解説

国際ロボット展 2009

動的視覚認識に基づく移動知能モジュール群の研究開発

Demonstration at IREX2009

Development of RT-Modules for Visually Controlled Mobile Robot

中尾 学^{*1} 増沢 広朗^{*2} 北島 健太^{*2} 沢崎 直之^{*3}
三浦 純^{*2} 小田桐 康暁^{*3} 吉海 智晃^{*4}

^{*1}富士通株式会社 ^{*2}豊橋技術科学大学 ^{*3}株式会社セック ^{*4}東京大学

Manabu Nakao^{*1}, Hiroaki Masuzawa^{*2}, Kenta Kitajima^{*2}, Naoyuki Sawasaki^{*3}, Jun Miura^{*2}, Yasuaki Odagiri^{*3}
and Tomoaki Yoshikai^{*4}

^{*1}Fujitsu Limited ^{*2}Toyohashi University of Technology ^{*3}Systems Engineering Consultants Co., LTD. ^{*4}The University of Tokyo

1. はじめに

NEDO「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」で富士通（株）、豊橋技術科学大学、（株）セック、東京大学は「動的視覚認識に基づく移動知能モジュール群の研究開発」を受託実施しており、商業施設等の環境下でロボストに移動する次世代ロボットの研究開発を進めている。このなかで我々は、ロボット自身が周囲環境のセンシング結果を蓄積して作業範囲の環境情報を生成・管理する地図自動生成技術、多くの人や障害物が混在する中をロボストに移動するために画像情報を用いて人物やランドマークを認識する技術等を開発している。これらの技術により、新規環境へのロボットの導入・運用に関するコストの大幅な削減と移動作業のロボスト性の向上が可能となり、今後様々な施設へのロボットの普及を加速することが期待できる。

我々は本研究開発の成果として人物追従・地図自動生成を行う移動ロボットシステムのデモを2009国際ロボット展で実施した。本稿ではRTミドルウェアを用いたロボットシステムの一例として、本システムについて紹介する。

2. システム概要

開発した移動ロボットシステムは、1) 画像情報を用いて人物を発見・追跡、2) レーザ距離センサ等を用いて計測した結果から環境地図を生成、3) 人物を追従するように経路計画を行って走行、の作業を実行するものであり、Mobile Robots社製のPeopleBotと富士通フロンテック社製の

図1 国際ロボット展での人物追従・地図自動生成デモの様子（左：PeopleBot、右：enon）

図2 人物追従・地図自動生成システム構成

のenonの2種のロボットで同様の動作ができる（図1）。

本システムの構成を図2に示す。走行制御、人物発見追跡、経路計画、局所地図生成、大域地図生成、LRFセンサ情報取得のRTコンポーネント（以下RTC）で構成されており、走行制御、カメラ、センサ等のハードウェアに依存した部分や、機能的にまとまっており外部IFが少ない部分でRTCに分割している。これらのRTCのうち、ハードウェアに依存した走行制御と人物発見追跡（画像処理）のRTCを個々のロボット用RTCに入れ替えることで、それぞれのロボットで同じ作業を行うことができる。

3. RTコンポーネント詳細

3.1 共通RTコンポーネント

2種のロボットで以下の局所地図生成、大域地図生成、経路計画のRTCを共通に使用している。

・局所地図生成[1]：ステレオ視やレーザ距離センサから得られる距離情報を用い、ロボット周囲の障害物の認識結

原稿受付 2010年3月26日

キーワード：RT-Middleware, Mobile Robot, Image Recognition

^{*1}〒243-0197 厚木市森の里若宮 10-1

^{*2}〒441-8580 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1

^{*3}〒150-0031 渋谷区桜丘町 22-14

^{*4}〒113-8654 文京区本郷 7-3-1

^{*1}Atsugi-shi, Kanagawa

^{*2}Toyohashi-shi, Aichi

^{*3}Shibuya-ku, Tokyo

^{*4}Bunkyo-ku, Tokyo

図3 局所地図 (左), 大域地図 (右)

図4 経路計画

果を記述する局所地図を生成・管理 (図3左)。

- ・大域地図生成 [1]: ロボット周囲の局所地図系列を統合して, 環境全体の大域地図を生成 (図3右)。
- ・経路計画 [2]: 移動障害物 (人物) の将来の動きを予想し, 時空間での障害物の占める位置を計算し, それを用いてロボットの移動行動を計画 (図4)。

これらはロボット固有の条件をパラメータ化するだけで複数のロボットに対応できる RTC であり, 地図生成にはレーザ距離センサの搭載位置, 経路計画にはロボット外形寸法やロボットの走行モーションパターン等の情報をコンフィギュレーション機能を用いて設定できるようにした。

3.2 個別 RT コンポーネント

enon と PeopleBot とのハードウェア構成の違いから, 走行制御と人物発見追従は個別に RTC を使用した。

- ・走行制御

PeopleBot 用走行制御 RTC [2] と enon 用走行制御 RTC [3] の二つの RTC をそれぞれ使用した。制御入力と位置出力のインタフェースを共通化しており, 制御入力は速度/角速度, 位置出力は位置/姿勢の情報をデータポートで入出力を行う。

- ・人物発見追跡

二つのロボットの画像処理ハードウェア構成が異なるため, 個々の RTC を使用している。これら二つの RTC は, 入力はロボットの位置/速度情報, 出力は人物の位置/速度情報のインタフェースを共通化している。

PeopleBot では Point Grey Research 社のステレオカメラ BumbleBee2 を搭載している。PeopleBot 用人物発見・追跡 [4] ではステレオ距離データから, 人のシルエットの距離テンプレートをを用いて人領域を発見し, カルマンフィル

図5 人物発見追跡 (左: 豊橋技科大, 右: 富士通)

図6 Linux 版共通基盤画像認識モジュール

タで追跡を行う (図5左)。

enon はステレオカメラと Linux 版共通基盤画像認識モジュール (図6) を搭載しており, ハードウェア処理による画像処理が可能である特徴を持つ。enon 用人物発見追跡では Linux 版共通基盤画像認識モジュールでエッジ, コーナー等の特徴点の三次元計測と顔検出を行い, その結果を用いて人物発見と追跡を行う (図5右) [5]。

4. おわりに

今回開発したシステムを用いて PeopleBot, enon とともに 500 [ms] 周期で環境認識と行動計画を繰り返しながら人物を追従する動作を実現し, 国際ロボット展でデモを実施した。異なるハードウェア構成をもつロボットでも一部のハードウェアに依存した RTC を入れ替えるだけで同じ作業を行うシステムを実現しており, RT ミドルウェアによる移動ロボットの作り方の一例を示したと考えている。

参考文献

- [1] 北島健太 他: “局所地図の時系列統合による大域地図の生成”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2009, 2009.
- [2] 石川裕基 他: “動的環境下での移動ロボット経路計画 RTC の開発”, 第 27 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 CD-ROM, 2D1-04, 2009.
- [3] 小笠原司 他: “移動・作業知能のための視覚に基づくロバストな知能モジュール群の開発〜RT コンポーネントによる基本設計〜”, 第 27 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 CD-ROM, 2D2-01, 2009.
- [4] 佐竹純二 他: “ステレオ視による人物発見 RTC の開発”, 第 27 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 CD-ROM, 2D1-03, 2009.
- [5] 中尾学, 沢崎直之: “Linux 搭載共通基盤画像認識モジュールと画像認識用 RTC の開発”, 第 27 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 CD-ROM, 2D1-01, 2009.

中尾 学 (Manabu Nakao)

1997 年東京大学大学院工学系研究科計数工学専攻修士課程修了。同年富士通株式会社に入社。現在, 視覚処理システムの開発に従事。
(日本ロボット学会正会員)