

移動ロボットによるSLAMへのMRPTの適用

九州工業大学 ○山下耀一朗 黒木秀一

Application of MRPT to SLAM by a mobile robot
Yoichiro Yamashita and Syuichi Kurogi, Kyushu Institute of Technology

Abstract: In order to solve a SLAM (simultaneously localization and mapping) problem, various algorithms have been studied. Since they are very complicated, it takes a lot of time to construct programs for the algorithms. The MRPT (Mobile Robot Programming Toolkit) is a cross-platform and open source C++ library aimed to help robotics researchers to design and implement algorithms related to SLAM, navigation, computer vision, and so on. This paper presents our trial research to utilize the MRPT and implement various devices useful for SLAM.

1. まえがき

ロボットが自律移動するためには自己位置推定と地図作成を同時に行う必要があります, これはSLAM(simultaneously localization and mapping)と呼ばれ, 研究されている[1]. SLAM問題を解くためには複雑なアルゴリズムが必要であり, 様々なアルゴリズムが研究されてきた. しかしSLAM問題を解決するアルゴリズムのプログラム開発には多くの時間がかかる. そこで本研究では, 移動ロボット用のフリーソフトであるMobile Robot Programming Toolkit(以下, MRPT)を用いることで複雑で構築が困難なアルゴリズムを利用できることを確認し, 最終的にはMRPT内のアルゴリズムを組み込んだ独自のシステムを開発することを目標とする.

2. MRPTとSLAM

2.1 MRPT

MRPTはLinux, Windows, Macで利用できるクロスプラットフォームかつ修正BSDライセンスで配布されているオープンソースのフリーソフトである[2]. MRPTにはC++汎用ライブラリやいくつかのアプリケーション, データセットが含まれており, 最新で有用だが, 複雑で構築が困難なアルゴリズムを利用することができる. またMRPTはLaser Range Finder(以下, LRF)やGPS, カメラなど様々なセンサをサポートしており, それらのセンサを容易に使用することができる. 本研究で主に使用したMRPTのアプリケーションとして, データの収集に用いるアプリケーションであるrawlog-grabberや, 収集したデータの

閲覧や編集などが出来るRawlogViewer, それぞれのSLAMアルゴリズムを実行するICP-SLAMやRBPF-SLAMなどがある.

2.2 ICP-SLAM

ICP(Iterative Closest Point)-SLAMアプリケーションはrawlog-grabberで取得したデータからICPアルゴリズムを用いて, 地図作成とロボットの自己位置を表示するアプリケーションである.

ICPはLRFにより得られた2枚の距離画像間で重複して計測された部分を利用して, 平行移動と回転を繰り返し計算することにより対応点間の距離の2乗和を最小化する解を求める方法である. ICP-SLAMではLRFから得られるデータを逐次重ね合わせていき, 重ね合わせの際のスキャンデータの移動量からロボットの移動量を推定している. このとき推定した移動量を用いてロボットの自己位置推定と地図作成を行う.

2.3 RBPF-SLAM

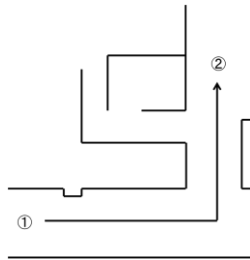
RBPF(Rao-Blackwellized Particle Filter)-SLAMアプリケーションは取得したデータからRBPFアルゴリズムを用いて, 地図作成とロボットの自己位置を表示するアプリケーションである. RBPF-SLAMはRao-Blackwellの定理を利用したパーティクルフィルタ(以下, PF)である. まずPFは確率的状態推定法の1つで, 状態空間中の多数の粒子によりロボットの姿勢に関する複数仮説を立てることにより分布を近似し, それを追跡し時間更新するアルゴリズムである. PFは非線型・非ガウス問

題や、状態変数が離散値しか取らない場合など、多様な問題に適用可能である。しかしPFは推定に多くのパーティクルを必要とする為、高次元のシステムモデルを扱うことは難しい。そこでRBPFでは地図推定ではPFを用いないで解析的に求めて、位置推定のみPFを用いることでPFの探索空間を小さくして効率を高めている。

3. 実験環境及び実験内容

3.1 実験内容

本実験では、九州工業大学制御棟2階の廊下の曲がり角(Fig.1)を走行させ、取得したデータにICP-SLAM, RBPF-SLAMを使用して地図を作成した。本研究では、Mobile Robots社製の移動ロボットPioneer 3-AT(以下, P3-AT)を使用している。また北陽電機株式会社製のLRFであるUTM-30LXをロボットに取り付け、周囲の環境情報等を獲得する。P3-ATの操作はジョイスティックを用いて行った。



① ②

Fig.1. Experiment environment



(a)P3-AT

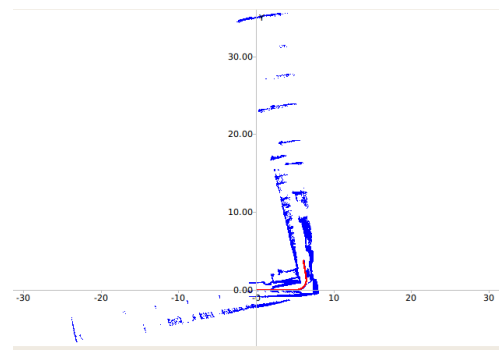


(b)UTM-30LX

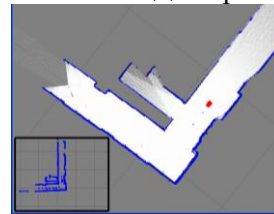
Fig.2. Experimental equipment

3.2 実験結果と考察

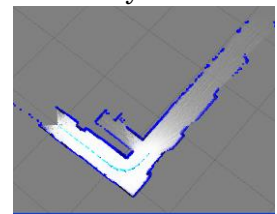
オドメトリのみを使用した地図とそれぞれの実験結果をFig3に示す。Fig.3(a)では地図がうまく重なっていない。これは曲がり角でのタイヤのスリップなどの誤差を修正していないためだと考えられる。しかしFig.3.(b)(c)では(a)ではうまく重なっていない部分も重ね合わせることが出来ており、ICP-SLAMやRBPF-SLAMによって精度の高い地図を作成出来たと考えられる。



(a)Map from odometry



(b)ICP-SLAM



(c)RBPF-SLAM

Fig.3. Experimental result

4. 結論

実験によりMRPTのSLAMアプリケーションの動作を確認することができた。今回の実験では基本的にMRPTに用意されたアプリケーションのみを使用しており、今後はMRPTのソースコードを組み込んだ新たなプログラムの開発を目指す。具体的な内容として移動ロボットのナビゲーションや新たなSLAMアルゴリズムの開発、SLAMのオンライン化などを行う。

参考文献

- [1] S.Thrun 他, " 確率ロボティクス", 毎日コミュニケーションズ,
- [2] <http://www.mrpt.org/>