

YOLO による人物領域取得を用いた異常呼吸検知

1. はじめに

高齢化の加速に伴い、介護現場での安全管理を支援する見守りシステムの需要が高まっている。先行研究として、移動ロボットを用いて転倒人物に近づき、呼吸推定を行う見守りシステムが提案されている。また、骨格情報をもとに胸部の距離を測定し、オートエンコーダを用いてオンライン異常呼吸検知を行う手法[1]も提案されている。しかし、骨格情報の取得を前提としているため、対象者の骨格情報が取得できない場合にはシステムを活用することができないという課題が残されている。そこで、本研究ではこの課題を解決するためのシステムを構築する。

2. 異常呼吸検知

2.1 YOLO による人物領域取得

物体検出のアルゴリズムの一つである YOLO[2]を用いて人物領域を取得する。入力画像のサイズは 640×640 であり、人物領域に外接する矩形領域を取得することができる。ただし、この矩形には背景領域も含まれているため、取得した人物領域をさらに 7×7 の格子状に分割する。その中央付近のみを用いることで胸部位置をある程度特定することができる。特定した胸部付近のデータのみを使用して、呼吸波形のデータ取得および分析を行う。

2.2 呼吸データの取得

本研究では、RGB カメラと ToF カメラが搭載された Azure Kinect を用いて呼吸波形の取得を行う。人物領域を分割したそれぞれの矩形について平均距離を算出し、距離の時間変化を波形データとして取得する。この波形データを 200 フレーム間隔で切り出して学習に使用する。なお、呼吸データの取得は、座位、側臥位、仰臥位の 3 通りの姿勢で行う。

2.3 オートエンコーダを用いた異常呼吸検知

異常呼吸の検知には、ニューラルネットワークを利用した教師なし機械学習手法であるオートエンコーダを使用する。正常な呼吸波形のみをオートエンコーダに学習させ、異常呼吸を検知する。オートエンコーダは入力波形の次元圧縮を行うエンコーダと、圧縮した特徴から出力波形を復元するデコーダで構成され、入力波形と出力波形の差を基に、誤差関数を用いて異常度を計算する。正常な呼吸波形であれば入力波形と出力波形の差が小さくなる。一方、異常な呼吸波形の場合は入力波形とは異なる波形が出力されるため、その差を用いて異常呼吸を検知する。

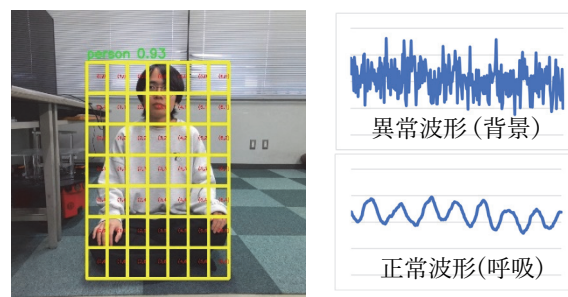


図 1 呼吸取得の様子と取得波形

表 1 性能評価実験の結果

距離	60cm	100cm	150cm	200cm	250cm
座位	94%	98%	94.5%	80%	9%
側臥位	96%	85.5%	45%	0%	13%

3. 評価実験

提案手法を用いて呼吸判別の評価実験を行った。学習には距離 60cm、座位で取得した呼吸波形を用いた。図 1 の左が YOLO で人物領域取得を行っている様子、右が胸部の呼吸波形と背景波形の例であり、呼吸波形とそれ以外を正しく判別できた。また、近距離であれば側臥位、仰臥位でも判別が可能であった。次に、距離と体位を変えて性能評価を行った。今回の被験者は 1 人とし、距離と体位と変えて各項目 200 個の胸部の波形データに対して呼吸判別を行った。その結果を表 1 に示す。150cm までの距離であれば高い精度で呼吸を判別可能であるが、150cm 以降の距離では呼吸判別精度が低下することが分かった。

4. おわりに

本研究では、YOLO による人物領域取得を用いた異常呼吸検知を提案した。取得した波形データに対し、オートエンコーダを用いて異常呼吸検知を行った。また、距離や体位を変えて呼吸判別の評価実験を行い、150cm 程度の距離までは高水準で呼吸判別が可能であることを確認した。今後の課題としては、より胸部部分の認識に特化したモデルの作成や、熱赤外線画像に YOLO を適用して処理速度を向上させることなどが挙げられる。

【参考文献】

- [1] 土谷優斗: Azure Kinect を用いたオンライン呼吸観測と異常呼吸検知, 福岡工業大学情報工学部情報工学科卒業論文, 2024
- [2] J. Redmon, et al.: You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, *CVPR*, pp. 779-788, 2016