

Matrox Inspector

使用者說明手冊



泰洛科技股份有限公司
製作

版權所有翻印必究

目錄

壹、	影像分析概念-----	1
貳、	解決影像分析問題的主要步驟-----	1
參、	如何操作 Inspector	
A、	視窗化使用者界面-----	2
B、	影像擷取-----	3
C、	影像加強前處理-----	6
D、	半自動量測工具箱-----	10
肆、	操作步驟	
A、	全自動量測工具-----	10
B、	影像辨識、圖形比對-----	13
C、	3D 影像顯示-----	14
D、	Relative Region 自動連結-----	14
E、	幾何圖形比對-----	16
伍、	結論-----	18
陸、	附錄	
A、	影像前處理-----	A-1
B、	Polar 幾何座標轉換-----	B-1
C、	精密的校正程續-----	C-1
D、	Blob 分析作業-----	D-1

E、計算 Line、Area Histogram、灰階值-----	E-1
F、Relative Region-----	F-1
G、圖形比對 (GMF&NGC) -----	G-1

How to think about image analysis problems (基本觀念介紹)

影像分析概念

影像分析與處理，基本上，是相當複雜的，它大致上包括光學、數學、電腦（軟硬體）等個別領域的專業，而屬於一種綜合性或系統性的一門應用科學。相較於人類的眼睛（Eyes）及大腦（brains），電腦影像及視覺系統所能達到的功能或解決問題的極限，仍然僅止於‘嬰兒時期’。縱然如此，運用電腦影像/視覺系統，將大量資訊加以處理及量化，卻是我們的眼睛所不及之處。甚至，應用電腦影像/視覺系統，有效且自動化，代替人類進行許多機械性，令人感覺無聊的重覆性工作，例如生產線上的產品瑕疵檢驗，不僅可確保結果一致性，更可避免因人為誤差所造成的錯誤數據。因此，電腦影像/視覺系統，可以稱之為一種用來進行量化處理的科學儀器。我們大可運用此項技術來進行許許多多人類眼睛及大腦所無法從事的作業，但卻仍舊無法用之，100 % 取代我們自己。

解決影像分析問題的主要步驟

一般而言，就算是最複雜且難度相當高的情況下，影像分析相關的問題的解決方法，大概可依序區分為下列幾個簡單的步驟：

1. 取得影像訊號或檔案（Acquire an image）
2. 影像加強前處理（Enhance to correct for problems）
3. 特徵擷取或辨識（Identify feature of interest）
4. 量測所擷取之特徵（Measure feature of interest）
5. 數據統計/報表作業/自動化作業，依需求而定（Present/Process/Automate）

下次，任何時候，當你或妳遇到任一個影像分析問題時，盡可能地嘗試將它‘解剖’成上述幾個主要步驟，隨後，再將焦點鎖定在找尋最適切且有效的解決工具或技術，而針對個別必經過程及步驟，加以解決之。無論你或妳是一位初入此門應用科學的初學者，或已經是身經百戰的專家，我們依據多年的經驗，始終相信上述的‘解剖’電腦影像/視覺問題及解決對策的思考模式，才是最有效率的方法之一。

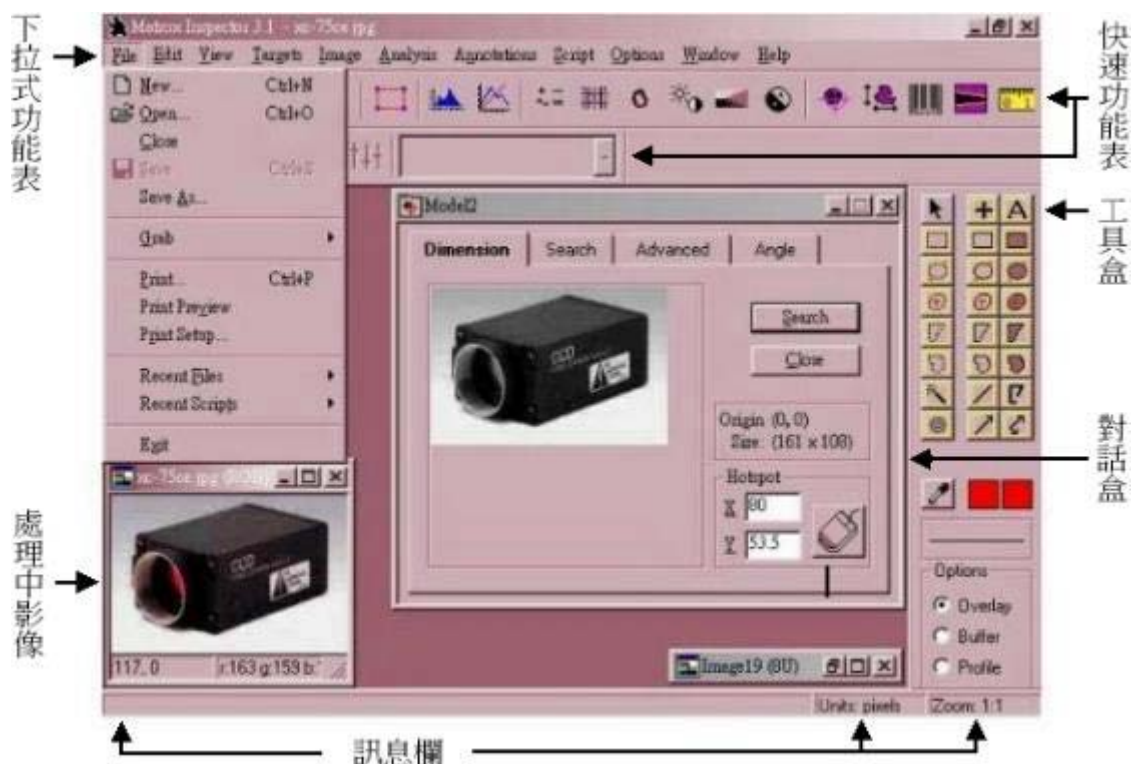
如何操作 Inspector

A. 視窗化使用者界面

Inspector 是壹套建構於微軟視窗作業平台底下的電腦影像/視覺分析工具軟體。提供使用者的操作界面種類包括下拉式功能表 (pull-down menus)，對話盒及視窗 (pop-up dialog and windows)，快速功能鍵 (iconic tools) 及即時訊息欄位等。在實際使用時，除 Matrox's 公司所出產的影像卡及前端配備相關裝置屬選購或非必要設備外，滑鼠 (mouse) 及鍵盤 (keyboard) 或類似的週邊裝置，都是使用者應用本套軟體，必須具備的基本配備。

操作 Inspector 基本的技巧，開始於從程式集中啟動本程式，進行影像擷取，利用線上輔助器 (on-line help)，使用 ROI 工具圈選必要的影像畫面，供後續進行處理與分析作業等諸項。

· **NOTE：**除「輔助說明」功能，本軟體附有詳細的操作手冊 (英文版)，使用者仍必須仔細閱讀之，方能真正融會貫通，學得精髓之所在。



B. 影像擷取 (Acquire images)

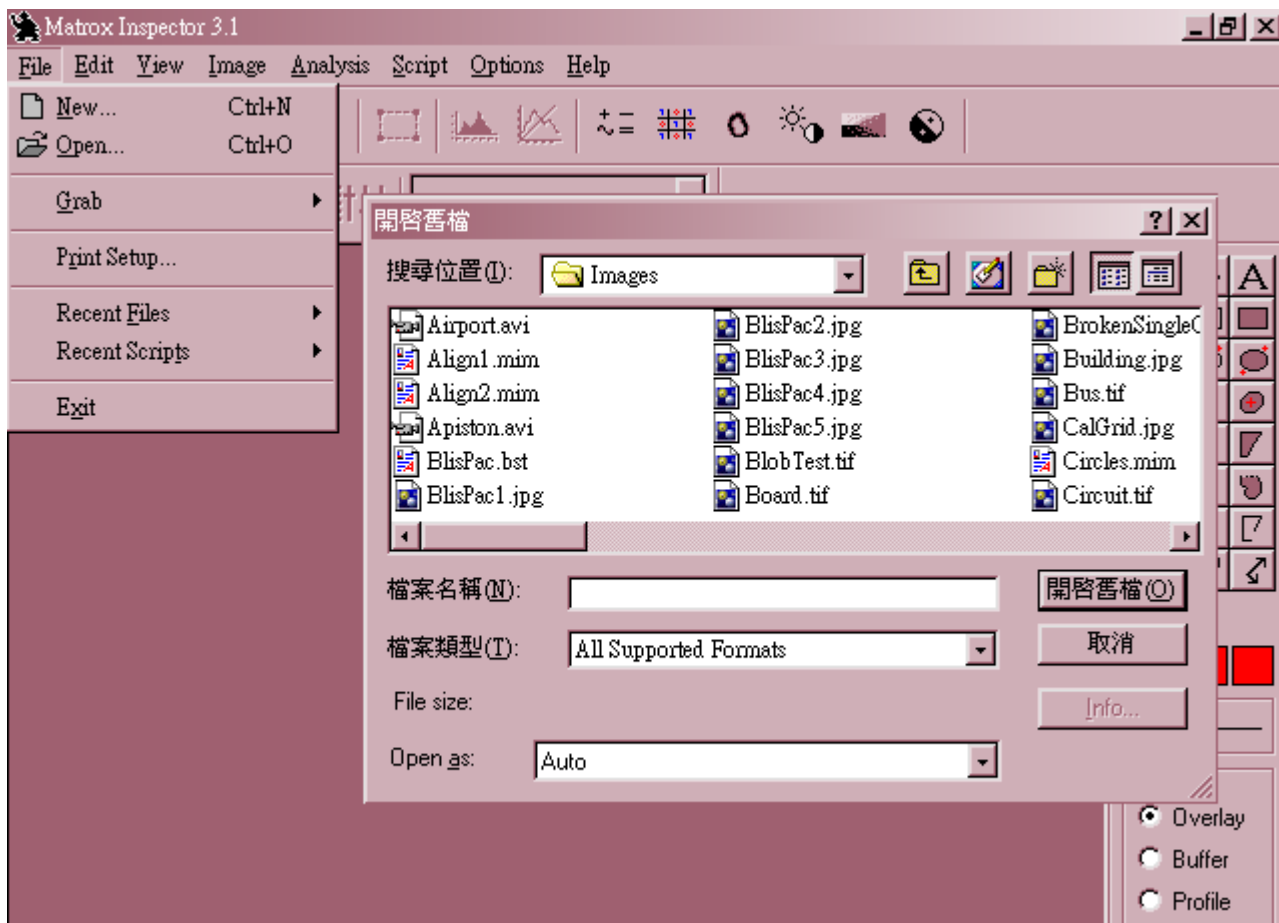
大致區分為下列兩種方式：

1. 開檔 (Open files)

以滑鼠移至 `File` 下拉式視窗，並點選 `OPEN`，此刻，視窗畫面即出現壹組對話盒。首先，設定檔案屬性及已知路徑，當對話盒視窗出現欲打開的圖檔名稱時，再藉由滑鼠

點選或以鍵盤輸入檔名即可。(或透過快速鍵  亦可)

· **NOTE：**目前 Inspector 支援的圖檔格式，計有.min、.jpg、.bmp、.pcx、.avi、.tif、.dicom...等十幾種標準格式。



2. 動態取像 (Continuous、snap、sequence)

Inspector 亦可經由影像擷取或輸入設備，例如影像卡 (frame grabber)、掃描器 (scanner) 或數位相機 (DSC) 等，將類比訊號及照片等圖像，做數位化處理之後，轉成數位影像檔至電腦上，再利用 Inspector 軟體，加以處理與分析。不過，基於公司的立場，在這裡的重點，將僅局限於說明如何搭配 Matrox 公司出產之影像卡及各種標準攝影機之不同的進像方式。

► **連續取像：**又分為 Continuous Normal、Continuous Double Buffer 及 Continuous Averaged

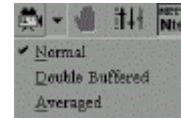
1. Continuous Normal：

由下拉式功能表單選取 `Continuous Grab`，或將滑鼠游標，移動至快速鍵  點選

立即可完成此一動作。要將影像靜止或凍結之，則由下拉式功能表單中，選取 `Halt Grab` 或以滑鼠游標點選快速鍵  亦可。

2. Continuous Double Buffer :

利用 Double Buffer 的技巧，擷取下一張影像的同時，將上一張影像顯示於螢幕上。您可以在上一張影像上執行一項前處理，例如：改變顯示的查照表，做 Pseudo-Color 即時顯像作業，操作步驟同上，但請選擇 `Continuous Double Buffer` 選項。



3. Continuous Averaged :

使用 Weighting Averaging 的方法，即時擷取八張(預設值)連續影像，以均化處理方式去除雜訊，操作步驟同上，但改用 `Continuous Averaged` 選項。

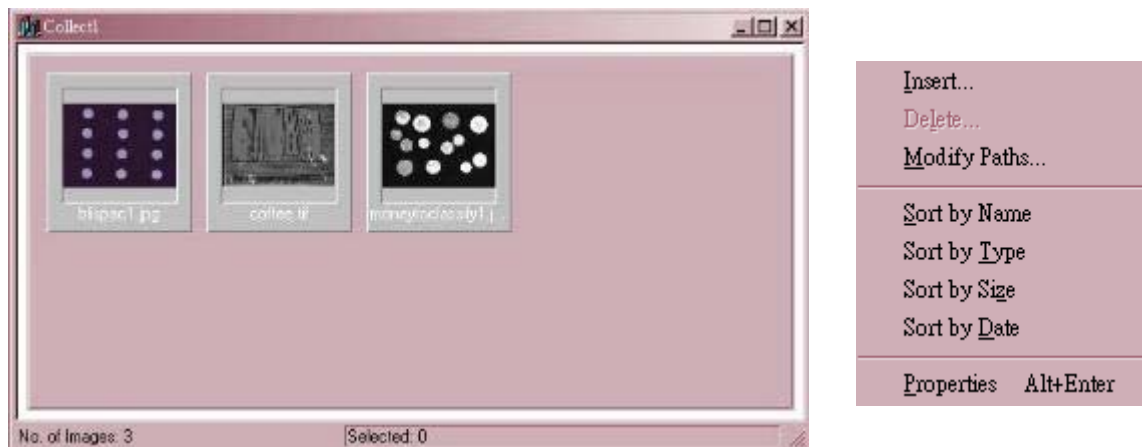
- ▶▶ **瞬間拍攝：**執行此項功能，可立即啟動攝影機，並瞬間擷取影像之後，再將影像凍結 (Freeze) 在影像視窗上。直接以滑鼠游標，移至快速鍵  點選或執行下拉式功能表單內之 `SNAP`。
- ▶▶ **動態儲存：**類似數位錄影機，毋論執行 `sequence grab` 或直接以滑鼠游標點選快速鍵  視窗便出現如下圖之對話盒，使用者可依照電腦配備影像卡及攝影機的規格，再勾選或輸入相關參數，包括儲存張數，記憶體位置或儲存時間。完成相關參數設定後，再執行之。



- **NOTE :** A.上述 `動態取像` 功能，必須配備 Matrox 公司所出產之系列影像卡及攝影機，否則無法執行之。
- B.相關硬體按裝及設定，請參考選購之硬體或 Inspector 之按裝手冊。

範例：一、如何應用影像群組（Collection），進行影像檔案管理。

- ★ 先從 `FILE` 下拉式功能表單，`NEW` 並建立壹個 Collection 影像視窗，並將滑鼠游標移至如下圖之視窗並按下滑鼠右鍵。



- ★ 選擇 `insert`，並開始將相關之所有影像檔，輸入此一 Collection 中。
- ★ 若需加以註解或說明每張圖檔，則將滑鼠游標移至該圖檔，並按下右鍵。
- ★ 最後，將完成之 Collection（亦簡稱影像相片簿），輸入檔名並存檔，供日後查詢或調閱。

範例：二、動態連續取像中，進行影像明暗度、對比或色彩（R.G.B）的調整至最佳狀態？

- ★ 完成軟硬體按裝後，立即執行連續取像 `Continuous Grab` 或按下快速鍵 .
- ★ 再將滑鼠游標移至快速鍵  並按下左鍵，則視窗中，會出現如下圖所示之對話盒，即時調整相關參數，以便取得最佳影像效果！
- **NOTE：**調整後之參數設定值，於下次重新啟動 Inspector 軟體時，會自動保留。



- 練習題：【一】利用「LUT」查照表功能，做動態及靜態之假色彩影像處理（pseudo-coloring）
【二】將 24-bit RGB 彩色圖檔，轉成（file converter）灰階或 HIS 格式，並顯示於影像視窗，比較其差異性。

C. 影像加強前處理（Pre-Processing）

通常情況下，可選擇全畫面或 ROI 局部處理等兩種作業方式。

1. ROI 或 AOI 定義與使用技巧

所謂 ROI，是指有效處理或作業的範圍，換句話說，使用者利用 ROI 工具在影像視窗圈選出或設定固定區域，之後所有的影像前處理動作，僅限於此一範圍以內。

目前，Inspector 提供的 ROI 種類，計有直線、方形、橢圓或圓形、任意多邊形、任意形狀及甜甜圈等幾種方法。操作方法，可從下拉式功能表單中或如右圖之工具箱中，藉由滑鼠游標移動至，所欲選取的 ROI 種類，執行之。



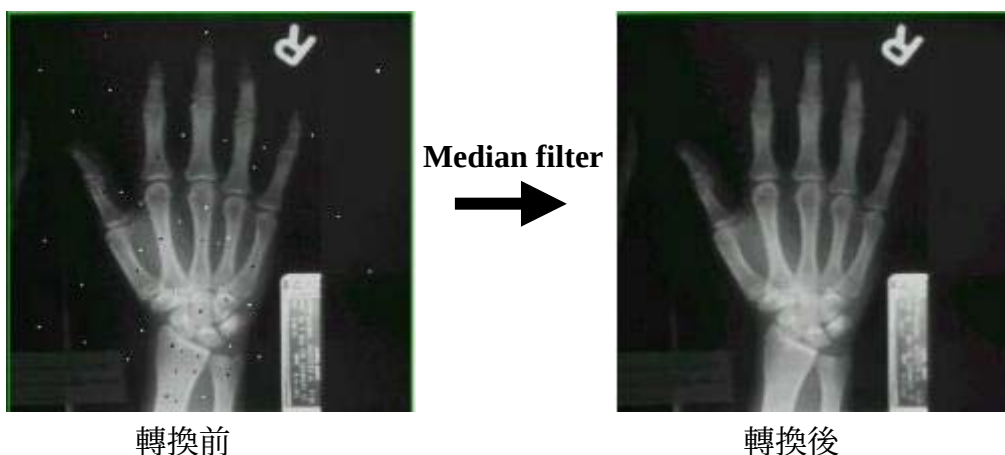
ROI 工具

- **NOTE：**Inspector 亦提供由使用者，依個案不同自行設定特殊 ROI，並儲成檔案，供後續使用，此項功能位於下拉式功能表單之「ROI」選項中。

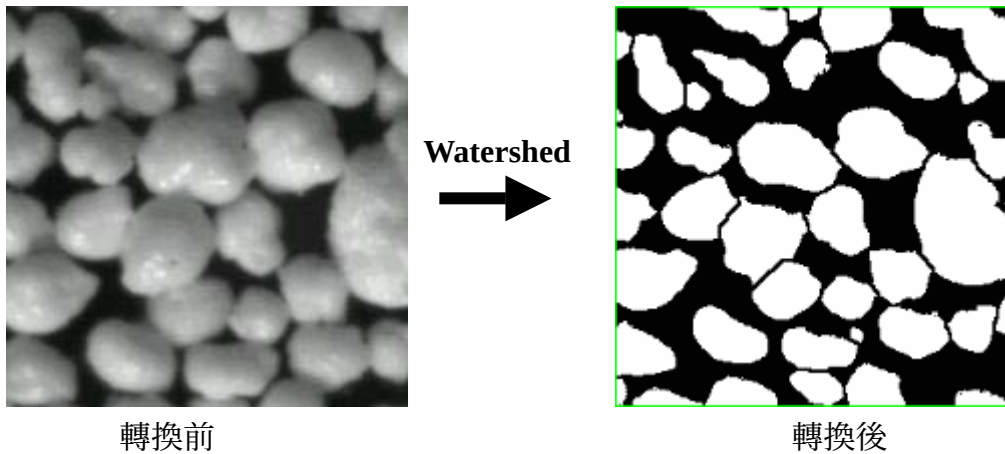
2. 影像前處理作業

往往，這一階是整個電腦影像分析作業過程中，比較棘手的一環，甚至，有時可以用「艱難」二個字來形容某些特殊個案，但使用者若能深入理解，融會貫通，一旦任督二脈打通之後，則反而會變得更加喜歡此項作業，因此，初學者入門的技巧無它，練習，不斷的 try，還是參考個別運算法則而已。

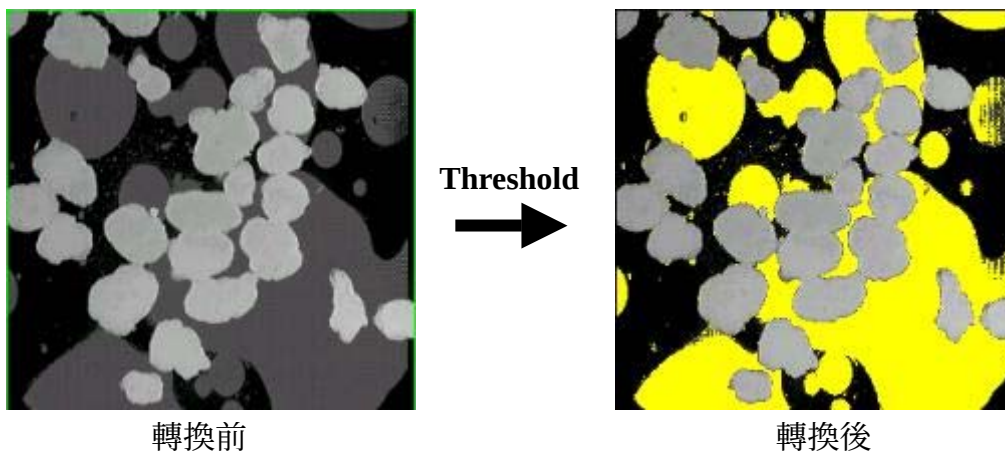
下圖為 Median filter 的處理範例



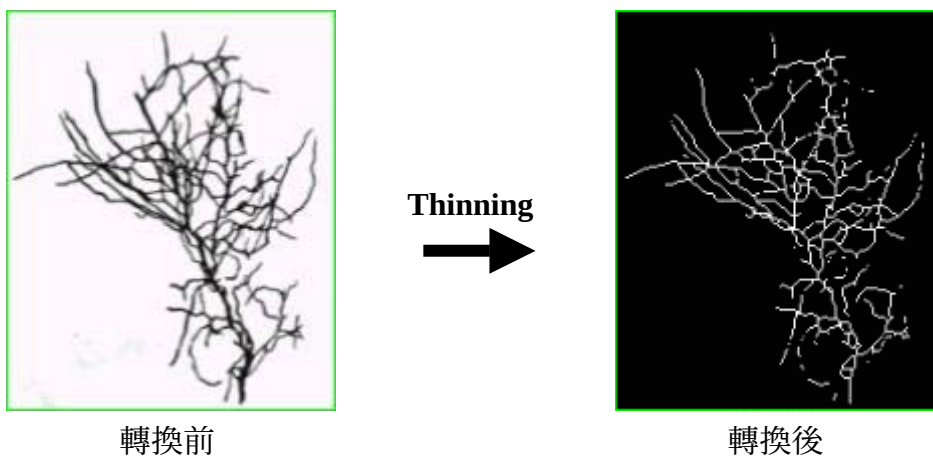
下圖為 Watershed 的處理範例



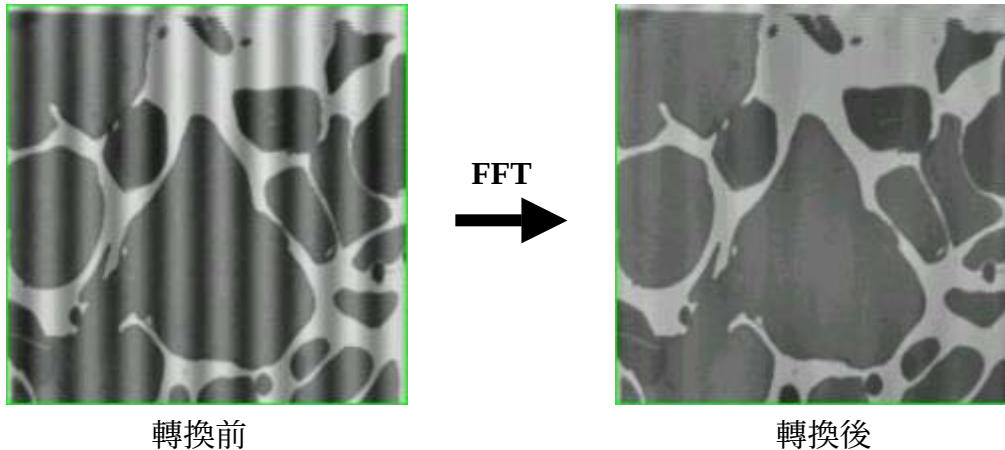
下圖為 Threshold 的處理範例



下圖為 Thinning 的處理範例



下圖為傅立葉函數轉換(FFT)的處理範例。



Inspector 工具軟體所提供的前處理作業，大約有 40 到 50 幾個，且隨著新版本的更新，數目仍持續增加中。

不過，依照這些前處理的原理與實際應用時，所可能使用的處理工具不同，大致可簡單區分為下列幾大類：

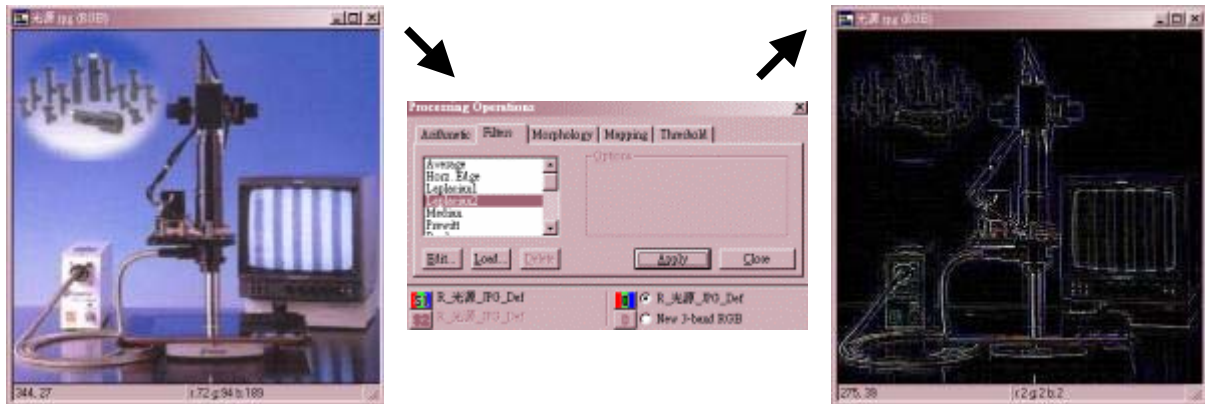
- 一**像素點對點處理**：包括二值比、數學運算（加、減、乘、除、fixed point divide、negate、absolute、copy...）、邏輯運算式（NOT、AND、NAND、OR、XOR、NOR、XNOR）、比較（minimum/maximum）、移動、LUT mapping、frame averaging...
- 一**統計數值分析（Statistics）**：包括亮度/灰階值統計圖表、line profile、histogram 均化處理、minimum/maxi...

下圖為統計表範例



一濾波處理 (filter)：包括 median、low-/high-pass 濾波、Gaussian、sharpen、尋邊器 (水平、垂直、Laplacian、sobel、compass gradient) 或客製化濾波器等。

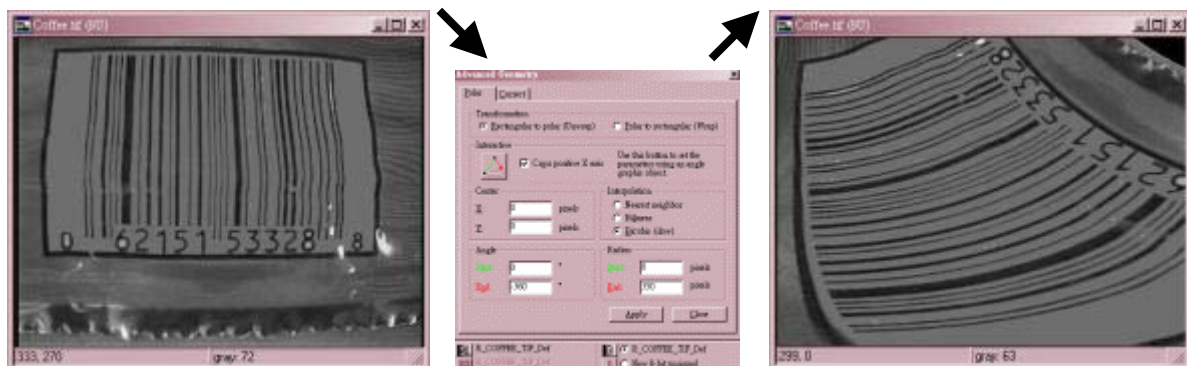
下圖為 Laplacian 處理範例



一形態處理 (morphology operations)：包括 erosion、dilation、opening、closing、細化、thinning、distance、labeling、zone of influence、binary matching 及 'hitormiss' 等。

一幾個轉換 (geometric transformations)：包括影像放大/縮小、旋轉、sub-pixel translation、warping、polar、座標轉換等。

下圖為 polar 處理範例



一傅立葉轉換函數 (FFT)：主要是用來將時域影像轉成頻域訊號，去除周期性干擾雜訊之後，再反之，以期濾掉此一雜訊。

一JPEG 影像壓縮處理：目的是進行灰階或彩色影像壓縮/反壓縮處理，最新版本已經支援 JPEG2000 標準。

· **NOTE**：1.通常，前處理工具種類繁多，實際應用，應把握住「用的多，不如用的巧，用的準」！！

2.雖然，Inspector 提供豐富且強大的前處工具，但使用者在取得影像檔之前，正確的作法，應該是盡可能的情況下，藉由適當的光學鏡頭，輔助光源及 CCD 攝影機，取得最佳之影像檔，以省卻前處理所需花費的作業時間或簡化相關手續！

範例：一、利用影像（兩張）相減（substrate）作業，來尋找出待測物件的缺陷或瑕疵

練習題：【一】利用 line profile 功能，來設定任何影像中，最佳之二值化作業的 cut-off point 或灰階值？

【二】在各種濾波器（filter）中，嘗試自行定議客製化 `kernel`，並對幾張影像作處理，看結果如何？

D. 半自動量測工具箱

在 Inspector 的工具箱內，提供包括點（point）、線（line）及面積（Area）三種基本的測量工具，使用者可透過滑鼠游標點選，直接移動至影像上方，進行即時影像量測，並馬上瀏覽數據結果。

工具的種類又分點（points）、線（line）、長方形（rectangles）、橢圓形（ellipses）、多邊形（polygons）、角度（angles）、及任意形狀（freehand curves）等。測量的物理量計有面積（Area）、大小（Size）、角度（angle）、平均圖素灰階值...多種不同單位。Inspector 內建的數據報告，可供使用者立即同步看到相關測量數據。

操作步驟

一先從下拉式功能表單之 `FILE` — `OPEN` 或 `COLLECTION` 中，選取指定之影像檔。

一移動滑鼠游標至上述工具箱中，點選所要的工具，如 （points）或 （lines）。

將滑鼠游標移至影像視窗內之欲測量的位置或座標，並按照個別工具所定議功能，再調整至最佳狀態，即可。此刻，螢幕上會同時以類似試算表的格式，將結果數據，呈現在相對欄位中

· **NOTE**：1.初始值，相關量測數據，以像素為最基本單位，若使用者想求得實際物理量，如公分或 mm，則必須預先執行校正手續。

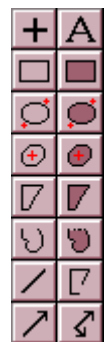
2.若工具箱中，勾選 `profile`，則每次執行時，則 Inspector 會自動顯示灰階統計分佈圖（histogram）。

A. 全自動量測工具

以實際應用或常見的量測工具種類，Inspector 大致將它分為 `Blob` 及 `Measurement` 兩大類。相關的物理量或測量工具，多達 50 幾種，例如點、線長、寬、角度、面積、周長、真圓度、尤拉係數、Roughness、Elongation...。

通常情況之下，進行影像/視覺的量測作業，大多必須完成下列幾個基本步驟：

1. 校正（Calibration）
2. 開檔或經由攝機取像
3. 影像前處理作業。（包括特徵萃取）
4. 量測（Blob 或 Measurement）
5. 數據報表作業或其它



量測工具箱

一校正 (Calibration) 方法

凡屬絕對物理量有關的測量作業，諸如線長，長徑，或圓周率等，首要的步驟，就是校正，反之若是相對的計量，則祇要確定鏡頭或 CCD 擺設所導致的視角或光學失真，在要求的精確度以內，則毋需進行上述的單位校正。

先從下拉式功能表單 `Options` 中，選取 `Calibration`，→ `NEW`，此刻，畫面便立即出現如下圖所示之對話盒。各欄位所代表意義及正確的輸入方法，如下所述。

Units mm : 輸入物理單位 μm 、mm、cm 或 km...等。

Apply to:
☒ GenBoard.jpg : 選擇此校正值僅限目前視窗上之影像或後續所有影像檔。
☐ All new images

Scaling:

☒ Square pixels

Pixels: World:

or

Scaling:

X: Y: World:

X/Y: 1.

pixel: 若已知鏡頭之 F.O.V.及影像之 H&V 圖素，則可直接輸入每個 pixel 實際單位。反之，則必須藉由滑鼠游標及標準試片來進行校正作業。

Origin / Angle:

X: Y: Angle:

☐  ☐ 

: 設定影像視窗的座標系統

一Blob 量測工具

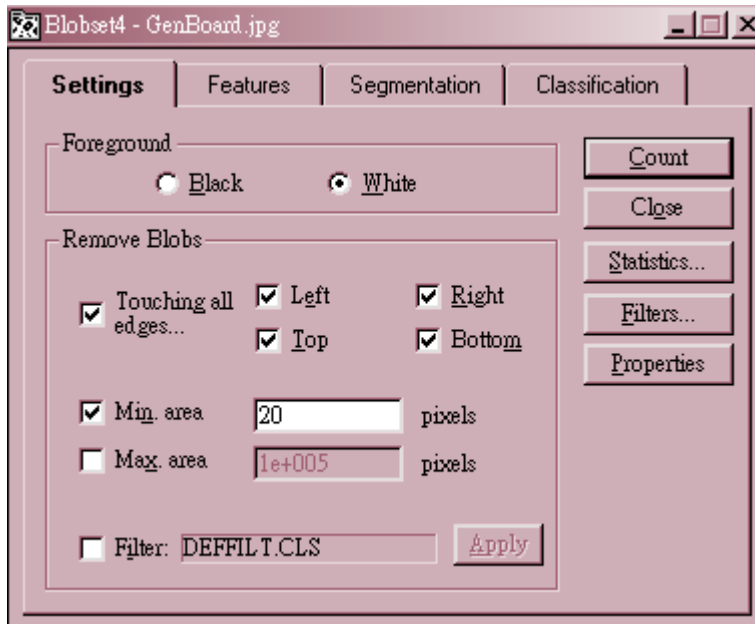
待完成前處理作業之後，從下拉式功能表單中，點選 `Blob` → `NEW`，畫面隨即出現如下圖所示之對話盒。(或者，亦可藉由滑鼠游標，點選快速鍵 ，亦可)。最後，若日後仍須使用此一校正設定值，則可選擇將之存檔，避免重覆。

• **NOTE:** 1.GRID: 可選擇多種圖形，經校正後，直接重疊於待測影像上。

2.每一筆校正值，僅適用於固定的條件，包括所使用的鏡頭，CCD，不可重覆使用於不同的倍率。

Analysis	Annotations	Script	Options
Blob	New...		
Measurement	Count		
Pattern	Classify		
Code			
Watershed...			
OCR...			
	Transfer		
	Statistics...		
	Filters...		
	Sort...		

其中，各表單或欄位的意義及設定方式如下：



Setting：供設定前景/背景

(Black/White)，是否要納入碰觸 ROI 上的 Blob，以及設定取樣門檻等。

Features：選擇欲測量的物理量。

Segmentation：Identify 出前景影像。

Classification：將所量測出之所有 Blob 依特性作群族分類。

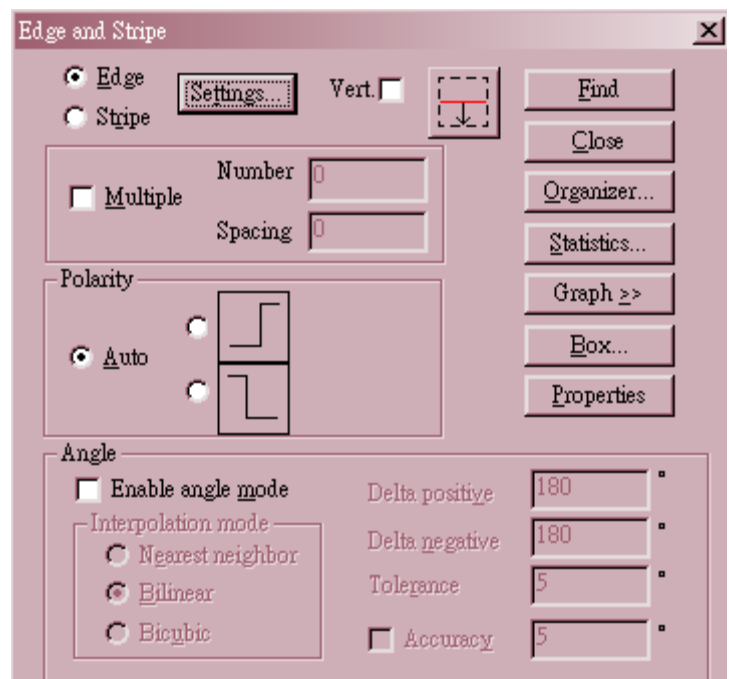
· **NOTE**：若同時進行多個 Blob（用一張影像中）的計測，Inspector 的排列順序，仍從左至右，由上而下，而使用者可用滑鼠游標，移動至任意的 Blob，double-click 滑鼠之左鍵，亦可直接從試算表列中，相對應看到量測數值。

一Measurement 量測工具

進行本項分析作業之前，必須儘可能利用輔助光源，鏡頭調整或前處理作，試圖讓待測影像清晰，對比良好或前景與背景差異大。

相關欄位及操作方法如下述：

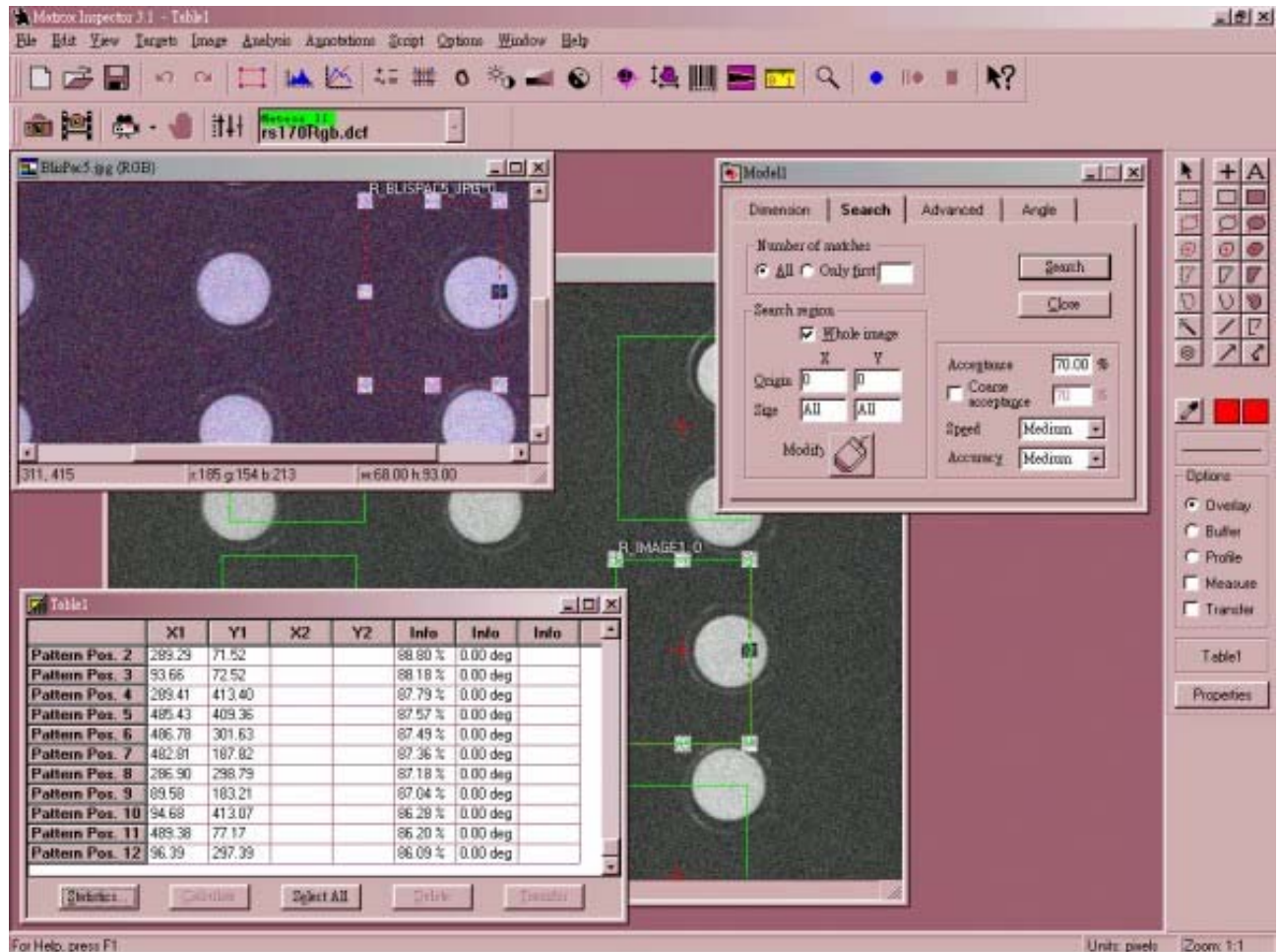
1. 先選擇 Setting，並以滑鼠控制，將待測影像上出現之「尋邊器」，做適當調整至正確位置上。
2. 可採用單一（Single）或多重（Multiple）方式，每次找尋一個或同時找出「Search Box」中，所有的 Edge 或 Stripe
3. 勾選「enable edge weighting」，並輸入相關欄位之正確參數，可提供尋邊器之重現性，克服因光源變化或影像旋轉等變素，所可能產生之不確定，進而影響測量結果。



· **NOTE**：各項測量數值，顯示於試算表中，使手者可個別點選兩個以上數據，再點選試算表下方之「Calculate」功能鍵，進而計算其它數值，例如點至線垂直距離（法線）。

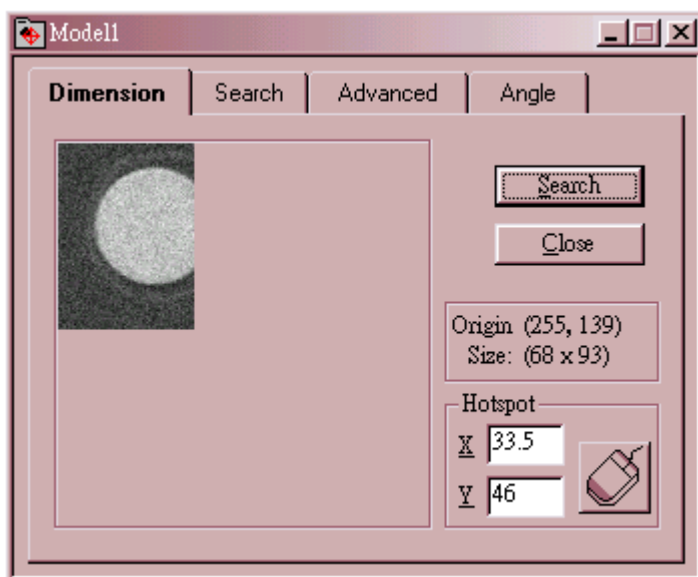
藉由 Inspector 支援 Windows DDE 功能，上面所介紹之 Blob 或 Measurement 所測量之數值，均可直接 Export 到 Excel 之表單中，另行計算更複雜之物理量，諸如球化率、粒徑、厚度...等。

B. 影像辨識、圖形比對



無論是影像處理或視覺檢測，所謂比對或定位，大都採用影像辨識（Pattern Matching）的方法。Inspector 的位置定位精度可高達 1/40 像素，角度則可達到 1/10 像素。

首先，由功能表單，`Pattern` → `NEW MODEL` 取得下圖之對話盒，並輸入相關欄位之參數，完成 `教導模式`。（以 ROI 圈選每個 `標靶`）。



`Dimension`：顯示標靶的座標與長寬像素（Origin、Size），輸入影像比對成功之後，欲在圖形上標示 `+` 的位置（Hotspot、以游標代標），執行 `Search` 壹次。

`Search`：勾選找出影像視窗上，符合預計門檻之所有比對圖形或祇要求第一次找到之圖形，（All、Only、first）。指定搜尋區域（Whole image、Origin、X.Y）。設定比對成功與否之門檻（Acceptance、Course、Acceptance），及搜尋速度或精度（Speed、Accuracy），並執行 `Search`。

‘Advanced’：依實際情況，再更細經調整辨識條件，或勾選是否要進行前處理。

‘Angle’：若影像本身，因移動或機構問題，在實際取像過程中，可能會產生旋轉或角度變化情況發生，則可按照預期最壞條件之下，在相關欄位中，輸入最大的參數，以確保不會‘掛萬漏一’。（預設值在 $\pm 5^\circ$ 以內）

- **NOTE**：1.當完成上述各項步驟，且大致取得最佳之‘學習’樣本（Model）之後，必須將之存檔，供後續辨識其它張影像之比對作業。
- 2.Inspector 可同時比對多個預先教導之學習樣本，並以試算表方式，show 出座標（X, Y）、角度（Angle）及相符程度（%）

C. 3D 影像顯示

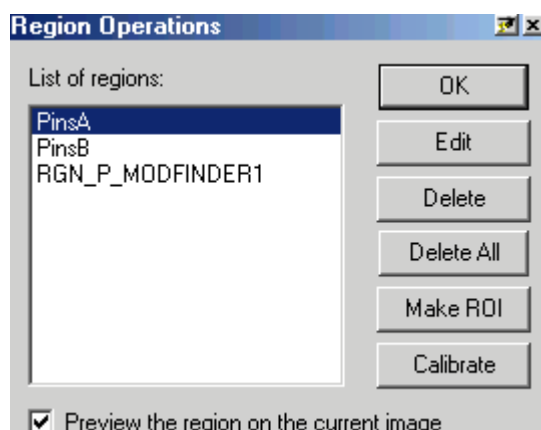
將 2D 影像轉成立體（3D）的空間影像，立即呈現在右邊視窗。（Z 軸代表亮度強弱）。



D. Relative Region 自動連結

Relative Region 工具主要是用於自動建立待測物件的檢測區域或任何處理的 ROI/AOI、其參考座標可以源自其它分析作業的結果，例如：圖形比對、GMF、Blob 分析或 Measurement 工具箱。要啟動 Relative Region 功能，可從下拉式視窗(如右圖)中選取或直

接點選  快速鍵之後，螢幕上便立即出現如下圖之對話盒。

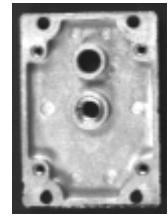


個別選項功能簡單，說明如下：

Edit：編輯或調整 Relative Region 區域。

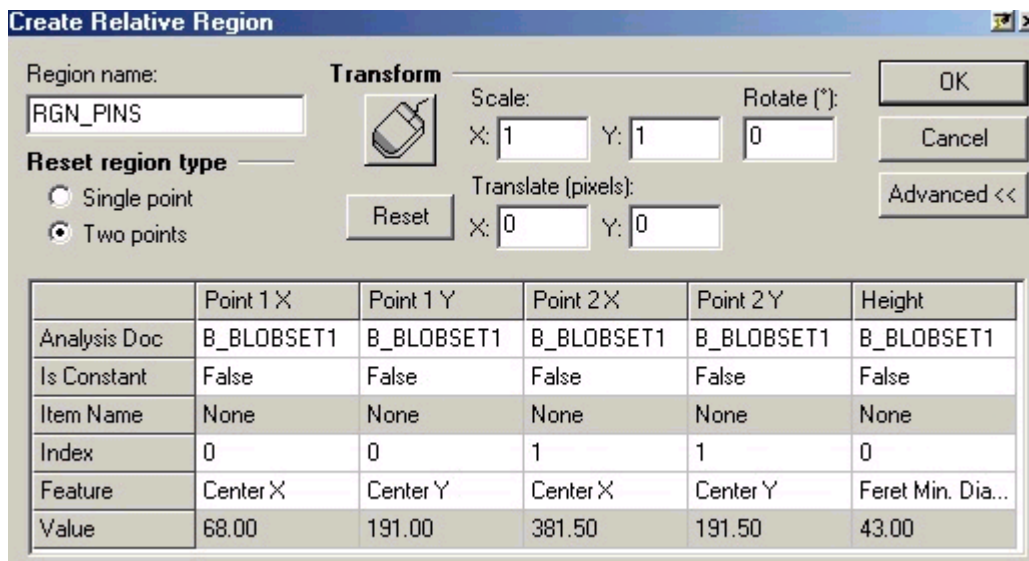
Delete/Delete All：刪除某一或全部刪除已設定之 Relative Region。

Make ROI：將 Relative Region 設成 ROI，供後續分析作業，例如 Blob 分析或 Histogram 統計分佈。

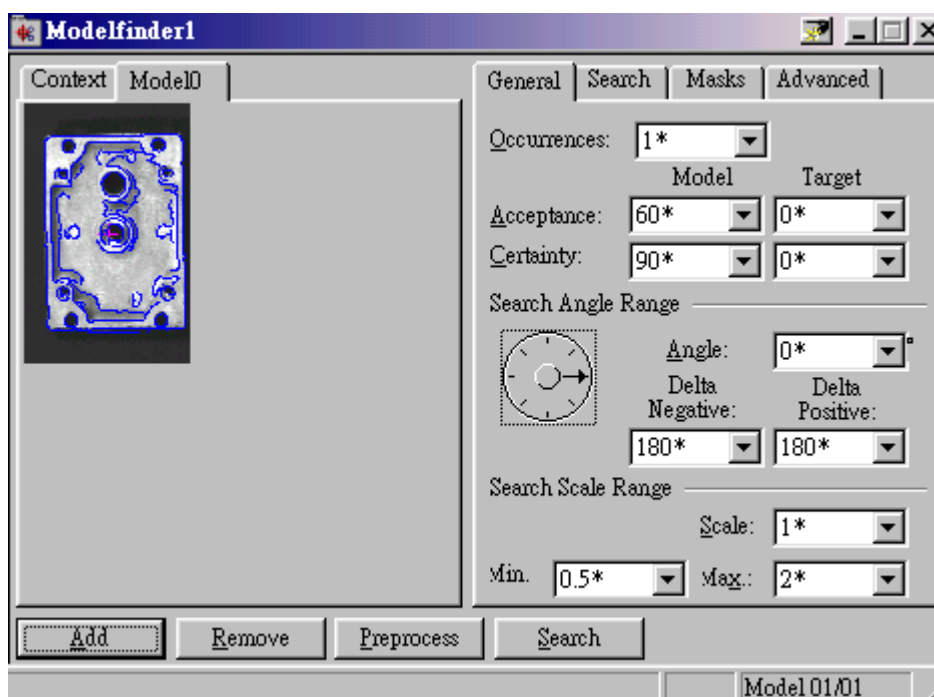


底下，以 GMF 作業比對結果當作 Relative Region 大致介紹基本的操作步驟：

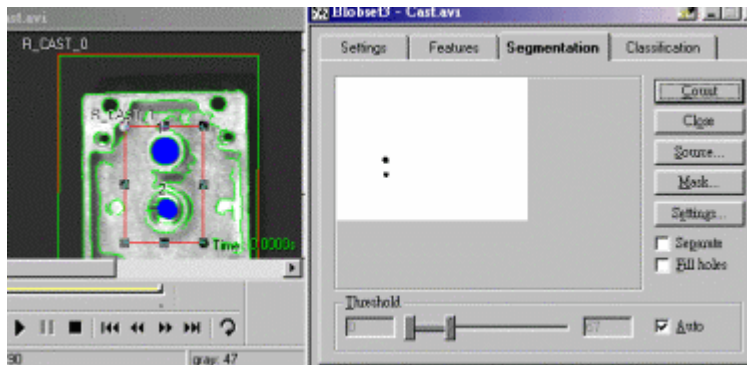
1. 開啟影像檔（如下圖所示）啟動 GMF 模組，在影像上緣設定 ROI 後，立即新增（Add）一個模組（Model），正確 Locate 待測物件的位置。



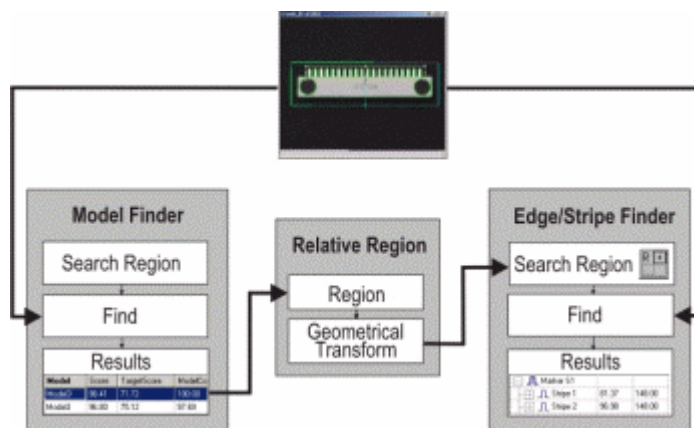
2. 調整 GMF 對話盒內相關參數（Scale Angle），便於在各種實際情況下都能找到待測物件，執行搜尋（Search）作業（如下圖所示）。



3. 建立 Relative Region：從上述比對後之結果（Results）對話盒中，選取 `Region` 按鍵，螢幕上便呈現如下圖之 Relative Region 對話盒，視情況需要按下 `Transform` 功能鍵，調整 Relative Region 至最佳位置（影像上面黃色之長方形圖示）。

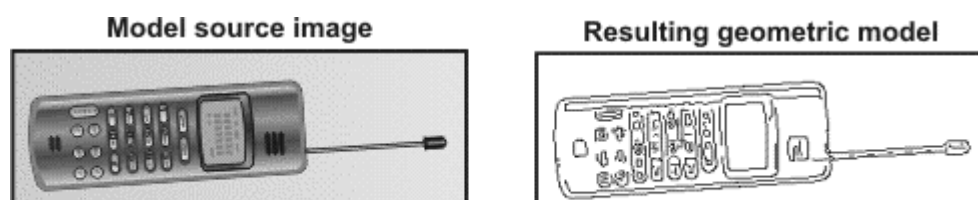


4. 執行 Blob 分析作業：在 Blob 對話視窗中設定相關參數，並從 `Source` 選取 `Region`，再調整前景與背景（Segmentation），所有 Blob 分析作業將僅限於 `Relative Region`。
5. 打開其它影像檔，重覆執行上面的 GMF 比對及 Blob 分析作業，測試在不同條件下 Scale 及 Angle 是否能正確 Locate 物件及算出 Relative Region 裡的面積或相關參數。



E. 幾何圖形比對

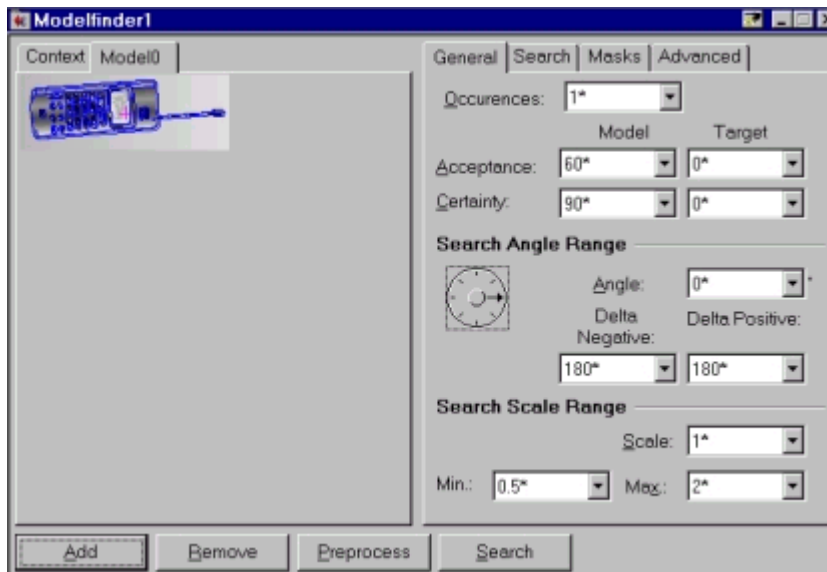
幾何比對元件是以幾何特徵為主，在目標影像中找尋圖形。有別於運用像素關聯的灰階式圖形辨識法，幾何比對是採用邊緣為主的幾何特徵，因此具備下列諸項優點：可容許較大的光源變化（包括反差對比）、圖形被遮蔽及在角度與形狀大小上的差異。



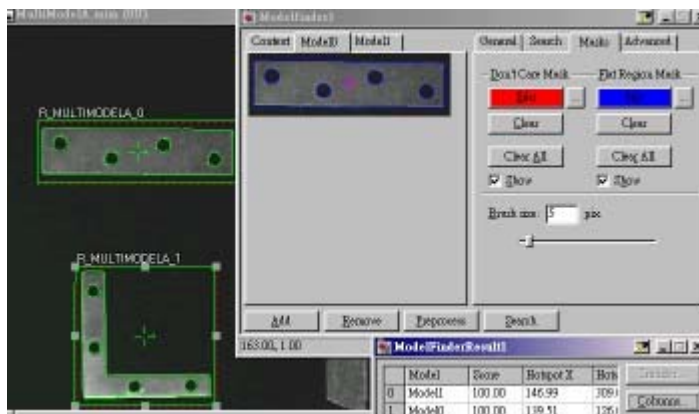
Edges are extracted from the model source image to form the geometric model.

底下所列幾個步驟，說明使用 Inspector 4.0 之幾何圖形比對元件的基本方法：

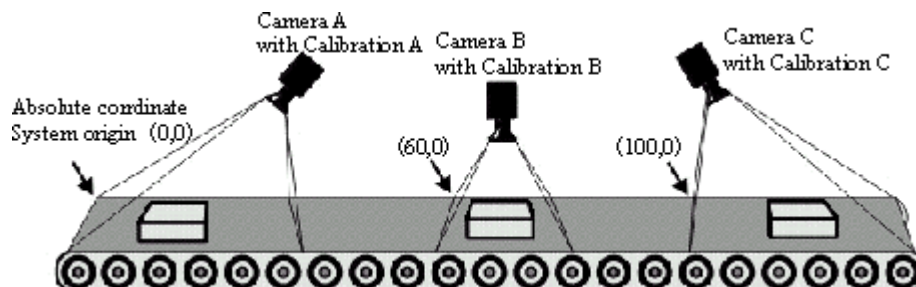
1. 首先，你必須將你的幾何圖形加入幾何圖形比對元件裡。該幾何圖形是從原始影像的特定區域中（ROI）所取得。之後，原始影像就不再需要了。



2. 若有必要，將幾何圖形中不重要或沒有特徵，且可能不一致性的區域加以 Mask（Don't care）。
3. 指定整體搜尋設定（Models 屬性）及個別幾何圖形的搜尋設定 Models（Model Index）屬性。有關這些參數設定的細節，請參考 Inspector 4.0 manual，作更深入說明。
4. 將幾何圖形比對元件做 Preprocess。
5. 從目標影像裡，搜尋（Search）與幾何圖形比對元件之幾何圖形的相似樣本。



6. 從 Results 中傳回結果。若需要 Save 儲存你的幾何圖形比對元件。



結論

1. 其它 Inspector 工具軟體所提供之 Code, OCR 或 Utility 等功能, 將在下一版中作進一步詳述。
2. 有關 Macro 或 Script 語法與撰寫方式, 亦留待下次介紹。
3. 如何使用 Windows `Auto` (OLE), 連結其它 VB 程式或客製化視窗, 請參考原版使用手冊。
4. Please refer to the Relative Region DEMO program, for much details
5. 新版 Inspector 4.0 增加功能計有：**GMF、改善 Edge Finder、Relative Region、ActiveMIL Builder、JPEG2000 Averaging Grabbing Bayer Filer**（支援 JAI M7 color CCD）、**Perspective 校正、Enhanced Line Profiles**…等

附錄 A ---- 如何進行有效的影像前處理作業

說明

通常，複雜的影像較不利於進行準確地辨識（identifying）作業或降低後續分析用結果的精確程度，其中，棘手的狀況，如下所列：

1. 雜訊干擾。
2. 輔助光源不適當，造成影像亮度不均勻。
3. 由攝影機的內部雜訊，亦或背景不良因素。
4. 待測物體相鄰或接觸。
5. 難以區隔物體與背景。

影像加強（enhancement）處理作業，即是被用來解決上述各種常遇到的難題。不過，目前 Inspector 工具軟體所提供的加強處理功能，種類相當多，使用者必須進一步學習，如何運用某特定技術或幾個適當的前處理作業，有效地加以解決特殊案例所面臨的複雜影像。

· **NOTE**：有些作業方式，必須配備 Matrox 影像卡及 JAI 攝影機（黑白或彩色），方能進行之。

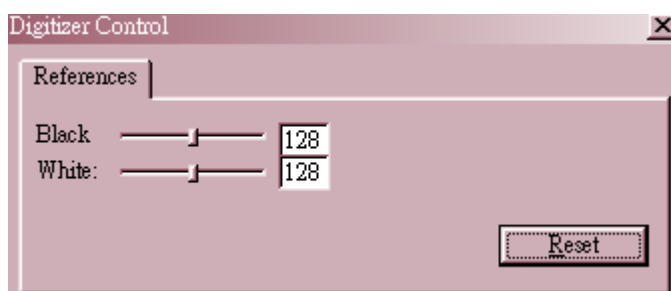
動態取像中，即時調整對比或亮度

範例一、利用對比/亮度調整工具，即時調整動態擷取之影像

目的：使用者知道如何使用「對比/亮度調整」工具，即時改變連續取像模式中之影像參數。

步驟：首先確定相關硬體裝置按裝正確，並執行 Inspector 之連續取像模式，同時打開 digitizer setting 之對話盒。

1. 按下快速鍵 ，進行連續取像，同時螢幕上立即顯示動態之影像。
2. 按下快速鍵 ，此刻，螢幕會出現如下圖所示之對話盒。



3. 利用滑鼠游標，控制並調整對話盒中之對比（offset）與亮度（gain），同時注意個別調整動作，對視窗中之動態影的影響狀況，並嘗試調整至最佳效果。
4. 按下  凍結畫面。

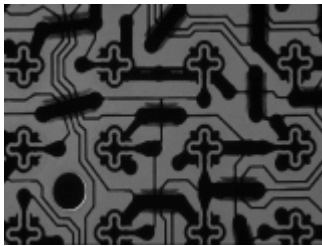
影像灰階統計圖—Histogram

Histogram 工具，在影像加強作業中，是用來檢視影像對比度，並據以決定如何進行對比，亮度及影像顯示，巧妙運用此項利器，將會對處理作業助益不少。所謂 Histogram，乃是指全畫面或 ROI 區域內之影像上的灰階值統計數值。主要的數據包括亮度平均值，Standard deviation, Variance 等幾項，這些統計數據，將讓使用者事先了解影像的品質，以及如何進行對比或亮度的加強作業處理。

範例二、打開一張影像檔，執行 Histogram 檢測其亮度及灰階數值統計

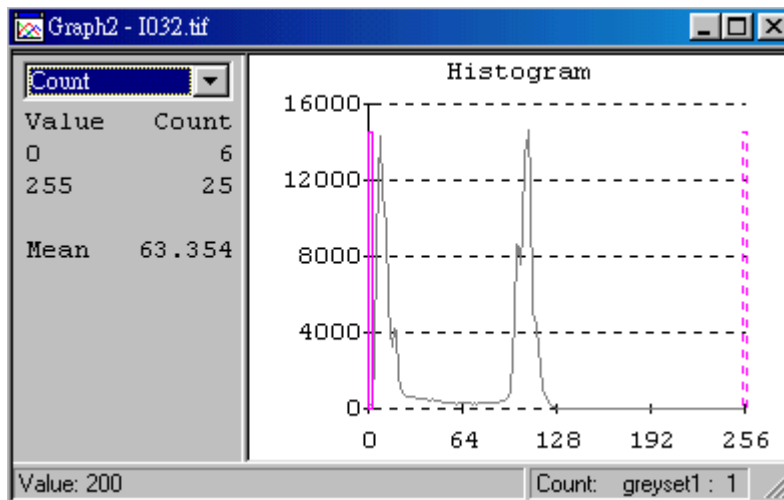
步驟：

1. 打開 I032.tif 檔



2. 執行 Histogram 工具，按下快速鍵 .

3. 螢幕出現如下圖之 histogram 圖表。



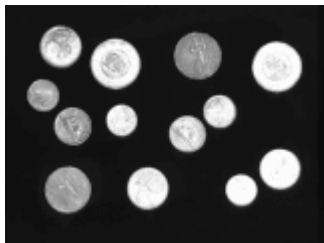
4. 圖表中，X 軸方向代表 0-256 灰階值，Y 軸方向表示個別灰階，在 I032.tif 影像中所佔的總數，同時，圖表上亦 show 出平均值，或藉由其它選項如 Area，並移動粉紅色之上下檻，即時計算出其它有效數值，例如灰階值位於 60 到 128 圖素，所佔之百分比 (%)。
5. 利用滑鼠點選 ，並在 I032.tif 影像視窗上，隨意拉出一條直線，看看螢幕會出現什麼畫面？(Line Profile)

輸入/輸出查照表 (LUT)

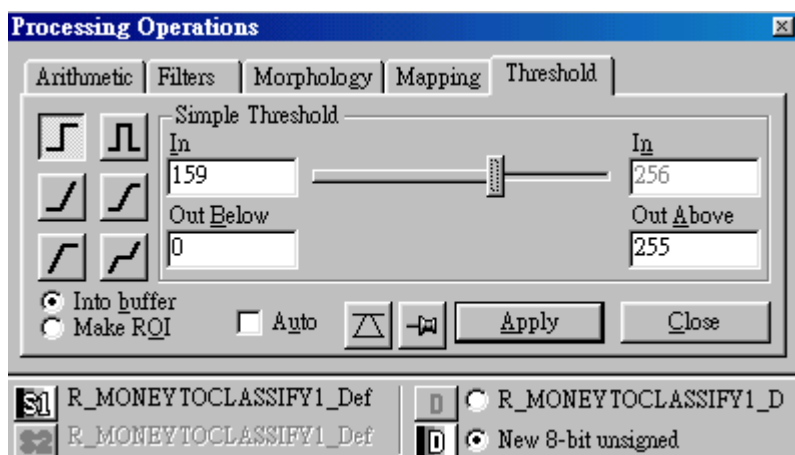
範例三、應用輸入/輸出查照表，來進行影像加強處理作業

步驟：

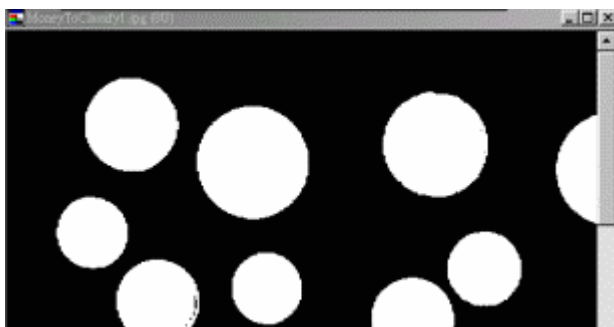
1. 打開 Money To Classify1.jpg 檔



2. 按下快速鍵 ，此刻螢幕上立即出現如下圖所示之對話盒



3. 上述對話盒中，右邊有總數，為 6 個之不同查照表 (LUT) 設定鍵，以滑鼠游標點選 ，並用游標移動捲動鍵，至左邊欄位數字顯示為 '159' 為止，並按下對話盒下緣之 'Apply' 鍵，此時，影像變化如下圖所示



4. 練習使用其它查照表，對同一張圖檔 (Money To Classify1.jpg) 進行類似的加強作業，看結果有何不同？(或打開 Building.jpg 彩色檔，作同樣的練習)

· **NOTE：**要使用輸入查照表 (LUT)，Inspector 必須搭配 Matrox 影像卡，且卡上必須配備壹組以上硬體查照表，方可進行此項功能。

應用各式濾波器，去除雜訊影像或強化邊緣

範例四、使用 Median 及 Averaging 濾波器，將影像中之雜訊（random noise）去除之

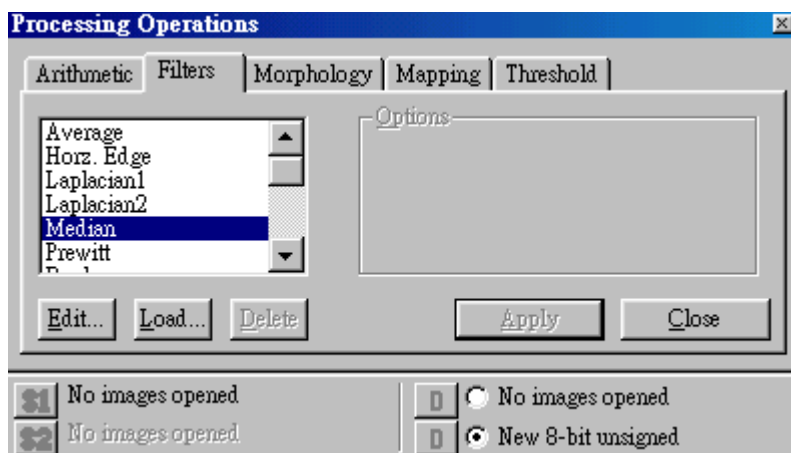
目的：Median 濾波器常被用來當作去除雜訊影像一項有效作業工具，藉由 3×3 的 neighborhood 數學運算式子，將中間灰階值以相鄰圖素之灰階平均值，取而代之，即可過濾掉特別突出之雜訊圖素。

步驟：

1. 打開 Median.tif 圖檔



2. 按下快速鍵 ，螢幕立即出現如下圖所示之對話盒



(A)

3. 以滑鼠游標點選 `Median` 濾波器，並按下 Apply 執行鍵，則可立即去除 Median.tif 上之雜訊。（如下圖所示）



4. 從下拉式功能鍵之 Edit 中，點選 `Undo`，並比較處理前/後之明顯差異。

· **NOTE**：請嘗試使用二值化工具（threshold），來處理 Median.tif 影像檔，經 Median 濾波作業前、後之加強作業，深入了解有效前處理（本案使用 Median filter）之重要性。

範例五、利用邊緣濾波器，進行各種不同的影像邊緣加強作業。

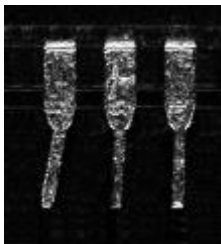
目的：執行水平、垂直及 Sobel 邊緣濾波器作業，強化影像上個別方向之邊緣。

步驟：

1. 打開 threepins.tif 圖檔



2. 按下快速鍵 ，則螢幕立即呈現出如圖 A 之對話盒，同時，以滑鼠點選 `Horizontal Edge`，並按下 `Apply` 執行鍵。處理結果如下圖所示。



水平邊緣強化

3. 同上述，但選擇 `Vertical Edge`，並按下 `Apply` 執行鍵。結果，處理後之影像如下圖所示。



垂直邊緣強化

4. 同樣，改採用 `Sobel` 運算因子，並對同一張原始圖檔 threepins.tif，按下 Apply 鍵，執行之，則得出下圖的運算結果。



Sobel

· **NOTE：**請練習以前述之 Line profile 功能，個別比較原始影像上之腳位邊緣，經邊緣強化器處理完後，相鄰圖素之間，灰階值落差的變化。

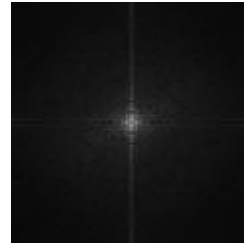
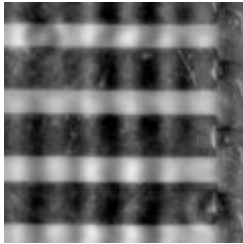
傅立葉—FFT

範例六、

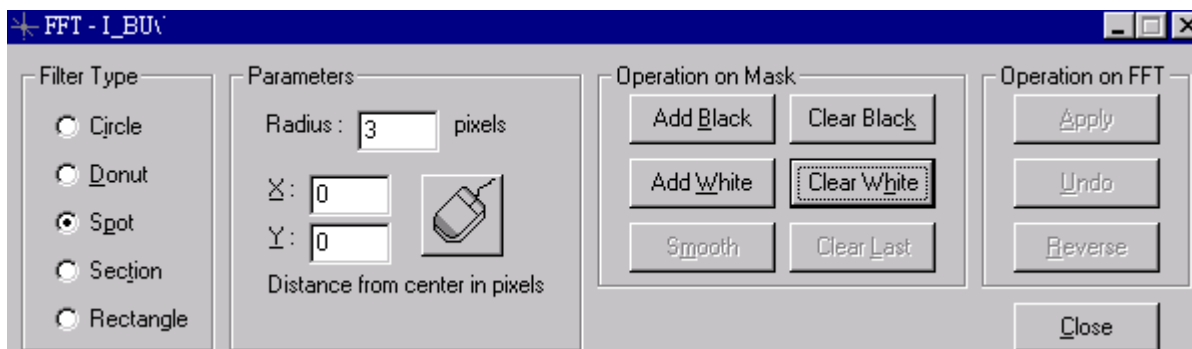
目的：在某些應用場合例如影像傳輸，畫面會出現非常規律的干涉條紋重疊在正常影像上，這種情況，上述各項的影像前處理作業均無法勝任，用於去除種周期性的干擾訊號，而必須藉由傅立葉轉換函數，將時域之影像轉為頻域，之後，濾除主頻率部份（即雜訊），再進行反向傅立葉轉換，即可得到清晰的影像。

步驟：

1. 先打開 Bus.tif 影像檔



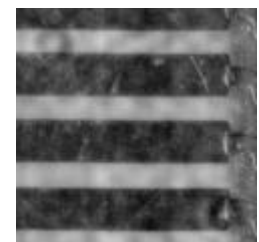
2. 從 `options` 表單中，選取 `Utilities` 內之 Fast Fourier Transform Filter 功能，則螢幕立即出現如下圖之對話盒，則立即將 Bus.tif 轉成如右上圖所示工頻域影像。



3. 從對話盒中，選取 `clear White` 則螢幕出現如下圖所示之 FFTMASK 圖檔。



4. 選取 `Spot` 將游標移動頻域影像上，對準亮點(白色)之後，按下滑鼠之左鍵，之後，再選取對話盒上之 `Resume` 按鍵。
5. 再從對話盒中選擇 `Add Black`，則原先之 FFTMASK 則改變為如圖 * 之 FFTMASR，之後再按下 `Applt` 鍵執行之。
6. 最後再按下 `Reverse` 鍵，則得到如右圖所示之清晰影像（比較前後之影像，可看出 FFT 處理之效果）。



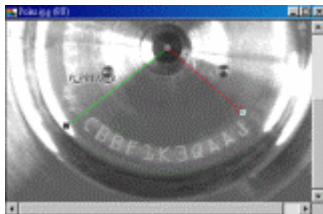
• **NOTE：**另行打開 Plierz.tif 檔，自行練習 FFT 濾波處理，看是否能完滿達成任務。

附錄 B ---- Polar 幾何座標轉換

範例：利用 Polar 極座標轉換，進行幾何空間校正，便於後續分析作業，例如文字辨識。

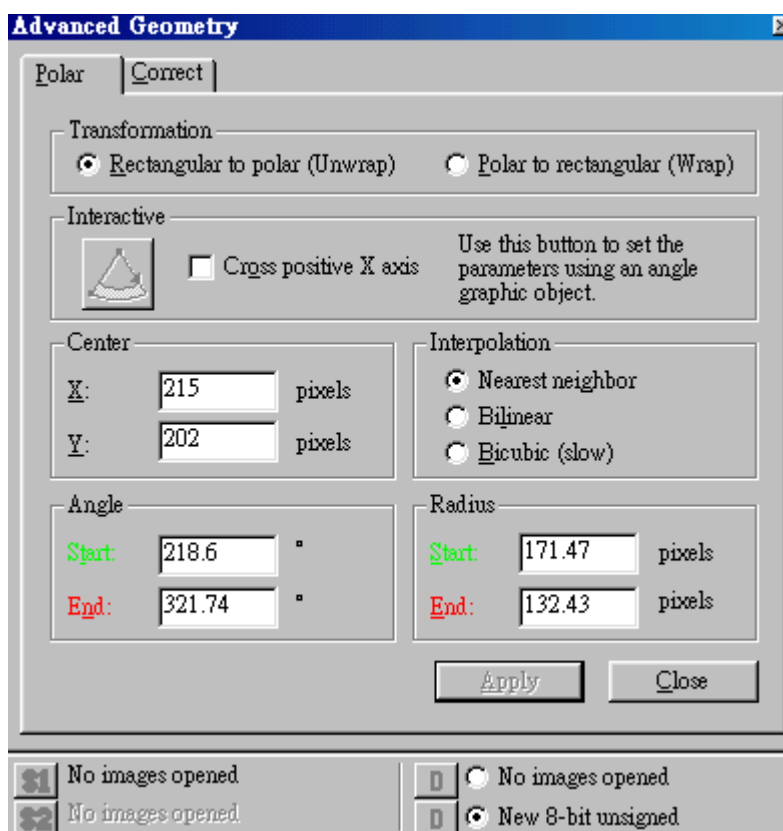
步驟：

1. 打開 Polar 影像檔



(1)

2. 從 `Image` 表單中選取 `Advanced Geometry` 之 Polar 功能，螢幕上立即出現如下圖之對話盒。



3. 對話盒中，點選 `Rectangular to Polar (Unwrap)` 並以滑鼠游標選取  移動至 Polan.tif 影像視窗，並依圖 1 所示，設定起始(綠色)與結束(紅色)位置。

4. 按下 `Apply` 執行鍵，則螢幕立即呈現經由 Polar 轉換後之幾何校正圖檔。



· **NOTE**：打開 Single Gear 8u.bmp 檔，練習之。

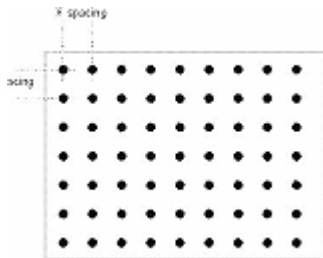
附錄 C ---- 如何做好精密的校正程續，以便提高量測精密度達次像素 (sub-pixel)，增加檢測精度

說明

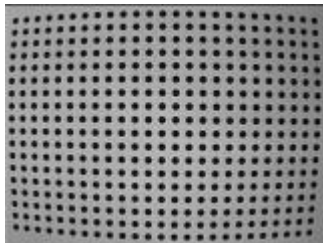
適當且正確的校正方法，往往是任一套高精度的視覺系統，從按裝到實際運作過程，適時必須進行的必要步驟之一，特別是針對尺寸的量測。而且，為了補償或克服光學鏡頭本身先天上的失真度，或架設攝影機(含鏡頭)所用制具的偏差，導致視角的整體失真，有效的校正方法，絕對是不可忽略的作業。

步驟：

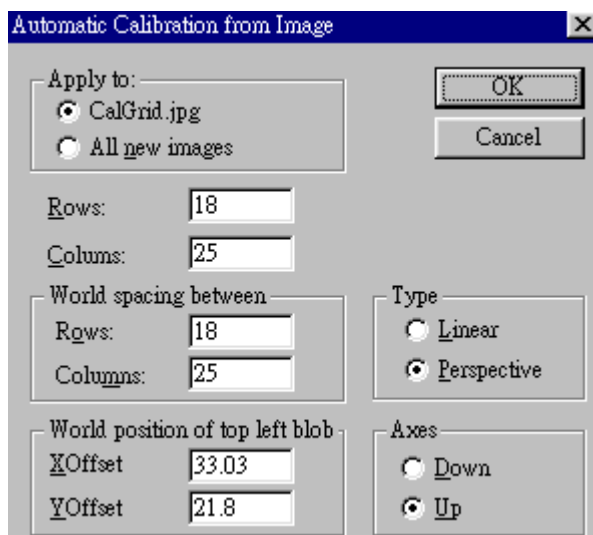
1. 事先準備好如下圖的格子點陣，並將之置放於架設好之視覺系統所配備之 CCD 取像範圍，距焦清楚的位置，之後，進行取像、凍結，並加以存檔。



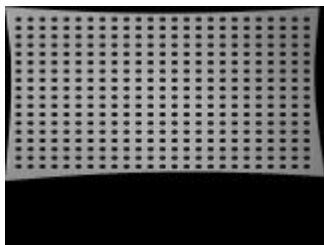
2. 假設肇因於鏡頭失真或上述之 CCD 擺放位置偏差，而引起視角上的失真，實際拍攝之影像如下圖所示，產生影像扭曲變形。



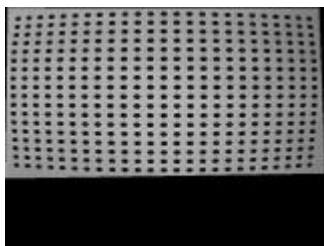
3. 選取 `Options` 功能表單下之 `Calibration` 中之 `New From Grid`，則螢幕立即出現如下圖之對話盒。同時，按照實際格子點數(水平，垂直)及最左上角之墨色格點的中心座標（可經由 Blob 分析計算得知），在各個欄位中，輸入正確值。再點選 `ok` 按鍵即可。



4. 再由 `Image` 功能表單下之 `Advanced Geometry` 中選取 `Correct`，則螢幕上會出現對話盒，立即按下 `Apply` 鍵執行。

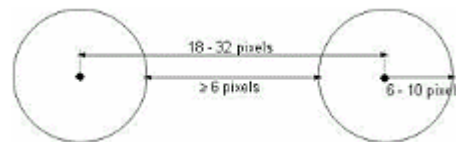


5. 下圖乃經由校正後，明顯改善圖 Cal Grid.jpg 嚴重失真，扭曲的情況。



- **NOTE:** 1.請練習打開 Gen Boond.jpg 之影像檔，並應用上述之校正檔，實際進行 `correct` 功能，並比較校正前後之差異。
- 2.有關校正標準 `GRID` 之製作與選取，必須注意下列幾點事項，並確實按圖施工，才能真正達到更高 `次像素` 的精度。

- 如圖所示，每個墨點之半徑，必須至少佔據 6-10 pixels 為佳。
- 相鄰墨點之圓心位置，至少要距離 18 到 32 個 pixels(建議值→22pixels)
- 相鄰墨點之邊緣(Edge-to-Edge)，距離，必須大於 6pixels。
- 整個 Grid 點距陣範圍，儘可能充滿鏡頭所拍攝之 FOV，但以不超出為原則。
- Grid 之標準校正片，必須達到高對比，例如白底墨點。



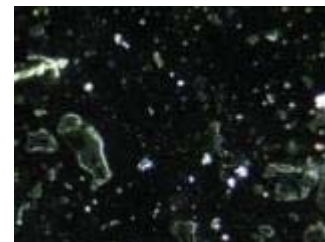
附錄 D ----如何進行 Blob 分析作業？

範例：計算白點之粒子數、粒子面積、最大粒子直徑、平均粒子數(密度)、平均粒子面積及平均粒子直徑，原始影像如右圖所示

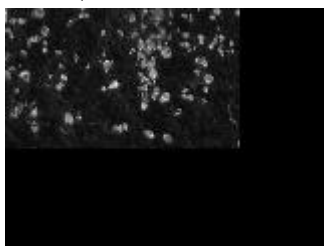
步驟：

1. 前處理作業

- I、 先將彩色圖檔轉成 8-bit 灰階
- II、 利用前處理工具例如 Mapping，大致上可得到如下圖所示之較佳效果。
(或可利用 Erode、Dilate、相減作業)



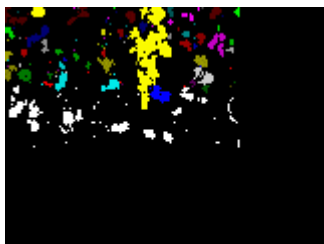
原始影像檔



經前處理後之影像

2. label 後之假色彩圖檔

- I、 可比較處理前後之結果是否最佳化，如果不是，可再回到步驟 1，調整相關參數。



label 後之影像(假彩色)

3. Blob 分析及分類

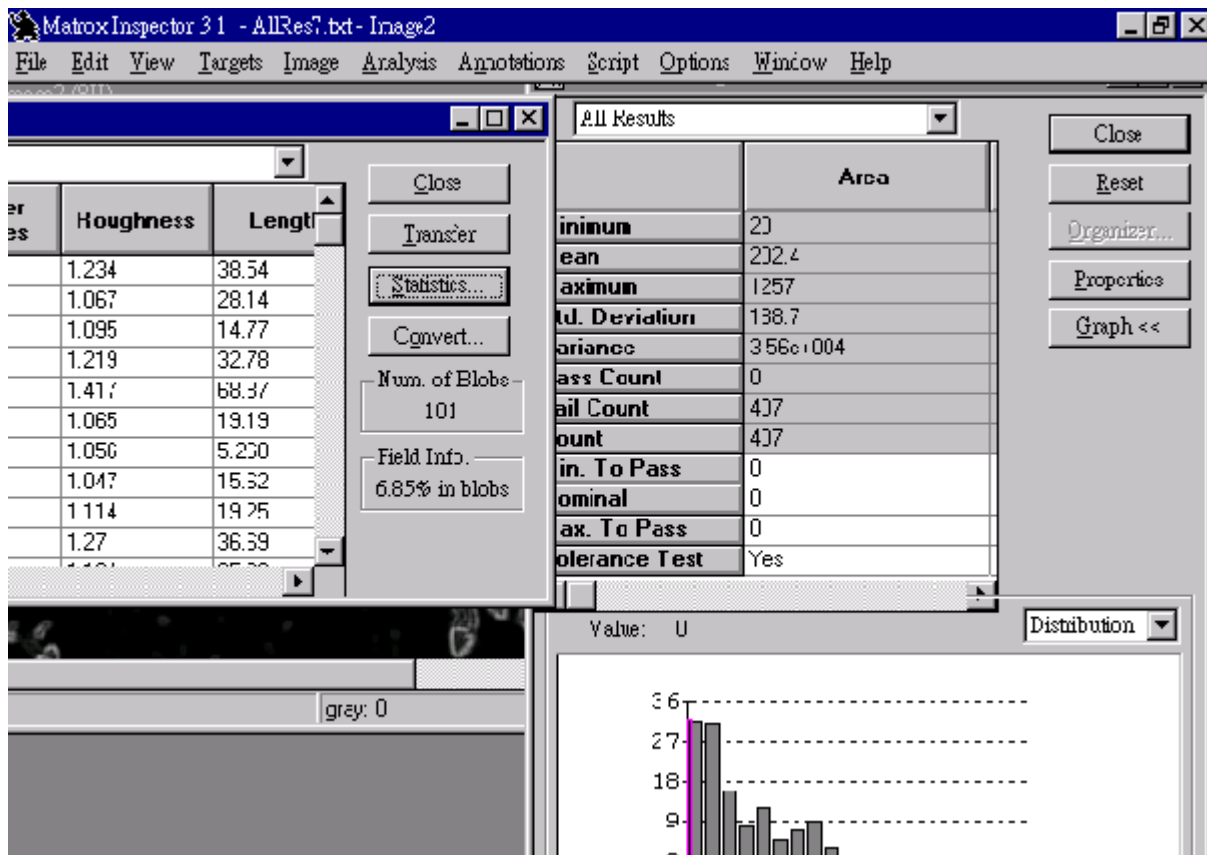
- I、 選擇 Blob 分析、分割處理，並設定或挑選相關參數及欲計算之物理量，如面積、重心、周長、直徑…等。
- II、 可採用學習教導，設定門檻或自動分類方式，進行群族計，並以顏色代表不同群集。
(如下圖所示)

Blob 分析，個別計測及分類統計

Label	Area	Compactness	Number of Holes
Aa	123	4.5116	11
Ad	442	1.385	0

4. 統計圖表作業

- I、自動計測後，Inspector 會提供如下圖所示之統計圖表作業，算出各項統計值及分佈圖。
- II、或者，個別數值結果，亦可直接 Export 到 Excel 試算表。



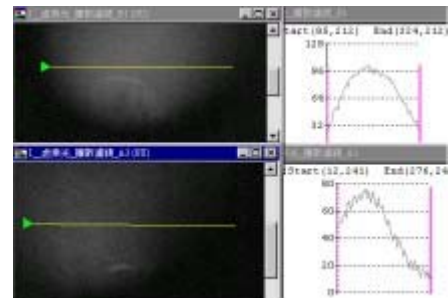
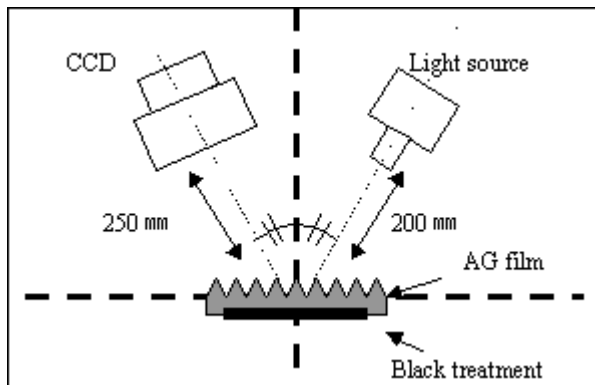
統計圖表，分佈圖示

附錄 E----計算 Line 及 Area Histogram 及灰階值

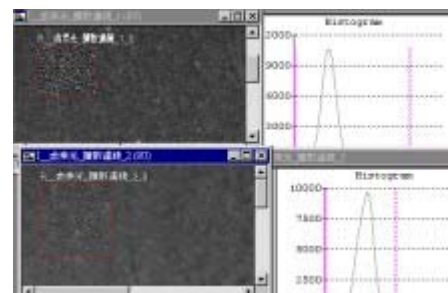
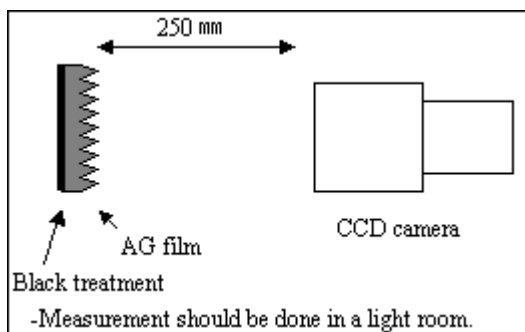
範例：利用 Inspector 提供之 Line 及 Area Histogram 功能，計算個別像素之座標及灰階值，並透過 DDE 輸出至 Excel 試算表，再求得相關參數（Anti-glare、AG）、White Muddiness。

實驗架設：

1. AG 量測系統



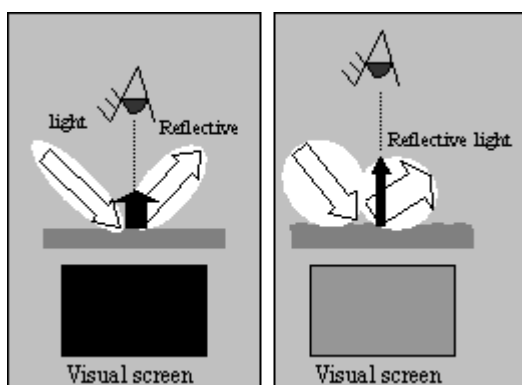
2. White Muddiness



分析方法：

AG 參數

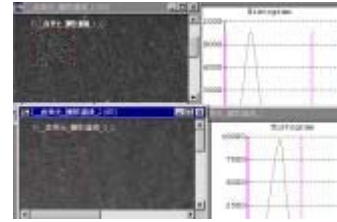
White Muddiness 分析



步驟：

➤ AG：

1. 打開檔案 (open)
2. 選擇 Line Profile
3. 或從下拉式選單中，選取 Export→Current ROI
4. 如右圖所示，或從 Excel 中得出個別座標及灰階值



➤ White Muddiness：

1. 打開檔案 (open)
2. 選擇 histogram
3. 或從下拉式選單中，選取 Export→Current ROI
4. 如下圖所示，轉成 Excel 檔，得到個別像素之座標與灰階值。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	I_ 鹵素光_擴散濾鏡_3 - R__鹵素光_擴散濾鏡_3_0 - Monochrome - (109, 54) (1000, 1000)							
2	59	70	65	56	58	66	65	57
3	61	65	65	65	59	50	52	62
4	65	56	51	58	62	63	68	71
5	54	59	65	61	65	75	68	68
6	65	66	66	63	66	69	65	66
7	70	74	77	65	52	54	60	62
8	60	65	58	52	59	61	52	58
9	60	59	63	67	68	57	51	58
10	70	59	60	64	60	61	70	69
11	71	73	63	65	69	71	72	58
12	66	62	69	72	67	62	63	76
13	67	68	67	65	68	72	70	69
14	61	66	79	79	72	70	71	76
15	60	66	72	72	62	67	72	77

附錄 F----應用範例 – Relative Region

說明

如何運用 Inspector 4.0 之 Relative Region 功能，進行彩色影像之 Histogram 分析，求得 R、G、B 個別比重的 Y 方向 Profile 及 Peak 值位置

相關功能：

- **Averaging 取像**--降低雜訊，提高重現度及正確性
- **圖形比對**--正確 Locate 量測位置，以利於批次作業
- **Relation Region**--設定 Histogram 分析的 ROI/AOI
- **Export**--將 RGB 灰階值傳送到 Excel 試算表

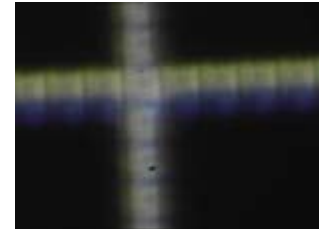


圖 3

步驟：

1. 取像

除了卸除 Random Noise，提高色彩亮度分析的重現性與精確度，在開始取像時就採用 Averaging 取像，即每次連續抓取 8 張影像，並以 Weighting Averaging 方式濾除雜訊，方法如下：



圖 1

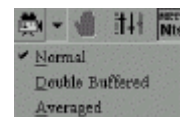
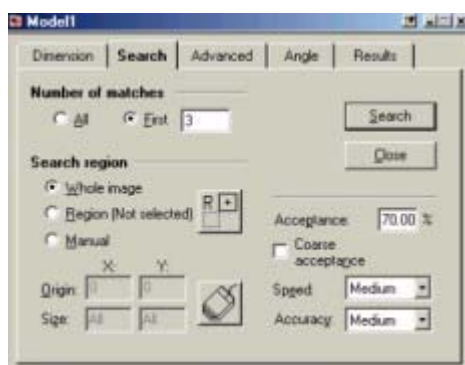


圖 2

從快速功能鍵中（如上圖 1），選取  並勾選 `Average`（如上圖 2）。完成上述動作後，即得到如圖 3 之原始影像

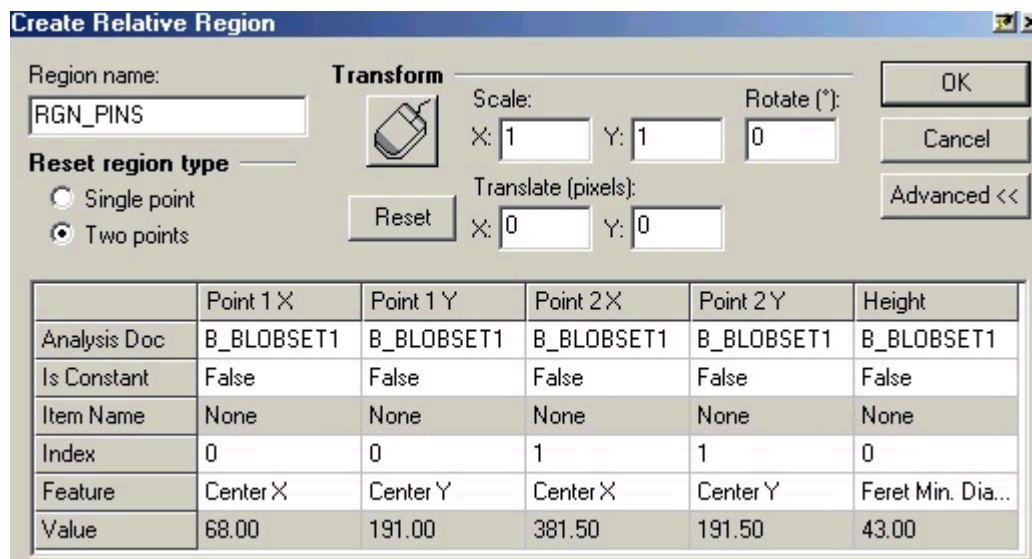
2. 圖形比對

在原始影像上設定比對之 ROI/AOI，並選取 Pattern Matching 之功能鍵 ，此刻螢幕立即出現壹組參數設定對話盒（如下圖），執行 `Search` 後即找到目標樣本



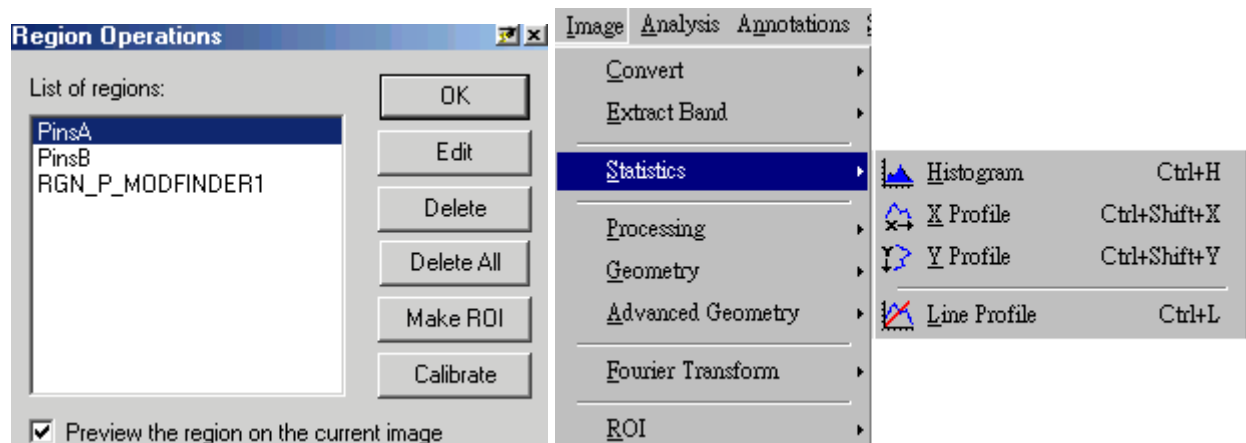
3. Relative Region

從 Pattern Matching 對話盒中選取 `Results` 頁面，選擇 `Regions` 螢幕立即出現如下圖之 `Create Relative Region` 對話盒。同時，勾選 `Transform` 功能鍵，並在影像上面重新設定真正所需的 `Relative Region`，做為後續分析的範圍（設定後必須再以滑鼠按下 Transform 才會生效）

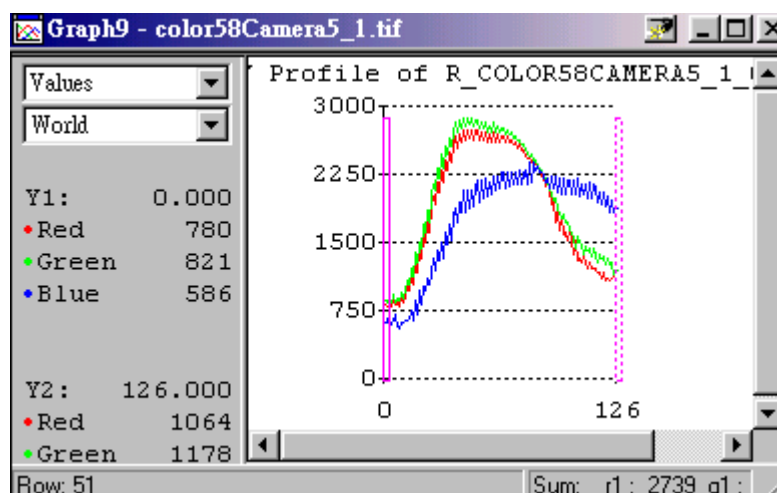


4. Histogram 計算

完成上述設定後再打開或重新取壹張彩色影像（待測目標影像），執行圖形比對後，再選擇待測影像（以滑鼠直接在視窗之 Border 上 Active），並按下 Relative Region 之 ，螢幕立即出現如下圖之對話盒，並按下 'Make AOI'，即設定處理之 AOI/ROI 區域



在下拉式功能表 'Image' 中，選取 Statistics -> Y Profile（如下圖），執行後即得到該 ROI 之 Y 方向的 RGB 分佈曲線



5. 數據報表作業

如果需要進一步將 AOI/ROI 上之像素灰階值 (R、G 及 B)，輸出至其它統計軟體，例如：Excel 則選擇 Export 鍵之 Current_ROI，即立將個別座標及 RGB 灰階值傳送至 Excel 試算表中 (如圖)

	A	B	C	D	E	F
1	Y Profile of	Y Profile of	Y Profile of	R_COLOR58CAMERA5_1_0 - b		
2	780	821	586			
3	831	871	636			
4	816	843	683			
5	848	907	576			
6	811	852	621			
7	882	930	667			
8	819	840	721			
9	839	895	591			
10	814	869	568			
11	905	964	625			
12	853	897	638			
13	943	1009	641			
14	968	915	548			
15	1020	1094	640			

結論：

本應用範例適用於進行色彩分析與比對，例如：比較下列兩個 Y Profiles 之 Histogram，可以明顯看出 'R' 成份之影像產生位移或所謂色差

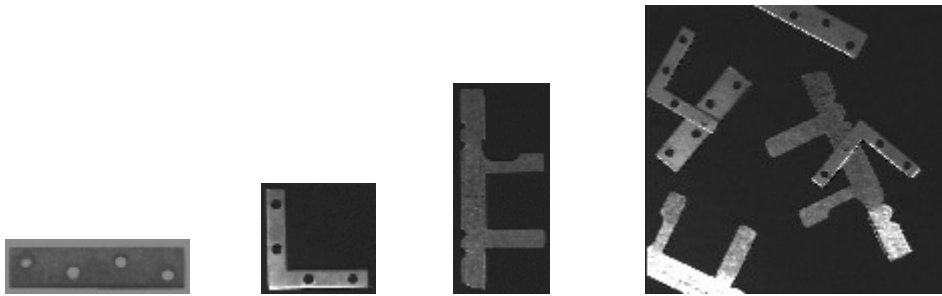
附錄 G----圖形比對應用範例：GMF 及 NGC 用於視覺定位的比較

說明

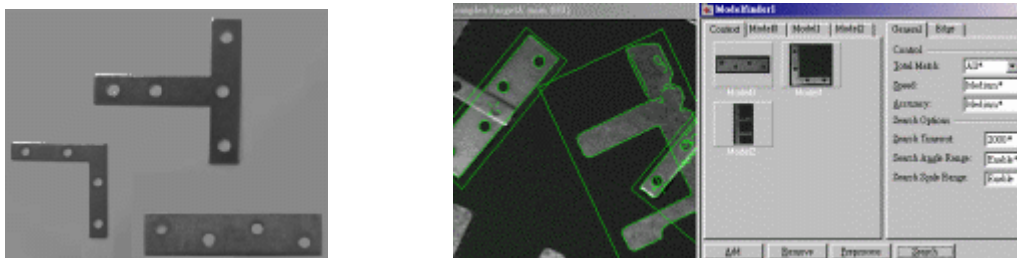
Inspector 4.0 版在影像辨識，增加幾何比對法則（Geometric Model Finder, GMF），功能與辨識精確度上，有別於原有的灰階比對方法，下面簡單的應用範例，大致介紹兩者之間的差異性。

範例：從 Matrox Inspector 4.0\Image\目錄下，開啟 Multi ModelA.mim 檔，分別使用 GMF 及 NGC 影像辨識方法，建立比對樣本之後，再嘗試在上述相同目錄下，打開 Complex TargetA.mim 及 Hardware Model.mim 影像，執行比對作業，並比較兩者之間的差異性？
步驟：

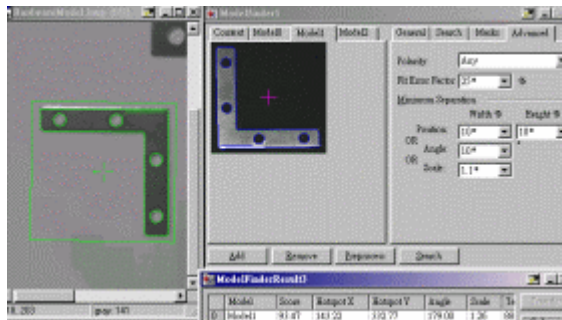
1. 如下圖，打開 Multi ModelA.mim 影像檔後，啟動 GMF 功能，再以 ROI 分式逐步建立 Model 0 及 Model 1，按下 `Preprocess` 鍵進行最佳化的搜尋路徑。



2. 在 GMF 對話盒之 `Context` 視窗中，啟動(enable) `Search Scale Range` 功能，以便能容許待測物件的尺寸大小改變。之後再開啟 Complex TargetA.mim 檔，並以全視窗影像執行搜尋，找出相似物件。



3. 以同樣的設定條件，開啟 Hardware Model.mim，再執行一次比對，結果無法找到任何物件，主要的原因乃是 Hardware Model.mim 影像檔中，待測影像的對比反差太大。選擇 GMF 對話盒中之 `Advanced` 頁面，改變 `Polarity` 的參數為 `Any`，再重新搜尋比對，就可以正確找到待測物。



4. 重覆同樣的步驟，但改用 NGC 的辨識功能，比較兩者之間的比對功能及精確度。（NGC 比對時，必須調低容許門檻，才可能找到待測物件）

