

## 瓦礫撤去レスキューロボットのためのシステム構築に関する研究 Research on System Constructions for Rubble Withdrawal Rescue Robots

○各務竜平<sup>1</sup>, 越川佳祐<sup>1</sup>, 藤井俊郁<sup>2</sup>, 羽多野正俊<sup>3</sup>

\* Ryuhei Kagami<sup>1</sup>, Keisuke Koshikawa<sup>2</sup>, Toshifumi Fujii<sup>2</sup>, Masatoshi Hatano<sup>3</sup>

This paper is concerned with a removal method for rubbles having an unknown shape. In disaster area, characteristics of rubble, such as shape, mass and so on, are unknown. Moreover, when remotely operating the robot, the camera image has a narrow field of view, difficulty in navigating, leading to operational mistakes and the like, which may cause a secondary disaster. In this presentation, we propose a robot that can be easily operated by anyone.

### 1. 緒言

本研究の目的は、レスキューロボットにより未知形状である瓦礫を撤去するための手法を提案することである。災害現場において瓦礫の形状、質量、置かれている状態等は千差万別で未知である。そのため瓦礫のどの部分を掴んで、どのように撤去作業を行えば、積み重なった瓦礫を崩さず、また、被災者に損傷を与えることなく瓦礫を撤去できるのかを知ることが必要である。またロボットを遠隔操作する場合、カメラ画像は視野が狭く、操縦が難しく、操作ミス等に繋がり二次災害を引き起こしてしまうことも考えられる。よって、ロボットは誰にでも使える簡単なものであることが望ましい。

本発表では、積み重なった瓦礫を崩さず撤去作業を行うためのレスキューロボットのシステム構築について述べる。

### 2. 実験機

実験機を Figure 1 に示す。実験機は移動ロボット部と

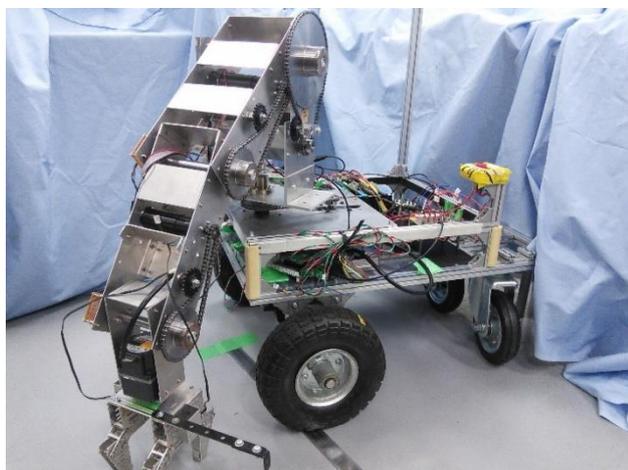


Figure 1 Constructed rescue robot

車載マニピュレータ部から成り立っている。移動ロボット部は左右独立に駆動し、DC モータで駆動され、ロータリーエンコーダによりクローラの回転角を計測する。車載マニピュレータ部は 4 リンク機構となっている。各リンクは DC モータで駆動されており、回転角を計測するためのポテンショメータが取り付けられている。またアームの先端にも DC モータが取り付けられているため、ハンドを回転させることができる。

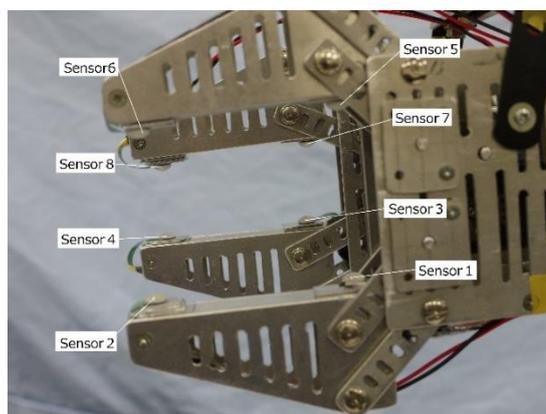


Figure 2 Hand of the rescue robot

Figure 2 はハンドの拡大図である。ハンドは 4 本の指から形成されている。左右の指にはそれぞれサーボモータが取り付けられており、上下の指 2 本が一对で動く。よって左右の指は独立して開閉することができる。また上下の指は平行リンク機構であり、それぞれの物体を掴む面を平行に保持したまま物体を掴むことができる。さらに、各指ごとに力センサが 2 つずつ取り付けられており、合計 8 つの力センサから瓦礫を把持する力および瓦礫からの反力を計測することができる。

また ROS により、ロボットの移動ロボット部、車載マニピュレータ部はジョイスティックコントローラで無線操作することができる。

### 3. がれき撤去実験

移動ロボット部, 車載マニピュレータ部を操作し, ハンドの上側に設置したカメラ映像のみでの, がれき撤去実験を行ったところ以下のような問題点があげられた.

- カメラからの情報のみだと, ハンドの位置決めが難しい, また現在のハンドの姿勢がわからない
- カメラ画像からだ, がれきを掴めているかがわからない
- カメラからの情報のみだと, がれきを掴める位置まで移動することも難しい.

これらの問題点から以下のような情報が必要だと考えられる.

- 対象物までの距離データ
- ロボットの姿勢を把握できるもの
- 広い視野

これらの問題点を解決するために, カメラの数を増やし, 視野を広くした. また kinect を取り付け, 対象物までの距離データを計測できるようにした

### 4. 誘導制御手法

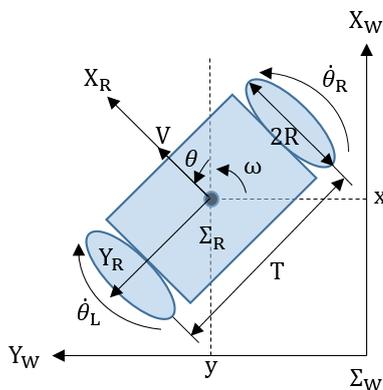


Figure 3 Model of the mobile robot part

3章でのがれき撤去実験を行ったところ, 実験機を目標地点に移動させることが難しかった. そこで目標地点の座標を入力することで, ロボットが自動的に移動する誘導制御手法を用いた. 誘導制御手法とは, 軌道制御を用いてロボットを目標姿勢にする制御手法である. 軌道制御とは, 目標値 $(x_r, y_r, \theta_r)$ と自己位置 $(x, y, \theta)$ から偏差 $(e_x, e_y, e_\theta)$ を計算して, フィードバック制御をし, 並進速度 $v_d$ と角速度 $\omega_d$ を算出する方法である. 誘導制御とは軌道制御により算出した並進速度 $v_d$ , 角速度 $\omega_d$ を逆運動学により左右のクローラの角速度を求めるという考えである. Figure 4 に誘導制御手法のフローチャートを示す[1].

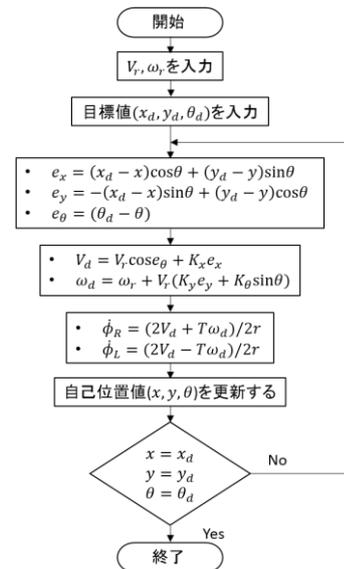


Figure 4 Flow chart for the guidance control

### 5. 誘導制御実験

誘導制御手法を用いて目標位置までの移動実験を行った. 初期自己位置を $\Sigma_R$ の原点 $(0, 0, 0)$ , 目標値を $(1, 1, 0.785)$ としたとき, 走行後目標値まで到達できるか実験を行った. Figure 5 に実験結果を示す. グラフの横軸は時間を, 縦軸はロボットの自己位置 $(x, y, \theta)$ のそれぞれ表したものとなる. 実験結果より目標値に収束していることがわかる.

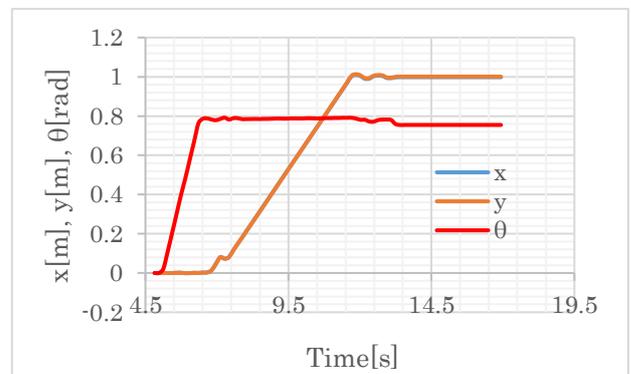


Figure 5 Result of guiding control

### 6. 結言

積み重なった瓦礫を崩さず撤去作業を行うためのレスキューロボットのシステム構築について述べた. レスキューロボットを簡単に目的地に移動させるための誘導制御手法について提案した.

### 7. 参考文献

- [1]鈴木儀:「レスキューロボットのための画像および把持力情報を用いた瓦礫素材の同定と撤去作業に関する研究」(2015)