

# 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の試作

西田圭佑<sup>†1</sup> 加藤恒夫<sup>†1</sup> 山本誠一<sup>†1</sup>

**概要:** スマートウォッチ向けの文字入力システムとして、アルファベット入力のための QWERTY キーボードが様々な工夫されているが、日本語入力の場合には、アルファベットの約2倍のかなの種類、かな漢字変換などさらに課題が多い。本稿では、まずかな漢字変換は伴わず、かな文字入力インターフェースとして、1)五十音表入力インターフェース、2)黒電話フリック入力インターフェース、3)ベルトスライド入力インターフェースの3方式を提案する。3種類のプロトタイプを大学生12名で評価した結果、1分間あたり10~16文字の入力速度が得られ、使用后アンケートの回答によりさらなる操作性向上に繋がる改良が得られた。

## Prototyping of Japanese Kana Input Interface for Smart Watch

KEISUKE NISHIDA<sup>†1</sup> TSUNEO KATO<sup>†1</sup>  
SEIICHI YAMAMOTO<sup>†1</sup>

**Abstract:** As text entry systems for a smart watch, various ingenious ideas have been proposed on QWERTY keyboard for alphabet input. In case of Japanese input, the system has additional problems that kana characters have about double the number of alphabets, and kana-kanji conversion is necessary following to kana input. In this paper, we propose three software keyboards for Japanese kana input, 1) Japanese syllabary table tap interface, 2) Black telephone type flick interface and 3) Double belts slide interface, leaving the kana-kanji conversion aside. We conducted subjective evaluation of the prototypes with 12 participants, and the experimental result showed input speeds of 10-16 char/sec, and the interfaces were improved based on the comments to questionnaire after the evaluation.

### 1. はじめに

スマートウォッチは、スマートフォン、タブレットの次に続くウェアラブルデバイスの代表として期待されている。ただし、現状はタッチによる文字入力の難しさから、活動量等の生体センサと情報受信・表示端末としての利用に限定されている。実用的な文字入力方式が確立されれば、より能動的あるいはインタラクティブな用途も広がるであろう。

スマートウォッチにおける文字入力の難しさは小さなディスプレイサイズに起因する。これまでに、小さなディスプレイでも誤入力の少ない効率的な入力方式が提案されている。代表的な方式として、最初のタッチでソフトウェアキーボードの一部領域を指定し、2回目のタッチでキーを選択する多段階方式がある[1],[2],[3]。ZoomBoard[1]では、最初のタッチでソフトキーボードの一部を拡大表示し、2回目以降のタッチでキーを確定する。SplitBoard[2]では、複数の領域に分けられたソフトウェアキーボードをスワイプ動作により切り替える。SwipeBoard[3]では、キーを9つのグループに分けておき、最初のスワイプでグループを選択し、2回目のスワイプでキーを特定する。もう一つの代表的な方式は、タッチ中の領域の拡大図を画面上部に表示し、

それを確認しながらタッチの位置を調整し、タッチディスプレイから指が離れる位置でキーを確定するというものである[4],[5]。さらに、タッチ座標と単語系列に関する統計モデルの導入により高精度なタッチならびにフリック入力を実現したソフトウェアキーボードも報告されている[6]。

これらは QWERTY 配列によるアルファベット入力を対象としている。日本語入力の場合には、かな文字の種類がアルファベットよりも多く、かな漢字変換の難しさがある一方、テンキーを用いたフリック入力が普及していることなどキーレイアウトと操作方法に対するユーザの柔軟さがあると考えられる。

本稿では、まずかな漢字変換は伴わず、かな文字入力インターフェースとして、1)五十音表入力インターフェース、2)黒電話フリック入力インターフェース、3)ベルトスライド入力インターフェースの3種類を提案する。それぞれ、操作方法のわかりやすさ、フリックによる効率的な操作性、使用領域の小ささを特徴としている。スマートウォッチ上に各入力インターフェースを試作し、プロトタイプ評価を行ったので報告する。

<sup>†1</sup> 同志社大学  
Doshisha University

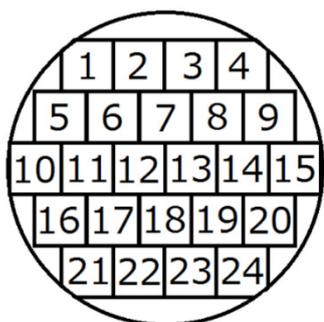


図 1 スマートウォッチ画面に敷き詰めたボタンの例  
Figure 1 Example of button layout paving the smartwatch screen

## 2. 提案手法

Apple Developer が定義している「iOS ヒューマンインターフェイスガイドライン」では、タッチ可能領域の最小値を 7mm×7mm としている。また、Android Developers が定義している「Android Design」では、タッチ UI の構成要素を 48dp、長さにして 7~10mm 単位と定めている。仮に直径 42mm のスマートウォッチの画面に「iOS ヒューマンインターフェイスガイドライン」で定められたタッチ可能最小領域 7mm×7mm のボタンを敷き詰めた場合、図 1 のように約 24 文字しか配置できない。

ここでは、濁点などを含めると 50 以上の種類があるひらがなは勿論、アルファベットの 26 文字ですらも全て配置することができない。従って小さな領域にどれほど多くの操作方法を詰め込められるか、あるいはどのように大きな領域の一部を提示するかが重要となる。しかしながら、単純に操作方法を詰め込んでしまうと操作が複雑になってしまい、熟練度が低い場合は操作しにくいインターフェースとなってしまう。またスマートウォッチにおいて右方向へのスライドはアプリの終了を意味しているため、インターフェースの操作方法としては使えない。そのためまずどのようなユーザでも操作しやすいインターフェースが必要であると考えられる。そこで小さな画面でも操作可能で、尚且つ熟練度の低いユーザでも操作しやすいインターフェースを設計した。

本研究では 3 種類のインターフェースを提案する。それぞれのねらいと操作方法と特徴を述べる。

### (1) 五十音表入力インターフェース(図 2)

ここではインターフェースの操作方法を直感的にすることによって誰もが扱えることを狙いとしている。

このインターフェースではスマートウォッチの画面下部に五十音表を描画している。ユーザは五十音表をドラッグして入力したい文字を見つけ、目的の文字をタップすることで文字を入力する。右方向へのドラッグが使えないことから、五十音表を右方向へ動かす際は「右へ移動」とい

うボタンを押してもらうことにした。

この入力方法の特徴は、五十音表の中から目的の文字を見つけてタップする、という直感的な操作性である。五十音表を知っているすべての人が入力可能であるため、幼児からお年寄りまでが扱いやすいと予想できる。また五十音表を描画するだけで実現できるため、画面のレイアウトに柔軟に対応することができる。

### (2) 黒電話フリック入力インターフェース(図 3, 図 4)

ここではスマートフォンやタブレットで広く使用されているフリック入力方式をスマートウォッチに適した画面レイアウトで利用することで、スマートフォンユーザにとって馴染みやすいインターフェースにすることを狙いとしている。

このインターフェースでは初期画面でスマートウォッチの端に沿うように「あ段」の文字が並べられている。このダイヤルを黒電話の要領で右端から操作し始めて、入力したい文字がある「行」のダイヤルまでスライドする。ダイヤルをタッチしている間はタッチしている「行」のフリック画面になっているため、その画面で目的の文字の方向にフリックすることで入力する。右端から入力するのは前述した右方向へのスライドを回避するためである。スマートウォッチのアプリ終了の右方向へスライドは、操作の始点からの座標の差のみで判定している。そのため常に始点を右端に固定しておくことで、その後どのような操作をしてもアプリを終了させることがない。右端からの操作を促すため、右端のダイヤルだけ黄色く色を付けている。

この入力方法の特徴は、すべての文字が折り返しを含む 1 ストロークで入力できることである。「行」決定のスライドと入力文字決定のフリックは 1 つの動作として連続で行うことができる。そのため、前後の入力文字に拘わらず全ての文字が初期画面から 1 つの動作のみで入力可能である。

### (3) ベルトスライド入力インターフェース(図 5)

ここではインターフェースの必要領域をできるだけ小さくすることで、スマートウォッチの画面を有効に利用することを狙いとしている。

これは画面右側に五十音の「あ段」を並べた縦ベルトを配置し、画面下部に各行のかなを並べた横ベルトを配置している。ユーザはまず縦ベルトを操作することで入力したい文字の行を選択する。その後、横ベルトを操作し目的の文字をタップすることで文字を入力する。横ベルトには濁点や半濁点付きのかなも含めてあり、例えば「は行」の横ベルトは「はひふへほばびぶべぼびぷべぽ」となっている。また縦ベルトと横ベルトをループさせるため、ベルトの両端が隣り合わせになっている。この縦横のベルトにはスライダーを用いているのだが、スライダー上の操作は画

面よりもスライダーに優先的に適応されるため、右スライダーによってアプリが終了することは無い。

この入力方法の特徴は、インターフェースとして必要な要素がベルト 2 本だけであるため画面の使用領域が非常に小さく済む点である。また濁点と半濁点付きのかなを清音と同じベルトに並べていることから、濁点などを付ける操作が不要となっている。



図 2 五十音表入力インターフェース

Figure 2 Japanese syllabary table type interface



図 3 黒電話フリック入力インターフェース

Figure 3 Black phone flick type interface

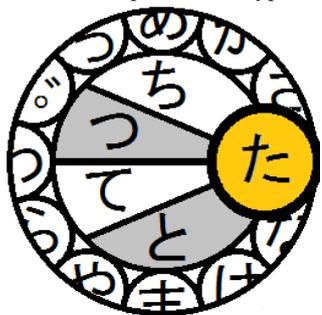


図 4 黒電話フリック方式におけるフリック画面

Figure 4 Flick screen in black phone flick type interface



図 5 ベルトスライド入力インターフェース

Figure 5 Belt slide type interface



図 6 Moto360(motorola.co.jp から引用)

Figure 6 Moto360

### 3. 評価実験

#### 3.1 プロトタイプ評価方法

今回、大学生 12 人を対象にプロトタイプ評価実験を行った。実験協力者は 21~23 歳の男子学生で右利きの方が 11 人、左利きの方が 1 人、スマホ歴は 2~6 年で、1 日の平均使用時間は 2~12 時間であった。

実験に使用したスマートウォッチは Moto360 である。画面の直径は 1.56 インチ(約 3.96cm)で、解像度は 205ppi ある。内部ストレージが 4GB で RAM が 512MB である。

実験手順は、以下の通りである。

Moto360 を装着してもらい、まず練習用の文章を入力して操作方法に慣れてもらう。その後、表 1 に示した 7~20 文字の日本語の文章を 10 文順番に入力してもらった。練習の入力も含め、入力文ごとに入力にかかった時間と削除ボタンを押した回数を計測した。計測時間と削除回数は入力中表示しないようにした。使用するインターフェースの順番は実験協力者ごとにランダムに変更した。実験後、使用者に各インターフェースの使いやすさを評価してもらい使用感想などをアンケートに書いてもらった。

以下に実験で使用した入力文を掲載する。

表 1 実験で使用した入力文

Table 1 Input sentences used in the experiment.

|       |                      |
|-------|----------------------|
| (練習用) | わたしはどうししゃだいがくのせいとです。 |
| (1)   | ちかくにあかいかさとねこ         |
| (2)   | でんごんをきいてください。        |
| (3)   | じかんがいろうどう            |
| (4)   | げーむをしてあそぶ。           |
| (5)   | ぷりんはたぶんたべられる。        |
| (6)   | おおごえをだしすぎた。          |
| (7)   | かきくうえいた              |
| (8)   | ふじさんはにっぽんいちのやまだ。     |
| (9)   | すばいとをしようする。          |
| (10)  | はりーぼったーとけんじゃのいしをみる。  |

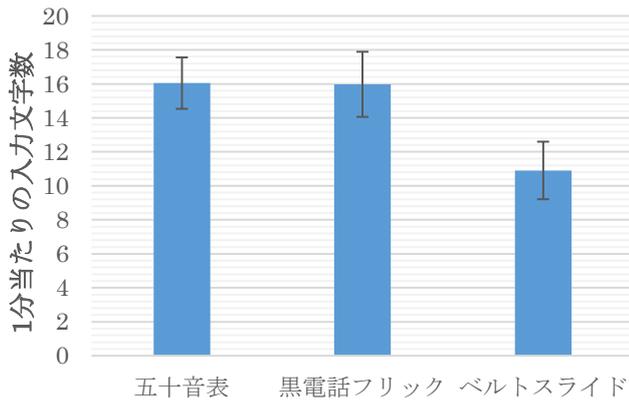


図 7 インターフェースごとの平均入力速度(char/min)

Figure 7 Average input speed in character per minute

実験で使用した文章は、五十音バランスを考慮して設計している。さらに作成したインターフェースの特徴が顕著に現れそうな文章を作成した。例えば、「ちかくにあかいかさねこ」は五十音表入力インターフェースでほとんど動かすことなく入力できる文章となっている。また「かきくうえいた」はベルトスライド入力インターフェースで入力し易い文章となっている。

### 3.2 実験結果(プロトタイプ評価)

ここでは、前章で述べた実験の結果と実験協力者から集めたアンケートの意見を示す。

まずインターフェースごとの平均 char/min とその標準偏差を比較した図を図 7 に示す。図 7 より五十音表と黒電話フリックは 1 分間に約 16 文字、ベルトスライドは 1 分間に約 11 文字入力できることが分かる。また標準偏差については五十音表が約 1.5 と最も小さく、黒電話フリックが約 1.9 と最も大きくなっている。

次に図 8 でインターフェースごとの平均 error/char とその標準偏差を比較する。図 8 より五十音表と黒電話フリックは平均で約 13 文字、ベルトスライドは約 5.4 文字の入力に対して 1 文字間違え得ることが分かる。標準偏差については黒電話フリックが約 0.039 と最も小さく、ベルトスライドが約 0.080 と最も大きくなっている。

最後に後半 7 人の実験協力者の各インターフェースの主観評価値の平均値とその標準偏差を図 9 に示す。評価値は 1~7 の整数値で値が大きいほど評価が高くなっている。後半 7 人となったのは、実験をしていく中で客観的データだけでなく主観的なデータからも評価した方がよいと考えたためである。

図 9 の棒グラフから黒電話フリックが約 5.1 と最も評価が高く、ベルトスライドが約 2.7 と最も評価が低いことが分かる。また標準偏差については、五十音表が約 0.95 で最も小さく、黒電話フリックが約 1.6 と最も大きくなっている。

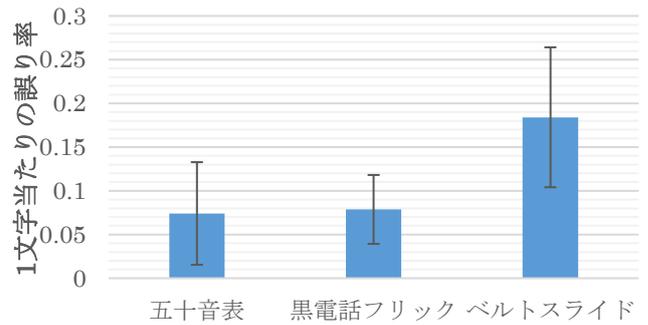


図 8 インターフェースごとの平均誤入力率(error/char)

Figure 8 Average input error rate in error per character

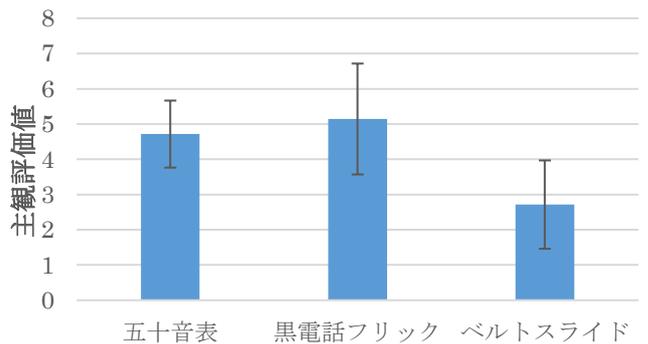


図 9 実験協力者 7 人の平均主観評価値

Figure 9 The average subjective evaluation value of seven experimental collaborators

さらにアンケートで各インターフェースに対してなされた意見の中で、有効だと考えられるものをピックアップした。以下にそれらの意見を掲載する。

#### (1) 五十音表入力インターフェース

- 「右に移動」が邪魔。よく終了してしまう。
- 画面外に五十音表が行くと操作できなくなる。
- た行に「っ」を、や行に「ゃ、ゅ、よ」を配置した方がよい。
- 右側にも「°」「°」などを置く、もしくはそれぞれの列の下に「°」「°」小文字を配置する。
- 初期位置を右寄りにするとよい。

#### (2) 黒電話フリック入力インターフェース

- 誤って右端以外から操作をしてしまうことがあった。
- 文字盤は左上の方は選択しにくい。
- 文字が切れていて見えにくい。

#### (3) ベルトスライド入力インターフェース

- 子音を合わせたと思ったが、たまに違う行になってしまうことがあった。
- 「ゃ」「ゅ」「よ」は、や行にあった方がいい。
- 縦のベルトをタッチで選択できれば、もう少し使いやすかった。

### 3.3 考察

入力速度は五十音表が最も速いという結果になった。この結果は実験協力者の中に五十音表での入力が非常に速いユーザが数人いたことが要因だと考えられる。2 番目に速い黒電話フリックは全ての実験協力者において一定以上の速さが観測できた。

誤り率はベルトスライドが最も高いという結果になった。これはスマートウォッチのスペックの問題でベルトスライドの横ベルトの画像切り替えが縦ベルトの操作に追いつけず、縦ベルトの状態に適した横ベルトが描画されず、違う行のベルトが描画されてしまうことがあったからだと考えられる。誤り率が高いものでも 6 文字入力して 1 文字間違える程度である。

主観評価値が最も高かったインターフェースは黒電話フリックだが、標準偏差が最も高かったのも黒電話フリックであった。このことから使いやすいユーザもいるが、使いにくいユーザも存在することが分かる。一方、標準偏差が最も低かったインターフェースは五十音表であった。直感的な操作が可能であることから、誰でも使えるのだろう。

1 位に選ばれた数が最も多いインターフェースは黒電話フリックであった。前後に入力した文字に拘わらず、どんな文字でも 1 ストロークで入力できることが要因だと考えられる。次に多かったインターフェースは五十音表であった。誰にでも使いやすいインターフェースであると考えられるため、高評価が得られたのだろう。

### 3.4 インターフェースの改良

前節に挙げたプロトタイプ評価におけるアンケートの回答を踏まえ、アンケートの意見を基に各インターフェースを改良した。以下に各インターフェースの改良点を述べる。

#### (1) 五十音表入力インターフェース(図 10)

- 「右に移動」ボタンを小さくした。
- 五十音表を初期位置に戻すボタンを新たに配置した。
- ボタンを操作が頻繁に行われる画面中央を避けるように再配置した。
- 小文字を関連する段の下に配置した。
- 濁点や句読点などを五十音表の右端と下部にも配置した。
- ボタンによって初期位置に戻す際、五十音表をやや右にずれた位置に戻すようにした。

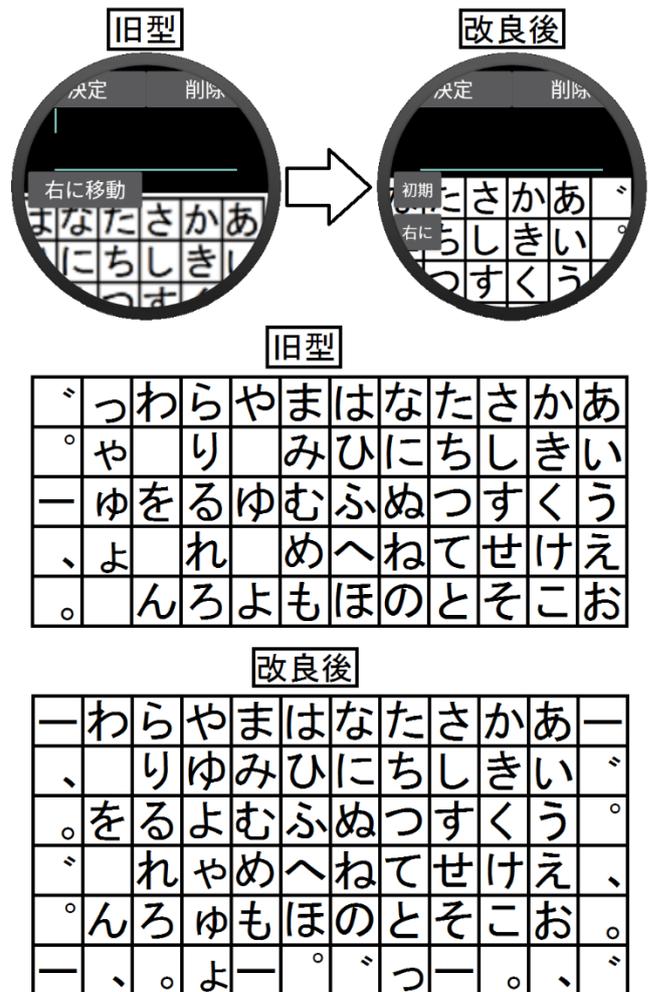


図 10 五十音表入力インターフェースの改良

Figure 10 Improvement of Japanese syllabary input interface

#### (2) 黒電話フリック入力インターフェース(図 11, 図 12)

- ダイヤルの右端以外をグレースアウトにした。
- ダイヤルの右端を大きく表示するようにした。
- 濁点などのダイヤルの位置を変更した。
- ダイヤルの子音の順序を右に 90 度ずらして再配置することで、左端を操作する頻度を減らした。
- ダイヤル上の文字を小さくし、文字の全体が見えるようにレイアウトを見直した。
- フリックによる文字決定の確率が均等になるようにフリック操作画面のレイアウトを変更した。

#### (3) ベルトスライド入力インターフェース(図 13)

- 画像のサイズを小さくし、描画の頻度も少なくした。
- 「っ」は「た」のベルトに「ゃ」などは「や」のベルトに配置し、縦ベルトから小文字を無くした。
- 縦ベルトをタップすることでその行が選択できるようにした。

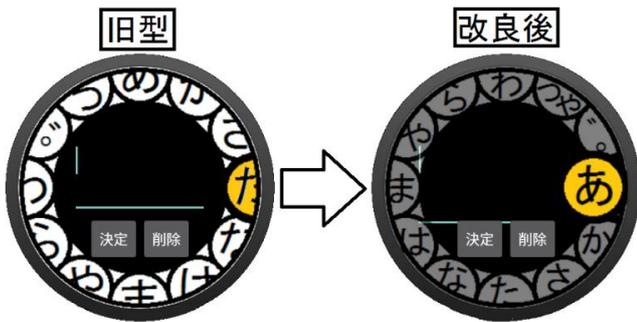


図 11 黒電話フリック入力インターフェースの改良  
Figure 11 Improvement of black phone flick input interface

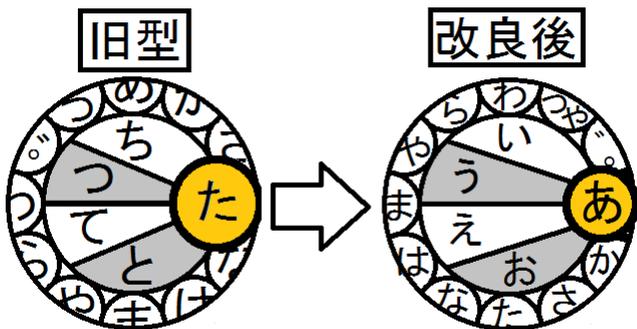


図 12 フリック入力画面の改良  
Figure 12 Flick input screen after improvement

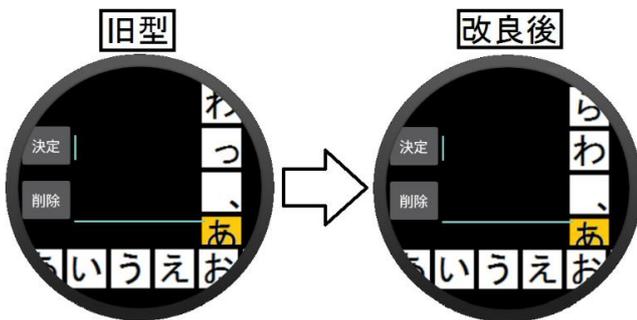


図 13 ベルトスライド入力インターフェースの改良  
Figure 13 Improvement of belt slide input interface

### 3.5 再評価

改良後の各インターフェースの再評価は、今後行う。女性の実験協力者も募る予定である。また前回は測定していなかった意図しないアプリ終了回数も測定し、スマートウォッチ上で使用した際に意図しない終了をしにくいインターフェースも調べる。

## 4. まとめ

本研究では、スマートウォッチにおけるタッチの日本語かな語入力方法について設計、試作を行った。腕時計型端末ということから片手での操作が大前提となっているため、できるだけ操作回数が少なく、同時に複数操作をしなくてよいインターフェースを考える必要があった。

五十音表入力インターフェースが予想よりも良い結果であった。ベルトスライド方式と比較すると char/min は約 5.2char 上回っており、主観評価値は 2.0 ポイント上回っていた。五十音表は義務教育を受けた日本人であれば誰でも把握しているため、直感的に押したい文字の位置が分かるからであろう。QWERTY 配列に割り当てられたかなキーボードよりも認知されているので、使用するなら五十音表が良いと思われる。

既存の入力方法をスマートウォッチ仕様に変更した黒電話フリック方式は、既に入力方法に慣れているユーザが多かったため入力速度が 15.7char/min と非常に速かった。スマートウォッチは今後もタブレット端末などと一緒に用いられると考えられるため、黒電話フリック方式は有効な入力方式だと予想できる。

スマートウォッチ用に新たに考案したベルトスライド方式は入力速度、誤り率ともに五十音表と黒電話フリックに劣っていたが、最も使いやすかったとアンケートに答えていたユーザもいた。フリック操作には慣れているがベルトスライドの操作に慣れていないユーザが大半だと考えられるため、1 度きりの実験では本当の意味での操作性は測れないと考えられる。継続的に使用するとベルトスライドも使いやすく感じるようになる可能性がある。

今後の課題としてかな漢字変換や予測変換の導入が挙げられるだろう。今回の評価実験でも、予測変換機能が欲しいという意見があった。現在一般的に使用されている入力方式のほとんどに予測変換機能が付いており、ユーザが入力する文字を最後まで打つことがほとんど無くなっている。ユーザに不便さを与えないように最低限の機能として変換機能は必要不可欠と考えている。

## 参考文献

- [1] S. Oney et al., "Zoom-Board: A Diminutive Qwerty Soft Keyboard using Iterative Zooming for Ultra-small Devices", Proc. of CHI'13, pp.2799-2802, 2013.
- [2] J.Hong et al., "SplitBoard: A Simple Split Soft Keyboard for Wristwatch-sized Touch Screens", Proc/ of CHI'15, pp.1233-1236. 2015.
- [3] X. Chen et al., "Swipeboard: A Text Entry Technique for Ultra-small Interfaces that Supports Novice to Expert Transitions", Proc. of UIST'14, pp.615-620, 20
- [4] L. Leiva et al., "Text Entry on Tiny SQERTY Soft Keyboards", Proc. of CHI'15, pp.669-678, 2015.
- [5] 石井他, "Flicker: 超小型タッチパネル端末におけるフリック操作を活用した QWERTY キーボード", 情報処理学会研究報告, Vol.2015-HCI-164, No.6, pp.1-8, 2015.
- [6] M. Gordon et al., "WatchWriter: Tap and Gesture Typing on a Smartwatch Miniature Keyboard with Statistical Decoding", Proc. of CHI'16, pp.3817-3820, 2016.