

# キーボード上に置かれた手指形状画像からの特徴抽出

中村 孔明\*1 納富 一宏\*1 斎藤 恵一\*2

神奈川工科大学大学院工学研究科情報工学専攻\*1 国際医療福祉大学情報教育センター\*2

## 1. はじめに

従来のパスワード認証では偽造、盗難が容易であり安全性に疑問があった。その解決策として近年実用化され、利用されているのがバイオメトリクス認証<sup>[1]</sup>である。

バイオメトリクス認証において重要なのは、利用者への負担の軽減と利便性の向上である。利用者への負担には心理的負担と、身体的負担の二つがある。心理的負担とは指紋や虹彩など身体の情報を読み取られることへのストレスであり、身体的負担とは普段行わないような動作を強いられることへのストレスである。キーボードに手を置くという動作は、心理的負担、および身体的負担が共に少ないと考えられる。このような背景から、利用者への負担の少ない認証方法として、キーボード上に置かれた手指形状により個人を特定する方法を提案する。固定したキーボードの真上からカメラで手指形状を撮影し、特徴点を抽出することで個人の特定を可能とする。先行研究<sup>[2]</sup>では、AHP 分析<sup>[3]</sup>を用いた利用者の主観的評価により、提案手法と主なバイオメトリクス認証手法を比較した。心理的負担、身体的負担が他の画像認証より低いという結果を得た。また、識別器に Support Vector Machine<sup>[4]</sup>を用いることで、被験者 30 名を 100%識別することができた。

本稿では撮影した手指形状画像から手領域のみを抽出する方法を検討する。

## 2. 手指形状からの特徴点抽出

本認証手法はキーボード上のホームポジションに置かれた手指形状を Web カメラで撮影し、その画像から個人を特定する。Web カメラは固定されているため、利用者がキーボードに手を置く位置や手の角度が変わると計測する距離も変化する。そのため、手を置く場所をホームポジションに指定している。個人を特定するために必要となる身体的特徴として 20 箇所から手指形状距離<sup>[5-7]</sup>を測定した。測定した身体的特徴点データを属性ベクトルとして学習を行なった。撮影した画像の一枚を図 2.1 に示す。測定箇所を表 2.1 に示す。



図 2.1 撮影した手指形状画像例

表 2.1 特徴点間距離

番号	測定箇所
1	両手の第 1 指指先点の間隔
2	両手の第 2 指指先点の間隔
3	右手尺側中手点から 右手橈側中手点の間隔
4	左手尺側中手点から 左手橈側中手点の間隔
5	右手第 1 指先端から右手第 2 指の間隔
6	左手第 1 指先端から左手第 2 指の間隔
7	右手第 2 指基節骨の長さ
8	左手第 2 指基節骨の長さ
9	右手第 3 指基節骨の長さ
10	左手第 3 指基節骨の長さ
11	右手第 4 指基節骨の長さ
12	左手第 4 指基節骨の長さ
13	右手第 5 指基節骨の長さ
14	左手第 5 指基節骨の長さ
15	右手第 2 指中手指節関節から 第 3 指中手指節関節の間隔
16	左手第 2 指中手指節関節から 第 3 指中手指節関節の間隔
17	右手第 2 指近位指節間関節から 第 3 指近位指節間関節の間隔
18	左手第 2 指近位指節間関節から 第 3 指近位指節間関節の間隔
19	両手の第 1 指中手指節関節の間隔
20	両手の第 1 指近位指節間関節の間隔

## 3. 実験

### 3.1 実験条件

大学生の被験者 10 名に対して、ホームポジションに手を置いた状態でキーボードの真上 40cm から Web カメラで手指形状の撮影を行った。手指形状の撮影は 1 人 5 回行ったが、1 枚撮影する毎にキーボードから手を離してもらい、撮影を繰り返した。撮影環境では光源の位置や明るさは統一して行った。

機械学習による手領域の検出と、肌色検出による手領域の検出<sup>[8-10]</sup>を行い、比較する。

### 3.2 肌色検出による手領域の抽出

HSV 表色系で表現された肌色は、色相が 0 から 30 程度になるため、その領域のみを検出することで手領域を抽出できる<sup>[8]</sup>。肌色検出を行う前に、100 枚の背景画像を用いて背景との差分を取った。背景画像の画素ごとに輝度値の平均と標準偏差を求め、閾値を設定する。閾値画像を図 3.1 に閾値で 2 値化したマスクを図 3.2 に示す。図 3.2 のマスクを原画像に適用した後、肌色検出を行った。検出された肌色領域に対し、メディアンフィルタによるノイズ除去とオープニング、クローズングを行った結果を図 3.3 に示す。

Feature extraction of placed hands on keyboard

\*1Yoshiaki Nakamura, \*1Kazuhiro Notomi, \*2Keiichi Saito

\*1 Dept. of Information and Computer Sciences, Kanagawa Institute of Technology

\*2 Education Center of Medical Informatics, International University of Health and Welfare

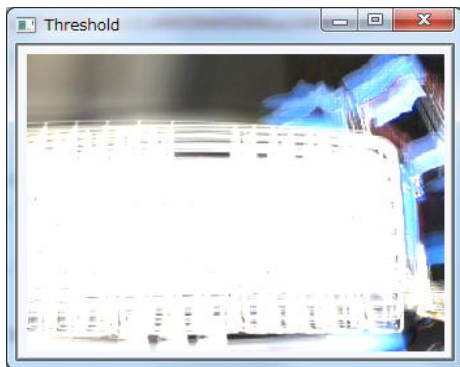


図 3.1 閾値画像



図 3.2 背景差分マスク

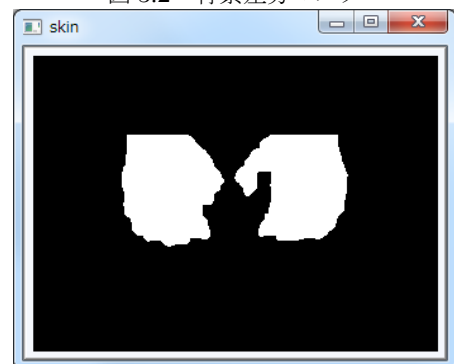


図 3.3 検出された手領域

### 3.3 学習による手領域の抽出

撮影した画像に対して回転，歪みなどの変形を加えて擬似的なサンプルを生成し，生成した画像に対して Haar-Like 特徴量を用いて Adaboost によって学習を行った．学習は 4000 枚の正解画像と，2000 枚の不正解画像で行った．学習には Edge 特徴，Line 特徴，Center-Surround 特徴のすべてを用いた．学習に用いた正解画像と同じ画像を投入した結果を図 3.4 に，学習に用いたものとは別の正解画像を投入した結果を図 3.5 に示す．赤い枠が手領域として検出された箇所である．

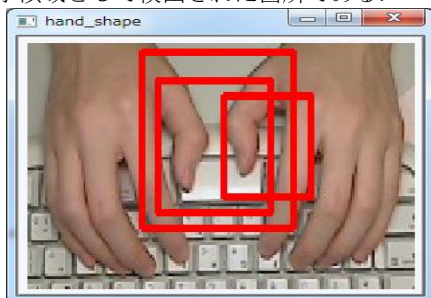


図 3.4 Adaboost による学習結果 1

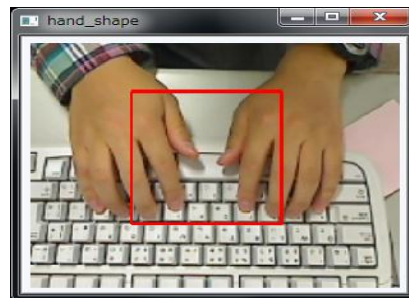


図 3.5 Adaboost による学習結果 2

### 3.4 考察

3.2 節の結果から肌色検出による手領域の抽出は良好であった． Haar-Like 特徴を用いた Adaboost による学習では，手領域の検出は図 3.4，図 3.5 のように指の一部のみが検出されている． 図 3.4 は学習時に用いた正解画像と同じ画像で手領域の検出を試みた結果だが，図 3.5 と同様に第 1 指と第 2 指のみ検出されてしまっている． Adaboost は複雑な輪郭を持った対象を検出しにくい． このような結果になったと思われる． これは複雑な輪郭を持った対象の場合， Haar-Like 特徴量を算出する際に，背景の画素値を含んでしまうためである．

### 4. おわりに

本論文ではキーボード上に置かれた手指形状認識による画像認証手法について検討した． 今回の実験では，撮影時に手領域以外に肌色の領域が存在しないように考慮し，光源の位置や色，明るさを統一して検出を行った． そのため，肌色検出による手領域の抽出結果は良好であったが，環境の変化に対してロバストではないと考えられる． 機械学習による手領域の検出は HoG(Histogram of Oriented Gradients)特徴などの， Haar-Like 特徴以外の特徴量を用いることで改善される可能性がある．

現在は抽出した手領域から 2 章で述べた特徴量を手作業で測定しているため，今後は表 2.1 の 20 か所の特徴点間距離を抽出することが課題である．

#### 参考文献

- [1]バイオメトリクスセキュリティコンソーシアム：バイオメトリックセキュリティハンドブック，オーム社(2006)
- [2]中村孔明，納富一宏，斎藤恵一：手指形状画像による個人認証手法—提案手法と主なバイオメトリクス認証の利用者の抵抗感の比較—，HCG シンポジウム 2011-C2-1，231p-234p
- [3]高萩栄一郎，中島信之：Excel で学ぶ AHP 入門，オーム社(2005)
- [4]VLADIMIR VAPNIK，CORINNA CORTES：Support-Vector Networks，Machine Learning，20，237-297(1995)
- [5]Arne Schaffler，Sabine Schmidt：からだの構造と機能，西村書店(2002)．
- [6]浜田義彦：統計的パターン認識入門，森北出版株式会社(2009)
- [7]B.F.J マンリー：多変量解析の基礎，培風館(1992)
- [8]奈良先端科学技術大学院大学 OpenCV プログラミングブック作成チーム：OpenCV プログラミングブック第 2 版，株式会社 毎日コミュニケーションズ(2009)
- [9]谷尻豊寿：Essential OpenCV Programming with Visual C++ 2008，株式会社 カットシステム(2009)
- [10]Gary Bradski，Adrian Kaehler：詳解 OpenCV—コンピュータビジョンライブラリを使った画像処理・認識—，株式会社オライリージャパン(2009)