

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11942

研究課題名（和文）判定根拠を説明できるユニバーサルな署名照合手法

研究課題名（英文）An Universal Automatic Signature Verification with Explainability

研究代表者

大山 航（Ohyama, Wataru）

東京電機大学・システムデザイン工学部・教授

研究者番号：10324550

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：機械学習技術を活用した署名照合の自動化には、(1)照合判定根拠に対する説明性の向上、(2)照合精度の向上、(3)様々な言語の署名を統一的に照合できるユニバーサル性の向上の課題が残されている。本研究は、主に(1)機械学習を活用した自動署名照合における照合判定根拠を説明できる技術の開発、(2)組み合わせ分割署名照合や、ランキング学習、局所変動に注目した筆跡照合等を活用した自動署名照合の高度化、(3)様々な言語の署名を統一的に照合する「ユニバーサル署名照合」の実現に取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

署名照合は国際的には社会的に広く受け入れられている本人確認手法である。本研究の成果は、署名照合の自動化に残されていた上述の課題を解決する糸口になることが期待される。

研究成果の概要（英文）：The automatic signature verification using machine learning technology still faces challenges in (1) improving the explainability of the verification decision basis, (2) enhancing verification accuracy, and (3) increasing the universality to uniformly verify signatures in various languages. This study primarily addresses (1) the development of technology that can explain the basis of verification decisions in automated signature verification using machine learning, (2) the advancement of automated signature verification by utilizing methods such as combinatorial partitioned signature verification, ranking learning, and handwriting verification focusing on local variations, and (3) the realization of a "universal signature verification" that can uniformly verify signatures in various languages.

研究分野：情報工学

キーワード：バイオメトリクス 署名照合 機械学習

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

署名照合は署名行為が社会的に受け入れられておりデータ取得に対する拒絶感や抵抗感が少なく、本人の意思確認を伴う行動的特徴であるため登録署名テンプレートの変更が容易であるなどの利点がある。署名照合の方式にはオンライン署名照合とオフライン署名照合がある。タブレット端末が普及し、オンライン署名照合の利用環境が整ったこと、筆速、筆圧などより多くの情報を取得、利用して高精度な照合が期待できることからオンライン署名照合が実用化されつつある。

一方で、署名照合には、右図に示すとおり主に3種類の課題が存在する。

(1) 判定根拠説明性の向上

署名照合や筆跡鑑定は、法医学や各種の決済場面で用いられることが多く、照合判定の根拠について高い説明性が要求される。一方で、近年活用されている深層学習等の機械学習技術では、照合手法のブラックボックス化により、照合判定根拠が不明となるケースが多い。必要十分な判定根拠説明性を担保できる技術が望まれている。

(2) 照合精度の向上

一般的に、署名照合は、指紋や虹彩その他のバイオメトリクス認証に比べて認証精度が低い。これは、署名が行動的特徴であるため個人性の変動が大きいことに起因する。照合精度の向上が望まれている。

(3) 様々な言語の署名を統一的に照合できるユニバーサル性の向上

署名は、筆記者の母国語などの文化背景の影響を強く受ける。近年、我が国を訪れる外国籍旅行者や外国籍居住者が増加しており、巷間で用いられる署名には様々な言語が入り混じり多様性が増している。筆記スタイルが大きく異なる署名に対して、それぞれの言語ごとに署名照合手法の開発が進められてきた。特定の言語で高い性能を示す署名照合手法が、別の言語でも同様の性能を示す保証はなく、様々な言語の署名を統一的に照合できる手法の開発が望まれている。

2. 研究の目的

本研究の目的は主に以下の3点である。

- (1) 機械学習を活用した自動署名照合における照合判定根拠を説明できる技術を開発する、
- (2) そのために、組み合わせ分割署名照合法や、ランキング学習の内部解析や内部状態可視化手法を開発する、
- (3) 様々な言語の署名を統一的に自動で照合できる「ユニバーサル署名照合」を実現する。

3. 研究の方法

深層学習を用いたオフライン署名照合とその判断根拠可視化

深層学習をオフライン署名照合に適用し、判断根拠可視化技術である GradCAM や PSM により判断根拠可視化が可能であるかを検証した。また、注視マップの導入、可視化により判断根拠可視化が可能であるかを検証した。

手書き文字字系の定量評価および典型文字の特性調査

署名照合の高精度化を目的に手書き文字字系の定量評価および典型文字の特性調査を行った。

4. 研究成果

深層学習を用いたオフライン署名照合とその判断根拠可視化

図1に示す注視マップを導入した畳み込みニューラルネットワークを用いて、オフライン署名照合を行う手法を開発した。本ニューラルネットワークは、参照用署名と照合署名を含む画像1点を入力し、照合署名を真筆または偽筆と判定する。入力画像の構成として、参照用、照合署名それぞれを上下に配置した連結画像(図2(a))と、画像の別チャンネルに配置した重ね合わせ画像(図2(b))の2種類を比較した。

図3に提案手法による署名照合精度を示す。図の縦軸、横軸はそれぞれ本人拒否率(FRR)、他人受け入れ率(FAR)である。この図はDET曲線と呼ばれ、曲線が左下にあるほど照合精度が高いことを示す。連結画像と、重ね合わせ画像との比較では、重ね合わせ画像の方が照合精度が高いことがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吉田直哉, 大山航
2. 発表標題 畳み込み自己符号化器を用いた毛筆書写熟練度の定量評価
3. 学会等名 第24回 画像の認識理解シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田直哉, 大山航
2. 発表標題 畳み込みニューラルネットワークを用いたオフライン毛筆書写文字の定量評価
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黒木健志, 大山航
2. 発表標題 Attention Branch Networkによる署名照合と判断根拠の可視化
3. 学会等名 第13回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------