

## 2019年度 独創的研究助成費 実績報告書

2020年3月30日

報告者	学科名	情報システム工学科	職名	教授	氏名	忻欣
研究課題	複数の非駆動関節を有する多自由度劣駆動ロボットの新しい制御理論の構築					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	忻欣	情報システム工学科 ・教授	制御工学・ ロボット工学	総括	
	分担者	魏海坤	東南大学 自動化 学院長・教授	ロボット工学	制御則の設計	
研究実績 の概要	<p>劣駆動ロボットのすべてのリンクが共に鉛直真下姿勢で静止した真下平衡点への振り下げ制御の設計・解析法は確立されていない。このような制御は、クレーンの振れ止め制御や体操競技の吊り輪運動における姿勢制御などに求められるものである。</p> <p>本研究では、2リンクと3リンク劣駆動度ロボットを対象とし、劣駆動ロボットの物理的構造を用い、その非線形動特性を活かした振り下げ制御則を提案するとともに、その制御則下でのロボットの動きを大域的に解明している。その成果を権威がある国際学会等で発表している。</p> <p>本年度では、調査研究目的を実現するため、2リンクと3リンク劣駆動度ロボットを対象とし、粘性摩擦がないと仮定し、以下の研究を行った。</p> <p><u>1. 第2関節のみが駆動する2リンク劣駆動ロボット Acrobot の振り下げ制御</u></p> <p>Acrobot は鉄棒運動をする体操選手の動きを模することなどから、劣駆動のロボットの代表例としてよく研究されている。本研究では、Acrobot を対象とし、まず、駆動関節の角速度のみを線形フィードバックする制御則 (D 制御) を提案した。D 制御に基づく Acrobot の大域的な運動解析を行い、振り下げ制御の目的を達成できるための条件を与えた。また、駆動関節の角速度に加え、角度を線形と非線形フィードバックする2つの制御則を提案した。PD 制御に基づく Acrobot の運動解析を行い、振り下げ制御の目的を大域的に達成するための条件を与えた。数値シミュレーションと実験より提案した制御則の有効性を検証した。</p> <p><u>2. 第1関節のみが駆動する2リンク劣駆動ロボット Pendubot の振り下げ制御</u></p> <p>本研究では、Pendubot を対象とし、駆動関節の角速度を線形フィードバック項に加え、その角度を線形と非線形フィードバックする2つの制御則を提案し、Pendubot の挙動を理論的に解析した。その結果、振り下げ制御の目的を大域的に達成するための条件を示した。また、数値シミュレーションにより提案した2つの制御則の有効性を検証した。</p>					

※ 次ページに続く

<p>研究実績 の概要</p>	<p>3. <u>第1関節のみが駆動する3リンク劣駆動ロボットの振り下げ制御</u></p> <p>3リンク劣駆動ロボットであるAPPロボットは2リンク劣駆動ロボットであるAcrobotとPendubotと異なり、その動きが非常に複雑である。本研究では、APPロボットを対象に、駆動関節の角速度を線形フィードバック項に加え、その角度を線形と非線形フィードバックする2つの制御則を提案するとともに、APPロボットの非線形特性を生かして、機械パラメータの性質を利用して、提案した制御則下でのAPPロボットの挙動を理論的に解析することに挑戦し、振り下げ制御の目的が大域的に達成するための条件を示した。また、数値シミュレーションにより提案した2つの制御則の有効性を検証した。</p>
<p>成果資料目録</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Xin Xin, Maki Sakurai, Shinsaku Izumi, Taiga Yamasaki, Jinhua She, Nonlinear Swing down Control of the Acrobot, 2020 IFAC World Congress, accepted.</li> <li>2. Xin Xin, Shinsaku Izumi, Taiga Yamasaki, and Wei Lin: Linear controllability and observability of n-link underactuated planar revolute robot moving in constantly rotating frame in horizontal plane, 58th IEEE Conference on Decision and Control (CDC2019), Nice, December 11-13 (12日発表), pp. 3054-3059, 2019.</li> <li>3. 牧野和倫, 三宅健太郎, 中村智大, 忻欣, 泉晋作, 山崎大河: PD制御とD制御を用いたPendubotの振り下げ制御, 第63回システム制御情報学会研究発表講演会, 中央電気倶楽部, 2019.5.22-24 (23日発表).</li> <li>4. 櫻井麻稀, 忻欣, 中村智大, 泉晋作, 山崎大河: D制御とPD制御を用いたAcrobotの振り下げ制御, 第63回システム制御情報学会研究発表講演会, 中央電気倶楽部, 2019.5.22-24 (23日発表).</li> <li>5. 櫻井麻稀, 忻欣, 泉晋作, 山崎大河: 駆動角度・角速度を用いたAcrobotの非線形振り下げ制御, 第28回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 岡山大学, 2019.11.23. (計測自動制御学会中国支部学術講演会奨励賞を受賞)</li> <li>6. 牧野和倫, 忻欣, 泉晋作, 山崎大河: PD制御を用いた第一関節のみが駆動される3リンクロボットの振り下げ制御, 第28回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 岡山大学, 2019.11.23.</li> </ol>