

アスキーアートの形状情報に対する情報ハイディング

Information Hiding Technique to The Outline of Ascii-arts.

木綿麻実路*
Masamichi KIWATA

岩切宗利*
Munetoshi IWAKIRI

1. まえがき

画像や絵をキャラクタの形状やドット密度により表現 [1] する手法をアスキーアート¹と呼ぶ。これらは、web などの文字情報メディアで利用されることが多い。アスキーアートの実体はテキストデータであるため、流通過程で作者や題材といった属性情報が失われることが考えられる。もし、アスキーアートそのものに属性情報を埋め込むことができれば、様々な応用が考えられる [2]。

この観点から我々は、キャラクタの濃淡によるアスキーアート (濃淡系アスキーアート) への情報埋め込み手法を実現した [3]。その原理は、画素と文字の置き換えの際に、通常一対一である濃度値と文字の対応関係を一対多とし、埋め込む情報に応じて出力文字を選択するものである。

本報告では、文献 [3] に示したアイデアをさらに応用し、画像のアウトラインをキャラクタの形状で表現する線画調のアスキーアート (線形アスキーアート) に情報を埋め込む手法を明らかにする。

2. 提案手法

2.1 線形アスキーアート作成法

線画もしくは自然画像から抽出したエッジを格子状に分割し (図 1(a)), パターン (図 1(b)) と照合する。そのとき、最近似のパターンに対応する文字 (図 1(c)) に置き換え配列 (図 1(d)) する。通常、各パターンと文字の対応は一対一であり、線画との置き換えに適したドット密度の低い記号などを使用する。この手法では、使用する文字数と同じ数のパターンを保持することになる。

2.2 情報埋込手順

提案方式の処理手順について示す。入力された画像から微分によりエッジ部分を抽出し、得られた線画を 2 値化する。これを細線化してから格子状に分割し、線画を含む領域をパターンマッチングする (図 1)。

提案手法では、図 1 の処理に対して新たに図 2 のマッチング規則を加える。ここで、線画 I もしくはパターン T を表す画素である場合を 1, そうでなければ 0 とし、図 2(a) の条件を満たす画素面積を、それぞれ $\alpha \sim \varepsilon$ と定義する。このルールに従い、 I と T を重ね合わせて各面積を求める (図 2(b))。これらの面積値を用いてマッチ率

$$M = (\alpha - \beta) / \delta \quad (1)$$

*防衛大学校 情報工学科, Department of Computer Science, National Defense Academy.

¹http://www.w3.org/TR/2000/NOTE-WCAG10-TECHS-20001106/

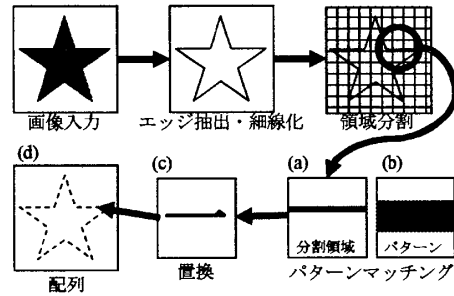


図 1 処理手順

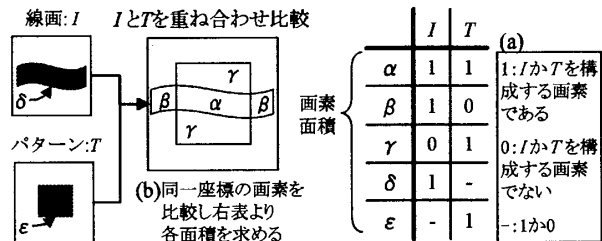


図 2 マッチング規則

を求める。この操作をすべてのパターン T について行い、 M が最も大きいパターン T を I に対する最近似パターンとして選択する。もし、 M が同じ値であれば、 γ/ε の小さい方を採用する。

ここで、情報埋め込みの原理を図 3 に示す。マッチしたパターン T と埋め込み情報を、複数の文字候補から一つ選択するためのキーとして用いる。まず、マッチしたパターン T の列を参照し、四つの候補を得る。次に情報 Q を読みとり、それと等しい行番号の文字を選択する。もし、 $\{T, Q\}$ に対応する文字がないときは空白で置き換え、情報は埋め込まない。この操作により、線形アスキーアートを作成しながら情報を埋め込むことができる。

情報抽出時は、埋め込み時と同一の変換テーブルを逆に参照し、行番号 Q (ビット列) を連結して復元する。

2.3 埋め込み容量

線画の一部を含む領域の総数を L とし、 N 種類の各パターンが均等に採用されると仮定すると、本方式では、一つのアスキーアートに

$$\frac{L}{N} \sum_{n=1}^N \lfloor \log_2 p \rfloor \quad [\text{bit}] \quad (2)$$

の情報を埋め込むことができる。ここで、 $\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \lfloor \log_2 p \rfloor$ は各領域の埋込可能ビット数の期

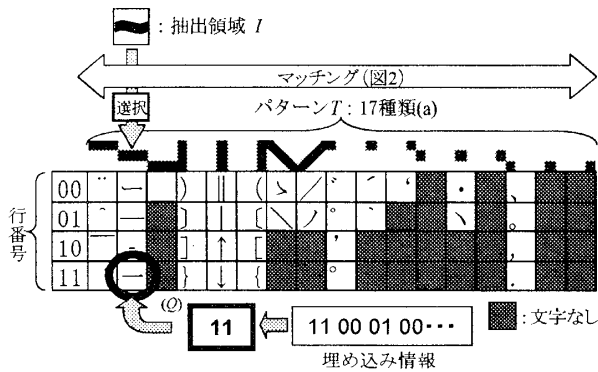


図3 変換原理

待値 E である。すなわち、画像サイズに対しエッジ抽出された線分領域が多いほど埋め込める情報量も増大する。

2.4 パターン

パターンの作成法として、複数の線画を分析し、頻出する図形を選定する方法が画質にも有利である [4]。本手法では、図3(a)に示した17種類のパターン T を使用した。

2.5 変換表

JIS X0208:1983(83JIS)の文字テーブルには、6877文字が存在する [5]。本手法では、この全てをパターンマッチングにより分類する。パターンには適合するが、画数の多い漢字など線画の置換には適さない文字を減らせるように、 M を制御し図形と文字の変換表を得た。各図形には最大 p 個の文字が割り当てられる。ここで、 $p=4$ の変換表を図3に示す。

2.6 一般的な手法との比較

本手法では、ひとつのパターンに対し、複数の文字を割り当てる。異なるパターンに同一の文字は使用できないため、一般的な作成法に対し、同じ文字空間を用いると、パターン数は埋め込みのない場合に比べ少なくなる。そのため、通常のアスキーアートに比べ表現力が低下し、品質は低くなる。

3. 実験及び考察

3種類の画像 (128×128 画素) を用いて実験を行った。各実験画像から抽出したエッジを図4に示す。本実験では格子サイズを 4×4 画素とし、変換表のパターン数を17、 $p=32$ とした。また、変換に適切な文字の採用を優先したため、一部のパターンに対応する文字が存在しなかった。

3.1 埋込情報量

アスキーアートを図5に示し、それぞれの埋込容量を表1に示す。各パターン T の埋込可能ビット数の期待値 E は1.41であった。

式(2)による埋込容量を予想値、実際の埋込容量を実測値とする。実験の結果、表1のように予想値を実測値がすべて上回り、選定したパターンは均等に採用されていないことがわかった。したがって、より適切なパターンを選定する手法について検討する必要がある。

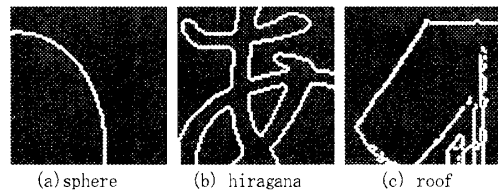


図4 入力線画拡大図

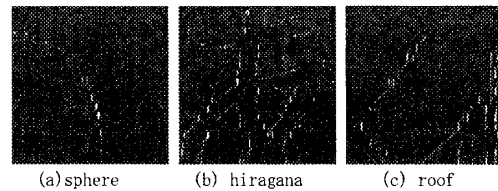


図5 出力アスキーアート拡大図

表1 埋め込み容量

	sphere	hiragana	roof
線画を含む領域数 L	62	205	192
埋込容量 (予想値) [bit]	87	289	271
埋込容量 (実測値) [bit]	138	427	491

3.2 画質

図5に示したアスキーアートは、入力画像から得られた線画の全体像を良く表現できている。一方、図5(a)(b)の曲線部分や図5(c)の斜線部分のような、斜めパターンの一部が直線パターンの文字に置換される場合があった。これは、領域分割サイズに対し、線画部分が複雑もしくは構成画素数が少ないことにより、適切にパターンマッチングできなかったためである。この対策として、格子サイズの最適化が挙げられる。

4. むすび

本研究では、文献 [3] の方法を応用した線形アスキーアートへの情報埋込手法を提案した。その結果、線形アスキーアート作成と同時に情報を埋め込む手法を実現できた。提案方式によるアスキーアートは、変換前の線画を全体的に良く表現できる。しかし、領域分割サイズに比べて複雑な線画を処理すると部分的に画質を劣化することがわかった。

今後の課題として、より適切なパターンの作成や領域分割サイズの最適化による画質向上法を検討したい。

参考文献

- [1] デジタル画像処理編集委員会監修：デジタル画像処理, CG-ARTS 協会 (2004).
- [2] 松井甲子雄：電子透かしの基礎, 森北出版 (1998).
- [3] 木綿麻実路, 岩切宗利：アスキーアートへの情報埋込容量に関する一考察, 2005年画像電子学会第33回年次大会予稿集, p.71(2005).
- [4] 鈴木和明, 近藤邦雄：ドット絵のための輪郭線描画手法, 2005年画像電子学会第33回年次大会予稿集, p.93(2005).
- [5] JIS X 0208:1983, 日本規格協会 (1983).