

タイタン・セメント社、 製造施設に検査システムを追加

ジム・テータム

AI支援のビジョンシステムによる、セメント材が入った袋の欠陥検出

建設業界向けにセメントと建材を製造するグローバル企業であるギリシャのタイタン・セメント社 (Titan Cement) は、自動検査システムをギリシャのパトラにある自社のセメント製造工場に導入した。

パトラの施設では従来、そうしたセメント袋の検査を、24時間体制の8時間シフトで勤務する人間の検査員が、過酷な環境の中で手作業で直接行っていた。欠陥を見つけた検査員は、欠陥のある袋を取り除くために、生産ラインを手動で停止しなければならなかった。

これは、コストのかかる問題解決策である。セメント生産ラインを中断すると遅延が生じ、効率が低下する。欠陥のある数個のセメント袋によって、

製造パレット全体が台無しになり、時間とコストが著しく増加する可能性がある。

この手動処理にはその他にも問題がある。人間は疲労し、生産プロセス中にラインを定期的に離れなければならない可能性もある。経験豊かでその作業に長けているとしても、人間の検査員にはそれぞれ限界があり、袋の些細であいまいな欠陥を検出できない場合も多い。また、この作業は多大な労力を要し、概して厳しい環境で行われるため、人間による検査は誤りが起きやすく、有意義なQAデータを取得するのが難しくなってしまう。

タイタン社は2021年終盤にギリシャのイリダ・ラブズ社 (Irida Labs) と

提携し、生産ライン上のセメント袋を検査できる自動検査システムを開発して実装した。タイタン社の幹部らは、亀裂、漏れ、へこみ、切り傷、縁の破損、印刷ミスなどの欠陥を特定するとともに、アラートを送信して是正策を講じるシステムを求めていた。しかもそれを、環境光が変化しやすく、過度の埃、湿気、振動が生じるなどの過酷な環境下で、年中無休24時間体制で行うことを望んでいた。

「ビジョンシステムは、連続稼働のコンベアベルト上で常時欠陥検出を行いながら、不良品が検出された場合はリアルタイムにアラートを発する必要がある」と、イリダ・ラブズ社の「PerCV.ai」担当プロダクトグロースディレクターを務めるトーマス・カリシス氏 (Thomas Charisis) は述べた。

ソリューションの構築： ビジョンシステム

この検査システムは、3台の独バスラー社 (Basler) 製カメラを利用する。同社のプレミアムレンズを装備するこれらのカメラは、工場の過酷な環境から保護するためにIP67の特注の筐体に収容されて、生産ラインの上のブラケットに取り付けられており、フォトルトリガと同期して、ラインを流れてくるセメント袋の欠陥検出を行う。2台のカラーカメラ (Basler ace 2 USB 3.0) は、袋の物理的な欠陥を検査する目的のみのために設置されている。3台目のモノクロカメラ (Basler ace 2 GigE) は、袋の印刷ミスを検査する。

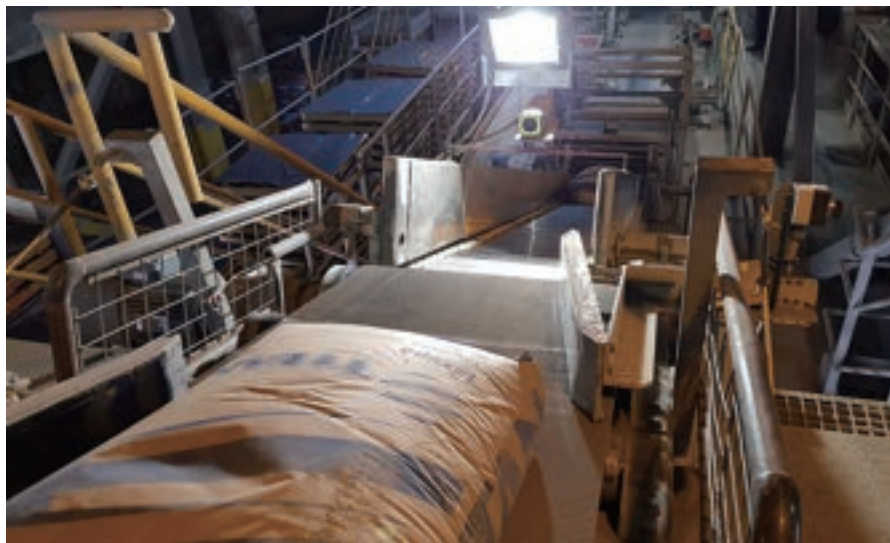


図1 3台のカメラが、セメント袋を検査するために生産ラインの上に設置されている。2台のカラーカメラは、裂け目、穴、亀裂、漏れなどの欠陥をスキャンする。3台目のモノクロカメラ(上)は、印刷ミスをスキャンする。環境光の問題を解消するために、DC LED照明もライン上に配置されている(本稿の写真はすべてイリダ・ラブズ社提供)



図2 生産ライン上に取り付けられた2台のカラーカメラは、セメント袋の裂け目、亀裂、漏れなどの欠陥を検査する

カリシス氏によると、より具体的には、モノクロカメラは光学文字認識(OCR)を使用して、データラベルが印刷されるべき枠内の正しい位置にあることと、ラベルのデータが正しいことを確認するという。

環境光が変化しやすいことによる問題を解消するために、DC LED照明が、ライン上のカメラの近くに設置されていると、カリシス氏は述べた。

ソリューションへのAIの追加

カメラは、ラインに沿ってカメラのすぐそばに配置されている米エーディーリンク社(ADLink)製のエッジコンピュータ「DLAP-211-JNX」に配線接続されている。コンピュータは、イリダ・ラブズ社が開発した品質検査モジュール「Vision AI」を使用して、画像データをリアルタイムに解析する。これらのモジュールは、イリダ・ラブズ社のプラットフォームPerCV.ai上に構築されている。PerCV.aiは、具体的なAIアルゴリズムの開発と、それらの実装管理に使われている。

「画像処理はエッジで行われる。各カメラセンサを、センサのできるだけ近くで動作するオンサイトの処理デバイスと対にすることにより、このシステムは、エッジAIビジョンソリューションとなっている」とカリシス氏は述べた。「エッジ処理は、低遅延、リアルタイムの欠陥検出、アラートトリガ、プライバシー保護を実現する上で有益な影響を与える」。

システムが欠陥を検出した場合、複数の対応策が存在するとカリシス氏は述べた。同氏によると、「当初は、アラームが鳴ってコンベアベルトが自動停止していた。その間に作業員が、欠陥のあるセメント袋をベルトから取り除き、プロセスを再開していた」という。

その後、リアルタイムイベントをMQTT APIを介してPLC(プログラマブルロジックコントローラ)に送信するようにした。MQTT APIは、産業環境でマシン間通信に使われることの多いメッセージングプロトコルである。PLCは不良品除去システムをトリガする。このシステムは、生産ラインを停止することなく欠陥のある袋を自動的に取り除く、とカリシス氏は説明した。

課題、解決策、今後の計画

同チームは、実装時に複数の課題を解消した。実際、1つの主な技術的課題は、セメント袋で生じ得るあらゆる種類の欠陥をAIモジュールが認識できるように、十分なトレーニングデータを収集することだった。

「生じ得るすべての欠陥事例に実稼働の生産ラインで実際に遭遇してデータを収集しようとする、非現実的な量の時間がかかる」とカリシス氏は述べた。

この問題を解決するために同チームは、AIプラットフォームを通してAI



図3 カメラの画像データは、同じくラインの近くに配置されたこのエッジコンピュータに送信される。コンピュータは識別と解析を行い、欠陥のある袋をラインから取り除くために必要な是正策を講じる

生成の合成データを活用するソリューションを考案し、これによって、データ収集プロセスは高速化されたと、カリシス氏は説明した。

この検査システムは、今では2年以上にわたって工場稼働しており、成功を収めていると、タイタン社のパトラ施設で、粉砕/混合/搬送/原材料の監督者を務めるマラバス・グリゴリオス氏(Maravas Grigorios)は述べている。同システムによって、欠陥のある袋がパレットまで到達するケースが著しく減少したと同氏は言う。

「その結果として、欠陥のある袋に関する顧客の苦情が大きく減少した」と同氏は指摘している。また、人間の検査員が不要になったため、このシステムによって人件費は大幅に削減された。

同社は2024年下半期にこのシステムを他の工場にも導入する計画だが、タイタン社とイリダ・ラブズ社の担当者によると、具体的な日程と場所はまだ確定していないという。