

次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト
ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発

機能仕様書

オープンソース移動知能モジュール群
自己位置姿勢推定モジュール編

V e r . 1 . 0

2011年6月30日

R T C 再利用技術研究センター

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. モジュール構成	2
3. RTC 仕様	4
3. 1. RTCCameraEye (カメラコンポーネント)	4
3. 1. 1. 機能概要	4
3. 1. 2. 動作環境	4
3. 1. 3. ポート情報	4
3. 1. 4. コンフィグレーション	5
3. 1. 5. 入出力データフォーマット	5
3. 1. 6. 設定ファイル	5
3. 2. CeilingNavigation (天井ナビゲーションコンポーネント)	6
3. 2. 1. 機能概要	6
3. 2. 2. 動作環境	6
3. 2. 3. ポート情報	6
3. 2. 4. コンフィグレーション	7
3. 2. 5. 入出力データフォーマット	8
3. 2. 6. 設定ファイル	9
3. 2. 7. 天井ナビゲーション確認画面	9
3. 3. LocalizeCenter (自己位置姿勢推定コンポーネント)	10
3. 3. 1. 機能概要	10
3. 3. 2. 動作環境	10
3. 3. 3. ポート情報	10
3. 3. 4. コンフィグレーション	11
3. 3. 5. 入出力データフォーマット	11
3. 3. 6. 設定ファイル	12
3. 4. DispPosition (位置表示コンポーネント)	13
3. 4. 1. 機能概要	13
3. 4. 2. 動作環境	13
3. 4. 3. ポート情報	14
3. 4. 4. コンフィグレーション	14
3. 4. 5. 入出力データフォーマット	14
3. 4. 6. 設定ファイル	15

3. 5. 天井カメラ設定方法 (NM33-N-UVC)	16
3. 5. 1. NM33-N-UVC.....	16
3. 5. 2. 動作環境.....	16
3. 5. 3. ユーザインタフェースおよび使用方法.....	17
4. 特記事項.....	20

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 上で対向二輪型の移動ロボットを走行させる際の、自己位置姿勢に関する知能モジュールについて記述した文書である。本また、本書の最終章に本知能モジュールで利用したカメラの設定方法について明記した。

本書は「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」における移動知能モジュール群として構成し、動作確認したものである。本構成以外の利用における有用性、汎用性について保証するものではない。

1. 2. 関連文書

本書は以下に示す移動知能モジュール関連文書の一部である。

表 1-1 関連文書

No.	文書名	備考
1	機能仕様書 自己位置姿勢推定モジュール	本書
2	機能仕様書 走行系	
3	機能仕様書 経路計画・軌道追従	
4	機能仕様書 障害物検知・衝突回避	
5	機能仕様書 オペレータ操作	

1. 3. 本書を読むにあたって

本書は RT ミドルウェア(以下 RTM)、RT コンポーネント(以下 RTC)を用いたロボットシステム開発者を対象に記述されており、RTM、RTC や関連ツールに関する一般的な知識を持つことを前提とする。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

本知能モジュールについての機能仕様、構成を以下に記述する。

2. 1. 機能概要

本知能モジュールは単眼カメラからの画像を取得し、カメラからの天井画像情報を用いた天井ナビゲーションによって、現在自己位置姿勢を推定することが可能である。また天井ナビゲーションからの自己位置に加え、走行系モジュールからのオドメトリ情報を融合し、現在の自己位置姿勢を管理する。ユーザインタフェースとして現在位置の可視化が機能として提供されている。

2. 2. モジュール構成

本知能モジュールは以下の構成で動作する。移動知能モジュール全体での位置付けは、移動知能モジュール群全体図を参照のこと。

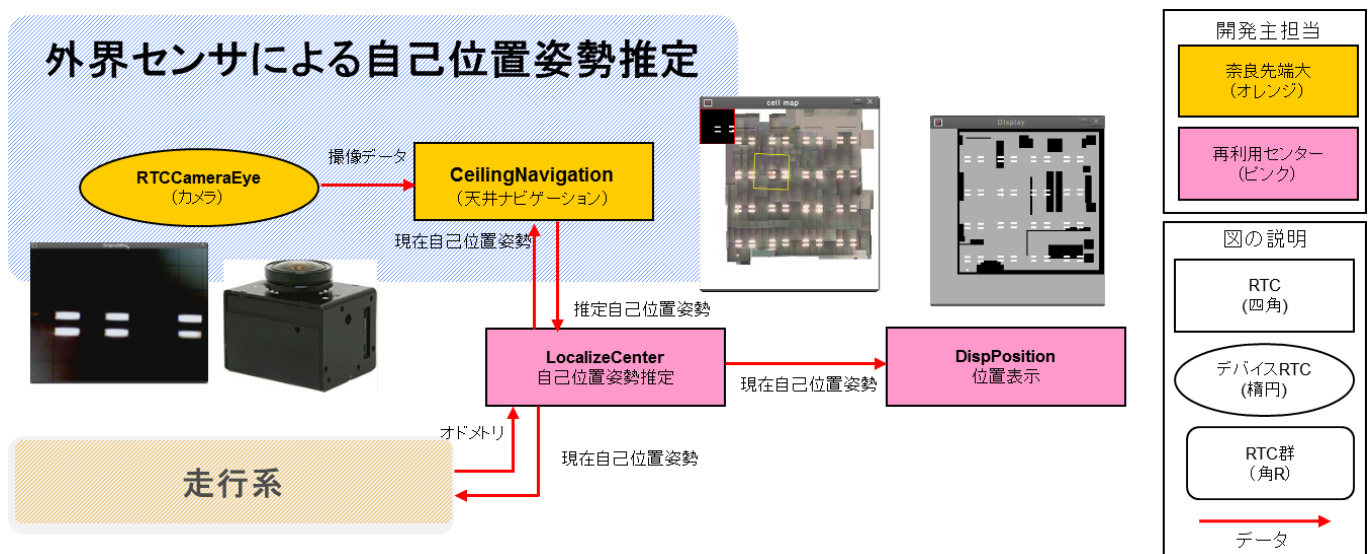
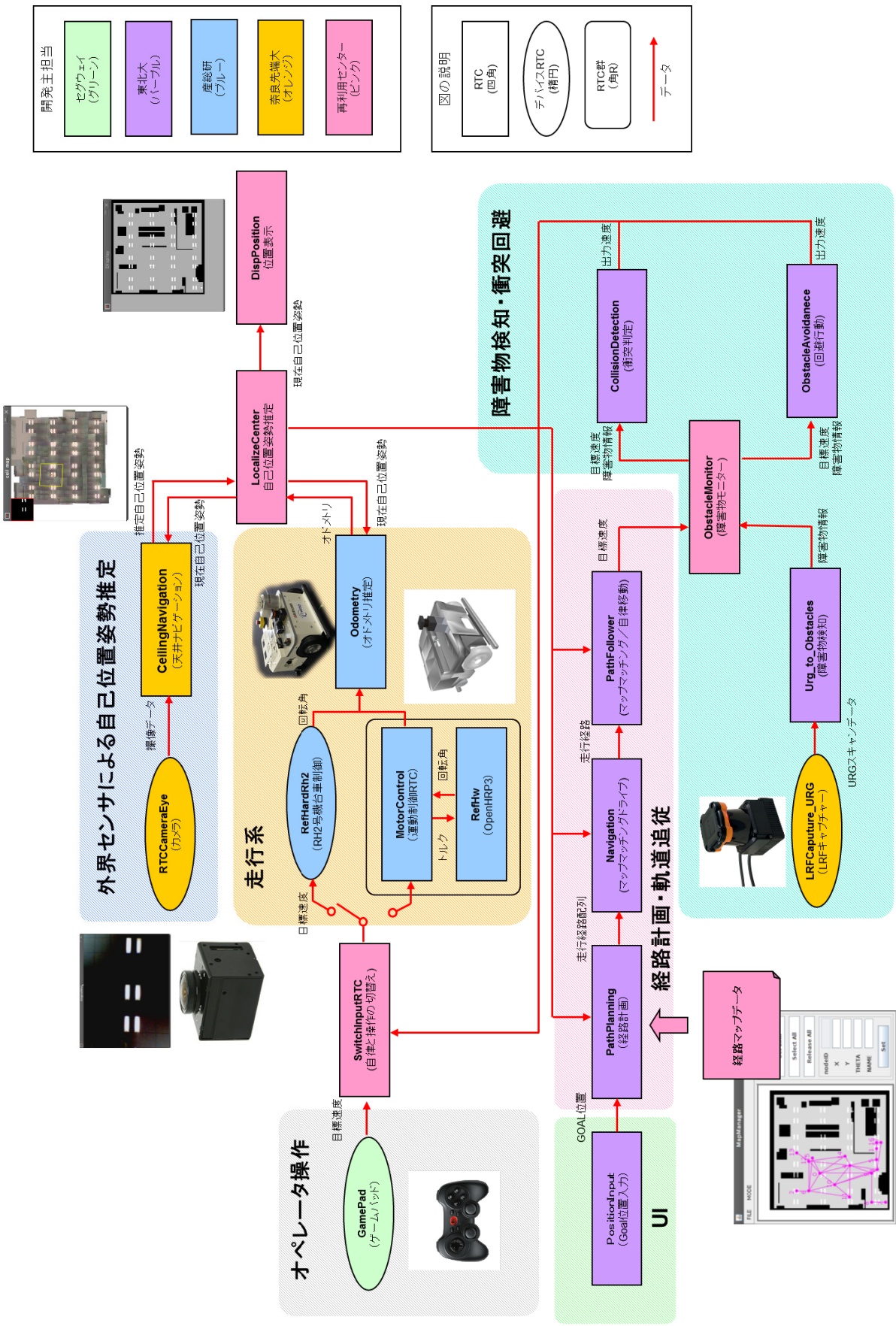


図 2-1 自己位置姿勢推定モジュール構成



3. RTC 仕様

3. 1. RTCCameraEye（カメラコンポーネント）

3. 1. 1. 機能概要

本 RTC は、カメラからの画像を取得し画像データとして出力するコンポーネントである。本知能モジュールでは、カメラに NM33-N-UVC（オプト（株）超広角小型魚眼カメラ NM33 シリーズ）を使用した。

3. 1. 2. 動作環境

本 RTC の動作環境（動作 OS、RT ミドルウェア、開発環境など）について記述する。

動作 OS	Linux（Ubuntu10.04 LTS）
開発言語	C/C++
RT ミドルウェア／バージョン	OpenRTM-aist-1.0.0-RELEASE
依存パッケージ	OpenCV(ver2.0 以上)

3. 1. 3. ポート情報

A) データポート（OutPort）

名称	型	データ長	説明
ImageData	TimedOctetSeq	画像サイズ	画像データ

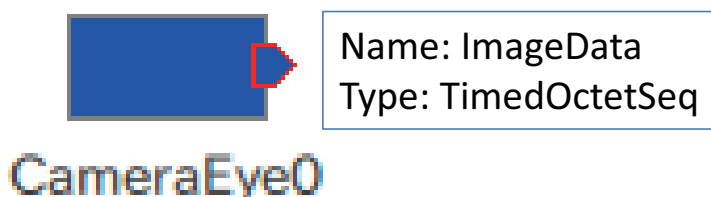


図 3-1 CameraEye 単体モジュール構成図

3. 1. 4. コンフィグレーション

名称	型	デフォルト値	説明
Flip	int	1	反転モード指定 -1 : 両軸反転 0 : 水平軸反転 1 : 垂直軸反転
CaribFile	string	ncm_cameraparam.xml	キャリブレーションファイル
Magnification	double	1.00	倍率
CaptureWindow	string	on	画像のウィンドウ表示(on)/非表示(off)
USBdevID	int	1	USB デバイス番号

3. 1. 5. 入出力データフォーマット

以下にデータ型および詳細について示す。

A) 出力 : ImageData

型 : TimedOctetSeq

```
struct TimedOctetSeq {
    Time tm;
    sequence<octet> data;
};
```

要素	説明
data	画像データ

3. 1. 6. 設定ファイル

本 RTC では、描画に OpenCV を使用している。環境構築時には、openRTM-aist-1.0.0-RELEASE・RTSystemEditor の標準的な設定に加えて、Linux (Ubuntu 10.04 LTS) に適したバージョンの OpenCV をインストールする必要がある。

3. 2. CeilingNavigation（天井ナビゲーションコンポーネント）

3. 2. 1. 機能概要

本 RTC は、移動しながら取得したカメラからの天井撮像データのブロックマッチングによって現在の自己位置姿勢を推定する機能をもつコンポーネントである。現在のブロック位置を天井画像上に可視化するツール `show_map` が付属している。`show_map`(天井ナビゲーション確認画面)については、本章の最終項に明記した。

3. 2. 2. 動作環境

本 RTC の動作環境（動作 OS、RT ミドルウェア、開発環境など）について記述する。

動作 OS	Linux（Ubuntu10.04 LTS）
開発言語	C/C++
RT ミドルウェア／バージョン	OpenRTM-aist-1.0.0-RELEASE
依存パッケージ	OpenCV(ver2.0 以上)

3. 2. 3. ポート情報

A) データポート（InPort）

名称	型	データ長	説明
CameraData	TimedOctetSeq	画像サイズ	カメラからの画像情報
LocalizedPosition	IIS:: TimedPose2D	1	現在自己位置姿勢

B) データポート（OutPort）

名称	型	説明
CeilingPosition	IIS::TimedPose2D	推定自己位置姿勢

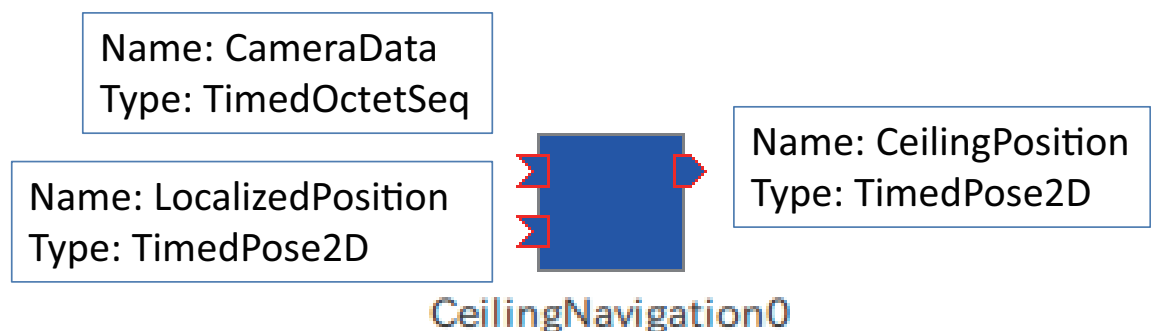


図 3-2 CeilingNavigation 単体モジュール構成図

3. 2. 4. コンフィグレーション

名称	型	デフォルト値	説明
NavigationMap	string	./rotRTCcenterCeiling.BMP	天井画像ファイル名
OfflineImage	string	—	オフラインイメージファイル格納フォルダ名
X_POS	unsigned long	88	x 座標
Y_POS	unsigned long	76	y 座標
THETA	double	0	姿勢
BlockResolution	unsigned short	1	画像回転分解能
BlockSize	unsigned short	96	画像縮小サイズ
BlockCoefficient	double	0.414	画像縮小補正值
SearchScope	double	2	マッチング探索範囲
BlackWhiteValue	unsigned short	220	2 値化閾値
Center_X	long	160	画像回転中心座標(X)
Center_Y	long	120	画像回転中心座標(Y)
RealMapHeight	double	100.0	実画像高さ[m] (未使用)
RealMapHeight	double	100.0	実画像幅[m] (未使用)
VirtualMapHeight	double	100.0	画像高さ[m] (未使用)
VirtualMapWidth	double	100.0	画像幅[m] (未使用)

3. 2. 5. 入出力データフォーマット

以下にデータ型および詳細について示す。

移動サブワーキンググループの共通インタフェース仕様については、「移動 SWG 共通 IF 案 101008.pdf」を参照のこと。

入力 : CameraData

型 : TimedOctetSeq

```
struct TimedOctetSeq {  
    Time tm;  
    sequence<octet> data;  
};
```

要素	説明
data	画像データ

A) 入力 : LocalizedPosition

型 : IIS::TimedPose2D

```
struct TimedPose2D {  
    RTC::Time tm;  
    sequence<long> id;  
    RTC::Pose2D data;  
    sequence<double> error;  
};
```

要素	説明
data.position.x	X 位置[m]
data.position.y	Y 位置[m]
data.heading	姿勢角[rad]

B) 出力 : CeilingPosition

型 : IIS::TimedPose2D

```
struct TimedPose2D {  
    RTC::Time tm;  
    sequence<long> id;  
    RTC::Pose2D data;  
    sequence<double> error;  
};
```

要素	説明
data.position.x	X 位置[m]

要素	説明
data.position.y	Y 位置[m]
data.heading	姿勢角[rad]

3. 2. 6. 設定ファイル

本 RTC では、描画に OpenCV を使用している。環境構築時には、penRTM-aist-1.0.0-RELEASE・RTSystemEditor の標準的な設定に加えて、Linux (Ubuntu 10.04 LTS) に適したバージョンの OpenCV をインストールする必要がある。

3. 2. 7. 天井ナビゲーション確認画面

本 RTC の天井ナビゲーションの現状態を可視化するツールとして、show_map が同梱されている。天井ナビゲーションコンポーネントを起動後に、show_map フォルダ内にて、ターミナルより

```
./show_map
```

として確認画面を起動することができる。

起動時の画面は以下ようになる。

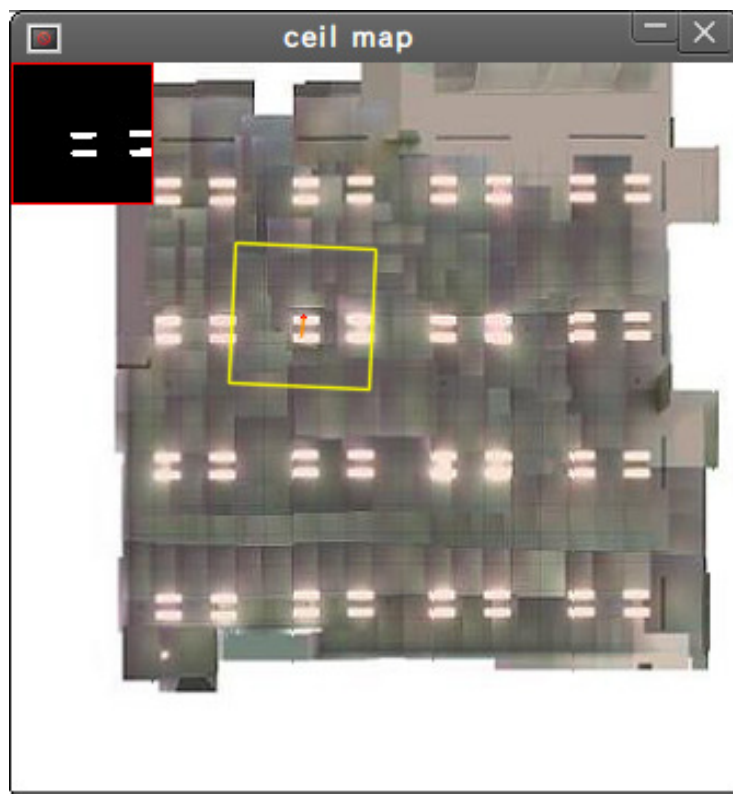


図 3-3 show_map 画面

黄色枠にて囲まれた位置が天井ナビゲーションにて推定された現在位置を示している。この画がロボットの移動位置と連動しない場合には、カメラの輝度値などの設定を確認する必要がある。

3. 3. LocalizeCenter（自己位置姿勢推定コンポーネント）

3. 3. 1. 機能概要

本 RTC は、走行系モジュールおよび天井ナビゲーションからの位置情報を融合し、移動ロボットの現在の自己位置姿勢推定機能を有するコンポーネントである。

3. 3. 2. 動作環境

本 RTC の動作環境（動作 OS、RT ミドルウェア、開発環境など）について記述する。

動作 OS	Linux（Ubuntu10.04 LTS）
開発言語	C/C++
RT ミドルウェア／バージョン	OpenRTM-aist-1.0.0-RELEASE
依存パッケージ	なし

3. 3. 3. ポート情報

A) データポート（InPort）

名称	型	説明
odm	IIS::TimedPose2D	オドメトリ
ceil	IIS:: TimedPose2D	天井ナビゲーション位置情報

B) データポート（OutPort）

名称	型	説明
dp_out0	IIS::TimedPose2D	現在自己位置姿勢

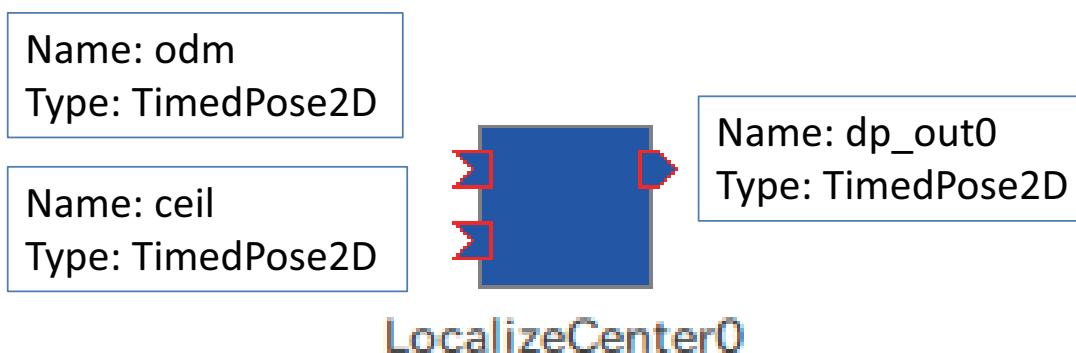


図 3-4 LocalizeCenter 単体モジュール構成図

3. 3. 4. コンフィグレーション

名称	型	デフォルト値	説明
startX	double	3.29	スタート位置 X 座標[m]
startY	double	7.70	スタート位置 Y 座標[m]
startTheta	double	-1.571	スタート時の姿勢[rad]
cycle	int	20	送出回数制御パラメータ

※デフォルト値は環境地図によって随時変更する。

3. 3. 5. 入出力データフォーマット

以下にデータ型および詳細について示す。移動サブワーキンググループの共通インタフェース仕様については、「移動 SWG 共通 IF 案 101008.pdf」を参照のこと。

A) 入力 : odm、ceil
型 : IIS::TimedPose2D

```
struct TimedPose2D {
    RTC::Time tm;
    sequence<long> id;
    RTC::Pose2D data;
    sequence<double> error;
};
```

要素	説明
data.position.x	X 位置[m]
data.position.y	Y 位置[m]
data.heading	姿勢角[rad]

B) 出力 : dp_out0

型 : IIS::TimedPose2D

```
struct TimedPose2D {  
    RTC::Time tm;  
    sequence<long> id;  
    RTC::Pose2D data;  
    sequence<double> error;  
};
```

要素	説明
data.position.x	X 位置[m]
data.position.y	Y 位置[m]
data.heading	姿勢角[rad]

3. 3. 6. 設定ファイル

本モジュールでは、特殊なドライバ、ライブラリを使用しておらず、使用するにあたって、OpenRTM-aist-1.0.0-RELEASE・RTSystemEditor の標準的な設定で問題はなく、新たにドライバ、ライブラリなどのインストールは必要ない。

3. 4. DispPosition（位置表示コンポーネント）

3. 4. 1. 機能概要

本 RTC は、地図画像上に、入力された現在自己位置姿勢情報をロボットの現在位置として表示するコンポーネントである。表示イメージを以下に示す。中央の青い五角形がロボットを示し、先頭の向きを青線にて表している。

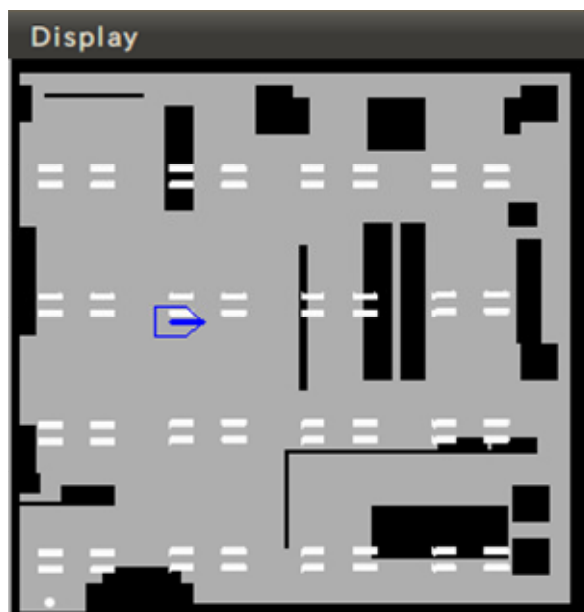


図 3-5 DispPosition 表示画面

3. 4. 2. 動作環境

本 RTC の動作環境（動作 OS、RT ミドルウェア、開発環境など）について記述する。

動作 OS	Linux (Ubuntu10.04 LTS)
開発言語	C/C++
RT ミドルウェア／バージョン	OpenRTM-aist-1.0.0-RELEASE
依存パッケージ	OpenCV(ver2.0 以上)

表示のベースとなる環境の地図画像は jpg 形式で、実行ファイル起動位置に配置しておく。

3. 4. 3. ポート情報

A) データポート (InPort)

名称	型	説明
pos	IIS:: TimedPose2D	現在自己位置姿勢

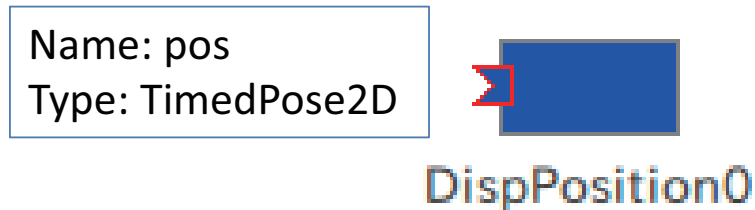


図 3-6 DispPosition 単体モジュール構成図

3. 4. 4. コンフィグレーション

特に無し。

3. 4. 5. 入出力データフォーマット

以下にデータ型および詳細について示す。移動サブワーキンググループの共通インタフェース仕様については、「移動 SWG 共通 IF 案 101008.pdf」を参照のこと。

A) 入力 : pos

型 : IIS::TimedPose2D

```
struct TimedPose2D {
    RTC::Time tm;
    sequence<long> id;
    RTC::Pose2D data;
    sequence<double> error;
};
```

要素	説明
data.position.x	X 位置[m]
data.position.y	Y 位置[m]
data.heading	姿勢角[rad]

3. 4. 6. 設定ファイル

本 RTC では、描画に OpenCV を使用している。環境構築時には、penRTM-aist-1.0.0-RELEASE・RTSystemEditor の標準的な設定に加えて、Linux (Ubuntu 10.04 LTS) に適したバージョンの OpenCV をインストールする必要がある。

3. 5. 天井カメラ設定方法（NM33-N-UVC）

ここでは、天井ナビゲーションに用いるカメラを設定するソフトウェアについて明記する。

3. 5. 1. NM33-N-UVC

本知能モジュールでは天井ナビゲーションのカメラに NM33-N-UVC を利用した。



ハードウェアの詳細については以下を参照のこと。

オプト（株）超広角小型魚眼カメラ NM33 シリーズ

http://www.j-imaging.com/product.php?product_id=21555

※Linux 用のソフトウェア（luvcview）は標準で付属していないため、購入元へお問い合わせの上、入手して下さい（二次配布禁止のため、当方では配布致しません）。

3. 5. 2. 動作環境

本 RTC の動作環境（動作 OS、RT ミドルウェア、開発環境など）について記述する。

動作 OS	Linux（Ubuntu10.04 LTS）
開発言語	C/C++
依存パッケージ	なし

3. 5. 3. ユーザインタフェースおよび使用方法

1) カメラの接続

USB でカメラを PC に接続する。/dev/video0 として認識される。

2) luvctest を起動する

luvcview のディレクトリで luvctest を起動する。

```
$./luvcview
```

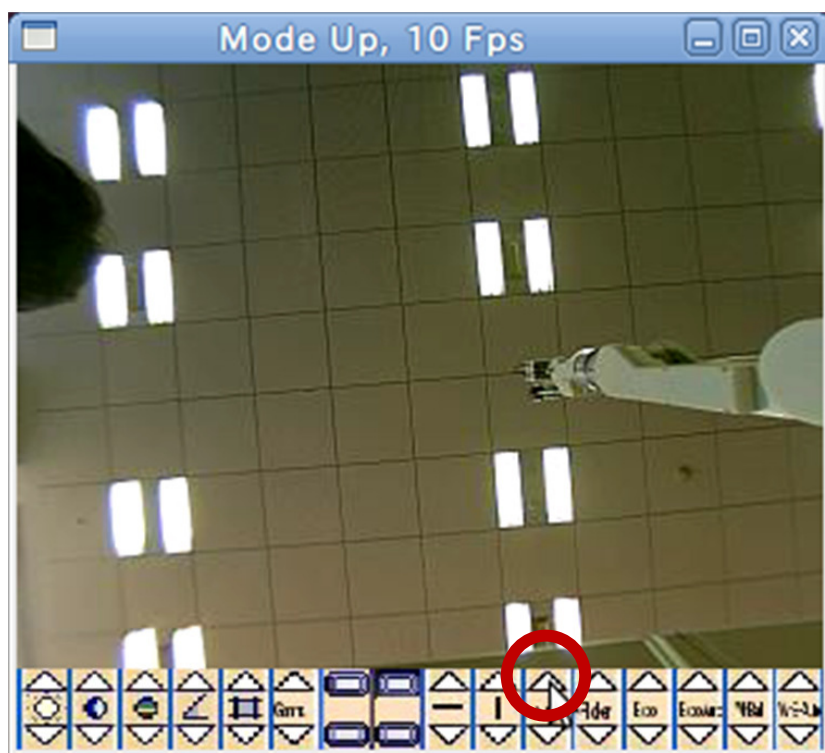
以下のような画面が表示される。



図 3-7 LUVCTest 起動時画面

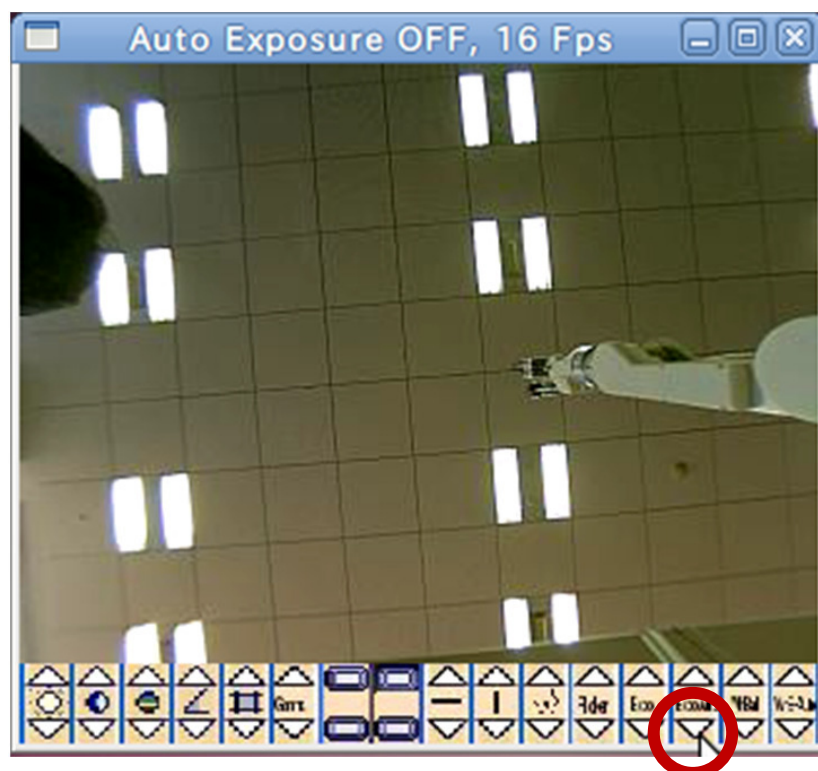
3) mode の変更

赤丸のボタンをクリックし、画面が左右反転状態で表示される mode を選択する。



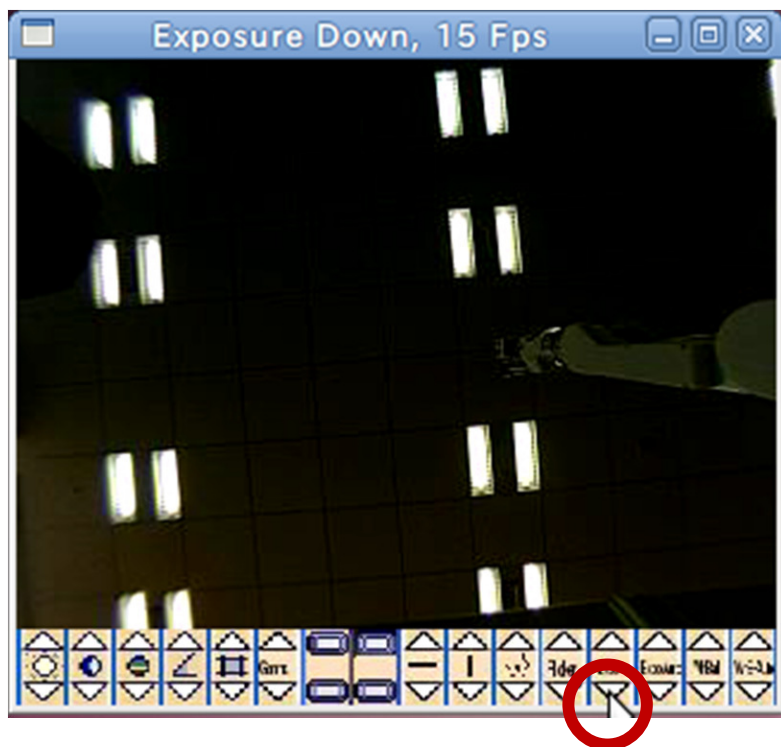
4) Auto Exposure の変更

赤丸のボタンをクリックし、Auto Exposure を OFF に設定する。



5) Exposure 値の変更

赤丸のボタンをクリックして Exposure 値を設定する。蛍光灯のラインが浮き彫りになる値を選ぶ。環境によって設定値は変わるが、本モジュールでは、カメラ設置位置での照度計の値が 600~800(lx)の環境で行った。



6) 設定値の保存終了

右上×ボタンまたは赤丸の終了ボタンの押下にて画面を終了する。一度設定した内容は、USB コネクタを接続している限り保持される。



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（NEDO 技術開発機構）の「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」（平成 20 年～平成 23 年度）において、評価を目的として構成されたものである。
- カメラコンポーネント、天井ナビゲーションコンポーネントの著作権は奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 ロボティクス講座が、自己位置姿勢推定コンポーネント、位置表示コンポーネントの著作権は産業技術総合研究所が所有しています。
- 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】

RTC 再利用技術研究センター

〒101-0021 東京都千代田区外神田 1-18-13 秋葉原ダイビル 1303 号室

Tel/Fax : 03-3256-6353 E-Mail : contact@rtc-center.jp