

静電容量タッチセンサを用いた タッチタイピング習得支援手法

吉田 浩人¹ 真鍋 宏幸^{1,a)}

概要: 本論文では、静電容量タッチセンサを組み込んだキーボードを用いるタッチタイピング習得支援手法を提案する。タイピング初心者がタッチタイピングを習得するにあたり、練習初期からホームポジションを強く意識し、両手を常にホームポジションに置き続けることは難しい。これに着目し、静電容量タッチセンサを用いて、練習初期から両手をホームポジションに置くことを促すことで、タッチタイピング習得の支援を行う。本手法を用いてタイピング初心者を対象とした実験を行った。その結果、初期段階から両手をホームポジションに置いてタイピングできることを観察できた。

1. はじめに

物理キーボード上のホームポジションに両手を配置し、キーボードを視認することなく入力操作を行うタッチタイピングは、高い Characters Per Minute (以下、CPM) を見込める手法として知られている。その一方で、タッチタイピングの習得には、多くの段階があり、必然的に多くの訓練時間を要する。先行研究 [1] では、ホームポジションの練習から始まる 9 つのステップを設け、初心者のタッチタイピング習得を試みている。タッチタイピング習得までの障壁の 1 つは、キーボードに視線を向けることなく、キーを押下することであると考えた。どこにキーがあるのかの記憶が曖昧な状態で、キーを見ることなく押下させることは、ユーザを躊躇させるからである。例えば、ホームポジションに両手を置いてしまうと、キートップにプリントされた文字を見ることができない。また、ホームポジションに手を置いたとしても、キーの位置がわからなければ自信をもってキーを押下することはできない。練習初期からホームポジションに両手を置き、そのままキーを押下することを支援できれば、より効率的にタッチタイピングを習得できると考えられる。

そこで、静電容量タッチセンサをキートップに張り付けた物理キーボードと、タッチセンサの判定結果を表示するアプリを使用し、練習初期の段階から、画面を見つつホームポジションに両手を置きタイプすることを可能にする習得支援手法を提案する。本稿では、キーボードのプロトタイプ、タッチタイピングの練習の様子について報告する。



図 1 タッチセンサを組み込んだキーボード

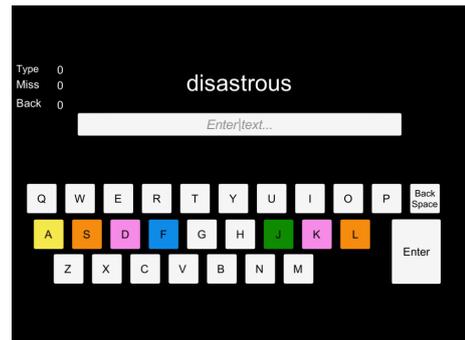


図 2 タッチ状態を表示するアプリケーション

2. 先行研究

タッチタイピング習得支援を目的とした研究はすでに存在する。例えば、各指にバイブレータがついたグローブを用いて使用する指を通知することで、タッチタイピング習得の支援する手法がある [2]。この研究では、どの指を使用すべきかを振動で通知していたのに対し、提案手法では、ユーザの指の下にあるキーを視覚的にユーザに知らせる。

¹ 芝浦工業大学

^{a)} manabehirokyu@acm.org

タッチタイピング習得支援ではないが、本研究と似たようなシステムを用いた研究が存在する。シート状のタッチセンサをキーボード全体に貼り付けたキーボードを用いた研究である [3]。このキーボードを用いることにより、慣れない配列のキーボードであったとしても、ユーザはキーボードを見ずにスムーズにタイプすることが示されている。しかし、この研究ではキーボード全体にシート状のセンサを配置していたために、隣り合うキーの境界が曖昧となり、タッチタイピング習得には適さない。他にも、GestAKey[4] や FlickBoard[5] などでも、キーボードへのタッチセンサの組み込みが行われている。これらの研究では、キーボードを用いてポインティングやジェスチャ入力を行うことができる。すでに、キーボードにタッチセンサを搭載した商品*1も発売されている。しかし、トラックパッドとしても機能させるために、キーとキーの境界がわかりづらくなっており、タッチタイピング習得支援には適さない。

本研究では個々のキーにセンサを搭載し、初心者タッチタイピング習得に適していると考えられる通常のキーボード*2と変わらないシステムを構築する。これにより、タッチタイピング習得後に、提案システムから通常キーボードへの円滑な移行も期待できる。

3. 提案手法

提案手法では、ユーザの指の下に何のキーがあるのかを示すシステムを使用し、タイピング練習を支援する。キーのタッチ状態は、目の前のモニタ上にリアルタイムに表示する。提案手法を用いることで、練習初期の段階からキーボードを見ることなく、キーを押下することができるため、タッチタイピング習得の効率化が期待できる。

3.1 システム構成

実装したプロトタイプシステムは、タッチセンサを搭載したキーボード、各キーのタッチ状態を検出する Arduino、PC およびディスプレイで構成される。キーボードのキートップには静電容量タッチセンサを搭載し (図 1)、Arduino を通じてコンピュータにタッチ判定結果をシリアル通信で伝達する。ディスプレイ上では図 2 のように、実際に触れているキーに対応した画面上のキーの色を付けて表示する。キーの色分けに関しては Web サイト*3を参考にし、通常のタッチタイピングで使用される指で色を変えている。通常のタッチタイピングが行われた場合、キーの色は練習者の各指の位置を表す。実装したシステムには多少遅延はあるものの、タイピング初心者の遅いタイプ速度では問題

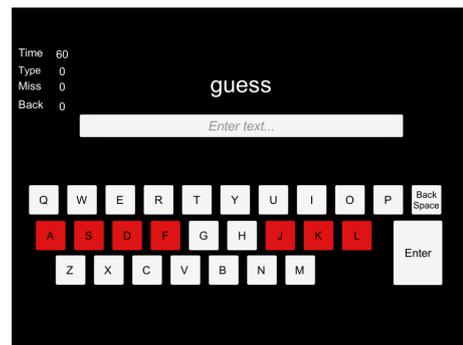


図 3 指による色分けを行わない表示



図 4 提案手法を用いて練習している様子 (左のディスプレイを使用) なく稼働した。

4. 実験

提案手法の有用性を確認するために、タイピング初心者を対象とした提案手法を用いた実験を行う。実験を通じて、タイピングにどのような変化が見られるのかを観察する。実験後、被験者にヒアリングを行い、提案手法をどのように感じるのか、練習を続けたことによる被験者自身にしかわからない変化などを調査し、提案手法の課題や改善点について検討する。

4.1 実験内容

提案手法を利用して、ディスプレイ上に図 2 のように表示された単語を、フォーム上に 10 分間できるだけ早く被験者に入力してもらおう。これを毎日繰り返す。毎日、実験の前に被験者に対して、ホームポジションに両手を置き、できるだけ早く入力してもらおうことを伝え、練習を行わせた。

4.2 被験者

10 代の女性が 1 名、40 代の女性 1 名の計 2 名に無報酬で実験に参加した。10 代の女性は 12 日間、40 代の女性は 14 日間実験を行った。両名とも普段は PC を使用しないためにキーボード入力には不慣れである。実験開始前に通常の物理キーボードを使い、画面には入力すべき単語と入力フォームのみが見える状態で CPM を計測したところ、10 代女性が 52CPM、40 代女性が 45CPM であった。この時、両名ともホームポジションに両手を置かず、主に右手

*1 <https://www.uniqstyle.co.jp/products/mokibo/>

*2 キー間の境界がはっきりとしており、ストロークが浅くないキーボードのことを指す。

*3 <https://happylicilac.net/sy-keyboard03.html>

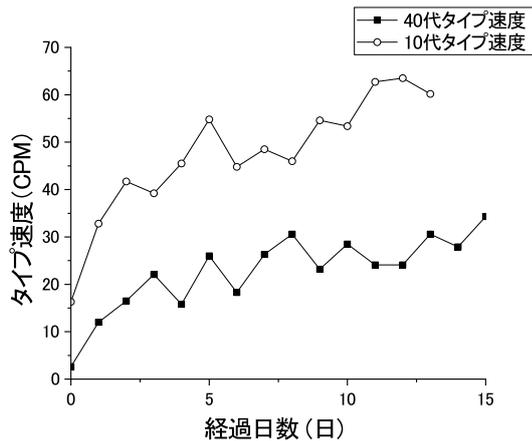


図5 タッチセンサ搭載のキーボードによる被験者の CPM

のみでタイピングを行っていた。

4.3 実験結果

被験者はホームポジションから両手を離すことなく練習を行う様子が観察できた (図4)。しかし、被験者に感想を聞いたところ、エンターキーを押したときに右手がホームポジションから離れるため、エンターキーを押した直後はタイプが不安定になることを指摘した。一方で、練習が進みにつれて、エンターキーを押した後右手がホームポジションの位置に戻るスピードが上がっていくことが観察できた。実験6日目に、エンターキーとホームポジションの位置関係に慣れてきたという感想を被験者は述べている。

また、指の色分け (図2) が逆に練習の邪魔になっている可能性もあると被験者が指摘した。そこで、キーボードのタッチセンサはそのままにアプリのキーの変色を赤一色に変更した (図3)。変更後、10代女性はタイプしやすくなったと回答し、かつスコアも前日比で 10.6CPM 向上した。一方で、40代女性はどちらともいえないと回答し、スコアは前日比 3.3CPM 減少した。両者共、色が消えたことで独自の打法が見られるようになった。例えば、本来 Y キーは右手の人差し指で打鍵するが、その前の文字で右手が使われている場合、効率化を図るために左手の人差し指を使用するなどの様子が見られた。

被験者は日を追うごとにキーの配置などを覚えていくようであった。そこで、画面上に表示しているキーボードの文字を、被験者が指示する範囲で削除した。削除した当日は前日比で CPM が減少するものの、翌日には削除前の CPM に戻りかつさらに翌日には CPM の上昇が見られた。

毎日の被験者の CPM の推移は図5である。この CPM はタッチセンサを組み込んだキーボードを使用した時の結果である。実験期間を通して、概ね増加する傾向が見られた。文字の表示を減らした日や、キーボードの色の表示を変更した日に減少が見られたが、翌日には再び増加が見られた。2日連続での減少はなかった。

実験13日目に10代女性が通常の物理キーボードを使い、画面には入力すべき単語と入力フォームのみが見える状態で CPM を測定したところ、76CPM を記録した。実験前と比較すると 24CPM の増加が見られた。通常の物理キーボードによるタイピングの様子を観察したところ、不安げにキーボードに視線を落とす回数は実験中より多いものの、両手はホームポジションに常に置かれ、両手を適切に使い入力が行われていた。しかし、時折左手が入力すべきキーであっても右手で入力するなど、両手の使い分けが完全に身につけていない様子も見られた。

実験15日目に40代女性が通常の物理キーボードを使い、画面には入力すべき単語と入力フォームのみが見える状態で CPM を測定したところ、49CPM を記録した。実験前と比較すると、4CPM の増加が見られた。10代女性とは違い、キーボードに視線を落としてタイプをしていた。ホームポジションには左手が常に置かれてはいたが、左手が入力すべき範囲であっても主に入力するのは右手であった。

5. 考察

エンターキーを押した後、右手がホームポジションに戻りづらいという問題について、観察結果から、経過日数を重ねれば徐々に慣れていったため習得の障壁にならないと考える。

しかし、アプリの表示変更後 (図3)、2人の被験者の感想は異なっており、必ずしも変更によって学習がしやすくなるとは言えない。学習のしやすさは、ホームポジションに両手を置いた時の指の使い分けを習得したかどうかの影響すると考えられる。指の使い分けを習得していないまま、指の使い分けを示す色の表示をなくしてしまうと、指の使い分けが曖昧になってしまい、結果として打ちにくい状態を生んでしまう。今回と同じように、アプリの表示の変更前 (図2) で練習をしたのちに学習者本人が指の使い分けを習得したと判断して表示を変更するべきと考える。また、アプリの表示の変更後に見られた独自の打法に関して、これによって大きく CPM が減少することはなく、かつ減少傾向になることもなかった。しかし、独自の打法をとることは、ホームポジションに両手を置き正しい指の使い分けを理解し、習得したうえでなければならないと考える。実験終了後、通常のキーボードでタイピングを行った際にはホームポジションに両手は置かれていたものの、利き手である右手を本来の範囲を超えて利用する様子が観察された。被験者によっては、キーボードに視線を落とす回数が非常に多い様子が見られた。これらの状態では、タッチタイピングを習得したとは言い難い。この問題は、正しい指の使い分けを理解したのちにキーの色分け表示を一色に変更することや、練習期間を今回よりさらに長くすることで解決していこう。また、提案手法から通常キー

ボードへの移行時についても、何らかの工夫が必要であると考えられる。

6. おわりに

本稿では、ユーザの指の下にあるキーをユーザに対してリアルタイムに表示するタッチタイピング習得支援手法を提案した。制作したシステムを用いて、初心者2名を対象とした実験を行った。

提案手法を使うことで、タイピング初心者がホームポジションに両手を置き、かつキーボードに視線を落とさない状態でタイプ練習をできることを観察することができた。実験が十分に行えなかったため、提案手法で習得の効率化を図ることができるのかを示すことはできなかった。今後、提案手法の改善を行い、評価実験を行っていきたい。

参考文献

- [1] 高岡 詠子, 橋本知佳: タッチタイピング学習システムを用いたタッチタイピング訓練法に関する研究, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告, Vol.106, pp. B1–B10 (オンライン), 入手先 (<https://ci.nii.ac.jp/naid/110007997790/>) (2010).
- [2] Takakura, R., Hakka, K. and Shizuki, B.: Exploration of Passive Haptics Based Learning Support Method for Touch Typing, *Proceedings of the 31st Australian Conference on Human-Computer-Interaction, OZCHI'19*, p. 529–533 (online), DOI: 10.1145/3369457.3369524 (2019).
- [3] Ilinski, R.: Interface with Pre-Typing Visual Feedback for Touch-Sensitive Keyboard, *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '03*, p. 750–751 (online), DOI: 10.1145/765891.765969 (2003).
- [4] Shi, Y., Zhang, H., Rajapakse, H., Perera, N. T., Vega Gálvez, T. and Nanayakkara, S.: GestAKey: Touch Interaction on Individual Keycaps, *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '18*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 1–12 (online), DOI: 10.1145/3173574.3174170 (2018).
- [5] Tung, Y.-C., Cheng, T. Y., Yu, N.-H., Wang, C. and Chen, M. Y.: FlickBoard: Enabling Trackpad Interaction with Automatic Mode Switching on a Capacitive-Sensing Keyboard, *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '15*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 1847–1850 (online), DOI: 10.1145/2702123.2702582 (2015).