

電子地図上での経路指定により自律移動ロボットの走行を可能にするモバイルアプリケーションの開発

山口 詩織[†] 古谷 琢海[‡] 森岡 一幸[‡]
 明治大[†] 明治大[‡] 明治大[‡]

1. 緒言

現在自律移動ロボットを屋内外問わず実環境で走行させる研究が広く行われている。しかし、ロボットの実機走行においては、走行する場所によって占有格子地図の用意や行動モデルの変更などの作業をする必要があり、また、操作側は ROS のようなロボット開発者向けツールを使いこなす必要がある。

本稿では、モバイルアプリケーションに表示された電子地図上でウェイポイントを経路として指定し、走行する環境を選ばない汎用的なロボットの行動決定モデルを使用することで、走行場所の占有格子地図やウェイポイントなどの事前準備を必要としない、専門知識を持たないユーザーでもロボットを走行させることのできる自律移動ロボット走行システムを開発する。

2. システム概要

2.1. 全体のシステム構成

全体のシステム構成を Fig.1 に示す。移動ロボットには 2D-LiDAR と RTK-GNSS 受信機・アンテナが搭載されており、アプリケーションからの指示を受けて移動ロボットが自律走行する仕組みである。また、システム全体にはロボットの ROS システムを他のデバイスから容易に操作

できる Rowma[1]というパッケージを使用している。

アプリ側では、画面上の電子地図から走行したい経路をウェイポイントによって指定し、緯度経度を走行するロボットに送る。RTK-GNSS 側ではロボットの自己位置推定をする。ロボット側では、アプリからのウェイポイント情報と自己位置の情報から目的地までの距離と角度を算出する。目的地までの距離と角度、2D-LiDAR からの距離情報を入力として、汎用的な行動モデルによる走行制御を行うことで、占有格子地図のないような環境での自律走行を目指す。

2.2. アプリケーション

2.2.1. アプリケーション画面

アプリケーション画面は Fig.2 に表す。アプリ上に表示する電子地図には Googlemap を使用する。画面上をタップすることでウェイポイントが追加され、画面右上のリストから走行するロボットを選び「ゴール地点確定」ボタンを押すことで、ウェイポイントのデータが走行するロボットに送信される。また、画面上にはウェイポイントに加えて、後述する Rowma に繋がっているロボットの位置情報がロボットのアイコンとして表示される。

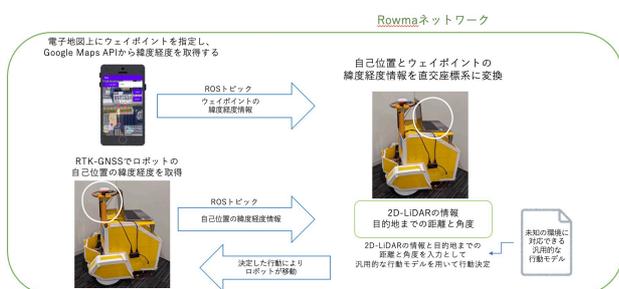


Fig. 1: 全体のシステム構成

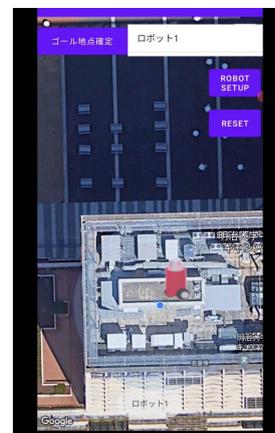


Fig. 2: アプリケーション画面

Development of a mobile application for autonomous navigation of mobile robots based on route selection on an electronic map

[†] Yamaguchi Shiori Meiji University
[‡] Furuya Takumi Meiji University
[‡] Morioka Kazuyuki Meiji University

2.2.2. Google Maps API

ウェイポイントの緯度経度情報や現在地の取得等には Google Maps API を使用する。その中でも、地図やマーカーなどの表示および現在地やマーカーで設定したウェイポイントの緯度経度情報取得のために「Maps SDK for Android」を使用する。

2.3. ロボットのソフトウェア構成

2.3.1. Rowma ネットワーク

アプリケーションとロボット間の通信には Rowma という ROS ロボットをネットワーク化するシステムを使用する。これにより、アプリ上で経路として指定したウェイポイントの緯度経度情報をロボットに送り、走行するロボットの自己位置情報や ROS コマンドなどをアプリケーションに送るといった、Rowma ネットワークに接続しているデバイス間のデータのやり取りをインターネット上の通信を介して可能にする。

2.3.2. 行動モデル

ロボットを自律走行させる際の行動決定として、GAN を用いて作成した多様な形状を含むシミュレータ上の学習環境で強化学習を行なった行動モデル[2]を使用する。学習には 2 次元平面環境を再現したシミュレータを使用し、行動に対する報酬を付与することで行動モデルの獲得を行なった。本稿の屋外走行実験では、多様な形状を含む環境で学習させることで獲得した、任意の未知の環境でも強化学習ベースの走行を行えるような汎用的な行動モデルを使用する。

2.3.3. 自己位置推定

事前作成した占有格子地図を必要とせず屋外環境での走行を想定しているため、RTK-GNSS での測位結果をロボットの自己位置推定に用いる。RTK-GNSS を用いた自己位置推定では定期的に測位状況を確認し、RTK-GNSS が Fix している際は RTK-GNSS での測位結果を自己位置とし、Fix していない際はオドメトリを使用するといったように、測位状況に応じて間欠的に位置情報を取得及び更新する[3]。

2.4.4. 目的地の更新

アプリ上でウェイポイントを複数指定した際指定順に走行するために、最初のウェイポイントを目的地とする。目的地と自己位置を直交座標系に変換して差が 2m 以内になった時に、目的地への到着とみなして次のウェイポイントのデータを目的地として設定する。

3. 屋外環境での走行実験

本章では、屋外走行実験として明治大学中野キャンパス周辺においてアプリ上でウェイポイ

ントを 10~20m 間隔で 5 点指定し、最初にロボットがいるスタート地点から、指定したウェイポイントに沿って走行することができるかを確認する。ウェイポイントの設定を Fig.3 に、走行実験結果を Fig.4 に示す。Fig.4 中の緑色の点は、走行中の RTK-GNSS の取得結果であり、青色の点は間欠的に更新している自己位置である。



Fig. 3: 指定したウェイポイント



Fig. 4: 走行実験結果

4. まとめ

結果として、アプリに表示させた電子地図上で走行する経路のウェイポイントを指定することで目的地までの自律移動を達成することができた。今後の展望として、屋外環境だけでなく屋内環境にも対応させることや、複数台のロボットと複数台のアプリケーション及びユーザー下での走行実験、そしてロボットの専門知識を持たないユーザーによるアプリケーション評価を考えている。

参考文献

- [1] Ryota Suenaga, Kazuyuki Morioka, “Rowma: A Reconfigurable Robot Network Construction System”, IEEE/SICE SII2021, pp. 537-542, 2021
- [2] 山口詩織, 森岡一幸, “GAN で作成した多様な環境地図を使用した未知の環境でも走行できる移動ロボットの汎用的な行動モデルの獲得”, SI2020, 1H2-15, 2020
- [3] 古谷琢海, 山口詩織, 森岡一幸, “深層強化学習で獲得した行動モデルと疎な位置情報の更新に基づく屋外自律走行アプリケーションの開発”, RSJ2021, 1H4-06, 2021