

ウェーブレット変換画像の方向別ベクトル量子化

1R-10

加藤道明

松村秀逸

武部 幹

金沢工業大学

1. はじめに

画像を2レベルウェーブレット変換（以下WLT）し、各画面毎にコードブックを作り、16次元あるいは4次元ベクトル量子化（以下VQ）する方法⁽¹⁾がある。画像を3レベルWLTし方向別にサブバンド画像をグループ化し、21次元VQする方法⁽²⁾がこれに続いた。我々は画像のベクトルの電力による空間的局所性により、異なるコードブックを作りVQする方法（以下電力適応VQ）⁽³⁾を開発して来たが、これに方向別グループ化を適用しようとする前記の方法ではベクトルの次元数が大き過ぎて画像の空間的局所性がやや失われてしまう。本稿では2レベルWLTサブバンドを3方向にグループ化し、5次元ベクトル群を生成、それを電力によりクラス分けし、方向別/クラス別にそれぞれコードブックを作りVQした。最低周波数サブバンドは予測誤差スカラー量子化を行った。ベクトルのノルム算出の際、レベルによる重み付けの効果の調査、ベクトルの電力によるクラス数が2の場合と3の場合の比較を行った。

2. 符号化方法

2.1 ベクトル生成

本研究ではフィルタバンクの伝達関数としてM.Antoniniらの与えた5/7tapの双直交基底を用いる直線位相特性のFIR関数⁽¹⁾を用いた。M.Antoniniらの方法では、それぞれV1,H1,D2の帯域を個別に16次元、V2,H2の帯域を個別に4次元でVQする。我々の方法では図1に示すように、V1,V2にまたがって5次元、同様にH1,H2およびD1,D2にそれぞれまたがって5次元でVQする。

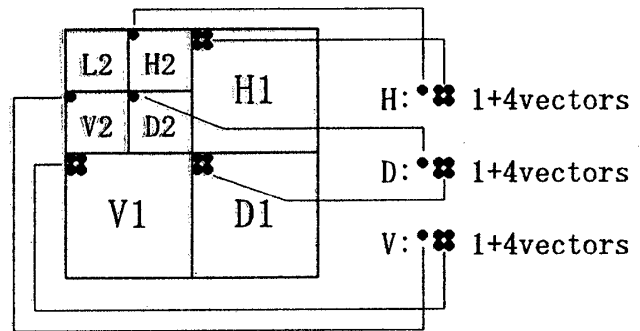


Fig.1 Vector generation.

2.2 電力適応VQ

次にベクトル量子化について述べる。画像信号は、局所的に”細かさ”が大きく異なっている場合が多い。”細かさ”はベクトルの交流成分の電力の大きさに対応している。そこで、トレーニングベクトルをその電力（各成分の2乗和）に従って幾つかのクラスに分け、各々異なるコードブックでベクトル量子化を行うことで、局所適応性を持たせる。各クラスには電力値の小さいクラスから順に2クラスの場合0,1、3クラスの場合0,1,2とクラス番号をつけた。2クラス、3クラス共にクラス0のベクトルは切り捨てた。3クラスの場合、クラス2のコードブックインデックスには8bitを割り当てた。クラス1の割り当てビット数はビットレートにより可変とした。

また、取り除いた一番低周波サブバンド画面は予測誤差信号に対するスカラー量子化をLloyd-Max量子化器⁽⁴⁾を使用して行った。

2.3 低周波サブバンドへの重み付け

図1に示すようにオクターブ分割した際、高周波サブバンドの4サンプルに対する低周波サブバンドの1サンプルを取り出し5次元ベクトルを生成するが、ウェーブレット変換を行うと1レベル毎に正規化のため振幅値が1/2となる。よって我々の方法ではベクトルのノルムを算出する際、低周波サブバンドからのサンプルに2倍の重みを付けた。

Wavelet Image Coding
Using Directional Vector Quantization
Michiaki Kato, Shuitsu Matsumura, Tsuyoshi Takebe
Kanazawa Institute of Technology
7-1 Ougigaoka, Nonoichi, Ishikawa 921, Japan

3. 符号化例と評価

トレーニング画像としてSIDBAのCouple、Aerial、Girl、Boats(256×256,8bitPCM,モノクロ画像)を用いてコードブックを作り、Lena、Barbara(512×512,8bitPCM,モノクロ画像)を符号化した。ビットレートにはベクトルの所属クラスなどに必要な付加情報もすべて含めて計算してある。トレーニングベクトルの3方向合計した全ベクトル中、クラス0のベクトルの数の割合が5、6、7、8、9割の5つの場合のコードブックを作成した。3クラスの場合には残りをクラス1とクラス2のベクトル数の比が2:1になるようにクラス分けした。Lena、Barbaraに対する符号化特性を図2に示す。

(1)Lenaの場合:

0.5bppにおいて重みをかけない場合に比べ重みをかけた方が約0.5dB程度、2クラスの場合に比べ3クラスの方が約0.1dB程度のPSNRの改善が見られる。

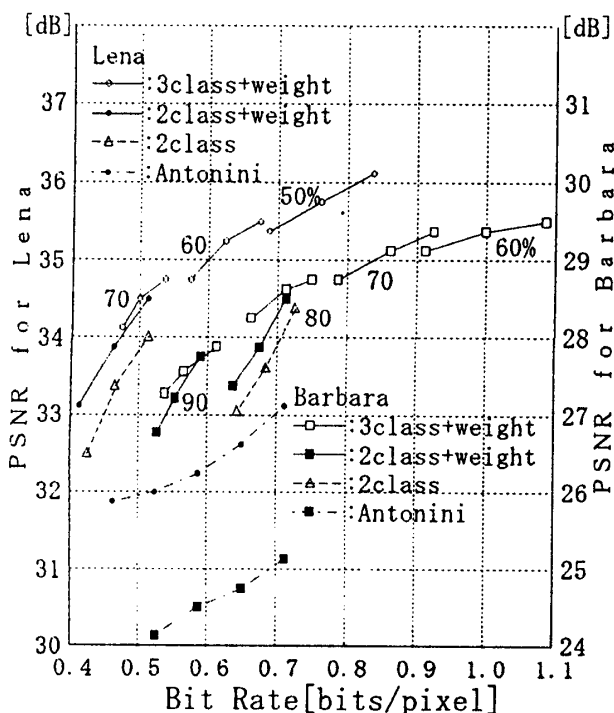
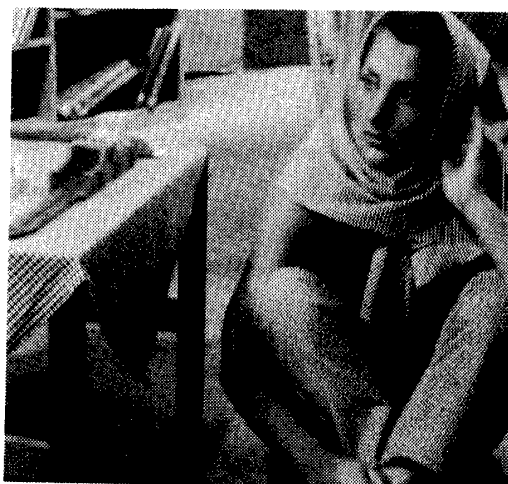


Fig. 2 Coding performance.

(2)Barbaraの場合:

8割切り捨てのコードブックを用いた場合には3クラスの方が高いPSNRを示している。9割切り捨ての場合には、コードブック作成の際のトレーニングベクトルの数が少なくなりすぎたので、トレーニングベクトルの数を2倍にしてコードブックを作成し符号化を行い、同様に3クラスの方が2クラスより高いPSNRを得た。2倍にするために加えたトレーニング画像はAirplane(512×512,8bitPCM,モノクロ画像)である。



27.399dB/0.553bpp

Fig. 3 Coding image for Barbara.

4. まとめ

電力適応VQに方向別相関を利用して、代表ベクトルの精度を上げ、レベル2のサンプルに、画質への寄与度を考慮し、重みをかけた方が良いこと、電力クラス数はインデックスの符号量も考慮に入れて2クラスより3クラスが良いことを、符号化例により確認した。本方法による符号化画像の画質はビットレートが0.5bpp以上では実用上十分な場合が多い水準である。切り捨てベクトルのブロック単位でのインデックス付与による所要ビット数の低減等により、より低ビットレートへの適用を検討することが残されている。

本研究は文部省科学研究費一般研究(c)06450406ならびに鐘紡(株)より研究費の補助を受けた。ご討論頂いた鐘紡(株)生産技術研究所の田中正文氏に感謝する。

参考文献

- (1) M.Antonini et.al.: "Image coding using wavelet transform", IEEE Trans. Image Process. Vol.1, No.2, pp.205-220(April 1992).
- (2) 中澤他: "多重解像度ベクトル量子化による静止画像圧縮" TECHNICAL REPORT OF IEICE, IE95-17(1995-05).
- (3) 加藤、江尻、武部: "ブロック適応ベクトル量子化を用いた画像ウェーブレット変換符号化" 第9回デジタル信号処理シンポジウム講演論文集, A5.2, pp.361-366(Nov.1994).
- (4) S.P.Lloyd: "Least squares quantization in PCM", IEEE Trans. Inf. Theory, Vol.IT-28, No.2, pp-129-137(March 1982).