

申請者	学科名	情報システム工学科	職名	教授	氏名	忻欣 印
調査研究課題	複数の非駆動関節を有するロボットの新しい非線形制御法の確立					
交付決定額	80万円					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	忻欣	情報工学部・ 情報システム工学科	制御工学・ ロボット工学	総括	
	分担者	田中 征治	情報系工学研究科・博士 後期課程学生		情報系工学研究科・博士後 期課程学生	
調査研究実績 の概要	<p>非駆動関節を有する劣駆動ロボットは、アクチュエータの数が全駆動ロボットに比べて少ないため、コスト、重量、信頼性の点で優れているが、強い非線形性があるため、その制御は困難な課題である。近年、多自由度劣駆動ロボット制御に関する研究が注目されつつあるが、複数の非駆動関節を有するロボットに関する成果は非常に少ない。その制御には新たな設計・解析理論が必要となる。</p> <p>本研究では、力学系・生物系の本質から制御を考えることにより、「巧み」な運動が可能な劣駆動ロボットの創出を目指して、複数の非駆動関節を有する劣駆動ロボットを対象とし、その大域的な安定化制御などに挑戦することを目的とする。</p> <p>本研究では、調査研究目的を実現するため、以下の研究を行った。</p> <p>1. 劣駆動度2の3リンクロボットの大域的な安定化制御系の設計と解析</p> <p>本研究では、垂直平面における関節2と3が非駆動で、関節1のみが駆動の3リンクロボットを対象とし、任意の初期状態から3リンクが共に鉛直真上姿勢で静止という真上平衡点の近傍まで振り上げる制御問題を扱う。エネルギー制御法による制御則を提案するとともに、制御則でのロボットの動きを大域的に解明し、数値シミュレーションなどにより提案法の有効性を検証した。</p> <p>2. 劣駆動度1の系の強安定化器の存在性と設計法</p> <p>システムの保全性から、現場のエンジニアは不安定な制御器を使うことに抵抗があり、また、制御対象が強安定化（安定な制御器で安定化）可能であるための条件を導くことは、同時安定化問題の解決にも役に立つことから、強安定化に関する研究がよく行われている。一方、劣駆動系の安定化制御問題はオブザーバを用いたレギュレータはよく利用されているが、強安定化器に関する研究はあまり報告されていない。そこで、本研究では、いくつかの劣駆動度1の系の強安定化器の存在性を研究し、存在するときその設計法を確立した。</p> <p>3. 多リンク系の劣駆動ロボットの姿勢制御</p> <p>本研究では、リンク数や非駆動関節の配置が異なる劣駆動系の制御を統一的に議論するとともに、リンク系の劣駆動ロボットの姿勢制御に関する研究成果を一般的な劣駆動系へ拡張し、劣駆動ロボットの非線形制御理論の体系化を図っている。劣駆動ロボットに関する研究成果をまとめて、今年度にSpringer出版社により英文専門書を発表した。</p> <p>本研究は、劣駆動型機構のみならず、ヒューマノイドロボット、家庭ロボット、医</p>					

	療ロボットなどの産業にも新技術を提供し、その発展に寄与することが期待できると確信している。
成果資料目録	<p>著書</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Control Design and Analysis for Underactuated Robotic Systems</i>. X. Xin, Y. Liu, Springer, 2014. (Monograph of 319 pages) <p>学術論文</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. X. Xin, On simultaneous control of the energy and actuated variables of underactuated mechanical systems -example of the Acrobot with counterweight-. <i>Advanced Robotics</i>, 27, 959-969 (2013). 2. X. Xin, S. Tanaka, J.H. She, T. Yamasaki, New analytical results of energy-based swing-up control for the Pendubot. <i>International Journal of Non-Linear Mechanics</i> 52, 110-118 (2013). 3. X. Xin, Y. Liu, Reduced-order stable controllers for two-link underactuated planar robots. <i>Automatica</i> 49, 2176-2183 (2013). 4. X. Xin, Y. Liu, A set-point control for a two-link underactuated robot with a flexible elbow joint. <i>Transactions of the ASME -Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control</i> 135, 10 pages (September 2013). 5. X. Xin, Y. Liu, Trajectory tracking control of variable length pendulum by partial energy shaping. <i>Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation</i>, 19, 1544-1556 (2014) <p>国際会議講演論文</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. X. Xin, Y. Liu, Reduced-order stable stabilizing controllers for remotely driven acrobot: Existence and design method. <i>Proceedings of the 2013 10th IEEE International Conference on Control and Automation</i>, 1627-1632 (2013) (Hangzhou, China) 7. X. Xin, Y. Liu, J. Wu, Global stabilization control for a two-link underactuated robot with a flexible elbow joint. <i>Proceedings of the 32nd Chinese Control Conference</i>, 1520-1525 (2013) (Xi'an, China) 8. K. Sumida, X. Xin, T. Yamasaki, Analysis of the simultaneous control of energy and actuated variable of TORA with pendulum. <i>Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation</i>, 1267-1272 (2013) (Takamatsu, Japan) 9. S.Tanaka, X. Xin, T. Yamasaki, Studies on stable stabilizing controllers for a rotational pendulum. <i>Proceedings of the 15th IASTED International Conference on Control and Applications</i>, 85-91 (2013) (Oahu, Hawaii, USA). 10. X. Xin, Yannian Liu, Changyin Sun, Effect of actuator configuration of 3-link planar robot with a single actuator: Controllability and energy-based control. <i>Proceedings of the 19th IFAC World Congress</i>, accepted (2014) <p>[口頭発表]</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. 角田薫, 忻欣, 山崎大河: 振子を搭載した TORA のエネルギーと駆動変数の同時制御に関する研究, 第 57 回システム制御情報学会研究発表講演会, DVD-ROM, 216-6, 2013.5.15-17 (16 日発表), 兵庫県民会館. 12. 利山裕介, 忻欣, 山崎大河, 振子型振動子群の同期現象に関する解析, 2013 年度計測自動制御学会四国支部学術講演会, 2013.11.29, 香川大学 13. 漆原巧治, 忻欣, 山崎大河, 時間軸変換を用いた完全な線形化における特異点に対する研究, 2013 年度計測自動制御学会中国支部学術講演会, 2013.11.30, 山口大学(計測自動制御学会中国支部奨励賞受賞) 14. X. Xin, On Energy-Based Control Approach to 3-Link Planar Robot with a Single Actuator, 第 1 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, 2014.3.6, 東京. 15. 利山裕介, 忻欣, 山崎大河: 台車に設置された 2 台のメトロノームの同期現象に関する解析, 第 58 回システム制御情報学会研究発表講演、2014.5 発表予定。

(成果資料等があれば添付すること。)