

VVC 映像符号化並列処理のための映像分割に関する一検討

小野内花倫^{†1} 近藤嘉昭^{†1} 佐藤雅之^{†1} 岩崎裕江^{†2†1} 小松一彦^{†1} 小林広明^{†1}

東北大学^{†1} 東京農工大学^{†2}

1 はじめに

Society5.0 が目指す IoT で全ての人とモノが繋がった社会では、膨大な映像の伝送を高速で行う技術が必要不可欠であり、映像の圧縮技術は重要である。また、現在データトラフィックの 68% を占めている動画トラフィックは今後も増加し続ける見込みである [1]。2020 年 7 月に標準化された映像符号化方式 VVC は、従来規格の HEVC と比較してデータ量が削減される一方で、演算量は増加し、高解像度の映像符号化には多くの時間が消費される。そこで、高解像度映像の符号化時間の短縮化を目的として符号化の並列処理方式を検討する。

2 映像符号化における並列処理方式

本稿では、映像符号化を並列化する方法として、フレーム内で画像を分割する。フレーム内で画像を分割し、並列度を上げることで、1 フレームの符号化時間を短縮することができる。しかしながら、フレーム内で分割を行うと、符号化時に分割の境界で隣接領域の画像を参照できなくなるため、画面内での予測ができなくなり、符号化性能の劣化が生じる。そこで、並列度による符号化時間と符号化性能のトレードオフとその要因を明確にする必要がある。ここで、符号化性能を PSNR が同一の時のビットレートの増加量 (BD-rate) と定義する。

3 映像分割による符号化時間と符号化性能

3.1 概要

分割数や分割方法の違いによる符号化時間と符号化性能の変化を検討するために、4K 映像を図 1 に示す 13 種類の分割方法で分割し、符号化の実験を行う。横に N 分割、縦に M 分割する場合を NxM 分割と呼ぶ。符号化した映像は超高精細・高色域標準動画像—A シリーズ 4K 解像度版シーケンス No.9 舞妓 (Maiko) で、和

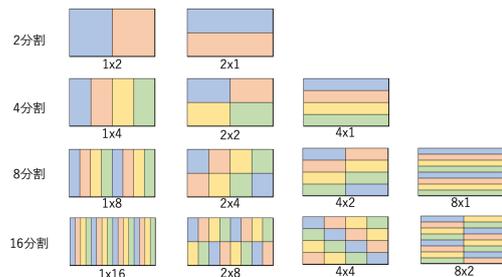


図 1 分割方法

室の舞台セットを背景として、中央で舞妓 1 名が踊る様子を撮影した動画である。エンコーダには VVenC[2] を、デコーダには VTM を用いる。符号化は 17 フレームで行い、量子化パラメータ (QP) は 22, 27, 32, 37 の 4 通りで行う。符号化時の CPU は EPYC 7452 である。

本実験手順は次の通りである。1) 各分割方法で映像を切り取る。2) 切り取った映像をエンコードし、ビットレートと符号化時間を計測する。3) 各エンコード映像をデコードする。4) 各デコード映像を元の 4K サイズに結合する。5) 符号化前の映像とデコード映像との間で PSNR を計測する。6) ビットレートと PSNR から、分割なしと各分割方法との間で BD-rate を算出する。

3.2 符号化時間の評価

各分割方法の符号化時間を図 2 に示す。縦軸は符号化時間であり、並列処理を行うことを考慮して、各分割映像の中で最も符号化に時間がかかった部分の符号化時間をその分割方法の符号化時間とする。図 2 から、分割数を増やすほど符号化時間は短くなることがわかる。

同図から、同じ分割数でも分割方法によって符号化時間は異なることがわかる。この要因を明らかにするために、図 3 に部分ごとの符号化時間と映像を示す。図 3 から、分割部分によって符号化時間にばらつきがあることが分かる。符号化時間の長い部分は動画中心部の動きのある舞妓の部分に集中している。以上から、符号化時間は映像の動きの大きさが影響していると考えられる。

どのような映像も、領域毎に動きの大きさがあるため、

A study on video partitioning for VVC parallel processing

Karin Onouchi^{†1}, Yoshiaki Kondo, Masayuki Sato^{†1}, Hiroe Iwasaki^{†2†1}, Kazuhiko Komatsu^{†1}, Hiroaki Kobayashi^{†1}
Tohoku University^{†1}, Tohoku University/Tokyo University of Agriculture and Technology^{†2}



図 2 各分割方法の符号化時間

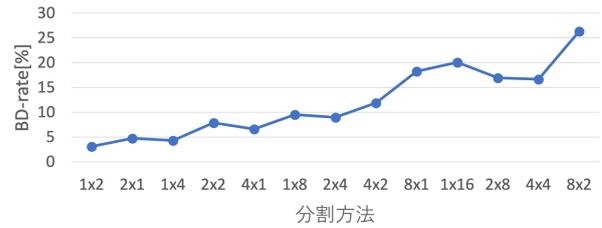


図 4 各分割方法の符号化性能

長い	1.67	1.63	2.02	1.35	2.22	1.74	1.72	5.41	4.33	2.25	2.44	1.41	1.25	2.14	1.72	2	
	1.64	1.84	2.41	1.51	2.64	1.51	3.41	7.88	6.19	2.4	2.37	1.53	1.57	2.22	1.85	2.31	
	1.56	1.62	1.89	1.58	2.63	1.37	3.05	5.21	5.12	2.91	2.38	1.65	1.82	2.41	2.24	2.04	
	1.91	1.72	1.97	1.88	2.27	1.34	5.72	7.1	7.46	9.09	4.17	2.1	2.11	2.38	1.89	1.68	
	1.69	1.82	1.91	2.16	2.09	1.97	8.23	9.15	9.54	10.9	5.7	2.43	2.21	2.42	2.39	1.85	
	1.65	1.68	1.92	2.13	2.28	2.22	9.18	7.34	8.61	9.46	4.38	2.25	2.76	2.7	2.7	2.31	
	1.5	1.41	1.91	2.08	2.3	2.2	7.25	9.97	7.46	10.4	5.49	2.23	2.4	2.52	2.92	2.65	
	1.76	1.7	2.29	2.31	2.48	2.53	7.84	11.3	8.58	11.2	7.23	2.6	2.6	2.5	2.97	2.75	
	短い																

図 3 部分ごとの符号化時間

符号化にかかる時間も異なると予測される。このことから、各分割部分の符号化時間が均等になるように分割することで、同じ分割数でも符号化時間をより短縮できると考えられる。

3.3 符号化性能の評価

各分割方法の符号化性能を図 4 に示す。縦軸は BD-rate を示す。図 4 から、分割数を増やすほど BD-rate は大きくなる傾向であることがわかる。しかし、2x1 分割と 1x4 分割、8x1 分割と 4x4 分割・2x8 分割を比較すると、分割数が多い方が BD-rate が小さい。これは、分割の境界では画面内での予測ができず、分割の境界が長くなると符号化性能に悪影響を与えるためと考えられる。

そこで、分割の境界長さと符号化性能の関係を図 5 に示す。横軸は境界の長さを示し、縦軸は BD-rate を示す。図 5 の結果から、分割の境界長さが長くなるほど BD-rate は増加する傾向にあり、関連性があると言える。一方で、2x2 分割と 1x4 分割、2x4 分割と 4x1 分割、4x2 分割と 1x8 分割、8x2 分割と 1x16 分割を比較すると、境界長さが短いにも関わらず BD-rate は小さい。このような分割方法では、動きのある舞妓の部分が分割の境界に重なっている。以上から、映像の動きが大きい部分が分割の境界に当たると符号化性能が悪くなると考えられる。

3.4 符号化時間と符号化性能のトレードオフ

符号化時間を短縮するには動きの大きい部分を細かく分割し、動きの小さい部分は粗く分割する必要がある。

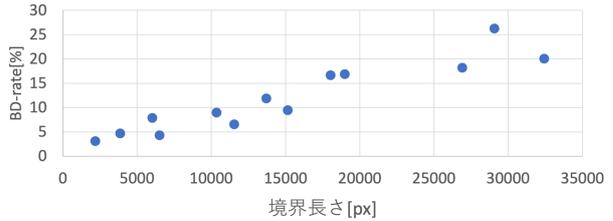


図 5 境界長さと符号化性能

ると考えられる。一方で、BD-rate の増加を抑えるには動きの大きい部分の分割を避ける必要があると考えられ、両者は相反する。BD-rate の許容範囲を定め、その範囲内でできるだけ符号化時間を短縮できる分割方法を見つける必要がある。

4 おわりに

本稿では、符号化性能の劣化を避けつつ 4K 映像の符号化時間を短縮することを目的として、フレーム内で画像分割を行った際の符号化時間と符号化性能を評価した。その結果、符号化時間は分割数を増やすほど短縮でき、各分割部分の符号化時間が均等になるように分割することでより短縮化が期待できることがわかった。符号化性能は、分割の境界長さが長いほど性能が低下する傾向にあり、さらに境界部分の映像の動きの大小にも影響されることが分かった。今後、映像の動きを定量化することで、映像の動きと符号化時間・符号化性能との関係を明らかにし、性能を維持しつつ符号化時間を短縮する分割方法を考察したい。

謝辞

本研究の一部は、科研費基盤 B#22H03571 の補助を受けて実施している。

参考文献

- [1] Ericsson Mobility Visualizer, (参照 2022/7/19) <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/mobility-visualizer?f=9&ft=2&r=1&t=11,12,13,14,15,16,17&cs=4&cu=3&y=2021,2027&c=1>
- [2] Fraunhofer Versatile Video Encoder (VVenc) - GitHub <https://github.com/fraunhoferhhi/vvenc>