

# 全方位カメラを用いた室内における ロボットの位置推定に関する一考察

蒲池倫武<sup>†</sup> 菅沼拓夫<sup>‡</sup> 高橋晶子<sup>†</sup>

(独) 国立高等専門学校機構 仙台高等専門学校<sup>†</sup>

東北大学<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、ヘルスケアや介護、店舗での接客など、移動ロボットが生活や工業、商業の場において広く普及してきている。このような移動ロボットが正確に動作するためには、自己位置推定、周辺環境認識、経路計画、経路追従の4つの能力が重要となる。そこで本稿では、この能力の中で、他の能力を遂行するための基礎となる自己位置推定に着目する。

屋外においては、GPS を用いて自己位置を推定するのが一般的であるが、衛星からの電波を受信できない室内環境では、GPS の利用は困難である。また、ロボットに取り付けられたセンサを用いて位置推定を行う SLAM では、誤差が累積し、精度が低下するという課題がある [1]。

そこで我々は、室内におけるロボットの位置推定の精度向上を目指し、重み付けに基づいた位置推定手法を提案している。本稿では、マーカを用いた位置推定手法において認識するマーカの数が多ければ推定精度が向上する [2] ことを利用し、全方位カメラを用いてより多くのマーカを認識し、各推定位置に適切な重み付けをすることによって室内における推定精度を向上させる手法について考察する。

## 2. 関連研究

移動ロボットの位置・姿勢を決定する手法として、環境地図作成と位置推定を同時に行う SLAM が挙げられるが、多くの SLAM では、環境に十分な特徴があることに加え、処理環境も高性能なものが求められる [1]。また、環境地図を作成する際の誤差が累積することで、推定精度が低下するという問題もある。一方、SPM-SLAM を拡張した UcoSLAM では、処理の高速化と精度を向上させるため、環境中の自然にある特徴のほか、人工的なマーカをランドマークとして採用しているが、マーカと撮影するカメラの位置関係に

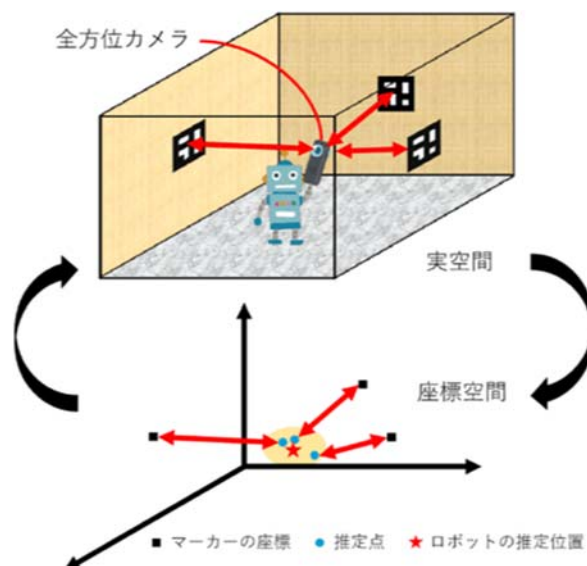


図 1 重み付けに基づいた位置推定手法の概要

よる誤差を考慮していない。

## 3. 重み付けに基づいた位置推定手法

本研究では、室内における位置を、あらかじめ把握したマーカのみを利用して、位置推定を行う。図 1 に、本研究における位置推定手法の概要を示す。全方位カメラで撮影した映像からマーカを検出すると、カメラと各マーカの距離や角度を推定できる。各マーカの推定精度は、カメラとの距離が大きいほど誤差が大きくなるなど、カメラとマーカの位置関係によって、信頼度のある程度把握できる。そこで、各マーカの推定位置を適切に重み付けしロボットの位置を算出することで、マーカとカメラの位置関係を考慮し、室内におけるロボットの位置を高精度に推定する。

## 4. マーカ検出精度の確認実験

本研究では、マーカの認識精度や実際の誤差の傾向が重要な要素となる。そこで、全方位カメラを用いたマーカの検出精度を確認するために、予備実験を行った。

本稿では、全方位カメラとして RICOH THETA S

A Study on Indoor Localization of Mobile Robot Using Omnidirectional Camera

Tomomu Kamachi<sup>†</sup> Takuo Suganuma<sup>‡</sup> Akiko Takahashi<sup>†</sup>

<sup>†</sup> National Institute of Technology, Sendai College

<sup>‡</sup> Tohoku University

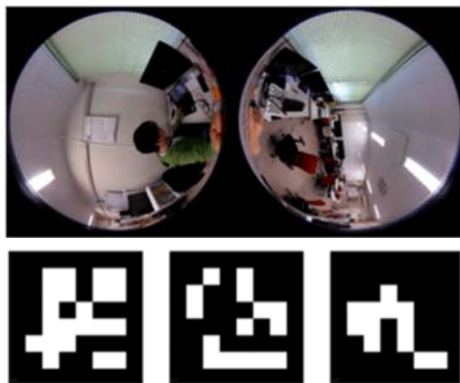


図 2 THETA S のストリーミング映像(上)と使用するマーカのサンプル(下)

を使用する. THETA S は, 前面と背面に魚眼レンズを備えており, 180 度以上の画角をもつ. 図 2 に THETA S のストリーミング映像と, 使用するマーカのサンプルを示す. 印刷したマーカを室内に設置し, THETA S で撮影した両眼の映像それぞれから, 既存手法 [3] [4] を用いてマーカ検出を行った. THETA S は, 魚眼レンズで撮影を行っており, 図 2 でみられるように, 得られる映像は歪んでいるため, 得られた両眼映像を切り出し, 単眼映像にして既存手法を用いてマーカ検出を行ったが, 高精度にマーカを検出することは困難であった.

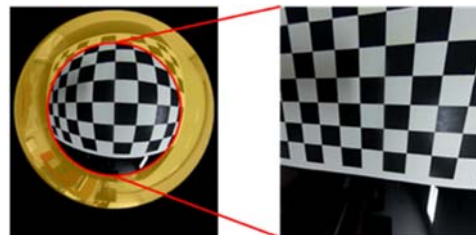
そこで, OpenCV の魚眼カメラモデルを用い, 切り出した単眼映像にそれぞれ歪み補正を施し, 歪み補正後の映像からマーカ検出を行い, 高精度なマーカ検出を試みた. 図 3 に, 歪み補正後の映像を用いた検出結果を示す. マーカの形状が正しく認識されると, 各マーカ上に立方体が描画されるが, 図 3(a)と図 3(b)で示すように,



(a) マーカ認識 (b) 形状を誤ったマーカ認識



(c) 約 20[cm] の距離から撮影  
図 3 歪み補正後の映像を用いたマーカ検出



(a) 歪み補正前 (b) 歪み補正後

図 4 歪み補正処理で失われる領域

一部のマーカを認識できておらず, 形状を誤って認識しているものもある. 図 3(c) の画像は, 約 20[cm] の距離で撮影をしているが, 認識結果のマーカとの距離は 13[cm] となり, 検出精度を向上する必要がある.

また, 歪み補正を行った際に, 切り取った単眼映像の素画素の一部を利用できていないため, 全方位カメラが持つ利点を生かせていない. 具体的には, 図 4(a) に示す切り取った単眼映像のうち, 赤い円の内側のみしか有効に歪み補正を行うことができず, 黄色で示したエリアは利用できていない. マーカは全体が撮影されないと認識されないため, 素画素にマーカ全体が含まれていても, 歪み補正処理によりマーカの一部が見切れ, 検出することが不可能になり, 全方位カメラが持つ広視野という特徴を生かせていない. 従って, 既存のマーカ検出手法を用いて広視野を生かすためには, 魚眼映像を正しくキャリブレーションする必要がある.

## 5. おわりに

本稿では, 室内における移動ロボットの位置推定の精度向上を目指し, マーカーを用いた位置推定において, マーカとカメラの位置関係を, 重み付けにより考慮する位置推定手法について考察した. 今後は, 全方位カメラ映像からマーカを高精度に検出する手法を検討する.

## 参考文献

- [1] Aulinas, J., Petillot, Y. R., Salvi, J., Lladó, X., "The SLAM problem: a survey," CCIA, 2008.
- [2] López-Cerón, A., Canas, J. M., "Accuracy analysis of marker-based 3D visual localization," XXXVII Jornadas de Automática, Madrid, 2016.
- [3] Romero Ramirez, Francisco, Muñoz-Salinas, Rafael, Medina-Carnicer, Rafael, "Speeded Up Detection of Squared Fiducial Markers," Image and Vision Computing, 2018.
- [4] Garrido-Jurado, Sergio, Muñoz-Salinas, Rafael, Madrid-Cuevas, Francisco, Medina-Carnicer, Rafael, "Generation of fiducial marker dictionaries using Mixed Integer Linear Programming," Pattern Recognition, 2015.