

キャップ装着音の識別が可能なロボットによる 化粧用具のキャッピング動作の安定化

永田研究室 F122005 今村 耀太

1. 目的

本研究の目的は化粧品用具のキャッピング工程において、ロボットによるキャッピング動作の自動化および安定化を実現することである。既に提案している HCLS データインターフェイスを用いて既に開発している不良品の仕分けロボットに対し、新たにキャッピング作業を後工程としてシステムの統合を目指す。キャッピングの正常終了時には「カチッ」という装着音が発生するが、これまでの音の大きさに基づく判定手法では、他の接触音や周囲の環境音などを装着音と誤検知する問題があった。本研究では、装着音とそれ以外の音を時間領域波形から識別可能な CNN モデルを構築し、音情報に基づくキャッピング完了判定の高信頼化を図ることで図 1 のようなキャッピング動作の安定化を目指す。

2. 研究内容

本研究では、キャッピング完了音の識別を目的とし、音情報を畳み込みニューラルネットワーク (CNN) により分類する手法を検討した。本研究で用いた音データの例を図 2 に示す。図 2 は、キャッピング時に発生するキャッピング音 (Capping)、物体の落下音 (Noise)、および人の発話音 (Voice) について、それぞれ時間領域の波形画像として可視化したものである。音データの取得にあたっては、研究室で開発している MATLAB アプリケーションを用いて波形画像を収集し、Loudness Threshold を 10、Segment Duration を 1.0 [s] に設定した。これにより、閾値以上の音量を持つ区間の波形画像を抽出した。音の識別には、ImageNet で学習済みの VGG19 を 3 カテゴリ (Capping, Noise, Voice) 分類用に転移学習させたモデルを用いた。音データは時間領域の波形画像として入力し、訓練画像およびテスト画像は各カテゴリにつきそれぞれ 80 枚、20 枚を用意した。学習には MATLAB 環境を用い、エポック数 35、ミニバッチサイズ 32、学習率 0.0005、最適化手法として SGDM を設定した。Capping 音には実際にロボットによるキャッピング動作中に取得した装着音を用い、Noise および Voice には物体の落下音および人の発話音を使用した。構築した CNN を実際のロボットシステムに組み込み、キャッピング動作完了の音識別への適用可能性を検証した。

3. 結果

構築した CNN の性能評価を行ったところ、テスト画像各 20 枚計 60 枚に対してすべて正しく分類され、検証精度 100% を達成した。また、本 CNN を実装したロボットシステムを用いてキャッピングタスクを 40 回連続で実行した結果、継続的に実行可能であることが確認できた。当初は一部の試行において音情報が取得できず、キャッピング音の検出に至らないまま最大降下量に達する事例が確認されたが、治具土台の改良および Segment Duration の値の調整を行うことで、音情報の取得制度は改善された。この結果から、提案手法によりキャッピングタスクの連続的実行が可能であることを示すと同時に、パラメータ設定が識別性能に与える影響が明らかとなった。

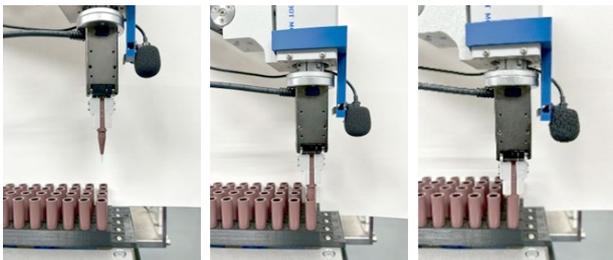


Fig. 1 ロボットによる自動キャッピング

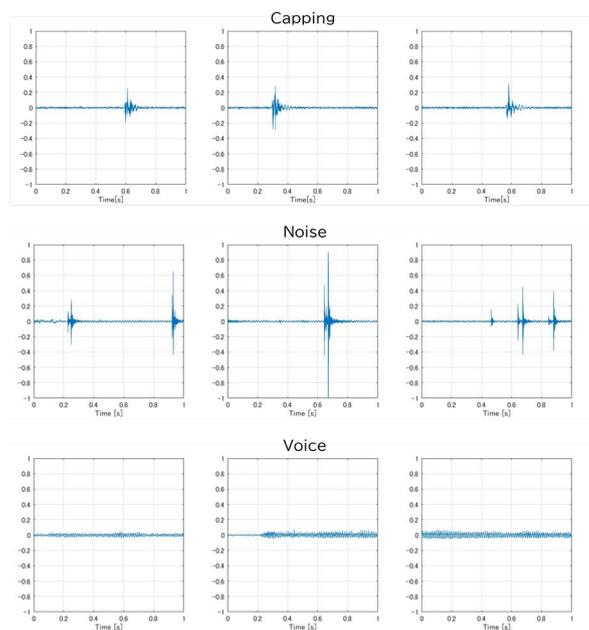


Fig. 2 各カテゴリの時間軸波形画像の例