

先端科学技術研究科 修士論文要旨

所属研究室 (主指導教員)	ロボットラーニング (松原 崇充 (教授))		
学籍番号	2411232	提出日	令和 8年 1月 19日
学生氏名	林 航平		
論文題目	ロボットによる衣類の絡まり解消のためのSim-to-Real強化学習		
要旨			
家庭や職場において洗濯は日常的に繰り返される作業であり、洗濯機への投入・取り出し・絡まり解消・ハンガー掛け・折りたたみ収納など複数の作業から構成される。洗濯の自動化にはこれら各作業をロボットで実行する必要があるが、特に絡まり解消やハンガー掛けは視覚的なオクルージョンが多く、力覚情報が重要であると考えられる。 そこで本研究では、力覚情報に基づく衣類の絡まり解消タスクを、膨大な試行錯誤から器用なロボット方策を学習可能なSim-to-Real強化学習によって実現することを目指す。 しかし、柔軟物体の絡まり解消では自己接触を含む高忠実度シミュレーションの計算コストが大きく、強化学習に要求される十分な試行回数を確保することが困難である。 また、センサやアクチュエータ、質量のモデル化誤差に起因する力覚のリアリティギャップにより、学習済み方策をそのまま実機へ適用することは容易ではない。 本研究ではこれらの課題に対し、衣類の絡まり解消を対象とした力覚フィードバックに基づくSim-to-Real強化学習手法を提案する。 具体的には、衣類の幾何的拘束構造を保持しつつ計算コストを削減可能な剛体チェーンモデルを用いたシミュレータ設計法を導入し、効率的な方策学習を可能とする。 さらに、力覚のSim-to-Realギャップを低減するため、力センサ出力を量子化し、その閾値を方策自身がそのパラメータを調整可能な適応的量子化フィルターを導入する。 これにより、センサ特性の差異等に対する感度を抑制しつつ、引張り時の締まりや抵抗といった重要なイベント情報を安定的に利用可能とする。 実験では、提案手法により学習された方策が力センサのリアリティギャップに対してより頑強であり、Sim-to-Real転移に有用であることを示す。			