

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Mechanism and Control of Pneumatic Semi-universal Hand with Two Fingers Aimed for a Wide Range of Grasping
著者(和文)	Ashlih Dameitry
Author(English)	Ashlih Dameitry
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10782号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:塚越 秀行,奥富 正敏,山浦 弘,中島 求,倉林 大輔
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10782号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	ASHLIH DAMEITRY		
		氏名		職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	塚越 秀行		准教授		倉林 大輔	教授
	審査員	奥富 正敏		教授	審査員		
		山浦 弘		教授			
		中島 求		教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Mechanism and Control of Pneumatic Semi-universal Hand with Two Fingers Aimed for a Wide Range of Grasping」と題し、全6章から構成されている。

第1章「Introduction (序論)」では、本研究の背景、意義、目的および構成について述べている。物流や食品業界における多品種品目の箱詰め作業、農作業における収穫作業などの自動化を図るうえで、形状やサイズの異なる物体を把持できるロボットハンドが必要なこと、また、このようなロボットハンドが軽量かつ簡易な構成で実現されると、ペイロードや耐久面で厳しい設計条件が課せられるロボットに搭載しやすくなることを述べている。簡易な構成として2本指に着目したとき、人間の親指と人差し指は合計9自由度を具備し、多様な物体を掴める器用さを発揮できるのに対し、従来の2本指形ロボットハンドにおいては、高々2自由度のため把持能力の向上を望みにくかったこと、自由度を増やそうとすると軽量な構成を設計しづらい駆動系であったこと、などの課題を指摘している。以上を踏まえて本論文の目的は、上記課題を解決する2本指形の準汎用ハンドを実現する駆動機構と制御手法を検討し、その有効性を検証することであると述べている。

第2章「Lightweight Pneumatic 1-DOF Fingers (軽量空圧駆動の1自由度フィンガー)」では、人間の指に匹敵する把持力をそれより軽い構成で実現することを目指し、指関節を駆動するためのV-open driveと名付けた新たな空圧駆動アクチュエータを提案している。そして、V字型凹みを有する柔軟構造体と扁平チューブとから成るV-open driveの動作原理を示したうえで、物体に及ぼす接触圧が各点で均等化するための設計手法を述べている。さらに、把持しづらい微小物体を掴む動作にも対応するために、爪構造を付加したうえで、2本指形ハンドの動作軌道の最適化も検証している。

第3章「Mechanism of Multi-DOF Semi-universal Hand (複数自由度の準汎用ハンドの機構)」では、前章の1自由度の構成で把持できない物体形状が存在したことを踏まえ、把持能力を最小自由度で向上させるための戦略と機構を述べている。まず、人間の親指と人差し指で形成される把持姿勢のパターンを12種類に大別した分類表(Two Fingers Grasping Taxonomy)を提案している。次に、2本指形ハンドが有する6つの指関節のうち、駆動すべき3自由度を適切に選択することで、前記姿勢パターンのうち6種類が実現されることを示している。そのうえ、把持力を高く維持しつつ、把持の成功率を最大化するための動作シーケンスも検討している。さらに、全12種類の姿勢パターンを実現するには最小で5自由度を要することを示し、試作機を用いた実験によりその妥当性を確認している。上記手法をもとに開発した2本指形ハンドは、従前の2本指形ロボットハンドと比べて軽量なうえ、出力/重量比が最も高い構成となり得ることも確認している。

第4章「Master-slave Operation for Semi-universal Hand (準汎用ハンドのためのマスタ・スレーブ操作)」では、2本指形準汎用ロボットハンドをマスタ・スレーブで操作する際に有効となる、2本指に特化したマスタ用センサグループの構成およびそれを用いた制御を検討している。まず、マスタ用センサグループとして、人間の親指と人差し指が有する9関節の動きを広範囲かつ高分解能で計測する装置として、指関節の動きに適合するようにシート状曲げセンサを装備するV-open Senseと名付けた構成方法を提案している。次に、当該センサグループで計測されたマスタ側操縦者の指関節角度の情報をもとに、スレーブ側ハンドの関節角の制御方法を示し、その有効性を確かめている。

第5章「Applications (応用)」では、本研究で提案した2本指形ハンドの適用方法を述べている。まず、飛行マニピュレータへの適用を想定し、2本指形ハンドをドローンに搭載して、ドアを開く動作に応用するための構成を検討している。次に、外部環境にドローンを停留する動作への適用を想定し、2本指形ハンドの搭載方法や運用方法を提案している。さらに、直視できない環境での組み立て作業や脆弱物体の箱詰め作業への適用を想定し、マスタ側の操縦者がカメラ画像をもとにスレーブ側のハンドを操作する構成を検討し、その有効性と課題を述べている。

第6章「Conclusion (結論)」では、結論として本研究で得られた2本指形準汎用ロボットハンドに関する知見を総括し、残された課題と今後の展望について論じている。

以上を要するに、本論文は、広範な把持機能を軽量な構成で実現するための空圧駆動による2本指形準汎用ロボットハンドの機構と制御を提案し、その有効性を実験的に検証するとともに、飛行ロボットや作業ロボットの作業性能の向上を図るうえで、当該ロボットハンドの有用性が高いことを示しており、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有すると認められる。