

第10回(社)計測自動制御学会
システムインテグレーション部門講演会

10th SICE System Integration Division
Annual Conference

SICE
SI 2009

講演概要集

SICE[®]



2009.12.24-26
芝浦工業大学 豊洲キャンパス

RoLo に準拠した RT コンポーネントによる移動ロボットシステム

(独)産業技術総合研究所 ○関口尚大, Geoffrey Biggs, 鈴木圭介, 安藤慶昭, Mathias Clerc, 谷川民生, 小島一浩, 神徳徹雄

RT-Component-based system for a mobile robot complying with the Robotic Localization Service Specification

○Naohiro SEKIGUCHI, Geoffrey BIGGS, Keisuke SUZUKI, Noriaki ANDO, Clerc MATHIUS, Tamio TANIKAWA, Kazuhiro KOJIMA and Tetsuo KOTOKU, AIST

Abstract: RT Middleware has been proposed as a method to make the development of robots highly effective. In this report, we introduce the Robotic Localization Service Specification (RoLo) designed by the OMG, and describe an RT Component-based system for a mobile robot utilizing and complying with the RoLo specification.

1. 緒言

近年さまざまな分野において、我々のごく身近で安全に作業することを目標とした高度に智能化されたロボットの研究・開発がおこなわれている。しかしながらこれらのシステムの開発には膨大な人的資源と開発期間が必要とされるため、製品としての品質、機能を備えながら価格を抑えることは非常に難しく、ロボット市場の拡大を妨げる要因となっている。

この問題に対し、我々は RT ミドルウェア^[1]を用いたロボット開発の高効率化を提案している。RT ミドルウェアは共通化された通信プラットフォームを提供することで別個に開発された様々なロボット要素の結合を可能にし、高機能なロボットシステムを短期間で安価に構築可能とするように設計されている。

我々は、RT ミドルウェアの有用性を示すロボットの一形態として屋外移動ロボットを RT コンポーネント(以下 RTC)によって構築し、つくばチャレンジ 2009 に参加する。本報では、OMG で策定された Robot Localization Service Specification^[2] (以下 RoLo)に準拠した RT コンポーネントで構成される移動ロボットプラットフォームを紹介する。

2. ハードウェア構成

移動プラットフォームは、昨年度北陽電機・産総研チームが構築した移動プラットフォームを元に新たに制作した^[3](Fig.1)。本機はスズキ社製電動セニアカー ET4D をベースとしており、ハンドル軸にステアリング用モータが、左右後輪にオドメトリ用エンコーダが追加されている。

また、ナビゲーション用センサとして多摩川精機製光ファイバージャイロ(TAG0007)、北陽電機社製測域センサ(UTM-30LX)、San Jose Technology 社製 GPS センサ(GM-48-UB)を搭載している。今回はこれらのセンサに加え、複雑な走行環境に対処するためにビジョンセンサを追加している。

3. Robot Localization Service Specification

RT ミドルウェアは RTC 間のデータ通信インターフェースは共通化されているが、実際に送受信されるデータ型については RTC 開発者に委ねられている。しかしながら、実際に既存の RTC を連結してシステムを構

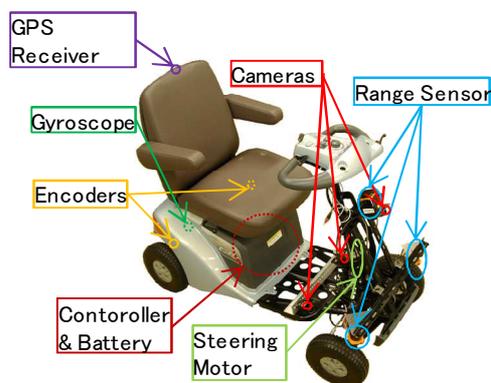


Fig.1 The overview of the developed robot

築する場合にはこの通信データの型が一致している必要があり、このデータ型についても何らかの共通ルールが必要とされている。

RoLoはロボットが取り扱うロボット自身を含むオブジェクトの測位情報(位置、姿勢、ID、計測時刻)のデータ型を定義しており、これに準拠することで RTC 間での測位情報が共通化され、異なるプロジェクトで開発された RTC 間であっても接続が容易になる。

RoLo では以下の項目について定義されている。

3.1 構造

関係座標参照系システム

異なる座標参照系(座標系・姿勢表現)間の変換機能を提供する。静的関係と動的関係に対応している。

ID 情報

オブジェクトを識別するための固有情報が定義されている。

誤差情報

測位情報に含まれる誤差のタイプと値について定義されている。

3.2 データフォーマット

位置、姿勢、ID、測位時刻の 4 つのデータ項目を含む標準データフォーマットが定義されている。

位置は 3 種類の座標系(直交座標系、極座標系、測地座標系)、姿勢は 2 種類の姿勢表現(オイラー角、ロールピッチヨー)が定義されている。

3.3 情報フィルタ条件

データ中から必要なデータを絞り込む条件指定について定義されている。

3.4 形態インターフェース

測位システムで頻繁に使用される 3 つのモジュール形態が定義されている。この 3 つの形態を組み合わせることで測位モジュールを構築する。

計測モジュール

センサデバイスからデータを取得し、測位情報を出力する。

統合モジュール

複数の計測モジュールから出力された測位データを統合する。

変換モジュール

異なる座標参照系間で測位データを変換する。

4. RoLo に準拠した移動ロボットシステム

構築したセニアカーの制御システムを Fig.2 に示す。本システムは RTC 群で構成され、RoLo に準拠するよう配慮されている。

以下に、各 RTC の役割について述べる。

光ファイバージャイロ Cmp :

光ファイバージャイロからセンサ値を取得し姿勢情報を出力する。

GPS センサ Cmp :

GPS センサからセンサ値取得し自己位置を出力する。

測域センサ Cmp :

測域センサからセンサ値を取得し、障害物位置、自己位置、最短障害物距離を座標情報として出力する。

ビジョンセンサ Cmp :

カメラから画像情報を取得し画像処理を行い、自己位置と走行可能領域を出力する。

ステアリング制御 Cmp :

ロボットコントローラ Cmp の指令値に従って Maxon 社製モータコントローラ(EPOS24/5)に指令を出す。

多機能 IO デバイス Cmp :

USB 接続の多機能 IO デバイス(Technowave 社製 USBX-I16P)を管理し、オドメトリ用エンコーダ出力の計測と、セニアカーへのアクセル信号・前進/後退信号の指令を行う。

ジャイロオドメトリ Cmp :

オドメトリ情報と光ファイバージャイロ情報を利用して自己位置を推定する。

自己位置推定 Cmp :

自己位置情報を出力する各 RTC の出力を統合し、自己位置を推定する。統合手法として拡張カルマンフィルタを使用している。

ローカル環境地図 Cmp :

測域センサとビジョンセンサの処理結果を用いて障害物グリッドマップを生成する。

グローバル環境地図 Cmp :

過去の走行データを元に、自己位置に対応する障害物グリッドマップとランドマーク等の移動エリア固有の情報を各 RTC へ提供する。

タスク管理 Cmp :

経路情報をローカルパスプランナ Cmp へ出力する。

ローカルパスプランナ Cmp :

経路情報と障害物地図から移動指令値を生成し、ロボットコントローラ Cmp へ送信する。

ロボットコントローラ Cmp :

ローカルパスプランナの指令値に従ってステアリング制御 Cmp と多機能デバイス Cmp に命令を送る。また、オドメトリ用エンコーダ情報をジャイロオドメトリ Cmp へ送信する。最短障害物距離が一定値を下回った場合には緊急停止する。

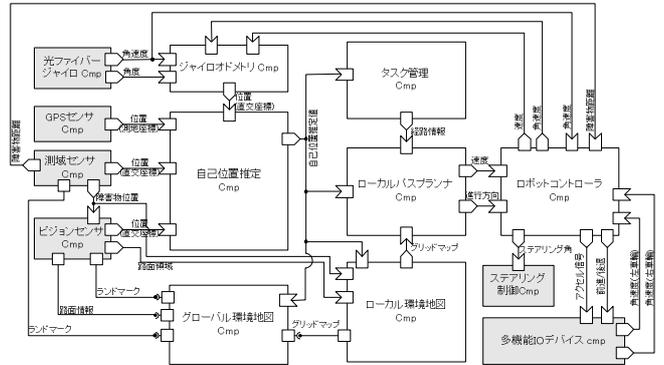


Fig.2 The robot system using RT-Component

また、制御システムのうち、RoLo が関与する自己位置推定に関する部分を Fig.3 に抜粋する。図中で赤く示されている通信部分で扱われるデータが RoLo に準拠した測位情報となる。また、薄緑で示している RTC がセンサモジュール、薄青が座標変換モジュール、オレンジが統合モジュールである。

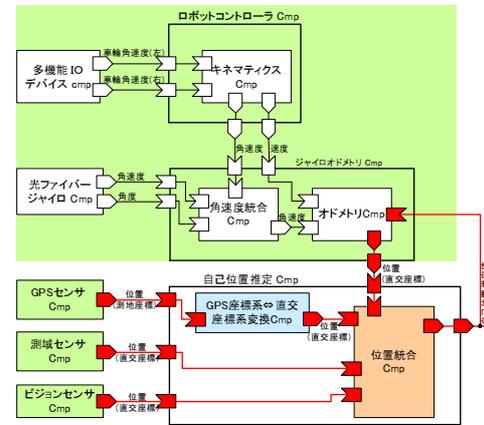


Fig.3 The self-location estimation system

5. 結言

本稿では、OMG で策定された RoLo について紹介し、RoLo に準拠した RT コンポーネントで構成される移動ロボットシステム例を示した。

今回作成したソフトウェアは、ハードウェアと共に、オープンな移動プラットフォームとして公開する予定である。

参考文献

[1]OpenRTM-aist, <http://www.is.aist.go.jp/rt/OpenRTM-aist/>
[2]Robotic Localization Service, <http://robotics.omg.org/>
[3]富沢ほか, "北陽電機・産総研ジョイントチームによるつばチャレンジへの取り組み", 第8回 SICE SI 部門講演会予稿集,2008