

マルチタッチを利用した携帯情報 端末用日本語入力方式とその評価

君 岡 銀 兵^{†1} 志 築 文 太 郎^{†1} 田 中 二 郎^{†1}

携帯情報端末におけるマルチタッチを利用した日本語入力手法を開発し、その初期評価を行ったので報告する。本手法では、かな 1 文字を、左親指のスライドによる子音の選択と、右親指のタッチによる母音の選択という組み合わせで入力を行う。また、視覚フィードバックと、親指の運動特性を考慮したボタンの配置により、指の絶対的な位置認識から入力を続けることが可能となり、ボタンを視認せずに入力することを可能とする。

Japanese input method using multi-touch for mobile devices and its evaluation

GIMPEI KIMIOKA,^{†1} BUNTAROU SHIZUKI^{†1}
and JIRO TANAKA^{†1}

This paper presents an initial performance evaluation of a Japanese input system for mobile devices that uses multi-touch interface. The system allows users to input a Japanese character with both thumbs. Users determine a character by choosing the consonant with left thumb and the vowel with right thumb. The button layout is based on kinematic characteristics of human thumbs, and the system uses visual feedback, which allows to input without confirm the buttons by sight. In the evaluation, we compared our system with Flick input system of iPhone.

^{†1} 筑波大学大学院システム情報工学研究科
University of Tsukuba, Graduate School of Systems and Information Engineering

1. はじめに

インターネット接続端末として、携帯電話や PDA 等の携帯情報端末の普及が進み、携帯情報端末における電子メールの利用や Web ブラウジングは我々の生活にとって欠かせないものとなった。また、近年 Apple や Samsung, HTC 等からタッチスクリーンを備えた様々な携帯情報端末が発売されている。タッチスクリーン方式は入力面と出力面を同一化できるという特徴から、小型化が重要な携帯情報端末としての要求と相性がよく、今後も普及が進むと考えられる。

また、これらの携帯情報端末ではこれまで一般的だったスタイラスを用いる操作ではなく、指を用いた操作が想定されているものがある。指を用いた操作では、スタイラスを用いる場合と比べてポインティングの精度が低いというデメリットがあるが、紛失のおそれがあるスタイラスを持ち運ぶ必要が無いというメリットに加え、2 本以上の指を用いて入力を行うマルチタッチを可能としている。

我々は、タッチスクリーンを備えた携帯情報端末 (以降端末と呼ぶ) の特性を考慮した日本語入力方式としてマルチタッチを用いた日本語入力方式の提案を行ってきた¹⁾。提案手法では、端末を両手で把持し、左親指で子音を入力し、右親指で母音を入力して、それらの組み合わせでかな 1 文字を入力する。マルチタッチを用いることで高速でロバストな入力を可能とすることを狙っている。また、ボタンを指の運動特性を考慮して楕円形に配置し、更に視覚フィードバックを用いることにより、ユーザがボタンを視認せずに入力することを可能とする。

本稿では、提案方式の初期評価としてかな入力の被験者実験を行ったのでその結果を報告する。

2. 関連研究

タッチスクリーンを用いた日本語入力手法に関する研究は数多く存在する。例えば、インクリメンタル予測変換を行う POBox²⁾ 等の変換に関する研究や、Popie³⁾ や TouchMeKey⁴⁾ 等のように子音のみを入力する子音漢字変換手法などが挙げられる。また、肢体障害者向けに開発された専用デバイスを用いる TagType⁵⁾ には、タッチスクリーンを備えた端末用に開発されたものも存在しており^{*1}、両親指を使用するという点においては本研究の提案

^{*1} <http://www.vaio.sony.co.jp/Enjoy/Download/Tagtype/>

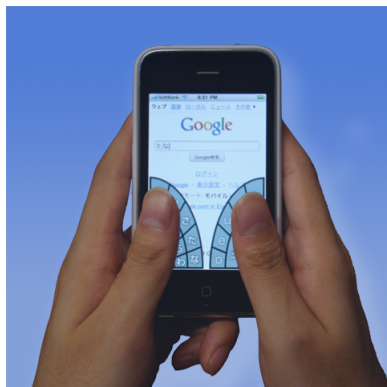


図 1 端末の把持方法
Fig.1 How to hold the device

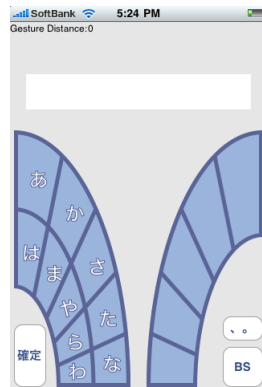


図 2 ボタンレイアウト
Fig.2 Button layout

手法と類似している。しかしながら、これらは全てシングルタッチのみを用いたシステムとなっており、本研究での提案手法とはマルチタッチを用いた入力を行うという点が異なる。

マルチタッチを用いた入力手法としては、韓国語の二重子音の入力にマルチタッチを用いて、入力ストローク数を減らすもの⁶⁾がある。これは、入力の一部にマルチタッチを使用しているが、本研究では子音と母音の組み合わせをマルチタッチで入力する点異なる。

また、本研究では親指の運動特性に合わせたボタン配列を用いているが、これに関する研究として、楕円形のソフトウェアキーボードを用いたもの⁷⁾や、親指での1ストロークで行うもの⁸⁾、ボタンを親指の運動特性に従って配置するもの⁹⁾等が挙げられる。

3. 提案手法の把持方法とボタン配置

提案手法では、ユーザは端末を両手で包むように把持し、左右両親指を使用して入力を行う(図1)。

本方式では、ボタンは図2で示すように画面の左右に楕円状に配置されており、左手側には子音、右手側には母音が並んでいる。これは親指の運動特性を考慮した押しやすい配置となることを狙っている。また、左手で子音の入力を、右手で母音の入力と確定を行うというように、両手の機能を明確に分けて両手を使用することにより、左右両方の手をバランスよく使用することから、安定した速度での入力が可能になると考えている。

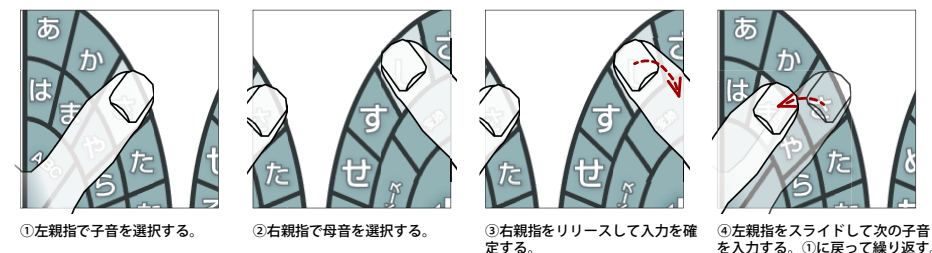


図 3 かなの入力方法
Fig.3 How to input Hiragana

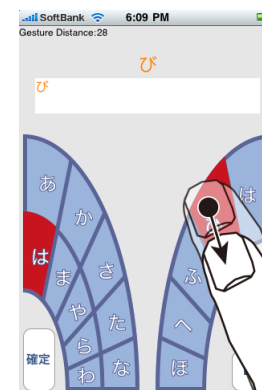


図 4 濁点入力のジェスチャ
Fig.4 Gesture input of voiced consonant mark

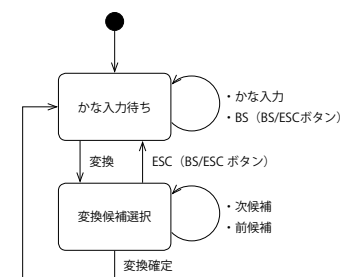


図 5 かな漢字変換の状態遷移図
Fig.5 State transition diagram of Hiragana-Kanji translation

4. 提案手法の日本語入力

本節では、提案手法の入力方法について述べる。

4.1 かな入力

提案手法のかな入力操作を図3に示す。提案手法では、全ての入力は、選択した後右親指をリリースすることで確定される。例えば、図3のように「しま」と連続して入力する場合

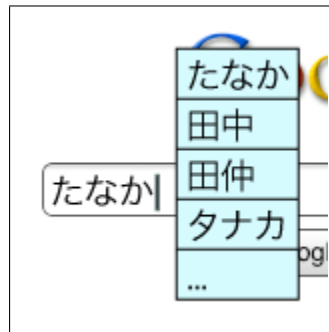


図 6 漢字の入力方法
Fig.6 How to input Kanji

合、「し」を右親指をリリースして入力した後は、子音入力側の指、即ち左親指をリリースする必要は無く、スライドして「ま」の子音入力につなげることができる。

50 音・長音 左親指で子音を選択し、右親指で母音を選択する。右親指をリリースすることによってかな入力確定されるまでは、左右両親指とも自由にスライドして入力の候補を変化させることができる。また、長音はわ行のひとつとして配置する。

濁音・半濁音 濁音は清音を 50 音として選択した後、確定する前に右親指を内側に縮める方向にスライドさせるジェスチャによって切替え、リリースして入力を確定する。例えば図 4 のように「ひ」の場合は、指を内側にスライドすることによって濁点を追加する。半濁点を追加する場合は、濁点を追加した状態から逆方向にジェスチャ操作を加えることによって追加する。濁点と半濁点等の入力切替はジェスチャ操作を繰り返すことによって切替えることができる。

撥音・拗促音 撥音、拗促音も濁音と同様にジェスチャ操作によって入力を切り替える。撥音は、「つ」のバリエーションとして切り替えるが、日本語における「づ」の出現頻度を考慮し、「つ→っ→づ」の順で切替える。

4.2 かな漢字変換

提案手法は、かな漢字変換方式を用いており、かなの入力とかな漢字変換を繰り返して入力を続ける。かな漢字変換の状態遷移図を図 5 に示す。提案手法でのかな漢字変換では、右親指側のボタンを使用することにより漢字の選択と確定を行う。候補は入力エリア付近に縦に並んだ 5 つのマスとして表示されており、この 5 つのマスは右親指側のボタンと対応し

ている (図 6)。このことにより、端末を把持したまま漢字の選択と入力を可能とする。

5. 提案手法の特徴

提案手法では、マルチタッチ、運動特性を考慮したボタン配列、視覚フィードバックによる視線移動量の低減により、高速でロバストな入力を可能とする。以下にその特徴について詳しく述べる。

5.1 マルチタッチ

提案手法のかな入力は、タッチされている複数の点を同時に認識し、それらを用いてかな入力を行う。提案手法では、このマルチタッチ入力により、以下のような効果を狙っている。

(1) 入力ストローク数の低減と入力タイミングのロバスト性の向上

連続してかな入力をを行う場合、入力確定は右親指のみで行う。このことにより、左親指はリリースする必要がなく、スライドし続けることが可能である。この場合は実質右親指の 1 ストロークでの入力が可能となり、高速な入力を可能とする。また、子音を選択してから母音を選択することも、母音を選択してから子音を選択することも可能である。このように入力のタイミングに曖昧さを持たせることにより、外部環境の変化に対するロバスト性が向上すると考えている。

(2) 記憶指示動作の促進

記憶指示動作とはいわゆる「指が覚えている動き」のことである¹⁰⁾。左右両手の複数の入力点の絶対的な位置から入力を決定していくので、ユーザは使用していくうちにどのかながどこにあるかということを自然と記憶できるようになり、入力先を見ずに入力が可能になると考えている。

5.2 運動特性を考慮したボタン配列

指の運動特性とは、関節の可動域等によって決まる指の動かしやすさのことである。タッチスクリーンではシステムのボタン配列を自由にデザインできるという特徴があるので、指の運動特性に合わせた配列を用いることができる。このことによって、入力するボタンを視認しないタッチタイプのような入力が可能となり、ユーザの負担を減らすことができると考えられる。

5.3 視覚フィードバックによる視線移動の低減

従来手法の iPhone の日本語入力システム“フリック入力”では、触覚フィードバックが無いことから、正確な入力をを行う場合にはボタンと入力先の文字の両方を視認しながら入力を続ける必要がある。この方法では視線の移動が多く発生する為、入力の効率を下げている



図 7 かな入力の視覚フィードバック
Fig. 7 Visual feedback of Hiragana input

と考えられる。

この問題に対処する為、タッチスクリーンに触覚フィードバックを与える研究がある。例えば、振動フィードバックを与える為の作動装置を取り付けるもの¹¹⁾や、指をスライドさせたときのボタンのエッジに合わせて振動で擬似的な触覚フィードバックを与えるもの¹²⁾等である。しかしながらこれらの手法は機構が複雑になりやすく、現時点では一般的な携帯情報端末では採用されていない。提案手法ではこれらの触覚フィードバックを与える手法は用いずに、視覚的なフィードバックを用いている。

図 7 に視覚フィードバックの例を示す。例えば図 7 のように「か」と入力するときに、子音だけを選択している時点では、入力先に「k」と表示することでその子音が選択されていることをユーザに対して提示する。この時点では入力は確定されていないので、指をスライドして他の子音を選択するだけで子音の選択をキャンセルすることが可能である。母音の選択にも同様のフィードバックを用い、右親指のリリースによって確定されるまでの間、選択されている子音と母音の組み合わせを入力先に表示する。また、確定前の文字色は確定後の文字と容易に区別できるような色を用いる。

視覚フィードバックを用いることにより、入力確定前の文字を視認して、もしそれが目的のものとは違う場合は自由に入力を変化させることができ、入力ミスした場合のキャンセル操作が不要になる。また、入力先に視覚フィードバックが表示されることから、熟練が進むと入力ボタンを見ることなく入力することが可能で、入力時の視線の移動量を減らせると考えている。

6. 実 装

提案手法の実装は Objective-C を用いて行い、iPhone SDK を使用し、iPhone 上で動作するアプリケーションとして実装を行った。

7. 評価実験

提案手法の初期評価として、かな入力に関する被験者実験を行った。既存手法としてフリック入力と、提案手法の 2 つの入力システムでひらがなを入力し、それらの入力速度とエラーレートを測定した。

被験者は、21 歳から 24 歳の情報系の学生 6 名 (うち男性 5 名、女性 1 名) で、うちフリック入力を普段から使用している被験者が 2 名、フリック入力をこれまでにまったく使用したことのない被験者が 4 名であった。提案手法による入力は全員が初めてであった。実験は全てビデオ録画し、実験後の観察的な分析に用いた。実験を行う 2 つの入力手法の順番は被験者毎に交互に入れ替え、偏りの無いよう配慮した。

実験タスクと練習タスクに用いるサンプル文は、携帯情報端末の主要な利用シーンである電子メールを想定した平均 20.2 文字 (最小 16 文字、最大 25 文字) のひらがなのみの単文である。被験者はサンプル文を見て、各入力システムでサンプル文を入力し、確定する。

7.1 実験手順

実験の手順を以下に示す。

- (1) 実験の説明
実験全体の説明と、実験条件や実験タスクの流れについて説明する。入力になるべく速くかつ正確に行い、間違えた場合には速やかに入力を修正するよう指示する。
- (2) ひとつ目の入力手法の入力方法の説明
フリック入力と提案手法のうち、一方の入力手法について清音、濁音、半濁音、拗促音、長音の入力方法と文字の削除方法、確定の方法について説明する。
- (3) ひとつ目の入力手法の練習タスク
練習用のサンプル文を提示し、入力して確定してもらう。練習タスクは好きな回数行うことができる。
- (4) ひとつ目の入力手法の実験タスク
ランダムに提示されるサンプル文を、6 個連続で入力することを 1 セッションとして、約 2 分の休憩を挟んで 3 セッション、合計で 18 個の単文の入力をしてもらう。セッ

表 1 1 分間あたりの入力文字数 (CPM)
Table 1 Number of input characters per minute(CPM)

	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4	被験者 5	被験者 6
session 1 (フリック)	25.7	24.5	37.0	20.7	122.8	97.5
session 2 (フリック)	29.8	21.6	39.6	22.2	131.5	81.6
session 3 (フリック)	32.1	24.1	45.2	22.9	111.7	91.0
session 1 (提案手法)	22.9	25.6	27.8	14.4	40.0	25.0
session 2 (提案手法)	27.8	23.2	30.8	16.5	36.8	24.8
session 3 (提案手法)	29.9	27.7	32.3	18.1	36.6	29.5

表 2 エラーレート (%)
Table 2 Error rate(%)

	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4	被験者 5	被験者 6
session 1 (フリック)	15.8	4.1	11.0	11.8	3.6	3.0
session 2 (フリック)	22.7	7.9	8.6	5.9	2.9	3.4
session 3 (フリック)	19.0	5.6	7.4	11.8	8.5	5.6
session 1 (提案手法)	4.8	5.8	11.7	23.6	4.2	7.8
session 2 (提案手法)	3.5	6.9	3.7	9.7	4.3	11.0
session 3 (提案手法)	3.8	0.8	4.0	11.8	4.4	12.5

ション中はひとつのサンプル文が確定されるまで次の文は提示されない。

- (5) ふたつ目の入力手法の入力方法の説明, 練習タスク, 実験タスク
もうひとつの入力手法について, (2) から (4) の手順を繰り返す。
- (6) アンケート
携帯電話とタッチパネルを備えた端末についての使用経験や使用頻度, 実験についてのアンケートに回答してもらう。

7.2 計測方法

実験には, ユーザの入力と入力された時刻を測定してログに残す実験用プログラムを用いた。実験後にログから各サンプル文の最初の文字から最後の文字までに入力された文字数と, その入力時間を基に 1 分間あたりの入力文字数を求め, 評価を行った。

7.3 評価実験結果

1 分間あたりの入力文字数とエラーレートの各セッションの平均を表 1 と表 2 に示す。表 1 は 1 分間あたりの入力文字数で, 各セッション毎の平均を示している。表 2 はエラーレートのセッション毎の平均割合を示している。エラーレートは, 入力すべき文字数に対して, 正しくない入力が行われた割合を表している。フリック入力と提案手法の各セッションの被験者 1 から被験者 4 の 4 名がフリック入力未経験者で, 被験者 5 と被験者 6 はフリック入力熟練者である。フリック入力未経験者の中では, 被験者 1 と被験者 2 に入力速度の有意差は無く, 被験者 3 と被験者 4 ではフリック入力の方が有意に速く入力できるという結果となった ($p < 0.01$)。また, エラーレートは, フリック入力熟練者の 1 名は有意にフリック入力のエラーレートが少なく, フリック入力初心者のうち 1 名は提案手法のエラーレートが少ないという結果が得られた ($p < 0.01$)。

8. 考 察

被験者実験では, 入力速度と入力ミスの割合のいずれにおいても, 提案手法の有効性を示すことはできなかった。この原因として, 子音側のメニューのボタンが小さく, 押しにくいことと, ボタンを押していることの視覚フィードバックが十分でなかったことが考えられる。提案手法の視覚フィードバックは, 入力中のボタンの色を変えることと, 入力先への選択中のボタンの提示であるが, 被験者は全て熟練者でない為, 入力先を見ながら入力するということは無かった。ボタンの色の変化は指によるオクルージョンが発生して視認できなくなる為, 入力ミスが増え, 選択に時間がかかったと考えられる。また, 親指とタッチパネルの接触面が, 被験者の意図する位置に比べてズレが発生し, 入力ミスが発生するという問題がフリック入力と提案手法の両方で見られた。即ち, 左手の指での入力は被験者が思っているよりも左側を触っており, 逆に, 右手の指の入力は思っているよりも右側を触っているという問題である。これは, 指がタッチパネルと接触する角度により, 接触面が指の中心からずれることが原因だと考えられる。この問題は, 提案手法ではデバイスの把持方法がある程度定まっているので, 当たり判定をユーザの意図に近づくようにフィルタを掛けることで解決できると考えられる。また, ビデオ映像等の詳細な分析を今後行い, デザインの改良を行う予定である。

9. おわりに

本稿では, マルチタッチを用いた携帯情報端末用日本語入力方式の実装を行い, そのかな入力部分についての評価実験を行った。本方式では, より高速でロバストな入力を可能にする為にマルチタッチ入力を用いており, また, 指の運動特性を考慮したボタンレイアウトと, 視覚フィードバックにより, 高速でロバストな日本語入力を可能とすることを目指している。

今後は、評価実験において得られたデータを詳細に分析し、改良を重ねてゆく予定である。

参 考 文 献

- 1) 君岡銀兵, 志築文太郎, 田中二郎: マルチタッチを利用した携帯情報端末用日本語入力方式, 情報処理学会第 72 回大会, Vol. 4, pp. 93-94 (2010).
- 2) 増井俊之: 動的ボタンマッチを用いた高速文章入力手法, 第 5 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS '97), pp. 81-86 (1997).
- 3) 佐藤大介, 志築文太郎, 三浦元喜, 田中二郎: Popie: フローメニューに基づく日本語入力手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 7, pp. 2305-2316 (2006).
- 4) 田中久美子, 犬塚祐介, 武市正人: 携帯電話における日本語入力: 子音だけで日本語が入力できるか, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 10, pp. 3087-3096 (2002).
- 5) 田中正人, 田川欣哉, 山中俊治: 新型親指キーボード Tagtype の開発研究, 機械力学・計測制御講演論文集, Vol. 2001, p. 306 (2001).
- 6) Shin, H., Lee, W., Lee, G. and Cho, I.: Multi-point touch input method for Korean text entry, CHI EA '09: Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems, New York, NY, USA, ACM, pp. 3871-3876 (2009).
- 7) 橋本美奈子, 富樫雅文: ペン入力の為の楕円形仮想キーボードとベクトル入力法, 情報処理学会研究報告. ヒューマンインタフェース研究会報告, Vol. 95, No. 21, pp. 17-22 (1995).
- 8) 塩原悠希, 田野俊一, 市野順子, 橋山智訓: 運動特性に基づく視覚非依存親指 1 ストローク入力の提案, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp. 573-576 (2007).
- 9) 松浦吉祐, 郷健太郎: 小型タッチ画面における片手親指の操作特性, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 106, No. 535, pp. 61-66 (2007).
- 10) 田村博: ケータイの文字入力とそのメンタルプロセス, バイオメカニズム学会誌, Vol. 28, No. 3, pp. 112-116 (2004).
- 11) Hoggan, E., Brewster, S. A. and Johnston, J.: Investigating the effectiveness of tactile feedback for mobile touchscreens, CHI '08: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems, New York, NY, USA, ACM, pp. 1573-1582 (2008).
- 12) Nashel, A. and Razzaque, S.: Tactile virtual buttons for mobile devices, CHI '03: CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems, New York, NY, USA, ACM, pp. 854-855 (2003).