

非負値行列因子分解による睡眠時搔破行動時間の無拘束推定法

高瀬 真一[†] 西尾 啓汰[†] 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年代より日本のアトピー性皮膚炎患者は増加傾向にある。また、1996年では約32万人であったが、2014年では約46万人と18年間でおよそ1.4倍にあたる14万人も増加している[1]。

また、諸外国においても成人のアトピー性皮膚炎患者は米国で4.9%、加国で3.5%、EUで4.4%ほどいると推定されており[2]、世界中に多くの患者がいる。

アトピー性皮膚炎患者の特徴的行動として、搔破行動というものがあり、この搔破行動を自分でコントロールできないことによる自責感や、後悔などが原因でうつ状態に陥ってしまうことがあるとわかっている。また、このほかにも搔破行動によって傷ついた患部から細菌やウイルスに感染してしまう可能性がある。

搔破行動の評価指標として、TST[%]が活用されている。TSTは以下の式で表される[3]。

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

搔破行動の主な観測方法として、ビデオモニタリングや加速度センサなどがよく用いられている。しかし、被観測者のプライバシーや、カメラに死角が生じる点、並びにセンサ装着によるストレスなどの問題点がある。

これらの問題点を解決し、搔破行動時間を推定し、TSTを出力する方法として、圧電セラミックを測定に用いる方法を提案する。この際に、同様に圧電セラミックをセンサとして用いている[4]の手法と比較し、より精度の向上する方法を求める。また、本研究は時間要素に大きく依存したデータを扱うため、時系列データを考慮した非負値行列因子分解を用いた推定システムを提案する。

2. 提案システム

データ取得の方法として、圧電セラミックセンサを4本足のあるベッドの頭側左右に設置する。その圧電セラミックセンサにて得られた搔破や、呼吸、ノイズなどを含む左右からの出力の和であるデータ $x(t)$ をA/Dコンバータにて離散データ $x(k)$ へ変換する。ウェーブレット変換を行い、時

間/周波数データ $w(k, f)$ を得る。この時 k がデータ点数、 f が周波数である。

この、 $w(k, f)$ の絶対値を求めることでパワースペクトル $w_p(k, f)$ を取得する。この $w_p(k, f)$ に非負値行列因子分解を行い、 $H(n, m)$ 、 $D(k, n)$ を求める。この $D(k, n)$ について閾値を設定し、その n 列ごとに閾値を設定し、その閾値より大きくなった時刻の物について搔破であると推定する。また、この解析の流れを図2に示す。

3. 実験方法

本研究では10名の被験者の協力のもと行った。本実験で用いた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使った。リファレンスとして左手にスイッチを持って搔破の始まりから終わりまでスイッチを押すことで状態を区別した。計測条件はサンプリング間隔10ms、測定時間30秒とした。評価方法はリファレンスの状態との一致度である。閾値で分けることにより導き出された推定結果についてリファレンスと比較することで時間ごとに正誤を判別し正答率を求めた。また、その分類時に真陽性(TP)、真陰性(TN)、偽陰性(FN)、偽陽性(FP)を次のように定義した。正答率は次の式で表すことができる。

$$\text{正答率}[\%] = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \times 100$$

また、実験の手順は下の表1のような流れで行った。

表1 計測条件

時間	0s~30s
状態	安静・搔破・安静

また、この際の搔破行動は被験者の任意のタイミングで、任意の時間行った。

4. 実験結果

図1は本提案システムで推定した結果と、リファレンスを示したグラフの推定結果の例である。一番上にあるものが正答率92.4%のもので、2番目が91.2%下のものが正答率64.0%である。表2は図2の結果を表へまとめたものである。

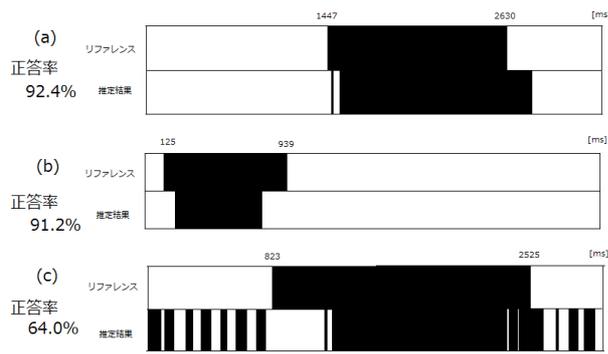


図2 推定結果一例

5. 考察

本手法による搔破行動の推定では圧電セラミックを用いた先行研究では、平均の正答率が79.3%であったことと比較して高精度で推定できているため、効果的な方法であったと考えられる。また、精度が著しく低くなってしまったデータがいくつか存在したが、それらはすべて同一人物のものであったので、個人ごとに差があるためであると考えられる。

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

[2]S. Barbarot, S. Auziere, A. Gadkari, G. GirolomoniL. Puig, E. L. Simpson, D. J. Margolis, M. deBruin-Weller, L. EcS. Barbarot,
 S. Auziere, A. Gadkari, G. Girolomoni, L. Puig, E. L. Simpson, D. J. Margolis, M. de Bruin-Weller, L. Eckert9kert“Epidemiology of atopic dermatitis in adults: Results from an international survey” Allergy, 73 (2018), pp. 1284-1293

[3]Yosuke Kurihara, Takashi Kaburagi, Kajiyo Watanabe “Development of a Non-Contact Sensing Method for Scratching Activity Measurement”、IEEE SENSORS JOURNAL, pp. 3325-3330 VOL. 13, NO. 9, SEPTEMBER 2013

[4] Takashi Kaburagi and Yosuke Kurihara” Algorithm for Estimation of Scratching Time”, IEEE SENSORS JOURNAL, VOL. 17, NO. 7, pp. 2198-2204 APRIL 1, 2017

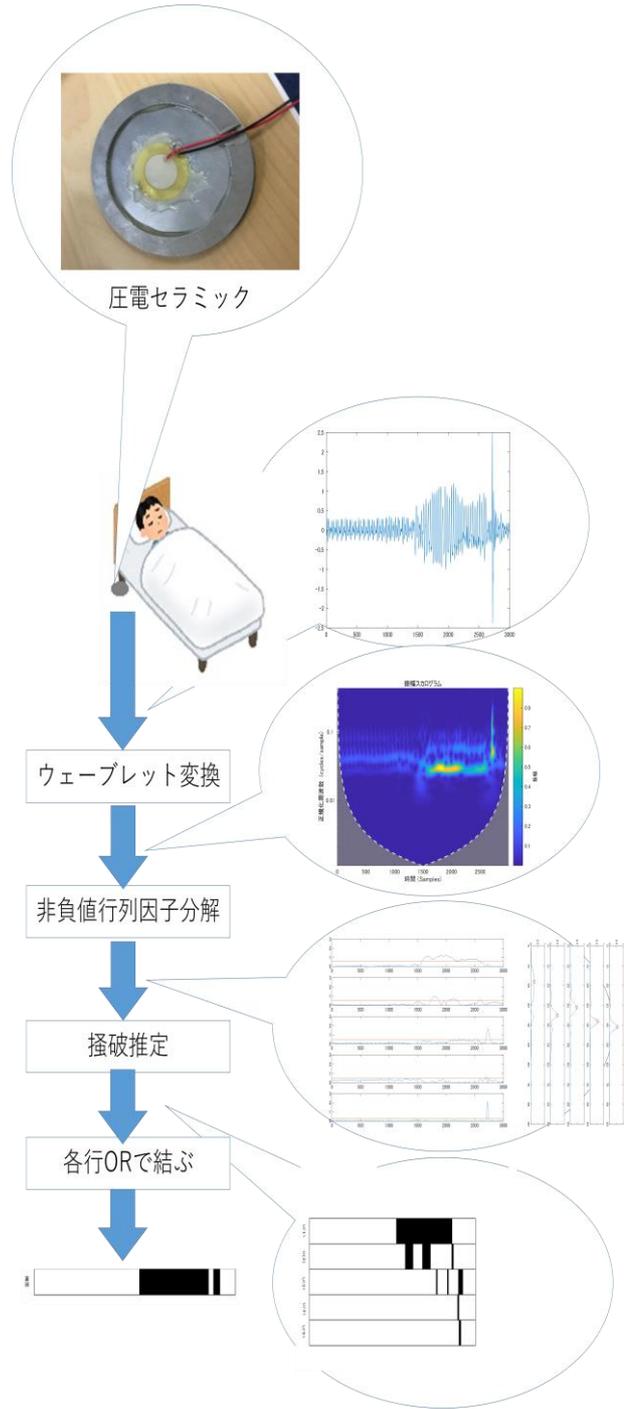


図2 解析の流れ

Estimation of Sleep Scratching Time Using Non-negative Matrix Factorization
 †S.Takase, K.Nishio,T.Kaburagi, and Y.Kurihara
 ‡Aoyama Gakuin University, Dept.of Industrial Engineering and Systems Engineering