

# クローラ型移動ロボットを用いた 東北大学永谷研のつくばチャレンジへの取り組み

○ 幸村 貴臣 山内 元貴 都築 遼平 永谷 圭司 (東北大学)

## Our Development Activity for Tsukuba-Challenge with a Tracked Vehicle

○ Takaomi.KOUMURA, Genki.YAMAUCHI, Ryouhei.TSUDUKI, Keiji.NAGATANI(Tohoku Univ.)

**Abstract:** Crawler-type robot has larger movable range because uneven terrain drivability is high. Therefore, we use a crawler type mobile robot, outdoor exploration to participate in Tsukuba Challenge challenge. Implement the DEM matching function using a three-dimensional laser range finder and autonomous driving capabilities using GPS. We aim to achieve the task.

## 1 はじめに

東北大学永谷研究室では、移動ロボットによる屋外遊歩道での自律走行および、指定された探索対象の発見を目指す「つくばチャレンジ2013」において、課題の達成を目標として、現在ロボットの整備とソフトウェアの開発を進めている。

課題の達成へ向けたナビゲーションの動作戦略は、グローバルな経路計画とローカルな経路計画に分けて考える。グローバルな経路計画としては、事前に取得したGPSデータから生成したウェイポイントマップを用いて、ロボットの経路を計算する。ローカルな経路計画としては、障害物を回避しながら、次のウェイポイントに向かう直線追従ナビゲーションをおこなう。また、探索対象の発見には、レーザ距離計(TOP-URG)を回転させることで3次元環境を取得することを可能としたデバイス[1]を使用し、テンプレートDEMマッチングによって看板の平面を検出し、課題の達成を目指す。

今回つくばチャレンジに参加するにあたり、筆者らが重要視しているのは、車輪型ロボットではなくクローラ型ロボットで参加するという点である。クローラ型移動ロボットは、高い不整地走破性能を有し、通常車輪型ロボットでは困難な階段の昇降が可能であるため、より広範囲にわたる探索が可能となる。そこで、その高い不整地走破性能を生かす研究の一環として、著者らは、独自の課題として、階段の自律走破を設けることとした。

## 2 ロボットプラットフォームの紹介

### 2.1 ロボットの筐体

まず、筆者らが使用するロボットについて紹介する。今回のチャレンジで使用するロボットプラットフォームとして、災害探査用クローラ型移動ロボットQuinceを用いることとした。Quinceは、左右のメインクローラおよび4つの独立したサブクローラをもち、非常に高い不整地走破性能を有する。この優れた不整地走破性能により、通常車輪型移動ロボットと比較して、広域にわたっての探索が可能となる。

また、Quinceは、ジャイロセンサおよびモーターの回転数情報を用いて、自己位置推定(ジャイロベースドオドメトリ)が可能である。[2] このジャイロベースドオドメトリを、後述のナビゲーションシステムにて利用する。

### 2.2 安全への配慮

実環境で動作するロボットは、周囲の人間に危害を及ぼしてはならないため、高い安全性を有する必要がある。し



Fig. 1: Quince/Covered Quince

かし、Quinceは本来使用される環境として、人間が立ち入ることが困難な不整地を想定されている。そのために、Quinceには、メインクローラおよびサブクローラの回転部といった、人間が誤って触れると危険な箇所が存在する。

そこで筆者らは、Quinceに存在する危険な箇所を取り除き、安全に遊歩道上で自律走行をおこなうために、いくつかのプロテクターを製作した。具体的には、Fig.1に示すように、曲げアルミフレームやポリプロピレンシート等を用いた本体用のプロテクターを装着することで、ロボット本体に存在する鋭利な角やエッジ、メインクローラの回転部が外部に露出しないようにした。また、サブクローラのプーリーの回転部にもプロテクターを装着することで、回転部に指を挟むといった危険な事象が発生することを防止することとした。

### 2.3 搭載する各種センサ

障害物検知に用いるレーザ距離計(TOP-URG)は、ロボットの前面に搭載する。さらに、TOP-URGを回転させることで3次元環境取得を可能としたデバイスを、ロボット上部に搭載し、テンプレートDEMマッチングによる探索対象の発見に利用することとした。ナビゲーションに用いるGPS受信機は、本研究室において使用実績の高いTrimble社の製品(SPS-851)を使用する。

## 3 ナビゲーション動作戦略

### 3.1 グローバルナビゲーション

試走会にて事前に取得したGPSデータをもとに、スタートからゴールまでのウェイポイントマップ(Fig.2)を生成し、Quinceの有するジャイロベースドオドメトリを用いて、ロボットの経路を計算する。また、指定されたウェイポイントにおいては、GPSデータおよび地磁気センサの情報を活用してオドメトリ情報の補正をおこなう。

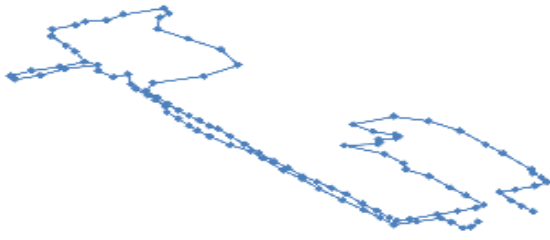


Fig. 2: way point map

### 3.2 ローカルナビゲーション

各ウェイポイント間においては、ロボットは、次のウェイポイントに向かって直線的に走行する。ただし、障害物を進行軌道上に発見した場合は、ロボットの通過が可能な別経路を複数算出し、その中で最も進行方向の変化の少ない経路に、一時的に経路を変更することで、障害物を回避することとした。(Fig3)

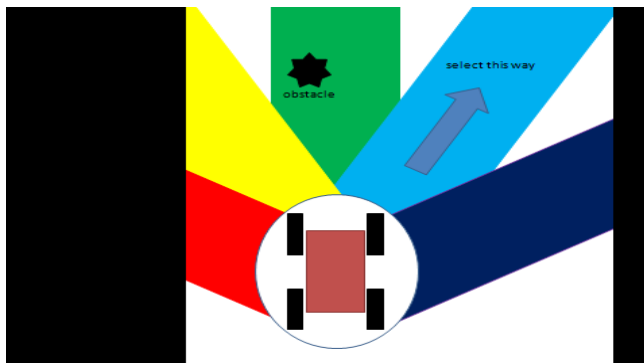


Fig. 3: an image of obstacle avoidance

## 4 探索対象の発見

今回のチャレンジにおいて、探索対象は人間である。しかしながら、人間の検出は、形状が一様でないため、非常に困難である。そこで著者らは、ロボットに搭載した3次元距離センサを用いて、探索対象の横におかれた看板を、テンプレートDEMマッチングを用いて検出することとした。マッチングに用いるテンプレートDEMデータとしては、試走会にて事前に取得した看板のDEMデータを用いる。ロボットは、探索エリア内をウェイポイントナビゲーションに従って走行する。そして、テンプレートDEMマッチングに適合する物体を発見した場合に、その手前まで移動し、数秒間静止することで、発見したことを示す。

## 5 階段の走破

今回筆者らは、クローラ型ロボットの高い不整地走破性能を活用するために、階段の自律走破という独自の課題を設けた(Fig.4)。対象とする階段の具体的な位置としては、ゴール付近のスロープの横に位置する階段を、走破する予定である。階段の自律走破のシステムは未実装なので、実装予定の手法を紹介する。Quinceのサブクローラの側面にPSDセンサを搭載し、サブクローラ前方至近距離の情

報を取得する。この測距情報をもとに階段走行中の理想的なモーション(fig.5)を生成し、そのモーションに従って走行するという手法を用いる予定である。

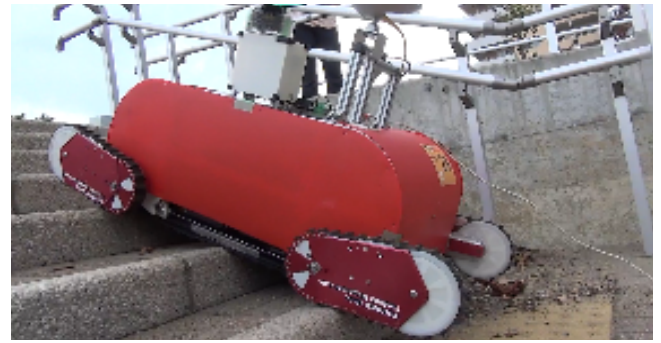


Fig. 4: Quince climbing the stairs

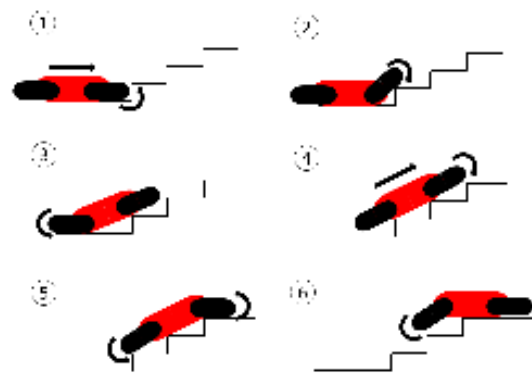


Fig. 5: images of ideal motion

## 6 おわりに

本稿では「つくばチャレンジ2013」での全ての課題達成を目指し、これを実現するための動作戦略と、現在の進捗状況をレポートした。今回著者らが重要視するのは、クローラ型移動ロボットで出場することで走破性能が向上し、より広域にわたっての探索が可能となるという点である。今後は、本稿で示した動作戦略をQuinceに実装し、つくばチャレンジ本番での全ての課題の達成を目指す。

### 参考文献

- [1] 永谷圭司, 大木健, 桐林星河, 大竹一樹, “三次元距離センサを搭載するクローラ型移動ロボットを用いた東北大学永谷研のつくばチャレンジへの取り組み”, 第10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 論文集, 1 B1-2 (2009-12)
- [2] 岡田 佳都, 永谷 圭司, 吉田 和哉, “複数センサの融合によるクローラ型ロボットの3次元自己位置推定”, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 ROBOMECH2008, 2P2-C18 (2008-06)