

舌診における舌体検出と特徴抽出法の検討

Study of tongue detection and feature extraction for Tongue Diagnosis

田 明[†] 羅 丹[†] 大谷 淳[†]

Ming Tian Dan Luo Jun Ohya

1. はじめに

中国伝統医学 (Traditional Chinese Medicine、略称 TCM) は長い歴史を持ち、欧米諸国で人気のある代替医療として認識されている。TCM では、舌は内臓の鏡と言われ、人の健康状態と病気の兆しを表す。舌診というのは、その名の通り、舌の色、形、または舌苔の色と厚さを観察し、身体の状態を診るということである。病気を診断するプロセスにおいて、舌診が中医学で重視されている。近年、医療の分野では様々な目的のために計算機が用いられており、TCM も例外ではないと考えられる。筆者らは、従来の先行研究がほとんど見られない舌診の自動化を目指して研究を行っている。そのための第一歩として、本論文では舌が映っている画像から舌全体を抽出する処理を検討する。具体的には、本論文では、動的輪郭モデル (Active Contour Model、Snake) を用いて抽出する手法を提案する。また、舌診における舌の特徴抽出法を説明する。実験により提案手法の有効性を検討した結果についても述べる。

2. 舌輪郭抽出における問題点

舌画像の抽出は他の物体の抽出と比べると、いくつかの問題点がある。舌の色が顔の色 (特に唇の色) に近いと、エッジと判断すべきピクセル間の輝度変化の大きさは固定の閾値では検出が困難であり、単純には決められない。多くの輪郭検出法は画像の輝度の勾配計算に基づいているが、舌のエッジは通常不明瞭であり、従来の輝度の勾配に基づくエッジ検出法を用いて安定に検出することは困難である。そして、人によって舌の形が異なるので、形状により輪郭推定や動的輪郭モデルを用いた輪郭検出において初期輪郭の設定が難しい。また、歯や唇は舌抽出の精度に影響を及ぼすであろう。

3. 動的輪郭モデル

Kass らによって提案されたエネルギー最小化原理に基づく動的輪郭モデル^[1]はノイズに強く、滑らかに連続した輪郭線が得られるという特徴を持つ。そのため、対象画像の撮影条件を緩和することができ、より現実的な場面で使用が可能であり、輪郭抽出の代表的な手法と言える。Snake は画像平面内に設定する閉曲線 $v(s)=(x(s),y(s))$ ($0 \leq s \leq 1$) 上で、形状エネルギー E_{int} と画像エネルギー E_{image} の線形和として式(1)で表されるエネルギー関数 E_{snakes} を定義する。また、形状エネルギー E_{int} と画像エネルギー E_{image} はそれぞれ式(2),(3)で表す。動的輪郭モデルは初期モデルを与え、エネルギー関数 E_{snakes} を最小化するように形状を修正し、対象の抽出を行う^[2]。

$$E_{\text{snakes}} = E_{\text{int}}(v) + E_{\text{image}}(v) \quad (1)$$

$$E_{\text{int}} = \frac{1}{2} \int_0^1 \alpha(s) \left| \frac{\partial v}{\partial s} \right|^2 + \beta(s) \left| \frac{\partial^2 v}{\partial s^2} \right|^2 ds \quad (2)$$

$$E_{\text{image}} = \int_0^1 P(v(s)) ds \quad (3)$$

Snake は輪郭抽出の代表的な手法であるが、一方、計算量が多い、パラメータの設定が困難、抽出対象の付近に初期輪郭の設定が必要など欠点が挙げられる^[3]。

4. 輪郭検出

図 1 は提案手法のフローチャートを示す。提案手法では、エッジ検出の前段階として平滑化を行う。ここで、最も一般的に使われるガウスフィルタを使用する。舌の形はそれぞれ異なり、加えて歯などノイズの影響で Snake の初期輪郭を自動的に推定することが困難である。したがって、最初に手動で動的輪郭モデルの初期配置を行い、すべての点で $\alpha=0.4$, $\beta=0.2$ とし、反復回数を 200 回に設定すると、エネルギー関数により輪郭に収束する。エネルギー関数最小値になると、目標輪郭として検出される。

[†] 早稲田大学大学院国際情報通信研究科
Waseda University Graduate School of Global
Information and Telecommunication Studies

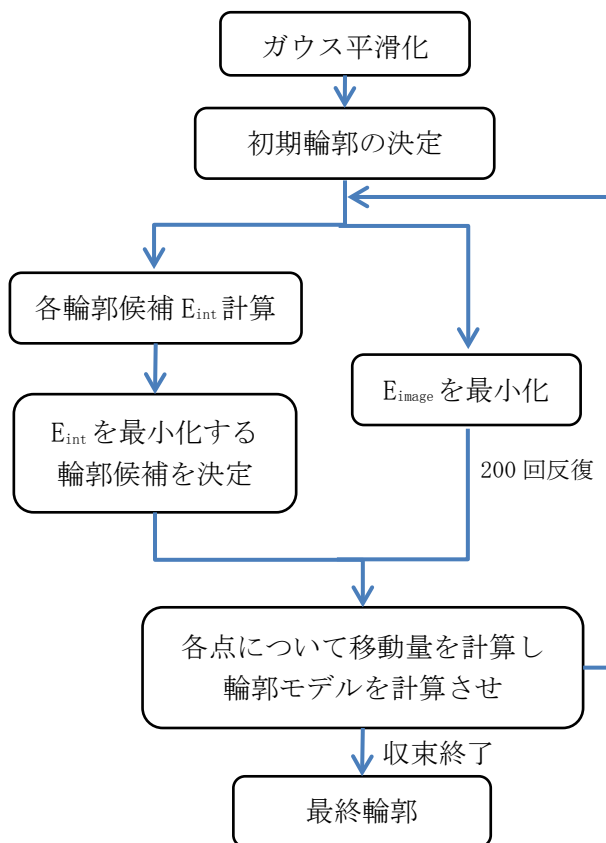


図 1 提案手法のフローチャート

12 枚サイズ 512*288 の舌診断用 RGB 画像を用いた動的輪郭モデルに基づいて舌体領域の抽出を行った。胖大舌、瘦小舌、歯痕舌など様々な舌形に対して、良好な抽出結果が得られた。この結果から、提案手法の有用性が確認できる。

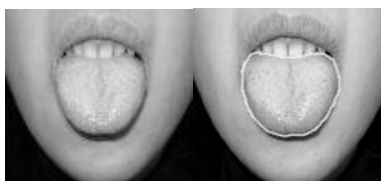


図 2 胖大舌の抽出例



図 3 歯痕舌の抽出例



図 4 瘦小舌の抽出例

5. 特徴抽出

舌診における舌の色、形、または舌苔の色と厚さを観察し、病気を診断することができる。図 5 のように、亀裂が入っている舌は裂紋舌と呼ぶ。日照が続いたあとの田んぼや地面にできたひび割れと同じで、病的には熱が高く体の水分不足「陰虚」や「血虚」を示す。Canny エッジ検出を用いて裂紋の検出試験を行った。図 5 中央の画像は事前に舌輪郭を検出していない結果である。歯と唇のエッジが舌の裂紋として誤検出された。図 5 右側の画像は、Snake による舌輪郭を検出した後に裂紋を検出した結果である。舌の裂紋が正しく検出された。したがって、舌診における舌体特徴の抽出は、事前に舌体領域が画像から分割しておくことが示唆された。



図 5 裂紋の検出例

6. まとめ

動的輪郭モデルを用いた輪郭検出においては、初期輪郭が何らかの方法で物体の輪郭の近くに設定されることが前提になっており、輪郭の自動抽出が難しいという問題があった。それを解決するため、Watershed アルゴリズムを使おうと考えている。今後の課題としては、Watershed アルゴリズムに基づいた初期輪郭を取得し、Snake により画像から舌体部分を分割する方法を検討しようと思っている。

7. 参考文献

- [1] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "Snakes: Active contour models", in Proc. 1st Int. Conf. on Computer Vision, pp. 259-268, 1987
- [2] 松本拓也, 林 達郎, 原 武史, 他, "歯科パノラマ X 線写真における動的輪郭モデルを用いた下顎皮質骨の厚みの自動計測", 電子情報通信学会技術報告, MI2011-32, pp. 1-5, 2011
- [3] 須賀弘道, 羽鳥好律, 樽松明, "SNAKE を用いた顔画像からの構成部品の輪郭抽出", 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-A, No. 2, pp. 298-30, 1998