

1. 諸言

本研究グループでは病院等の福祉施設で訪問者を案内するための準全方向移動型案内ロボットが開発された<sup>[1]</sup>. この案内ロボットは距離型ファジィ推論法を用いた軌道計画法を実装しており, 訪問者の速度などに合わせた案内が可能である. しかし, 訪問者を案内する際に現れる障害物においては, 障害物との距離のみで回避行動の判断しているため障害物の運動状態は考慮されていない. このような動的障害物の運動状態を考慮しない回避行動は, 障害物の進路上に案内ロボットが進行して, 障害物の進行を妨害する可能性がある. そこで案内ロボットが障害物の運動状態を予測することで安全な案内行動を実現するための軌道計画を実装する.

2. 案内ロボット

本研究で使用する案内ロボット「マッキー」を Photo. 1 に示す. 超音波センサ, 赤外線センサ, タッチセンサを装備しこれらのセンサを用いて案内サービスを提供する. 障害物の検知には, 主に本体に円周上に配置された超音波センサと赤外線センサを使用する.



写真1 案内ロボット

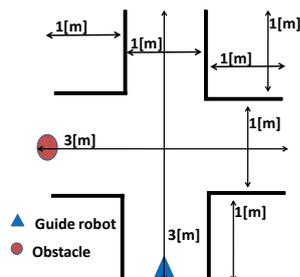


図1 実験環境

3. 実験内容

問題の本質を把握するためにまず単純でかつ最も多く遭遇する状況に限定する. ここでは障害物は直線運動をしていると仮定し実験環境を Fig. 1 のように十字路として実験を行った. 案内ロボットはゆっくり歩く時の速さを想定して秒速 20cm で走行させる.

4. 提案する軌道計画

4. 1 速度と位置の算出

障害物の速度と予想位置は, Fig. 2 に示すように障害物の過去の位置と現在の位置から近似的に算出する.  $R_k$  を (0, 0) とし進行方向を y 方向とする.

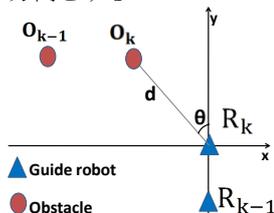


図2 算出モデル

O: 障害物の位置

R: 案内ロボットの位置

d: センサで測った障害物との距離

$\theta$ : 案内ロボットの進行方向と反応しているセンサの角度

k: 計測回数

T: サンプリング周期

$$O_{x(k)} = d_{(k)} \cos 90 - \theta_{(k)} \tag{1}$$

$$O_{y(k)} = d_{(k)} \sin 90 - \theta_{(k)} \tag{2}$$

$$O_{x(k-1)} = d_{(k-1)} \cos 90 - \theta_{(k-1)} \tag{3}$$

$$O_{y(k-1)} = d_{(k-1)} \sin 90 - \theta_{(k-1)} \tag{4}$$

$$\bar{v}_{O_{x(k)}} = \frac{O_{x(k)} - O_{x(k-1)}}{T} \tag{5}$$

$$\bar{v}_{O_{y(k)}} = \frac{O_{y(k)} - O_{y(k-1)}}{T} \tag{6}$$

$$O_{x(k+1)} = O_{x(k)} + \bar{v}_{O_{x(k)}} T \tag{7}$$

$$O_{y(k+1)} = O_{y(k)} + \bar{v}_{O_{y(k)}} T \tag{8}$$

$$R_{y(k+1)} = R_{y(k)} + \bar{v}_{R_{y(k)}} T \tag{9}$$

4. 2 案内ロボットの軌道計画

上記で算出できる  $O_k R_k O_{k+1}$  の三点を繋ぐことでできる三角形 (以下,  $\Delta O$ ) の和と,  $O_k R_k R_{k+1}$  の三点を繋ぐことでできる三角形 (以下,  $\Delta R$ ) を比較する.  $\Delta O$  は障害物の速度によって変化し,  $\Delta R$  は案内ロボットの速度によって変化する.  $\Delta O = \Delta R$  または  $\Delta O > \Delta R$  かつ  $d_{(k-1)} > d_{(k)}$  であれば案内ロボットは停止し,  $\Delta O < \Delta R$  であれば案内ロボットは障害物の前を通り抜けるようにした.

5. 実験結果および考察

提案した軌道計画で従来の軌道計画で起きていた問題を Photo. 2 に示すように解決することができた. しかし案内ロボットの角度分解能が低いため, 障害物の前方を通過できる状況でも角度次第では案内ロボットが障害物を優先する行動をすることがあった. これは, 障害物が案内ロボットの角度分解能の境では  $\bar{v}_{O_{x(k)}}$  が大きな変化をするためだと思われる.



写真2 実験風景

6. 結言

今回は軌道計画法を提案し案内ロボットの動作実験の結果を報告し, 動く障害物を考慮する軌道計画を実装することができた. また障害物の状態だけでなく, 後方についている被案内者の状態も考慮した軌道計画を作成する必要がある.

文献

(1) 溝淵宣誠, 王碩玉, 河田耕一, 山本正樹, “距離型ファジィ推論法に基づく案内ロボットの軌道計画法”, 知能と情報, Vol. 17, No1, pp. 112-121, 2005.