

## 次世代開発へ向けマシンビジョン対応、基本コンポーネントを提供

編集部

「ユレシス社 (Euresys) は、マシンビジョン市場で独自の地位を占めている」と同社CEO、Marc Damhaut氏は述べている。「われわれは、フレームグラバー、画像解析ソフトウェア、IP コアなど、マシンビジョンアプリケーションの基本となる一連のコンポーネントを提供している」。

ベルギーとドイツの開発製造拠点より、ユレシス社はヨーロッパ、アメリカ (カリフォルニア)、シンガポール、中国 (上海)、日本 (横浜) に販売及びサポートオフィスを持ち、世界中に製品サービスを提供している。「ユレシス社の製品は主に検査装置メーカーで使用されており、売上の約70%がアジアに供給されている」とDamhaut氏は言う。「当社にはアジアに3つの支社があり、製品の販売代理店とユーザーをサポートするための精鋭された販売、技術サポートチームがいる。その体制を基にユーザーに期待される高いレベルのサービスを提供できる。日本国内は、新横浜オフィスから対応している」。

### Coaxlink フレームグラバーを投入し CoaXPress のリーディングカンパニー

CoaXPressは、JIIA (一般社団法人日本インダストリアルイメージング協会) が策定した世界標準の高帯域幅マシンビジョンアプリケーションのトップのインタフェースである。堅牢で安定した、ジッターのない画像取得を可能とし、最高水準の信頼性を必要とする装置やアプリケーションに適している。ユレシス社は5年以上にわたり、Coaxlink シリーズのフレームグラバーでCoaXPressの開発をリードしてき



写真 ユレシス社CEOのMarc Damhaut氏。

た。2019年のCoaXPressフレームグラバーの売上は、Camera Linkフレームグラバーの売上を上回った。Coaxlinkは現在、ユレシスの最主力製品である」とDamhaut氏は言う。この傾向は2020年も続いており、非常に大きな売上と成長を継続している。

現在、カメラとコンピュータ間の帯域幅の増加、フレームレート、及び画像解像度の向上に対するニーズが高まっている。特に、フラットパネルディスプレイ検査、3D AOI (自動光学検査)、3D SPI (はんだペースト検査) などの3D検査アプリケーションでは、さらに多くのデータを高速で処理する

必要がある。一例として、最新のOLED及びマイクロLEDディスプレイの検査は、LCDの検査よりもその要求は一層高まっている。LEDバックライトを使用する従来のLCDディスプレイは、画面全体でほぼ均一な輝度を示している。しかしながら、OLEDやマイクロLEDなどの発光ディスプレイタイプでは、ディスプレイ内の個々のエミッタごとに微細なばらつきが発生する可能性がある。発光ディスプレイのすべてのピクセルとサブピクセル状態を検査して欠陥を特定し、均一性を確保し、消費者が期待するレベルの品質を保つ必要がある。

2020年に入り、多くの種類のCXP-12カメラが利用可能になり、解像度とフレームレートは、3518fpsで1280×860または2220fpsで1920×1080 (フルHD) まで高まった。ユレシス社は、1チャンネル、2チャンネル、及び4チャンネルのCoaxlinkフレームグラバーを最新バージョンのインタフェースであるCXP-12 (1接続あたり12.5Gbps) 及びCoaXPress 2.0完全準拠にアップグレードを完了している (図1)。

これらのカードに加えて、Coaxlink Quad G3 DFなどの革新的な製品を提供している。「DF」は「データ転送」の略である。これは、カメラからの画像を複数のコンピュータ間で共有する

ことを中継ボックス無く構築する簡単な方法である。マシンビジョンアプリケーションの帯域幅要件の高まりとともに、複数のコンピュータを並列で接続して画像を処理できることは重要な機能である。これにより、装置メーカーは非常に柔軟な設計が可能となり、画像処理と分析用に2台、またはそれ以上のPCを備えた高速並列処理装置を簡単に揃えられる。

## Coaxlink Quad CXP-12 JPEG

ユレシス社のもう1つの新製品は、Coaxlink Quad CXP-12 JPEGである。4台のカメラからの画像を、1秒あたり1カメラあたり250MPixelsの速度で圧縮できる。JPEG圧縮規格は幅広く使われており、ストリートマッピング、航空写真、高速画像記録、アーカイブなどのアプリケーションに適している。CoaXPressでは、カメラとPCの間に1本の同軸ケーブルのみの接続である。このケーブルは、カメラの電源、カメラからPCへの画像転送、カメラ制御（トリガーやパラメータの設定など）に使用されている。CoaXPressはSDIより優れており、多数のビデオ制作及び医療アプリケーションで3G-SDI、6G-SDI、及び12G-SDIの置き換えが可能である。「新たな市場と新しい技術力が見て、私は幸福感に満たされる」とDamhaut氏は言う。「現在、当社のCoaxlinkカードは、ゲノムシーケンシング、自律走行車、複合現実ビデオの取得などの非製造アプリケーションでも幅広く使用されている」。

次に、カスタムのオンボード画像処理と分析を必要とする顧客のために、同社はCustomLogicを提供している。CustomLogicは、FPGAコードの設計とCoaxlinkボードへのアップロードを



図1 Coaxlink Quad CXP-12シリーズ。

可能にするFPGA設計キットである。CustomLogicコードは通常、画像取得中に正確にカメラからホストに画像転送し、ホストCPUをロードせずに実行される。このデータを使用して、ホストPCからCoaxlinkボードに画像（前処理）をオフロードできる。

CustomLogicは、Coaxlink Octo及びCoaxlink Quad CXP-12と互換性がある。ザイリンクス社Kintex UltraScale XCKU035 FPGAリソースの最大70%が利用可能である。Custom Logicを使用すると、ユーザーは独自の処理コードをCoaxlinkフレームグラバにアップロードできる。開発にはVivadoなどのザイリンクス標準ツールを使用しており、追加のハードウェアは必要としない。デバッグ用に、ザイリンクスVivado（ChipScope）のデバッグ機能を使用できるJTAGアダプターも提供している。

ユレシス社は、FPGAコードまたはライブラリ（サンプルコード以外）を提供することはしていない。ユーザーは自由に独自のコードを設計でき、あるいは市場でライブラリを入手し、パートナーと共有できる。これにより、独自仕様のアルゴリズム情報を外部に一切漏らさずに

構築することが可能である。

## 画像解析アプリケーション Open eVision

ユレシス社は画像解析アプリケーションソフトウェアOpen eVisionも提供している。これは、画像処理と分析に特化した、信頼性の高い柔軟なソフトウェアツールである。Open eVisionは、C++及び、.NETアプリケーションに統合されるように設計されたライブラリのセットであり、フレームグラバ、GigE Vision、USB3 Visionカメラなど、あらゆる画像ソースと互換性がある。

汎用ライブラリは、画像のフィルタリングと拡張、プロブ分析、パターンマッチング、位置合わせ、サブピクセル測定などのアプリケーションをカバーしている。マーク検査ライブラリには、光学式文字認識及び1D/2Dバーコード読み取り用の関数が含まれている。3Dライブラリには、レーザライン及びオブジェクト抽出、キャリブレーション機能、点群処理、測定機能が含まれている。ディープラーニングライブラリは、画像の分類とセグメンテーションのための畳み込みニューラルネ

ットワークベースの検査ライブラリである。

「過去20年間でOpen eVisionは50万件以上のライセンスを販売しており、装置メーカーより常に高い評価を得ている」とDamhaut氏は言う。その理由は、多種多様なアプリケーションに適した、強固で信頼性の高い画像処理及び分析ライブラリを、OEM装置メーカー向けに低価格に設定されているからである。現在同社は、3D検査とディープラーニングライブラリのより信頼性を高める開発に注力している。

## 3Dセンサによる2D変換

マシンビジョンコミュニティは、3D点群を使用した産業用検査用途に解決するには複雑なコンピュータによる作業が不可欠である。その中でユレシス社開発チームが着目していることは、ほとんどの3D検査タスクは2.5D表現を使用して解決できるということである。さらに、3Dセンサは通常、高さや距離の2D配列のみを生成する。これが、同社のEasy3Dライブラリ製品の原点である。Easy3Dは、3Dマシンビジョン検査アプリケーションの開発を可能にする一連のソフトウェアツールである。この役割では、2.5Dデータを処理するための効果的で非常に柔軟な方法であるZMapを生成する関数を提供する。ZMapは、参照平面上の点群の投影であり、距離はピクセルグレースケール値として保存される。重要なことに、ZMapはひずみがなく、メトリック座標系を備えていることである。Easy3Dは、点群などの任意の3Dデータを、ZMapを形成する2D表現に変換する関数を公開している。

また、ZMapはOpen eVision 2D解析と互換性がある。たとえば、EasyFind、またはEasyMatchを使用した

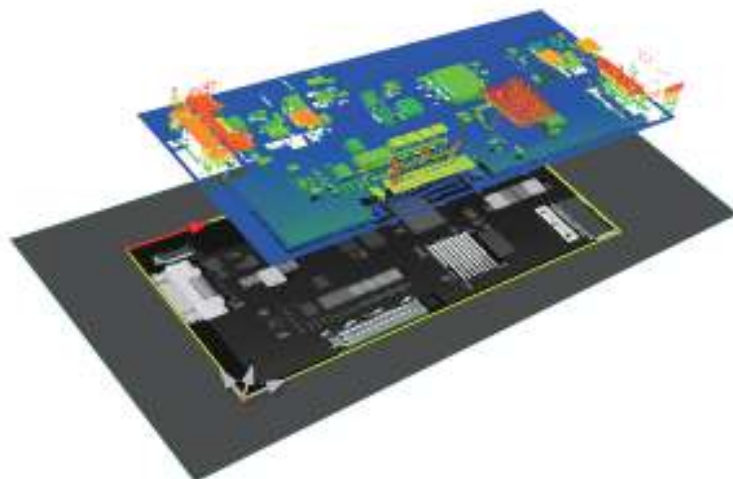


図2 Easy3DによりPCB基板2D/3D解析。

パターンマッチングである。EasyObjectによるオブジェクトのセグメンテーション、または、EasyGaugeを使用したサブピクセル測定、そして、よく知られている高速な2D解析でZMapを使用することにより、ユーザーは効果的な2.5D処理パイプラインにアクセスできる。Open eVisionは、Easy3D、Easy3DLaserLine、Easy3DObjectなど、いくつかの3Dコンピュータビジョンライブラリとデータを共有して使用できる。

## Open eVisionのディープラーニングが選ばれる理由

AI、機械学習、ディープラーニングテクノロジーは、幅広い分野に浸透してきている。ユレシス社はマシンビジョン向けに特化した実用的なアプローチをしている。つまり、マシンビジョンイメージの分析、調整、パラメータ化、最適化された分類及びセグメンテーションライブラリを提供している。

Open eVisionのディープラーニングにはシンプルなAPIがあり、ユーザーは数行のコード入力でディープラーニ

ングテクノロジーを活用できる。

EasyClassifyでは、トレーニング画像にラベルを付ける必要がある。つまり、どの画像が良いか、どの画像が悪いのか、またはどの画像がどのクラスに属しているかを識別する。この学習トレーニングプロセスの後、EasyClassifyライブラリは画像を分類する。与えられた画像に対して、確率情報をベースに、画像が教えられた各クラスに属する可能性を示している。たとえば、プロセスで不良品を良品と区別する必要がある場合、EasyClassifyは各画像が良品か不良品か、及びその確率を示す。

EasySegmentは、欠陥の検出とセグメンテーションを実行する。欠陥を含むパーツを特定し、画像内のどこにあるかを正確に特定する。監視無しモードを使用する場合、EasySegmentは、「良い」サンプル（欠陥の無いサンプル）のモデルを学習することで機能している。これは、「良い」サンプルの画像のみでトレーニングすることで行われている。次に、このツールを使用して、新しい画像を良品または不良品として分類し、これらの画像から欠陥をセグメント化する。EasySegment

の教育無しモードでは、優れたサンプルの画像のみを使用してトレーニングすることにより、欠陥の種類が事前にわからない場合や、欠陥のあるサンプルがすぐに利用できない場合でも検査を実行することが可能である。

最後に、Open eVisionのディープラーニングライブラリを使用すると、購入する前に試すことができる。ライブラリには、無料のディープラーニングスタジオ及び評価用アプリケーションが付属している。このアプリケーションは、データセットの作成、及びディープラーニングツールのトレーニングと評価を試すことができる。

## トランスポート層IPコアで製品化までの時間短縮

ユレシス社子会社の独Sensor to Image社(S2I社)は、標準のマシンビジョン・インタフェースとイメージセンサ・インタフェースを実装するIPコアを開発している。

特に、S2I社のカメラIPコアは、世界中の主要カメラメーカーで使用されている。これにより、ユレシス社は多数のカメラメーカーと協力して、完全な互換性のある製品を提供している。S2I社は、GigE Vision、USB3、CoaX Press標準インタフェース向けのビジョン標準IPコアを提供し、開発時間を最小限に抑えながら、小さな設置面積で最高のパフォーマンスを提供する。

S2I社のGigE Vision IPコアは、最近GenDCをサポートするようにアップグレードされた。GenDC(Generic Data Container)は、カメラやフレームグラバーなどのデバイスがほぼすべての形式の画像データ(1D、2D、3D、マルチスペクトル、メタデータなど)を送受信できるよう、トランスポートメディアに依存しないデータ記述を定義

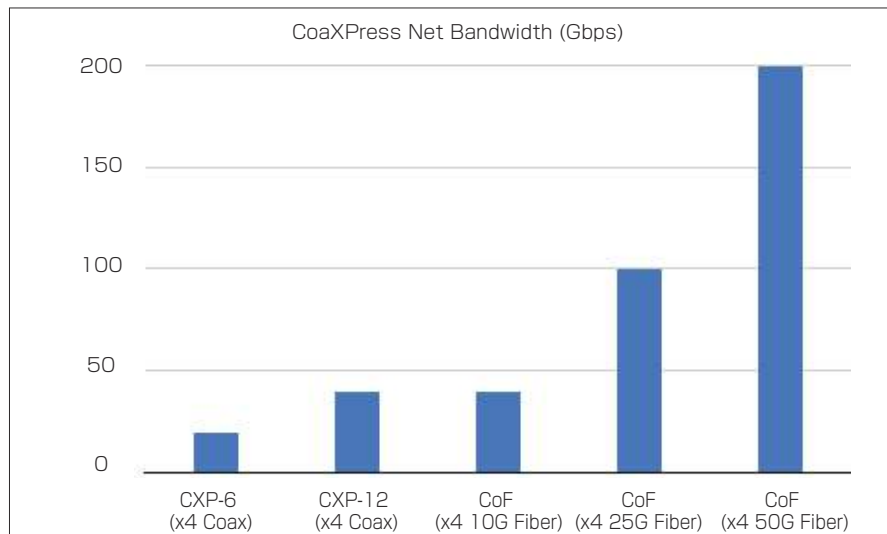


図3 CoaXPress/Coax-over-Fiber帯域幅(Gbps)。

し、統一された標準データとして使用する。GenDCは、イメージングデバイスとホスト間のデータ交換を制御するモジュールのGenICam(カメラ用汎用インタフェース)ファミリーを完成させている。GigE Vision標準の次期バージョン2.2にはGenDCサポートが含まれている。

## CoaXPressの将来展望

「われわれはCoaXPressの次世代を開発中である」とDamhaut氏は言う。「2年間、ユレシス社とS2I社は、コンピュータビジョンアプリケーションの革新的なインタフェースであるCoaXPress-over-Fiberの策定に取り組んでいる」。マシンビジョンアプリケーションでは、高帯域帯に対するニーズが常に高まっている。OLED検査やさまざまなタイプの3D検査などの新しいアプリケーションでは、これまで以上に高解像度の画像を取得する必要がある。今日のハイエンドアプリケーションは、一般的に4接続のCXP-6カメラを使用して、 $4 \times 6.25 = 25$ Gbpsの合

計実帯域幅を実現している。ハイエンドアプリケーションには50Gbpsが必要であり、今日では $8 \times 6.25$ Gbps(CXP-6)または $4 \times 12.5$ Gbps(CXP-12)として実装されている。

今後マシンビジョン市場は、開発コストを削減し、標準コンポーネントを使用しながら、より高い帯域幅に移行する必要がある。S2I社の開発チームは、CoaXPressプロトコルをそのまま、標準のイーサネット物理層(PHY)上で実行する方法を設計した。イーサネット物理層を使用することにより、100Gbpsや200Gbpsなどのより高い帯域幅に向けて絶え間なく増大し、インタフェースが将来にわたって保証される。さらに、イーサネット物理層を使用すると、すでに多くのアプリケーションで要件となっている光ファイバへの移行が簡単に実現する。

ユレシス社はJIIA(日本インダストリアルイメージング協会)と協力して、この新しいコンセプトがマシンビジョンコミュニティで採用されている商業ベースでの国際標準になると確信している。