

論文

コンポーネント駆動型の小型移動ロボット環境を用いた 操縦実演システム群の構築

中田圭祐, 菊地智也, 樋口拓海, 清瀬大貴, 梅谷智弘, 北村達也

甲南大学 知能情報学部 知能情報学科
神戸市東灘区岡本 8 - 9 - 1, 658-8501

(受理日 2017年11月16日)

概要

本稿では, コンポーネント駆動型の小型移動ロボット環境を用いた, デモンストレーションなど実演を行うためのシステム群の開発について述べる. ロボットの実演システムを構築する際には, 長時間の習熟を必要とせず多くの実演者にシステムを利用させることが望ましい. また, 実演を行う際には, ロボットシステム単体だけでなく, ロボットを運用するためのサブシステムの構築, 運用が重要になる. 本稿では, Raspberry Pi を搭載し, 外部のキーボードやディスプレイなしで運用できる2種類の小型移動ロボットシステム, および, Arduinoを用いた周辺システムによる実演システムを構築する. ソフトウェア, ハードウェアの開発および公開, 実システムを用いた実演を通して, 可能性, 有用性を示す.

キーワード: RTミドルウェア, 実演システム, ロボット, Raspberry Pi, 自己完結性

1 はじめに

創造力, 総合的な理解力や表現力を涵養するために, 課題解決型のロボット教育が注目されている [1]. また, 研究活動をわかりやすく伝えるために, ロボットシステムの実演は非常に重要な役割を持っている. さらにロボットシステムの実演を通して様々な人との交流を行うことは, 研究成果の可視化だけでなく, 研究室員への教育効果も極めて高い [2], [3].

ここで, 長期間, 長時間の実演を行うためには, 研究開発を行う本人以外でも説明が行えるように, 長時間の習熟を必要としないシステムを構築することが望まれる. また, ロボットは周囲の空間と相互に作用しながら動作する. そのため, ロボット単体で実演に必要なシステムが完結することはない. したがって, ロボット単体だけでなく, ロボットを適用し, タスクを実施するためのサブシステムの構築, 運用が重要となる [4]-[6]. 加えて, 実演システムの開発においては, これまでに開発したソフトウェアやハードウェアを再利用することが望まれる. よって, 実

演システムを構築するために, 適切な粒度をもつ信頼性の高いロボットシステム, および, サブシステムの構築, 運用方法の開発が求められる.

本稿では, コンポーネント駆動型の小型移動ロボット環境を用いたデモンストレーションなど実演を行うためのシステム群の開発・実演について報告する. 本研究では, 実際にロボットを操縦する体験を提供するシステムとして, RTミドルウェア [7]によるロボットシステム, および, サブシステムを用いて対戦型ロボット操縦ゲームを構築する. ロボットシステムは, 先行研究にて開発したシステムのソフトウェア, ハードウェア資産 [8]を一部再利用することで, 開発期間の短縮, 既存システムの信頼性の向上を示す. 本システムのプロトタイプは, 小学生向けの実機デモンストレーションとして, 科学イベントにて実際に運用されている. ソフトウェア, ハードウェアの開発および公開, 実システムを用いた実演を通して, 可能性, 有用性を示す.

2 システムの実装

2.1 ハードウェア構成

本稿では, 2種類のロボットを用いて対戦ゲーム用のロボットを開発する [8]. 1種類は前報 [6]で開発した Pololu Zumo を再利用する. もう1種類は, Buffalo URO-IOTEXP/RC0 ロボットカーキット (4tronix Pi2Go) に Raspberry Pi 3 を搭載させたものである. 図1にそれぞれのロボットの概観を示す. ロボットの制御には Sony Corporation PlayStation 3 用コントローラ DUALSHOCK 3 を使用する. それは, ケーブルの引き回しが事故につながる恐れがあるためである. ゴールの超音波センサには Maxbotix 社の XL-MaxSonar-EZ/AE を2個, 超音波センサの制御には Arduino Uno を使用し, 超音波センサと Arduino Uno を固定しておくための土台は3Dプリンタにて造形する.

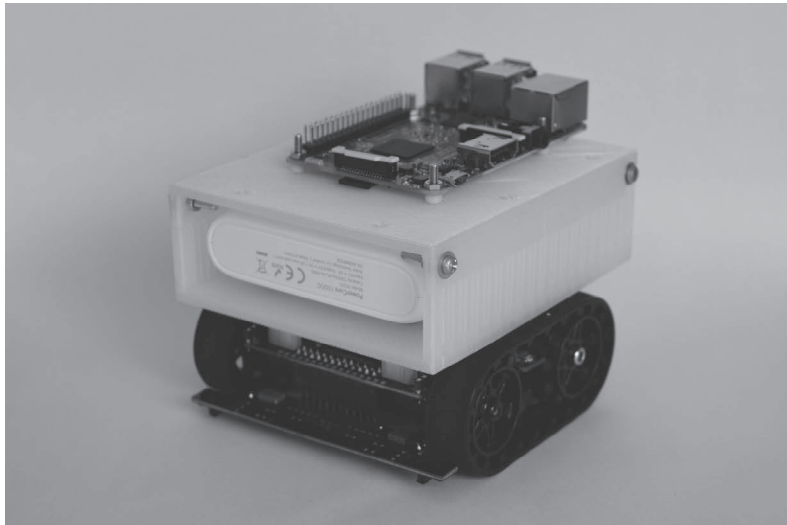
2.2 ソフトウェア構成

2.2.1 ロボット本体

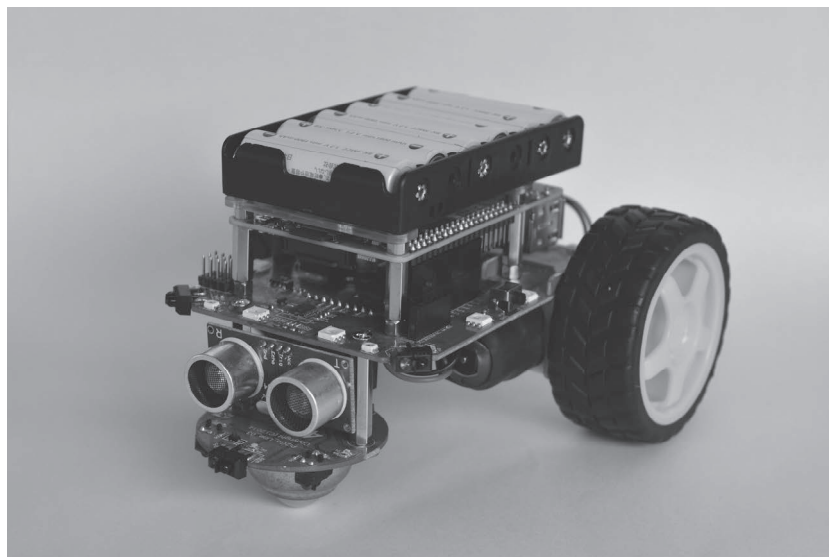
Pololu Zumoには, これまでに開発したZumoコンポーネント群 [8]を再利用する. また, 4tronix Pi2Goにおいては, Pi2Go搭載のRaspberry Pi にPi2Goロボット制御ライブラリをインストールし, これによりロボットの制御を可能にする. さらに, Pi2Goにはコンポーネントの拡張性と再利用性の点でRTミドルウェアを用いたRTコンポーネント駆動型システムを構築する. 操作情報が Raspberry Pi 上に送られてくることによってPi2Goが制御され, センサ情報を出力する.

2.2.2 ゴールシステム

Arduino Unoと超音波センサを用いて, ゴールシステムを構築する. 本稿では, 一度のレースにつき2人 (1対1) でのタイム測定とランキング表示によるレース結果をPCの画面に表示し, 記録する. タイム計測・結果表示およびランキングのソート・結果表示のプログラムはProcessingで開発する.



(a) Pololu Zumo



(b) 4tronix Pi2Go

図1：小型移動ロボット

ゴールシステムの外観を図2に示す。空中配線を施しているのは、配線上を小型移動ロボットが通過し、断線することを避けるためである。ゴールシステムには、超音波センサ、Arduino Uno、PCを使用している。3つの関係を図3に示す。動物体を超音波の範囲内で検出すると超音波センサからArduino Unoにセンサ情報が送信される。Arduino Unoが送られた情報をもとにゴール判定を行い、PC上で起動しているレース結果表示プログラムに送信されることでタイム測定が止まり、計測時間を表示できる。

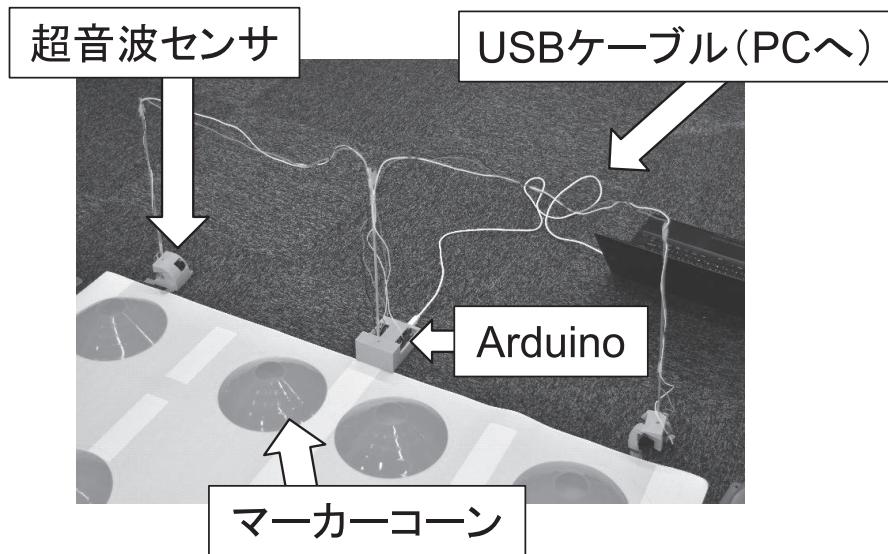


図 2 : ゴールセンサ

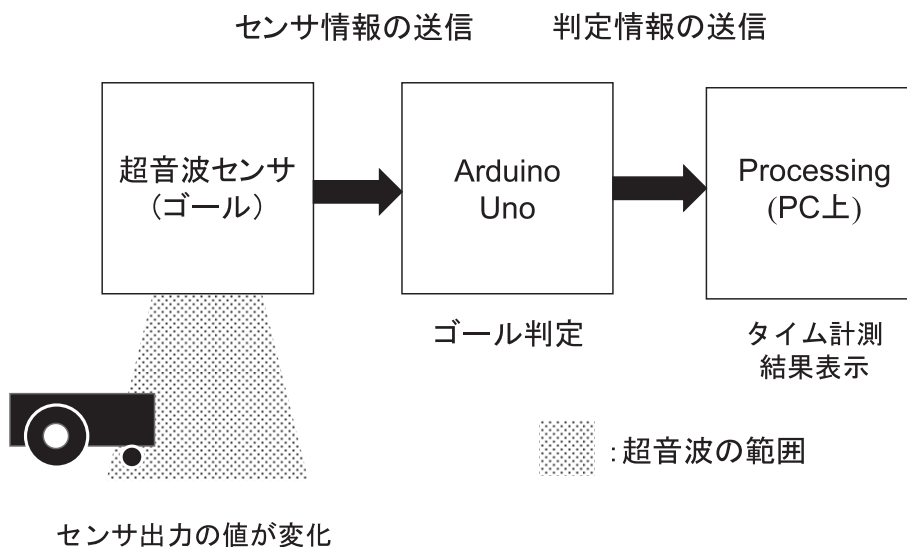


図 3 : ゴール判定処理の流れ

ゴールシステムを配置する際, 超音波センサの先端が下を向いてしまうと地面が超音波の範囲内に入り, タイム測定が止まってしまう. それは, 小型移動ロボットがゴールシステムに衝突することや, 小型移動ロボットがコースを走行する際に起こるコースのずれなどにより生じる. よってゴールセンサの土台は強く固定しなければならない. また, 超音波センサは超音波の範囲内で動物体を検出すると動物体を区別することなくセンサ情報を送信しタイム測定を止めてしまうので, 実演システム稼働中において小型移動ロボット以外の動物体のゴールセンサ接近は避

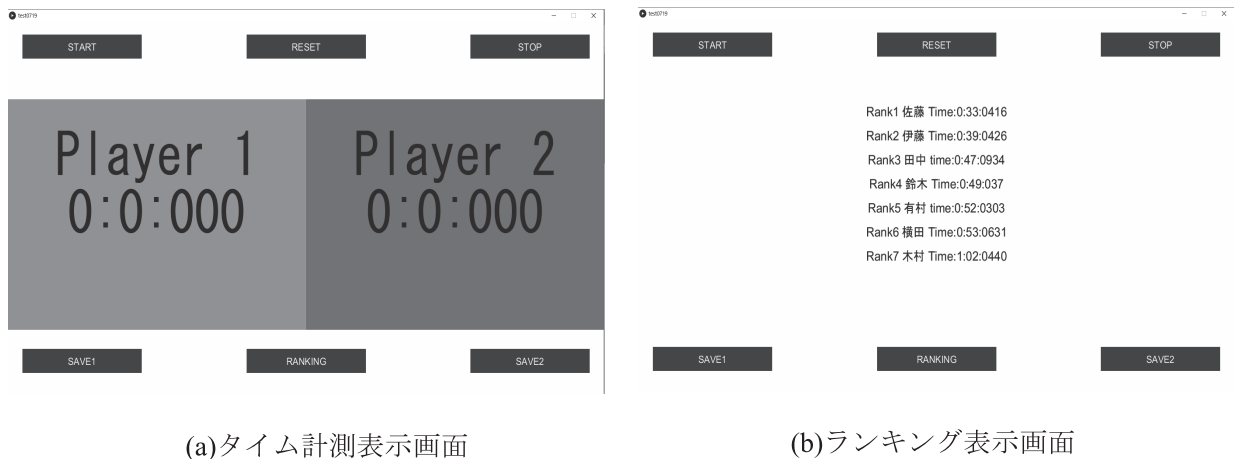


図4：計測結果表示画面

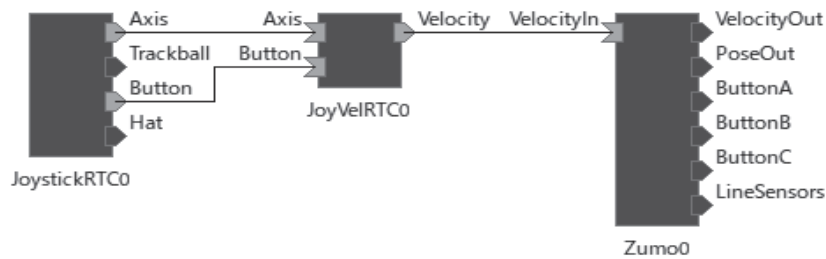
けなくてはならない。

レースゲームのタイム測定実行画面を図4に示す。図4の左上のSTARTを押下することで2人同時のタイム測定の開始、左下SAVE 1の押下でPlayer 1のタイムを保存、右下SAVE 2の押下でPlayer 2のタイム保存ができる。中央下RANKINGを押下することで現在までに登録されたレース結果を速い順に表示させるランキング画面へ遷移する。再びタイム計測画面に遷移する場合は、RESETを押下する。また、中央上RESETの押下で直前のレース結果を初期化し、次の測定を開始する準備ができる。右上STOPの押下でタイムを手動で止めることができる。

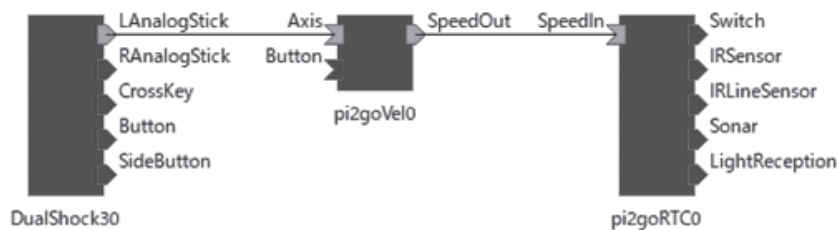
2.3 DUALSHOCK 3によるZumoおよびPi2Goの制御

これまでの研究で構築したシステムを用いて、Zumo、Pi2GoをDUALSHOCK 3で制御するコンポーネント群を開発する。DUALSHOCK 3の接続には、Raspberry PiのPythonの標準ライブラリを使用する。それぞれのコンポーネント群の接続の様子を図5に示す。pi2goVel、pi2goRTCコンポーネントは、Pi2Goに搭載されたRaspberry Pi 3上で動作する。DualShock3コンポーネントで取得した入力情報をpi2goVelコンポーネントに出力し、pi2goVelコンポーネントに入力されたDUALSHOCK 3の入力情報を制御指令に変換する。それをpi2goRTCコンポーネントへ出力することでロボットの動きを制御する。

本コンポーネント群は、筆者らが構築したシステム [6]と同様の構成で構築しており、DUALSHOCK 3は、Pi2Go搭載のRaspberry Piに接続することも可能である。そのため、外部のPCを必要とせずにロボットを操縦できるシステムを構築している。また、文献 [6]のJoyVelRTCコンポーネントを一部変更することで、従来のシステムを動作させることができ、システムとしての互換性を有している。以上の動作確認により、システムが有効に機能することを確認できる。



(a) Zumo コンポーネント



(b) Pi2Go コンポーネント

図 5 : コンポーネント群

3 システムの実演例

本章では操縦型ロボットを用いたレースゲームによる実演について述べる．実演の際にはロボットの操作性を向上し、プレイヤーの満足度を満たすことが重要である．本稿でのコースの大きさは 841×3567 mm, コース途中の障害物には株式会社カワセ kaiser マーカーコーンを使用し, 立ち入り禁止区域及びコースの端を示すために kaiser セーフティーコーン7インチ, コースのレイアウトは Microsoft PowerPoint にて作成する．

甲南大学で 2017 年 8 月 5 日に行われた小学生を対象としたイベント「科学とあそび! 2017」にてシステムの実演を行った．その内容は, Pololu Zumo を 2 台用意し, ロボットシステムを体験してもらい, というものである．レース走行に使用したコースを図 6 に示す．ゴールにたどり着くまでに苦戦している児童が多かったためコースの難易度は高く設定し過ぎたかもしれない．ゴールシステムにタイム計測がレースの途中で止まるという不具合が生じたが, 児童からは楽しかったという声が多く, おおむね好評であった．一方, ロボットの操作性に関しては, DUALSHOCK 3 の内部センサなどの特徴を生かすこと, また, その場旋回などロボットの特性を生かした新たな操縦方法の提案があった．内部センサを用いる操縦方法の提案には, 内部センサを用いた家庭用ゲームの普及があると思われる．この活動を通して説明者の研究をわかりやすく表現でき, 研究室員の表現力や創造力の向上につながったといえる．さらに, イベント終了後, 説明者の研究に対する意欲の向上が見られた．

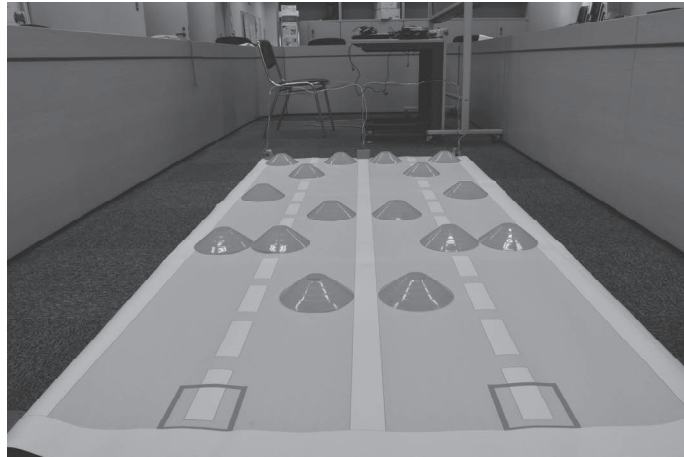


図 6：システム実演に用いたコース

本稿では，Pololu Zumo を 2 台用いて実演システムを構築したが，今後は入手と実装が容易な Pi2Go への移行を目標としている。

4 今後の展開

本研究では，DUALSHOCK 3 を用いて Pololu Zumo，4tronix Pi2Go を制御し，Pololu Zumo を用いてレースゲームを実装した。今後，このゲームを発展させ LED ライト光を用いた台車対戦ゲームへと展開することが課題となる。このゲームは 1 対 1 あるいは多対多で行う対戦ゲームである。DUALSHOCK 3 のボタン操作によって LED ライト光を照射しあい，それを受光した回数で評価し，勝敗を決するゲームである。今後，様々なイベント時に実演を行う。また，システム開発にかかる情報を随時更新・公開している [9]。

5 おわりに

本稿では，コンポーネント駆動型の小型移動ロボット環境を用いてイベントでの実演を行うためのシステム群の開発について報告した。ロボットシステムは，これまでに筆者らが開発したシステムのソフトウェア，ハードウェア資産を一部再利用することで，既存システムの信頼性を確認した。小学生向けの実機デモンストレーションとして，科学イベントにて運用し，本システムの可能性，拡張性を確認した。

今後は，さらなるゲーム性および操作性の向上，異種ゲームへの展開を行い，システムの拡張性，信頼性の向上を実現する。また，ソフトウェア，ハードウェアを公開し，教育研究現場での普及，ならびに，学部におけるプロジェクト型のロボット教育での効果を測定する。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費 JP17K06280, および、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。また、ロボットシステムの開発、運用において、甲南大学学生ロボット工房のメンバーには、実験、検証にて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] 山口明彦, 高松淳, 池田篤俊, 吉川雅博, 松原崇充, 神原誠之, 小笠原司, “課題発掘型学習を中心とするロボット教育の大学院向けカリキュラム,” 日本ロボット学会誌, vol. 34, no. 9, pp. 615-622, 2016.
- [2] 塩川克久, 今福健一, 伊東圭昌, 山崎徹, “ロボットコンテストを通じた人材育成—かわさきロボット競技大会 20 年のあゆみとこれから,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 講演論文集, 2P2-17a3, DVD-ROM, 4 pages, 2016.
- [3] 田中孝之, 河村隆, 大竹博, 村上弘記, “ロボコンプロデュース 2015,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス 2016 講演会, 2P2-17b1, DVD-ROM, 3 pages, 2016.
- [4] 佐々木智典, 武田有志, 吉村僚太, 中村佳雅, 坂下和広, 小林祐介, “RT ミドルウェアによる先導案内ロボットシステムの開発,” 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. 2566-2571, 2016.
- [5] 原口和貴, 林拓実, 瀬澤樹, 梅谷智弘, 北村達也, “テーブルトップ型コミュニケーションロボットを利用したクイズシステムの開発,” 甲南大学紀要知能情報学編, vol. 10, no. 1, pp. 107-114, 2017.
- [6] 梅谷智弘, 清瀬大貴, 榊原洋之, 青木哲, 北村達也, “自己完結性を有するコンポーネント駆動型の卓上ロボット環境の構築,” 計測自動制御学会論文集, 印刷中.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 菊地智也, 自己完結性を有する小型移動ロボット環境を用いた実演システムの開発, http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/contest2017_08, 2017年11月16日閲覧.