



光電応用オンライン計測

西川喜八郎

松下通信工業(株)電子計測事業部 〒222 横浜市港北区綱島東 4-3-1

1. 光電応用計測

光電計測は実験, 研究用のものから, 工場での部品選別, 品質管理, 自動機, ロボットのセンサーなどと広く利用されている。レーザー光の応用では, 波長変化, 干渉偏光を利用した精密測定機や電流計も実用化され, 種々な研究が発表されており範囲が広い。ここで述べるのは, 主として工場で生産ラインに直結, または同期して使用されているいわゆるオンライン用の光電応用測定機, 換言すれば自動化の一助として応用されている光電計測法の概略についてである。光を利用した測定は非常に古く, オプティカルフラットによる干渉稿や, モアレ縞などは昔から利用されており, 原理的には決して新しいものではない。しかし, 近年とみに脚光をあびてきたのは, 最近の電子技術の進歩によるマイクロコンピュータの応用, 新しい光検出デバイス, レーザー光の出現で光電計測器が比較的簡単に, 安価な生産用のツールとして, 利用されるようになったからであると思われる。

現在, 工場で利用されている応用分野, 主たる計測内容, 光の基礎技術を上げると, 表1に示すごとくである。よく目視検査の合理化, ロボットの眼などと表現されているが, 人間の眼を代行するようなものは到底不可能であり, 強いていえば, 眼のごく一部の簡単な機能をより早く, より正確に行なうことができるという意味でしかありえない。しかし, 従来不可能であった微小量検出の自動化, 高温物, または運動体の計測ができるようになったということは特筆すべきである。いわゆる machine vision という意味では表中の測長は別に取り扱うべきかもしれないが, 生産ラインの合理化には欠くことのできないテーマなので, 一緒に加えたものである。以下, 表の分類に従って簡単に説明する。

2. 測 長

測長は大別するとレーザービーム走査方式, 固体撮像素子に結像する方式, 反射光の位置, 量を検出する方式等に分けられる。

レーザービーム走査方式は, 回転プリズムまたは音叉の振動により平行ビームを送り出し, 明暗のビーム本数を計数する方式で, 独立した寸法測定機として丸棒やガラスファイバーの直径測定に使用されている。回転機構の耐久性, 精度, ビーム径の僅少化などが今後の課題と思われる。

machine vision 的な応用では, やはり言葉どおり, 結像方式のものが大部分で, 通常のテレビカメラのような二次元 CCD カメラと, 一次元のラインセンサーカメラを応用したものと2種類があるが, 二次元カメラの場合は, 後述する形状認識の一応用である。測長という限られた分野では, 高分解能の一次元ラインセンサーカメラが広く利用されている。撮像方式では, 被写体の位置変動によるレンズ倍率の変化, ラインセンサーの素子数による画面分解能が測定精度を決める要因となる。レンズ倍率の変化はテレセントリック光学系や平行光の利用により測定視野を狭める欠点はあるが, 通常工場生産に必要とされる精度以内に僅少化することが可能である。素子数の増加は, 4,000 画素のものが提供され始めたが, 米国では, 並列した形で10,000画素のものも報道されている。

ラインセンサーカメラは信号処理の簡便さから, 丸棒のみでなく, 板幅, 板厚, 穴径等の測定や, ロボットの誘導, 簡単な位置決めに応用されている例もあり, 測定距離, 測定範囲に応じて顕微鏡レンズ, 望遠レンズの組合せも可能で, 応用範囲が広い。スプリングの測定や, ピストンシリンダーの外径測定, 工作中的外径などの応用例が発表されている。

反射光量の検出は主として光軸方向の変位を検出する目的に使用され, 最近ではガラスファイバーを応用したものもみられるが, 被写体により感度調整を必要とし, 測定可能範囲も比較的狭いものが多い。また撮影レンズの光軸, または投射ビームの光軸と同方向の被写体の変位を, 反射点の位置変化として撮像的に検出する方式も一般的に使用されている。これは撮像方式の一変形とも考えられ, センサーにはラインセンサーカメラ, 特殊光

表 1 光電計測器の利用状況

計測内容	方式	応用	内 容
測 長	結像方式	制御用のセンサー	位置決め, 寸法制御, 文字読取り, 形状分類, 接近, 誘導, 表面判定
形状認識	光走査	検査, 品管用の測定機	寸法測定, 選別, 表面傷, 不良品選別, 部品取付有無, 文字, ラベル検査, 判定
有無判定	光量検出		

電位置センサーが使用されている。すでに板厚の測定や、ロボットのセンサー、自動車のボディーの寸法測定、ビスケットの厚さ測定などの例が発表されている。

反射光を利用した場合、被測定物の表面仕上げと形状による光量変化への対応が難点ではあるが、同一物の量産時には問題がない。

3. 形 状 認 識

ロボットまたは搬送装置と連動するものと、独立した検査機として使用されているものの二つに大別される。これらと一緒にして、通常ロボットの眼と称しているようであるが、前者が自動機、ロボットのインテリジェンス化に当たるといえよう。部品の形状選別、位置決め、不良発見、走行の案内、文字記号の読取りなどに応用されている。

後者の独立した検査機は、文字の検査、魚の選別、プリント基板、マスクの検査、薬・錠剤の欠け、不良品の選別機などが実用化されているようで、今後も種々のものが開発されてくるものと予想される。

両者とも画像処理技術を応用したもので、形状認識のアルゴリズムも各種のものが発表されており、所要時間、価格の問題を除けばたいの形状選別は可能といえる。

最も簡単なものは、全体の像を二値化し、標準像と比較するパターンマッチング法で、測定位置が明確なもの良否判定にひろく利用されている。もう一つの特徴抽出法は、周辺長さ、穴数、面積、重心、位置、角の数など各種のアルゴリズムが採用されており、被測定物の内容によって各種の論理を組み合わせることが必要になる。最近では window と称して画面の一部を区画し、対象物の一部の特徴点のみを記憶させることが、処理スピードの向上のために行なわれている。

筆者の会社の形状認識装置は、すでに数年前より9箇所の区画をもつ multi window 方式をとり、IC のボンディングの位置決めや文字読取りに応用している。1文字の読取り判定時間は 300 ms、1台のカメラで6桁の

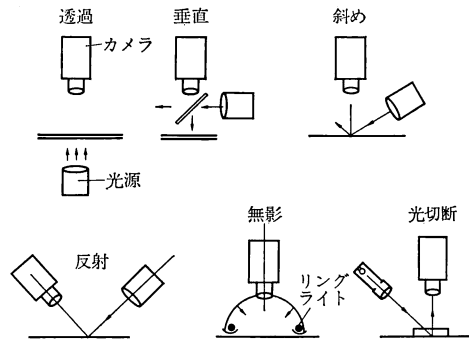


図 1 照明参考図

透過：最も一般的で寸法測定、透明体の傷検出用、垂直：反射率に大きな差のある傷、汚れ等の検出用、斜め：表面のすり傷、欠け等の見にくいものの検出用、反射：厚さの測定、反射率の少ない物体の汚れ検出用、無影：曲面の傷、部品の有無の場合の異常検出用、光切断：表面の凹凸検出。

文字を 1.8 秒で読取り、カメラは 3 台まで接続することが可能である。ティーチングは標準パターンの登録によって行なわれ、標準パターンの距離も評価項目としている。

いずれにせよ、光によって検出されているのは画面のコントラストであり、それは換言すれば被写体の反射率の差を検知していることになるので、よい判定をするにはよい照明と組み合わせることが必要である。検出系としては、一般的な静止物体には通常のテレビカメラ、寸法的な精度を必要とする場合には CCD カメラ、ベルトコンベアー上で移動する物体などでは、ラインセンサーカメラが使用されている。

形状認識の場合には、10 万画素以上の記憶を必要とし、演算に時間を要するのが欠点で今後の研究に期待するところ大である。

4. 有 無 検 出

連続して流れる板、布など、形状が簡単な物体表面の汚れ、欠け、傷、割れなどは、上記のような形状認識を必要としない場合も多い。光ビームで表面を走査し、反射光の異常な変化を検知するフライングスポット方式は、鉄鋼、紙関係で以前から実用化されており、最近ではレーザー光で数 μm のビーム光を作り、半導体ウェハー上の傷を検出することも可能になった。このビーム走査方式とは別に、光は普通に照射し、ラインセンサーカメラで像面を画素に分解し、ビーム走査と同様な検出を行なう方式も各方面で利用されている。これはレーザー

ビームのごとく、サブミクロンの検出は困難であるが、簡単な装置で安価にできるということと、大きさ、連続する長さなどの判定機能が容易に付加できるということが利点である。

5. ま と め

以上、種々な応用例を述べたが、装置、システムが完全に働くためには、検出系の動作、良否の判定規準が確実でなければならない。また、傷、欠点の検出なども、欠陥部と良品部の検出出力のレベル差が大きければ大き

いほど装置が簡易化される。光電変換をするためには、被検出物と外周とのコントラストを十分に上げること、すなわちよい画像信号を得ることが不可欠である。これはたんにレンズ系のみの問題ではなく、照明光の性質、方向、波長などとの組合せが大切なのである。参考のために数例の照明法を図1に示す。正しい光を選定することは、光学技術者の責務である。これにより、真に光と電子が結合し、より大きく産業界に貢献できるようになることを期待する。

(1983年6月24日受理)