L-006

文章中に現れる特定の単語の打鍵情報による継続的な本人認証
Continuous authentication by keystroke information of specific words that appear in a sentence.

齊藤 仁‡　　納富 一宏‡
Hitoshi Saito　Kazuhiro Notomi

1. はじめに

2020 年から 2022 年にかけて企業や大学などの教育機関では新型コロナ感染症の拡大防止対策として Zoom などを活用したテレワークやリアルタイム・オンライン授業が広く実施された[1].

オンライン環境における本人確認は，カメラやマイクを通した方法もあるが，プライバシー保護の観点から勤務時間や授業時間を通して継続的に本人確認を行うことが難しい．よって通常は操作開始時刻に本人確認を行うか，チェックポイントとなる時刻に確認を行う方法が一般的だと考えられる．

そこで，なりすましによる不正の発生を防ぐための方法として，文書作成中のキーボード操作時の打鍵（キーストローク）情報として，キーボードの打鍵タイミングを用いて個人認証を行う手法について検討した結果について報告する．

本研究は石田ら[2]からはじまり，滝本ら[3]に続く研究である．これまでは特定のキーフレーズに対して認証を行い精度を高めることが目的であったが，本研究の最終的な目的は任意の文章の打鍵データに対して自動的に特徴量を抽出し，継続的な認証を行うシステムを実装することにある．打鍵情報が溜まっていくことで新たに特徴量を特定することができると考えられ，打鍵を行うことによってより強固な継続認証システムが構築できると考える．

2. 打鍵情報から得られる特徴量

キーボード操作時の打鍵タイミングの違いは，操作者のキーストロークの速度やリズムの違いとして現れる．特定のフレーズの打鍵では，①部分的な間のとり方，②運指の癖，③タイプミスの癖，タイピング時の思考の跡切れなどによりこうした揺れや変動が発生すると考えられる．

日本語の文章入力を行う場合，かな漢字変換を伴う．多くの場合はローマ字入力方式によるかな漢字変換が利用される．このことは，漢字への変換指示操作や変換候補選択操作なども含まれることを意味する．

文書作成という視点からは，操作者の癖としてキーストロークの特徴量が得られる可能性があることが予想される．

文章構成では，①語彙頻度，②句読点間隔，③平均自立語（平仮名列長），④平均文長，⑤平均付属語（平仮名列長），など日本語処理や自然言語処理としてのアプローチも特徴量として抽出対象となる可能性がある．

これらの特徴量のように，キーボード操作時の打鍵音の違いを特徴量として抽出できると考えられる．キーボード打鍵時の打鍵音の違いは，キーボードそのものが持つ個体差や操作者のキーストロークの強さや速度の違いとして現れると考えられる．さらに，オンライン作業では同一個体のキーボードの使用はあり得ないが，なりすましの状況であれば同一個体が使用される場合があると考えられる．本人となりすまし者が共謀している場合などがこのケースに該当する．このケースでも打鍵音を収集することでなりすましを検出できると考えられる．

3. 打鍵情報を用いた認証モデル

使用する特徴ベクトルとして，キーストローク情報から打鍵音，打鍵間隔，打鍵速度を使用し，文字列情報から語彙頻度，句読点間隔，平均自立語長，平均付属語長を使用する．

このモデルは図 1，図 2 のように登録フェーズと認証フェーズの 2 つのフェーズから構成される．

登録フェーズは，まずログイン名と最初に特徴量を抽出するパスフレーズを決定する．決定したパスフレーズを「ゆっくり」「普通に」「急いで」の 3 種類の速度で打鍵してもらい，そこから特徴量を抽出する．抽出した特徴量を他人のデータと比較することで検証を行い検証結果により認識率がよければ完了となり，そうでなければ再登録が行われる．

認識フェーズは，まずパスフレーズ認証でログインし，文章作成などの打鍵作業を開始する．打鍵認証情報を監視し，認証情報が取得できたらチェックを行い，チェック結果をログに出力する．認証情報が得られない場合は一定間隔でログにエラーを出力する．エラー回数が閾値を超えた場合警告が表示され，警告が閾値を超えた場合入力が遮断される．

登録フェーズで 3 種類の速度で打鍵する際に「ゆっくり」「普通に」「急いで」と指定している．これは，特定のパスフレーズを入力する際にその時の入力者の状態により入力時間にばらつきが発生することが分かっており，実験的にばらつき具合を観察するためである．

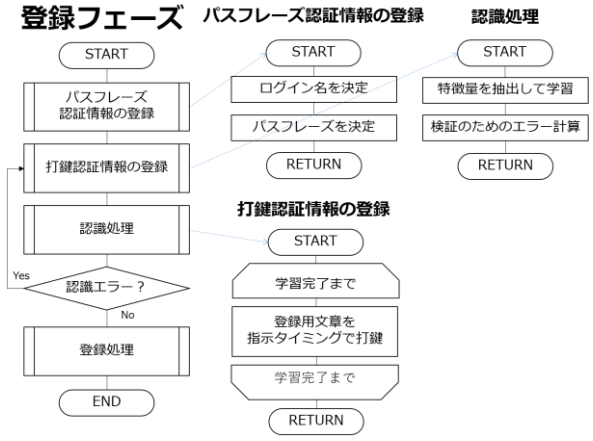


図 1　登録フェーズフローチャート

‡ 神奈川工科大学情報工学科　Dept. of Information & Computer Sciences, Kanagawa Institute of Technology

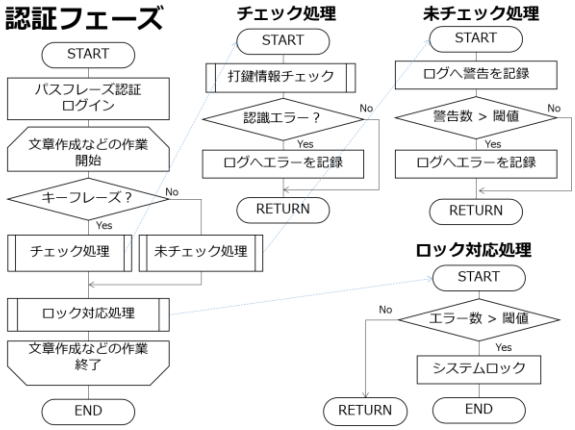


図 2　認証フェーズフローチャート

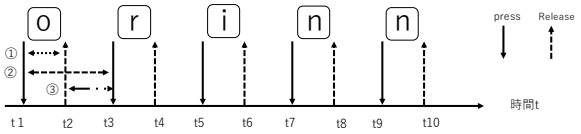
4. 実験

図 1 の登録フェーズにおいて，特徴量を抽出するにあたって被験者がどのような意識で打鍵を行っているかを比較する必要がある．そのため表 1 の文章を打ち込んでもらう際に，「ゆっくり」「普通に」「急いで」のように 3 種類の打ち分けを行ってもらいキーストロークを比較した．

また，キーストローク算出式についての検討を行ったのち，キーストロークのユークリッド距離を求めた．

オリンピックは器械体操の選手にはまたとない機会だ.

表 1　入力文字列



① **ΔTa=t2-t1** 入力されたキーの押し込み時間

② **ΔTb=t3-t1** キーが押されてから次のキーが押し込まれる時間

③ **ΔTc=t3-t2** キーが離されてから次のキーが押されるまでの時間

図 3 キーストローク算出案

4.1 実験方法

本学学生 5 名に協力してもらい実験を行った．本実験では表 1 の文字列を 3 種類の打ち分けを意識して，正確に各 5 回打てるまで入力してもらい，キーストロークと打鍵音の打鍵情報を記録した．記録した打鍵情報から「オリンピック」「器械」「機会」の 3 つのキーストロークを抜き出し，3 種類の打ち分けごとのキーストロークの標準偏差とユークリッド距離を求めた．

4.2 評価方法

抜き出した 3 つの打鍵情報から各単語 5 つのキーストロークを使い学習を行う．学習から得られるユークリッド距離の平均と学習に未使用のデータとのユークリッド距離を比較して認証精度を求める．認証制度の評価方法には本人拒否利率（FRR）と他人受け入れ率（FAR）を用いた．

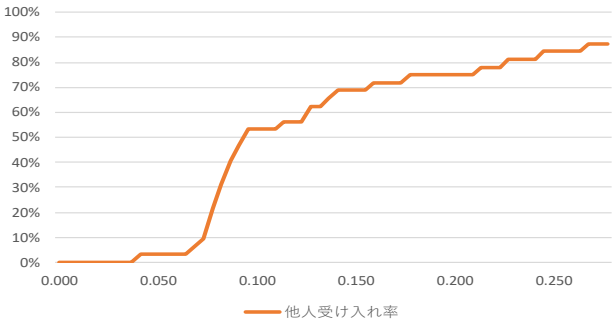


図 4 オリンピック打鍵時の他人受け入れ率(FAR)

5. 結果

キーストロークの算出方法は図 3 に示される 3 個の案について検討を行った．その結果，図 3②の算出方法が最も分散が少ない結果となった．今後の研究ではキーストローク算出の際にこの測定方法を使用する．

「ゆっくり」「普通」「急いで」の 3 つの意識で打ち分けた際のキーストロークの分散を比べた結果，「ゆっくり」を意識した場合の分散が著しく大きくなることが分かった．また，「普通」と「急いで」は被験者によって結果が異なるが，「急いで」を意識した際の分散が大きくなる傾向がみられる．上記の実験結果を反映し，の文字列を「普通」の意識で打鍵した際のキーストロークを使って判定した際の FAR についてのグラフを図 4 に示す．

6. 考察

図 4 の閾値 0.05 付近でプラトーが発生している．このプラトー部分では誤認識（FA）が発生しているデータが 1 個であり，このため 3%でフラフが横ばいになっている．また，閾値が 0.07 を超えた段階で加速的に FAR が増えていることがわかる．EER とのバランスを考えたときに閾値の一定の差について注目することで適切な基準値を定める指標にすることができると考えられ，この指標を使うことでより精度の高い判定が可能と考えられる．

7. おわりに

なりすましによる不正の発生を防ぐための方法として，文書作成中のキーボード操作時の打鍵（キーストローク）情報として，キーボードの打鍵タイミングを用いて個人認証を行う手法について検討した結果について報告した．

今回の実験ではかな漢字変換を用いた実験を行っている．今後はかな漢字変換を使うことで得られる打鍵情報についても研究を進めていきたい．

参考文献

[1] 文部科学省：大学等における後期等の授業の実施状況に関する調査（オンライン），入手先 https://www.mext.go.jp/content/20210212-mxt_kouhou02-000006590_1.pdf，（参照 2022-06-22）

[2] 石田秀春， 山口晶大， 納富一宏， 斎藤恵一: "自己組織化マップを用いた打鍵リズムによるバイオメトリクス認証"， バイオメディカル・ファジィ・システム学会 2008 年度年次大会講演論文集， pp. 120-123， (2008. 10).

[3] 滝本将司， 納富一宏，"継続的打鍵情報を用いたサーバ操作中のなりすまし検出"， 情報処理学会 第 81 回全国大会講演論文集 第 3 分冊，5ZA-07， pp. 465-466，(2019. 03).