

卒業論文 タイトル

指導教員： 西田 健 准教授
九州工業大学 工学部
機械知能工学科 知能制御工学コース

学籍番号： XXXXXXXXX

提出者氏名： 性 名

平成 XX 年 X 月 XX 日

目 次

1	背景・目的	3
2	原理	3
2.1	ROS	3
2.2	Gazebo	5
2.3	RViz	5
2.4	Point Cloud Library(PCL)	5
2.5	ICP アルゴリズム	5
3	手法	5
3.1	仮想空間内での点群処理	5
3.2	実物体とのマッチング	5
3.3	評価方法	6
4	実験装置・環境	6
5	実機での検証	6
5.1	検証条件	6
5.2	実験結果と考察	6
6	まとめ	6
	参考文献	7
	付録 A	7

1 背景・目的

産業分野においてロボットの需要は高まってきている。しかし、これらのロボットの設置には様々な問題が伴う。設置、ティーチング、利用に至るまでに少なからず知識と専門的な技術を要する。今回の研究では、ロボットの導入部分にあたる動作環境構築に焦点を当てて問題解決の第一歩となるシステムの開発研究を行った。

2 原理

2.1 ROS

T-RRT の処理を Algorithm 1 に示す。

この関数では、1 行目と 2 行目で親ノード x^{parent} 、子ノード x^{child} に関する評価を算出する。3 行目でそれらの評価値を比較し、 $ChildCost > ParentCost$ の場合は、

$$\Delta C = \frac{ChildCost - ParentCost}{distance} \quad (2.1)$$

を算出する。親ノードと子ノードの評価値の差と、ノード間距離に応じて定まる ΔC を用いて、

Algorithm 1: T-RRT Algorithm

```
1 Define the configuration space (C-space) :  $\mathcal{C}$ ;  
2 Input the start  $\mathbf{q}_{start}$  and the goal  $\mathbf{q}_{goal}$ ;  
3 Define the cost function :  $Cost(\mathbf{q})$ ;  
4  $\tau.init(\mathbf{q}_{start})$ ;  
5 while  $GoalReached = False$  and  
    $iterations < MAX\ ITERATIONS$  do  
6    $\mathbf{q}_{rand} \leftarrow randSample(\mathcal{C})$ ;  
7    $\mathbf{q}_{near} \leftarrow NearestNode(\mathbf{q}_{sample}, \mathcal{C})$ ;  
8    $\mathbf{q}_{new} \leftarrow GenNewNode(\mathbf{q}_{near}, \mathbf{q}_{sample})$ ;  
9   if  $\mathbf{q}_{new} \neq NULL$  and  
      $TransitionTest(\mathbf{q}_{new}, \mathbf{q}_{near}) = True$  and  
      $MinExpandControl(\mathbf{a}, \mathbf{q}_{near}, \mathbf{q}_{rand}) = True$  then  
10     $\tau \leftarrow AddNode(\tau, \mathbf{q}_{new})$ ;  
11     $\tau \leftarrow AddEdge(\tau, \mathbf{q}_{near}, \mathbf{q}_{new})$ ;  
12    if  $CheckGoal(\mathbf{q}_{new}) = True$  then  
13       $GoalReached \leftarrow True$ ;
```

Algorithm 2: TransitionTest(\mathbf{x}^{child} , \mathbf{x}^{parent})

```
1 ChildCost  $\leftarrow$  Cost( $\mathbf{x}^{child}$ );
2 ParentCost  $\leftarrow$  Cost( $\mathbf{x}^{parent}$ );
3 if ChildCost  $\leq$  ParentCost then
4   return True;
5  $\Delta C \leftarrow \frac{ChildCost - ParentCost}{distance}$ ;
6 TransitionProbability  $\leftarrow \exp\left(-\frac{\Delta C}{K \cdot T}\right)$ ;
7 if Rand(0, 1)  $\leq$  TransitionProbability then
8    $T \leftarrow T/\alpha$ ;
9   Failed  $\leftarrow$  0;
10  return True;
11 else
12   if Failed  $\geq$  Failedmax then
13      $T \leftarrow T \cdot \alpha$ ;
14     Failed  $\leftarrow$  0;
15   else
16     Failed  $\leftarrow$  Failed + 1;
17  return False;
```

それらのノードの組み合わせの採択を次式の確率関数 p によって判定する .

$$p = \begin{cases} \exp\left(-\frac{\Delta C}{K \cdot T}\right) & \text{if } \Delta C > 0 \\ 1.0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.2)$$

この関数の概形を Fig. 1 に示す . ここで $K > 0$ は確率 p の調整用の定数であり , 開始位置と目標位置の評価値の平均値で与える . T は TransitionTest 関数の実行の度に調整される変数であり , 確率 p をループごとに遷移させる役割を持つ .

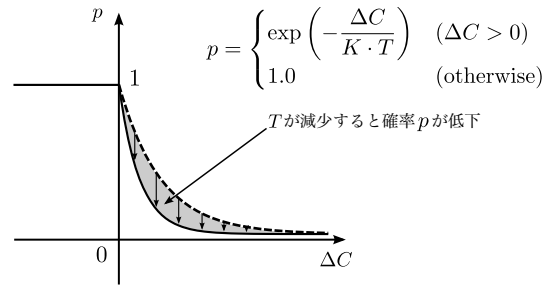


Fig. 1 The effect of T on the probability function p .

$ChildCost > ParentCost$ の場合，確率 p ($\Delta C > 0$) を利用し判定を行うフェーズに入る (Algorithm 2, 10 行目)．確率の範囲内であれば，注目する二つのノード間の経路が採択される．このとき同時に， T を α ($\alpha > 0$) で除することで T の値を減少させる．この操作により，次のループで `TransitionTest` 関数が実行され同じフェーズに入った場合に，確率 p の値が低くなるので，注目する二つのノード間の経路が採択される確率が低くなる．二つのノード間の経路が採択されない場合が一定回数以上続いた場合，すなわち Algorithm 2 の変数 *Failed* によるカウントがある一定値以上に増加した場合には，変数 *Failed* を初期化し， T を α との乗算によって値を再び増加させる．

2.2 Gazebo

なんでこのアルゴリズムを研究するのか？

2.3 RViz

ここがコアな部分だよ．

2.4 Point Cloud Library(PCL)

ポテンシャル関数も C-Space だと一工夫必要ですよ．を書く．

2.5 ICP アルゴリズム

3 手法

3.1 仮想空間内での点群処理

ROS を使うよ．研究室で構築しているシステムの外観を説明するよ．ROS を使えば実機でもシミュレーション上でもソフトウェアの部分で差異がない環境を実現できるよ．

3.2 実物体とのマッチング

検証の段階で，実機を使わなくてもシミュレーションですべて確認できるよ．

3.3 評価方法

MoveIt! (要説明) に準拠することで、リッチな GUI を使用しながらアルゴリズムの開発ができますよ。また世界中で提案されているアルゴリズムとの比較が容易ですよ。またモーションプランニング部分はこの部分に着目して研究できるように産業用ロボットの物理シミュレータを用意し、有効性を確認できるようにしているよ。

4 実験装置・環境

5 実機での検証

5.1 検証条件

こんな条件で提案手法のアルゴリズムの有効性を確認します。

5.2 実験結果と考察

結果ドン

6 まとめ

まとめ。どうなるかな ???

謝辞

本論文作成にあたり御指導下さった九州工業大学大学院工学研究院機械知能工学研究系知能制御工学部門西田准教授に深く感謝致します。さらに、日頃より御協力頂いた機械知能工学科制御工学教室の教職員の皆様ならびに、同教室西田研究室の皆様には感謝致します。

感想

参考文献

- [1] Muhammad Zeeshan Malik; Amre Eizad; Muhammd Umer Khan, Path Planning Algorithms for mobile robots A Comprehensive Comparative Analysis, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014.

付録 A