

## 等色差性を考慮した口唇形状抽出に関する検討

白澤 洋一 西田 眞  
秋田大学

### 1. はじめに

発話に伴う口形の時系列変化は個人によって特有の特徴を有していることが知られている<sup>[1]</sup>。筆者らは、撮影環境の変化によって色彩情報が変動すること、かつ口唇輪郭の境界は明確でないことを「あいまいさ」と仮定し、ファジィ推論を用いた口唇形状抽出法を提案した(以下、従来型抽出法と略記する)<sup>[1]</sup>。しかしながら、口唇形状抽出処理の自動化には至ってはいなかった。

本研究では、口唇周辺の領域(以下、口唇周辺領域と略記する)から口唇輪郭の「あいまいさ」を考慮した口唇形状を自動抽出する手法(以下、提案手法と略記する)について検討した。

### 2. 使用画像データ

通常の室内環境(日常一般的と思われる蛍光灯下)で被験者 15 名(a~o)が「秋田(あきた)」と 1 回ずつ発話した画像データを CCD ビデオカメラ(SONY 製:DCR-TRV900)により取得した(合計 964 枚)。なお、本研究では文献 1 の手法を用いて設定した口唇周辺領域を対象として検討を加えた(図 1(a)参照)。

### 3. 口唇形状抽出

本研究では、口唇周辺の領域を対象とした色彩情報に着目し、ファジィ推論を用いて口唇形状を抽出する。なお、色彩情報としては、等色差性を有する色空間である NC- IIC 均等色空間に着目した<sup>[2]</sup>。NC- IIC 均等色空間は、人間の色知覚特性である反対色応答過程の非線形性を考慮した均等色空間である<sup>[2]</sup>。

#### 3.1 ファジィ推論によるクラス分類処理

(1) ファジィ推論の構成 本研究では、照明の影響による色彩情報の変動、ならびに口唇輪郭の境界が明確でないことなどを「あいまいさ」と見なし、ファジィ推論によるクラス分類処理を施した。ファジィ推論は推論規則、前件部メンバーシップ関数および後件部メンバーシップ関数から構成される。クラスとしては「口唇クラス」、「肌クラス」、「その他クラス」を設定した。

(2) 前件部メンバーシップ関数の設定 従来型抽出法では前件部メンバーシップ関数を設定する時、教師データを取得するためオペレータによる手動処理を必要としていた。しかしながら、口唇形状を自動的に抽出するためには、前件部メンバーシップ関数を自動設定する必要がある。ここで、前件部メンバーシップ関数は撮影環境の変化などに伴う色味の変動に対して対応し得ること、かつ口唇と肌それぞれの色彩情報の特徴を有することが必要不可欠である。そこで、顔画像に対し平滑化処理(Median フィルタの適用)を施した画像の口唇周辺領域(図 1(a)参照)における NC- IIC 均等色空間で定義された特徴量  $a^+$ (数値が大きい程赤みを表す量)および特徴量  $H$ (色相を表す量)<sup>[2]</sup>について予備的検討を行った。その結果、 $a^+$ および  $H$ ともに、そのヒストグラムが口唇と肌に対応して双峰性を有すること、双峰性は明るさの変化などに伴って色味が変動した場合においても保持されることを確認した。

この結果に基づき本研究では、口唇周辺領域における特徴量  $a^+$ および特徴量  $H$ それぞれのヒストグラムに判別分析法<sup>[3]</sup>を施し、得られる特徴量(しきい値( $T_1, T_2$ )), 各クラスの平均レベル( $\mu_{11}, \mu_{21}, \mu_{12}, \mu_{22}$ )ならびにヒストグラムの両端値( $L_1, R_1, L_2, R_2$ )を用いて、図 1 および表 1 参照に示す様に前件部メンバーシップ関数(三角型)をフレーム毎に自動設定した。

(3) 帰属度の算出 口唇周辺領域の画素を対象として、「口唇クラス」、「肌クラス」の帰属度  $y_i$  ( $i=1,2$ )をデファジィ化処理により算出した。ここで、 $i=1,2$ はそれぞれ「口唇クラス」、「肌クラス」に対応している。なお、デファジィ化処理には荷重平均法を用いた。

(4) 口唇に対応する画素の抽出  $y_1$ と  $y_2$ の値を比較して、 $y_1 > y_2$ の画素を輝度値 0(黒)とし、 $y_1 < y_2$ の画素を輝度値 255(白)の 2 値化処理を行った(以下、2 値化処理済画像と略記する)。

#### 3.2 口唇形状の平滑化処理

口唇輪郭は「あいまいさ」を有するため、あいまいさを考慮した口唇形状の平滑化処理を施した。具体的には、膨張処理および収縮処理に着目し検討

した。ここで、本研究における膨張処理（収縮処理）は、2 値化処理済画像の口唇周辺領域に存在する各画素（以下、着目画素と略記する）と着目画素の近傍 8 画素内の 5 画素に着目し、1 画素以上が表 2 に示す条件を満たす時、着目画素の輝度値を 0(255)とする処理である。

本研究では口唇の特徴を考慮して口唇周辺領域を図 2 に示す様に領域 A~F の 6 つに分割し、表 2 に示す様に領域 A~F それぞれで異なる条件を設定した。なお、上唇と下唇の分離防止のため、C<sup>[2]</sup>に着目した。

次に、口唇形状抽出の平滑化に関する予備実験として、膨張処理と収縮処理を施す回数および順番に関して検討を行った。この結果、膨張処理 収縮処理 収縮処理 膨張処理 膨張処理 収縮処理の順番に処理を施したところ最も良好な口唇形状抽出結果が得られたため、提案手法ではこの順番に膨張処理および収縮処理を施した。

最後に、口唇形状の平滑化処理画像に対してラベリング処理を施し、口唇形状を抽出した。

#### 4. 実験結果および検討

提案手法による口唇抽出結果の一例を図 3 に示す。被験者の口唇輪郭に沿って口唇形状の抽出されている様子が認められる。提案手法により形状が良好に抽出されたフレーム数は 964 枚中 914 枚であった（約 94.8%）。これは、NC- I11C 均等色空間で定義された特徴量  $a^+$  および特徴量 H、それぞれのヒストグラムに対して判別分析法を施すことにより得られる各特徴量が前件部メンバーシップ関数の自動設定に対して有用であることを示すものである。また、口唇形状の平滑化処理を施すことにより、ファジィ推論処理におけるクラス誤分類に伴う欠損や突起といった口唇形状の誤抽出の低減が可能であった。さらに、図 3 に示す様に従来型抽出法に比較して提案手法は口唇の外側輪郭（上唇結節におけるキュービッド弓、左右の両端口角部、下唇の輪郭等）に沿って良好に口唇形状抽出可能であることが明らかとなった。これは、提案手法が口唇形状抽出に有用であることを示している。なお、失敗事例の大部分は、肌荒れのため下唇付近が赤みを帯びていた被験者 g の画像データ（41 枚）であった。したがって、肌荒れに対応する処理を追加することにより口唇形状処理の抽出精度が向上すると思われる。

#### 5. まとめ

本研究では、一般的な室内環境で取得された動画画像を対象とし、発話に伴い形状の変化する口唇形状の自動抽出法を検討した。実験の結果、口唇周辺領

域から口唇の塗布や補助的な照明を利用することなく口唇形状を自動抽出可能であることが明らかとなった。

表 1 前件部メンバーシップ関数における横幅の設定

a	$\mu_{11}-L_1$	a'	$\mu_{12}-L_2$	$L_1$ : a' のヒストグラムの左端
b	$T_1-\mu_{11}$	b'	$T_2-\mu_{12}$	$R_1$ : a' のヒストグラムの右端
c	$\mu_{21}-T_1$	c'	$\mu_{22}-T_2$	$L_2$ : H のヒストグラムの左端
d	$R_1-\mu_{21}$	d'	$R_2-\mu_{22}$	$R_2$ : H のヒストグラムの右端

表 2 膨張処理および収縮処理で設定した条件

領域	膨張処理で設定した条件	収縮処理で設定した条件
A, B	$y_1 > 0.50$ and $y_2 < 0.60$ and 輝度値 0	$y_1 < 0.50$ and 輝度値 255
C, D	$y_2 < 0.80$ or $C > 5.0$ (*) and 輝度値 0	$y_1 < 0.50$ or $C < 5.0$ (*) and 輝度値 255
E, F	$y_1 > 0.50$ and $y_2 < 0.50$ and 輝度値 0	$y_1 < 0.60$ and 輝度値 255

(\*) : C は NC- I11C 均等色空間で定義されたクロマに着目した

色差<sup>[2]</sup>

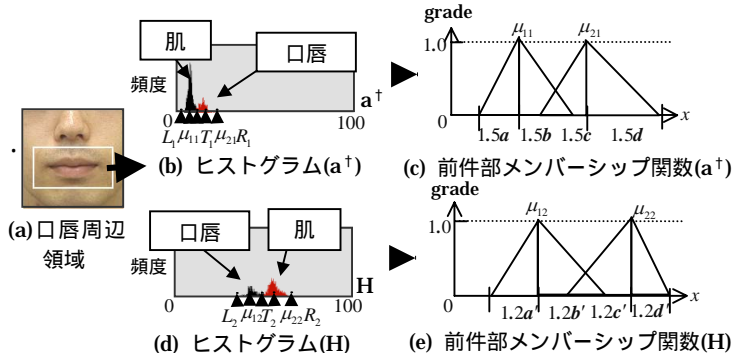


図 1 前件部メンバーシップ関数の設定処理

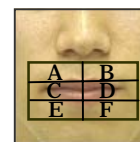


図 2 領域 A~F の設定

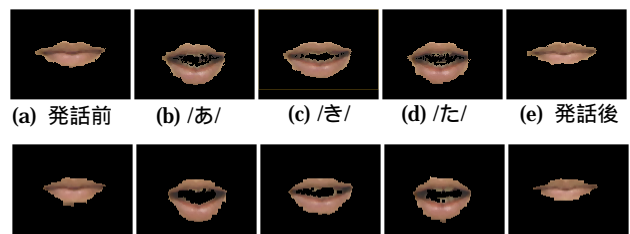


図 3 提案手法および従来型抽出法における口唇の抽出結果例（上段：提案手法，下段：従来型抽出法（被験者 o））

#### 参考文献

- [1] 白澤, 西田: 「あいまいさを考慮した色彩情報による口唇抽出アルゴリズム」, 電学論 C, Vol.123-C, No.4, pp.756-764 (2003)
- [2] 大山他: 「新しい照明ノート」, オーム社 (1996)
- [3] 大津: 「判別および最小 2 乗基準に基づく自動しきい値選定法」, 信学論(D), Vol.J63-D, No.4, pp.349-356(1980)