

# 이동 멀티미디어 서비스를 위한 DVB-H 시스템

서정욱, 박용석, 전원기, 백종호

전자부품연구원 DxB·통신융합연구센터

## 목 차

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| I. 서론                    | III. DVB-H 시스템의 물리계층 성능분석 |
| II. DVB-H 시스템의 요구조건 및 개요 | IV. 결 론                   |

### I. 서론

19세기 중반부터 20세기말까지 오디오와 비디오 서비스를 제공해오던 아날로그 라디오와 텔레비전 방송 시스템은 근래에 들어 다양한 멀티미디어 서비스를 제공해주는 디지털 방송시스템으로 눈부시게 발전하고 있다[1],[2].

디지털 지상파 텔레비전 표준인 DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial) 시스템은 독일, 영국, 이탈리아, 프랑스 등 유럽을 중심으로 확산되고 있는 대표적인 디지털 방송시스템이다[3]-[7]. 1990년도 중반에 개발된 DVB-T 시스템은 지붕 위에 안테나를 설치하여 휴대 및 고정수신이 가능하도록 설계되었으며 수신기의 개발 단가를 낮추기 위해서 이동수신에 효과적인 time interleaving을 대신하여 디지털 위성방송 시스템인 DVB-S(Satellite)의 오류정정기술을 채택하였다. 이후 EU(European Union)가 지원하는 다수의 과제를 통해 DVB-T의 이동수신 적합성을 연구하였으며 수신기를 최적화하고 2개의 안테나를 사용하는 다이버시티 기술을 사용하면 열악한 채널환경에서도 고속 이동수신이 가능하다는 결론을 얻었다. 그러나 이동성 실험을 실시하는 중에 DVB-T를 활용하여 다른 멀티미디어 응용 서비스를 제공해줄 수 있는지에 대해서 심각한 의문이 제기되었다. 한편, Nokia를 비롯한 여러 이동통신 휴대폰 제조사들은 DVB-T의 넓은 송수신 반경, 많은 용량의 서비스 전송능력, 무선 PMP(Point-to-Multipoint) 링크를 통한 접근성 등으로 인해 이동 멀티미디어 서비스를 위한 시스템으로

DVB-T에 큰 관심을 갖게 되었다. 이동통신 사업에 아직까지 포함되지 못했던 텔레비전 서비스에 대한 동기부여 요소로 DVB-T가 작용한 것이다.

고정, 휴대, 이동 단말기를 지원하도록 DVB-T가 설계되었음에도 고속 이동시 적은 전력소모를 요구하는 소형 휴대 단말기에 적용하기에는 취약하다는 연구 결과가 발표되면서 DVB-T를 근간으로 하는 새로운 표준, DVB-H(Handheld)가 출현하게 되었다[8],[9]. DVB-H는 작은 디스플레이를 지닌 소용량 배터리로 동작하는 이동 단말기를 구현대상으로 하며, 하나의 안테나를 사용해 휴대 이동환경에서 다양한 멀티미디어 서비스를 사용자들에게 제공해줄 수 있다. DVB 프로젝트는 DVB-H 요구사항과 2004년 11월 표준화 작업을 성공적으로 마친 후 검증작업을 시작하였으며, 시범 네트워크가 헬싱키(핀란드), 베를린(독일), 피츠버그(미국), 바르셀로나(스페인) 및 메스(프랑스)에서 운영되고 있다. 장비의 기능성과 호환성을 확인하고 실질적인 성능에 대한 지식을 얻기 위해 2004년 10월 베를린에서 처음으로 합동실험이 이루어졌으며 이를 토대로 시스템 평가를 새롭게 진행하고 있다. 2005년 초부터 활동영역을 확대하여 그 결과를 관련분야의 신규 버전 구현 지침서로 활용할 것으로 보이며 2006년 초에는 유럽의 여러 곳에서 상용 서비스를 시작할 것으로 예측된다. 단말기 및 칩 제조사들의 시장전망에 의하면 2008년에는 DVB-H 기기의 판매가 수천에서 수억 대에 달할 것으로 예상된다.

본 논문에서는 DVB-H 시스템의 주요특성과 성능에 대해 소개한다. 논문의 구성은 다음과 같다. II절에

서 DVB-H를 위한 시스템 요구조건과 개요를 살펴보고, III절에서 표준에 명시된 물리계층에 대해 간략히 설명한 후 시뮬레이션 결과를 통해 그 성능을 분석한다. 마지막으로 IV절에서 결론을 맺도록 한다.

## II. DVB-H 시스템의 요구조건 및 개요

DVB-H 시스템은 DVB-T 표준에 기반을 두고 있어 DVB-T 시스템과 대부분 호환이 가능하며, 배터리로 동작하는 소형, 경량, 휴대형 단말기의 특성에 적합하도록 설계되었다. 이 시스템이 제공하는 광대역, 고속 downstream 채널은 수 Mbps대에 달하는 데이터 전송률을 지원하므로 휴대 단말기에게 오디오/비디오 streaming, 파일 전송과 같은 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 사실에 비추어볼 때, DVB-H 시스템에 의해 콘텐츠 제공자와 네트워크 운영자를 위한 새로운 시장이 열릴 수 있을 것으로 기대된다.

### 2.1 시스템 요구조건

DVB-H는 먼저 휴대 및 이동 용도로 좋은 품질의 오디오 및 비디오 streaming을 포함한 방송 서비스를 제공해야 한다. 이를 위해서 DVB-H 시스템은 채널당 10 Mbps 정도의 데이터 전송률을 사용할 것으로 보인다. 전송채널은 UHF 대역을 사용하며, VHF 대역의 Band III도 사용 가능하다. 또한 필요에 따라서 방송용 주파수가 아닌 다른 주파수 대역도 사용할 수 있다.

DVB-H 휴대 단말기가 사용되는 환경은 디지털 오디오 방송인 DAB (Digital Audio Broadcasting)의 환경과 유사하므로 DVB-H는 DAB와 유사한 송수신 환경을 가져야 한다[10],[11]. 여기서 휴대 단말기는 컬러 디스플레이를 지닌 멀티미디어 휴대폰, PDA, 포켓 PC 등의 기기를 말한다. 이 기기들은 일반적으로 크기가 작고, 가벼우며, 배터리로 동작한다. 이러한 특징은 이동성에 대한 기본조건이지만 전송 시스템에게는 많은 제약을 가져온다. 외부 전원 입력을 갖지 않는 이들 단말기들은 제한된 전력용량을 갖는다. 따라서 장시간 사용할 수 있도록 저전력 및 절전기능이 고려

되어야 한다.

서비스가 실내외에서 뿐만 아니라 고속이동 중에도 제공되어야 함으로 반드시 이동성을 보장해 주어야 한다. 장거리 이동시 인접한 DVB-H 라디오 cell 간의 handover는 사용자가 느끼지 못하도록 이루어져야 한다. 휴대형 단말기에 사용되는 안테나의 크기는 제한되어 있으며 이동 중에는 안테나를 송신기의 방향으로 돌릴 수가 없다. 다중 안테나 다이버시티 기술은 단말기의 공간제약 때문에 사용할 수 없다. 또한 동일한 단말기를 사용하여 GSM 신호를 송수신한다면 간섭이 발생할 수도 있다. 수 Mbps대의 downstream을 휴대형 기기에서 수신한다는 것은 매우 복잡한 일이다.

마지막으로 DVB-H가 DVB-T의 전송장비를 그대로 사용할 수 있도록 DVB-H와 DVB-T의 네트워크 구조는 호환성을 가져야 한다.

### 2.2 시스템 개요

DVB-H 표준에서는 물리계층을 포함한 가장 낮은 프로토콜 계층까지 정의하고 있다. 링크계층에서는 배터리 절약에 효과적인 time slicing이라는 절전 알고리즘을 사용하고 있다. 단말기가 네트워크 cell 사이를 이동할 때 이 기술을 사용하면 soft handover를 할 수도 있다. 또한, 링크계층에서는 열악한 수신환경을 극복하기 위해 MPE-FEC(Multi-Protocol Encapsulation Forward Error Correction)라는 에러보정기술을 사용하고 있다. 이 방식은 DVB-T의 channel coding 위에 다시 channel coding을 함으로써 time interleaving 기능을 제공한다. 물리계층에서는 다양한 SFN(Single Frequency Network)을 구축하기 위해 기존의 모드 외에 4K 모드를 추가적으로 제공하고 있다.

#### (1) 일반 및 확장 물리계층

DVB-H는 전송방식으로 DVB-T와 동일한 OFDM 기술을 사용한다[12]-[15]. DVB-H 신호와 DVB-T 신호를 구분하기 위해서 물리계층 multiplex에 DVB-H elementary stream이 존재한다는 것을 알리는 파라미터가 추가되었다. Signaling은 DVB-T와 호환 가능하도록 설계되었다. DVB-H data stream은 DVB-T transport stream과 호환이 가능하기 때문에 DVB-H data stream은 (i) DVB-H 서비스 전용 DVB-T 송신

네트워크 및 (ii) DVB-T와 DVB-H 서비스 겸용 DVB-T 송신 네트워크에서 방송될 수 있다. 따라서 DVB-H에 국한된 기술들(time slicing, enhanced forward error correction 등)은 그림 1과 같이 모두 DVB transport stream 상위 계층에서 구현된다.

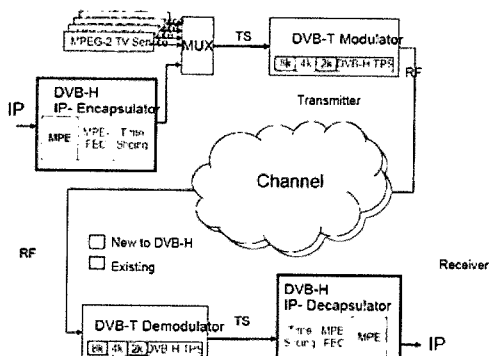


그림 1. DVB-H 시스템의 블록 다이어그램

Multiplex에 포함된 DVB-H elementary stream의 parameter signaling은 DVB-T의 TPS(Transmission Parameter Signaling) 채널을 확장해서 사용한다. TPS는 별도의 정보채널을 생성하여 수신기에 튜닝 파라미터를 제공해준다. 기존의 TPS에 추가된 내용은 multiplex에 time slice된 DVB-H elementary stream이 존재하는 지에 대한 정보와 MPE-FEC가 최소한 하나의 elementary stream에 사용되고 있는지에 대한 정보 등이다. 기타 전송모드와 관련된 정보도 TPS 채널을 통해 제공된다. 마지막으로 DVB-T에서 선택사항이었던 cell identifier의 방송이 DVB-H에서는 필수 사항이 되었다. 이 정보가 제공됨으로써 동일한 서비스를 제공하고 있는 인접한 네트워크 cell의 발견이 쉬워진다. DVB-H는 DVB-T 표준과는 다른 OFDM 전송모드를 사용할 수 있다. DVB-T는 네트워크 형태에 따라 최적의 서비스를 제공할 수 있도록 2K와 8K 모드를 사용하고 있다. DVB-H는 추가적으로 4K 모드를 지원하며 OFDM 변조기의 4096 포인트 IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform)를 통해 생성된다. 표 1은 세 가지 OFDM 전송모드와 관련된 파라미터를 보여준다. 4K 모드는 나머지 두 모드의 단점을 적절히 보완한 모드이다. 4K 모드는 2K 모드에 비해 guard interval의 길이가 2배로 크기 때문에 SFN을 구성하는

송신기들 사이의 거리를 2배로 늘릴 수 있으며, 8K 모드에 비해 부반송파간의 간격이 넓기 때문에 Doppler 확산의 영향을 덜 받게 된다.

표 1. DVB-H의 전송모드별 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 (us)	224	448	896
Guard interval duration (us)	7,14,28,56	14,28,56,112	28,56,112,224
Carrier spacing (kHz)	4.464	2.232	1.116
Maximum distance of transmitters (km)	17	33	67

DVB-H는 그림 2에서와 같이 세 가지 모드에 따라 다양한 symbol interleaving 방식을 제공한다. 단말기는 전송하는 모드에 따라 기본적으로 제공되는 native interleaver를 사용할 수 있다. 그러나 2K와 4K 모드의 경우 이와는 별도로 8K 모드의 메모리를 사용하여 interleaving depth를 증가시키는 in-depth interleaver를 사용할 수도 있다. In-depth interleaving을 위해 4K 모드는 2개의 OFDM symbol을, 2K 모드는 4개의 OFDM symbol을 사용한다. 텔레비전 방송을 위해 사용되는 VHF/UHF 채널 대역폭(6 MHz, 7 MHz, 8 MHz)외에 5 MHz 채널 대역폭이 표준에 정의되어 있다. 이것을 통해 기존의 방송 주파수 대역 외에서도 DVB-H가 사용될 수 있다.

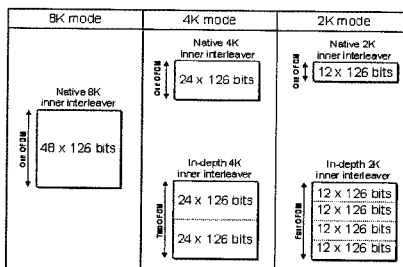


그림 2. DVB-H의 다양한 symbol interleaving 방식

(2) Time slicing 기술

DVB-H 단말기는 제한된 배터리 용량이라는 제약을 가지고 있다. DVB-T와 호환되게 만들어졌다는 것 자체가 DVB-H에게는 부담이 될 수 있다. DVB-T

stream과 같은 광대역 고속 stream을 복조 및 복호화 하는 과정에서 튜너와 복조기에서 전력손실이 발생하기 때문이다. DVB-H 개발 초기에 DVB-T front end 단은 1 W 이상의 전력을 소비하는 것으로 나타났고, 2006년까지도 600 mW 이하로 떨어지지 않을 것으로 조사됐다. 보다 낮은 값도 가능할 것으로 보고 있으나 DVB-H 단말기 front end의 최대 threshold 값으로 보는 100 mW의 수치는 여전히 DVB-T 수신기로는 불가능하다. 왜냐하면, multiplex의 특정 서비스(텔레비전 프로그램)를 보기 위해서 DVB-T는 전체 데이터 stream을 decoding해야 하기 때문이다.

DVB-H에서는 원하는 서비스 데이터를 가진 stream의 특정 부분만을 처리할 수 있는 절전기능이 사용된다. 데이터 stream을 어떤 특정한 방식으로 재구성할 수 있다면 이러한 기능은 쉽게 지원될 수 있다. DVB-H의 여러 서비스는 TDM(Time Division Multiplexing) 방식으로 multiplexing된다. 특정 서비스의 데이터를 연속적으로 보내지 않고, 사이사이에 공백이 있는 조밀하고 주기적인 burst 형태로 전송한다. 서로 다른 다수의 서비스를 multiplexing해서 보내게 되면 stream은 일정한 전송률을 가진 연속적이고 공백이 없는 형태로 변하게 된다. 이러한 신호형태를 통해 원하는 시간대에 서비스를 선택적으로 수신할 수 있다. 단말기는 원하는 서비스의 burst에 대해서 동기를 맞추고 다른 서비스들이 전송될 때는 절전 모드에 들어가면 된다. 이 기술을 time slicing이라고 한다. 수신기는 입력된 burst들을 buffering한 후 전송률에 따라 특정 서비스를 읽어낸다. 한 burst를 구성하는 데이터양은 front-end 단에 절전시간을 제공할 수 있을 정도가 되어야 한다. Burst의 위치는 동일 서비스 내에 2개의 연속적인 burst 간의 상대적인 시차로 구분할 수 있다. 한 burst의 길이는 수백 밀리(milli-)초에 달하며 절전시간은 수초에 달한다. Front end단을 power-up 시키고 동기를 다시 맞추는데 걸리는 시간은 250 ms 미만이어야 한다. On-time과 절전시간 비율에 따라 최대 90%까지 절전효과를 볼 수 있다. 그림 3에서 time-slicing된 서비스를 포함한 데이터 stream을 볼 수 있다. DVB-T 채널의 전체 용량인 13.27 Mbps의 4분의 1이 DVB-H 서비스에 할당되어 있고 나머지 용량은 DVB-T 서비스와 함께 사용되고 있다. Time slicing을 위해 multiplexing된 서비

스가 충분히 제공되고 최소한의 burst 전송률이 보장된다면 효율적인 절전효과를 얻을 수 있다.

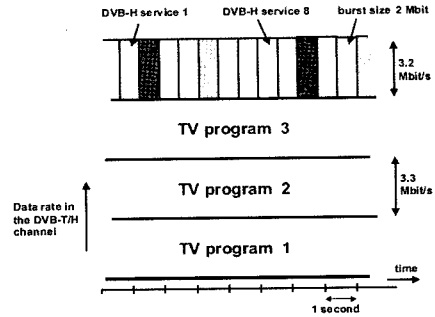


그림 3. DVB-T/H 서비스를 위한 time slicing 기술

Time slicing은 단말기에게 또 다른 이점을 제공한다. 긴 절전 시간을 이용하여 인접 라디오 cell에서 현재의 서비스를 제공하는 채널을 찾을 수 있다. 이를 통해 두 cell간의 경계에서 채널 handover를 수행할 수 있다. 즉, 하나의 front end를 사용하여 인접한 cell에서 제공되는 서비스에 대한 모니터링과 선택된 서비스 데이터의 수신을 모두 할 수 있다.

### (3) MPE-FEC 기술

MPEG-2 표준에서 파생된 DVB transport stream을 사용하는 여러 DVB 시스템과는 달리 DVB-H 시스템은 IP에 그 기반을 두고 있다. 따라서 DVB-H 시스템은 IP interface를 통해 이중의 네트워크와 연동될 수 있다. IP 데이터는 MPE라는 DVB 데이터 방송 표준에 정의된 adaptation 프로토콜을 통해 transport stream에 포함된다. MPE 레벨에서 FEC가 추가된 것이 MPE-FEC 기술이며 물리계층의 FEC를 보완하는 역할을 한다. 이 기술을 사용할 경우 DVB-T보다 약 7 dB 정도의 S/N 이득이 발생하는 것으로 알려져 있다.

그림 4를 통해 세부적인 처리과정을 알 수 있다. MPE-FEC는 RS 코드와 block interleaver로 구성되어 있다. MPE-FEC encoder는 DVB-H codec의 입력을 포함하는 FEC frame이라는 특수한 구조를 생성한다. FEC frame은 최대 1024개의 행과 255개의 고정 열로 구성된다. 각 frame cell은 한 byte에 해당하며 frame의 최대 크기는 2 Mbits이다. Frame은 왼쪽의 application data table(191 열)과 오른쪽의 RS data table(64 열)로

구분된다. Application data table은 보호대상이 되는 서비스의 IP packet들로 채워진다. 각 행의 application 데이터에 RS(255, 191)를 적용하면 RS data table은 이에 해당되는 RS code의 parity bytes를 얻게 된다. 부호화된 후에 application data table에서 IP packet들을 읽어내어 MPE 방식을 통해 IP section에 encapsulate한다. 그 다음 RS data table에서 행 단위로 parity 데이터를 읽어내어 별도의 FEC section에 encapsulate한다. FEC frame을 쓰고 읽는 것은 세로 방향으로 하고 코딩은 가로 방향으로 하기 때문에 가상의 block interleaving 효과도 줄 수 있다. MPE-FEC는 time slicing과 직접적인 연관성이 있다. 두 기술은 모두 elementary stream 레벨에서 적용된다. 하나의 time-slicing burst가 하나의 FEC frame 내용을 포함하기 때문에 수신기 chip이 메모리를 재활용할 수 있다. 각 burst의 IP 데이터와 parity를 분리하였기 때문에 수신기에서의 MPE-FEC 복호는 선택사항이다. Application 데이터는 parity 정보를 무시하고 사용될 수도 있다.

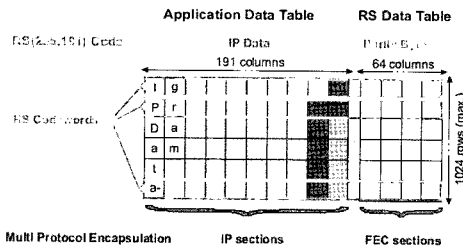


그림 4. MPE-FEC frame 구조

### III. DVB-H 시스템의 물리계층 성능분석

본 절에는 DVB-H 시스템의 물리계층을 대략적으로 살펴보고 그 성능에 대해 분석한다. 그림 5와 같이 물리계층의 기본구조는 DVB-T 시스템의 물리계층과 동일하다. 다만, 몇 가지 기능이 추가되었다. 4K 모드를 지원하기 위한 OFDM 변조와 레퍼런스 신호, TPS 정보가 추가되었다. Inner interleaving에서는 4K 모드를 위한 native inner interleaver와, 2K 및 4K 모드를 위한 in-depth interleaver가 추가되었다. Time-slicing이나 MPE-FEC의 사용여부를 수신기에게 알려주는 TPS 정보도 새롭게 정의되었다.

MPEG-2 transport multiplex 패킷은 길이가 188 bytes이고 1개의 sync-word (47HEX)를 포함하고 있다. 패킷의 충분한 binary transitions를 위해서 scrambler가 사용된다. Outer coding으로 RS(255,239,t=8)에서 파생된 RS(204,188,t=8) shortened code가 사용되며 랜덤화된 패킷을 여러 보호된 패킷으로 만든다. 데이터에 앞서 51 bytes의 0을 RS(255,239,t=8) encoder에 입력하고 encoding을 수행한 후, 출력된 결과 중 null bytes를 제거함으로써 길이가 204 bytes인 shortened code를 얻을 수 있다. Outer interleaver로는 Depth I=12인 Convolutional byte-wise interleaving이 사용된다. I=12의 branches로 구성되며, input switch에 의해 주기적으로 byte-stream과 연결된다. 각 branch j는 depth  $j \times M$  cells의 FIFO (First-In, First-Out) shift register이다. 여기서,  $M=17=N/L$ ,  $N=204$  이다. FIFO의 각 cell은 1 byte를 포함한다. 동기를 위한 sync-byte는

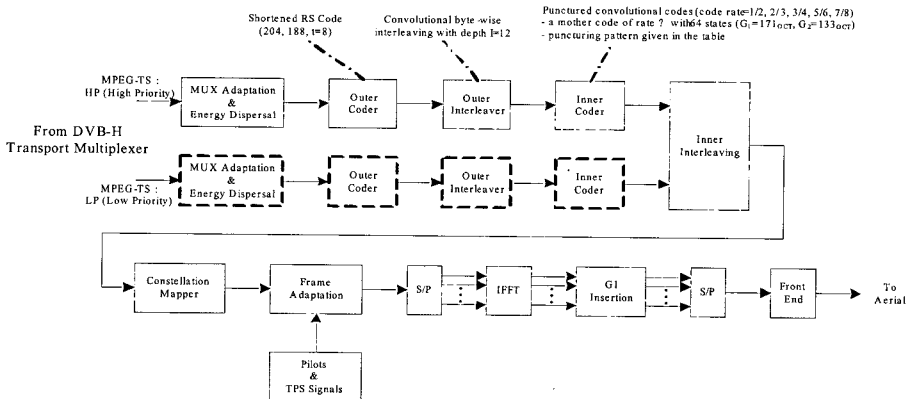


그림 5. DVB-H 물리계층의 블록 다이어그램

항상 branch 0과 연결된다. Inner coding으로는 punctured convolutional codes가 사용된다. Mother code는 code rate=1/2이고 64 states를 갖는다. Inner coding을 통해 Non-hierarchical/hierarchical 전송에서 원하는 service 혹은 data rate에 따라 에러정정 레벨을 달리 할 수 있다. 앞서 언급한 Hierarchical 전송이란 하나의 텔레지전 주파수 채널을 통해 2개의 독립적인 DVB-H multiplexes를 전송하는 기술을 말하며, 입력을 HP(High-Priority)와 LP(Low-Priority)로 구분하여 처리한다. 특히, HP는 휴대 및 이동 수신을 위해서 사용된다. Inner interleaving은 bit와 symbol interleaving으로 구성된다. Bit interleaving은 입력으로 최대 2개의 bit stream을 가질 수 있다. 입력되는 bit stream은 v개의 sub-stream으로 demultiplex된다. 여기서, v는 변조방식에 따라 다른 값을 갖는다. QPSK의 경우 v=2, 16QAM의 경우 v=4, 64QAM의 경우 v=6이다. Non-hierarchical 전송에서는 하나의 입력 bit stream만이 존재하며 v개의 sub-streams로 demultiplex된 후 각 sub-stream에 대해 interleaving을 수행한다. Hierarchical 전송의 경우 HP stream은 2개의 sub-stream으로, LP stream은 (v-2)개의 sub-stream으로 demultiplex된다. 이후 각각에 대해 interleaving을 수행한다. Bit interleaving을 위한 블록 길이는 126 bits이다. 각 bit interleaver의 출력은 하나의 data symbol을 형성하기 위해 그룹화 된다. Symbol interleaver는 그림 2에서 살펴본 것과 같이 두 종류가 있다. 8K 모드에서는 6048 data symbol 단위로, 4K 모드에서는 3024 data symbol 단위로, 2K 모드에서는 1512 data symbol 단위로 동작한다. 변조 방식으로는 uniform 변조(QPSK, 16QAM, 64QAM)과 non-uniform 변조(16QAM, 64QAM)가 있다. 변조에 사용되는 성좌점의 위치는 파라미터  $\alpha$  ( $\alpha=1,2,4$ )에 따라 달라지며 값이 2이상이면 non-uniform 변조가 된다. OFDM 변조를 위해 2K, 4K, 8K의 IFFT가 사용된다. 하나의 OFDM symbol은 data symbols 뿐만 아니라 scattered pilot cells, continual pilot carriers, TPS carriers 등을 포함하고 있다. Pilot은 동기화 및 채널추정, 전송모드 확인, 위상잡음 추정 등을 위해 사용될 수 있다. TPS는 채널코딩과 변조 등과 같이 전송방식과 관련된 파라미터들을 signalling하기 위해 사용된다. OFDM symbol 길이의 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 등이

guard interval의 길이로 사용된다.

이동통신 채널에서의 DVB-H 성능을 알아보기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 이를 통해 각 모드별 성능과 in-depth interleaver의 효과를 분석한다. 링크계층에서 사용되는 time slicing과 MPE-FEC 기술은 시뮬레이션에서 제외하였다. 이동통신 채널을 위해 6-tap TU(Typical Urban) profile과 classical Doppler spectrum을 갖는 COST 207 모델을 사용하였다. 채널 대역폭은 6 MHz이며, non-hierarchical 전송을 가정하였다. Code rate은 2/3이고 uniform 16 QAM 변조를 사용하였다. Guard interval의 길이는 OFDM symbol 길이의 1/4이다. Doppler 확산에 따른 BER 성능을 분석하는 것이 목적이므로  $E_b/N_0=30$  dB로 가정하여 잡음의 영향을 최소화하였다. 단말기는 단일 안테나를 통해 신호를 수신하며, 수신단 동기화 및 채널추정은 완벽하다고 가정하였다.

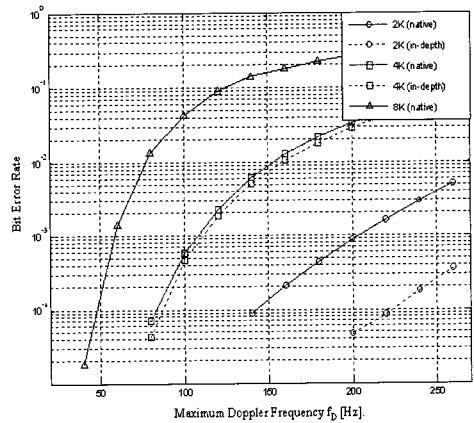


그림 6. 이동통신 채널에서 DVB-H 시스템의 모드 및 in-depth interleaver 기술에 대한 BER 성능

그림 6에 나타난 BER 성능은 RS decoding 후의 결과이다. 이 그림을 통해 2K 모드가 가장 좋은 성능을 보이며 8K 모드의 성능이 가장 열화됨을 알 수 있다. 동일 대역폭에 사용된 반송파의 개수가 많을수록 Doppler 확산에 의한 ICI(Inter-Carrier Interference)의 영향이 크게 작용하기 때문에 이러한 결과가 나타난다[16]. 4K 모드의 BER 곡선은 나머지 두 모드의 중간에 놓여 있다. In-depth interleaver는 2K 모드에서만 두드러진 성능 향상을 보인다. 이동통신 채널에서

4K 모드로 in-depth interleaver를 사용할 경우 그 효과가 거의 없음을 알 수 있다. 망과 시스템을 설계하고 운용하는 입장에서 어떤 채널환경에서 어떤 모드로 서비스를 제공할지에 대한 적절한 고려가 필요할 것으로 보인다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 차세대 디지털 방송기술인 DVB-H 시스템의 요구조건에 대해 기술하고 DVB-T에 추가된 주요한 특성에 대해 살펴보았다. 무선 이동채널 환경에서 battery 소모를 최소화 하면서 다양한 서비스 등을 제공하기 위해 사용한 기술로는 링크계층의 time-slicing, MPE-FEC, TPC 등이 있고 물리계층의 4K 모드, in-depth interleaver 등이 있다. 시뮬레이션을 통해 물리계층의 성능을 분석해본 결과, 2K 모드가 Doppler의 영향에 대해 가장 강한 특성을 나타냄을 알 수 있었다. In-depth interleaver의 경우 4K 모드에서는 성능개선 효과가 거의 없었다. 본 논문에서 다룬 DVB-H 뿐만 아니라 향후 OFDM이나 CDM을 기반으로 한 전송기술을 통해 고품질 영상 서비스 이외에 오디오 서비스, 인터넷 서비스 등의 양방향 복합 멀티미디어 서비스를 위한 세계 표준화 작업이 보다 활발히 이루어질 것으로 예상된다. 따라서 이 분야에 대한 연구, 개발을 집중적으로 수행해야 할 필요가 있다. 또한, 디지털 방송과 관련한 다양한 수신기 개발을 위해서는 핵심 칩셋은 물론 안테나, 디지털 앰프 및 스피커, 응용 서비스 디코더 및 미들웨어는 물론 수신 정합과 같은 다양한 기술들이 동시에 유기적이고 체계적으로 개발되어야 한다.

#### 참고문헌

- [1] 박용석, 권기원, 이경택, 백종호, "DVB-H(Digital Video Broadcasting-Handheld) 시스템 개요 및 향후 전망," 방송과 기술, 2005년 3월.
- [2] 백종호, "이동멀티미디어방송 DAB기반 DMB와 DVB 기반 DVB-H의 개요 및 향후 전망," 전자공학회지, 제 32권, 제5호, 2005년 5월.
- [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] ETSI EN 301 192 "Digital Video Broadcasting (DVB); DVB Specification for Data Broadcasting," Nov. 2005.
- [6] ETSI EN 300 468 "Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB Systems," Nov. 2005.
- [7] ETSI TS 101 191: "Digital Video Broadcasting (DVB); DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization," June 2004.
- [8] M. Kornfeld and U. Reimers, "DVB-H - the emerging standard for mobile data communication," EBU Technical Review, Jan. 2005.
- [9] A. Sieber and C. Weck, "What's the difference between DVB-H and DAB - in the mobile environment?," EBU Technical Review, Jan. 2005.
- [10] ETSI EN 300 401, "Radio broadcasting systems; digital audio broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers," Sept. 2004.
- [11] F. Kozamernik, "DAB - from Digital Radio towards Mobile Multimedia," EBU Technical Review, Jan. 2004.
- [12] M. Alard and R. Lassale, "Principles of modulation and channel coding for digital broadcasting for mobile receivers," EBU Technical. Review, no. 224, pp. 3-25, Aug. 1987.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] M. Russell and G. L. Stuber, "Interchannel interference analysis of OFDM in a mobile environment," in *Proc. IEEE VTC'95*, Chicago, IL, pp. 820-824, July 1995.

저자소개

서정욱



1999년 한국항공대학교 항공통신정보공학과 졸업 (공학사)  
2001년 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과 졸업 (공학석사)

2001년~현재 전자부품연구원 DxB·통신융합연구센터 전임연구원

※관심 분야: OFDM 기반 무선통신 시스템, 동기 및 채널 추정기술

전원기



1994년 중앙대학교 전자공학과 졸업 (공학사)  
1996년 중앙대학교 대학원 전자공학 과 졸업 (공학석사)  
1999년 중앙대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)

1999년~2001년 중앙대학교 전자전기공학부 BK21 계약교수

2001년~현재 전자부품연구원 DxB·통신융합연구센터 책임연구원

※관심 분야: OFDM 기반 무선통신 시스템, 4G 이동통신

박용석



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

※관심 분야: 차세대 디지털 방송통신 시스템, 시스템 S/W

백종호



1994년 중앙대학교 전기공학과 졸업 (공학사)  
1997년 중앙대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)  
2004년 중앙대학교 대학원 전자전기공학부 (공학박사수료)

1997년~현재 전자부품연구원 DxB·통신융합연구센터 센터장

※관심 분야: 차세대 디지털 방송통신 시스템, 유무선 영상 통신 시스템