

熱画像を用いた心拍数計測のための橈骨動脈検出に関する研究

情報科学科 石田 敦也

指導教員：村上 和人，神谷 直希

1 はじめに

心拍数や血圧は、毎日の健康状態の指標として重要な要素の一つである。非接触かつ非侵襲な心拍数の計測方法に、サーモビジョンカメラを利用した心拍数計測手法が報告されている[1]。しかし、計測部位となる血管の抽出に、手動による操作が必要である点が課題として残されている。本稿では、心拍数計測の自動化を目的として、心拍数の計測可能な部位の一つである橈骨動脈の特徴について述べ、橈骨動脈の存在する位置の情報と腕表面における橈骨動脈の温度情報を利用し、橈骨動脈を検出する手法について説明する。

2 橈骨動脈の特徴

橈骨動脈は、腕の表面付近に存在する。このため、橈骨動脈を流れる比較的温度の高い血液の影響が反映され、腕の表面に高温域として現れやすくなる。橈骨動脈の位置を図 1(a)に、腕における高温域領域を図 1(b)に示す。図 1より、橈骨動脈の位置と腕における高温域領域の位置が、一致していることが確認できる。本稿では、橈骨動脈の位置と腕の高温域領域の関係性があることを利用し、橈骨動脈の検出を行う。

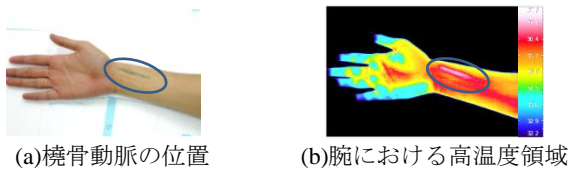


図 1. 橈骨動脈の位置における温度

3 橈骨動脈の検出手法

橈骨動脈の検出手法を以下に示す。また、各 Step における処理結果を図 2 に示す。

Step1. 画像入力

サーモビジョンカメラで被験者の手から腕を撮影し、熱画像 T を作成する。熱画像 T の縦軸を y 軸、横軸を x 軸とし、横幅を W 、縦幅を H とする。図 2(a) に熱画像 T を示す。

Step2. 手首の位置の検出

人間の手と腕の幅を求めるために、熱画像 T をしきい値 t_1 で 2 値化し、2 値画像 I_1 を作成する。2 値画像 I_1 の各 x における手から腕のピクセル数 $n(x)$ を計算する。さらに、 $n(x)$ に対してメジアンフィルタを施してノイズ除去を行い、 $n(x)$ の谷となる位置を手首の位置の x 座標 x_1 とする。図 2(b) に手首の位置を示す。

Step3. 探索領域の設定

2 値画像 I_1 の手から腕の各 x における y 座標の最大値 $y_{1_lower}(x)$ を腕の橈側と背景との境界とし、最小値 $y_{1_upper}(x)$ を腕の尺側と背景との境界とする。熱画像 T の橈骨動脈の探索領域 R

$$R = \{(x, y) | x_1 \leq x \leq W - 1, 0.3y_{1_upper}(x) + 0.7y_{1_lower}(x) \leq y \leq y_{1_lower}(x)\} \quad (1)$$

を設定する。橈骨動脈の探索領域を図 2(c) に示す。

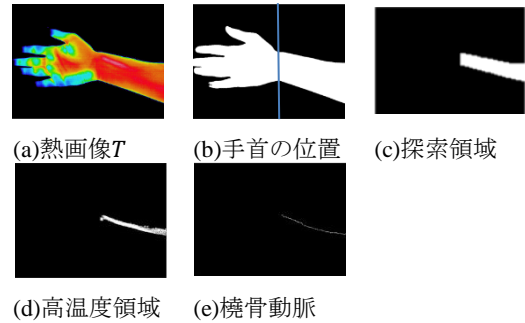


図 2. 各 Step における処理結果

Step4. 高温域領域の抽出

熱画像 T の探索領域 R 内において x_1 よりも大きい各 x における、温度のヒストグラム $h(x)$ を計算し、上位 $p\%$ となる温度をしきい値 t_2 とし 2 値画像 I_2 を作成する。2 値画像 I_2 にラベリング処理を施し、面積が最大となる連結成分のみ残す。図 2(d) に高温域領域を示す。

Step5. 高温域領域の中心線検出

面積最大の連結成分の各 x における上側境界と下側境界の中心 $y_{2_center}(x)$ を求め、橈骨動脈の位置とする。図 2(e) に検出した橈骨動脈を示す。

4 橈骨動脈の検出評価実験

被験者が拍動を感じる領域の長さ N の中心線を、橈骨動脈の位置 $(x_a(i), y_a(i)) (i = 1, 2, \dots, N)$ とし、提案手法によって検出した橈骨動脈の位置 $(x_b(i), y_{2_center}(x_b(i))) (i = 1, 2, \dots, N)$ とのユークリッド距離を用い誤差 D

$$D = \sum_{i=1}^N \{(x_a(i) - x_b(i))^2 + (y_a(i) - y_{2_center}(x_b(i)))^2\} \quad (2)$$

を求める。橈骨動脈の幅を W_1 とし、許容誤差 D_1

$$D_1 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{W_1}{2}\right)^2 \quad (3)$$

を求め、誤差 D が、許容誤差 D_1 よりも小さければ検出成功とした。実験の結果、被験者 14 人に対して 7 人の被験者において橈骨動脈の検出に成功した。検出した橈骨動脈を強調表現した一例を、図 3 に示す



図 3. 検出例

5 おわりに

本研究では、腕の形状特徴と温度情報の併用より、血管の位置を自動取得できないという従来手法の課題を解決した。

今後は、橈骨動脈の検出に失敗した例についての要因の分析や、手の形状特徴を利用した橈骨動脈の検出範囲の設定方法の検討が課題である。

参考文献

- [1] M. Garbey, N. Sun, A. Merla, and I. Pavlidis, “Contact-free measurement of cardiac pulse based on the analysis of thermal imagery,” IEEE Trans. on BME, vol.54, no.8, pp.1418-1426, 2007.