

19. 側照式SMD-LED自動光學檢測系統

彭德保¹、劉曉薇²、張晴晴³

¹國立交通大學 工業工程與管理學系 教授

²國立交通大學 工業工程與管理學系 博士生

³國立交通大學 工業工程與管理學系 碩士生

摘要

自動光學檢測(Auto Optical Inspection, AOI)為工業自動化有效的檢測方法，使用機器視覺(Machine Vision)做為檢測技術。機器視覺系統之基本概念為使用機器來實現人的視覺識別功能，即用取像機構和可邏輯運算之機器代替人的眼睛和大腦，對影像進行處理和分析，可用於檢測各種產品的缺陷，或辨識物體位置及測量尺寸等，主要大量應用於工廠中的自動化檢測。因為是非接觸式檢查，所以可在製程間檢查半成品，運用自動化光學檢測於工業檢測，可提高檢測速率，執行標準化之瑕疵判定，而達到品質的一致性、大幅降低誤判或漏檢之情形、提升檢測的正確性，並大幅節省人工成本。

本研究針對以封裝形式為表面黏著型之側照式發光二極體(Surface Mount Device LED, SMD-LED)之成品，發展一套自動化光學檢測系統，進行瑕疵檢測，其檢測項目包括:缺件、側翻、極性反、缺口、表面不潔及電極遺失。本研究之檢測系統包含軟體之設計及開發。設計符合SMD-LED封裝線現場實際狀況之取像及控制硬體設備，當取像機構取得影像後，透過人機互動，半自動取得元件之欲檢測區域規範及標準元件資訊做為判斷瑕疵之準則。而後，運用影像處理與圖形識別之瑕疵檢測演算法檢測之。透過本研究所開發之SMD-LED自動化光學檢測系統，可使其品質檢測效果和速度大幅提升。

一、緒論

近年來，SMD-LED因體積小、低耗能、高效率等眾多優點，已獲得熱烈的市場迴響。在廣大的市場需求下，SMD-LED之品質管理即需更有效率且更準確的實行。以往之人工目視檢測方法，已很難達成高檢測速率以及瑕疵判定標準化等全面品檢需求。因此，本研究開發一套模擬封裝現場之自動化光學檢測系統，期能快速、精確、且穩定地檢測出SMD-LED瑕疵。

設計符合現場實際狀況之硬體設備，以硬體取得影像後，運用影像處理強化瑕疵區域，取得待檢測元件之瑕疵資訊，再經由訓練統計，以及互動式彈性設定之參數，做為判斷良品與否的參考臨界值，完成檢測。

二、研究方法

1. 硬體設計

硬體方面包含取像機構與控制機構。取像機構包含CCD、鏡頭及光源，進行取得檢測影像之功能。控制機構包含電腦、步進馬達、入料及收料轉盤、以及其他固定料帶之治具，做為輔助定位取得檢測影像之功能。

首先，步進馬達帶動收料及入料滾盤的轉動，幫助料帶中LED之位移。位移定位後，由取像機構擷取檢測影像、傳入電腦，於是進行軟體影像處理之瑕疵檢測演算法。硬體機構如圖2-1、2-2所示。

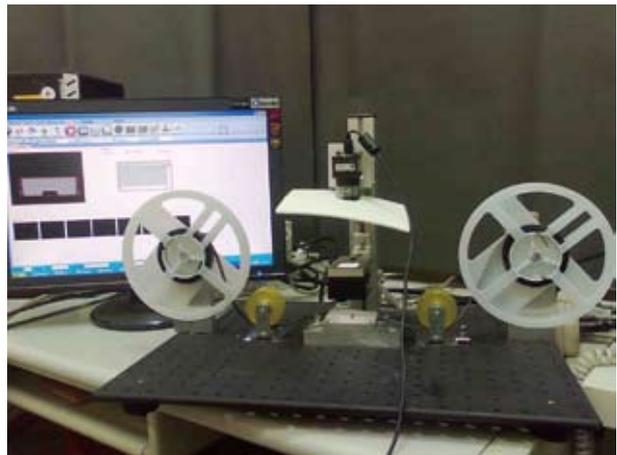


圖2-1硬體機構實體正照圖

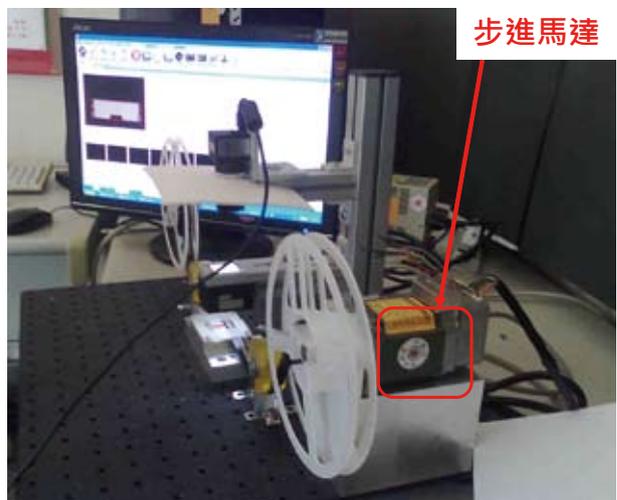


圖2-2硬體機構實體側照圖

2. 軟體設計

SMD-LED檢測軟體架構，主要分為訓練階段與檢測階段，訓練階段為擷取標準樣本資訊、框選檢測範圍和設定各項參數等，主要目的為建立標準元件資料庫，以做為檢測階段，待測元件之比對資料與準則，如圖2-3所示。

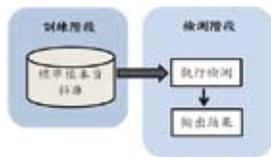


圖2-3 軟體設計之概念架構

透過訓練階段建立好標準元件資料庫，即可進入連續檢測階段。檢測階段先讀取標準樣本資料庫中之元件資料，對待測之SMD-LED進行各項所預定之瑕疵檢測，並將檢測辨識結果歸類統計，存於瑕疵資料庫。圖2-4為檢測系統之流程，詳細說明如下。

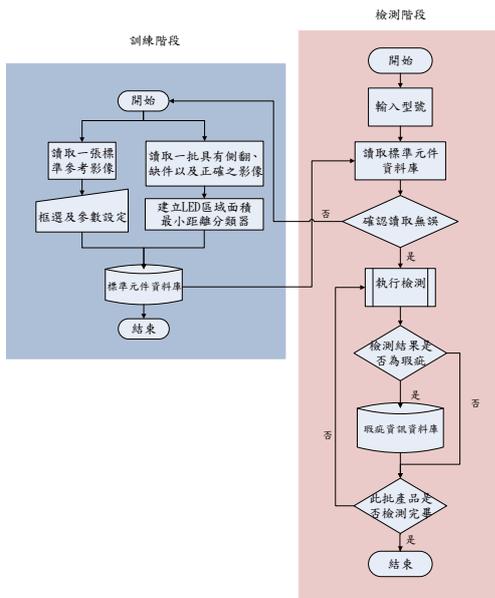


圖2-4 SMD-LED檢測系統流程圖

(i) 訓練階段

訓練階段分為兩部分：(1) 框選檢測範圍、非檢測範圍與設定規範參數；(2) 建立缺件、側翻、正常件之最小距離分類器(Minimum Distance)。步驟(1)中，首先載入一標準影像，如圖2-5(a)，透過Otsu自動二值化及blob分析得到SMD-LED區域，如圖2-5(b)，且對此區域旋轉定位後，由檢測人員以互動式彈性框選檢測區域、非檢測範圍，及設定相關參數，如圖2-5(c)所示。

透過步驟(1)的設定，使得檢測程式能彈性地符合不同檢測的需求。步驟(2)則須載入一組缺件、側

翻及標準元件之SMD-LED影像，亦透過Otsu自動二值化及blob分析，得到SMD-LED區域及其面積接著值，以此面積為特徵，建立最小距離分類器。待步驟(1)、(2)均設定完成後，便存入標準元件資料庫，圖2-6為訓練階段詳細之演算法流程。

圖2-5 (a) SMD-LED標準樣本影像(b) 分割SMD-LED與背景，經由Otsu自動二值化及blob分析之影像(c) 互動式彈性框選之檢測區域

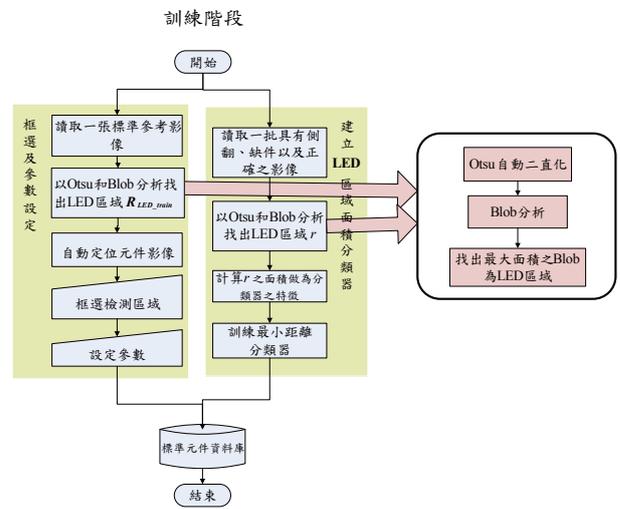
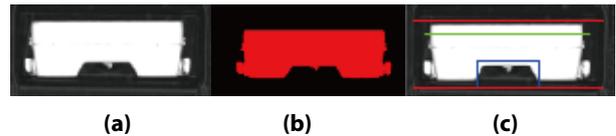


圖2-6 訓練階段之流程圖

(ii) 檢測階段

經過訓練階段後，進入檢測階段。SMD-LED瑕疵多為置放料帶時或製程中所造成，置放料帶時所造成之瑕疵為空包、側翻、極性反，製程中之瑕疵為表面不潔、缺口、電極遺失等，如圖2-7所示。當發生料帶置放錯誤時，檢測其他項目將無意義；故，一旦檢測出料帶置放錯誤瑕疵，即不再檢測其他項目。但製程造成之瑕疵項目，可伴隨發生其他瑕疵項目，須再檢測，圖2-8為檢測階段之詳細流程，以下將說明各項目之檢測方法。

置放料帶錯誤型	缺件	側翻	極性反
	表面不潔	缺口	電極遺失
	製程瑕疵型		

圖2-7 料帶置放錯誤型與製程瑕疵型之瑕疵項目

(一)置放料帶錯誤型

料帶置放錯誤型瑕疵為缺件、側翻與極性反，其中，缺件及側翻之影像特徵皆有SMD-LED區域面積較小之現象。因此，若我們先找出SMD-LED區域面積，再分析其面積值，便可找出此兩類瑕疵。至於極性反之情況，可藉由標準樣本資料庫中之框選極性區域位置之灰階度值，與待測物件之相對自動框選區域之灰階度值做比較，若灰階度值大於某訓練值，則判定為極性反。

(二)製程瑕疵型

製程瑕疵型之瑕疵項目為表面不潔、缺口、電極遺失等。其中，表面不潔與缺口之影像特徵，皆有SMD-LED區域灰階值不均之現象；但不同的是，有缺口的SMD-LED區域灰階值不均之暗處，會與邊緣連通，表面不潔則不會。因此，我們將先灰階值不均處之較暗區域找出，若發現其與邊緣連通則為缺口瑕疵，否則即為表面不潔瑕疵。至於電極遺失情形，則可藉由計算LED區域之最小包覆矩形的長度，檢測其是否小於訓練值，而可得出檢測結果。

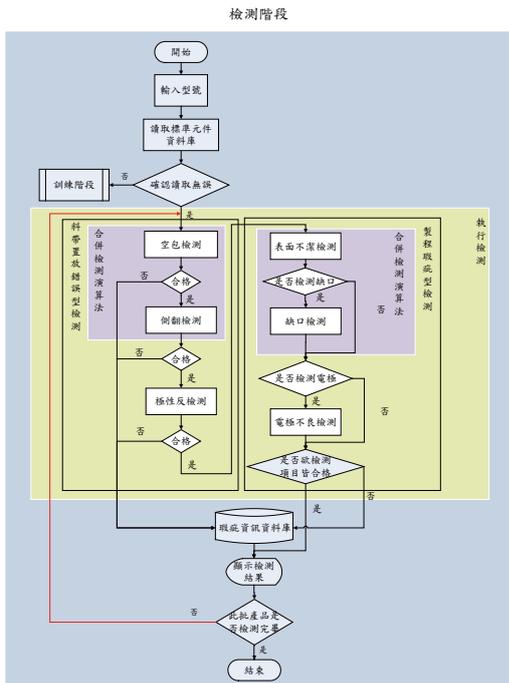


圖2-8檢測階段之流程圖

三、研究結果

本研究所測試之指標為「瑕疵判別之正確性(Accuracy)」以及「瑕疵特徵之重複性(Repeatability)」。瑕疵判別之正確性為自動檢測與人工比對後，兩者判別結果相同程度之指標，其定義為：自動檢測與人工檢測相同之個數，除以總待

測元件數。針對明確瑕疵(缺件、側翻、極性反、電極遺失)以150個樣本測試瑕疵判別之正確性，測試結果之正確率達97%以上。

而針對非明確瑕疵(表面不潔、缺口)，因具可議之瑕疵規範，故不以正確性探討，而以瑕疵特徵之重複性為其指標，我們針對LED表面灰階值不均處之面積，估算其量測結果之變異程度，亦即計算其重複性變異($\hat{\sigma}_{repeatability}$)。重複性變異之定義為：以N個樣本重複測量之平均全距，除以一統計常數而得。我們以170個樣本測試其重複性之變異，所得之數值小於0.068mm(約為8.6 pixels)。

四、結論與建議

本文設計與開發一套可檢測側照式SMD-LED之自動光學檢測系統，包含了硬體機構、軟體系統與檢測演算法之設計與開發。硬體方面，以符合封測現場實際之生產情況來設計；軟體方面，除了具有高檢測正確性及低重複變異性之檢測能力外，亦加入彈性化之參數調整、可人機互動設定框選區域等操作介面之功能。

本研究所設計與開發與之側照式SMD-LED瑕疵自動檢測系統，除了可提升SMD-LED品質與檢測效率外，亦可針對檢測所辨識歸類之瑕疵種類，統計後回饋予相關生產製造單位，協助追蹤瑕疵成因，以釐清製程可再繼續改善之處，讓品質管理更臻完善。

參考文獻

1. E. N. Malamas, E. G. M. Petrakis, M. Zervakis, L. Petit, and J. D. Legat, "A survey on industrial vision systems, applications and tools," *Image and Vision Computing*, vol. 21, pp. 171-188, 2003.
2. L. Shapiro and G. Stockman, *Computer Vision*, Prentice Hall, 2002
3. P. K. Sahoo, S. Soltani, and A. K. C. Wong, "A survey of thresholding techniques," *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, vol. 41, pp. 233-260, 1988.
4. 彭光裕，"應用電腦視覺技術於表面黏著元件印刷電路板之自動檢測系統設計與開發"，國立交通大學工業工程與管理學系碩士論文，2000年。