



反射型光センサを用いた眼鏡型デバイスによる 笑いの種類の識別

齊藤千紗¹⁾, 正井克俊¹⁾, 杉浦裕太¹⁾, 杉本麻樹¹⁾

1) 慶應義塾大学 理工学研究科 (〒223-0061 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1)

概要 : 笑いには可笑しさや喜びといった感情から生じる自然な笑いの他に快感情を伴わない作り笑いが存在し, 笑いの種類を識別することは重要な社会的スキルである. 二つの笑いには表情の幾何学的な差異と表情変化における時間的な差異が存在する. 本研究では反射型光センサを搭載した眼鏡型表情認識装置を用いて作り笑いとは自然な笑いの識別を試みたところ, 平均 8 割以上の識別率が得られた.

キーワード : 笑い, 反射型光センサ, ウェアラブルデバイス

1. はじめに

対人コミュニケーションにおいては言語情報以外の表現手段として, 表情や身体動作などを通じた感情や意図の表出が重要であり, 私たち人間は日常生活において意識的あるいは無意識的に多様な感情や意図を表出している. 受け手側は言語情報を理解するのみではなく, 顔表情や, 相手の性格, 会話の文脈, 現在置かれている状況などの情報から相手の感情や意図を理解することができる. こうした表情のなかでも特に笑いは日常最も頻繁に観察される感情表出の1つであり, 一般的に喜びや可笑しさ, 楽しさといったポジティブな情動の表出として自発的な笑いを観察することができる. 一方で, 好感情や可笑しさから自発的に表出される自然な笑い以外にも, 他の感情の隠蔽, 雰囲気操作などの社会的相互作用を目的とした意図的な作り笑いも存在し, 円滑なコミュニケーションに必要不可欠な役割を果たす. Krumhuberら[1]は模擬採用面接実験において実験参加者の本当の笑顔, 作り笑顔, 無表情の3つの表情が面接官に与える影響や評価を調査し, 自然な笑顔が面接において有利に働くことを証明した. 自然な笑顔は相手に好意的に捉えられるため, 自分にとって有利な判断や決断を相手に促すことを指摘している.

コンピュータが人間の表情から2つの笑いの識別する機能を持てば, 日常生活において生じる笑いを客観的に捉え, コミュニケーションや心身の健康に及ぼす効果を詳細かつ多角的に検討することが可能になると期待される. 本論文では日常的な笑いの種類の識別を目的として, ウェアラブルデバイスによる自然な笑いとは作り笑いの識別可能性を検証し, 識別精度を評価する.

2. 関連研究

2.1 笑いの分析

自然な笑いとは作り笑いの表出の差異を解明する研究が行われている. 19世紀半ば, 心理学者 Duchenne は笑顔には二つの種類があり, 快感情を伴う自然な笑いとは大頬筋と眼輪筋の収縮が同時に行われ, 眼輪筋は意志によって収縮させることができないことを指摘した. Ekman はこの説を支持し, さらに笑いを 18 種類に区別できることを説明した[2].

Ekman は笑顔の非対称性についても言及している. 右脳は感情に起因した役割を担うため, 真の感情は顔の左側に現れるとした[3]. この見解に基づき, Martin&Brain[4]はメタ分析を用いて表現力について左右の有意差を示し, 作り笑いは自然な笑いとは比べて非対称的であると示した. しかしながら最近の研究では左右の対称性に差はないことが

Chisa SAITO, Katsutoshi MASAI, Yuta SUGIURA,
and Maki SUGIMOTO

言及されている[5].

また笑顔表出時の時間的な差異も指摘されている. 笑いは開始期, 頂点期, 収束期の3つに分けることができ, 特に開始期の表情変化の大きさや速さが2つの笑いで異なる [6][7][8].

笑いの種類の識別を行う研究の多くは画像を用いた分析を行っている[9][10]. しかし日常的な笑い識別システムを考慮した場合, カメラを用いる手法では常にフレームに顔全体が収まるようにカメラを設置する必要があるほか, プライバシーの問題も生じる. また筋電計を用いて表情筋の動きを取得する方法も提案されているが[11], 電極を顔に直接貼り付ける必要があり, 装着が不便かつ外観を損なうという欠点が挙げられる.

2.2 反射型光センサを用いた表情識別

正井らは眼鏡型デバイスに反射型光センサ群を埋め込み, 装着者の基本表情を識別するAffective Wear[12]を提案した. 表情が変化する場合, 表情筋の動きによって皮膚変形が生じる. この変形は表情の種類によって異なるため, メガネフレームと皮膚表面との距離が変化する. メガネフレームに反射型光センサを取り付けることで皮膚表面との距離を計測し, 表情毎に取得したセンサ値のデータセットを用いて機械学習を行うことで表情識別が可能となる.

浅野ら[13]はこの眼鏡型デバイスから得られるデータを用いて多変量解析によってモーションキャプチャシステムのマーカの位置を推定する実験を行った. 結果, 顔の幾何学的形状を高い精度で推定できることを示した. こうした眼鏡型デバイスは装着性に優れており, 長時間の使用が可能であるため日常的な環境での利用に向いている. そこで本研究では眼鏡型のウェアラブルデバイスを用いて目の周りの動きを取得する.

3. 実装

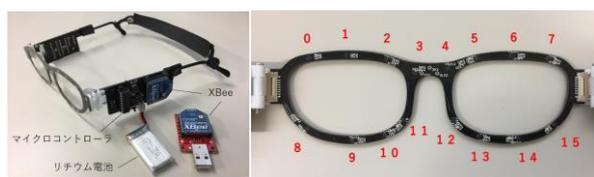


図1 眼鏡型デバイス

(左: デバイスの外観 右: センサの配置)

本研究では, 正井ら[12] が提案したAffective Wearと

同型のデバイスを用いて実験を行った. 眼鏡型装置はセンサ値にA/D 変換処理を施したのち, Xbeeを用いてコンピュータと無線通信を行い, 取得したセンサデータを送信する.

4. 実験

反射型光センサを搭載した眼鏡型表情識別装置を用いて, 作り笑いと自然な笑いの識別が可能かを検証する実験を行った. 笑いのサンプルを取得するにあたり, 実験を作り笑いと自然な笑いの2つのセッションに分けた. 初めに作り笑いを取得するための実験を行い, 次に自然な笑いを取得するための実験を行った. 本実験は20代の実験参加者5人について個別に実施した. 実験画面が表示されるディスプレイの上部にはカメラが設置されており, 参加者の表情を撮影した. 画像とセンサ値は約30Hzで取得し, タイムスタンプをつけて同期した.

4.1 作り笑いの取得

ディスプレイ上に3秒間”smile”の文字を表示し, 参加者に表示中に一度笑うよう指示を行った. この試行を10回で1セットとし, 実験全体で合計2セット実施した.

4.2 自然な笑いの取得

実験参加者に眼鏡型装置を装着した状態で笑いを誘発する動画を視聴してもらった. 実験に使用した映像コンテンツは実験者が用意した3-5分の漫才とバラエティー番組の動画である. 動画視聴中の表情をカメラで撮影し, 実験終了後に画像をもとに笑い開始から終了までのタイミングを実験者が選定することで同時刻のセンサ値を抽出した. 1セッションにつき10回分の笑いを収集し, 実験全体で20回分の笑いのサンプルを取得した.

5. データの処理方法

2つの笑いの幾何学的差異として頂点期における16個のセンサの値を, 時間的な差異として開始期にかかった時間間隔を特徴量とする.

まず反射型光センサへのノイズの影響を軽減するため, 時間軸で連続する10サンプルの移動平均をかけて平滑化を行う. 続いて自然な笑いが生じている時刻を取得するため実験参加者の顔表情をカメラで記録し, センサ値と同期する. 実験後, 実験者が画像から笑顔が生じ始める手前(無表情)から笑い終了までのセンサ値を抽出す

る。一方画面の指示によって表出される作り笑いでは画面の表示パターンをセンサ値にラベリングし、指示を受けたタイミングでのセンサ値を取り出す。2つの笑いにおいて一番初めのフレームは笑い開始前であるため、各時刻のセンサ値と最初のフレームのセンサ値との差分をすることで、無表情から笑いが生じる際のセンサ値の変化量が取得できる。

5.1 立ち上がりタイミングの特定

抽出した笑いの時系列データは笑いの開始期、頂点期、収束期を含む。抽出したセンサデータを最小二乗法で17次の多項式に近似する。近似曲線の決定係数は全ての参加者において平均0.9以上であった。得られた近似曲線を微分し、極大と極小となる時刻を求める。各極小から連続する極大のセンサ値の差分を求め、全ての差分のうち最も大きいものを抽出することで笑いにおけるセンサの立ち上がり開始位置と終了位置を特定する。

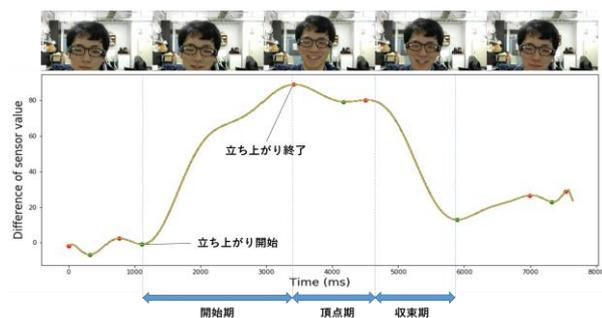


図2 開始期の決定

5.2 笑い開始期直後からのサンプルの取得

5.1から求めた立ち上がり時刻はセンサごとに異なる。そこで全てのセンサの立ち上がり終了時刻の中央値を笑い頂点期の開始時刻とする。センサごとに平均0分散1となるように正規化したのち、この時刻から連続する10フレーム分のサンプルを取得し、識別を行う。図3にサンプル取得位置の一例を示す。

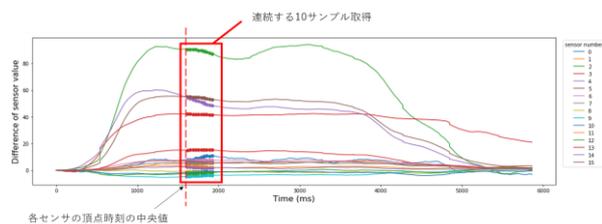


図3 サンプル取得位置の一例

5.3 センサ立ち上がり時間間隔の導出

3.1の手順から特定したセンサの立ち上がり開始時刻と終了時刻の差分を計算することで、センサの立ち上がり

の時間間隔を求めることができる。作り笑いとは自然な笑いで笑い開始期の時間間隔が異なる場合、各センサの立ち上がりの時間間隔から2つの笑いが区別可能であると考えられる。そこで集めた全ての笑いにおけるセンサの立ち上がり時間間隔を、センサごとに平均0、分散1となるように正規化した後、識別を行う。

6. 結果

6.1 センサデータの主成分分析結果

図4に作り笑いとは自然な笑いの各20回分におけるそれぞれ16個のセンサ値について主成分分析を行い、2次元に次元削減を行った結果の一例を示す。作り笑いについてクラスタが存在していることがわかる。

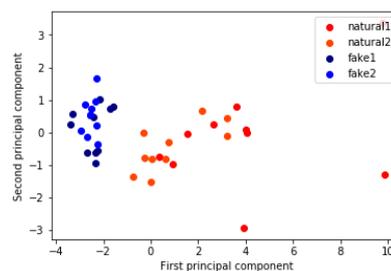


図4 主成分分析結果の一例

6.2 時間間隔取得結果

図5に3.3で導出した自然な笑いとは作り笑いの各10回における時間間隔の一例を示す。自然な笑いは作り笑いに比べて時間間隔が長く、立ち上がりがゆっくりであることがわかる。さらに作り笑いはどのセンサも時間間隔が2秒以内だが、自然な笑いではセンサパターンが一貫しておらず変位の幅が大きい。

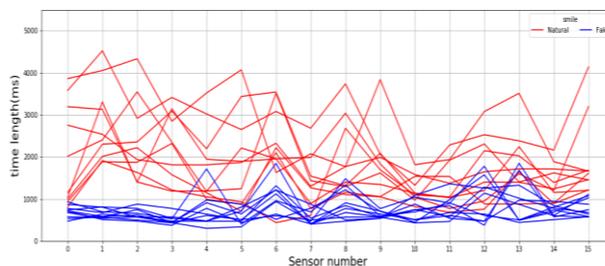


図5 取得した時間間隔の一例

6.3 識別結果

センサ値、時間間隔、2つを組み合わせた計3種類のデータセットについて、教師あり機械学習モデルの1つであるサポートベクタマシンを用いて2つの笑いの識別を試みた。このとき層化4割法を用いて交差検証を行い、

同じ笑いから取得したサンプルが学習データとテストデータの両方に含まれないように考慮した。

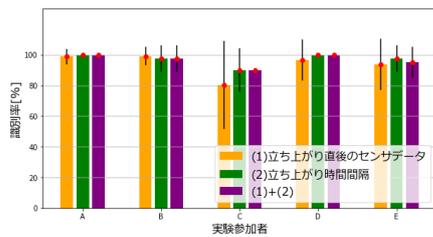


図6 識別結果

7. 考察

全参加者において、立ち上がり直後のセンサデータを学習させた場合と立ち上がり時間間隔を学習させた場合の何れも8割以上の識別率が得られたことから、提案システムにおける反射型光センサを用いた手法で、作り笑いと自然な笑いにおいて表情の幾何学的な差異と表情変化における時間的な差異を高い精度で識別できる情報が得られていると考えられる。特にセンサの立ち上がり時間間隔を用いた識別では全ての参加者において9割以上の識別率であり、表情変化における時間間隔は2つの笑いで大きく異なると考えられる。実験の結果、16個のセンサの中で特に大きく変化するセンサの種類は参加者ごとに異なった。反射型光センサのセンサ値は反射物との距離に応じて非線形な値を示し、近距離であるほど分解能が高くなる。参加者の顔形状によってセンサとフレームとの距離が異なるため、センサの変化量は実際の動きの大きさに比例しない。顔のパーツごとの変化量を観察したい場合、センサ値と距離を線形化する必要があるといえる。

謝辞 本研究はJST CREST JPMJCR14E1の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] Eva Krumhuber, Antony S. R. Manstead, Darren Cosker, Dave Marshall, and Paul L. Rosin. Effects of dynamic attributes of smiles in human and synthetic faces: A simulated job interview setting. *Journal of Nonverbal Behavior*, Vol. 33, No. 1, pp. 1-15, 2009.
- [2] ポール・エクマン. 顔は口ほどに嘘をつく. 河合書房新社, 2006.
- [3] Paul Ekman, Joseph C. Hager, and Wallace V. Friesen. The

symmetry of emotional and deliberate facial actions. *Psychophysiology*, Vol. 18, No. 2, pp. 101-106, 1981.

- [4] Martin Skinner and Brian Mullen. Facial asymmetry in emotional expression: A meta-analysis of research. *British Journal of Social Psychology*, Vol. 30, No. 2, pp. 113-124, 1991.
- [5] Schmidt, Karen L., Sharika Bhattacharya, and Rachel Denlinger. "Comparison of Deliberate and Spontaneous Facial Movement in Smiles and Eyebrow Raises." *Journal of nonverbal behavior* 33.1 pp35-45. 2009
- [6] Karen L. Schmidt, Jeffrey F. Cohn, Yingli Tian. Signal Characteristics of Spontaneous Facial Expressions: Automatic Movement in Solitary and Social Smiles. *Biological Psychology*, 65(1), pp49-66, 2013
- [7] Cohn, Jeffrey & Schmidt, Karen. The timing of facial motion in posed and spontaneous smiles. *International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing*. 02(02), 2011.
- [8] Guo, Hui et al. "The Dynamic Features of Lip Corners in Genuine and Posed Smiles." *Frontiers in Psychology*, 9, 2018.
- [9] Dibeklioglu H., Salah A.A., Gevers T. Are You Really Smiling at Me? Spontaneous versus Posed Enjoyment Smiles. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 7574, 2012
- [10] H. Dibeklioglu, A.A. Salah, T. Gevers. Recognition of genuine smiles *IEEE Trans. Multim.*, 17 (3), pp. 279-294, 2015.
- [11] Lilah Inzelberg, David Rand, Stanislav Steinberg, Moshe David-Pur & Yael Hanein. A Wearable High-Resolution Facial Electromyography for Long Term Recordings in Freely Behaving Humans. *Scientific Reports*, Vol. 8, No 2058, 2018.
- [12] 正井克俊, 杉浦裕太, 尾形正泰, クンツェカイ, 稲見昌彦, 杉本麻樹. Affectivewear: 装着者の日常的な表情を認識する眼鏡型装置. *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 21, No. 2, pp. 385-394, 2016.
- [13] 浅野直生, 正井克俊, 杉浦裕太, 杉本麻樹. 反射型光センサを用いた眼鏡型ウェアラブルデバイスによる顔表情パフォーマンスキャプチャ. 第22回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp. 329-332, 2017.