

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15日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500186

研究課題名（和文）SLAMとSIFTを利用した2.5次元経路情報に基づく視覚障害者屋外誘導システム

研究課題名（英文）Outdoor navigation system for the visually impaired based on 2.5 dimension route information using SLAM and SIFT

研究代表者

小谷 信司 (KOTANI SHINJI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授

研究者番号：80242618

研究成果の概要（和文）：

SLAMを利用して屋内・屋外環境の2.5次元地図を作成し、視覚障害者を目的地まで安全に誘導するシステムのプロトタイプを作成、評価した。作成したシステムはローカルナビゲーションサブシステムとグローバルナビゲーションサブシステムから構成されている。Pan 斜め方向に装着した測距センサを利用し、歩行路面環境の地図を統合した2.5次元地図情報を作成した。繰り返し実験の結果、再現性の良いアルゴリズムであることを確認した。

研究成果の概要（英文）：

We made a prototype of a navigation system for the visually impaired based on a 2.5 dimension route information using SLAM, and evaluated it.

The system is composed of a local navigation system and a global navigation system.

We made the 2.5 dimension map information using a laser range finder.

We repeated a lot of experiments. As a result, we confirmed it was an algorithm with good reproducibility.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 2009年度 | 1,600,000 | 480,000 | 2,080,000 |
| 2010年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 2011年度 | 800,000 | 240,000 | 1,040,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,400,000 | 1,020,000 | 4,420,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：行動環境認識、視覚障害者、誘導、SLAM、SIFT

1. 研究開始当初の背景

(1)平成7年度より屋外環境を自律移動するロボットの研究を行っており、その自律移

動ロボットのアプリケーションの一つとして、視覚障害者をガイドするシステムの研究・開発を行っている。森山梨大学名誉教授

を研究代表者とするマッチングファンドプロジェクトで歩行ガイドロボットの研究開発を行った。日本にいる視覚障害者 30 万人の中で盲導犬がいれば自立した生活を送れる人は約 2 万人とされているが、現在、日本の盲導犬の数は約 750 頭であり、盲導犬の代りをする歩行ガイドロボットの研究・開発を行うことは非常に意義がある。しかしながら、

- ・走行環境(傾斜や、凸凹)によりロボットが移動できない環境が一般市街地には多いこと、

- ・ランドマーク、道路・歩道交通状況の変化(工事中、回避できない障害物の出現)が繁雑にあること、

の 2 つの大きな問題点が研究を進めるにつれて明らかになった。

(2)平成 14 ～16 年度基盤研究(C)(課題番号 14550399)の補助のもと、「視覚障害者のためのウェアラブルナビゲーションシステムに関する研究」を行い、視覚障害者を安全に目的地までガイドするウェアラブルナビゲーションシステムの研究開発を行った。視覚障害者の意見を最大限に考慮し、白杖を改造して、下り段差や階段の検出のために最大限に利用し安全性、信頼性を高めたローカルナビゲーションシステムと、視覚障害者が初めての場所でも介助者の手助けなく、安全に目的地まで到着できるグローバルナビゲーションシステムと組み合わせたハイブリッドなシステム構成を実現する。

2. 研究の目的

(1)ローカルナビゲーションシステム：マルチスポットレーザ光を画像処理し、白杖の周辺の 3 次元情報を取得し、路面情報を振動子により視覚障害者に通達する。同時に、グローバルナビゲーションシステムに情報を送る。

(2)グローバルナビゲーションシステム：眼鏡に装着したビデオカメラと、ローカルナビゲーションシステムより、周囲情報を取得し、自己位置推定と環境地図の同時作成(以降：SLAM (Simultaneous Localization And Mapping))により、自己位置推定の更新を行うとともに、環境地図の更新(XML-based Map System)を行う。

(3)視覚障害者への動作通知、状態通知を行う。

3. 研究の方法

(1)外部要求仕様の作成

県立盲学校へのアンケート結果、県立盲学

校教諭、歩行訓練士、視覚障害者の方から意見をいただき、外部要求書を作成する。

(2)Intelligent Guide Cane の設計、ハードウェア・ソフトウェア開発、単体テスト各モジュール毎にテストを進める。

(3)Global Navigation System の設計、ハードウェア・ソフトウェア開発、単体テスト各モジュール毎にテストを進める。

(4)XML-based Map System の全体設計、基本設計、詳細設計、基本ソフトウェアの作成各モジュール毎にテストを進める。

(5)結合テスト、総合テスト、評価

実際の屋内、屋外環境において評価を行う。1 回のみではなく、日時、天候が異なる環境において評価を行い、再現性を評価する。

最終的なシステム構成(案)を図 1 に示す。

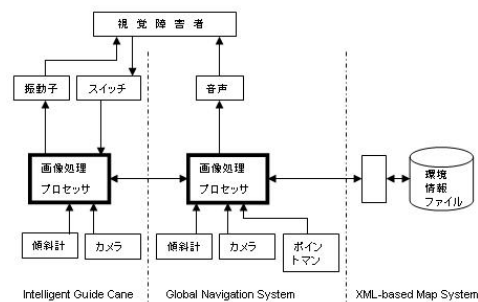


図 1 研究開始当初のシステム構成(案)

4. 研究成果

(1)2.5 次元地図表現

2.5 次元地図は、車輪型ロボットが視覚障害者を誘導することを想定して、グリッドマップ型表現とし、属性は以下の構成を実現した。

- ①通過不可能段差領域
- ②通過悪影響段差領域
- ③非段差領域

地図表現例を図 2 に示す。

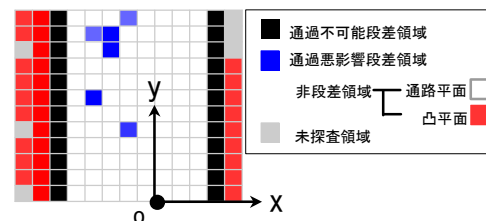


図 2 2.5 次元地図表現例

(2)通過領域と段差領域の検出

Pan 斜め方向に設置した測距センサにより、走行環境の 3 次元データの取得を繰り返すことで走行環境の 3 次元データを取得し、通過領域、段差領域を検出し、2.5 次元地図を生成した。

環境のモデル図と獲得したスキャン点群の例、段差領域の検出例を図3に示す。

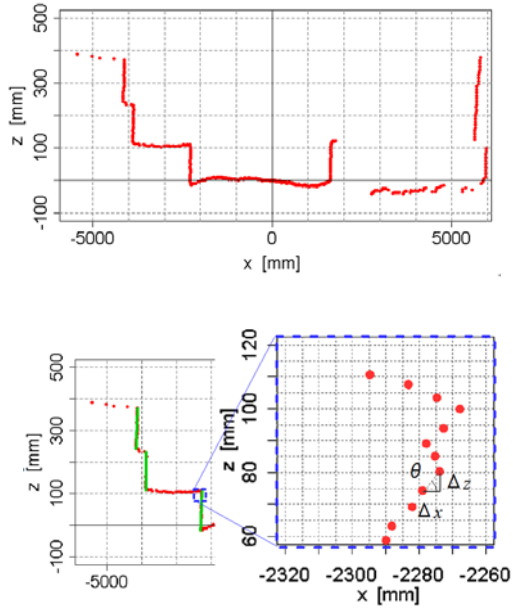
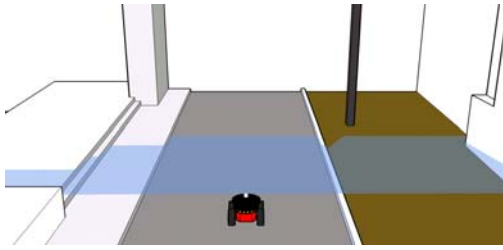


図3 上) 環境のモデル図、中) 獲得したスキャン点群、下) 段差領域検出例

(3) 実環境における再現性

山梨大学構内で日時、天候の異なる条件下で複数回の実験を行い、良い再現性を実現した。

A) 2012年2月20日 12:00~13:00

B) 2012年2月22日 16:00~17:00

実験環境の写真を図4に示す。

生成した2.5次元地図を図5に示す。同一日時での一致度を図6に、異なる日時での一致度を図7に示す。



図4 左) 実験条件A、右) 実験条件B

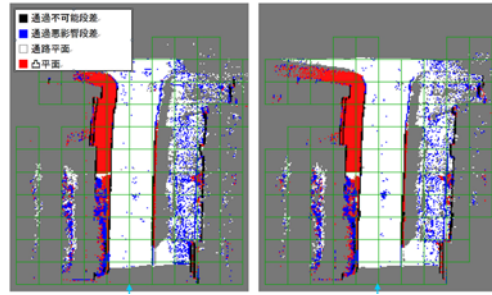


図5 生成した2.5次元地図、左) 実験条件Aの1回目、右) 実験条件Bの1回目

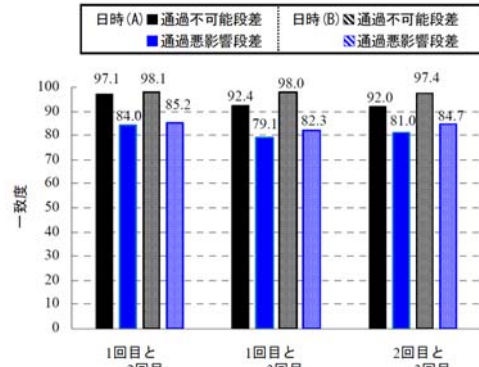


図6 同一日時での一致度比較

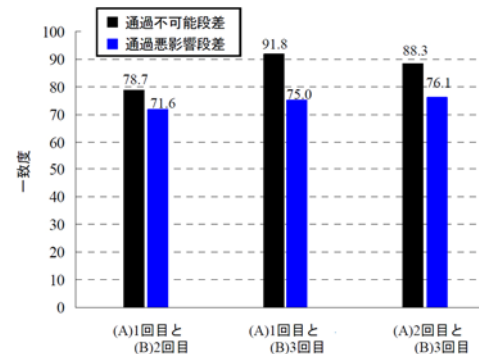


図7 異なる日時での一致度比較

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8件)

① Indoor Localization using Infrared Global Vision System and LRF for Twin Brushes Floor Polishing Robots, Yoshihiro Fuse, masaaki Furuya, Michiyoshi Nishimura, Chiaki Yoshimura, Hiromi Watanabe, Tsutomu Tanzawa, Shinji Kotani, Noriaki Kiyohiro, Proc. of IEEE Int'l Conf. on Mechatronics and Automation (ICMA2011), Beijing, 2011-08, pp.1757-1762, 査読有

②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、

渡辺寛望、山本芳彦、丹沢勉、小谷信司、電学論D, Vol. 131, No. 4, pp.490-496 (2011)、査読有

③単一管理体制でも運営可能な匿名通信システムの設計と実装、

渡辺喜道、美濃英俊、山崎清明、コンピュータソフトウェア, Vol. 28, No. 2, pp.105-117, 2011, 査読有

④Application of QFD to Development of Monkey Repulse System with an Internet Camera,

T. Ozawa, M. Yoshikawa, Y. Watanabe, H. Shindo, N. Takayama, and T. Ueda, The 17th International Symposium on Quality Function Deployment, 6 pages (In USB memory) 2011, 査読有

⑤R&D of the Japanese Input Method using an eye-controlled communication device for users with disabilities and evaluation with NIRS,

Shinji KOTANI, Kazuhiro OHGI, Hiromi WATANABE, Yoshihiko YAMAMOTO, Tetsu KOMASAKI

Proc. of IEEE Int'l Conf. on Systems, Man and Cybernetics (SMC2010), 750, October 10-13, 2010, Istanbul, TURKEY, 査読有

⑥An Application of ANP Together with Conjoint Analysis to Political Decision Making in Local Government,

Y. Kasai, M. Yoshikawa, Y. Watanabe, and H. Shindo,

The 16th International Symposium on Quality Function Deployment, pp. 175-187, 2010、査読有

⑦Enhancement of QFD Tool "T2T" and its Application for Sightseeing Contents,

T. Bao, G. Zheng, M. Yoshikawa, Y. Watanabe, and H. Shindo,

The 16th International Symposium on Quality Function Deployment, pp.285-297, 2010、, 査読有

⑧An Approach of Query Request Authorization Process for the Access Control System to XML Documents,

K. A. Islam, and Y. Watanabe,

International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 10, No.2, pp. 32-38 2010、, 査読有

[学会発表] (計6件)

①屋外環境を自律移動するロボットのための2.5次元地図の生成と評価

庄司 和晃、渡辺 寛望、小谷 信司、

2L2-2、第29回日本ロボット学会学術講演会、2011年9月7日～9月9日、芝浦工業大学、東京

②移動ロボットに搭載した測距センサを用いた円形物体判別による人検出

小林 祐輔、監物 建秀、渡辺 寛望、小谷 信司

2L2-6、第29回日本ロボット学会学術講演会、2011年9月7日～9月9日、芝浦工業大学、東京

③「視覚障害者のためのセンサ融合ウェアラブルシステム」、

渡辺寛望、丹沢勉、小谷信司 (山梨大)、1P1-F21、20100615

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2010 (ROBOMECH 2010 in ASAHIKAWA)、2010年6月13日～6月16日

④「自律移動ロボットに搭載した測域センサによる2, 5次元地図の作成」、

庄司和晃、渡辺寛望、小谷信司(山梨大学)、第28回ロボット学会学術講演会、3H1-5、2010年9月22日～9月24日、名古屋工業大学

⑤「センサ融合による自己位置推定を利用したウェアラブルナビゲーション装置」、

渡辺寛望、丹沢勉、小谷信司(山梨大)、

動画処理実用化ワークショップ 2010 講演論文集、山梨、05-4、pp. 279-284、2010年3月4～5日

⑥「移動ロボットと測域センサによる環境地図の自動生成」、

佐和立章、渡邊寛望、小谷信司、情報処理学会創立50周年記念全国大会、5Y-9、2010年3月11日、東京大学

[その他]

ホームページ等

<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~kotani/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小谷 信司 (KOTANI SHINJI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授

研究者番号：80242618

(2) 研究分担者

渡辺 喜道 (WATANABE YOSHIMICHI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授

研究者番号：00210964

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

(3) 連携研究者

なし