

ディープラーニング / AIの導入

クリス・マクルーン

ディープラーニング / AIを採用するソリューションは増えており、それに伴って、ビジョン / イメージングの用途は、工場フロアからはるか遠くかけ離れた分野にまで拡大している。

ディープラーニング / AIは、マシンビジョンとイメージングの用途に対して、ますます主流になりつつある。この分野の成熟に伴い、さまざまなトレンドが出現している。広く普及しているトレンドもあれば、そこまで拡大していないトレンドもある。いずれにせよ、ディープラーニング / AIを採用するソリューションは増えており、それに伴って、ビジョン / イメージングの用途は、工場フロアからはるか遠くかけ離れた分野にまで拡大している。

導入理由

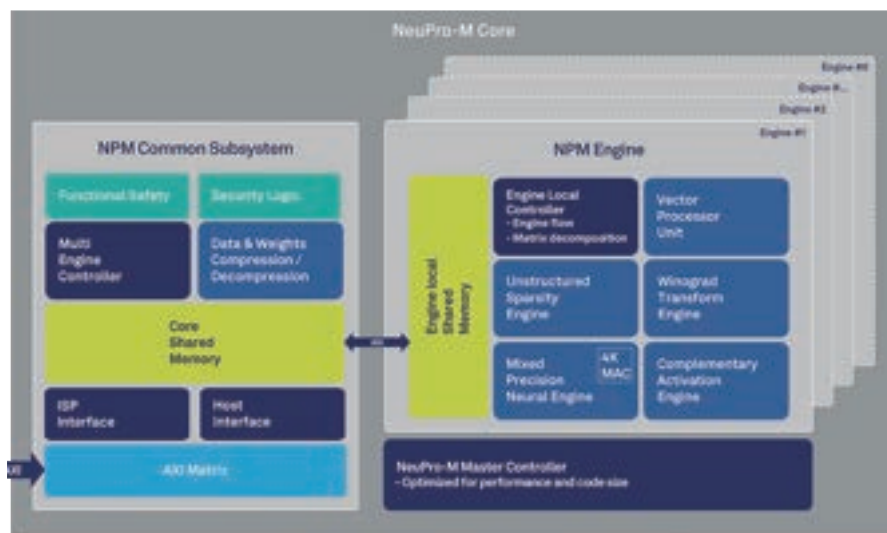
さまざまな要因によって、ディープラーニング / AIの導入が促進されている。米ディープビュー社(Deepview)

のリードエンジニアであるエリ・デヴィス氏(Eli Davis)は、「販売と設置のプロセスが成熟して、より低いコストで簡単に設置できるようになっており、それが広範な普及を促進している。5年前は、AIシステムは高額な特注品だった。2022年のAIは、低コストの既製品である」と述べた。続けて同氏は、現在の労働力不足が原因で、AIカメラによって選別処理を解決したいという需要があるとして、「AIの部品選別能力が高まるほど、ライン作業員はより価値の高い作業に集中できる」と述べた。

ディープラーニング / AIによって、ビジョン / イメージングは従来の工場フロア以外の場所でも利用可能になっ

たが、製造フロアで利用されていないというわけではない。「従来のマシンビジョンシステムは、一貫性のある製造部品に対して高い信頼性で動作するが、例外的なケースの増加や、欠陥の種類が多様化に伴って、課題に直面している。また、拡大、回転、配置、歪みなどに起因する物体の外観の小さなばらつきには対応できるものの、ますます多様で複雑になる表面テクスチャや画像品質の問題があると、動作の信頼性はかなり低くなる可能性がある」と、韓国ニューロクル社(Neurocle)のマーケティングマネージャーを務めるウンソ・キム氏(Eunseo Kim)は述べた。従来のマシンビジョンシステムは、視覚的に似た部品の間のばらつきや偏差の検査にも適していない可能性があるため、ディープラーニングによる画像解析がその代替策になる可能性がある」と、同氏は説明した。「ディープラーニングに基づく画像解析は、目視検査の高度な知識と柔軟性に加えて、コンピュータシステムの信頼性、一貫性、速度を兼ね備えている。それによって、従来のマシンビジョンでは対応が困難だった、要件の厳しいビジョン用途の問題を解決する」と同氏は述べた。

「マシンビジョンの最新トレンドとして、強力なディープラーニングとAIのイノベーションが世界中のメーカーにもたらされており、メーカーは、自動ビジョンソリューションを各製造プロ



NeuPro-M Architecture Block Diagram

図1 シーバ社の「NeuPro-M™」

セスやアセンブリに適合させることによって、品質と効率を高めることができる。これらのシステムは、時間の経過とともに『学習』して、性能をコンスタントに改善することにより、「追加の検査や手直しのための無駄なマンパワーを省きつつ、廃棄率を低下させる」と、イスラエルのキットフ・エーアイ社 (Kitov.ai) で南北米地区担当副社長を務めるコーリー・マーチャント氏 (Corey Merchant) は、付け加えた。AIは、カスタマイズされた強力なビジョンソリューションを、かつてないほど簡単に、迅速に、少ないリソースで実装することを可能にすると、同氏は説明した。「AIは、マシンビジョン性能を高めるだけでなく、より直感に基づく検査システムのプログラミング、実装、保守を可能にする」と同氏は述べた。

仏プロフェシー社 (Prophesee) の最高経営責任者 (CEO) で共同創設者のルカ・ヴェール氏 (Luca Verre) は、次のように語った。「我々が目に見ている最も広範なトレンドは、AI/ML対応のインテリジェントセンシングをエッジに搭載する動きだ。これにより、すべてのセンシングアプリケーション、特にビジョンを対象としたAIとMLの実装に、はるかに効率的で柔軟なアプローチが求められることになる。中でも最も重要なのは、それを実現するために必要な消費電力とデータ処理の改善だが、この動きを推進する要因は他にも存在する」。

この動きの背景には、さまざまな理由が存在するとして、同氏は次の項目を挙げた。開放空間や遠隔地において、デバイスを柔軟に設置及び運用する必要があること。家庭、職場、産業界、公共空間において、より「スマート」なセンシングアプリケーションが求め



図2 ニューロクル社の「Neuro-T Auto Deep Learning Vision Trainer」、 「Neuro-X Deep Learning Model Trainer for Experts」、 「Neuro-R Runtime API Engine」



図3 フォトネオ社の「MotionCam-3D Color」センサ



図4 AIビジョンシステム「IDS NXT」



図5 テレダイナルサ社のAIトレーニンググラフィカルツール「Astrocyte™」



図6 マトロックス・イメージング社の「MIL CoPilot」アプリケーション

られていること。入力をローカルに処理できる、より効率的なAIアルゴリズム (tinyML など) が進化していること。クラウドへの依存性に関連して、データプライバシー、セキュリティ、性能面の懸念が生じていること。

米シーバ社 (CEVA) の人工知能及びビジョン事業部門でビジネス開発ディレクターを務めるジル・アブラハム氏 (Gil Abraham) も、エッジにおけるビジョンについて、次のようにコメントした。「マシンビジョンをエッジデバイスに移す動きが急速に進行する中で、より効率の高いディープラーニングに対する要求が高まっており、ディープラーニングの演算はもはや、CNN に基づく単なる『力任せ』の処理ではなくなっている。今日のAIプロセッサは、専用のアクセラレーション、ネットワークの最適化、メモリボトルネックの解消によって、高い効率を得られるように設計されている」。

簡素化

米ニューララ社 (Nurala) のCEOで共同創設者のマックス・ヴェルサーチ氏 (Max Versace) は、ディープラーニング/AIソリューションを、特に製造業界のさまざまな企業に対して広く利用可能にするには、導入が簡単でなければならないと述べた。「AIを理解しやすく使いやすいものにするための取り組みにはかなりの進展が見られるが、高度な専門知識を必要とする部分

がまだ残っている。『AI革命』を解き放って、AI導入のハードルを本当に引き下げるためには、新しいコーディング言語は不要で、真に『AI専門知識不要』のツールが、さまざまな業界にわたるディープラーニング導入の基礎になることを理解することが重要である。これと、生産ラインにAIをデプロイするために必要な演算能力をGPUからCPUのみに減らすことが、大半のメーカーにとって状況を一変させる要因になるだろう」と同氏は述べた。同氏は、インターネットの分野で、WordPressのようなコード不要のプラットフォームが、HTMLの専門知識を持たないすべての人々にウェブサイト

を解放したことを挙げて、それと同じことが生じる必要があると述べた。「メーカーに必要なのは『AI用のWordPress』であり、製造フロアの誰もが数分でアプリケーションを開発、デプロイ、保守して、CPUのみを搭載するIPCに実装できるようになれば、検査コストは大幅に削減されて、万人にとって手の届くものになる」と同氏は続けた。

米ランディングAI社 (Landing AI) のアウトリーチ及びビジョン技術担当副社長を務めるデビッド・デホー氏 (David Dechow) は、次のように語った。「自動検査におけるディープラーニングのもう1つの非常に重要な点は、



図7 キトフ・エーアイ社のスタンドアロン型ビジョンシステムシリーズ「CorePlus」

工場全体、さらには企業全体にわたるアプリケーション実装の『民主化』によってもたらされる、使いやすさである。ディープラーニング技術を、機械学習エンジニアやシステムインテグレータから工場現場の製造エキスパートに至るまでの誰もが利用可能で、プログラミングなしで簡単に設定してデプロイできるようにする。ディープラーニングソフトウェアには、すべてのアプリケーションで標準化された共通のワークフローを用意して、コーディング経験がほとんどあるいは全くなくても、チームの誰もが、すべての検査プロジェクトに対して使用できるようにする」。

米ゼブラ・テクノロジーズ社 (Zebra Technologies) に最近買収された、加マトロックス・イメージング社 (Matrox® Imaging) のエンジニアリング担当ディレクターを務めるアルノー・D・リナ氏 (Arnaud D. Lina) も、ディープラーニング / AI の簡素化が非常に重要だという意見に同意している。「ディープラーニングトレーニングのプロセスと経験の簡素化が、何にも増して重要だ。ディープラーニングの鍵は、ニューラルネットワークモデルのトレーニングにある。データの収集と準備が簡単で、トレーニングの設定と解釈がシンプルであるほど、より効果的な結果が得られる」と同氏は述べた。

加テレダイナルサ社 (Teledyne DALSA) のビジョンソリューション部門でソフトウェアディレクターを務めるブルーノ・メナード氏 (Bruno Ménard) と製品マネージャーを務めるブレンダン・ハント氏 (Brandon Hunt) は、モデルトレーニングの労力を大幅に軽減する「Anomaly Detection」(異常検知) と呼ばれる最近の手法について説明してくれた。両氏によると、「異

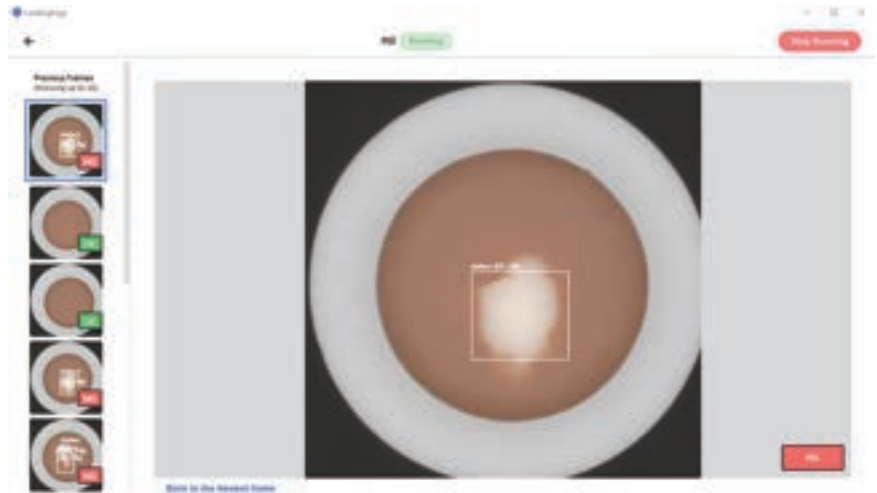


図8 ランディングAI社の「LandingEdge」

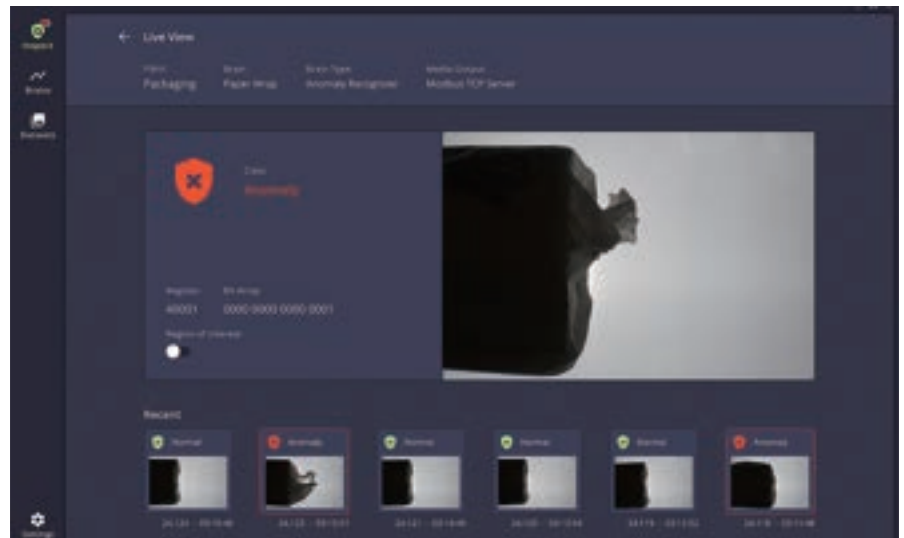


図9 ニューララ社のビジョン検査ソフトウェアスイート「VIA」



図10 「Amazon Lookout for Vision Starter Kit」



図11 MVTecソフトウェア社のマシンビジョンソフトウェア「HALCON」バージョン22.05

常検知モデルは、良いサンプルのみによってトレーニングされ(そのようなサンプルは、工場フロアで簡単に手に入る場合が多い)、わずかに数件の欠陥サンプルのみによって検証される。異常検知では、トレーニング画像上の欠陥にラベル付けする作業は不要で、ユーザーの作業時間は大幅に削減される」

という。欠陥は自動的に特定されて、ヒートマップと呼ばれるフォーマットで実行時に出力される。

「マシンビジョン業界の多くの企業がまだ、この新しい技術にためらいを感じている」と、独IDSイメージングデベロップメントシステムズ社(IDS Imaging Development Systems)のAI

スペシャリストであるロバート＝アレキサンダー・ウィンドバーガー博士(Robert-Alexander Windberger)は述べた。「この専門分野の詳細に慣れ親しむための専門知識と時間が不足している。一方、ビジョンコミュニティは、IoT業界と新興分野に限られていた状態から拡大している。新しい応用分野とユーザーグループは、必然的に異なるユースケースと要件をもたらす。データセットの作成から、ニューラルネットワークのトレーニングを経て実行に至るまでのワークフロー全体を最大限にサポートするには、従来のプログラミングSDKではもはや十分ではない。AIビジョンを活用するために現在、AIやプログラミングの知識を持たない多種多様なユーザーグループによって使用される、全く新しいツールが登場しているのは、そのためである。これによって、ツールの使い勝手が改善されて導入のハードルが引き下げられ、AIベースの画像処理の普及は現在、急速に加速化している。結局のところ、AIは人間のためのツールであり、従って、直感的かつ効率的に使用できるものでなければならない」(ウィンドバーガー氏)。

データとアルゴリズム

ゼブラ・テクノロジーズ社のリードコンピュータビジョンエンジニアを務めるマテウシュ・バルテチコ氏(Mateusz Barteczko)は、近年はディープラーニングに対する関心が十分に高まっていることから、この技術はマシンビジョンに不可欠な要素になったと言って間違いないと述べた。「ユーザーはこれが信頼に足ることを経験として学び、その能力と可能性を認識しているため、マシンビジョンソフトウェアを選択する際に、一連のディープラーニングツ



図12 ゼブラ社の「Zebra Aurora™ Vision Studio 5.2」



図13 AIカメラ「DeepView X400」

ールで構成されるライブラリの有無を確認する」と同氏は言う。現在のトレンドについては、数年前は、従来のマシンビジョンアルゴリズムとディープラーニングソリューションの間の性能ギャップが大いに懸念されていたが、「今はもうその心配はない」として、「この技術は成熟し、その性能は大幅に改善されている。今日の多くのディープラーニングプロジェクトが、高性能なGPUを装備した高額なPCを必要とせず、CPU上で50～80msという短い実行時間で動作する」とバルテチコ氏は述べた。

独MV Tec ソフトウェア社 (MV Tec Software) のディープラーニングツール担当製品マネージャーを務めるクリスチャン・エクスタイン氏 (Christian Eckstein) は、次のように語った。「現在の大きなトレンドは、アルゴリズムではなくデータが重視されていることだ。その目標は、より小規模で高品質なデータセットでより良い結果を達成することにより、市場投入時間を短縮するか、デプロイを高速化することである。この実用的なアプローチは、この分野が成熟しつつあることを示している。マシンビジョンソフトウェアのメーカーは、そうしたデータセットを実現するためにデータパイプラインを

構築するツールを提供している。より小規模なデータセットとより高速なデプロイは、Global Context Anomaly Detection のような、ラベル付けをほとんど行わずに、素晴らしい結果を非常に高速に生成することのできる、教師なし学習手法が重視されていることをも意味する」。

スロバキアのフォトネオ社 (Photo neo) で、センサ部門の最高技術責任者 (CTO) を務めるスヴォラト・シュトルツ氏 (Svorad Stolc) は、次のように述べた。「マシンビジョンにおいてAIが利用される領域は、主に2つ存在する。まず、機械学習 (ML) はビジョンセンサから取得した信号の品質を、従来のマシンビジョンアルゴリズムよりも大幅に改善することができる。ML駆動の手法は、難しい照明条件下や、透明または光沢のある表面や素材など、相互反射が生じて通常はスキャンが難しい物質に対しても、より良い3Dスキャンの取得を可能にする。マシンビジョンでMLが利用されるもう1つの領域は、コンテキスト情報を利用したデータ圧縮である。しかしAIは、トレーニングに使用したデータの品質以上の能力を発揮することはできない。事前に用意する3Dデータの品質が高いほど、機械学習で達成できる結



図14 プロフェシー社の「HD Metavision® Evaluation Kit」 (Metavision® EVK4-HD)

果は高くなる」。

米エレメンタリ ML 社 (Elementary ML) のエンジニアリング担当副社長を務めるミリンド・カーニック氏 (Milind Karnik) は、ディープラーニング / AI の複数の重要なトレンドの1つとして、モデルを最適化するための適切なデータキュレーションの重要性を挙げた。「これは、『より多くのデータ』を用意することが必ずしも、マシンビジョンの世界においてDL/AIモデルを生成するための正しいアプローチではないという事実に基づいている。実世界の現象を最も的確に表現する『適切なデータ』を用意することのほうが重要で、それによって、有効性が最も高く、偽陽性 / 偽陰性率が最も低い、最も正確なモデルを生成することができる。そのためには通常、利用可能な大規模なデータセットから適切なデータを抽出するための、データキュレーションが必要になる」と同氏は述べた。

米アドリンク・テクノロジー社 (ADLINK Technology) のシニアソリューションアーキテクトを務めるコーリー・クレス氏 (Cory Kress) は、次のようにコメントした。「ディープラーニングに基づく外観検査は、さまざまな業界で多大な注目と関心を集めている。しかし、欠陥検出などのコンピュ

ータビジョン処理において正確な結果を得るには、微調整とトレーニングを適用して、正解(ground truth)データにラベルを付与したディープラーニングシステムが必要である。この処理を完了するには、ジョブに適したディープラーニングアクセラレーションプラットフォームを探すことを含めて、かなりの時間とコストがかかる可能性がある」。

ソリューション

上述の状況を念頭に開発された、ディープラーニング/AIの導入に利用できる、さまざまなソリューションが存在する。

シーバ社の「NeuPro-M™」(図1)は、スマートエッジデバイスを対象としたヘテロジニアスでセキュアなAI/ML向けプロセッサアーキテクチャで、SoC設計に対するライセンス可能なIPコアとして提供されており、最大24TOPS/ワットの電力効率を実現する。そのCDNNソフトウェアスタックは、NeuPro-Mシステムアーキテクチャプランニングツール、ニューラルネットワークトレーニング最適化ツール、CDNNコンパイラとランタイムなどで構成されている。

ニューロク社は、「Neuro-T Auto Deep Learning Vision Trainer」、 「Neuro-X Deep Learning Model Trainer for Experts」、 「Neuro-R Runtime API Engine」という、3種類のディープラーニングソフトウェアパッケージ(図2)を提供している。Neuro-Tは、コーディングやディープラーニングの知識がほとんどないユーザーを対象とした、ディープラーニングビジョンソフトウェアである。Neuro-Xは、エキスパートを対象としたディープラーニングモデルトレーニ

ングツールである。よりきめ細かな制御と柔軟性をユーザーに提供するハイパーパラメータを調整することによって、最適化されたモデルが作成できるようになっている。Neuro-Rはランタイムソフトウェアで、モデルのデプロイを支援するとともに、GPUや組み込みプロセッサを含む、さまざまな推論プラットフォームとの最適化された統合をサポートする。

フォトネオ社は、「MotionCam-3D Color」(図3)を提供している。動きのあるシーンに対するエリアベースの3Dスキャンを、モーションアーチファクトを生じることなく、高い分解能とミリメートル未満の精度で行うことが可能な3Dセンサで、同製品は、新たにカラー情報を付与できるようにしたものである。このカメラは、3D形状、モーション、カラーを組み合わせ、特にAIアプリケーションに対する新たな可能性を切り拓くもので、3D形状だけでなく具体的な色特性を加味した商品認識を可能にする。

AIビジョンシステム「IDS NXT」(図4)の最新ソフトウェアであるバージョン2.6では、アプリ開発の簡素化に主眼が置かれている。開発の初期フェーズは、プロジェクトを実現する過程において最大の課題の1つである場合が多い。「IDS NXT lighthouse」の中の新しい「Application Assistant」を使用することで、ユーザーはガイダンスに従って、完全なビジョンアプリをわずか数ステップで設定し、IDS NXTカメラ上で直接実行することができる。ブロックベースのエディタも新たに提供されており、これによってプログラミングの知識がないユーザーでも、オブジェクト認識または分類などのAI画像処理機能を使用して、独自のプログラムシーケンスを設定することができる。

テレダイナミクス社は、「Sapera™ Vision Software Edition 2022-05」の提供開始を発表している。Sapera Vision Softwareは、画像取得、制御、画像処理に加えて、高性能マシンビジョンアプリケーションを設計、開発、デプロイするためのAI機能を提供する。今回の新しいアップグレードでは、AIトレーニンググラフィカルツール「Astrocyte™」(図5)と、画像処理及びAIライブラリツール「Sapera Processing」が強化されている。例えば、木材のさまざまな種類の節の位置特定と分類に対し、Astrocyteは、高解像度画像(2800 × 1024)における幅10ピクセルの小さな節を、ネイティブ解像度を維持したままタイル化するメカニズムを適用して、確実に特定して分類することができる。今回のアップデートにより、異常検知アルゴリズムが改良され、フレームグラバからのライブ動画取得が可能になり、性能とユーザーエクスペリエンスを向上させる新機能が追加されている。

マトロックス・イメージング社の「MIL CoPilot」アプリケーション(図6)は、マシンビジョンアプリケーションでの使用に向けて、ニューラルネットワークモデルをトレーニングするためのプラットフォームを提供する、インタラクティブな環境を備える。この処理に必要なすべての機能が提供されているため、ユーザーは、トレーニング画像データセットの作成とラベル付け、必要に応じた画像データセットの拡張、ニューラルネットワークモデルのトレーニング、解析、テストを行うことができる。

キットフ・エアアイ社の「CorePlus」シリーズ(図7)は、ディープラーニング、2D/3Dイメージング、新規と従来のマシンビジョンアルゴリズム、インテリ

ジェントなロボットプランニング技術を統合した、スタンドアロン型ビジョンシステムで、オフラインとインラインの両方の構成で、大きな部品サイズのスキャンを行うことができる。同社のハイブリッド型ディープラーニングシステムにより、オペレータは新しい検査プランの設定を、CADファイルを基に行うか、あるいは、同システムによって基準部品のフル3Dスキャンを取得し、実際の製品の3Dデジタルツインモデルを生成することによって行うことができる。明視野と暗視野の複数の照明素子で構成された測光構造を備えるCMOSカメラが、3Dモデルを作成するための複数の2D画像を取得する。このシステムは、CADファイルを直接処理することも可能である。

CADファイルには製造仕様も含めることができ、システムはそれらの公差を自動的に考慮に入れて、検査ルーチンをプログラムする。

ランディングAI社は、同社の主力プラットフォーム「LandingLens」内のデプロイメントアプリケーションである「LandingEdge」(図8)をリリースした。メーカーはLandingEdgeを使用することにより、ディープラーニング外観検査ソリューションを工場フロアのエッジデバイスに配備して、製品欠陥検出の精度と一貫性を高めることができる。LandingEdgeは、LandingLensの能力をさらに多くの製造環境に拡大するものである。LandingLensを使用する顧客はこの新しいエッジ能力によって、より簡単に工場インフラと統合してカメラと通信し、モデルを画像に適用し、予測を行って、工場フロアでリアルタイムの意思決定を行うための情報を得ることができる。

ニューララ社は最近、同社のビジョン検査ソフトウェアスイート「VIA」



図15 オプト・エンジニアリング社の「FabImage® Studio Professional」

(図9)に新しい製品機能を追加した。例えば、「Neurala VIA Inspector」に「Detector AI」モデルを組み込み、EtherNet/IP通信プロトコルをソリューションに追加した。また、PRO FINETをまもなくサポートする予定であることも発表している。InspectorのDetector機能によってNeurala VIAは、部品の位置特定、ピッキング、計数を必要とする使用事例に対応可能となる。これに加えてEtherNet/IPが追加されたことにより、専門知識がなくても簡単に既存装置に統合できるように、VIAの能力が拡大される。

アドリンク社と米アマゾン社(Amazon)は最近、「Amazon Lookout for Vision Starter Kit」(図10)の一般提供を発表した。このスターターキットによってシステムインテグレーターは、数時間以内にインストールと設定を行って、AIモデルのトレーニングを開始することができる。設定が完了すると、トレーニングデータの収集と自動ラベル付けをLookout for

Visionシステムの中で開始することが可能で、モデル作成の簡素化が実現されている。作成した機械学習モデルは、エッジのスターターキットにデプロイすることができ、欠陥を検出してリアルタイムに対応することが可能になる。キットには、「NVIDIA Jetson」に基づく検証済みのディープアクセラレーションプラットフォーム、「ADLINK Edge™」、「AWS IoT Greengrass」も含まれている。

MVTecソフトウェア社は、マシンビジョンソフトウェア「HALCON」のバージョン22.05(図11)をリリースした。これには、「Global Context Anomaly Detection」機能が搭載されている。画像の中の論理的な異常を検出するHALCON 22.05は、新しい応用分野を開拓し、異常検知用のディープラーニング技術のさらなる進歩を象徴する製品である。Global Context Anomaly Detectionは、画像全体の論理的内容を「理解」することができる。HALCONの既存の異常検知機能と同

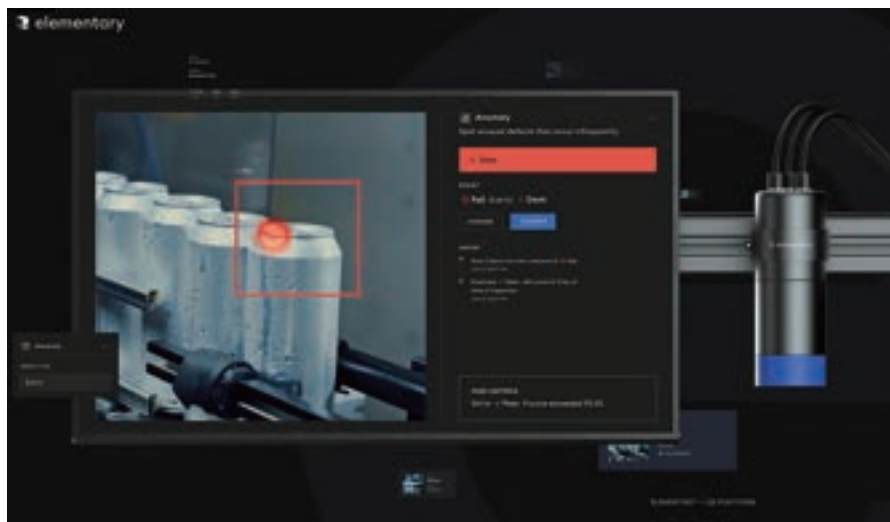


図16 エレメンタリ社のQAビジョンプラットフォーム

様に、Global Context Anomaly Detectionは、トレーニングに「良い画像」しか必要としない。トレーニングデータにラベル付けは不要である。従ってこの技術により、アセンブリを構成するコンポーネントの欠損、変形、配置ミスなど、全く新しい種類の異常を検出することが可能である。

ゼブラ社の「Zebra Aurora™ Vision Studio 5.2」(図12)は、新しいオフラインモードと「Filmstrip」制御、全く新しい「Golden Template 3D」ツール、ディープラーニング推論における複数のGPUのサポート、改良されたディープラーニングOCRを特長とする。Zebra Aurora™ Vision Studioのバージョン5.2はベータ段階に入っており、ダウンロード提供されている。

「DeepView X400」(図13)は、人工知能を完全にオンボードに搭載している。DeepView AIカメラは、製品検査、画像保存、新規アプリケーショントレーニングのすべてを、直感的なウェブブラウザユーザーインターフェースから行うことができる。このカメラには、6個のCPU、400コアのGPU、2個のAIアクセラレータ、1 TBのス

トレージが搭載されている。ディープビュー社によると、これによって、8つのジョブと最大100万枚の画像をカメラに保存できるという。「Google Chrome」をカメラのIPアドレスに接続することにより、画像取得とラベル付け、ニューラルネットワークのトレーニング、ジョブ作成の機能にアクセスすることができる。これにより、「オンザフライのトレーニング」によるニューラルネットワークの改善が可能である。

プロフェシー社は、「HD Meta vision® Evaluation Kit」(Metavision® EVK4-HD)を提供している。コンピュータビジョンシステムの開発者が、ソニーのHD積層型イベントベースビジョンセンサ「IMX636ES」を評価するためのキットである(図14)。このキットには、95のアルゴリズム、67のコードサンプル、11のそのまま使用できるアプリケーションを含む、アプリケーション開発用のソフトウェアツールセットである「Metavision® Intelligence Suite」が付属している。また、Cマウントの1/2.5" レンズ、C-CSレンズマウントアダプタ、トライポッド(三脚)、

USB-C to USB-A ケーブルも含まれている。最大システム帯域幅は1.6 Gbps、最大電力は1.5 Wで、USBを介して給電される。

伊オプト・エンジニアリング社(Opto Engineering)の「FabImage® Studio Professional」(図15)は、ビジュアルプログラミング用の直感的なグラフィカルインターフェース、1000を超える機能、HMI設計ツールを装備した、ソフトウェア開発環境である。20~50のサンプル画像でトレーニングされた5つの既製ツール集合からなる、ディープラーニングアドオンを備え、物体、欠陥、特徴を自動で検出することができる。内部的には、産業用ビジョンシステムでの使用に向けて設計及び最適化された、大規模ニューラルネットワークが使用されている。GPU上での標準的なトレーニング時間は5~15分である(トレーニング時間は、ハードウェアの選択と画像サイズによって異なる可能性がある)。推論時間は、ツールとハードウェアによってまちまちで、画像あたり5~100msである。

エレメンタリ社の独占的なビジョンプラットフォーム(図16)は、マシンビジョン、エッジコンピューティング、セキュアなクラウドベースの機械学習モデルを活用して、非常に困難または不可能な品質検査を、任意の遠隔場所からインターネット接続を介して実行することができる。同プラットフォームは、コードを1行も記述することなく、検査モデルをトレーニングする方法を、誰でもすぐに習得できるように、簡素化されている。エレメンタリ社の機械学習には、異物検出、異常検知、ラベル付け、存在確認から、部品分類、コード読み取り、OCR文字読み取りにいたるまでのあらゆる検査ニーズを解決する、複数のツールが提供されている。