

## 顔の局所領域に着目した寝顔形状の時間変動抽出 Time-varying Extraction of a Sleeping Face Shape Focusing on Its Local Regions

鳥澤 勇人<sup>†</sup>  
Hayato Torisawa

前田 誠<sup>†</sup>  
Makoto Maeda

### 1. はじめに

日々の睡眠において、その質を確保することが重要である。しかし、その質を評価するためには、日々の睡眠を管理することが必要である。そのためカメラを通して心拍などの生体情報を取得する研究が盛んに行われている[1]。本研究でも睡眠中の被験者を赤外線カメラで撮影し、その動画から非接触・無拘束で生体関連情報を抽出する手法を開発している[4]。

一方、カメラを使用する利点はそれだけに留まらず、寝顔形状の時間的推移を解析することで健康管理に応用できるのではないかと考える。そのため本稿では寝顔形状の局所領域に着目し、その時間変動を抽出する方法を提案する。

実験では睡眠中の動画から 10 秒おきに顔領域画像を記録し、478 点の顔特徴点を抽出した。このうち 20 の局所メッシュ領域に着目し、基準量との面積比として寝顔形状を記述した。額や鼻付近のメッシュ面積を基準量にしたとき、寝顔形状の変動を可視化しやすいことを確認した。この可視化をもとに睡眠時の寝顔変動と睡眠状態との関係について考察する。

### 2. 寝顔形状解析手法

#### 2.1 形状特徴記述

睡眠中の動画から寝顔の形状特徴を記述する方法について述べる。

本研究では従来 17 点の顔特徴点を検出し、そのすべての組み合わせの 2 点間距離により寝顔形状を記述する方法を用いてきた[5]。このとき、算出する特徴ベクトルは 272 次元もあり、かなり冗長であるため、主成分分析を用いて次元圧縮を行い、低次元化された幾何学的特徴量に対して寝顔形状の時間的推移について解析を行う手法を提案した。しかし、寝姿勢によっては顔検出そのものが困難であった。そのため局所的な寝顔形状の変化を捉えることには不向きであった。

そこで本稿では、MediaPipe Face landmark detection[4]を用いる手法（以降、Face Mesh と呼ぶ）について検討する。この学習済みモデルを用いると 478 点の顔特徴点を検出でき、メッシュとしてそれらの接続関係もわかるため、局所領域の変動を調べるのに適している。また予備実験ではカメラ正面を向いた状態から左右直角に振り向いた状態でも顔検出が可能であることを確認しており、様々な寝姿勢での顔検出が期待できる。

最初に顔領域画像を 10 秒おきに記録し、Face mesh を用いて顔特徴点を検出する。各局所領域が睡眠中にどのように変動しているかに着目したいため、その面積を計算し、その時間変動を解析する。しかし、カメラと対象までの距離が変わるとそれだけで変動する絶対量であるため、ある基準量との比を求め相対量として形状記述することを考え

る。そのため睡眠中に変動が少ない領域の面積を基準量とし、各変動を記述していく。本手法でも大量の局所メッシュが存在するため、その時間変動を解析するには[5]と同様に主成分分析を用いて次元圧縮を行い、低次元化された幾何学的特徴量に変換した後で解析することが求められる。本稿では、まずはどの局所領域を基準にして変動解析すべきかについて検討する。

### 3. 睡眠実験

#### 3.1 実験方法

本実験では、2021 年に被験者 2 名（21 歳男性と 22 歳男性）に対して実施した終夜睡眠実験を通して取得した赤外線動画を解析を行った。被験者には布団の上で仰向けの状態で寝てもらい、その上部から赤外線カメラで撮影した。1 回の睡眠時間は最長 7 時間程度であった。なお、被験者は実験内容に関する十分な説明を受けた上で実験に参加した。

Face Mesh から検出される顔特徴点のうち、睡眠時の寝顔形状の変動を抽出するには局所領域を調査するため、いくつかの仮定を入れて実験的検証を行った。

睡眠中に頻繁に形状変化が起こることが予想される領域と、それほど変化が生じにくいと予想される領域をそれぞれ設定した。頻繁に形状変化が起こる領域は、目と口の周辺であると予想した。そのため、目は左右それぞれ 5 領域の計 10 領域のメッシュを、口は周辺の 10 領域のメッシュを調査対象とした。(図 1 右側)また、それほど変化が生じにくい領域は額、こめかみ、鼻、顎周辺であると予想した。こちらも計 10 領域のメッシュを基準として設定した。(図 1 左側)したがって、各基準量に対する 20 領域の面積比の時間変動グラフを生成することができる。

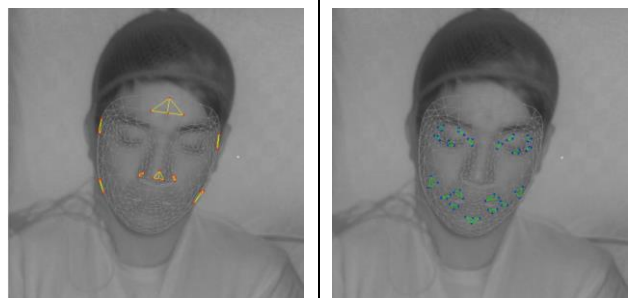


図 1 顔の局所領域

#### 3.2 実験結果

本節では 1 名の被験者の睡眠実験動画を解析した結果について述べる。なお、使用する動画データは Face Mesh で顔特徴点が検出できたフレームのみを使用したため、顔が検出できない時間帯は無効区間として処理することとした。

<sup>†</sup>九州産業大学 理工学部 Kyushu Sangyo University

そのため、本実験の解析可能な睡眠有効時間は 21440 秒であった。

基準量を額、こめかみ、鼻の外側、鼻の中央、顎、の 5 領域の小領域（左右）の基準量を面積として、全ての領域の左右について同時に考察していく。

寝顔形状で口元に変化が生じた時間のグラフを図 2 に示す。表示されるグラフの縦軸は基準値に対する面積比を、横軸は時間を示している。また、グラフの 1 から 20 は動きが予想される三角形を示している。1 から 3 は右目、6 から 10 は左目、11 から 20 は口元である。

図 2 のグラフを確認すると、特に額と鼻の中央の 2 領域を基準としたとき大きな変動が表れていることが確認できた。口元の中でもえくぼ周辺の局所領域に大きな変動が確認できた。一方、目元についても口元ほどではないが微小な変動が確認できた。口元は歯ぎしりなどの睡眠中の現象と考えられるが、目元の微小な動きを捉えられていることは興味深い結果と考えている。そのため、額、鼻の中央の 2 領域の面積を基準量とした形状記述が適切であると判断した。

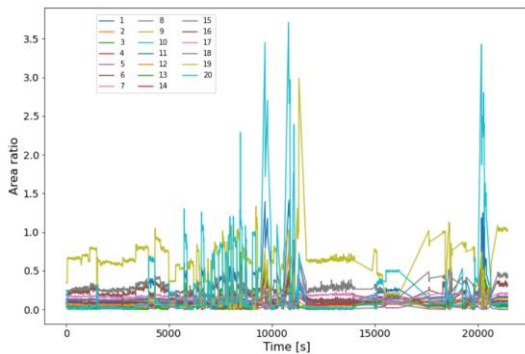


図 2 こめかみ右を基準としたとき

次に、こめかみの領域を基準とした場合について考察する。

ここで動きがみられたこめかみの右側を基準にした時のグラフを図 3 に示す。

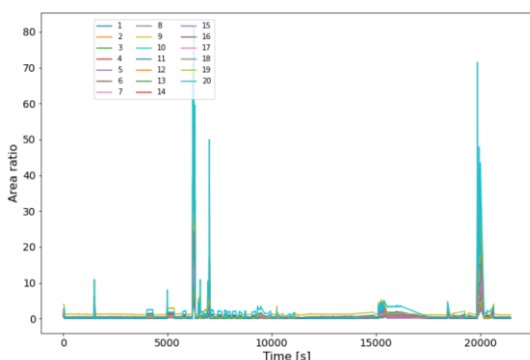


図 3 こめかみ右を基準としたとき

こめかみの右側を基準にした時、睡眠経過 6000 秒、20000 秒付近で大きな動きがみられた。

睡眠経過 6000 秒付近の動画を確認してみると、被験者が左を向いていた状態から正面に寝返りするのが確認できた。それと同時に基準となるこめかみの右側のメッシュがかな

り小さくなっていることがわかった。顔の輪郭に近い領域であったため、基準となるはずの面積が大きく変わり、グラフに影響が出たと考えられる。

現在特徴点の 2 次元座標に基づいて解析を行っているが、これが影響していると考えられる。Face Mesh は顔特徴点の 3 次元座標を推定することも可能とされており、その 3 次元情報を利用して面積比を計算するようにすれば改善できる可能性がある。

#### 4. おわりに

本稿では、寝顔形状の局所領域に着目し、その時間変動を抽出するという問題に MediaPipe の Face Mesh を用いて特徴点 3 点とそれを結ぶ線で作られる三角形の面積比で解析に取り組むといった方法を提案した。これにより、実験の無効区間を減らす目的と、正確な寝顔変動の抽出を行うことを目的としている。

面積比を用いるので、被検体の多少の動きやカメラと被験者の距離が実験ごとに違っても問題ないメリットが考えられた。

実験の結果、MediaPipe の Face Mesh を用いることで、額の中心あたりなどの変化が生じにくい領域に対し、こめかみ、顎など輪郭など変化しやすい部位を基準に面積比で比較したデータを取得することができた。また、無効区間がなく長時間のデータを取得もできた。

寝顔形状の抽出において申し分ないデータが取れた。額の中心あたりからはよいデータを得られた。しかし、輪郭付近といった被験者の動きによって面積が左右される三角形を基準にしてしまっていたことがわかった。また、基準となる三角形の面積が小さすぎて、結果が外れ値になってしまう課題が残った。そういった部位は基準値にはふさわしくなかった。

今後の課題として三角形すべてのデータを取り、動きが多い部位と少ない部位を明確にするとよいと考える。また、本研究は実験データが 2 人分しかないため、データを増やすことでより正確性が出ると思われる。そして、データを増やす際には同じ環境で撮影するのではなく、多少なり環境を変えてみるのもよいと考える。

データを増やす点でいえば、今回は 10 秒ごとの画像で行ったが、もっと細かくしてもいいかもしれない。こちらもデータの量が増大するが、寝顔形状の時間変動をより細かく確認できるかもしれない。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 20K12773 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] S. Tulyakov et al., "Self-Adaptive Matrix Completion for Heart Rate Estimation from Face Videos under Realistic Conditions", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.2396-2404 (2016).
- [2] 野宮 浩揮, 宝珍 輝尚, "顔特徴量の有用性推定に基づく特徴抽出による表情認識", 知能と情報, Vol.23, No.2, pp.170-185 (2011).
- [3] "The MediaPipe Solutions: Face landmark detection guide", [https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/face\\_landmarker](https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/face_landmarker), (参照 Jan.06.2023)
- [4] 前田 誠, 赤島 直也, "睡眠中における寝顔形状の特徴記述とそのクラスタ解析に関する一考察", FIT2021, pp.317\_318 (2021).