

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(和文) | パラレルリンクを用いた空気圧駆動ロボットハンドシステムの研究 |
| Title(English) | Pneumatic Robot Hand System with Parallel Link Mechanism |
| 著者(和文) | 見上慧 |
| Author(English) | Kei Mikami |
| 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11816号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:只野 耕太郎,小俣 透,吉田 和弘,高山 俊男,宮下 英三 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11816号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,, |
| 学位種別(和文) | 博士論文 |
| Category(English) | Doctoral Thesis |
| 種別(和文) | 要約 |
| Type(English) | Outline |

2021 年度博士 (工学) 学位論文

パラレルリンクを用いた空気圧駆動 ロボットハンドシステムの研究

Pneumatic Robot Hand System with
Parallel Link Mechanism

見上 慧

東京工業大学

2021 年 3 月

本論文の要約

研究の背景と目的

近年、医療分野やサービス分野、協働作業など非構造化環境のロボット化が期待されている。このような環境はロボットと周辺の人や物とのインタラクションが欠かせないため、周辺環境と接触するロボットハンドの性能向上は非常に重要度が高い。現在最もよく使われている平行グリップは、剛体ワークの把持以外のタスクへの適用が難しいことやワークの位置・形状誤差などの環境の変動を吸収する仕組みがなく、非構造化環境での運用が制限される。また、これまでに研究されてきたロボットハンドの多くは複雑な構成をもつためコストやメンテナンス性に課題がある。そこで本研究では、環境変動に対応でき、剛体ワークの把持以外の作業も可能なロボットハンドの簡素な構造による実現を目的とした。

本論文の構成

本論文は全6章から構成され、各章の概要は以下の通りである。

第1章「序論」では、本研究の背景としてロボットによる自動化と課題について俯瞰した。産業におけるロボット化による労働生産性の向上と、さらなるロボット化を阻む要因としてエンドエフェクタの機能制限について指摘した。次に現在広く使われている平行グリップと、これまで研究されてきたロボットハンドの課題についてまとめ、本研究の目的を示した。

第2章「5節リンク指モジュールとロボットハンド」ではロボットハンドに関する関連研究について、コンプライアンスの実現手段とロボットハンドの動力伝達方式を中心に分類・比較した。次に比較結果を基にパラレルリンク機構と空気圧シリンダを用いた指モジュールとこれを組み合わせたロボットハンドを提案した。提案した指モジュールは、コンプライアンスを空気圧駆動によるアクチュエータ制御で実現するとともに、5節リンク機構を2本の空気圧シリンダで駆動する構成であり、2つの能動自由度を簡素な構成で実現した。また、提案した指モジュールの設計フローを構築した。

第3章「塑性モデルを用いたインピーダンス制御」では、摩擦要素を含む塑性モデルを導入したインピーダンス制御について提案した。ワークとの接触時は塑性変形を模擬することで未知サイズのワークに与える力を抑制し、接触前は摩擦要素によって塑性変形を起こさずに動作するため、通常のインピーダンス制御と同等の位置制御性を有する。次に提案したインピーダンス制御器を用いて接触実験や、位置制御実験、指モジュールの先端発揮力の確認、コンプライアンスの調整実験により性能を評価し、提案した指モジュールが十分に各種性能目標を達成できることを示した。

第4章「5節リンクロボットハンドによるタスク実行と評価」では、試作したロボットハンドシステムの評価実験を実施した。各実験により、未知サイズの脆性物把持やケーブル挿

入タスクに対しても提案するロボットハンドシステムが有効に機能することを示した。

第5章「接触センサレスすべり検出システム」では、空気圧シリンダを用いた触覚センサレスのすべり検出システムを提案した。提案システムは、指モジュールから得られる推定反力と空気圧シリンダの圧力変化から接触点位置推定が可能であり、ワークのすべり量は接触点位置の変化として検出される。実験によりすべり検出およびすべり量に応じた把持力の補償が可能であることを確認し、提案システムの有効性を示した。

最後に、第6章「結論」では、本論文で得られた知見と今後の展望について示した。