

転移学習によるCNNを用いた 小型多関節型ロボットのピック&プレース実験

永田研究室 F116007 今橋 優大

1. 目的

生産方式の変化に伴い、コスト削減のため工場の現場ではさらなる省人化が必要とされている。そこで、AIによるロボットアームの制御を用いて、人の代替となり得るシステムの開発が必要とされている。そのためには、AIは学習していないデータや環境に対しても良好に対応できなければならないと考える。研究室では、ニューラルネットワーク(NN)を用いた制御システムの構築を行っており、本研究ではNNに転移学習という技術を適用することで比較的小さい労力で様々な分類分けに対応するAIを設計できることを示す。小型多関節ロボットアームのピック&プレース制御への応用を通じて妥当性と有効性を示す。

2. 研究内容

転移学習による新たなCNNの設計ではシリーズ型のCNNとして既の実績のあるVGG16をベースに、全結合層を13のクラス分類用書き換え、学習を行った。この場合、畳み込み層の重みの学習率を全結合層のそれより小さく設定することで全結合層の重みを重点的に学習させるという方法を採用した。訓練用の画像データにはまず、図1のようにマウスやリモコンの正方形の画像を複数用意し、その画像をオーギュメンテーション機能によって増やし、データセットを作成した。データセットは 0° ~ 180° の範囲を 15° 刻みで区切った、13カテゴリ、総画像枚数9191枚で構成した。

ロボットアームにピック&プレースをさせるために必要な機能は、対象物の位置と角度をそれぞれ認識することである。このため、ロボットアームの作業領域を撮影し、画像解析を用いてカラー領域を識別してその重心位置を求める。次に、求めた重心を中心に正方形画像を切り抜き、転移学習させたCNNに入力する。CNNは入力された画像を13クラスに分類するため、対象物の姿勢を推定できる。次に、ロボットアーム先端を画像解析で求めた重心位置に移動させ、サクシオンカップツールで対象を吸い上げて持ち上げ、目標位置まで移動させる。最後に、プレース(リリース)する際には、予め設定した目標姿勢 r_d となるようにCNNが検出した角度 r をもとに差角である $r_d - r$ のみ回転させることで整列させた。

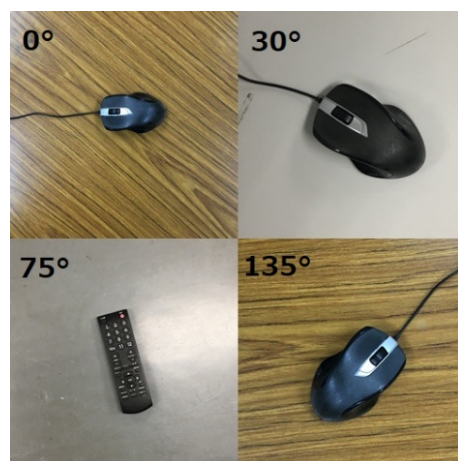


Fig. 1 Examples of images for training.

3. 結果

学習させたCNNを方向表現が可能なワークの姿勢推定に用いることで、多関節ロボットによる目標位置・姿勢へのピック&プレースを実行できることが確認された。このとき、訓練用データセットに含まれていなかった形状のワークに対してもCNNは姿勢角度を認識することができていた。評価実験では、ロボットアームはワークをピックアップした後、目標位置の上部まで移動させ、目標姿勢で良好にプレースすることができていた。なお、 15° 刻みのカテゴリでクラス分類する以上、プレースする際に最大で 7.5° の誤差が生じてしまうため、今後は分類できる姿勢角度のカテゴリを増やし、CNNが推定できる姿勢角度の分解能を高めていきたい。