

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
障害物の運動推定モジュール

V e r . 1 . 0

2011年12月6日

大阪電気通信大学

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. DynamicStateMakerWithTimedPositions (運動推定コンポーネント)	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「障害物の運動推定モジュール」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

本モジュールは、複数移動物体の運動推定を行う。誤差を含むオブジェクトの位置情報を繰り返し入力すると、等速直線運動モデルに基づいて位置情報と速度情報を推定し、出力する。推定にはカルマンフィルタを利用している。

2. 2. アルゴリズム

カルマンフィルタが対象とするシステムは、以下に示す状態方程式と観測方程式で記述される線形、有限次元の離散時間システムである。

$$\begin{aligned}\mathbf{x}_{i+1} &= \mathbf{F}_i \mathbf{x}_i + \mathbf{G}_i \mathbf{w}_i \\ \mathbf{y}_i &= \mathbf{H}_i \mathbf{x}_i + \mathbf{v}_i\end{aligned}$$

ここで、 \mathbf{x}_i は時刻 t_i におけるシステムの状態であり、システムノイズ \mathbf{w}_i を入力とする線形システムで表される。また、 \mathbf{y}_i は観測値であり、状態 \mathbf{x}_i と観測ノイズ \mathbf{v}_i によって表される。

本モジュールでは、システムの状態と観測値を次のようにしている。

$$\begin{aligned}\mathbf{x}_i &= [x_i, y_i, \theta_i, v_{xi}, v_{yi}]^T \\ \mathbf{y}_i &= [x_i, y_i, \theta_i]^T\end{aligned}$$

システムのモデルとして等速直線運動モデルを用いている。したがって、遷移行列などは以下のように与えている。

$$\begin{aligned}\mathbf{F}_i &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \Delta t & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta t \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ \mathbf{G}_i &= \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ \mathbf{H}_i &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}\end{aligned}$$

また，システムノイズと観測ノイズの共分散行列は以下の形式とする．

$$\mathbf{Q}_i = \begin{bmatrix} \sigma_{vx}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{vy}^2 \end{bmatrix}$$
$$\mathbf{R}_i = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_y^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_\theta^2 \end{bmatrix}$$

以上のモデルに基づいて，オブジェクトごとにカルマンフィルタを適用し，位置と速度の推定結果をコンポーネントの出力としている．

3. RTC 仕様

3. 1. DynamicStateMakerWithTimedPositions (運動推定コンポーネント)

3. 1. 1. 機能概要

複数移動物体の運動推定を行う。各時刻ごとの誤差を含む障害物の位置情報を入力すると、等速運動モデルに基づいて位置情報と速度情報を推定し、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)	Boost 1.47.0

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
InputPositions	TimedObjectPosSeq	可変	世界座標系におけるオブジェクトの位置と識別名

B) データポート (OutPort)

名称	型	データ長	説明
OutputMyState	ObjectDynamics	固定	自オブジェクトの位置と速度
OutputDynamics	TimedObjectDynamicsSeq	可変	他オブジェクトの位置と速度の群

C) サービスポート (Provider)

サービス名	インターフェース名	説明
DynamicsStateMakerController	DynamicsStateMakerController	運動推定の制御 (未実装)

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
myLabel	String	b1	ロボットの識別名
obsErr	double	0.1	観測誤差の標準偏差[m]
sysErr	double	0.3	システム誤差の標準偏差[m/s]
robotType	String	omnidirectional	ロボットのタイプ

3. 1. 5. 入出力データフォーマット

3. 1. 5. 1. 入力：InputPositions

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)と識別名(String)
1	世界座標系におけるオブジェクトと障害物の位置(x,y,θ)と識別名(String)
...	以下続く

3. 1. 5. 2. 出力：OutputDynamics

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. **ObjectPos** 型

オブジェクトの座標を収める構造体. 座標 $x[\text{mm}]$, $y[\text{mm}]$, $\theta [\text{rad}]$ と識別名 (CORBA::String 型) を収めている.

3. 1. 6. 2. **TimedObjectPosSeq** 型

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

3. 1. 6. 3. **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. 4. **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.

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