

양방향 이동멀티미디어 방송을 위한 통신 및 방송 기술의 개요 및 향후 전망

□ 이경택, 박세호, 박용석, 권기원, 백중호 / *KETI DxB · 통신융합연구센터

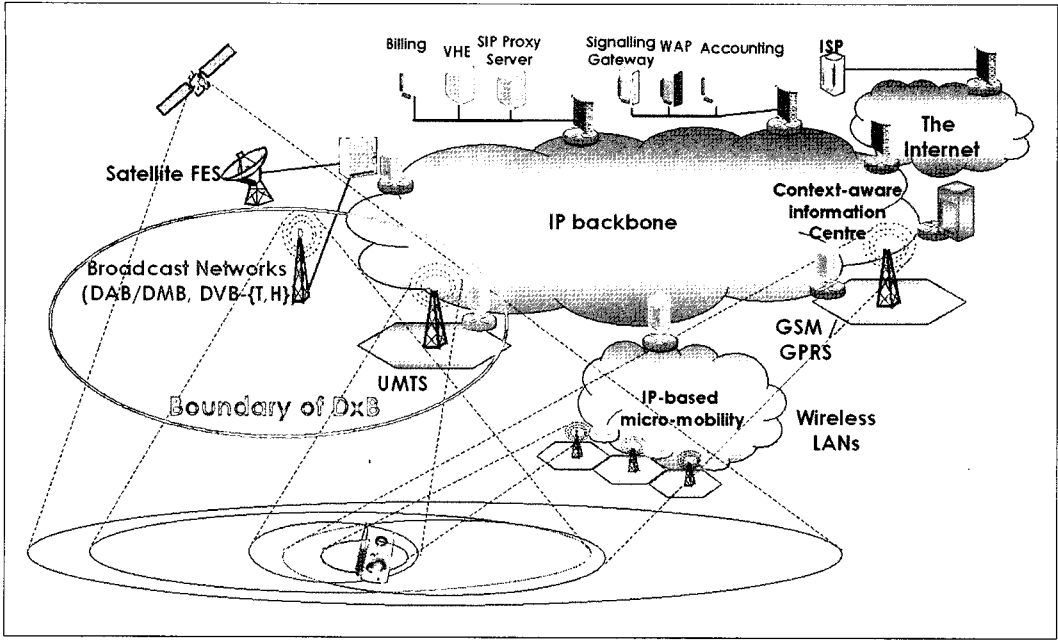
I. 서론

최근의 정보통신 기술의 급속한 발전으로 가정에서는 물론 이동시에도 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 서비스 받을 수 있는 시대가 오고 있다. 이러한 새로운 시대를 주도적으로 이끈 것은 21세기 초 유럽전역에서 이동 통신망을 이용하여 멀티미디어 서비스가 가능한 UMTS(Universal mobile telecommunications system)의 개발로 볼 수 있다. 이러한 UMTS 개발 성공을 토대로 많은 국가에서 해당 주파수 판매가 크게 활성화되었으나, 이를 상용화하는 과정에서 사용자들의 욕구를 충족시킬 만큼의 품질을 갖는 스트리밍 인터넷 서비스를 제공하기 위한 광대역 주파수 대역폭 할당이 어렵다는 사실이 확인되었다.

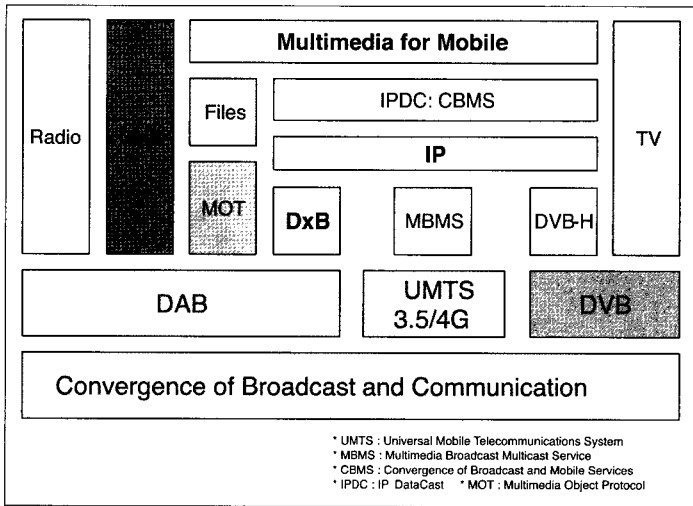
이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 이동 통신 분야에서도 Point-to-point 외에 Point-to-

multipoint, 무선 인터넷 Access 기술도 고려할 필요성이 요구되어, 최근 저렴한 비용으로 고속 환경 하에서 고속 데이터 전송이 가능한 차세대 이동 통신 기술들이 개발되고 있으며, 대표적인 방식으로 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access), WiBro(Wireless Broadband) 및 4G 등을 꼽을 수 있다.

또 다른 방안으로 최근 지상파 디지털 방송 시스템이 이동 휴대형 수신 단말기에 고품질의 다양한 스트리밍 서비스를 제공하는 수단으로써 주목을 받게 되었으며, 대표적인 디지털 방송 시스템으로 DAB(Digital Audio Broadcasting)기반 DMB(Digital Multimedia Broadcasting), DVB(Digital Video Broadcasting)기반 DVB-H(Handheld), FLO(Forward Link Only), ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial) 및 Satellite DMB 등을 꼽을 수 있다.



〈그림 1〉 차세대 방송·통신 융합 네트워크 개념도



〈그림 2〉 차세대 방송·통신 융합 계층별 개념도

앞서 언급한 차세대 이동 통신 기술과 차세대 디지털 방송 시스템을 각각 이용하여 많은 사용자들이 다양한 멀티미디어 서비스 이용이 가능하나, 최근에 들어 각각의 기술들이 융합하여 새로운 형태

의 서비스를 창출하고 있는데 주목해야 한다. 〈그림 1〉과 〈그림 2〉에서는 차세대 방송·통신 융합의 네트워크 및 계층 개념도가 각각 보여진다. 이러한 융합 기술은 방송 사업자, 통신 사업자, 콘텐츠 제공

자, 생산업체, 광고주, 투자자, 일반사용자 등에 복잡하게 얽혀진 이해관계에 대해 모두를 적정한 수준에서 충족할 수 있는 방향으로 발전하고 있다.

본 논문에서는 서론에 이어, II절에서는 고속 이동 환경 고속 데이터 전송이 가능한 차세대 이동 통신 기술을 소개하기로 한다. 그리고, III절에서는 이동멀티미디어서비스 가능한 차세대 디지털 방송 기술을 소개하고, 마지막으로, IV절에서는 향후 차세대 방송 및 통신 기술의 융합의 발전 방향을 전망하기로 한다.

II. 고속 이동 환경 고속 데이터 전송이 가능한 차세대 이동 통신 기술

1. Enhanced IMT-2000

3세대 이동통신 시스템인 IMT-2000시스템은 단일 표준화의 글로벌 로밍, 2Mbps 데이터 전송, 이동멀티미디어 및 고품질 서비스 제공의 목적으로 시작되었으나, 단일 표준안 도출에 실패하여 유럽과 일본 중심이 주도하는 3GPP와 미국이 주도하는 3GPP2로 양분되었다. 3GPP에서는 GSM을 기반으로 하는 비동기 방식의 WCDMA 시스템의 표준을 개발하고 있으며, 3GPP2에서는 IS-95 동기 방식에서 진화한 cdma2000 시스템의 표준을 개발하고 있다. 그러나, 이러한 표준으로는 당초 IMT-2000 시스템에서 제공하고자 한 2 Mbps 서비스의 제공이 사실상 어려워 이를 보완하기 위한 별도의 표준화 작업이 논의되고 있다. 특히 향후의 이동 멀티미디어 서비스에서 요구되는 트래픽은 하향링크가 상향링크에 비하여 높은 전송속도가 요구될 것으로 예상되기 때문에 비대칭형 서비스를 지원하는 시스템에

대한 표준화 규격작업이 이루어지고 있다.

이를 위하여 비동기 진영의 3GPP에서는 기존의 패킷전송 채널인 DSCH (Downlink Shared Channel)를 개량하여 패킷 데이터를 보다 효율적으로 전송할 수 있는 HSDPA의 표준화가 완료되어 2004년에 Rel. 5 규격이 발간되었다. HSDPA 기술은 기존의 DSCH에 AMC (Adaptive Modulation and Coding), H-ARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest), FCS (Fast Cell Selection), MIMO (Multiple Input Multiple Output), Stand-Alone DSCH 등의 기술을 적용하여 5MHz x 2의 대역폭에서 하향링크 최대 10 Mbps, 상향링크 최대 2Mbps의 데이터 전송률을 지원한다. 한편, 현재의 HSDPA의 성능을 개선하기 위하여 다중경로 채널에 강건하며, MIMO 및 beamforming 등 고급 안테나 기법의 적용이 용이한 OFDM 기법을 HSDPA에 도입하기 위한 논의가 진행 중이다. 이에 대한 규격이 완료될 경우에 서로 다른 두 가지의 물리계층을 통하여 5MHz 대역폭에서 CDMA 기반의 물리계층으로 저속의 전송률을 지원할 수 있으며, 5MHz 이상의 대역폭을 할당할 수 있는 사용자에게는 OFDM-HSDPA 혹은 MBMC (Multi-band/ multi-carrier) 스펙트럼 할당을 통하여 고속의 전송률을 공급할 수 있다.

동기진영의 3GPP2에서는 cdma2000 1x를 개량하여 1x EV DO (Evolution Data Only)의 규격작업을 완성하였다. HDR (High Data Rate)로 알려진 1x EV DO는 하향링크로 최대 2.4 Mbps의 데이터를 전송하지만 음성은 지원하지 않고 cdma2000 1x에 backward compatibility를 제공할 수 없다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 3GPP2에서는 데이터와 함께 음성을 지원하는 1x EV DV (Data and Voice)에 대한 표준화 작업이 완료되어 2004년 2월에 하향링크 3.1Mbps, 상향링크 약 1.8Mbps를

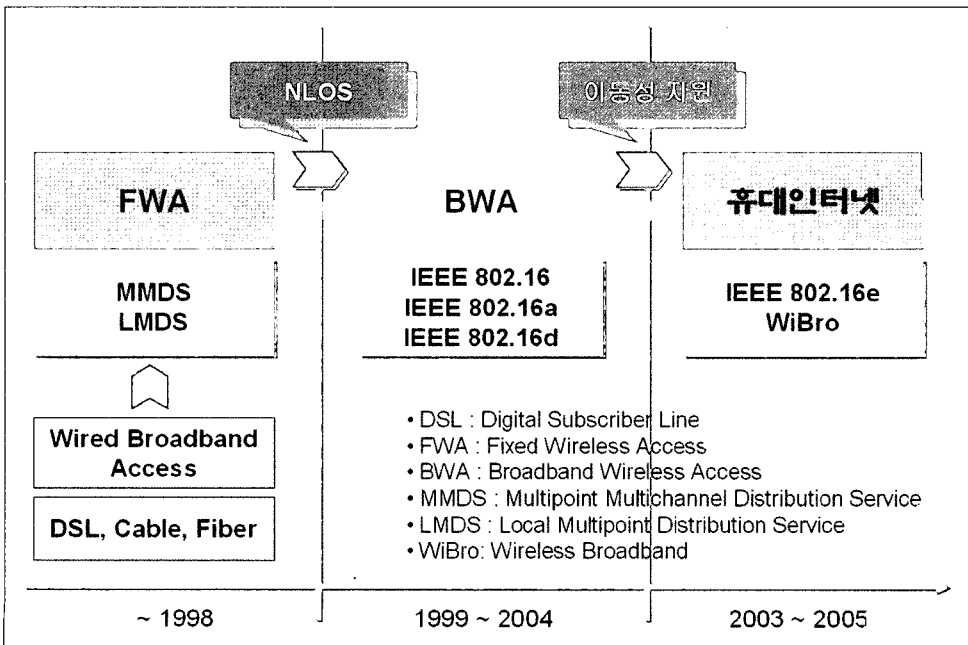
지원하는 Rev. D 표준이 발간되었으며 현재 VoIP 등 1xEV-DV를 개선하기 위한 Rev. E가 논의되고 있다. 3GPP2의 1x EV DV에서도 3GPP HSDPA에서와 유사한 성능향상을 위하여 새롭게 적용한 AMC, H-ARQ, FCS, MIMO 등의 기술과 LAS (Large Area aSynchronization) 기술을 적용하였다.

2. WiBro

초기 무선 접속기술은 MMDS (Multipoint Multichannel Distributed Services)나 LMDS (Local Multipoint Distributed Services)로 대표되는 LOS(Line-Of-Sight) 환경에서의 고정 무선접속 방식이 주류를 이루었다. 이후 Non-LOS에서도 많은 양의 데이터를 전송할 수 있는 광대역 무선접속 방식에 대한 연구가 진행되어 왔다. 이 방식은 단

순한 음성이나 데이터 서비스를 넘어 멀티미디어 서비스를 제공해줄 수 있어 사용자들의 다양한 욕구를 충족시킬 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 광대역 무선접속의 한계인 이동성 문제를 극복하기 위해 사용자의 이동성을 지원할 수 있는 휴대인터넷에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. <그림 3>은 휴대인터넷과 관련하여 광대역 무선접속 기술의 진화 단계를 도시한 것이다.

국내의 경우 2003년 6월 20일 제 33차 정보통신 표준총회에서 TTA 휴대인터넷 그룹(PG05)이 신설되어 총 52개 기관, 약 235명이 참여하여 표준화 활동을 전개하였으며 2004년 3월 PG302로 명칭을 변경하였다. PG302에는 무선접속실무반, 서비스 및 네트워크 실무반, IPR Ad Hoc 그룹, 국제협력 Ad-Hoc 그룹, IOT/CT Task Force가 활동하고 있으며, 조정위원회에서 이들간의 조정업무를 수행하



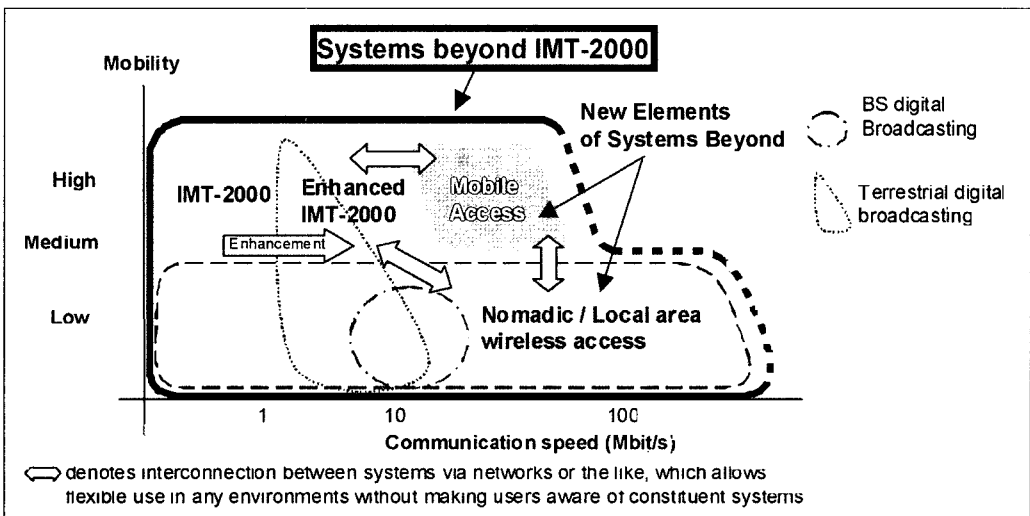
<그림 3> 광대역 무선접속 기술

고 있다. 이 프로젝트 그룹은 2004년 6월 25일에 1 단계 30 Mbps급 TTA 표준(Phase I)을 완성하였다. 이 표준은 물리계층(TTAS.KO-06.0064)과 매체접근 제어계층(TTAS.KO-06.0065)으로 구성되어 있다. 2004년 7월부터 2단계 50 Mbps급 TTA 표준(Phase II)에 대한 논의가 진행되고 있으며, 고속 데이터 전송률을 보장해주는 기술에 중점을 두고 있다. 2004년부터는 WiBro라는 공식명칭을 사용하고 있다. 한편, 2004년 7월 정보통신부는 국내 휴대인터넷 표준 선정 기준으로 IEEE 802.16e 표준과 호환되면서 여기에 5가지 조건을 만족시키는 것으로 결정하였다고 발표하였다. 다섯 가지 조건으로는 시속 60 km로 이동시 최소 하향 512 kbps, 128 kbps의 전송속도 구현, 9MHz 이상의 채널대역폭, 사업자 장비간 로밍, TDD 방식, 주파수 재사용계수 1 등이 있다. 이에 TTA에서는 WiBro와 IEEE 802.16e와의 호환성 문제에 대한 검토를 진행하고 두 방식 사이의 차이점에 대한 해결책을 모색하고 있다. 2005년 4월에 IEEE 802.16과 호환성을 만족

하는 2단계 규격의 초안이 완성되었으며, 6월말에 최종 규격이 발간될 예정이다. 정보통신부는 2005년 2월에 KT, 하나로텔레콤, SKT 등 3개의 휴대인터넷 사업자를 선정하고 각 사업자에게 2.3GHz 주파수 대역에 한 FA당 9MHz 씩 3개의 FA를 배정하였으나, 최근에 하나로텔레콤이 사업권을 포기함에 하나로텔레콤에 할당되었던 27MHz 대역폭이 남아 있는 상태이다. KT는 2005년 4월, SKT는 6월 이후에 각각 첫 시범 서비스를 준비하고 있다.

3. 4G

ITU-R WP8F는 이러한 IMT-2000의 기능강화를 위하여 IMT-2000 Enhancement 시스템과 Beyond IMT-2000 시스템에 대한 논의를 진행하고 있으며, 2000년 3월 결성되어 현재 활발한 활동 중에 있다. <그림 4>는 2002년 3월에 열린 7차 회의에서 협의된 Beyond IMT-2000 시스템 관련 Communication Speed vs. Mobility의 내용을 보



(그림 4) Beyond IMT-2000 시스템에서의 Communication Speed vs. Mobility

여 준다. Beyond IMT-2000 시스템 핵심기술은 이 그림에서 Mobile Access라고 정의된 옥외에서 고속 이동 중의 고속 데이터 전송 기술과 Nomadic/Local Area Wireless Access라고 정의된 옥내·외에서 저속 이동 중 초고속 데이터 전송이 가능한 무선 LAN 및 BWA (Broadband Wireless Access) 기술로 구성되어 있다. WP8F에 기술된 Beyond IMT-2000 시스템의 요구사항을 요약하면 다음과 같다.



- 고속 데이터 전송, 속도에 따른 가변 전송률(100Mbps for Mobile Access, 1Gbps for Nomadic/Local Area Wireless Access)
- IP 기반의 무선 접속, QoS 지원
- 이종 시스템(IMT-2000, 무선 LAN, BWA, 위성, 방송) 간의 seamless 서비스 지원에 의한 global roaming 지원
- 다중 모드 지원, 대칭/비대칭 서비스 지원

미국의 AT&T에서는 셀룰러 환경에서 고속의 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위한 OFDM 방식의 ACIS를 제안하였으며, 이 방식에서는 MIMO-OFDM 방식을 사용하여 하향링크에서의 link budget을 개선하였다. 또한 AT&T와 Nortel은 2000년 9월에 4G Access 라고 불리는 무선 네트워크를 제안하였는데, 하향링크에는 Wideband-OFDM을 사용하고, 상향링크에는 기존의 EDGE를 채용하여 저속의 이동환경에서는 약 10 Mbps의 하향링크 전송률을 제공하였다. 미국의 Flarion Technology에서도 무선 인터넷 액세스를 위하여 이와 유사한 Flash-OFDM 기술을 개발하여 all IP 네트워크에서 매우 적은 latency로 고속의 데이터를 전송할 수 있는 시스템을 개발하고 있다. 일본 NTT DoCoMo에서는 고해상도 영화와 TV 프로그램을 수신하여 방송과 통신을 결합하는 4G 폰을 계획하고

있으며, 이 4G 폰은 20Mbps 이상 또는 기존 셀룰러 폰 보다 2,000 배 빠른 데이터를 전송할 수 있다. 미국의 Broadstorm은 무선 인터넷 액세스, 스트리밍 미디어, VoIP 서비스를 위하여 OFDMA/TDD기반의 Broad@ir 기술을 개발하였는데, 사용자당 최고 8 Mbps, 기지국당 약 48 Mbps의 하향링크 전송률을 제공할 수 있다. 또한, 미국의 ArrayComm도 Smart 안테나 분야에서 축적된 기술을 토대로 개인 광대역 액세스를 위한 i-BURST 시스템을 개발하였고, 무선 이동환경하에서 유선의 DSL이나 Cable 모뎀과 비슷한 전송률을 제공하는 IP 네트워크 기반의 시스템을 개발하고 있다.

국내의 정보통신부에서는 이러한 시대의 흐름에 발맞추어 '4세대 이동통신 개발계획'을 수립하여 2002년부터 수행중이다. 즉 전국에서 최대 15Mbps 급과 제한된 지역에서 100Mbps급 전송속도로 모바일 인터넷 멀티미디어 서비스를 이용자에게 제공하기 위한 연구를 수행하고 국제 표준화 및 세계 시장 확산을 위한 기반을 만들 계획이다. 정보통신부의 '4세대 이동통신 개발계획'에 따르면 2007년을 목표로 한 4세대 이동통신기술 개발계획의 원활한 추진을 위해 우선 단계로 2005년(총 4년)까지 모두 1354억원(정부 1104억원)을 투입, '초고속 패킷 무선전송기술', '고정 무선통신기술' 등의 핵심 기술을 개발하기로 할 계획이다. 언제 어디서나 최적의 무선망을 통해 초고속의 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 세부적으로는 먼저 전국에서 최대 15Mbps급과 제한된 지역에서 100Mbps급 전송속도를 제공하는 독창적인 초고속 패킷 무선전송기술을 개발하기 위하여 2005년까지 총 560억(정부 500 억 원)을 투입할 계획이다. 이와 함께 무선 LAN 핵심 기술과 무선 LAN 사업자간 및 IMT-2000망과의 연동기술을 국책연구기관, 통신사업자, 제조 업체가

공동으로 2005년까지 총 240억원(정부 160억원)을 투입해 개발하여 100Mbps급 이상의 무선 LAN 등의 초고속 무선통신기술을 주도할 예정이다.

III. 이동멀티미디어서비스 가능한 차세대 디지털 방송 기술

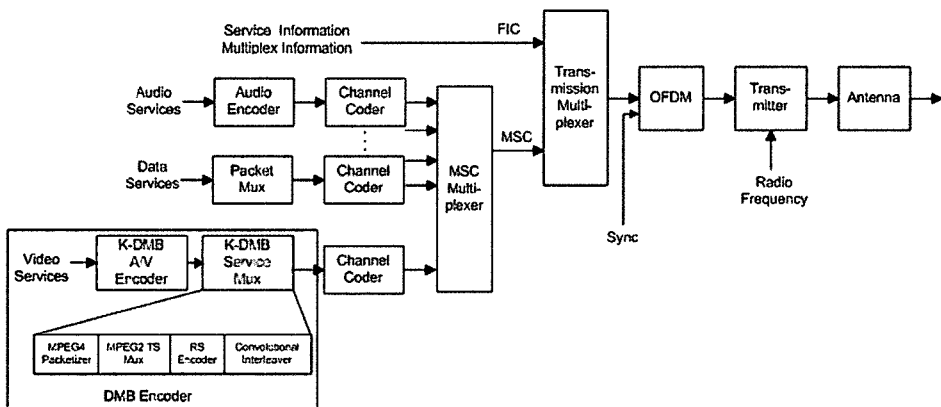
1. DAB기반 DMB [1]

DMB의 기반이 되는 DAB는 Eureka-147 또는 Digital System A로도 불리고 있으며, ITU-R에서 초단파/극초단 파대 지상파 및 위성 디지털 음성방송으로 기존의 아날로그 FM 방송을 대체하기위한 디지털 방송 시스템으로 CD수준의 고품질 오디오 방송 및 부가 데이터와 멀티미디어 서비스가 가능하도록 차량용, 휴대용, 고정수신용으로 권고하고 있다. 유럽에서는 1986년 프랑스, 독일, 네덜란드 등이 공동 참여하는 Eureka-147 프로젝트가 스톡홀름 유럽연맹(EC) 각료회의에서 결정되었으나, 실

질적인 활동은 1988년부터 시작되었다.

DAB의 표준화는 EBU(European Broadcasting Union)와 ETSI(European Telecommunication Standard Institute)가 협력하여 조직한 기술분과 위원회 주관으로 1991년까지 1 단계로 기본적인 시스템 개발이 이루어졌으며, 1992년부터 1994년까지 2 단계 개발이 추진되어 1994년 1월에 초안(ETS 300 401)이 작성되었다. 그 후 3년 뒤인 1997년 2월에 2nd edition이 발표되었고, 2001년 5월에 최종 수정안이 완성되었으며, 최근 2004년 9월에 다시 한번 v.1.4.1로 개정되었으며[2], DAB기반의 DMB 서비스에 대한 표준화가 지난 2004년말부터 시작되어 2005년 상반기를 목표로 진행중에 있다.

DAB는 디지털 변조방식으로 지상파에서의 다중 경로 페이딩에 강한 COFDM(Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 사용하며, 1.5 MHz의 전송 대역폭을 사용하여 단일 송신기로 고품질의 스테레오 오디오와 데이터를 다중화시켜 방송할 수 있으며, 수신도 간단한 휩(Whip) 안테나로 가능할 뿐만 아니라 도심지 등의 다중경로가 많



〈그림 5〉 DAB기반 DMB 송신기 블록도

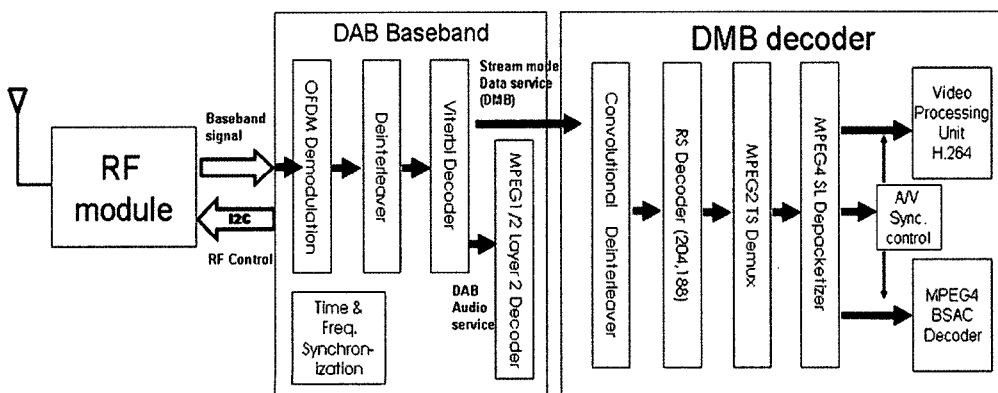
은 조건에서도 잡음 발생 없이 우수한 성능을 발휘한다. <그림 5>와 같은 DAB 송신 블록도를 보면 각각의 서비스 신호는 개별적으로 오디오 부호화기를 거친 후 오류방지를 위한 부호화 된 후 시간영역 인터리버를 거친다. 인터리빙 된 각각의 음성 서비스 신호들과 일반 데이터들은 다중화 되어 주 서비스 채널(MSC: Main Service Channel)로 합쳐진다. 다중화 된 신호는 고속정보채널(FIC: Fast Information Channel)로 전송되는 다중화배열정보(MCI: Multiplexing Configuration Information)와 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) 심볼로 맵핑된 후 IFFT를 통해 OFDM 심볼이 생성된다. 여기에 동기를 위한 심볼이 추가되어 최종적으로 DAB신호가 얻어진다.

DAB에서 제공하는 서비스는 크게 오디오 서비스와 데이터 서비스로 분류할 수 있다. 앞서 언급한 바와 같

이 DAB는 아날로그 FM을 대체할 수 있는 디지털라디오 방송 개념에서 출발한 이유로 고효율 음성 부호화인 MPEG 계층 II를 사용하는 오디오 서비스를 기본으로 설계되어, 안정적인 오디오 서비스에 초점을 맞추어 비트오류율을 $10E-4$ 이하를 목표로 하였다.

그러나 DAB기반으로 데이터서비스를 사용하여 동영상과 같은 멀티미디어를 전송하기 위해서는 비트오류율이 $10E-8$ 이하가 요구되기 때문에 동일한 DAB 송신 시스템을 사용할 경우에는 추가적인 신호처리 기술이 필수적으로 요구되었다. <그림 5>의 DMB Encoder에서 보는 바와 같이 요구되는 비트오류율을 만족하기 위해서 DMB의 핵심 기능 블록으로 MPEG4 SL packetizer, MPEG2 TS Mux와 오류에 보다 강인하도록 RS Encoder 및 Convolutional 인터리버를 추가하였다.

MPEG4 BSAC(Bit Sliced Arithmetic Code) 부호를 사용하는 오디오와 H.264 부호를 사용하는 비디오 및 MPEG4 BIFS를 사용하는 데이터의 동기 및 최적 전송을 위한 MPEG4 SL(Sync Layer) Packetizer를 사용하였다. <그림 6>과 같이 수신 측



<그림 6> DAB기반 DMB의 수신기 블록도

〈표 1. DAB의 전송 모드에 따른 파라미터〉

항 목	전송모드	I	II	III	IV
응 용		지상파 (SFN)	지상파	지상/케이블	지상파
반송파 주파수		< 375 MHz	< 1.5 GHz	< 3 GHz	< 1.5 GHz
부반송파 수		1,536	384	192	768
부반송파 간격		1 KHz	4 KHz	8 KHz	4 KHz
보호구간 길이		246 μ s	62 μ s	31 μ s	123 μ s
유효심볼 길이		1 ms	250 μ s	125 μ s	500 μ s
프레임 길이		96 ms	24 ms	24 ms	48 ms
널 심볼 길이		1,297 ms	324 μ s	168 μ s	648 μ s
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			

면에서 신호처리는 송신의 역순으로 볼 수 있으며, MPEG4 SL Depacketizer 후에 오디오와 비디오의 싱크를 맞추는 기능이 반드시 추가되어야 한다.

〈표 1〉과 같이 DAB 전송규격으로는 I, II, III, IV의 4가지 전송모드를 정의하고 있으며, DMB 전송규격에서는 전송모드 I을 지원한다. 전송모드 I은 많은 수의 반송파를 조밀하게 배치하여 주파수 인터리빙 효과를 극대화 하고, 보호구간 구간을 길게 함으로써 허용 가능한 다중경로 전파의 지연시간을 길게 하여 단일주파수 방송망에 적합하게 설계되어 있다.

2. DVB기반 DVB-H

DVB-T(Terrestrial)는 1990년도 중반 개발되어 지붕 위 안테나를 사용하여, 휴대 및 고정 수신기가 가능하며 수신기 개발 가격을 크게 염두에 두고 설계되어 수신기의 단가를 낮추기 위해서 이동수신에 용이한 Time Interleaving을 사용하지 않고, DVB-S(Satellite)에서 사용하는 오류정정 방식을

채택하였다[3]. ACTS-MOTIVATE (1998-99), MCP (2000-2001), CONFLUENT (2002-2003) 등과 같이 EU가 지원하는 여러 과제를 통해 DVB-T는 이동 휴대 수신을 위해 검토되었으며, 수신기를 최적화하여 2개의 안테나를 사용하는 다이버시티 수신 기술을 이용하여 열악한 상황에서도 DVB-T의 고속 이동 수신을 가능한 결과를 얻었다. 이러한 시기에 Nokia와 같은 휴대폰 제조사는 이동 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 DVB-T를 사용한 대용량 멀티미디어 서비스에 큰 관심을 표명하였다. 즉, 휴대폰 사업의 가치사슬 모형에 아직까지 포함되지 못했던 텔레비전 서비스에 대한 동기 부여 요소로 작용한 것이다.

그러나, DVB-T의 이동성 실험을 실시하는 중 다른 이동 멀티미디어 응용 서비스의 적용 가능 여부에 의문이 제기되었으며, DVB-T가 휴대폰 방송용으로는 취약점이 있다는 점을 조기에 발견하여, DVB-T를 기반으로 한 휴대용 기기를 위한 새로운 DVB 표준을 마련하게 되었다. 이것이 바로 DVB-H이다[4]. DVB-H는 작은 디스플레이를

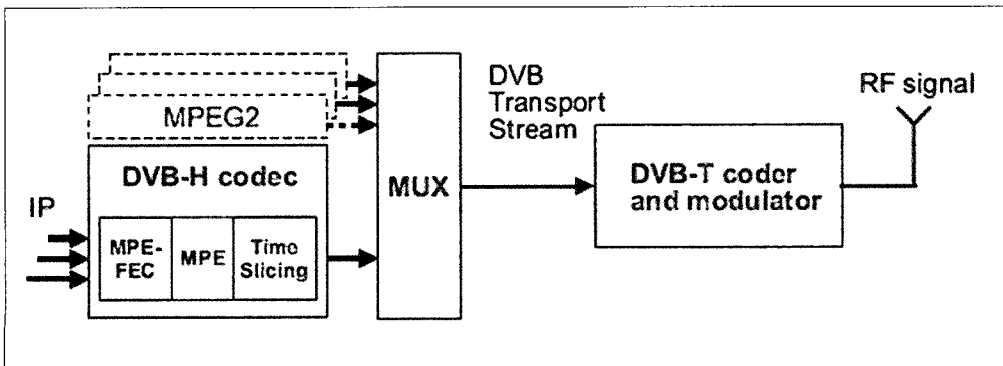
지닌 소용량 배터리로 동작하는 이동 단말기를 구현 대상으로 하나의 안테나를 사용해 실내 휴대 이동 환경에서 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있어야 한다.

DVB 프로젝트는 DVB-H 요구사항과 2004년 11월 표준화 작업을 성공적으로 마친후, 검증 작업을 시작하였으며, 시범 네트워크들이 헬싱키(핀란드), 베를린(독일), 피츠버그(미국), 바르셀로나(스페인) 및 메스(프랑스)에서 운영되고 있다. 장비의 기능성과 호환을 확인하고 실질적인 성능에 대한 지식을 얻기 위해, 2004년 10월 베를린에서 처음으로 합동 실험실 시험이 이루어졌으며, 이를 토대로 새로운 시스템 평가 작업을 계속할 것이며, 2005년 초부터 활동 영역을 넓힐 것이다. 이러한 활동의 결과로 관련 분야의 노하우가 쌓일 것으로 기대되며, 신규 버전의 구현 지침서에 사용될 것이다. 2006년 초부터 유럽 여러 국가에서 상용 서비스를 시작할 계획이 있으며, 관련 단말기 및 칩 제조사들의 시장동향 전망에 의하면 DVB-H 기기의 판매가 2008년에는 수천에서 수억 대에 달할 것으로 예측한다[5].

DVB-H는 DVB-T 표준에 기반으로 DVB-T와

대부분 호환 가능하나, 작고, 가볍고, 휴대형이고, 배터리로 동작되는 단말기들의 성질을 고려하였다. DVB-H는 거의 모든 일반 단말기에서 수신 가능한 고속 Downstream 채널을 지원함으로써 이동통신 네트워크를 개선시킨다. 따라서, DVB-H는 전통 방송 시스템과 Cellular 라디오 네트워크 세계 사이에 다리를 놓아주는 역할을 하게 된다. DVB-H가 제공하는 광대역, 고속 Downstream 채널은 Mbps 대에 달하는 데이터 전송률을 지원하며, 이는 오디오/비디오 Streaming, 파일 전송과 같은 다양한 서비스 응용을 가능하게 한다. 이 시스템은 휴대형 단말기에 서비스를 새로운 방식으로 배포할 수 있게 하여 콘텐츠 제공자와 네트워크 운영자에게 다양한 가능성을 제시할 수 있다.

DVB-H는 물리계층을 포함한 가장 낮은 프로토콜 계층까지 정의하며, 디지털 변조방식으로는 앞서 DAB기반 DMB와 DVB-T와 같은 COFDM을 동일하게 사용한다. DVB-T의 문제점으로 알려진 과도한 수신 전력 소모를 해결하기위해 여러 멀티미디어 서비스를 Time-multiplexed 전송에 근거를 둔 절전 알고리즘으로 Time Slicing을 사용하며 배터리 절약에 매우 효과적이다. 또한 하나의



〈그림 7〉 DVB-H 구성 코덱과 DVB-T 송신 블록도

수신 단위로 수신기가 네트워크 Cell 사이를 이동한다면 Soft Handover도 가능하다. <그림 7>에서 DVB-H 구성 코덱과 DVB-T 송신 블록도가 보여진다.

수신 환경에 열악한 환경을 위해 Link 계층에 오류보호 기능으로 Reed-Solomon (RS) 코드와 Block Interleaver로 구성된 MPE-FEC(Multi-Protocol Encapsulation Forward Error Correction)이 추가되었으며, 이는 기존의 DVB-T Channel Coding 위에 다시 Channel Coding을 함으로써 Time Interleaving 기능을 어느 정도 제공하며, MPE-FEC를 사용할 경우 DVB-T보다 7 dB 정도 Gain이 발생한다. DVB-T 전송 네트워크와의 호환성을 위해 관련된 모든 데이터 처리는 Transport Stream Interface 이전에 이루어진다.

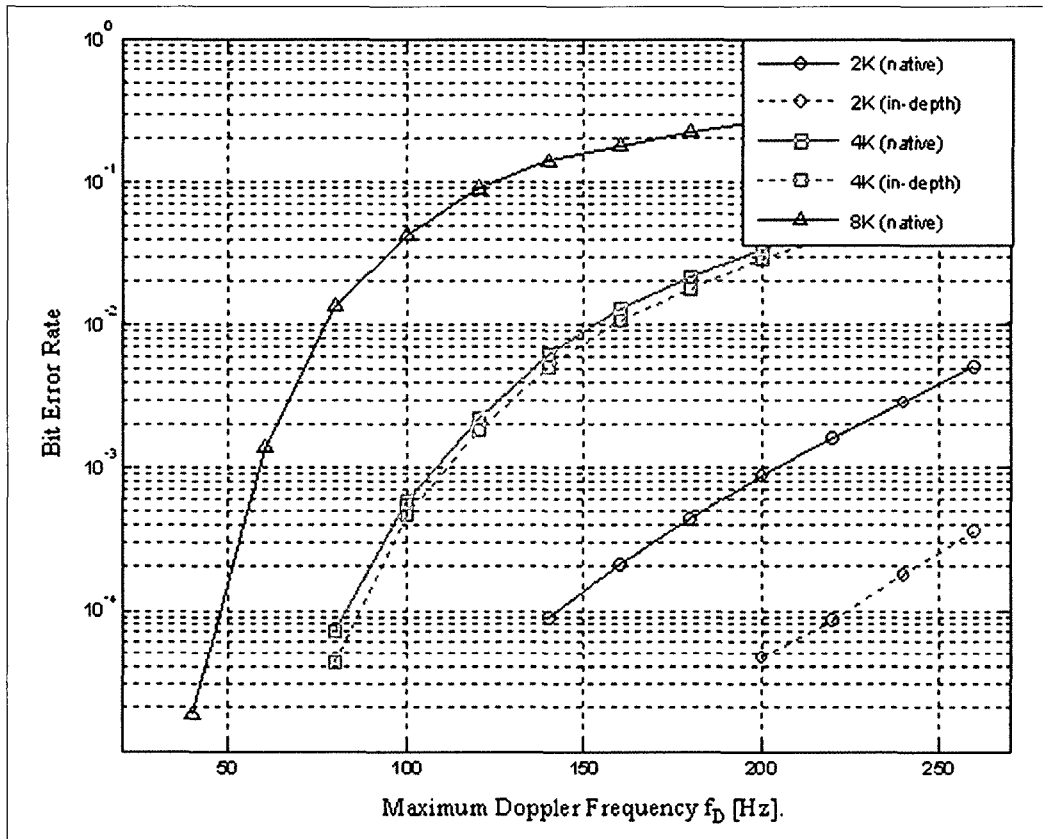
Multiplex에 포함된 DVB-H Elementary Stream의 파라미터 Signaling은 DVB-T 표준의 Transmission Parameter Signaling (TPS) 채널에 대한 확장을 사용한다. TPS는 별도의 정보 채널을 생성하여 수신기에게 튜닝 Parameter를 제공한다. TPS 채널의 새로운 요소들은 Multiplex 내에 Time Slice된 DVB-H Elementary Stream이 존

재하는지에 대한 정보와 MPE-FEC 보호가 최소한 하나의 Elementary Stream에 사용되고 있는지에 대한 정보를 제공한다.

표 2에서 보는 바와 같이 DVB-H는 DVB-T가 지원하는 2K와 8K모드를 포함하며 이동성을 위하여 4K Mode라는 네트워크 모드를 추가적으로 지원한다. 이는 이동 수신에 적합하고 여러 서비스 수신을 개선하는 Enhanced Signaling Channel을 제공한다. DVB-H가 지원하는 3가지 네트워크 모드와 관련하여, 다양한 Symbol Interleaving 모드 방식이 정의되어 있다. 표 2에서는 DVB-H의 3가지 전송 모드 파라미터를 보여준다. 4K 모드는 DVB-H 전용 네트워크에서만 사용할 수 있으며, 나머지 두 모드에 대한 절충안이며, 2K 모드와 비교해서 SFN에서 송신기 거리를 2배 늘릴 수 있으며, 8K 모드 대비 이동 수신 시 Doppler Shift의 역효과에 대해 덜 민감하게 된다. 또한 DVB-H에서는 native inner interleaver에 in-depth interleaver가 추가되었다. 단말기는 전송하는 모드에 따라 기본적으로 제공되는 native interleaver를 사용할 수 있으며, 2K와 4K 모드의 경우 8K 모드의 메모리를 사용하여 interleaving depth를 증가시켜 in-depth interleaver를 사용

<표 2> DVB-H의 전송 모드에 따른 파라미터

OFDM parameter	Mode		
	2K	4K	8K
Overall carriers(=FFT size)	2048	4096	8192
Modulated carriers	1705	3409	6817
Useful carriers	1512	3024	6048
OFDM symbol duration(μs)	224	448	896
Guard interval duration(μs)	7.14, 28.56	14,28,56,112	28,56,112,224
Carrier spacing(kHz)	4.464	2.232	1.118
Maximum distance of transmitters(km)	17	33	67



〈그림 8〉 이동통신 채널에서 DVB-H 시스템의 BER 성능

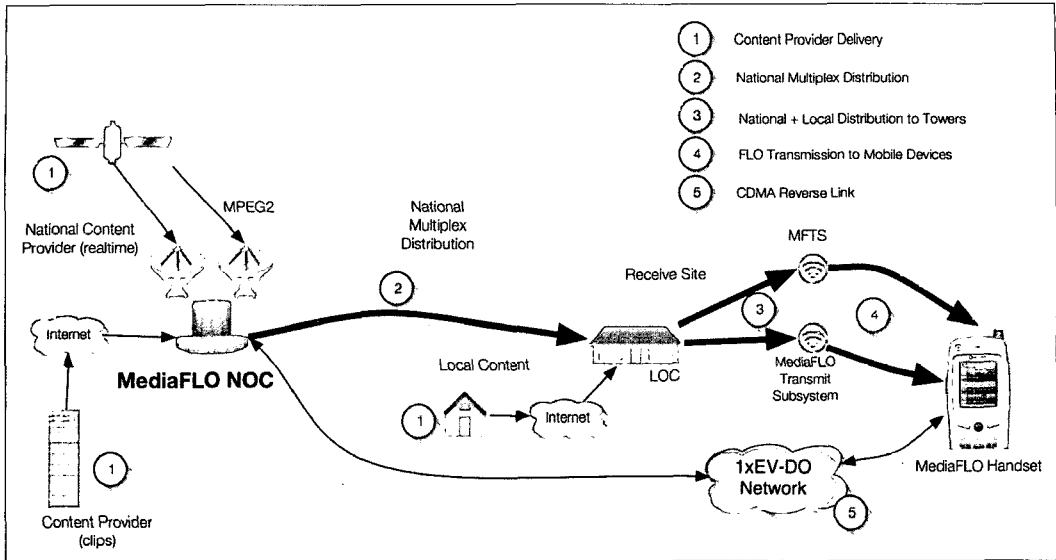
할 수도 있다. In-depth interleaving을 위해 4K 모드는 2개의 OFDM symbol을, 2K 모드는 4개의 OFDM symbol을 사용한다. 〈그림 8〉은 In-depth interleaver를 사용하였을 경우 2K모드와 4K모드에서의 성능향상을 나타낸다.

3. FLO (Forward Link Only)

FLO 전송방식은 2004년 퀄컴에 의해서 제안 되었으며 휴대폰의 멀티캐스팅을 위한 전송기술 (Air Interface)이다. 퀄컴에 의해 제시한 기술은 MedioFLO와 FLO이며, MedioFLO는 물리계층

에 관한 소프트웨어 솔루션을 뜻하며 전송기술 (Air Interface)은 FLO를 사용한다. 변조방식은 OFDM이며, 4K의 FFT size를 사용한다. 따라서 subcarrier spacing은 1,355KHz이며 200Km/h의 속도에서도 수신이 가능한 구조이다. 에러정정을 위해서는 turbo coder가 사용되며, Layed Modulation을 도입하여 전국을 하나의 방송으로 묶으면서 지역방송이 가능한 구조를 가지고 있다.

FLO의 큰 장점은 DVB-H또는 위성 DMB에 비해 빠른 채널 전환에 있다. DVB-H의 경우 Time slicing 기술을 이용하여 시간적 분산 기술을 사용해 채널변경을 하기 때문에 3~4초 정도의 채널



〈그림 9〉 Typical FLO Network

변경이 필요하며 위성 DMB의 경우는 Time Interleaver로 인한 지연으로 4~5초 정도의 시간 지연이 필요하지만, FLO의 경우는 1.5초 이내에 채널 변경이 가능하다. 수용가능한 채널 수는 6MHz의 대역폭에서 비디오의 경우 최대 15개 채널(QAVA/15프레임/H,264), 오디오(AAC+)는 최대 10개 채널을 전송할 수 있으며, IP-데이터캐스팅도 가능하다. FLO의 다른 장점은 cdma2000과의 양방향서비스에 있다. FLO는 글자 그대로 'Forward Link Only'의 기술이지만, cdma2000망과 연동하여 FLO로 동영상을 보는 도중에 걸려온 전화를 받는 것이 가능할 뿐만 아니라, 〈그림 9〉와 같이 양방향 서비스 구현도 용이하다.

4. Satellite DMB

CDM 기반의 디지털 라디오 방송은 일본의 ARIB(Association of Radio Industries and

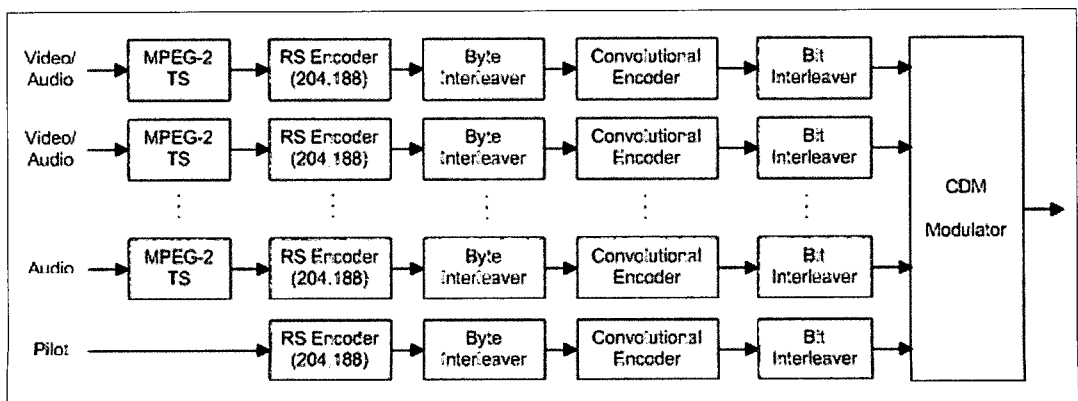
Business)에 의해 최초로 제안되었으며 현재 ITU-R의 권고안 BO.1130에 위성 방송을 위한 새로운 방식으로 추가하기 위한 일련의 작업들을 진행하고 있다. 여기에서는 CDM 방식을 Digital System E로 명명하고 있다.

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. 위성파와 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 연접오류(burst error)를 충분히 긴 시간 동안 분산시켜 오류정정 부호의 정정 능력을 최대화 시키는 것이다. 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. 국내에서는 TU미디어가 2005년 4월 개국하여, 5월부터 상용서비스를 시작하였으며, 현재 비디오 7채널, 오디오 20채널이 제공되고 있고 향후 비디오 14채널, 오디오 24채널 제공을 목표로 하고 있다.

Satellite DMB는 오디오와 TV 서비스가 모두 가능하도록 설계된 방식이며, 25MHz의 대역폭에 CDM 방식으로 비디오나 오디오 신호를 변조하여 전송할 수 있다. 오디오 압축 부호화 방식으로 MPEG-2 AAC를 사용하여 CD 수준의 음질을 제공하며, 비디오는 MPEG4를 사용하여 최소 화소수 320x240 와 15frame의 동영상을 전송한다. 오류 정정을 위해 내부 부호로 길쌈 부호를 사용하고 외부 부호(outer code)로 RS(Reed-Solomon) 부호를 사용하며, 시간 인터리빙을 사용한다. <그림 10>은 Satellite DMB(System-E)의 송신 시스템의 블록도를 나타내고 있다.



<그림 10> Satellite DMB(System-E)의 송신 시스템 블록도

〈표 3〉 이동멀티미디어서비스 기술 비교

	DVB-H	T-DMB(DAB)	S-DMB	FLO
Origin	Derivative from DVB-T	Derivative from DAB	Prietary format	Qualcomm packet data tech.
Modulation/Coding	OFDM/ Convolutional Code & RS	OFDM/ Convolutional Code & RS	CDM/ Convolutional Code & RS	OFDM/ Turbo code & RS
Bandwidth	5/6/7/8 MHz	1.536MHz	25MHz	5/6/7/8 MHz
Time domain Power save	Yes	No	No	Yes
Frequency domain Power save	No	No	Yes	Yes
Channel Switching Time	~ 5 Seconds	~ 1.5Seconds	~ 5 Seconds	~ 1.5Seconds
Channel Per Transmitter	9 Channels (~300Kbps)	3 channels (~250Kbps)	20 Channels	20 Channels (~300kbps)
Channel per MHz	1.5	~2	< 1	~3
Video watch time with 850mA battery	Goal ~4 Hours Demo ~2Hours	~ 2 Hours	~ 2 Hours	~ 3.8 Hours

〈표 3〉은 DVB-H, DMB(DAB), FLO 및 Satellite DMB의 기술에 대한 비교이다.

IV. 차세대 방송·통신 융합 기술의 향후 전망

일반적으로 대용량의 멀티미디어 콘텐츠, 예를 들면 TV 프로그램은 주로 방송 네트워크를 이용한다고 생각을 해왔다. 그러나, 최근의 이동 통신의 급속한 발전을 통해 예전보다 훨씬 저렴한 비용으로 다양한 멀티미디어 서비스가 가능하게 되었다. 이러한 시점에서 방송 사업자와 통신 사업자간의 서비스 영역이 모호해지기 시작하여, 특정 서비스에 대해서는 양자간의 이해관계가 대립의 양상을 띄기도 한다.

그런데, 최근에 들어서는 방송과 통신이 대립하기보다는 상호 보완 관계를 구축하며 융합하여 새

로운 서비스를 창출하고 이와 동시에 새로운 수익원을 찾아내기 시작하였다. 대표적인 예로 이동통신망을 이용한 문자 서비스이다. 외부에서 TV를 시청하거나 라디오를 청취하는 중에 문자메세지를 보내 채택되면 상품을 주거나 내용이 소개된다. 이처럼 자연스럽게 방송의 단점이 리턴 채널을 통신망을 이용하여 보완하여 실시간은 아니지만 시청자 혹은 청취자가 양방향 서비스를 느낄 수 있고, 원하는 내용을 방송사에 손쉽게 통신망을 이용하여 전달할 수 있으며, 이 때 리턴 채널로 이용된 통신망에서는 새로운 수익이 창출될 수 있다는 것이다.

이러한 상황은 방송과 통신의 융합 문제만이 아니다. 최근 이동멀티미디어방송으로 DMB와 DVB-H중 어느 방식이 보다 적합한지에 대한 여부를 떠나, DVB-H 진영과 WorldDAB 진영은 서로 협력하기 시작했으며, i) DVB-H와 유사한 그러나 DAB에 기반을 둔 구현 가능한 표준 여부, ii) 두 표준을

동시에 만족하는 기기를 만들고자 하는 End-User의 쉬운 구현 여부, iii) 데이터 또는 비디오 전송을 위해서 DAB의 필요 조건 등의 문제점을 해결하고자 노력하고 있다. 그러한 노력 가운데 최근에 독일 정부로부터 지원을 받고 있고 시작된 프로젝트가 바로 DxB이다. 다행스럽게도 DAB와 DVB-H의 조화를 위해 각각의 시스템은 어느 정도 융통성을 확보하고 있다.

그런데, 최근에 급속히 방송과 통신의 융합을 통한 새로운 서비스가 등장하고 있는 시점에서 유럽의 경우 지난 1998년부터 거시적인 관점에서 방송과 통신 기술의 융합을 통해 창출할 수 있는 새로운 서비스에 대한 연구가 진행되어왔다. 이러한 연구를 통해 실제 소비자들의 요구사항과 이러한 요구

사항을 어떻게 충족시킬 수 있는가에 대해 다양한 분석과 여러 가지 가능성을 시험하여 실제 적용할 수 있는 결과를 얻고 있다. 특히, 방송과 통신의 융합을 통해 새로운 서비스를 상용화하기 전에 산업 투자(Industry Investment), 비즈니스 모델 및 보안(Security) 등을 현실적 제한요소로 보고 이를 해결하는 방안을 수립한다.

앞으로의 미래에 등장할 유비쿼터스 시대의 방송과 통신의 융합 기술과 서비스 분야를 주도하기 위해서는 거시적인 접근방식이 요구되며, 수출 경쟁력있는 관련 제품을 개발하기 위해서는 다양한 기술들이 동시에 유기적이고 체계적으로 개발 가능하도록 하는 Total Solution 형태의 접근이 필요할 것으로 보여진다[8].

참고 문헌

- [1] 한국방송공학회, 특집 DAB(DMB), 방송공학회지, 제8권, 제1호, 2003년 3월.
- [2] ETSI EN 300 401 v.1.4.1, "Radio broadcasting systems; digital audio broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers," Sept. 2004.
- [3] ETSI EN 300 744, " Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television," Nov. 2005.
- [4] ETSI EN 302 304, " Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals," Nov. 2005.
- [5] M. Kornfeld and U. Reimers, "DVB-H - the emerging standard for mobile data communication," EBU Technical Review, Jan. 2005.
- [6] A. Sieber and C. Weck, "What's the difference between DVB-H and DAB - in the mobile environment?," EBU Technical Review, Jan. 2005.
- [7] TTC website: <http://www.ttc.or.jp>
- [8] 전자부품연구원, 멀티미디어 방송(DMB) 수신기 개발에 관한 산업 분석, 2003년 중기거점기획보고서, 2003년 6월.

필자소개



이 경 택

- 1994년 : 인하대학교 전자재료공학과(공학사)
- 1996년 : 인하대학교 전자재료공학과 대학원(공학석사)
- 2004년 2월~현재 : 연세대학교 전기전자공학과 대학원(공학박사과정)
- 1996년 3월~1998년 8월 : 해태전자 통신기술연구소
- 1998년 9월~2001년 11월 : (주)아이앤씨테크놀로지 팀장
- 2002년 2월~현재 : 전자부품연구원 DMB·통신융합연구센터 팀장
- 주관심분야 : 디지털 방송통신 시스템, 시스템 소프트웨어



박 세 호

- 1998년 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 2000년 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1999년~2003년 : (주)아이앤씨테크놀로지 주임연구원
- 2003년~2005년 : 삼성전자 선임연구원
- 2005년~현재 : 전자부품연구원 DMB·통신융합연구센터 전임연구원
- 주관심분야 : 디지털 방송통신 시스템



박 용 석

- 1997년 : Carnegie Mellon University, Department of Electrical & Computer Engineering (Bachelor of Science)
- 1998년 : Carnegie Mellon University, Department of Electrical & Computer Engineering (Master of Science)
- 1998년~2001년 : (주) 에스원 주임연구원
- 2001년~2003년 : (주) 아이앤씨테크놀로지 주임연구원
- 2003년~현재 : 전자부품연구원 DxB·통신융합연구센터 전임연구원
- 주관심분야 : 차세대 디지털 방송통신 시스템, 시스템 S/W



권 기 원

- 1994년 : 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1996년 : 광운대학교 컴퓨터공학과 대학원(공학석사)
- 2005년 9월~현재 : 중앙대학교 대학원 전자전기공학부 (공학박사과정)
- 2001년 8월~현재 : 전자부품연구원 DMB·통신융합연구센터 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 통신 시스템, 방송통신시스템 설계



백 종 호

- 1994년 : 중앙대학교 전기공학과 (공학사)
- 1997년 : 중앙대학교 전기공학과 (공학석사)
- 2004년 : 중앙대학교 대학원 전자전기공학부 (공학박사수료)
- 1997년~2003년 2월 : 전자부품연구원 선임연구원
- 2003년 4월~현재 : 전자부품연구원 DMB수신기개발지원센터 센터장
- 2005년 2월~현재 : 전자부품연구원 DxB·통신융합연구센터 센터장
- 주관심분야 : 차세대 디지털방송통신 시스템, 유무선 영상통신융합 시스템