

生産設備のセキュアな高度化技術の研究

[研究代表者] 内藤克浩（情報科学部情報科学科）

[共同研究者] 梶 克彦、中條直也、水野忠則（情報科学部情報科学科）

[共同研究者] 高島信秀、青木厚憲（三菱電機エンジニアリング(株)名古屋事業所）

研究成果の概要

本研究では、生産設備で使用されるファクトリーオートメーション（FA）の高度化を目指した研究を実施している。生産現場では、FA システムが広範囲に配置されているため、分散型のセキュアな処理基盤を実現する技術について研究を推進中である。近年の生産現場では、生産運用の形態が少品種大量生産から多品種変量生産に変化しており、同じ生産ラインでさまざまな製品を混流生産することが求められている。各製品には異なる製造プロセスがあるため、生産工程の品質を確保するためには、製品ごとに品質確認などのプロセスを準備する必要がある。そのため、品質確認のプロセスを柔軟に変更可能な処理基盤が必要とされている。

昨年度の研究では、FA システムで使用されるサービスには、類似した機能が含まれている可能性に注目し、目的のサービスを構成する要素機能を異なるマイクロサービスとして定義し、マイクロサービスの組み合わせとしてサービスを実現するサービス基盤の提案を行なった。提案サービス基盤では、実際の処理が行われるエッジデバイスが、生産ラインに沿って分散配置される状況を想定している。各エッジデバイス上では、コンテナ技術を使用した仮想計算環境を準備し、各マイクロサービスは特定のエッジデバイス上でコンテナとして実装されることにより、必要な機能を必要な場所で柔軟に起動することが可能になる。実証実験では、文字認識サービスと傷認識サービスが持つ共通の要素機能をマイクロサービスとして設計し、差分機能を実現するマイクロサービスと組み合わせることでサービスを実現可能であることを、実証実験を通して明らかにした。

研究分野： モバイルコンピューティング

キーワード： ファクトリーオートメーション、サービス高度化、エッジコンピューティング、仮想計算資源、分散処理

1. 研究開始当初の背景

生産設備の自動化システムはファクトリーオートメーション（FA）と呼ばれており、加工、組み立てなどの工程を、生産ライン上の工程として自動化している。また、製品品質を担保する目的として、生産ラインには監視システムを併設することにより、各生産工程が正しく実施されているのかも管理されている。既存の生産設備は、特定の商品を想定していることも多く、監視システムなども特定用途を想定した設計が行われてきた。一方、近年の生産現場における需要は、多品種変量生産であり、特定の生産ラインを通して多数の製品が混流生産されることも増えている。このような生産ラインの運用形態の変化に伴い、生産ラインに併設される監視システムも新たな設計が求められている。具体的には、様々な生産工程に対して柔軟に監視シ

テムの動作を変更する必要があるとともに、監視システムが必要とする計算資源の変化にも柔軟に対応可能であることである。

2. 研究の目的

本研究では、監視システムが類似した機能を包括している点に着目し、特定のサービスを複数の要素機能の組み合わせとして実装し、運用が可能な分散処理基盤の提案を行う。提案基盤を活用することにより、サービスを複数の分散計算資源上で実行が可能となる。具体的には、サービスを構成する要素機能をマイクロサービスとして設計するとともに、サービスはマイクロサービスの組み合わせとして設計を行う。また、マイクロサービスを任意の計算資源上で分散処理するため、各計算資源にはコンテナ技術を利用した仮想計算

環境を準備する。マイクロサービスは各計算資源上でコンテナとして実行されることにより、マイクロサービス間のシステム干渉などを防ぐとともに、処理を行う計算資源を自由に割り当てが可能な分散処理基盤を実現する。

3. 研究の方法

図1に提案する分散処理基盤のシステムモデルを示す。提案システムはサービス処理するエッジデバイスとエッジデバイスを制御するコントロールデバイス、サービスコンテナイメージを管理するクラウドにより構成される。エッジデバイスは複数あることを想定しており、製造ラインの中に分散して配置される。また、サービス処理する主体はエッジデバイスとなる。制御デバイスは各エッジデバイスの稼働状況を収集して各エッジデバイスを制御する。クラウドは各エッジデバイスで実行可能な、サービスのコンテナイメージを管理するとともに、エッジデバイスからの要求に応じてコンテナイメージの配布を行う。

本年度は分散処理基盤の実現性の検討を中心に実施したため、主にエッジデバイスの設計と試作を実施した。製造ラインの品質管理では、画像情報を活用したサービスが多数存在する。そのため、プロトタイプとして想定するエッジデバイスにもカメラの接続を想定した。一般にカメラなどの外部デバイスは計算資源上の単一プロセスからのみのアクセスしか想定して設計されていない。本研究では、カメラ映像を取得する専用マイクロサービスを定義することにより、外部デバイスであるカメラから取得した映像を、任意のマイクロサービスに中継可能な設計とした。結果として、複数のマイクロサービスが、カメラ映像に同時アクセスすることが可能なサービス実行基盤を実現した。また、エッジデバイスの計算資源の状況を出力するエクスポートコンテナと制御デバイスからの指示に応じて、該当サービスのダウンロードと実行を行うデプロイコンテナを基盤コンテナ群として準備した。結果として、デバイスの計算資源の状況に応じて、デプロイコンテナが関係するマイクロサービスのイメージを、クラウドからダウンロードすることにより、任意のマイクロサービスを実行可能な分散処理基盤を実現した。

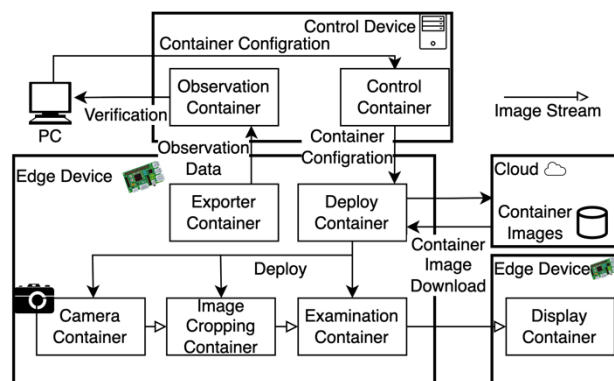


図1 分散処理基盤のシステムモデル

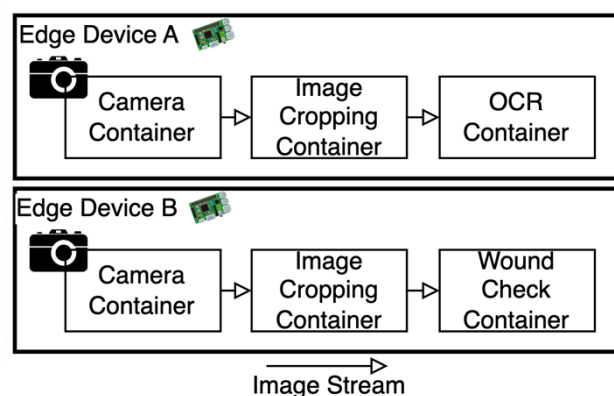


図2 デモンストレーションで想定したサービス例

4. 研究成果

本年度は試作した分散処理基盤の実現性を評価するために、汎用マイコンボードであるラズベリーパイ 4 を利用したプロトタイプデバイスを開発し、簡易デモンストレーションの実施を行なった。図2はデモンストレーションで想定した2種類のサービスを示す。想定サービスは文字認識と傷認識のサービスであり、要素機能としての映像取得、画像からの対象物抽出までは同一要素機能を用いる。また、文字認識と傷認識の機能のみ別のマイクロサービスとして実装を行なった。結果より、一部の要素機能を再利用して異なるサービスを実現可能であることを実際のマイコンデバイスを利用して確認した。

5. 本研究に関する発表

- (1) Takuya Wada, Katsuhiko Naito, “Proposal of an Edge Device Framework for Abstracting Sensor and Camera Devices”, 2022 IEEE 11th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) pp. 1-4, 2022年