

視覚障害者の安全歩行を支援する環境認識に関する研究

日大生産工(院) ○矢田 航世 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、健常者に比して不十分である。それにより、不幸な事故が発生している。白杖では空中にある障害物を確認できないが、使用時の歩行方法により足元の障害物なども確認できない。近年、IoT技術の進展により、視覚障害者のための障害物の発見や安全経路の誘導に関する研究が再び活発になっている。我々は、視覚障害者の歩行時の問題を改めて整理し、白杖の使用方法を考慮した身体装着型の環境認識デバイスを提案し、計測範囲等を検討したので報告する。

2. 白杖使用時の視覚障害者について

視覚障害者の平均歩幅は、1.1mの白杖使用時は0.512mであり、1.3mの白杖使用時は0.568mである¹⁾。点字ブロックの形状は0.3m四方であるため、ここでは、点字ブロック2個分の0.6mを平均歩幅と想定して考えた²⁾。

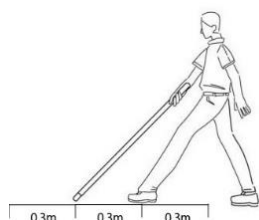


Fig.1 白杖使用時の歩行の様子と歩幅

白杖の使用方法はいくつかあり、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と同幅以上の範囲の左右端で路面をタッチする方法がある³⁾。これにより進路上にある、路面や空間にある段差や障害物を確認している。白杖の好ましくない使い方として、白杖先端と足が同時に接地するように、白杖先端が右に出されたら左足を前に出し、白杖先端が左に出されたら右足を前に出す歩行がある。この方法では、白杖で確認できていないところに足が出てしまうため、障害物があった場合に立ち止まらず衝突する

場合がある。Fig.1に白杖使用時の歩行の様子を示しているが、白杖で確認した路面上に足が接地しないことがわかる。特に、空中にある障害物を発見することが困難である。つまり、視覚障害者が安全に歩行するためには、確認できていない視野範囲の環境認識を可能とするデバイスが必要である。そこで、複数センサを組み合わせたデバイスを検討した。

3. デバイスに使用するセンサ等の構成

前提として、白杖は視覚障害者にとって重要なセンサの一つと考えられるため、白杖と併用する首に掛ける装着型を提案する。

(1) 使用するセンサの構成

ToFセンサ(VL53L5X)、超音波センサ、地磁気センサ、加速度センサ、カメラを検討している。ToFセンサと超音波センサは、障害物を検知する。ToFセンサを6個使用することで広範囲をカバーする。正面方向に左右2個、路面方向に左右2個、側面方向に片側1個ずつ使用する。Fig.2は、想定する検知範囲を示している。

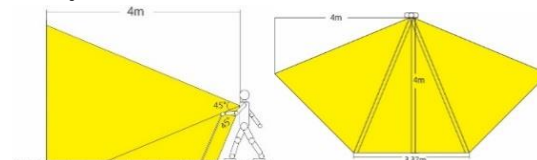


Fig.2 ToFセンサの検知範囲の想定

地磁気センサと加速度センサは、視覚情報失った人は真っ直ぐに歩くことが困難であることから、それを補正するために使用する。先に挙げたセンサ等は、Raspberry piで制御することを考えている。

(2) 装着位置と構成

検討しているデバイスの構成は、スタビライザ上にセンサ等を組み入れたデバイスを、市販されている首掛けタイプのスピーカの下端に固定して使用する。首掛けタイプを利用することで、センサの装着位置は胸の高さになり、Fig.3に示すような2つの方法を検討している。

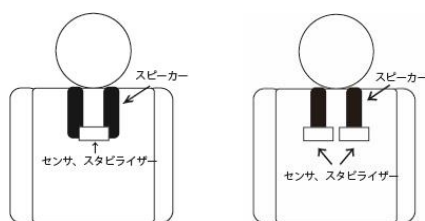


Fig.3 検討中の2つの装着方法

Fig.3 (左) は、スピーカの下端を1つのスタビライザで接続しデバイスを身体中央に集約し装着した方法である。Fig.3 (右) は、カバーする範囲を左右で区別するために、正面用センサと地面用センサと側面用センサの3つを組み合わせ、スピーカの各下端に分離して装着した方法である。(左)は、小型化と軽量化が図れ、身体的な負担は少ないが装着手順が煩雑である。(右)の方法は、身体的負担は増えるが装着は容易であり、検知した障害物を通知する際に左右の判別が容易である。今後は、これらの長所と短所を踏まえた上でどちらが良いか検討する。

4. ToFセンサの性能把握実験

計測範囲は、正面方向に対して放射状に縦横45°の範囲を奥行き4mまで、8×8のマトリクス状の64個の距離情報として取得される。

(1) 実験方法

日本人男性の平均身長、顔と首の平均寸法と首から掛けることを想定し⁴⁾、単体のセンサを1.32mの高さに固定し、水平方向正面に向けた場合と45°下方に傾けた場合で行った。正面時は立位の人を、45°下方に傾けた場合は縁石などの突起を模擬した高さ0.15m、横幅0.6m、奥行き0.06mの四角柱を計測対象とした。センサからの設置距離は、0.6mと1.2mとした。

(2) 計測結果

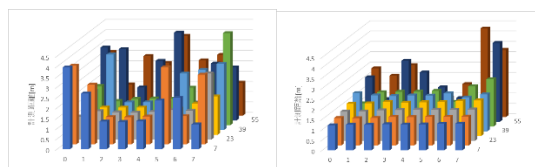


Fig.4 計測結果

計測結果の一部をFig.4に示す。左のグラフは0.12m前方正面に立位の人がある場合、右のグラフは同位置の地面に縁石を模擬した四角柱がある場合の計測結果である。数値は計測値5回分の平均値である。グラフ手前側はセ

ンサの計測範囲の下方部にあたる。正面時の結果(Fig.4左)では、計測誤差が0.1m程度あったが奥に縦長に人の形を示す窪みが見られ、人の形を認識していると考えられる。45°下方に傾けた時の結果(Fig.4右)では、想定していたグラフの形と異なる結果であり、縁石などの突起を模擬した四角柱を検知できていないと考えられる。8×8のマトリクス状に計測値を丸めていることで、高さ0.15m、奥行き0.06mはセンサの解像度に対して小さいことが原因と考える。また、計測誤差も0.2m以上ある個所もあった。正面時は、計測誤差はあったものの人を検知することは可能であると判断できる。今後の課題として、45°下方に傾けた場合は、障害物の大きさとセンサまでの距離の関係など、検知できる条件を明らかにする必要がある。

5. まとめ

視覚障害者が白杖では確認できない周囲の危険を非接触で把握するための環境認識デバイスについて検討した。白杖使用者の歩行状態を想定し、使用するセンサの種類と数、計測方向等について検討した。主要な役割を果たすToFセンサの性能を把握するために、正面空中と地面に仮の障害物を配置し計測実験を行った結果、正面はある程度計測できたが、地面については大きさと距離などに課題があることがわかった。今後は、複数種のセンサを用い様々な条件での計測実験を行い、デバイスの機構等を明確にしていく予定である。

参考文献

- 1) 白杖の長さとは歩行速度・歩幅, 田邊, 森本, (日本ライトハウス養成分部), (2013)
<https://www.jarvi.org/pub/wpcontent/uploads/2018/12/JJVR20130301-08.pdf>, (参照 2022-9-30)
- 2) 日本リハビリテーションセンターリハビリテーションマニュアル13, (2003)
http://www.rehab.go.jp/application/files/7315/2039/6446/07_13_01_PDF2.4MB.pdf, (参照 2022-9-30)
- 3) 日本歩行訓練士会白杖について, (2022)
<https://nippokai.jp/wp/formembers/canes/>, (参照 2022-9-30)
- 4) e-Stat身長・体重の平均値及び標準偏差・年齢階級、身長・体重別、人数、平均値、標準偏差-男性・女性, (2018)
<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003224177>, (参照 2022-10-1)