

ウェアラブルセンサを用いた固有値変化による化粧動作の分類

FUJIWARA, Shunsuke / 藤原, 駿介

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

57

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

5

(発行年 / Year)

2016-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00013368>

ウェアラブルセンサを用いた 固有値変化による化粧動作の分類

CLASSIFICATION OF MAKEUP OPERATION BY USING
WEARABLE SENSOR BASED ON EIGENVALUES CHANGE

藤原 俊輔

Shunsuke FUJIWARA

指導教員 小林 一行

法政大学大学院理工学研究科システム工学専攻修士課程

In this paper, we describe a new classification method for makeup operation by using wearable sensor. In order to classify hand operation, we have newly developed a wearable device which employs 3-axis acceleration sensor. Because of acceleration sensor is sensitive according to the wearable attitude of the sensor, the influence of gravity is not negligible. In order to neglect the effect of gravity, we focus on eigenvalues of 3-d acceleration sensor. According to the transient change of eigenvalues from 3-d acceleration sensor, we can classify several makeup patterns. The validity of the proposed method is confirmed by actual several acts.

Key Words : *Wearable Sensor, Eigenvalue Change, Makeup Operation*

1. はじめに

女性にとって日常において化粧は欠かせないものとなっている。化粧は、身だしなみであり、外に出かけるときはほぼ全員が化粧を行う。しかし最近では、女性だけでなく若年層における男性の美容への関心も高まり、市場には男性用の化粧水などが出回るようになりつつある[1]。

化粧品は、素材はもちろんであるが、使い方、たとえば、塗り方やその順序などで大きく見栄えが変わる。例えば、化粧をする際に必ず使用する化粧水は、肌に水分を補給することで、肌環境を整えて細胞を育成する。しかし、その化粧水を大量につけてしまったり、手で顔を過剰に塗りたいような動作をしてしまうと、肌の角質にダメージを与えてしまい、肌の再生能力を低下させてしまう原因となってしまう。化粧というのはいは良いものを使用するだけでは意味がなく、その使い方によって大幅に効果が変わってしまうのである。そこで、我々は化粧の手の動作について着目する。手の動作を計測する方法として加速度センサを用いたジェスチャ認識を計測する方法が用いられている[2], [3], [4]。

現在、見栄えを良くするため塗り方のテクニックなどを紹介するメイクアップ講座が開かれており、プロの人が素人に教えるといったことも行われているが、開催場所などが限定されていることや、講座費用が高いなどの制限がある。最終的な目標としては、化粧の際のプロの手の動きを計測し、その動きと、一般の方の手の動きを比較し、アドバイスをを行うシステムを構築することである。本論文では、そのための初期研究として、化粧の邪魔をしない、ウェアラブルセンサを用いた手の動きを計測する。加速度センサは、重力加速度の影響を大きく受けるため、その影響がない、新たな手の動きの指標として、固有値変化を計測し、どのような手の動きをしているの

かを分類することが目的となる。

2. 提案手法

2.1 システムの構成

Fig.1 に提案するシステムの構成を示す。開発したウェアラブルセンサは、指に装着する。ウェアラブルセンサは化粧中の手の動きにより生じる加速度を測定する。計測された加速度は無線によりパソコンに送られる。その際、デバイスの付け方により生じる微妙な傾きでも、センサの出力は、大きく変わる。そこで、傾きの影響を受けないように、連続的に三軸加速度出力の固有値を計算する。最後に、求めた固有値から化粧動作を分類する。

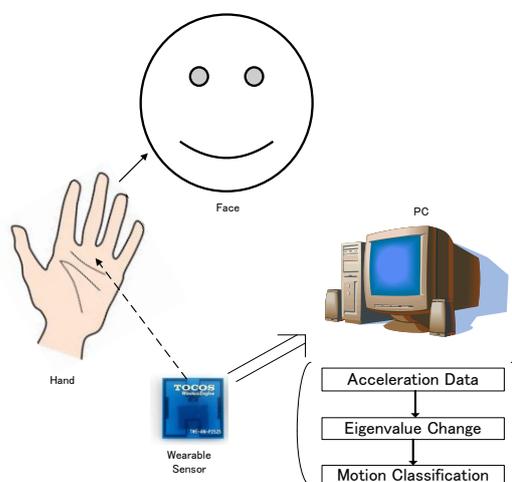


Fig.1 System configuration

2.2 加速度センサを用いる場合の問題点

加速度センサは常に重力の影響を受けるため、センサの向きや姿勢によって出力が大きく変わる。Fig.2に加速度センサの姿勢を変更した時の様子と、その時の出力波形を示す。また、出力の変化を知るために、上下に動かした。

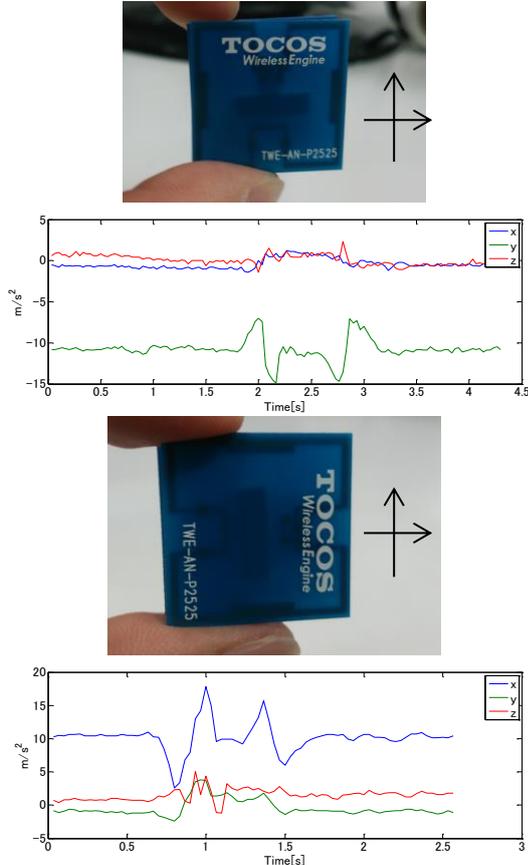


Fig.2 Acceleration sensor's direction and output

Fig.2に示すように、同じ姿勢であったとしても、向きが異なるだけで出力に大きな差が生じる。そこで、向きや姿勢を気にすることのない、出力の大きさのみで判別できる方法を用いた。

2.3 3軸加速度センサからの動きの抽出

加速度センサは姿勢や動きに応じてセンシティブなため、重力の影響を無視することができない。そこで、重力の影響を無視するために、3軸加速度センサの固有値に焦点を当てた。固有値の最大値を求めることで、加速度センサの出力の大きさのみに着目できるので、加速度センサの姿勢を考慮する必要がなくなり、計測がしやすくなるメリットがある。ここで、加速度センサの出力から、固有値を求める方法を示す。加速度センサの出力 $a(i)$ を、

$$a(i) = [a_x(i), a_y(i), a_z(i)] \quad (1)$$

$$(i = t_1, t_1 + 1, \dots, t_2 - 1, t_2)$$

とする。ここで、 i はサンプリング数を示す。

3軸のそれぞれの平均を $\bar{a}_x, \bar{a}_y, \bar{a}_z$ とすると、それぞれの分散は、

$$A_x = [a_x(1) - \bar{a}_x, a_x(2) - \bar{a}_x, \dots, a_x(N) - \bar{a}_x]^T$$

$$A_y = [a_y(1) - \bar{a}_y, a_y(2) - \bar{a}_y, \dots, a_y(N) - \bar{a}_y]^T \quad (2)$$

$$A_z = [a_z(1) - \bar{a}_z, a_z(2) - \bar{a}_z, \dots, a_z(N) - \bar{a}_z]^T$$

となり、

$$\mathbf{A} = [A_x, A_y, A_z] \quad (3)$$

と定義すると、残差平方行列は、

$$\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A} = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x \cdot \sigma_y & \sigma_x \cdot \sigma_z \\ \sigma_x \cdot \sigma_y & \sigma_y^2 & \sigma_y \cdot \sigma_z \\ \sigma_x \cdot \sigma_z & \sigma_y \cdot \sigma_z & \sigma_z^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

となり、それぞれ

$$\sigma_x = \sum_{i=1}^N (a_x(i) - \bar{a}_x)$$

$$\sigma_y = \sum_{i=1}^N (a_y(i) - \bar{a}_y)$$

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^N (a_z(i) - \bar{a}_z)$$

を示す。また、共分散行列はデータ数 N 点-1で割った、

$$\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{A} / (N - 1) \quad (5)$$

で表せる。ここで、分散・共分散行列、および係数ベクトル a, b, c を用いて表すと、

$$\begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x \cdot \sigma_y & \sigma_x \cdot \sigma_z \\ \sigma_x \cdot \sigma_y & \sigma_y^2 & \sigma_y \cdot \sigma_z \\ \sigma_x \cdot \sigma_z & \sigma_y \cdot \sigma_z & \sigma_z^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \quad (6)$$

となる。分散、共分散行列の係数ベクトルは、固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ を求める式と同じである。すなわち、求める係数ベクトル a, b, c は、固有ベクトルを求めることになる。

3. 使用機器

3.1 加速度センサ

Fig.3とTable 1に使用した3軸加速度センサとスペックをそれぞれ示す。

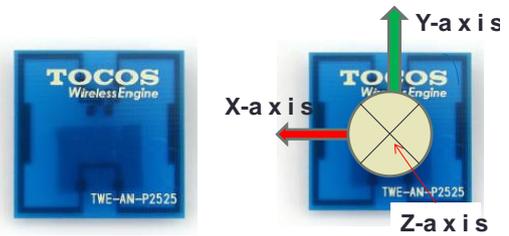


Fig.3 Acceleration Sensor: TWE-Lite-2525

Table 1 Specification of acceleration sensor

Size	25mm(W) × 25 mm(H) × 10 mm(D)
Weight	6.5g
Communication Distance	1000 m at longest
Wireless Standard	Zigbee

この加速度センサは低消費電力な上に、小型で軽量である。よって、手に負担を与えにくいことや、簡単に使用できることからこのセンサを使用することを決定した。

3.2 加速度センサの装着場所による出力の違い

ここでは、化粧品による化粧水やクリームを肌に塗る動作を想定し、Fig.4に示すように加速度センサを指の先端部および、手の甲の部分に設置した。この際のそれぞれの部位におけるセンサ出力パターンを示す。グラフか

ら、指の先端につけた方が、より大きな変動が検出できていることが分かる。

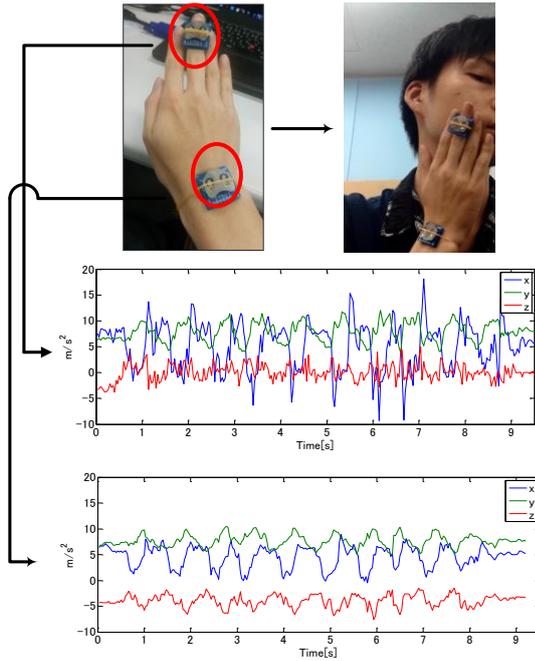


Fig.4 Check the operation of the acceleration sensors

Fig.4 より、指と手首に装着した加速度センサの出力は、大きく異なっていた。そこで今回は、出力の感度が良い指先にセンサを装着することを仮定する。次に指と加速度センサとの装着方法について説明する。

3.3 加速度センサと装着方法

加速度センサは動きや傾きを計測するセンサであり、計測時にセンサがずれるようなことがあれば、出力に大きな乱れが発生してしまう。そこで、加速度センサを手固定する方法として、Fig.5 の固定具を作成した。



Fig.5 Method of mounting the sensor

続いて、Fig.6 に設計図を示す。上の穴に Fig.3 の加速度センサがぴったりはまるように設計をした。

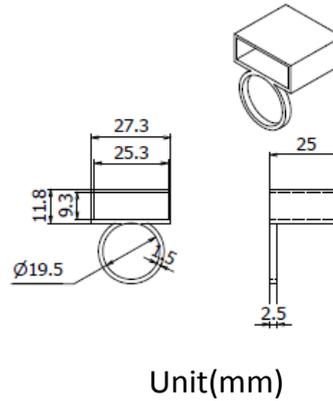


Fig.6 Fixture's blueprint

この固定具は指に簡単に装着できるようにするために、指輪の形をしている。また、非常に単純な構造であるので、コストがかからない点、使用時に負担を感じない点もあげられる。Fig.7 に装着をした時の図を示す。

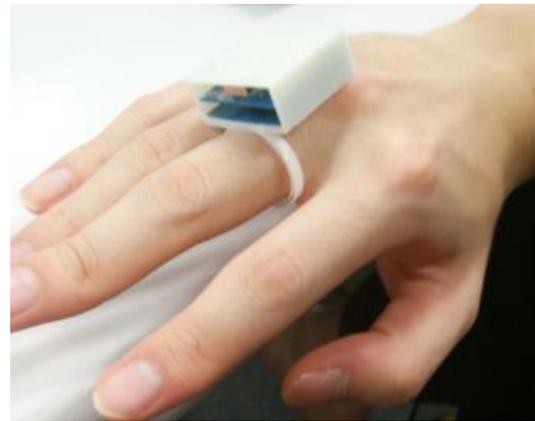


Fig.7 Attached wearable sensor

4. 実験

4.1 実験目的

日常で行われている化粧中の手の動作を計測する。計測したデータから、固有値変化を求めることで、化粧動作によるちがいが出てこないか確かめる。また、固有値変化により、加速度の出力に依存するということを確認するために、同じ化粧動作で加速度センサの傾きを変える実験を行った。これを解析することで、化粧動作時の手の動きが波形から分かると考えられる。

4.2 化粧動作を仮定した実験方法

今回、2パターンの化粧動作を想定して計測を行った。1つ目は化粧水やクリームを肌になじませる動き、2つ目は化粧水を肌にタッピングする動きである。先に示した加速度センサを手に取り付け、これらの動きを実践してみるにより、どのような出力が得られるか確かめる。そして計測されたデータを固有値変化で示し、動作に対してどのような反応するのか調べる。

4.3 実験結果

4.3.1 肌になじませる動き

Fig.8は肌になじませる動きを行った時の加速度センサの出力データである。このなじませる動きは、10回繰り返している。

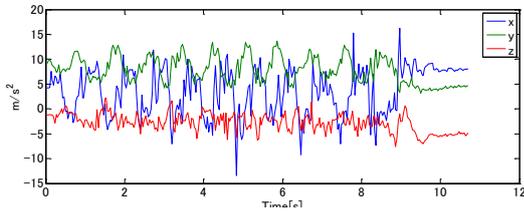


Fig.8 Output of acceleration when absorbs movement

つぎに、この3つの出力を固有値に変換する。

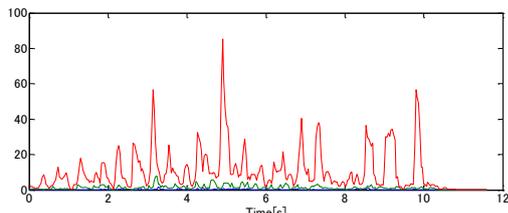


Fig.9 Eigenvalues of absorbs movement

固有値の値は3軸の出力値に依存するため、一定の間隔で固有値が大きくなったり小さくなったりした。続いて、加速度センサを45度傾けた状態で同じ動作を行った。

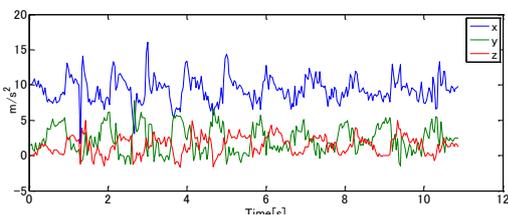


Fig.10 Output of acceleration with 45 degrees when absorbs movement

つぎに、Fig.11に3つの出力を固有値に変換したときの状態を示す。

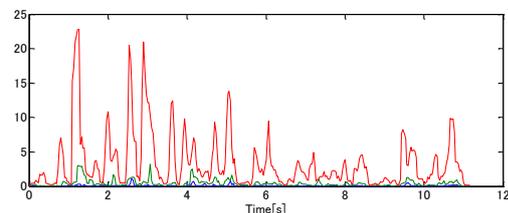


Fig.11 Eigenvalues of absorbs movement

Fig.8とFig.10より、少し傾けただけでも加速度センサの出力は大きく異なったが、固有値の出力は似たような値を計測した。

4.3.2 タッピングの動き

つぎにタッピングをした時の結果を Fig.12 に示す。先ほ

どと同様にこの動きも10回繰り返している。

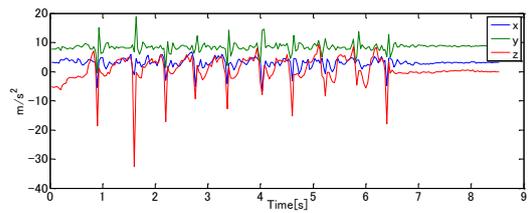


Fig.12 Output of acceleration when tapping movement

タッピングごとに大きな値を出力した。同様に、この3つの出力を固有値に変換する。

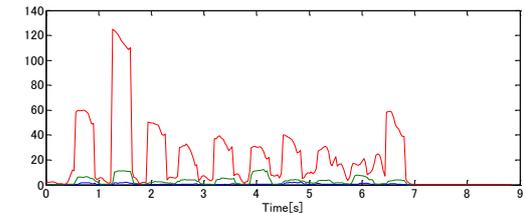


Fig.13 Eigenvalues of tapping movement

タッピングをする度に加速度が大きく加わるため、タッピングごとに大きな固有値を出力している。10個の大きな出力を検出することができた。続いて、加速度センサを45度傾けた状態で同じ動作を行った。

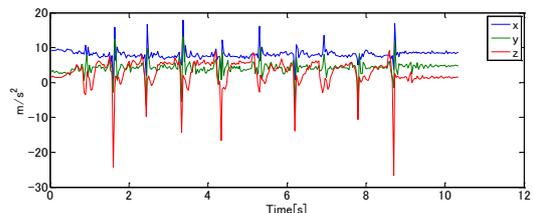


Fig.14 Output of acceleration with 45 degrees when tapping movement

Fig.12のときと似たような波形だが、重力の影響を受ける軸が変わったため、それぞれが異なる値を出力した。同様に、Fig.15に3つの出力を固有値に変換した時の状態を示す。

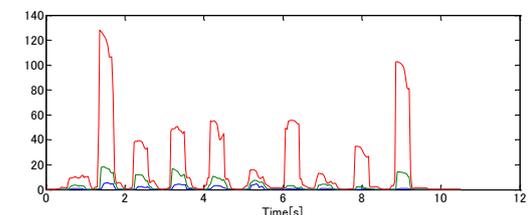


Fig.15 Eigenvalues of tapping movement

こちらも Fig.13 と同様にタッピングごとに大きな値を出力した。人力のため、タッピングの力が多少変わってしまったので、固有値にある程度の差が生じてしまった。以上より、加速度センサの向きが異なると、加速度の出力は異なるが、固有値は変化しないことがわかった。

5. おわりに

化粧動作を分類するための一提案を行った. 2つのパターンの化粧動作を想定して, 加速度センサを出力する. その出力された 3 軸加速度のデータから固有値を出力する方法を用いた. それによって, 加速度センサの向きや姿勢によらず, 加速度の大きさのみに依存するため, 重力の影響を受けない. また, 固有値変化による化粧動作の違いも検出できた.

参考文献

- 1) 株式会社ブラシナ: 男性皮膚用化粧品の出荷額は約 10 年で約 2 倍に増加! 男性の意識も大きく変化! 8 割がスキンケアは身だしなみ! と回答 https://www.brasyna.com/uploads/t_news/26/parts/144790921522994-file.pdf
- 2) T. Cloete : Benchmarking full-body inertial motion capture for clinical gait analysis, Master Thesis, University of Stellenbosch, 2009
- 3) Renqiang Xie, Xia Sun, Xiang Xia, and Juncheng Cao : Similarity Matching-Based Extensible Hand Gesture Recognition, IEEE SENSORS JOURNAL, Vol.15, pp.3475-3483, 2015
- 4) Ruize Xu, Shengli Zhou, and Wen J. Li : MEMS Accelerometer Based Nonspecific-User Hand Gesture Recognition, IEEE Sensors Journal, Vol.12, pp.1166-1173, 2012
- 5) 坂口貴司, 金森務, 片寄晴弘, 佐藤宏介, 井口征士 : 加速度センサとジャイロセンサを用いたジェスチャー認識, 計測自動制御学会, Vol.33, pp.1171-1177, 1997
- 6) 南明: 携帯情報端末に適した 3 次元加速度計測法—歩行分析への適用—, 法政大学大学院工学研究科システム工学専攻修士論文, 2011
- 7) Slawomir Grzonka : Mapping, State Estimation, and Navigation for Quadrotors and Human-Worn Sensor Systems, PhD Thesis, University of Freiburg
- 8) Sebastian O.H. Madgwick, Andrew J.L. Harrison, Ravi Vaidyanathan : Estimation of IMU and MARG orientation using a gradient descent algorithm, IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics, Estimation of IMU and MARG orientation using a gradient descent algorithm, Vol.1, pp.1-7 2011
- 9) Zhicheng Qiu : Acceleration Sensor Based Vibration Control for Flexible Robot by Using PPF Algorithm, IEEE International Conference on Control and Automation, pp.1335-1339, 2007