

令和元年6月13日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00349

研究課題名(和文) 三次元測域センサを用いた視覚障害者のための誘導方式に関する研究

研究課題名(英文) Research on guidance method for visually impaired person using a three-dimensional range sensor

研究代表者

大矢 晃久 (Ohya, Akihisa)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：30241798

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、視覚障害者のための新しい単独歩行支援方式として、予め作成しておいた地図中で指定した経路に沿うように目的地まで誘導する方法を提案し、実際にシステムを試作してその有用性を評価することを目的とした。誘導する対象者の現在位置と姿勢を計測するセンサには近年開発された三次元測域センサを用いて周囲環境を立体的に計測し、進むべき方向の指示には複数の振動モータを配置したベルトを使用した。システムを構築して行った実験により、屋内環境において階段昇降や障害物回避を含めた誘導が実現可能であることを明らかにした。また、屋外で利用する際の問題点を明らかにした上で対策を施し、誘導可能範囲を拡張した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の独創的な点は、移動ロボットの自律ナビゲーション技術を人間の誘導に用いることで、従来成し得なかった精度で人間を指定した経路上で歩行させることが可能な点である。誘導対象の人間は、ロボットで実現されているのと同様に障害物も回避して歩行可能である。本方式は、人間の視覚機能を必要としないため、視覚障害者が直接利用できる。予め地図を作成し、歩行すべき経路を指定しておけば、初めて訪れる場所でも正確に誘導できる。三次元センサにより歩行する前方路面の状況がわかるため、駅のホーム等で誤って転落する事故を防ぐことも可能になる。本方式が実用化されれば、視覚障害者が外出するのを助ける非常に有用な手段となり得る。

研究成果の概要(英文)：In this research, as a novel walking support for the visually impaired, we propose a method of guiding to the destination along the route specified in the map created in advance. The goal is to prototype the system and to evaluate its usefulness. The current position and posture of the subject to be guided are calculated based on the surrounding environment information measured using a recently developed three-dimensional laser range sensor. The multiple vibration motors fixed on a waist belt are arranged to indicate the direction to proceed next. Through experiments conducted by using constructed system, it was clarified that guidance including stair climbing and obstacle avoidance can be realized in the indoor environment. In addition, applicable area was expanded by solving problems when using it outdoors.

研究分野：知能ロボット

キーワード：人間誘導 視覚障害者 三次元測域センサ

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

視覚障害者の単独歩行を支援するものとしては、従来より白杖や盲導犬がある。しかし、白杖は壁や点字ブロックに沿っての歩行や段差等の障害物の検出には役立つものの、初めて訪れる場所や歩き慣れていない場所での誘導にはあまり役に立たない。また、盲導犬はその育成にコストがかかることなどから、必要とされる数に対してまったく頭数が足りていない。このような背景のもとで、視覚障害者の歩行を支援する手段として、誘導路に設置したカラーテープの上を白杖の先端が通過するとバイブレータが振動し、利用者が誘導路上にいることを知らせるものや、携帯電話のカメラで撮像された画像から点字ブロックを検知し、その方向を音声ガイドにより案内するものなどがある。しかし、これらの手法では、カラーテープを設置した場所や点字ブロックが存在するところでしか使えない。

一方で、一般の歩行者の誘導を目的とした研究として、その現在位置を知るために携帯端末の衛星測位システムやRFIDタグ、無線アクセスポイントなどを用いたり、歩行者の頭部に取り付けたカメラで環境中に貼りつけたマーカーを識別する手法などが提案されている。しかし、これらの方法では1m~数m単位の大まかな位置しか知ることが出来なかったり、行動範囲内に限なくマーカー配置しなければならないなど、制約が多い。

これに対して移動ロボットの研究分野では、近年ロボットを屋内外で目的地まで自律的に走行させることが可能になってきている。ロボットの自律走行は、自身の持つセンサにより予め用意された環境地図中の自己位置を正しく認識し、指定された経路に沿うように移動すべき方向を制御することによって実現される。近年の測域センサ(光走査型距離センサ)の発展により、ロボットの自己位置は屋内では数cm単位で、屋外でも10cm程度の精度で計測可能であり、それと同様の精度で指定した経路上を走行させることが可能となっている。

本研究では、移動ロボットの自己位置認識技術と環境中での自律ナビゲーション(誘導)方法を人間の誘導に応用し、対象人物を予め指定した経路に沿って誘導しながら目的地まで到達させようとするのを考えた。

### 2. 研究の目的

本研究では、視覚障害者のための新しい単独歩行支援方式として、予め作成しておいた地図中で指定した経路に沿うように目的地まで誘導する方法を提案し、実際にシステムを試作してその有用性を評価することを目的とした。誘導する対象者の現在位置と姿勢を計測するセンサには近年開発された三次元測域センサ(レーザ距離センサ)を用いて周囲環境を立体的に計測し、進むべき方向の指示には複数の振動モータを配置したベルトを使用した。本方式では、振動により人間に進むべき方向を指示するため聴覚を妨げることも無く、視覚障害者の誘導には最適である。また、テープを設置する等の環境に対する変更は一切加える必要はなく、予め地図を作成し走行すべき経路を与えてさえおけば、対象の人物が初めて訪れる場所でも誘導することが可能であるという特長を有する。

### 3. 研究の方法

まずはじめに、三次元測域センサと複数の振動モータを配置したベルトを用いて、以下の図に示すようなシステムを構築した。

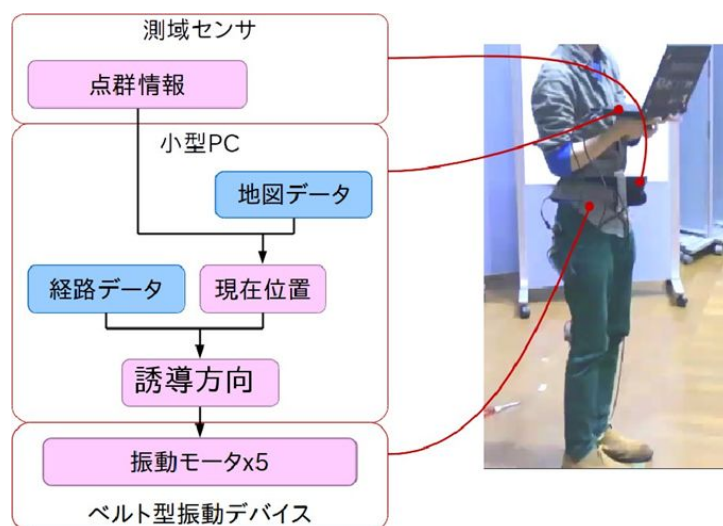


図1 誘導システムの全体構成と各デバイス装着の様子

具体的な目標行動として駅で電車に乗るまでの動作を取り上げ、模擬環境を構築して、以下の図に示すような各動作に必要な計測データの処理と適切な誘導方法を明らかにしていった。また、誘導可能な範囲を屋外へと拡張するために、典型的な屋外での利用場面を想定し、その問題点や原因を検討した。

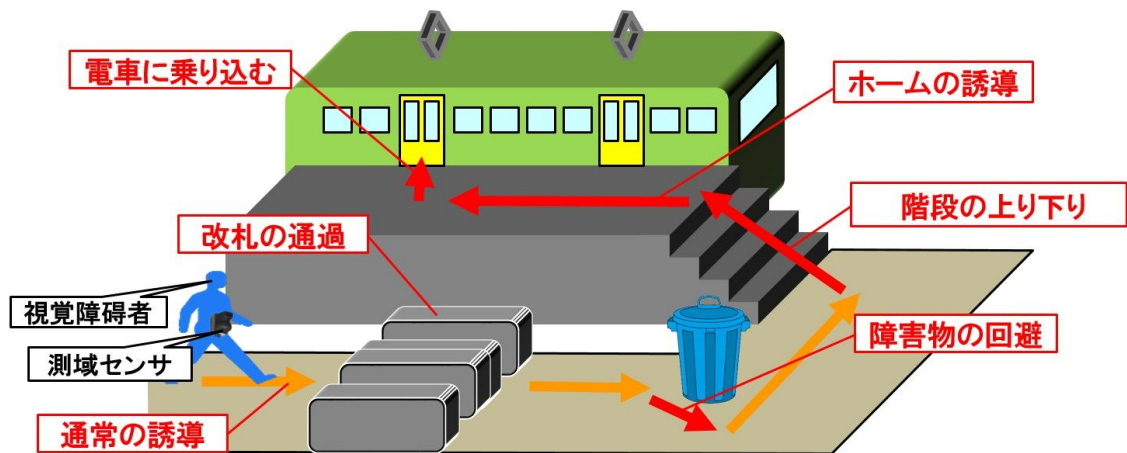


図2 想定した具体的な誘導環境（駅で電車に乗り込むまで）

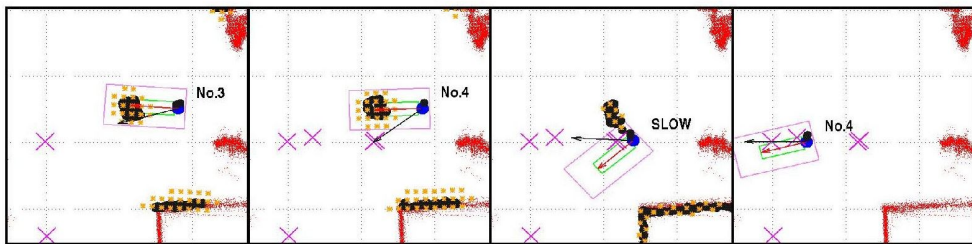
#### 4. 研究成果

(1) まず、三次元測域センサから得られる周囲の計測データを、センサ内部にある姿勢センサの角度情報により補正し、身体の傾きが変化することに対応した。床のデータを削除し、残ったデータを用いて現在位置認識を行う方式を構築した。また、二次元のセンサでは検知できなかった床に置かれた障害物等を検出するアルゴリズムを構築し、障害物が検出された際に誘導している人間に対して減速や停止の指示を与える方式を提案した。

以下の図は、三次元測域センサにより得られたデータから障害物を検出し、自動的に回避経路を生成して人間が障害物を回避するように誘導している実験結果の様子を示したものである。



(a) 障害物回避時の様子

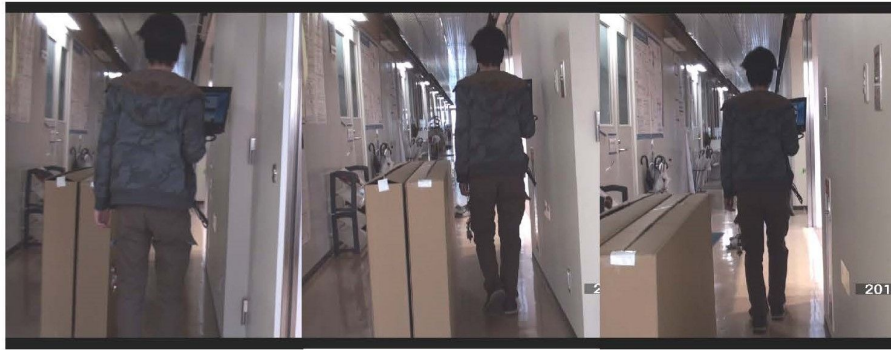


(b) 推定位置と回避経路のプロット (黄点：障害物、黒点：自己位置推定で利用しているスキャンデータ、青丸：推定位置、赤矢印：人の向き、黒矢印：Waypointの方向、ピンク×印：Waypoint、緑枠：停止領域、ピンク枠：減速領域)

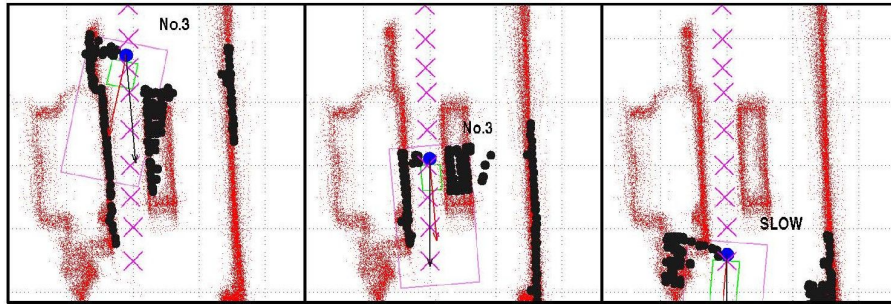
図3 障害物回避の実験結果

(2) 一つの目標として考えた「駅で電車に乗る行動」について検討した。具体的には、改札のように狭い通路を通り抜ける際の誘導方法を検討し、移動方向を変える「旋回」指示に加えて「平行移動」指示も追加することで、スムーズな通り抜けを実現できることを確認した。また、階段に対する誘導方法を検討し、階段の始まる地点の手すりまでの誘導、階段の昇降、次のフロアへの到達検知と地図の切り替えに段階を分けて実装した。システムを構築して行った実験により、屋内環境において階段昇降を含めた誘導が実現可能であることを明らかにした。

以下の図は、駅の改札を模擬した環境で、狭い通路においても人間を正しく誘導している様子を示したものである。



(a) 改札模型通過の様子



(b) 改札通過時の推定位置 (黒点：スキャンデータ、赤点地図データ、青丸：推定位置、緑枠：停止領域、ピンク枠：減速領域)

図4 改札誘導の実験結果

(3) 誘導可能な範囲を屋外へと拡張するために、システムを利用するために必要な地図構築が難しい場面を特定し、その問題点と原因を検討した上で対策を施し、想定される典型的な屋外環境でも地図構築が正しく行えることを確認した。以下の図は、対象とした屋外環境の写真、各対象環境で作成された誘導のための地図、各対象環境で歩行時に認識された自己位置を示したものである。



図5 対象とした屋外環境

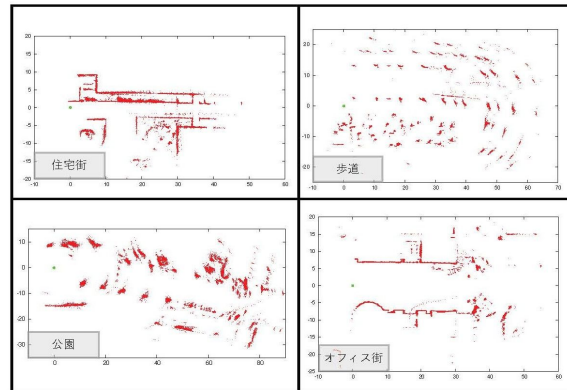


図6 屋外環境で作成された地図

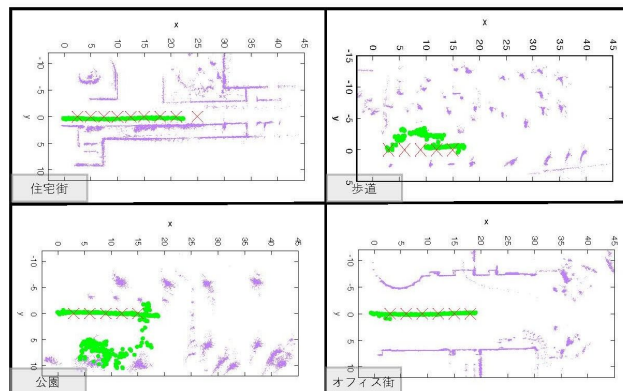


図7 屋外環境で歩行時に認識された自己位置

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計5件)

遠藤陽平, 河瀬秀, 大矢晃久, 坪内孝司: "3次元測域センサを用いた視覚障害者の屋外誘導", 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2018年

西野佑基, 河瀬秀, 大矢晃久, 坪内孝司: "三次元測域センサを用いた駅ホームにおける視覚障害者の転落防止に関する研究", 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2018年

諏訪部純, 大矢晃久: "3次元測域センサを用いた視覚障害者誘導システムの開発 - 階段を含めた誘導 -", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 2017年

諏訪部純, 大矢晃久: "3次元測域センサを用いた視覚障害者誘導システムの開発 ~ 障害物の検知と回避 ~", 第17回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2016年

諏訪部純, 大矢晃久: "3次元測域センサを用いた視覚障害者のための誘導システムの提案", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016, 2016年

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

## 6 . 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名: 諏訪部 純

ローマ字氏名: (SUWABE, kiyoshi)

研究協力者氏名: 遠藤 陽平

ローマ字氏名: (ENDO, yohei)

研究協力者氏名: 西野 佑基

ローマ字氏名: (NISHINO, yuki)

研究協力者氏名: 渡邊 隆

ローマ字氏名: (WATANABE, takashi)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。