

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12729

研究課題名（和文）視覚障害者の歩行ランドマーク特徴の抽出と学習型支援装置の研究開発

研究課題名（英文）Extraction of walking landmark features and research of the travel aid for the visually impaired

研究代表者

渡辺 寛望（WATANABE, Hiromi）

山梨大学・大学院総合研究部・准教授

研究者番号：30516943

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：視覚障害者の移動時間や移動経路の歩行データと歩行時の周囲のカラー画像、音、深度画像を取得可能なシステムを構築した。本システムは屋内などGPSの電波が届かない環境での歩行も記録することができ、屋内・屋外を問わず歩行を記録することを可能とした。さらに、深度画像から壁、床、天井、正面の領域を識別する方法を実装し、リアルタイムな識別を実現した。  
先行研究の課題であったナビゲーション案内の伝達方法について音声、音、振動の3種類の伝達方法を実装し、使用者が伝達方法を選択可能なシステムとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

視覚障害者が自立した生活を送るためには、単独歩行は不可欠である。しかしながら、視覚障害者の単独歩行には多くの危険が伴う。ビッグデータを活用したシステムやサービスは、晴眼者の行動を対象としていることが多く、視覚障害者の行動については研究が不十分であった。その理由の1つとして、データの収集方法が確立されていないことが挙げられた。そのため、本研究では視覚障害者の歩行を記録するシステムを研究開発した。GPSの電波が届かない駅構内などの屋内の歩行も記録可能なシステムを構築した。

研究成果の概要（英文）： We have developed a system that can acquire gait data of a visually impaired person's travel time and route, as well as color images, depth images, and sounds of the surroundings while walking. The system can record walking in environments where GPS signals do not reach, such as indoors, and can record walking both indoors and outdoors. In addition, we integrated a method to identify walls, floors, ceilings, and frontal areas from depth images, and achieved real-time identification.

The system can be used to provide navigation guidance in three different ways: voice, sound, and vibration, which was an issue in previous research.

研究分野：画像認識

キーワード：歩行支援装置 視覚障害者 ナビゲーション 情報伝達

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

国内の視覚障害者は約 31 万人[1]おり、視覚障害者が自立した生活を送るためには、単独歩行は不可欠である。しかしながら、視覚障害者の単独歩行には多くの危険が伴う。駅のプラットフォームからの転落[2][3]や歩道からの飛び出しによる自動車との接触事故[4]も多い。ビッグデータを活用したシステムやサービスが増えてきたが、晴眼者の行動を記録したデータの利用が多く、視覚障害者の行動については研究が不十分であった。その理由の 1 つとして、データの収集方法が確立されていないことが挙げられた。そのため、本研究では視覚障害者の歩行を記録するシステムを研究開発し、収集したデータを用いて歩行時のランドマークの特徴を抽出する。GPS の電波が受信できない駅構内などの屋内の歩行も記録可能なシステムを構築する。

### 2. 研究の目的

本研究では、視覚障害者の歩行を記録するシステムを研究開発し、複数人の歩行を記録することで、歩行時に共通するランドマークの特徴を抽出する。さらに、GPS の電波が届かない駅構内などの屋内の歩行も記録可能なシステムとし、複数人の歩行データ、画像データ、音データを収集するシステムを構築する。

さらに、複数人の歩行記録から抽出したランドマークの特徴をこれまでに研究開発してきた単独歩行を支援するナビゲーションシステムに反映させて、データ収集と解析結果が行われるたびにより安全な経路を提案する学習していく支援装置を研究開発する。

### 3. 研究の方法

視覚障害者の歩行の記録には、これまでに研究開発してきたシステムをベースとして用いる。画像認識と周囲 270 度の範囲にある壁等の物体までの距離が測定可能なセンサ (LRF: Laser Range Finder) の情報を融合して自己位置を推定する。本システムは屋内など GPS の電波が届かない環境での歩行も記録することができ、これを用いて移動時間や移動経路の歩行データと歩行時の周囲の画像データを取得する。本システムに周囲の音を記録する機能を追加する。これにより、屋内・屋外を問わず歩行を記録することが可能である。さらに、通常のカメラ画像に加えてカメラからの距離を表す深度画像が取得可能な RGB-Depth カメラを用いて歩行中の深度画像を取得する。

先行研究において、ナビゲーション時の案内に音声を用いることは使用者によっては歩行に必要な聴覚情報が収集しにくくなるという課題が挙げられていた。そこで、ナビゲーション時の案内を音声、音、振動の 3 種類の伝達方法とし、使用者が伝達方法を選択可能なシステムとする。さらに、音声と音は聴覚、振動は触覚であり刺激される感覚が異なる。また、音声は音という情報に加え言語という情報が加わるため、音声のほうが音よりも情報量が多い。刺激される感覚や情報量の違いは、反応時間に影響するため、伝達方法の違いによる動作完了位置の違いを実験により明らかにする。

### 4. 研究成果

#### (1) 深度画像を用いた領域識別

歩行データと歩行時の周囲の画像データ、周囲の音データを記録可能なシステムを構築した。さらに、RGB-Depth カメラを用いて歩行中の深度画像を取得可能とした。これにより、カラー画像情報だけでなく距離情報も含めたランドマークの特徴が検出可能となった。

さらに、深度画像を用いて、深度勾配の変化からリアルタイムに床面、壁、天井、正面を識別する手法を検討し、システムに実装した。図 1 に屋内の廊下環境で右壁、左壁、床の識別例を示す。深度の勾配方向を色相の変化で表し、右壁をシアン、左壁を赤色、床を紫色とした。各領域を正しく識別できている。屋内の廊下環境を歩行し領域識別アルゴリズムを評価した結果、80%以上の領域を正しく識別することができた。より遠くまで深度を取得可能なセンサを用いることにより、誤識別を減少させることができる。

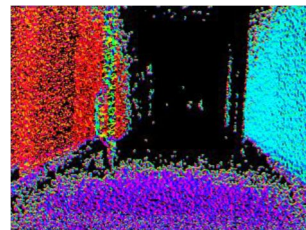


図 1 領域識別例

#### (2) 選択可能な伝達方法の実装

音声と音を用いた案内には、サングラス型オープンイヤホンを用い、環境音の聴取の影響をこれまでのシステムと比べて軽減した。振動を用いた案内には小型振動モータを使用した。図 2 に小型振動モータと制御装置を示す。振動モータは左右の手のひらに装着し、制御装置は歩行支援システムと SSH 接続した。

伝達方法の違いによる動作完了時間の違いを実験により確認した結果、開眼状態の晴眼者・閉眼状態の晴眼者ともに伝達方法の違いによる動作完了位置の違いは見られなかった。しかしながら、直進から停止と左折を行った場合に直進時の歩行速度と停止位置に相関関係が見られた。

表 1 に直進時の歩行速度と停止位置の相関係数を示す．表 1 から停止と左折ともに，音 < 音声 < 振動の順で相関が高くなった．停止と左折を比べると，停止の方がより相関が高かった．

表 1 歩行速度と動作完了位置の相関

	音声	音	振動
左折	0.59	0.43	0.72
停止	0.76	0.52	0.96

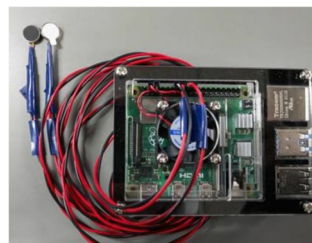


図 2 振動モータと制御装置

### (3) システムの動作実験

晴眼者 3 名を被験者として動作実験を行った．歩行経路を図 3 に示す．屋内環境であり，左折 1 回，右折 2 回，途中で階段による階の移動を含めた経路とした．図 4 に取得したカラー画像(a)と深度画像(b)の例を示す．深度画像は近い部分を赤色，遠くなるにしたがって青色として示した．センサの測定範囲外であり，深度が取得できない部分を黒色で示した．システムは安定して動作し，歩行データ，画像データ，音声データ，深度データの収集が可能であった．

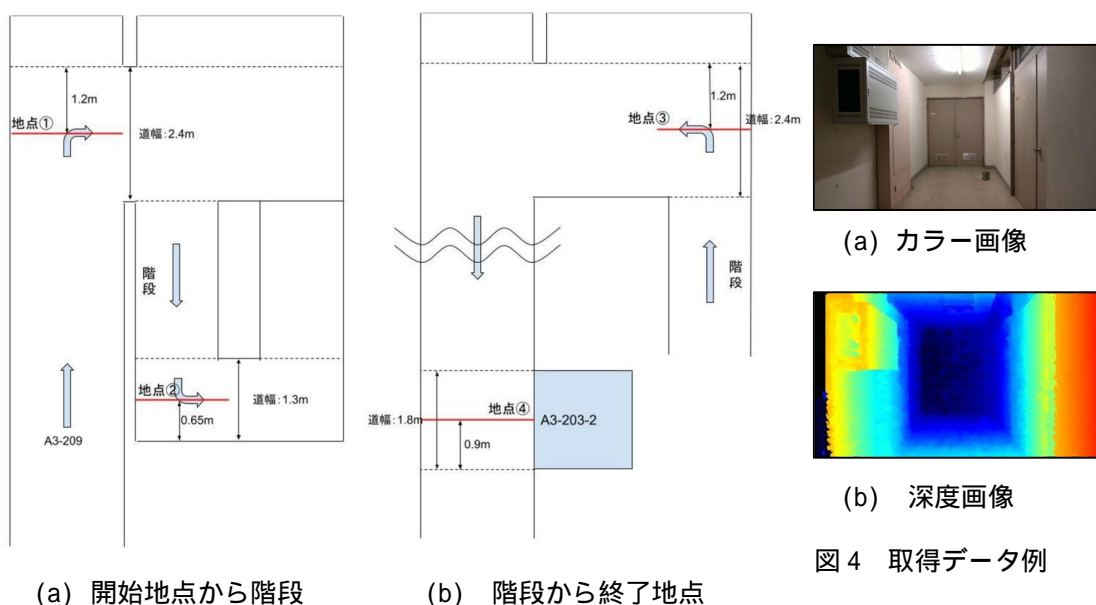


図 3 歩行経路

さらに，同じ経路を用いてナビゲーションの動作実験を行った．ナビゲーション案内は，左折 1 回，右折 2 回に加えて目的地での停止 1 回である．道幅 1.8m に対して，中心から ±60cm 以内の歩行を安全 (○)，壁から 30 cm 以内を歩行した場合を注意 (△)，壁との接触または道幅からのみ出しを危険 (×) として評価した．実験結果から，壁との接触や道幅からのみ出しはなく，システムは安全に動作した．案内の伝達方法は，3 種類とも実験し，振動 < 音 < 音声の順に の回数が多かった．課題であった案内の伝達方法について，音声，音，振動の 3 種類を実装し，使用者が選択可能なシステムを実現した．

### <参考文献>

- [1] 平成 23 年生活のしづらさなどに関する調査 (全国在宅障害児・者等実態調査): 結果の概要，厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部 企画課，東京，2013.
- [2] 大倉元宏，他：視覚障害者の歩行特性と駅プラットホームからの転落事故，人間工学，31 巻，1 号，pp1-8，1995
- [3] 中山尚也，中内靖：駅ホームにおける安全歩行を支援するインテリジェント白杖に関する研究，日本機械学会論文集，83 巻，850 号，pp.16-31，2017
- [4] 安部信行，橋本典久：視覚障害者の歩行環境整備のための歩行事故全国調査，八戸工業大学紀要，24，pp. 81-92，2005

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 岩田浩平, 渡辺寛望, 小谷信司
2. 発表標題 3 次元測域センサを用いた障害物検出による視覚障害者向け歩行補助システム
3. 学会等名 第26回知能メカトロニクスワークショップ
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	丹沢 勉  (TANZAWA Tsutomu)  (00452136)	山梨大学・大学院総合研究部・准教授   (13501)	
研究分担者	小谷 信司  (KOTANI Shinji)  (80242618)	山梨大学・大学院総合研究部・教授   (13501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------