

WiBro 에서 MBS 서비스 제공을 위한 무선자원관리 시스템 설계

Design of Radio Resource Management System for WiBro MBS

차용주*, 염석준, 오윤석, 이성춘
(Yongjoo Tcha, Suk-joon Yum, Yun-seok Oh and Seong-choon Lee)

Abstract : Multicast and Broadcast Service (MBS) provides flexible and efficient transmission of the same information to multiple users using shared radio resources on WiBro network. The advantage of this service is to achieve the most efficient use of radio and network resources as well as to lessen sender's processing load when sending the same information to multiple users. Though radio resources are saved since a multicast or broadcast transport connection is associated with a service flow, it is hard to change MBS service channel dynamically. In this paper, we propose a Radio Resource Management System (RRMS) for supporting dynamic scheduling of MBS service channels. Results show that our proposed scheme using Radio Resource Allocation Table (RRAT) can efficiently support MBS services by providing dynamic schedule for MBS service channels.

Keywords: WiBro, MBS, RRM, IEEE 802.16, WIMAX

I. 서론

MBS (Multicast Broadcast Service)는 WiBro 상에서 방송형 서비스를 제공하기 위한 기술로 동일한 서비스를 동시에 제공하고 있는 사용자들에게 사용자마다 별도의 자원할당이나 연결을 추가하지 않고도 동일한 무선 자원과 하나의 연결만으로 다수의 사용자들로 하여금 서비스를 제공받을 수 있도록 한다. 또한, 하나의 기지국 커버리지 내에서만 아니라 동일한 MBS 서비스를 전송하는 다수의 기지국들을 포함하는 MBS zone 내에서 동일한 무선 자원과 하나의 연결만으로 다수의 사용자들에게 MBS 서비스를 제공한다.

WiBro에서는 기지국과 단말간의 무선접속을 위해 각 단말에게 할당된 무선접속 정보를 알려주기 위하여 MAP 메시지를 사용한다. 이 MAP 메시지는 하나의 OFDMA 프레임에 대한 정보만 제공하기 때문에, 무선접속 정보를 알기 위해서 단말은 매 프레임마다 전송되는 MAP 메시지를 해석하여야 한다. 그러나, 각 사용자 및 서비스마다 무선접속 정보가 다른 유니캐스트 방식과 달리 MBS의 경우에는 한 기지국 또는 MBS zone내에서 사용자에게 관계없이 서비스마다 동일한 무선접속 정보를 사용한다. 즉, MBS에서 동일한 서비스를 수신하는 다수의 단말들은 같은 무선자원 할당영역(심볼과 부채널 오프셋 및 개수로 나타냄)을 공유하기 때문에, 단말이 MBS 서비스만 제공받는 경우에 매 프레임마다 MAP 메시지를 해석하는 것은 비 효율적이다.

MBS 트래픽을 위한 무선자원 할당을 살펴보면, MBS를 제공하는 기지국이 기지국 커버리지 내에서 MBS 서비스를 제공받는 단말이 없을 때 무선자원을 효율적으로 사용하기 위하여 MBS 무선자원을 할당하지 않거나 MBS용 무선자원을 다른 일반 트래픽용으로 할당하는 것을 고려할 것이다. 그러나, 이렇게 구현한다면 WiBro는 이동성을 지원하기 때문에

그 기지국 커버리지 내로 들어오는 단말은 새롭게 MBS 서비스를 요청하여 제공받아야 하기 때문에 이때 소요되는 지연으로 인해 서비스 연속성을 보장받기 어렵게 되고, 또한 MBS용 무선자원을 다른 트래픽으로 할당하게 되면 인접 기지국간에 발생하는 간섭으로 인하여 서비스의 성능 저하를 초래하게 된다. 그러므로 WiBro에서 MBS 서비스를 제공하기 위해서는 사용자 유무에 상관없이 MBS zone 내의 모든 기지국에서 동일 서비스 채널에 대해 동일한 무선자원 할당 영역과 할당 시간에 전송하는 것이 효과적이다.

그러나 이 경우에 MBS를 통해 하나의 자원을 여러 사용자들에게 공유하도록 함으로써 무선자원을 절약할 수 있는 이점에도 불구하고, MBS 서비스 채널의 추가 및 삭제 등 동적으로 서비스 채널 수 및 특성을 변경하기 어려운 문제가 발생하게 된다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고 WiBro 방송형 서비스 채널의 추가, 변경을 용이하게 할 수 있는 무선자원 관리 시스템의 기능 및 요구사항을 제시하고 MBS 무선자원 할당 방안을 제안한다. II 장에서는 MBS 표준기술 및 표준화 동향에 대하여 살펴보고, III장에서는 제안하는 MBS 무선자원 관리 시스템 및 방안에 대하여 설명하고, IV장에서 결론을 맺는다.

II. MBS 표준화 현황

1. IEEE 802.16e 표준화 현황[1]

IEEE 802.16 WG은 휴대인터넷의 PHY/MAC 계층에 대한 규격을 정의한 바와 같이 MBS에 대한 PHY/MAC 계층에 대한 규격을 정의하였다.

MBS는 크게 한 기지국 커버리지 내에서만 유효한 Single-BS Access와 여러 기지국들을 하나의 MBS 영역으로 정의하는 Multi-BS Access로 구분된다. Single-BS Access와 Multi-BS Access에 대한 특징은 <표 1>과 같다.

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2007. 7.26., 채택확정 : 2007.7.30.

차용주, 염석준, 오윤석, 이성춘 : KT 인프라연구소

({yjtcha, ysjoon, ysoh, lsc}@kt.co.kr)

< 표 1 > MBS 종류

Single-BS-Access	Multi-BS-Access
<ul style="list-style-type: none"> □ MBS within one RAS □ No macro-diversity gain 	<ul style="list-style-type: none"> □ MBS synchronized across multiple RAS □ Macro-diversity gain □ MBS_ZONE 사용
<ul style="list-style-type: none"> □ Transport CID 사용 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Awake mode에서만 가능 ▪ 기지국 경계를 넘어갈 때마다 핸드오프 절차를 수행 	<ul style="list-style-type: none"> □ Multicast CID 사용 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Awake/sleep/idle mode 에서 가능 ▪ MBS_ZONE 내에서는 동일 CID 사용 ▪ MBS_ZONE을 넘어가는 경우에만 re-entry 절차 수행 (CID 제한당 절차 수행)
<ul style="list-style-type: none"> □ DL_MAP_IE or MBS_MAP_IE 에 의한 burst 할당 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Macro-diversity 적용 불가 	<ul style="list-style-type: none"> □ MBS_MAP_IE 에 의한 burst 할당 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Macro-diversity 적용 ▪ Normal MAP을 decoding할 필요 없음
<ul style="list-style-type: none"> □ 특정 RAS에 Registered 되어야 함 	<ul style="list-style-type: none"> □ 특정 RAS에 Registered 되어야만 하는 것은 아님: sleep/idle mode에서 서비스 가능
<ul style="list-style-type: none"> □ Security Association <ul style="list-style-type: none"> ▪ 특정 Multicast용 SA에 mapping 	<ul style="list-style-type: none"> □ Security Association <ul style="list-style-type: none"> ▪ MBS-GSA과 mapping
<ul style="list-style-type: none"> □ Power saving 효과 없음 	<ul style="list-style-type: none"> □ MBS-MAP에 의한 power saving 효과 있음

<표 1>에서 보여진 것처럼 Multi-BS Access가 MBS 서비스의 특성상 하나의 기지국 내에서만 서비스가 제공되는 Single-BS Access보다는 하나의 기지국 내에서만 아니라 다수의 기지국들 간에서 MBS 서비스의 연속성이 보장되기 때문에 더 효과적이다. Multi-BS Access의 특징을 보면, MBS zone이라는 개념을 정의하고 있으며, 기지국간의 Macro-diversity 이득, MCID (Multicast Connection Identifier)의 사용, 그리고 단말 전원 절약 기능 등이 있다.

MBS zone:

특정 MBS 서비스를 전송하기 위해 같은 MCID와 SA (Security Association)를 사용하는 기지국들의 집합으로 정의되며, 이 MBS zone은 MBS_ZONE identifier로 구분되고, 사용자는 MBS zone 내에서는 어느 기지국으로부터라도 서비스를 연속성 있게 수신할 수 있다.

Macro-diversity 이득:

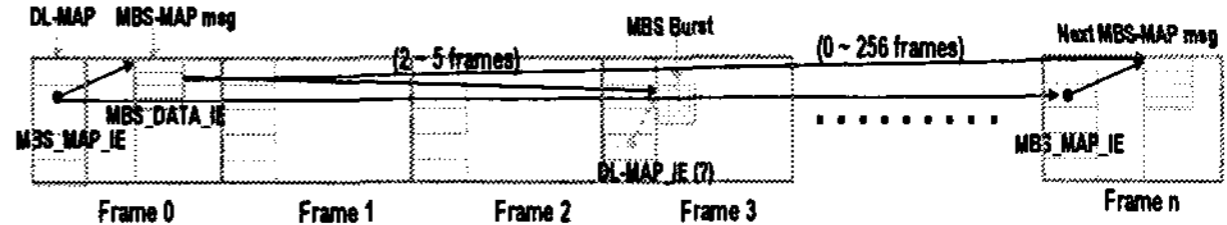
수신 성능향상을 위해 MBS zone내에 있는 모든 기지국들은 동기화가 되어야 하며, 같은 전송 메커니즘(심볼, 부채널, 변조방식 등)을 사용하여 같은 OFDMA 프레임 내에서 같은 PDU들을 동시에 전송하여야 한다.

단말 전원 절약 기능:

MBS 서비스의 특징은 다수의 사용자들이 서로 공유하는 하향링크 상의 MBS 버스트로부터 정보를 수신하는 것으로 이 MBS 버스트도 주기적으로 나타나기 때문에, MBS 서비스만을 수신하는 단말은 매 프레임마다 DL-MAP을 해석하지 않고도 동기만 맞추고 있으면 MBS 서비스를 제공 받을 수 있다. 즉, Idle 모드에서도 MBS 서비스를 제공 받을 수 있도록 함으로써 단말의 전원 절약을 가능하게 하였다. 이를 위해 MBS MAP을 정의하였다.

WiBro에서 MBS 전송은 [그림 1]과 같이 MBS MAP 메시지에 의해 할당되는데, 한 OFDMA 프레임에서 하향링크의 자원 위치를 알려주는 DL-MAP상에 있는 MBS_MAP_IE가 MBS MAP 메시지의 위치를 알려준다. MBS MAP 메시지는 단말이 2내지 5 프레임 이후에 수신할 MBS 버스트에 대한 액세스 정보를 제공하며, 최대 256 frame 이후에 수신할 Next MBS-MAP 메시지에 대한 정보를 제공한다.

즉, MBS MAP 메시지에서부터 단말은 또 언제 MBS 버스트가 나타나며, 나타난 프레임 내에서 MBS 버스트의 위치 및 크기 등 무선접속 정보를 알게 되므로 매 프레임마다 MAP 메시지를 해석할 필요가 없다.



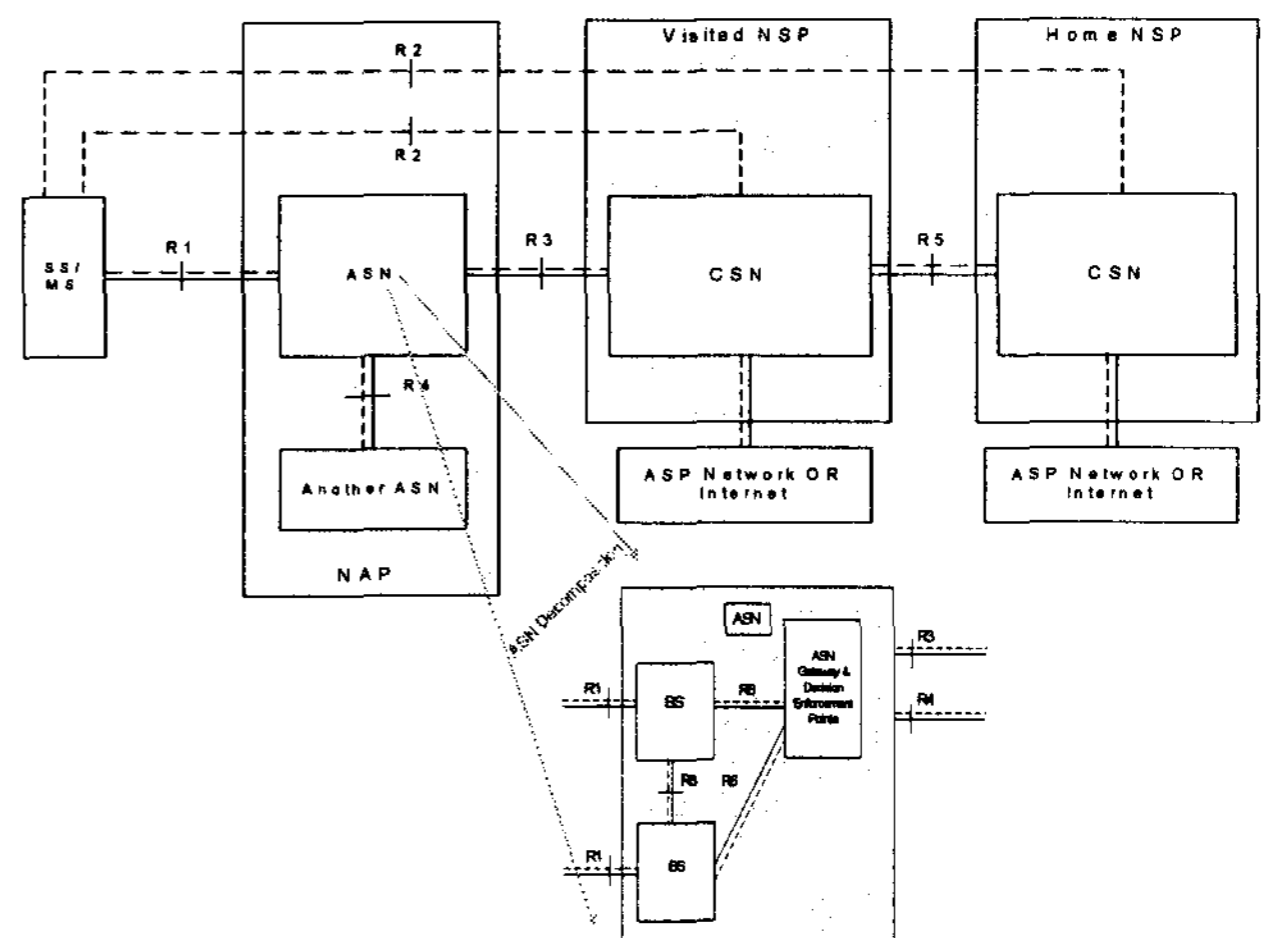
[그림 1] MBS 트래픽 전송

2. WiMAX Forum 표준화 현황[2]-[4]

WiMAX Forum은 IEEE 802.16 기반 시스템에 대한 상호호환성 확보 등을 위해 조직된 비영리 단체로 MBS에 대한 무선 접속규격에 대한 상호호환성은 2단계 상호호환성 규격인 Wave 2에 정의되어 있으며, Multi-BS Access에 대해서만 상호호환성 시험 프로파일에 정의되어 있는데, 이것은 Single-BS Access가 일반 유니캐스트 접속과 유사하며, Multi-BS Access에서 MBS zone을 하나의 BS로 국한시키면 구현 가능하기 때문일 것이다.

또한, MBS 서버와 같이 IEEE 802.16에 정의되지 않는 부분을 포함한 새로운 MBS 네트워크 규격에 대하여 표준화를 진행하고 있다. 현재 MBS 서비스 시나리오 작성을 확정하여 이를 기반으로 네트워크 구조에 대한 논의가 진행되고 있다.

WiMAX Forum에서 정의한 네트워크 구조는 [그림 2]와 같으며, 이 네트워크 구조에서 MBS 서버/제어장치 등 MBS를 위한 네트워크 요소들의 기능(서비스 측면의 기능과 동기화 및 스케줄링 등 MAC관련 기능 등) 및 네트워크 상의 배치 (CSN 또는 ASN) 등에 대한 논의가 진행될 예정이다.



[그림 2] WiMAX 네트워크 참조 모델

III. MBS 무선자원관리 시스템

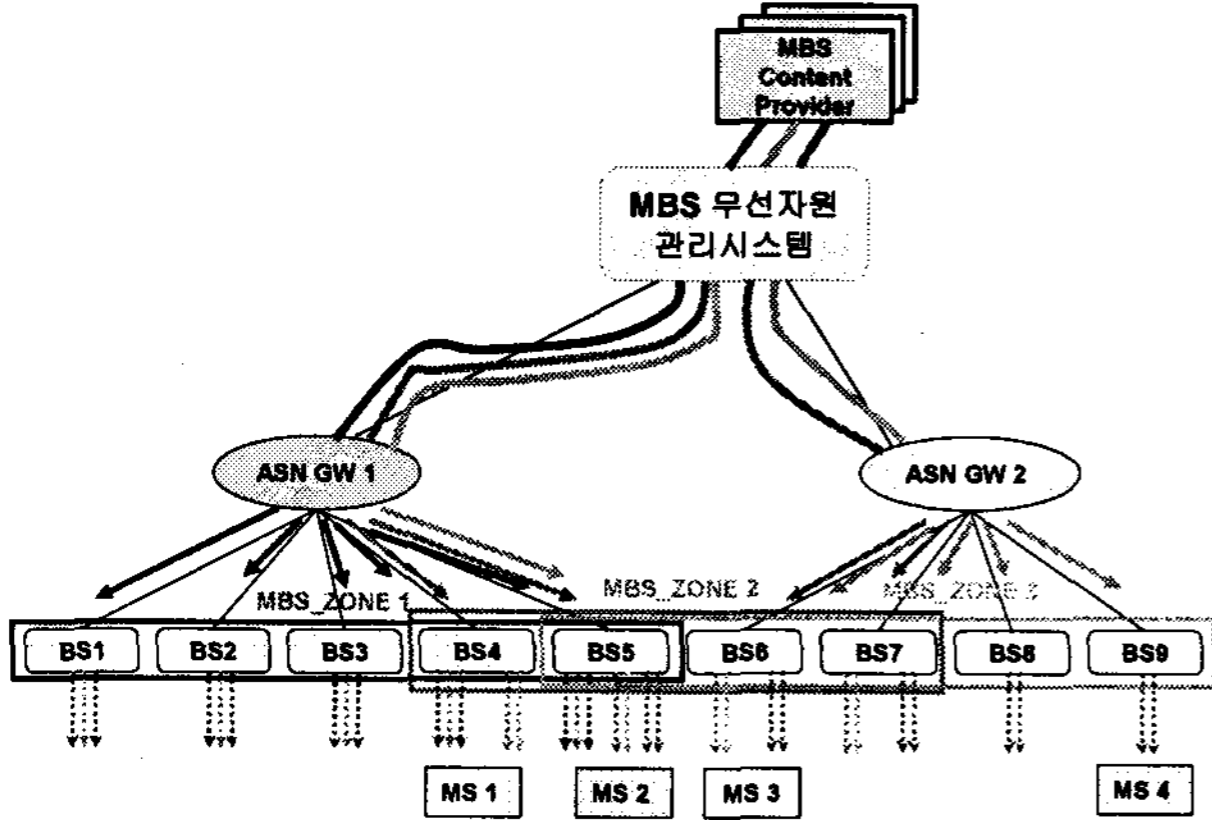
MBS 서비스를 제공하기 위해서는 다른 멀티캐스트 서비스와 같이 MBS 사용자에게 방송 시간 및 내용 등을 인지시켜야 하며, 특정 시간대에 편성된 콘텐츠를 전송하여야 한다.

이를 위해 현재 WiBro 시스템에 MBS zone, 멀티캐스트 IP 주소, MCID 설정 및 관리, 멤버십 관리, 세션관리 및 전송, 서비스 알림, 서비스 인증/보안 및 과금 (또는 연동), 콘텐츠

수신/가공 또는 콘텐츠 서버와의 연동 등 여러 기능들이 추가로 요구된다.

MBS 무선자원관리 시스템은 [그림 3]과 같이 MBS 콘텐츠를 수신하여 MBS zone, 멀티캐스트 IP 주소 그리고 MCID를 조합하여 해당 기지국으로 전송하여 각 기지국에서 동시에 동일한 무선자원에 콘텐츠를 할당하도록 해주는 역할을 수행하며, 주요 기능은 다음과 같다.

- MBS zone/멀티캐스트 IP 주소/MCID 매핑 및 전송 기능
- MBS zone 구성 및 운영 기능
- Macro-diversity 지원 기능



[그림 3] MBS 망 구성도

MBS 서비스에서는 다수의 사용자들이 동일한 무선접속을 공유하기 때문에 사용자의 전 환경에 따른 AMC (Adaptive Modulation and Coding) 값 변경이 무의미하고, Idle 모드로 동작하는 단말들이 있기 때문에 OFDMA 프레임에 따라 할당 심볼 및 부채널 개수 변경 등 무선접속 파라미터 변경이 어렵다. 따라서 MBS 서비스는 MBS를 위해 사전에 설정된 무선자원 내에서 고정적으로 제공되므로 새로운 서비스 채널의 추가 및 변경 등이 어려운 문제가 발생하게 된다.

이 문제를 해결하기 위하여 무선자원관리 시스템에 모든 예상되는 서비스에 대한 무선자원 크기 및 파라미터를 사전에 정의하여 시간에 따라 서비스 채널들을 추가하고 변경할 수 있도록 무선자원할당 테이블을 정의하였다.

이 무선자원할당 테이블은 [그림 4]와 같이 모든 예상 서비스에 대한 무선자원 크기 및 파라미터를 사전에 정의하여 MBS zone 구성정보와 함께 WiBro 기지국 및 제어국에 전송함으로써, 효율적인 방식으로 시간에 따라 서비스 채널의 추가 및 변경을 할 수 있도록 하였다.

Sub channel	Symbol		
	Area1 (384kbps)	Area2 (384kbps)	Area3 (384kbps)
Bandwidth	Area1 (384kbps)	Area2 (384kbps)	Area3 (384kbps)
384kbps (Video)	1	2	3
64K (Audio)	11, 12, 13, 14, 15, 16	21, 22, 23, 24, 25, 26	31, 32, ...
32K (Data)	111, 121, 131, 141, 151, 161	211, 221, 231, 241, 251, 261	311, 321, ...

[그림 4] 무선자원할당 테이블

MBS에 할당한 전체 무선자원을 Area라고 하는 할당 단위로 구분하고, 각각의 Area는 예상서비스의 가장 큰 자원으로 정의한다(예: 1Mbps단위, 500kbps 단위). 본 논문에서는 편의상 384kbps 단위로 할당했으며, 이 Area는 가장 큰 단위인 384kbps의 서비스 채널 1개를 할당 할 수 있고, 64kbps 서비스 채널 6개, 또는 32kbps 서비스 채널 12개를 탑재할 수 있다. 또한 다른 전송속도를 요하는 서비스를 혼합하여 전체 용량이 Area를 넘지 않는 조합으로 탑재할 수 있다.

이때 각각의 서비스 채널 단위마다 유일한 무선자원 ID([그림 4]에 나타난 1, 11, 111 등)를 부여하여 이 ID만 확인해도 어느 무선자원 영역에 어떤 무선 파라미터로 할당했는지 알 수 있도록 한다. 그러므로 무선자원할당 테이블은 전송속도뿐만 아니라 서비스 종류에 따라 QoS를 고려하여 설계되어야 한다.

무선자원할당 테이블에는 무선자원 ID, 선택한 변조 및 코딩 값, OFDMA 프레임 내 무선자원 시작 위치 및 크기 등이 포함된다.

MBS 콘텐츠의 전송에 대해 살펴보면, MBS zone 구성정보 및 무선자원할당 테이블이 기지국과 제어국에서 수신하여 설정된 이후에, 무선자원관리 시스템은 서비스 채널을 IP 멀티캐스트 데이터그램으로 전송한다. 이때, 동일한 MBS zone 내에 있는 모든 기지국은 같은 MCID를 이용하여 다수의 사용자가 같은 MCID로 같은 무선자원을 공유하도록 한다. 즉, 무선자원관리 시스템은 IP 멀티캐스트 데이터그램 전송 시 무선자원 테이블에 정의된 무선자원 ID 뿐만 아니라 MCID 값도 전송한다.

그러므로 [그림 5]와 같이 시간대 별로 단순히 무선자원 ID를 변경함으로써, 용이하게 서비스 채널을 늘리거나 줄이거나 또는 다른 성격의 서비스로 변경할 수 있다.

서비스 채널	Time								
	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	31	31	31	31	31	31	3	3	3
	32	32	32	321	321	321			
	33	33	33	322	322	322			
	341	341	341	331	331	331			
	342	342	342	332	332	332			
	351	351	351	341	341	341			
	352	352	352	342	342	342			
	361	361	361	351	351	351
	364	364	364	353	353	353			
				363	363	363			
				364	364	364			
	video 2 채널, audio 3 채널, Interactive 채널 5, Data 방송 1 채널			video 2 채널, audio 1 채널, PTT 4 채널, Interactive 3 채널, Data 방송 3 채널			video 3 채널		

[그림 5] 시간대별 서비스 채널에 따른 무선자원 ID 할당

이때, MBS_zone ID/IP 멀티캐스트 주소/MCID의 매핑은 [그림 6]과 같으며, 동일한 콘텐츠에 대해 같은 IP 멀티캐스트 주소를 사용하고 전송의 용이성 및 기지국에서 MBS zone을 구분하기 위하여, 같은 콘텐츠라도 MBS zone에 따라 다른 MCID를 할당한다.

Content ID	Multicast IP address	MBS Zone #	MCID
111	233.15.220.11	1, 2, 3	0xFEAA, 0xFEB1, 0xFEC1
112	233.15.220.12	1, 2	0xFEAA, 0xFEB2
113	233.15.220.13	2, 3	0xFEB3, 0xFEC3
114	233.15.220.14	1, 3	0xFEAA, 0xFEC4
....
251	233.15.220.51	1, 2, 3	0xFEAA, 0xFEBA, 0xFECA

[그림 6] IP 멀티캐스트 주소/MBS_zone ID/MCID 매핑

V. 결론

MBS는 방송 서비스처럼 다수의 사용자들에게 동일한 서비스를 동시에 제공하기 위한 차세대 WiBro 서비스의 핵심 기술로서 동일한 무선자원을 다수의 사용자들이 공유함으로써 무선자원을 효과적으로 사용할 수 있다.

그러나, 다수의 사용자들이 공통적으로 인지할 수 있는 무선접속 정보 및 동일한 무선자원을 이용함으로써 얻을 수 있는 인접 기지국간의 Diversity 효과 등을 얻기 위해서는 서비스 채널을 변경하기가 용이하지 않은 문제점이 발생한다. 이러한 문제점은 MBS 서비스를 제공하는 입장이나 다양한 서비스를 원하는 사용자 입장에서는 부정적인 결과를 초래한다.

본 논문에서 제안한 무선자원관리 시스템에서는 모든 예상 서비스에 대한 무선자원 크기 및 파라미터를 사전에 설정하여 관리하고 있는 무선자원할당 테이블을 통해 MBS 서비스 채널 변경을 용이하게 하여 MBS 서비스를 효과적으로 제공하게 함으로써 WiBro 서비스 활성화를 도모할 수 있다.

참고문헌

[1] IEEE 802.16e-2005, "Amendment to IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems- Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands," Standard, IEEE, February, 2006

[2] WiMAX Forum, "WiMAX Forum™ Mobile System Profile Release 1.0 Approved Specification (Revision 1.4.0)," May, 2007

[3] WiMAX Forum, "WiMAX Forum Network Architecture (Stage 2: Architecture Tenets, Reference Model and Reference Points) Release 1.1.0," July, 2007

[4] WiMAX Forum, "Recommendations and Requirements for Networks based on WiMAX Forum Certified™ Products (Release 1.5)," January, 2007

[5] Jianfeng Wang, Muthaiah Venkatachalam, and Yuguang Fang, "System Architecture and Cross-Layer Optimization of Video Broadcast over WiMAX", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 25, No. 4, May, 2007

[6] 3GPP TS 22.146 V6.6.0, "Multimedia Broadcast/Multicast Service; Stage1", September, 2004

[7] 3GPP TS 23.246 V6.8.0, "Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Architecture and functional description", September, 2005

[8] 3GPP TS 25.346 V6.6.0, "Introduction of the Multimedia Broadcast Multicast Service (MBMS) in the Radio Access Network (RAN); Stage2", September 2005

[9] 3GPP2 A.S0019-0, "Interoperability Specification (IOS) for Broadcast Multicast Services (BCMCS)", November, 2004

[10] 3GPP2 S.R0030-A, "Broadcast/Multicast Services – Stage 1", January, 2004

[11] 3GPP2 S.S0083-A, "Broadcast-Multicast Service Security Framework", August, 2004