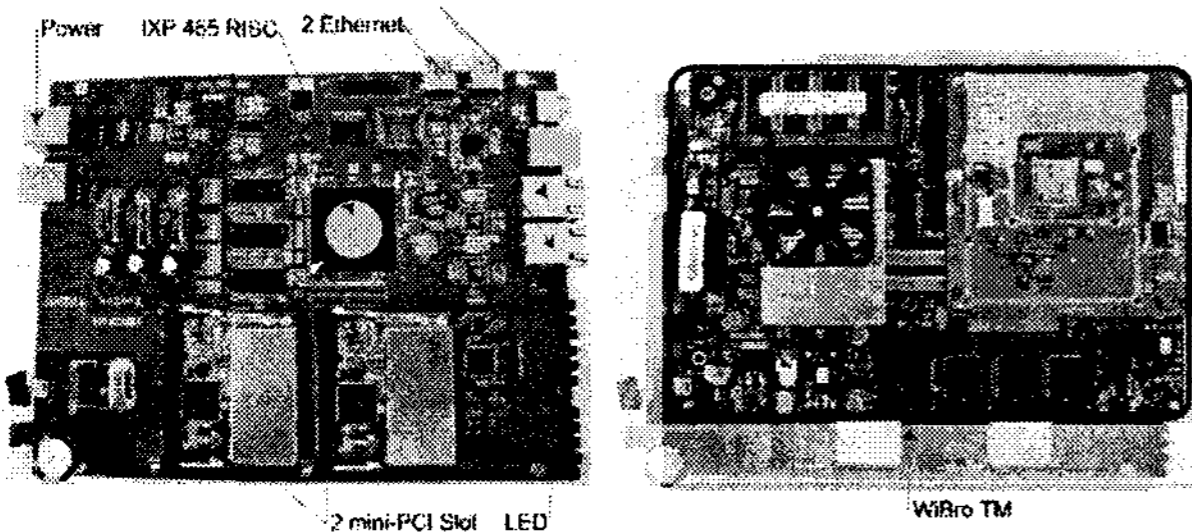


그림 1. 네트워크 이동성 기술

III. 이동 AP 시스템 설계 및 구현

1. 이동 AP 시스템의 H/W 및 S/W 설계

이동 AP 시스템은 다양한 무선 접속망(WiBro, HSDPA, WLAN)을 고려하여 WAN 인터페이스 확장이 가능하도록 설계하고 하향으로 다양한 단말 접속을 위한 LAN 인터페이스 확장이 가능하도록 설계 구현하였다. 향후 위치기반의 응용서비스를 고려하여 GPS 인터페이스도 고려하여 설계 하였으며 네트워크 이동성 및 멀티호밍 관련 기능등 S/W 기능 확장을 위한 고성능의 저발열 CPU를 채택하였다.



(a) WiBro TM 탑재 전 (b) WiBro TM 탑재 후
그림 2. 이동 AP 시제품

IPv6 기반 WiBro 장비로는 포스데이터 제어국(ACR: Access Control Router), 기지국(RAS: Radio Access Station), 단말(PSS: Portable Subscriber Station)를 사용하였으며, 상용 제품이 아닌 개발 시제품이기 때문에 FPGA 보드 형태의 외장형 단말 그림2 (b) 형태의 WiBro TM을 이용하였다. 이동 AP 시스템 H/W 규격은 아래의 표 1.과 같다.

표 1. 이동 AP 시스템 H/W 규격

구분	사양
CPU	Intel IXP 465 667MHz
OS	Embedded Linux Kernel 2.6.15
Memory	32Mbytes Flash 128Mbytes DDR
WAN 인터페이스	WiBro TM WiBro USB Modem HSDPA USB Modem 802.11b/g WLAN AP
LAN 인터페이스	10/100base-T 802.11b/g RS-232C
console	RJ-45
Size	185mm(W)x235mm(L)x60mm(H)

이동 AP 시스템의 S/W 구조는 그림 3과 같다. 다양한 WAN/LAN 인터페이스 접속을 위한 H/W 및 관련 네트워크 드라이버를 설계 및 구현하였으며 IPv4/IPv6 네트워크 이동성 및 다중접속 기능 지원을 위해서 NEMO, 멀티호밍 관련 기능을 설계 및 일부 구현하였으며 향후 확장이 가능한 구조로 개발을 진행 하였다.[4]

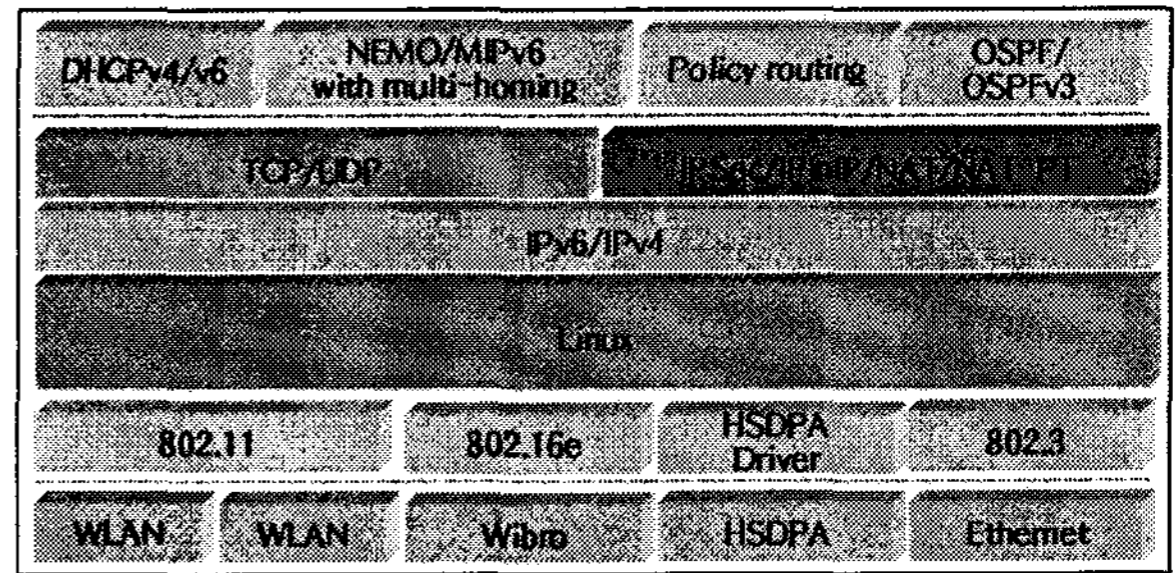


그림3. 이동 AP의 S/W 구조

위와 같은 H/W 및 S/W 구조로 이동 AP 시스템은 향후 다양한 네트워크 이동성, 멀티호밍, 이기종 망간의 seamless 핸드오버, 및 응용서비스 구현을 위한 개발 플랫폼의 형태로 설계 및 구현하였다.

2. 이동 AP 시스템 시험 및 결과

그림 2의 개발된 이동 AP 시제품의 기능 시험을 위해 그림 4와 같은 테스트베드를 이용하여 시험을 실시하였다. 실내에서 이동 AP 시스템의 WiBro 망 접속기능 및 단말의 이동 AP 접속기능 및 주소할당등 기본 기능에 대해서 시험을 실시하고 그림 5와 같이 실외 환경에서 네트워크 이동성관련 시험을 수행하였다.

IPv6기반 WiBro 주장비 시스템에서 한대의 제어국내에서는 L3 핸드오버가 현재 불가능한 구조에서 이동 AP 시스템의 L3 핸드오버 즉 네트워크 이동성을 시험하기 위해서 제어국 기능의 일부분과 NEMO의 기능 중 RA(Router Advertisement)메시지 처리의 일부 기능을 수정하여 적용하였다.

전체 테스트베드의 IPv6 네트워크 설정 주소는 2001: 2b0:xxxx::/64 대역으로 설정하였으며 제어국의 네트워크 설정은 각각의 기지국당 2001:2b0:ff3c::1/64,

2001:2b0:ff3d::1/64 로 할당해서 설정을 하였다. 이동 AP 시스템 HoA (Home of Address) 2001:2b0:ff98::5/64 로 설정하고 HA(Home Agent)는 2001:2b0:ff98::1/64 로 설정하여 이동 AP 시스템이 초기 접속시 Binding Update 정보를 통해 터널이 자동으로 생성되도록 설정하였다.

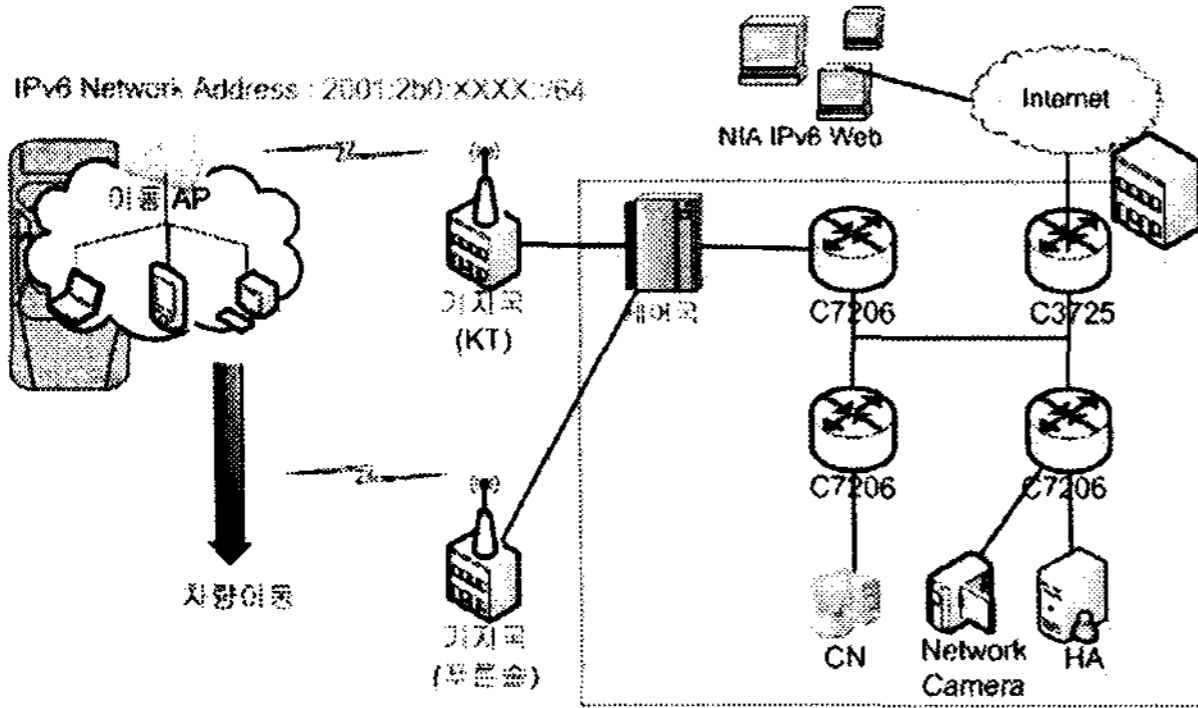


그림 4. 테스트베드 시험 망 구성도

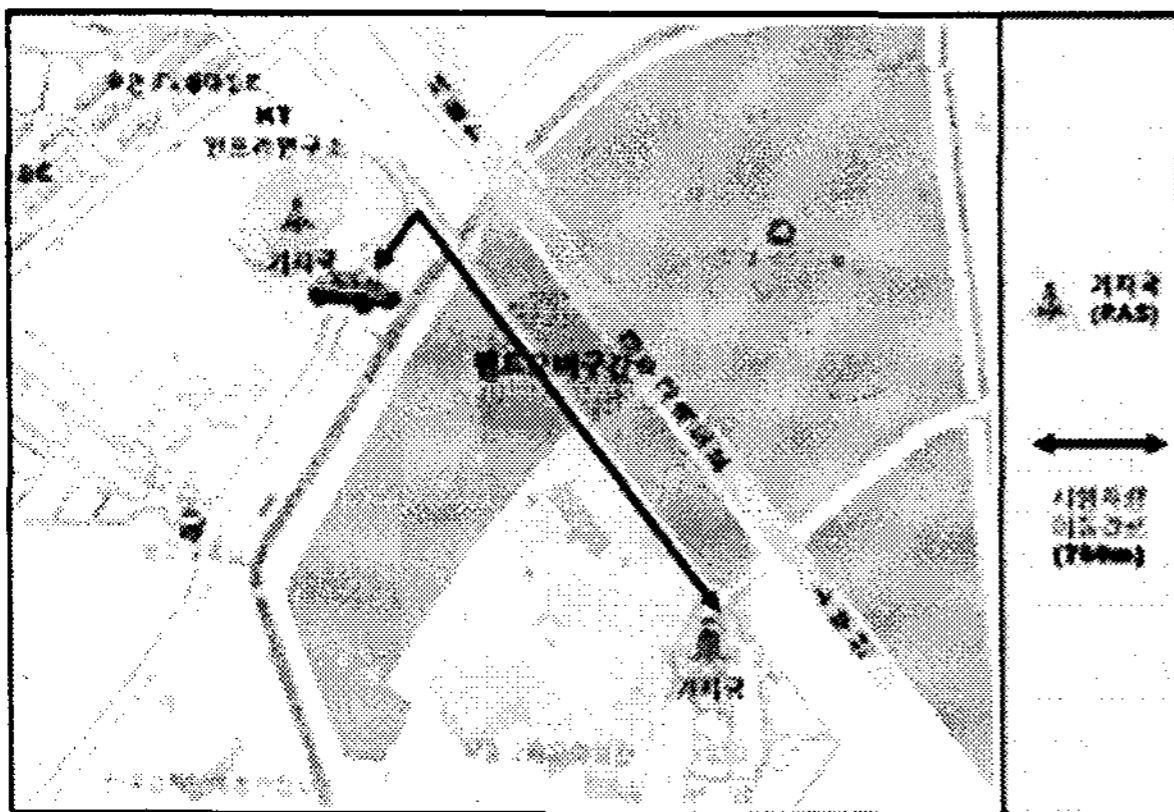


그림 5. 실의 시험 환경

이동 AP 의 CoA(Care of Address)는 제어국에서 RA(Router Advertisement) 메시지 수신후 할당된 네트워크 정보를 기반으로 비상태형 자동 주소 설정 방법[5]에 의해 생성된다. 그리고 이동 AP 의 하향 단말의 주소 정보는 각각 ethernet 포트에 2001:2b0:ff98:1::/64, 2001:2b0:ff98:2::/64 WLAN 포트에는 2001:2b0:ff98:3::/64 네트워크를 할당 하였으며 각 단말의 접속시에 단말의 주소도 비상태형 자동 주소 설정 방법에 의해 생성하였다. 향후에는 DHCPv6 서버를 이용하여서 이동 AP 시스템 및 하향 접속단말의 주소할당기능을 고려하여야 할것이다.[6]

실내에서 기본기능 시험 완료후 그림 5 의 실외환경에서 직접 KT 우면동 연구소와 760m 거리의 푸른솔 빌딩까지를 왕복 주행하면서 시험을 하였다.

이동 AP 시스템의 IPv6 기반 WiBro 망 초기 접속시, 이동 AP 시스템의 CoA 주소 할당, HA 와의 양방향 터널 생성, Binding 정보 교환, 그리고 이동 AP 시스템의 하향단말의 접속에 따른 Binding Update 정보는 그림 6.에서 확인 할 수 있다. 이동 AP 초기

접속시 RA 메시지를 기반으로하여 CoA 를 생성하고 Binding Update 정보를 HA 로 전달한다.

그림 6. 이동 AP 초기 접속 메시지

```
[k@localhost ~]$ telnet 127.0.0.1 7777
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.localdomain (127.0.0.1).
Escape character is '^]'.
mip6d> bc
+([1:4mhoa 2001:2b0:ff98:0:0:0:5+([0m+([1m status registered+([0m
coa 2001:2b0:ff3d:0:202:b3ff:fe03:303 flags AH--
local 2001:2b0:ff98:0:0:0:1
lifetime 262134 / 262140 seq 34815 unreachable 0 mpa 13596 / 13600 retry 0
mip6d>
```

그림 7. 핸드오버 전 HA에서의 바인딩 정보

그림 8. 이동 AP 핸드오버시의 메시지

```
[k@localhost ~]$ telnet 127.0.0.1 7777
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.localdomain (127.0.0.1).
Escape character is '^]'.
mip6d>
+([1:4mhoa 2001:2b0:ff98:0:0:0:5+([0m+([1m status registered+([0m
coa 2001:2b0:ff3d:0:202:b3ff:fe03:303 flags AH--
local 2001:2b0:ff98:0:0:0:1
lifetime 262136 / 262140 seq 34816 unreachable 0 mpa 1692 / 1824 retry 0
mip6d>
```

그림 9. 핸드오버 후 HA에서의 바인딩 정보

이후 이동 AP 의 하향 단말을 접속하여 한국정보사회진흥원 IPv6 웹페이지로[7]의 접속이 가능하였다. 그림 7.은 이동 AP 시스템이 초기 접속 및 핸드오버 전의 바인딩 정보를 표시한다.

그리고 그림 8.은 차량이 이동하면서 이동 AP 시스템이 핸드오버 하면서 제어국으로부터 RA 메시지 수신후 새로운 CoA 를 생성하고 HA 로 Binding Update 정보의 송수신을 표시하며 그림 9.에서 처럼 바인딩 정보가 변경되었음을 확인할 수 있었으며 이동 AP 시스템에 접속된 단말들이 이동성이 지원되지 않는 환경이라도 네트워크 이동성 기술을 통하여 각 단말들의 네트워크 이동성을 지원함을 시험을 통해 검증하였다..

IV. 결론

본 논문에서는 IPv6기반 WiBro망에서의 네트워크 이동성 기술이 구현된 이동 AP 시스템을 설계 및 구현하였고 실제로 기술을 구현하여 실외 테스트베드에서 검증한 실험 결과를 기술하였다.

이동 AP 시스템에 이동성이 지원되지 않은 하향 단말들이 접속했을 경우에도 네트워크 이동성을 기능을 지원하는 것을 시험을 추가적인 시험을 통해서 다수의 단말들이 이동하는 환경에서 핸드오버 메시지 폭증 및 핸드오버 지연 시간문제등 성능개선에 대한 가능성을 보여 주었다.

향후, 이동 AP 시스템에서는 기존의 설계 및 구현된 기본 플랫폼을 바탕으로 다양한 무선망 접속 등 멀티호밍 기능을 추가 적으로 개발하여 이기종망 간의 이동성 및 IPv4/IPv6 단말의 동시 접속 및 이동성 처리 기술 개발 및 연구를 계속 해나갈 것이다



허시영

1995년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1997년 광주과학기술원 기전공학과(밀리미터파 전공) 졸업(공학석사). 1997~ 현재 KT 인프라연구소 무선인터넷개발담당. 관심분야는 IPv6, WiBro시스템 개발, 응용서비스 개발



김한림

2002년 포항공과대학교 컴퓨터공학부(공학사). 2004년 포항공과대학원 컴퓨터공학부(공학석사). 2004.8~현재 KT 인프라연구소 무선인터넷개발담당. 관심분야는 IPv6, WiBro, 이동성 기술.

참고문헌

- [1] TTA Standard, TTAS.KO-10.0210, "IPv6 over WiBro"
- [2] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", *IETF-RFC 3963*, January. 2005.
- [3] K. Leung, V. Narayanan, A. Petrescu, "IPv4 Network Mobility (NEMO) Protocol", *IETF Internet Draft*, draft-ietf-mip4-nemo-v4-base-00, February. 2007.
- [4] Available at <http://www.mobile-ipv6.org>
- [5] S. Thomson, T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration", *IETF-RFC 2462*, December. 1998
- [6] R. Droms, J. Bound, B. Volz, T. Lemon, C. Perkins, M. Carney, "Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)", *IETF-RFC 3315*, July. 2003.
- [7] Available at <http://www.vsix.net>



윤주영

2000년 연세대학교 전자 공학 졸업. 2000년~2003년(주)나노트로닉스 재직, 2006년 USC 컴퓨터공학 졸업(공학석사), 2006년~현재 KT인프라연구소 무선인터넷개발담당. 관심분야 IPv6, WiBro 시스템 설계



진종삼

1986년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1988년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사), 1988년~ 현재 KT인프라연구소 무선인터넷개발담당 수석연구원, Mobile IPv6, WiBro, 응용솔루션 기획등



이성춘

1982년 서울대학교 전자공학과 졸업(학사), 1984년 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사), 2001년 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사), 1985년~현재 KT 인프라연구소 무선인터넷개발담당 상무, 관심분야: 초고속 무선 송수신 기술, Mobile WIMAX(WiBro) 기술, 이동통신 기술, 무선망설계 기술 등