

## 瓦礫撤去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 Robots

○各務竜平<sup>1</sup>, 荒兼潤也<sup>2</sup>, 越川佳祐<sup>2</sup>, 羽多野正俊<sup>3</sup>\* Ryuhei Kagami<sup>1</sup>, Jyunya Arakane<sup>2</sup>, Keisuke Koshikawa<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 rubbles, such as shape, mass and so on, are unknown. Therefore, such characteristics are needed to be identified by measuring with sensors for safe removal. In this research, we propose a method to perform the removal without break down during working using strain gauges and force sensors.

### 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。そのため力センサの応答時間やカメラから得られる視覚情報等により、瓦礫の動特性や掴んでいる位置の推定を行うアルゴリズムについて考える。

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新しい瓦礫撤去ロボットの開発について述べる。

### 2. 従来の実験機

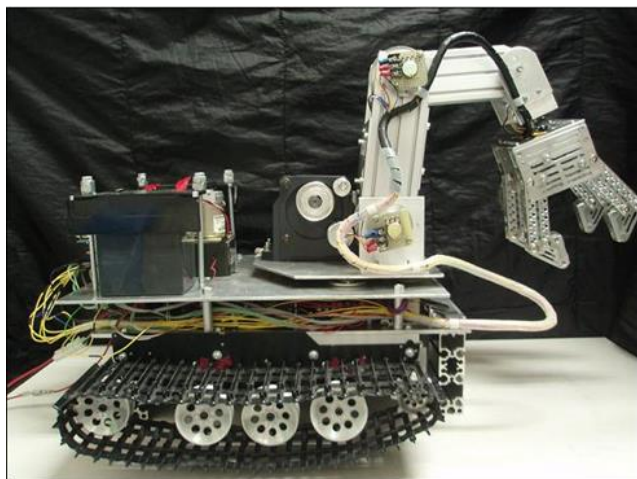


Figure 1 Constructed rescue robot

従来の実験機を Figure 1 に示す。実験機は移動ロボット部と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のクローラで駆動し、左右

のクローラはそれぞれ 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の Link1, Link2 は DC モータで駆動させており、それぞれ角度を測定するためのポテンシオメータを取り付けてある。車載マニピュレータ部の Link3, Link4, Link5 はサーボモータにより駆動される。

### 3. 新しいロボットの開発

従来の実験機をもとに新しい実験機を製作した。

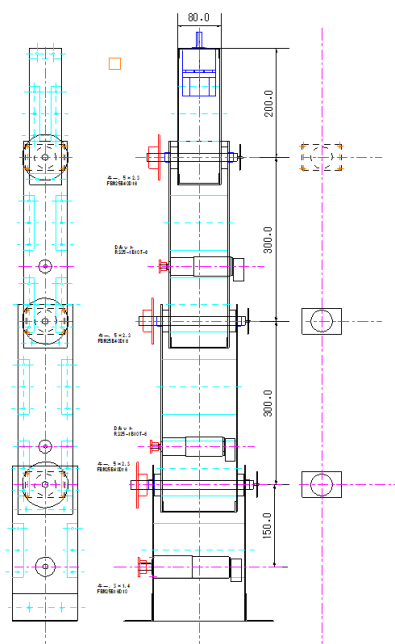


Figure 2 Rescue robot hand

Figure 2 は設計した瓦礫撤去ロボットの車載マニピュレータ部である。Figure 1 のマニピュレータは全長 40cm ほどであるのに対し、Figure 2 のマニピュレータ全長は 100cm ほどと大型化している。またそれに伴い、本稿では示していないが、移動ロボット部も大型化している。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ロータリーエンコーダ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おり, ハンドを回転させることができる.

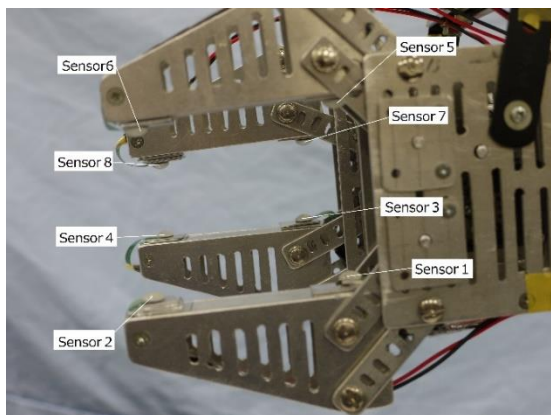


Figure 3 Hand of the rescue robot

Figure 3はハンドの拡大図である. ハンドは4本の指から構成されている. 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.

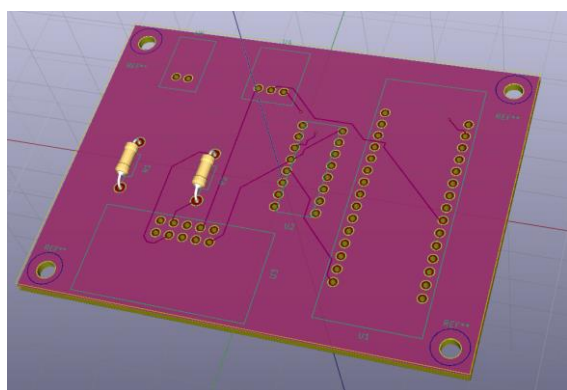


Figure 4 Circuit diagram of arm controllers

車載マニピュレータ部の制御用回路基板は誤作動を防ぎ, 安定性を向上させるため, メーカーに製作を依頼した. Figure 4はKicadで設計した, 回路基板である. 制御用マイコンには mbed との高い親和性のある STM32 Nucleo F303K8 を使用している. また ROS により, 車載マニピュレータ部の各リンクは, ジョイスティックコントローラで操作することができる.

移動ロボット部は4つの車輪から構成され, そのうち2輪が駆動輪で有り, それぞれ DC モータで駆動され, 回転角を計測するためのロータリーエンコーダが取り付けられている. また4輪それぞれの取り付け部に歪みゲージが取り付けられており, 地面からの反力を計測することができる.

#### 4. 誘導制御手法

実験機を目標位置に移動させるために用いた誘導制御手法について述べる. 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, フィードバック制御により並進速度  $v_d$  と角速度  $\omega_d$  を算出する. 算出した並進速度  $v_d$ , 角速度  $\omega_d$  を基に左右駆動輪の目標角速度を決定する. Figure 5 に用いた誘導制御手法のフローチャートを示す. [1]

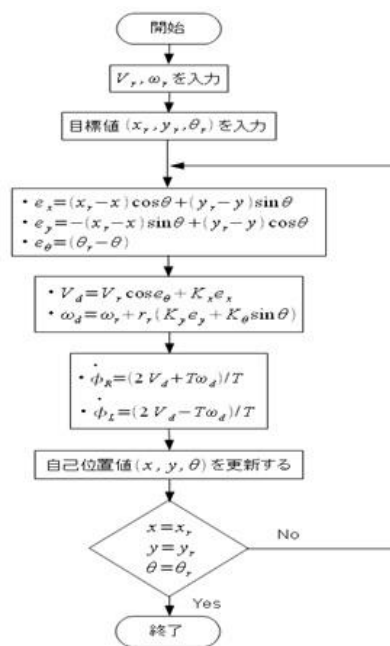


Figure 5 Flow chart for guidance control

#### 5. 結言

積み重なった瓦礫を崩さず撤去作業を行うための瓦礫撤去ロボットについて述べた. 今後, 実験機を用いて力センサ, 歪みゲージから瓦礫の反力, 地面からの抗力を計測し, 瓦礫撤去ロボットが作業を行う姿勢についての考察, 検討を行う予定である.

#### 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)