

## 原著論文

## 円形スマートウォッチ用のストロークとタップによる文字入力

秋田 光平<sup>1)</sup>, 安藤 佑真<sup>1)</sup>, 田中 敏光<sup>1)</sup>, 佐川 雄二<sup>1)</sup><sup>1)</sup> 名城大学理工学研究科A character input method for a smartwatch  
by a combination of a stroke gesture and a tapKouhei AKITA<sup>1)</sup>, Yuma ANDO<sup>1)</sup>, Toshimitsu TANAKA<sup>1)</sup>, Yuji SAGAWA<sup>1)</sup><sup>1)</sup> Graduate School of Science and Technology, Meijo University

**Abstract:** In the proposed method, a Hiragana character can be specified by a row and a column of a table comprising the Japanese syllabary. The periphery of the smart watch's circular screen comprises eight sections. Each of the five sections includes an assigned pair of columns, with their names appearing alongside each other. When a user touches one of these said sections, the center area of the screen becomes divided into two sub-areas. In each sub-area, one of the names assigned to the touched section is displayed. Movement of the user's finger on the touched sub-area turns it green. Taking off the user's finger causes selection of the column assigned to that particular sub-area. The five Hiragana characters that are members of the selected column are then displayed on the screen. The user can tap on a particular character to select it. With the help of the proposed system, users can input characters without former training. Results obtained from the computer experiment demonstrate that beginners could understand the system operation till entering 100 characters and entered an average of 17.2 [CPM]. The speed of a user accustomed to the system was found to be 65 [CPM].

**Keywords:** smart watch, circular screen, character input, active input guide, 2 step method

**キーワード:** スマートウォッチ, 円形画面, 文字入力, 動的入力ガイド, 行段方式

## 1. はじめに

腕時計では円形のデザインが圧倒的に多い。2017年の総合カタログを調べたところ、SEIKO[1], CASIO[2], CITIZEN[3]のいずれのブランドでも、掲載された腕時計の90%以上が円形となっている。現在は角形のスマートウォッチが多く使われているが、今後、一般に普及して腕時計の代わりとして使われるようになれば、円形の画面が増えると予想される。しかし、スマートウォッチ向けの文字入力手法の多くは四角の画面を前提としているため、円形の画面に適用すると無駄な隙間ができてしまう。本研究では、円形スマートウォッチを対象として、画面の占有面積が小さく、初心者でも使いやすい日本語入力手法を提案する。

## 2. 関連研究

キーボードを使う方式では、スマートウォッチの小さな画面に収まるように、キーの数を減らす必要がある。FlickKey Mini Keyboard[4]やFlit Keyboard[5]では、1つのキーに8方向のフ

リックを割り当てることで、キーの数を減らしている。ZoomBoard[6]では、QWERTY配列のキーボードをタップ操作で段階的に拡大することで、選択時に表示するキーの数を減らしている。この改良手法として、指が触れた周囲をポップアップで拡大表示して、その中の文字を指の移動で指定する手法[7]やフリックで選択する手法[8]がある。指先の移動量に応じて拡大率を変える方法[9]も検討されている。

5-TILES[10]では開始位置と終了位置の両方を使うことでキーの数を減らしている。この手法では、横一列に並べた5つのキーのどれかにタッチし、そのまま指をスライドさせて目的のキーの上で離すことで、アルファベット1文字を入力する。15個のキーを使い、開始位置で行を終了位置で段を指定することで平仮名を入力する方法[11]も提案されている。他にも、縮小したQWERTYキーボードの上で行うキーを結ぶジェスチャーから、単語を推定する方法[12]がある。

以上のキーボードは長方形であるため、円形の画面に表示すると、キーボードの左右や下側に無駄な隙間が発生する。これに対して、TouchOne keyboard[13]は円形画面に対応した手法である。この手法では画面の縁に8個のキーを配置する。ただし、1つのキーに3, 4個の文字を割り当てるため、キーを1つ押しただけでは文字が確定しない。このため、1 Line

2017年11月27日受理

Keyboard[14]と同様に、キーを連続して押し、キーのパターンから辞書を用いて英単語を推定する。辞書に載っていない語も入力できるが、1文字ずつタッチ&ムーブで指定していく必要があるため、手間がかかる。日本語の辞書は用意されていないので、ローマ字入力するには、アルファベットを1文字ずつ指定しなければならない。

HARI キーボード[15]も円形の画面の周囲にキーを配置する。この方法では、画面の縁から始めて画面の中央を経由して縁まで戻るジェスチャーを行う。その開始位置で行を、終了位置で段を指定することで、平仮名1文字を入力する。

キーボードを使わない方法として、指先やペンで書いた文字を認識するGoogle入力ツール[16]やAnalog Keyboard [17]がある。ただし、スマートウォッチでは1文字分しかない入力領域に連続して文字を書き込むため、文字を切り出すことが難しくなる。この対策として、EdgeWrite[18]では1文字を一筆書きのジェスチャーで入力する。この方法をカタカナに適用する研究[19]も行われている。EdgeWriteの入力領域は矩形だが、これを円形領域に換えた手法[20]も研究されている。ただし、一筆書き手法には、変形した字体のジェスチャーを覚えないと文字入力できない欠点がある。特に円形画面では、アルファベットを円形に変形して一筆書きするため、字形の崩れが大きくなる。また、角が無いため、書き始めや書き終わりの位置が決めづらい。特にC, L, Iの区別や1とJの区別が難しい。

### 3. 提案手法

#### 3.1 研究の目的

本研究では、円形画面のスマートウォッチを対象として、画面占有率が低い文字入力手法を開発する。スマートウォッチはスマートフォンやタブレットと併用されることが多いが、この場合には、長い文の入力は画面が広く操作性も良いスマートフォンで行い、スマートウォッチはもっぱら短い文の入力に使われると予想される。このため、使用時間も短くなる。そこで、手法の理解が容易で、練習なしで使うことができるシステムを目指す。入力速度は遅すぎなければよいとする。

#### 3.2 平仮名の入力方法

画面の縁を8方向に分割して入力領域とする。ただし、斜め方向のほうが上下左右よりタッチ位置のずれが大きくなると予想されるので、斜め方向の角度を50度、その他を40度に設定する。本研究の先行研究である角形画面の縁を使う手法[21]では、タッチ領域の幅を5mmに選んでいるが、誤入力率は初心者でも低い値となっている。また、熟練者の感想を聞いたところ、3mm幅のタッチ領域でも5mmの場合と同様に操作できると述べている。このため、初心者向けのシステムではタッチ領域の幅を5mmとする。熟練者向けには、幅を3mmとして、画面占有率を下げる。

平仮名の行を1ストロークのジェスチャーで選択する。図1

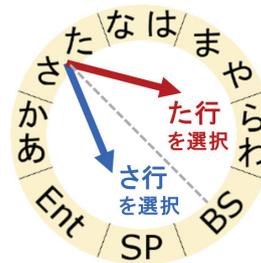


図1 行選択の画面

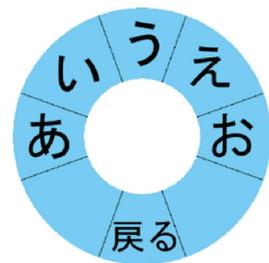


図2 段選択の画面

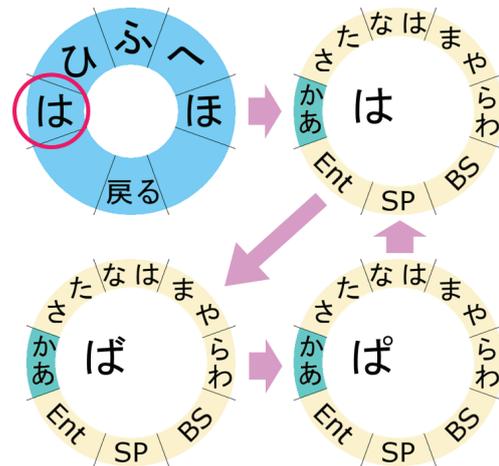
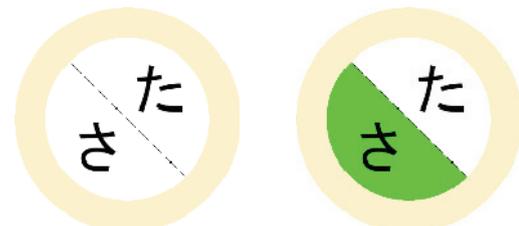


図3 濁音・半濁音の入力



(a)左上をタッチした直後 (b)さ行側に移動した後  
図4 動的ガイドを用いた行の選択

に示すように、水平より上の5区画を始点として、それぞれに2方向のストロークを定義し、「あ行」から「わ行」までを割り当てる。ストロークの方向は、その区画の中央を通る直径に対して、右側と左側で区別する。残りの3区画には使用頻度が高いEnter (Ent), Space (SP), Backspace (BS)を割り当てる。これらはタップで入力する。

段はタップで選択する。行選択で使う5つの区画に、左から順に「あ段」から「お段」を割り当てる。ただし、図2に示すように、タップミスを減らすために幅を10mmに広げている。真下の区画には、行選択を取り消すためのボタンを配置する。

段を選択すると清音の平仮名が1文字入力され、行選択の画面に戻る。このとき、入力した文字に濁音・半濁音・小文字がある場合には、段選択でタップした区画と同じ位置の区画が一定時間(デフォルトでは1.5秒)水色で表示される。この水色の区画をタップすれば、清音を濁音/半濁音/小文字に変換することができる。図3に「は」を入力した後の表示の変化を示す。段選択に戻った時に左側の区画(「は」があった場

所)が水色で表示されている。「は」のように複数の変化先がある場合には、ここを押すたびに「ば」「ぱ」と変化する。この変化は循環動作するので、もう一度押すと元の清音に戻る。タップとストロークは指の動きで区別できるので、水色表示された区画からでも変わらずに行選択のストロークを行うことができる。

### 3.3 動的ガイド

利用者の入力を補助するために、画面にガイドを表示する。初期状態では、図1のように、それぞれの入力区画にそこを選択することで入力できる行が示されている。ここでは、「さ行」を選択する場合を例に動的ガイドの動作を解説する。まず、図1の「さた」の区画にタッチする。タッチが認識されると、図4(a)に示す通り、選択可能な「さ行」と「た行」が画面いっぱいに表示される。ここで、「さ」と書かれた側に指を一定距離移動すると、図4(b)のように背景が緑色となり、「さ行」が選ばれたことが示される。この状態で指を離すと、「さ行」の入力が確定し、段選択の画面に移る。提案手法ではタッチした区画で行選択のストロークの方向が変わるが、画面上に指を動かす方向が明確に示されるので、迷うことは無い。

タッチした時点で画面に目的の行が表示されていない場合は、タッチ位置が間違っている。色が変わる前に気が付けば、そのまま指を離すことで行選択画面に戻るので、選択をやり直すことができる。ストロークの方向を間違えると逆側の行が選択されるが、指を離さずに入力したい側に移動することで、変更が可能である。また、最初にタッチした位置の近くまで戻れば緑色が消えた状態(図4(a))となるので、ここで指を離せば選択をやり直すことができる。

### 3.4 英数字の入力方法

英数字はモードを切り替えて入力する。モードの切り替えは、SP (Space)の位置から中心に向かうストロークで行う。先行研究[21]と同様に、英字をアルファベット順に5文字ずつ区切り、6個のグループに分ける。最後のグループはz., !? の5文字とする。これらを「あ行」から「は行」の位置に割り当てる。数字は1~5と6~0に分け、「ま行」と「や行」の位置に割り当てる。残った「ら行」と「わ行」の位置には記号を割り当てる。

英数字も平仮名と同様の方法で選択する。まず、ストロークでグループを選び、次にタップでグループから1文字を選ぶ。英字ではグループ選択で小文字が入力される。大文字にした場合には、グループ選択でタップした位置が水色に変わっている間に、続けてタップする。

## 4. 画面占有率の比較

本研究では、画面の占有をキーを表示する領域(表示領域)とタッチ情報の取得に使う領域(入力領域)の論理和で評価する。表示領域が狭いほうが残りの画面に多くの文字を表示できるので、入力領域を透明にして文字表示に使う手法がある。しかし、透明化された入力領域では、文字が表示されて

いてもそれにはタッチできない。このため、文字の挿入や削除が必要になっても、その場所をタッチしてカーソルを移動することができない。カーソルを移動する前に入力領域を閉じるなどの操作が発生するので、使い勝手を考えれば、入力領域も狭いほうが良い。

ただし、ポップアップウィンドウのような、1文字を入力する途中で一時的に表示されるものは占有面積には含めない。これは、文字入力の途中で他の作業をする必要は無いので、画面が隠されても操作に支障は無いと考えるためである。同様に、入力領域に触れた後に指を動かして領域からはみ出す場合も、はみ出した領域を占有しているとはみなさない。動作が継続している場合に限定した座標の取得なので、修正等の操作には影響を与えないためである。

表1 各手法の画面占有率

手法名	表示領域の占有率	入力領域の占有率	画面の占有率
5-Tiles	50%	25%	50%
EdgeWrite	0%	100%	100%
TouchOne	38%	100%	100%
HARI	33%	100%	100%
提案手法	33%	33%	33%

円形画面で動作可能な手法で、入力時に占有する面積を比較した。値を表1に示す。提案手法の画面占有率が最も低くなっている。TouchOne keyboardと5-TILES keyboardの値は、それぞれのホームページに掲載された実行画面の画像から表示領域を切り出し、画面の面積と比較することで求めている。5-Tilesは、角形画面では入力領域も表示領域も25%と低い値になるが、円形画面では5つのキーを横一列に並べる長さを確保するために、画面の下半分を占有する。画面の縁を使うTouchOne, HARI, 提案手法では、画面の大きさと最初にタッチする領域の幅により表示面積が変わるので、条件をそろえるため、画面の直径を33mm、領域の幅を3mmとして計算している。TouchOneは画面の下側に3つのボタンを表示するため、他の2手法より表示領域が増える。また、EdgeWriteは画面全体を使って文字を、TouchOneとHARIは画面中央で制御コードのジェスチャーを入力する仕様のため、全画面が入力領域となり、占有率は100%となる。

## 5. 初心者の入力速度の評価

### 5.1 実験の目的

Android Wear 2.0以降のスマートウォッチは単独でネットワークに接続することが可能だが、それでも、多くの場合はスマートフォン/タブレット/PCと併用されると考えられる。この場合、スマートウォッチはメールの返事などの比較的短い文の入力に使われ、入力する文字数も多くはならないと予想される。このため、入力速度より覚えやすさのほうが重要だと考えた。そこで、本研究のシステムを一度も使ったことがない者を対象

として、初期段階の文字入力速度と誤入力率を調べた。

### 5.1 実験方法

被験者は男性 6 名と女性 1 名で、年齢は 20~22 歳である。全ての被験者は日常的にスマートフォンを使っており、フリック方式で文字を入力している。また、ほぼ毎日、学業や趣味で PC を利用している。スマートウォッチの使用経験はない。



図 5 実験中の表示

始めに、図と動画を使って、5 分間でシステムの操作方法やガイドの見方、実験方法を説明する。このとき、できる限り正しく入力するように依頼した。実験では、Huawei Watch W1 Classic<sup>1</sup>を利き腕ではない方に装着し、椅子に楽に座った状態で腕を水平に上げ、利き手の人差し指でタッチパネルを操作する。事前の操作練習は一切行わない。

5 つの単語を入力する課題を、3 分の休憩を挟んで 5 回行う。各課題は、画面にタップすることで始まる。タップすると、図 5 に示すように、スマートウォッチの画面の上部に入力する単語が平仮名で表示される。被験者が入力した文字は課題の下に下線をつけて表示される。Ent(Enter)を押すことで 1 語の入力

が完了し、次の単語が表示される。このとき、課題単語と入力した文字が一致していなくても、次の単語に移る。5 単語を入力すると 1 回の課題が終了する。

課題で使う単語は、国立国語研究所の現代日本語書き言葉均衡コーパス(BCCWJ)の頻度リスト[21]から選択した。まず、数詞・助数詞を除いた名詞で、平仮名で 4, 5, 6 文字となる単語を、頻度が高い順にそれぞれ 100 個ずつ抽出する。次に、読みが同じで漢字が異なる単語を 1 語にまとめる(頻度は合計する)。それぞれのリストから頻度が上位の 50 単語を選ぶ。こうして求めた合計 150 語を、被験者ごとにランダムな順に並べなおし、先頭から 5 語ずつ分けて、1 回の課題とする。

システムのログから、各課題を始めるために画面をタップした時刻と最後の平仮名を入力した時刻を調べ、その差を課題の入力時間とする。このため、入力時間には修正の時間(BS: Backspace による消去や入力のやり直しの時間)も含まれている。実験結果から、入力速度 CPM(Character Per Minute, 1 分間あたりの入力文字数)と誤入力率 TER(Total Error Rate [23], 修正された文字も含めた誤って入力された文字数を課題の文字数で割った値)を求める。

### 5.3 実験結果

初心者 7 名の各課題の入力速度を図 6 に示す。縦軸は 1 分あたりの入力文字数 CPM である。多くの被験者で課題が進むほど文字数が増えているが、5 回の課題の差が小さい被験者や、最後で速度が下がった被験者も見られる。

課題ごとに、7 名の被験者の入力速度と誤入力率の平均を求めた。図 7 の青線が入力速度を、赤線が誤入力率を示している。初回の平均は 13.2[CPM]であり、初めて触った状態でもこの程度の速度で入力できている。課題が進むほど入力速度が向上し、4 回目には 17.2[CPM]となった。

誤入力率は、1~3 回目は 4%程度だが、4, 5 回目は 6%程度に増えている。しかし、入力速度は変わっていない。この結果は、3 回の試行で操作に慣れ、指を速く動かすようになったため、誤入力が増えたと解釈できる。これらのことから、初心者でも 100 文字程度(4 回分の課題)の入力でシステムの操作に慣れることができたと考えられる。4 回目の課題を終えた時点でのシステムの使用時間は 6 分 37 秒(7 名の平均)である。この時の速度は 17.2[CPM]なので、短い返信なら 1 分程度で終わることができる。使い始めからこの程度の速度が出れば、スマートウォッチの文字入力手段として有効であると考えられる。

誤入力の発生個所を調べたところ、清音を濁音/半濁音/小文字に変換するときに多く発生しており、修正回数の 40%を占めている。これは、水色の区画をタップしたつもりでも、触れていなかったことが原因となっている。段選択のタップは 10mm 幅の区画で行うが、濁音等へ変換するタップは 5mm 幅の行選択の区画で行うため、ミスが増える。また、画面サイズに合わせて文字フォントが小さくなっているため、濁点や半濁

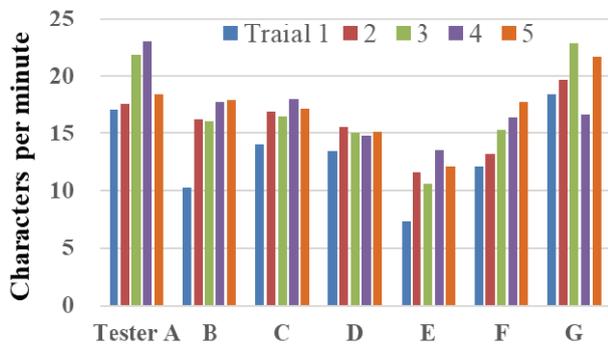


図 6 実験参加者の課題別の入力速度

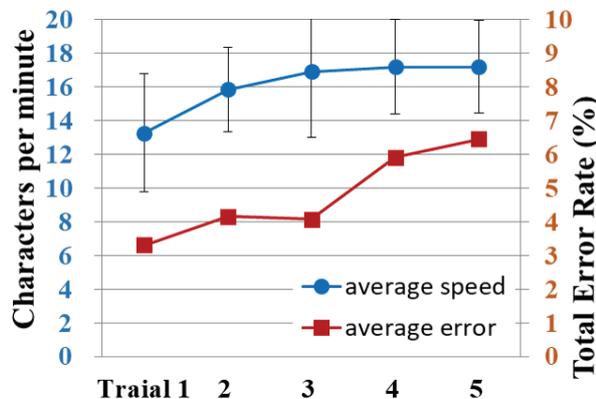


図 7 入力速度と誤入力率の変化

<sup>1</sup> OS: Android Wear, 画面サイズ: 1.4 インチ, 画素数: 400 × 400. 製品レビュー: <https://mobareco.jp/a50428/>

点の有無が確認しづらいことも原因だと考えられる。

比較のために、システムに熟練した者 1 名が同じ 5 回の入力実験を行ったところ。平均速度は 65.0[CPM]、誤入力率は 2.3%となった。慣れれば平仮名 1 文字を 1 秒以下で入力することが可能となる。誤入力率も初心者より低い値となっている。

## 6. 関連手法との入力速度の比較

提案手法は入力速度を訴求してはいないが、性能評価のために既存手法と速度を比較する。比較対象として、表 1 に示した手法の中から円形画面向けに設計されている HARI キーボードと TouchOne keyboard を選んだ。これらの手法と提案手法は画面の縁にキーを配置する点でも共通している。5-TILES も円形画面で動作するが、角形画面を前提とする手法のため、円形画面では無駄に占有領域が増える。このため、比較から外している。Edge Write も角形の入力領域を使う手法である。円形画面の縁を使う Edge Write[20]もあるが、ベゼル部分が画面より高くなっていることを利用して画面の縁をなぞるため、適用できる端末が限られる。このため、比較対象とはしない。

この実験では FOSSIL Q MARSHAL FTW2106<sup>2</sup>を使う。3 手法共に画面の周囲に配置されたキーにタッチしてからストロークを行うことで文字を指定するため、キーの幅は誤入力率や入力速度に影響する。このため、各手法のキーの幅を 5mm に統一して実験している。

初日に実験方法と各手法の入力方法を説明する。手法に習熟した後の入力速度を計測するため、一手法あたり 10 分の練習を 9 日間続けて行う。手法の順番は日ごとにランダムに変える。練習では後に述べる入力時間計測タスクを繰り返し行う。練習は被験者の都合がつく時間に行う。

入力速度は次の手順で計測する。始めに手法の順番を被験者ごとにランダムに決める。次に、操作方法を確認する目的で、選択した手法で平仮名 45 文字を 50 音順に入力する課題を 2 回行う。その後、入力時間を計測するタスクを行う。このタスクでは、平仮名が 1 文字ずつ画面に表示されるので、その下に文字を入力する。入力が正しいと、次の平仮名が表示される。間違った場合には入力が受け付けられないので、文字の入力をやり直す。最初の平仮名が表示された時刻と最後の平仮名の入力を終えた時刻の差を入力時間とする。このタスクを、3 分間の休憩を挟んで 5 回行う。平仮名 45 文字を提示する順序は、計測ごとにランダムに変更する。同一日に 3 手法を計測するが、先に行う手法の影響を避けるために、最低 1 時間は間を空ける。

23~24 歳の男性 5 名を被験者として実験を行った。いずれの被験者もスマートフォンと PC を毎日使っており、これらのイ

ンタフェースや文字入力方法は熟知している。一方、スマートウォッチの使用経験はほとんど無い。表 2 に 5 回の平均の入力速度と誤入力率を示す。この実験では課題と異なる文字の入力は受け付けられない。間違った場合は入れ直すので、誤入力は Corrected Error Rate (Cerr) で評価している。

3 手法の入力速度に対して分散分析を行ったところ、棄却率 5%で有意な差があることが認められた。そこで、Tukey 法と Steel-Dwass 法で多重比較を行ったところ、どちらの手法でも棄却率 5%で TouchOne keyboard と他の 2 手法の間に速度差があると判定された。TouchOne は英字キーボードなので、平仮名 45 文字が英字 85 文字のローマ字で入力される。英字 1 文字を 1 ストロークで入力できるが、平仮名に換算すると 1 文字あたり約 1.9 ストローク必要となるため、1 ストロークと 1 タップで入力できる提案手法より時間がかかったと考えられる。

一方、提案手法と HARI キーボードの入力速度には、棄却率 5%で有意な差は認められなかった。提案手法では 1 文字を 1 ストロークと 1 タップで選択するのに対して、HARI では 1 文字を 1 ストロークで選択できるので、HARI が有利に思われる。しかし、HARI のストロークは画面の直径程度の長さがあり、途中で向きを変える必要がある。一方、提案手法のストロークは真つすぐで短いため、速く入力できる。このため、速度に差が出なかったものと考えられる。

表 2 各手法の入力速度[CPM]と誤入力率[Cerr]

被験者	提案手法		HARI		TouchOne	
	CPM	Cerr	CPM	Cerr	CPM	Cerr
1	34.0	3.1%	38.2	1.3%	26.5	5.3%
2	35.3	1.8%	32.5	2.7%	26.8	9.3%
3	36.5	3.1%	37.2	1.3%	25.3	5.9%
4	44.0	3.6%	38.2	3.1%	32.1	5.8%
5	31.6	0.9%	38.0	0.0%	26.6	8.0%
平均	36.3	2.5%	36.9	1.7%	27.4	6.9%

## 7. まとめと今後の課題

円形スマートウォッチ用の文字入力手法を開発した。提案手法では、50 音表の行と段を順に指定することで平仮名を入力する。円形画面の縁を 8 分割し、そのうちの 5 つの領域に 2 つずつの行を割り当てる。そして、タッチした位置と指先の移動方向で 1 つを選択する。行が決まると、その行の平仮名が画面に表示されるので、タップでその 1 つを選択する。提案手法の画面占有率は 33% (画面の直径が 33mm、キーの幅が 3mm の場合) であり、関連手法より勝っている。

実験では、全くの初心者でも 100 文字程度の入力でシステムに慣れ、平均で 17.2[CPM]で文字を入力できた。90 分練習した後の入力速度は、平均で 36.3[CPM]となった。また、熟練すれば 60[CPM]以上での入力が可能である。ただし、濁音や半濁音の選択時にタップミスが多く見られたので、ジェスチャ

<sup>2</sup> OS: Android Wear, 画面サイズ: 1.4 インチ, 画素数: 320 × 290. 製品レビュー: <https://mobareco.jp/a87441/>

一の見直しやガイドの変更等を行い、使いやすさを向上する。  
謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP16K00286 の助成を受けています。

### 参考文献

- [1] セイコー総合カタログ <https://www.seiko-watch.co.jp/catalog/> (2017.5.16 確認)
- [2] CASIO ウォッチ総合カタログ <https://casio.jp/wat/catalogue/> (2017.5.16 確認)
- [3] CITIZEN 総合カタログ(2017年) <http://citizen.jp/product/index.html> (2017.5.16 確認)
- [4] FlickKey Mini, [http://www.flickkey.com/FlickKey\\_Mini.html](http://www.flickkey.com/FlickKey_Mini.html). (2017.1.16 確認)
- [5] Flit Keyboard, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.locnet.flitkeyboard&hl=ja> (2017.2.12 確認)
- [6] S. Oney, C. Harrison, A. Ogan, and J. Wiese : ZoomBoard : A Diminutive QWERTY Soft Keyboard Using Iterative Zooming for Ultra-Small Devices, ACM CHI '13. , pp. 2799-2802 (2013).
- [7] L.A. Leiva, A. Sahami, A. Catala, N. Henza, and A. Schmodt : Text Entry on Tiny QWERTY Soft Keyboards, CHI '15 Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 669-678 (2015).
- [8] 石井晃, 箱田博之, 志築文太郎, 田中二郎 : Flicky: 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, 研究報告 HCI, 2015-HCI-164(6), pp.1-8 (2015)
- [9] 原清貴, 梅澤猛, 大澤範高: 腕時計型端末におけるズーム・スクロールを用いたタッチ入力, インタラクシオン 2014 論文集, pp. 317-320 (2014)
- [10] 5-TILES keyboard, <http://fivetiles.com> (2017.2.12 確認)
- [11] 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 13-2 (2017)
- [12] Gboard, <https://blog.google/products/search/gboard-search-gifs-emojis-keyboard/> (2017.2.12 確認)
- [13] TouchOne Keyboard, <http://www.touchone.net> (2017.1.14 確認).
- [14] F. Li, R. Guy, K. Yatani, and K. Truong : The 1line keyboard: a QWERTY layout in a single line. UIST, page 461-470. ACM, (2011)
- [15] 齋藤航平, 奥寛雅: “HARI キーボード: 超小型タッチパネル端末向け日本語入力キーボード”, 情報処理学会 インタラクシオン 2016 pp.701-703 (2016)
- [16] Google 手書き入力, <https://www.google.com/intl/ja/inputtools/services/features/handwriting.html> (2017.2.12 確認)
- [17] The Analog Keyboard Project, <https://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/projects/analogkeyboard> (2017.2.12 確認)
- [18] J.O. Wobbrock, B.A. Myers, J.A. Kembel : EdgeWrite: A Stylus-Based Text Entry Method Designed for High Accuracy and Stability of Motion, ACM UIST '03, pp. 61-70 (2003).

- [19] 松村駿, 木下雄一郎, 郷健太郎: 日本語 EdgeWrite のスマートウォッチへの実装と評価, 第 20 回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, p.9 (2015)
- [20] 植野圭一, 郷健太郎, 木下雄一郎: 小型円形タッチスクリーンを対象とした縁なぞり操作による文字入力手法, 情報処理学会 インタラクシオン 2016, pp.473-477 (2016)
- [21] 尾崎尚人, 田中敏光, 佐川雄二: 画面の縁を使うスマートウォッチ向けの文字入力方法, モバイル'17 研究論文集, pp.75-78 (2017)
- [22] 『現代日本語書き言葉均衡コーパス』語彙表短単位語彙表データ, [http://pj.ninjal.ac.jp/corpus\\_center/bccwj/freq-list.html](http://pj.ninjal.ac.jp/corpus_center/bccwj/freq-list.html) (2017.1.16 確認)
- [23] R. W. Soukoreff, and I. S. MacKenzie.; Metrics for text entry research: An evaluation of MSD and KSPC, and a new unified error metric, in Proceedings of ACM. CHI'03, pp.113-120 (2003)

### 著者紹介



秋田 光平 (学生会員)

2017 年 3 月名城大学理工学部情報工学科卒業。現在, 名城大学理工学部情報工学専攻に所属。タブレットやスマートフォンの文字入力手法の研究に従事。



安藤 佑真 (非会員)

2017 年 3 月名城大学理工学部情報工学科卒業。



田中 敏光 (正会員)

1984 名古屋大学大学院情報工学専攻博士(前期)修了。工学博士。1984 NTT 入社。1994 名古屋大学大型計算機センター助教授。2000 名城大学理工学部情報科学科(現情報工学科)教授。現在に至る。CG の研究・教育に従事。情報処理学会。



佐川 雄二 (非会員)

1987 名古屋大学大学院情報工学専攻前期課程修了。1992 名古屋大学大学院情報工学専攻後期課程単位取得退学。工学博士。1992 名古屋大学助手, 同講師を経て, 2000 名城大学理工学部講師, 2008 同教授。現在に至る。自然言語処理の研究・教育に従事。電気学会。