曲面物件瑕疵檢測簡介

Introduction to Surface Defect Detection of 3D Objects

蔡雅惠
工研院機械所
智慧系統工程組
機器視覺系統部

黃國唐
工研院機械所
智慧系統工程組
嵌入式控制系統

李韋辰
工研院機械所
智慧系統工程組
機器視覺系統部

關鍵詞(Keywords)

- 機器視覺　Machine vision
- 瑕疵檢測　Defect detection
- 三維曲面　3D surface

摘要(Abstract)

本研究探討一種曲面物件瑕疵檢測視覺系統，該視覺檢測系統具有下列兩項特性：(1)可克服不同視角所產生的表面反光問題；(2)可避開反光之視角進行三維表面瑕疵檢測。本技術使用影像濾波處理分離影像中正常光源之影像與直接反射光源所造成的反光影像，實驗結果顯示本系統可有效避免不同視角所造成的反光區域，相較於傳統的二維視覺檢測系統只可用於平面檢測(例如晶圓或電路板)，本曲面物件檢測系統可實際應用於工業產品的三維檢測上且不需精確的校正，並可避開導致反光的視角以最少的取像視角涵蓋整個檢測面達到檢測的行為。

The purpose of this paper is to develop a vision system for surface defect detection of 3D objects. It aims at the ill-defined qualitative items such as stains and scratches. A robot vision system for surface defect detection may counter challenges such as (1) high surface reflection at some viewing angles and (2) no reference markers in any sensed images for matching. A filtering process is used to separate the illumination and reflection components of an image. Tests were performed on a variety of hand-held electronic devices such as cellular phones.

Experimental results show that the proposed system can reliably avoid reflection surfaces in different viewing angles. Traditional visual inspection systems mainly work for 2D planar surfaces such as PCBs and wafers. The results have practical applications for industrial objects with arbitrary surfaces under image misalignment for 3D objects. The proposed system can identify the viewing angles with minimum surface reflection.

緣起

由於手攜式電子產品多爲曲面或高反射性表面，其他如鋼珠表面亦具相同特性，此等目標物表面容易因有角度光源投射至表面反射而形成光影或陰影，如圖 1 所示。圖 1 (a)爲手機外殼光滑金屬表面反光情形，圖 1 (b)則爲車頭燈表面光影現象。當以視覺系統做自動化檢測時，瑕疵特徵反而受限於曲面角度、反光及對比度不足導致時常無法突顯，因此視覺辨識技術困難度極高，非一般平面靜態影像檢測系統可克服。加上面對未來少量且多變的 3C 產品線，產品皆爲曲面高反光材質，在自動外觀瑕疵檢測上目前並無一個較佳的解決方案，因此本研究將著手開發此類型的三維物件曲面瑕疵檢測系統。

1. 文獻探討

在探討三維瑕疵檢測系統之解決方式，目前的做法大致分爲二大類，一爲探討以硬體架構來

(a) (b)

圖 1　元件表面高反射現象

達到三維表面檢測之目的，針對特定應用物體反光問題探討以設計特殊打光方式或光源佈局來克服[1]，如透過鏡面、類球狀光源等較不易反光之光源結構[2-4]，亦有提出序列影像追蹤缺陷的方法[5]，但採行的皆是客製化的做法，當待檢測對象改變時則系統必需重新建置，光源也必須再另外重新設計，設計及測試時間冗長，可變彈性低；另一種作法爲透過干涉條紋建構三維形貌特徵來做檢測[6-8]，但通常只能檢測表面上起伏變化的異常，針對較細微之紋理變化、圖樣或色澤等異常則難以偵測。以下將分別針前述兩系統予以討論，分別說明如下：

1.1 硬體架構式之三維表面檢測系統

文獻中有探討以鋼軌表面缺陷檢測爲例，以多組取像裝置來達到三維表面檢測。此系統在鋼軌頂面、底面及兩側分別安裝四組激光線光源，這四組激光光源發射的激光線在鋼軌斷面上形成一個封閉的曲線，同時在鋼軌的四周安裝八組面型 CCD 取像模組，同步採集激光線條形成的封閉

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】352 期・101 年 7 月號

每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw