

画像圧縮効率の改善のためのプリミティブ分割

7C-3

小林 丈記 品川 嘉久

東京大学

1 導入

本論文では、画像を表現するための部品として、幾つかの基本要素（プリミティブ）を用意し、この基本要素の移動・統合によって原画像に対する最適なモデルを作成し、このモデルを効率良く表現することによって、画像データの大幅な圧縮をする手法を提案する。

2 画像データのモデリング

画像のモデルの基本要素として、三角形を用意する。色データを RGB の3つのプレーンに分解して、各プレーン毎に画像を z 軸方向の色データとする三次元空間と考えて、三角形を画像中にすき間なく並べ、三角形の各頂点の z 座標の値を原画像の同じ座標の色データと同じ値にする。三角形内部の点の色データは、三角形の表面の z 座標の値をその点における色データとする。このようにして、原画像をモデル化する。

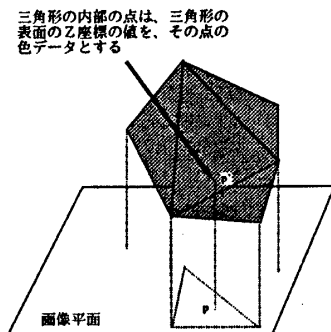


図1: 三角形によるモデリング

3 アルゴリズム

色データを RGB の3つのプレーンに分割し、各プレーン毎に画像平面上の三角形の頂点を移動し、移動前と移動後のモデルに対する評価を行なって、良い方を選択する。

Improved Image Compression Technique by Decomposition into Primitives

Takenori Kobayashi and Yoshihisa Shinagawa
The University of Tokyo

3.1 三角形の配置と拘束条件

三角形を移動・統合する時、以下の条件を適用する。

1. 三角形の各頂点は、他の三角形の内部・辺上にはなく、必ず他の頂点と同じ座標に存在しなければならない（単体分割）。
2. 三角形の各頂点は、その頂点を所有している三角形群の内部と頂点が存在する領域内を自由に移動できる。ただし、画像平面の境界上に存在する頂点は辺に沿ってのみ移動することができ、画像平面の端に存在している頂点は移動することはできない。
3. 移動した結果、頂点が他の頂点と重なった場合、三角形の統合を行なう。例えば、図3において、点P5が点P2の位置に移動する時は、三角形T2、T3がT1'、T4'にそれぞれ統合される。

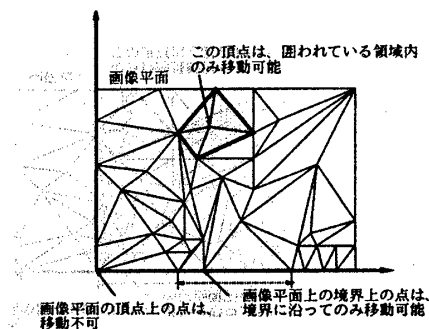


図2: 三角形の拘束条件

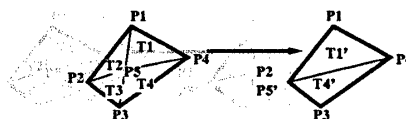


図3: 点の移動による三角形の統合

3.2 三角形の移動・統合に関する評価関数

与えられたデータのモデルの評価方法として、原画像とモデルの各点における色データの2乗誤差を計算する

のが一般的である。しかし、2乗誤差は三角形の数を考慮していないため、必要以上の三角形に分割された領域が残ってしまう。つまり、より少ない三角形で効率良くデータを表現しているかを判定するための評価関数が必要である。そこで、最小部品で効率良くデータを記述するための評価関数として、AIC(Akaike's Information Criterion)を導入する[2]。この関数は、

$$AIC = -2 \times (\text{モデルの最大対数ゆう度数}) \\ + 2 \times (\text{モデルの自由パラメータ数})$$

となる。右辺の第1項は、与えられた画像に対するモデルの誤差を表し、誤差の小さい時は、第2項により、三角形の移動によってできる複数のモデルの内、三角形の少ない方のモデルが選択される。

3.3 モデルに対する AIC の適用

ある画像データを N 個の三角形に分割されたモデルで表現し、原画像の各点とモデルの同じ x - y 座標における色データの値の誤差が、正規分布モデルに従うと仮定する。モデルに対する最大対数ゆう度数を l とすると、

$$l = -\frac{n}{2} \log 2\pi - \sum_{k=1}^N \left(\frac{n_k}{2} \log \sigma_k^2 \right) - \frac{n}{2}$$

である。 n_k は、 k 番目の三角形に含まれる原画像平面中の点の数であり、 $s_k(p_i)$ を点 p_i におけるモデルの色データを表し、原画像の同じ点における色データを z_i とすると、 σ_k^2 は、

$$\sigma_k^2 = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} (z_i - s_k(p_i))^2$$

である。よって、原画像に対する N 個の三角形を用いたモデルの AIC の値は、

$$AIC(s_k, \sigma_k | k=1, \dots, N) = -2 \times l + 2N \times \\ (\text{関数 } s_k(p_i) \text{ の自由パラメータ数})$$

となる。この関数の値がより小さいモデルが、良いモデルであるといえる。この関数を用いて、三角形の各点を拘束条件に従って移動・統合を、関数の値が収束するまで繰り返す。停止した時の三角形の状態を、モデルの最終状態とする[1]。

4 実験結果

図4のサイズ 192×141 、24bit 色の画像にアルゴリズムを適用した結果が図5である。

5 今後の課題

実験によって作成された画像と原画像を比較してみると、画像中の対象物の大まかな輪郭は再現できているも

の、毛や目などの細かい部分などの直線・曲線で表されている部分がつぶれてしまっているのがわかる。三角形だけでは、こういった特徴を表現するのは困難なので、新しい基本要素の追加を追加し、対応する予定である。

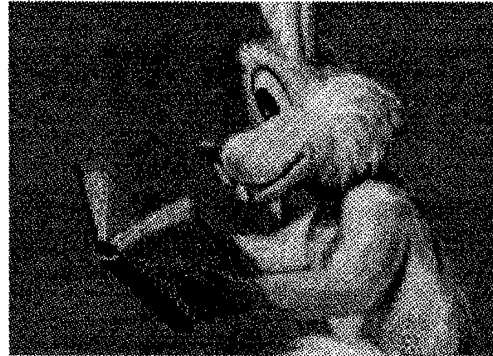


図 4: 原画像



図 5: アルゴリズムの適用結果

参考文献

- [1] 堀越 力 鈴木 智 中根 一成. A I C (赤池の情報量規準) を用いた最小部品による形状記述法. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J77-D-II, No. 9, pp. 1691-1700, 9 1994.
- [2] 坂本 慶行 石黒 真木夫 北川 源四郎. 情報量統計学. Number A.5.4 in 情報科学講座. 共立出版, 1983.