

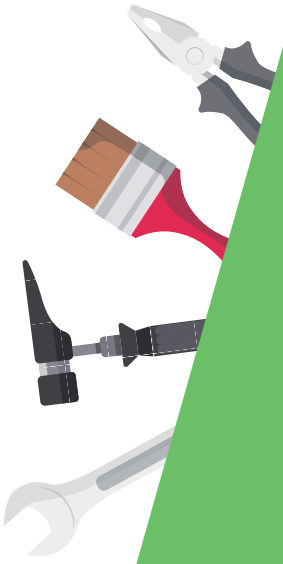


IoT智慧綠能屋

近年來**物聯網**（IoT）已是科技發展最主要的趨勢，廣義來說，物聯網可以讓現實生活中的所有物品，如車輛、機器、家用電器等，經由**嵌入式感測器**（Embedded Sensors）和**應用程式介面**（API）等裝置，透過網際網路互相連結與自動交換訊息。



1. 認識物聯網的發展與應用。
2. 認識物聯網產業特性及其對社會的可能影響。
3. 了解綠能屋的設計原則。
4. 了解物聯網系統的基本概念，進行智慧綠能屋的設計與製作。



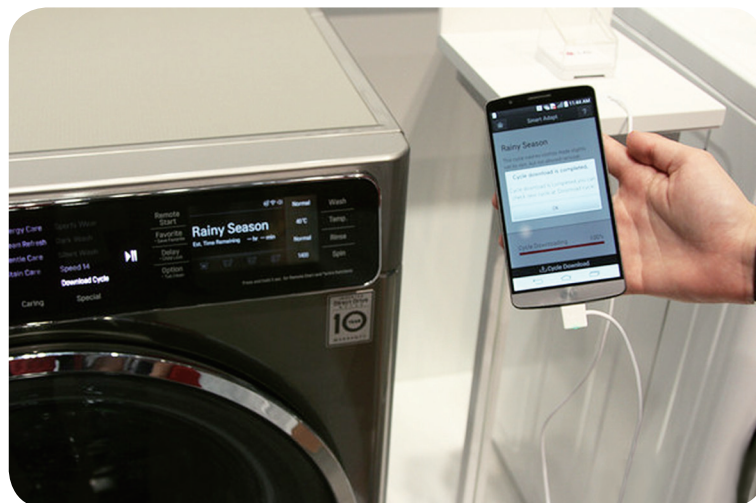
物聯網的發展使得人類的生活型態和產業結構都產生重大影響，尤其**智慧家庭**（smart home）對人類生活來說更是重要且具發展性的議題，例如透過行動裝置遠端控制數位門鎖和 IP 攝影機，就可知道誰進出過自己的家門，可強化居家安全與能源管理（圖 4-1）。另外，也可以透過手機、平板電腦或智慧手錶來開啟家中的電燈、電視、冷氣、冰箱、音響、掃地機器人、洗衣機、洗碗機、烤箱等家用電器（圖 4-2），甚至可進一步監控所有電器消耗的電量，幫助減少居家生活的開支。

接下來，讓我們認識物聯網的相關技術及應用，了解物聯網架構的概念、系統及日常生活中的應用範疇，並應用課程中所學到的工具、材料、加工方法、裝置設計、科學原理等知識，製作節能又環保的「IoT 智慧綠能屋」吧！



圖 4-1 從居家安全、災害預防、節能應用、生活便利到健康照護、關懷提醒等，都可透過 IoT 物聯網來輕鬆建構

圖 4-2 透過物聯網與家用電器快速連線，例如用手機來啟動特定衣物的洗衣排程



一 界定問題

透過無線網路的連結使住家中所使用的照明、水、電或空調等裝置能夠支援物聯網的感測器及監控功能，根據我們的日程安排來使用智慧型裝置，能夠讓家庭能源在使用上更為便利且節能。許多科技大廠設有智慧控制中心，也提供動作偵測器、門窗感應器、智慧電源、燈光控制器與智慧警報器等應用物聯網的產品與服務（圖 4-3）。



圖 4-3 應用物聯網的產品

本活動中，我們要建造一棟智慧綠能屋，幫助我們實現節能省電、提高能源使用率的目的，進而節省各種成本。利用物聯網自動連接裝置來感測綠能屋周圍的環境，透過蒐集到的溫度及濕度等資料，控制和回饋目前屋內裝置的變化，將環境控制在最舒適的狀態。



知識補給站

空氣盒子

臺北市政府利用具有感測空污功能的空氣盒子來即時監控臺北市的環境數據，包括溫度、濕度，以及空氣中含有的細懸浮微粒（PM2.5）濃度等，將這些數據加以分析，以改善城市的空氣品質（圖4-4）。

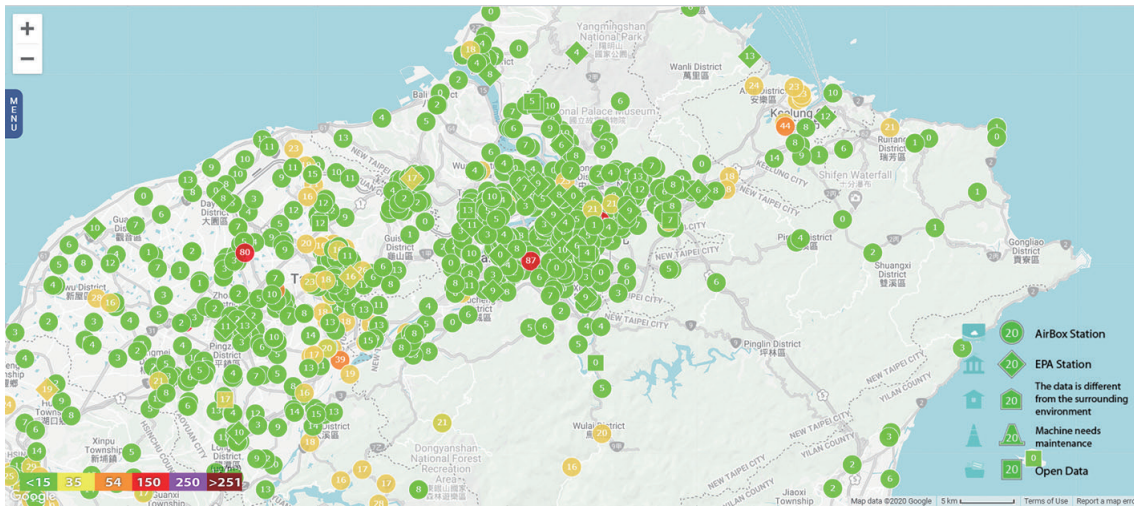


圖 4-4 空氣盒子網站中臺北市的數據

在活動三，我們已經學過物聯網的概念，現在要將物聯網的應用更擴大。

我們要打造一座建築物，建造時必須考量永續設計及綠色建築的概念，並且盡量使用當地能就地取材的材料，使其在經濟效益、實用性、耐用度以及舒適度等能發揮最大的功能。接著，要設計支援物聯網的感測器和能源監控的硬體設備，讓整座智慧綠能屋不僅可以提高能源效率，還可以利用自動化來解決居住物件的維護問題。

國際組織智慧城市論壇（Intelligent Community Forum，ICF）每年都會舉辦全球最佳智慧城市評比，專家團隊會根據完善寬頻網絡基礎建設的政策和計畫、城市居民受教育程度人才的提供比例、政府電子化創新服務、寬頻網路布署針對弱勢族群考量數位公平機會，以及城市所具備營銷及宣傳能力等指標評分，挑選出 21 個城市來頒發 Smart 21 的獎項，並從中選出前七名，最後再挑出一個年度最佳智慧城市。2006 年及 2013 年，臺北市與臺中市分別榮獲「全球最佳智慧城市」首獎（表 4-1）。臺北市除了提供智慧銀髮健康宅公共服務，也提出公共服務系統轉型的可能，釋出了大約五千戶為智慧銀髮健康宅，二十四小時偵測老人生命徵象。另外，桃園市自 2015 年開辦以悠遊卡為基礎的市民卡，既是證件、福利卡、健康卡，也是電子錢包，強調鏈結智慧產業與生活場域。

表 4-1 2004~2019 年臺灣獲獎智慧城市的縣市

| 年份 | TOP1 | TOP7 | TOP21 |
|--------|------|-------------|-------------|
| 2004 年 | | 臺北市 | |
| 2005 年 | | | |
| 2006 年 | 臺北市 | | |
| 2007 年 | | | |
| 2008 年 | | | |
| 2009 年 | | | 桃園縣 |
| 2010 年 | | | 桃園縣 |
| 2011 年 | | | 桃園縣 |
| 2012 年 | | 臺中市 | 新北市 |
| 2013 年 | 臺中市 | 桃園市 | 新竹市 |
| 2014 年 | | 新竹市、新北市 | 桃園市 |
| 2015 年 | | 新北市 | 桃園市、臺東縣 |
| 2016 年 | | 新竹縣、新北市 | 桃園市、高雄市、臺東縣 |
| 2017 年 | | 嘉義市、桃園市 | 基隆市、臺南市、宜蘭縣 |
| 2018 年 | | 桃園市、臺南市、嘉義市 | 金門縣 |
| 2019 年 | | 桃園市 | 嘉義市、基隆市、臺南市 |

資料來源：ICF、未來城市 @ 天下



知識補給站

智慧城市（smart city），就是採用物聯網技術將感測器、計量器和路燈或其他裝置串連起來，採集資料並分析數據，進而改進公共基礎設施和服務。

2020年，全球智慧城市排名第一名是新加坡（圖 4-5）。新加坡的公共交通系統非常善於利用大數據技術，大部分的公車站配備了和 Wi-Fi 連接的互動式地圖，利用全球定位系統（GPS）對公車進行定位，以準確記錄行駛路線和距離，進而緩解交通堵塞狀況，並實現對機動車的有效管理，也能讓乘客享受更愉快、更高效率的旅程。在醫療上，新加坡也嘗試「老年人監測系統」，透過在門上及室內安裝感測器來檢測老年人的活動，一旦缺乏活動跡象或者系統監測到其他事故，系統會立即向其家人或者專業人員發出警報。



圖 4-5 新加坡政府從醫療、生活、運輸、公共服務等四個方面下手，轉型成「智慧城市」，目前在許多方面都頗有進展

物聯網已成為未來產業趨勢，不僅應用在智慧城市的建構與管理上，隨著物聯網所連接的裝置數量不斷地增加，有更多資料被蒐集，使得處理和儲存資料變得更具挑戰性，因此許多組織都已轉向雲端運算。

物聯網讓各種智慧物流、智慧交通、智慧醫療、環境監控、水源監控和智慧建築等系統快速整合，使得各系統之間可進行資訊交換與應用，讓智慧城市結合人工智慧，提高民眾參與各項建設和協助政策制定，也能展現政府施政效能與能見度，發揮智慧政府管理的價值（圖 4-6）。

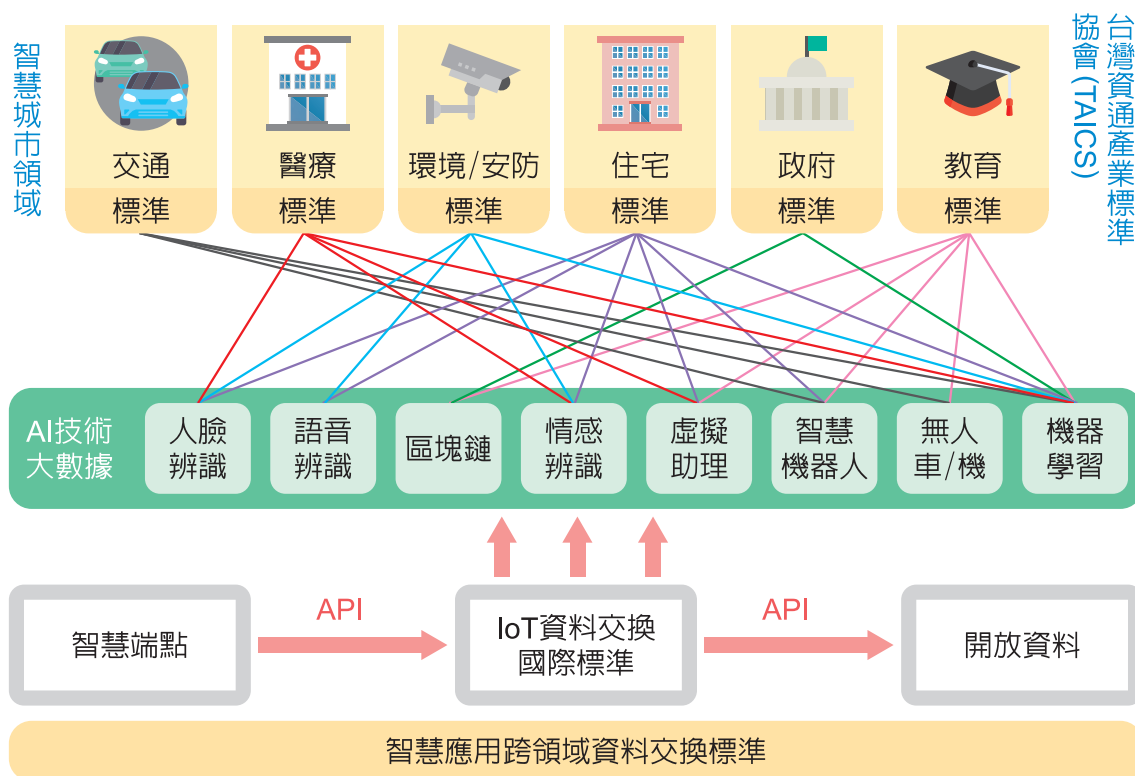


圖 4-6 智慧城市整合城市中各種資訊系統和服務

綜觀上述內容，物聯網帶給人們許多資訊交換的便利，但是在資訊安全的問題上卻可能因此而產生安全漏洞，例如企業辦公室的物聯網裝置通常有網路交換器、無線路由器、印表機、門禁系統等，這些都是能連上企業內部網路的裝置，一旦有安全漏洞，企業可能會無法運作或遭受損失，因此需要透過網路探查來了解物聯網裝置的狀態，或者要有企業網路環境防護的策略，以確保物聯網裝置的完整性與安全性。

物聯網在產業的應用上，需要依賴感測網路與巨量資料分析技術密切整合。前者負責蒐集裝置周圍的環境資訊，並尋找最佳路徑傳遞出去；後者則從蒐集到的巨量資料中找出潛在的商業價值、擬定未來的投資策略、發現潛在的問題並制定因應策略。

❖ 物聯網在各產業的應用

❶ 汽車

在大數據科技的應用中，許多專利都與系統和軟體有關。「車聯網」感測技術結合人工智慧是自動駕駛的核心，自駕車可以透過人工智慧分析即時的感測資訊，以提升決策的可靠性，尤其當自駕車行駛在道路狀況不明的區域、特殊時段或季節時，可以透過車上配備的多種感測器，經演算後向自駕車提供行駛建議與決策方向，以提高自動駕駛的自主性與安全性。目前，許多汽車大廠都有自駕車，其中知名度最高的非特斯拉（Tesla）莫屬（圖 4-7）。



圖 4-7 特斯拉執行長伊隆·馬斯克（Elon Musk）向來以特斯拉電動車不需要駕駛員就能駕駛汽車的技術為目標

2 能源

隨著再生能源的使用變多，原有電網的軟硬體開始無法負荷，而「電力物聯網」的加入無疑可減緩再生能源變動對電力系統的衝擊。傳統機組的運轉與控制主要著重於監視、運轉、分析三大要素，現在再增加「預測」成為四大要素，讓再生能源可被管理，便可即時蒐集、預測、控制再生能源發電量。搭配物聯網技術、即時電力量測技術、資料分析技術與智慧變流器，智慧電網不但可確保電力穩定供應，還可達到大幅增加再生能源併網量、提升用戶供電品質，使用者也可以了解即時用電情形，促使改善用電習慣，以發揮節能效果（圖 4-8）。

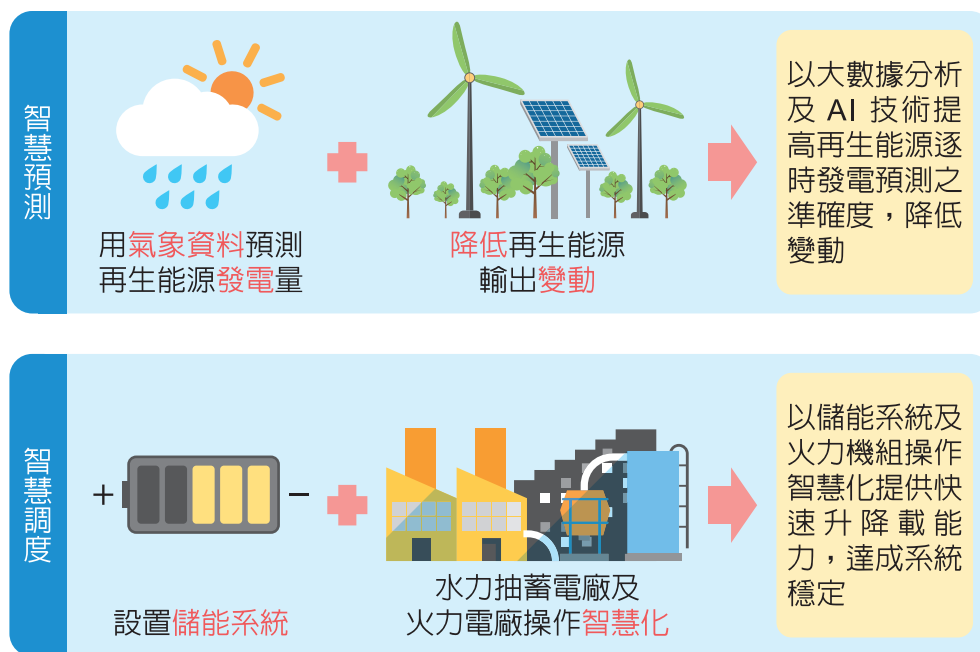


圖 4-8 再生能源結合氣象即時監測，搭配儲能設備穩定系統運轉

3 醫療

醫療產業正在轉型，以力求解決人口老化、成本高漲之問題。隨著醫療器材的增加，加上系統存取及傳輸能力的進步，**醫療物聯網**（Internet of Medical Things, IoMT）也應運而生。

現今，更與人工智慧的**深度學習**（deep learning）技術結合，提高診斷的速度與精準度，還能即時監測患者的健康狀態，並調整患者行為，簡化臨床與資訊處理流程。醫療物聯網提供許多方便管理的應用，比方說健康管理指標監測（如血壓、血糖、血氧、心電等）、智慧健康預警、居民健康檔案、健康常識等。另外，遠程醫療監護的**虛擬照護**（virtual healthcare）透過電話會議、App 或其他數位科技提供照護服務，跨越時間與空間的障礙，加速病患資訊的傳遞。在醫療物資管理方面，利用藥品 RFID 識別碼、器材的追蹤監控和數量清點，讓醫療設備得以充分利用並共享相關資訊，大幅降低醫療成本（圖 4-9）。



圖 4-9 病人的 RFID 手環整合電子病歷，透過醫療系統可以將所有資訊整合，實現無線行動護理及患者識別



知識補給站

RFID

RFID（Radio Frequency IDentification）的中文是「無線射頻辨識系統」，是由英國人在1948年發展出來，最初用於戰爭時在機場辨別敵我戰機，之後由世界各國引用於不同用途。RFID系統是利用無線電波來傳送識別資料，以達到身份識別的目的。RFID在生活中的應用很廣泛，例如悠遊卡、動物晶片、高速公路的收費系統（eTag）、超市的防盜系統、醫院的病歷系統、航空運輸的行李識別等。

4 工業

工業物聯網 (Industrial Internet of Things, IIoT) 是指物聯網在工業上的應用，讓工業的運作有更高的效率和可靠性。例如，製造產業利用工業物聯網蒐集來自不同設計系統的資料與產品，藉以監控製造流程並提供即時回饋，若預期機器設備可能故障，可提前進行預防性維修保養作業，降低因設備故障所造成的臨時停工風險。維修產業依據地點、效能、使用率及條件，藉由工業物聯網在遠端追蹤產品，以達成監控、疑難排解及診斷問題等。營運產業透過工業物聯網負責監控及追蹤營運資產的健全狀態與效能，例如感應器讀數、維修紀錄、環境條件等，使用分析模式來預測資產何時進行維護，並判斷適用的損壞修復方法 (圖 4-10)。



圖 4-10 製造業應善用 IIoT，蒐集與分析生產設備的即時資料，達到最佳化製程

5 零售

由於物聯網可以透過硬體設備和裝置交換產品資料，可應用於零售業追蹤消費者行為並蒐集資料，以便分析後用於商業決策，因此，RFID 成為零售業的必備工具，RFID 讓企業的營運更有效率。例如全球最大體育用品零售商之一的迪卡儂，以數位化的物流管理處理庫存、退貨、防盜、收銀等流程，由於商場內全部的商品都配有 RFID 標籤，顧客只要把購買的商品全部放進一個結帳用的盒子裡，就可以瞬間掃描完成，輕易地自助結帳。

若將物聯網與 GPS 系統結合，便能追蹤貨物狀況以及外部環境的影響，如溫度、交付時間等對品質的影響，這對於管理易腐商品和熟食的運輸實為一大福音。物聯網也可以用於超市或賣場蒐集消費者行為的資料分析，根據消費者購買商品的移動過程以及商店布置的變化來觀察購買的數量、從一種商品到另一種商品的移動軌跡等，透過這些資料的分析，了解商品應如何擺放才能提高銷售量（圖 4-11）。



圖 4-11 英特爾和機器人業者 Simbe Robotics 合作的機器人 Tally，可移動巡視賣場的貨架，檢查商品缺貨、擺放位置和標價正確與否

6 建築

隨著時代的變遷與科技的進步，人們對於建築工程開始有了永續的觀念，智慧建築也應運而生。智慧建築就是透過網際網路將建築物的各項硬體設備互相連結，使空間具備智慧化的功能，以達到安全健康、便利舒適、節能永續的目的。物聯網在智慧建築的應用，例如遠端自動處理及回應的即時影像監控，可更有彈性地監控不同區域的照明與空調系統，使建築環境控制、設備運轉達到最佳效益與人性化。有些商業大樓也會結合保全系統提升警戒能力，在大廳入口、地下室及特定區域配置人臉辨識系統，當有可疑人物進入防護區域時，智慧監視系統就會啟動警報系統通知管理人員（圖 4-12）。



圖 4-12 以人臉辨識系統進行智慧監控，若有可疑人物進入防護區域時，即會啟動警報系統通知管理人員

✧ 物聯網相關產業所需的科技人才

因應物聯網技術在各個產業都有很廣泛的應用，對於物聯網技術的人才需求也大幅增加。人們在使用物聯網相關的產品或服務時，需要透過行動通訊裝置或穿戴式裝置下達指令，這些指令則需仰賴無線通訊技術來傳輸。同時，物聯網相關產品上的感測器會時時刻刻收集資料，傳送至後臺加以分析，利用這些分析資料研發出更符合人性的產品，讓人們擁有智慧生活。因此，智慧型的行動裝置和穿戴式裝置、行動通訊技術的人才需求都有所成長（圖 4-13）。



圖 4-13 物聯網時代來臨，智慧型行動裝置和穿戴裝置、行動通訊技術的人才需求都有所提升

智慧型的行動裝置包括手持的行動電話和平板電腦、車載裝置（例如車輛自動暨輔助駕駛系統、車道偏離警示系統、防撞預警、駕駛人瞌睡警示等）、物流人員的手持裝置、行動收銀機等。穿戴式裝置有智慧手錶、智慧眼鏡、藍牙耳機、智慧頭盔、智慧鞋等，由於這些裝置愈來愈講求人性化的設計，受到穿戴需求的驅動，因此更加強調外型和功能。而要研發這些系統和產品，必須具備產品硬體機構與電路設計的能力、產品外觀美學與創意設計工藝的能力、跨裝置使用者介面設計的能力，因此需要學習電子電路、機構設計、系統整合設計、程式與網頁設計及資料庫等方面的相關知識和技術。

在**行動通訊技術**方面，隨著頻譜的釋出和資料傳輸的技術提升，從 1G（第一代行動通訊技術）開始，發展至 2014 年我國成為 4G（第四代行動通訊技術）營運的國家，在 2020 年正式進入 5G（第五代行動通訊技術）元年，使得 1980 年代原本只是單純通話設備且價格昂貴又體積龐大的行動電話，也變成可以處理多項工作的智慧型裝置。由於傳輸速度大幅提升，加上高頻寬、低延遲等特性，對於人工智慧、物聯網、巨量資料等服務的發展非常有利，已經成為各國發展的重點。行動通訊技術的相關人才必須具備通訊協定及軟體設計能力、天線與射頻設計能力、新型態嵌入式軟體技術等，因此除了電子電路和通訊網路的相關知識以外，也需要具備嵌入式系統和天線設計方面的知識和技術。

二 蒐集資料

物聯網在居家生活的應用相當廣泛，除了家庭生活與我們關係最為密切之外，家用物聯網裝置大多可以滿足居住者的需求，同時又能提高居家生活的核心價值。家用物聯網裝置，舉例來說，像是可以依照室內溫度來自動調節的智慧冷氣、預防火災的煙霧感測器、維護居家安全的網路監控攝影機等，都可以讓我們的生活更加便捷、舒適和智慧（圖 4-14）。



圖 4-14 物聯網科技使居家生活的裝置與設備共相連

要增加物聯網在居家生活上的應用，除了網際網路與智慧行動裝置的普及以外，還需要能滿足低功耗、低成本、長距離及大量連線等要求的網路。為了達成智慧家庭的願景，我們可以嘗試將日常生活的一切與物聯網的概念結合，例如智慧家電、能源管理、家庭娛樂、安全監控、居家照護等。

1 智慧家電

智慧家電大多以無線網路與行動應用程式連結，透過智慧家電控制自動化，可以讓智慧冷氣、智慧冰箱、智慧洗衣機等家電支援物聯網功能，提供更多元的服務。舉例來說，從溫濕度感測器量測真實居家環境的結果，便可用來監控室內的溫度及濕度；將冷氣及除濕機與物聯網系統進行串聯以後，便能遠端遙控它們的使用狀態；透過平板電腦或手機整合家中所有的遙控器、智慧家電及紅外線控制器等，就算出門在外也能遙控家中電器和設備。或者，也可以打造

專屬的智慧家庭應用情境，系統化地將各個家電設備的開關及遙控器整合在手機裡，並且同時記錄用電量及遠端監控（圖 4-15）。



圖 4-15 冷氣機搭配物聯網智慧感測器，不僅可以遠端遙控開關機，還可設定冷氣到達指定溫度時自動運轉

2 能源管理

相較於傳統電力系統的單向供電模式，將物聯網應用於智慧電表（圖 4-16），密集記錄用電資訊，將資料即時傳送給電力公司。電力公司藉由數據監控分析及主動記錄用戶的用電習慣與用量，可達到能源最適使用效率，透過用電量預測及分析，能適時滿足用戶需求，當偵測到不正常電壓與電流時，亦能即時停電報修。用戶也可於用電平臺上查詢用電資訊，進行自主電能管理，達到節電的目標。而前面提到的智慧冷氣能因應室內的環境因素，自動調整至最舒適的溫度，便能提升使用效率，進一步達到節能的效果。



圖 4-16 智慧電表可精確地標示用電量，並透過網路回報資訊，供電力公司遠端讀取用電資料，了解各時段用電資料

現今，有些物聯網能源管理產品已串聯其他服務，例如針對獨居年長者的居家照護，假如使用電器的規律突然發生劇烈變動，便能藉由能源管理智慧系統即時發出警示，或是主動通報相關單位進行訪視與救助。

3 家庭娛樂

自從健康觀念普及、可支配所得增加與科技進步後，國人為要求生活品質、生命價值與生活意義，掀起消費者在日常型態及新興消費文化上的改變。由於人們對家庭娛樂設備的要求越來越重視，隨之而起的是利用電腦類比產生出三維空間的**虛擬實境**（Virtual Reality, VR），以及透過攝影機影像讓螢幕上的虛擬世界能與現實場景進行互動的**擴增實境**（Augmented Reality, AR），這些具創意又有趣的體感遊戲備受歡迎（圖 4-17）。



圖 4-17 虛擬實境和擴增實境讓許多遊戲變得更有興趣也更有互動性

除了智慧互動遊戲以外，物聯網搭配人工智慧技術也讓家庭劇院等相關產品逐漸朝專業等級發展。亞馬遜（Amazon）公司在 2015 年推出第一代智慧語音助理 Echo Dot 後，便積極與各大國際企業及新創品牌合作，開發能夠支援 Alexa 人工智慧系統的智慧家庭產品，它具有語音互動、音樂播放、待辦事項列表及提供天氣新聞等功能，還可以將自身用作智慧家庭系統來控制多個智慧設備。

4 安全監控

居家安全一直是智慧家庭的重要考量。在安全監控方面的產品有煙霧感測器、水滴感測器及門窗開闔感測器等，另外，IP 監視攝影機的錄影監控功能尤其受到矚目，配合智慧電子門鎖感測器，便可開啟居家防盜監控模式，期間若偵測到有人企圖撬開門鎖或門窗，便會同步啟動警報器，使用者的手機應用程式便會立即收到警訊，並連動攝影機錄影蒐證（圖 4-18）。



圖 4-18 動態感測器除了可偵測動態、溫度及亮度作防盜等，還有震動感測的功能，再利用物聯網連接的燈、家電等關閉，就能提高地震來襲時的安全性

5 居家照護

近年來，隨著人口老化的趨勢加劇，專業的照護能力與人力普遍不足，高齡化社會所衍生的問題已是世界各國共同面臨的挑戰，倘若能透過科技輔助來協助解決居家年長者照護的問題，便能提升照護品質。

例如，長輩睡覺時可透過智慧床墊監測呼吸、睡眠狀態，有異常狀況立刻通報警示；如廁時藉由馬桶扶手自動開啟照明，透過感測器探知長輩一天的如廁次數等；在固定時間提醒長輩用藥，藉此追蹤用藥的正確性與規律性，彙整用藥紀錄回饋給醫生；透過室外定位系統記錄長輩一天的活動量與移動步數，分析長輩的老化程度與跌倒風險（圖 4-19）。



圖 4-19 穿戴式智慧血壓計可以自動蒐集長輩的生理訊息，包括血壓、體溫、血糖等，出現異常時會自動通知照護員與家屬

三 發展方案

活動手冊P73

從上述介紹日常生活中智慧家庭對住宅控制的概念，我們了解到物聯網可以讓網路串聯的「物品」之間彼此共享資料，並透過各裝置間回饋的資料進行反應動作。現在，我們要發展的方案即為建造宜人居住的綠能屋，以室內裝置感測綠能屋周圍的環境，藉以蒐集溫度及濕度等資料，進一步控制和回饋屋內裝置的變化，將環境控制在最舒適的狀態。

由於人類經年累月致力於經濟發展，對自然環境造成破壞，現今許多國家環保意識抬頭，政府也積極推動各項環境保護的綠建築相關計畫。

綠建築（green building）可定義為：「以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生共榮，以及人類生活環境永續發展的建築設計」，因此綠建築評估系統強調由地球環保的角度出發，以全面化、系統化的環保設計作為永續建築設計理念（圖 4-20）。

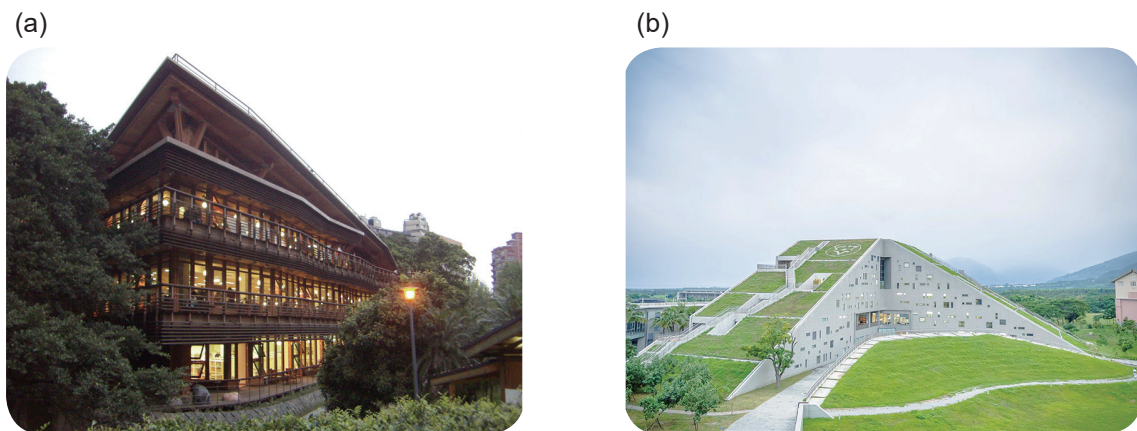


圖 4-20 (a) 北投圖書館是臺灣第一個獲得鑽石級綠建築標章的建築；(b) 臺東大學圖書資訊館呼應綠建築的概念，除了採用清水模工法，更將草皮鋪設在建築本體與大自然融合

綠建築在過去是指「消耗最少地球資源、製造最少廢棄物」的建築物，現在則擴大為「生態（ecology）、節能（energy saving）、減廢（waste reduction）、健康（health）」的建築物，取這四大指標群第一個字母組成 EEWH，也就是現在的「綠建築九大評估指標系統」（表 4-2 及圖 4-21）。

表 4-2 臺灣綠建築評估系統 EEWH

| 大指標群 | 指標內容 | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 指標名稱 | 評估要項 |
| 生態 (Ecology) | 1. 生物多樣性指標 | 生態綠網、小生物棲地、植物多樣化、土壤生態 |
| | 2. 綠化量指標 | 綠化量、CO ₂ 固定量 |
| | 3. 基地保水指標 | 基地涵養水分、儲留滲透、軟性防洪 |
| 節能 (Energy Saving) | 4. 日常節能指標 | 建築外殼設計、空調、照明節能 |
| 減廢 (Waste Reduction) | 5. CO ₂ 減量指標 | 綠建材 CO ₂ 排放量 |
| | 6. 廢棄物減量指標 | 土方平衡、廢棄物減量 |
| 健康 (Health) | 7. 室內環境指標 | 隔音、採光、通風、綠建材 |
| | 8. 水資源指標 | 節水器具、雨水、中水再利用 |
| | 9. 污水及垃圾改善指標 | 雨水污水分流、垃圾分類、堆肥 |

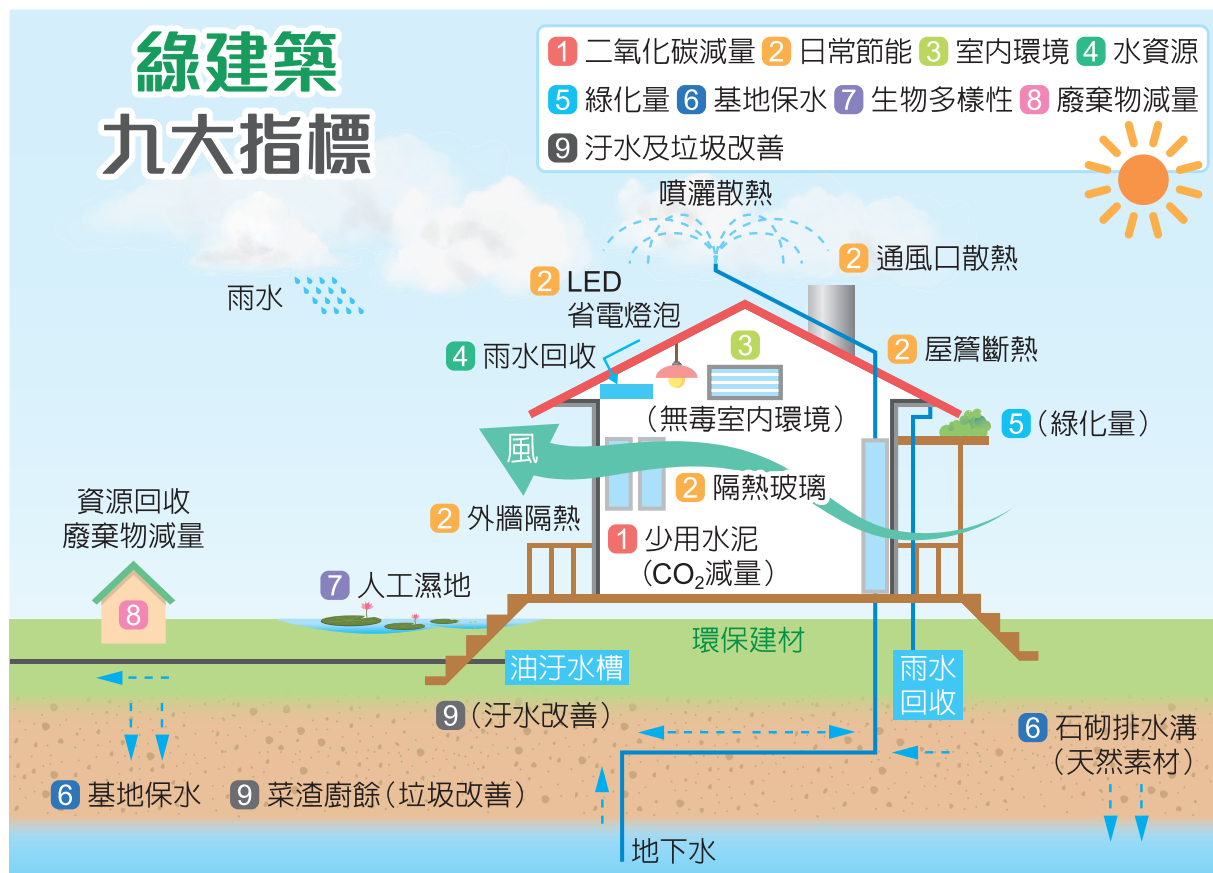


圖 4-21 綠建築九大指標示意圖

綠建築考量的項目很廣，例如「日常節能指標」需要良好的建築外殼設計，由於臺灣屬於海島型氣候，冬天吹東北風，夏天吹西南風，因此建築最好的座向是「坐北朝南」，能有冬暖夏涼的舒適感。建築的長邊和大面積的窗戶盡量避免東西向，在窗戶及陽台增加遮陽板、遮陽棚或遮陽簾，以降低日曬造成室內溫度過高。另外，足夠的開窗數量以及適當的開窗方式（例如開窗的方向）能夠增進建築的明亮感，也能減少不當的耗能，對節能有正向的影響。「室內環境指標」則是指避免過度裝修，只要在正確的位置安裝空調設備，搭配通氣孔與透氣天花板的設計，即可大幅減少空調的使用量。使用低甲醛的建材（如環保材質、原木或竹子打造而成的家具），在表面漆上天然桐油，可同時保有環保、耐高溫與昆蟲蛀蝕三種成效。

綠建築的九項指標說明如下。

❶ 生物多樣性

生物多樣性指標是評估基地的綠地生態品質，主要評估大區域的生物棲地與生物交流情形，包含生態綠網及保護某些生物群集賴以生存的區域，減少生物因移動障礙而降低物種交流繁殖的可能性，維持綠地範圍並鼓勵小生物棲地的留存，創造多樣化生物棲地的條件。

❷ 綠化量指標

綠化量指標是評估基地的植物光合作用效益，提供不同植物的相對換算機制。可以在屋頂、陽臺、牆面栽種植物，盡量採用覆土較淺的植草，以避免大幅增加樓板的負荷，具有降低頂層溫度、美化環境、改善空氣品質、隔音和提供休憩園地等優點（圖 4-22）。



圖 4-22 高雄醫學大學積極推動建築物綠化，能將建築所排放的二氧化碳轉換成植物吸收量，降低二氧化碳濃度

③ 基地保水指標

基地保水指標是評估基地涵養水分及貯集滲透雨水的能力，常利用停車場及活動廣場施作直接滲透設計的透水鋪面，如圖 4-23(b) 所示，透水鋪面表層具有良好透水性的表層，表層下的基層則由透水性良好的砂石構成，讓水資源可以在隙縫之間流動，除了減少雨水在地表產生的水流，還可以過濾雨水中的污染物。此外，也可以在屋頂、陽台、地下室的地面層做成花園以涵養雨水，藉由截流雨水的設計，以達到部分保水的功能。

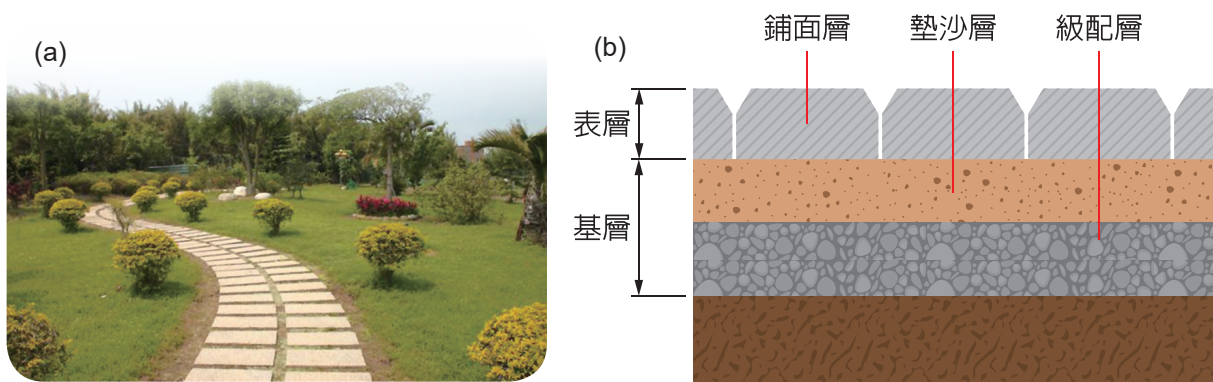


圖 4-23 (a) 透水鋪面可使土地涵養水分，讓地面盡量保持透水功能
(b) 透水鋪面的表層通常為耐磨材，基層則由透水性良好、顆粒大小不一的砂石構成

④ 日常節能指標

日常節能指標是評估建築的節能省電能力，例如照明系統節能可規劃在建築上保有充足的開窗面，利用自然採光來減少燈具的使用，室內採高明度的顏色來提高照明效果，工作空間盡量採用檯燈或投光燈等設計提高燈具效率與照明功率（圖 4-24）。空調效率的設計上可以加強建築物的自然通風程度、選用高效率空調系統、採用變頻控制系統等。



圖 4-24 淡水藝術工坊建築的開口皆搭配外遮陽，設置電動控制的遮陽帆布，能視日照狀況做調整，以節省日常使用能源

5 二氧化碳減量指標

二氧化碳是促成溫室效應氣體的主要成分，建築材料耗用得越多，會排放出越多的二氧化碳，故使用合理的建築結構設計減少建材的使用量，可直接降低建材的生產耗能與二氧化碳排放。採用簡樸的建築造型與室內裝修，盡量使建築物的跨距設計合理化，保有均勻對稱的平面、立面、剖面等設計，減少不必要的造型結構，是較環保的設計（圖 4-25）。



圖 4-25 建築物的輕量化直接降低了建材使用量，進而減少建材的生產耗能與二氧化碳排放

6 廢棄物減量指標

廢棄物減量指標是評估建築物在施工、拆除時產生廢棄物及施工時空氣污染的減少狀況。例如鋼骨結構拆除後回收大部分的鋼料，可降低空氣污染和避免浪費資源；空氣污染防制措施，如工地設有專用洗滌車輛之清洗設備、車行工地路面灑水噴霧等。

7 室內健康指標

室內環境指標是評估室內環境設計對人體健康與地球環境的負荷。例如採用隔音性能較佳的門窗及牆壁構造，以保障居住之安寧；採用明亮的清玻璃或低輻射玻璃，減少使用易造成室內陰暗與反光公害的高反射玻璃；減少不必要的室內裝修量，並盡量採用具有綠建材標章之健康建材；要求低污染、低逸散性、可循環利用之建材設計等（圖 4-26）。

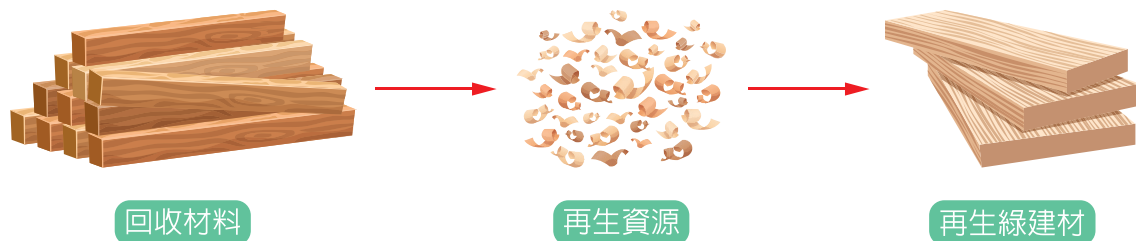


圖 4-26 室內裝修可盡量減少室內裝修量，並採用具有綠建材標章之健康建材，以減低有害空氣污染物之逸散

8 水資源指標

水資源指標是指水資源利用之合理化及循環使用，例如將雨水回收過濾的回收系統，過濾後的雨水水質介於飲用水與廢水中間，可做為馬桶沖水或花園灌溉使用。或者，也可以裝設感應式自動水龍頭、省水馬桶等，都是較具體的作為（圖 4-27）。



圖 4-27 裝設感應式自動水龍頭可節省水資源

9 污水與垃圾減量指標

污水與垃圾減量指標是指減少日常污水與垃圾使用量，例如生活排水及廁所排放的污水均排至污水處理設施，並且加強執行資源垃圾分類回收、定期執行清洗及衛生消毒工作（圖 4-28）。



圖 4-28 做好資源垃圾分類，讓垃圾減量

綠建築是在建築設計階段即以順應自然的方式設計，使建築以被動的方式達到生態、節能、減廢、健康等目的，但是在建築使用階段時，仍需藉由物聯網來監測建築物的相關參數，以智慧化的方式達成主動管理。

經由以上的介紹，我們已經了解綠建築的發展指標以及因應節能的具體作法，接下來我們要以 4 到 5 人為一小組，透過分工合作，採用良好的建築設計與材料，製作出能達到節能減碳良效的綠能屋。

在硬體設置方面，我們會利用溫濕度裝置上的感測器偵測環境，了解綠能屋內的真實環境資料，將此數據傳送到後臺電腦（開發板）上，該後臺電腦可根據接收到的資料上傳至 ThingSpeak 做出分析和視覺化圖表。ThingSpeak 是一個能蒐集、分析和處理特定資料的平臺，以在後臺電腦撰寫條件控制指令的方式傳至馬達與風扇，控制該裝置進行動作（圖 4-29）。

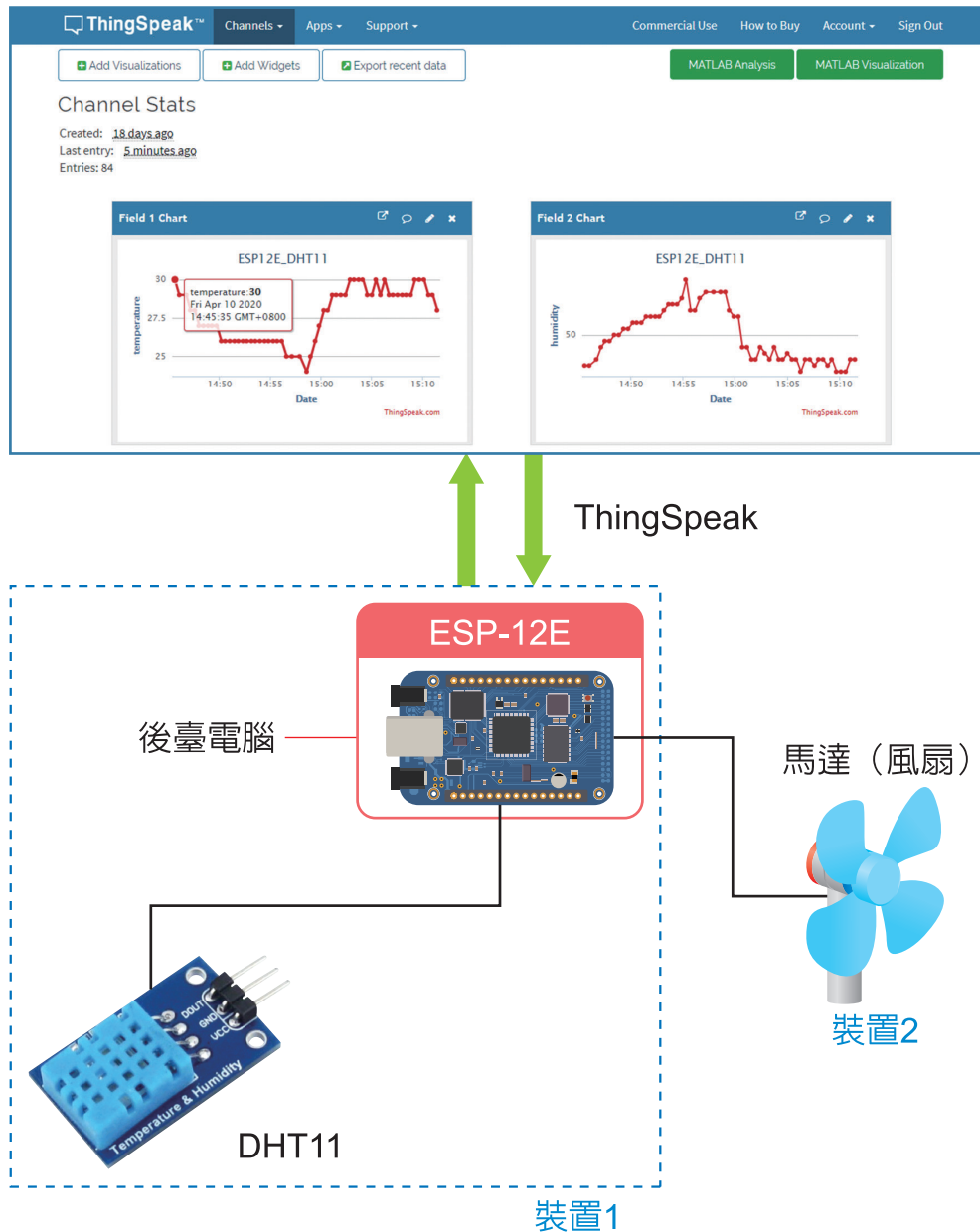


圖 4-29 IoT 智慧綠能屋物聯網硬體實作之整體架構

我們在提出 IoT 智慧綠能屋構想的時候，可以利用心智圖法的方式，將主題相關的想法擴散和延伸，藉以發想並提出完善的設計構想。例如要製作一棟綠能屋，可以想到所需的環保與節能裝置，進一步延伸到各種綠建築指標，以及可利用的設計原則之實作材料和製作方法等其他細節，以符合此次 IoT 智慧綠能屋的目標。透過以關鍵字將聯想到的概念記錄下來，便可提出較完整的設計構想（圖 4-30）。



圖 4-30 以心智圖法繪製 IoT 智慧綠能屋的製作元素

由心智圖可以看到我們要先使用溫濕度感測器偵測綠能屋內的天氣數值，再將感測到的屋內溫濕度資料傳遞至裝置，以視覺化、通知和控制等方法進行回饋，最後在現實世界執行風扇轉動，以便讓屋內降溫，並調節至舒適的溫濕度環境。

四 設計製作

活動手冊P72

為了設計及製作 IoT 智慧綠建築，硬體設備的功能需包含溫濕度信號輸出的感測器。感測器必須成本低、長期穩定、可測量相對濕度和溫度。為了了解該裝置的運作情況，我們利用 Wi-Fi 通訊模組（ESP8266）將資料傳送至雲端，此處可使用智慧型手機連接雲端資料庫，以達到資料分析與管理控制。

我們需要一個感測器來蒐集裝置本身或智慧綠能屋周圍環境的狀態，利用 DHT11 感測器便可蒐集到溫度及濕度等資料輸出成電子訊號（圖 4-31）。DHT11 溫濕度感測器是一個結合濕度計和測溫元件量測周遭空氣環境，並與一個高性能八位元單晶片相連接，它能將所量測到的溫、濕度資料拆解成為數位訊號，再由感測器接腳將資料送出。

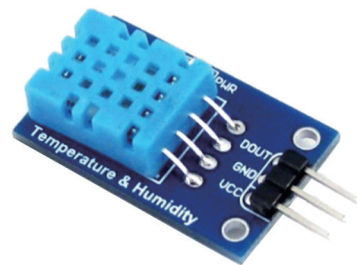


圖 4-31 透過 DHT11 感測器輸出的電子訊號，系統可以得知現實世界的物品或環境的狀態

市面上的 ESP8266 模組有不同的包裝形式，名稱為「ESP」開頭再加上數字編號，從 ESP-01 到 ESP-12。ESP8266 系列控制板的主要特色是具有 Wi-Fi 無線上網的功能。由於模組上外部組件少、價格十分便宜，也吸引了許多創客來研究使用，並開發配套該晶片使用的軟體。此處使用的是 NodeMCU（圖 4-32），它包含了可以在 ESP8266 Wi-Fi SoC 晶片上執行的韌體，以及基於 ESP-12 模組的硬體，也是開源的物聯網之使用平臺。

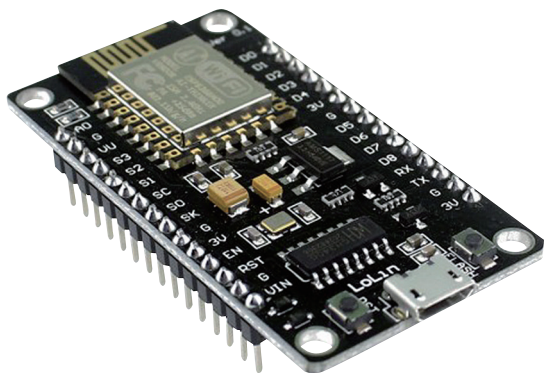


圖 4-32 NodeMCU 開發板 ESP8266 與 Arduino 周邊接腳相容，可以支援相關的感測器，價格十分便宜且操作簡單，已成為物聯網應用中最熱門的選擇

接下來，我們必須思考程式撰寫的邏輯，運用前面物聯網所學到的相關應用元素來進行硬體的設置，並判斷問題挑戰的目標，設定溫濕度的啟動條件，進而控制屋內風扇轉動，才能判斷綠能屋設計的使用效能。

風扇轉動的裝置會透過電力來驅動扇葉旋轉，使空氣加速流通，讓綠能屋達到屋內氣溫降低的功效。市面上有許多馬達專用驅動和控制 IC，例如 L298N 馬達驅動模組（圖 4-33）。在設計的過程中，我們需要小組合作，共同討論綠能屋的設計與製作、物聯網裝置內部程式撰寫和硬體設備的連接，也可以考慮整合太陽能電力應用，偵測屋內光線的強弱控制燈泡的明滅，以提升太陽能效能之應用，達到能源自給自足、即發即用。

在以上的思考過程中，我們藉由簡單的概念整理出想要設計的智慧綠

能屋，接下來要繪製可正確傳達設計理念的平面或立體設計圖，並且要在傳遞構想的過程中進行有效的溝通，發揮創意。

我們需要小組合作設計一棟達成綠建築指標概念的智慧綠能屋，在內部執行有效的省電方式，透過效率和科學的方式來實現節能減碳，透過監控回饋、自然採光、外牆通風、外廳遮陽和栽種植物等五項設計重點，大幅減少建築能源的使用。現在就請同學思考可能的解決方案，畫出符合活動目標的環保綠建築，可以在圖上加註文字描述或其他構想（圖 4-34）。

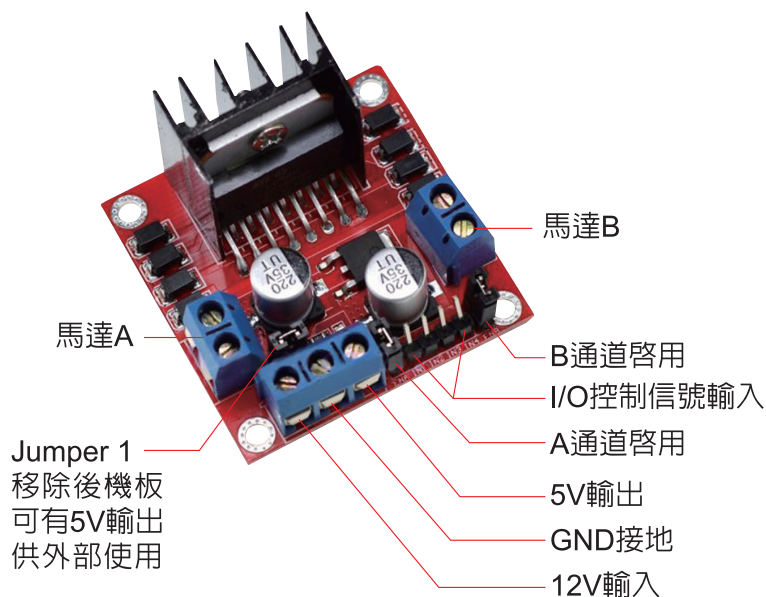


圖 4-33 L298N 馬達驅動模組具有驅動能力強、發熱量低和抗干擾能力強的特點

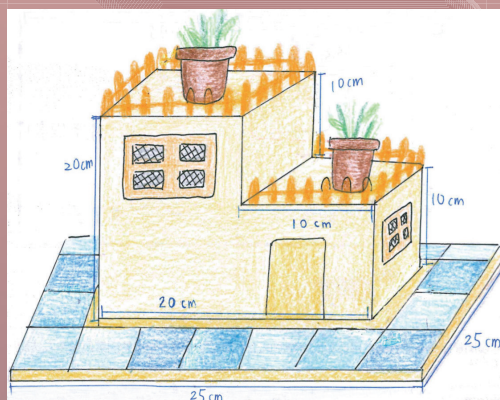
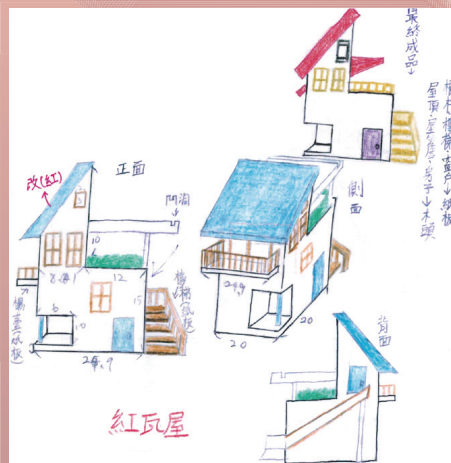
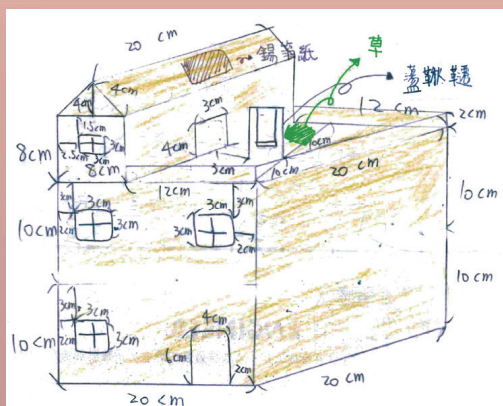
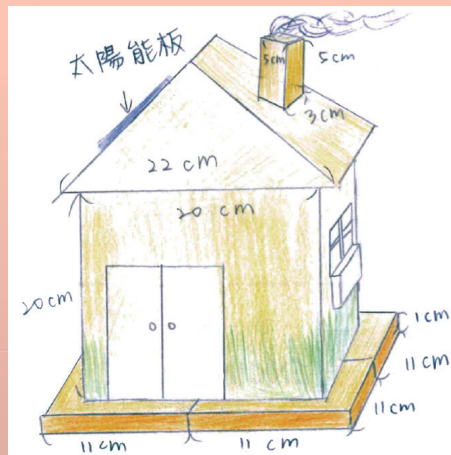
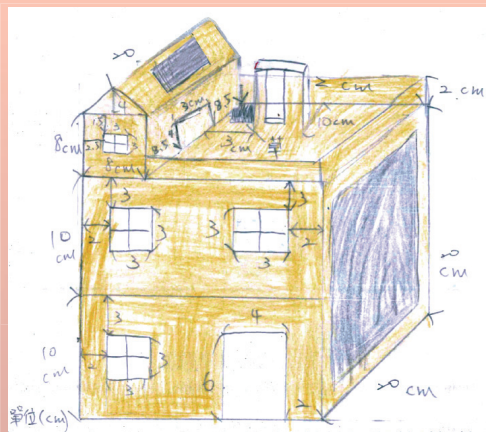


圖 4-34 IoT 智慧綠能屋設計構想之草圖

1 監控回饋

在極端天氣事件與地球暖化效應的驅動下，為了減緩溫室效應，越來越多綠能屋利用人工智慧、物聯網和數據分析等技術進行設計和調整，並且導入節能系統的開發與建置。綠能屋加入穩定的能源管理及智慧監控系統，可以透過即時有效的管理系統充放電，以維持最佳狀態，也能透過網路連結到雲端，形成一個智慧型微電網。例如建築物中安裝的高效率變頻空調系統，若能偵測所處環境的溫濕度，就能從外面掌握居家狀況，以便決定是否提前啟動，可大幅降低空調設備的裝置容量，並且讓室內溫度更為穩定舒適，發揮空調系統供應調度的最大效能。

本活動將示範感測溫濕度使用電量最小化，學習透過 NodeMCU 開源的物聯網裝置讀取綠能屋內真實環境資訊，將資料上傳至 ThingSpeak 雲端資料庫進行分析，接著展示 NodeMCU 所得到的數據，進行 L298N 馬達驅動模組搭配風扇的轉動（圖 4-35）。

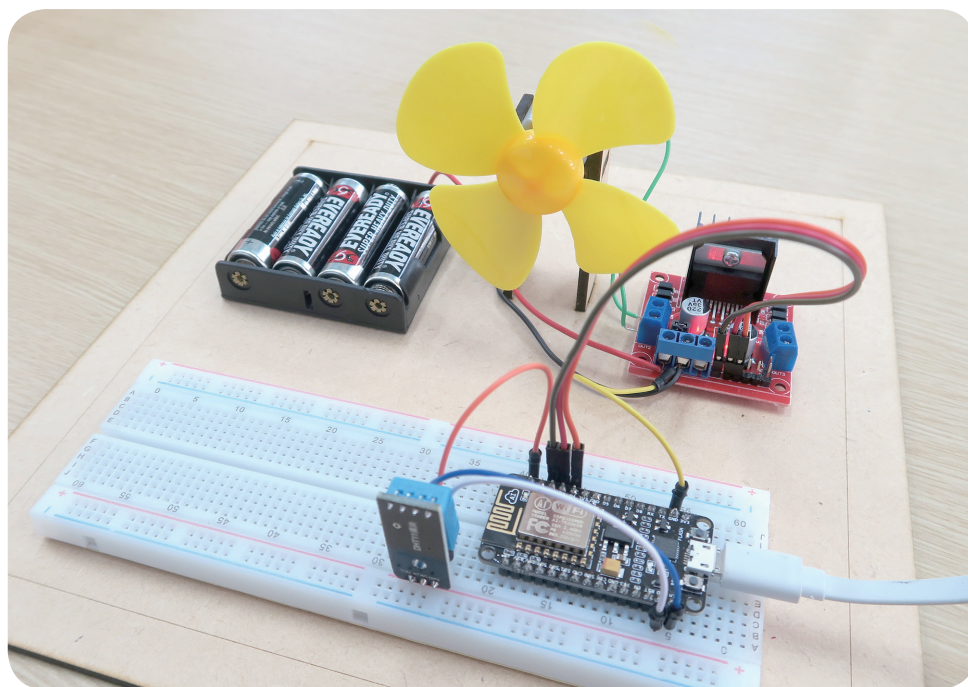


圖 4-35 學習利用 NodeMCU 物聯網開發板監控和回饋屋內的馬達風扇系統

2 自然採光

綠能屋主要希望利用**能源資訊技術**（Energy Information and Communication Technology, EICT）來達成節能減碳的目的，只要降低太陽進入屋內的熱能，便能減少屋內電力的花費，才能真正發揮雲端減碳總量的價值。

從房屋選用的材質作為實作的方案考量，隔熱外牆就像是能夠阻絕熱能的海綿蛋糕，不但能增加隔熱性能及降低日射吸熱因子，不透明外殼的節能特性主要和壁體的隔熱能力有關，亦能承受來自日照的吸熱影響。

由於淺色系材質容易反射太陽的輻射熱，為了減少輻射熱的影響，可以在屋頂或外牆塗上淺色系或白色的隔熱油漆，有效反射陽光並減少輻射熱的吸收，達到阻絕熱量進入室內及降低屋頂溫度的功效。除此之外，加裝太陽能光電板可吸收太陽光能轉換成直流電（DC），儲存於蓄電池備用或者與綠能屋內的馬達風扇裝置並聯使用，藉由環保的再生能源減少屋內熱能，達到建築節能減碳降溫的目標（圖 4-36）。



圖 4-36 屋頂加裝太陽能板或考量房屋的選用材質、方位都是自然採光的相關應用



知識補給站

能源資訊技術

是指利用資訊技術對能源使用進行即時監控，達成最佳化管理，以節約能源或提高能源使用效率，大致可分為三個應用領域，包括整合供電端各種發電來源（含集中及分散式發電）、智慧型的電力網路，以及能源管理系統及設備的應用。

3 外牆通風

建築上講求能源效率的提升與節能、資源與材料妥善利用、室內外房屋建置等，窗門也是建築外殼的一部分，若具備隔絕或降低熱能的效果，建築整體就會大大提升其節能性能。我們可以選用太陽能量透過比率小的隔熱玻璃窗戶，有效阻絕太陽熱能的進入，也可以配合房屋建設的方位選擇通風位置，搭配水平及垂直遮陽的設置，有效阻絕太陽熱能進入室內，同時搭配上上述所提到的再生能源生產能量，使用能源資通訊智慧化管理的裝置，使綠能屋的耗能與產能達到平衡（圖 4-37）。



圖 4-37 門窗設計加強對流降溫，使建築外殼熱負荷量降低，提高建築隔熱性能以及降低室內外的熱交換率

4 外廳遮陽：適當面積的雨遮、屋簷

陽光房的遮陽設備可以幫助綠能屋從外界直接阻隔陽光和熱度進入屋內，當屋簷設備擋住強烈紫外線的同時，亦能透過遮陽設備吸收及反射熱量。遮陽方式包括水平遮陽及垂直遮陽兩種，由太陽運行的軌跡可以發現，太陽每天從天空的東邊升起，在赤道的方向（南邊）慢慢地升高，接著在西邊落下。因此，水平遮陽設置於朝南的窗戶其功效會較佳，因為太陽運行到南邊時，角度比東邊及西邊都高，有一點點突出物就能有效遮擋陽光射入室內。而在東邊與西邊的太陽光直射的角度會較低，採用垂直遮陽便可遮擋低角度的陽光，有效地阻絕大量的熱能進入室內（圖 4-38）。



圖 4-38 建築物從屋頂平台延伸的屋簷，可供在屋簷下行走或休憩、活動時遮擋高角度陽光之用

5 栽種植物

綠建築指標包含建築外殼節能設計，減少空調、照明電力使用，並利用自然通風、遮陽採光、屋頂綠化隔熱以降低建築物溫度等建築省能的目標。由於都市具有資源豐富、就業機會多及交通便利等優勢，使得人口往都會區集中，造成有限的土地被過度開發，各種硬體建設導致都市綠地減少。若能利用自家屋頂進行有效綠化，即可提升都市整體的綠化量、美化景觀、室內降溫及緩和都市熱島效應的功效。綠屋頂工法有許多方式，構成材料包括防水隔熱層、排水層、隔離過濾層、阻根層，以及厚度大約 15 公分的土壤介質，以達成減輕屋頂重量、增加土壤保水等目標。植被可選擇生長速度緩慢、耐旱、易維護的低矮灌木、草坪及地被植物草種等，兼具低頻率維護管理和施工費用經濟實惠的優點（圖 4-39）。

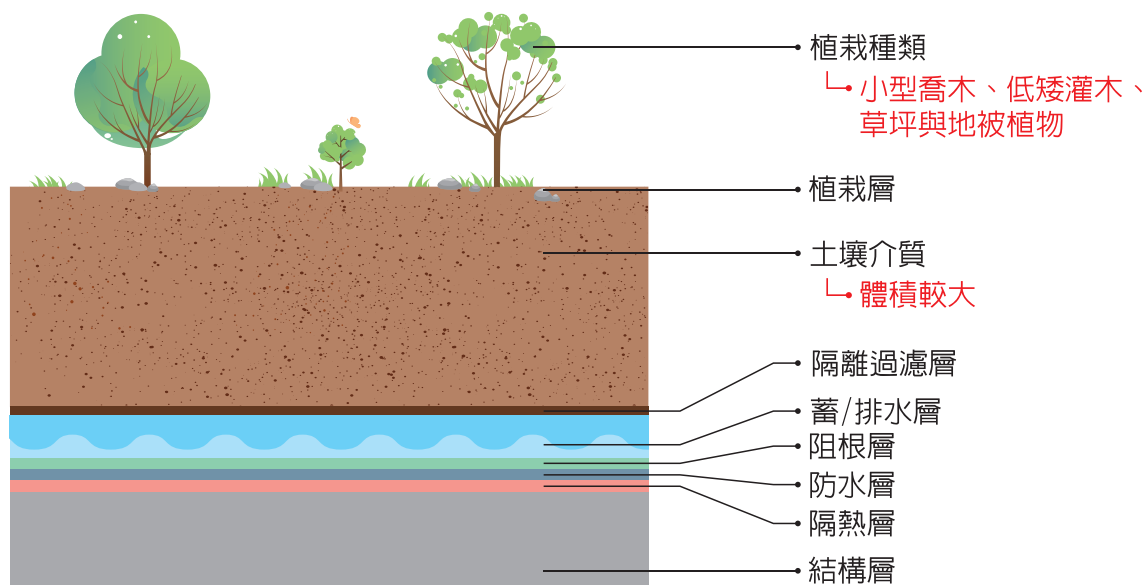


圖 4-39 可選擇庭園式屋頂綠化，其植栽層次豐富、景觀完整性亦較高

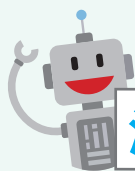


知識補給站

熱島效應

熱島效應是指都市因大量的人工發熱（例如夏天時冷氣運轉排出的熱氣）、建築物和道路柏油對太陽光的蓄熱、綠地減少、空氣汙染使大氣吸收的太陽熱增加等因素，使得都市的溫度比郊區高，整個都市就像一座發熱的島嶼。

開始製作



活動介紹

「好熱呀！真希望一進家門冷氣就開著！」、「好暗呀！真希望一進廚房燈就是亮的！」、「好潮濕呀！真希望一進房間除濕機就已經打開了！」生活中我們常有許多類似的智慧家庭夢想，希望可以透過物聯網與家中的所有裝置互動聯繫。現在只要透過有趣的軟硬體系統整合，就能打造「低碳排智慧綠能屋」，讓我們一起來全面守護居家的安全舒適、健康關懷和節能減碳，讓未來生活的家「活」起來！

物聯網硬體設置

1. 我們先準備能夠將軟硬體建置於上的底板，尺寸為 $230 \times 230 \times 3\text{mm}$ ，綠能屋底部面積則限制在 $200 \times 200\text{mm}$ ，內部需要安裝感應器來感應室內溫濕度的狀況，進而達到降溫乾燥的最佳化控制。另外，還需準備將馬達風扇裝置架高的木板（約 $60 \times 20 \times 3\text{mm} \times 2$ 片、 $20 \times 20 \times 3\text{mm}$ 可自行調整）。
2. 為求屋內的佈置與系統整合的尺寸標準化、模組化，使用熱熔膠槍將麵包板、電池盒（也可使用充電電池）和 L298N 馬達驅動模組取出適當的空間進行固定（圖 4-40）。如圖 4-41 所示為 IoT 智慧綠能屋的整體電路設計圖。

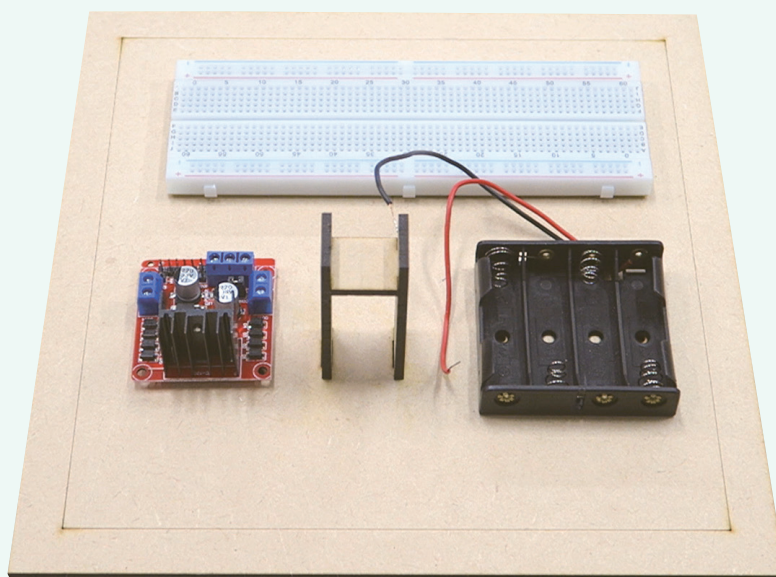
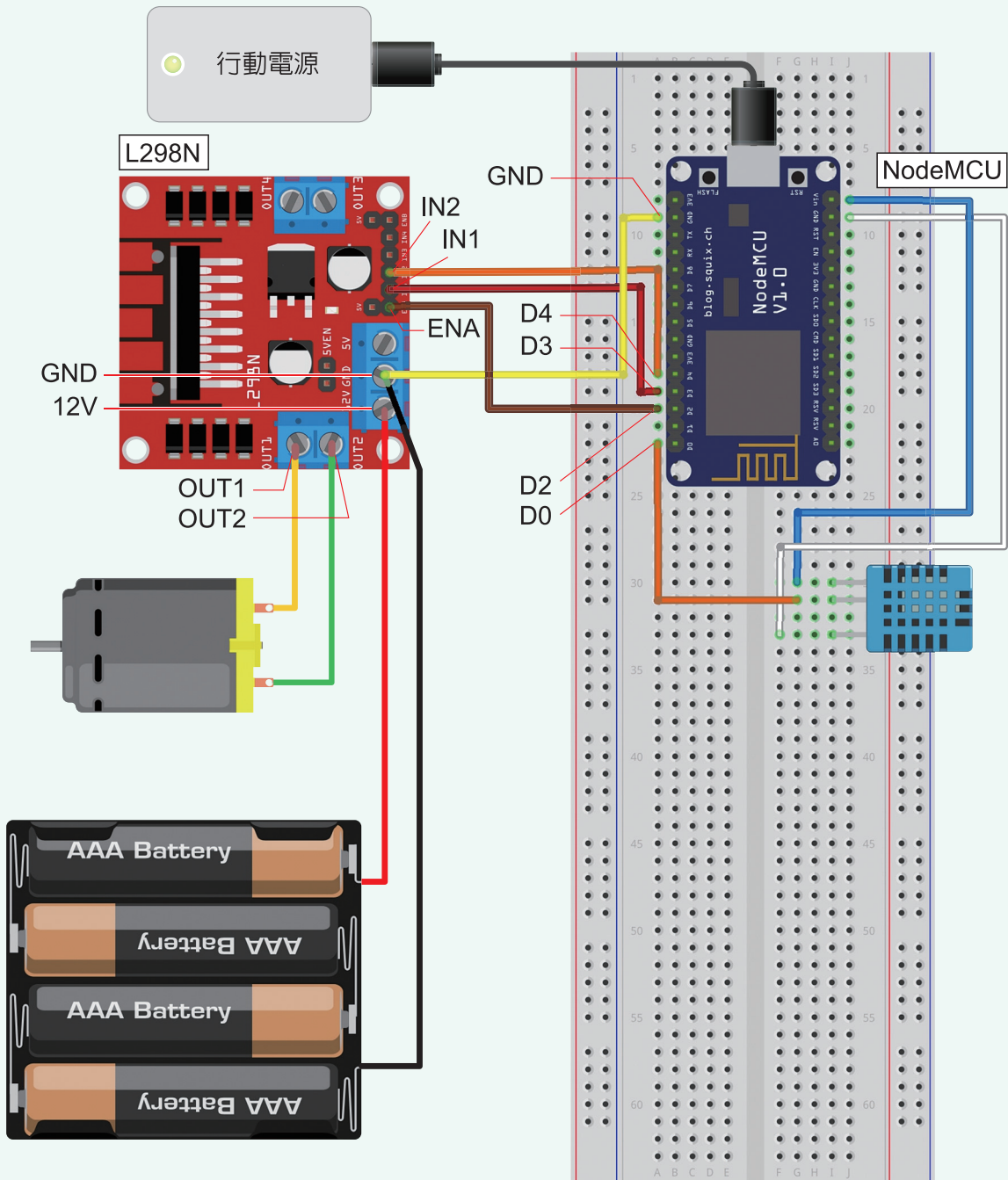


圖 4-40 可以考慮建築需求的智慧設備系統，再調整所需材料、內容和項目佈置



| 杜邦線 | 名稱 | L298N |
|-----|----------|-------|
| 土黃 | DC Motor | OUT1 |
| 綠 | | OUT2 |
| 紅 | Battery+ | 12V |
| 黑 | Battery- | GND |

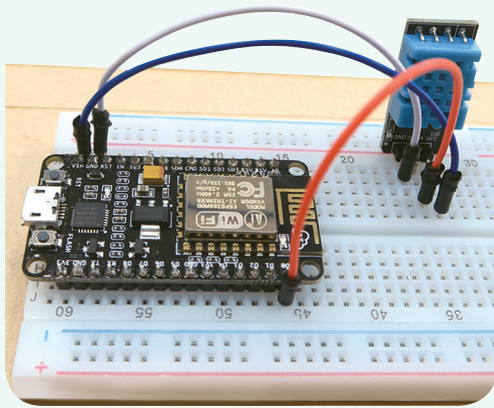
| 杜邦線 | L298N | NodeMCU |
|-----|-------|---------|
| 棕 | ENA | D2 |
| 紅 | IN1 | D3 |
| 橘 | IN2 | D4 |
| 黃 | GND | GND |

圖 4-41 IoT 智慧綠能屋整體電路設計圖

3. 我們要使用 DHT11 溫濕度感測器來檢測周遭環境的溫度和濕度，DHT11 溫濕度感測器會將量測到的溫、濕度資料拆解成數位訊號由接腳送出。

如圖 4-42，橘色線連接 NodeMCU 開發板的 D0 腳及 DHT11 溫濕度感測器的 Data Out，表示測量數值要由 DHT11 送出，D0 腳接收。藍色線連接 NodeMCU 開發板的 Vin 及 DHT11 溫濕度感測器的 VCC。白色線連接 NodeMCU 開發板的 GND 腳及 DHT11 溫濕度感測器的 GND。

將 NodeMCU 開發板和 DHT11 溫濕度感測器固定於麵包板上，使用公對公、長 15cm 的 3 條杜邦線按照下表所列的连接方式將硬體設備進行接電。



| 杜邦線 | NodeMCU | DHT11 |
|-----|---------|----------|
| 藍 | Vin | VCC |
| 白 | GND | GND |
| 橘 | D0 | Data Out |

圖 4-42 杜邦線無需銲接便可用於實驗板的引腳擴展，並且牢靠地和插針連線

4. L298N 可以控制兩個馬達，它提供四個數位訊號輸入接腳。由於此處只要控制一個連接風扇的碳刷直流馬達，所以只需將 IN1 及 IN2 接腳與 NodeMCU 開發板接上即可，如圖 4-43 的示意圖。

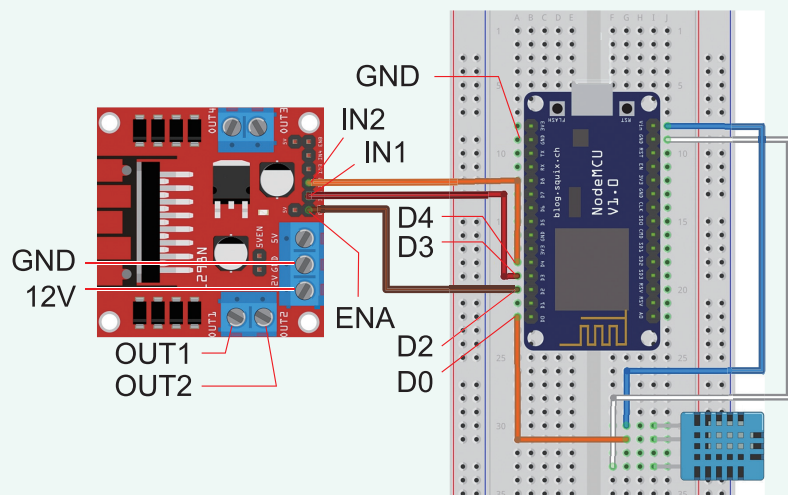


圖 4-43 利用杜邦線將 L298N 的 IN1 及 IN2 與 NodeMCU 開發版連接

L298N 需要外接電力，因為 NodeMCU 開發板的內建電力恐怕無法驅動碳刷直流馬達，而 L298N 提供 12V 電力的輸入，因此根據電池電力將正極接線（紅線）接到 12V，負極接線（黑線）連接 L298N 的 GND 接腳。使用 3 條公對母、長 15cm 的杜邦線，將 NodeMCU 開發板和 L298N 馬達驅動模組進行接線。或者，電池盒負極可以先和公對公、長 15cm 的杜邦線稍微捲在一起，再與 NodeMCU 開發板和 L298N 馬達驅動模組進行接線。相關硬體接線圖可參照圖 4-44 之示意圖。

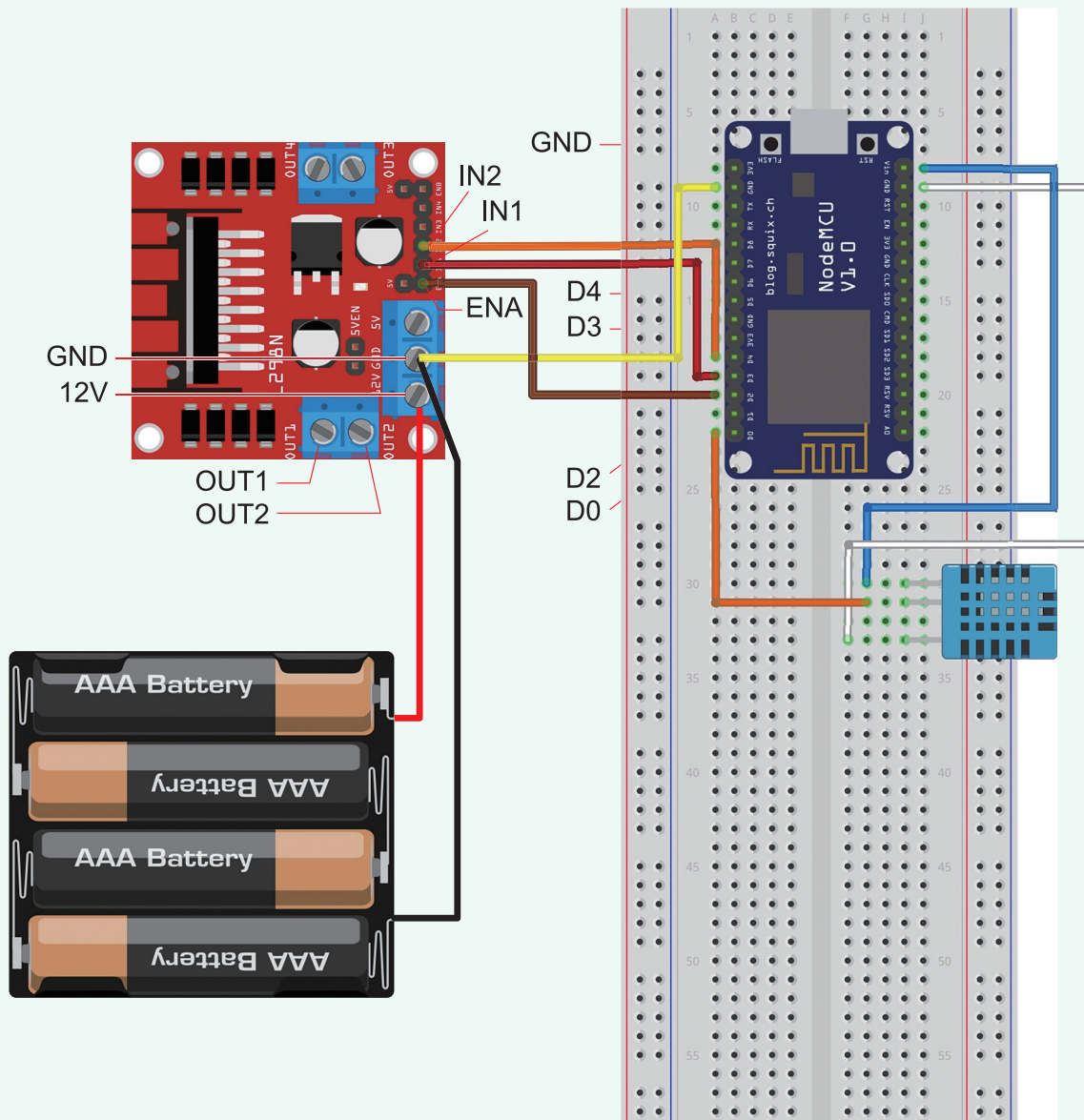


圖 4-44 需要將 NodeMCU 以正確的接線方式記錄下來，否則會花很多時間進行除錯

5. L298N 通常用來驅動兩個直流馬達，可以選擇使用 IN1 與 IN2 接腳控制風扇的馬達，如圖 4-45 所示，將馬達與一條綠色電線及一條土黃色電線相接（參見圖 4-41 的馬達接線），假設此時減速馬達為順時針旋轉，則反接後減速馬達變成逆時針旋轉，反之亦然。因此可知，透過輸入電流的方向，可以控制碳刷直流馬達的旋轉方向。

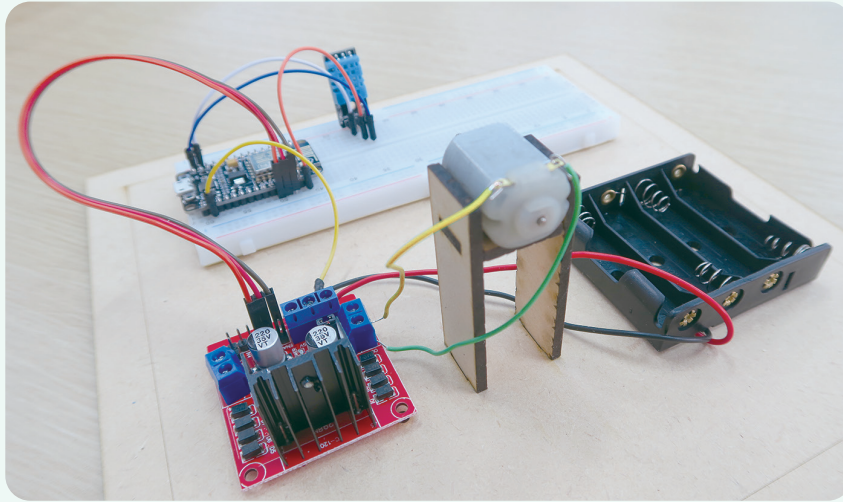


圖 4-45 利用兩條電線將馬達與 L298N 相接

接下來，將孔徑 1.95mm、緊配 2mm 電機軸的迷你風扇葉片和電池安裝妥當，即完成硬體設備的裝置，如此便能控制碳刷直流馬達的順時針旋轉、逆時針旋轉或停止（圖 4-46）。

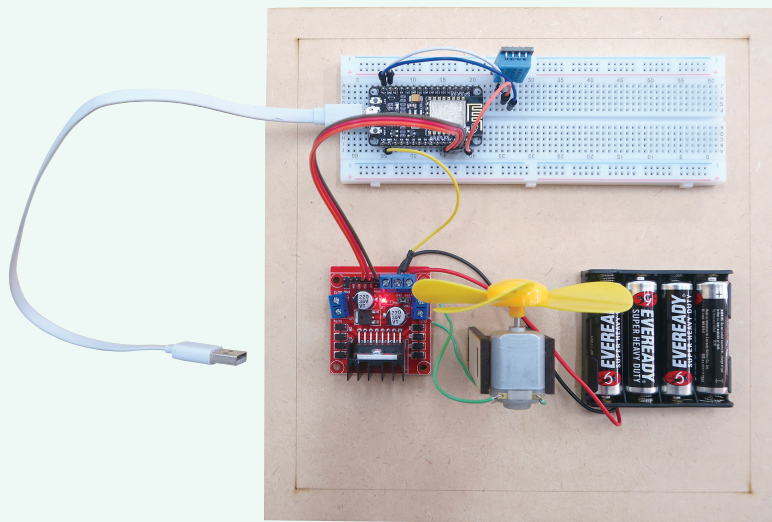


圖 4-46 硬體設備裝置完成圖

6. 依照 NodeMCU 的規格使用 Micro USB 傳輸線，連上電腦後，開啟 Arduino IDE 將開發板設定成 NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) (圖 4-47)。為了記錄溫濕度環境的訊號，可先於物聯網開發平臺 ThingSpeak 申請帳號，透過 ThingSpeak 的分析和視覺化圖表，接下來就能夠設定頻道蒐集、分析和處理的資料集。

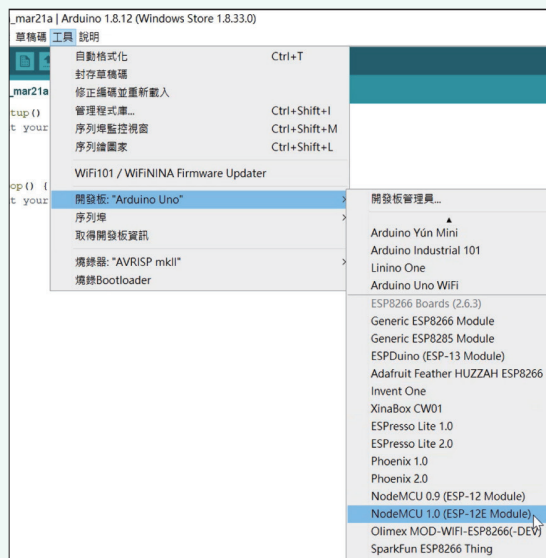


圖 4-47 開發板設定成 NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)

7. 在新的頻道中設定實驗名稱，描述需要用到的資料屬性 (圖 4-48)，設定好之後即可切換到 API Keys。透過 ThingSpeak 提供的 API 服務，我們可以很容易地將外部感測器蒐集到的資料傳到雲端資料庫，並使用 HTTP 協定儲存或檢索資料及應用。取得自己的專案授權碼 (Write API Key & Read API Key) 後，寫入 Arduino IDE 的程式中 (圖 4-49)，就可以看到 DHT11 測得的資料在 Thingspeak 雲端資料圖表上顯示。

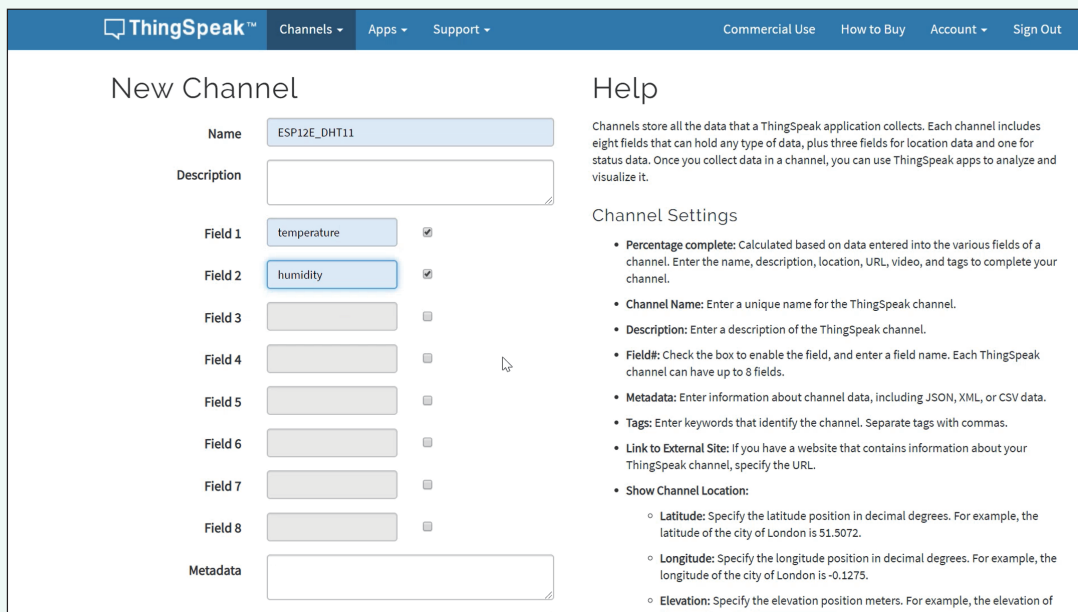


圖 4-48 在新的頻道中設定實驗名稱，描述需要用到的資料屬性

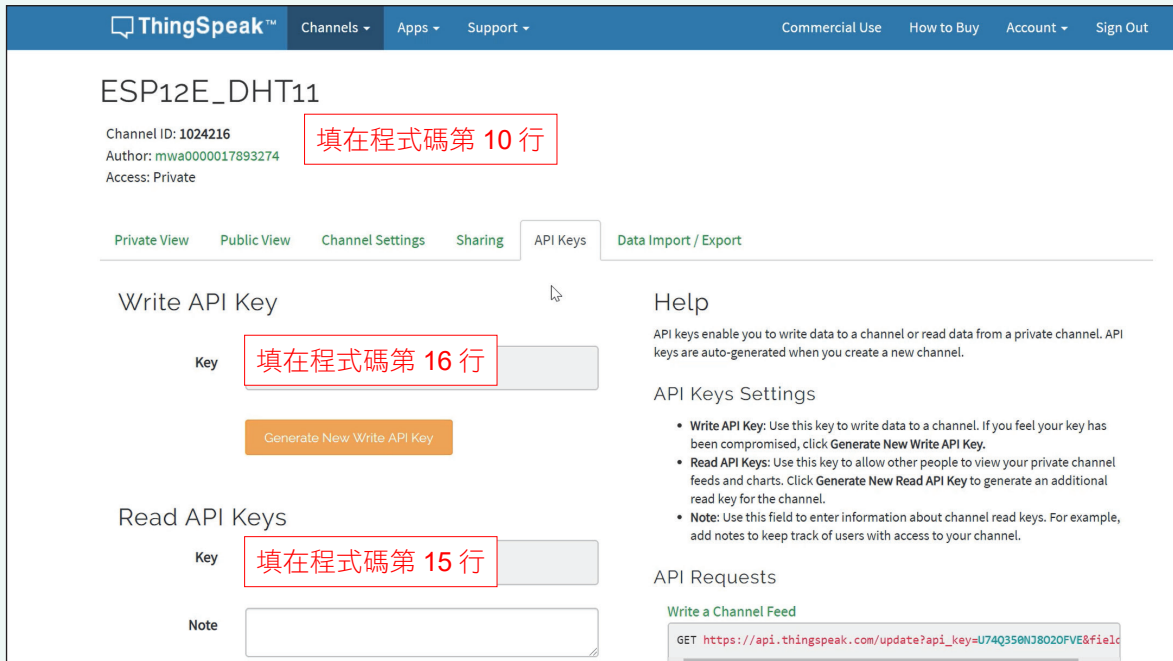


圖 4-49 取得自己的專案授權碼（Write API Key 及 Read API Key），以便編寫 Arduino IDE 程式時使用

8. 前面提到 NodeMCU 開發板是一款以 ESP8266 模組作為基礎的開發板，具有 GPIO、PWM、I2C、1-Wire、ADC 等功能，它將 ESP8266 所有的腳位分別引出，方便連接電腦使用（使用 micro-USB 接頭），NodeMCU 開發板上標示的 D0、D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8 就是數位（類比）輸出腳位，A0 就是類比輸入腳位。以下為程式設計（資料輸入）及資料匯出與應用（可參照活動 3 的圖 3-43 之 NodeMCU 腳位標示）。

9. 程式設計（資料輸入）及資料匯出與應用。

```

1  #include <DHT.h>
2  #include <ESP8266WiFi.h>
3  #include <ThingSpeak.h>
4
5  const char *ssid = ""; // 手機個人熱點帳號
6  const char *pass = ""; // 手機 Wi-Fi 密碼
7  const char *server = "api.thingspeak.com";
8  WiFiClient client;
9
10 unsigned long channelNumber = ; // 填入 ThingSpeak 連接頻道 ID

```

```
11 unsigned const int FieldNumber1 = 1;
12 unsigned const int FieldNumber2 = 2;
13
14 int statusCode = 0; // 向 ThingSpeak 發出請求時「回傳狀態碼」
15 char *readApiKey = ""; // 填入 ThingSpeak 連接頻道 - 「讀取資料授
    權碼」[Read API Key]
16 String writeApiKey = ""; // 填入 ThingSpeak 連接頻道 - 「寫入資
    料授權碼」[Write API Key]
17
18 #define DHTPIN 16 // 設定數位腳 D16 (開發板上的標示為 D0) 接收來自
    DHT11 的訊號
19 DHT dht(DHTPIN, DHT11);
20
21 int ENA = 4;
22 int IN1 = 0; // 定義 In1 為 0, 表示 In1 接在數位接腳 0
23 int IN2 = 2; // 定義 In2 為 2, 表示 In2 接在數位接腳 2
24
25 void setup() {
26     Serial.begin(115200);
27     dht.begin(); // 初始化 DHT11 感測器
28
29     Serial.println("Connecting to ");
30     Serial.println(ssid);
31
32     WiFi.begin(ssid, pass); // 連接 wifi
33     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
34     {
35         delay(500);
36         Serial.print(".");
37     }
38     Serial.println("");
39
40     Serial.println("WiFi connected");
41     WiFi.mode(WIFI_STA);
42
```

```
43   ThingSpeak.begin(client); // 初始化在後續連接至 ThinkSpeak
    時，本機為使用者端
44
45   pinMode(ENA, OUTPUT);
46   pinMode(IN1, OUTPUT); // 在 setup 函式內，使用函式 pinMode 設
    定 In1 為輸出模式
47   pinMode(IN2, OUTPUT); // 在 setup 函式內，使用函式 pinMode 設
    定 In2 為輸出模式
48
49 }
50
51 void MotorOn() { // 自訂函式 MotorOn，In1 接腳輸入 HIGH 電壓、
    In2 接腳輸入 LOW 電壓，風扇將順時針旋轉
52   digitalWrite(ENA, 1);
53   digitalWrite(IN1, 1);
54   digitalWrite(IN2, 0);
55 }
56
57 void MotorOff() { // 自訂函式 MotorOff，In1 與 In2 接腳輸入 LOW
    電壓，風扇將停止轉動
58   digitalWrite(ENA, 0);
59   digitalWrite(IN1, 0);
60   digitalWrite(IN2, 0);
61 }
62
63 void loop() {
64   float h = dht.readHumidity(); // 將攝氏溫度存為變數 [ 濕度 ]
65   float t = dht.readTemperature(); // 將攝氏溫度存為變數 [ 溫度 ]
66
67   // 判斷若溫度、濕度其中一者沒有值，則印出 " 無法從 DHT11 感測器讀取資
    料 " 字樣
68   if (isnan(h) || isnan(t)) {
69     Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
70     return;
71   }
72
```

```
73 //----- 以下將 DHT11 資訊上傳至 ThingSpeak-----
74
75 // 連接至遠端主機 (ThingSpeak)，連接埠為 80
76 if (client.connect(server,80)) {
77
78     // 設定向 ThingSpeak 發出請求時的「寫入內容」
79     // 「寫入內容」: postStr = XXXXXXXXXXXX & field=t &
    field2=h
80     String postStr = writeApiKey;
81     postStr += "&field1=";
82     postStr += String(t);
83     postStr += "&field2=";
84     postStr += String(h);
85     postStr += "\r\n\r\n";
86
87     // 向 ThingSpeak 發出請求時的格式設定，包含「寫入授權碼」、「寫
    入內容」等
88     client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
89     client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
90     client.print("Connection: close\n");
91     client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+writeApiKey+"\n");
92     client.print("Content-Type: application/x-www-
    form-urlencoded\n");
93     client.print("Content-Length: ");
94     client.print(postStr.length());
95     client.print("\n\n");
96     client.print(postStr);
97
98     Serial.print("Temperature: ");
99     Serial.print(t);
100    Serial.print(" degrees Celcius, Humidity: ");
101    Serial.print(h);
102    Serial.println("%. Send to ThingSpeak.");
103 }
104
```

```
105    delay(3000); // 向 ThingSpeak 發出請求時給定一些延遲，確保能將訊  
      息傳送過去  
106    client.stop();  
107  
108    //----- 以下將 ThingSpeak 的資料做下載動作 -----  
109  
110    long temp = ThingSpeak.readLongField(channelNumber,  
      FieldNumber1, readApiKey); // 設定頻道 ID、讀取授權碼，讀取在  
      ThingSpeak 的溫度資料  
111    statusCode = ThingSpeak.getLastReadStatus(); // 讀取「回  
      傳狀態碼」  
112  
113    // 假設「回傳狀態碼」為 200 代表讀取成功  
114    if (statusCode==200) {  
115        Serial.println("We got temperature!");  
116    }  
117    else {  
118        Serial.print("Unable to read or no connection!");  
119    }  
120  
121    long humidity = ThingSpeak.readLongField(channelNumber,  
      FieldNumber2, readApiKey); // 設定頻道 ID、讀取授權碼，讀取在  
      ThingSpeak 的濕度資料  
122    statusCode = ThingSpeak.getLastReadStatus();  
123  
124    // 假設「回傳狀態碼」為 200 代表讀取成功  
125    if (statusCode==200) {  
126        Serial.println("We got humidity!");  
127    }  
128    else {  
129        Serial.print("Unable to read or no connection!");  
130    }  
131  
132    // 設定風扇開始轉動的溫度，在此範例為 23 度
```

```

133  if (temp > 23) {
134      MotorOn();
135  }
136  else {
137      MotorOff();
138  }
139
140  delay(20000); //Thingspeak 免費版限制上傳時間間隔
141  }

```

ThingSpeak 顯示環境的溫濕度數據（圖 4-50）：

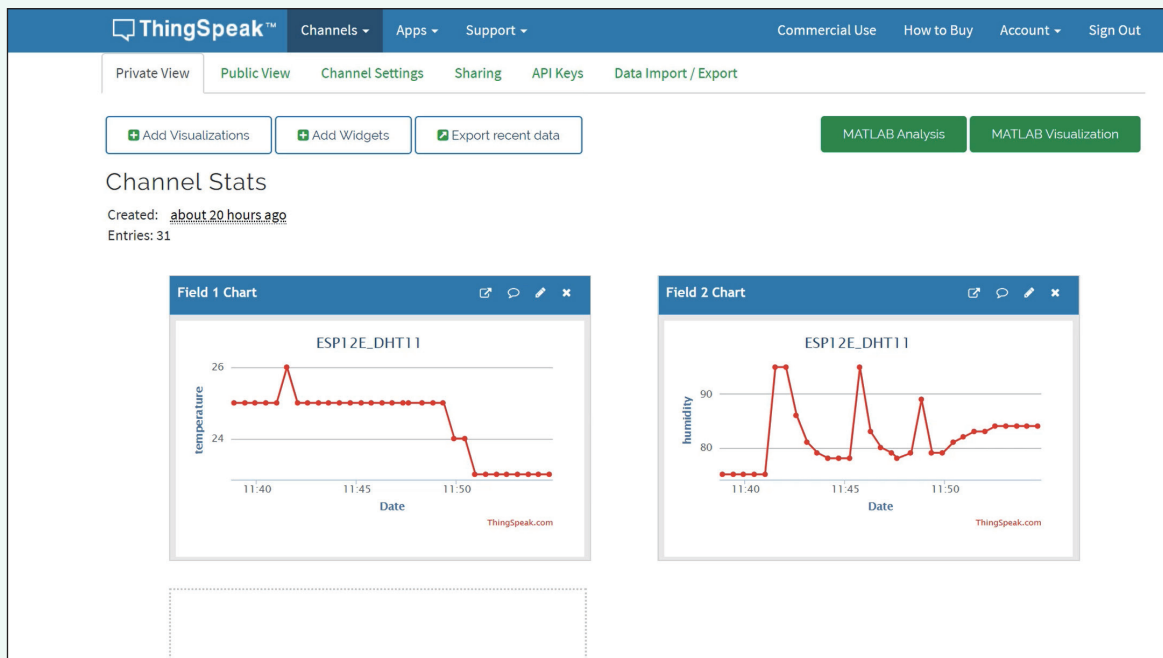


圖 4-50 編譯及上傳程式到 Arduino，將看到 ThingSpeak 上顯示環境的溫濕度數據，設定風扇轉動條件即可幫助室內降溫

綠能屋設計與製作

1. 我們的綠能屋底部長寬限制在 $200 \times 200\text{mm}$ ，以下為綠能屋的模型範例，同學們可以依照小組所討論的設計圖，選擇喜歡的材質進行製作（圖 4-51）。

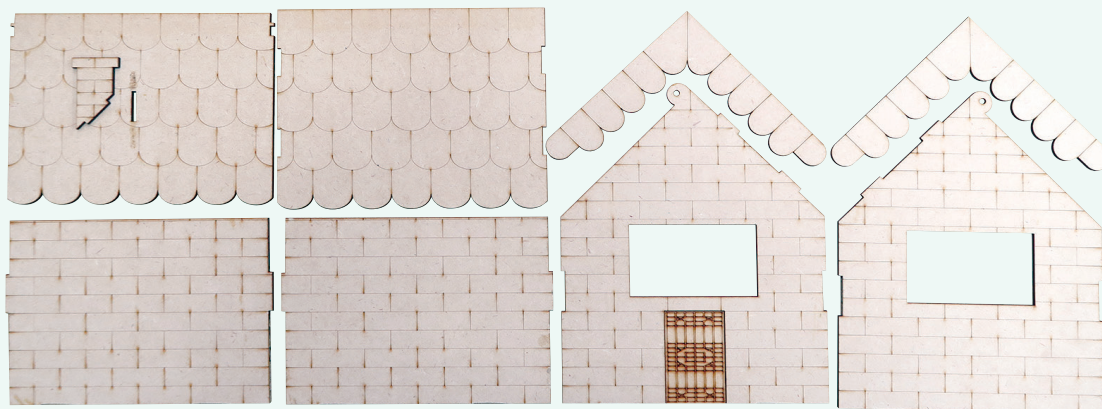


圖 4-51 綠能屋外殼可以根據前面提到的節能設計原則進行製作

2. 門板的安裝原則為鉸鏈安裝在右邊時，門的開啟方向在左邊，反之亦然。因此，綠能屋在製作上可以先預留安裝門窗、走廊、花園等建築設計的位置，便於後續進行組合與成型（圖 4-52）。

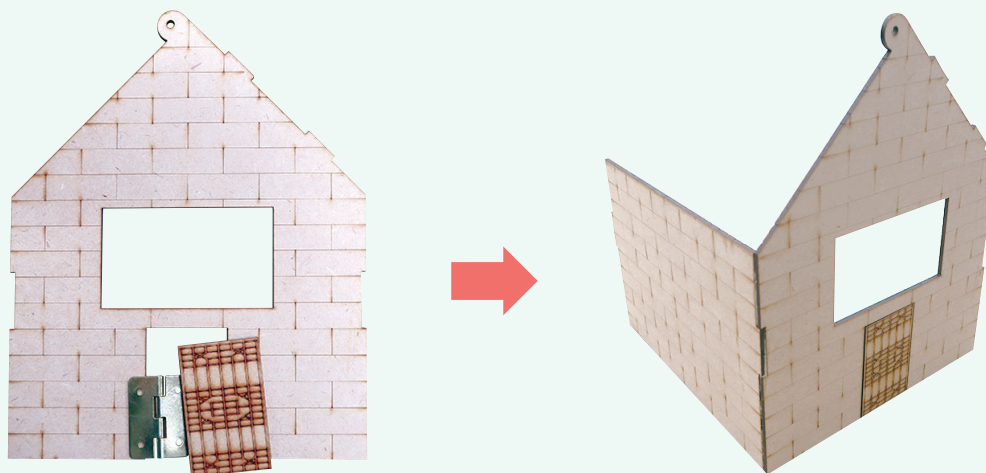


圖 4-52 選用鉸鏈安裝在門的背面，從外便看不到鉸鏈的痕跡，更能增加美觀度

3. 準備製作窗框的木條和適量的紗布，可依照節能屋設計需求製作所需數量及大小的窗戶（圖 4-53）。

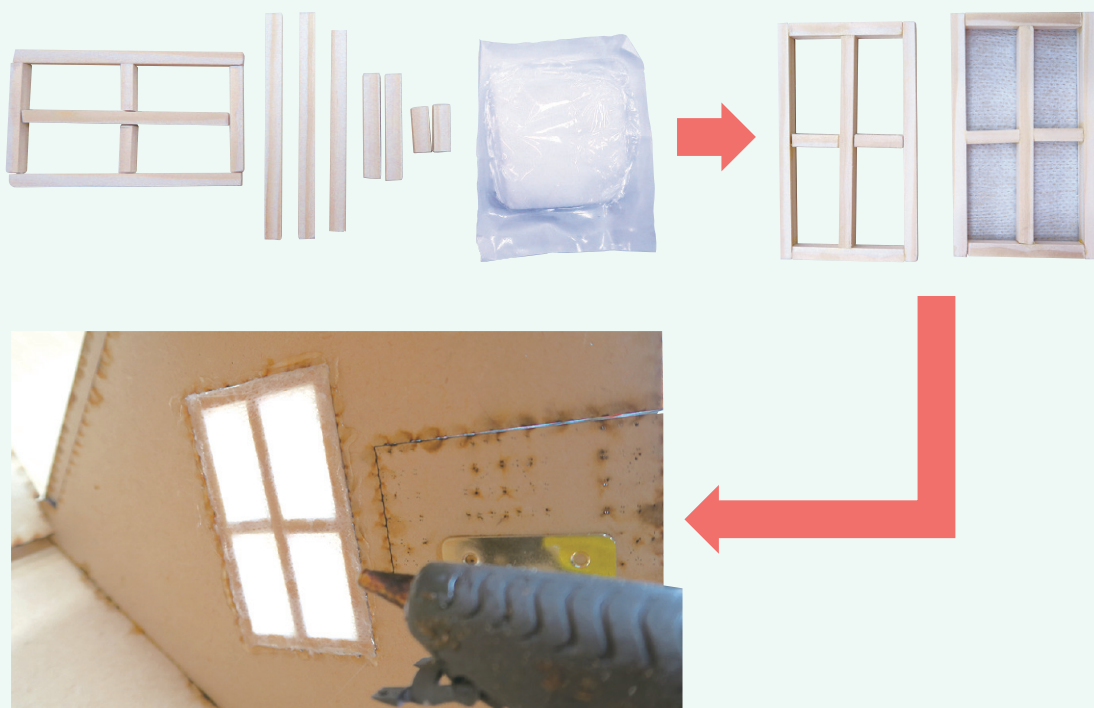


圖 4-53 窗戶的設計可以加強對流降溫，使建築外殼熱負荷量降低

4. 參考設計圖將房屋依相對位置進行組裝，組裝前請確認加工部件是否皆已完成（圖 4-54）。

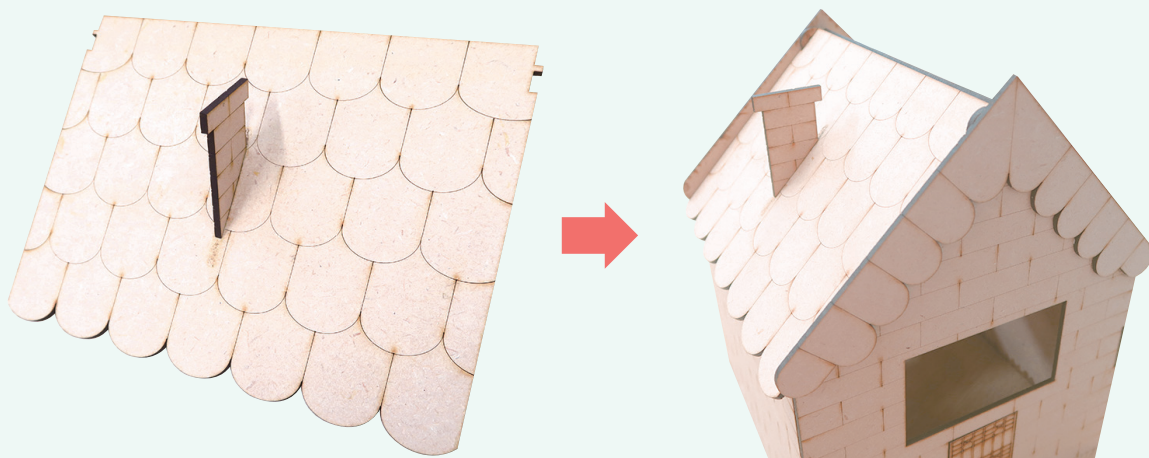


圖 4-54 組裝綠能屋的建築本體

5. 若將鋁箔紙用作遮陽功能時，將亮面朝向光源便可以反射光及熱（圖 4-55）。



圖 4-55 鋁箔紙霧面吸熱、亮面散熱，因此可以選擇黏貼大小適當的鋁箔紙且亮面朝外



圖 4-56 綠屋頂在屋頂上進行綠化以使建築隔熱降溫

6. 依照綠能屋設置立體綠化及屋頂的需求，根據綠化面積準備木條及木板，再按照設計需求製作所需數量及大小的植栽器具（圖 4-56）。

7. 完成物聯網硬體設置與綠能屋製作後，可以將兩者套裝在一起，藉由設定風扇轉動的條件，觀察綠能屋是否能因為本身的節能設計，透過物聯網設置來達到智慧家庭溫濕度監測與回饋（圖 4-57）。

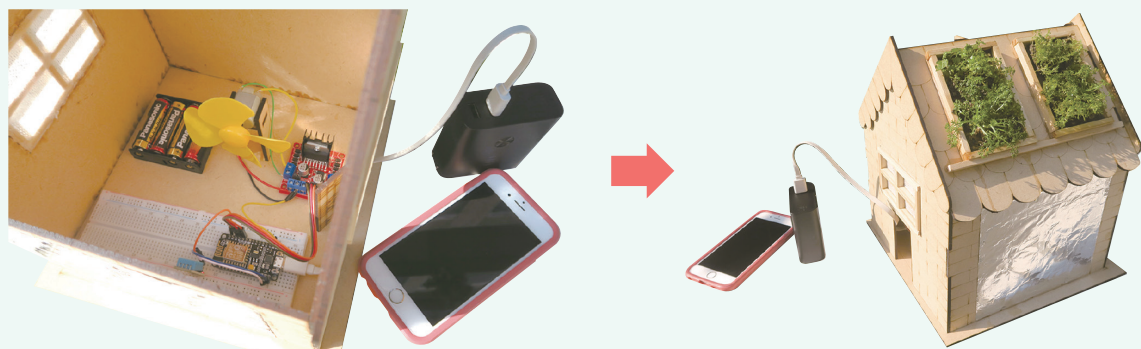


圖 4-57 物聯網利用感測環境數值作為自動化控制之依據，此處以溫度控制風扇藉以調節室內溫度

五 測試修正

活動手冊P83

在物聯網模組與節能屋的應用整合及實際測試中，我們會發現有某些設計在實際運作上會出現一些困難與衝突，例如透過手機或平板電腦即時監控或回饋時遇到問題，而導致物聯網系統無法順利執行，因此需要不斷修正設計，直到最適合的方案產生。請同學將製作遭遇的困難與解決方法記錄在活動手冊 P83 的評估檢核表中，並且透過該表來幫助了解需要調整的部分。

經過 IoT 智慧綠能屋的測試修正階段，我們可以檢視此模型的可行性，倘若修正多次仍無法順利通過測試，則需選擇其他構想製作模型，再進行測試修正。請各組先測試資料是否能順暢地傳送至物聯網雲端模型，檢視是否達到功能目標，並將測試結果及修正方式紀錄在活動手冊 P83 的評估檢核表中。

本活動主要的評分準則在於能否創造出智慧化綠能屋的空間應用，並了解智慧化相關產業發展。接下來要請各位同學先以溫濕度感測裝置為使用需求，結合物聯網領域之應用，來進行創意概念的綠能屋設計，就建築設計和物聯網裝置兩個層面進行探討，有哪些地方可以改善智慧綠能屋的表現（例如：馬達風扇運轉週期增加或減少、增加其他感測器或致動器等），並以實驗前進行的預測作為後續修正的參考基準。

如圖 4-58 所示，請小組將整個活動過程以心智圖的方式呈現在海報紙上，包含 IoT 智慧綠能屋使用到的物聯網技術元素、生活應用、節能創作理念、實驗設計架構、問題解決歷程及實驗資料分析等，最終以小組成果發表的形式對全班同學進行報告。

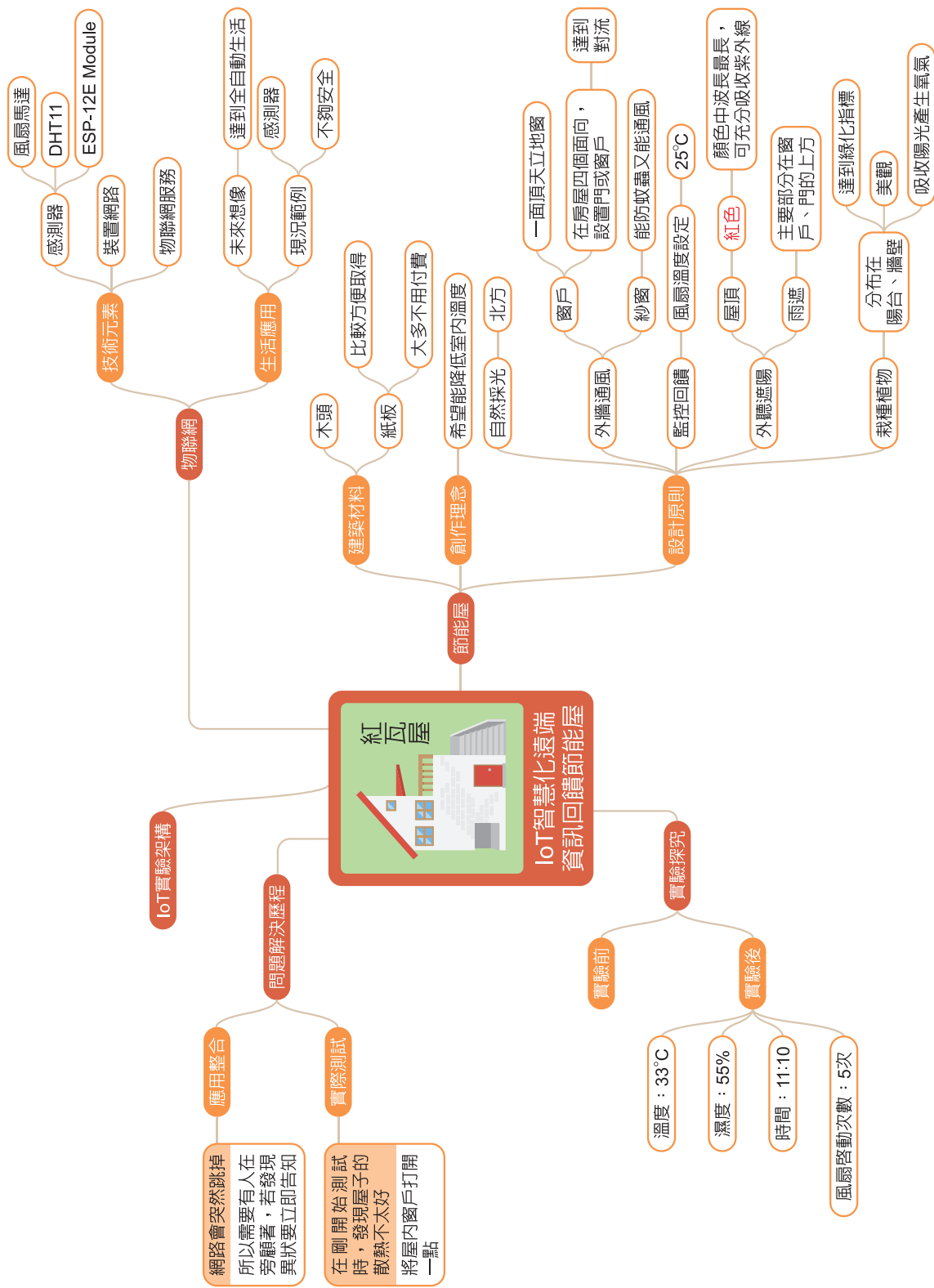


圖 4-58(b) 智慧綠能屋從創意發想到科學理論的建築設計，都是物聯網在家庭的應用

延伸思考

本活動在物聯網智慧綠能屋的實踐僅利用 DHT11 感測屋內的溫濕度數據後，將資料傳給 NodeMCU 開發板，再從物聯網平台 ThingSpeak 回饋資料給裝置，經過內部的邏輯運算後再傳遞給馬達和風扇發號施令。

若為呼應綠建築的設計原則，尚有大量感測器需使用。想一想，還能使用哪些感測器和致動器呢？或者，在照明與空氣品質方面，可以添加哪些物聯網遠端回饋控制的概念呢？舉例來說，以溫濕度感測器實作馬達風扇、以光感測器實作光控燈、以感測空氣品質實作智慧門窗等（圖 4-59）。

請蒐集資料並加裝於 IoT 智慧綠能屋上，詳實記錄實驗研究過程。

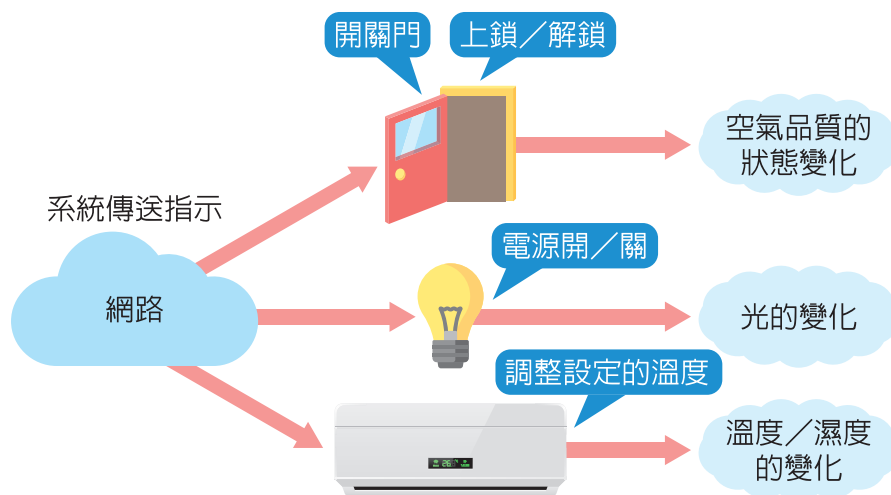


圖 4-59 系統會根據感測器收集到的資料提出某種回饋，在現實世界執行某個動作



地球上的能源帶給我們便捷與豐富的物質生活，卻也因為過度的使用和開發，而形成溫室效應和環境污染，也由於近幾年氣候變遷加劇，促使全球重視仰賴能源生存之難題。本活動透過於物聯網的程式編寫，可以讓綠能屋內視情況調整感測器的設置，例如將感測器換成光敏電阻，記錄房間光線變化；將感測器換成雨量感測器，記錄雨量變化；將感測器換成水族箱溫度感測器，記錄水族箱溫度變化等。

整體而言，這些都是希望藉由感應室內溫度狀況而進行最佳化控制，根據家庭生活習慣來做能源最適化的配置，達到省能的目標。除了降低耗能之外，也可以依照綠能屋的環境條件，在房子屋頂裝置太陽能電板，利用太陽能來驅動降溫排熱的電扇，未來還可以加裝燃料電池等來產生能源。
