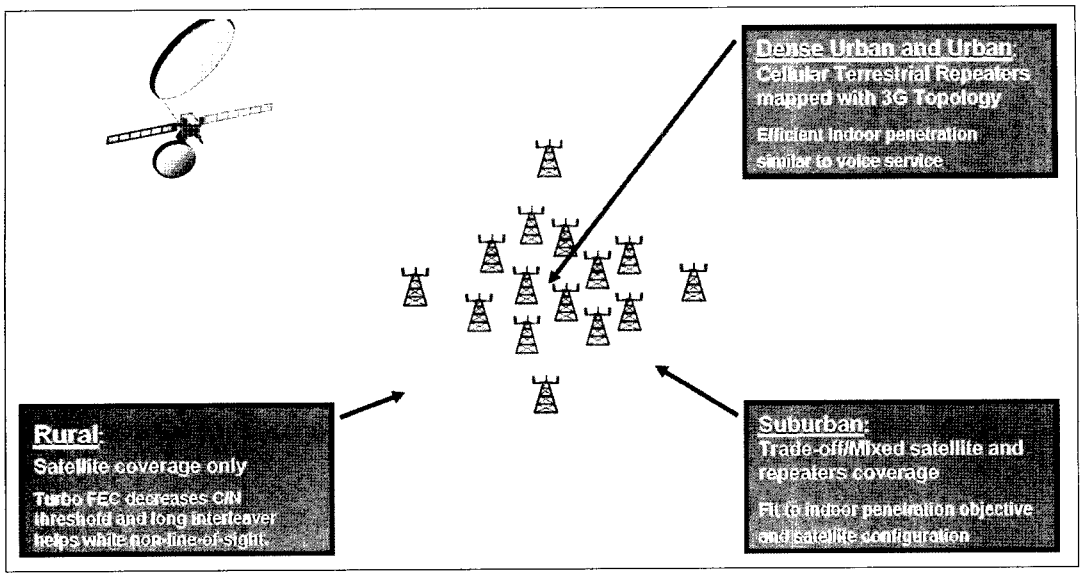
휴대용 디지털 위성 TV 방송을 위한 DVB-SH (Digital Video Broadcasting-Satellite services to Handhelds) 기술

□ 서정욱, 김현식, 이연성, 전원기, 백종호 / 전자부품연구원 모바일 단말연구센터

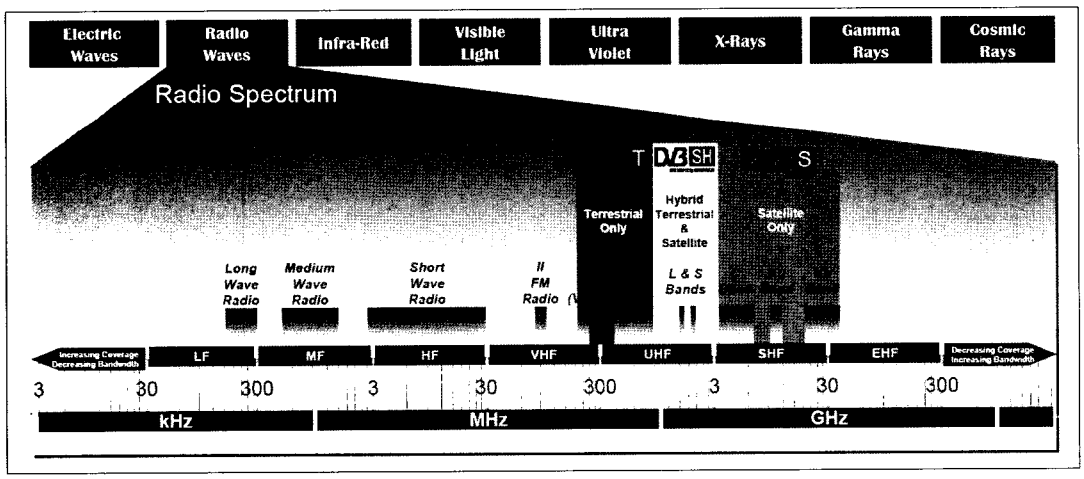
I. DVB-SH 개요

DVB-SH는 S-밴드 주파수를 사용하여 휴대폰과 같은 작은 휴대기기나 PDA, 차량에 탑재되는 기기 등에 영상, 음성, 데이터 서비스를 제공하도록 설계된 방송 전송 시스템 표준을 말한다[1] [2]. DVB-SH의 핵심적은 특징은 <그림 1>과 같이 위성과 지상(terrestrial)이 혼합된 시스템으로 도심지역 중심으로 서비스를 제공하는 지상파와는 달리 위성을 사용함으로써 나라 전체를 포함하는 넓은 지역에까지 서비스를 제공해줄 수 있으며, 위성으로부터 직접 받은 신호가 손상되는 지역이나 실내 수신인 경우에는 지상 중계기(gap filler)를 이용하여 서비스가 가능한 지역을 확대시킬 수 있다. 본 논문에서는 이러한 DVB-SH 기술에 대해 소개하도록 한다.

많은 전문가들은 모바일 TV 방송이 차세대 뉴미디어 분야에서 거대 시장이 될 것으로 예측하고 있다. 우리나라의 T-DMB와 유럽의 DVB-H의 상용서비스가 개시된 이후 모바일 방송에 대한 전세계의 관심이 날로 커져가고 있다. 이와 같은 추세에서 유럽을 중심으로 상용 서비스가 진행중인 DVB-H는 주로 UHF 대역을 사용하도록 설계되었는데 많은 나라에서 아날로그와 디지털 지상파 TV 서비스가 이미 제공되어 DVB-H 주파수에 대한 재배치 등의 문제로 활성화에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 2006년부터 시작된 DVB-SH 표준은 <그림 2>와 같이 3 GHz보다 낮은 대역의 주파수를 이용하도록 계획되었으며 주로 2.2 GHz근처의 S-대역 주파수를 고려하고 있다[3]. 또한 S-대역을 사용하여 CGC(Complementary Ground Components)와 연계된 MSS(Mobile Satellite Service) 시스템의 개발을 목표로 한다. 2007년 2월 14일 유럽 공동체에서 S-대역 스펙트럼을 30MHz로 일치시키고, 유럽에 위성/지상 혼합 시스템을 허



<그림 1> DVB-SH의 개념



<그림 2> DVB-SH의 주파수 대역

용한다는 결정이 채택되었다.

DVB-SH의 시스템과 파형에 대한 규격은 DVB Bluebook 형태로 공개된 후 ETSI에서 공식 표준으로 공표하였다[4]. DVB-SH 서비스는 이동 사용자에게 IP 기반의 멀티미디어 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이 서비스들은 단일 사용자(개인 단말기기의 소유자)이거나 같은 단말기를 공유하는 제한된 수의 사용자를 대상으로 한다. 사용자는 보행 혹은 차나 기차로 이동하는 중에도 서비스에 접속할 수 있다. 따라서 요구되는 단말기는 크기, 무게, 전력 소비의 관점에서 이동성에 적합해야 한다. 일반적인 응용분야는 1) 기존에 사용되던 라디오와

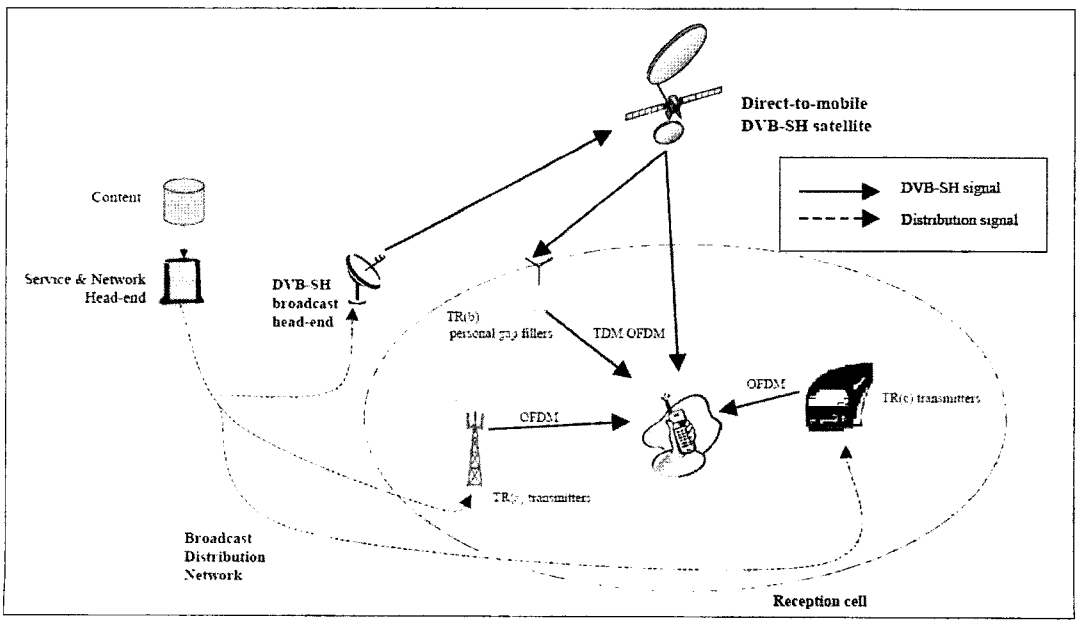
TV 컨텐츠 방송, 2) 이동 TV에 맞추어진 음성 혹은 영상 컨텐츠 방송, 3) 데이터 전달 (예: 알림 음 혹은 로고), 4) VOD(Video-On-Demand) 서비스, 5) 지역 기반 정보를 포함하는 정보 서비스(예: 뉴스), 6) 외부 통신 채널(예: 범용 이동 통신 시스템)을 경유한 양방향성 서비스 등이다.

II. DVB-SH 시스템

DVB-SH 표준은 3GHz 이하 주파수에서 위성과 지상의 혼합 통신망을 통하여 방향성이 제한된 컴팩트 안테나를 가지고도 이동 또는 고정된 단말기에 대해 멀티미디어 서비스를 효과적인 방법으로 제공할 수 있다. 대상 단말기는 휴대용(PDA, 휴대폰), 차량 기재용, 저속용(노트북, 팜탑 – 손바닥 크기의 휴대용 PC)과 정지 단말기 등이다. DVB-SH 표준은 SC(Satellite Component)와 CGC의 결합을 통해 광범위한 서비스 영역을 제공한다. 여기에서 SC는 지리적인 점에서 살펴보면 전체적인 서비스 영역을 제공하며, CGC는 셀룰러 형태의 서비스 영역을 제공한다. 일반적으로 위성 수신의 경우 빌딩 등과 같은 건물에 의해 음영지역이 발생하게 되는데 이를 극복하기 위해 CGC를 사용하는 것이다.

전형적인 DVB-SH 시스템은 <그림 3>과 같이 위성과 CGC를 결합한 구조를 기반으로 한다[4]. CGC는 방송용 분산 네트워크(broadcast distribution network: DVB-S2, Fibre, xDSL 등)에 연결된 지상파 중계기(terrestrial repeater)로 구성된다. 이 중계기에는 다음의 세가지 종류가 있다.

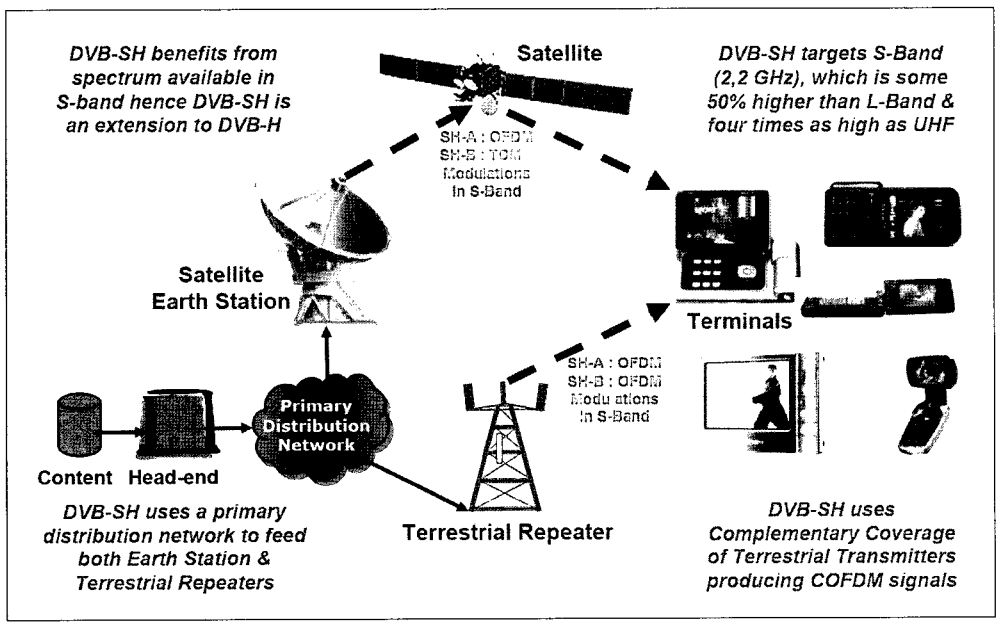
1) 지상파 송출기는 도심지와 같이 위성수신이 어



<그림 3> DVB-SH의 시스템 개념도

려운 지역에서 수신을 보완해주는 방송 인프라 송출기이다. 이것은 이동 셀 망과 함께 설치되거나 단독으로 설치된다. 무선 주파수 사용에 관한 적절한 계획과 파형 최적화를 통해 지역 정보를 삽입하는 것이 가능하다. 2) 개인용 갭-필러는 서비스 영역을 제한하여 해당 주파수를 통해 지역적인 재전송이나 주파수 변환을 제공한다. 실내에서 위성 수신이 가능하도록 해주는 것이 전형적인 예라고 할 수 있다. 3) 이동 송출기는 동적 보완 인프라를 형성하는 이동 방송 인프라 송출기이다. 주로 연속적인 위성 수신이나 지상파 수신이 보장되지 않는 기차나 선박 등의 환경에서 사용된다. 이 송출기 또한 지역 정보 삽입이 가능하다.

DVB-SH 네트워크 구조는 <그림 4>와 같이 나타낼 수 있다. OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)은 지상파 변조에 일반적으로 사용되며 DVB-H와 DVB-T 시스템의 핵심 기술이다. DVB-SH는 이러한 OFDM기술에 추가적으로 TDM(Time Division Multiplexing)을 사용한다. TDM사용 여부에 따라서 SH-A와 SH-B의 두 가지 참조모델로 나눌 수 있다. SH-A는 위성 링크와 지상파 링크 모두 OFDM 기술을 사용하고, SH-B는 위성 링크에 TDM 기술을 사용하고 지상파 링크에 OFDM을 사용한다. SH-A와 SH-B를 선택할 때 두 종류의 위성 페이로드(payloads)를 고려해야 한다. 첫 번째는 고출력 증폭기(HPA: High Power Amplifier)당 단일 DVB-SH 물리계층 멀티플렉스이고, 두 번째는 고출력 증폭기당 다중 DVB-SH 물리계층 멀티플렉스이다. 두 번째 경우는 재구성 가능한 안테나 구조를 가지고 있는 다중-빔 위성에 해당된다. 고출력 증폭기 페이로드 구성을 위해 단일 반송파를 사용할 경우 SH-B (TDM)로 설정하



<그림 4> DVB-SH의 네트워크 구조

면 신호 포락선의 PAF(Peak-to-Average Factor)를 감소시킬 수 있어 고출력 증폭기가 최적으로 동작할 수 있다. 반면 다중 반송파(OFDM)를 사용하는 SH-A는 보다 높은 고출력 증폭기 백-오프(back-off)를 요구하므로 불리한 점이 있다. 그러나 다중 반송파 내장형 고출력 증폭기를 사용할 경우 SH-A나 SH-B를 통해 얻을 수 있는 성능 차이는 아주 작거나 없다고 볼 수 있다. 즉 SH-A는 준선형 모드에서 동작하는 위성 트랜스폰드가 필요하고 SH-B는 최고포화모드에서 동작하는 위성 트랜스폰드가 필요하다.

네트워크 구성에서 스펙트럼을 할당할 때 SH-B는 위성 송출을 위한 전용 부-대역이 필요하고 위성 프로그램의 수신을 재강화하기 위해서 지상의 지역 콤포넌트에 사용 가능한 부-대역을 갖추고 있어야 한다. 이에 반해 SH-A는 지상파 전용 송출을 위해 사용하는 모든 부-대역을 그대로 남겨둔 채, 위성 송출용 부-대역을 통해 위성 정보를 지상파로 중계할 수 있다. SH-A는 위성과 지상 링크 간에 변조형태가 재사용되고, 부반송파의 변조와 부호화가 정확하게 동일하기 때문에 SFN(Single Frequency Network) 모드에서 동일 반송파 주파수를 통해 중계하는 것이 가능하다. SH-B 변형에 있어 반송파의 매개 변수들은 독립적이다. 위성 반송파의 정보만이 지상의 반송파에 의해 중계된다.

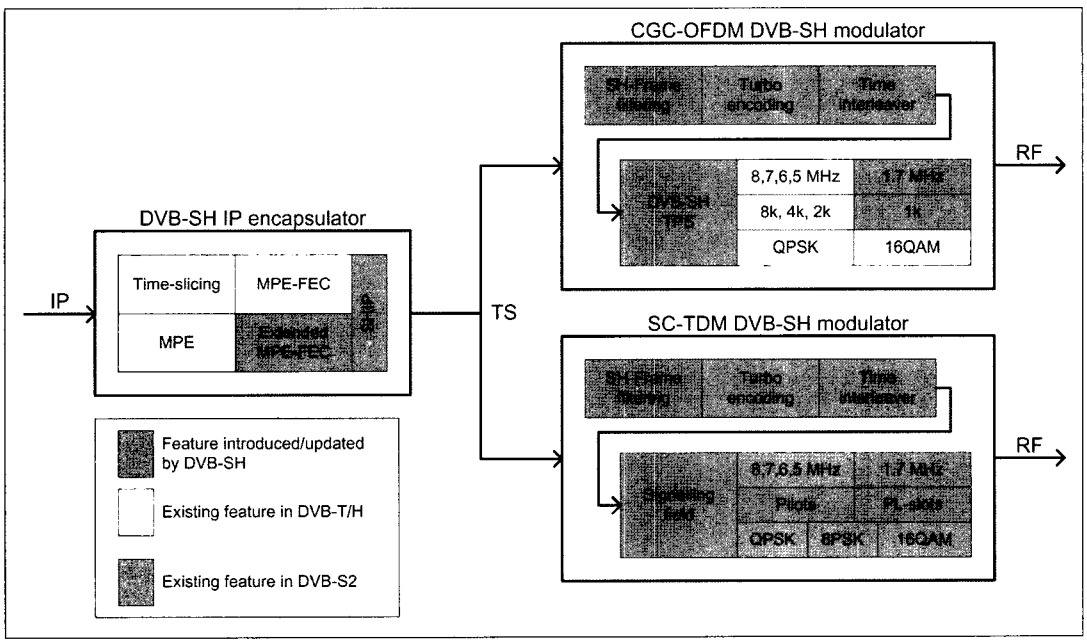
5MHz의 세 개의 부-대역으로 이루어진 15MHz MSS 대역을 예로 들면 세 개의 영역에 할당된 세 개의 위성 대역이 있고, 각 영역은 두 개의 5MHz 부-대역을 지상파 전용 전송을 위해 재사용할 수 있다. SH-A 시스템에서 지상파 중계기들은 동일한 5MHz 부-대역에서 위성과 같은 반송파 심볼을 생성하며, 각 송출기는 이웃 송출기 및 위성에 동기화되어 있다. 이 동기화는 DVB-T의 MIP(Mega-frame Initialization Packet)와 매우 유사한 SHIP 패킷 전송에 의해 이루어지며 SH-프레임들이 위성신호에 종속된 지상파 송출기의 출력단에서 동기화된다. 피딩 네트워크는 지구-위성간 시간지연과 지상에서의 신호 재생을 보정하는 역할을 포함하며 지구-위성간 총체적인 SFN 방송 네트워크를 형성한다. 두 개의 5 MHz 부-대역은 지상파 전용 전송만을 위해 남겨둔다. SH-B 시스템에서 한 개의 5 MHz 부-대역은 신호의 재강화가 필요한 지역에서 지상 네트워크를 통해 위성 정보를 전송하도록 사용된다. 이 수신기는 물리계층에서 위성과 지상 송출기로부터 수신된 심볼을 사용할 수 있기 때문에 SH-A와 동일한 동기화 기술이 사용된다. 따라서 주어진 프로그램으로부터의 정보 심볼들은 시간적으로 충분히 가깝게 배치되기 때문에 복호기에서 효율적으로 결합되어 전체적인 링크 성능을 향상시킬 수 있다. 또한 지상파 전송은 SNR(Signal-to-Noise Ratio)이 높아 광대역 위성 송출보다 스펙트럼 효율성이 우수하다. 따라서 지상파 반송파는 위성 콘텐츠를 중계하는 동일한 5 MHz 지상파 부-대역을 통해 추가적인 지역 정보를 전달할 수 있다. 그 결과 15 MHz MSS 밴드 이외에 지상파 전송에 적합한 5MHz 부-대역 일부가 더해진 5MHz 부-대역이 생기게 된다.

III. DVB-SH 물리계층 기술 및 송수신기 구조

본 절에서는 DVB-SH 물리계층에 대해 설명한다. 아래 <그림 5>는 SH-B 송출 시스템 구조를 나타낸다. <그림 5>에서 보는 바와 같이 순방향 오류정정(FEC: Forward Error Correction)과 인터리빙을 포함

하는 공통부분인 외부 물리계층(OPL: Outer Physical Layer)과 두 개의 다른 내부 물리 계층(IPLs: Inner Physical Layers)이 존재한다. 내부 물리계층 중 IPL-OFDM은 DVB-T에서 채택한 다중 반송파 변조(OFDM)를 사용하고, IPL-TDM은 DVB-S2에서 채택한 단일 반송파 변조(TDM)를 사용한다.

파일럿 심벌이 삽입된 OFDM(IPL-OFDM)은 네 가지 모드를 지원한다. 2k, 4k, 8k 모드는 DVB-T와 동일하고, 1.74 MHz 로 채널화된 L-대역의 줄어든 대역폭을 극복하기 위해 1k 모드가 추가되었다. OFDM 복조기는 이미 DVB-T/H에서 사용되고 있기 때문에 이를 적절히 재사용하면 된다. OFDM 에서는 QPSK, 16QAM, 계층적 변조를 지원하는 비균일(non-uniform) 16QAM등이 사용된다. 파일럿 심볼이 삽입된 TDM(IPL-TDM)은 다양한 롤-오프 계수(0.15, 0.25, 0.35)를 가진 QPSK, 8-PSK, 전력과 스펙트럼 효율이 뛰어난 16-APSK가 사용된다. 파일럿 심벌패턴은 매우 낮은 SNR에서도 동기가 잘 이루어지도록 설계되었다. 공통적인 순방향 오류정정으로는 3GPP2에서 채택된 터보 코드가 사용되는데 1/5 ~ 2/3의 부호화율을 지원할 수 있다. 터보 코드는 8개의 MPEG-TS 패킷에 해당하는 블록 사이즈 단위로 부호화를 수행한다. 서비스 레벨과 수신 단말기 종류(특히 메모리 크기)에 따라 약 백 밀리 초에서 수 초에 이르는 유동성이 매우 높은 채널 인터리버가 사용된다. 이 채널 인터리버를 통해 시간 다이버시티 효과를 얻을 수 있다. 또한 CRC(Cyclic Redundancy Check)(OPL)가 MPEG-TS 패킷마다 삽입되어 상위계층 순방향 오류정정을 지원하거나 오류가 발생한 패킷을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 링크계층 순방향 오류정정은 DVB-H와 유사하다. 분리된 버스트 형태로 여분 정보를 포함하는 추가적인 MPE 섹



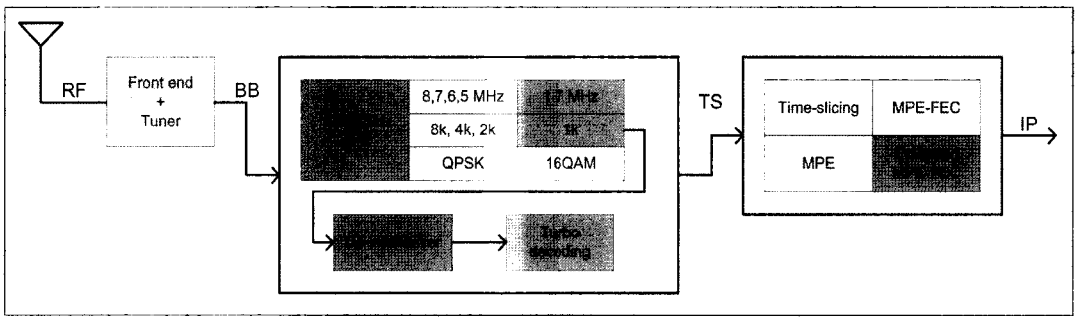
<그림 5> SH-B 송출 시스템 블록 다이어그램

션을 전송할 수 있다. 이러한 링크계층 오류정정 방식은 메모리 구조나 폼 팩터(form factor) 요구조건에 따라 단말 제어기나 수신기에 의해 사용될 수 있다.

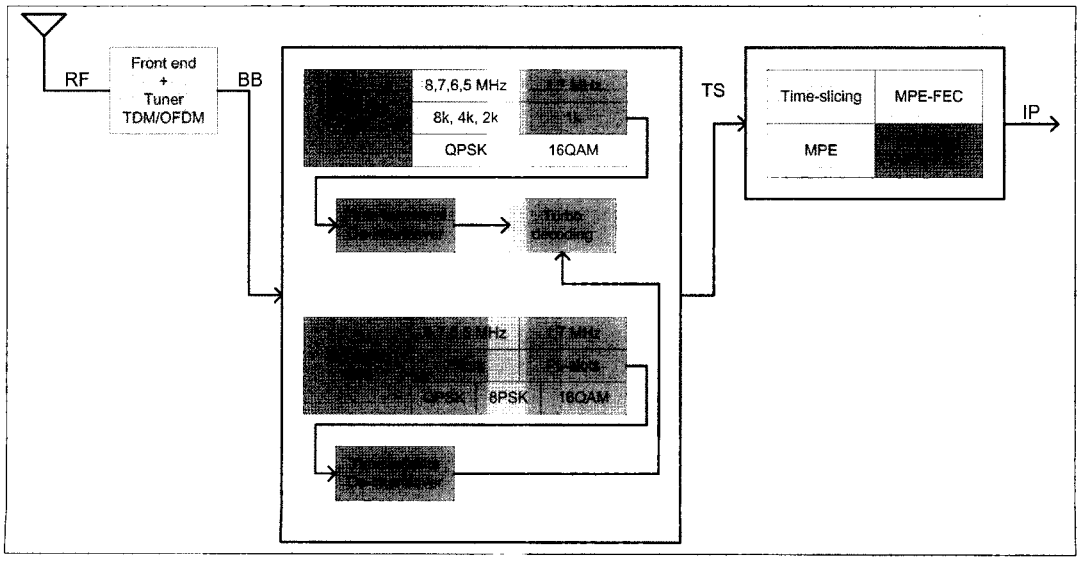
이동 단말을 통해 위성신호를 수신할 때 빌딩이나 다리 등에 의해 발생하는 음영효과로 인해 LOS(Line-of-Sight)가 오래도록 확보되지 않는 현상이 자주 발생한다. 이러한 현상을 극복하는 방법에 따라 두 종류의 수신기로 나눌 수 있다. 먼저 클래스-1 수신기는 물리계층에서 적절한 메커니즘을 통해 짧은 불통현상과 페이딩을 주로 극복하고 링크계층에서 여분 정보를 통해 긴 불통현상을 지원한다. 반면 클래스-2 수신기는 수신 칩에 직접 접근 가능한 큰 메모리 사용을 통해 물리계층에서 긴 불통현상을 직접적으로 극복한다. 다른 계층 간

〈표 1〉 시스템 구조 및 수신기 종류에 따른 DVB-SH의 단말기 구성

단말기 구조	시스템 구조	수신기 종류
구조 A-1	SH-A	클래스-1
구조 A-2	SH-A	클래스-2
구조 B-1	SH-B	클래스-1
구조 B-2	SH-B	클래스-2



〈그림 6〉 SH-A 수신기 블록 다이어그램



〈그림 7〉 SH-B 수신기 블록 다이어그램

의 보안을 설정하는 것은 서비스 품질, 서비스 종류, 상용화된 수신기 종류 등에 따라 달라질 수 있다. 두 DVB-SH 시스템 구조(SH-A와 SH-B)와 두 종류의 수신기(클래스-1과 클래스-2)의 조합을 통해 <표 1>과 같이 네 가지 형태의 단말기를 구성할 수 있다[5]. 이에 기반하여 <그림 6> 및 <그림 7>과 같이 SH-A 수신기와 SH-B 수신기를 나타낼 수 있다[6].

IV. 결 론

본 논문에서는 휴대용 디지털 위성 TV 방송인 DVB-SH 기술에 대해 간략히 소개하였다. DVB-SH는 기존의 DVB-H와 DVB-S를 보완하고 성능을 향상시키는 역할은 물론 다양한 분야에 사용될 수 있는 잠재력을 가지고 있다. DVB-SH 시스템은 위성과 지상파를 혼용함으로써 넓은 지역은 물론 국지적인 음영지역까지 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 특히 위성신호의 이동 수신에서 빈번히 발생하는 음영효과를 해결하기 위해 수신기 종류를 다양화하였으며 성능 개선을 위한 여러 가지 기술을 채택하고 있다. 앞으로 급속히 전개될 차세대 휴대이동 방송시장에서 DVB-SH 기술은 지상파 시스템과의 경쟁과 보완 관계를 적절히 유지할 수 있는 새로운 대안으로 고려해 볼만 한다.

참 고 문 헌

[1] DVB Standardization Status and Future Prospects! – KOBA '07, Seoul (Korea)
[2] Satellite Services to Handhelds, The most advanced Satellite Broadcasting system in the world – DVB Fact Sheet, April 2008
[3] Gerard FARIA, Mobile digital broadcasting DVB-SH : A new star is born, DVB Tutorial CSTB'08, Feb. 2008.
[4] ETSI EN 302 583 V1.1.1 (2008-03), Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, channel coding and modulation for Satellite Services to Handheld devices (SH) below 3 GHz
[5] DVB-SH – mobile digital TV in S-Band, Philip Kelley (Alcatel-Lucent), Christian Rigal (Thales Alenia Space) – EBU TECHNICAL REVIEW, July 2007
[6] DVB-SH Implementation Guidelines – DVB Document A120 May 2008

필 자 소 개

서 정 욱

– 1999년 2월: 한국항공대학교 통신정보공학과(공학사)
– 2001년 2월: 한국항공대학교 통신정보공학과 (공학석사)
– 2005년 3월 ~ 현재: 연세대학교 전기전자공학과 (박사과정)
– 2001년 1월 ~ 현재 : KETI 모바일단말연구센터 선임연구원

필 자 소 개

김 현 식

- 2002년 2월 : 인하대학교 전기공학과(공학사)
- 2004년 2월 : 인하대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2004년 3월 ~ 현재 : KETI 모바일단말연구센터 전임연구원

이 연 성

- 1996년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1998년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 1998년 10월~2003년 5월 : 쎄트리마이크로시스템
- 2003년 7월 ~ 현재 : KETI 모바일단말연구센터 선임연구원

전 원 기

- 1994년 2월 : 중앙대학교 전자공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 중앙대학교 전자공학과(공학석사)
- 1999년 2월 : 중앙대학교 전자공학과(공학박사)
- 2001년 8월 ~ 현재 : KETI 모바일단말연구센터 책임연구원

백 종 호

- 1994년 2월 : 중앙대학교 전기공학과(공학사)
- 1997년 2월 : 중앙대학교 전기공학과(공학석사)
- 2007년 8월 : 중앙대학교 전자전기공학부(공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : KETI 모바일단말연구센터 센터장
- 2003년 4월 ~ 현재 : KETI DMB 수신기개발지원센터 센터장
- 2007년 3월 ~ 현재 : 서울여자대학교 정보미디어학부 겸임교수