
IEEE 802.16e 기반 무선 인터넷서비스 망에서의 고속 핸드오버 방안에 관한 연구

양현호* · 차재선**

A Study on Fast Handover Scheme in the Wireless Internet Service Network Based on
IEEE 802.16e

Hyunho Yang* · Jaesun Cha**

“본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음”
(IITA-2007-(C1090-0701-0047))

요 약

IEEE 802.16e는 여러 가지 면에서 개선의 여지를 남기고 있으며 그중 특히 고속 핸드오버는 사용자가 고속으로 이동하는 환경에서는 필수적인 요소이다. 이 논문에서는 핸드오버 후보 기지국을 활용하는 고속 핸드오버 방식을 제안하였다. 제안된 방식은 IEEE 802.16e에 기반을 두고 있지만 모의실험을 통한 성능 분석 결과에 의하면 핸드오버 지연을 기존 방식 대비 30%이상 감소시키며 핸드오버 탈락 확률 또한 5%이상 향상시키는 성능개선 결과를 나타내었다.

ABSTRACT

IEEE 802.16e has many points to be improved. Among them, fast handover is essential when user moves in high speed. In this paper we proposed a fast handover scheme using handover candidate BS set. This scheme is based on IEEE 802.16e, however according to the performance evaluation results through simulation; our proposed scheme shows more than 30% of handover delay reduction and at least 5% of handover drop probability improvement.

키워드

Fast Handover, IEEE 802.16e, Broadband Wireless Access, Wireless Internet

I. 서 론

IEEE 802.16e[1]은 이동 사용자들에게 광범한 무선인터넷 서비스를 제공하는 가장 현실적인 대안으로 간주되고 있다. 이는 IEEE 802.16 BWA 도시지역망(MAN)에

이동성을 강화한 기술이다[2]. IEEE 802.16e의 최초 목표는 60 km/h 속도로 이동하는 사용자에게 2 Mbps의 데이터 서비스를 제공하는 것이었다. 현재는 WiBro[3]와 Wimax[4]의 기반 프레임워크로 채택되었지만 100 Km/h 이상의 고속으로 이동하는 사용자에게 광대역의

* 군산대학교 전자정보공학부

** 한국전자통신연구원

서비스를 제공하기 위해서는 아직 많은 부분에서 개선이 필요하며 이중 가장 중요한 것이 고속 핸드오버이다. 지금까지 IEEE 802.16e의 고속 핸드오버에 대한 연구는 그리 많지 않으며 그중 대부분은 전송 타이밍을 조정함으로써 핸드오버의 지연을 개선하는 방안에 대한 것이었다.

[5]에서 저자들은 망 재진입(network re-entry)이 진행 중인 동안 하향 패킷을 전송함으로써 실제적인 전송 대기시간을 줄이는 방안을 제안하였다. 하지만 이 방법은 몇 가지 장점을 가지고 있음에도 불구하고 망 재진입이 완료되지 않은 상태의 이동국에 하향패킷을 전송한다는 점에서 비현실적이다. 또한 [6]에서는 데이터 전송 중에 동기화와 연관(association)을 수행함으로써 핸드오버 지연시간을 줄이기 위하여 하나의 기지국을 미리 표적 기지국(target BS)으로 정해버리는 방법을 제안하였다. 이 정책은 탐색(scanning), 동기화, 그리고 연관에 소요되는 시간을 줄일 수 있지만, 이동국의 움직임에 따라 무선 환경이 급격하게 변화할 수 있다는 점을 고려 할 때, 경우에 따라서는 빈번한 재탐색이 일어나서 지연시간이 심각하게 늘어날 수 있다는 문제를 안고 있다. 더욱이, 레인징(ranging)과 연관을 위한 채널 할당을 위한 복잡한

절차로 인하여 지연시간이 증가할 수도 있다.

본 논문에서는 핸드오버 후보 기지국의 상태를 관리함으로써 핸드오버 결정 및 초기화 시간을 줄이고 망 재진입 절차를 간소화 한 새로운 고속 핸드오버 방식을 제안한다.

II. 핸드오버 후보 기지국

본 논문에서 제안하는 고속핸드오버 방식이 IEEE 802.16e에서 기술하고 있는 핸드오버방식과 기본적으로 다른 점은 이동국과 서빙 기지국 사이의 메시지 교환 절차 없이 오직 한 번의 메시지 전송으로 핸드오버를 수행한다는 것이다. 이 경우 이동국은 표적 기지국을 단순히 무선 신호 강도만으로 선택하며 인접 기지국의 구체적인 자원 상태를 알지 못한다. 결과적으로, 실제 핸드오버가 실행 될 경우 표적 기지국의 자원 부족으로 핸드오버 탈락이 발생 할 수 있다. 이러한 상황을 방지하기 위하여 제안하는 방식에서는 핸드오버 후보 기지국(HO-Candidate BS)을 선정하여 관리한다. 그림 1은 이동국과 기지국 사이에 핸드오버 후보 기지국의 집합을 선

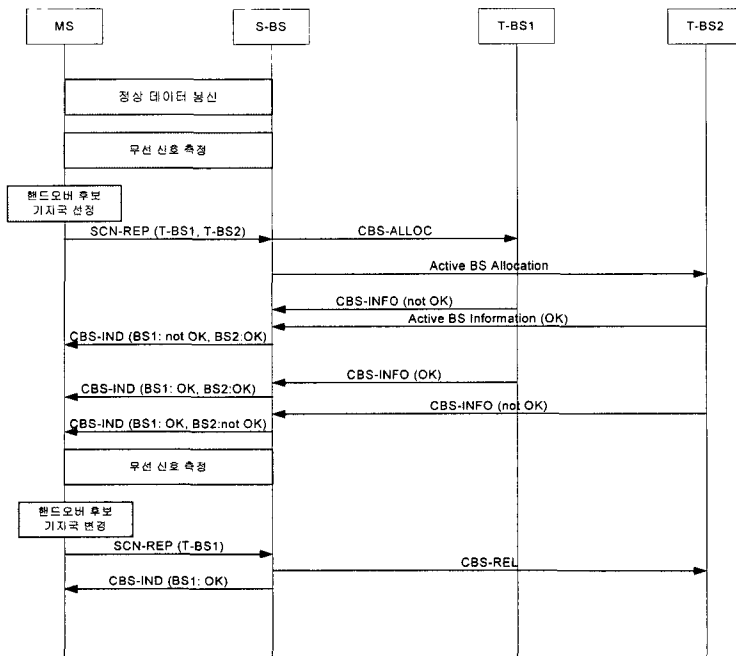


그림 1. 핸드오버 후보 기지국의 선정 및 운영 절차
Fig. 1. Selection and operation procedure for handover candidate BS

정하고 운영하는 절차를 보인 것이다.

이동국은 인접 기지국으로부터 수신된 무선 신호의 SNR이 정해진 수준 이상이 될 때 이 기지국을 핸드오버 후보 기지국으로 선정하며 수신된 무선 신호의 SNR이 정해진 수준 이하로 악화되면 핸드오버 후보 기지국에서 제외한다. 이동국은 CBS-IND (handover Candidate BS-INDication) 메시지를 참조하여 핸드오버 후보 상태에 있는 인접 기지국의 자원 상황을 점검하지만 핸드오버 후보 기지국 선정 여부는 인접 기지국으로부터 수신된 무선신호의 SNR에 의해서만 결정되며 기지국의 자원 상태와는 무관하다. 스캐닝 과정 동안 핸드오버 후보 기지국이 변경될 때마다 이동국은 서빙 기지국에게 수정된 핸드오버 후보 기지국의 정보와 SNR, RSSI 등 무선 신호 측정치를 보고한다. 이 보고는 SCN-REP 메시지를 통하여 전달된다.

매번 이동국으로부터 SCN-REP 메시지를 수신 할 때마다 서빙 기지국은 새로운 핸드오버 후보 기지국 집합과 현재의 핸드오버 후보 기지국 집합을 비교한 다음 새롭게 포함된 인접 기지국이 있는 경우 그 기지국에게 CBS-ALLOC (handover Candidate BS ALLOCation) 메시지를 전송하여 이동국의 핸드오버 후보 기지국 집합에 포함되었음을 알린다. CBS-ALLOC 메시지는 단지 인접 기지국에게 핸드오버를 위한 사전 점검만을 요청하는 것이기 때문에 이동국 식별자와 QoS 정보는 포함하지만 실제 핸드오버를 의미하는 것이 아니기 때문에 보안 관련 사항은 포함되지 않는다.

인접 기지국은 CBS-ALLOC 메시지에 대한 응답 또는 자신의 상태 변화에 따른 자발적(unsolicited) 메시지로서 CBS-INFO (handover Candidate BS INFOrmation) 메시지를 보낸다. CBS-ALLOC 메시지를 서빙 기지국으로부터 수신하면 인접 기지국은 그 메시지에 수반된 이동국 정보를 이용하여 CAC (Call Admission Control)를 수행한다. 이 경우 인접 기지국은 이동국의 요구에 따라 단지 핸드오버의 가능성만을 점검하며 실제 무선 자원은 예약/할당 되지 않는다. 인접 기지국이 하나 이상의 핸드오버 후보 기지국 집합에 포함된 경우라도 실제 자원은 이동국에 할당되지 않는다. 따라서 각 이동국에 대한 QoS 정보는 축적되지 않으며 CAC는 독립적으로 수행된다. 인접 기지국은 CAC의 결과를 CBS-INFO 메시지를 이용하여 서빙 기지국에 보낸다.

인접 기지국은 새로운 이동국이 연결되거나 새로운

커넥션이 기존의 이동국에 대하여 열릴 때 자원의 상태 변화를 고려하여 핸드오버 가능 여부를 재점검한다. 더 나아가서, 인접 기지국은 자신을 핸드오버 후보 기지국으로 선정한 특정 이동국에 대한 CAC의 결과가 변경될 때 마다 상태의 변화를 알리기 하여 CBS-INFO 메시지를 서빙 기지국에 전송한다. 이러한 이유 때문에 인접 기지국은 이동국의 정보를 CBS-REL(handover Candidate BS RELease) 메시지를 수신 할 때 까지 유지한다.

서빙 기지국은 핸드오버 후보 기지국 집합 내의 모든 기지국으로부터 CBS-INFO 메시지를 수신 할 때마다 CBS-IND 메시지를 전송하여 이동국에게 각 기지국의 자원 상태를 알린다. CBS-IND 메시지에 포함되는 정보는 CBS-INFO 메시지가 전송된 사유에 따라 다르다. 예를 들어 CBS-INFO 메시지가 SCN-REP에 대한 응답인 경우 CBS-IND 메시지는 SCN-REP 메시지에 포함된 모든 핸드오버 후보 기지국의 자원 상태를 포함한다. 반대로, 자발적인 메시지인 경우에는 CBS-INFO 메시지를 보낸 인접 기지국의 정보만 포함한다.

서빙 기지국은 이동국으로부터 SCN-REP 메시지를 수신 할 때마다 현재의 핸드오버 후보 기지국 집합을 새롭게 수신한 후보 기지국 집합과 비교한 후 CBS-REL (handover Candidate BS RELease) 메시지를 제외된 기지국에 전송하여 보관중인 이동국의 정보를 삭제하도록 요청한다.

III. 핸드오버 시나리오

제안된 방식에서의 핸드오버는 802.16e에서와 마찬가지로 핸드오버 개시 주체가 되는 장치에 따라 이동국 개시 핸드오버와 기지국 개시 핸드오버로 구분된다. 다음 절에서 각각의 경우에 대한 시나리오와 운영 절차를 기술 한다.

3.1 이동국 개시 핸드오버

그림 2는 이동국 개시 핸드오버의 절차를 나타낸 것이다. 이동국 개시 핸드오버에서 이동국은 802.16e 규격에 기술된 Trigger TLV에서 정의하는 값에 따라 핸드오버를 결정한다. 이동국은 핸드오버를 결정하면 서빙 기지국에 HO-IND 메시지를 전송하여 핸드오버를 요청한다. HO-IND 메시지에는 핸드오버가 수행될 표적 기지

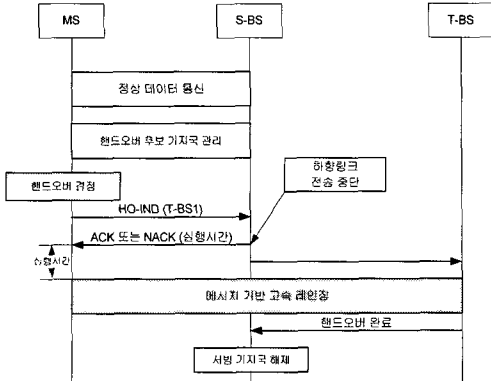


그림 2. 이동국 개시 핸드오버의 절차
Fig. 2. MS initiated handover procedure

국의 식별자가 포함된다. 현재의 핸드오버 후보 기지국 중에서 핸드오버가 가능한 기지국이 표적 기지국으로 선정된다.

이동국은 표적 기지국을 통하여 망에 재진입 할 때 메시지 기반의 고속 레인징을 수행한다. 서빙 기지국은 기지국과 이동국을 동기화하기 위하여 HO-IND 메시지를 승인한다. 승인에는 ACK 또는 NAK 패킷이 사용된다. 서빙 기지국은 ACK 나 NAK 패킷을 HO-IND 메시지를 전송한 이동국에만 전송하며 인접 기지국들에는 전송하지 않는다. 또한 서빙 기지국은 이동국이 망에 재진입하기 위하여 고속 레인징을 준비 할 수 있도록 HO-STA (핸드오버 개시) 메시지를 표적 기지국에 전송한다.

서빙 기지국으로부터 표적 기지국으로 전송되는 핸드오버 개시 메시지에는 실제 핸드오버 수행에 필요한 이동국에 대한 모든 정보가 포함되어 있으며 여기에는 보안 관련 사항도 포함된다. 이는 인접 기지국이 CAC를 수행하기 위하여 필요한 정보만을 포함하는 CBS-ALLOC 메시지와는 다르다.

HO-IND 승인 후 고속 레인징이 시작되기 전까지의 대기 시간으로 정의되는 실행시간(action time)은 동일한 망 내에서는 모든 기지국과 이동국에 대하여 동일한 값이거나 또는 각 기지국별로 독립적으로 정의 될 수 있다. 실행시간 정보는 DCD (Downlink Channel Description) 메시지에 포함되어 이동국으로 전송된다. 실행시간이 기지국마다 다를 경우 서빙 기지국은 이동국에게 표적 기지국의 실행시간 정보를 알려줘야 한다. 이를 위하여 서빙 기지국은 ACK 또는 NAK를 전송하기 전에 표적 기지국과 통신하여야 하며 이러한 절차로 인하여 시그널

링을 위한 지연시간이 증가 할 수 있다.

3.2 기지국 개시 핸드오버

기지국 개시 핸드오버 절차는 핸드오버의 결정 및 개시의 주체를 제외하고는 이동국 개시 핸드오버와 동일하다. 그림 3은 기지국 개시 핸드오버의 절차를 보여준다.

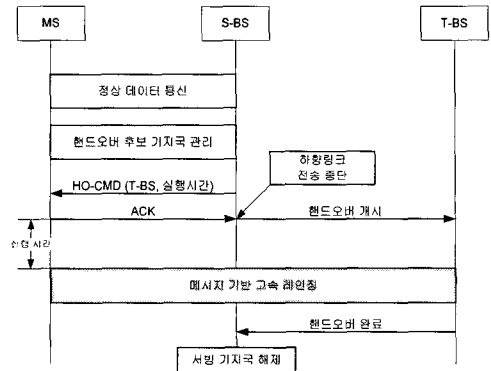


그림 3. 기지국 개시 핸드오버의 절차
Fig. 3. BS initiated handover procedure

기지국 개시 핸드오버에서 기지국은 이동국으로부터 보고된 하향링크의 측정치 정보와 IEEE 802.16e 표준에 기술된 trigger TLV에 정의된 값에 따라 핸드오버를 결정한다. 기지국은 핸드오버를 결정하면 HO-CMD 메시지를 전송하여 핸드오버 과정을 시작한다. HO-CMD 메시지는 핸드오버가 수행 될 표적 기지국의 식별자를 포함한다. 표적 기지국은 현재의 핸드오버 후보 기지국 중에서 핸드오버가 가능한 기지국이 선정된다. 이동국은 핸드오버의 수행 가능 여부를 서빙 기지국에 통지하여야 하는데 이는 HO-CMD 메시지에 대하여 ACK 또는 NAK를 포함한 승인 메시지를 보냄으로써 이루어진다. 이후의 과정은 이동국 개시 핸드오버의 경우와 같다.

IV. 성능 평가

4.1 모의 실험 모델

제안된 방식의 성능 평가를 위하여 가정한 시스템 환경은 다음과 같다. 셀 구조는 19개의 평면셀로 하였으며, 셀당 3 섹터, 섹터당 8명의 사용자를 상정하여 총 456명

의 사용자를 수용하는 것으로 가정하였다. 또한, 경로손실 모델과 다중경로 모델로는 ITU-R M.1225[7]의 Vehicular Macro Model과 PED_A를 각각 사용하였다. 사용자는 3 Km/h, 30 Km/h, 및 60 Km/h 등 세 가지의 고정 속도로 이동하는 것으로 하였다.

시간 프레임의 단위는 5 ms로 하였고, CDMA 프레임은 2 프레임, BR 헤더는 3 프레임, 관리 메시지는 4 프레임이 소요되는 것으로 가정하였으며, 모든 기지국에서 핸드오버 실행 시간은 3 프레임으로 가정하였다. 특히, HO-IND 메시지 전송이 실패한 경우 RNG-REQ와 RNG-RSP 사이의 기간망 지연시간은 20 ms로 가정하였으며 성공적인 경우 기간망을 통한 메시지 교환은 핸드오버 실행 시간 이내에 끝나는 것으로 가정하였다.

재전송은 3회로 제한하였고 상향링크의 오류 확률은 CDMA 코드인 경우 1%, 관리 메시지인 경우 2%로 하였다. 끝으로 하향링크의 수신 오류 경계치는 -3dB, -5dB, -7dB로 하였다.

4.2 모의실험 결과

성능평가의 척도로 핸드오버 신호 지연 (handover signal delay), 망 재진입 지연 (network re-entry delay) 및 핸드오버 탈락 확률 (handover drop probability) 등 세가지 기준을 사용하였다. 구체적인 정의 및 평가 결과는 다음과 같다.

4.2.1 핸드오버 신호 지연

핸드오버 신호 지연은 이동국과 기지국간에 핸드오버 및 망 재진입을 위하여 필요한 신호 절차를 수행하는 데 소요되는 총 지연시간으로 정의된다. 본 모의실험에서는 backoff가 없는 재전송을 구현하였으며 사용자가 60km/h의 속도로 이동하는 경우 하향링크 수신 경계치 변화에 따른 지연시간을 관찰하였다. 그림 4는 실험 결과 나타난 핸드오버 신호 지연의 변화이다. 그림에서 보는 바와 같이 제안된 방식의 핸드오버 신호 지연은 기존의 방식에 비하여 30% 정도 짧아짐을 알 수 있다.

고속 레인징을 사용하는 경우 사용자의 속도와 무관하게 핸드오버 지연 시간이 기존 방식 대비 40% 개선되었다.

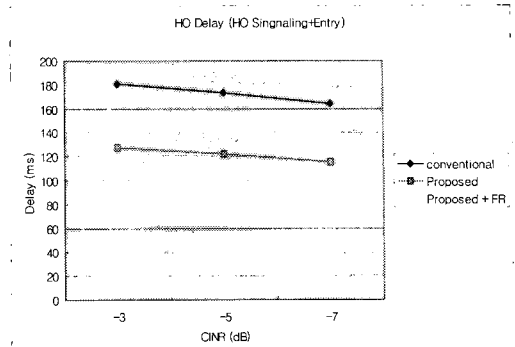


그림 4. 핸드오버 신호 지연
Fig. 4. Handover signal delay

4.2.2 망 재진입 지연

망 재진입 지연은 이동국이 핸드오버 수행 후 표적 기지국을 통하여 망에 다시 진입하는 데 소요되는 총 시간이다. 그림 5는 망 재진입 지연 성능에 대한 모의실험 결과이며 사용자가 60 km/h의 속도로 이동할 경우 망 재진입 지연시간의 변화를 하향링크 수신 오류 경계치의 변화에 따라 표시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 제안된 방식의 망 재진입 지연은 기존의 방식과 거의 비슷한 수준이다. 구현상의 지연을 감안 할 때 최종적인 핸드오버 지연시간은 50 ms 이상이 될 것으로 추정되어 고속으로 이동하는 사용자에게 광대역의 서비스를 제공하기 위해서는 추가적인 대책이 필요하다. 또한, 본 모의 실험에서는 backoff 없이 재전송을 실시하였기 때문에 경쟁 기반의 레인징이 수행될 경우 지연 시간은 더욱 길어질 수 있다.

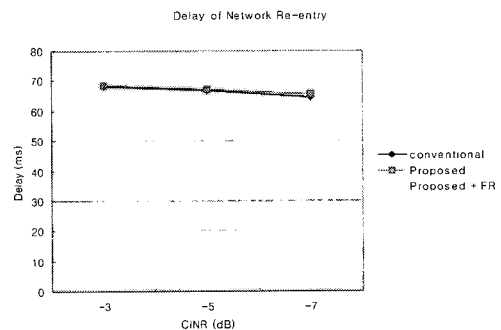


그림 5. 망 재진입 지연
Fig. 5. Network re-entry delay

4.2.3 핸드오버 탈락 확률

핸드오버 탈락 확률은 핸드오버 신호 절차 중에 시간 경과나 패킷오류로 인하여 실패한 핸드오버 시도의 비율을 의미한다. 특히 본 모의실험에서는 각 신호 단계에서 상향 링크나 하향링크의 오류로 인하여 재전송 횟수를 초과 한 경우 핸드오버 탈락이 발생한 것으로 간주하였다.

그림 6은 하향링크 수신 에러 경계치가 -5dB일 때 사용자의 이동 속도 변화에 따른 핸드오버 탈락 확률의 백분율 분포를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 제안된 방식은 사용자의 이동속도와 무관하게 핸드오버 탈락 확률을 기존 방식 대비 5% 정도 개선함을 알 수 있다.

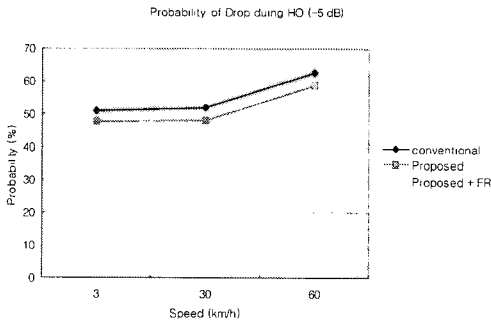


그림 6. 핸드오버 탈락 확률
Fig. 6. handover drop probability

V. 결론

비록 IEEE 802.16e이 이동하는 사용자에게 무선 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 가장 현실적인 네트워크 시스템이지만, 많은 개선의 여지를 남기고 있다. 그 중 고속 핸드오버는 고속으로 이동하는 사용자들 위해서는 가장 중요한 요소이다. 본 논문에서는 핸드오버 후보 기지국을 이용한 고속의 핸드오버 방식을 제안하였으며 이 방식이 기존 방식에 비하여 개선된 성능을 가짐을 보였다. 제안된 방식은 IEEE 802.16e에 기반을 두고 있지만 모의실험을 통한 성능 분석 결과에 의하면 핸드오버 지연을 30%이상 감소시키며 핸드오버 호 탈락 확률을 5%이상 향상시키는 성능개선 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 제안된 방식이 핸드오버 지연을 줄이고 핸드

오버 탈락 확률을 개선하기 위하여 실제 핸드오버가 일어나기 전에 인접 기지국의 자원 상태를 확인하고 관리함으로써 가능한 것이다.

참고문헌

- [1] 802.16E-2005 IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment for Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands, <http://grouper.ieee.org/groups/8-02/16/pubs/80216e.html>
- [2] 802.16-2004 IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, <http://grouper.ieee.org/groups/802/16-pubs/80216-2004.html>
- [3] TTAS.KO-06.0082/R1 : Specifications for 2.3 GHz band Portable Internet Service (PHY & MAC Layer), <http://www.wibro.or.kr/standards.htm>
- [4] WiMAX Forum Mobile System Profile, Release 1.0 Approved Specification (Revision 1.2.2: 2006-11-17), <http://www.wimaxforum.org/technology/documents/>
- [5] Sik Choi, Gyung-Ho Hwang, Taesoo Kwon, Ae-Ri Lim and Dong-Ho Cho, "Fast handover scheme for real-time downlink services in IEEE 802.16e BWA system," Vehicular Technology Conference, 2005, vol. 3, pp. 2028 - 2032
- [6] Doo Hwan Lee, Kyamakya, K. and Umondi. J.P, "Fast handover algorithm for IEEE 802.16e broadband wireless access system," Wireless Pervasive Computing, 2006, pp. 6 pp.
- [7] RECOMMENDATION ITU-R M.1225, Guide-lines for Evaluations of Radio Transmission Technologies for IMT-2000

저자소개



양현호(Hyunho Yang)

1986년 광운대학교 전자공학과
(공학사)

1990년 광운대학교 대학원 전자공학과
(공학석사)

2003년 광주과학기술원 정보통신공학과 (공학박사)

1989년 ~ 1990년 삼성 SDS 주식회사

1991년 ~ 1997년 포스데이타 주식회사

1997년 ~ 2005년 순천청암대학

2005년 ~ 현재 군산대학교 전자정보공학부

※관심분야: 무선 데이터통신, Ad Hoc 네트워크, 무선
센서망



차 제 선(Jasun Cha)

1998년 충북대학교 컴퓨터공학과
(공학사)

2000년 광주과학기술원 정보통신공
학과 (공학석사)

2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원

※관심분야: WiBro 시스템, 핸드오버