

拡張型多重濃度共起行列フラクタル法を用いた欠損画像の補完 -二次元ガボールウェーブレットによる参照領域設定-

松尾健太郎[†] 徳永幸生[†] 山田辰美[‡] 杉山精*
 芝浦工業大学[†] NTT 先端技術総合研究所[‡] 東京工芸大学*

1. はじめに

デジタルアーカイブの有用性が明らかになるに伴い、さまざまなコンテンツがデータベース化の対象となってきている。しかしデジタル化の対象となるコンテンツの中にはオリジナルの性質上、再採集や再撮影が困難、あるいは不可能であるものが多数存在する。例えば、絵画や古文書でありそれらの中には破損や汚損、撮影時に不要物が写り込んでしまったものなどがそれにあたる。

筆者らはこれまでにこのような破損や汚損などの欠損箇所を拡張型多重濃度共起行列フラクタル法 (E-TFMCM) 法により自然な形で補完する方法を提案してきた^{[1][2]}。しかし、この提案手法では補完に用いる参照領域を人手により選択する必要があり、自動的に参照領域を設定することはできない。

そこで本研究では参照領域を自動的に設定することを目的とし、二次元ガボールウェーブレット (GW) を利用し参照領域の設定方法を検討する。

2. 補完の手順

E-TFMCM 法を用いて画像の補完を行う手順を説明する。ここで用いる E-TFMCM 法はテクスチャから得られる濃度共起行列を用いて上下左右で接続可能なシームレステクスチャを生成する手法である。はじめに、欠損のある画像から、欠損箇所を含む領域を補完領域として指定する。次に補完領域と類似する画像の領域を指定してその領域から濃度共起行列を作成する。この濃度共起行列を用いて補完領域に新たなテクスチャを生成することにより補完を行う。しかし、補完領域に類似していると思われる領域を意図的に選択する必要があった。

そこで、画像の特徴を二次元 GW^{[3][4]}により算出

Image Completion by E-TFMCM method for damaged area of picture

-Reference area auto selection by 2-dimensional Gabor Wavelet-

[†]Kentaro MATSUO (m108111@shibaura-it.ac.jp)

[†]Yuikio TOKUNAGA (tokunaga@sic.shibaura-it.ac.jp)

[‡]Kiyoshi SUGIYAMA

[‡]Tatsumi YAMADA

[†]Shibaura Institute of Technology

[‡]NTT Science and Core Technology Laboratory Group

し、参照領域を自動的に設定する方法について以下 3. 4. で検討する。

3. 二次元 GW

画像は局部的に定常なパターンの集合と見なすことができ、そのパターンごとに信号強度の方向性といった差異が現れる。そこで方向性の検出に適した二次元 GW 変換を通して特徴量を算出する。二次元 GW は複素振動に二次元のガウス窓を掛け合わせ、直流成分が 0 となるよう再定義することで生成する。しかし、このウェーブレットは x 軸方向にのみ振動する波であるため x 軸以外の角度を持つ波を検出できない場合がある。そこで画像の持つ任意の方向性に対応するため、スケール係数 σ や回転角 θ の変更で対応する。

$$g_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{4\pi\sigma} e^{-\frac{1}{4\sigma^2}(x^2+y^2)} \quad (1)$$

$$\psi(x, y) = g_{\sigma}(x, y)e^{iu_0x} \quad (2)$$

$$\psi(x, y) = g_{\sigma}(x, y)[e^{iu_0x} - e^{-iu_0\sigma^2}] \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_r & \sin \theta_r \\ -\sin \theta_r & \cos \theta_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (4)$$

補完画像の評価に使用する特徴量として、振幅を各角度で行った二次元 GW 変換結果に対し算出する。振幅 A は以下の式で求める。

$$A(x, y) = \sqrt{R^2(x, y) + I^2(x, y)} \quad (5)$$

R : 実数部の二次元 GW 変換結果

I : 虚数部の二次元 GW 変換結果

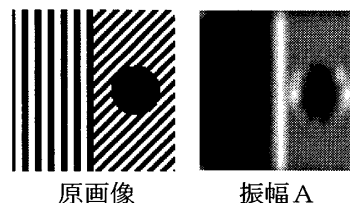


図 1. テスト画像の特徴量
 画像サイズ(100×100) $\theta = 30^\circ$, $\sigma = 2.5$

図 1 に示すように特徴量を算出した結果、左右の斜線線で方向性の違いが検出され、異なる値が得られた。また中央の境界線や、欠損を想定した画像右部の円周辺において振幅の乱れが確認できた。上記のアルゴリズムを自然画像へ適用する。スケール関数 σ を変更し、二次元 GW 変換を行い、振幅を算出した結果を図 2 に示す。



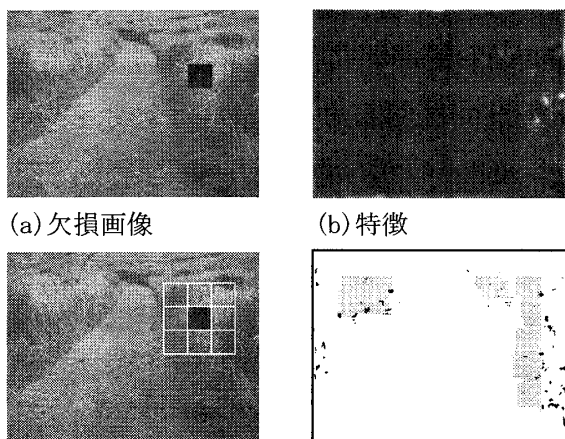
(a) 原画像 (b) $\sigma=1.5$ (c) $\sigma=4.0$

図 2. 自然画像の特徴量(振幅)

図 2. (b)(c) から分かる通り検出したいテクスチャの粒度に対し σ が大きいと画像がぼやけ、小さいとエッジが立つといった傾向がある。以降の実験では σ の値は予備実験の結果から 2.5 を用いて行う。

4. 参照領域の決定

次に参照領域の候補を抽出するために用いる特徴量を推定する。特徴量の推定は、欠損の元情報が欠損周辺に近似しているという仮定のもと行う。図 3 に候補抽出に用いる特徴量の推定と参照領域の候補決定過程を示す。



(a) 欠損画像

(b) 特徴

(c) 抽出対象の選択

(d) 候補抽出結果

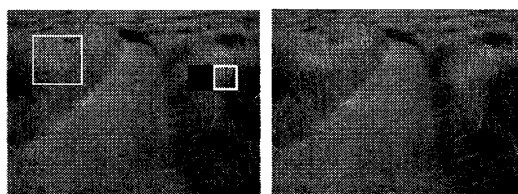
図 3. 自然画像の特徴量と領域の抽出

まず欠損画像(図 3 (a))に二次元 GW 変換を行い、変換結果から特徴量(図 3 (b))を算出する。次に欠損周辺を 8 つの領域に分割し(図 3 (c)), 各領域で他の 7 つの領域との特徴量の差をそれぞれとり、絶対値を足し合わせていく。この値が小さな領域を周辺で最も多いパターンと仮定し、参照領域の

候補抽出に用いる抽出対象(図 3 (c))を決定する。これにより画像内から抽出された参照領域の候補(図 3 (d))を多く含む部分を参照領域とし、欠損した領域に対して補完を行う。

5. 補完結果

図 4 に自動的に選定された参照領域(図 4 (a) 左上の枠)と補完結果画像を示す。



(a) 参照領域

(b) 補完画像

図 4. 参照領域と補完画像

上記の方法で参照領域を設定し補完を行ったところ、自動的に違和感の無い補完結果を得ることができた。

6. おわりに

本研究では二次元 GW を用いテクスチャパターンにおける方向性を検出し、特徴量を算出した。自然画像を用いた画像分析を行い、欠損画像の自動的な補完を行った。欠損周辺に設定した領域の特徴量と近似した領域を画像内から検出し、参照することで、シームレスなテクスチャを生成し違和感の無い補完画像を得ることができた。これにより二次元 GW による参照領域設定が有用である見通しが得られた。今後の展開として実験的に設定された各パラメータの調整や、より良好な結果を得るための手法の改善や、補完画像の評価・評価手法の妥当性の検証等が考えられる。画像の性質によっては違和感のある補完が行われる場合もあり、E-TFMCM 法及びその参照領域の選択方法における適用限界についても検討する。

参考文献

- [1] 遠藤亮正, 山田辰美, 徳永幸生: "拡張型多重濃度共起行列フラクタル法を用いたカラーテクスチャのシームレス化", 信学論(D-II), vol. J88-D-II, no. 7, pp. 1196-1204, Nov. 2005
- [2] 内山勇作, 徳永幸生: "シームレステクスチャ生成法を用いた補完画像の画質評価", 情報処理学会第 67 回全国大会, 1L-2, (2005. 3).
- [3] 中野宏毅, 山本鎮男, 吉田晴夫: ウェーブレットによる信号処理と画像処理 共立出版 (1999)
- [4] 田中秀郎, 吉田晴夫, 深見公彦, 中野宏毅: ガボールフィルタの振幅及び位相情報を用いたテクスチャ画像の領域分割 信学論, VOL. J84-D- II No. 12, pp2565-2576 (2001)