

# ラインスキャンカメラ応用技術

## The Field of Line Scan Cameras

### 1. はじめに

JFE テクノリサーチでは、これまでに蓄積された画像検査技術を基に、2006年4月より高速なラインスキャンカメラを製造するカナダ DALSA Corp. と VAR (value added reseller) の契約を結び、DALSA Corp. のラインスキャンカメラを用いたシステム販売を開始した。また同時に、高速カメラに対応したキャプチャーボードメーカーであるカナダ Matrox Electronic Systems Ltd. と日本国内ソリューションパートナー契約を結んだ。本稿では、ラインスキャンカメラの特徴、DALSA カメラとシステム応用例の紹介を行う。

### 2. ラインスキャンカメラの特徴

カメラというと一般には2次元にセンサが並んだエリアカメラを指すが、ラインスキャンカメラは1ライン分のセンサしか持たない。したがって2次元の画像を得るために1ライン分の画像を必要なライン数並べて構成するので、カメラが1ライン分ずつ視野を変えるか被写体がセンサと垂直に動いていく必要がある (Fig. 1)。一見不便なようであるが、1ラインのスキャンが高速なので、長いシート状のものや、コンベア上で搬送中の物体、回転中のロールなどを高精度に効率良く撮像可能である。同様のことをエリアカメラで行うには、フレーム間でオーバーラップ (重なり部分) を持たせながら撮像することになり、効率の低下は免れない。このように、ラインスキャンカメラは移動速度に合わせて撮像することで、常に同じアスペクト比 (縦横比) の画像が取り込める上に長手方向のサイズに制限がない利点を持つ。加えて、横1ライン分だけの視野が確保

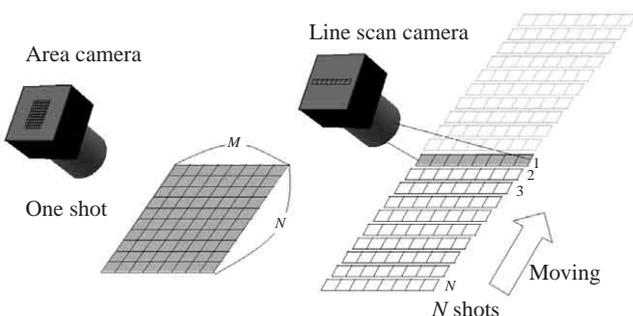


Fig. 1 The difference of scanning method, area scan and line scan

できれば良いので、光源は線状光源で十分である。エリアカメラでは到底達成できないような幅 12 000 画素にもおよぶ高解像度画像も、1台のカメラで取り込める。取り込まれた画像はメモリ上で2次元になるので、後処理は、エリアカメラで用いる手法と同じである。明るさやレンズの歪などの補正が必要な場合も、センサが1次元なので、エリアカメラに比べて容易な点も見逃せない。

### 3. DALSA のラインスキャンカメラの紹介

DALSA のラインスキャンカメラは、Spyder2 シリーズ、Piranha2 シリーズ、Piranha3 シリーズを主軸に (Fig. 2)、ギガビットイーサネットカメラ、超高感度の TDI (time delay integration) カメラ、3CCD 方式のカラーラインスキャンカメラを取り揃える。

カメラは、対象システムの分解能、ワークとの距離、光量などから総合的に判断し選択する。

以下に DALSA のカメラの特長を示す。

#### (1) 露光制御

従来のラインスキャンカメラの多くは、露光制御がなく速度変動に対し、光源の明るさを変化させるか、速度によりパラメータを変更するなどの方法が取られたが、電子シャッターを持つことで、常に同じ露光時間で撮像可能になり、速度変動があっても一定の明るさで撮像可能である。

#### (2) 高速対応

DALSA のカメラは、スループット 640 Mbyte/s の TDI カメラをはじめ、市販品のなかでも最高速度レベ

Series	Spyder2	Piranha2	Piranha3
			
Pixel size (μm)	14 × 14	10 × 10 / 7 × 7	7 × 7 / 5 × 5
Number of pixels	512 / 1 024 / 2 048	1 024 / 2 048 / 4 096 / 6144 / 8192	8 192 / 12 288
Pixel clock × Tap	40 MHz × 1	40 MHz × 2 40 MHz × 4	40 MHz × 8
Feature	Large pixel	High speed	High speed and many pixel

Fig. 2 DALSA camera line-up

ルのカメラを取り揃えている。

(3) 高感度

ラインスキャンカメラは1ラインスキャン分の露光時間しか取れないため強力な光源が必要になる。このため、センサ自体は開口率 100%の効率の良いものを使用している。さらに、DALSAではTDI技術を用いて数十倍以上も感度を向上させたカメラのラインアップを持ち、光量の上げられないところや、高速スキャンに適用されている。

(4) シェーディング補正

ピクセル間の微妙な感度の違いをカメラ内でリアルタイムに補正する機能をもつ。この機能を用いて照明むらによる巾方向の光量変化の補正であるシェーディング補正も可能で、従来カメラ画像取り込み後に行っていた処理がカメラ内部処理となり、前処理負荷の軽減になる。

4. システム適用例

4.1 応用例 1 (連続画像取り込み)

ラインスキャンカメラ画像の長手方向のサイズに制限がないことを利用した例として、鉄鋼ラインでの鋼板表面欠陥検査装置、テープやフィルムなどの異物検査装置などがある。たとえば、長さ1000m以上の鋼板でも全長を同一解像度で検査可能である。画像取り込みは短周期で連続するので、画像取り込みと検査の同時処理を行う。高速・高精度に対応するため、複数台のカメラを並べた装置が多い (Fig. 3)。

4.2 応用例 2 (パターン検査)

ラインスキャンカメラの高解像度と移動中のものを撮像する機能を利用した例として、印刷物などのパターン検査装置がある。高解像度を得るために移動装置を作りラインスキャンカメラで取り込む場合もある。マスターとなる画像や情報とカメラ画像とを比較してその差異を見つける検査を行う。パターンとの比較が必要なため画像取り込みは、パターン始まりのトリガ信号と装置の移動パルスと同期して行う (Fig. 4)。

4.3 応用例 3 (顕微鏡検査)

ラインスキャンカメラの高解像度と連続取り込みを利用したシステムに、顕微鏡を利用したウエハ表面などの欠陥検査システムがある。エリアカメラは停止状態で撮像するため、全面をカバーできるだけの画像を撮るためにはス

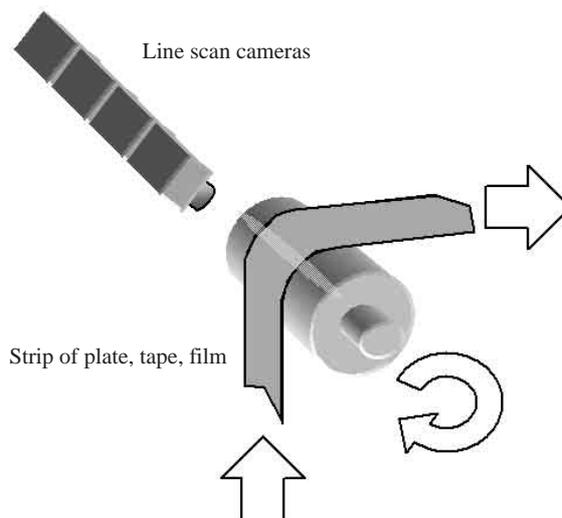


Fig. 3 Continuous and seamless grabbing

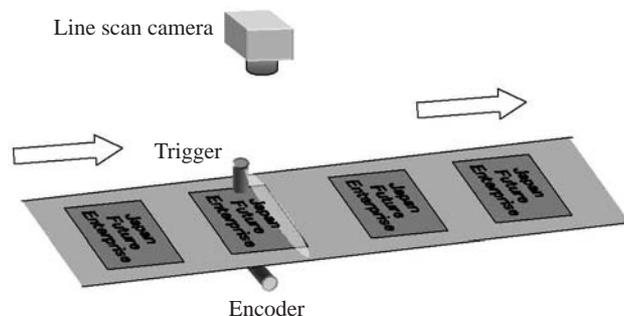


Fig. 4 Pattern matching inspection of cutting paper

テージの移動 / 停止を画面ごとに繰り返さなくてはならない。このステージの移動 / 停止にかかる時間は撮像にかかる時間より何十倍も要し、加えて画像の抜け部分をなくすためには、撮像範囲をオーバーラップさせる必要がある。一方、ラインスキャンカメラで撮像すると、ステージを停止するのはウエハの端に達したときだけであり、エリアカメラに比べて何倍も早く全面検査が行える。

5. おわりに

現在、高速・高解像度ラインスキャンカメラのシステム販売を行っているが、今後、さらなる高速・高解像度な要求に対応すべく、このシステム技術力の蓄積と向上を進める所存である。

〈問い合わせ先〉  
 JFE テクノリサーチ 計測システム事業部 製品開発部  
 TEL : 043-262-4181  
 E-mail : isales@jfe-tec.co.jp