7F-02

表面温度を用いた高齢者の生活異常検知手法の提案

金山　英資†　森島　信†　鳥山　朋二†

富山県立大学　工学部†

1. 始めに

高齢者の介護において、介護士が高齢者の病気などを早期発見するために日常生活における異常の検知が求められている。生活異常を早期発見するためには人による常時見守りが必要であるが、少子高齢化社会が進み、介護士の人員が不足していく中、人による常時見守りは困難である。そのため、人の代わりに常時見守りを行う手法が必要である。その手法の１つとして、病気などの診断に用いられる深部体温を常時測定することで病気などによる生活異常を検知可能である。しかし、体温計を用いた深部体温の測定には拘束感があり、生活異常の発見のために頻繁に測定をするには不向きである。そこで、深部体温の代わりに非接触で容易に測定可能な額の表面温度を用いて発熱などの生活異常を検知する手法を提案する。

2. 先行研究

吉川らによる研究から環境の変化が少ない場合、顔の各部位の表面温度と気温と個人を判別するために BMI を特徴量として機械学習を行い、深部体温を高い精度で推定可能であることを示した [1]。また、我々の過去の研究では、周辺環境と個人のデータから深層学習を用いて健康時の額の表面温度を推定する手法を提案している[2]。しかし、この手法は学習環境と異なる環境で推定する場合に推定精度が低下するという問題が存在する。どちらの研究も決まった環境にしか適用することができず、あらゆる環境に対応するためには膨大なデータが必要である。

3. 提案手法

過去の研究の深層学習では、幅広い環境に対応するためには、様々な環境データから取得した膨大なデータが必要である。しかし、実際には膨大なデータを準備するには時間と手間がかかり現実的ではない。本論文では、膨大なデータを準備する必要がなく、少量のデータを使用して生活異常を検知する手法を提案する。

少量のデータのみで生活異常を判定するために、表面温度は体温と周辺環境から影響を受ける性質を利用する。この性質から、表面温度の変化には体温と周辺環境の組み合わせによる変化のパターンが存在し、この変化のパターンには正常時である健康時に起こる変化のパターンと異常時に起こる変化のパターンが存在するという仮説が立てられる。この仮説に基づくと、異常時に起こる変化のパターンを外れ値検知することで異常検知が可能である。正常時に起こる変化のパターンには複数の変化のパターンが存在するため、外れ値検知の手法としてクラスタリングを利用する。この方法によってクラスタリングされたクラスタの重心から一定距離以上離れたものを異常時の変化のパターンとして検知する。

生活異常を判定する要因として、額の表面温度と環境データを使用し、環境データから変化のパターンである特徴量を抽出する。表面温度は時系列で変化するため、一定時間ごとに集合を作成し、この集合から特徴量を取得することで少ないデータから生活異常の検知が可能である。

以上のことから、本研究の提案手法は一定期間ごとに周辺環境や表面温度の集合を作成し、それぞれの集合から特徴量を抽出し、k-means 法のクラスタリングを行い、クラスタの重心から一定距離以上離れている集合を異常検知する。

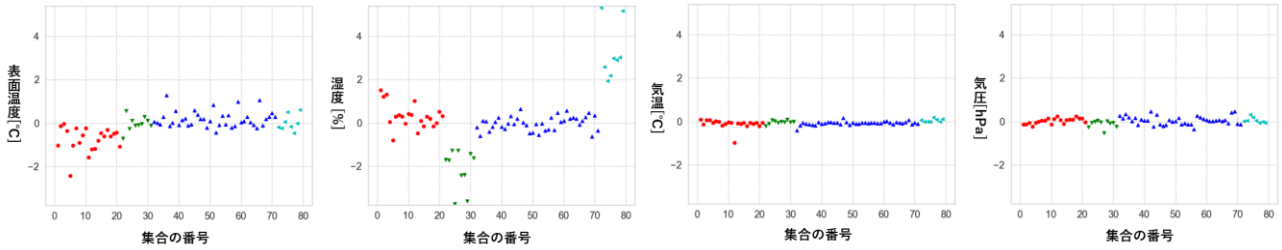
4. 実験と結果

本論文では、仮説である正常時の表面温度と周辺環境の変化のパターンをクラスタリングが可能であるかの検証を行った。検証を行うために、額の表面温度と環境データを収集してクラスタリングを行った。使用データは 22 歳の男性１名を対象とし、9 月から 12 月にかけて取得した 9 日間の健康時のデータであり、使用データの総数は 437 個であった。表面温度と環境データは３分ごとに測定したものを使用した。表面温度は遠赤外線カメラである lepton 3.5 を使用し、環境データを温度、湿度、気圧センサを搭載した周辺環境取得装置を使用して測定した。

今回の実験では、環境データとして気温、湿度、気圧を使用する。１つの集合の時間は 15 分とし、特徴量として「変化量」と「最大値と最小値の差」の２つを使用して比較を行った。クラスタリングを行う手法として k-means 法を使用し、健康時のデータのみでクラスタリングを行い、表面温

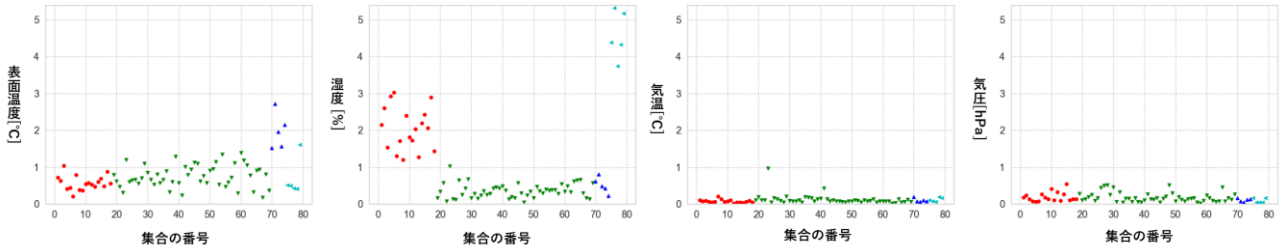
Anomaly Detection in the Daily Life of Elderly using Human Body Surface Temperature
Eisuke Kanayama† Shin Morishima† Tomoji Toriyama†
† Toyama Prefectural University Faculty of Engineering

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.



(a) 各集合の表面温度の変化量　(b) 各集合の湿度の変化量　(c) 各集合の気温の変化量　(d) 各集合の気圧の変化量

図 1. 健康時のデータのクラスタリング結果（特徴量：変化量）



(a) 各集合の表面温度の最大値と最小値の差　(b) 各集合の湿度の最大値と最小値の差　(c) 各集合の気温の最大値と最小値の差　(d) 各集合の気圧の最大値と最小値の差

図 2. 健康時のデータのクラスタリング結果（特徴量：最大値と最小値の差）

度と周辺環境の変化のパターンをクラスタリング可能かを評価した。特徴量を変化量としてクラスタリングを行った結果を図１、特徴量を最大値と最小値の差としてクラスタリングを行った結果を図２に示す。図１、図 2 ともクラスタごとの表面温度、湿度、気温、気圧の特徴量の値を表している。また、クラスタごとに集合がソートされ、クラスタごとに異なる色と形で分けられている。

5. 考察

図１と図２のクラスタリング結果から、表面温度と湿度の変化のパターンによってクラスタリングされている。それぞれの特徴量に注目すると、特徴量が変化量の場合では、図１の(a)、(b)から、表面温度が正の変化か負の変化の 2 パターンに分類されている。また、表面温度が正の変化の場合に、湿度の変化によって 3 パターンに分類でき、４つのクラスタに分類されている。次に、特徴量が最大値と最小値の差の場合では、図２の(a)、(b)から表面温度の変化が大きいとき、表面温度と湿度の差が小さいとき、湿度の変化が大きいときの 3 パターンに分類されていて、湿度の差の大きさによって 2 パターンに分類され４つのクラスタに分類されている。これらの結果から、本手法を使用して表面温度と周辺環境の変化のパターンをクラスタリング可能である。

２つの特徴量を比較すると、変化量を使用した場合は、変化の正負を判別することが可能であるが、集合の最初と最後の変化の差しかわからない。また、特徴量が最大値と最小値の差の場合は、集合の変化の大きさが判別可能だが、正負の判別ができない。したがって、表面温度が上昇後に下降している集合の場合は、変化量より最大値と最小値の差を特徴量として使用することで変化の大きさが判別できる。このように１つの特徴量では判別できない変化でも、新たな特徴量の検討や特徴量を組み合わせることによって、複数の変化のパターンを識別可能である。そのため、他の特徴量を検討する必要がある。

図 1 の(c)、(d)と図２の(c)、(d)の結果から、気温と気圧の要因では集合ごとの差がほぼない。これは使用したデータの気温と気圧が緩やかに変動していることが原因である。気温や気圧が緩やかに変化する環境では、15 分間の集合では変化の差が小さいため、変化のパターンの違いが特徴量として取得できない。そのため、気温の変化が激しい環境で取得したデータを追加することや集合の時間を長くすることで気温と気圧の変化のパターンを明確に取得できるか検証する必要がある。

6. まとめ

本研究では、高齢者の発熱などの生活異常を検知することを目的に表面温度を用いた生活異常判定手法を提案した。実験を行った結果、表面温度と周辺環境の変化のパターンをクラスタリングすることができた。今後の課題としては、環境の変化が激しいデータの場合や他の特徴量を追加した場合、集合の期間などを変化させた場合の手法の検証をし、また、異常データを使用してこの手法で異常検知が可能か検証することである。

参考文献

[1] 吉川 寛樹，濱谷 尚志，内山 彰, 東野 輝夫, ”スマートフォン装着型サーモグラフィを用いた機械学習に基づく深部体温推定”， 第 25 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 169-173, 2017 年 10 月.

[2] 金山英資，森島信，浦島智，鳥山朋二．深層学習を用いた体表温推定手法の検討．情報・システム講演論文集 1， 2021，p. 76.

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.