

## WiBro와 무선 LAN간의 핸드오프 기능구현

김성규<sup>o</sup> 김경태, 이정태  
 부산대학교 컴퓨터공학과  
 { ripen77<sup>o</sup>, ktkim, jilee }@pusan.ac.kr

### A Study on the hand off between WiBro and Wireless LAN

Seong-kyu Kim<sup>o</sup> Kyung-Tae Kim, Jung-Tae Lee  
 Dept. of Computer Engineering Pusan National University

#### 요 약

거리에 제약을 받는 무선 LAN에 대비하여 최근에는 WiBro 통신망이 제시되고 있고, 앞으로는 이들 통신망이 공존할 것으로 예상된다. 이를 위해, 본 논문에서는 무선 LAN과 WiBro 통신망과의 연동 구조 및 핸드오프 절차를 제시하였다. 또한, OPNET Modeler 9.0을 사용하여 제시된 핸드오프 절차를 구현하였으며, 핸드오프 시 TCP와 UDP에 대해 기능 테스트를 수행하였다. 테스트 결과 핸드오프가 일어나더라도 원활한 통신이 가능함을 보여주었다.

#### 1. 서 론

최근 무선 및 이동 환경에서 보다 높은 대역폭 서비스를 제공하기 위해 IEEE 802.16을 비롯한 많은 규격들이 제정되고 있다. 이러한 추세에 맞추어 국내에서는 한국정보통신 기술협회(TTA)의 주관 하에 WiBro(Wireless Broadband)가 표준화 되었으며, 현재 상용화를 앞두고 있다. WiBro는 60Km/h의 이동성과 셀간의 핸드오버를 지원하여 넓은 전송거리를 가지지만, 전송 속도는 무선 LAN에 비해 낮은 단점을 가진다[1].

무선 LAN의 표준을 살펴보면, 최초 표준화된 IEEE 802.11은 2.4GHz의 대역에서 최대 2Mbps까지의 전송률을 제공하였다. 그리고 이를 개선한 표준들이 발표되었는데, IEEE802.11b는 2.4GHz 대역에서 최대 11Mbps의 전송률을 제공하고, IEEE 802.11a는 5GHz대역에서 최대 54 Mbps의 전송률을 제공한다. 하지만, 무선 LAN은 고속의 데이터 전송을 지원하나, 높은 주파수 대역을 사용하므로 전파 페이딩의 영향을 고려하여 반경이 작은 피코셀로 구성되어야 한다. 따라서, 무선 LAN은 전송 거리가 크지 않은 단점이 있다[2].

이러한 두 망간의 장점을 이용하여 WiBro-무선 LAN 연동망이 구성될 경우 사용자는 서비스 지역에 따라 최적의 데이터 전송속도와 서비스를 제공 받고, 그 비용 또한 절감 가능하며, 사업자는 망 구축 및 운용 비용을 절감할 수 있다.

본 논문에서 제시한 WiBro와 무선 LAN망의 통합환경에서는 공항이나 병원, 사무실과 같이 이용자가 많이 밀집해 있는 Hot Spot 지역에서는 고속의 무선 LAN 서비스를 이용하고 그 지역을 벗어나면, 자동으로 전국적인 커버리지를 갖는 WiBro 통신망에 접속하여 원활한 통신이 가능하게 하는 WiBro와 무선 LAN간의 핸드오프 절차를 제시 및 구현하였다.

#### 2. WiBro 특징 및 이종망간 연동 방안

WiBro은 다른 무선 네트워크와 비교하면 표 1과 같은 차이가 있다.

표 1. WiBro와 이종망간의 특성비교

구 분	무선랜	WiBro	이동전화
응용 서비스	무선인터넷	무선인터넷	음성 및 무선인터넷
가입자당전송속도	1Mbps 이상	약 1Mbps	약 100kbps
이동성	보통	60km/h 이상 <sup>1)</sup>	250km/h 이상
단말기	데스크톱, 노트북, PDA	노트북, PDA, 휴대폰	휴대폰, 일부 PDA
셀반경	약 100m	약 1km	1km~3km
요금제	정액제	중량제 + 정액제	중량제

이렇게 상이한 이종망간의 통신을 위해서는 연동 방안이 필요하다. 3GPP에서는 3G-WLAN 연동에 대한 요구사항 및 시나리오를 6단계로 정의하고 있으며, 이는 단순한 사용자 인증 및 과금에 대한 로밍 서비스에서부터 망간 핸드오프시 끊기지 않고 통신이 가능한 서비스 시나리오를 포함한다[1]. 이와 함께 3GPP UMTS와 3GPP2 cdma2000 이동통신망과 무선 LAN의 연동망 구성방안에 대해 많은 연구가 이루어 지고 있다[2,3]. 이들 방안의 핵심은 소결합 연동(loosely-coupled integration)과 밀결합 연동(tightly-coupled integration)방안이다.

소결합 연동 방안은 WiBro와 무선 LAN이 별도로 존재하면서 독립적인 서비스를 수행하고 망 사이에 인증, 과금 및 망 연동을 위한 게이트웨이가 추가된다. 그리고 WiBro-무선 LAN간 이동성 제공은 Mobile IP를 기반으로 한다. 밀결합 연동은 무선 LAN AP가 WiBro 핵심 망과 연결되어 통합된 사용자 인증 및 과금, 통합 망 관리가 가능하며, 연속적인 서비스 제공이 수월하다. 소결합 연동 방안은 새로운 규격 개발이 최소화되어 즉시 적용할 수 있는 장점을 가지고 있어 서비스 초기 단계에는 적합하나 연속적인 서비스 제공에 문제가 존재한다. 반면, 밀결합 연동 방안은 관련규격에 대한 표준화 작업이 요구되나 장기

적으로 연속적인 서비스 제공에는 보다 적합하다[4].

3. 통합 시스템 망구조 및 vertical handoff 절차

3.1 통합 시스템 망구조

WiBro와 무선 LAN망은 밀결합되어 그림 1과 같이 구성된다. WL\_ACR은 무선 LAN ACR(Access Control Router)이다. WiBro 망은 PDSN(Packet Data Serving Node)를 통하여 결합되며 PDSN은 IP망과 접속된다. AP들은 단말기가 무선 LAN에서 WiBro망으로 이동할 때 vertical 핸드오프 중계역할을 수행한다.

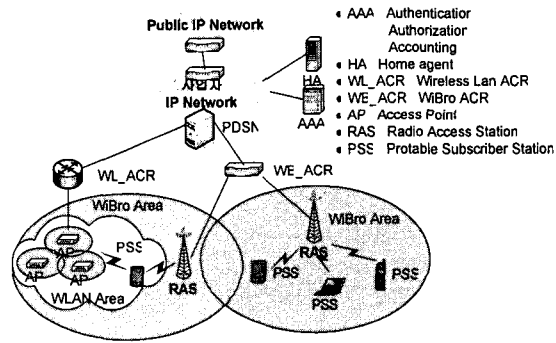


그림 1. WiBro-WLAN 간의 연동구조

3.2 vertical handoff 절차

그림 2는 무선 LAN에서 WiBro 망으로의 handoff 절차이다

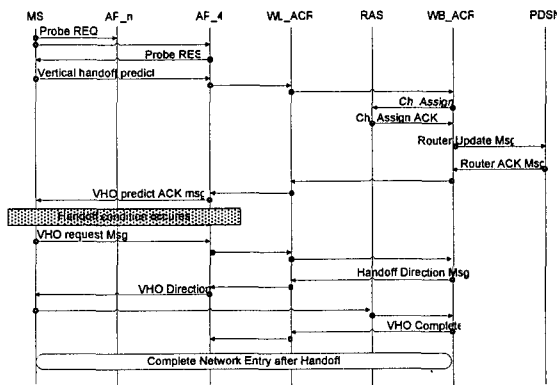


그림 2. 무선 LAN에서 WiBro망으로의 vertical handoff 절차

그림 2에서 단말기는 AP\_4지역에 있고 현재 AP\_4의 서비스 영역을 벗어나려고 하고 있다. 단말의 이동에 따라 수신되는 비콘의 세기가 점점 약해지면서 임계치 이하로 떨어져 단말이 다른 AP로의 비콘 메시지를 수신 받지 못할 때, vertical handoff가 발생하며, 단말기는 WL\_ACR을 거쳐 WB\_ACR에 핸드오프 예측 메시지를 전송하며 WB\_ACR은 기지국에 할당할 채널과 패킷 버퍼링 명령을 내려 핸드오프 준비를 한다. WB\_ACR은 PSDN에 router update 메시지를 보내고 PDSN은 라우팅 경로를 갱신 및 ACK 메시지를 보낸 후 핸드오프 될 기지국과 AP\_4 두 곳으로 패킷을 전송한다. 단말기는 AP\_4의 비콘 세기가 임계치보다 낮아지면 AP\_4에 vertical handoff 요청

메시지를 전송한다. AP\_4는 WL\_ACR을 거쳐 WB\_ACR에 vertical handoff 요청 메시지를 전송하면 WB\_ACR은 WL\_ACR을 거쳐 AP\_4에 핸드오프 지시 메시지를 전송한다. AP\_4가 단말기에 vertical 핸드오프 명령을 전달하면 단말기는 WiBro 망에 접속을 완료하고 기지국을 통하여 제어국에 핸드오프 완료 메시지를 전송한다.

그림 3은 WiBro에서 무선 LAN망으로의 handoff 절차이다.

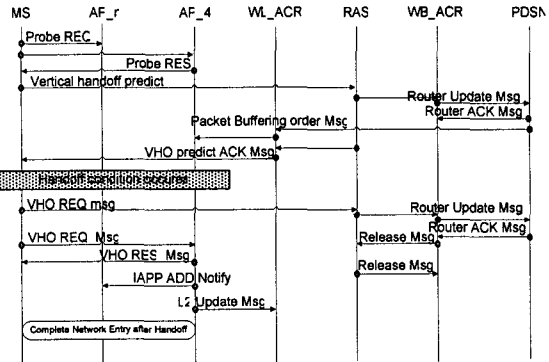


그림 3. WiBro에서 무선 LAN망으로의 vertical handoff 절차

단말기 이동시 특정 AP의 비콘 신호를 수신한 단말기는 해당 AP의 ID값을 핸드오프 예측 메시지에 포함하여 WB\_ACR에 전송하고 WB\_ACR은 router update 메시지를 PDSN에 전송한다. PDSN은 기지국과 AP\_4 두 곳으로 패킷을 전송한 후 AP\_4는 수신된 패킷을 버퍼링하고 WB\_ACR은 기지국을 통하여 단말기에 핸드오프 예측 메시지에 대한 ACK 메시지를 전송하여 핸드오프 대기중임을 알린다. 단말기는 AP\_4의 비콘 메시지가 임계치를 초과하면 기지국에 vertical 핸드오프를 통보한 후 vertical 핸드오프 요청메시지를 AP\_4에 전송하여 AP\_4에 접속을 시도한다.

단말기는 기지국과 접속시 마지막으로 수신한 패킷의 번호를 전송하고 AP는 그 번호 이후의 패킷부터 단말기에 전송한다. AP\_4는 vertical handoff response로 응답하고 인접 AP들에게 IAPP ADD Notify 메시지를 전송한다. AP\_4는 WB\_ACR에 handoff completion 메시지를 전송하여 핸드오프 완료사실을 알린다.

4. Vertical handoff 구현 및 기능 테스트

4.1 핸드오프 알고리즘 구현

WiBro-무선 LAN 핸드오프 구현을 위해서는 무선 링크를 사용한 AP와 단말기간의 통신 지원, 셀 내 또는 셀간 단말기의 이동성 지원과 세션의 유지, IAPP(Inter Access Point Protocol)을 위한 AP간 통신 기능 및 버퍼링된 패킷전송 등의 기능들이 요구된다. 이러한 기능 구현을 위해 그림 4에서 보는 바와 같이 4가지 모듈을 OPNET 9.0에 추가 구현하였다.

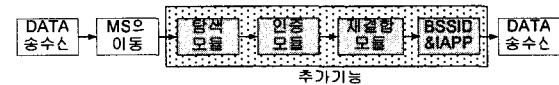


그림 4. 핸드오프를 위한 추가모듈 구성도

그림 4에 제시된 모듈은 각각 핸드오프 시그널 교환, 8BS 갱

신, BSSID 맵핑, IAPP 패킷포워딩의 기능을 수행한다.

1) 핸드오프 시그널 교환

WiBro 영역에 있던 단말기가 무선 LAN에 접근할 때, 단말기는 AP와 핸드오프 시그널을 교환한다. 단말기는 Probe 요청, 인증 요청 프레임을 전송하며, AP는 Probe 응답, 인증 응답, BSSID(Base Station ID) 요청 및 응답 프레임을 보낸다.

2) BSS 갱신

핸드오프를 구현하기 위해 단말기는 여러 BSS와 관련된 값을 항상 갱신할 수 있어야 한다. 시뮬레이션을 위해 무선 모든 단말기와 AP는 BSSID와 설정 값들을 글로벌 리스트(Global List)에 등록한다. 여기서 글로벌 리스트는 프로그램 상에서 동일한 BSS 내에 존재하는 모든 단말기와 AP를 연결시키기 위해 사용된다. 등록된 BSSID를 바탕으로 AP는 자신의 BSS에 속하는 MS에 대한 테이블을 구성한다. 핸드오프가 일어나면 단말기는 BSS설정에 필요한 설정 값들을 새로운 값으로 재등록하고 AP는 재등록된 값들을 바탕으로 테이블을 수정한다.

3) BSSID 맵핑 및 IAPP 패킷포워딩

WiBro 네트워크에서 통신중인 단말기가 무선 LAN 영역으로 접근시 해당 AP의 ID값과 BSSID가 매핑되어야 핸드오프 절차가 수행될 수 있다. 단말기가 무선 LAN 영역에서 다른 AP 영역으로 접근할 경우 IAPP를 사용하게 되는데 IAPP는 OAP(Old AP)와 단말기간의 결합을 종료시키고 핸드오프 과정 동안 OAP에 버퍼링된 패킷을 NAP로 포워딩(Forwarding) 시키는 역할을 한다. NAP(New AP)는 단말기에게 재결합 응답프레임을 보냄과 동시에 IAPP를 통해 OAP에게 버퍼링된 패킷을 요청한다[5]. NAP가 OAP에게 IAPP 요청 프레임 보낼 때, NAP는 핸드오프 중인 단말기의 주소를 IAPP 요청 프레임의 소스 주소로 사용하여 OAP로 보낸다. 따라서, 버퍼링된 프레임들의 포워딩을 위해 본 논문에서는 OAP에서 NAP 사이에 있는 모든 경로상의 브릿지 테이블들을 수정함으로써 이동한 MS로 보내지는 패킷들이 NAP를 통하여 전송될 수 있도록 구현하였다. IAPP 요청 프레임 받은 OAP는 IAPP 응답으로 버퍼링된 프레임들을 NAP로 보냄과 동시에 단말기와의 통신을 종료한다.

4.2 기능 테스트

그림 5와 6은 핸드오프가 발생할 때 UDP와 TCP의 큐 길이 변화를 나타낸 그래프이다.

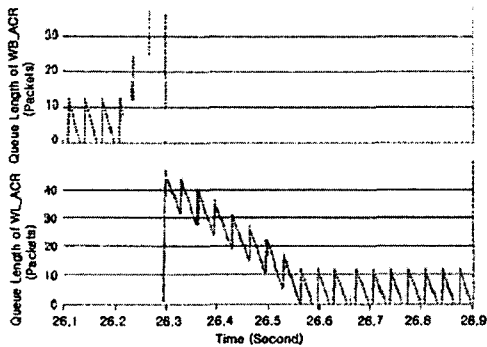


그림 5. UDP를 이용할 때의 큐 길이 변화

테스트는 각각의 WB\_ACR과 WL\_ACR에서 핸드오프 될 시점에서 큐 길이의 변화를 측정하였으며, 본 논문에서는 버퍼크기가 512kbit인 WL\_ACR과 WB\_ACR를 사용하였으며, 세로축은 버퍼링된 패킷 수(Queue Length)를 나타낸다. 테스트 결과 약 26.3초에서 handoff가 발생하여 WB\_ACR에서 WL\_ACR로 패킷이 전달되는 것을 확인할 수 있다.

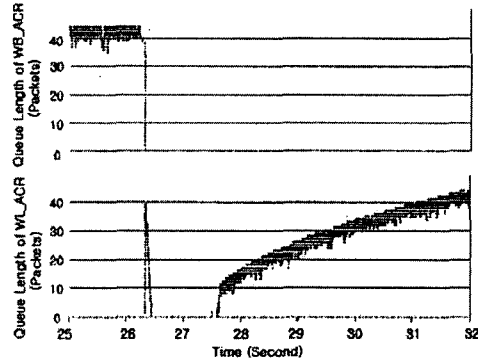


그림 6. TCP를 이용할 때의 큐 길이 변화

5. 결론

본 논문에서는 WiBro와 무선 LAN간의 통합을 위한 구조와 연속적인 통신을 위한 vertical handoff 절차를 제시하였다. 그리고, 제시된 핸드오프 프로토콜을 OPNET 시뮬레이터로 구현하여 UDP와 TCP 프로토콜을 이용하여 기능 테스트를 수행하였다. 테스트 결과 핸드오프가 일어나더라도 IAPP를 통한 패킷포워딩이 원활하게 작동함으로써 연속적인 통신에 지장이 없음을 알 수 있었다.

향후 과제로는 핸드오프에 의한 TCP Retransmit Timeout 발생문제를 해결하기 위해 핸드오프 동안 데이터 전송을 중단하거나 CWND(Congestion Window)를 조절하여 전송속도를 높이는 알고리즘을 설계하여 구현할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 3GPP, "3GPP system to WLAN interworking: Functional and architectural definition", 3GPP TR 23.934, Aug, 2002
- [2] A. K. Salkintzis, C. Fors and R. Pazhyannur, "WLAN-GPRS integration for next-generation mobile data networks", IEEE Wireless Communications, Vol 9, No. 5, pp. 112~124, Oct. 2002
- [3] H. Luo, Z. Jiang, B-J. Kim, and P. Henry, "Integrating wireless LAN and cellular data for the enterprise", IEEE Internet Computing, Vol 7, No 2, pp.25~33, Apr, 2003
- [4] 고석주 외 3명, "연동기술 동향 3G-WLAN", 전자통신동향분석, 제 18권, 제 4호, pp.1~10, 2003
- [5] 정세원, "OPNET 시뮬레이터의 무선랜 핸드오프 구현과 이를 기반으로 한 TCP 성능 향상 기법에 관한 연구" 2003.