知能ロボット実習

第2回

地図作成と自己位置推定

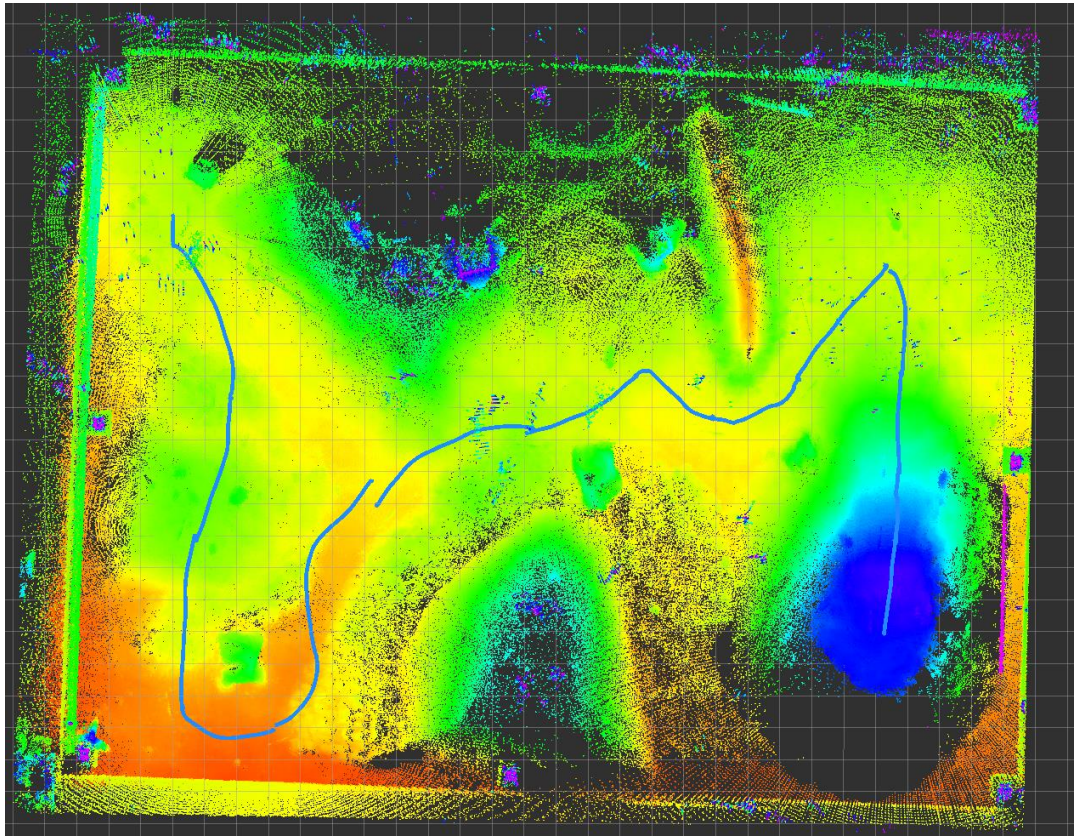
地図

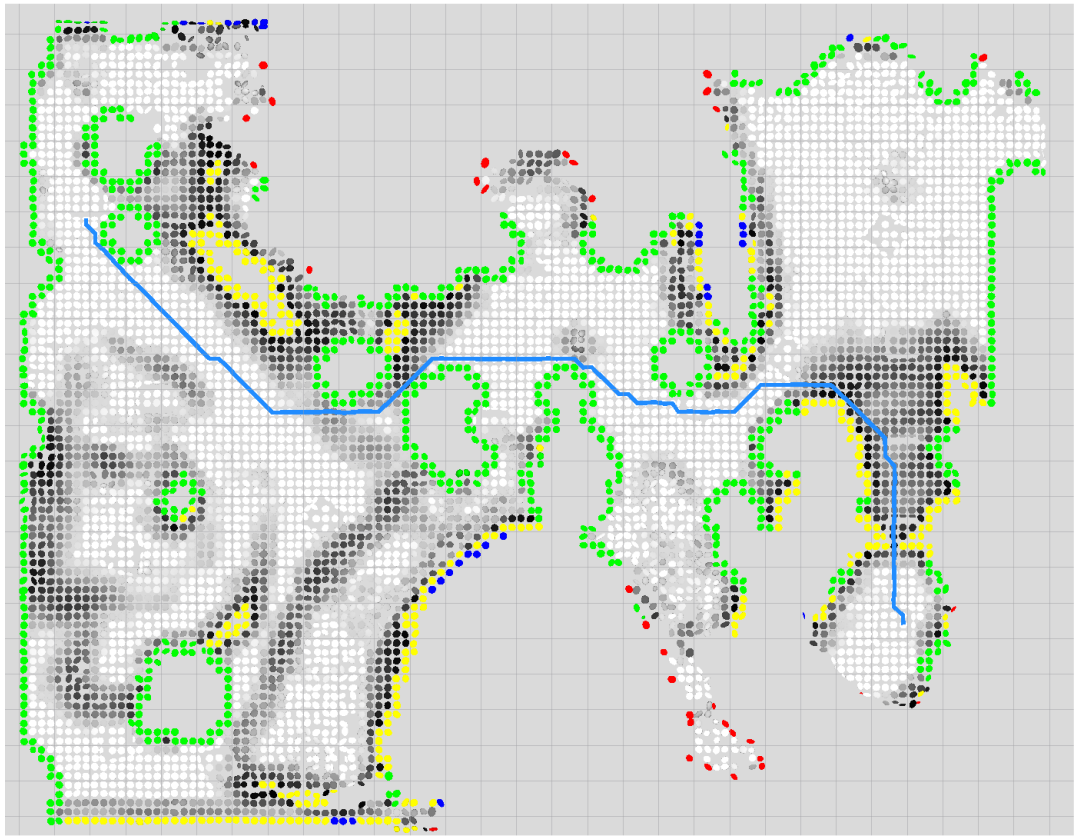
- ロボットが自律ナビゲーションを実行するためには，環境の地図が必要
  - 地図と環境計測情報から自己位置を推定
  - 推定位置から目的地までの経路を生成

SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)

- 地図は必ずしもあるとは限らない
- 自己位置推定と環境地図作成を同時に行う
- SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)と呼ぶ
- ロボットが未知の環境下にあっても自己位置を推定しながら，環境の地図を作成することができる

ロボットにとっての地図

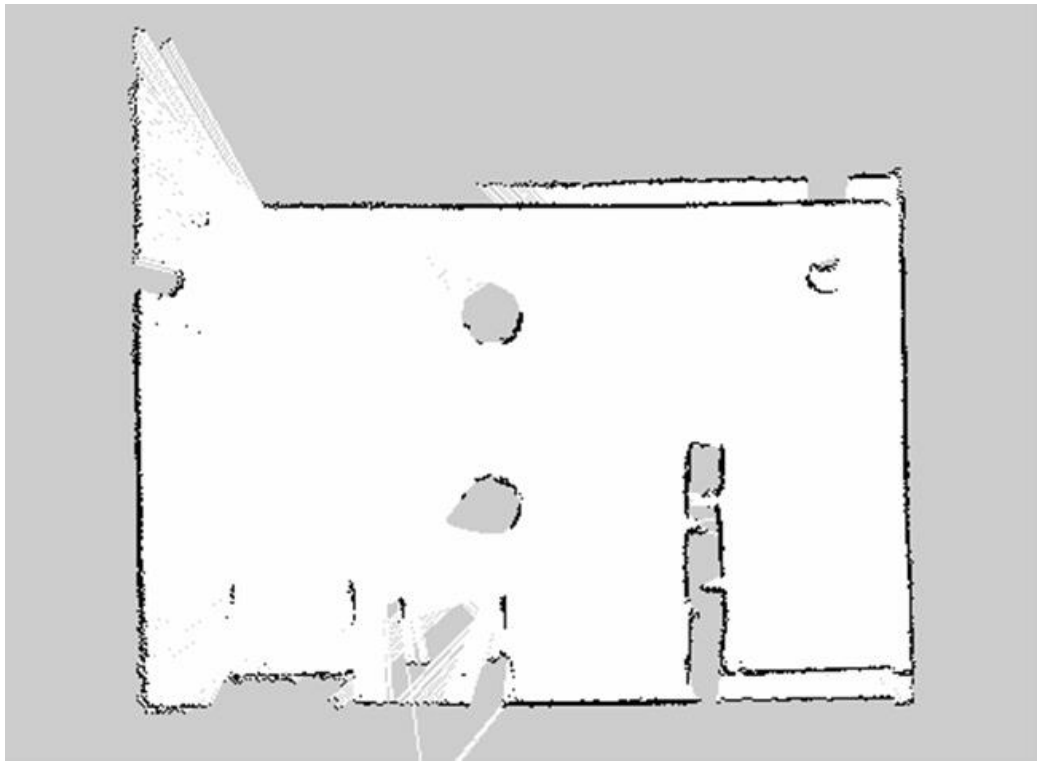


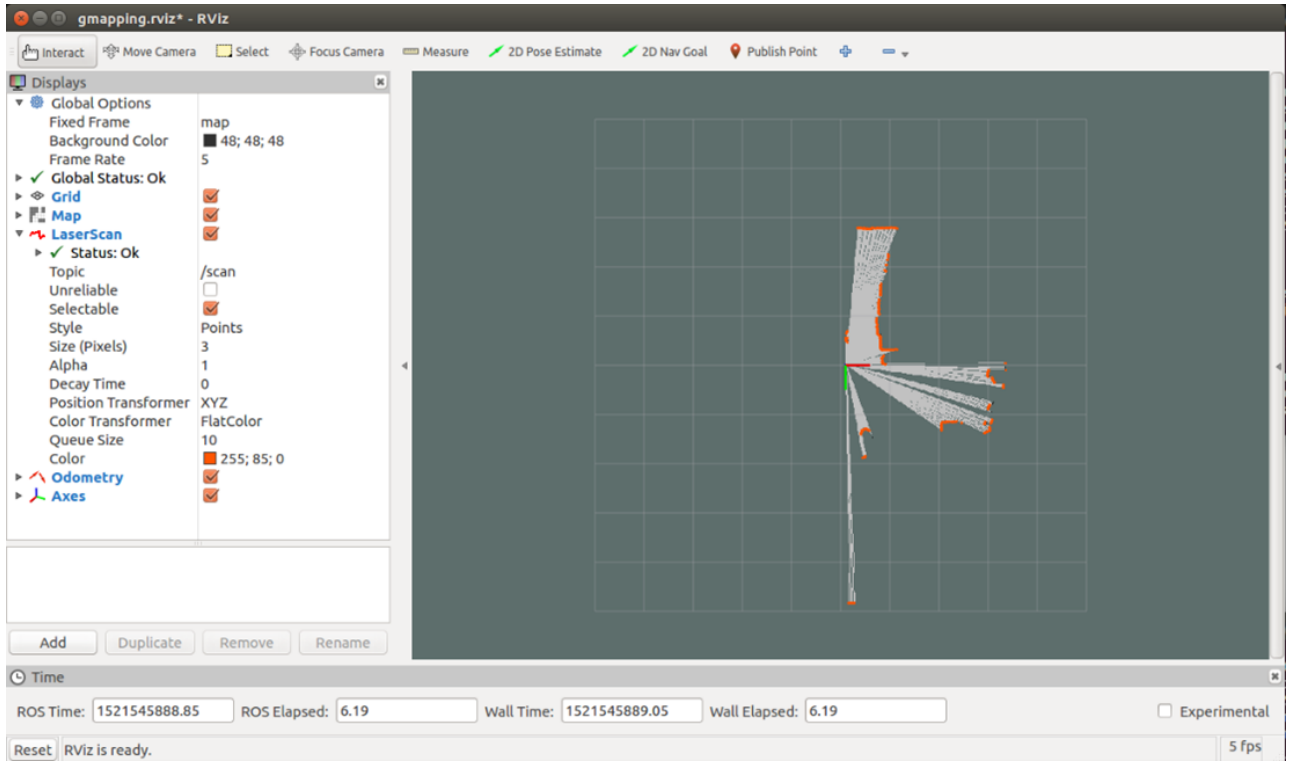


Schadler, M., Stückler, J., & Behnke, S. (2014). Rough terrain 3D mapping and navigation using a continuously rotating 2D laser scanner. KI-Künstliche Intelligenz, 28(2), 93-99.

SLAMパッケージ（gmapping）

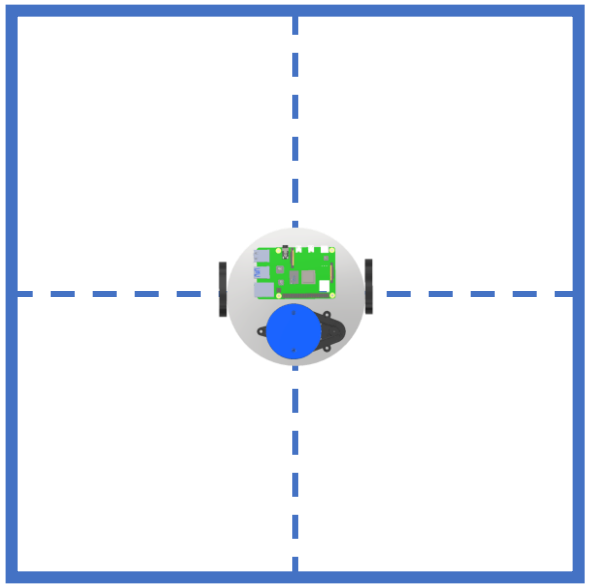
- ROSにおけるSLAMパッケージの一つ
- LiDARデータとオドメトリデータを用いてSLAMを実行





課題１：地図の作成

- ロボットの地図を遠隔操作によって作成せよ
- 地図作成の際の注意事項
  - ロボットの初期位置が原点になる
  - ロボットをホワイトボードの方向を向けて中心に置く
  - 地図が生成され始めたら，ロボットをゆっくりと移動させる
  - 移動した範囲の地図が徐々に作成されていくことを確認
  - 急発進や急停止，急旋回などを行うと地図作成に失敗するので注意



課題１：gmappingの実行

- ターミナル1
  - sudo ds4drv

コントローラとペアリング（Bluetoothで通信する）
- PSボタンとSHAREボタンを同時に押し続ける
- 白く点滅したら離す
- 青く点灯したら通信成立

各班ごとに設定します

- ターミナル2
  - roslaunch lightrover_ros pos_joycon.launch　　遠隔操作プログラムを起動

- ターミナル3
  - roslaunch lightrover_ros gmapping.launch
    - ROSのプログラムを一斉に起動する方法（launch）
    - LiDARと地図生成(gmapping)のプログラムを起動

課題１：地図の保存

- 地図の保存
  - 地図が完成したら，地図を保存する
  - 新しいターミナルを起動
  - rosrun map_server map_saver -f ファイル名
    - ホームに地図の画像ファイル(.pgm)とデータファイル(.yaml)が保存される

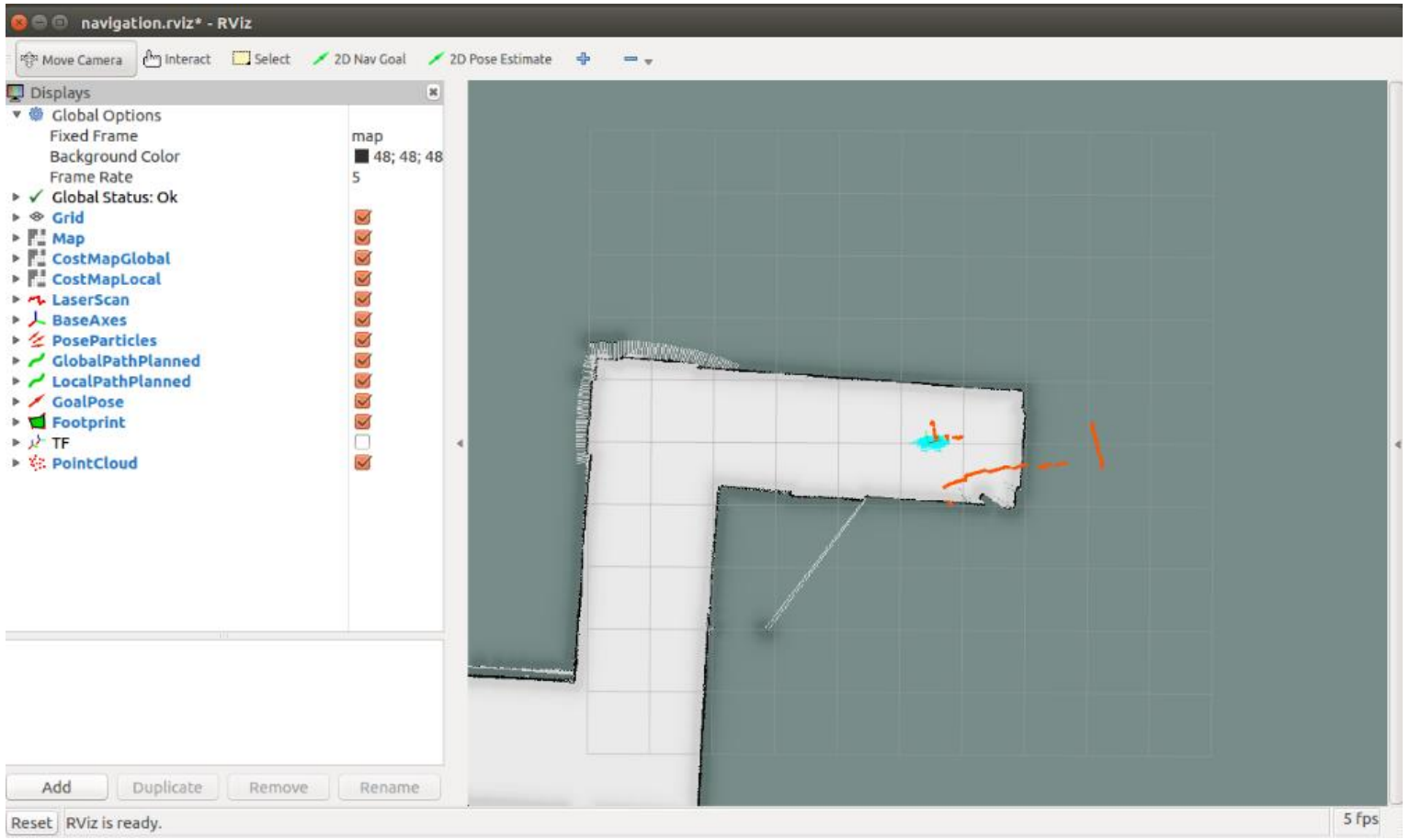
  - 作成した地図（~.pgm, ~.yaml）を以下に配置する
    /home/robot/catkin_ws/src/lightrover_ros/map

課題２

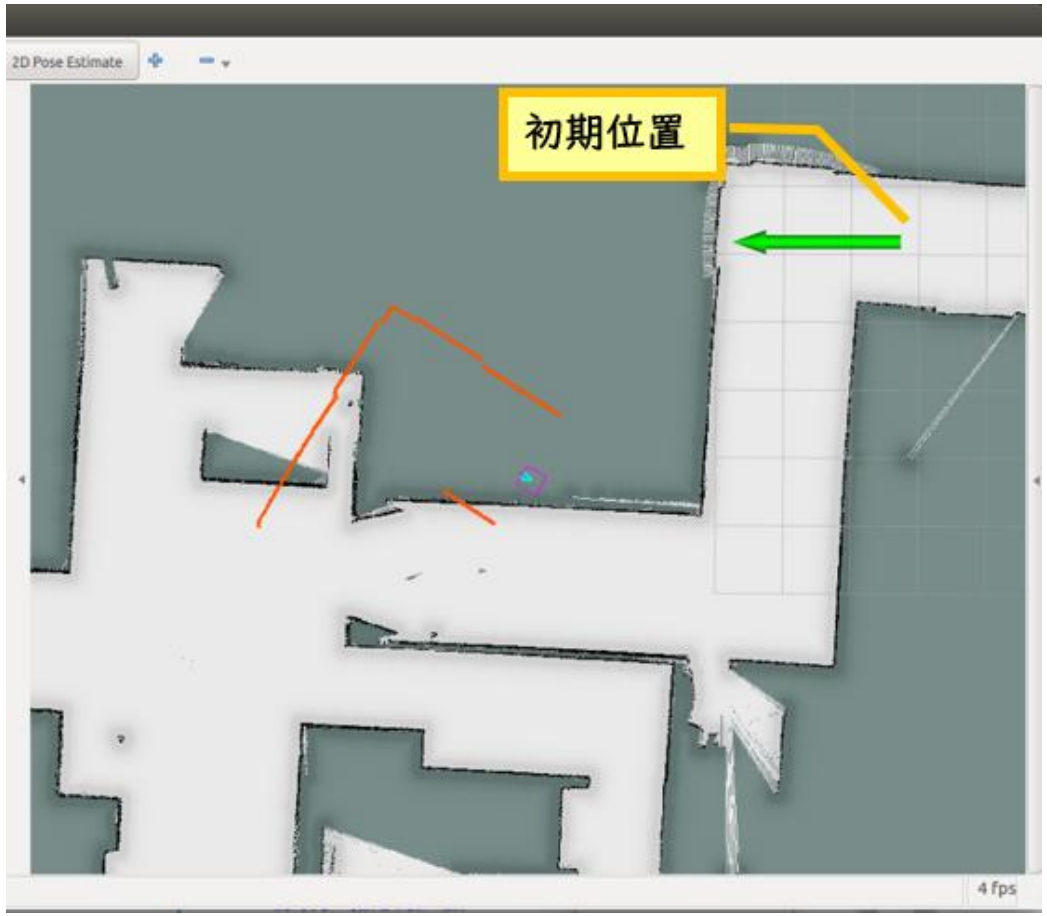
- 作成した地図を用いてスタートからゴールまで自律ナビゲーションを実行せよ

- 実行ファイルを編集
  - /home/robot/catkin_ws/src/lightrover_ros/launch/lightrover_move_base_dwa.launch
  - <arg name=”map_file” default=”$(find lightrover_ros)/map/ファイル名.yaml” />
- ターミナルを起動
- roslaunch lightrover_ros lightrover_move_base_dwa.launchで実行可能

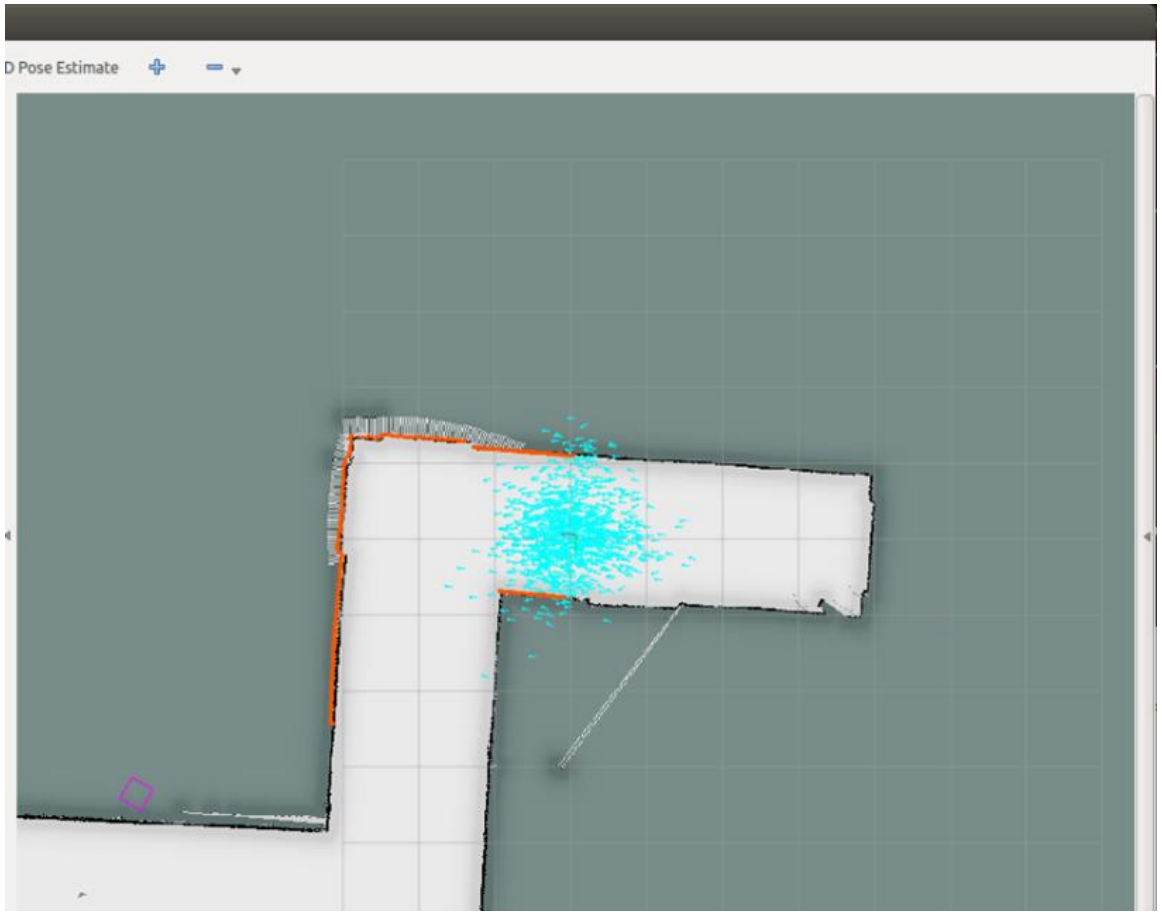
課題２


navigation.rviz* - RViz
Move Camera
Interact
Select
2D Nav Goal
2D Pose Estimate
Displays
Global Options
Fixed Frame
map
Background Color
48; 48; 48
Frame Rate
5
Global Status: Ok
Grid
Map
CostMapGlobal
CostMapLocal
LaserScan
BaseAxes
PoseParticles
GlobalPathPlanned
LocalPathPlanned
GoalPose
Footprint
TF
PointCloud
Add
Duplicate
Remove
Rename
Reset
RViz is ready.
5 fps

課題２：初期位置の設定

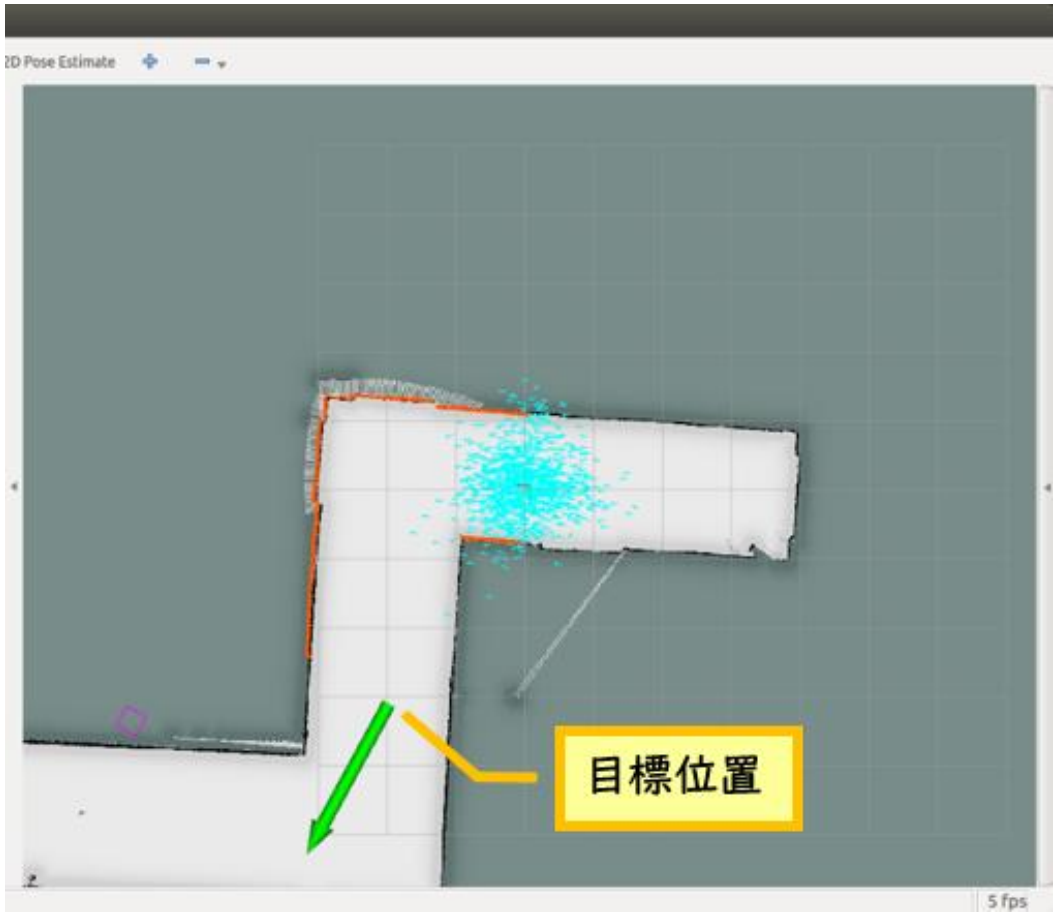


画面上部の「2D Pose Estimate」ボタンをクリックしてから，ロボットの実際の初期位置をクリックし，ドラッグして方向を決定する

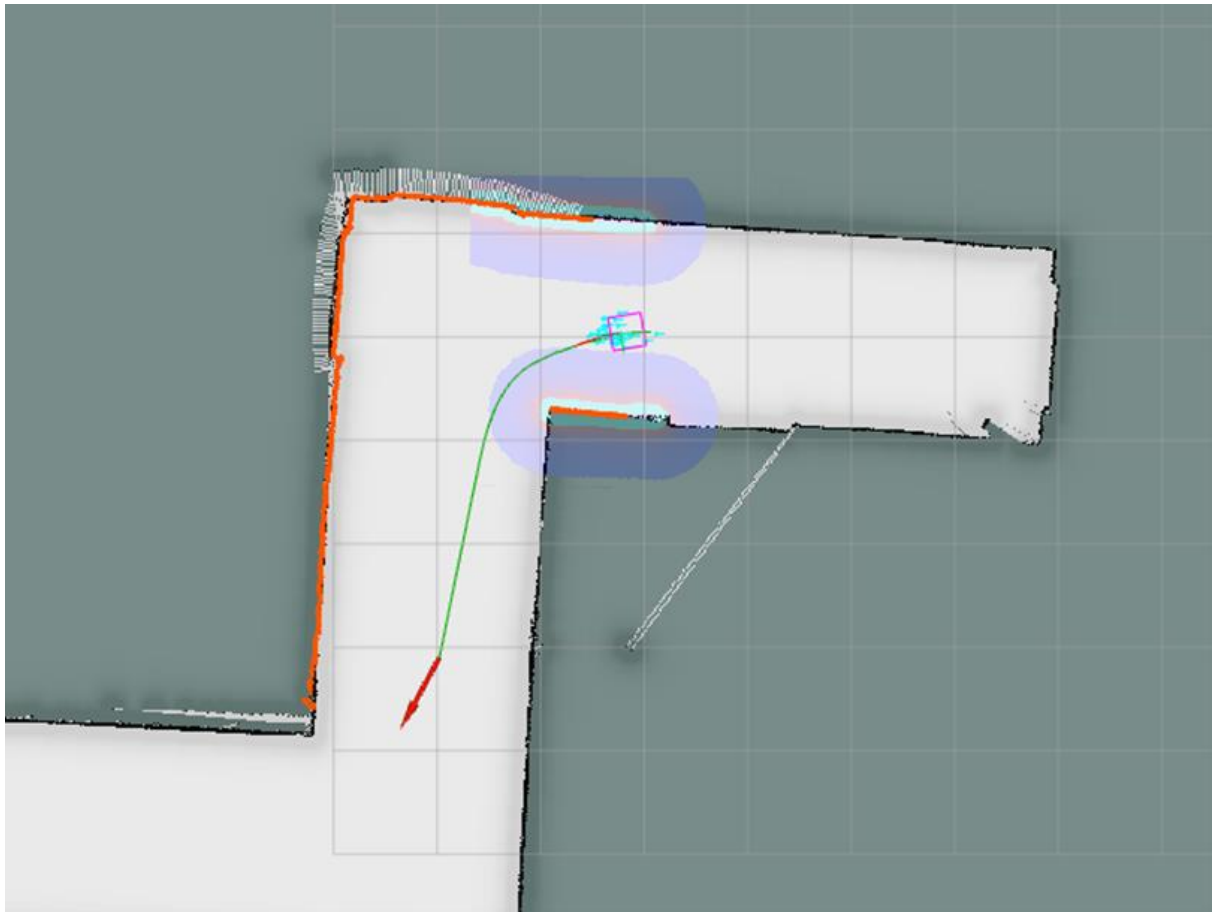


青い点は自己位置推定を担うノード「amcl」が計算するロボットの推定自己位置を示すパーティクルを表す

課題２：目標位置の設定



画面上部の「2D Nav Goal」ボタンをクリックしてから，目標位置をクリックし，ドラッグして方向を決定（ロボットが動くため注意）



計画された移動経路が緑線で，目標位置姿勢が赤矢印で示される．検出されている障害物の周りには色が付いて表示される

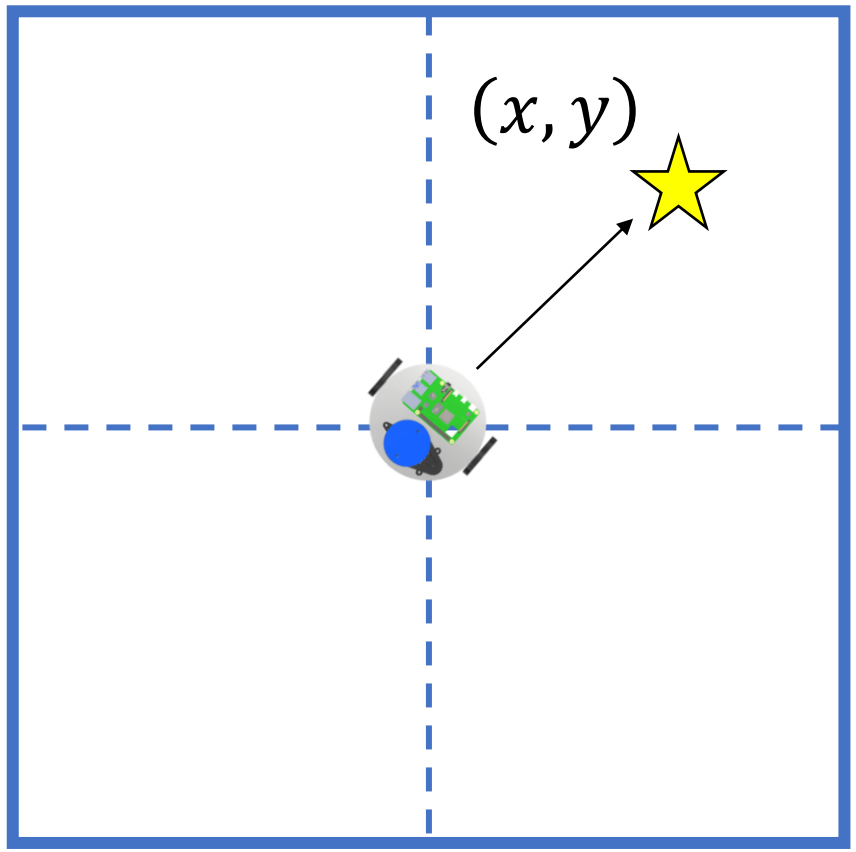
AMCLによる状態推定

- AMCL(Adaptive Monte Carlo Localization)は，自律移動ロボットのための確率的な状態推定方法のこと
- パーティクルフィルタを使用した確率的状態推定によって地図におけるロボットの位置・方位（姿勢）を推定する

- /amcl_pose/がAMCLを表すトピック（データ）
- メッセージの型はgeometry_msgs/PoseWithCovarianceStamped
- 以下の変数を読み込むことで推定位置を取得可能
  - pose.pose.position.x
  - pose.pose.position.y
  - pose.pose.position.z

課題３

地図内の特定の地点をゴールに設定するプログラムを記述せよ



課題３：AMCL推定位置と目標位置の比較

- /home/robot/catkin_ws/src/lightrover_ros/scripts/navigator.py を編集
- プログラム内のcallback_amcl(self, msg)関数を編集
  - 最新の推定位置情報を受け取る関数
- 最新の推定位置と目標位置（ゴール）を比較する
- 最新の推定位置
  - msg.pose.pose.position.x ： 取得時のx座標[m]
  - msg.pose.pose.position.y ： 取得時のy座標[m]
- goal：目標位置
  - self.goal[self.goal_number][0]：目標位置 x [m]
  - self.goal[self.goal_number][1]：目標位置 y [m]
- 適切にゴール判定をして，判定結果をprintで出力させる

課題３：目標位置の設定

- setGoal(self, px, py, px, ow)
  - 目標位置を設定する関数
- /move_base_simple/goalが目標位置を表すトピック（データ）
- メッセージの型はgeometry_msgs/PoseStamped
- 以下の変数(x, y, z, orientation) で目標位置を設定可能, goal_point.pose.orientation.w=1.0で固定で良い
  - goal_point.pose.position.x
  - goal_point.pose.position.y
  - goal_point.pose.position.z
  - goal_point.pose.orientation.w

プログラムの実行（課題３～６）

- /home/robot/catkin_ws/src/lightrover_ros/scripts/navigator.py を編集
- Navigatorクラス内のgoalに目標位置（x, y, z, orientation）が格納されている
- ターミナル1
  - roslaunch lightrover_ros lightrover_move_base_dwa.launch
  - まず初期位置を設定する
- ターミナル2
  - rosrun lightrover_ros navigator.py
  - 指定位置に走行する

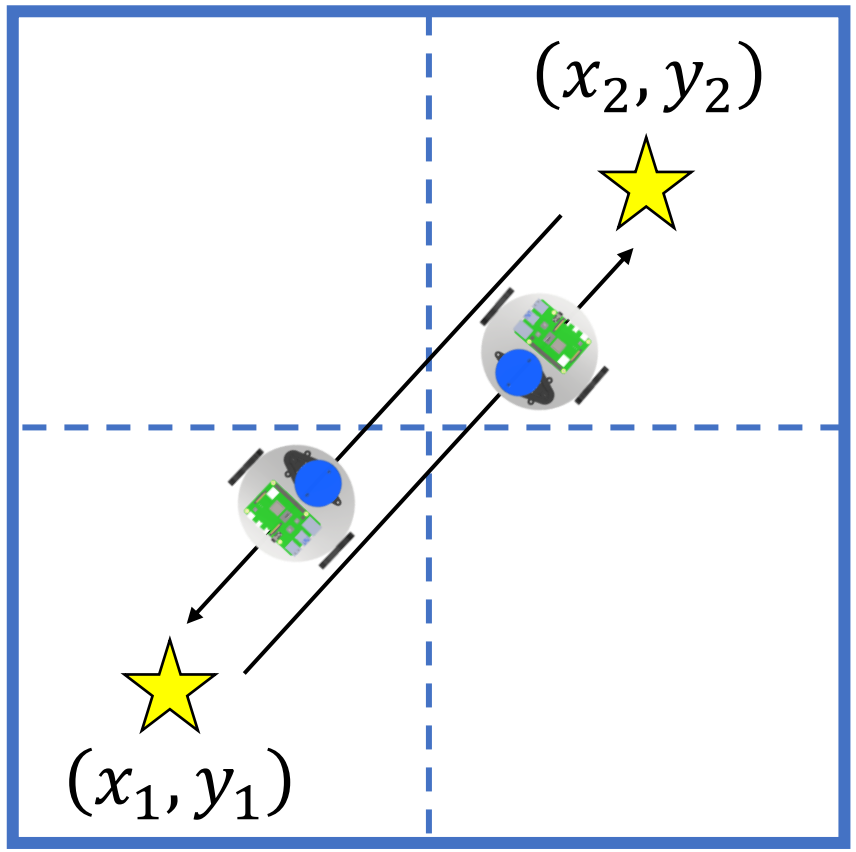
ロボットの停止についての注意

- navigator.pyはロボットへの位置の指令を更新するプログラムなので，navigator.pyを終了しただけではロボットは停止しない
- 指令を終了するためには，課題２でも使用した /home/robot/catkin_ws/src/lightrover_ros/launch/lightrover_move_base_dwa.launch

  を終了することが必要なので注意

課題４

地図内の特定の２つの地点（直線上）を往復するプログラムを記述せよ

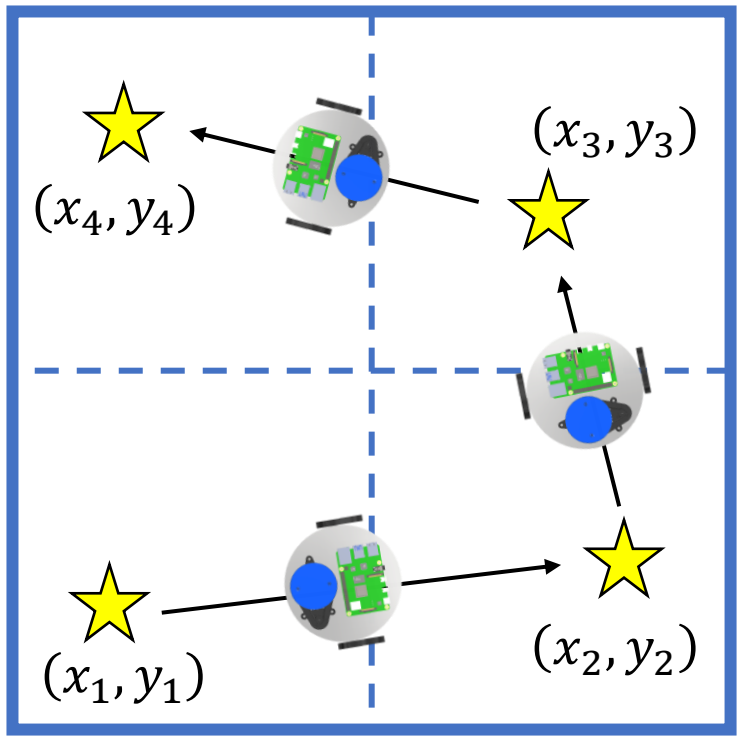


課題４～６：ゴール判定

- home/robot/catkin_ws/src/lightrover_ros/scripts/navigator.py 内を編集
- プログラム内のcallback_amcl(self, msg)関数を編集
- 目標位置の編集（8行目）
- 目標位置に到達したらgoal_number（9行目）を増加させる
- 適切にゴール判定をして，判定結果をprintで出力させる

課題５

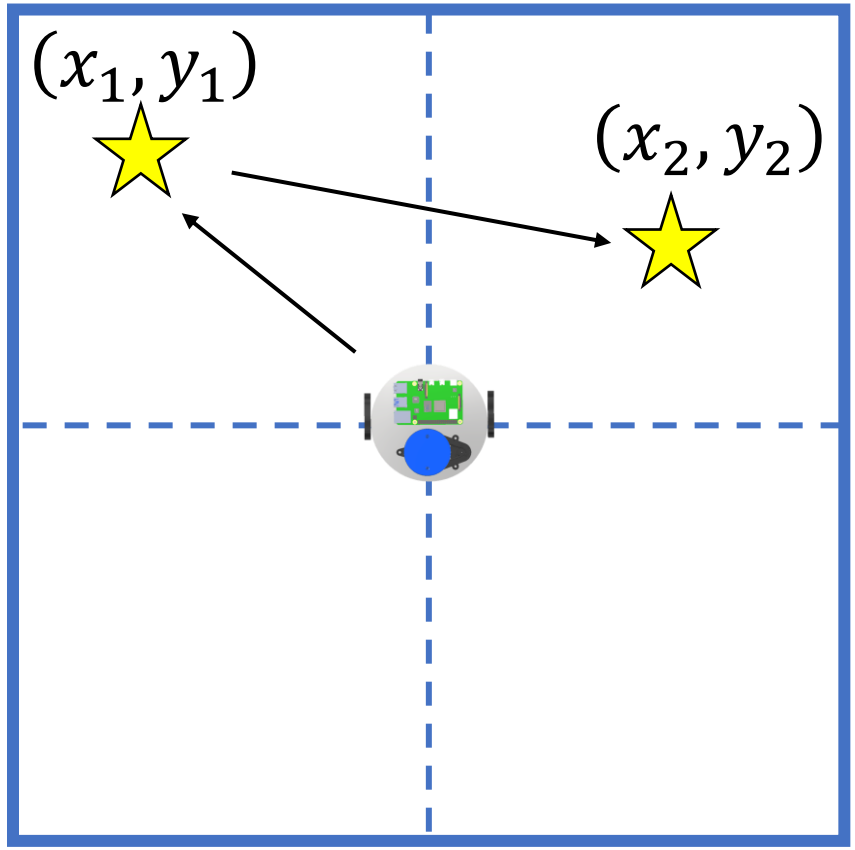
作成した地図を用いて，スタートからいくつかの指定したポイントを通過してゴールまで自律ナビゲーションを行うプログラムを記述せよ．また指定したポイントの座標と位置推定結果を比較せよ．



課題６

スタートからゴールまでの自律ナビゲーションの位置推定結果（AMCLとオドメトリによる推定位置）を比較せよ

- 地図作成をした原点からスタートする
- オドメトリ情報の取得は第1回の実習を参考に作成する



課題６：オドメトリのSubscriberの記述

- home/robot/catkin_ws/src/lightrover_ros/scripts/rover_controller.pyを参考に同じディレクトリ内のnavigator.pyを編集

1. 以下をインポートする
   - from nav_msgs.msg import Odometry
     - オドメトリ使用する際に必要
   - import tf
     - 座標変換パッケージ
   - from tf.transformations import euler_from_quaternion
     - 姿勢の変換に必要
2. グローバル変数を定義する（オドメトリを取得）
   - odom_x, odom_y, odom_theta = 0.0, 0.0, 0.0

課題６：オドメトリのSubscriberの記述

3. コールバック関数を定義する
   - トピックを受信した際に実行される関数（今回はオドメトリ）
   - def callback_odom(msg):
     - rover_controller.pyに記載されている

4. Subscriberを定義する
   - odom_subscriber = rospy.Subscriber('odom', Odometry, callback_odom)

トピック名　メッセージの型　コールバック関数