

測域センサを用いた移動ロボットの狭空間走行

石和 淳子(筑波大) 富沢 哲雄(筑波大) 大矢 晃久(筑波大) 油田 信一(筑波大)

Passing through narrow spaces using SOKUIKI sensor for mobile robot navigation

Junko ISAWA, Tetsuo TOMIZAWA, Akihisa OHYA and Shin'ichi YUTA
(University of Tsukuba)

Abstract—To pass through narrow space is a challenging task for an autonomous mobile robot. We mounted multiple “SOKUIKI” sensors on the robot in order to get 3D information about surrounding environment. In this paper, we describe the sensor configuration, data processing and motion algorithm for narrow space navigation.

1. はじめに

人が生活する室内環境には、机や椅子などの立体的な物体により高さや幅が制限された狭い空間が多く存在する。このような空間でロボットが三次元形状を正確に認識し、安全に走行することができれば、ロボットの活動範囲が飛躍的に拡がると考えられる。従来の移動ロボットの研究では、ロボットに設置する外界センサの大きさや精度、コストの制限を受け、ロボットの大きさと同じ程度しかない空間を走行することは難しかった。

近年、移動ロボットに搭載することを目的として小型・軽量の“測域センサ URG”が開発された¹⁾。本研究ではこのセンサを用いて、Fig.1 に示すような人が手で押せば何とか通過できる程度の狭い空間を、ロボットに自律的に走行させることを目的とした。対象とするロボットは、約 40cm 四方の大きさをもつ独立二輪操舵の小型移動ロボットである。

本稿では、三次元環境情報を獲得するためのセンサの配置と、センサから得られる情報をもとに狭空間を走行するためのアルゴリズムについて述べる。

2. センサの配置

使用しているロボットは独立二輪操舵の小型移動ロボット「山彦」である。ロボットの外寸は幅 325×奥行き 380×高さ 410[mm] である。ロボットの外観を Fig.2 に示す。

外界センサは北陽電機(株)製の測域センサ URG-X002 を使用する。これは大きさが幅 50×奥行き 50×高さ 70[mm]



Fig.1 Image of passing through a narrow space with human's help

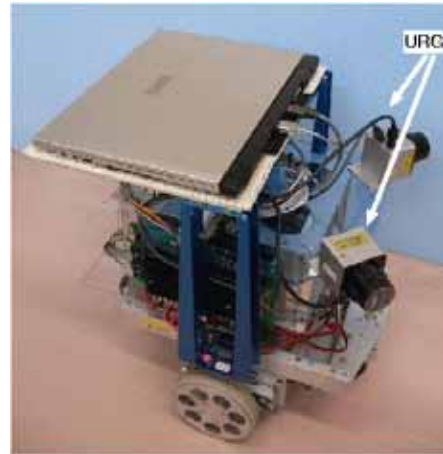


Fig.2 Setting up multi URG on the robot

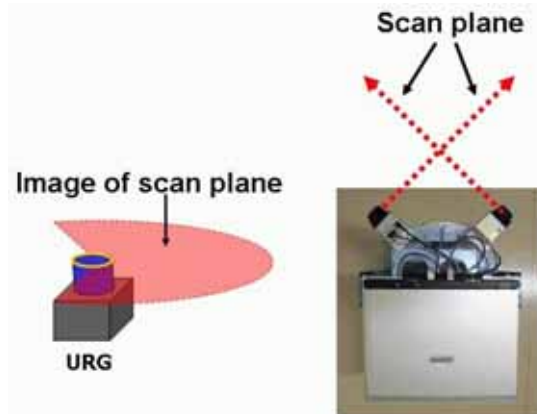


Fig.3 Image of scan plane by URG and robot from top view

で、走査角度 240° の範囲を、角度分解能 0.36° で測定することができる。センサの設置位置は、センサをロボットの前方上部に左右一つずつ置いた。向きは、距離走査平面が床に対して垂直になり、かつ左右の走査平面が互いに交差するように設置している (Fig.3)。これにより、ロボットが何とか通過できる幅と高さをもつ空間内で、接触する可能性のあるものを検出できると考えた。

3. 走行アルゴリズム

環境を三次元的に近似して走行する方法は細田らによって構築されているが²⁾、ロボットの細かい凹凸形状までは

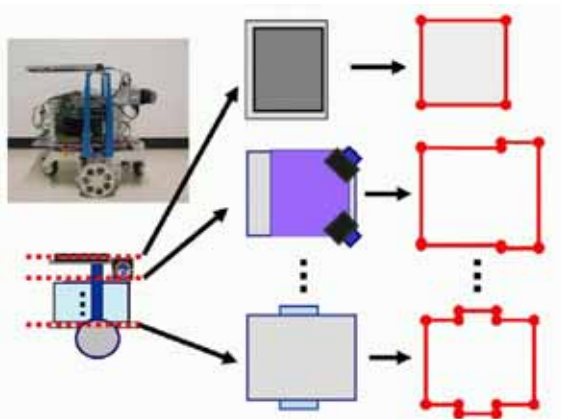


Fig.4 Shape of robot divided by height information

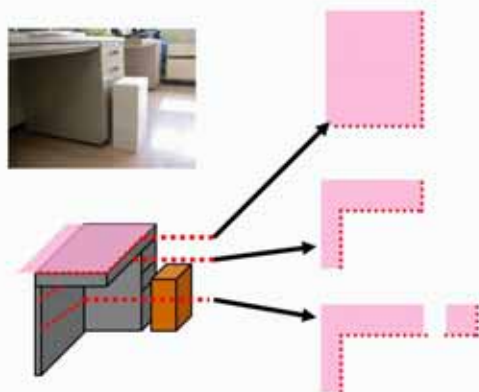


Fig.5 Environmental data divided by height information

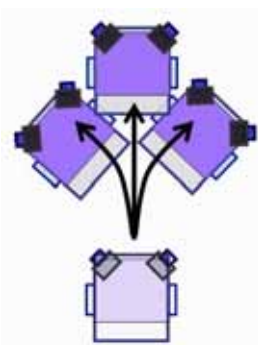


Fig.6 Robot position and posture after executing possible motion commands (ex. left turn, straight, right turn)

考慮されていない。本研究では、ロボットと環境それぞれを高さごとに分割し、最適な経路を走行するアルゴリズムを考案した。

3.1 ロボットの外形情報の表現

ロボットの外形情報は、高さごとに分割して複数の二次元平面として捉え、さらにその形状を線分群により表現する (Fig.4)。

3.2 三次元環境の情報獲得

ロボットに設置された二つの測域センサによりロボット前方を計測する。さらにロボットが前進しながら計測したデータを蓄積していくことで環境に関する三次元情報を獲得する。

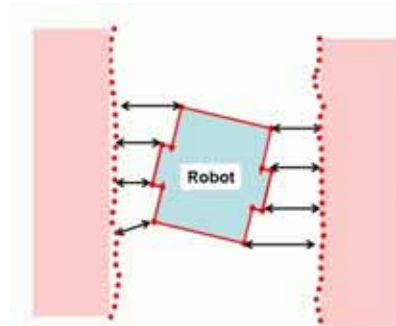


Fig.7 Finding shortest length

3.3 環境情報の二次元化

得られた三次元環境のデータは、ロボットの外形情報と同様に高さごとに分割し、複数の二次元平面上の点群とする (Fig.5)。ロボットの走行に必要な環境情報は、ロボットが走行中に接触する可能性のある高さまでであるため、ロボットの最上部より高い位置にあるデータは無視する。

3.4 走行コマンドの決定

ここでは、ロボットの外形と環境情報について、二次元化したうちのある高さの平面を取り出して考える。ロボットには、N種類の走行コマンドを与えることができるものとする。例えば、Fig.6に示すような左旋回、直進、右旋回などである。

まず、ロボットに各コマンドを与えたとき、次の時間にロボットがとる位置・姿勢を計算する。次に、各位置・姿勢において、ロボットを表現した各線分と環境データの点群の中で距離が最短となる長さを計算する (Fig.7)。

以上の計算をロボットの高さごとに分割した平面で行ない、各コマンドに対してロボットと環境データ中の点との距離が最短なるものを求める。最後に、この求められた距離が最大になるコマンドを選び、実行する。これによって、ロボットは環境中のすべての点に対して、三次元的になるべく近付かないように走行することができる。

4. まとめ

本稿では、“測域センサ URG”を用いて、高さとの制限された三次元狭空間を移動ロボットが安全に自律的に走行するためのセンサの配置とそれから得られる情報をもとに走行するアルゴリズムを考案した。

今後は、構築した走行アルゴリズムに基づいてセンサシステムの実装を行い、狭空間の自律走行実現を目指す。

謝辞

本研究開発の一部は、独立行政法人「中小企業基盤整備機構」(旧・中小企業総合事業団)の平成17年度戦略的基盤技術強化事業で「移動ロボットの環境認識用レンジセンサシステムの開発」をテーマとして委託を受け行われたものである。

参考文献

- 1) 川田 浩彦, 森 利宏, 油田 信一: 「移動ロボットの環境認識用レーザ式レンジセンサ-測域センサ-の開発」, 第5回計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2004 予稿集) pp.1071-1072, 2004.
- 2) 細田 強, 前山 祥一: 「測域センサ URG を用いた未知環境における移動ロボットの走行経路の自動生成」, 第5回計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2004 予稿集) pp.1073-1074, 2004.