

画像生成技術を用いたユビキタス・タグコード

栗山繁（第4工学系，メディア信号処理コア）

1 はじめに

次世代のユビキタスコミュニケーション社会では、実世界に偏在するセンサやタグ等が物体や場所の認識に用いられ、その内容に即した情報を提供してくれる環境が普及すると考えられている。バーコードやICチップは実世界に埋め込めるタグとして現在利用できる技術であるが、バーコードは大量に使用すると生活環境の美観を損なう。また、ICチップは特別なリーダーやID管理が必要なため、導入や更新に伴うコストが比較的高い。本研究では、環境の美観を損なわずに低いコストでの運用が可能なユビキタス・タグを実現するために、画像生成技術を応用したコード化技術を開発している。

近年、2次元バーコードの美観を改良するために色を付加する技術や模様をデザイン化する技術が商品化されているが、バーコードの格子状模様を拡張したものに過ぎないので、その美観の根本的な改善策とはならない。また、ブラックライトに反応するインクを使用した透明バーコードが提案されたが、ICチップと同様に特別なリーダーを必要とする。

デジタル画像に対して情報を埋め込む電子透かしやステガノグラフィ等の従来技術は、埋め込む情報にしたがい画像の色や周波数成分の値を意図的に変調させるが、これらの技術に照明変化やレンズ歪に対する頑健性をもたせて、IDカードや紙広告に用いる技術が提案されている。しかしながら、情報検出の精度や埋め込む情報量の不足、または雑音や歪の耐性を高めるために変調量を増加させた際の画質劣化等が問題となっている。

2 テクスチャ生成画像を用いたコード化

テクスチャ画像は物体の質感を表したもので、壁や衣装などの模様として様々な用途で利用されている。本プロジェクトでは、埋め込むべき情報をドットパターンとして可視コード化し、そのパターンを隠蔽するようなテクスチャを素材画像から生成する機構を開発している。このコード化とテクスチャ生成技術の応用例としては、木材や石などのテクスチャ素材を撮影した実画像

から情報を埋め込んだテクスチャ画像を生成し、それを印刷して元の実素材にシールとして貼付けることが考えられる。すなわち、素材の外観を擬態化することによって情報が埋め込まれた可視コードを迷彩化できる、美観を損なわないタグが実現される。

コード化に用いるドットパターンには Local Binary Pattern (図1(b))が用いられ、その色は素材画像(図1(a))の色特徴と埋め込む情報から設定される。そして、そのパターンによって塗られなかった各画素に対して、素材画像との類似度を用いたパターンマッチングによって最適な色を選択し、図1(c)のような連続的なテクスチャ画像を生成する。また、他の素材を用いたテクスチャ画像の生成例を図2に示す。

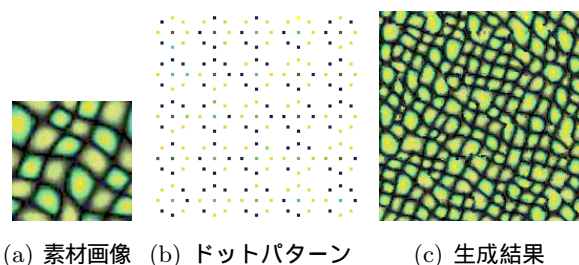


Fig. 1 テクスチャ画像へのデータ埋め込み

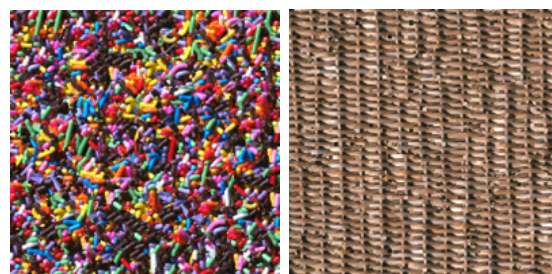


Fig. 2 情報を埋め込んだテクスチャ画像の生成例

3 パターン図柄の配置によるコード化

本プロジェクトでは、ユーザが用意した図柄の配置パターンを用いて情報を埋め込み、包装紙や商品パッケージ等にタグ情報を付与する技術を開発している。

画像領域を 8×8 個のブロック領域に分割し、各ブロック領域内には4個のマスク領域を設置する。そして、配置される素材図柄の内部領域がこのマスク領域を被覆するパターンの中にデータを埋め込む。

黒画素で埋められるマスク領域の分布は埋め込む情報によって決定するが、通常は複雑でランダムな分布となるので、マスク領域と同程度の大きさの形状が多く配置されてしまう。しかし、デザイン的な観点からは異なるサイズの図柄を柔軟に配置できるのが望ましい。そこで、大きな図柄も配置しやすい状態となるようにマスク領域の白黒の分布を変化させるために、埋め込む情報に対するマスク領域の白黒パターンに図3のような冗長性を持たせる。そして、それらを最適に選択することにより同色の領域をできる限り隣接させ、パターンとしての複雑度を図4のように低減させる。図5に、全ての黒マスク領域を覆うように、素材として与えられた図柄を自動的に配置して得られる、情報が埋め込まれた画像の生成例を示す。

データ	ブロックパターン
0	
1	
2	
3	

Fig. 3 冗長性を持たせたマスク配置

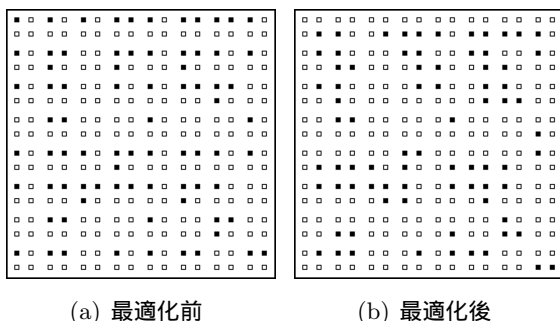


Fig. 4 マスク配置の最適化による複雑度の低減

4 まとめ

以上に紹介した画像コード化技術の実用性を評価するために、携帯電話器に搭載されたカメラで撮影した画像から、埋め込んだコードを電

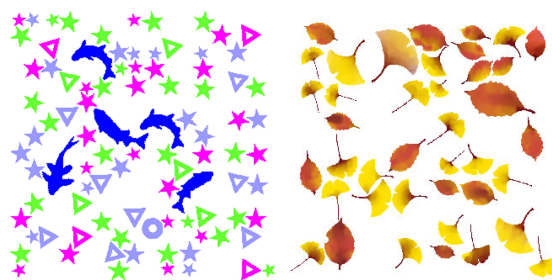


Fig. 5 パターン図柄の配置に基づくコード化

話器上で計算して読み取る機構を実装した。コードを読み取る際の応答速度と情報の検出の頑健性は実用化に重要な要素となるが、市販の実機を用いた実験結果により、計算速度と検出の頑健性の両方に関して想定される要件を満たす事を確認した。今後は、情報を埋め込んだ画像領域を特定するために設置される四角枠を目立たなくする方法を検討していく予定である。また、製品化に向けて、生成画像を対話的にデザインするためのインタフェースの開発も今後の課題である。

参考文献

- [1] H. Otori and S. Kuriyama, "Texture Synthesis for Mobile Data Communications", IEEE Computer Graphics and Applications, Vol.41 No.10 (to appear).
- [2] 青木宏太, 大鳥浩史, 栗山繁, "変形図柄の自由な配置による情報埋め込み", 電子情報通信学会総合大会(第3回 MIH 研究会), DS-4-7 (2008)
- [3] H. Otori and S. Kuriyama: "Texture image synthesis from data-embedded patterns", IEVC2007 (2007)
- [4] 大鳥 浩史, 栗山 繁: "情報埋め込み可能なテクスチャ生成法", 第2回 MIH 研究会, pp.69-74 (2007)
- [5] H. Otori and S. Kuriyama: "Data-Embeddable Texture Synthesis", Smart Graphics 2007, pp.146-157 (2007)
- [6] 松原潤弥, 栗山繁: "白黒図柄を用いたステガノグラフィ", 電気関係学会東海支部連合大会, pp.O-473 (2006)