

# GNSS と 2D 地図の自己位置推定切替機構を備えたクローラロボットナビゲーションシステム

中村 勇太<sup>1</sup>, 吉田 侑樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 株式会社 CuboRex

## 1 はじめに

近年、労働人口の減少や働き方改革により現場での作業の効率化が求められている。こうした背景でロボットには工場や倉庫での運搬作業やビルなどの警備、屋外では工事現場の清掃や農薬の散布などの作業が自動化されることが期待されている。特に、[1][2] のような AGV や AMR は大量生産を行う工場や大規模な物流倉庫での運搬の自動化を進め、[3][4] のような警備ロボットでは実際のビルの警備を少ない人数で運用することに成功している。これらのロボットでは、[5][6] のような手法が用いられ、場所は限定されているが今日でも現場の効率化に絶大な効果を与えている。

しかし、発電所の除草作業や工事現場の運搬作業など、屋外の現場においては大半が自動化されておらず、ラジコン操作や遠隔映像による操作のロボットで実証実験を行うところまでしか進んでいないという現状がある。以上からまだまだロボットによる仕事の効率化や協業、代替に対しては発展途上であると言える。

CuboRex では、一輪車を電動化した“E-cat kit2”や走破性の高いクローラユニット“CuGo”シリーズをリリースし、“現場のツライをロボティクスで改善する”を掲げ屋外での現場効率化を進める活動をしている。この“CuGo”シリーズにロボット制御ミドルウェアである“ROS”でのアプリケーション開発ができる環境を整えることで、[7][8] のようなロボットの活動範囲を広げることができ、ロボットによる自動化がより一層発展だろう。殊に、つくばチャレンジでは、リアルワールドでの自律走行技術レベルを向上すること目標としていることから、つくばチャレンジでの課題を“CuGo”で実現することが“現場のツライをロボティクスで改善する”の近道となると考えた。

本年度のつくばチャレンジの取り組みでは、“ROS 開発キット CuGo V3”をベースに走行用ロボットを作成し、GNSS と MAP の位置推定を切り替えることができるナビゲーションシステムを開発した。これにより、本年度から追加された衛星測位を遮る屋根のある区間でも安定して走行することができるロボットとなった。

本走行では、確認走行区間を抜けた先のパイロン地帯でパイロンの前に停止して断念した。計算資源が足りなかったことと、設定した経路が未熟であったため、もう少し距離を伸ばすことができると考えられる。本年度では、2DLidar, GNSS, ホイールオドメトリのみを使ったシンプルなナビゲーションシステムで幅広い環境で走行できるシステムを構築することができた。

## 2 ハードウェア

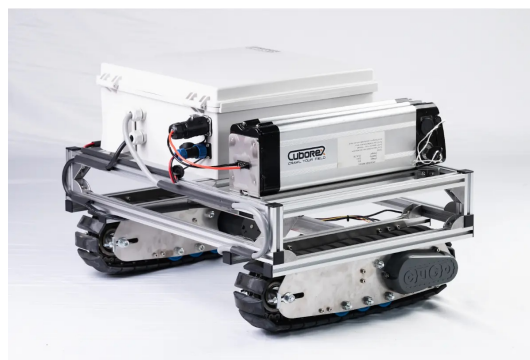


図 1 ROS 開発キット CuGo V3

### 2.1 ハードウェア概要

本年度の実験に使用したロボットの外観を以下の図 1 に示す。ハードウェアの構成を表 1 に示す。つくばチャレンジ走行用ロボットには、CuboRex 製自律走行ロボットの開発用プラットフォームである、“ROS 開発キット CuGo V3”をベースに課題に必要な装備を追加した。





ロボットが他のロボットなどの障害物を回避する手段として，積極的に回避することをせずにその場でとどまることを選択してしまった．回避行動を



とっていればとどまることはないが、回避行動をとることができず、この仕様によってデッドロックしてしまった。

Waypoint を疎に打ちすぎていた。確認走行区間では、周囲のロボット以外の障害物は明確に知ることができており、Waypoint を 1.5m おきに密に設置し走行経路を明確に定義することで安定した走行を実現していた。しかし、パイロン区間は日によってパイロンの設置位置が変わるため、Waypoint の密度を 10m 以上の疎な設定していた。これによりパイロンから積極的に離れる経路にはならず、繰り返しパイロンに向かって走行する挙動をしてしまった。

当日の GNSS の値が最大 0.5m ほどずれていた。GNSS の値は以前より比較的高精度に位置推定をすることができるようになったが、衛星の位置によっては誤差が大きい時間帯が存在する。ロボットが停止してしまっただけの区間は理想的なオープンスカイな環境ではあったが、もともと設定した Waypoint の位置より 0.5m 程度北にずれた位置を走行していた。パイロン地帯でも比較的設置されにくい点字ブロックに沿って走行をする経路を設定したが、そこから北にずれた経路を走行していたため積極的にパイロンが多い経路を走行し、パイロンを避けきれないケースが発生した。

パイロンを避けられなかった直接的な原因は以上の 4 点が挙げられるが、確認走行区間の先の対応をしたのが実験走行の最終日の午後のみで試行回数が圧倒的に少なかった。この先のほとんどの区間がオープンスカイな理想的な環境であり、運用次第では 2DLidar+GNSS+ホイールオドメトリのみという非常にシンプルな構成でもっと距離を伸ばせたと考える。この先の区間でしか現れない問題を収集できなかった点が今回の課題である。

## 6 結言

本年度のつくばチャレンジの取り組みとして、つくばの市街地で走行できるロボットハードウェアを作成し、GNSS と MAP Localization の位置推定を任意のタイミングで切り替えることができるナビゲーションシステムを作成し検討した。

走行実験では、確認走行区間の走行を実験走行最終日の検定と本走行を連続で達成した。しかし、その先の走行区間の調整や設定まで至れなかったため、パイロン区間で停止した。シンプルな構成で自律走行するシステムを実現したが、計算能力の限界

表 1 表の例

日本語	Japanese	ほげほげ	ふげふげ
英語	English	hogehoge	fugefuge

や動的物体の障害物回避などに課題が残る。そのため、多くの現場で走行できるシステムにするためには最適化や計算資源の見直し、より広い範囲を認識することができるセンサ追加など、必要に応じて資源を増設できるシステムになるように開発を続けたい。

文献

## 7 はじめに

RBProceedings 文書クラスは W3C により策定されている『日本語組版の要件』[?] に準拠することを目指す jlreq クラスをベースにしている。ただし、本文書クラスでは紙面スペースの都合上、多くの余白値をかなり詰めるように設定しており、例えば行間は外国人参政権のようにルビを振れる最小限の余白に設定してある。

論文では、単純なテキストのみならず、しばしば数式

$$P(B | A) = \frac{P(A | B)P(B)}{P(A)} \quad (1)$$

や箇条書き

- 第 1 の項目
- 第 2 の項目

といった構造も用いられるが、これらもよく知られた文書クラス（例えば jsarticle 等）と同様のシンタックスで利用できる。

## 8 図表の挿入

図表についても通常の L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X と同じ方法を用いることができる。

### 8.1 図について

図の挿入は、通常 graphicx パッケージによって行う（図 6）。クラスオプションにワークフロー（dvipdfmx 等）を指定していれば、各パッケージを読み込む際に何度も同じオプションを指定する必要はない。

### 8.2 表について

表の挿入は、`\begin{table}...\end{table}` 環境を使う（表 1）。

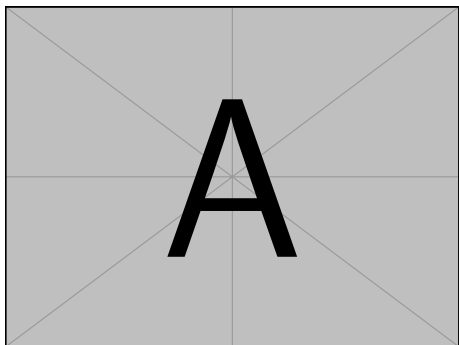


図 6 図の例

## 9 参考文献

参考文献の参照例.

- 論文誌の参照例 [?]
- 本の参照例 [?]
- 国際会議の参照例 [?]
- 技術報告の参照例 [?]
- Web ページの参照例 [?]

## 10 Writing in English

This paragraph shows an English sample. There is no problem with writing your manuscript in English. If you write in LaTeX, please use the distributed document class with the `english` option:

```
\documentclass[  
    platex,dvipdfmx,english]{rbproceedings}
```