

マシンビジョンの最先端技術と応用分野

デニス・シメカ

「Solutions in Vision 2021」の調査結果から、課題と成功を読み解く。

本稿では、Vision Systems Design誌がこれまでに実施した中で最も包括的な調査の結果を一部紹介したいと思います。1本の記事で、すべての調査結果を網羅することはできない。豊富なデータからなるこの調査結果からは、時間をかけて学ぶ価値のある技術はどれか、将来的にどのような課題に遭遇する可能性があるか、どのような企業がマシンビジョンを導入しているかといった情報を得ることができる。

本誌は2020年末に、2回目となる年次調査「Solutions in Vision」を実施した。調査に協力してくれたのは、229人のマシンビジョン業界関係者である。回答者は、システムインテグレーター、OEM／マシンビルダー、販売業者、研究開発専門家、エンドユーザーとメーカー、ベンダーに分類される。

3Dイメージング、ディープラーニング／AI、組み込み技術、高速イメージング、ハイパースペクトル／マルチスペクトル／SWIR技術というマシンビジョン分野の5つの最先端技術について、回答者が所属する企業や業界がどのように利用しているかを尋ねた。

本稿では、上記またはそれ以外のマシンビジョン手法をそれぞれの業界に取り入れようとしたときに、回答者が経験した課題のレベルについて報告する。正式なレポートには、はるかに多くの情報が記載されている。希望者は<http://bit.ly/3rzx5UV>で必要事項を登録することにより、このレポートをダウンロードすることができる。

本稿では、この正式な調査結果のご

く一部を紹介したいと思います。Vision Systems Design誌の調査に協力して、自らの経験に基づく貴重なフィードバックを提供し、この業界を支えるという名誉ある使命に就いて25周年を迎える本誌に、今後取り上げてほしい内容について要望を寄せてくれた、すべての回答者に感謝する。

17の業界と9つの応用分野

マシンビジョンシステムを最も早くから導入し、最も広く利用している分野は、ほぼ間違いなく産業オートメーションである。この分野で生み出されるイノベーションとソリューションは、必ずVision System Design誌の主要テーマとなる。しかし、幅広い業界を包括的にとらえることは、ビジョンシステムの長期にわたる進展状況の把握につながる。

Solutions in Vision 2021の調査では、以下の9つのマシンビジョン技術をそれぞれの業界に導入する作業の難しさについて、1～5の5段階評価での回答を依頼した。1は何の課題にも遭遇しなかったことを意味し、5は最も多くの課題に遭遇したことを意味する。

- ・ 高速検査
- ・ マルチスペクトル／ハイパースペクトルイメージング
- ・ 欠陥／不具合検出
- ・ 光沢性／反射性金属部品のイメージングまたは検査
- ・ オブジェクト／ピンのランダムピッキング
- ・ 箱のランダムなデパレタイジング（パレットからの積み下ろし）

- ・ カメラモビリティ
- ・ ビジョンガイドロボティクス
- ・ 組み込みビジョン

対象業界は以下のとおり。

- ・ 航空宇宙／軍事／防衛
- ・ 農業／環境
- ・ 自動車
- ・ 自律型ロボティクス
- ・ 民生電子機器
- ・ 容器／パッケージ
- ・ ドローン／無人機
- ・ エネルギー（石油、ガス、太陽光、風力）
- ・ 食品＆飲料
- ・ 林業／材木
- ・ 一般製造
- ・ 物流／倉庫／流通
- ・ 医療／医療機器
- ・ 製薬
- ・ プラスチック
- ・ 半導体／電子部品
- ・ 繊維

以下では、9つの技術の課題レベルについて、それぞれ主な結果を紹介する。

高速検査

GigE、GigE10、CoaXPress 2.0などのインタフェース規格の策定と、さらに高速なラインスキャンカメラの登場が、高速イメージングをマシンビジョン分野の最前線に維持するイノベーションの一部である。本誌の調査では、特に検査を目的とした高速イメージングを導入する際の課題について尋ねた。

調査結果によると、高速検査の導入時に遭遇した課題が最も少なかった業界は（1または2と回答した人の割合で評価）、林業／材木（63%）、ドローン／

無人機とエネルギー（石油、ガス、太陽光、風力）（どちらも62%）、繊維（61%）だった。

中程度の課題に遭遇した（3と回答した人の割合が高かった）業界は、自動車（31%）、食品&飲料（28%）、航空宇宙／軍事／防衛と一般製造（27%）だった。

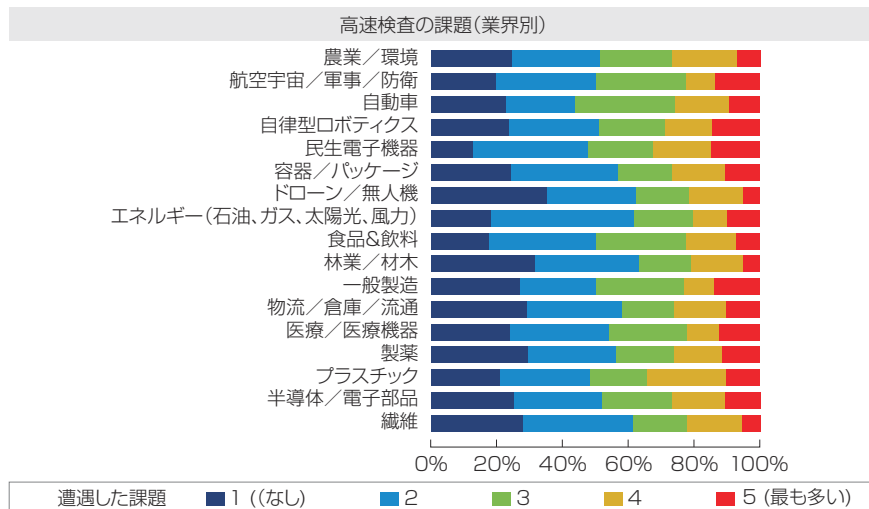
最も大きな課題に遭遇した（4または5と回答した人の割合が高かった）業界は、プラスチック（34%）、民生電子機器（33%）、自律型ロボティクス（29%）だった。

マルチスペクトル／ハイパースペクトルイメージング

マルチスペクトル／ハイパースペクトルイメージングは、Vision Systems Design誌で最も注目を集めるテーマの2つである。農業や衛星地球観測の分野におけるその有効性は、十分に確立されており、物質分析においても、この技術の有用性が示されている。可視域以外の波長によるイメージングに対し、多くの応用分野がこれから発見されるにちがいない。

マルチスペクトル／ハイパースペクトルイメージング技術の導入時に遭遇した課題が最も少なかった業界は、上から順に、繊維（60%）、製薬（48%）で、エネルギー（石油、ガス、太陽光、風力）、食品&飲料、プラスチックが同率（46%）で3位だった。

課題は中程度だったと回答したのは、航空宇宙／軍事／防衛（38%）、林業／材木（37%）、エネルギー（石油、ガス、太陽光、風力）（35%）だった。マルチスペクトル／ハイパースペクトル技術の導入で最も大きな課題に遭遇した業界は、農業／環境と半導体／電子部品（どちらも33%）で、民生電子機器が32%でそれに続いた。



欠陥／不具合検出

マシンビジョン全般（特にディープラーニング）がその価値を実証した応用分野を1つ挙げるとすれば、それは、破損した商品や欠陥のある部品の検出である。マシンビジョン技術がこの処理に適用されて、検査速度と精度が向上する様子を、本誌は幾度となく目撃している。

欠陥／不具合検出の導入時に遭遇した課題が最も少なかった業界は、繊維（59%）、ドローン／無人機（55%）、容器／パッケージ（52%）だった。課題は中程度だったと回答したのは、エネルギー（石油、ガス、太陽光、風力）（41%）、自律型ロボティクス（39%）、食品&飲料（38%）だった。

欠陥／不具合検出の導入で最も大きな課題に遭遇した業界は、医療／医療機器（36%）、自動車（34%）、製薬（30%）だった。

光沢性／反射性金属部品のイメージングまたは検査

安定した一貫性のある照明は、ビジョンシステムの成功に欠かせない要素である。反射性部品は、適切な照明ジオメトリを生成する上で課題となり得る物

質の最上位ではないとしても、上位に位置する。反射性物質に対応して、マシンビジョン検査システムを設計どおりに動作させるには、偏光技術を適用するしかない、というケースも存在する。

今回の調査の回答者らによると、光沢性／反射性金属部品のイメージングまたは検査で最も大きな課題に遭遇した業界は、プラスチック（46%）、自動車（43%）、航空宇宙／軍事／防衛（42%）だった。課題は中程度だったと回答したのは、上から順に、繊維（53%）、林業／材木（42%）で、食品&飲料と民生電子機器が同率（34%）で3位だった。

光沢性／反射性金属部品のイメージングまたは検査の導入時の課題が少なかった業界は、ドローン／無人機（54%）、物流／倉庫／流通（47%）、製薬（44%）だった。

オブジェクト／ビンのランダムピッキング

仕分けとピッキングは、産業オートメーションと物流／倉庫／流通の業界でよく見られる処理である。この分野の技術は、単純なピッキングから、ロボットがさまざまな種類の物体の仕分けを行うディープラーニ

ングを活用したアプリケーションにまで進化している。

オブジェクト／ピンのランダムピックアップ技術の導入時の課題が最も少なかった業界は、上から順に、繊維(53%)、ドローン／無人機(49%)、プラスチック(48%)だった。

課題が中程度だった業界は、食品&飲料(38%)、半導体／電子部品(37%)、製薬(36%)だった。

オブジェクト／ピンのランダムピックアップ技術の導入時に最も大きな課題に遭遇した業界は、上から順に、自動車(40%)、一般製造(36%)で、プラスチックと自律型ロボティクスが同率(33%)で3位だった。

箱のランダムなデパレタイジング

各パレットがまったく同じように積み重ねられていて、パレット上の商品数も同一であるならば、商品のデパレタイズを行うロボットのプログラミンは、比較的単純明快である。箱の種類や位置がパレットによってまちまちである場合は、3Dイメージングやディープラーニング技術の適用が必要になる可能性がある。

箱のランダムなデパレタイジングの導入時に最も大きな課題に遭遇した業界は、民生電子機器(31%)、自動車(30%)、ドローン／無人機(30%)だった。課題が少なかったと回答した人の割合が高かった業界は、上から順に、ドローン／無人機と民生電子機器がそれぞれ51%、繊維が47%、容器／パッケージが46%だった。

課題は中程度だったと回答した業界は、上から順に、エネルギー(石油、ガス、太陽光、風力)(41%)、林業／材木と食品&飲料(どちらも37%)、繊維、半導体／電子部品、航空宇宙／軍事／防衛(すべて35%)だった。

カメラモビリティ

ビジョンシステム内のすべてのカメラ配置が固定というわけではない。複数の異なる角度からのイメージングによって、忠実度を高めることができる。カメラを動かすと動作距離が変わる可能性があり、カメラ位置に合わせて照明ジオメトリを調整しなければならない場合もある。

カメラモビリティの導入で、最も大きな課題に遭遇したのは、プラスチック業界で、そのように回答した人の割合は38%だった。続いて、容器／パッケージが34%、民生電子機器が、33%だった。

カメラモビリティ導入時の課題が、少なかった業界は、自動車(47%)、ドローン／無人機(43%)、航空宇宙／軍事／防衛(42%)だった。課題が中程度だった業界は、繊維(47%)、一般製造(42%)、食品&飲料(41%)だった。

ビジョンガイドロボット

ビジョンシステムと産業用ロボットは自然な組み合わせである。従来は、ロボットのベースは固定であるか、ほとんど動かず、処理を行うのはロボットアームだった。今では、より小さなチップにより多くの演算能力が搭載されるようになり、ロボットとカメラの両方が小型化したことに伴って、倉庫の物流作業に導入されているようなモバイルロボットが登場している。

ビジョンガイドロボットの導入時の課題が少なかった業界は、農業／環境(54%)、繊維(53%)、林業／材木(50%)だった。課題は中程度だったと回答した業界は、上から順に、繊維(47%)、エネルギー(石油、ガス、太陽光、風力)(38%)で、製薬と容器／パッケージが同率(35%)で3位だった。

ビジョンガイドロボットの導入で最

も大きな課題に遭遇した業界は、自律型ロボティクス(37%)、自動車(31%)、プラスチック(28%)だった。

組み込みビジョン

最後は、組み込みビジョン技術である。「組み込み」の定義はさまざまだが、デバイス上またはその近くで演算を行うデバイスそのものにプロセッサが搭載されているというのが、共通する特徴である。ボードレベルカメラ、スマートカメラ、ドローン、ウェアラブル機器はすべて、組み込みビジョンのカテゴリーに該当すると考えられる。

組み込み技術の導入時に課題が少なかった業界は、自動車(51%)、製薬(50%)、一般製造(48%)だった。最も大きな課題に遭遇した業界は、プラスチック(32%)、農業／環境(24%)、医療／医療機器(22%)だった。

課題は中程度だったと回答した人の割合が最も高かったのは、農業／環境(45%)で、エネルギー(石油、ガス、太陽光、風力)と航空宇宙／軍事／防衛がそれぞれ44%でそれに続いた。食品&飲料とドローン／無人機がそれぞれ43%で3位だった。

氷山の一角

本稿で紹介したのは、Solutions in Vision 2021の調査結果のごく一部だが、読者が興味を持ち、状況を知る手掛かりになれたならうれしく思う。正式レポートにははるかに多くのデータが掲載されているので、ぜひ<http://bit.ly/3rzz5UV>で必要事項を登録してアクセスしてほしい。

Vision Systems Design誌の25周年を皆さんとともに迎えられたことに感謝している。今後も価値のある記事を掲載し、有益な調査を実施していくつもりなので、期待してほしい。