

視覚を考慮した片手親指操作用日本語仮名入力手法 Japanese Text Input by One-Handed Thumb Operation That Enhances Visual Perception

山下 親乃

Yoshino Yamashita

法政大学情報科学部コンピュータ科学科

E-mail: yoshino.yamashita.9a@stu.hosei.ac.jp

Abstract

People use smart phones to exchange e-mail and chat messages. Flick input is the easiest way to input Japanese text by one hand. However, it has the following problems: it is difficult to see the keyboard under the fingers; it is difficult to touch the edge of the screen. This paper proposes a method for Japanese text input only with the thumb of one hand. It displays a pie menu that lacks its bottom-right part to solve the visibility problem. In addition, it supports gestures and single-stroke operations to improve the efficiency of text input. The pie menu is configured with three kinds of menus, the main menu for 5 consonants, submenus for 5 characters each, and modifier menus for a sonant mark, a P-sound consonant mark, and a small character. A gesture of sliding a thumb from the center to the right over the main menu changes the displayed consonants. A single-stroke gesture operation starts from the center of the main menu, then selects the corresponding menu items, and finally goes back to the center. An experiment was conducted to compare the proposed method with flick input. The result showed that the proposed method was as accurate as flick input but was slower than flick input. Also, the result of the questionnaire based on the System Usability Scale about the proposed method was slightly lower than the average.

1. はじめに

近年、スマートフォンの普及により街中でチャットやメールのやり取りが増えている。スマートフォンは両手で操作できるが、電車でつり革に掴まっているときや片手に荷物を持っているときには片手で操作が強いられる。スマートフォンでの文字入力は主にフリック入力と QWERTY 入力の 2 つがあり、フリック入力は QWERTY 入力よりキータップ数が少なく片手操作がしやすい。しかしフリック入力でも解決されない問題点がある。視界に指が入ってしまいキーボードの一部が見えにくくなる点や、画面が大きくなるにつれ指が端に届きにくく両手操作や持ち替えの必要がある点である。

本論文では、これらの問題点を解決するために視覚を考慮した片手親指操作用の日本語仮名入力手法を提案する。パイメニューを用いた日本語仮名入力機能を考え、視覚を考慮し右下の欠けた扇形とする。また入力効率を考え、ジェスチャを取り入れ、さらにメニュー項目を一筆書きで入力する機能を提案する。メニューはメインメニュー、サブメニュー、修飾メニューで構成する。メインメニューは 5 つの子音、サブメニューはメインメニューで選択した子音に対応する文字を表示し、修飾メニューで濁点・半濁点・小文字を選択できるようにする。実験は予備実験と評価実験の 2 つを実施する。予備実験ではメニューの種類と配置の検討をし、評価実験では従来の入力手法の 1 つであるフリック入力との比較、提案手法の評価を行う。

2. 関連研究

視界に指が入ってしまう問題点を解決するために円形のメニューを提案している研究がある。木谷ら [1]はタブレット端末で利用する手書きノートアプリケーションの新しいメニュー作成を目標に Arc Menu という円弧のメニューを提案した。視界に指が入る位置には使用頻度の少ない項目を配置することで目視がしやすくなり、操作時間が速くなることを示した。また円弧のメニューは指の移動範囲を減らせることを示した。円形のメニューによる文字入力の効率を向上させる研究も存在する。佐藤ら [2]はペンによる PC 操作での文字入力速度の向上を目的とし、フローメニューを用いて日本語入力ができるよう拡張した。フローメニューとは触れた位置を中心として表示する円形のメニューである。この手法により必要な操作数が少なく効率化されることを示した。

メニューの効率はサブメニューの表示によっても変化する。サブメニューのような UI の操作の難しさを調べた研究も存在する。薄羽ら [3]はコーナリング操作(角を曲がる操作)の時間推定モデルの改善を目的とし、幅が同じまたは異なる経路を連結し操作時間を調べる実験を行った。その結果、どちらの経路を連結しても操作時間を高精度に予測できることを示した。

3. 準備

3.1. 入力速度と入力精度

実験を行う際、以下の 2 つの計算式を用いる。

- 入力速度の指標として、1 分間当たりの入力文字数 (CPM: Characters Per Minute)を用いる。

$$CPM = \frac{\text{計測した全テキストセットの文字数}}{\text{計測時間[秒]}} \times 60$$

- 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。

$$EPC = \frac{\text{入力誤りの回数}}{\text{計測した全テキストセットの文字数}}$$

3.2. System Usability Scale

System Usability Scale (SUS)は肯定的質問と否定的質問を合わせて 10 個の設問に対し 5 段階評価でスコアを計算するユーザビリティの評価アンケートである。設問は肯定的質問と否定的質問が交互になっており、集計では以下の方法で 0 から 4 の値に変換する。肯定的質問では評価の数値から 1 を引き、逆に否定的質問では 5 から評価の数値を引く。スコア変換後、全ての値を加算し合計値を 2.5 倍することで 0 から 100 のスケールへ変換した値で評価する。

4. 提案手法

本論文では、スマートフォン上で片手親指操作による日本語仮名入力を実現するために、パイメニューを用い一筆書きで入力する手法を提案する。本手法は大きく 3 つの提案からなる。なお、本手法では長音符号、1 文字削除を実装しない。

1 つ目の提案は右下の欠けたパイメニューである。これにより視界に指が入りキーボードが見えにくい問題を解決できる。具体的なメニュー構造は以下の通りである。子音に対応する 5 つをメニュー項目として扇形に配置するメインメニューを用意する(「あ」は母音だが、本論文では「あ」を子音に対応すると見なす)。メニュー項目は左下から右上に向けて子音に対応する 5 つを配置し、初期状態としては「あ」「か」「さ」「た」「な」がメニュー項目になる。次にメインメニューの配置と同様に左下から右上に向けて 5 つの文字で固定させて配置するサブメニューを用意する。例えば初期状態のときにメインメニューの「か」に指を置くことで、メインメニューの「あ」の外側にサブメニューの「か」、同様にメインメニューの「か」「さ」「た」「な」の外側にはサブメニューの「き」「く」「け」「こ」が表示される。文字変換用として濁点、半濁点、小文字の 3 つをサブメニューのさらにサブメニューの項目として選択できる修飾メニューを用意する。

2 つ目の提案はジェスチャである。この機能によってメニューの項目数を減らすことができ、視点移動距離を削減できる。操作方法は指をメニューの中心から右にスライドすることでメインメニューの表示を切り替える。またメインメニューの子音表示を切り替え後も同様にジェスチャをすることで子音の相互切り替えを可能になる。

3 つ目の提案は一筆書きである。この機能によって指が離れる工程を省くことができ、入力の効率を向上できる。熟練度が上がるにつれ、中心から各 UI の角度を記憶していき、修飾メニューまで指の流れで作業できるようになる。具体的な操作方法は以下の通りである。メニューの中

心部に円状の UI を用意する。用意した中心の円からメインメニューの項目、サブメニューの項目で入力したい文字の項目へのスライド後、中心の UI に指を離さずに戻すことで文字を入力できる。

5. 実装

図 1(a)にアプリケーションの画面を示す。①は提案手法のうちの 1 つである扇形のメニューである。②はジェスチャをする場所であり、この範囲内で中心部の円から右に指をスライドさせることで子音を切り替えることができる。同様に②にある中心の円は一筆書きする際の円状の UI に該当する。③は入力中のフィードバックであり、現在選択している文字を表示している。④は 1 つ前に入力した文字を表示している。⑤は出題された文字列であり、入力が合っていればその文字を赤くする。

修飾メニューは 2 種類用意する。1 種類目は図 1(b)に該当し、予備実験で扱うものである。選択されたサブメニュー項目に関係なく左下から 3 つ目までの項目の外側に 3 つの修飾メニューを表示する。2 種類目は図 1(c)に該当し、選択されたサブメニュー項目の上部の固定位置に 3 つの修飾メニューの項目を表示するものである。

提案手法の実装には C#と Unity を用いた。最初に予備実験のためにメニュー 4 種類、配置 3 種類の計 12 通り実装し、その後、2 種類目の修飾メニュー(図 1(c))を実装した。また評価実験で用いるフリック入力キーボードは画面に図 1(a)④⑤と使用する端末のデフォルトキーボードを表示する。

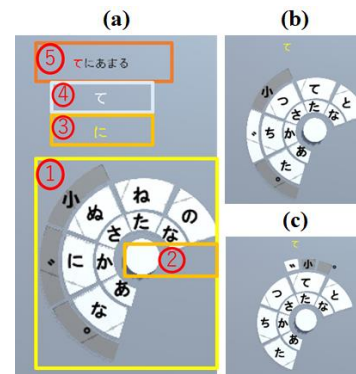


図 1 提案手法における(a)画面内容と (b)固定修飾メニューと(c)移動修飾メニュー

6. 予備実験

パイメニューの項目の大きさ、配置の適切な場所を調べるために予備実験を行った。項目の最適な大きさを調べるためにメニュー 4 種類(図 2)、位置を調べるために配置 3 種類の計 12 通りを用意した。1 つの項目の大きさは幅を大と小として、メインメニューとサブメニューで同じまたは異なる組み合わせにした。項目の幅が大の場合 70 ピクセル、小の場合は 40 ピクセルに設定した。図の M1 から M5 はメインメニューの項目、S1 から S5 はサブメニューの項目を指している。配置は図 2(a)の配置を基本として、50 ピクセルずつメニュー全体を上配置した(以下、

配置①②③で表す). ①は基本の配置, ②は①から 50 ピクセル上の配置, ③は①から 100 ピクセル上の配置にした.

実験には HUAWEI P30 lite (画面サイズ1080 × 2312ピクセル)を使用し, 5名の被験者に協力してもらった. 被験者の平均年齢は 21.3 歳で, 男性 3 名, 女性 2 名であった. 普段使用している入力方法はフリック入力 が 2 名で QWERTY 入力 が 3 名である. 実験では片手入力を意識するよう指示した.

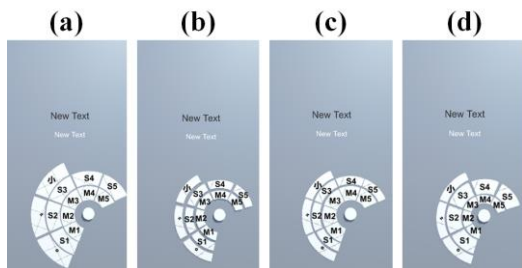


図 2 4 種類のメニュー

6.1. 実験手順

被験者にはメニューの種類を 4 通り練習後, 実験を行った. 練習時は 4 つの固定したテキスト(あめ, わっか, かびばら, ないしょ)を打ってもらい, 実験時は慣用句から 10 セットランダムに選出し入力してもらった. 実験後は使用感のアンケートとして自由記述欄を設けた. 実験では入力速度(CPM)と精度(EPC)を記録し比較する.

6.2. 実験結果

実験の結果を図 3 に示す. 入力速度(CPM)では図 2 の種類(d)と配置②の組み合わせが最も速く, 入力精度(EPC)では種類(d)と配置③の組み合わせが最も正確であった. この実験の結果, メインメニューの項目が小さくサブメニューの項目が大きいメニューで, 基準の配置から 50 ピクセル上部に配置するのが最適であることが判明した. この組み合わせを, 評価実験でフリック入力と比較する提案手法の 1 つに用いた. さらに, 予備実験の結果を基いて修飾メニューを再検討した.

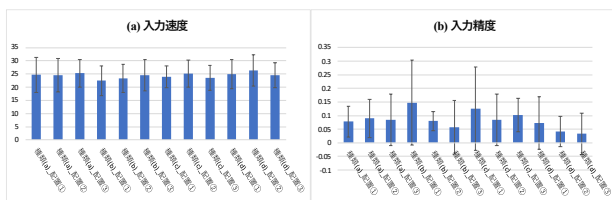


図 3 予備実験における(a)入力速度と(b)入力精度の結果

7. 評価実験

提案手法とフリック入力を比較するために評価実験を行った. 実験では予備実験と同様に HUAWEI P30 lite を使用し, 12 名の被験者に協力してもらった. 被験者の平均年齢は 21.3 歳で, 男性 4 名, 女性 8 名であった. 普段使用している入力方法はフリック入力 が 8 名で, QWERTY

入力が 4 名である. 操作時は必ず片手で一筆書きを意識するように指示した.

7.1. 実験手順

被験者による修飾メニューの 2 種類を練習後, 実験を行い, 最後にアンケートを実施した. 練習時はことわざを 5 セット(計 50 文字ほど)入力してもらい, 実験時は慣用句から 10 セットをランダムに選出し入力してもらった. 実験では入力の速度と精度を記録し比較した. それぞれ予備実験で用いた CPM と EPC の数式を利用する.

アンケートでは SUS を利用し, そのスコアで提案手法を評価する. SUS の評価方法は John らの論文 [4]を参考にした. 使用する設問は順に, 利用性, 複雑性, 使いやすさ, 技術サポートの有無, 機能の統一性, 一貫性, 理解度, 操作性, 使用時の自信, 事前準備の必要性である. なお, アンケートには SUS の評価に追加し, 自由記述欄を設けている.

7.2. 実験結果

7.2.1. フリック入力との比較

入力速度と入力精度の結果をそれぞれ図 4 に示す. 順にフリック入力用キーボード, 予備実験で最も適したメニューの組み合わせで図 1(b)のような固定修飾メニュー, 図 1(c)のような移動修飾メニューである. 入力速度(CPM)に関しては, フリック入力 が 54.8, 固定修飾メニューが 18.5, 移動修飾メニューが 18 となり, フリック入力 が明確に速かった. 入力精度(EPC)に関しては, フリック入力 が 0.18, 提案手法は両方とも 0.20 であり, 入力速度と同様にフリック入力 が最も正確であったが, 入力速度の場合よりも数値に大きな差は見られなかった. 入力精度に関してはどの入力に対しても信頼区間が広く, 被験者間でばらつきがあったことがわかる.

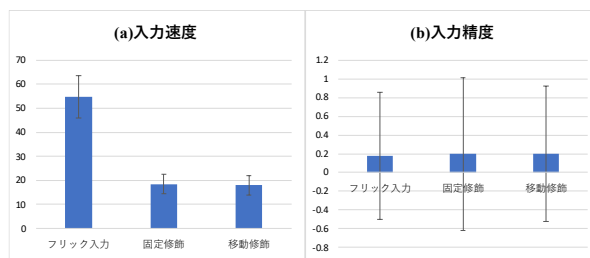


図 4 評価実験における(a)入力速度と(b)入力精度の結果

7.2.2. ユーザビリティの評価

SUS の結果, 全体のスコアの平均は 65 となった. SUS の各設問に対する 5 段階評価の数値の平均を図 5 に示す. 結果から特に一貫性の評価が高く, 低いのは利用性であることがわかった. 一貫性以外の評価に関しては, 信頼区間が広く, 被験者間でばらつきがあったことがわかる. 自由記述欄で多かった意見としては 2 つある. 1 つは一筆書きの機能を活用することで指の動きが明確であること, 2 つ目は片手入力 がしやすい一方, 指の太さに左右するという意見があった.

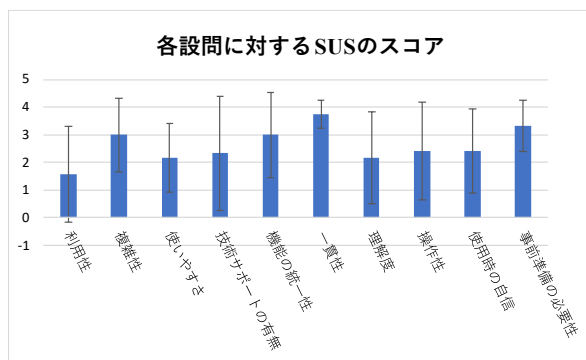


図 5 SUS の各設問におけるスコアの結果

8. 議論

8.1. フリック入力との比較

フリック入力と比較して、提案手法は入力速度で伸び悩み、入力精度で近い値を示した。入力速度に関しては特に習熟度が関係していると考えられる。入力精度に関してはフリック入力の方が正確であったが、近い値になった理由としては、従来のフリック入力の問題点である片手操作で画面の端に届きにくく誤字入力してしまうことや、視界に指が入ってしまうことが関係していると考えられる。

修飾メニュー同士を比較したところ、項目の選択によって移動する場合、入力が速く、固定されている場合、入力が正確であった。入力速度に着目すると、修飾メニューが移動する場合、指の移動距離が減少したため入力が速くなったと考えられる。また入力精度に着目すると、修飾メニューが固定されている場合、評価が良いと得られた原因は 3 つ考えられる。1 つ目は入力範囲が広い点である。修飾メニューの大きさは、図 1(b), (c) に示したように、固定されている場合の修飾メニューの項目は、移動する場合の 3 倍の幅である。このことから項目を選択しやすく、誤りの回数を削減できていることが考えられる。2 つ目は、指の移動角度を固定している点である。修飾メニューが固定されている場合、指の移動角度も固定され、明確な動きにより誤字入力が少なくなったと考えられる。3 つ目は視覚に指が入り一部が隠れるという点がないことである。移動する場合、図 1(c) に示されるように特に母音が「あ」の場所で濁点が見えにくい。そのため、項目を押しにくくなり、誤字入力が多くなったと考えられる。

8.2. ユーザビリティの評価

SUS のスコア平均は 65 であった。SUS の標準平均は 68 であるので、提案手法は平均より低い結果が得られた。各設問のスコアの結果から、特に使うときの複雑性のなさ、機能の統一性、一貫性、事前準備の必要性のなさで評価が高かった。逆にスコアが 1 より低い結果はなかったものの、頻繁に使用したいと考える被験者は少なかった。このことから提案手法の 3 つの機能は整合していることがわかるが、従来の入力手法より直観的に機能を理解することが難しいと考えられる。その理由として、技術サポート

が必要と考えている被験者が複数いることがあげられる。また使いやすさ、操作の自信が伸び悩んだ理由としては、従来よりも習熟度が低いことや、普段 QWERTY キーボードを使用している場合五十音順を意識していないことが考えられる。

自由記述欄から、提案手法の評価は大きく 3 つに分けられる。1 つ目は性別による指の相違点である。男女によって以下の理由から評価が分かれた。女性は男性に比べ指が短い。提案手法は画面半分弱になったため、従来のキーボードより片手操作が容易になった。一方、男性は女性より指が太く項目の選択が困難になった点がある。2 つ目はスマートフォンの揺れである。片手操作では端に指を届かせるためにスマートフォンを傾ける。しかし本手法の場合親指の可動範囲内に収まっているため、傾かせる必要がなく揺れが少なくなり、片手操作がしやすくなったと考える。3 つ目は選択の遅延である。意見として項目選択の決定が遅く感じた者と速く感じた者がいた。これは個人の習熟度が関係しており、遅延時間を定めていることにより不便に感じたと考えられる。

9. おわりに

本論文では、スマートフォンの片手操作時、持ち替えや視界の問題点を解決するために、パイメニューを用いた日本語仮名入力手法を提案した。予備実験ではメインメニューの項目が小さくサブメニューの項目が大きい組み合わせで、基準の配置から 50 ピクセル上部に配置するのが最適であることが判明した。フリック入力との比較実験では提案手法は入力速度、入力精度ともにフリック入力より低い評価となった。修飾メニューの比較では、修飾メニューが選択した項目によって移動する場合入力が速く、固定である場合入力の精度が高いことが判明した。SUS を用いた提案手法の評価では、スコアが標準平均より低い結果が得られた。

今後の課題としては、入力速度の向上と入力精度の安定があげられる。解決策として、習熟度を上げる他、入力の遅延の改善、子音切り替え時のメニューの外見の変更、横配置を追加した予備実験の再検討、移動修飾メニューの再検討が考えられる。

文献

- [1] 木谷篤, 中谷多哉子, "タブレット端末で利用される手書きノートアプリ," 夏のプログラミング・シンポジウム報告集, pp. 15-26, 2014.
- [2] 佐藤大介, 志築文太郎, 三浦元喜, 田中二郎, "ペンによるメニュー選択に基づく子音を用いた日本語入力手法," 日本ソフトウェア科学会第 20 回大会論文, no. 5D-2, pp. 1-5, 2003.
- [3] 薄羽大樹, 山中祥太, 宮下芳明, "幅の異なる経路が連結されたコーナリングタスクのモデル化," 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, pp. 78-86, 2020.
- [4] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," *Usability Evaluation in Industry*, pp. 189-194, 1996.