

AI技術とMR技術を用いた 異物除去作業支援システムの研究開発

○西本 圭志・前島 崇宏(茨城県産業技術イノベーションセンター)

背景と目的

●異物除去作業を作業者の目視で確認し、手作業で異物を除去しているのが現状。

中小企業の製造現場において異物除去などの検査工程は、製品の品質を保つうえで必要不可欠な工程である。多くの現場では、搬送ラインを流れる製品の中に含まれた異物等を、作業者が目視で確認し、手作業や機材（ピンセット、吸引機等）で除去している。

作業を長時間行うことによる集中力の低下、体調不良・疲労による注意力の低下、作業の不慣れ等により、見逃しが発生することがある。

作業者の見逃しを減少させるため、異物検査を行うAI構築技術に関する研究、および作業者へ異物の位置を直感的に提示するためMR技術(Mixed Reality: 複合現実)を用いた提示技術の研究を行った。

●異物検査AI構築における学習データ収集に要する労力（コスト）の削減

AIを構築するためには、一般的に膨大な学習データが必要とされ、学習データ収集に要する労力の削減が課題となっている。

本研究では学習用の正常品画像や異物画像を自動で収集可能な装置を研究開発した。併せて、自動で収集した正常品画像と異物画像を合成した異物混入画像を用いて学習することで、AI構築に要する労力を削減しつつ検査精度を向上させた。

●AIによる検査結果を、MRデバイスを用いて直感的に提示する

一般的に、AIによる異物検査結果はPCモニターに表示している。作業者の視線は、搬送ラインからPCモニターに移動し、再度搬送ラインに戻るといった動きとなる。これは作業時間が余分にかかる上、直感的提示と言えない。

本研究ではAIによる異物検査結果を3種類のMRデバイスを用い、直感的に情報提示をさせる事により、作業時間を短縮させた。



図1 MRデバイスを用いた3種類の異物除去作業支援システム

方法

①攪拌装置による自動画像収集装置 (図2参照)

●使用機器

- ・攪拌装置、ロボット、産業用カメラ

●仕様概略：正常品または異物を攪拌装置に投入。攪拌と撮影を繰り返すことで位置や姿勢が異なる正常品画像や異物画像を自動で大量に収集、ラベル付けを行う。

②正常品画像と異物画像の合成画像を用いた学習

●使用機器

- ・PC

●仕様概略：実際に異物が混入した画像の代わりに①で収集した正常品画像と異物画像を合成した異物混入画像を用いてAIが学習を行う。

③3種類のMRデバイスを用い作業指示を行う (図1参照)

●使用機器

- ・共通機器：搬送ライン（ベルトコンベア）、カメラ、PC
- ・システム個別機器：プロジェクタ、スマートグラス、透明ディスプレイ&デブスカメラ

●仕様概略：上流カメラと各MRデバイスの位置関係を事前キャリブレーションで算出。搬送ライン上流にカメラを設置。上流で撮像した画像をAIが画像解析し、異物の有無と撮像時刻、異物の位置を解析。事前キャリブレーションにて搬送ラインの速度を算出しておき、異物の現在位置を算出。各MRデバイスを用いて、異物の現在位置へ作業指示マーカを重ねて表示させることで直感的な情報提示を行う。

結果

自動で収集、ラベル付けした画像を用いた学習

●自動画像収集装置を用いて自動で収集、ラベル付けした画像を用いて学習するため、人による学習画像収集やラベル付けが不要になった。

●実際に異物が混入した画像を用いて学習した場合と比較し、合成した異物混入画像を用いて学習した場合の方が検査精度が向上した。

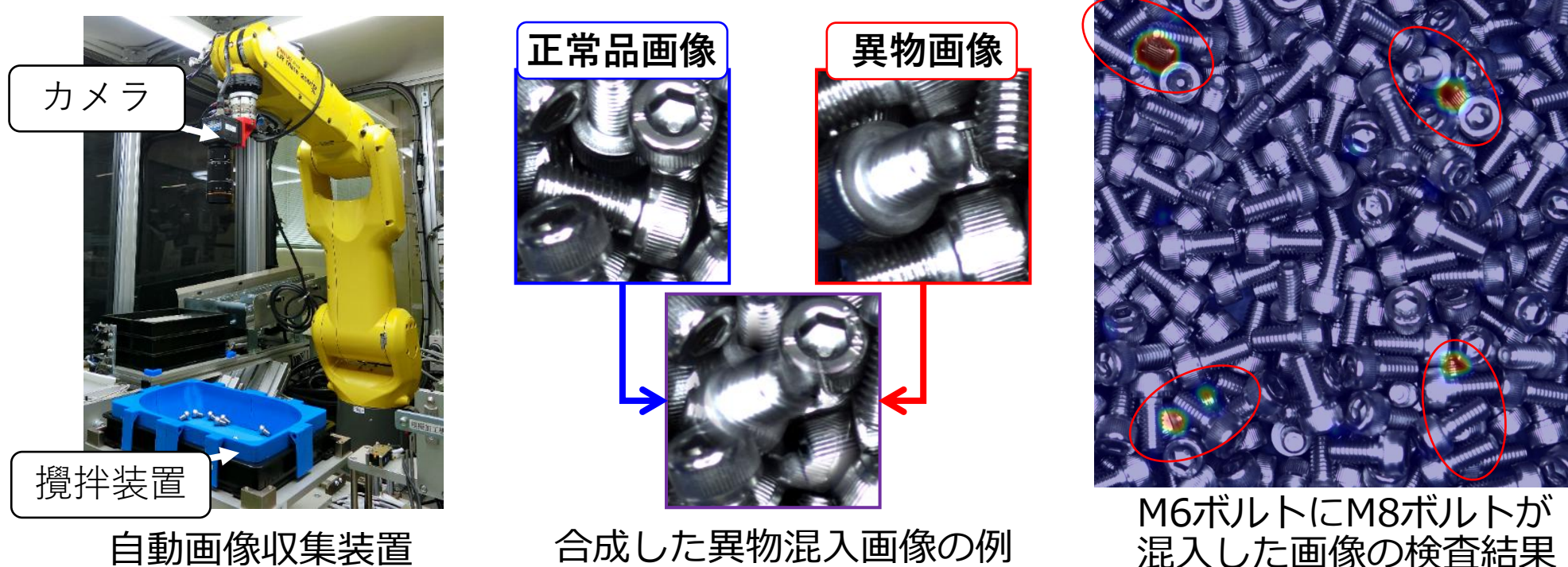


図2 自動で収集、ラベル付けした画像を用いた学習のイメージ

従来手法とシステム使用時の異物除去作業完了時間比較

●実験内容 (図3参照)

- ・赤、青、緑、黄色、黒の5色の同サイズの円形チップ（直径8.0mm、厚さ1.0mm）を各色20枚（合計100枚）を用意した。
- ・青色円形チップを異物として、他色円形チップ合計80枚の中に個数を変えて混合。
- ・20代から60代までの被験者5名に異物除去動作を10回実施させた。
- ・作業指示無し（従来手法）と作業指示あり（システム使用）時の異物完全除去までに要した時間の平均を比較した。

●結果：上記試験環境下において、システム使用時は従来手法よりも0.87秒から7.24秒の作業時間の短縮効果があった。(表1参照)

散布例

指示なし

指示あり

異物個数		8	10	11	15	18	20
作業指示なし （従来手法）	秒	10.33	16	22.38	25.45	26.01	37.87
作業指示あり （システム使用）		9.46	13.06	15.71	21.76	24.38	30.63

図3 実験環境イメージ
(プロジェクタを用いたシステムの例)

まとめ

AI構築における学習データ収集に要する労力（コスト）の大幅削減

自動で取得、ラベル付けした画像を用いて、AIが学習するシステムを構築できたことで、AI構築に要するコストを大幅に削減しつつ高い精度で検査が可能となった。

AI検査結果提示の直感的提示による作業完了時間の短縮

AIによる異物検査結果を3種類のMRデバイスを用い、作業対象物に作業指示マーカを重ねて表示させることで、直感的に異物の位置を作業者に提示することができた。従来のAI検査結果をPCモニターに表示する手法と異なり、作業者の視線の移動量が少なく、PCモニターに示される異物の位置を記憶、再度異物の位置を搜索するというプロセスが省略されたことにより、作業完了時間の短縮ができた。

作業者の個に起因する差の縮小

作業者の目視だけに頼らず、AIの画像解析結果を直感的に提示することにより、個々の作業者の能力や体調、経験、年齢、性別、言語、国籍等に起因する個人差を縮めることができる可能性を見出した。

期待される効果

本技術により、画像収集およびラベル付け作業に要するコストが軽減できるため、容易に高精度な異物検査AIの導入が可能になることが期待される。

AIの開発コストの大幅な削減とリードタイムの短縮を実現し、且つMRデバイスを用いた直感的な情報提示技術により、多様な産業分野におけるAI技術の普及・社会実装を加速させるものと期待される。