

口唇の適正形状抽出を目的とした過剰・欠損判別に関する検討

成田 純一 佐藤 慶幸 西田 眞

秋田大学

1. はじめに

発話に伴う口唇の時系列的変化は、身体的特徴(口唇形状)と行動的特徴(発話に伴う口唇の動き)の両特徴を有するバイオメトリクスであり、個人識別に有用であることが報告されている^[1]。この特徴を画像から抽出するためには、口唇領域を精度良く抽出することが前提となる。筆者らはこれまでに、色彩情報を用いた口唇形状自動抽出法^[2](以下、従来法と表記する)を提案し、画像中から口唇領域が自動抽出できることを明らかにした。しかしながら、肌部分が過剰抽出したり(以下、過剰抽出と表記する)、口唇が欠損したりする(以下、欠損と表記する)場合が存在した。このため、口唇領域の過剰抽出や欠損に対する処理を改良する必要がある。

そこで本研究では、口唇領域の時系列的な形状変化および口唇の形状特徴に着目し、口唇領域修正処理の前処理として、抽出された口唇領域の状態を「良好」、「過剰抽出」、並びに「欠損」の3つの状態に分類する手法について検討を加えたので報告する。

2. 使用画像データ

室内環境(蛍光灯下、照度約 700lx)において、被験者 26 名(id01~id26)が自分の氏名をそれぞれ 6 回ずつ発話した動画像をビデオカメラ(SONY 製: DCR-VX2000)を用いて取得した。次に、取得した動画像を毎秒 30 フレームの時系列静止画像(サイズ 320×240 画素, RGB 各 8bit)に変換して実験に用いた。なお、被験者により差異はあるものの、1 回の発話フレーム数は 30~120 フレーム程度(約 1 秒~4 秒)である。

3. 形状特徴を考慮した口唇領域の状態判別

口唇領域の過剰抽出は、口唇の上部および下部に見られる陰影の影響により、肌の赤みが強くなることに起因する。これに対し、欠損は画像取得時に口唇の輝度値が高くなる等により色情報が失われることに起因する。このため、過剰抽出および欠損に対する口唇領域修正処理は、異なった処理を施す必要があり、口唇領域修正処理の前処理として、従来法によって抽出された口唇領域を「良好」、「過剰抽出」、並びに「欠損」の3つの状態に分類する必要がある。

一方、口唇の有する特徴量としては、色彩情報と形状特徴が存在する。中でも口唇の形状特徴として、口唇輪郭は滑らかであることが挙げられる。

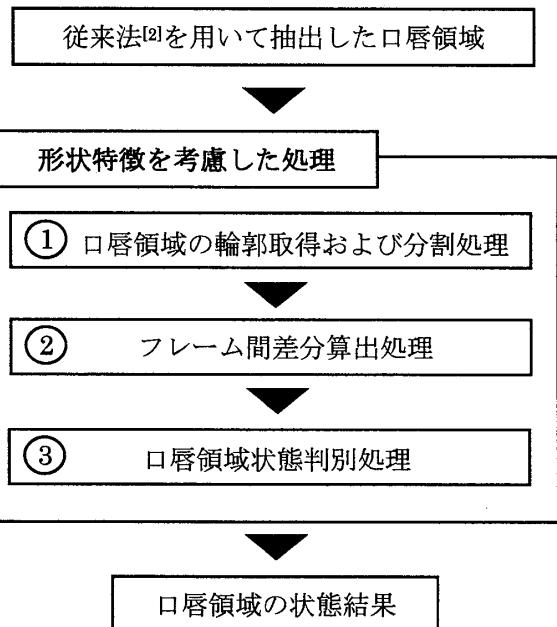


図1 提案手法の流れ

そこで本研究では口唇領域の連続性に着目し、隣接する輪郭画素間の位置情報に着目した処理を提案する。提案手法の流れを図1に示す。

3.1 口唇領域の輪郭取得および領域分割処理

従来法を用いて口唇領域の輪郭画素を取得し、口唇領域上の座標 $Z_1 \sim Z_4$ を特徴点として抽出した。口唇領域上の座標 $Z_1 \sim Z_4$ を図2に示す。具体的には、口唇領域の上端を Z_1 、下端を Z_2 、左端を Z_3 、右端を Z_4 とそれぞれ定義した。

次に、図3に示すように口唇領域を領域 α (主に上唇) および領域 β (主に下唇) に分割した。

3.2 フレーム間差分算出処理

本研究では、時系列画像を対象として処理を施している。そのため、座標 Z_1 および Z_2 を対象としてフレーム間差分を施し、算出したフレーム間差分が閾値 $T_A \sim T_D$ を満たす場合には、“過剰抽出または欠損が存在する”と仮定した。このとき、仮定状態 A~D を以下のように定義した。

仮定状態 A: 領域 α において過剰抽出が存在
 仮定状態 B: 領域 α において欠損が存在
 仮定状態 C: 領域 β において過剰抽出が存在
 仮定状態 D: 領域 β において欠損が存在

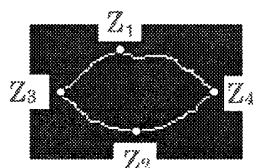


図2 口唇輪郭抽出結果

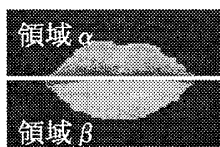


図3 領域 α , β

表1 仮定状態A~Dおよび閾値 T_A ~ T_D

領域 α		領域 β	
閾値 T_A	閾値 T_B	閾値 T_C	閾値 T_D
-5以下	7以上	5以上	-5以下
仮定状態A	仮定状態B	仮定状態C	仮定状態D

なお、本研究では予備実験の結果を踏まえ、表1に示すように閾値を設定した。

3.3 口唇領域状態判別処理

フレーム間差分算出処理において、過剰抽出または欠損と仮定された口唇輪郭を対象とし、以下の処理を施した。

- (1) 着目画素の初期値を座標 Z_3 とし、近傍 8 画素の中から隣接する画素を口唇輪郭候補画素として取得した。
- (2) 処理(1)により取得された口唇輪郭候補画素を対象として処理を施したとき、以下に述べる条件①~条件③を満たす場合には、口唇輪郭の形状特徴に矛盾するため、“過剰抽出または欠損が存在する”とした。条件①~条件③を以下に示す。

条件①：口唇輪郭候補画素が口唇輪郭である場合、着目画素の x 座標と比較して口唇輪郭候補画素の x 座標は、等しいか大きくなること。

条件②：着目画素および口唇輪郭候補画素の x 座標が等しい状態で、 y 座標が増加し続けないこと。このため、 x 座標が変化せずに、 y 座標が増加して閾値を超えた場合、“過剰抽出または欠損が存在する”とした。なお、本研究では予備実験の結果を踏まえ、閾値は5とした。

条件③：仮定状態 B または D において、 y 座標が減少し続けていないこと。

- (3) 着目画素にラベリング処理^[3]を施し、口唇輪郭候補画素を次の着目画素とする。
- (4) 着目画素が座標 Z_4 となるまで、(1)~(3)の処理を繰り返す。

4. 実験結果および検討

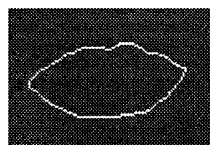
本研究は、従来法によって抽出された口唇領域を「良好」、「過剰抽出」、並びに「欠損」の3つの状態に分類することを目的としている。そのため、目視により判別した結果と比較し、抽出さ

れた口唇領域がフレーム間において「良好」な状態から「過剰抽出」または「欠損」へ変化したと判別した場合、口唇領域の状態判別は成功したと見なした。

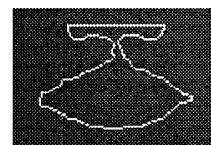
実験結果を表2に示す。提案手法による過剰抽出における判別成功フレーム数は394枚中358枚(約90.9%)となり、良好な結果が得られている。また、欠損における判別成功フレーム数は17枚中15枚(約88.2%)であり、欠損についても良好に判別できていることが分る。提案手法により得られた結果例を図4に示す。

以上の結果は、口唇領域の時系列的な形状変化および口唇の形状特徴を用いることで、抽出された口唇領域の状態を判別することが可能であることを示唆している。

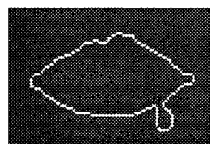
今後は、フレーム間差分算出処理における閾値を動的に設定するため、時系列画像中における口唇の動き変化量について検討を加える。また、口唇領域状態判別後に口唇領域を修正する処理について検討を加える。



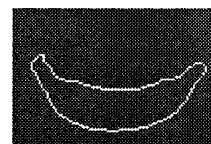
(a) 良好な抽出結果例



(b) 条件1により過剰抽出と判別された画像例



(c) 条件2により過剰抽出と



(d) 条件3により欠損と判別された画像例

図4 口唇輪郭抽出結果

表2 実験結果

	良好	過剰抽出	欠損
フレーム数	7788	394	17
判別成功フレーム数(枚)	7627	358	15
判別率(%)	97.9	90.9	88.2

参考文献

- [1] 白澤, 三浦, 西田, 景山, 栗栖: 「口唇の動き特徴を用いた個人識別に関する検討」, 映像情報メディア学会誌, Vol.60, No.12, pp.1964-1970 (2006)
- [2] 白澤, 西田, 西: 「色彩情報を用いたファジィ推論による口唇形状抽出に関する検討」, 電気学会論文誌C, Vol.125-C, No.9, pp.1430-1437 (2005)
- [3] 高木, 下田: 「新編 画像解析ハンドブック」, 東京大学出版会(2004)