

DCT を利用した複数の直交変換によるインター符号化

Inter coding with orthogonal transforms derived from DCT

市ヶ谷 敦郎[†] 杉藤 泰子[†] 境田 慎一[†]

Atsuro ICHIGAYA[†], Yasuko SUGITO and Shin-ichi SAKAIDA[†]

[†] NHK 放送技術研究所

[†] NHK Science & Technology Research Laboratories

Abstract This paper describes the transform coding with orthogonal transforms which is derived from DCT. These transforms are switched due to the relative positions between a prediction unit and a transform unit. The performance is evaluated with HEVC Test Model (HM) ver. 6.0. The results showed 1.3 % bit saving on average than the original coding scheme.

1. はじめに

VCEG(ITU-T)と MPEG (ISO/IEC)で規格化が進められている High Efficiency Video Coding (HEVC)[1]では、四分木分割を用いた変換ブロックの階層構造、新たな直交変換やループフィルタの導入、予測技術の改善などにより大きな符号化性能の改善を示している。新たな直交変換として、従来の映像符号化方式で広く用いられた DCT タイプ 2 (以下 DCT-2) に加え、イントラ予測残差信号に適した DST タイプ 7 (以下 DST-7) を新たに採用した。一方、インター符号化では実装コストの面から新たな直交変換の採用がされていない。

インター符号化における直交変換符号化効率の改善を目的として、本稿では DCT 処理を利用した複数の派生直交変換による符号化方法を提案する。HEVC Test Model 6.0 (HM6.0) [2]を用い、その性能を確認したので報告する。

2. 直交変換符号化改善提案

2.1. タイプ 2 の DCT と DST を用いた方法 (手法 1)

筆者らはインター符号化における符号化効率の改善を目的として、同一タイプの DCT-2 と DST タイプ 2 (以下 DST-2) を用いた符号化方法を検討した[3]。インター符号化における予測残差信号は、予測器の設計により傾向が異なる。筆者らはインター符号化における予測残差信号は特徴的な信号の偏りを持たないと仮定し、信号の位相情報に着目し、同一タイプの DCT-2 と DST-2 を RD 最適化により選択、適用する符号化手法を提案した。同一タイプの DCT-2 と DST-2 では個々の基底の位相が直交しているため、位相の異なる入力信号に対する符号化効率を相互に改善する。また同一タイプの直交変換を採用することにより、バタフライ演算を共有できるという

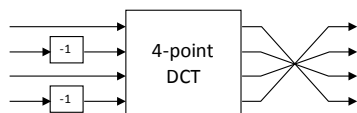


図 1. DCT を用いた DST 実装例

実装上のメリットがあることも示した(図 1)。一方で直交変換の選択を RD 最適化によって行うためエンコーダーの負荷が比較的大きいことが課題となった。

2.2. DCT タイプ 2 と 4 を用いた方法 (手法 2)

J. An らもまたインター符号化における符号化効率の改善を目的とし、新たな直交変換として DCT-4 を用いた符号化方法を提案している[4]。本方式ではインター予測における予測ブロックの外周部において予測誤差が大きい傾向があることを利用し、予測ブロックと変換ブロックの位置関係に基づいて適用する直交変換を切り替える。両ブロックの境界が一致する側に開口端を、予測ブロックの内部に位置する変換ブロックの境界側に短絡端を持つ非対称な直交変換 (DCT-4) を適用/反転して適用 (図 2, 3, 4) することによって符号化効率が改善することを示した。DCT-4 は DCT-2 のバタフライ演算の一部から導出される直交変換であり、新たな処理の追加を必要しないという実装上のメリットを持つ(図 5)。

本方式は直交変換の選択は予測ブロックと変換ブロックの位置関係により決定されるため、選択処理は軽く、また、直交変換を識別するための追加情報が必要ないという点で手法 1 に対し優れている。一方で、直交変換の

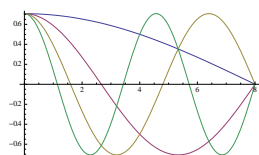


図 2. DCT-4 基底

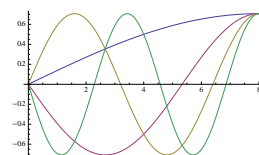


図 3. DCT-4 基底 (反転)

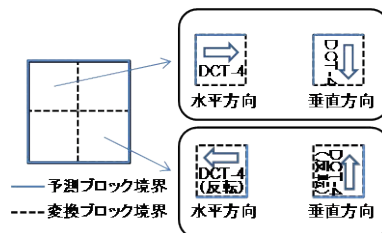


図 4. 直交変換選択例

最適選択が行われていないため手法 1 に比べ符号化効率の改善効果が小さい。

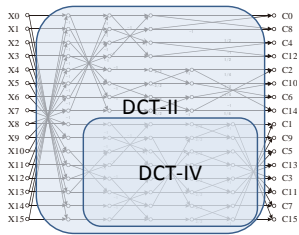


図 5. DCT-2 を用いた DCT-4 実装例

3. 提案手法

本提案では、前述した二手法の実装上のメリットを踏まえ、新たな直交変換として DST-2 と DCT-4 を用いた符号化手法を提案する。本提案手法における各直交変換の適用条件を以下に示す。

- 条件 1 予測ブロックと境界が同一である変換ブロックであれば DCT-4 を適用/反転適用
- 条件 2 予測ブロックと境界が同一でない変換ブロックであれば DCT-2 または DST-2 を RD 最適化により選択・適用

本方式では、予測ブロック外周部に位置する変換ブロックの直交変換識別情報を必要とせず、また、直交変換の選択に RD 判定を必要とせずエンコード処理が軽量である点において手法 1 に優れる。また、予測ブロック内部に位置する変換ブロックの最適な直交変換を適用できる点で手法 2 に優れる特徴を持つ。

4. 実験結果

提案手法の効果を確認するために HM6 を使用し、符号化実験を行った。使用した映像素材は映像情報メディア学会標準動画第 2 版 B シリーズ[5]を用いた。符号化条件として約 1 秒に 1 回 I スライスを割り当てるランダムアクセス設定 (RA)、1 フレーム以降を P または B スライスにより符号化する低遅延設定 (LP、または LB) を用いた。符号化ツールセットとしてメインプロファイルを用いた[2][6]。表 1 に符号化性能を BD-Rate で示す。負値はビット削減量を示し、同品質のストリームのビット量が基準 (HM6) に比べ比較手法では何%減ったか改善を示す。表 2 に符号化時間の増加比を示す。

表 1. 符号化性能

	RA	LB	LP
手法 1	-0.55%	-1.03%	-1.03%
手法 2	-0.43%	-0.78%	-0.84%
提案手法	-0.64%	-1.24%	-1.30%

表 2 符号化処理時間比(%)

	RA	LB	LP
手法 1	110	110	110
手法 2	102	102	103

5. 考察

実験結果より、提案手法は手法 1、2 いずれの手法よりも符号化効率が改善した。特に I スライスが少ない LB、LP 条件において改善率が高い。各シーケンスごとに性能を比較したところほぼすべてのケースで提案手法は手法 2 より符号化性能が改善し、最大の改善率は 2.55%であった。手法 2 では提案手法の適用条件 2 が考慮されていないため条件 2 に適合する変換ブロックにおける効率改善が行われたためであると考えられる。手法 1 に対する性能は、全体的に改善を示すものの複雑なテクスチャを持つシーケンスにおいて最大で 0.61%の符号化効率の低下を示すこともあった。手法 1 は RD 最適化により全ての変換ブロックで最適な直交変換が選択されているのに対し、本手法は条件 1 に該当する変換ブロックに適用する直交変換が固定されており、最適ではない直交変換が選択されることによる効率低下が生じたと考えられる。しかし、全ての条件で HM6 より符号化効率が低下することはなかった。表 2 より、手法 1 に対し符号化処理時間が 3~4% 高速に行われたことが分かる。本方式によりエンコーダーの処理量が低減したことが確認された。

6. まとめ

新たな直交変換として DST-2 と DCT-4 を適用的に用いたインター符号化を提案し、実験により符号化性能の改善を確認した。これらの直交変換は DCT-2 の直交変換処理を共有でき、実装コストが少なく済むという特徴を持つ。実装コストの増大を抑制しつつ複数の直交変換を適応的に選択することによって符号化効率の改善ができること示した。

文 献

[1] "High Efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 6," JCTVC-H1003, JCT-VC 8th meeting, San Jose, Feb. 2012.

[2] "HM6: High Efficiency Video Coding (HEVC) Test Model6 Encoder Description," JCTVC-H1002, JCT-VC 8th meeting, San Jose, Feb. 2012.

[3] 市ヶ谷, 杉藤, 境田, "DCT と DST を適応的に用いたインター符号化", 映像情報メディア学会技術報告, vol.36, no.9, ME2012-59 (Feb. 2012)

[4] J. An, X. Zhao, X. Guo and S. Lei "CE7: Boundary-Dependent Transform for Inter-Predicted Residue," JCTVC-H0309 (Jan. 2012)

[5] 映像情報メディア学会 ハイビジョン・システム評価用標準動画第 2 版 <http://www.ite.or.jp/>

[6] F. Bossen, "Common test conditions and software reference configurations," Joint Collaborative Team on Video Coding, JCTVC-H1100, San Jose, Feb. 2012.

† NHK 放送技術研究所
〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11
TEL.03-5494-3354 E-mail: ichigaya.a-go@nhk.or.jp