

静脈をマーカーとして用いる指変形観察の試み

熊本大学 ○星 貴之

Attempt of Observing Finger Deformation by Using Veins as Markers

Takayuki Hoshi, Kumamoto University

Abstract: A technique for measurement of the internal deformation of a finger is proposed. The veins inside the finger are imaged under infrared illumination and the finger deformation is estimated from their displacements.

1. はじめに

触動作中における皮膚内部の変形は多くの触覚研究者の興味を集めるテーマである。しかし直接観察することが困難であるため、シミュレーションによる解析が行われてきた[1]。皮膚内部を観察する方法にはOCT[2]やMRI[3]があるが、それらは精密な計測系を必要とする。一方で簡易な方法として、近赤外光で取得した静脈像から皮膚内部の変形を推定する方法が提案されている[4]。

筆者は文献[4]を引き継いで研究を進めている。以下、その経過を報告する。

2. 静脈撮像

2.1 原理

生体に照射された近赤外光は内部に透過し、生体組織によって散乱される。また血液中のヘモグロビンは近赤外光を吸収する[5]。その結果、皮膚表面近くを走行している静脈が影として観察される。

2.2 実験装置

指の爪側から照明し、腹側で撮影する透過型の構成とした(Fig.1)。照明には中心波長850nmの赤外線LEDを用いた。LEDは砲弾型で指向性を持つため、きめの細かい白地の布を通して光を十分に拡散させた。LEDを指の爪側に装着し、腹側を軽くアクリル板に押し当てた。反対側からCMOSイメージセンサで撮影し、PCに取り込んだ。筆者の右手示指を撮影し、グレイスケール化した画像をFig.2に示す。

2.3 画像処理

得られた画像は生体組織による散乱でぼやけている。そこで鮮明な静脈像を得

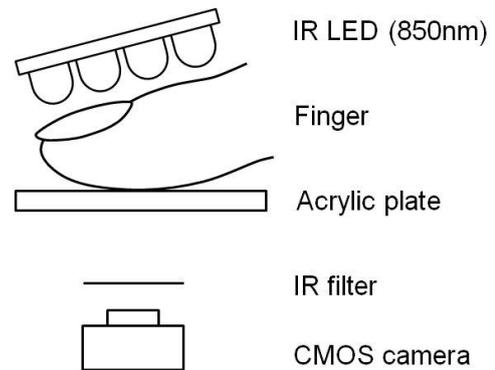


Fig.1 Experimental setup.

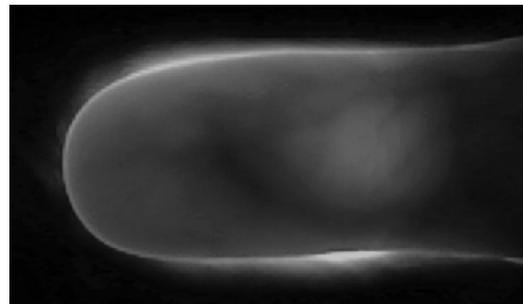


Fig.2 Example of finger image.

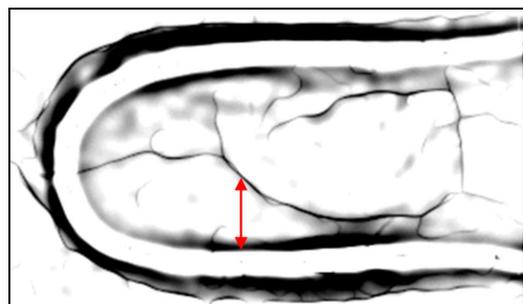


Fig.3 Example of dilated image.

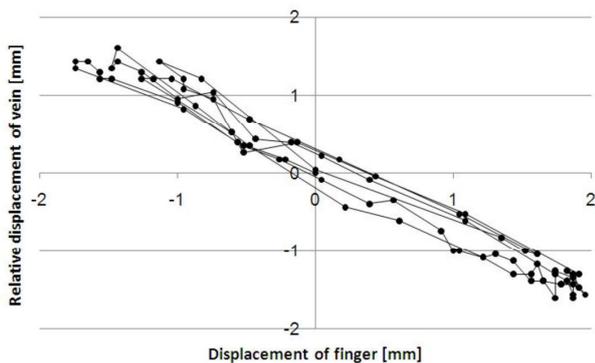


Fig. 4 Experimental results.

るための画像処理が必要となる。本稿ではDilation演算で静脈を細線化し、明度の上下を適当な閾値で打ち切り、正規化することとした。実装にはOpenCVを用いた。Fig. 2の処理結果をFig. 3に示す。

上述の処理は簡易的なものである。静脈の中心線が正しく抽出されている保証はなく、また静脈以外の要素も強調されることに注意が必要である。静脈の抽出法については静脈認証や眼底検査の分野で研究が行なわれている[6][7]。信頼性の高い静脈像を得るため、将来的にそれらを応用することも考えられる。

2.4 実験

上記のようにして得られた静脈像が指の動きに応じてどのように動くかを実験によって調べた。Fig. 2のように指を自然にアクリル板に載せた状態を初期状態とした。指の中心軸と垂直な方向（画面上下方向）に、接触面が動かないように指を3回往復させながら画像を取得した。

静脈と指の輪郭の相対変位（Fig. 3の矢印が表す距離の、初期状態からの変化量）を、指の変位に対してプロットしたグラフをFig. 4に示す。画面上方向の変位を正としている。グラフから、指を上に変位させると静脈と輪郭が近づき、下に変位させると離れることがわかる。またそれらの変位量はほぼ比例している。

3. おわりに

本稿では静脈撮像によって皮膚内部を観察する手法について報告した。接触面をずらさないまま指を移動させたときの指の変位と静脈－輪郭間の相対変位を観

察したところ、両者がほぼ比例していることがわかった。今後は撮影条件と画像処理の最適化、変位推定に有効な特徴量の検討などを行なう予定である。

本研究は指内部の観察だけでなく、新たなタッチインタフェースとしての応用も期待される。弾性体内部の異なる深さの変位分布がわかれば、表面に加えられた力ベクトル分布の推定が可能である[8]。静脈は指内部にあるマーカとみなすことができ、指の輪郭や指紋と合わせて用いることで指表面の力ベクトル分布を推定できる可能性がある。

謝辞

本研究は日本学術振興会・科学研究費補助金・研究活動スタート支援（研究課題番号：21800039）の助成を受けたものである。

本研究の遂行にあたって、岩本貴之氏から多くの助言をいただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- [1] K. Dandekar, B. Raju, and M. Srinivasan: 3-D finite-element models of human and monkey fingertips to investigate the mechanics of tactile sense, *Journal of Biomechanical Engineering*, vol. 125, pp. 682-691, 2003.
- [2] 藤利栄, 上田悦弘, 近江雅人, 林直人, 春名正光: 光コヒーレンストモグラフィを用いたヒト指細動脈の断層イメージング, *生体医工学*, vol. 44, no. 4, pp. 606-612, 2006.
- [3] M. Tada, N. Nagai, H. Yoshida, and T. Maeno: Iterative FE analysis for non-invasive material modeling of a fingertip with layered structure, *Proc. EuroHaptics 2006*, pp. 187-194, 2006.
- [4] 岩本貴之, 篠田裕之: 静脈像を利用した皮膚変形推定, *SICE SI 2007 講演論文集*, pp. 503-504, 2007.
- [5] B.L. Horecker: The absorption spectra of hemoglobin and its derivatives in the visible and near infra-red regions, *Journal of Biological Chemistry*, vol. 148, pp. 173-183, 1943.
- [6] 三浦直人, 長坂晃朗, 宮武孝文: 線追跡の反復試行に基づく指静脈パターンの抽出と個人認証への応用, *電子情報通信学会論文誌*, vol. J86-D-2, no. 5, pp. 678-687, 2008.
- [7] 岩瀬達彦, 村松千左子, 畑中裕司, 周向栄, 原武史, 藤田広志, 眼底画像における細動脈狭窄評価のための主幹動静脈の自動検出および分類法, *電子情報通信学会技術報告*, vol. 109, no. 407, pp. 189-193, 2010.
- [8] 神山和人, 梶本裕之, 稲見昌彦, 川上直樹, 舘暲: 触覚カメラ－弾性を持った光学式3次元触覚センサの作成－, *電気学会論文誌 E*, vol. 123, no. 1, pp. 16-22, 2008.