

위성 DMB 기술기준 및 상용화 현황

서중수 (연세대학교 전기전자공학부 교수/차세대 방송기술 연구센터장)

I. 위성 DMB 표준화

위성 디지털 멀티미디어 방송(DMB)은 위성을 방송 매체로 사용하여 고정 수신과 휴대 수신뿐만 아니라 이동 중에도 차량 단말기나 이동 전화형 단말기, PDA 등의 이동용 단말기에 CD 수준의 음악방송 외에도 뉴스, 교통정보, 기상정보, 지리위치정보, 동영상 정보 등 다양한 멀티미디어 정보를 전송할 수 있다. DMB는 '모빌리티'와 '멀티미디어'를 지원하며 방송과 통신망을 융합하는 새로운 방송 매체로 발전할 전망이며 국내에서는 2005년 상용 서비스 계획에 따라 이를 위한 기술 기준과 송수신 정합표준의 제정을 위한 연구가 진행되고 있다.

1979년 WARC-79의 결정에 따라 WP10-11S에서 위성 DAB(디지털 오디오 방송)에 대한 기술적인 검토가 시작된 이후로 1991년에는 DAB 서비스 및 시스템의 요구사항 초안이 작성되었다. 1992년 WARC-92에서 DAB 주파수가 할당되고 시스템 요구사항이 권고로 채택되었으며 1994년에 DAB에 사용되는 시스템 권고 BS.1114와 BO.1130이 채

택되었다. ITU-R 권고 BO.1130-4에 포함된 위성 DAB 시스템은 ITU-R Digital System A(Eureka-147), ITU-R Digital System B(VOA-JPL 시스템), ITU-R Digital System D(Worldspace 시스템), ITU-R Digital System E(일본의 CDM 시스템)가 있다.

국내 위성 DMB 표준화 추진은 2002년 4월부터 위성 DMB 표준화 추진위원회에서 시스템별 평가항목을 점검하였고, 시스템 A, B, D_s, D_{ii}, E 등 ITU-R 표준 다섯 가지 중에서 시스템 A인 OFDM 방식과 시스템 E인 DS-CDM 방식이 경합을 벌였고, 2003년 5월에 ITU-R BO.1130-4 시스템 E 방식을 국내 단일표준으로 최종 확정하였다. 이후 위성 DMB 무선설비 기술기준 위원회에서 위성 DMB의 세부 기술기준안과 송수신 정합표준안을 작성하였고, 현재 한국 정보통신기술협회(TTA)에서 위성 DMB의 기술 기준과 송수신 정합 표준을 제정 중에 있다.

II. 위성 DMB 서비스 및 시스템 요구사항

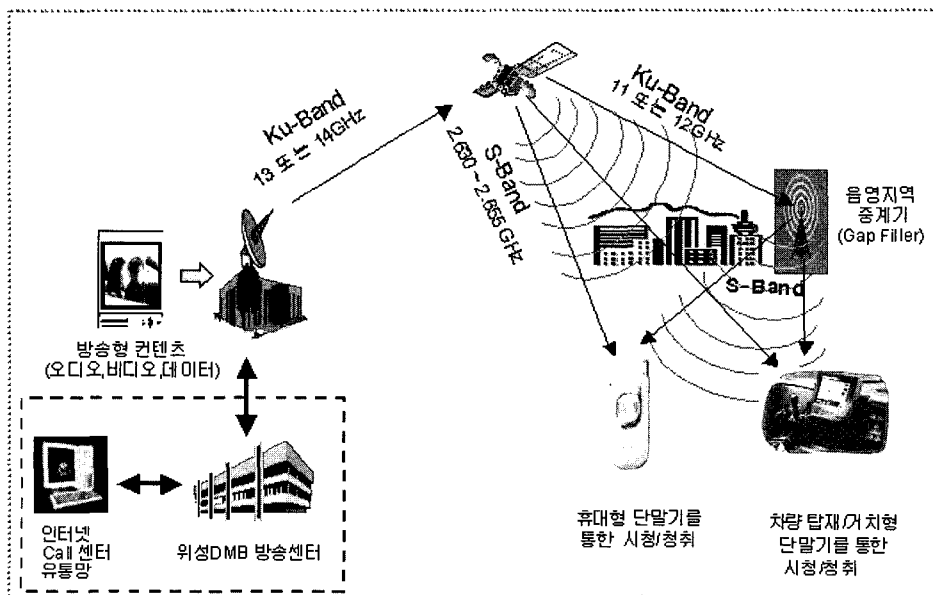
위성 DMB 시스템의 지구국은 다중화된 전

송신호를 위성으로 전송하며, 위성은 가입자 단말기로 송신 신호를 직접 전송하거나 지상 중계설비를 통하여 가입자 단말기로 전송한다. 위성 DMB 시스템은 다채널 오디오 및 비디오 방송, 데이터 방송 등 다양한 멀티미디어 방송 서비스를 고정수신, 휴대 및 이동수신 환경에서 제공할 수 있어야 한다. 데이터 방송 서비스란 방송 프로그램과 연동되거나 혹은 독립적으로 행해지는 부가가치를 지닌 오디오, 비디오 및 부가 데이터 등의 멀티미디어 서비스로서 서로 다른 데이터 용량을 갖는 부가가치 서비스(예, 교통 정보 서비스, 여행 정보 서비스, 기상재해 방송 서비스 등) 공급이 가능해야 한다.

위성 DMB의 비디오 수신 품질은 5인치 급 LCD를 기준으로 최소 VCD급의 화질을 제공할 수 있어야 한다. 오디오 품질은 고품질 CD급 수준의 음질을, 그리고 비디오 서비스

와 함께 제공되는 오디오는 아날로그 FM급 이상의 품질을 제공하여야 하며, 데이터 품질은 해당 서비스가 요구하는 비트 오류율 기준을 만족하여야 한다. 비디오 신호의 해상도는 화면의 화소수가 320×240 이상으로, 초당 15프레임 이상 제공할 수 있어야 한다. 오디오 신호는 최대 48KHz로 표본화된 2채널 오디오 서비스가 가능하여야 한다.

위성 DMB는 전파음영 및 차단환경에서의 수신 성능 개선을 위하여 필요한 경우 지상 중계설비(Gap Filler)를 이용하여 수신 성능을 개선시켜야 하며, 서비스 할당의 융통성을 위하여 주어진 다중화 내에서 융통성 있는 서비스의 할당을 허용해야 한다. 주어진 송신출력으로 커버리지를 확장하기 위하여 서비스 품질과 프로그램 수 및 데이터 서비스의 수의 절충을 허용해야 한다.

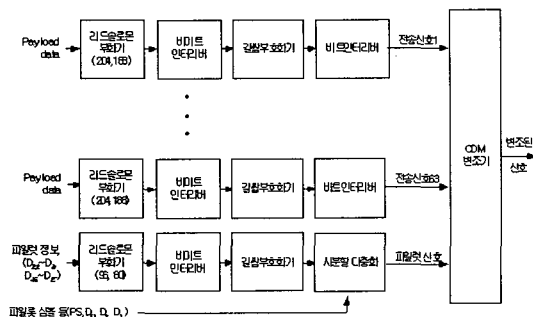


〈그림 1〉 위성 DMB 시스템 개요

III. 위성 DMB 송수신 정합규격

위성 DMB 시스템은 그림 1과 같이 지구국, 위성, 지상 중계설비, 가입자 단말기로 이루어져 있으며, CDM 전송방식을 이용하여 멀티미디어 콘텐츠를 지구국에서 위성으로 송출하며, 사용자는 위성으로부터 직접 수신하거나 또는 위성신호가 약한 실내와 같은 음영지역은 지상 중계설비로부터 수신하는 방송 시스템이다. 지구국에서 위성까지는 업링크를 통하여 13.75GHz ~ 14.50GHz 대역의 CDM 신호와 TDM 신호를 전송한다. 위성으로 전송된 CDM 신호는 2.630 ~ 2.655GHz로 주파수 변환되어 단말기로 직접 전송되고, TDM 신호는 12.20GHz ~ 12.75GHz 대역의 주파수로 변환되어 지상 중계설비로 전송되며, 지상 중계설비에서 2.630 ~ 2.655GHz 대역의 CDM 신호로 변환되어 단말기로 전송된다.

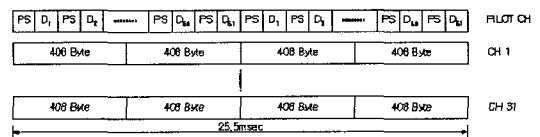
위성 DMB의 전송 매커니즘은 그림 2와 같으며 MPEG-2 및 MPEG-4 ES와 MPEG-2 TS를 이용하여 전송하는 구조를 갖는다. 시스템의 다중화 구성정보는 ISO/IEC 13818-1(MPEG-2 System) 및 ARIB STD B.10의 구성정보를 따른다. 단말기와 위성간의 무선구



〈그림 2〉 위성 DMB 전송 매커니즘

간은 ITU-R Rec. BO. 1130-4에 정의된 물리계층 규정을 준수한다.

Pay load 데이터의 변조 방식은 QPSK이며, 파일럿 채널의 파일럿 심볼 및 파일럿 채널 데이터부의 유니크 워드, 프레임 카운터 및 D51의 변조방식은 BPSK로 한다. 확산코드는 코드길이 64의 왈쉬코드를 사용한다. 전송율이 단일 CDM 채널의 전송용량을 넘는 방송은 복수 CDM 채널에 걸쳐서 전송할 수 있다. 이 경우 TS 패킷은 채널번호가 작은 CDM 채널에서부터 순서대로 분할 및 다중화하며, 복수 CDM 채널을 통해 전송되는 모든 채널의 인터리브 길이 및 부호화율은 동일한 것으로 한다. CDM 전송 프레임의 구성은 그림 3과 같으며 그림에서 파일럿 채널의 상세한 구성은 표 1과 같다.



〈그림 3〉 CDM 전송 프레임의 구성

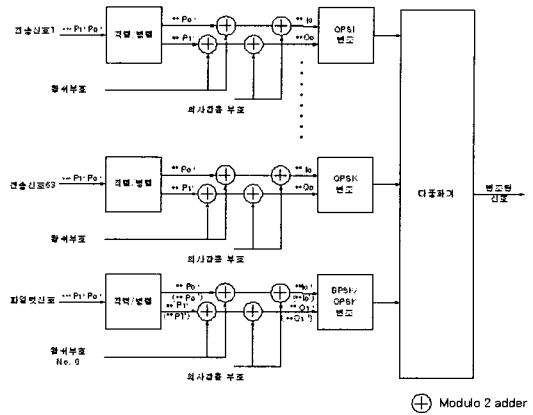
채널에서 발생하는 오류를 정정하기 위하여 전송신호의 오류정정 외부호는 단축된 리드 솔로몬(204, 188) 부호를 사용하며, 파일럿 데이터부의 오류정정 외부호는 단축된 리드 솔로몬(96, 80) 부호를 사용한다. 전송신호의 오류정정 내부호는 구속장 7의 길쌈방식 및 Punctured 부호화 방식의 조합에 따라 발생하며 부호화율은 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8을 사용할 수 있으며, 각 CDM 채널의 부호화율에 대한 정보는 파일럿 채널을 통해 전송된다. 단, 파일럿 정보의 부호화율 1/2을 사용한다.

전송신호의 인터리버는 바이트 인터리버와 비트 인터리버로 구성된다. 바이트 인터리버는 바이트 단위로 주기 12인 길쌈 방식의 인터리버를 사용하고, 비트 인터리버는 비트 단위로 주기 51인 분할형 길쌈 인터리브 방식으로 하며, 인터리브 사이즈는 CDM 코드 별로 8가지 중에서 선택한다. 파일럿 신호의 인터리버는 바이트 인터리버로만 이루어지며, 바이트 단위로 주기 12의 길쌈 인터리브 방식으로 한다. 파일럿 정보는 전송제어 등에 관한 정보이며, 동기 신호인 파일럿 심벌은 수신기에 있어서 신호동기를 보조하기 위해 전송되는 특정의 패턴을 갖는 데이터이다. 파일럿 채널의 구성은 표 1과 같다.

〈표 1〉 파일럿 채널의 구성

PS	파일럿 심벌 : 동기신호(32비트) 출력순 "11111111 11111111 11111111 11111111"
D ₁	유일단어(unique word) : 프레임 동기신호(32비트) 출력순 "01101010 10110101 01011001 10001010"
D ₂	프레임 카운터 : 슈퍼프레임 동기신호(32비트)
D ₃ -D ₂₂ , D ₂₇ -D ₄₄	파일럿 정보: 전송 제어
D ₂₃ -D ₂₆ , D ₄₅ -D ₄₈	파일럿 오류 검정 부호
D ₄₉	확장정보

CDM 변조부의 송신 신호는 그림 4와 같이 채널 별로 각각 다른 확산 부호를 이용하여 전송 신호 및 파일럿 신호를 확산 변조하여 중첩된다. CDM 전송을 위해 전송하려는 직렬 데이터열은 병렬 데이터열로 바꾸고, 각 채널에 할당된 왈쉬 부호와 길이 2048 칩(chip)의 의사잡음(PN) 부호에 의해 확산된다. 여기서 의사 잡음 부호는 12단의 귀환형 쉬프트 레지스터로 생성된 4095칩 중에서 2048칩 분량을 추출한 부분 코드를 사용한다. 확산된 데이터는 QPSK 신호로 변조되고 다중화되어 전송된다. 직렬/병렬 변환 후의 전송속도는 256kbit/sec, 왈쉬 부호 및 PN 부호 가산 후의 전송속도는 16.384Mchip/sec이다.



〈그림 4〉 CDM 변조부 구성도

파일럿 신호 중 동기신호, 프레임 동기신호, 슈퍼 프레임 동기신호 및 확장정보에 대해서는 BPSK로 변조하고 기타 파일럿 신호는 QPSK로 변조하며, 롤-오프율 0.22의 펄스 정형 필터(root raised cosine filter)를 사용하여 반송파의 대역을 제한한다. 파일럿 채널의 전력은 방송 채널의 2배로 하며, 반송파 변조 심볼 레이트는 칩 레이트와 동일하게 한다. 각기 다른 확산 코드로 확산된 신호는 동일한 주파수상에 중첩되며, 신호의 반송파 주파수 및 위상은 일치한다. 확산 방식은 데이터에 확산 코드를 가산하는 직접 확산 방식으로서, 데이터 주기는 확산 코드 주기의 64배가 되도록 한다. 의사 잡음 부호의 초기치 설정 타이밍은 프레임의 변화점에 일치시키며, 다중 가능한 왈쉬 코드 수는 최대 64로 한다.

비디오 신호의 압축 기본 알고리즘은 ISO/IEC 14496-10(MPEG-4 Part 10) | ITU-T Rec. H.264 방식을 따르며, 오디오 신호의 압축 기본 알고리즘은 ISO/IEC 13818-7(MPEG-2 AAC) + SBR 방식을 따른다. 다중화 방식은 ISO/IEC 13818-1(MPEG-2 System)을 따르며 서비스 정보(SI)

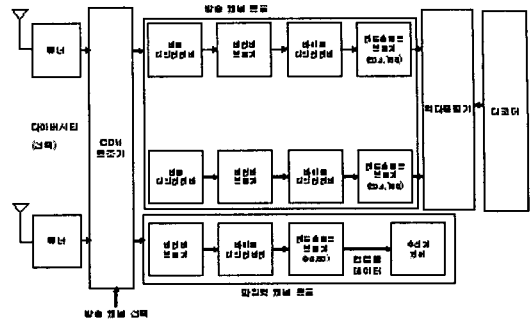
의 처리는 ARIB STD B10을 따른다. 유료방송을 실시하는 경우 또는 방송 프로그램에 관한 권리를 보호하려 하는 경우, 제한 수신(Conditional Access : CA)을 위하여 콘텐츠를 스크램블링하여 전송할 수 있으며, 스크램블링 방식은 서비스 사업자가 정하는 방식을 따른다.

CDM 신호의 주파수 대역은 2.6GHz 대역을 대상으로 점유 주파수 대역은 25 MHz를 기본으로 한다. 위성 방송국 및 지구국 반송파 신호 주파수의 허용편차 및 지상 중계설비의 반송파 신호 주파수 허용 편차는 50ppm으로 한다. 위성 DMB의 간섭허용치는 대역내 들어가는 간섭파의 전력과의 비로 23dB 이상으로 하며, 대역외 불요복사강도의 허용치는 무선설비 규칙에 준한다. 수신 단말기의 목표 비트 오류 값은 ITU-R Rec. BO. 1130-4 의 기준(2×10^{-4} 이하)에 따른다. 위성 DMB는 ISO/IEC 10646-1(유니코드)와 KSC-5601(완성형 코드) 등 두 가지의 문자 코드를 지원하여야 한다.

IV. 위성 DMB 단말기 정합규격

위성 DMB 단말기는 그림 5와 같이 구성되며 휴대형 단말기의 경우 크기 및 휴대성을 고려하여 안테나 다이버시티를 사용하지 않을 수 있다.

그림 5에서 CDM 복조부는 짧은 부호와 의사잡음 부호를 사용하여 CDM 신호를 복조한다. 여기서 짧은 부호(Short Code)는 주기 64의 왈쉬 부호를 사용한다. 비트 디인터리빙은 주기 51의 분할형 길쌈 방식의 비트 인터리빙된 신호에 대한 복호를 수행한다. 비터비 복호



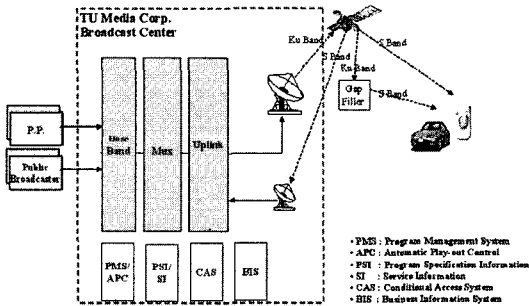
〈그림 5〉 위성 DMB 단말기 구성도(예)

기는 구축장 7의 비터비 복호를 수행한다. 바이트 디인터리빙은 주기 12의 길쌈 방식으로 바이트 인터리빙된 신호의 복호를 수행한다. 리드솔로몬 복호기는 단축된 리드솔로몬(204, 188)의 복호를 수행한다. 단, 파일럿 채널은 리드 솔로몬(96, 80)의 복호를 수행한다. DEMUX는 MPEG-2 TS로 다중화된 각각의 비디오/오디오/데이터 신호를 추출한다. 디코더는 압축된 비디오/오디오의 Elementary Stream에 대한 복호화를 수행한다.

비디오 복호 처리는 MPEG-4 Part10 Baseline Profile@L1.3(ISO/IEC 14496-10) 또는 ITU-R Rec. H.264 형식을 지원한다. 비디오 해상도는 QVGA(320*240) 이상의 해상도 및 초당 15 프레임 이상이 처리 가능하여야 한다. 표본화 비트수는 6비트 또는 8비트를 처리하여야 하며, 비디오 신호의 처리 시에는 최소 1채널 이상의 오디오 신호를 동시에 처리할 수 있어야 한다. 비디오 신호부는 시간계위(Temporal Scalability)로 부호화된 스트림을 처리할 수 있어야 한다. 오디오 복호 처리는 MPEG-2 AAC(ISO/IEC 13818-7) + SBR 형식을 지원한다. 표본화 주파수는 최대 48kHz로 양자화 비트수는 최대 24비트로 한다.

V. 위성 DMB 상용화 현황

위성 DMB는 기존 서비스와는 Mobile, Personal 그리고 Interactive의 차별화된 특성을 가진다. 즉, 시속 150km 이상의 이동체를 포함하는 다양한 수신환경에서 수신이 가능하며 개인별 디지털 방송 매체로서 나만의 TV 방송 서비스와 통신과 방송의 융합을 통한 다양한 콘텐츠를 제공한다. 위성 DMB 방송 센터의 시스템 구성은 그림 6과 같으며 각 subsystem의 주요 기능은 표 2와 같다.



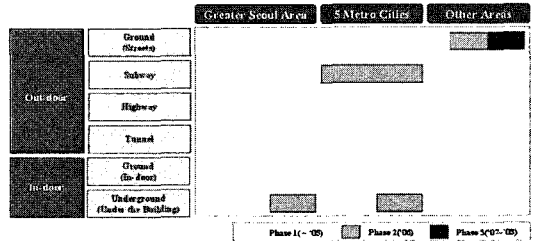
〈그림 6〉 위성 DMB 방송센터 시스템 구성도

〈표 2〉 위성 DMB 방송센터 Subsystem의 주요 기능

Backend Subsystem	Receive Audio/Video Signals from Public Broadcasters or Program Provider Process received signal with Decoder, Router, CG (CG, Logo/CM Insertion, etc.) Transmit Audio/Video Signals to Encoder/Mux
Encoder Mux Subsystem	Encode Source Signals with H.264(Video) and MPEG-2 AAC+ (Audio) Multiplex Encoded Source Signals with supplementary information (TS Multiplexing) Modulate(DM, CDM) and Transmit IF signals(140MHz IF) to Uplink Subsystem
Uplink Subsystem	Upconvert Encoded/Muxed IF Signals to Ku-Band Signal Amplify Ku-Band Signals to enough Power Transmit Ku-Band Signals to Satellite Transponder
PMS/APC	Manage Broadcast Operation including Channel/Contents/Program/Product/Contract Information Provide Auto Transmit Function with Scheduling Information
PSI/SI	Transmit Channel Configuration and Program Information Facilitate efficient A/V Service & Supplementary Service
CAS	Control Privilege to access Broadcast Service Provide Pay View Channel Function
BIS	Manage Customer Profile and Product Package Provide Customer Care Service in cooperation with Reseller

위성 DMB 서비스 커버리지 계획은 표 3과 같다. 즉, 초기 단계에서는 수도권과 광역시를 중점적으로 서비스를 실시하고 가입자의 통근 루트 전체를 완벽하게 커버하며 이후에는 전국도를 커버한다.

〈표 3〉 위성 DMB 서비스 커버리지 계획



참고 문헌

- [1] ITU-R Rec. BO. 1130-4
- [2] ISO/IEC 13818-1,7
- [3] ISO/IEC 10646-1
- [4] ITU-T Rec. H.264 (ISO/IEC 14496-10 AVC)
- [5] ARIB STD-B10, B41
- [6] KSC 5601
- [7] KSX 1005-1
- [8] KSX 1001
- [9] KSX 1002

저자 소개



서종수

1975년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1975년 4월 - 1981.12월 LG 정밀(주) 중앙연구소 연구원
 1982년 1월 - 1983.12월 Univ. of Ottawa 전기공학과(석사)
 1984년 1월 - 1988.6월 Univ. of Ottawa 전기공학과(박사)
 1987년 8월 - 1989.12월 IDC, Canada (책임 연구원)
 1990년 1월 - 1992.3월 삼성종합기술원 정보시스템 연구소(수석연구원)
 1992년 3월 - 1995.2월 CAL, Canada(책임연구원)
 1995년 3월 - 현재 연세대학교 전기전자공학부(교수)
 2001년 11월 - 현재 정보통신부 지정 대학IT연구센터(ITRC)
 차세대 방송기술 연구센터 센터장
 주관심 분야 디지털 멀티미디어 방송, 4세대 이동통신, 디지털 전송기술