

## スクロール表示の文章を用いたテキストリーディングによる個人識別の評価 Evaluation on Person Identification by Text-reading Scrolled Sentence

黒谷 育史<sup>†</sup> 垣内 洋介<sup>†\*</sup>  
Narumi Kurotani Yosuke Kakiuchi

### 1. はじめに

モバイル端末のロック解除や、Web サービスのログインに用いられる個人認証手法は、大きく分けて 2 種類存在する。1 つ目は、暗証番号やパスワードなど、自身の記憶に基づく情報を利用する知識認証である。知識認証は認証情報が外部に紛失することはないが、覗き見や不正アクセスのリスクが存在する。2 つ目は、指紋や虹彩の情報を利用する生体認証である。生体認証は、悪意のある第三者からの覗き見に対して頑健であるが、一度なりすましをされると、登録した生体情報が使えなくなり、変更も困難というリスクが存在する。

これらのリスクに対処する手法として、眼球運動を用いた手法が提案されている。Komogortsev らは、文章を読むときの視線情報に、個人が注目する単語の違いや読み速度の違いなどが反映される特性を利用して個人認証に利用できる可能性を示している[1]。また、著者らによる先行研究では、日本語の文章を読ませたときの視線情報を利用して個人識別を行う手法を提案している[2]。この研究では、手法[1]で利用された特徴量と、互いに相関のある特徴量を掛け合わせた交互作用特徴量を用いて個人識別を行う手法を提案した。文献[1][2]では、文章の表示形式や内容に関する検証はされていない。そこで、本論文では自動スクロールで表示される文章を読ませたときの視線情報を利用する手法を提案する。加えて、違う内容の文章を読ませたときの精度に対する影響を調査する。

### 2. 提案手法

#### 2.1 概要

提案手法の概要を図 1 に示す。①データ測定では、文章を読んでいる様子を Web カメラで撮影する。②視点座標の取得では、撮影した動画データを顔認識アプリケーションに入力して視点座標を抽出する。③前処理では、時系列データから移動平均を計算する。④特徴量抽出では、一定間隔で分割されたウィンドウ内で特徴量を抽出してデータセットを生成する。文献[1][2]では、眼球運動における注視とサッケードに関する特徴量を抽出しているが、本論文ではウィンドウ内に存在するデータの関係に注目する。⑤個人識別では、生成したデータセットを SVM(Support Vector Machine)に入力して個人識別を行う。このとき、本人か他人かを判定する 2 クラス分類を行う。

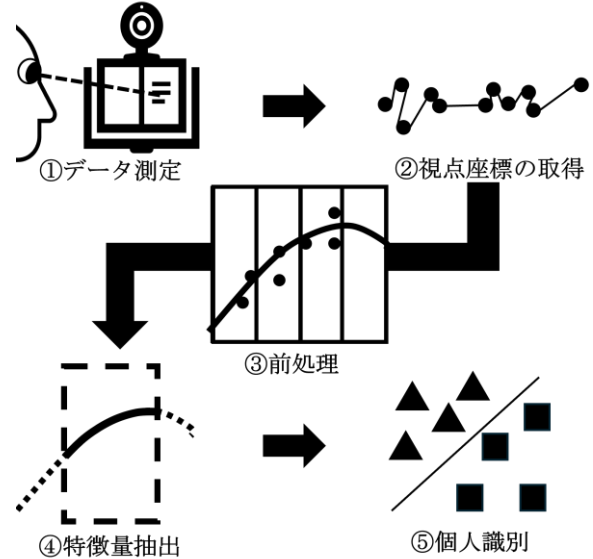


図 1 提案手法の概要

#### 2.2 データ記録

データ記録では、モニターに自動スクロールで表示される文章を読んでいる様子を記録して、視点座標データを取得する。測定環境を図 2 に示す。測定では、頭部運動によるずれを防止する目的で簡易的な顎台を設置する。視点座標データの取得には、OpenFace[3]を用いる。

#### 2.3 前処理

データ記録によって取得した視点座標データに対して、移動平均を計算する。Web カメラのフレームレートを  $fps$  とし、文章が表示される時間を  $duration$  (単位: 秒) とする。視点座標の時系列データを  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n; n = fps \times duration\}$  とすると、移動平均適用後の時系列データを  $X' = \{x'_1, x'_2, \dots, x'_i, \dots, x'_n; n = fps \times duration\}$  として、 $x_i$  とする。畳み込むデータの数  $n$  は 30 とする。

#### 2.4 特徴量抽出

次に、 $X'$  を特定の長さのタイムウィンドウによって部分時系列に分割し、そのウィンドウ内で特徴量の抽出を行う。分割を行う際には、ウィンドウ内のオーバーラップを許しながら分割を行う。分割の幅を  $w_t$ 、オーバーラップの幅を  $o_t$  とすると、ウィンドウ内の座標数  $p_c$ 、オーバーラップ内に存在する座標数  $o_c$  は以下の通りである。

$$p_c = fps \cdot w_t$$

$$o_c = fps \cdot o_t$$

<sup>†</sup> 広島工業大学工学系研究科 Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

<sup>†\*</sup> 広島工業大学情報学部情報工学科 Faculty of Applied Information Science, Department of Computer Science, Hiroshima Institute of Technology

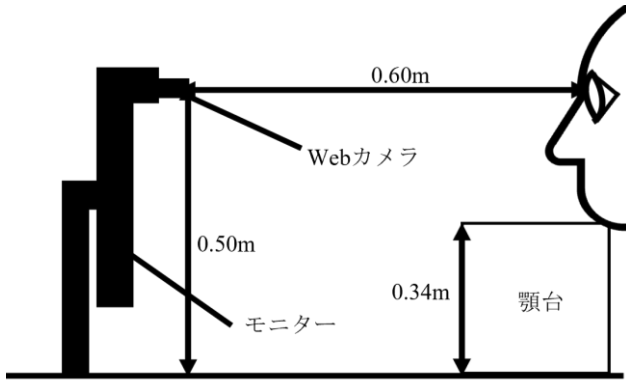


図2 測定環境の簡易図

生成されるウィンドウ数 $w_c$ は以下の式によって算出される。

$$w_c = \frac{n - p_c}{p_c - o_c} + 1$$

ウィンドウの集合を $W = \{W_1, W_2, \dots, W_j, \dots, W_{w_c}\}$ とする。 $W_j$ 内の先頭インデックス $p(j)$ は以下の通りである。

$$p(j) = (j - 1) \cdot (p_c - o_c)$$

$W_j$ の割り当ては以下の通りである。

$$W_j = (x'_{p(j)+1}, x'_{p(j)+2}, \dots, x'_{p(j)+p_c})$$

$W_j$ に対して抽出する特徴量は以下の(a)~(f)である。 $W_j$ における $x'_i$ を $W_j(x'_i)$ 、 $W_j$ における要素の平均値を $\bar{W}_j$ と表す。

(a) 2点の差の平均値

$$d_m(j) = \frac{\sum_{i=p(j)+1}^{p(j)+p_c} (W_j(x'_{i+1}) - W_j(x'_i))}{|W_j| - 1}$$

(b) 2点間の平均速度

$$v_m(j) = \frac{\sum_{i=p(j)+1}^{p(j)+p_c} ((W_j(x'_{i+1}) - W_j(x'_i)) \cdot fps)}{|W_j| - 1}$$

(c) ウィンドウ内の座標の標準偏差

$$g_s(j) = \sqrt{\frac{\sum_{i=p(j)+1}^{p(j)+p_c} (W_j(x'_i) - \bar{W}_j)^2}{|W_j| - 1}}$$

(d) 特徴量(a)が正である回数

$$l(j) = |\{W_j | W_j(x'_{i+1}) - W_j(x'_i) > 0, p(j) < j \leq (p(j) + p_c)\}|$$

(e) 特徴量(a)が負である回数

$$r(j) = |\{W_j | W_j(x'_{i+1}) - W_j(x'_i) < 0, p(j) < j \leq (p(j) + p_c)\}|$$

(f) ウィンドウ内の最初の座標と最後の座標の差

$$d(j) = W_j(x'_{p(j)+p_c}) - W_j(x'_{p(j)+1})$$

### 3. 実験

実験では、20~22歳の男性24名、女性1名の計25名を被験者とした。実験では異なる3種類の文章をそれぞれ40回読ませた。被験者に読ませた文章は以下の通りである。

- 世界気象機関(WMO)は、2023年の気温が前年より1.11°C高くなり、観測史上最高となったと発表しました。
- 一休さんを生んだ伊予局は、后宫の嫉妬のため、身に危険がせまったので、自分から皇居をのがれることになりました。

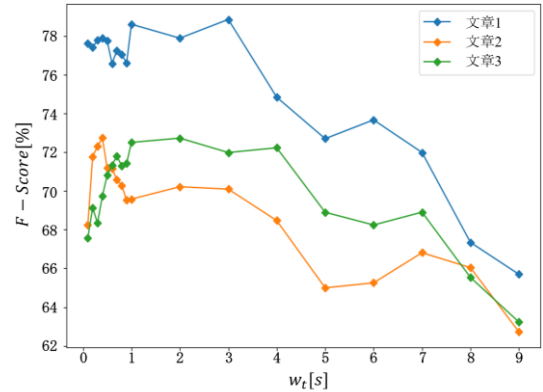


図3 実験結果

- 書齋には洋机と椅子の外に、沢山の書物が美しい背皮を並べて、硝子越しに電燈の光で照らされていた。

文章1については人工知能によって生成された文章を修整した説明的文章である。文章2については、五十公野清一の「先生と父兄の皆さまへ」の一部を引用した文学的文章である。文章3については、夏目漱石の「こころ」の一部を引用した文学的文章である。

### 4. 実験結果

測定終了後、欠損値が生じたデータを除いた34回目までのデータを訓練データ、35~39回目までのデータをテストデータとして検証を行った。実験結果を図3に示す。図3は、 $w_t$ と $o_t$ を変化させて検証を行ったときのF値の平均値をプロットしたものである。 $o_t$ は、取得した全てのデータを利用できる場合のみ利用した。実験の結果、F値の平均値における最大値は、文章1で78.8%、文章2で72.7%、文章3で72.7%となった。図3から、 $w_t$ が減少するとF値の平均値は増加し、1~3秒で分割するとある程度個人の識別が可能であると分かった。また、説明的文章を読ませた場合の方が全体的に良いF値を記録していることも分かった。

### 5. おわりに

本論文では、自動スクロールで表示される文章を読むときの視線情報を利用して個人識別を行う手法を提案した。実験の結果、自動スクロールで表示される文章を読ませたときの視線情報から、個人をある程度識別できることが明らかになった。今後は、他の機械学習モデルを適用した場合、精度にどのような影響があるか検証する予定である。

#### 参考文献

- Oleg V. Komogortsev, Evgeniy R. Abdulin, "Person Verification via Eye Movement-driven Text Reading Model", IEEE International Conference on Biometrics: Theory, Applications, and Systems, Arlington, VA, USA, 2015, pp. 1-8.
- 黒谷育史, 垣内洋介, 「個人判別における文章の読み行動を利用した特徴量の検討」, 電子情報通信学会総合大会, 基礎・境界/NOLTA講演論文集, 2023, p.131.
- Tadas Baltrušaitis, Amir Zadeh, Yao Chong Lim, and Louis-Philippe Morency, "OpenFace 2.0: Facial Behavior Analysis Toolkit", IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2018, pp. 59-66.