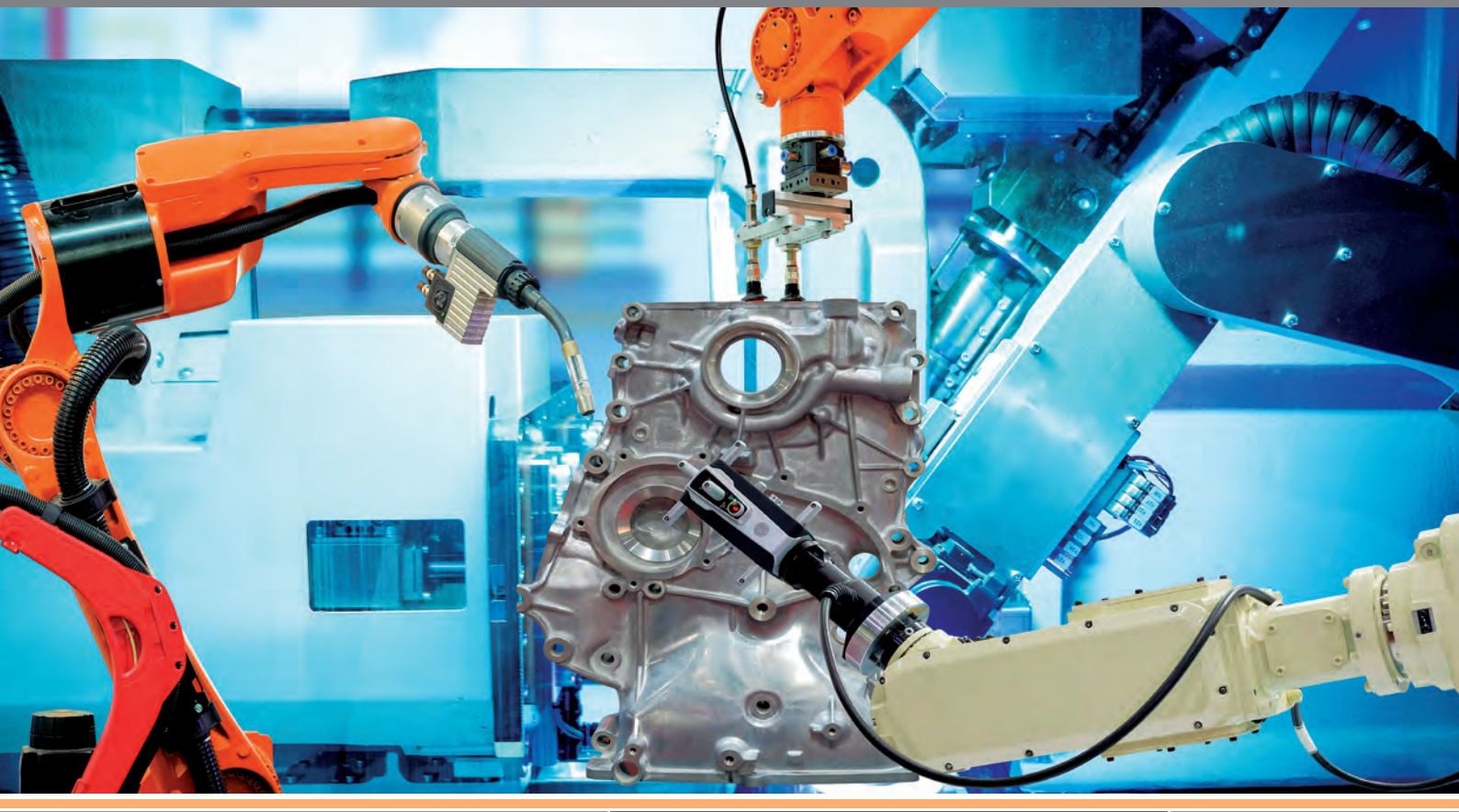
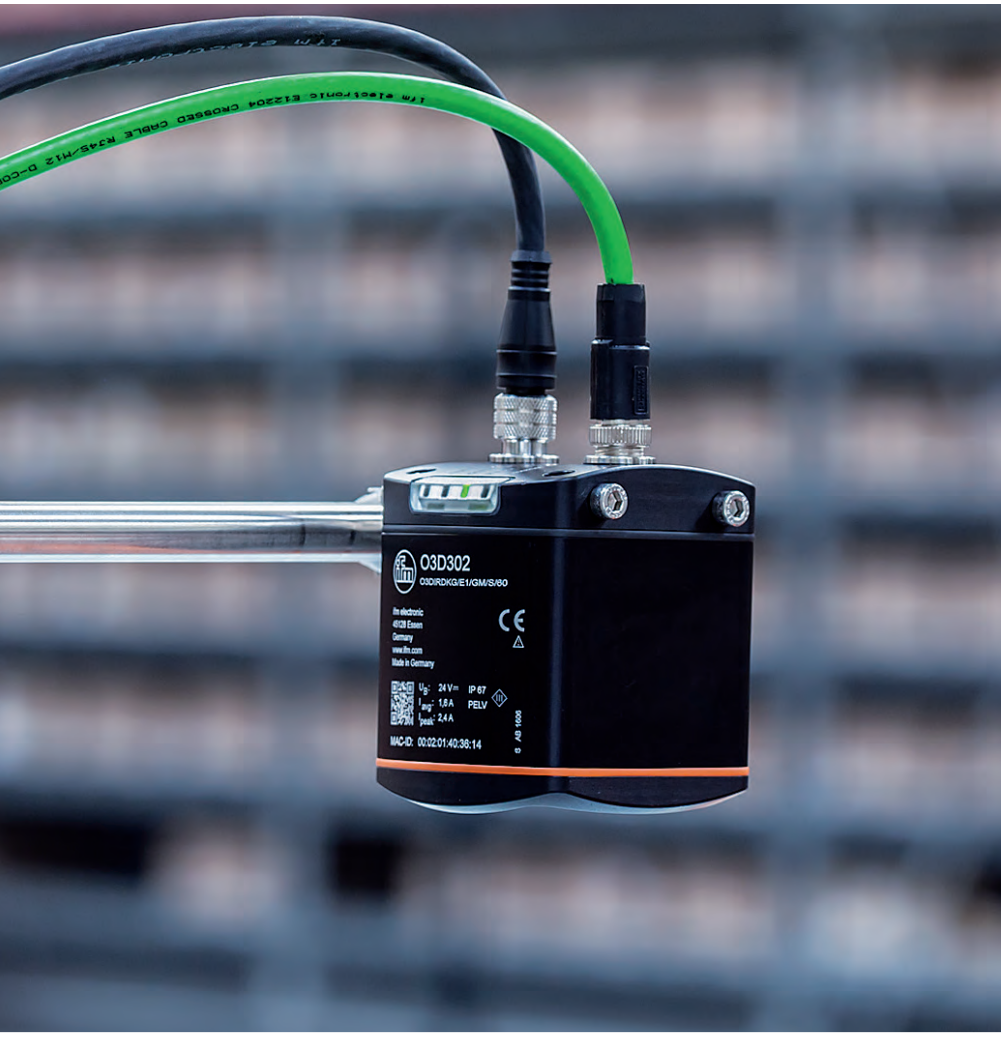
3D インテリジェントセンサー:
3次元空間を認識するマシンの「目」



www.ifm.com/jp

世界中の産業が目覚しく発展している中で、製造や工場の現場では効率化と高速化が最重要視され、生産性を向上させるスマートでフレキシブルな技術が求められています。人間の目の感覚を機械に与えて非構造的な周囲環境を認識させ、より早く効率的な作業処理を可能にするのが3D画像技術を備えたインテリジェントセンサーです。
この技術を搭載したifmのセンサーは、製造部門や物流部門で現在利用されているアプリケーションのほか、将来的なアプリケーションにもフレキシブルにカスタマイズできるソリューションをご提供します。
特に次の産業革命では、革新的な3D技術は数え切れないほどの可能性を実現していきます。

このホワイトペーパーでは、インテリジェントな3Dセンサー技術と従来の2Dセンサー技術を比較した現在の技術を紹介し、ユーザーに優しく感覚的なifmのO3D画像センサーのアプリケーションソフトを解説します。
さらに、タイムオブフライト(ToF)の原理を搭載する世界最小の3Dイメージセンサー O3X100シリーズなど、ifmのO3Dセンサーの産業向けアプリケーションもご覧ください。



3D技術とは

3次元の画像処理技術は、今までに考えられなかった新しいアプリケーションの可能性を広げます。
もはや2D画像センサー技術はあらゆる産業用アプリケーションに組込まれており、その将来性に限界が見えようとしていますが、現在も産業用途で位置決め、検出、測定、読取の主流が2D画像処理技術であることに変わりありません。
明瞭なコントラストが得られたり、検出対象の構造や色が検出結果に決定的な影響を与えるアプリケーションに適している2D画像カメラに、3D画像イメージング技術がさらに加わることで、対象オブジェクトの完全な寸法データの捕捉が可能になります。
この技術を使う3Dスキャナーは、点群データを出力して対象オブジェクトの位置・形状を含むデジタルモデルを作成します。

PMDセンサーは内蔵の光源から赤外線を照射し
対象物の表面から返ってくる**反射光から距離を計算**します。

2Dと3Dの大きな違い

• 形状測定
2Dセンサーは、オブジェクトの平坦さや、表面の角度、部品の体積といった3D形状の重要特性の測定に限界があり、製造や組立ラインで荷物や対象物の外観検査を行う上での弱みとなります。
これに対し、3Dセンサー技術では3次元形状情報を作成するため、徹底した品質検査を行うことができます。

• 奥行きと距離
2Dビジョンセンサーでは奥行きが検知ができないため、カメラの位置からオブジェクトまでの距離が検知結果に大きく影響します。そのため2Dでは、カメラを正しい位置に設置した上でSIFT(特徴量検出記述変換)、アルゴリズムでモーションエフェクトを中和します。
一方、3Dセンサー技術では移動するオブジェクトを測定して奥行きの詳細な情報も得ることができます。

• コントラスト測定
コントラストやエッジのデータを測定する2Dビジョンセンサーは、オブジェクト固有の特性を検出するため、光や色、グレースケールの変化に依存します。
したがって、低コントラストや背景が同色の場合にはオブジェクトを正確に検出することができません。
2Dと違い、コントラストが不変で色に依存しない3Dの技術では、あらゆるタイプの光の下で形状を測定することができます。
アプリケーションとしては、不規則な部品や外観が変化するパッケージ、色違いの製品、また背景が素早く変化する中でオブジェクトを取出すスキャンがあります。

• ロボット検査のアプリケーション
2D技術では、自動化された品質管理で使用されるビジョン誘導ロボットに必要な奥行きや空間情報を生成しません。
3D環境下で作業する産業用ロボットは、3Dカメラセンサーから視覚を与えられ、物理的な環境の変化を認識して必要に応じて適応することができます。
これにより、ピックアンドプレイスなどのアプリケーションでは、ロボットの柔軟性や有用性、作業速度が向上します。

タイムオブフライト(ToF)PMDの技術

ifmの3DカメラO3Dは、3次元の環境の中で認識したオブジェクトを検知します。レーザースキャナーとは違い、可動部品を必要としない上に堅牢なので磨耗がなく、あらゆるタイプの光の環境下で使用することができます。
ifmの3Dセンサーの要は、ToF測定原理に基づく特許取得済のPhotonic Mixer Device (PMD)と呼ばれるチップを内蔵したシステムです。
PMDセンサーは内蔵光源から赤外線を照射し、対象物の表面に反射して返ってきた光から距離を計算します。
ToF技術では、レーザースキャナーの1つの受光素子に代わる23,000個もの受光素子が1つのマトリクスとしてPMD 3Dチップ上に配列されています。
これにより、オブジェクトの1点だけでなく全体の景色を画像に取込んで測定します。

ifm O3Dのアプリケーション

2005年に締結したpmd technologies社とのパートナーシップにより初のデジタルPMDチップを完成させてから現在に至るまで、ifmは産業自動化の効率をさらに高めるイメージング技術を取入れた次世代3Dセンサー製品を開発してきました。
これらは、パッケージング、倉庫内管理やマテリアルハンドリング、物流、衝突回避、空間・人物監視などのアプリケーションに利用されています。

さらに、ifmはこうして完成した3Dセンサー製品と使用するユーザーに優しく感覚的なアプリケーションソフトも数多く開発しています。
完全性検査、空き空間の体積測定、仕分けタスクに使用するifmのセンサーに、アプリケーションソフトを既存の現場で簡単にインストールして設置や統合ができるプログラム設計となっています。

完全性検査

完全性検査向けアプリケーションソフトは、一つ一つの荷物の中に入っている製品がすべて正しい位置に揃っているかを監視し、数量不足や損傷した製品が入ったまま出荷されることを防ぎます。
対象物を規定のタイプや大きさ、色や外形などの特性に依存して検出を行う従来のセンサーとは異なり、ifmの3Dセンサーはユーザーが設定したモデルと上部から比較して過不足を検知し、誤差が生じた場合は信号を出力します。

空間体積の測定

倉庫内を最大限有効に利用するための空間体積測定では、ifmのO3Dセンサーとアプリケーションソフトがベルトコンベアで次々と空いたスペースに送られてくる品物の寸法を正確に測定して、荷物のパラメータが規定のエリアの閾値から外れるとセンサーが信号を発して最適な空間利用を実現します。
このアプリケーションは、あらゆる種類の保管スペース、メール室、配送センターなどに適しています。

また、サイズ未満や損傷した荷物の検出にも対応し、物流会社では重量ではなくかさから料金の計算ができるようになります。
この技術はオブジェクトの大きさ、向き、位置を把握することが可能なので、倉庫管理システム(WMS)や企業資源計画システム(ERP)を使用した自動在庫管理に最適です。

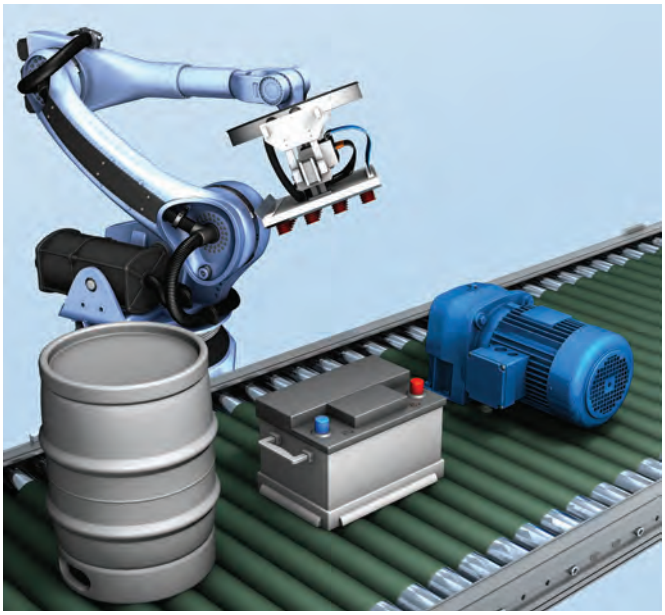
レベルの常時測定

バルク・粉粒材は、材料の最高/最低点が流動することから1点だけではレベル測定が困難です。
ifmのO3D光電センサーの3Dレベル測定機能と、アプリケーションソフトにプログラムされているポイントレベル検出により、均一ではない表面でも最大10メートルの高低差まで常に安定して測定することができます。

これは、一般的な固形物のほかにも半透明な固形物やタンク、サイロ、ホッパー内のバルク材のレベル測定に特に有効です。
センサーが最高/最低値や平均値を決定し、タンクの形状に沿ったセグメントで測定するよう調節します。

ロボットグリッパーを
フレキシブルに自動化

自動グリッパーシステムは、さまざまなアプリケーションで製造工程の単調な作業ステップを人間よりも早く正確に行って生産性を改善します。
また労働安全衛生面で望ましくない、重いオブジェクトの移動を作業者に替わってロボットが行うことで、労働者をより適した作業に配置できるため、機械の稼動時間増加にもつながります。
ifmのO3Dセンサーは、倉庫内で一般的なあらゆる種類のオブジェクト(箱、ダンボール箱、バケット、樽、缶、ホイール、荷物類)をロボットグリッパーの「目」となり検知し、その情報をロボット制御部に伝えてグリッパーを作動させます。
このセンサーは油圧式・空圧式・電動式の各種グリッパーに適しています。



同じ種類の荷物のデパレタイジング

荷物の自動デパレタイジングによって、物流プロセスは飛躍的に改善されましたが、一つ一つ箱を置いていくロボットのデパレタイジングではプロセスが遅くなる場合があり、全体の処理量に限界があります。
ifmのO3Dセンサーとアプリケーションソフトのデパレタイジング用プログラムは、ロボットが直前のケースに箱を置く間に取る次の箱を決定させるため、箱を取上げる間の停止が省略されます。
荷物位置の表示で、全部の段や一つ一つの荷物を完全な自動化デパレタイジングで処理することができます。

ifmのO3Dセンサーがロボットグリッパーの**「目」**となり
あらゆるオブジェクトを検知して**ロボット制御部**に
情報を送りグリッパーを作動させます。

ソリューションのカスタマイズ

これまでご覧いただいたものは、市場向けにすぐ使用できるソリューションとして開発したソフトウェアとプログラムのアプリケーションであって、ifmの3Dセンサー技術はこれだけではありません。
PMD原理に基づくToFシステムの3D測定を素早く行うソリューションを、アプリケーションに応じてカスタマイズすることも可能です。

またユーザーが設定するモードで距離や体積、レベルを組合せたモデルを基にプログラムしてカスタマイズしたソリューションや、ifmのソフトウェア開発キットを使用して完全な点群データをPCやコントローラーに伝送する複雑なアプリケーションも可能です。

ifmの製品はROS、PCL、OpenCV、Halconライブラリなど画像処理用プログラムの各種ソフトウェアに対応しています。

今後、限りない飛躍がこの技術に期待されています。
ifmが販売している最新製品に、世界最小のToFイメージセンサーである3DカメラのO3X100があります。
現在、ifmは「Project IRIS※」イニシアチブに参加するオーストラリアの多くの大学や研究機関のスポンサーとなって、社会やビジネスの現場に向けたVR(仮想現実)とAR(拡張現実)の新しいソリューション開発を行う学生を支援しています。
若き開発者たちがO3X100を使って、どのような産業用ソリューションを生み出すのかが非常に期待されます。

※DellのRSA Security Analytics 機能拡張でエッジまでの完全セキュリティモニタリング実現を目指すプロジェクト。

ToF式　3次元カメラ　製品紹介

O3D

搬送・パッケージングに最適3D形状認識ユニット

パラメーター	O3D
寸法	72mm×62mm×82.6mm
重量	803g
測定距離	最大30m
フレームレート	最大25fps (3Dフレーム)
消費電力	DC20.4～28.8　10W
ソフトウェア	PC, ifm Vision Assistant (OpenCV, PCL, HALCON対応)
解像度	176×132 (23k)ピクセル
視野角(H×V)	60°×45°
インタフェース	Ethernet
オペレーティングシステム	Windows7/8/10, Linux/ARM

O3X100

コンパクトなアルミニウムダイキャスト3D画像データ出力

パラメーター	O3X100
寸法	80mm×43.5mm×21mm
重量	266.5g
測定距離	0.5～3m
フレームレート	最大20fps (3Dフレーム)
消費電力	DC20.4～28.8　3.7W
ソフトウェア	ifm Vision Assistant C++Library
解像度	224×172 (38k)ピクセル
視野角(H×V)	60°×45°
インタフェース	Ethernet
オペレーティングシステム	Windows7/8/10, Linux/ARM

PICO FLEXX

幅広い用途で使用できる3D ToFカメラ開発キット

パラメーター	CamBoard pico flexx
寸法	68mm×17mm×7.35mm
重量	8g
測定距離	0.1～4m
フレームレート	最大45fps (3Dフレーム)
消費電力	USB2.0に準拠、平均0.3W
ソフトウェア	Royale SDK (C/C++ベース, Matlab, DotNet, CAPI, OpenCV, OpenNI2, ROS対応)
解像度	224×171 (38k)ピクセル
視野角(H×V)	62°×45°
インタフェース	USB2.0 / USB3.0 (data & power)
オペレーティングシステム	Windows7/8/10, Linux/ARM, Ubuntu Linux 16.04 +Qt5.5, macOS, Android/ARM

O3M261&O3M960 (赤外線照明ユニット)

建機・特装車用3Dカメラシステム

パラメーター	O3M261
寸法	143.8mm×70.1mm×85mm
重量	1049g
測定距離	最大30m
フレームレート	25/33/50fps
消費電力	DC9～32　4.6W
ソフトウェア	PC, ifm Vision Assistant
解像度	720×576ピクセル(2D)、64×16ピクセル(3D)
視野角(H×V)	120°(2D)、95°×32°(3D)
インタフェース	Ethernet, CAN
オペレーティングシステム	Windows (ifm Vision Assistantで設定)

未来の工場

現代の工場は、デジタルコンピュータシステムに依存して生産や品質目標を達成しています。
このシステムの一部であるセンサーは、製造ラインに沿って、特に品物のパッケージの外観や配送、保管において対象オブジェクトに関する必要情報を提供しています。
現代の産業環境において、確固たる地位を築いている2Dセンサーに新たに3次元の世界が加わると、大幅に生産性が改善されて利益とその蓄積につながっていきます。また、3D技術は未来に続く道であると言えます。

次の産業革命の礎となる自動化と産業用ロボットは、3D技術なくしては目指す性能を発揮することは不可能です。
つまり、現代の2Dイメージング技術に対して、インテリジェントな3D技術を採用することは未来への投資につながります。
一般産業用アプリケーションに、手頃な価格で強固なソリューションを提供するifmのO3Dスマートセンサー製品は、3D技術のモジュール化で現在と未来のアプリケーションをより広げ、フレキシブルにカスタマイズします。

詳しくはこちらをご覧ください: www.ifm.com/jp

ifm efector株式会社
〒103-0023
東京都中央区4-4-2
東山ビルディング10F
Tel. 03 5255 5500
Fax 03 5255 5511
サービスセンター 0120 78 2070
E-mail : info.jp@ifm.com