

## 2024全國大專暨高中職學生專題製作競賽

### 研究報告書

編號：(由主辦單位編列)

題目：智慧居家屋

參賽組別：☐1.研究所組

☐2.大學組

☒3.高中職組

參賽類別：☐A 工程類 ☒B 電資類 ☐C 文理類 ☐D 管理類

☐E AI 智慧應用類

指導老師：蘇宇祥

參賽組員：1. 余宥榆

2. 陳弘哲

3. 賈豫

4. 薛凱安

學校：長榮高級中學

☐系所 ☒科別：電機科

中 華 民 國 一 一 三 年 十 月 十 八 日

## 題目：智慧居家屋

指導老師：蘇宇祥兼任教師 資訊工程系  
[steven889306@gmail.com](mailto:steven889306@gmail.com) 聯絡電話：0960810577

學生：余宥榆、陳弘哲、賈豫、薛凱安

科別：電機科

學校：長榮高級中學

[alansher0517@gmail.com](mailto:alansher0517@gmail.com), [roger000012345@gmail.com](mailto:roger000012345@gmail.com), [minute600000@gmail.com](mailto:minute600000@gmail.com), [cat960521@gmail.com](mailto:cat960521@gmail.com)

### 摘要

現今科技日新月異，人們開始將科技解決生活周遭所遇到的問題，或帶給生活更多的便利，加上環保意識抬頭，綠能與科技結合的案例越來越多，也越來越頻繁，依據行政院經濟部綠能科技方案顯示[1]，台灣大多數以太陽能光電與離岸風力發電為主要進展。本作品以簡易太陽能板來供電，擁有門禁安全系統，屋內有數種環境感測器偵測環境數據，用戶可透過系統監控各項數據，而當數據過於一定標準時會警示用戶，達到智慧居家應用。

**關鍵字 Keywords：**綠能科技、物聯網、智慧居家

### 1.設計原理

本作品基於智慧家庭與綠能應用兩大主軸設計，旨在提供更高效、安全且環保的居家生活體驗。智慧家庭部分利用多種感測器實時監控居家環境中的各項參數，如空氣品質、溫度、濕度、光照強度等，當感測器偵測到異常數值時，例如室內溫度異常升高或某氣體濃度過高等，系統會自動發出警報通知用戶，用戶可以透過手機或其他終端設備隨時查看居家環境的即時數據，同時也能遠程控制家中的各類電器設備，達到物聯網的效用。綠能應用部分則藉由安裝於屋頂或陽台的太陽能板[2][3][4]，為家庭提供可再生能源，這些太陽能板將太陽光轉換為電能，供應家庭日常用電需求，從而顯著降低對傳統電力的依賴，減少碳排放量及環境污染。

### 2. 作品說明

本作品含有一Arduino Mega 2560（如圖1）用於主要開發板，有一ESP-32 WIFI（如圖2）連接各項感測器連接網路，一簡易太陽能板供收集太陽能，有一太陽能電源管理模組供轉換與儲存電能，有數個煙霧氣體偵測感測器偵測居家瓦斯等氣體，有數個一氧化碳感測器偵測無色無味的一氧化碳氣體，有一溫溼度感測器偵測居家環境溫度與濕度數值，有一紅外線感測器偵測用戶經過而開啟相關燈具，有一光敏二極管模組檢測周圍環境的亮度和光強度，有一人臉辨識系統為門禁感應系統，有一OLED顯示器監控居家環境品質相關數值。（相關硬體列表如表1）

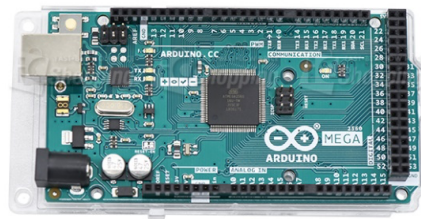


圖1 Arduino Mega 2560開發板

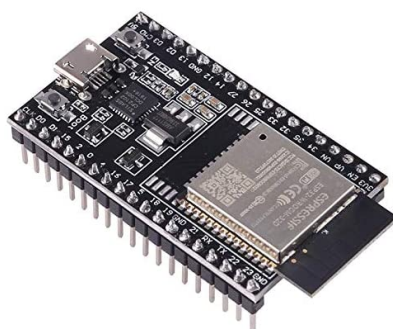


圖2 ESP32-DevKitC開發板

表1 硬體材料規格表

硬體名稱	數量	規格
Arduino Mega 2560	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 主控晶片：ATMEGA 2560</li> <li>◆ 外接電源：7~12V，建議使用 9V</li> <li>◆ USB Port 供電：5V</li> <li>◆ EEPROM：4K</li> <li>◆ 內建暫存：256K</li> <li>◆ 時脈：16MH</li> <li>◆ SRAM：8K</li> </ul>
Raspberry Pi	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ SoC：Broadcom BCM2837</li> <li>◆ CPU：1.2 GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53</li> <li>◆ GPU：Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor; Open GL ES 2.0; hardware-accelerated OpenVG; 1080p60 H.264 high-profile decode</li> <li>◆ 記憶體：1GB LPDDR2（和 GPU 共享）</li> <li>◆ 儲存：microSD</li> <li>◆ Ethernet：10/100 RJ45</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ GPIO：40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2×20 strip</li> <li>◆ 工作電流：800 mA</li> </ul>
ESP32 WiFi	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 架構：32 位元</li> <li>◆ 核心數：2 (雙核心)</li> <li>◆ 時脈範圍：80 MHz~240 MHz</li> <li>◆ RAM：512 KB</li> <li>◆ Wi-Fi 頻段：2.4 GHz，支援協議：802.11 b/g/n (802.11n 最高速度 150 Mbps)</li> <li>◆ 藍牙：包含經典藍牙 (legacy Bluetooth) 與低功耗藍牙 (Bluetooth Low Energy, BLE)</li> <li>◆ 天線輸出功率：20 dbm (最高)</li> <li>◆ 腳位數：20 dbm (最高)，&lt; 5uA</li> </ul>
太陽能單晶矽電池片	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 太陽能電池片：156 單晶矽電池片</li> <li>◆ 表面材質：鋼化玻璃</li> <li>◆ 邊框材質：陽極氧化鋁合金</li> <li>◆ 背板材質：0.25mm PET</li> <li>◆ 產品功率：5.0W ± 5%</li> <li>◆ 工作電壓：6.0V ± 5%</li> <li>◆ 工作電流：833mA ± 5% (max)</li> <li>◆ 開路電壓：7.2V ± 5%</li> <li>◆ 短路電流：916mA ± 5%</li> </ul>
太陽能板電源管理模組	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 太陽能板輸入電壓 (SOLAR IN)：6V~24V</li> <li>◆ Micro USB 輸入電壓 (USB IN)：5V</li> <li>◆ 排針/USB 輸出 (USB OUT)：5V 1A</li> <li>◆ 充電截止保護電壓：4.2V±1%</li> <li>◆ 過放保護電壓：2.9V±1%</li> <li>◆ 太陽能板充電效率：約 78%</li> <li>◆ USB 充電效率：約 82%</li> <li>◆ 3.7V 電池升壓輸出效率：約 86%</li> <li>◆ 最大靜態電流：&lt; 2mA</li> <li>◆ 工作溫度：-40℃~85℃</li> <li>◆ 尺寸：65.2mm × 56.2mm × 22.9mm</li> </ul>
MQ2 煙霧氣體偵測感測器	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 探測範圍：300 to 10000ppmm (可燃氣</li> </ul>

		<p>體)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 特徵氣體：1000ppmm 異丁烷</li> <li>◆ 敏感體電阻：1k<math>\Omega</math> 到 20k<math>\Omega</math>，在 50ppm 的甲苯</li> <li>◆ 可偵測類型：液化氣、丁烷、丙烷、甲烷、酒精、氫氣、煙霧（可燃氣體、煙霧）</li> <li>◆ 輸入電壓：DC5V</li> <li>◆ 功耗（電流）：150mA</li> <li>◆ DO 輸出：TTL 數字量 0 和 1（0.1 和 5V）</li> <li>◆ AO 輸出：0.1~0.3V（相對無污染），最高濃度電壓 4V 左右</li> <li>◆ 響應時間：<math>\leq 10s</math></li> <li>◆ 恢復時間：<math>\leq 30s</math></li> <li>◆ 加熱電阻：31<math>\Omega \pm 3\Omega</math></li> <li>◆ 加熱電流：<math>\leq 180mA</math></li> <li>◆ 加熱電壓：5.0V<math>\pm 0.2V</math></li> <li>◆ 加熱功率：<math>\leq 900mW</math></li> <li>◆ 測量電壓：<math>\leq 24V</math></li> <li>◆ 環境溫度：-20<math>^{\circ}C \sim +55^{\circ}C</math></li> <li>◆ 環境濕度：<math>\leq 95\%R</math></li> <li>◆ 環境含氧量：21%</li> </ul>
MQ7 一氧化碳感測器	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 加熱電壓：5<math>\pm 0.2V</math>（AC·DC）</li> <li>◆ 工作電流：140mA</li> <li>◆ 回路電壓：10V（最大 DC 15V）</li> <li>◆ 負載電阻：10K（可調）</li> <li>◆ 檢測濃度範圍：10-1000ppm</li> <li>◆ 清潔空氣中電壓：<math>\leq 1.5V</math></li> <li>◆ 靈敏度：<math>\geq 3\%</math></li> <li>◆ 回應時間：<math>\leq 1S</math>（預熱 3-5 分鐘）</li> <li>◆ 回復時間：<math>\leq 30S</math></li> <li>◆ 元件功耗：<math>\leq 0.7W</math></li> <li>◆ 工作溫度：-10~50<math>^{\circ}C</math>（標稱溫度 20<math>^{\circ}C</math>）</li> <li>◆ 工作濕度：95（標稱濕度 65）</li> <li>◆ 使用壽命：5 年</li> <li>◆ 尺寸大小：35mm<math>\times</math>22mm<math>\times</math>18mm</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 重量大小：6g</li> </ul>
DHT22 溫溼度模組	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 濕度測量範圍：0---100%RH</li> <li>◆ 濕度測量精度：±2%RH</li> <li>◆ 溫度測量範圍：-40---80°C</li> <li>◆ 溫度測量精度：±0.5°C</li> <li>◆ 工作電壓：DC 5V</li> </ul>
紅外線感測器	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 產品型號：HC - SR501 人體感應模組</li> <li>◆ 工作電壓範圍：直流電壓 4.5-20V</li> <li>◆ 靜態電流：&lt;50uA</li> <li>◆ 電平輸出：高 3.3 V / 低 0V</li> <li>◆ 觸發方式：L 不可重複觸發/H 重複觸發（默認重複觸發）</li> <li>◆ 延時時間：0.5-200S（可調）可製作範圍 0.5 秒~幾十分鐘</li> <li>◆ 封鎖時間：2.5S（默認）可製作範圍零點幾秒~幾十秒</li> <li>◆ 電路板外形尺寸：32mm*24mm</li> <li>◆ 感應角度：&lt;120 度錐角</li> <li>◆ 工作溫度：-15-+70 度</li> <li>◆ 感應透鏡尺寸：直徑:23mm（默認）</li> </ul>
光敏二極管模組	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 可以檢測周圍環境的亮度和光強度（與光敏電阻比較，方向性比較好，可以感知固定方向的光源）</li> <li>◆ 靈敏度可調（圖中藍色數字電位器調節）</li> <li>◆ 工作電壓 3.3V-5V</li> <li>◆ 數字開關量輸出（0 和 1）</li> <li>◆ 設有固定螺栓孔，方便安裝</li> <li>◆ 小板 PCB 尺寸：3.2cm * 1.4cm</li> </ul>
SSD1306 OLED 顯示器	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 尺寸：0.96 吋</li> <li>◆ 解析度：128x64</li> <li>◆ 電源：3.3~5V</li> <li>◆ 顏色：白光</li> <li>◆ I2C 地址：0x3C</li> </ul>
WebCam Logitech C270 C270i	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ HD 視訊通話（1280 x 720 像素），收音距離最多可達 1.5 米</li> <li>◆ 影像擷取解析度：最高可達 1280 x 720 像</li> </ul>

		素（30 fps） ◆ 羅技 Fluid Crystal™ 技術 ◆ 照片：最高可達 500 萬像素（軟體增強處理） ◆ 內建具降低雜音功能的麥克風 ◆ C270 標配 USB 線長 1.5 米 ◆ 高速 USB 2.0 認證（建議使用） ◆ 工作電流：500mA ◆ 工作電壓：5V
--	--	---

整體智慧居家屋供電由簡易太陽能板與其儲電模組供點給用戶家電，包括溫溼度感測器、煙霧氣體偵測感測器、一氧化碳感測器以及紅外線感測器，溫溼度感測器收集居家內溫度與濕度，當溫度過高則開啟風扇，反之則關閉風扇；煙霧氣體偵測感測器偵測家中瓦斯濃度，當濃度高於標準時立即打開窗戶與開啟風扇對外排風，並警示告知用戶該狀況發生；一氧化碳感測器偵測居家環境內一氧化碳濃度，當數值高於標準時立即打開窗戶與開啟風扇對外排風，並警示告知用戶該狀況發生；紅外線感測器則安裝於樓梯間，當感應到有家人經過時才開啟樓梯燈，反之則常關閉以節省能源；光敏二極管模組置於室外，偵測室外環境光度，當高於某一標準時，室內燈具調暗或只使用部分燈具，反之若室外環境光度降低或已經開始傍晚，則增強燈具亮度。人臉辨識系統置於室外玄關出口處，為用戶門禁系統；OLED顯示器置於客廳，畫面可顯示居家各項感測器數值，以此監控居家環境變數。

各項感測器數值皆可透過ESP-32 WIFI傳送於系統裝置，系統介面上會顯示家中各項環境感測器數值（如圖3），若超過標準或某氣體濃度過高時，會透過Line Notify傳送警示通知給用戶（如圖4），並接續相關解決措施，如此可提供用戶遠端監控與自動化居家效用。

智慧居家監控系統	
感測器	數值
瓦斯氣體	0.1 V
一氧化碳	31 ppm
溫度	26.7 ° C
濕度	68 %
目前無異常 不進行動作	

圖3 系統介面示意圖

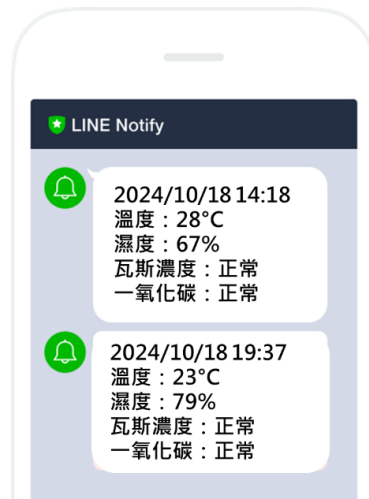


圖4 Line Notify通知示意圖

### 3. 作品優勢

本作品以環保與智慧居家為主軸。藉由光伏電池將太陽能轉化為電能，進行儲電與且適時供電給屋內電器，能達到省電與環保效益；各項感測器連接網路能及時監控與警示用戶，並可於裝置上透過介面查看屋內環境感測器偵測之數值，若感測器數值異常會有因應措施，使用戶能在遠端查看並自動解決異常問題。

### 4. 結論

智慧居家屋結合了物聯網技術和綠能系統，代表了現代家居生活的一個重大進步，將科技與可持續發展理念完美融合。這樣的居住空間，不僅大幅提高了能源使用的效率，還為住戶提供了更舒適、安全、以及便捷的生活方式。首先，智慧居家屋通常會搭載太陽能發電系統，這是其綠色能源的重要基石。透過將太陽能轉換為電力，智慧居家屋能夠減少對傳統電網的依賴，降低碳足跡，同時有效節約能源成本。現代太陽能技術也不再局限於白天日照充足的時間，儲能系統能夠將多餘的電力存儲，供應在夜間或天氣不佳時使用，確保能源供應的穩定性。這樣的設計不僅對環境友好，還能提供住戶能源自主性，甚至在有剩餘電力的情況下，還可以將多餘的電力回賣給電網，達到經濟效益。

在智慧居家屋內，環境監測系統是提升居住質量的另一項關鍵技術。同時，這些感測器也能與其他設備協同運作，根據日照強度或是室內人員活動狀況自動調整設備運行，進一步節約能源。這樣的系統不僅能夠為住戶帶來舒適的環境，還能減少不必要的能源消耗，實現智慧化的能效管理。氣體感測器和一氧化碳感測器是保障住戶安全的重要設備。氣體感測器能夠偵測到空氣中有害的揮發性有機化合物（如瓦斯洩漏），並在有危險情況時自動發出警報，甚至可以聯動排氣扇自動運作以降低風險。一氧化碳感測器則可以即時探測無色無味的一氧化碳氣體，避免中毒風險。這些感測設備能夠即時將數據



傳送至用戶的手機或其他裝置，使住戶隨時隨地都能掌握家中的空氣質量狀況，進一步增強了家居生活的安全性和可靠性。

智慧居家屋的另一個顯著優勢在於它們可以透過互聯網技術連接多種感測器和家電設備，實現設備間的互動與數據共享。無論是溫濕度感測器、氣體感測器，還是太陽能儲能系統，這些設備都可以互聯，並通過中央控制系統或手機應用程式進行遠端管理。這樣的技術不僅使住戶能夠輕鬆監控和控制家中各項設備，還可以根據不同情境進行自動化調節，例如在家中無人的時候自動關閉燈光與家電，或是根據天氣變化調整能源分配。這樣的智能化管理系統大幅提高了能源使用的效率，也使日常生活變得更加方便。

此外，智慧居家屋的自動化和數據驅動的決策過程可以通過人工智慧技術進一步提升。例如，人工智慧可以根據住戶的生活習慣學習和預測最佳的能源使用模式，優化供電與能源儲存策略。它還可以通過分析感測器數據，預測設備可能出現的故障，提醒住戶進行必要的維護，從而延長設備的壽命，減少能源浪費，並降低維修成本。這種智能技術的應用使得智慧居家屋不僅僅是一個高效的居住空間，更是一個會隨著時間學習和優化的動態系統。

智慧居家屋結合了太陽能發電、環境監測與氣體感測技術，實現了居住環境的可持續發展和能源的高效管理。這樣的居住空間不僅能夠提升住戶的生活質量，還能減少對自然資源的消耗，並提高家庭的安全性。透過感測器網路和互聯網技術的支持，住戶可以實現對家居環境的全方位監控與管理，從而達到便利、舒適和安全的完美結合。隨著技術的不斷發展，智慧居家屋未來將會更加普及，並成為下一代綠色居住方式的標杆，引領人們走向一個更環保、更智能的未來。

## 5. 參考文獻

- [1]. 行政院經濟部、財政部. (2023, November 8). 能源轉型，打造綠能科技島—綠能科技產業創新推動方案. <https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/7562c003-dec9-4235-adbf-66370c1d61e4>
- [2]. 洪美玲, 張金樹, 林瑞昇, 陳銘傑, & 張志立. (2010). 太陽能多功節能屋. 智慧型系統工程應用研討會, 781-783.
- [3]. Wang, S. M., & Huang, C. J. (2014). 智慧城市節點之互動服務設計. *Architecture Science*, (10), 17-32. <https://doi.org/10.3966/221915772014120010002>
- [4]. 謝濱鴻 (2017)。居家空間智慧化設計研究〔碩士論文，中原大學〕。華藝線上圖書館。 <https://doi.org/10.6840/cycu201700655>