

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	間歇トロット歩容を基準とした側方型4足歩行ロボットの機構と制御の研究
Title(English)	
著者(和文)	北野智士
Author(English)	Satoshi Kitano
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10268号, 授与年月日:2016年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:遠藤 玄,鈴森 康一,小田 光茂,塚越 秀行,菅原 雄介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10268号, Conferred date:2016/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

# 間歇トロット歩容を基準とした側方型4足歩行ロボットの機構と制御の研究

東京工業大学 大学院理工学研究科 機械宇宙システム専攻

北野 智士

従来の車両型やクローラ型ロボットでは移動困難な不整地においては歩行型ロボットが有効である。特に水平方向に張り出した脚配置をもつ側方型4足歩行ロボットは低重心による安定性の高さ、広い可動範囲を有することから不整地歩行に適していると考えられる。しかしながら、従来の側方型4足歩行ロボットは、他の4足歩行ロボットに比べて移動速度・移動効率に劣るものであった。そこで本研究では、移動速度・移動効率の向上、および不整地における歩容を実現する側方型4足歩行ロボットの開発を目的とする。

移動速度の向上のために、デューティ比が低く安定性の高い間歇トロット歩容を基準歩容とし、間歇トロット歩容を実現するため、実験用プラットフォームとして側方型4足歩行ロボット TITAN-XIII (図1)を開発した。その脚機構にはワイヤ駆動機構を採用し、モータを脚根元に集中配置することで脚慣性を低減している。ワイヤには高強度化学繊維である Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHPE) 繊維を使用することで、入力プーリと出力プーリを直行させた直交型プーリ配置を提案し、小型・高減速比な駆動系を構成した。



図 1: 側方型4足歩行ロボット TITAN-XIII

高速移動に適した歩容としては、従来の動的歩容制御における左右方向の揺動を廃し、前後方向の加減速のみで動的安定を保つことで、可動範囲内の歩幅を最大化することが可能な前後加減速型間歇トロット歩容を提案した。提案する歩容は開発されたロボットに実装され、平地走行実験により安定的に走行できることを確認した。また、その時の移動速度・移動効率を測定し、最高移動速度 1.38 m/s, 最小  $COT1.76$  を記録した。実験値を基に移動性能の比較を行なうことで、側方型4足歩行ロボットが下方型4足歩行ロボットと同等の性能を発揮できることを明らかにした。

不整地移動に適した歩容として、従来の3D揺動軌道における拘束条件を変更することで胴体位置を指定可能とし、4脚支持期間中には拡張 Ferguson/Coons 曲線により速度・加速度の連続性を保った軌道を補間する、位置指定揺動型間歇トロット歩容を提案した。提案した位置指定揺動型間歇トロット歩容は開発した側方型脚配置4足歩行ロボットに実装され、単純段差の踏破性能を確認する実験を行い、最大で 120 mm の段差を 0.18 m/s で移動できることを確認した。また、オペレータの進行方向・胴体角度入力と地形情報に基づいた脚先接地点・胴体軌道端点の位置の設定法を提案し、これを動力学シミュレータ上に実装することで様々な地形における移動が可能であることを確認した。最終的に、実験で得られたデータを基に段差脚長比と有効脚長速度による他の4足歩行ロボットとの比較を行い、開発した側方型脚配置4足歩行ロボットがもっとも高い有効脚長倍速度 1.05 かつ、トロット歩容を行うロボットの中ではもっとも高い段差脚長比 0.3 であることを示し、間歇トロット歩容と側方型脚配置4足歩行ロボットの単純段差における有効性を明らかにした。