

スクリーン版外観検査の高度化に関する研究

生産技術部 ○久保 敦, 仮屋 一昭*

(現 *県大島支庁総務企画部)

1. はじめに

当センターでは、平成21年度に(独)産業技術総合研究所九州センターが中心となって作成した技術マニュアル「高精度・高スループット2D-3Dインスペクション技術の開発」作りに参画した。この技術マニュアル¹⁾には、位相差検出法と色情報とを組み合わせた方法で、カラーCCD撮像によって得られる異なる色の輝度情報から、対象物の高さとは比例する原理(以下、分光位相差検出法)が述べられている。一方、県内企業と共同で、特別な光学条件を持つ「スクリーン製版の外観検査装置」(特許第5082162号)を開発したが、スクリーン版撮像面の高さのバラツキから、撮像には民生用の自動焦点カメラを採用している。スクリーン版を載荷するステージ制御システムが、カメラの合焦タイミングを把握できないため、合焦に要する時間が必要であることや、民生用のカメラは商品のライフサイクルが短く、仕様の異なるカメラの取り替えには、改造を余儀なくされるなどの課題があり、産業用カメラに変更したいとの要望がある。しかし産業用カメラは固定焦点のため、予め焦点が合うようカメラの位置を制御する必要がある。このため、スクリーン版の位置合わせマーカ(以下、マーカ)に注目し、分光位相差検出法で、カメラとスクリーン版の距離を測定する方法を検討した。

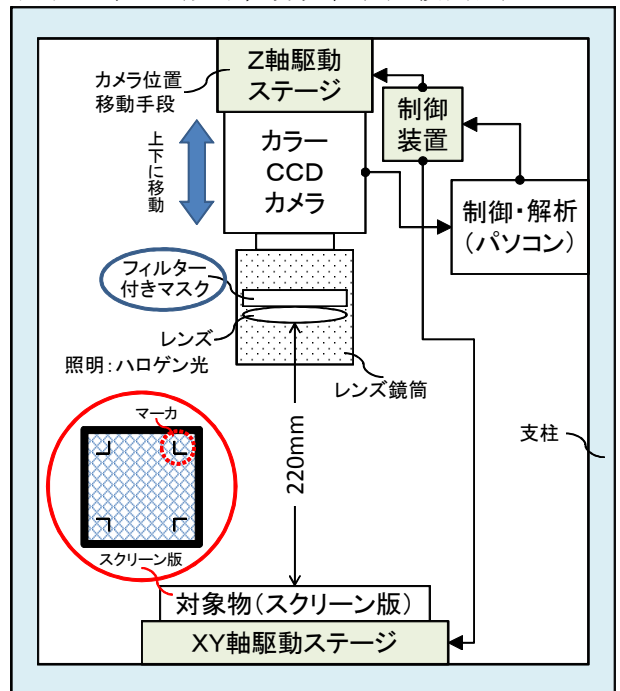


図1 実験装置の構成図

2. 実験内容

実験に使用した構成図を図1に示す。図中のフィルター付きマスクは、コダック社の写真撮影用フィルター(赤:No.29, 青:No.47)を使用し、Cマウントのレンズの内径に合わせたマスクを作成した。図2のフィルター分光特性のとおりで、約500nm~600nmの緑色の波長域がカットされている。

対象のスクリーン版をXY駆動ステージ上に載せ、ステージを調整しながらマーカが撮像できる位置に移動する。その後、Z軸駆動ステージを0.05mmずつ移動させながら、画像を取得し、赤画像と青画像の画像間距離とZ軸座標値を記録する。

フローチャートと取得画像例を図3に示す。図3の取得画像例は、ピントが外れた位置でマーカを撮像したもので、赤画像と青画像がずれているのが観察できる。同様に他のマーカも撮像した。

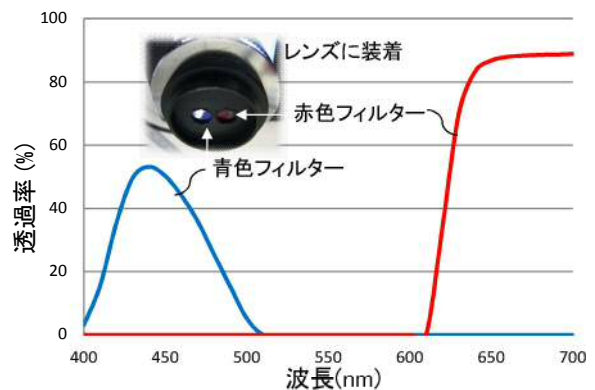


図2 フィルター分光特性

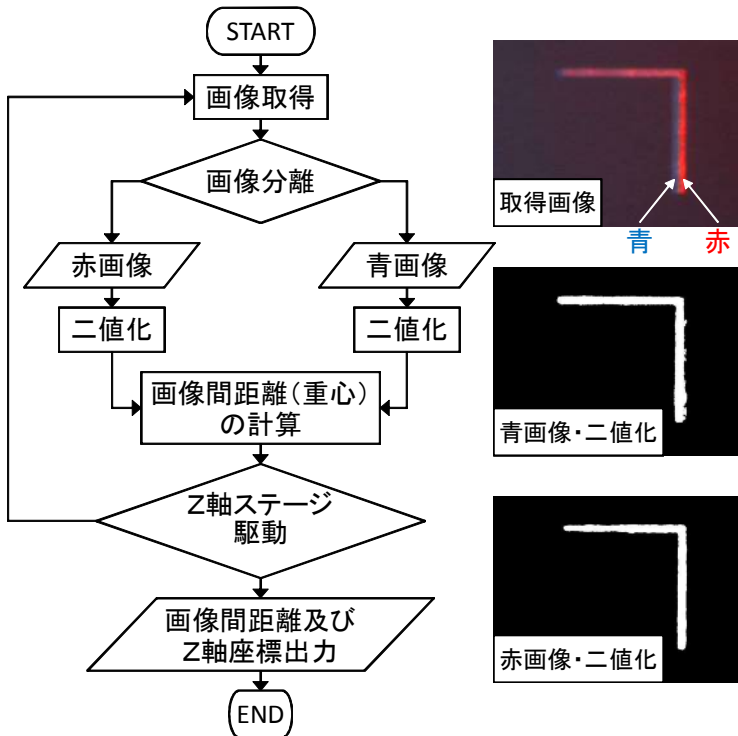


図3 フローチャートと取得画像例

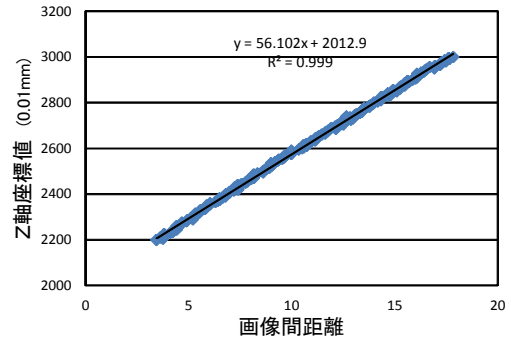


図4 画像間距離とZ軸座標値

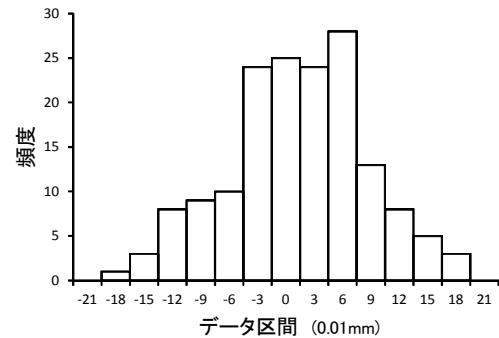


図5 残差のヒストグラム

3. 結果

記録した画像間距離とZ軸座標値の散布図を図4に、各マーカ位置での回帰分析結果を表1に示す。いずれのマーカ位置でも決定係数は高く、直線に回帰していることが伺える。

また、回帰式の結果から、Z軸駆動ステージでピント合わせを行うことを想定したとき、これらの残差は、合焦位置のずれになる。回帰式をもとにZ軸座標値を計算し、残差のヒストグラムを作成した(図5)。-0.18mmから0.18mmの範囲で残差が分布している。使用したカメラの画素サイズ(4.65 μ m)及びレンズ仕様(焦点距離:50mm, F値:4)及び作動距離から被写界深度を計算すると-0.36mmから0.36mmで、同じマーカ上では、合焦位置のずれは、被写界深度の範囲内であることがわかった。

表1 各マーカ位置での回帰分析結果

マーカ位置	n	傾き	切片	重決定R ²
(1)	161	56.102	2012.9	0.999
(2)	161	61.285	2023.2	0.998
(3)	161	54.717	2021.3	0.999
(4)	161	63.725	1934.7	0.999

4. おわりに

それぞれのマーカ位置で測定した画像間距離とZ軸座標値には相関があることがわかった。このことは、各マーカでの回帰式を求めることができればスクリーン版の平面の高さマップが構成できることとなる。今後は、スクリーン版の歪みを効率よく計測する方法を検討し、さらに計測精度の向上を目指したい。

参考文献

- 1) 安部英一ら:“高精度・高スループット2D-3Dインスペクション技術マニュアル”, (独)産業技術総合研究所九州センター