

## 駅プラットフォームにおける視覚障害者誘導法の検討

### A guidance system for a visually handicapped person in a train-station platform

○安田優也\*, 久慈憲夫\*

○Yuya Yasuda\*, Norio Kuji\*

\*八戸工業高等専門学校

\*Hachinohe National College of Technology

キーワード： 駅プラットフォーム (A train-station platform), 方位センサ (Direction sensor), 誘導 (Guidance), RFID (Radio Frequency Identification), 視覚障害 (Visually handicap)

連絡先： 〒039-1192 八戸市田面木字上野平 16-1 八戸工業高等専門学校 電気情報工学科  
久慈憲夫, Tel.: (0178)27-7288, Fax.: (0178)27-7288, E-mail: kuji-e@hachinohe-ct.ac.jp

#### 1. はじめに

厚生労働省が平成 13 年度に行った調査<sup>1)</sup>によると、日本には約 31 万人の視覚障害者がいる。これを年齢階級別にみると、65 歳以上の階級が全体の 63.8 %を占めている。さらに、視覚障害の発生年齢をみると、40~64 歳の階級が 29.9 %と最も割合が大きい。したがって、視覚障害の多くは後天性で高齢期に発生し、視覚障害者の年齢層も高齢者が大多数を占めているのが現状である。少子高齢化により、65 歳以上の人口が増加する傾向にある。そのため、視覚障害と併発する事故のリスクにさらされる人の数が増加すると予想できる。

我々にとって、鉄道は日常生活や社会参加の上で重要な役割をする公共交通機関である。鉄道の利用目的 (文化活動や通勤, 通学, 通院等) は、晴眼者と視覚障害者の間で大きな差は見られないが、駅の環

境は視覚障害者にとって十分に整備されているとは言いがたく、駅プラットフォームから線路へ転落し、死亡または重傷を負う事故が数多く報告されている。事実、2008 年 2 月 9 日には、広島県廿日市市の前空駅で 47 歳視覚障害者の転落・死亡事故が起きた。同駅は 2000 年に開業し、ほぼバリアフリーに対応していたが、視覚障害者の移動支援が既存するハードだけでは力不足であることをこの事故は示している。

以上述べたように、鉄道の利用を必要とする視覚障害者の数はますます増える傾向にあり、駅プラットフォームにおける視覚障害者の移動支援の必要性が強く要求されている。そこで、視覚障害者の駅プラットフォームでの安全な歩行を実現するため、地磁気センサと RFID(Radio Frequency Identification: 無線自動認識技術) を組み合わせた誘導システムを検討した。本報告では、RFID タグ (無線 IC タグ) の配置方法と、地磁気センサを併用したシステムの動作評価および誘導アルゴリズムの検討結果について述べる。

## 2. 基本的な考え方

Fig. 1 に誘導システムの全体像を示す。駅プラットフォームホームでの誘導では、死につながるコースアウトを防止する方策が不可欠である。位置情報（例 東に面する4番ホームの端）を記憶した RFID タグをプラットフォームの床に一定間隔で複数列敷きつめることで、隣り合う RFID タグの経路を踏み越えて横断することを防止し、危険度の概念を取り入れた位置情報を取得できる誘導経路を作成する。歩行しながら RFID リーダを取り付けた杖でタグを検知して位置情報を取得する。安全に進むことのできる方向を知るために地磁気センサを併用することで方向情報を得る。位置・方向の両データに基づいて誘導情報をマイクロコンピュータで作成し、振動モーターを介して歩行者に誘導方向を伝えることでコースアウトに強い誘導システムを実現する。

## 3. 誘導システムの構成

本システムの構成を Fig. 2 に示す。RFID タグ (13.56MHz, I CODE-SLI) を白杖に取り付けた RFID リーダで読み取る。一方、地磁気センサは、計測範囲  $\pm 200 \mu T$ 、方位精度  $\pm 10 \text{deg}$  のものを使用し、方向情報（歩行者の向いている方向）を一定の時間間隔で計測する。パソコンは、計測した位置情報と方向情報に基づいて誘導情報を作成して、78K USB マイコンへ出力する。USB マイコンは誘導情報に沿った振動モーターの ON・OFF 制御を行う。振動モーターは振動量 1.0G のものを使用し、3カ所に取り付けた振動モーターで、左右の方向転換や停止などの指示を表現して歩行者へ伝える。

## 4. IC タグの配置

RFID タグを配置する際、隣接するタグの誤認識や経済性を考慮して配置間隔を決める必要がある。そこで、必要な RFID タグ数を最小にすること、RFID

タグのサイズは 5.5cm × 2cm のものを使用すること、70cm 以上の道幅を確保することを実験条件とする。RFID タグの配置間隔を、縦は 8~16cm、横は 10~18cm までそれぞれ 2cm 毎に変えたとき、RFID リーダを取り付けた杖による読み取りが可能かどうか調べる実験を行った。

Fig. 3 に実験で得られた読み取り結果を示す。これより、間隔が狭いほど良好な読み取りが可能であることがわかる。しかし、配置するタグの数は、縦・横方向の間隔が広ければ広いほど少量で済む。そこで、読み取りが良好で、かつ、配置間隔が広い組み合わせを考え、(縦, 横) = (12,12), (10,14), (8,16) の値を抽出した。それぞれの値における  $1\text{m}^2$  あたりのタグ数は、(12,12) : (10,14) : (8,16) = 81 個 : 88 個 : 91 個となるので、最適な配置間隔は(縦, 横) = (12,12) であると言える。

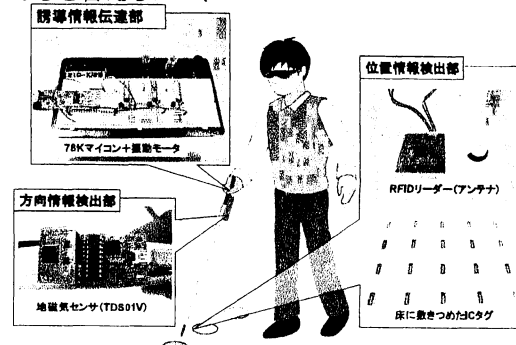


Fig. 1 誘導システムの全体像

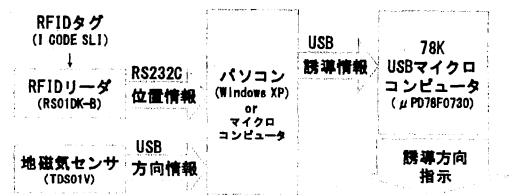


Fig. 2 誘導システムの構成

		横方向の間隔[cm]				
		10	12	14	16	18
縦方向の間隔[cm]	8	◎	◎	◎	◎	○
	10	◎	◎	◎	◎	○
	12	◎	◎	○	×	×
	14	○	○	○	×	×
	16	○	○	×	×	×

◎: 100~90%   ○: 89~50%   ×: 49~0% 読取り

Fig. 3 RFID タグ配置間隔と読み取り成功率

## 5. 位置・方向の検出

歩行時に RFID と地磁気センサが位置・方向情報を正しく計測するかどうかを確認する動作評価を行った。RFID タグは前章の結果をもとに配置し、歩行の軌跡は偏軌傾向（歩行中に本人の意思とは関係なく、進行方向からそれてしまうこと）の補正を考慮した S 字を描くものとする。位置情報は RFID の識別コードに対応し、地図情報に対応したホームの番線・ホームの面する方角・x 方向の位置・y 方向の位置・線路との距離などの情報を記憶する。

Fig. 4 に南東方向に 3.84m の距離を歩いたときの検出した RFID の位置と方位センサの向きを示す。小さな矢印は地磁気センサの計測した北の方角であり、S 字を描く矢印は歩いた軌跡である。四角で示された位置は RFID タグを検知した位置である。これより、実際の S 字歩行の軌跡に対応する位置情報 (RFID タグ) を検知できていることがわかる。また、地磁気センサの計測値は、実際の地磁気とほぼ同一方向を示したが、杖で床をたたく際に地磁気センサの計測値が一瞬乱れた。この乱れを改善するために、計測データに過去 7 点の移動平均処理を施し、評価した。Fig. 5 に地磁気センサの平均前と平均後の計測データを示す。0deg を北として  $\pm 180\text{deg}$  の測定範囲であり、西は  $-90\text{deg}$ 、東は  $+90\text{deg}$  である。はじめに  $+50\text{deg}$  を測定し、52 秒の時点で  $-50\text{deg}$  方向転換した。測定精度を比較するため、平均前および平均後の標準偏差をそれぞれ算出した結果、平均前の標準偏差が  $\pm 34\text{deg}$ 、平均後が  $\pm 12\text{deg}$  となり、移動平均を施すことで精度の高い方向情報が得られることを確認した。これをもとに、 $\pm 12\text{deg}$  の標準偏差を考慮して誘導アルゴリズムを作成する。

## 6. 誘導情報の伝達法

Fig. 6 に動作確認回路を示す。視覚障害者の誘導において、音声よりも振動を用いて情報伝達した場

合、障害物を認知する時間が短く、駅のアナウンスなどの周囲の情報と混ざりにくいということが知られている<sup>2)</sup>。振動モーターはそれぞれ、右手の人差し指、手の甲、親指の 3 ヲ所に取り付けることを想定している。USB マイコンは、前進指示ならば人差し指のモーターを、右への方向転換指示ならば手の甲のモーターを、左への方向転換指示ならば親指のモーターをそれぞれ ON にし、停止指示の場合は全てのモーターを ON にして、ホーム中央へ誘導する指示を与える。

まず、USB マイコンと振動モーターの動作回路を設計した。次に、ブレッドボード上に動作確認回路を作成して、各々のモーターを USB マイコンから制御し、動作回路に問題はないことを確認し、現在は実装プログラムを評価中である。

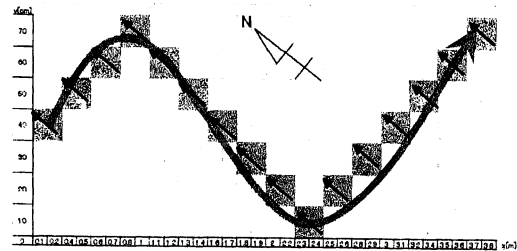


Fig. 4 評価結果

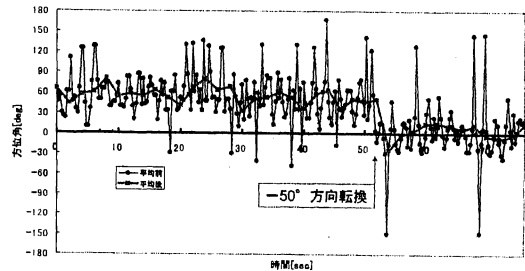


Fig. 5 地磁気センサの計測データ

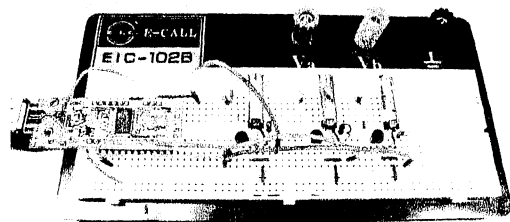


Fig. 6 動作確認回路

## 7. 誘導シミュレーション

Fig. 7に誘導アルゴリズムを示す。一步進行する毎に位置情報を取得して危険域かどうか判断処理を行う。もし危険域ならば誘導情報を歩行者に伝達する。誘導情報は振動モーターにより行い、右または左への回転 ( $\theta$ ) を指示する。

Fig. 8に作成した偏軌傾向モデルを示す。事故事例の偏軌傾向<sup>3)</sup>(14m 歩行する間に3.2m ずれる)を標準とし、標準の1/2倍および2倍の傾きをもって曲がる3つの偏軌傾向モデルを作成した。誘導の際、歩行軌道の膨らみや修正回数を抑えるため、誘導アルゴリズムに適した回転誘導 ( $\theta$ ) の角度を決定する必要がある。そこで偏軌傾向モデルを用いて模擬実験を行った。幅が8 m、長さが32mの島式ホームを想定し、線路から1 mの範囲を危険域とする。 $\theta$ を0~85degまで5deg毎に変化させた時の歩行軌跡をシミュレートする。ホームの長さ方向へ30m離れた地点を通過したらシミュレート終了となる。Fig. 9に歩行軌道の修正例を示す。

Fig.10に、修正角度 ( $\theta$ ) の変化における歩行軌道の膨らみ特性を示す。ホーム中央には柱などの障害物があるため、ホーム中央を越えないように歩行を誘導する必要がある。したがって、危険域からホーム中央までの距離 (3 m) 内に、歩行軌道の膨らみが収まるような修正角度 ( $\theta$ ) の範囲を抽出する。Fig.10より、歩行軌道の膨らみを3 m以内にできる修正角度の範囲が15~45degであることがわかる。

Fig.11に、修正角度 ( $\theta$ ) の変化における修正回数特性を示す。15~45degの範囲における修正回数は6回以下であることがわかる。ここで $\theta=30\text{deg}$ に着目する。5章で地磁気センサの計測データに $\pm 12\text{deg}$ の標準偏差、すなわち誤差が生じることを述べた。 $\theta=30\text{deg}$ とすると、 $\pm 12\text{deg}$ の誤差が生じて、15~45degの範囲に収まり、修正回数が6回以下となることがわかる。したがって、歩行軌道の膨らみ

が3 m以内となり、かつ、修正回数が6回以下となる $\theta=30\text{deg}$ が、誘導アルゴリズムに適した修正角度であると言える。

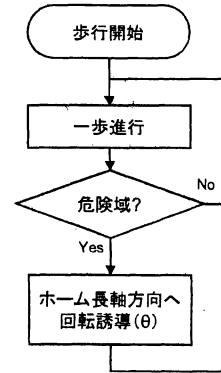


Fig. 7 誘導アルゴリズム

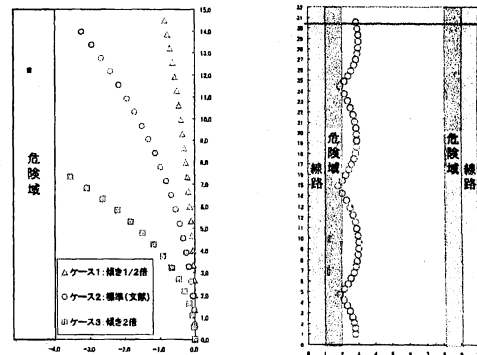


Fig. 8 偏軌傾向モデル Fig. 9 軌道修正例

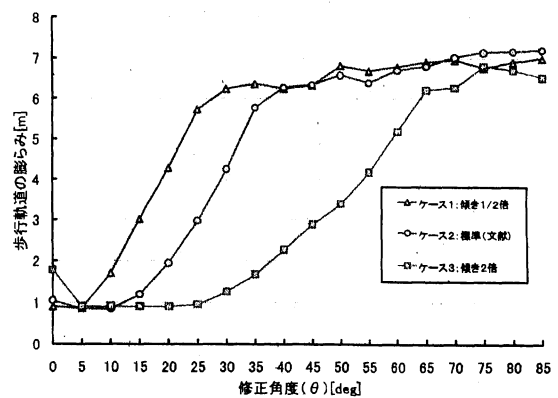


Fig. 10 歩行軌道の膨らみ特性

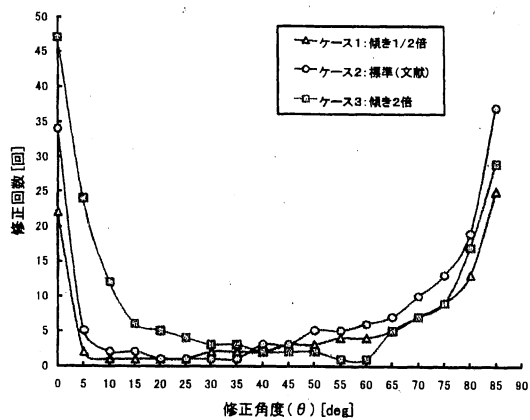


Fig. 11 修正回数の特性

## 8. まとめ

本研究では、まず、RFIDチップの最適な配置間隔を決定し、位置情報が正確に取得できることを確認した。次に、地磁気センサとRFIDを併用した位置・方向検出システムの評価を行って、正常に動作することを確認した。それとともに、地磁気センサの計測データを平均化して、安定した方向情報が得られるよう改善した。偏軌傾向モデルを作成し、模擬実験によって回転角度(θ)の最適値を求めた。現在は誘導情報の作成とモーター制御のプログラムをC言語で作成している。今後は誘導プログラムを実装および評価し、改良を進める予定である。

## 参考文献

- 1) 厚生労働省, 身体障害者・児実態調査, 平成13年
- 2) 立石敏隆, 視覚障害者のための状況推定を導入した電子白杖システム, 奈良先端技術大学院大学情報科学研究科修士論文, 2002
- 3) 大倉元宏, 視覚障害者の歩行特性と駅プラットフォームからの転落事故, 人間工学, 31(1), pp.1-8, 1995