

19 深層学習を利用した画像からの物体認識技術に関する研究

金谷典武, 中里一茂, 福田 純, 福井 航

1 目 的

機械製品および電気・電子製品の製造工程において、部品等の形状や特徴を認識したり、外観検査を自動化したいという要望が存在する。これらを実現する手法の一つとして、視覚センサから得られる映像情報を用いた画像処理技術が利用されており、当センターにおいてもその取り組みが行われている。一方、近年、人工知能（AI）技術の急速な発展により、画像認識技術の飛躍的な進歩が見られる。これらの技術はディープラーニング（深層学習）と呼ばれ、注目されている技術の一つである。現在注目されているAI技術について、現状と技術的な課題に対する知識を深めるためには、自らが主体となって研究開発に取り組む必要があり、当センターにおいても新たな取り組みとして研究開発¹⁾ ²⁾を行っている。本研究では、深層学習を応用して、山積みされた工業部品の中から部品を自動認識する技術の研究開発を行った。本報告では、その結果について記述する。

2 実験方法

デスクトップパソコンを利用して深層学習の実験を行った。パソコンのOSはWindows10を利用しており、プログラミング言語であるPythonやソフトウェアライブラリであるTensorFlowを利用できるようにソフトウェアの設定を行った。これまでに開発した学習用ソフトウェア¹⁾を修正し、入力画像のサイズを300×300画素、500×500画素、1000×1000画素の3パターンが利用できるように変更するとともに、各プログラムにおいて機械学習を実行した。その後、自動学習させたニューラルネットワークのパラメータを認識用ソフトウェアに組み込み、物体認識実験を行った。物体認識の実験は、デスクトップパソコンだけでなく、ノートパソコンでも行った。

実験用の画像データとしては工業部品の画像を利用した。撮影に利用した工業部品は、T型金具、L型金具、I型金具、M5ネジ、ドリル等である。最終的に、6494枚の画像を学習用サンプルとして利用するとともに、256枚の画像を物体認識用サンプルとして利用した。学習用と物体認識用のサンプル画像に重複はない。

3 結果と考察

3.1 金具の自動検出

T型金具、L型金具、I型金具を複数枚積み重ね、山積みされた工業部品の画像サンプルとして利用した。認識用プログラムは、検出した工業部品をロボットアーム等でピックアップすることを想定し、最上部にある工業部品を画像データから自動検出することを目的とした。

最上部にある部品は、他の部品によって隠蔽される部分がないと考えられるので、隠蔽がない部品を学習サンプルとして機械学習を行った。認識用ソフトウェアを利用してT型金具を検出した結果を図1に、L型金具を検出した結果を図2に示す。それぞれの図中の四角形の枠で囲まれている部分が検出結果である。どちらの結果も複数の金具が重なって撮影されている画像から、最上部にある部品を正しく自動検出できていることが確認できる。

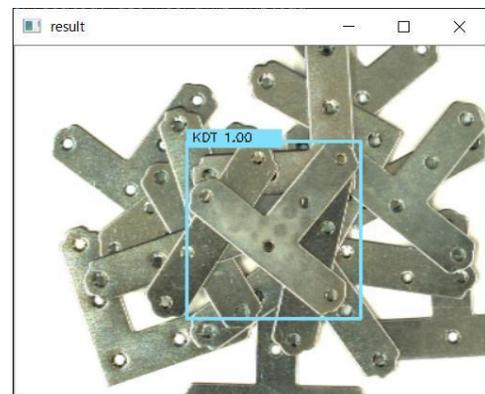


図1 T型金具の検出結果



図2 L型金具の検出結果

3.2 深層学習による自動検出結果の評価

長さの異なる部品の認識と正答率の確認を行った。実験対象は、長さ 8mm, 12mm, 20mm の 3 種類の M5 ネジとし、1 個、または、複数個のネジが撮影された画像データから物体認識を行った。

複数のネジが混在する画像データから検出を行った例を図 3 に示す。図中の四角形の枠で囲まれている部分が検出結果で、四角形の枠の左上部に示された表示が認識されたネジの種類を示している。図 3 の結果は、入力画像のサイズを 300×300 画素として作成したプログラムを利用している。図 3 の中央部分を詳しく見ると、ネジの見落としが発生しているのを確認することができる。

同様に、入力画像のサイズを 500×500 画素として作成したプログラムを用いて実験を行った。その結果を図 4 に示す。図 4 では、中央部分のネジを含め、すべてのネジが正しく検出できていることが確認できる。この検出結果の向上は、機械学習を実施する工程でプログラム内部のニューラルネットワークのパラメータが改善された結果であると考えられる。

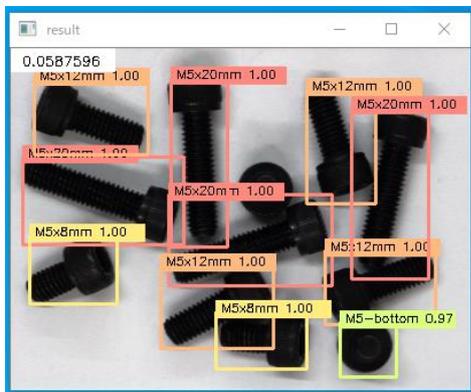


図 3 M5 ネジの検出結果 1

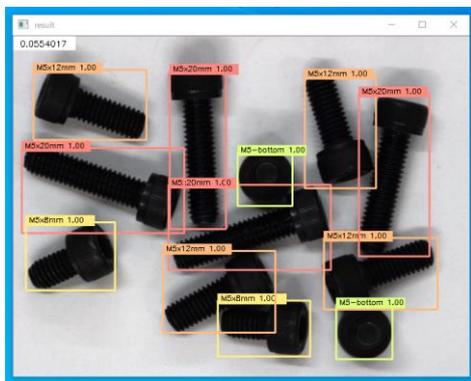


図 4 M5 ネジの検出結果 2

次に、入力画像のサイズを 1000×1000 画素として作成したプログラムを利用して同様の実験を行ったが、入力画像のサイズ 500×500 画素の場合と同様の結果が得られている。

学習用データとは異なる 80 枚の画像を利用して、M5 ネジの自動検出結果の評価を行った。画像中に存在する部品の総数は 306 個あり、これを真値総数とした。入力画像のサイズ 500×500 画素のプログラムを用いて自動検出実験を行った結果、正しく検出できた数 306 個、見落としの数 0 個、対象外の数 13 個であった。正答率などの各認識率を

正答率 : 正解数 / 真値総数

誤認率 (Type 1) : 見落としの数 / 真値総数

誤認率 (Type 2) : 対象外の数 / 真値総数

とする^{3) 4)}と、正答率 100%の結果が得られた。認識率をまとめた結果を表 1 に示す。

表 1 M5 ネジの検出結果

正答率	100%
誤認率 (Type 1)	0%
誤認率 (Type 2)	4.25%

3.3 ドリルの自動検出

最後に、ドリル (ストレートドリル) を積み重ねた状態を画像サンプルとし、画像データの中から最上部にある部品を自動検出する実験を行った。金具の認識と同様に、最上部にある部品は、他の部品によって隠蔽される部分がないと考えられるので、隠蔽がない部品を学習サンプルとして機械学習を行った。

入力画像のサイズを 500×500 画素として作成したプログラムを用いて、ドリルを検出した結果を図 5、図 6 に示す。それぞれの図中において四角形の枠で囲まれている部分が検出結果である。各図は、ドリル全体の検出と、シャンク (ドリルの柄部で使用の際に保持する部分) の検出を行っている。図 5、図 6 の結果により、ドリル全体とシャンクを正しく検出できていることが確認できる。

従来手法を用いた物体認識技術では、画像中の輝度値の変化や画像中に含まれる特徴量などの抽出を行い、物体を認識する。図 5、図 6 のようなドリルの検出は、従来手法を用いた物体認識では、困難であると考えられるが、今回の実験では、深層学習を利用することにより、比較的容易に実現できている。

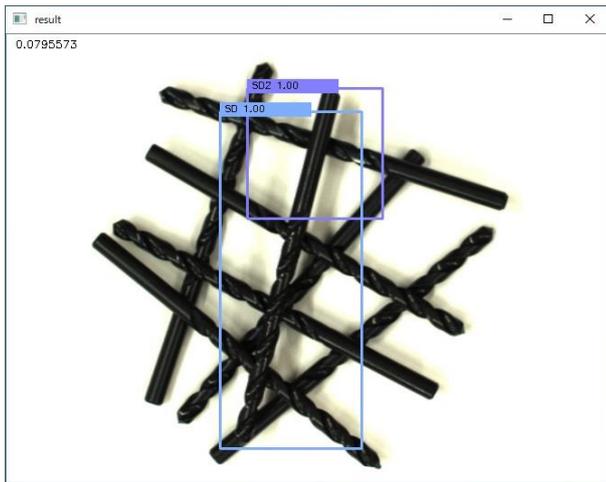


図5 ドリルの検出結果1

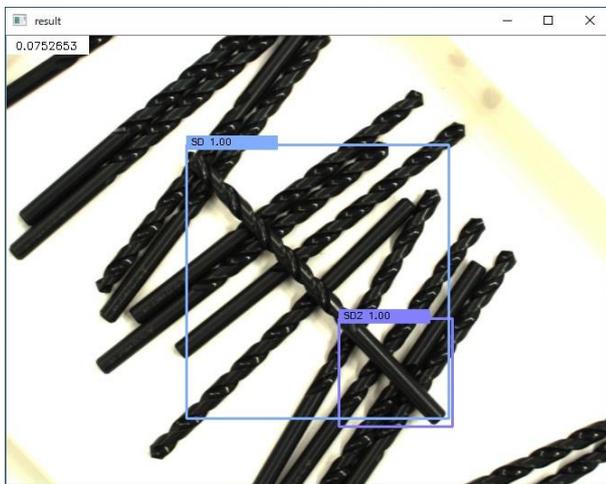


図6 ドリルの検出結果2

4 結 論

深層学習による物体認識実験を行うため、Python や TensorFlow を利用した学習用ソフトウェアと認識用ソフトウェアの開発を行った。機械学習により自動学習させた学習用ソフトウェアと認識用ソフトウェアを利用して物体認識実験を行った。その結果、山積みになされた工業部品の中から部品を自動検出することが可能であることがわかった。また、複数のネジが存在する画像データから部品の検出実験を行い、正答率 100%の結果を得ることができた。ドリルの検出を行い、ドリル全体の自動検出、および、シャンクの自動検出が可能であることがわかった。

本研究では、深層学習による物体認識実験を行っているが、実験サンプルや学習用の画像データが少ないと考えられる。今後、画像データを追加し、更なる実験を進める計画である。

参 考 文 献

- 1) 金谷典武, 中里一茂, 松本哲也, 兵庫県立工業技術センター研究報告書, **28**, 31-32 (2019)
- 2) 金谷典武, 2020 年電子情報通信学会総合大会, D-12-60 (2020)
- 3) 金谷典武, 松本哲也, 北川洋一, 古澤春樹, 1990 年電子情報通信学会秋季全国大会, D-303 (1990)
- 4) 古澤春樹, 池端重樹, 電子情報通信学会論文誌D, **J71-D**, 371-378 (1990)

(問合せ先 金谷典武)