The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Achieving Skillful Robotic Manipulation in Uncertain Environments by utilizing Mechanical Compliance
Author(s)	Zhang, Qi
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/96112
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name （ZHANG QI）	
Title	Achieving Skillful Robotic Manipulation in Uncertain Environments by utilizing Mechanical Compliance (機械的コンプライアンスを利用した不確実な環境でのロボットによる巧みな物体操作)

Abstract of Thesis

To realize robotic circular reproduction, three robotic manipulation tasks are required: assembly, disassembly, and handling various objects. These tasks are essential for realizing an automated, sustainable loop of product life cycle. However, these tasks become more challenging in uncertain environments. The challenge can be caused by the lack of precise information about objects or inaccuracies in perception systems. This research explores how robots can implement these tasks in uncertain environments. The thesis includes three main topics: assembly under large positional error, disassembly in the face of positional deviations, and the handling thin objects under disturbance.

In the first topic, we designed a high-compliance soft wrist. An insertion strategy using a soft wrist is proposed, including two approaches: self-adaptive hole searching and peg aligning. We extend the concept of "attractive region" by creating a configuration space of potential and use it to explain the condition that the peg cannot escape from the hole. The effectiveness of the proposed strategy has been validated through a series of insertion experiments.

In my second work, we designed a stiffness-changeable chain mail wrist based on the jamming technique. With the stiffness-changeable chain mail wrist, the robot can grasp with low-stiffness mode to adapt to the uncertainty. Then the wrist switches to the high-stiffness mode for unplugging. This mode reshapes the wrist and helps to exert a large pulling force to overcome friction. The proposed methods enable a cost-effective robot system to handle disassembly tasks with high uncertainty in a sensorless way. The experiments investigated the properties of the soft wrist and validated its performance and robustness in disassembly tasks.

In my third work, We proposed a grasping strategy called prying grasp for picking thin objects. We analyze the prying mechanism and make clear a condition for the finger force to perform the prying grasp successfully. We introduce a failure detection and recovery strategy to perform the prying grasp under disturbance. In the experiments, we evaluate the performances of the prying grasp strategy by using a two-fingered gripper.

Overall, this thesis not only proposes new approaches for robotic circular reproduction in uncertain environments by utilizing compliant mechanisms. The potential of these methods is validated through experiments.

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　ZHANG QI　）		
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主 査　教 授	原 田 研 介
	副 査　教 授	佐 藤 宏 介
	副 査　教 授	飯 國 洋 二

論文審査の結果の要旨

本論文は，ロボットによる循環再生産を実現することを目指し，組立，分解，様々な物体のハンドリングという3つのロボット操作タスクに着目したものである．特に，①高コンプライアンスのソフト手首の設計と，これを用い自己適応的な穴探索とペグ位置合わせの手法の提案，②ジャミング転移を利用した剛性変更可能な手首機構の設計と，不確実性の高い解体作業もセンサレスでの実現，③薄い物体をピッキングするためのPrying Grasp手法に基づく把持戦略の提案から構成される．本論文は，コンプライアンス機構を利用することにより，不確実な環境におけるロボットの作業のための新しいアプローチを提案するものである．

主査，副査で論文の審査をおこなった結果，いくつかの疑問点が挙げられた．それらは主に，①いくつかの語句の定義がなされていなかったこと，②ジャミング転移を利用することの利点とその構造，③Prying Graspにおけるコンプライアンス機構について，④研究の中で用いている仮定などについてであった．審査の際に出た疑問点に関する議論を中心に，最終審査をおこなった．最終審査ではZHANG氏は全ての疑問に明確に回答した．これにより，主査，副査全員一致で本論文は博士（工学）として価値があるものと認められた．