

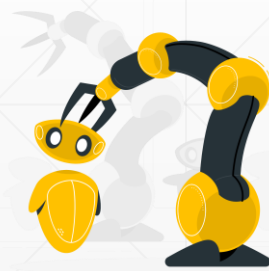
CIT自律移動_勉強会_2回目

千葉工業大学 未来ロボティクス学科

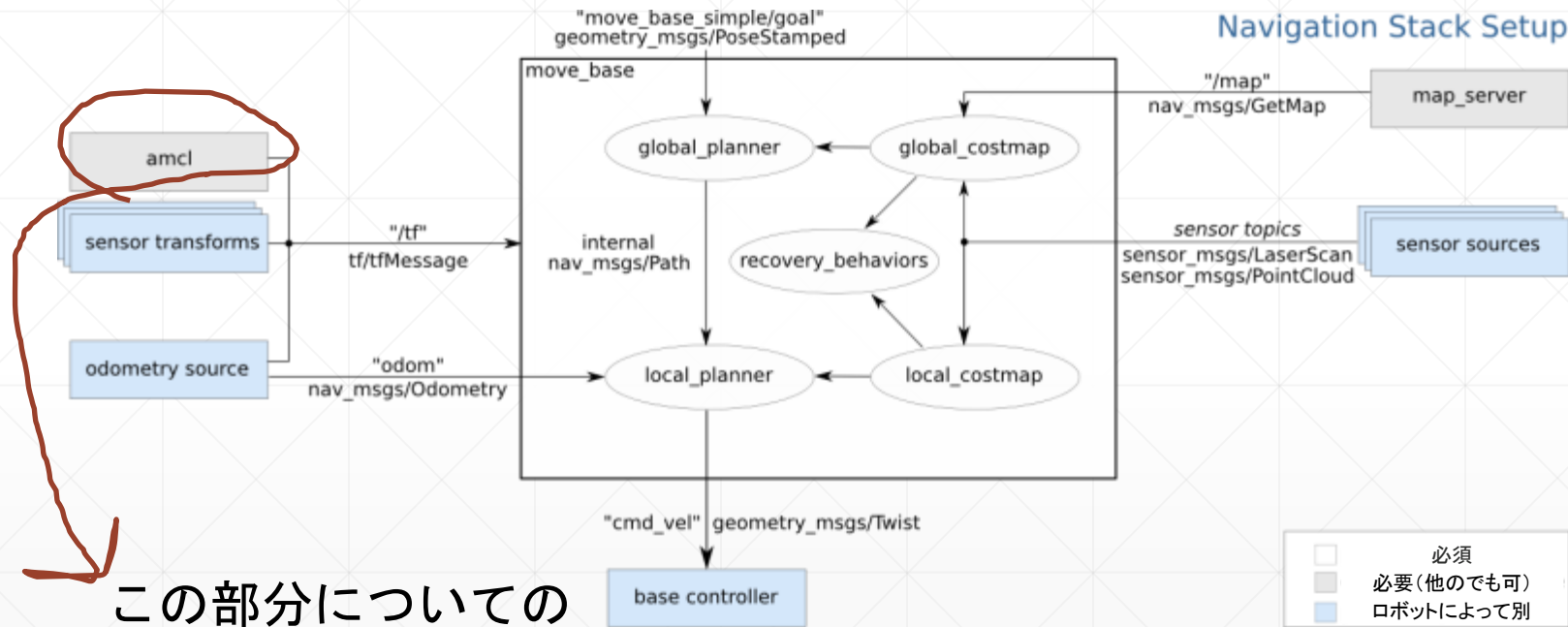
上田研 b3 池邊 龍宏

目次

- rosのナビゲーションスタックの構成について
- amclについて
 - amclとは
 - rosでamclを使用するには
 - amclのパラメータについて



rosのNavigation Stackの構成について



この部分についての話をします。

rosのNavigation Stackの構成について (わかりやすいバージョン @MoriKenさん)

navigation

ナビゲーション

自己位置推定

地図の管理

move_base

amcl

map_server

正確なナビのために
正確な自己位置推定を使用

正確な自己位置推定
のために地図を使用

正確なナビ
のために
地図を使用

地図を読み込む

mapping

マッピング

Gmapping
Cartographer
slam_karto



マップ発行には
map→odom→base_footprint→
base_link→base_scanのtfが必要

rosのNavigation Stackの構成について (わかりやすいバージョン @MoriKenさん)

navigation

ナビゲーション

自己位置推定

地図の管理

move_base

amcl

map_server

正確なナビのために
正確な自己位置推定を使用

正確な自己位置推定
のために地図を使用

正確なナビ
のために
地図を使用

地図を読み込む

mapping

マッピング

Gmapping
Cartographer
slam_karto

map.pgm

マップ発行には
map→odom→base_footprint→
base_link→base_scanのtfが必要

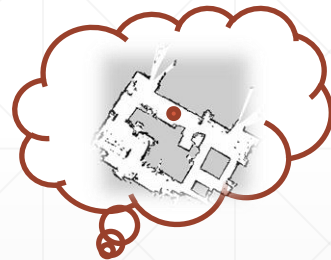
amclについて(パラメータ)

- amclってなんぞや？

A. 自己位置推定をするやつ



自分が持っているマップと観測された情報を照らし合わせ、マップに対してどのような姿勢・位置になっているかを求めること。

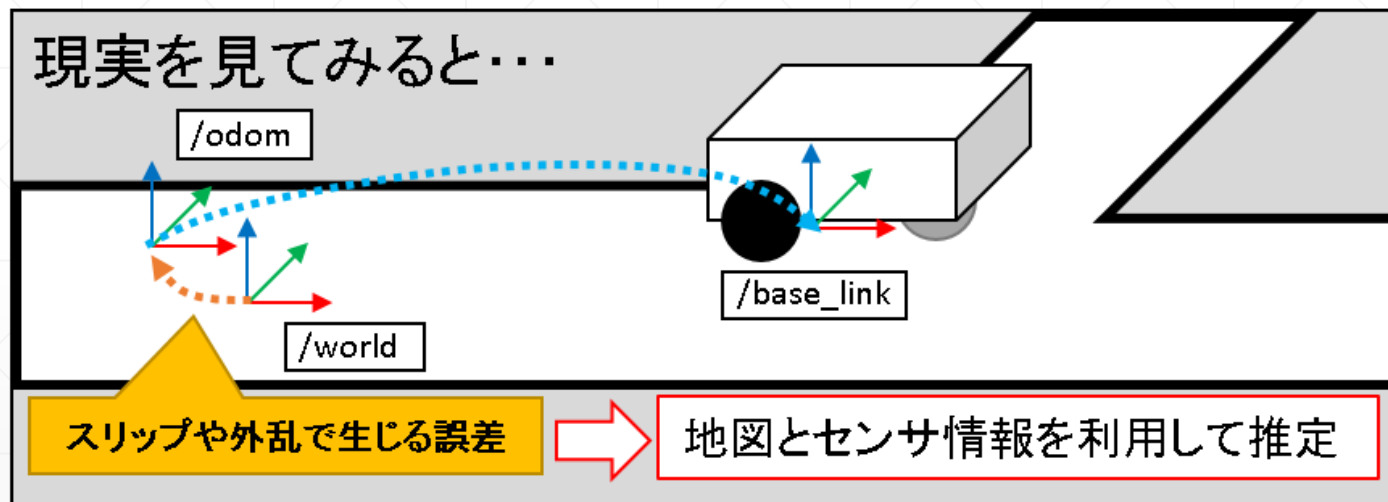


amclとは

- amclは、なぜ必要？
 - エンコーダ等を用いてタイヤの回転数などを求めたものを積分して自己位置推定を行うと走行距離が伸びる分だけずれてしまう。
- なので、LiDAR等の観測データも含めて自己位置推定を行うことで地図に対して進むべき方向と位置をよりロバストに計算することができる。

amclとは

- odomの tf はどうなってるの？



Navigation Stack を理解する - 3.4 amcl(移動ロボットの自己位置推定): 原理をみる (応用編) [@MoriKen](#) より引用

amclとは

- amclはmclから拡張されたもの
 - Kullback-Leibler divergenceに基づいて
パーティクルを動的に調整し、過去の全ての
モーション測定に基づいて、パーティクル分布
がロボット状態の真の分布に高い確率で
収束させる。

ロボットの位置と向きを推定

Monte Carlo Localization



Augmet / Adaptive Monte Carlo Localization

amclとは

Adaptive Monte Carlo Localization

- ・ 推定位置の不確かさに応じて、パーティクル数を適応的に調整。

Augment Monte Carlo Localization

- ・ 真値周辺のパーティクルの喪失に対処するためランダムパーティクルを挿入。

amclとは

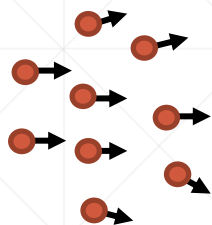
- amclの処理内容

1. 予測
2. 尤度計算
3. リサンプリング

amclとは

・ amclの処理内容

1. 予測



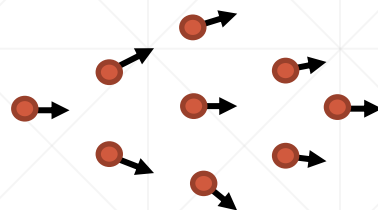
パーティクルによって表される
ロボット位置の複数仮説

時刻 : $t-1$

自己位置推定に
不確かさが増す



動作モデルにより
時刻 t の
ロボット位置を予測



時刻 : t

● : パーティクル

- *パーティクルが持っている情報 -> ロボット位置、尤度、etc
- *slam(gmapping)の場合は-> ロボット軌跡、地図、etc

amclとは

amclの処理内容

2. 尤度計算



スキャンデータと占有格子地図
の重なり度合いを評価
(パーティクルの重みづけ)

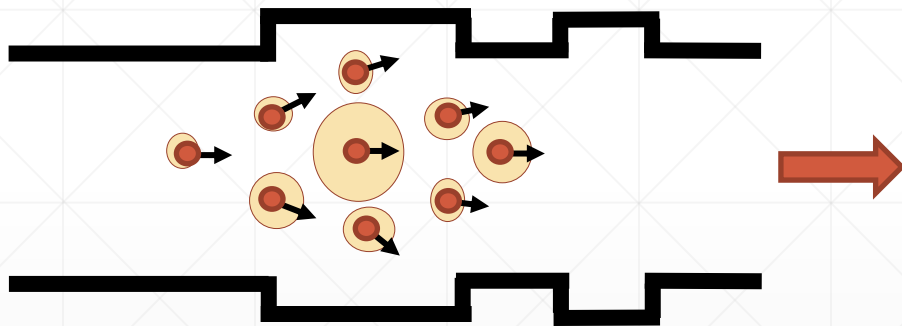
計測モデルにより尤度を計算

● : パーティクル ■ : 占有格子地図 ●● : スキャン計測 ○ : 尤度 — : パーティクルとスキャンの対応

amclとは

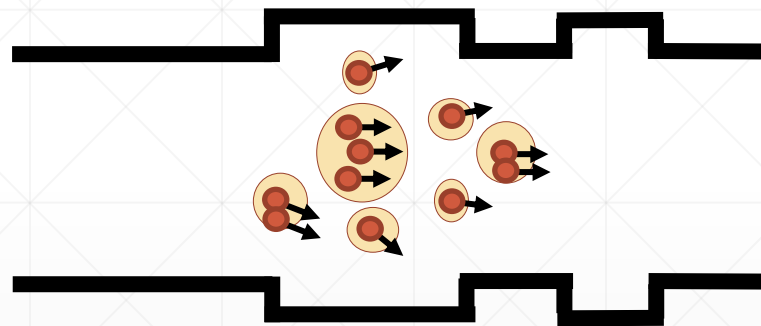
・ amclの処理内容

3. リサンプリング



● : パーティクル ■ : 占有格子地図 ● : 尤度

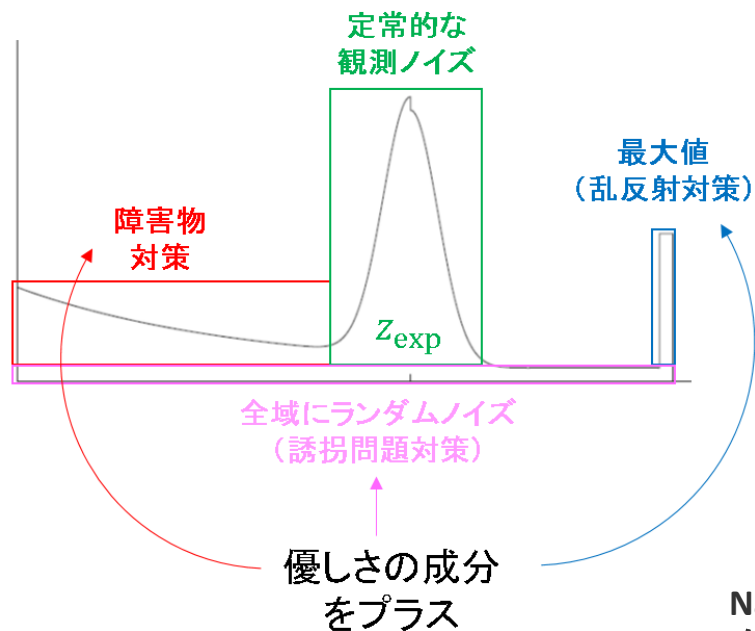
KLDサンプリングにより
推定位置の不確かさに
応じてパーティクル数を調整



- ・ 尤度が高いパーティクルは自身のコピーを多く残す
- ・ 尤度の低いパーティクルは消滅

amclとは

・ 尤度モデルについて



Navigation Stack を理解する - 3.4 amcl(移動ロボットの自己位置推定): 原理をみる (応用編) [@MoriKen](#) より引用

rosでamclを使用するには

- amclノードを立ち上げる必要がある
 - rosrun, roslaunchで立ち上げる
- ある決まったtopicやframe_idを設定する必要がある
 - topicを発行しておく必要がある
 - robot_state_publisher等でtfおよびframe_idを発行しておく必要がある

```
master ~ raspicam_navigation / launch / amcl.launch
uhobeike fix tf
R1 contributor

54 lines (47 sloc) | 2.55 KB

1 <launch>
2 <!-- Arguments -->
3 <arg name="scan_topic" default="scan"/>
4 <arg name="initial_pose_x" default="0"/>
5 <arg name="initial_pose_y" default="0"/>
6 <arg name="initial_pose_a" default="0"/>
7
8 <arg name="initial_cov_xx" default="0.2"/>
9 <arg name="initial_cov_yy" default="0.2"/>
10 <arg name="initial_cov_aa" default="0.06"/>
11
12 <!-- AMCL -->
13 <node pkg="amcl" type="amcl" name="amcl">
14
15 <param name="min_particles" value="500"/>
16 <param name="max_particles" value="3000"/>
17 <param name="kld_err" value="0.02"/>
18 <param name="kld_z" value="0.95"/>
19 <param name="update_min_d" value="0.20"/>
20 <param name="update_min_a" value="0.20"/>
21 <param name="resample_interval" value="1"/>
22 <param name="transform_tolerance" value="0.5"/>
23 <param name="recovery_alpha_slow" value="0.00"/>
24 <param name="recovery_alpha_fast" value="0.00"/>
25 <param name="initial_pose_x" value="$(arg initial_pose_x)"/>
26 <param name="initial_pose_y" value="$(arg initial_pose_y)"/>
27 <param name="initial_pose_a" value="$(arg initial_pose_a)"/>
28 <param name="initial_cov_xx" value="$(arg initial_cov_xx)"/>
29 <param name="initial_cov_yy" value="$(arg initial_cov_yy)"/>
30 <param name="initial_cov_aa" value="$(arg initial_cov_aa)"/>
31 <param name="gui_publish_rate" value="50.0"/>
32
33 <remap from="scan" to="$(arg scan_topic)"/>
34
35 <param name="laser_max_beams" value="180"/>
36 <param name="laser_z_hit" value="0.5"/>
37 <param name="laser_z_short" value="0.05"/>
38 <param name="laser_z_max" value="0.05"/>
39 <param name="laser_z_rand" value="0.5"/>
40 <param name="laser_sigma_hit" value="0.2"/>
41 <param name="laser_lambda_short" value="0.1"/>
42 <param name="laser_likelihood_max_dist" value="2.0"/>
43 <param name="laser_model_type" value="likelihood_field"/>
44
45 <param name="odometer_model_type" value="diff"/> <!-- r is roll, l is liner -->
46 <param name="odom_alpha1" value="0.2"/> <!-- rr -->
47 <param name="odom_alpha2" value="2.0"/> <!-- lr -->
48 <param name="odom_alpha3" value="1.5"/> <!-- ll -->
49 <param name="odom_alpha4" value="0.3"/> <!-- rl -->
50 <param name="odom_frame_id" value="odom"/>
51 <param name="base_frame_id" value="base_link"/>
52
53 </node>
54 </launch>
```


amclのパラメータについて

```
<arg name="scan_topic" default="scan"/>
```

```
<arg name="initial_pose_x" default="0"/>
```

```
<arg name="initial_pose_y" default="0"/>
```

```
<arg name="initial_pose_a" default="0"/>
```

マップでの初期スポン地点(変更可能)

```
<arg name="initial_cov_xx" default="0.2"/>
```

```
<arg name="initial_cov_yy" default="0.2"/>
```

```
<arg name="initial_cov_aa" default="0.06"/>
```

初期パーティクルのばら撒き具合

```
1 <launch>
2 <!-- Arguments -->
3 <arg name="scan_topic" default="scan"/>
4 <arg name="initial_pose_x" default="0"/>
5 <arg name="initial_pose_y" default="0"/>
6 <arg name="initial_pose_a" default="0"/>
7
8 <arg name="initial_cov_xx" default="0.2"/>
9 <arg name="initial_cov_yy" default="0.2"/>
10 <arg name="initial_cov_aa" default="0.06"/>
11
12 <!-- AMCL -->
13 <node pkg="amcl" type="amcl" name="amcl">
14
15   <param name="min_particles" value="500"/>
16   <param name="max_particles" value="3000"/>
17   <param name="kld_err" value="0.02"/>
18   <param name="kld_z" value="0.99"/>
19   <param name="update_min_a" value="0.26"/>
20   <param name="update_min_a" value="0.26"/>
21   <param name="resample_interval" value="1"/>
22   <param name="transform_tolerance" value="0.5"/>
23   <param name="recovery_alpha_slow" value="0.00"/>
24   <param name="recovery_alpha_fast" value="0.00"/>
25   <param name="initial_pose_x" value="$(arg initial_pose_x)"/>
26   <param name="initial_pose_y" value="$(arg initial_pose_y)"/>
27   <param name="initial_pose_a" value="$(arg initial_pose_a)"/>
28   <param name="initial_cov_xx" value="$(arg initial_cov_xx)"/>
29   <param name="initial_cov_yy" value="$(arg initial_cov_yy)"/>
30   <param name="initial_cov_aa" value="$(arg initial_cov_aa)"/>
31   <param name="gui_publish_rate" value="50.0"/>
32
33   <remap from="scan" to="$(arg scan_topic)"/>
34
35   <param name="laser_max_beams" value="180"/>
36   <param name="laser_z_hit" value="0.5"/>
37   <param name="laser_z_short" value="0.05"/>
38   <param name="laser_z_max" value="0.05"/>
39   <param name="laser_z_rand" value="0.5"/>
40   <param name="laser_sigma_hit" value="0.2"/>
41   <param name="laser_lambda_short" value="0.1"/>
42   <param name="laser_likelihood_max_dist" value="2.0"/>
43   <param name="laser_model_type" value="likelihood_field"/>
44
45   <param name="odom_model_type" value="diff"/> <!-- is roll, pitch, yaw is linear -->
46   <param name="odom_alpha1" value="0.2"/> <!-- -->
47   <param name="odom_alpha2" value="2.0"/> <!-- -->
48   <param name="odom_alpha3" value="1.5"/> <!-- -->
49   <param name="odom_alpha4" value="0.3"/> <!-- -->
50   <param name="odom_frame_id" value="odom"/>
51   <param name="base_frame_id" value="base_link"/>
52
53 </node>
54 </launch>
```

amclのパラメータについて

最大・最小許容パーティクルフィルタ(多いほど良い結果が出やすいがPCの性能を考慮して設定)

```
<param name="min_particles" value="500"/>
<param name="max_particles" value="3000"/>
```

フィルターアップデートを行う前に要求される並進運動(m)
フィルターアップデートを行う前に要求される並進運動(ラジアン)

```
<param name="update_min_d" value="0.20"/>
<param name="update_min_a" value="0.20"/>
```

```
<param name="laser_max_range" value="3.5"/>
```

レーザセンシングの最大距離

```
<param name="laser_max_beams" value="180"/>
```

使用する最多レーザビームの個数

```
master raspicam_navigation / launch / amcl.launch
uhobeike fix tf
R1 contributor

54 lines (47 sloc) | 2.55 KB

1 <launch>
2 <!-- Arguments -->
3 <arg name="scan_topic" default="scan"/>
4 <arg name="initial_pose_x" default="0"/>
5 <arg name="initial_pose_y" default="0"/>
6 <arg name="initial_pose_a" default="0"/>
7
8 <arg name="initial_cov_xx" default="0.2"/>
9 <arg name="initial_cov_yy" default="0.2"/>
10 <arg name="initial_cov_aa" default="0.05"/>
11
12 <!-- AMCL -->
13 <node pkg="amcl" type="amcl" name="amcl">
14
15   <param name="min_particles" value="500"/>
16   <param name="max_particles" value="3000"/>
17   <param name="kld_err" value="0.02"/>
18   <param name="kld_z" value="0.99"/>
19   <param name="update_min_d" value="0.20"/>
20   <param name="update_min_a" value="0.20"/>
21   <param name="resample_interval" value="1"/>
22   <param name="transform_tolerance" value="0.5"/>
23   <param name="recovery_alpha_slow" value="0.00"/>
24   <param name="recovery_alpha_fast" value="0.00"/>
25   <param name="initial_pose_x" value="$(arg initial_pose_x)"/>
26   <param name="initial_pose_y" value="$(arg initial_pose_y)"/>
27   <param name="initial_pose_a" value="$(arg initial_pose_a)"/>
28   <param name="initial_cov_xx" value="$(arg initial_cov_xx)"/>
29   <param name="initial_cov_yy" value="$(arg initial_cov_yy)"/>
30   <param name="initial_cov_aa" value="$(arg initial_cov_aa)"/>
31   <param name="gui_publish_rate" value="10.0"/>
32
33   <remap from="scan" to="$(arg scan_topic)"/>
34
35   <param name="laser_max_beams" value="180"/>
36   <param name="laser_z_min" value="0.5"/>
37   <param name="laser_z_short" value="0.05"/>
38   <param name="laser_z_max" value="0.85"/>
39   <param name="laser_sigma_hit" value="0.5"/>
40   <param name="laser_lambda_short" value="0.1"/>
41   <param name="laser_likelihood_max_dist" value="2.0"/>
42   <param name="laser_model_type" value="likelihood_field"/>
43
44   <param name="odom_model_type" value="diff"/> <!-- is roll, pitch, yaw is linear -->
45   <param name="odom_alpha1" value="0.2"/> <!-- roll -->
46   <param name="odom_alpha2" value="2.0"/> <!-- pitch -->
47   <param name="odom_alpha3" value="1.5"/> <!-- yaw -->
48   <param name="odom_alpha4" value="0.3"/> <!-- roll -->
49   <param name="odom_frame_id" value="odom"/>
50   <param name="base_frame_id" value="base_link"/>
51
52 </node>
53 </launch>
```

amclのパラメータについて

回転運動をしたときの予想される回転運動の推定ノイズ
 並進運動をしたときの予想される回転運動の推定ノイズ
 並進運動をしたときの予想される並進運動の推定ノイズ
 回転運動をしたときの予想される並進運動の推定ノイズ
 (ホイール オドメトリがあまり信用できない時に調整)

```
<param name="odom_alpha1" value="0.2"/> <!--rr-->
<param name="odom_alpha2" value="2.0"/> <!--lr-->
<param name="odom_alpha3" value="1.5"/> <!--ll-->
<param name="odom_alpha4" value="0.3"/> <!--rl-->
```

```
<param name="odom_frame_id" value="odom"/>
<param name="base_frame_id" value="base_link"/>
```

オドメトリフレーム、ロボットベースフレーム

uhobeike fix tf

1 contributor

54 lines (47 sloc) | 2.55 KB

```
1 <launch>
2   <!-- Arguments -->
3   <arg name="scan_topic" default="scan"/>
4   <arg name="initial_pose_x" default="0"/>
5   <arg name="initial_pose_y" default="0"/>
6   <arg name="initial_pose_a" default="0"/>
7
8   <arg name="initial_cov_xx" default="0.2"/>
9   <arg name="initial_cov_yy" default="0.2"/>
10  <arg name="initial_cov_aa" default="0.06"/>
11
12  <!-- AMCL -->
13  <node pkg="amcl" type="amcl" name="amcl">
14
15    <param name="min_particles" value="500"/>
16    <param name="max_particles" value="3000"/>
17    <param name="kld_err" value="0.02"/>
18    <param name="kld_z" value="0.99"/>
19    <param name="update_min_d" value="0.20"/>
20    <param name="update_min_a" value="0.20"/>
21    <param name="resample_interval" value="1"/>
22    <param name="transform_tolerance" value="0.5"/>
23    <param name="recovery_alpha_slow" value="0.00"/>
24    <param name="recovery_alpha_fast" value="0.00"/>
25    <param name="initial_pose_x" value="$(arg initial_pose_x)"/>
26    <param name="initial_pose_y" value="$(arg initial_pose_y)"/>
27    <param name="initial_pose_a" value="$(arg initial_pose_a)"/>
28    <param name="initial_cov_xx" value="$(arg initial_cov_xx)"/>
29    <param name="initial_cov_yy" value="$(arg initial_cov_yy)"/>
30    <param name="initial_cov_aa" value="$(arg initial_cov_aa)"/>
31    <param name="gui_publish_rate" value="10.0"/>
32
33    <remap from="scan" to="$(arg scan_topic)"/>
34
35    <param name="laser_max_beams" value="180"/>
36    <param name="laser_z_hit" value="0.5"/>
37    <param name="laser_z_short" value="0.05"/>
38    <param name="laser_z_max" value="0.05"/>
39    <param name="laser_z_rand" value="0.5"/>
40    <param name="laser_sigma_hit" value="0.2"/>
41    <param name="laser_lambda_short" value="0.1"/>
42    <param name="laser_likelihood_max_dist" value="2.0"/>
43    <param name="laser_model_type" value="likelihood_field"/>
44
45    <param name="odom_model_type" value="diff"/> <!-- if coll,1 is liner-->
46    <param name="odom_alpha1" value="0.2"/> <!--rr-->
47    <param name="odom_alpha2" value="2.0"/> <!--lr-->
48    <param name="odom_alpha3" value="1.5"/> <!--ll-->
49    <param name="odom_alpha4" value="0.3"/> <!--rl-->
50    <param name="odom_frame_id" value="odom"/>
51    <param name="base_frame_id" value="base_link"/>
52
53  </node>
54 </launch>
```

amclのパラメータについて

- ・ パラメータ調整(実機)の方法について
 - ・ 実機をひたすら走らせてパラメータ調整
 - ・ 実機で走らせたrosbagデータを使ってパラメータ調整

amclのパラメータについて

- ・パラメータ調整(実機)について



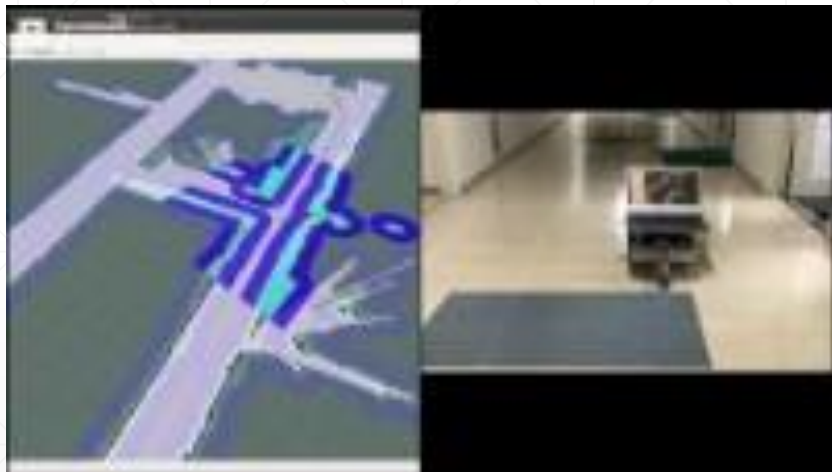
パラメータ調整前



パラメータ調整後

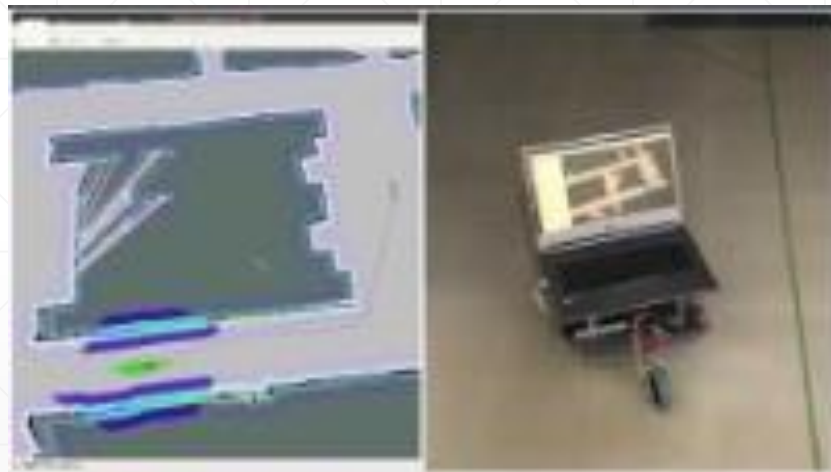
amclのパラメータについて

- ・ パラメータ調整(実機)について



パラメータ調整前

<https://youtu.be/VAe-aF2jrcQ>



パラメータ調整後

<https://youtu.be/jXYEA2ptgnA>

来週の内容

- ・ move_base/amclのソースから
抜粋したやつの計算方法や
パラメータとの関係の説明