

# 個人化情境照明

## Personalization Scenario Lighting

龔哲民 C. M. Kung<sup>1</sup>、黃忠民 J. M. Hwang<sup>2</sup>、徐可芳 K. F. Hsu<sup>3</sup>、  
陳美姝 M. W. Chen<sup>4</sup>

工研院綠能所(GEL/ITRI) <sup>1</sup>研究員、<sup>2</sup>資料研究員、<sup>3</sup>副工程師、<sup>4</sup>研究助理

良好的照明不但要滿足視覺的生理需求，也要滿足情境的心理需要，而照明變化是環境氣氛營造的主要元素，使用越多的區域照明迴路，越能呈現更多元的空間質感與照明品質。然而越多的照明迴路，會提高佈線及控制的複雜度，因此本文提出一套通用型個人化情境照明控制系統，使用可攜式設備，搭配藍牙傳輸來實現無線智慧化控制，並進行區域控制，來完成各式空間（如閱讀區、娛樂區、展示區及休息區）之燈光控制組合，並且支援調控市售燈泡及鎢絲燈，建構個人化的居家情境。

The suitable lighting needs to content the physiological and psychological requirements, and the lighting is the main part in an environment. Therefore, the more control loops can show the more texture of the room and the quality of the lighting, it also increases the complex rate of wiring installation and controlled technology. In order to improve the above disadvantages, the universal personalization scenario lighting controller is proposed in this paper. Users can use the mobile devices to achieve the wireless smart lighting controlled. It not only can control the area lighting but also can control the commercially lamps, and be easy to achieve the personalization home scenario.

### 關鍵詞/Key Words

照明(Lighting)、控制(Control)、智慧(Smart)、球泡(Bulb)

## LED智慧照明控制趨勢

隨著LED驅動電路、無線調光技術和光電整合設計的日益成熟，加上智慧照明控制系統的通訊解決方案漸趨完備，智慧照明無論在數位家庭、建築及公共領域的發展均有突飛猛進的表現，未來將在照明應用市場掀起革命性的改變，也將為LED相關產業供應鏈帶來龐大的發展商機。根據IHS公司統計，2014年全球LED照明市場滲透率25%，預期2018年滲透率提高至

45%，產值擴大至600億美元。其中在產品與系統鏈結功能中，智慧照明應用因與感測、控制、網路、雲端、資料庫與傳輸技術等資/通訊應用有著緊密鏈結，預期也將為資訊/通訊產業帶來全新藍海發展空間，未來5年智慧照明的產值將會突破百億美元，並成為新興產業趨勢。

## 情境照明發展

由於每個人的生活型態不同，一套出自原廠設定的照明系統，並不一定能適用

於各種年齡層的用戶，為了能夠滿足個人化使用需求，情境照明便顯得相當重要。而情境照明發展又仰賴於智慧照明控制技術，隨著智慧照明的產業興起，情境照明一詞也得到重視，並且逐漸落實於居家照明之中。本研究提出一套通用型個人化情境照明控制系統，可以同時因應不同的燈具，給予不同的控制技術，用戶可依照自己的喜好與需求，設定燈具的狀態，例如燈具的亮度、色溫、時間排程等，也可以調整區域照明做情境控制，例如閱讀區、沙發區、休息區、展示區等。

### 傳輸通訊/控制技術介紹

居家智慧照明常使用的燈具如球泡燈、鎢絲燈、PAR燈及崁燈等形式，每種都具有不同的控制條件與技術，目前市面上並無可控制多種形式燈具之單一控制器，也就是說若使用三款燈具，就必須安裝三款獨立的調光器，除了耗費較高的硬體成本之外，最主要的問題在於，日後如果要更換燈具形式，可能必須更改室內配線，造成使用者的困擾。市面常見的調控介面有類比調光(1~10V)、數位調光(PWM訊號)及TRIAC(相位角)調光等，本文設計之通用型照明控制器，可以同時支援類比、數位及TRIAC訊號輸入，經過內部演算法與轉換電路的設計，亦可以任意轉出類比、數位及TRIAC訊號，因此能以單一控制器同時控制球泡燈、鎢絲燈及PAR燈等，可兼容市售LED調光燈具，提高便利性與產品價值。

應用於居家智慧照明系統的無線傳輸技術，常見有Zigbee、Wifi及Bluetooth，其各有應用場合及優缺點，如表一所示。由於室內燈具控制之範圍小且複雜度低，較不需考量傳輸距離及速度等問題，因此基於普

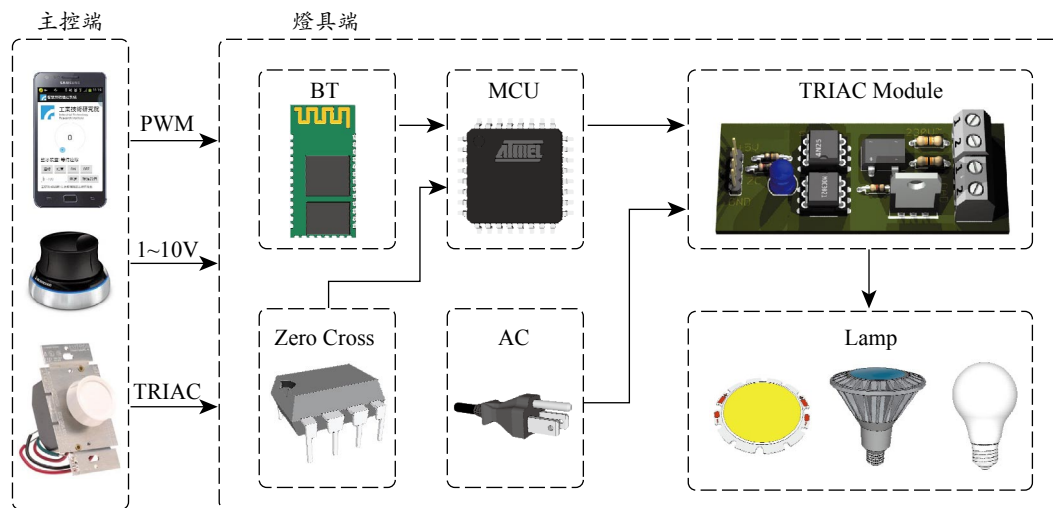
▼表一 常見居家照明無線通訊技術比較表

	Wifi	Bluetooth	Zigbee
速度	54 Mb/s	1 Mb/s	250 kb/s
距離	<100m	<10m	>100m
消耗功率	高	中/低	低
成本	高	中	中
安全性	低	高	中
普及程度	高	高	低

及化、便利性及高安全性來說，使用藍牙(Bluetooth; BT)傳輸技術，相當適合用於室內照明環境，若考慮消耗功率的話，也可以使用藍牙4.0模組(稱BLE 4.0)，即可以降低消耗功率，延長系統待機時間。基於以上論述，選用藍牙做為本研究之通訊技術。

### 通用型照明控制器設計

本研究之通用型照明控制器，其系統方塊圖如圖一所示，可分三種調控介面  
① PWM訊號輸入：主控端可使用可攜式裝置(如手機或平板)，透過內建的藍牙模組，與燈控端的藍牙模組(BT)進行配對與連接，再由微控制器接收BT的串列埠資料，進行內部演算法的解碼，產生相對應的控制訊號，提供給TRIAC Module進行相位角的控制，進而對後端燈具做亮度調整；  
② 1~10V訊號輸入：主控端可使用旋鈕式可變電阻，與MCU內的類比數位轉換器(ADC)連接，進行內部演算法的解碼，產生相對應的控制訊號，提供給TRIAC Module進行相位角的控制，進而對後端燈具做亮度調整；  
③ TRIAC訊號輸入：主控端可使用TRIAC調光器，與燈控端的Zero Cross Detection IC連結，再將偵測訊號傳輸至MCU，進行內部演算法的解碼，產生相對應的控制訊號，提供給TRIAC Module進行相位角的控制，進而對後端燈具做亮

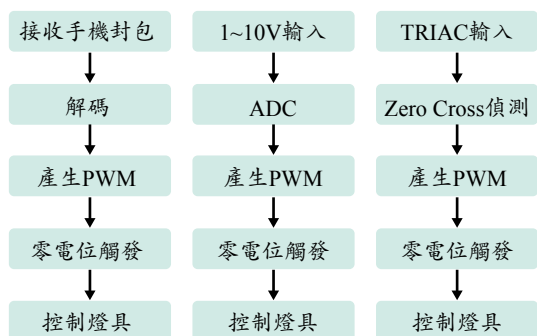


▲圖一 通用型照明控制器之系統方塊圖

度調整。透過此電路架構，便能支援常見市售調光器的三種訊號（PWM、1~10V、TRIAC），再轉出任意一種訊號，達到單一控制器可控制多種市售燈具之功能。

### 演算法

本研究提出的通用型照明控制器，內部微處理器中的演算法，總共分為三個部分，如圖二所示。第一部分是處理PWM訊號輸入的狀態，先由燈具端的藍牙接收手機命令封包，之後進行封包的解碼，產生相對應的PWM訊號，經過零電位觸發電

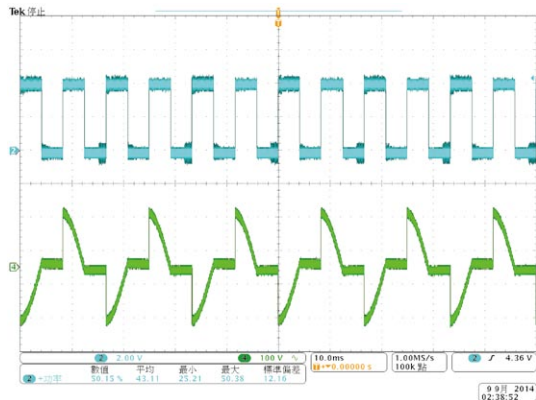


▲圖二 演算法邏輯方塊圖

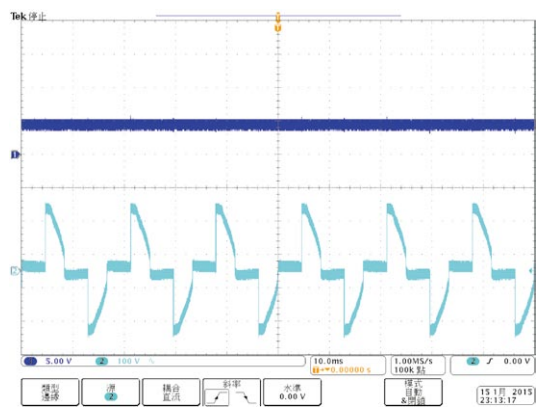
路，使輸入交流電源與PWM訊號同步，切換出TRIAC訊號後，調整後端燈具，其量測波形如圖三所示；第二部分是處理1~10V訊號輸入的狀態，先透過微處理器的類比數位轉換器，將旋鈕的類比數值轉為數位值，供微處理器產生相對應的PWM訊號，經過零電位觸發電路，使輸入交流電源與PWM訊號同步，切換出TRIAC訊號後，調整後端燈具，量測波形如圖四所示；第三部分是處理TRIAC訊號輸入的狀態，使用一級零電位偵測電路，擷取前端TRIAC訊號的責任週期值，然後由微處理器轉出相對應的PWM訊號後，再次經過一級零電位觸發電路，使輸入交流電源與PWM訊號同步，切換出TRIAC訊號後，調整後端燈具，量測波形如圖五所示。

### 量測結果

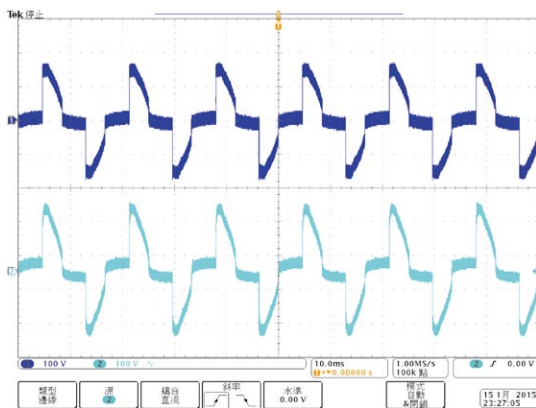
無線控制示意圖如圖六所示，目標燈具為LED球泡燈及鎢絲燈泡，我們使用智慧型手機做為主控設備，透過內建之藍牙模組，將調控命令封包傳送給TRIAC控制器



▲圖三 PWM轉TRIAC量測波形(上圖為PWM輸入訊號；下圖為TRIAC輸出訊號)



▲圖四 1~10V轉TRIAC量測波形(上圖為類比輸入訊號；下圖為TRIAC輸出訊號)



▲圖五 TRIAC轉TRIAC量測波形(上圖為TRIAC輸入訊號；下圖為TRIAC輸出訊號)

(Wireless TRIAC Controller), 使用微處理器內之演算法進行運算與處理, 即可使用單一主控設備及通用型控制器, 對後端數種燈具進行控制。圖七為責任週期25%調光命令下, LED球泡燈及鎢絲燈的實際調控情形, 圖八為責任週期75%調光命令下, LED球泡燈及鎢絲燈的實際調控情形, 可看出於相同命令條件下, 能同時對球泡燈及鎢絲燈進行控制, 達成居家通用型控制功能。

## 情境規劃

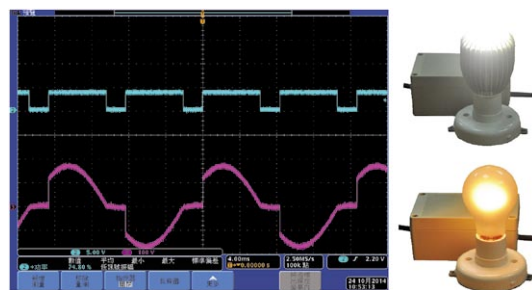
圖九(a)為此次展示空間的示意圖, 空間



▲圖六 控制示意圖



▲圖七 責任週期25%調光情形

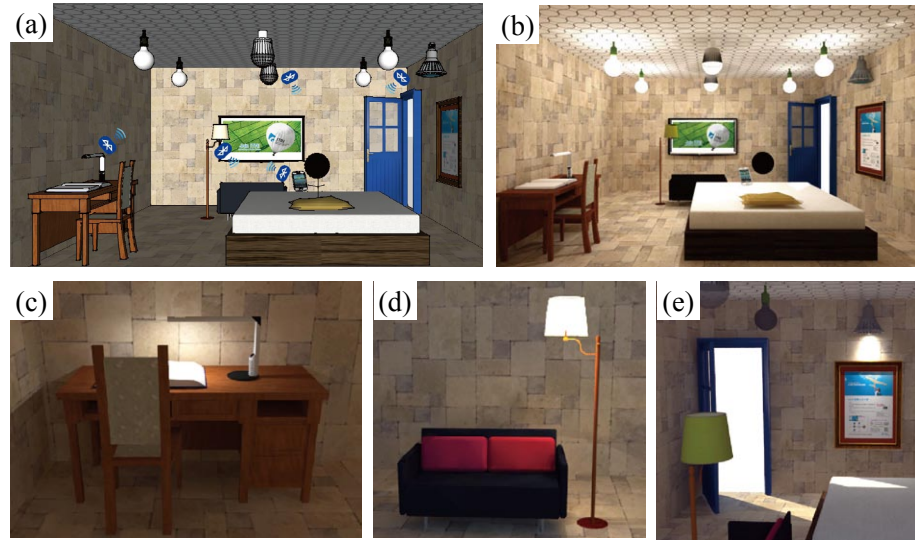


▲圖八 責任週期75%調光情形



►圖九

(a)展示空間之示意圖；(b)天花板主照明；(c)閱讀區檯燈照明；(d)沙發區立燈照明；(e)書畫區投射照明



為一個書/臥房形式，共分為四個情境條件，第一個情境是由LED球泡燈及鎢絲燈組成的天花板主照明區；第二個情境是使用RGBA高彩度檯燈之書桌閱讀區；第三個情境是內嵌LED球泡燈的立燈沙發區；第四個情境是使用PAR38投射燈之書畫/海報展示區。

如圖九(b)所示，如果使用者僅躺在床上看電視或使用智慧型手機時，其只需利用手機，透過藍牙來傳送調控命令，調控天花板主照明之LED球泡燈及鎢絲燈；如圖九(c)所示，如果使用者要閱讀書報雜誌時，可以僅點亮書桌上的檯燈；如圖九(d)所示，若使用者坐在沙發區，看電視或看雜誌時，可以僅調控沙發旁的立燈；如圖九(e)所示，如使用者僅觀賞書畫/海報時，可只點亮PAR38投射燈即可。情境式照明可依個人喜好與習慣，進行區域照明之調控，不僅可節省能源消耗，亦可增加使用者生活上之便利性，讓居家生活變得更加智慧且更加人性化。

## 結 論

本研究提出一套人性化操作之通用

型個人化情境照明控制系統，使用可攜式設備，搭配藍牙傳輸來實現無線智慧化控制，並進行區域控制，來完成各式空間（如閱讀區、娛樂區、展示區及休息區）之燈光控制組合，並且支援調控市售燈泡及鎢絲燈，建構個人化的居家情境。

## 誌 謝

本研究承蒙經濟部能源科技研究發展104年度研究計畫「LED照明與系統節能技術研發計畫」支持。

## 參考文獻

1. Y.P. Su, S. W. Chiu, C. C. Kuo, Y. H. Lee, K. H. chen, Y. H. Lin, C. C. Huang, C. C. Lee, and Y. W. Chen, "Inductorless and electrolytic capacitorless pseudo-sine current controller in LED lighting system with 1.1W/2.2W power reduction," in Proceedings of the ESSCIRC, Sept. 2012, pp. 442-445.
2. K. I. Hwu and W. C. Tu, "Controllable and Dimmable AC LED Driver Based on FPGA to Achieve High PF and Low THD," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 9, no. 3, pp. 1330-1342, Aug. 2013.
3. R. H. Zhang and H. S. Chung, "A TRIAC-Dimmable LED Lamp Driver With Wide Dimming Range," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 29, no. 3, pp. 1434-1446, Mar. 2014.