

ウェーブレット変換とオートエンコーダを用いた呼吸推定方法の提案

1. はじめに

近年、独居高齢者の増加や、介護現場での人手不足によって見守りシステムの需要が高まっている。そこで、Kinectを搭載した移動ロボットが転倒人物に近づいて呼吸推定を行う見守りシステム[1]が提案されている。また、呼吸推定手法として、CNNを用いた手法[2]が提案されている。しかし、未学習者に対して認識精度が低いことや、大量の呼吸データとノイズデータが必要なことが課題である。そこで、本研究では少ないデータ数かつ呼吸データのみを用いて、未学習者に対しても認識可能な呼吸推定方法を提案する。

2. オートエンコーダを用いた呼吸推定

2.1 学習に用いる呼吸データ

本研究では Kinect で取得した距離情報を用いて呼吸推定を行う。まず、距離画像を格子状に分割し、各矩形内で平均距離を求める。その平均距離の時間変化を波形データとして取得する。そして、波形データを 10 秒間隔で切り出し、切り出した 10 秒間の波形データを用いて学習を行う。

2.2 ウェーブレット変換による周波数解析

波形データに対してウェーブレット変換を行い、周波数情報を抽出する。図 1 は各波形データとそのウェーブレット変換後の画像である。画素値は周波数強度を示しており、横軸に時間の情報を残したまま各波形の周波数の情報を抽出することができる。呼吸と呼吸以外の波形では、変換後の画像が大きく異なっていることが確認できる。

2.3 オートエンコーダを用いた呼吸推定

呼吸時のウェーブレット変換後の画像のみを学習させたオートエンコーダを作成し、呼吸と呼吸以外の分類を行う。入力画像の次元圧縮を行うエンコーダ、圧縮した特徴から画像を復元するデコーダを構成し、入力画像と出力画像の差を誤差関数を用いて算出する。学習に用いた呼吸データの入力画像と出力画像はほぼ同じになるが、呼吸以外では入力した画像とは全く異なる画像が復元される。

2.4 呼吸判定に用いる閾値の設定方法

まず、オートエンコーダの学習用とは別の呼吸データを用意し、入力画像と出力画像の差の平均値と分散を算出する。それを基に、ホテリング理論を用いて 1%水準の閾値を設定する。そして、テストデータに対する入力画像と出力画像の差を用いて異常度を算出し、異常度が閾値を超えたデータは呼吸ではないと判断する。

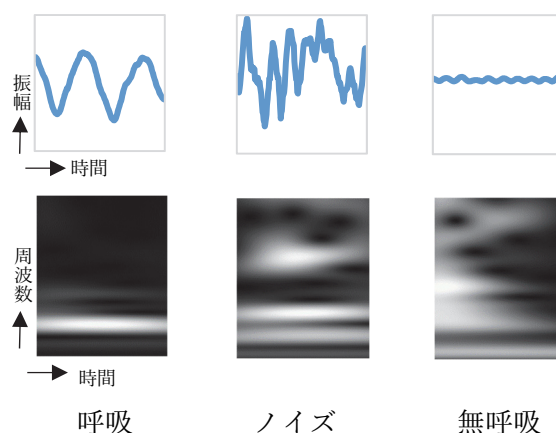


図 1. 波形データとウェーブレット変換後の画像

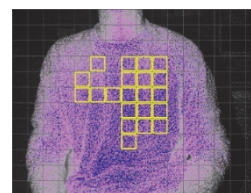


図 2. 距離画像全体に対する呼吸推定結果の例

3. 評価実験

提案手法を用いて呼吸推定の評価実験を行う。1 人につき呼吸時のデータを 3 分間、無呼吸時のデータを 3 分間取得する。合計 6 人分集め、5 人を学習用、1 人をテスト用として交差検証を行う。なお、学習には呼吸時のデータのみを用いる。実験の結果、F 値は 0.983 となり、未学習者に対しても高い認識精度を得ることができた。また、距離画像全体に対して呼吸推定を行った例を図 2 に示す。胸部、腹部の領域を呼吸と判定できていることが確認できた。

4. おわりに

本研究ではウェーブレット変換とオートエンコーダを用いて呼吸推定を行う方法を提案した。少ないデータ数かつ呼吸データのみを用い、未学習者に対しても高い認識精度を得ることができた。今後の課題点として、オンラインでの実装や正面向き以外のデータを用いたときの認識精度改善などが挙げられる。

【参考文献】

- [1] J. Satake et al.: Development of respiration measuring robot, J. Robot. Mechatron., vol. 31, no. 5, pp. 715-718, 2019
- [2] 山北捺未, 佐竹純二: 見守りシステムのための 1 次元量込み込みを用いた呼吸推定, 電子情報通信学会総大会, D-12-27, 2022