

視覚障害者のための皮膚刺激を用いた誘導法に関する研究

日大生産工(院) 矢田 航世 日大生産工(院) ○ 伊東 洸
マナブデザイン(株) 福田 総治 日大生産工 内田 康之

1. まえがき

視覚障害者は、歩行時に白杖や点字ブロックで安全を確認しているが不十分である。近年、IoT技術の発展により彼らの歩行時の安全を確保するため、障害物の発見と通知、安全な経路への誘導に関する研究が活発になっているが、我々も視覚障害者が安全に歩行できるように、リアルタイムで障害物を通知するシステムを開発している。

2. 白杖使用時の視覚障害者について

本システムを開発するにあたり、視覚障害者の平均歩幅¹⁾を考慮し、点字ブロック2個分の0.6mを平均歩幅と想定した。白杖の使用方法の代表的なものとして、スライドテクニックとタッチテクニックという方法がある²⁾。スライドテクニックは、進行方向の路面上で肩幅に合わせて左右に振りながら滑らせる方法であり、タッチテクニックは、肩幅範囲の左右端で路面を杖の先で叩く方法である。白杖での安全確認の問題点として2つある。

1つ目は、特にタッチテクニックで歩行する場合、Fig.1のように2歩先の安全を確認しているが、白杖先端で安全を確認した位置に足を置けないという問題点があり、段差などに気づきにくく近年ではスライドテクニックが推奨されている。

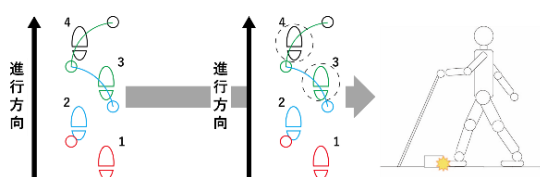


Fig. 1 白杖による足元の安全確認

2つ目は、ドアミラーなどの空中にある障害物を認識できないという問題点がある。

白杖は、視覚障害者であることを伝える目印であり路面の凹凸や障害物の確認に使用する重要なセンサであり、不可欠なものと考えている。そこで、白杖の使用と併用でき、広範囲の障害物を認識し安全な歩行を支援するシステムを開発している。

3. 開発中のシステムのデバイス

白杖と併用する際の手の振りを妨げないように、首に掛け前方の障害物を認識する身体装着型のシステムを開発している。Fig.2にプロトタイプの外観を示す。歩行による揺動の影響を低減し、センサ部のロール角を常に水平に保持するため、センサ部をスタビライザで支持した。また、様々な体型に適合させるため、デバイス（センサ部）のピッチ角を前方水平に調整する回転機構を設けた。首へのフィット感を高めるため、人間工学を取り入れた既製品のネックスピーカで首に掛ける構造とした。

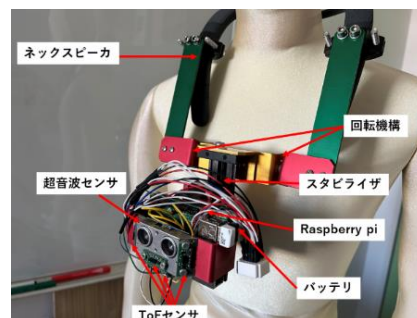


Fig. 2 デバイスの構成

障害物等を検知するセンサは、測距センサとしてToFセンサ(VL53L5X)を4個と超音波センサ(HC-SR04)を1個搭載した。これらセンサを選定した理由は、カメラによる画像処理とは異なり、データ処理も容易であり認識からのタイムラグが短いからである。使用したToFセンサは赤外線測距センサであり、計測距離は最大4m、計測範囲は角度で縦横45°である。距離データは領域を64分割して得られる。これら4つのセンサの検知範囲はFig.3の通りである。この他、超音波センサの補助により、正面の直線距離で0.02~4mの範囲の障害物も検知する。

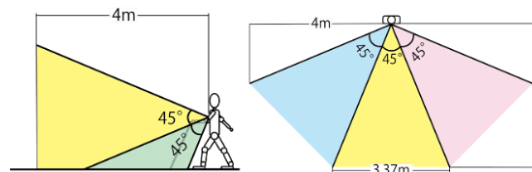


Fig. 3 ToF センサの検知範囲

Research on Guidance Methods Using Skin Stimulation for the Visually Impaired

Kosei YATA, Hikaru ITO, Soji FUKUDA and Yasuyuki UCHIDA

4. 障害物の通知方法

視覚障害者は周囲の環境音を気にしているため、ToFセンサが検知した障害物の方向を振動で通知する方法とした。ToFセンサの数と配置に対応するように、腕の表面に同数の振動モータをFig.4のように配置し振動させる。

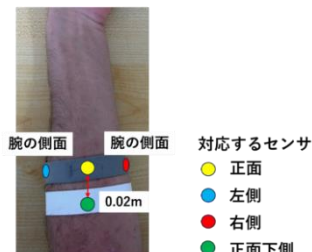


Fig. 4 腕上の振動モータの配置の様子

次に、最適な振動時間を決めるため通知実験を行った。被験者3人に対し、振動モータ毎にONとOFFを切り換え、複数振動させた全15パターンで、判定の正答率を確認した。振動モータの振動時間は2秒と5秒の2通りとした。

Table. 1 通知実験の正答率

	被験者 1	被験者 2	被験者3	平均
2秒	87%	73%	67%	76%
5秒	73%	53%	67%	64%

Table.1の結果から、振動時間は短い方が良いことが分かった。実験では誤判定もあったが、複数の振動が混ざることが原因だと考えられる。誤判定を減らすためには、モータ間隔や振動パターンなどさらなる検討が必要である。

5. 振動モータの通知による回避実験

本システムの有用性を把握するため回避実験を行った。被験者3人にデバイスを装着して白杖で目隠しをしながら歩行させ、5m先にある障害物を回避できるかを確認した。通常の歩行を想定し、2.7m以内に入った時に回避指示を出すこととした。実験環境をFig.5に示すが、歩行する際に進行方向を見失わないようにするため歩行開始地点から障害物までの間に横幅0.6mの段ボールを敷いた。障害物については、横幅0.6、高さ1.53mの段ボールとし、地面に敷いた段ボールの中心から左側に0.3m間隔で0.9mまで移動した位置までランダムに配置した。ランダムに配置した全4パターンで被験者に歩行させ回避できるか確認した。

Fig.6に実験結果を示す。結果から障害物を検知し通知することは可能だと分かった。障害物との距離や正確な位置は、近傍では白杖で確

認していた。すなわち、センサで障害物の大雑把な位置を、白杖で詳細な位置を確認していた。



Fig. 5 実験環境

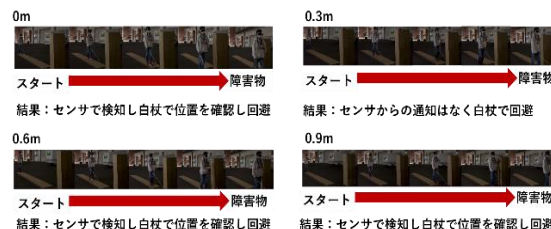


Fig. 6 回避実験の結果

6. 牽引力錯覚技術

使用者を誘導する方法として、牽引力錯覚を用いたデバイスを検討している。牽引力錯覚技術とは、ヒトは急激な加速度変化は敏感に捉える一方で、緩やかな変化は感知しにくい特性を持つ。その特性を利用し、牽引力を生起することができる³⁾。この錯覚を用いたデバイスを現在検討中である。

7. 結言

白杖と併用できる開発中の身体装着型システムによる障害物の通知方法について、振動モータによる皮膚刺激の利用を検討した。システムの有用性を把握するために、目隠しをした健常者による障害物回避実験を行い、白杖と併用しながら障害物を安全に回避できることを確認した。今後は新たな誘導法として牽引力錯覚を用いたデバイスを検討する。

参考文献

- 1) 白杖の長さや歩行速度・歩幅, 田邊, 森本, (日本ライトハウス養成部), (2013)
<https://www.jarvi.org/pub/wpcontent/uploads/2018/12/JJVR20130301-08.pdf>, (参照 2023-10-7)
- 2) 株式会社 KOSUGE 白杖の用語集, (2021), <https://www.my-cane.com/>, (参照 2023-10-7)
- 3) 雨宮ほか, “非対称振動刺激による牽引力錯覚の研究動向,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 2020 年 25 巻 4 号, p. 291-301, (参照 2024/6/24)