

多国籍のマーガリン製造業者におけるマシンビジョンによる検査の自動化

リンダ・ウィルソン

この自動システムは、マーガリンを充填した後、フィルムシールを貼付した後、ふたを取り付けた後の合計3回、商品を検査する。

製造工場から出荷する前のマーガリン容器の検査は、一筋縄ではいかない作業となる場合がある。少なくとも、欧州北部一帯に拠点を構える、ある大手マーガリン製造業者にとってはそうだった。同社が扱うマーガリンの種類とパッケージの組み合わせは、約400通りにもものぼる。

各商品は、マーガリンが充填されたベースカップ、フィルムシール、ふたで構成される。さまざまな言語による表記とブランドを象徴する図柄は、プラスチック容器に直接描かれている。容器は、表記と図柄を含めて供給業者によって製造されており、マーガリン製造業者にはそれらが、ふた、カップ、フィルムの山として、供給業者から納入されてくる。積み重なった状態のそのパッケージ材料を、最終的なマーガリン商品を組み立てる機械にセットする時に、作業員に見えるのは、個々の山の一番上と一番下だけで、一山に含まれるすべての商品の表記と図柄が同じであることを、簡単に確認する術はない。

また、当然ながら、マーガリンにもさまざまな種類が存在する。例えば、オリーブオイル、紅花油、大豆油などの原料を使用して、スプレッドを製造することができる。

抜き取り式の手動検査プロセス

この製造業者は昔から、手動の抜き

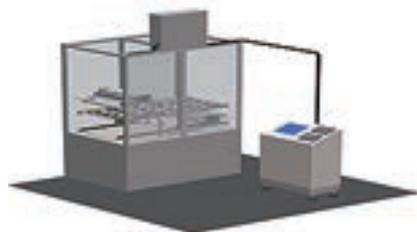


図 自動マーガリン検査システムによって、抜き取り式の手動検査プロセスを置き換えた (図提供: バイトロニック社)

取り検査を適用していた。工場の作業員が、製造工程の2カ所(マーガリンを充填したカップにフィルムを貼付した後と、ふたを取り付けた後)で、ラインから商品を抜き取って検査していた。「15分ごとに商品を1つ抜き取り、詳細情報をすべて記録していた」と、英バイトロニック・ビジョン・オートメーション社(Bytronic Vision Automation)の最高技術責任者(CTO)を務めるジョン・ダンロップ氏(John Dunlop)は説明してくれた。同社は、製造業を専門とするマシンビジョンシステムインテグレータである。

この手動プロセスは、すべての商品が作業員によってチェックされるわけではないために、(カップとふたが一致しないなどの)不良品が誤って小売業者に発送される可能性があるという点で、不十分な処理だった。「例えば、ロシア向けのカップにスウェーデン向

けのふたが付けられるようなことが発生していた」と、ダンロップ氏は述べた。

この製造業者の上層部は、自動プロセスに投資することを決断した際に、米コグネックス社(Cognex)に連絡を取った。コグネックス社は、インテグレーションパートナーとして長年にわたる関係があったバイトロニック社を、同社に紹介した。

このプロジェクトは、欧州北部の複数の国に所在する5つの製造工場の合計51本の製造ラインを対象とするものだった。

自動検査の動作の仕組み

バイトロニック社は、カメラを保持するための、ステンレス鋼とアクリルレンズカバーでできた堅牢な筐体を構築した。この筐体を金属製トラックの上に設置し、工場の作業員がマーガリン生産機械を洗浄する際には、カメラ筐体を簡単に取り除けるようにした。

カメラは、生産工程の開始部分の近くに設置され、ラインごとに2つの筐体が、ラインの下部と上部に取り付けられる。下部カメラは、カップにマーガリンが充填される前に位置決めを行い、マーガリンが充填される前後のカップ画像を撮影する。上部カメラは、カップにふたが取り付けられた後に位置決めを行い、フィルムが貼付された状態とふたが取り付けられた状態の商品画像を撮影する。

各生産ラインに対して、一連のカメラ筐体が用意されている。各筐体の中のカメラの台数は、生産ラインに含ま

れるレーン数によって異なる。最も大きなラインは7本のレーンで構成されている。

各筐体の幅は約10インチ(25cm)、高さは6インチ(15cm)である。

生産ライン上の各商品に対し、スマートカメラは画像の撮影と処理を行い、「合格」または「不合格」の結果を、カップの充填と商品の組み立てを行う自動機械に搭載されたPLCに伝達する。「不合格」の判定が出た場合は、生産ラインが停止し、作業員が不合格の商品をラインから取り除く。スマートカメラはその画像を、永続的に記録するために別のPCに送信する。

スマートカメラシステム

このシステムには、コグネックス社の「In-Sight 5605」が採用されている(後に、In-Sight製品の後世代モデルに置換されている)。2/3インチのCCDセンサを搭載するCマウントカメラは、2448×2048の解像度と16fpsのフレームレートを備える。

バイトロニック社は、独占的なビジョンプログラミング言語である「Cognex In-Sight Spreadsheet」を使用して、特定のパターンと画像を認識して各商品が検査に合格したか否かを判定するアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムは、画像を各SKUの正しい特徴と比較する。

カメラ内のソフトウェアは、FTP(File Transfer Protocol)を使用して、中央のPLCに画像を送信し、OPC(Open Platform Communications)プロトコルを使用して、合格か不合格かの信号を製造機械に伝達する。

照明

バイトロニック社は、検査プロセスの照明として、RGB LEDパーライトを選

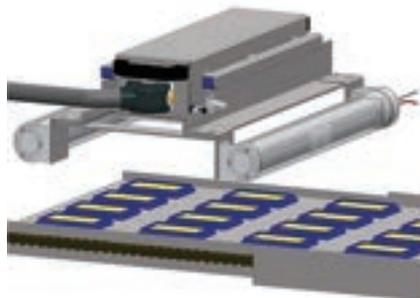


図 自動検査システムには、筐体に収容されたスマートカメラと、LEDパーライトが含まれている(図提供:バイトロニック社)

択した。英TPLビジョン社(TPL Vision UK)の「IP69K Washdown Backlight Bars」である。

「(これは)異なる商品に対して異なる照明を当てることができることを意味する。赤い照明を当てたほうがよく見えることが分かっている商品には、赤色の照明を当てる」とダンロップ氏は説明した。例えば、赤色を中心としたクリスマスの装飾が描かれたカップやふたの画像は、赤色の照明を使うと、うまく撮影できない。

照明はIP69K準拠であるため、工場作業員は生産機械の洗浄時に、照明を取り外す必要はない。

実装課題

バイトロニック社のエンジニアらは、主に3つの課題を克服して、このプロジェクトを完了した。

1つ目は、このマーガリン製造業者がパッケージやラベルを変更する頻度に関するものである。「ある拠点では、毎日1件の変更が発生していた」とダンロップ氏は述べた。変更が生じる度に工場の担当者は、最良の商品画像を撮影して自動検査を可能にするために使用する、照明の色とカメラの露光を決定する必要がある。

検査システムに対するこのような変

更を支援するために、バイトロニック社のエンジニアらは、異なる照明と露光の組み合わせを使用した画像を生成するテストルーチンを記述し、最良の画像を生成する組み合わせを、工場の担当者が選択できるようにした。

2つ目の問題は、工場に設置されている生産機械の古さだった。機械はもともと1980年代に導入されたもので、バイトロニック社のチームは、カメラ筐体を設置する適切な場所を見つけるのに苦労した。

「筐体が既存の機械の中に収まるようにするなど、かなり慎重な機械設計が必要だった。そのための場所を見つけなければならなかっただけでなく、見なければならぬものを確実に見えるようにする必要もあった」とダンロップ氏は説明した。

3つ目の課題は、「充填機械を洗浄できるように、カメラを取り外せるようにすることを彼らが望んだことだった。当然ながら、洗浄はかなりの頻度で行う必要がある」とダンロップ氏は述べた。「機械の洗浄には沸騰苛性ソーダが使われる。つまり、カメラ筐体に対してはかなりの摩耗作用がある」と同氏は説明した。

そこでバイトロニック社のエンジニアらは、取り外しと再設置が工場の作業員にとって簡単な作業になるように、カメラ筐体とトラックシステムを設計した。

結果

自動検査システムを導入して以来、このマーガリン製造業者がスーパーからの苦情や返品を受け取ったことは一度もない。実際、ダンロップ氏によると、すべての商品を検査しているのだから、小売業者に不良品を送付してしまうことはほぼあり得ないという。