

領域分割に基づいたカラー画像符号化

70-3

尾崎 楽人
東京大学浜田 喬
学術情報センター

1 はじめに

画像情報は、一般に音声情報や文字情報に比べて、表現に必要なデータ量が多いため、圧縮符号化の重要性が高い。現在、画像符号化では、DCTを用いた方法が広く用いられているが、さらに効果的に圧縮符号化を行うために、画像の構造的側面に着目した符号化法として、領域分割に基づいた符号化（領域分割符号化）[1]が検討されている。

本稿では、通信速度の低い環境での使用を主な対象とした、非常に高い圧縮率での符号化を実現するような、領域分割に基づいたカラー画像符号化について、P型記述子を用いて領域輪郭の近似を行う手法を検討する。

2 領域分割符号化

画像の構造的な側面に着目した符号化法として、領域分割符号化と呼ばれるものがある。これは、画像を複数の領域の集まりであると考え、領域の形状・輪郭とその内部の絵柄を符号化するというものである。

その基本となる方法では、まず領域成長法などのアルゴリズムを用いて、領域内で色または輝度が一樣になるよう画像の領域分割を行い、領域の輪郭および、各領域の色または輝度値を符号化する。

領域分割符号化は、単独で用いる場合は非常に高い圧縮率での符号化に適しており、DCTによる符号化で生じる、モスキート雑音やブロック歪みを生じないという特長がある。また、DCTなどと組み合わせて使用することにより、より低い圧縮率での符号化への応用も可能である。

3 符号化アルゴリズム

3.1 領域分割

領域分割は、まず 3×3 メディアンフィルタにより平滑化を行った後、領域成長法によっておおまかな分割を

し、微小面積領域および隣接した色の似た領域を統合することにより行った。

3.2 輪郭情報の符号化

多くの領域分割符号化アルゴリズムでは、輪郭情報の符号化において、チェイン符号化を用いていた。しかし、チェイン符号化は可逆な符号化法であるため、圧縮率はある分割状態に対して固定になり、あまり高い圧縮率での符号化は行えない。また、動画の符号化に対しては、輪郭形状の変化を効果的に符号化できないという問題がある。

そこで、P型記述子[2]を用いて領域の輪郭形状の符号化を行った。P型記述子は、一定長の線分のつながりで形成される図形を周波数分解して記述したもので、各線分を方向を表す数 $w(j)$ から次の式のように離散フーリエ変換して求められる。

$$c(k) = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} w(j) \exp(-2\pi i \frac{jk}{n}) \quad (k=0, 1, \dots, n-1)$$

これを逆変換すれば、もとの輪郭が完全に再現されるが、符号化では量子化を行っているため、もとの輪郭に似た形の輪郭が再現されることになる。

実験では、正方形画素の一辺の長さを、そのまま輪郭を構成する線分の長さとした。P型記述子は実部と虚部を別々にスカラー量子化し、その際 k の値および輪郭の長さである n の値により、量子化ステップサイズ s を次のように変化させた（ α は量子化の程度を決める乗数）。なお、領域輪郭は閉じているので、必ず $c(0) = 0$ になるため、 $c(0)$ については符号化しない。

$$s = \begin{cases} \alpha \frac{k}{n} & 1 \leq k \leq \frac{n}{2} \\ \alpha \frac{n-k}{n} & \frac{n}{2} < k \leq n-1 \end{cases}$$

量子化された整数値は、やはり実部と虚部を別々に、ランレングス・ハフマン符号化により符号化を行った。この時のスキャン順は、ゼロが出現しやすい高周波部分が後になるよう、 $c(n-1) \rightarrow c(1) \rightarrow c(n-2) \rightarrow c(2) \rightarrow \dots \rightarrow c(n/2+1) \rightarrow c(n/2-1) \rightarrow c(n/2)$ とした。

復号化の際には、領域の輪郭の位置にずれが生じるため、領域の重なりやすき間が発生する場合がある。重な

Segmentation-based Coding of Color Image

Gakuto Ozaki¹, Takashi Hamada²¹University of Tokyo²National Center for Science Information Systems

り部分の画素については、最も面積の小さい領域に含まれるとし、すき間にあたる画素は、最も近く、最も面積の大きい領域に含まれるものとした。

3.3 テクスチャ情報の符号化

テクスチャ情報の符号化は、簡単のため各領域の平均色のみを記述することとし、1領域あたり24ビットで符号化を行った。復号化側では、各領域をその色で塗りつぶす処理を行う。

4 実験結果

図1に原画像、図2に輪郭形状の劣化のない符号化を行った場合の画像、図3,4にP型記述子を用いて上述の符号化を行った場合の画像を示す。



図 1: 原画像



図 2: 劣化なし



図 3: P 型記述子使用 (1)



図 4: P 型記述子使用 (2)

図2,3,4は全て同じ領域分割結果を用いており、256×256画素の画像を81個の領域に分割している。

図2の符号化は、8方向チェーン符号についてハフマン符号化を用いると、輪郭情報の符号化が、ハフマン符号化の際の符号表を既知として、14654bitで符号化可能で、テクスチャ情報と合わせて16598bit (0.253bit/pel)で符号化することができた。

図3では、図2とほぼ同じ圧縮率になるよう、量子化の乗数を調整して符号化した結果である。輪郭情報の符号化は、ハフマン符号化の際の符号表が既知とする

と、14677bitで符号化でき、テクスチャ情報と合わせて16621bit (0.254bit/pel)で符号化できた。図2と比較してやや違いが見られるが、著しい劣化は感じられない。

図4は圧縮率をさらに高くしたもので、同様に輪郭情報の符号化を6159bitで行い、全体で8103bit (0.124bit/pel)で符号化したものである。かなり劣化が感じられるが、画像全体の雰囲気をつかむことはできる。

P型記述子を用いて領域の輪郭情報の符号化を行ったときに、最も問題が発生しやすいのは、複雑な形状の領域や細長い形の領域があった場合で、これらの場合には量子化を粗くすると、領域自体の形が大きく変化するだけでなく、領域の位置関係がおかしくなることもある。この問題を解決するには、領域分割アルゴリズムについて、符号化しやすいような領域輪郭を出力することや、復号化側で領域の正しい位置関係を推定して画像の再生を行うことなどが考えられる。

また、P型記述子の量子化の程度を変えるのではなく、領域分割での領域の数やテクスチャ情報の符号化部を調整することで、全体の圧縮率を調整することも可能であるから、これらのバランスをうまくとることにより、より良好な結果を得ることができると思われる。

5 おわりに

本稿では、領域の輪郭をP型記述子を用いて近似する方法による、カラー画像の領域分割符号化について検討した。この方法を用いると、従来のチェーン符号化を用いた手法では不可能だった、非常に高い圧縮率での画像符号化が可能であることを示すことができた。

今後は、P型記述子を用いることにより、領域形状の変化に対応した動画の領域分割符号化の検討を行う予定である。

参考文献

- [1] M. Kunt, A. Ikonomopoulos and M. Kocher, "Second-Generation Image-Coding Techniques," *Proceedings of the IEEE*, vol. 73, no. 4, pp. 549-574, Apr. 1985.
- [2] 上坂, "開曲線にも適用できる新しいフーリエ記述子", 信学論, '84/3, Vol. J67-A, No. 3, pp. 166-173, 1984.