

특집 최신 디지털 방송기술 II

# 디지털 멀티미디어 방송 수신기 기술 개발 현황

□ 백종호\*, 이경택\*, 권기원\*, 전원기\*, 조용수\*\* / \* 전자부품연구원 DMB개발사업단, \*\* 중앙대학교 전자전기공학부 교수

## Digital Broadcasting Technology II

### I. 서론

21세기에 들어서면서, 지난 수세기 동안 일상 생활에 자리잡아왔던 아날로그 시대에서 본격적인 디지털 시대로 접어들게 되었다. 이러한 시대적 변화의 바탕에는 유·무선 통신 시스템을 대표하는 이동 통신, 위성 통신, 초고속 가입자 선로 등의 성공적인 디지털화를 통해 본격적인 광대역 멀티미디어 서비스 시대가 도래하게 된 것이다.

기존의 AM과 FM으로 대표되는 아날로그 라디오 방송 시스템은 이동시 수신 신호 품질이 급격히 저하되고, 잡음의 영향을 줄이기 위해 높은 송신 전력을 사용함으로써 전력효율이 감소되며, 동일 채널 간섭을 피하기 위하여 근접지역에서 다른 주파수를 사용함으로써 스펙트럼 효율이 저하되는 등의 기술적인 한계를 가지고 있었으나, 최근에는 이러한 문제의 해결을 통한 변화된 디지털 라디오 방송

시스템에 지난 20세기말 많은 사람들의 관심을 받아온 디지털 TV 방송 시스템에 이어, 다양한 멀티미디어 서비스의 제공이 가능한 다양한 디지털 시스템으로 대륙별, 국가별로 많은 관심을 보이고 있는 추세이다.

많은 사람들의 관심이 변화하게 된 주된 이유중의 하나로, 디지털 라디오 방송 시스템은 기존의 디지털 TV에 비해 대역폭이 비교적 작아 대용량의 멀티미디어 서비스 제공이 불가능한 것으로 여겨졌으나, 최근에 들어 비디오 및 오디오에 대한 향상된 디지털 압축 기술을 이용하여 적절한 수준에서의 대용량 멀티미디어 서비스가 가능해진 것이다.

앞서 언급한 디지털 라디오 방송을 정의하자면 기존의 아날로그 AM(Amplitude Modulation), FM(Frequency Modulation) 라디오 방송을 대체할 수 있는 디지털 오디오 방송을 의미하며, 현재 전 세계적으로 개발된 대부분의 디지털 라디오 방

송 시스템들은 높은 압축률을 갖는 청자 중심의 최신 음성 부호화 방식을 사용하여 CD 수준의 고품질 오디오 서비스를 제공하며 이와 함께 날씨, 교통, 오락, 전자 및 동영상 등의 다양한 부가 데이터 서비스를 제공한다.

지상과 위성에서 동시에 사용할 수 있는 유럽형 디지털 라디오 방송 방식으로 우리나라 지상과 방송 방식으로 선정된 Eureka-147에서는 다양한 서비스를 이동시에도 안정적으로 제공하기 위하여 이동 환경 전송 채널의 특성인 다중 경로 페이딩(multipath fading) 영향에 강건하고 성능 열화없이 수신 가능한 OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 전송방식을 사용하고 있다 [1]-[9]. 또한, OFDM 전송방식을 통해 소전력으로 다수의 방송국을 이용하는 단일 주파수망(Single Frequency Network: SFN)의 구현이 가능하여 전국 어디에서나 단일 반송파 주파수를 사용하여 지역적인 경계없이 방송 서비스가 가능하다. 그러나, OFDM 전송방식은 단일 반송파 전송 방식에 비해 송·수신단간의 반송파 주파수 오프셋이 존재할 경우 주파수 스펙트럼상에서 수신 신호의 부반송파간의 직교성(Orthogonality)이 상실되어 신호대잡음비(Signal-to-Noise Ratio: SNR)가 크게 감소하는 단점이 있다. 또한, OFDM 전송방식은 반송파 주파수 오프셋은 물론 프레임 동기, 샘플링 동기에 민감하게 동작하기 때문에 해당 시스템의 수신단 구현시 이를 극복할 수 있는 최적의 알고리즘이 요구된다.

위성을 이용한 디지털 라디오 방송 방식에서는 위성과 지상 수신기 사이에 별당 같은 커다란 장애물이 있어 직접파가 존재하지 않게 되면 음영 효과에 의해 수신 신호의 품질이 크게 저하되는 문제점을 가지고 있다. 이를 극복하기 위한 방법으로 큰

크기의 인터리빙을 사용하여 연접오류(burst error)를 충분히 긴 시간동안 분산시켜 오류정정 부호의 정정 능력을 최대화 시키거나, gap-filler를 사용하는 것이다. 특히, gap-filler를 사용하여 직접파를 송신하는 경우에도 다중 경로 채널에 의한 다중 경로 페이딩이 존재하며, 다중 경로 채널은 전송 신호 사이에 심볼간 간섭을 발생시켜 수신 신호를 왜곡시키지만, 우리나라 위성 디지털 라디오 방송 잠정안인 시스템 E 방식에서 사용하는 CDM(Code Division Multiplexing)은 수신단에서 레이크 수신기를 사용하여 이 왜곡을 극복하고 있으며, 여기에 수신단에서 안테나 다이버시티를 사용하여 수신 성능을 향상시킨다.

본 논문에서는 DMB 수신기 기술 개발 현황에 대하여 논하기로 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어, 2절에서 지상과 위성에서 사용하는 대표적인 디지털 멀티미디어 방송(Digital Multimedia Broadcasting; DMB)의 전송 방식에 대해 간략하게 설명하기로 한다. 3절에서는 이러한 DMB 수신기 개발에 필요한 핵심 기술 분야를 살펴보고, 4절에서 DMB 수신기의 응용 분야에 대하여 설명하기로 한다. 마지막으로, 5절에서는 향후 DMB 수신기의 발전 방향에 대해서 전망하고 결론을 내리기로 한다.

## II. DMB 방송 방식

디지털 라디오 방송 기술은 크게 송출(Distribution) 방식, 주파수 대역, 수신 형태, 대역폭(Bandwidth), 전송 방식의 5가지 범주로 분류할 수 있다. 송출 방식으로는 지상파(terrestrial)와 위성(satellite), 주파수 대역으로는 기존의 AM, FM

대역을 그대로 사용하는 In-Band와 새로운 주파수 대역을 할당하여 사용하는 Out-of-Band, 수신 형태로는 이동형(mobile)과 고정형(fixed), 대역폭으로는 광 대역 (Broadband)와 협 대역 (Narrowband), 그리고 전송 방식으로는 Eureka-147, IBOC (In-Band On-Channel), DRM (Digital Radio Mondiale), ISDB(Intergrated Services Digital Broadcasting)-T, XM, Sirius, Worldspace, Global Radio, MBCo로 세분화 할 수 있다.

본 논문에서는 최근에 많은 관심을 모으고 있는 우리나라 지상파 전송방식으로 확정된 System A 라고 불리는 OFDM 기반 Eureka-147과 우리나라 위성 전송방식으로 잠정 확정된 System E의 CDM (Code Division Multiplexing) 기반 MBCo (Mobile Broadcasting Corporation)에 관하여 간략하게 살펴보기로 한다.

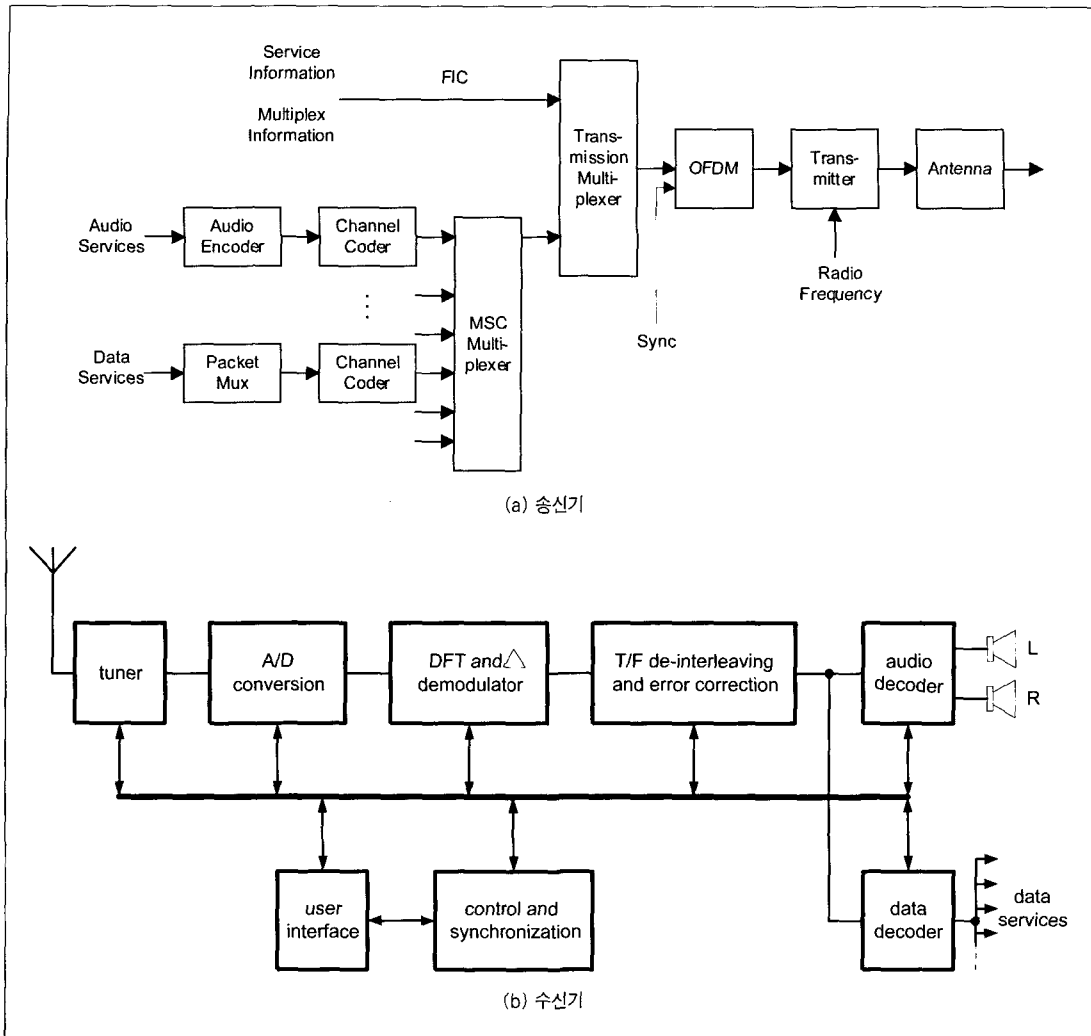
## 1. Eureka-147 시스템 개요

Eureka-147 방식은 ITU-R의 Digital System A로도 불리고 있으며, ITU-R에서 초단파/극초단파대 지상파 및 위성 디지털 음성방송으로 차량용, 휴대용, 고정수신용으로 권고하고 있다. 유럽에서는 1986년 프랑스, 독일, 네덜란드 등이 공동 참여하는 Eureka-147 프로젝트가 스톡홀름 유럽연맹 (EC) 각료회의에서 결정되었으나, 실질적인 활동은 1988년부터 시작되었다. DAB 표준화(ETS)는 EBU(European Broadcasting Union)와 ETSI가 협력하여 조직한 기술분과위원회 주관으로 1991년까지 1 단계로 기본적인 시스템 개발이 이루어졌으며, 1992년부터 1994년까지 2 단계 개발이 추진되어 1994년 1월에 초안(ETS 300 401)이 작성

되었다. 그 후 3년 뒤인 1997년 2월에 2nd edition 이 발표되었고, 2001년 5월에 최종 수정안이 완성되었다.

Eureka-147 방식은 음성부호화에 고효율 음성 부호화인 MPEG 계층 II, 디지털 변조방식으로 지상파에서의 다중 경로 페이딩에 강건한 COFDM(Coded OFDM)을 사용하며, 1.5 MHz의 전송 대역폭을 사용하여 단일 송신기로 고품질의 스테레오 프로그램과 데이터를 다중화 시켜 방송할 수 있다. 이 때 가능한 프로그램 수는 비트율, 오류 정정, 데이터용량 등으로 결정되는데, 비트율이 192 Kbps이고 부호율이 0.5일 경우 약 6개의 프로그램을 동시에 방송할 수 있다. 수신도 간단한 whip (Whip) 안테나로 가능할 뿐만 아니라 도심지 등의 다중경로가 많은 조건에서도 잡음 발생 없이 우수한 성능을 발휘한다.

Eureka-147 DAB 시스템의 송·수신 기본 블록도가 <그림 1(a)>와 <그림 1(b)>에 각각 나타나 있다. <그림 1(a)>의 송신기 블록도를 보면 각각의 서비스 신호는 개별적으로 오디오 부호화기를 거친 후 오류방지를 위한 부호화 된 후 시간영역 인터리버를 거친다. 인터리빙 된 각각의 음성 서비스 신호들과 일반 데이터들은 다중화 되어 주 서비스 채널(MSC: Main Service Channel)로 합쳐진다. 다중화 된 신호는 고속정보채널(FIC: Fast Information Channel)로 전송되는 다중화 배열정보(MCI: Multiplexing Configuration Information)와 서비스정보(SI: Service Information)와 함께 주파수 인터리버를 통과한다. FIC로 전송되는 정보는 시간 지연을 허용하지 않기 때문에 시간영역 인터리버를 통과하지 않는다. 주파수 인터리빙 된 비트열은 DQPSK (Differential Quaternary Phase Shift Keying)



〈그림 1〉 Eureka-147 DAB 송·수신기의 블록도

심볼로 맵핑된 후 IFFT를 통해 OFDM 심볼로 생성된다. 여기에 동기를 위한 심볼이 부가되어 최종적으로 DAB신호가 얻어진다.

〈그림 1(b)〉는 DAB 수신기의 구성을 보여준다. 튜너를 통해 원하는 DAB 방송 신호를 선택하고 A/D 변환기를 사용하여 디지털 신호를 생성한다. 이렇게 생성된 디지털 신호에 FFT를 수행하고 차

분 복조기를 통과시킨 후 시간과 주파수 영역에서 역 인터리빙을 수행한다. 비터비 복호를 통해 전송 데이터를 복원하면 최종적으로 음성신호와 데이터 서비스가 얻어진다. 음성신호는 MPEG 복호처리를 하면 좌우신호가 분리된다. 수신기의 제어는 FIC 정보에 따라 수행된다.

전송규격에서는 전송모드 I, II, III, IV의 4가지

〈표 1〉 Eureka-147 DAB의 전송 모드에 따른 파라미터

항목	전송모드	I	II	III	IV
응용	지상파 (SFN)	지상파	지상파	지상/케이블	지상파
반송파 주파수	< 375 MHz	< 1.5 GHz	< 3 GHz	< 1.5 GHz	< 1.5 GHz
부반송파 수	1,536	384	192	768	768
부반송파 간격	1 KHz	4 KHz	8 KHz	4 KHz	4 KHz
보호구간 길이	246 $\mu$ s	62 $\mu$ s	31 $\mu$ s	123 $\mu$ s	123 $\mu$ s
유효심볼 길이	1 ms	250 $\mu$ s	125 $\mu$ s	500 $\mu$ s	500 $\mu$ s
프레임 길이	96 ms	24 ms	24 ms	48 ms	48 ms
널 심볼 길이	1.297 ms	324 $\mu$ s	168 $\mu$ s	648 $\mu$ s	648 $\mu$ s
프레임 당 심볼수	76	76	153	76	76
변조방식		$\pi/4$ -DQPSK			
샘플링 주파수		2.048 MHz			
시간 인터리빙		Depth = 384 ms			
주파수 인터리빙		Width = 1.536 MHz			
시스템 대역폭		1.536 MHz			
유효 데이터율		0.8 ~ 1.7 Mbps			

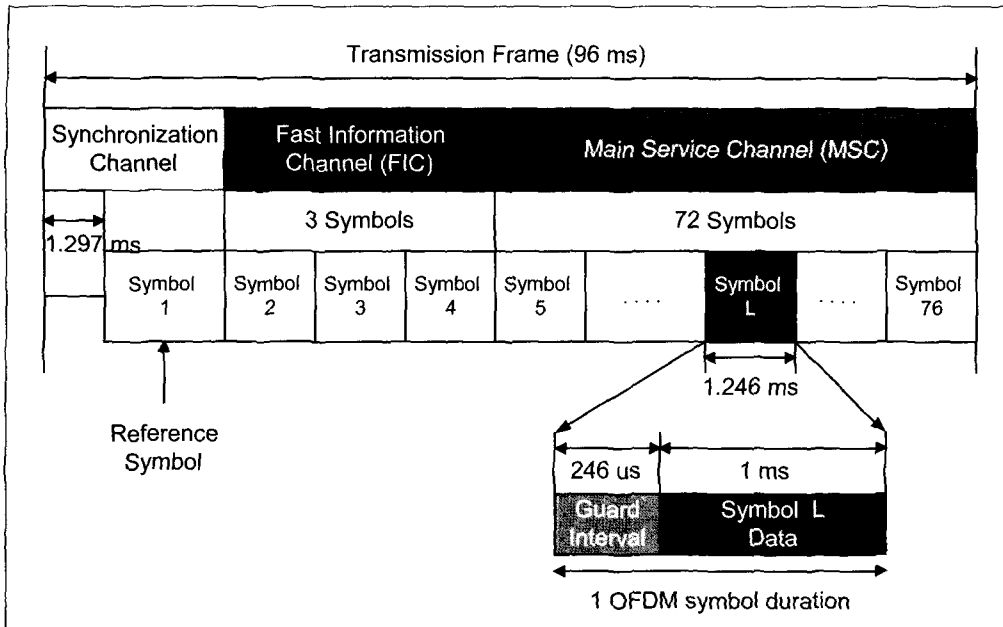
전송모드를 정의하고 있다. 전송 프레임에는 1차 동기용 널심볼을 선두로 하여 동기화 채널과 FIC가 이어지며 다음에 MSC가 할당된다. 데이터 전송은 FIC와 MSC로 이루어지는데 FIC는 256 비트 고속정보블록(FIB)으로 구성되며 MSC 배열을 제어한다. 제어정보의 핵심은 FIC를 통해 전송되는 MCI인데 이는 필요에 따라 재배열된다. 각 전송모드에 따른 파라미터는 〈표 1〉에 나타나 있다.

전송규격은 지상 단일주파수방송망(SFN) 밴드 I, II, III의 지역방송에 적합한 전송모드 I, 밴드 I, II, III, IV, V와 L 밴드에서 적합한 전송모드 II와 IV, 3 GHz 이하의 지상방송, 위성방송, 케이블, 지상 및 위성방송에 적합한 전송모드 III의 4가지 전송모드를 정의하고 있다. 전송 프레임 간격은 표 1에서 나타난 전송모드에 따라서 96 ms ~ 24 ms

를 가진다. 전송모드 I은 많은 수의 반송파를 조밀하게 배치하여 주파수 인터리빙 효과를 극대화하고, 심볼 구간을 길게 함으로써 허용 가능한 다중경로 전파의 지연시간을 길게 하여 단일주파수 방송망에 적합하게 설계되었으나, 사용 가능한 주파수 영역은 375 MHz까지로 제한된다. 전송모드 III은 반송파 간격을 넓게 하여 도플러 주파수의 허용치를 크게 함으로써 동작 주파수 영역을 3 GHz까지 확장한다.

1) 전송 프레임 구조

컨볼루션 부호화된 신호는 다중화기에 의해 전송 프레임으로 구성된다. 전송 프레임의 구조를 설명하기 위해 〈그림 2〉에 전송모드 I의 프레임 구조를 예로 나타내었다. 전송 프레임의 첫 부분에는 1차 동기용의 널심볼이 할당되며, DQPSK 변



(그림 2) 전송모드 1의 전송 프레임 예)

복조를 위한 위상 기준심볼의 동기화 채널이 이어진다. 다음으로 FIC가 이어지고 나머지 부분에 오디오 데이터와 일반 데이터를 전송하는 MSC가 할당된다. OFDM 심볼은 1 ms의 유효 데이터 구간과 0.25 ms 길이의 보호구간으로 구성되어 있다. 따라서 하나의 전송 프레임은 널심볼, 위상기준심볼, FIC용 심볼 3개, MSC의 실제 데이터용 심볼 72개로 구성되며 전체 길이는 96 ms가 된다. 데이터 전송은 FIC와 MSC를 전송하는 것이며 여기서 FIC는 다수의 고속정보블록들로(FIB, 250 bits 단위) 구성되며 MSC 배열을 제어한다. MSC는 여러 개의 공통접속프레임(CIF)으로 구성되고 하나의 공통접속프레임은 55,296 비트를 가지며 이는 24 ms 구간의 오디오 프레임에 해당된다. 공통접속프레임의 최소 주소단위는 64 비트로 이를 단위용량(CU)이라고 한다. 서브채널은

단위용량의 정수배로 구성되며 MSC의 기본 전송 단위가 된다. 즉, MSC는 서브채널의 다중화로 구성되며 시간 인터리빙 되고 채널 부호화 된다. 각 서브채널은 한 개 이상의 서비스 성분을 나타내며 서비스성분과 서브채널이 결합하여 다중화 배열이 된다. 동기화 채널은 전송프레임동기, 자동주파수제어, 채널상태추정, 기본적인 복조 기능 등을 위해 사용된다.

## 2) 인터리버부

DAB에서는 인터리빙을 위해 시간 인터리버와 주파수 인터리버를 모두 사용한다. 시간 인터리빙은 MSC를 위해 수행되고 FIC에는 수행되지 않는다. 시간 인터리버의 깊이는 16 논리 프레임(logical frame)으로 384 ms의 전송지연을 갖는다. 부호화된 OFDM의 시간 인터리빙의 폭은 384 ms로 길게

설계되어 있다. 보호구간은 유효 심볼구간의 25%로 정하였고, 반송파들의 최종변조는  $\pi/4$ -DQPSK를 이용하여 이루어진다. 주파수 인터리빙은 대역전체에 걸쳐 무작위로 FIC와 MSC에 대해 수행된다.

### 3) 에너지 확산부

전송신호의 에너지를 확산시키기 위해 의사무작위신호(PRBS)를 가하며, 생성다항식은  $P(x) = X^9 + X^6 + 1$ 이 사용된다. FIC는 고속정보 블록마다 MSC는 각 채널마다 의사무작위신호가 가산된다.

### 4) 오류제어부

제어정보의 핵심은 다중화 배열정보로 FIC를 통해 전송되며 필요하면 재배열된다. FIC에 포함된 또 다른 정보로는 수신기의 디스플레이 표시용 데이터와 제어용 데이터를 전송하는 서비스정보(SI), 제한접근(CA: Conditional Access)관리정보, 고속정보데이터채널(FIDC: Fast Information Data Channel)이 있다. 오류정정 부호로는 부호율을 변화시킬 수 있는 컨볼루션을 사용한다. Punctured 컨볼루션부호는 부호화기를 사용하여 모부호(Mother Code)를 생성한 후, 모부호에서 실제로

전송할 부분을 선정하는 방법(puncturing)으로 부호율을 가변할 수 있다. 부호화 OFDM의 구속장 길이는 7이고, 유효데이터와 모부호의 비가 1:4인 컨볼루션 부호화기를 사용하며, 부호화율은 8/12에서 8/24까지 13 단계로 조정할 수 있다.

에너지확산을 위해 의사무작위신호가 가해진 비트 스트림은 컨볼루션 부호화기에서 구속장 길이 7비트로 부호화되고 그 후 신호일부를 삭제하여 전송하는 puncturing이 행하여진다. 이 때 중요도가 높은 부분은 적게 삭제하고 중요도가 낮은 부분은 많이 삭제하는 처리가 이루어진다. 모든 부분을 동등하게 puncturing하는 방법을 EEP(Equal Error Protection)이라고 하고 중요도에 따라 puncturing을 다르게 하는 방법을 UEP(Unequal Error Protection)이라고 한다.

부호율은 데이터 비트수와 상층부호화 후의 비트수의 비로 나타내며 가장 성능이 우수한 보호 수준(Protection Level) 1의 경우 부호율이 약 0.34이고, 가장 성능이 낮은 보호 수준 5의 경우 부호율은 0.75가 된다. 케이블 네트워크에 높은 부호율이 사용되며 라디오 주파수채널에서는 채널특성에 따라 낮은 부호율이 사용된다. 또한 음악방송에서는 보호 수준을 높게 하고 음성에서는 보호 수준을 낮게 하는 등 오디오 서비스 내용에 따라 부호율이 선택

〈표 2〉 보호수준과 부호율

Protection		Code Rates R				
Level	Application	average	protection class 1	protection class 2,4	protection class 3	
1	very high special	0.34-0.36	8/32	8/25-8/28	8/19-8/22	
2	high mobile high	0.4-0.43	8/30-8/32	8/20-8/26	8/16-8/17	
3	good mobile	0.5-0.51	8/23-8/24	8/16-8/18	8/14-8/15	
4	medium mobile weak	0.57-0.62	8/17-8/21	8/14-8/17	8/12-8/13	
5	low cable	0.72-0.75	8/13-8/16	8/11-8/14	8/10	

된다. 일반 데이터의 오류정정은 비트 단위인 논리 프레임을 4개의 클래스(class)로 나누고 여기에 부호율이 0.25에서 0.75까지인 24개의 puncturing 벡터를 적절히 적용하여 이루어진다. FEC로 전송되는 서비스와 오디오 프로그램 정보의 경우는 모두 1/3로 부호화된다. 표 2는 각 보호 수준에 따른 응용을 보여준다.

DAB는 변조폭의 대역폭이 1.5 MHz로 여기에 실리는 서비스의 수나 전송율, 오류보호용에 사용되는 중첩부호화율(R)의 설정은 전송 용량이 최대 용량(약 2.3 Mbps) 이내이면 모두 자유롭게 설정할 수 있다. 예를 들면, 음악 서비스의 경우 최고의 고음질인 MPEG 오디오신호(스테레오, 데이터를 384 Kbps)를 오류정정능력 최대( $R = 0.34$ )로 보내는 경우 최대 2개의 서비스까지 다중화할 수 있지만 모든 서비스를 연결이나 대화급의 음질(모노럴, 데이터를 32 Kbps)로 오류정정능력을 약하게 ( $R = 0.75$ )하면 이론적으로는 54 서비스까지 다중화하여 전송할 수 있다. 유럽 등에서 실제 방송되고 있는 내용을 보면 음악방송 등의 고음질 서비스에서는 스테레오 데이터율이 192 Kbps이고  $R = 0.5$ 로 설정하는 경우가 일반적이며, 모든 서비스가 이와 같이 설정된 경우 6개의 서비스를 다중화하여 방송할 수 있다. 또한, 뉴스나 스포츠 프로그램의 경우는 음질을 중시하지 않으므로 데이터율을 감소시켜 서비스 수를 증가시키고 있다.

## 2. System E(MBCo) 개요

CDM 기반의 디지털 라디오 방송은 일본의 ARIB(Association of Radio Industries and Business)에 의해 최초로 제안되었으며 현재 ITU-R의 권고안 BO.1130에 위성 방송을 위한 새로운

방식으로 추가하기 위한 일련의 작업들을 진행하고 있다. 여기에서는 CDM 방식을 Digital System E로 명명하고 있다.

본절에서는 ITU-R BO.1130에 포함되어 있는 Digital System E를 바탕으로 CDM 방식의 디지털 라디오 방송을 살펴본다. Digital System E는 위성 방송을 목표로 하고 있기 때문에 기본적인 전체 시스템 구조는 지상 송출국(feederlink earth station), 방송용 위성(broadcasting satellite), 두 가지 종류의 지상파 gap-filler, 휴대용 수신기, 고정 수신기, 차량용 수신기로 구성되어 있다. 먼저 지상의 송출국에서 FSS 상향링크(Ku-band: 12 - 16 GHz)를 사용하여 geostationary 위성에 방송 신호를 송출하고 위성은 Ku-band 또는 S-band(2.6 GHz)을 사용하여 지상의 수신기에 방송 신호를 전송한다. 위성과 지상 수신기 사이에 빌딩 같은 커다란 장애물이 있어 직접파가 존재하지 않게 되면 음영 효과에 의해 수신 신호의 품질이 크게 저하되는데 이러한 왜곡을 극복하기 위해 두 가지 방법을 사용한다. 첫 번째는 큰 크기의 인터리빙을 사용하여 연결오류(burst error)를 충분히 긴 시간동안 분산시켜 오류정정 부호의 정정 능력을 최대화시키는 것이며 이에 관한 자세한 내용은 2.2.1에서 설명한다. 두 번째는 gap-filler를 사용하는 것이다. Gap-filler는 빌딩의 옥상 등에 설치되어 있어 위성으로부터 신호를 직접 수신하여 음영 현상이 발생하는 지역에 재 송신하는 중계기 역할을 하며 단순히 신호를 증폭하여 전송하는 형태와 주파수 대역까지 변환하여 전송하는 형태가 있다. 첫 번째 형태의 gap-filler는 수신 대역과 송신 대역이 동일하므로 송·수신 안테나 사이의 커플링을 방지하기 위해 저이득 증폭기를 사용하며, 수신기에 직접파를 송신할 수 있는 경우 약 500 m 거리 이내의 지역을



서비스할 수 있다. 두 번째 gap-filler는 반경 3 km의 넓은 지역을 서비스한다. 그런데 gap-filler를 사용하여 직접파를 송신하는 경우에도 다중 경로 채널에 의한 다중 경로 페이딩이 존재하게 된다. 다중 경로 채널은 전송 신호 사이에 심볼간 간섭을 발생시켜 수신 신호를 왜곡시키지만 CDM 방식에서는 수신단에서 레이크 수신기를 사용하여 이 왜곡을 극복하고 있으며, 여기에 수신단에서 안테나 다이버시티를 사용하여 수신 성능을 향상시킨다. CDM 방식의 구조와 특성을 보다 자세히 살펴보기 위해 송신기와 수신기의 각 부분에 대해 설명한다.

1) 송신단 구조

그림 3은 CDM 전송 방식의 송신기 구조를 블록도로 나타낸 것이다. 먼저 원천 비트가 MPEG-2에 의해 부호화 된다. 페이딩 왜곡에 의해 발생하는 오류를 정정하기 위해 그림 3과 같이 채널 부호화로

직렬 부호화를 사용하는데 이 때 외부 부호로는 Reed-Solomon 부호를 사용한다.

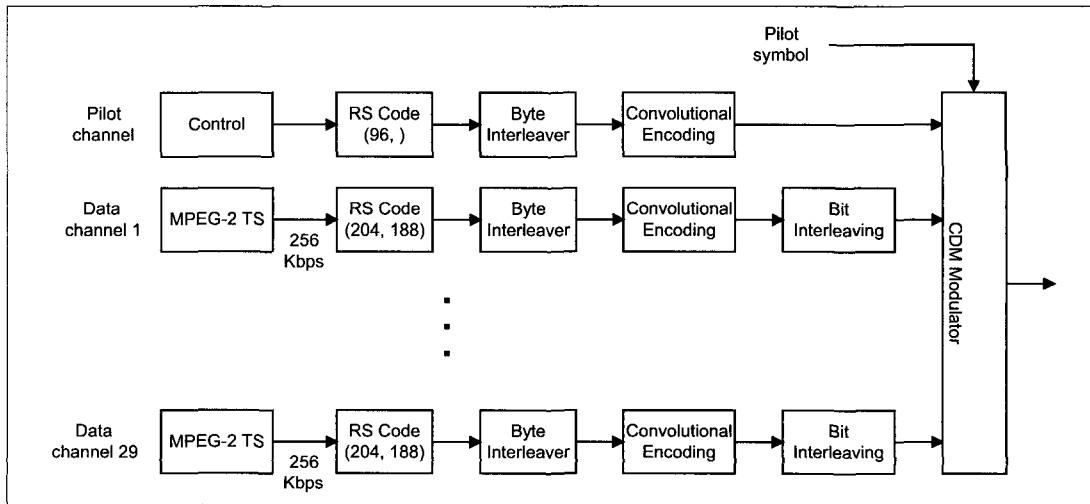
이 부호는 원래 부호율이 (255, 235)인데 이를 puncturing하여 Reed-Solomon (204, 188) 부호를 생성하게 되며 204 바이트 중 최대 8 바이트의 랜덤 오류를 정정할 수 있다. (255, 235) 부호의 부호 생성 다항식은 다음과 같다.

$$g(x) = (x + \lambda^0)(x + \lambda^1)(x + \lambda^2) \dots (x + \lambda^{15}) \quad (1)$$

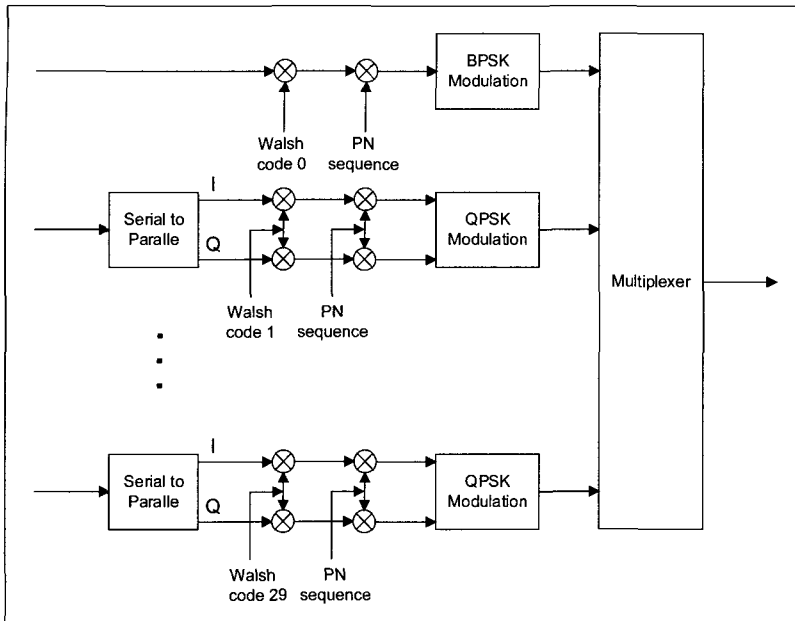
여기서  $\lambda = 02h$ 이다. 또한 필드 생성 다항식은 다음과 같다.

$$P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1 \quad (2)$$

실제 사용되는 부호는 (255, 239) 부호기에 입력되는 각 204 바이트의 정보 바이트 앞에 0으로 설정된 51 바이트를 추가하여 부호화 한 후 그 결과에



<그림 3> CDM 방식의 송신기 블록도



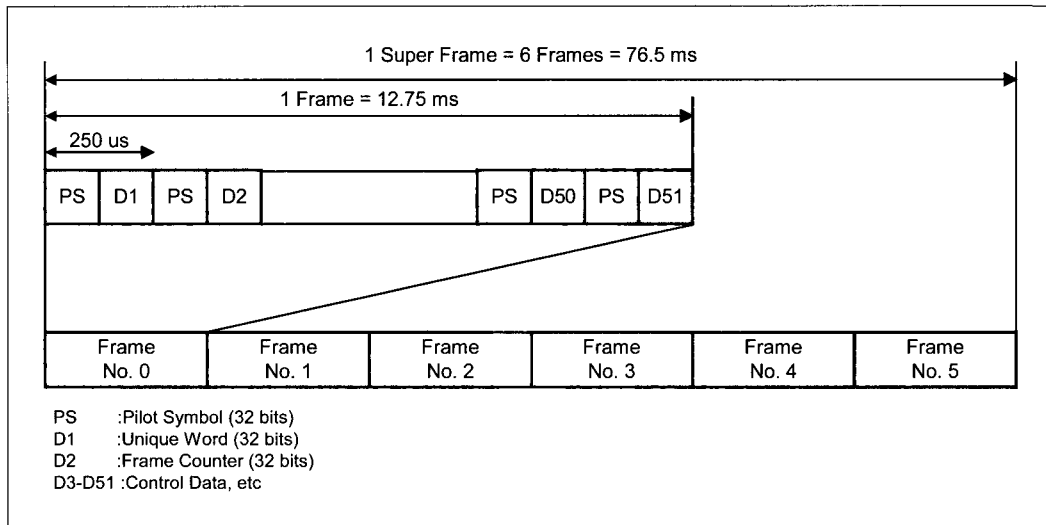
〈그림 4〉 CDM 방식의 변조기 블록도

외부 인터리버를 통과한 비트는 CDM 변조기에 입력되는데 〈그림 4〉는 이를 자세히 나타낸 것이다. CDM 변조기에서는 먼저 직렬로 입력되는 비트를 순서대로 I와 Q로 병렬화시키고 I와 Q에 해당하는 시퀀스를 확산시킨다. 확산을 위해 사용되는 직교 부호로는 길이 64 비트인 Walsh 부호가 사용되며

서 51 바이트를 제거하여 얻을 수 있다. 외부 부호화 된 비트의 연집 오류를 분산시키기 위해 바이트 단위의 컨볼루션 인터리빙이 사용되는데 이는 DVB-S, DVB-T, ISDB-S, ISDB-T에서 사용되는 것과 동일하다.

이와 같은 외부 인터리빙에 이어 내부 부호로 구속장이 7인 컨볼루션 부호화가 이루어진다. 컨볼루션 부호의 부호율은 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 중에서 선택할 수 있으며 선택된 부호율은 파일럿 채널을 통해 수신기에 전송된다. 여러 가지 부호율의 부호는 puncturing을 사용하여 얻을 수 있다. 파일럿 채널의 부호율은 가장 높은 부호율인 1/2을 사용한다. 그런데 음영 효과에 의해 신호가 왜곡될 경우에는 커다란 연집 오류가 발생되어 오류정정 능력이 상실되므로 이를 방지하기 위해 큰 크기의 인터리빙을 사용한다.

따라서 처리 이득(processing gain)은 64가 된다. 각 채널의 입력 신호의 비트율이 256 Kbps이므로 결국 확산된 신호의 칩율은  $256 \times 64 \times 10^3 = 16.384$  Mcps가 된다. 확산된 신호는 각 방송국을 구별(signature)하기 위해 PN 시퀀스가 곱해진다. PN 시퀀스는 길이가 2048로 이것은 12 단 케환 이동 레지스터 시퀀스로 생성한  $2^{12} - 1 = 4095$  비트의 M 시퀀스를 절삭하여 얻는다. 대역확산과 signature를 이룬 후 I와 Q에 해당하는 비트는 QPSK 심볼로 변조되어 2.6 GHz의 대역으로 변환되어 송신된다. 사용하는 주파수 대역폭은 25 MHz로 2.630~2.655 GHz의 대역을 사용한다. 전송 필터로는 roll-off 파라미터가 0.22인 square-root raised cosine 필터를 사용한다. CDM 채널의 최대수는 Walsh 부호의 길이가 64이기 때문에 64이지만 실제로 다중경로 환경에서의 성능 열화를 고려하여 최대 사용 가능한



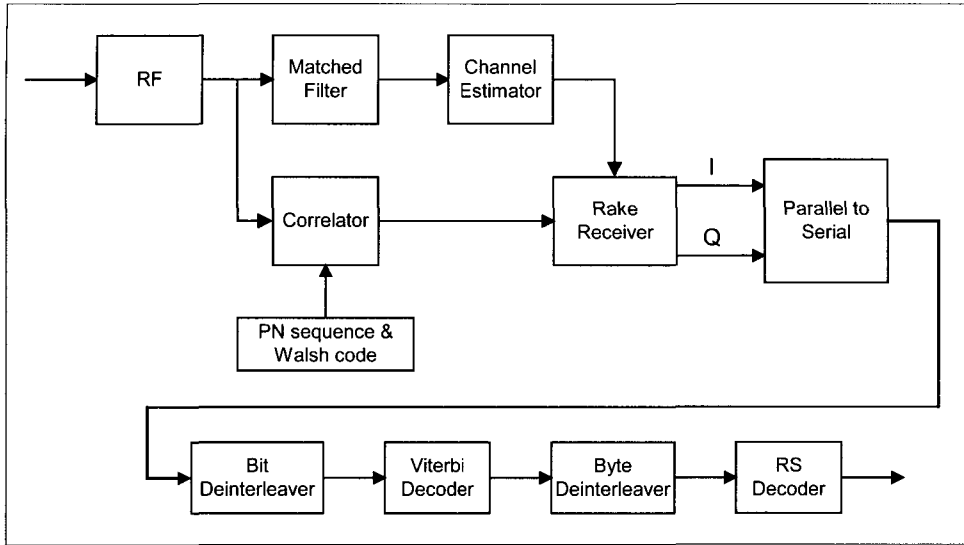
〈그림 5〉 파일럿 채널의 프레임과 수퍼 프레임 구조

채널의 수를 30개로 정하였다. 이 중에서 1개의 채널은 파일럿 채널이고 나머지 29개의 채널이 방송 신호의 전송을 위해 사용된다.

파일럿 채널은 파일럿 채널로 전송되는 프레임 및 수퍼 프레임 동기, 파일럿 심볼 전송, 수신기 제어 데이터 전송의 세 가지 기능을 위해 사용된다. 파일럿 채널로 전송되는 프레임과 수퍼 프레임의 구조는 〈그림 5〉에 나타나 있다. 파일럿 심볼은 250μs마다 삽입된다. 하나의 전송 프레임 길이는 12.75 ms로 파일럿 심볼 삽입 주기의 51배다. 첫 번째 D1은 고유의 데이터이다. 수퍼 프레임은 6개의 프레임으로 구성되며 그 길이는 76.5 ms이다. D2는 프레임 카운터로 이는 수퍼 프레임의 동기를 위해 사용된다. 파일럿 심볼은 32 비트로 구성되며 모든 비트는 1의 값을 갖는다. 수신기는 파일럿 심볼을 이용하여 다중 경로를 탐색하며 레이크 수신기는 그 결과를 이용하여 각 경로의 신호를 결합하게 되는데, 다중 경로 탐색의 정확도를 향상시키기

위해 파일럿 채널의 전력은 일반 데이터 전송 채널의 전력보다 크게 한다.

앞에서 언급하였듯이 Gap-filler는 두 가지 종류가 있다. 첫 번째는 동일한 주파수 대역을 사용하여 단순히 신호를 증폭하는 Direct Amplifying Gap Filler로 이는 위성으로부터 신호를 직접 수신하여 증폭하고 이를 음영지역에 송신하는 역할을 한다. 수신과 송신 모두 2.630~2.655 GHz의 주파수 대역을 사용하며 e.i.r.p(effective isotropic radiated power)가 1.7 dBm이다. 서비스 가능 범위는 500 m 이내의 가시 지역이다. 두 번째 gap-filler의 종류는 송신과 수신 주파수 대역이 다른 주파수 변환 Gap Filler이다. 이는 위성으로부터 신호를 수신한 뒤 이를 다른 주파수 대역으로 변환하여 전송하는 형태로 위성으로부터의 수신 주파수 대역은 11/12 GHz이며 송신 주파수 대역은 2.630~2.655 GHz이다. e.i.r.p는 60.7 dBm이며 반경 3 km까지 서비스 가능하다.



〈그림 6〉 CDM 방식의 수신기 블록도

## 2) 수신단 구조

〈그림 6〉은 CDM 방식의 수신기 구조를 블록도로 나타낸 것이다. RF단을 통해 기저 대역으로 변환된 신호는 PN 시퀀스와 Walsh 부호와 상관되어 이루어지며 이를 위해 수신기에서 부호의 동기화가 선행되어야 한다. 상관기의 출력은 레이크 수신기에 입력되는데 레이크 수신기는 다중 경로 채널의 경로 특성을 이용하여 이를 위해서 먼저 채널 추정이 이루어져야 한다.

채널 추정을 위해 기저 대역 신호는 정합 필터를 통과하게 되는데 정합 필터는 다중 경로 페이딩 신호로부터 칩 간격 단위의 시간 지연을 갖는 각각의 경로 신호를 분리해 내며 그 결과를 이용하여 채널 추정을 수행하는데 가장 전력이 큰 6개의 경로를 선택하게 된다. 이 때 파일럿 채널을 통해 전송된 파일럿 심볼이 사용된다. 레이크 수신기는 채널 추정을 통해 얻은 각 경로의 특성을 이용하여 수신 신호로부터 위상 정정 및 시간 조정을 수행하여 전송된 QPSK 심볼을 복원하게 되며 I, Q 채널의 비트는 직렬 비트로 변환되

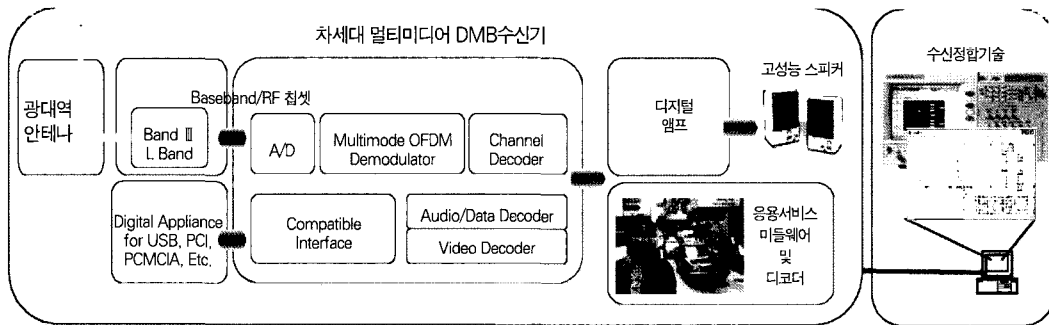
어 역 인터리빙과 복호 과정을 통해 전송 비트가 복원된다. 수신기의 성능을 향상시키기 위해 2개의 수신 안테나를 사용하여 안테나 다이버시티를 이룬다.

## Ⅲ . DMB 수신기 개발을 위한 핵심 기술 분야

DMB 수신기 개발을 위한 핵심 기술 분야로는 〈그림 7〉과 같이 DMB 신호를 수신하기 위한 안테나, 수신 신호를 증폭하고 원하는 방송신호를 선택하여 전송된 데이터를 추출하는 모뎀 칩셋, 디지털 앰프 및 스피커, 부가서비스 전용 소프트웨어인 Middleware 및 수신 정합기술을 들 수 있다.

### 1. 안테나 분야

DMB서비스를 제공받을 수 있는 수신기는 장착



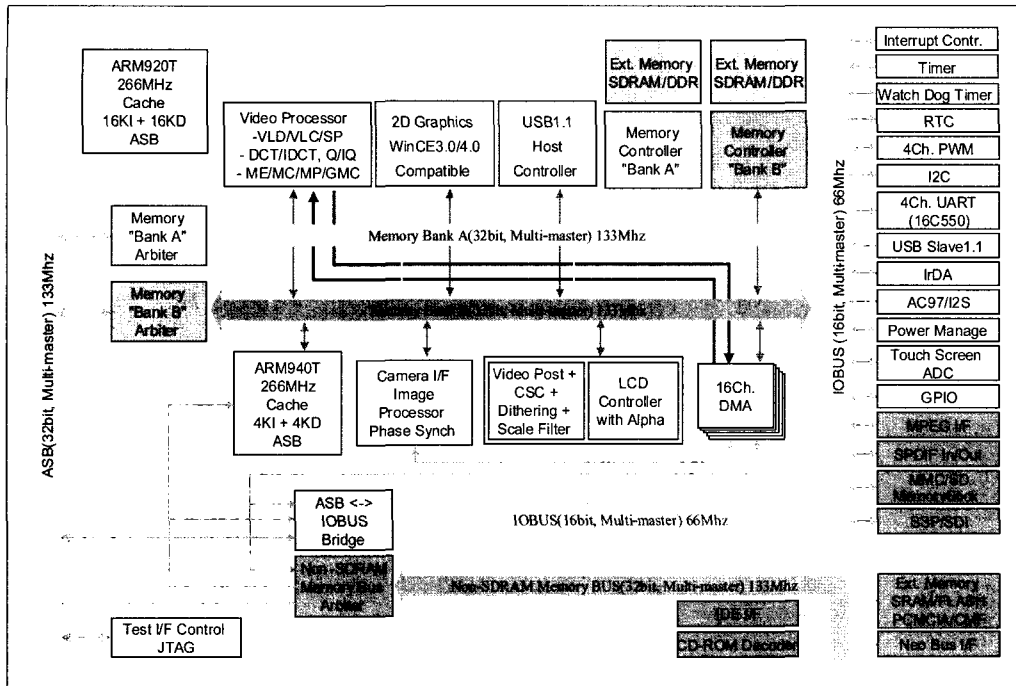
〈그림 7〉 DMB 시스템 블록도

형태(장소)에 따라 차량용(In-Car), 가정용(In-Home), 휴대용(Portable)으로 나뉘질 수 있는데 각 수신기에 장착되는 안테나를 살펴보면 다음과 같다. 차량용 수신기 안테나는 초기에는 single band(Band III & L-Band)의 지붕장착형(roof mount)이 주를 이뤘지만, 점차 기존 FM/AM과 GPS, MP3와 같은 다양한 서비스를 함께 제공하는 통합(convergence) 수신기로의 전환 추세에 따라 다중밴드(multi-band) 그리고 증폭기능을 갖는 안테나 모듈이 대부분을 차지하고 있다. 가정용 안테나는 Hi-Fi수신기와 PC에 연결되어지는 안테나로 볼 수 있는데, 단일 소자(single element)나 복수 소자(multiple elements)를 갖는 야기형태의 안테나가 주를 이룬다. 복수 소자의 야기 안테나는 상대적으로 전파수신 레벨이 낮은 지역에서 이를 보상하기 위해 사용된다. 또한 PC에 연결되는 형태는 DAB 신호를 수신하기 위한 PC에 DAB카드모듈이 장착되며 안테나가 이에 연결된다. 휴대용 안테나는 DAB전용 단말기의 경우 단일 밴드(single band) 형태가, 복합 단말기의 경우에는 다중밴드(multi band) 안테나가 사용되고 있다. 이에 향후 비전에 맞춰 개발이 시급히 요구되는 DMB 수신기용 안테나는, 각 수신기기의 종류에 따라 장착이 용이하고

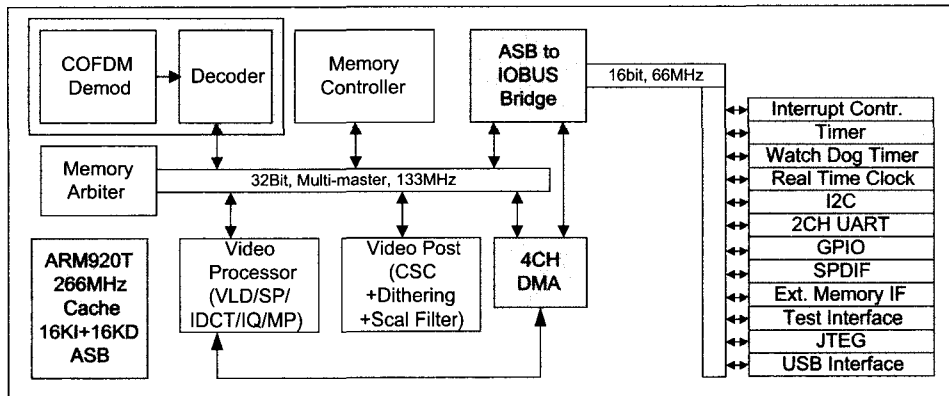
작은 설치공간을 필요로 하는 소형 안테나이어야 하며, FM/AM, GPS, MP3, Wireless LAN등의 다양한 서비스를 하나의 수신기로 제공할 수 있는 통합형 추세에 따라 다중밴드(multi band)를 가지며, 수신기로 입력되는 수신레벨이 적정하도록 필요에 따라서는 소정의 증폭이득을 갖는 것이어야 할 것이다. 따라서, 이 분야에 대한 기술력 확보는 차세대 성장엔진으로서의 DMB기술에 필수적이다.

## 2. Baseband 및 RF 칩셋 분야

DMB 수신용 기본 칩셋은 크게 RF Tuner부, OFDM Demodulator부(OFDM Modem부, 채널부호 복호부), Audio 및 Data Decoder부로 구성되어 있다. OFDM Demodulator의 핵심적인 기능은 OFDM 동기, OFDM 복조, DQPSK 복조, De-Interleaving, FEC Decoding으로 나눌 수 있는데 디지털 칩셋 분야에 있어서 국내에서는 아직 상용화된 칩셋이 출시되지는 않았으나, 2002년 4월 디지털 오디오 방송 표준이 Eureka-147로 확정됨에 따라 다수의 업체가 개발에 참가할 것으로 예상된다. DMB 표준화가 진행되면서 CIF 15프레임 급의 MPEG4 혹은 H.264 동영상 실시간 재생이 가



〈그림 8〉 DMB Baseband 단일칩 구성이 가능한 아키텍처



〈그림 9〉 DMB Baseband 단일칩의 구성도

능한 멀티미디어 칩의 필요성이 대두되고 있고 복합형 DMB의 경우 플래시 메모리, 하드디스크, MMC(multi-media card) 등 다수의 저장매체 지원 및 USB, LCD 인터페이스 등 외부 기기와의 인

터페이스 지원기술이 중요하며, 소비자의 다양한 요구에 빨리 대응하기 위해 칩셋 제공 회사는 단순 칩 제공에서 벗어나 전체 시스템에 대한 솔루션을 제공해야 하는 추세이다. 〈그림 8〉과 〈그림 9〉에 보

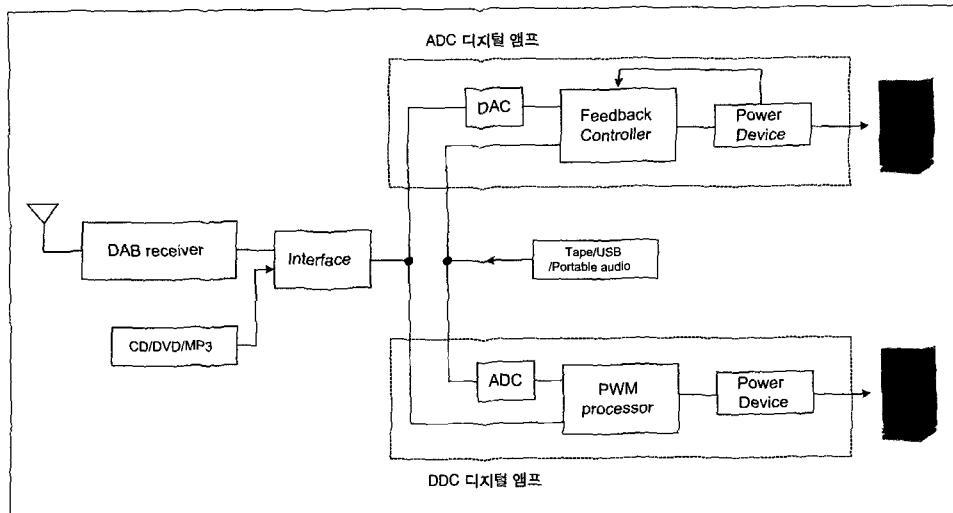
여지는 바와 같이, 경쟁력 있는 DMB 수신기를 위한 Baseband 단일 칩은 COFDM 복조기의 성능 검증 후 MMSP2에서 필요한 기능을 선별하여 직접화 하면 수신성능 및 다양한 서비스를 수신할 수 있는 Baseband 단일칩의 개발이 가능하다.

DMB에 사용되는 튜너는 DAB 튜너와 동일하며, 국내 지상파 DMB 수신기 튜너는 Band III용 DAB 튜너가 해당하는데, DAB 튜너는 그 기능이 TV 튜너와 아주 유사하므로 TV 튜너 산업 특성과 거의 유사하다고 볼 수 있다. 최근의 디지털 방송용 튜너들의 경우 위성 수신기는 이미 원칩 솔루션이 국내 업체에 의해 세계 최초로 개발되었고, 지상파 TV 튜너와 케이블 튜너 또한 외부의 수많은 수동 부품과 개별 트랜지스터 소자를 모두 칩에 집적한 제품들이 속속 출시되고 있다. 튜너 산업은 기존의 핵심 반도체 IC 수입과 국산 저가 부품 조립을 통한 부가가치 창출에서 반도체 IC 개발을 통한 매출로 부가가치를 창출하는 구조로 급변하고 있으며, 특히 선진국은 이미 Bi-CMOS 형태의 칩 튜너 기술이 수년

전부터 완성되고 발전되어 왔지만 국내의 비메모리에 해당하는 칩 튜너 기술 개발은 메모리 위주의 산업에 눌러 투자가 적어 기술 축적이 크지 않다고 볼 수 있다. 튜너 IC는 RF IC의 기술과 아날로그 IC 개발 기술이 모두 필요한 최첨단 IC로서 기존에는 Bi-CMOS 기술을 이용하여 구현되어 왔으며, 국내에서도 Bi-CMOS 기술을 이용하여 국산화 시도를 한 적이 있으나, 세계 무대에서 선진국과 경쟁하기에는 부족한 실정이다. DMB와 같이 이동형 제품에 사용되기 위해서는 튜너의 저전력화 및 소형화가 필수이지만 기존의 Bi-CMOS 기술로는 저전력, 고집적 측면에서 구현하기가 용이하지 않다.

### 3. 디지털 앰프 및 스피커

DMB전력전자 기술을 기반으로 하는 스위칭 증폭기를 일반적으로 디지털 오디오 증폭기라고 부르며, 오디오 입력신호가 스위칭 인버터를 거쳐 인덕터와 커패시터로 구성된 Passive Filter를 통과하



〈그림 10〉 디지털 앰프의 블록도

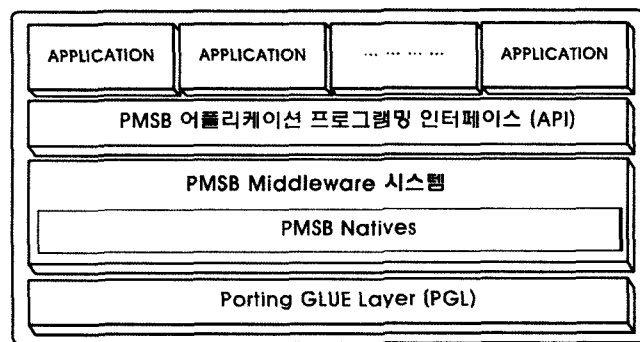
면서 최종 스피커 출력으로 변환되는 과정에 관련된 기술을 말하며, <그림 10>에서 보여진다.

현재까지 일반적으로 사용되고 있는 오디오 증폭기는 모두 선형증폭기(아날로그증폭기)로써 최대효율이 30% 미만이므로 수십 W 이상의 출력을 요하는 파워증폭기로 사용할 경우 방열판이 차지하는 용적이 매우 크다. 디지털 AV 가전시장이 급속히 증가하면서 오디오 증폭기의 소형화 요구가 커지는데 기존의 아날로그 증폭기로는 소형화가 사실상 불가능하기 때문에 디지털증폭기의 필요성이 점차 증대하고 있는 추세이다. 디지털 오디오 시스템은 기존의 선형시스템에 비해 음원과 증폭방식 모두 디지털 방식이다. 미디어 종류에 따른 디지털 오디오 음원을 복원하는 신호처리 과정을 거친 후 스피커를 구동하기 위해 오디오 신호의 진폭을 증폭하는 증폭기가 필요하다. 현재까지 국내외 여러 업체들이 디지털 AV 가전시장의 성장을 대비해 디지털오디오와 관련된 기술 개발을 적극 시도하고 있으며, 근래에는 Cirrus logic, Tripath, Apogee Technology와 같이 관련기술의 상품화에 성공하여 도입이 시장에서 입지를 넓히고 있는 업체가 증가하고 있다. 디지털 오디오 시스템은 디지털 오디오 데이터 처리역할을 하는 전단증폭기에 해당되는 DSP 관련 기술과 신호증폭에 관련된 파워 증폭기 관련 기술로 구분되며, 디지털 파워 증폭기 기술이 개발되기 전부터 DSP 관련된 전단 증폭기 기술은 이미 국내외 반도체 회사들을 중심으로 충분한 기술개발이 이루어져 있는 상태이다. 국내 PCM-to-PWM 프로세서의 기술력은 선진국 수준

에 이르고 있으나, digital volume control, soft mute, DRC, DA/AC Converter, digital parametric EQ 등을 내장한 선진국 수준의 디지털 오디오 프로세서의 개발은 이루어지지 않고 있다. Dolby Digital system의 Dolby Digital EX, Home Theater Sound, Pro Logic-II 등의 새로운 알고리즘에 따른 인터페이스 개발이 지연되고 있으며, Optical/ Coaxial S/PDIF, SDIF-2 Interface, EIAJ CP1201, AES3/EBU 등의 Consumer 디지털 오디오 인터페이스의 개발이 지연되고 있다.

#### 4. 응용 서비스를 위한 미들웨어 분야

디지털 방송의 부가서비스를 사용하기 위해서 단말에서는 시스템 소프트웨어 위에 부가서비스 전용 소프트웨어가 존재해야 한다. 이러한 전용 소프트웨어는 일반 어플리케이션이 아닌 사용자 및 사업자의 서비스를 지원하기 위한 형태로 존재하므로 수많은 API를 가지고 있고 그 실행 엔진을 가지고 있다. 이러한 실행엔진부 및 API를 데이터 서비스용 미들웨어라 하여, 대략적인 구성도가 <그림 11>



<그림 11> DMB 수신기 미들웨어 구성



에서 보여진다.

DMB 미들웨어 시스템은 어플리케이션을 해석하고 실행시켜 화면에 표현하며 어플리케이션의 기동, 리소스 관리, 생명주기 관리를 한다. 시스템이 OS와 드라이버 기능을 사용하려면 Natives를 통하여 접근한다. 그리고 Porting Glue Layer (PGL)가 OS나 드라이버에 무관하게 미들웨어가 수행되도록 지원한다. DMB API는 정보의 접근, 서비스 선택, 미디어 제어, 데이터 방송 정보의 접근 및 제어, 어플리케이션의 생명주기 제어 등과 같은 단말기의 기능들에 대한 연계를 제공한다. .

## 5. 수신 정합기술

유럽에서는 Eureka-147 DAB 수신기의 정합 시험을 위한 기술사양을 발표하였다. 2000년 6월에 Technical Specification으로 확정된 ETSI TS 101 757 V1.1.1는 DAB Conformance Testing for DAB Audio이다. 이 기술규격의 오디오 정합 시험 사양에는 다음과 같은 항목이 있다.

- Audio Decoder Test
- Decoder Testing Arrangement
- Audio Decoder for characteristics
- Requirements for audio bitstreams
- Descriptions of the audio test bitstreams

이외에 DAB가 처음 서비스를 시작하던 시기에 주로 수행되었던 Eureka-147 시스템에 대한 BER 측정이 수 차례 이루어졌지만 현재는 BER 측정에 사용되었던 장비들 또는 시스템들이 거의 대부분 유럽의 수신기 업체와 DMB 장비업체에 하나씩만 보유한 상태이다. 이에 따라 국내에서

추진하고 있는 DMB의 경우는 일본 등을 제외하고는 상용화로서는 유일한 방식으로서 그 송수신 정합 기술의 중요성이 특히 강조되고 있다. DMB를 수신할 수 있는 다양한 수신기에 대한 보편적인 최소 성능에 대한 가이드 라인을 제시해 주어야 하며 방송 서비스 사업자가 기획하고 전송하는 다양한 콘텐츠에 대한 수신 및 사용자 활용을 원활히 할 수 있는 기술이 필요하다. 국내에서는 현재 DMB 서비스에 대한 민간단체인 표준화 포럼을 구성하여 운영하고 있지만, 구체적으로 송수신 정합 테스트에 관한 표준화 또는 규격화 등이 이루어지지 않고 있다. 특히 국내 DMB 서비스의 핵심이 될 동영상 서비스에 대한 평가 및 검사 규격에 대한 구체적인 정책이 마련되어 있지 않은 상태이므로 송수신 규격의 표준화와 함께 동반하여 서비스 기준이 정해져야 할 사항이다.

## Ⅳ. DMB 수신기 응용 분야

현재 국내외에 출시되고 있는 DMB 관련 제품의 응용분야는 HiFi 관련 분야에서 스피커, 앰프 시스템 및 가정용 스테레오 수신기, 자동차 관련 분야로 자동차 라디오 그리고 PostPC 관련 분야로 휴대용 수신기 및 이동 TV 분야를 들 수 있다.

### 1. HiFi 관련 분야

국내외에서 홈 오디오의 형태가 전통적인 고급형 오디오에서 미니 컴퍼넌트의 형태로 전환되고 있는 추세이다. 스테레오 수신기, 스피커 및 앰프에 대한 2000년의 세계 수요는 1억 2,264만대, 2001년의

〈표 3〉 가정용 수신기 모델(2002년 7월)

업체명	생산 품목과 주요특징	가격(유로)
Blaupunkt	Woodstoc DAB52 ▶ DAB, UKW(FM)MW(AM), 장파, CD플레이어, MP3플레이어와 MP3CD롬, 지멘스의 이동전화를 쓸 수 있는 멀티미디어카드, 컴팩의 PDA, Blaupunkt, Grundig, Pontis 휴대용 MP3플레이어, 자동 DAB/UKW 찾기	529
Clarion	DAH913/923 ▶ FM/AM 자동차라디오와 DAB 수신모듈통합, 자동 주파수찾기 기능, 다이내믹 라벨	499
Grundig	Challenge 530 DAB Allix ▶ FM/AM 자동차라디오와 DAB 수신모듈통합, RDS 포함, 주파수 자동 찾기, 카세트, CD changer Control CD와 DAB 수신기, CD-Text, RDS/EON, PTY, CT, 라디오 텍스트	519 2002년가을부터
Kennwood	KTC-9090 DAB ▶ DAB가 가능한 Kennwood 라디오에 장착된 디지털라디오 수신기 (1999년부터 생산) ▶ RDS 프로그램 찾기와 자동 주파수 가능 ▶ 리스트 기능 : 프로그램 표시 (KVT920DVD, KVTM700, KV1000 모니터를 통한 라디오 방송 프로그램과 제2 서비스) ▶ 디지털라디오, FM, AM을 위한 콤팩 안테나	649
Pioneer	GEX-P700 DAB Box DEH-P90 DAB ▶ 다이내믹라벨과 Pioneer 조절기와 조합된 모듈, DAB수신기로 UKW 자동 주파수 찾기, 선택 알림기능 (교통방송과 비슷함) ▶ Pioneer Headunits와 조합 모듈	439 1449
Siemen VOD	MS 4000 ▶ DAB 수신기를 장착할 수 있는 네비게이션 시스템	1639

세계 수요는 1억 1,709만대로 조사되었다. 파이오니어, 아카펠라오디오아트, JBL, Bose, Sony 등이 스피커를 제조하고 있고, Arcam, Cymbol, Sony, TAG McLaren, Technics, Terrtec, PURE Ditial 등이 가정용 스테레오 수신기를 제조하고 있다. 가정용 수신기 모델의 특징과 가격이 〈표 3〉에 나타내었다.

## 2. 자동차 관련 분야

DMB 수신기의 형태중 카 오디오형이 가장 수요가 많을 것으로 예상된다. 차량용 DMB 수신기를 자동차 제조사에서 순정품으로 장착이 가능하고 차량용 네비게이션 시스템과 함께 차량용 AV

시스템(DVD) 보급이 급격한 증가 추세에 있다. 또한 DMB 수신, 네비게이션, MD, DVD & CD 등이 하나의 플레이어로 만들어 지고 있는 추세이다. Blaupunkt, Clarion, Grundig, JVC, Kennwood, Pioneer, Siemen 등은 자동차 라디오를 제조하여 판매하고 있는 주요 업체이다. 〈표 4〉에 자동차 라디오 모델의 특징과 가격을 나타내었다.

## 3. PostPC 관련 분야

유럽 국가들은 공동으로 DAB 방송 규격을 제정하고 일찍부터 서비스를 실시해왔으며 그 결과 유럽 국가들에서 많은 품팩터의 DAB 수신기에 대한

개발이 이루어졌다. 그러나 PostPC 관련 제품에 대한 개발은 아직 미진한 상태이다. 인터랙티브사에서 개발된 Etheractive Terminal이 유일한 PostPC 결합 제품으로 HP의 iPAQ PDA에 장착하여 사용하고 GSM /GPRS 통신 기능이 지원되지만 본격적인 휴대용 및 통신 결합 제품이라고 하기에는 부족한 점이 많은 제품이다. 이외에 독일의 Bosch사에서 MPEG4 비디오 재생되는 DMB 수신기를 개발했지만 휴대용으로 상용화하지는 못하였다. 미국은 XM, Sirius 같은 위성 DAB 방송과 IBOC 같은 지상파 DAB 방송이 혼재하고 있으며 주로 오디오 위주의 서비스만 제공되기 때문에 PostPC 응용분야에 대한 개발은 미진한 형편이다. 주로 차량용 위주로 오디오 수신에만 초점이 맞춰서 개발이 진행되고 있다. 일본은 System E

방식의 위성 DMB 사업을 계획 중이며 이동형 TV에 서비스 초점이 맞춰져 있기 때문에 PostPC 결합 제품에 대한 니즈가 많을 것으로 예상된다. 현재 도시바를 주축으로 휴대폰 일체형 제품 개발이 추진 중이다. 2002년 Cebit 전시회를 통해 유럽 업체들의 휴대용 단말기 제품이 본격적으로 소개되기 시작하였다. Compaq의 I-Paq과 결합한 Etheractive Solutions사의 CF type 수신기가 GPRS를 지원하는 등 통신을 결합한 휴대용 융복합 단말기로 소개되고 있다. Zoopad 및 Pure Digital 등을 통해 소개되고 있는 DAB 전용 수신기는 현재 DAB서비스의 고음질 이외에 MP3 Player와 차별화 되는 제품 특성으로 Data Display 기능과 컴퓨터와의 동기화 기능을 강조하고 있다. 현재 휴대용 DMB 전용 단말기에서 독점

〈표 4〉 자동차 라디오 모델(2002년 7월)

업체명	생산품목과 주요특징	가격(유로)	
Arcam	FMJ DT-26	스테레오 장치, 20표시 디스플레이, 모든 프로그램 사이의 스크롤 기능, 아날로그 수신 불가	1770
	DIVA DT81	스테레오 장치, 20표시, 12 고정영역, 아날로그 수신 불가	1150
Cymbol	C-DAB1 Tuner	스테레오 장치, 2×16표시등, 스크롤기능, 아날로그 수신 불가	1780
Sony	STD 777ES	스테레오 장치, 2×16표시등, PC 적용을 위한 RDI단자, 99개의 확정 프로그램, MW, UKW, DAB 수신 가능	1227
TAG McLaren	T32R DAB	스테레오 장치, 스크롤 기능이 있는 디스플레이, 99개의 프로그램, 인터넷 소프트웨어를 통한 추가 장치 가능, MW, UKW, DAB의 수신 가능	4000
Technics	ST/GT 1000	스테레오 장치, 제2서비스 가능, Dynamic Label. MW,UKW, DAB 수신가능 RDS도 수신 가능	1022
Terrtec	DR BOX1	PC와 스테레오 장치, 동시에 WAV-Audio와 MP2 수신, 앙상블내의 다양한 라디오방송 프로그램 반복, PAD, NonPA, 24 프로그램, 아날로그 수신 불가	400
PURE Digital (구Videologic)	DRX-701ES	라디오 튜너, 99개 프로그램, USB	155
	DAB EVOKE	부엌라디오 크기, 스크롤기능의 디지털 디스플레이	155
	DRX-602ES	스테레오 장치, 2×16표시등, 제1, 제2서비스, 아날로그 수신 불가	699
	DRX-601ESM	중소형 스테레오 장치, 2×16표시등, 제1, 제2 서비스, 아날로그 수신 불가	539

〈표 6〉 휴대형 수신기 시장 규모

구분		2001	2002	2003	2004	2005
세계 <sup>1)</sup>	핸드폰	398,017	430,856	458,150	465,511	481,553
	스마트폰	1,285	4,718	10,129	24,045	40,794
	(0.3)	(1.1)	(2.2)	(5.2)	(8.5)	
PDA Phone	2,242	5,319	11,774	17,699	23,021	
	(0.6)	(1.2)	(2.6)	(3.8)	(4.7)	
	핸드폰 <sup>2)</sup>	15,640	15,421	15,572	15,720	15,878
한국	스마트폰 <sup>3)</sup>	47	159	343	818	1,349
	PDA Phone <sup>3)</sup>	94	185	405	597	746

근거자료 : 1) Gartner Report : 2002. 7.,  
 2) KISDI 예측  
 3) 셀빅 추정(세계 핸드폰 대비 스마트폰 및 Wireless PDA 점유율 적용)

적 시장 지위를 확보하고 있는 업체는 없는 상황이다. Form-Factor간 경쟁 양상으로 진화될 것이라는 휴대형 DMB 수신기 산업구조의 특성은 시장 규모의 추정 자체를 어렵게 만드는 요인으로 작용한다. 휴대형 DMB 수신기가 별도의 시장을 형성하는 것이 아니라 DMB 수신 기능이 결합된 다양한 Form-Factor가 각각의 영역에서 독자적인 시장을 형성할 것이기 때문이다. 휴대형 DMB 수신기 중 가장 비중을 차지할 것으로 예상되는 핸드폰, 스마트폰, PDA Phone의 경우 2005년 기준 전 세계 약 5억 5천만대, 국내 약 1천 8백만대의 시장 규모를 형성할 것으로 예상된다. 이 중 DMB 수신 기능이 결합된 제품의 비중은 2005년 기준 최소 10%에 이를 것으로 전망되고 있다.(천대, ()안은 핸드폰 대비 %)

## V. DMB 수신기의 향후 발전 전망

20세기말부터 사람의 청각과 시각의 특성을 이

용한 오디오 및 영상의 디지털 압축 기술, 이를 효과적으로 전송 및 저장할 수 있는 디지털 통신 기술, 그리고 고성능 컴퓨터와 저전력 고집적 반도체 기술 등의 비약적 발전을 통해 저가의 방송 통신 시스템 구현이 가능해져 방송 통신 분야의 디지털화 추세는 더욱더 가속화되어 새로운 디지털 방송 시대가 열리게 되었다.

현재 디지털 라디오 방송과 관련된 시장이 열리고 있으며, 앞으로 3년 내지 4년 후에는 급속한 성장기로 접어들어 그 후 안정적인 시장 형성을 예상할 수 있다. 지상파 DAB 및 DMB(단독형 및 복합형 포함) 수신기의 세계시장 규모는 2002년 37억불(DAB 수신기)dp 불과하지만, 향후 DMB 방송과 수신기 보급이 본격화되면, 2008년 459억불, 2012년 1,033억불로 시장규모가 급성장할 것으로 전망하고 있다 [11]. 특히, 대륙별 국가별로 다양한 모든 방식들의 서비스가 가능한 새로운 형태의 디지털 라디오 수신기의 탄생을 의미한다고 볼 수 있으며, 해당 분야의 핵심 기술을 확보한다면 앞으로 수 년후 디지털 라디오 방송 기술과 관련하여 세계

시장을 선도할 수 있을 것으로 전망된다.

또한, OFDM 및 CDM 기반 디지털 라디오 방송 기술을 통해 고품질 오디오 서비스 이외에 영상 서비스, 인터넷 서비스 등의 양방향 복합 멀티미디어 서비스를 위한 세계 표준화 작업이 보다 활발히 이루어질 것으로 예상되므로 이 분야에 대한 연구, 개발을 집중적으로 수행해야 할 것이다. 또한, 앞서

언급한 바와 같이 디지털 라디오 방송과 관련한 다양한 수신기 개발은 핵심 칩셋은 물론 안테나, 디지털 앰프 및 스피커, 응용 서비스 디코더 및 미들웨어는 물론 수신 정합과 같은 다양한 기술들이 동시에 유기적이고 체계적으로 개발 가능하도록 하는 Total Solution 형태의 접근이 필요할 것으로 보여진다.

● 참고 문헌 ●

- (1) B. L. Floch, M. Alard, and C. Berrou, "Coded orthogonal frequency division multiplex," Proc. of IEEE, vol. 83, no. 6, pp. 982-996, June 1995.
- (2) M. Alard and R. Lassale, "Principles of modulation and channel coding for digital broadcasting for mobile receivers," EBU Tech. Review, no. 224, pp. 3-25, Aug. 1987.
- (3) ETSI EN 300 401, "Radio broadcasting systems; digital audio broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers," May 2001.
- (4) L. J. Cimini, Jr., "Analysis and simulation of a digital mobile channel using orthogonal frequency-division multiplexing," IEEE Trans. Commun., vol. 33, no. 7, pp. 665-675, July 1985.
- (5) J. A. C. Bingham, "Multicarrier modulation for data transmission: an idea whose time has come," IEEE Commun. Magazine, vol. 28, no. 5, pp. 5-14, May 1990.
- (6) M. Russell and G. L. Stuber, "Interchannel interference analysis of OFDM in a mobile environment," in Proc. IEEE VTC '95, Chicago, IL, July 1995, pp. 820-824.
- (7) W. G. Jeon, K. H. Chang, and Y. S. Cho, "An equalization technique for OFDM systems in time-variant multipath channels," IEEE Trans. Commun., vol. 47, no. 1, pp. 27-32, Jan. 1999.
- (8) W. G. Jeon, K. H. Chang, and Y. S. Cho, "An equalization technique for OFDM systems in time-variant multipath channels," IEEE Trans. Commun., vol. 47, no. 1, pp. 27-32, Jan. 1999.
- (9) W. G. Jeon, K. H. Chang, and Y. S. Cho, "An equalization technique for OFDM systems in time-variant multipath channels," IEEE Trans. Commun., vol. 47, no. 1, pp. 27-32, Jan. 1999.
- (10) 한국방송공학회, 특집 DAB(DMB), 방송공학회지, 제8권, 제1호, 2003년 3월.
- (11) 전자부품연구원, 차세대 멀티미디어 방송(DMB) 수신기 개발에 관한 산업 분석, 2003년 중기거점기획보고서, 2003년 6월.

필자소개



백종호

- 1994년 2월 : 중앙대학교 전기공학과(공학사)
- 1997년 2월 : 중앙대학교 전기공학과 대학원(공학석사)
- 2002년 9월 ~ 현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 대학원(공학박사과정)
- 1997년 1월 ~ 현재 : 전자부품연구원 DMB개발사업단 단장
- 주관심분야 : 차세대 디지털 방송통신 시스템, 유무선 영상 통신 시스템



전원기

- 1994년 2월 : 중앙대학교 전자공학과(공학사)
- 996년 2월 : 중앙대학교 전자공학과 대학원(공학석사)
- 1999년 8월 : 중앙대학교 전자공학과 대학원(공학박사)
- 1999년 9월 ~ 2001년 7월 : 중앙대학교 전자전기공학부 BK21 계약교수
- 2001년 8월 ~ 현재 : 전자부품연구원 DMB개발사업단 책임연구원
- 주관심분야 : 초고속이동통신, OFDM전송, MIMO 알고리즘



이경택

- 1994년 2월 : 인하대학교 전자재료공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 인하대학교 전자재료공학과 대학원(공학석사)
- 1996년 3월 ~ 1998년 8월 : 해태전자 통신기술연구소
- 1998년 9월 ~ 2001년 11월 : (주)아이앤씨테크놀로지 선임연구원
- 2002년 2월 ~ 현재 : 전자부품연구원 전임연구원
- 주관심분야 : 디지털 통신 시스템, DSP, RTOS



권기원

- 1994년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과 대학원(공학석사)
- 2001년 8월 ~ 현재 : 전자부품연구원 DMB개발사업단 전임연구원
- 주관심분야 : 디지털 통신 시스템, 방송통신시스템 설계



조용수

- 1984년 2월 : 중앙대학교 전자공학과(공학사)
- 1987년 8월 : 연세대학교 전자공학과 대학원(공학석사)
- 1991년 5월 : The University of Texas at Austin Department of Electrical and Computer Engineering(공학박사)
- 1984년 1월 ~ 1984년 7월 : 금성전기(주) 연구원
- 1992년 3월 ~ 현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 교수
- 주관심분야 : 통신 신호처리, 차세대 유·무선 고속 모뎀