

K-030

# RFID タグを用いた視覚障害者の位置と足取りによる状態推定 Estimating States of Visually Handicapped Persons from Location and Gaits Using RFID Tags

田中龍太郎<sup>†</sup> 浅野正義<sup>‡</sup> 梶原祐輔<sup>†</sup> 島川博光<sup>†</sup>  
Ryutaro Tanaka Masayoshi Asano Yusuke Kajiwara Hiromitsu Shimakawa

## 1. はじめに

視覚障害者の誘導の研究は数多く行われている。たとえば、視覚障害者への負担軽減を目的とした案内ロボットシステムの開発 [1]、視覚障害者用位置情報提供システムにおける案内情報提供方式 [2] などがある。一方、落とし物が見つからない、行列に並びたいが最後尾がわからない、現在地の近くにどのような店舗があるかといった追加情報を簡単に得られないなど、視覚障害者が困惑する場面は多数存在する。しかし、ICT を用いて上記のような困った場面で視覚障害者を支援する研究は少ない。適切な支援をするためには、視覚障害者の困惑状態を検知する必要がある。本稿では、屋内のショッピングモールや地下街などを想定し、落とし物を探す、最後尾を探す、人を探す、現在地点についての追加情報を求めるという 4 つの困惑状態を検出する方法を提案する。本稿はパッシブ型の RFID タグを用いて足取りを取得し、足取りからの困惑状態推定を行う。RFID は視覚障害者の位置を高精度に取得することを可能にする。また RFID リーダを足首に装着することで、足取りも検知できる。さらに RFID の補助アンテナを用いて、床に設置する RFID の数を減らすことで、困惑状態の検知を安価に実現できる。

## 2. 既存研究

歩行者の状態を推定する手法が研究されている。例えば、LRF とカメラを利用し、商業施設にて、歩行者の状態を 3 種類に見分ける分析 [3]、や RFID タグを用いてユーザのパーソナリティを考慮して、状態の推定 [4] などがある。上記のようなカメラや RFID タグを用いて、停留点や足取りを取り、状態推定を行う研究は行われているが、これらの研究対象は健常者である。健常者は周辺から得る情報の 8 割を視覚に頼ると言われている。既存手法の実験は視覚情報に基づいて、行われているので、それが結果に与える影響は大きい。よって、視覚障害者にこれらの手法の適応は難しい。

## 3. 足取りと地図情報を用いた状態推定

### 3.1 視覚障害者向けのサービス

本研究では RFID タグとそのリーダを用いて視覚障害者の現在の状態を推定する。全体図を図 1 に示す。視覚障害者は、両足にリーダを装着して RFID タグが敷設された路面の上を歩く。視覚障害者が足首にリーダを装着して歩行すると、リーダは視覚障害者が現在踏んでいる場所に敷設された RFID タグを読み込む。タグには固有の ID が振られており、リーダはその固有 ID を読み込むことができる。埋め込んだタグの ID と地図上での位置の対応をあらかじめ登録しておく。視覚障害者の両足のリーダが読み込んだタグの ID とその ID が振られたタ

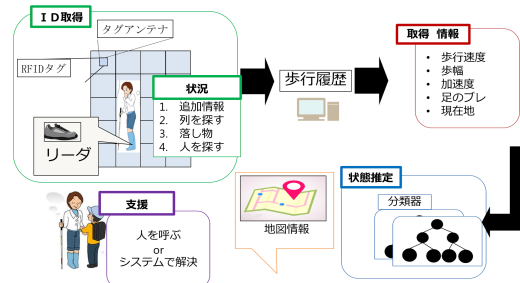


図 1: 全体図

グの位置を照合し、視覚障害者の現在の両足の位置を取得する。ユーザが歩行すれば、リーダが取得する ID の値も変化する。その ID の値の変化の履歴から視覚障害者の現在地の変化を認識する。この視覚障害者の両足の位置情報の時間的変化を視覚障害者の歩行履歴と定義する。取得した歩行履歴から視覚障害者の、動線、歩速などの足取りを取得する。

足取りから視覚障害者の状態を推定し、困惑を検知する。困惑状態を検知したときには、地図情報から視覚障害者の現在地の周囲の情報も取得する。検知した視覚障害者の困惑状態と視覚障害者の現在位置の周囲の情報から適切な支援を行う。

### 3.2 RFID タグの読み取り

使用している環境のイメージを図 2 に示す。本研究では、認識距離が数センチの HF 帯の RFID タグを用いる。視覚障害者は固有の ID をもつ RFID タグを埋め込んだタイルやマットを敷いた地面の上を、足首にリーダをつけて歩く。認識距離内にタグとリーダが存在するとリーダは RFID タグの ID を読み取る。このため、視覚障害者が移動した場合、リーダは複数のタグの ID を取得する。予め RFID タグの ID と地図上の位置情報を紐付けておくことで、取得した ID を持つタグが地図上のどの部分に設置されているのかわかる。RFID タグは安価であるが、一定の敷地にすべて埋め込むことを予想した場合、相当なコストがかかってしまう。そこで、設置する RFID タグの枚数を減らすために補助アンテナを用いて認識距離を伸ばす。RFID タグを認識するのはリーダの磁場によって RFID タグのアンテナに

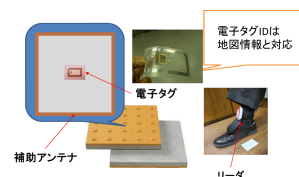


図 2: 使用環境イメージ

<sup>†</sup>立命館大学情報理工学部

<sup>‡</sup>立命館大学大学院理工学研究科

誘導電流が流れるためであり、サイズを大きくした補助アンテナでRFIDタグを囲うことでより遠くにあるリーダーの磁場でRFIDタグに誘導電流が流れる。RFIDタグは認識距離が数センチだが、30cmの四方の正方形の補助アンテナの中心にRFIDタグを1枚置くことで、認識距離を12cm~18cmに伸ばせることが別実験で確かめられている。認識距離が伸びるので足首につけたリーダーでも床上のRFIDタグのIDを読み取れる。

### 3.3 足取りの取得方法

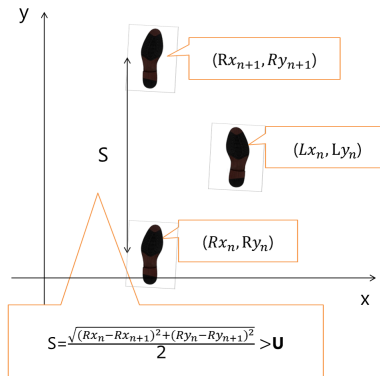


図3: 歩幅算出

歩行履歴から歩行速度、歩幅、動線、足のぶれを導出し、足取りの取得を行う。リーダーは認識距離にRFIDタグがあれば、常にIDを読み取り続けるので、足が動かなければ、同じIDを取得する。取得したIDの上に足があると仮定して、時点nにおける右足の位置を $(Rx_n, Ry_n)$ で、左足の位置を $(Lx_n, Ly_n)$ で表現する。歩行時には1歩の間に複数のIDが読み取られる。次の一歩で移動するまで、同じIDを取得する。時点nから右足、左足それぞれ一歩ずつ動いたものを $(Rx_{n+1}, Ry_{n+1})$ ,  $(Lx_{n+1}, Ly_{n+1})$ とする。閾値は視覚障害者も健常者同様身長が高いほど一歩の歩幅が大きくなる傾向がある。歩幅の閾値を $U$ と表現する。 $U$ の設定に視覚障害者が日常空間で誘導ブロック上を歩行する時の歩幅・歩行速度として文献[5]の式を引用する。右足の歩幅、左足の歩幅をそれぞれ $R_s$ ,  $L_s$ とする。右足の歩幅は

$$R_s = \frac{\sqrt{(Rx_n - Rx_{n+1})^2 + (Ry_n - Ry_{n+1})^2}}{2} > U \quad (1)$$

を満たすとき、 $R_s$ を歩幅とする。左足の場合も同様である。歩行速度は移動において閾値以上の移動が行われた場合、その距離と1歩の移動時間で割ることで求められる。動線は、両足の位置情報、移動情報から求められる。ブレは、読み取ったタグから両足の位置を検出し、重心を算出し、その重心が位置の揺れ幅を確認することで、求められる。

### 3.4 視覚障害者の状態推定

視覚障害者の歩行履歴から抽出した足取りを用いて状態推定を行う。推定の対象とする行動は、落とし物、人探し、列さがし、追加情報とする。各状態の変化における足取りを表1に示す。

本手法では、各状態の足取りをもとに状態の特徴量を学

表1: 各状態の変化における足取り

困惑状態	具体例	足取りの特徴
落とし物	モノを落としてそれを探している	歩行が止まる。両足の位置が一定の範囲から動かない状態
人探し	待ち合わせ場所に着いたが互いに見つからない	お互いを探すために一定の場所を行ったり来たりする
列さがし	最後尾を見つけれない	何度も止まって、進む
追加情報	店に関して追加情報を欲した場合	その店に動線が向く。店に近づいて止まる

習し、識別器を作成する。識別器は実際に取得した足取りを説明変数として入力されると、ユーザが現在どの状態なのかを目的変数として出力する。また、目的変数として出力されたものを地図情報と併せて利用する。たとえば、ある店の前で視覚障害者の足取りから列に並びたい足取りを取得したら、その店の店員が出てきて、列に並ばせてあげる。ほかにはある店の前で追加情報を欲しているという足取りを得たのであれば、店員に外にその視覚障害者いることを通知する。したり、また視覚障害者には、店のセールス情報などを告知したりする。

## 4. おわりに

本研究では困惑している視覚障害者へ適切な支援を行うために、視覚障害者の困惑状態を検出する手法を提案した。これにより、視覚障害者が困惑した状況において、より適切な支援の提供を可能とする。今後、実験を通して、提案手法の有用性の検証を行うことを目指す。

## 参考文献

- [1] 佐田博行, et al. "視覚障害者への負担軽減を目的とした案内ロボットシステムの開発." 自動制御連合講演会講演論文集 54.0 (2011): 215-215.
- [2] 小西孝史, et al. "視覚障害者用位置情報提供システムにおける案内情報提供方式." 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学 108.170 (2008): 25-30.
- [3] 岡本康太郎, et al. "LRF とカメラを利用した商業施設における歩行者行動の分類 (ITS 画像処理, 映像メディア, 視覚及び一般)." 映像情報メディア学会技術報告 35.9 (2011): 233-238.
- [4] 植村喜弘, et al. "足取り取得によるパーソナリティを考慮したユーザの状態推定"
- [5] 鈴木浩明, et al. "視覚障害者が日常空間で誘導用ブロック上を歩行する時の歩幅・歩行速度." 人間工学 37.4 (2001): 191-198.