

# ベルトコンベア上のワークの欠陥検出のための CNNを搭載した仕分けロボット

永田研究室 F121048 西田 尚生

## 1. 研究の背景と目的

産業界においてはIoT (Internet of Things) や NN (Neural Network) などに代表される AI (Artificial Intelligence) の活用, 自動化や生産効率化などを旨とするインダストリー4.0, 大量生産 (Mass Production) に加えて多品種少量の受注生産 (Customization) が融合したマスカスタマイゼーションが進んでいる. その背景には消費者ニーズの多様化とそれに対応しようとした生産体制の複雑化の流れがあり, 生産ラインの自動化や省略化は継続的な課題である. 例えば, 工業製品や工業材料の不良品検出, 欠陥検出の分野ではプログラマブルに利用できる検査システムや生産環境へのニーズが高まっている. そこで本研究では大量生産される樹脂製ワークの生産ラインを想定し, ベルトコンベア上を流れるワークの「欠け」といった形状に関する欠陥検出から分類, さらには仕分けまでを行うことができる CNN (Convolutional NN) を搭載したロボットシステムについて検討したので報告する.

## 2. 研究内容

実験ではまず, 3D プリンタで欠陥無し 1 カテゴリ, 欠陥有り 5 カテゴリの計 6 カテゴリの三角柱形状のワークを製作し, エンドスコープカメラにより撮影したオリジナル画像 6 枚と幾何学的に拡張した画像 504 枚の計 510 枚からなるデータセットを準備した. データセットは訓練用 276 枚と, テスト用 234 枚に分けた. 次に, 訓練用画像のうち 186 枚を用いて事前学習済みの CNN モデルである AlexNet のファインチューニングを行うことで, 新たな CNN モデル AlexNet-based CNN1 を構築した. ファインチューニングでは, 全 25 層の AlexNet の畳み込み層のフィルタの学習率を 0.0001 に, また, 後半の全結合層部のニューロン間の重みを 0.001 に設定することで, オリジナルの AlexNet の畳み込み層が持つ優れた特徴抽出機能をほぼ維持したまま, 今回のデータセットを構成するカテゴリの画像に特化できるように工夫した. その後, テスト用画像のうち 180 枚を用いて分類実験を行い, AlexNet-based CNN1 の汎化性能を確認後に小型産業用ロボット Magician に実装し, ベルトコンベアから流れてくる欠損を持つワークの分類タスクに適用することで有用性を評価した.

## 3. 結果

AlexNet-based CNN1 を用いてデータセットから抽出した 180 枚のテストデータを評価したところ, 100%の精度で画像分類できていたが, 図 1 のようにロボットへ実装後にベルトコンベア上を流れるワークを新たに撮影しながら評価したところ十分な仕分け性能が得られなかった. これは, データセット構築時の撮影場所の照度や反射などの撮影条件と, ロボット実装後のそれが微妙に異なっていたため, JPEG 画像として保存時にピクセルレベルでの 0 から 255 までの 256 段階の数値に変化が生じたものと思われる.

このため, CNN により広範な特徴を獲得させ, 結果的に汎化性能をより高めるために訓練画像の枚数を全 276 枚まで増やし, AlexNet-based CNN2 として再学習後にロボットに実装し, 同様の評価を行った. その結果, 実機による仕分け精度を 80%以上まで高めることができたため, 図 1 のような良品・不良品の仕分けロボットとして提案することができた.

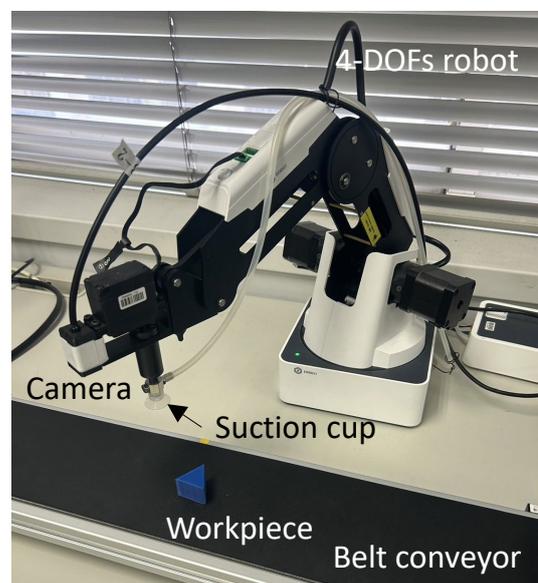


Fig. 1 Proposed robot system incorporated with a CNN.