

LED背光模組線上調整系統

魏子軒、蔡瑞鴻、陳瑞彬、江偉傑、溫仁佑、陳柏睿

國家實驗研究院儀器科技研究中心

thwei@itrc.org.tw

摘要

傳統上背光模組檢測儀只能對背光模組檢測，無法主動調整背光模組各點光源參數。本研究為提出「線上 LED 背光模組之性能主動式調整機制」，該機制透過檢輝度測儀與閉迴路控制系統，針對 LED 進行量測及調校作業，以提升 LED 背光模組之效能。該調整機制以先前所設定之預設的輝度值為標準進行調控作業，且每次調控完畢後，再以背光模組線上全檢儀進行確認動作，進行反覆調控至達到使用者的需求設定才會停止調控作業，可以自動調整背光模組各點光源輝度及均勻性分佈，故所得結果經驗證比對是值得信賴。

關鍵字：自動光學檢測、AOI、背光模組檢測儀、輝度、均勻度、回饋

壹、前言

現今全球對於替代性之發光源的選擇似乎皆有相同見解，即採用發光二極體(Light Emitted diode, LED)作為替代性之發光源。以 LED 當發光源的好處在於無汞，另一優點則是色域範圍比冷陰極管還高，是故各家廠商無不紛紛投入此等研究，也使得 LED 逐漸成為平面顯示器之發光源主流。然而由於每顆 LED 的性能不一，由多顆 LED 所組成之 LED 模組的特性也不盡相同。當一大尺寸面板之背光模組採用多組 LED 模組拼裝而成時，則易產生背光模組均性不良之問題，造成該 LED 背光模組視為瑕疵品，爾等將大幅提昇生產成本，也因此 LED 成為了影響背光模組良窳的重要因素。再者背光模組約佔整個液晶顯示器成本三至五成不等，倘若無法有效改善 LED 模組間發光特性的差異，勢必對此產業具有嚴重性的衝擊，其所衍生之效應不容小覷。

為了在 LED 背光模組出廠前，順利地檢測及調整各個 LED 模組的性質，使得 LED 模組間之光學特性差異降低，也同時兼顧 LED 背光模組之性能符合使用者需求，本研究團隊乃研發一套可用於次世代平面顯示器之「LED 背光模組線上檢測調整系統」。該系統搭配儀科中心於 94 年研製之「背光模組線上全檢儀」做為量測工具，針對 LED 背光模組進行線上主動式量測與調校作業，以提升 LED 背光模組之效能。本文將針對此線上調整系統之原理與方法作進一步闡述。

貳、研究方法

本研究標的「LED 背光模組線上檢測調整系統」以儀科中心研發之「背光模組線上全檢儀」做為量測儀器及事後驗證工具，所須建立者為一 LED 背光源輝度回饋機制，該回饋機制為一同步量測與閉迴路調整機制，圖(1)為本線上主動式調整機制之系統概念流程圖。

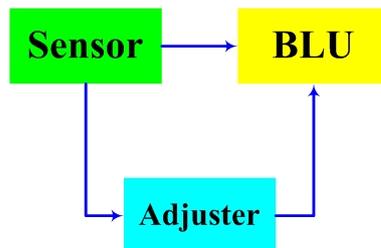


圖 1：線上主動式調整機制之系統概念流圖

首先，利用「背光模組線上全檢儀」量測 LED 背光源輝度，檢驗其輝度以及均勻性是否達到事

先設立之標準（目標輝度值），若未達標準，即運用程式判讀與目標輝度之差距，並調變給予 LED 模組的電阻(電流)值以改變其輝度。為使本回饋機制適用於各種 LED 模組，無須事先針對特定 LED 模組建立輝度與電阻(電流)間之相關參數，而是採用同步量測與閉迴路調整機制，一方面量測輝度，一方面估計所需改變之電阻(電流)值，直到輝度及均勻性皆符合標準為止。

輝度回饋機制演算法如下：

- (1) 給予初始電阻(電流)值，並設定最大調整次數、目標輝度值與目標均勻性之檢測標準
- (2) 判定量測積分時間並進行輝度量測
- (3) 檢驗各個區塊之輝度值與區塊間之輝度均勻性是否符合標準，若皆符合標準，則跳至步驟 (9)；反之，則繼續下一步驟
- (4) 檢查調整次數，若超過最大調整次數，則跳至步驟 (9)；反之，則繼續下一步驟
- (5) 分別計算各個區塊之目標輝度與此刻輝度之差距，並利用線性比例式估計所需調整之電阻(電流)值
- (6) 例外檢查
- (7) 利用 RS232 傳輸欲調整電阻(電流)值至控制器，以改變輝度
- (8) 重複步驟 (2) 至步驟 (7)
- (9) 調整完成

其中例外檢查步驟為檢查任一區塊之電阻值是否處於無窮盡之調整情況。由於控制器所設定之輸入訊號乃為一數位訊號，在調整時可能因此產生無窮盡之計算，因而影響回饋調整次數，故需要不斷地檢查避免此情況發生。輝度回饋機制演算法流程圖如下：

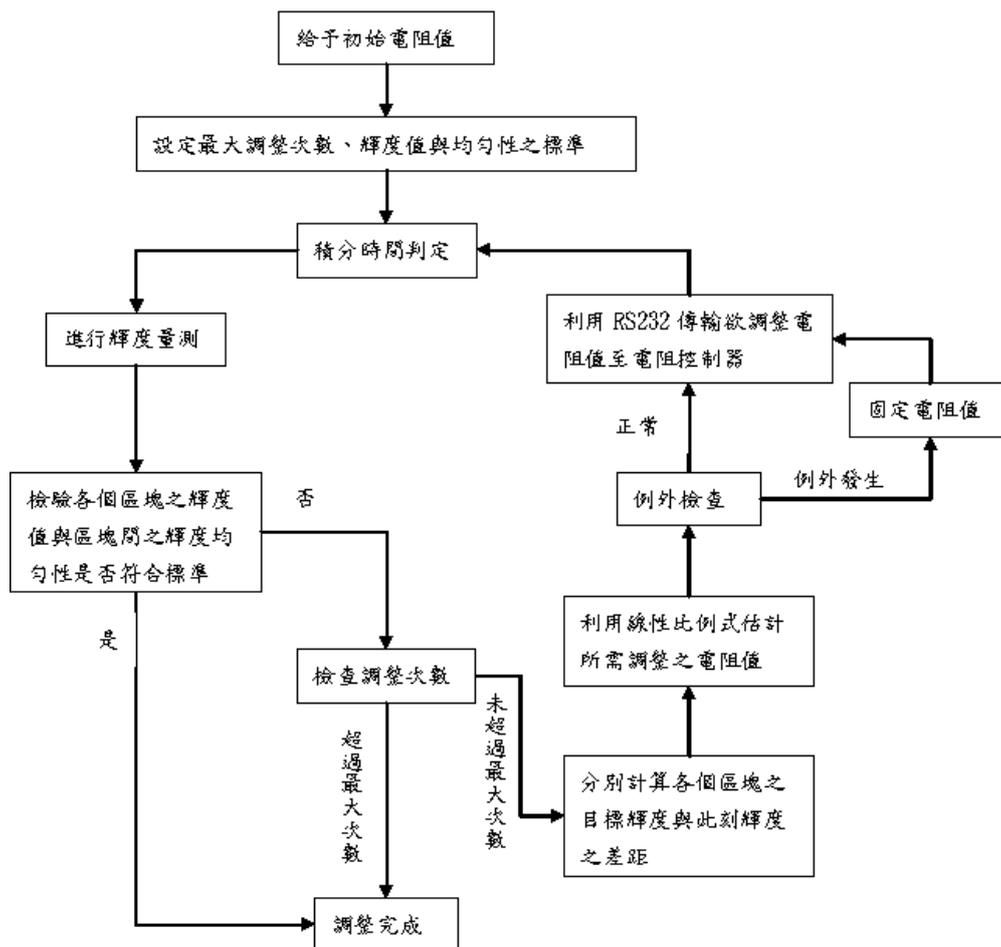


圖 2：輝度回饋機制演算法流程圖

參、研究成果

LED 背光源輝度回饋機制所搭配之硬體架構包含小尺寸背光模組輝度線上全檢儀(如圖 3)及白光 LED 背光源與電阻(電流)控制器(如圖 4)。



圖 3：小尺寸背光模組 線上全檢儀圖
圖 4：白光 LED 背光 源與電阻(電流)控制器

為驗證本回饋機制，故將背光源分四區塊，每個區塊均有一可變電阻調控其輸入電流，圖 4 下圖顯示不同可變電阻調變後 LED 發光現象，其目的為模擬 LED 背光模組在局部區塊輝度不均勻之現象，再以本回饋機制利用 RS232 介面分四區塊調控，以調整輝度並消除輝度不均勻之現象。

圖 5 為調整機制實驗前後之量測結果圖與 LED 模組圖，LED 模組初始狀態為左上角區塊較其他區塊暗，輝度之均勻性明顯較差，經由回饋機制調整後，LED 背光模組整面之輝度值已趨近相同，且原本不均勻之現象已大幅改善。

<p>量測介面圖(調整前)</p>	<p>LED 模組圖(不均勻)</p>	<p>輝度均勻性分佈(不均勻)</p>
<p>量測介面圖(調整後)</p>	<p>LED 模組圖(均勻)</p>	<p>輝度均勻性分佈(均勻)</p>

圖 5：調整前(上排)調整後(下排)之實驗結果圖

表 1 為多次實驗後之結果比較表，由表可知，調整前後之均勻性已大幅改善，且各區塊調整後之輝度值與目標輝度值之標準差皆在百分之一左右。

經由線上主動式調整機制調整後所得之均勻性(min/max)達 0.747，較調整前之均勻性(min/max)0.457 相比，仍提升了 63% 的均勻度。倘若以一真正用於平面顯示器之 LED 背光模組，其調控後之 LED 背光模組的均勻性應可更為提升。

表 1：調整前後實驗結果比較表(輝度單位：nits)

	調整前		調整後		目標輝度	與目標輝度之標準差
	平均輝度	均勻度 (min/max)	平均輝度	均勻度 (min/max)		
實驗一	7184	0.432	5005	0.748	5000	0.96%
實驗二	4793	0.422	2992	0.739	3000	1.17%
實驗三	5022	0.465	4001	0.75	5000	0.826%
實驗四	8424	0.507	2978	0.749	3000	1.05%

肆、結論與建議

一般常用之控制皆是採用開迴路控制機制，即僅只調控單次，而不再行確認動作。且由於開迴路控制不具回饋機制，故無法確認調整後之 LED 背光模組的均勻性是否達到使用者需求，然相對的此種調控機制則是較為簡單容易。本線上主動式調整機制乃為一閉迴路控制系統，即一具有回饋的控制機制。以先前所設定之預設的輝度值為標準進行調控作業，且每次調控完畢後，再以「背光模組線上全檢儀」進行確認動作，反覆調控至達到使用者的需求設定才會停止調控作業，故所得結果較值得信賴。

另一方面，本次實驗所使用之 LED 背光模組乃是一般實驗照明用之光源，故內部不管是膜片的配置；抑或者是 LED 的佈局等皆相對較為不夠嚴謹，故經由線上主動式調整機制調整後所得之均勻性(min/max)只達 0.747，約只提升 63%的均勻性。倘若以一真正用於平面顯示器之 LED 背光模組，其調控後之 LED 背光模組的均勻性應可更為提升。

本次研究僅止於 LED 背光模組之輝度調控，尚未將色度調控機制的機能納入，LED 具有高純度的色彩性，可大幅提升影像色彩的鮮艷度及增加色域範圍，故未來將持續朝向運用在色度回饋調整之回饋機制的建立。

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] S. Robinson and I. Ashdown, (2006)“Polychromatic optical feedback: control, stability, and dimming,” *Proceedings of Solid State Lighting VI, SPIE Vol. 6337*
- [5] 劉如熹，王健源，(2001),” 白光發光二極體製作技術 ” ，page 1-30，全華圖書
- [6] Baureis, P.(2005),” Compact modeling of electrical, thermal and optical LED behavior,”*Solid-State Device Research Conference, 2005. ESSDERC 2005. Proceedings of 35th European, 12-16 Sept. 2005 Page(s):145 - 148*