

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01541

研究課題名(和文) 日常行動に基づく視覚障害者の定位支援装置の研究

研究課題名(英文) Research and Development of localization aid based on dairy movement for 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・助教

研究者番号：30516943

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、視覚障害者の行動パターンから個人のランドマークを推定して、安全に目的地へ誘導するシステムを研究開発することが目的である。行動パターンを記録、分析して、個人ランドマークを推定した。さらに、ランドマークの位置を要求に応じて提示することで、自己方位を見失うことを防ぎ、自己方位を見失った場合には、周囲の複数のランドマークの位置を提示するシステムを構築した。実験により、本システムを用いることで、空間把握を補助し、安全な自己方位の定位支援に有効であることを確認した。

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。思い込みによる駅のプラットフォームからの転落や自動車との接触事故も多い。さらに、混雑時など歩行中に人や物にぶつかり、体の方向が変わってしまった場合、安全に自己方位を再確立する方法が必要である。本研究では、自己方位を見失った場合を想定して、安全な自己方位の定位支援システムを研究開発した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of our research is to guide the visually impaired to the destination safely using aid which used individual's landmarks estimation based on the moving patterns. The moving patterns were recorded and analysed in the research. And the individual landmarks were estimated using the analyzed results. The our system presents the position of landmarks according to the user's requirements. It not only avoids loss of the self-locations, but also it support of localization. The experimental results showed that our system is effective for safety self localization.

研究分野：画像認識

キーワード：ナビゲーション 定位支援 ランドマーク推定 空間把握

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

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。思い込みによる駅のプラットホームからの転落^①や自動車との接触事故^②も多い。さらに、視覚障害者の歩行は定位と移動から成り立っている^③ため、混雑時など歩行中にぶつかり、体の方向が変わってしまった場合、自己方位を再確立することが難しく^④、安全な歩行が困難となる。2011年に日本盲人会連合が実施したアンケートによると、約4割の人が駅のプラットホームからの転落を経験しており、約6割の人はホームから落ちそうになったことがあると回答している。その理由は、どちらの場合も方向が分からなかったという回答が最も多い。本研究では、メンタルマップにおける自己方位の再確立を支援する装置を研究開発する。

先行研究として、特別なインフラを必要とせずに目的地へ安全に誘導するウェアラブル支援装置を研究開発してきた。実験では良好な結果が得られたが、方向が分からなくなりランドマークを探している間に起きる事故が多いということが分かった。これまでは、地図情報から得られたランドマーク（階段、ドア、曲がり角）の地点で目的地までの道順を指示してきたが、この問題を解決するために、本研究ではランドマークの位置（方向と距離）を要求に応じて提示し、さらに必要な場合には複数のランドマークの位置を伝えることによって、自己方位の再確立を支援する。

2. 研究の目的

本研究では、周囲のランドマークの位置を提示することにより、メンタルマップにおける自己位置と自己方位の再確立を支援する。視覚障害者の歩行では、ほとんどの場合、ランドマークの地点に行かなければランドマークを確認できない。しかしながら、自己方位を見失っている時に、安全にランドマークを発見し、自己位置・方位の再確立を行うことは困難である。

本システムでは、ランドマークの位置を要求に応じて提示することで、自己方位を見失うことを防ぐ。さらに、自己方位を見失った場合には、周囲の複数のランドマークの位置を提示することで、空間把握を補助し、安全な自己位置と自己方位の定位を支援する。

さらに、従来行っていた研究での誘導経路は、システムが決定していたが、人によって歩行時に必要とする情報や歩行経路は同じではないことが分かった。この問題を解決するために、本研究では、視覚障害者の日常行動を記録し、行動パターンからランドマークを決定するシステムを研究開発する。

3. 研究の方法

これまでに科研費の助成のもと安全に目的地まで誘導するシステムを研究開発してきた。特別なインフラを必要とせず、GPSの電波が届かない屋内でも利用可能なウェアラブル歩行支援装置として、小型カメラ、測距センサ、傾斜計を用いて自己位置を正しく推定し、障害物を検知し危険度を通知することで安全に誘導するシステムを構築し、その有効性を確認した。本研究ではこれまで研究開発したシステムを発展させ、自己方位の再確立を支援する装置を研究開発する。

これまでに研究開発したシステムを用いて行動を記録し、記録した行動から個人毎にランドマークを決定するシステムを構築する。さらに、自己位置と自己方位を見失った際に有効なランドマークの提示方法を調査し、定位支援の有効性を検証する。

有効性の検証等の実験では、晴眼者で安全の確認を行った後、視覚障害者の歩行訓練などを行っている支援学校教諭、歩行訓練士、単独歩行に慣れた視覚障害者、視覚障害者全般と段階を分けて取り組み、被験者の安全を最優先とする。

4. 研究成果

(1) 行動記録

被験者の安全性を考慮して、晴眼者の行動記録の収集と行動記録からの個人ランドマークの推定を行った。平成24～26年度科研費で研究開発したウェアラブルナビゲーション支援装置を用いて、一定時間の行動を記録した。図1に装置を装着した様子を示す。小型カメラと傾斜計は肩に装着し、測距センサ測距センサ（以下、LRF: Laser Range Finderと称す）は前方鉛直方向に1台と後方水平方向に1台を装着する。前方のLRFは障害物検出にも利用する。その他の装置、バッテリーはバッグに入れる。小型カメラ、LRF、加速度センサを用いて、移動の経路と移動速度を記録した。移動中の加速度を同時に測定することで、静止状態の位置と時間、転倒や衝突などの状態を記録することができる。ウェアラブルナビゲーション支援装置を用いることで、屋外だけではなく屋内においても行動を記録することができた。ただし、今回は安全の確保が難しかったため晴眼者の行動のみを記録した。



図1 ウェアラブルナビゲーション支援装置

(2) ランドマーク推定

複数回の行動記録から経路が集中する箇所、地図情報として一般的にランドマークとなるドアや階段のうち記録経路に近いランドマーク、急激な加速度の変化を用いて、個人のランドマークを推定した。

さらに、誘導時の経路をより自然な経路とするために、ディープラーニングによる機械学習を取り入れた。機械学習により、行動パターンの分析と分類を行い、経路計画を行う環境を整えた。複数の学習手法の比較・検討を行い、学習環境を構築した。構築した学習環境を用いて、画像分類を試みた。さらに、データセットの形式を検討し、データの取得方法と学習に適した形式を検討した。ディープラーニングにより推定したランドマークと誘導経路の有効性の検証は、今後の課題である。

(3) 自己方位の定位支援

自己位置と自己方位を見失うことの防止と、見失った時の再確立を支援する方法として、ユーザの要求に応じてランドマークを提示するシステムを構築した。提示するランドマークは、自己位置推定に用いている周囲のランドマークと、現在位置に最も近い曲がり角などのサブゴールである。本システムでは、自己方位を中心とした周囲 360 度を 8 方向に分割し、地図情報をもとに、分割した方向にあるランドマークを音声により提示した。ユーザはテンキーを用いて、確認したい方向に対応した数字を入力することにより、ランドマーク情報を取得する。表 1 に入力数字と対応する方向を示す。テンキーの中心である「5」を入力した場合は、現在位置から最も近いサブゴールの名称と方向、距離を提示した。

表 1 入力数字とランドマーク方向の関係

入力数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9
方向	左後	後	右後	左	S.G.	右	左前	前	右前

ただし、S.G.はサブゴールを示す。

安全性を考慮して晴眼者 7 名（男性 5 名、女性 2 名）を被験者として有効性の確認実験を行った。実験手順は以下の通り。

- ① 開眼状態で地図を確認
- ② 本システムを用いて、自己方位を確認
- ③ 開眼状態で地図上に自己方位を示す

手順②については、開眼状態とアイマスクによる閉眼状態の 2 通りの実験を行った。順序効果の影響を考慮して、実験順序はランダムとした。

図 2 に実験に用いた地図を示す。図 2 において、×印はサブゴールを示し、⊙印は現在の位置と方位を示す。

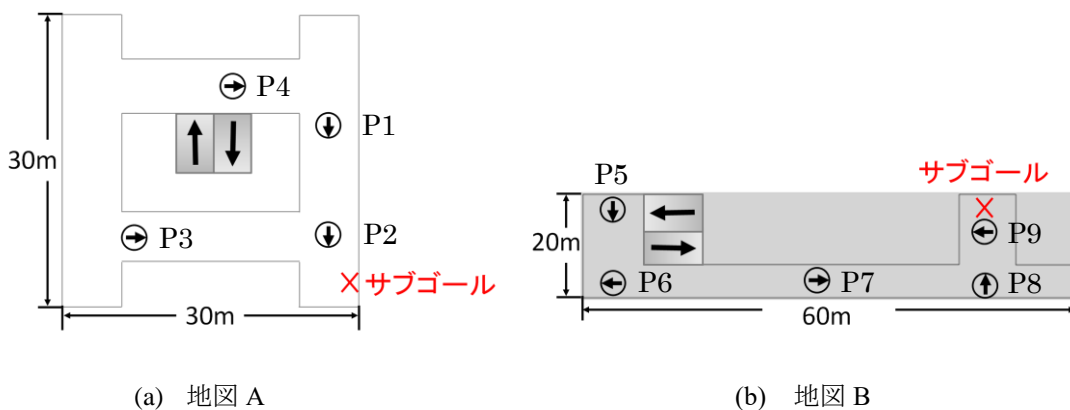


図 2 実験に用いた地図

表 2 に実験結果を示す。被験者 S3 以外は全員、すべての位置において、本システムを用いて現在の位置と方位を知ることができた。被験者へのアンケート結果から、サブゴールの情報は定位推定において重要であり、役立つと答える被験者が多かった。本システムによる情報提示回数は、開眼時と閉眼時で大きな差はなかった。さらに、開眼時と閉眼時で定位にかかる時間の大きな差はなかった。実験結果より、周囲の複数のランドマークの位置を提示することで、空間把握を補助し、自己方位の再確立補助の有効性を確認できた。

今回は実験的に音声による情報提示を行ったが、視覚障害者の場合、周囲の音情報は非常に重

要であり、本システムの音が周囲の音情報取得の妨げとなることがある。情報の提示方法については、今後の課題とする。

表 2 定位支援実験の結果

被験者	現在位置								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
S1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S2	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S3	×	△	×	○	○	○	○	○	○
S4	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S5	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S6	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S7	○	○	○	○	○	○	○	○	○

<引用文献>

- ① 大倉元宏、村上琢磨、清水学、田内雅規、視覚障害者の歩行特性と駅プラットフォームからの転落事故、人間工学、31 巻、1 号、1995、1-8
- ② 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、2005、81-92
- ③ 芝田裕、視覚障害者の社会適応訓練第 3 版、一編著日本ライトハウス、1996
- ④ リハビリテーション研究、(財)日本障害者リハビリテーション協会発行、第 70 号、1992、33-37

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 渡辺寛望, 丹沢勉, 小谷信司
2. 発表標題 ウェアラブル支援装置を用いた自己方位の定位支援
3. 学会等名 動的画像処理実利用化ワークショップ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 篠原真, 渡辺寛望, 小谷信司
2. 発表標題 視覚障害者のためのステレオカメラによる障害物検出
3. 学会等名 第34回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

山梨大学研究者総覧 http://nerdb-re.yamanashi.ac.jp/Profiles/337/0033612/profile.html
--

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)	

6. 研究組織（つづき）

	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	小谷 信司 (KOTANI Shinji) (80242618)	山梨大学・大学院総合研究部・教授 (13501)	