

F1-9

屋内における視覚障害者歩行支援のための自己位置推定手法に関する研究
Study on the self position estimation technique for indoor visually impaired walking support

○小川達也¹,佐田達典²,江守央²Tatsuya Ogawa¹,Tatsunori Sada²,Hisashi Emori²

Abstract: Currently, indoor walking support system for the visually impaired have not been put to practical use because there are administrative problems and operational issues. A self-position estimation technique was proposed that can be used in indoor walking support system for the visually impaired. It was shown that it was possible to estimate self-position by the proposal method with the ranges to the walls that were measured by using four laser rangefinder.

1. はじめに

現在, 視覚障害者は国内に約 31 万人存在すると報告されており¹⁾, これらの人々に対する日常生活の様々な面での支援が必要とされている. 政府による歩行支援としては, 2006 年にバリアフリー新法が施行され, 段差の解消や視覚障害者誘導用ブロック (以下, 点字ブロック) の敷設等が進んでいる. しかし, 点字ブロックは注意を示す点状ブロックと移動の方向を示す線状ブロックの 2 種類だけであり, 情報提示能力に限界があると考えられる. このため, 初めて訪れる場所では, 点字ブロックの情報だけでは自己位置の把握や目的地にたどり着くことが困難な場合があると考えられる. したがって, 適切な歩行支援システムの構築が必要である. 現在, 研究開発がされている視覚障害者歩行支援システムとして, 屋外では GNSS や RFID, Bluetooth 等を用いるシステムの研究開発が進められている²⁾. しかし, 屋内では, GNSS 信号が受信できないため, 設置型機材を用いるシステムの研究開発が多く進められてきているが, 設置型機材の管理・運用の問題から, 実用化までには至っていない³⁾.

本研究では, 屋内における視覚障害者歩行支援システムを対象とし, 設置型機材を用いることなく, レーザ距離計を前後左右に照射し, 壁面からの距離を取得することで自己位置を推定できるシステムを構築する.

2. 屋内における自己位置推定手法の提案

(1) 提案する自己位置推定手法の概要

本研究では, 屋内をレーザスキャナで計測し, 視覚障害者が持つ機材に, 取得した 3 次元点群データを用いて 3 次元地図データを作成する. 作成した地図データから壁面の平面位置を示す直線方程式を導出し, 前後左右に取り付けたレーザ距離計 4 台から取得される距離データを用いることで, 視覚障害者が持つ機材 1 つで自己位置を推定する手法を提案する.

(2) 自己位置推定手法

本研究における自己位置の推定手法は, まず, 自己位置から壁面までの距離を前後左右に取り付けたレーザ距離計を用いて計測する. 次に, レーザ距離計から取得した自己位置から壁面までの距離を用いて, 壁面に対しての傾きを式(1)を用いて算出する (Figure 1).

$$\cos \alpha = \frac{l_2}{d_1 + d_3} = \frac{l_1}{d_2 + d_4} \quad (1)$$

算出した傾きを用いて, 式(2)より自己位置から壁面までの直角距離(d'_n)を算出する.

$$d'_n = d_n \cos \alpha_n \quad (2)$$

次に, 点と直線の距離の公式を用いて, 各壁面の直線方程式と壁面に対する直角距離から, 前後左右それぞれ式(3)のように表すことができる.

$$a_n x + b_n y = d'_n \sqrt{a_n^2 + b_n^2} - c_n \quad (3)$$

前後左右算出した式から, まず, パターン 1 として進行方向の前方に対応する式と右方に対応する式を式(4)のように行列を用いて自己位置座標を算出する. 次に, パターン 2 として進行方向の後方に対応する式と左方に対応する式を用いて自己位置座標を算出する.

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ a_4 & b_4 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} d'_1 \sqrt{a_1^2 + b_1^2} - c_1 \\ d'_4 \sqrt{a_4^2 + b_4^2} - c_4 \end{pmatrix} \quad (4)$$

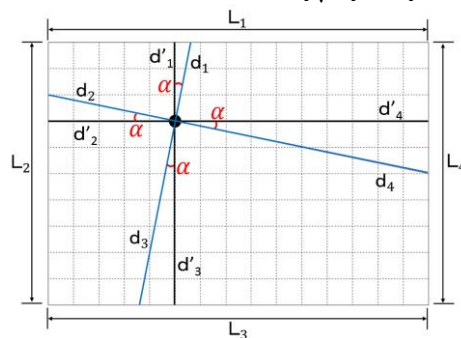


Figure 1. Self position estimation technique image

3. 屋内 3 次元点群計測

(1) 実験概要

日本大学理工学部船橋キャンパスの 14 号館 1 階を実験場とし、屋内に人がいない環境下で、点字ブロックと視覚障害者の歩行に支障が出ると考えられる障害物及び壁面の形状を取得する屋内 3 次元点群計測実験を実施した。また、実験場は、多くの壁面がガラス面であることが特徴である。移動体計測システムは、Trimble Indoor Mobile Mapping System (TIMMS) を使用した。

(2) TIMMS

TIMMS とは、GNSS 信号の受信できない環境下において、手動の手押しカートで空間情報を計測するものである。TIMMS のセンサ構成 (Figure 2) は、IMU、ホイールエンコーダ、レーザスキャナ、全方位カメラ、で構成される。センサの位置姿勢データは、IMU により取得された加速度データ及び角速度データと、ホイールエンコーダから取得された移動距離データから推定される。さらに、IMU の蓄積誤差は往復法により、後処理で除去される。このシステムは、レーザスキャナにより、移動しながら移動軌跡の直交断面方向を 360 度ラインスキャンし、IMU とホイールエンコーダにより推定された位置姿勢データを加味することで、点群データを取得する。さらにキャリブレーションされた全方位カメラで撮影された画像から、点群データの各点に対応する色情報を付与する。位置姿勢の推定精度は IMU とホイールエンコーダ、測定範囲はレーザスキャナのスキヤニングレートに大きく依存し、出力される点群データ精度はこれらを結合した結果に依存する。

(3) 実験結果

実験の結果、計測環境下にガラス面が多くあったため、色情報が正しい位置に付与されない現象やノイズが多く検出された。しかし、レーザスキャナで取得された反射強度値をモノクロの色情報に変換することで、ガラス面の多い環境下でも正確に対象物を識別できることがわかった (Figure 3)。取得した点群データから、壁面の角等特徴点を抽出し、壁面の直線方程式を導出した。

4. 自己位置推定実験

(1) 実験概要

本研究で提案する自己位置推定手法により、自己位置が推定可能か検証するため、TIMMS を用いて計測した 14 号館 1 階フロアを実験場とし、自作した自己位置推定機器を用いて、自己位置推定実験を実施した。また、同時に巻尺を用いて正確な座標値を割り出し、精度検証を行った。

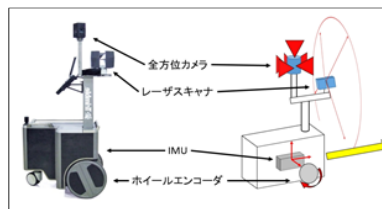


Figure 2. Sensor configuration of TIMMS



Figure 3. Point cloud data

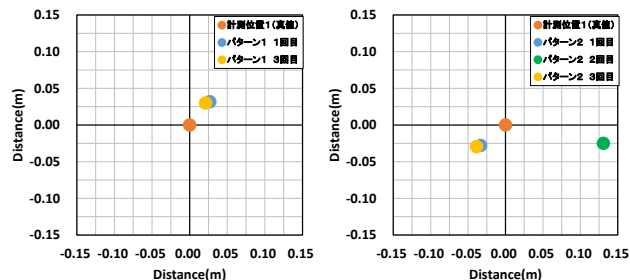


Figure 4. Measurement result

(2) 実験結果

レーザ距離計から照射されたレーザ光が 4 面に照射された場合では、自己位置推定結果と巻尺計測により算出した座標値を比較したところ、最大 0.131m、最小 0.021m の誤差となった (Figure 4)。よって、歩行支援システムにおける自己位置推定が可能であると考えられる。また、レーザ光が 3 面に照射された場合は、対面に照射されたレーザ距離データのみを用いて角度を算出することで、正確な位置を推定可能であることが確認された。

5. おわりに

提案する自己位置推定手法を用いることで、公共座標系で自己位置を推定することが可能であることを示した。

今後は、障害物情報等の情報を自己位置推定結果から導出できるアルゴリズムを作成する。

参考文献

- [1]内閣府 共生社会政策統括官：障害者白書平成 21 年度版, pp.168-169, 2009
- [2]石川准, 兵藤安昭：GPS による視覚障害者歩行支援システムの開発, 電子情報通信学技術研究報告, Vol.104, pp.51-56, 2005
- [3]後藤浩一, 松原広, 深澤紀子, 水上直樹：駅環境における携帯端末を用いた視覚障害者向け情報提供システム, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.12, pp.3256-3268, 2003