

シート材検査システム ZD-CFAI によるディープラーニングの特徴とその有用性

フロンティアシステム株式会社 代表取締役社長 古田 俊治



1. はじめに

この度コグネックス社「Vison Pro VIDI」開発ツールを使用してディープラーニングを応用したシート材専用の検査システム ZD-CFAI シリーズを開発し市場に提供できる準備ができた。(図1)

高速・高性能のGigEカメラと、Vision Pro VIDIをベースとした独自開発の高信頼性画像処理ソフトを組み合わせることで、高精度の検査システムを提供させていただくことが可能となった。

システム概要と「ディープラーニングの特徴と有用性」というテーマをコグネックス社で開催されたWEBセミナーの内容をベースに説明する。



図1

2. ディープラーニングを採用する有用性と特徴

ディープラーニングとは突き詰めると、経験から学習する人間にとっては自然にできることをロボットや機械に教えることであり、並列処理が可能で高速処理できるGPUなどのハードウェアによって、人間の脳の神経細胞網を模倣（ニューロンモデル）することにより、多層的な深層ニューラルネットワークの実装が実現可能になった。ディープラーニングに基づいたソフトウェアは、従来のマシンビジョンソリューションよりも効果的に、判断による検査と分類を実現することができる。そのディープラーニングを効果的にシート材検査システムに採用した特徴と有用性は下記の5つの項目に分けられる。

①資源ロスの削減

検査システムではじかれてしまった資材の中にはリペア可能なもの、製品として利用可能なものが含まれる場合がある。品質管理上不良品の流出をなくするためにシビアな検査設定をする場合があるが品質に問題のないレベルまで欠点と判断してしまう場合がある。欠点を大中小や濃淡レベルだけではじいてしまうのではなく細かく欠点の種別を区別することができれば、区別された種別により再判定して救済される資材を増やすことが可能となる。

②画像検査装置適応範囲の拡大

目視検査でしか判定できないために自動化への対応が不可能と言われてきた分野での検査システムの導入が可能となる。目視ではわかっても撮像した画像を判定できないような風合い、柄、薄い色むらなど従来のマシンビジョンシステムでは検出が難しい分野での検査システムの導入が可能となる。

③異常予見（予知保全）

欠点情報を細かく区別することにより、特定の欠

点発生の頻度が上昇してくると、製造工程の不調に発生原因が要因として考えられる場合において機械装置や設備機器の不具合を予知できる場合がある。

欠点の種別に応じて特定の工程との関連性の情報を学習させることによりリアルタイムでフィードバックを図ることが可能となりラインの歩留まり改善につなげられる。

④検査能力の向上

人の目による検査は常にマクロの目とミクロの目の両方の感覚をもったうえでの官能検査が可能であるが、人の目による検査は、検査員の能力の差だけでなく生活環境にも検査の判定に左右されるために安定した検査ができない場合がある。AIは学習させることによって人の目による検査に近づけることが可能となり安定した検査が可能となる。

⑤技術の継承

現在は、人材の高齢化による人材不足だけでなく、社会環境の変化など新型コロナの影響で雇用が安定しない状況を考えると検査における技術を継承していくことが難しい時代でもある。品質管理においてはディープラーニングによる学習の蓄積が学習データとして残っていく限り、人が変わっても技術を継承していくこと可能であり、ディープラーニングによる画像学習を組み込むことで、これらのニーズに応えることができる。

3. システム機器構成（例）

弊社の検査システムの特徴は、可能な限り画像処理にたよらないで検査されている検査員の目に入ってくる情報をベースとして光学条件を整えて光学系を設計している。そうすることにより画像処理の負担を軽くして装置の検査能力を最大限に高めていくことが可能になる。光学的なノウハウも実績に基づいてシステム構築に役立っている。

ZD-CFAIの制御盤には、各光学別のカメラ・LED光源・ライン同期用のロータリーエンコーダ・出力装置としてラベラーもしくはペンマーカに接続されている。

外部の接続機器として外部からの閲覧用のビューアPCが接続され現状の検査状態の確認や過去の履歴確認に使用される。保守対応用に遠隔からのPC接続も可能となる。(図2)

4. ディープラーニングの検査モード

ZD-CFAIには一つのコントロールを実装し検査モードに応じて、最大2つのランタイムワークスペースを取り込んでいる。

・ Red Tool Analyze

(レッドツールアナライズ)リアル検査用

品種毎(レシピ毎)に、欠点画像を学習させてAnalyze(アナライズ)用のRuntime WorkSpaceを作成する。レシピ毎に登録が可能。



・ Green Tool Classify

(グリーンツールクラシファイ)リアル分類用

品種毎(レシピ毎)に、欠点画像を学習させてClassify(クラシファイ)用のRuntime WorkSpaceを作成する。レシピ毎に登録が可能。

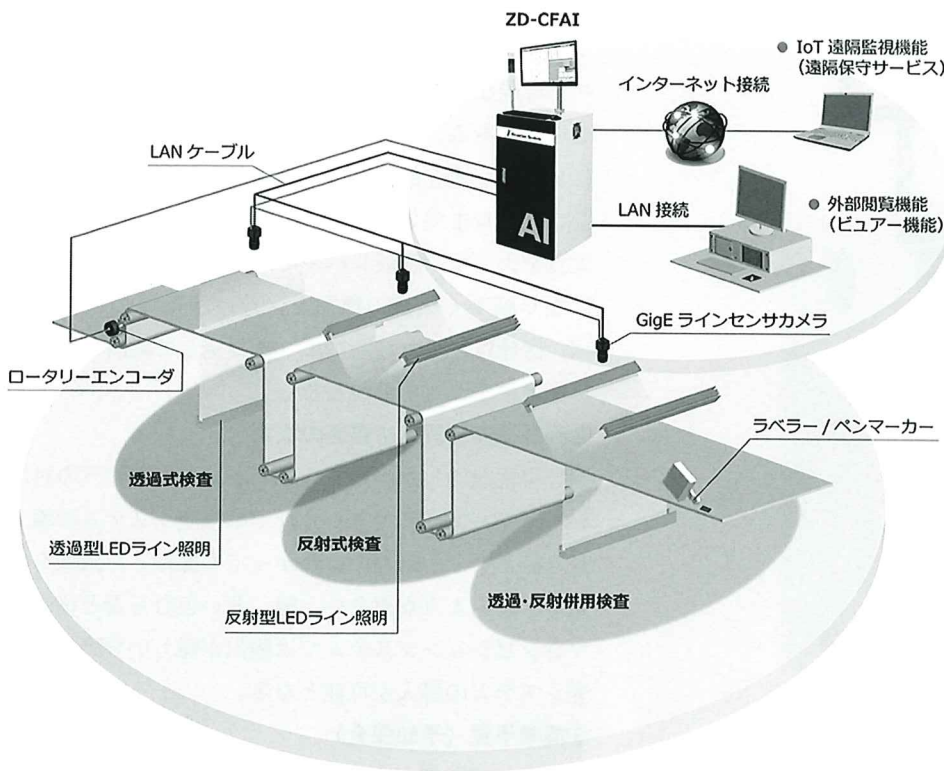
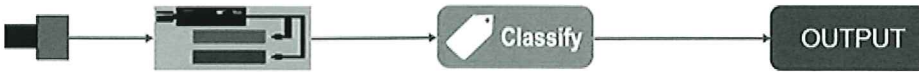


図2

① VisionPro で検査



② VisionPro で検査を実行し Green Tool Classify で分類処理を実行



③ Red Tool Analyze で検査を実行



④ Red Tool Analyze で検査を実行し Green Tool Classify で分類処理実行



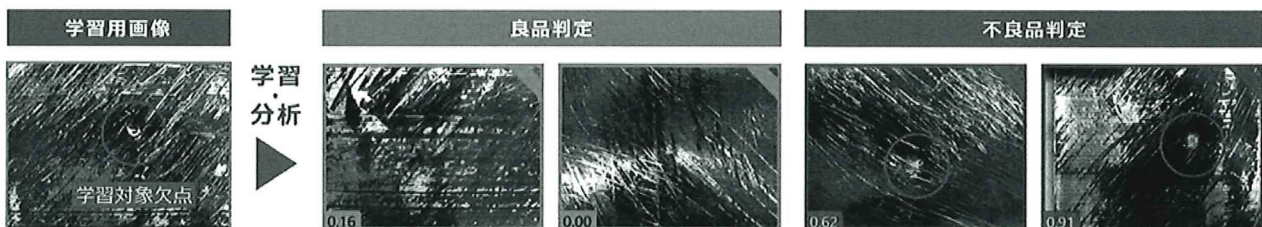
⑤ 既存の検査装置で検査を実行し Green Tool Classify で分類処理実行



5. ディープラーニングの学習例

・「レッドツールアナライズ」を使用して欠点として判定する参考例である、次の画像は金属の断面の打痕部分を学習させて打痕部分のみを検査することができる。

(図3)



(学習用画像)

外観上の変動についてはある程度許容するものの、複雑な表面の状態や画質状態は検査において深刻な問題となる。

見た目が非常に似かよった素材の変動や偏差を認識することが困難で検査員がどのように固有の違い、または異常を理解し分類するかによって、相違や異常が排除されたり、されなかったりする。

(良品判定画像)

お客様のニーズによっては、外観上の異常は排除の原因とならない場合がある。

このような条件における検査は従来のマシンビジョンでは画像処理においても光学的な条件においても判定や判断が難しいとされてきた。

「レッドツールアナライズ」を使用して、その特徴を学習すれば検査が可能となる。

(不良判定画像)

検出しなければならない打痕部分の特徴を学習することによって、表面のキズや粗さによる影響は許容しつつ学習された打痕部分は赤くマーキングして不良と判定していることがわかる。

・「グリーンツールクラシファイ」を使用して欠点として判定された画像を区分け(種別分類)するための学習をすることにより区分け(種別分類)することが可能となる。これはグリーンツールのワークスペースの分類が実施されたことを評価および検証するための参考例である。(図4)

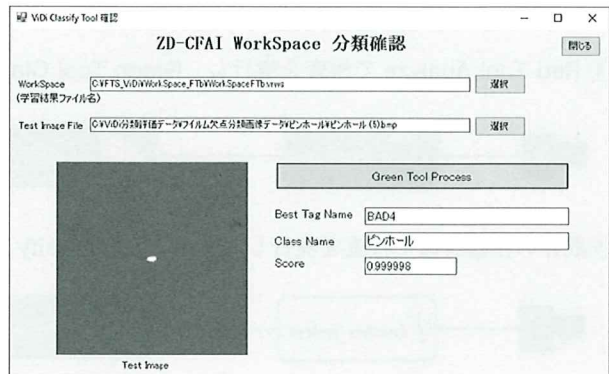
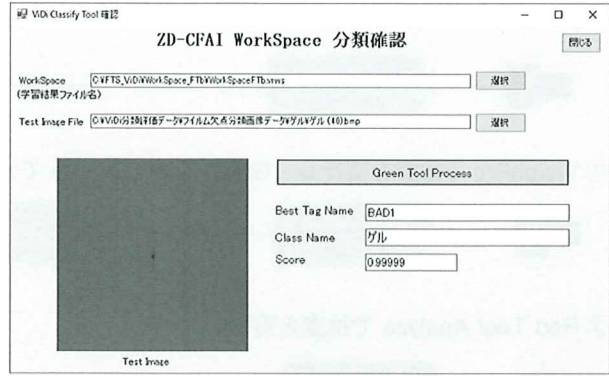


図4

下図は、フィルム検査の例である。ダイアログ画面により、すでに学習させたワークスペースのフォルダーを指定し分類したい画像データを指定する。ダイアログ画面より「Green Tool Process」のボタンを押すとTAGネームとクラスネームとして学習した結果が表示される。スコアは最大値を1としての学習した判定の点数が表示され0の場合は、まったく判別できない場合で1の場合は100%判別できたことを数値で確認できる。最初の欠点はフィルムのフィッシュアイで、スコアは0.999471となり99%判別できたことになる。「レッドツールアナライズ」による欠点検出の

判別、「グリーンツールクラシファイ」による検出された欠点の種別分類はいずれもディープラーニングの学習により得られるものである。これらの学習は多くの学習をさせることにより正解率は上がっていくが、過学習については注意する必要がある。

シート材検査システムにて検出された欠点は位置情報、サイズ、種別などのデータによりマップ表示される。画面左側のマップ表示は、検出された欠点を大きさ別にサイズ分けしたサイズ別のマップ表示、画面右側のマップ表示は、検出された欠点をグリーンツールで種別分類分けした分類別のマップ表示となる。(図5)

欠点サイズ別マップ表示



欠点分類別マップ表示



図5

マップとして大きさのサイズ分けのマップと分類別に分けたマップの切り替えが可能であり、分類別に色分けされたマップは、固有欠陥の発生位置が明確になっていることがわかる。欠点の特徴がリアルタイムにわかれば、原料の問題や機械設備の問題点を想定することが可能となる。品質管理だけでなく保守面においても有利であることがわかるのではないだろうか。

6. ディープラーニングシステム導入までの流れ

ディープラーニングによる検査が可能かどうかを検証するためには、サンプルテストが必要となる。サンプルテストから得られた画像を学習することにより導入が可能かどうか、どのようなシステムを提案できるかを定めるためにも重要なテストとなる。

現場にすでに検査装置を導入されている場合において、欠点の画像がすでにある場合もしくは、サンプル画像の取得ができていない場合には、その画像をAI検証することにより導入の検証は可能となる。ただし、導入されている検査装置で検出できていない欠点がある場合は、画像取得ができないためにサンプルテストから実施するか検査装置側で検出して画像を取得しなければならない。

導入までの流れは次の通りとなる。(図6)

- ①サンプル画像の取得
 - ②欠陥箇所の特徴付け
 - ③特徴付けされた欠陥部分の学習
 - ④学習の結果をスコアとして確認
 - ⑤確認を行い問題なければラインへの展開段階に進む。
- 問題があるようであればもう一度、⑥再調整して③学習し導入可能な結果が得ることができるようまで繰り返さなければならない。ただし、過学習を避けるためにも新たなサンプル画像で学習していく必要がある。

ラインへの展開段階では、実ラインで得られた①画像を取得し、トレーニング段階で得られた結果の②分析と解釈を実施して問題が無い状態になるように調整していく。合否判定に問題なければシステム導入に成功したと考えられる。

7.AI サポート

ディープラーニングの学習精度を維持し安定した検査を永続させ検査能力を向上させるためには、定期的なメンテナンスをしていく必要がある。ディープラーニングによる学習は、一度実施すればよいわけではなく設備機械や生産設備、検査装置の機器などの時間消耗による変化、素材の変化により撮像画像が変わった場合にはディープラーニングによる学習効果が低下する可能性がある。

検査能力を安定、維持させるためにも年間のAIサポートとして、システム機器のメンテナンスをはじめ、AI認識率維持のための新たな画像取得・登録・認識のサポートを実施している。

8. おわりに

当社の特徴として次の4点があげられる。

①柔軟なカスタム対応力

例えば100社のお客様に対しては100通りの多種多様な検査に対応できるように現場環境に合わせ、要求に応じてカスタマイズすることが可能であり基本的なシステム構成をベースとしてシステムを開発している。

②高信頼の画像処理

ハードおよびソフトについては現場の環境にたいして高信頼で対応できるシステムを基本ベースとしている。

③蓄積された光学系

30年間システムを構築してきた実績と経験から得られた知識を生かすことができる。

④迅速な現場対応力

品質管理が厳しくなった現在は、検査が停止すると生産ラインも停止する生産現場がほとんどであり、そのような状況をふまえた対応を社員全員が心がけている。当社の考え方の基本は現場で検査システムを使用されるオペレーターの立場に立った視点でのモノづくりをハード面ソフト面ともに心掛けている。

関心のある方や設備を考えておられる方導入を考えておられる方は是非とも当社に問い合わせをしていただきたい。会社の詳細につきましてはホームページを参照していただければ幸いです。

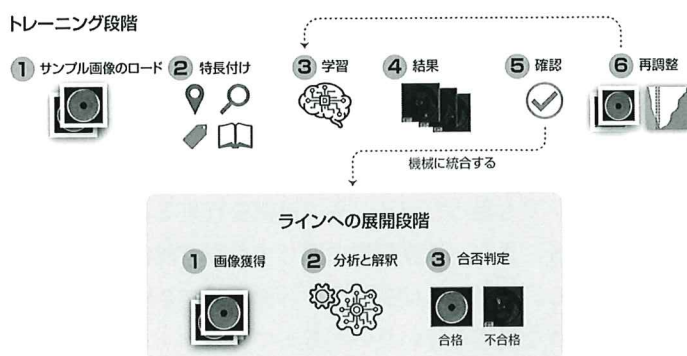


図6