

少数サンプルにおける AI の精度改善に関する研究

1. 目的

人工知能 (AI) が注目された契機の 1 つは、2012 年に開催された大規模画像認識のコンペティション ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) である。このコンペで使用されたデータセットの画像枚数は約 130 万であり、そのデータセットは開発されたモデルや学習方法のベンチマークとして利用され、AI の高精度化に貢献してきた。しかし、県内企業の製造現場に AI を導入する場合は、画像収集やラベル付けがボトルネックとなる。そこで、教師あり画像分類問題について、少数サンプルにおいても高精度なモデルを作成するため、転移学習及び疑似データ生成手法について検討した。

2. 方法

本研究では、解決したい問題を金属研削面のキズの有無を判断する 2 クラス分類問題とした。学習/テスト用のキズ有/無画像を各 1,024 枚、計 4,096 枚準備した (図 1)。学習用画像枚数を変化させ、少数サンプルにおける精度を調べた。ここで、精度はテスト用キズ有/無画像全体 (2,048 枚) のうち、正しく分類できた割合で定義される。

高精度なモデルを作成するためには多数の適度にバラついたサンプルを準備すること以外にモデル選択、モデルのパラメータの学習方法、初期パラメータについて検討することが大事である。モデル選択については PyTorch Image Models の ResNet-50 を利用した。このモデルは高精度、高速かつ学習しやすく、様々な論文で利用されている。モデルのパラメータの学習方法については ImageNet を用いた ResNet-50 の高精度な学習方法を参考にした。モデルの初期パラメータについてはランダムに設定した場合 (Scratch)、ImageNet で訓練したモデルのパラメータを設定した場合 (ImageNet Pretrain)、Computer Graphics (CG) で生成した画像を用いて訓練したモデルのパラメータを設定した場合 (CG Pretrain) の 3 つで比較した。ImageNet 等の大規模データセットで訓練したモデルのパラメータを初期値とする方法は転移学習と呼ばれ、精度改善方法の 1 つである。

転移学習用の CG による画像生成方法は次のとおりである。研削面及びキズは PyOpenGL を利用して生成した。研削面は円柱をランダムな位置及び向きで、またキズは円柱と球をつなげて描画することで表現した。デブスバッファを利用してカメラから最も近い円柱や球の座標を画素単位で得て、三角形メ

ッシュを生成し、OBJ 形式で保存した。次に、OBJ 形式の三角形メッシュを BlenderProc で読み込み、照明とテクスチャをランダムに選択、レンダリングし、画像を PNG 形式で保存した (図 2)。以上の処理を GPU サーバ上で行い、画像を 20,000 枚生成した。

3. 結果

各クラスの学習用画像枚数を 1 から 1,024 まで変化させたときの Scratch, ImageNet Pretrain, CG Pretrain の精度を表 1 に示す。例えば、学習用画像枚数 1 は学習用のキズ有画像が 1 枚、キズ無画像が 1 枚、計 2 枚でモデルを学習し、2,048 枚のテスト用キズ有/無画像で精度評価したということの意味する。このとき Scratch の精度は 55.71%、つまり 2,048 枚中 1,141 枚が正解だった。ImageNet Pretrain は、Scratch と比較して、学習用画像枚数 1~1,024 の全てで精度向上が確認できた。CG Pretrain は、Scratch 及び ImageNet Pretrain と比較して、学習用画像枚数 128 までは最高精度で、それ以降は同等程度の精度だった。転移学習及び CG 画像生成により少数サンプルにおける AI の精度改善が可能であることを示した。

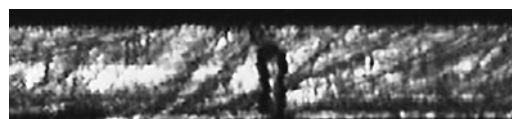


図 1. 金属研削面のキズ有画像の例



図 2. CG によるキズ有画像の例

表 1. 精度の比較

各クラスの学習用画像枚数	精度[%]		
	Scratch	ImageNet Pretrain	CG Pretrain
1	55.71	68.46	99.23
2	54.30	89.50	99.23
4	57.62	92.14	99.23
8	57.57	98.24	99.23
16	59.67	99.17	99.41
32	60.01	99.32	99.81
64	85.06	99.51	99.76
128	98.68	99.71	99.85
256	99.76	99.85	99.76
512	99.76	99.85	99.85
1,024	99.90	99.95	99.90