

補助事業番号 28-104
補助事業名 平成28年度 ロボットアーム付自律移動ロボットの開発 補助事業
補助事業者名 防衛大学校 電気情報学群情報工学科 教授 滝田 好宏

1 研究の概要

これまでの自律移動ロボットは人間の助けを借り、スイッチを押してもらえなければエレベータに乗ることができない。ロボットアームを持つことで、人間が生活する環境で自由に移動する自律移動ロボットを開発することが本事業の目的である。人間の動きを考えると、ロボットアームは5から6自由度必要となるが、人手不足が深刻な医療や介護現場における軽度な作業、たとえば夜間巡回や薬の配達等ができるようになるだけで、人間と置き換えられる仕事がある。本事業において、つくばチャレンジの実験環境で移動方法と操作方法を確立する。

2 研究の目的と背景

これまで当研究室は、ロボット名Smart Dump で2008年につくばチャレンジに参加し、2010年から2014年まで5年連続で課題を達成してきた。2015年に参加したSmart Dump 9の本走行では通信系のシステムトラブルによりリタイヤとなったが、実験走行では自律走行を達成した。このような制御技術を基に、人の役に立つロボットとなるためには、人間に世話にならなくても移動できる範囲を広げることである。そのために、ロボットアームが自律ロボットには必要である。

そこで本研究ではつくばチャレンジ2016に参加するためにロボットアームが搭載可能な新しい車体AR Skipperを開発している。残念ながらつくばチャレンジ2016では積極的な利用は難しいことになったが、AR Skipperに自律制御システムを搭載して課題達成を目指した。また、比較的安価なマルチビーム方式の3D LIDARは縦方向の検出間隔が広がる欠点があるが、揺動によりビーム間を走査させることにより、クラスタリングの性能を向上させるための揺動機構を試作して、自律移動ロボットに搭載可能なシステムとなるように研究を進める。

3 研究内容

(1) AR Skipperの開発

本研究で試作した四輪駆動前輪操舵方式の車両ロボットAR Skipperの外観を図1に示す。これまでに開発したSmart Dumpの自律制御プログラムの変更を最小限にするために、オドメトリ車輪の配置、センサ位置をほぼ同一としている。ここで、ニリンクロボットアームは軸間300mmで、直線に伸ばした状態で先端に2kgの質量持ち上げることが可能である。ロボットアームを除くと1120×600×600mmとなっている。

図2にAR Skipper の制御装置の概要を示す。操舵と走行駆動制御はSlave controller 1で、ロボットアームの制御はSlave controller 2で行う。Linux PCは各種センサのデータを取り込み、Slave controller に制御コマンドを送ることによって自律移動を行う方式となっている。Slave controllerはRX621 (Renesas 製) で新しく設計したもので、5つのモータの制御が行える。図3には、Slave controller基板の外観を示す。また、図4にはつくばチャレンジ参加用に安全対策を施したAR Skipperの外観を示す。



図1 AR Skipperの外観

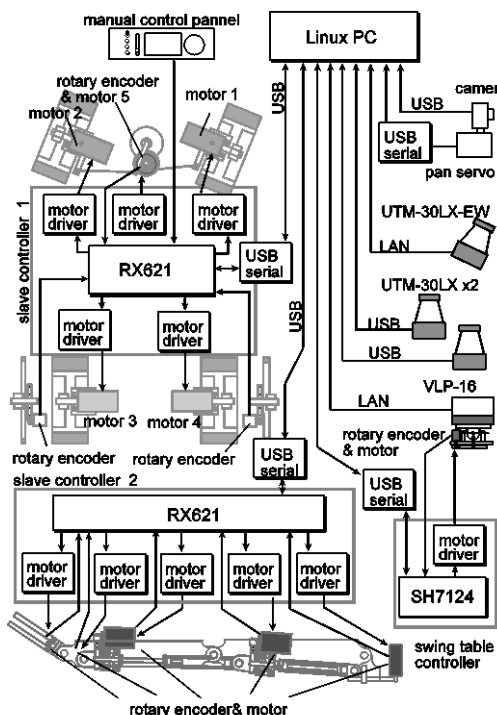


図2 制御システムの構成

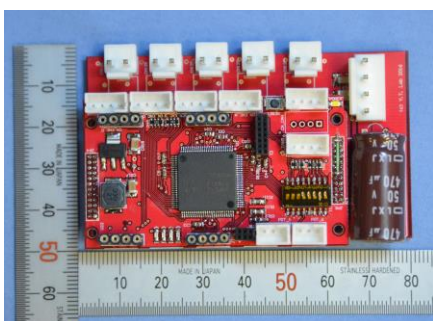


図3 Slave controllerの外観

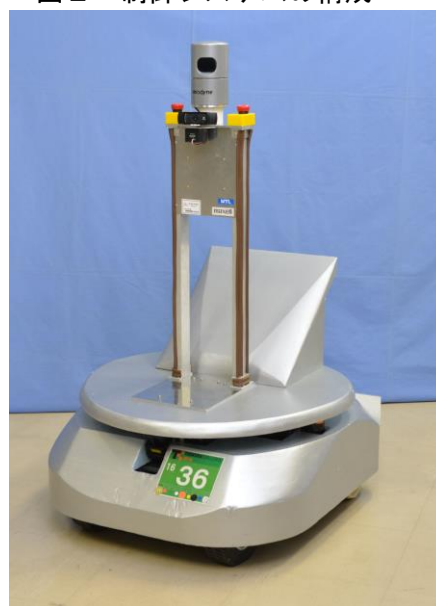


図4 つくばチャレンジ参加ロボット

(2) つくばチャレンジ2016

ロボット本体の開発が9月まで要したので、環境地図はSmart Dumpを用いて10月の第3回目の実験走行で完成した。完成した三次元地図はGoogle Earthとしっかりと重なり、良好な精度を有している。AR Skipper の車体の初走行は10月15日で、三次元地図を用いて確認走行区間を完走した。10月16日は横断歩道区間を手動で走行することで、それ以外の区間の自律走行が可能になった。

第5回の実験走行では横断歩道の攻略のために、停止位置を確定するウェイポイントを決定することが主な実験項目となり、ほぼ定位置に停止が可能になったが、白線で完全に停止する必要があることから、モータドライバーのプログラムの修正を行った。

第6回の実験走行では、横断歩道の検出と認識のデバッグを主に行い、曇り天気で信号認識は誤動作しない状態になった。第7回では朝から晴天であり、順光で信号認識の誤動作はなかった。しかし、本走行の出走順が発表され、それと同じ時刻に実験走行を開始して、信号機の検出を行ったところ、青の認識が不十分であったため対応に迫られたが、時間切れとなった。

本走行では大清水公園を抜ける手前からログデータの取得が停止して、通りに出た所で自己位置を誤り縁石に当たって停止、リタイヤとなった。原因はUSBカメラの通信の瞬断が発生し、他のセンサデータの更新ができなくなったものと考えられる。しかし、その後再スタートしてゴール付近に到達した。また、午後にコースが解放されてからの走行では探索対象を3名発見し、44分40秒で完走した。なお、走行距離は2,511mであった。

ここでは、多関節ロボットアーム搭載可能なAR Skipperを新しく開発し、つくばチャレンジ2016で設定された信号機のある横断歩道通過を含むコースにおいて自律移動実験を行い、本走行での不運を除けば本システムが有効であることを示した。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

ロボットアームを人間と共存する環境で動作させるには、100%の安全性の確保が要求される。その上で、ロボットアーム本来の動作により作業を遂行するための制御システムが必要となる。つくばチャレンジは自律移動ロボットの実験の場として今後も参加して、ロボットアーム付自律移動ロボットの開発継続を考えている。

つくばチャレンジでは押しボタン式信号付き横断歩道を渡るコースが設定されている。ロボット自身が押しボタンを操作して、横断歩道をわたることができれば、目の不自由な方の手助けができる可能性があり、そのためにも実験を繰り返すことが必要である。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

役に立つロボットの開発を目標として研究開発を行なっているが、まだまだロボットの知的能力は人間に及ばない。画像データよりはLIDARを用いた方があらゆる環境での適用が可能と考えられる。高精細なLIDARでデータを取得して、知的な制御に繋げるための研究は今後の研究の発展が見込まれるので、継続する必要がある。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- ① 信号認識による自律走行ロボットAR Skipperの横断歩道の横断, 日本機械学会関東支部第23期総会・講演会論文集, 2017 (軽井沢町), 0S1202-04
- ② 自律移動ロボットAR Skipper によるつくばチャレンジ2016 への取り組み, つくばチャレンジ2016シンポジウム参加レポート集, 2017 (つくば市), pp. 132~136
- ③ ロボットアームと高精細LiDARを搭載したAR Skipperの実環境における走行実験, 第17回システムインテグレーション部門講演会(SI2016) 論文集, 2016 (札幌市), 1B4-2, pp. 134~136,
- ④ 3D-LIDARと揺動機構を用いた高密度三次元計測, 第34回日本ロボット学会講演会論文集, 2016 (山形市), 2V2-01

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

- ① JRM (Journal of Robotics and Mechatronics) に投稿した論文 Generated Trajectory of Extended Lateral Guided Method SSM for Steered Autonomous Vehicle in Real World EnvironmentはVol. 29, No. 4 (2017年8月発行) に掲載が決定した。

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

<http://www.nda.ac.jp/cc/cs/robotics/>

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 防衛大学校電気情報学群情報工学科ロボット工学研究室

(ボウエイダイガッコウ デンキジョウハウガクケン ジョウハウコウガクカ ロボットコウガクケンキュウシツ)

住 所： 〒239-8686

神奈川県横須賀市走水1-10-20

申 請 者： 教授 滝田 好宏 (タキタ ヨシヒロ)

担 当 部 署： 教授 滝田 好宏 (タキタ ヨシヒロ)

E-mail： takita@nda.ac.jp

URL： <http://www.nda.ac.jp>