

## 領域分割階層符号化に基づく画像構造

6M-7

越後 富夫†

前田 潤治†

飯作 俊一‡

†日本アイ・ビー・エム(株) 東京基礎研究所

‡郵政省 通信総合研究所

## 1 はじめに

画像の検索、自動インデックス、部分再利用には、画像をフレームで管理するのではなく、部品化して蓄積するほうが都合が良い。標準符号化のJPEGでは、これらを実現するには、復号後に画像処理を行う必要があるため、領域輪郭でエッジが鈍るのを避けるには、圧縮率を高くできない問題がある。次世代の映像符号化では、画像を転送、表示だけでなく、利用するための応用が重視される傾向にある。

そこで本研究では、前処理として領域分割手法により領域毎に分離された領域画像を、それぞれ独立に符号化する領域分割符号化法を採用する。

領域分割符号化法では、領域画像をどのように符号化し、画像データとして構造化するかが課題であった。本論では、グラデーションを表現する平面近似画像と、原画像から平面近似画像を引いた差分画像を、多段階階層的圧縮によって表現する、領域画像のデータ構造について記述する。また、領域分割符号化データ生成過程において、疎結合の並列処理計算機で有効な処理方法について記述する。

## 2 領域分割

前処理となる領域分割には、色だけでなくテクスチャ形状を表現したガウシアンマルコフ確率場(GMRF)を用いた手法によって行う[1]。この手法は、分割併合法を行い、最小6画素からGMRFが利用できるように、前処理に疑似KL変換を行い、複数のGMRFモデルの利用と小領域の併合仮説を検証することで実現している。GMRFモデルパラメータの決定には、疑似尤度を用いており、領域間の独立性は強い。領域分割を高速化するため、疎結合の並列処理計算機で実行するが、それには画像データをCPUノード数に分割し、各々独立に分割併合処理を行う。併合処理は、最終の併合段階になる前に、ある基準値で併合を一旦中断し、全ての領域を統合後、GMRFによる併合処理を再開する。

一般に画像処理では、大きな画像を小さく分割して処理するときには、境界近傍の扱いが問題になり、大画像で処理するときと、分割して処理するときの結果が異なるが、GMRFを用いた領域併合では、領域間の独立性が強いので、分割が容易で、結果に大きな差が出にくい利点がある。

## 3 領域の平面近似

領域分割の結果、画像を領域毎に扱うことができるようになり、次に領域内部の画像をどのように表現するかが課題となる。領域分割で色/テクスチャ形状で分割併合されているため、領域内部に明瞭なエッジセグメントはないと考えられるが、テクスチャによって生ずる色のバラツキと低周波成分に属するマクロな色の変化がある。本研究では、マクロな色の変化を三角メッシュによる平面近似で表現し、原画像と平面近似画像の差を残差画像としてテクスチャにより生ずる色のバラツキを表現する(図1)。平面近似画像は、単純には平均値で単一色に塗りつぶすことができるが、ここでは、平面上のグラデーションを表現することで、残差画像の色のバラツキが均一になるようにする。

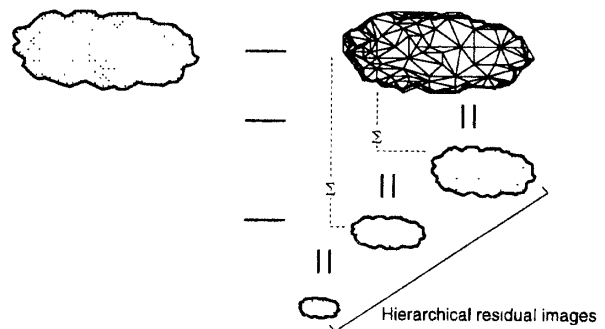


図1: 領域内画像の平面近似画像と残差画像

領域は各々独立に扱うことができるので、疎結合の並列計算機では、CPUに領域を分配し、処理が終了したCPUに新たな領域を分配する。

平面近似画像の生成には、マクロな色の変化点上で三角メッシュのエッジとなることが望ましい。そこで、領域内部に $\nabla^2 G$ フィルタを施し、ゼロ交差上に三角メッシュの頂点を選択し、ゼロ交差の開領域内で、最大となる三角形からメッシュを生成する。

## 4 残差画像の圧縮

領域残差画像は領域毎に以下のように生成される。残差画像においては領域内の画素間にほとんど相関がな

いと考えられる。このような残差画像に対しては、筆者らが先に提案した圧縮手法 [2] が有効であるので、それに基づいて圧縮をおこなう。

この手法においては、画像はまず  $2 \times 2$  画素の微小な領域（0次ブロック）に分解される。0次ブロックは限られた個数の濃度変化と濃度値で近似表現される。次に  $2 \times 2$  個の0次ブロックを併合して1次ブロックを作る。このとき、4個の0次ブロックの濃度変化、濃度値の並びは領域全体にわたって同じものが多数出現する。これらをまとめて1次ブロックにおける一つの濃度変化パターン、濃度値パターンとする。こうすることによって、領域全体を数少ないパターンで表現することができる。以下同様に  $2 \times 2$  個の  $n$  次ブロックを併合して  $(n+1)$  次ブロックを生成し、最終的には全領域に至る。

この方法は圧縮率は高いが近似する段階で情報損失を生じるので、圧縮した残差画像を伸長して平面近似画像に加えても原画像とは一致しない。そこで最初に残差画像を圧縮・伸長したものを1次残差画像と定義し、元の残差画像と1次残差画像の差を求め、2次残差画像とし、1次残差画像を保存する。2次残差画像は1次残差画像に比べて画素ごとの濃度レベルは小さくできる。よって、この操作を繰り返すと  $(n+1)$  次残差画像がすべての画素にわたって0であるような最終次数  $n$  を得る。すべての領域について、平面近似画像と最終次数までの残差画像を圧縮したものを保存しておけば、原画像を情報損失なく再現することができることになる。

## 5 領域画像の構造

領域画像は、各々独立に圧縮、蓄積する。画像フレーム全体のデータ構造を図2に示す。フレームの幅/高さ、領域数に続き、領域で最小となる  $x, y$  を原点とし、領域を完全に包含する最小の矩形領域を領域レイヤとする。領域レイヤは領域の形状と領域内/外部を表す (0, 1) の形状情報および平面近似レイヤと残差レイヤからなり、残差レイヤでは、情報損失がなくなる  $n$  次までのコードブックと色プレーンレイヤ（パターン、濃度値）が記述される。

## 6 領域毎の画像再生

以上の処理によって、領域を独立した画像として扱うことができ、領域の画質は残差画像の次数によって決まるので、ユーザーが再生領域の次数を指定することで、画質を領域毎に変えられ、高速に粗い領域を再生したり、情報損失の無い領域を再生できる。

また、再生するときの順序をレイヤ表現によってユーザーが変更出来るようにしておくこと、他の領域画像がある順序にはめ込むことによって、上位レイヤにより下位の領域が部分的に遮蔽される状態を生成することができる。さらに、領域の位置も各領域の原点を移動することで変更でき、レイヤ表現によって、簡易の動画像を生成することができる。

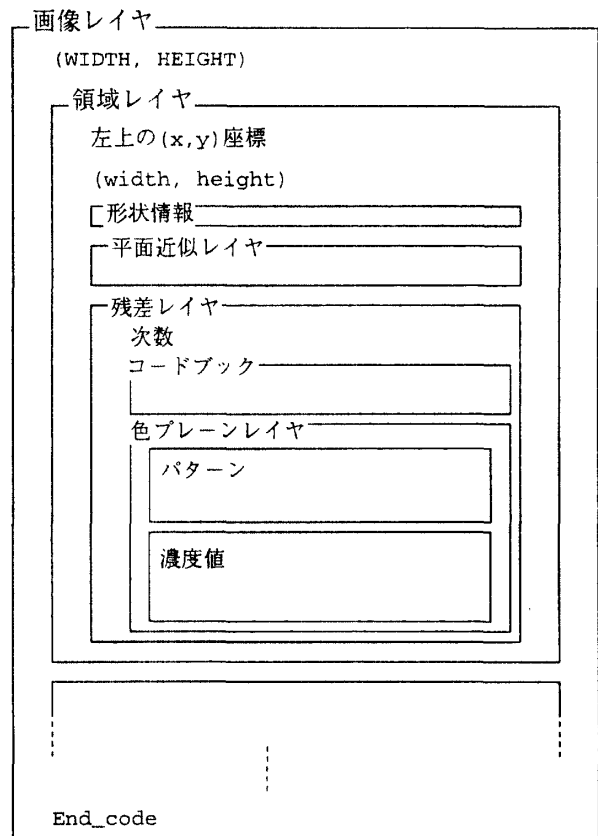


図 2: データ構造

## 7 おわりに

本論では、領域分割符号化における生成手法とそのデータ構造について述べた。

ここまでは静止画像における領域分割を行っていたが、今後は動画に領域併合を拡張し、移動領域の抽出と上下レイヤの自動決定、移動領域の統合による画像オブジェクトの抽出を行う予定である。

### 謝辞

本研究における並列化とユーザーインターフェイスの開発にご尽力いただいた日本アイ・ピー・エム（株）野洲工場の中野宏毅氏と吉田清一氏に深く感謝いたします。

### 参考文献

- [1] 越後、飯作, “複数の GMRF モデルを用いた屋外シーンの領域分割,” 情処 CVIM 研究会資料,
- [2] 越後, “階層的領域併合によるベクトル量子化に基づく画像圧縮,” 情報処理学会第 51 回全国大会講演論文集 (2), pp. 89-90, 1995.