

主 論 文 要 旨

論文題名

弾性要素を有するロボットのための省エネルギー制御法

ふりがな ろ こうきょう
氏名 呂 広強

主論文要旨

エネルギー効率の向上は機械システムにとって最も基本的な要求の一つである。さらに、近年深刻化している環境問題から、エネルギーの効率的利用に対する社会的要請が急激に強まっている。ロボティクスにおいて、省エネルギー制御方法は、技術的のみならず科学的視点からも興味深い内容である。ロボットが周期運動を実現する際、省エネルギーの目的で、ポテンシャルエネルギーと運動エネルギーの間でエネルギーを変換する方法は容易に達成されるように思える。しかし、ロボットのような多関節構造体に弾性要素を取り付け自由運動させると、カオスの運動になり、目標周期運動は実現できないことはよく知られている。本博士論文では、アクチュエータと機械的弾性要素を併用し、機械的弾性要素の弾性値と運動生成を適応的に調整し、可能な限り小さなアクチュエータトルクで周期運動を実現する制御方法を提案する。

本博士論文の最初の部分では、周期運動を生成するために必要なアクチュエータトルクをできる限り小さくする運動（準受動周期運動）を生み出す制御方法を提案する。提案方法では、適応制御における弾性パラメータ調節則と遅延フィードバック制御を用いて、機械的弾性要素の剛性と周期運動生成を適応的に調整し、周期運動を生成するために必要なアクチュエータトルクをできる限り小さくしている。提案した制御則の有効性は、計算機シミュレーションと実験によって確認している。

第2の部分では、固定弾性値を持つ弾性要素を利用する際に、目標周期運動の周期を変更するために、リンクの慣性モーメントを適応的に変化させる制御方法を提案した。提案制御法による目標周期運動への収束性は数学的に証明され、その有効性は計算機シミュレーションによって、数値的に検証した。

第3の部分では、SCARA型ロボットに実用的な省エネルギー制御法を提案した。提案した制御則では、機械的弾性要素の剛性を適応的に調整し、適応制御における粘性のパラメータ調節則を用いる。特に、機械的弾性のマトリクスの非対角要素の役割を調査した。提案した制御則の有効性とロバスト性は、計算機シミュレーションによって確認した。