

WEB検査装置と品質管理

フロンティアシステム(株)
代表取締役
古田 俊治

1. はじめに

検査装置は、とにかく人間の目と比較されることが多い。しかし、人間の目と機械の目の違いは明白である。人間は官能検査の判断が可能となるために習熟した経験で判定している。判定基準も人によってあいまいであり個人差も大きい。人による品質の検査は優秀でもあるが常にヒューマンエラーが発生する確率も考えなくてはならない。

検査装置は、品質のバラツキの下限を、確実に押し上げるために有効であることは理解されている。昨年から人工知能(AI)が取り上げられディープラーニング(深層学習)を取り入れたアプリケーションも海外のメーカーから日本に参入してきている。日本の企業もロボット先進国としての画像処理の研究は他国よりも進んでいることは確かである。

近未来の検査装置は発生する欠陥を学習し判別し、欠陥を発生させないように発生原因を見つけ、そして発生原因の条件が揃うと発生を予知することが可能となる。

メンテナンスにおいても、予知保全が可能となり、現場における「安全と安心」が実現する理想的な工場運営が可能となるのではないだろうか。

2. ディープラーニングの検査装置

ディープラーニングを使用した検査装置について参考画像を使って説明する。

この方法を使うことにより、より人間に近い検査が可能であることを理解していただける。今までの画像処理による検査方法とは異なるため、今までの認識を考え直さなければならない。

ソフトは、(株)エーディーエステックにご協力いただき「コグネックスVidi」にてテストをしていただいた。

ディープラーニングの学習例として2つの方法がある。

①良品のみを学習させる方法(欠陥検出)
撮像された画像上のすべての欠陥を検出するための学習

②良品と不良品の両方を学習させる方法(特定欠陥検出)
事前に欠陥を把握している特定された欠陥を検出するための学習

①の場合は不良品のサンプルは必要なく良品の状態を学習させることにより、

あらゆる欠陥に対して検出することが可能となる。ただし、変形や外形変化に対しては誤検出する可能性があるため検査する領域など設定する必要がある。

②の場合は不良品を学習するため変形や外形変化に対する対応も可能となり、判定が難しい線形状欠陥や欠け、クラックなど検査が難しい欠陥の検出も可能となる。

例として、①の良品のみを学習する方法にて実施したものを取り上げる。図1は良品を色々な角度から撮像して、良品として学習させた(図2)。その後図3の不良品を撮像させた結果、図4の不良として結果を出すことが可能である。

②の不良品も学習させる場合は、不良の種類を学習させることにより不良の種類分けをすることも可能となる。

ただし、人間と同じように完璧ではない。ディープラーニングに完璧を求めてしまうと判断をする精度が落ちてしまう可能性が高くなる。不思議であるが、学習させる材料が要求される限度を超え

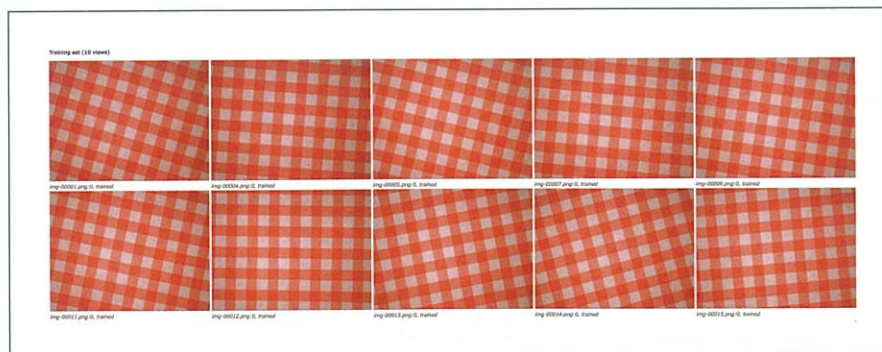


図1 撮像画像(良品データ収集)

問い合わせ

✉ furuta@frontier-s.co.jp

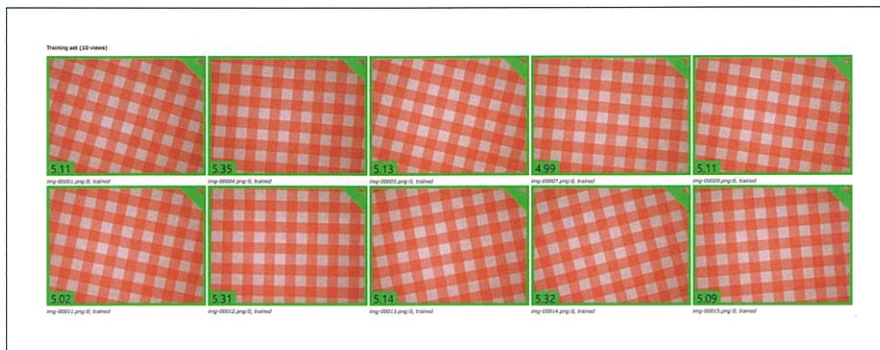


図2 良品画像学習

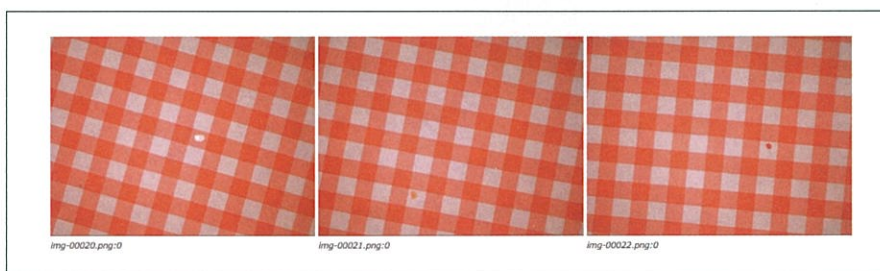


図3 不良品撮像画像

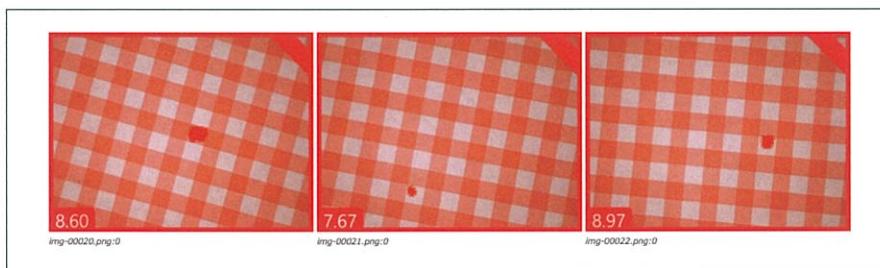


図4 不良判定

るとあいまいさがなくなり、従来の画像処理で行う判別と変わらなくなる。ここで必要なことは、あいまいであることを有効な判断基準とするべきである。

ディープラーニングを検査装置に組み込むためには高性能で高速のGPUが必要となる。

コスト面と検査結果における効果を考えて導入を検討すべきである。

検査装置としてAIを導入するのは、今までできなかったことができるようになる可能性を秘めているからである。これから導入される企業が増えていくのも事実である。しかし、すでに検査可能な製

品や構築されたシステムにおいて当社のユーザーには満足していただいている。

3. 不良発生と検査装置

現在では、多品種小ロット生産から多品種生産が多くなってきた製造現場において、不良発生の原因と対策は、原料の問題、温度、湿度の問題、製造装置の問題などが複雑に影響して欠点の発生原因となる。例えば、品種切替時の、原料交換時における残留原料や滞留した原料が原因となって欠点が発生するのも1つの例ではないだろうか。残留した原料を出して安定した製品が流れるまでには時間

を要するだけでなく、どの時点から安定した製品が流れているのかがどうしても熟練オペレーターでないと判断できない場合がある。

その場合においても検査装置はその判断のための情報を与えることが可能である。例えば、インフレーションフィルムの製造工程において、原料変更時に大量のFE（フィッシュアイ）やゲルが発生する。その場合に、FEやゲルの発生が減って、なくなったタイミングで製品が安定して製造できる段階であると判断する。この判断が早いと不良流出の原因となり、遅すぎると原料の無駄が発生する。

製造過程において、焼けやゲル、FEが徐々に数多く発生した場合には機械側の清掃を含むメンテナンスを実行しなければならないことが分かる。

検査装置を導入することにより、熟練オペレーターでなくとも検査装置からの情報を得ることで容易に判断することが可能になるのではないだろうか（図5）。

4. クレーム対策用としての検査装置

一昔前は検査をする必要のない（歩留まりが悪くなり利益を生むものではなくマイナスの要因となるネガティブなイメージがあった）、もしくは外部流出したとしても大きな問題にはならないレベルと捉えられていた不良があった。

現在では、品質管理以前の問題として不良品の外部流出だけは絶対に避けなければならない。これは会社としての信用にかかわることであり、結果として大きな損失を被ることになる。

そのためにも、検査装置はWEB製造にはなくてはならない存在であるが、検査装置を導入する費用はかけられない、しかし、不良の流出だけは避けなくてはならないような現場の要求に応えることが可能な検査装置として、当社では、コストパフォーマンスに優れた「ZD-C」[XG-

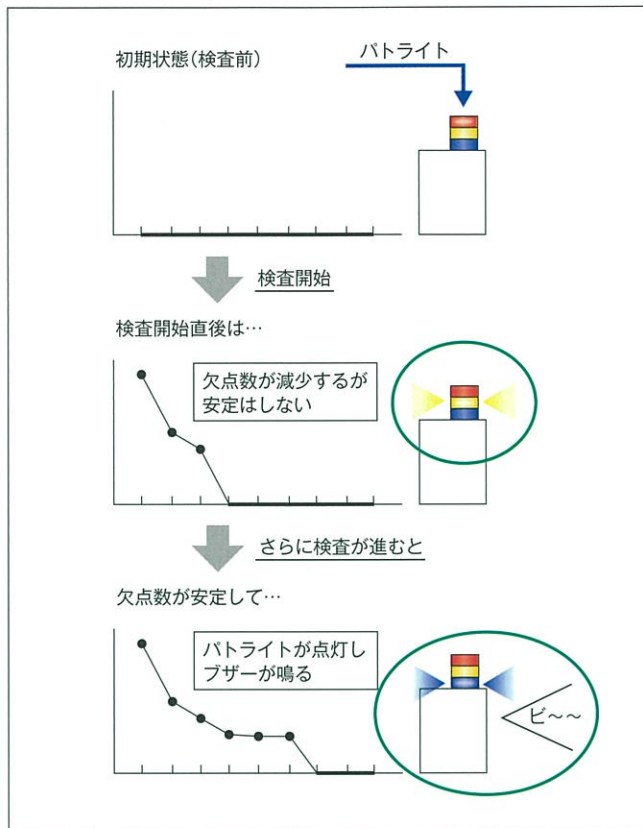


図5 検査装置からの不良発生情報

CJ)タイプを用意している。この装置は、検出して警報出力を出すだけであるが検出能力は他の装置と変わらない、何を検出したか検出した欠陥の画像を表示、保存する機能は持っていないが欠陥を見逃すことはない。

当社の検査装置はあらゆるWEB製造現場の要求に応えることが可能である。

5. 超高速検査装置の必要性

海外からの製品の品質状態のチェックやコストダウンした海外製品に対抗するためには、高品質な製品を大量に生産しなければならない。

そのためにも、単位時間当たりを高品質な製品を製造するためには、高速ラインにおける微細検査ができる能力(ラインスピードに対する検査精度)が必要となる。

品質を維持しながらも高速ラインにお

ける検査精度を高めていくということが、検査装置の必要条件となってくる。

WEBにおける品質は、生産効率を上げていくことと品質を維持していくことは相反する。

生産効率を上げると、検査要求に検査装置が追いつかないために、品質低下および不良流出の可能性が出てくる。品質を向上させるために、検査装置に合わせると生産効率を下げなければならない(ラインスピードを下げる)、もしくは高価な検査装置が必要になってくる。つまり、検査はラインの高速化のネックとなっている。

当社は、そのような現場の悩みに応えるべく汎用レベルの価格を維持しながらも高速検査が可能な検査装置「NF-IS」タイプ(写真1)として対応可能である。本検査装置は従来の検査装置に比べ、約10倍の処理速度を持ち、ライン上に高速



写真1 NF-IS7000S本体

で流れる製品に対して高分解能で検査することができる。使用するカメラは4096 bit (4K) と8192 bit (8K) の320 MHzカメラに対応している。内部データ処理は320 MHz、最小走査時間は4Kカメラ14 μ s、8Kカメラ25 μ s、画像処理データ12 bit、空間フィルタ5×5を独立した2回路を有しており、従来検出できなかったような欠陥を検出するだけでなく、判定においては5値化機能による輝度しきい値と形状判別しきい値を有している。

6. 高機能、高速マルチ検査装置

ラインセンサーカメラを応用した検査装置は、要求される処理量が非常に多いため、大がかりなシステムになるケースが多く、簡略化についてはかねてより研究・開発が続けられてきた。製造工程におけるロールtoロールのあらゆる検査において、要求された欠点を24時間連続運転で安定した検査をすることは必要最低条件である。

その他の条件は、目的としての不良流

出防止、品質管理、次工程対策などによりシステムの構築内容が変わり、検査画面の操作性や作業性が重視される。そして、メンテナンスや保守性能が生産現場においてはシステム選定における重要なポイントとなる。

当社の「KE-XGXM」タイプのシステムは、キーエンス社製「XG-X2800（写真2）」「XG-X2900」（以下XGX）の装置を使用して、素材検査用として当社独自にシステム開発したものである。

このXGXは、従来のパソコンと画像ボードとの構成ではなく、専用エンジンとして独自のDSP+CPUを使用して作られたパソコンに依存しない装置である。本装置は、検査能力に優れているだけでなく品質管理における機能も充実している（図6）。

機能の1つに外部ハードディスクに履歴画像としてNG判定およびOK判定したときの画像を保存することができる。

検査を実行させながら保存した画像で再検査することができ、適切な設定値を確認し修正があっても検査途中から反映させることが可能となる（システムの検査条件により機能としてできない場合もある）。

この機能で検出感度が正しいか、設定が正しいか、確認することができるだけでなく、検出できなかった欠点がある場合に前処理設定、確認をすることができることは品質管理者として有用な機能ではないだろうか。

先日キーエンス社より発売された「XG-X2900」はさらに超高速検査が可能となった。各ラインスキャンカメラの最小スキャンタイムは2Kカメラ6.1 μ s、4Kカメラ10.2 μ s、8Kカメラ10.2 μ sとなり、従来の2倍以上の速度での撮像が可能となる。機能面では独自の「Lumi Trax撮像」を使うことにより、従来見えなかった欠陥も撮像アルゴリズムにて検出が可能となった。今まで目視検査に



写真2 XG-X2800本体

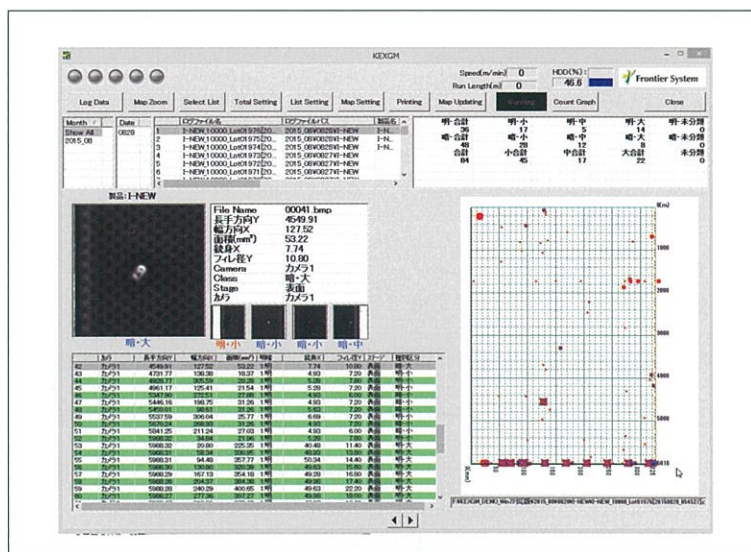


図6 KE-XGXMマップ画面

頼っていた微細欠陥検査の自動検査への道が拓けようとしている。

7. 検査装置導入までのステップ

検査装置導入における重要なポイントは現場レベルでの不良流出に対する問題意識である。どのような欠陥が発生するのか、原因が何であるのか、その原因は対処可能であるのかが問われる。

もう一つは、管理者レベルでの不良流出となる欠陥そのものの認識である。品質の限界を判断し決定するのは品質管理の責任者でもある。その責任の重さは言

葉では言い表せないが、この判断が製品の品質レベルと生産効率とのバランスに影響し、導入する検査装置のコストにはね返ってくることはない。

検査装置を導入するためにはまず何が欠点であり、100%流出させてはならない欠点と問題のないレベルの欠点なのかを切り分けなければならない。そのためにもサンプルテストが大変重要である。

サンプルテストは、検査システム設計において中核をなすものでありサンプルテストの結果により、システムの構成が決定されるだけでなく当初の計画が変更されたり、ストップする場合もある。

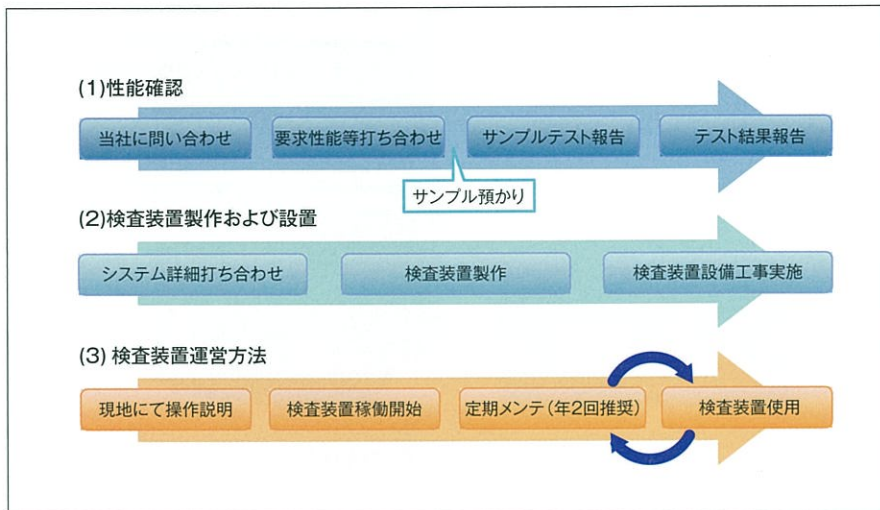


図7 検査装置導入のステップ

このテストにより、カメラとレンズの選択、光学系の選択、出力の選択など現場にとって必要な条件をもとに設計される。

検査システム設計者にとってもサンプルテストのデータが生産管理における変

化において大切な保険となる資料であることに間違いはない。導入までのステップを図7にまとめた。

当社には、コストも含む要求に応じたシステムをカスタマイズして提供できる準備がある。他社と比較しても十分満足

していただけるスペックを提供できる。

8. おわりに

WEBの品質管理にとって検査装置は切っても切れない関係になっている。今や検査装置が検査できない状態になった場合には、生産ストップとなり出荷できない状況となる企業が大部分を占めるようになった。それだけ不良流出という事態は企業の信用や信頼を根底から覆す事態となり、その信用を取り戻すには大変な時間を要する。最悪の場合には顧客を失うことも考えられる。

検査装置の導入にとって装置メーカーを選択する場合に大切なことは検査装置の能力、光学系の蓄積（ノウハウ）、現場対応力（短時間での現場復旧）、日常のサポート、これらをすべてバランス良く持っていることが必要である。

そういう意味では当社も十分に選択肢の1社として加えていただきたい。

日本ディープラーニング協会設立、産業競争力向上目指し人材育成も

ディープラーニングを事業の核とする企業および、ディープラーニングに関わる研究者が中心となり、**日本ディープラーニング協会**（Japan Deep Learning Association：JDLA、理事長：東京大学大学院工学系研究科 松尾 豊特任准教授）が発足した。

米国や中国などのインターネット関連企業が、著名な研究者と協力し、ディープラーニングに対する多大な投資を行って成果を上げている一方、日本では、技術に対する理解や事業者不足、人材不足等の理由により、他国と比べ導入が遅れているのが現状。そこでJDLAでは、日本の産業における、ディープラーニングの有効活用による産業競争力の向上を目指し、以下のような活動を進めていく。

①産業活用促進

カンファレンスやワークショップ等のイベント開催（主催・共催・協賛等）を通して、産業応用事例や導入課題と対策等、産業が必要とする情報を提供。また、分野ごとのワーキンググループを設置し、分野特有の課題（技術課題や法的課題等）を整理し、解決を目指す。

②公的機関や産業への提言

業界の健全な発展と倫理的側面を考慮し、公的機関および産業界に対し、提言を行う。

③人材育成

ディープラーニングの基礎知識を有し、適切な活用方針を決定して事業応用する能力を持つ人材（ジェネラリスト）と、ディープラーニングの理論を理解し、適切な手法を選択して実装する能力を持つ人材（エキスパート）の育成を目指す。各々に必要な知識やスキルセットを定義し、資格試験（有償）を行うとともに、協会が認定した事業者がトレーニングを提供。

④国際連携

ディープラーニングの社会実装における倫理的、法的、社会的課題に関して、国内外の関係機関と連携し、議論に参加することで、海外の取り組みや考え方を国内に発信し、また国内の活動を海外に発信。

⑤社会との対話

「人工知能」と総称され、現段階でできることとできないことが曖昧になっており、過剰な期待や過大な心配が社会に生まれつつある。情報発信や社会との対話を通し、ディープラーニングに対する懸念や期待を相互に学びあう場を形成。

なお、G検定（ジェネラリスト検定）は12月16日、E資格（エンジニア資格）は2018年4月頃に初回試験を実施予定。詳細はホームページ（<http://www.jdla.org/>）を参照のこと。

（図の場大祐）