

超低遅延ライン圧縮におけるフレーム間予測の検討

勝見優介・杉本青士・今村幸祐（金沢大学）・松村哲哉（日本大学）

1. はじめに

近年、自動車の自動制御化に伴い、車内デバイス間等の低遅延通信の必要性が高まり、そのための圧縮を伴う映像通信が求められている。従来規格の動画像圧縮[1]では n 画素 \times m ラインのブロック単位で圧縮処理を行うため、ライン分のデータ蓄積のための遅延が発生してしまう。それに対し、望月氏らの研究では、 n 画素 \times 1 ラインを符号化単位の Compression Block (以下 CB) として超低遅延で映像圧縮を行う手法が提案されている[2][3]。

望月氏らの研究では、メモリコストを考慮してフレーム間ライン予測は用いていなかった。そこで、本研究では予測精度及び符号化効率の向上を目的としてフレーム内ライン予測の検討を行う。

2. 超低遅延ライン圧縮とフレーム内予測

超低遅延ライン圧縮では、読み込みによる遅延を抑制するために、 n 画素 \times 1 ラインを符号化単位として圧縮する。望月氏らの基本手法では、フレーム内予測符号化と DCT のハイブリッド符号化を採用している。

ライン単位のフレーム内予測符号化は、隣接画素予測と参照予測で構成されている。隣接画素予測は垂直方向、水平方向、隣接画素の平均、斜め方向の 4 種類の予測モードから予測を行うものであり、各 CB の予測画素と原画像の SAD の一番小さいモードを選択する。参照予測は処理対象 CB の 1 ライン上の画面水平方向に $-r \sim +r$ の範囲で探索し、その過程で得られた SAD が最も小さかった CB を予測として選択する。基本手法では CB サイズ $n=16$ とし、参照予測探索範囲 $r=15$ に設定している。

3. フレーム間ライン予測

動画像の連続するフレームは相関性が高い。提案法ではこの性質を利用したフレーム間予測を追加することで符号化効率の向上を目指す。

提案法では、参照位置情報の削減のために、探索範囲を 1 フレーム前の参照位置を中心とした $u \times v$ 画素を探索範囲とし、得られた SAD が最も小さかった CB を予測として選択する。そして、図 1 に示すように参照位置は前フレームの参照位置からの相対位置で表す。

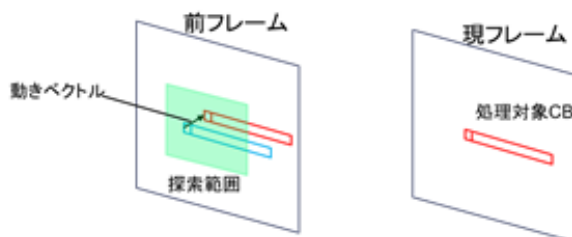


図 1. 前フレーム参照位置からの相対参照位置

4. シミュレーション実験

まず、予備実験として、適切な探索範囲について検証

を行う。十分に広い 15×7 画素の相対探索範囲で最小の誤差で予測を行うことができる相対位置を調査した。その結果、横 11 画素 \times 縦 5 画素を探索範囲とすることで 80% の最小誤差 CB を選択可能であることが分かった。そのため提案法のフレーム間予測における探索範囲は $u=15$, $v=5$ に設定する。

次にフレーム内予測のみの従来法とフレーム間予測を追加した提案法の符号化性能の比較を行う。比較には、Full-HD サイズの動画像 4 種類をテストシーケンスとして用いた。評価は画品質を Peak Signal to Noise Ratio (以下 PSNR)、圧縮率を Compression Ratio (以下 CR) で示す。またが品質を制御する量子化パラメータ Q_s を設定し、 $Q_s=2, 3, 4, 6, 8, 10$ について評価する。表 1 に得られた PSNR と CR の各 Q_s における平均値を示す。

表 1. 符号化性能の比較

Qs	PSNR [dB]		CR [%]	
	従来法	提案法	従来法	提案法
10	38.443	38.797	12.780	9.251
8	39.799	39.908	14.882	10.332
6	41.582	41.464	18.312	12.374
4	44.218	43.889	24.884	17.035
3	46.286	45.884	31.034	21.901
2	49.348	48.964	41.922	31.208

評価結果より、同一 Q_s のほぼ同一の PSNR において、提案法は CR においては従来法よりも高い圧縮率を得ることができることが分かった。

5. まとめ

超低遅延ライン圧縮法において、フレーム内予測符号化のみの従来法に、新たにフレーム間予測を加える手法を提案し、その評価を行った。シミュレーションにより、フレーム間予測を用いることで、従来法と比べて約 27% の CR の向上が可能となることがわかった。

謝辞 本研究の一部は科研費(20H04181)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] ISO/IEC 14496-10, "Information technology - Coding of audio - visual objects -Part 10:Advanced video coding", International standard, 2003.
- [2] S.Mochizuki, K.Imamura, K.Mori, Y.Matsuda, and T.Matsumura, "Ultra-low-latency Video Coding Method for Autonomous Vehicles and Virtual Reality Devices", Proceedings of IOTAIS2018, pp 155-161, 2018.
- [3] K.Fukaya, K.Mori, K.Imamura, Y.Matsuda, T.Matsumura, S Mochizuki, "Design and Implementation of Ultra-Low-Latency Video Encoder Using High-Level Synthesis," Proceedings of ISPACS2019, 2019.