

俯瞰カメラによる移動ロボットのためのインターフェイス開発

Development of interface for mobility robot with bird's-eye view

○学 村上 陸 (弓削商船), ◎正 前田 弘文 (弓削商船)

Riku MURAKAMI, National Institute of Technology, Yuge College,
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan
Hirofumi MAEDA, National Institute of Technology, Yuge College,
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Key Words: Robot teaching materials, Modularization, Mobility robot, Bird's-eye view, ARToolKit

1. 緒言

これまで国立高等専門学校では、専門技術に興味・関心を持った学生に対して、中学校を卒業したばかりの低学年の段階から専門的知識の教育指導を行ってきた。その指導方法は実験・実習・実技を中心とした体験的な学習を重視したもので、少人数によるきめ細やかな指導を行うことにより、産業界へ創造力ある実践的技術者を継続的に送り出す成果を上げてきた⁽¹⁾。しかし近年では、小中学生の理科離れ、不景気による就職率の低迷、育児費が及ぼす家庭への影響などにより、必ずしもものづくりに興味・関心のある理系学生が高等専門学校に入学するとは限らなくなってきた。そのため、これまでのような高等専門学校の教育に対して求められる”人材の育成・確保”の他に、小中学校の教育で身に着けるべきものづくりへの”好奇心・興味”についても、実験・実習・実技を通して育む必要性が出てきた⁽²⁾。

また近年では、子供たちの”好奇心・興味”を育むための有効な手段として、幅広い世代に興味・関心を引くことができるロボット教材が数多く市販され、実験・実習など幅広い分野で利用されてきた⁽³⁾⁻⁽¹²⁾。

そこで本研究では、高等専門学校向けの教材開発を目指す。しかし、高等専門学校の教員は多忙で、実験・実習に多くの労力やコストを掛けたり、実験教材を置くスペースを大きく確保することができないなどの問題が生じる。そこで、実験・実習に留まらない、研究レベルまで拡張が可能な汎用的でコンパクトな教材を作成することで、実験・実習と研究を共有し、コストパフォーマンスを向上させるとともに、運営面でも自由度の高い拡張性を確保する。本論文では、この教材用移動ロボットを用い、新たに開発したインターフェイスについて述べる。

2. 移動ロボット

本研究で使用した移動ロボットを図1にシステム構成を図2に示す。制御基板のCPUには、SH7125F (ルネサスエレクトロニクス株式会社) を使用し、PCや無線LANルータなどと通信する機器としてWiPort (日本ラントロニクス株式会社) を搭載している。また、バッテリーには、キャパシティが高く、安全なROBOパワーセルF2-850タイプ (Li-fe) (近藤科学株式会社) を使用し、過放電の防止のためのデジタルパネル電圧計 (DMS-20PC-1-LM-C : Murata Power Solutions 社製) も回路に搭載している。モータはバッテリーと同じ近藤科学株式会社のKRS-3301 ICS (RCサーボモータ) を2個使用しており、2輪による車輪移動を可能としている。

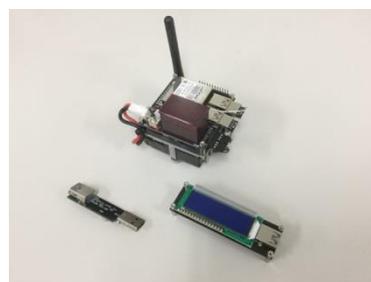


Fig. 1 Mobility robot

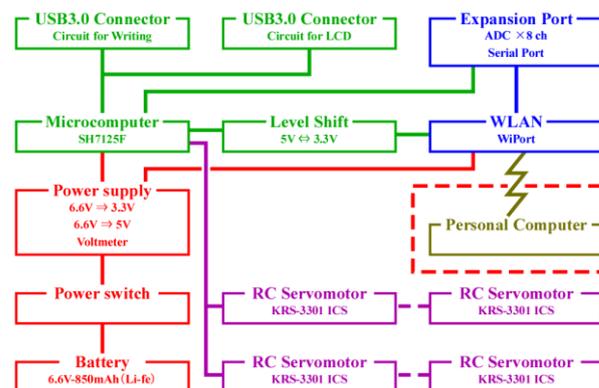


Fig. 2 System architecture

また、移動ロボットに搭載された自作の制御基板は、拡張性を持たせるために以下の3つの機能を有している。

①汎用 ADC ポート

SH7125Fには、分解能10 [bit]のADCが8 [ch]搭載されている。このポートを5 [V]電源と共に外部端子として開放することで、距離センサやタッチセンサなど新たにセンサを追加し、教材の用途に幅を持たせることができる工夫を施している。

②全方位駆動への変更

通信フォーマットには、リザーブとしてRCサーボモータを2個追加する部分を確保している。また、ハードウェアとしてもKRS-3301 ICSに搭載されたデジチェーンの機能を使用することで、RCサーボモータを2個拡張することが可能である。今回作成した教材モジュールは2輪型のベース(台車)を対象としているが、拡張することで全方位駆動に容易に拡張することができる。

③オプション機能

WiPort には、シリアルポートが 2 [ch] 搭載されており、1 つは制御基板に使用、もう 1 つは開放している。この開放しているシリアルポートを使用することで、制御基板の上部に新たに独立した制御基板を設けることができる。

3. システム構成

図 3 にシステム構成図を示す。本システムは、俯瞰カメラによって得られたフィールド映像をリアルタイムでディスプレイに表示する。ユーザは、ディスプレイに表示されたロボットを基にマウスを用いて目標位置を指定（画面をクリック）する。ロボットの上には AR マーカを設置しており、この AR マーカより得られたロボットの現在位置とユーザによって指定された目標位置よりロボットへの指令コマンドを生成する。生成された指令コマンドは WLAN を介してロボットに送信され、ロボット内部で処理した後、制御が行われる。

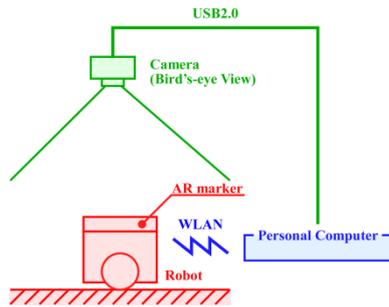


Fig. 3 System configuration

4. 指令コマンドの生成

ユーザの目標位置指定は、仮想現実の中で行われている。そのため、ロボットと目標位置の相対距離を現実のスケールに合わせる必要がある。なお、相対角については、仮想現実と現実が一致するため、特別な処理は必要としない。以下に相対距離と相対角の算出方法について述べる。

4.1. 相対距離の算出

ロボットと目標位置の相対距離は三平方の定理より式 (1) となる。また、AR マーカの一边の長さが予め分かっていることを利用し、ディスプレイ上の AR マーカの一边の画素数と比較することで、仮想現実と現実の相関を求める (式 (2))。なお、それぞれの変数は以下に定義する。

${}^n x_o$: 仮想現実におけるロボットの中心位置 (x 成分)

${}^n y_o$: 仮想現実におけるロボットの中心位置 (y 成分)

${}^n x_p$: 仮想現実における目標位置の x 成分

${}^n y_p$: 仮想現実における目標位置の y 成分

${}^r d_p$: 仮想現実における相対距離

${}^r d_l$: 現実における相対距離

${}^n l$: 仮想現実における AR マーカの一边の長さ

${}^r l$: 現実における AR マーカの一边の長さ

$${}^n d_p = \sqrt{({}^n x_p - {}^n x_o)^2 + ({}^n y_p - {}^n y_o)^2} \quad (1)$$

$${}^r d_p = \frac{{}^n l \cdot {}^n d_p}{{}^r l} \quad (2)$$

4.2. 相対角の算出

ロボットの姿勢 (角度) は、AR マーカの一边 (進行方向

の辺) を用いることで、算出することができる。そのため、相対角は式 (3) となる。なお、それぞれの変数は以下に定義する。

${}^n x_m$: AR マーカの一边の中心点 (x 成分)

${}^n y_m$: AR マーカの一边の中心点 (y 成分)

θ : 相対角

$$\theta = \tan^{-1} \frac{{}^n y_p - {}^n y_o}{{}^n x_p - {}^n x_o} - \tan^{-1} \frac{{}^n y_m - {}^n y_o}{{}^n x_m - {}^n x_o} \quad (3)$$

5. 結言

本論文では、AR マーカを用いたインターフェイスについて述べるとともに、指令コマンドの生成方法についても触れた。しかし、今回使用したロボットの移動は、信地旋回と直進を組み合わせた単純なものである。今後は、最適な移動手段を確立するとともに、3次元に拡張することで、俯瞰カメラ以外の映像にも対応する予定である。

文献

- (1) 文部科学省, “独立行政法人国立高等専門学校機構の中長期目標”, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/dokuritu/chuuki/1346673.htm (2017/01/13 アクセス).
- (2) ロボット教育研究専門委員会, “ロボット教育研究専門委員会(Robot Education)報告書”, ロボット教育研究専門委員会(2011).
- (3) 大倉宏之, “ものづくり学習における磁気ラインレース型ロボットの教材化”, 静岡大学教育学部研究報告自然科学篇, No.53(2002), pp.41-51.
- (4) 森岡弘, “マインドストームを利用した技術科の教育方法に関する研究”, 教育実践総合センター研究概要, Vol.17(2004), pp.35-50.
- (5) 古平真一郎, “自立型ロボット教材を用いたプログラム学習に対する効果”, 宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター紀要, 第 30 号(2007).
- (6) 山管和良, “新しい教材と学ぶ楽しさを実感できる授業の工夫—レゴ・マインドストームロボラボを利用した授業実践を通して—”, 宇都宮大学附属中学校研究論集, No.52(2004), pp.66-75.
- (7) 嶋田泰幸, “成長型ラインレースロボットを機軸とするシステム制御教育カリキュラムの設計”, 工学教育, Vol.55, No.3(2007), pp.99-104.
- (8) 金塚茉莉子, “情報教育におけるレゴマインドストーム教材の活用”, 日本教育情報学会年会論文集, Vol.24(2008), pp.264-265.
- (9) 博多哲也, “ラインレースロボットを用いた組み込みシステム教育”, 熊本高等専門学校 研究紀要, 第 3 号(2011), pp.29-35.
- (10) 佐々木了, “情報系学生向けロボット教材の開発”, 工学教育研究講演会講演論文集, No.60(2012), pp.580-581.
- (11) 高橋知希, “高校生への導入体験としての LEGO プログラミング演習の支援-高大連携の LEGO 講座における教育実施-”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.482(2013), pp.53-58.
- (12) 外山茂浩, “中学校技術・家庭科の教材開発をテーマとしたエンジニアリングデザイン演習~レゴマインドストームを用いた「プログラムによる計測・制御」の教材開発~”, 自動制御連合講演会, 第 57 回(2014), pp.540-543.