

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月21日現在

機関番号：13501

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22760290

研究課題名（和文） 中途失明者を対象とするナビゲーションマップを用いたウェアラブルシステムの研究開発

研究課題名（英文） Wearable Travel Aid using the Navigation map for the acquired visually impaired

研究代表者

渡辺 寛望（WATANABE HIROMI）

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・助教

研究者番号：30516943

研究成果の概要（和文）：

安全に歩行可能な通路地図に、階段などの付加情報を追加したナビゲーションマップを用いて、より安全な単独歩行を支援する。複数のセンサを用いた自己位置推定をシステムへ実装した。歩行中の周囲の状況や歩行者の姿勢変化に応じて、推定した自己位置を決定するための新たな指標を定義し、環境に対する信頼性の考察を行った。階移動を含めた自己位置推定を行い、自己位置推定に対して有効であることを確認した。

研究成果の概要（英文）：

The navigation map which added the position information on stairs etc. to the passage supports a visually impaired safe a walk. Wearable travel aid is estimated position using the map and multi sensors. The new index was proposed for determining an estimated position in response to changes circumference environment and situation. A reliability of the index was clarified. Experimental results show that floor estimation is useful for the position estimation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・システム工学

キーワード：階推定、地図構築、ナビゲーション、ウェアラブル、センサ融合

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、カメラとスキャン式レンジセンサ等のセンサ情報を融合して用いる方法を検討し、システムへの実装を行った。そのため、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、中途失明者の歩行支援にも利用可能である。さらに、本システムでは、スキャン式レンジセンサを用いて詳細に障害物の位置や障害物の種類を判別し、利用者に伝える機能により、より安全な歩行を支援可能とする。

2. 研究の目的

本システムでは、必要最小限の情報である通路の領域を示したメトリカルな通路地図に、危険な場所やランドマークなどの付加情報を追加したナビゲーションマップを用いて、より安全に目的地までの単独歩行を支援する。また、ウェアラブルな装置の利点である階段などの利用環境を制限しないことを確認するために、階段の移動を含めた自己位置推定についてシステムへ実装し、評価する。

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、ナビゲーションマップの作成と階段の移動を含めた自己位置推定を行う。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。

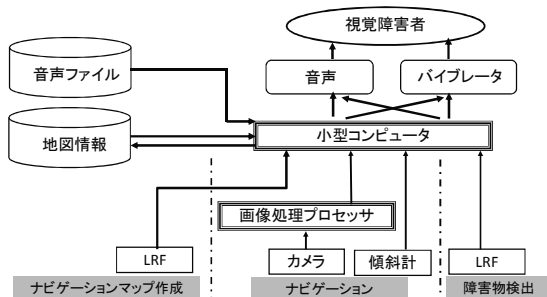


図 1 システムの全体構成

(1) ナビゲーションマップ作成機能

歩行可能な領域である通路地図を作成するサブ機能と、通路地図に階段位置や建物の出入り口の位置、地図のリンク情報を追加するサブ機能を統合して、ナビゲーションマップを作成する。

(2) ナビゲーション機能

地図上での現在位置を推定する自己位置推定のサブ機能と、目的地までの誘導を行うナビゲーションサブ機能を統合してナビゲーション機能とする。自己位置推定では、周辺環境を検出し、地図情報とのマップマッチングを行うことにより自己位置を推定する。

4. 研究成果

(1) ナビゲーションマップ

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、通路情報レイヤとリンク情報レイヤの2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する。リンク情報レイヤは、他の地図とつながる出入り口や階段などの場所をリンクエリアとして保存する。さらに、つながる先の地図上での位置を保存する。これにより、複数の地図情報の相互関係を把握しやすくし、周辺情報を得やすくする。さらに、行動範囲が広がった場合など、地図情報の拡張もしやすい方法とした。

(2) 階推定方法

階の移動を含めた自己位置を推定するために、階推定を行った。階推定の状態遷移を定義した。状態は3つとし、平面を移動している状態のFW(Floor Walking)と、上り階段を移動している状態のUSW(Up Stairs Walking)、下り階段を移動している状態のDSW(Down Stairs Walking)とした。状態の判別には障害物検出結果を利用した。連続して同じ障害物を検出した場合、検出した障害物の種類に応じて、状態を遷移させる。ただし、START時はFloor Walkingと仮定した。階の推定のためのフラグとしてfloor_numを定義し、floor_numの初期値はSTART時に入力する階数とした。FWからUSWへ状態が変化した場合、floor_numの値を0.5増加し、USWからFWへ状態が変化した場合はfloor_numの値をさらに0.5増加する。2階から3階へ移動した場合、START時はfloor_num=2であり、階段を上る際に上り階段を検出することによってfloor_num=2.5となり、階段を上り終えて3階に到着したところで、床を検出するためfloor_num=3となり階を推定する。

(3) 階推定実験

階推定の実験を行った。実験環境は、踊り場を含めて6階建ての建物である。本システムを装着し、上りを6回、下りを6回、全部で12回の移動を行った。1階から5階へ上った時の状態の遷移と、検出した障害物の種類を図2に示す。

推定した階の変化と実際の階の移動を図3に示す。踊り場の影響により、時間遅れが生じた。

表1に階推定の正答率を示す。括弧内の数字は、(推定した回数/実験回数)である。

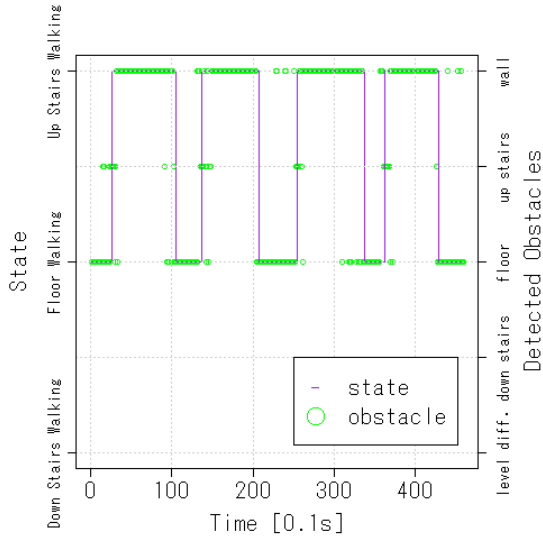


図2 1階から5階へ移動時の状態遷移

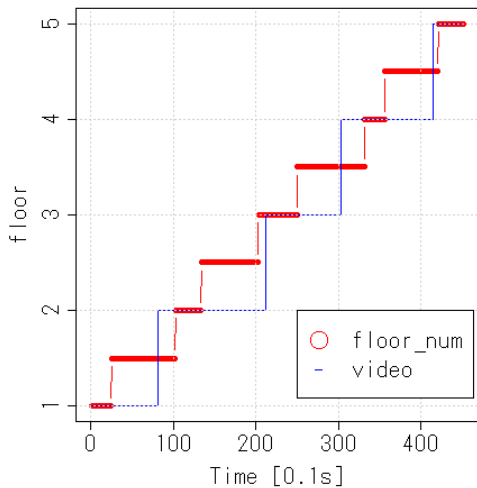


図3 1階から5階へ移動時の推定階

表1 階推定率

Walking floor	Estimated floor				
	1	2	3	4	5
1	100% (4/4)	0% (0/4)	0% (0/4)	0% (0/4)	0% (0/4)
2	0% (0/8)	87.5% (7/8)	12.5% (1/8)	0% (0/8)	0% (0/8)
3	0% (0/8)	0% (0/8)	87.5% (7/8)	12.5% (1/8)	0% (0/8)
4	0% (0/8)	0% (0/8)	0% (0/8)	100% (8/8)	0% (0/8)
5	0% (0/4)	0% (0/4)	0% (0/4)	0% (0/4)	100% (4/4)

(4) 自己位置推定方法

自己位置を推定するためにマップマッチングを用いる。マッチング結果からマッチング度を算出し、マッチング度による自己位置推定結果の信頼性を検討した。平面移動中の自己位置と階推定の結果に応じて、平面地図を変えながら階移動を含めた自己位置を推定した。

(5) 平面移動の自己位置推定実験

図4に実験環境を示す。6m×30mの屋内の廊下を実験環境とし、STARTからGOALまでは約40mとした。STARTから左に方向転換し、約25m直進、左に旋回してGOALした。

図5にセンサ情報を融合した自己位置の推定結果を示す。LRFを用いて推定した自己位置を◆で示し、画像特徴とLRFを用いて推定した自己位置を▲で示した。STARTから方向転換後約2mまでの間と、直線的な廊下を抜けた後の方向転換からGOALまでの間は、LRFを用いて自己位置を推定した。

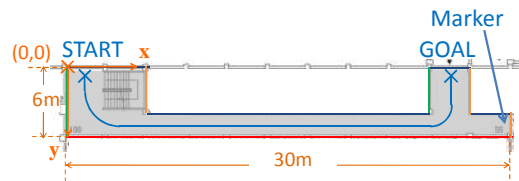


図4 実験環境

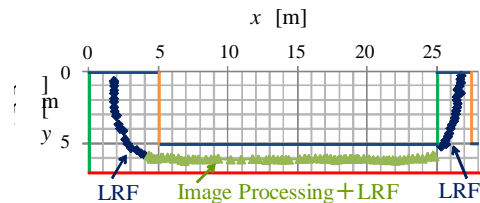


図5 平面移動の推定結果

図6に歩き方の異なる実験に対する自己位置の推定精度を示した。各実験について、最小値、第1四分点、中央値、第3四分点、最大値を示す。

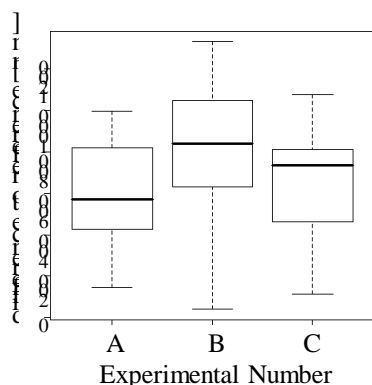


図6 自己位置の推定誤差

(6) 階移動を含めた自己位置推定実験

実験環境は、階推定と同じ環境で行った。廊下から階段を通して別の階へ移動する際の自己位置を推定した。

3階から5階へ移動したときの自己位置の推定結果を示す。図7は3階を移動しているときの自己位置結果である。図8は5階を移動しているときの自己位置推定結果である。色の変化はマッチング度を示している。青はマッチング度が高く、赤になるほどマッチング度が低い。

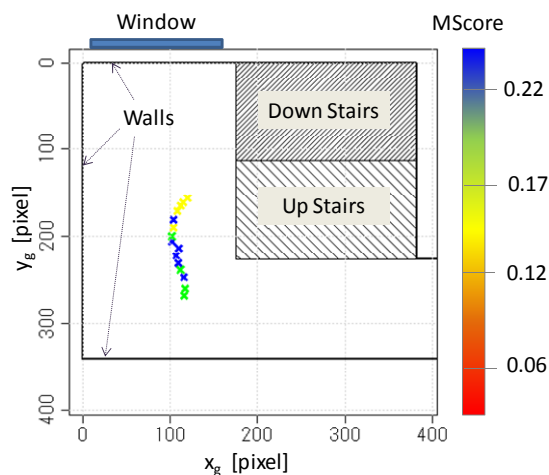


図7 3階の自己位置推定結果

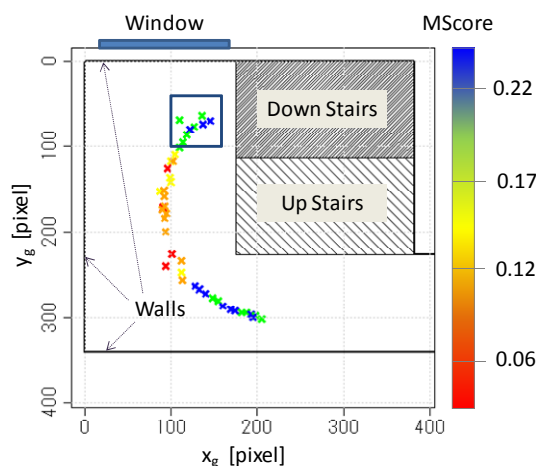


図8 5階の自己位置推定結果

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1件)

- ① 渡辺寛望、山本芳彦、丹沢勉、小谷信司、視覚障害者のためのウェアラブル支援装置におけるセンサ情報を融合した自己位置推定、電気学会学会誌、131巻、pp.490-496、2011年、査読有

〔学会発表〕(計2件)

- ① 渡辺寛望、視覚障害者のためのセンサ融合ウェアラブルシステム、ロボティクス・メカトロニクス講演会、旭川、2010年6月13~16日
- ② 渡辺寛望、視覚障害者のためのウェアラブル支援装置、画像応用技術専門委員会2010年第1回定例研究会、東京、2010年5月14日

〔その他〕

ホームページ等

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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺 寛望 (WATANABE HIROMI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・助教

研究者番号：30516943

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし