



VVC (Versatile Video Coding)

岩村俊輔 (NHK)

iwamura.s-gc@nhk.or.jp

1. VVC とは

Versatile Video Coding (VVC, ISO/IEC 23090-3 | ITU-T H. 266) は、ISO/IEC SC29 WG11 (通称 MPEG) と ITU-T SG16 WP3 Q.6 (通称 VCEG) の合同作業班である JVET (Joint Video Experts Team) により規格化された映像符号化の国際標準規格であり、新 BS4K/8K 放送などで用いられている HEVC (High Efficiency Video Coding, ISO/IEC 23008-2 | ITU-T H. 265) の後継にあたる規格である。近年、動画における高精細化や広ダイナミックレンジ (HDR) 化、広色域化に対応した新たなフォーマットに加え、新たな映像体験として普及が始まっている VR (Virtual Reality) サービスでの利用が想定される、全天周映像 (360° 映像) への対応の必要性が高まっていることから、JVET は 2017 年 10 月に後継の映像符号化方式の Call for Proposals (技術募集) を発行し、規格名称を ISO/IEC 23090-3 MPEG-I Part-3 Versatile Video Coding として標準化を開始した。

HEVC の標準化では、第一版で放送やストリーミングで利用される 4:2:0 色差フォーマットを主なターゲットとして標準化が進められ、制作や編集などで用いられる 4:2:2, 4:4:4 などの色差フォーマットの符号化は拡張規格での対応となっていた。また、アニメーションや CG などのスクリーンコンテンツ符号化機能や異なる解像度の複数の映像を符号化する空間スケーラブル符号化機能も拡張規格でのサポートであった。

一方 VVC は、第一版からこれら全ての色差フォーマットや機能に対応している。HDR や 360° 映像を効率的に符号化するツールも採用されており、VVC はその名前に「多用途 (Versatility)」が含まれているように、符号化効率の向上だけでなく、多様な用途に利用できるよう標準化が進められたことが伺える。VVC の第一版は 2020 年 7 月に承認され、その後 2022 年 4 月には主に医用画像分野で用いられる高ビット深度・高ビットレート符号化機能の拡張が承認されている。

2. 符号化ツールの特徴

VVC はその前身である HEVC と同様にブロックベースのハイブリッド符号化方式である。ハイブリッド符号化方式は、原画像に対するブロック分割、分割されたブロックに対するイントラ予測・インタ予測、原画像のブロックと予測画

像との差分に対する変換・量子化処理によって構成される。表 1 に示すように、VVC はイントラ予測の方向予測モード数の増加や、インタ予測の動き予測補償の少数画素精度の向上など、既存の符号化ツールの拡張のほか、復号器側での動きベクトル補正や適応ループフィルタなど、新たな符号化ツールが多数導入されている。

3. プロファイルとレベル

プロファイルとは、特定の用途のために用いられる符号化ツールセットである。第一版では、色差フォーマットが 4:2:0、ビット深度が 10bit の、最も汎用的に用いられる映像フォーマットを対象とした Main 10 プロファイルのほか、色差フォーマットが 4:2:2 や 4:4:4 の映像を対象とした Main 10 4:4:4 プロファイル、スケーラブル機能やマルチビュー機能などを実現する複数の映像を符号化するための Multilayer Main 10 プロファイルなどを含む六つのプロファイルが規定された。第二版では、12 bit や 16 bit などの高ビット深度映像の符号化に対応するため、九つのプロファイルが追加で規定された。

レベルは復号器の処理能力を示す目安であり、ビットストリームの解像度やフレームレート、ビットレートなどを制限する。HEVC と同様に、最大ビットレートと最大 Coded Picture Buffer (CPB) サイズによる復号能力の違いを示すため tier という概念を導入しており、主にコンシューマ用途向けの Main tier とプロフェッショナル用途向けの High tier に分かれている。VVC では、High tier の最大フレームレートが従来の 300 frame/s から 960 frame/s に拡張されている。

4. 符号化性能と所要ビットレート

JVET では、VVC 標準化において提案された技術の性能を公正に評価する目的で共通実験条件 (CTC : Common Test Condition)⁽¹⁾ が規定されている。CTC には WVGA (480p) から 4K (2,160p) の解像度のシーケンスが規定されており、各シーケンスに対して符号化実験を行い基準となる符号化方式に対する符号化性能改善を評価する。客観評価尺度は Bjontegaard delta bitrate (BD-Rate)⁽²⁾ が用いられる。BD-Rate は基準方式によって得られる画質と同程度の画質を評価対象の方式で得るために必要な平均符号量の増減を測る指標であり、マイナス値が大きいほど基準方式に対する符号化性能が高いことを意味する。CTC における、HEVC に対する VVC の符号化性能を表 2 に示す。性能比較には

本会ハンドブック「知識の森」
https://www.ieice-hbkb.org/portal/doc_index.html

表1 HEVCとVVCの符号化ツール比較

ツール	HEVC	VVC
ブロック分割	・4×4~64×64の正方ブロック	・4×4~128×128の非正方を含む方形ブロック ・イントラスライスでの輝度・色差独立分割
イントラ予測	・平面予測・平均値予測・33モードの方向予測	・平面予測・平均値予測・93モードの方向予測 ・非隣接画素を用いたイントラ予測 ・行列ベースイントラ予測 ・輝度色差間予測
インタ予測	・1/4画素精度動き予測補償 ・動きベクトルのマージ	・1/16画素精度動き予測補償 ・サブブロック単位の動きベクトルマージ ・復号器側動きベクトル補正 ・アフィン予測 ・非方形の動き予測補償
変換	・ブロックサイズやモードに応じたDCT-II, DST-VIIの適用	・DCT-II, DST-VII, DCT-VIIIの選択的な適用 ・変換係数の一部に対する二次変換
量子化	・単一の量子化器	・代表値の異なる二つの量子化器
ループフィルタ	・サンプル単位のオフセット補正 ・デブロッキングフィルタ	・サンプル単位のオフセット補正 ・適応ループフィルタ ・デブロッキングフィルタ ・輝度マッピングと色差スケールリング

表2 VVCの符号化性能及び処理時間(対HEVC比)

		BD-rate
解像度	4K(放送コンテンツ)	-40.6%
	4K(ユーザ制作)	-44.0%
	HD	-37.4%
	WVGA	-33.9%
	平均値	-38.4%
処理時間	符号化処理時間	713%
	復号処理時間	163%

表3 VVCの所要ビットレート

HD	7 Mbit/s
4K	22 Mbit/s

ソフトウェアエンコーダを用いて、二重刺激劣化尺度(DSIS)法、5段階劣化尺度による主観評価実験により算出されたHD及び4K解像度(共に60 frame/s)における所要ビットレートを表3に示す。

文 献

- (1) F. Bossen, et al., "VTM and HM common test conditions and software reference configurations for SDR 4 : 2 : 0 10 bit video," JVET-AB2010, 2022
- (2) G. Bjontegaard, et al., "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," VCEG-M33, 2001.
- (3) HEVC Test Model.
<https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet/HM>
- (4) VVC Test Model.
https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet/VVCSoftware_VTM
- (5) 情報通信審議会, "地上デジタル放送方式高度化の中間報告映像符号化," 情報通信技術分科会放送システム委員会(第76回)参考資料76-2-3, 2022.

(2023年7月13日受付)

JVETから発行される最新の参照ソフトウェアHM-17.0⁽³⁾及びVTM-20.0⁽⁴⁾を用いた。表2から解像度が高いほどに符号化効率が向上することが伺える。前述のとおり、VVCではブロック分割における最大ブロックサイズがHEVCの64×64から128×128に拡張されており、高解像度映像の符号化において大きなブロックが選択可能となったことが符号化性能向上に寄与していると考えられる。

ARIB(電波産業会)は次世代のデジタル放送に向けた映像符号化方式の検討の中で、HD解像度及び4K解像度において放送品質を満たす所要ビットレートを報告している⁽⁵⁾。2025年頃にハードウェアで実現可能となるようなソ

