

# TTSによる会話支援システムのための感圧センサを用いた手袋型入力デバイスの開発と入力速度の評価

小林 誠<sup>1</sup> 原 直<sup>1</sup> 阿部 匡伸<sup>1</sup>

**概要:** 本稿では、感圧センサを用いた手袋型入力デバイスの開発と入力速度の評価について報告する。このデバイスは構音障害などにより十分な対話が行えない方のための TTS (Text-to-Speech) を用いた会話支援システムにおいて、話したい言葉を入力するために使用する。デバイスの使用者はタッチタイピングを想定した指使いで入力を行い、各指に取り付けた感圧センサが入力を読み取る。感圧センサを使用することで軽いタップでの入力が可能となり、例えば歩きながら太ももの上で入力することができる。評価実験として、デバイスの利用場面を想定し座位・立位・歩行の3パターンで入力速度を評価した。結果として座位、立位においてデバイスを初めて使う人でもキーボードの50%の速度で入力できることが明らかとなった。また、歩行に関して初回は40%程度であったが、入力練習により70%の速度を達成できることが明らかとなった。最後に感圧センサの面が小さいデバイスと大きいデバイスの比較実験を行った。センサ面が大きいと入力しやすいが、デバイスの使用者の意図しない入力が入ることから会話支援システムでの利用においてはセンサ面は小さい方が適していることがわかった。

## 1. はじめに

本稿では、感圧センサを用いた手袋型入力デバイスの開発と入力速度の評価について報告する。このデバイスは構音障害などにより、十分な対話が行えない方のための TTS (Text-to-Speech) を用いた会話支援システムにおいて、話したい言葉を入力するときに使用する。このシステムが目指しているのは、座っているときだけでなく、例えば歩きながらも使用できるような場所・場面を選ばない利用が可能なシステムである。

入力デバイスとして、これまでに様々なデバイスが考案されている。広く一般に普及している入力デバイスとしては QWERTY キーボードがあり、QWERTY キーボードを用いた会話支援システムも開発されている。例えば Pete コミュニケーションエイド 2[1] がある。QWERTY キーボードを用いて話したい言葉を入力し、TTS により音声を出力することで会話の支援を行うシステムである。ただ、QWERTY キーボードは物理的なサイズが大きいため、外に持ち運ぶのは不便である。また、QWERTY キーボードを持ちながら入力するのは困難であるため、歩きながら話をするような場面では使用できない。このように、QWERTY キーボードは利用場面が制限されてしまうとい

う欠点がある。近年はスマートフォンやタブレットが普及しており、タッチパネル上のソフトウェアキーボードを使用して文字入力する方式もある。スマートフォンやタブレットで利用できる会話支援のアプリケーションも開発されており、例えば、Voice4u[2] が挙げられる。また、iPad で使用できるアプリケーションとして、トーキングエイド for iPad[3] があり、このアプリケーションを実際の医療現場に導入することを検討している事例もある [4]。しかし、ソフトウェアキーボードで入力するときは、タッチパネルの方を見ながら入力することになるため、歩きながらの入力は危険である。実際に、歩きながらスマートフォンを使用することにより事故が発生していることが報告されている [5]。また、歩きスマホ時の視線からその危険性を考察している研究もある [6]。日常生活の中で、例えば友達と買い物に行くときを想定すると、歩きながら会話をしたい場面は多々あると考えられる。しかし、QWERTY キーボードおよびタッチパネルを用いた会話支援システムは、歩きながらの会話には適していないことがわかる。

キーボード入力ではなくコマンド入力を行うデバイスも考案されている。例えば、会話支援システムでの使用を目的とした手袋型デバイス [7] がある。このデバイスは各指に取り付けられたボタンを特定のコマンドで押すことにより入力を行う。また、指の動作を認識することで入力を行うデバイスも考案されている。FingerRing[8] は、加速度

<sup>1</sup> 岡山大学 大学院ヘルスシステム統合科学研究科  
Graduate School of Interdisciplinary Science and Engineering in Health Systems

センサを搭載したリングを指にはめ、加速度を測定することで打鍵を認識する。このデバイスも同様にコマンド入力方式である。これらのデバイスは、キーボードと比較して物理的なサイズは小さく持ち運びやすいという利点がある。さらに入力を行う際にデバイスの方を見る必要がないため、歩きながらでも入力可能である。しかし、どの指の組み合わせがどの文字に対応しているというコマンドをすべて覚える必要があり、入力方式の習得コストが高くなると考えられる。

本報告では、入力方式の習得が容易であり、場所・場面を選ばない利用が可能で手袋型入力デバイスを開発した。入力方式としては、デバイスの方を見なくても入力できるようタッチタイピングを想定した指使いで入力できるようにしている。デバイスを見ずに入力することにより、歩きながらの使用も可能である。さらにタッチタイピングできる人にとっては、新たに入力方式を覚える必要がなく、習得が容易になると考えられる。また、デバイスの入力部分には感圧センサを使用しており、歩きながらでも太ももや膝の上でも軽いタップで入力できる。

本報告の構成は以下の通りである。まず、2章では関連研究について述べる。次に3章では開発した手袋型入力デバイスの構成と入力方式について述べる。続いて4章では開発したデバイスを用いた入力速度の評価実験について述べる。そして5章では、歩行時の入力について、入力の習熟度の評価について述べる。6章では、デバイスの改善と比較評価実験について述べる。最後に7章でまとめと今後の課題を述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1 QWERTY キーボード

Greenら[9]の研究では、一般的なQWERTYキーボードをよりコンパクトにしたstick keyboardを開発している。このキーボードは、QWERTYキーボード上で縦に並んでいる複数のアルファベット及び数値を1つのキーに対応させ、全体のキーの数を少なくした細長いキーボードである。stick keyboardはQWERTYキーボードの参考にしたデバイスであるため入力方式の習得コストが低く、初心者でも普段の入力速度の48.2%を達成できていることを示している。

重野ら[10]はタッチタイピングによりデバイスを見ずに入力できるという点に着目し、モバイル環境での利用を想定した身体装着型デバイスを開発している。このデバイスはQWERTYキーボードを半分に分割したものを体に装着する。評価実験として、座位、立位、歩行の3パターンで入力速度を評価し、一般的なQWERTYキーボードを使用したときの速度との比較を行っている。結果として、初心者でも普段の入力速度の53.4%を達成できおり、モバイル環境でも効率的に入力できるデバイスであることを示し

ている。また、他の入力デバイス（携帯電話のパッド[11]や小型キーボード[12]等）と比較し、初心者が入力速度が同等以上となっていることを示している。

これらの研究からQWERTYキーボードを参考にしたデバイスを開発することにより、新たな入力方式を覚える必要がないことから習得コストが低くなるという利点があることがわかる。

### 2.2 手袋型入力デバイス

Slaterら[13]は、VRでの利用を想定した手袋型ウェアラブル入力デバイスChording Gloveを開発している。手袋の各指に取り付けたボタンを机などの上で押すことにより入力を行う。Chording Gloveは、QWERTYキーボードと比較すると物理的なサイズが小さいという利点があるが、コマンド入力であるため、指の組み合わせと文字の対応を覚える必要があるため、入力方式の習得に時間がかかると考えられる。実際に、入力速度の評価をする前に80分の入力練習を行っている。また、入力を行う部分には金属プレートを使用しているが、強く押さなければ入力できないことから使用者の疲労につながっているのではないかと考察がなされている。

中野ら[14]は、対話支援システムのための手袋型入力デバイスを開発している。入力方式は、手袋の各指に取り付けた曲げセンサを用いたコマンド入力である。デバイスを装着し、歩きながらでも入力できるという利点はあるが、このデバイスの問題点として、折り曲げる指の組み合わせによっては、入力が困難になる場合があるという点が挙げられている。

手袋型デバイスはQWERTYキーボードと比較すると物理的なサイズが小さいため持ち運びやすく、装着した状態で歩きながら入力を行うこともできる。しかし、使用者の疲労や入力のしやすさを考慮すると、曲げセンサのような複雑な動作は要求せず、軽いタップで入力できるようなデバイスが望ましいと考えられる。

### 2.3 感圧センサ

感圧センサとは加える圧力によって抵抗値が変化する可変抵抗である。この感圧センサを入力インタフェースに応用している研究としては吉田ら[15]の研究がある。吉田らは、マウスに取り付けた感圧センサを握る力に応じて、6種類の異なる顔文字をチャット画面に表示するシステムを開発している。このシステムはプレゼンテーションに対する反応・評価に活用している。

感圧センサを利用することで、加えた圧力に応じた処理を実装することができる。本報告において開発しているデバイスでは、感圧センサを「押していない」状態から「軽く押している」状態の変化を入力として検知することで、軽いタップでの入力を実現している。

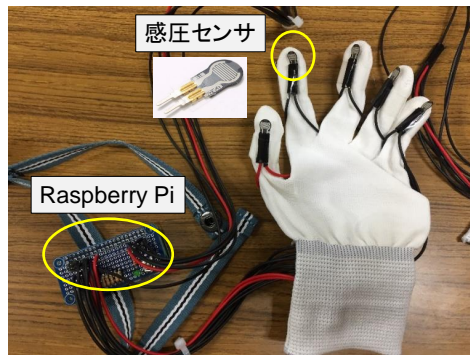


図 1 開発した入力デバイス

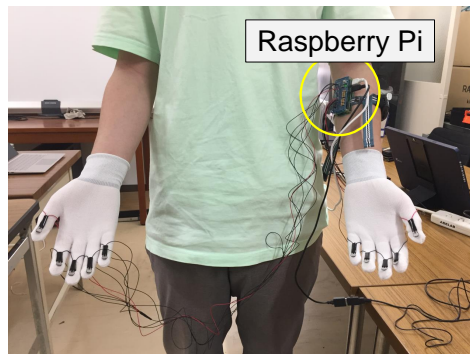


図 2 デバイスを装着した状態

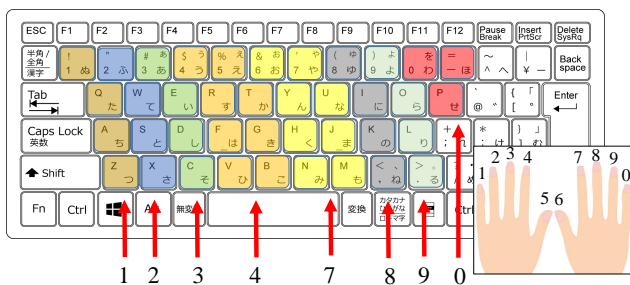


図 3 各指の割り当て

### 3. 開発した入力デバイス

#### 3.1 構成

開発した手袋型入力デバイスを図 1 に示す。各指に取り付けた感圧センサを押すことにより入力を行う。感圧センサに力を加えていき、Raspberry Pi 上の GPIO (General Purpose Input/Output) の値が 0(Low) から 1(High) に変化したときを入力として検知する。感圧センサを使用することで、入力のしやすさ(感度)をデバイスの作製時点で調節することができるため、軽いタップでの入力を実現できる。また、感圧センサは小型・軽量であるため指先に付けていても負担が小さいと考えられる。デバイスを装着している様子を図 2 に示す。

#### 3.2 入力方式

タッチタイピングの指の割り当てを参考にし、1つの指に複数のアルファベット・数字を割り当てている。デバイ

スの使用者はタッチタイピングを想定した指使いでタップ入力を行う。各指の割り当てを図 3 に示す。左手の小指から順に 1 から番号を振っている。親指にあたる 5,6 番について、5 番には入力した文字を 1 文字消去する back space キー、6 番には入力を終了することを知らせる enter キーを割り当てている。1つの指に複数のキーを割り当てているため、入力には曖昧性がある。デバイスからの入力を文章に変換する処理は、渡辺ら [16] が提案しているニューラル機械翻訳を使用する。渡辺らは、十指に装着するウェアラブルデバイスの各指から得られる情報を基にして、文章を推定する方法を提案している。各指に、図 3 と同様に数値を割り当て、0~9 の数値の系列から文章を推定している。

## 4. 評価実験

### 4.1 評価実験の概要

10 名の実験参加者を対象とした評価実験を行った。実験としては、ディスプレイに表示される英文を入力していき、15 文を入力し終わった時点で、入力速度と入力ミス率を評価する。入力速度は 1 分間あたりの入力単語数 WPM (Words Per Minute) で評価する。WPM は式 (1) で計算する。

$$WPM = \frac{15 \text{ 文中の単語の総数}}{15 \text{ 文入力するのにかかった時間}} \quad (1)$$

また、入力ミス率は式 (2) で計算する。

$$\text{入力ミス率} = \frac{\text{入力ミスした単語数}}{\text{入力した単語の総数}} \quad (2)$$

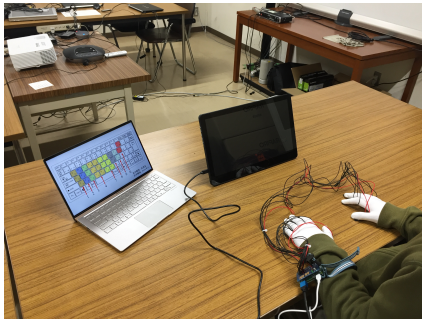
本実験では、開発した入力デバイスに加えて、QWERTY キーボードを使用したときの入力速度も評価する。開発した入力デバイスの入力速度と、QWERTY キーボードの入力速度を比較し、それぞれの実験参加者について普段の入力速度の何%を達成しているのかを検証するためである。QWERTY キーボードは各実験参加者に普段使っているものを持参してもらった。

本実験では事前にタッチタイピングができるかどうかのアンケート調査を行い、タッチタイピングできる・できないの 2 グループに分類して評価した。タッチタイピングが完璧にできる人は、なかなかいないと考えられるため普段ほとんどキーボードを見ずに入力できているという方にはタッチタイピングできると回答してもらった。ただ、タッチタイピングできないと回答した方も普段からキーボード入力は行っている方である。結果としてタッチタイピングできる実験参加者 7 名、タッチタイピングできない実験参加者 3 名となった。

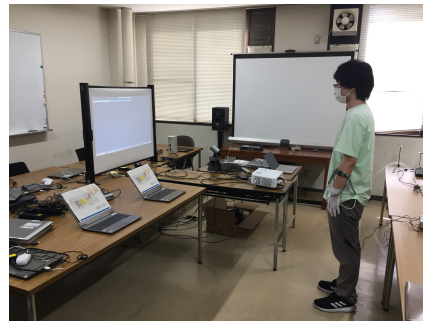
### 4.2 評価実験の構成

評価実験の構成は以下の通りである。

[1] QWERTY キーボードでの評価



座位 (机)



歩行

図 4 評価実験の様子

## [2] 手袋型入力デバイスでの評価

- (a) 座った状態で机の上で入力
- (b) 座った状態で体の上で入力
- (c) 立った状態で体の上で入力
- (d) 歩きながら体の上で入力

デバイスの様々な利用場面を想定し、手袋型入力デバイスを用いた評価は、上記 (a)~(d) の 4 パターンとした。実験を行う順番による影響を避けるために a~d を行う順番は参加者ごとにバラバラにしている。手袋型入力デバイスで評価を行う前は、文の入力練習はしていないが、どれくらいの力で入力ができるのかを事前に確かめてもらっている。そのときに感圧センサの位置の調節も行っている。

評価実験の様子を図 4 に示す。図 4 の左の写真は座位 (机) の実験の様子である。ディスプレイに映した英文を実験参加者に入力してもらい、タッチタイピングの指の割り当て図は実験参加者の前に表示している。入力したときは、音のフィードバックとして「ピッ」という音を鳴らす。座位 (体) と立位についても同じセッティングで実験を行ってもらった。歩行に関しては、小さなディスプレイでは問題文が見にくくなるため、図 4 の右の写真のようにスクリーンに問題文を映し、スクリーンの前を歩きながら入力してもらった。

### 4.3 問題文の作成

実験で使用する英文は日英対訳データである JESC (Japanese-English Subtitle Corpus)[17] から抽出している。このコーパスは映画と TV 番組の字幕データから構成されている。英文によって入力の難易度が変わると考えられるため、難易度のばらつきが少なくなるよう実験で使用する英文を以下のように抽出した。まず、JESC の英文から 600 文抽出し、著者がキーボード入力した。そして、それぞれの文に対する WPM を計算し、WPM の上位 200 文と下位 200 文を除く中間の 200 文から実験で使用する英文をランダムに抽出した。WPM の上位・下位 200 文は、5 章と 6 章で行う実験の入力練習用のデータとして使用する。WPM の上位と下位を使わないことにより、極端に入

```
he already hurts me every night
** ***** ** ** ** **
----next sentence----
create the drugs and industrial molecules we want
***** ** ** ** ** ***** ** ** **
```

図 5 実験中の画面表示

力するのが簡単、もしくは極端に入力するのが難しい文を削除することができていることを想定している。例えば、WPM の上位にある文章としては、「ha ha」があった。実験で使用する英文の例を以下に示す。

- you are not the boss of me
- you promised you wouldn't hit on me
- basically it will be a repetition of trial and error
- oh what did you get

### 4.4 画面表示

英文は 1 文ずつ表示し、文中の全ての単語が正しく入力されると次の英文が表示されるようにした。単語ごとに正解かどうかの判定を行い、正解するまで次の単語に進めないようにしている。手袋型入力デバイスを使用するときは、1 つ単語を入力するごとに enter キー (右手親指) を押しもらい、押された時点で正解判定を行う。本実験においてはデバイスの入力から英単語の推定は行っていない。正解の英単語を図 3 の割り当てに従って数値列に変換したものとデバイスからの入力一致したときに正解として判定している。入力が行われる度にアスタリスク (\*) を 1 つ表示するようにしており、実験参加者はどこまで入力できているのかを確認することができる。実験参加者に示している画面を図 5 に示す。

### 4.5 実験結果

それぞれのグループの平均の入力速度を図 6 に示す。両グループともにキーボードと比較すると入力速度が低くなっていることがわかる。平均の入力ミス率を図 7 に示す。両グループともにキーボードの入力ミス率と比較すると高くなっていることがわかる。

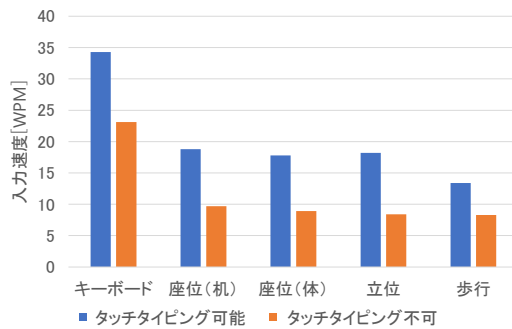


図 6 入力速度

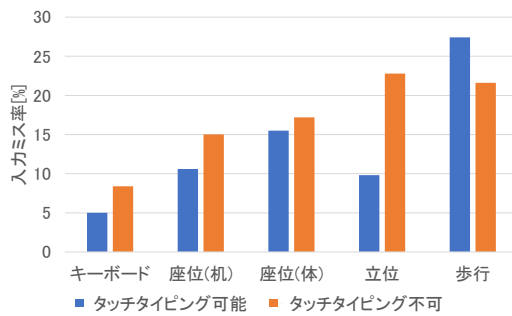


図 7 入力ミス率

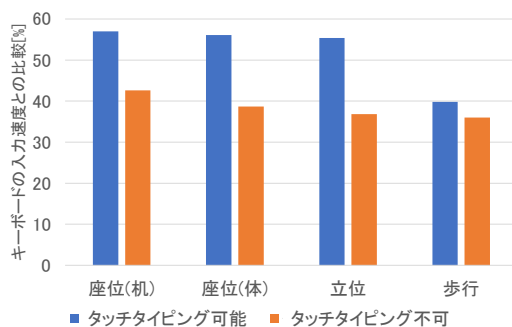


図 8 キーボードの入力速度との比較

## 4.6 考察

### 4.6.1 習得コスト

手袋型デバイス Chording Glove[13] と入力速度を比較する。Chording Glove はおよそ 80 分間の入力練習を行った後の入力速度が 8.9 WPM となっている。図 6 を見てみると、開発したデバイスでは、タッチタイピングできるグループにおいてどの試行でも 8.9 WPM を超えていることがわかる。タッチタイピングを参考にしたデバイスであるため習得コストが低く、初心者でも入力速度が速くなっていることがわかる。

続いて図 8 に、キーボードの入力速度と比較してどれくらいの入力速度を達成できているのかを示す。図 8 から、タッチタイピングできるグループに関しては、座位、立位においてデバイスを初めて使う初心者でもキーボードの入力速度の 50% 以上を達成できていることがわかる。本実験では入力練習無しで評価を行ったが、例えば、McAlindon ら [18] の The Keybowl では QWERTY キーボードの 50% を達成するのに 5 時間掛かっている。このことから、開

発したデバイスの習得コストが低くなっていることがわかる。QWERTY キーボードを参考にしていないデバイスとしては、Green ら [9] の stick keyboard や重野ら [10] の身体装着型 QWERTY キーボードがあり、それぞれ普段の入力速度の 48.2%、53.4% を達成している。今回開発した手袋型入力デバイスも QWERTY キーボードを参考しているため、同程度の数値を達成できていると考えられる。

一方、図 8 から歩行に関しては 40% 程度にとどまっていることがわかる。歩行の入力について座位、立位と異なるのは体を動かしながらの入力であるという点である。動いている面(太もも)の上での入力となり、普段の入力環境とかなり異なることから速く入力できていないと考えられる。

タッチタイピングできないグループはどの試行においても 50% を達成できていない。これは、タッチタイピングができないため指の割り当て図を見ながらゆっくりと入力を行うためであると考えられる。

### 4.6.2 入力のしやすさの比較

実験後のアンケートで机と体どちらの方が入力しやすかったかを回答してもらった。結果としては 10 名中 8 名は体の上の方が入力しやすかったという回答が得られている。体の上の方が入力しやすいと回答した参加者の意見としては以下のようなものが挙げられる。

- 体の方が、筋肉や服が適度に変形することで圧力センサ全体に圧力が加かったから
- 机は硬かったため、なんとなく入力しづらかった気がする

デバイスの入力部分に感圧センサを使用したのは、体のような柔らかい面でも軽いタップで入力できることを期待したからである。アンケートの結果から入力のしやすさに関して期待通りのデバイスになっていると考えられる。

## 5. 歩行時の入力における習熟度の評価実験

4 章の実験では歩行時の入力に関してはキーボードの入力速度の 40% 程度に留まっていた。そこで、歩行時における入力の習熟度を評価する実験を行った。入力練習 → 入力速度評価を繰り返したときにどれくらい入力速度が速くなるのかを評価する。実験参加者は先の実験に参加してもらった 10 名である。実験内容も同様に、スクリーンに表示される英文を入力していき、15 文を入力し終えた時点で、入力速度と入力ミス率を評価する。

### 5.1 実験の構成

実験の構成は以下の通りである。

- [1] 入力練習 (2 分)
- [2] 評価

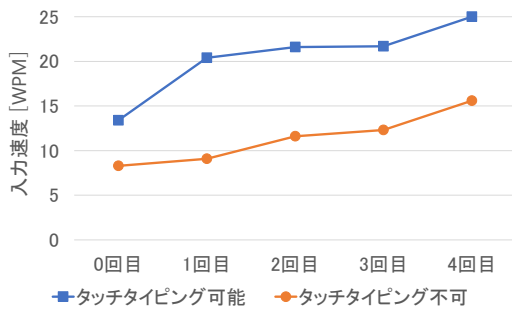


図 9 入力速度

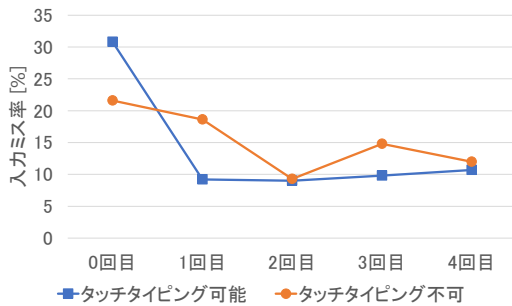


図 10 入力ミス率

### [3] 休憩 (2分)

上記の [1]~[3] を 1セッションとし、4セッション行った。この実験では、評価の前に入力練習をしている。入力練習は、評価のときと同様にスクリーンに問題文を映し、歩きながら入力を行ってもらった。入力練習で使用したデータは、4.3節で入力練習用のデータとして分類した英文である。

## 5.2 実験結果

入力速度、入力ミス率の評価結果を示す。入力練習無しで評価した4章の結果を0回目として載せる。

### 5.2.1 入力速度

それぞれのグループの平均の入力速度を図9に示す。全体的な傾向として、両グループともにセッションを重ねるごとに入力速度が向上している。歩きながらも、練習を重ねることで速く入力できるようになることがわかる。

### 5.2.2 入力ミス率

入力ミス率の評価結果を図10に示す。特徴的なのはタッチタイピングできるグループの入力ミス率が0回目から1回目にかけて急激に減少している点である。4章の実験で実施したアンケートで、普段「i」は人差し指で押す癖があり、誤って押すこともあったという回答があった。入力練習を行うことでそのような癖を修正でき、入力ミスが減少していると考えられる。

### 5.3 考察

キーボードの入力速度の何%の速度で入力できているのかについて図11にタッチタイピングできるグループ、図

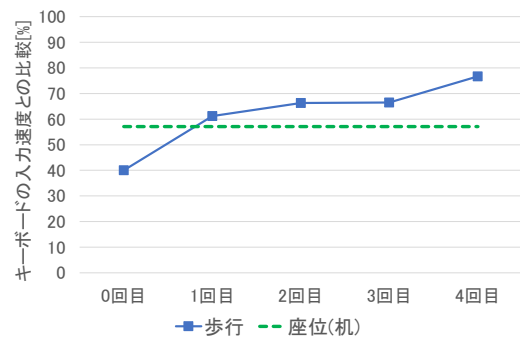


図 11 キーボードの入力速度との比較 (タッチタイピング可能)

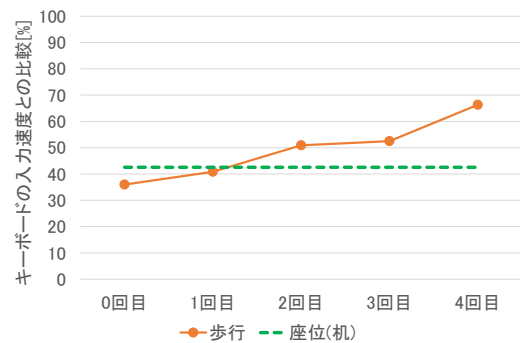


図 12 キーボードの入力速度との比較 (タッチタイピング不可)

12にタッチタイピングできないグループの結果を示す。それぞれのグループについて、4章の座位(机)の評価結果を参考に載せている。まず、タッチタイピングできるグループについて、図11から練習無しで評価した0回目は40%程度であったのが、セッション1回目には座位(机)のラインを超え、最終的には80%弱とキーボードの入力速度にかなり近づいていることがわかる。タッチタイピングできないグループも、図12からセッション2回目には50%を達成しており、最終的には70%弱まで到達していることがわかる。今回タッチタイピングができないグループに属している参加者は普段キーボード入力を行っているが、タッチタイピングには自信がないという方である。キーボード入力にある程度習熟している方であれば、入力速度は伸びていき、キーボードの50%以上の速度を達成できると考えられる。

## 6. デバイスの改善と比較評価実験

### 6.1 入力デバイスの改善

デバイスの改善について、アンケートで感圧センサが小さくて入力しにくいという回答があったため、センサの面を大きくしたデバイスを作製した。現状は面の大きさが半径が5mmの感圧センサを使用しているが、これを13mmに変更した。人差し指と各感圧センサの大きさの比較を図13に示す。先の実験において使用した感圧センサは指の大きさと比較すると小さいことがわかる。入力するときの指の角度によっては、感圧センサが机や体に触れていないことで入力できていないことが考えられる。センサの面が大

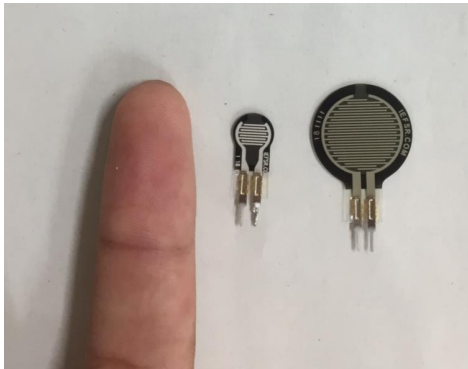


図 13 人差し指 (左) と先の実験で使用した感圧センサ (中央) と新たに開発したデバイスの感圧センサ (右) の大きさの比較

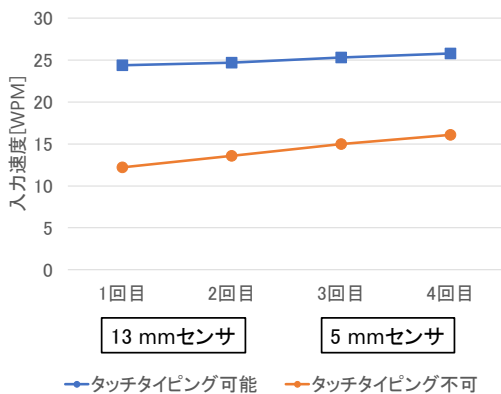


図 14 入力速度

きくなることでそのような現象を防ぐことができると考えられる。

## 6.2 センサの比較評価実験

感圧センサの面が大きいデバイスと小さいデバイスのどちらが使いやすいのかを比較する実験を行った。実験参加者は4章、5章の実験に参加していた10名である。実験としては、まずセンサの面が大きいデバイスを使用して入力速度・入力ミス率の評価を2回行い、続いて面が小さいデバイスで2回評価を行った。評価を行う前には2分間の入力練習を行っている。実験の最後にはアンケートでどちらのデバイスが使いやすいのかを回答してもらった。デバイスの利用場面は様々であるが、開発したデバイスは歩きながらでも入力可能という特徴があるため、実験は歩きながら行なってもらい、入力の感触を比較してもらった。

### 6.2.1 評価結果

入力速度の評価結果を図14、入力ミス率の評価結果を図15に示す。1, 2回目がセンサ面の大きなデバイスを使用したときの結果、3, 4回目がセンサ面の小さなデバイスを使用したときの結果である。まず、図14から、入力速度に関してはほぼ横ばいであることがわかる。また、図15から入力ミス率に関しては、センサ面の小さいデバイスの方が低くなっていることがわかる。

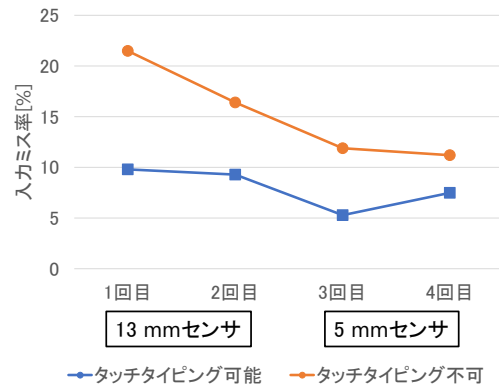


図 15 入力ミス率

### 6.2.2 考察

実験後にアンケートでどちらのデバイスの方が使いやすかったのかを回答してもらった。結果としては、センサ面の大きい方が使いやすかったと回答した方が7名、どちらとも言えないと回答した方が2名、センサ面の小さい方が使いやすかったと回答した方が1名だった。

まず、センサ面の大きい方が使いやすいと回答した方の回答例を以下に示す。

- 小さい方はたまに一発で反応しないことがあった。
- 面が小さいデバイスは時々反応しなくて、入力したつもりで次の文字を入力していることがあった。

センサ面が小さいと、押したつもりでもセンサが体に触れていないことで入力できていない場合があることがわかる。入力のしやすさという観点ではセンサ面が大きいほうが良いと考えられる。

どちらとも言えないと回答した方の回答例を以下に示す。

- 大きい方は小さい方に比べると入力しやすいものの、大きいため間違っって入力してしまうことがあり、この点が少し使いづらいと感じた。

センサ面の大きいデバイスは、入力するつもりがなくても少し指が太ももに触れたときに入力として検知されてしまうという問題点があることがわかる。特に歩きながらの入力は太ももを動かしているため、指を動かしてなくても少し接触してしまうケースもあると考えられる。

センサ面の小さい方が良かったと回答した方の回答を以下に示す。

- 大きい方はセンサーが服に引っかかって不快感を感じるがありました。

センサ面が大きく指からはみ出ることで、服に引っかかり邪魔になる場合があることがわかる。

アンケート結果全体として、まず入力のしやすさに関してはセンサ面の大きい方が良いことがわかる。ただ、図14から、入力速度はほぼ横ばいであり、むしろセンサ面が小さい方が速くなっていることがわかる。これは、センサ面が大きいことで使用者の意図しない入力が勝手に入ってしまい、入力ミスが増えることで最終的な入力速度には大き

な変化が見られないと考えられる。実際に図 15 からセンサ面の大きいデバイスを使用した 1, 2 回目の方がミス率が高くなっていることがわかる。

会話支援システムとしては、デバイスからの入力を渡辺ら [16] の提案するニューラル機械翻訳を用いて文章を推定することを検討している。デバイスの使用者の意図しない入力が入ると文章の推定がうまくいかない可能性が高くなると考えられる。そのため、会話支援システムでの利用を考慮するとセンサ面は小さい方が良く考えられる。

## 7. おわりに

本報告では、TTS による会話支援システムのための感圧センサを用いた手袋型入力デバイスを開発した。デバイスの特徴としては、入力部分に感圧センサを使用しており、太ももや膝の上で軽いタップで入力できる点である。また、タッチタイピングを想定した指使いで入力を行うため、デバイスの方を見る必要がなく、歩きながらでも入力できる。評価実験として、まず QWERTY キーボードと開発したデバイスを用いた入力速度の評価を行った。結果として、座位・立位においてタッチタイピングができる人であれば、デバイスを初めて使う人でもキーボードの入力速度の 50 %以上を達成できていることが明らかとなった。また、歩行に関しては、40 %程度に留まっていたため、追加実験を行った。その結果入力練習を重ねること 70 %の速度を達成できていることが明らかとなった。また、最後にセンサ面の小さいデバイスと大きいデバイスの比較を行った。センサの大きいデバイスは入力しやすいものの、デバイスの使用者の意図しない入力が入ってしまうという問題点があることがわかった。

今後は開発したデバイスを使って会話をを行い、どの程度実際のコミュニケーションに応用できるのかを評価していく。

## 参考文献

- [1] “Pete コミュニケーションエイド 2,” <https://www.ideafront.jp/PeteHP/product/peteca.html>.
- [2] “Voice4u,” <https://voice4uac.com/ja/products/tts/>.
- [3] “ト キ ン グ エ イ ド for iPad,” [http://www.techno-aids.or.jp/assistive/productDetailproduct\\_id=1001](http://www.techno-aids.or.jp/assistive/productDetailproduct_id=1001).
- [4] 龍昌治, “コミュニケーションエイドの試み,” Com= コム: 愛知大学情報メディアセンター紀要, vol.25, no.1, pp.17–26, 2015.
- [5] 東京消防庁, “歩きスマホ等に係る事故に注意,” <https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/lfe/topics/201602/mobile.html>, 2016.
- [6] 小塚一宏, “歩行中・自転車運転中の“ながらスマホ”時の視線計測と危険性の考察,” 電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ Fundamentals Review, vol.10, no.2, pp.129–136, 2016.
- [7] 梅舟柄安, 大倉典子, “発話障害者のための自然対話支援システムの開発 (第 3 報),” 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), vol.2005, no.114 (2005-HI-116), pp.57–63, 2005.
- [8] M. Fukumoto and Y. Tonomura, ““body coupled fingering” wireless wearable keyboard,” Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems, pp.147–154, 1997.
- [9] N. Green, J. Kruger, C. Faldu, and R. St Amant, “A reduced qwerty keyboard for mobile text entry,” CHI’04 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp.1429–1432, 2004.
- [10] 重野孝明, 清川清, 竹村治雄他, “身体装着型 QWERTY キーボードのモバイル環境における入力速度評価,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol.19, no.2, pp.117–120, 2014.
- [11] A. Pavlovych and W. Stuerzlinger, “Model for non-expert text entry speed on 12-button phone keypads,” Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp.351–358, 2004.
- [12] 竹川佳成, 寺田努, 西尾章治郎, “鍵盤奏者のための小型鍵盤を用いた文字入力インタフェースの構築,” 情報処理学会論文誌, vol.50, no.3, pp.1122–1132, 2009.
- [13] R. Rosenberg and M. Slater, “The chording glove: a glove-based text input device,” IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), vol.29, no.2, pp.186–191, 1999.
- [14] 中野高彰, 西本澄, “センサグローブを用いた対話支援装置の開発,” 広島工業大学紀要 研究編, vol.42, pp.179–183, 2008.
- [15] 吉田壱, 吉野孝, 伊藤淳子, 宗森純, “触覚情報を使った顔文字入力を持つチャットシステムの開発と評価,” 情報処理学会研究報告データベースシステム (DBS), vol.2006, no.9 (2006-DBS-138), pp.19–24, 2006.
- [16] 渡辺淳, 原直, 阿部匡伸, “ウェアラブルデバイスによる曖昧な入力からのニューラル機械翻訳を用いた日本語文章推定方式,” 情報処理学会研究報告, vol.2020-HCI-187, no.7, pp.1–7, 2020.
- [17] R. Pryzant, Y. Chung, D. Jurafsky, and D. Britz, “JESC: Japanese-English Subtitle Corpus,” Language Resources and Evaluation Conference (LREC), 2018.
- [18] P.J. McAlindon and K.M. Stanney, “The keybowl: An ergonomically designed document processing device,” Proceedings of the second annual ACM conference on Assistive technologies, pp.86–93, 1996.