

E-9

災害現場における人を最短避難経路に導くための自律移動ロボットの研究  
 ー複雑な環境でアルゴリズムの検討ー

Research of autonomous robot support leading victims out of the disaster site by selecting a shortest path  
 - Comparing algorithms in complex environments -

○宋帆<sup>1</sup>, 入江寿弘<sup>2</sup>

\* Song Fan<sup>1</sup>, Toshihiro Irie<sup>2</sup>

Abstract: When a robot performs leading activities, path planning plays an important role on driving the robot to desired mission area. Path planning aims to generate a feasible path for robot from one start place to another in a target environment. Astar algorithm is a classic method in path planning for mobile robot. In this paper, compare and composite Astar and RRTstar algorithms method is proposed to generate a shortest path.

1. はじめに

近年、地震や台風などの災害が年々頻繁になってきた。そこで、一般的な美術館や高層ホテルなどの閉鎖空間において利用可能な性能を備え、災害が起きて、周りの環境をスキャン、分析し、障害物を回避しながら最適経路で人々を安全場所に導くというロボットの開発に、大きな期待が寄せられている。このロボットについては自律的に移動することは人と共存していく上で重要な要素である。その時周囲の歩行者や、障害物との衝突を回避しなければならない。そして、災害現場のようなより複雑な環境で、効率的でないことが多い。

本研究では、歩行者で混雑した環境下で、ロボットが目的地に設定し歩行者に案内しながら移動し、他の歩行者や障害物との衝突を避け、効率的に移動することを本研究の目的とする。

2. 三輪式駆動全方向移動ロボット

(1) 実験機ロボット構造の設計

全方向移動ロボットは、オムニホイール三個を 120 度ずつに配置している (Fig.1)。オムニホイール (Fig.2) にエンコーダ式モータを搭載、各車輪の回転速度や回転方向を変えるだけで、全方向への移動が可能となっている。



Fig. 1 robot appearance



Fig.2 Omuni Wheel

(2) 三輪型ロボット移動可能な制御方法

Fig.3は三輪型移動ロボットの構造をモデル化したものである。

車輪の半径を  $r$ 、ロボット中心  $O$  から車輪までの距離を  $R$ 、左前の車輪から反時計まわりに回転速度をそれぞれ  $v1, v2, v3$  とした。すると、ロボットの速度  $V$  の関係式①を得られる。

$$V = \begin{pmatrix} v1 \\ v2 \\ v3 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} & R \\ 1 & 0 & R \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & R \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ w \end{pmatrix} \quad \text{--- ①}$$

また、理想的な状態での車輪の円運動の公式  $V=W*R$  を用い、さらにロボットの移動方向を定め、移動速度として  $(\dot{x} \ \dot{y} \ w)$  を与え、①式により各車輪の回転速度を求めると、ロボットを制御できる。

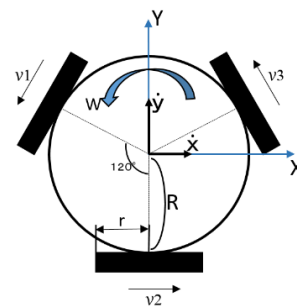


Fig.3 Structure Model

ロボットの速度制御は車輪回転数を検出して、トルクを制御するため、PWM で移動速度を制御する。

$$PWM = \frac{V1}{V0} \quad \text{--- ②}$$

V1:目標電圧 V0:電源電圧

1: 日大理工・院 (前)・精機

2: 日大理工・教員・精機

### 3. 自律移動ロボットの走行

#### (1) 自己位置の推定

自己位置推定には二種類がある。一つは位置追跡 (Pose Tracking) であり、初期位置が与えられて、そこから自己位置推定を開始する。もう一つは、大域自己位置推定 (Global Localization) であり、初期位置を与えずに自己位置推定を行う。

本研究では、理想的な状況で周りの環境にランドマークを設置し、初期位置を与える状態で移動する。

#### (2) 地図の生成

地図生成するためのレーザースキャナーを Fig. 4 に示す。



Fig.4 RPLIDAR A2M4 SCANNER

LIDAR は時計周りに高速回転しながら、一秒間に最大 4000 回の距離測定を行って、6メートルの範囲内を 2D で 360° スキャンできる。地図を 2D の点のデータ群という形で生成する。

#### (3) 地図生成シミュレーション

周りに障害物を設置した環境で、RPLIDAR で生成した点のデータ群で表される地図である。

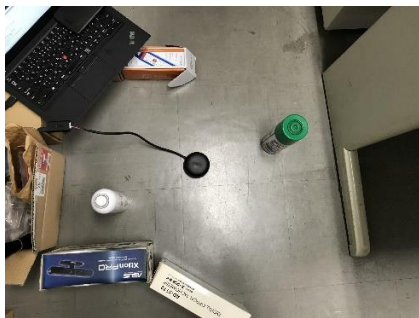


Fig.5 RPLIDAR measure environment

この環境によると、点群の地図を生成した (Fig. 6)

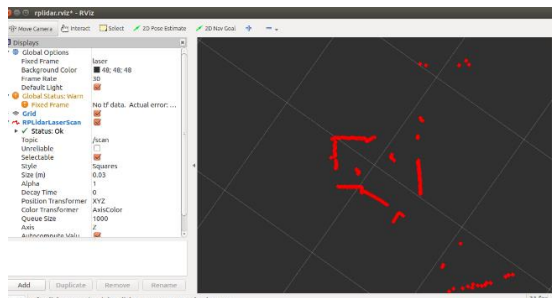


Fig.6 RPLIDAR measurement points

#### (4) アルゴリズムの検討

障害物を含む環境での軌跡の生成はアルゴリズムの次第である。アルゴリズムによって、周囲の環境の計算方法が異なり、最終した経路も変化する。そのため本研究では、RRT\*アルゴリズムや A\*アルゴリズムなどを用いて地図に最適経路を生成する。

#### A\*アルゴリズム

A\* アルゴリズムは、「平面上でスタートからゴールまでの道を見つける」という 2D グラフ探索問題において、ヒューリスティック関数 (経路コスト計算) という探索の道標となる関数を用いるアルゴリズムである。

#### RRT\*アルゴリズム

RRT \*は A\*と同じく経路計画 (探索) アルゴリズムの一つで、一般的な経路計画アルゴリズムが保証するような最適性はないものの、高次元空間 (3D) で高速に経路が生成できるアルゴリズムである。

### 4. まとめ

本発表では、三輪駆動全方向移動ロボットの運動方式と制御方法を分析し、障害物を回避した際の運動パラメータの算出が可能となった。

今後について、複数のアルゴリズムによって、経路を最適化になるよう検討する。そして、より複雑な環境 (火、破片が分散) での利用、障害物との衝突回避制御の改善を研究する予定である。

### 5. 参考文献

[1] 山下淳, 浅間一, 新井民夫, 太田順, 金子透; 「ロボットの移動機構に関する研究動向」 日本ロボット学会誌 Vol. 21 No. 3 pp. 282-292

[2] 友納正裕; オーム社発行 : SLAM 入門 : ロボットの自己位置推定と地図構築の技術

[3] 原祥堯 「ベイズ理論に基づく移動ロボットの自己位置推定と地図生成に関する研究」 筑波大学 2015. 3

[4] Zhao Wang, Xianbo Xiang, Jun Yang, Shaorong Yang; 「Composite Astar and B-spline algorithm for path planning of Autonomous Underwater Vehicle」 2017 IEEE 7th International Conference on Underwater System Technology: Theory and Applications