

# 画面スペースの削減を目的とした タブレット用両手フリック日本語入力キーボード A Japanese Bimanual Flick Keyboard for Tablets That Reduces Display Space

中村 優哉

Yuya Nakamura

法政大学情報科学部コンピュータ科学科

E-mail: yuya.nakamura.9g@cis.k.hosei.ac.jp

## Abstract

*Tablets, as well as smartphones and personal computers, are popular as Internet clients. Tablet users often use QWERTY software keyboards to enter text. Such a software keyboard usually uses large display space, and requires its user to largely move their fingers. This paper proposes a Japanese bimanual flick keyboard for tablets that reduces display space. Since this keyboard uses only 10 character keys, it makes display space smaller than that of a QWERTY software keyboard. This paper presents a keyboard for an Android tablet, and describes an experiment on its performance compared to QWERTY. Before the implementation of the keyboard, a preliminary experiment was conducted to explore its appropriate key size, key layout, and input method and to estimate the fatigue of its users. The results of the preliminary experiment indicated a problem with the key layout. Therefore, in the main experiment, L-shaped and Γ-shaped layouts were added for comparison. The main experiment examined the keyboard's input speed, accuracy, and subjective evaluation. The main experiment's results showed that one of these layouts is not more suitable than the others for everyone. It is necessary to enable the customization of the key layout and the keyboard position.*

## 1. はじめに

今日、タブレット端末はスマートフォン、PCと並んで一般的なインターネット端末として普及している。現在、外部の物理キーボードを除いたタブレット端末での入力には、QWERTYキーボードをタブレット用に適合させたソフトウェアキーボードが多く用いられている。このような入力方法の場合、画面スペースを多く利用し、指の移動距離も長くなり疲労が溜まるという問題がある。また、QWERTYキーボードはスマートフォンで多く用いられているフリックキーボードのように日本語を直接入力しないため、日本語入力しか行えない利用者にとっては不便であると考えられる。

画面スペースの削減を可能にするアイデアとして、スプリットキーボードがある。スプリットキーボードはQWERTYキーボードを左右に分割することによって手を自然な位置に置くことができるようになり、入力の歪みが軽減されるという人間工学キーボードのうちの1つである。

本研究ではフリックキーボードを左右に分割することによって画面スペースを削減し、指の移動距離を短くした日本語入力キーボードを提案する。キー配列は $2 \times 5 \times 2$ の配列を用い、キーサイズは60pxで作成した。その後、入力手法の問題点や、キーサイズ、キーレイアウトを確認するための予備実験を行い、5段組のレイアウトに問題があることを確認した。また、既存の入力手法への補完的価値を示すべく、QWERTYキーボードとの比較実験を行った。予備実験の結果を踏まえ、実験の対象は5段組キーボード、L字型キーボード、Γ字型キーボードと比較対象のQWERTYキーボードの4種類で行った。

実験結果から、エラー率については補完的価値が示されたが、速度については示されなかった。主観的評価の結果は快適さ、正確さ、フラストレーションの無さ、精神的疲れに有意差が見られ、他の項目には有意差が見られなかった。さらに、結果からキー配置、キーボードの位置、キーボードの形などには各人の好みがあり、一人一人にあったキーボードを設定出来る機能が必要であることが示唆された。

## 2. 関連研究

タブレット向けのキーボードに関する研究は多くなされている。Biら[1]は、両手ジェスチャキーボードを左右に分割することによって、画面スペースを削減し、指の移動距離を短くしている。Yajimaら[2]は疲労軽減を目的とした日本語入力タブレット用キーボードを提案している。この手法では、指をキーボードに置いておき、指を離して入力を行うことによって疲労を軽減している。

画面スペースに関する研究としてはHutchings, StaskoのPCにおける画面スペースを拡大するためのウィンドウの収縮機能の研究[3]や、Hutchingsらによる単一画面と複数画面による比較の研究[4]などが挙げられる。これらは、マルチディスプレイが主流でなかった時代のPCにおける画面スペースに関する研究である。他の関連研究と

しては両手インターフェイスによる原始的な研究としては、Buxton, Myersの研究[5]などが挙げられる。

### 3. 予備実験

新しい入力方法を提案するにあたり、キーサイズ、キー配列、入力方法、疲労感について問題がないか調査した。入力方法は両手フリックを行った際に体勢が崩れたりしているかどうか確かめるものである。

#### 3.1. 方法

実験は、被験者にタブレットを縦に持ち、ある程度の時間自由に操作してもらい、使用感について尋ね、その後タブレットを横に持ち変えてもらった後、ある程度の時間自由に操作してもらい、使用感について尋ねることを行った。被験者は情報科学分野の大学生の男女6人である。図1のようにキーボードをASUS ZenPad 10 (Android OS 7.0, 1920×1200px) に実装した。開発環境はAndroid Studioである。キーサイズは60×60pxで、画面下部の両端に対称的に配置した。小字キーは、最後に入力した文字が小字もしくは濁点変換可能ならば変換する。テキストを入力すると画面上部のテキストフィールドに文字が入力される。

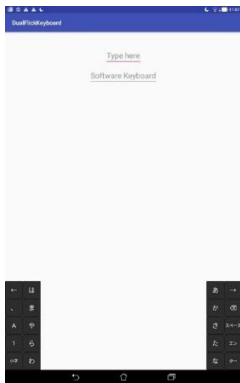


図1 予備実験のアプリケーション

### 3.2. 結果と考察

実験の結果、キーサイズや入力方法そのものには問題があるという声は無かったが、多数の被験者から、5段組のレイアウトの場合、指を動かすのに不自由に感じるといった意見や、キーボードの位置を調節できるようにしてほしいといった意見が得られた。

結果から5段組のキー配置に問題があること、キーボードの位置を調節できる必要があることが確認されたため、キーボードの位置を調節可能にし、キー配置を見直し、新たにL字型、Γ字型のキーボードを作成することにする。

### 4. 提案手法

本研究ではフリックキーボードを左右に分割することによって画面スペースを削減した日本語入力キーボードを提案する。レイアウトは図2のように右側に“あ”～

“な”、左側に“は”～“わ”を配置する。また、予備実験を通して明らかになった問題点の解決策として、L字型(図2左下)、Γ字型(図2右下)キーボードを用意する。このキーボードでは、かな漢字変換の移動に用いていた矢印を削除している。

本手法はタブレットを両手で保持して入力するフリックキーボードで、両親指をフリックすることにより入力を行う。指を上下左右に動かすことによってタップしたキーの上に入力される文字が表示され、指を離すと文字が入力される。さらに、右側のキーボードの下部にスライドバーを配置し、キーボードと変換スペースの位置を上下できるようにする。また、右側のキーボードの側にかな漢字変換スペースを設置する。スペースの上で指をスライドさせると別の字が表示され、タップすると変換される。

変換にはSKK辞書を使用し、エンターキーを入力するまでの文字が変換機能に渡される。渡された文字列と等しい文字列が変換スペースの先頭に表示され、渡された文字列が2文字以上の場合、部分的に一致した文字列を追加している。今回使用した辞書の大きさはSKK辞書のMサイズで、実験に使用する文字列に含まれる漢字が存在しない場合があったため、その都度追加している。

今回作成したアプリケーションでは、縦持ち横持ち共に、5段組のレイアウトの場合は縦300px、横120pxであり、L字型、Γ字型の場合は縦240px、横180pxであるため、ディスプレイの横幅を最大限に使用した場合のQWERTYキーボードには、5段組の縦持ちの場合70%、横持ちの場合は81.3%の画面スペースの削減をしている。また、L字型、Γ字型の場合は縦持ちで73%、横持ちで83%の削減をしている。

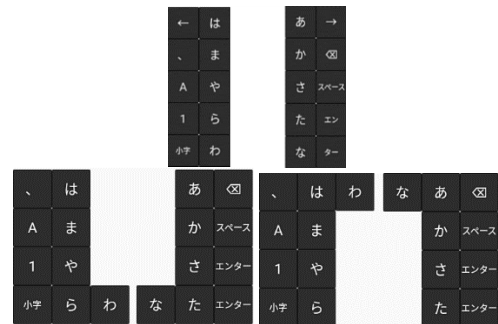


図2 キーボードのレイアウト

### 5. 実験

端末は予備実験と同様のものを用いた。レイアウトは図4の通りである。被験者は、情報科学分野の大学生10名程度で、短文の入力と単語の入力の2通りの実験を行って貰い、その後、アンケートを行うことで主観的評価を測定する。

短文入力速度(WPM<sub>S</sub>)と単語入力速度(WPM<sub>W</sub>)は以下の数式で評価を行う。T、Wが文字列もしくは単語の長さ、Sが入力時間、Eが変換のたびに入力されるエン

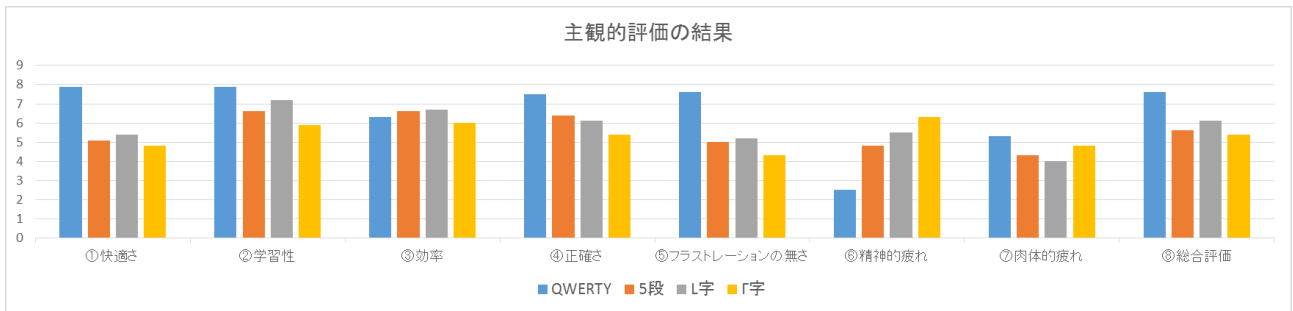


図3 主観的評価の結果

ターキーの回数である。文字列、単語の長さは入力完了時のエンターキーを考慮して1が足されている。

$$WPM_S = \frac{|T| + |E| + 1}{S} \times 60$$

$$WPM_W = \frac{|W| + 1}{S} \times 60$$

エラー率の評価は以下の数式で行う。Cは正しく入力された文字の数、IFがバックスペースを用いて修正された文字の数、INFが最後まで修正されなかった文字の数であり、修正されなかった文字のエラー率をNCER、修正された文字のエラー率をCERとする。

$$NCER = \frac{INF}{C + IF + INF}$$

$$CER = \frac{IF}{C + IF + INF}$$

測定終了後、主観的評価についてのアンケートを行う。内容は快適さ、効率、正確さ、フリックの使用頻度などについてで、全10段階である。

などを考慮し新たに作成したリストを用いて短文の入力を行った。

実験はそれぞれのキーボードに対して縦持ち、横持ちの両方で計測を行い、それぞれの入力手法に対して5種類の文を用意した。実験は椅子の上に座り、タブレットを両手で保持した状況で行われ、実験の前には数分のウォームアップ時間を設けた。

### 5.2. 短文入力実験の結果

入力速度の測定結果を図5に示す。WPM<sub>S</sub>、エラー率についてANOVAを用いて分析した結果、エラー率についてはNCER、CER共に有意差は示されなかった(p ≥ 0.05)が、入力速度についてはQWERTYキーボードの方が速く、有意差が示された(p < 0.05)。また、提案手法の中ではL字型が最もWPM<sub>S</sub>が高く、Γ字型、5段組の順になった。エラー率は、予測変換の誤タップや、問題文の読み違い、変換をして不要な部分をバックスペースで修正する部分的な変換などによって全体的なバックスペースの数が多く見られ、平均値が上昇した。



図4 実装したアプリケーション (縦持ちの場合)

### 5.1. 短文入力実験の内容

入力する短文は、Biらの研究[1]を始めとする多くの論文で用いられていたMackenzieとWilliamの作成したフレーズセット[6]を日本語訳し、その後、文字数、漢字の数



図5 WPM<sub>S</sub>の比較

### 5.3. 単語の繰り返し入力実験の内容

短文入力実験と同様のレイアウトを用い、任意の単語を1つ選び、6回連続入力することによる速度の変化を確かめることで、学習可能性の計測も行った。単語はひらがな4文字であり、濁点を含むものを使用した。

### 5.4. 単語の繰り返し入力実験の結果

図6より、全体の入力速度はQWERTYキーボードの縦持ちが最も高く、提案手法それぞれには大きな差が見られなかった。ANOVAを用いて分析した結果は、全手法

を対象にした場合は、1回目から6回目まで QWERTY キーボードの方が速く、有意差が示されたが、提案手法のみを対象とした場合は有意差が示されなかった。

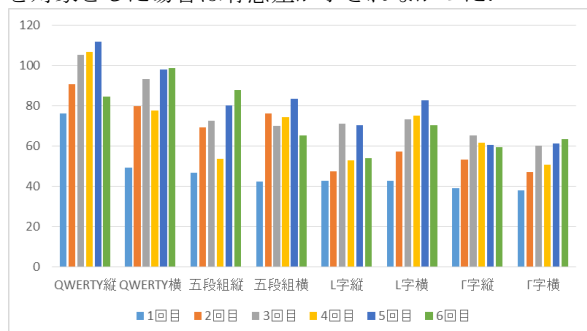


図 6 WPM<sub>w</sub>の比較

### 5.5. 主観的評価の結果

主観的評価の結果を図 3 に纏める。総合評価を除いた結果は、ANOVA によって有意差が示されたもの ( $p < 0.05$ ) と示されなかったもの ( $p \geq 0.05$ ) に分けられる。示されたものとしては、快適さ、正確さ、フラストレーションの無さ、精神的疲れである。総合評価については、QWERTY が最も大きかったが、有意差は示されず、提案手法の間にも大きな差はなかった。

## 6. 議論

短文入力の実験の結果、エラー率には有意差が示されず、補完的価値が示されることがわかったが、入力速度は有意差がみられた。主な原因の 1 つとしては、フリックキーボードを分割するのでキー配列が普段使っているものと異なり、確認しながら入力する必要があるからであると考えられる。さらに、キーボードが分割されているため、その手間が増えていることも原因として考えられる。ある被験者からは、キーボードの入力する箇所が偏りが見られる、といった意見や、キー配置を変更する機能が欲しいといった意見、片側に寄せた片手フリックキーボードとしても使用したいといった意見もみられた。

単語の繰り返し入力の実験からは、3 つの提案手法の入力速度の差異は見られなかったが、QWERTY キーボードとの入力速度の差異は見られた。これは、連続で入力するにつれ、フリックの移動距離が短くなるなどして、誤判定が多くなったことや、小字濁点キーを押せていなかったことが原因であると考えられる。

主観的評価の中で、有意差が示されたものは快適さ、正確さ、フラストレーションの無さ、精神的疲れである。これらの項目の評価が低くなった原因の 1 つは、本手法の使用時間が短いため、キーボードの配置を確認しながら入力する必要があり、その際の煩わしさから快適さや正確さが損なわれたと考える。有意差が示されなかったものの中で、肉体的疲れは QWERTY が最も大きく、疲れを感じたという結果が示された。これは、キーボードを分割することにより、指の移動距離が削減されるスプリットキーボードの利点を確認されたと考えられる。また、アンケートの結果から、多数の被験者から同じキ

ーを入力したときに次の文字に進む機能（あ→い→うのように）が欲しいとの要望があった。

## 7. 終わりに

画面スペースを削減する両手フリックキーボードを作成した。本手法は、QWERTY キーボードには、5 段組の縦持ちの場合 70%、横持ちの場合は 81.3% の画面スペースの削減をしている。また、L 字型、Γ 字型の場合は縦持ちで 73%、横持ちで 83% の削減をしている。

実験から、エラー率については補完的価値が示されたが、速度については示されなかった。これは、キーボードが分割されていることや、普段使用しているレイアウトと異なっていることなどが原因として考えられる。この問題は、キーレイアウトを設定する機能やキーボードの左右の位置を調整する機能を実装することで解決できると考える。今回の研究により、キー配置、キーボードの位置、キーボードの形などには各人の好みがあり、一人一人にあったキーボードを設定出来る機能が必要であることが示唆された。

## 文 献

- [1] X. Bi, C. Chelba, T. Ouyang, K. Partridge, S. Zhai, "Bimanual Gesture Keyboard," Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST2012) Pages 137-146, 2012.
- [2] T. Yajima, H. Hosobe, "A Japanese Software Keyboard for Tablets That Reduces User Fatigue," Proceedings of the IEEE International Conference on Computers, Software and Applications (COMPSAC2018) Pages 339-346, 2018.
- [3] D. R. Hutchings, J. Stasko, "Shrinking Window Operations for Expanding Display Space," Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI '04) Pages 350-353, 2004.
- [4] D. R. Hutchings, G. Smith, B. Meyers, M. Czerwinski, G. Robertson, "Display Space Usage and Window Management Operation Comparisons between Single Monitor and Multiple Monitor Users," Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI '04) Pages 32-39, 2004.
- [5] W. Buxton, B. Myers, "A Study in Two-Handed Input," Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '86) Pages 321-326, 1986.
- [6] S. MacKenzie, W. Soukoreff, "Phrase Sets for Evaluating Text Entry Techniques," Extended Abstracts of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '03) Pages 754-755, 2003.
- [7] 国立国語研究所, "『現代日本語書き言葉均衡コーパス』短単位語彙表 ver.1.0," [https://pj.ninjal.ac.jp/corpus\\_center/bccwj/freq-list.html](https://pj.ninjal.ac.jp/corpus_center/bccwj/freq-list.html).