

平成 30 年 6 月 16 日現在

機関番号：23201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12517

研究課題名(和文)瞬目特徴と目周辺特徴を組合せた偽造が困難な継続的個人認証法の開発

研究課題名(英文)Development of continuous personal authentication method combined with eye blink characteristics and eye shape feature

研究代表者

高野 博史(Takano, Hironobu)

富山県立大学・工学部・准教授

研究者番号：40363874

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、継続的に認証が可能な瞬きによる個人認証法を開発した。随意性瞬目と自発性瞬目の識別では、他人の瞬きデータを含めて学習したSVMを用いた場合より、個人ごとの瞬きデータのみによりSVMを学習した場合の方が高い識別精度が得られた。また、個人ごとに最も高い識別精度が得られる特徴量が異なることが明らかになった。瞬きによる個人認証の性能評価では、自発性瞬目に比べて随意性瞬目による認証精度の方が高い認証精度が得られることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed the continuous personal authentication method using eye blink. The evaluation experiment of blink discrimination indicates that the correct discrimination rate of SVM learned with own blink data is higher than that of SVM learned with blink data of other people. In addition, the suitable feature vector which provides the highest discrimination rate is different in each person. In the evaluation of personal authentication with blink data, the performance of authentication with voluntary blink data is better than that with spontaneous blink data.

研究分野：生体情報計測

キーワード：まばたき バイオメトリクス 継続認証 行動的特徴 セキュリティ

1. 研究開始当初の背景

近年では、スマートフォンをはじめとするモバイル端末の普及に伴い、端末上で個人情報管理ようになってきており、インターネット上に個人情報が流出するなどの問題が表面化している。この新たな問題に対応するために、これまで研究されてきた顔や指紋などの身体的特徴を利用した生体認証に加えて、フリック入力などの動作を行う際のくせ(行動的特徴)を利用した方法など、モバイル端末のセキュリティとして生体認証の研究が活発に行われている。

モバイル端末を利用した個人認証では、認証時に登録者本人が認証し、実際のサービス提供時には、第三者が利用するなりすましの危険性もはらんでいる。この問題への対応として、利用者に意識させずに継続的な認証を行う方法が挙げられる。利用者に気づかれない状況で継続認証が行える方法として顔認証があるが、マスクなどの人工顔でのなりすましが可能である。一方、なりすましが困難な継続認証法として脳波や人体伝播信号を用いる方法があるが、電極の装着や利用環境が制限されるなどの問題がある。

2. 研究の目的

本研究では、上述した問題に対応するために、利用者に意識させずに継続認証が可能であり、第三者によるなりすましが困難である個人認証として、瞬き(瞬目)から得られる情報を利用した個人認証法を提案する。瞬きには、無意識で定常的に行われる自発性瞬目と、意図的に行う随意性瞬目がある。本研究では、無意識下での認証を想定しているため自発性瞬目に重点を置くが、利用に対して無作為に認証を促すことでなりすましを困難にさせる方法も考えられるため、随意性瞬目についても検討を行う。ここで、提案する瞬きによる個人認証では、瞬きを無意識で行う自発性瞬目と意図的に行う随意性瞬目に分け、その後、個人を認証するための瞬き特徴量を抽出し、瞬目の種類に応じた登録情報との類似度を計算することで個人を認証する。よって、本研究の課題として、(1) 自発性瞬目と随意性瞬目の識別手法の開発と(2) 瞬きによる個人認証法の開発が挙げられる。各研究課題と達成目標は以下の通りになる。

(1) 自発性瞬目と随意性瞬目を識別する手法の開発

自発性瞬目と随意性瞬目を識別するために有効な特徴量を明らかにする。

(2) 瞬きによる個人認証法の開発

自発性瞬目や随意性瞬目による個人認証の性能を明らかにする。

3. 研究の方法

瞬き特徴を利用した継続認証が可能な個人認証法を開発するために、以下の研究課題に取り組んだ。

(1) 自発性瞬目と随意性瞬目を識別する手法の開発

瞬きにより個人認証を行う手順として、認証システムから指示なく認証を行う方法と、認証システムから認証開始の合図を提示して行う方法がある。認証システムから認証開始の指示を行わない場合、無意識的に生じる自発性瞬目から個人認証に用いる瞬き特徴量を算出する必要がある。一方、認証システムが認証開始の指示をした場合、ユーザが意図的に瞬きを行うため、随意性瞬目から個人認証に用いる瞬き特徴を抽出する。よって、カメラで目周辺を撮影して取得した瞬き時の映像から、自発性瞬目と随意性瞬目を識別する必要がある。本研究では、目周辺映像に対して目領域を分割し、各領域について画素値の差分から得られる勾配強度の時系列波形(瞬目波形)より、瞬きの形状特徴パラメータを特徴量として SVM (Support Vector Machine) により瞬目識別を行う。

瞬目識別に用いる特徴量は、図1に示す(i) 目頭周辺領域、(ii) 虹彩周辺領域、(iii) 目尻周辺領域、(iv) 目全体領域の各領域に対して勾配強度を算出し、その時系列波形より求められる。図2に、瞬目時の勾配強度波形の模式図を示す。ここで、 P_s 、 P_e はそれぞれ閉瞼過程開始時点および開瞼過程終了時点、 P_{sb} 、 P_{eb} はそれぞれ閉瞼過程終了時点および開瞼過程開始時点、 P_{max} は閉瞼時に勾配強度が最大となる極大値である。これらの特徴点をもとに、瞬目識別の特徴量となる5種類の形状パラメータ(A_{cl} : 閉瞼時振幅、 A_{op} : 開瞼時振幅、 A_{mv} : 極大値振幅、 V_{cl} ($= A_{cl}/T_{cl}$): 閉瞼速度、 V_{op} ($= A_{op}/T_{op}$): 開瞼速度)が求められる。よって、各目領域に対して最大で5次元の特徴量となる。

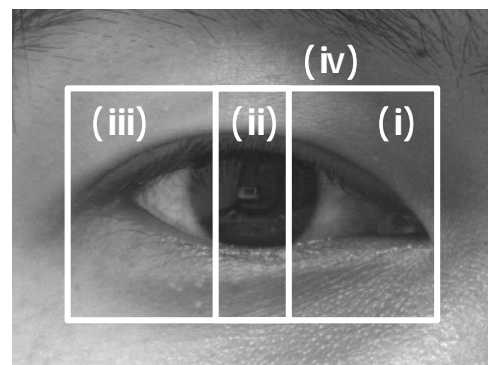


図1: 特徴量算出領域

評価実験では、20代の健常大学生20名に対して、随意性瞬目取得実験と自発性瞬目取得実験を行った。被験者一人当たり各実験を10セッション行い、1セッションあたり、10回の瞬きを行った。識別器として用いるSVMの学習は、評価する被験者の瞬きデータのみを用い

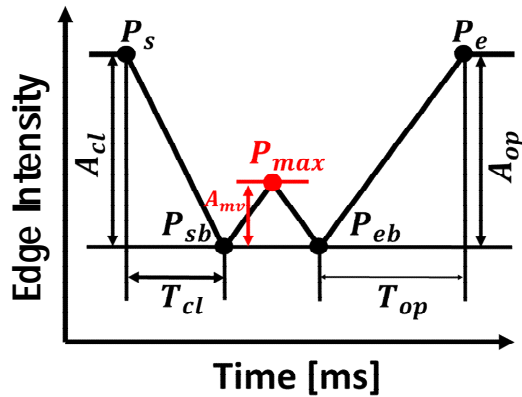


図 2：形状特徴パラメータ

で学習する場合（条件 A）と、全被験者の瞬目データを用いて学習する場合（条件 B）の二種類で行った。瞬目識別性能の評価指標として、適合率と再現率の調和平均である F 値を用いた。瞬目識別の精度評価では、特徴量の次元を 2~5 次元に変化させて、F 値を求めることを行った。

(2) 瞬きによる個人認証法の開発

瞬きによる個人認証では、瞬目識別で用いた勾配強度に加えて勾配方向を算出し、 $0^\circ \sim 180^\circ$ の勾配方向を 9 分割し、分割した各勾配方向に対する累積勾配強度の時系列波形を用いる。つまり、1 つの瞬目波形から 9 種類の瞬目波形が算出されることになる。また、特徴量を算出する目領域は 4 種類あるため、36 種類の時系列波形を用いて認証を行う。登録情報との類似度は、瞬目波形に対して DTW (Dynamic Time Warping) により算出される。算出された類似度に対して、判定閾値と比較することで、登録者本人であるか未登録者（他人）であるかを判別する。

評価実験では、20 代の健常大学生 11 名に対して、随意性瞬目取得実験と自発性瞬目取得実験を行った。被験者一人当たり各実験を 3 セッション行った。認証精度の評価では、登録者本人を誤って拒否する本人拒否率（FRR：False Rejection Rate）と他人を誤って登録者本人と受け入れてしまう他人受入率（FAR：False Acceptance Rate）が等しくなる EER（Equal Error Rate）を用いた。

4. 研究成果

(1) 自発性瞬目と随意性瞬目を識別する手法の開発

評価実験の結果を図 3 及び図 4 に示す。図 3 および図 4 は、それぞれ条件 A および条件 B で SVM の学習をした場合の結果であり、被験者 20 名から求めた F 値の平均値および標準偏差を示してい

る。橙色で示した結果では、被験者ごとに特徴量の次元を 2~5 次元と変化させて最も高い F 値を用いた。青色で示した結果は、全被験者で特徴量の次元を統一して、被験者 20 名分の平均 F 値がもっとも高いものを示している。これらの結果より、個人ごとで特徴量の次元を選択した方が、全被験者共通の特徴量を用いるよりも識別性能が高いことがわかる。また、本人の瞬きデータを用いて SVM を学習した場合の方が他人の瞬きデータを含んでいる場合に比べて精度が高い。一方、特徴量を算出する目領域に対して識別精度はほとんど変化がなかった。以上の結果より、瞬目識別に用いる特徴量は個人ごとに選択することで高い識別性能が得られることが明らかになった。

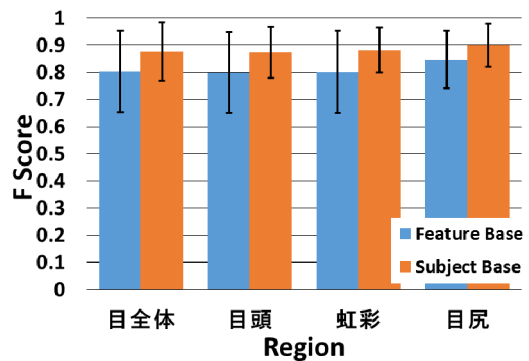


図 3：個人ごとに学習した場合の瞬目識別結果（条件 A）

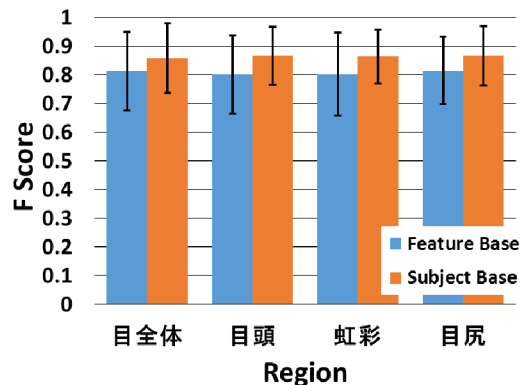


図 4：全被験者の瞬きデータを用いて学習した場合の瞬目識別結果（条件 B）

(2) 瞬きによる個人認証法の開発

勾配方向特徴の時系列波形を用いて得られた瞬きによる個人認証の結果を図 5 に示す。この図の横軸は FRR、縦軸は FAR であり、青色が随意性瞬目、橙色が自発性瞬目の ROC (Receiver Operating Characteristic) 曲線を示している。この結果より、随意性瞬目および自発性瞬目による EER はそれぞれ 0.52%、5.16%であった。よって、自発性瞬目に比べて随意性瞬目の方が高い

認証性能が得られることが明らかとなった。随意性瞬目は意識的に行った瞬きであるため、個人の癖が個人差を生じさせていると考えられる。

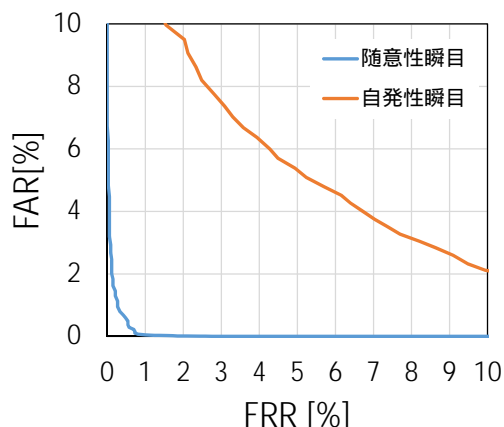


図 5：随意性瞬目および自発性瞬目に対する個人認証の精度

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 10 件)

高野梓, 陶山真昌, 高野博史, 中村清実, 勾配方向特徴を用いた瞬き動作による個人認証, 第 6 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 2016 年 11 月 16 日~17 日, 芝浦工大.

高野梓, 陶山真昌, 高野博史, 中村清実, エッジ強度の時間的変化を用いた瞬き動作による個人認証の検証, 2016 年電子情報通信学会ソサエティ大会, 2016 年 9 月 20 日~23 日, 北海道大.

高野梓, 陶山真昌, 高野博史, 中村清実, 時系列特徴を用いた瞬き動作による個人認証, 平成 28 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 2016 年 9 月 13 日~14 日, 福井工大.

陶山真昌, 高野博史, 中村清実, 随意性瞬目と自発性瞬目を判別するための時系列波形特徴量の解析, 平成 28 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 2016 年 9 月 13 日~14 日, 福井工大.

陶山真昌, 高野博史, 中村清実, SVM を用いた随意性瞬目と自発性瞬目の判別, 第 15 回情報科学技術フォーラム, 2016 年 9 月 7 日~9 日, 富山大.

高野梓, 陶山真昌, 高野博史, 中村清実, 瞬き動作によるエッジ強度の変化を用いた個人識別法の有効性, 2016 年電子情報通信学会総合大会, 2016 年 3 月 15 日~18 日, 九州大.

高野梓, 陶山真昌, 高野博史, 中村清実,

エッジ強度を用いた瞬き特徴による個人認証の有効性, 第 5 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 2015 年 11 月 12 日~13 日, 東大.

高野梓, 陶山真昌, 高野博史, 中村清実, エッジ特徴量を用いた瞬き動作による個人認証の検証, バイオメトリクス研究会, 2015 年 10 月 25 日, 大阪電気通信大.

高野梓, 陶山真昌, 高野博史, 中村清実, 瞬きを用いた個人認証に有効な特徴量の検討, 平成 27 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 2015 年 9 月 12 日~13 日, 金沢工大.

高野梓, 高野博史, 中村清実, 瞬き動作を用いた個人認証における効果的な特徴量の検討, 2015 年電子情報通信学会ソサエティ大会, 2015 年 9 月 8 日~11 日, 東北大.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高野 博史 (TAKANO, Hironobu)
富山県立大学・工学部知能ロボット工学科・准教授
研究者番号: 40363874

(2) 研究分担者

中村 清実 (NAKAMURA, Kiyomi)
富山県立大学・工学部・名誉教授
研究者番号: 20143860

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者 ()