

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	親指のリハビリテーションのための装着型過拘束パラレルロボットの開発
Title(English)	Development of Overconstrained Wearable Parallel Robot for Thumb Rehabilitation Therapy
著者(和文)	ChoiWoo Hyeok
Author(English)	Woo Hyeok Choi
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12033号, 授与年月日:2021年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:武田 行生,菅原 雄介,岩附 信行,岡田 昌史,遠藤 玄,土方 亘
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12033号, Conferred date:2021/6/30, 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	Choi Woohyeok		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	武田 行生	教授	審査員	遠藤 玄	教授
	審査員	菅原 雄介	准教授		土方 亘	准教授
		岩附 信行	教授			
		岡田 昌史	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Development of Overconstrained Wearable Parallel Robot for Thumb Rehabilitation Therapy (親指のリハビリテーションのための装着型過拘束パラレルロボットの開発)」と題し、全6章よりなる。

第1章「Introduction (緒論)」では、本研究の背景、関連研究および本論文の目的と構成について述べている。脳血管疾患等によって失われた手指の運動機能の回復のために、理学療法（リハビリテーション、以下、リハビリと略記）が行われるが、患者と理学療法士の数などの関係から十分な機能回復を理学療法士による施術のみによって実現することは難しいことから、本研究は構造が単純で安全なロボットによる手指のリハビリの実現が強く要請されていることを背景としていると述べている。そして、親指は手指の中で患者の手指の器用な動作の実現を支配するため日常生活において重要であるものの、他の指と比較して解剖学的に複雑な構造を有しており、実用に供し得るリハビリロボットの開発が遅れていることを指摘した上で、本研究は、親指の内転・外転および屈曲・伸展運動を使用者の手指との運動学および物理的干渉を避けつつ少ないアクチュエータで創成可能な装着型のロボット機構を開発することが目的であると述べている。

第2章「(2-RUU)-RUU Parallel Mechanism ((2-RUU)-RUU パラレルメカニズム)」では、本研究で提案する親指用リハビリロボット機構の構造を示し、その自由度、出力運動および変位・速度に関する理論解析を行っている。提案機構は過拘束機構であるが、出力リンクを支持する3つの連鎖による運動学的拘束の解析を実施することによって、親指のリハビリ運動が創成可能な3自由度機構であることを明らかにしている。そして、提案機構について、変位の入出力関係を明らかにするとともに、拘束および出力速度特性を表す全ヤコビ行列の導出を行い、特性解析例を示している。

第3章「Static Analysis (静力学解析)」では、提案機構について、各連鎖による独立な拘束のみを抽出して全ヤコビ行列を導出することにより、出力リンクに作用する負荷に抗して与えるべき駆動トルクを求めることが可能であると述べ、定式化した上でこの手法により求めた駆動トルクの値と提案機構を用いた実験装置による測定結果を比較した結果により、この手法が有効であることを示している。

第4章「Workspace Analysis and Dimensional Synthesis (作業領域の解析および機構総合)」では、要求されるリハビリ運動を安全に実現可能なロボット機構の総合を可能とするために、提案機構

の幾何学的条件により求められる作業領域のうち、所望の発生力に対するアクチュエータトルクの最大値が許容値以下である領域を実用作業領域（Effective Workspace）と呼び、これをリハビリロボットの機構設計に用いることを提案している。そして、設計仕様として求められる領域に対する実用作業領域の大きさなどを評価指標として適切なリンクの寸法を決定する機構総合の手順を具体的に示している。

第5章「Prototyping and Experiment with Users（試作およびユーザ実験）」では、実測により得られた健常人の親指の運動を提案機構により再現することを目的とし、健常人を被験者とした親指の可動範囲の測定、手への装着を前提としたアクチュエータの配置の検討と実用作業領域による比較・検討、これらに基づく機構総合・ロボットの試作および被験者への装着駆動実験を行っている。そして、提案機構に基づいて、使用者の手に装着可能で所望の運動創成が可能なりハビリロボットが製作できたことを実験によって示している。

第6章「Conclusion and Discussion（結論および討論）」では、本論文で得られた成果、本論文で得られた課題、本研究の展望を述べている。

以上を要するに、本論文は、親指の内転・外転および屈曲・伸展運動に対応したリハビリを実現する装着型のロボット機構を提案してその運動学および力学的特性に基づく機構総合を実施し、ロボットの試作実験を通してその特性を明らかにしたものであり、工学上および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があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。