

急患の自動検出システムに関する研究～映像からの肩呼吸検出～

○川村昇平[†] 羽倉淳[†] 榎松理樹[†] 藤田ハミド[†]

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

病院の待合室では、多くの患者が診察を待っており、特別な症状や訴えがない限り、軽度の患者から重度の患者までが同様に扱われる。もし、待合室にて症状の程度の重い患者を判別できれば、優先的な治療を提供できる。しかし、医療現場では人手不足が続いており、待合室に症状の程度を計る看護師を配置するのは難しい。そこで、自動検出システムであれば、人手を増やすことなく同様のサービスを提供できる。

一方、呼吸は特に微弱な場合を除き、機器を用いることなく視診でも判断でき、異常呼吸時に見られる一部の努力呼吸は、肩呼吸として検出できる。

そこで本研究では、急患の自動検出システムの構築を目標とし、その第1段階として、肩呼吸に着目した急患の検出法を提案する。患者の肩呼吸を映像中の患者の見かけの大きさの変化として捉え、その時間変化を周波数分析し、周波数パターンを学習することで判別する。

2. 問題領域

異常呼吸の自動検出は、家庭での呼吸器異常の判別や患者の侵襲・接触による負担の軽減といった要求があるために、これまでいくつかの手法が提案されてきている[1 - 5]。これらは、カメラ等を使った非接触法と聴診器や特別な測定装置を使った接触を伴う手法に大別される。本節では、これらの手法を概観し、本研究で取り組むべき課題を明らかにする。

非接触法では、遠赤外線カメラやビデオカメラが用いられる。遠赤外線カメラを用いる方法[1]では、患者の鼻下の表面体温と鼻からの呼気の温度の差を利用し、呼吸回数を推定している。この方法では、患者の鼻が検出できる事を前提としているため、顔の見えない姿勢の患者への応用は困難である。また、ビデオカメラからの画像を用いた方法[2]では、真横から患者の胸部、腹部が捉えられる位置にビデオカメラを固定し、呼気や吸気による胸部、腹部の伸縮を背景と患者の境界の変化として検出し、呼吸の回数と大きさを推定している。この方法では、システムの使用環境に合わせて、患者の位置や姿勢が限定される問題がある。

一方、その他の手法には、聴診器を用いて得られる肺音を解析して検出する方法[3]、特定の呼吸パターンを検出するためにベッドにセンサを組込む方法[4]やベッドの真上にカメラを設置し監視する方法[5]など提案されている。これらの手法では、それぞれ、聴診器利用するため患者は脱衣しなければならない、特定の呼吸パターンをモデル化する必要があるといった問題がある。

これらの関連分野の課題を分析した結果、本研究では、映像を用い、かつ、患者とカメラの位置関係を限定しない異常呼吸検出法を急患の自動検出システムの一部として構築することとする。ここでは、異常呼吸を肩呼吸と定義し、肩呼吸に伴う患者の見かけの大きさの時間変化に着目した映像からの異常呼吸の検出法を提案する。これは、肩呼吸動作は正常呼吸に比べ体動が大きく、映像上では患者の見かけの大きさの変化として観測でき、また、特定の周期的特徴を持つと考えられるからである。

3. 提案方法

3.1. 概要

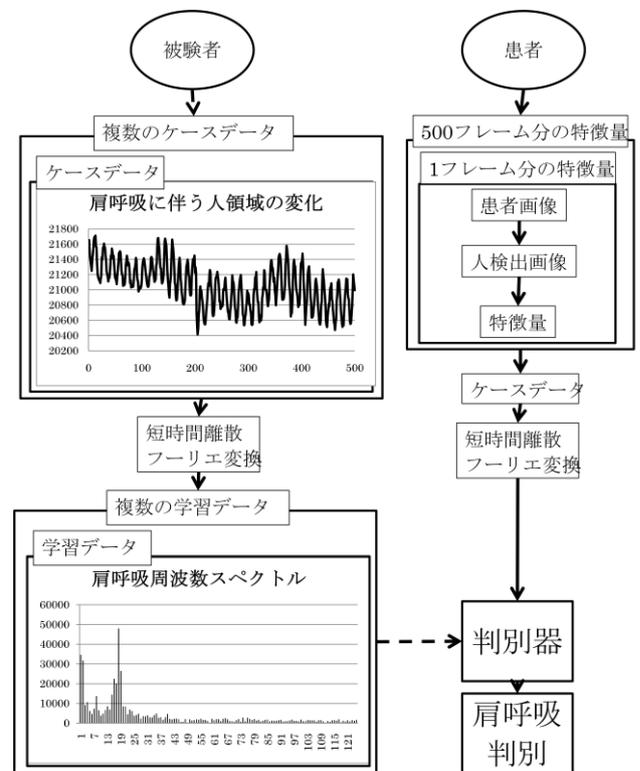


図 1 全体図(点線:学習フロー, 直線:判別フロー)



図 2 肩呼吸のデータ化フロー

A study on automatic detection system of high-severity outpatient: Hard-breathing detection from video image sequence

[†] Shohei KAWAMURA · Iwate Prefectural University, Software and Information Science

肩呼吸は肩の動作の中でも特定の 패턴を持つ動作であると考えられるが、予め、それを定義することは困難である。

一方、人間は肩呼吸を容易に識別することが可能である。そこで提案方法では、被験者から肩呼吸と非肩呼吸のケースデータを得て、肩呼吸特有の 패턴を判別器に学習させる事により肩呼吸の検出を試みる。

3.2. 肩呼吸の表現

肩呼吸は以下の3手順で特定パターンを求める。

- (1) カメラ画像から人領域を検出し、その領域が画像中に占めるピクセル数を画像の特徴量とする。
- (2) 特徴量を一定時間分収集し、ケースデータとする。
- (3) ケースデータに短時間離散フーリエ変換を行い、肩呼吸の特徴となる周波数スペクトルを求める。被験者には肩呼吸と非肩呼吸をしてもらい、手順に沿って肩呼吸と非肩呼吸の周波数スペクトルを収集し、それぞれデータセットを作成する。

3.3. 判別方法

作成したデータセットを入力変数として判別器に学習させる。

また、肩呼吸のケースデータを十分に得られない事が予想されるため、判別器には、汎化性能の高いサポートベクターマシン(以下、SVMと表記)[6]を用い、学習データ以外のデータの判別性能を高める。

表 1 装置・アルゴリズム・パラメーター一覧

カメラ	Xbox 360® Kinect™ センサ
人検出	Kinect SDK[7]
周波数分析	短時間フーリエ変換
フレームレート	30fps
ケースデータ長	500 フレーム
STFT データ長	250 フレーム
窓関数	矩形窓
判別器	SVM(R 言語[8], kernlab[9])
カーネル関数	ガウシアンカーネル

4. 実験

4.1. 実験方法

実験環境は、Kinect センサを床から 1m の高さに設置し、Kinect センサと被験者との距離は 1.1m とする。被験者が安静状態でカメラ前の椅子に座っているデータを平常呼吸とし、息が切れる程度の負荷の運動後にカメラ前の椅子に座っているデータを肩呼吸データとする。

4.2 評価方法

学習データの偏りによる影響を考慮し、交差検定法を用い、試行結果を以下の正答率、適合率、再現率によって評価する。

4.2. 結果

肩呼吸データ数は 24 データ、平常呼吸データ数は 81 データとなった。

今回は、それぞれデータセットを 8 分割し、交差検定法を行い 64 回試行し、それぞれ平均を求めた。

また、個別の試行結果の中には、肩呼吸 3 データ、非肩呼吸 10 データからなる全 13 データを非肩呼吸判定しているケースが 9 回あり、その場合の適合率は 0 とした。

表 2 実験による評価結果

正答率:	0.793
再現率:	0.328
適合率:	0.653

4.3. 考察

結果から、正答率は 79% となり、高い識別結果を示した。しかし、再現率と適合率から肩呼吸している患者に対して、約 70% の患者を見落とし、システムが肩呼吸を検出した時、約 35% で誤検出する、という問題がある。

加えて、上に挙げた全てを非肩呼吸判定した試行例でも正答率は 0.769 になるため、留意する必要がある。

また、再現率は 1 でなければ、急患を見落とすリスクが生じ、適合率もおおよそ 1 でなければ、非急患を急患扱いするコストが生じるため、医療システムとしては再現率、適合率を向上する必要がある。

低再現率、低適合率となった原因は、肩呼吸のデータ数が少なく、学習データとテストデータの偏りによって生じる差異が誤判定を引き起こし、再現率、適合率に影響を与えたと考えられる。

5. おわりに

本研究では、患者の肩呼吸を見かけの大きさの時間変化として捉え、周波数分析をし、周波数パターンを学習することで、肩呼吸の検出を試みた。結果、肩呼吸と非肩呼吸との判別において高い正答率を得る事ができたが、再現率と適合率の観点からは、見落としや非急患の急患判定の問題が得られた。

今後の課題として、肩呼吸データを増やした上で追加実験を行い、提案手法の評価を行う。

参考文献

- [1] 小出泰介他：ホームヘルスケアシステムにおける遠赤外線画像を用いた鼻呼吸検出法の検討，電子情報通信学会技術研究報告，MVE，マルチメディア・仮想環境基礎 Vol.109, No.149, pp.49-52(2009)
- [2] 萩原愛子他：動画像解析による呼吸運動計測(卒業論文梗概)，生活工学研究，Vol.6, No.1, pp.22-23(2004)
- [3] 喜安千弥他：呼吸の周期性を考慮した異常肺音の自動検出(<小特集>ヒューマンインフォメーション)，映像情報メディア学会誌：映像情報メディア，Vol.61, No.12, pp.1769-1773(2007)
- [4] 西田佳史他：圧力センサによる睡眠中の呼吸・体位の無侵襲・無拘束な計測，日本ロボット学会誌，日本ロボット学会誌，Vol.16, No.5, pp.705-711(1998)
- [5] 竹村安弘他：非接触呼吸運動モニタ装置を用いた睡眠時無呼吸症候群診断(生体工学)，電子情報通信学会論文誌，D，情報・システム，Vol.J90-D, No.2, pp.567-577(2007)
- [6] C. Cortes *et al.* : Support-vector networks, MACHINE LEARNING, Vol.20, No.3, pp.273-297(1995)
- [7] Microsoft Kinect SDK for Developers | Develop for the Kinect | Kinect for Windows , <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>, (最終アクセス日:2012/01/11)
- [8] The R Project for Statistical Computing , <http://www.r-project.org/>, (最終アクセス日:2012/01/11)
- [9] CRAN - Package kernlab , <http://cran.r-project.org/web/packages/kernlab/index.html>, (最終アクセス日:2012/01/11)