

# ディープラーニングを用いた物体検知技術 ～セマンティックセグメンテーションによる配管錆検知～

Deep Learning-based Object Detection Technology  
～Application of semantic segmentation to rust detection of piping～

## ① はじめに

CAEソリューション部では旧日鉄プラント設計(株)(2021年4月1日日鉄エンジニアリング(株)に合併)時代からデジタル・トランスフォーメーションセンター(以下DXC)とも密接に連携、協力し、社内外の数値解析ニーズに対応しながら、データサイエンス(以下DS)分野における技術の向上と拡大にも取り組んできました。

DS技術を代表するディープラーニング(2層以上の中間層で構成されるニューラルネットワークで学習を行う深層学習モデル)は様々な分野で活用されていますが、多層の中間層を持つネットワークは勾配消失問題やCPU処理能力等の問題があり、実用上の障害がありました。しかし、最近では活性化関数の改良(ReLU)やGPGPUの登場により大きく進化を遂げ、応用範囲が広がっています。

そこで本稿では、数あるディープラーニング手法の中から、自動運転、医療用画像処理、外観検査など幅広い分野で用いられている技術“セマンティックセグメンテーション”に焦点を当て、その概要と適用例について紹介します。

## ② セマンティックセグメンテーション

ディープラーニングが進化する中で起きた技術革新の一つに、畳み込みニューラルネットワークの実装があります。この手法は、画像中の3×3(5×5や7×7も使用される)ピクセルにフィルタ係数行列を掛けて合計したものを代表色として求める畳み込み演算(図1)を、画面全体かつ何層にも重ねて行うものです。この手法の登場により、本稿で紹介するセマンティックセグメンテーションは大きな進歩を遂げました。

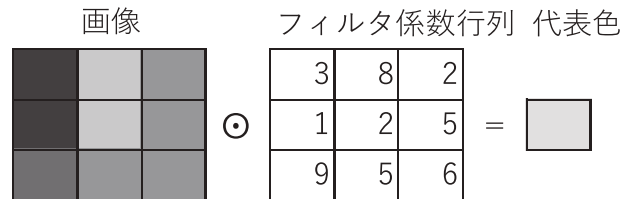
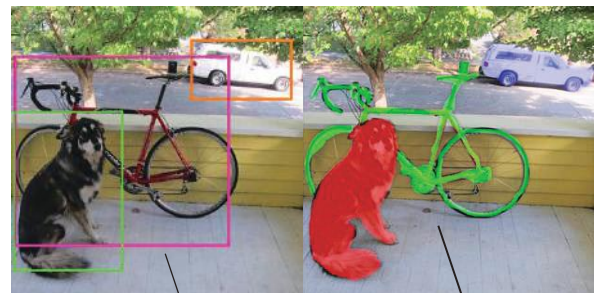


図1 3×3畳み込み演算の例

セマンティックセグメンテーションとは画像から検出対象の形状と種類をピクセル単位で検出する手法です。他の類似手法として対象を囲む矩形と矩形内の対象を検出するYoloが挙げられます。両者の違いはYoloが矩形座標とラベルなのに対し、セマンティックセグメンテーションではピクセル毎に色分けされた画像を返す点です。このため、セマンティックセグメンテーションでは対象の種類のみならず、形状や面積の情報も得ることができ、対象の分布や画像に占める割合を数値化することも可能です。



座標	ラベル	ピクセル色	ラベル
(0,50),(225,200)	=>自転車	赤	=>犬
(0,110),(115,170)	=>犬	緑	=>自転車
(190,35),(105,60)	=>車	青	=>車

図2 Yolo(左)／セマンティックセグメンテーション(右)  
(参考文献1)から引用)

## ③ ネットワーク構造

セマンティックセグメンテーションのネットワーク構造は、画像特徴を抽出する層としてMAXプー

リング層の代わりに畳み込み層／転置畳み込み層を採用し、高解像度で画像分類と形状の両方を出力可能としています。通常、MAX プーリングを行うと2×2ピクセルから最大値を代表値として取り出す処理により画像の特徴がより強調される代わりに解像度が1/4へ失われ、結果的に元の形状情報が失われてしまいます(図3)

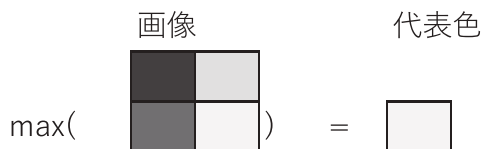


図3 2×2MAX プーリングの例

しかしセマンティックセグメンテーションでは図4に示すU-Netと呼ばれるネットワーク構造を取ることにより、畳み込みの逆演算である転置畳み込みを行うことでこの問題を解消しています。

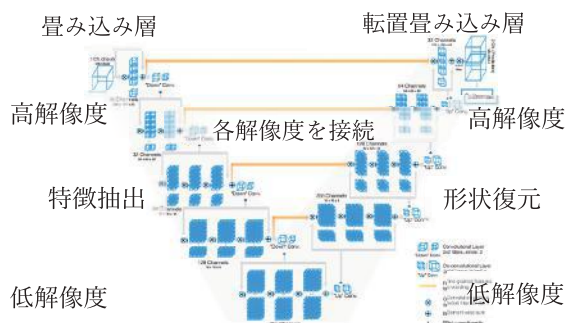


図4 U-Net 構造

## 4 配管錆検知技術への適用

セマンティックセグメンテーションを用いた錆の検出例を紹介します。まず、図5に示す配管画像の一部を錆の学習データとして用い、画像全体の錆を検出します。学習データは錆の学習画像とその分類結果を示す教師画像をペアとして用います。また、データアグリゲーション技術で1枚の学習画像から

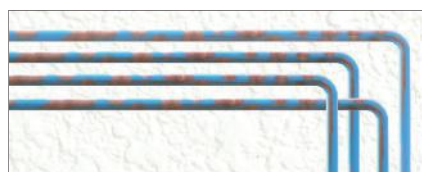


図5 配管錆検知対象画像

1000種類の類似画像を自動生成し、それも学習データに加えて学習させます。

学習完了後、元画像全体に対して錆検出を行った結果を図6に示します。錆がある箇所は緑色に着色されて表示されますが、学習データにて学習した特徴を用いて画像全体の錆が高い精度で検出されていることがわかります。

以上より、セマンティックセグメンテーションによる錆有無の検出について、検証画像で良好な結果が得られることが確認されました。

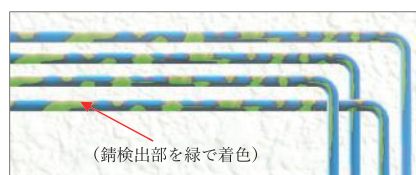


図6 配管錆検結果画像

## 5 おわりに

今回はDS技術の一端を紹介いたしました。CAEソリューション部では近年、数値解析とDS技術を連成(融合)させた先進的なソリューションサービスも手掛けています。今後ともお客様の様々なニーズ、特にフロントローディングや業務効率アップ等にも一層貢献するべく、尽力していきます。

\*1 生物の脳の視覚野に関する脳科学の知見にヒントを得た、「局所受容野」

### 参考文献

- 1) You Only Look Once:  
Unified, Real-Time Object Detection
- 2) U-Net:  
Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation

お問い合わせ先※  
 デジタルトランスフォーメーションセンター  
 デジタル企画推進部 TEL(093)588-7102  
 CAEソリューション部 TEL(093)588-7234

※DS分野はデジタル企画推進部および、数値解析が関係する場合はCAEソリューション部で対応しております。