



Grad-CAMによる部品形状 判別の注目部位説明機能

株式会社アストライアーソフトウェア

2025年1月20日

概要



- ディープラーニングによる判断基準は、トレーニング中に自動的に決められるため、この根拠を説明することはできず、AIモデルはブラックボックスとされる。
- 一方AIモデルの判断根拠に何らかの説明を求める声は多く、その一助となる方法にGrad-CAMがある。Grad-CAMについては、6 - 7 ページに簡潔に説明した。
- 今回は実例としてPointNetを使用した3D形状のクラス分けについて、Grad-CAMを用いてヒートマップを出力し、クラス分けの根拠として形状のどの部位にAIモデルが注目し判断したかを3D形状上にプロットした。赤い点が最も注目され、オレンジ、緑、青の順に注目度が下がっていく。

概要



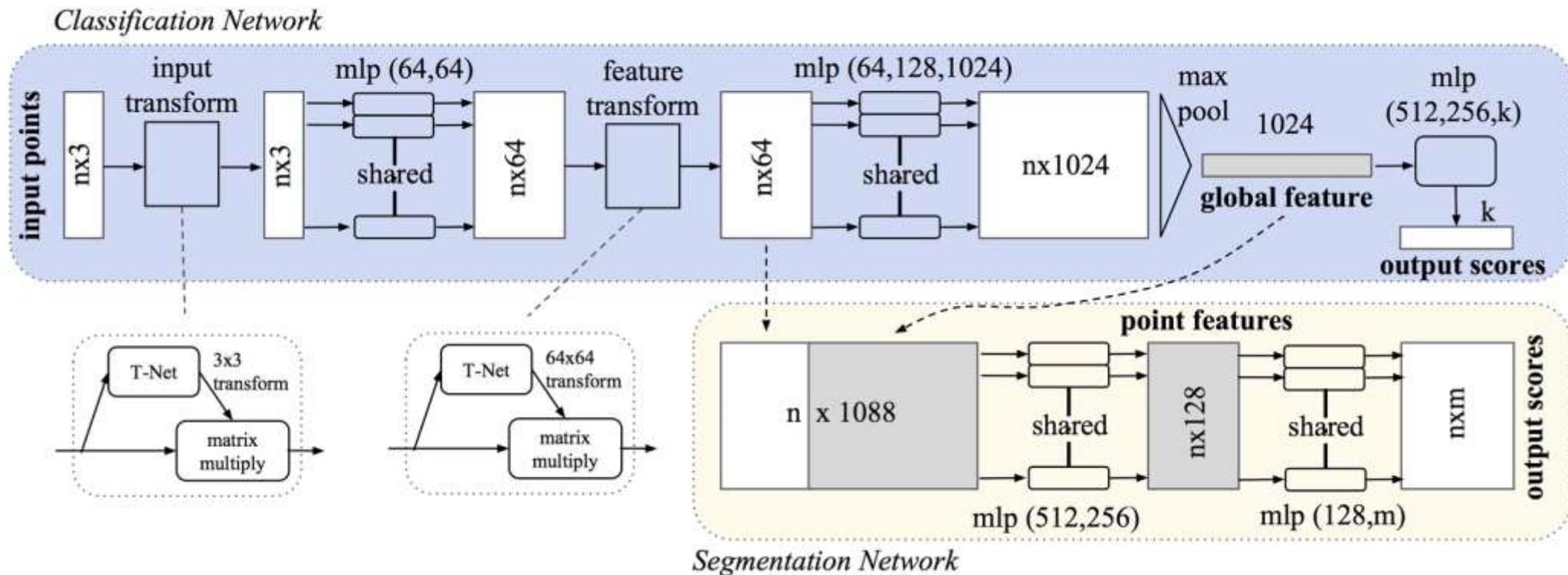
- PointNetを使い、4ページに示した機械部品のトレーニングデータについて分類するAIモデルを作成した。さらにGrad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping)を使い、その判定根拠となる注目部位をヒートマップで表示した。
- 9ページにHook部品の判定結果についてまとめた。サンプル部品はHookグループに正しく分類され、フック先端と形状上下の曲がった部分に注目が集まっている。AIモデルの判別には、これらの部分の形状が影響していると推測される。
- 同様に10ページにはWheel部品の判定結果についてまとめた。ここでは外周部と中心軸が注目が集まり、判定に影響していることがわかる。

トレーニングデータセット

- 12 クラス:
 - Articulations, eyelets and other articulated joints
 - Castor
 - Clamps
 - Cylindrical pins
 - Elbow fitting
 - Hexagonal nuts
 - Hook
 - Radial contact ball bearings
 - Tapping screws
 - Thrust washers
 - T-shape fitting
 - Wheel
- クラスごとに96個、合計1056個



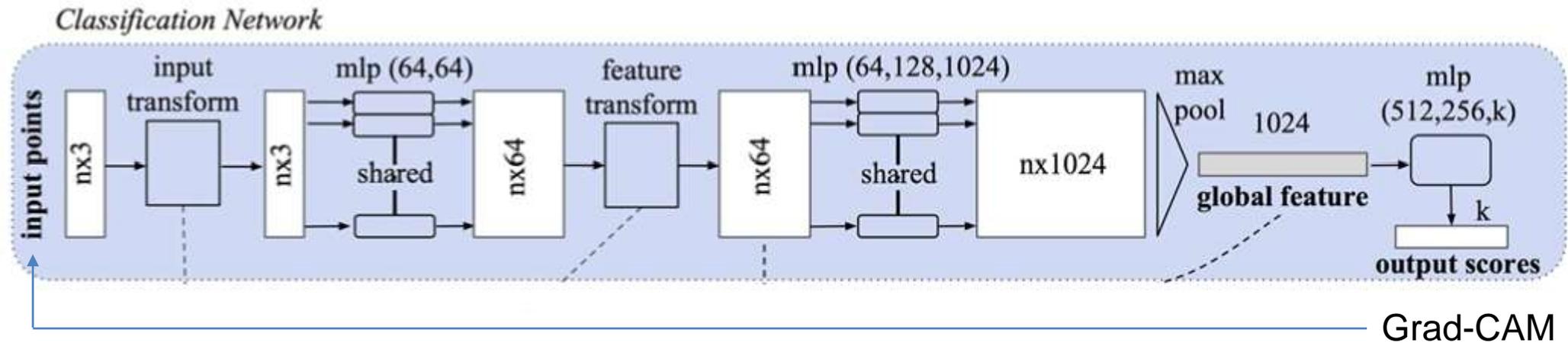
PointNetを使用したクラス分類NN



Grad-CAM 概要



この機能はディープラーニングモデルが意思決定を行う際に、入力のどの部分に重点を置いているかを視覚化するために使用されます。



- モデルの予測スコア（特定のクラス）の勾配は、最後のレイヤーから計算された特徴マップを基準に計算されます。
- 勾配はグローバルに平均化され、重みのセットが生成されます。
- これらの重みを使用して特徴マップが結合され、ヒートマップが生成されます。このヒートマップは元の入力形状に重ねて表示され、視覚的な説明が作成されます。

Grad-CAM機能詳細

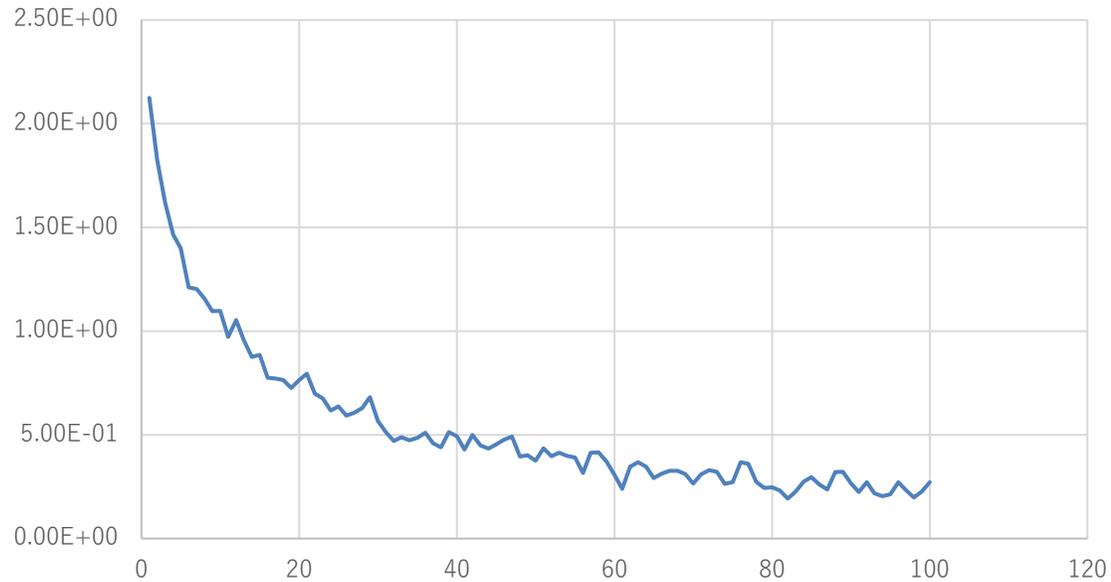


- 特徴マップ抽出: Grad-CAM は、CNN の最後の畳み込み層から特徴マップを計算します。これらの特徴マップには、画像に関する空間情報が含まれています。
- 勾配計算: 重み計算: これらの重みは、各特徴マップがターゲットクラスの予測にどの程度貢献するかを表します。
- 重み合計: ヒートマップは、モデルの決定に影響を与えた入力形状の最も重要な領域をハイライト表示します。
- オーバーレイ: ヒートマップは通常、視覚的な説明を作成するために元の形状にオーバーレイされます。

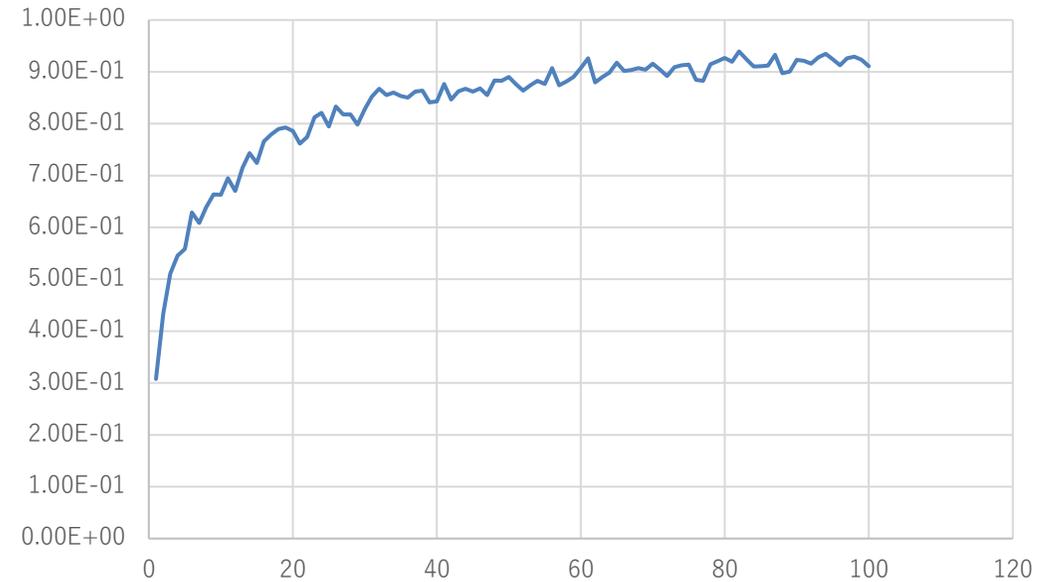
損失関数と精度の収束状況



Loss



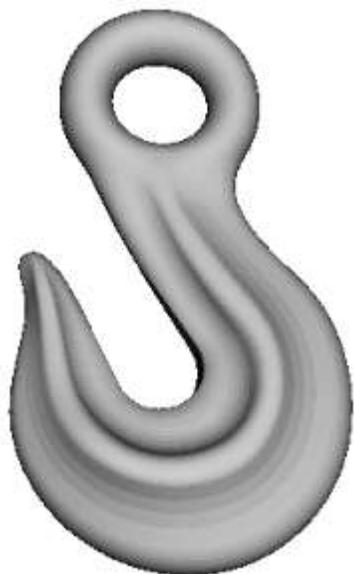
Accuracy



Hook部品判定結果例



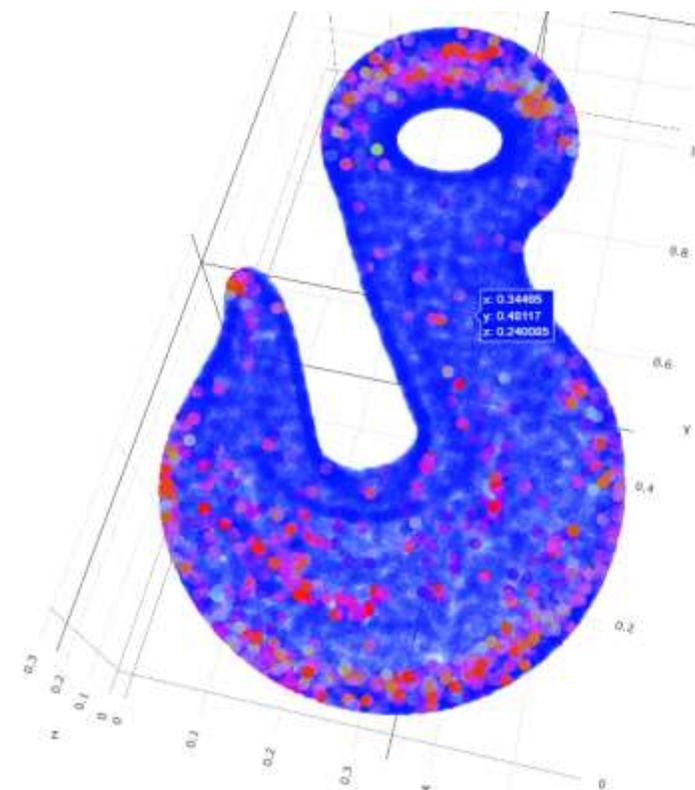
入力形状



判定結果：Hook



ヒートマップ



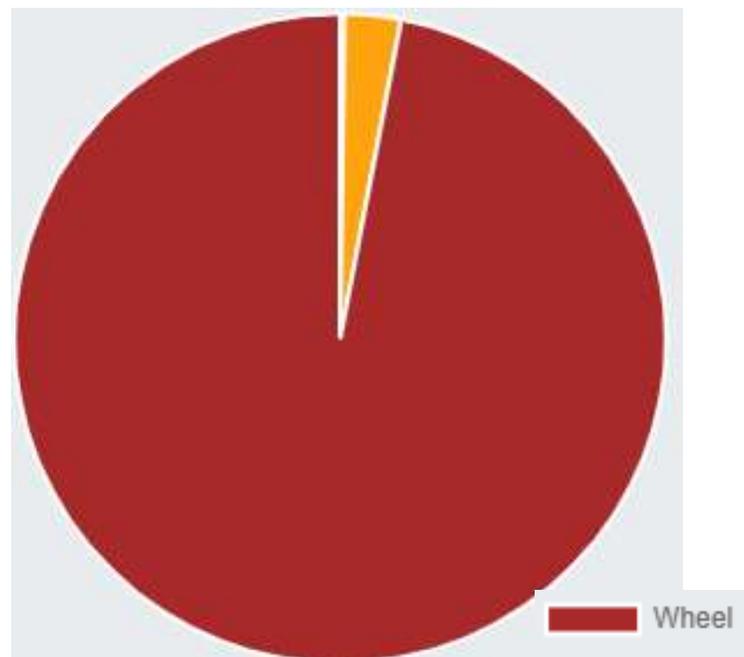
Wheel部品判定結果例



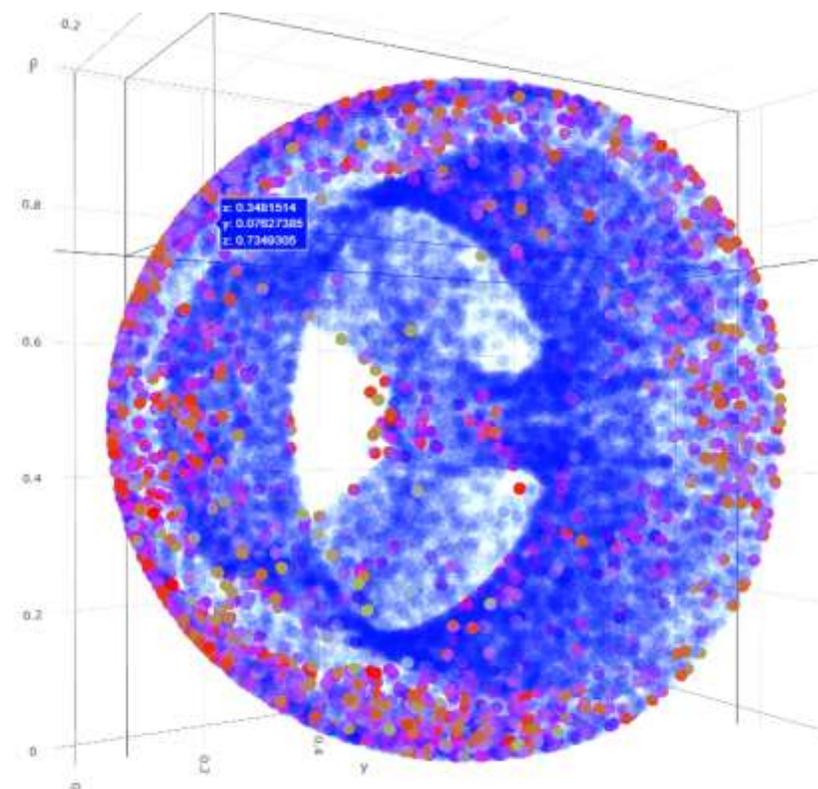
入力形状



判定結果：Wheel



ヒートマップ



デモサイト



- 弊社が今回作成したGrad-CAMのAIモデルは、以下のURLからお試しいただけます。
- https://demo3.astraea-soft.com/test_pointcloud.html





Astra

以上