

隠れマルコフモデルを用いた

無拘束デバイスによる睡眠時の搔破行動時間計測

河野 哲也 鏑木 崇史 栗原 陽介

青山学院大学 理工学部 経営システム工学科

1 はじめに

1980年代から日本のアトピー性皮膚炎患者が増加をしていることが見られる。日本において1996年から2014年までの18年間で約14万人の増加していることが報告されている[1]。

アトピー性皮膚炎患者の特徴的な行動に搔破行動というものがあり、搔破行動を自分でコントロールできない自責感や後悔などからうつ状態に陥ることがあるとわかっている。また、搔破行動により、傷ついた患部に細菌やウイルスが感染してしまう可能性がある。以上の2点から問題視されたと考えられる。

現在、搔破行動の評価としてTST[%]というものを活用されており、以下の式で表せられる[2]。

$$TST = \frac{\text{total scratching time}}{\text{total time}} \times 100[\%]$$

搔破行動の主な測定方法としては、ビデオモニタリングや加速度センサ[3]などがよく用いられて

いる。しかし、観測される人のプライバシー、死角が生じることで正しく目視測定できない、搔破行動の総時間を得るために目視が必要である問題点がある。

このような問題点を解決し、搔破行動総時間を出力するために、本研究ではTSTを自動で出力する方法として、圧電セラミックセンサでの測定を出力する方法を提案する。本研究では時間要素に大きく依存したデータを扱うために、時系列データを考慮した隠れマルコフモデルを用いた推定システムを提案する。

2 提案システム

図2-1に提案システムを示す。圧電セラミックセンサで得たデータ $x(t)$ を A/D コンバータで離散化したデータ $x(k)$ に変換する。ウェーブレット解析を行い時間/周波数データ $W(k,f)$ を得る。ただし、 k がデータ点数、 f が周波数である。 $W(k,f)$ から平均振幅

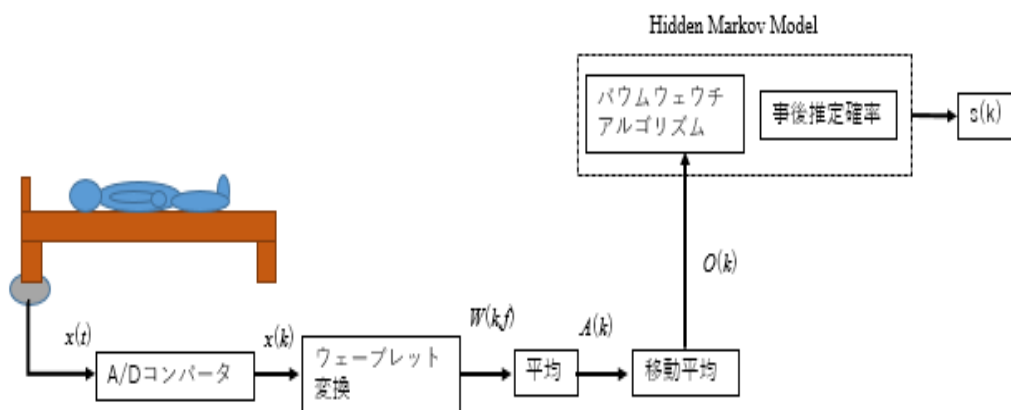


図1 提案システム

$A(k) = \sum_f W(k, f)$ 求め、前後 25 点の移動平均 $O(k)$ を取る。 $O(k)$ を隠れマルコフモデル(HMM)のデータとして、事後状態推定法により隠れ状態列 $\hat{z}(k)$ を得る。 $\hat{z}(k)$ に紐付いた安静、手の動き、搔破の3つの行動 $s(k)$ の行動ラベルとして分類する。

3 実験方法

本研究では 7 名の被験者を用いて研究を行った。本実験で用いる圧電セラミックは半径 95mm の円形アルミ板を用いたものを扱う。リファレンスとして手の初期位置、搔破行動を行う位置の付近に圧電セラミックセンサを置き、動作の前後タイミングに触れてもらうことで状態を区別した。計測条件はサンプリング間隔は 10ms、測定時間は 30 秒とした。評価方法としてはリファレンスの状態との一致度である。 T_{11} は安静状態を正しく判別したデータ点、 T_{22} は手の動きを正しく判断したデータ点、 T_{33} は搔破行動を正しく判断したデータ点である。これらの値から正答率を導き出すと。

$$\text{正答率 [\%]} = \frac{T_{11} + T_{22} + T_{33}}{K}$$

で表せる。ここで扱う K は 3000 である。

下の表 3-1 のような流れで計測を行う。搔破行動は 30 秒間の中で任意のタイミングで任意の時間だけ行ってもらおう。

表 2 実験手順

時間	0s~30s
状態	安静・手/搔破/手・安静

4. 実験結果

図 2 は本提案システムで推定した行動と実際の行動を示した図である。縦軸が 3 つの行動を表し、横軸が時間を表している。また、上のグラフが実際の行動であり、下のグラフが推定した結果の例である。比較的一致していることがわかる。

交差検定法で 7 名の被験者のデータに対して提案システムを適用したところ、平均の正答率は

79.3%であった。

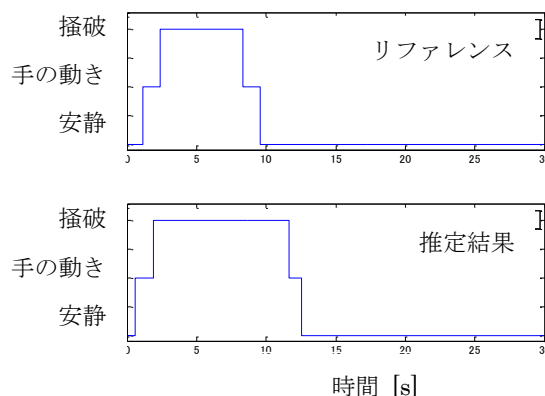


図 2 提案システムを用いた推定結果例

5 考察

状態推定で手の動きのデータ時点が安静状態、搔破行動のデータ時点と認識するものがあつたが、安静状態、搔破行動の双状態ではないので許容範囲と考える。また、搔破行動を安静状態と認識してしまった点に関しては、搔く強さが小さく誤認したと考察できる。

参考文献

- [1] 厚生労働省, “アレルギー疾患の現状” URL: http://www.mhlw.go.jp/kokoro/speciality/detail_recog.html, 2016.
- [2] Yosuke Kurihara, Takashi Kaburagi, Kajiro Watanabe, “Development of a Non-Contact Sensing Method for Scratching Activity Measurement”, IEEE Sensors Journal, Vol. 13, No. 9, pp. 3325-3330, 2013.
- [3] Johanna Petersen, Daniel Austin, Robert Sack, and Tamara L. Hayes, “Actigraphy-Based Scratch Detection Using Logistic Regression”, IEEE J. of Biomedical and Health Informatics, Vol. 17, No. 2, pp. 277-283, 2013.

Measurement of Scratching Behavior Time During Sleep by Unconstrained Device Using Hidden Markov Model
 † T. Kono, T. Kaburagi, and Y. Kurihara · Aoyama Gakuin University, Dept. of Industrial Engineering and Systems Engineering