

LSTM による時系列呼吸データの自動異常検知

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。装着型のデバイスでは正確な生体情報を計測できるが、被験者に対し肉体的や精神的なストレスを与えてしまう。一方、非接触型であれば被験者に負担をかけずに計測が可能である。そこで、移動ロボットに Kinect を搭載し、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。しかし、呼吸波形を取得するだけで異常検知などは行われていない。そこで本研究では、CNN+LSTM を用いて呼吸異常検知を行う手法[2]を参考に、Kinect から取得した呼吸データを LSTM で学習させ、呼吸の異常検知を行う方法を提案する。

2. LSTM による時系列データの異常検知

2.1 LSTM (long short-term memory)

本研究では LSTM を用いて呼吸データの異常検知を行う。LSTM は長期の時系列データを学習でき、学習によって記憶を保持し、入力したデータの少し先のデータを予測値として出力することができる。出力した予測値と実際の値が大きく異なる場合に異常と判定する。本研究では正常呼吸のみを学習させ、正常呼吸以外を異常として検知する。

2.2 マハラノビス距離を用いた異常度の計算

LSTM で出力した予測値と実データの距離（異常度）の計算にはマハラノビス距離を用いる。マハラノビス距離はデータの相関関係を考慮した距離の算出方法であり、類似性のある多次元データの場合に有効になる。これを利用することで、正常呼吸と異常呼吸との差を検知することができる。

2.3 閾値の設定

マハラノビス距離で計算した差を用いて異常かどうかを自動的に判定するため、その閾値を設定する。今回は閾値の設定用に正常呼吸と異常呼吸を用意し、閾値を変えながら認識処理を行い、認識率（F 値）が最大となる閾値を求めた。なお、異常呼吸に応じた最適な閾値を設定するため、今回は無呼吸、頻呼吸、徐呼吸に対して別々に閾値を設定した。

3. 評価実験

提案手法を用いて実際に Kinect で取得した胸の距離変動から異常呼吸を検知する評価実験を行った。8 名の被験者に対して 50000 frame（約 30 分）の呼吸データを 3 回取得し、それぞれ後半部分で異常呼吸（無呼吸、頻呼吸、徐呼吸のいずれか）を行ってもらった（図 1）。取得したデータは、前処理として標準化を行っている。LSTM の学習には前半部分の

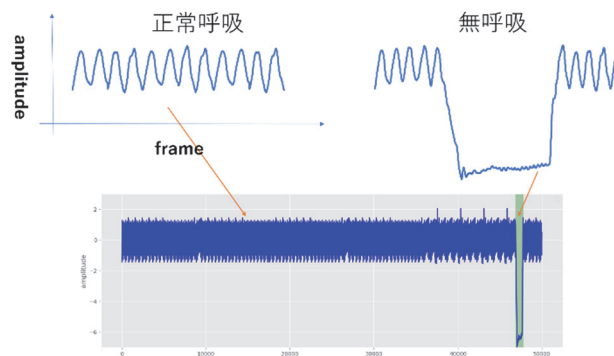


図 1 Kinect から取得した呼吸波形



図 2 無呼吸の異常検知結果

正常呼吸データのみを用いる。なお、今回は LSTM の入力を実データ 10 次元、出力を予測値 3 次元とし、LSTM の中間層のユニットは 35 とした。また、8 名の学習はそれぞれ自身の正常呼吸で行った。

実験結果の一例を図 2 に示す。図 2 は無呼吸の異常検知結果であり、波形がマハラノビス距離を用いて計算した異常度、横線が自動的に設定された閾値を示している。正常呼吸の区間では異常度が閾値を超えず、無呼吸の区間で閾値を超えており、異常を正しく検知できていることが確認できた。

4. おわりに

本研究では LSTM を用いて時系列呼吸データの自動異常検知を行う方法を提案した。正常呼吸のデータのみを LSTM に学習させ、マハラノビス距離を用いた異常度の計算により無呼吸や正常呼吸に類似する頻呼吸、徐呼吸の異常検知を可能にした。また、閾値を設定することで呼吸の異常を自動的に検知できるようにした。今後の課題として、ネットワーク構造を改良することで正常呼吸の学習フレーム数が少なくても異常検知が行えるようにしたり、オンライン処理の実装などが必要である。

[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] 奥本皓士郎 他：周波数空間 LSTM による異常呼吸検知, 第 36 回人口知能学会全国大会, 1F5-GS-10-01, 2022