3Dイメージングの展望

クリス・マクルーン

3Dイメージングはしばらく前から存在するが、ユースケースという点では、このビジョン／イメージング手法を適用する新しい分野を、我々はまだ発掘している段階にある。

3Dイメージングはしばらく前から存在するが、ユースケースという点では、このビジョン／イメージング手法を適用する新しい分野を、まだ発掘している段階にある。オートメーション全般の継続的な成長は、工場フロアにおける利用が今後も拡大し続けることを意味する。また、エンドユーザーの創造性に支えられて、工場フロア以外においても3Dイメージングの導入は続くと考えられる。では、2023年の間に、3Dイメージングにはどのような展望が待ち受けているのだろうか。

クロマセンス社の「3DPIXA」シリーズの3Dラインスキャンカメラ

「3Dイメージングは、急速に進化するニッチな分野で、新しい技術が毎年出現している。今年もその状況は変わらないと、私は考えている」と、スロバキアのフォトネオ社（Photoneo）で最高技術責任者（CTO）を務めるスヴォラト・シュトルツ氏（Svorad Stolc）は述べた。その一例として同氏は、フォトネオ社が2022年にリリースした3Dカメラ「MotionCam-3D Color」を挙げた。「当社は統合フェーズに入っている。このフェーズにおいて顧客は、MotionCam-3D Colorを導入し、これまでのどの技術によっても解決できなかった課題を解決している。このカメラは、新しい用途を明らかにして、3Dビジョンの活用によって処理を強化できる業界の範囲を拡大する」と同氏は続けた。MotionCam-3D Colorの最大の価値は、それが人工知能（AI）に対して提供できる3Dデータの卓越した品質にあると、シュトルツ氏は説明している。つまり、シュトルツ氏によると、MotionCam-3D Colorからの高品質データと、AIによるこのデータの解析を組み合わせることによって、全く新しい応用分野の扉を開く進歩が得られるという。

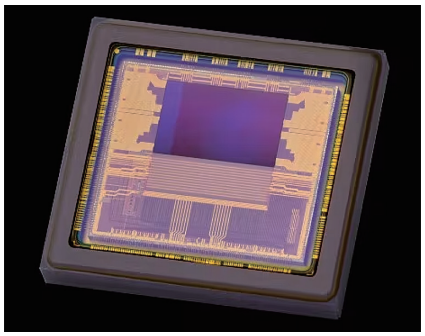
フォトネオ社の3Dカメラ「MotionCam-3D Color」

独クロマセンス社（Chromasens）のマーケティングマネージャーを務めるクリスチャン・ベーレント氏（Christian

Berendt)は、次のように説明した。「3D形状測定用のステレオラインスキャンカメラは、ラインスキャン技術の最新イノベーションである。ステレオ方式とは、(人間の視覚と同様に)2つのイメージセンサを1台のカメラに組み合わせることにより、同じ対象物を少し異なる視点から見た2つの画像を取得して、起伏のある表面を何にも遮られない形で確実にとらえる手法である。同じ対象物ポイントからの光が、ラインスキャナの右と左の両方のカメラによって同時にキャプチャされる。対象物が動くと、ステレオ画像が生成される。このステレオ画像を使って、画像の中のポイント集合を2枚目の画像の中の同じポイント集合と比較することにより、3D情報が計算される。2つの画像を比較することにより、相対的な深度情報を計算して、視差マップとして生成することができる。視差マップでは、ステレオカメラシステムに近い物体は遠い物体よりも視差が大きくなる。ハイエンドのグラフィックスカードを使用することにより、3Dデータがステレオ画像から高速に計算される」。

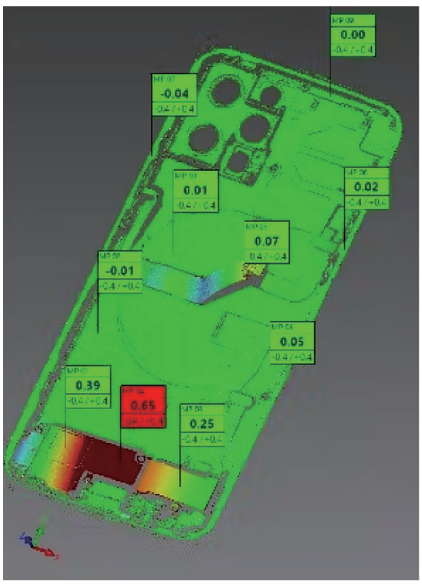
米テレダインe2v社(Teledyne e2v)と加テレダインダルサ社(Teledyne DALSA)の関係者は、それぞれの部門から見た3Dイメージングの展望について、次のように説明した。

テレダインe2v社で3Dアプリケーション担当マーケティングマネージャーを務めるハー・ラン・ドー・トゥ氏(Ha Lan Do Thu)は、「ここ数年で産業用途向けの3Dイメージングは大きく成長しており、技術と製品の継続的な改良に伴って、2023年には間違いなく、3Dイメージングが市場に大きく浸透するだろう」と述べた。ToF(Time of Flight)技術の面からは、課題はやはり、動作条件に高い柔軟性を持たせつ



テレダインe2v社の「Hydra3D+」

つ3D測定性能を改善することにあると、同氏は主張している。柔軟な動作条件は、他の3D手法と比べた場合のToF技術の強みである。同氏によると、センサレベルでこの課題を克服する、多くの技術的進歩が存在するという。「屋内/短距離(5m未満)/高精度の組み合わせから、屋外/中距離(10m、20m)/シーン内を非常に高速に動く物体の組み合わせに至るまでの、広範囲にわたる反射率と動作条件に対応しなければならない場合は、高いダイナミックレンジと、センサレベルでの高い構成可能性が、絶対に不可欠である。



AT社の「cxMetrology Package」

この構成可能性の機能が、フレーム単位で実行可能で、リアルタイムに変化する状況に対応できるのであれば、さらに強力なものとなる」と同氏は説明した。同氏は、高精度で信頼性の高い3D測定を得るために、ピクセル技術が非常に重要であるとも指摘している。

テレダインダルサ社のシニア製品マ

バスラー社のToFカメラ「blaze」の850nmモデル

ネージャーを務めるインダー・コーリ氏（Inder Kohli）は、3Dレーザラインプロファイラは、さまざまなインライン検査の分野において、引き続き用途が拡大している状態にあると説明した。「高いスキャン速度で高い精度を達成することには、一連の固有の課題が伴う。スキャン速度が高いということは、イメージセンサが光を収集するための時間が短いことを意味する。レーザ出力を上げることが、この問題の簡単な解決策のように見えるが、そうするとアイセーフティの問題が生じ、一般的適用性が制限される。また、対象物の表面特性（色、材料組成、反射率など）も、レーザの選択に影響を与える。環境光が制御できない状況では、この課題はさらに深刻になる」と同氏は述べた。反射とオクルージョンに起因する問題は、3Dプロファイラの多くの用途に共通する課題である。これらの課題に対応するために、2023年には3Dプロファイラの能力が、主に2つの方法で拡張されるだろうと、コーリ氏は述べた。つまり、性能と柔軟性を高めることを目的とした機能の追加と、より迅速に工場フロアに配備できる新しい3Dレーザプロファイラの投入である。

ソフトウエアも、3Dカメラがとらえた画像の処理において重要な役割を担う。独オートメーションテクノロジー社（Automation Technology：AT）の最高技術責任者（CTO）を務めるアンドレ・カスパー工学博士（André Kasper）は、次のように述べた。「当社は2022年に新しい3Dセンサシリーズ『C6』をリリースした後、これを拡張しただけでなく、これに対する独自のソフトウエアをさらに開発した。そして社内のR&Dチームと協力して、新しい『AT SolutionPackage』としてまとめ上げることに成功した。これは、

ルシッド・ビジョン・ラブズ社のToFカメラ「Helios2 Wide」

当社のこれまでのすべてのソフトウエア機能を統合した、完全に包括的なソフトウエアキットで、顧客が新しい3Dセンサを、10分以内に稼働できるようにするものである。顧客のメリットとしては、3Dセンサの設置作業が格段に容易になること、市場投入時間が大幅に短縮されること、アプリケーションの機能性と拡張性という点ではるかに高い柔軟性が得られることなどが挙げられる」。

容易に想像できるように、多くのエンドユーザーまたはインテグレータが、シングルソースのソリューションを求めている。独バスラー社（Basler）の製品市場マネージャーであるセバスチャン・サウペ氏（Sebastian Sauppe）は、同社がこの市場からの要求にどのように応えているかを説明した。「バスラー社では、包括的な3Dビジョンソリューションに対する強い需要を認識している。ハードウエア、ソフトウエア、個別サポートで構成される、十分に調整されたパッケージに対する、顧客の関心は高まっている。バスラー社の製品とサービスは、この要求に完璧に合致している。当社は、あらゆる種類の製品とサービスを提供するとともに、顧客固有の製品やソリューションを見つけるか、さらには開発する能力も備えている」と同氏は述べた。

加ルシッド・ビジョン・ラブズ社（LUCID Vision Labs）のシニア製品マネージャーを務めるアレクシス・テシー氏（Alexis Teissie）は、次のように述べた。「3Dイメージング市場の成熟に伴って、さまざまな3Dセンシングモダリティのメリットと限界がはっきりと解明されている。初期の頃は、利用を検討するユーザー自身が、さまざまな3Dイメージング手法を試して、どれが対象用途に最適であるかを判断しなければならなかった。提供されている製品が限られていたため、作動距離や視野（FOV）などのシステムパラメータについて、いくらかの妥協を強いられることもあった。何らかの方法で、選択した3Dイメージングソリューションの限界に合わせて、システムを設計する必要があった。今では、その状況が反転している様子がうかがえる。アプリケーション設計者は、選択した3Dイメージング技術に対して、さらなる多様性と柔軟性を期待している。ルシッド・ビジョン・ラブズ社は、『Helios』シリーズのToFカメラを多様化することによって、このトレンドに対応している」。

最後に、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3Dビジョン製品管理を担当するマーティン・ヘンネマン氏（Martin Hennemann）は、「興味深く感じていることの1つは、ロボティクス市場においてオートメーションに対する需要が継続的に増加していることだ。さらに多くの最先端ソリューションが顧客に対して提供されると期待している」と述べた。

ソリューション

上述の課題の一部を解決するととも

に、3Dイメージングに期待されている2023年の進歩を具現化することを目的に投入された、多数の製品が存在する。

クロマセンス社の「3DPIXA」シリーズの3Dラインスキャンカメラは、3Dおよび2Dカラーで最大1万5360ピクセルの解像度を備え、高速ステレオアルゴリズムをGPUで実行するため、このカメラファミリーは、2Dと3Dの両方を必要とするイメージング処理に適している。3DPIXAシリーズは幅広いFOVと解像度に対応し、多様な用途にステレオ技術を採用することを可能にする。高解像度の2Dカラー画像と3D測定精度に、高い取得速度を併せ持つ3DPIXAシリーズのカメラは、BGA（ボールグリッドアレイ）、ボールおよびローラーベアリング、半導体、ワイヤボンディング、車載部品、さらには道路表面の3D検査に対して、他では得られない性能を発揮する。

テレダインe2v社の「Hydra3D+」には、さまざまな機能を組み合わせた独自設計が採用されている。例えば、新しい10μmのスリータップピクセルは、10nsの転送時間と高い近赤外（NIR）感度によって、モーションアーチファクトなしで、高速時の優れた時間ノイズを実現する。干渉を防ぐために、マルチシステム管理機能が組み込まれている。HDRとオンザフライの柔軟な構成により、Hydra3D+は、ピック＆プレイス、物流、ファクトリーオートメーション、工場の安全性などの幅広い産業用途に加えて、無人搬送車（Automated Guided Vehicle：AGV）、監視、ITS（高度道路交通システム）、建設などの屋外用途にも適している。

AT社は「cxMetrology Package」を、2023年第1四半期末にリリースする予定である。同社は、顧客が同社の3Dセンサを、各自のアプリケーションに自分で簡単に組み込んで直ちに稼働できるようにすることを目的とした「AT SolutionPackage」を提供しており、このパッケージはその一部となるものである。「Metrology Explorer」というツールと「Metrology Software Development Kit」で構成されているこのパッケージにより、顧客は、各自のアプリケーションの初期3D画像を10分以内に取得して、直ちに評価することができる。

IDS社の「Ensenso N」シリーズの3Dカメラ

バスラー社のToFカメラ「blaze」は、高精度、省電力、低発熱の特長を、blazeの実証された機能に組み合わせた製品である。850nmモデルは、近赤外波長の採用とIP67に準拠したコンパクトな筐体の両方により、物流やファクトリーオートメーションの屋内用途に適したカメラとなっている。67°×51°の視野角と0.3m～10mの作動距離を備えるため、大きな物体とシーン全体の深度データを一度に取得することができる。850nmモデルに搭載されている、ソニーのIMX556 DepthSense™センサは、距離、輝度、信頼度マップで構成される正確な2Dデータと3Dデータを、1回の撮影で生成することができる。

ルシッド社は「Helios2 Wide」のリリースによって、「Helios」シリーズのToFカメラをまたしても拡充し、IP67準拠の同じコンパクトな筐体で広い画角を実現している。Helios2 Wideは、ソニーのDepthSense™ IMX556PLR裏面照射型ToFイメージセンサと広角レンズの組み合わせによって、108°の画角を実現し、フルサイズのパレタイズアプリケーションなど、近距離での作業や広い動作範囲を必要とするアプリケーションに適している。IP67準拠のこのFactory Tough™ 3Dカメラは、最大8.3mの作動距離と30fpsのフレームレートで640×480の深度解像度を実現する。

IDS社の「Ensenso N」シリーズの3Dカメラは、コンパクトな筐体（モデルによってアルミニウムまたはプラスチック複合材でできている）に、パターンプロジェクターを内蔵している。静止物体と移動物体の両方の取得に適している。内蔵されているパターンプロジェクターは、高コントラストのテクスチャを対象物体に投影する。ランダムドットパターンによるパターンマスクによって、存在しないか、ほとんど見えない表面構造が補完される。これにより、難しい照明条件でも詳細な3D点群を提供することができる。カメラにはソニーのIMX392センサが採用されており、解像度は2.3MPとなっている。すべてのカメラが事前校正済みであるため、簡単にセットアップできる。適切なモデルの選択を支援するために、「Ensensoカメラ選択ツール」がIDS社のウェブサイト上で提供されている。

VSDJ