

LCD 組裝製程之影像定位系統研究

游國清 林宸生

逢甲大學自動控制學系

台中市西屯區永福路 134 號 15-1

Tel:h(04)24622001

O(04)25324103-482

E-mail: <mailto:kuoching.Yu@eit.epson.com.hk>

摘要

本研究為 LCD 的定位系統的研究, 目前對於這方面的定位工作大多是使用 CCD 作為檢測工具, 應用於當 LCD 需做缺陷檢測、印刷、與貼合時的定位。這篇文章中針對 LCD 板子上的定位標記進行影像擷取與位置偏移的分析, 提出整個系統架構並且說明標記定位達成流程及方法來說明。研究將以較高的標記適應能力、以提高標記定位的準確度, 以及適用於高速光學檢查工作的運算法則作為未來實現時的檢驗標的。

關鍵詞: LCD 定位系統, 影像擷取。

Abstract

In this paper, a LCD positioning system based on an image processing method is described. Two methods that detect the image and location of the mark are described. Then we use a quick algorithm to obtain the location of the mark in the operation time. This multipurpose image-based measurement method, using unsophisticated and economical equipment, is also verified in determining the position of the alignment mark in the micro-fabrication process.

Keywords: LCD Positioning System, CCD cameras

1. 前言

由於液晶顯示器的運用相當廣泛, 例如: notebook, touch panel, cell phone, MP3, PDA.....等。使得 LCD 市場於近幾年來大幅成長, 不少廠商看好這市場淺力分別加入了生產行列。這類產品製造需依賴大量自動影像處理系統作輔助, 例如: 製品製造過程不良品檢測, 以提昇產品品質及預防不良品流出, 於製品加工過程中, 藉由影像定位系統來提昇加工精度。

LCD 製造流程是以 TN 及 STN 製程為基礎, 其全線為自動化生產流程, 此生產線有一中央控制室可監控生產流程, 如圖 1 所示。在過程中, 經常需要進行對板子的位置修正以利進行, 印刷、組

合等動作。甚至在進行缺陷檢測時也都需要先將影像的傾斜角度算出, 以利進行檢測時的動作。一般而言, 這方面的工作都是使用 CCD 與影像處理的工作來達成。

2. 系統說明

整個系統架構大致上為 CCD 進行標記分析, 計算, 將計算結果交給 PLC 系統平台作調整, 達到精密要求再進行組合。以下介紹這個系統使用的是一組圓環標記(Ring)與一組標點標記(Dot), 靠著這兩組的標記來進行貼合的動作。這組架構使用的裝置如同表 2.1 所列, 一共使用了兩組的影像擷取裝置, 再加上濾網。檢測的樣板改變時, 就更換不同的濾往來搭配, 使系統能適應樣版的改變, 加上影像處理系統本身的適應性(下一節說明), 將可以有效擷取標記的影像。下頁圖 2 則是檢測的示意圖, 右上角與左下角 CCD 所拍攝到的影像分別如兩個矩形區域所圈選一般。這兩組標記(標點與圓環)分別散佈在兩片不同的板子上, 也就是兩層的板子所使用的標示是不同的, 而當兩組標記的中心點完全的重合, 可以進行印刷或疊合等動作。

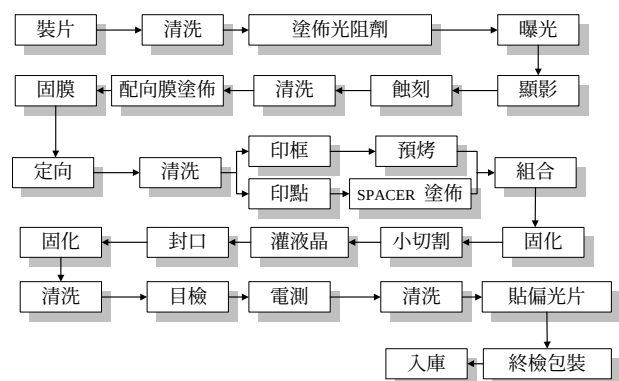


表 1. 對準系統的設備部品

名稱	數量
畫像處理裝置(VMS811)	1
2/3" 黑白 CCD Camera	2
9" 黑白電視顯示器	2
變焦距鏡頭	2
230x350mmXY 平台	1
變焦距透鏡	2
雙重紫濾網	2
紅濾網	2

於圖中各種符號的定義與偏差量的算法如下所列：

- 左側環形中心點座標 $R_{c1} = [0,0]$
- 右側環行中心點座標 $R_{c2} = [x,y]$
- 左側標點中心點座標 $D_{c1} = [\Delta x_1, \Delta y_1]$
- 右側標點中心點座標 $D_{c2} = [x + \Delta x_2, y + \Delta y_2]$
- 兩環行中心點 $R_{cc} = \left[\frac{x}{2}, \frac{y}{2} \right]$
- 兩標點中心點

$$D_{cc} = \left[\frac{(x + \Delta x_1 + \Delta x_2)}{2}, \frac{(y + \Delta y_1 + \Delta y_2)}{2} \right]$$

所以得偏移量為

$$D_{cc} - R_{cc} = \left[\frac{(\Delta x_1 + \Delta x_2)}{2}, \frac{(\Delta y_1 + \Delta y_2)}{2} \right]$$

其中，X 與 Y 的偏移分別是

$$[(\Delta X_1 + \Delta X_2)/2] \text{ 與 } [(\Delta Y_1 + \Delta Y_2)/2]$$

而角度的計算則是靠下面的式子所達成

$$\theta(R) = \tan^{-1} \left[\frac{Y}{X} \right]$$

$$\theta(D) = \tan^{-1} \left[\frac{(Y + \Delta Y_2 - \Delta Y_1)}{(X + \Delta X_2 - \Delta X_1)} \right]$$

所以兩片版子的偏移角度即是 $\theta(D) - \theta(R)$ ，如此便可得到兩面板子的偏移角度與位置誤差，要再使用 XY-Table 來補償便不難了。在此架構中，是先將第一部 CCD 的影像抓進來，然後再切換到第二部 CCD 的影像，也就是影像都在通一部影像分析器上達成計算的功能。

3.影像處理

我們的目的是取出上、下 mark(標記)的中心位置，然後計算出向對移動量，將 data 傳給 PLC 做平台的移動達成上下基板的精密定位。在本節中我將會介紹圓環標記(Ring)與一組標點標記(Dot)的演算法，包含影像取得、影像計算及標記的組合方式，將於以下說明。

3.1 影像取得

良好的影像取得將有助於精度的滿足及一些非必要的干擾產生的困擾使得對位系統中斷無法進行，我們就從影像的閾值及影像的濾波這方面探討。

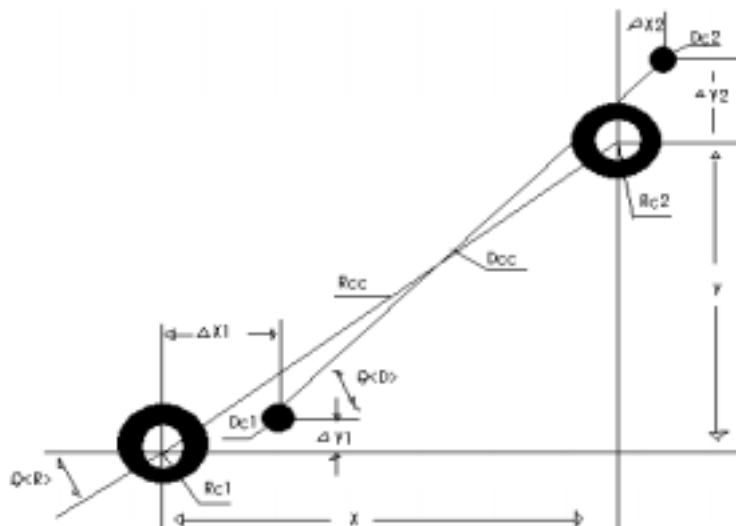


圖 2. 使用圓環與標點的對準方式示意圖

3.1.1 影像的最佳臨界值法(Optimal thresholding)[1]

為影像常用的區分方式,一般以灰度值做比較,將影像中物體和背景一適當條件區分出來。如圖 3 所示取 T 閾值後產生兩個物件 P1,P2。圖 4 所示取 T1,T2 為不同兩個閾值。影像經過處理後,設定一比較值 T 則: $f(x,y) > T$ 的影像為物體

$f(x,y) \leq T$ 的像素為背景

利用機率統計數學式[6]表示:

$$P(x) = P_1 \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times \sigma_1} \right\} \exp \left[-\frac{(x - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2} \right] + P_2 \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times \sigma_2} \right\} \exp \left[-\frac{(x - \mu_2)^2}{2\sigma_2^2} \right]$$

其中: μ_1 為物體灰度值、 p_1 為物體所佔機率、 μ_2 為背景灰度值、 p_2 為背景所佔機率、 σ_1 及 σ_2 為平均值標準偏差。我們利用這樣的方法來求得最佳閾值,那麼實際的使用為軟體內部閾值修正及透過軟體來控制光源亮度達到任意更換不同 glass 時均能得到良好之影像取得。圖 5 為單一閾值取樣圖形,圖 6 最佳閾值圖形。

3.1.2 影像的型態濾波[2]

物體的邊緣檢測在影像處理的應用上是一個重要的前級處理步驟,一般常用方法為 Sobel filter 以迴旋乘積法(convolution)來得到物體的輪廓;另一種以集合運算的方法來進行影像的邊緣偵測,以型態學(Morphology) [9]的理論為基礎,利用學理上的幾個簡單運算及不同排列組合來進行物體灰階影像的邊緣偵測,稱為型態濾波(Morphology Filter),就其運算方式介紹如下:

收縮(Erosion): 影像 A 被結構元素 B 收縮。運算式為 $A \ominus B = \{A(i,j) / \min(A(i,j) \cap B(k,l))\}$

將各別的像素的灰度值改變為周圍亮度最小的值,周圍大小的取捨依結構元素 B 來決定,其結果使影像當中明亮部分向內縮小。

膨脹(Dilation): 影像 A 被結構元素 B 膨脹。

運算式為 $A \oplus B = \{A(i,j) / \max(A(i,j) \cap B(k,l))\}$

將各別的像素的灰度值改變為周圍亮度最大的值,周圍大小的取捨依結構元素 B 來決定,其結果使影像當中明亮部分向外擴張。

利用收縮及膨脹($\ominus, \oplus$)的各種不同組合來得出物體的邊緣部分,這些濾波器亦稱為型態濾波器。

3.1.3 遮罩處理[3]

遮罩的目的是以待處理的點為中心並參考鄰近的點進行處理提高精度,一般遮罩大小為 3x3,當遮罩加大至 5x5 或 7x7 時運算變慢但可提高精度,以 3x3 為例,定義影像中心點為 $f(x,y)$,加上相鄰 8 個參考點可表示如下:

$$\begin{matrix} f(x-1, y-1) & f(x, y-1) & f(x+1, y-1) \\ f(x-1, y) & f(x, y) & f(x+1, y) \\ f(x-1, y+1) & f(x, y+1) & f(x+1, y+1) \end{matrix}$$

若遮罩為:

$$\begin{matrix} W_1 & W_2 & W_3 \\ W_4 & W_5 & W_6 \\ W_7 & W_8 & W_9 \end{matrix}$$

則迴旋(CONVOLUTION)運算式:

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k) \cdot h(n-k)$$

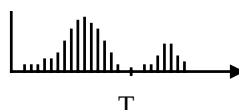


圖 3. 單一閾值

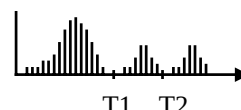


圖 4. 雙閾值



圖 5. 為單一閾值取樣圖形



圖 6. 最佳閾值圖形

點運算方式如下:

$$G(x,y)=W_1f(x-1,y-1)+W_2f(x,y-1)+W_3f(x+1,y-1)+W_4f(x-1,y)+W_5f(x,y)+W_6f(x+1,y)+W_7f(x-1,y+1)+W_8f(x,y+1)+W_9f(x+1,y+1)$$

整個處理過程如上述所示，遮罩加大至 5x5 或 7x7 時運算時間較慢，但是可由灰度累積所求得之 mark 範圍來進行運算，提高精度而不用浪費較多不必要時間。下圖 7 所示為影像處理結果。

3.2 影像計算

3.2.1 灰度累積

找出影像在垂直與水平方向的投影，得出 X 與 Y 的灰度累積圖 8 所得到的灰度累積閾值，快速找出 mark(標記)的範圍所在。

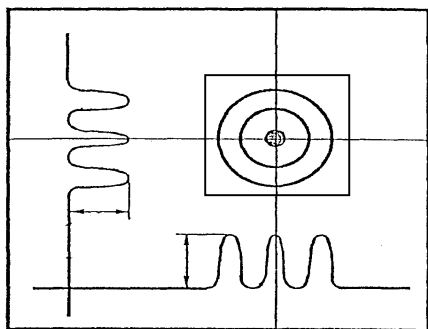


圖 8. 灰度累積圖



圖 7. 影像濾波前後比對圖



圖 9. 灰度累積求出中心的實際圖示

由下式求得 mark 概略中心

$$\frac{\sum_{x=1}^N (Gray(x) \cdot x)}{\sum_{x=1}^N Gray(x)}$$

其中 Gray(x)，代表座標 x 處的灰度值，N 為全部的像素數

同理求出 Gray(y)，下圖 9 即是改良後的灰度累積求出中心的實際圖示。理論上上式求得中心即可做完對位動作之需求，但是實際上並未如此，有時候灰度累積方式並未完全檢出我們所需資訊或即使檢出之後精度為達需求，所以我們進行較為精密的運算，接下來將會說明。

3.2.2 標記的組合

標記的組合如前節所提，需求得圓環標記(Ring)與點標記(Dot)的中心點才能進行，通常圓環標記(Ring)特徵較為明顯且較不會因為被點標記(Dot)覆蓋而無法找到(因為 Ring 面積較 Dot 大)，所以下面提出的方法將可以解決點標記(Dot)被覆蓋而無法進行對位的困擾，包含了圓環標記(Ring)中心位置取得及計算出點標記(Dot)偏移量兩個步驟。

● 圓環標記(Ring)中心位置取得

前面的相關計算已經可以求得相當良好的影像，先進行樣本 mark 相關條件的設定如圖 10，接下來我們只要在灰階累計圖求得的圓環標記(Ring)範圍內進行相關匹配(Correlation)[4]的運算即可求得圓環標記(Ring)的中心位置。如圖 11 所示。

如右式：

$$r = \sum_{i=1}^n I_i \bullet M_i$$

其中：r 為相關度， I_i 為現在取入之影像， M_i 為先前設定之影像樣本，n 為局部區域影像點數

搭配 3.1.2, 3.1.3 及 3.2.1 做進一步反覆的精密計算當相關值 r 大於需求精度設定值時，此區域變為有效標記區，便可計算出圓環標記(Ring)的中心點。

● 計算出點標記(Dot)偏移量

前面的計算已經對影像進行邊緣化，我們將利用邊緣化後的資訊來求得點標記(Dot)與圓環標記(Ring)的偏移量。那麼圓環標記(Ring)與點標記(Dot)於畫面上位置有下頁圖 12 及圖 13 所示的兩種情況。我們以圓環標記(Ring)與點標記(Dot)於畫面上經過邊緣化運算後的像素點(pixel)來做應用，計算

出每點與圓環標記(Ring)中心的向量總合[5]，若其值為零或趨近某一設定範圍值，則判定圓環標記(Ring)與點標記(Dot)的中心點已經重合；若其值不為零或超出設定範圍值，則判定圓環標記(Ring)與點標記(Dot)的中心點並未重合，此一數值便為點標記(Dot)的偏移數值。

如右式：

$$v = \sum_{i=1}^n \vec{I_i O}$$

其中：v 為相對向量合， I_i 為現在取入之影像，O 為圓環標記(Ring)中心點，n 為邊緣化運算後的像素點數。

整體標記辨識時間統計及標記判斷能力統計如表 2 及表 3 所示。

● 標記組合

經過了前面兩個步驟後，接下來的方法就是將點標記(Dot)的偏移數值透過 PLC 做平台定位，反覆執行直到達我們所設定精度要求範圍以內。

以上這樣的標記組合計算方法有兩項優點：第一是可以省去計算角度補正值計算步驟，第二是可以適用於任意形狀的組合標記。



圖 10. 為樣本 mark 設定



圖 11. 相關匹配運算找到的影像

表 2. 整體標記辨識時間統計

舊式標記處理		改良式標記處理	
單閥值影像處理	371	最佳閥值影像處理	724
Sobel filter	463	型態濾波	272
灰度計算	414	灰度計算	209
中心值計測	532	標記辨識	256
Total 時間	1780	Total 時間	1461

單位:ms

表 3. 整體標記判斷能力統計

舊式標記處理		改良式標記處理	
OK	誤判	OK	誤判
864	136	987	13

總測試次數:1000 次

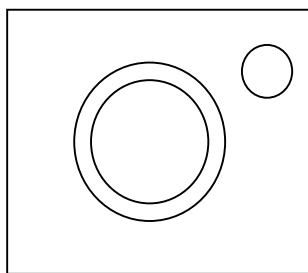


圖 12. (Ring)與(Dot)沒有重合

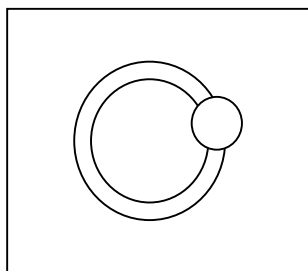


圖 13. (Ring)與(Dot)重合

4.結論

本研究對 LCD 的定位系統的研究成果是 CCD 影像應用於 LCD 的對位系統面臨的瓶頸問題克服，並且達成以較高的標記適應能力、較高的準確度，以及高速的運算能力。整體成果如下：

a.任意 mark 形狀適用性

這一次的探討中可以求得適合任意 mark 形狀的處理軟體。

b.mark 辨識能力提昇

當 mark 缺陷時及各式玻璃材料顏色均能有效辨別。

c.mark 重疊處理能力提昇

當 mark 重疊時均能有效處理。

d.高速度的運算能力

e.對位精度能力提昇

對位完後整體精度由 $5\mu m$ 提昇至 $3\mu m$ 。

當然 CCD 應用於 LCD 的領域不僅僅如此，仍然有待我們去開發及性能的提昇。

5.參考文獻

- [1]. Yi-Kai Chen, Jhing-Fa Wang, "Skew detection and reconstruction base on maximization of variance of transition-counts", *Pattern Recognition* 33, pp.195-208, 2000.
- [2]. Jacques Fayolle, Laurence Riou, Christophe Ducottet, "Robustness of a multiscale scheme of feature points detection", *Pattern Recognition* 33, pp. 1437-1453, 2000.
- [3]. Shokri Gendy, Clifton L.Smith, and Stefan Lachowicz, "Automatic Car Registration Plate Recognition Using Fast Hough Transform", *IEEE*, pp209-218, 1997
- [4]. Tzong-Wann Kao, Shi-Jinn Horng, and Yue-Li Wang, "An $O(1)$ Time Algorithms for Computing Histogram and Hough Transform on a Cross-bridge Reconfigurable Array of Processors", *IEEE Tran. Syst. Man Cyber.*, Vol.25 No4, April,1995
- [5]. Stavros J. Perantonis, Basilios Gatos, Nikos Papamarkos, "Block decomposition and segmentation for fast Hough transform evaluation", *Pattern Recognition*, vol. 32, pp.811-824, 1999.

6.致謝

本論文經費來源由國科會計畫 NSC 89- 2212-E-035-023 所提供，並承蒙台灣愛普生股份有限公司提供設備資源，特此致謝。