

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	2411157	提出日	令和 8年 1月 19日
学生氏名	曾田 涼介		
論文題目	多様な形状・物理特性に適応的な協調搬送のための物体特徴の埋め込み表現を用いたマルチエージェント強化学習		
要旨			
本研究は、形状および物理特性の異なる物体に対するマルチロボットによる適応的な協調搬送を対象とする。既存のマルチエージェント強化学習 (MARL) 手法は、このような多様性に対する汎化に課題を抱えている。すなわち、質量、摩擦係数、形状といった特権情報を活用することで学習時には高い性能を達成できるものの、これらの情報は実行時には利用できない。一方で、特権情報や他ロボットの観測を含まない局所観測のみに基づいて学習を行った場合、物体固有の特徴を十分に捉えることができず、性能が大きく低下する。この課題を克服するため、本研究では、特権情報や他ロボットの観測を含まない局所観測のみを用いて高い制御性能を実現する適応的な協調搬送のためのMARLの枠組みを提案する。本手法の中核となるアイデアは、集中学習・分散実行 (CTDE) に適応的エンコーダを統合することである。 学習時には、方策が特権情報および他ロボットの観測にアクセスする。その一方で、適応的エンコーダは特権情報や他ロボットの観測を含まない局所観測から、物体固有の特徴を抽出するよう教師ありで学習される。実行時には、各ロボットが適応的エンコーダを通じて自身の観測のみからこれらの特徴を推定することで、特権情報や他ロボットの観測を必要とせずに行動を選択する。形状、質量、摩擦係数の異なる物体を対象とした2台の HSR ロボットによるシミュレーション実験により、提案手法が複数の比較手法を上回る性能を示すとともに、学習に含まれていない未知物体に対しても高い汎化性能を有することを確認した。また、適応的エンコーダの出力を可視化することにより、適応的エンコーダが特権情報や他ロボットの観測を含まない局所観測のみから、物体固有の特徴を抽出し物体認識能力を維持していることを確認した。最後に、実機ロボットを用いた実験では、シミュレーションで学習した方策を直接適用し、デモンストレーションにおいて協調搬送を達成できることを確認した。			