

## 小型レスキューロボットのジャンピング姿勢制御に関する研究

## Research on Jumping Motion Controls of Compact Rescue Robots

○齊藤好宏<sup>2</sup>, 南皓太<sup>2</sup>, 市川誠朗<sup>2</sup>, 羽多野正俊<sup>3</sup>\*Takahiro Saitou<sup>2</sup>, Kouta Minami<sup>2</sup>, Noriaki Ichikawa<sup>2</sup>, Masatoshi Hatano<sup>3</sup>

**Abstract:** In this research, we develop motion control methods of compact rescue robots during jumping. A compact rescue robot can move around faster and go into narrow spaces in rescue fields. However, faster run motions occur jumping motions of the robot when it run over gaps on irregular terrain. Thus, motion control of the robot in the air is required. In this report, we show possibilities of the motion control using sub-crawlers through experiments with our constructed compact rescue robot.

## 1. 諸言

本研究の目的は、災害現場で人間の代わりに要救助者の探索活動をする小型レスキューロボットが高速で走行し、探索効率を向上させることである。地震などの災害現場において要救助者の探索を迅速に行う必要がある。探索型レスキューロボットにおいてこれまで我々の研究室では開発したロボットは1台のロボットで環境認識、ドア開けアームシステム搭載、レーザー距離センサによる階段昇降などあらゆる機能を搭載しようとしていたため、大きく重くなり運動性能が低下する傾向にあった。しかし、災害発生時に探索活動をする際に重要なことはいかに早く要救助者を見つけることである。そこで小型化することでの走行速度向上、探索の迅速化と範囲拡大を目的とした小型レスキューロボットを製作した。本報告では、製作した小型レスキューロボットと運動制御実験結果について示す。

## 2. 従来のレスキューロボットと問題点

これまで我々の研究室で製作した探索型レスキューロボットを Fig. 1 に示し、その諸元表を Table 1 に示す。Fig. 1 は、実際の災害現場を模したフィールド(ロボカップレスキューフィールド)で走行実験を行った様子を表す。このフィールドは1つの部屋の中でさまざまな不整地を走行し、要救助者を探し出す課題が与えられており、さらに近年はより現実問題に適応した、学校や工場のような広い敷地内を迅速に探索することが要求されている。また、以下に現在のレスキューロボットの問題点を示す。

- ・ロボットサイズが大きいため、がれきが入り組んでいるフィールドでは小回りが利かない。
- ・ロボットの全高が高く、アームが長いため、狭い場所に入り込むことができない。
- ・重いため、坂道を登ることが困難であり、また走行

速度が遅い。

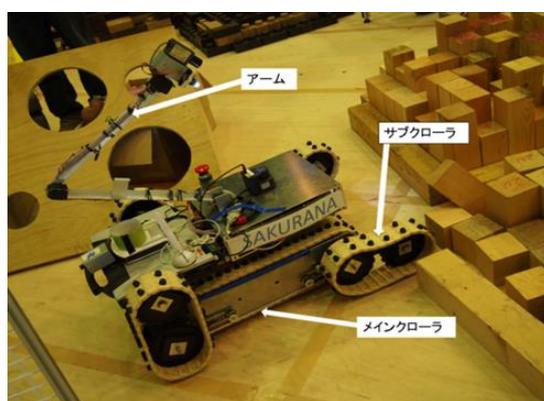


Figure 1. Overview of the constructed rescue robot

Table 1. Specification of the constructed rescue robot

|        |                               |
|--------|-------------------------------|
| 機体長さ   | 最小 660mm(最大 980mm)            |
| 機体幅    | 580mm                         |
| 機体高さ   | 290mm                         |
| 機体重量   | 34.4kg                        |
| クローラ直径 | 150mm                         |
| トレッド   | 150mm                         |
| DC モータ | 電源 : DC 24V<br>定格出力 : 90W × 6 |
| 走行速度   | 0.10m/s                       |

## 3. 製作した小型レスキューロボット

前章で述べた問題点や要求されている点、従来のロボットを製作した際の問題点等を踏まえ小型レスキューロボットの設計製作を行った。製作した小型レスキューロボットを Fig. 2 に、諸元表を Table 2 にそれぞれ示す。新旧ロボットを比較した場合、全長は約 1/2 倍に、全高は約 1/3 倍、全重量は約 1/4 倍、走行速度は 30 倍に

1 : 日大理工・学部・精機, 2 : 日大理工・院(前)・精機, 3 : 日大理工・教員・精機

なり旧ロボットの問題点を改善することができた。

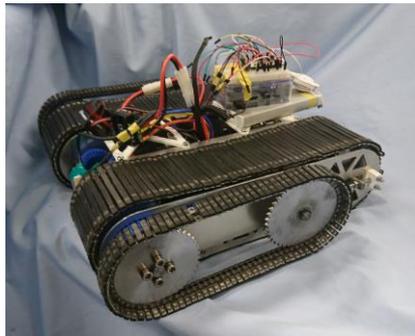


Figure 2. Overview of the compact rescue robot

Table 2. Specification of the compact rescue robot

|        |   |
|--------|---|
| 機体長さ   | 最小 365mm(最大 525mm)                          |
| 機体幅    | 392mm                                       |
| 機体高さ   | 93.3mm                                      |
| 機体重量   | 8.3kg                                       |
| クローラ直径 | 93.3mm                                      |
| モータ    | Speed Passion ブラシレス×2<br>ツカサ電工 DC12V, 21W×2 |
| 走行速度   | 3.0m/s                                      |

#### 4. 小型レスキューロボットの空中姿勢制御

製作した小型レスキューロボットを用いて斜面走行実験を行った。30°の斜度を持つ斜面を用意し、小型ロボットを正対させ走行させた。ロボットを最高速で斜面に進入させ空中でロボットがどのような姿勢になり、滞空時間や着地点までの距離の計測を行った。実験結果を Table 3 に示す。実験結果としてロボットが斜面から飛び出し、ロボット前方部分が地面に突き刺さるような状態になり転倒した。このことから空中で姿勢制御を行うことが望ましいと考えられる。ロボットが減速せず高速スピードを保ちながら斜面からジャンプした際に、ロボットが地面に着地時に転倒横転しないための最適姿勢制御を行う。そのための前段階として基礎実験を行った。実験方法として空中に飛び出したと仮定し、その時のロボット姿勢をメインクローラと地面は水平とする。サブクローラの初期角度はメインクローラの角度に対して 90°、135°、180° の 3 パターン用意し実験を行った。またサブクローラの角速度も 10deg/s、30deg/s、50deg/s の 3 パターン用意し、それぞれ実験を行った。実験環境を Fig. 3、実験結果の一例を Fig. 4 に示す。実験結果よりサブクローラの運動により動的干渉を介してボディの姿勢を変化させるこ

とができ、さらにサブクローラの任意の初期角度からでも角速度が大きさに伴いボディの角度変化が大きくなることが分かった。これによりサブクローラの運動によりジャンプ運動中のロボット全体の姿勢変化を制御できることを実験により示した。

Table 3. Result of Slope Running Test

|      |       |
|------|-------|
| 滞空時間 | 0.4 秒 |
| 跳躍距離 | 1.6m  |

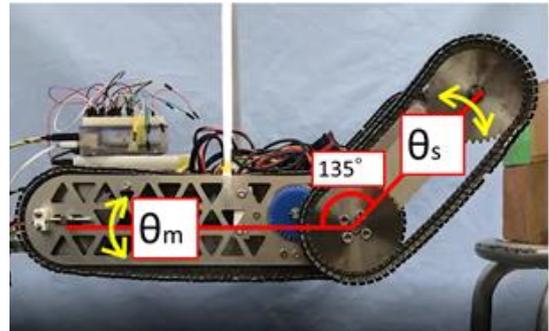


Figure 3. Experiment environment example

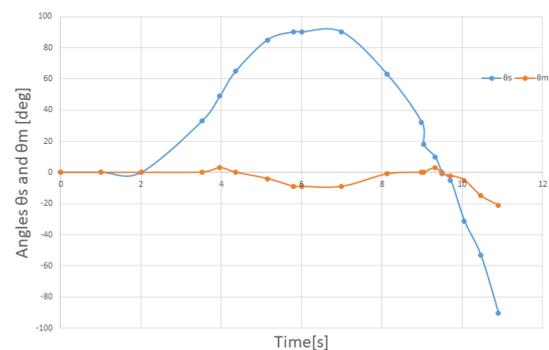


Figure 4. Initial position 135° angular velocity 50deg/s

#### 5. 結言

本稿では、従来製作したレスキューロボットの問題点を挙げ、災害現場において広範囲の敷地内を移動し、迅速に要救助者を探索する小型レスキューロボット製作結果、空中姿勢制御の基礎実験について述べた。今後は空中における最適姿勢制御手法を検討する予定である。

#### 6. 参考文献

- [1] 齊藤好宏, 小型レスキューロボットの設計に関する研究, 日本大学学術講演会 2017
- [2] 宮東将史, 小型高速走行レスキューロボットの開発に関する研究, 日本大学理工学部修士論文(2018)