

# 畸變 檢測之研究

指導老師：林宸生

學生：張書綺、吳俊旻、何振維、韋子祈



# 定位法則

## ✦重心法

- ✦ 易受影像品質影響
- ✦ 若影像重疊則無法判斷

## ✦灰度累積法

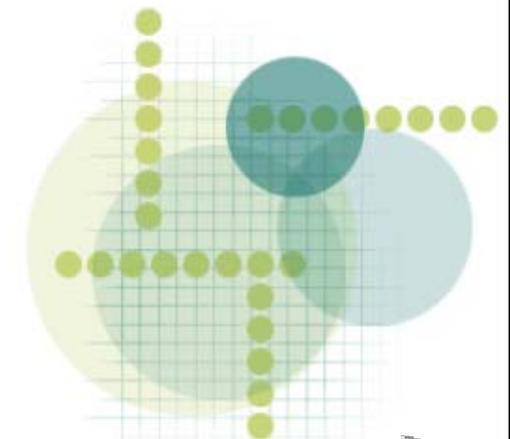
- ✦ 用於環形、圓形影像
- ✦ 影像重疊無法判斷

## ✦Cross correlation

- ✦ 用於十字影像
- ✦ 影像重疊無法判斷

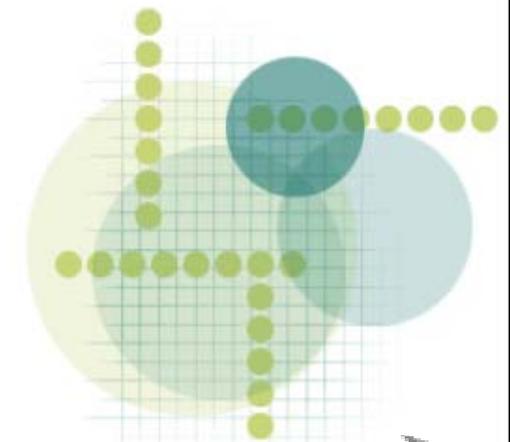
## ✦十字四角定位法

- ✦ 用於十字影像
- ✦ 影像重疊無法判斷



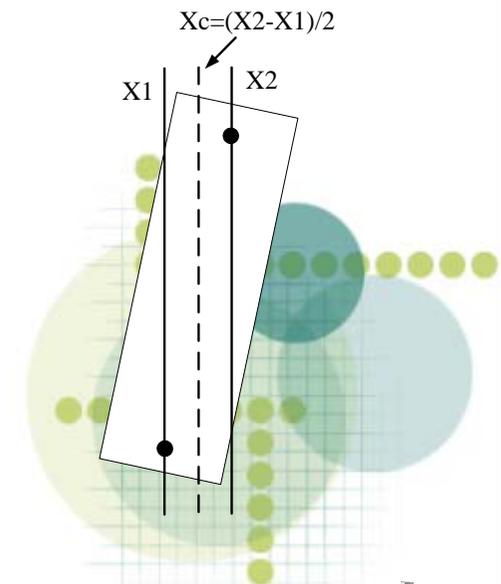
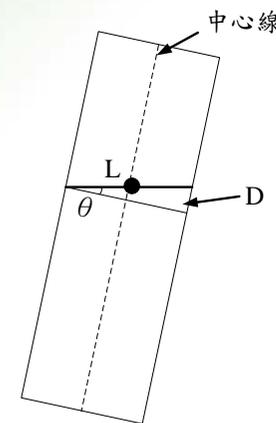
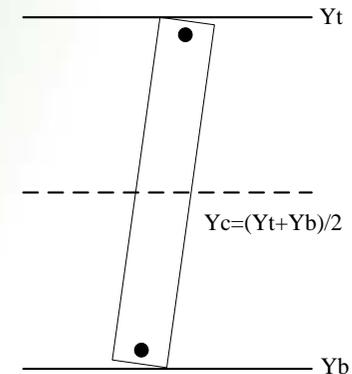
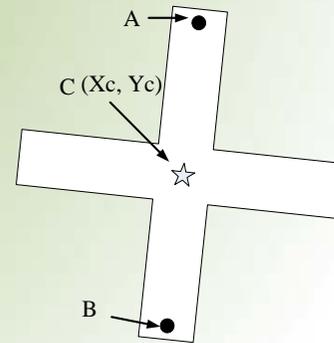
## 重心法(2)

- ✦可快速取得影像中心點座標
- ✦適用於任何對稱影像
- ✦易受影像品質影響
  - ✦影像殘缺
  - ✦攝影機鏡頭畸變
- ✦無法取得影像旋轉角度



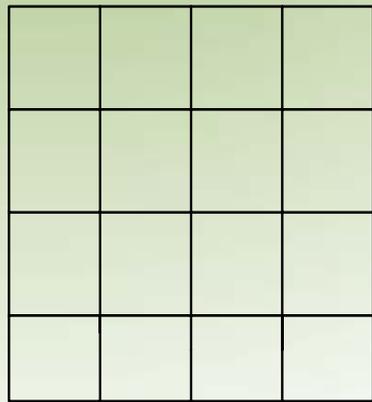
## 四角定位法[3]

- ✦ 使用十字標誌角落點，代入聯立方程式求得標誌位置與傾斜角度
- ✦ 而於影像分析掃描上，無論十字如何傾斜，其掃描線L均為水平的
- ✦ 找出A、B兩點
- ✦ 利用分量找出中心座標( $X_c, Y_c$ )

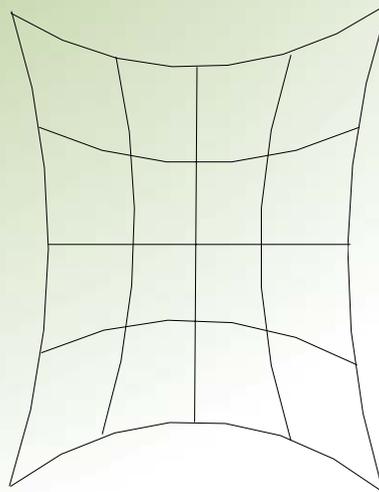


# 畸變像差

- ✦ 畸變原因是像點與光軸距離不同
- ✦ 其側向放大率亦隨之不同所造成。



正方格子圖片



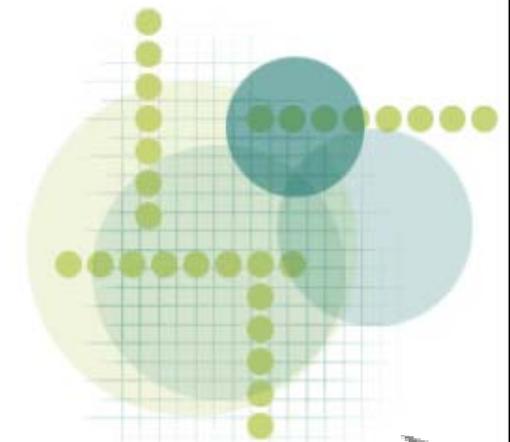
枕狀畸變



桶狀畸變

## 線性回歸中心點求取方式

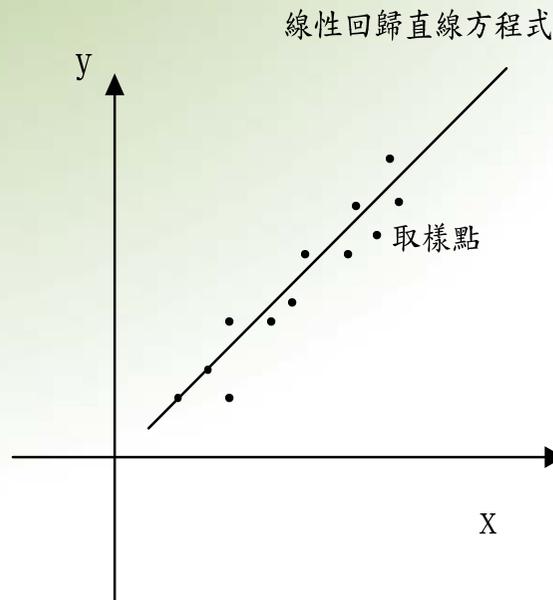
- ✦ 提出之線性回歸中心點求取方式，係將標誌圖形搜尋出後，針對此標誌圖形輪廓或中線進行線性回歸，求得其輪廓或中線資訊，再由聯立方程式，求得中心點資訊



# 線性回歸(1)

- ✦ 線性回歸法主要的目的為在所有取樣點中，計算出一條誤差最小的直線，表示取樣點
- ✦ 假設物體邊緣輪廓取樣點共有m個，而線性回歸直線方程式為

$$\tilde{y} = a + bx$$



## 線性回歸(2)

$$S = \sum_{i=1}^m (y_i - \tilde{y})^2 \quad (5)$$

✦ 將用  $a + bx$  代入上式

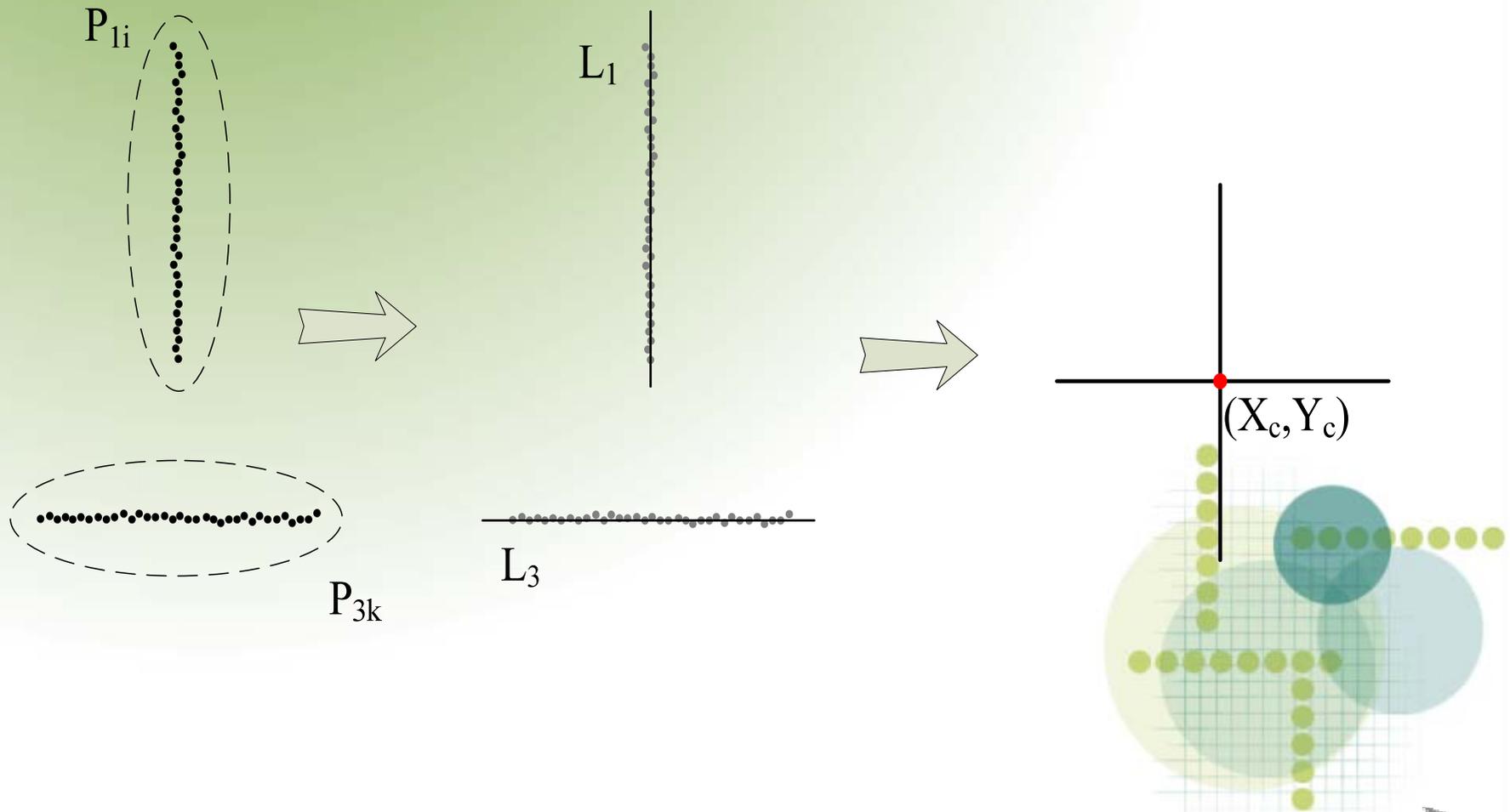
$$S = \sum_{i=1}^m (y_i - (a + bx_i))^2 \quad (6)$$

✦ 將  $S$  對  $a, b$  微分，並令為零，以求得  $a, b$  之

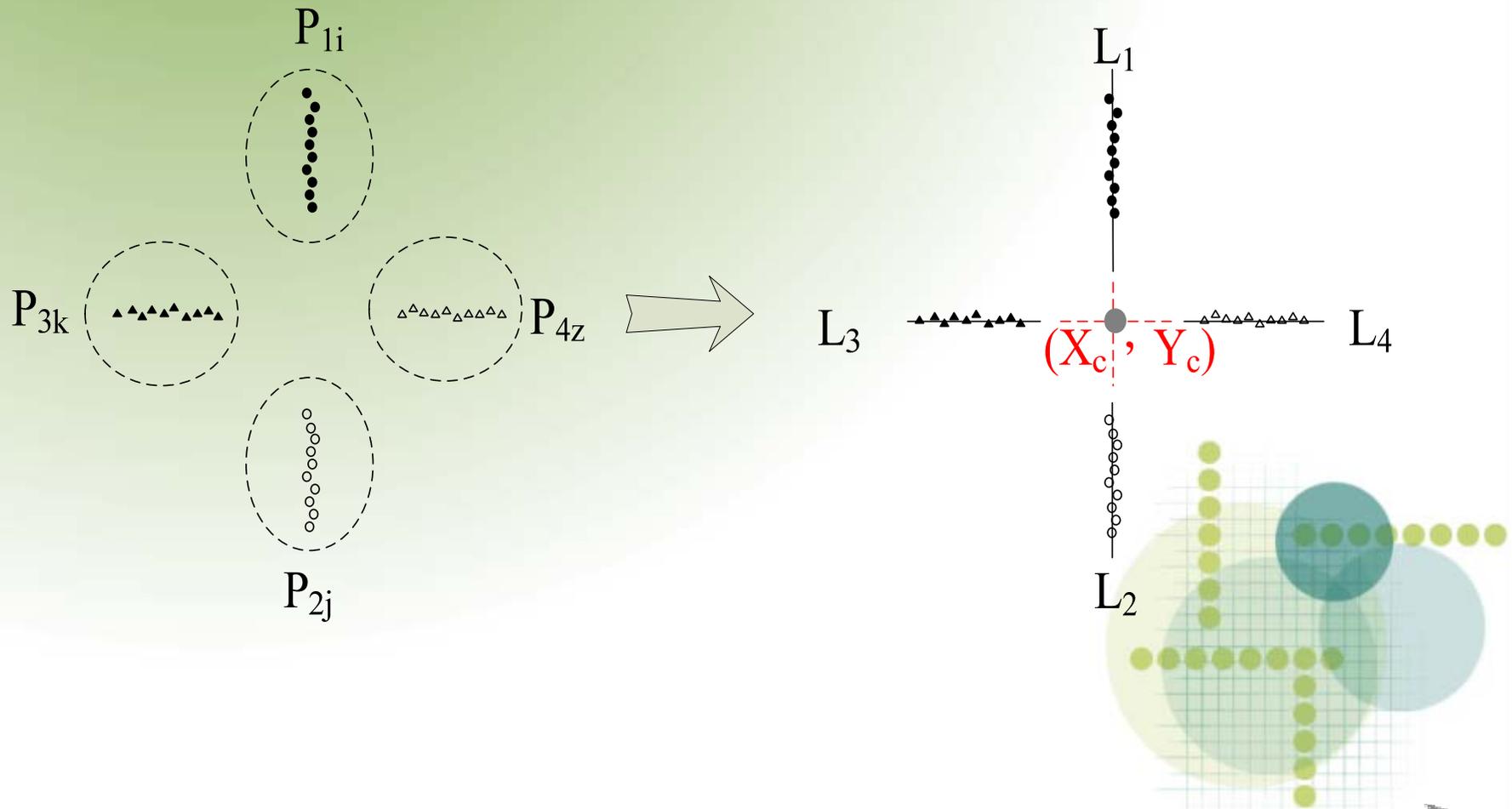
值：

$$\begin{cases} a = \frac{(\sum y_i)(\sum x_i^2) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{m(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \\ b = \frac{m(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{m(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \end{cases} \quad \Sigma = \sum_{i=1}^m \quad (7)$$

# 十字線性回歸中心點求法



# 四角線性回歸中心點求法

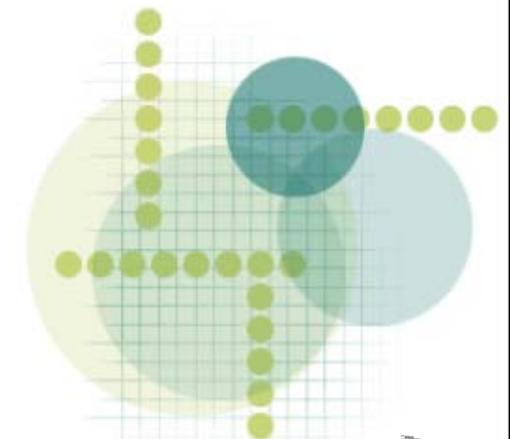
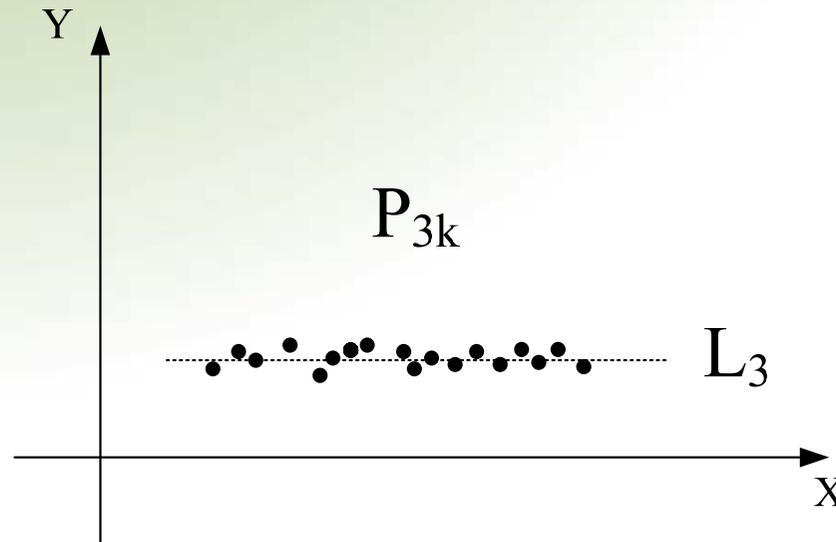


## 線性回歸運用於標誌中心點法則 - 水平線線性回歸(1)

⊕ L3直線方程式應為

$$S = \sum_{m=1}^k (y_{3m} - \tilde{y}_3)^2 \quad (8)$$

⊕ 將  $\tilde{y}_3 = a_3 + b_3 x_{3k}$  代入上式



## 線性回歸運用於標誌中心點法則 - 水平線線性回歸(2)

$$S = \sum_{m=1}^k (y_{3m} - (a_3 + b_3 x_{3m}))^2 \quad (9)$$

✦ 將S對 $a_3$ ， $b_3$ 微分並令為零，求 $a_3$ ， $b_3$ 值

$$\left\{ \begin{array}{l} a_3 = \frac{\left( \sum_{m=1}^k y_{3k} \right) \left( \sum_{m=1}^k x_{3k}^2 \right) - \left( \sum_{m=1}^k x_{3k} \right) \left( \sum_{m=1}^k x_{3k} y_{3k} \right)}{k \left( \sum_{m=1}^k x_{3k}^2 \right) - \left( \sum_{m=1}^k x_{3k} \right)^2} \\ b_3 = \frac{k \left( \sum_{m=1}^k x_{3k} y_{3k} \right) - \left( \sum_{m=1}^k x_{3k} \right) \left( \sum_{m=1}^k y_{3k} \right)}{k \left( \sum_{m=1}^k x_{3k}^2 \right) - \left( \sum_{m=1}^k x_{3k} \right)^2} \end{array} \right. \quad (10)$$

### 線性回歸運用於標誌中心點法則 - 水平線線性回歸(3)

✦ 將上式(10)推廣至每條線段均可套用

$$\left\{ \begin{array}{l} a_M = \frac{\left( \sum_{m=1}^N y_{Mm} \right) \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm}^2 \right) - \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm} \right) \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm} y_{Mm} \right)}{N \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm}^2 \right) - \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm} \right)^2} \\ b_M = \frac{N \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm} y_{Mm} \right) - \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm} \right) \left( \sum_{m=1}^N y_{Mm} \right)}{N \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm}^2 \right) - \left( \sum_{m=1}^N x_{Mm} \right)^2} \end{array} \right. \quad (11)$$

✦ 其中M為邊點群組編號，N為各邊點群組內總點數值

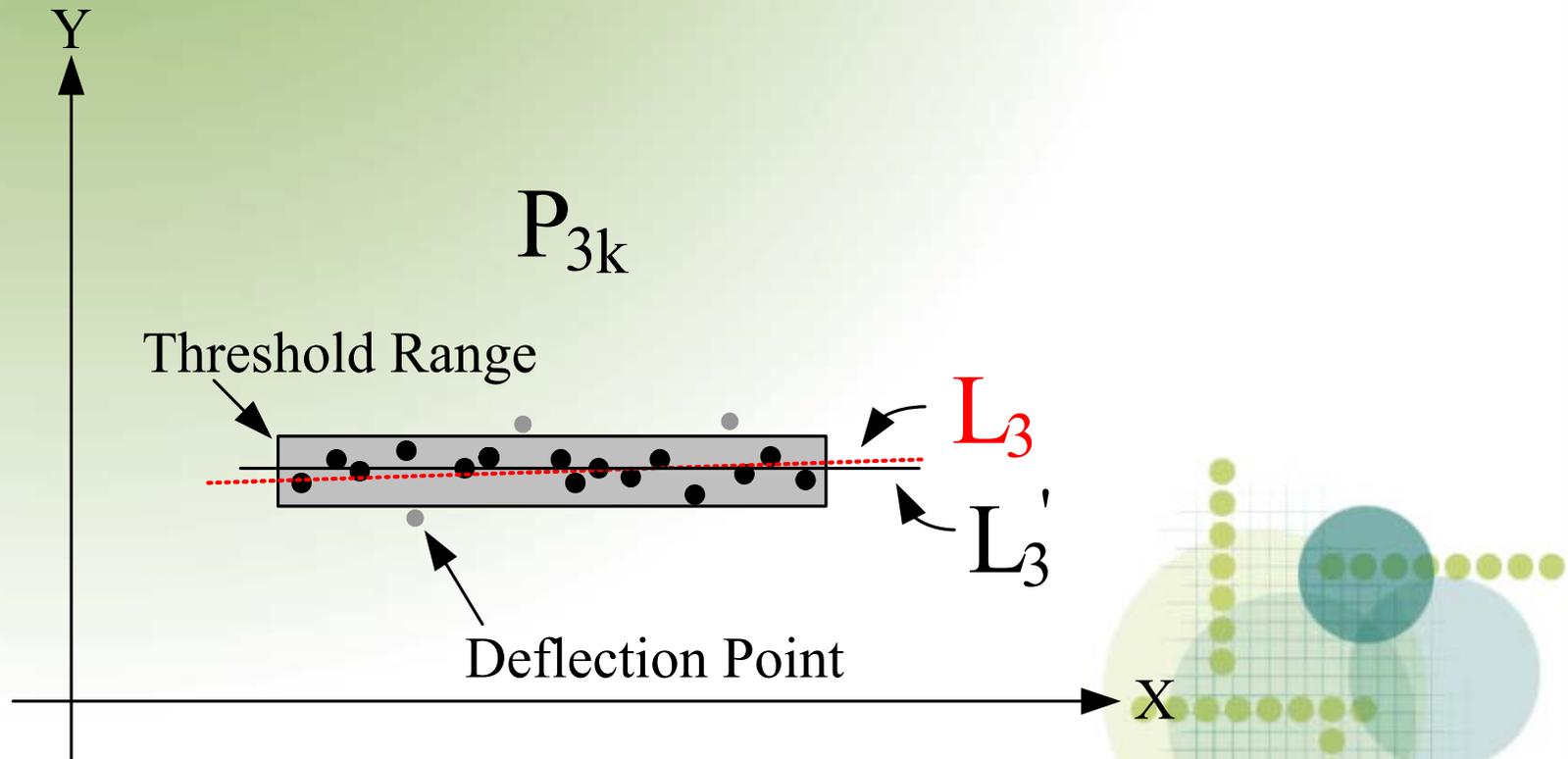
$$L_M: \tilde{y}_{Mm} = a_M + b_M x_{Mm}, \quad m=1 \sim N \quad (12)$$

## 校正、補償機制

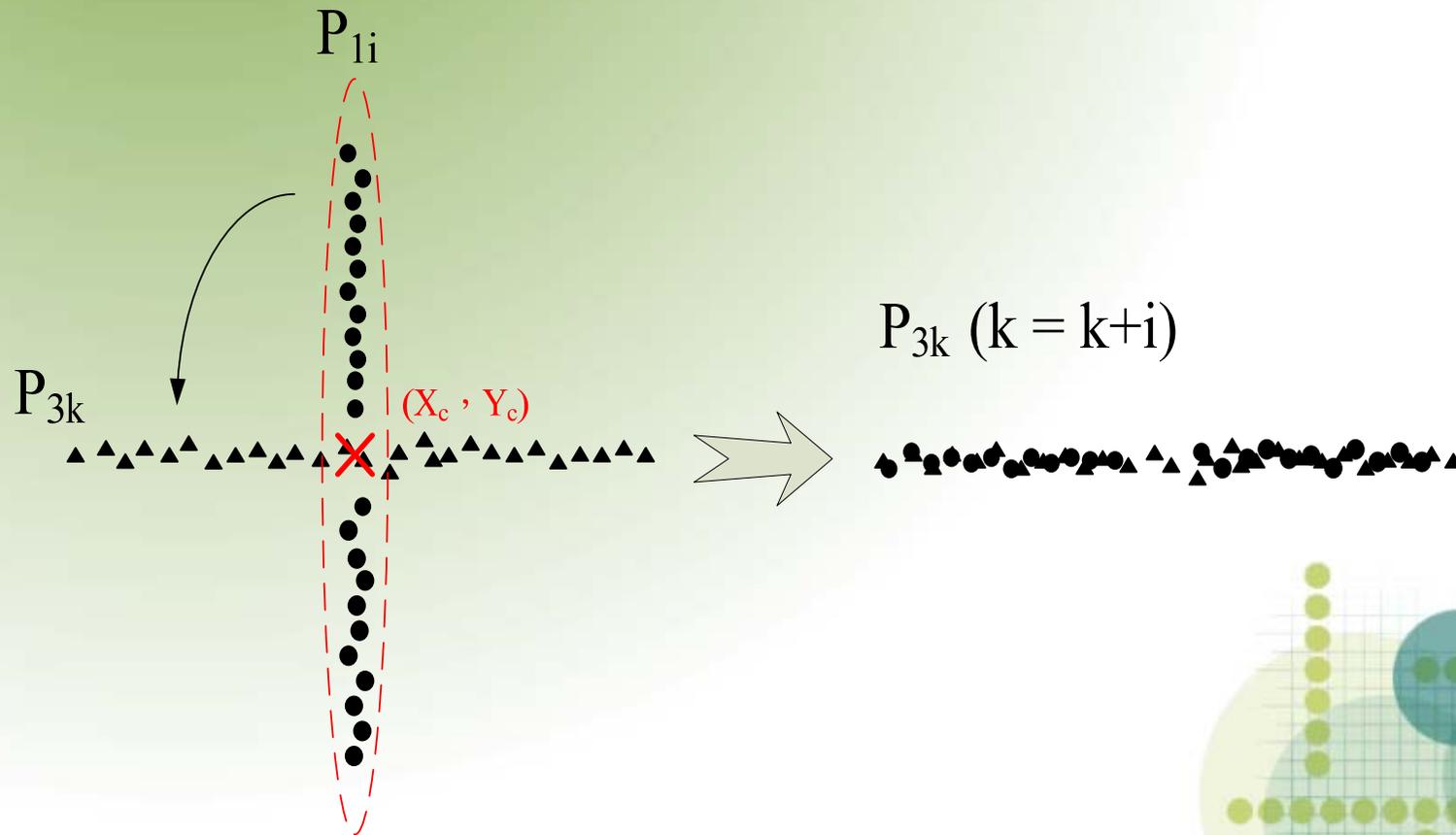
- ✦ 標誌影像經線性回歸法則求得其中心點座標，為避免影像因取樣點數不足使得回歸後之線段產生誤差，因此提出一套校正與補償機制
- ✦ 校正機制主要是篩選出距離線段較為相近之點再進行線性回歸
- ✦ 補償機制為增強邊點群組內之取樣點數，以下將詳細對此機制進行介紹

# 校正機制

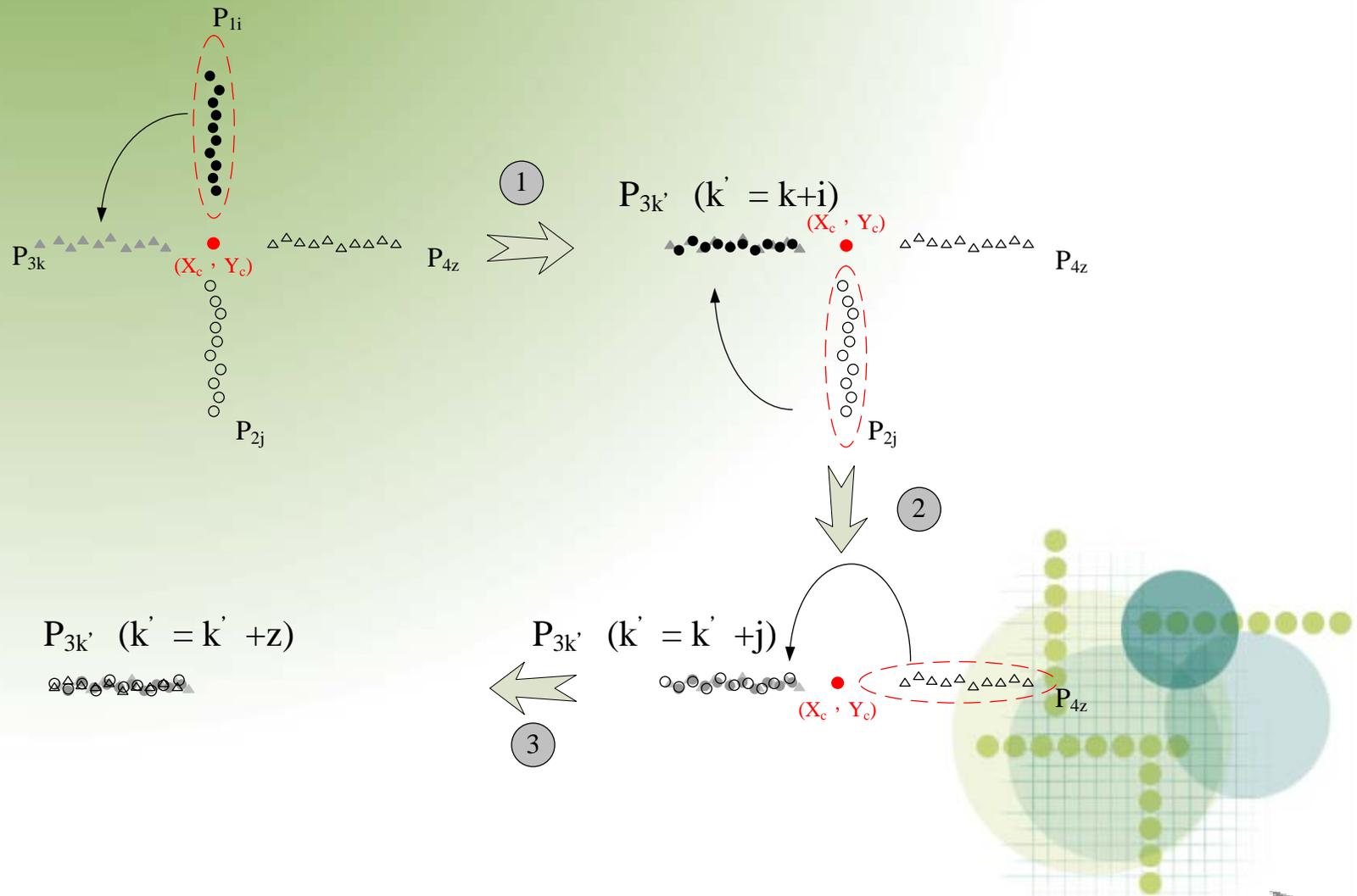
✦ 以預設閾值將偏離回歸線過遠之點去除



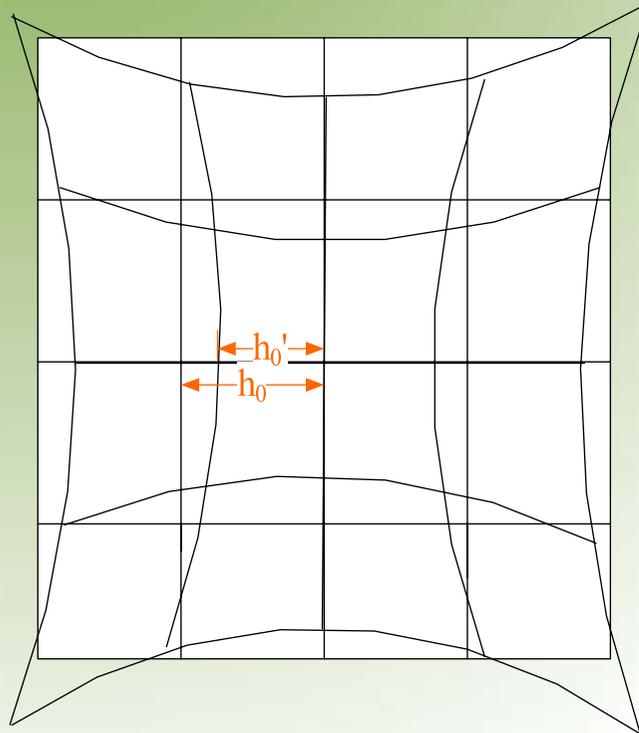
# 補償機制-十字補償



# 補償機制-四角標誌補償



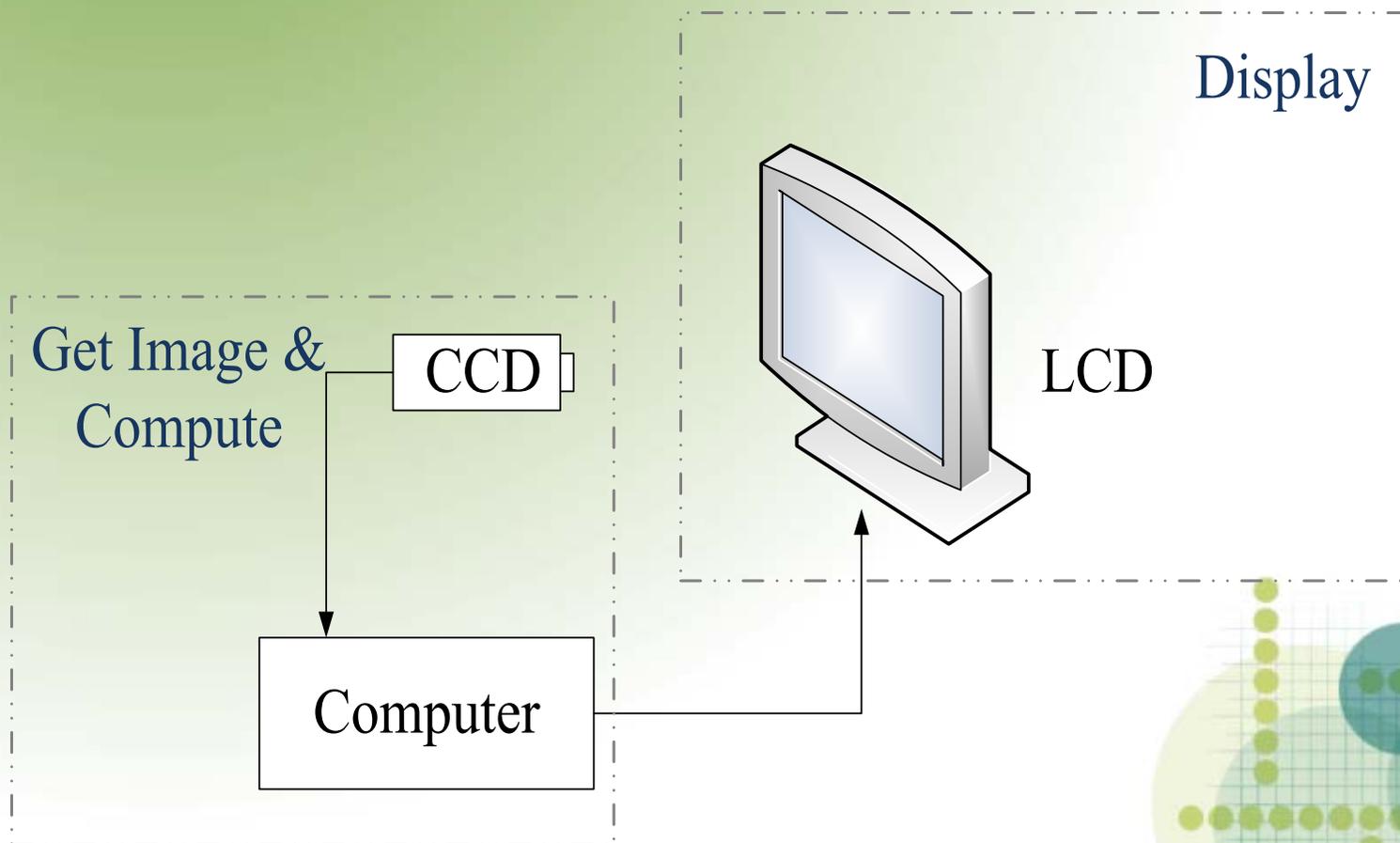
# 畸變像差量測法



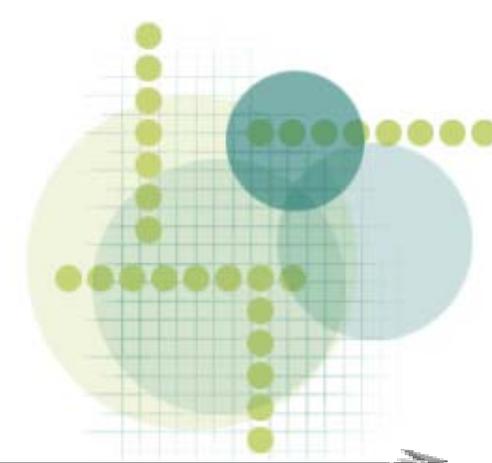
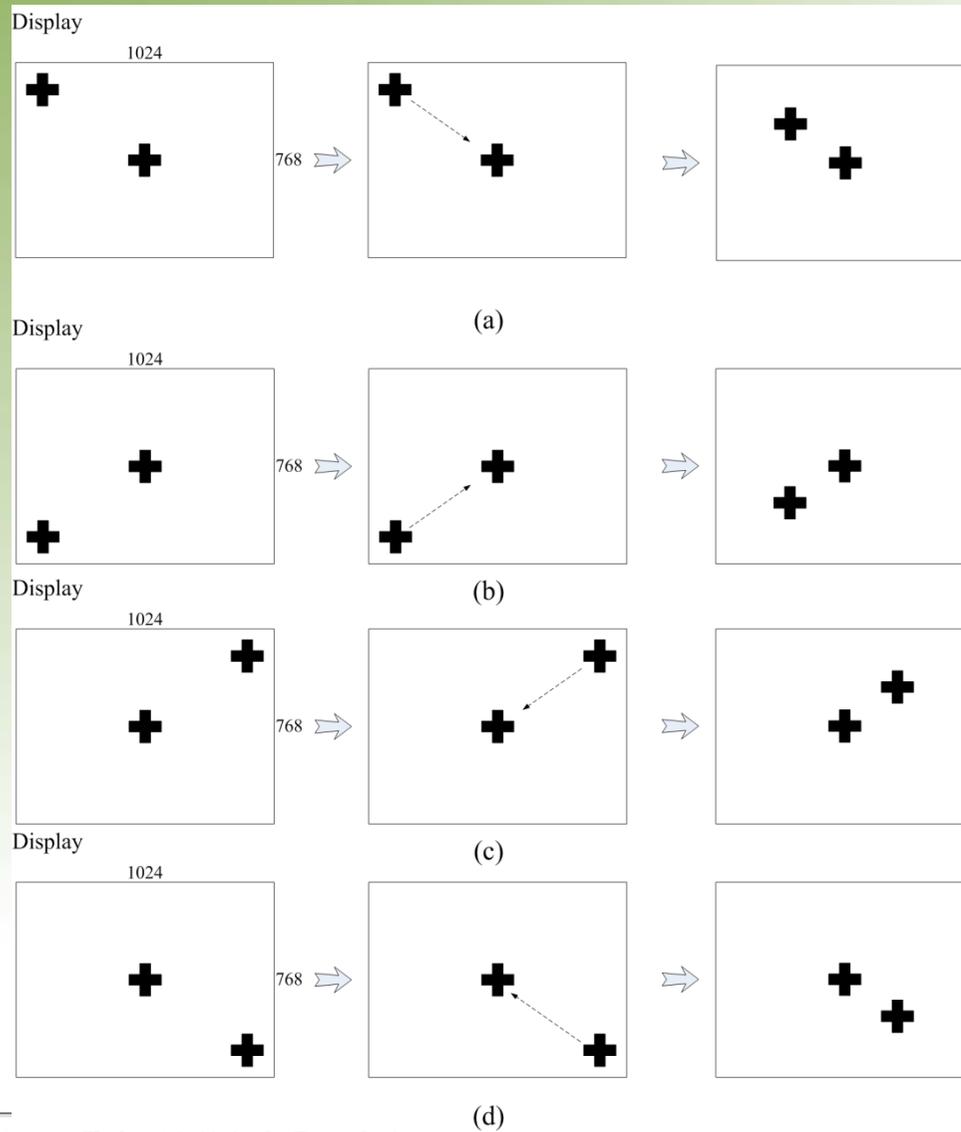
$$Distortion(\%) = \frac{|h_0' - h_0|}{h_0} \times 100\% \quad (13)$$



# 畸變量測-系統架構

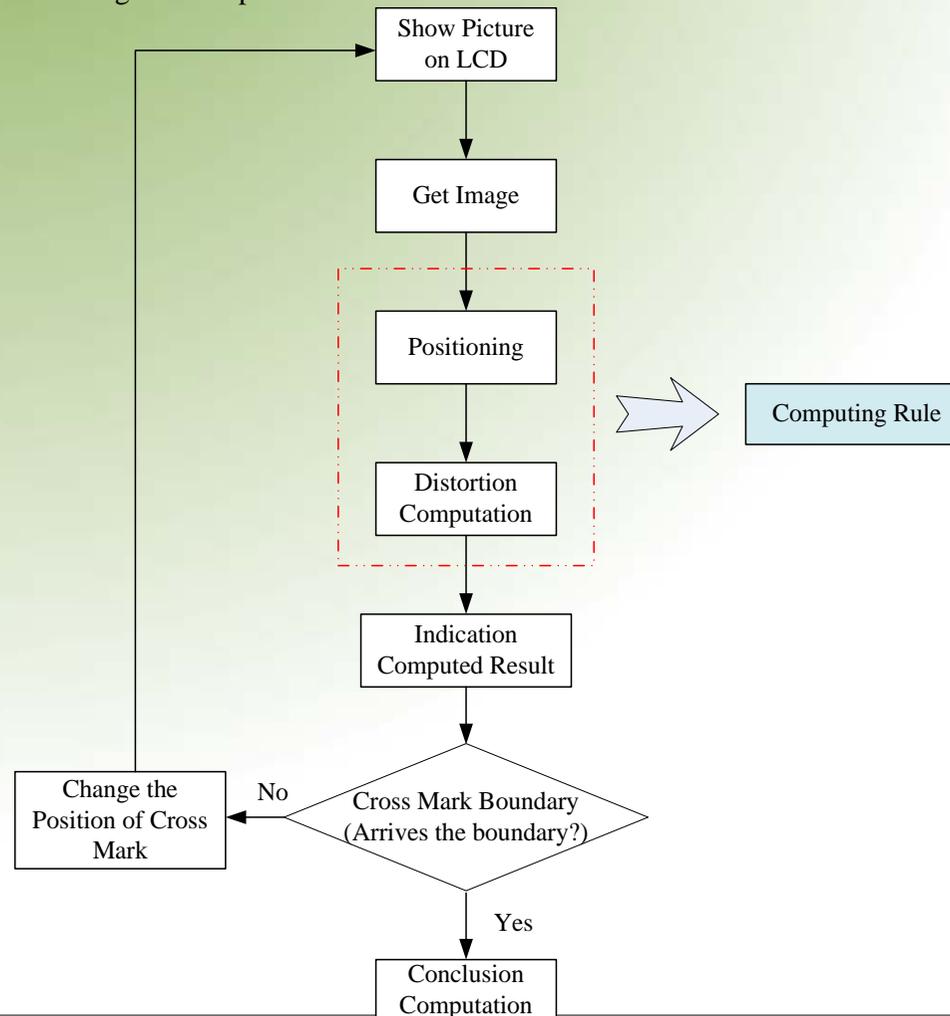


# 畸變量測-影像顯示



# 畸變量測-影像擷取定位

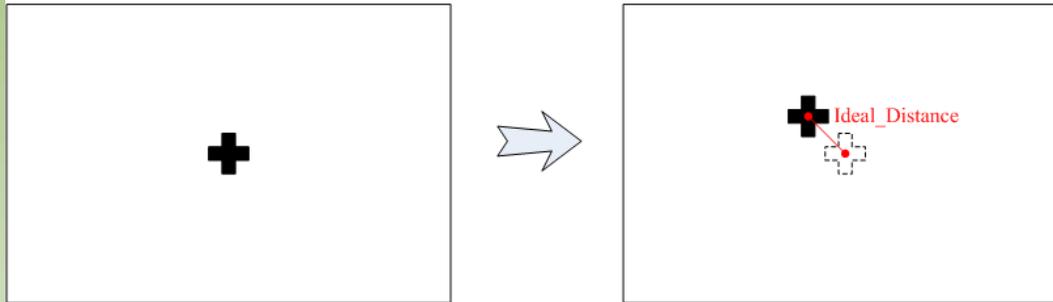
Get Image & Compute



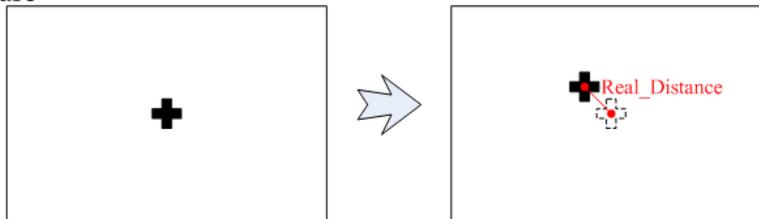
# 畸變像差量測-計算方法(1)

## Computing Rule

LCD



Catch Picture



$$zoom = \frac{Real\_Distance}{Ideal\_Distance} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{理想位移量} &= zoom \times ideal\_distance \quad (15) \\ &= \frac{real\_width}{ideal\_width} \times ideal\_distance \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{畸變量(Distortion\%)} &= \frac{\text{實際位移量} - \text{理想位移量}}{\text{理想位移量}} \times 100\% \\ &= \frac{real\_distance - ideal\_distance}{real\_distance} \times 100\% \quad (16) \end{aligned}$$

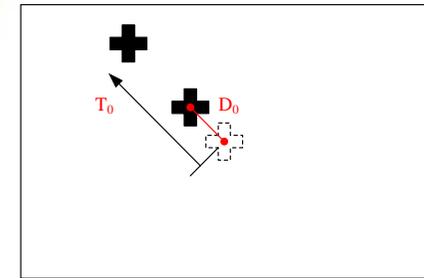
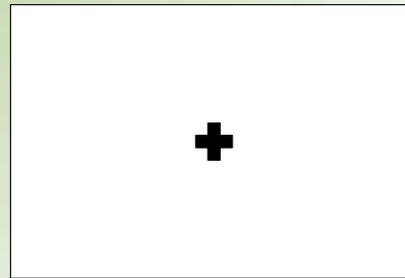
## 畸變像差量測-計算方法(2)

$$Distortion(\%) = \frac{y_{chief} - y_{ref}}{y_{ref}} \times 100\%$$

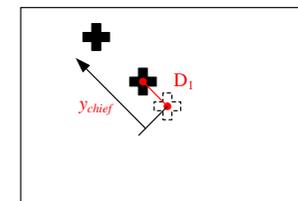
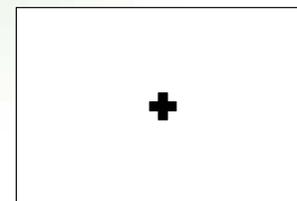
$$y_{ref} = zoom \times T_0$$

$$= \frac{D_1}{D_0} \times T_0$$

$y_{ref}$   
LCD Screen



Image



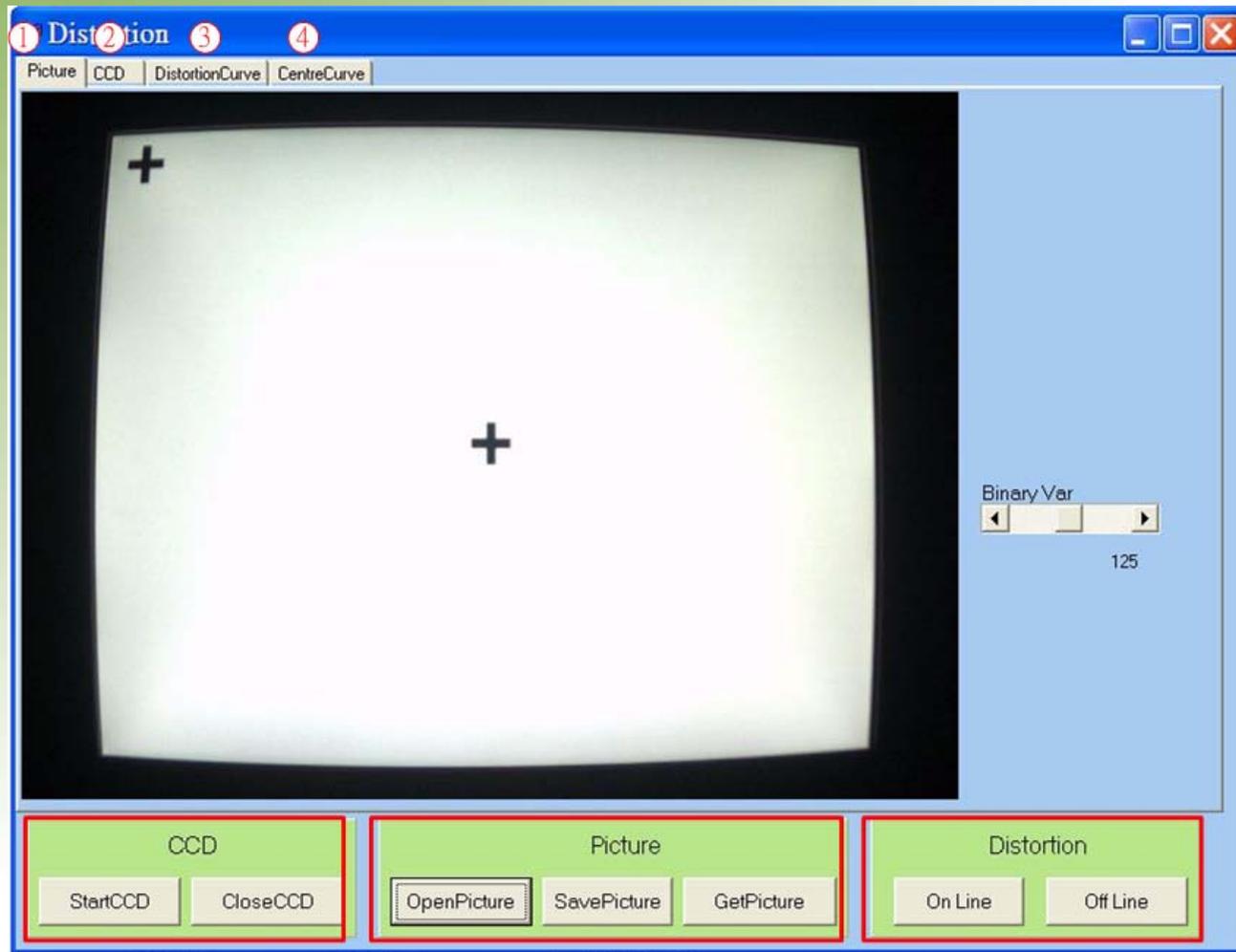
displacement  $y_{chief}$  acquired through image

$$\begin{cases} Distortion(\%) > 0 \\ Distortion(\%) < 0 \end{cases}$$

影像為正型畸變

影像為負型畸變

# 畸變像差量測結果-程式操作畫面

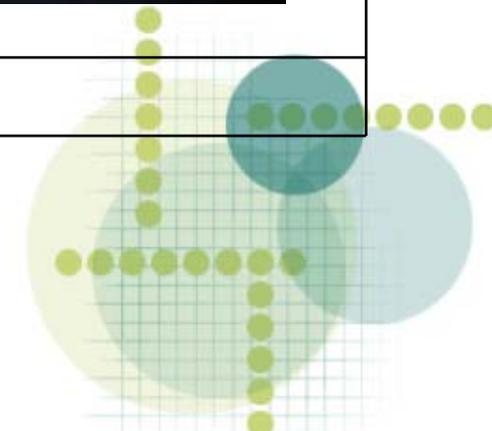
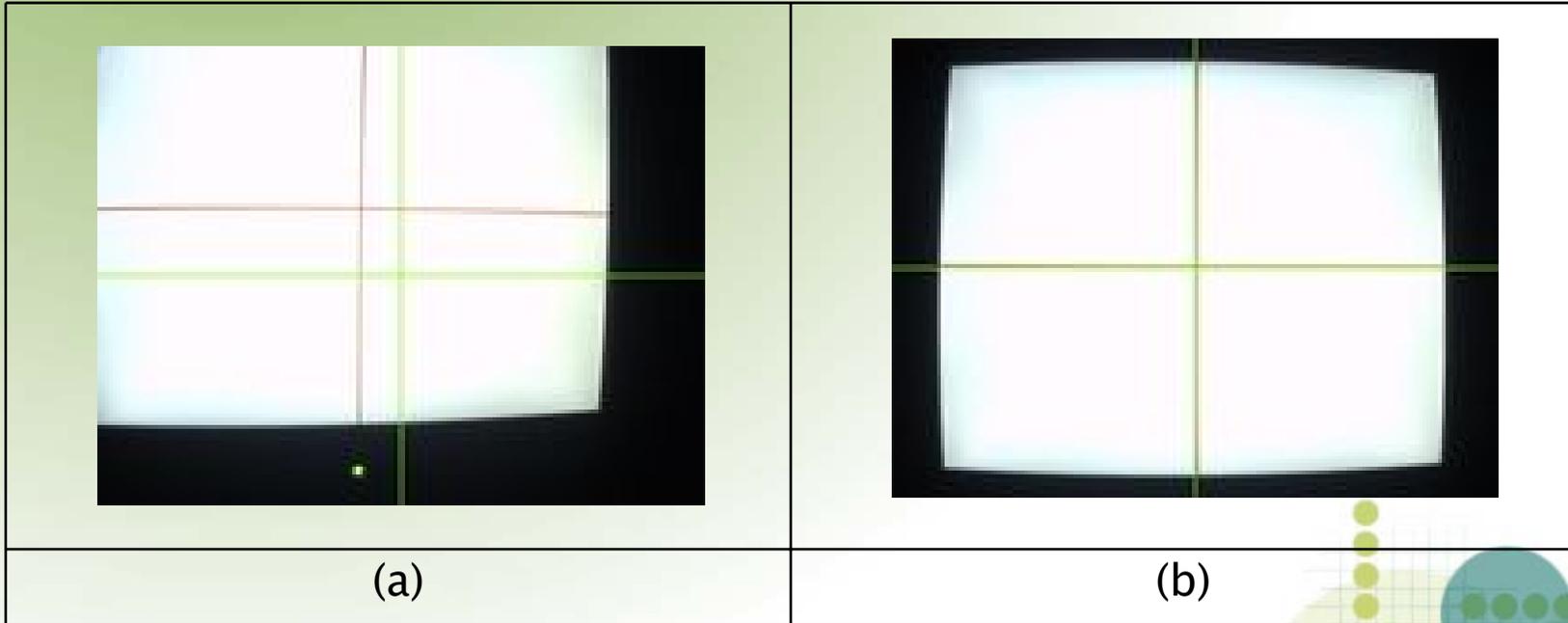


CCD Area

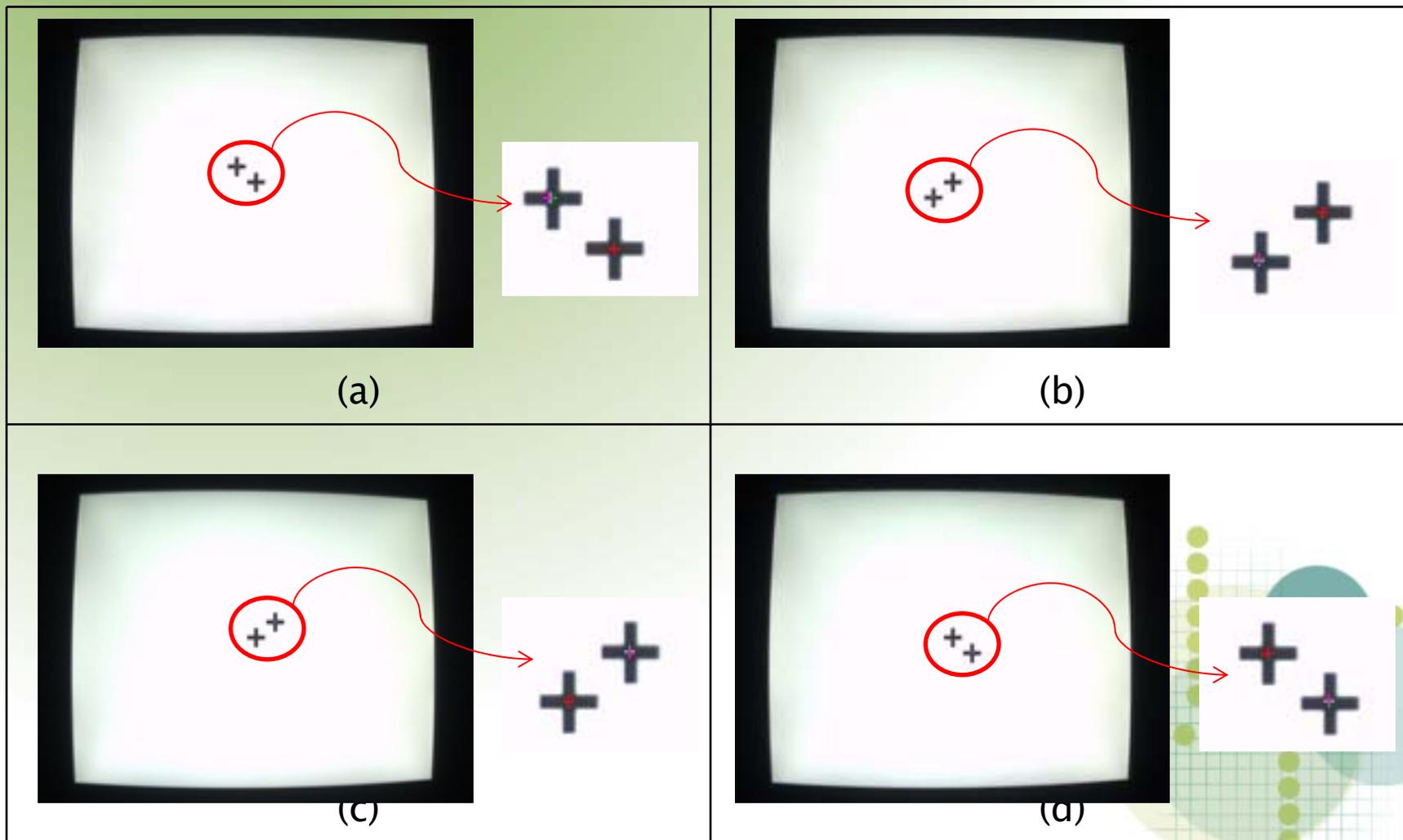
Picture Area

Distortion Area

## 畸變像差量測結果-光軸對準

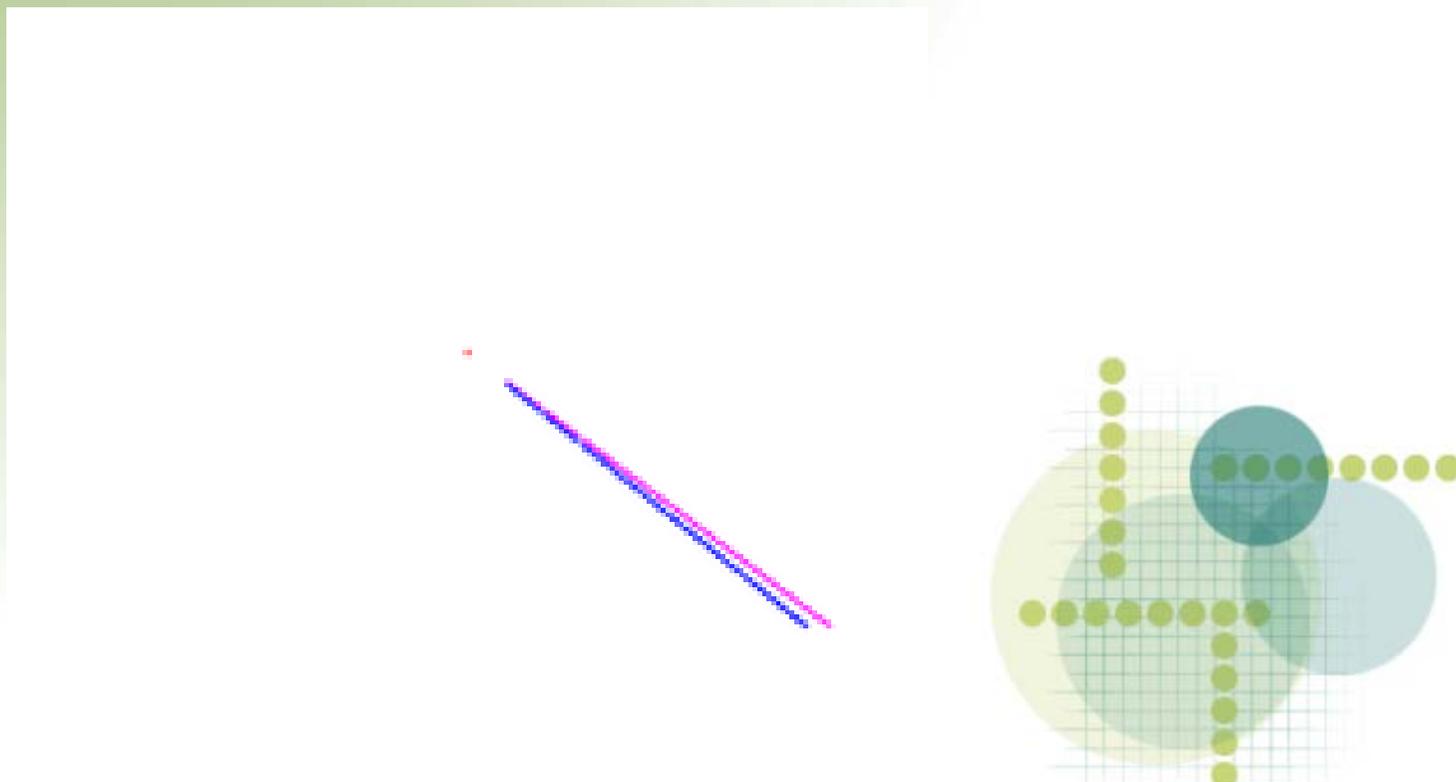


# 畸變像差量測結果-定位結果(1)

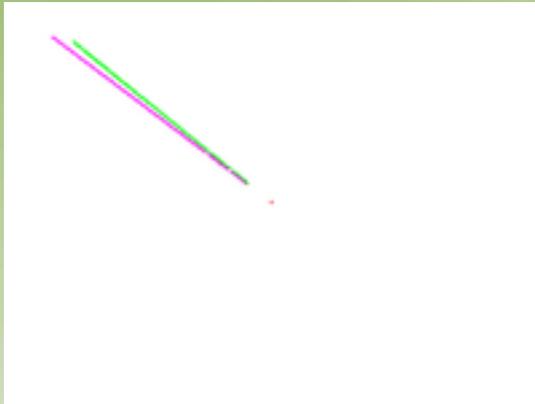


## 畸變量測定位結果圖

藍色線段為取像鏡頭左上區塊畸變量，紅色曲線為左下區塊，綠色線段為右上區塊，紫色線段為右下區塊，其縱軸座標為畸變量單位為(%)，橫軸為計算次數。



## 畸變像差量測結果-定位結果(2)



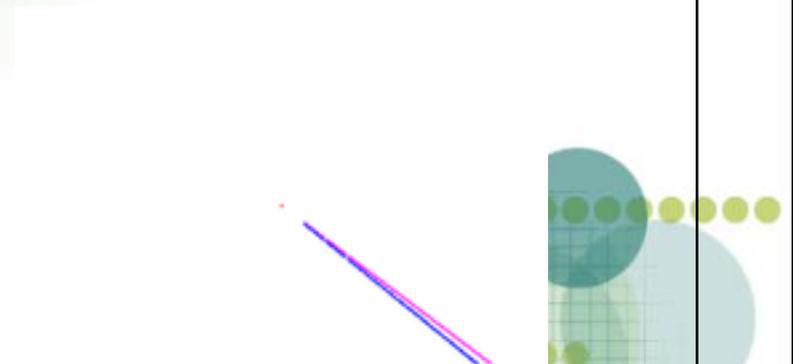
(a)



(b)

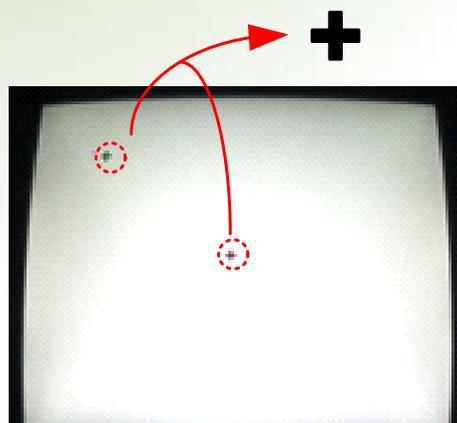
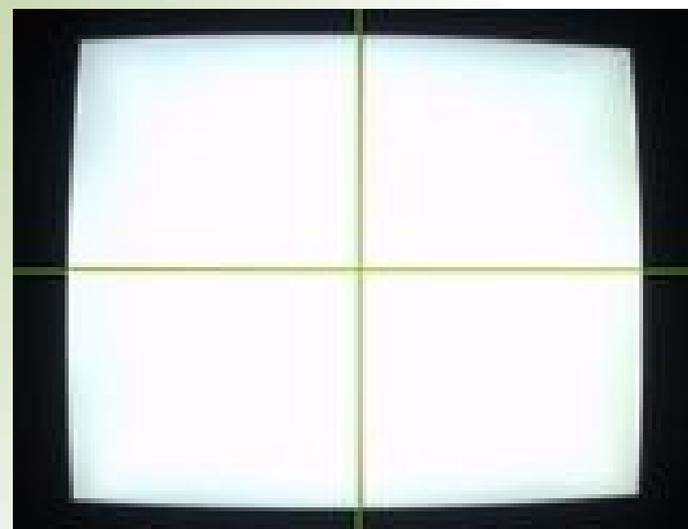
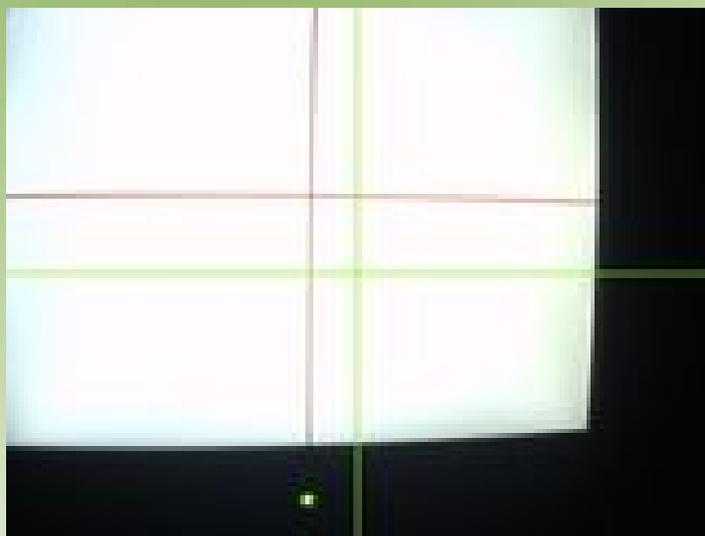


(c)



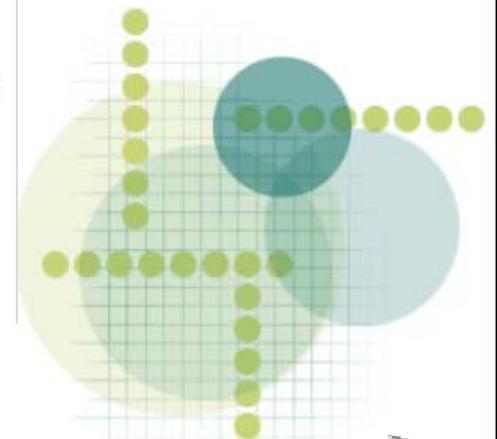
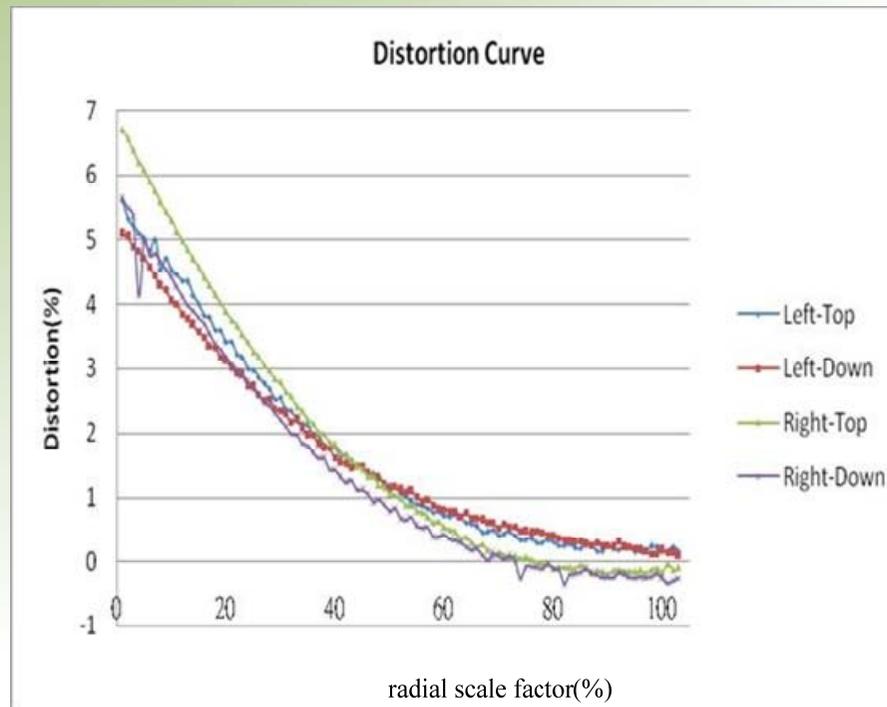
(d)

# 畸變像差之自動初步分析



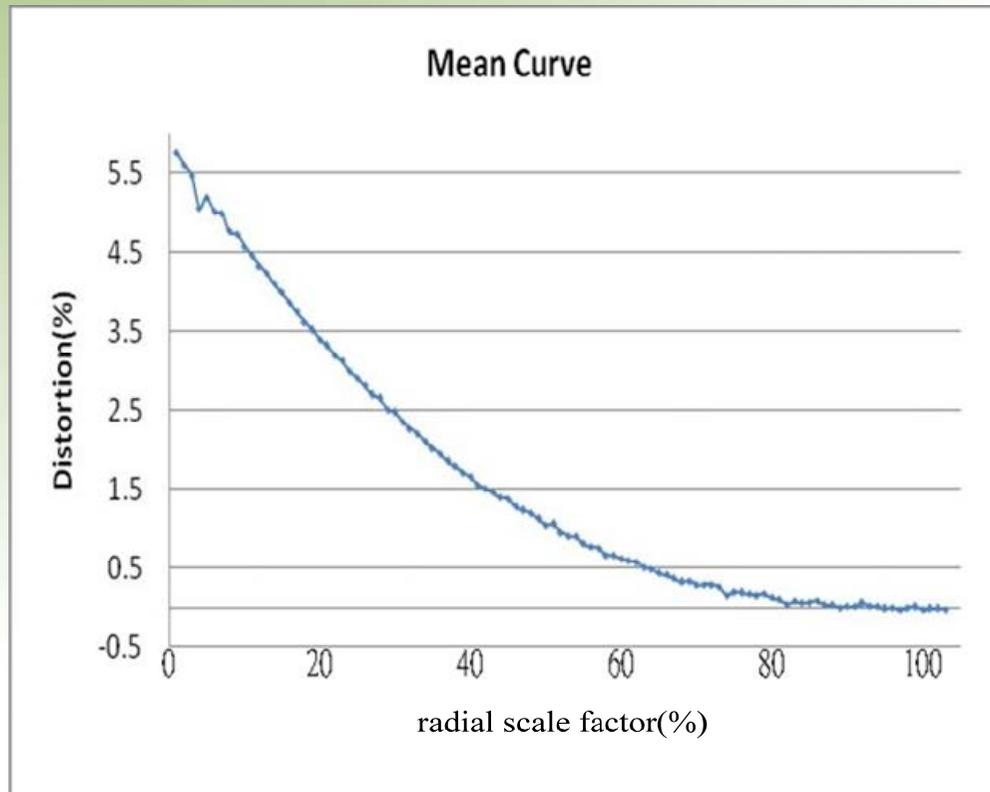
# 畸變量測

畸變量測平均曲線圖，其中每個點資訊，均為圖中左上區塊、左下區塊、右下區塊、右上區塊四個畸變量平均後之結果，由圖中可知，此取像鏡頭於距離光軸越遠之取像點，其畸變量越大，直到越接近鏡頭中心點，畸變量趨近於零。

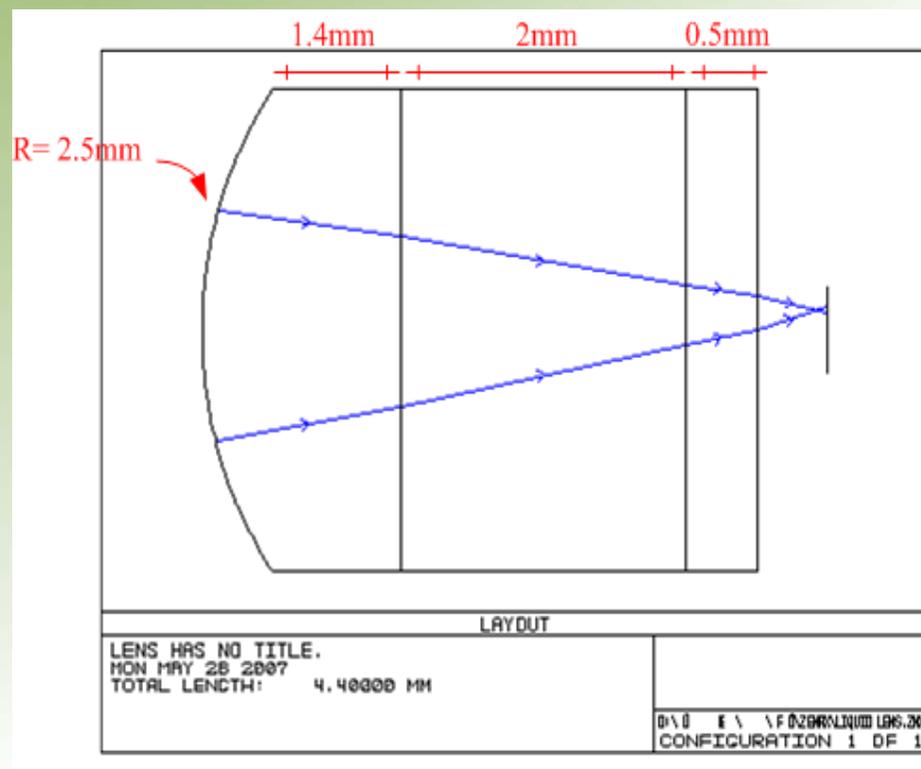


# 畸變量測

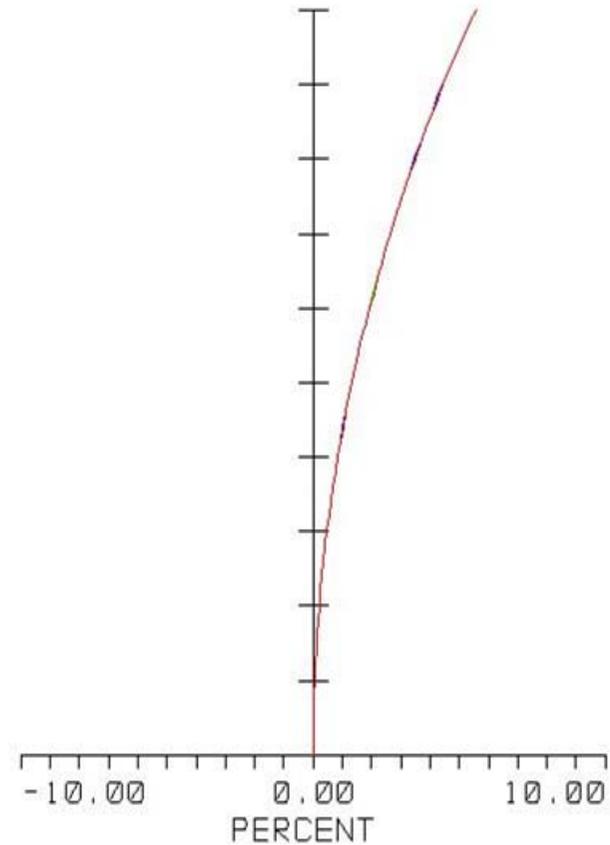
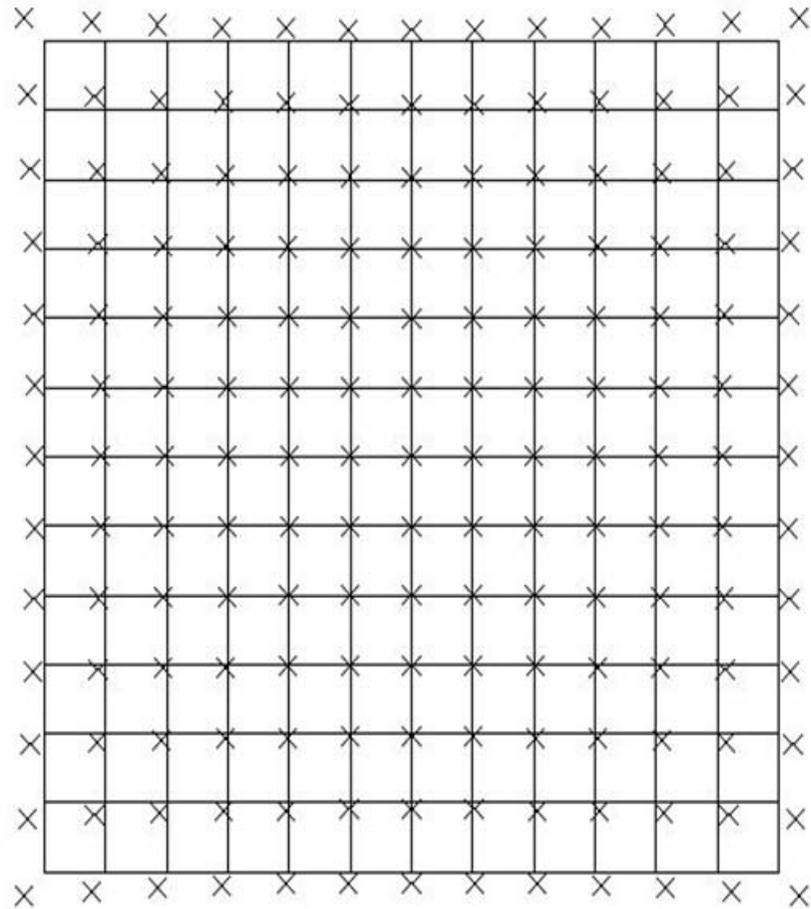
畸變量測平均曲線圖，其中每個點資訊，均為圖中左上區塊、左下區塊、右下區塊、右上區塊四個畸變量平均後之結果，由圖中可知，此取像鏡頭於距離光軸越遠之取像點，其畸變量越大，直到越接近鏡頭中心點，畸變量趨近於零。



# 畸變像差量測結果-ZEMAX驗證



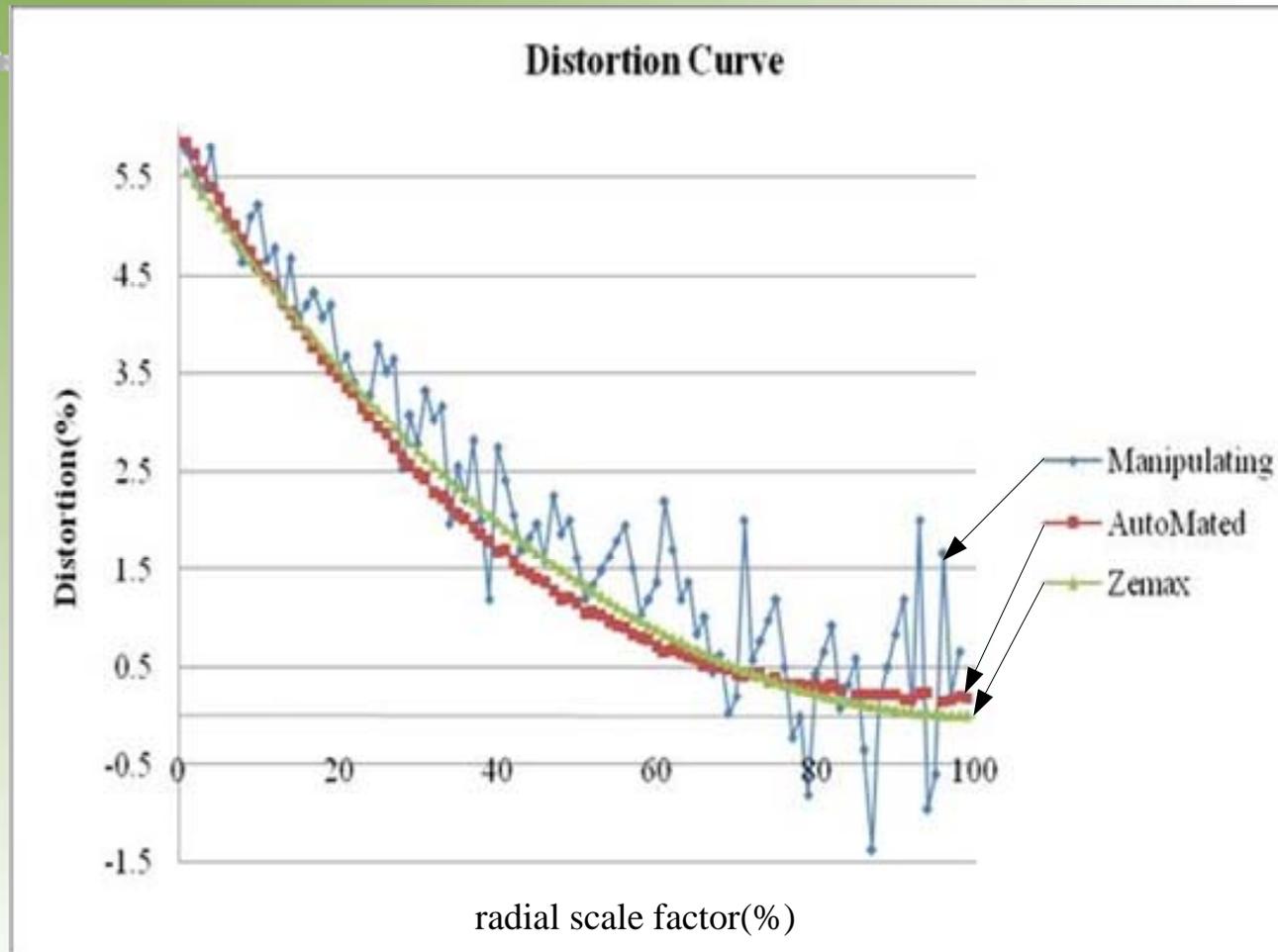
# 畸變像差量測結果-ZEMAX驗證



將畸變自動量測系統與人工手動量測加以比較，以人工手動量測而言，對單一區塊其中單點進行畸變量測(例如對左上區塊第一點)，需要32秒的時間，自動量測只需0.57秒，而對單一區塊整體，總共約有100個量測點，因此手動量測對單一區塊即需要53.3分鐘，而自動量測只需57秒，若整個取像鏡頭四區塊均要進行量測，則手動量測需時3.56hr，而自動量測只需3.8min。

	單區塊單點	單區塊整體	四區塊
手動量測	32秒	53.3分	3.56小時
自動量測	0.57秒	57秒	3.8分

# 精度驗算



手動、自動量測與模擬結果比較圖

畸變(distortion)像差之自動分析，誤差小於0.2%，  
手動量測，誤差大於1.5%。