

視覚障害者のための身体装着型安全歩行システムの改良と比較実験

日大生産工(院) ○ 伊東 洋
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

日本には約27万人の視覚障害者が存在し、その約8割が白杖を使用している^{1,2)}。白杖は足元の障害物検知には有効であるが、車のドアミラーや看板などの空中障害物を検知できず、歩行の安全性には限界がある。白杖の使用方法にはスライドテクニックとタッチテクニックがあるが³⁾、タッチテクニックでは、杖先で確認した位置に足を正確に置けず、段差などの危険に気づきにくいという問題がある。このため近年ではスライドテクニックが推奨されている。

そこで、白杖と併用する際の手の振りを妨げないように、前方の障害物を認識する首掛け型の身体装着型のシステムを開発してきた。従来機は既存製品のネックスピーカーを基盤とし、アルミ製の板金によりセンサ部を固定する。4つのToFセンサと1つの超音波センサをRaspberry Piで制御し、各センサに対応する位置に配置した手首部の振動モータに通知する方式であった。しかし、この装置はアルミ製筐体の重量によって装着者への負担が大きく、装着・脱着も困難であった。また、振動提示部を手首に設けていた結果、通知情報の誤判別が生じやすく、進行方向を直感的に理解しにくい、など実用性に課題があった。

本研究では、白杖と併用可能な身体装着型システムの改良設計を行った。複数の測距センサと超音波センサによる広範囲検知と振動刺激で通知する構成は維持しつつ、振動提示部を手首から首部へ移し、システムを簡素化した。また、装置の軽量化や装着容易化を目的とした改良設計により、安全な歩行支援を実現することを目的とする。

3. 改良設計を行ったデバイス

本機は従来機の課題であった質量の大きさや装着の煩雑さを解消するため、軽量化と装着の容易化を目的として改良設計を行った。Fig.1に改良設計を行ったデバイスの構成を示す。筐体はアルミ製ケースを新たに設計し、Raspberry Piを内部に収め外部にセンサを取り付けることで、配線を整理して全体をコンパクトにまとめた。

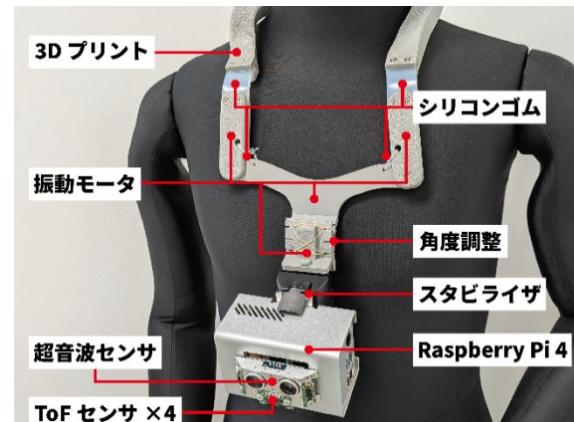


Fig.1 デバイスの構成

首掛け部の筐体は従来機のアルミ製から3Dプリント素材へと変更し、全体質量を従来機の750gに対し、本装置は600gと約20%軽量化した。センサ部には体格に応じて角度を調整可能なFig.2のような機構を設け、歩行姿勢に応じて正面方向を安定して検知できるようにした。Fig.3に振動モータの配置図を示す。手首に配置していた振動モータを首部に移することで、白杖と併用でき両手の自由度を確保した振動通知を可能とする。

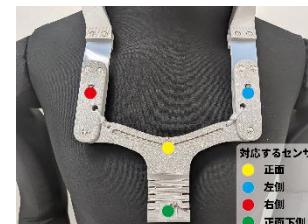
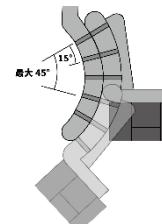


Fig.2 角度調整部 Fig.3 振動モータ配置図

Improvements to a Wearable Safe Walking System for the Visually Impaired and Comparative Experiments

Hikaru ITO, Soji FUKUDA and Yasuyuki UCHIDA

4. 障害物の通知方法

視覚障害者が周囲の環境音を利用している事から振動による方向提示方法を採用している。ToFセンサで検知した方向に対応させ、身体に複数の振動モータを配置し、検知方向のモータを振動させ障害物を通知する構成である。予備的な通知試験では、提示時間が短い振動の方が識別しやすい傾向を確認したが、互いを近い距離に配置した複数モータの同時振動は誤判別を生じやすいという課題があった⁴⁾。

これらを踏まえ、複数の振動モータを首掛け部に配置し、ToFセンサが検知した方向に対応するモータを振動させて方向を知らせる点は従来と同一である。そのうえで、本研究ではモータドライバを使用することで振動のON/OFFではなく、距離が近いほど強く、遠いほど弱く振動させる方式を採用した。従来の「どこにあるか」に加えて「どれくらい近いか」という情報を併せて提示する。使用している振動モータ(Mini vibration motor⁵⁾とモータドライバ(DRV2605L⁶⁾の外観をFig.4とFig.5に示す。



Fig.4 振動モータ

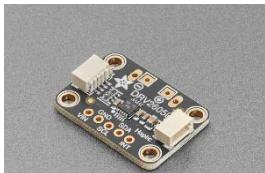


Fig.5 モータドライバ

また、白杖の動作を妨げないことと装着性の向上を目的に、提示部位を手首部から首部へ移設したこと、筐体をアルミから3Dプリント素材へ変更し軽量化したことにより、振動の感じ取りやすさの向上と、長時間装着時の負担軽減が期待される。

5. 障害物回避実験

本システムの有用性を把握するため障害物回避実験を行う。本実験の目的は、白杖のみの歩行と、従来のON/OFF通知と、距離に応じて振動の強さを変える通知を比較する。

対象は目隠しをした健常者とし、白杖併用下で実施する。評価条件は三つとし、①白杖のみ、②白杖+本装置(ON/OFF通知)、③白杖+本装置(距離比例通知)とする。各参加者は三条件すべてを行い、順序の偏りが生じないよう条件を入れ替える。実験は直線で行い、歩行距離は5mとする。進行方向の維持のため、出発位置から障害物位置まで床面に幅0.6mのガイド(段ボール)を敷設する。障害物は幅0.6m、

高さ1.53mの段ボールとし、ガイド中心線から左右に0.3m刻みで左右最大1.8mまでの位置にランダム配置する。参加者はガイド上を直進し、前方障害物を検知して振動提示により回避する。実施前に練習を設け、照明・床面などの環境条件は一定に保つ。また、安全確保のため実験者が伴走し、危険な時は停止合図を出す。

なお、本稿執筆時点では実験計画段階であり、結果は後報とする。

6. 結言

視覚障害者の歩行支援を目的に、複数の測距センサと超音波センサを搭載した身体装着型システムを改良した。これにより軽量化と装着容易性を実現した。改良後のシステムについて目隠しをした健常者を対象に障害物回避実験を行い、従来設計との比較を通じて有効性を検証した。

参考文献

- 1) 厚生労働省
令和5年度福祉行政報告例の概況、
(2023)
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/gyousei/23/dl/gaikyo.pdf>,
(参照 2025/10/13)
- 2) 厚生労働省、技術革新を視野に入れた補装具費支給制度のあり方のための研究
(2023)
https://mhlw-grants.niph.go.jp/system/files/report_pdf/202317049A-buntan08.pdf, (参照 2025-10-14)
- 3) 株式会社 KOSUGE 白杖の用語集、
(2021),<https://www.my-cane.com/>,
(参照 2023-10-7)
- 4) 矢田航世、伊東洸、福田総治、内田康之、
視覚情報を補完するシステムを用いた
障害物回避に関する研究、設計工学・シ
ステム部門講演会講演論文集、34
巻,p.3408, 2024.
- 5) seeed studio, Mini vibration motor
2.0mm,(2021)
<https://www.seeedstudio.com/Mini-vibration-motor-2-0mm-p-2300.html>
(参照 2025-10-14)
- 6) Adafruit, DRV2605L Haptic Motor
Controller - STEMMA QT / Qwiic,
(2015)
<https://www.adafruit.com/product/2305>
(参照 2025-10-14)