

WiBro/Mobile WiMAX 이동성 기술

한국전자통신연구원 | 김대익 · 이상호 · 김영진

1. 서론

최근 노트북, PDA와 같은 이동 단말기의 사용이 일 반화되고 비디오 스트리밍, UCC(User Created Content) 등과 같은 고속의 데이터 전송을 요구하는 멀티미디어 콘텐츠들이 보급되면서 이동성을 전제로 한 고속 인터넷 서비스에 대한 요구가 점차 증가하고 있으며, 이러한 요구에 따라 유선망에 비해 상대적으로 저속 이고 비싼 무선망은 최근 들어 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access), WLAN과 같은 기술의 도입 으로 고속의 데이터 전송이 가능해짐에 따라 무선망 에서도 유선망과 비슷한 품질의 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 그러나, 고속의 이동성을 보장하는 셀룰러 이동통신 시스템의 HSDPA는 상대적으로 높은 이용 요금으로 사용자에게 부담이 되고 있으며, WLAN은 이용 요금이 저가인 반면 상대적으로 이동성이 보장되지 않는 문제점이 있다. 이러한 이유로 이동성이 보장되고 저가의 초고속 인터넷 접속이 가능한 무선망의 필요성이 증대되었다.

WiBro/Mobile WiMAX 시스템은 이러한 요구를 수용하여 WLAN보다 우수한 이동성을 지원하며 저가의 이용요금을 목표로 설계되었다. 기본적으로 WiBro와 Mobile WiMAX는 광대역 무선접속 기술표준을 제정하는 IEEE의 802.16e 기술을 기반으로 하고 있기 때문에 개념적으로 동일한 기술이라고 볼 수 있으며, 사용자의 이동으로 인하여 발생하는 핸드오버시에도 사용자 트래픽에 대하여 서비스 품질을 끊임없이 제공한다[1,2].

WiBro/Mobile WiMAX에서 이동단말은 핸드오버 발생시 IEEE 802.16e의 MAC 계층 핸드오버 절차에 따라서 기지국간 핸드오버를 수행하며, 기지국간의 통신은 유선망을 통해서 이루어진다. 특히, Mobile WiMAX에서는 MAC 계층 핸드오버를 지원하기 위하여 기지국간의 메시지 절차를 정의하고 있으며, 핸드오버시에도 끊임 없는 서비스를 제공하기 위하여 앵커를 통한 경로 확장 기법을 지원하며 이를 ASN Anchored 핸드오버

로 정의하고 있다. 그리고 이동단말이 활성화(Active) 또는 비활성화(Idle) 상태에서 서브넷간 이동이 일어났을 때, Mobile IP(이하 MIP) 기술을 적용하여 앵커를 재배치할 수 있는 CSN-Anchored 핸드오버를 정의하고 있다[3,4].

본 고에서는 WiBro/Mobile WiMAX 시스템에서 이동성을 제공하는 방안에 대하여 살펴본다. 2장에서 Mobile WiMAX 시스템의 간단한 특징과 시스템 구조에 대하여 살펴보고, 3장에서는 Mobile WiMAX에서의 ASN Anchored 이동성 관리 기술에 대하여 설명한다. 그리고 4장에서는 MIP 기반의 CSN Anchored 이동성 관리 기술에 대하여 설명하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. Mobile WiMAX 시스템 개요

2.1 Mobile WiMAX 개요

WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access) 기술은 크게 Fixed WiMAX와 Mobile WiMAX로 분류된다. Fixed WiMAX는 기존 무선인터넷 기술인 Wi-Fi의 커버리지와 속도를 개선하기 위해 개발한 기술로 IEEE 802.16-2004를 기반으로 하고 있으며, Mobile WiMAX는 이동성을 추가한 IEEE 802.16e를 기반으로 개발된 기술이다. 특히, Mobile WiMAX는 Fixed WiMAX의 이동성 문제를 개선하여 이동 중에도 최대 30Mbps의 속도로 데이터를 주고받을 수 있고, 기지국간 이동을 원활하게 하는 핸드오버 기능을 지원하며, 핸드오버 지연시간을 50ms 미만으로 낮추어 VoIP와 같은 실시간 서비스도 품질의 저하 없이 제공할 수 있는 규격을 지원하고 있다.

Mobile WiMAX에서는 단말의 이동성 유형을 Fixed, Nomadic, Portable, Simple Mobility, Full Mobility로 나누고 있으며, 표 1은 각 유형에 따른 이동성에 대한 요구사항을 나타낸다[5]. 표 1에 나타난 바와 같이 Fixed/Nomadic 단말에 대해서는 이동성에 따른 요구사항이 없으며, 5km/h의 속도로 이동하는 Portable 단말에 대해서는 핸드오버를 최선을 다해서 지원해야 한

표 1 WiMAX에서 이동성 요구사항

	SS/MS Mobility	Handover Latency	Handover Disruption Time	Session Continuity	Target Application Supported While Moving	Device Type Support
Fixed	None	N/A	N/A	No	N/A	Standalone CPE* Gateway
Nomadic	None during a session	N/A	N/A	No	N/A	Standalone CPE PCMCIA Gateway Laptops
Portable	5 km/h	Best effort	Best effort	Best effort	Non-real-time	Standalone CPE PCMCIA Gateway Laptops
Simple Mobility	Up to 60Km/h	< 1s between IP subnet, < 150ms within IP subnet	< 150ms	Yes	Non-real-time	Standalone CPE PCMCIA Compact Flash Gateway Laptops, Mini PCI PDAs
Full Mobility	Up to 120km/h	< 50ms	< larger of 5ms	Yes	Real-time and non-real-time	Standalone CPE Compact Flash Gateway Mini PCI PDAs Handsets Laptops

* CPE: Customer Premise Equipment

다. 그리고 60km/h의 이동속도를 가지는 Simple Mobility 단말에 대해서는 IP 서브넷간 핸드오버 발생시에 1s 미만의 핸드오버 지연시간을 만족시켜야 하고, IP 서브넷 내에서 핸드오버 발생시에는 150ms 미만의 핸드오버 지연시간을 만족시켜야 하며, 120km/h의 이동속도를 가지는 Full Mobility 단말에 대해서는 50ms 미만의 핸드오버 지연시간을 만족시켜 VoIP, Video Telephony, 인터넷 게임 등 실시간(Real-time) 서비스가 가능하도록 해야 한다.

2.2 Mobile WiMAX 네트워크 모델

그림 1은 Mobile WiMAX에서 정의하고 있는 네트워크 모델이다. 그림 1에 나타난 바와 같이 Mobile WiMAX에서는 네트워크를 크게 SS/MS(Subscriber Station/Mobile Station), NAP(Network Access Provider)의 ASN(Access Service Network) 그리고 NSP(Network Service Provider)의 CSN(Connectivity Service Network) 부분으로 나누고 있다.

ASN은 Mobile WiMAX 가입자에게 무선 접속을 제공하기 위해 필요한 네트워크 기능들의 집합으로 정의되

며, L2 연결 기능, AAA 클라이언트 기능, WiMAX 가입자의 NSP 네트워크 발견 및 선택 기능, L3 연결 설정을 위한 릴레이 기능, 무선 자원 관리 기능, ASN Anchored 이동성 기능, CSN Anchored 이동성 기능, 페이징 기능, 그리고 ASN과 CSN 간의 터널링 기능 등을 제공해야 한다. 그리고 ASN은 Mobile WiMAX에서 정의하고 있는 ASN 프로파일에 따라서 BS(Base Station)와 ASN Gateway(이하, ASN-GW)로 나뉠 수 있으며, BS는 WiBro의 RAS(Radio Access Station), ASN-GW는 WiBro의 ACR(Access Control Router)로 대응될 수 있다.

CSN은 WiMAX 가입자에게 IP 연결 서비스를 제공하기 위한 네트워크 기능들의 집합으로 정의되며, IP 주소 할당 기능, 인터넷 접속 기능, AAA 프록시/서버 기능, 사용자 프로파일에 따른 정책 및 허가 제어 기능, ASN과 CSN 간의 터널링 기능, 과금 기능, 로밍 사용자를 위한 CSN 간의 터널링 기능 그리고 ASN 간의 이동성 제어 기능 등을 제공해야 한다. 그리고 이러한 기능들을 제공하기 위하여 AAA, HA 등이 CSN에 포함될 수 있다.

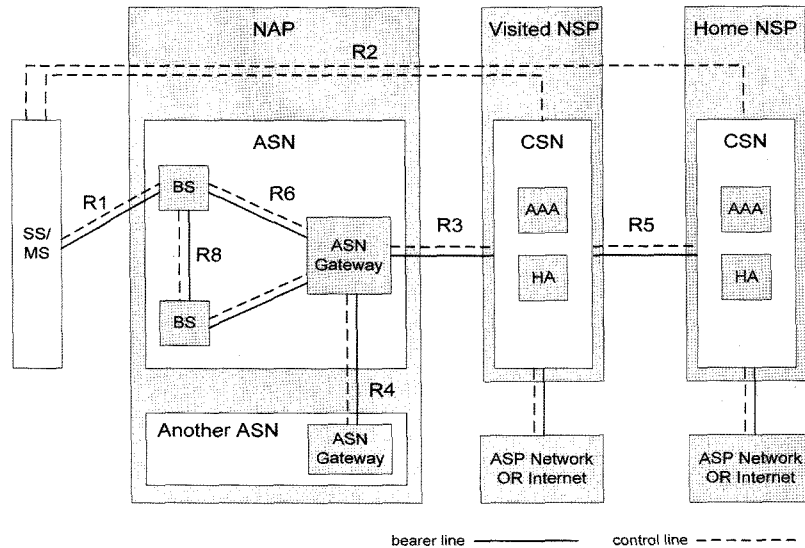


그림 1 Mobile WiMAX 네트워크 모델

2.3 ASN 프로파일에 따른 기능 배분

Mobile WiMAX는 ASN의 기능들을 프로파일 A, B, C의 세가지 형태로 나누어 배분하고 있으며, 그림 2는 각 프로파일에 따른 기능 배분을 나타낸 것이다. 그림 2에 나타난 바와 같이 프로파일 A, C는 ASN의 기능들을 BS와 ASN-GW로 나누어서 배분하고 있으며, 두 엔티티간에는 R6 참조점을 통해서 연결된다. 그리고, 프로파일 B는 ASN을 나누지 않고 하나의 엔티티에서 모든 기능을 수행하는 형태를 갖는다.

프로파일 A와 C의 기능 배분에 있어 가장 큰 차이점은 프로파일 A의 경우 핸드오버 제어 기능과 무선 자원 제어(Radio Resource Control: RRC) 기능이 ASN-GW에 있고, 프로파일 B의 경우 이 기능들이 BS에 있

다는 것이다. 따라서 프로파일 A의 경우에 핸드오버 제어 및 이에 따른 데이터 전송 그리고 BS의 무선 자원을 ASN-GW에서 제어하기 때문에, 목적지 BS의 CID(Connection ID)와 ARQ(Automatic Retransmission Request) 파라미터 등을 포함하는 802.16e MAC SDU (Service Data Unit) 형태의 L2 데이터 패킷을 R6 인터페이스로 전송하는 데이터 Type-2 베어러에 적합한 프로파일로써 수렴 부계층(Convergence Sublayer: CS)과 ARQ 기능이 ASN-GW에 위치할 수 있다. 반면, 프로파일 C의 경우에는 핸드오버에 따른 데이터 전송 및 BS의 무선 자원을 BS에서 제어하기 때문에, IP 또는 이더넷 패킷을 R6 인터페이스로 전송하는 데이터 Type-1 베어러에 적합한 프로파일로써 수렴 부계층과 ARQ 기

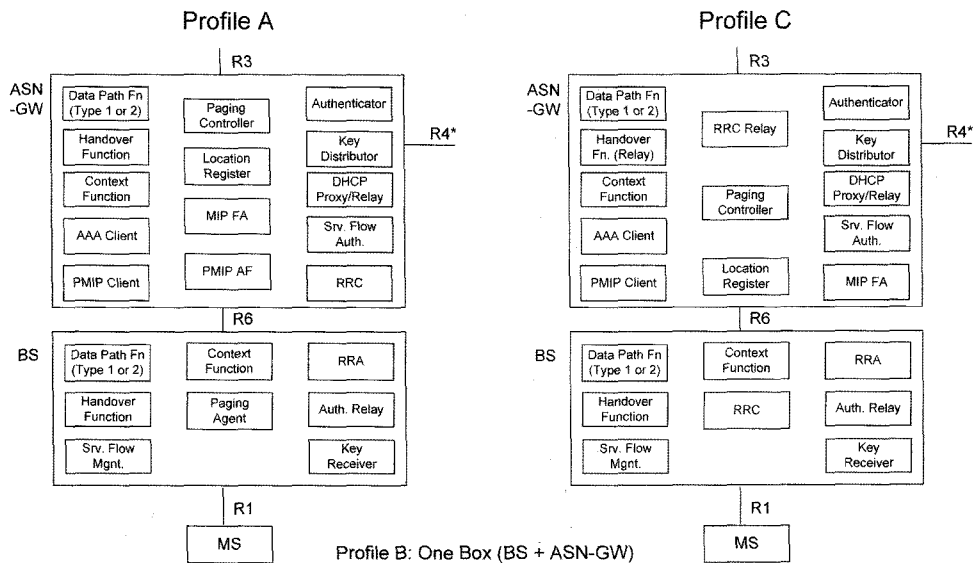


그림 2 ASN 프로파일에 따른 기능 배분

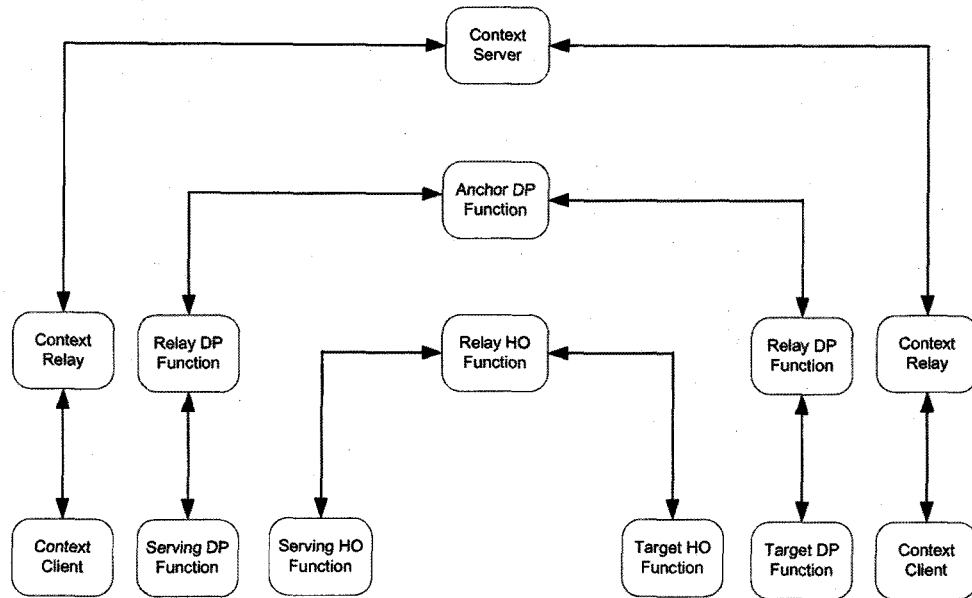


그림 3 ASN 이동성 기능들의 분해도

능이 BS에 위치할 수 있다. 데이터 형태에 따른 베어러에 대해서는 3.1절에서 자세히 설명한다.

3. ASN Anchored 이동성 관리

ASN Anchored 이동성 관리는 CoA(Care-of Address) 갱신이 수반되지 않는 MS의 이동성으로 정의된다. 즉, MS의 이동으로 인해 핸드오버 발생시 Mobile IP(이하, MIP) 절차가 수반되지 않기 때문에 ASN에서 앵커를 두어 이 앵커를 통해서 데이터를 전송하는 이동성 관리 방법이다.

이러한 ASN Anchored 이동성 관리를 위해서는 표 1에서 나타낸 MS의 이동성 유형, 패킷 손실 및 핸드오버 지연시간의 최소화, IEEE 802.16과 IETF EAP RFC들에 정의된 보안 요구사항 그리고 MS의 다양한 상태(Active, Idle, Sleep) 등을 지원할 수 있는 구조를 가져야 한다. 따라서 Mobile WiMAX에서는 ASN Anchored 이동성을 지원하기 위해 3가지의 기능 즉, 데이터 경로 기능, 핸드오버 기능, 컨텍스트 기능을 정의하고 있다. 그림 3은 ASN 이동성 기능들의 분해를 나타낸다.

데이터 경로 기능은 기능 엔티티간 데이터 패킷 전송을 위한 절차 및 데이터 경로 설정을 제어하기 위한 기능이고, 핸드오버 기능은 핸드오버와 관련된 신호 절차 및 핸드오버 결정을 위한 전체적인 운용을 제어하는 기능이다. 그리고, 컨텍스트 기능은 네트워크 엔티티들 간에 MS의 정보를 설정하고 검색하기 위해 요구되는 컨텍스트 교환을 제어하는 기능이다.

3.1 데이터 경로 기능

데이터 경로 기능(Data Path Function, 이하, DP 기능)은 두 엔티티간 즉, BS와 ASN-GW, ASN-GW와 ASN-GW 또는 BS와 BS간에 데이터 전송을 위한 터널 설정 또는 멀티캐스트/브로드캐스트 설정 등과 같은 베어러 설정을 제어하는 기능으로, 데이터 무결성을 위해서 패킷 순서 번호의 사용을 지원해야 하며 부가적으로 핸드오버 동안에 낮은 지연 연결을 지원할 수 있어야 한다.

데이터 패스 기능은 초기 접속과 핸드오버 운용에 따라서 다음과 같이 분류된다.

- Anchor DP Function: 데이터 경로의 한 끝에서 핸드오버시 MS와 관련된 데이터 경로의 앵커 기능을 담당하는 데이터 경로 기능이다. 이 기능은 수신한 데이터 패킷을 서빙 DP 기능으로 전송하고, 핸드오버 동안 MS에 대한 베어러와 관련된 상태 정보를 관리하고 네트워크로부터 수신한 데이터 패킷을 버퍼링하는 기능을 수행한다.
- Serving DP Function: 데이터 경로의 서빙 MAC/PHY 기능과 연계된 다른 한 끝에서 MS로 송수신되는 모든 패킷을 전송하는 기능을 담당하는 DP 기능이다. 이 기능은 서빙 BS와 연계하여 MS의 데이터 패킷 송수신을 위해 앵커 DP 기능과 통신한다.
- Target(New Serving) DP Function: 핸드오버시 목적지로 선택된 DP 기능이다. 이 기능은 타겟 BS와 연계하여 핸드오버 후에 현재의 데이터 경로

를 재설정하기 위해 Anchor DP 기능과 통신한다.

- Relaying DP Function: 이 기능은 서빙 DP 기능과 앵커 DP 기능 또는 타겟 DP 기능과 앵커 DP 기능 사이에 위치하여 정보 전달을 중재하는 기능을 수행한다.

또한, Mobile WiMAX는 각 데이터 경로 기능과 앵커 데이터 경로 기능간에 설정되는 데이터 베어러를 전송되는 데이터 페이로드 형태에 따라서 Type-1, Type-2 베어러 두 가지로 나누고 있다.

일반적으로, Type-1 베어러는 두 데이터 경로 기능간에 GRE 터널, MPLS 태그 등을 사용해서 IP 또는 이더넷 패킷을 전송한다. 이러한 Type-1 베어러는 MS, MS의 서비스 플로우(Service Flow) 또는 데이터 경로 엔티티 별로 생성될 수 있으며, MS 또는 MS의 서비스 플로우 별로 베어러가 생성되었을 때는 각 베어러를 식별하기 위해 MS 주소, SFID(Service Flow ID) 등과 같은 태그가 사용될 수 있다.

Type-2 베어러는 두 데이터 경로 기능간에 CID, ARQ 파라미터 등과 같은 부가적인 정보를 포함하는 802.16e MAC SDU 형태의 L2 데이터 패킷 또는 ARQ 블록을 전송한다. 즉, 앵커 DP에 IP 패킷이 도착하면, 앵커 DP는 식별자에 의해 이 패킷을 식별하고 MAC SDU를 만들기 위한 패킷 헤더 압축을 수행한다. 그리고, 적당한 크기로 MAC SDU를 나누고 CID, ARQ 파라미터와 같은 부가적인 제어 정보를 포함시켜 Type-2 베어러를 통해서 상태 데이터 경로 기능에 전송하게 된다. 따라서, Type-2 데이터 경로 기능에서는 ARQ 블록의 재전송 또는 핸드오버 동안 발생할 수 있는 ARQ 상태 초기화를 수행하기 위해 앵커 DP 기능에서 ARQ 상태를 관리해야 한다.

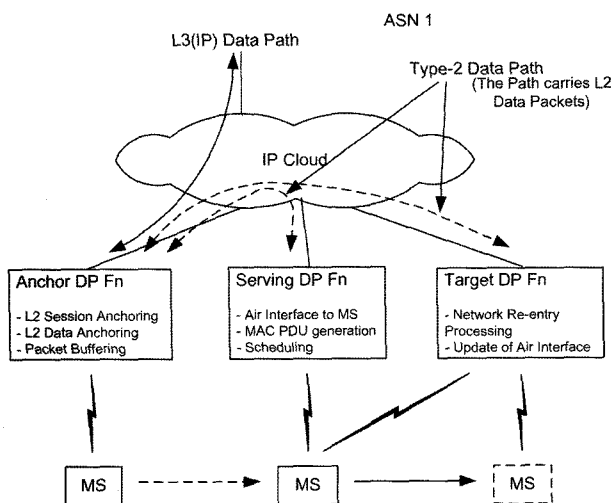


그림 4 Type-2 경로 기능의 L2 데이터 앵커 방법

그림 4는 Type-2 데이터 경로 기능이 사용되었을 때의 이동성 모델을 나타낸 것이다. 앵커 DP 기능은 L2 세션의 앵커가 되며, L3 IP 패킷을 수신하여 L2 데이터 패킷을 만든 후에 서빙 DP 기능에 전송한다. MS가 이동함에 따라 핸드오버가 발생하면, 타겟 DP 기능은 MS에 끊임 없는 서비스를 제공하기 위하여 앵커 DP 기능과 연계하여 Type-2 데이터 경로를 준비한다.

3.2 핸드오버 기능

핸드오버 기능에 의해 제공되는 핸드오버 형태는 MS 시작 핸드오버, 네트워크 시작 핸드오버, FBSS/MDHO가 있으며, 핸드오버 운용에 따라서 다음과 같이 분류된다.

- Serving HO Function: 핸드오버에 관련된 시그널링 절차와 핸드오버 결정을 위한 전체적인 운용을 제어하는 HO 기능이다. 이 기능은 핸드오버를 위한 메시지를 필요시 릴레이 HO 기능을 통해서 타겟 HO 기능에 전송하며, 결과를 MS에 전송하는 기능을 수행한다.
- Relaying HO Function: 서빙 HO 기능과 타겟 HO 기능 사이에 위치하여 핸드오버에 관련된 제어 메시지를 중재하는 HO 기능이다. 이 기능은 핸드오버 메시지의 내용을 갱신할 수 있으며 핸드오버 결정에 영향을 줄 수 있다.
- Target HO Function: 핸드오버를 위한 목적지로 선택되었거나 잠재적인 목적지로 선택된 HO 기능이다.

3.3 컨텍스트 기능

컨텍스트 기능은 MS의 이동으로 인해 네트워크 엔티티들 간에 MS의 보안 정보, MS의 비활성화 특성에 따른 네트워크 정보 등을 설정하고 검색하기 위해 요구되는 컨텍스트 교환을 제어하는 기능으로 다음과 같이 분류된다.

- Context Server: MS에 대해 갱신된 세션 컨텍스트 정보를 저장하는 Context 기능이다.
- Context Client: PHY 기능을 갖는 기능 엔티티와 연계된 Context 기능으로 핸드오버 절차 동안 Context Server에 저장되어있는 세션 컨텍스트 정보를 획득하는 기능을 수행한다.
- Relaying Context Function: Context Server와 Context Client 사이에 위치하여 Context 정보 전송을 중재하는 Context 기능이다.

3.4 핸드오버 데이터 무결성

핸드오버를 위한 신호 절차를 수행 중이거나 또는

완료 후에 MS의 이동으로 인해 데이터 경로 재설정이 일어나게 됨으로써 이전 경로상에서 미처 MS에게 전달되지 못한 데이터 패킷이 발생하게 된다. 인터넷 서비스와 같은 패킷 데이터 서비스의 특성상 일부 패킷의 유실은 End-to-End 프로토콜의 재전송 과정 등에 의해 복구될 수도 있지만, 불가피한 시간 지연이 동반된다. 따라서, 다양한 서비스 클래스에 따른 품질을 보장하기 위해서는 핸드오버 시에도 최대한 패킷의 유실, 중복, 재정리의 발생을 최소화 할 수 있는 데이터 무결성 방안을 제공하여야 하며, Mobile WiMAX에서도 데이터 무결성을 제공하기 위해 데이터 경로 설정 방법, 데이터 동기화 방법 그리고 ARQ 동기화 방법 세 가지를 정의하고 있다.

3.4.1 데이터 경로 설정 방법

데이터 무결성을 위한 데이터 경로 설정 방법은 버퍼링 방법과 Bi/Multi-casting 방법이 있다. 버퍼링 방법은 데이터 무결성이 요구되는 서비스의 트래픽을 위해서 버퍼링하는 기법으로 트래픽은 데이터 경로 시작점 또는 끝점에서 버퍼링 될 수 있다. 이 버퍼링은 핸드오버를 실행하는 동안에만 이루어지며, 버퍼링 지점은 데이터 무결성 방법의 선택에 따라 핸드오버 동안 변경될 수 있다. Bi/Multi-casting 방법은 데이터 무결성을 위해 데이터 경로 시작점에서 하향링크 트래픽을 위해서 멀티캐스팅을 구성하는 방법으로 특

히, Bicastng은 서빙 DP 기능과 타겟 DP 기능으로 단 두 곳으로만 전송하는 방법이다. 이 방법에서 상향링크 트래픽에 대한 멀티캐스팅 방법은 존재하지 않는다.

3.4.2 데이터 동기화 방법

데이터 무결성을 위해 핸드오버동안 서로 다른 데이터 경로 기능을 통해서 전송되어 버퍼링된 데이터를 동기화 시키는 방법으로, 순서 번호 사용 방법과 데이터 회복 방법이 있다. 순서 번호 사용 방법은 순서번호가 데이터 경로에 전송되는 각 SDU에 붙여지며, 타겟 DP 기능은 핸드오버 동안 서빙 DP 기능에서 마지막으로 MS에 전송한 SDU의 순서번호를 핸드오버 신호 메시지를 통해서 서빙 DP 기능으로부터 수신하거나, 타겟 BS에 접속한 MS로부터 보고받을 수 있다. 데이터 회복 방법은 각 SDU에 대해서 순서번호가 만들어지지 않으며, 앵커 DP 기능은 핸드오버 준비 단계 동안 데이터를 복사하고 버퍼링한다. 그리고 MOB_HO-IND 메시지에 의해 최종 타겟 BS가 결정되었을 때, 서빙 BS는 타겟 DP 기능에 MS로 전송하지 못한 패킷 그리고 응답 확인을 받지 못한 패킷을 모두 전송한다.

3.4.3 ARQ 동기화 방법

ARQ가 허용되는 트래픽에 대해서 SDU는 ARQ 블록으로 분할되며, 각 ARQ 블록은 블록 순서 번호 Block Sequence Number(BSN)이라는 순서번호가 할당된다. 핸

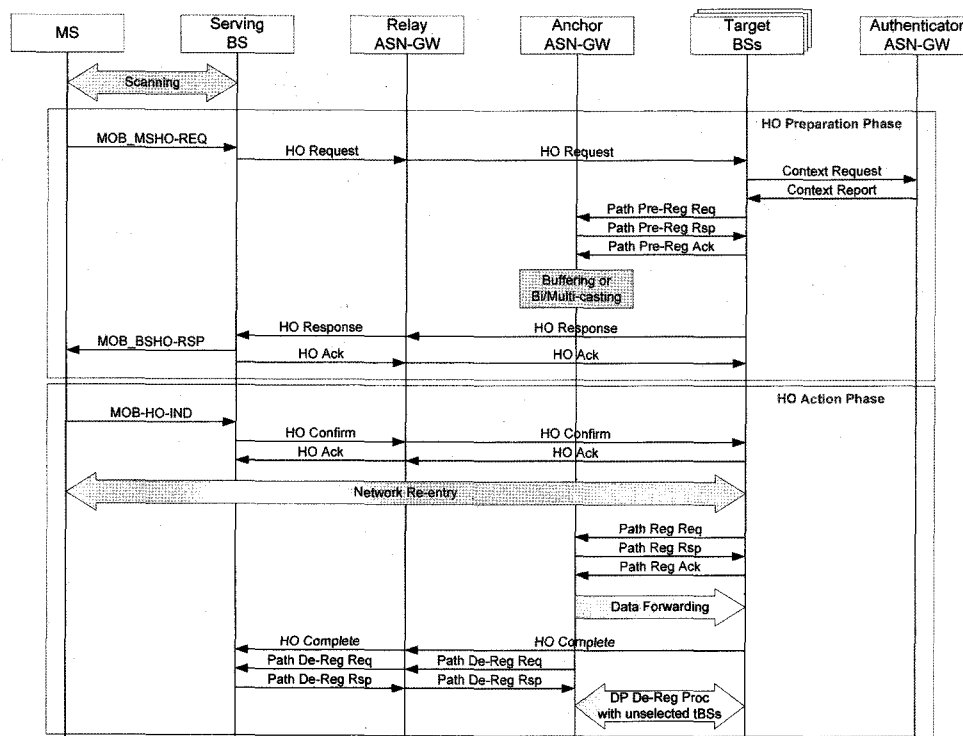


그림 5 ASN Anchored 핸드오버 절차

드오버 동안 하나의 SDU를 이루는 모든 ARQ 블록이 전송되지 않기 때문에 미전송 ARQ 블록과 응답 확인을 수신하지 못한 ARQ 블록에 대한 동기화가 이루어져야 한다. Type-1 데이터 경로에서는 ARQ 상태를 서빙 DP 기능에서 관리하기 때문에 핸드오버 후에 서빙 DP 기능은 타겟 DP 기능과 데이터 경로를 설정하여 ARQ의 상태 정보와 미전송 ARQ 블록을 전송할 수 있다. Type-2 데이터 경로에서는 ARQ 상태를 앵커 DP 기능에서 관리하므로 핸드오버 후에도 앵커 DP 기능에 의해 동기화 될 수 있다.

3.5 ASN Anchored 핸드오버 절차

ASN Anchored 핸드오버는 MS의 요청 또는 네트워크의 요청으로 시작될 수 있으며, 핸드오버 절차는 다양한 시나리오에 따라서 다르게 나타날 수 있다. 그림 5는 MS의 요청에 의한 ASN Anchored 핸드오버 절차의 한 예를 나타낸 것이다.

MS는 서비스 중인 서빙 BS로부터의 수신 신호가 특정 임계치 이하로 떨어져 핸드오버가 필요하다고 판단되면, 스캐닝을 통해 획득한 인접 BS의 정보를 토대로 핸드오버가 가능한 후보 BS들의 정보가 포함된 MOB_MSHO-REQ 메시지를 접속중인 sRAS에게 송신함으로써 핸드오버를 트리거링 하게 되며, MOB_MSHO-REQ 메시지를 수신한 서빙 BS는 HO Request 메시지를 필요하다면 릴레이 ASN-GW에 있는 릴레이 핸드오버 기능을 통해서 핸드오버 후보 BS에 전송한다.

HO Request 메시지를 수신한 핸드오버 후보 BS는 MS에 대한 보안 정보를 획득하기 위해 Authenticator ASN-GW와 컨텍스트 절차를 수행하며, MS에 대한 보안 정보를 획득한 후보 BS는 데이터 무결성을 위해서 앵커 ASN-GW와 MS의 하향링크 데이터의 버퍼링 또는 Bi/Multi-casting을 요청하는 Path Pre-Registration 절차를 수행한다. 이 때부터 앵커 ASN-GW는 MS의 하향링크 데이터를 버퍼링 또는 Bi/Multi-casting하게 된다.

그리고, Path Pre-Registration 절차를 마친 후보 BS는 핸드오버 수락 여부를 알리는 HO Response 메시지를 서빙 BS에 전달하며, 서빙 BS는 MOB_BSHO-RSP 메시지를 통해서 MOB_MSHO-REQ 메시지에 대한 결과를 MS에게 전송한 후에 후보 BS에 HO Response 메시지의 수신을 알리는 HO Ack 메시지를 전송한다.

MS는 MOB_BSHO-RSP 메시지에 포함된 핸드오버 후보 BS 중에 하나를 핸드오버 타겟 BS를 결정하여 핸드오버 시작을 알리는 MOB_HO-IND 메시지를 서빙 BS로 전송하고 타겟 BS와 네트워크 재진입을 위한 절차를 시작한다. MOB_HO-IND 메시지를 수신한 서빙 BS는 핸드오버가 시간됨을 알리는 HO Confirm 메시지를

타겟 BS에 전송하며, 타겟 BS는 메시지 수신에 대한 응답으로 HO Ack 메시지를 서빙 BS로 전송한다.

MS가 타겟 BS와 네트워크 재진입에 성공하면 타겟 BS는 앵커 ASN-GW에 버퍼링 또는 Bi/Multi-casting되고 있는 데이터를 전송받기 위해 Path Registration 절차를 수행하며, 이 절차가 완료되면 앵커 ASN-GW는 버퍼링 또는 Bi/Multi-casting되고 있는 MS의 하향링크 데이터를 타겟 BS로만 전송한다. 그리고 타겟 BS는 MS의 핸드오버가 완료되었음을 알리는 HO Complete 메시지를 서빙 BS로 전송하며, 앵커 ASN-GW는 서빙 BS와 설정되어있는 데이터 경로와 타겟 BS로 선택되지 않은 후보 BS와 Path Pre-Registration 절차를 통해서 설정되어있던 데이터 경로를 삭제하기 위해 Path De-Registration 절차를 수행한다.

이러한 ASN Anchored 핸드오버 절차를 통해서 앵커 ASN-GW는 MS가 ASN-GW간에 이동을 하더라도 끊김 없는 데이터 전송을 할 수 있다.

4. CSN Anchored 이동성 관리

CSN Anchored 이동성 관리는 CoA 갱신이 수반되는 MS의 이동성으로 정의된다. 즉, R3 참조점을 가로지르는 ASN과 CSN간의 MIP 기반의 매크로 이동성으로, MIP 절차를 수행한 후에는 데이터 경로가 현재 앵커 ASN-GW(MIPv4의 경우 FA)에서 새로운 ASN-GW로 재배치된다. 이러한 CSN Anchored 이동성은 MS가 새로운 ASN-GW와 연결되어 있는 BS로 핸드오버 되었을 때, MS가 비활성화 상태에서 새로운 ASN-GW로 이동하여 활성화 상태가 되었을 때 또는 네트워크에서 자원 관리의 목적으로 발생할 수 있으며, CSN Anchored 핸드오버로 인해 발생하는 지연으로 인해 실시간 서비스가 영향을 받지 않아야 한다.

CSN-Anchored 이동성 관리는 MIP 프로토콜에 따라서 크게 클라이언트 MIP(Client MIP, 이하 CMIP)와 프록시 MIP(Proxy MIP, 이하 PMIP)로 나뉜다. CMIP는 MIP 프로토콜 스택을 갖는 MS에 의해 호스트 기반의 MIP 절차가 수행되는 프로토콜로, CMIPv4/CMIPv6 모두를 지원한다. PMIP는 MIP 프로토콜 스택을 갖지 않는 MS에 대해서 네트워크에서 MS의 MIP 절차를 대신 수행하는 프로토콜로 무선 구간에서 부가적인 시그널링이 필요하지 않으며, CSN Anchored 이동성에 대해 MS에 어떠한 요구사항도 없다. 그리고, 현재 Release 1 규격에서는 PMIPv4의 절차만 기술하고 있으며 2007년 말에 완성될 Release 1.5 규격에는 PMIPv6 절차가 추가될 예정이다. 본 고에서는 CMIPv6에 대해서만 기술한다.

CMIPv6가 CMIPv4와 가장 큰 차이점은 FA가 없고 경로 최적화를 지원한다는 것이다[6]. CMIPv6에서는 FA가 없기 때문에 MS는 HA와 바인딩 갱신(Binding Update)를 위해서 Co-located CoA를 사용하며 stateless autoconfiguration 또는 DHCPv6를 사용한 stateful autoconfiguration을 사용하여 할당 받을 수 있다. 또한 상대 노드(Correspondent Node)와 경로 최적화를 통해 HA를 경유하지 않고 직접 통신이 가능하다. 그리고, Mobile WiMAX에서는 MS의 홈 주소(Home Address, HoA)를 동적으로 할당하기 때문에, IPsec을 사용하지 않고 MS를 인증/인가할 수 있는 인증 옵션(Authentication Option)을 사용한다[7].

그림 6은 CMIPv6의 초기 연결 설정 절차를 나타낸다. MS가 서비스를 받기 위해 인증 절차를 시작하면 ASN-GW의 인증 기능은 Access-Request 메시지를 AAA에 전송한다. AAA는 MS에 대한 인증을 수행하고 MS가 CMIPv6 사용자이면 bootstrap 정보 즉, HA 주소와 홈 링크 프리픽스 또는 홈 주소를 할당하여 Access-Accept 메시지에 포함시켜 ASN-GW에 전송한다. Bootstrap 정보를 수신한 ASN-GW는 이 정보를 저장한 후에 MS의 인증 절차를 완료한다. 인증 절차가 완료되면 MS는 등록, 트래픽 연결, CoA 설정을 완료한 후에, ASN-GW에 저장되어있는 bootstrap 정보를 획득하기 위해 DHCP 절차를 수행한다. 그리고 MS는 HA에 MN-AAA 인증 옵션이 포함된 바인딩 갱신(Binding Update, 이하 BU) 메시지를 전송하며, HA는 이 메시지에 포함된 MN-AAA 메시지를 통해서 AAA로부터 이 MS의 인증/인가 여부를 확인한다. AAA로부터

성공적인 인증/인가가 이루어지면 HA는 MS에 대한 주소 중복 검사(Proxy Duplicate Address Detection: Proxy DAD) 수행한 후에, MN-HA 인증 옵션이 포함된 바인딩 응답(Binding Acknowledgement, 이하 BA) 메시지를 전송함으로써 CMIPv6 초기 접속을 완료한다.

그림 7은 CMIPv6 기반의 CSN-Anchored 핸드오버 절차를 나타내며, R3 재배치를 위한 트리거링은 ASN-GW간 ASN-Anchored 핸드오버가 이루어진 직후, 또는 자원 관리의 목적으로 이루어 질 수 있다.

MS가 ASN-Anchored 핸드오버 기반으로 ASN-GW간 핸드오버가 이루어지면 R3 데이터 경로는 변경되지 않기 때문에, 데이터 경로는 HA와 Anchor ASN-GW간

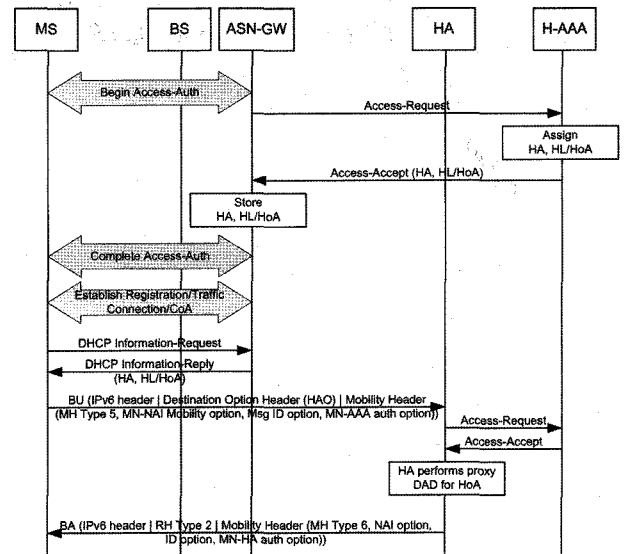


그림 6 CMIPv6 연결 설정 절차

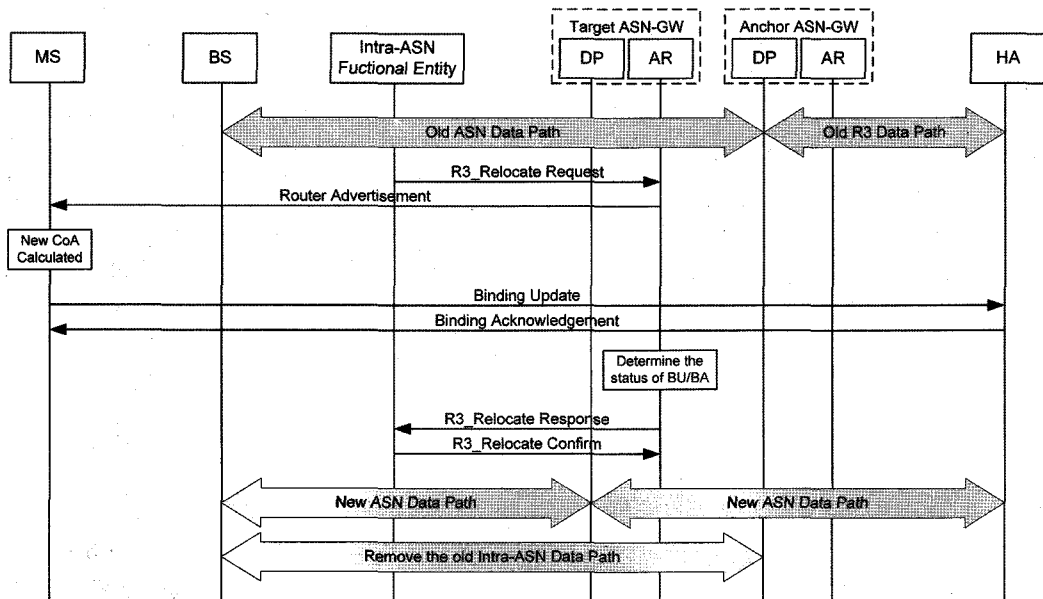


그림 7 CMIPv6 기반 CSN Anchored 핸드오버 절차

R3 데이터 경로, Anchor ACR과 BS간의 ASN 데이터 경로로 이루어지게 된다. CSN-Anchored 핸드오버는 R3 데이터 경로 재배치를 위해서 MIPv6 절차가 수반되는 핸드오버로 ASN-Anchored 핸드오버가 완료된 후에 ASN 내부 기능 엔티티(Intra-ASN Function Entity)는 R3 경로 재배치를 요청하는 R3_Relocation Request 메시지를 타겟 ASN-GW의 액세스 라우터(Access Router, 이하 AR) 기능에 전송한다. 여기서, ASN 내부 기능 엔티티는 핸드오버 또는 자원 관리 기능 엔티티 등일 수 있다. 그리고 타겟 AR은 MS가 BU 절차를 요청하기 위하여 타겟 AR의 Prefix 정보가 포함된 Router Advertisement 메시지를 전송한다.

Router Advertisement 메시지를 수신한 MS는 Prefix 정보가 바뀐 것을 인지하고 CoA를 업데이트한 후에 HA에 바인딩 정보 갱신을 요청하는 BU 메시지를 전송하며, BU를 수신한 HA는 바인딩 정보를 갱신한 후에 BA를 PSS에 전송한다. 그리고 타겟 AR은 트래픽 감시를 통해서 R3 재배치가 완료되었음을 인식하고, ASN 내부 기능 엔티티에 R3 재배치가 완료되었음을 알린다.

R3 데이터 경로가 재배치되면 타겟 ASN-GW와 BS간 데이터 경로를 설정하는 절차가 수행되며, 앵커 ASN-GW와 BS간에는 데이터 경로를 해제하는 절차가 수행된다.

5. 결론

본 고에서는 WiBro/Mobile WiMAX에서 이동성을 제공하기 위한 기술들에 대하여 설명하였다. IEEE 802.16e 기반의 WiBro/Mobile WiMAX 기술은 핸드오버시에 고속의 신뢰성 있는 핸드오버를 제공하기 위하여 많은 링크 계층의 기술들이 정의하고 있으며, 링크 계층의 핸드오버를 효율적으로 지원하기 위해 네트워크에서의 핸드오버 절차에 대해서도 상세하게 정의하고 있다. 특히, ASN Anchored 이동성 관리는 활성화 상태의 MS에 대해 ASN-GW간 핸드오버시에도 끊김 없는 서비스와 데이터 무결성을 지원하며, MIP 기반의 CSN Anchored 이동성 관리는 데이터 경로의 재배치 및 타 망 연동 등의 상호 운용성을 보장할 수 있다. 그러나, CSN Anchored 이동성 관리 기술의 경우 MIP 프로토콜 스택의 휴대형 단말 탑재에 대한 부담으로 인해 네트워크 기반의 PMIP가 많이 사용될 수 있을 것으로 예상되며, IETF의 NETLMM WG과 연계하여 PMIPv6 기술을 Mobile WiMAX Release 1.5에 포함시킬 것으로 지속적인 관심이 필요하다.

참고문헌

- [1] TTAS.KO-06.0065R1, "2.3GHz 휴대인터넷 표준 매체접근 제어 계층," 2004.
- [2] IEEE 802.16e-2005, "Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems," 2006.
- [3] WiMAX Forum NWG, "Stage-2: Architecture Tenets, Reference Model and Reference Points," 2007.
- [4] WiMAX Forum NWG, "Stage-3: Detailed Protocol and Procedures," 2007.
- [5] WiMAX Forum SPWG, "Recommendations and Requirements for Networks based on WiMAX Forum," 2006.
- [6] IETF RFC3775, "Mobility Support in IPv6," 2004.
- [7] IETF RFC4285, "Authentication Protocol for Mobile IPv6," 2006.



김대익

1998 고려대학교 전자정보공학부 학사
 2000 고려대학교 전자정보공학부 석사
 2005~현재 충북대학교 전자계산학과 박사과정
 2000~현재 한국전자통신연구원 IP이동성연구팀
 선임연구원
 관심분야 : WiBro, 3G LTE, MIH, PMIP
 E-mail : dikim@etri.re.kr



이상호

1988 경북대학교 전자공학과 학사
 1998 한남대학교 정보통신공학과 석사
 2002 한남대학교 정보통신공학과 박사
 1998~1994 삼성전자 통신연구소 연구원
 1994~현재 한국전자통신연구원 IP이동성연구팀장
 책임연구원
 관심분야 : WiBro, 3G LTE, WLAN, Vertical Handover
 E-mail : leesh@etri.re.kr



김영진

1981 고려대학교 전자공학과 학사
 1983 고려대학교 전자공학과 석사
 1989~1991 벨기에 BTM 방문연구원
 1983~현재 한국전자통신연구원 무선액세스연구
 그룹장 책임연구원
 관심분야 : 3G LTE, IMT-Advanced, WiBro
 E-mail : yjkim@etri.re.kr