

## 3 個のタッチパネルまたは視線移動を用いた文字入力方法の提案 Proposal for Input Method using Three Touch Panels or Eye Movement

五百蔵 重典<sup>†</sup>  
Shigenori Iroji

### 1. はじめに

コンピュータを使用して、文章またはプログラムを記述したり、コマンドを入力したり、文字を入力する機会は多い。PC では物理的なキーボード、スマートフォンではソフトウェアキーボードを用いて文字入力が可能である。しかし、スマートウォッチなどのようにソフトウェアキーボードを表示する領域を確保できない場面や、混雑している電車内などのように限られた姿勢のときには、文字入力が難しい。そこで、本研究では、省スペースな文字入力方法を提案する。この提案方法は、モールス信号を入力するための 2 枚パドルから着想を得ており、具体的には、2 個のパドルの同時押しを模した 3 個目のボタンを用意し、3 個のタッチパネルを一定の規則に従い、撫でることで文字を入力する方法を提案する。さらにこの 3 個のタッチパネルを撫でる方式を、3 個の領域に視線を移動する方式に拡張する、視線移動での入力方法も提案する。本論文では、これら 2 方式の入力方法および仕組みについて述べる[1]。

### 2. モールス信号とエレクトリックキーヤー

モールス信号は、短点および長点の組み合わせで符号を形成する。短点の長さを基準として、短点と長点の間の無音の長さは短点の長さと同じであり、長点の長さは短点の 3 倍になっている。

モールス信号は 1 個のボタン押し長さで、短点および長点を入力し分けることで入力可能である。しかし現在は、2 個のパドル (図 1 左) とエレクトリックキーヤーと呼ばれる発音機器を使って、入力されることが多い。エレクトリックキーヤーと呼ばれる入力機器では、左側のパドルを押すことにより短点が入力される。左側のパドルを押し続けることで、押し続けている間、短点が連続で入力される。右側のパドルでは長点が入力でき、短点と同様に連続入力も可能である。短点と長点を交互に入力するには、両方のパドルをつまむ (スクイーズする)。すると、僅かながら早く押された方の音を先に入力し、その後、短点と長点が交互に入力される。仮名の「口」を入力するときの操作を図 2 に示す。カナの「口」は短点と長点の 2 回の繰り返しである。そこで、短点のパドルをほんの少し速く倒し、長点のパドルを倒すスクイーズ操作をする。2 回目の短音が出た後、手を放す。スクイーズ操作を解除すると、現在の入力している音の次の音まで入力して、終わる。そのため、長点も入力される (以降、予約入力機能)。

### 3. 3 個のボタンによる入力法の提案

本研究では、短点および長点を入力するボタンに加えて、スクイーズ操作 (同時押し) に対応するボタンを加える (図 1 右)。そして同時押ししたい場合は、左またはボタンから真ん中ボタンへ指を滑らせることによって実現する。

中ボタンを最初に押されることは無く、左ボタンまたは右ボタンを押し、これら 3 個のボタンを撫でて離すことで、入力が行われる。

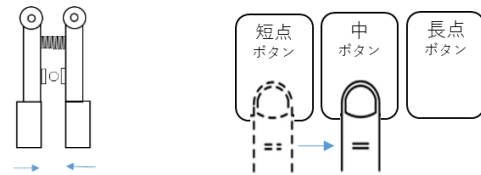


図 1 従来方式(左)と提案方式(右)

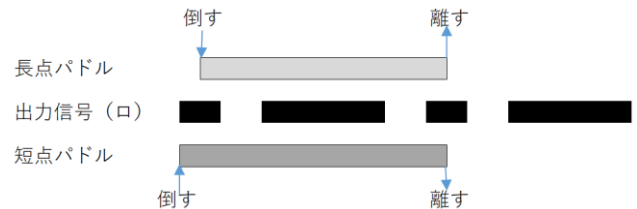


図 2 仮名文字「く」を入力する操作

### 3.1 打鍵数

通常のモールス信号の入力として、短点と長点のボタンが 2 個あり、長押しにより連続入力可能であるとすると、ボタンの押下回数はアルファベット入力で 3.15 回、仮名入力で 3.98 回となる。スクイーズ操作が可能時のボタンの押下回数は、それぞれ 1.81 回、1.98 回となる。本提案手法では、ボタンの押下回数は 1 回である。代わりにボタンを撫でる操作が必要になるが、これは、「他のボタンを触れて、すぐ元に戻る」動作を 1 回と数えると、アルファベット入力の撫でる回数は 0.87 回、仮名入力の平均は 1.11 回となっている。よって素早い入力が見込まれる。

### 4. 視線による入力法の提案

3 章で示した方式は、ボタンを押下した後、一定のルールに従い他のボタンを撫でて離す方式である。ボタンを押下する代わりに、マウスカーソルが重なったときに、ボタンが押されているとみなす方式を提案する。そして、マウス操作は視線で行うものとする。これにより、視線のみでの文字入力が可能になる。

視線によるマウス操作は、手や指を使った操作に比べて遅い。その為、短点の長さがある程度長くする必要はあるが、それに伴い長点が長くなってしまふ。そのため、短点と長点を同じにする方法も検討する。このとき、短点と長点は、音の高さで区別する。

<sup>†</sup> 神奈川工科大学 Kanagawa Institute of Technology

また、スクイーズ操作では、予約入力機能があり、これにより、操作時間を短くしている。視線による操作の場合は、この予約入力機能が操作の直観性を落とす可能性もあるため、予約入力機能を選択可能にする。

## 5. 実験および考察

### 5.1 実験アプリ

実験アプリは指による操作アプリおよび視線による操作アプリそれぞれ作成する(図 3)。どちらのアプリも、スライドバーを設けており、短点の長さを変更できる。短点および長点入力のエコーバックは、音の長さだけでなく、高さも変えており、短点は高目の音、長点は低目の音を割り当てている。具体的には、DTMF 信号の「A」の音および「1」の音を割り当てている。長点を短点と同じ長さにするオプションボタンも備えている。

指による操作の実験アプリでは、Google Pixel 5 (2020 年発売)上に Android のアプリとして作成する(図 3 左)。別の実装形式として、IME としての実装も行っている。

視線による操作の実験アプリは、Windows PC (Windows 10)上に Python を用いて実装した(図 3 右上)。Android 上のアプリでは、ボタンを押すことにより入力していたが、視線による操作アプリではボタンの上にマウスカーソルが重なった(マウスオーバー)状態で、ボタンが押されたことにする。視線の検知は Tobii Eye Tracker 5 を用いる。視線によるマウスカーソルの移動は、見るマウス[2]を利用して実現する。

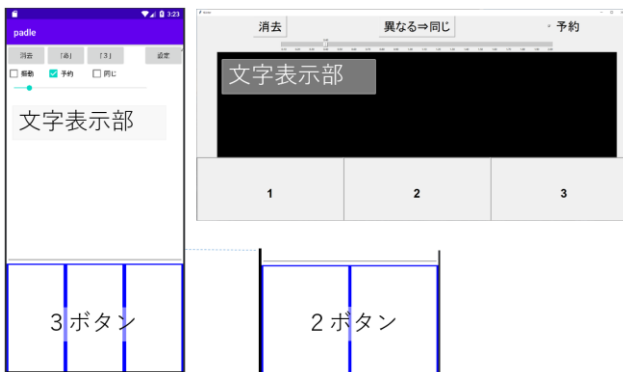


図 3 指による操作アプリ(左)と  
視線による操作アプリ(右上)

### 5.2 指による操作アプリ

#### 5.2.1 長点の長さとの予約入力

短点の長さとの長点の長さを同じにすることは、最初は違和感があるが、それ程抵抗なく請けられることが分かった。長点を短点と同じにすることで、早く打てるかは実験を重ねる必要がある。今回は、従来通り、長点の長さは短点の長さの 3 倍に設定する。

予約入力機能(参考: 2 章)があると、短点と長点の組は、軽くボタンを撫でるだけで良い。予約入力機能が無いと、ボタンを離すタイミングに正確性が求められる。本実験では、慣れによる問題であると判断し、予約入力機能ありのみを扱う。

#### 5.2.2 入力速度

著者が自分の名前を 1 分間連続で打ち続ける実験をしたところ、短点の長さは 80ms 程度に設定し、50 文字/分程度の入力が可能であった。

速く入力するために、短点の長さを 50ms 程度に設定し、入力を行うと、短点ボタンから真ん中ボタンへ移動し切らないうちに 1 回目の短点入力が終わってしまい、短点ボタンの連続押しとみなされてしまうという問題点があった。ボタンの幅を小さくする、または右への移動(ジェスチャー)を検知するなどの改善が求められる。

短点の長さを 50~60ms 程度以下にした場合、最初の音がきちんと出ない場合があるという問題が見られた。音によるエコーバックを頼りに入力するため、音が正確に出ないのは大きな問題である。具体例として「・ー」を入力するときを示す。「短点ボタンを押下した瞬間に真ん中ボタンに指を滑らせ離す」一瞬の動作で入力可能である。しかし、最初の短点の音がきちんと鳴らないため、指を滑らせる動作と離す動作が遅れ、結果的に「・ー」が入力になってしまうことがある。最初の音がきちんと出ない問題の発生原因となりうる要因が 3 点ほど考えられる。1 つ目は、本アプリは音を出す間隔やタッチパネルを撫でる間隔の検知にスレッドを用いているが、スレッドを用いてスピーカーを操作するには処理が重い可能性がある。2 つ目は、2020 年発売のスマートフォンを用いており、処理速度が足りない可能性が考えられる。3 つ目は、別研究の実験[3][4]からの推測である。矩形波のようにエッジの上がった音を正確な時間に出力するのは難しく、出力波形のエッジを滑らかにすることで正確な時間に音を出せることが分かっているため、出力音を変更することを検討している。

#### 5.2.3 振動によるエコーバック

本アプリでは、タッチ操作に応じて短点または長点が鳴る。この操作のエコーバックの代替として振動を用いられるか検討する。振動を用いることで、周りの人に迷惑をかけず、イヤホンなしでの操作が可能ではないかと思ったためである。結論として、振動は音を伴うので、静穏な入力ではできなかった。加えて、振動による操作のエコーバックを得るのも難しく、振動音を基に入力してしまうことが分かった。振動により受信することへの検討は河野ら[8]が行っており、ある程度ゆっくりにする必要があると述べられている。

#### 5.2.4 その他の使用感

画面を見ずに打てるかを検討する。入力間違いは増えるが、入力は可能である。ボタンの区切りが分かるようにする、または真ん中のボタンを大きくするなどの工夫が必要である。

本実験アプリでは、2 ボタンに切り替えられる(図 3 下中央)ようにし、従来のモールス符号入力であるスクイーズ操作も模倣できるようになっている。親指と人差し指を使った操作では、親指の横側でタッチすることになるため、押すのに違和感があるが、人差し指と中指の組み合わせよりは、直観的操作が可能である。人差し指と中指の組み合わせの方は、押しやすいので、慣れた時に早く入力できる可能性がある。

### 5.3 視線による操作アプリ

#### 5.3.1 長点の長さとの予約入力

短点を 400ms に設定し、入力を試みたところ、長点の音が長すぎて、入力速度に間延び感を感じた。そこで、短点と長点は同じ長さにし、音の高さで区別することとした。

予約入力機能(参考: 2 章)の有無で、視線をボタンから外すタイミングが変わる。試行した結果、高速に入力する場合は予約入力機能は無い方が良くと思われる。予約入力は、スクイーズ入力方法であれば軽くつまんで離す、指による操作手法であれば指を一瞬滑らせて離すことで、簡単に入力できる。しかし、視線の場合は、「短点⇒真中⇒ボタン外」と高速に視線を移動する必要がある。特に視線をボタンから外す操作は、高速には行いにくい。予約機能が無いと、視線を離すまでの時間に 2 倍程度の余裕ができるため、入力が容易になる(図 4 予約入力がある場合とな

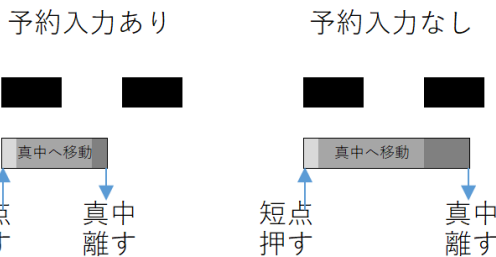


図 4 予約入力がある場合とない場合

い場合(図 4)。

#### 5.3.2 入力速度

短点および長点の長さを 400ms に設定し、著者が自分の名前を 1 分間連続で打ち続ける実験をしたところ、12.9 文字/分程度の入力が可能であった。

#### 5.3.3 エコーバック

入力状況を、音によるエコーバックで確認できるようにしているが、静穏な場所でも使えるように、音以外の方法も模索する。振動では静穏な環境では音が響き渡ってしまい、目的を果たせないことが分かった。

#### 5.3.4 その他の使用感

慣れの問題もあるが、ボタンの何もないところに視線を注視するのは難しい。そこで、本アプリでは、ボタンの中央に数字を書くことで、注視しやすくする工夫を行った。これにより、注視するのは容易になったが、視線を外す操作は少しコツを要する。視線を外すという意識より、これら 3 個のボタンではない特定の場所を決め、注視するようにするのが、良いようである。

### 5.4 入力速度に関する考察

本提案方式での入力方法では、仮名 50 文字/分であった。国内電信級陸上特殊無線技士では、仮名 75 文字/分(3 分間で 225 文字)の送受信能力を求められており、この速度には及んでいない。しかし、これは入力に習熟していないため、この基準はクリア可能であると思われる。ちなみにキーボードによる入力の速さの目安としては、日本語情報処理検定での合格基準がある。10 分間に入力できる文字の目安が示されているが、これを 1 分当たり換算すると、図 5 のとおりである。モールスによる入力は早くは無いため、致命的に遅くもないと思われる。

特段	初段	1 級	準 1 級	2 級
200 文字	150 文字	100 文字	80 文字	60 文字
準 2 級	3 級	4 級	5 級	6 級
45 文字	35 文字	25 文字	10 文字	5 文字

図 5 日本語情報処理検定の基準

視線移動または視線注視による入力方法は、実際に利用している人の個人差が大きいため簡単に比較できない。最速の部類に入るとされる人では、アルファベット 83 文字/分[5]であり、本アプリの入力方法は遠く及んでいない。期待していたほど入力速度は出せなかったが、改良点もたくさんあるため、これらの改善により、向上することを期待する。

## 6. 関連研究

### 6.1 既存のモールス入力方法

Google は Google 日本語入力アプリとして Gboard を開発している[6]。Gboard には、Windows 版だけでなく、Android 版および iOS 版がある。これらスマートフォン向けには、モールス入力のためのキーボード、つまり短点および長点のボタンがある。それぞれのボタンは長押しによる連続入力が可能である。しかし、スクイーズ操作(2 ボタン同時押し)には対応していない。

田中らは重度身障者むけにボタンが 1 個で入力可能なシステムを作成している[6]。文字入力の方法はモールス符号を用いている。入力途中の文字から、単語を予測し選択させることで高速な文字入力を実現している。予測候補の選択を含めて、ボタン 1 個で文字入力が完結するシステムとなっている。

モールス符号を覚えることにより、様々な広がりを見られると思われる研究がいくつかある。

金泉ら[8]は、20 名の健常者を被験者とし、モールス符号入力には、楽しさや面白さがあることを示している。またモールス符号の学習効果についても測定している。

河野ら[8]は盲聾者向けの、文字を受け取る手段として、偏心モータによる振動を触知覚する方法を提案している。符号化法は、モールス符号である。モールス符号の場合は、文字と文字との間隔を長くすることで、認識率が上がることを示している。

### 6.2 ALS 患者向け文字入力方法

ALS 患者などのように運動障害のある人向けに、様々な文字入力方法が提案されている。50 音の表または QWERTY のキーボードの上を、一定の間隔で移動するカーソルを瞬きやスイッチで確定させ入力する方法や、これらの文字の注視を検知し文字入力を確定させていく方法がある。

Ward ら[9]は、Dasher と呼ばれる、入力単語の予測をし、候補を提示し、ユーザーに選択させることで、高速に入力するシステムを開発している。このシステムでは、25 英単語/分(119.8 文字/分)で入力が可能である。

青木ら[11]は注視(マウス、頭部運動)による入力の容易性を調べている。視線の検出精度が高い機器は高額であるため、安価な機器でもできるように、視線を移動する

範囲を広くとるために、入力画面の 12 分の 10 を割り当てている。残りの 12 分の 2(6 分の 1)は、入力した文字を表示する画面である。

伊藤[5]は、ALS 患者が、視線によるキーボード操作で高速に文字入力する様子を撮影している。この動画から文字入力速度を類推すると、83 文字/分(アルファベット)程度の速度で入力していることが観測できる。

## 7. 今後の課題

本提案手法は、Android アプリの IME としても実装中である。この時は、予測変換の機能を付けることで、入力速度を速めることが期待できる。

速く文字入力するためには、ボタンを撫でて移動する時間が、ボトルネックになることが分かった。ボタンの大きさを大きくしすぎず、適度な間隔に配置することが大事である。

従来のモールス符号の入力速度は、プロで 25 単語/分と言われており[6]、英単語の平均文字数は 4.79 文字と言われている。よって 1 分間に 119.8 文字入力可能である。アルファベットの符号は短点の長さで平均 8.23 個分であり、文字間の無音の短点 3 個分を加えると短点 11.23 個分になる。これらの値を用いて計算すると、短点の長さは 44.6ms 以下の短音を正確に入力できるように実装する必要がある。しかし、先に述べたように、本システムではこの速さの入力には対応できていない。5.2.2 項で述べた改善方法を試していく予定である。

視線による入力は、健常者の利用だけでなく、ALS 患者による協力を経て、改良を進めていく必要がある。特に入力開始のトリガーをどうするか、入力エラーにはどう対応するかなど、ユーザーインターフェースの設計には注意を払う必要がある。この際、視線のみでの入力だけでなく、入力開始または入力終了を瞬きで示すなど、視線以外を利用することも検討する。

本提案手法は、従来入力できなかった状況での文字入力として適用可能である。眼鏡のつる、ヘッドセットマイク、車のハンドル、スマートウォッチ、および腕時計のバンドの留め具などに設置できると考えている。実際に設置し、使用感を確認していきたい。

## 8. おわりに

モールス信号入力のスクイーズ操作をボタンで模倣することで、省スペースで文字入力可能な方法を提案した。そして、実験アプリを作成し、仮名文字が 50 文字/分程度で入力可能であることを示した。オリジナルのモールス信号では 75 文字/分程度の入力が求められており、これにはおよんでいないのが現状である。

視線移動による入力方法も提案し、仮名文字が 12.9 文字/分程度で入力可能であることを示した。視線移動の場合は、短音と長音を同じ長さにする、予約入力機能は使わない方が良いと思われることを確認したが、この点は引き続き調査していく予定である。

もう 1 個の目的である省スペースな入力方法としての優位性は高いと思われるため、応用例を模索していきたい。最後に、本提案手法は、特許出願している[1]。

## 参考文献

- [1] 五百蔵重典:情報入力システムおよび情報入力方法. 日本国特許, 特願 2023-070910 (2023)
- [2] Topolo-Z, 見るマウス, <https://www.vector.co.jp/soft/winnt/util/se517161.html> (2023-06-08)
- [3] 岩崎改, 五百蔵重典: スマートフォンのマイクを用いた屋内測位の実現可能性の検討. 電気学会研究会資料. 電気学会, 情報システム研究会 (12-23), 45-50 (2016)
- [4] 岩崎改, 五百蔵重典: スマートフォンの内蔵マイクを用いた屋内測位方式の提案. 情報処理学会, 情報科学技術フォーラム講演論文集 14 (4), 105-110 (2015)
- [5] 伊藤史人, “アジア最速の視線入力！三保さん（広島県）”, <https://www.youtube.com/watch?v=WiNiqjpKWY> (2023-06-08)
- [6] Google 日本語入力. <https://www.google.co.jp/ime/>
- [7] 田中久美子, 伊藤和幸: 重度身障者のための 1 ボタン自然言語入力システムに向けて. 信学技報 104 (235), 43-47 (2004)
- [8] 金泉愛理子, 渡辺隆行: Android 端末におけるモールス符号入力の有効性と楽しさ. 信学技報 113 (481), pp.133-140, (2014)
- [9] 河野孝幸, 内山幹男, 岸本俊夫, 河田正興, 仲本博: 振動による文字情報伝達の有用性に関する研究. 川崎医療福祉学会誌. 19(1), 79-84 (2009)
- [10] D. J. Ward and D. J. C MacKay: Fast hands-free writing by gaze direction. *Nature*, 418, 838 (2002)
- [11] 青木洋貴, 伊藤謙治, HANSEN John Paulin: 日本語文字入力のための注視インタフェースに対する学習容易性評価. 日本人間工学会. 人間工学 41 (2), 65-76 (2005)