

2 D-6 DCTを用いた画像符号化における量子化テーブルの自動生成

田中和明 吉田隆一
九州工業大学 情報工学部

1 はじめに

近年の計算機処理能力・画像表示能力・通信技術の向上により、さまざまな分野で、さまざまな画像データが計算機上で取り扱われている。しかしながら、質の高い画像を表現するために多くのデータ量を必要とし、これらを取り扱う技術が要求される。

このような要求から、大容量の画像の蓄積・伝送を効率的に実現するための画像の符号化、つまり画像データの圧縮についての研究が行われている。画像は多くの冗長を含むことが知られている。このことは、画像の伝送・蓄積を、その冗長を取り除くことによってより少ない資源で実現することが可能であることを意味している[2]。

本研究では、このような画像の冗長に着目してDCTを用いた画像符号化を行い、視覚的に劣化を目立たせないような量子化を行う。この量子化を決定するものが量子化テーブルである。ここでは、画像全体にわたって劣化が均一になるような量子化テーブルを自動生成し、画像符号化を行うアルゴリズムについて提案を行う。

2 符号化・復号化の手順

本研究で用いた符号化の手順を図1に示す。入力された画像は、はじめに 8×8 (画素)の大きさからなるブロックに分割され、それぞれのブロックに対して以下の1.から3.の処理を行う。

1. DCT(離散コサイン変換)
2. 量子化
3. 符号化

一般に、画像において視覚的に意味を持つ情報は低い周波数成分に片寄っていることが知られているため[1][2]、1.DCTの結果に対して2.量子化を行う際には低い周波数成分ほど密に行われ、逆に高い周波数成分には粗く量子化が行われる。ここで、量子化を行う際にはその量子化の程度を決定する量子化テーブルを用いる。このテーブルによって最終的に画像の質・画像の劣化が決定される。この量子化を行った結果に対して3.符号化を行う。

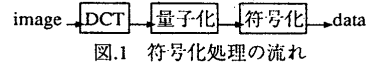


図1 符号化処理の流れ

3 量子化テーブルの自動生成

3.1 量子化テーブル

先に述べたように、量子化テーブルが画像の質・劣化を決定する。この量子化テーブルは分割されたブロックと同じ大きさの配列で、DCT係数に対しこの量子化テーブルで対応する位置の値をステップ・サイズとして線形量子化が行われる。

画像の視覚的な複雑さと、画像の劣化との関連について、同じ量子化テーブルを用いて量子化を行った場合には、視覚的に複雑な部分においては画像の劣化も大きいことが知られている。つまり、画像全体にわたって劣化を均一にすることは、量子化テーブルを局所的に変化させることによって実現でき、結果として視覚的に良好な画像を得ることができると考えられる。

ここで、ブロックごとの視覚的な複雑さとして、ブロック内での画素の濃度値の変化を考える。このとき、DCTを行って得られるDCT係数について、DCT係数の直流成分はそのブロックでの濃度値の平均を、交流成分はブロック内での濃度値の変化を示していることがわかるので、この濃度値の変化から視覚的に複雑なブロックを決定できる。

しかしながら、対象とする画像はさまざまな種類のものがあるため、量子化テーブルをあらかじめ決めておくことは困難であり、画像の局所的な情報を用いた量子化テーブルの自動生成について考える。

3.2 量子化テーブルの自動生成アルゴリズム

画像の視覚的な複雑さとして、画素の濃度値の変化に依存する情報を用いる。DCT係数は 8×8 (画素)の大きさを持ったブロックであり、この係数の値を $f(u, v)$ により表現する($0 \leq u, v \leq 7$)。このときに、ブロック内での画像の複雑さ I を

$$I = \frac{1}{64} \sum_u \sum_v f(u, v) d(u, v)$$

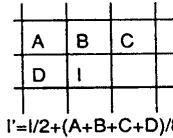
$$d(u, v) = u + v$$

で定義する。 $d(u, v)$ は直流成分からのマンハッタン距離を示す。ここで、DCT係数は縦方向・横方向の濃度

Automatic generation of quantization table on DCT-based image coding

Kazuaki TANAKA and Takaichi YOSHIDA

Kyushu Institute of Technology



$$I = 1/2 + (A+B+C+D)/8$$

図.2 ブロック間平滑化

値の変化を示し、空間的に細部の変化ほど、つまり周波数成分が高いものほど画像の視覚的な複雑さに関与すると考えられ、そのため $d(u, v)$ としてマンハッタン距離を用いた。

この I を用いて、量子化テーブル $Q(u, v)$ を

$$Q(u, v) = \frac{Q_{const}(u, v)}{I} \cdot Q_{quality}$$

で定義する。 $Q_{const}(u, v)$ は画像への視覚的な影響の大きさを示したもので、値が小さいほど影響が大きいことを示す。また、 $Q_{quality}$ は画像全体の質を決定する定数で、値が小さいほど質は高くなる。

この量子化テーブルを用いた量子化は、DCT係数を $f(u, v)$ 、量子化後の係数を $f'(u, v)$ とすると、

$$f'(u, v) = \frac{f(u, v)}{Q(u, v)}$$

により定義される。従って、 $Q(u, v)$ の値が大きいほど対応する画素の劣化も大きいことがわかる。

3.3 ブロック間歪み

このように画像全体をブロックに分割して処理を行う場合、隣接するブロック間においてブロック間歪みが発生することが知られている。このアルゴリズムにおいて、歪みは次の原因で発生する。

1. DCT係数の直流成分の変化により、ブロック内全体の濃度値が変化する。
2. ブロック間で量子化テーブルが変化する。

ここで、1.については直流成分のみを分離して量子化を行うことが考えられている [3]。一方、2.について、隣接するブロック間での I の値に大きな変化が生じる場合に問題となる。そこで、画像の縦方向・横方向がそれぞれ i, j 番目のブロックの I を $I_{i,j}$ とするとき、量子化の生成に使用する $I'_{i,j}$ を

$$I'_{i,j} = \frac{I_{i,j}}{2} + \frac{I_{i-1,j-1} + I_{i,j-1} + I_{i+1,j-1} + I_{i-1,j}}{8}$$

として定義する (図.2)。これにより平滑化が行われ、 I についての大きな変化を抑制することができる。

4 実験結果

ここで示したアルゴリズムを用いて、実際にいくつかの画像に対して符号化を行った。用いた画像はいず

画像	圧縮比		SN比(dB)	
	固定	自動生成	固定	自動生成
girl	0.115	0.113	33.04	31.28
couple	0.098	0.098	33.61	31.22
moon-sur.	0.065	0.056	32.03	30.96
photo	0.120	0.157	32.83	31.29

表.1 画像圧縮率/SN比

れも24ビット/画素のカラー画像で、256×256(画素)のサイズをもつ自然画である。表.1に、量子化テーブルの自動生成を行ったもの・行わないものそれぞれについての符号化圧縮率(表.1左)、画像の劣化の指標としてSN比(表.1右)を示している。この結果、両者において圧縮率・劣化ともほぼ同じ程度であったが、自動生成を行った場合は視覚的には劣化がより目立たないことが確認できた。また、符号化の処理に必要な時間は、自動生成を行わなかった場合とほとんど変化はなかった。

以上の結果より、従来の固定した量子化テーブルを用いた場合に比べて視覚的に良好な結果を、処理の負担をあまり増加させずに実現することができた。

5 おわりに

今回、画像符号化において画像の劣化を決定する量子化テーブルの自動生成を提案した。この自動生成は画像の局所的な情報からその部分に適した量子化テーブルを生成するもので、その結果視覚的にどのような劣化が発生するかが重要な問題となる。ここでは、ブロック画像での周波数成分というパラメータを用いて量子化テーブルを生成した。しかしながら、実際には隣接するブロック間には大きな相関があり、この相関を利用することによりさらに適切な量子化テーブルを自動生成できると考える。また、画像の劣化の評価にはSN比を用いているが、視覚的な影響を考えた場合には十分とはいえず、この点について適当な画像の評価基準が必要であると考えられる。今後は、視覚的に良好な画像符号化を実現するアルゴリズム及び、その評価方法について考えていく予定である。

参考文献

- [1] N.S.Jayant, Peter Noll, *Digital Coding of Waveforms*, Prentice-Hall, 1984
- [2] A.Rosenfeld, B.G.Haskell, *Digital Picture Processing*, Academic Press, 1976
- [3] G.K.Wallace, *The JPEG Still Picture Compression Standard*, *Communications of the ACM*, Vol.34, No.4, 1991