

## 脚ロボット用可動式スパイクフットの開発 Development of feet with movable spikes for legged robots

○薩摩 諒太, 井上 健司  
○Ryota Satsuma, Kenji Inoue

山形大学  
Yamagata University

キーワード: 6脚ロボット (Six-legged robot), スパイクフット (Spike foot),  
近接センサ (Proximity sensor)

連絡先: 〒992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16  
山形大学大学院理工学研究科応用生命システム工学専攻 井上健司  
TEL&FAX: 0238-26-3335, E-mail: inoue@yz.yamagata-u.ac.jp

### 1. はじめに

災害現場でのレスキュー活動など危険が伴う環境で人の代わりに活動するロボットには, 高い移動能力と作業能力を併せ持つことが求められる. そこで我々は, 移動と作業の3つのモードを切り替え可能な6脚作業移動ロボットを開発している[1]. これまでの6脚歩行法は, 足場のしっかりした平地での高速安定な歩行を可能にしているが, 屋外には雪や砂のような脆弱な地面が存在する. そのような地面でロボットを歩行させる場合, 脚の沈下や斜面での滑落により, 歩行が困難になると考えられる.

本研究では, 脆弱な地面での歩行を可能にする可動式スパイクフットを提案し, 実験により, 脆弱な地面の歩行の可能性と問題点を明らかにする.



図1 6脚作業移動ロボット

### 2. 6脚作業移動ロボット

可動式スパイクフットを取り付ける前の6脚作業移動ロボットを図1に示す. 脚の自由度は3, よってロボットの全自由度は18である. 関節には, ROBOTIS社のサーボモータ Dynamixel MX-28 と RX-28 を使用した. ボディのサイズは200[mm]×100[mm]×93[mm], 脚1本の全長は350[mm], ロボットの全重量は2.7[kg]である. コンピュータと電源はロボット外部にあり, 有線で接続されている.

### 3. 可動式スパイクフット

#### 3.1 構造

可動式スパイクフットの構造を図2に示す. 可動式スパイクフットは, 可動スパイク, スライド板, 保持器からなる.

可動スパイクは, 保持器に沿って平行移動する. スパイク部分は, 保持器底面から垂直に突き出る.

スライド板は, 可動スパイクに対して横にずれることができる. 複数のON/OFF出力の近接センサを可動スパイクに取り付け, このずれを検出する.

ロボットには, 脚先の姿勢を制御するためのモータが付いていない. そのため, 脚先とスライド板の間に, 2方向に曲がることのできるユニバーサルジョイントを挟む.

製作した可動式スパイクフットを6脚ロボットに実装した状態を図3に示す. 部品は3Dプリンタで作製した.

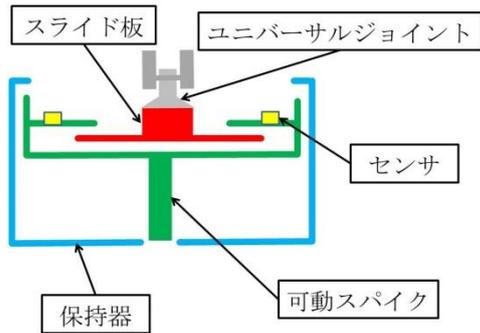


図2 可動式スパイクフットの構造

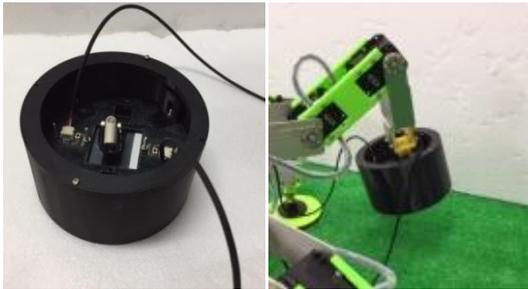


図3 可動式スパイクフットを取り付けたロボット

### 3.2 突き刺し制御

スパイクを地面に垂直に突き刺すには、保持器底面を地面に接触させてから、可動スパイクを保持器に沿って下げればよい。以下にその制御方法を示す(図4)。

- (1)脚を動かして、可動スパイクを鉛直に下降させる。
- (2)保持器底面の一部が地面に接すると、ユニバーサルジョイントにより、地面の凹凸や傾きに応じて保持器が自然に傾き、保持器底面全体が地面に着地する。その結果、可動スパイクとスライド板の間にすれが生じ、片側のセンサが ON になる。そこで、このセンサが OFF になるまで、脚でスライド板を戻す。
- (3)両方のセンサが OFF になったら、再び脚を下降させる。
- (4)～(5)動作(2)(3)を繰り返し、スパイクを地面に垂直に突き刺す。
- (6)可動スパイクが保持器底面に到達すると、両方のセンサが ON になるので、着地を終了する。

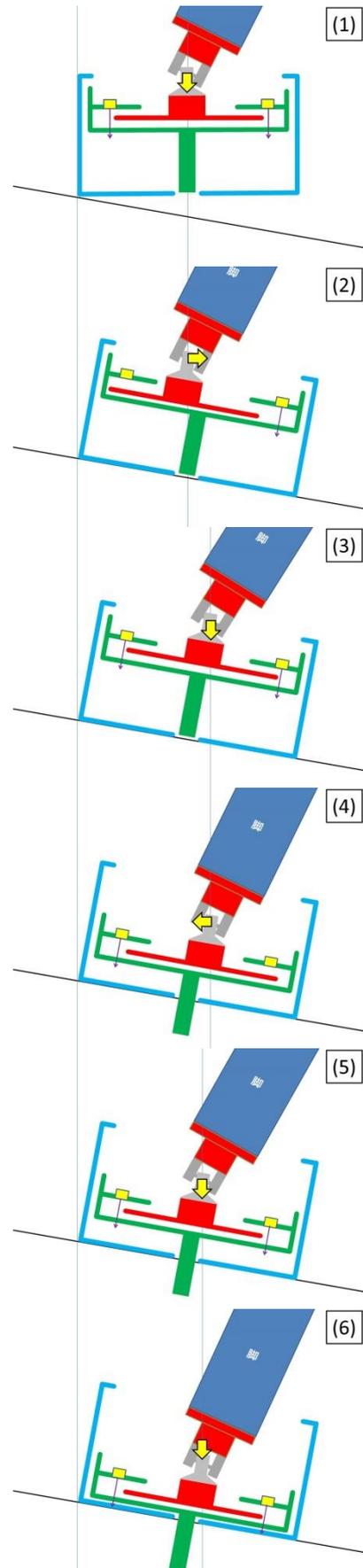


図4 可動式スパイクフットの突き刺し制御

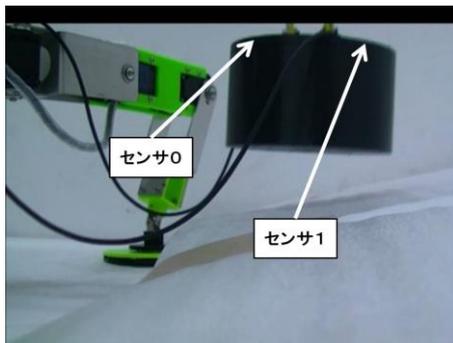
#### 4. 脚降ろし実験

ロボットの1脚に可動式スパイクフットを取り付ける。その脚を検証脚とし、他の5脚は支持脚とする。スパイクが突き刺さる脆弱な地面として、緩衝材シートを用いた。

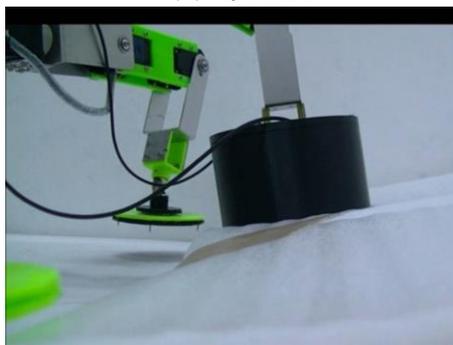
実験結果として、脚の接地前と接地後の様子を図5に、その時のセンサのグラフを図6に示す。

#### 参考文献

- [1] 井上, 大江: 3つのモードを切り替え可能な6脚作業移動ロボットの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2008 講演論文集, 1A1-E04, 2008/6.



(1) 接地前



(2) 接地後

図5 脚の接地前と接地後の様子

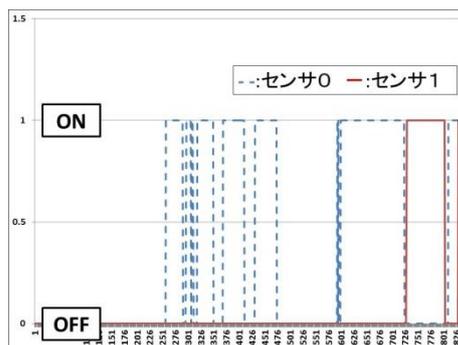


図6 センサのグラフ

#### 5. おわりに

脚ロボット用可動式スパイクフットを開発し、6脚作業移動ロボットの1脚に取り付けた。実験により、スパイクの突き刺しを確認できた。

今後の課題として、6脚すべてに取り付け、歩行実験を行い、評価する。