

## 次世代映像符号化技術の複雑度と性能の指針

村上篤道<sup>†</sup> 山岸秀一<sup>‡</sup> 杉本和夫<sup>‡</sup> 関口俊一<sup>‡</sup> 山田悦久<sup>‡</sup> 加藤嘉明<sup>‡</sup>

三菱電機 (株) 開発本部<sup>†</sup> 三菱電機 (株) 情報技術総合研究所<sup>‡</sup>

### 1 はじめに

ISO/MPEG, ITU-T/VCEG の共同作業として, AVC/H.264 の次の新しい映像符号化の国際標準作業 (HEVC: High Efficiency Video Coding)が進められている. HEVCはHDを超える超高精細映像信号も符号化対象とし 2013年に規格化完了の予定である[1, 2]. HEVC標準方式の出発点となるテストモデル策定のため 2010年4月に方式提案募集 (CfP: Call for Proposals)[3]が行われた. CfPに提出された技術によって AVC/H.264の2倍の圧縮効率を得られる目処はついたが, 実装実現のための複雑度の議論が十分にはなされていない. 本稿では CfP提案技術を性能と複雑度の観点から整理し, 実現可能な符号化方式を決定するための性能と複雑度の指針について考察する.

### 2 符号化性能と複雑度

図1は, CfPで提出された符号化方式のうち主要22機関の提案による実験結果から Class A と呼ばれる 2560×1600サイズのテストシーケンスについて, 圧縮性能と複雑度の座標でプロットしたものである[4]. 複雑度の指標には, 各機関が現在利用可能な最高性能のワークステーションを用いて実験を行ったとの仮定のもとで, それぞれの符号化シミュレーションプログラムの実行時間(以下, 符号化時間)を用いた. Class Aの符号化時間の提示がなされていない提案については Class B (1920×1080サイズのテストシーケンス)の符号化時間を用いた. さらに図1には MPEG-2と MPEG-4 visual 相当の結果もプロットしてある. これらは, AVC/H.264 レファレンスソフトウェア JM16.2の実行条件を旧標準相当に制限して実験を行ったものである(表1参照). 興味深いことに AVC/H.264の符号化性能と複雑度は MPEG-2や MPEG-4 visualのそれぞれ約2倍, 約10倍となっている. ところで, HEVCの要求条件の一つに, 標準化完了時点において市場で実現可能な複雑度以内で, AVC/H.264の2倍の性能を発揮することが挙げられている. そのためには, JM16.2を使った

MPEG-2, MPEG-4 visual, AVC/H.264の実験結果から推定した MPEG標準の進化トレンド(図1の点線)が今後も続くと仮定すると, HEVCの複雑度を AVC/H.264の4-5倍以内に抑える必要がある. これはムーアの法則から推定されるシステムLSIの実装技術向上により, HEVC実用時には十分実現可能な規模である. その意味からも HEVCの標準化には符号化性能のみならず現実的な複雑度についての議論が必要である.

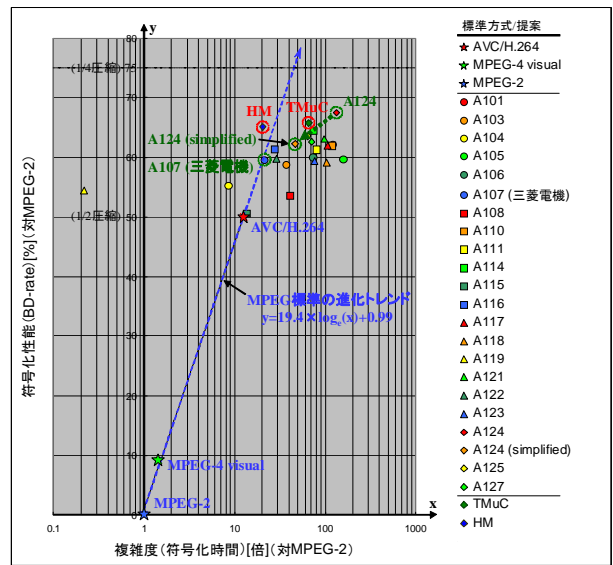


図1 符号化性能と複雑度

表1 MPEG-2, MPEG-4 visual 相当の設定

標準	フレーム間予測	フレーム内予測	変換	エントロピー符号化
MPEG-2	サイズ: 16×16 精度: 1/2画素 参照 frame 数: 2	DC成分 予測	8×8	VLC
MPEG-4 visual	サイズ: 16×16, 8×8 精度: 1/4画素 参照 frame 数: 2	DC成分 予測 (AC成分 予測なし)	8×8	VLC

### 3 性能と複雑度のバランスを考慮した標準化

CfP全提案の中で最高圧縮性能を発揮する A124提案[5]は AVC/H.264に対して圧縮性能は35%あるが複雑度は11倍に達する. そこで A124提案のソフトウェアを使って, 予測/変換ブロックサイズ拡張や適応 Wiener フィルタ(動き予測に用いる参照画像に画像修復フィルタを掛けて原画に近い画像に戻す処理)といった, ほとんどの CfP提案で共

#### Guideline of Complexity/Performance balance for Next Generation Video Coding

Tokumichi MURAKAMI<sup>†</sup>, Shuichi YAMAGISHI<sup>‡</sup>, Kazuo SUGIMOTO<sup>‡</sup>, Shun-ichi SEKIGUCHI<sup>‡</sup>, Yoshihisa YAMADA<sup>‡</sup> and Yoshiaki KATO<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Corporate Research and Development Group, Mitsubishi Electric Corporation

<sup>‡</sup>Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

通に用いられている性能の高いツール[6]のみを用いて実験を行うと(図1のA124(simplified))圧縮性能25%,複雑度3.7倍となりMPEG進化トレンド線に近づく。すなわち,共通ツールを備えたA124提案のサブセットが性能/複雑度のバランスを備え,なおトップランキングの性能を発揮する。開発コストのかかる大規模LSIやDSP等の消費電力の限られたデバイスへ実装する標準方式での利用という観点から考える場合,このような技術評価が極めて重要であると言える。CfP後,CfP提案中の性能上位提案の装備する技術を集めて暫定テストモデル(TMuC: Test Model under consideration)[7]が作成され実験を行ったところ,圧縮性能32%,複雑度5.2倍となった。そこで我々は,図1の視点に立って, TMuCでもなお残存する冗長技術の評価・選別することにより,予測/変換ブロックサイズ拡張や適応Wienerフィルタ等の性能・複雑度のバランスのよい機能を中心に方式提案を行った(表2参照)[8]。その結果,本提案はTMuCに対して符号化性能劣化を約4%に抑えつつ符号化時間を35%に短縮できることが分かった。

表2 TMuCの主な機能の取捨選択提案

機能/項目/	TMuC	提案設定
符号化単位	8x8-64x64	8x8-64x64
変換単位	四分木:最大64x64	四分木:最大32x32
Intra 予測	方向性最大34 mode, 適応 Intra Smoothing (AIS), Combined Intra 予測 (CIP), Planar 予測, Edge-based 予測	方向性最大17 mode
動き予測	非対称動き予測単位 (AMP), 適応動きベクトル予測 (AMVP), 適応動きベクトル精度 (AMVRES), Block Merging (MRG)	適応動きベクトル予測 (AMVP)
補間フィルタ	SIFO	DCT-IF 12 tap
方向性変換	回転変換 (ROT), モード依存方向性予測 (MDDT)	不使用
Entropy 符号化	PIPE	CABAC
Internal Bit-depth increase (IBDI)	4 bit 拡張	4 bit 拡張
ループ内フィルタ	Deblocking filter, 適応 loop filter (ALF)	Deblocking filter, 適応 loop filter (ALF)

本提案は TMuC の技術別性能評価結果[6]とともに, HEVC 標準化の出発点となる正式テストモデル HM (HEVC Test Model) [9]の根幹を成している (HM は[8]提案に方向性予測 34 モードと

MRGを追加)。HMは圧縮性能30%,複雑度1.6倍とMPEG標準の進化トレンドに見合った性能・複雑度のバランスを実現した(図1)。映像圧縮性能は演算量の増加を前提に進化しており, HMの策定によりHEVC標準はAVC/H.264の4-5倍以内の演算量との目処を加味すると,さらなる性能向上のための進化の余地を残したといえる。一方,今後も引き続き性能と演算量のバランスを考慮した技術評価・選定が重要である。

#### 4 まとめ

本稿では CfP で提出された提案を性能と複雑度という観点から整理し,標準方式に適用されるべき技術評価の指針を議論した。その結果,符号化性能が最高な方式がベストなものではなく[8]提案で取捨選択された TMuC ツールが良好な性能・複雑度バランスを備えた性能を発揮することが分かった。今後は[8]提案をベースに性能・複雑度のバランスを考慮して作成されたHEVC標準化正式テストモデル HMをもとに,AVC/H.264の2倍の圧縮性能と4-5倍以内の演算量を備えた次世代符号化の標準方式実現に向けて引き続き性能と演算量のバランスを考慮した技術評価・選定を行っていくことが重要である。

#### 参考文献

- [1] 村上,“MPEG開発物語”,信学会通信ソサイエティマガジン,2010夏号No.13,pp.68-73.
- [2] T. Murakami,“The Development and Standardization of Ultra High Definition Video Technology,” High-Quality Visual Experience, Chapter 4, Signal and Communication Technology, Springer Book, 2010.
- [3] “Joint Call for Proposals on Video Compression Technology,” ISO/IEC JCT1/SC29/WG11 N11113, January 2010.
- [4] T. Murakami, et al., “Consideration on guideline of Complexity/Performance balance for HEVC Test Model Definition”, JVCJT-B065, July 2010.
- [5] K.McCann, et al., “Video coding technology proposal by Samsung (and BBC)”, JCTVC-A124, April 2010.
- [6] K.McCann., “TE12: Summary of results of evaluation of TMuC tools in TE12”, JCTVC-C320, October 2010.
- [7] “Test Model under Consideration”, JCTVC-B205, July, 2010.
- [8] K. Sugimoto, et al., “A suggested starting point for HEVC Test Model”, JCTVC-C122, October, 2010.
- [9] T. Wiegand, “WD1: Working Draft 1 of High-Efficiency Video Coding, Rev. 0”, JCTVC-C403, October 2010.