

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2016

北川 克也

Katsuya KITAGAWA

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 (ROBMEC 2016) が、2016年6月8日から11日にかけて横浜国際平和会議場 (パシフィコ横浜) にて開催された。本講演会では、基礎研究から応用研究まで幅広いロボティクス・メカトロニクスに関連する講演発表が行われた。

私は、この講演会の2日目に「脚移動ロボット」のセッションで「4脚ロボットの歩行パラメータとZMPの関係」という題目でポスターを用いた発表を行った。

2. 研究

2.1 研究背景

近年、様々な研究機関がロボットの研究開発を行い、そのいくつかは実用化のレベルまで到達している。ロボットにも様々なタイプがあるが、特に脚式移動についてはその不整地移動性能に期待が集まり、様々な研究成果が上がっている。

本研究では、脚式移動ロボットの中でも特に4脚歩行ロボットの研究を行っている。実際の4脚動物は、歩行速度によって歩容を使い分けている。馬においては、歩行時に消費される単位距離当たりのエネルギーを最小にするためと言われている。そこで私たちは、馬の構造を模した4脚歩行ロボットを製作し、馬の各歩容を実現させ、その歩容での速度と消費されるエネルギーの関係を解明することを本研究の最終目的とし、研究を行っている。これまで本研究で製作したロボットは、歩行は可能であるものの安定性が不十分であった。これは、脚先軌道を手動で決定しているため、歩行できる軌道を描くため

には試行錯誤が必要であったためである。このため、これまでの手法で得られた脚先軌道がどの程度安定性を有するかを評価するために、従来の歩行ロボットに使われているZMP (Zero Moment Point) を導入することにした。そして、歩行パラメータである歩行周期と歩幅を変化させたときに、ZMPがどのように変化するかをシミュレーションによって求めた。本報告では、そのシミュレーション結果について述べる。

2.2 結果・考察

本研究は、ODE (Open Dynamics Engine) という物理演算エンジンを用いてシミュレーションを行った。図1に、4脚ロボットのシミュレーションモデルを示す。このモデルは、本研究で製作された実機をもとに作成された。自由度は前脚が左右それぞれ2自由度、後脚が左右それぞれ3自由度、首が2自由度の計12自由度となっている。

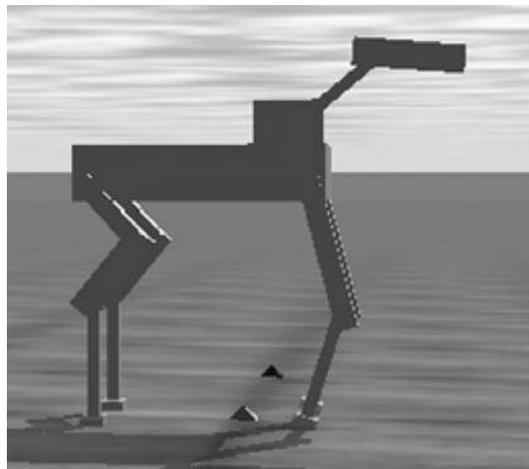


Fig. 1 Simulation model in ODE

上図のロボットにトロット歩容を与えZMPを算出した。ZMPの算出は、支持脚が床から受ける床反力から得る方法とロボットの各リンクの質量中心での加速度から得る方法の2通りで行った。結果として加速度から算出された値は、あまり信頼できる値ではなかったため、床反力から算出された値を用い

て歩行周期との関係を調査した。

歩幅を 0.1 m と一定に設定し歩行周期を任意に変更させながらトロット歩容で歩行させたときに得られた ZMP の値を図 2 に示す。ここで、LF は左前脚、RF は右前脚、LH は左後脚、RH は右後脚を表している。また、黒い線は支持多角形という支持脚で成す多角形を表しており、トロット歩容でシミュレーションを行ったので、対角の脚同士を結んでいる。

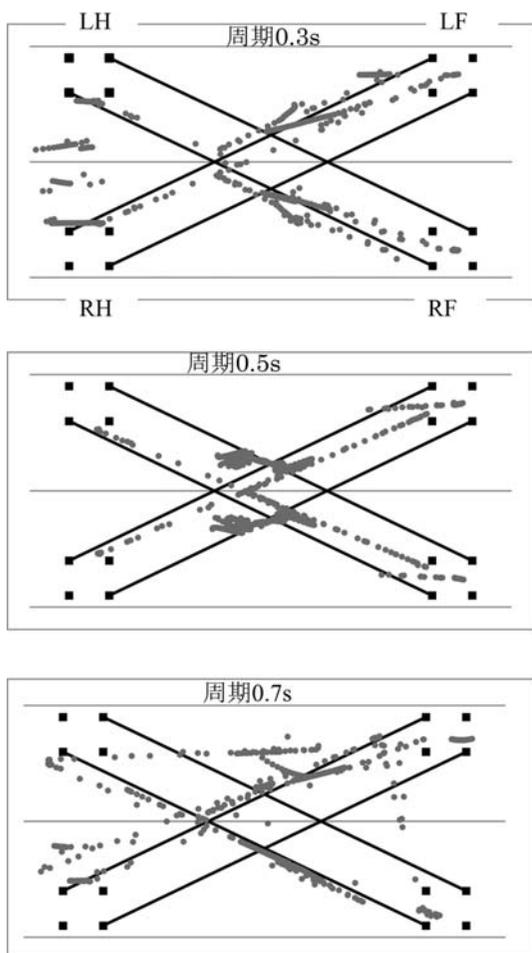


Fig. 2 ZMPs

図 2 より、一定の歩幅において周期はある値から離れば離れるほど対角の脚で成す支持多角形の外

に移動している傾向が見られた。従って、歩幅及び周期には、それぞれ適切な範囲があり、ある歩幅には、安定性の面からそれに適切な周期があることが予想される。

また、図 2 の周期 0.5 s の ZMP を見れば、前脚の位置に ZMP が多く存在しているためロボットが前方に傾いていることが分かる。このことは、遊脚である前後脚（同位相）が地面に接地する時刻にずれが生じていることを示していると考えられる。これを修正するには、同位相に動く脚について着地タイミングをそろえるような足先軌道を生成する必要があると言える。

2.3 結言

本稿では、シミュレーション上でトロット歩容をする 4 脚ロボットの ZMP を算出した。ZMP は、床反力を用いる方法、およびリンクの加速度を用いる方法の 2 通りで算出した。その結果として、ZMP は床反力を用いた方法の方が信頼性が高いことがわかった。そして、遊脚の接地タイミングのずれによりロボットが前方に傾いていることがわかった。また、歩行パラメータとして歩幅と周期を選択し、ZMP の関係を調査した結果、安定に歩行するためには適切な周期と歩幅を設定する必要があることがわかった。今後の課題として、適切な歩行パラメータの選定と遊脚の接地タイミングを維持する制御系の考案をする必要がある。

3. おわりに

大学院に入学し、初めての学会発表だったので非常に緊張したが、何事もなく終わることができた。発表時間中はいろいろな人の意見を聞くことができ、また、発表時間外では他大学の研究をいくつも見聞できたためとても勉強になった。今回の学会発表の経験を基に、これからの研究を頑張っていく。