

次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト
移動・作業知能のための知覚に基づくロバストな
知能モジュール群の開発

機能仕様書
StRRT 軌道計画に基づく速度指令生成モジュール

V e r . 1 . 0

2 0 1 1 年 1 2 月 6 日

大阪電気通信大学

改版履歷

[illegible]

目次

1. はじめに	1
1. 1. 本書の適用範囲	1
1. 2. 関連文書	1
1. 3. 本書を読むにあたって	1
2. 機能仕様	2
2. 1. 機能概要	2
2. 2. アルゴリズム	2
3. RTC 仕様	4
3. 1. MotionGenerator (StRRT 軌道計画に基づく速度指令コンポーネント)	4
4. 特記事項	8

1. はじめに

1. 1. 本書の適用範囲

本書はロボット向けミドルウェア OpenRTM 上で動作する「StRRT 軌道計画に基づく速度指令生成モジュール」の仕様について記述した文書である。

1. 2. 関連文書

本書の関連文書は 表 1-1 の通り。

表 1-1 関連文書

No.	文書名	備考
1	操作手順書	本モジュールを含んだサンプルを動作させるための操作手順について記載。

1. 3. 本書を読むにあたって

本書は RT ミドルウェア, RT コンポーネント(以下, RTC)に関する基本知識を備えた利用者を対象としている。RT ミドルウェア, RTC については下記を参照のこと。

OpenRTM-aist Official Website:

<http://www.openrtm.org/>

2. 機能仕様

2. 1. 機能概要

StRRT に基づいて軌道計画を行い、速度指令を出力する。ロボットと障害物の位置と速度情報、目標地点情報の三つの情報を入力すると、生成される軌道によって決まる速度指令値を出力する。

2. 2. アルゴリズム

StRRT は、高速に空間を探索する確率的手法 Rapidly-exploring Random Tree(RRT)を時空間に展開し、空間の軌道生成問題を時空間の経路探索問題に置き換えた手法である。StRRT は、以下のような特徴を持つ。

- ◆ 探索が高速であり、実時間で繰り返し軌道を生成できる。
- ◆ 確率的なアルゴリズムであるため、特定の状況下で必ずおきるような不具合が少ない。
- ◆ 時空間を探索するため、障害物の移動を考慮可能である。
- ◆ 時空間を探索するため、ロボットの移動モデルを考慮した速度指令を生成できる。

本モジュールで想定している環境は、静的な障害物と円形の移動障害物群が存在する xy の 2 次元平面内の閉じた領域である。初期点から目標点にたどり着くための軌道生成することが問題設定である。これを各時刻に実行し、その結果、ロボットが次の時刻に動くべき速度指令を決定することを目的とする。図 2-1 にその概念図を示す。各時刻 $t_i (i=1,2,3,\dots)$ において、ロボット自身の位置と速度 $R(t_i)$ 、各障害物の位置と速度 $O_j(t_i) (j=1,2,3,\dots)$ を取得し、生成した軌道から速度指令 $C(t_i)$ を出力することを繰り返す。この繰り返しにより、最終的にロボットは初期地点から目標点へと到着する。各時刻における軌道生成において、対象となる 2 次元平面空間に時間軸を加えると、探索する空間は 3 次元となる (図 2-2)。短時間であれば、障害物の運動は等速運動で予測できると仮定すると、障害物は時間軸方向に伸びる柱体 $P(O_j(t_i))$ となり、移動しているとその軸が傾く。以上より、軌道 $(x(t), y(t))$ を生成する問題は、3 次元時空間で初期状態 $(x_0, y_0, 0)$ から目標点を表す線 $(x_d(\tau), y_d(\tau), \tau)$ 上の 1 点まで到達する経路を探索する問題に帰着する。

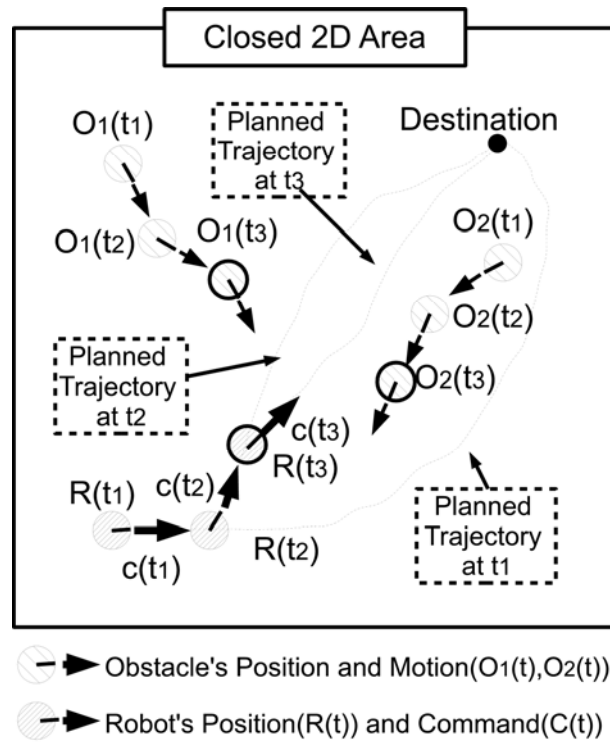


図 2-1: 問題設定

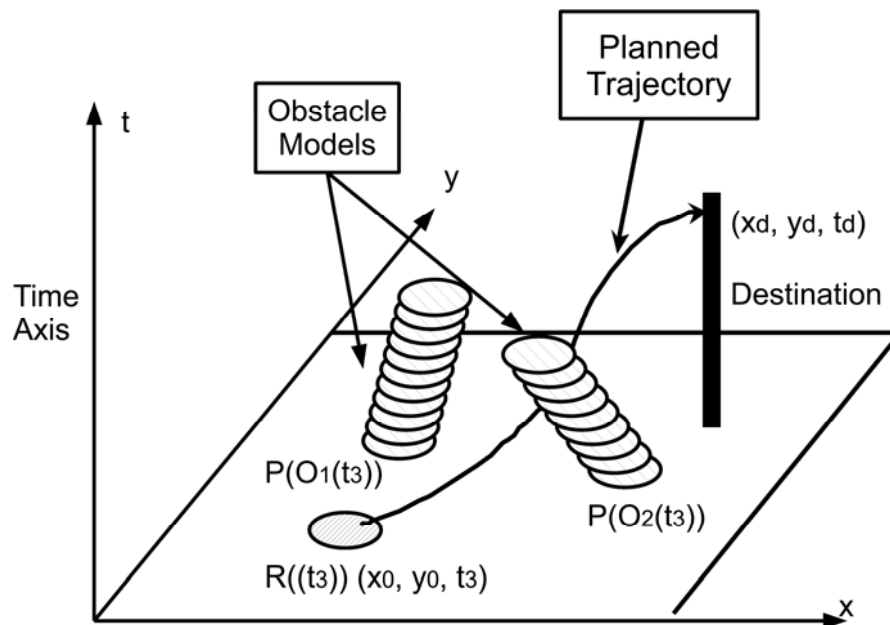


図 2-2: 時空間における経路生成

3. RTC 仕様

3. 1. MotionGenerator (StRRT 軌道計画に基づく速度指令コンポーネント)

3. 1. 1. 機能概要

StRRT に基づいて軌道計画を行い，速度指令を出力する．ロボットと障害物の位置と速度情報，目標地点情報の三つの情報を入力すると，生成される軌道によって決まる速度指令値を出力する．

3. 1. 2. 動作環境

コンポーネント動作環境を以下に示す．

OS	Windows XP Professional SP3
RT ミドルウェア	OpenRTM-aist-1.0.0 RELEASE (C++)
開発言語	C++
コンパイラ	Microsoft Visual C++ 2008
依存ライブラリ (OpenRTM)	OmniORB-4.1.4
	ACE-5.6
依存ライブラリ (その他)	

3. 1. 3. ポート情報

A) データポート (InPort)

名称	型	データ長	説明
currentState	ObjectDynamics	固定	自機の位置と速度
currentEnvironments	TimedObjectDynamicsSeq	可変	障害物の位置と速度の群
destinationIn	ObjectDynamics	固定	目標の位置

B) データポート (OutPort)

名称	型	データ長	説明
currentCommand	TimedVelocityOmni	可変	ロボットの速度指令

3. 1. 4. コンフィグレーション情報

名称	型	デフォルト値	説明
isTestMode	bool	false	テストモード用フラグ
robotType	std::string	omnidirectional	ロボットの種類
marginWidthOfObstacles	double	0.1	回避の際の障害物との間隔(m)
intervalForCheckingObstacle	double	0.1	ツリーの成長にかかる時間(s)
maxBranchLength	double	0.5	ツリーの枝の最大長(m)
goalBias	double	9	ツリーの成長の際にゴールを選ぶ確率(%)
maxVelocity	double	2.0	ロボットの最大速度(m/s)
maxAcceleration	double	50	ロボットの最大加速度(m/s ²)
staticMap	std::string	defaultMap.bmp	空間の形を表した画像 (BMP 形式)

3. 1. 5. 入出力データフォーマット

3. 1. 5. 1. 入力: **currentEnvironments**

データ位置	格納値
0	世界座標系におけるオブジェクトの位置 (x,y, θ)と速度(vx,vy)
1	世界座標系におけるオブジェクトの位置 (x,y, θ)と速度(vx,vy)
...	以下続く

3. 1. 6. 独自の型の仕様

3. 1. 6. 1. **ObjectDynamics** 型

オブジェクトの座標と速度を収める構造体. 座標 $x[\text{mm}]$, $y[\text{mm}]$, $\theta [\text{rad}]$ と速度 $v_x[\text{mm/s}]$, $v_y[\text{mm/s}]$ を収めている.

3. 1. 6. 2. **TimedObjectDynamicsSeq** 型

ObjectDynamics 型の配列を収める構造体. **ObjectDynamics** 型の配列と, 時間 $t [\text{ms}]$ を収めている.

3. 1. 6. 3. **TimedVelocityOmni** 型

ロボットの速度 $[\text{mm/s}]$, 角速度 $[\text{rad/s}]$, 進む方向 $[\text{rad}]$ の指令と, 時間 $t[\text{ms}]$ を納める構造体.

4. 特記事項

本モジュールをご利用される場合には、以下の記載事項・条件にご同意いただいたものとします。

- 本モジュールは独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」内実施者向けに評価を目的として提供するものであり、商用利用など他の目的で使用することを禁じます。
- ドキュメントに情報を掲載する際には万全を期していますが、それらの情報の正確性またはお客様にとっての有用性等については一切保証いたしません。
- 利用者が本モジュールを利用することにより生じたいかなる損害についても一切責任を負いません。
- 本モジュールの変更，削除等は，原則として利用者への予告なしに行います。また，止むを得ない事由により公開を中断あるいは中止させていただくことがあります。
- 本モジュールの情報の変更，削除，公開の中断，中止により，利用者に生じたいかなる損害についても一切責任を負いません。

【連絡先】

575-0013 大阪府四條畷市清滝 1 1 3 0 - 7 0

大阪電気通信大学 総合情報学部 メディアコンピュータシステム学科

升谷 保博

masutani@isc.osakac.ac.jp