

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：13501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24760310

研究課題名(和文) パーソナル地図に基づく中途失明者向け双方向ウェアラブルナビゲーション装置の研究

研究課題名(英文) Research of the interactive wearable navigation system for acquired visually impaired based on personal maps

研究代表者

渡辺 寛望 (WATANABE, Hiromi)

山梨大学・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)：視覚障害者の安全な単独歩行を支援するために、個人ごとに必要な情報を付加したパーソナル地図を構築し、パーソナル地図を用いてナビゲーションを行った。さらに、双方向情報伝達機能として、キー入力による階の応答要求、次のランドマークの距離の応答要求、応答確認をシステムに実装した。双方向の情報伝達機能を備えることによって、一方的に装置から誘導案内を伝達するだけでなく、使用者からシステムへ尋ねることを可能とした。

研究成果の概要(英文)：To support the independence of the visually impaired, our system navigates users using the personal maps which added individually required information. As an interactive communicative function, the requirement of a response of the floor number by key input, the requirement of a response of the distance of a next landmark, and the check of the response were mounted in the system. This function not only guides to users from our system, but makes possible the thing about which a system is asked from a user.

研究分野：画像処理

キーワード：ナビゲーション パーソナル地図

1. 研究開始当初の背景

現在 国内の視覚障害者は約 30 万人おり、そのうち中途失明者は約 10 万人いる。中途失明の主な原因は糖尿病網膜症や緑内障、白内障といった疾患であり、視覚障害者の中での中途失明者の割合は年々増加している。さらに、中途失明の原因となる疾患は、高齢者が発症しやすい眼疾患であり、今後、超高齢化社会を迎えるにあたり、ますます中途失明者は増加する傾向がある。中途失明者はメンタルマップの確立が困難であったり、不安や恐怖から単独歩行ができない場合が多いといわれている。

ナビゲーション装置において、利用者の安全を確保することは欠かすことのできない条件である。安全なナビゲーションのためには、正確な自己位置の把握が重要である。ロボットの自己位置推定については、多くの研究がされている。しかし、歩行者の自己位置を推定する場合には、歩幅や歩行速度が一定ではないため、新たなセンサやセンサ融合による総合的な推定が必要である。

これまでに、特別なインフラを必要とせず、屋内で使用が可能な歩行支援システムを研究開発してきた。歩行者の自己位置を推定するために、カメラと周囲 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（以下、LRF）を用いて自己位置推定を行う方法を検討し、システムへの実装を行った。その結果、病院や建物内など GPS の電波を受信することができない場所での歩行支援にも対応することができ、先天的な視覚障害者に対する有効性を確認した。しかし、研究を進めるにつれて、中途失明者は目が見えていた期間（視覚経験）や障害の程度にばらつきが多く、利用者ごとにランドマークや支援情報を変える必要があるということが明らかとなった。さらに、安全なナビゲーションのためには、装置から使用者へ誘導案内を行う一方向の伝達では、不十分であることがわかった。

2. 研究の目的

本研究では、個人に対応した情報を付加したパーソナル地図を構築し、パーソナル地図に基づいてナビゲーションを行うシステムを研究開発する。さらに、使用者から装置へ現在の位置を尋ねることができる双方向情報伝達機能を備える。これにより、現在位置を確認しながら移動することができ、より安全に安心して歩行可能なナビゲーションを実現する。

3. 研究の方法

これまでに研究開発してきた装置を用いて、パーソナル地図の構築と双方向伝達機能の実装を行う。研究の方法としては機能ごとに研究開発を行い、最終的に結合する。図 1 にシステムの全体構成を示す。

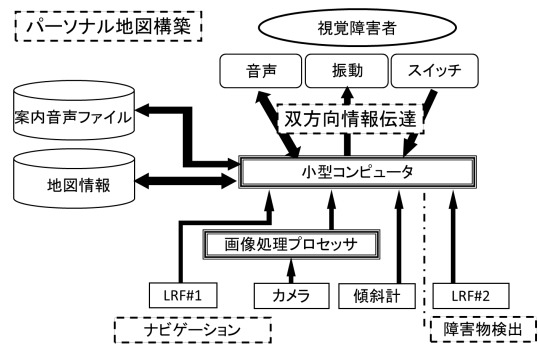


図1 システム全体構成

(1) パーソナル地図の構築

パーソナル地図は階ごとのレイヤ構造に加えて、情報ごとにレイヤ構造をなす。図 2 にパーソナル地図のレイヤ構造を示す。各階の通路地図情報を通路レイヤに保存し、階段の位置によって各階の通路レイヤをリンクする。さらに、看板や階段などのランドマーク情報はランドマークレイヤに保存する。通路レイヤとランドマークレイヤの情報は、全使用者共通の情報として用いる。個人ごとに異なる有用な情報は個人レイヤに保存し、通路レイヤにランドマークレイヤと個人レイヤの論理和を加えてパーソナル地図とする。

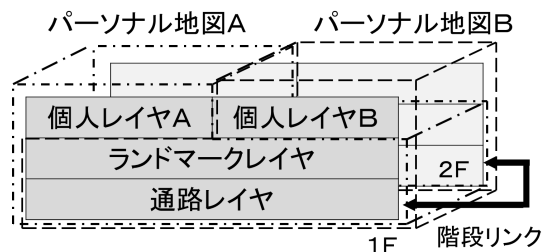


図2 パーソナル地図のレイヤ構造

(2) 双方向情報伝達機能

従来のナビゲーション装置は一方向的に案内情報を提示するだけであったが、双方向の情報伝達を可能とすることによって、利用者のタイミングで現在位置を把握することが可能となる。装置に対する現在位置の通知をキー入力により要求可能にする。

4. 研究成果

(1) パーソナル地図の構築

地図情報は建物ごと、階ごとに作成し、建物名と階数を地図情報に付加することとした。1つの地図は、通路レイヤとランドマークレイヤ、個人レイヤの3つのレイヤを持った構造とした。通路情報レイヤは、建物の図面から作成し、廊下などの通路を情報として保存した。ランドマークレイヤには、建物の出入り口と階段の位置を保存した。個人レイヤには、使用者ごとのランドマークを保存した。さらに、出入り口や階段の位置で他の地

図とのリンク情報を保存した。

使用者ごとにランドマークを登録する機能として今回は、ティーチング方式を採用した。使用者にはあらかじめティーチング歩行をしてもらい、ランドマークとして登録したい位置において介助者によるランドマーク登録を実装した。使用者ごとのランドマークとしては、消火栓、使用者が頻繁に利用する部屋、トイレの位置などが挙げられた。

さらに、ランドマーク登録の効率を向上するために、使用する単語を限定し、ツリー構造のデータベースを構築することによって、入力の効率を改善することを検討した。単語には、時間や場所に応じた活性化条件が付加されており、活性化条件を満たした場合に、その単語が優先的に予測変換されるシステムを構築した。これにより、入力効率を向上することができる。

さらに、前年度までに構築した地図情報と登録された使用者ごとのランドマーク情報を用いてパーソナル地図を作成した。作成されたパーソナル地図の確認と評価を行った。評価結果から、パーソナル地図を用いることによって、使用者に合ったランドマークを登録することができ、ナビゲーション時の安心感を向上することができた。

(2) 双方向情報伝達機能

キー入力による、現在の階の応答要求、ランドマークまでの距離の応答要求、応答確認をシステムに実装した。

現在の階の応答要求では、システムが推定した階数を音声で使用者に伝える。

ランドマークまでの距離の応答要求では、自己位置推定によって得られた現在の位置から目的地までの間で現在の位置に最も近いランドマークまでの距離を算出し、使用者に伝える。本システムでは、方向転換が必要な曲がり角等はランドマークとしているため、現在の位置とランドマークとの距離のみ伝えることとした。これまでのシステムでは、ランドマークの位置に着いたときに、次のランドマークまでの距離と方向を伝えていたため、指示を聞き逃すと目的地までの経路を離脱してしまうという問題点があった。また、慣れない使用者はランドマーク間の距離が長い場合、指示がない時間が長いため不安になることがあった。使用者からの要求を受け付けることによって、システムの使いやすさが向上した。

応答確認では、応答の有無により、システムが正常に動作しているかどうかを使用者が確認可能とした。

応答方法については、今回は音声を用いたが、周囲の音情報を取得することを妨げてしまうことから、触覚を利用した応答方法などを今後検討していく。

(3) 周囲環境の判別

本システムではこれまで初期位置の特定、もしくは使用者による入力が必要であった。この点を改善するために、周囲環境を判別する方法についても検討した。

周囲環境の判別には全方位カメラを用い、事前学習と周囲環境判別の2段階に分けたアルゴリズムを検討した。事前学習では、事前に撮影したトレーニングセットを用いて、SURF 特徴量を抽出し、k-means 法によりクラスタリングを行い、代表的な局所特徴群(コードブック)としてまとめる。コードブックは、XML ファイルとして保存する。ヒストグラムを作成し、SVM を用いて周囲環境の分類モデルを作成する。周囲環境判別では、画像を取得し、事前学習時と同様に SURF 記述、ヒストグラム化を行う。ヒストグラム化を行う際は、事前学習時に作成したコードブックを用いる。事前学習時に作成した分類モデルとヒストグラムを比較し、周囲環境の判別を行う。

周囲環境の判別結果を表1に示す。判別回数は、試行回数 200 回のうち、どの環境に判別したかの回数を示している。正答率は、正しく判別できた割合を示す。判別した4箇所の環境すべてにおいて 75%以上の正答率を確保することができた。

表1 各環境における判別回数と正答率

	判別回数[回]				正答率 [%]
	教室	実験室	情報処理室	視聴覚室	
教室	178	0	3	19	89.0
実験室	47	153	0	0	76.5
情報処理室	6	0	183	11	91.5
視聴覚室	5	0	29	178	89.0

さらに、判別にかかる処理時間は、4 箇所の環境のうち最長で 0.53 秒であり、ナビゲーション装置に実装した場合も問題にならないことを確認した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

(1) Hiromi Watanabe, Tsutomu Tanzawa, Tsuyoshi Shimizu, Shinji Kotani, "Floor Estimation by a Wearable Travel Aid for Visually Impaired",

Proc. of 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, ID-38, 2015, 査読有

- (2) Tsuyoshi Shimizu, Shinji Kotani, Hiromi Watanabe, Nobuyuki Furuya, “ Easy Calibration of Camera-Projector System using Geometrical Invariants ”, Proc. of IEEE IES Mechatronics14, 10th France - Japan Congress, 8th Europe - Asia Congress on Mechatronics 2014, pp.35-40, 2014, 査読有
- (3) 庄司和晃, 渡辺寛望, 小谷信司, “ 画像センサと距離センサによる2.5次元地図の生成と評価 ”, 電気学会論文誌 C, Vol.134, NO.2, pp.183-191, 2014年2月, 査読有
<http://doi.org/10.1541/ieejeiss.134.183>

〔学会発表〕(計8件)

- (1) 庄司和晃, 渡辺寛望, 小谷信司, “ 視線入力型日本語入力システムのためのツリー構造データベースによる入力効率の改善 ”, 第32回日本ロボット学会学術講演会電子論文集, 九州産業大学(福岡県福岡市), 2H2-05, 2014年9月4~6日
- (2) 長田隆三, 渡辺寛望, 小谷信司, “ 一般物体認識実現のための全方位カメラを用いた周囲環境認識 ”, 第32回日本ロボット学会学術講演会電子論文集, 九州産業大学(福岡県福岡市), 2J1-04, 2014年9月4~6日
- (3) 監物建秀, 小林祐輔, 渡辺寛望, 小谷信司, “ 自律移動ロボットによる廊下環境のリアルタイム地図作成と自己位置推定 ”, 第30回日本ロボット学会学術講演会電子論文集, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市), 4J1-3, 2012年9月17~20日
- (4) 庄司和晃, 渡辺寛望, 小谷信司, “ ロボットにより自動生成された2.5次元地図の評価 ”, 第30回日本ロボット学会学術講演会電子論文集, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市), 3F1-3, 2012年9月17~20日

〔その他〕

ホームページ等

http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A_Display.Scholar/2_3/7B821154659CC67A.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺寛望 (WATANABE, HIRIMI)

山梨大学・大学院総合研究部・助教

研究者番号: 30516943

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし