

3P-2

画像の特徴量を利用した  
高速ベクトル量子化の一手法

小酒英二 内田千博 永田尚 横山光男 松下温  
(慶應義塾大学 理工学部)

【1. はじめに】

情報化社会の進展にともない各種の画像通信サービスが試行されている。画像信号は、膨大な情報を含んでおり、情報通信網の発達とともに、将来種々な分野での利用が期待され、その内容も今後さらに多様化、多機能化が進められていくと思われる。

しかしながら、画像通信は、他の通信サービスに比べコストがかかることが問題として挙げられる。

従って、画像の持つ情報量を効率的に圧縮する高能率符号化による通信コストの低減が必要である。

現在、画像信号の高能率符号化の一手法として、ベクトル量子化が活発に検討されているが、このベクトル量子化器は不適合による性能劣化が不可避免的に発生する点や、コードブックの設計に長時間のトレーニングを必要とする点に問題がある。しかしながら、ベクトル量子化による画像の圧縮は、他の圧縮技術との相性が良いため、組合せによる圧縮が可能であることから、有効な画像の符号化として、期待されている。以上に述べた問題点のほかに、歪計算による演算量の増大、コードワード保存の為のメモリや、専用ハードウェアの実現における量的な問題がある。

本稿ではこれらの問題点の中で、特に演算量、メモリの問題の解決策として、コードワードや入力ベクトルの高次元ベクトル列を、画像の特徴量を抽出して作成される低次元のベクトル列に変換し、そのベクトルだけを使って探索することによって、量子化処理を高速化するアルゴリズム(Mean/Gradient法)を提案する。

【2. Mean/Gradient法】

2.1 概要

画像の特徴として、濃度の平均(mean)、濃度の勾配(gradient)、形(shape)等があげられるが、これらの性質を組み合わせれば、似たもの同士が同じグループに分類される可能性がある。また、K次元ベクトル空間を低次元のベクトル空間に写像できれば、その探索領域も全探索に比べ、指数関数的に縮小できる。本アルゴリズムは、ベクトルブロックの濃度の平均と濃度の勾配の2つの特徴量を抽出して、低次元への写像を試みる。

2.2 低次元への変換方法

画像の特徴量を抽出するにあたって、以下のような情報を用いて低次元ベクトルに変換した。

- ① ベクトルブロック全体の濃度の平均
- ② x, y方向の濃度勾配の最大値
- ③ 濃度勾配の最大値が発見された位置

これに、若干の探索のための情報を付加して低次元のベクトル列を作る。変換の例を以下に示す。

	x 方 向			
y	0	2	4	6
方	2	3	5	7
向	3	6	7	7
	6	7	7	7

8階調4×4ブロック

変換前のベクトル列

(0, 2, 4, 6, 2, 3, 5, 7, 3, 6, 7, 7, 6, 7, 7, 7)

↓↓↓

変換後のベクトル列

(1100, 1011, 0111, 0111, 101)

変換後のベクトル列の各要素の説明

(左から)

1 番目の要素

0 ~ 2 ビット目 x方向の勾配の最大値の位置

3 ビット目 x方向の勾配の正負

2 番目の要素

0 ~ 2 ビット目 y方向の勾配の最大値の位置

3 ビット目 y方向の勾配の正負

3 番目の要素

x方向の勾配の最大値

4 番目の要素

y方向の勾配の最大値

5 番目の要素

ブロック全体の濃度の平均値

### 2. 3 符号化手順

#### ・コードワード

L B G (スプリット法) アルゴリズムによって求めたコードワードを上述の変換方法によりあらかじめ低次元のベクトル列に、変換しておく。

インデックスの付け方は、L B G で作成したそれと同じものにする。

#### ・入力ベクトル

入力ベクトルは、逐次、コードワード同じ形式で変換し、2. 4 で述べる探索規則にしたがって適したコードワードを探す。

### 2. 4 探索方法

探索において、低次元に変換した入力ベクトルは、その特徴量が、十分反映出来るように、各要素の大きさによって、探索方法をかえる。その探索規則の一部を以下に示す。

#### (1) x、y 方向ともに、勾配が十分少ない場合。

画像ブロックは、ブロック全体の濃度の平均に対して相関が高くなるので、勾配の向きや、その位置の情報に対しては、重みを少なくし、濃度の平均に重みをかけて、探索する。

#### (2) x、y 方向の勾配が急な場合。

画像ブロックは、濃度の平均よりも、むしろ形に対して、相関性が高くなる。(1)とは逆に濃度の平均に対して、探索の重みを少なくし、勾配の向きや、その位置の情報に対しては、重みをかけて探索する。

以上のような探索規則を複数設けることによってよりオプティマルなコードワードを探索することができる。

### 2. 5 特徴

我々の提案したアルゴリズムは、以下のような特徴がある。

- ・送り側は、エンコードの際、コードワード保存のためのメモリを節約できる。
- ・歪誤差の計算を全くしなくて良い。
- ・低次元への変換の仕方は他にも考えられる。今回は5つの特徴量を抽出して探索を行ったが、特徴量(情報量)をもっと増やせばより良好な画質が得られるものと思われる。
- ・必ずしも最適な出力ベクトルが採択されとは限らない。

### 【3. 結果】

全探索と提案したアルゴリズムの2つの手法を比較してみる。2つの手法で用いたコードワードは、すべて同じものを使い、L B G アルゴリズムのスプリット法により作成したものである。

Sample Data Girl(Standard Image Data)  
256×256 pixels 白黒256階調



現画像



全探索 (N = 256) M/G法 (N = 256)

### 【4. 評価】

今回提案したアルゴリズムの主たる目的は、演算量の低減にある。前述のように、このアルゴリズムは全く、歪計算をしていない。比較演算のみであり、探索回数は、全探索に比べ、多くなる可能性があるが、一回の探索における演算量が、16回の加算、減算、2乗計算、そして1回の比較演算を全探索が行うのに対し、本アルゴリズムは1回の比較演算のみで済むことから、高速に探索が出来る。画質は、全探索に比べ、多少落ちるが、実用レベルの範囲であると思われる。

しかしながら、コードワードの濃度の平均値や勾配の最大値の分布状況によって、うまく探索できない場合があり、絞り込みの条件を変える必要がある。

そのような場合に対処できるように、低次元ベクトルへの変換の際に、いかに探索に有効な特徴量を抽出し、情報量を増やすかが今後の課題としてあげられる。

### 《参考文献》

- [1] LINDE Y. BUZO A. and GRAY R.M.  
"An Algorithm for Vector Quantizer Design"  
IEEE Trans. Com. vol COM-28 (Jan. 1980)
- [2] BUZO A. GRAY Jr. A.H GRAY R.M. MARKEL J.D  
"Speech coding based upon vector quantization" IEEE ASSP-28 5 pp. 562-574
- [3] 瀬崎、相沢、原島、宮川  
"ベクトル量子化の一高速探索手法"  
信学技法、CS84-92 pp. 31-36 (1984)