3D-3

口裂領域に着目した口唇形状特徴抽出および形状分類への応用に関する検討

高橋　毅　　景山　陽一　　西田　眞

秋田大学

1.はじめに

生体情報を用いた簡便かつ信頼性の高い認証システムやマンマシンインタフェースの研究，開発が行われている。生体情報は，“身体的特徴”と“行動的特徴”に大別され，“指紋”や“静脈”などの身体的特徴は，高精度の個人認証に応用可能であるため，広い分野で実用化されている。一方，“音声”や“筆跡”などの行動的特徴は，個人認証のみならず機器操作の入力情報としても利用可能である。“口唇”もまた行動的特徴を有する器官であり，発話に伴う口唇の動きは個人固有ならびに発話内容固有の特徴が含まれること，個人認証やコマンド入力インタフェースに応用可能であることが明らかになっている[1][2]。この口唇の動き特徴は音声を伴わずに利用可能であるため，静寂を要する環境や雑音環境下など，様々な場面でのコンピュータ利用を支援するインタフェースの構築に応用可能である。

そこで本研究では，口唇の動き特徴による認識技術の精度向上を目的とし，非発話時の局所的な口唇形状（口裂）の統計的な個人差および形状特徴抽出について検討を加えた。さらに，口裂形状特徴を用いたクラスタリングを行ったので報告する。

2.使用データ

2.1 データ取得環境

3CCD ビデオカメラ（SONY 製：DCR-VX2100）を用い，閉口状態の被験者を約 5 秒間撮影し，解像度 320×240 画素の顔動画像を取得した。なお，被験者はカメラに正対して着座し，撮影時に発話動作は行わない。データ取得条件を以下にまとめる。

- 照明環境：日常一般的な蛍光灯下（650～800lx）で撮影し，補助的な照明は使用しない。
- 撮影距離：約 60cm。
- 被験者：113 名（id001～id113）の被験者は全員モンゴロイド。上唇と下唇が軽く接触する状態（最も楽に口を閉じた状態）を正面から撮影。
- 口唇の着色：口紅の塗布などが無い状態で撮影。

なお，本研究の顔画像データは「秋田大学手形地区におけるヒトを対象とした研究に関する倫理規定第6条第2項」に基づいて倫理審査の申請を行い，承認を得た研究計画の下に，被験者本人の了承を得て取得し，これを解析および実験に使用している。

2.2 口唇画像の取得

ビデオカメラにより取得した動画像を30fpsの時系列顔画像に変換し，口唇形状自動抽出法[2]を用いて時系列口唇画像を取得する。次に，口唇形状が良好に抽出された画像を被験者ごとに無作為に 5 枚選定（被験者 113 名×5 枚＝565 枚）した。

3.特徴量の抽出

3.1 口裂形状抽出

口裂は上唇と下唇の境界線であるため，周囲組織よりも低い明度値を示す。そこで，CIE-Lab 表色系の明度値 L*を用い，口裂形状の抽出を行った。具体的な流れを以下に示す。

① 口唇画像を二値化し，口唇輪郭を取得する。
② 口唇領域の L*値を取得し，垂直方向各列における L*最小値を口裂候補画素として抽出する。
③ 口裂の中点を中心としてアフィン変換による傾き補正を行う。回転角は口裂候補画素の左右端の垂直方向座標が同一となる角度とする。
④ 膨張・収縮処理ならびにラベリング処理を施し，口裂領域外の画素を削除する。
⑤ 左端から口裂候補画素を走査し，口裂候補画素の連結ギャップを補正する。具体的には，同一列上に最小値画素が複数存在した場合，前列の口裂候補画素の最近傍である画素を選択する。次に，再度左端から口裂候補画素を走査し，垂直方向に 2 画素のギャップを有する部分を検出する。不連続部分前後の口裂候補画素の垂直座標を参照し，その中間点に不連続部分の画素を移動する。一方，3 画素以上である場合には，さらに 1 画素右方向の口裂候補画素を参照して不連続点を補正し，口裂画素を得る。なお，口裂候補画素が大きく欠損した場合には，その画像データを棄却する。

3.2 特徴量算出

上唇結節の形状は口裂形状に大きな影響を及ぼしている。そこで，抽出した口裂画素における口角（口裂左右端）を基準として，図 1 に示すように計測座標を設定し，上唇結節の形状を考慮した口裂形状特徴量の抽出を行った。具体的には，左右の口角を計測座標 1 および 5，口裂画素を三等分する点を計測座標 2 および 4，口裂中点を計測座標 3 として設定する。次に，上唇の輪郭最上端の縦座標を基準値とし，各計測座標までの縦幅を表す画素数（diY_{oe1}, diY_{ot1}, diY_{oc} , diY_{ot2}, diY_{oe2}）を計測した。なお，被験者とカメラ間の微小な距離変化の影響を軽減するため，各測定値と口唇縦幅 diY との比 R_{oe}, R_{ot}, R_{oc}

A Study on Lip Shape Feature Extraction based on Oral-fissure Region and Classification of Lip Shapes.
Tsuyoshi Takahashi, Yoichi Kageyama, Makoto Nishida
Akita University

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

を式(1)～(3)で算出し，得られた R_{oe} と R_{oc} および R_{ot} の差 R_{oe}-R_{oc}，R_{oe}-R_{ot} を口裂の凹凸形状を示す特徴量とした。

$$R_{oe} = \frac{diY_{oe1} - diY_{oe2}}{2diY} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$R_{ot} = \frac{diY_{ot1} - diY_{ot2}}{2diY} \quad \cdots\cdots (2)$$

$$R_{oc} = \frac{diY_{oc}}{diY} \quad \cdots\cdots (3)$$

4.形状解析および分類

4.1 口裂特徴の分布

図 2 に R_{oe}-R_{oc} を横軸，R_{oe}-R_{ot} を縦軸にした散布図を示す。被験者の口裂形状は下に凸形状（R_{oe}-R_{oc}＜0，R_{oe}-R_{ot}＜0），ほぼ直線形状（R_{oe}-R_{oc}≒0，R_{oe}-R_{ot}≒0），上に凸形状（R_{oe}-R_{oc}＜0，R_{oe}-R_{ot}＞0）の 3 形状に大別されることがわかる。また，R_{oe}-R_{oc}＜0，R_{oe}-R_{ot}＞0 の領域は，上唇結節に起因する口裂の曲線形状特徴を有することを示しており，左上にあるほどその特徴が強く表れた口唇である。さらに，第 4 象限にはサンプルが存在しないことから，上唇結節に起因する口裂の曲線形状は下方向にしか現れないことがわかる。なお，図中の近似直線は最小二乗法により求めたものである。

4.2 階層型クラスタリング

特徴量 R_{oe}-R_{oc}，R_{oe}-R_{ot} を入力とし，最遠隣法，群平均法，ウォード法，重心法の 4 手法でクラスタリングを行った。なお，各サンプル間の距離はユークリッド距離を用いている。得られた樹形図を 3，4，5 クラスになるようカットした結果，被験者群が最も均等に分類されたのはウォード法であり，その他の 3 手法は大きく偏った分類結果となった。図 3 はウォード法を用いて 4 クラスに分類した結果である。しかしながら，上唇結節の影響が大きい被験者群が“ほぼ直線形状のクラス”に分類されてしまう結果となった。

4.3 k-means法によるクラスタリング

4.2 節と同様に R_{oe}-R_{oc}，R_{oe}-R_{ot} を入力とし，クラスタ数 2 から 6 までの 5 通りの場合について k-means 法による分類を行った。なお，初期値はランダム，繰り返し回数 100000 回，試行数は 10 回である。その結果，クラスタ数 2 および 4 とした場合には，初期値がランダムにもかかわらず安定した分類結果が得られた。図 4 はクラスタ数 4 の分類結果の一例である。被験者数 113 名中 103 名（約 91.2%）が試行 10 回すべてにおいて同一クラスタに分類された。しかしながら，ウォード法と同様に上唇結節の特徴が表出し難い結果となった。

以上の結果を踏まえ，今後は上唇結節に起因する形状特徴を考慮した分類手法について検討を進め，さらに高解像度画像および撮影距離の影響についても検討を加える予定である。

本研究は平成 24 年度科学研究費補助金基盤 C（No.24500140）ならびに平成 24 年度科学研究費補助金奨励研究（No.24919012）により遂行されたことを付記します。

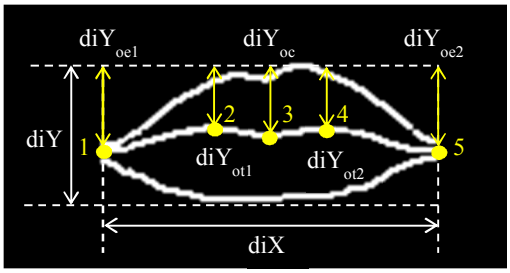

図 1　計測部位

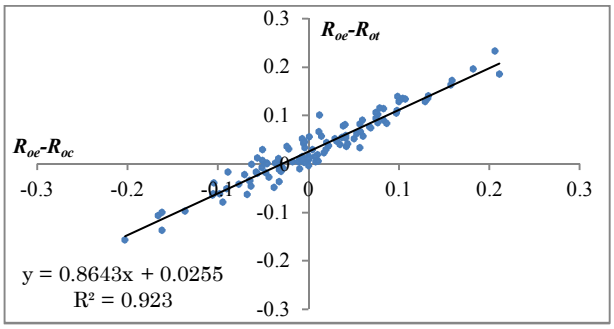

図 2　口裂特徴の分布

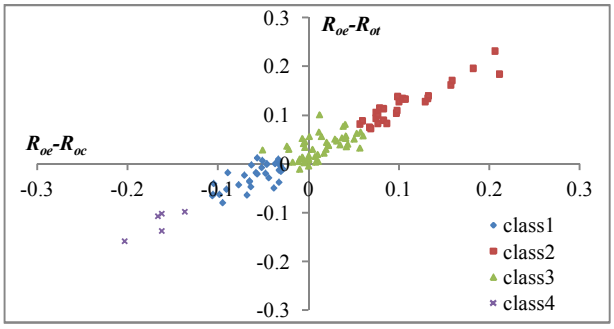

図 3　クラスタリング結果（ウォード法、4 クラス）

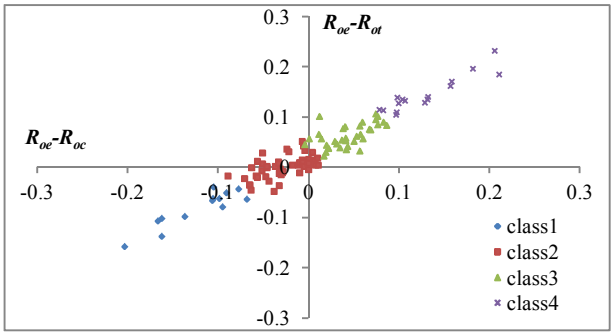

図 4　クラスタリング結果（k-means 法、4 クラス）

参考文献

[1] 佐藤慶幸・景山陽一・西田眞：「口唇の動き特徴を用いた非接触コマンド入力インタフェースの提案」，電学論 C, Vol.129,No.10, pp.1865-1873 (2009)

[2] 白澤洋一・三浦信・西田眞・景山陽一・栗栖怜史：「口唇の動き特徴を用いた個人識別に関する検討」，映情学誌, Vol.60,No.12, pp.1964-1970 (2006)

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.