

3W-5

時空間画像の符号化に関する一考察

A Note on Coding for Spatio-Temporal Images

加藤幸一 † 渡辺裕 ‡ 安田靖彦 †
 Koichi KATO Hiroshi WATANABE Yasuhiko YASUDA

† 早稲田大学理工学部 電子・情報通信学科 ‡ 早稲田大学大学院 国際情報通信研究科
 † Dept. of Elec., Info. and Comm. Eng., Waseda Univ. ‡ Graduate School of GITS, Waseda Univ.

1. はじめに

現在、デジタルシネマなどの超高精細映像に特化した符号化方式として、Wavelet 変換を用いた Motion JPEG 2000 による符号化が検討されている。Motion JPEG 2000 では、通常フレームごとのファイルサイズが一定になるように符号量制御される。その結果、符号化対象となるフレームの複雑さによって画像品質が変化する。画像品質を一定に保つためにどれだけの符号量を与えればよいかは、R-D 特性の正確な把握が前提となり、処理が複雑である [1, 2]。

そこで本研究では、動画像全体を時空間画像として捉え、時系列に着目した処理をすることにより、画像品質の変動を抑制し、等価的に可変ビットレート符号化のような役割が果たせないかについて検討する。本稿では時空間画像を時系列方向と空間方向の3次元からなる画像と定義し、そこから時間軸を1軸とする2次元画像を切り出し、その画像に対して JPEG 2000 符号化を行い、復号時に元のシーケンスに再配列する符号化アーキテクチャを提案する。これにより時系列方向を考慮した符号量制御が行えると考える。

2. 時空間画像

2.1 従来研究

時空間画像とは2次元の空間画像を時系列方向に並べたものである。そのため時空間画像を水平あるいは垂直に切り出した画像を考えた場合、時系列上での物体の動きを2次元画像として捉えることができる。

時空間画像を扱った研究としては、オブジェクトベースの符号化を目的に watershed 法を時空間に適用することにより、動画像から動オブジェクトを抽出する研究がなされている [3]。また、物体検出を目的として、各フレームから物体に関する有為な1次元データを抽出し、時系列に並べて得られる断面画像を処理することによる物体の検出法が提案されている [4]。しかし、符号化に関する検討はまだ行われてはいない。

2.2 時空間画像の符号化

時空間画像において各フレームでは空間内でサンプリング定理を満たしているが、時系列方向では一定の間隔で切り抜いたものに過ぎず、各フレームごとの複雑度は考慮されていない。このような画像にも時間的な相関があるはずであり、本稿ではその有効性を確かめる。

例えば、動きの全くない映像では、単一の静止画の連続と捉えることができ、そうした場合には、それぞれの画素に着目すると画素値は一定となり、符号化の際の符号量削減に有効となることは容易に予想できる。これは、動きのない時空間画像は縞模様状に表れるためである。

逆に、動きの激しい映像であったり、符号化対象となる映像の中にシーンチェンジが含まれる場合には、時系列上の画素の相関性は薄れ画像の複雑度が増すため、符号化効率は先述の条件に比べ悪下することが予想される。

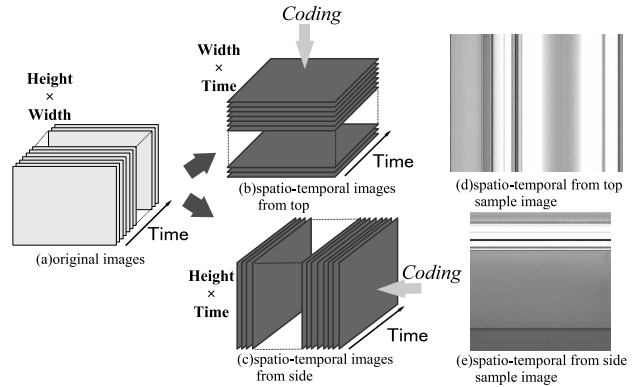


図1 Proposed Coding Architecture

3. 提案手法

本稿では空間1軸と時間軸からなる平面を画像とみなし、それを残りの空間1軸方向にフレーム内符号化することで、対象とする動画像全体の時系列を考慮しながらの符号化を行う手法を提案する。

これを概念的に示したのが図1である。空間における縦軸と横軸のいずれを選ぶかにより2通りのシーケンスが得られる。

4. シミュレーション

符号化後のファイルサイズを一定に揃えることで、提案手法の符号化効率を確認する。

4.1 シミュレーション条件

本提案手法の有効性を確認するために以下の条件でシミュレーションを行う。今回のシミュレーションでは、解像度 352×288 [pel] の CIF サイズのグレースケールの画像を 288 [frame] 並べたものを原画像として扱う。符号化および復号処理には、ビットレートのパラメータを定めることでフレームごとのファイルサイズをほぼ一定に揃えることが可能な JPEG 2000 を用いる。なお、用いた映像素材は Hall Monitor および Highway である。前者の Hall Monitor はカメラは固定されており、動きのある部分以外の背景は、多少のちらつきをのぞいては変化しない映像である。後者の Highway は Hall Monitor と対照的に、全体に動きのある映像であり、微かながら絶えず景色が移り変わる映像である。

4.2 シミュレーション方法

原画像から空間1軸と時間軸からなる2次元画像を取り出し、残りの1軸がフレームとなるように並び替え、それを JPEG 2000 により符号化する。

符号化して得た画像をそのまま復号し、それを元の時系列に再配列することにより、通常の時間の流れに沿ったシーケンスを得る。また、今回の実験では空間方向の縦と横のそれぞれを1軸として選択し、2つのシーケンスについて同様の検討を行った。

比較対象には、原画像を本来の時系列方向に同じビットレートを与えて符号化し、それを復号する従来の一般的な動画像符号化手法を用いて検討する。同じビットレートを定めることで、符号化された状態での映像全体

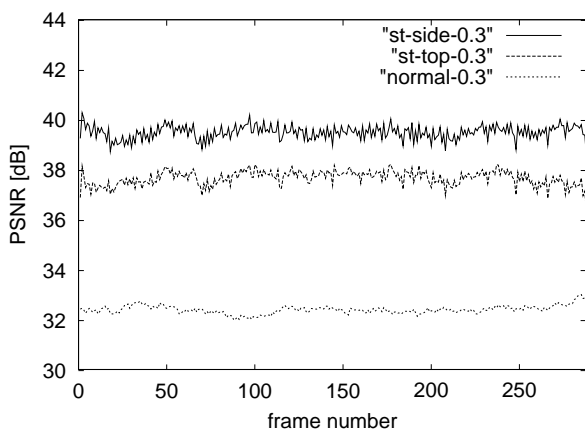


図2 Hall Monitor (bit rate: 0.3[bpp])

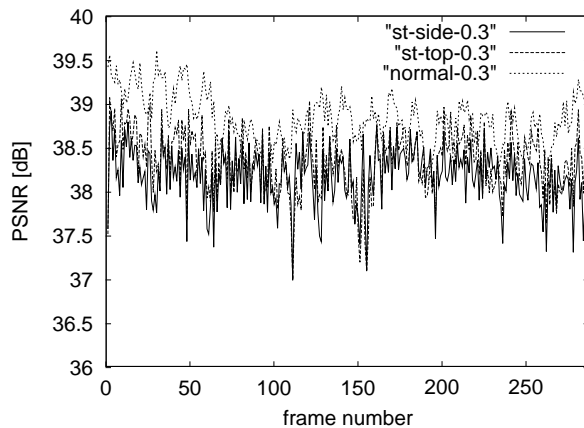


図4 Highway (bit rate: 0.3[bpp])

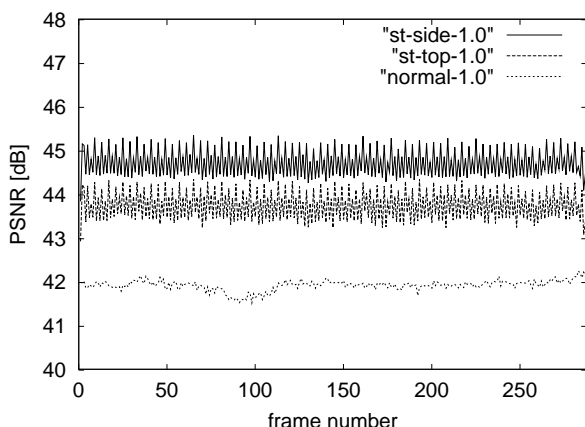


図3 Hall Monitor (bit rate: 1.0[bpp])

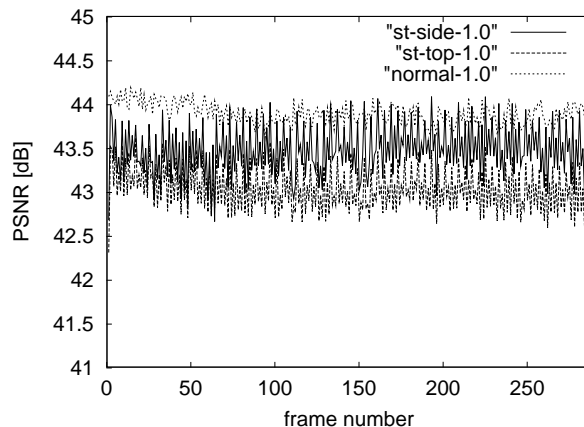


図5 Highway (bit rate: 1.0[bpp])

のファイルサイズはいずれも一定となる。復号後の画像のPSNRをそれぞれ測定し、従来の符号化と提案した符号化の符号化効率を比較する。

4.3 シミュレーション結果

提案した手法による符号化特性を図2～図5に示す。

図2, 図3はそれぞれHall Monitorをビットレート0.3[bpp]および1.0[bpp]に設定しJPEG 2000で符号化した結果の比較である。いずれも時系列に沿って符号化する従来の手法よりも、空間1軸と時間軸からなる平面を用いた提案手法の方が、同じファイルサイズに抑えた場合に効率良く符号化されていることがわかる。特に図2に示すビットレート0.3[bpp]の場合では、時間軸と縦軸との画像を横軸方向に符号化した結果は従来の符号化より7[dB]ほど高いPSNRを示している。

また、同じ実験をHighwayを用いた場合の結果を図4および図5に示す。いずれのビットレートでも通常の符号化の方が提案手法より良い結果を示している。図4では提案手法においてどちらの軸を選択した場合も38.5[dB]付近で同じような傾向を示しており、従来の符号化より1[dB]前後劣る。

4.4 考察

Hall MonitorとHighwayを提案手法により符号化した際のPSNRの傾向が異なる原因としては、映像の特徴により時系列方向の相関性が大きく違うためと考える。Hall Monitorでは、動きのない部分は縞状で複雑度の低い画像を符号化することになり、符号化効率が大きく改善される。逆に、Highwayは全体的に動きがあり、符号化対象となる画像の複雑度が増したことにより、符号化効率が低下している。

また、1.0[bpp]における結果である図3及び図5では

顕著に、提案した手法によるPSNRの各フレームの出力がある周期性を持つギザギザとなって表れているが、これは、リフティング構成に基づくWavelet変換を扱ったことによる特性であると考えられる。

従来手法と提案手法を比較して実際に符号化された動画像を主観評価で確認すると、歪みが出る傾向が異なっているが、提案手法の方が時系列を考慮したことにより、フレーム間にランダムに生じる時間軸ノイズは低減された。また、これらの結果から、特にカメラが固定された、動きの少ない画像であれば、時系列を長く取っても、それに比例することなく符号量の削減が図れるのではないかと期待できる。

5. まとめ

本稿では、時空間画像に着目し、時系列方向を考慮した符号化方式について検討を行った。提案した手法により、時系列上の相関性を用いた符号化効率の改善を実現した。今後の課題としては、H.264などの符号化方式との比較、カラー画像への適用などが挙げられる。

参考文献

- [1] ISO/IEC FCD 15444-1, "JPEG 2000 Part I Final Committee Draft Version 1.0," ISO/IEC JTC 1/SC29/WG1, N1646R, Mar. 2000.
- [2] Takahiro Fukuhara, David Singer, "Motion JPEG 2000 Final Committee Draft 1.0," ISO/IEC JTC 1/SC29/WG1, N2117, Mar. 2001.
- [3] 境田, 苗村, 金次, "背景差分法と時空間 watershed による領域成長法を併用した動画像オブジェクトの抽出," 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol.J84-D-II, No.12, pp.2541-2555, Dec. 2001.
- [4] 谷口, 関, 古澤, 黒田, 池端, "時空間画像を用いた動画像処理手法の提案 - DTT 法一," 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol.J77-D-II, No.10, pp.2019-2026, Oct. 1994.