

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2017 in Fukushima

保 坂 峻 晶

Takaaki HOSAKA

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ふくしまにおいて行われた「ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 in Fukushima」に参加し、11日のポスター講演において「アクティブサスペンション型脚モジュールを用いた4脚走行ロボットの走行制御」について研究発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

4足動物の利点として高低差のある道や泥などの不整地での高速移動が可能であること、地形や速度に応じて走行のパターン（歩容）を変えることでエネルギー効率の良い移動が可能なが挙げられる。そこで我々はこれらの利点を再現したロボットの開発を行っている。本稿では開発した4脚走行ロボットに最適なばねの選定を行う。その上で、選定したばねを用いて2つの歩容で走行実験を行い、走行速度及び消費電力の観点から評価する。

2.2 4脚走行ロボット

本研究で用いる機体は脚部に直動機構を有しており、跳躍部と脚振り部の二つの機構から成る脚モジュールを採用している。このモジュールにはより大きな跳躍を行うために各部にばねが取り付けられている。あらかじめモータによってばねを伸縮させることでばねにエネルギーを蓄え、跳躍する瞬間にばねに蓄えられたエネルギーを解放することでモータを補助する。これによりモータ単体ではできないより大きな跳躍を可能としている。図1に本実験で用いる4脚走行ロボットを図2に脚モジュールの概略図を示す。



Fig. 1 Four-Legged Robot

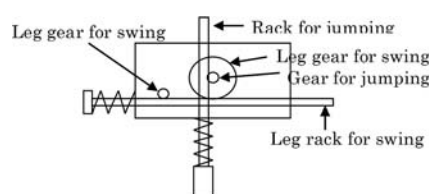


Fig. 2 Leg Module (Hind Leg)

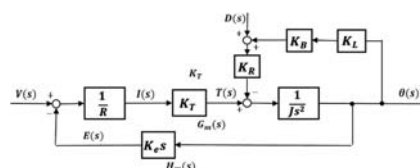


Fig. 3 Block Diagram of Spring-Motor System

2.3 跳躍用ばねの選定

アクティブサスペンション型脚モジュールではモータとばねが互いに拘束しあっている。この関係をばね・モータ系のブロック線図として図3に示す。図3のブロック線図を出力 $\theta(s)$ の式で表すと以下の式となる。

$$\theta(s) = \frac{K_T \cdot V(s) - RK_R \cdot D(s)}{RJs^2 + K_T K_e s + RK_L K_B K_R}$$

跳躍時と着地時に必要なDCモータとばねの関係は異り、DCモータを1つに選定した跳躍時のみに限定して考えれば、(1)式からばね定数が小さい方が出力 $\theta(s)$ は大きくなることが判る。そこで、本実験では過去に使用していたばね定数 1.82 N/mm のばねに加えばね定数 1.15, 1.50 N/mm のばねを使用する。

2.4 3種類のばねを用いた走行実験

走行実験を行う際の歩容周期を決めるために3種

Table 1 Measured Data

Spring constant [N/mm]	Max Contraction [mm]	Jump Time[s]
1.15	55	0.178
1.50	42	0.162
1.82	35	0.138

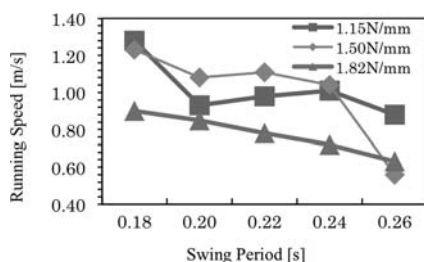


Fig. 4 Data of Swing Period and Running Speed

類のばねで垂直方向の跳躍実験を行う。跳躍実験の結果を表1に示す。表1から走行実験で使用する歩容周期を0.18～0.26 sで行う。

次にばね定数の変化が走行に与える影響を調べることで最適なばねを選定する。使用する歩容はバウンド歩容、歩容周期は0.18～0.26 s、最大脚振り角度は16 degとする。実験の結果を図4に示す。

2.5 走行実験

2.4節の実験結果からばね定数1.50 N/mmのばねを用いた走行で広い範囲で1.0 m/sの速度を見られた。そこで、本節ではばね定数1.50 N/mmのばねを使用してトロット歩容、バウンド歩容の走行実験を行い、その性能を評価する。

以下の条件で走行実験を行う。

- ・歩容：トロット歩容およびバウンド歩容
- ・歩容周期：0.20～0.48 s（刻み幅0.04 s）

また、機体が始点から2.0 m地点まで走行できた場合を「走行可能」と判断し、3回連続で2.0 m地点まで走行できなかった場合を「走行不可」と判断する。

2.5.1 実験結果

走行実験の結果を示す。図5に歩容周期と走行速度の関係を、図6に走行速度と跳躍用モータの消費電力の関係を示す。

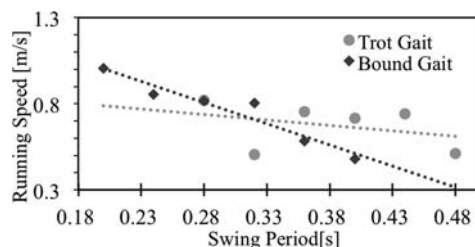


Fig. 5 Relationship of Swing Period and Running Speed

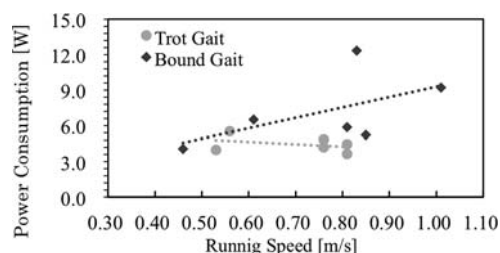


Fig. 6 Relationship of Running Speed and Power Consumption

トロット歩容、バウンド歩容はどちらも歩容周期が早くなるほど速度が上昇した。

図6からトロット歩容では走行速度が上昇しても平均消費電力はほぼ一定であるが、バウンド歩容は平均消費電力が増加する傾向が確認できる。

本実験ではアクティブサスペンション型脚モジュールの跳躍用ばねの選定を行い、その性能を評価するため走行実験を実施した。実験の結果、本機体ではばね定数1.50 N/mmのばねを用いると広い範囲で早い走行が見られた。選定したばねを使用した走行実験では2つの歩容の性質の違いが分かった。

3. おわりに

ポスター発表では多くの人に自身の研究を知ってもらえた。ロボティクス・メカトロニクス講演会に参加している自分の研究とは違う分野の方々からいろいろな意見を聞くことができた。

また、参加している多くの方々の研究の一端に触れることでこれまでよりも研究への意欲が湧いてきた。特に自分と同じような4脚ロボットや走行ロボットについての研究は大変参考になった。