

5方向パイメニューを用いた片手日本語仮名文字入力手法

A One-Handed Japanese Kana Character Input Method Using a 5-Way Pie Menu

山根 瑤平

Yohei Yamane

法政大学情報科学部デジタルメディア学科

E-mail: yohei.yamane.6x@stu.hosei.ac.jp

Abstract

In recent years, the development of application software has made it possible to create reports and slides on smartphones, and an increasing number of people use smartphones to do their tasks. In addition, more and more people watch videos and play games on their smartphones, making them more often to input text while looking at the screen. QWERTY and flick software keyboards are the main means of Japanese text input on smartphones, but they occupy about one-third of the screen and can be obstacles to main tasks. In addition, along with the expansion of the screen sizes of smartphones, it is becoming more difficult to input data with one hand using the existing keyboards. This paper proposes a Japanese kana character input method using a 5-way pie menu to solve the above problems. It has two types of menus: a main pie menu from which five consonants can be selected, and a submenu from which vowels can be selected. In the preliminary experiment on the evaluation of the 5-way pie menu, it was compared with 9 menus with different sizes, tilt angles, and numbers of directions in terms of input speed and input accuracy. In the main experiment, the proposed method based on the preliminary experiment was compared with existing methods including flick input.

1. はじめに

近年、アプリケーションソフトの発展により、スマートフォンで作業をする機会が増えている。レポートやスライドの作成などですらスマートフォンで行える上に、動画視聴やゲームを目的とした利用も増加し、画面を見ながら文字を入力する機会が増えている。しかし、スマートフォンやタブレットにおけるテキスト入力は、主にフリック入力やフルキー入力が一般的であり、画面スペースの3分の1をソフトウェアキーボードが占めている。このように画面スペースを大きく使用するソフトウェアキーボードは、主体となるタスクの妨げになっている。さらに、既存のソフトウェアキーボードにはもう一つ、スマートフォンの大画面化によって生じている片手では操作しにくい問題もある。

本研究ではこれらの問題を解消する片手日本語仮名文字入力手法を提案する。表示領域の削減のために5方向

のパイメニューを活用した入力手法を考え、覚えやすさを重視して最も一般的な日本語入力手法であるフリック入力を取り入れる。メニューはメインとサブの2つで構成され、メインメニューとなる5方向パイメニューでは子音を選択でき、サブメニューでは選択した子音に対応した文字を上下左右に表示することでユーザーが一筆書きで入力できるようにする。予備実験では大きさや傾き、方向数についての検討を行い、評価実験ではフリック入力を含む既存手法との比較と評価を行う。

2. 関連研究

表示領域を考慮したキーボードデザインは多数検討されている。主要な方法は、画面の入力したスペースによってフリックに持たせる機能を変化させることで高精度なアイズフリー入力を可能にし、画面内にキーボードを一切表示しない入力手法である。Zhuらは完全に透明なキーボードの性能を評価し、数回の練習で実用的なレベルに達することを示した [1]。Fukatsuらは片手操作でアイズフリーの仮名入力を行える No-look flick を提案した [2]。半透明なUIデザインも画面を効率的に活用する方法として有用である。Kimらは半透過型ソフトウェアキーボードを提案し、全体的な性能が不透明キーボードの90~100%に達することを示した [3]。阿部らはライブチャット用のキーボードとして半透明のダブルフリックキーボードを提案した [4]。

キーボードを変形させることでスペースの削減を目指す研究もある。青木らは視覚障がい者を対象として、8方向のドラッグ操作とフリック操作で感覚的な入力を実現する Drag&Flick を提案した [5]。山下らは右下の欠けた扇形の片手日本語仮名入力手法を提案した [6]。青木らの研究は8方向のドラッグ操作を採用していることでジェスチャーが覚えにくく、山下らの研究は入力方法が手の大きさによって左右されるため改善の余地があると考察している。

3. 提案手法

本研究では、スマートフォン上で大きく画面スペースを占有しない入力方法を実現することを目的とする。このために、既存のソフトウェアキーボードより表示させるキーの数を減らす必要がある。そこで、5方向パイメニューとフリック入力手法を用いた入力手法を提案する(図1)。パイメニューを採用することで、キーボードの表示領域と操作領域を削減する。青木らの研究では感覚的

Supervisor: Prof. Hiroshi Hosobe

な入力を実現するために用いられているが、本研究では表示領域の削減を目的として使用する。提案手法はジェスチャーで入力できるため、入力方法を覚えることでキーボードに使用するスペースはさらに削減できると考える。

既存の入力方法に慣れている利用者にとって、新しく覚える入力方法は覚えやすく混同しにくい配置が好ましい。子音をすべて表示すると方向決定の難易度が高くなり誤入力が予想されるため、パイメニューの方向数は清音を入力する際に使用される子音を2つに分けて表示できる5方向とする。母音の選択は既存のフリック入力と同じ要領で選択できるようにすることで、覚えにくさを軽減する。

片手だけでスマートフォンを使うことを想定し、親指だけで濁音や空白の入力操作、削除操作を行える必要がある。入力方法に慣れるまではパイメニューに選択項目を表示させる必要があるが、指の動きを覚えられれば表示領域をさらに削減できると考える。具体的には、まず入力したいかな文字の子音を決定するために、「あ」「か」「さ」「た」「な」をメニュー項目として持つ5方向のパイメニューを用意する（本研究では「あ」は子音として扱う）。メニューの配置は予備実験を通して有用性の高い結果が得られたものに則る。

次にこのパイメニューのサブメニューとして、選択した子音に対応する母音を選択するためのフリックキーボードを用意する。例えば5方向のパイメニューで「あ」を選択した場合、既存のフリックキーボードと同じ配列で「あ」「い」「う」「え」「お」が表示される。そして文字変換の入力方法として、フリック先からさらにフリックを行うターンフリック入力 [7]で、文字の濁音、半濁音、拗音の選択ができるようにする。例えば「ぎ」を入力したい場合、「き」を選択した後にフリックする方向を変化させることで入力される。さらに指を離さずにパイメニューの中心に戻ることで空白の入力、ダブルタップ操作を行うことで削除ができるようにする。

最後にパイメニューの中心をシングルタップすることでメニュー項目の「あかさたな」と「はまやらわ」を切り替えられるようにする。このキーボードの位置を調節可能にすることで片手でも入力が容易な仮名文字入力キーボードを作成する。

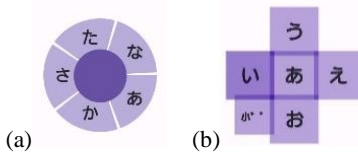


図 1: 5 方向パイメニューを用いた仮名文字入力キーボード: (a) 1 段階目, (b) 2 段階目

4. 実装

図 2(a)に提案手法の実験画面を示す。アプリケーションの上部に入力してもらった文章が出力される。正しく入力すると灰色に変化し、入力が間違っていると赤く表示される。画面中央には直前に入力された文字を表示して

いる。画面下部は入力操作を行う場所であり、提案手法である5方向メニューが表示されている。

実装には Java を用いた。開発環境は Android Studio、使用端末は Galaxy M23 5G である。予備実験のためのアプリケーションでは大きさや傾きの異なるメニューを 15 種類実装し、実験結果を踏まえて 3 種類の入力方法に対応したメニューを実装した。

5. 予備実験

5 方向パイメニューが 8 方向パイメニューと比較して有用であることを確認し、傾きや大きさが入力精度にどのような影響を与えるかを調査するために予備実験を行った。実装したプログラムでは、タイトル画面でメニューサイズ、メニュータイプを選択でき、計 15 種類のメニューを扱える。しかし、今回大きさによる影響を調査するのは 5 方向メニューと 8 方向メニューそれぞれ 1 つずつのみとして、9 種類のメニューに対して被験者実験を行う。入力はパイメニューの中心から入力したいテキストの方へ指をスライドすることで行え、画面上部に表示されるテキストと一致しているか判定を行う。テストを開始して一定回数入力を行うとテストが終了し、誤入力率と実験時間を計測、結果を表示する。

5.1. 実験手順

予備実験は 4 名の被験者に協力してもらった。被験者は十分に入力を練習後、実験を行った。傾きとサイズの異なる 9 種類のメニューに対して、表示されたテキストが書かれている方向に 30 回ずつ入力してもらい、誤入力率と所要時間を記録し比較する。実験する順番は順序効果を最小化するためにラテン方格を用いて決定した。

5.2. 実験結果

被験者全員の結果を平均した値を表 1 に示す。また、5 方向メニューを用いた結果と 8 方向メニューを用いた結果の比較をしやすくするために、方向数別の平均を算出し、表 2 に示す。平均誤入力率について大きな差はみられなかったが、大サイズの 5 方向メニュー A が最も平均所要時間が短く、中サイズの 8 方向メニューが最も平均所要時間が長かった。方向別に算出した結果より、5 方向のほうが 8 方向よりも平均誤入力率が低く、所要時間も 4 秒ほど短いことがわかる。

表 1: メニュー別の平均実験結果

	平均誤入力率(%)	平均所要時間(秒)
5 方向メニュー-A(大)	1.61	26.82
5 方向メニュー-A(中)	0.81	28.09
5 方向メニュー-A(小)	0.81	27.13
5 方向メニュー-B(中)	1.61	29.16
5 方向メニュー-C(中)	2.42	28.31
5 方向メニュー-D(中)	1.61	28.84
8 方向メニュー(大)	3.23	31.00
8 方向メニュー(中)	1.61	33.12
8 方向メニュー(小)	3.23	32.82

表 2: 方向数別の平均

	平均誤入力率(%)	平均所要時間(秒)
5方向メニュー(平均)	1.48	28.06
8方向メニュー(平均)	2.69	32.31

6. 評価実験

提案手法(図 2(a))と青木らの提案手法(図 2(b)), フリック入力(図 2(c))を比較するために評価実験を行った。実験では Galaxy M23 5G を使用し, 男性 3 名と女性 3 名の計 6 人の被験者に協力してもらった。予備実験と同様に片手での入力を心がけるように指示した。評価指標として, 関連研究である山下ら [6] の用いた指標と同じ評価指標を用いて比較を行った。入力の速度の指標として 1 分間当たりの入力文字数(CPM: Characters Per Minute), 入力精度の指標として 1 文字当たりのエラー率(EPC: Errors Per Character)を用いる。予備実験と同様に順序効果の影響を考慮し, 入力手法は被験者ごとに別の順番になるように決定した。

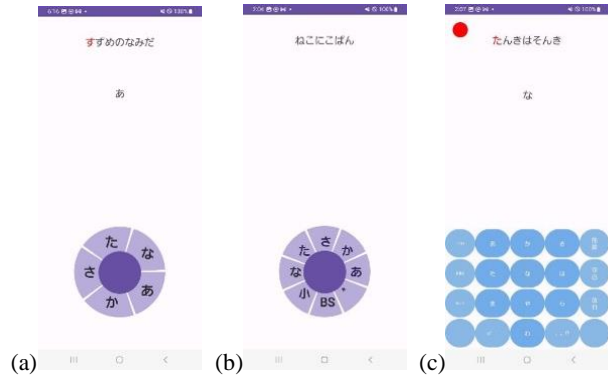


図 2: 評価実験の実行画面: (a)提案手法, (b)青木らの手法, (c)フリック入力

6.1. 実験手順

実験では, 被験者にそれぞれの入力手法を練習してもらった後に計測を行った。練習時には 5 種類のことわざをランダムに出題し, これを 2 回繰り返し(計 90 文字ほど)入力してもらった。計測時には 10 種類のことわざをランダムに出題し, 入力の慣れによる影響を調査するために計測も 2 回ずつ実施した。計測に使用したことわざの全文字数を計測時間で割って算出した入力速度(CPM)と, 誤入力数を計測に使用したことわざの全文字数で割って算出した入力精度(EPC)を記録し比較した。実験後にはアンケートを実施し, 被験者のフィードバックを収集した。

アンケートでは System Usability Scale (SUS) を使用して提案手法を評価した。設問の項目は有用性, 複雑性, 利便性, 技術支援の要否, 機能の統一性, 一貫性, 学習性, 操作性, 理解度, 事前準備の必要性である。被験者は各設問に対し 5 段階評価を行う。また, アンケートには SUS 評価に加えて, 自由記述欄を設けた。最後にインタビューを実施し, 使いやすい点, 使いにくい点, 覚えやすい点, 覚えにくい点を比較してもらった。

6.2. 実験結果

6.2.1. 既存手法との比較

結果の平均を図 3 に示す。入力速度が分かりやすいように経過時間の平均についても表に示した。EPC は, フリック入力 が 16.0%, 5 方向 が 7.2%, 8 方向 が 15.8% であり, 5 方向メニューが最も正確であるが, 大きな差は見られなかった。CPM は, フリック入力 が 96.5, 5 方向メニューが 25.3, 8 方向メニューが 19.5 となり, フリック入力 が圧倒的に速かった。

全体的に 2 回目の結果の方が良い結果が得られており, 最も経過時間が縮まったのは 5 方向メニューであることがわかる。

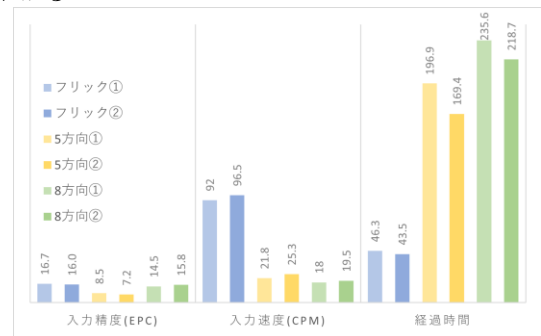


図 3: 入力方法による実験結果の違い

6.2.2. ユーザビリティの評価

ユーザビリティの評価には, 10 の設問で構成された評価アンケートである SUS を使用する。被験者には各質問に対して 5 段階評価を行ってもらった。集計では, 肯定的質問の評価値から 1 を引いた値, 5 から否定的質問の評価値を引いた値を使用する。すべての項目について加算した合計値を 2.5 倍にし, 100 のスケールで表されたスコアを使用する。アンケートの結果, SUS のスコアの平均は 5 方向メニューが 55.8, 8 方向メニューが 37.1, フリック入力 が 86.3 となった。各設問に対する評価値のそれぞれの平均を図 4 に示す。結果から全体的にフリック入力の評価よりは劣るが, 8 方向メニューと比べると高い評価を得られていることがわかった。

自由記述欄からそれぞれのメニューについて様々な意見が得られた。5 方向メニューの使いやすかったところとしては, 部分的にフリック入力が使われている点や濁点などの文字変換が 1 回の操作でできる点, 情報量が少ないため覚えやすいという意見が得られた。逆に使いにくかった点としては, 指で隠れる部分の入力が難しい点, 「あかさたな」と「はまやらわ」の切り替えが覚えにくいという意見があった。8 方向メニューについては表示が多いため指で隠れる範囲に母音選択がない点良かったという意見, 5 方向メニューと同じく指で隠れる部分の不便さ, 方向数が多く情報量が多いので覚えづらい, 濁点や拗音の入力が煩わしいという意見が得られた。フリック入力はシンプルで普段使っていて覚えている点とすべての文字が表示されているため直感的に操作出来てわかりやすい点が評価されており, 普段から使い慣れているため使いにくいという意見はなかった。

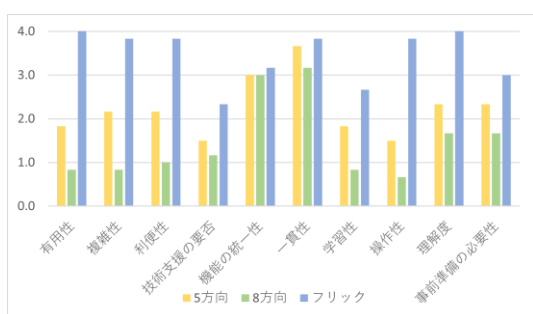


図4：各設問の SUS のスコア

7. 議論

7.1. 既存手法との比較

既存手法である8方向メニューと比較して、提案手法は入力速度と入力精度の両方で優れた結果を示した。一般的に使われているフリック入力と比較すると、入力速度は明確に遅い結果となったが、入力精度については近い値を示した。分散分析の結果から、入力速度については3つの入力手法間に有意差がみられた。入力速度については特に習熟度の差が原因だと考えられる。入力精度については5方向メニューがどの入力手法よりも正確であったが、大きな差は見られなかった。使用したスマートフォンのサイズが大きかったことや、片手操作に慣れていない被験者が速度を意識した入力を行ったことが近い値を示した原因に影響していると考えられる。

実験は2回ずつ行ったため2回の実験で生まれた差を比較したところ、どのメニューも入力精度について大きな変化は見られなかったが、経過時間とそれに関係した入力速度については変化がみられた。フリックメニューは1回目と2回目で約3秒しか縮まっていないのに対し、8方向メニューは約10秒、5方向メニューは約20秒縮まっている。フリック入力はすでに習熟度が高いため慣れによる変化が少なく、5方向と8方向のメニューは習熟度が低いため、慣れによってより入力速度が上がったと考えられる。特に5方向メニューの入力速度の伸びが大きいのは、既存手法である8方向メニューより入力手法が覚えやすく使いやすいものであるからだと考える。

7.2. ユーザビリティの評価

SUSの標準平均は68である一方で、5方向のパイメニューのSUSのスコア平均は55.8という低い結果が得られた。8方向メニューのSUSのスコア平均は37.1であったため、ユーザーの評価としても5方向メニューの方が8方向のメニューよりも優れていた。機能の統一性と一貫性に関して3手法間の差はなかったため、提案した手法に矛盾点や疑問点は少なかったと考えられる。8方向メニューよりは評価が高いが有用性や学習性、操作性に関してフリック入力と大きく差が見られることから、フリック入力と比べて習熟度が低く入力動作を覚えて快適に使用できるまで習熟度が達していないことがわかる。

アンケートから、提案手法である5方向メニューは既存手法の8方向メニューと比べて、方向数が少ないこと、

従来の手法であるフリック入力を部分的に使用していることが評価されていることが分かった。この2点によってより覚えやすく、感覚的に操作できていると考えられる。一方、メニューの配置を覚えるまでは指で隠れる部分を読みにくい点が不評であった。しかし、従来手法であるフリック入力についても指で隠れる部分は存在するため、これは個人の習熟度が関係しており、習熟度によって解決される問題だと考える。自由記述欄では、覚えるまでは指を離している状態でもパイメニューを常に表示し続けたほうがわかりやすいという意見があった。

8. おわりに

本論文では、表示領域の削減を考慮し、5方向のパイメニューを用いた片手日本語仮名文字入力手法を提案した。予備実験では既存研究である8方向のパイメニューと比較して有用であることを示し、5方向メニューの傾きと大きさを決定した。比較実験ではフリック入力と8方向メニューと比較し、入力精度ではどの手法も近い値が得られ、入力速度ではフリック入力より劣るものの8方向メニューより高い結果が得られた。アンケートの結果、提案手法は標準平均より低いスコアであったが、8方向メニューよりも優れたスコアが得られた。

今後の展望として、提案手法は習熟度を上げることでメインメニューやサブメニューの表示を最小限にできるため、表示領域を削減できる他に、アイズフリーでの入力も可能になると考える。課題は入力速度の向上である。解決策として、当時メインメニューの表示、キーボードの位置の調整等による視認性の向上が考えられる。

文献

- [1] S. Zhu, T. Luo, X. Bi and S. Zhai, "Typing on an Invisible Keyboard," *Proc. CHI*, pp. 439, 1-13, 2018.
- [2] Y. Fukatsu, B. Shizuki and J. Tanaka, "No-look Flick: Single-handed and eyes-free Japanese text input system on touch screens of mobile device," *Proc. Mobile HCI*, pp. 133-138, 2013.
- [3] S. Kim and G. Lee, "Design and Evaluation of Semi-Transparent Keyboards on a Touchscreen Tablet," *Proc. ISS*, pp. 155-166, 2018.
- [4] 阿部優樹, 崔明根, 坂本大介, 小野哲雄, "ストリームライブチャット入力を想定した半透明ダブルフリックキーボードの入力性能の実験的検証," *インタラクシオン論文集*, pp. 125-134, 2022.
- [5] 青木良輔, 橋本遼, 瀬古俊一, 片岡泰之, 井原雅行, 渡辺昌洋, 小林透, "Drag&Flick: タッチスクリーンを用いた視覚障がい者向け文字入力方式," *インタラクシオン論文集*, pp. 72-79, 2013.
- [6] 山下親乃, "視覚を考慮した片手親指操作用日本語入力手法," 法政大学情報学部卒業論文, 2021.
- [7] Umineko Design, "ターンフリック (TFBi)," 27 2 2020. [Online]. Available: <https://uminekokobo.blogspot.com/2020/02/tfbi.html>.