

DCT ベース映像符号化における Context Adaptive 2D/3D VLC に関する一検討

A Study on Context Adaptive 2D/3D VLC for DCT Base Video Coding

木全 英明 北原 正樹 八島 由幸

Hideaki Kimata Masaki Kitahara Yoshiyuki Yashima

1. はじめに

3DVLC は低ビットレート映像符号化における DCT 係数のエントロピー符号化において、H.263 や MPEG-4 等国際標準化方式で広く使われている。3DVLC では LAST 情報も含めて可変長符号化するため、符号化すべき有意な係数の数が少ない場合に、2DVLC よりも符号化効率が良い傾向がある。符号化すべき有意な係数の数は画像内容に依存するため、3DVLC の 2DVLC に対する優位性も画像内容に依存する。本稿ではブロック毎に 2DVLC と 3DVLC を適応的に切り替える可変長符号化方法を提案する。提案方式では、周囲のブロックの符号化情報に基づいて VLC を切り替える Context Adaptive な手法を用いる。提案方法が高いレートで有効であることを計算機シミュレーション結果によって示す。

2. 2DVLC と 3DVLC の特徴

2DVLC と 3DVLC それぞれの符号化効率を評価した。実験条件を表 1 に示す。符号化アルゴリズムのベースは H.263 であり、2DVLC の評価に際しては、DCT 係数の可変長符号化部分のみ変更した。2DVLC の可変長テーブルは MPEG-1 のものをベースにした。他の符号化方式においても、各符号に対する符号長の分布は、これらの標準符号化方式と同様になるとと思われる。

表 1. 実験条件

Sequences	Coast, Stefan, Foreman
Size	CIF
Frame rate	30fps
Base Coding	H.263
Picture Type	IPP (I is only the first picture)
MB in P-picture	I-MB or P-MB

図 1(a) に I-MB における DCT 係数符号量の比率を示す。図 1(b) に P-MB におけるそれを示す。画像は Coast である。図 1(a)から、I-MB で量子化スケールが小さい場合には、2DVLC の方が 3DVLC よりも効率がよく、逆に図 1(b)から、P-MB で量子化スケールが大きい場合には、3DVLC の方が 2DVLC よりも効率がよいことがわかる。特に図 1(b)において、量子化スケールが大きくなる程に、3DVLC の方が、効率がよくなるがわかる。図 2 に、ブロック毎に符号量の少ない VLC を選択した場合、ブロック内 DCT 有意係数の数の平均値を示す。全ての量子化スケールで、2DVLC の方が 3DVLC よりも、有意係数が多いことが分か

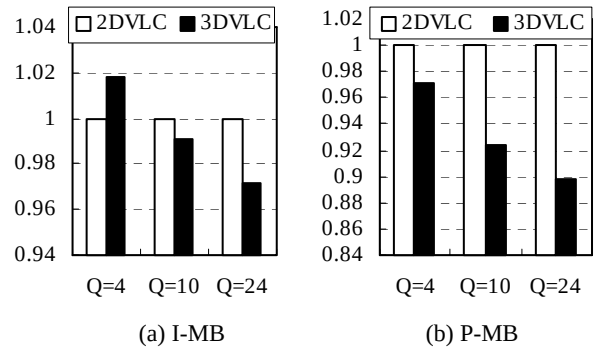


図 1. 2DVLC と 3DVLC の符号量比の例

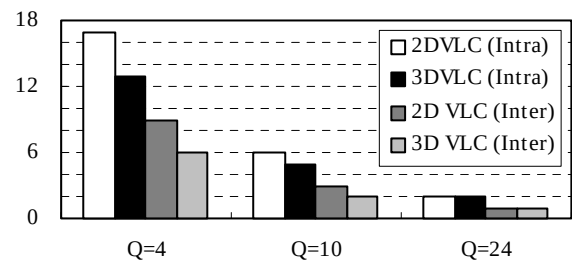


図 2. 各 VLC が有効なブロック内有意係数の平均値

る。すなわち有意係数が多い場合には、2DVLC の方が 3DVLC よりも符号化効率が高い傾向があることがわかる。なお、以上の実験に関して、画像 Stefan と Foreman においても同様な結果が得られた。

3. Context Adaptive 2D/3D VLC

以上の結果から、2DVLC と 3DVLC の符号化効率の優劣が、ブロック内 DCT 有意係数の数量(NSC)に依存していることが推定できる。そこで NSC に依存して VLC をブロック毎に変更する方法を提案する。現ブロックの画像情報は周囲のブロックの画像情報と一般的に相関があるため、NSC も相関があることが推測できる。いずれの VLC を使うのかを示す情報として、ブロック毎に 1 ビットフラグ(SF)を付ける方法が単純に考えられるが、ここでは現ブロックの NSC を周囲のブロックの NSC から予測する手法を提案する。すなわち、現ブロックの NSC の予測値 PNSC を図 3 に示す位置のブロックの NSC (NSC1, NSC2, NSC3, NSC4)から式 (1) に従って求める。

$$\text{PNSC} = (\text{NSC1} + \text{NSC2} + \text{NSC3} + \text{NSC4}) / 4 \quad (1)$$

1	2	3
4	c	

図 3. PNSC 予測に使用するブロック
(cは現ブロックを示す)

さらに, PNSC には予測誤りが想定されるため, PNSC の大小から VLC を切り替えるのではなく, PNSC の大小によって, いずれの VLC を使うのかを示す 1 ビットフラグ (SF) を付加するかどうかを判定する. I-MB に対しては, 図 1 (a)に見られるように, 量子化スケールが小さい場合に 2DVLC が有効である結果が得られているため, PNSC が式 (2) を満たす場合に SF を符号化し, 満たさない場合には 2DVLC で符号化する. また P-MB に対しては, 図 1 (b)に見られるように, 量子化スケールが大きい場合に 3DVLC が有効である結果が得られているため, PNSC が式 (3) を満たす場合に SF を符号化し, 満たさない場合には 3DVLC で符号化する.

$$\text{PNSC} < \text{NSC_I} \quad (2)$$

$$\text{PNSC} > \text{NSC_P} \quad (3)$$

4. 実験結果と考察

提案方式と他の方式を比較した実験結果を図 4 と図 5 に示す. 実験条件は表 1 と同じである. 比較した方式は, 2DVLC のみの方式 (2DVLC) と, 3DVLC のみの方式 (3DVLC) と, 全ブロックで SF をつけた方式 (ALBITS) である. 提案方式は PNSC で示した. 図 4 は I-MB における DCT 符号量の比率を示す. 画像は Coast である. 図 5 は P-MB における DCT 符号量の比率を示す. 画像は Stefan である. いずれも 2DVLC または 3DVLC のうち効率の悪い方を 1 とした場合である. I-MB と P-MB における提案方式の比較を行うため, 式 (2) と式 (3) における NSC_I と NSC_P を同じ値 7 に設定した実験結果である.

I-MB に関して, 図 4 において Q=4 と 10 では, 提案方式 (PNSC) は, 符号化効率の良い VLC (Q=4 では 2DVLC, Q=10 では 3DVLC) とほぼ同程度の符号化効率を実現できていることがわかる. 従って提案方式は, これらの Q において, 符号化効率が良いほうの VLC を選択できていることがわかる. また Q=4 と Q=10 において ALBITS でも, 高い符号化効率を実現できていることがわかる. すなわち, 2DVLC と 3DVLC を選択することが, 1 ビットのオーバーヘッドを付加するよりも, 高い符号化効率を実現していることがわかる. しかしながら, Q=24 では提案方式は符号化効率の良い VLC である 3DVLC よりも効率が悪い. また ALBITS も同程度の符号化効率となっている. 従って, Q が大きいところでは, DCT の有意係数の数が少なくなり式 (2) を満足してしまっており, ほぼ全ブロックで SF が付加されてオーバーヘッドが大きくなると推測できる. 画像 Stefan と Foreman でも同様な傾向が得られた.

P-MB に関しては図 5 において Q=4 と Q=10 において, 最も良い符号化効率を実現できていることがわかる. また, Q=24 においても符号化効率の良い VLC (3DVLC) とほぼ同程度の符号化効率を実現できていることがわかる. 従っ

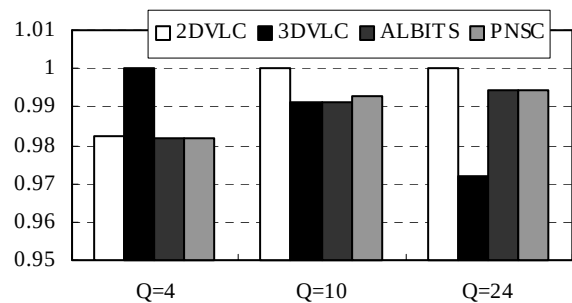


図 4. 提案方式(PNSC)の符号量比 (I-MB)

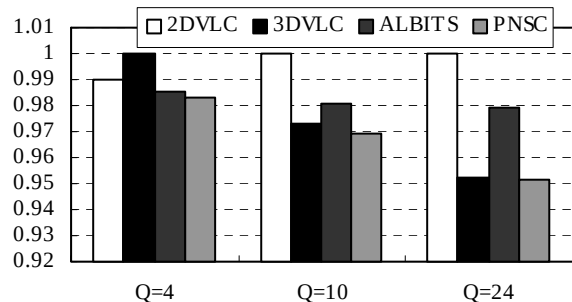


図 5. 提案方式(PNSC)の符号量比 (P-MB)

て, 提案方式は高ビットレートから低ビットレートにおいて常に高い符号化効率を実現できていると言える. また特に Q=24 にて ALBITS よりも符号化効率が高い. これは式 (3) をほぼ満足せずに 3DVLC が選択されているためだと推測される. 画像 Stefan と Foreman でも同様な傾向が得られた.

以上のように本実験結果からは, 提案方式は I-MB に関しては高ビットレートで良い符号化効率を実現し, P-MB に関しては全てで良い符号化効率を実現できていることがわかる. I-MB の低いレートで符号化効率が悪くなった. このことから, 今後, 式(2)における NSC_I の値と閾値処理方法を改良する必要がある.

5. まとめ

DCT 有意係数の数に従ってブロック毎に 2DVLC と 3DVLC を選択する符号化方式を提案した. 提案方法では, 現ブロックの DCT 有意係数の数は周囲のブロックのそれから予測することにより, 選択するためのオーバーヘッドを低減できる. 計算機シミュレーションにより提案方法が高いレートで有効であることを示した. 今後は VLC を選択する方法を改良し, 常に符号化効率がよくなる方法を検討する予定である.

6. 参考文献

- [1]. Gisle Bjøntegaard and Karl Lillevold, "Context-adaptive VLC (CVLC) coding of coefficients," JVT-C028, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG Meeting, 2002.
- [2]. Marta Karczewicz and Ragıp Kurceren, "Adaptive Transform Coefficient Coding," JVT-C088, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG Meeting, 2002.