

タグマーカを用いた自律移動ロボット間の 自己位置推定に関する一考察

About localization between autonomous mobile robots using tag markers

鈴木 勇貴¹ 植村 渉¹

Yuki Suzuki¹ and Wataru Uemura¹

¹ 龍谷大学

¹Ryukoku University

Abstract: 近年、少子高齢化による労働者不足や、人件費の高騰から様々な業界でロボットによる自動化の需要が高まっている。ロボットの自律移動のためには自己位置の推定が必要である。主に距離センサを用いた自己位置推定の手法が使用されているが、港など周囲に形状の特徴物が少ない環境では、自己位置推定の精度が低下する。また、カメラを用いた自己位置推定の手法もあるが、ロバスト性が低いという課題と画像特徴が少ないことから同様に低下する。解決策として、タグマーカをカメラで認識することで位置推定が可能になるが、移動はタグマーカが設置されている範囲に限定されてしまう。本研究では、複数台の自律移動ロボットにタグマーカを取り付け、他の自律移動ロボットのタグマーカを認識することで位置推定をし、協調的に動くことで活動範囲を広げていく自律移動ロボット間の自己位置推定の手法を提案する。

1 はじめに

近年、少子高齢化による労働者不足や、人件費の高騰から様々な業界でロボットによる自動化の需要が高まっている。ロボットの自律移動のためには自己位置の推定が必要である。自己位置の推定には主に距離センサやカメラを用いる。距離センサではLiDARSLAM[1]が、カメラではVisual SLAM[2]が主に自己位置推定の手法に使用されている。港など周囲に形状の特徴物が少ない環境で使用する場合、距離センサは特徴点の低下により、自己位置指定の精度が低下する。また、カメラでもロバスト性が低いという課題と画像特徴が少ないことから同様に低下する。解決策として、タグマーカをカメラで認識することで位置推定が可能になるが、移動はタグマーカが設置されている範囲に限定されてしまう。

本研究では、複数台の自律移動ロボットにタグマーカを取り付け、他の自律移動ロボットのタグマーカを認識することで位置推定をし、協調的に動くことで活動範囲を広げていく自律移動ロボット間の自己位置推定の手法を提案する。

2 自律移動ロボットとタグマーカ

本章では、本研究で扱う自律移動ロボット Robotino[3]とタグマーカについて述べる。

2.1 自律移動ロボット：Robotino

本研究で使用するロボットは Festo 社が販売している、全方移動ロボット Robotino(図1)である。また、Robotino のコントロールプログラムは、robotinoview[4]を使用して作成および実行することができる。本研究では、robotinoview からロボットの車輪やステアリングの回転角度から計算し、それぞれの移動距離を求め、その累積からロボットの位置をする推定する手法のオドメトリの情報を取得する。



図1 Robotino

2.2 タグマーカ

タグマーカは、カメラ一台による撮影でカメラとの相対位置と姿勢と ID 番号を認識できる平面パターンである画像計測ツールである。様々なタグマーカが提案されているが、本研究では図2の6x6のドットで情報を表現しているタグマーカを使用する。外円の2つのドットは黒で固定され、それ以外の白黒のパターンで ID 番号を表現する。

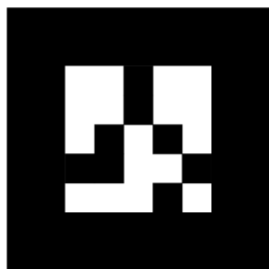


図2 タグマーカ

2.2.1 タグマーカを利用した位置推定

タグマーカの大きさと回転角、そして正方形からのゆがみ具合から、仮想的な三次元空間上の位置と姿勢が計算できる[5]。また、位置と姿勢はカメラ座標系Cから見たタグマーカ座標系Mの位置と姿勢を表す同次変換行列 ${}^C H_M$ として表すことができ、この逆行列 ${}^M H_C$ を求めることで、タグマーカ座標におけるカメラの位置と姿勢が得られる。タグマーカは標準的なカメラで認識が可能のため、複数台のロボット間でシステムの共有が可能である。

3 提案手法

本章では、タグマーカを用いた自律移動ロボット間の自己位置推定手法とロボットの実装方法を述べる。

3.1 タグマーカを用いた自律移動

ロボット間の自己位置推定手法

n 台の自律移動ロボットから、基準位置となる自律移動ロボットを一台選び Robotino₀ とする。この Robotino₀ に対して、Robotino_m が移動する(1 ≤ m < n)。全ての自律移動ロボットには、タグマーカとカメラが設置されている。Robotino_m の移動範囲は Robotino₀ のタグマーカの位置や姿勢が取得を行える範囲である。Robotino_m の移動後、Robotino_m のカメラが Robotino₀ のタグマーカの位置と姿勢を取得し、Robotino₀ の位置座標と合わせることで自己

位置推定を行う。また同様に n 台の自律移動ロボットから、基準位置となる自律移動ロボットを一台選び Robotino₀ とし、Robotino_m が移動し活動範囲を広げる。

3.2 ロボットの実装方法

自律移動ロボットである Robotino に設置するタグマーカやカメラを示す。タグマーカは一台の Robotino に対して3つ使用する。これは、Robotino₀ に選ばれた場合、Robotino_m の最大移動範囲を考えると全方位にタグマーカが見える必要があるためと Robotino_m のタグマーカを利用した位置推定はタグマーカのゆがみ具合が大きいほど姿勢の推定の精度が上がる特徴があるためである。図3に実装した Robotino を示す。今回使用するカメラは、全方位カメラではないため Robotino₀ のタグマーカを取得するために Robotino_m がタグマーカの見える向きに回転する必要がある。



図3 実装した Robotino(右；横、左；前)

4 実験

本章は提案手法と従来法の自己位置推定を比較して評価を行う。従来法の自己位置推定としてオドメトリを使用する。

4.1 実験方法

実験環境としては港など周囲に形状の特徴物が少ない環境で行うべきですが、大学にそのような環境がないため、大学の廊下で実験を行う。実験方法はそれぞれ自己位置を行い、指定した位置に移動し、

指定した位置とロボットの位置の差を評価基準とする。提案法では Robotino を 2 台使用する。図 4 に移動経路と指定位置を示す。

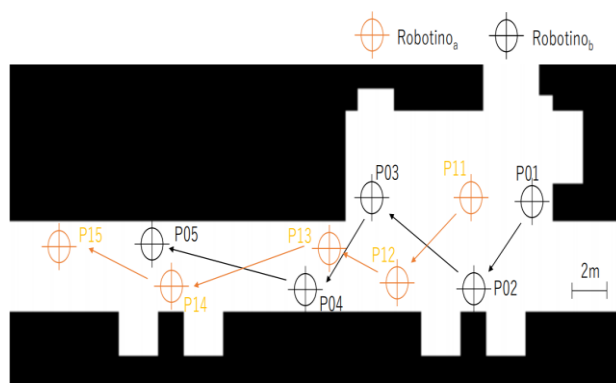


図 4 移動経路と指定位置

4.2 実験結果

図 5 に実験結果を示す。P02 と P12 の平均を Pa に P03 と P13 の平均を Pb に P04 と P14 の平均を Pc に P05 と P15 の平均を Pd に示す。縦軸は指定した位置と Robotino の距離の差を示す。

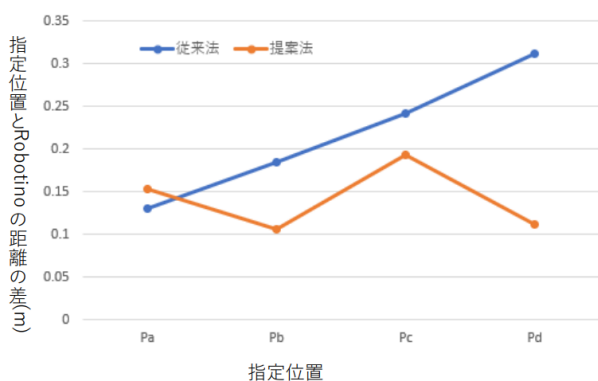


図 5 実験結果

5 まとめ

近年、少子高齢化による労働者不足や、人件費の高騰から様々な業界でロボットによる自動化の需要が高まっている。ロボットの自律移動のためには自己位置の推定が必要である。従来法の自己位置推定では、港など周囲に形状の特徴物が少ない環境では、自己位置推定の精度が低下する。

本研究では、複数台の自律移動ロボットにタグマーカーを取り付け、他の自律移動ロボットのタグマーカーを認識することで位置推定をし、協調的に動くことで活動範囲を広げていく自律移動ロボット間の自己位置推定を提案し、評価を行った。周囲に形

状の特徴物が少ない環境での、提案法の自己位置推定に期待できる。

参考文献

- [1] W. Hess et al., “Real-time loop closure in 2D LIDAR SLAM,” In Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2016
- [2] M. Yokozuka et al., “VITAMIN-E: Visual tracking and mapping with extremely dense feature points,” In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2019.
- [3] 移動ロボット Robotino
<https://www.festo-didactic.jp/jp-ja/news/robotino.htm?fbid=anAumEuNTYwLjE4LjE2LjI2MTA>
 (2020年11月10日閲覧)
- [4] Robotinoview
<https://www.festo-didactic.com/int-en/services/robotino/programming/robotino-view/?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4zNC4xNDI2> (2020年11月10日閲覧)
- [5] Kato, H., Billingham, M. (1999) Marker Tracking and HMD Calibration for a videobased Augmented Reality Conferencing System. In Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality (IWAR 99). October, San Francisco, USA.