

5L-02 タイピング練習における目の向き認識のための 特徴の検討*

小栗 賢志[†]
帝京平成大学情報学研究科[†]

荒井 正之[‡]
帝京大学理工学部[‡]

渡辺 博芳[‡] 武井 恵雄[‡]

1. はじめに

我々は、高価な機器を使わずに、PC および安価な CCD カメラを使ったタイピング練習システムの構築を目指している。本稿では、タイピング練習者の目の向きを認識するために、濃度ヒストグラムと円形分離フィルタを用いた手法について報告する。

2. システム構成と処理の流れ

2.1 システム構成

以下のようなシステム構成を想定している。

- ・ハードウェア構成：PC および安価な CCD カメラ
- ・ソフトウェア構成：タッチタイピング練習ソフト
+ 練習者の目の向きを認識するソフト

2.2 処理手順

処理の流れを図 1 に示す。

(1) 頭部画像から眼部領域を抽出：ディスプレイ上の中央に設置した CCD カメラから、練習者の頭部、または上半身の画像を入力する。その画像から、眼部領域を取り出す。

(2) 特徴抽出と目の向きの認識：取り出された眼部領域で、目の向きの特徴を抽出し、目の向きを認識する。

(3) 練習者へのアドバイス・警告：練習者が見るべきではない場所を見ている場合、警告音を出力したり、練習を無効にする処理などを行う予定である。

(1) の処理については、論文 [1] 等で行われており、良好な結果を得ている。本稿は、眼部領域は取り出されたという前提で、上記処理のうち (2) の処理を対象にしている。なお、練習者の目の向きは、①ディスプレイを見ている、②キーボードを見ている、③その他(ディスプレイとキーボード以外を見ている)の3クラスに分類する。

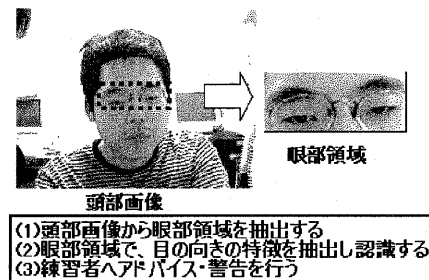


図 1 処理の流れ

3. 認識手法

3.1 濃度ヒストグラムによる目の中心位置決め

目の中心位置を決めるために、眼部領域の垂直方向と、水平方向の濃度ヒストグラムを使用する。目の位置を通り、髪などの影響を受けにくい場所に局所化し [2][3]、局所化された場所で得られた濃度ヒストグラムにより、目の中心位置を決定する。

3.2 円形分離フィルタによる円の抽出

第 3.1 節で得た目の中心位置の座標から、ある範囲内に、円が存在するか否かを調べる。円の抽出は、円形分離フィルタ [4] を用いる。分離度 $S(0.0 < S \leq 1.0)$ は次の式で与えられる。

$$S = \frac{n_1(\bar{P}_1 - \bar{P}_m)^2 + n_2(\bar{P}_2 - \bar{P}_m)^2}{\sum_{i=0}^{N-1} (P_i - \bar{P}_m)^2}$$

N は領域内の全画素数、 n_1, n_2 は領域 1, 領域 2 の画素数、 P_k は位置 k における輝度、 $\bar{P}_m$ は領域全体での輝度の平均値、 $\bar{P}_1, \bar{P}_2$ は領域 1, 領域 2 での輝度の平均値を示す。分離度は、真円 (図 2 に示すマスクの形) に近いほど高くなり、歪んだ円の分離度は低くなる。

3.3 目の向きの認識

図 2 に示すような円形のマスクを設定し、そのマスク内で 2 つの円形領域の分離度を求める。位置、半径を変えながら、円形の領域を黒目の候補として抽出する。練習者がキーボードを見ている状態では、目はまぶたが眼球を覆うような形になり、カメラから黒目が見えない、もしくは見えても、大きく歪んだ円になる場合

*Features to Recognize Eye Directions for Touch-type Training

[†]Kenji Oguri: Graduate School of Informatics, Teikyo Heisei University

[‡]Masayuki Arai, Hiroyoshi Watanabe and Shigeo Takei: School of Sciences and Engineering, Teikyo University

が多い。よって、キーボードを見ているクラスでは、濃度ヒストグラムで得た目の中心位置の座標から、ある範囲内において、円形分離フィルタにより、円が抽出されないことが予想される。また、練習者がディスプレイを見ている状態では、顔の正面がカメラに向くので、黒目は真円に近い形になると考えられる。練習者が、その他(ディスプレイとキーボード以外)の場所を見ている状態では、顔の正面がカメラに向かず、黒目は見えるが歪んだ円形になることが多い。よって、ディスプレイを見ているクラスでは、濃度ヒストグラムで得た目の中心位置の座標から、ある範囲内において、円が存在し、且つ高い分離度で抽出されると予想される。その他の場所を見ているクラスでは、同じく、ある範囲内において、円が存在し、且つ低い分離度で抽出されると予想される。

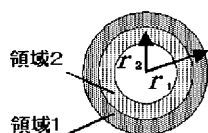


図2 円形分離度マスク

4. 実験

4.1 実験条件

図1に示すような、眼部領域の画像に対して、濃度ヒストグラムを使って、左右の目の中心と考えられる位置 $(x_l, y_l), (x_r, y_r)$ を求めた。一方、円形分離フィルタを用いて、分離度が高い順に、10個の黒目の候補を検出した。このとき、円形分離度マスクの半径 r_1, r_2 は、黒目が入る程度(5~9ピクセル)の大きさとした。さらに、 $(x_l, y_l), (x_r, y_r)$ から0~9ピクセルの距離の範囲内に、黒目の候補が存在した場合、最も近くに存在する黒目の候補の、位置と分離度を調べた。これを、大きさを正規化した360枚の、白黒の濃淡画像に対して行い、集計した。360枚の内訳は、①ディスプレイを見ているクラス40枚、②キーボードを見ているクラス40枚、③その他を見ているクラス280枚(40枚×7方向)の、全360枚である。ただし、 $(x_l, y_l), (x_r, y_r)$ から、0~9ピクセルの距離の範囲内に、黒目の候補が存在しなかった場合は、黒目が見つからなかったものとし、“Not Found”としてカウントした。

4.2 実験結果と考察

濃度ヒストグラムで求めた左右の目の中心と考えられる位置 $(x_l, y_l), (x_r, y_r)$ から、0~9ピクセルの距離の範囲内に黒目の候補が存在せず、“Not Found”となったものの割合を表1に示す。キーボードのクラスの9割が“Not Found”となっている。表2に、“Not Found”

となった要因の内訳を示す。濃度ヒストグラムを用いて、目の位置を取れなかった理由は、髪や眼鏡等の影響により、ヒストグラムの波形が乱れたためと考えられる。円形分離フィルタで、黒目の抽出ができなかった理由は、人間の目の形には個人差があることから、顔の正面がカメラに向いていても、黒目が真円に近い形にならない場合があるためと考えられる。

表1 全体における“Not Found”の割合

display	keyboard	other
58 %	90 %	64 %

表2 “Not Found”の内訳

	display	keyboard	other
濃度ヒストグラムで 目の位置を取れず	28%	0	37%
分離フィルタで 黒目の抽出できず	50%	61%	34%
両方とも失敗	22%	39%	29%

また、黒目の候補が存在した場合では、ディスプレイのクラスの実験値の平均値は0.23、その他のクラスの実験値の平均値は0.21であった。2つのクラスの実験値の値に、大きな差が出なかった理由としては、先に挙げたように、顔の正面がカメラに向いていても、黒目が真円に近い形にならない場合があるためと考えられる。

5. おわりに

タイピング練習者の目の向きを認識するため、眼部付近の画像から得た濃度ヒストグラムと、円形分離フィルタを用いる手法を検証した。その結果、(1)濃度ヒストグラムでは、髪や眼鏡の影響により、目の中心を捕らえることが難しいこと、(2)円形分離フィルタでは、目の形の歪みにより、真円に近い形になるとは限らないため、練習者がディスプレイを見ている画像から、分離度の高い円が、抽出できないことが明らかになった。今後の課題として、フィルタで用いるマスクの形状に関する検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 小杉 信:個人識別のための多重ピラミッドを用いたシーン中の顔の探索・位置決め, 信学論 D-II, Vol.J77-D-II No.4, pp.672-681, 1994.4.
- [2] 小栗賢志, 荒井正之, 渡辺博芳, 武井恵雄: タイピング練習における目の向き認識のための特徴抽出法の検討, 情報処理学会第60回全国大会, 2ZB-1, 2000.
- [3] M.Arai, H.Watanabe, K.Oguri, S.Takei: Localization of a Feature Extraction Area for Touch-Type Training Using a Camera, Proc.of ICCE/ICCAI2000, pp.1544-1547, 2000.
- [4] 山口 修, 福井和広:動画を用いた PC 顔認識システム“Smartface”, 情報処理学会研究報告. CVIM, Vol. 2000 Num. 50 pp.99-106, 2000.05.