

論文の内容の要旨

論文題目 タンジブルインタフェースを用いた
 操縦自律間横断学習ロボットシステムの構成法
 (Robot system architecture of transversal learning
 between maneuvering and autonomy
 using tangible interface)

氏 名 北川 晋吾

ロボット工学の発展により産業用ロボットに代表されるように物体操作作業を行うロボットシステムが社会に導入されているが、多くは単純な物体操作作業を対象とした単腕ロボットシステムであり、人のように複雑な物体操作作業を行うことをロボットは期待されている。しかし、手順があり接触の多いような複雑な物体操作作業において、ロボットが自律的にこれら作業を行う際には作業や動作の複雑さから失敗や新たな作業などに対応するための作業手順の変更が課題となっている。そこで本研究では複雑な物体操作作業における作業手順の変更という課題を、操縦・自律の間を切り替えながら横断的に作業を学習する操縦自律間横断学習を行うことで解決する。したがって本研究では手順があり接触の多い複雑な物体操作作業において、操縦と自律の2つの異なる実行形態間を切り替えながら作業に関する知識を横断的に学習するロボットシステムの構築を目指し、操縦自律間横断学習ロボットシステムの構成法について論じる。

本研究では物体操作作業を行う操縦自律間横断学習ロボットシステムに必要な構成要素として、タンジブルインタフェースを用いた動作手順の教示学習手法と、実世界適応を用いた動作戦略の自律学習手法、ユーザ入力に応じた操縦自律間切替実行手法を提案する。本研究では物体操作作業について対象物の状態に基づいて作業を動作順序と動作に分割し、操縦実行において作業手順を表す動作順序を教示学習し、自律実行において動作を制御する動作戦略を自律学習し、これらを操縦自律間で共有することで操縦と自律の2つ作業実行形態間で作業に関する横断学習を実現する。まず1つ目のタンジブルインタフェースを用いた動作手順の教示学習手法は、ロボットを用いて物体操作作業の操縦実行する際に、操縦者からの接触や回転を接触できる対象物を模した形のタンジブルインタフェースを用いることで、手順があり接触の多い複雑な物体操作作業の操縦実行と作業手順を表す動作順序の教示学習を実現する手法であり、本研究では箱を用いた双腕物体操作作業において本教示学習手法の有効性を示した。そして2つ目の実世界適応を用いた動作戦略の自律学習手法は、ロボットを用いて物体操作作業の自律実行する際に、シミュレーションによる事前学習と実世界での動作試行に基づいた再学習を組み合わせた実世界適応を用いることで接触の多い動作を制御する動作戦略の自律学習を実現する手法であり、本研究では倉

庫環境での双腕物体操作作業において本自律学習手法の有効性を示した。そして3つ目のユーザ入力に応じた操縦自律間切替実行手法は、上記の2つの学習手法で学習された動作順序と動作戦略を操縦自律間で共有しながらユーザの入力に応じて操縦と自律を切り替えながら作業を実行する手法であり、本研究では箱の回転積み重ね作業において本切替実行手法の有効性を示した。最後に統合実験において、上記の3手法のロボットシステムとしての統合可能性と、本研究で提案する操縦自律間横断学習ロボットシステムの構築可能性、そして作業の自律実行の途中で操縦に切り替えることによる作業手順の教示学習の効率性について箱の回転積み上げ実験と物体ダンボール箱収納作業実験にて評価した。

本研究は、操縦と自律という2つの作業実行形態を切り替えながら物体操作作業を横断的に学習するロボットシステム構成法により、操縦と自律といった異なる作業実行形態間で横断的に物体操作作業を学習するシステムが構成可能であることを示し、異なる作業実行形態を切り替えながら作業を横断的かつ効率的に学習することで、失敗や新たな作業などに対応するために作業手順の変更を即応的に学習しながら物体操作作業を実行できるロボットシステムの可能性を示したものとなっている。