

受動歩行を応用した定常歩行ロボット

1. 諸言

ASIMOなどに代表されるZMP制御を用いた歩行方法の欠点としてエネルギー効率の問題や歩行の不自然さがある。それらの問題点を解消するため、振り子を利用したエネルギー効率の高い受動歩行を基にしたロボットの研究が行われている。

一般的に受動歩行ロボットがアクチュエータなしに歩行するためには坂道のような位置エネルギーを補充する特殊な環境が必要になる。本研究では、平地での歩行を可能にするために膝関節にアクチュエータを取り付け、脚を伸び縮みさせることでエネルギーを補充して歩行の定常化を図った。

2. システム概要

両膝部のアクチュエータによる歩行が可能かどうか検討するため、図1のようなコンパスモデルを作成した。モデルは両脚が同じ構造をしており、各部位の寸法と重量は表1に示すとおりである。

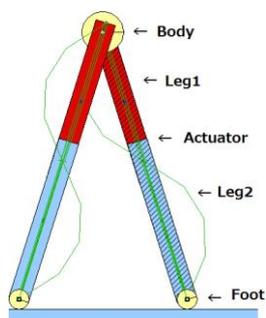


図1.コンパスモデル

遊脚の初期長さは3.4m、初期股角度は0.6radとし、膝関節にあるアクチュエータによりそれぞれ3.4m~4.0mまで伸縮させる。

エネルギーの不足による後方への転倒を防止するため、遊脚を振り抜く際のエネルギーの回復方法について検討する。遊脚を振り抜く際に遊脚を伸縮させる方法が研究されているが⁽¹⁾、今回は支持脚を伸縮させることで同様の効果が得られないか、図1の脚部を基に図2のような、支持脚が伸縮する振り子(左)と遊脚が伸縮する振り子(右)のモデルを作成し、そのエネルギーの増加量について検討した。

アクチュエータにより与えられるトルクは15Nと0Nの2種類とし、それぞれON/OFFと表現する。

モデルの歩行を1)遊脚と支持脚が重なる相、2)遊脚の運動エネルギーが0になる相、3)それ以外の相の計3つの相に分け、それぞれ以下のような制御を行った。1相、2相ではアクチュエータにより与えるトルクのON/OFFを切り替えることで脚の長さを変化させ、3相では1、2相で与えたトルクを保つ

表1.モデル各部寸法・重量

	高さ	幅	重量
胴体部	0.025	0.025	0.5
脚部	0.2	0.024	0.2
足部	0.012	0.012	0.001

単位：寸法[m] 重さ [kg]

ことで脚の長さを保持する。

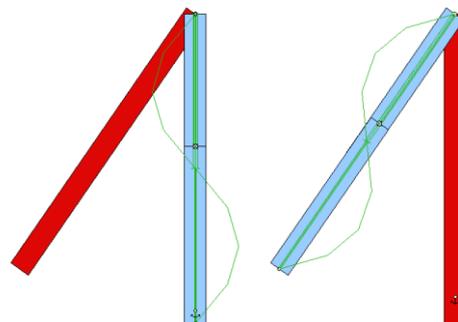


図2.支持脚伸縮振り子と遊脚伸縮振り子

3. シミュレーション結果

支持脚のみを伸縮させた振り子と、遊脚のみを伸縮させた振り子の運動エネルギーと位置エネルギーの総量の変化の計算結果を図3に示す。両脚共に、脚の振れ幅が大きくなることで総エネルギーが増加している。脚伸縮振り子に比べ、支持脚伸縮振り子によるエネルギー回復量が大きいため、支持脚伸縮によるエネルギー回復は可能であると考える。

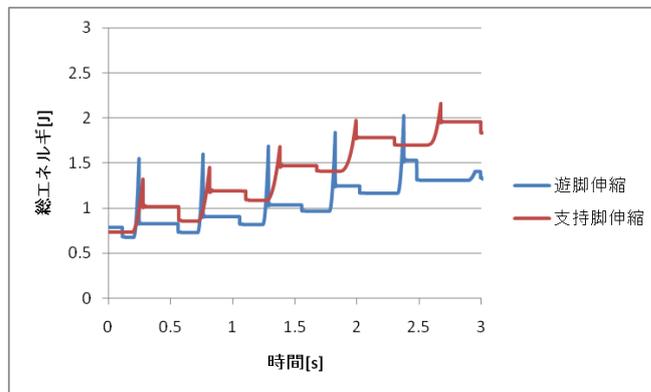


図3.総エネルギーの変移

4. 結言

受動歩行におけるエネルギー回復の手段として、支持脚を伸縮する方法について検討した結果、量ながらエネルギー回復が可能であることを確認した。

今後は、より詳細なエネルギー流入のメカニズムについて検討していく予定である。

参考文献

(1) 林健志(2008)「パラメータ励振原理に基づく2脚歩行の実験的検証」日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演論文集(巻:2008 頁:ROMBUNNO.1P1-B14)