

顕著性マップを用いた絵画的迷路の生成 Generation of Picturesque Maze using saliency map

渡部将輝 栗原徹

高知工科大学 情報学群

1. はじめに

絵画的迷路とは、正解の道をなぞると絵や文字が浮かび上がる迷路のことである。本研究ではカラー画像から絵画的迷路を生成するアルゴリズムについて論じる。白黒2値画像を入力とする絵画的迷路の生成アルゴリズムは既にいくつか考案されているが、本研究では、池田らが提案したアルゴリズム [1] を基に、カラー画像から顕著性マップ [2] を生成し、重みの設定に用いることで、入力画像の特徴的な部分を特に描画するような生成アルゴリズムを提案する。また、生成した迷路の美しさと、既存の生成方法とどちらが美しいかをアンケート調査によって評価する。

2. 迷路の生成方法

今回の迷路の定義を以下に示す。

- 縦 m マス、横 n マスの格子状長方形である
- 迷路内の各マスは縦横に最大4マスと隣接する。各マスは縦横4方向に壁を持つことができ、壁がある方向のマスとは往来できない
- 迷路全体の端にあたる辺は、全て壁となっている
- 迷路内の任意の2マスに関して、道はただ一つに定まる
- 迷路内において、閉路は存在しない
- 迷路内にはスタートのマスとゴールのマスが一つずつ存在する

今回は、縦 m 画素、横 n 画素のカラー画像を入力として絵画的迷路を生成する。

迷路の生成には、池田らが提案した、焼きなまし法による確率的最適化を用いる。池田らは二値画像の各画素に重みを与え、近傍解を生成し、解の重みの和で解を評価していた。

池田らの重みの設定方法は、全ての黒画素が1.0、黒画素に接する白画素が2.0、それ以外の画素は100.0としていた。今回はこの重みの設定方法に顕著性マップを用いる。

入力画像からガウシアンピラミッドを生成し、輝度、色、勾配の各成分ごとに特徴マップを生成し統合することで、図1(b)の顕著性マップを生成する [2]。

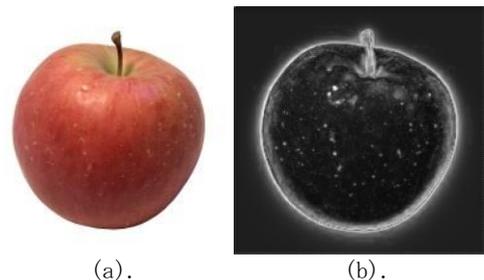


図1 (a). 入力画像 (b). 顕著性マップ

顕著性マップは0から255までの値 $s(x,y)$ を持つ。迷路生成に用いる二値画像は顕著性マップを基に生成し、 $s(x,y) \leq 127.5$ のとき0(黒)、 $s(x,y) > 127.5$ のとき1(白)をとる。

また、このようにして生成した二値画像の白画素について、膨張処理と収縮処理を行い、黒画素のノイズを除去する。また、白画素のうち、連結画素数が29以下の成分を0に置き換えることで、白画素のノイズを除去する。

このようにして生成した二値画像のうち黒画素を背景部分 B 、白画素を非背景部分 \bar{B} とする。また、後述する正解路を構成する画素の集合を P とし、 B と正解路 P の食い違い部分の画素集合を $M_p = (P \cap \bar{B}) \cup (\bar{P} \cap B)$ とする。

各画素に重み w を設定する。重みの算出方法は、対象画素が背景部分 B のとき、 $w(x,y) = 1.0 + \frac{4.0(127.5-s(x,y))}{127.5}$ 、非背景部分 \bar{B} のとき、 $w(x,y) = 1.0 + \frac{4.0(s(x,y)-127.5)}{127.5}$ とする。

このように重みを配置した上で、池田らが提案したアルゴリズムを用いる。

今回用いるアルゴリズムでは、近傍解 P' の生成ごとに、目的関数 $f(P')$ を計算する。この目的関数は以下の式で表す。

$$f(P') = \sum_{p \in M_p} w_p$$

池田らが提案したアルゴリズムを以下に述べる.

- (1) スタートとゴールを繋ぐ初期解Pを一つ生成し, 温度Tを T_{start} に設定する.
- (2) 解Pを少し変更した解P'を生成する.
- (3) 改善量 $gain = f(P) - f(P')$ を計算する.
- (4) $gain \geq 0$ のときPをP'で置き換え, (6)に進む.
- (5) $gain < 0$ のとき, $e^{-\frac{gain}{T}}$ の確率でPをP'で置き換える.
- (6) 温度Tを T_{decay} 倍し, $T > T_{end}$ なら(3)に戻る. そうでないなら終了する.

以上が池田らが提案したアルゴリズムである.

初期解はなるべく非背景部分を通るよう設定する. また, 近傍解の生成は図2のように正解路のずらし, 増加と減少, 訪問順の変更によって行う [1]. 初期解の生成法, および近傍解P'の生成方法等は, 池田らと同様の手法を用いるため割愛する.

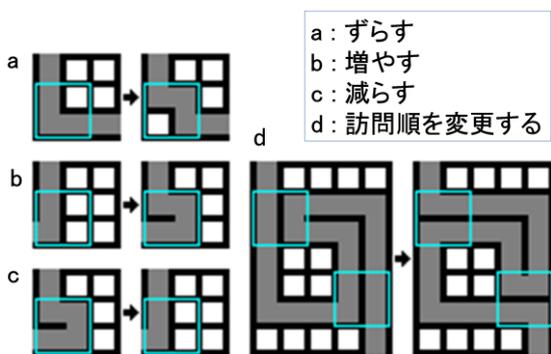


図2 池田らの近傍解生成処理

3. 評価方法

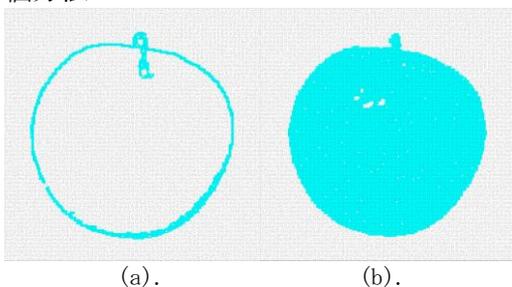


図3 生成された迷路の正解路(a)提案法の顕著性マップを用いて生成した迷路(b)元画像をグレイスケール, 二値化し池田らの方法により生成した迷路

次に, 迷路の評価方法を説明する. 図3

のように, 二種類の迷路を見せ, 各正解路の美しさを1から5の5段階で評価してもらう. また, より美しいと思う方を選択してもらう. 図3(a)が提案法の顕著性マップを用いて生成した迷路, 図3(b)が元画像をグレイスケール, 二値化し池田らの方法により生成した迷路である.

4. 結果

アンケート結果の, 各図の美しさの評価の平均と, その図がより美しいと感じた人数を表1に示す. なお, アンケートの回収数は10である.

表1 アンケート結果

	図3(a)	図3(b)
美しさ	4.10	3.20
選択数	7	3

美しさの評価は, 図3(a)が4.10, 図3(b)が3.20となった.

またどちらがより美しいと感じるかは, 図3(a)が7人, 図3(b)が3人となった.

5. 考察

美しさの点では, どちらの手法も3以上の値を示しており, ある程度美しい形と評価されていると考えられる.

評価値は図3(a)の方がやや高いため, 特徴点を重点的に描く方が受け入れられやすいと考えられる. また, 両方を比較した場合は図3(b)を選ぶ人も一定数存在することから, 個人の感性によっては全体を描画する方が美しいと感じる場合もあると推察される.

6. おわりに

顕著性マップを用いた絵画的迷路の生成手法を提案した.

引用文献

- [1] 池田 心, 橋本 隼, “確率的最適化を用いた絵画的迷路生成,” 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 6, 1625-1634, 2012.
- [2] L. Itti, C. Koch and E. Niebur, “A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis,” IEEE Trans. on PAMI, Vol. 20, No. 11, pp. 1254-1259, 1998.