

TTA Technical Report

기술보고서

TTAR-07.0019

제정일: 2015년 11월 20일

위성 UHDTV 상용 서비스 최적화 (기술보고서)

TTA Technical Report on Satellite UHDTV
Broadcasting Parameter(Technical Report)



한국정보통신기술협회
Telecommunications Technology Association

기술보고서

TTAR-07.0019

제정일: 2015년 11월 20일

위성 UHDTV 상용 서비스 최적화
(기술보고서)

TTA Technical Report on Satellite UHDTV
Broadcasting Parameter(Technical Report)



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

Copyright© Telecommunications Technology Association 2015. All Rights Reserved.

서 문

1. 기술보고서의 목적

본 기술보고서는 2013년 12월에 제정된 ‘초고화질(UHD) 디지털 위성 방송 송수신 정합’ 표준에 근거하여 UHD TV 상용 서비스로의 최적화 적용에 관한 기술보고서이다. 위성 UHD 방송 서비스를 제공하기 위한 다양한 기술 포맷들에 대해 살펴보고, 위성 중계기의 가용한 전송량을 고려하여 위성 UHD 방송 표준의 적용방식과 향후 UHD TV 상용 서비스의 발전을 위해 적용되어야 할 기술포맷에 대해 살펴본다.

2. 주요 내용 요약

기술 보고서는 우선 2013년 12월에 제정된 ‘초고화질(UHD) 디지털 위성 방송 송수신 정합 표준’의 구성과 특징에 대해 간략히 기술한다. 송수신 정합 표준은 송출단과 수신단 사이의 데이터 특성을 기술하는 것으로, 특히 송수신 정합 표준에서 정의하고 있는 비디오 및 오디오의 미디어 포맷과 압축 부호화에 관한 사항을 서술한다. 또한 다중화 된 채널 정보에는 각 채널과 서비스를 구분할 수 있는 서비스 정보가 포함되는데, 특히 UHD 방송에 사용되는 H.265/HEVC를 지정할 수 있는 서비스 정보에 대해 사항을 간략히 기술한다.

또한 기술보고서는 위성 UHD 상용 서비스를 제공하고 있는 무궁화 6호 위성의 주요 제원과 중계기의 가용한 데이터 전송률에 대해 기술한다. 또한 UHD 상용 서비스를 위한 H.265/HEVC 표준에서 비디오 압축기술에 관한 주요한 기술 요구 사항에 해당하는 압축 성능, 비디오 포맷, 색 공간 및 비트 심도 등의 주요 요구 사항에 대해 간략히 기술한다. 또한 초고화질 디지털 위성 방송 송수신 정합 표준에서 정의하고 있는 UHD 비디오 포맷의 다양한 선택 가능한 파라미터에서 시청자에게 더 높은 체감 품질을 전달하기 위해 최적화 하여 적용된 비디오 포맷, 색공간, 비트 심도에 관한 적용 특성에 대해 서술한다.

DVB에서는 8K UHD까지 포함하는 단계적인 UHD 표준화 계획을 가지고 표준화를 추진하고 있다. 마지막으로 DVB의 UHD 방송에 대한 표준화 방향에 대해 기술하고, 더욱 넓어진 색-범위 등과 같은 상용 UHD 방송에 적용될 기술 흐름에 대해 기술한다.

3. 기술보고서 적용 산업 분야 및 산업에 미치는 영향

본 기술보고서는 위성 UHD TV 방송 서비스의 상용 적용을 위한 기술의 최적화 적용과 향후 적용될 수 있는 기술 흐름에 대해 소개하고 있다. 이를 통해 위성 UHD 방송 서비스를 포함하여 디지털 위성 방송 서비스의 표준화와 상용 서비스화를 위한 개선 방안을 도출하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있으며, 차세대 위성 방송 서비스와 관련된 정책의 선진화와 국내 위성 방송 산업의 발전을 위한 근거로 활용이 가능하다.

4. 참조 표준(권고)

4.1. 국외 표준(권고)

- 해당 사항 없음.

4.2. 국내 표준

- 해당 사항 없음.

5. 참조 표준(권고)과의 비교

5.1. 참조 표준(권고)과의 관련성

- 해당 사항 없음.

5.2. 참조한 표준(권고)과 본 기술보고서의 비교표

- 해당 사항 없음.

6. 지식 재산권 관련사항

본 기술보고서의 '지식 재산권 요약서' 제출 현황은 TTA 웹사이트에서 확인할 수 있다.

※본 기술보고서를 이용하는 자는 이용함에 있어 지식 재산권이 포함되어 있을 수 있으므로, 확인 후 이용한다.

※본 기술보고서와 관련하여 접수된 요약서 이외에도 지식재산권이 존재할 수 있다.

7. 시험 인증 관련 사항

7.1. 시험 인증 대상 여부

- 해당 사항 없음.

7.2. 시험표준 제정 여부

- 해당 사항 없음.

8. 기술보고서의 이력 정보

8.1. 기술보고서의 이력

판수	제정·개정일	제정·개정내역
제1판	2015.11.20	제정 TTAR-07.0019

8.2. 주요 개정 사항

- 해당 사항 없음.



Preface

1. Purpose of Technical Report

The technical report defines the optimized parameters of the video signal and audio signal, which are used by the Korean UHD satellite broadcasting. The technical report is to provide standard information about transmission and reception, and optimized parameter information about installed the Korean UHD satellite broadcasting.

2. Summary of Contents

The technical report describes the format of broadcasting signal which carries the programs of the Korean UHD satellite broadcasting service, and which is defined by “TTAK.KO-07.0122”.

The report also describes the parameter values for coding methods, the multiplexing method of coded signal, which are required by Korean UHD broadcasting services. Because Korean UHD satellite broadcasting is carried by the Koreasat-6, it needed to optimize coding parameters and transmission data rate for UHD services. The optimized parameters are frame rate, bit-depth, color gamut and so on. UHDTV will combines 4K resolution, high dynamic range(HDR), and wide color gamut.

3. Applicable Fields of Industry and its Effect

Because the technical report presents the optimized coding parameters and the future technology for commercial UHD services, it could be utilized to establish the way to improve the standard and the commercial UHD services. Also, the report may contribute to the enhancement of current satellite broadcasting service in technical and political aspects.

4. Reference Standards(Recommendations)

4.1. International Standards(Recommendations)

– None

4.2. Domestic Standards

- None

5. Relationship to Reference Standards(Recommendations)

5.1. Relationship of Reference Standards

- None

5.2. Differences between Reference Standard(Recommendation) and this Technical Report

- None

6. Statement of Intellectual Property Rights

IPRs related to the present document may have been declared to TTA. The information pertaining to these IPRs, if any, is available on the TTA Website. No guarantee can be given as to the existence of other IPRs not referenced on the TTA website.

And, please make sure to check before applying the technical report.

7. Statement of Testing and Certification

7.1. Object of Testing and Certification

- None

7.2. Standards of Testing and Certification

- None

8. History of Technical Report

8.1. Change History

Edition	Issued date	Outline
The 1st edition	2015.11.20	Established TTAR-07.0019

8.2. Revisions

– None



목 차

1. 개 요	1
2. 기술보고서의 구성 및 범위	2
3. 참조 표준(권고)	2
4. 용어 정의 및 약어	3
5. 위성 UHDTV 송수신 정합 표준	3
5.1. 위성 UHD 미디어 포맷	3
5.2. 위성 UHDTV 미디어 부호화 기술	5
5.3. 위성 UHDTV 다중화 및 전송 기술	6
6. 상용 위성 UHD 방송 최적화 기술	9
6.1. 위성 UHDTV 상용 최적화를 위한 링크 Link budget	9
6.2. 영상 압축 및 부호화 개요	10
6.3. 영상 압축의 파라미터 적용	12
7. 상용 UHD 방송의 향후 적용 기술	13
7.1. DVB UHDTV 표준화	13
7.2. UHD 방송의 색 표현의 확장	14

Contents

1. Introduction	1
2. Constitution and Scope	2
3. Reference Standards(Recommendations)	2
4. Terms Definition and Abbreviations	3
5. Transmission and Reception for UHD Satellite Broadcasting	3
5.1. UHD Service Signal	3
5.2. Coding of UHD Video Signal	5
5.3. Multiplexing and Service Information	6
6. Parameter for UHD Satellite Broadcasting	9
6.1. Link Budget of the Koreasat-6	9
6.2. Overview of HEVC Coding	10
6.3. Parameter for UHD Satellite Broadcasting	12
7. Future Commercial UHD Technology	13
7.1. DVB UHDTV Standardization	13
7.2. Wide Color Gamut	14

위성 UHDTV 상용 서비스 최적화 연구(기술보고서)

(TTA Technical Report on Satellite UHDTV Broadcasting Parameter)

1. 개 요

UHDTV는 차세대 TV로 주목받으며, 국내·외의 시장에서 많은 관심을 받고 있다. TV 방송 서비스는 흑백에서 컬러로, 아날로그에서 디지털로 발전하였고, 3세대의 디지털방송의 HDTV를 거쳐 현재는 UHDTV로 발전하고 있다. UHDTV 방송 서비스는 기존의 HDTV 대비 최대 16배까지의 높은 해상도 지원과 함께, 향상된 계조도, 풍부한 색감 및 높은 프레임률 등을 제공할 수 있는 서비스로서, 기존의 방송보다 더욱 선명한 화질과 넓은 시청 영역으로 시청자들에게 더욱 실감나는 경험을 제공하는 차세대의 실감형 방송 서비스이다.



(그림1.1) HDTV와 UHDTV의 해상도 비교

국내 위성 방송은 2012년 10월 천리안 위성을 통한 4K급 위성 UHD 방송의 전국 실험 방송을 실시하였고, UHD 방송 서비스의 상용화를 위해 2013년 12월 한국정보통신기술 협회를 통해 디지털 위성 UHDTV 송수신 정합 표준을 제정하였다[R1]. 위성 UHD 상용 서비스는 2015년 6월에 무궁화 위성을 통해 3개의 4K급 UHD 채널을 론칭함으로써 시작되었다. 국내 위성 UHD 방송 서비스는 4K급 수준으로 그 서비스를 시작하여 점차 8K급으로 발전해 나갈 전망이다. 여기서 4K급 UHD 방송이라 할지라도 3,840 x 2,160 크기의 해상도만 동일할 뿐 프레임률이나, 화소상 비트심도에서 등에서 다양한 선택이 가능하다. 이러한 H.265/HEVC 비디오 압축 기술을 기반으로 한 다양한 포맷의 선택은 최종적으로 압축된 데이터 양의 차이뿐만이 아니라 주관적인 화질의 차이에도 영향을 미치게 된다.

본 기술 보고서는 위성 UHD 방송 서비스를 제공하기 위한 다양한 기술 포맷들에 대해 살펴보고, 위성 중계기의 가용한 전송량을 고려하여 위성 UHD 방송 표준의 최적화 적용과 향후 상용 서비스의 발전을 위해 적용되어야 할 기술 방향에 대해 기술하도록 한다.

구 분	HDTV	UHDTV		비 고
		4K (UHD-1)	8K (UHD-2)	
해상도 (pixels/frame)	1,920×1,080	3,840×2,160	7,680×4,320	4K: 4배 8K: 16배
프레임률 (frames/sec)	30	30, 60, 120		최대 4배
화소당 비트심도 (bits/pixel)	8	8 ~ 12		1 ~ 1.5배
컬러 샘플링 (chroma format)	4:2:0	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4		1 ~ 2배
가로세로 화면비 (aspect ratio)	16 : 9	16 : 9		동일
표준 수평 시야각 (Standard viewing angle)	30°	55°	100°	
표준 시청 거리 (Standard viewing distance)	3H	1.5H	0.75H	H: 화면높이
오디오 채널 수 (audio channels)	5.1	10.2 ~ 22.2		2 ~ 4.4배

<표1.1> HDTV와 UHDTV 규격의 비교

2. 기술보고서의 구성 및 범위

기술 보고서는 우선 2013년 12월에 제정된 초고화질(UHD) 디지털 위성 방송 송수신 정합 표준의 구성과 특징에 대해 간략히 기술한다. 송수신 정합 표준은 송출단과 수신단 사이의 데이터 특성을 기술하는 것으로, 특히 송수신 정합 표준에서 정의하고 있는 비디오 및 오디오의 미디어 포맷과 압축 부호화에 관한 사항을 서술한다. 또한 다중화된 채널 정보에는 각 채널과 서비스를 구분할 수 있는 서비스 정보가 포함되는데, 특히 UHD 방송에 사용되는 H.265/HEVC를 지정할 수 있는 서비스 정보에 대해 사항을 간략히 기술한다.

또한 기술보고서는 위성 UHD 상용 서비스를 제공하고 있는 무궁화 6호 위성의 주요 제원과 중계기의 가용한 데이터 전송률에 대해 기술한다. 또한 UHD 상용 서비스를 위한 H.265/HEVC 표준에서 비디오 압축기술에 관한 주요한 기술 요구 사항에 해당하는 압축 성능, 비디오 포맷, 색 공간 및 비트 심도 등의 주요 요구 사항에 대해 간략히 기술한다.

마지막으로 기술보고서는 4K급 UHD 방송 서비스에서 시청자에게 더 높은 체감 품질을 전달하기 위해 색 공간의 확장이나 8K UHD방송 서비스 등의 차세대 UHD 방송 상용화를 위한 적용 기술에 대해서도 기술한다.

3. 참조 표준(권고)

- 해당 사항 없음.

4. 약어

ATSC	Advanced Television Society Committee
DST	Discrete Sine Transform
DVB	Digital Video Broadcasting
HDTV	High Definition Television
HEVC	High Efficiency Video Coding
ISO/IEC	International Standardization Organization/International Electrotechnical Commission
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunications
JCT-VC	Joint Collaborative Team – Video Coding
PAT	Program Association Table
PES	Packetized Elementary Stream
PID	Packet Identifier
PMT	Program Map Table
SAO	Sample Adaptive Offset
SCTE	Society of Cable Telecommunications Engineers
SI	Service Information
SMPTE	Society of Motion Picture & Television Engineers
TS	Transport Stream
UHDTV	Ultra High Definition Television

5. 위성 UHDTV 송수신 정합 표준

위성 UHDTV 상용 서비스는 위성 UHD 방송에 대한 표준을 기반으로 최적화된 기술을 적용하고 있다. 송수신 정합은 송출단과 수신단 사이의 멀티미디어 데이터 특성을 기술하는 것으로, 송출단에 입력되는 멀티미디어의 포맷으로부터 그 데이터의 압축, 다중화 및 전송 시스템에 이르는 기술의 규격을 정의한다. 본 장에서는 2013년12월 표준화된 한국정보통신기술협회의 디지털 위성 UHDTV 송수신 정합 표준 이 정의하고 있는 멀티미디어 특성에 대해 알아본다.

5.1. 위성 UHDTV 미디어 포맷

디지털 위성 UHDTV 송수신 정합 표준에서 정의하고 있는 미디어는 크게 비디오, 오디오, 부가데이터로 구분되며, 각 미디어 포맷은 다음과 같이 표준화 되었다.

가. 비디오 포맷

위성 UHDTV 서비스를 위한 비디오 포맷은 SMPTE에서 정의한 UHD 비디오 형식[R2]에 따라 4K급과 8K급 신호로 구분하여 정의되며, 프로그레시브 영상으로 화소 종횡비가 1:1이고, 따라서 화면 종횡비 16:9를 가지는 레스터 주사 샘플 순서를 가지는 디지털 신호이다. 자세한 화면 특성은 아래의 표와 같다.

	4K-UHDTV	8K-UHDTV
활성 라인 당 샘플 수	3,840	7,680
샘플격자	직교	
화면 당 활성 라인 수	2,160	4,320
종횡비	16:9	
화소 종횡비	1:1 (정방화소)	
샘플링 구조	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4	
샘플 순서	좌에서 우, 위에서 아래	
화면율(Hz)	29.97, 30, 59.94, 60	
영상 구조	프로그레시브 (Progressive)	
화소 당 비트수	8, 10	

<표5-1> 초고선명 비디오 신호의 화면 특성

또한, 비선형 감마 보정 아날로그 신호의 생성 방법은 SMPTE 2036-3의 Annex B와 ITU-R BT.709-3 표준의 6장을 준용하도록 하였고, 표의 세부 신호 포맷 및 디지털 표현은 한국정보통신기술협회의 초고선명 디지털 TV 영상 신호 규격을 따르도록 하였다.

나. 오디오 포맷

오디오 신호는 기본적으로 SMPTE의 UHDTV 오디오 포맷[R3]에 따라 정의되었는데, 표본화 주파수 44.1KHz, 48KHz 및 96KHz를 지원하며, 최대 10.2 채널의 샘플 당 비트 심도 16, 20, 24를 가지도록 하였다. 표준화 된 10.2 각 채널의 정의는 아래의 표와 같다.

channel	Label	Definition
C	Center/single/speaker	수평면 전방 스피커
L	Left/single/speaker	수평면 전방 좌측 스피커
R	Right/single/speaker	수평면 전방 우측 스피커
LH	Left Height/single/speaker	수직면 전방 좌측 스피커
RH	Right Height/single/speaker	수직면 전방 우측 스피커
LS	Left Side/single/speaker	수평면 좌측 스피커
RS	Right Side/single/speaker	수평면 우측 스피커
LB	Left Back/single/speaker	수평면 후방 좌측 스피커
RB	Right Back/single/speaker	수평면 후방 우측 스피커
CH	Center Height/single/speaker	수직면 후방 중앙 스피커
LFE1	Left LFE/single/speaker	바닥면 우측 저주파 스피커
LFE2	Right LFE/single/speaker	바닥면 우측 저주파 스피커

<표5-2> 10.2 채널 별 라우드스피커 정의

기존의 디지털 위성 방송 시청 환경에서 사용하던 레거시 포맷인 2채널 스테레오와 5.1채널, 7.1채널을 지원하기 위한 10.2채널 오디오 포맷으로부터의 다운믹싱 방법 및 이에 필요한 다운믹싱 매트릭스, 표본화 주파수의 지터 등은 한국정보통신기술협회 초고선명 TV 오디오 신호 표준[R4]을 따르도록 하였다.

5.2. 위성 UHD TV 미디어 부호화 기술

위성 UHD TV 미디어들은 다음의 방식을 사용하여 압축, 부호화된다.

가. 비디오 신호 부호화

비디오 신호의 부호화는 최근 표준화 된 H.265/HEVC(High Efficiency Video Coding) 권고안[R5]에 따라 이루어진다. H.265/HEVC 압축 표준은 2013년 7월 ITU-T 와 ISO/IEC에 의해 공동 표준화가 완료되었으며, HD 또는 UHD 포맷과 같이 해상도가 높은 비디오를 처리하는 경우, 이전 압축 표준들에 비해 2배 이상의 높은 압축 효율을 제공하는 것으로 알려져 있다. 위성 UHD TV 표준에서 비디오 신호의 부호화를 정의하는 세부 사항은 다음과 같다.

우선, 표준에서는 H.265/HEVC의 Main 프로파일과 Main 10 프로파일을 사용할 수 있도록 정의하였고, 레벨 5, 5.1, 6, 그리고 6.1을 지원할 수 있도록 하였는데, Main 10 프로파일은 10비트 비트심도 비디오의 부호화를 위해 선택된 프로파일이고, 레벨의 선택은 4K와 8K-UHD 포맷의 초당 최대 60 프레임까지를 처리하기 위한 것이다. 아래의 표에 각 선택 레벨에 따른 최대 부호화 프레임률을 나타냈다.

Level		5	5.1	6	6.1
	Luma Size				
4K-UHD	3,840x2,160	32.0	64.0	256.0	300.0
8K-UHD	7,680x4,320			32.0	64.0

<표5-3> 레벨별 최대 부호화 프레임률

나. 오디오 신호 부호화

위성 UHDTV 서비스를 구성하는 오디오 데이터 부호화는 기존 디지털 위성 방송에서 사용하던 Dolby의 AC-3 방식과 MPEG-4 AAC 방식[R6]의 최신 개정판을 포함하여, 최근 디지털 시네마와 방송 분야에서 사용되기 시작하고 있는 DTH사의 DTH-HD 방식을 새로 도입하였다.

Dolby의 AC-3 부호화 기술은 위성 UHDTV 서비스의 오디오 형식인 최대 10.2 채널의 오디오 부호화가 가능한, 최대 13.1 채널의 오디오를 부호화할 수 있도록 개선되었는데, 특히 기존의 Dolby AC-3와 역방향 호환이 지원되는 형식으로 확장되어 ATSC에서 표준화된 기술을 준용하였다[R7].

또한, DTH-HD 오디오 방식은 최근 미국 케이블 연합인 SCTE의 오디오 부호화 방식 [R8]으로 표준화된 기술을 채택하였다.

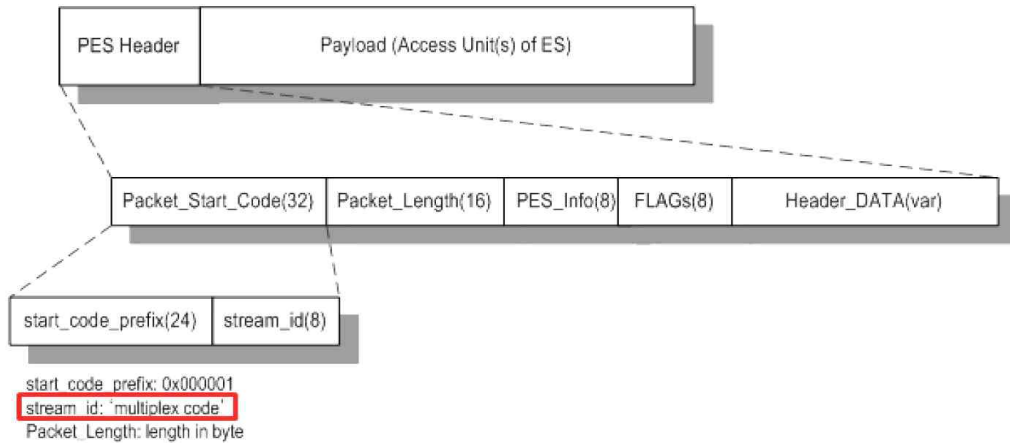
5.3. 위성 UHDTV 다중화 및 전송 기술

부호화된 위성 UHDTV 미디어 데이터는 멀티미디어 다중화를 거쳐 위성 방송 비디오 서비스 채널로 구성되고, 구성된 비디오 서비스 채널들은 채널 다중화를 거쳐 전송된다. 다중화된 채널 정보에는 각 채널 및 서비스를 구분할 수 있는 서비스 정보가 포함되는데, 멀티미디어 다중화, 채널 다중화, 서비스 정보 및 전송 시스템의 세부 사항은 다음의 설명과 같은 방식으로 표준화 되었다.

가. 멀티미디어 다중화

부호화된 비디오, 오디오 및 부가 데이터 신호는 MPEG-2 시스템 규격[R9]에 따라 PES 패킷으로 다중화 되는데 아래 그림에 PES 패킷의 구조를 도시하였다. 그림에서 패킷의 start_code 일부로 구성되어 있는 8비트 stream_id 값은 패킷이 담고 있는 payload의 다중화 코드를 나타내는 것으로, 위성 UHDTV에서 사용하고 있는 각 미디어의 종류를 표현할 수 있어야 한다. 위성 UHDTV 방송 표준에서 사용하는 각 미디어의 압축 부호화 방식들은 DTH 오디오와 H.265/HEVC 비디오 부호기를 제외하고는 기존 디지털 위성 방송에서 사용하던 포맷이므로, 해당 포맷의 stream_id 값은 기존 디지털 위성 방송에서 사용하던 표준의 값을 그대로 사용하도록 하였고, DTH 오디오와 H.265/HEVC 비디오의 경우에는 SCTE에서 정의한 방식과 ISO/IEC에서 MPEG-2 시스템 표준의 개정을 위한

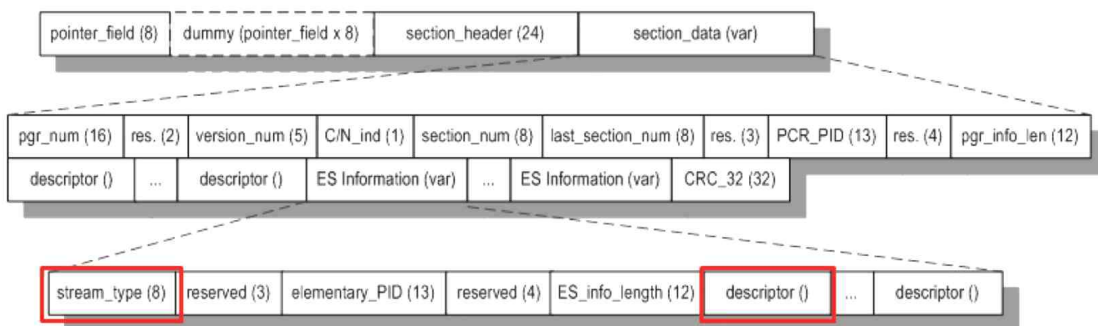
참고문헌[R10]을 따르도록 정의하였다



(그림5-1) MPEG-2 PES 패킷의 구조

나. 채널 다중화

다중화 된 멀티미디어 신호인 PES 패킷은 일련의 연속적인 188바이트 크기의 TS 패킷으로 재 다중화 된다. TS 패킷에서 PID는 TS 패킷의 payload를 구분하는 구분자 역할을 하며, 정해진 몇몇 특정 값을 제외하고는 모두 운용자가 할당하여 사용할 수 있다. 특히, 'PID=0'의 값을 가지는 경우는 TS 패킷으로 다중화 된 채널에 대한 초기 접근 정보를 전달하는, 각 채널에 특정 PID 값을 할당하여 PMT 라고 하는 세부 초기화 정보를 전달하고 이 세부 초기화 정보를 통해 각 채널의 미디어 정보가 전달되는 PID 값과 각 채널에 대한 멀티미디어 복호기를 초기화할 수 있는 '기술자' (descriptor) 정보들을 전송하게 된다.



(그림5-2) PMT의 구조

따라서 위성 UHDTV 방송 표준에서 정의한 각 미디어 부호기를 사용하기 위해서는 멀티미디어 다중화에서 필요했던 것처럼 각 미디어 부호기에 대한 구분자(Identifier), 기술자(Descriptor)가 필요한데, 멀티미디어 다중화에서 정의했던 것과 마찬가지로 기존 사용하던 미디어 부호기에 대한 정보는 기존 위성 방송 표준에서 사용하던 것을 그대로 사용하고, 새롭게 추가된 미디어에 대해서는 별도로 정의하였다.

다. 서비스 정보

서비스 정보(SI)는 수신기가 TS 스트림의 다중화 구조를 복호할 수 있도록 돕고, 선택된 프로그램의 안내 및 가입 정보, 각종 이벤트의 근간을 제공하는 것으로, 디지털 위성 방송에서 MPEG-2의 테이블/ 섹션 방식을 사용한다. 위성 UHDTV 방송 표준에서 기존 디지털 방송에서 사용하던 DVB 방식[R11]의 서비스 정보를 그대로 채용하였다.

다만 최근 표준화된 H.265/HEVC 부호기의 수용을 위해서 최소한의 확장을 통해 표준화를 수행하였다. 확장된 부분은 위성 방송을 통해 전송되는 컴포넌트 스트림의 종류를 지정하거나 텍스트 기초 스트림을 제공하기 위해 사용되는 컴포넌트 기술자에서 H.265/HEVC를 지정할 수 있도록 아래와 같이 필드를 추가 하였다.

stream_content	component_type	Description
0x0C	0x00	reserved for future use
0x0C	0x01	HEVC 4K-UHD, 8 bit-depth, 29.97 Hz
0x0C	0x02	HEVC 4K-UHD, 8 bit-depth, 30 Hz
0x0C	0x03	HEVC 4K-UHD, 8 bit-depth, 59.94 Hz
0x0C	0x04	HEVC 4K-UHD, 8 bit-depth, 60 Hz
0x0C	0x05	HEVC 4K-UHD, 10 bit-depth, 29.97 Hz
0x0C	0x06	HEVC 4K-UHD, 10 bit-depth, 30 Hz
0x0C	0x07	HEVC 4K-UHD, 10 bit-depth, 59.94 Hz
0x0C	0x08	HEVC 4K-UHD, 10 bit-depth, 60 Hz
0x0C	0x09 to 0x0F	reserved for future use
0x0C	0x10	reserved for future use
0x0C	0x11	HEVC 8K-UHD, 8 bit-depth, 29.97 Hz
0x0C	0x12	HEVC 8K-UHD, 8 bit-depth, 30 Hz
0x0C	0x13	HEVC 8K-UHD, 8 bit-depth, 59.94 Hz
0x0C	0x14	HEVC 8K-UHD, 8 bit-depth, 60 Hz
0x0C	0x15	HEVC 8K-UHD, 10 bit-depth, 29.97 Hz
0x0C	0x16	HEVC 8K-UHD, 10 bit-depth, 30 Hz
0x0C	0x17	HEVC 8K-UHD, 10 bit-depth, 59.94 Hz
0x0C	0x18	HEVC 8K-UHD, 10 bit-depth, 60 Hz
0x0C	0x19 to 0xFF	reserved for future use

<표5-4> Component descriptor의 stream_content와 component_type 정의

6. 상용 위성 UHD 방송 최적화 기술

상용 위성 UHDTV 방송은 2013년 7월 표준화된 H.265/HEVC 비디오 압축 기술에 기반하고 있다. HEVC 비디오 압축 기술을 지원하는 많은 제품이 개발되고 있으며 2015년 현재까지 소프트웨어와 하드웨어 기반의 실시간 압축처리를 지원하는 비디오 부호화기가 출시되고 있다.

여기에서는 상용 UHDTV 방송 서비스를 제공하는 대상 위성 중계기의 링크 용량에 대해 기술하고, H.265/HEVC 압축 기술의 특징을 개괄적으로 살펴본다. 마지막으로 상용 UHD 방송 서비스를 제공하기 위한 주요 기술적인 요구 사항에 기술한다.

6.1. 위성 UHDTV 상용 최적화를 위한 링크

상용 UHDTV 방송 서비스는 2015년 현재 무궁화 6호 위성을 통해 제공하고 있으며, 이 위성의 주요 제원은 아래의 표와 같다.

제원	통신용 (CS)		방송용 (BS)
위성체 궤도	동경 116도		
중계기별 편파	Up-link	Group1: H-pol Group2: V-pol	LHCP
	Downlink	Group1: V-pol Group2: H-pol	LHCP
중계기 대역폭	36MHz		27MHz
중계기 출력	51W(max)		136W(max)
EIRP	62dBW(max)		63dBW(max)
G/T	19.5dB/K		20dB/K
업링크 주파수	14,000~14,500 MHz		14,520~14,750 MHz
다운링크 주파수	12,250~12,750 MHz		11,720~11,950 MHz
Reception Range	1.54~1.98 MHz (LO freq: 10.75GHz)		0.996~1.188 MHz (LO freq: 10.75GHz)
위성체 수명	15년 (2011. 01.)		

<표6-1> 무궁화 6호 위성의 주요 제원

UHDTV 방송 채널을 포함한 각 채널들을 위성중계기 단위로 송출하기 위해 동기화 및 다중화하여 MPEG2-TS로 전송 스트림을 생성한 후에 DVB-S/S2 방식으로 디지털 변조를 수행한다. 위성 방송에서는 위성중계기 단위로 다중화 함에 따라 동시에 여러 채널을 보낼 수 있게 된다.

무궁화 6호 위성의 36MHz 대역폭을 가지는 통신용 중계기를 이용하는 경우, HD방송에 대해 DVB-S2 전송 시스템을 사용하고 8-PSK 변조방식을 사용한다면 가용율 99.9%에서 약 60Mbps로 데이터를 전송할 수 있다. UHD 방송 서비스의 경우에도 동일한 방식

으로 적용한다면, 통신용 중계기당 가용 데이터전송율이 약 60Mbps로 UHD 방송채널을 전송할 수 있다.

6.2. 영상 압축 및 부호화 개요

H.265/HEVC 비디오 압축 표준은 ISO/IEC MPEG과 ITU-T Q.5 VCEG이 공동으로 출범한 JCT-VC 그룹에 의해 개발되어 2013년 7월 표준이 인증되었다. 이 표준은 기존의 비디오 압축 표준이 대상으로 삼았던 비디오보다 더 높은 해상도의 비디오에 대해, 보다 높은 압축 효율을 제공할 목적으로 개발되었는데, 초기 표준 작성을 위한 공식 기술 요청 사항으로 다음을 포함하는 13가지 사항이 제시되었다.

- 압축성능 - H.264/AVC High Profile 대비 상당한 수준의 성능 향상 있을 것
- 비디오 포맷 - QVGA 포맷으로부터 8K-UHD 비디오를 포함할 것
- 색-공간 - YCbCr 4:2:0 8-bit 샘플을 기본으로, 선택적으로 YCbCr/RGB 4:2:2와 4:4:4 포맷, 그리고 높은 비트 심도를 지원할 것
- 주사 방식 - 프로그레시브 주사를 지원할 것
- 기타 - 저 지연 모드, 오류 회복성 및 손쉬운 시스템 인터페이스의 지원 등

이와 같이 개발된 H.265/HEVC 비디오 압축 기술은 HD 해상도 이상의 비디오에서 기존 H.264/AVC 비디오 압축 기술 대비 2배 이상의 압축 성능을 제공하는 것으로 알려져 있다. 이 비디오 압축 표준이 기존 H.264/AVC 비디오 압축 기술에 비해 이렇게 높은 압축 성능을 제공하는 것은, 아래의 주요 차이점[R12]과 함께 전반적으로 매우 복잡해진 다양한 처리 요소들을 포함하고 있다.

- 압축의 기본인 블록의 크기가 영상의 특성을 반영할 수 있도록 가변적으로 설계
- 블록을 분할하는 깊이가 4단계로 확장
- 변환(Transform) 크기도 4단계로 가변구조를 지님
- 인트라 프레임 예측을 위한 방향성 정보도 최대 34가지를 제공
- 변환의 최소 단위인 4x4에서는 DST(Discrete Sine Transform)도 사용이 가능
- Interpolation을 위한 필터 계수를 최대 8개까지 지원
- SAO를 사용하여 영상의 부드러움을 재현

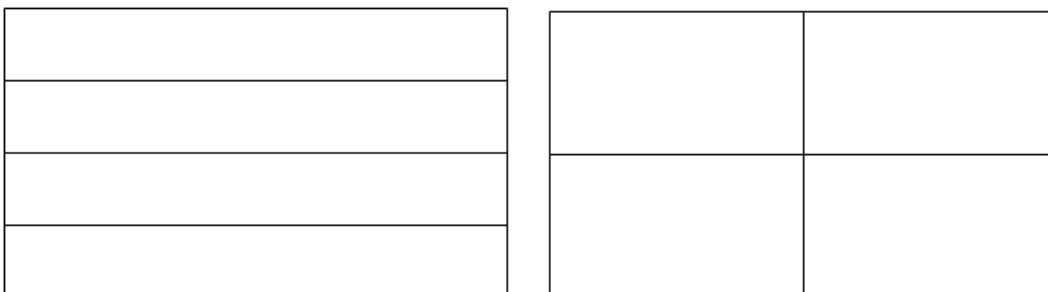
구분	Coding Tool	H.264/AVC	H.265/HEVC
structure	basic block	MB (fixed, 16x16)	CU(8x8~64x64)
structure	quad-tree depth	2(fixed)	2-4(flexible)
structure	motion partition shape	square, symmetric	square, symmetric, asymmetric
structure	transform size	4x4, 8x8	4x4 ~ 32x32
structure	prediction & transform	Tx <= Pred	-
intra	#of direction (luma)	9 or 4	17 or 34 or 3
intra	# of direction (chroma)	4	6
intra	context pixel smoothing	8x8 only	mode dependent
intra	context pixel interpolation	-	bi-linear
transform	additional transform	-	4x4 DST
interpolation	luma	6 tap + bi-linear	8 tap
interpolation	chroma	bi-linear	4 tap
in-loop filter	sample adaptive offset	-	edge/band offset

<표6-1> H.264와 H.265/HEVC와의 주요 차이점 비교

UHD 방송 영상을 위해 사용되는 H.265/HEVC의 비디오 압축을 위한 부호화기의 연산 요구량은 기존 H.264/AVC 비디오 부호기에 비해 3배 이상 높아졌다. 특히 UHD 방송영상과 같이 높은 해상도의 비디오를 실시간으로 부호화하기 위한 고속의 프로세스 개발에 어려움이 있을 것으로 예상할 수 있다. 따라서 H.265/HEVC 표준에서는 그 요구연산을 병렬화하여 처리할 수 있도록 구조화[R13]하여 멀티 프로세스 방식으로 부호화기를 개발할 수 있도록 표준을 지원하고 있다.

H.265/HEVC의 표준화에서 고려한 부호기의 병렬화 구조의 한 예는 타일 구조를 통한 병렬화 처리이다. 먼저 타일은 영상의 특정 영역을 지칭하는 것으로, 기존의 슬라이스와 같이 부호화와 복호화가 독립적으로 이루어 질수 있는 영역이다. 아래의 그림은 영상을 4개의 슬라이스와 타일로 구성한 예이다.

타일은 슬라이스와 달리 영상을 연속된 CTU(Coding Tree Unit)으로 구성할 필요가 없어 병렬처리 및 높은 압축성능을 확보하는데 유리하다. 단, 타일의 경계면에서는 불연속이 발생할 수 있는데 이는 필터나 SAO를 통해 화질열화를 완화하여야 한다.



(그림6-1) H265/HEVC의 4개로 구성된 슬라이스와 타일의 비교 예시

6.3. 영상 압축의 파라미터 적용

UHD 방송 영상은 기존의 HD 방송과 대비하여 해상도의 증가와 비트 심도나 프레임률과 같은 제공 화질의 확장을 위한 파라미터의 선택에 따라 원본 데이터량은 최소 4배 이상으로 아래와 같이 다양하게 증가된다.

규격		원본 데이터량
HD	1,920×1,080, YUV4:2:0, 8bits, 30fps	746Mbps
4K UHD (UHD-1)	3,840×2,160, YUV4:2:0, 8bits, 30fps	3Gbps(HD의 약 4배)
	3,840×2,160, YUV4:2:2, 10bits, 60fps	10Gbps(HD의 약 14배)
	3,840×2,160, YUV4:4:4, 12bits, 120fps	36Gbps(HD의 약 48배)
8K UHD (UHD-2)	7,680×4,320, YUV4:2:2, 10bits, 30fps	20Gbps(HD의 약 27배)
	7,680×4,320, YUV4:4:4, 12bits, 60fps	72Gbps(HD의 약 96배)
	7,680×4,320, YUV4:4:4, 12bits, 120fps	144Gbps(HD의 약 192배)

<표6-2> UHD 방송과 HD방송의 데이터량 비교

상용 UHD 방송에서 어떤 파라미터를 통해 서비스를 제공하는 것은 선택하는 파라미터에 따라 사용자의 체감 품질이 달라지며, 영상 압축에 따른 데이터량에 영향을 미치게 되는 매우 중요한 문제이다.

UHD 비디오의 다양한 조합에 대한 사용자 체감 품질에 대한 기존의 색-범위를 기반으로 한, 기존의 연구[R14] 결과들을 보면, 30p의 프레임-율이 60p로 높아지는 경우 높은 체감 품질을 느낄 수 있는 반면, 색-공간 샘플링이 4:2:0에서 4:2:2 등으로 높아지는 경우에는 상대적으로 큰 체감 품질 차이를 느끼지 못하는 것으로 알려져 있다. 물론 해당 연구결과는 BT.2020[R15]와 같이 확장된 색-범위를 반영한 것이 아니므로 제작 영상의 조건이나 부호화기 등의 기술수준에 따라 달라질 수 있으나, UHD 상용방송을 위해서는 파라미터 간의 우선순위에 기반 한 최적화를 통해 체감 품질의 향상을 확장하여야 한다.

H.265/HEVC 비디오 부호기 표준은 HD 이상 해상도 비디오에서 기존의 H.264/AVC 압축 표준에 비해 2배 정도의 성능 향상을 제공하는 것으로 알려져 있다. 현재 국내의 H.264/AVC 방식으로 제공하고 있는 30P의 상용 HD방송을 기준으로 한다면 UHD 방송은 4배 이상의 원본 데이터량의 증가와 HEVC 영상 압축을 통해 약 2배의 효율 향상을 고려하여야 하며, 60P 수준이나 비트 심도의 향상 시의 추가적인 데이터량의 증가를 고려하여야 한다.

상용 UHD 방송을 위해 가장 우선순위의 상용 적용 미디어 포맷은 4K 해상도에서의 60p 규격으로, 시-해상도가 30p에서 60p로 높아지는 경우 시청자의 체감 품질이 크게 개선되는 것으로 알려져 있다. UHD와 같이 높은 해상도의 미디어를 시청하는 경우에 시-해상도의 증대는 자연스러운 움직임의 제공하는 것으로 인지하기보다는 움직임 블러 현상의 축소와 디스플레이의 잔상 효과가 줄어들어 화면이 보다 선명하고 또렷해진 느낌을 받게 한다. 다음으로 중요한 포맷으로는 각 컬러 샘플을 표현하는 비트의 수를 의미하는

비트-심도를 꼽을 수 있다. 기존 HD 방송 포맷의 경우 Y, Cb, Cr 색 공간의 각 컬러 샘플이 8 비트로 표현되는 반면, UHDTV 포맷에서는 이 비트 수를 10비트 또는 12비트까지 사용할 수 있다.

구분	해상도	비디오 포맷		
HD	1,920x1,080	30 fps	8	4:2:0
UHD-1 (4K)	3,840x2,160	30 fps	8, 10	4:2:0
	3,840x2,160	60 fps	8, 10	4:2:0
	3,840x2,160	60 fps	8, 10, 12	4:2:2

<표6-3> UHD 방송을 위한 파라미터 조합의 예시

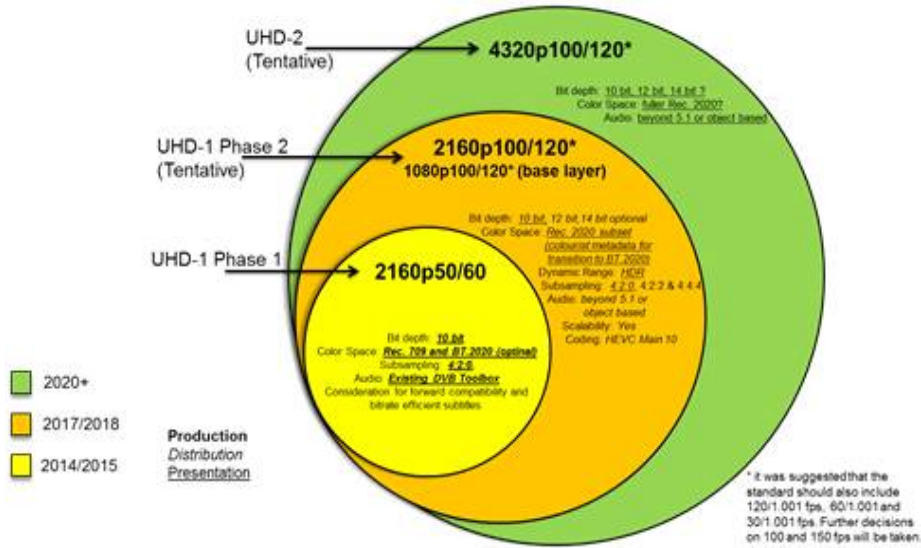
위성 UHDTV 상용 서비스는 2015년 6월부터 무궁화 6호 위성을 통해 이루어지고 있다. UHD 상용화를 위한 최적화 파라미터는, 각 파라미터의 선택에 따라 영상의 품질 및 데이터 량의 변화가 발생하게 되므로 무궁화 위성의 링크 설계와 함께 서비스를 제공하는 시기의 H.265/HEVC 영상 부호화기의 성능을 고려하여 결정되어야 한다. 즉 영상 포맷의 파라미터와 데이터량이 동일하더라도 실시간 부호화기의 성능에 따라 영상 압축된 영상의 품질이 달라질 수 있다. 또한 요구되는 영상품질이 동일하더라도 영상 포맷의 파라미터와 부호화기를 통한 데이터량은 달라질 수 있으므로 상용 UHDTV 방송 서비스를 위해서는 체감 품질에 대한 시험을 통해 더욱 효율성이 높은 파라미터의 선택이 필요하다.

7. 상용 UHD 방송의 향후 적용 기술

DVB에서는 8K UHD까지 포함하는 단계적인 UHD 표준화 계획을 가지고 표준화를 추진하고 있다. 본 장에서는 DVB의 UHD 방송에 대한 표준화 방향에 대해 기술하고, 더욱 넓어진 색-범위나 HDR(High Dynamic Range)와 같은 상용 UHD 방송에 적용될 기술 흐름에 대해 기술한다.

7.1. DVB UHDTV 표준화 분야

DVB에서는 UHDTV 방송 서비스를 위한 표준화의 경우 기존 HDTV 서비스를 기반으로 해상도를 향상시킨 UHD-1의 1단계 표준을 완료하였으며, 2017 ~ 2018년에 상용 서비스가 가능한 UHD-1 2단계의 표준화 작업을 진행 중에 있다. 최근에는 100 ~ 120 fps의 프레임률을 지원하는 HFR(High Frame Rate)에 대한 기술적인 논의가 이루어지면서 2단계를 2a와 2b의 분리하여 표준화를 진행하고 있다.

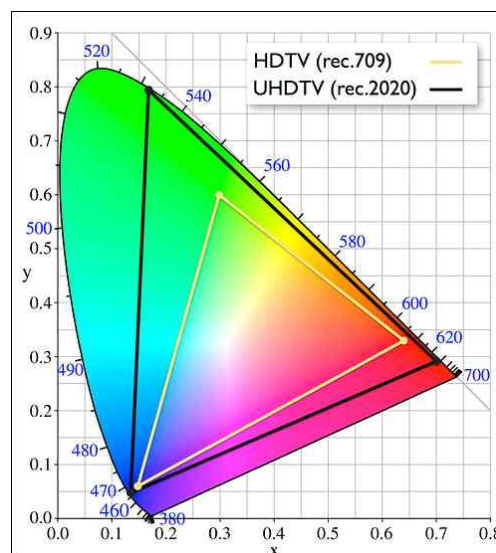


(그림 7-1) DVB의 UHD 표준화 계획

7.2. UHD 방송의 색 표현의 확장

일반적으로 영상의 제작에 있어서는, 다양한 출력 장치들이 표현할 수 있는 공통의 색-범위를 고려하여 색-범위 표준을 규정하고, 콘텐츠를 제작하도록 함으로써 제작 시 표현하고자 하는 색의 출력 장치에서 올바르게 표현되도록 하고 있다.

이러한 색-범위로는 HDTV의 제작에 사용되는 BT.709 포맷[R16]이 있다. 아래 그림과 같이 BT.709 포맷은 인간의 시각 체계에서 인지되는 색상의 범위에서 Blue Primary 색상에 비해 Red Primary와 특히 Green Primary 색상에서 많은 차이를 보이게 된다. 이는 해당 표준의 제정 당시 콘텐츠의 대표적 디스플레이 출력 장치들이 가진 색-범위를 고려하여 결정되기 때문에, 최근의 디스플레이에서 비약적으로 발전한 색-표현 기술이 반영되지 못했기 때문이다.



(그림) BT.709 vs. BT.2020 색-범위

최근 규격화 된 UHDTV 콘텐츠 제작을 위한 색-범위 표준인 BT.2020에서는 최신 디스플레이 장치의 색상 표현 능력이 반영되어 그 색-범위가 크게 증가하였다. 특히 BT.2020에서는 Red와 Green Primary 색상이 개선되었다.

국제전기통신연합의 권고(ITU-R)에 따르면 향후 UHD 방송은 최소 10비트 컬러 지원, DR(Dynamic range) 지원, 색-범위는 BT.2020 으로 넓어질 것으로 전망된다, 이 때 최소 10비트, 최대 14비트 컬러를 지원할 수 있게 된다면 HDR(High Dynamic Range) 기능이 빛을 발하게 된다. ‘Dynamic Range’는 가장 어두운 부분과 가장 밝은 부분의 표현 단계를 나타내는데, 이 부분이 훨씬 더 촘촘하고 세밀하게 구분된다면 아주 밝은 부분과 아주 어두운 부분이 뭉개지지 않고 촬영 당시 담긴 영상 정보에 보다 가까운 영상을 재 생성할 수 있게 된다. 향후에는 이러한 HDR이 필수기능이 될 것이다.



참고문헌

- [R1] 김용구 외, “초고화질(UHD) 디지털 위성 방송 송수신정합,” TTA.KO-07.0122, 한국정보통신기술협회, 2013. 12.
- [R2] SMPTE, “Ultra High Definition Television – Image Parameter Values for Program Production,” ST2036-3, 2010. 03.
- [R3] SMPTE, “Ultra High Definition Television – Audio Characteristics and Audio Channel Mapping for Program Production,” ST 2016-2, 2008.
- [R4] 강대갑 외, “초고선명 디지털 TV 오디오 신호,” TTA.KO-07.0098, 한국정보통신기술협회, 2011. 12.
- [R5] ITU-T, “H.265: High Efficiency Video Coding,” ITU-T Rec. H.265, 2013.07.
- [R6] ISO/IEC, “Information Technology –Coding of Audio-Visual Objects—Part 3: Audio,” ISO/IEC 14496-3, 2009.
- [R7] ATSC, “Digital Audio Compression Standard(AC-3, E-AC-3),” ATSC A/52, 2010.11.
- [R8] SCTE, “DTS-HD Audio System –Part 1” & “DTS-HD Audio System –Part 2” Coding Constraints for Cable Television,” ANSI/SCTE 194-1 & 194-2, 2013.
- [R9] ISO/IEC, “Information Technology –Coding of Audio-Visual Objects—Part 1: System,” ISO/IEC 13818-1, 2013.05.
- [R10] ISO/IEC, “Transport of High Efficiency Video Coding (HEVC) video over MPEG-2 Systems,” ISO/IEC 13818-1:2013/DAmD 3, 2013.06.
- [R11] ETSI, “Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB Systems,” ETSI EN 300 468 (v.1.13.1), 2012.08.
- [R12] 신재섭, “UHDTV 방송을 위한 인코더 기술 현황 및 전망,” 한국방송공학회지, 제 19권 2호, pp. 69-79, 2014. 04.
- [R13] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “Vision, applications, and requirements for high-performance video coding (HVC),” N11096, 2010.
- [R14] 박인경 외, “4K-UHD 비디오 시청 환경 특성 분석을 위한 주관적 화질평가 분석,” 한국방송공학회논문지, 제 15권 4호,
- [R15] ITU-R Recommendation BT.2020-7, “Parameter values for ultra-high definition television system for production and international program exchange,” ITU-R, 2014. 07.
- [R16] ITU-R Recommendation BT.709-7, “Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange,” ITU-R Apr. 2002.

기술보고서 작성 공헌자

기술보고서 번호 : TTAR-07.0019

이 기술보고서의 제정·개정 및 발간을 위해 아래와 같이 여러분들이 공헌하셨습니다.

구분	성명	위원회 및 직위	연락처 (E-mail 등)	소속사
기술보고서(과제) 제안	이화성	위성 방송프로젝트그룹 위원	fornew@skylife.co.kr	케이티스카이라이프
	김용구	위성 방송프로젝트그룹 의장	ygkim@kgit.ac.kr	한독미디어대학원대 학교
기술보고서 초안 작성자	이화성	위성 방송프로젝트그룹 위원	fornew@skylife.co.kr	케이티스카이라이프
	김용구	위성 방송프로젝트그룹 의장	ygkim@kgit.ac.kr	한독미디어대학원대 학교
	이 한	위성 방송 프로젝트그룹부의장	hanlee@skylife.co.kr	케이티스카이라이프
기술보고서 초안 에디터				
기술보고서 초안 검토	김용구	위성 방송프로젝트그룹 의장	ygkim@kgit.ac.kr	한독미디어대학원대 학교
	이 한	위성 방송 프로젝트그룹부의장	hanlee@skylife.co.kr	케이티스카이라이프
	장대익	위성 방송프로젝트그룹 부의장	dchang@etri.re.kr	한국전자통신연구원
	이동진	위성 방송프로젝트그룹 간사	gun@skylife.co.kr	케이티스카이라이프
	오덕길	위성 방송프로젝트그룹 위원	dgoh@etri.re.kr	한국전자통신연구원
	신민수	위성 방송프로젝트그룹 위원	msshin@etri.re.kr	한국전자통신연구원
	박춘규	위성 방송프로젝트그룹 위원	ppbros@skylife.co.kr	케이티스카이라이프
	허정권	위성 방송프로젝트그룹 위원	jungkwon.heo@dts.com	디티에스(아시아)리 미티
	이화성	위성 방송프로젝트그룹 위원	fornew@skylife.co.kr	케이티스카이라이프
	기술보고서안 심의	목하균	방송기술위원회 의장	mok@kbs.co.kr
		외 방송기술위원회 위원		
사무국 담당	김대중	-	031-724-0090 kdj@tta.or.kr	TTA
	오경덕	-	031-724-0096 soohagi@tta.or.kr	TTA



기술보고서

위성 UHD TV 상용 서비스 최적화 기술보고서
(TTA Technical Report on Satellite UHD TV Broadcasting Parameter)

발행인 : 한국정보통신기술협회 회장

발행처 : 한국정보통신기술협회

463-824, 경기도 성남시 분당구 분당로 47

Tel : 031-724-0114, Fax : 031-724-0109

발행일 : 2015.11.
