

タッチレスなタッチパネル操作デバイスの提案

谷口 善信^{1,a)} 岩村 雅一^{1,b)} 黄瀬 浩一^{1,c)}

概要：省スペース化や操作のしやすさから、タッチパネルを搭載した機器が増加している。視覚障害者にとってタッチパネルは画面からの情報を受け取ることができないため、晴眼者に比べて操作時にかかる負担が大きく、何らかの支援が必要であると考えられる。しかし、視覚障害者に画面情報と画面推移情報を伝え、ボタン位置への誘導を行おうとすると、画面から情報をきちんと読み取り伝えなければならないうえに、時間もかかり、誤タッチをしてしまう可能性もある。そこで本研究では、画面情報と画面推移情報をあらかじめ保持しボタン押下機構を持ったタッチパネル操作デバイスを提案する。



図 1: タッチパネルを搭載した自動券売機

1. はじめに

近年、指やタッチペンによって操作を行うタッチパネルが普及している。既存のキーボード等の入力装置と異なり、入力装置と出力装置が一体となっていることから省スペース化が望める上に、画面に表示された文字やアイコンに直接触れることで操作を行うため、これまでのデバイスに比べて直観的な操作が可能である。これらの利便性からタッチパネルは ATM や、駅や飲食店の券売機、タブレットやスマートフォン、最新の家電などに搭載され、日常生活にはなくてはならないものとなっている (図 1)。しかし、タッチパネルは視覚障害者にとっては不慣れたインターフェースである。タッチパネルから情報を入手するためには、画面に表示されているアイコンや文字を読む必要があり、タッチパネルを操作するためには、それらの情報を入

手したうえでアイコンやボタンの位置を正しく認識している必要がある。しかし、視覚情報を受け取ることのできない視覚障害者からしてみれば、そもそも「表示されている内容がわからない」「ボタンの位置がわからない」といった状態に陥る。

視覚障害者への対応として、テンキー及び音声ガイダンスによる補助が搭載されていることが多い。障害者対応型自動券売機はテンキー及び音声ガイダンスによって操作を行い、切符の購入や IC カードのチャージを行える。同様に ATM にもテンキー及び音声ガイダンスが搭載されており、預金の引き出しなどの操作が可能である。しかし、機種が異なる場合に操作にてこずってしまうという声も上がっている。加えて音声ガイダンスが対応している操作は限定されており、特急券の購入や、新幹線の予約、銀行振込などができない [2]。そのため、視覚障害者が晴眼者と同じタッチパネル機器で同じサービスを受けるためには何らかの補助が必要である。

既存のタッチパネル操作の補助としてマーカーと文字検出を用いた WatVision [1] や山下らの手法 [4] が存在する。しかし、これらの手法では画面情報と画面推移情報が未知であるため画面から情報を読み取り、視覚障害者に伝える必要があるが、それでは画面の文字情報やボタン位置などの伝えるべき情報が多くなり、さらに画面からの情報の読み取りがうまくいかないことによるそれらの情報の損失も考えられる。さらに指で画面を操作するため、指の誘導が必要となり、操作に時間がかかってしまう、誤って画面に触れてしまう恐れがあるなどの問題点があり、これにより視覚障害者に対して新たに負担が生じてしまう恐れがある。

そこで本研究では、視覚障害者のタッチパネル機器操作時の補助を目的に、タッチパネル操作補助デバイスの開発

¹ 大阪府立大学大学院工学研究科

^{a)} taniguchi@m.cs.osakafu-u.ac.jp

^{b)} masa@cs.osakafu-u.ac.jp

^{c)} kise@cs.osakafu-u.ac.jp

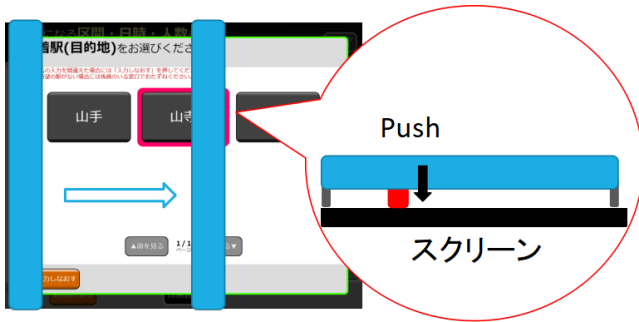


図 2: タッチレス操作デバイスのモデル (券売機画面出典: JR 東日本 指定席券売機ご利用案内 体験版*1)

を行う。視覚障害者が晴眼者と同じタッチパネル機器でストレスなしに使用できるよう、タッチパネル操作補助デバイスを用いてタッチパネルの操作補助を行う。

タッチパネル操作補助デバイスを開発するにあたっての要件として、「操作が単純であること」「操作に時間がかからないこと」「手順が簡単であること」があげられる。これらの要件を満たす新規補助デバイスとして画面に触らずにタッチパネルを操作可能なタッチレスな操作デバイスを提案する(図 2)。タッチレス操作デバイスでは操作デバイスをタッチパネル上でスライドさせることで自動でタッチパネルへの入力を行い、スライドを繰り返すことで、複数の入力を行う。タッチレス操作デバイスには画面情報と画面推移情報をあらかじめ保持させておく。これによりタッチレス操作デバイスは画面情報と画面推移情報が既知となるため、タッチパネル機器操作時に視覚障害者自身に画面の文字情報やボタン位置などの情報を伝える必要がなく、画面からの情報の読み取りの失敗によりそれらの必要な情報を失うことがない。さらに視覚障害者がタッチパネル操作のために行うタッチレス操作デバイスの操作はスライドだけになる。操作が単純であり、一つの操作にかかる時間もタッチパネル上をスライドさせる動作時間のみであるため、タッチパネル機器の操作時間を短縮が可能である。複雑な操作が必要な場合に関してもスライドを繰り返すだけでよいので、すべての手順を記憶しなくてもよい。これによりタッチパネル上の視覚情報を取得することができない視覚障害者でも晴眼者と同じようにタッチパネル機器を操作することができ、また、このデバイスは複雑な手順を含む操作も自動で行うため、晴眼者にとっても有益なデバイスであると考えられる。そこで、本稿では視覚障害者のタッチパネル操作補助デバイスとして、タッチレス操作デバイスについて提案し、検討を行う。

2. 関連研究

本節では関連研究として WatVision と山下らの手法について述べる。

*1 <https://www.jreast.co.jp/mv-guide/demo/>



図 3: WatVision を使用している様子 (出典: <https://steemhunt.com/tag/touch/@calprut/watvision-allow-a-visually-impaired-person-to-interact-w-touchscreen>)

2.1 WatVision

WatVision はスマートフォンと連動して視覚障害者のタッチパネル操作を補助するデバイスである(図 3)。画面の 4 隅に表示されたマーカーを用いてタッチパネル画面の検出を行い、指に装着したリング状のデバイスのマーカーから指の位置を検出する。タッチパネル内のボタンには文字が含まれていると仮定し、スマートフォンのカメラで取得した画像から文字の検出、並びにボタンの検出を行う。WatVision は指の下にある文字を読み上げることで使用者に画面に書かれている内容を伝える。タッチパネルの操作のために指をボタンに誘導する際には、ボタンまでの指の距離に応じてリング状のデバイスが振動し、使用者をボタンに誘導する。WatVision を使用することで、視覚障害者は他人からの補助を必要とせず、様々なタッチパネル機器を一人で操作を行えるようになる。しかし、WatVision は視覚障害者が自身の指でタッチパネルのボタンを探しながら操作しなければならず、誤って画面に触れてしまったり、初めに画面の文字情報を把握する必要があるため、複数の操作手順が必要な場合、操作に時間がかかってしまうといった問題点がある。

2.2 山下らの手法

山下らはステレオカメラを用いることでタッチパネル上の文字検出と画面と指の深度推定を行い、誘導音によって目的のボタンへの誘導を行うシステムを構築した(図 4)。久野らの手法 [3] ではボタンの大きさについての考慮がなく、連続入力に対応していなかったため、山下らはボタンの大きさについての検討と、連続入力への対応を行った。山下らの手法ではボタンはテンキーが想定されており、タッチパネル上のボタンは文字が含まれていることが前提条件とされている。しかし、実際のタッチパネルでは、記号のみが記されたボタンも存在し、文字検出だけではそのよう



(a) タッチパネル操作の様子 (b) ステレオカメラ

図 4: 山下らの手法 [4]

なボタンを検出することができない。さらに、指の誘導が必要なため、時間がかかってしまう、誤って触れてしまうなどの問題点が存在する。

3. タッチレス操作デバイスの提案

本節ではタッチレスなタッチパネル操作デバイスについて検討を行う。

3.1 補助デバイスの必要要件

タッチパネル機器の操作補助デバイスに必要な要件としてまず、「操作が単純であること」があげられる。タッチパネルはボタンをタッチさせるだけで操作が可能である。しかし、フラットなタッチパネルでは操作するためのボタンの位置を手探りで知ることができず、視覚からのボタンの位置に関する情報を受け取れないため、視覚障害者にとってタッチパネル機器の操作は困難である。補助デバイスによってこれを解決する必要があるが、補助デバイスの操作自体が複雑になってしまうと視覚障害者に新たな負担をかけてしまう。したがって、補助デバイスは操作が簡単なものでなければならない。

次に「操作に時間がかからないこと」があげられる。自動券売機は切符の購入や IC カードへのチャージなどで多くの人が利用する。加えて自動券売機は改札口の近くであり、鉄道利用者の多くが集中しているので、自動券売機で長時間操作を行うことは駅構内の混雑につながり、視覚障害者に対するプレッシャーやストレスの原因になりうる。そのため、補助デバイスは操作に時間がかからず、視覚障害者が晴眼者と同じ操作時間で操作を行えるものであることが望ましい。

最後に「手順が簡単であること」が望まれる。ATM や自動券売機にはテンキーがついているため、預金の引き出しや切符の購入、IC カードへのチャージなど、簡単な行動は音声ガンダンスを通して行える。しかし、自動券売機での特急券の購入や新幹線の予約などは日時指定や座席の指定など、画面上での複雑な手順が必要である。視覚障害者がこれらを一人で操作するには複雑な手順と画面の内容を

記憶しておく必要があるため、視覚障害者に対する負担が大きい。そのため、補助デバイスを用いることで、視覚障害者が画面の内容を把握できていなくても簡単な手順を通して目的の操作を行えるのが重要である。

3.2 タッチレス操作デバイス

必要要件を満たす補助デバイスとしてタッチレスな補助デバイスを提案する。既存手法では画面の情報をカメラで認識し音声で読み上げることで視覚障害者に画面情報と画面推移情報を伝えている。そのため汎用的な使用が可能であるが、画面から情報を読み取る必要があり、画面の文字情報やボタン位置などの伝えるべき情報が多くなってしまふ。さらに、文字がないボタンの検出ができず、検出できなかったボタンが出てきた場合、操作に必要なそれらの情報を損失し、意図していた操作ができなくなる恐れがある。それに対してタッチレス操作デバイスではあらかじめ使用用途を限定し、画面情報と画面推移情報をあらかじめ取得しておく。画面情報と画面推移情報が既知となることで画面の状態を把握する必要がなくなるため、伝える情報が少なくなり、視覚障害者に対して負担の軽減が可能となる。さらに画面情報の読み取りの失敗による操作に必要なそれらの情報の損失がなくなり、視覚障害者は意図していた操作に必要な情報を全て受け取ることが可能である。

タッチレス操作デバイスはタッチパネル押下機構が搭載されており、人間の指に代わってタッチパネル上のボタンを押すことが可能である。ボタン位置への誘導はデバイス自体を水平方向にスライドさせることで実現させる。デバイスの移動量から、タッチパネル機器の画面上でのデバイスの位置を把握し、デバイスがボタンの上を通過する際にボタン押下機構を動作させる。ボタン押下機構はデバイス全体に配置されており、デバイスを垂直方向に移動させることなくボタンを押すことを可能である。タッチレス操作デバイスは、視覚障害者がタッチパネル機器を操作したいときにタッチパネル上でスライドさせる。1回のスライドにつきボタンが一つ押下されるので、複数の手順が必要な場合は操作が終了するまでスライドを繰り返すことですべての操作を行う。タッチレス操作デバイスがタッチパネル機器を操作する際、画面情報と画面推移情報を保持しているため、視覚障害者は画面の文字情報やボタン位置、画面の遷移状態を把握する必要がない。そのため、デバイス利用者はタッチパネル上でデバイスをスライドさせるだけでタッチパネル機器を操作することができ、デバイスの操作に関する負担は少ない。さらに、画面上の文字の読み上げやボタンへの誘導も不要であり、一つのボタンを押下するためにかかる時間もスライドさせる動作時間のみである。そのため、タッチパネル機器の操作時間を短縮することができ、より少ない負担でタッチパネル機器を操作することが可能になる。複雑な手順を行う際も、画面の表示内容や

タッチパネル画面の操作手順にかかわらず、デバイスのスライドを繰り返すだけでよい。そのため、画面の表示内容や操作手順について記憶しておく必要がなく、タッチレス操作デバイスの操作手順は簡単であるといえる。

タッチレス操作デバイスを用いることで、視覚障害者は晴眼者と変わらない負担でタッチパネル機器を使用することが可能になると考えられる。

3.3 タッチレス操作デバイスの構成

タッチレス操作デバイスはスマートフォンと Raspberry Pi、ボタン押下をおこなうソレノイド、デバイスの移動量を計算するロータリーエンコーダ、スピーカで構成される。

視覚障害者がタッチレス操作デバイスを操作する際の情報を入力するユーザーインターフェースとして、HTML で構築したウェブインターフェースを用いてスマートフォンからの入力を検討している。スマートフォンには音声読み上げ機能など視覚障害者にとって有益な機能が多く、視覚障害者にとって身近なデバイスである。スマートフォンに表示されたテキストはスクリーンリーダーで読み上げることが可能であるため、テキストとして表示することでユーザーへ画面情報と画面推移情報を伝えることが可能となる。また、ウェブインターフェース上でタッチパネル機器を操作するための情報を取り扱うため、前もって情報の入力が可能であり、入力情報を登録することで、再度同じ操作を行う際の負担を軽減することが可能になる。

タッチパネル機器の画面情報と画面推移情報を保持した CSV ファイルを読み取り、スマートフォンにテキストとして表示する。タッチレス操作デバイスはウェブインターフェースによって入力された情報から、タッチレス操作デバイスの制御情報の生成を行う。

制御情報を受け取った後、CSV ファイルからボタン位置を参照し、ロータリーエンコーダから計算された移動距離をもとにソレノイドを動作させ、タッチパネルに入力を行う。タッチパネル操作デバイスが画面端に移動した場合は、警告音を発する。

これらの制御やウェブインターフェースの構築は Raspberry Pi で行われる。

4. 評価実験予定

本デバイスおよびインターフェースの有用性を検証するために、実際に駅の券売機を用いて本デバイスを用いた場合とそうでない場合において、券売機利用時の操作時間と操作における負担を比較することを想定している。

5. まとめ

今回、視覚障害者がタッチパネル機器を使用する上での現状について確認し、タッチパネル機器操作補助デバイスの必要性について述べた。既存の補助デバイスを使用した

場合の課題とタッチレス操作デバイスについて検討を行った。本手法では画面情報と画面推移情報をあらかじめ保持し、タッチレスな操作デバイスを用いることで、視覚障害者のタッチパネル機器操作時の時間短縮と負担の軽減を想定している。

今後はタッチレス操作デバイスおよびウェブインターフェースに調整を行ったのち、評価実験を行う。現在作成しているウェブインターフェースは取得しているボタン情報を羅列している状態である。そのため、視覚障害者にとって利用しやすい情報の提示方法について調査し、実装する必要がある。

また、券売機にとどまらず、様々な場面での利用を検討を行う。近年、スマートフォンやコンピュータなどの情報通信端末が普及し、日常生活の様々な場面で使用されている。インターネットの発達に伴い、インターネットショッピングやオンライン予約サービスなどの様々なオンラインサービスが提供されている。渡辺の調査 [5] によるとスマートフォンは全盲者の 52.1%、弱視者の 55.6% が利用しており、多くの視覚障害者がこれらのサービスを利用していると予想される。

現在、様々なオンラインサービスが提供されているがそのすべての処理がスマートフォンやコンピュータで完結するものではなく、駅の自動券売機や ATM、コンビニ端末などの物理媒体を必要とする場面が存在する。タッチレス操作デバイスを使用することで、このような場面においても、視覚障害者が入力を行うデバイスをスマートフォンだけに限定される。これにより、視覚障害者が物理媒体に応じて対応するのではなく、システム側からの対応が容易となり、視覚障害者に対する負担を軽減することが期待される。

参考文献

- [1] : WatVision, <https://watvision.github.io/>.
- [2] : 弱視者の鉄道利用レポート 2014 - 券売機・精算機・運賃表, <http://sai-jakumonken.sakura.ne.jp/railway21/kenbai.html>.
- [3] 久野素有, 山下淳, 金子透: ステレオカメラを用いたタッチパネル操作支援システムの構築, 電気学会論文誌 D (産業応用部門誌), Vol. 131, No. 4, pp. 458-465 (2011).
- [4] 山下 淳, 久野素有, 金子 透, 小林祐一, 浅間 一: ステレオカメラを用いた視覚障害者のためのタッチパネル操作支援システム, 精密工学会学術講演会講演論文集, Vol. 2013A, pp. 481-482 (オンライン), DOI: 10.11522/pscjspe.2013A.0.481.0 (2013).
- [5] 渡辺哲也: 視覚障害者の意思疎通支援サービス, 及び ICT 機器利用状況の地域間差の分析, 保健医療科学, Vol. 66, No. 5, pp. 523-531 (2017).