

分離フィルタを用いたタイピング練習者の 目の向きの認識*

2N-04

下境 浩†
帝京大学理工学研究科†

荒井 正之‡ 渡辺 博芳‡ 武井 恵雄‡
帝京大学理工学部‡

1. はじめに

我々は、高価な機器を使わずに安価な CCD カメラとパーソナルコンピュータ (PC) を用い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、モザイクテンプレートと分離フィルタを用いた手法の提案と本手法による実験結果について報告する。

2. システム構成と処理の流れ

2.1 システム構成

- ハードウェア PC 及び安価な CCD カメラ
- ソフトウェア 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

本研究では練習者の目の向きを認識するソフトの開発を目指している。

2.2 目の向き認識ソフトの処理手順

(1) 眼部領域の抽出

タッチタイピング練習を行う前に、練習者にディスプレイを見てもらう。練習者の撮影をして、その画像から頭部、顔面中心部、眼部の順で抽出する。

(2) 目の向きの認識

練習者を撮影して、その画像のうち、(1)で抽出した領域内を、分離フィルタを用いて走査することにより、目の向きを認識する。

(3) 練習者へのフィードバック

練習者がディスプレイ以外を見た場合には警告を与えたり、練習が終了した後は「ディスプレイ以外を見た割合」を評価結果として提示することなどを考えている。

本稿では(1),(2)の処理を対象にしている。なお、練習者の目の向きは、種々のタイピング練習法をサポートするため①ディスプレイを見ている、②キーボードを見ている、③その他の3クラスに分類する。

3. 上半身画像から眼部領域の抽出

モザイクテンプレート[1]を用いて、タイピング練習者の画像から眼部領域を抽出する。テンプレート作成方法と抽出方法を次に示す。

* Recognition of eye direction using separability filter for touch-type training

† Hiroshi Shimosakai: Graduate School of Science and Engineering, Teikyo University

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

3.1 モザイクテンプレートの作成方法

- (1) 手操作により頭部、顔面中心部、眼部領域を切り出す。
- (2) 切り出した頭部、顔面中心部、眼部にモザイク処理を行う。
- (3) K平均クラスティングにより、各部 n 個のテンプレートを作成する。

3.2 テンプレートマッチング

タイピング練習者の上半身画像に対して図 1 のように $W_x \times W_y$ 画素のブロック単位でモザイク処理を行った画像と、頭部モザイクテンプレートとのマッチングを行い頭部を抽出する。以下、顔面中心部モザイクテンプレート、眼部モザイクテンプレートの順にマッチングを行い眼部を抽出する。

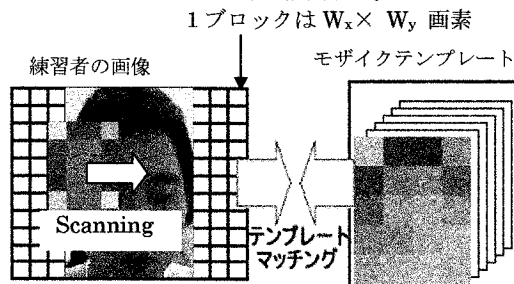


図 1 テンプレートマッチング

4. 目の向きの認識

目の向きの認識は次に示す手順で行う。

4.1 分離フィルタによる黒目候補の抽出

抽出した眼部領域に対して、分離フィルタを用いて黒目の候補を抽出する。文献[2][3]では、黒目の分離フィルタの形状を真円としているのに対して、本研究ではディスプレイを見ている眼の形状に近づけるために、図 2 のような形状とする。このフィルタの位置や大きさを変えながら式(1)に示す分離度 S ($0.0 < S \leq 1.0$) の高いものを黒目の候補とする。

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

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 における濃度、 $\bar{P}_m$ は領域全体での濃度の平均値、 $\bar{P}_1, \bar{P}_2$ は領域 1, 領域 2 での濃度の平均値を示す。

さらに、黒目を抽出した場合、中心が黒、周りが白に

なるので、分離フィルタの中心の濃度の平均値と周りの画素の濃度の平均値との差が閾値 δ より小さい場合のみ黒目の候補から除外する。

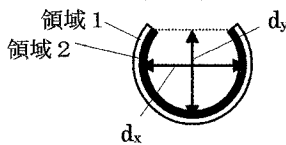


図2 黒目分離フィルタ

4.2 黒目の同定

4.1 節で抽出した候補の中から両黒目を同定する。右黒目の中心の座標を (x_r, y_r) 、左黒目の中心の座標を (x_l, y_l) とすると、 $|x_r - x_l| > \alpha_x$ かつ $|y_r - y_l| < \alpha_y$ を満足する2点を両黒目とする。候補が見つからない場合は、キーボードを見ているクラスとする。

4.3 目の向きの認識

練習者がディスプレイを見ている状態では、黒目が存在するため、高い分離度で抽出されることが予想される。また、練習者がキーボードを見ている状態では、黒目はまぶたが覆うような形になり、カメラから見えない場合が多いため、分離フィルタにより候補が抽出されない、もしくは低い分離度で抽出されることが予想される。そこで、分離度が閾値 β 以上ならばディスプレイを見ているクラス、 β 未満 γ 以上ならその他のクラス、 γ 未満ならキーボードを見ているクラスとする。

5. 実験

タッチタイピング練習ソフトを用いて、練習を行っている練習者10名の白黒濃淡動画像を1分30秒撮った。全員眼鏡はかけてなく、内9名はタッチタイピングが行えない。動画像を調べた結果、練習者は、ディスプレイを見ているか、キーボードを見ているかどちらかであり、他の方向を見ている練習者はいないことが分かった。そこで、目の向きの認識実験には、動画像から静止画像に変換した練習者のディスプレイを見ている静止画像10枚と、タッチタイピングのできない練習者のキーボードを見ている静止画像9枚を用いた。

5.1 眼部領域抽出の実験条件

各部のモザイクテンプレートの作成条件は表1の通りとし、テンプレートマッチングで練習者の画像に対してモザイク処理を行う時の1ブロックの大きさ $(W_x \times W_y)$ は頭部 75×75 画素、顔面中心部 25×25 画素、眼部 13×13 画素、 14×14 画素とした。また、実験は学習データに対して行った。

表1 テンプレート作成条件

	モザイク処理	テンプレート数(n)
頭部	横4ブロック×縦5ブロック	6
顔面中心部	横12×縦12	6
眼部	横20×縦9	6

5.2 分離フィルタの実験条件

分離フィルタの大きさ(縦(d_x):横(d_y))は20画素:12画素、24画素:13画素、26画素:14画素の3種類を使用した。その他のパラメータは、 $\alpha_x=100$, $\alpha_y=20$ ($\beta=\gamma=0.2$), $\delta=10$ とした。

5.3 実験結果

モザイクテンプレートによる各領域抽出結果を表2に示す。

表2 各領域抽出結果

	頭部	顔面部	眼部
抽出率	100%	100%	90%
処理時間	1.0秒	2.0秒	1.0秒

眼部領域抽出に成功した画像に対して分離フィルタによる目の向き認識実験を行った。結果を表3に示す。

表3 目の向きの認識率

クラス	データ数	認識率
ディスプレイ	9	88.9%
キーボード	8	87.5%

ディスプレイのクラスで誤認識となったのは1データであり、これは走査範囲内に黒目が入らなかったため黒目が抽出できず誤認識となった。キーボードの誤認識も1データであり、黒目以外の部分が高い分離度で抽出されたため、誤認識となった。1枚の画像の認識に要する時間は約2秒であった。なお、実験にはCPU K6-2 550MHzのPCを使用した。

6. おわりに

タイピング練習者の目の向きを認識するため、モザイクテンプレートと、分離フィルタを用いる手法を提案した。実験の結果は比較的良好であった。今後の課題として(1)未知データを用いた眼部領域抽出方法の評価、(2)眼鏡をかけた練習者への対応、(3)まばたきをした時の対応、(4)処理の高速化などがある。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金 13680253 の補助による。

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, pp672-681, 1994.4.
- [2]山口 修, 福井 和広: 動画像を用いたPC顔認識システム"Smarrface", 情報処理学会研究報告, CVIM, Vol.2000 Num.50 pp.99-106, 2000.05.
- [3]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の検討, 情報処理学会第62回全国大会, 5L-Q2, 2001.