

以 CCD 為基礎之中大尺寸背光模組光源輝度、均勻度之檢測系統

魏子軒、陳嘉宏、蔡瑞鴻、陳瑞彬、溫仁佑、江偉傑

國家實驗研究院儀器科技研究中心

thwei@itrc.org.tw

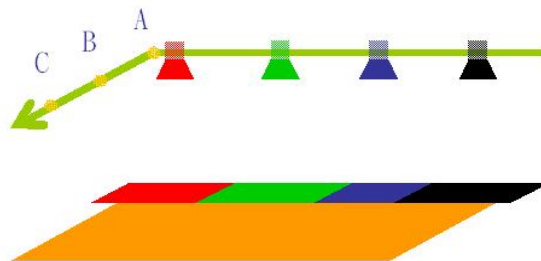
摘要

近年來，背光模組的檢測已是一項極為重要的工作。本文提出一個以多顆面型 CCD 取像模組為基礎，以推掃式為取像方式之背光模組檢測系統，一片背光模組若要檢測數千甚至上萬個點，僅需十多秒鐘。由於 CCD 組裝上之誤差，系統需做影像鑲嵌之動作，以取得相對應之座標轉換係數，從而得到具有準確相對位置之影像。經由實驗，經過座標轉換後之座標精度在 x 方向平均誤差為 0.35 個像素，在 y 方向平均誤差為 0.4 個像素。此外，系統中為修正因成像鏡頭在面型 CCD 上所產生之不均勻效應，各顆 CCD 皆以一均勻光源及一亮度輝度計來建立面型 CCD 每一像素的訊號轉換函式。經由實驗，面型 CCD 的每個像素經由各自的訊號轉換函式修正後其非均勻性小於 1 %。最後，此檢測系統實際量測輝度範圍為 10-15000 nits 的平面光源，將量測結果與亮度輝度計的讀值做比較，得到的相對誤差均小於 1.5 %。

關鍵字：自動光學檢測、AOI、輝度、均勻度、面型 CCD、影像鑲嵌

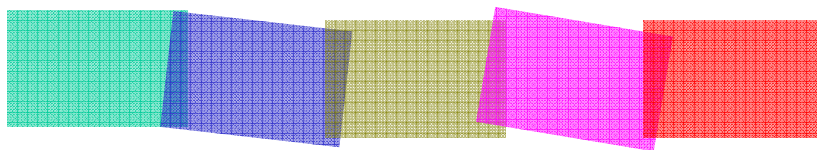
壹、前言

在液晶顯示器中，對於影像品質最具關鍵性影響力的元件即為背光模組，故背光模組的檢測是一項極為重要的工作。由於在液晶材料的改善、面板技術提升、製程面積擴大的技術突破下，大型液晶顯示器的發展，已是不可避免的趨勢。然而傳統之自動化光學檢測乃針對背光模組採取單點逐一檢測，只能隨機抽樣，費時費力，故本文提出一個以多顆面型 CCD 取像模組為基礎，以推掃式為取像方式之背光模組檢測系統(如圖一)，即可達成檢測中大尺寸背光模組之需求。



圖一、檢測系統示意圖

本系統採用多顆面型 CCD 及推掃方式取像，以產生多張影像來涵蓋中大尺寸之背光模組，然而由於 CCD 組裝上之誤差(如圖二)，各顆 CCD 有其獨立座標系統，為了將擷取出之各張影像以同一個座標系統來表示，必須建立一個座標轉換函式將各張影像轉換至同一座標系統上，以完成影像鑲嵌，從而取得較精準之相對位置影像。本文將在下一個段落簡單介紹座標轉換函式的建立方法。



圖二、CCD 組裝誤差示意圖

此外，在成像系統中，光源經鏡頭成像於感測器時無可避免的會有中間亮而旁邊較暗的情形。

這是由於感測器的輻射照度會隨著光束入射的場角不同而改變，所造成的不均勻效應[1]。本系統將以一均勻光源及一亮度輝度計來建立面型 CCD 每一像素的訊號轉換函式，以修正因成像鏡頭在面型 CCD 產生的不均勻性效應。在下一個段落中，亦會介紹訊號轉換函式的建立方法[2]。

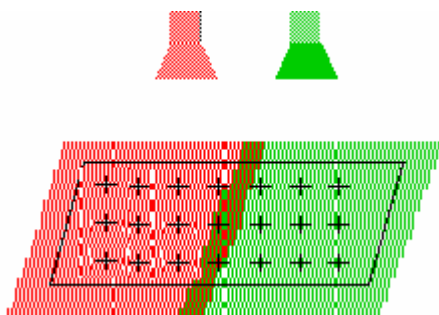
貳、研究方法

一、座標轉換函式建立

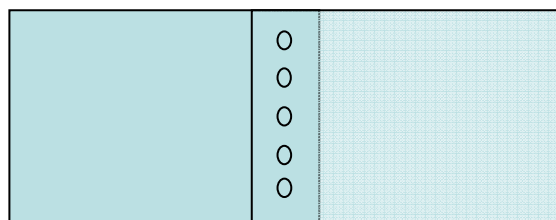
本系統採用仿射轉換[3]來建立座標轉換數學式子，仿射轉換所考慮之幾何變形包含平移、旋轉、尺度及正交性。首先，建構一等距離之十字點圖樣，再以 CCD 進行取像(實驗佈置如圖三)，並紀錄兩顆 CCD 於重疊區域各別拍攝到之十字點座標(如圖四及表一)。而後將所紀錄之點座標帶入式(1)，所得之數個方程式經過求解後，可得到六個座標轉換之方程式係數，即可建立兩顆 CCD 間之座標轉換式。經由多次轉換後，便可將整張面板之影像轉換至同一座標系統中。

$$X_{i,j} = aX_0 + bY_0 + c \quad Y_{i,j} = dX_0 + eY_0 + f \quad (1)$$

其中， $(X_{i,j}, Y_{i,j})$ 為第 i 張影像第 j 個點之座標值、 (X_0, Y_0) 為欲量測之點座標值、 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 為座標轉換之方程式係數。



圖三、座標轉換實驗架構圖



圖四、兩 CCD 重疊取像示意圖

表一、兩 CCD 重疊區域之相對應座標範例

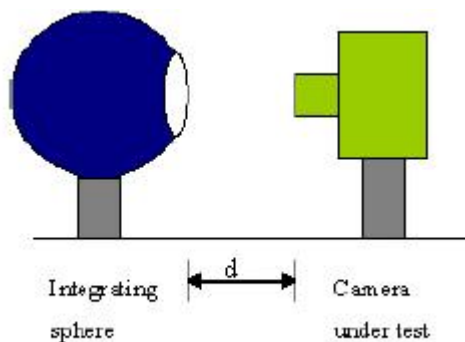
左邊 CCD 之座標	右邊 CCD 之座標
(508,113)	(28,120)
(557,213)	(78,220)
(606,313)	(127,320)
(646,412)	(167,419)
(506,462)	(27,469)

二、訊號轉換函式建立

以積分球為均勻光源進行面型 CCD 取像模組的校正，其實驗佈置如圖五所示。本校正實驗所使用之積分球，根據其出廠報告[4]顯示，積分球光源於光學系統出瞳均勻度可達 99% 以上。接著，我們使用經校正過之亮度輝度計 BM-7[5]來量測光源的輻射度，並將 BM-7 的讀值以輝度的單位(nits)來表示，可量測輝度範圍為 10-15000 nits。同時調整光源輝度並進行取像，紀錄面型 CCD 每一像素於不同輝度時的讀值，並以曲線擬合的方式來描述像素值與輝度間的關係，此關係式即為像素值與輝度之間的訊號轉換函數，由此可知，CCD 每一像素均有其個別之線性轉換函式。一般可以一線性方程式來描述該像素的訊號轉換函式，如式(2)所示[6]:

$$L = A_{i,j} X_{i,j} + B_{i,j} \quad (2)$$

其中， L 為光源的輝度(單位；nits)、 $X_{i,j}$ 、 $A_{i,j}$ 、 $B_{i,j}$ 分別為 CCD 第 (i,j) 位置的像素值及線性方程式的係數。

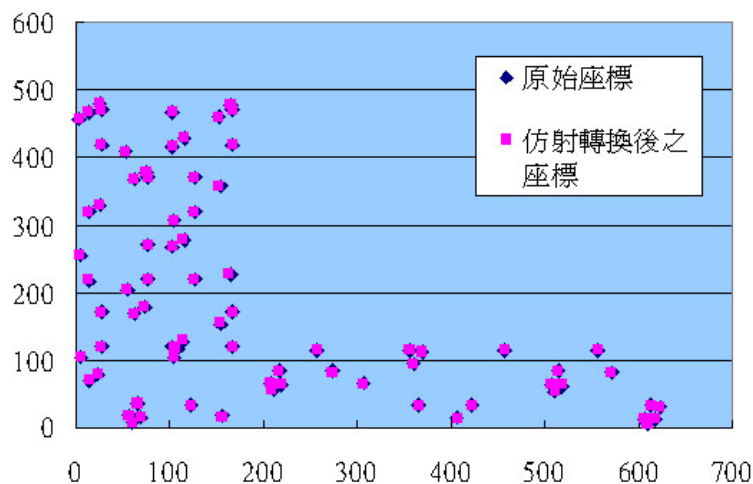


圖五、面型 CCD 取像模組的量測架構

參、研究成果

一、座標轉換函式之準確度

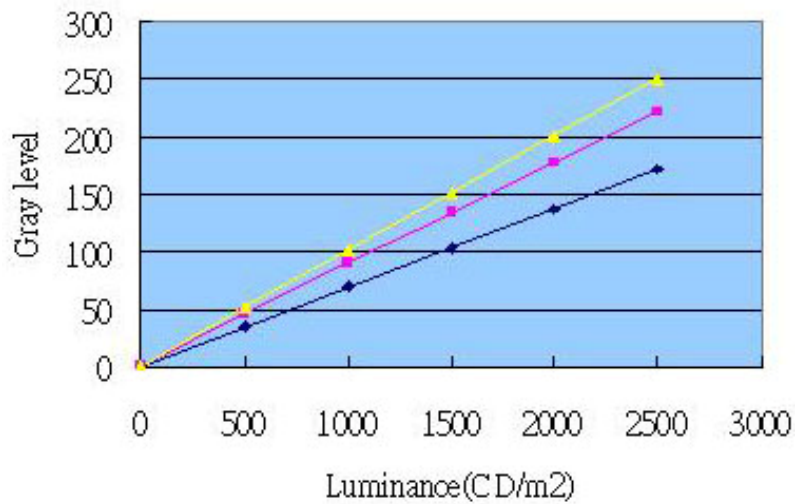
圖六為數十個測試點經由仿射轉換，轉換之統一座標系中，再由統一座標系轉換回獨立座標系後，所得到之座標位置與原始座標位置之比對，縱軸為 y 方向，橫軸為 x 方向。經由計算與統計，座標轉換後之誤差在 x 方向平均為 0.35 個像素，y 方向平均為 0.4 個像素，具有相當之準確性。



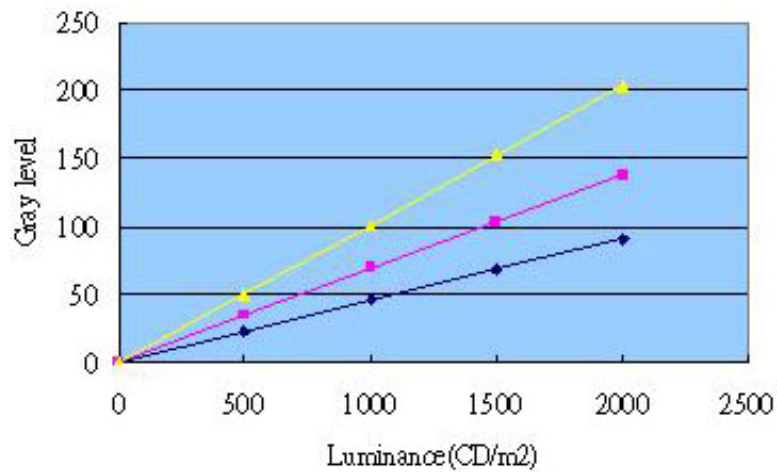
圖六、座標轉換前後之比較

二、像素值與輝度之訊號轉換函式

由於鏡頭的不均勻效應，面型 CCD 上各個像素的訊號轉換函式的斜率也會有所不同，圖七為隨機取出面型 CCD 取像模組中任 3 個像素之訊號轉換函式。此外，每個像素在不同的積分時間下斜率亦會有所不同，圖八則為同一個像素在 3 個積分時間下之訊號轉換函式。CCD 取像模組經訊號轉換後之校正，光源經由鏡頭成像在面型 CCD 上之不均勻效應可因此而消除，由實驗結果可知，實際量測積分球光源的均勻性可達 99%。



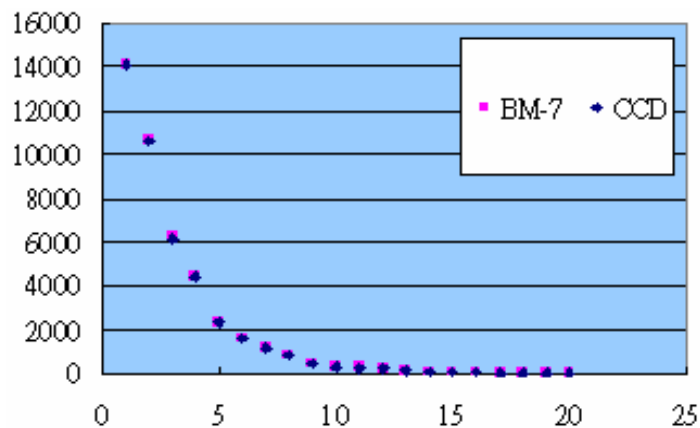
圖七、面型 CCD 取像模組之訊號轉換函式
(不同像素同一積分時間)



圖八、面型 CCD 取像模組之訊號轉換函式
(同一像素不同積分時間)

三、取像系統之準確度

以積分球為光源，面型 CCD 同時與 BM-7 來量測光源之輝度，圖九為量測實驗結果圖，藍色及粉紅色分別代表面型 CCD 取像模組及 BM-7 之量測結果，實驗結果顯示，面型 CCD 與 BM-7 之輝度量測誤差小於 1.5%。



圖九、面型 CCD 取像模組與 BM-7 量測結果比較

四、15 吋 LCD 背光模組量測結果

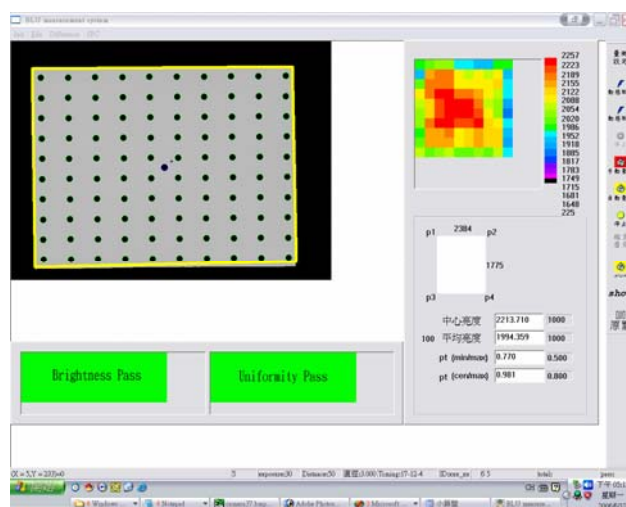
本系統使用 15 吋面板(如圖十)進行實驗，實驗機構如圖十一，圖十二為量測 100 點之程式介面，量測點的個數及大小可由使用者自行輸入。在積分時間為 30 時，可於 10 秒左右完成背光模組的輝度、均勻性量測。



圖十、15 吋背光模組面版



圖十一、以多顆面型 CCD 為取像模組之檢測系統架構



圖十二、取像模組程式介面(量測 100 點)

肆、結論與建議

本系統以多顆面型 CCD 取像模組為基礎，以推掃式為取像方式之背光模組檢測系統，可達成檢測中大型尺寸背光模組之需求。為解決 CCD 組裝上的誤差，以及將各顆 CCD 之獨立座標系轉換至統一座標系中，本文使用了仿射轉換建立座標轉換式進行處理。此外，為改善鏡頭產生之不均勻效應，我們使用均勻光源之積分球，計算出每一像素之訊號轉換函式分別做修正。經過上述處理與修正後的檢測系統，可針對不同尺寸之平面光源，同時進行數百點甚至數萬點之輝度量測，大幅提升了生產線上背光模組之品質檢測效率。目前國內在背光模組之檢測設備，多使用 BM-7 與 PR650 等國外產品，其優勢在於多數廠商的認證以及具有良好的穩定性，而其缺點在於只適用單點檢測。本系統的提出旨在擴大檢測範圍、增進檢測效率以及降低檢測成本，未來更可藉由增減面型 CCD 顆數以及行程數，以現行架構快速發展多種面板尺寸之檢測系統，如此更大幅增加了系統之擴充性。在中大型液晶顯示器的快速發展下，背光模組之檢測將越顯重要，若能增加檢測系統之穩定性以及符

合國際規範之檢測標準認證，相信國內自製之檢測設備即可滿足廠商之需求。

伍、參考文獻

- [1] F. Grum and R. J. Becherer(1979), Optical Radiation Measurements, Volume 1 Radiometry, *Academic Press, Inc.*
- [2] 蘇方旋、陳瑞彬、蔡瑞鴻、蔡和霖(2005):以面型CCD 取像模組為基礎的視覺檢測系統應用於平面光源輝度、均勻度之量測，*AOI Forum & Show 2005*
- [3] Shapiro, L. G. and Stockman(2001), G. C. Computer vision, Prentice Hall
- [4] Test report 21599-4-1(1998), *Labsphere Inc.*
- [5] <http://www.topcon.com/tip.html>
- [6] H. L. Tsay and F. H. Su(2002), System-Level Test of VCDi Air-Borne Remote-Sensing Imaging Sensor, *Instruments Today*, Volume 24, Issue 2