

HCLS データベースのロボットを用いた 化粧用具のキャッピングタスクの自動化

永田研究室 F122026 下釜 颯斗

1. 目的

近年、複雑なロボット作業に対して、教示情報に加えて視覚・聴覚・力覚など多様なセンサ情報を統合的に扱えるインタフェースの必要性が高まっている。従来の教示再生方式では、環境変化や対象ワークのばらつきに対応しきれないという課題があり、柔軟で器用なロボット動作も記述できる汎用性と拡張性の高いデータ構造とその制御手法が求められている。本研究では、化粧用具ワークのキャッピング作業の自動化機能について検討する。従来法では位置決め精度や治具のたわみにより安定した装着が困難であったため、装着時の「カチッ」という音を検知することで押し込み動作の完了を判断する方式を導入し、安定かつ連続的にキャッピングを行えるシステムを構築した。

2. 研究内容

本研究では、繊維状ワークのキャッピングタスクを自動化するため、まず提案した HCLS データインタフェースを用いてロボットと外部システム間の情報連携を行い、図 1 に示す MG400 ロボットを制御するアプリケーションを開発した。しかし、治具のたわみ、ワーク形状のばらつき、微小な位置ずれにより、事前に入力した教示点からの一定の押し込み動作では装着が不安定となる場合があり、実用的でなかった。そこで本研究では、キャッピング完了をより確実に判定するため、HCLS データ内に記述できるステートメント「CAPPING」を新たに提案し、ロボットが装着完了を判断できる仕組みを構築した。「CAPPING」のステップでは、キャップ装着時に発生する特徴的な「カチッ」という音を検知するまで降下を続ける。図 2 には「CAPPING」を含む HCLS データの構造(左)と、その処理手順を示すフローチャート(右)を示している。具体的には、capping, noise, voice の 3 クラスに分類した音の波形画像を収集し、VGG-19 の転移学習で新たに構築した CNN モデルにより波形画像を識別する方式を採用した。ロボットにはピンマイクを装着し、閾値以上の音量が検出されれば押し込み動作を停止してその波形画像を CNN モデルに入力する。判定結果が capping クラスであれば、ロボットは正常にキャップが装着されたものと判断し、次のワークの処理に移る。本研究では、提案システムの有用性を評価した。

3. 結果

本研究では、ロボットを用いてキャッピングタスクを自動化するために、簡単に操作できる HCLS データをベースとした動作環境を提案した。HCLS データ内に「CAPPING」というステートメントを記述するだけで、高さ方向の細かな座標調整を行わずとも装着音を検知することで、安定したキャッピング動作を連続的に実行できる手法を示した。さらに、小型ロボット MG400 を用いた検証実験により、本手法の有効性と有用性が確認された。提案システムにより、音量情報と HCLS データの統合により、正確なキャッピング完了判定が可能となり、ロボットによるキャッピングタスクの安定性と信頼性が向上した。今後は装着音の時間軸の波形画像と周波数特性の画像をそれぞれ用いた場合の識別精度を比較し、より信頼性の高いキャッピング完了判定を実現することで、システム全体のさらなる安定化を目指す。

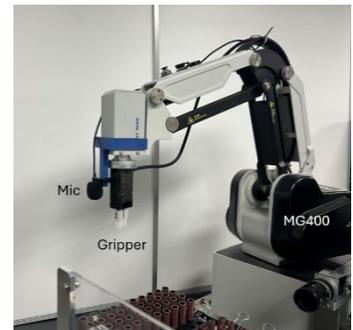


Fig. 1 4 軸ロボット MG400

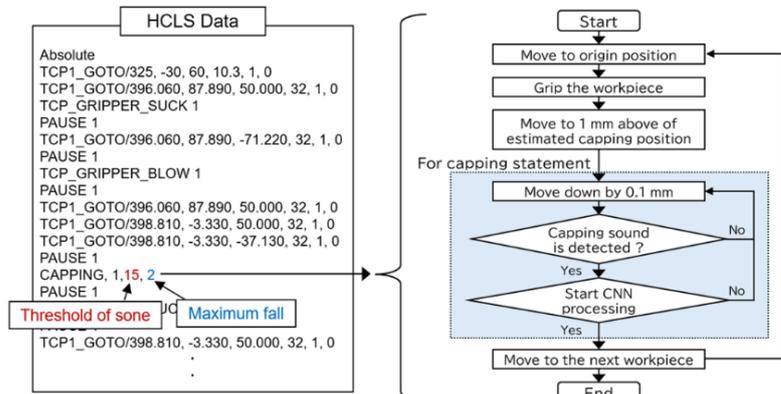


Fig. 2 設計した HCLS データとキャッピング処理のフロー