

# 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カインターフェース

東條 貴希<sup>†1</sup> 加藤 恒夫<sup>†1</sup> 山本 誠一<sup>†1</sup>

**概要:** スマートウォッチに特化した新たな日本語文字入力方式が確立されれば、日本語を使用するユーザにとってスマートウォッチの利便性はさらに高まるであろう。これまで、我々はスマートウォッチ向けのかな文字入力方式として、すべての文字を1フリックで入力できるBubbleFlickを作成した。BubbleFlickは環状に行の先頭文字を並べたデザインを採り入れることで、文字のキー領域を広げ、誤入力を低減した。8名を対象にした30日間連続評価の結果、文字入力速度は30日目に31.3~49.1[char/min]を示し、誤入力率は30日間を通して実用化されているインターフェースよりも低い値を示した。しかし、使用後のインタビューから、フリックする方向が行の先頭文字毎に異なり、直感的なわかりやすさに欠けるという課題が明らかになった。本稿ではこの課題に対して、スライド操作により直感的に分かりやすい規則性を採り入れたBubbleSlideを提案する。BubbleSlideは画面中心部に向かって指をスライドさせ、ストロークの長さによって文字を決定する。性能評価のために、スマートフォンで一般的なテンキー上のフリック操作にて入力するテンキーフリック式を比較対象とし、20日間の比較評価実験を実施した。その結果、普段スマートフォンでテンキーフリック式を利用していない実験協力者に対して、BubbleSlideはテンキーフリック式よりも1分間に約5文字多く入力でき、誤入力率ではテンキーフリック式の半分程度の10%を示した。

## BubbleSlide: Enhancing Systematicity of Flick Operation on Japanese Kana Entry Interface for Smartwatch

Takaki Tojo<sup>†1</sup> Tsuneo Kato<sup>†1</sup> Seiichi Yamamoto<sup>†1</sup>

**Abstract:** A new Japanese text entry specialized for smartwatches is anticipated to enhance the usability for the users communicating in Japanese language. So far, we developed BubbleFlick which allowed the users to enter every kana character with one single flick operation on a smartwatch. BubbleFlick provided a wider area for flick operations by arranging the first letters of the Japanese kana table annularly on the edge. We conducted a user study continuing for 30 days. The results showed that the text-entry speed reached 31.3 - 49.1 characters per minute on the 30th day, and the mean error rate was lower than that of KeypadFlick interface, the most popular interface on smartphones. However, the users pointed out that it was not easy to memorize the flick directions which changed depending on the button to start flicking from. In this paper, we propose BubbleSlide which enhances the systematicity of flick operations by adopting mono-directional slide operations. In BubbleSlide, a user slides its finger towards the center of the screen and decides a character to enter by the travel distance of the stroke. We conducted a user study comparing BubbleSlide to KeypadFlick. The period of the user study was set to 20 days. As a result, BubbleSlide achieved about 5 characters per minute more than KeypadFlick in the mean text entry speed and an error rate of 10%, which was half of KeypadFlick, throughout the period for the participants who were not using KeypadFlick on their smartphones.

### 1. はじめに

スマートウォッチにおける文字入力は音声認識が主流だが、タッチ文字入力できれば人混みなどでも使いやすい。そのため、タッチ入力による実用的な日本語かな文字入力方式が確立されれば、日本語を使用するユーザにとってスマートウォッチの利便性はさらに高まるであろう。アルファベット文字の入力方式についてはQWERTYキーボードをベースとした提案が幾つかされている。例えば、SplitBoard[1]、ZoomBoard[2]はスマートウォッチの小さな画面上での誤ったキーのタップを低減するため、2段階の操作で文字を入力する。またWatchWriter[3]は統計モデルとタッチモデルの導入により、1ストロークによる連続した文字の入力が可能である。一方で、かな文字はアルファベット文字の約2倍の種類があるなど、独特の課題も抱える。

これまで、我々は環状に行の先頭文字を並べたかな文字入力方式を提案した[4]。さらに、提案したインターフェースの性能評価実験から得られた知見をもとに、すべての文字を1フリックで入力できるBubbleFlickを作成した[5]。BubbleFlickの性能評価のために、8名を対象に30日間連続評価を行った結果、文字入力速度は30日目に31.3~49.1[char/min]を示し、誤入力率は30日間を通して実用化されているインターフェースよりも低い値を示した。しかし、使用後のインタビューから、フリックする方向が行の先頭文字毎に異なり、直感的なわかりやすさに欠けるという課題が明らかになった。

本研究では、スライド操作により直感的に分かりやすい規則性を採り入れ、操作性を改善したBubbleSlideを提案する。BubbleSlideでは、行の先頭文字を選択すると画面中心部に向かって一列に当該行の文字が並び、対象の文字まで指をスライドさせることで文字を入力する。BubbleSlideは行の先頭文字をタッチしてから指を動かす方向が画面中央部の一方向に定まるため、操作がより直感的に分かりやすい。

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

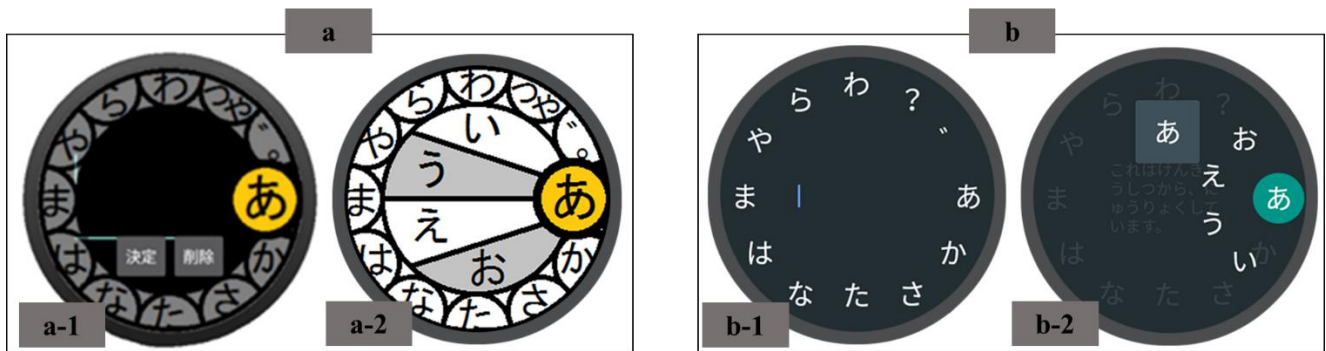


図1 a)黒電話フリック, b) BubbleFlick. a-1, b-1) 初期画面, a-2, b-2) 「あ」をタップした場合  
Figure 1 a) Dial&Flick interface, b) BubbleFlick, a-1, b-1) Initial screen, a-2, b-2) when button 'a' is tapped.

性能評価のためにスマートフォンの日本語文字入力で一般的なテンキーフリックかな入力を採用している Google 日本語入力 (以降, テンキーフリック式と呼ぶ) を比較対象とし, 比較実験を実施した. 評価期間は 20 日間とし, BubbleFlick の実験結果の分析から, 1 日に入力する文字数を約 2 倍に増やすことでより習熟の促進を図った. 本稿ではこれらについて報告する.

## 1.1 関連研究

スマートウォッチは画面が小さいため, その小さな領域内で正確にタッチ文字入力ができる入力方式を提案する必要がある. そこで, その課題を解決するためにスマートウォッチ上で文字入力方式を提案している先行研究を示す.

QWERTY キーボードを分割して画面に配置した手法として提案された SplitBoard[1]では, 画面上にキーボードの約半分の領域を表示し, 左右のスワイプにより切り替える. ETAO Keyboard[6]はアルファベット順に 3 つの領域に分けて表示する. 文字を入力するたびに初期画面に切り替わるようになっており, 初期画面にはよく使用される文字が表示されている. QWERTY キーボードの文字領域をそのまま配置した手法が幾つか提案されている[2][3][7][8]. ZoomBoard[2]はキーボードの一部を最初のタップで拡大してから, 2 回目のタップでキーを確定する. Swipeboard[7]はキーを 9 つのグループに分け, 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. これらの手法では文字を入力するために段階を踏む必要がある.

1 段階で文字を入力する手法として, DriftBoard[8]はキーボードのキーをタッチするのではなく, 画面上の小さなキーボード自体を指で動かし, 所定の位置にキーを合わせることで文字を入力する. WatchWriter[3]は単語系列に関する統計モデルとタッチモデルの導入により, 1 タップによる文字入力と 1 ストロークによる連続した文字入力を可能にした. これにより WatchWriter の文字入力速度は 22~24[word/min]を示し, 誤入力率は 1.5~3.7%を示したと報告している.

Ilinkin ら[9]はスマートウォッチ上でテンキーのマルチタップに基づく 3 種類のハングル文字入力方式 (SKY, CJI, NRG) と 1 種類のハングル文字入力用キーボード (2SET) を 32 人の実験協力者で評価した. 4 日間の評価の結果, 入力速度 22~26[word/min]と 10%前後の誤入力率が得られている. また, 文字入力速度が上昇するにつれてタッチ座標のばらつきが大きくなったと報告している.

スマートウォッチ向けに日本語かな文字入力として提案された ShuttleBoard[10]は 10 個の子音キーと 5 個の母音キーで構成されており, 子音キーから母音キーへ指でなぞることで文字を入力する. また指を離すことなくこの動作を繰り返すことで連続して文字を入力できる. 24 人の実験協力者を

表 1 BubbleFlick におけるタッチ操作と対応機能  
Table 1 Touch operations and corresponding functions in BubbleFlick

| タッチ操作  | 対応機能    |
|--------|---------|
| 上フリック  | 改行の挿入   |
| 下フリック  | 1 文字の削除 |
| 左右フリック | カーソルの移動 |
| ロングタップ | 入力の確定   |

対象に 2 日間評価した結果, 最終セッションで文字入力速度が 49.2[char/min]を示したと報告している.

## 2. 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作成と改良

### 2.1 BubbleFlick

これまでの取り組みとして我々は小型端末特有のタッチ文字入力が難しい問題を解決し, すべての文字を 1 フリックで入力できる BubbleFlick (図 1-b) を作成した. BubbleFlick は西田ら[4]が提案した黒電話フリック入力 (図 1-a) を改良して作成されている. BubbleFlick は, 黒電話フリックの特徴である行の先頭文字を画面の縁に沿うようにして環状に配置する方法を採用している. この配置方法は画面全体を入力部として活用することで, キーの領域を広く確保している.

BubbleFlick は環状に並んだ文字をタッチするとその周りに当該行の文字が放射状に表示され, 対象文字の方向へフリックすることで文字を入力する. そのため, 1 フリックの短いストロークで文字を入力できる. 画面の中心が編集テキスト表示部になっており, 画面上に配置するキーの数を最小限にすることで表示部の領域を広く確保している. 画面上に存在するキーは文字を入力するキーのみであり, 文字の削除などの文字入力に必要な機能はタッチ操作として割り当てている. BubbleFlick におけるタッチ操作と対応機能を表 1 に示す.

BubbleFlick の性能と操作性を検証するために同時期に Google が発表したスマートフォンの日本語文字入力で一般的なテンキーフリックかな入力を採用したテンキーフリック式を比較対象とし比較実験を実施した. 実験期間はスマートフォンよりも小さいスマートウォッチの文字入力インターフェースに実験協力者がどこまで習熟していくのかを明らかにするため 30 日間とした. 実験協力者は 8 名で, スマートフォンですでにテンキーフリック式に習熟している協力者 4 名, 習熟していない協力者 4 名が含まれたため, それぞれテンキーフリックユーザグループ, テンキーフリック非ユーザグループとした. 実験協力者には毎日 100 文字程度の短文セットをそれぞれのインターフェースで入力してもらった.

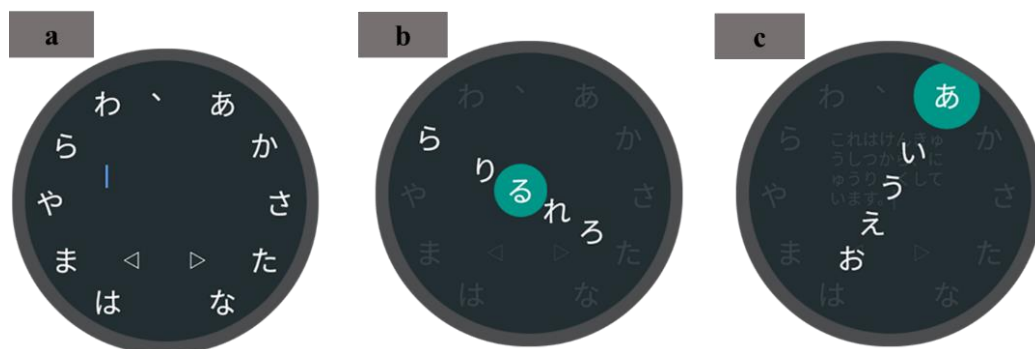


図2 BubbleSlide. a) 初期画面, b) 「る」までスライドした場合, c) 「あ」をタップした場合 (実物大)  
Figure 2 Screenshots of BubbleSlide interface, a) initial screen, b) when sliding onto button 'ru', and c) when button 'a' is tapped.

実験の結果から, BubbleFlick の文字入力速度は, 実験開始 1 日目は 17.8~31.9[char/min]を示し, 平均値は 24.4[char/min]を示した. 30 日目は 31.3~49.1[char/min]までの値を示し, 1 日目から 30 日目までの変化量では 1 分間に約 1.3~1.8 倍多く打てるようになった. テンキーフリック式に対して, テンキーフリックユーザグループとテンキーフリック非ユーザグループで結果に違いが見られた. テンキーフリック非ユーザグループで BubbleFlick とテンキーフリック式の文字入力速度を比較すると, 30 日間を通して同程度の値を示した. しかし, テンキーフリックユーザグループで文字入力速度を比較すると, テンキーフリック式の方が高くなった. BubbleFlick の誤入力率は, 実験開始 1 日目は 14%を示した. BubbleFlick とテンキーフリック式の誤入力率を比較した場合, 30 日間を通して BubbleFlick の方が低い値を示した. 30 日間使用後のインタビューで, BubbleFlick について以下の問題点が挙げられた.

- (1) 環状に並んだ行の先頭文字毎にフリックする方向が異なるため, 規則性が分かりにくくなり, 素早く文字を入力できない.
- (2) タッチ操作と対応する機能の組み合わせが適切でない. たとえば, カーソル移動や文字の削除を上下左右のフリックで行うため, 一度に操作する回数が多い場合には時間がかかってしまう. またタッチ操作のフリック方向を間違えてしまう.

## 2.2 BubbleSlide

本研究では BubbleFlick の問題点を改修し, 機能を改良することで新たに BubbleSlide を作成した (図 2). 以下に問題点として挙げられた前節の(1),(2)に対応する改修内容と, 追加して改良した機能の内容(3),(4)を示す.

- (1) 環状に並んだ行の先頭文字を選択すると画面中心部に向かって一列に当該行の文字が並ぶようにした. 文字の入力は対象の文字まで指をスライドさせることで行う. これにより, 指を動かす方向は画面中心部の一方に定まった. またスライド先の文字入力の特徴として, 'あ段'はタップのみ, 'い段'はタップしてから少し動かし, 'お段'は画面の端まで指でなぞることで入力ができる. 一方で, 'う段'と'え段'ではこれらのような特徴がないため, 文字の押し分けが難しいと想定された. そのため 'う段'から'え段'の文字に切り替わる際にヴァイブレーションによる振動フィードバックを与えるようにした.
- (2) カーソルを左右に大きく移動する操作を, 素早く行えるように編集テキスト表示部の下にカーソルを左右に移動させるためのキーを配置した.

表 2 BubbleSlide におけるタッチ操作と対応機能  
Table 2 Touch operations and corresponding functions in BubbleSlide

| タッチ操作  | 対応機能             |
|--------|------------------|
| ダブルタップ | 改行の挿入            |
| 下フリック  | 1 文字の削除          |
| 左右フリック | 濁点, 半濁点, 捨て仮名の入力 |
| ロングタップ | 入力の確定            |

タッチ操作の左右フリックによって, カーソル位置の文字を濁点, 半濁点, 捨て仮名に切り替えられるようにした (以降, 文字変換と呼ぶ). 左右どちらにフリックしても同じ内容で切り替わる. また, 文字に対して切り替え先が 2 つ以上存在する場合は, 連続してフリックすることで順番に切り替わるようにした.

タッチ操作のフリック方向の間違いによる誤入力を防ぐために, 改行をダブルタップに割り当てた. BubbleSlide における改良したタッチ操作と対応機能を表 2 に示す.

- (3) 文字変換をタッチ操作で行うことにより, 環状に並んだ行の先頭文字のキーから文字変換のキーが無くなった. そのため, 空いた領域を詰めるようにして行の先頭文字のキーを再配置し, 行の先頭文字が画面の左右に分かれて並ぶようにした. また初期画面から句読点を入力できることを分かりやすく示すために句読点を入力する先頭文字をクエスチョンマークから読点の文字に変更した.
- (4) BubbleFlick は選択している文字が目に見えるように, 文字を記したポップアップを表示していた. しかし, BubbleFlick の実験協力者からタップ箇所視線が集中するため, ポップアップを見る機会がなかったという意見が多かった. そのため, ポップアップの表示を無くした.

## 3. 評価実験

### 3.1 実験の概要

BubbleSlide の性能と操作性を検証するためにテンキーフリック式を比較対象とし, 比較実験を実施した. 実験期間はインターフェースへの習熟曲線を明らかにすることを目的に 20 日間とした. BubbleFlick の実験において 1 日に入力する文字数を 100 文字程度で評価した際に, インターフェースに習熟するには文字数が十分ではないという意見が得られた. そのため, 1 日に入力する文字数を約 2 倍にすることで習熟の促進を図った.

実験協力者には, 20 日間毎日静かな環境で BubbleSlide とテンキーフリック式のそれぞれのインターフェースを使用

してもらった。実験の準備として、インターフェースが動作する端末と実験協力者に入力してもらう短文を用意した。また BubbleSlide とテンキーフリック式の比較を公平に行うために、テンキーフリック式で利用できる機能を一部制限した。

## 3.2 評価条件

### 3.2.1 実験協力者

実験協力者は、BubbleFlick の実験に参加していない大学生 7 名とした。全員がスマートウォッチを使用したことがなかった。実験協力者は全員が男性で右利き、年齢が 22~30 歳、スマートフォン歴は 4~6 年であった。実験協力者の内、6 名は普段からスマートフォンでテンキーフリック式を利用していた。その中でも 4 名はフリック入力とトグル入力を併用しており、2 名はトグル入力のみを利用していた。テンキーフリック式を利用していない他の 1 名は QWERTY キーボードで日本語の入力をしていった。

### 3.2.2 使用したデバイス

本研究では、BubbleFlick の実験で使用したデバイスと同じ Moto360 2nd Gen を使用した。Moto360 2nd Gen の解像度は 263[ppi]、画面の直径は 1.37 インチ (約 3.48[cm]) である。また内部ストレージは 4GB で RAM が 512MB である。

### 3.2.3 用意した短文

12 文の短文を 1 セットとして、実験協力者には 1 日に 1 セットを入力してもらった。条件として 1 セットの短文の文字を足し合わせると、すべてのひらがなが 1 回以上使用するように短文を作成した。短文中には句読点も含まれており、句読点も 1 文字として数えている。1 セットの文字数は 200 文字程度とした。

実験で使用する用紙には、入力してもらうかな文字の短文と、そのすぐ隣には内容を漢字に置き換えた短文を示すようにした。

### 3.2.4 評価指標

性能評価指標は文字入力速度 (char/min, CPM) と誤入力率 (error/char, EPC[%]) とした。また実験終了後に 20 日間の実験に対する取り組み方とインターフェースの良かった点と悪かった点をインタビュー形式で回答してもらった。

## 3.3 実験の手順

実験協力者には、他者との接触がない静かな環境で、用意した短文のセットを BubbleSlide とテンキーフリック式のそれぞれにおいて入力してもらった。使用するインターフェースの順番が結果に影響しないように、日毎に入力するインターフェースの順番が交互になるようにした。また決まった時間帯にその日の実験を開始し、実験の開始前には短文の内容に目を通してもらうようにした。入力する姿勢は自身が最適に力できる姿勢に定め、デバイスを利き腕と反対の腕に装着してもらい、入力する指を人差し指に限定した。実験開始時には、実験協力者に対して実験の手順を説明するとともに、インターフェースの操作方法を理解してもらうために、練習用の 1 セット分の短文を入力してもらった。

## 3.4 テンキーフリックかな入力

テンキーフリック式はスマートフォン上の日本語入力方式として広く利用されているインターフェースである (図 3)。画面上部は編集テキスト表示部、それより下部は入力部になっている。入力部の内側には 3x4 の並びで行の先頭文字、濁点半濁点、句読点のキーが配置されている。また入力部の外側にはカーソル移動、文字の削除などのキーが並んで



図 3 テンキーフリック式。左) 初期画面、右) 「な」をタップした場合

Figure 3 Google's Japanese text-entry method on a smartwatch. left: initial screen, and right: when button 'na' is tapped.

いる。文字のキーをタッチすると上下左右に当該行の文字が表示され、目的の文字の方向にフリックすることで文字を入力する。入力方式にはフリック入力に加えてトグル入力を採用しており、どちらでも入力できる。トグル入力では文字のキーを連続してタッチすることで、次の行の文字を入力する。

今回の実験ではかな文字入力機能に限定して比較評価を行った。そのため実験協力者には、テンキーフリック式に備わっている予測変換機能のような、かな文字入力以外の機能は使用しないように伝えた。

## 4. 評価結果

実験の結果とインタビューの回答を示す。分析を簡単にするために、実験協力者は 1~7 番で識別している。結果は、実験協力者がすでにテンキーフリック式の操作に習熟していたかどうかによって違いが見られた。そこで、全体の分析に加えてテンキーフリック式に対する習熟度でグループを分割し、グループ毎に分析した。グループは、普段からスマートフォンでテンキーフリック式を利用している 1,2,3,4 番をテンキーフリックユーザグループとした。そしてテンキーフリック式を利用したことがない 5 番、利用しているがフリック入力ではなくトグル入力を利用している 6,7 番をテンキーフリック式に習熟していないと判断し、テンキーフリック非ユーザグループとした。

### 4.1 文字入力速度

インターフェース毎に、実験協力者毎の 20 日間の文字入力速度を分析した。BubbleSlide とテンキーフリック式の結果を図 4 に示す。また習熟による文字入力速度の向上を見るために算出した回帰直線の値を表 3 に示す。図中の実験協力者毎に引かれた直線は回帰直線を表している。

回帰直線から、BubbleSlide に対して実験協力者全体では、1 日目は 22.5~32.6[char/min]、20 日目は 37.9~52.2[char/min]までの値を示した。また 1 日目から 20 日目までの変化量では 1 分間に約 1.5~1.7 倍多く打てるようになった。

図 4 より、テンキーフリック式に対してテンキーフリックユーザグループはテンキーフリック非ユーザグループよりも、20 日間を通して高い値を示した。また BubbleSlide に対してほとんどの実験協力者は 20 日目にいたるまで値が右肩上がりになっている。

次に、習熟による変化を見るために算出した 1 日目から 10 日間ごとの回帰直線の平均値を表 4 に示す。

表 4 より、実験開始 1 日目では、BubbleSlide は 27.3[char/min]、テンキーフリック式は 28.7[char/min]を示した。また、BubbleSlide とテンキーフリック式の 20 日目の値を比較した場合、テンキーフリックユーザグループではテンキーフリック式の方が 20 日間を通して高かったが、テンキーフリック非ユーザグループでは BubbleSlide の方が高かった。

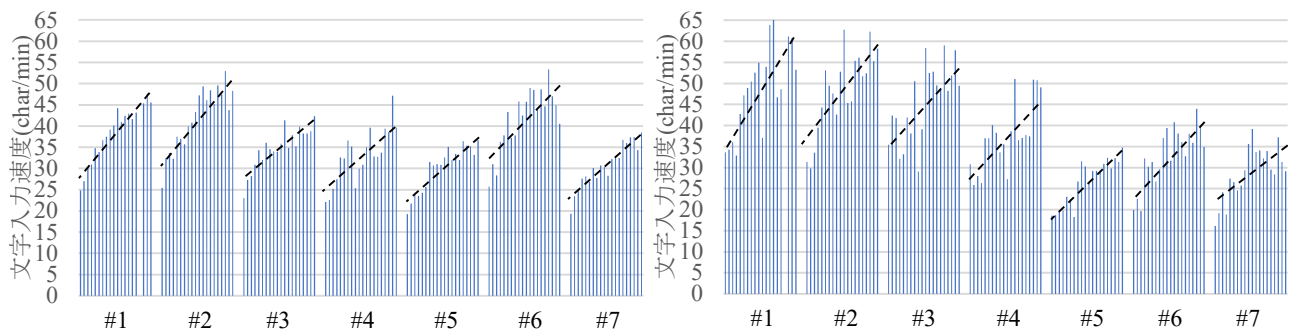


図4 BubbleSlide(左)とテンキーフリック式(右)における実験協力者7名の20日間の文字入力速度  
Figure 4 CPMs of seven participants for daily usage of BubbleSlide (left) and KeypadFlick (right).

表3 実験協力者7名の文字入力速度の回帰直線

Table 3 Y-intercept and slope of regression line with root mean square error for CPMs of each participant.

| 実験協力者 | BubbleSlide |         |      | テンキーフリック式 |         |      |
|-------|-------------|---------|------|-----------|---------|------|
|       | 回帰直線の切片     | 回帰直線の傾き | RMSE | 回帰直線の切片   | 回帰直線の傾き | RMSE |
| #1    | 27.61       | 1.06    | 2.10 | 34.76     | 1.40    | 6.98 |
| #2    | 30.22       | 1.10    | 2.64 | 35.01     | 1.28    | 5.64 |
| #3    | 27.45       | 0.70    | 1.92 | 34.41     | 1.06    | 6.33 |
| #4    | 23.89       | 0.86    | 3.05 | 27.08     | 0.99    | 5.27 |
| #5    | 21.71       | 0.81    | 1.72 | 18.05     | 0.83    | 2.31 |
| #6    | 31.68       | 0.95    | 3.68 | 23.54     | 0.90    | 4.10 |
| #7    | 22.17       | 0.82    | 1.39 | 21.09     | 0.73    | 4.32 |

表4 回帰直線から算出した日数毎の文字入力速度の平均値

Table 4 Estimated CPMs for BubbleSlide and KeypadFlick based on regression lines averaged over all participants, KeypadFlick user group and KeypadFlick no user group.

|                  | BubbleSlide |      |      | テンキーフリック式 |      |      |
|------------------|-------------|------|------|-----------|------|------|
|                  | 1日目         | 10日目 | 20日目 | 1日目       | 10日目 | 20日目 |
| 全員               | 27.3        | 35.4 | 44.4 | 28.7      | 38.0 | 48.3 |
| テンキーフリックユーザグループ  | 28.2        | 36.6 | 45.9 | 34.0      | 44.6 | 56.5 |
| テンキーフリック非ユーザグループ | 26.0        | 33.8 | 42.4 | 21.7      | 29.1 | 37.3 |

結果として、それぞれのインターフェースに対して20日間による操作の習熟が表れていた。そしてBubbleSlideの20日間の文字入力速度の改善幅はBubbleFlickの30日間の値の変化量とほとんど同じ値を示した。この要因としてBubbleFlickの実験から1日の入力文字数を約2倍に増やしたことで、入力速度が向上するペースが速まったことが挙げられる。図4より、BubbleSlideはほとんどの実験協力者において20日目にいたるまで値が右肩上がりであることから、さらに期間を伸ばせば、より値が高くなる可能性がある。

グループ間でテンキーフリック式の結果に明確な違いが見られたことから、テンキーフリックユーザグループに対して事前に備わっていたテンキーフリック式に対する習熟が表れていた。さらにこの習熟の差は20日間の使用で埋められていない。BubbleFlickの実験1日目の文字入力速度である24.4[char/min]とBubbleSlideの実験1日目の27.3[char/min]を比較した場合、BubbleSlideはBubbleFlickよりも1分間に約1.1倍多く打てるようになった。

## 4.2 誤入力率

インターフェース毎に、実験協力者毎の20日間の誤入力率を分析した。BubbleSlideとテンキーフリック式の結果を図5に示す。

図5より、実験開始1日目の誤入力率(error/char)の平均値は、BubbleSlideは15%、テンキーフリック式は26%を示した。BubbleSlideについては1日目から低い値を示し、20日間を通して安定した入力ができている。ほとんどの実験協

力者はBubbleSlideの方がテンキーフリック式よりも20日間を通して低い値を示した。20日間の誤入力率の平均値は、BubbleSlideは10%を示し、テンキーフリック式は18%を示した。

結果として、BubbleFlickの実験1日目の誤入力率である14%とBubbleSlideの実験1日目の15%を比較した場合、今回の改良前後で、誤入力率は同程度の値を示した。BubbleSlideの20日間の誤入力率である10%とテンキーフリック式の20日間の18%を比較した場合、BubbleSlideはテンキーフリック式の約半分の誤入力率を示した。

## 4.3 インタビュー調査

20日間の実験終了後に、BubbleSlideと実験全体についてインタビュー調査を実施した。以下にBubbleSlideに対して、改良した箇所についての回答で有効だと考えられるものを示す。

(1)で改良したスライド先の文字の並びに対して「スライド先の方向が一方向に定まるため、何も考えずに直感的に入力できた」という意見が得られた。これよりBubbleSlideはBubbleFlickで挙げられたフリック先の文字の規則性の問題を解決できていることが分かる。一方で「え段」と「お段」を入力するには、指を動かすストロークが長い」という意見が得られた。BubbleSlideは「お段」の文字を入力する場合、行の先頭文字をタップしてから画面反対側までストロークする必要がある。この問題を解決することができればさらに文字入力速度は向上するだろう。さらにスライド先の文字の並び

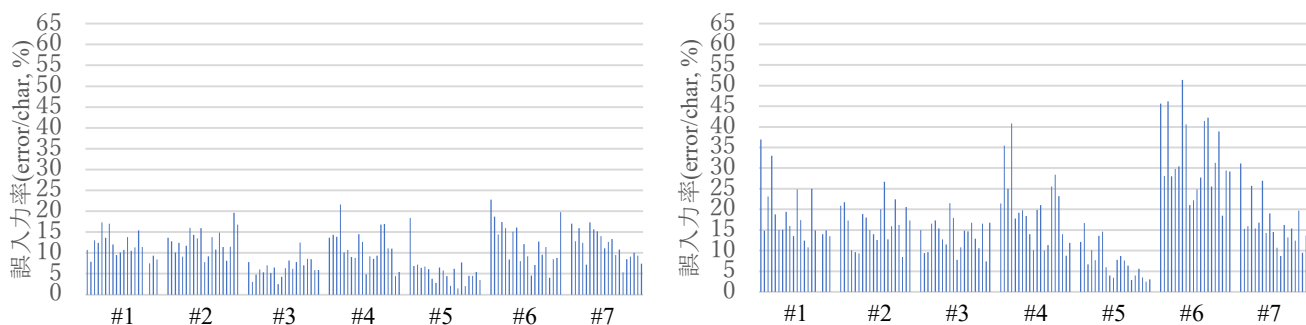


図5 BubbleSlide(左)とテンキーフリック式(右)における実験協力者7名の20日間の誤入力率  
Figure 5 Daily character error rates (CERs) of seven participants using BubbleSlide (left) and KeypadFlick (right).

に対して「う段」とえ段をよく間違えることがあった」という意見が得られた。この誤入力のパターンは、ヴァイブレーションを与えることで対策していたが、実験協力者のほとんどはヴァイブレーションが起きるタイミングを把握していなかった。これより、振動フィードバックの意図が実験協力者にはっきりと伝わるように改修することができれば今回のような誤入力は減少するだろうと考える。

(2)で改良したタッチ操作の組み合わせに対しては実験協力者全員から好意的な意見が得られた。その中でも、左右フリックで文字変換ができる機能に対する評価が高く、実験協力者の中には、「スマートフォンやタブレットでも実用化してほしい」という意見も得られた。ダブルタップやフリックなどのタッチ操作はピンポイントでキーをタップする必要がないため、画面の小さなスマートウォッチとは相性が良い。今回の左右フリックと文字変換の組み合わせのように、タッチ操作と文字入力機能の新たな組み合わせを提案することができれば、さらなる操作性の向上が期待できる。

## 5. おわりに

本研究では、BubbleFlickの問題点であるフリック先の文字の並び順、そしてタッチ操作と入力機能の組み合わせを改良することで、新しくBubbleSlideを作成した。そしてBubbleSlideと従来のテンキーフリック式で性能と操作性を検証し、結果を比較した。実験期間はインターフェースへの習熟曲線を明らかにすることを目的に20日間とした。またBubbleFlickの実験から1日に入力する文字数を約2倍にすることで、より習熟の促進を図った。

BubbleFlickとBubbleSlideにおける改良前後の比較では、誤入力率は同程度の値を示し、文字入力速度は1分間に約1.1倍多く入力できるようになった。BubbleSlideとテンキーフリック式の比較では、実験協力者が以前からテンキーフリック式に習熟していたかどうかの違いが、結果に影響していた。そこで、グループ別に20日間の文字入力速度の結果を比較した場合、テンキーフリックユーザグループは、20日間を通してテンキーフリック式の方が高くなった。しかし、テンキーフリック非ユーザグループはBubbleSlideの方が高くなった。実験協力者全員で20日間の誤入力率を比較した場合、BubbleSlideはテンキーフリック式の半分程度を示した。

実験から、BubbleSlideのさらなる操作性向上に繋がる改善点が得られた。「え段」と「お段」を入力するには、指を動かすストロークが長い。また「う段」と「え段」の間の誤入力を防ぐために実装した振動フィードバックに対して、振動するタイミングが分かりにくい。今後はこれらの改善点を改修し、再評価を行う予定をしている。さらにBubbleSlideをより実

用的なものにするために、かな漢字変換機能と予測変換機能の導入を検討している。

## 参考文献

- [1] Jonggi Hong et al.: SplitBoard: A Simple Split Soft Keyboard for Wristwatch-sized Touch Screens. Proc. of CHI '15, pp.1233-1236, New York, NY, USA (2015).
- [2] Stephen Oney et al.: ZoomBoard: A Diminutive Qwerty Soft Keyboard using Iterative Zooming for Ultra-small Devices. Proc. of CHI'13, pp.2799-2802, New York, NY, USA (2013).
- [3] Michell Gordon et al.: WatchWriter: Tap and Gesture Typing on a Smartwatch Miniature Keyboard with Statistical Decoding. Proc. of CHI'16, pp.3817-3821, New York, NY, USA (2016).
- [4] 西田圭佑 加藤恒夫 山本誠一「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」, インタクション 2017, pp.897-902, 情報処理学会(2017).
- [5] 東條貴希 加藤恒夫 山本誠一「BubbleFlick: スマートウォッチ向け日本語かなフリック入力インターフェースの改良と30日間の連続評価」, HCG シンポジウム 2017, 電子情報通信学会(2017).
- [6] Rajkumar Darbar et al.: ETAO Keyboard: Text Input Technique on Smartwatches. Proc. of Procedia Computer Science 84, pp.137-141, (2016).
- [7] Xiang Anthony 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, New York, NY, USA (2014).
- [8] Tomoki Shibata et al.: DriftBoard: A Panning-Based Text Entry Technique for Ultra-Small Touchscreens. Proc. of UIST'16, pp.575-582, New York, NY, USA (2016).
- [9] Iyaylo Ilinkin, Sunghye Kim.: Evaluation of Korean Text Entry Methods for Smartwatches. Proc. of CHI'17, pp 722-726, New York, NY, USA (2017).
- [10] 下岡純也, 山名早人「スマートウォッチにおけるタップ動作の少ない仮名文字入力手法」, DEIM Forum 2017, I3-2, (2017).