

画像コンテンツ外縁へのメタデータ付加手法の提案と実装

北原亮† 廣田啓一† 茂木一男†

†日本電信電話株式会社 NTT サイバースペース研究所

1 はじめに

現在、コンテンツとメタデータをバインドする技術として、電子透かしやステガノグラフィなどが提案されている。しかし、これら既存技術はメタデータを原コンテンツに重畳する手法であるため、コンテンツの劣化は免れない(表1)。しかし、絵画や写真など芸術性の高いコンテンツでは、原コンテンツの劣化を望まず、これらの手法の適用を嫌う向きもある。

そこで本稿では、原本を劣化させずにメタデータを付加する手法として、原コンテンツの画像領域の外縁部に新たな画像領域を設けて、画像補完技術により原コンテンツと違和感の無い画像による補完を目標とする。また補完と同時に、メタデータを埋め込む手法を提案し、その実装方法について述べる。

	コンテンツ 非劣化	メタデータ 埋め込み容量	フォーマット 変換耐性
電子透かし	×		
ステガノグラフィ	×		×

表 1: 既存メタデータバインド技術

2 画像補完技術の概要

画像補完技術とは、古い絵画やアナログ写真をデジタル変換した際に、傷などで欠けた領域を目立たないように修復する技術である。本研究では、TextureSynthesis[1] と呼ばれる手法を応用して、コンテンツ外縁部を拡張する。

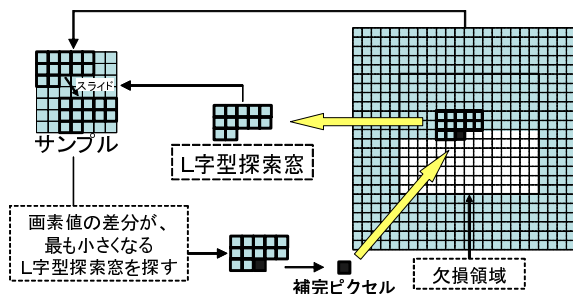


図 1: Texture Synthesis の概略

Texture Synthesis とは、サンプルとなるテクスチャ様の画像を用いて、同じテクスチャで表現された別の画像を作成することに主眼を置いた技術である。テクスチャとは、ある程度の規則性を持って特徴的な模様が並んでいる画像であり、例えばブロック塀や川原の石、遠景で写した木々等がそれに相当する。テクスチャは画像の背景などに多く存在し、その部分を補完する技術として発展した。

図1に Wei らの方法 [1] を示す。まず補完ピクセルを見つけるための L 字型の探索窓を用意する。次に探索窓をサンプル画像上でスライドさせて、全てのサンプル画像ピクセルに対して、探索窓の形でピクセルの画素値の差分の合計を計算する。その合計値が最も小さい原画像ピクセルを、補完ピクセルとして補完位置にコピーする。この操作を、欠損領域全てのピクセルに対して繰り返すことで、画像の補完が完了する。

3 原コンテンツへの枠画像補完

Texture Synthesis ではサンプル画像が必要であり、枠補完の場合は、原画像そのものをサンプルとする。画像の下辺に枠を補完する場合は、原画像の端から内側に向かって、付加する枠の 2 倍の幅の領域をサンプル画像として用いることとした。

次に、補完する枠に対し、原画像の両端部分をコピーする。コピーした領域は、補完時に探索窓がはみ出し不自然に補完されることを防止するとともに、メタデータ読み出しの際に埋め込みに用いたパラメータを獲得するための手がかりとなる。

最後に、コピー領域に挟まれた部分に Texture Synthesis を適用して、原画像側から外側に向けて、左端のピクセルから順に補完する。補完する辺の位置によって探索窓を回転させる。例えば右辺を補完する場合は、図1の探索窓を左 90 度回転させ、下から上に向かい補完し、一番上まで処理したら、一つ右の列に移動し、再び下から補完を繰り返す。

4 補完領域へのメタデータ埋め込み

補完した枠画像領域にメタデータを埋め込む場合、必要な要件として、メタデータの値によって補完画像が異なること、つまりメタデータの値と補完画像とが

Metadata binding for outside edges of images

† Ryo KITAHARA, Keichi HIROTA, Kazuo MOGI
NTT Cyber Space Laboratories, NTT Corporation

一対一の対応関係を持つことが必要である。この要件を満たす方法として、Texture Synthesis を用いた補完は1ピクセルおきに、その間のピクセルはメタデータの値に従って補完する方法を検討した(図2)。

まず最初のピクセルは通常の Texture Synthesis により補完する。次に、その隣りのピクセルは補完せずに飛び越え、2つ隣りのピクセルに移動し、TextureSynthesis により補完する。この時、左隣のピクセルは補完されていないため、探索窓は補完対象のピクセルの左隣1ピクセルを開けた形状の窓を用いる。

次に、未補完である左隣のピクセルを、左右の補完済ピクセルの画素値にメタデータによる傾斜を付けて算出した輝度値で補完する。具体的には、メタデータが0であれば、左:右=7:3の比率で左右画素値の傾斜平均値を補完ピクセルの画素値とし、メタデータが1であれば、逆に左:右=3:7の比率とする。

ただし、この方法では左右のピクセルの画素値にある程度の差がないと、傾斜により適度な値を埋め込めないという問題がある。そこで、今回は左右のピクセルの画素値の差が10以上である場合のみ本手法で補完し、10未満の場合には左右のピクセルの画素値の平均値で補完した。また、埋め込むべきメタデータがない場合にも本方法により補完し、左:右=5:5の平均値を補完ピクセルの画素値とした。

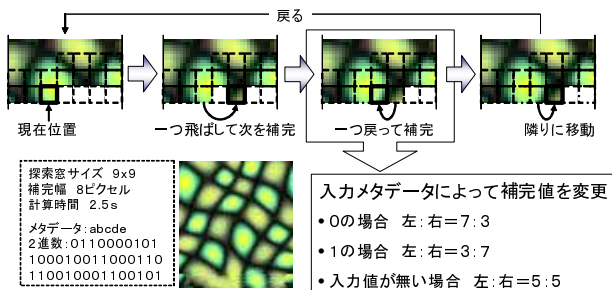


図 2: メタデータ埋め込みの概略

5 メタデータの読み出し

メタデータ読み出しの際には、事前いくつかのパラメータが必要となる。まず複数辺にメタデータを分散して埋め込んだ場合には、辺を付加した位置とその順序を、また正確にメタデータを読み出すためには、枠幅も知る必要がある。

枠画像の補完時に、両端には原画像をコピーした。図3に示すように、後で補完する枠は、先に補完した枠画像も一緒にコピーしているため、両端がコピーである辺は最後に付加された辺と判断できる。最後に付加した辺から順にメタデータを読み出して枠画

像を削除する操作を、枠が無くなるまで繰り返すことにより、補完枠の付加位置および付加順序を自動的に判別してメタデータを読み出しつつ、原コンテンツを取得することができる。

補完枠からのメタデータの読み出しは、埋め込み処理の逆の操作で実現できる。すなわち、Texture Synthesis により補完したピクセルを読み飛ばし、その次のピクセルについて、左右ピクセルの画素値の平均値に対して大きいか、小さいかを判定することでビット値を検出する。また、平均値に近い場合は、埋め込まれていないと判断する。各補完枠から読み出したビット列を、補完枠の付加順序に従って並べ直すことで、埋め込まれたメタデータを復元できる。

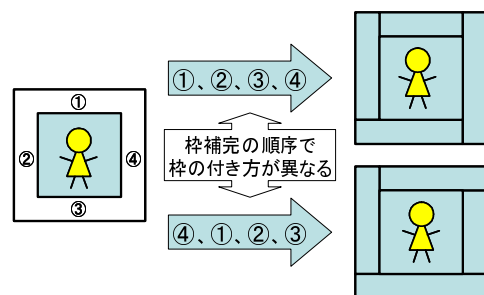


図 3: 枠付加の順序が異なる様子

6 まとめ

本研究では、原コンテンツを劣化させることなく画像コンテンツにメタデータを付加する手段として、画像コンテンツの外縁部に違和感の無い画像領域を補完し、その領域にメタデータを付与することを目標にした方法を提案した。

また実際に、TextureSynthesis による画像補完と、前後ピクセルの画素値にメタデータによる傾斜をつけて加算平均を求める画像補完とを、交互に実行する手法を実装し、画像外縁部に埋め込んだメタデータを正しく読み出せることを確認した。今後、提案手法のメタデータバインドの得失について実験による評価を進める。

参考文献

- [1] Li-Yi Wei, Marc Levoy: "Fast Texture Synthesis using Tree-structured Vector Quantization," *Proceedings of SIG-GRAPH 2000*, pp479-488, July 2000.
- [2] Marcelo Bertalmio, Guillermo Sapiro, Vicent Caselles, Coloma Ballester: "Image Inpainting," *Computer Graphics SIG-GRAPH 2000*, pp417-424, 2000.