

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[†] 杉山精[†] 山田辰美[‡]
芝浦工業大学[†] NTT先端技術総合研究所[‡]

1. はじめに

現在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の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]。しかしながら、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かった。

本研究では参照領域の自動設定を目的とし、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想われる領域を意図的に選択しているが選択した領域が最適である保証は無い。

そこで本研究では参照領域の設定を自動的に

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

-Reference area selection by 2-dimensional Gabor Wavelet-

[†]Kentaro MATSUO

[†]Yuikio TOKUNAGA

[†]Kiyoshi SUGIYAMA

[‡]Tatsumi YAMADA

[†]Shibaura Institute of Technology

[‡]NTT Science and Core Technology Laboratory Group

うため画像の特徴を二次元GWにより算出し参照領域を決定する[3][4]。

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。

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

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

$$\psi(x, y) = g_{\sigma}(x, y)[e^{iu_0x} - e^{-(u_0\sigma)^2}] \quad (3)$$

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

3. 1. テスト画像による実験

上式で実験的に設定した σ 、 θ を元に二次元GW変換を行う。対象画像には左右で異なるテクスチャを配置したものを用いる。図1に変換結果と実験に用いたテスト用原画像の例を示す。

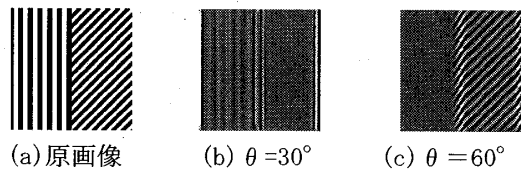


図1. テスト画像の二次元GW変換
画像サイズ(100×100) $\sigma=2.5$

テスト画像は左右を異なるテクスチャで構成した。二次元GW変換の結果、図1.(b)(c)で左右や角度で異なる反応が得られた。また算出結果は値の大きさを色の濃淡で表している。

3. 2. テスト画像による特徴量算出

補完画像の評価に使用する特徴量として位相・位相差や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。位相 P, 振幅 A, は以下の式で求める。また、位相差 D_x 及び D_y は x, y 方向に隣り合う画素の位相の差である。

$$P(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{I(x, y)}{R(x, y)} \right) \quad (5)$$

$$A(x, y) = \sqrt{R^2(x, y) + I^2(x, y)} \quad (6)$$

$$\begin{cases} D_x(x, y) = P(x+1, y) - P(x, y) \\ D_y(x, y) = P(x, y+1) - P(x, y) \end{cases} \quad (7)$$

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

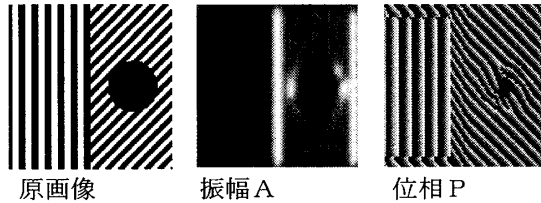


図 2. テスト画像の特徴量
画像サイズ(100×100) $\theta=30^\circ$, $\sigma=2.5$

図 2 に示す特徴量の算出の結果、左右の領域が方向性の違いを検出され、振幅・位相共に反応の違いや中央の境界線が検出された。さらに、欠損を想定した画像右部の円において特徴量の乱れが確認できた。

3. 3. 自然画像への適用

上記のアルゴリズムを自然画像へ適用した。スケール関数 σ を変更し、グレースケールの画像を対象とした二次元 GW 変換を行い、振幅を算出した結果を図 3 に示す。

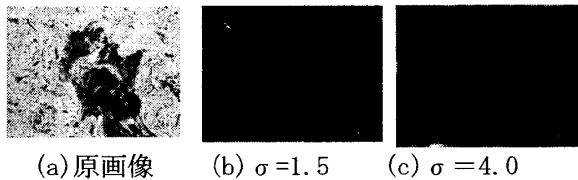


図 3. 自然画像の特徴量(振幅)
画像サイズ(320×240)

図 3. (b)(c) から分かるとおりに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る。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 の値は実験から 2.0 を用いて行う。

4. 参照領域の決定

続いて原画像に注目する領域を設定し、特徴量を算出し、画像内から近似した領域を検出することで参照領域を決定し、注目した領域に対して補完を行った。図 4 に特徴量の参照候補決定過程と補完例を示す。

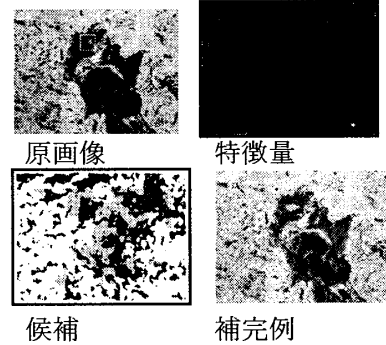


図 4. 自然画像の特徴量及び補完例

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

5. 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。自然画像及び人為的な実験画像を用いた画像補完と考察を行った結果、原画像内に設定した領域の特徴量をもつ領域を検出し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、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際の補完に適用するため検出する特徴量を原画像ではなく、特徴が類似すると考えられる周辺から算出すること、各パラメータの調整、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。また、他手法・従来手法との比較検討を行っていく。

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)