

所属: 岐阜大学 工学部

氏名: 八田 禎之

**2023年度 助成****研究 経過 (終了) 報告書**

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	ニューラルネットワーク型順運動学モデルを用いたパラレルリンク型バイラテラルシステム開発
研究の結果	本研究では、職人作業の一種であるヘラ絞り加工の自動化を目標に、パラレルリンク型バイラテラルシステムの開発を行った。本開発では、既存のパラレルリンク型バイラテラルシステムに対して力覚センサを追加する改良工事を行い、その改良後のパラレルリンク型バイラテラルシステムに基づいて、順運動学モデルを構築した。一般的に、パラレルリンク構造の順運動学は非線形最小二乗法等のように数値解析的に計算されるため、長い計算時間を要する。しかしながら、パラレルリンク型バイラテラルシステムでは、リアルタイムの順運動学計算が求められる。そこで、本システムの順運動学モデルはニューラルネットワークと非線形カルマンフィルタの組み合わせによって構築される。本順運動学モデルを実機に実装した結果、順運動学モデルが 0.02 ms で計算可能であることが確認された。そのため、制御周期 1 ms の制御器にも実装可能であることも確認された。さらに、バイラテラル制御のベースとなる位置制御及び力制御を本順運動学モデルに基づいて設計した。実機検証より、両制御器の有効性が確認された。 また、パラレルリンク型バイラテラルシステムにおいて熟練作業者の動作を保存し、その保存データに基づいて本システムを自動で動作させるための模倣学習アルゴリズム開発を行った。本アルゴリズム開発では、パラレルリンク型バイラテラルシステムの開発と並行して行うために、市販の力覚フィードバック装置と協働ロボットを用いた遠隔操作システムを構築した。作業者はカメラ画像を見ながら、力覚フィードバック装置を介して協働ロボットを操作して作業を行うことができる。本アルゴリズムでは、カメラ画像と力覚フィードバック装置の操作情報が機械学習モデルに学習される。自動動作の際、カメラ画像が入力されると機械学習モデルから操作情報が出力される。初期検討としてペグインホール動作の学習及び自動動作を実現させ、本アルゴリズムの有効性を確認した。
研究発表 (実績)	研究実績として、以下の論文を発表した。 ・Yoshiyuki Hatta and Kazuaki Ito, "Four-Channel Bilateral Control with Neural-Network-Based Forward Kinematics Model for Metal Spinning Process," Proceedings of the IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, SAMCON2024, pp. 219-224, Mar. 2024 (査読あり)。 また、以下の卒業論文を発表した。 ・伊藤遼佑, "ヘラ絞り用パラレルリンクロボとのための作業空間に基づいた力制御に関する研究," 岐阜大学学士学位論文, 2025 年 2 月 ・桐山侑輝, "機械学習モデルと拡張カルマンフィルタを用いた順運動学による作業空間型位置制御に関する研究," 岐阜大学学士学位論文, 2025 年 2 月 なお、現在、上記卒業論文に基づいた学術論文誌を執筆中である。

提出期限: 研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。