

H.264 の符号化処理における DCT 省略に関する一検討

A Study on DCT Omission Method for H.264 Encoding

鈴木 真吾† 川島 裕司† 菊池 義浩†
 Shingo Suzuki Yuji Kawashima Yoshihiro Kikuchi

1. まえがき

H.264 のエンコードに要する演算量は多く、すでに様々な演算量削減手法が提案されている。我々もインター予測やイントラ予測に関する報告を行ってきた[1,2]。本稿では、H.264 の DCT(Discrete Cosine Transform)と量子化に注目し、更なる演算量削減を図る。

DCTおよび量子化は、対象となるブロックの予測残差信号に対して行うため、予測誤差信号の絶対値和(SAD)が小さい場合、対象ブロック内のDCT係数が全てゼロに陥ることがある。そこで、本稿では、DCTを行う前にDCT係数の有無を推定し、DCTおよび量子化を省略する手法について検討し、画質劣化を抑えながらDCTおよび量子化の演算回数を削減した。

2. DCT および量子化の省略手法

DCT は、変換前後におけるエネルギー和が保存される性質を有しているため、予測誤差信号の絶対値和である SAD と量子化後の DCT 係数に相関関係があると考えられる。そこで、本稿では、上記相関を利用した DCT および量子化の省略手法について検討した。

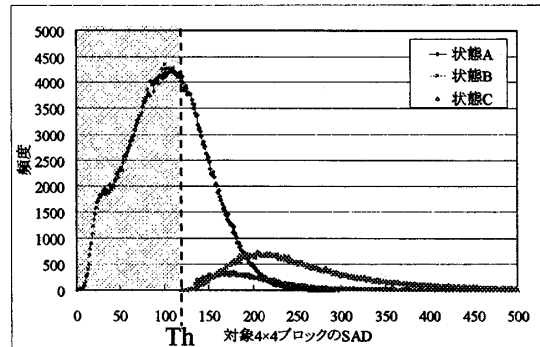
2.1. SAD と DCT 係数の関係

DCT および量子化の省略手法のような打ち切り判定は、画質性能と処理量削減率がトレードオフの関係となるため、画像依存性の低い閾値を設定することが重要となる。そこで、本稿では SAD と DCT 係数の関係について調査を行った。調査に用いた画像およびシミュレーション条件は次ページの図2、表3に示す。

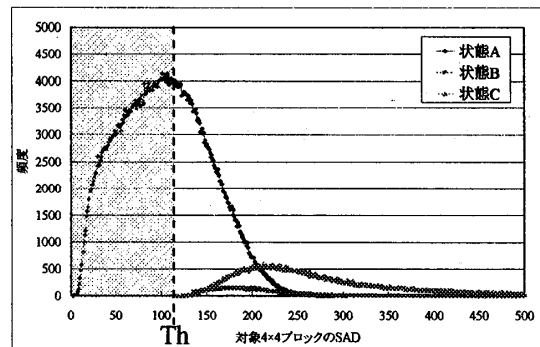
図1は、4×4画素単位に算出された SAD の大きさ毎に DCT 係数の頻度をまとめたものである。ただし、DCT 係数は表1に示す3つの状態に分類する。図1から、画像に依らずヒストグラムが類似しており、SAD が小さい領域においては、量子化後の DCT 係数が存在しない状態 A のみが分布していることが確認できる。また、図1に示す Th は、状態 B・C が出現した最小 SAD を表しており、画像に依らずほぼ一定値を示していることも確認できる。つまり、上記 SAD 値(Th)を閾値として設定することで、画像の性質に依らず画質劣化の少ない DCT および量子化の省略を行える。また、表2に符号化した全てのブロックに対する状態 A の割合と、閾値 Th 以下の状態 A の割合を示す。表2から、状態 A の割合は高く、DCT および量子化を必要としないブロックが多数存在することを確認できる。また、DCT および量子化を性能劣化なしに省略できるブロック数に相当する状態 A のみ存在する領域の割合も比較的高く、処理量削減効果を期待できる。

表1 DCT係数の状態分類

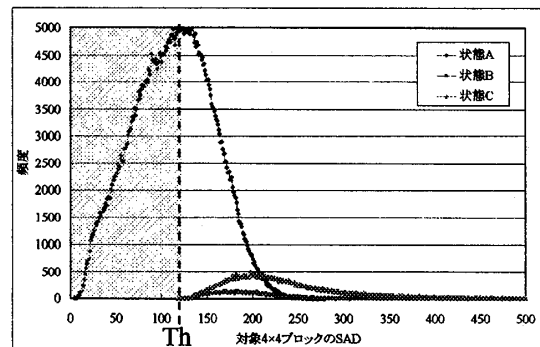
状態A	DCT係数が存在しない
状態B	DC係数のみ存在する
状態C	AC係数が必ず一つ以上存在する



(a) Driving (QP36)



(b) European Market (QP36)



(c) Walk through the Square (QP36)

図1 SAD と DCT 係数の関係

表2 状態 A の割合[%]

シーケンス名	状態Aの割合	閾値Th以下の状態Aの割合
Driving (QP36)	78	50
European Market (QP36)	84	48
Walk through the Square (QP36)	82	32

†株式会社 東芝 コアテクノロジーセンター
 Toshiba Core Technology Center

2.2. DCT 処理削減フロー

2.1 章で示したように SAD を閾値として用いることにより、量子化後の DCT 係数の有無を推測できることを確認した。そこで、2.1 章の調査をもとに算出した閾値 Th を用いた DCT 処理削減手法の手順を以下に示す。

- (1) 対象 4×4 画素ブロック毎に SAD を算出する。
- (2) 上記(1)で算出した SAD と予め設定した閾値 Th を比較する。
SAD が閾値 Th 以下の場合、対象 4×4 画素ブロックの DCT および量子化処理を省略する。
一方、SAD が閾値 Th 以上の場合、DCT および量子化処理を施す。
- (3) 以下同様の処理を対象 4×4 ブロック分だけ繰り返し行う。

3. 実験と考察

上記のシミュレーション実験を行った。実験に用いたシーケンスは図 2 に示す映像情報メディア学会の標準画像 3 種類を用いた。シミュレーション条件は表 3 に示す。

表 3 シミュレーション条件

プロファイル	Baseline
画素サイズ	QVGA(320×240)
フレーム数	300枚
フレームレート	15[Hz]
イントラ予測	M=1, N=15
QP	固定
その他の条件	R-D最適化なし, Hadamard変換なし



(a) Driving (b) European Market (c) Walk through the Square

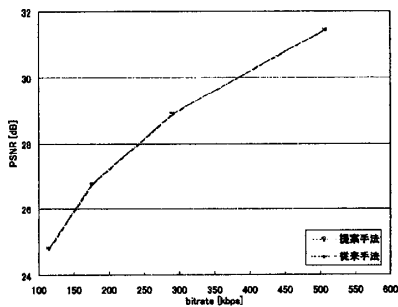
図 2 シミュレーション画像

図 3 に符号化性能を示す。図 3 より、DCT および量子化を省略した提案手法は、DCT および量子化の省略を行わない従来手法と比較して、0.02dB 程度の性能劣化に抑えられており、実験を行い設定した閾値の画像依存性が低いことが確認できる。

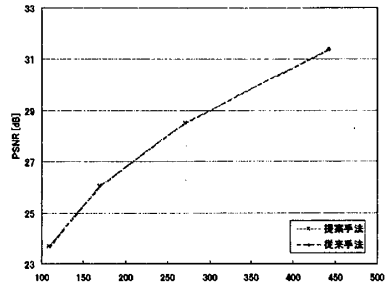
図 4 に DCT および量子化の実行回数の削減率を示す。図 4 より、削減率は画像の性質や QP に依存しているが、削減効果が得られることを確認した。ただし、イントラ 4×4 予測は、画像のエッジ部や細かい絵柄の領域において選択される傾向が高いため、削減率が低くなっている。

4. まとめ

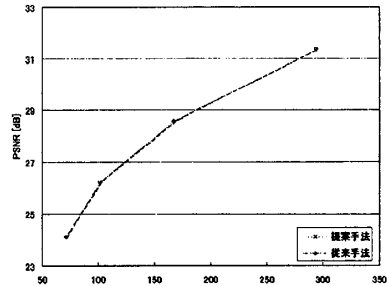
本稿では、SAD の大きさと DCT および量子化後の DCT 係数の関係について調査を行い、SAD を閾値とした DCT および量子化削減手法を導入した。上記手法により、画質劣化を抑えつつ演算量の削減が図れることを確認した。



(a) Driving

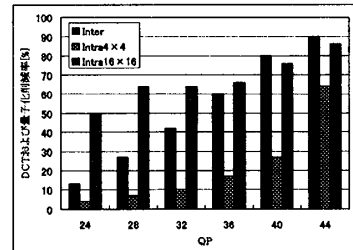


(b) European Market

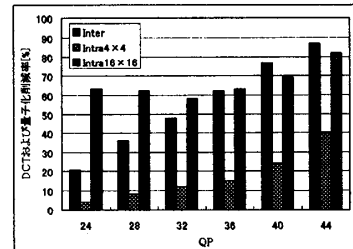


(c) Walk through the Square

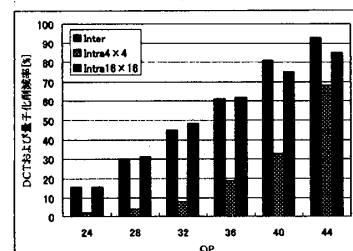
図 3 符号化性能



(a) Driving



(b) European Market



(c) Walk through the Square

図 4 DCT および量子化削減率 [%]

参考文献

[1] 鈴木真吾, 川島裕司, 菊池義浩 "H.264 の複数参照フレームにおける動き探索の高速化手法", 第 4 回情報科学技術フォーラム, pp.J-070, Sept. 2005
 [2] 鈴木真吾, 川島裕司, 菊池義浩 "H.264 におけるイントラ予測のブロック形状を利用したイントラ予測の高速モード判定法", 2006 年 電子情報通信大会総合大会, pp.D-11-47, Mar. 2006