

可視光通信と高精細魚眼カメラを用いた 屋内位置推定方式

An Indoor Positioning Method using Visible Light Communication and a High-definition Fish-eye Camera

水口 雄介^{*1}, 牧野 秀夫^{*2}, 西森 健太郎^{*2}, 若月 大輔^{*3}

Yusuke Mizuguchi^{*1}, Hideo Makino^{*2}, Kentaro Nishimori^{*2}, Daisuke Wakatsuki^{*3}

^{*1} 新潟大学大学院自然科学研究科, ^{*2} 新潟大学工学部情報工学科, ^{*3} 筑波技術大学
Department of Information Engineering, Faculty of Engineering, Niigata University^{*1}
Graduate School of Science and Technology, Niigata University^{*2}
Tsukuba University of Technology^{*3}

1. はじめに

ロボットが現実世界で自律的に行動するためには自己位置を推定する必要があるため、関連の位置推定手法が提案されてきた。その中で、カメラ画像を用いた位置推定手法が広く研究されている。しかし、この手法は一般に処理アルゴリズムが複雑となり、実時間処理が困難である。一方、蛍光灯を用いた可視光通信により位置情報を取得する自己位置推定手法の研究が進められている[1]。この方式はスポット測位であり、同一蛍光灯の通信範囲領域でのみ位置情報の取得が可能である。そこで本研究では、これらの欠点を解決するために照明器具に着目し、蛍光灯通信と魚眼カメラ（魚眼レンズを装着したカメラ）を用いる手法を提案し、その効果を示す。

2. 方法

2.1 座標系

図1のような座標系を定義する。天井までの撮影距離が短いことにより撮影範囲が狭くなるため魚眼カメラを用いて、カメラ光軸を鉛直上向き方向に向けて移動ロボットに搭載する。この魚眼レンズは周辺部の解像度低下が少ない等距離射影方式を用いる。今回は車輪式移動ロボットの位置推定を行うため、環境の床平面が平らと仮定し、未知パラメータは X_w - Y_w 平面上的位置 (x, y) と方位角 (Z_c 軸周りの回転角) γ の3成分とする。

2.2 位置推定

フォトセンサから得られる蛍光灯 ID をもとにデータベースを参照し、対応する蛍光灯重心座標 $P_i(x_i, y_i, z_i)$ を得る。また、魚眼カメラから取得した画像に画像処理を行い、蛍光灯重心座標 $P_i(X_i, Y_i)$ を得る。これら2つの対応づけを行い、ラベリング処理を施し、自己位置を算出する。このとき3つの未知パラメータ (x, y, γ) は非線形最小二乗法により求める。1つの蛍光灯が観測されると2個の拘束式が成り立つため、未知パラメータ(3個)の半分以上(2個以上)の蛍光灯を観測すれば位置推定が実現できる。

3. 実験方法

基礎実験として、暗室にて2つの蛍光灯を使用し、図1の装置を用いて移動ロボットの X_w - Y_w 平面における位置推定を行う。今回は一方向(X_w 軸方向)に対して直線的に10cm 間隔で移動し測定を行う。また、各々の位置について20回測定を行い、実際の位置との測位誤差を求める。

4. 結果

図2に示すように、 X_w , Y_w 軸方向の最大平均測位誤差 0.09[m], γ 方向の最大平均測位誤差 9.5[deg]で位置推定が可能であった。

5. 考察・まとめ

暗室内で一方向(X_w 軸方向)に対して直線的な範囲で X_w , Y_w 軸方向の測位誤差 0.1[m]以内、 γ 方向の測位誤差 10[deg]以内での位置推定が可能であることを示した。蛍光灯通信のみでは測位精度が 1m 程度であるため、より詳細な位置推定を実現することができた。本方式は既設の蛍光灯のみをランドマークとして用いるため、環境への影響がほとんどなく、有用であると考えられる。

本研究では既知の位置の蛍光灯を観測することでロボットの位置を求めた。今後は、環境中の未知の蛍光灯の位置を知るためにロボットの現在位置から蛍光灯の位置を求めることにも活用できると考えている。

本研究の一部は科学研究費補助金(基盤研究 C)の助成を受けた。

参考文献

[1] Xiaohan Liu 他, Research of Practical Indoor Guidance Platform Using Fluorescent Light Communication, 電子情報通信学会論文誌, Vol.E91-B, No.11, 2008

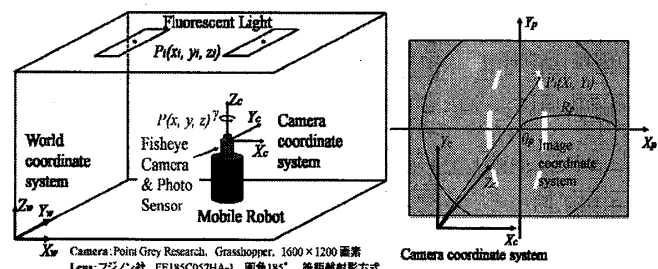


図1 座標系

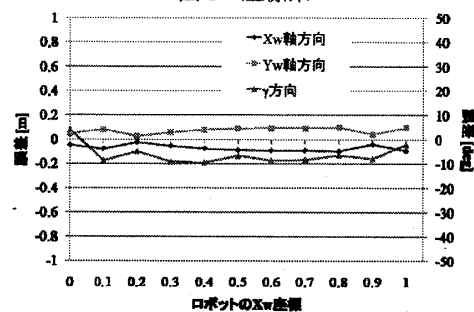


図2 ロボットの位置と測位誤差の関係