

自己相似モデリングを利用した画像の拡大に関する検討

宮地 悟史

富永 英義

早稲田大学理工学部電子通信学科

画像の拡大は、これまで周波数概念に基づくフィルタリング処理が一般的であったが、本稿では、自己相似モデリングを利用した画像の拡大処理に関する検討を行なう。筆者らは、自己相似モデリングを利用すれば、必要としている解像度に応じた画像特徴が得られるのではないかと考え、これを画像の拡大に応用する。自己相似モデリングとしては、従来の画像情報圧縮を目的としたフラクタル符号化方式を用い、より拡大画像の高解像度化に適するように、それを構成している各要素に対する細部にわたる検討、および、新たな手法の提案を行なう。また、シミュレーションの結果、本方式による画像の拡大で、非常に質の高い画像を得られることを確認した。

A Study on Image Magnification with Self-Similarity

Satoshi MIYAJI

Hideyoshi TOMINAGA

Dept. of Electronics and Communication Engineering , WASEDA University

This paper describes image magnification method using self-similarity modeling instead of conventional filtering method based on frequency theory. We consider that the self-similarity modeling makes it possible to get an image which has resolution according to demands. To make a magnified image that has higher quality, we modified the fractal coding that was designed for image compression and we proposed new processes. The results of computer simulation show that the proposed method is effective to magnify an image that keeps higher quality.

1 はじめに

本研究では、画像データの再利用・再編集を目的として、受信された画像を拡大する際の高解像度化に関する検討を行なう。

従来、画像の拡大には、周波数概念に基づくフィルタリング処理が一般的であったが、本研究では、画像の持つ解像度に依存しない自己相似モデリングを利用して、拡大画像の高解像度化を行なう。

2 画像の自己相似モデリング

本章では、従来最も一般的に用いられている、自然画像の自己相似モデリングによる構造的特徴の抽出、及び画像の再構成の手法について説明する。

2.1 自己相似パラメータの抽出

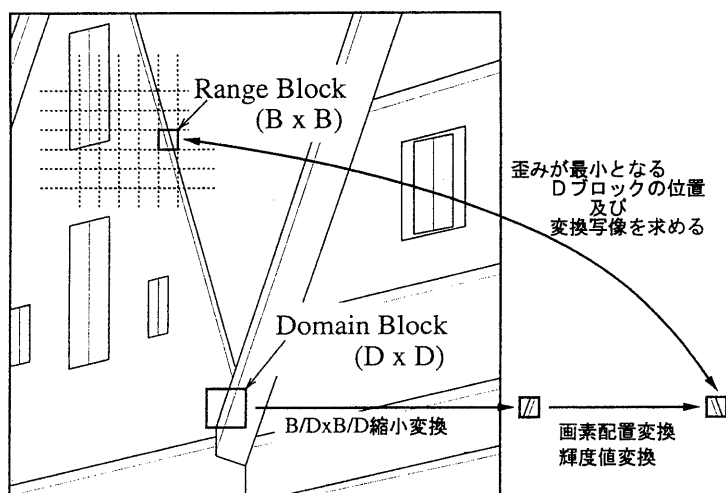


図 1: 自己相似モデリングの概念図

自然画像の自己相似パラメータの抽出とは、図 1 に示すように、まず、入力画像を $B \times B$ のブロックに分割 (これをレンジブロックと呼ぶ) し、各々のレンジブロックに対して、これを最も良く近似する $B \times B$ よりも大きい $D \times D$ のブロック (これをドメインブロックと呼ぶ) の位置、及びドメインブロックに対する縮小変換写像を求めることである。

実際のパラメータ抽出は、図 2 に示すような方法で行なわれる。

2.2 自己相似パラメータからの画像の再構成

画像を再構成する際には、図 3 に示すように、任意の初期画像を用意し、各レンジブロックごとに先に抽出したパラメータに従って、ドメインブロックに対し縮小変換写像を施したもので置換し、一枚の

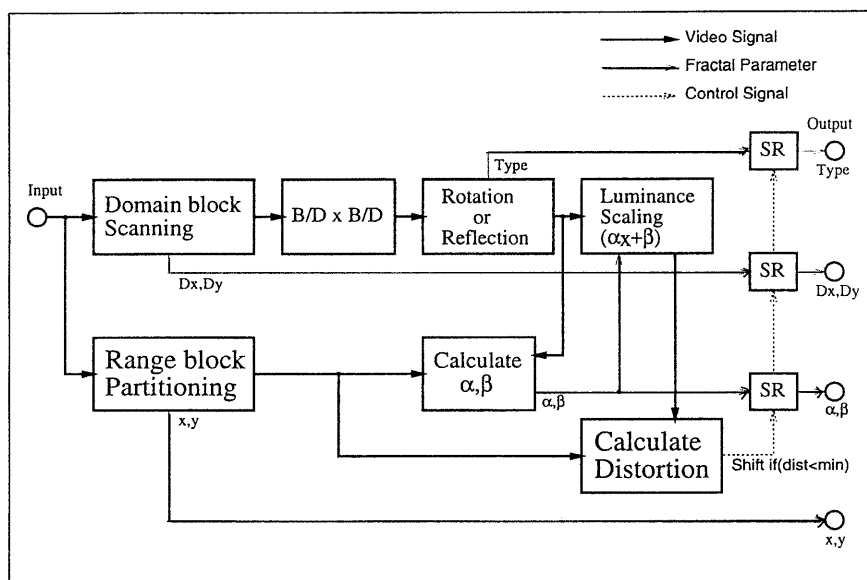


図 2: 自己相似パラメータの抽出手順

画像を構成する。

次に、このようにして構成された画像を初期画像とみなし、同様な処理を繰り返して行ない、最終的な画像に収束させる。

これは、以下のような手順で行なわれる。

1. 任意の初期画像を用意し、レンジブロックに分割
2. それぞれのレンジブロックに対して、先に抽出したパラメータに従い、以下の処理を施し、一枚の画像を構成
 - ドメインブロックの指定位置からの切り出し
 - $B/D \times B/D$ 縮小変換、回転・鏡像等の画素配置変換、輝度値スケーリング変換 ($\alpha x + \beta$)
 - 対応するレンジブロックへの配置

3. 2で得られた画像を初期画像とし、最終的な画像に収束するまで2を繰り返す行なう。

このとき、レンジブロックは、画素数の多いドメインブロックの縮小画像で置換されるので、入力時の画像よりも画素数の多い初期画像を用意すれば、画像再構成時の反復変換の回数を増すことによって、フラクタル補間がなされ、必要としている解像度に応じた画像を得ることができる。

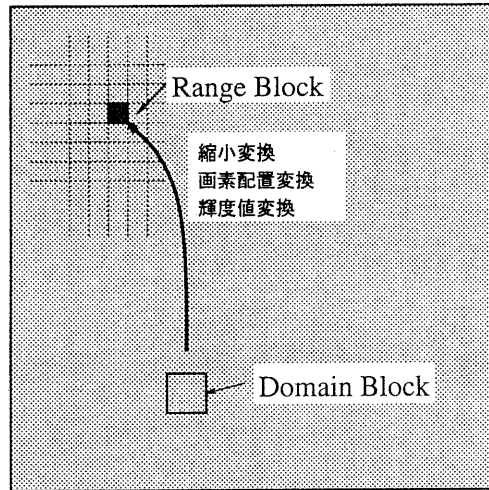


図 3: 画像の再構成

3 自己相似モデリングを利用した画像の拡大

3.1 従来のフラクタル符号化を用いた画像の拡大

2章で述べた自己相似モデリングはフラクタル符号化などと呼ばれ、画像中における自己相似性という冗長度を取り除き、画像情報圧縮を実現するために用いられている。しかし、目的は情報圧縮であるが、自己相似縮小変換によるフラクタル補間により、入力画像よりも大きい初期画像を用意して画像の再構成を行なえば、必要としている解像度に応じた画像が得られると考えられる。

3.1.1 手法の概要

まず、自己相似パラメータの抽出は、2章で述べた通りの方法で行なう。ただし、ドメインブロックの探索範囲は画像全体とし、画素配置変換の種類については、 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ の回転変換及び $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ の各軸に対する鏡像変換を用い、輝度値スケーリング変換については、一次式 $\alpha x + \beta$ とし、最小二乗法により変換係数 α, β を求める。

また、画像の再構成については、まず必要とする大きさの任意の初期画像を用意する。このとき、レンジブロック・ドメインブロック共にその倍率に拡大される。次に、先に抽出したパラメータに従って、2章で述べた通りの反復変換を最終画像に収束するまで繰り返し行なう。

3.1.2 シミュレーション実験

このような、従来のフラクタル符号化を用いて画像を拡大した場合、どのような結果が得られるかを確認するためにシミュレーション実験を行なった。実験条件は、以下の通りである。

パラメータ抽出時

- ・原画像 : lena から切り出した (100×100) 画素
- ・レンジブロックサイズ : 4×4 画素
- ・ドメインブロックサイズ : 8×8 画素

画像再構成時

- ・初期画像 : 400 × 400 画素、輝度値 128 の一様な灰色画像
- ・レンジブロックサイズ : 16×16 画素
- ・ドメインブロックサイズ : 32×32 画素

今回は、原画像から切り出した 100 × 100 画素の画像を縦横共に 4 倍に拡大する実験を行ない、単純に各画素を縦横 4 倍に拡大した画像との比較を行なった。

図 5 に原画像、図 6 に単純に画素を拡大した画像、図 7 に従来のフラクタル符号化を用いて拡大した画像をそれぞれ示す。

3.1.3 結果の評価

図 7 から明らかなように、従来のフラクタル符号化を用いた場合、フラクタル補間の効果により、肩のライン等輪郭は滑らかになっているが、目や帽子の部分に見られるように、画像中にブロック形状が顕著に現れている。

3.2 従来方式に対する新たな提案

3.2.1 提案方式の概要

従来方式を用いて、画像を拡大した場合、レンジブロックが拡大されることによるブロック形状が現れる。これに対処するために、レンジブロックを分割する際に、オーバーラップして分割することを提案する。

パラメータ抽出時は、各レンジブロックに対して、2 章で述べた通りの方法で行なえばよいが、画像の再構成時には、オーバーラップした部分に対する処理が必要となる。これについては、図 4 に示すように、オーバーラップした部分については、各ブロック間の平均値を用いることとする。

3.2.2 シミュレーション実験

従来方式によるものと同じ条件で、提案方式のシミュレーション実験を行ない、結果を図 8 に示す。

3.2.3 結果の評価

図 8 を見れば明らかなように、従来方式で問題となっていたブロック形状はほとんど無くなっており、視覚的に解像度の高い拡大画像が得られている。

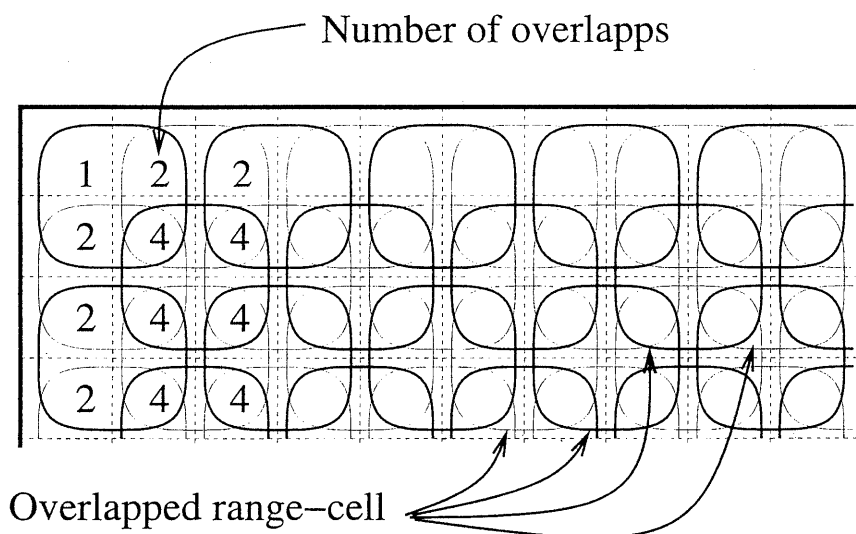


図 4: オーバーラップしたレンジブロックの処理

4 まとめと課題

自然画像の自己相似モデリングを用いて、拡大画像の高解像度化を行なうための手法を提案した。シミュレーション実験の結果から、従来の画像情報圧縮を目的としたフラクタル符号化をそのまま用いて拡大画像の生成を行なった場合、ブロック間歪みによる品質の低下が大きな問題となることが明らかになった。それに対して、本提案方式である、互いにオーバーラップしたレンジブロックを用いることで、視覚的に非常に質の高い拡大画像が得られることを確認した。

今後の課題としては、

- 新たな変換写像に関する検討
- オーバーラップしたレンジブロックに関する理論的解析
- 無限分解能画像符号化への応用
- 超高圧縮符号化方式への応用

などが挙げられる。

参考文献

- [1] 宮地、富永: “画像の自己相似モデリングを利用した高解像度化に関する一検討”, 画像電子学会第140回研究会

- [2] A.E.Jacquin: "Image coding based on a fractal theory of iterated contractive image transformations", IEEE Trans. Image Processing.1.1.pp 18-30(1992)
- [3] 大野、相澤、羽鳥: "自己相似モデリングを用いた自然画像符号化に関する一検討", 1993 年 PCSJ, No.2.1(1993)
- [4] 大野、相澤、羽鳥: "フラクタル画像符号化の性能解析", 1994 年信学春大, D-305 pp.7-38(1994)



図 5: 原画像



図 6: 単純拡大画像



図 7: 従来方式による拡大画像



図 8: 提案方式による拡大画像