

IoT導入支援キットと連携可能な画像認識AIツールの試作

前田 洋征^{*1}

Development of a Prototype Image Recognition AI Tool Compatible with the IoT Starter Kit

Hiroyuki Maeda

モノづくり中小企業では、AI・IoT等のデジタル技術を活用した変革が求められているが、専門知識や人材不足等の理由から導入は十分に進んでいない。弊所では、IoT導入支援キット等を用いた生産現場の見える化による県内中小企業のデジタル化支援を進めてきた¹⁾。しかしながら、多くの企業を支援する中でIoT技術だけでは解決困難な課題も存在しており、新たな企業ニーズに対応できる支援ツールが必要であった。そこで本研究では、専門知識がなくても生産現場で活用でき、安価で手軽に試用できる画像認識AIツールを開発した。本ツールは、クラウド不要で1台のデバイスのみで画像データの収集から学習と推論が可能なエッジ完結型AIツールであり、IoT導入支援キットとの連携も可能としている。

1 はじめに

モノづくり中小企業は人手不足や製造コスト増大などの課題を抱えており、デジタル技術を活用した生産性向上が求められている。このような背景から弊所では、IoT導入支援キット等の開発を行い、IoTを活用した生産現場の見える化支援を進めている。しかしながら、さまざまな企業を支援する中で、IoTの導入だけでは解決できない現場課題も存在している。

こうした中、近年ではAI技術が急速に進化しており、特に生成AIは一般にも広く認知され活用が広がっている。生成AIは高度な情報検索や文章・画像・コードなどの生成が可能であり、多様な用途に利用されている。一方で、生成AIは一般的な情報を中心に学習されているため、生産現場固有の課題解決に直接活用することは難しい。特に、生産現場は業務内容や現場環境が企業ごとに大きく異なっており、多様な課題が存在している。そのため、各現場に対するAI導入の個別対応が必要となることがAI導入の障壁となっている。

そこで本研究では、専門知識がなくても多様な生産現場で活用でき、手軽に導入・活用できるよう、安価なデバイスを用いた画像認識AIツールを試作する。弊所はこれまで、IoT導入支援キットや生産進捗管理システムYokaKit等のツールを開発し、これらを活用することで幅広い企業を支援してきた。AI導入支援においても、AI技術を手軽に試用できるツールを開発し、

活用してもらうことで幅広い県内中小企業へのAI導入促進を目指す。

2 画像認識AIツールの構成

本研究では、生産現場で利用できるようにエッジ上で動作する画像認識AIツールの開発を行った。市販されているエッジAI製品には、追加学習が可能な製品も存在するが、基本的には認識可能な対象が限定されている場合が多い。そのため、現場ごとの多様なニーズに柔軟に対応することが難しい。一方、任意の画像認識を実現する方法としては、AI開発向けエッジデバイスを使用する手段がある。しかし、これらはAIモデルの推論実行に特化したものが多く、学習にはパソコンやクラウドサービスを利用する必要がある。例としては、Google ColabやRoboflowなどのクラウドサービスを用いてAIモデルを学習し、生成したモデルをエッジデバイスに書き込んで使用する方法がある。これらのクラウドサービスはオンライン上でGPUを利用できるため、高速なAI学習ができることが利点である。しかし、継続利用に伴う課金制への懸念やクラウド上にデータをアップロードする必要があるため、顧客製品などの機密情報を扱う可能性がある生産現場では、導入の障壁になる場合がある。そのため、開発するAIツールはクラウドを使用しない構成が良いと考えた。

そこで本研究では、クラウドを利用しないオンプレミス型で、1台のデバイスのみで画像データの収集、学習と推論まで実行可能なエッジ完結型の画像認識AI

^{*1} 機械電子研究所

ツールを開発した。開発したエッジAIツールのコンセプトを図1に示す。

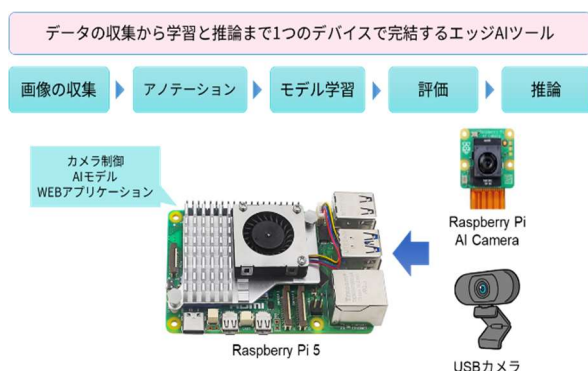


図1 エッジAIツールのコンセプト

エッジデバイスには、Raspberry Pi 5を採用した。AI学習で一般的に使用される汎用GPU計算を実行できないが、比較的安価であり導入しやすい特徴がある。なお、Raspberry Pi 5では、AIモデルの学習中や推論時にはCPUが高温になるため、冷却用アクティブクーラーを装着する。カメラには、Raspberry Pi AI Cameraまたは一般的なUSBカメラを使用できるようにした。Raspberry Pi AI Cameraは、Sony製のインテリジェントビジョンセンサーIMX500を内蔵するRaspberry Pi公式のAIカメラである。IMX500は、カメラに加えて推論アクセラレータを内蔵しているため、Raspberry Pi側ではなくカメラ側で推論を実行できる。一方、推論性能は低下するが、汎用性を考慮した一般的なUSBカメラも使用可能とした。

2-1 YOLO

AIモデルには、リアルタイム物体検出アルゴリズムであるYOLOを採用した。YOLOは、高速かつ高精度に物体検出が可能なオープンソースソフトウェアである。YOLOには、複数のバージョンやモデルサイズが存在するが、本研究ではRaspberry Pi 5で動作可能な小規模モデルを採用した。本ツールには、YOLOによるAIモデルの学習・生成やリアルタイム推論機能を実装した。

2-2 Label Studio

画像認識におけるAI学習では、画像内の認識対象に対するラベル付けと画像内の位置を示すバウンディングボックスを付与するアノテーション作業が必要になる。本研究では、アノテーションツールとしてLabel

Studioを採用した。Label Studioは、画像、テキストなど、多様なデータ形式に対応したオープンソースのアノテーションツールであり、Webブラウザから操作可能である。本ツールでは、収集した画像データをLabel Studioに取り込み、アノテーション作業後には学習用データセットを作成できる構成とした。

3 Webアプリケーションの構成

本ツールのソフトウェアはWebアプリケーションとして開発を行った。開発言語にはPythonを採用し、WebフレームワークにはFastAPIを使用した。FastAPIは、高速な処理性能を持つPython向けWebフレームワークであり、REST APIを容易に構築できる特徴がある。さらに、Webブラウザから操作可能にすることで、同一ネットワーク内のパソコンやタブレットなどから利用可能な構成とした。本Webアプリケーションには、学習データの収集機能、Label Studioを用いたアノテーション機能、YOLOによるモデル学習機能、リアルタイム推論機能を実装した。また、IoT導入支援キットと連携ができる構成とした。

3-1 Webアプリケーションの画面構成

本Webアプリケーションは、サイドメニューから任意のメニューを選択して使用する構成とした。サイドメニューは「プロジェクト」、「データセット」、「撮影」、「アノテーション」、「学習」、「推論」、「連携」、「設定」、「電源」から構成される。

「プロジェクト」画面では、画像認識の名称や学習データ、モデル設定を含むプロジェクトの新規作成や管理を行う。「データセット」画面では、画像および動画の管理を行う。本ツールにより撮影した画像や動画は、このデータセット画面から閲覧できる。「アノテーション」画面では、Label Studioの起動やLabel Studioへの画像データのインポートを可能としている。本アプリケーションからLabel Studioを起動・利用できるようにすることで、専門知識を持たない利用者がアノテーション作業を容易に実施できる構成とした。

「設定」画面では、接続されているカメラの一覧表示、Raspberry Pi 5のストレージ使用容量やCPU温度の確認が可能である。「電源」画面では、Raspberry PiとLabel Studioの再起動及びシャットダウンを実行できる。その他の主要機能は次節に示す。

3-1-1 撮影機能

本ツールにおける「撮影」画面を図2に示す。

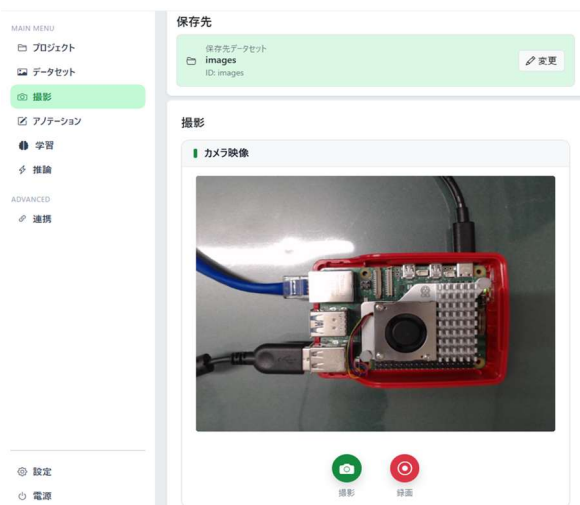


図2 撮影画面

「撮影」画面では、Raspberry Pi AI CameraまたはUSBカメラを使用した画像および動画の撮影を可能としている。撮影時は、保存先となるデータセットを選択する必要がある。また、撮影した動画を学習用データとして利用できるように画像として出力できる。

3-1-2 学習機能

「学習」画面を図3に示す。学習画面では、YOLOを用いたAIモデル学習の設定を行い、学習によってモデルを生成できる。ユーザーは学習に使用するデータセットを選択し、ラベル（クラス）の設定、エポック数、入力画像サイズやバッチサイズなどの学習用のパラメータを設定できる。また、学習済みモデルを選択して追加学習を行うことも可能としており、既存モデルを活用した学習にも対応している。

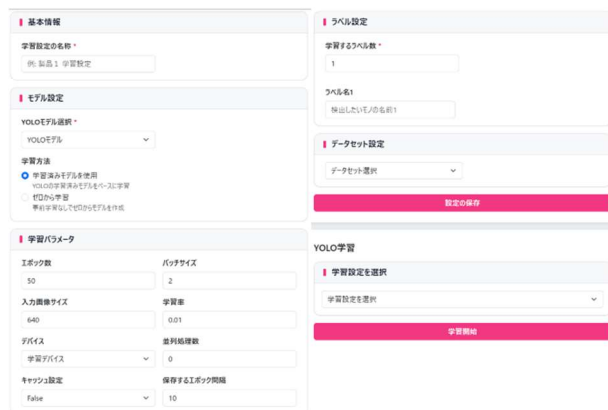


図3 学習画面

3-1-3 推論機能

「推論」画面を図4に示す。この画面では学習済みモデルを選択し、リアルタイム推論を実行できる。推論用カメラにRaspberry Pi AI Cameraを使用する場合は、作成したモデルをIMX500用に変換する必要がある。しかし、この変換作業はRaspberry Piで実行するには処理負荷が大きい。そのため、本ツールではWindowsパソコンで変換作業を行い、変換後に生成されたIMX500用ファイルを用いて推論を実行する構成とした。

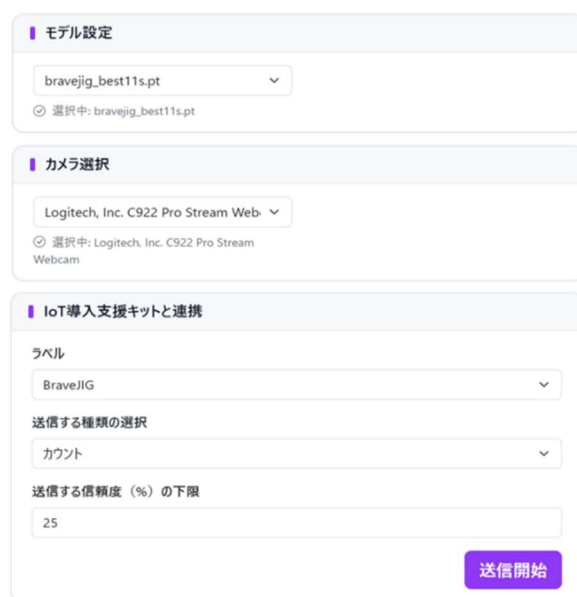


図4 推論設定画面

図5に、Braveridge製のIoTデバイスBraveJIGルーターを認識対象としたリアルタイム推論の実行例を示す。



図5 リアルタイム推論画面

リアルタイム推論では、認識対象をバウンディング

ボックスで表示し、認識結果のラベル名と信頼度を表示する。また、リアルタイム推論時には、連携画面で設定したIoT導入支援キットに対して、認識した物体名とカウント数を送信することが可能である。

3-1-4 連携機能

「連携」画面ではIoT導入支援キットとの連携設定が可能になっている。連携画面を図6に示す。

センサー種類ID	センサー種類名	単位
70000	person	人
70001	BraveJIG	個

立上り初期値	立下り初期値
0	0

オフセット初期値
0

立ち上がりデバウンス秒 初期値	立ち下がりデバウンス秒 初期値
0	0

図6 連携画面

IoT導入支援キットにはWeb API機能を用いて外部システムと連携する機能が備わっており、デバイスおよびセンサー種別を登録することで、外部システムも標準センサーと同様に扱うことができる。本ツールではこのWeb APIを使用して連携を実現した。連携画面では、IoT導入支援キットのIPアドレスを設定でき、本ツールをセンサデバイスとして登録することで、画像認識

結果を外部センサ情報として送信する構成とした。また、IoT導入支援キットでは接点出力デバイスを用いた外部機器の駆動が可能になっている。そのため、本ツールがIoT導入支援キットと連携することで、特定の物体を認識した時や設定したカウント数以上の物体を認識した時に、警告灯の点灯や装置の駆動が実行可能になっている。

4 結果と考察

本研究では、Raspberry Pi 5を用いたオンプレミス型のエッジ完結型画像認識AIツールを試作した。本ツールでは、1台のデバイスのみで学習データの収集、アノテーション、YOLOによるAIモデル学習およびリアルタイム推論が可能になっている。さらに、IoT導入支援キットとの連携により、物体認識だけでなく、認識結果に基づいて外部機器の駆動まで可能としている。

本ツールでは低コストを重視しているため、GPUを搭載した環境と比較すると、学習に多くの時間を要する。また小規模モデルを使用しているため、精度面に制約がある。しかし、中小企業における画像認識AIの初期導入支援用途としては、十分活用できると考えている。なお、ライセンス面については、YOLOのライセンス条件を考慮し、県内企業の現場で利用する場合は、利用者へのソースコード公開を前提とする運用方法を検討する必要がある。

5 まとめ

本研究では、県内中小企業におけるAI導入支援を目的として、低コストで導入可能なオンプレミス型の画像認識AIツールを開発した。今後は、操作性向上のためのUI改良に加え、画像分類機能、異常検知機能、OCR機能などの実装を進める予定である。また、汎用GPU計算が可能なNVIDIA製のJetsonシリーズに対応させた高性能版の開発も進めることで、用途に応じた選択肢拡充および適用範囲の拡大を目指す。さらに、本ツールを活用した県内企業へのAI導入支援を進め、生産現場におけるAI普及に取り組む予定である。

6 参考文献

- 1) 前田 洋征, 田口 智之, 奥村 克博, 西村 圭一, 小橋 泰成: 福岡県工業技術センター研究報告, No. 35(2025), pp. 66-69