

## ハイスピード・ワンショット3Dスキャンによる バイタルサイン非接触計測手法の提案

馬場 博久<sup>†</sup> 沖 佳憲<sup>†</sup> 赤木 康宏<sup>††</sup> 川崎 洋<sup>†</sup> 古川 亮<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 鹿児島大学理工学研究科 <sup>††</sup> 東京農工大学共生化学技術研究院 <sup>‡</sup> 広島市立大学情報科学部

### 1 はじめに

3次元形状計測技術の発展により、動物体を高密度かつ高フレームレートで計測するための手法が提案されている。そこで本研究では、高精度な形状計測手法を用いて計測した顔の形状データに基づき、顔の一部の短時間かつ微細な動きから得られ、バイタルサインの計測手法を提案する。実験では、鼻周辺の3次元データを用いて学習により、人間の内部状態の推定を行った。

### 2 顔に現れる微細な動きに着目した関連研究

表情に現れるさらに詳細な情報に着目した研究としては、Ekmanらの研究がある[1]。この研究では、人間が感情とは異なる表情を形成しようとする場合、表情を作り出す過程で現れる微小な顔の運動（微表情）に、感情と表情が一致している場合とは異なる形態があると報告している。

これらの研究では、微細な人間の表情変化を人間か画像等により確認することで、変化の差異を発見し、機械による定量的な評価に基づき、これらの現象を評価する方法である。このように微表情は機械による人間理解のために重要であるものの、その動きの微細さから、認識が困難な課題であった。

赤木らは、高精度に顔の運動を記録したデータを用いることで、鼻が人間の内部状態と連動した特徴の現れやすい部位であることを特定し、約80%の精度で、内部状態を推定することができた。本研究ではこの結果に基づき、鼻周辺のデータを用いることで内部状態の推定手法の精度向上を目指す。

### 3 識別対象および処理の概要

本研究は、人間の内部状態により、顔に微細な運動が生じているのであれば、顔の特定の部位の運動と内部状態を計測し、この2つの情報を組にして機械学習を行うことで、内部状態に連動した特徴的な顔形状の変化が学習されるという仮定のもとに行う。この仮定は、表情認識に関する研究で行われている、表情の特徴と、その表情から感じ取れる感情とを組にして学習するというアプローチに基づいている。

#### 3.1 認識しようとする人間の状態および実験方法

本研究では、被験者に動揺を引き起こさせ、人間の内部状態を変化させながら顔を計測する必要がある。そのため被験者には、3秒に1語の頻度でディスプレイに単語を提示し、これを読み上げさせる。そして、課題終了後に、出題された単語が既知かどうかを回答する。この方法により、単語が既知である通常の発話状態と、単語が未知であり思考に負荷のかかった状態での発話の2種類を記録することができる。この方法を選んだ理由は、状態が2値（既知/未知）の2種類のみである単純な識別問題であり、かつ被験者が確実に自身の内部状態を実験後に回答できると考えられるためである。出題する単語セットには、電総研492語[4]を用いる。

#### 3.2 顔形状の計測方法

実験では、課題回答中の被験者の顔の3次元形状を正面から計測する。計測には、高解像度かつ高フレームレートでの撮影が可能な方法による計測（以下、高精度計測）を行う。この方法により、被験者の鼻周辺で単語の未知性により生じた形状変化から運動特徴を取得する。

### 4 高精度3次元形状データへの処理

高速度計測により得た高精度3次元形状データは顔が固定されていないため、低周波の動きがある。より正確にバイタルサインの検出を行うため、FFTにより低周波の除去を行う。

#### 4.1 フーリエ変換による低周波除去

各点群のデータに対して、フレーム数の最近累乗数を用いてフーリエ変換を適用する。その後得られたスペクトルに対し、バンドパスフィルターを用いて低周

Non-contact measurement technique of vital signs using high-speed one-shot 3D scan technique

<sup>†</sup> Hirohisa BABA(sc111055@ibe.kagoshima-u.ac.jp)

<sup>†</sup> Yoshinori OKI

<sup>††</sup> Yasuhiro AKAGI

<sup>†</sup> Hiroshi KAWASAKI

<sup>‡</sup> Ryo FURUKAWA

Faculty of Engineering, Kagoshima University

1-21-40 Korimoto, Kagoshima, 890-0065 Japan (<sup>†</sup>)

Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

3-8-1 Harumi, Tokyo, 183-8538 Japan (<sup>††</sup>)

Faculty of Engineering, Hiroshima City University

3-4-1 Asaminami, Hiroshima, 731-3194 Japan (<sup>‡</sup>)

波を除去する (図 1). このとき除去する低周波は, 顔の大きな動きを想定して, 5Hz から 10Hz を除去した. さらに, 逆フーリエ変換を行うことで, ノイズの取れた各点の変位を取得する. その後, 逆フーリエ変換の値を点群データとして出力し, 学習に入力として与えることで, 学習の精度を高める.

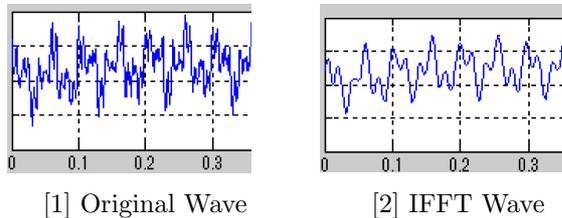


図 1: 逆フーリエ変換によるノイズ除去

### 5 高精度 3次元形状データの分析および学習

本研究では赤木らの提案した鼻周辺領域を対象領域として用いる. 今回は鼻の中心位置から半径 2.5cm の領域の形状変形データを用いて, 単語の未知性と連動した動きを調査する (図 2).



図 2: 計測時の顔と顔運動特徴の対象領域

各領域毎にランダムに 100 点を選び, 各点の 100 フレーム (0.5 秒) 間の奥行き方向変化を特徴ベクトルとする. この計測を, 6 種の既知語, および 6 種の未知語それぞれについて行い, 既知語, 未知語のそれぞれに 600 地点, 各 100 次元の特徴ベクトルを与える. また, 各特徴ベクトルには, 単語が既知か, または未知かについてのラベルを与える. この特徴ベクトルとラベルに基づき, 多次元かつ多数の教師データを与えた際にも効率よく学習を行うことのできる, 2 クラス識別器である Local Deep Kernel Learning (LDKL)[2] を用いた学習を行う. 認識は, この学習機を用いて行う.

#### 5.1 微細な運動の認識率

実験には 2 種類のデータを用いた. 一つ目は, 高速度計測により復元したオリジナルデータを用い, 二つ目は, 計測した復元データに逆フーリエ変換の処理を施したデータである. これらを学習および認識させ, 得られた結果を表 1 に示す. 100% が既知として認識され, 0% が未知として認識される. 50% はどちらかわからない状態である.

表 1: 認識率の比較 (%) (T:既知語, F:未知語)

	Subject A		Subject B		Total	
	T	F	T	F	T	F
Original	85	59	75	42	80	51
IFFT	67	33	91	55	79	44

既知語と未知語の認識率には差があり, 既知語を認識する際には運動特徴が生じやすいことが分かる. 一方で, 単語に対する既知性には個人差が生じており, この個人差を解消する必要性があることも考えらる.

### 6 おわりに

本研究では, 鼻周辺の高精度かつ高密度に計測した結果を用いて人間の内部状態の推定を行った. 高精度 3次元形状データからより正確なバイタルサイン計測を行うため, フーリエ変換を用いる手法を提案した. その結果, フーリエ変換を用いることで精度の向上が見られた. しかし, 個人差が大きく, 今後はこの個人差を解決することが考えられる. また, 微表情を生じさせる実験方法を改善し, 大規模な被験者実験を実施することで, 微表情に基づく新たな顔の運動特徴の構築およびバイタルサイン計測手法の向上を目指す.

#### 参考文献

- [1] Paul Ekman. Facial expression and emotion. *American Psychologist*, Vol. 48, No. 4, pp. 384–392, 1993.
- [2] Cijo Jose, Prasoon Goyal, Parv Agrwal, and Manik Varma. Local deep kernel learning for efficient non-linear svm prediction. In *ICML (3)*, pp. 486–494, 2013.
- [3] 市川寛子. 乳児による動く微細表情の認識 (中間報告). *Human Development Research*, Vol. 26, pp. 153–157, 2012.
- [4] 速水悟, 田丸和憬, 横山昌一, 太田耕三. 研究上音声データベースのための vcv, cvc バランス単談セットの作成. *電総研*, Vol. 49, pp. 804–834, 1985.