

# マシンビジョンの基礎知識

## 第3回

### ビジョン関連技術

FAビジョン(株)  
丸地三郎

マシンビジョンの中核となるのは、画像を認識するアルゴリズムとソフトウェアを実行する画像処理部分となるが、その周辺には、カメラ、レンズ、照明といった撮像系とワークハンドリングに関わる、治具、機構、ロボット、センサー制御装置などが存在する。その間をつなぐ通信、その外にドキュメンテーションと言う極めて重要な技術も存在する。

そこで、個々の技術と何に密接につながっているかを紹介していく。

#### マシンビジョンに密接に関連する技術

主なものとして下記のもの上げられる。

カメラ

レンズ

照明

PC

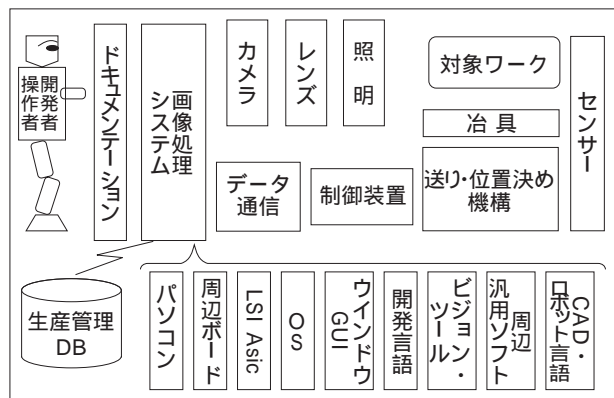
周辺機器：各種FA向けボード

駆動装置：ロボット、ステージ

制御装置・シーケンサ：

センサー

データ通信



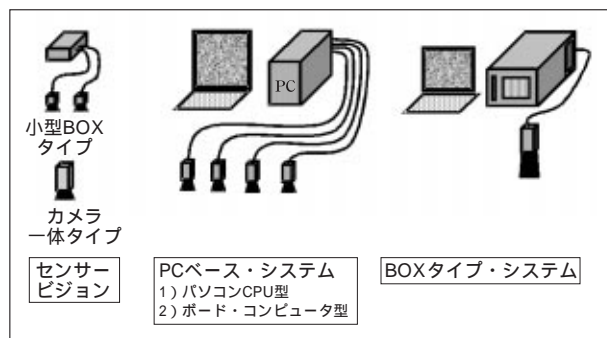
第1図 マシンビジョンの関連技術

データベース（生産管理等）

ドキュメンテーション

#### 画像処理装置・システム

中核となる画像処理装置について、紹介する。市販品の画像処理システムと自社用の専用システムがある。市販品だけでなく、社内用の専用システムが開発され、使用されてきたことも、画像処理の特色の1つである。ロボットも、初期のロボット・ブームの時は、多数の自社開発ロボットがあったが、現在は市販のものを使用することが多くなった。開発コストに関しては、画像組み込みの量産機器を持っている場合でも重い負担になっているようである。



第2図 画像処理システムのタイプ

市販品について、タイプ別けしてみる。

#### 1. センサー・ビジョン

数年前から各社が開発・販売しているシステムで、小型のBOX（筐体）にまとまっており、処理スピードも速く、ソフトウェアの開発も容易な為、増えているタイプ。シャープ、松下、オムロン、キエンス、ファースト、DVT、コグネックスなど。

(略称で御容赦ください。)

CPUには、ゲーム機で実績のあるマイコンかDSPが主流。ゲーム機に必要な機能と画像処理に必要な機能に重複する点が多く、高い性能になっている。

## 2. PC (パソコン) ベース・ビジョン

この中には2つのタイプがある。

画像処理機能を持ったボードを、パソコンに挿入して構成する。ボードは画像の取りこみと画像処理の機能を持つ1ボードコンピュータ。

画像取り込み用のボード(フレーム・グラバ)を差しこみ、画像処理はパソコンのCPUで実行。

のボード・コンピュータのタイプが主流と思われた時期もあった。理由はそのボード内で画像処理が完結するので、スピードも保障でき、且つ、専用LSIを使うことで、高速化が図れ、再高速の性能が達成できたこと。メーカーにとっては、他社との差別化が図れたこと。 のパソコンCPUで画像処理するタイプは、CPUの処理能力が飛躍的拡大し、画像処理に最適な高速性をMMXのファンクションで達成できたため、ボード・コンピュータと比較にならない処理能力を持ってしまった。数100Mヘルツと3Gヘルツの差は大きい。これからしばらくは、センサータイプと のパソコンCPUのタイプが主流になると個人的に予測している。

## 3. BOXタイプ・ビジョン

画像処理メーカーが、自社の用途に合わせて設計したもの。特殊なカメラの接続や、多数カメラの接続ができるものなど種類は多い。また、ユーザーの側から見ると、画像処理部分を独立したシステムとして提供され、ハード・ソフトの責任分解点の明瞭な点が評価される利点がある。汎用のPCが組み込まれたBOXもある。

### ●カラーとモノクロ処理

最近カラーカメラを接続するシステムが増えている。カラー処理の一般的なレベルは、特定の部分でのカラー判別か、特定のカラーを選択して(選択した結果はモノクロの濃淡画像)処理をしている。農産物、水産物など分類や、配線などのカラー識別など、特定の用途では有効に使用されている。高度なカラー認識は未だ知られていない。

## 関連技術

順次関連技術を紹介する。

### 1. カメラ

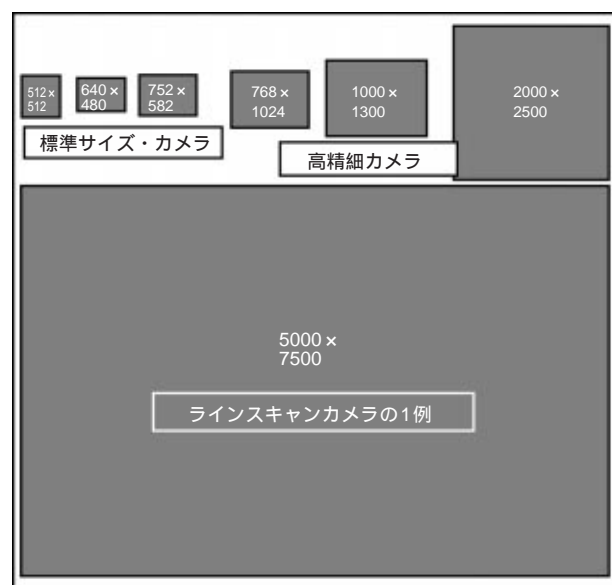
マシンビジョンでは、通常、工業用カメラを使用する。大きく別けて、エリア・カメラとラインスキャン・カメラに別ける。エリア・カメラでは640×480画素が標準的に使われてきたが、視野を広げるまたはより細かくみるために1000×1000画素以上の高精細のカメラが発表されている。更に高精細な画像を撮る場合や、流れてくるものを撮像する場合には、ラインスキャン・カメラが使われる。一列に1000～8000の撮像素子が並んだラインスキャンではものが動く間連続して撮像すると、例えば、5000×7500画素の大きな画像が撮れることになる。

エリア・カメラの方式には、TVに準拠するRS-170、CCIRの標準カメラがあり、外にデジタル、プログレッシブスキャン、ラビドリセット、倍速カメラなどがあり、用途に応じて選択ができる。

高精細カメラを使用する場合、レンズの選択枝が少ないこと、取り込みスピードが遅く、連続撮り込みには要注意。

また、接続できるケーブル、フレーム・グラバ・ボードに配慮する必要があり、カタログのチェックは欠かせない。

ラインスキャン・カメラの場合、ワークまたはカ



第3図 カメラの種類と視野概念図

メラの移動スピードや動作精度に画像の要否がかかる。スピードの変化で、円が楕円になったり、直線がスパゲッティのようによれよれになったりすることが発生する。また、照明も1ライン分の狭い所に集中し、十分な明るさを確保する必要が生じる。適切な画像をとるためには、レンズ、照明、ワーク固定・モーションが密接に関連する。

画像の大きさは、処理のスピードに密接に関連する。640 × 480 = 0.3Mバイトのサイズの画像と2000 × 2000 = 4Mバイトの画像では13倍の差があり、ラインスキャン・カメラの場合、8000 × 1500 = 120Mバイト、で390倍もの差になる。処理スピードも、処理アルゴリズムもレベルの違うものが要求される。カメラと画像処理の組み合わせは、キポイント。

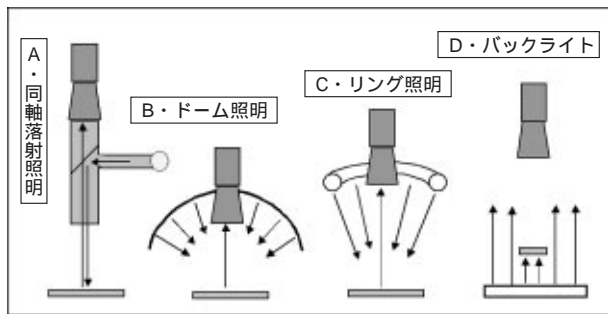
### 2. レンズ

カメラのレンズマウントの方式は、普通はCマウントというねじ込み型のもが使われる。ラインスキャン・カメラや高精細カメラの場合には、撮像素子のサイズの関係で、一眼レフのレンズマウント方式のものがある。素子のサイズは、レンズの選択に直接関連する。

ワーキング・ディスタンス、焦点深度（被写界深度）などメーカーカタログで選択し、実験で確かめて、採用する事になる。

### 3. 照明

各種の画像処理用照明が販売されている。カタログに用途・手法が良く説明されている。一般に光源にはLED照明、ハロゲン・メタハラ照明、蛍光灯、冷陰極管などがあり、光の当て方には、同軸落射照明や、リング照明、反射照明などがある。良さそうな方法を選択して、実ワークで実験する事は欠かせない。選択したレンズを使って、実験することによって初めて適切な画像が取れると確証が取れる。

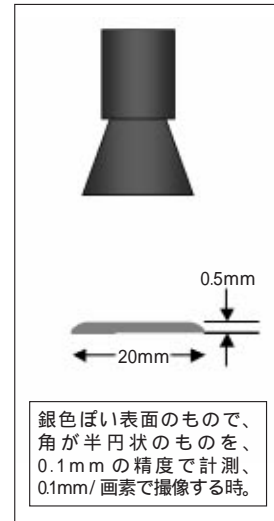


第4図 照明の方法例

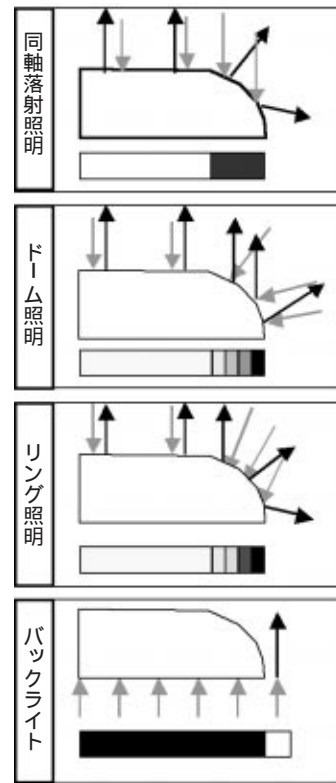
### 4. 照明と画像の例

第4図で示した照明を使用して、巾・長さ30mm、厚さ0.5mmの銀色の金属面を持つワークで、周辺が丸くなっているものを計測の巾計測の目的で、画像を撮ってみることにしよう。0.1mm/画素の画像で、上方からのカメラで撮像するものとする。

第6図は照明と画像の例のように、ワーク端の丸



第5図 計測のケーススタディ



第6図 照明と画像の例

まった部分に注目し、その断面を示す。照明毎に光の当たり方と反射の仕方：カメラに入り撮像される光を図示する。各図の下側の帯には、その断面での画像として撮られる明るさの強弱を模式的に示す。

同軸落射では平面の部分は光が反射し、明るく戻り、丸まった円弧部分では、光がカメラに戻らず、暗い画像となる。

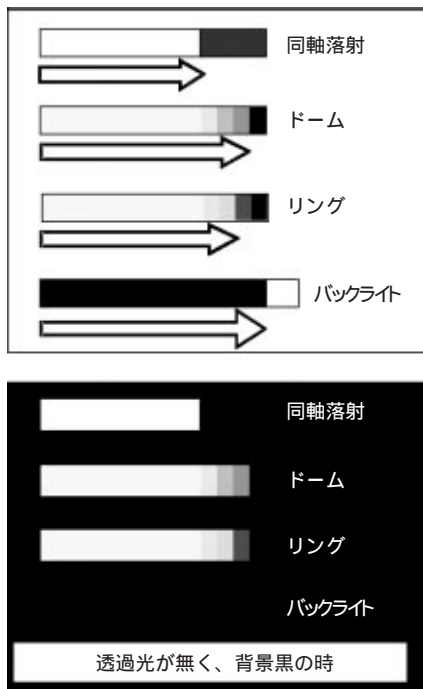
ドーム照明では、平面も円弧部分の多くの所で反射し、円弧部分では緩やかに暗くなりながら画像が取れる。90°垂直に近い部分では光が戻らず、暗くなる。

リング照明を高めから当てると、平面は光が反射して戻り明るく撮れる。円弧の一部は反射が戻るが、垂直に近づく方は暗くなる。

バックライト照明では、ワークが光を遮り、ワーク部分は暗く、それ以外は明るく明瞭な画像が撮れる。

この場合、巾計測では、一番明瞭な画像のバックライト照明が最適である。しかし、現実の業務では最適の条件の時ばかりでは無い。このワークが光を透過しないものの上にある場合は、バックライトが使えない。同軸落射、リング、ドームなどの反射照明を使うことになる。

各々の方法で撮れる画像を並べた第7図を見ると、



第7図 計測のケーススタディ

端の円弧の部分が出来て見ることが判る。この状態で計測すると、矢印で示した「巾」が計測される。

明るい部分から暗くなるどの部分で端点とするかは、画像処理のプログラムの組み方に依存する。明るい側の変化が始まる点、変化が激しい点、暗い側で変化が始まる点などの選択肢がある。画像処理システムの持つ機能またはライブラリーの機能が用意されていれば、最適な点を選べる。

画像処理で有名な同軸落射照明を採用する場合も、表面が反射し、光軸と垂直な面、ワークはレンズ口径よりも小さいといった条件が付くので要注意。表面のキズや異物の検査などに有用な手法だが、表面に傾きが起きる場合には、反射光が戻らず、画像が撮れず、システムとして破綻が起きる。

繰り返すが、画像処理のポイントは、ワーク、その位置関係、照明、レンズ、カメラの密接な相関関係の結果で決まる画像の良し悪しにある。

## 5. PC

ハイ・スピードの画像処理：複数カメラで連続高速画像処理をする場合や高精細カメラやラインスキャン・カメラを接続する場合には、CPUやメモリの適切な選択が必要。

リアルタイムOSを搭載するケースもあるが、特殊な例。高速アプリケーションでWindows OSを使用する場合には、数msec単位の無用な割り込みなどを排除するノウハウが必要である。例えば、スクリーン・セーバーを設定していると、(こんなことは論外ですが、)その起動時に、CPUタイムがとられ、連続高速処理ができなくなる。そんな不具合の可能性を予め排除するなどの注意が必要である。

## 6. 周辺機器：各種FA向けボード

検査機などを構成する場合には、センサー情報、計測機器、PLC(シーケンサ)などとのデータ交換が発生する。その場合、PCに組み込むパラレルI/Oボード、コミュニケーション・ボードが必要。

エンコーダ、ポテンシオメータなどとの接続にはADコンバータ、カウンタ・ボードなどがある。画像の取り込みのためモーションコントロールを直接行う場合はモータコントロール・ボードをPCに組み込む。

その場合、ボードとそれを動作させるソフトウェアが、画像処理を構成する一部分になる。



7. 駆動装置：ロボット、ステージ

位置決めやロボット・ビジョンとして使用する場合は、勿論、ロボットやステージのコントローラとの通信が不可欠になる。動作・制御を理解して画像処理の内容を変えたり、出力することになる。

8. 制御装置・PLC（シーケンサ）

画像処理をマスターにし、PLCをスレーブとする考えもある。インテリジェンス（賢さ）のレベルから言うと、こうなるはずだが、現実には、PLCが、マスターとなり、センサーやロボット・ステージに指令を出し、画像処理システムに指令を出すことが一般的になっている。

9. センサー

撮像のトリガーや停止などのためセンサーを直接、画像処理システムにつなぐケースも多い。

10. データ通信

イーサネット、RS-232C、GPIB、パラレルI/Oなどの方法でデータ通信することが必須で、画像処理自体に関わること、品種切替などの情報を受け取り、条件設定すること、検査・作業結果を出力することなどの用途で使われる。データ通信の相手は、生産管理用などのホスト・コンピュータ、PLC（シーケンサ）計測器、駆動系制御装置など。

11. データベース（生産管理等）

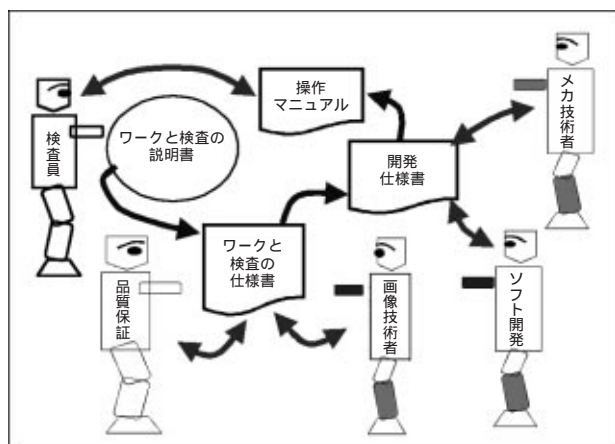
生産・検査指示や生産・検査の記録を統合するため、工場のデータベースと直接・間接的に結ばれることが多い。システム開発上の検討必要項目。

12. ドキュメンテーション

マシンビジョンのシステムを開発する場合は、1人の技術者が全ての技術を把握し1人で開発できるものではない。複数の技術者の協力が不可欠である。協調作業を行うためには、書面・図面にして、検査などの処理内容、ワークの種類・モデルチェンジの頻度、処理スピードなど、要求仕様を明確にすることが重要。その仕様に基づき、開発仕様が各部分で練られ、相互確認を行って、全体の開発仕様となる。使用予定の現場では当然のこととして記載されないことも、役割の違う技術者には、常識ではないことが普通で、当然のことでも明示することが不可欠である。

要求仕様が明確になり、開発仕様ができ、操作マニュアルが作られる。複数の技術の組み合わせでできるマシンビジョンでは、ドキュメンテーションの良否が、開発の成否を握り、運用の成否を握ることになる。

今回は、画像処理の基本的ツールの紹介をする。



第8図 ドキュメンテーションと関連技術

【筆者紹介】

丸地三郎

FAビジョン(株)

〒337-0043 埼玉県さいたま市見沼区中川68-1

TEL : 048-682-4192 FAX : 048-682-4191

E-mail : smaruchi@fa-vision.com

URL : <http://www.fa-vision.com>