

Azure Kinect を用いたオンライン呼吸観測と異常呼吸検知

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、先行研究として Kinect v1 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、オートエンコーダを用いて呼吸判別を行う手法[2]も提案されている。しかし、呼吸観測の適正距離が 70cm と制限があることや、オンラインで呼吸状態を確認できないことが課題であった。そこで、本研究ではこれらの課題を解決するためのシステムを構築する。

2. オンライン呼吸観測と異常呼吸検知

2.1 提案システムの概要

本研究では呼吸観測の対応距離を延ばし、オンライン実装かつ異常呼吸検知を行う。そのため、Azure Kinect を用いたシステムを構築する。Azure Kinect は開発用に設計されており、様々な機能が実装出来る。Kinect v1 と比べ、対応距離が長く、深度データ精度、骨格取得精度が良い。今後の拡張性という点でも Azure Kinect を使用して研究を進める。異常検知には処理速度の速いオートエンコーダを使用する。骨格情報をもとに胸の位置を特定し、異常呼吸を検知する。

2.2 呼吸データ取得

取得した距離画像を格子状に分割し、各矩形内の平均距離を算出する。距離の時間変化を波形データとして取得し、200 フレーム間隔で切り出して学習や異常判定に使用する。通常時、人は 1 分間に 15~20 回呼吸している。本研究では 3 秒から 5 秒周期を正常呼吸、それ以外を異常呼吸とする。計測方法は着座状態かつ静止状態、正面向きで行う。

2.3 オートエンコーダを用いた異常呼吸検知

正常呼吸データのみを学習させたオートエンコーダを作成し、異常検知を行う。異常度は入力波形と出力波形の差を誤差関数を用いて算出する。正常呼吸の場合、データの入力と出力はほぼ同じになるが、異常呼吸の場合には入力と異なる波形が出力されるため、その差を用いて異常を検知する。

2.4 オンライン呼吸観測

オンライン観測表示 UI を図 1 に示す。右の図に深度画像を距離ごとに色付けしたものと骨格情報を表示する。胸の位置は骨格情報の胸の関節点を使用し、その格子位置を白く表示する。また、グラフ化処理の高速化のため PyQtGraph を使用する。左上のグラフは胸の位置の格子内平均距離を 200 フレーム分表示し続ける。左下はその波形とオートエンコーダ

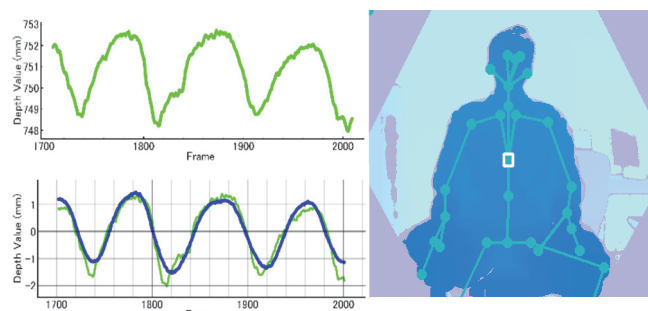


図 1 オンライン観測表示 UI

表 1 汎用性の評価実験結果

距離	無呼吸	3 秒周期	4 秒周期	5 秒周期	8 秒周期
60 cm	0%	99.2%	100%	100%	3.33%
100 cm	0%	94.5%	100%	100%	12.3%
150 cm	0%	91.0%	100%	100%	15.2%
200 cm	0%	90.3%	100%	100%	4.66%
250 cm	0%	91.5%	99.2%	92.7%	11.0%

の出力波形を 200 フレームごとに表示する。異常呼吸の場合は 1 回目はオレンジ、連続 3 回以上は赤で波形を示す。

3. 汎用性評価

提案システムの汎用性を評価した結果を表 1 に示す。距離と呼吸周期を変え、各項目 540 個のデータに対して呼吸と判別された割合を求めた。学習は距離 100cm で行い、メトロノームで呼吸周期を合わせた。距離が近いほど精度が高くなるが、60cm から 250cm までの範囲で正常呼吸と異常呼吸を判別できていることが確認できた。

4. おわりに

本研究では、Azure Kinect を用いたオンライン呼吸観測と異常呼吸検知を行った。オートエンコーダを導入し、異常検知をオンラインで可能にしている。評価結果では、異なる距離や呼吸周期においても一貫して高い検知精度を示し、システムの汎用性を確認できた。以後、より遠くからの見守りへの活用が期待できる。今後の課題としては、静止状態以外や厚着でも観測できるようにすることなどが挙げられる。

【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] 関本一輝, 佐竹純二: ウェブレット変換とオートエンコーダを用いた呼吸判別, 電子情報通信学会総大会, 05-2P-06, 2023