

見守りシステムのための1次元畳み込みを用いた呼吸推定方法の提案

1. はじめに

近年、少子高齢化が進み、一人暮らしの高齢者が増加している。それに伴い、孤独死や疾患の発見の遅れを未然に防ぐための見守りシステムの需要が高まっている。装着型のシステムでは正確な情報を取得できるが、被験者に対して肉体的や精神的なストレスを与えてしまう。これに対し、非接触型であれば被験者に負担をかけずに計測することが可能である。そこで、移動ロボットに Kinect を搭載し、転倒した人物に近づかせて呼吸推定を行う見守りシステム[1]が提案されている。しかし、先行研究では胸の動きを観測するだけで、正確な呼吸の判定は行っていない。また、心電図波形画像を CNN, VGG16 など学習させる手法[2]なども提案されており、本研究では呼吸の波形を1次元畳み込みを用いて学習し、呼吸と呼吸以外の波形を判別する手法を提案する。

2. 1次元畳み込みを用いた呼吸推定

2.1 学習に用いる呼吸データ

Kinect の距離画像を格子状に分割し、各矩形の平均距離の変動を呼吸推定に使用する。各矩形ごとに1分間(1800フレーム)の距離変動を CSV 形式で保存し、呼吸による動きかノイズかを判別する。ただし、距離が遠いもの(900 mm以上)、振幅が大きいもの(20 mm以上)や小さいもの(4 mm以下)は明らかに呼吸ではないため除外する。振幅が4~20 mmのもののみを呼吸の候補とし、学習や判別に使用する。

2.2 データの切り出し方

見守りシステムで人物の異常を検知する際、1分間の呼吸データを取得してから判定を行うのではなく、なるべく短時間でリアルタイムに判定を行いたい。そこで、本研究では8秒間の波形データを基本サイズとして呼吸判定を行う。これは、正常な成人の呼吸が1分間に12~20回、呼吸1回が3~5秒であるため、約2回分とした。取得した1分間の CSV データから8秒分を切り出して機械学習を行う。ただし、データサイズや切り出し間隔の変更、30fps のデータの縮小などを行い、認識精度を検証する。

2.3 呼吸推定

認識精度を検証するため、今回は用意した波形データを9グループに分類する。まず、振幅が4~20 mmに含まれない明らかに呼吸ではないグループは呼吸推定から除外する。しかし、振幅が4~20 mmのものの中には呼吸以外のノイズも混ざっているため、今回は図1のように呼吸、呼吸にノイズが乗ったもの、ノイズの3段階に分類する。

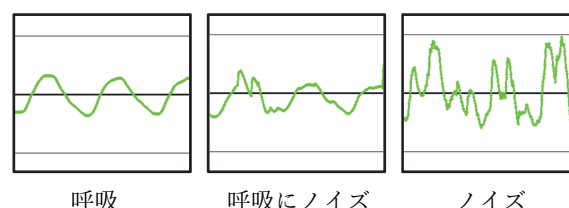


図1. 判別する波形データの例

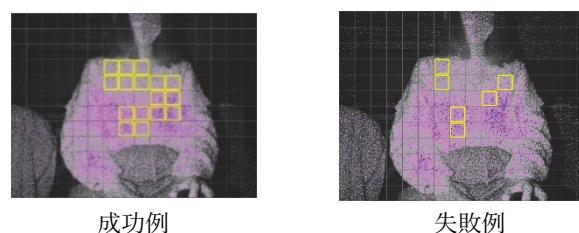


図2. 実験結果

呼吸波形の特徴抽出を行うため、1次元畳み込みを用いて学習を行う。なお、将来的には正常な呼吸と頻呼吸や徐呼吸を分けて学習し、認識することを想定している。

3. 評価実験

呼吸推定の評価実験を行った。呼吸、呼吸の波形にノイズが乗ったもの、ノイズの3クラスとし、合計1200個の波形データを用いて学習を行った。切り出し方、縮小率の変更をし、別のテストデータで認識結果の比較検証を行った。図2は呼吸の認識結果を表示した例である。黄色の枠で囲まれた部分が提案手法で呼吸として判定された領域を示している。データを1/8まで縮小しても認識率に大きな差はでなかった。切り出し間隔を大きくすると学習時間は短くなったが、図2右の失敗例のように呼吸の認識率が大きく下がり、学習データの不足などが原因と考えられる。

4. おわりに

本研究では見守りシステムのための呼吸推定方法を提案した。1次元畳み込みを用いて呼吸波形の特徴を学習し、呼吸と呼吸以外の波形を判別した。今後の課題として、頻呼吸や過呼吸などの異常な呼吸への対応や、オンライン処理が必要である。

【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] 本田祥之, 藤井章博, 清水宏泰: CNNを用いた心電図の自動診断支援に関する研究, 電子情報通信学会技術研究報告, NLC2021-2, pp. 7-12, 2021