# スライドインによるスマートウォッチ向けの文字入力手法

秋田光平<sup>†1</sup> 田中敏光<sup>†1</sup> 佐川雄二<sup>†1</sup>

**概要**: スマートウォッチに適した専有面積が小さい文字入力手法を開発した. この手法では平仮名の 50 音表に基づき, 行と段を順に指定することで1 文字を入力する. このために, 画面の左辺・上辺・右辺をそれぞれ 2 分割し, 各区画 に 2 つの行を割り当てる. そして, 区画を横切るようにスライドイン(画面の外にタッチし, そのまま画面内に指を 滑らせる動作)を行う. この方法だと幅 2mm の領域で指先の通過を検出できる. 指先が通過した瞬間に画面が 2 分割 され, それぞれにスライドインした区画に割り当てられている行の名前が 1 つずつ表示される. そのまま指を選択し たい側に移動し, 背景が緑色に変わってから指を離せば, その行が選択できる. すると, 選んだ行に属する平仮名 5 文字が画面に大きく表示されるので, いずれかをタップすることで, 1 文字の入力が完了する. 濁音/半濁音/拗音 には, 平仮名が表示された状態でボタン操作により切り替える. 画面の表示に従うことで, 初心者でも容易に文字を 入力することできる. 実験では, 最初の 25 文字を 20.6[CPM: Character Per Minute]で入力できた. 熟練者は 67.7[CPM」 で入力することができた. また, システムの画面専有率は 1.6 インチ正方形画面で 26.4%である.

# 1. はじめに

スマートフォンでの文字入力にはフリックキーボードや Qwerty キーボードを使うことが一般的である.これらの手 法では画面に 20 個以上のキーを配置し,キーをタップした り,フリックしたりすることで文字を入力する.このため, 画面が小さいスマートウォッチでこれらの手法を使うと, ファットフィンガー問題[1] (キーが小さくなりすぎて,指 に隠れて正しくタップできない問題)が発生する.また, キーボードが画面の多くを専有するため,入力した文字が 表示しきれず,使い勝手が悪くなる.

ジェスチャーを使うと画面専有率を低くできるが,ジェ スチャーが複雑だと覚えるまでに時間がかかる.スマート ウォッチはもっぱら短い文の入力に使われるので,利用時 間も短くなる.このため,操作に慣れるまでの時間が短い ことも求められる.

音声認識で文字入力することは可能だが、内容を周囲の 人に知られてしまう、周囲がうるさいと認識率が低下する、 声を出せない(消音が求められる)環境では使えない、な どの問題がある.

## 2. 関連研究

キーが小さくなるとタッチミスが増える. このため,キ ーボードの専有面積を減らすには,キーの数を減らす必要 がある. FlickKey Mini Keyboard[2]や Flit Keyboard[3]では, 1 個のキーに 9 文字を割り当てることで,キーの数を減ら している. ただし,8 方向のフリックで1文字を選択する ことになるため,一般的なフリック方式より正確な指の動 きが求められる.

ZoomBoard[4]は QWERTY 配列のキーボードを使うが, タップ操作で段階的に拡大することで,文字選択時に表示 するキーの数を減らしている.類似した手法に,指が触れ た周囲をポップアップで拡大表示して,指の移動[5]やフリ ック[6]で文字を選択する方法がある.指先の移動量に応じ て拡大率を変える手法[7]も検討されている.

縮小表示された QWERTY キーボードの上でキーを結ぶ ジェスチャーを行い,その指の動きから単語を推定する方 法[8]もある.この手法は英語を対象としており,辞書を用 いて指の動きから英単語を推定する.このため,指の位置 が正確でなくても,ジェスチャーが区別できれば単語を入 力できる.ただし,この手法を日本語に対応させるには, 専用の日本語辞書を作る必要がある.

Shuttle Board[9]では、行を指定する 10 個のキーと段を指 定する 5 個のキーを画面に表示し、タップした位置と離し た位置の組み合わせで平仮名 1 文字を入力する. 複数のひ らがなを連続して入力することも可能である. ただし、15 個のキーを同時に画面に表示する必要があるので、各キー が小さくなり、入力エラー率が 10%を超えている.

上記のいずれの方法でも、キーボードが画面の半分以上 を専有する.スマートウォッチの小さな画面では、そもそ も表示できる文字数は少ないのだが、それが半分以下に減 ってしまう.

TouchOne Keyboard[10]は画面の周囲に配置した 8 つのキ ーを使う 1 ラインキーボード[11]である. 同様の手法に Minimum Keyboard[12]がある. これらの手法では, 1 つの キーに 3 個または 4 個のアルファベットを割り当てること でキーの数を減らしている. このため, 1 つのキーを押し ただけでは文字が定まらない. そこで,キーを連続して押 し,そのパターンから,辞書を用いて英単語を推定する. この手法は英語専用であり,ローマ字の辞書は用意されて いない. 辞書に載っていない語は,タッチ&ムーブで 1 文 字ずつアルファベットを入力していく必要がある.

5-TILES Keyboard[13]も1つのキーに5~6個のアルファ ベットを割り当てるが、この方法では、横に並んだ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文字を指定 する.ただし、画面の横幅を5等分するため、スマートウ オッチではキーの幅が 5mm 程度となり、ファットフィン ガー問題が発生する.

<sup>†1</sup> 名城大学 Meijo University

一方,手書き文字入力ではキーボードは不要となる.ス マートフォンやタブレットでは Google 手書き入力[14]や 7notes[15]が使われている.スマートウォッチ向けにも Analog Keyboard[16]が開発されている.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,文字の終わりの判定が難しい.この問題は 一筆書きに限定することで解決できる.EdgeWrite[17]では 矩形入力領域の辺と対角線を使う一筆書きでアルファベッ トを入力する.この手法をカタカナに適用する研究[18]も 行われている.ただし,文字の数だけ一筆書きのジェスチ ャーを覚えなければならなくなる.

# 3. 研究の目的

本研究では、画面の専有率が低い文字入力手法を開発す る.専有率を下げるには、表示するキーの数を減らし、か つ、それぞれのキーを小さくする必要がある.そこで、本 研究では、スライドインでキーを選択する.スライドイン とは.画面の外側を指でタッチし、そのまま画面内に指先 を滑り入れる動作である.この動作だと、指先が確実に画 面の縁を横切るため、幅2mmの領域で指先の通過を検知で きる.また、行と段をこの順序で指定して平仮名1文字を 入力することで、初期状態で表示するキーの数を減らす.

スマートウォッチはスマートフォンと併用することが多 い.この場合には、スマートウォッチは短い文の入力に使 われると考えられるので、使用時間も短くなる.そこで、 短期に使い方を修得できることを目的とする.このために、 指の動きに合わせて画面表示を更新し、表示に従うだけで 文字が入力できるようにインターフェースをデザインする.

## 4. 提案手法

# 4.1 インターフェース

図 1(a)が提案手法の初期画面である. 画面の縁から 2mm の領域をキーボードとする. TouchOne[10], HARI[19], 安藤 の手法[20]も画面の周囲にキーを配置しているが, 画面内 にタッチするため, 3.5~5mm 程度の幅のキーを使ってい る. 提案手法はスライドインで入力を行うため, 2mm 幅で も十分に入力を検出できる.

左辺・上辺・右辺については、図1(a)のように辺を2分



割して、左下から時計回りに、それぞれの区画に 50 音の行 を 2 つずつ割り当てる.右下の区画には、記号の入力と英 数モードへの切り替え機能を割り当てる.下辺は 3 分割し、 左から順に BS(Backspace)、SP(Space)、ENT(Enter)を割り当 てる.これらのキーはすべてスライドインで入力する.た だし、制御文字を入力してから一定時間(デフォルトでは 3 秒間)は、図 1(b)に示すように下辺のみ 5mm 幅に拡大さ れ、タップによる入力が可能になる.制御キーは連続して 入力されることが多いが、この機能により、2 回目以降の 入力時間を短縮できる.

#### 4.2 平仮名入力

#### 4.2.1 行選択

平仮名は 50 音表の行と段をこの順に指定することで入 力する.まず,入力したい行が書かれている区画からスラ イドインを始める.指先が画面の縁を通過すると,図2の 右上に示すように画面が縦または横に二分割され,通過し た区画に割り当てられている行が1つずつ表示される.そ こで,指先を入力したい側に移動する.図2右下のように 背景が緑に変わってから指を離せば,その行が選択できる.

画面が二分割された段階で入力したい行が表示されて いなければ、スライドインの場所を間違えている.この場 合には、スライドインした区画まで戻って指先を画面外に 出すことで、背景の色にかかわらず初期画面に戻ることが できる.また、背景が緑になった後に反対側の領域に指を 移動すると、移動した側が緑に変わるので、指を間違った 側に動かしても修正すことができる.このように、初心者 が使いやすいように、少ないペナルティで操作誤りを解消 できる仕様となっている.また、画面に大きく行を表示し、 背景の色で選択される側を示すことで、画面が小さくても、 指で文字が隠れても、選択誤りが生じにくくなるように工 夫されている.



図2 さ行の文字を選択する場合の入力中の表示の遷移

### 4.2.2 段選択

行選択が完了すると段選択に移る.図2左下に示すよう に、段選択では画面を3×3の格子に分割し、中段左から時 計回りに"あ段"、"い段"…と割り当てる. 下段左には行 選択をキャンセルして初期画面に戻るボタンを、下段右に は濁音や半濁音, 拗音に切り替えるボタンを割り当てる.

下段中央には, 選択した行の"い段"の文字の後に"ゃ" などの拗音を追加した文字へ表示を切り替えるボタンを割 り当てる.このボタンと下段右のボタンを組み合わせるこ とで、"じゃ"などを1文字分の操作で入力することができ る. ただし, 選択した行に該当する文字が無い場合には, これらのボタンは表示されない.

スマートウォッチの画面に多くの文字を表示するには, 小さなフォントを選ぶ必要がある、この場合、フリック入 力やマルチタップ入力が採用している「清音を入力した後 に濁点や半濁点を追加する方法」では、付け間違いが発生 しやすい.特に"ぱ"と"ば"は判別が難しいので,間違 いが多くなる.提案手法では画面に大きく表示した状態で 濁音や半濁音を選択できるので, 誤入力を減らすことがで きる.

#### 4.3 英数字入力

英数字の入力はモードを切り替えて行う. モードは右辺 下側の区画からのスライドインで切り替える. 英数モード の初期画面を図3に示す.アルファベットを先頭から5文 字ずつ1グループとし、左辺下側の区画から順に時計回り に割り当てている.アルファベットには平仮名の行のよう にグループを代表する文字が無いため、選択できる文字の 範囲を表示している. 例えば, 左辺下側の区画には a から eのグループとfからiのグループが割り当てられるため, 表記は a-j となる. z のグループには,大文字/小文字の切



図6 英字の一覧画面

り替えにつかう CapsLock (初期画面では CL と表記)と, 記号の中で使用頻度高いピリオドとカンマを割り当てる.

平仮名と同じく,英数字もスライドインでグループを選 択する.図4に示すように、指が画面の縁を通過すると入 力できる文字がすべて表示される.この中に入力したい文 字が無ければ、そのまま指先をスライドインした区画まで 戻して画面の外に出し,初期画面に戻る.

グループを選択すると、グループに属する文字が大きく 表示される. 平仮名と同様に, 中段左側の区画から時計回 りにアルファベット順に文字が割り当てられている. 右下 の区画には大文字/小文字を切り替えるボタンが割り当て られており、これを押す度に、各キーの表示が切り替わる. キーをタップすると、表示された文字が入力できる.zの グループの CapsLock とは異なり、大文字/小文字の切り 替えは1文字の入力だけに適用される.

アルファベットのグループは平仮名の行のようによく 知られたものではないため、選択誤りが増えることが予想 される. そこで、下辺中央の区画に全てのアルファベット を表示するボタンを割り当てている.このボタンをタップ することで、図6に示す画面となる.使用者はこの中から 入力したい文字が表示されているボタンをタップすること で,正しいグループを選択できる.

アルファベットは初期画面の3区画に割り当てるだけで 足りるため,残りの2区画では数字と絵文字を割り当てる. 数字は0から4までのグループと5から9までのグループ に分けて入力する.グループ選択後の右下の区画には、0 から4のグループと5から9のグループをトグル動作で切 り替えるボタンを割り当てる.

#### 4.4 記号入力

初期画面の右辺下側の 区画から記号を選択する と、図7に示す画面に移 る. 記号も5文字ずつグ ループに分けるが、グル ープに意味を持たせるこ とは難しい. そこで, 下 段中央と下段右側のボタ ンでグループを前後に移



図7 記号入力

動し、表示された文字からタップで選択する方式を採用し ている. 平仮名モードにも英数モードにも, 同じ位置に記 号が配置されているが, 平仮名モードでは全角文字が, 英 数モードでは半角文字が入力できる.

## 5. 初心者の入力速度の評価

スマートウォッチをスマートフォンやタブレットと併 用する使い方では、スマートウォッチで長時間文字を入力 することは稀だと考えられる.このため、習熟した後の速 度よりも簡単に使えることのほうが重要であると考えた.

そこで、本システムを一度も使ったことのない者を対象と して入力実験を行った. 被験者は大学生 5 名で, Android Wear で実装したシステムを ZenWatch2 W1501Q(画面サイ ズ:1.63 インチ, 画素数:320×320)の上で実行し, 初期 段階での入力速度と誤入力率を調べた. 比較のために, 熟 練者1名に対しても同じ実験を行った.

### 5.1 実験方法

実験端末を利き手ではない腕に装着し,椅子に楽に座っ た状態で水平に腕を上げ操作する.どの指を使うかは使用 者に任せる.実験では,平仮名の単語を5つ入力する課題 を3分の休憩を挟んで5回行う.実験前に,被験者に本シ ステムの操作方法や画面の見方,実験方法を5分間で説明 する.この時,できる限り正しく文字を入力するように依 頼した.

各課題では,被験者が画面にタッチした時点で計測を始 める.この時,画面の上部に平仮名で課題の単語が1つ表 示されるので,被験者はシステムを使ってそれを入力する. 入力した文字は,課題の下に下線付きで表示される.文字 の入力を終えたらENTを入力する.これで1単語の入力が 完了し,次の単語が表示される.この操作を5回行うと,1 回の課題が終了する.実験の初めに課題の単語を正しく入 力するように注意はするが,課題の文字と入力した文字が 一致していなくても,ENTの入力は受け付けられる.

使用した単語は国立国語研究所の現代日本語書き言葉 均衡コーパスの頻度リストから選択した.平仮名で4文字, 5文字,6文字の単語のそれぞれについて,数詞・助数詞を 除いた名詞を頻度が高い順に100語取り出し,読みが同じ 単語(例:以上と異常)を1語に統合する.統合後の単語 の頻度は,統合した単語の頻度の合計とする.その後,頻 度が上位の50単語を選ぶ.こうして求めた150語(50語 ×3つの長さ)をランダムな順に並べ直し,先頭から5語 ずつ切り出して,1回の課題とする.このため,各単語は1 度しか出題されない.

#### 5.2 実験結果

単語が表示された瞬間から,ENT が押された直前の文字 を入力した終えた瞬間までの時間を1単語の入力時間とし, それを5単語分合計した時間を1課題の入力時間とする.5 つの単語の文字数の合計を1課題の入力時間(単位は秒)

で割って 60 倍することで,1 分間当たりの入力文字数 (CPM: Character Per Minute)を求めた.5名の被験者の平 均を図 8 に示す.使い始めでも 20.6[CPM]で入力できてい る.平均速度は課題を重ねるごとに上がり,5 回目の課題 は 28.7[CPM]で入力できた.

熟練者の平均速度は 67.7[CPM]だった. 課題間の分散は 2.74 であり,課題によるばらつきは小さい.実験の様子を 撮影した映像から初心者と熟練者の動作を比較したところ, いつくかの違いが認められた.例えば行選択では,初心者 は画面の表示で区画の位置を確認してから指を動かし,背





図9 誤入力率

景が緑になったことを確認してから指を止め、画面から離 していた.熟練者は単語が表示されるとすぐに指を動かし 始め、スライドインを開始していた.そして、背景が緑に なったことを確認する前に指を離しており、フリック動作 に近くなっていた.

初心者の誤入力率の変化を図9示す. 誤入力率は, 誤っ て入力したが修正された文字の数(Backspace の回数で計 測)と修正されなかった文字の数(入力が確定した時点で 課題単語と異なっていた文字数)の合計を5つの課題単語 の文字数で割った値(Total Error Rate)で評価している. 操作に慣れていない1回目と2回目では, 誤入力率は10% を超えているが, その後は10%を割り, 5回目の課題では 4.7%まで減少している.

初回の誤入力率よりも2回目の誤入力率の方が高く,また,標準偏差も大きくなっているが,この原因は被験者によって操作の慣れ方に違いがあるためだと考えられる.慣れる途中では,指が速く動くようになったが文字の配置は覚えていないケースと,文字の配置は覚えたが指の動きは遅いままのケースが考えられる.どちらも入力速度は向上するが,前者では入力誤りが増える.このために2回目の課題では,平均誤入力率が増え,標準偏差も大きくなったと考えられる.

5回の課題の入力文字数の合計は約125文字で,入力時間は平均で約320秒である.この時点で28.7[CPM], 誤入力率4.7%となっているので,短い時間で操作に慣れることができたといえる.この結果は,提案手法の理解が容易であることを示している.

また,システムを初めて使う大学生1名を被験者として,



毎日1回10単語ずつ入力する実験を30日間にわたって行った.課題の単語は初心者の入力速度を計測する実験と同じ方法で選んでいる.ただし,4,5,6文字の単語を 頻度上位から各150語使っているので,ひとつの単語は一度しか入力されない.実験は被験者の都合が付く時間に行っている.この実験は,スマートウォッチでメールの返信等の短い入力を日々行う場面を想定している.入力速度の変化を図10に示す.1日1分程度の短い利用時間でも速度は向上し,最終日には50[CPM]を超えている.日々の入力速度は変動しているが,近似曲線は最終日においても上昇傾向にあるので,さらに速くなる可能性がある.30日間の入力時間の合計は39分28秒なので,習熟に要する時間も短いといえる.

### 6. 関連手法との比較

## 6.1 画面の空き領域の比較

提案手法と Android Wear 向けに公開されている手法と で文字表示に使える面積を比較した.比較対象は,Google が提供している Google 日本語入力,画面の専有率が低い手 法の代表である 5-TILES,提案手法と同じく画面の縁を使 って入力をする TouchOne Keyboard である.これらの手法 をスマートウォッチ ZenWatch2 に表示してスクリーンショ ットを撮り,文字の表示が可能な領域(これを空き領域と 呼称する)の面積を算出した.図 11 では,それぞれの手法 の空き領域を水色で示している.また,手法名の横に記載 されている括弧の中の数字は,画面に対する空き領域の割 合を示している.提案手法の空き領域面積は画面の 73.6% と最も高い値となっている.

5-TILES も提案手法と同様に画面専有率が低いが,この 手法では画面上に5つのキーを一列に並べて表示する必要 があるため、1つのキーの大きさが約5mmとなってしまう. Google 日本語入力もキーの大きさが約5mmしかない.松 浦の論文[21]にはキーを7mm角以上にすることが望ましい と書かれているが、この半分の面積しかないため、タッチ ミスが頻発する. Google 日本語入力の空き領域は画面の



(70.0%) TouchOne (39.2%)図 11 画面の空き領域の比較

9.8%に過ぎず, ZenWatch2 では8文字しか表示できない.

TouchOne Keyboard は提案手法と同じく画面の縁を使っ て文字を入力するが、タップで文字を選択するため、画面 の縁から 3mm の領域を必要とする.また、モード切り替 えボタンを画面の下部に配置しているため、空き領域が少 なくなっている.

### 6.2 関連手法との入力速度の比較

提案手法は速度を訴求するものではないが,目安として, 空き領域が同等である 5-TILES と入力速度を比較した.こ の実験では熟練後の入力速度を計測する.このため,被験 者には十分な日数をかけて各手法を練習してもらい,全て の手法に慣れたと確信した後に実験を始める.また,同一 課題で比較するために,各計測実験では,「ん」を除く平仮 名清音 45 文字をそれぞれ1回ずつ入力する.

計測は次の手順で行う.始めに,操作方法を確認する目 的で,平仮名 45 文字を入力する課題を2回行う.その後, 入力時間を計測する.画面にランダムな順序で1文字ずつ 平仮名が表示されるので,その文字を入力する.順序をラ ンダムにするのは,次の文字を予測して表示前に動作を始 めることを防ぐためである.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,正しい文字を入れ直す.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.

同一日にそれぞれの手法の入力時間を1回ずつ計測する. 休息と前の手法の影響を避けるために,各計測実験の間を 1時間以上開ける.この計測実験を延べ5日間行う.入力 手法の順番は実験日ごとにランダムに変える.

表1に被験者ごとの5日分の入力速度の平均と標準偏差

を示す.提案手法の入力速度は3名の被験者の平均で, 38.1[CPM]となった.被験者1は5章の実験で67.7[CPM] を出した熟練者だが,この実験では46.1[CPM]となってい る.この原因として次のことが考えられる.5章の実験で は単語を入力するため,1単語分の文字(平均4文字)を 連続して入力することができる.一方,この実験では文字 単位のため,1文字の入力が終わってから次の文字を認識 するまでの間は指が止まることになる.この違いが3割程 度の速度低下に繋がったと考えられる.

	提案手法		5-TILES	
	平均 速度	標準 偏差	平均 速度	標準 偏差
被験者1	46.1	1.55	26.9	0.98
被験者 2	32.7	2.60	25.1	3.74
被験者3	35.3	5.26	21.3	8.71
3名の平均	38.1		24.4	

表 1 各手法の被験者別の入力速度[CPM]

表 2 各手法の被験者別の誤入力率[TER]

	提案手法		5-TILES			
	平均 誤入力率	標準 偏差	平均 誤入力率	標準 偏差		
被験者1	0.4%	0.9%	3.1%	2.3%		
被験者 2	2.7%	3.3%	6.1%	3.9%		
被験者3	3.6%	3.0%	8.7%	1.2%		
3名の平均	2.2%		6.0%			

表1の結果に対してt検定を行ったところ,3人の被験 者全員で提案手法が有意に速いという結果が得られた. 5-TILES は英字キーボードなのでローマ字入力となるため, ひらがな45文字のためにアルファベット85文字を入力す る必要がある.これが速度差の原因の1つである.また, 表2に示すように,5-TILESでは誤入力率が提案手法の約 2.7倍となっている.5-TILESのキーは小さいため,タッ チミスが生じやすい.また,指先をどれかのキーの位置ま で移動してから離すことで文字を指定するが,キーが指先 に隠れてしまうので,離す位置を間違えやすい.このため, 速度が低くなったものと考えられる.

## 7. まとめ

本研究ではスマートウォッチ向けのスライドインを用 いた文字入力手法を提案した.この手法の特徴は,画面の 専有率が低く,初心者でも容易に使える点にある.評価実 験では,使い始めから 20.6[CPM]の速度で入力ができた. また,約5分20秒の使用で28.7[CPM]で入力できるように なることが示された.この時の誤入力率は5%程度なので, 初心者でも使いやすいシステムと言える.また,1日10単 語を30日間入力した実験では,総使用時間40分足らずで 50[CPM]を超える速度で入力できるようになったので,な れることも速いと考えられる.

提案手法は、1.63 インチの正方形画面なら 73.6%を文字 の表示に使うことができるので、既存の手法と比べてシス テムが画面を専有する面積が狭い. これは、スライドイン で行を指定する方式のため、初期画面におけるタッチ検出 領域を狭くできたためである.

(本研究は JSPS 科研費 16K00286 の助成を受けています.)

## 8. 参考文献

- K. Siek, Y. Rogers, K. Connelly: Fat finger worries: How older and younger users physically interact with PDAs, IFIP Conference on Human-Computer Interaction, pp.267-280 (2005).
- [2] FlickKey Mini, http://www.flickkey.com/FlickKey\_Mini.html. (参 照 2017-12-11)
- [3] Flit Keyboard, https://sites.google.com/site/flitkeyboard/home (参照 2017-12-11)
- [4] 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).
- [5] L.A. Leiva, A. Sahami, A. Catala, N. Henza, and A. Schmodt : Text Entry on Tiny QWERTY Soft Keyboards, Proceedings of CHI'15, pp. 669-678 (2015).
- [6] 石井晃, 箱田博之, 志築文太郎, 田中二郎: Flickey: 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)
- [7] 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,インタラクション 2014 論文 集, pp. 317-320 (2014)
- [8] Gboad, https://blog.google/products/search/gboard -search-gifs-emojis-keyboard/ (2017.2.12 確認)
- [9] 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)
- [10] TouchOneKeyboard, http://www.touchone.net. (参照 2017-12-11)
- [11] Li, R. Guy, K. Yatani, and K. Truong: The 1line keyboard: a QWERTY layout in a single line. UIST, page 461-470. ACM, (2011)
- [12] Minimum Keyboard, http://minuum.com/minuum-on -smartwatch. (参照 2017-12-11)
- [13] 5-TILES, http://fivetiles.com (参照 2017-12-11)
- [14] Google 手書き入力, https://www.google.com/intl/ja/inputtools/ services/features/handwriting.html, (参照 2017-12-11)
- [15] 7notes, http://product.metamoji.com/7notes\_top/, (参照 2017-12-11)
- [16] The Analog Keyboard Project, https://www.microsoft.com/ en-us/download/details.aspx?id=52029, (参照 2017-12-11)
- [17] 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).
- [18] 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)
- [19] 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 ション 2016 pp.701-703 (2016)
- [20] 安藤佑真,田中敏光,佐川雄二:小型円形タッチデバイス向けの文字入力手法,平成28年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会論文集,D-1-5 (2017.3.3)
- [21] 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, IE2006-217, pp.61-66 (2007)