

Fuzzy 制御に基づく Fractal 補間フィルタによる画像の高解像度化

1 E - 1

中島 義幸 松代 信人

(株)沖データ 第一研究所

1. はじめに

インターネットやデジタルカメラから取得されるような低解像度画像を高解像度化処理が不可欠である。

本稿では、フラクタル自己相似性[1]を利用し高周波成分の推定エンハンスメントフィルタを構成する方法について述べる。このフィルタ係数は人間の主観をモデル化したファジーメンバーシップ関数により制御される。実験により、これまでのフラクタル自己相似性を応用した手法で発生するブロック間の歪の問題に対して、提案方法が有効であることを示す。

2. 従来方法

従来方法として最も代表的な低次補間法では、高周波成分の欠落による画像のぼけが問題となる。これに対し、フラクタル自己相似性[1]を利用した高解像度化法では、画像全体の構造情報を利用することで高周波成分の取得を行うことができる。

フラクタル自己相似性を利用した高解像度化処理について簡単に説明する。

まず原画像を重なり合わない BN 個の $N \times N$ 正方形ブロック(レンジブロック)に分割する。次に原画像から $2N \times 2N$ のブロック(ドメインブロック)を抜き出し縮小変換、対象変換、輝度シフト処理を施した画像を用意しレンジブロックとの距離を計算する。そして距離が最小となるドメインブロックを求める。これをすべてのレンジブロックについて行い原画像をブロック単位で置換する。

この方法ではブロック間の歪が問題となる。

3. ファジィ制御に基づくフラクタル補間フィルタ[2]

提案方法では、フラクタル自己相似性に基づく画像領域でのフラクタル補間フィルタを構成し、高周波成分の推定エンハンスメント補間を行う。この推定エンハンスメント補間は、低次補間法によって画像領域で低周波成分が補間されている画像に対して行う。提案方法では、低周波成分で生じるブロック間歪の問題が解消でき、高解像度化において欠落する高周波成分を、画像全体が持つ構造情報から推定補間できる。

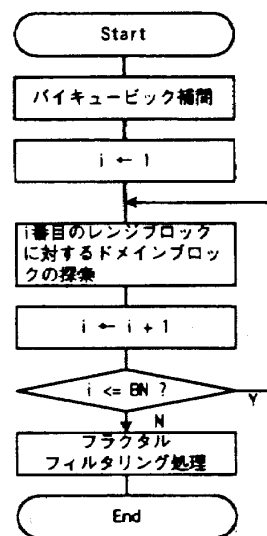


図1: 提案方法の処理フロー

図1で提案方法の処理手順を説明する。まず原画像を低次補間法によって L 倍高解像度化した画像を作成する。ここでは低次補間法としてバイキュービック法を使用する。次に原画像を重なり合わない BN 個の正方形ブロック(レンジブロック)に分割し、各レンジブロックをフラクタル自己相似性を利用し L 倍高解像度化する。そしてこれらの二枚の画像をフラクタルフィルタでフィルタリング処理し L 倍に高解像度化した画像を生成する。

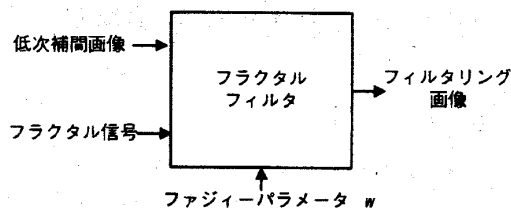


図2: フラクタルフィルタ

図2に図1で説明したフラクタルフィルタのブロック図を示す。入力バイキュービック法による補間画像とフラクタル自己相似性を利用して作成した高解像度化画像であり、出力はフィルタリング処理された画像である。ファジーパラメータ w はフラクタルフィルタの制御信号であり、フィルタリング処理は式(1)によって実行される。

$$I'(x,y) = I(x,y) + w(x,y) * (I_F(x,y) - I(x,y)) \quad (1)$$

ここで (x, y) は画像上の座標であり、 $I(x, y)$ はバイキュービック法による補間画像、 $I_F(x, y)$ はフラクタル処理による画像、 $w(x, y)$ は重み関数(ファジーメンバーシップ関数)、 $I'(x, y)$ は出力画像をそれぞれ表している。式(1)において、第2項で低周波成分周りで高周波成分を抽出し、これに重みをかけて高周波成分の補間を行う。またフラクタルフィルタの制御信号を人間の主観評価で求めるモデルとし、 $w(x, y)$ の記述手段としてファジーメンバーシップ関数を用いた。

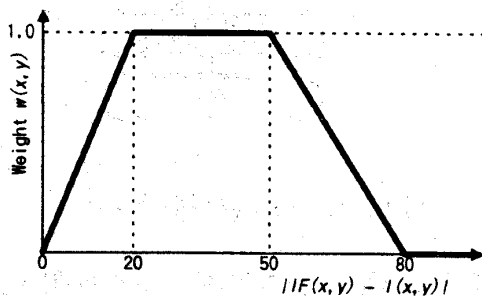


図3: 重み関数

4. 実験

原画像図4(a)に対し各手法で1600%に高解像度化を行った結果を図4(b)(c)(d)に示す。(b)はバイキュービック法、(c)は従来のフラクタル自己相似性を利用した方法、(d)が提案手法により作成した画像である。重み関数には図3に示したメンバーシップ関数を用いて実験を行った。

図4(b)と図4(d)を比較し、図4(d)の画像の方が細部にわたり鮮明に再現されていることが分かる。また図4(c)と図4(d)を比較すると図4(d)の方がブロック歪が低減していることが確認できる。この結果提案方法により良好な画質を得られることが分かった。

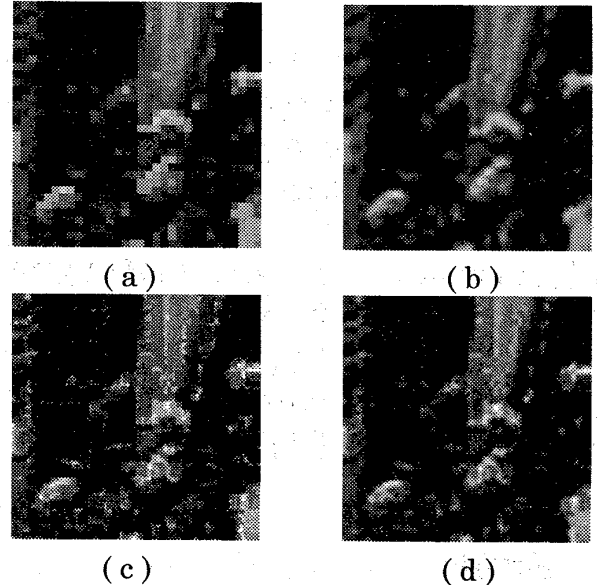


図4: 実験結果

5. まとめ

ファジー制御に基づくフラクタル補間フィルタによる画像の高解像度化について述べた。

提案方法では低周波成分を画像領域での低次補間によって補間し、高周波成分はフラクタル自己相似性を利用することによって補った。実験の結果、従来方法と比較し提案方法の有効性が確認された。

今後は、さらに高解像度化率の高い場合についても、提案方法の有効性を確認していきたいと考えている。

参考文献

- [1] A. E. Jacquin: "Fractal Image Coding Based on a Fractal Theory of Iterated Contractive Image Transformation", IEEE Trans. on IP vol IP-1 no. 1 pp. 18-30 (1992)
- [2] N. Matsushiro, Y. Nakajima: "Fuzzy Controlled Fractal Interpolation Method for Image Resolution Enhancement", PICS May 17-20 pp. 371-373 (1998)