

エネルギー最小化を用いた ASCII ART 自動生成手法の提案*

竹田遼†

内田祐介‡

酒澤茂之‡

半谷精一郎†

東京理科大学†

株式会社 KDDI 研究所‡

1 はじめに

ASCII ART (以下 AA) とは、文字による絵の表現であり、電子掲示板等において、コミュニケーションの手段として用いられている。現在、広く使われている AA はほぼ全て人間の手作業で作られており、その作成にはセンスが必要とされる。AA 自動生成の先行研究としては文献 [1] が挙げられるが、ベクタ画像入力が前提であるこの手法では、現在一般に利用されているラスタ画像に適用することは出来ない。

本稿では、等幅フォントを対象とし、ラスタ形式の画像を格子状に区切り文字とのマッチングを行うことで AA の生成を行う手法を提案する。その際、文字に対してオフセットを許可することで近傍の類似形状の探索を行い、それによって起きる問題を回避するためにオフセットに対して拘束条件を定義する。相反する条件である「オフセットによる探索」と「拘束条件」を考慮したエネルギー関数を定義し、そのエネルギーをグラフカットによって最小化することで適切な表現の AA を生成する。

2 提案手法

2.1 コンセプト

最も単純に AA を自動作成する方法は、画像をフォントサイズの領域(ブロック)で区切り、各領域に対して文字セット $S = \{S_1, S_2, S_3, \dots\}$ から最も形状の類似した文字を配置することである。

提案手法では、図 1 のように多少のオフセットを許し、ブロック近傍からより形状の類似した文字を探索する。しかし、この方法では図 2 に示すように、線が途切れたり、隣接ブロックで文字が多重に表現されてしまう問題が発生する。これは、オフセットによる探索範囲が隣接ブロックで重複していること

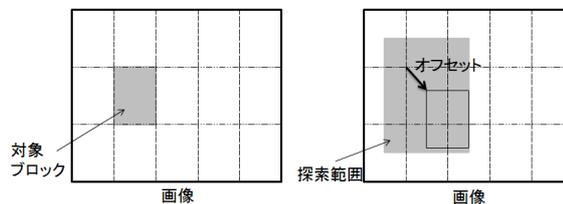


図 1: オフセットによる近傍形状の探索

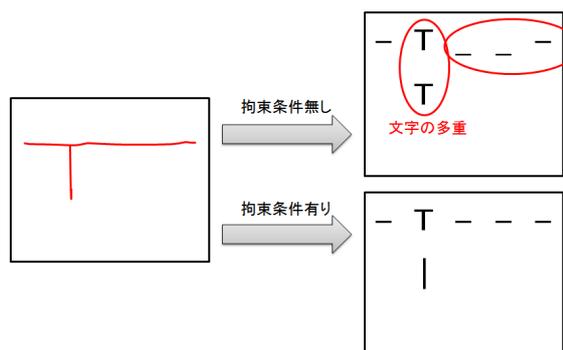


図 2: 問題点と対策

が原因であり、本稿では隣接ブロックに類似したオフセットの値を用いる拘束条件を導入することでこの問題を解決する。

具体的には、「オフセットによる類似形状の探索」と「オフセットの拘束条件」を考慮したエネルギーを定義し、グラフカットを用いて解くことでこれら両条件が最大限成立するオフセットを求める。

2.2 エネルギー関数

グラフカットとは以下のエネルギー関数 $E(X)$ を最小化するラベル X を求める手段である。

$$E(X) = \sum_{v \in V} g(X_v) + \kappa \sum_{(u,v) \in N} h(X_u, X_v) \quad (1)$$

ここで、 κ は定数、 V はサイトの集合、 N は隣接サイトの集合である。 X_v はサイト $v \in V$ のラベルを表し、その成分は x 方向のオフセット Δx および y 方向のオフセット Δy である。 $g(X_v)$ は v に対する X_v の適切さを反映させるコストのデータ項、 $h(X_u, X_v)$ は隣接したサイトの関係を反映させるコストの平滑化項である。

本稿では以下のようにエネルギー関数を定義することで、2.1 章で述べた条件をグラフカットによる

* Automatic ASCII ART generation with energy minimization

† Ryo Takeda, Seiichiro Hangai

‡ Yusuke Uchida, Shigeyuki Sakazawa

† Tokyo University of Science

‡ KDDI R&D Laboratories, Inc.

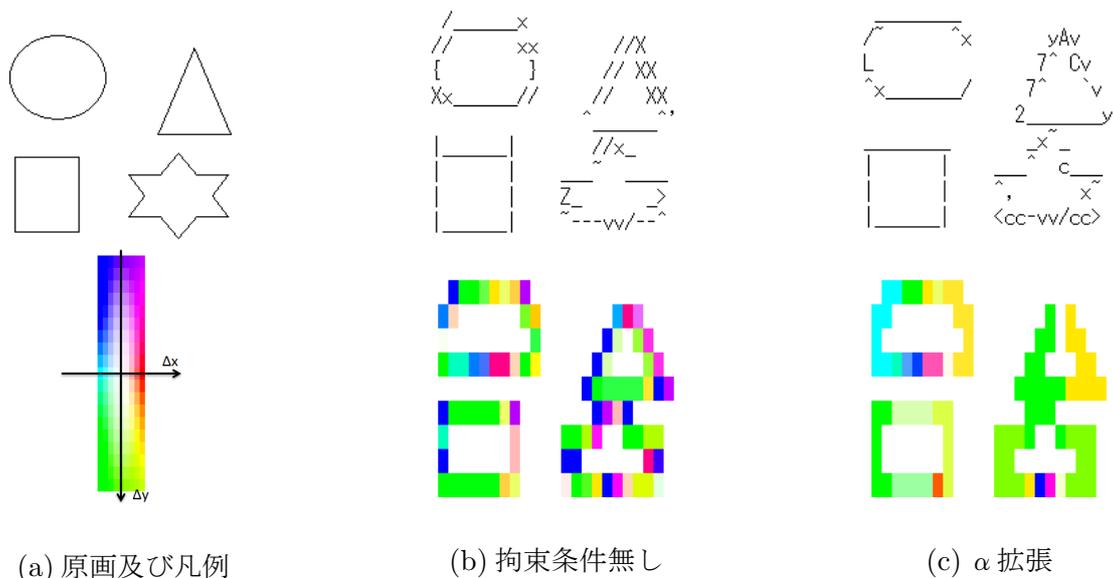


図 3: 提案手法による出力結果

最小化問題へ帰着させる. X_v はオフセット, v はブロックに対応する. データ項はオフセット付きブロック内画像と文字 $S_i \in \mathcal{S}$ の形状の類似性であり,

$$g(X_v) = \min_i \|B_v(X_v) - D_i\|_2^2 \quad (2)$$

と定義する. ここで, $B_v(X_v)$ はブロック v に関して X_v 分移動したブロック内画像から抽出した SIFT 特徴量, D_i は S_i から抽出した SIFT 特徴量である.

また平滑化項は, 隣接ブロックのオフセットの差が小さくなるよう

$$h(X_u, X_v) = \|X_v - X_u\|_2^2 \quad (3)$$

と定義する. 本稿では定義した $E(X)$ を最小化するラベル X を求めるために, 多値ラベルのエネルギー最小化問題を 2 値グラフカットで近似的に解く手法である α 拡張を利用する.

2.3 アルゴリズム

まず, 初期ラベルとして全てのブロックにオフセット 0 のラベルを付与する. 次にランダムでオフセット α を選択し, ラベルをオフセット α に変更するか, しないかの 2 値グラフカットを行う. これにより, エネルギーが減少する場合, 現在のラベルの一部が α に更新される. その後, 再度 α を選択し, グラフカットを行う. これを変化が無くなるまで繰り返す.

本手法では高速化のため, オフセット 0 においてブロックが空白であった領域の出力は空白文字で固定とし, グラフにも含まないものとした.

3 結果

提案手法により生成された AA を図 3 に示す. それぞれ (a) 原画およびラベルの凡例, (b) 拘束条件無し. つまり単純に各ブロックに対して全てのオフセットの中から最もスコアの良い文字を選んだ結果の出力とラベル, (c) α 拡張によるエネルギー最小化有りの結果とラベルを示す.} オフセットの拘束条件により特に直線の表現が向上していることが分かる. これは下段のラベルを見ると直線部分は同一もしくは近いオフセットで構成されていることから一貫性の破壊や文字の多重が起こらないことが理由だと推測出来る. 線の密度が高い部分についても, 特徴的な形状の表現によってある程度の表現力が向上している.

4 まとめと課題

ラスト画像を格子状に区切り画像と文字のマッチングを行い, その際のオフセットに関する拘束条件を定義することにより AA の自動生成をエネルギー最小化問題の定式として解くことを提案した. また, 実験により原画像により近い AA が生成されることを示した. 今後は細部の表現力を向上させるために, プロポーショナルフォントへの対応を検討する.

参考文献

[1] X. Xu, L. Zhang, and T-T. Wong. Structure-based ascii art. *ACM Transactions on Graphics*.