

WEB 素材の検査に最適な検査システムとは

フロンティアシステム株式会社 営業技術部 三浦 満夫

1. はじめに

フロンティアシステムは、1990年の創業以来30年以上にわたって、ラインセンサカメラを使ったシート材の表面検査装置のシステムを専門に、関連のソフトウェアや機器関係の開発と販売をおこなってきた。創業当初は、各種フィルム関係の検査がメインであり、インフレーション成形された食品用の包装材や、医薬品用の包装材の検査システムの開発を手掛けていた。そのノウハウは、現在における機能性素材や、世の中にあるあらゆる素材の検査においても、当社の強みとして活かしている。

当社の強みとしては、①顧客の要望を実現する提案力、②柔軟なカスタマイズ対応、③無償サンプルテストの実施、④迅速なサポートなどがあげられる。これらの強みを元に、システムインテグレータとして培った、長年の実績と技術力で、顧客の製造現場に最適な検査システムを提案し、愛用いただいている。

本稿では、WEB素材の検査に最適な検査システムの機能と特長について紹介する。

2. 製造現場における検査環境の変化

新型コロナウイルスの影響により、働き方にテレワークが導入され、従来の仕事のあり方が問われている。ただ、コロナ禍であっても、工場における製造現場では、テレワークのような形態の仕事をしていくことはできない。そのため、人と人との接触を少なくしていく方向で、工場内の仕事のあり方や考え方が変わっていきこうとしている。

品質管理においては、省力化機器として、品質の安定と品質保証、製造能力の向上の観点から、検査装置は必要不可欠な存在へと変わってきた。製造工場で使用される検査装置は非接触検査であることもあり、目視検査からの自動化を検討する動きが活発化してい

る。その理由は、人が目視で検査するよりも、安心して安定した検査ができる点にある。検査装置は、とにかく人の目と比較されることが多い。しかし、人の目と機械の目の違いは明白である。人は官能検査の判断が可能となるために、習熟した経験値で判定している。ただし、判定基準は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。それ故に、検査装置の導入により、目視検査を最小限にすることで、品質のバラツキの下限を押し上げ、品質の安定と向上を計ることが期待されている。

3. WEB 素材の検査に最適な検査システムとは

当社は、顧客の品質管理における様々な課題や問題などを、検査装置の開発を通して向き合い、解決の方法を提案してきた。その中から、顧客の検査システムに対する要求と、その要求を満たす検査システムの必要条件を紹介したい。

<顧客の検査システムに対する要求例>

- 1) 欠点を確実に安定して検出したい
- 2) 検出した欠点の情報を確認したい
- 3) 欠点検出時に警報で知らせたい
- 4) 欠点の発生場所がわかるようにマーキングしたい
- 5) 検出した欠点を種別判定したい
- 6) ロット別に製造の品質を管理したい
- 7) 過去の検査データを確認したい
- 8) 別の場所から検査状況を確認したい
- 9) 複数台の検査装置を1台のパソコンで管理したい

<検査システムの必要条件例>

- A) 要求された検査が100%実現できる事
- B) 24時間365日稼働時の耐久性が十分である事
- C) 操作が簡単でやさしい事
- D) 不具合発生時の対応が素早くできる事
- E) 検査状況をログデータとして保存できる事

- F) 豊富な周辺機器が使用できる事
- G) カスタマイズ対応が可能である事

上記の、顧客の検査システムに対する要求例と、検査システムの必要条件例の全ては、本稿で紹介する検査システムにおいて実現可能である。

4. 高性能表面検査システム 「KE-XGXM シリーズ」の機能と特長

最初に、高性能な画像処理装置を搭載した「KE-XGXMシリーズ」(写真1)の機能と特長を以下に述べる。

4-1. 24時間365日の稼働に耐えるハードウェア

要求された欠点の検出を24時間365日の連続運転において、確実に安定して実施することは、検査システムにおいて必要最低限の条件である。本システムは、キーエンス社製の画像処理装置 XG-X2800 または、XG-X2900 (写真2) を搭載し、当社独自に検査システムとして開発したものである。従来のパソコンと画像処理ボードの構成ではなく、専用エンジンとして、独自の DSP (Digital Signal Processor) と CPU (Central Processing Unit) を使用して作られた、パソコンに依存しない画像処理装置である。そのメリットとして、電源が突然シャットダウンしても、なんらハードに支障をきたさず、次の電源投入時には、前回の終了時から検査を開始することが可能な点である。

画像処理装置メーカー各社のほとんどがパソコンに異存しているために、瞬停時や突然の停電におけるファイル破損などにより、システムが正常に起動しないこ

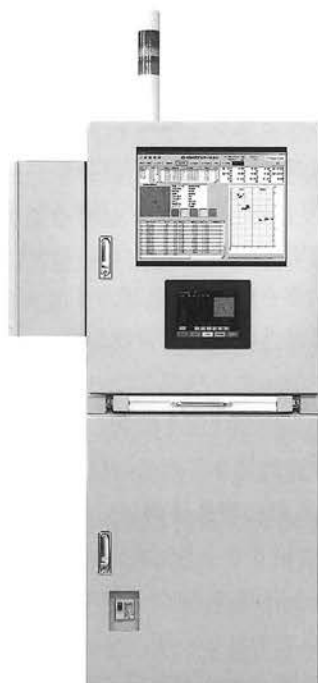


写真1 KE-XGXM シリーズ



写真2 キーエンス社製 画像処理装置 XG-X2900

とがある。専用の画像処理装置のメリットは、システム開発者だけでなく、製造現場の管理者としてもメリットは大きい。耐環境に強く、コストを重視してもなお、高性能であり高機能と言える。

4-2. 驚異的な処理速度

検査装置は常に安定性が求められる。この画像処理装置は、14コアの並列処理により、負荷の高い検査も最速でありながら安定した高速処理を実現する。また、画像演算用 DSP を7コア搭載し、すべてのコアが最大限に活用できるようにチューニングされている。画像保存などは別の専用コアが実行するため、他の処理の影響を受けずに最速で処理が実行される。その他にも、表示専用2コア、制御専用3コア、表示・制御用に2コアの、合計14コアの DSP と CPU がそれぞれに並列処理を行うことにより、条件に影響されない安定した高速処理を実現する。この14コアの並列処理が、驚異的な画像処理速度を発揮することで、安定した検査が可能となる。

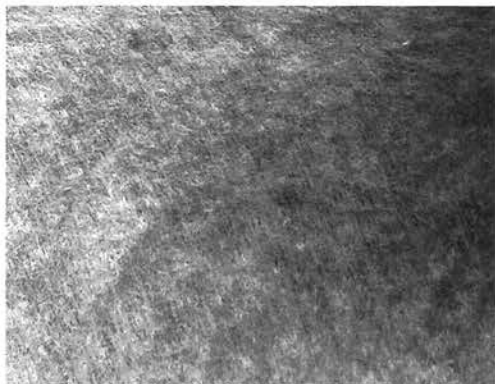
4-3. 表面検査に特化した検査アルゴリズム

画像処理装置の「XG-X2800/XG-X2900」は、カメラで撮像した画像を最適な状態に改善する、前処理・フィルター処理を多数搭載している。これにより、検査対象物(ワーク)の表面状態や外部環境に起因する条件変化を劇的に改善し、検査の安定化に貢献している。以下に、代表的な検査アルゴリズムを紹介する。

【リアルタイム濃淡補正】

レンズ、光源、検査対象物などの影響で発生する収差、撮像面の濃淡バラツキの変化、表面の陰影などの影響をキャンセルし、検査に最適な画像に補正することが可能となる。(図1) また、状況が撮像ごとに毎回変化しても、リアルタイムに補正を実行し、検出したい欠陥部のみを抽出する。

撮像画像



濃淡補正処理画像

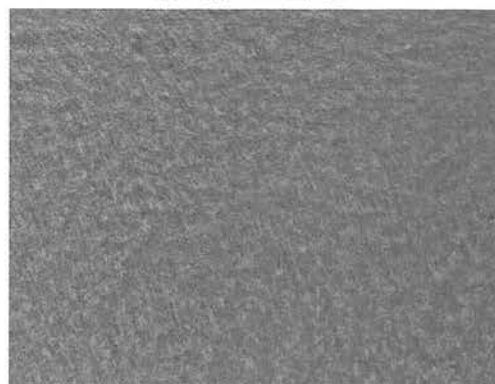


図1 リアルタイム濃淡補正処理参考例

【線欠陥抽出】

背景の濃淡変化（シェーディング）を差分演算し、濃淡変化を除去した画像に対して線状の欠陥のみを強調することが可能となる。（図2）

撮像画像



線欠陥処理画像

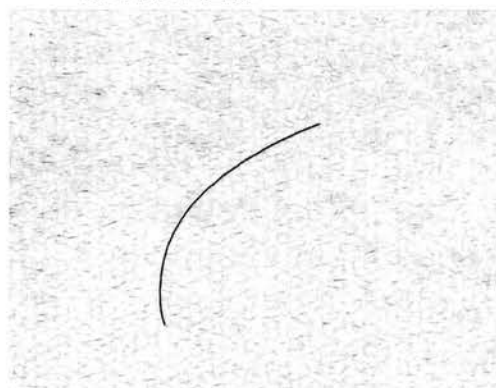


図2 線欠陥抽出処理参考例（毛髪の検出）

4-4. 操作性・アプリケーション

「XG-X2800/XG-X2900」の機能は多機能であるため、設定や操作性に対して多少躊躇する場合がある。

当社は長年の素材検査における経験をベースとして、顧客の立場に立った容易な操作性を実現したシステム開発を目指している。操作性においては、他社に先駆けてタッチパネルを採用し、直感的な操作を可能とした点は特長の一つでもある。

画像処理装置単体だけでは、検査結果の保存領域はSDカードのみであり、24時間365日の製造におけるデータの蓄積及び画像データの保存には限界がある。そのため、検査中に過去のデータや、複数台のカメラにおける検査状況を確認することは、オペレータには困難である。しかし、「KE-XGXMシリーズ」は、当社独自に、過去のデータを閲覧することが可能なシステムを開発し、競合他社のスペックを超えてかつ、コス

ト面における競争力にも有利な製品となっている。

また、検査中の画面をディスプレイに表示する際に、専用のマッピングソフトを使用している。（図3）検査画面では、リアルタイムで検出した欠点の画像や位置情報、欠点の大きさや数量などの詳細情報を確認することができる。検査状況を視覚的に容易に把握することで、異常発生時の早急な対策に役立ててもらえると思う。さらに、検査データの保存や、過去のログデータリストの閲覧、印刷にも対応している。

4-5. 拡張性とカスタマイズ対応

検査システムの拡張性とカスタマイズ対応は、導入後の検査の安定性に大きくかかわってくる。

新たな製品を製造する場合には、当初導入した検査条件と異なる場合がある。その際に、導入したシステムが柔軟に対応できるのか、品質管理の要求精度が上がった場合において、カメラの追加等に検査装置のア

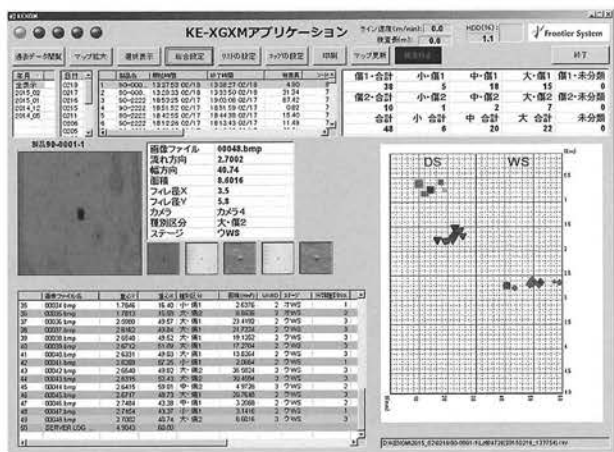


図3 マッピングソフト画面表示例

アプリケーションや、インターフェースなどの周辺機器が対応できるのが、一つのチェックポイントである。さらに、メーカーのカスタマイズ対応が可能かも、選択の判断となるだろう。将来的なことではあるが、柔軟性と拡張性、カスタマイズ対応があることにより、新たに装置を更新しなければならないか、改善や改良修正にて対応できるかは、トータルの設備コストに影響を与えることになるため、重要な観点である。

5. カラー検査システム「ZD-MVCシリーズ」の機能と特長

次に、カラーラインセンサカメラ（写真3）を採用したカラー検査システム「ZD-MVCシリーズ」（写真4）の機能と特長を以下に述べる。

5-1. 高速・高精度のカラー検査を実現

本システムは、パソコンによる画像処理をベースとした検査装置であり、当社独自開発の画像処理ボードと、高信頼性画像処理ソフトウェア、そして、高速カラーラインセンサカメラを組み合わせた検査システムであ

る。独自開発の画像処理ボード（写真5）を搭載することで、ハードウェアによる高速カラー処理が可能となった。さらに、並列処理プログラミングによる高速化と合わせて、高速・高精度のカラー検査を実現した。

また、Camera Link規格に対応した、高感度・高速カラーラインセンサカメラを採用している。検査条件や検査内容に応じて最適なカメラを選定することで、高精度で安定したカラー検査を実現することが可能だ。

5-2. 特定色の欠点検出を実現

カラーラインセンサカメラを使った検査では、検査対象物をカラー画像として撮像することで、通常のモノクロカメラを使った検査よりも、多くの情報量を取得することができる。そのため、取得したカラー画像の中から、抽出したい欠点情報を特定し、良品、不良品の可否を判定する必要がある。

本システムでは、光の三原色である赤（Red）、緑（Green）、青（Blue）毎に、色のレベルや明暗のしきい値を設定することで、特定の色の欠点を抽出・検出することが可能だ。また、設定した検査パターンは、最大255種類まで記憶することができるため、あらかじめ製品の検査条件を登録することで、検査対象を入れ替える際にも、容易に検査条件の設定変更が可能ため、設定工数の削減が期待できる。

5-3. カラー検査の用途

カラー検査の用途としては、素材の中に含まれる異物や、色調の違い、色ムラなどの検出や、製造工程での乾燥や熱処理、接着や染色などの影響で発生する欠点（特有の色情報がある場合）に有効である。

モノクロカメラでの検査では、欠点と背景の色の違いが少ないと検出が困難な場合があるが、カラーカメラでの検査では、欠点の色の設定により、背景との色の違いが少ない場合でも検出が可能だ。



写真3 カラーラインセンサカメラ



写真4 ZD-MVCシリーズ

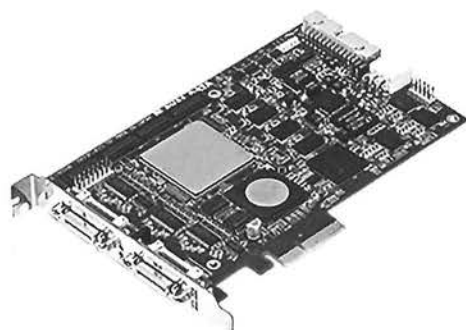


写真5 画像処理ボード

6. ディープラーニング機能搭載 AI 検査システムの機能と特長

ディープラーニングとは聞きなれない言葉であるが、「人工知能」（以下 AI）という言葉はよく聞かれるのではないだろうか。

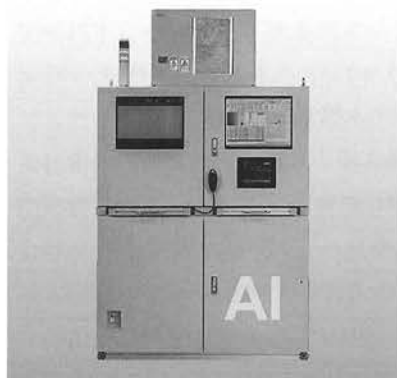
ディープラーニングは AI の要素技術の一部であり、また、機械学習の 1 種である。機械学習の種類（アルゴリズム／手法）には様々なものが存在するが、その中の 1 グループがディープラーニングである。突き詰めると、経験から学習する人間にとっては自然にできることを、ロボットや機械に教えることと言える。

これは、並列処理が可能で、高速処理を実現する CPU や GPU（Graphics Processing Unit）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）することで、生物工学的で多層的な「深層」ニューラルネットワークの実装を実現したものである。人による目視検査からの自動化を検討するうえで、検査内容が複雑すぎて手間がかかっていた検査も、マシンビジョン用に設計された、ディープラーニングベースの画像解析ソフトウェアを組み合わせることで、人の判断に近い柔軟性を AI の学習効果により実現することが可能となった。これにより、欠点の検出能力や、種別判定の精度向上など、今までにない効果的な検査が期待できる。

6-1. AI 検査システムの紹介

当社独自のディープラーニング機能を搭載した AI 検査システム（図 4）も、多数取り揃えている。

● KE-XGXM-AI シリーズ



キーエンス社の画像処理装置 XG-X2800/XG-X2900 を搭載した、次世代高機能検査システム。安定した高いパフォーマンスと、トータルシステムとしての完成度で、製造現場の問題解決に貢献。

● KE-VJM-AI シリーズ



PC ベース マシンビジョンと、高性能な画像処理ユニットが融合した、次世代高機能検査システム。画像処理ユニットの高度な撮像と前処理・フィルター処理技術により、PC の負荷を軽減して安定した検査を実現。

● ZD-CFAI シリーズ



PC ベースの拡張性に優れた次世代マルチ検査システム。豊富なバリエーションの中から選択可能なラインセンサカメラと、独自開発の高信頼性画像処理ソフトウェアを組み合わせることで、高精度の検査を実現。

従来のマシンビジョンによる画像検査と、ディープラーニングによる画像分析を組み合わせることで、目視検査からの自動化や、検査領域の拡大が期待できる。

AI 検査システムの導入に際しては、専門的な知識と経験が必要となるが、当社にお任せいただければ、トータルで導入に向けたサポートが可能である。是非、検討いただきたい。

7. AI 検査システム導入サポート

AI を活用した検査システムの導入に向けては、様々な課題やハードルがある。当社では、製造現場への導入実績を元に『AI 検査システム導入サポート』を提案している。

検査目的が AI に最適かどうかの検証から、実証実験、システムの構築、導入・運用、導入後のフォロー・メンテナンス・改善にいたるまで、トータルソリューションが可能である。以下にサポートの内容を整理する。

< AI 検査システム導入サポート内容例 >

- 1) **AI 検証**：AI で判別が可能かどうか、検査対象物の撮像画像データを用いて検証
- 2) **実証実験**：画像判定の精度向上に向けて、AI 学習モデルを構築
- 3) **システム構築**：生産現場の検査環境に応じて、AI 検査システムを開発
- 4) **導入・運用**：検査システムの納品・設置・検証・操作説明・運用の開始
- 5) **フォロー・サポート**：導入後のフォロー・メンテナンス・改善

図 4 AI 検査システムのラインアップ

8. サンプルテストの重要性

検査システムを導入する前提として、メーカーは必ず、検査する対象物と、対象欠点によるサンプルテストを実施しなければならない。

メーカーにとっては、カメラやレンズ、光源などの光学系を選定してシステムを構築していくことが目的でもあるが、導入した後の検査を保証する校正などにも影響する大事なテストとなる。そのためにはまず、欠点の特定が必要である。100%流出させてはならない欠点と、問題の無いレベルの欠点を切り分けなければならない。製造現場の管理者にとっても、サンプルテストのデータが、製造や品質管理における大切な保険となる資料であることに違いない。

当社は無償にてサンプルテストを実施している。専用のテストルームを完備し、カメラやレンズ、光源など、豊富な機材を用いて、現場に最適な検査システムを提案することが可能である。

9. 検査システム導入の流れ

検査システム導入の流れは、大きく3つのステップに分類される。以下の図5を参照していただきたい。



図5 検査システム導入の流れ

10. 導入後の保守・メンテナンス

当社は、検査装置のメーカーであるが、システムインテグレータでもあり、エンジニアリングも兼ね備えた会社である。導入させていただいた顧客には、末長く検査システムを安心して使用していただくために、顧客の立場に立って対応することを心掛けている。

新たな欠点が発生した場合も、その欠点を検出するためのアドバイスや、現場での光学調整をはじめ、無償サンプルテストによる検査環境の再構築の提案にも対応している。

導入後のサポートや、保守対応も、検査システムを選択する上で大変重要である。保守・メンテナンスに関しては、当社の技術担当が復旧に対する時間目標を待つことによって、保守の重要性と緊急性を自覚している。検査システムが止まれば製造が止まり、工場に与える影響は計り知れないものがある。それゆえ、製造現場の管理者と当社の技術担当者は、常に情報交換できる関係性と信頼関係を構築し、情報の共有と一体感を持って、安定した運用のサポートができるように努めている。

また、迅速な対応を実現するために、ネットワーク環境を利用した、遠隔によるリモートサポートも実施している。このシステムは、画像処理装置本体やシーケンサー、タッチパネルをリモートでメンテナンスすることが可能であり、コロナ禍における非接触の保守・メンテナンスとして注目されている。

11. おわりに

検査システムを導入したくても、過去に上手くいかなかった経験や、検査装置の導入に対して不安を持っている方がいる。また、社内に専任の担当者がいなくて、運用できないと思っている方もいるだろう。そんな時は、気軽に当社に相談いただきたい。課題や悩みに対して、最適な提案により、検査や導入・運用における問題点を解決することができると信じている。

オンラインツールを使った打ち合わせや相談も、柔軟に対応可能なので、まずはホームページをご覧ください。検討いただければ幸いです。

<問い合わせ先>

フロンティアシステム株式会社

〒520-2152 滋賀県大津市月輪三丁目70番18号

TEL : 077-547-0780

FAX : 077-547-0790

URL : <https://www.frontier-s.co.jp>

E-mail : fs_info@frontier-s.co.jp