

# マシンビジョンに 最適化したイメージセンサ、 共通プラットフォームの導入で実現

マイケルデレーカ

品質と生産性の向上。これがマシンビジョンシステムの導入によって得られるメリットだ。いまやマシンビジョンシステムは、「Industry 4.0」やインダストリアルIoT（IIoT：Industrial Internet of Things）の進展を支える重要な要素となっている。

マシンビジョンシステムに求められる要件は、時とともに進化する。それに応じて、イメージセンサに求められる要件も変わる。この結果、マシンビジョンに向けたイメージセンサは、機能や性能が異なる多種多様なものを用意せざるを得なくなっているのが実情である。

英国の著名な童話である「ゴルディロックスと三匹のくま」で書かれているように、ユーザーは常に、「自分にちょうどいい」ものを欲しが。マシンビジョン向けカメラとて同じだ。例えば、ネットワークに過度な負荷を掛けることなく被写体を適切に撮影するのに十分な画素数があり、カメラがシステムのボトルネックにならない範囲で十分な帯域幅を備え、短い露光時間で動きを捉えられるほどの高い感度を持ち、どんな場所にも実装できるほどの小さな寸法に収められたカメラを求めるわけだ。

ただし、「自分にちょうどいい」というニーズは、人によってまちまちだ。このためカメラメーカーは、多種多様なカメラを開発して、それを在庫とし

て抱え、サポートし続けなければならない。しかも、カメラはそれぞれ異なるイメージセンサを採用しなければならない可能性が高い。こうしてカメラメーカーが多種多様な品揃えを用意していたため、最終ユーザーは「自分にちょうどいい」というニーズにほぼ合致したイメージングシステム（画像処理システム）を入手できる。しかし一方で、カメラメーカーは、製品ファミリーや性能が異なるイメージセンサを採用した多種多様なカメラを開発することを強いられている。これはカメラメーカーにとってかなり大きな負担だ。

こうしたカメラに対するニーズの細分化は、カメラの製品ラインを適切に管理しなければ、逆効果に陥りかねない。さまざまなリソースを消費するだけでなく、新しい製品ラインの開発が

遅れてしまう危険性もあるからだ。この結果、最終ユーザーは、最新技術の恩恵をすぐに享受できなくなってしまうだろう。最終的には、産業界が新しいソリューションを導入するタイミングが遅れることに直結し、マシンビジョンシステムの開発や、それがもたらすメリットが産業界に浸透することを遅らせてしまうだろう。

## マシンビジョンでの多様性

イメージングシステムには多種多様なニーズがある。それはマシンビジョンシステムの性能を、ターゲットとするアプリケーションが求める仕様や性能に可能な範囲で合致させたいという最終ユーザーの要求から生まれてくる。

解像度や帯域幅、感度などのパラメータの重要度は、アプリケーションで違う。例えば、自動検査において対象物を正確に測って判断を下すというニーズひとつをとっても、画像の解像度を重要視する場合もあれば、高いダイナミックレンジを求める場合もある。感度については、照明を完全に制御できないケースでは重要になるが、アプリケーションによっては近赤外や紫外といった特定のスペクトル領域での高い感度が求められる場合もある。さらに、生産ラインでは、マシンビジョンシステムが製造フローのボトルネックにな



図1 アプリケーションが求める要求に対してイメージセンサの各特性のバランスを調整する必要がある。

らないように、最も低いフレームレートでもシステムが機能することが重要視されるケースもある。このように、それぞれの要件を個別に評価し、最終ユーザーごとに最適化することが求められる(図1)。

解像度や帯域幅、感度、フレームレートなどのパラメータは、「高い」方が「良い」と見なされがちだ。しかし実際には、こうしたパラメータの多くは、相互に関連し合っている。例えば、解像度を高めれば、フレームレートは低下する。それを避けるには、イメージセンサを改良して、帯域幅を広げれば良い。しかし、そうすると消費電力が増大してしまう。

そもそも、イメージング性能が「高い」ことが、システムにとってメリットになるとは限らない。不必要に高い解像度やフレームレートは、ネットワークのリソースを無駄に使うことになるからだ。結局のところ、イメージングシステムは、バランスのとれたアプローチで開発し、最適化することが求められる。

加えて、マシンビジョンシステムに求められる要件がより高くなれば、さらに新しい技術の開発が必要になる。例えば、コントラスト比が高い被写体を撮影するには、ダイナミックレンジの線形領域を拡大するために低雑音のイメージングアーキテクチャが必要になる。画像の距離(深度)方向の情報を求める「Depth Imaging(深度イメージング)」は、ピク&プレースによる自動実装機だけでなく、ロジスティックオートメーションシステムにおける対象物の特性把握や体積測定などでも使われている。RGB(赤、緑、青)だけでなくより多くの波長情報を取得できるマルチスペクトルや、極めて多くの波長情報が得られるハイパースペクトルに

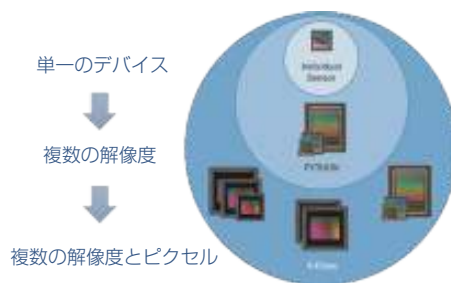


図2 共通プラットフォームに対応したイメージセンサで複数のカメラ設計をサポート。

対応したイメージング方式を採用すれば、これまでにはない新しい自動仕分けが可能になるだろう。こうした新しい技術は、マシンビジョン向けカメラ開発に対して、複雑さの階層をさらに積み上げることになる。

### 最良のアプローチを採用

カメラメーカーは、マシンビジョン市場に存在する幅広いニーズに応えるために複数の課題に直面している。課題とは、カメラ開発に費やす労力とコストを最小限に抑えることや、市場投入までの期間を短縮すること、カメラの製品ポートフォリオをいかに構築することなどである。

これらの課題を解決する選択肢の1つに、プラットフォーム開発がある。カメラを構成する機能をモジュール化しておき、アプリケーションに応じてそれらを組み合わせ提供すること。例えば、出力インターフェースであれば、GビットEthernetやCamera Link、CoaXpress、USBなどに対応させておくことになる。

しかし、プラットフォーム開発の効果を十分に得るには、その対象範囲をイメージセンサまで広げなければならない。つまり、解像度や帯域幅、画素(ピクセル)性能などのパラメータが異なるイメージセンサを、同じカメラ用エレクトロニクス(電子回路)がサポートできるようにしておく必要がある。

図2は、こうしたプラットフォーム開発に対応した統合型イメージセンサ設計

の仕組みを示したものである。一番上のカメラのイラストは、イメージセンサごとにカメラを個別設計しなければならないケースを示す。中央のカメラのイラストは、米オンセミコンダクター社(ON Semiconductor)のイメージセンサ「PYTHONファミリー」の場合だ。カメラを1つ設計すれば、VGA(約30万)~2500万画素の解像度をサポートできると同時に、スペクトル感度や出力帯域幅などについては追加オプションを用意している。従って、PYTHONファミリーを採用すれば、カメラメーカーは、開発コストや在庫管理の労力、市場投入までの時間を最小限に抑えられる。

一番下のカメラのイラストは、オンセミコンダクター社が新たに提供する「X-Classプラットフォーム」の場合である。X-Classプラットフォームでは、性能や機能の選択範囲を拡大させた。具体的には、解像度やスペクトル感度、フレームレートだけでなく、グローバルシャッター/ローリングシャッター、ダイナミックレンジ、雑音特性なども選択できる。X-Classプラットフォームに含まれるイメージセンサはすべて、広い帯域幅と低い消費電力という基本的なフレームを対応している。このため、このプラットフォームを採用すれば、カメラメーカーはさまざまな解像度やスペクトル感度、画素機能などに対応するカメラの製品ポートフォリオを簡単に構築できるようになる。

表1 X-Classプラットフォーム

| 製品        | 解像度                     | 速度 | フレームレート | 電力     | 備考                    |
|-----------|-------------------------|----|---------|--------|-----------------------|
| XGS 8000  | 4096 × 2160<br>(4k/UHD) | 高  | 130     | ~1.0W  | 高速ビデオキャプチャ            |
|           |                         | 低  | 75      | <0.85W |                       |
| XGS 12000 | 4096 × 3072<br>(12Mp)   | 高  | 90      | ~1.0W  | 10GigE インタフェースを最大限に活用 |
|           |                         | 低  | 27      | <0.7W  | USB 3.0 インタフェースに対応    |

X-Classプラットフォームでは、すでに2つのイメージセンサを製品化している。「XGS 8000」と「XGS 12000」である。いずれも3.2 $\mu$ mのグローバルシャッタ対応CMOS画素(ピクセル)で構成したイメージセンサだ。XGS 8000の画素数は4K/UHD(4096×2160画素)で、フレームレートは最大130フレーム/秒(fps)。XGS 12000の画素数は1200万画素(4096×3072画素)で、フレームレートは最大90fpsである。どちらも小型パッケージに収めており、しかも消費電力が低い。このため、29mm×29mmサイズのカメラを実現できる。この小型化が可能という特徴は、組み込みイメージングシステムにおいて、より重要になっている。

2つのイメージセンサはいずれも、広く普及しているカメラインタフェースに対応しており、さまざまな出力レートに対応する。このため、それぞれのイメージセンサが備える最大帯域幅を必要としない用途では、カメラの消費電力と部品コストを抑えられる。

X-Classプラットフォームは、基本的に共通の設計思想に基づく。従って、最初にXGS 8000もしくはXGS 12000を採用したカメラメーカーは、この2つのイメージセンサだけでなく、将来に追加されるイメージセンサも同様に使い続けられる。しかも将来、プラットフォームに追加されるイメージセン

サは、3.2 $\mu$ mのCMOSピクセルだけでなく、新しいタイプのCMOSピクセルの可能性もある。これが実現されれば、マシンビジョンだけでなく、高度道路交通システム(ITS: Intelligent Transportation System)や放送機器市場などに向けた最先端のカメラも開発できるようになる。複数の市場に向けたカメラの開発が求められるメーカーは、その負担を大きく軽減できるようになる。

### 複数世代にわたるロードマップ

イメージセンサにおいてプラットフォームのアプローチを採用する最大のメリットは、多様性をサポートできる点にある。カメラメーカーは、設計対象のカメラに応じて、解像度だけでなく、色感度や出力速度、画素機能(ピクセル機能)などを選択できる。この結果、すでに設計が終わったカメラでも、将来必要になる機能をサポートできるようになる。

前述の通り、マシンビジョンなどのイメージングシステムでは、最終ユーザーのニーズはどんどん進化している。ただし、そうしたニーズは、高いフレームレートや、より多くの画素数といった単純なものだけではない。例えば、性能を改善したグローバルシャッタや、より広い



ダイナミックレンジへ、ハイパースペクトル対応イメージングや深度センシングによるモダリティの向上、人工知能(AI)システムに素早くかつシームレスに接続できることなどを求めている。こうした要求はすべて、イメージセンサに求める新機能へのニーズに直結している。こうした動きは、イメージセンサメーカー側から見れば、カメラメーカーの設計作業を簡素化することに貢献する機会を得たといえるだろう。

特定のアプリケーションに最適な技術を選択することは決して簡単ではない。もしかしたら、その選択は誤った出発点になる可能性を秘めているからだ。しかし、現時点で最も重要なことは、拡張と進化が可能なプラットフォームを選ぶことにある。そうしたプラットフォームを選択すれば、製品開発に与えるインパクトを最小限に抑えながら、継続的に製品を改善していくことが可能になる。

その好例が今回紹介したX-Classプラットフォームである。X-Classプラットフォームの設計思想に基づくイメージセンサは、解像度や画素機能などを追加できる拡張性や柔軟性を備える。このためカメラメーカーは、複数の世代にわたって、共通プラットフォームのメリットを享受し続けられるだろう。

#### 著者紹介

マイケルデルーカ (Michael DeLuca) は、米オンセミコンダクター社のプロダクトマーケティングマネージャー。