



Title	Dexterous and Low-dimensional Multi-fingered Hand considering Finger Function
Author(s)	東, 和樹
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/98643
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

論文内容の要旨

氏名 (東和樹)	
論文題名	Dexterous and Low-dimensional Multi-fingered Hand considering Finger Function (指の機能を活用した器用かつ低次元制御可能な多指ハンド)
論文内容の要旨	

現代の生産環境では、多品種少量生産に対する需要が高まっており、それに伴い生産自動化システムには進化が求められる。ロボティクス研究では人間と同等レベルでの作業が可能なシステムが求められ、そのために、人間のような器用さを持つ多指ロボットハンドへの関心が高まっている。多指ロボットハンドを高度なタスクに応用する研究は数多くあるものの、多指ロボットハンド自体の自由度の高さとメカニズムの複雑さから製造コストと制御コストが高くなるという課題が残る。

これらの多指ハンドの問題を解決するため、最小限の制御入力で高次元ロボットシステムを制御できる「シナジー」と呼ばれる技術が用いられている。シナジーを採用した多指ロボットハンドは「シナジーハンド」と呼ばれる。しかしながら、従来のシナジーハンドは、低次元制御の性質上、表現不可能な姿勢や器用さが制限されるという問題を抱える。さらに、人間の把持姿勢の外見的特徴だけに基づき計算されるシナジーは、タスク実行時の指の機能性を捉えることができない。その結果、把持対象物の姿勢操作など、多指ロボットハンドならではの器用な操作が犠牲となる。

この博士論文の主な貢献は、第一に、低次元制御と器用な操作を両立させる「シナジー切り替えフレームワーク」を提案すること、第二に、シナジー切り替えを効率的に実現する「流体ネットワークシナジーハンド」を開発及び評価することである。シナジー切り替えフレームワークでは複数のシナジーを切り替え、指の機能的分割を実現する。流体ネットワークメカニズムは低コストでシナジーの切り替えを実現し、器用な操作と低次元制御を両立させる。さらに、提案するシナジーハンドにより知的な操作を可能にするために、関節トルクを推定できるソフトアクチュエータを提案する。提案された方法の有効性は、シミュレーションと実験を通じて評価され、提案されたシナジーハンドでの低次元制御、器用な操作、トルクに基づく高度な操作の実現が成功したことが示される。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (東 和樹)		
論文審査担当者	(職)	氏 名
	主査 教授	原田 研介
	副査 教授	石黒 浩
	副査 教授	多田隈 建二郎

論文審査の結果の要旨

本研究では、人間のような器用さを持つ多指ロボットハンドを実現するために、多指ロボットハンドを限られた駆動自由度で高度なタスクに応用することを目指している。そして、最小限の制御入力で高次元ロボットシステムを制御できる多指ロボットハンドである「シナジーハンド」を物体操作に用いる。この博士論文の主な貢献は、第一に低次元制御と器用な操作を両立させる「シナジー切り替えフレームワーク」を提案したこと、第二にシナジー切り替えを効率的に実現する「流体ネットワークシナジーハンド」を開発及び評価したことである。シナジー切り替えフレームワークでは複数のシナジーを切り替え、指の機能的分割を実現した。流体ネットワークメカニズムは低コストでシナジーの切り替えを実現し、器用な操作と低次元制御を両立させた。さらに、提案するシナジーハンドにより知的な操作を可能にするために、関節トルクを推定できるソフトアクチュエータを提案した。提案された方法の有効性は、シミュレーションと実験を通じて評価され、提案されたシナジーハンドでの低次元制御、器用な操作、トルクに基づく高度な操作の実現が成功した。

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比例弁を利用した制御法に対する評価の意義について、②流体を変えることで見込まれる発展、③本研究を基に、今後どのような研究分野を切り開くのか、④本研究を他のロボットに導入する際に考慮すべき点、ならびに⑤人間にとってのシナジーの使い易さに関するものであった。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。最終審査では東君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。