

RFID と準天頂衛星を用いた視覚障がい者ナビゲーションシステム PULL DOG の開発と実証実験

佐藤 佳[†] 坂上 晴信[†] 佐藤 俊太[†] 高石 一樹[†] 木岡 拓海[†] 山下 晃弘[†] 松林 勝志[†]

[†]国立東京工業高等専門学校 情報工学科

1. はじめに

視覚障がい者は、外出時に白杖の携帯、または盲導犬の同伴が、法律で義務付けられている。しかし、それらは視覚障がい者をナビゲーションすることはできない。また、従来のナビゲーションシステムでは、健常者が使用することを想定しているため、視覚障がい者がそれを健常者と同じように使用することは困難である。

そこで本研究では、視覚障がい者を対象としたナビゲーションシステムの開発を目的とする。本システムは、RFID や準天頂衛星(QZSS)による位置測位や、力覚という新しい方向の提示方法を活用して設計した。位置測位に関しては文献[1][2]を参照して頂くこととし、本稿では力覚と実環境で実施した実証実験の結果を報告する。

2. システム構成

本システムを装着した様子を図1に示す。本システムは、鞆に収納した中央制御基板、RFID リーダ、QZSS 受信機、バッテリーと、鞆の肩紐に固定したスマートフォン、マイク・スピーカ、リストバンドに組み込んだ操作ボタンから構成されている。視覚障がい者がスマートフォンの画面を操作することは困難であるため、腕に装着した凹凸のある操作ボタンと音声のみで、システム全体を操作する。



図1 本システムを装着した様子

3. 力覚デバイスによる誘導

3.1. 力覚デバイス

本システムでは、音声での案内を基本とするものの、ユーザへの情報伝達方法として、力覚も用いる。力覚とは、引っ張られた・押されたといったような力を受けたという錯覚のことであり、それを生み出す力覚デバイスの製作を検

討した。この力覚デバイスの利用により、ユーザである視覚障がい者は、歩行時に頼りにする聴覚をなるべく阻害されずに、誘導を受けることが可能である。

今回はこの力覚を実現するため電磁石によって直動運動が可能なソレノイドを使用した。試作した力覚デバイスの構造を図2に示す。本デバイスは、ソレノイドと専用ケースで構成されている。ソレノイドは、新電元工業株式会社製の中央復帰型 3 ポジションソレノイド C3PT-0703B を使用し、ケースは 3D プリンタで独自に設計したものを使用している。この中央復帰型 3 ポジションソレノイドは、2 つのコイルがそれぞれ左右に反対方向を向いて取り付けられていて、左右に 2 mm ずつのストロークがある。また、2 つのばねが取り付けられており、無通電時には鉄心がばねの力により、中央部に復帰するようになっている。

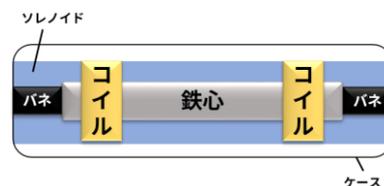


図2 力覚デバイスの構造

このデバイスを用いて、非対称性振動を発生させることで力覚を発生させる。非対称性振動とは、物体を往路と復路で大小非対称な加速度によって振動させることである。これによって、人間が一方方向に対する大きな加速度のみを感じることによって引っ張られているという錯覚を生み出すことができる。図3に示す通り、今回作成した力覚デバイスでは、反作用によりソレノイドの加速度が小さい向きに対して力覚が発生する。

また、この力覚デバイスを制御するためのドライブ回路に用いたマイコンは PIC24FJ128GB206 を使用した。



図3 非対称性加速度振動

PULL DOG: Development and Empirical Research of a Navigation System with RFID and QASS for Visually Impaired
[†]Department of Computer Science, National Institute of Technology, Tokyo College

3.2. 力覚デバイス制御とシミュレータの開発

本力覚デバイスは、左右にあるコイルを入力信号によって ON-OFF させることによって制御する。入力信号は、左右独立に周期的に与える。また、今回はこの信号の 1 周期を 20 分割し、それぞれの区切りの ON-OFF を切り替えることによって非対称性振動を生み出すことを試みた。また、人によって力覚を感じやすい制御パターンが異なるため、いくつかのパターンを用意し、それぞれのパターンで力覚が発生していることを数十名に確認した。図 4 に実際に用いた制御パターンの一例を示す。

| ステップ数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 左のコイル | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 右のコイル | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

信号の周波数 30[Hz]

図 4 実際に用いた制御パターン

また、制御を最適化して効率的に力覚を発生させるために、コンピュータで力覚デバイスの動きを再現するための図 5 に示すような物理シミュレータを開発した。本シミュレータは、ソレノイドのコイル・バネ、摩擦力を考慮し、制御パターンの変化による鉄心の動きをシミュレーションすることができる。

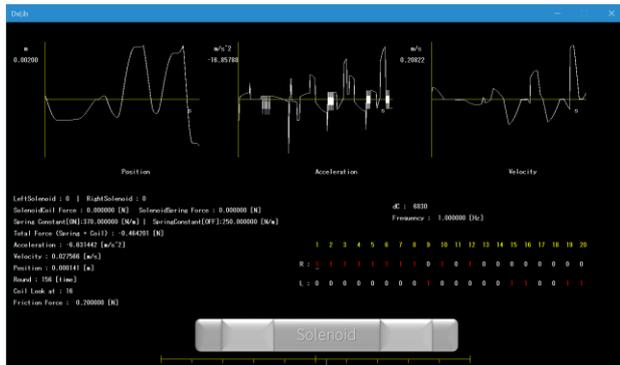


図 5 力覚デバイスシミュレータ

4. 京王線北野駅での実証実験

本システムの実環境での有用性を確かめる実証実験を 2015 年 9 月 27 日と 29 日にそれぞれ行った。実験の様子を図 6 に示す。本実験は、東京都八王子市にある京王線北野駅のホームに被験者が降りた後、本システムを利用して改札を通過し、バス停を目指すという想定で行った。被験者は、視覚支援学校に勤務する教諭で、先天性全盲の視覚障がい者である。また、被験者は北野駅を訪れた事はない。実験では、様々なフィードバックが得られたため、2 回目の実験ではいくつか機能の修正も行った。以下に代表的なフィードバックをまとめる。

- ・RFID リーダの高さを下げアンテナを体の前の位置になるよう工夫する。



図 6 実証実験の様子(2015 年 9 月 29 日)

- ・目的地点が近づいたら音声でそれを伝える
- ・分岐点では手前で案内を行い、分岐点上での指示は不要
- ・改札は有人か無人かを明示
- ・スロープが上りなのか下りなのかの指示がほしい
- ・指示が連続する地点では「右斜め前の後、左折すると横断歩道です」の様に纏めて欲しい
- ・分岐点では「左折後、直線が 10m 続きます」の様にその地点の分岐の情報も伝えて欲しい
- ・エレベーターでは、ボタンの位置や降りた後の場所の情報がほしい
- ・「右です。右です。」ではなく「右です。更に右です。」という案内であれば混乱しない
- ・システムの起動時に音声通知があると良い
- ・音声入力でアプリを終了できるとよい
- ・鞆が体の前にあると白杖が振りにくいため、リュックやポケットに入れられたほうが良い
- ・手首にボタンを付けると拘束感があるのでスマートフォン画面を直接操作する方が汎用的

5. まとめ

北野駅での実証実験により、視覚障がい者への本システムの有用性が確認できた。そのため、今後は対応地域の広域化、ユニバーサルデザイン化、提示する音声情報の内容の改善、スマートフォンを操作するためのインタフェースの改善などの実用化に向けた改善が必要である。また、力覚デバイスについては開発したシミュレータの活用や実験を通し、力覚を効率よく発生させることが可能な制御パラメータの探索を進めていく。

参考文献

- [1] 佐藤俊太, 他: 視覚障がい者向けナビゲーションのための RFID タグを用いた位置推定システム, 第 78 回情報処理学会全国大会 (2016).
- [2] 坂上晴信, 他: 視覚障がい者ナビゲーションのための準天頂衛星「みちびき」を用いた位置推定システムの提案, 第 78 回情報処理学会全国大会 (2016).