

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2016 in Yokohama

周 防 典 幸

Noriyuki SUO

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は2016年6月8～11日にかけて、パシフィコ横浜において行われた「ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 in Yokohama」に参加し、「特殊移動ロボット」のセッションにおいて「電磁クラッチを用いた1脚ロボットの連続跳躍」と題したポスター発表を行った。

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。本研究では電磁クラッチを用い機体の軽量化を行い跳躍時間を向上させ、バネを縮める時間とクラッチを接続する時間を確保することで、安定した連続跳躍の獲得を目指す。

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、その諸元を表1、電磁クラッチ機構の断面図を図2に示す。跳躍機構においては、モータの回転をスパイラルマイタおよび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。マイタとピニオンの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。なお、以下の実験では、図1の中央を通るリニアブッシュとシャフトによって跳躍動作を垂直方向の

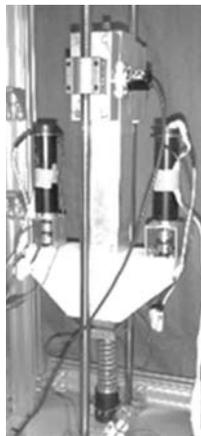


Fig. 1 one-legged robot

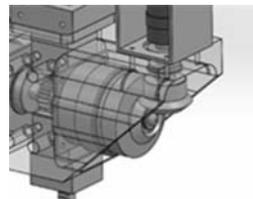


Fig. 2 Cross Section of Electromagnetic Clutch

Table 1 Parameters of Our One-Legged Hopping Robot with Electromagnetic Clutch

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

みに拘束した。

2.3 1回跳躍の実験

(1) 実験目的と実験方法

電磁クラッチを用いることで、跳躍時間や跳躍高さにどのような影響が出るのかを調べ、電磁クラッチの有効性を検証した。

脚先が地面に着地した状態で、跳躍用 DC モータを回転させ、脚を縮めていく。このとき、バネは元々自重で少し縮んでいるため、バネの全たわみ量からその自重分を引いた値だけバネを縮める。そしてその後、クラッチを解放する。脚先が地面を離れた瞬間から次に着地するまでの時間を跳躍時間とし、その値を基に評価を行った。

(2) 実験結果

1回跳躍の実験で得られたデータを図3に示す。図3より、跳躍時間よりも脚を縮めるために必要な時間の方が長いことがわかる。また跳躍時間はバネの縮み量に比例して増えていることがわかる。

2.4 連続跳躍の実験

(1) 実験目的と実験方法

本実験では、安定した連続跳躍を目指す。

1回跳躍の実験結果より、跳躍中にバネを縮めることができないため、着地後もバネを巻き上げる必要がある。このことより、図4左の制御を用い

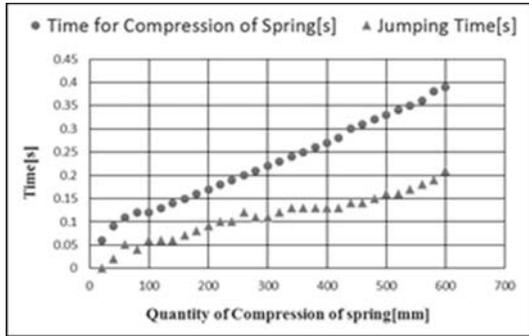


Fig. 3 Jumping Time and Compression Time

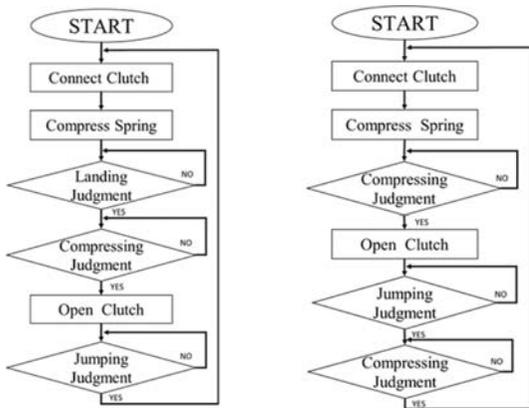


Fig. 4 Control 1 and Control 2

た。また、着地の衝撃を緩和し、バネの力を十分に活かすために、着地時のエネルギーを用いてバネを十分に縮めた後クラッチを接続し目標値までバネを縮めた後クラッチの開放を行う図4右の制御も合わせて検討した。

(2) 実験結果

連続跳躍の実験で得られたデータを図5と図6に示す。図5より、制御1では最大跳躍時間が0.27秒、次の跳躍までの時間は平均0.3秒となったが、着地時にリバウンドが生じたことが判る。図6より、制御2では最大跳躍時間が0.15秒、次の跳躍までの時間は平均0.42秒となり、跳躍時間が減少し次の跳躍までの時間が増加したが、着地後のバウンドを軽減できていることが判る。

機械式クラッチ機構と今回採用した電磁式クラッチ機構における実験結果の比較を表2に示す。制御

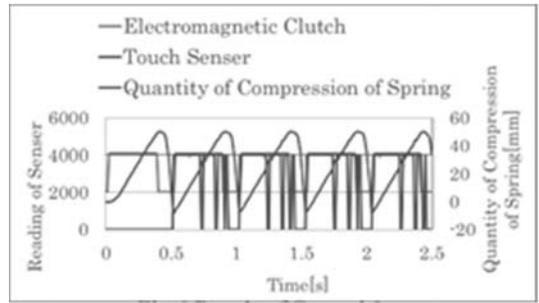


Fig. 5 Result of Control 1

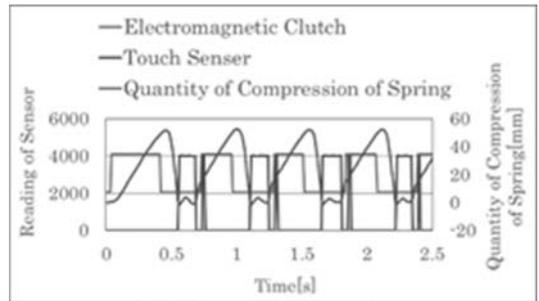


Fig. 6 Result of Control 2

Table 2 Comparison of Experimental Results

	Mechanical Clutch	Electromagnetic Clutch	
		Control 1	Control 2
Maximum Jumping Time[s]	0.23	0.27	0.15
Maximum Jump Height [mm]	65	87	27
Necessary Times to the Next Jump[s]	0.71	0.30	0.42
Necessary Times to Open the Clutch[s]	0.07	0.04	0.04
Rebound after Landing	Happen	Happen	Not Happen

1に基づく電磁式クラッチ機構が、最も長い跳躍時間が確保でき、次の跳躍までの時間も短くできることが明らかとなった。

3. おわりに

発表においては、ポスターのみならず複数の動画を用いてロボットの動作を説明した。セッションにおける活発な議論を通して、自分の研究に対する様々な意見を知ることができ、大変貴重な経験となった。