

視覚障がい者のための下り段差検知システムの提案

Proposal for a negative obstacle detection system for visually impaired

遠藤 諒¹⁾ 豊田 泰徳²⁾ 田中 みなみ³⁾

ENDO Ryo¹⁾ TOYODA Yasunori²⁾ TANAKA Minami³⁾

1) 芝浦工業大学大学院 2) 芝浦メカトロニクス株式会社 3) 芝浦工業大学

Abstract : Visually impaired people typically rely on white canes or guide dogs. However, it is difficult for them to detect downward stairs, thereby sometimes causing accidents. With the advancement of technology in recent years, the development of systems to assist the visually impaired in walking has progressed; however, these systems have not yet been widely

Key Word : Negative obstacle detection, Visual impaired people, White cane

1. 緒言

近年、世界的に視覚障がい者の数が増加傾向にある。1990年にはおよそ 3000 万人だった全盲者の数も 2015 年にはおよそ 3600 万人に増加していると推定されている [注 1]。この背景には人口の増加や高齢化が挙げられ、人口増加を統計的に考えた場合、2050 年には全盲者が世界で 1 億 1500 万人に達すると予測されている [注 1]。視覚障がい者の数が増加すると、これまで以上に事故やトラブルが起こりうると考えられる。ここ数年で全国の鉄道の駅のホームに転落防止用の扉の設置が進み、転落事故件数は減りつつある。しかし 2019 (令和元) 年度における視覚障がい者のホームからの転落事故数は 61 件と未だ転落事故が後を絶たない [注 2]。

視覚障がい者の歩行の補助および補助具として一般的なのはヒューマン・ガイドと盲導犬、白杖である。白杖は視覚障がい者、特に全盲者にとっては必須である。しかし白杖では歩行者の手前 1 m 前後を粗くしか検知できず、歩行速度によっては障害物を回避することが難しい。下り段差を事前に回避できない場合、転倒および転落を引き起こしてしまう可能性があり危険である。こうした背景の中で視覚障がい者の歩行支援を行

う設備や機器の開発が進んでいる。近年では電子技術の発達により、障害物探知機やナビゲーションシステムといった電子機器の研究開発も行われている [注 3]。

2. 研究目的

本研究は、視覚障がい者の歩行を支援する装置として、検知の難しい下り段差を事前に検知するシステムの提案およびデバイスの開発を目的とした。なお、本研究で提案するシステムは、白杖と併用し、白杖の補助と位置づける。また、白杖との併用を考えた際に、使用者の負担にならないようウェアラブルデバイスとすることとした。

3. 提案する歩行支援デバイスの概要

3.1. システムの全体像とセンサの選定

まず、システムの全体像として、下り段差を距離で検知する方法を採用することとした。下り段差の検知範囲は、事前のインタビューをもとに白杖の検知範囲以内とした (図 1)。下り段差を検知する方法として、測距センサを用い、地面までの距離が長くなったときに下り段差を検知とするシステムを考えた (図 2)。

使用可能なセンサとして、過去の研究より超音波センサと赤外線センサが超音波センサと赤外線センサを候補として、正しく地面までの距離を測定することが可能な角度を調べた。実験の結果を図 3 に示す。なお、本実験は 45°以上の角度で地面を検知することが可能か調べることに主眼を置いており、厳密な角度を調べているものではない。得られた実験結果より、超音波センサはおよそ 15°まで傾けることが可能であり、赤外線センサは 60°まで傾けても正しく地面を検知することが可能であった。



図 1 白杖の基本的な持ち方と段差検知の範囲

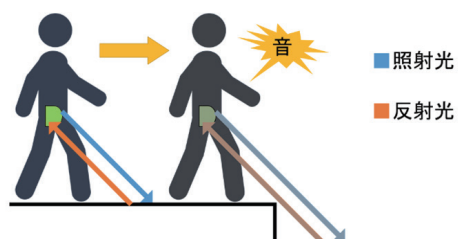


図 2 下り段差の検知方法

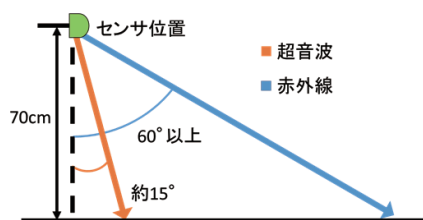


図 3 超音波センサと赤外線センサの検知角度

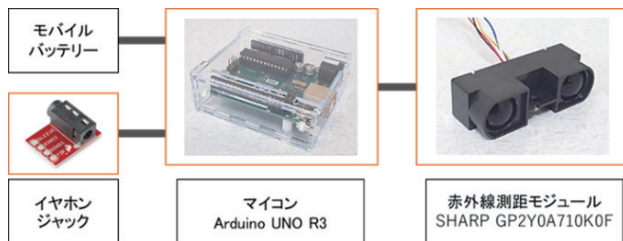


図4 歩行支援デバイスの構成

3.2. 歩行支援デバイスの構成

本研究で開発を行ったデバイスを図4に示す。本デバイスはSHARPの赤外線測距モジュール GP2Y0A710K0F より取得した距離情報をもとに、使用者の前方に下り段差が存在するかを判断する。また、情報の処理および制御装置としてワンボードマイコンである Arduino UNO R3 を用いる。危険を知らせる際には骨伝導イヤホンを用いて視覚障がい者の残存感覚である聴覚を利用する。電源はIoT機器に対応し、電源のオンオフ変更が可能なモバイルバッテリーを用いた。

3.3. 段差検知システムの原理

システムのフロー図を図5に示す。システムは電源がオンになると0.1秒ごとに10回地面までの距離を計測し、その平均値を導出し240Hzの通知音が鳴る。このときの地面までの距離の平均値を $d1$ とする。その後も0.1秒ごとに地面までの距離を計測し続け、それらの値を $d2$ とする。地面までの距離の計測値 $d2$ が平均値 $d1$ よりも長い場合、下り段差があると認識し440Hzの高音が鳴り通知する。電源がオフになるまでこれを繰り返す。

4. 検証実験

4.1. 実験方法

晴眼者の学生20名を対象に開発したデバイスを身に付けてもらい、システムの精度を調べた。腰にセンサを付けた状態で階段に向かって歩き、音が鳴った位置で停止する。そのときのセンサ直下地点から階段までの距離とセンサの高さを比較する(図4)。これを各学生に対して10回繰り返した。センサ角度が45°であることから、センサ直下地点から階段までの距離とセンサの高さは近い値になることが理想である。

4.2. 実験結果

合計200回の測定のうち、197回は階段を検知することができた。197回の検知のうち、センサ直下から階段までの距離の測定値とセンサ高さの値のずれは最大で9.2cmであった。また、197回の検知によるセンサ直下から階段までの距離とセンサ高さの値のずれの平均値は1.5cmであった。

5. 考察

検知ができた197回の測定において、センサ直下から階段までの距離とセンサ高さの値のずれが10cm以内に収まっていることから、下り階段に関しては高い精度で検知できていると考えられる。一方で検知不可だった3回は全て階段に差し掛かる位置で音が鳴ったため、歩く際の腰の動きやベルトの動きによってセンサの角度が変わったことが原因だと考えられる。また、実験において下り階段を検知することはできたものの、高低差の小さい段差を検知することは難しいことがわかった。今後の展望として、低い段差でも検知ができるような設計をする必要がある。

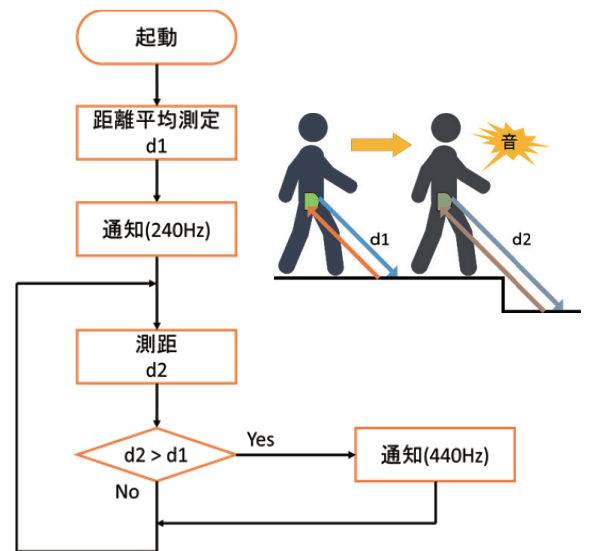


図5 システムのフロー図



図6 実験の様子

6. 結言

本研究は、歩行者の前方にある下り段差を検知して知らせることにより、視覚障がい者の歩行を支援するシステムを提案した。下り段差検知システムとして、赤外線センサを用いることで、検知範囲内にある下り階段を認識することが概ね可能であることが分かった。一方で、高低差の小さい段差や踏み幅の広い階段については検知には改良が必要である。また、下り段差までの距離の調整とぶれ防止の観点から、身体への装着方法についても今後の検討が望まれる。

参考文献

- 1) RRA Bourne, "Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis", The Lancet Global Health Volume 5 Issue 9, (2017), e888-e895, DOI:https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30302-9, (2021/04/19).
- 2) 国土交通省, 参考資料「駅ホームからの転落に関する状況」, (2020), p1, https://www.mlit.go.jp/tetudo/content/001378759.pdf, (2021/4/21).
- 3) 田内雅規, 大倉元宏, 「視覚障害者支援技術の現状と問題点: 単独歩行について」, 公益社団法人計測自動制御学会 計測と制御, (1995), 34 巻, 2 号, pp144-145.