

LED 評価施設・設備およびLED 関連の開発技術の紹介

「LED 光源を活かした画像処理装置の開発」

(地独)大阪市立工業研究所 環境技術研究部 システム制御研究室
 研究主任 北口 勝久



特 集

大阪市立工業研究所ではこれまでに企業からの相談を受け、ものづくりに役立つ画像処理装置の開発を行ってきています。LEDはこのような画像処理装置用の照明として主流となっています。画像処理装置でLEDを使用するメリットには、一般に言われる長寿命、省エネだけでなく、画像処理装置ならではのメリットもあります。ここではそのような画像処理装置で使用する場合ならではのLEDの利点を紹介するとともに、大阪市立工業研究所で開発しましたLEDを活かした外観検査装置について発表させていただきます。

画像処理装置

画像処理装置というのは、カメラの画像から必要な情報を取り出して、その情報を元に様々な検査を行ったり、部品の位置決めなどを行う装置です。判定部分はコンピューターが行うため、数値比較や物の有無等の判定は得意で、高速、高精度で行うことができます。半導体、電子部品等の精密な加工を行う産業では、こうした画像処理装置なしではとても製造できないというところまで浸透しています。一方で官能検査といわれる外観検査では、人と同じような判定を下すことが難しく、まだ人に頼っているのが実情です。工業研究所で画像処理装置の開発をお手伝いする時には、2つの考え方で対応しています。1つは官能検査について、人と同じような結果を出せるような装置を開発するという。もう1つは、顧客のニーズに完全に特化した装置を考え、なるべくシンプルな構成で安価な装置をつくることです。

FA、マシンビジョン市場の動向

国内市場の大きさですが、矢野経済研究所の「C-CD / CMOS カメラ応用画像・システム機器市場調査結果2009」によると、画像からの情報を元に機械を制御する装置「マシンビジョン」の国内市場は、2007年には1万台弱であり、2006年～2008年までの3年間を通じて平均15%の伸びを示してい

ます。分野別では従来の半導体・電子部品・液晶分野に加えて、自動車、食品、農林水産業、医薬品で使われ、さらに今後はリサイクルや有機EL等の次世代エレクトロニクス製品・部品分野で増加するだろうとされています。

照明として必要な条件

画像処理装置は入力情報源としてカメラを使うため、照明装置が必ず必要になってきます。照明として特に必要な条件の1つは、安定した明るさが求められるということです。常に同じ条件で画像を撮影しないと安定した結果が出ないからです。もう1つの必要条件には目的に合った光が挙げられます。例えば傷の検出装置ですと傷の種類によって配光等で見え方が大きく変わってきます。どんな光をどのように当てるのが効果的かといった具体例を後半で紹介します。

LED 照明の長所

現在、画像処理装置で使用されている光源としては、LEDが半数以上を占めています。画像処理分野でのLEDは10年以上前から商品化されており、98年の画像センシング展ではすでに十数社が出展



講師 北口 勝久 氏

しています。画像処理装置におけるLED照明の長所としては、一般的に言われる省エネルギー・長寿命はもちろんですが、応答速度が速いこと、器具形状が豊富なこと、発光する色の数が多いこと、さらに耐衝撃性の強さが挙げられます。耐衝撃性の強さとは割れる可能性が少ないということです。本日は長所の中の、「応答速度が速い」「器具形状が豊富」「色数が多い」の3つについて紹介します。

LED照明の高速応答

LEDの応答速度は、数マイクロ秒で最大輝度に達するといわれています。日進電子工業のカタログに、ストロボ電源が発光した時の発光波形が掲載されており、3マイクロ秒で最大光量に達しています。実際に持参しました。この状態が連続点灯の状態です。これがストロボ電源で発光させた状態で、このように点滅を短い周期で繰り返すことができます。これがLEDの特長です。この特徴を画像処理装置に付いているCCDカメラの電子シャッターと組み合わせることで、省エネや長寿命をさらに引き伸ばすことができます。その理由を次のスライドで説明します。

スライドの左上に示したのは、一般的なCCDカメラの仕様の例です。フレームレートとシャッターという項目が書いてあります。フレームレートというのは1秒間に何枚の画像を撮影できるかを示しています。シャッターと書いてあるのはシャッター速度のことで、露光時間の制御可能範囲です。ここで注意すべきことは、シャッター速度を速くし、すなわち露光時間を短くしても、撮影できる枚数が増えるわけではありません。シャッター速度を3,000分



の1まで短くすることができるのですが、だからといって撮影できる枚数が3,000倍になるわけではなく、常に1秒間に33枚で固定ということになっています。カメラがどのように動いているかのイメージを描いてみましたが、上は33枚の画像を1枚あたり露光時間31.2ミリ秒で撮影した場合、下は33枚の画像を1枚あたり露光時間10マイクロ秒で撮影した時のイメージです。上の例ですと、ゼロ秒からスタートし、ほとんど常に露光して1秒間に33枚の画像を撮影します。下の例ですと1回の露光時間は10マイクロ秒とほんの僅かで、しばらく露光しない時間があり、また一瞬だけ露光するというパターンの繰り返しで33枚の画像を撮影します。ほとんどの時間を露光していない状態が占めます。カメラが一瞬しか露光しないのであれば、照明もカメラの露光時に合わせて点灯すれば十分なわけです。こうしたことを実現可能とするのがLEDの高速応答性ということです。

画像の枚数が増えるわけではないのに、露光時間を短くして何か良いことがあるのかと思われるかも



しませんが、これは撮影対象が例えばコンベア上を動いている時や回転台上で回転している時に、露光時間を短くし一瞬で画像を撮影すれば、ぶれの無いきれいな画像が撮れます。CCDカメラ電子シャッターの特性とLED照明の高速応答性の相性を活かし、露光時間のみ発光することで省エネ・長寿命をさらに向上させることができます。さらに間欠的に休む時間があるのでLEDで問題となる温度上昇についても、抑えることができます。

実際に連続点灯とストロボ点灯をさせて、2万時間程度使用した時の相対光量の変化の比較結果(キーエンス調査結果)を紹介します。連続点灯ですと70%の光量に減っているのですが、1:4(点灯時間:消灯時間)のストロボ点灯で使用した場合、5%程度しか光量が下がらなかったという結果が発表されています。

豊富な器具形状

LED照明にはいろんな大きさ、形のものが発売されています。これはLEDの単体デバイス自体が非常に小さく、それをアレイすることで豊富な器具形状を実現しているわけです。単体デバイスが小さいため、小スペースで使用可能な小さな器具をつくることができます。また、器具の端の方まで詰めてアレイすることができるので光量のムラも小さく抑えられます。いろんな形、いろんな大きさの器具があることで、傷の種類に適した照明を様々な種類の器具から選べるというメリットがあります。次にその1例を挙げます。

照明テクニックの例

まずは同軸落射照明という光のあて方で、図にあ



るように光源が並んでおり、ここから出た光が90度曲げられます。曲げられた後の向きがカメラの光軸と同じ向きになり、光軸に垂直な面で鏡面反射を起こすとその光は全てカメラの方に向かうという仕組みです。この光学系で平らな金属部品を見ると、平らな部分で鏡面反射した光は全てカメラの方に向かい、非常に明るく写ります。へこんでいるような部分ですと、鏡面反射がカメラの方向に向かないので、はっきりと黒く写るという効果が得られます。

次の照明器具はドーム型をしていて、中が拡散反射剤で塗られています。光源はドーム型の器具の縁に上向きに並んでおり、ここから出た光は直接にワークには当たらずドーム内で拡散反射してからワークに当たります。ワークに対して様々な方向から比較的弱い光が当たるので、強い表面反射が起こりにくいという特長があります。例えばアルミ容器上に印字しているワークでは、単純な反射光では乱反射して印字が認識できないことがありますが、ドーム照明なら背景の陰影が消えて印字のみが浮かび上がります。

次にローアングル照明について紹介します。これはドーナツ形をした照明器具に光源がついており、浅い角度で光をあてます。ワークの縁の欠けなどをはっきりと見つけることができます。

最後にLED光源の省スペース性を活かした商品を紹介します。これはオムロン社のスマートセンサというもので、照明とカメラが一体になった製品です。真ん中にカメラのレンズがあり、その周囲にLED光源が配置してあります。同社の製品にはCPUも内蔵されており、これ1つで物を照らして撮影し、判定して結果を得ることができるという製品になっています。

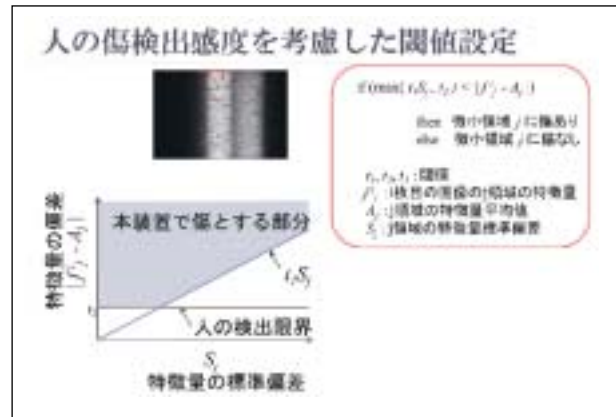
豊富な色数

LEDの豊富な色数が画像処理装置にどのように活かされているかについて説明します。この図は市販しているLEDの波長の一部を示しています。画像処理としてうまく使えた例としては、お菓子が入った赤い袋がダンボールの中に入っていることを、検査する装置があります。白色、赤色、青色の光を当てて見え方を比較した場合、青色の光が袋の赤色と補色関係となり、コントラストの高い、見分けやすい画像が得られ、安定検出が可能となります。このように豊富な色数のあるLEDはワークの特徴に合わせて画像処理装置に活用できます。

LED照明を用いた画像処理装置

大阪市立工業研究所で開発したLED照明を用いた画像処理装置について紹介します。これは昨年度に、ある企業からの受託研究で開発した外観検査装置です。タクトタイムには制限がありましたので、なるべく回転台を速く回しながら画像を撮る必要がありました。そこで露光時間を短くし、LEDはストロボで発光させて強い光を当てて、ぶれのない画像を撮ることを実現しました。工場内に設置することを考えると装置を小さくする必要がありましたが、LED照明のコンパクトさという特長で実現出来ました。サンプルが金属プレス加工製品であり、製品の表面で光が散乱するのを抑えることを狙って、長波長である赤色の光色を選択しています。プレス加工というのはオス・メスの金型の間に板状の金属を挟んで加圧することで目的の形状に塑性変形させる加工工法であり、連続的に精度良く加工できることから、大量生産では広く採用されています。短所として、材料の強度不足などによって割れや肌荒れといった表面欠陥が、一定の割合で生じてしまいます。従来は人が見て判断していましたが、自動的に欠陥を見つける装置を開発してほしいという依頼を受けました。

この写真が完成した装置で傷を検出した例です。装置が傷を見つけますと印(しるし)を付け、さら



に外のロボットアームと連携し、良品・不良品に分類していくという装置になっています。この装置の開発の中で、工夫したところは人の傷検出感度を設定し、なるべく人の検出感度に近づけるとことです。具体的には、ここに示した数式だけでは人の目では区別できない細かい傷まで誤検出してしまうため、人が判断できない領域では傷を検出しないという判断基準になっています。実用性検定実験では、1,849本の試料を検査し、誤検出1%。傷の見逃しをゼロにすることを達成しました。

おわりに

今回は、LED光源は画像処理装置の照明装置として主流になっていますが、その理由として「応答速度が速い」「豊富な器具形状(デバイス単体が小さい)」「色数が多い」ということが挙げられる事を紹介しました。また、大阪市立工業研究所では、画像処理装置を用いた外観検査の自動化に関する相談を受け付けておりますので、ぜひご相談ください。

(質疑応答)

Q: 金属加工部品の表面が研磨してあり、光が散乱しなくて傷(数ミクロン)が見えない場合の検査手法の具体例はあるのか。

A: 具体的に見てみないと、現段階では判断し兼ねる。試料があるのなら、技術相談は無料なので、持ち込むなど気軽に相談していただきたい。