

# IEEE 802.16e에서 빠른 핸드오버 지원을 위한 선택적인 Association 기법

박진욱\*, 오승탁\*, 추현승\*\*

\*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

e-mail: abraxas727@skku.edu

## An Adaptive Association Scheme for Fast Handover in IEEE 802.16e

Jinwook Park\*, Seungtak Oh\*, Hyunseung Choo\*  
School of Information and Communication Engineering,  
Sungkyunkwan University

### 요 약

다양한 기능의 휴대 단말 기기와 무선 환경의 보급으로 무선 인터넷 서비스에 대한 사용자들의 요구가 증가하고 있다. 이와 관련하여 IEEE 802.16 표준은 사용자에게 대용량 데이터 서비스를 제공하기 위한 무선 기술을 정의하고 있다. 또한, IEEE 802.16에 MS의 핸드오버 절차를 추가한 IEEE 802.16e 표준 기술은 MS에 대한 핸드오버 절차를 지원하고 있다. 그러나 이러한 핸드오버 절차는 MS이 Serving BS과의 연결을 종료한 이후, 새로운 Target BS에 대한 핸드오버 절차를 수행하므로 사용자는 일시적인 데이터 전송 중단으로 인한 서비스 지연을 경험한다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고, 사용자에 대한 빠른 핸드오버 절차를 지원하기 위해 주변 BS들의 위치 정보를 MOB\_NBR-ADV를 통하여 MS에게 전송하고, 이를 통해 각 BS들에 대한 MS의 접근 정도를 평가하여 특정한 BS에 대해서만 Association을 수행할 수 있는 기법을 제안한다.

### 1. 서론

최근 무선 통신 기술과 다양한 무선 단말 및 이를 통한 응용 서비스들이 폭 넓게 보급되고 있다. 이와 함께 대용량 데이터를 고속으로 이용하고자 하는 사용자들의 요구도 증가하고 있다. 이를 만족시키기 위해 무선 통신 사용자들에 대한 고속 대용량 데이터 전송을 목적으로 하는 다양한 무선 통신 기술들이 연구되고 있다. 그러한 기술들 중의 하나인 IEEE 802.16은 기존 방식의 좁은 커버리지를 보완하고, 대용량 데이터를 고속으로 전송하기 위해 제안된 고정형 광대역 무선 접속 기술 표준이다[1]. 그러나 IEEE 802.16은 이동하는 사용자에 대해 지속적인 서비스를 제공할 수 없는 한계점을 지니고 있다. 따라서 이를 극복하고 이동하는 사용자들에 대한 핸드오버 수행 절차를 정의한 IEEE 802.16e 표준 기술이 제안되었다[2].

IEEE 802.16e는 MS (Mobile Station)이 Serving BS (Base Station)으로부터 주변의 다른 BS으로 이동함에 따라 새롭게 접속할 Target BS을 선정하고, 핸드오버를 수행하기 위한 절차들을 정의하고 있다. 그러나 이러한 핸드오버 절차 중에서 MS이 Target BS을 선정하기 위해 수행하는 Scanning 과정과 이를 통해 선정된 Target BS에 대한 Network Entry 절차는 MS과 Serving BS간의 일시적인 데이터 교환 중단 현상을 초래한다. 이러한 점은 MS이 해당 절차를 수행하는 시간이 길어질 경우, 사용자에 대한 QoS를 보장할 수 없다. 따라서 이러한 핸드오

버 수행 시간을 단축하고, 사용자들에게 끊임없는 서비스를 제공하기 위한 관련 기술 연구는 필수적이다.

[3]은 IEEE 802.16e의 핸드오버 절차 중 MS이 Target BS에 대한 Network Re-Entry 과정을 수행하는 동안 Serving BS으로부터 데이터를 수신할 수 없는 문제점을 해결하기 위해 Fast DL-MAP\_IE 메시지를 이용하여 MS이 Network Re-Entry를 종료하기 전에 Target BS으로부터 데이터를 수신하는 기법을 제안한다. 이와 함께 [4]는 MS의 Scanning 시간을 단축하기 위해 BS들의 Preamble에 의한 신호 강도를 기준으로 하나의 BS에 대해서만 Scanning을 수행하는 기법을 제안한다. 또한, [5]는 MS이 Scanning을 수행하는 구간과 데이터 교환을 위한 Iteration 구간을 결정할 수 있는 기준을 제시하고, 이를 통해 사용자에 대한 QoS를 보장한다. 그러나 [3]은 상향 링크 데이터 전송을 고려하지 않고 있으며, [4]는 MS이 Target BS이 아닌 BS쪽으로 이동할 경우, 다시 Scanning을 수행해야 한다. 또한, [5]는 주변 BS들의 수가 증가할수록 Scanning 완료 시점이 늦어지는 문제점이 있다.

본 논문은 위와 같은 문제점들을 해결하기 위해 주변 BS들에 대한 MS의 접근성을 평가하여 MS이 단일한 BS에 대해서만 Association을 수행함으로써 모든 BS들에 대한 불필요한 Association 수행 시간을 단축하고, 이를 통해 전체 핸드오버 지연 시간을 단축할 수 있는 기법을 제안한다. 또한, 성능 평가를 통해 제안 기법이 보다 빠른

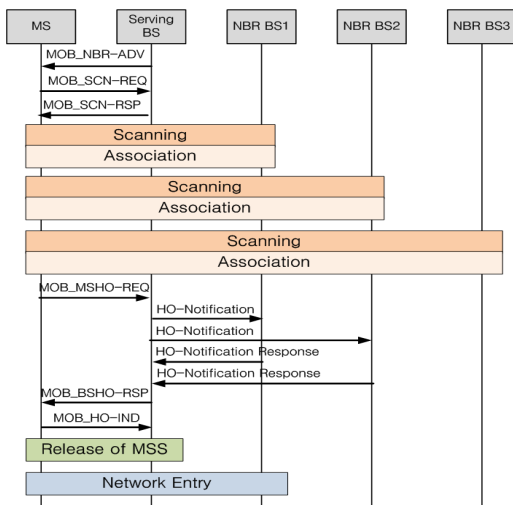
Scanning 수행 시간을 가지는 것을 확인한다.

본 논문의 구성은 2장에서 IEEE 802.16e 네트워크 핸드오버 절차와 관련 연구를 기술하고, 3장에서는 제안 기법을 소개한 이후, 4장에서 이에 대한 성능 평가를 진행한다. 그리고 5장에서 결론을 기술한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 IEEE 802.16e 네트워크의 핸드오버 절차

이동하는 사용자에 대한 지속적인 서비스를 제공하기 위한 IEEE 802.16e에서 정의하는 핸드오버 절차는 그림 1과 같다.



(그림 1) IEEE 802.16e 핸드오버 절차

우선, IEEE 802.16e 네트워크에서 각각의 BS들은 백본망을 통해 자신들의 PHY 계층 정보를 포함하고 있는 UCD/DCD (Uplink/Downlink Channel Descriptor)을 교환하고, MOB\_NBR-ADV 메시지를 통하여 MS들에게 주기적으로 전송한다. 만약, 특정한 MS이 Serving BS으로부터 수신하는 신호 강도가 임계 값 이하로 낮아지는 것을 인지하였을 때, MS는 핸드오버가 발생할 것이라고 예상하고, 주변 BS들에 대해 Scanning 절차를 수행하기 위해 Serving BS에게 MOB\_SCN-REQ 메시지를 전송한다. 이 메시지를 수신한 Serving BS은 MOB\_SCN-RSP 메시지를 통해 MS에게 응답한다. 이후, MS은 Serving BS과의 데이터 전송을 일시적으로 중단하고, 모든 주변 BS들에 대한 채널 상태와 신호 세기를 측정하기 위한 Scanning 과정을 순차적으로 수행한다. IEEE 802.16e에서의 핸드오버 절차는 이러한 MS의 Scanning 과정과 함께 Optional Association을 정의하고 있는데, 이는 MS이 특정한 BS에 대해 Network Re-Entry 과정에서 수행할 Initial Ranging을 의미한다. 즉, MS은 Association을 Scanning과 함께 수행함으로써 주변 BS들에 대한 상향 링크 동기화와 데이터 전송 파워와 관련한 파라미터들을 미리 획득하여 핸드오버를 수행할 BS에 대한 Network Re-Entry 과

정을 빠르게 수행할 수 있다. 이와 같은 Scanning 과정을 통해서 MS은 모든 주변 BS들 중에서 자신에게 적합한 후보 Target BS들을 선정하고, MOB\_MSHO-REQ 메시지를 통하여 Serving BS에게 전송한다. 이를 수신한 Serving BS은 백본망을 통해서 후보 BS들의 MS에 대한 Bandwidth와 QoS 지원 여부를 확인하기 위해 HO-Notification 메시지를 전송한다. 이후, 각 후보 BS들은 Serving BS에게 HO-Notification Response 메시지를 통하여 자신들의 적합성 여부를 전송하고, 이를 수신한 Serving BS은 적합한 하나의 Target BS을 선정하고, MS에게 MOB\_BSHO-RSP 메시지를 이용하여 알린다. 이때, MS은 선정된 Target BS으로의 핸드오버 수행 시작을 알리기 위해 Serving BS에게 MOB\_HO-IND 메시지를 전송하고, Serving BS과의 연결을 종료한다. 이후, MS은 Target BS에 대한 상/하향 링크 동기화와 파라미터 획득, Initial Ranging, 인증 및 등록 과정을 포함한 Network Re-Entry 과정을 수행한다.

### 2.2 ACS (Adaptive Channel Scanning) Algorithm

IEEE 802.16e의 전체 Scanning 기간은 실제로 MS이 Scanning을 수행하는 Scanning 구간과 Serving BS과의 데이터를 교환하는 Iteration 구간으로 구분할 수 있다[1]. [5]는 이러한 Scanning과 Iteration 수행 구간을 사용자의 서비스 최대 지연 시간에 의해 결정할 수 있는 기법을 제안한다. 또한, 이러한 기법을 이용하여 IEEE 802.16e 환경에서 다수의 MS이 동시에 Scanning을 수행할 때 발생하는 채널 자원의 낭비를 줄이기 위한 기법을 제안하고 있다. 즉, 해당 기법은 모든 주변 BS들에 대해 Association 과정이 포함된 전체 Scanning 수행 시간을 계산하고, MS의 서비스 유형이 허용하는 최대 데이터 전송 지연 시간을 실제 Scanning( $t_s$ )과 Iteration( $t_d$ ) 수행 시간으로 결정한다. 이를 통해 Scanning 시간이 데이터 전송 지연 시간 보다 커져 발생하는 서비스 끊김 현상을 해결하고 있다. 또한, 다수의 MS이 동시에 Scanning을 수행할 경우, 하나의 MS이 Scanning을 수행할 때, 다른 MS들은 Iteration을 수행하여 보다 효율적으로 채널 자원을 이용한다. 이는 MS의 서비스 유형을 고려하여 사용자에게 대한 QoS와 효율적인 Bandwidth의 사용을 보장할 수 있으나 MS이 주변 BS의 수가 증가할수록 전체 Scanning 수행 시간이 길어질 수 있다.

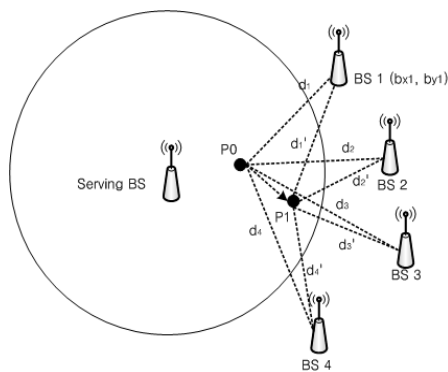
## 3. 제안 기법

IEEE 802.16e 네트워크에서 MS은 Target BS을 선정하기 위해 주변 BS들에 대해 Scanning을 수행하는데 이는 주변 BS들의 수에 비례하여 증가한다. 특히, MS이 Scanning과 함께 Association 과정을 함께 수행할 경우, 전체 Scanning 시간은 더욱 증가

한다. 따라서 이러한 문제점들을 해결하기 위해 주변 BS들에 대한 MS의 접근성을 평가하고, 이를 통해 하나의 BS에 대해서만 Association을 수행하는 기법을 제안한다.

### 3.1 주변 BS에 대한 MS의 접근성 평가 기법

본 논문에서 우리는 주변 BS들에 대한 MS의 접근성을 평가하기 위해 두 가지 특징을 고려하였다. 첫째, Serving BS은 MS들에게 MOB\_NBR-ADV 메시지를 통하여 주기적으로 전송한다. 제안 기법에서는 이러한 MOB\_NBR-ADV 메시지 내에 각 주변 BS들에 대한 위치 정보를 포함시켜 MS에게 전송한다. 둘째, MS은 Serving BS으로부터 데이터를 수신하기 위해 사용하는 하향 링크 채널 상태를 CQICH (Channel Quality Indication Channel)을 이용하여 Serving BS에게 알리고, Serving BS은 이에 적합한 전송률을 가진 MCS (Modulation and Channel Scheme) 레벨을 선택하여 MS에게 데이터를 전송한다. 이러한 MCS레벨 중에서 전송률이 가장 낮은 QPSK를 통해 MS이 데이터를 수신할 경우, 핸드오버 가능 지역으로 이동했음을 확인할 수 있다.



(그림 2) BS에 대한 접근성 평가 기법의 예

그림 3과 같이 MS은 Serving BS으로부터의 신호 세기와 하향 링크 채널의 상태가 나빠져 QPSK를 이용한 데이터 수신 지역,  $P_0(P_{x0}, P_{y0})$ 으로 이동했을 때, 식 (1)에 의해 각 BS들에 대한 거리 값,  $d = \{d_1, d_2, d_3, d_4\}$ 를 계산한다. 이후, MS은 Serving BS으로부터 임계 값 이하의 신호 세기를 인지했을 때, 핸드오버를 예상하고,  $P_1(P_{x1}, P_{y1})$ 에서 BS들에 대한 거리 값  $\bar{d} = \{d'_1, d'_2, d'_3, d'_4\}$ 를 계산한다. 우리는 'P0'에서의 거리 값에 대한 'P0'과 'P1' 위치에서 각 BS들까지 거리의 차의 비율  $\lambda$ 를 기준으로 각 BS에 대한 MS의 상대적인 접근 정도를 판단할 수 있다.

$$d = \sqrt{(P_x - b_x)^2 + (P_y - b_y)^2} \quad - \text{수식 (1)}$$

$$\lambda = \frac{|d - d'|}{d} \quad - \text{수식 (2)}$$

### 3.2 제안 기법의 핸드오버 절차

본 절에서는 MS의 BS에 대한 접근성 평가 기법을 바탕으로 제안 기법의 핸드오버 절차를 기술한다.

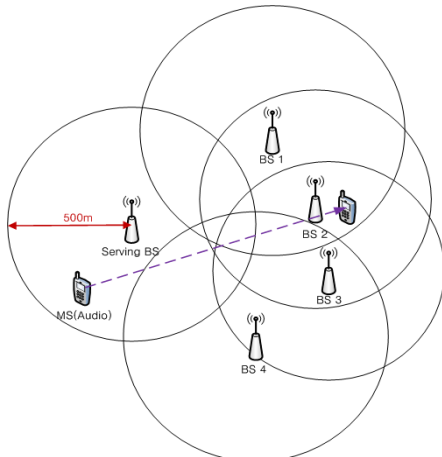
우선, Serving BS은 MOB\_NBR-ADV 메시지를 MS들에게 주기적으로 전송한다. 이후, MS은 주변 BS들에 대한 접근 정도를 평가하기 위해 각 BS들에 대한  $\lambda$ 값을 구하고, MOB\_SCN-REQ 메시지를 Serving BS에게 전송한다. 이에 대하여 Serving BS은 MOB\_SCN-RSP 메시지를 통해 MS에게 응답하고, MS은 Serving BS과 데이터 교환을 일시적으로 중지한다. 이후, MS은 Scanning을 통해 후보 BS들을 선정한다. 이때, MS은 후보 BS들 중에서  $\lambda$ 값이 가장 큰 두 개의 BS을 최종 후보 BS으로 선정한다. MS은 이러한 BS들을 MOB\_MSHO-REQ 메시지를 통하여 Serving BS에게 전송하고, Serving BS은 각 BS들에 대하여 MS 대한 Bandwidth와 QoS 지원 여부를 확인하기 위한 Negotiation 과정을 수행한다. Serving BS은 이렇게 선정된 Target BS을 MOB\_BSHO-RSP 메시지를 통해 MS에게 전송하고, MS은 최종적으로 선정된 Target BS에 대해서만 Association을 수행하여 해당 BS에 대한 상향 링크 동기화와 데이터 전송 파워와 관련한 파라미터를 미리 획득한다. 이렇게 획득한 정보들은 MS의 Network Re-Entry 과정에서 재활용될 수 있다.

### 4. 성능 평가

제안 기법에 대한 성능 평가를 진행하기 위해 MS이 Scanning을 수행하는 동안 발생하는 Packet Transmission Delay와 전체 Scanning 수행 시간을 NS-2 시뮬레이터를 이용하여 확인한다. Packet Transmission Delay는 BS이 MS에게 전송하는 Packet들의 전송 지연 시간으로 MS이 주변 BS들에 대해 Scanning을 수행할 때, Serving BS과의 데이터 교환을 중지함으로써 증가한다. 따라서 우리는 [5]에서 제시한 Scanning 수행 시간 결정 방법을 이용하여 제안 기법의 전체 Scanning 수행 시간을 계산하고, 이때, 제안 기법이 사용자의 QoS를 만족하면서 보다 짧은 전체 Scanning 수행 시간을 소비하는 것을 확인한다. 이러한 성능 평가를 위해 우리는 다음과 같은 네트워크 환경을 고려한다.

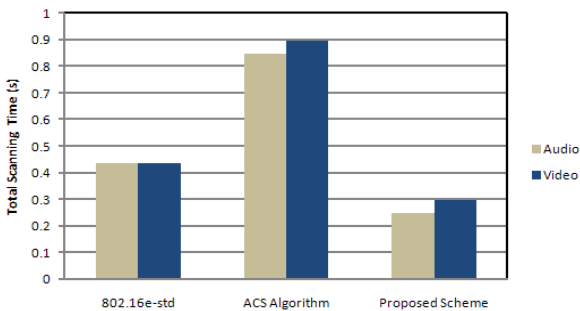
<표 1> 성능 평가 파라미터

Parameter	Value
Association Level	0
Backoff Window	4
Frame Duration (ms)	5
Contention Slot per frame	4
Transmission Power of BS (dBm)	43 (20W)
Coverage(Km)	1
Speed of MS (Km/h)	72
Tolerated latency of Audio (ms)	50
Tolerated latency of Video (ms)	100

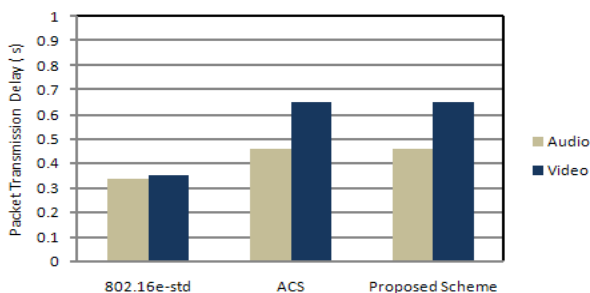


(그림 3) 성능 평가 환경

이를 통해 우리는 그림 4, 5에서처럼 제안 기법이 [5]와 같이 MS의 데이터 전송 지연 시간 이내로 Scanning 시간을 유지하면서 하나의 BS에 대해서만 Association을 수행하여 보다 짧은 전체 Scanning 시간을 가지는 것을 확인하였다.



(그림 4) Packet Transmission Delay



(그림 5) Total Scanning Time

## 5. 결론

본 논문은 IEEE 802.16e에서 MS에 대한 빠른 핸드 오버 절차를 지원하기 위해 MOB\_NBR-ADV 메시지에 포함되어 있는 주변 BS들에 대한 위치 정보를 바탕으로 MS의 접근성을 판단하여 Target BS에 대해서만 Association을 수행하는 기법을 제안한다. 이러한 제안 기법은 MS의 서비스가 허용하는 최대 지연 시간을 만족시키며, Scanning 시간을 단축하여 전체 핸드오버 지연 시간을 줄일 수 있다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.

(IITA-2009-(C1090-0902-0046)). 책임저자 : 추현승.

## 참고문헌

- [1] IEEE Std 802.16-2004, "IEEE standard for local and metropolitan area networks - part 16: Air interface for fixed broadband wireless access systems," June 2004.
- [2] IEEE Std 802.16e 2005, "IEEE standard for local and metropolitan area networks - part 16: Air interface for fixed and mobile broadband wireless access systems. amendment 2: Physical and medium access control layers for combined fixed mobile operation in licensed bands and corrigendum 1," February 2006.
- [3] S. Choi, G. H. Hwang, T. Kwon, A. R. Lim and D. H. Cho, "Fast Handover Scheme for real-time downlink services in 802.16e BWA system," VTC 2005, pp.2028-2032, January 2005.
- [4] D. H. Lee, K. Kyamakya, and J. P. Umondi, "Fast handover algorithm for IEEE 802.16e broadband wireless access system," ISWPC, January 2006.
- [5] R. Rouil, and N. Golmie, "Adaptive Channel Scanning For IEEE 802.16e," MILCOM, 2006 pp. 1-6, October 2006.
- [6] S. Cho, J. Kwun, C. Park, O. S. Lee, and K. Kim, "Hard Handoff Scheme Exploiting Uplink and Downlink Signals in IEEE 802.16e Systems," VTC 2005, pp.2028-2032, January 2005.
- [7] B. Li, Y. Qin, C. and C. L. Gwee, "A Survey on Mobile WiMAX," IEEE Communications Magazine, vol. 45, issue 12, pp.70-75, 2007.