

遊歩道を走るロボットや人間の後を追うロボットを開発

自律移動ロボットによる 測域センサの活用

大島 章

筆者は、2次元走査型のレーザ式距離センサ(測域センサ)を用いて屋外の遊歩道を自律走行する移動ロボットのアルゴリズムを開発した。また、同じセンサを用いて、人間の後を追う移動ロボットのアルゴリズムも開発した。ここでは、それらのロボットやアルゴリズムについて解説する。(編集部)

2007年11月、財団法人ニューテクノロジー振興財団は茨城県つくば市において、移動ロボットの技術チャレンジ「Real World Robot Challenge(通称:つくばチャレンジ)」を開催しました。

課題の内容は、「つくば市内の約1kmの遊歩道を外部からサポートを受けずに自律的に目的地まで走行すること」でした(写真1)。コースは緩やかなカーブや道幅の狭い箇所を含み、コース区間のほとんどでGPS(Global Positioning System)の受信感度が悪いという困難な課題でしたが、研究者やアマチュアのロボット製作者など31チームが参加し、筆者のチームを含む計3チームが課題を達成しました。

筆者が開発したロボットは、外界センサとして「測域センサ」と呼ばれるセンサのみを搭載しています。なお、本チャレンジにおいては、北陽電機^{注1}が参加チームに測域

センサを提供したという経緯があり、多くのロボットが測域センサを搭載して課題に挑戦していました。

測域センサとは

測域センサとは、周囲の空間形状を得るためのセンサ機器の総称であり、主に北陽電機から販売されている2次元走査型のレーザ式距離センサを指します(写真2)。

測域センサはレーザ光を照射し、物体からの反射光を基に距離を算出します。2次元走査型とは、空間を面で切り取るような形で距離情報を得られることを表します(図1、図2)。測域センサを用いて、移動ロボットが環境情報を認識することや自己位置を認識する研究は数多くなされており、将来的にも有望なセンサであると期待できます。

移動ロボットで測域センサを利用する

つくばチャレンジにおいて提供された測域センサ「UTM-X001S(写真3)」は屋外利用を前提としており、防水仕様であることと外乱光に強いことが特徴です。機能もURG-04LXに比べて格段に高くなっています(表1)。ただし、遊歩道を走行するというタスクを実行させるためには、このセンサから得た情報をどのように利用するのが鍵となります。



写真1 つくばチャレンジのコース

茨城県つくば市の国際会議場の裏手から南方向に向かって、約1kmの区間がコースとなった。コースの中には、路肩のない部分や陸橋などが含まれている。

注1: 北陽電機については<http://www.hokuyo-aut.co.jp/>を参照のこと。

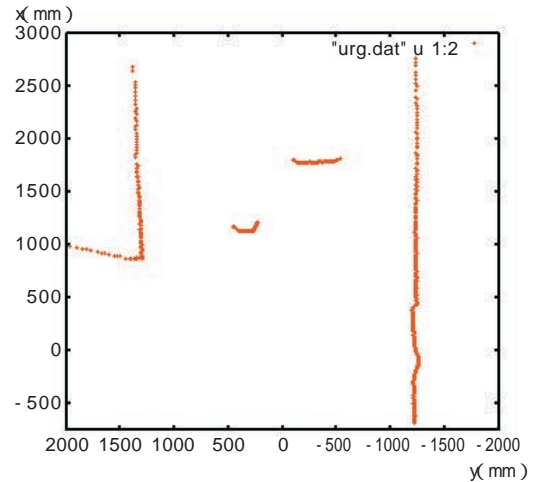
▶ 写真2
測域センサ「URG-04LX」

URG-04LXの測定距離は20mm～5,600mm。角度分解能は約0.36度、走査角度は240度である。





(a) 計測環境



(b) 計測データ

図2 測域センサによる計測

(a)の中央手前に設置した測域センサで計測したデータを(b)に示す。壁や缶、ゴミ箱などをとらえていることが分かる。

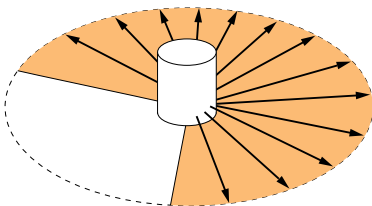


図1 測域センサのセンシング(イメージ)
レーザー光を照射し、物体からの反射光を基に距離を算出する。



写真3 測域センサ「UTM-X001S」

UTM-X001Sの測定距離は100mm～30,000mm・角度分解能は約0.25度、走査角度は270度である。

表1 URG-04LX と UTM-X001S の仕様比較

	URG04-LX	UTM-X001S
電源電圧	DC5V	DC12V
消費電力	2.5W以下	8W以下
計測距離(mm)	20～5,600	100～30,000
走査角度(°)	240	270
角度分解能(°)	約0.36	約0.25
走査時間(ms/スキャン)	100	25
インターフェース	USBまたはRS-232-C	USB

外界センサを用いて環境から自分の位置を推定するとしても、情報が足りない状況が多いと、いつまでも内界センサによる誤差を修正できません。

筆者は、今回のコースではスタートからゴールまで似通った風景が続くため、カメラや測域センサから得られる情報を基にロボットが自己位置を推定するのは困難であると考えました。そのため、ロボットがほとんど地図情報を持たず、正確な位置情報も必要としないようなアルゴリズムを構築することにしました。

自己位置を知る必要のないアルゴリズムを採用

筆者は、今回のコースにおいては遊歩道の長手方向(道が続いている方向)を測域センサによって認識し、それに沿って走行することで1kmを走破できるだろうと考えました。手順は以下の通りです。

1) ロボットから各方向における走行可能距離を算出する

測域センサから得られる環境形状に基づいて走行可能距離を算出するイメージを図3に示します。まず、ロボット

1. 遊歩道を走る移動ロボットの開発

「遊歩道を1km走行する」というタスクは、ロボットが決められた場所から別の場所へ移動する仕事だと考えることができます。

ロボットが自分の位置を常に正確に知ることができて、さらに障害物を回避できれば、与えられた地図を基にスタートからゴールまで走行することが可能です。しかし、現実的には、これを実現するのは非常に困難です。

ロボットが内界センサを用いて自分の動きから位置を推測する方法では、微小誤差がたまっていきます。しかし、