

口裂に着目した口の開閉状態の判別に関する検討

白澤洋一[†] 西田 眞[†] 栗栖怜史[‡]

[†]秋田大学 [‡]株式会社アルファシステムズ

1. はじめに

口唇の動き特徴に着目して個人識別や読唇を行う場合、発話区間を自動判別することが必要である^[1]。発話区間を判別する前提として、口の開閉状態の判別が求められる。口の開閉状態を判別する手法としては、口唇の縦幅と横幅の比率に着目した手法^[2]が報告されている。しかしながら、この手法では、発話開始時に口を閉じる必要がある。さらに、口が閉じた状態で口形を変化させた場合、口が開いた状態として判別されることが予想される。

一方、口を閉じた場合では、口裂が現れる。したがって、口裂に着目することによって、口の開閉状態の判別は可能であることが予想される。そこで本研究では、口裂に着目した口の開閉状態を自動判別する手法（以下、提案手法と表記する）について検討を加えたので報告する。

2. 提案手法

2.1 提案手法の概要

図1に示すように、上唇・下唇と比較し口裂は明度の差、ならびに赤みの差を有する。また、口裂が現れる時、口裂の上下方向には上唇と下唇が存在している。

そこで本研究では、 $L^*a^*b^*$ 表色系で定義された明度に関する色差 ΔL^* ，ならびに赤みに関する色差 Δa^* ($\Delta a^* > 0$ の時、赤みの増加する度合いを表している) ^[3]に着目した。提案手法の流れを図2に示す。また、提案手法の概要について以下に示す。

- (1) 色彩情報を用いた口唇形状抽出法^[4]を施し、原画像から口唇形状を抽出する (図2(a),(b))。
- (2) 処理(1)で得られた口唇形状を基準に口裂を包含する領域 (口裂領域) を設定する (図2(c))。
- (3) 口裂領域において、色差 L^* を用いて水平エッジを抽出する (図2(d))。この水平エッジの各画素 (着目画素) を対象とした**条件①**と**条件②**を設定し、これらの条件を満足する着目画素を口裂に対応する画素と見なした。**条件①**と**条件②**について以下に示す。

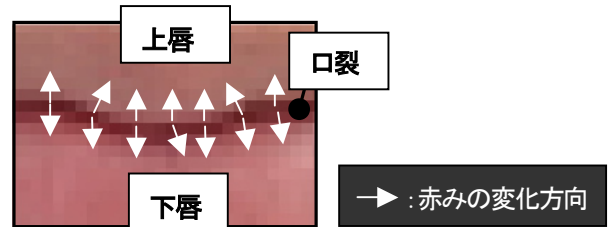


図1 口裂の様子

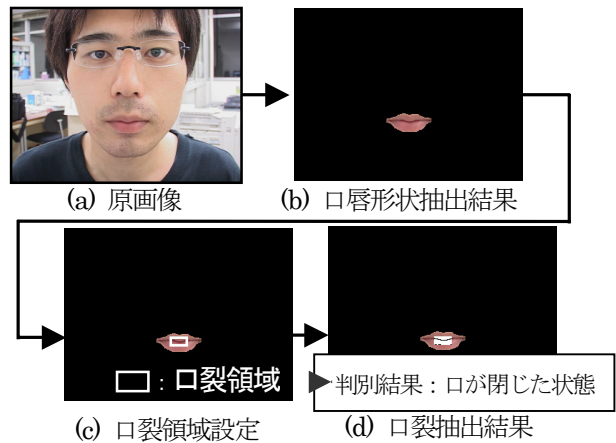


図2 提案手法の流れ

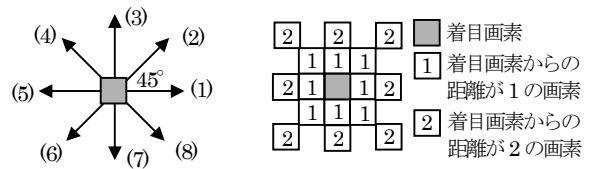


図3 口裂抽出フィルタ

条件①: 着目画素の上下方向に位置する近傍画素が口唇クラスであること。なお、クラス (口唇クラス, その他クラス) は口唇周辺領域の色彩情報 (知覚色度指数 a^* のヒストグラムとメトリック色相角 h_{ab} のヒストグラム) を用いてファジィ推論により自動分類している^[4]。

条件②: 上唇・下唇と口裂の赤みの差に関する特徴を着目画素が有していること。 Δa^* に着目した着目画素が口裂であるかを判別するフィルタ (以下、口裂抽出フィルタと表記する) を口裂領域に施し取得している。口裂抽出フィルタを図3に示す。口裂抽出フィルタの概要については2.2節で後述する。口裂領域において、口裂に対応する画

A Study on Detection of Mouth Open/close State Focused on Oral Fissure.

[†] Yoichi Shirasawa and Makoto Nishida (Akita Univ.)

[‡] Satohumi Kurisu(Alpha Systems Inc.)

素数と「口唇クラス」以外のクラスに分類された画素数の情報を基に、口の開閉状態を判別する。

2.2 口裂抽出フィルタ

口裂抽出フィルタについて以下にまとめる。

- (1) 図 3(a)に示すように、着目画素と着目画素を中心とした方向 $i(i=1\sim 8)$ で、「距離 1 の画素」と「距離 2 の画素」を設定する (図 3(b)).
- (2) 方向 $i(i=1\sim 8)$, それぞれで着目画素と「方向 i の距離 1 の画素」の色差 Δa_i^* (以下, Δa_{1i}^* と表記する), 「方向 i の距離 1 の画素」と「方向 i の距離 2 の画素」の色差 Δa_i^* (以下, Δa_{2i}^* と表記する) を算出する. 次に, $\Delta a_{1i}^* > 0$ かつ $\Delta a_{2i}^* > 0$ の場合は, $\Delta a_{3i}^* = \Delta a_{1i}^* + \Delta a_{2i}^*$, それ以外の場合は, $\Delta a_{3i}^* = 0$ と設定する.
- (3) 方向 $i(i=1\sim 8)$ の内, 1 方向以上の Δa_{3i}^* がしきい値 $T_1(T_1=0)$ 以上である画素を対象とし, 以下に示す条件(a)~(g)を設定した. 条件(a)~(g)は, 口裂から上唇 (あるいは下唇) に向かって赤みが増加すると言った特徴 (図 1 参照) に着目し設定した条件である. 条件(a)~(g)の内, いずれかを満足する場合, 着目画素を中心とし対称方向に赤みが増加するため, 口裂の有する特徴を満足することが予想される.

- (a) $\Delta a_{32}^* > T_1$ かつ $\Delta a_{36}^* > T_1$
- (b) $\Delta a_{32}^* > T_1$ かつ $\Delta a_{37}^* > T_1$
- (c) $\Delta a_{33}^* > T_1$ かつ $\Delta a_{36}^* > T_1$
- (d) $\Delta a_{33}^* > T_1$ かつ $\Delta a_{37}^* > T_1$
- (e) $\Delta a_{33}^* > T_1$ かつ $\Delta a_{38}^* > T_1$
- (f) $\Delta a_{34}^* > T_1$ かつ $\Delta a_{37}^* > T_1$
- (g) $\Delta a_{34}^* > T_1$ かつ $\Delta a_{38}^* > T_1$

3. 使用画像データ

本研究では, 通常の室内環境 (蛍光灯下, 照度約 600lx) で CCD ビデオカメラ (SONY 製: DCR-VX2100) を用いて口を撮像した. 本研究で用いた静止画像 (総計 10 枚) の概要を以下にまとめる.

また, 用いた画像の例を図 4 に示す.

- ・ 口を軽く閉じた状態
- ・ 母音「あ」~「お」と発話した状態
- ・ 口を閉じて, 口形を変化させた状態 (横にのびた状態, 鼻の下を伸ばした状態, すぼめた状態, すぼめて口を動かした状態)

4. 実験結果およびまとめ

提案手法により得られた結果例を図 5 に示す. 対象画像データ (10 枚) に提案手法を施した結果, 全画像データで口の開閉状態の判別に成功した. 特に, 中でも口を閉じた状態で, 口形を変化させた事例 (図

5(d)参照) においても口裂が良好に抽出されている. 以上の結果は, 提案手法により口の開閉状態が自動判別可能であることを示唆している.

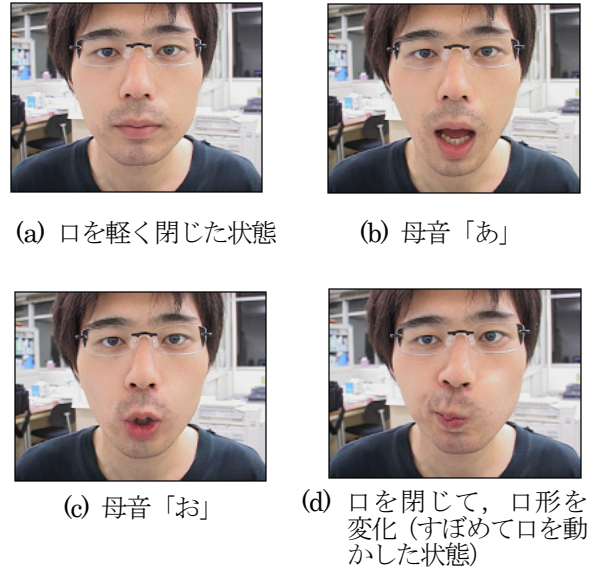


図 4 使用画像例

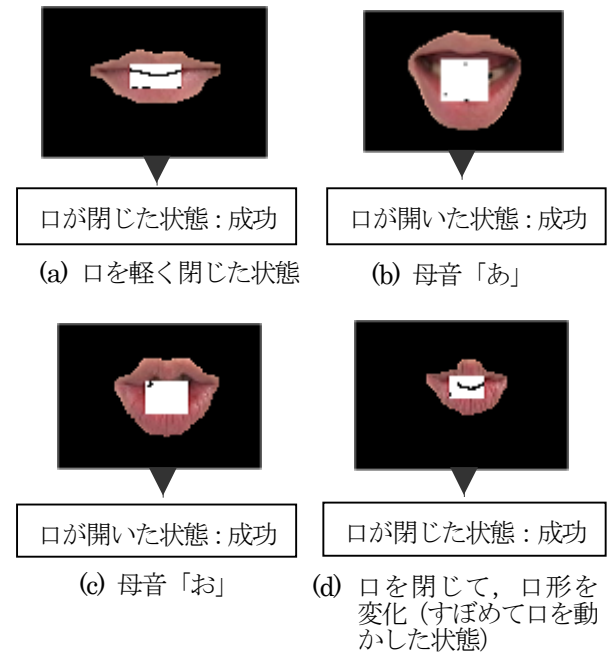


図 5 口裂抽出結果, ならびに口の開閉状態の判別結果例

参考文献

- [1] 根田, 西田, 石井, 佐藤: 「口唇の動き特徴の個人識別法への適用」, 電学論 C, Vol.120-C, No.5, pp.765-766 (2000)
- [2] 中田, 安藤: 「色抽出法と固有空間法を用いた読唇処理」, 信学論 (D-II), Vol.J85-D-II, No.12, pp.1813-1822(2002)
- [3] 白澤, 西田, 栗栖: 「ズームと顔の向き変化にロバストな口唇位置の推定」, 映像学誌, Vol.59, No.12, pp.1816-1821 (2005)
- [4] 白澤, 西田, 西: 「色彩情報を用いたフェイジ推論による口唇形状抽出に関する検討」, 電学論 C, Vol.125-C, No.9, pp.1439-1437 (2005)