

H27 放送第 0175 号
平成 27 年 11 月 26 日

総務省情報流通行政局放送技術課 御中

一般社団法人電波産業会
デジタル放送システム開発部会
委員長 池田 哲臣

提案書

超高精細度テレビジョン放送システム等の高画質化に係る技術的条件に関する提案募集について、下記の通り提案致します。

記

1. 提案の背景

高度衛星デジタル放送方式が 2014 年 3 月に情報通信審議会より答申され、答申に基づき総務省令・告示並びに電波産業会(ARIB)標準規格が策定され、次世代放送推進フォーラム(NexTV-F)において具体的な運用が検討されている。さらに、同方式に基づく狭帯域 CS での 4K 実用放送が 2015 年に始まり、BS での 4K/8K 試験放送が 2016 年に、その実用放送が 2018 年に始まる予定である。これらの状況に鑑み、HDR 放送は、高度衛星デジタル放送方式に対する最小限の拡張によって実施可能であることが望ましい。

ARIB では、拡張ダイナミックレンジテレビジョン (HDR と同義) の基本パラメータを標準規格 STD-B67 として定めている。本方式は HLG(Hybrid Log Gamma)方式と呼ばれ、英国 BBC と NHK が中心となって開発されたもので、HEVC 規格 ver.3 の国際規格案において、伝達特性の識別が可能となっている。一方、米国映画テレビ技術者協会(SMPTE)では、HDR の基準ディスプレイ特性を規格 ST 2084 として定めている。本方式は、PQ(Perceptual Quantizer)方式と呼ばれ、次世代ブルーレイ規格に採用され、HLG と同様に HEVC 規格において伝達特性の識別が可能となっている。

HDR-TV の番組制作及び国際番組交換のための勧告作成が国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R)第 6 研究委員会(SG6)で行われている。直近の 2015 年 7 月会合では、前述の 2 つの方式を併記した新勧告草案が作成され、次回 2015 年 1 月-2 月会合で新勧告案が作成されることが期待されている。HDR-TV は、ITU-R 勧告 BT.2020 に準拠する広色域表色系と 10 ビットまたは 12 ビットの量子化と共に適用することとしている。

2. 提案方式

高度衛星デジタル放送方式に対する最小限の拡張によって実施可能で、要求条件に適合すると考えられる HDR 放送方式を以下の通り提案する。

2.1 符号化映像フォーマット

HLG 方式および PQ 方式の映像信号特性 (特に伝達関数。省令では「ガンマ補正」と称している。)を HDR-TV 用に追加規定する。HDR-TV は、ITU-R 勧告 BT.2020 に準拠する広色域表色系及び 10 ビット量子化とセットで、HDTV 及び 4K/8K UHD TV 解像度の映像フォーマットに適用する。

符号化映像フォーマットのパラメータは、表 1 及び表 2 に示すものとする。

表1 符号化映像フォーマット

パラメータ	1080/60/I	1080/60/P	2160/60/P	2160/120/P	4320/60/P	4320/120/P
画面アスペクト比	16:9					
ライン当たり有効サンプル数	1,920		3,840		7,680	
フレーム当たり有効ライン数	1,080		2,160		4,320	
符号化	Y', C'B, C'R (非定輝度)					
サンプリング構造	4:2:0					
画素アスペクト比	1:1 (正画面素)					
フレーム周波数 [Hz]	30/1.001, 30	60/1.001, 60	60/1.001, 60	120/1.001, 120	60/1.001, 60	120/1.001, 120
フィールド周波数 [Hz]	60/1.001, 60	-				
走査方式	飛越走査	順次走査				
SDR-TV	画素ビット数	8-bit, 10-bit		10-bit		
	カラリメトリ・伝達関数	Rec. ITU-R BT.709, IEC 61966-2-4(xvYCC)		Rec. ITU-R BT.2020		
HDR-TV	画素ビット数	10-bit				
	カラリメトリ	Rec. ITU-R BT.2020				
	伝達関数	HLG方式またはPQ方式 (表2参照)				

表2 HDR-TV の伝達関数

HLG 方式	PQ 方式
$E' = r\sqrt{L} \quad (0 \leq L \leq 1)$ $E' = a \cdot \ln(L - b) + c \quad (1 < L)$ <p>ただし、rは基準白レベルに対する映像信号レベルであり $r=0.5$ とする。Lは基準白レベルで正規化したカメラの入力光に比例した電圧とし、E'は映像信号のカメラ出力に比例した電圧とする。a、b、cは定数であり、$a=0.17883277$、$b=0.28466892$、$c=0.55991073$ とする。</p>	$E' \boxtimes = \left(\frac{c_1 + c_2 L^{m_1}}{1 + c_3 L^{m_1}} \right)^{m_2}$ $(0 \leq L \leq 1)$ <p>ただし、Lはカメラの入力光に比例した電圧とし、$L=1$が表示輝度 10,000 cd/m²に対応するものとする。E'は映像信号のカメラ出力に比例した電圧とする。m_1、m_2、c_1、c_2、c_3は定数であり、以下のとおりとする。</p> $m_1 = 2610/4096 \times \frac{1}{4} = 0.1593017578125$ $m_2 = 2523/4096 \times 128 = 78.84375$ $c_1 = 3424/4096 = 0.8359375 = c_3 - c_2 + 1$ $c_2 = 2413/4096 \times 32 = 18.8515625$ $c_3 = 2392/4096 \times 32 = 18.6875$

準拠規格

- (1) ARIB 標準規格 STD-B67 1.0 版(2015) : Essential parameter values for the extended image dynamic range television (EIDRTV) system for program production
- (2) SMPTE Standard ST 2084:2014 : High Dynamic Range Electro-Optical Transfer Function of Mastering Reference Displays

2.2 映像符号化方式

HDR-TV の映像符号化は、HEVC 規格 Main10 プロファイルに準拠するものとする。

準拠規格

(1) Rec. ITU-T H.265(2013) | ISO/IEC 23008-2:2013: High efficiency video coding

2.3 映像ビットストリームにおける伝達関数の識別

VUI (Video Usability Information) の transfer_characteristics の値によって識別する。

表 3 VUI の transfer_characteristics

値	特性	備考
1	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ for $1 \geq L_c \geq \beta$ for $\beta > L_c \geq 0$	Rec. ITU-R BT.709
11	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ $V = -\alpha * (-L_c)^{0.45} + (\alpha - 1)$ for $L_c \geq \beta$ for $\beta > L_c > -\beta$ for $-\beta \geq L_c$	IEC 61966-2-4
14	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1)$ $V = 4.500 * L_c$ for $1 \geq L_c \geq \beta$ for $\beta > L_c \geq 0$	Rec. ITU-R BT.2020, 10-bit
16	$V = ((c_1 + c_2 * L_c^n) \div (1 + c_3 * L_c^n))^m$ for all values of L_c $c_1 = c_3 - c_2 + 1 = 3424 \div 4096 = 0.8359375$ $c_2 = 32 * 2413 \div 4096 = 18.8515625$ $c_3 = 32 * 2392 \div 4096 = 18.6875$ $m = 128 * 2523 \div 4096 = 78.84375$ $n = 0.25 * 2610 \div 4096 = 0.1593017578125$ for which L_c equal to 1 for peak white is ordinarily intended to correspond to a display luminance level of 10 000 candelas per square metre	SMPTE ST 2084
18	$V = 0.5 * L_c^{0.5}$ $V = a * \text{Ln}(L_c - b) + c$ $a = 0.17883277, b = 0.28466892, c = 0.55991073$ for $1 \geq L_c \geq 0$ for $L_c > 1$	ARIB STD-B67

準拠規格

(1) Text of ISO/IEC DIS 23008-2:201X 3rd Edition

2.4 多重化層における識別

MPEG-2 TS 方式においてはビデオデコードコントロール記述子 (ARIB STD-B10 に規定)、MMT 方式においては映像コンポーネント記述子 (ARIB STD-B60 に規定) をそれぞれ拡張し、VUI による識別と同様に伝達特性を識別可能とする。

(1) ビデオデコードコントロール記述子

表4-1 ビデオデコードコントロール記述子

データ構造	ビット数	ビット列表記
video_decode_control_descriptor(){		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
still_picture_flag	1	bslbf
sequence_end_code_flag	1	bslbf
video_encode_format	4	bslbf
transfer_characteristics	2	bslbf
}		

ビデオデコードコントロール記述子の意味：

still_picture_flag (静止画フラグ)：これは1ビットのフィールドで、「1」の場合は、このコンポーネントが静止画 (MPEG-I ピクチャ) であることを示す。「0」の場合は、このコンポーネントが動画であることを示す。

sequence_end_code_flag (シーケンスエンドコードフラグ)：これは1ビットのフィールドで、このコンポーネントがビデオエンコードフォーマットで示される映像フォーマットの終了点において、シーケンスエンドコード (MPEG-2 Video 規格の場合。MPEG-4 AVC 規格および HEVC 規格の場合はエンド・オブ・シーケンス NAL ユニット。以下同様。) を送信するストリームであるか否かを示す。「1」の場合は、その映像ストリームはシーケンスエンドコードが送信されるストリームであることを示し、「0」の場合は、シーケンスエンドコードが送信されないストリームであることを示す。

video_encode_format (ビデオエンコードフォーマット)：これは4ビットのフィールドで、表4-2に従ってこのコンポーネントのエンコードフォーマットを示す。

表 4-2 ビデオエンコードフォーマット

ビデオエンコードフォーマット	記述
0000	1080/P
0001	1080/I
0010	720/P
0011	480/P
0100	480/I
0101	240/P
0110	120/P
0111	2160/60/P
1000	180/P
1001	2160/120/P
1010	4320/60/P
1011	4320/120/P
1100 - 1111	ビデオエンコードフォーマットの拡張用

transfer_characteristics (伝達特性)：これは2ビットのフィールドで、表4-3に従って映像信号の伝達特性を識別する。

表4-3 伝達特性

伝達特性の値	意味
00	VUI の transfer_characteristics = 1, 11 または 14 (Rec. ITU-R BT.709-5, IEC 61966-2-4 または BT.2020)
01	VUI の transfer_characteristics = 16 (SMPTE ST 2084)
10	VUI の transfer_characteristics = 18 (ARIB STD-B67)
11	映像伝達特性を指定しない

(2) 映像コンポーネント記述子

表 5-1 映像コンポーネント記述子の構成

データ構造	ビット数	データ表記
Video_Component_Descriptor () {		
descriptor_tag	16	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
video_resolution	4	uimsbf
video_aspect_ratio	4	uimsbf
video_scan_flag	1	bslbf
reserved	2	bslbf
video_frame_rate	5	uimsbf
component_tag	16	uimsbf
video_transfer_characteristics	4	uimsbf
reserved	4	bslbf
ISO_639_language_code	24	bslbf
for (i=0; i<N; i++) {		
text_char	8	uimsbf
}		
}		

映像コンポーネント記述子の意味：

video_resolution (映像信号解像度)：この4ビットのフィールドは、映像信号の垂直方向の解像度を表し、表5-2に従って符号化される。

表 5-2 映像信号解像度

映像信号解像度の値	意味
0	映像信号解像度を指定しない
1	180
2	240
3	480 (525)
4	720 (750)
5	1080 (1125)
6	2160
7	4320
8 - 15	将来使用のためリザーブ

video_aspect_ratio (映像信号アスペクト比)：この4ビットのフィールドは、映像信号のアスペ

クト比を表し、表 5-3 に従って符号化される。

表 5-3 映像信号アスペクト比

映像信号アスペクト比の値	意味
0	映像信号アスペクト比を指定しない
1	4:3
2	16:9 パンベクトルあり
3	16:9 パンベクトルなし
4	> 16:9
5 – 15	将来使用のためリザーブ

video_scan_flag (映像スキャンフラグ) : 映像信号がインターレース信号の場合は‘0’とし、プログレッシブ信号の場合は‘1’とする。

video_frame_rate (映像信号フレームレート) : この 5 ビットのフィールドは、映像信号のフレームレートを表し、表 5-4 に従って符号化される。

表 5-4 映像信号フレームレート

映像フレームレートの値	意味
0	フレームレートを指定しない
1	15
2	24/1.001
3	24
4	25
5	30/1.001
6	30
7	50
8	60/1.001
9	60
10	100
11	120/1.001
12	120
13 – 31	将来使用のためリザーブ

component_tag (コンポーネントタグ) : これは 16 ビットのフィールドである。コンポーネントタグは、コンポーネントストリームを識別するためのラベルであり、MH-ストリーム識別記述子内のコンポーネントタグと同一の値である。(ただし、MH-ストリーム識別記述子が MPT 内に存在する場合。)

video_transfer_characteristics (映像信号伝達特性) : この 4 ビットのフィールドは、映像信号の伝達特性を識別し、表 5-5 に従って符号化される。

表 5-5 映像信号伝達特性

映像信号伝達特性の値	意味
0	映像信号伝達特性を指定しない
1	VUI の transfer_characteristics = 1 (Rec. ITU-R BT.709-5)
2	VUI の transfer_characteristics = 11 (IEC 61966-2-4)
3	VUI の transfer_characteristics = 14 (Rec. ITU-R BT.2020)
4	VUI の transfer_characteristics = 16 (SMPTE ST 2084)
5	VUI の transfer_characteristics = 18 (ARIB STD-B67)
6 - 15	将来使用のためリザーブ

ISO_639_language_code (言語コード) : この 24 ビットのフィールドは、コンポーネント (音声、あるいはデータ) の言語及びこの記述子に含まれる文字記述の言語を識別する。言語コードは、ISO639-2 に規定されるアルファベット 3 文字コードで表す。各文字は ISO 8859-1 に従って 8 ビットで符号化され、その順で 24 ビットフィールドに挿入される。

例： 日本語はアルファベット 3 文字コードで「jpn」であり、次のように符号化される。

「0110 1010 0111 0000 0110 1110」

text_char (コンポーネント記述) : これは 8 ビットのフィールドである。一連のコンポーネント記述のフィールドは、コンポーネントストリームの文字記述を規定する。

準拠規格

- (1) ARIB STD-B10 5.7 版 (案)
- (2) ARIB STD-B60 1.5 版 (案)

3. 上記以外の規定

高度衛星デジタル放送方式を準用する。

連絡先

一般社団法人電波産業会
研究開発本部放送グループ



〒100-0013

東京都千代田区霞が関 1-4-1 日土地ビル