

ソフトウェアキーボードにおける
キー境界周辺領域の触覚フィードバックによる入力精度改善

Improvement of text input accuracy on software keyboard
based on haptic feedback at key boundary

土居 大夢†
Hiromu Doi

山本 誠一†
Seiichi Yamamoto

加藤 恒夫†
Tsuneo Kato

1. はじめに

スマートフォンなどタッチディスプレイ端末が普及し、ソフトウェアキーボードによる文字入力が広く利用されている。タッチディスプレイ端末におけるソフトウェアキーボードは、キーレイアウトの柔軟さやフリックによる効率的な入力などの特徴を備える一方、物理的な凹凸がないことや押し込む感覚がないことなどの触覚フィードバックの乏しさにより、ブラインドタッチが難しい、誤入力を生じやすいなどの課題を抱えている。

ソフトウェアキーボードの入力精度を高め、ブラインドタッチを実現する方法として、操作しやすいキーレイアウト[1],[2]やタッチ検出に確率モデルを導入し個人適応を行う方法[3]の提案の他、ハプティック技術を用いて触覚フィードバックを与える方法も多数検討されている[4],[5]。Ma ら[5]はフラットなキーボードにキー領域に分割した振動板を貼付し、タッチ位置を感じることでできる振動フィードバックの効果を計測している。Hoffmann ら[6]は、物理キーボードにおいて入力中の文字列から単語辞書と言語モデルを瞬時に探索し、確率の低いキーに対する押下抵抗を上げることで誤入力を予防し、入力精度を高めている。

本研究では、タッチ位置に応じて振動フィードバックを返すソフトウェアキーボードを提案し、利用者が使い続けるうちにタッチ位置を覚え、誤入力を低減することができるか効果検証を行った。具体的には、フリック入力を行うテンキーかなキーボードにおいて、誤入力の可能性の高いキー境界周辺のタッチに対して振動フィードバックを与える機能を追加した。実験協力者を振動フィードバック有と無の 2 群に分けて 5 日間の使用実験を行い、誤入力率と入力速度の変化を計測した。

2. キー境界周辺領域の触覚フィードバック

本研究では誤入力の可能性の高いキー境界周辺領域をタッチした際に振動によるフィードバックを行う。その領域をユーザが何度もタッチするうちに適切なタッチ位置でないことをユーザが学び習熟度が上がることで適切なタッチ領域の割合が高くなり、誤入力率が下がると考えた。

図 1 に示したキーボードのうち白枠の矩形領域をキー中央部、それ以外の領域をキー境界周辺領域とする。キー境界周辺領域をタッチした際に 50 ミリ秒振動し、誤入力の可能性があることをユーザにフィードバックする。各キーの上下左右の端から 15% 小さくした領域をキー中央部とし、ユーザが見た目から判断することはできない。



図 1 テンキーかなキーボードにおけるキー中央部とキー境界周辺領域のレイアウト

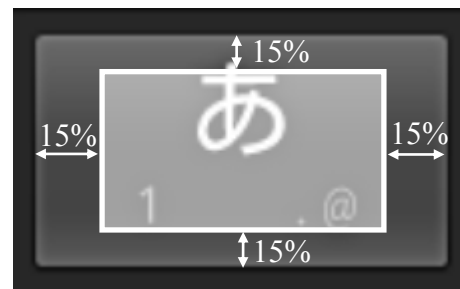


図 2 各キーにおけるキー中央部とキー境界周辺領域

開発に使用した端末は Android 端末の Nexus5x である。使用するアプリケーションは日本語入力システムの OpenWnn をもとにフリック入力を加えたものである。

3. 評価実験

3.1 実験概要

18 歳から 22 歳までの大学生 20 名を対象にユーザビリティ評価実験を行った。実験協力者をフィードバック有群、フィードバック無群の 2 群に分け各群 10 人、合計 20 人の実験協力者に 5 日間にわたり、ソフトウェアキーボードで文字入力のタスクを課した。

フィードバック有群にはキー境界周辺領域タッチ時に振動によるフィードバックがあり、誤入力の可能性があることをあらかじめ伝えておく。一方、フィードバック無群にはキー境界周辺領域タッチ時にフィードバックを行わない。

両群の誤入力率[%]、キー境界周辺領域タッチ率[%]、入力速度[char/min]を計測し比較した。

なお誤入力の種類には、同じキーを余計にタッチする、隣接のキーを入力する、脱字、修正忘れなどがある。これらが 1 度出現するごとに誤入力 1 カウントとして次式を用いて誤入力率を求めた。

$$\text{誤入力率}[\%] = (\text{誤入力数}) \div (\text{入力文字数}) \times 100$$

†同志社大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

3.2 実験条件

1日目と5日目を計測日とし15の諺(133字)の入力を課し、2日目から4日目を練習日とし40の諺(約370字)の入力を課した。諺は紙面にて提示し、計測日の諺とその順番は同一とした。練習日の諺には計測日の諺を含めており、1度ずつ入力するようになっている。

実験協力者は普段使用する手で入力を行い、片手か両手かは指定しなかった。ただし入力方法を統一するために、入力はフリック入力に限定し、漢字変換に要する時間が入力速度の測定に影響しないようにするために漢字への変換は出来ないように設定し、かな入力で確定するようにした。

本実験はAndroid端末のNexus5x(サイズ:幅約73mm×高さ約147mm×厚さ約7.9mm, 重さ:約136g)を使用し、初日以外の測定は協力者の任意の時間、場所で行った。

3.3 実験結果

誤入力率(%)の日毎の変化を図3に示す。各群の誤入力率の平均値を示している。1日目と5日目を比較するとフィードバック無群は1.2%増加し、フィードバック有群は2.2%減少した。各群の1日目と5日目についてそれぞれt検定を行った。

フィードバック無群: $t=-0.98$, $p=0.352 > 0.05$

フィードバック有群: $t=3.64$, $p=0.005 < 0.05$

フィードバック有群では有意差があった。キー境界周辺領域の振動フィードバックの影響を受け、誤入力率が下がったのではないかと考えられる。

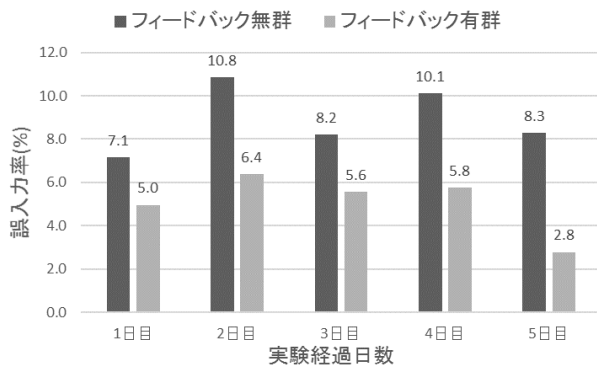


図3 誤入力率(%)の日毎の変化

次に、キー境界周辺領域タッチ率の日毎の変化を図4に示す。各群のキー境界周辺領域タッチ率の平均値を示している。1日目と5日目を比較するとフィードバック無群は0.2%増加し、フィードバック有群は6.5%キー境界周辺領域タッチ率が減少した。各群に対して1日目と5日目の間のt検定を行うと、フィードバック有群では有意差があり、フィードバック無群では有意差がない結果となった。

フィードバック無群: $t=-0.09$, $p=0.926 > 0.05$

フィードバック有群: $t=3.50$, $p=0.006 < 0.05$

キー中央部のタッチの割合が上がったため、結果的に図3の誤入力率が下がったのではないかと考えられる。

入力速度(char/min)の日毎の変化を図5に示す。1日目と5日目を比較するとフィードバック無群に変化はなく、フィードバック有群は5.6[char/min]向上した。各群に対して1日目と5日目の間のt検定を行ったが、どちらの群も有意差はなかった。

フィードバック無群: $t=0.003$, $p=0.997 > 0.05$

フィードバック有群: $t=-0.95$, $p=0.366 > 0.05$

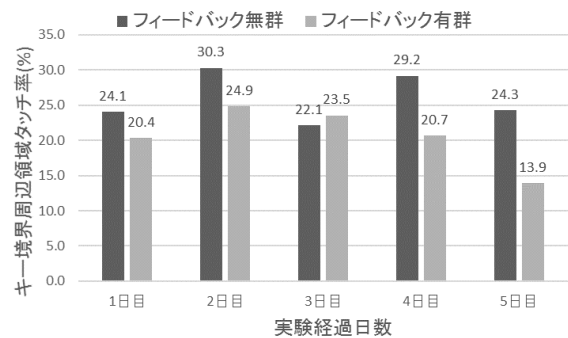


図4 キー境界周辺領域タッチ率の日毎の変化

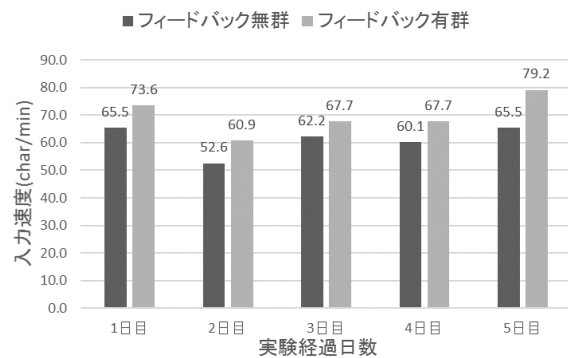


図5 入力速度(char/min)の日毎の変化

この結果より誤入力率は低減したが、入力速度を上げるほどの改善が見られなかったことがわかる。

4. 終わりに

本研究では、スマートフォンのソフトウェアキーボードにおける誤入力の低減を目的として、キー境界周辺領域をタッチした時に振動フィードバックを行うソフトウェアキーボードを提案し、実験協力者20名による5日間の使用評価実験により効果検証を行った。

実験の結果、フィードバック無群では誤入力率、キー境界周辺領域タッチ率ともに有意な変化が見られなかったのに対して、フィードバック有群では誤入力率が5.0%から2.8%に、キー境界周辺領域タッチ率が20.4%から13.9%にそれぞれ30%以上の低下が確認された。

参考文献

- [1] A. Khaldoun et al., "Big Key: A Virtual Keyboard for Mobile Devices", Proc. of HCI International 2009, (2009).
- [2] 久野, 志築, 田中, 「キーを指の設置位置とその周囲に配置するソフトウェアキーボード」, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 4, pp.1353-1364, (2014).
- [3] T. Hagiya, T. Kato, "HMM-based Probabilistic Flick Keyboard Adaptable to Individual User", J. of Information Processing, Vol.22, No.2, pp.410-416, (2014).
- [4] E. Hoggan et al., "Investigating the Effectiveness of Tactile Feedback for Mobile Touchscreens", Proc. of CHI 2008, pp.1573-1582, (2008).
- [5] Z. Ma et al., "Haptic Keyclick Feedback Improves Typing Speed and Reduces Typing Errors on a Flat Keyboard", Proc. of IEEE World Haptics Conferences, pp.220-227, (2015).
- [6] A. Hoffmann, D. Spelmezan, J. Borchers, "TypeRight: a Keyboard with Tactile Error Prevention", Proc. of CHI 2009, pp.2265-2268, (2009).
- [7] Openwnn, <http://android.googlesource.com/platform/packages/inputmethods/OpenWnn>