

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 26 日現在

機関番号：23903

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700123

研究課題名(和文) 遠赤外線画像を用いた呼吸気流の非接触計測に関する検討

研究課題名(英文) Study on Non-contact Measurement of Human Breathing by using Far Infrared Imaging

研究代表者

埴大(Dai, Hanawa)

名古屋市立大学・芸術工学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：50422506

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、人の呼吸動作を非接触で計測する手法の実現に向けた基礎検討を行った。具体的には、遠赤外線画像上で鼻腔を含む領域を高精度で検出する手法を考案した。次に、計測時の頭部姿勢、及び呼吸の仕方に対する頑健性について検討を行い、提案手法の有効性と課題を明らかにした。併せて、身体マッサージの効果推定システムにおける有用性の考察を行った。これらの結果より、遠赤外線画像を用いた、非接触かつ拘束性の少ない呼吸計測法の実現可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we studied a method for non-contact measurement of human breathing by far infrared images. We first proposed a method of improving on the accuracy of detecting nasal cavity location in far infrared images. Next, we experimentally evaluated robustness of our method from viewpoints of head posture and the way of breathing. Based on these results, effectiveness of the proposed method, and its characteristics were clarified. We finally discussed its applicability to the system for estimating effects caused by body massage. From these results, we showed the feasibility of the measurement of human breathing by non-contact manner and slight restraining, based on far-infrared imaging.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 メディア情報学・データベース

キーワード：呼吸計測 遠赤外線画像 非接触計測 鼻腔 温度変化 マッサージ

1. 研究開始当初の背景

近年、各種センサを用いて脈拍、心拍、呼吸、脳波などの人の生体情報を取得し、日常生活における健康管理、行動支援、娯楽、医療を目的としたシステムへ応用する研究が国内外でさかんに行われている。このようなシステムの開発において、人の呼吸動作を簡易かつユーザや環境に低負担で計測できる方法の実現は、重要な技術課題の1つである。とりわけ、日常生活への応用システムを想定する場合、定常的な計測、身体的・精神的な負担、計測機器脱着の危険性の観点から、呼吸を含む生体情報の計測は、非接触による方法が望ましい。しかしながら、サーミスタピックアップ、ベルト型センサ、呼吸気流計などを含む従来の呼吸計測法のほとんどは、測定機器の定常的な装着を必要とするものであった。一方、呼吸計測の非接触化拘束化、非侵襲化を目的とした研究もこれまでに幾つか試みられていたが、これらはいずれも計測環境やユーザが比較的強い制約条件を満足する必要があった。

2. 研究の目的

本研究では、人の呼吸動作を簡易かつ非接触で計測する手法の確立を目的とする。申請者らはこれまでに、遠赤外線画像を用いた非接触型呼吸計測法の実現に向けた基礎検討を進めてきた。その結果、遠赤外線画像カメラを用いて人の鼻腔部を含む顔面熱画像を撮影できれば、呼気・吸気に伴う鼻腔内の温度変化から呼吸動作を非接触で観測可能であることを確認している。しかしながら、申請者らの従来の方法(以下、従来法とよぶ)では、計測時の姿勢、呼吸の仕方などに制約があり、実用性について不十分な点があった。従来法におけるこれらの課題に対し、本研究では、(1)顔面熱画像上からの呼吸部位検出の高精度化、(2)計測時の頭部姿勢、及び呼吸の仕方に対する頑健性の考察、並びに(3)提案手法のマッサージ効果測定への応用、を行った。遠赤外線カメラを用いた呼吸計測におけるこれらの課題の解決を試みることで、非接触かつ一定の非拘束性を実現する手法の構築を目指す。

3. 研究の方法

(1) 顔面熱画像上からの呼吸部位検出の高精度化の検討

顔面熱画像から鼻腔を含む領域(以下、鼻部領域とよぶ)を精度よく検出する方法について検討する。はじめに、従来法で発生する誤検出の分析を行う。次に、分析結果に基づいて、誤検出の発生を低減させる方法を考案する。従来法による検出結果に対し、この方法を適用することで、検出精度の向上をはかる。

(2) 計測時の頭部姿勢、及び呼吸の仕方に対する頑健性の考察

呼吸計測時の頭部姿勢、及び呼吸の仕方が、

顔面熱画像からの鼻部領域の検出精度、及び呼吸の計測精度にどの程度影響を与えるかを実験的に評価する。はじめに、計測時の頭部の左右回旋、左右側屈、並びに前後屈により、提案手法による鼻部領域の検出精度がどう変化するかを評価する。次に、呼吸の仕方により、呼吸計測の精度がどう変化するかを評価する。本研究では、最大呼気 - 安静吸気、及び、安静呼気 - 最大吸気の2パターンについて検討を行う。

(3) 提案手法のマッサージ効果測定システムへの有用性の検討

整体師による身体マッサージの効果の測定を対象に、提案手法の有用性に関する検討を行う。本研究では、施術前、施術途中、施術後で顔面の熱分布がどのように変化するかを検証する。また、これらの結果から、提案手法がどのように適用可能かを考察する。

4. 研究成果

(1) 従来法による鼻部領域の検出結果に対し、誤検出の内容を分析した結果、顔以外の領域を検出してしまうケースが確認された。そこで従来法に対し、顔以外の領域を検出する機能を組み合わせた以下の手法を考案した(図1)。

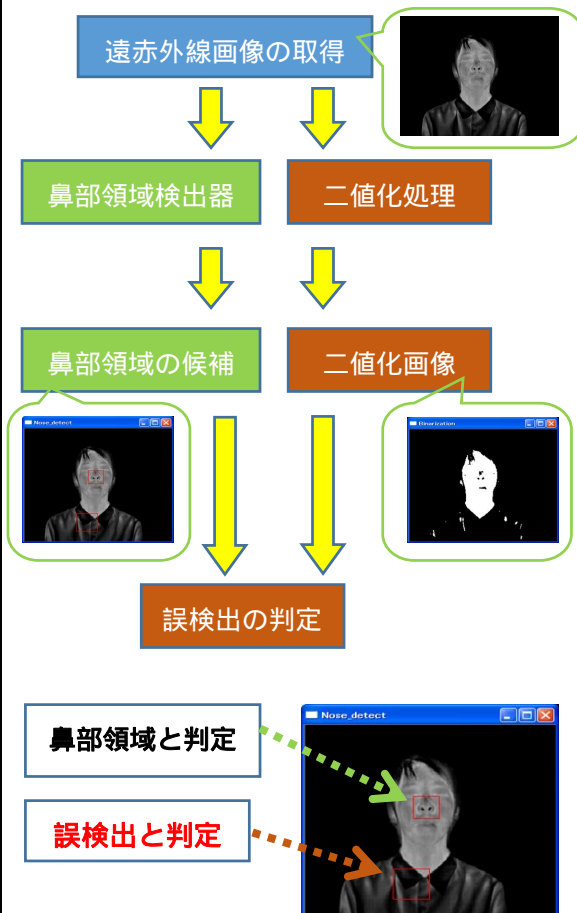


図1 鼻部領域検出の処理手順

Viola-Jones の顔検出法を応用した検出器により、遠赤外線画像から鼻部領域の候補の検出を行う。
遠赤外線画像に対して二値化処理を行い、顔表面の領域を抽出する。

で得られた鼻部領域の候補すべてに対して、で得られた顔面領域がどの程度含まれるかを算出する。一定以上含まれる場合、その候補を鼻部領域と判定し、そうでない場合は鼻部領域でないとして判定する。

提案手法に対し、5,100枚の遠赤外線画像を用いて評価を行った。実験結果の一例を図2に示す。ここでは、正解画像として安静呼吸中の正面の顔面熱画像を用いて、従来法による検出結果との比較を行った。その結果、従来法で発生する誤検出を、約20%程度低減できることが確認された。とりわけ、顔以外の領域で発生していた誤検出をすべて除去できたことが確認された。



(a) 従来法 (b) 提案手法
図2 鼻部領域の検出結果の比較

(2) 遠赤外線カメラと被験者の設置角度、及び呼吸の仕方を変化させた顔面熱画像を54パターン(前後屈2パターン、左右回旋3パターン、左右側屈3パターン、呼吸方法3パターン)撮影し、これらを用いて、提案手法の頑健性に対する評価を行った。撮影時の遠赤外線カメラの設置位置、及び回転の詳細を図3~4に示す。

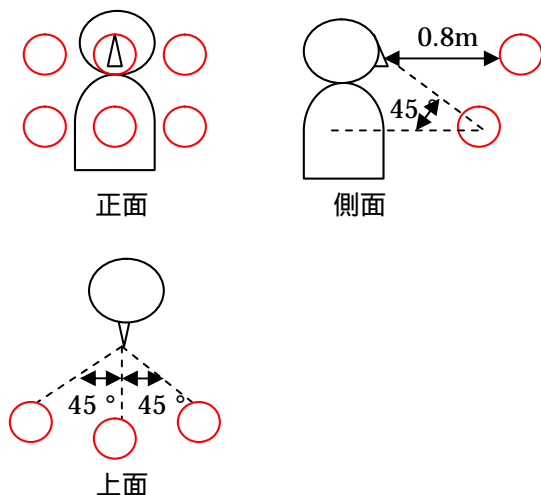


図3 遠赤外線カメラの設置位置6パターン (赤丸が設置箇所)

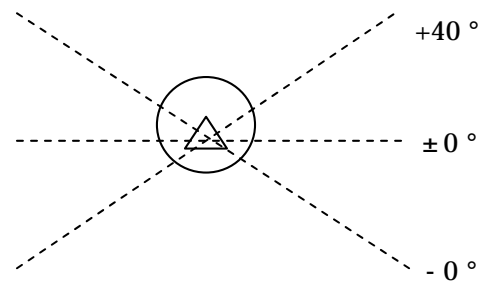


図4 遠赤外線カメラの回転3パターン

呼吸中の遠赤外線画像8,100枚を用いて、鼻部領域の検出精度に関する評価を行った。その結果、正面の顔面熱画像と比較して検出精度が低下する傾向が見られた。とりわけ頭部の左右回旋に対し、最大で30%程度の精度の低下が見られた。一方、呼吸の計測精度については、鼻部領域が正確に検出できれば、従来法による呼吸計測法を用いることで、カメラの設置位置や呼吸の仕方によらずに概ね良好な精度で計測できることを確認した。呼吸の仕方と鼻腔内壁の温度変化については、一定の関連性は見られたものの、個人差が大きいことが判明した。

(3) 整体師による身体のマッサージを行う際に、施術前、施術途中、施術後で顔面の熱分布がどのように変化するかを検証した。さらにこうした応用における提案手法の有用性について考察した。実験手順を以下に示す。
遠赤外線カメラによる顔面温度の測定(3分程度)を行う。

背中右半分へのマッサージを約10分間行い、2回目の顔面温度測定を行う。

背中左半分へのマッサージを約10分間行い、施術終了直後、3回目の顔面温度測定を行う。

施術後10分間の安静後に、4回目の顔面温度測定を行う。

実験中、マッサージはうつ伏せの状態で行い、顔面温度の測定時のみ、遠赤外線カメラの前に座らせた。上記の過程で取得した顔面熱画像に対し、(a)鼻、(b)右頬、(c)左頬、(d)顎、(e)顔面下部の5種類の領域(図5)を抽出し、これらの領域内の平均温度の推移を分析した。

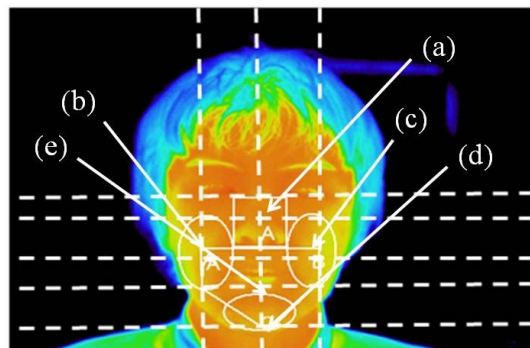


図5 顔面熱画像から抽出した領域

被験者 3 名に対し実験を行った結果，マッサージ前半において，領域(a)の平均温度が上昇する傾向が見られた．さらに，マッサージ後半，及び終了後には，同領域の温度が上昇したまま保持される傾向が見られた．他の 4 箇所いずれも温度変化の傾向は概ね同様であった．これらの結果から，提案手法における鼻部領域検出機能が，マッサージ効果の推定に有用となりうることが示唆された．

以上の結果より，本研究で提案した非接触型呼吸計測法の有効性，及び課題が明らかとなり，人の呼吸動作計測を，非接触でかつ一定の非拘束性の下で実現できる可能性を示した．

5．主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

高橋明秀，島崎翔太，五十嵐勝洋，寺田周平，塙大，小口喜美夫，マッサージの効果と顔面熱分布の関連性の検討，電子情報通信学会大会講演論文集，査読無，D-17-11，p.72，2013.

D. Hanawa, T. Morimoto, S. Shimazaki, K. Oguchi, Nasal Cavity Detection in Facial Thermal Images for Non-contact Measurement of Breathing, International Journal of Advances in Telecommunications, Electrotechnics, Signals and Systems, 査読有, vol.2, no.1, pp.34-39, 2013.

DOI: 10.11601/ijates.v2i1.25

D. Hanawa, T. Morimoto, S. Tearda, T. Sakai, S. Shimazaki, K. Igarashi, R. Tsuchiya, K. Mochiduki, M. Furusato, K. Oguchi, Nasal Cavity Detection in Facial Thermal Image for Non-contact Measurement of Breathing, Proc. of 35th International Conference on Telecommunications and Signal Processing, 査読有, pp.586-590, 2013.

DOI: 10.1109/TSP.2012.6256364

[学会発表](計 1 件)

塙大，遠赤外線画像を用いたヒトの呼吸の非接触計測，電気学会東海支部「分散環境のためのマルチメディア情報処理と信号処理」平成 25 年度 2 回若手セミナー 基調講演，2014 年 3 月 3 日，名古屋．

6．研究組織

(1)研究代表者

塙大 (HANAWA, Dai)

名古屋市立大学・大学院芸術工学研究科・准教授

研究者番号：50422506