

Title	エネルギー整形にもとづくマニピュレータのロバスト制御に関する研究
Author(s)	田中, 奈津夫
Citation	
Issue Date	1999-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/873
Rights	
Description	Supervisor: 藤田 政之, 情報科学研究科, 博士

エネルギー整形にもとづく マニピュレータのロバスト制御に関する研究

田中 奈津夫
北陸先端科学技術大学院大学

1999 年 1 月 14 日

論文の内容の要旨

機械システムであるロボットマニピュレータの制御において、力学的エネルギーを考慮した制御法は従来研究からも本質的なアプローチであると考えられる。そのひとつである SP-D (Saturated Proportional and Differential) 制御は、フィードバックする誤差の一部に飽和特性を付与する手法であり、閉ループ系のポテンシャルエネルギー関数を整形することによって誘導される。本研究は、マニピュレータのダイナミクスモデルに含まれるパラメトリックな不確かさや手先に加わる外乱外力に対するロバスト性に注目して SP-D 制御を発展させ、エネルギーにもとづくマニピュレータ制御法をより深く考察している点が特徴である。

まず、フィードバックする誤差変数を再構成し、ダイナミクス補償項を導入することで追従制御問題に対して、従来の定置制御に用いていた SP-D 制御則を拡張する。

つぎに、リンクパラメータの不確かさなどダイナミクス補償項にパラメトリックな不確かさが存在する場合には望ましくない摂動が引き起こされるが、この影響は実際のマニピュレータ制御では不可避であり、不確かさが存在する場合にも所望の追従性能を達成できるロバスト性が必要となる。そこで、本研究ではエネルギー整形にもとづいた、パラメトリックな不確かさに対してロバストな制御則を提案する。この制御則は、大きさが既知の不確かさが引き起こす望ましくない摂動を抑制するように、補助入力を加えた制御則となっている。提案する制御則によって構成される閉ループ系は、追従誤差をある有界な大きさに抑え、一様終局的有界性を満足することが示される。

さらに、手先に力センサを備えたマニピュレータが環境(対象物体)に接触する場合の力制御問題について考える。接平面の法線方向に関して弾性的な環境に手先が点接触する場合の力/位置制御と接平面上の軌道追従制御を、同時に達成する SP-D 制御則が 2 つ目の主要結果である。ダイナミクス補償項に含まれるパラメトリックな不確かさに対し、提案する制御則はロボット特有の適応制御により対処する。また、手先に加えられる外乱外力から位置、速度、力の各誤差で構成される被制御量までの系の誘導 $\mathcal{L}_2$ ゲインが有界な値で抑えられ、外乱外力に対するロバスト性(外乱抑制性能)を有することを示す。

これら提案される各制御則の有効性は、水平 2 自由度ダイレクトドライブマニピュレータを使った実験により検証を行っている。

キーワード: エネルギー整形, SP-D 制御, ロバスト性, マニピュレータ