

## 領域をもとにしたスケーラブルな画像表現

4N-12

前田潤治\* 越後富夫\* 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

現在実用になっている JPEG などの画像表現においては、輪郭や領域といった画像の内容を考慮していないため、高度な加工や知的な検索などは不可能であった。画像情報のきめ細かで効果的な管理、検索、加工、再利用などのために、内容にもとづいた柔軟な表現が求められているが、そのアプローチとして領域分割符号化が有望視されている [1]。

画像は3次元のシーンを2次元に投影したものであり、あるまとまりの領域を取り出すことができれば、それは現実世界と非常に深い関係を持っており、画像の管理や検索にきわめて有効であると考えられる。また、画像符号化の観点からも、あるまとまりの領域内部には画素同士に強い相関があり、異なる領域の画素同士にはほとんど相関が無いと考えられるので、領域ごとに符号化する方法が情報の圧縮に有利である。

画像符号化方式は画質や応用によってさまざまな手法が提案されているのが現状である。たとえば、カラー静止画符号化の国際標準である JPEG では、ロッキー（情報損失のある方式）とロスレス（原画像が完全に復元できる方式）の両方が提案されているが、両者はまったく異なる符号化方式である。

また、同じロッキー符号化方式でも、いったん符号化してしまうと、画質やデータ量を変えることができないため、画質・データ量の異なる画像を作成するには原画像からの符号化を一からやり直さなければならない。これは多くのアプリケーションにおいて不便なことであり、スケーラブルな符号化表現が強く望まれる。ここで、スケーラブル (scalable) とは、復号化可能な圧縮データにさらにデータを付加することによってより高画質のデータを復号化できるような性質のことである。

以上のような現状をふまえて、本稿では領域をも

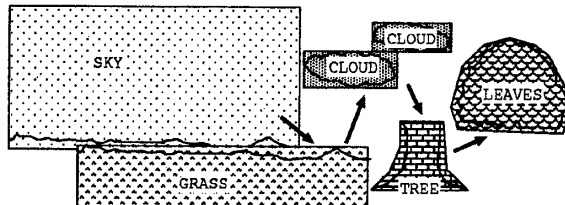


図 1: 画像の階層構造表現

とにしたスケーラブルな画像の表現法を提案する。

## 2 領域分割による階層構造の生成

本稿の技術を適用する段階では、領域分割は、たとえば [2] の方法などで、すでに完了しているものとする。領域間の関係を表すのに、ここではレイヤ画像表現 [3] による階層構造を用いる。

従来の領域分割では、画像をジグゾーパズルのように、互いに重なり合うことがないように切り分けていたが、これでは動画像において移動領域の隠れが生じたときに、領域の対応づけが問題となる。また、領域を単位とした画像の管理に適さない。これに対し、レイヤ画像表現では、領域が互いに重なり合うことを許容し、それぞれの領域を含むレイヤを奥行き順に並べ、速度マップでレイヤの動きベクトルを表す。さらに、領域単位の画像の管理が容易であるため、例えば、ある画像中の木を別の画像にコピーするような操作も簡単に行える。図 1 は階層構造表現の例である。

## 3 領域の近似

領域内部は何らかの方法で近似表現される。もっとも原始的な方法は領域を単一の色で塗りつぶしてしまうことであるが、実際にはそれだけでは画像の内容をよく理解することができない。よりリアリティを持たせるために、多角形による平面近似などが考えられる。

前節で述べたように、領域の間には上下関係がある。下位のレイヤについて、上位のレイヤによって隠されて画面に現れない部分は符号化に最も都合の良いデータで自由に埋めることができる。また、上位にあるレイヤについても、領域からはみ出

“Scalable Image Representation Based on Regions”  
Junji Maeda\*, Tomio Echigo\*, and Shun-ichi Iisaku\*\*  
Tokyo Research Laboratory, IBM-Japan\*    Communications Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications\*\*

すような近似表現を許すことにする。領域を多角形で近似する場合、はみ出しを許さないとすると、輪郭を正確に表現するために非常に多くの多角形を用いなければならないのに対し、はみ出しを許すと少数の多角形で近似できる。輪郭からはみ出した近似を行っても、実際に下位レイヤに重ね合わせる際に輪郭内部の情報だけ再生すればよい。

#### 4 残差画像の圧縮

領域の近似画像だけでは、画像のおおざっぱな構造は理解できるが、元の自然画像の持つ質感は得られない。リアルな質感は、残差画像を平面近似画像に加えることによって得ることができる。

領域残差画像は領域ごとに以下のように生成される。まず、原画像と平面近似画像の差を1次残差画像とする。原画像では領域内の画素に強い相関があったが、残差画像では無相関であると考えられる。このような残差画像に対しては筆者らが先に提案した、ベクトル量子化にもとづく圧縮方法[4]が有効であるのでそれを利用するものとする。

この方法は圧縮率は高いが情報損失があるため、圧縮した1次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、1次残差画像を圧縮・伸長したものと1次残差画像との差を求め、これを2次残差画像とし、1次残差画像を圧縮したものを保存する。2次残差画像は1次残差画像に比べて画素毎の階調レベルは小さくなる。したがって、この操作を繰り返すと、 $(n+1)$ 次残差画像が全ての画素について0であるような $n$ を得る。すべての領域について、近似画像と $n$ 次までの残差画像を圧縮したものをすべて保存しておけば、原画像を情報損失なく再現することができる。

ここまでの処理の流れを図2に示す。これによって、画質は粗いがデータ量の小さな画像から、徐々にデータを加えて最終的には原画像に至るというスケラブルな表現を実現できる。

#### 5 ユーザの要求に沿った画像の再生

前節の領域近似画像と $n$ 次までの残差画像について、ある領域にあたる部分の近似画像を、その領域の「0次近似画像」、 $(k-1)$ 次近似画像に $k$ 次残差画像を加えたものを「 $k$ 次近似画像」と呼ぶことにする。すべての領域について「 $n$ 次近似画像」を集めたものは原画像そのものとなる。次数は高くなればなるほど、画質は向上するが、デー

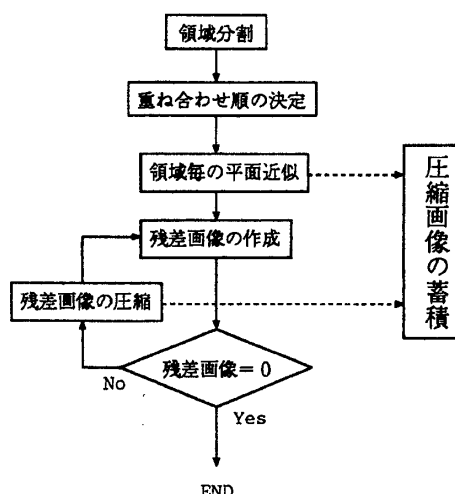


図2: 処理の流れ

タ量も増えてしまうという関係にある。ユーザは適当な領域に適当な次数を指定することで、自分の希望に近い画質/データ量の近似画像を得ることができる。たとえば、画像の検索を行っているときには高画質の画像は必要ないので、低次の近似画像で十分である。そして、望みの画像が見つければ高次の残差画像も付け加えて高画質の近似画像、または原画像を得ることができる。

#### 6 おわりに

画像を領域ごとに管理し、近似画像と多段階の残差画像の和で表現する方法を提案した。本稿では動画像について触れることがほとんどできなかったが、レイヤ表現は動画像にも向いているため、本稿の手法が自然に拡張できると考えている。この他に、領域を単位として画像を管理する実際のシステムを開発することも今後の課題として挙げられる。

#### 参考文献

- [1] M. Kunt et al., "Second-Generation Image-Coding Techniques," Proc. IEEE, vol. 73, no. 4, pp. 549-574, 1985.
- [2] 越後他「GMRFを用いたカラーテクスチャ画像の領域分割」情報処理学会第53回全国大会, 講演番号4N-11, 1996.
- [3] J. Y. A. Wang et al., "Representing Moving Images with Layers," IEEE Trans. on Image Processing, vol. 3, no. 5, pp. 625-638, 1994.
- [4] 越後富夫「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.