

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2017 in Fukushima

周 防 典 幸

Noriyuki SUO

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は2017年5月10～13日にかけて、福島県のビックパレット福島において行われた「ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 in Fukushima」に参加した。11日のポスター講演において「脚移動ロボット」のセッションで「電磁クラッチを用いたアクティブサスペンション型1脚ロボットの連続跳躍」について研究発表を行った。

2. 研究内容

2.1 緒言

脚型ロボットは整地や不整地での歩行・走行を行える等、汎用性に優れている反面、バランス制御が難しく、ダイナミックな動作を行うことが困難な場合がある。そこで、我々は脚型ロボットの安定したバランス制御の獲得を目指し、脚型ロボットとしては最も安定性の低い1脚ロボットの跳躍動作について研究を行っている。本研究ではばねとモータの再選定を行った。また次の跳躍のための準備時間を減少させ、着地時のバウンドを軽減させるために新しい制御を導入し、より高く安定した連続跳躍を目指す。

2.2 機体構成

設計製作した電磁クラッチを用いた1脚ロボットを図1に示し、その諸元を表1に示し、電磁クラッチ機構の断面図を図2に示す。主な特徴としては跳躍機構、電磁クラッチ機構を有していることが挙げられる。跳躍機構はモータの回転をスパイラルマイタ、ラックピニオンを経由して直動運動に変換し、脚の伸縮を行っている。また、マイタとピニオンの

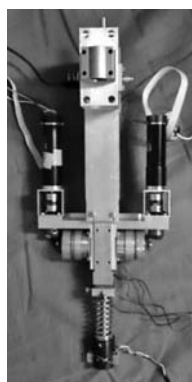


Fig. 1 one-legged robot

Table 1 Parameters of One-Legged Hopping Robot with Electromagnetic

Robot Length [mm]	525
Length of Body Part [mm]	279
Length of Leg Part [mm]	372
Robot Mass [kg]	4.55
Mass of Body Part [kg]	0.98
Mass of Leg Part [kg]	3.57

Table 2 Specifications of the spring

Spring constant[N/mm]	Natural length[mm]	Max deflection[mm]
5.920	100.0	58.0
7.500	80.0	46.0
4.890	120.0	71.0
4.211	125.0	51.7

Table 3 Specifications of the motor

Moderation ratio	Maximum torque[N・mm]	Max rpm[rpm]
23:1	85.6	8050

間に組み込んだ電磁クラッチは、回転中でも着脱が可能である。また脚先に取り付けたマイクロスイッチによって着地判定を行っている。

2.3 ばね・ギアヘッドの選定

より効率の良い跳躍をさせるために、新たに3種類の異なるバネ定数の圧縮バネと新たなDCモータを用いて、最適な組み合わせを調べた。その緒言を表2及び表3に示す。

2.4 新制御の導入

跳躍のための準備時間を減少させ、着地時のバウンドを軽減させるため考案した新しい制御アルゴリズムを図2に示す。

2.5 連続跳躍実験

選定したDCモータと圧縮バネを採用し、考案した制御アルゴリズムを用いて実験を行った。

実験環境は垂直方向のみの跳躍実験を行う必要が

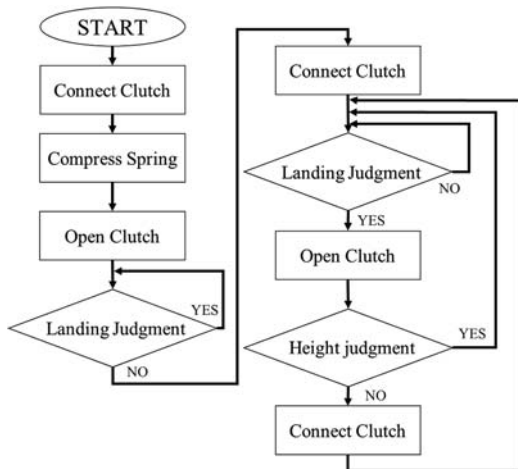


Fig. 2 New control

あるため、図3のようにアルミフレームを組み合わせ、シャフトと機体に取り付けたりニアプシュにより、跳躍動作を垂直方向のみに拘束した。

連続跳躍実験で得られたデータを表4に示す。

表4から、最高跳躍時間及び平均跳躍時間において、バネ定数 $k=5.920$ (N/mm) の圧縮バネを使用した時のデータが優れていることがわかる。また、バネ定数 $k=7.500$ (N/mm) の圧縮バネは、平均跳躍時間こそ $k=5.920$ (N/mm) の圧縮バネに劣るが跳躍の間隔は0.01秒上回っている。電磁クラッチ機構を有効に利用するためには、バネ定数は高い方を選んだ方が効率が良いといえる。次に、以前の制御での跳躍と新しい制御での跳躍を比較したデータを図4及び図5のグラフで示す。

図4のタッチセンサーの値に注目すると、以前の



Fig. 3 experimental conditions

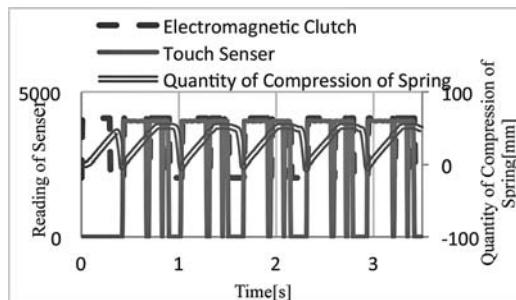


Fig. 4 Result of Old Control

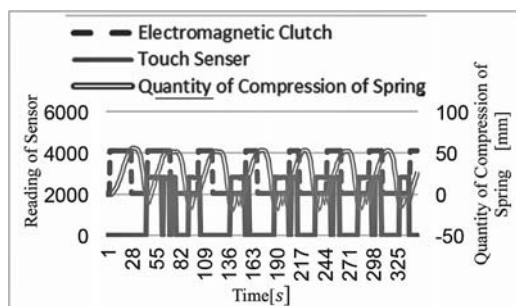


Fig. 5 Result of New Control

制御では着地時のバウンドが目立つ。しかし、図5の新しい制御では着地時に生じる衝撃を緩和することが出来ており、バウンドを抑えることが出来た。

2.5 結言

電磁クラッチ機構を有したアクティブサスペンション型1脚跳躍ロボットに、新しく減速比の異なるDCモータといくつかのバネ定数の異なる跳躍用圧縮バネを選定し、新跳躍制御を適用することで、1自由度1脚跳躍ロボットのより安定した連続跳躍に成功した。

3. おわりに

ポスター発表では動画を用いて、ロボットの動きを分かりやすく伝えることができた。

また講演会に参加することで、他の人や企業の研究また自分の研究に対する意見を知ることができ貴重な経験となった。

Table 4 Comparison of Each Result

Spring constant[N/mm]	4.211	4.890	5.920	7.500
Max jump time[s]	0.19	0.16	0.22	0.21
Average jump time [s]	0.17	0.14	0.19	0.16
Jump preparations time[s]	0.16	0.22	0.16	0.15