

(2) 画像処理技術を用いた生産情報のデジタル化手法に関する技術開発 (令和4年度～令和6年度)

1. 研究のねらい

製品の付加価値や生産効率の向上等には、生産実績や製造条件、設備の稼働状況等の生産情報を収集・分析し、生産計画や体制、在庫等の最適化を進めることも重要である。多岐に渡る生産情報を的確に分析するためには各種情報の出力機能を持つ設備等を利用し、情報をデジタル化することが望ましいが、函館地域の多く存在する小規模企業等では資金的な問題や事業存続の不透明さ等の理由から、新規設備の導入等の投資を行うことは容易でない。そのため、既存設備を活用したデジタル化の需要が高く、多くの生産設備が具備する積層信号灯や各種メータ等の情報表示機器から生産情報を収集する技術が求められている。

本研究では、経済産業省の提唱するデジタルトランスフォーメーション政策の実現に向けた取り組みの一つとして、高度な機能を実現可能な画像処理技術を用いて汎用的な情報表示器等から生産情報をデジタル化する手法について技術開発を行い、地域企業の実産効率の向上を図る。

2. 研究の方法

当初の計画に基づき、今年度は以下の項目を実施した。

(1)設備が具備する情報表示器等のデジタル化に向けた画像処理技術の検討

3. 研究成果の概要

はじめに、画像からの生産情報収集での利用が期待できる画像認識技術について調査・選定を行った。AI技術の発展・普及に伴い、近年の画像認識技術では複雑な特徴を推論する深層学習がより高度化し、広く用いられている。それらの技術は主に、入力画像が何であるかを分類する「画像分類」、対象物の範囲を矩形で推論する「物体検出」、画素単位で対象物の領域を推論する「セマンティックセグメンテーション(以下、SS)」に大別できる。画像内の情報表示器等から生産情報を得るためには、背景として写り込む様々なものの中から生産情報源の位置を推論し、画像座標を取得する必要がある。そこで、生産情報源を効率的に推論する方法として物体検出とSSを選定し、実用性を検討するため、生産現場で多用される積層信号灯の検出実験を行い、推論精度と速度を計測した。

物体検出手法では、Faster R-CNN や YOLO(You Only Look Once)、SSD(Single Shot Multibox Detector)等の手法がある中、推論処理が高速なYOLOv5を選定した。評価は積層信号灯が含まれる任意の画像から教師データ100枚、検証データ16枚のデータセットを作成し、生産現場にも導入しやすい汎用PCを用いて行った。本条件では、60回程の学習で推論精度の評価指標であるmAP(mean Average Precision)は0.995にまで到達し、最大平均0.16秒/回の推論速度で全検証データから全ての積層信号灯を検出することができた。また、Webカメラのリアルタイム映像を用いた検出実験等では、背景画像の複雑さや遮蔽物等により検出精度が低下することも確認した。人間の視覚反応時間と同等程度の処理速度が実現できるYOLOv5による推論法には、人手作業のデジタル化を担う要素技術として高い実用性が期待できる。しかし、本推論法は対象物を含む範囲を矩形で検出するため、矩形範囲に対象物以外の外乱要素が多く含まれる場合には、検出精度が低下する可能性があることがわかった。

次に、一般に物体検出と比較して少ないデータ数で高精度な推論が可能なSSの中で、高精度な検出が可能とされるMask R-CNNを選定し、YOLOv5での推論実験と同じデータを用いてデータセットを作成し、積層信号灯検出の比較実験を行った。その結果、推論速度の平均は7.66秒/回程と長いものの、YOLOv5と同様に全検証データから全ての積層信号灯を検出することができた。さらに、YOLOv5では検出できなかった対象物の一部が遮蔽される画像等においても比較的高精度な推論が行えることを確認した。

本実験では、画素単位で推論するMask R-CNNは、対象物の領域を矩形範囲で推論するYOLOv5に比べ、外乱の影響が小さく検出精度が高い傾向にあることと、YOLOv5の推論速度には実用性が認められることを確認することができた。そして、YOLOv5には、変動要素が高い製造条件の収集や、緊急性の高い異常検知等への適性があるものと考えられる。

今年度の成果から、各画像処理技術を実装する上での改善点、運用上の留意点、併用方法等について検証をより進めることで、生産情報の実用的なデジタル化手法を構築できる可能性を認めた。来年度は、各手法における推論精度の向上を目的として、外乱の影響を抑制する手法や適切な学習データの作成手法等について実験的検討を行う計画である。