

非定型文キーストローク認証への入力・認証状況変化の影響

Influence of Change in Input and Recognition Conditions on Keystroke Dynamics for Japanese Atypical Text

松原慶朋 *

Yoshitomo MATSUBARA

佐村敏治 †

Toshiharu SAMURA

西村治彦 ‡

Haruhiko NISHIMURA

1 はじめに

近年の情報化社会の発展にともない、コンピュータへの不正アクセスが急増しているなかで、新しい認証技術として生体認証 (バイオメトリクス) が注目を集めつつある。生体認証は、人間が保有する生体的な特徴を利用した認証技術であり、認証のキーとなる情報の忘失、盗難、偽造などの心配が少ないため安全性が非常に高い。

キーストロークダイナミクスは生体認証の 1 つであり、キーボードから入力するときのキーストロークデータに存在する固有のパターンを利用した認証である。ほかの生体認証と比べ、キーボードのほかに特別な装置を必要としないという長所がある。

キーストロークダイナミクスにおけるこれまでの研究の多くは、利用者がログインするときの認証を対象としていた [1-4]。本人のみが知る知識 (パスワード) だけでなく、同時にキーストロークダイナミクスを用いて認証するというものである。最近では、パスワードのような定型語ではなく、全く異なった文書を入力しても個人の特徴が捉えられるような、非定型文書におけるキーストロークダイナミクスの研究が行われている [5-21]。

しかし、非定型文入力におけるキーストロークダイナミクスの問題点として、キーボードを変更した際に認証精度が大幅に低下するのではないかと、長期間入力の際に入力期間を変化させると認証精度も変化するのか、などの指摘があった。

本研究では、異なる 2 種類のデスクトップタイプのキーボードを用いて、プロファイル作成時のキーボードと異なったキーボードによる認証精度について評価する。デスクトップタイプとラップトップタイプのキーボードを用いた場合についても同様に実験を行う。次に 10 回以上打鍵データを収集した被験者を対象に入力期間を変化させ、それぞれ古い 5 ファイルと新しい 5 ファイルにグループ化したときの認証精度の変化について検討する。

2 特徴量抽出と識別手法

2.1 特徴量抽出

キーストローク認証の特徴量として、アルファベット 1 文字または連続する 2 文字の打鍵について測度を設定する (Fig.1)。1 文字打鍵による特徴量にはキーを押して (press) から離す (release) までの打鍵時間を用い、 $1pr$ と表記する。2 文字打鍵による特徴量についても同様に連続する 2 つのキーの特徴量を抽出する。それぞれの特徴量の平均値と標準偏差を計算し、これらを組み合わせて識別率を計算するが、寄与が小さくなる特徴量は扱わない。

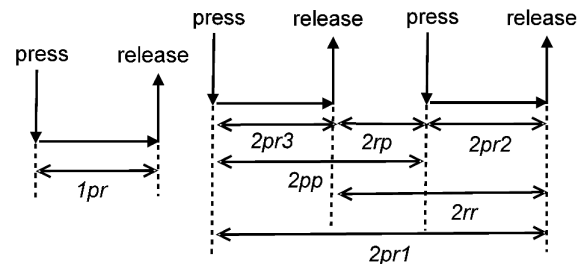


Fig. 1 Keystroke measurements of single letter(left) and letter pair(right)

2.2 識別手法

識別手法として、未知文書とプロファイル文書のユークリッド距離を計算することにより、未知文書の所有者を絶対的に識別する重み付きユークリッド距離 (WED) 法、特徴量時間が昇順となるように並び替えた時の不揃度を評価し、相対的に識別する Array Disorder (AD) 法、およびこれらの 2 つの識別手法の距離を足しあわせ、更なる識別率の向上を図る足し合わせ (WED + AD) 法について解析を行う。また認証精度の評価には leave-one-out クロスバリデーション法を用いる。

3 実験方法

3.1 打鍵データ収集

打鍵データの収集には、Web ベースのタイピングソフトを用いる。被験者は予め用意された日本語文書を見て、ローマ字入力で 5 分間タイピングを行うが、1 週間以上の期間を空けて毎回異なる文書を入力する。入力時に、入力文字、キープレス時間、キーリリース時間を UNIX 時間 (ミリ秒) で記録する。

3.2 デスクトップタイプのキーボード変更による実験

本実験では 12 名の被験者に対してキーボードの仕様が異なる 2 種類のデスクトップタイプのキーボード (KB1, KB2 とする: Fig.2) を数ヶ月ごとに使い分け、打鍵データの収集を行った。実験に使用した 2 種類のキーボード KB1, KB2 の仕様はそれぞれ、キーストローク 3.9 ± 0.2 mm, 3.5 ± 0.5 mm, キーピッチは共に 1.9 mm である。

KB1 のみ、KB2 のみの実験で行った場合を合わせたとき (Using same keyboard), KB1 をプロファイル、KB2 をテストファイルとして実験した場合とその逆について実験をした場合を合わせたとき (Using different keyboard) について解析を行った。



Fig. 2 Different desktop-type keyboards

*国立明石工業高等専門学校 専攻科 機械・電子システム工学専攻
Advanced Course of Mechanical and Electronic System Engineering, Akashi National College of Technology

†国立明石工業高等専門学校 電気情報工学科
Department of Electrical and Computer Engineering, Akashi National College of Technology

‡兵庫県立大学 応用情報科学研究科
Graduate School of Applied Informatics, University of Hyogo

3.3 デスクトップタイプとラップトップタイプのキーボード変更による実験

本実験では前節の実験と同じ被験者 12 名に対してキーボードの仕様がデスクトップタイプのとラップトップタイプのキーボード (Fig.3) を数ヶ月ごとに使い分け、打鍵データの収集を行った。実験に使用したデスクトップタイプ (DKB とする) とラップトップタイプ (LKB とする) のキーボードの仕様はそれぞれ、キーストローク 3.5 ± 0.5 mm, 3.0 mm, キーピッチは共に 1.9 mm である。

DKB のみ, LKB のみの実験を行った場合を合わせたとき (Using same keyboard), DKB をプロファイル, LKB をテストファイルとして実験した場合とその逆について実験をした場合を合わせたとき (Using different keyboards) について解析を行った。



Fig. 3 Desktop and laptop type keyboards

3.4 入力期間パラメータの変化による実験

5 分間の入力文字数に応じて 500 文字以上の被験者 (19 名) を対象とする。個々のファイル間の入力期間は 2 週間以内とし、この条件を満たす連続 5 ファイルを First とする。First の中で最新のファイルから入力期間を空けて先ほどと同じ条件を満たす連続 5 ファイルを Last とする。First のみ, Last のみの実験を行った場合を合わせたとき (No term), First をプロファイルとして Last をテストファイルとして実験した場合とその逆の場合を合わせたとき (Exist term) の認証精度について解析を行った。このとき、入力期間パラメータは 1,2,3ヶ月と変化させ、それぞれの場合において解析を行った (Fig.4)。

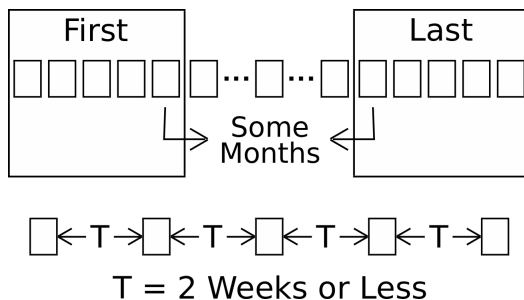


Fig. 4 Grouping by input term change

4 解析結果

4.1 デスクトップタイプのキーボード変更による解析結果

識別率, FRR, FAR の解析結果をそれぞれ Fig.5,6,7 に示す。多くの被験者がキーボード入力に違いを感じているのに関わらず識別率はそれほど低下していないことがわかる。しかし、FRR および FAR はキーボードを変更すると認証精度が低下している。このことから、1:N 認証の認証精度を表す識別率はデスクトップタイプのキーボードの変更によって精度はそれほど低下しないが、1:1 認証の認証精度を表す FRR および FAR は精度が低下することがわかる。

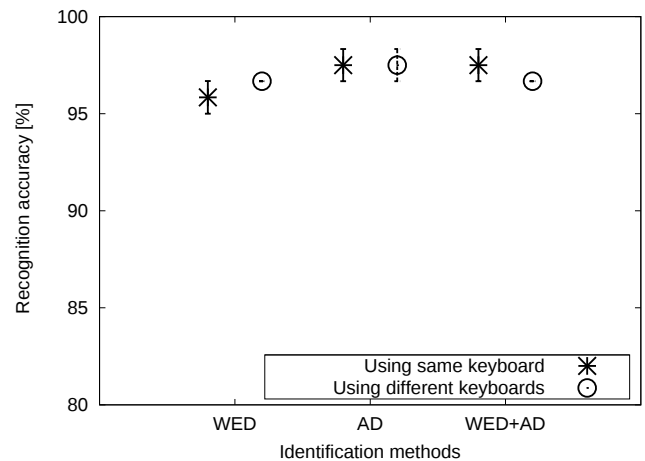


Fig. 5 Recognition accuracy for two types of input condition

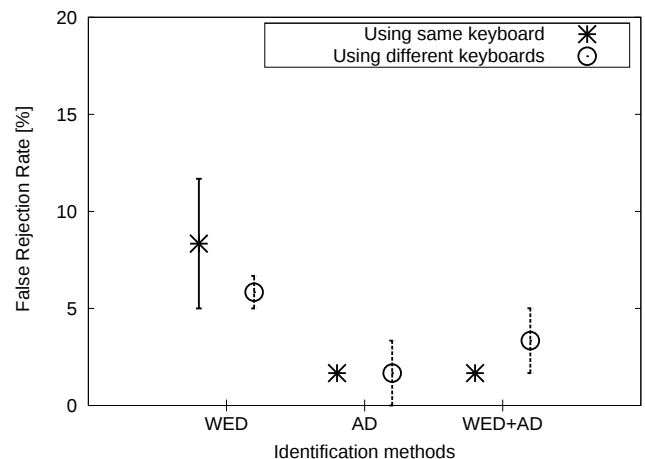


Fig. 6 False Rejection Rate for two types of input condition

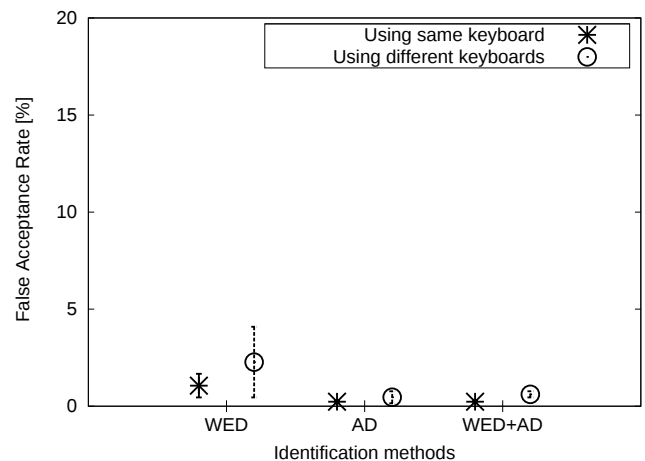


Fig. 7 False Acceptance Rate for two types of input condition

4.2 デスクトップタイプとラップトップタイプのキーボード変更による解析結果

識別率, FRR, FAR の解析結果をそれぞれ Fig.8,9,10 に示す. デスクトップタイプのキーボード変更による実験と同じ被験者であるにも関わらず, 識別率, FRR, FAR は全ての識別手法において認証精度が大きく低下していることがわかる.

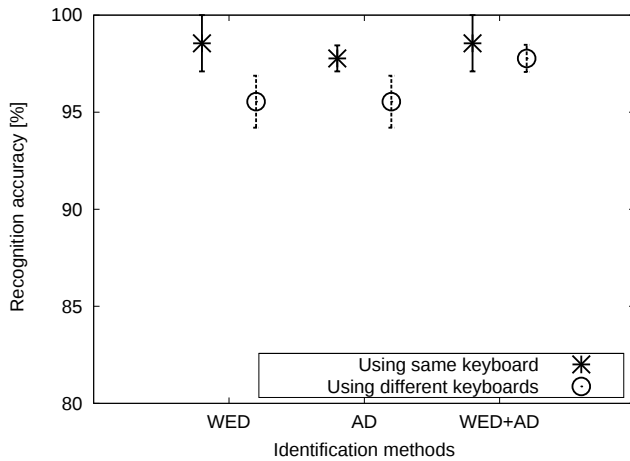


Fig. 8 Recognition accuracy for two types of input condition

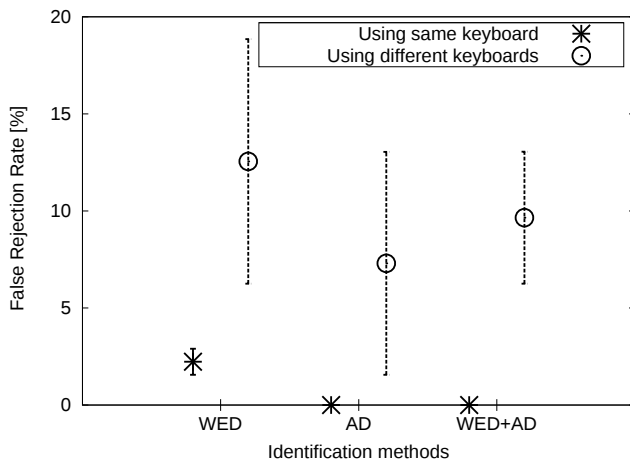


Fig. 9 False Rejection Rate for two types of input condition

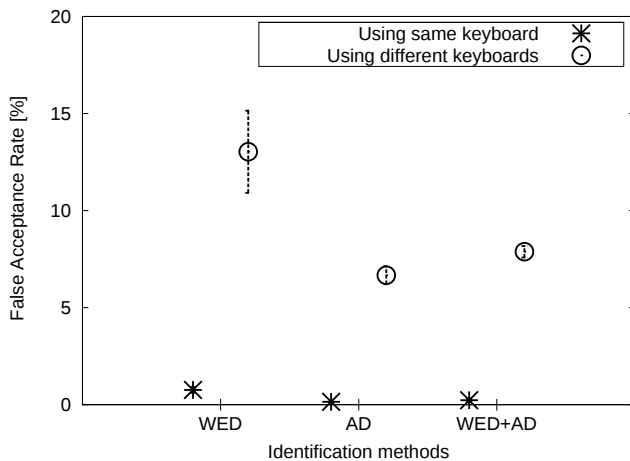


Fig. 10 False Acceptance Rate for two types of input condition

4.3 入力期間パラメータの変化による解析結果

識別率, FRR, FAR の解析結果をそれぞれ Fig.11,12,13 に示す. 全ての手法において識別率, FRR, FAR は入力期間が1ヶ月程度であれば, 認証に大きな影響はないが, 入力期間が2ヶ月以上空いたときの認証精度に与える影響は大きいことが分かる.

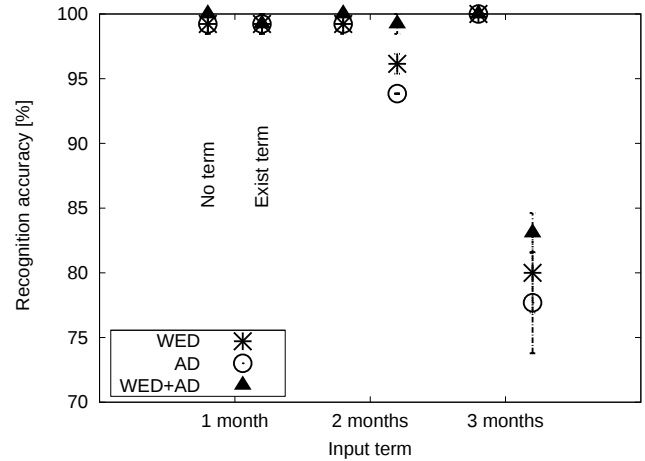


Fig. 11 Recognition accuracy for three types of input terms

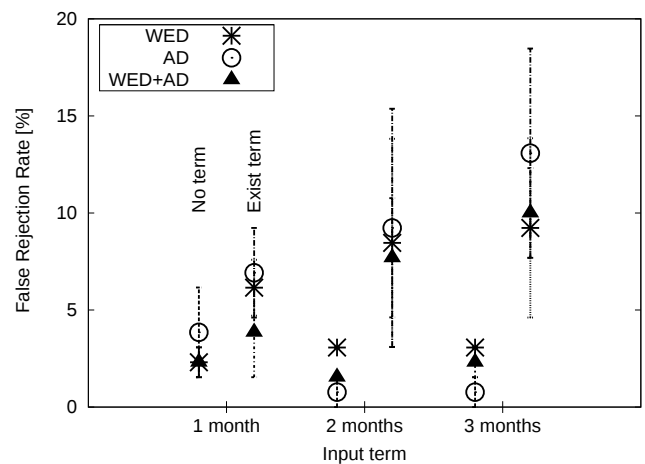


Fig. 12 False Rejection Rate for three types of input terms

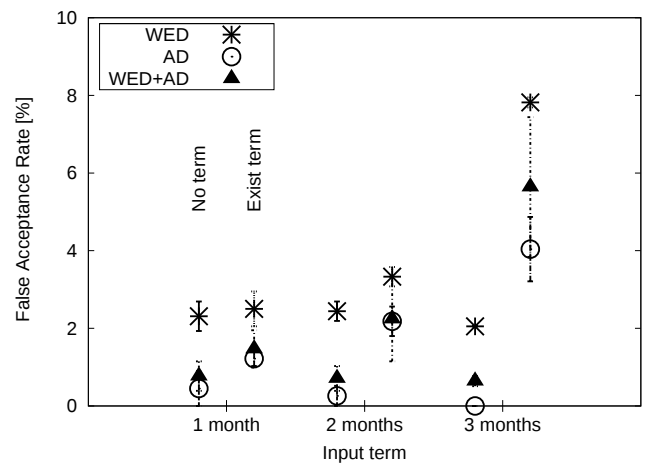


Fig. 13 False Acceptance Rate for three types of input terms

5 考察

5.1 デスクトップタイプのキーボード変更

デスクトップタイプのキーボード変更では、2 種類のデスクトップタイプのキーボードを変更して認証精度の変化を調べたが、識別率、FRR、FAR 全てにおいて大きな影響は与えなかった。これはデスクトップタイプのキーボード同士では仕様が大きく異なるためだと考えられる。

5.2 デスクトップタイプとラップトップタイプのキーボード変更

デスクトップタイプとラップトップタイプのキーボード変更では、前節のデスクトップタイプのキーボード変更と同じ被験者を対象としたにも関わらず、認証精度に与える影響は大きかった。識別率では、最大 5%程度の低下が見られたが、FRR、FAR においては最大 10%以上精度が低下していることがわかった。これはデスクトップタイプとラップトップタイプでは入力感覚や仕様が異なるためだと考えられる。

5.3 入力期間パラメータの変化

入力期間パラメータの変化では、入力期間を 1,2,3ヶ月と変化させ、認証精度を調べた。入力期間が 1ヶ月程度であれば、識別率、FRR、FAR 全てにおいて大きな影響は与えなかったが、2ヶ月以上入力期間が空くと識別率、FRR、FAR 全てにおいて大きな影響を与えた。特に識別率においては、最大 20%以上低下しており、キーボード変更よりも入力期間が空いた方が識別に大きな影響を与えることもわかる。これは入力期間が空くと各人の特徴量が変化してしまい、入力期間が空くほどその変化が大きくなるためだと考えられる。

6 おわりに

本研究では、非定型文入力と認証環境の変化に対するキーストローク認証の頑健性として、デスクトップタイプのキーボード変更、デスクトップタイプとラップトップタイプのキーボード変更、入力期間パラメータの変化 (1,2,3ヶ月) による認証精度の変化について検討した。

デスクトップタイプのキーボード変更では認証に大きな影響を与えなかったが、デスクトップタイプとラップトップタイプのキーボード変更では大きな影響を与えた。また、入力期間パラメータを変化させた場合は、1ヶ月程度であれば認証に大きな影響は与えないが、2ヶ月以上入力期間を空けると認証精度に大きな影響を与えた。今後の課題として、更に異なる入力・認証環境における頑健性実験を行っていく。

参考文献

- [1] R. Joyce and G. Gupta: User authorization based on keystroke latencies; *Communications of the ACM*, 33-2, pp.168-176 (1990)
- [2] 粕川, 森, 小松, 赤池, 角田: 打鍵データに基づく個人認証システムと改良, *情報処理学会論文誌*, 33-5, pp.728-735 (1992)
- [3] 佐村, 高岡, 柴田, 西野, 小高, 小倉: 打鍵データの特性を生かした個人認証システム, *福井工業大学研究紀要*, 第二部, No. 29, pp.305-312 (1999)
- [4] 小谷, 法岡, 堀井: テンキーパネルを用いた打鍵認証システムの構築と評価, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 7-1, pp.149-156 (2005)
- [5] F. Monrose and A. Rubin: Keystroke dynamics as a biometric for authentication, *Future Generation Computer Systems*, 16, pp.351-359 (2000)
- [6] D. Gunetti and C. Picardi: Keystroke Analysis of Free Text, *ACM Trans. Inf. Syst. Secur.*, 8-3, pp.312-347 (2005)
- [7] M. Curtin, C.C. Tappert, M. Villani, G. Ngo, J. Simone: H. St. Fort, and S. Cha, Keystroke Biometric Recognition on Long-Text Input: A Feasibility Study, *Proc. Int. Workshop Sci Comp/Comp Stat (IWSCCS 2006)*, (2006)
- [8] 倉橋, 田中, 小松: スコアの累積値を用いたキーストロークダイナミクスによる個人認証手段, *電子情報通信学会技術研究報告*, IE, 106-244, pp.35-40 (2006)
- [9] 佐村, 西村: キー押下時間に着目したキーストロークダイナミクス解析, 第 5 回情報科学技術フォーラム (FIT2006) 講演論文集, pp.459-462 (2006)
- [10] 片岡, 宮本, 青木, 泉: キーストロークの統計情報を利用した個人認証手法の提案, *電子情報通信学会技術研究報告*, SEC, 107-140, pp.23-30 (2007)
- [11] 宮崎, 赤堀: 異種特徴量複合型キーボード・ダイナミクスによる個人認証, *日本 e-Learning 学会論文誌*, 44-2, pp.80-89 (2008)
- [12] 佐村, 西村: 非定型な日本語文入力におけるキーストロークダイナミクス識別, *システム制御情報学会論文誌*, 22-4, pp.145-153 (2009)
- [13] T.Samura, H.Nishimura: Keystroke Timing Analysis for Individual Identification in Japanese Free Text Typing, *Proc. ICCAS-SICE 2009*, pp.3166-3170 (2009)
- [14] C.C. Tappert, M. Villani, and S. Cha: Keystroke Biometric Identification and Authentication on Long-Text Input, *Behavioral Biometrics for Human Identification: Intelligent Applications*, IGI global, pp.342-367 (2009)
- [15] 櫻井, 宮本, 青木, 岩田, 汐崎: 日本語非定型文のキーストローク特性に着目した個人識別, *電気学会研究会資料. IS, 情報システム研究会*, 2010(21), pp. 19-24 (2010)
- [16] 佐村, 西村: 日本語非定型文入力のキーストロークデータに基づく個人識別ハイブリッドモデル, *計測自動制御学会論文集*, Vol.46, No.11, pp.676-684 (2010)
- [17] 佐村, 西村: 非定型文入力のキーストロークダイナミクスにおける 1 対 1 認証, *計測自動制御学会 SSI2010 講演論文集*, 2F2-2 (2010)
- [18] 松原慶朋, 佐村敏治, 西村治彦: キーボードの変更に対する非定型文入力キーストロークダイナミクスの頑健性, *電子情報通信学会関西支部 第 16 回学生会研究発表講演会講演論文集*, p.86(2011)
- [19] T. Samura and H. Nishimura, Keystroke Dynamics for Individual Identification in Japanese Free Text Typing, *SICE JCMSI*, Vol. 4, No. 2, pp.172-176 (2011)
- [20] T. Samura and H. Nishimura: Personal Identification and Authentication Based on Keystroke Dynamics in Japanese Long-Text, in *Continuous Authentication based on Biometrics: Data, Models, and Metrics*, I. Traore et al.(Eds.), IGI Global, pp.212-231 (2011)
- [21] 松原慶朋, 佐村敏治, 西村治彦: 日本語文入力環境の変化に対するキーストロークダイナミクス, 2012 年電子情報通信学会 総合大会, A-7-1(2012)