

# 3D CNN を用いたボクセルデータの分類実験

永田研究室 F120023 芝 優一郎

## 1. 目的

近年、距離情報を取得できる 3D カメラを使用することで物体の位置、姿勢、形状などを推定することが可能になっている。特に、工業製品の製造ラインにおいては、製品や材料の写真に対して画像処理と CNN 技術を適用して欠陥を自動的に検出するシステムが数多く提案されている。しかしながら、ワークの輪郭形状や色彩が同一である場合、製造ラインに設置されたカメラから画像を蓄積し CNN モデルを構築しても、ワークの表面形状の特徴までを獲得し、その違いから正確に分類することは困難である。そこで、本研究では輪郭形状と色彩が同じワークの表面形状の違いにフォーカスし、それに基づいた分類が可能なシステムを検討した。具体的には、3D カメラで得られた深度情報 (PCD) を拡張し、ボクセル (VXL) データに変換後にそれをデータセットとして 3D CNN モデルの設計、訓練、分類実験を行うことで性能を評価した。

## 2. 研究内容

本研究では、8 カテゴリの異なる表面形状について検討し、3 次元 CAD ソフトウェア「Creo Parametric」を用いてそれぞれ 10 種類のモデル、すなわち計 80 のモデルを設計した後、3D プリンタで造形した。図 1 には 8 カテゴリにそれぞれ属する 3D プリンタで加工した実モデルの例を示す。モデルの輪郭形状と色彩は同じであるが、モデルの上面には異なる表面形状が存在している。その後、RealSense™ Depth Camera D435 を用いてこれら 80 の実モデルの点群データ (PCD) を計測し、MATLAB 上で開発した PCD-VXL コンバータを用いて点群データが形成する 3 次元空間を  $32 \times 32 \times 32$  の解像度でボクセル化することでボクセルデータを生成させる。その後、得られたボクセルデータを使用してベーシックな 3D CNN の構造を持つ VoxNet の学習と汎化性能の評価を行うこととした。VoxNet は各ボクセルが 0 あるいは 1 のバイナリ情報しか持たないボクセルデータを扱うことができ、計算コストとメモリ消費コストが少ないという優れた特徴を持つ。構築する VoxNet の汎化性を向上させるため、計 80 の実モデルについて測定した 80 の点群データ (PCD) ファイルについて、回転角度を 1 度から 359 度に変化させて設定することで 1 つの PCD から新たに 359 の PCD を生成させた。これらの PCD もボクセルデータに一括変換することで結果的に  $80 \times 360 = 28,800$  の VXL ファイルを蓄積し、VoxNet の学習データとして使用した。得られた全ボクセルデータの訓練用およびテスト用への分割方法については、1 カテゴリにつき 9 モデル分のボクセルデータ 3240 個から成る訓練用データセットと、1 モデル分のボクセルデータ 360 個から成るテスト用データセットをそれぞれ作成した。どの 1 モデルをテストに用いるかにより 10 通りの訓練用データセットとテスト用データセットの組み合わせを用いて評価した。

## 3. 結果

本研究では、3D CNN の構造を持つ VoxNet をベースにワークの表面形状の違いを識別し、分類が可能なシステムを試作した。訓練後にテスト用のボクセルデータを用いて評価した結果、テストデータによっては精度 99.6% で分類できることもあったが、平均値は 75.2% 程度であった。今後は汎化性能を高めるためにカテゴリとモデルの数を増やししながら、新たな構造の 3D CNN を提案していきたい。

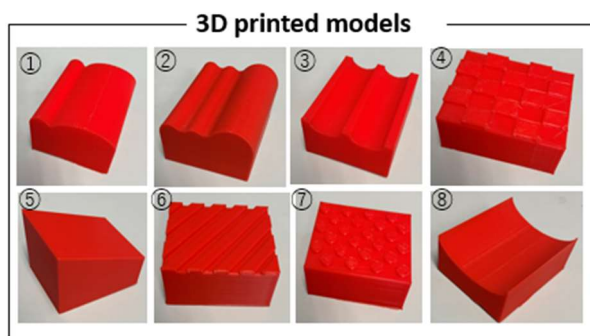


Fig. 1 3D printed models to accumulate PCDs.