

平面顯示器均勻度的快速量測系統方案

郭文松、林均鴻

羽澤光電股份有限公司

steven@winglobal.com.tw 、 jhl@winglobal.com.tw

摘要

隨著面板尺寸的越來越大，面板均勻度特性的量測也越來越重要，今年十月於日本舉行的 FPD International 2007 Forum 也因此特別舉辦一場“因電視的大畫面化尋求的全數檢查與修理技術”的研討會。在以往透過 XY 平台量測均勻度的情況之下，速度不僅慢，其量測結果更是值得商榷，因為從第一點到最後一點的量測已經經過了很多的時間，其光學特性很可能已經改變了。即使透過 CCD 技術，因其絕對準確度備受質疑，僅可作為相對比較度使用，並不適合做為實際之檢驗設備。為此，羽澤提出的一個透過多點同時量測之測試平台，可在合理的價位下來達到顯示器均勻度快速量測的目標，最多可同時量測 961 點，分時量測更可達無限多點。羽澤所發展的系統可以隨著面板的大小自由的進行量測點的位置與量測點數調整，其效能與價格效益比更遠大於目前市面已有的 25 點均勻度量測系統。

關鍵字: 顯示器均勻度、多點量測、快速量測

壹、前言

面板的尺寸隨著液晶電視時代的來臨而越來越大，在液晶顯示器品質管制上一個很重要的特性量測就是均勻度量測。因為背光模組與液晶特性還有驅動電壓的問題會造成顯示器的亮度與色度不均勻。為了瞭解均勻度的特性所以要在顯示器上進行多點的量測，以計算出顯示器的均勻度，隨著面板尺寸的變大，所需要的量測點也越來越多。今年十月於日本舉行的 FPD International 2007 Forum 特別舉辦一場“因電視的大畫面化尋求的全數檢查與修理技術”的研討會。在以往透過 XY 平台量測均勻度的情況之下，速度不僅慢，其量測結果更是值得商榷，因為從第一點到最後一點的量測已經經過了很多的時間，其光學特性很可能已經改變了[1]。即使透過 CCD 技術，因其絕對準確度備受質疑，僅可作為相對比較度使用，並不適合做為實際之檢驗設備[2][3]。羽澤光電於是提出一個可以解決目前平面顯示器均勻度量測問題的系統。

貳、研究方法

為了找出最好的面板均勻度量測解決方案，我們先分析了目前市面上所使用的面板均勻度量測技

術，並進行分析其優缺點，找出其系統設計上的問題，進而針對這些問題提出我們的解決方法，設計出最適合的顯示器均勻度量測系統。

參、研究成果

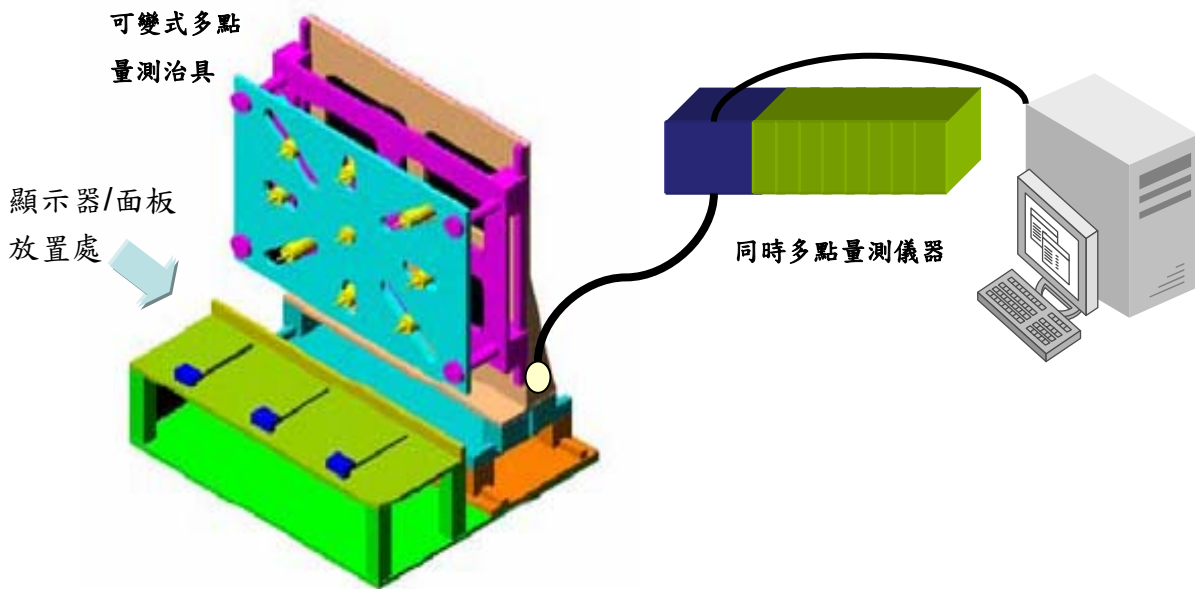
在目前市面上最常用來量測顯示器均勻度的設備就是運用 XY table 定位平台搭配量測儀器來進行量測，透過機械式的量測平台將儀器移動到正確的量測角度(量測點)，這樣的量測平台最大的問題就在量測時間，因為機械平台的移動與儀器量測都需要時間，且在均勻度的量測中需要量多個點以進行均勻度的計算，越大的顯示器所需的量測點可能也就更多，因此所需的量測時間也就越長，以一個 32 吋平面顯示器而言，量測、設定與放置最少就需要三十分鐘的時間。面對時間就是金錢，產能就是效率的生產線，這樣的度速度是無法被接受的。此外以 XY table 定位平台進行均勻度的量測有另外一個問題就是量測的時間差，因為平台移動速度的關係，量測第一個點與最後一個點可能已經經過了一些時間，平面顯示器特別是液晶顯示器會隨著時間而有些亮度與色彩數值上的變化，因此運用 XY table 平台進行均勻度的量測可能會造成資料無法比對的情況，而無法真實呈現該顯示器的真實均勻度表現狀況。另外一種的均勻度量測運用的是以 CCD 照相機為基礎的量測系統，此類系統標榜的是快速量測，一次擷取整個螢幕的色彩與亮度資料。但此類量測系統有數個問題：首先是所需要的量測空間較大，且易受外界光源的干擾，隨著顯示器的尺寸越來越大，所需要的量測距離也跟著越來越大，可能的雜光干擾(Veiling Glare)也相對的變大。此外此類系統需要很精密的校正才有辦法得到正確的量測數據，以目前國內此類系統的使用者都必須送回該系統在國外的生產母廠才得以進行校正。即使進行了此類的校正仍可能會產生問題的，因為在系統生產廠的校正用標準的顯示器或光源還有一個必須面對的問題——那就是配光曲線的問題。不同的光源(背光源)有不同的配光曲線，如這個配光曲線的問題讓此類系統的校正源不同，修正系統即皆不同，而影響量測結果的準確度。

總結目前市面上的顯示器均勻度量測系統，我們發現有以下問題：

1. 量測速度慢，尤其是在大尺寸的面板上，因為量測儀器必須透過機械式的量測平台移動到固定點，所以需要的量測時間長。
2. 機台穩定度與準確度：因為量測機台隨著平台移動，這對於需要非常精確內部機構設計的光學量測儀器而言是一大挑戰，使用時間越久所產生的問題越大。
3. 量測所需空間大：對於傳統的平台式量測系統而言，要將大尺寸的面板放上去進行量測，所以其所需的平台空間是很大的，對於 CCD 系統而言，因為鏡頭成像的問題，所以也需要有一段的量測距離，這對於生產廠房與產線的空間設計就會造成挑戰。
4. CCD 系統的校正與 CCD 系統本身的缺陷問題。受測物光源的配光曲線問題一直無法獲得順利的解決，所以校正與量測都會有問題。
5. 目前背光源有多種 Source：CCFL、White LED、RGB LED、EL...等，Sensor 精確度因不同光源誤差不同，色度 xy 最高甚至達到 ± 0.09 ，亮度最高甚至達到 15%。

6. PWM 的調光技術導致 Sensor 取樣不正確。

我們建議的一套新的均勻度量測系統是透過一個可以同時多點運作的量測儀器加上一個可隨著面板尺寸大小而調整其量測點的治具成為一個面板均勻的快速量測系統。如圖一所示：



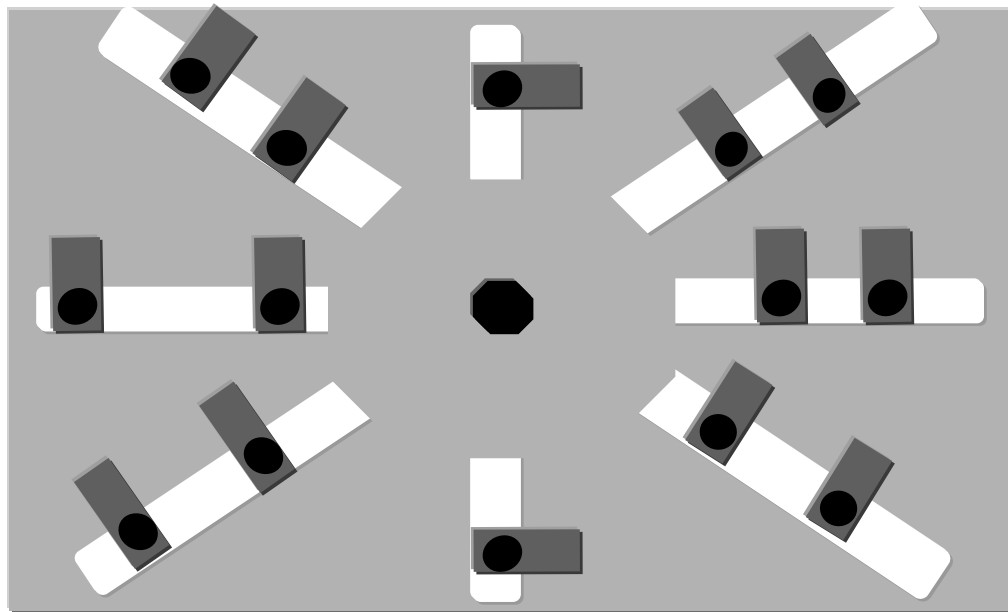
圖一：顯示器均勻度表現快速量測系統架構

這樣的量測系統架構有下列好處：

1. 快速：因為所有的 CMF 量測 Sensor 都是以並聯運作的，所以所有的量測資料均可以在同一個時間取得，沒有量測時間落差。
2. 不佔空間：前後兩面直立式的治具設計可以將欲量測的顯示器、面板或是背光模組立起來進行量測，且量測 Sensor 之鏡頭採消色差平行光之特殊設計，與被測物距離只需 30mm，且 Accept Angle $< 5^\circ$ ，量測面積 > 500 Pixels，符合 IEC-61747-6 與 VESA FPDm 之規範，不論尺寸有多大都不會佔用太大的空間。
3. 穩定且可信任的量測結果：因為量測之 CMF Sensor 不需要架在 X,Y table 上面，所以不需要不停的移動。對於光及色彩感應器的精確度而言是很重要的。我們建議的系統只需要將光纖接到量測鏡頭上即可符合規範所定的量測點與量測面積。

如圖一所示，透過電腦可以控制多點量測儀器同時對置放於可變式多點量測治具上的顯示器進行多點的同時量測。因為所有的量測都在同一個時間點進行，所以得到的資料是可以進行比較的，顯示器所表現的特性在該時點是一樣的，所以不會有時間量測時間落差的問題。且此架構可以由使用者依其所需而自訂其量測點，此多點量測系統可以同時進行 961 點的資料量測，其彈性是遠大於目前市面上的多點量測系統的，且其所需的量測空間也不會因為使用的量測模組多寡而造成很大的改變。使

用的多點量測儀器為由一中央處理器所控制的多個小型高精度 CMF 色彩分析儀，每一個模組均為一獨立的色彩分析儀透過平行 Port 可以由該中央處理器進行控制進行同時的量測。此外就是量測點的決定與控制，圖二為可變式多點量測治具的平面示意圖：



圖二：可變式多點量測治具平面示意圖

如上圖所示，圖中的黑色圓點即表示光纖所接到的光學鏡頭，也就是量測點。白色的部份即為滑軌，可移動鏡頭於該軌道之上以到達量測點，當然隨著顯示器尺寸的加大與顯示比例的不同，治具之設計也可隨著更改，但是此治具是可以一套適用於不同大小尺寸且有相同顯示比例的顯示器，量測時只要將整個治具的中心量測點定位到顯示器的中心點即可。如某個公司生產的最大尺寸顯示器是 100 吋，那治具就可以設計為符合 100 吋顯示器的置具，量測點也可以隨著增加於治具上。當該公司要量測較小尺寸的顯示器時只要順著滑軌移動與調整量測點到該尺寸正確的位置即可。完全不需要因為生產顯示器尺寸的不同而去更換量測治具。至於量測點的決定，我們必須先瞭解規範中輝度均勻度百分比的量測方式，輝度均勻度百分比可以以下公式表示[4][5]：

$$\text{Luminance \% Uniformity} = 100 \% [(L_{\max} - L_{\min}) / L_{\max}] \dots\dots\dots \text{公式一}$$

$$\text{Luminance \% Uniformity} = 100 \% [L_{\max} / L_{\min}] \dots\dots\dots \text{公式二}$$

在 SPWG 的量測架構中 $L_{\min}$ 指量測到的最小輝度值， $L_{\max}$ 指所量到的最大輝度值。顯示器相關的量測標準如 VESA FPDm，ISO，TCO 和 SPWG 等四個標準在輝度均勻性檢測中個別所採用的量測方法，說明如下[6][7]：

(1) VESA FPDm 標準

在平面顯示器上選擇 5 到 9 點進行檢測，檢測必須包括面板的中心點(外加四點或是八點)，而邊緣的點是以高寬各 10% 去定義，由一個光量測儀器以垂直待測面板的方向進行量測，見圖三之一。

(2) ISO 標準

ISO 標準是以比較人性化的方式，因為要符合視覺觀賞的習慣，在面板上標準的 11 點(空白方塊)中的

中心外加上任意的兩點，從觀賞點的角度去做量測輝度，見圖三之二。

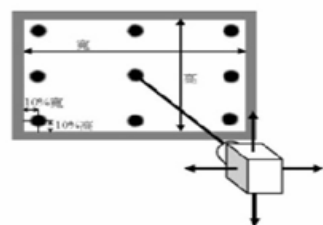
(3) TCO 標準

符合 TCO 之產品必須在電氣安全、輻射安全、能源效率、人體工學、以及環境生態等五個方面都符合標準，是目前市場上廣泛認同的環保健康認證標章。圖三之三是一個 TCO 標準輝度均勻性的檢測，與其他標準不一樣的是只是對四個角落的點做檢測。

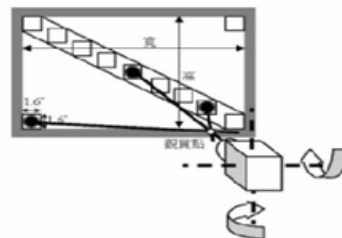
(4) SPWG 標準

SPWG 標準是四個標準之輝度檢測中最为詳細的，如圖三之四所示，量測範圍的點除了包括 VESA FPDM 標準中的 9 點之外，還中間另外加上了 4 點，而檢測方式是檢測器垂直地對 13 個點逐一做檢測。

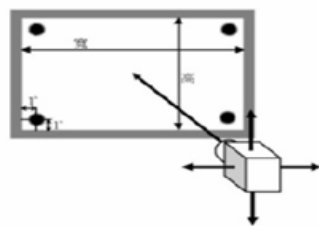
當然顯示器尺寸越大所可能需要的量測點可能就更多，廠商也可能自行定義其所需要的量測點來進行輝度均勻度的量測，透過我們開發的系統，廠商甚至可以對某個區域進行區域的均勻度量測。



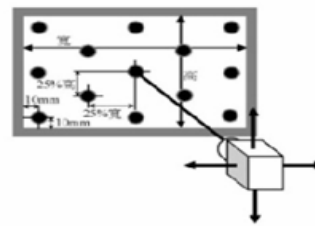
圖三之一、VESA FPDM 輝度檢測



圖三之二、ISO 輝度檢測



圖三之三、TCO 輝度檢測



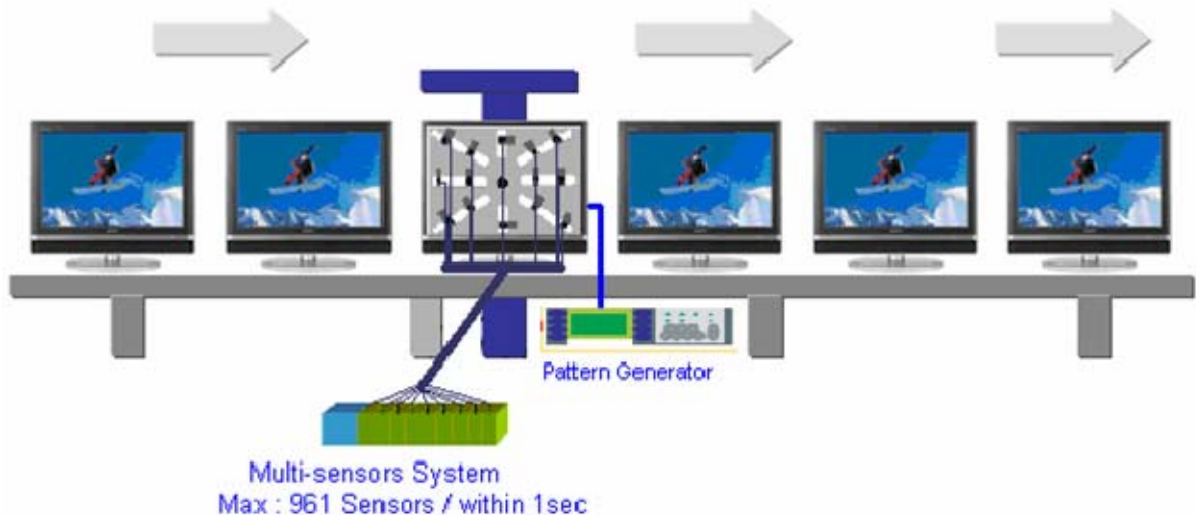
圖三之四、SPWG 輝度檢測

多點量測儀器與量測點上鏡頭的连接是透過光纖將量測所得資料傳送到每個獨立的色彩分析儀上，所以儀器完全不需要跟著量測點的變化而移動。一則可以降低因為量測儀器不停移動所造成精密光學儀器的損傷，二則可以透過此模式同時進行特殊環境(極冷或極熱)下的量測，由其針對目前手持式面板應用之產品，如車用電視、衛星導航系統、手機、PDA...等等，皆需進行此類測試。使用我們建議的系統，只要將顯示器與治具同時置放到環境控制的控制箱中，透過光纖仍可將資料順利傳到量測儀器上，所以也不需去考量量測儀器是否會可以在該特殊環境下進行量測。

肆、結論與建議

多 Sensor 並列測試系統有兩項重要考量因素: a.) 高精度 CMF Sensor 與現行設備是否具有資料可交換性? b.) 多支 Sensor 間彼此誤差範圍多少? 是否導致均勻度差異? c.) Sensor 是否可因應不同光

源 Source? d.) Sensor 是否可以量測各式 PWM 調變的光源? 為此, 羽澤建議的系統也配合一套獨家研發的器差校正系統, 本系統除了 Sensor 本身精確度極高($x,y < \pm 0.002$ 介於 4000~15000 CCT), 透過器差校正系統更可將資料數值與其他牌產品之資料交換性控制在 $x,y < \pm 0.003$ 且 $L_v < \pm 1.5\%$ 之內, 多 Sensor 間之標準差範圍也可控制在 $x,y < \pm 0.0015$, $L_v < \pm 1\%$ 之內。如此方可確保均勻度量測資料之準確度。此設計因其量測速度快, 且可以隨著生產顯示器尺寸的大小進行量測點的調整, 配合自動化系統就可以將此系統應用於生產線上, 成為整個生產流程的一部份, 讓均勻度量測的品質管制成為生產的一部分。如圖四所示:



圖四: 均勻度量測系統直接應用於生產線上之示意圖

在這個時間就是金錢的時代, 時間成本上的節省對以 OEM/ODM 為主的顯示器產業而言是很重要的, 此外隨著國際上對顯示器的要求越來越高, 以往抽檢之項目將被要求為全檢, 任何即將出廠的顯示器都需要被檢測以確認品質與表現達到表定的規格。羽澤所提出的此套顯示器均勻度量測系統將會協助解決目前市面上的量測儀器在均勻度量測上的問題, 更能協助企業大幅降低量測的時間成本, 是一個平面顯示器均勻度量測上相當好的解決方案。

伍、參考文獻

- [1.] ハンターラブ社 標準品を使用した機器間の関連づけ方法 (器差を修正)
- [2.] ASTM E 1455-92, Standard Practice for Obtaining Colorimetric Data from a Visual Display Unit Using Tristimulus Colorimeters (1992).
- [3.] ASTM E 1455-96, Standard Practice for Obtaining Colorimetric Data from a Visual Display Unit Using Tristimulus Colorimeters (1996).
- [4.] VESA 2.0, "Flat panel display measurements standard Version 2.0"(2001)
- [5.] TCO'03, "TCO'03 Fpd_version_3_0"(2002)
- [6.] ISO 13406-2, "Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels – Part 2: Ergonomic requirements for flat panel displays"(2001)
- [7.] Phil Downen, "A Closer Look at Flat-Panel-Display Measurement Standards and Trends," Information Display, pp.16~21, Jan. 2006.