

東北大学永谷研のつくばチャレンジへの取り組み - 詳細な環境情報を含まないトポロジーマップによる大域ナビゲーション -

永谷 圭司, 大木健, 佐藤毅一, 山内元貴 (東北大学)

Our Development Activity for Tsukuba-Challenge - Long distance navigation for a mobile robot based on topology map -

Keiji NAGATANI, Takeshi OHKI, Kiichi SATO, Genki YAMAUCHI (Tohoku Univ.)

Abstract: Our research group will attend the “Tsukuba Challenge 2010” with our new mobile robot. Some teams had achieved reaching the goal in the last year’s challenge, so that we do not want to implement a kind of the same approach with the above teams. Therefore, in this year, we would like to implement a “topology map based navigation” with an obstacle avoidance technique. In this approach, a global path is given to the robot by a simple explanation, such as NODE and ARC, and a local path is generated based on an obstacle avoidance method. In this paper, we introduce our new mobile robot, the above navigation method and report current status of our development.

Key Words: Tsukuba Challenge, Autonomous mobile robot, LIDAR

1 はじめに

東北大学 永谷研究室では、これまで、フィールドロボット研究の一環として、移動ロボットによる屋外遊歩道の自律走行を目指す「つくばチャレンジ2010」に参加してきた。2008年度につくばチャレンジでは、街路樹を利用した位置推定を中心に、また、2009年度のチャレンジでは、移動障害物に対処するソフトウェアを実装し、共に、予選走行はクリアした[1]。しかしながら、本走行時、主に開発時間の遅れから、完走に至ることができなかった。そこで、本年度も、引き続き、つくばチャレンジに参加し、屋外移動ロボットの自律化に関する研究開発を進めることとした。

2010年度につくばチャレンジにおいて指定されたコースは、一般的な遊歩道の他に、木々の葉に空を覆われた道や、障害物の少ないオープンスペースがあり、さらに、人や自転車の移動により環境が変動する。そこで、筆者らは、環境情報を用いた位置推定にあまり頼らない、最小限のトポロジカルな地図情報を元にした、ナビゲーション手法を実装する予定である。具体的には、経路走行時には、三次元距離センサを用いて障害物を回避する局所経路計画を行い、交差点等にて、GPS情報、方位センサを利用した経路設定を行う。

本稿では、本年度利用するロボットならびに、ナビゲーション手法の紹介と、現在の実装の進捗状況を概説する。

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、筆者らが利用するロボットについて簡単に紹介する。このチャレンジで利用するロボットプラットフォームには、広域の屋外移動を目的とした移動ロボット「El-Verde」を利用する (Fig.1参照)。このロボットは、4輪駆動タイプで、ステアリングで操舵を行うものである。また、ロ



Fig. 1: Autonomous mobile robot “El-Verde”

ボットの中心にロッカーリンクを通すことで、段差乗り越え能力の向上を図っている。ステアリング操舵用のモータと駆動輪用のモータには、50WのMAXON ブラシレス ECモータを使用している。制御用のPCには、Intel ATOM processor Z530 0.80GHz (Dual Core) を搭載した。

2.2 搭載する各種センサ

筆者らの研究室では、これまで、レスキューロボットによる被災環境情報獲得のための三次元距離センサを構築してきた。これは、二次元距離センサを斜めに設置したテーブルを回転させることで、三次元距離情報を獲得するものである。昨年度、このセンサテーブルにロータリコネクタを利用し、このテーブルを高速回転させることで、精度は粗いが、高速に環境情報を獲得することが可能なセンサを構築した[2]。これにより、短時間で、移動障害物を三次元的に認識することが可能となる。本チャレンジでは、El-Verdeに、このセンサを搭載することで、移動障害物にも対応できる三次元環境情報の取得を目指す。また、ロボットの姿勢角を検出するための3軸ジャイロスコープならびに、3軸加速度センサ、グローバル位置を取得するGPS、方位計も搭載する。

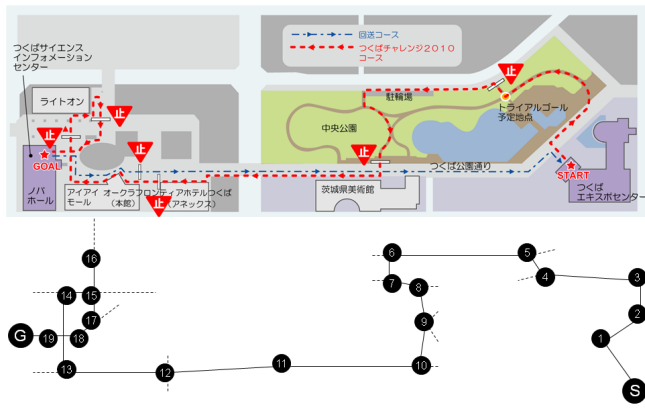


Fig. 2: Topological stages

3 ナビゲーション動作戦略

3.1 グローバル動作計画

本チャレンジでは、昨年度と同様、トポロジーで表現されたマップを用いて大域ナビゲーションを行う。本チャレンジのコースを、一鎖のトポロジーで定義・表現したものを、トポロジカルステージと呼び、Fig.3に示す。トポロジカルステージは、ノードと曲線から成り、各曲線をステージと呼ぶ。各ノードは、交差点または、次の経路への乗り換え点であり、ここで走行方向の変更を行う。各ステージは、経路を示し、各ステージでは、後述する障害物を回避する経路計画を行う。

3.2 ローカル動作：障害物回避を含むナビゲーション

本チャレンジでは、各ステージにおいて、左側（右側）に壁があれば左壁（右壁）沿いに障害物回避を加えたナビゲーションを行い、オープンスペースであれば、オドメトリの目標値を目指しながら障害物を回避するナビゲーションを行う。このナビゲーション手法では、ロボットが厳密な自己位置推定を必要とせず、ロボストに障害物を回避しながら走行することが可能である。

ステージにおける、具体的なナビゲーション戦略を、Fig.3を利用して説明する。ステージの出発点にローカル座標系を設定し、上方にローカルゴールラインを設定し、ロボットの進行方向を図の上向きと定義する。また、ロボットの周囲には、センサの到達範囲を考慮したスキャンボックスを定義する。スキャンボックスの上方には、ローカルゴールを線分で定義し、ロボットの現在位置を初期位置、ローカルゴールを目的地とした経路探索を逐次行う。なお、この経路探索には、目標線分を用いた二次元距離変換 (2D distance transform for target line segment) [3]を利用する。ローカル経路計画については、昨年度のつくばチャレンジで我々のグループが開発した手法を基本的に踏襲した。

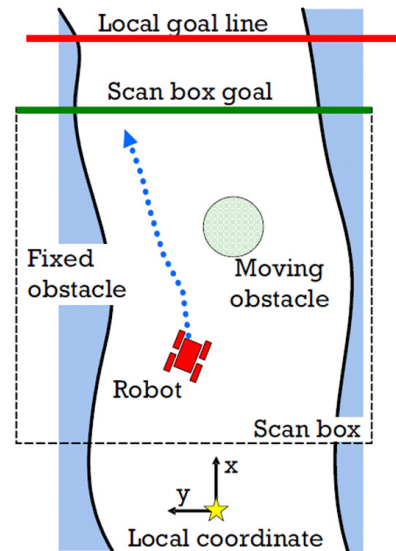


Fig. 3: Navigation strategy

4 ロボットのステータス表示システム

試走会等で、ロボットのステータスを確認するため、前述の三次元距離センサから取得した情報を基に、ロボット周辺の3次元環境ならびに、計画した経路情報をロボット上に搭載したラップトップPCに表示するGUIを、現在構築中である。3次元環境の表現には、Digital Elevation Map (DEM)を用いる。DEMとは、数値標高モデルのことであり、対象の領域をグリッドに分割し、それぞれのグリッドに高さ情報を持たせることで、三次元環境を疑似的に再現する。これにより、効率的なデバッグが進むことが期待できる。

5 おわりに

本稿では、「つくばチャレンジ2010」での完走を目指し、ナビゲーション動作戦略と現在の進捗状況をレポートした。この動作戦略の特徴は、トポロジーによる記述で経路が指定されているため経路記述が容易であるという点、また、人が存在する環境に対処するため、経路追従において障害物回避動作を主とした点である。今後は、本稿で示した動作戦略を、順次El-Verde上に実装し、試走会において動作の確認を行い、つくばチャレンジ本番での完走を目指す。

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予稿集, pp. 38-41, 2009.
- [2] 大竹一樹, 徳永直木, 永谷圭司, 吉田和哉. 移動物体検知のための高速三次元距離情報取得システムの構築. 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会2009 講演論文集 IP1-E01(1)-(4), 2010.
- [3] 大木健, 永谷圭司, 吉田和哉. 距離時間変換による移動ロボットの移動障害物回避動作生成. 第27回日本ロボット学会学術講演会 予稿集, AC1Q1-03, 2009.