

Raspberry Pi で制御される卓上移動ロボットシステムの検討

Component-Based Tabletop Mobile Robot System Controlled by Raspberry Pi

学○清瀬 大貴 (甲南大) 榊原 洋之 (甲南大) 青木 哲 (甲南大)
北村 達也 (甲南大) 正 梅谷 智弘 (甲南大)

Daiki KIYOSE, Konan University
Hiroyuki SAKAKIBARA, Konan University
Satoshi AOKI, Konan University
Tatsuya KITAMURA, Konan University, t-kitamu@konan-u.ac.jp
Tomohiro UMETANI, Konan University, umetani@konan-u.ac.jp

This paper describes a tabletop mobile robot system controlled by Raspberry Pi micro controller. The robot system is self-contained and simplified for a demonstration system. The system has a highly reliability and reproducibility for construction of the prototype robot system. We show the feasibility of system through the implementation of prototype and the examples of RT system and tools.

Key Words: Raspberry Pi, Tabletop mobile robot, Open source hardware, RT middleware

1. 緒言

近年, ロボットを題材とした教育現場での課外活動やデモンストレーションが注目されている. ロボットシステム化の観点では, モジュール化はソフトウェア工学の視点によるシステム開発の重要性が高まりつつある. 例えば, RT ミドルウェア[2]を用いた教育用ツールが開発されている[3]. 一方, ロボットシステムの開発はソフトウェアだけでなくハードウェア開発の側面もあるため, 学習に必要な内容が多いなど, システム開発の初学者には, ハードルの高いものとなっている.

一方, デモンストレーションの場では, 堅牢さや操作の容易さの面からなるべく簡素な構成でシステムが動作することが望ましい. ここで操作の容易さを実現するために, GUI によるツールやコンポーネント環境の開発が行われているが[4][5][6], 最小構成で機能するロボットについて検討が必要となる. すなわち, ロボット単体と周辺回路のみで動作し, ディスプレイやキーボードなどの汎用入出力装置, PC を必要とせずに動作するシステム群の開発が求められている. そこで, 自己完結性を有し, 入手が容易で, 開発の再現が容易なロボットシステムを検討する.

本稿では, Raspberry Pi で制御される自己完結性を有する卓上移動ロボットシステムを提案する[7]. ハードウェア環境を公開することで, ロボット競技会やデモシステム向きの再現性の高いロボットシステムを実現する. 本システムは, Raspberry Pi で構築した卓上漫才ロボット[8]をもとに開発している[9]. 本稿で示すプロトタイプ構築と実行例によりシステムの可能性を示す.

2. 卓上移動ロボットシステムの構築

本節では Raspberry Pi で制御される卓上移動ロボットのロボットハードウェアやシステムの構築について説明する.

2.1 要求仕様

本研究では, 以下の方針で小型卓上移動ロボットの開発を行う.

- ロボットハードウェア単体で動作すること.
 - ユーザに起動の有無を知らせる装置を設置すること.
 - 拡張性の高いシステムを構築すること.
 - 入手が容易であること.
 - ハードウェアの情報が公開されていること.
- 入手の容易さ, ハードウェア情報の公開はロボットシステ

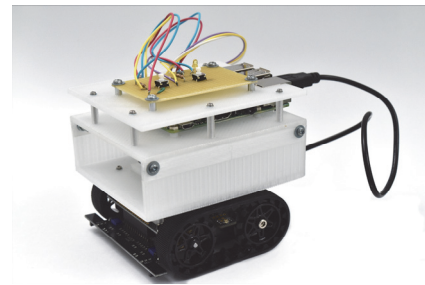


Fig. 1 Component-based tabletop mobile robot.

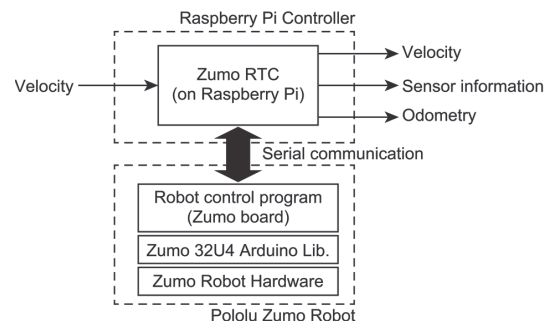


Fig. 2 Configuration of developed RT components and software components for Zumo robot.

ム開発の再現性を高めるために必要不可欠な条件であり, 実行例を構築しやすい. 上記の要件を満たすようにハードウェア構成, ソフトウェア構成を検討する.

2.2 ハードウェア構成

本研究では, Pololu Zumo32 U4[10]に Raspberry Pi 3 model B を搭載したロボットシステムを開発した(図 1). Zumo32U4 は 98 mm×98 mm×39 mm の大きさであり, クローラにより移動する. 本ロボットはロボットに搭載された Arduino 互換ボードで制御される. また Zumo ロボットを制御するマイクロコントローラは Raspberry Pi を使用し, 3D プリンタで作成した治具を用いて Zumo 上に設置する. Raspberry Pi, Zumo コントローラ基板とは USB シリアル通信で接続される. Raspberry Pi では, 本ロボットは自動で認識されるため, 特別なソフトウェアのインストールを行わずに, 使用することができる.

本ロボットは, 動作をロボット単独で自己完結させること

が必要となるために、タクトスイッチやLEDを用いて情報を伝達する。ロボットの上部にはロボットを制御するためのRTコンポーネント群を制御するためのスクリプトを起動するためのタクトスイッチや、ロボットの現在の状態をユーザに知らせるためのLEDを設置する。これらタクトスイッチやLED群はRaspberry PiのGPIOにより制御、入力される。

2.3 ソフトウェア構成

本システムではシステムの拡張性、柔軟性の点からRTミドルウェアを用いてシステムを構築する。Raspberry PiによってZumoロボットのセンサ情報を習得し、制御するRTコンポーネントを開発した。システムの内部の動作を以下で説明する。シリアル通信によって、Raspberry PiからZumoコントローラに制御コマンドを送信する。Zumoコントローラ上では、この制御コマンドを解釈し、Zumo32U4 Arduino Libraryにて提供されるコマンドを実行させるプログラムが起動しており、これにより台車を制御する。Zumoコントローラからは現在のエンコーダの値およびセンサ情報をRaspberry Piに送信している。なお、ZumoコントローラのプログラムはArduino言語で記述されている。システム間の通信ではCRCによる誤り検出を行い、実行時の頑健性を確保している。

開発したRTコンポーネントとZumoロボットとの関係を図2に示す。Raspberry Pi上で動作するRTコンポーネントへの制御量である速度を入力することで、現在速度、センサ情報、オドメトリ情報を出力する。Raspberry Pi上で動作するコンポーネントはPythonで書かれており、実行環境に依存せずにZumoロボットを動作させることができる。

さらに上記のシステムをタクトスイッチによって動作させるためのスクリプトを実装した。これらのハードウェア構成を再現するため、3Dプリンタ用CADデータ、RTコンポーネント、スクリプト群、電子回路の回路図は全てWebページ上で公開している。

3. 実装例

コンポーネント群をタクトスイッチで制御するためのスクリプトを、RTShellを利用しPythonを用いて実装した。図3にタクトスイッチシステムの外観、図4にスイッチとスクリプトによって動作するシステムの実装例を示す。このスクリプトにより、キーボードやマウス、その他の入力デバイスを接続しない状況、ネットワーク接続が行えずロボットに対してTelnetなどのリモート接続ができない状況、さらには、その両方が動かない状況においても、影響を受けずにロボットの操作を行える。以上より、単体で自己完結する卓上移動ロボットの作例を示し、本手法の可能性を示した。

4. 今後の展開

タクトスイッチによるRTコンポーネントの制御、LCDによる状態の可視化によって、PCレスでの操作をするに至った。今後、Raspberry Piの拡張性の高さから、発展性を持たせやすいため多くの作成例を開発していく。

5. 結言

本稿ではRaspberry Piで制御される卓上移動ロボットシステムを構築することを目的として、小型台車ロボットZumoとRaspberry Piを組み合わせた卓上移動ロボットを制御するためのRTコンポーネント群、並びにタクトスイッチによる一括制御のためのスクリプト群を提案した。

今後の課題としては、Raspberry Piの拡張性の高さから、LCD

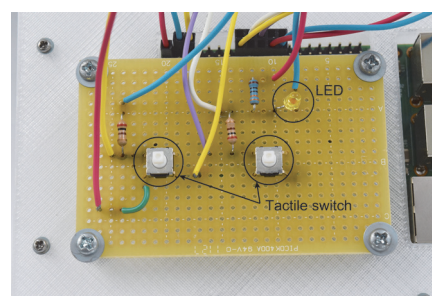


Fig. 3 Button switches for execution of the RT systems.

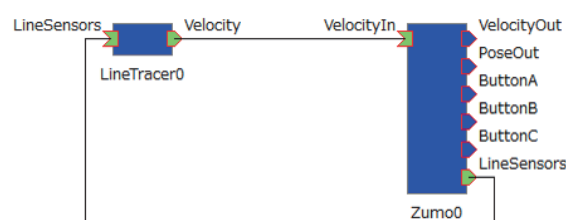


Fig. 4 RT system for line tracer.

を用いた文字による詳しい状態の表示、カメラによる画像処理、Zumoロボットに搭載された未使用の各種センサの利用があげられる。これらの新たな機能を利用するRTコンポーネント群やRTシステムを開発し、成果を公開する予定である。

本研究の一部は、科研費(JP26330237)、平成28年度私立大学等経常費補助金特別補助「大学間連携等による共同研究」、甲南大学KONANプレミア・プロジェクトの支援を受けた。甲南大学学生ロボット工房のメンバーには、実験、検証に多大な協力をいただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] 野村泰郎, "ロボカップジュニア", 日本機械学会誌, vol.110, no.1069, pp.926-927, 2007
- [2] N. Ando, T. Suehiro, K. Kitagaki, T. Kotoku and W. K. Yoon, "RT-Middleware: Distributed Component Middleware for RT (Robot Technology)," in Proc. 2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3555 – 3560, 2005.
- [3] アツタミムハンマド, 中村友昭, 長井隆之, "移動ロボット知覚制御用RTC群の開発と学生実験での利用", 第14回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講演論文集, 3 pages, 2013.
- [4] 安藤慶昭, "LEGO Mindstorms EV3を用いたロボットプログラミング教材の開発", 第16回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講演論文集, pp. 1076 – 1080, 2015.
- [5] 野際章人, 藤間瑞樹, 程島竜一, 琴坂信哉, "USBメモリに搭載したポータブルRTM環境を用いたロボット教育ツール", 第16回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講演論文集, pp. 1058 – 1061, 2015.
- [6] 宮本信彦, "RTミドルウェア学習用ロボットアーム制御RTコンポーネント群の開発", 第16回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講演論文集, pp. 1049 – 1054, 2015.
- [7] 青木哲, 榊原洋之, 清瀬大貴, 林拓実, 原口和貴, 梅谷智弘, 北村達也, "ZumoとRaspberry Piを用いた教育用ロボット環境", 第17回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講演論文集, pp. 1189 – 1191, 2016.
- [8] T. Umetani, S. Aoki, K. Akiyama, R. Mashimo, T. Kitamura and A. Nadamoto, "Scalable Component-Based Manzai Robots as Automated Funny Content Generators," Journal of Robotics and Mechatronics, vol. 28, no. 6, pp. 862 – 869, 2016.
- [9] 青木哲, 秋山和寛, 林拓実, 原口和貴, 真下遼, 梅谷智弘, 北村達也, 灘本明代, "XML台本に基づく複数ロボットの同期制御コンポーネント", 第16回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講演論文集, pp. 1055 – 1057, 2015.
- [10] Zumo 32U4 Arduino library, <https://www.pololu.com/docs/0J63/6> (Feb. 27, 2017 閲覧)