

クローラ型ロボットKENAFをプラットフォームとした 東北大学 永谷研のつくばチャレンジへの取り組み

永谷 圭司, 徳永 直木, 大木 健 (東北大学), 和田 史彦 (北陽電機)

Our Development Activity for Tsukuba-Challenge based on Tracked Vehicle "KENAF"

Keiji NAGATANI, Naoki TOKUNAGA, Takeshi OHKI (Tohoku Univ.)
and Fumihiko WADA (Hokuyo Automatic Co., Ltd.)

Abstract: Our research group will attend the "Tsukuba Challenge 2008" with our tracked vehicle KENAF. To succeed in robust and stable navigation of it, we focus on three technologies to integrate the robot system in the following, (1) Localization, (2) Mapping, and (3) Local path planning. In this paper, we introduce our approach to enable the above technologies.

Key Words: Tsukuba Challenge, Autonomous mobile robots, SOKUIKI sensor

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の自律走行を目指す「つくばチャレンジ2008」における初参加での完走を目指し、ロボットの整備とソフトウェア開発を進めている。筆者らは、このチャレンジにおいて完走するために重要となるキーテクノロジーを、(1) 対象環境の獲得 (マッピング)、(2) 自己位置推定、(3) 動的環境内の経路計画、の3つと考えた。まず、(1) マッピングには、二次元平面内の距離情報を取得可能な測域センサを旋回運動させることで三次元距離情報を獲得する「三次元距離センサ」を利用し、環境情報を事前に取得する。この情報は、自己位置推定ならびに、経路計画の際に利用される。次に、(2) 自己位置推定については、走行中、上記の三次元距離センサを利用して、遊歩道の脇にある樹木を測定し、これを元に位置情報の修正を行う。(3) 動的環境内の経路計画については、上記センサとは独立した二次元測域センサを利用し、ロボット周囲の障害物情報を獲得することで、ローカルな経路計画を行う。本稿では、上記3つのキーテクノロジーに対する我々のアプローチについて述べる。

2 ロボットプラットフォームの紹介

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、NEDOの支援を受けて東北大学、千葉工業大学、岡山大学、筑波大学、産業技術総合研究所、情報通信研究機構が共同で開発したクローラ型移動ロボットプラットフォーム KENAF を選定した。このKENAFは、接触面がクローラで覆われており、障害物に乗り上げてスタックを起こす可能性が非常に小さいという特徴を持つ。また、凹凸のある環境の踏破性能を向上するため、4つの独立したフリッククローラを有する。ただし、対象とする環境は、比較的平らであるため、KENAFが有するこれらの不整地走

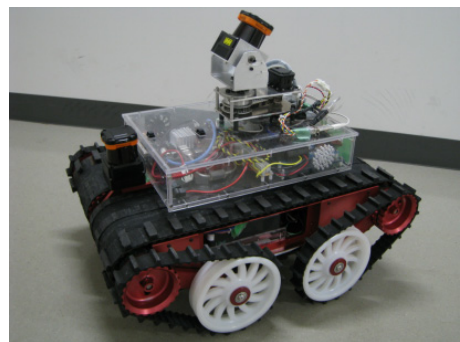


Fig. 1: "KENAF" (Tsukuba Challenge Version)

行機能を必要としない。そこで、今回のつくばチャレンジでは、Fig.1に示すように、フリッククローラを立てることで、一般の対向二輪移動ロボットに近い形態で運用することとした (搭載するセンサ類については、3章を参照。)

3 マッピング

マッピングについては、これまで、筆者らが研究開発を行ってきた、測域センサTOP-URG[1]を用いた三次元逐次走査システムを利用する。測域センサは、水平二次元平面内の方向角度および対象物までの距離を計測することが可能なセンサである。開発を進めている三次元逐次走査システムは、この測域センサに、もう一軸の回転を加えて走査させることで、三次元情報を取得するものである。従来のシステムでは、情報取得中にロボットを停止させておく必要があったが、この停止は、環境情報取得の効率を著しく低下させる。そこで、筆者らは、ロボットの位置・姿勢情報と測域センサから得られる距離情報のタイムスタンプを利用し、これらの情報を同期させることで、ロボットが移動しながら、三次元環境情報を逐次獲得するシステムを開発した。なお、先行研究として、二次元移動を仮定した移動ロボットに関する逐次走査システムが挙げられる[2]。

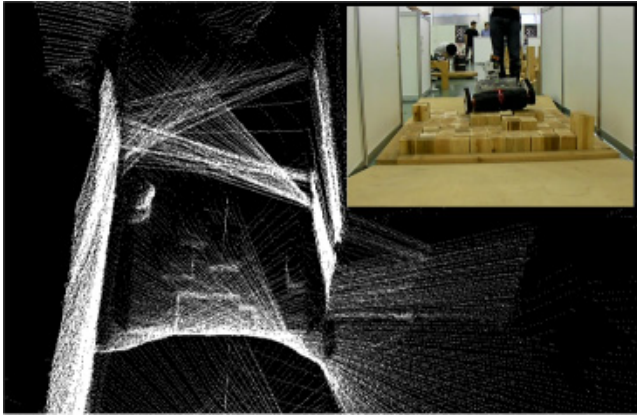


Fig. 2: Obtained 3-D information on a step field

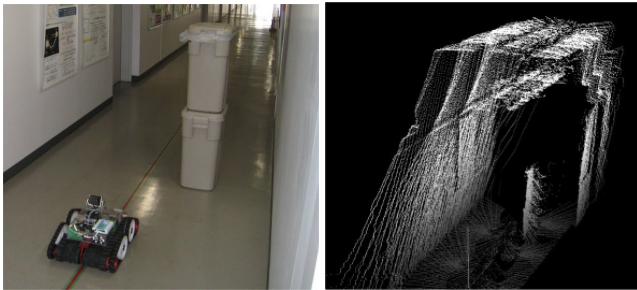


Fig. 3: The target environment and obtained information

このシステムを搭載したロボットによる三次元環境獲得結果をFig.2に示す．対象とする環境は，この図の右上に示したような，縦壁で囲まれたステップフィールド環境である．ロボットは，ステップフィールドの凹凸のため，位置・姿勢を変化させながらも，移動しつつ，図中の白いドットで示された三次元環境情報を獲得した．つくばチャレンジでは，このセンサを利用して事前にマッピングを行い，位置推定を行うための環境情報を構築する予定である．

4 街路樹を用いた位置推定手法

ロボットの位置推定手法には，獲得した三次元環境地図と三次元逐次走査システムを利用する．つくばチャレンジの対象環境は遊歩道であり，等間隔に街路樹が植えられている．筆者らは，この街路樹がロボットの位置推定を行うためのランドマークとして最適であると判断した．

Fig.3は，廊下内に箱を立て，これを街路樹に見立てた場合のスキャン結果である．現地におけるスキャン結果を獲得していないため，現段階では，この図に示すようなはっきりとした街路樹の像を獲得できるかどうかは判断できないが，繰り返し同じ樹木のスキャンを行うことで，街路樹の情報の獲得は可能であると考えている．

つくばチャレンジでは，あらかじめ獲得した街路樹位置と，実走行時に三次元逐次走査システムによって得られた街路樹位置を比較することで，位置推定を行う予定である．

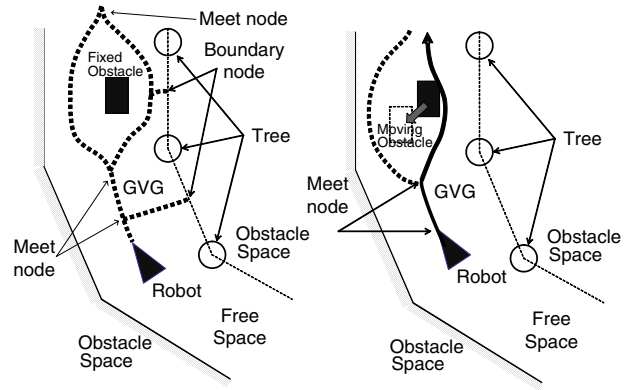


Fig. 4: Local path planning with moving obstacles

5 動的環境内の経路計画

グローバルな経路計画については，あらかじめ獲得した三次元環境情報を利用し，手動で計画を行うが，問題となるのは，障害物等にぶつからないための，歩道内のローカルな経路計画である．そこで，筆者らは，安全な走行経路を構築するGeneralized Voronoi Graph (GVG)を用いた経路計画手法[3]を利用することとした．ただし，静的な環境しか扱えないこの手法を，動的環境にそのまま適用することは困難である．そこで，筆者らは，移動障害物の検出後，近未来の環境情報とGVGを構築する手法を提案する予定である．現時点における，本手法のアイデアをFig.4に示す．図左が，ある地点におけるローカルな経路計画（従来手法）であり，図右が，障害物の移動を検知した際の，近未来の環境情報とGVGの例である．なお，ローカルな経路計画を行うセンサとしては，第3章で紹介した三次元逐次走査システムとは独立の測域センサTOP-URGを使用する予定である．

6 おわりに

本稿では，つくばチャレンジにおいて完走するために重要となるキーテクノロジーを，(1)対象環境の獲得（マッピング），(2)自己位置推定，(3)動的環境内の経路計画，の三つと考え，それぞれに対する筆者らのアプローチについて述べた．これらをKENAF上に実装して動作の実現を行い，つくばチャレンジで完走することが，今後の目標である．

参考文献

- [1] 森利宏, 日野政典, 上谷敏寛, 油田信一. Tofの原理を用いたam方式および、パルス方式の測域センサの開発. 第25回日本ロボット学会学術講演会 論文集, p. 2A13, 2007.
- [2] 上田達郎, 油田信一. 移動測域センサ-走行中も正しい計測が可能な移動ロボット用測域センサシステム-. 第6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, pp. 573-574, 2005.
- [3] Jean-Claude Latombe. *Robot Motion Planning*. Kluwer Academic Publishers, 1996.