

# 모바일 IPTV 기술 현황 및 연구추진 방향

## Mobile IPTV Technical Trends and Development Strategy

스마트 코리아 실현을 위한 실감  
방송통신 융합기술 특집

임선화 (S.H. Lim)	모바일융합액세스연구팀 선임연구원
김영일 (Y.I. Kim)	모바일융합액세스연구팀 팀장
조철희 (C.H. Cho)	모바일서비스구조연구팀 팀장
류 원 (W. Ryu)	스마트스크린융합연구부 부장
이호진 (H.J. Lee)	방송통신융합연구부문 소장

### 목 차

- .....
- I . 서론
  - II . 모바일 IPTV 표준기술 현황
  - III . 모바일 IPTV 기술 현황
  - IV . 모바일 IPTV 시스템 기술
  - V . 결론

모바일 IPTV는 무선 인터넷 망을 이용하여 방송 서비스를 제공하는 기술로서 IPTV에 이동성이 더해진 기술이다. 고속의 이동환경에서 언제, 어디서나 고품질의 TV 및 VoD, 데이터 서비스를 제공해주는 모바일 IPTV 서비스를 실현하기 위해 각 기술과 서비스들이 연구 개발되고 있다. 본 논문에서는 IPTV 표준화 동향에 대해서 분석하고 고품질의 모바일 IPTV 서비스 품질을 보장해주기 위한 핵심기술에 대해서 기술한다. 그리고 Mobile WiMAX와 3GPP/LTE 기반의 모바일 IPTV 시스템에 대해 기술한다.

## I. 서론

고속의 이동환경에서 언제, 어디서나 고품질의 TV 및 VoD, 데이터 서비스를 제공해 주는 모바일 IPTV 서비스를 실현하기 위해 각 기술과 서비스들이 연구 개발되고 있다.

고품질의 모바일 IPTV 서비스를 보장해 주기 위해 PMP 환경 하에서 액세스 망의 무선링크 제어 기술 및 다중 주파수 무선자원 할당 기술 등이 요구되며 이동무선 가입자의 QoE/QoS 보장을 위한 콘텐츠 고품질화 기술 등이 요구된다.

본 논문의 II장에서는 모바일 IPTV 표준화 과정에 대해서 살펴보고, III장에서는 고품질의 모바일 IPTV 서비스 품질을 보장해 주기 위한 핵심기술에 대하여 설명한다. IV장에서는 Mobile WiMAX와 3GPP/LTE 시스템의 모바일 IPTV에 대하여 설명하고, V장에서 결론을 맺는다.

## II. 모바일 IPTV 표준기술 현황

### 1. TTA 표준 기술

본 절에서는 대표적인 국내 정보통신 표준화 단체인 TTA에서 이루어지고 있는 모바일 IPTV 관련 표준화 활동에 대해 간략히 언급한다.

TTA의 모바일 IPTV 관련 표준은 크게 IPTV 프로젝트 그룹(PG219)과 IMT WiBro 프로젝트 그룹(PG702)에서 다루지고 있다. PG702의 경우, 서비스 및 네트워크 실무반(WG7022)에서 WiBro 기반의 모바일 IPTV 서비스를 위한 와이브로 액세스 망의 요구사항을 다루고 있으며, PG219 Mobile IPTV 실무반(WG2193)에서는 모바일 IPTV 서비스를 위한 단말구조, 메타데이터 기술, 이동성 지원 기술, 콘텐츠

〈표 1〉 모바일 IPTV 서비스 요구사항

구분	관련 요구사항
서비스 (Service)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모바일 환경을 고려한 멀티미디어 콘텐츠 코덱 및 메타데이터 정의</li> <li>• 상위 프로토콜 지원</li> <li>• 사용자 이동성 및 단말 이동성 지원</li> </ul>
단말 (Terminal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무선 구간의 링크 특성 검출 기능</li> <li>• 수신 단말의 성능에 따른 서비스 제공</li> <li>• 멀티인터페이스 제공 기술</li> </ul>
네트워크 (Network)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인증된 전송자에 의한 적절한 콘텐츠 수신을 위한 전송자 관리 기능</li> <li>• 사용자 프로파일 관리 기능</li> <li>• 단말의 이동에 따른 seamless 서비스 지원</li> </ul>
서비스품질 (QoS/QoE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Per-class, per-flow 트래픽 처리를 위한 Network QoS 기술</li> <li>• 대역폭, 단말의 성능 변화 등을 반영하기 위한 종단 간 시그널링 기능</li> <li>• 품질 측정 기능</li> </ul>
보안 (Security)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서비스 접근 제어를 위한 서비스 보안 기능</li> <li>• 콘텐츠 복제, 배포 및 추적 관리 등을 위한 보안 기능</li> <li>• 소프트웨어 다운로드 관리와 같은 단말 보안 기능</li> </ul>

적용 기술, 끊임없는 스트리밍 전송 기술, 멀티캐스트 기술, 보안 기술, 단말 미들웨어 기술 등을 다루고 있다.

본 절에서는 WG2193에서 발표한 Non-NGN 기반의 모바일 IPTV 요구사항을 중심으로 살펴보기로 한다. 우선 관련 규격은 모바일 IPTV 요구사항을 서비스 측면, 단말 측면, 네트워크 측면, 품질 측면, 보안 측면으로 구분하였다. <표 1>은 각 측면에서 모바일 IPTV 서비스 수용을 위해 요구되는 사항들을 정리한 것이다.

현재 모바일 IPTV 서비스의 경우 다른 IPTV 관련 서비스 표준화에 비해 그 활동이 미약한 편이다. 이는 서비스 사업자들의 모바일 IPTV 서비스에 대한 상용화 계획이 아직 불투명한 상태이기 때문으로 생각된다.

### 2. IEEE 802.16m

이동 시 100Mbps, 정지 시 1Gbps의 전송 속도를

〈표 2〉 IEEE 802.16m 규격에서의 CP 길이에 따른 OFDMA 파라미터

	System bandwidth(MHz)	10	20
	Sampling factor	28/25	28/25
	Sampling frequency(MHz)	11.2	22.4
	FFT size	1024	2048
	Subcarrier spacing(KHz)	10.94	10.94
	Symbol time(us)	97.14	97.14
CP=1/16	OFDM symbol number	50	50
	TTG+ RTG(us)	142.8	142.8
	Symbol time(us)	102.8	102.8
CP=1/8	OFDM symbol number	47	47
	TTG+ RTG(us)	165.7	165.7
	Symbol time(us)	114.3	114.3
CP=1/4	OFDM symbol number	42	42
	TTG+ RTG(us)	199.9	199.9

지원해야 하는 IEEE 802.16m 표준은 모바일 IPTV 기술 관점에서 적합한 표준이다. 그리고 모바일 IPTV와 같은 방송 서비스를 받기 위해 기존 IEEE 802.16e에서 MBS 서비스가 진화되어 IEEE 802.16m에서는 E-MBS라는 이름으로 규격화되었다.

E-MBS 서비스 종류에는 single BS access 방식과 multi-BS access 방식이 존재하는데, single-BS access 방식은 단말이 방송 서비스를 받을 때 한 개의 기지국을 통해서 서비스를 받는 방식이고, multi-BS access 방식은 단말이 방송 서비스를 여러 개의 기지국을 통해서 서비스를 받는 방식으로 셀 경계 지역의 단말들에게는 간섭을 줄이는 효과와 동시에 macro-diversity 이득을 얻을 수 있다.

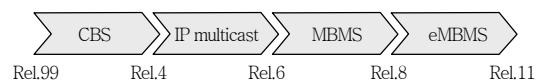
이렇게 SFN 환경에서 여러 기지국들로부터 방송 서비스를 받기 위해서는 주변 기지국들로부터 오는 신호들이 중심 기지국으로부터 오는 신호와 비교해서 지연시간이 CP 구간 내에 있어야 한다. 즉 심볼 레벨에서 동기화가 이루어져야 하는데 IEEE 802.16m 표준에서는 1/16, 1/8 그리고 1/4의 CP 길이를 지원

하고 있다. 즉 SFN 환경에서 멀리 있는 기지국에서 방송 서비스를 받기 위해서는 CP 길이가 1/4과 큰 CP가 필요하다. IEEE 802.16m 표준에서 지원하는 대역폭이 10MHz 및 20MHz, 그리고 TDD 방식에서의 CP 길이에 따른 OFDMA 변수는 〈표 2〉와 같다.

### 3. 3GPP/LTE

3GPP LTE[1]-[3]를 기반으로 한 eMBMS는 Release 8에서부터 기본 개념이 정의되었으며 그 전의 Release 99, Release 4, 그리고 Release 6에서는 CBS, IP multicast, 그리고 MBMS가 정의되었다. 3GPP 멀티미디어 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 표준화 과정은 (그림 1)과 같다.

Release 99에서 CBS는 기지국에서 한 번의 메시지 발신으로 기지국 영역 내 모든 이동 단말이 메시지를 수신하는 서비스로써 셀 내에서 단문 메시지 정도의 낮은 전송률의 데이터만을 방송하는 한계가 있다. Release 4에서는 IP multicast 기능을 정의하였으며 이동 단말은 설정된 세션을 통하여 브로드캐스트 서비스를 제공받는 방법으로 IP 이하 단은 유니캐스트 연결이 이루어짐으로 인해 유, 무선자원의 효율성이 떨어지는 문제점이 있다. Release 6에서 처음으로 모바일 단말기를 이용하여 디지털 TV 같은 방송 콘텐츠를 단대다 연결(point to multi-point connection)을 통하여 서비스 할 수 있는 MBMS를 정의하였으며 2G(GPRS)/3G(UMTS)를 기반으로 한 MBMS를 위한 요구사항 및 망 구조가 정의되었다. MBMS 서비스로는 스트리밍 서비스, 파일 다운로드



(그림 1) 3GPP 멀티미디어 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 표준화 과정

서비스, carousel 서비스가 있다.

LTE 기준 규격인 Release 8부터 OFDM 기술을 기반으로 한 eMBMS가 정의되었으며 Release 8에서는 새로이 추가된 TV 서비스를 제공하기 위하여 표준화를 시작하였으나, Release 8 일정을 맞추지 못해 Release 9부터 eMBMS에 대한 규격화가 본격적으로 시작되었다. Release 9의 eMBMS는 확장된 대역폭을 이용하여 TV 서비스를 제공하는 것을 목표로 하였으며 다이버시티(diversity) 기술의 하나인 MBSFN 기술을 이용하여 무선 망을 효율적으로 사용하고자 하였다. Release 9에서는 표준화 일정 등의 문제로 인해 멀티캐스트 전송 기술은 제외하고 방송 서비스를 위한 브로드캐스트 전송 기술만을 표준화하였으며 방송 서비스를 위한 전용셀(dedicated cell)은 고려하지 않고 유니캐스트와 브로드캐스트 서비스가 동시에 제공되는 혼합셀(mixed cell)에 대해서만 표준화 범위를 한정하였다. 그리고 Release 9에서는 MBMS-GW가 UTRAN(3G)과 E-UTRAN(LTE)을 함께 서비스하는 망 구조를 정의하였으며 제어와 사용자 평면의 동기화를 위한 기본적인 원칙이 정의되었다.

Release 10에서는 eMBMS 기능을 향상시키기 위하여 서비스 중이며 활성화 상태인 이동 단말의 수에 따라 무선 구간의 전송 방식을 유니캐스트 또는 브로드캐스트 방식으로 전환하는 기술, 가변 전송률(VBR)의 특징을 가지는 서비스들에 대한 통계적 멀티플렉싱 기술, 그리고 VBR 트래픽을 위한 우선 순위가 고려되는 무선자원 선점 기술에 대한 표준화가 정의되었다. 현재 Release 11에서는 활성화 또는 유휴 상태인 이동 단말들에 대한 서비스 연속성을 제공하기 위한 방안과 멀티셀 전송 서비스와 관련된 위치 정보를 이동 단말에 제공하는 방안에 대한 표준화 작업이 진행 중에 있다.

#### 4. ITU-T

본 절에서는 ITU-T에서 모바일 IPTV 관련 표준화를 진행 중인 SG13/Q.3과 SG13/Q.14의 활동에 대해 소개한다. 2011년 1월 현재, ITU-T SG13/Q.3은 모바일 IPTV 서비스에 필요한 기능 요구 사항들을 정리하고 있으며, SG13/Q.14에서는 모바일 환경에서 적용 가능한 모바일 IPTV 서비스 시나리오들을 개발 중에 있다. <표 3>은 SG13/Q.3에서 논의되고 있는 모바일 IPTV 서비스 기능 요구 사항들이다.

다음은 SG13/Q.14에서 논의 중인 모바일 IPTV 서비스 시나리오에 대해서 간략히 언급하도록 한다. 지금까지 Q.14를 통해 제안된 모바일 IPTV 서비스 시나리오는 10여 가지이며, 이들은 크게 아래와 같은 형태로 구분해 볼 수 있다.

- 이동형 linear IPTV 서비스
- 이동형 VoD 서비스
- 3-스크린 서비스
- P2P 기반 IPTV 서비스
- 다중 전송 망을 이용한 콘텐츠 전달 서비스

이동형 linear IPTV 서비스는 모바일 환경에서 실시간 IPTV 방송을 제공하는 것이다. linear IPTV 서비스를 위한 시나리오는 다시 유니캐스트 형태의 서비스 제공 방법과 멀티캐스트 또는 브로드캐스트 IPTV 서비스 시나리오들을 제시하고 있으며, 서로 다른 형태의 단말들 간에 IPTV 서비스를 제공하는 방법들 또한 제안하고 있다.

이동형 VoD 서비스는 모바일 접속 망에 연결된 가입자 단말로 가입자가 요청한 콘텐츠를 제공하는 서비스이다. 이 때 가입자는 다양한 단말을 이용해 서로 다른 종류의 망에 접속하여 VoD 서비스를 이용할 수 있다.

〈표 3〉 모바일 IPTV 서비스 기능 요구 사항

구분	주요 기능 요구 사항	비고
서비스 (Service)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모바일 IPTV 서비스를 위한 미들웨어 기능                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 IPTV 서비스를 위한 ACAP-J 기반 미들웨어 수용</li> <li>- 웹 브라우징 기능 지원</li> <li>- 효율적인 응용 개발을 위한 개방형 구조</li> </ul> </li> <li>• 무선 접속 환경과 무선 단말의 특성을 고려한 EPG 기능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서비스, 콘텐츠 및 사용자 관련 메타데이터 요구 사항의 개발이 진행 중임</li> </ul>
미디어 코딩 (Media Coding)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 패킷 손실과 전송 상태 QoS 보장을 위한 코덱 기능</li> <li>• 단말의 성능과 채널 상태를 고려한 단말과 서버 간 코딩 방식 협상 기능</li> </ul>	
네트워크 (Network)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모바일 환경에서의 멀티캐스트 및 브로드캐스트 서비스 방안, 자원 관리 및 운용 기능</li> <li>• 서비스 에러 복구 기능</li> <li>• 콘텐츠 동기 기능</li> <li>• 서비스 연결, 유지 및 서비스 연속성 제공 기능</li> <li>• 모바일 IPTV 관리 서버, 미디어 서버, 콘텐츠 서버에 대한 기능 정의</li> </ul>	
이동성 (Mobility)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 채택된 제안 사항 없음(2011. 1. 기준)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단말, 개인 및 사용자의 이동성에 대한 요구 사항 개발이 진행 중임</li> </ul>
서비스 품질 (QoS/QoE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 플로우 기반 서비스 차별화 기능</li> <li>• QoS/QoE 기반 에러 복구 및 자원 관리 기능</li> <li>• 단말과 기지국 간 QoS/QoE 측정 기능</li> </ul>	
보안 (Security)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 채택된 제안 사항 없음(2011. 1. 기준)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모바일 IPTV 서비스를 고려한 보안 요구 사항에 대한 개발이 진행 중임</li> </ul>
단말 (Terminal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단말 사용 시간의 증대를 위한 저전력 기능</li> <li>• 다중 접속 모드 지원 기능</li> <li>• 가상 및 증강 인터페이스 지원 기능</li> </ul>	

3-스크린 서비스는 IPTV 서비스 가입자가 다양한 형태의 단말을 통해 IPTV 서비스를 이용하는 것으로 기본적인 형태는 3가지 형태의 단말 가운데 한 가지 이상의 단말에서 동일한 IPTV 콘텐츠를 공유하는 것이다. 또한 서비스 이동성을 고려한 3-스크린 서비스의 경우에는 가입자가 접속된 망과 단말의 종류를 바꿔서 이동하는 경우에도 이용 중인 IPTV 서비스를 연속적으로 이용할 수 있다.

P2P기반 IPTV 서비스에서 이동 단말은 이용하고자 하는 콘텐츠를 사용 중인 단말이 동일 셀 내에 있을 경우, 콘텐츠 서버가 아닌 이웃한 단말로부터 그 콘텐츠를 전달받아 사용한다. 만일 P2P IPTV 서비스에서 가입자가 새로운 셀로 옮겨가는 경우에도, 단말은 이동한 셀 내에 위치하는 단말을 통해 이용 중

인 IPTV 서비스 콘텐츠를 전달받을 수 있다.

다중 전송 망을 이용한 콘텐츠 전달 서비스는 다중 접속 모드를 지원하는 단말 장치가 여러 종류의 전송 망을 통해 데이터를 동시에 전달받음으로써 보다 원활한 데이터의 전송이 가능하다.

지금까지 ITU-T에서 논의되고 있는 모바일 IPTV 서비스를 위한 기능 요구 사항과 모바일 IPTV를 위한 서비스 시나리오에 대해 알아보았다.

### III. 모바일 IPTV 기술 현황

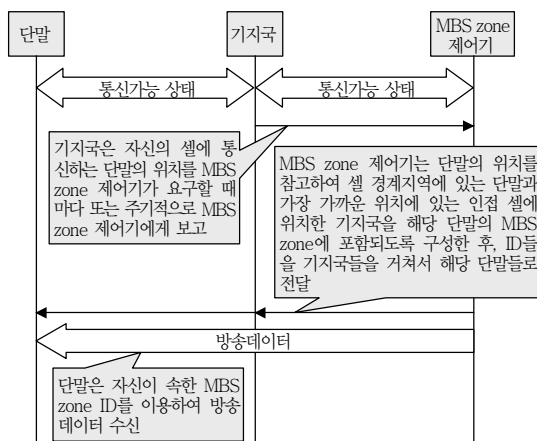
#### 1. 액세스 망 성능 향상 기술

SFN 환경에서는 매크로 다이버시티(macro di-

versity) 성능 이득을 위해 MBS zone이 구성될 수 있다. MBS 서비스를 할 때, 여러 셀(cell)에 있는 각각의 기지국들이 중심 셀의 여러 위치에 있는 단말들에게 같은 콘텐츠를 보낼 때 한 셀 내에서 각각의 다른 위치에 있는 단말들이 얻을 수 있는 매크로 다이버시티 성능 이득을 바탕으로 한 셀 내에서 매크로 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 region을 자세히 분석하고 이를 향후 MBS zone을 구성할 때 참고로 할 수 있다.

SFN 환경에서 매크로 다이버시티 이득을 얻기 위해 Multi-BS에서 송신을 할 때 MBS zone 내에 있는 단말의 위치에 따른 SFN 환경에서 매크로 다이버시티 이득을 분석한 결과에 따르면, 셀 중심으로부터 750m 정도 떨어진 셀 경계 지역에서부터 매크로 다이버시티 효과가 나타남을 시뮬레이션을 통하여 확인하였고, 매크로 다이버시티 이득에 도움이 되는 주변 기지국은 주변 기지국의 간섭 정도에 따라서 해당 단말과 가장 가까운 2개 또는 3개의 기지국으로 나타났다.

그래서 와이브로에 기반한 SFN 환경에서 주변 기지국에서도 같은 콘텐츠의 방송을 동시에 보내주는 MBS 서비스를 하기 위하여 MBS zone을 구성할 때,



(그림 2) 단말의 위치에 따른 MBS zone 구성을 위한 절차 예

(그림 2)와 같이 기지국이 각 단말에 대한 레인징 절차에 의해서 현재 셀 내에 있는 단말들의 위치 및 단말에서 보고되는 간섭 신호의 크기를 MBS zone 제어기에 통보를 하면, MBS zone 제어기는 각각의 단말들이 분포한 위치 및 주변 기지국의 간섭의 크기에 따라서 MBS zone 구성을 최적화해서 구성할 수 있다.

## 2. MBS를 위한 MIMO 기술

MIMO 기술은 송수신 단에서 여러 개의 안테나를 사용하여 채널 용량을 증대시키는 기술로써, 여러 개의 안테나에 같은 데이터를 전송하여 송신 다이버시티(transmit diversity)를 얻거나 혹은 각 안테나 별로 다른 데이터를 동시에 전송함으로써 고속으로 데이터를 전송하는 공간 다중화(spatial multiplexing)를 얻는 장점을 가지고 있다. 이러한 MIMO 기술은 데이터의 신뢰성과 빠른 전송률이 보장되어야 하는 모바일 IPTV 기술에 적용하기에 적합하다. 실제 실시간 IPTV 스트림을 SISO 방식과 송신 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 MIMO 방식으로 전송하였을 때 MIMO 방식이 SISO 방식보다 더 뛰어난 성능을 가짐을 증명하였다[4].

MIMO 기술은 송신기에서 채널 정보의 사용 유무에 따라 개루프 방식(open loop MIMO)과 폐루프 방식(closed loop MIMO)으로 나눌 수 있다. 송신단으로부터 전달되는 채널 정보 없이 동작하는 개루프 MIMO 방식은 송신 다이버시티를 얻는 기법과 공간 다중화 방식으로 구분할 수 있다. MBS 환경에서 송신 다이버시티 이득을 얻는 기법은 셀 외곽 사용자가 더 좋은 SINR 성능을 가질 수 있도록 하며 공간 다중화 기법은 MBS 서비스를 받는 사용자의 데이터율과 throughput을 향상시키는 이점이 있다[5],[6]. 또한 이 두 기법의 장점을 이용하여 사용자들이 셀 외곽에

위치하는 경우에는 송신 다이버시티 이득을 얻는 MIMO 기술을 이용하여 셀 외곽 사용자의 성능을 높이고, 셀 외곽에 위치하는 사용자가 없는 경우에는 공간 다중화 방식으로 데이터를 전송하여 전송률을 높임으로써 자원을 효율적으로 사용하는 방식들이 연구되고 있다[6]. MBS 환경에서 송신단으로부터 전달되는 채널 정보를 활용하는 페루프 MIMO 기술은 다수 사용자들의 채널 상태를 모두 고려한 precoding vector를 찾아 셀 외곽 사용자의 성능을 높이는 연구가 이루어지고 있다[7],[8].

IEEE 802.16m 규격[9]은 개루프 MIMO 방식과 페루프 MIMO 방식을 모두 반영하고 있지만, MBS 환경에서 페루프 MIMO 방식은 다수 사용자의 채널 상태를 동시에 획득하기가 어렵고 오버헤드가 발생하는 단점이 있어 사용자의 피드백 정보를 이용하지 않는 개루프 MIMO 방식인 송신 다이버시티 이득을 얻는 방식과 MIMO stream의 수가 2 이하인 공간 다중화 방식을 적용하고 있다.

### 3. 멀티캐리어 무선자원 활용 기술

멀티캐리어 자원 활용 기술은 멀티캐리어 aggregation과 멀티캐리어 switching 기술로 분류할 수 있고, 멀티캐리어 aggregation 기술은 한 단말이 동시에 여러 개의 RF 주파수 대역에 접속 가능하고 혹은 한 RF 주파수 대역 내에서 연속적 혹은 비연속적인 주파수 대역폭 사용이 가능하다. 멀티캐리어 switching 기술은 단말이 여러 개의 주파수 대역에 접속할 수 있지만, 한 시점에 한 개의 주파수 대역만 접속 가능하다. 즉, 단말은 일정한 시점마다 정해진 주파수 대역으로 주파수 대역을 변경(switch)해야 한다. 멀티캐리어 switching 기술은 멀티 캐리어를 지원하지 않는 단말들에게 최적의 무선 주파수 환경을 제공하

기 위한 기술이다.

무선 주파수 스펙트럼을 운용하는 방법에 따라서 여러 가지 스펙트럼 운용 방법이 아래와 같은 형태로 구성된다.

- Scenario 1: 거의 같은 셀 범위(cell coverage)를 갖는 주파수 대역을 RF 주파수 대역 F1, F2에 각각 할당함. 기지국 안테나는 각 주파수(F1, F2)에서 똑같은 빔(beam) 방향과 패턴을 가짐. F1과 F2는 같은 밴드(band) 내에서 연속적으로 위치하거나 혹은 서로 떨어진 다른 밴드에 각각 위치함.
- Scenario 2: F1과 F2에 서로 다른 셀 범위를 갖는 주파수 대역을 할당함. F1과 F2가 겹치는 부분에서 높은 throughput이 제공됨. 셀 간 interference를 줄이기 위하여 송신 power level에 대한 조절이 필요함.
- Scenario 3: 주파수 대역에 따라서 서로 다른 빔 (beam) 방향을 가짐. 이와 같은 안테나 방향이 서로 다른 주파수 대역 F1과 F2는 셀 경계 지역에서 throughput 향상이 가능함.
- Scenario 4: F1은 macro coverage를 제공하고, F2는 traffic hot spot 영역(RRH cell)에서 throughput 증가를 위하여 운용(deploy) 됨.
- Scenario 5: Scenario 2와 유사하지만 F2 주파수 밴드의 셀 범위 확장을 위하여 추가로 repeater를 설치함.

멀티캐리어 모바일 IPTV 환경에서 먼저 단말 혹은 기지국은 어떤 캐리어(carrier) 자원으로 통신에 필요한 제어 정보를 수신할 것인가를 결정한다. 결정된 캐리어 자원을 주(primary) 캐리어 자원이라고 칭하고 나머지 접속 가능한 캐리어 자원들을 보조(secondary) 캐리어 자원이라고 칭한다.

다수의 캐리어 자원을 할당하는 방법은 L3 계층이 중심이 되어 다수의 캐리어 자원을 통합하여 각 단말들에게 캐리어를 할당하고, 각 캐리어 별로 별도의 L2 계층 스케줄러가 존재하여 각 단말들에게 시간과 주파수 영역의 무선자원을 할당하거나 혹은 기존의 L2 계층에서 적용하는 스케줄링 방법이 멀티캐리어 개수만큼 독립적으로 L2 계층에 존재하면서 각 캐리어 별로 각각 제어하는 방법이 있다. 전자의 방법은 멀티캐리어를 통합적으로 제어하고 후자의 방법은 기존의 자원 제어 방식의 변경 없이 멀티캐리어를 개별적으로 제어하는 방법이다.

#### 4. IPTV 서비스 망 구성 및 제어 기술

본 절에서는 모바일 환경에서 IPTV 서비스 제공을 위한 MBS 망의 구성 및 그 제어에 관한 기술 동향을 IEEE 802.16e 및 IEEE 802.16m 규격을 중심으로 알아본다.

IEEE 802.16e와 IEEE 802.16m에서는 SFN 환경에서 만들어지는 MBS를 Multi-BS MBS와 Single-BS MBS로 구분하고 있다. Multi-BS MBS는 둘 이상의 기지국이 MBS에 참여하며, Single-BS MBS는 하나의 기지국만이 MBS를 제공하는 형태이다. 이 때 MBS에 참여하고 있는 기지국들의 모임을 MBS 존(zone)이라 한다.

단말은 MBS 존을 이루는 기지국(이하 MBS 멤버 기지국)들이 보내는 신호들을 soft combining하여 매크로 다이버시티를 얻는데 매크로 다이버시티를 쓰는 경우 전파 수신 환경이 나쁜 곳에 있는 MBS 사용자들도 보다 나은 품질의 MBS를 제공할 수 있다. 또한 MBS 존 안에서 셀을 옮기는 intra-MBS 존 핸드오버의 경우에는 MBS 서비스의 재연결 절차가 필요 없다.

MBS 존 방식에서는 MBS에 쓰일 데이터 영역을 언제나 비워놓아야 함으로써 무선자원의 낭비가 생긴다. 또한 서로 다른 MBS 존에 속한 기지국으로 이동하는 inter-MBS 존 핸드오버의 경우 intra-MBS 존 핸드오버보다 서비스 중단 시간이 더욱 길어진다.

끝으로, Mobile WiMAX Forum의 NWG에서는 네트워크 수준에서의 MBS 참조 모델을 제시하고 있으며, 참조 모델의 각 노드 사이에서 데이터 및 제어 메시지의 흐름 절차에 대해 구체적으로 기술하고 있다. 그리고 MBS 망 형태에 대해서도 간략히 언급하고 있는데 MBS 존은 시스템 운영자 또는 서비스 공급자에 의해 미리 만들어지는 것으로 가정하고 있다.

아래에서는 앞서 지적된 MBS 존의 구성에 따른 무선자원의 낭비와 핸드오버 지연 시간 증가 문제를 해결하기 위한 몇 가지 연구 사례에 대해 소개하도록 한다. 3GPP/LTE[10]에서는 MBS 존을 구성하는 전체 멤버 기지국들 중에서 MBS 사용자들이 위치하는 일부 멤버 기지국들만을 MBS 데이터 전송에 활용함으로써 MBS에 활용되는 무선자원을 줄이는 방법을 제안하고 있다. 하지만 사용자들이 이동하게 되는 경우에는 MBS 존이 그에 따라 변경되어야 하는 문제점이 있다.

[11]에서는 MBS 존을 LMA라 불리는 몇 개의 영역으로 관리하고, MBS는 LMA 단위로 제공함으로써 무선자원의 낭비를 줄이고자 하였다. 이 때 이동하는 단말의 위치는 위치 관리 서버인 paging controller 의해 LMA 단위로 관리되고, 이 위치 정보는 다시 MBS 제어기에게 전달되어 MBS 제어기가 최종적으로 MBS 데이터 전달에 참여할 LMA를 결정하게 된다. 이 방법은 MBS 존 보다 작은 단위의 LMA별로 MBS를 활성화시킴으로써 MBS에 소요되는 무선자원의 양을 줄였다.

또한 [12]에서는 MBS 망을 구성할 때, MBS 존



영역의 일부를 서로 중첩되게 구성하고, 중첩된 구간에서는 동일한 MBS 서비스를 제공하는 채널을 중복되게 제공하여, MBS 존 간의 핸드오버가 불필요하도록 하였다. 하지만 이 방식은 MBS 존의 중첩 영역에서 동일한 MBS 서비스를 위한 채널 자원을 중복하여 할당함으로써 자원 낭비가 발생하게 되는 문제점이 있다.

### 5. 이동성 관리 기술

본 절에서는 멀티미디어 서비스를 고려한 이동성 제어 관련 기술 동향을 살펴보기로 한다. 단말의 이동에 따른 핸드오버로 인한 서비스 연결의 끊김은 사용자의 멀티미디어 서비스의 품질을 떨어뜨리게 된다. 특히 IEEE 802.16e 규격에서는 이처럼 핸드오버로 인한 멀티미디어 서비스 품질 저하의 문제를 해결하기 위해 FBSS 및 MDHO와 같은 소프트 방식의 핸드오버 기술을 선택 사항으로 제안하고 있다. 아래에서는 이들 핸드오버 방법과 관련하여 제안된 몇 가지 방법들에 대해 살펴보고자 한다.

[13]에서는 핸드오버 과정에서 단말이 상향 링크에 동기 되기 이전이라도 하향 링크를 통해 데이터를 수신할 수 있는 링크 계층 핸드오버 알고리즘을 제안하고 있다. 이 방법은 방송 서비스와 같은 형태의 데이터 서비스에 매우 유리하다. 하지만 이 방법은 단말이 새롭게 옮겨간 기지국(이하 target 기지국)에서 채널 연결 갱신을 통해 새로운 채널을 할당 받기 전까지는 이전 기지국(이하 serving 기지국)에서 사용하던 채널의 정보(채널 식별 값)를 사용하여 하향 링크 데이터를 수신하므로 새로운 기지국에서 사용 중인 기존의 채널과 충돌이 발생할 수 있는 단점이 있다.

[14]에서는 serving 기지국과 target 기지국 간의 채널 연결 정보 충돌에 대한 문제를 기지국 식별 값의 일부를 채널 식별 값으로 사용함으로써 인접 기

지국 간에서의 채널 식별 값 충돌 문제를 해결하였다. 제안된 알고리즘에서 target 기지국은 백본을 통해 단말의 serving 기지국이 할당했던 채널 연결 식별자를 이용하여 해당 채널 연결 식별자에 매핑된 QoS에 맞춰 ranging 절차 이전에 데이터를 하향 링크로 보낸다. 따라서 ranging 절차 이전에 하향 링크에 대한 서비스 제공이 가능하게 되고, 새로운 target 기지국에서 채널 연결 식별 값 할당은 그 이후에 정상적으로 계속 진행되게 하여, 채널 충돌을 피하면서도 [13]에서와 같이 보다 빠른 하향 데이터의 수신이 가능하도록 하였다.

[15]에서는 이동 단말이 교외 지역에서 시속 80km~130km로 이동하는 경우에 VoIP와 비디오 트래픽을 위한 FBSS 핸드오버 방식의 성능을 기본적인 하드 핸드오버(hard handover)의 경우와 비교하였다. 핸드오버로 인한 종단 간 평균 지연 시간의 경우에는 FBSS 방식만이 임계치로 설정된 100ms를 만족시켰다. 그리고 평균 지터의 경우에는 FBSS만이 VoIP/비디오 트래픽의 지터 임계치인 2/2000msec를 모두 만족시켰으며, 하드 핸드오버의 경우에는 비디오 트래픽만을 만족시켰다. 그리고 평균 패킷 손실률 임계치 기준 1%는 FBSS 방식만이 그 기준을 만족시킴을 보였다.

끝으로 [16]에서는 서로 다른 무선 접속 기술들로 구성된 망에서 멀티미디어 서비스에 대한 이동성을 지원하기 위해 소프트 핸드오버를 제공하는 방법을 제안하고 있다. 이 방법에서는 멀티미디어의 서비스의 이동 중에도 QoS/QoE를 최대화하기 위해서 단말과 서버 간에 이용 가능한 다양한 자원들에 대한 정보를 교환하며, 서버는 최적의 이동 경로를 결정하기 위해 수집된 자원 정보들을 분석하여 QoS 기준치(QMS 값)를 작성한다. 서버는 단말이 다른 접속 망으로 진입하는 경우, 새로운 접속 망을 통해 단말에게

일정량의 시험 트래픽을 전송하여 새로운 접속 망에서의 연결 환경을 분석하고, 분석된 정보를 바탕으로 이전의 접속 망을 통해 전달되고 있는 트래픽의 일부를 새로운 접속 망을 통해 전달하도록 한다. 새로운 접속 망으로 단말이 완전히 진입한 경우, 서버는 이전 접속 망에서의 QMS 값이 현재 접속 망에서의 QMS 값보다 월등히 크게 되므로 모든 멀티미디어 트래픽을 현재의 접속 망을 통해서만 단말에게로 전달하도록 한다.

지금까지 셀 간 이동 중인 사용자에게 보다 나은 품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 제안된 핸드오버 방법들에 대해 알아보았다.

#### IV. 모바일 IPTV 시스템 기술

##### 1. Mobile WiMAX 시스템

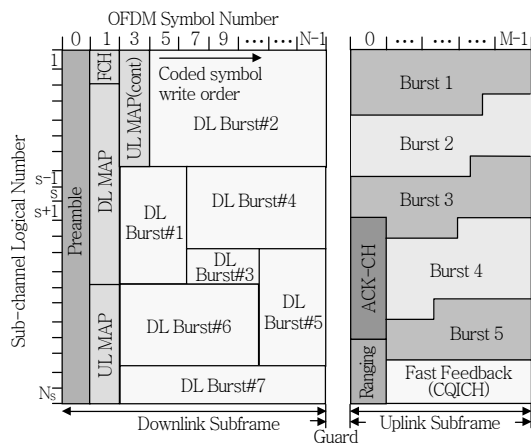
WiMAX 기술은 유무선 가입자들에게 무선 광대역 서비스에서의 유비쿼터스 전송을 제공한다. WiMAX air 인터페이스는 IEEE 802.16 표준을 기반으로 되어있고 세부적으로는 OFDM 기술과 이동성 지원을 제공한다. 또한 모바일 WiMAX 기술은 MIMO 기술을 통해 radio 스펙트럼의 효율성을 증가시키는 방식을 사용하고 있다. 모바일 WiMAX 시스템의 특징은 다음과 같다.

모바일 WiMAX air 인터페이스는 멀티패스 성능 향상을 위한 radio 접속방식으로 OFDM을 사용한다. 데이터 전송 측면에서 flexible 서브 채널 방식의 MIMO 안테나 기술과 적응형 복조 및 코딩기술이 DL에서 56Mbps, UL에서 128Mbps 등 고속 데이터 전송이 가능하다. QoS 관점에서 모바일 WiMAX 시스템에서는 IEEE 802.16 MAC에서 정의하는 서비스 플로우로 매핑하는 IP 세션 기반의 품질 제공뿐만

아니라 IP 기반 end-to-end 차등 서비스 품질을 제공한다. 또한 sub-channel 방식과 MAP 기반 시그널링 방식은 air interface상 space, frequency, time 영역에서 유연하게 최적의 브로드캐스트와 유니캐스트 트래픽 프레임 스케줄링을 제공할 수 있다.

대역 확장성(scalability) 측면에서 모바일 WiMAX 기술은 scalable OFDM를 사용한다. 또한 1.25~20Mhz 범위의 scalable bandwidth에서 다양한 스펙트럼 할당을 할 수 있다. 보안(security)면에서는 모바일 WiMAX 기술은 현재 무선 액세스 시스템에서 사용되는 예를 들면, EAP 기반 인증, AES 기반 인증 암호화, CMAC과 HMAC 기반 제어 메시지 보호 방식 등과 같은 최신 보안 방식을 제공한다. 이동성(mobility)면에서는 모바일 WiMAX 기술은 VoIP 등과 같은 실시간 응용 서비스를 보장하기 위해 50ms 내의 지연을 통한 최적의 핸드오버를 제공한다. 또한 유연한 키 관리 방식을 통해 핸드오버 진행 중 보안이 유지될 수 있도록 제공한다.

(그림 3)은 모바일 WiMAX TDD 방식의 OFDM 프레임 구조이다. 각 프레임은 5ms 길이로 구성되어 있고 downlink와 uplink subframe으로 time-division으로 구분되어 있다. downlink와 uplink subframe

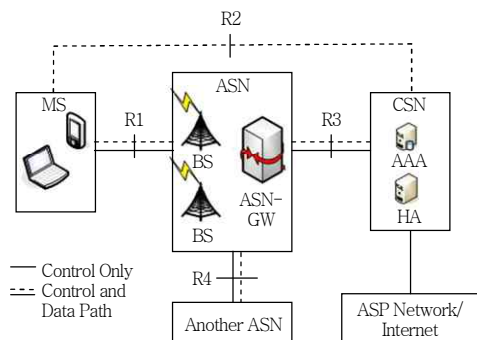


(그림 3) WiMAX OFDM 프레임 구조

간에는 시간 간격(time gap)을 두고 있다. downlink subframe부터 uplink subframe 간 transition 시간 간격을 TTG라고 하며 uplink subframe부터 downlink subframe 간 transition 시간 간격을 TRG라 한다.

(그림 4)에서 제시한 것처럼, 모바일 WiMAX 시스템은 네트워크 구조를 ASN과 CSN으로 구분하고 있다. ASN은 ASN-GW, 기지국(BS), 그리고 액세스 서비스를 제공하기 위한 기능 요소들을 포함한다. ASN 내에서 기지국은 한 개 이상의 ASN-GW와 논리적으로 연결할 수 있다. 해당 MS는 하나의 기지국과 하나의 ASN-GW와 연결된다. CSN은 사용자 세션을 위한 단말 IP 주소 및 관련 접속 파라미터 할당 기능과 인터넷 접속, AAA 서버, ASN-CSN 터널링 기능, 그리고 ASN 간 이동성 관리 기능 등을 포함한다.

(그림 4)에 표시한 것처럼 WiMAX 네트워크 모델에는 4개의 참조점(reference pointer)으로 구성되어 있다. R1 참조점은 각 air 인터페이스(PHY와 MAC)에 대한 ASN의 기지국과 MS 간의 프로토콜과 수행 절차로 구성된다. R2 참조점은 MS와 CSN과 관련되어 서비스 인증, IP Host 구성 관리 등에 대한 프로토콜과 절차로 구성된다. R3 참조점은 AAA, 정책 지원과 이동성 관리 제공을 위한 ASN과 CSN 간의 제어 프로토콜을 구성한다. R4 참조점은 ASN



(그림 4) 모바일 WiMAX 네트워크 참조 모델

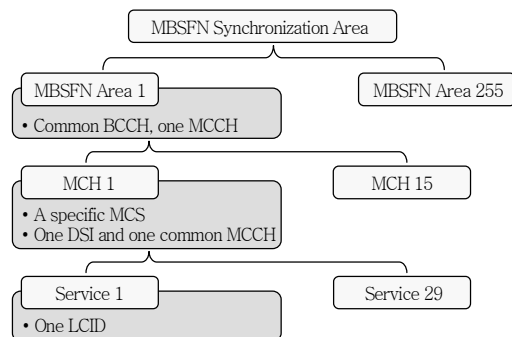
과 ASN-GW 간의 MS 이동성을 조정하는 ASN-GW에서 제어 및 데이터 패스 프로토콜로 구성된다.

## 2. 3GPP/LTE 시스템

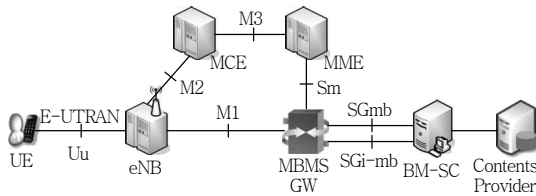
3GPP LTE[1]-[3],[17],[18] Release 10 MBMS 기술은 3GPP UMTS MBMS와 다른 기술적인 특징을 가진다. eMBMS는 OFDM 기술을 기반으로 television service를 주요 목표로 하고 있으며, 다이버시티 기술의 하나인 MBSFN 기술을 이용하여 고효율의 방송 서비스를 제공한다. 본 절에서는 3GPP LTE Release 10의 시스템에 대하여 기술한다.

LTE에서는 멀티셀 전송 서비스를 위해서 동기화된 전송이 가능한 MBSFN 동기 영역을 정의하고 있으며(그림 5)와 같다[18]. 이 영역 내에 있는 셀들은 동기화된 전송이 가능하고, 동기화된 전송을 통하여 셀 간 간섭을 없애고 다이버시티 이득을 얻을 수 있으며 하나의 셀은 하나의 MBSFN 동기 영역에 속한다.

MBSFN 동기 영역 내에는 256개 이하의 MBSFN 영역을 가지고 있으며, 이 영역에 속하는 셀들은 MBSFN 전송을 위하여 같은 무선자원 영역이 MBSFN 용으로 할당되며 같은 브로드캐스트 채널 정보를 가진다. 하나의 MBSFN 영역은 무선 구간에서 같은 코딩 방법을 이용하여 전송되는 15개 이하의 MCH를 가질 수 있다. 하나의 MCH는 29개 이하의 방송 콘텐츠



(그림 5) MBSFN 영역 구조



(그림 6) 3GPP/LTE의 멀티셀 전송 망 구조

츠를 전달하는 서비스를 가질 수 있다.

3GPP/LTE의 eMBMS 구성도는 (그림 6)과 같다. 3GPP LTE Release 10에서 MBMS를 지원하는 E-UTRAN 셀은 MBMS/unicast 혼합셀(MBMS/unicast mixed cells)로써 MTCH와 MCCH가 DL-SCH 또는 MCH에 대응되며, MBSFN 모드는 멀티셀 전송만을 지원한다.

BM-SC는 MBMS 베어러 서비스에 대한 권한 검증과 서비스의 시작을 수행하며, 또한 각각의 서비스에 대한 MBMS 트래픽 전송에 대한 스케줄링과 전송을 담당한다. MBMS-GW는 사용자 평면 노드로써 BM-SC와 eNB 사이에 위치하며 주된 역할은 MBMS 패킷을 eNB로 브로드캐스트 전송을 하는 것이며, 또한 MME를 거쳐 E-UTRAN으로의 MBMS 세션 제어 시그널링(session start/stop) 절차를 수행한다. MME는 제어 평면 노드로써 MBMS 세션 제어 시그널링 절차를 수행한다. MCE는 아래와 같은 기능들을 수행한다.

- 다수의 셀로 구성된 MBSFN 영역에 속하는 모든 e-NBs(multi-cell MBMS 송신)에서 사용하는 무선자원 할당과 인가를 수행
  - 이동 단말들 중 방송 서비스를 수행하고 있는 단말들의 수를 알아내는 카운팅 기능 및 MBMS 서비스에 대한 카운팅 결과를 획득
  - MBMS 서비스에 대한 카운팅 결과 또는 ARP를 기반으로 MBMS 세션들을 중단하거나 재개
- eNB는 MBMS 세션 제어 시그널링과 지정된

MBMS 서비스 지역에 대해 MBMS 데이터를 전달하는 기능을 수행한다. UE는 eNB로부터 전달된 MBMS 데이터를 수신하여 다양한 서비스를 사용자에게 제공한다.

각 노드들 간의 참조점은 M1, M2, M3 그리고 Sm, SGmb, SGi-mb로 이루어져 있다. MBMS-GW와 eNB와의 참조점인 M1은 사용자 평면으로써 둘 사이에 MBMS 데이터를 전송하는 인터페이스이며, IP 멀티캐스트에서는 P-T-M 데이터 패킷의 인터페이스이다. M2는 MCE와 eNB 사이의 제어 평면으로써 멀티셀 전송 eNB를 위한 무선자원 제어 데이터를 전송하고 시그널링 전송을 위해 SCTP 프로토콜이 사용되어 진다. M3는 MCE와 MME 제어 평면으로써 세션 제어 시그널링을 가능하게 하며 시그널링 전송을 위해 SCTP 프로토콜이 사용된다. SGmb는 BM-SC와 MBMS-GW 사이의 세션 제어 평면으로 다이어메타가 사용되고, SGi-mb는 BM-SC와 MBMS-GW사이의 MBMS 데이터 전송을 위한 사용자 평면으로 브로드캐스트 모드에서 SYNC가 사용되며, Sm은 MME와 MBMS-GW 사이의 세션 제어 평면으로 GTPv2-C가 사용된다.

## V. 결론

본 논문에서는 모바일 IPTV 서비스를 위한 TTA, IEEE 802.16m, 3GPP/LTE, 마지막으로 ITU-T 표준화 동향에 대해서 분석하고 고품질의 모바일 IPTV 서비스 품질을 보장해 주기 위한 핵심기술에 대해서 기술하였다. 그리고 Mobile WiMAX와 3GPP/LTE 기반의 모바일 IPTV 서비스를 제공하기 위한 시스템 구조 및 기능 등에 대해서 기술하였다.

지금까지 이동통신망을 기반으로 한 모바일 IPTV 서비스는 무선자원 문제와 그 필요성의 미약 등으로

상용화되지 못하였다. 그러나 무선 망에서의 고도의 전송 기술과 스마트폰 등의 등장으로 이동 무선 통신 분야에서 새로운 응용 서비스로 등장할 수 있는 가능성이 있으며, 3D 영상, 실감 통신 등과 융합되는 경우 새로운 방통융합 시장의 핵으로 부상할 것으로 사료된다.

따라서 IMT-Advanced 이동통신 시스템에서 충분한 수의 방송 채널로 고품질의 모바일 IPTV 서비스 제공에 대한 연구가 계속 진행된다면 향후 이동통신 망에서 경쟁력 있는 서비스가 될 수 있을 것으로 보인다.

● 용 어 해 설 ●

모바일 IPTV: 품질이 보장되는 유무선 네트워크 환경에서 실시간 방송을 포함한 영상, 데이터, 음성, 음향 등의 콘텐츠를 IP 방식으로 이동형 단말을 통해 양방향으로 제공하는 서비스

브로드캐스트: 사용자의 요구와는 무관하게 일정 지역에 멀티미디어 데이터를 전송하는 방식

멀티캐스트: 특정한 그룹에 가입되어 있는 사용자들에게 멀티미디어 데이터를 전송하는 방식

약어 정리

AES	Advanced Encryption Standard
ARP	Allocation and Retention Priority
ASN	Access Service Network
CBS	Cell Broadcasting Center
CMAC	Cipher based Message Authentication Code
CP	Cyclic Prefix
CSN	Connectivity Serving Network
DL	Downlink
DL-SCH	Downlink Shared Channel
EAP	Extensible Authentication Protocol
E-MBS	Enhanced Multicast and Broadcast Service
eMBMS	enhanced Multimedia Broadcast Multicast Service

FBSS	Fast Base Station Switching
GPRS	General Packet Radio Service
HMAC	Hashed Message Authentication Code
LMA	Location Management Area
MAP	Medium Access Protocol
MBMS	Multimedia Broadcast and Multicast Service
MBS	Multicast Broadcast Service
MBSFN	Multimedia Broadcast multicast service Single Frequency Network
MC	Multi-Carrier
MCCH	MBMS Control Channel
MCH	Multicast Channel
MDHO	Macro Diversity Handover
MIMO	Multiple Input-Multiple Output
MTCH	MBMS Traffic Channel
NWG	Network Working Group
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PMP	Point to Multi-Point
QoS	Quality of Service
SFN	Single Frequency Network
SISO	Single Input Single Output
TDD	Time Division Duplex
TRG	Receive Time Gap
TTG	Transmit Time Gap
UL	Uplink
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VBR	Variable Bit Rate
WG	Working Group
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

참고 문헌

[1] 3GPP TS 22.146 v9.0.0, "Multimedia Broadcast/Multicast Service; Stage1," 2008.

[2] 3GPP TS 22.246 v9.0.0, "Multimedia Broadcast/Multicast Service(MBMS) User Services; Stage 1," 2009.

[3] 3GPP TS 23.246 v9.5.0, "Multimedia Broadcast/Multicast Service(MBMS); Architecture and Functional Description," 2010.

- [4] Esa piri, Jarno Pinola, Ilkka Harjula, and Kostas Pentikousis, "Empirical Evolution of Mobile Wimax with MIMO," *Global Telecommunications Conference*, 2009.
- [5] A. Lopes, A. Correria, A. Brito, J. Silva, and N. Souto, "MIMO Scheme for MBMS," *Spread Spectrum Techniques and Applications 2006 IEEE Ninth International Symposium*, 2006.
- [6] Yong Kong, Zhen-Hui Tan, Shaoyi Xu, and Jia-jun Li, "An Adaptive MIMO Scheme for E-MBMS in Point-to-Multipoint Transmission Mode," *Wire-less Communications Networking and Mobile Computing(WiCOM)*, 2010.
- [7] Hsu-Chieh Hu, Yen-Huan Li, Ping-Cheng Yeh, "Adaptive Precoder Selection for Multicast/Broadcast Services in MIMO-OFDMA Systems," *Vehicular Technology Conference (VTC 2010-Spring)*, 2010.
- [8] Eddy Chiu and Vincent K.N.Lau, "Precoding Design for Multi-Antenna Multicast Broadcast Services With Limited Feedback," *IEEE System J.*, 2010.
- [9] IEEE P802.16m/D6, "DRAFT Amendment to IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems," 2010.
- [10] 3GPP TSG, "Semi-static and Dynamic SFN Areas of MBMS Services(Mitsubishi Electric)," *3GPP TSG RAN WG3 Meeting*, Documents, Seoul, Korea, Oct. 2006.
- [11] Ji Hoon Lee, Taekyoung Kwon, Yanghee Choi, and Sangheon Pack, "Location Management Area-based MBS handover in Mobile WiMAX Systems," *3rd International Conference on COMSWA*, Jan. 2008, pp. 341-348.
- [12] Kai-Hsiang, Huai-Lei Fu, and Phone Lin, "Design of Zone Configuration Scheme for Wireless Zone-based MBS," *Proceeding of the 6th IWCMCC*, pp. 178-182.
- [13] 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 Systems," *IEEE VTC*, May 2005, pp. 2028-2032.
- [14] Wenhua Jiao, Pin Jian, and Yuanyuan Ma, "Fast Handover Scheme for Real-Time Applications in Mobile WiMAX," *IEEE ICC*, June 2007, pp. 6038-6042.
- [15] T. Bchini, "Performance of Soft Handover-FBSS Compared to Hard Handover in case of High Speed in IEEE 802.16e for Multimedia Traffic," *5th International conference on SETIT*, Mar. 2009.
- [16] Bondan Ciubotaru and Gabriel-Miro Muntean, "Quality Oriented Handover Algorithm for Multimedia Content Delivery to Mobile Users," *IEEE Transaction on Broadcasting*, 2009, pp. 437-450.
- [17] 3GPP TS 25.346: "3GPP; Technical Specification Group Radio Access Network; Introduction of the Multimedia Broadcast Multicast Service(MBMS) in the Radio Access Network(RAN); Stage2 (Release 10)," Mar. 2011.
- [18] 3GPP TS 36.300, "3GPP; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network(E-UTRAN); Overall Description; Stage 2(Release 10)," Mar. 2011.