

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

印刷電路板自動檢測 - 結構光源與虛擬影像之探討(2/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-009-110-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學工業工程與管理學系

計畫主持人：彭德保

計畫參與人員：陳彥仲 周正全 陳維昱

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 27 日

Abstract

SMT machine in PCB assembly is moving up rapidly during the past decades. While many defects, such as component missing, wrong component, misalignment, wrong polarity, solder bridge etc., still hide in the working process.

This research is to design and develop an SMD-based PCB auto-inspection system by using the machine vision technology. The in-line PCB production problem is considered.

A new programmable-controlled lighting environment composed of multi-layer of ring-type LED array is also designed, which can provide appropriate light for grabbing the desired PCB image. A prototype of the PCB auto-inspection machine is implemented which shows high robustness and effectiveness of the proposed machine vision method.

Key words: Machine Vision, SMT, PCB Inspection

摘要

於印刷電路板組裝業中，所應用之表面黏著技術（SMT）日益成熟，著裝機之準確度亦不斷提昇，但仍有許多瑕疵存在於製程之中，其中主要包括元件之缺件、錯件、歪斜、極性反、錫膏造成短路、錫焊點錫量過多與錫焊點錫量過少等瑕疵現象。

本研究利用電腦視覺的技術設計演算法，並考慮到實務上的問題，進行一自動檢測系統的開發檢測。

鑑於不同照明方式會密切影響檢測結果，本研究採用多層式環狀發光二極體陣列（LED Array），可根據不同取像需求，程式控制自動切換照明方式，以取得適當之影像，因此本研究利用所開發之演算法，搭配不同照明以決定最適光源與 PCB 自動檢測演算法之組合，並以實作系統來驗證所開發 PCB 自動檢測系統之適用性及有效性。

關鍵字：電腦視覺、表面黏著技術、瑕疵檢測、印刷電路板

目錄

1.前言.....	1
1.1 研究目的.....	1
2.研究方法	1
2.1 缺件、歪斜瑕疵檢測.....	1
2.1.1 電容—Min Gray Value 法	1
2.1.2 電阻—Histogram 法	3
2.1.3 QFP、SOP—Pattern Matching 法	3
2.2 極性反瑕疵檢測.....	4
2.2.1 二值化處理.....	4
2.2.2 型態處理.....	4
2.2.3 顆粒處理.....	4
2.2.4 數值分析.....	5
2.3 橋接.....	5
2.3.2 Find Stripe method.....	6
2.4 虛擬影像的應用.....	6
2.5 彩色影像的應用.....	7
2.5.1 彩色濃淡度處理法.....	8
2.5.2 三原色.....	8
3.結果與討論	8
附錄 A 瑕疵樣本圖示.....	10
附錄 B 線上 C 程式檢測報表 - 缺件、歪斜與錯件檢測.....	11

1.前言

近來，由於世界經濟的不景氣，使得全球 PCB 的總產值下滑許多，為了增強產業的競爭力，製程的穩定性是相當重要的關鍵。雖然印刷電路板組裝業之表面黏著技術日益成熟，著裝機的速度、準確度也不斷提昇，然仍有許多瑕疵存在於產品當中，因此本研究預期發展出快速準確且能結合前後製程的機器視覺檢測方法，以提升並確保 PCB 產品品質，更進一步修正製程，以提高製程穩定性和減少重工的成本。

本文為本計畫 91 學年度期末報告，內容包括檢測演算法，虛擬影像應用與彩色影像之應用之詳細說明。

1.1 研究目的

- (1) 利用電腦視覺、影像處理方法，針對特定元件瑕疵，發展適當的演算法以正確找出 PCB 上多類的瑕疵，以取代目視檢測。
- (2) 發展自動化連續檢測系統。
- (3) 考量實務性問題，發展電腦視覺檢測演算法。
- (4) 即時檢測出造成元件瑕疵之因素，以維護製程的穩定性。

2.研究方法

因為印刷電路板元件之瑕疵種類相當的多，本研究主要對較常出現之元件瑕疵作為檢測項目，以最常使用的元件作為檢測對象，概略描述於表 1。

2.1 缺件、歪斜瑕疵檢測

本研究對於缺件與歪斜將以同一方法處理，可分為二階段，第一階段先以圖樣比對法 (Pattern Matching) 找出元件所在位置及歪斜角度，於第一階段即可檢測出元件是否有歪斜的瑕疵發生，於第二階段設定一閾度值 (Threshold) 或檢測標準，若比對結果之相關係數值低於門檻值則視為缺件。而檢測標準之設定，是依照元件類別不同而有不同的設定方式，分述如下：

表 1 元件種類及缺陷項目列表

	片狀電阻 (Resistor)	片狀電容 (Capacitor)	小型外引腳積 體電路 (SOP)	方形扁平封裝積 體電路 (QFP)
缺件 Missing	●	●	●	●
歪斜 Misalignment	●	●	●	●
極性反 Polarity			●	●
橋接 Solder Bridge			●	●
錯件 Wrong Component				

2.1.1 電容—Min Gray Value 法

利用圖樣比對先找出待測元件的位置後，如圖 1，進一步利用光源造成電容本身特徵

與底板缺件影像特徵或錯件之差異，進行缺件瑕疵檢測。以圖 1 中 Pattern Matching 找到之相似元件為例，觀察元件區塊之灰階度直方圖，如表 2，表中含有一縱向虛線，可明顯分辨出，編號 1 之標準元件灰階度直方圖於虛線左側並未含有任何影像圖素(pixel)，其餘編號 2,3 之誤判元件灰階直方圖於虛線左側則含有影像圖素。

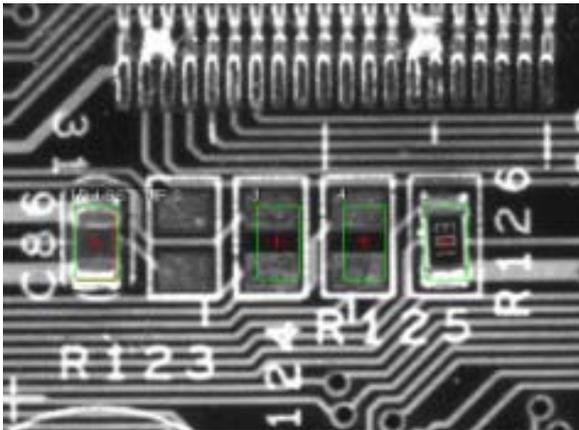


圖 1 電容與缺件樣本圖

表 2 誤判元件與標準元件灰階度直方圖表

編號	元件區塊	灰階度直方圖	備註
1			標準元件
2			錯件誤判
3			缺件誤判

利用上述之特性，本研究提出之 Min Gray Value 演算方法步驟如下：

1. 由標準元件區塊中所有 pixels，取得最小之灰階度值，並紀錄之。
2. 由待測元件區塊中所有 pixels，取得最小之灰階度值，並與步驟(1)之標準元件最小灰階度值進行比較。以圖 1 為例，計算結果如表 3。
3. 數值分析：設定判斷準則(Critical Value)以篩選誤判之相似元件。條件如下：

令 cv 為判斷準則

標準元件與待測元件之
if 最小灰階度差值 $> cv$

then 缺件成立 或 錯件成立

表 3 Min Gray Value 數據表

標 號	1	2	3	4
標準元件之 最小灰階度值	51	51	51	51
待測元件之 最小灰階度值	51	23	17	14
標準元件與待測 元件之最小灰階 度差	0	28	34	37
備 註	標準元件	錯件誤判	缺件誤判	缺件誤判

2.1.2 電阻—Histogram 法

$F(x, y)$ 表影像中 (x, y) 位置灰階度的轉換函式，若將影像中各灰階度的個數分別累加起來，則可以得到一個影像灰階度的分布圖，圖 2 經此方式處理可得到圖 3 的函式圖形，橫軸表灰階度，縱軸表 pixels 累積數量。

利用 Histogram 法，我們便可以取得標準元件影像的灰階度平均值及變異數，作為一檢測之標準。另外再計算 Pattern Matching 找到之相似元件影像（相似區域）的灰階度平均值與變異數。此時我們便可利用以上資料設定兩個判斷準則加以篩選相似件以避免誤判，判斷說明如下：

狀況 a.當標準件與相似區域兩者之灰階平均值相差的絕對值大於某數值乘以標準件的一倍標準差時；此處之某數值可以根據不同零件種類或大小而有不同的值，本例之排阻設定為 0.5；

狀況 b.當相似區域標準差大於標準件標準差的 1.3 倍時；

當 a 成立或 b 成立，則判斷為缺件發生。

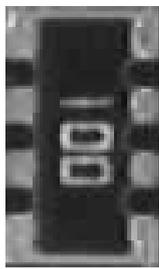


圖 2 排阻標準件

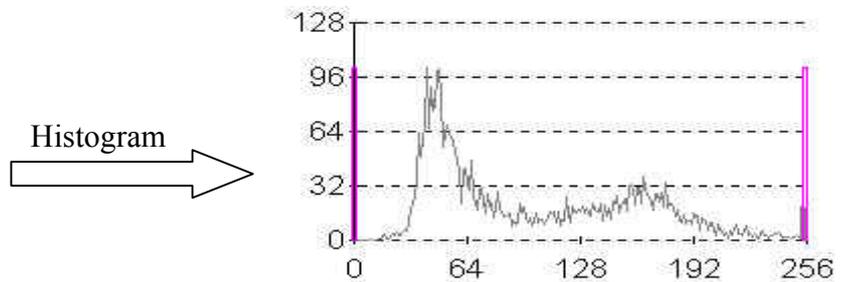


圖 3 標準排阻的灰階值分布圖

2.1.3 QFP、SOP—Pattern Matching 法

Pattern matching 法又稱為正規化的相關係數法(Normalized correlation coefficient)，相關係數法是在多灰階影像中，將待測物件對已建立好的標準物件作相關性圖形比對；檢測時先設定標準物

件影像的尺寸為 $m \times n$ ，計算標準物件影像的灰階度平均數(Mean)及變異數(Variance)；

$$\mu_M = \frac{1}{m \times n} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^m f_M(x, y)$$

$$\sigma_M^2 = \frac{1}{m \times n} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^m [f_M(x, y) - \mu_M]^2$$

μ_M ：標準件的灰階度平均值

σ_M^2 ：標準件的灰階度變異數

$f_M(x, y)$ ：標準件影像中 (x, y) 位置的灰階值

同理，推算待測件的影像灰階平均數 μ_T 及變異數 σ_T^2

由兩者的 Mean 及 Variance 可以推得兩者的相關係數 r ，公式如下：

$$r = \frac{1}{m \times n} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^m [f_M(x, y) - \mu_M] \cdot [f_T(x, y) - \mu_T] / \sqrt{\sigma_M^2 \cdot \sigma_T^2}, \quad -1 \leq r \leq 1$$

因為小於 0 的 r 值已是負相關，因此將其視為 0，為了提高平方根運算的速度，進一步將 r 取平方，即得到我們檢測中所使用的相似度值(Acceptance)，運算式如下：

$$\text{Acceptance}=\max(r,0)^2\times 100\%$$

利用上述的相似度值來判斷 QFP、SOP 元件是否為缺件。

2.2 極性反瑕疵檢測

使用影像處理中的形態處理(Morphology)強化我們所需的光環資訊，進一步判斷出極性孔的位置。圓孔型極性檢測方法的步驟，包括二值化、形態處理、顆粒運算(Blob process)、數值分析四個單元的處理程序及功能。

2.2.1 二值化處理

對於極性而言，我們需從影像中取得的是極性圓孔的有無，因此一張灰階影像可以先利用二值化的方式將我們不需要的灰階值移除，圖 5 為圖 4 極性孔區域二值化處理後的結果(二值化閾度值為 65)，經過二值化後，我們可稍微將環型光圈與背景分離，但仍有部分雜訊參雜其中，須進一步以形態處理運算消除雜訊。

2.2.2 型態處理

在形態處理的應用上，我們常設計一個合適的特徵圖案並應用特定的運算法於待處理的圖形上以消除或加強某些訊號，在此部份的研究中，我們採用 Erosion 運算法來消除雜訊(如圖 6)，而以 Dilation 運算法來加強訊號(如圖 7)。

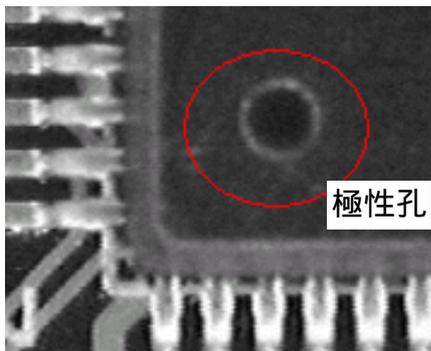


圖 4 典型 QFP 極性孔示意圖(側向光)



圖 5 極性孔二值化處理結果



圖 7 極性孔
Dilation
處理結果



圖 6 極性孔 Erosion 處理結果

2.2.3 顆粒處理

由於 QFP 元件本體表面光滑，在側光取像時只有凹陷的極性孔位置會出現反光的現象，因此我們可以使用顆粒處理法計算其影像中的白點顆粒所佔的 pixel 個數，即顆粒面積(Blob Area)，作為檢測區域是否有極性孔出現的依據。本研究中顆粒處理的影像皆必須經過二值化，因此我們可以定義若有極性孔時之總顆粒面積(Total Blob Area)如下(檢測影像的尺寸為 $m\times n$)：

$$\text{Total Blob Area}=\sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^m f(x,y)/255,$$

$f(x,y)$ 為影像中 (x,y) 位置之灰階強度

2.2.4 數值分析

我們可以將總顆粒面積作為標準件之檢測參數值，然而此總顆粒面積除了處理後的環型光圈面積外，尚包含了我們未完全移除的雜訊，因此在圓孔型極性檢測的檢測參數值設計上，我們應將計算後的總顆粒面積乘上一個小於 1 的權數 Z 值，以濾除雜訊所佔的顆粒面積，而 Z 值的設定則須進一步實驗才能決定。故檢測參數值定義如下：

$$\text{檢測參數值} = \text{總顆粒面積} \times Z \quad (0 < Z < 1)$$

當待測件經處理後得到的總顆粒面積小於檢測參數值，則我們便判定其為極性反之瑕疵狀況，經過以上的處理步驟我們可以快速的檢測出極性反的瑕疵現象。

2.3 橋接

橋接瑕疵現象僅出現於具有 IC 腳之零件上，如圖 8 為有橋接瑕疵之 QFP IC 腳放大圖。

於說明檢測方法前，先介紹將使用之電腦視覺影像處理方法，如下：

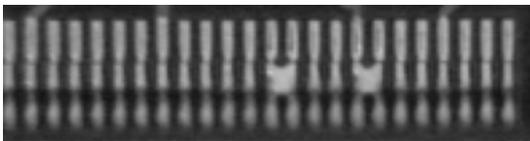


圖 8 IC 腳橋接瑕疵示意圖



圖 9 IC 腳以 threshold value=128 二值化處理結果

2.3.1 Binarization (影像二值化)

影像二值化是將灰階影像中 pixels，根據臨界值(Threshold value)歸類成僅兩種不同灰階度之基本影像處理方法，一般將類別設為白色與黑色，灰階度分別為 255 與 0。二值化之轉換運算式如下：

令 $f(x, y)$ 為影像上座標 (x, y) 之灰階度值

$$\text{Binary} \Rightarrow f(x, y) = \begin{cases} 255, & \text{if } f(x, y) > \text{Threshold Value} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

以圖 8 之 IC 腳為例，將 threshold value 設為 128，二值化後結果如圖 9。

3.1 Projection method(正投影法)

有垂直與水平兩方向之投影法；在此以垂直方向為例，轉換運算式如下。

令 $f(x, y)$ 為座標 (x, y) 之灰階度值

$PV(x)$ 為座標 x 上之投影累積量

$$PV(x) = \sum_y f(x, y)$$

因此透過 Projection method，可得影像水平方向或垂直方向之正投影灰階度累計值，圖 10 為以 IC 腳位圖樣做垂直正投影之示意圖。

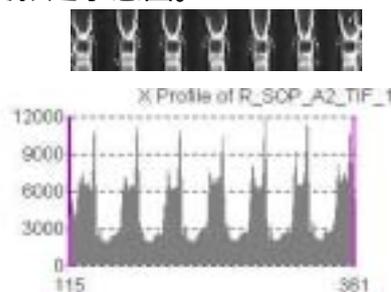


圖 10 垂直正投影示

2.3.2 Find Stripe method

定義如圖 11 之 Stripe Marker，於搜尋範圍(Measurement box)之內，以一定之方向比對合乎定義之 Stripe Marker，如圖 12。其基本運作方式為，以正投影法所得之灰階度累計值，來判斷是否與 Stripe marker 之特徵相符，如影像框內”黑-白-黑”相間、”白-黑-白”相間或”黑-灰-白”間層等特徵，如圖 13。

橋接檢測處理方法，其演算法簡要說明如下：

- (1) 框選檢測區域，如圖 14。
- (2) 二值化處理。
- (3) 影像正投影處理，取得灰階度累計值，如圖 15。
- (4) 數值分析：

設定檢測起點 S、IC 腳的間距 D、IC 腳的寬度 W，IC 腳數共 I 根則以 $S+(D+W/2)$ 為第一個檢測點，每隔 $(D+W) \times i$ ， $(0 \leq i < I, i \in \text{整數})$ 即設定一個檢測點，

if $V(x) > 0$ ， $V(x)$ 為 $g(x)$ 二值化灰階度的累計值

則判定檢測點位置 x 發生橋接瑕疵，得檢測結果。

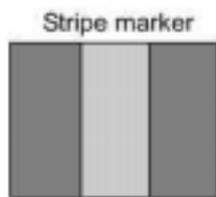


圖 11 定義之 Stripe Marker

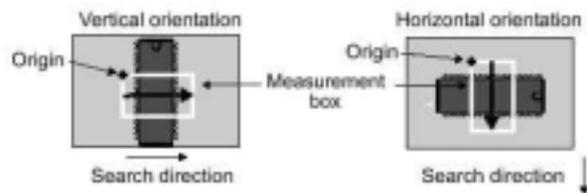


圖 12 比對搜尋方向

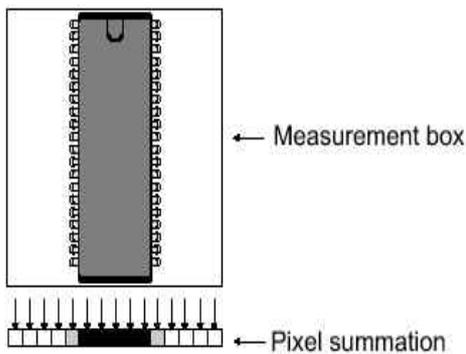


圖 13 Find Stripe method 示意圖

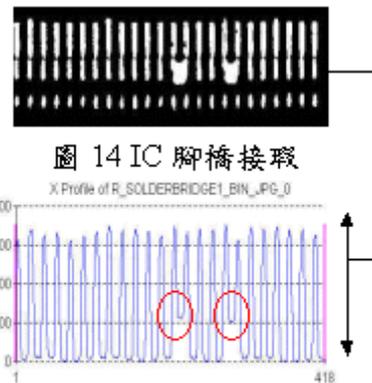


圖 14 IC 腳橋接瑕疵
圖區域掃描處理結果

2.4 虛擬影像的應用

利用虛擬 CCD (Virtual CCD) 之概念來輔助及改善軟體離線作業之操作，檢測系統的軟體架構概念如圖 16 所示。虛擬 CCD 觀念結合三層式架構，規劃出包括 A 程式 (建立標準元件資料庫)、B 程式 (建立 PCB 檢測資料)、C 程式 (線上檢測)、B1 程式 (建立虛擬 CCD 影像檔) 的檢測架構，此架構可以使 XY-table 與 CCD 的獲得充分的利用。一般而言，若要建立 PCB 檢測資料，需佔用到 XY-table 與 CCD 的作業時間，使的 XY-table 與 CCD 均無法進行線上檢測。而在搭配虛擬 CCD 的觀念下，則 B 程式僅需配合虛擬 CCD 影像檔，

即可進行 PCB 檢測資料的建立工作，在此同時，C 程式仍然可進行線上檢測工作。如圖 17 所示。利用上述的架構後可使生產線欲進行新檢測工作時，可在舊檢測工作仍在工作中，即可先建立新的檢測工作將會用到的檢測資料檔，而不必使檢測工作停止。

2.5 彩色影像的應用

AOI 視覺檢測主要是利用所獲得之影像，進行檢測、分析。因此為了要獲得適當的影像，電子攝影機與光源系統兩項便成為影響影像品質重要的因素。一般而言，視覺檢測最大的困擾因素在於影像中待測件之背景容易影響檢測的正確性。因此本研究將利用彩色之電子攝影機搭配不同角度之光源，進行視覺檢測。

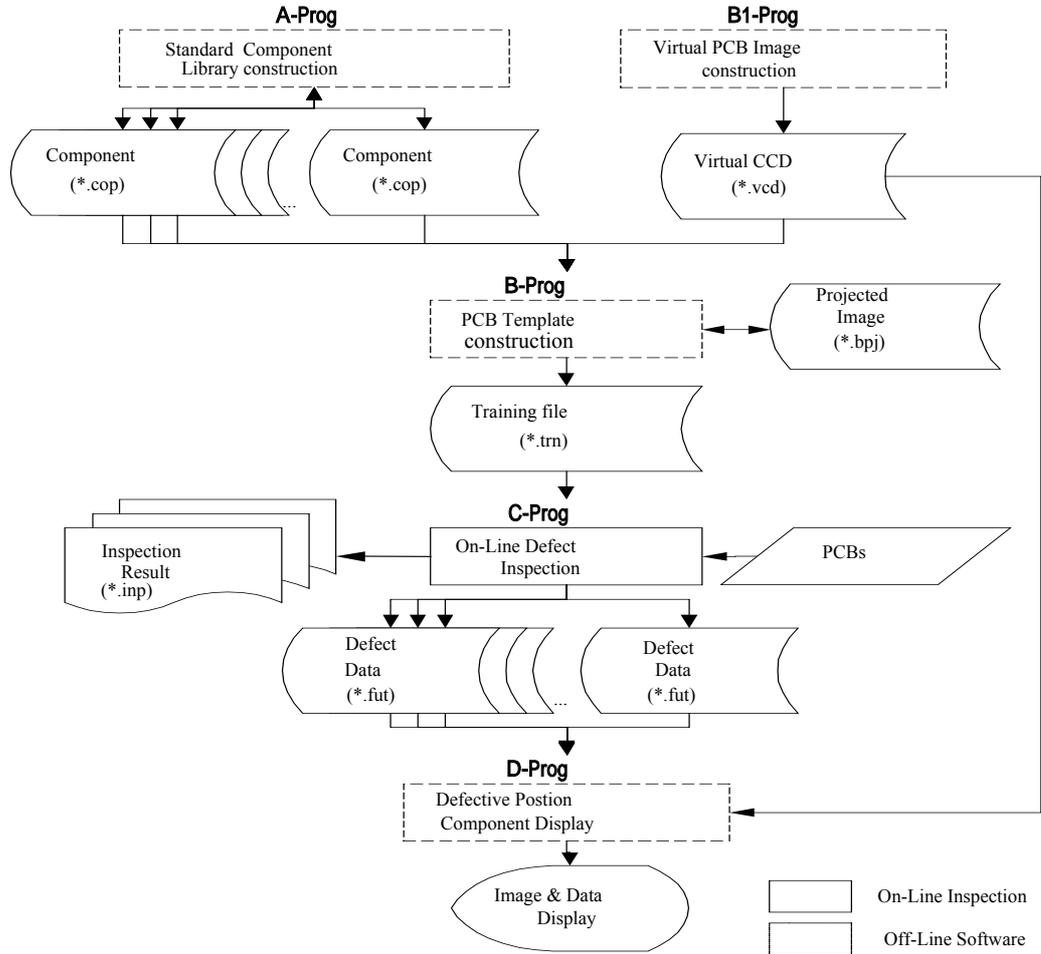


圖 16 檢測系統軟體架構示意圖

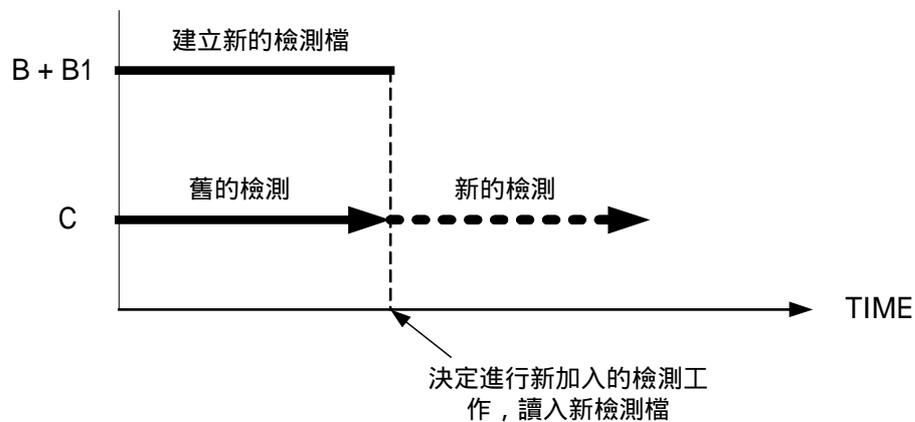


圖 17 虛擬 CCD 應用示意圖

2.5.1 彩色濃淡度處理法

利用彩色影像分離的觀念及彩色影像的特性，選擇一與待測物影像相近之頻譜，於該頻譜建立一閾度值，設計演算法，如此便可依此閾度值凸顯影像中之檢測物，使得待測物可以從複雜的背景中分離出來，以利電腦視覺檢測之進行。

2.5.2 三原色

PCB 影像中，影響元件檢測的，莫過於 PCB 底板的電路，如圖 18 中之圓圈所示，因此選擇一與電路底板相反的色調之原色，如圖 19，將此原色視為一灰階影像，如圖 20，建立一閾度值，進行二值化後，便可將底板電路去除，如圖 21，便可以使得檢測不受底板電路的影響，以利電腦視覺檢測之進行。

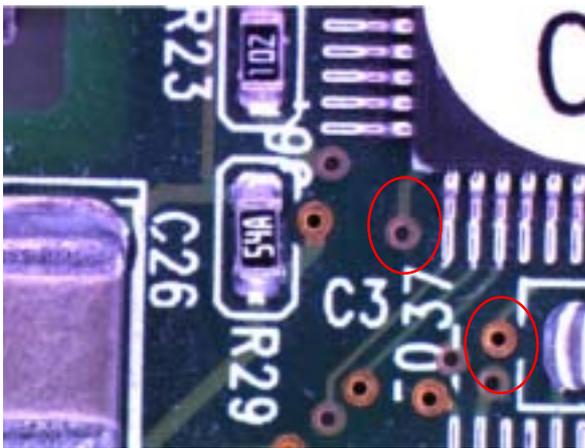


圖 18

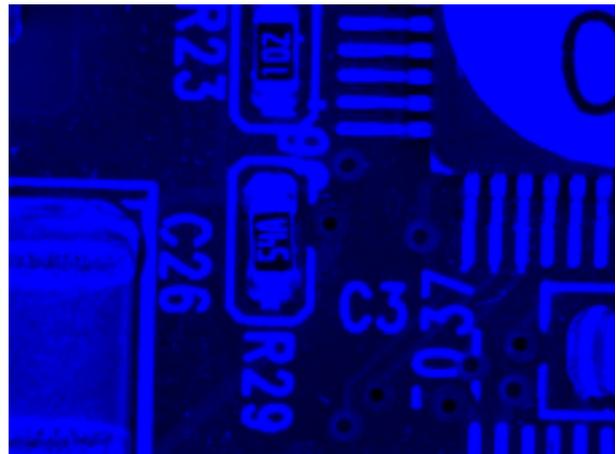


圖 19 與電路底板相反的色調之原色 (B)

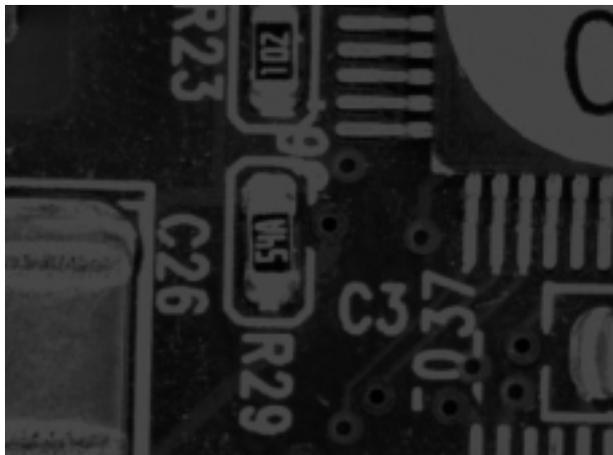


圖 20 B 原色轉變為灰階影像

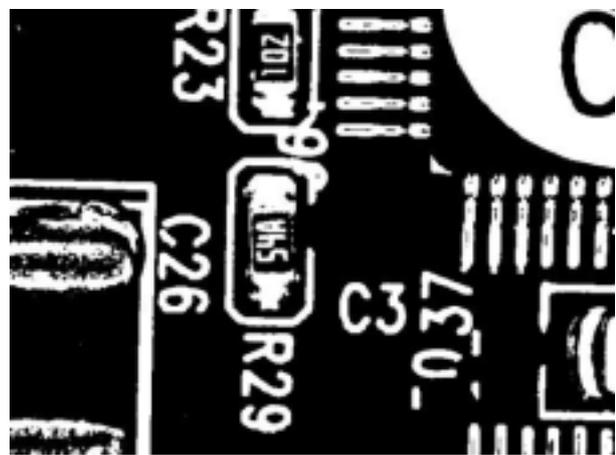


圖 21 B 原色灰階影像以 threshold value=70 二值化處理結果

3. 結果與討論

本計畫開發一適用於 PCB 組裝生產線之即時視覺檢測雛形系統，檢測目標設定為 PCB 板上常見之四種元件：片狀電阻(Register)、片狀電容(Capacitor)、小型外引腳積體電路 (SOP)、方形扁平封裝積體電路(QFP)，檢測能力包括缺件、歪斜、極度反和橋接。在完成

基本檢測系統後，繼續將進行彩色檢測系統的評估工作。首先以彩色 CCD 及影像處理卡取得彩色檢測影像，分析色彩資訊並加強現有檢測演算法。

本計畫應用虛擬 CCD 的概念，另外設計一套軟體能控制取像設備取得子影像，並配合樣本比對法結合成為整張 PCB 板的虛擬 CCD 影像。利用整張 PCB 板的虛擬 CCD 影像即可進行 PCB 檢測資料的建立工作，以節省在訓練階段所浪費的時間。

所設計之 PCB 檢測系統，經實機驗證，自動光學檢測系統之檢測正確率如表 4，檢測結果確具符合正確穩定的目標。

表 4 元件種類及缺陷項目檢測率

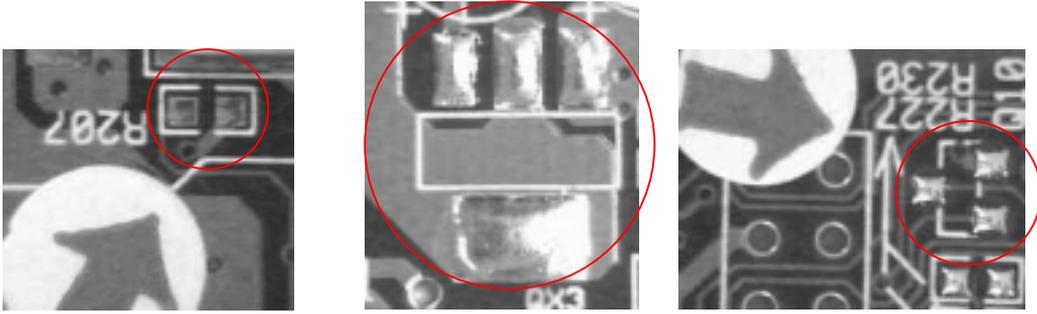
	缺件、 錯件 Missing	歪斜 Misalignment	極性 Polarity		橋接 Solder Bridge
			極性圓孔	極性條	
Resistor	95%	99%			
Capacitor	96%	99%			
SOP	99%	99%	極性圓孔	97%	99%
			極性條	98%	
QFP	98%	99%	極性圓孔	97%	99%
			極性條	98%	

(灰色部分表製程中無此缺陷發生)

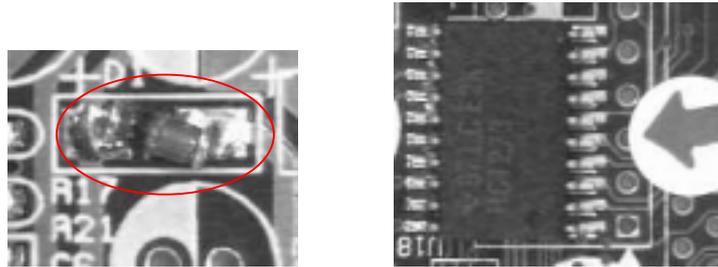
另外，光源系統亦可考慮使用 X-Ray 等不可見光之透視能力來檢測瑕疵。又印刷電路板的零件種類不斷推陳出新，如 BGA 元件亦可能產生新的瑕疵現象，亦值得繼續研究。就目前之檢測系統而言，硬體之載具方式及 X-Y Table 移動速度與精準度仍有改善的空間，使用具有較穩定高速之硬體架構系統，相信檢測正確率及速度都可提高至能達到實務應用上同步全檢之檢測要求。

附錄 A 瑕疵樣本圖示

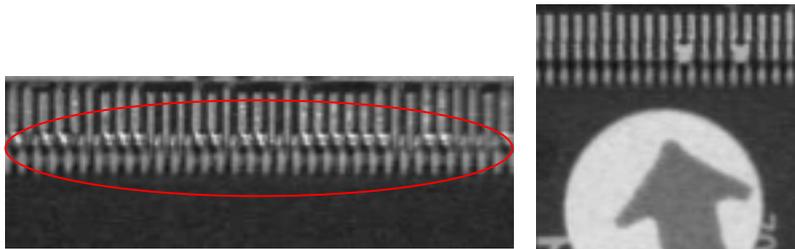
- 缺件



- 歪斜



- 錫腳橋接(短路)



附錄 B 線上 C 程式檢測報表 - 缺件、歪斜與錯件檢測

● 欄位說明：

- (1) No. : 檢測元件之編號。
- (2) CPT_ID : 檢測元件之標準件原始檔名。
- (3) CPT_POS : 檢測元件之位置(Pixels)。
- (4) CCD_POS : 取像位置(mm)。
- (5) NOTE : 元件代碼, C 表示電容、R 表示電阻、RN 表示排阻、U 表示 IC。
- (6) (L,M,P,SB,SL,SJ)ERR_ITEM : 瑕疵項目, 分別表示缺件、歪斜、極性反、橋接、錫過少及錫量檢測, 括弧內的 O 表示檢驗合格, X 表示不合格, -表示該項目不檢測。

Inspect Time : 27 seconds

Inspection Date/Time : 2002/03/08 15:27

No.	CPT_ID	CPT_POS	CCD_POS	NOTE	(L,M,P,SB,SL,SJ)ERR_ITEM
0	472.cop	(0, 0)	(-10258,-46297)	r59	(O,-,-,-) (1,-,-,-,-,-,-)
1	472.cop	(0, 0)	(-10258,-46297)	r60	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
2	472.cop	(0, 0)	(-10258,-46297)	r61	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
3	472.cop	(0, 0)	(-10258,-46297)	r62	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
4	472.cop	(0, 0)	(-10258,-46297)	r64	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
5	472.cop	(0, 0)	(-10258,-46297)	r63	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
6	100.cop	(0, 0)	(-73116,-58505)	r110	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
7	100.cop	(0, 0)	(-73116,-58505)	r111	(O,-,-,-) (1,-,-,-,-,-,-)
8	472.cop	(0, 0)	(-105018,-70059)	c97(lost)	(X,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
9	472.cop	(0, 0)	(-116681,-71585)	r138	(O,-,-,-) (1,-,-,-,-,-,-)
10	100.cop	(0, 0)	(-87507,-89170)	r113	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
11	100.cop	(0, 0)	(-42161,-86156)	r89	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
12	100.cop	(0, 0)	(-42161,-86156)	r90	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
13	100.cop	(0, 0)	(-42161,-86156)	r91	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
14	100.cop	(0, 0)	(-42161,-86156)	r92	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
15	100.cop	(0, 0)	(-42161,-86156)	r93	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
16	100.cop	(0, 0)	(-42161,-86156)	r94	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
17	100.cop	(0, 0)	(-42161,-86156)	C57(cap)	(X,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
18	100.cop	(0, 0)	(-21452,-83032)	r67	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
19	100.cop	(0, 0)	(-21452,-83032)	r68	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
20	100.cop	(0, 0)	(-21452,-83032)	r69	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
21	100.cop	(0, 0)	(-21452,-83032)	r70	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
22	100.cop	(0, 0)	(-21452,-83032)	r71	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
23	100.cop	(0, 0)	(-21452,-83032)	r72	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
24	100.cop	(0, 0)	(-21452,-92914)	r73	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
25	100.cop	(0, 0)	(-21452,-92914)	r74	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
26	100.cop	(0, 0)	(-21452,-92914)	r75	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
27	100.cop	(0, 0)	(-16874,-102070)	c42(lost)	(X,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
28	102.cop	(0, 0)	(-21452,-92914)	r76(103)	(X,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
29	102.cop	(0, 0)	(-16874,-102070)	r79(103)	(X,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
30	102.cop	(0, 0)	(-16874,-102070)	r78(103)	(X,-,-,-) (1,-,-,-,-,-,-)
31	102.cop	(0, 0)	(-16874,-102070)	r77(103)	(X,-,-,-) (1,-,-,-,-,-,-)
32	330.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r47	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
33	330.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r45	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
34	330.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r53	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
35	330.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r52	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
36	470.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r45	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
37	470.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r44	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
38	472.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r43(470)	(X,-,-,-) (1,-,-,-,-,-,-)
39	102.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r51	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
40	470.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r50	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
41	470.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r49(break)	(X,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
42	470.cop	(0, 0)	(4490,-78090)	r48(break)	(X,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
43	330.cop	(0, 0)	(43113,-78090)	r22	(X,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
44	330.cop	(0, 0)	(43113,-78090)	r21	(O,-,-,-) (0,-,-,-,-,-,-)
45	470.cop	(0, 0)	(43113,-78090)	r161	(O,-,-,-) (1,-,-,-,-,-,-)

46	330.cop	(0, 0)	(69129,-68495) r6	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
47	330.cop	(0, 0)	(69129,-68495) r5	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
48	330.cop	(0, 0)	(69129,-68495) r4	(X,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
49	330.cop	(0, 0)	(69129,-68495) r3	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
50	330.cop	(0, 0)	(69129,-68495) r2(220)	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
51	330.cop	(0, 0)	(69129,-68495) r1(220)	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
52	330.cop	(0, 0)	(69129,-68495) c2(lost)	(X,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
53	470.cop	(0, 0)	(61427,-90694) r160	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
54	472.cop	(0, 0)	(61427,-90694) r9	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
55	472.cop	(0, 0)	(61463,-106424) r10	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
56	472.cop	(0, 0)	(61463,-106424) r159	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
57	295.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r31	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
58	295.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r30	(O,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
59	295.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r33	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
60	295.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r32	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
61	472.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r26	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
62	472.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r27	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
63	472.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r28	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
64	472.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r29	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
65	472.cop	(0, 0)	(40790,-129642) r14(272)	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
66	295.cop	(0, 0)	(32106,-145737) r34	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
67	295.cop	(0, 0)	(32106,-145737) r35	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
68	295.cop	(0, 0)	(32106,-145737) c21(cap)	(X,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
69	100.cop	(0, 0)	(-27845,-177167) r86(101)	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
70	100.cop	(0, 0)	(-27845,-177167) r85(103)	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
71	330.cop	(0, 0)	(-50191,-177312) r109	(X,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
72	472.cop	(0, 0)	(-67195,-121246) r104	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
73	472.cop	(0, 0)	(-67195,-121246) r105	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
74	295.cop	(0, 0)	(-67195,-121246) r106	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
75	100.cop	(0, 0)	(-67195,-121246) r107(103)	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
76	295.cop	(0, 0)	(-67195,-121246) r108	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
77	472.cop	(0, 0)	(14691,-216826) r58	(O,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
78	472.cop	(0, 0)	(14691,-216826) c36(cap)	(X,-,-,-,-)	(0, --, --, --, --, --,)
79	330.cop	(0, 0)	(-94549,-215402) r132	(X,-,-,-,-)	(1, --, --, --, --, --,)
80	330.cop	(0, 0)	(-94549,-215402) r131(331)	(X,-,-,-,-)	(2, --, --, --, --, --,)

-----Statistic-----

(Correct Number /Inspect Number)	Resistor	Capacitor	Transistor	Diode	SOP	QFP
Lost	55/81	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Misalignment	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Polarity	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Solder Bridge	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
SolderLess	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Component Number	55/81	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

(Correct Rate %)	Resistor	Capacitor	Transistor	Diode	SOP	QFP
Lost	67.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Misalignment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polarity	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solder Bridge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SolderLess	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Component CorrectRate	67.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PCB Correct Rate	67.90					