

Fig. 3 Experimental equipment

実機実験では、運搬する資材の大きさを半径 0.5m の円に収まるものとし、無方向四輪車の中心に配置するように想定して行うものを 2 つの異なる障害物配置の条件で行った。また運搬作業には、資材の半径+0.25[m]の半径を持つ円である安全範囲を設ける。この安全範囲の直径より小さい障害物の間隔は回避行動の選択をしない。1 つ目は最短目標経路上の右側に障害物を 1 つ配置し、左側に壁がある条件、2 つ目は 1 つ目の条件の障害物と壁との間に 1 つ障害物を追加した条件で行った。時間概念を含まない実機実験環境を図 4 に示す。開始地点は $(x,y) = (0,0)[m]$ であり、最終目標地点を $(x,y) = (0,3)[m]$ と置いた。障害物 1 の大きさは幅 0.275[m]、奥行き 0.295[m]、高さ 0.37[m] である。追加する障害物 2 の大きさは幅 0.23[m]、奥行き 0.365[m]、高さ 0.53[m] である。障害物 1 の中心座標は $(x,y) = (0.148,1.538)[m]$ であり、障害物 2 は $(x,y) = (-1.183,1.515)[m]$ である。障害物と壁との間隔は 1.6[m] であり、障害物を追加した場合、障害物と障害物との間隔は 1.0[m] になるように配置した。無方向性四輪車の開始姿勢角は $\pi/2$ であり、回避行動では姿勢角の変更をしないで一定に保つ。目標位置を更新する時間刻み 0.1[s] にした。

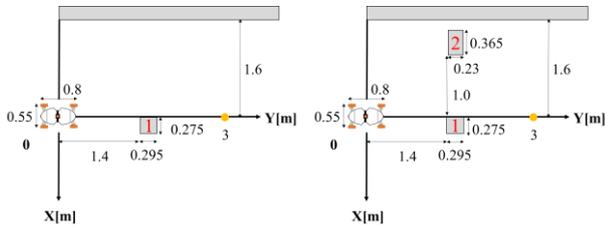


Fig. 4 Experiment (walls and obstacles) (left)
(obstacle between wall and obstacle) (right)

まず初めに、障害物と壁である場合の実機実験を行った実機実験の結果を図 5 に示す。

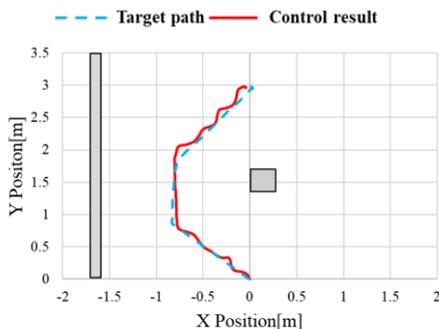


Fig. 5 Experimental result (walls and obstacles)

障害物 1 と壁との間隔が 1.6[m] であり、安全範囲の大きさが 1.5[m] であるため、通過が可能である。今回の障害物の配置では、障害物 1 と壁との間を通り抜けたほうが最短経路になる。最短経路は測域センサの最終目的位置への step 数と各中間位置の step 数の差から障害物の左端の中間位置が選択している。測域センサで障害物の端を検知し、通行可能幅を確認したため、図 5 のように障害物回避を行った。

次に、障害物と壁との間に障害物を追加した場合の実機実験を行った実機実験の結果を図 6 に示す。

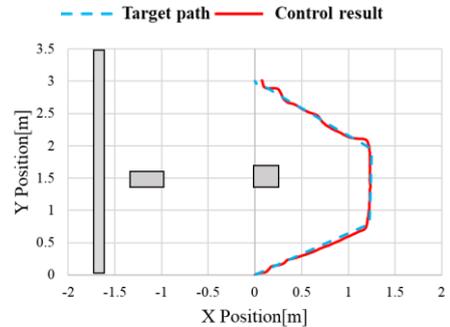


Fig. 6 Experimental result (obstacle between wall and obstacle)

障害物 1 と障害物 2 との間隔が 1.0[m] であり、安全範囲の大きさが 1.5[m] であるため、通過が不可能である。今回の障害物の配置では、障害物 1 と障害物 2 との間を通り抜けたほうが最短経路になるが、通過が不可能なため、図 6 のように障害物の右側へ進行し回避を行った。

図 5, 図 6 より資材が同じ大きさであり、異なる障害物の配置によって障害物回避の経路を変更しているのが分かった。また 2 つのパターンでの障害物回避を行ったが、障害物に衝突することなく最終目的位置までたどり着くことができた。障害物のエッジを見つけ最短経路の進行に対して回避スペースの有無を判断し、中間位置を設け進行して障害物の回避を行うことができ、提案した障害物回避アルゴリズムの有効性を示すことができたと考えられる。

5. 結言

今回は提案する資材運搬における障害物回避ため通路幅選択及び運動計画について実機実験を行い、提案手法の有効性を検証した。実機実験の結果から提案した障害物回避方法として有効性があることがわかった。

今後の展開では、実際に運搬物を載せた実験を行うため、資材をどのように載せるか検討を行う。また資材情報をあらかじめ手入力していたが、カメラを利用して資材の形状および大きさの情報を取得できるようにしたいと考える。今回提案した障害物回避アルゴリズムでは測域センサ 1 つの前方の 180 度の範囲で回避経路を生成したが、無方向性四輪車の後方にもう 1 つ測域センサを配置し、全体の確認を行い、回避性能を上げたいと考える。

文献

- (1) 森優, 王碩玉, 瀋博, 上田康浩, 安井利彰, 建築現場における自動運搬ロボットの障害物回避方法について, 第 20 回計測自動制御学会, 香川, 2019 年 12 月。
- (2) 原口 雅尚, 王 碩玉, 瀋 博, 超音波センサと測域センサによる無方向性四輪車の経路計画方法, 日本機械学会中国四国支部第 56 期総会・講演会論文集, K1302, 徳島, 2018 年 3 月。