

B4-18 最適なボロノイ図選択による自律移動ロボットの走行経路計画

知能システム制御研究室 小林 賢典

1. はじめに

近年、自律移動ロボットは清掃・施設案内・搬送などの分野で利用されている。これらのロボットが目的地に自動走行するときの重要な課題として、環境認識後、障害物を回避しかつロボットにとって最適な経路を選択することが挙げられる。

そこで本研究では、障害物や壁などの情報を光測域センサを用いて取得し同時に障害物間の隙間を推定し、セル分解法とボロノイ図法により障害物を回避しながら走行可能な最適経路の計画を行う。

2. 光測域センサによる隙間感知

障害物あるいは壁などの情報は連続的な点データとして取得される。つまり、点間距離 D より隙間の感知が可能である。ここでは、自律移動ロボットが通過可能な点間距離を $D > 80\text{cm}$ と定め、隙間感知を行う。さらに、 $D > 80\text{cm}$ である2点の座標情報を記録することで、自律移動ロボットが移動すべき中間座標 M が算出できる。

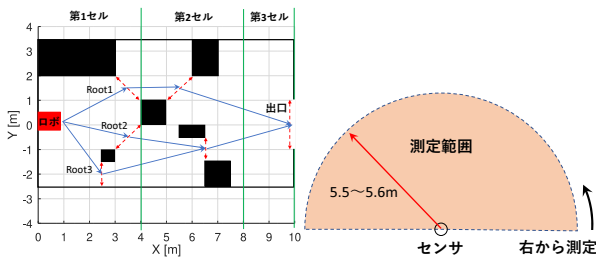
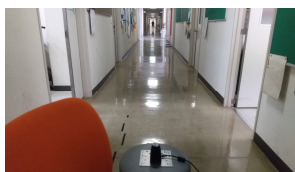
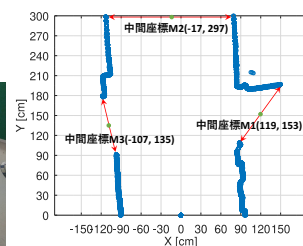


Fig. 1 本研究のイメージ図

Fig. 2 センサの測定範囲



(a) 実験場 (廊下) の様子



(b) センサで取得したデータのプロット図

Fig. 3 光測域センサによるデータ取得

3. 5次補間式とボロノイ図による経路計画

本研究ではロボットの経路として Fig. 4 に示すボロノイ図法を用いて計画する。具体的実装法は式 (1) の5次補間式を用いる。

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 \quad (1)$$

この式は始点及び終点の座標、姿勢角、曲率の情報より曲線を生成する特徴を持つため、全ての姿勢角に対応した経路計画を行うことができる。ロボットの

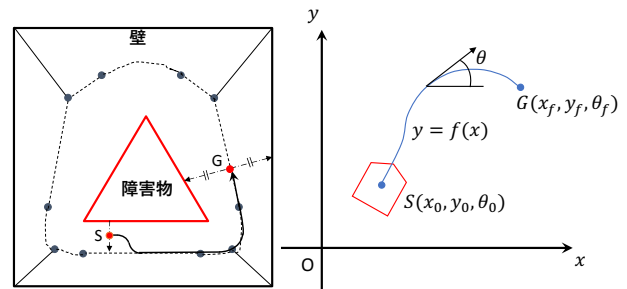


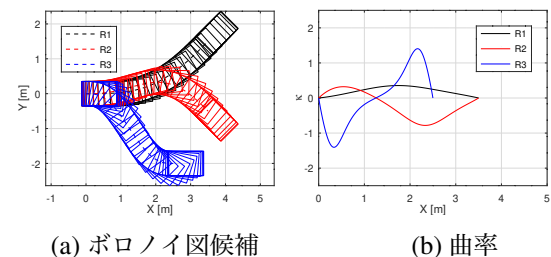
Fig. 4 ボロノイ図

Fig. 5 ロボットの移動経路の定義

移動経路の定義を Fig. 5 に示す。本手法により、終端姿勢 G における x, y 座標を、光測域センサで取得した中間座標 M とすることで障害物に衝突しない軌道をロボットに与えることが可能である。

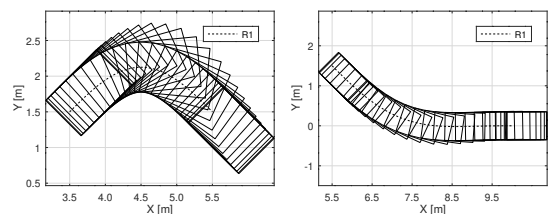
4. 障害物回避システム

セル分解法より領域を区分けして、ボロノイ図法より障害物から可能な限り離れた位置を通過することを考える。5次補間式を用いたシミュレーターで実験する。Fig. 1 を想定すると、まず Fig. 6(a) のような3つの経路が存在する。ここで、最適な経路を選択する指標として、各経路の曲率を利用する。この場合、 $R1$ の経路が最小の曲率であるため、 $R1$ を最適経路として選択する。Fig. 1 と Fig. 6(c), (d) を照合すると、自律移動ロボットは衝突せず出口に到達していることがわかる。



(a) ボロノイ図候補

(b) 曲率



(c) セル 2

(d) セル 3

Fig. 6 シミュレーターによる実験結果

5. まとめ

5次補間式、ボロノイ図法、セル分解法を用いた自律移動ロボットの障害物回避経路計画をシミュレーションにて検証した。また、経路の曲率を利用してロボットの姿勢角の変化が少なく、より障害物に衝突しない最適経路を選択できた。