

大きいキーによって精度を高めたスマートウォッチ用 日本語かな入力キーボード

A Japanese Kana Input Keyboard for Smartwatches Using Large Keys to Improve Accuracy

杵屋 陽太

Yota Mokuya

法政大学情報科学部デジタルメディア学科

E-mail: yota.mokuya.4d@stu.hosei.ac.jp

Abstract

Smartwatches have smaller screens than smartphones, which results in smaller keys on their software keyboards. There are mainly three types of Japanese input available for smartwatches, i.e., flick input, Romanized input, and voice input. Romanized input usually uses a QWERTY keyboard that is wide for smartwatches, causing a problem with the aspect ratio. Although voice input does not face such a limitation, it cannot be used in environments where speaking aloud is not possible. Therefore, flick input is necessary, but existing keyboards feature 12 flick keys, which makes each key small. Additionally, flick input is more challenging than tap input, often causing both tap and flick errors. This paper proposes a keyboard layout that reduces the total number of keys to increase the size of the remaining keys, while reducing the number of flick keys by combining tap keys like a QWERTY keyboard. To find the best keyboard layout, we conducted a preliminary user experiment with three different proposed keyboards. We also conducted an experiment to evaluate the keyboard that was improved based on the preliminary experiment by comparing it with the existing flick input keyboard. The results of the evaluation experiment showed that its input accuracy was comparable to that of the existing flick input although its input time was inferior.

1. はじめに

スマートウォッチキーボードを使用した文字入力には制限がある。スマートウォッチはスマートフォンに比べて画面が小さく、キーボードのキーが小さくなるためである。このキーの小ささによってタップミスが多発する Fat Finger 問題 [1]が発生する。スマートウォッチにおける日本語入力は主にかな入力、ローマ字入力、音声入力の3種類がある。ローマ字入力には QWERTY キーボードを用いるが、QWERTY キーボードは横長であり、スマートウォッチに実装すると縦横比が合わなくなる問題がある。音声入力は画面サイズの問題はないが、声を出せない環境で使用できない問題がある。そのため、かな入力を使用する必要があるが、既存のキーボードは12個のフリックキーを搭載し、キーの多さが原因で1つ1つが小さくなっている。また、フリック入力はタップ入力よりも難しいためタップミスだけでなくフリックミスが発生することが多い。

これらの問題を解決するために先行研究でさまざまなキーボードが考案されてきた。円環型キーボード [2] [3] は多くの論文で扱われているものであるが、四角形のスマートウォッチに実装するのが難しい問題がある。また、既存のキーボードの配置から大きく変更したキーボードはユーザの使い心地に影響を与える。

本研究では、スマートウォッチの小さい画面によるタップミスや、フリックが得意でないユーザが引き起こすフリックミスを減らすことを目標にする。具体的にはキーボードの配置を変更しキーの総数を減らすことで残りのキーを大きくしつつ、QWERTY キーボードのようなタップキーを組み合わせることでフリックキーを減らしたキーボードを提案する。

2. 関連研究

入力ミス、フリックミスの解決法としてキーを大きくすることとフリックキーを減らすことの2つが重要である。東條らは円環型日本語かな入力キーボード Bubble-Slide [2]を開発した。赤峰らは円環型日本語かな入力キーボード Ponde-Flick [3]を開発した。Bubble-Slide は画面の中央へのフリック距離によって異なる文字を入力し、Ponde-Flick は中央へのフリックののち上下左右方向への2回目のフリックによって異なる文字を入力する。これらは画面全体を使うキーボードであり、入力した文字が操作する指によって見えなくなる問題がある。安福らはキーを4つに限定したかな入力キーボード Quad-Key [4]を開発した。フリックを2段階設けることで4つのキーでありながら60文字を入力できる。この手法で高い精度と速度を記録したが、2段階のフリックによる入力の難しさによって習熟に時間がかかる可能性がある。Jang らは QWERTY キーボードをスマートウォッチ用に改善した UOIT キーボード [5]を開発した。ハングルキーボードに採用されているドローイングライクタイピングという手法を用いて QWERTY キーボードのキーを削減した。アルファベットはひらがなよりも種類が少ないため、タップキーだけですべてのアルファベットを入力できる。

3. 提案手法

本研究では、フリックキーを減らしたスマートウォッチのためのキーボードを提案する。入力手法の概要は以下の通りである。

1. 行の入力: 2つのフリックキーを操作することで、五十音の行を入力する。操作方法は3種類あり、フリック入力、トグル入力、長押し入力が可能である。行入力終了後に4つのタップキーにその行の母音が表示される

2. 母音の入力：4つのタップキーを操作することで入力された行の母音に変更が可能である。誤ったキーをタップしても、その後に正しいキーをタップすることで母音を修正できる。
3. その他の入力：特殊文字「?!、。」の入力にはトグルキーを使用する。濁点、半濁点はもとのひらがなを入力後、トグルキーを使用して変更する。

詳細は以下の通りである。ローマ字入力を採用し、ひらがなを「あかさたなはまやらわ」の行と「あいうえお」の母音に分け、それぞれを選択することで意図したひらがなを入力できるようにする。行の選択にはフリックキーを使用する。フリックキーは1つのキーにつき5種類の入力ができることに着目し、10種類の行を2つのフリックキーで入力する。具体的には、「あかさたな」で1つのキー、「はまやらわ」で1つのキーを使用する。これにより、フリックキーを12個から2個に削減できる。

濁点、半濁点キーと感嘆符、疑問符キーは使用頻度がひらがなに比べて低いため、トグルキーを使用する。これらのタップキー、トグルキーは既存のキーボードのキーよりも大きいキーとなるように実装する。削除、スペースなどのその他の操作はユーザの使いやすさを向上させるため既存のキーボードと同じものを使用する。配置はキーボードの上から行キー、母音キー、濁点、半濁点キーの順に実装する。上から下へ操作することを意識させることで、複数回のタップでも入力しやすいキーボードにする。

既存キーボードの主な入力手法はフリック入力とトグル入力の2つであるが、新たな追加入力手法として長押し入力を提案する。長押し入力とは、キーを触れ続けることで文字を変更するものである。フリック入力機能、トグル入力機能に影響を与えずにこの機能を実装できる。既存のフリックキーに触れ続けると上下左右方向へフリック後の文字が表示され入力文字は変化しないが、提案手法は指を離すタイミングによって入力文字を変化させる。この機能の長所は、キーを押して離す動作が一度ずつで、小さな画面でも操作ミスが少ない点である。それに加えて、この機能を追加しても配置に影響を与えないことも良い点である。短所は、操作がスロットゲームのようになるため、慣れるまでは入力に集中する必要がある点である。また、文字が変化するまで待つ必要があるため入力速度が遅くなる可能性がある。

4. 実装

図1が提案キーボードの画面である。①はフリックキー、②はタップキー、③はトグルキーで構成されている。スマートウォッチはTicWatch E3を用いる。これはWear OS搭載の腕時計型円形スマートウォッチで、画面サイズは44×47×12.6mmである。画面サイズは一般的なサイズである直径40～50mmに当てはまるものを使用する。開発環境はAndroid Studioで、言語はJavaを使用する。

フリックキーのフリック先の実装は、予備実験と評価実験で異なっている。予備実験では、TicWatch E3に搭載されている日本語かな入力キーボードを参考にキーボード上部に横並びで実装した。しかし、予備実験の被験者

から使いにくいという意見が多かったため、評価実験ではスマートフォンの日本語かな入力キーボードを参考にフリックキーを中心に上下左右へのフリックに変更した。

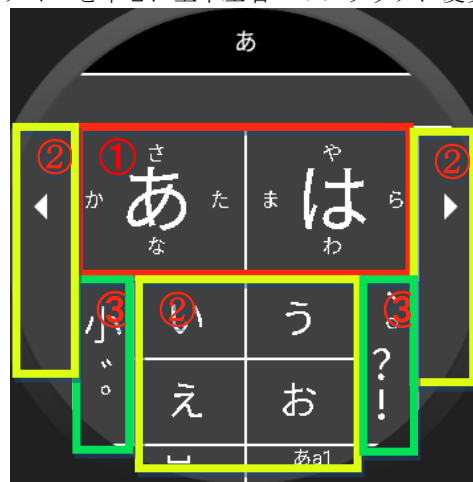
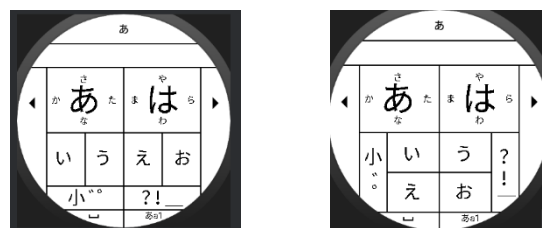


図1 提案キーボード

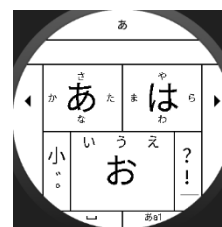
5. 予備実験

提案キーボードの最適な配置を調べるために実験を行った。実験に使用したキーボードは3種類である。図2(a)はフリックキー、タップキー、トグルキーの3種類で構成され、母音を選択するタップキーが横並びになっている。横並びの実装によって、フリックキーからタップキーへ最短距離で操作することができる。図2(b)は3種類のキーで構成され、母音を選択するタップキーが2×2の配置になっている。2×2の配置によってタップキーを中央に置ける。図2(c)はフリックキーとトグルキーの2種類のキーで構成され、母音を選択するキーがフリックキーになっている。タップキーは4つ配置しているのに対し、フリックキーは1つの配置となるため、大きなキーにできている。



(a)横並び

(b)2×2



(c)フリック

図2 予備実験キーボード

予備実験は男性 4 名、女性 2 名、計 6 名の被験者に協力してもらった。スマートフォン使用時の入力方法はフリック入力が 4 名でローマ字入力が 2 名である。1 名のみスマートウォッチの使用経験があった。実験では片腕にスマートウォッチを着けてもらい、もう片方の手で入力してもらうよう指示した。また、できるだけ早くかつ正確に入力してもらうよう指示した。

5.1. 手順

ひらがなのみで構成された短文を 15 個用意し、3 種類のキーボードで短文を 5 個ずつ入力してもらった。使用するキーボードの順番を 1 人ずつずらして実験を行うことで順序効果を小さくした。被験者にそれぞれのキーボードでの入力を十分に練習してもらってから実験を行い、誤字率と 1 文字あたりの平均入力時間を記録し比較した。

5.2. 結果

実験の結果を図 3 に示す。1 文字あたりの平均入力時間はタップキー横並びが 4.5 秒、タップキー 2×2 が 4.4 秒、フリックキーが 5.3 秒となり、フリックキーを使用した配置がタップキーを使用した 2 つの配置に比べて長くなった。平均誤字率はタップキー横並びが 13.0%、タップキー 2×2 が 11.9%、フリックキーが 12.9% となり、2×2 の配置が最も正確だった。フリックキーを使用した配置の平均入力時間と全体の平均誤字率は 95%信頼区間が広がった。

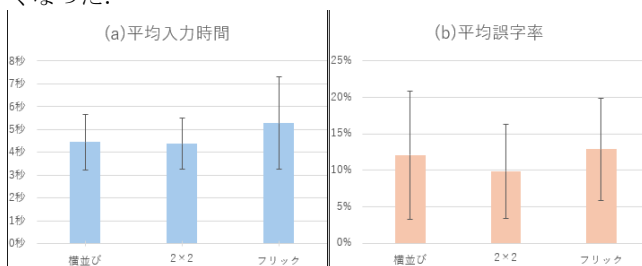


図 3 予備実験結果：(a) 1 文字あたりの平均入力時間、(b) 平均誤字率

6. 評価実験

提案キーボード（図 4(a)）と既存のフリック入力キーボード（図 4(b)）を比較するために評価実験を行った。予備実験の結果を考慮し、提案キーボードに視覚的フィードバックの追加を行うことでユーザの使いやすさを向上させた。また、背景を黒、キーボードをグレーにすることで、実際のスマートウォッチのキーボードに近いものを実装した。提案キーボードの 2 つのフリックキーには、フリック機能、トグル機能、長押し機能の 3 つが実装されている。実験では提案キーボード（フリック機能）、提案キーボード（トグル機能）、提案キーボード（長押し機能）、既存キーボードの 4 つを比較した。

実験は男性 8 名の被験者に協力してもらった。スマートフォン使用時の入力方法はフリック入力が 6 名でローマ字入力が 2 名である。被験者には、提案キーボードのフリックキー使用時にフリック機能のみを使用、トグル機能のみを使用、長押し機能のみを使用するように指示

した。また、予備実験と同じように片腕にスマートウォッチを着けてもらい、もう片方の手で入力してもらうよう指示し、できるだけ早くかつ正確に入力してもらうよう指示した。

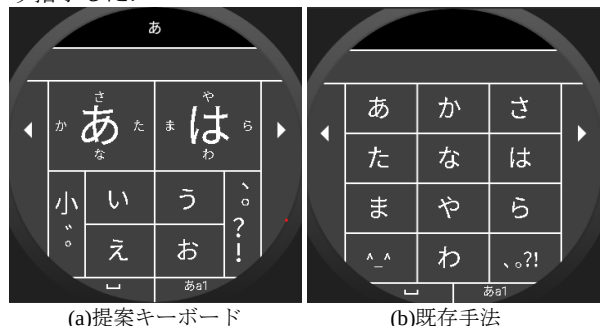


図 4 評価実験キーボード

6.1. 手順

ひらがなのみで構成された短文を 20 個用意し、4 種類の比較で短文を 5 個ずつ入力してもらった。すべての順序を被験者に割り当てることはできなかったため、ラテン方格法を用いて実験を行った。被験者にそれぞれのキーボードでの入力を十分に練習してもらってから実験を行い、誤字率と 1 文字あたりの平均入力時間を記録し比較した。また、実験終了後にアンケートをとり、提案キーボードの使いやすさを評価した。アンケートでは System Usability Scale (SUS) [6] を使用する。設問は利用性、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。

6.2. 結果

6.2.1. 既存手法との比較

実験の結果を図 5 に示す。1 文字あたりの平均入力時間はフリック機能使用時が 3.8 秒、トグル機能使用時が 4.3 秒、長押し機能使用時が 4.3 秒、既存キーボードが 2.1 秒となり、既存手法の方が提案手法に比べて素早く入力できた。平均誤字率はフリック機能使用時が 17.7%、トグル機能使用時が 41.3%、長押し機能使用時が 33.6%、既存キーボードが 17.0% となり、提案手法のフリック機能使用時と既存手法がほぼ同じ誤字率となった。

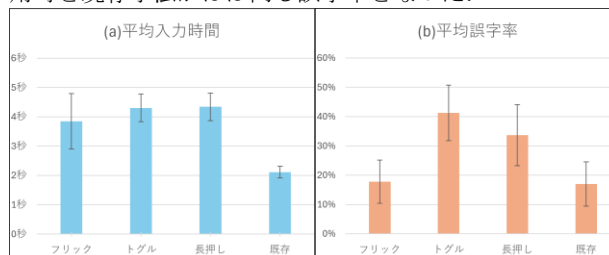


図 5 評価実験結果：(a) 1 文字あたりの平均入力時間、(b) 平均誤字率

6.2.2. ユーザビリティの評価

SUS を用いたアンケートの結果(図 6)、スコアの平均は 64.5 となった。結果から被験者はシステムがシンプルで

事前準備が必要なく、操作性が良いと感じているが、理解するのに時間がかかり、自信をもって使用できないと感じていることがわかった。被験者からは、トグル使用時にキーが少ないため「さかな」を1つのキーで打つのが難しいという意見や、フリックよりも長押しの方が使いやすいという意見があった。

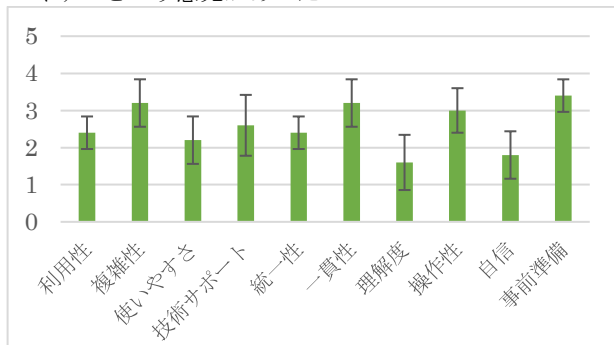


図6 SUSアンケート結果

7. 議論

予備実験の結果から、フリックキーはタップキーに比べて操作が複雑であることが考えられる。タップキーは1つのボタンを押して離すのみであるのに対し、フリックキーは1つのボタンを押したのちに別の範囲にドラッグして離す必要がある。図2(c)の母音を選択するフリックキーはタップキー4つ分の大きさであったが、平均誤字率は最も高かったためキーの大きさよりも操作の簡単さが重要であることがわかった。また、図2(a)よりも図2(b)の方が入力時間と入力精度の両方で結果が良かった。図2(a)のキーボードよりも図2(b)のキーボードのほうが、タップキーが中央に近い配置となっていることから、中央に近いキーのほうが端にあるキーよりも使用しやすいことがわかる。

評価実験の結果から、入力精度の点では大きいキーの実装とフリックキーの削減によって効果があったと考えられる。短期間の実験で既存手法と同程度の結果であったため、提案手法に十分に慣れることでよりミスの少ない入力ができることが予想される。入力時間の点では慣れによって次第に結果が良くなる可能性はあるが、1つの文字に2回以上の操作を必要とするため提案手法よりも良い結果にはならないことが予想される。一方で、習熟によって入力速度が向上すると同時に入力精度が下がる可能性がある。文字を1つずつ丁寧に入力するという意識が徐々に薄れるためである。個人差はあるが、長期的な実験によって習熟後の結果を確認する必要がある。

トグル機能を使用した場合に誤字率が40%を超える結果となったが、これは既存手法との違いが原因であると考えられる。既存手法はトグル機能によって「あいうえお」と変更するが、提案手法のトグル機能は「あかさたな」と変更する。慣れていないかつ複雑な入力となるため、トグル機能を用いた入力をするのは難しいといえる。

提案キーボード（フリック）の予備実験と評価実験の結果を比較すると、入力速度は向上したが、入力精度は低下した。主な原因はフリック方向であると考えられる。

予備実験と評価実験でフリック先の実装を変えているが、予備実験では慣れない上方向のみのフリックであり、評価実験では普段と同じ上下左右方向のフリックである。慣れないフリックでは、フリック先を確認してから入力を行うため入力は遅くなるが丁寧な入力がされたと考えられる。慣れたのちは確認せずに入力ができるため、その部分でミスが発生したと考えられる。

SUSアンケートのスコアは64.5となったが、SUSの平均は68であるため、平均よりも少し低い結果が得られた。普段かな入力ではなくローマ字入力を使用している被験者は使いやすさや理解度の部分で特に低い結果となった。評価実験ではスマートウォッチを使用した経験のある被験者がいなかったため、スマートウォッチを装着した状態での入力に慣れていなかったことが原因の1つであると考えられる。また、スマートフォンの操作は人によって千差万別であり、片手両手や、どの指を使うかなどが異なるが、スマートウォッチの場合は片手のみに限定され、大多数が人差し指で操作する。この操作に慣れていない被験者のアンケート結果は低くなったと考えられる。

スマートフォンの入力では入力に使っている自分の指でキーボードを隠す問題があるが、スマートウォッチでもその問題は見られた。提案キーボードは上から下への入力を意識させたキーボードであるが、大部分を隠した状態から入力を開始しなければならない点は今後の改善点である。

8. おわりに

フリックキーを削減し、大きいキーを実現した提案キーボードを実装した。予備実験の結果から、タップキーを2×2の配置が最も性能が良いことがわかった。評価実験の結果から入力精度は既存手法と同程度、入力時間は既存手法に劣ることがわかった。また、新たな機能として長押し機能を実装したが、スマートウォッチにおいて有用性があると考えられる。実験結果から現時点で良い結果は得られなかったが、フリック機能とトグル機能に干渉せず、小さな画面で簡単に操作できるのがメリットである。しかし、入りに時間がかかってしまうことと、入力に十分に慣れる必要があるのがデメリットである。ユーザの普段の入力方法は様々であり、実験でトグルや長押しの方が使いやすいという被験者いた。本研究ではフリック機能、トグル機能、長押し機能の3種類を実装したが、多くの人が使いやすいキーボードとするためには様々な方法で入力できる設計にすべきである。

今後の課題としては入力速度の向上があげられる。解決策として、一筆書きの実装が考えられる。1文字の入力に複数回の操作が必要であるため、それを一筆書きによって省略することができればより素早く入力できると考える。

文 献

- [1] S. A. Kayie, R. Yvonne and C. H. Kay, "Fat Finger Worries: How Older and Younger Users Physically Interact

- with PDAs," *M.F. Costabile and F. Paternò (Eds.): INTERACT 2005*, vol. LNCS 3585, p. pp. 267–280, 2005.
- [2] 東条貴希, 加藤恒夫, 山本誠一, "BubbleSlide:フリック操作の規則性を高めたスマートウォッチ向け日本語かな入力インターフェース," *情報処理学会インタラクシオン論文集*, pp. 1048-1053, 2018.
- [3] 赤峰快, 加藤恒夫, 田村晃裕, "PonDeFlick: スマートフォンの日本語入力とフリックの向きを共通化したスマートウォッチ向け円環型かな入力インターフェース," *情報処理学会インタラクシオン論文集*, pp. 298-303, 2023.
- [4] 安福和史, 中村喜宏, "QuadKey : キーの数を 4 つに限定したスマートウォッチ向けかな文字入力方式," *情報処理学会論文誌*, vol. 60, no. 8, pp. 1403-1412, 2018.
- [5] R. Jang, C. Jung, D. Mohaisen, K. Lee and D. Nyang, "A One-Page Text Entry Method Optimized for Rectangle Smartwatches," *IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING*, vol. 21, no. 10, pp. 3443-3454, 2022.
- [6] J. Brooke, "SUS - A quick and dirty usability scale," *Usability Evaluation in Industry*, pp. 189-194, 1996.