

スネークを用いたモルフォロジー演算による輪郭抽出

5 K-4

鈴木 智* 小須田 雅** 安野 貴之*

*NTTヒューマンインタフェース研究所 **NTTソフトウェア(株)

1. まえがき

輪郭抽出方法として動的輪郭(スネーク)がある[1]。しかし、スネークの初期位置は人間が与えなければならないという問題がある。そのため、多重解像度画像処理と知識とを用いて初期位置を設定することが試みられている[2]。本論文では、セグメンテーションで得られた領域の輪郭をスネークの初期位置として、まず外に広がるスネークを用いて輪郭を広げ、次にエッジを通りすぎないようにスネークを用いて輪郭を縮めることにより、人間が初期値を与えずに、形状ひずみの少ない、妥当な輪郭を得る方法を示す。

2. 動的輪郭

動的輪郭は一般に、初期の(閉)曲線に対して定義された、スプラインエネルギー E_{spl} と外部エネルギー E_{ext} の和 E_{total} の極小状態として形が決まる。デジタル画像上でスネークの節点を $v[i] = (x[i], y[i])$ と表すとき、上記のエネルギーは、 $v[i]$ の近傍で定まる局所エネルギー、

$$E_{total}(i) = E_{spl}(i) + E_{ext}(i) \quad (1)$$

の和として求められる。

各点でのスプラインエネルギー $E_{spl}(i)$ は次の式で表される。

$$E_{spl}(i) = w_1(v[i] - v[i-1]) + w_2(v[i+1] - 2v[i] + v[i-1]) \quad (2)$$

ここで、 w_1, w_2 は重み係数である。

外部エネルギーとして、エッジエネルギー E_{edge} 、面積エネルギー E_{area} と領域のエネルギー E_{dom} の線型結合

$$E_{ext}(i) = w_3 E_{edge}(i) + w_4 E_{area}(i) + w_5 E_{dom}(i) \quad (4)$$

を用いる。ここで、 w_3, w_4, w_5 は重み係数である。

エッジエネルギー $E_{edge}(i)$ と面積エネルギー $E_{area}(i)$ は式(5),(6)で与える。

$$E_{edge}(i) = -|\nabla I(x[i], y[i])| \quad (5)$$

$$E_{area}(i) = -(x[i]y[i-1] + x[i-1]y[i]) \quad (6)$$

ここで、 I は座標上の輝度を与える。面積エネルギー

$-E_{area}(i)$ は藤村ら[3]が凹部へスネークを収束させるために用いたものの符号を逆にして、スネークを広げるために用いたものである。

領域エネルギー $E_{dom}(i)$ は、スネークを広げるときに最初に抽出した領域に進入するのを防ぐためのもので、領域内で1、領域の外では0をとる関数である。

上記のエネルギーの極小値を求めるためにAminiら[4]が提案した動的計画法(DP)による手法を用いた。そのDP方程式は、

$$S_i(v[i+1], v[i]) = \min\{S_{i-1}(v[i], v[i-1]) + E_{total}(i)\} \quad (7)$$

しかしながら上田ら[5]が指摘しているように、式(7)を閉輪郭に適用すると輪郭位置更新のステップを重ねる度に $v[0]$ と $v[n]$ が離れていく。この問題に対しては次の2つの方法を組み合わせることにより応用上問題なくDPを適用出来る。

a) $v[n+1]=v[0], v[n+2]=v[1]$ としてスネークの両端に重なりを持たせ $v[0]$ と $v[1]$ の一つ前の状態を記憶しておく。なお、 $v[n+1], v[n+2]$ は $v[n]$ を定めるためだけに用いる。

b) 1回の輪郭位置更新の度に v の添え字を一つずつシフトする。

3. 輪郭抽出の手順

セグメンテーションによって得られた領域から、上記のスネークを用いて輪郭抽出をする手順を以下に示す。

1) 領域をラベル付けしておき、適当な特徴量、例えば面積などに基づいて、初期輪郭を置く領域を決定し、その領域の境界をサンプリングしてスネークの初期の頂点 $v[0] \sim v[n]$ を得る。

2) エッジエネルギーの重み係数 w_3 を0に、領域のエネルギーの重み係数 w_5 を十分に大きくしてスネークを広げる。

3) エッジエネルギーの重み係数 w_3 を十分に大きくし、面積エネルギーの重み係数 w_4 と領域のエネルギーの重み係数 w_5 を0にしてスネークを縮め

る。

以上により、人間がスネークの初期位置を設定せずに、輪郭を得ることができる。

4. 実験結果

Wallaceらの方法[6]で色情報に基づくセグメンテーションで抽出した人間の口の領域に本方法を適用した結果を示す。

図1(a)-(c)はそれぞれ初期輪郭をWallaceらの方法で得られた領域に設定したもの、スネークを広げたもの、スネークを収縮させたものである。スネークを広げるときの反復回数は4回、収縮させるときの反復回数は6回であった。また、広げるときの重み係数は $w_1=w_2=1$, $w_3=0$, $w_4=2$, $w_5=200$ とした。縮めるときの重み係数は $w_1=w_2=1$, $w_3=255$, $w_4=0$, $w_5=0$ とした。なお、この実験では、エッジエネルギーは与えられたセグメンテーション画像を用いて計算した。

5. むすび

広がるスネークと縮むスネークを組み合わせたモルフロジー演算により形状ひずみの少ない輪郭を自動抽出する方法を提案した。

両目と口の位置は人物像の認識に用いられているが[6]、雑音により測定の度に位置が大きくずれるという問題がある。本方法により形状雑音を除去した口や両目の位置を抽出することにより人物像の認識率の向上が期待される。

謝辞 貴重な御意見を頂いた視覚情報処理研究グループの方々に感謝する。

参考文献

- [1] Kass M. et al.: Snakes: Active contour models, Int. J. Comput. Vision, 1, p.321, 1988.
- [2] 長谷川他: 多重解像度画像処理とsnakesを用いた顔画像の特徴点抽出の一方法、電子情報通信学会技術研究報告、IE90-28.
- [3] 藤村他: 多重スケール画像を用いた非剛体物体の動的輪郭追跡、情報処理学会研究報告、92-CV-78-4.
- [4] Amini A. et al.: Using dynamic programming for solving variational problems in vision, IEEE Trans.PAMI, PAMI-12, p.855, 1990.
- [5] 上田他: 弾性輪郭モデルとエネルギー最小化原

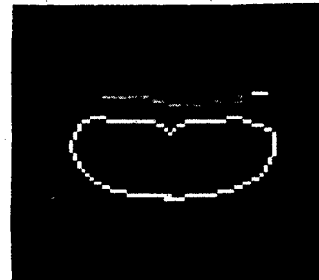
理による輪郭追跡手法、電子情報通信学会論文誌、D-II, J75-D-II, p.111, 1992.

- [6] Wallace R. et al.: Color segmentation using MDL clustering, Proc.SPIE Intelligent Robots and Computer Vision IX: Algorithms and Techniques, Vol.1381 p.436, 1990.

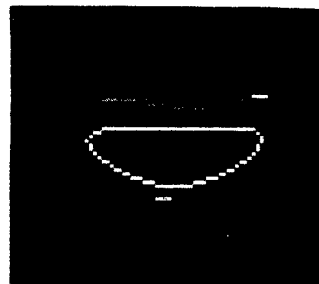
- [7] 佐々木他: 正面顔画像の自動識別法の検討、電子情報通信学会技術研究報告、IE91-50.



(a) 初期輪郭



(b) 広げたときの輪郭



(c) 最終的な輪郭

図1 口の輪郭抽出