

行人步行照明裝置

A Solar LED Module with the Guiding Function for Pedestrians

陳脅憑

Hsieh-Ping Chen

設計一個可供行人夜間行走的照明裝置，此裝置又有導引至目的地的功能，具體作法為在行人步道或樓梯階梯上，嵌入很多分開獨立的導引模組，以構成導引系統。白天時，太陽光對充電電池充電，夜晚來臨時，在一字排開的模組中，最前端模組和最末端模組的 LED 燈條 (LED light bar) 會呈現藍光微亮狀況的初始狀態，當行人由一字排開的模組兩端踏上步道後，被踏到的第一階模組會亮藍色光，同時將訊號無線傳給第二階模組，第二階模組收到訊號後就會亮藍色，而後再將訊號依此類推往下傳遞訊號，數秒後若無人再踩踏，系統會回到夜間系統初始狀態。此系統因有 LED 燈色變化效果，與行人會產生互動，行人會覺得有趣，而願意被導引，這樣的設計，如果設計在十字路口周圍的行人步道中，行人會覺得有趣，而願意被導引至十字路口走斑馬線，或被導引至天橋、人行地下道，而不會任意穿越馬路，如此也可以提升行人的安全。

A glowing device with the guiding function for pedestrians is designed. On top of sidewalks or stairs, we embed lots of new guiding modules in order to become the newest guiding system. During daytime, the rechargeable batteries absorb sunlight and store it as energy. And during the night, these modules are formed as a straight row, and at the original state, the first and last modules appear as a weak blue light. But when the pedestrians step onto either end of the module, the stepped module will glow bright LED blue light, meanwhile, send a wireless signal to the next module. And once the second module receives the signal, and it will also glow blue light, and then the second passes the signal to the third, the fourth, fifth, and so on. The system will automatically shut off by itself when nobody is stepping on the modules, and then it returns to the original state, weak blue light. Since this system has cool LED light changes, it can interact with the pedestrians, and it'll intrigue people, and those people will like to follow these guiding modules. And if this system is to be brought to the sidewalks of streets on the zebra crossings, or be guided to cross-over bridges and underground passages, pedestrians won't cross streets carelessly. This device isn't just intriguing, it also brings safety to all people.

一、前言

LED 具有高亮度、低耗能、體積小、壽命長等優點，不僅能用來照明，還可拿來做廣告燈或警

示燈^(1, 2)，因此可以代替一些高功率、高耗能、低壽命的產品。例如近年來路燈換成太陽能蓄電，配合高亮度、低功率的 LED，鬧區的招牌或裝飾也換成 LED，以減少電量的消耗。雖然耗電量非常

低，不過，若數量龐大或功率高，就需加上感測、控制電路節能，便可長時間使用。若系統設計得宜，不但可以省電省錢又可增加行的安全，能夠為地球減碳，盡一份心力。

瑞典首都斯得哥爾摩一處捷運站的實驗發現，「有樂趣」的樓梯色彩設計，可以改變人們走樓梯或搭電扶梯的習慣。由實驗證明，高達 66% 的人會因為樓梯出現「琴鍵」般黑白設計的臺階，於是自動選擇走樓梯⁽³⁾。足見只要在行人步道上作一特殊設計，增加行人走路的誘因，行人便會覺得走路是件十分有趣的事，若與行人又有互動的效果，行人不但不覺得辛苦，反而走路變成是一件快樂的事。同理可推，爬樓梯時，若同樣也有誘因，是多麼令人期待嚮往的事。因為這樣的動機，再加上節能的觀念，筆者設計出一個可以擺放在樓梯和步道的產品，這就是「行人照明步行裝置」。

二、模組化設計

1. 模組要件

行人照明步行裝置要鋪設在行人步道和階梯上，首要思考的是不可改變原有路況與階梯的走向現況。步道的長短與階梯數的多寡，會需要鋪設不

同數量的照明模組。要達到生產的簡單化，無論是擺設在較前面或較後面的模組，都應有相同的軟體與硬體的设计。然而為了因應數個一字排開構成的導引系統能有一階遞延一階的傳遞功能，每個模組就需有各自的身分辨識碼 (ID)，作為模組間溝通辨識的依據，此身分辨識碼 (ID) 主要是源自於一個可調元件的二進制編碼設計。另一設計思考是露天步道與階梯的電源取得不易，若要拉電源線提供系統裝置電力，又要拉訊號線處理模組間訊號的傳遞，會顯得複雜又不易處理，是故此模組的電源係於自身加入太陽能板來供應，而模組間訊號的傳遞則採用無線傳輸設計。

依這樣的需求所設計的模組裝置如圖 1 所示，模組的詳細尺寸是以成人雙腳尺寸經實際測試後設計，模組分解圖如圖 2 所示。此會發光的導引模組，底座的結構是壓克力，其內嵌入 LED 燈條 (LED light bar)、太陽能板、無線傳輸模組、充電電池與感光元件等，由圖 2 可見系統建置有 6 個同樣的太陽能板 (4 V, 180 mA)、12 V 的充電電池，以及 2 條 LED 燈條，每條 LED 燈條為 12 V 供電，耗能 1.92 W，蓄電池為 sony AA 充電電池，規格為 900 mAH，共 10 顆。電路以微控制器為核心，將這些電控元件嵌在一體成型的壓克力底座，

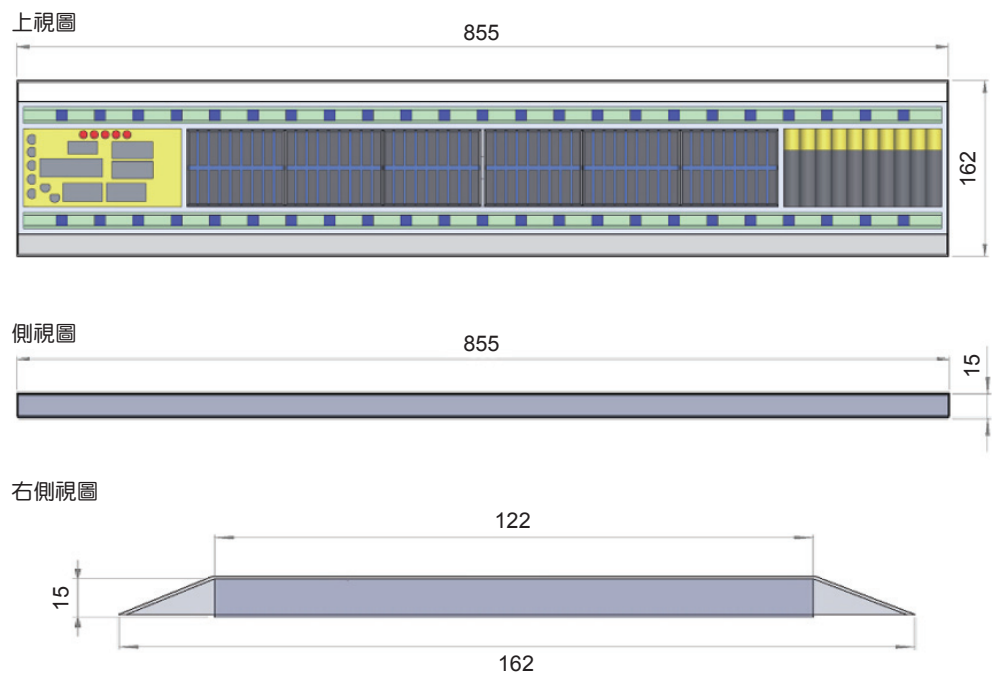


圖 1.
行人步行照明裝置 (單位 mm)。

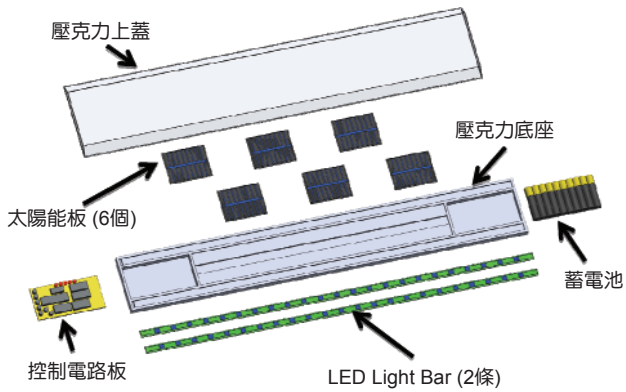


圖 2. 模組分解圖。

配合一個壓克力上蓋，經密合處理，以達防水設計。

電源來自於太陽能板白天充電的控制器，是為系統的核心，用以控制周邊元件如壓力開關、感光元件、LED 燈條和發射接收器等。系統架構如圖 3 所示的系統方塊圖，各元件的主要功能如下：

- (1) 訊號接收端：接收上一模組所傳送的訊號至 MPU (微控器)。
- (2) 訊號發射端：由 MPU 傳送發射訊號至下一模

組。

- (3) 蓄電池：儲存白天太陽能板所產生的電力，供應晚上系統用電。
- (4) 太陽能板：白天吸收太陽光能，以轉化成電能。
- (5) 微控制器：寫入程式，控制整個系統運作的核心元件。
- (6) LED 燈條：晚上警示用的發光元件。
- (7) LED 燈條驅動器：LED 顯示所需之驅動電路。
- (8) 壓力啟動開關：用以感測是否有人踩踏模組，若有人踩踏，所產生的壓力會傳送訊號至 MPU，以作為下一個動作的判斷依據。
- (9) 感光元件：感知夜晚是否來臨，若有所感知，會傳送訊號至 MPU，以啟動系統夜間功能。

2. 動作實現

透過微控器，將系統設計為省電模式和一般模式。當夜間來臨時，由感光元件啟動 LED 燈條發光，並呈現弱電流的微亮狀況 (僅身分辨識碼 (ID) 為第一階和最末端那一階會呈現微亮狀況，身分辨

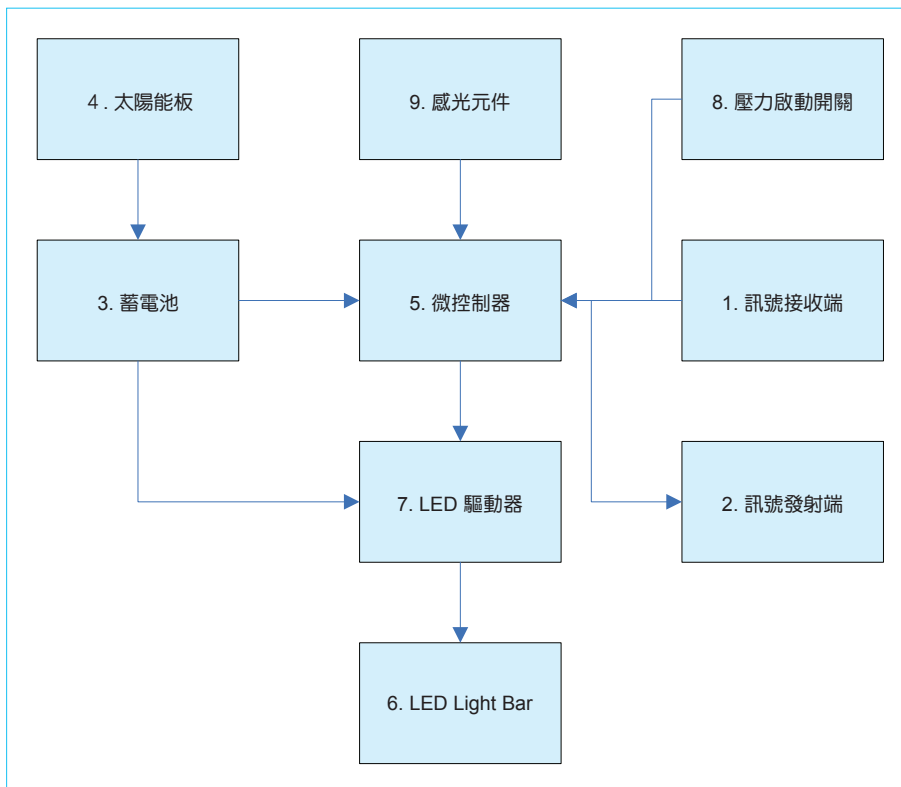


圖 3. 系統設計方塊圖。

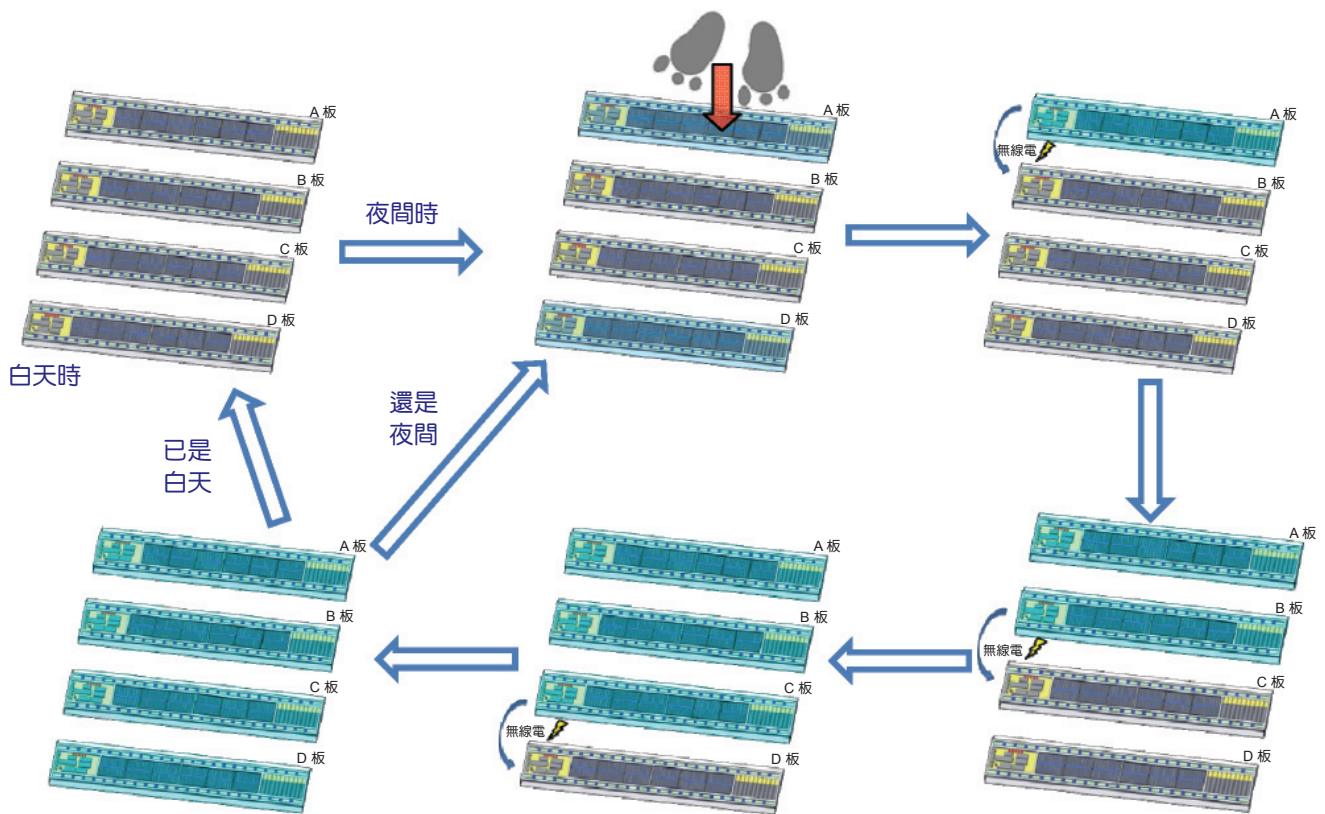


圖 4. 行人與模組間互動圖 (以四塊一字排開模組為例)。

識碼 (ID) 為中間片的則為不亮狀況), 此為省電模式。僅在有人觸及壓力開關後, LED 燈條呈現較高電流的全亮狀況, 以發揮警示照明功能, 此為一般模式的設計。因環境所需, 一字排開數個相同模組, 運用編碼元件作模組的身分辨識, 以利於程式控制。白天時, 模組內部太陽能板處於對電池充電狀態, 晚上時, 若有人因好奇而啟動了第一階和最末端那一階, 模組以全亮狀況顯示, 與行人也產生互動狀況。若行人持續踩踏在同一模組上, 模組會呈現多種不同色的輪流顯示, 行人與模組的互動狀況如圖 4 所示, 由圖 4 顯示出系統被觸發後模組間的遞延效果, 如此藉以達到引導行人與警示照明的效果。

三、模組測試

以太陽能板規格先做測試, 在夏日六月五日中午十二點, 晴空無雲太陽直射下, 太陽能板電壓為 4.56 伏特, 太陽能板電流為 182.4 毫安 (mA), 每

一個模組共設有六片太陽能板, 其連接方式如圖 5 所示, 今以上述規格, 一個模組蓄電池充放電時間與太陽能總發電量如表 1 所示。根據表 1 數據, 蓄電池充電時間以充電公式表示:

$$\text{充電時間 (hr)} = \frac{\text{蓄電池容量 (mAh)}}{\text{充電電流 (mA)}} \times 1.2 \quad (1)$$

由計算結果所知, 所需時間為 3.3 小時, 此為全日照的狀況下, 電池充電所需時間的計算。模組不啟動時的耗電量, 如圖 6 所示; 模組啟動後的待機耗電量 (LED 微亮), 如圖 7 所示; 模組啟動瞬間 LED 燈條發亮的耗電量, 如圖 8 所示; 模組啟動

表 1. 太陽能發電量。

	測試結果
總電壓 (v)	13.68
總電流 (mA)	364.8
總瓦數 (w)	4.99

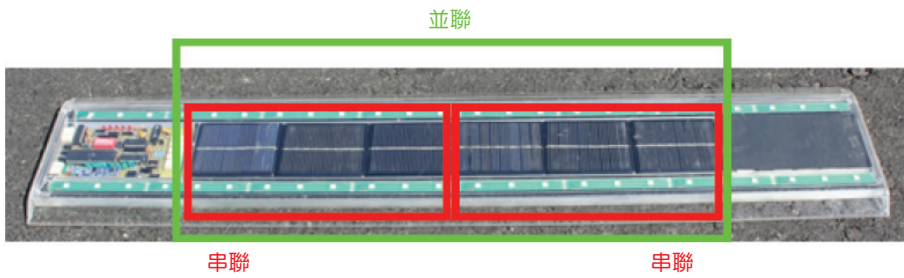


圖 5. 模組內太陽能板連接方式。

後 LED 燈條全亮的耗電量，如圖 9 所示。總和上述耗電量說明，蓄電池放電時間以放電公式表示：

$$\text{放電時間 (hr)} = \frac{\text{蓄電池容量 (mAh)}}{\text{消耗電流 (mA)}} \quad (2)$$

模組若以上述四種狀態分別放電，所能放電的時間，計算結果如表 2 所示。

由表 2 可以理解，所設計的模組，若在人來人往的環境下，系統因被觸發，以致得隨時維持 LED 燈條全亮的狀況，電能尚能使系統維持近 4

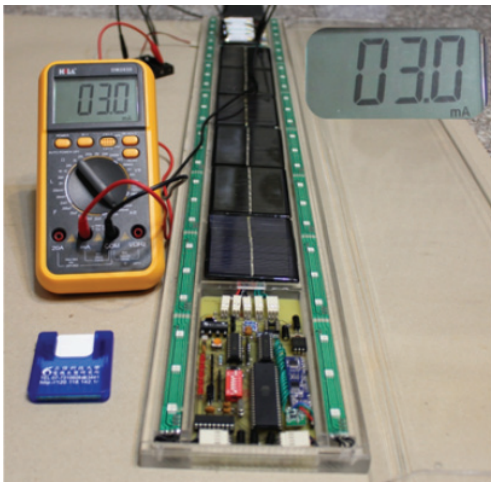


圖 6. 模組不啟動耗電量。

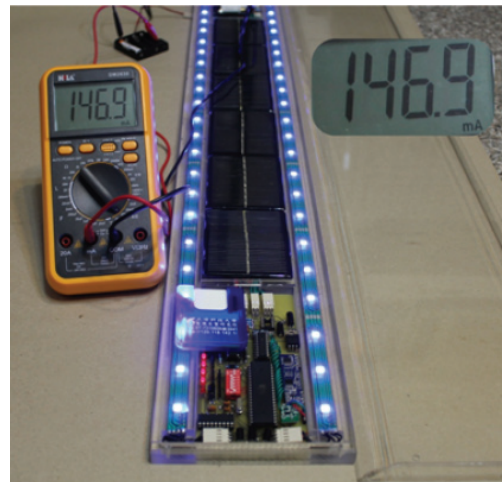


圖 8. 模組啟動瞬間 LED 耗電量。

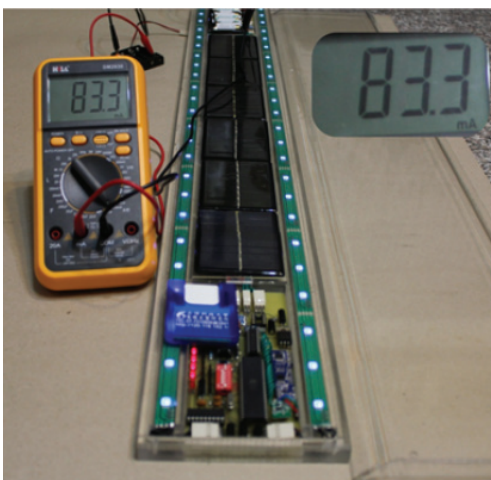


圖 7. 模組待機耗電量。

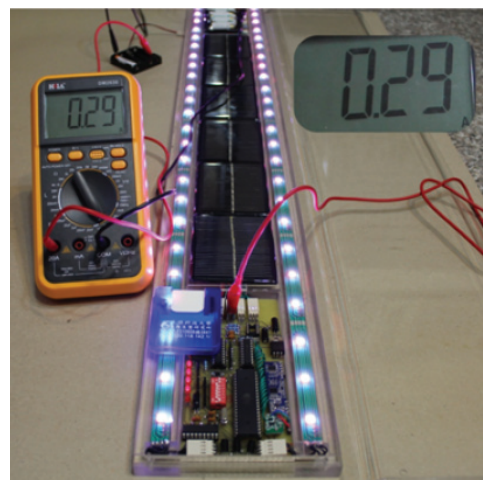


圖 9. 模組啟動後 LED 全亮耗電量。

表 2. 蓄電池放電時間。

	耗電量 (mA)	計算結果 (hours)
不啟動	3.0	333.3
待機 (LED 微亮)	83.3	12.0
LED 啟動瞬間	146.9	6.8
LED 全亮	290.0	3.5

小時左右。若模組處在偶有人潮的踩踏環境下，致使 LED 燈條偶有全亮的狀況，則電能足以持續使用近 7 至 12 小時。

四、模組應用範圍

1. 步道上

該模組可應用在大型購物商場或政府機關前緣的走道上，當行人行經時，便會亮起，因其有顯

眼、吸引民眾注意的效果，不但可使城市美觀又兼具安全與新奇。若於自宅、政府機關、百貨公司等適當地點設置的話 (如圖 10 所示)，或設置在步道上，不但可以提醒行人，也可使行人於行走時覺得趣味十足。

2. 樓梯上

此模組可應用的地方，如在公園的階梯，可提供夜間運動的民眾使用，如圖 11 所示。或將模組設置在階梯上，使行人能有趣地走動，也是增加行人常走樓梯的誘因。

3. 公共場合指引系統

指引民眾走向散步道或到特定的位置 (國家公園、主題樂園、森林遊樂區等)，例如：引導民眾通往洗手間的方向。如圖 12 所示，公共場合設置

圖 10.
人行步道上的展示。

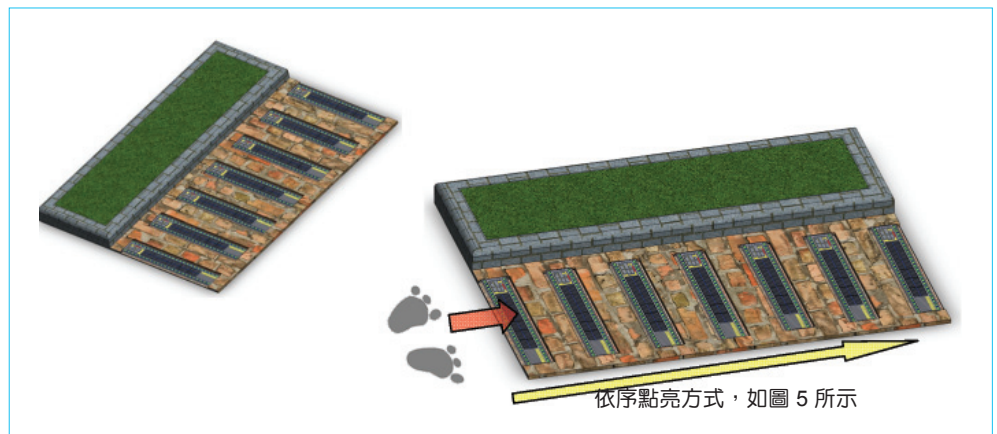
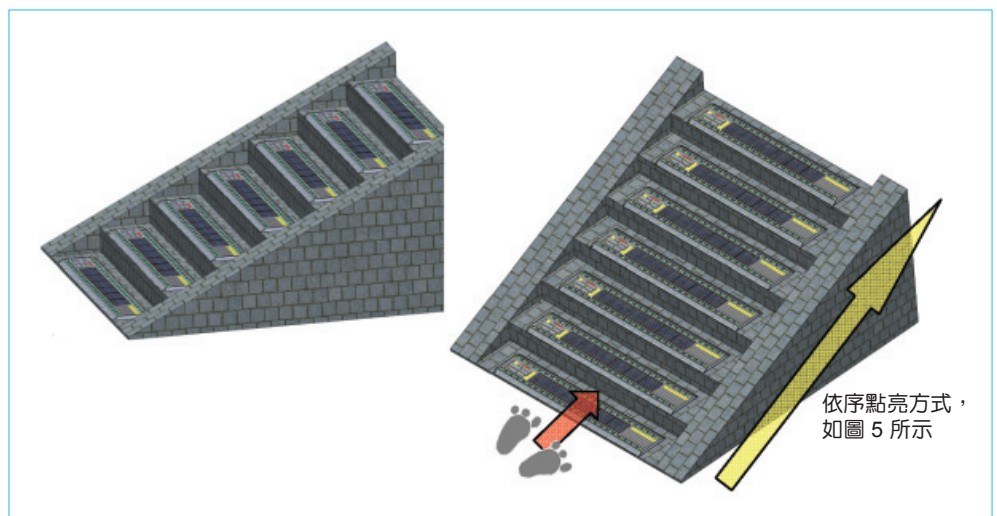


圖 11.
樓梯上的展示。



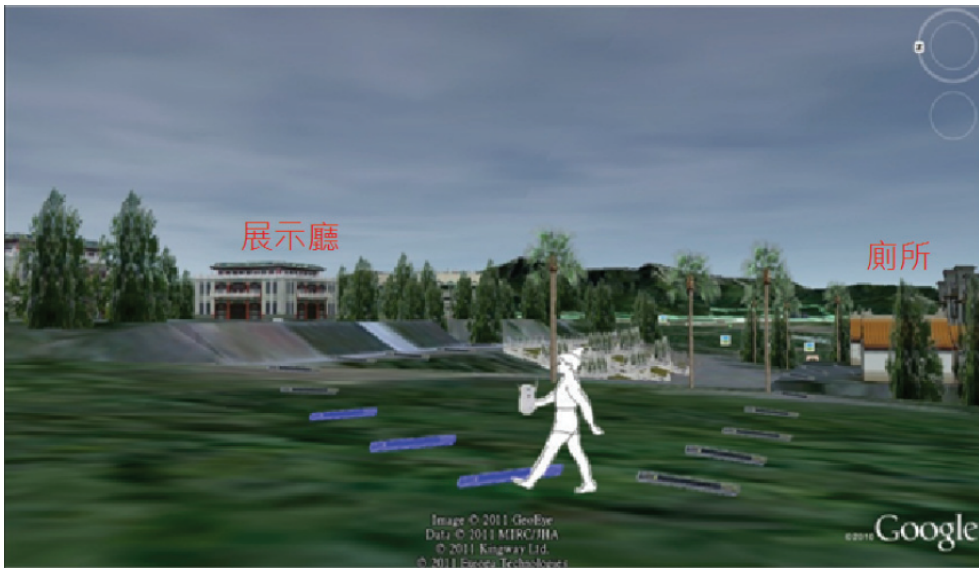


圖 12. 指引系統應用的展示。

很多不同指示場所的模組，只要透過不同身分辨識碼 (ID) 的安排，當你想去展示廳時，只要踩踏標示有展示廳的模組，模組將以遞延方式導引你到展示廳去；若你想去廁所，只要踩踏標示有廁所的模組，模組將以遞延方式導引你到廁所去。如此不但兼具照明和警示行人的效果，你也不須再找人詢問路該怎麼走，是非常方便的設計。

4. 互動體驗的設計

因可程式設計，規畫一套系統讓小朋友玩樂，可以考驗小朋友的反應能力，並且達到運動效果等 (如運動公園、文化中心等皆可設置該項設施)。

5. 停車場引導系統的設計

運用模組特性，可以互傳通訊方式，當感測到汽車進入停車場時，引導駕駛到達有空位區域之停車格時，也可將空停車格標示出來，以便讓車輛可以正確地、快速地停在停車位置 (如露天停車場、休息站等)。

五、結論

結合太陽能供電發展出的本產品，且應用在樓梯和步道的 LED 燈條警示系統模組，兼具夜間警示與照明功能，為了節能省電，系統用電有一般模

式和省電模式的設計。因為這樣的產品出現，相信可以提高行人爬樓梯的安全和樂趣，行走步道時，增添多采多姿的視覺效果，使人們的生活品質提升。

筆者所設計的產品，以微電腦控制晶片寫入程式做動作，可使系統功能呈現更多元化，例如：不定時順序跑馬燈等，都有極佳的創意性存在。實用部分不僅可用在戶外的行人道，也可以運用在森林遊樂區吊橋等。另外，在大型商場或是一些夜間還有運作的機構前緣樓梯，也可以加裝該產品，以提高夜晚行人行走的安全。此模組兼具下列幾項特色：

1. 綠色能源 (Renewable Energy)

利用光敏阻器作為啟動／關閉 (on/off) 判斷的依據。白天利用太陽能源儲存能量，夜晚時則啟動模組元件，模組利用晶片控制，而燈源部分則採用 LED，不僅亮度較高，耗電量也比一般的燈泡低。

2. 安全警示 (Security Caution)

夜晚有些照明不足的地方，甚至是禁止進入的地點，都可以安裝此模組，不但協助照明，並可警示人們注意危險區域或是禁止進入的地方。

3. 趣味互動 (Interest City)

模組經由晶片控制，因此可以做出多組的跑馬燈漸層特效，未來甚至可以加入音效，讓人們享受走樓梯的樂趣，提高人們走路的意願，不僅節省能源，也有益身體健康！

4. 城市美化 (Urban Beautification)

在熱鬧市區中，每當夜晚來臨時，有了這樣的模組設計來點綴，增加一些浪漫的氣氛，也讓民眾感受到安全且美麗的生活環境。

誌謝

文中所述之研究成果係由正修科技大學支援研發經費，以及電機研究所碩士班蕭振宏同學提供的分析結果才得以完成，在此一併致謝。

參考文獻

1. S. Y. Huang, R. H. Horng, P. H. Tseng, J. H. Tu, L.W. Tu, and D. S. Wu, *IEEE Photonics Technology Letters*, **22**, 404 (2010).
2. H. Y. Lee, X. Y. Huang, and C. T. Lee, *J. Electrochem. Soci.*, **155**, 707 (2008).
3. 邱文福, 台灣醒報 (2009.10.26).



陳脅憑先生為國立台灣大學電機博士，現任正修科技大學副教授。

Hsieh-Ping Chen received his Ph.D. in electrical engineering from Taiwan University. He is currently an associate

professor in the Department of electrical engineering at Cheng-Shiu University.