FBMF Standard

미래방송미디어포럼표준(국문표준)

FBMF-STD-011 제정일: 2018 년 10 월 04 일

지상파 UHDTV 기반 모바일 방송 송수신 정합 규격 – 파트 2. 물리계층

Transmission and Reception for Mobile Broadcasting Service based on Terrestrial UHDTV – Part 2. Physical Layer

FBMF
미래방송미디어표준포럼
Future Broadcast and Media Standards Forum

표준초안 검토 위	UHDTV 분과위원회	

원회					
표준안 심의 위원회	**운영위원회**				
	성명	**소 속**	**직위**	**위원회 및 직위**	**표준번호**
표준(과제) 제안					
표준 초안 작성자	이재영	ETRI	선임	전송WG 의장	
	이재권	KBS	선임	전송WG 간사	
사무국 담당	김제우	전자부품연구원	팀장/수석연구원	운영위 간사	

본 문서에 대한 저작권은 미래방송미디어표준포럼에 있으며, 미래방송미디어표준포럼과 사전 협의 없이 이 문서의 전체 또는 일부를 상업적 목적으로 복제 또는 배포해서는 안 됩니다.

본 표준 발간 이전에 접수된 지식재산권 확약서 정보는 본 표준의 '부록(지식재산권 확약서 정보)'에 명시하고 있으며, 이후 접수된 지식재산권 확약서는 미래방송미디어표준포럼 웹사이트에서 확인할 수 있습니다.
본 표준과 관련하여 접수된 확약서 외의 지식재산권이 존재할 수 있습니다.

발행인 : 미래방송미디어표준포럼 의장
발행처 : 미래방송미디어표준포럼
06130, 서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22 신관 1108호
Tel : 02-568-3556, Fax : 02-568-3557
발행일 : 2018.10

서 문

1 표준의 목적

이 표준은 국내 지상파 UHDTV 방송 서비스를 기반으로 모바일 방송 서비스를 제공하기 위한 모바일 방송 송수신 정합 규격 중 물리계층 파트를 기술한다. 본 표준은 지상파 방송망을 이용하여 지상파 UHDTV 방송 서비스와 더불어 모바일 방송 서비스를 제공하기 위해 방송 시스템을 제작/설치하고자 하는 자에게 지상파 UHDTV 기반 모바일 방송 송수신 정합 규격의 물리계층 파트 기술 범위를 전달하는 것을 목적으로 한다.

2 주요 내용 요약

본 표준은 지상파 방송망을 이용하여 지상파 UHDTV 방송 서비스와 연동하는 모바일 방송 서비스를 제공하기 위해 물리계층 전송 규격을 기술한다. 본 표준은 지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 규격을 기반으로 강인한 수신 성능 및 낮은 전력 사용 등 모바일 방송 서비스에 적합한 물리계층 모드 및 전송 파라미터를 포함한다.

3 인용 표준과의 비교

3.1 인용 표준과의 관련성

이 표준은 '지상파 UHDTV 방송 송수신 정합' 표준을 기반으로 모바일 방송 서비스에 적합한 물리계층 규격을 기술한다.

3.2 인용 표준과 본 표준의 비교표

FBMF-STD-011	TTAK.KO-07.0127/R1	비고
5. 지상파 UHDTV기반 모바일 방송 물리계층	파트 4. 물리계층	준용

Preface

1 Purpose

The purpose of this standard is to define detailed specification of transmission and reception interface for mobile broadcasting service based on terrestrial UHDTV service. Especially, this standard describes the physical layer part of its specification.

2 Summary

The standard contains specifications of the transmission and reception of mobile broadcasting service based on terrestrial UHDTV broadcasting. This standard contains the physical layer part.

3 Relationship to Reference Standards

This standard describes a physical layer part specification suitable for mobile broadcasting service based on the "Transmission and Reception for Terrestrial UHDTV Broadcasting Service" standard.

FBMF-STD-011	TTAK.KO-07.0127/R1	비고
5. Terrestrial UHDTV based mobile broadcasting Physical Layer	Part 4. Physical Layer	Adapted

목 차

1 적용 범위 ····· 1

2 인용 표준 ····· 1

3 용어 정의 ····· 1

4 약어 ····· 2

5 지상파 UHDTV기반 모바일 방송 물리계층 ····· 4
5.1 입력 포매팅 ····· 4
5.2 BICM ····· 4
5.3 프레이밍 및 인터리빙 ····· 4
5.4 파형생성 ····· 6

부록 Ⅰ-1 지식재산권 확약서 정보 ····· 8
Ⅰ-2 시험인증 관련 사항 ····· 9
Ⅰ-3 본 표준의 연계(family) 표준 ····· 10
Ⅰ-4 참고 문헌 ····· 11
Ⅰ-5 영문표준 해설서 ····· 12
Ⅰ-6 표준의 이력 ····· 13

지상파 UHDTV기반 모바일 방송 송수신 정합 - 파트 4. 물리계층

Transmission and Reception for Mobile Broadcasting Service based on Terrestrial UHDTV - Part 1. Physical Layer

1 적용 범위

본 표준은 “지상파 UHDTV 방송 송수신 정합” 표준 (참고문헌 [1]) 기반 이동 방송 서비스를 위한 물리계층 규격을 정의하였다. “지상파 UHD 방송 송수신 정합” 표준 (참고문헌 [1])의 물리계층 프로토콜은 하나의 RF 채널에서 저용량의 매우 강인한 모드부터 높은 전송율을 제공하는 모드까지 다양한 범위의 물리계층 파라미터를 선택할 수 있도록 정의되었다. 본 문서는 “지상파 UHD 방송 송수신 정합” 표준을 기반으로 강인한 수신 성능 및 낮은 전력 사용 등 이동 방송에 서비스에 적합한 물리계층 모드 및 파라미터들만을 간추려 정의하였다.

본 표준의 적용 범위는 지상파 UHDTV 기반 모바일 방송 서비스 사업자의 방송 송신 시스템 및 수신 단말, 그리고 관련 장비 등에 적용된다.

2 인용 표준

[1] TTAK.KO-07/0127/R1 - Part 4, 지상파 UHDTV 방송 송수신 정합 - 파트 4. 물리계층, TTA, Dec. 2016.

3 용어 정의

3.1.1. FEC 프레임

기저대역 패킷에 FEC 패리티 비트가 결합된 형태이며, 각 FEC 프레임은 64800 비트 혹은 16200 비트의 길이를 가진다.

3.1.2. FEC 블록

각 FEC 프레임의 성상 매핑된 출력으로, 그 길이는 FEC 프레임의 길이와 성상 차수에 의해 결정된다.

3.1.3. TI 블록

시간 인터리빙을 수행하기 위한 기본 단위로 한 개 이상의 FEC 블록으로 구성되며, 하나의 인터리빙 프레임은 한 개 이상의 TI 블록을 가질 수 있다.

3.1.4. 내부 부호

연접부호를 구성하는 부호 중 하나로, LDPC 부호가 사용된다.

3.1.5. 외부 부호

연접부호를 구성하는 부호 중 하나로, BCH 혹은 CRC 부호가 사용된다.

3.1.6. 비균일 성상

성상점들이 비균일하게 분포하고 있는 성상

3.1.7. LDM (계층 분할 다중화)

다수개의 PLP들을 특정 파워 비율로 계층간 결합시키는 다중화 기법

3.1.8. 시간 정렬 프레임

전체 프레임 길이는 부트스트랩, 프리앰블과 프레임 내에 포함된 부프레임의 길이의 합과 같다. 시간 정렬 프레임은 부프레임 내 데이터 OFDM 심볼의 보호 구간에 추가된 초과 샘플을 배치하여 전체 프레임의 길이를 ms 단위로 표현한다.

3.1.9. 심볼 정렬 프레임

전체 프레임 길이는 부트스트랩, 프리앰블과 프레임 내에 포함된 서브프레임의 길이의 합과 같다. 심볼 정렬 프레임은 부프레임 내 데이터 OFDM 심볼의 보호 구간에 대해서 시그널링한 길이 이외에는 어떠한 추가 샘플을 삽입하지 않는다. 전체 프리임의 길이는 심볼의 개수를 사용하여 시그널링한다.

4 약어

ALP ATSC 3.0 Link Layer Protocol

BCH Bose, Ray-Chaudhuri and Hocquenghem

BICM Bit Interleaved and Coded Modulation (비트 인터리빙 부호 변조)

CTI Convolutional Time Interleaver (컨벌루션 시간 인터리버)

CRC Cyclical Redundancy Check

FDM Frequency Division Multiplexing (주파수 분할 다중화)

FEC Forward Error Correction (순방향 에러 정정)

FFT Fast Fourier Transform

FI Frequency Interleaver (주파수 인터리버)

HTI Hybrid Time Interleaver (하이브리드 시간 인터리버)

LDM Layered Division Multiplexing (계층 분할 다중화)

LDPC Low Density Parity Check

LLS Low Level Signaling

NUC Non-Uniform Constellation (비균일 성상)

NoC Number of Carriers (전송 부반송파 개수)

OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing (직교 주파수 분할 다중화)

PLP Physical Layer Pipe

QAM Quadrature Amplitude Modulation

QPSK Quadrature Phase Shift Keying

SBS Subframe Boundary Symbol (부프레임 경계 심볼)

SFN Single Frequency Network

SLT Service Labeling Table

STL Studio Transmitter Link (ST 링크)

TDM Time Division Multiplexing (시분할 다중화)

TI Time Interleaver (시간 인터리버)

5 지상파 UHDTV 기반 모바일 방송 물리계층

5.1 입력 포맷팅

이동 방송 서비스를 위한 입력 포맷팅은 참고문헌 [1]의 5장을 따른다. 다만, 하나의 서비스(A Complete Delievered Product)가 여러 개의 PLP로 구성될 경우, 이동 방송용 수신기는 그 서비스의 일부만 수신할 수 있다. 예를들면, SHVC가 사용되어 Base Layer가 강인한 PLP에 전달되고 Enhancement Layer가 높은 전송율을 갖는 PLP에 전달되는 경우, 이동 방송용 수신기는 강인한 PLP만 수신할 수 있다.

5.2 BICM

5.2.1 데이터 전송을 위한 BICM

이동 방송 서비스를 위해 사용될 변조와 부호율 조합은 <표 5-1>의 모든 조합(총 30개)을 따른다. <표 5-1>은 참고문헌 [1]의 6장에 정의된 변조와 부호율 조합 중 N_{inner} = 16200 조합의 일부만 정의한다. 또한, 이동 방송 서비스에서는 보다 높은 에러 정정 능력과 에러 플로어 (floor)의 가능성을 방지하기 위해, 외부 부호 (Outer Code)로써 BCH를 사용하도록 한다. <표 5-1>의 체크 기호(✔)는 참고문헌 [1]의 6장에서 정의된 의무 조합을 나타낸다.

<표 5-1> 이동 방송 서비스를 위한 변조와 부호율 조합 (N_{inner} = 16200)

Code Rate/ Constellation	**2/ 15**	**3/ 15**	**4/ 15**	**5/ 15**	**6/ 15**	**7/ 15**	**8/ 15**	**9/ 15**	**10/ 15**	**11/ 15**
QPSK	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔		
16QAM				✔	✔	✔	✔			✔
64QAM				✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔

5.2.2 L1-시그널링 보호 모드

이동 방송 서비스를 위해 사용될 L1-시그널링 모드는 참고문헌 [1]의 6.5절에 기술된 모드 중, L1-Basic 모드 1, 모드 2, 모드 3, 그리고 L1-Detail 모드 1, 모드 2, 모드 3까지로 제한한다. 추가 패리티 (Additional Parity) 는 시간 다이버시티 이득을 위해 사용될 수 있으며, 추가 패리티를 사용할 경우 역시 L1-Basic과 L1-Detail의 모드 3까지로 제한한다.

5.3 프레이밍 및 인터리빙

5.3.1 시간 인터리빙

5.3.1.1 시간 인터리버 모드

이동 방송 서비스를 위해 참고문헌 [1]의 7.1.4절에 기술된 컨벌루션 시간 인터리버 (CTI: Convolutional Time Interleaver) 및 7.1.5절에 기술된 하이브리드 시간 인터리버 (HTI: Hybrid Time Interleaver) 를 모두 지원한다.

이동 방송을 위한 하나의 서비스(A Complete Delievered Product)가 일정한 셀(Cell) 레이트(Rate)를 갖는 하나의 코어(Core) PLP로 구성될 경우, 최대 인터리빙 깊이(즉, Extended Interleaving을 사용하지 않을경우 1024)를 갖는 컨벌루션 시간 인터리버 모드를 사용한다. 예를들어, 두 개 이상의 서비스가 일정한 셀 레이트를 가지며 서로 다른 코어(Core) PLP에 전송되는 경우, 각 코어(Core) PLP는 1024 깊이의 컨벌루션 시간 인터리버 모드를 사용할 수 있으며, 수신기는 하나의 독립된 서비스만 복조하게 된다. 이 때, 각 코어(Core) PLP는 상위레이어 복조에 필요한 LLS 정보를 독립적으로 가진다.

반면, 이동 방송 서비스를 위한 하나의 서비스(A Complete Delievered Product)가 다수의 코어(Core) PLP로 구성될 경우, 하이브리드 시간 인터리버를 사용한다. 예를 들어, 하나의 서비스를 구성하는 LLS, 오디오, 비디오 등이 각기 다른 코어(Core) PLP에 전달되어 다수 코어(Core) PLP의 동시 복조가 요구되는 경우 하이브리드 시간 인터리버를 사용하며, 이 때, 동시 복조가 요구되는 최대 PLP수는 4개로 제한한다.

5.3.1.2 시간 인터리버 크기

참고문헌 [1]의 7.1.2절에 따라 하나의 서비스(A Single, Complete Delivered Product)를 전송하기 위한 시간 인터리버의 최대 메모리 크기는 2^{19} 셀(Cell)이다.

5.3.2 프레이밍

5.3.2.1 프레임 길이

빠른 서비스 전환이 요구되는 경우, 이동 방송 서비스를 포함한 하나의 프레임 길이는 250 ms 혹은 그 이하로 구성한다. 이동 방송 서비스를 위해 참고문헌 [1]의 7.2.2절에 기술된 심볼 정렬 프레임 (Symbol-Aligned Frame) 및 시간 정렬 프레임 (Time-Aligned Frame) 모드를 지원한다.

5.3.2.2 PLP 다중화

이동 방송 서비스를 위해 참고문헌 [1]에서 기술된 모든 다중화 방법, 즉 시분할 다중화 (TDM: Time Division Multiplexing), 주파수 분할 다중화 (FDM: Frequency Division

Multiplexing) 및 계층 분할 다중화 (LDM: Layered Division Multiplexing)을 모두 지원한다.

5.3.3 주파수 인터리빙

이동 방송 서비스를 위해 참고문헌 [1]의 7.3절에 기술된 8K 및 16K FFT 크기 기반의 주파수 인터리버 주소 생성 (Address Generation) 방법을 사용한다. 이동 방송 서비스에서 32K FFT 크기는 사용하지 않으며, 32K FFT 크기 기반의 주파수 인터리버 주소 생성 방법 또한 이동 방송 서비스에서는 사용하지 않는다.

5.4 파형 생성

5.4.1 파일럿 삽입

이동 방송 서비스를 위한 파일럿 패턴은 항상 Dy = 2 기반의 분산 파일럿(SP: Scattered Pilot)을 사용한다. 참고문헌 [1]의 8.1절에 기술된 파일럿 패턴 중 이동 방송 서비스를 위한 파일럿 패턴은 <표 5-2> 과 같다. <표 5-2> 는 참고문헌 [1]의 8.1절에 기술된 파일럿 패턴 중, 이동 방송 서비스를 위해 Dy = 2를 갖는 8K 및 16K FFT 크기 기반의 파일럿 패턴으로 제한하였다. <표 5-2>에서 사용될 수 없는 파일럿 패턴은 N/A로 표기되었다.

또한, L1B_first_sub_scattered_pilot_boost 및 L1D_scattered_pilot_boost 로 시그널링 되는 파일럿 부스팅 (Boosting) 값은 이동 방송 서비스의 채널 추정 (Channel Estimation) 성능 향상을 위해 사용 될 수 있다.

<표 5-2> 이동 방송 서비스를 위한 분산 파일럿 패턴

GI Pattern	Samples	8K FFT	16K FFT
GI1_192	192	SP32_2, SP16_2	SP32_2
GI2_384	384	SP16_2, SP8_2	SP32_2, SP16_2
GI3_512	512	SP12_2, SP6_2	SP24_2, SP12_2
GI4_768	768	SP8_2, SP4_2	SP16_2, SP8_2
GI5_1024	1024	SP6_2, SP3_2	SP12_2, SP6_2
GI6_1536	1536	SP4_2	SP8_2, SP4_2
GI7_2048	2048	SP3_2	SP6_2, SP3_2
GI8_2432	2432	*N/A*	SP6_2, SP3_2
GI9_3072	3072	*N/A*	SP4_2
GI10_3648	3648	*N/A*	SP4_2

GI11_4096	4096	*N/A*	SP3_2

5.4.2 IFFT

이동 방송 서비스를 위한 FFT 크기는 8K 및 16K를 사용한다. 32K FFT 크기는 좁은 캐리어 공간을 가지므로 이동 방송 서비스에서 사용하지 않도록 한다. 이동 방송 서비스에 사용될 FFT 크기 (8K 혹은 16K)는 프리앰블 및 부프레임 심볼에 동일하게 사용된다.

5.4.3 보호구간

이동 방송 서비스를 위해 선택 가능한 보호구간 샘플 길이는 <표 5-3> 와 같다. <표 5-3> 는 참고문헌 [1]의 8.5절에 기술된 보호구간 중, 이동 방송 서비스를 위해 8K 및 16K FFT 크기 기반의 보호구간 샘플 길이로 제한하였다. <표 5-3>에서 사용 가능한 보호구간은 체크 기호(✔)로 표기되었으며, 사용될 수 없는 보호구간은 N/A로 표기되었다.

<표 5-3> 이동 방송 서비스를 위한 보호구간

GI Pattern	**Duration in Samples**	**8K FFT**	**16K FFT**
GI1_192	192	✔	✔
GI2_384	384	✔	✔
GI3_512	512	✔	✔
GI4_768	768	✔	✔
GI5_1024	1024	✔	✔
GI6_1536	1536	✔	✔
GI7_2048	2048	✔	✔
GI8_2432	2432	*N/A*	✔
GI9_3072	3072	*N/A*	✔
GI10_3648	3648	*N/A*	✔
GI11_4096	4096	*N/A*	✔

부 록 Ⅰ-1

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

지식재산권 확약서 정보

해당 사항 없음

부 록 Ⅰ-2

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

시험인증 관련 사항

해당 사항 없음

부 록 Ⅰ-3

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

본 표준의 연계(family) 표준

본 표준은 ‘지상파 UHDTV 기반 모바일 방송 송수신 정합 - 파트 1. 시스템’ 규격과 통합하여 모바일 방송 서비스를 구성한다.

부 록 Ⅰ-4

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

참고 문헌

해당 사항 없음

부 록 Ⅰ-5

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

영문표준 해설서

해당 사항 없음

부 록 Ⅰ-6

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

표준의 이력

판수	채택일	표준번호	내용	담당 위원회
제1판	2018.10.04	제정 FBMF-STD-011	지상파 UHDTV 기반 모바일 방송 서비스 물리계층 파트 규격 제정	UHDTV분과위원회
오류정정				
오류정정				
제2판				

표준 작성 공헌자

이 표준의 제정 및 발간을 위해 아래와 같이 여러분들이 공헌하셨습니다.

구분	성명	위원회 및 직위	연락처	소속
표준 초안 에디터	이재영	전송 WG 의장		한국전자통신연구원
	이재권	전송 WG 간사		㈜한국방송공사
표준 초안 검토	이헌주	전송 WG 위원		㈜문화방송
	장진영	전송 WG 위원		㈜SBS
	엄혜원	전송 WG 위원		㈜LG 전자
	한수용	전송 WG 위원		㈜LG 전자
	이학주	전송 WG 위원		㈜삼성전자
	황성희	전송 WG 위원		㈜삼성전자