

IEEE 802.16j 멀티 홉 릴레이 네트워크에서의 이동성 지원 방안

양현채, 이미정
이화여자대학교 컴퓨터정보통신공학과
sujean35@ewhain.net, lmj@ewha.ac.kr

Mobility Support for IEEE 802.16j MR Networks

Hyeonchae Yang, Meejeong Lee
Dept. of Computer Information Communication Engineering,
Ewha Womans University

요 약

광대역 무선 액세스 기술에 대한 관심이 증폭되면서, IEEE 802.16 워킹그룹에서는 광대역 무선 도시권 통신망을 정의하였고, 802.16j 태스크그룹에서는 높은 전송 속도와 넓은 커버리지 제공을 위해서 802.16 시스템에 중계기를 도입하는 작업이 진행 중이다. 차세대 네트워크 환경에서는 단말의 이동에도 지속적인 서비스를 제공해야 하므로 본 논문에서는 이동 단말과 기지국 간의 통신을 정의하는 802.16e의 핸드오버 절차를 확장하여 802.16j 네트워크에서 단말의 이동성을 제공하기 위한 방안을 정의하고자 한다.

1. 서론

최근 다양한 응용을 수용하여 언제 어디서든 액세스 가능한 광대역 무선 액세스 (Broadband Wireless Access: BWA) 기술의 필요에 따라 광대역 무선 도시권 통신망 (Wireless Metropolitan Access Network: WMAN)이 소개되었다. 이 BWA는 IEEE 802.16 워킹그룹 (Working Group)에서 표준화되었으며 현재의 버전 중 IEEE 802.16-2004[1]에서는 단일 기지국 (Base Station: BS)과 고정 단말 (Subscriber Station: SS) 사이의 통신을, IEEE 802.16e-2005[2]에서는 BS와 이동 단말 (Mobile Station: MS) 사이의 통신을 정의한다.

그러나 IEEE 802.16 시스템에서 높은 전송 속도를 제공하기 위해서는 심각한 전력소비와 셀 경계 영역에서 낮은 신호 대 잡음비 (Signal-to-Noise Ratio: SNR)의 문제가 발생하므로 새로운 릴레이 모드가 제시될 필요가 있다. 이에 IEEE 802.16 워킹그룹에서는 커버리지 확대와 데이터 처리율 향상을 목적으로 중계기 (Relay Station: RS)를 802.16 시스템에 도입하는 멀티 홉 릴레이 (Multihop Relay: MR) 802.16j 태스크 그룹을 승인했다.

MR 네트워크에서도 사용자의 이동을 지원하여 스테

이션 (MR-BS 혹은 RS)의 변화에 중단 없이 서비스가 제공되어야 하며 핸드오버 중에 패킷 손실이나 지연이 최소화 되어야 하는 요구사항이 있다[3]. 그러나 기존 네트워크에 RS가 도입되면서 더욱 다양한 핸드오버 시나리오를 지원해야 하고, 릴레이 링크는 고려하지 않고 정의된 802.16e의 MAC 계층 핸드오버 절차 및 MAC 관리 메시지는 스테이션 사이 관리 메시지를 전달 할 수 없는 문제가 있다. 이에 본 논문에서는 IEEE 802.16e-2005에 정의된 핸드오버 절차를 확장하여 MS가 MR 네트워크에서도 핸드오버를 수행할 수 있도록 MAC 계층 핸드오버 절차와 릴레이 링크에서의 MAC 관리 메시지를 정의하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장의 핸드오버 시나리오 및 메시지 전송 방법에 이어 3장에서는 정의한 MS 핸드오버 절차에 대해 자세히 살펴보고, 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. MR 네트워크에서의 핸드오버

2.1 네트워크 환경

802.16j 네트워크에서 스테이션은 각자 preamble, FCH (Frame Control Header), DCD (Downlink Channel Descriptor), UCD (Uplink Channel Descriptor), DL-MAP, UL-MAP과 같은 브로드캐스트 컨트롤 메시지를 전송하며,

본 논문은 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터(ITRC) 육성사업(C1090-0603-0036)의 지원에 의해 수행되었음.

RS는 고정형(Fixed) 혹은 유목형(Nomadic)을 가정한다. 또한 MDHO (Macro Diversity Handover)와 FBSS (Fast BS Switching)의 선택적 핸드오버 방법에 대한 내용은 포함되지 않았으며 제안하는 방안을 설명하기 위해 필요한 경우가 아니라면 802.16e의 MAC 계층 핸드오버 절차(6.3.22절)에 포함된 내용은 생략한다.

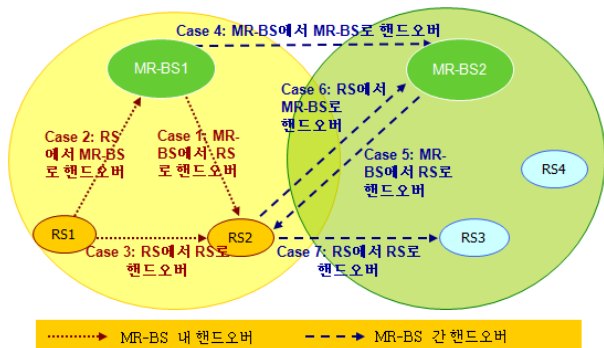
본 논문에서 사용하는 용어는 <표 1>과 같다[3].

<표 1> 용어 정의

용어	정의
액세스 스테이션 (access station)	MS가 네트워크에 연결될 수 있도록 접근점을 제공하는 스테이션
서빙 스테이션 (serving station)	MS가 핸드오버나 초기화 시에 등록을 완료한 스테이션
타깃 액세스 스테이션 (target access station)	MS가 핸드오버 후에 액세스 하려고 하는 스테이션
타깃 서빙 스테이션 (target serving station)	MS가 핸드오버 후에 등록을 하려는 스테이션
IS (infrastructure station)	가입자가 아닌 모든 스테이션을 의미하여 BS, MR-BS, RS가 가능
인접 스테이션 (neighbor station)	임의의 MS에 대해 어떤 스테이션 (액세스 스테이션을 제외한 스테이션)의 하향 링크 전송이 액세스 링크를 통해 전달된다면 인접 스테이션이라고 함
액세스 링크 (access link)	MS에서 시작하거나 종료되는 802.16의 무선 링크
릴레이 링크 (relay link)	MR-BS와 RS 사이 혹은 RS 간에 존재하는 802.16의 무선 링크

2.2 핸드오버 시나리오 및 메시지 전송 방법

MR 네트워크에는 (그림 1)과 같은 핸드오버 시나리오를 가정할 수 있으며 이들을 모두 고려한 이동성 지원방안이 필요하다. 핸드오버는 크게 MR-BS 내에서의 핸드오버 (intra MR-BS handover)와 MR-BS 간 핸드오버 (inter MR-BS handover)로 분류한다. 같은 MR-BS가 제어하는 RS 사이 혹은 MR-BS와 RS 간에 일어나는 핸드오버를 MR-BS 내에서의 핸드오버라고 하며(케이스 1-3), 서로 다른 MR-BS가 관리하는 RS 사이 혹은 MR-BS와 RS 사이 핸드오버를 MR-BS 간 핸드오버라고 한다(케이스 4-7). 케이스 4와 같이 MS의 현재 액세스 스테이션과 타깃 액세스 스테이션이 MR-BS인 경우 IEEE 802.16e-2005에 정의된 핸드오버 절차를 사용할 수 있다.



(그림 1) MR 네트워크에서 핸드오버

현재 액세스 RS와 타깃 액세스 RS가 한 홉의 릴레이 링크로 연결된 경우 이 릴레이 링크를 사용해서 MAC 관리 메시지를 직접 교환할 수 있다. 또한 MR-BS 간 핸드오버에서 현재 서빙 MR-BS와 타깃 서빙 MR-BS는 항상

통신 가능하다고 가정하며 액세스 스테이션은 액세스 링크로 연결된 MS에 관한 정보 (MS의 MAC 주소와 CID, SFID 등)를 유지하고 있다. CID는 MR-BS가 할당·관리하므로 MR 셀 안에서는 유일한 값이며 MS에게 할당된 CID는 MR-BS 내 핸드오버 후에는 변하지 않는다.

MR 네트워크에서는 기존 시스템의 백본을 통해서 교환되었던 정보들이 무선의 릴레이 링크를 통해서 전송되어야 할 필요가 있으므로 본 논문에서는 새로운 MAC 관리 메시지를 정의해 802.16e 네트워크를 확장한다(<표 2>). 정의한 MAC 관리 메시지 교환 방식은 (그림 2)와 (그림 3)에 나타내었다. (그림 2)의 MR-BS 내 핸드오버에서 현재 액세스 스테이션이 RS (RS3)이고 타깃 액세스 스테이션이 MR-BS인 경우이거나 현재 액세스 스테이션이 MR-BS이고 타깃 액세스 스테이션이 RS (RS3)인 경우 모든 메시지는 멀티 홉 릴레이 경로 (Path 2)를 통해 교환된다. 또한 두 RS 간 핸드오버는 1-홉 릴레이 링크가 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우로 나누어 생각해 볼 수 있는데 RS1과 RS2에서 핸드오버를 수행 할 경우 두 스테이션 사이에 1-홉 릴레이 링크가 존재하므로 ST_SCN-REQ/RSP, HO_INFO-REQ/RSP와 MS_INFO-REQ/RSP 메시지는 이 링크를 통해서 교환 하고 HO_CPL 메시지는 현재 액세스 스테이션과 Path 1을 사용해 서빙 MR-BS에게 전송한다. 1-홉 릴레이 링크가 존재하지 않는 RS1과 RS3 사이에서 핸드오버를 수행 할 때 모든 MAC 메시지는 Path 1과 2를 거쳐 전송된다. (그림 3)의 MR-BS 간 핸드오버에서 RS1과 MR-BS2 사이 핸드오버 시 모든 메시지는 Path 1과 2를 통해서 교환한다. 서로 다른 MR-BS에 의해 관리되고 있는 RS 사이 핸드오버의 경우 (RS1과 RS2) 모든 MAC 관리 메시지는 Path 1, Path 2, Path 3을 통해 교환한다.

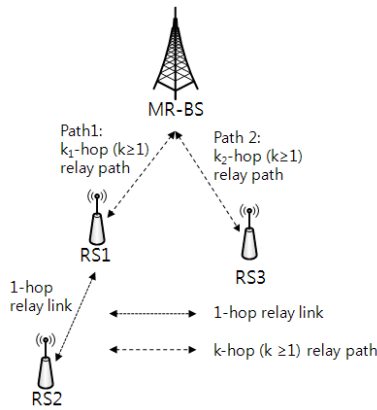
<표 2> 새로운 MAC 관리 메시지

HO 절차	MAC 관리 메시지	기능
네트워크 토폴로지 방송	NBR_ADVINFO-REQ	관심 있는 IS의 액세스 링크 채널 정보를 요청
	NBR-ADV-INFO	릴레이 링크를 통해서 IS들에게 액세스 링크 채널 정보를 전달
MS 스캐닝	ST_SCN-REQ ST_SCN-RSP	타깃 액세스 스테이션과 MS의 결합 (Association)을 조정
핸드오버 결정과 개시	HO_INFO-REQ HO_INFO-RSP	타깃 액세스 스테이션이 현재 액세스 스테이션에게 핸드오버 관련 정보를 전달
핸드오버 수행	MS_INFO-REQ MS_INFO-RSP	MS와 타깃 액세스 스테이션 사이에서 핸드오버를 수행할 때, MS 정보를 타깃 액세스 스테이션과 타깃 서빙 스테이션에게 전달
핸드오버 종료	HO_CPL	이전 액세스 스테이션, 이전 서빙 스테이션과 새로운 서빙 스테이션에게 성공적으로 핸드오버를 수행했음을 알려줌

3. MR 네트워크에서 이동성 지원 방안

3.1 네트워크 토폴로지 정보 획득

액세스 스테이션은 액세스 링크로 연결된 MS들에게 주기적으로 IS들의 액세스 링크 채널 정보가 포함된 MOB_NBR-ADV 메시지를 브로드캐스트 한다. IEEE 802.16e에서 MOB_NBR-ADV에 포함된 매개변수 (<표 3>



(그림 2) MR-BS 내 핸드오버

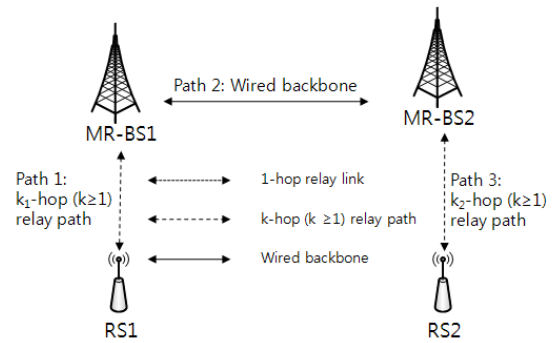
참조) 정보는 백본 (backbone)을 통해서만 전달되었으나 MR 네트워크에서는 이러한 정보가 릴레이 링크를 통해서도 전달되어야 한다. 따라서 이러한 기능을 수행하기 위한 NBR_ADV-INFO와 NBR_ADVINFO-REQ 메시지를 제안한다. 액세스 스테이션은 NBR_ADV-INFO 메시지를 통해 주변 IS들의 액세스 링크 정보를 수집하고 이를 조합해서 MOB_NBR-ADV를 생성한다. MOB_NBR-ADV에서 추천하는 스테이션을 같은 MR-BS가 관리하고 있는 경우 “HO Process Optimization” 필드의 0-7번 비트를 1로 세팅할 수 있다.

<표 3> 가용 스테이션으로부터 획득해야 할 매개 변수

MOB_NBR-ADV	MOB_BSHO-REQ/ RSP
PHY Profile ID	
FA Index	
BS EIRP	
Preamble Index/ Subchannel Index	
HO Process Optimization	Service level prediction
Scheduling Service Supported	Preamble/ Subchannel Index
DCD Configuration Change Count	HO Process supported
UCD Configuration Change Count	HO_authorization policy support
Mobility feature supported	
DCD_settings	
UCD_settings	
PHY Mode ID	

MS가 핸드오버를 위한 가용 액세스 스테이션을 검색하고, 안정성을 감시하기 위해 스캐닝을 한다. MS는 MOB_SCN-REQ 메시지를 통해 가용 액세스 스테이션에 대한 지정된 결합 단계와 스캐닝 구간 할당을 요청하고, 액세스 스테이션은 스캐닝 구간을 할당한다. IEEE 802.16e에서는 세 단계의 결합을 정의하고 있으며 요청하는 결합 단계 값은 MOB_SCN-REQ의 “scanning type” 필드에서 설정하며 액세스 스테이션은 “scanning type”과 사전에 정의된 “rendezvous time”에 결합을 위한 레인지 영역을 포함해서 MOB_SCN-RSP 메시지로 응답한다. 결합 1&2 단계의 액세스 스테이션은 타깃 스테이션 들이 중첩되거나 시간적으로 너무 가까운 레인지 영역을 할당하지 않도록 보증하기 위한 조정의 역할을 한다.

IEEE 802.16e-2005에서는 BS 간 조정이 백본을 통해서 이루어 졌으나 MR 네트워크에서는 조정이 백본뿐만 아니라



(그림 3) MR-BS 간 핸드오버

라 릴레이 링크를 통해서도 수행되어야 하므로 새로운 MAC 관리 메시지인 ST_SCN-REQ와 ST_SCN-RSP를 제안한다. MOB_SCN-REQ에 포함된 가용 액세스 스테이션의 scanning type의 값이 1보다 클 경우 다음과 같은 방법으로 응답한다.

- **DEFAULT:** MOB_SCN-RSP에 요청된 스테이션에 대한 scanning type 값을 모두 0으로 설정하는 방법. 이 경우 새로운 MAC 관리 메시지가 교환될 필요가 없으나 MS는 경쟁방식 레인지링을 사용해야만 한다.
- **OPTIONAL:** 액세스 스테이션은 ST_SCN-REQ/RSP를 통해서 MOB_SCN-REQ 메시지가 명시한 스테이션들과 결합을 조정 할 수 있다.

결합 단계 2가 선택되면 RNG-RSP가 릴레이 링크나 백본을 통해 현재 액세스 스테이션으로 전송되어 MOB_ASC-REP를 생성한다.

3.2 핸드오버 결정 및 개시

MS가 핸드오버 결정을 내릴 경우 MOB_MSHO-REQ 메시지를 전송함으로써 핸드오버를 개시하며 액세스 스테이션은 MOB_BSHO-RSP 메시지로 답한다. 혹은 액세스 스테이션이 MOB_BSHO-REQ를 통해 핸드오버 개시를 통지한다. IEEE 802.16e-2005에 의하면 MOB_BSHO-REQ와 MOB_BSHO-RSP 메시지는 MS가 핸드오버 가능한 타깃에 대한 정보를 포함해야 한다(<표 3> 참조). 이 정보를 획득하기 위해 새로운 MAC 관리 메시지인 HO_INFO-REQ와 HO_INFO-RSP를 제안한다.

MR-BS는 HO_INFO-RSP 메시지를 생성하는데 필요한 하위 RS 정보를 유지하고 있으나 “service level prediction (SLP)” 매개변수 값은 RS와 서빙 MR-BS사이 멀티 홉 경로를 통해 획득해야 하는 값이다. 따라서 다음과 같은 방법으로 SLP를 측정한다.

- **DEFAULT:** MOB_BSHO-REQ/RSP 메시지는 추천된 스테이션의 SLP 값을 3, 즉 “이용 가능한 SLP 없음”이라고 지정한다.
- **OPTIONAL:** MR-BS와 관련 RS들의 SLP 값을 MR-BS나 RS부터 획득할 수 있는 방법으로 MS는 타깃 액세스 RS에서의 QoS 성능 예측 값을 제공받을 수 있다. MR-BS 내 핸드오버에서 MOB_BSHO-REQ 혹은 MOB_BSHO-RSP에 포함된 HO Process Optimization 필드

의 0-7번 비트는 1로 세팅 가능하다.

3.3 핸드오버 수행

MS와 타깃 액세스 스테이션이 RNG-REQ와 RNG-RSP 메시지를 교환하면서 레인징을 수행하는데 타깃 액세스 스테이션은 전송된 RNG-REQ의 serving BSID TLV를 통해 요청한 핸드오버가 MR-BS 내 핸드오버 인지 MR-BS 간 핸드오버인지 결정할 수 있다. 타깃 액세스 스테이션이 RNG-REQ 메시지를 받은 후 다음과 같은 동작을 수행한다.

타깃 액세스 스테이션이 아직 MS 정보를 받지 못한 경우 새로운 MAC 관리 메시지인 MS_INFO-REQ와 MS_INFO-RSP를 사용하여 이 정보를 획득한다. MR-BS 내 핸드오버에서, 타깃 액세스 스테이션이 서빙 스테이션인 MR-BS라면 MS정보는 이미 MR-BS에서 유지되고 있으므로 추가적인 시그널링이 필요하지 않다. 단지 ARQ가 흡 단위로 수행되고 있고 ARQ나 SDU_SN 연속 가능한 커넥션을 포함하고 있다면 ARQ 상태 정보는 MS_INFO-RSP를 통해 현재 액세스 RS에서 MR-BS에게 전송되어야 한다. MR-BS 간 핸드오버에서, 타깃과 현재 액세스 스테이션이 서로 다른 MR-BS라면 MS 정보는 백본을 통해서 획득가능하다. 이 경우를 제외하고 타깃 액세스 스테이션이 아직 MS 정보를 획득하지 못 했던 경우 유선 백본과 릴레이 링크에서 MS_INFO-REQ와 MS_INFO-RSP메시지 교환을 통해 MS 정보를 획득한다.

MS 정보를 획득한 타깃 액세스 스테이션이 RS인 경우 타깃 서빙 MR-BS와 타깃 액세스 RS 사이 커넥션은 재설립 되어야 한다.

핸드오버 프로세스를 완결하기 위해서, 타깃 액세스 스테이션은 MS에게 RNG-RSP를 전송하는데 MR-BS 내 핸드오버의 경우 HO Process Optimization의 0-7, 9, 10번 비트가 1로 세팅 가능하며 MR-BS 간 핸드오버에서 이 비트맵은 IEEE 802.16e-2005의 MAC 계층 핸드오버 절차(6.3.22절)에 의하여 결정된다.

성공적 레인징 수행 후, 필요에 따라 타깃 액세스 스테이션 즉, 새로운 액세스 스테이션은 MS에게 REG-RSP (비요청 REG-RSP 혹은 REG-REQ에 의한 응답) 메시지 혹은 REG-RSP TLV를 포함하는 RNG-RSP 메시지를 전송할 수 있다.

핸드오버 중, 타깃 액세스 스테이션은 RNG-RSP의 HO Process optimization TLV의 7번째 비트를 통해 post-HO 재진입 MS DL 데이터 보류를 MS에게 통보할 수 있다. 새로운 액세스 스테이션에서 성공적으로 재진입을 수행하면 새로운 액세스 스테이션은 MS에게 전송된 (forwarded) 데이터를 전송할 수 있다. MS는 모든 전송된 데이터를 받은 후 IP 커넥티비티를 재설립할 수 있다. 이후 새로운 서빙 MR-BS는 이전 서빙 MR-BS와 다른 네트워크 개체에게 pre-HO 보류 MS DL 데이터 전송 중단을 요구하기 위해서 백본 메시지를 전송할 수 있다.

3.4 핸드오버 종료와 그 외 절차

핸드오버 진행 중, MS는 현재 액세스 스테이션 해제를 명시하기 위해 액세스 스테이션에게 MOB_HO-IND (HO_IND_type = 0b00) 메시지를 전송한다. 이 메시지는 타깃 액세스 스테이션을 명시하기 위해 Target BS_ID 필드를 포함하고 있으므로 액세스 스테이션은 비요청 MS_INFO-RSP를 통해 타깃 액세스 스테이션과 타깃 서빙 스테이션에게 MS의 정보를 제공한다.

802.16e-2005에서 서빙 MR-BS가 타깃 MR-BS에서의 MS Network Attachment를 포함하고 있는 백본 메시지를 수신하면, MAC 컨텍스트를 삭제하고 MS와 연관된 MAC PDU를 폐기해야만 한다. 릴레이 링크에서 이와 유사한 역할을 하는 새로운 MAC 관리 메시지인 HO_CPL은 MS가 타깃 액세스 스테이션에 성공적으로 핸드오버 했을 경우 이전 액세스 스테이션과 서빙 스테이션에게 전송된다.

MS 혹은 액세스 스테이션이 핸드오버를 개시한 이후, Resource_Retain_Time 타이머가 만료되기 전에 MS가 MOB_HO-IND (HO_IND_type = 0b01) 메시지를 전송함으로써 핸드오버 취소를 요청할 수 있다. 현재 액세스 스테이션이 RS인 경우, 핸드오버 취소를 요청하기 위한 MOB_HO-IND 메시지는 현재 서빙 MR-BS로 전송 (forward)되어 정상 작동 커뮤니케이션을 다시 시작 한다.

MS가 드롭을 감지하였다면 IEEE 802.16e-2005에 정의된 절차를 따라야한다. 액세스 스테이션이 RS이고 드롭을 감지한 경우, 액세스 스테이션은 BS 해지를 의미하는 MOB_HO-IND (HO_IND_type = 0b00)을 받은 것과 같은 동작을 수행한다.

4. 결론

본 논문에서는 IEEE 802.16e에 정의된 핸드오버 절차를 확장하여 IEEE 802.16j MR 네트워크에서 MS의 이동성 지원 방안을 정의하였다. 본 논문이 제안하는 방식을 통하여 MS는 기존 802.16 시스템에서 보다 높은 처리율과 넓은 영역에서 서비스를 제공받을 수 있다. 현재 이에 대한 성능을 평가하기 위한 시뮬레이션을 진행중이다.

참고문헌

- [1] IEEE Standard 802.16-2004, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access System," Oct. 2004.
- [2] IEEE Standard 802.16e-2005, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access System," Feb. 2006.
- [3] IEEE C802.16j-06/016, "Proposed Technical Requirements for IEEE 802.16 Relay TG," Sep. 2006.
- [4] IEEE C802.16j-06/041r2, "Harmonized definitions and terminology for Mobile Multihop Relay," July 2006.