

# 画像認識とビジュアルフィードバック制御を用いた 不良成型品のピッキングロボットシステム

## Defective Molded Article Picking Robot Using Image Processing Technique and Visual Feedback Control Method

永田研究室 F120613 三木 康平  
Nagata Laboratory F120613 Kohei Miki

### 1. 目的

近年、消費者嗜好の多様化により、少品種大量生産から変種変量生産へと生産形態がシフトしている。そのため、生産ラインに導入されるロボットもこれまでの単一作業に特化したものから、人のように状況を判断しながら器用に作業を実行する汎用機械へとニーズが変化してきている。このニーズに応えるため、さまざまな画像処理を自動で行うカメラや、ベルトコンベア上の製品を自動で仕分けするロボットビジョンなどが販売されているが、カメラや光源の位置が制限される狭い空間内において、対象物を画像処理により検出し、傷つけることなく目標の位置まで移動させるシステムの実現は難しい。そこで、狭い空間内におけるワークの正確な位置・姿勢の検出と、その後の安定したピック&プレースを目標としたロボットシステムの研究を行っている。

### 2. 実験方法

本研究では、把持用グリッパを用いてピッキングを行う際に姿勢情報が重要となるワークを対象とする。提案するシステムは、広域撮影用のWEBカメラ、ターゲット領域撮影用の内視鏡カメラ、ロボットアーム、および制御用PCで構成され、ピッキング対象であるワークを含め、図1のように配置している。まず、WEBカメラにより作業テーブルを撮影し、画像を二値化した後、その中で指定した色に対して最も大きい面積を持つ領域を目的の対象物(ワーク)と推定し、画像フレームでその領域が構成するピクセルの位置情報に基づいて重心位置を計算する。次に、画像フレームにおける重心位置情報をロボット座標系における位置情報に変換することで、アーム先端に装着したグリッパなどのエンドエフェクタを対象物の重心位置上に移動させる。さらに、図1のような把持用グリッパの場合は対象物の姿勢によって把持のしやすさ、ひいてはその可否が大きく左右されるため、対象物の姿勢を高精度で推定する必要がある。そこで、本研究では、画像認識に特化したAI技術である畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を応用し、対象物の姿勢を推定する。最後に、対象物が把持されやすいように推定値をもとにグリッパの姿勢を制御し、安定的にピック&プレースできるようにする。なお、CNNの設計については、転移学習という方法を用いる。転移学習とは、ある問題を効果的に解くために既存の優れたCNNをもとに新たなCNNを設計する手法である。本研究で使用するCNNは、大規模な画像認識コンペティションで優秀な成績を残したいくつかのCNNモデルをベースとして設計する。

### 3. 結果と考察

設計した複数のCNNの姿勢推定精度を比較した結果、Int. Conf. on Learning Representations (ICLR) で発表されたVGG16をベースとした場合に最も良い精度が得られた。また、CNNに学習させる画像と実際に把持する対象物との形状や環境条件に近いほど姿勢推定精度が高いことが分かった。一方、実機を使ったピック&プレーステストでは、複数回タスクを繰り返すと画像フレームとロボット作業座標系との間のキャリブレーションにずれが生じ、対象物をうまくピッキングできないことがあった。そこで、Visual Feedback制御を適用することで画像フレームとロボット作業座標系との間のキャリブレーションを必要としないシステムを実現でき、ピッキング精度も向上した。

[1] 三木, 永田ら, 画像認識によるオブジェクト抽出とビジュアルフィードバックを用いたピッキングロボットシステム, ファジィシステムシンポジウム 講演論文集, TD4-3, 6 pages, 2020.

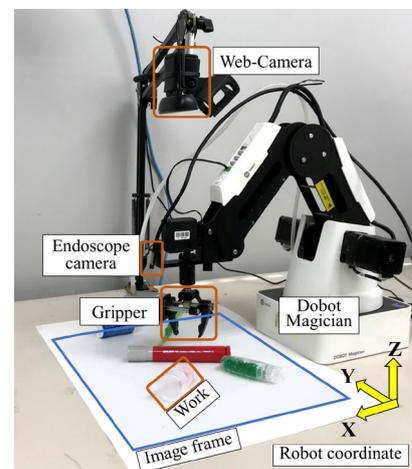


Fig. 1 Experiment system