

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program)

計畫編號/Project Number：PEE1090435

學門專案分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：109/08/01~110/07/31

內建感測器之嵌入式微控制器實驗平台之研製
(進修部二技子三甲/感測器原理與實習)

計畫主持人(Principal Investigator)：蔡樸生

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：中華科技大學/電子系

成果報告公開日期：

☒立即公開 ☐延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

本計畫研製一套「內建感測器之嵌入式微控制器實驗平台」，提供大學部微控制器實習、感測器實習及智能物聯網原理與實習等課程使用。本實驗模板核心控制器採用樂鑫資訊專為移動設備、可穿戴電子產品、物聯網(IOT)、智能家居而設計的一款 32 位元的 WiFi MCU 產品，其運算能力高達 600 MIPS，晶片內置 400KB SRAM，384KB ROM，8KB RTC SRAM，內置 4MB Flash。支援 Wi-Fi：IEEE802.11 b/g/n 協定和 BLE5.0 無線傳輸通訊，具備 STA/AP/STA+AP 模式和混雜模式。具有豐富的周邊界面功能，包括 UART，PWM，SPI，I²S，I²C，ADC，溫度感測器和多達 15 個 GPIO。電子工程系課程規劃共有三大發展主軸，分別是「車載資通訊」、「虛擬實境體感互動」及「智能物聯網」，研究所擴增一個研究領域為「深度學習類神經網路」，請參考圖 3 中所示。以下簡單敘述大學部的三大發展方向：

物聯網 (Internet of Things, IOT) 是近年資訊產業一個最熱門的議題，基本精神具有 (1) 物物相連的互聯網路、(2) 物件具有自動識別的功能、(3) 物件要有通訊的功能 T2T(Things to Things)或 M2M(Machine to Machine)、(4) 物件或是設備必須具備智慧性(Intelligent)、(5) 自動的對話實現了「人對人」、「物對物」、「人對物」之間的溝通、(6) 藉由大數據分析讓物件本身具有智慧。台北等公車這套 APP 為例，就是經典的物聯網應用案例。對公車族來說，要在酷熱陽光下等公車可不是件輕鬆的事。幸好利用公車 APP，只要打開智慧型手機，如圖 1，就能輕鬆掌握公車動態，可以決定要慢慢走還是快快跑，才能趕上最近的一班公車，使得依靠公車代步的普羅大眾或者升斗小民獲得一種「偷到時間」的小確幸。智慧型站牌與台北等公車有著異曲同工之妙，主要是利用 GPS 通訊定位功能，藉由監控中心、公車及站牌架設的發射和接收器，掌握公車的行進位置，不僅可在車上提供即將到站名稱，還可以以站牌上的資訊面板，提供公車動態資訊給候車乘客，或由網際網路及語音查詢等方式提供民眾乘車資訊。

虛擬實境(Virtual Reality; VR)是利用電腦技術模擬出一個立體的 3D 空間，當使用者穿戴特殊顯示裝置(VR 眼鏡)進入後，會產生好像處在現實中一般的錯覺。在這空間中，操作者可以藉由控制器或鍵盤在這個虛擬的環境下穿梭或互動。3D 虛擬空間內的所有人、物、場景必需透過建模(2D/3D)與貼圖來達到視覺逼真的效果。然而擴增實境(Augmented Reality; AR)中的人(或物)是利用 CCD 攝影機或者 CMOS 感測器拍攝進去，並融入虛擬的影像背景中，雖然降低對美工及動畫的依賴，但 AR 對於圖形影像處理的負荷卻遠比 VR 大得多。擴增實境乃結合虛擬化技術、拍攝真實影片、以及計算真實人物位於虛擬圖像的位置及角度，其目標是在螢幕上把虛擬世界套在現實世界並進行互動。近期非常熱門 Vive 乃由 HTC 和 Valve 共同合作開發，參考圖 2 所示。HTC Vive 左右眼前方各自配備 1,200 × 1,080 像素螢幕會以每秒

90 影格的速率更新高畫質畫面。HTC Vive 具備雷射定位器，不需要借助鏡頭，而是靠雷射和光敏感測器來確定運動物體的位置，採用的是強力紅光雷射，迅速標定精確位置，同時提供更強化的追蹤能力。配備前置相機，可用來擷取玩家眼前的影像圖片，將現實環境中的元素帶進虛擬世界。配備迴轉儀，以高達 1/10 度的準確性追蹤頭部左右及上下兩軸之旋轉。配備加速度感測器，可感應玩家身體的移動。迴轉儀、加速度感測器和雷射定位器能夠相互搭配，藉助精準的動作追蹤與雙手掌握控制器的自然手勢，體驗空間定位遊戲，讓使用者能夠快速進入虛擬世界。

根據拓璞產業研究所所長楊勝帆分析，智慧穿戴裝置以及車載資通訊兩大趨勢有望帶動台灣產業成長，預估相關產業可見到雙位數的成長動能。除了穿戴裝置外，楊勝帆指出，車載電子及資訊化將是長期趨勢，過去汽車重視安全性，但已逐漸朝資訊與電子化發展，如蘋果 iOS 系統企圖搶攻車用市場，以及 Tesla 電動車襲捲全球，汽車將是科技廠下一重要成長動能來源。為滿足省能、安全、舒適、智慧化等需求趨勢，汽車搭載電子產品的比例逐年增加，車載電子產業預估每年會有 10% 的成長率，2012 年全世界產值約 2000 億美元，到 2015 年全世界產值約 2800 億美元。在 2009 行政院產業科技策略會議中，推動 MG+4C 的發展；MG+4C 即為 M（醫療電子）、G（綠能科技）、3C（電腦、通訊及消費性電子）、加上第四 C（車用電子 Car Electronics）。工業局積極整合台灣汽車整車廠、汽車零件廠、電子系統大廠、電子零件廠及研究測試單位之力，全力協助業界發展汽車電子重要零件，例如面板、感測器、衛星導航、攝影鏡頭、LED 光源等，讓台灣汽車電子在國際車廠占有一席之地。



圖 1 物聯網經典案例



圖 2 HTC Vive 掀起潮流

圖 4 為電子工程系所訂定之課程地圖，其課程內容以理論與實務並重，並以實用性、生活性為主。加強實務實習課程，盡可能使學生所學能符合產業界需要。本計畫所研製的實驗平台乃根據中華科大電子工程系三大發展主軸所訂定，參考圖 6 中華科技大學 107 課規修訂。分別具有區域網路控制器 CAN BUS，可提供「車載電子資通訊」課程之用。具有 USB 串列通訊功能，可提供「穿戴式裝置互動科技」課程之用。具有 ESP8266 WiFi 無線網路通訊功能，可提供「人工智能物聯網」課程之用。經過教育市場的調查，目前台灣大專院校大都以這三

個方向作為研究主軸，如銘傳大學電子系以及宜蘭大學電子系均是以智能物聯網作為發展主軸。本實驗平台研發可適用多所大專院校相關課程實習之用。

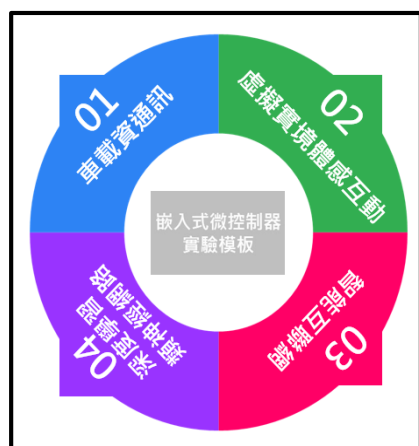


圖 3 電子系發展方向

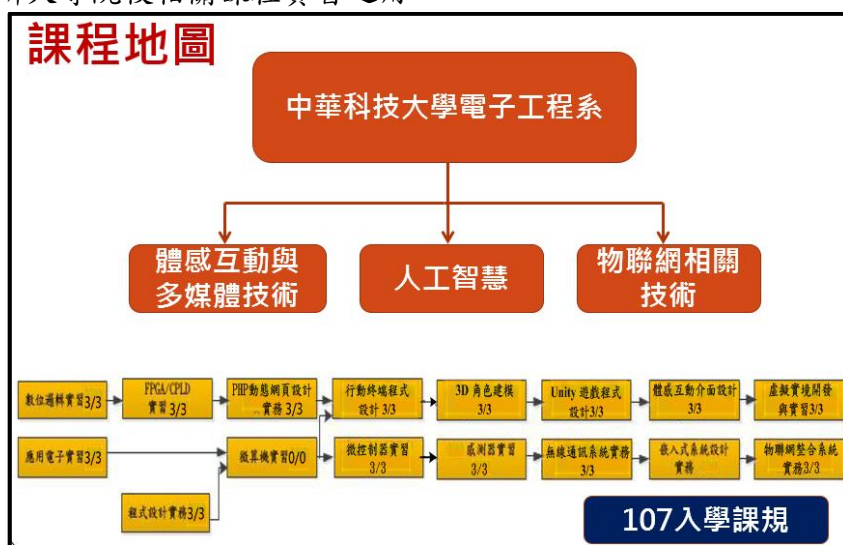


圖 4 電子系課程規劃

受到少子化的衝擊，首當其衝的就是高等教育。隨著 2001 年後出生率的年年下滑，未來十年，大專院校的入學新生勢必年年下降，由 2019 年的 24 萬人降到 2028 年的 16 萬人，衝擊最嚴重的會是較沒有知名度或地點不佳的私立技職院校。多數台灣學生還是會以高中、大學為首選，技職體系的新生流失會更嚴重，而私立學校的政府補助較少，只要招生不順就容易出現財源緊縮、經營困難的窘境。在學費短缺、教育部補助款逐年減少的雙重壓力下，學校為了要經營下去，不得不採取的策略包括：

- (1) 凍結所有軟硬體經費：除了人事費用外，學校的建設完全停頓，刪減系上的補助款。長久下來惡性循環的結果經常造成許多問題，如電腦教室老舊不堪，網路佈線缺乏維修，實驗設備老舊過時等。不僅無法適應 3C 時代潮流，課堂上學生抱怨電腦速度太慢，網路經常斷線，實驗設備疏於維護幾乎無法使用等現象層出不窮，大幅降低教學品質及學生受教的權力。
- (2) 以招攬學生為主要目標：受到少子化的影響，各技職院校間必定卯足全力在爭取學生，各系招生不足馬上面臨關係的危機，老師也即將面臨失業的問題。傳統的教學、研究、服務已經不是考績評量的標準，每年度的招生名額才是老師主要的考績。為了招生，老師平日必須被分配到鄰近高工或者策略聯盟學校在地深耕經營，或者協助小論文競賽、專題製作比賽、社群活動等，目前教育部正在推動的 108 年課綱中「彈性學習時間」，無論是「微課程」或是「自主學習」都需邀請技職院校教師進行協同教學，進行所謂的垂直整合。技職院校為了招生考量都會派出大量師資來支援各高中職校的需求，對於大學端教師而言，必須同時應付大學端及高職端的教學壓力。倘若一個老師經營兩所高中職校，恐怕就有兩天不在學校，相對地影響學生的受教權力。
- (3) 以快樂式學習為號召：資電類群科系的學習門檻較高，需要比較深厚的數理基礎，例如電子系一年級微積分就是必修科目。技職院校的學生百分之八十來自高工職，高中申請入學只佔百分之二十，數理基礎普遍低落。許多學校基於招生考量，以快快樂樂學習、輕輕鬆鬆畢

業、減輕學習壓力為目標，在大學自主的前提下，各系所針對專業科目進行整併。以電子、電機系為例，可能將微積分、工程數學都拿掉，電子學、電路學、電磁學整併成一門叫做智慧電子學，以一大堆所謂「概論」、「職涯規劃」、「通識課程」取代傳統電子電機必修課程。學校在少子化壓力下，對學位品質管控日漸鬆綁，對於學術或專業不敢、不能多做要求，只是一味討好學生，讓學生很容易拿到文憑，畢業證書形同繳費證明，不僅浪費學生時間也浪費國家資源。但在廣設大學的政策下，把「不必要」或「不合適」高等教育的年輕人，引到錯誤的教育管道。過去大學尚未普及化，或許這個年紀的年輕人正在電子工廠的製造部門生產電腦主機板、也可能在汽車保養廠為保時捷進行噴漆作業、也可能在建築工的為新蓋大樓進行配電工程。在現實環境中，這批年輕人被迫待在課堂上，面對枯燥乏味的微積分，聽不懂只能睡覺和打電動。

(4) 摒棄學生的淘汰機制：對於拒絕學習或者品行不佳的學生，學校雖然有各種制度包括 1/3 扣考、雙 1/2 退學、操行成績不及格退學等制度來做評量，以維護班級的學習風氣，避免劣幣驅逐良幣，影響到其他同學的學習情緒。但這些制度根本形同虛設，也建議老師對於不及格學生加強輔導，很多學生一旦不及格就不唸了，或者轉到其他學校。流失率又成為導師考績評比的重要指標，為了避免學生流失，老師的態度大部分選擇傾囊相授，但學生是否願意配合傾聽，或者能夠學到電子相關知識，在無法當人的情況下，將無法保證學生的學習成效。

2. 文獻探討(Literature Review)

美國學者(Edgar Dale, 1946)提出了「學習金字塔」(Cone of Learning)的理論。以語言學習為例，在初次學習兩個星期後，閱讀能夠記住學習內容的 10%，聆聽能夠記住學習內容的 20%，看圖能夠記住 30%，看影像，看展覽，看演示，現場觀摩能夠記住 50%，參與討論，發言能夠記住 70%，做報告，給別人講，親身體驗，動手做能夠記住 90%。由上述學習經驗可以發現，傳統的個人學習或被動式學習效果都在 30%以下；而團隊學習、主動學習和參與式學習，效果可以提升至 50%以上。(吳清山，2008)，更是強調科技知識的學習常以實作與實驗為基礎，多重感官的直接經驗學習，透過解決問題及實作的經驗，將更具學習成效。(Colin Rose, 2011) 在加速學習法(M.A.S.T.R.E.R)的六個基本步驟中，其中的 A (Acquire)代表吸收知識的方法，強調學習者必須透過視覺、聽覺和觸覺與肢體動作等感知系統，找出最適合自己的學習方式，才能有效地吸收資訊達成學習目標。文中提到學習要心到、眼到、口到和手到，經由每一種感官(眼、耳、口、手)接收的訊息都會傳送到大腦的不同部位，所以我們用不同的方法學習，即是通過不同的感官去吸收同樣的知識。在課堂上聆聽老師的講解，又留心看老師寫在黑板上的東西、或是老師播放的映像，便是利用視覺、聽覺在吸收知識。用手抄錄資料、做筆記、繪製學習地圖、做實驗或專題製作都是屬於用觸覺與肢體動作在吸收知識。(Malcolm J. Nicholl, 1999) 提出「學習地圖」理論，強調充滿視覺效果容易記憶的圖像化筆記和人腦的運作方式完全相符。因為人腦的思維過程是藉由文字、圖畫、情節、顏色、聲

音、樂曲的複雜組合捕捉課程內容的過程，因此利用學習地圖來做學習當符合人腦的思維過程。

教具是為了達成教學目標而生，最主要的功能在於輔助教學，讓教學者能有效透過教具延伸學習活動，激發學習興趣，進而提升學習成效。國內許多大專院校也根據課程的需求，開發相關的教具及實驗平台。地圖是教師在地理教學上的重要教具，然而隨著電腦輔助教學的引入，(黃貴琳，2013)應用目前快速演進的體感技術結合人機介面，建置課程輔助教具，激發學生的學習動機，並提升學習成效。本研究整合運用 Kinect 系統開發工具、Google 街景影像的應用程式開發模組，以 Microsoft Visual Studio 2010 整合開發工具建置互動式地理輔助教學平台，從參與本研究實測的學生反應，顯示此教學系統能引起學生的注意和興趣，應可達到提升教學成效的目的。(郭柏興，2015)以 Arduino 嵌入式開發板研製平價、精確的高中物理實驗器材，並且應用在某高中的物理實驗課程中，設計三項物理實驗分為：自由落體、斜坡運動與牛頓第二運動定律。學生完成物理實驗的數據統計後，Arduino 是透過藍牙通訊方式將資料傳輸至電腦記錄並繪製曲線。結果證實 Arduino 價格具有優勢且取樣率皆高於其他工具，在高中物理選修課程當中也得到物理老師的肯定。(黃威誠，2013)發展雲端化的數位邏輯電路實驗平台，來輔助學習者學習數位邏輯課程，能夠有彈性的操作量測儀器及取得真實數據的回饋。根據本研究實驗結果顯示，使用傳統模式的控制組學生與使用雲端模式的實驗組學生在評量分數上有顯著的差異，就問卷評量結果，在專案式學習教學策略下，學生感受多持正面的態度，對於學習成效是有幫助的。(彭世興，2014)以高亮度 LED 燈代替「電動機線圈」的創新概念，研製一個「LED 電動機模型教具」。利用 LED 發光的顏色，顯示電動機線圈通電後，所產生磁場的極性與方向。再以電路控制 LED 燈的亮滅，產生類似廣告燈的旋轉視覺效果，藉由 LED 色彩的變化可吸引學生注意，提高學習動機。本教具應用於實際的「電機機械」教學課程，並經由問卷與成就測驗完成教學成效評估。本文發展的教具與教材，可作為高職、大專院校等開設電機機械理論與實驗課程之教學參考與應用。

在電子科技相關課程教學活動中，若能設計教具讓學生動手操作練習，使其對複雜的電子理論能有深入體驗與反思，透過實際體驗與操作，所獲得的學習經驗與成效，是其他教學策略所無法達成的。本計畫主要針對微控制器及感測器實習課程開發實驗平台或教具與教材，國內大專院校也有許多學者投入相關研究，(何翊慈，2018)透過 NAO 仿人型機器人進行的教材開發，主要使用 Choregraphe 跨平台圖形化編譯程式搭配 Python 語言進行控制。NAO 機器人的身體擁有 25 個自由度(DOF)，主要的機構為馬達與制動器，並搭載許多的感測器，提供了說話、動作、移動、識別、情感等基本的指令 API。本論文提供 NAO 機器人的技術及應用，融入於教育課程中。(陳宣珽，2019)在 Linux 系統下，基於機器人作業系統(Robot Operating System ROS)之雷射引導自動導航無人車教材之開發。(陳瑩娟，2019)利用三菱 Q 系列可程式控制器撰寫自動化倉儲、伺服馬達定位、類比訊號轉換數位訊號(A/D 轉換)、數位訊號轉換類比訊號(D/A 轉換)等教學模組。讓學習者能夠循序漸進學習各項功能，進而學習如何根據生產線需求，規劃出自動倉儲系統的架構圖，並利用先前經過驗證的各項單一功能進行整合，完成系統設計與功能驗證。(倪公榮，2018)針對物聯網模組開發教學系統，所使用的 MCU 為

8051 系列的 IAP15W4K58S4 微控制器。這個教學系統包含 UART 和 SPI 以及其他如有線網路、無線網路、RS232、nRF905 無線通訊等的通訊介面。在感測器部分則開發了火焰感測模組、光照模組、溫濕度模組、瓦斯偵測模組、防盜模組、電流偵測與家電控制模組等，每個物聯網模組可以使用單個或是多個感測器，另外在周邊電路方面包含了文字型 LCD、觸控 LCD、中文語音模組等。物聯網模組使用 uIP 這個通訊函式庫，具有 TCP/IP、UDP 及網頁伺服器的功能，能夠直接使用瀏覽器進行操作。

3. 研究問題(Research Question)

本計畫審視目前在教學上所遭遇的問題，可以參考圖 5 所示。以下將提出解決方案做為本計畫成果指標，茲分述如下：

(1) 缺乏實驗平台：

資電類科系的實驗設備必須時常更新，提供良好的實驗環境，包括一人一機，才能跟得上業界的腳步，使得學生就業能夠無縫接軌。然而，教育資源急遽萎縮導致各實驗室對外採購大幅減少，再加上大陸產品兵臨城下，在掏寶網平台加持下，大陸的電子產品早已傾銷至台灣各個領域及行業。過去以學校市場為營業目標的廠商，如益眾科技、飆機器人或旗標科技所生產的實驗教具或模板和大陸產品比較起來毫無競爭力可言，導致台灣本土廠商逐漸萎縮，甚至捨棄研發路線，乾脆代理大陸產品，改走行銷路線，公司才能繼續生存。當然，大陸產品的低價傾銷絕對不會只是針對學校電子零件的市場，對於台灣產業將是全面性的影響。台灣廠商當然可以轉型代理大陸產品，捨棄研發改走行銷，公司還是能夠繼續生存，但研發工作在台灣將會變得愈來愈不受重視，更可怕的是台灣對大陸的依存度會愈來愈高。本計畫構想是自製價格低廉的教具及實驗模板共計 40 套，其中 20 套將贈送羅東高工電子科，以配合 108 年課綱共好計畫協同教學之用。實驗模板提供車載電子、虛擬實境體感互動、智能物聯網等課程使用，開學初發給學生一人一套，課程結束後再予以收回，學生可以在家裡自我練習，提高學習成效。期待本計畫能夠拋磚引玉，吸引更多相同領域的先進前輩共同集思廣義及共同合作，共同開創台灣教育更好的學習環境。

(2) 缺乏適當教科書：

由於少子化的原因導至大專院校經營困難，教育資源急遽萎縮的結果更導致台灣的出版業維持不易。尤其近年來學生的自主權提高，相對地學校對於學生的約束力也是逐漸地鬆綁。以購買教科書為例，過去學生註冊繳費單內已經包括了本學期教科書的費用，也就是強制學生購買教科書。然而目前的作法，開學第一週老師將教科書寫在黑板上，由學生自由購買，但真正買書的學生大概不超過 5 位。少子化加上學生購書意願低落等因素，使得台灣的出版業進入嚴冬，幾家老字號書局如全華、松岡、儒林等，不是紛紛倒閉或轉型販賣電腦耗材設備。出版社為了維持商業利益，只願意出版一些套裝軟體或應用程式之類的教科書，幾乎找不到專業理工類教科書。尤其資電類群科系，授課老師找不到合適的教科書是普遍存在問題。反觀大陸教科書市場蓬勃發展，出版教科書可以作為教師升等的評鑑指標。以目前業界公認

性價比最高的晶片 STM32 Cortex-M3 微控制器為例，網路上提出推薦書籍的 9 本 STM32 中文學習書籍，全部為大陸出版社出版，沒有一本是台灣本土出版。除此之外，許多功能強大且業界常用的晶片，如 Atmel 系列晶片、Microchip 的 PIC 晶片、意法半導體的 STM 微控制器、物聯網專用晶片 ESP32、或者具有 ARM 等級的樹莓派等幾乎很難找到一本教科書。出版社是以利益為導向，對於出版高科技產業的書籍興趣缺缺，高科技產業的書籍生命週期都太短，完全不符合出版社的商業考量。本計畫共計完成自編實驗教材 10 單元，開發物聯網相關實驗項目 12 單元，開發體感互動相關實驗項目 3 單元。

(3) 高工職校資源共享：

十二年國教 108 課綱的精神在於「高中大學化」，未來高中的學習將掀起重大的翻轉與變革。除了高中將對於大學有更多的了解與準備，以輔導高中生適性揚才的目標；大學也應善盡社會責任，幫助高中師生們了解大學的方向，達到資源共享、垂直整合，高中與大學策略聯盟及優質銜接。大學與高中形成策略聯盟資源共享，從高中端來說開設微課程與適性教育，由大學端教師進行協同教學，對於課綱改革是一件有幫助的事。而大學參與高中合作創作課程、協同教學，也正符合高等教育理念中的大學社會責任。本計畫與羅東高工進行策略聯盟與資源共享，贈送羅東高工電子科本計畫研發成果「內建感測器之嵌入式微控制器實驗平台」20 套，並且參與 109(下)共好計畫「物聯網初探」課程之協同教學，與羅東高工電子科建立良好的夥伴關係。

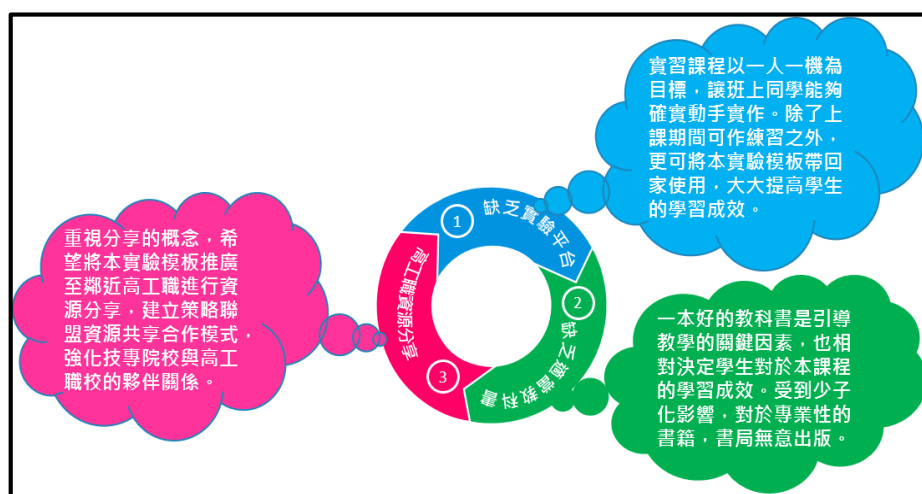


圖 5 本計畫所要解決問題

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

(1) 原計畫實驗板變更說明：

由於本計畫所核定的耗材費與原先申請經費有很大差距，為了製作 40 套實驗模板，折衷方案是將許多較為昂貴的感測器做一個取捨。另外原計畫實驗模板的嵌入式微控制器採用 AT90CAN32，為節省經費將微控制器改成性價比較高的 32 位元 ESP32 晶片，由於本身內建 wifi 無線模組、藍芽模組及 RTC 時鐘模組，實驗板上可以省略掉 ESP8266 無線模組、HC05

藍芽模組、DS1307 即時時鐘模組等三個元件。圖 6 為原定申請計畫所提出的實驗模板架構圖，由於經費不足所做的修改。

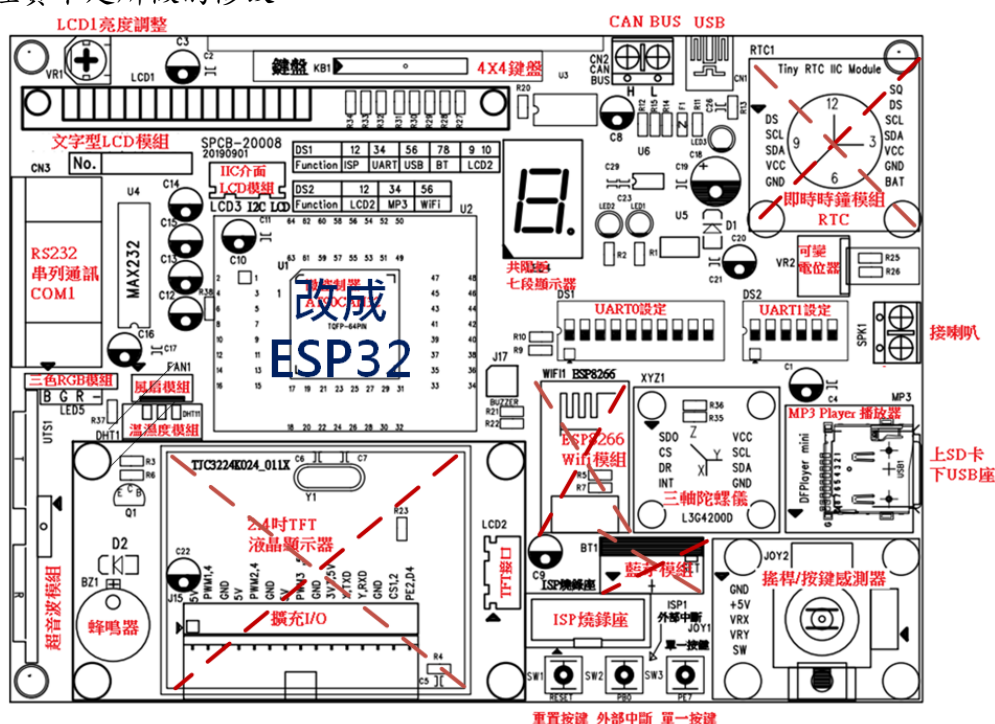


圖 6 原計畫實驗板規格變更說明

(2) 微控制器 ESP32

ESP32 是大陸科創板(Sci-Tech Innovation Board)上市企業樂鑫資訊設計的一款 32 位元 WiFi MCU 產品。ESP32 微控制器具有低成本，低功率，整合了 Wi-Fi 和雙模藍牙。內置天線開關，RF 變換器，功率放大器，低雜訊接收放大器，濾波器和電源管理模組。該晶片搭載 Tensilica Xtensa 32-bit LX6 微處理器，運算能力高達 600 MIPS。無需使用其他微控制器或處理器可支援 Windows、Linux 環境二次開發。具有豐富的周邊界面，參考圖 7 ESP32 周邊界面功能，包括 UART，PWM，SPI，I²S，I²C，ADC，溫度感測器和多達 15 個 GPIO。

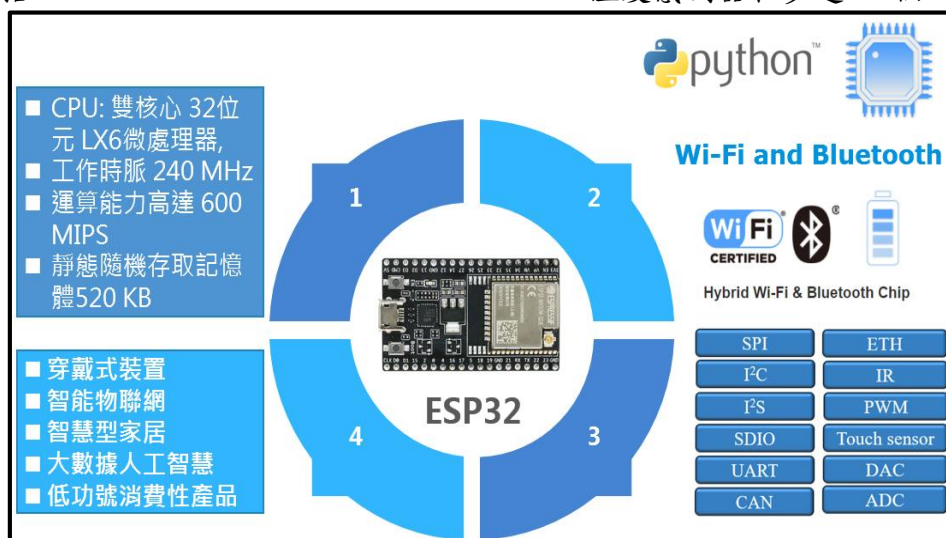


圖 7 ESP32 周邊界面功能

(3) 內建感測器周邊元件：

本計畫所建立的實驗模板涵蓋物聯網、體感互動、車載資通訊常用的感測器元件，如圖 8 中所示。深藍色方塊為控制晶片，包括微控制器核心晶片 ESP32、UART 轉 USB 控制晶片 PL2303 及外掛一組藍芽模組 HC-05。綠色方塊為實驗模板上的感測元件，包括超音波感測器 HC-SR04、雙軸按鍵搖桿、溫濕度感測器 DHT11、NTC 熱敏電阻、VR(A/D 轉換器)、聲音感測器(麥克風)、六軸加速計陀螺儀(MPU-6500)、無線射頻辨識(RFID-RC522)、DIPSW 按鍵輸入等。淺藍色方塊為實驗模板上的驅動顯示元件，包括 I2C 藍底白字 LCD 顯示模組、RGB 三色 LED 模組、Relay 繼電器驅動電路、喇叭驅動電路等。

(4) 實驗模板製作過程：

「內建感測器之嵌入式微控制器實驗平台」之研製大致分成四個階段，參考圖 9 之說明。

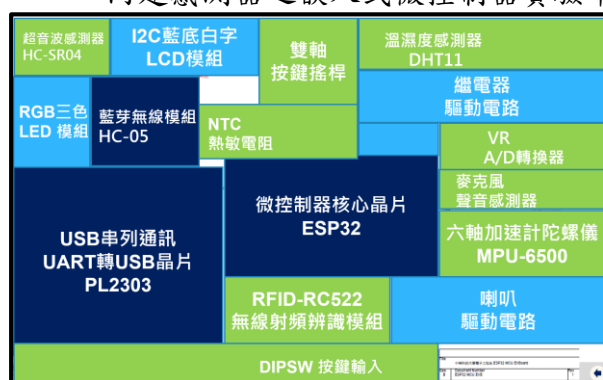


圖 8 實驗模板內建感測器

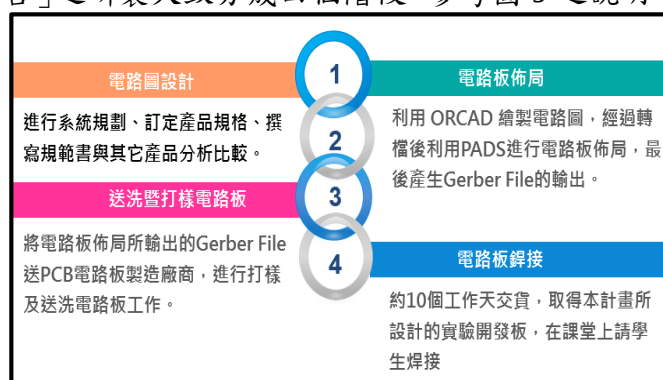


圖 9 實驗模板研製過程

(a)電路圖設計：訂定創新教具產品規範書，結合本系車載資通訊、體感互動、智慧物聯網相關領域師資，共同訂定創新教具產品規格、撰寫規範書、蒐集相關文獻作為本計畫施行製作之準則。

(b)電路板佈線：由本系教師指導研究生進行實驗教具之電路設計，利用 OrCAD 設計電路圖，經過轉檔後利用 PADS 進行電路板佈線，最終測試及佈局，並以雕刻機製作雛形電路板供教師測試使用。測試成功後，產生 Gerber 檔，裡面包括正反面銅箔層，正反面印刷文字層，正反面防焊層，鑽孔檔，鑽孔的孔徑尺寸及鑽孔位置，如圖 10 中所示。

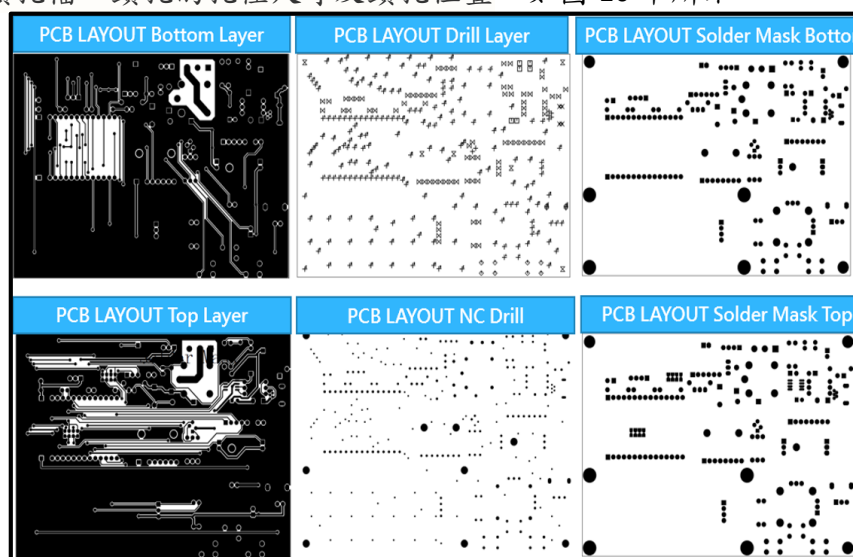


圖 10 Gerber 檔內容

(c)送洗暨打樣電路板：

本計畫至少需要 40 套實驗模板的成品,20 套提供給策略聯盟伙伴學校羅東高工電子科，另外 20 套留在電子系供進修部二技子三甲「感測器原理與實習」課程使用。初步預估至少需要洗 100 片電路板，必須交由專業電路板製造商大量製造，以滿足上課需求。我們可以在網路上找到一些 PCB 製造廠商，如圖 14 中所示，有些廠商在網路上附有 PCB 試算表單，價錢一目了然，完全透明。將 Gerber File 送至板廠，送洗電路板以及打樣零件，約 10 個工作天，廠商會將本計畫的雛型板郵寄到學校。

(d) 電路板焊接：

取得雛型板後，要開始進行焊接工作，將零件焊在電路板上，並進行測試。請同學準備電烙鐵、不銹鋼鑷子、助焊劑、吸錫器及電烙鐵還原劑，這些工具可以協助學生訓練 SMD 焊接技巧，SMD 焊接或解錫對於電子系學生未來找工作是最基本且必備的技能，如圖 11。本計畫送洗電路板共計 100 片，但限於經費將元件黏貼於電路板，並且測試完成的實驗模板為 40 套，提供進修部二技子三甲感測器原理與實習及羅東高工電子科共好計畫協同教學等課程使用。本教具實驗板 SMD 元件焊接及功能測試工作由進修部二技子三甲學生來完成，原因是這一班學生大具有電子背景的在職生，普遍都有 SMD 焊接及電路板製作的經驗，使得實驗板製作能夠順利進行，不良率也大幅降低。經過課堂上電路講解分析後，以兩週時間(六節課)完成 SMD 焊接電路板製作等工作，圖 12 為課堂上學生努力工作埋頭苦幹製作電路板的實景照片。因為這片板子錫好後要跟隨他們到畢業，許多課程都會用到，他們也可以帶回加練習。因此每個同學都非常認真製作這塊實驗板，獲得很好的學習效果，圖 13 為課堂上的花絮照片。本計畫共計完成 40 套實驗模板，其中 20 套贈送給策略聯盟的夥伴學校羅東高工電子科，作為物聯網協同教學的實驗教具，如圖 15 所示。每一套實驗模板都是由學生完成錫接測試，最後放至 3 號嬌點保管盒，方便日後管理。

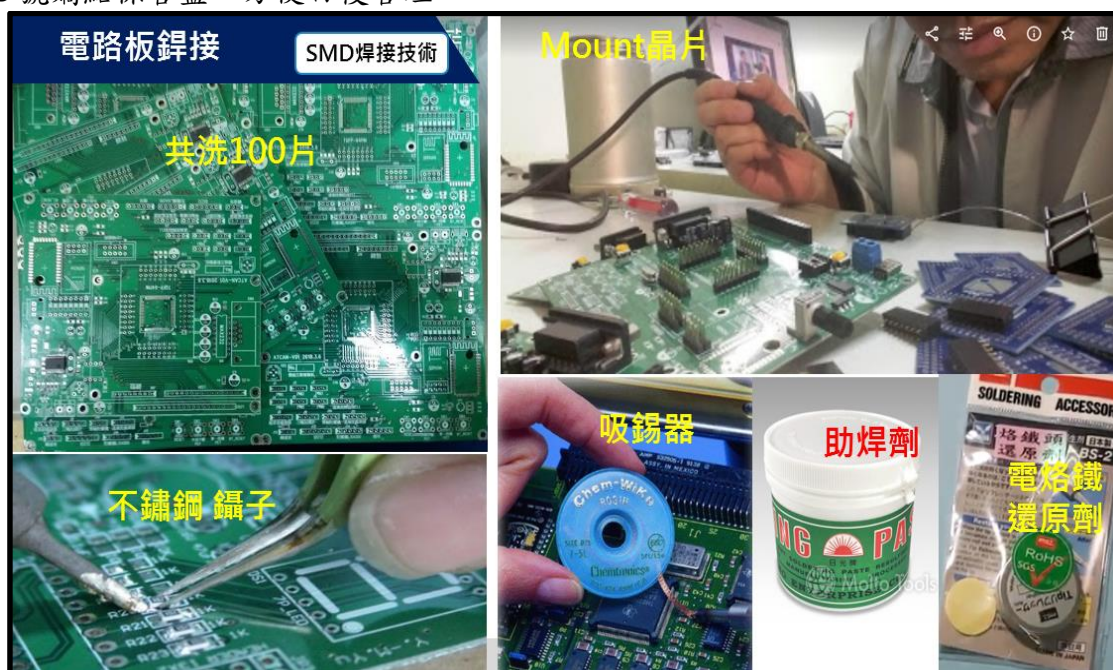


圖 11 準備焊接工具

電路板銲接

班級：進修部二技子三甲

課程：感測器原理與實習



圖 12 學生製作電路板的實景照片



圖 13 課堂上的花絮照片

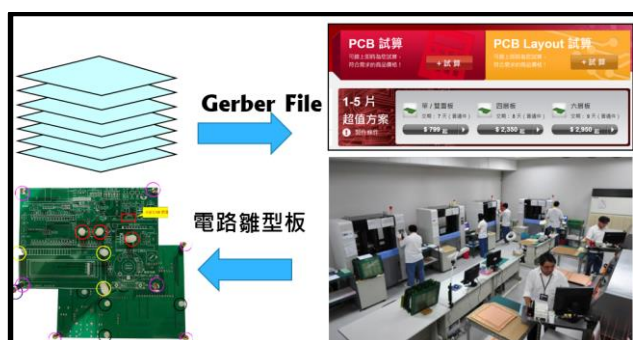


圖 14 送洗暨打樣電路板



圖 15 實驗模板成品及保管盒

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

本計畫執行成果包括(1)開發價格低廉的教具及實驗平台 20 套、(2)自編實驗教材 10 單元、(3)開發物聯網相關實驗項目 12 項目、(4)開發體感互動相關實驗項目 3 項目、(5)建立羅東高工策略聯盟關係，提供 20 套物聯網實驗模組，進行共好計畫的協同教學。

利用 3 場業界專家諮詢會議的機會，針對本計畫所研發之車載電子實驗教具，提供各種建設性之意見，編製一系列符合學生需求與貼近產業脈動的教材，以提升教學品質。本計畫的實驗項目以智能物聯網為例，可區分為公眾雲與私人雲兩個區塊。有關於私人雲的部分必須架設網路伺服器，採用低價位，高性能的樹莓派(Raspberry)微處理器做為伺服器，學生必須學習架設伺服器的方法。至於私人雲的實驗項目又可分為物聯網感測系統及物聯網控制系統兩個部分。實驗項目如下：

公眾雲	私人雲
連線 Message 簡訊服務	ESP32 溫濕度感測器
連線 IFTTT 發送 LINE 通知	ESP32 無線射頻辨識系統
連線 IFTTT 儲存 Google 試算表	ESP32 類比至數位轉換器
連線政府提供的開放資料	六軸加速計陀螺儀感測器
連線 ThingSpeak 公眾伺服器	ESP32 聲音感測器
連線 Adafruit IO 繪製即時資料	ESP32 超音波感測器
MQTT 通訊協定服務	雙軸按鍵搖桿

私人雲的實驗項目又可分為物聯網感測系統及物聯網控制系統兩個部分。有關物聯網感測系統部分，學生必須先學習如何在樹莓派上架設伺服器，建立 MySQL 資料庫以及 PHP 動態網頁設計。如何將感測器資料上傳雲端伺服器的資料庫內，常用有兩種方式，其一是讓 ESP32 透過 HTTP GET 或 POST 傳遞感測資料到 AP Server，而 AP Server 再存入雲端資料庫中，稱之為間接連線方式。另外一種用法是讓 ESP32 與 MySQL 直接建立連線，不需再藉由後端 PHP 程式進行間接存取。然而 MySQL 資料庫要讓外部裝置直接存取資料，必須給予使用者外部連線的權限，本計畫實驗均採用直接連線的方式。物聯網控制系統部分，最簡單的方式是將 ESP32 架設成網頁伺服器，藉由 socket 通訊界面來處理 TCP/IP 傳輸層通訊協定，使得程式設計師可以透過 socket API 來執行網路通信功能，不用理會 TCP/UDP 底層的通訊協議。擁有自己的 IP(Internet Protocol)可供前端網頁作連線，利用 socket 介面與 html 網頁來架設一個簡單的 ESP32 Web Server，進而實現遠端控制的功能。

(2) 教師教學反思

所謂教學實踐研究，指教師為提升教學品質，促進大專校院學生學習成效，以教育現場或文獻資料提出問題，透過課程設計、教材教法、或引入教具、科技媒體運用等方式，採取適當之研究方法及評量工具檢證成效之歷程。學校的首要任務在人才培育，而培育優秀人才最根本就是教育。以學生學習為主體的時代，教師在課堂上教學方法不僅要與時俱進，同時要評量學生的學習成效，藉於師生互動了解個別差異，從而發現問題、修正課程內容、改善教學方法，協助學生解決問題，幫助學生進步成長。教學實踐計畫最大成效是將大學老師的工作由研究領域儘量拉回正統教學，使得老師能夠將教學工作的順位擺到第一，畢竟學校最基本的功能還是教育學生。

筆者教授微控制器課程已經有 10 幾年的經驗，深信『做中學，學中做』的核心學習價值，並且不斷地思索如何幫助學生橋接實務與理論之間落差。將理論與實務結合，教師本身必須有能力設計實驗項目，透過學生的學習反饋，證實學生在實驗過程中能夠獲得教師所傳遞的理論知識，而不是實驗做完後，學生還是不知道這個實驗的目的為何。以微控制器為例，在實驗項目的設計中，必須讓同學體驗到中斷的運作原理、何謂堆疊、何謂精簡指令集(RISC)等所謂計算機的理論架構。但近年來，許多廠商絞盡腦汁開發出一些學習平台，可以讓學生很輕鬆的完成他的作品。標榜讓學生能夠輕鬆學習，引發學生的學習興趣。長久下來，許多程式語言的課程捨棄 C 語言教學，改用 Scratch2.0 圖控式軟體，利用積木式拖拉來完成程式寫作。微處理機實習捨棄傳統的組合語言或 C 語言，改用 Arduino 學習平台，只要呼叫包裝好的程式庫，很快地看到實驗成果，但無法深入底層的理論架構。甚至學生修完這門課，做了一學期 Arduino 實驗，還是不瞭解這塊板子是用哪顆晶片？執行速度有多快？程式記憶體有多大？資料記憶體有幾個？是否有 E²PROM 等基本問題。因為在實驗過程中，不需要瞭解上述問題，也是造成學生程度日漸低落的原因。經由本計畫的實施，能夠儘量讓學生在實作與理論之間取得平衡。

(3) 學生學習回饋

		5	4	3	2	1
1↩	ESP32 實驗模板的設計內建感測器可以獲得很好的效果。↩	↩	↩	↩	↩	↩
2↩	ESP32 實驗項目能夠幫助我瞭解微控制器動作原理↩	↩	↩	↩	↩	↩
3↩	ESP32 實驗模板可以帶回家做實驗，對我的學習很有幫助↩	↩	↩	↩	↩	↩
4↩	ESP32 實驗模板能夠幫助我理解 <u>智能物聯網</u> 的動作原理↩	↩	↩	↩	↩	↩
5↩	ESP32 實驗模板能夠提高我學習 <u>物聯網</u> 的興趣↩	↩	↩	↩	↩	↩
6↩	ESP32 實驗模板能夠幫助我理解 <u>體感互動</u> 的操作原理↩	↩	↩	↩	↩	↩
7↩	ESP32 實驗模板能夠提高我學習 <u>體感互動</u> 的興趣↩	↩	↩	↩	↩	↩
8↩	ESP32 實驗自編教材編排美觀，說明清楚易懂↩	↩	↩	↩	↩	↩
9↩	ESP32 實驗自編教材 DEMO 程式是否都能正確執行↩	↩	↩	↩	↩	↩
10↩	ESP32 實驗自編教材作業練習編排是否恰當↩	↩	↩	↩	↩	↩
11↩	整體而言，我對本次課程所使用的實驗模板感到滿意↩	↩	↩	↩	↩	↩

資料分析：由問卷結果顯示平均數在 4.5 以上，表示學生對「內建感測器之嵌入式微控制器實驗平台」的整體滿意度非常良好。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

(1) 建構物聯網產品雛型板：利用專家諮詢及專題講座機會使學生瞭解智能物聯網、體感互動及車載資通訊最新產業脈動。其中智能物聯網的關鍵在於一個創新的構想，結合三創社群活動發揮創新、創意進而達到創業的目標。藉由本計畫所研發之「內建感測器之嵌入式微控制器實驗平台」，搭配低價位的樹莓派 Raspberry Pi3 作位伺服器，可建構出物聯網雲端感測系統以及物聯網雲端控制系統的基本架構，本計畫所開發的實驗模板提供實現物聯網的技術支援，只要將創新構想建立在實驗板中，即可創造出新產品附加價值。

(2) 少子化的因素導至大專院校經營困難，教育資源急遽萎縮，甚至每個學期實驗課程的耗材經費都急遽壓縮，連專題製作的費用都捉襟見肘，更遑論有多餘的經費可以支援老師作為實驗模板或教具的製作。申請教學實踐計畫確實可以紓解老師經費上的壓力，使得老師在教學過程中的一些構想得以實現，更可解決老師在專題製作中經費來源短缺的問題。申請此計畫使本人受惠良多，利用本計畫的耗材費製作了 40 套實驗模板，一方面解決本學期「感測器原理與實習」課程上的問題，一方面解決羅東高工電子科共好計畫「物聯網初探」協同教學問題。建議教育部能夠考量計畫的延續性，下年度計畫的申請可以用目前計畫成果加以擴充，例如針對實驗模板使用上的缺失加以改良，或是功能上擴充，甚至可以拍成教學影片，作為線上課程輔助教學使用。

二. 參考文獻(References)

- [1]. Edgar Dale (1946). *Audiovisual methods in teaching*. New York: Dryden Press.
- [2]. 吳清山、林天祐(2008)，學習地圖，教育研究月刊。
- [3]. Colin Rose, (2011). *Accelerated Learning for the 21st Century: The Six-Step Plan to Unlock Your Master-Mind*, Random House Publishing Group.
- [4]. 戴保羅(1999 譯)：學習地圖：21 世紀加速學習革命 / 柯林 羅斯(Colin Rose)，麥爾孔 尼可(Malcolm J. Nicholl)作。臺北市：經典傳訊文化。
- [5]. 黃貴琳，互動式地理輔助教學平台技術開發，醒吾科技大學／資訊科技系所，2013。
- [6]. 郭柏興，使用 Arduino 的物理實驗平台之設計與開發，國立雲林科技大學／電子工程系，2015。
- [7]. 黃威誠，應用專案式學習方式在雲端運算平台的電子實驗課程，國立成功大學／工程科學系碩士在職專班，2013。
- [8]. 何翊慈，NAO 智慧機器人教材之開發，國立雲林科技大學／電機工程系，2019。
- [9]. 陳宣珽，ROS 機器人教材之開發，國立雲林科技大學／電機工程系，2019。
- [10]. 陳瑩娟，PLC 可程式控制器教材之開發，國立雲林科技大學／電機工程系，2019。

三. 附件(Appendix) (請勿超過 10 頁)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

中華科技大學

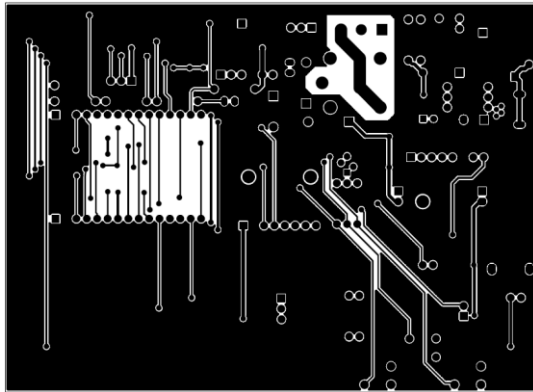
專案名稱 ESP32 MCU EVB

老師:蔡樸生

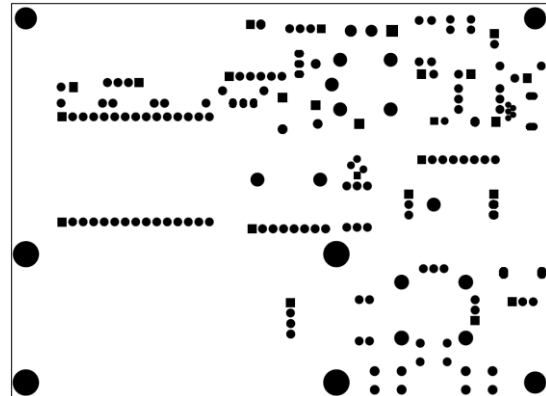
日期:2020/9/5

技術資料目錄

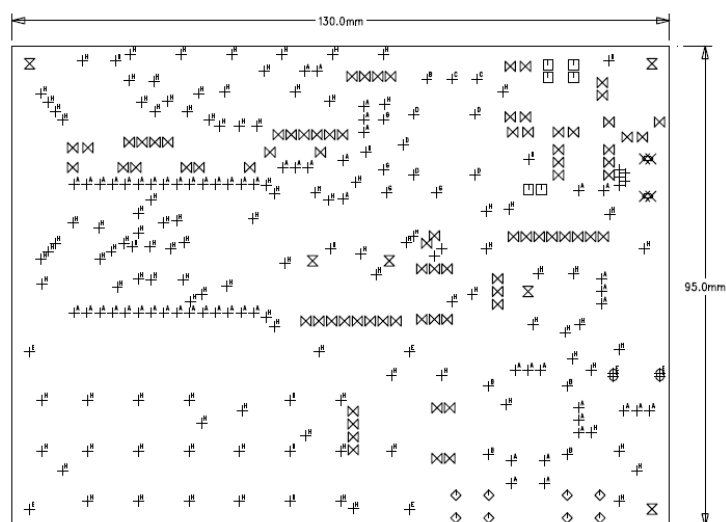
A、電路圖設計	2
B、PCB LAYOUT	3~9
C、BOM	10
D、銅柱螺絲組裝	11~12
E、UART PIN RX/TX 焊點選擇	12
F、完成品	13



PCB LAYOUT-Bottom Layer

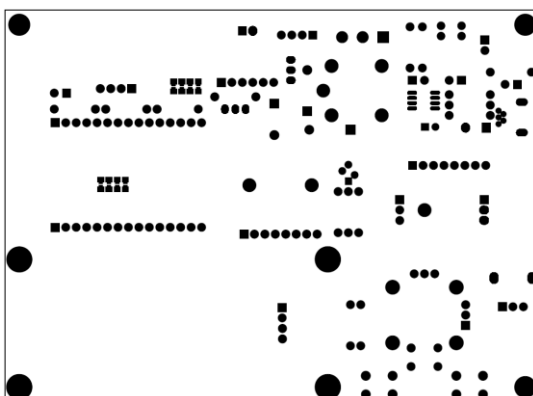


PCB LAYOUT-Solder Mask Bottom

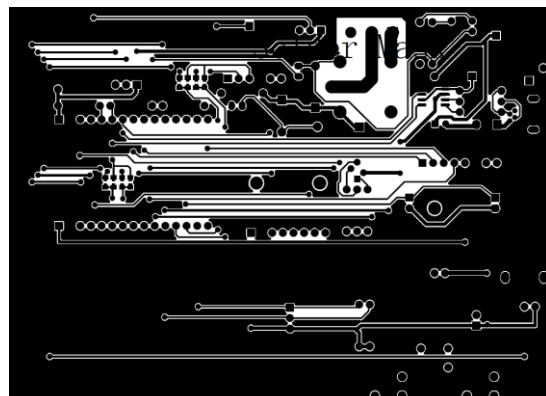


SIZE	QTY	SYM	PLATED	TOL
0.7	7	+	YES	+/-0.0
0.8 x 2	2	×	YES	+/-0.0
0.8	6	□	YES	+/-0.0
1.1	8	◇	YES	+/-0.0
3.2	6	⊗	YES	+/-0.0
0.9	79	⊗	YES	+/-0.0
1	58	⊗ ^A	YES	+/-0.0
1.5	5	⊗ ^B	YES	+/-0.0
1.3	2	⊗ ^C	YES	+/-0.0
1.4	5	⊗ ^D	YES	+/-0.0
3.2	4	⊗ ^E	YES	+/-0.0
1.5 x 2.2	2	⊗ ^F	YES	+/-0.0
1.2	4	⊗ ^G	YES	+/-0.0
0.6	119	⊗ ^H	YES	+/-0.0

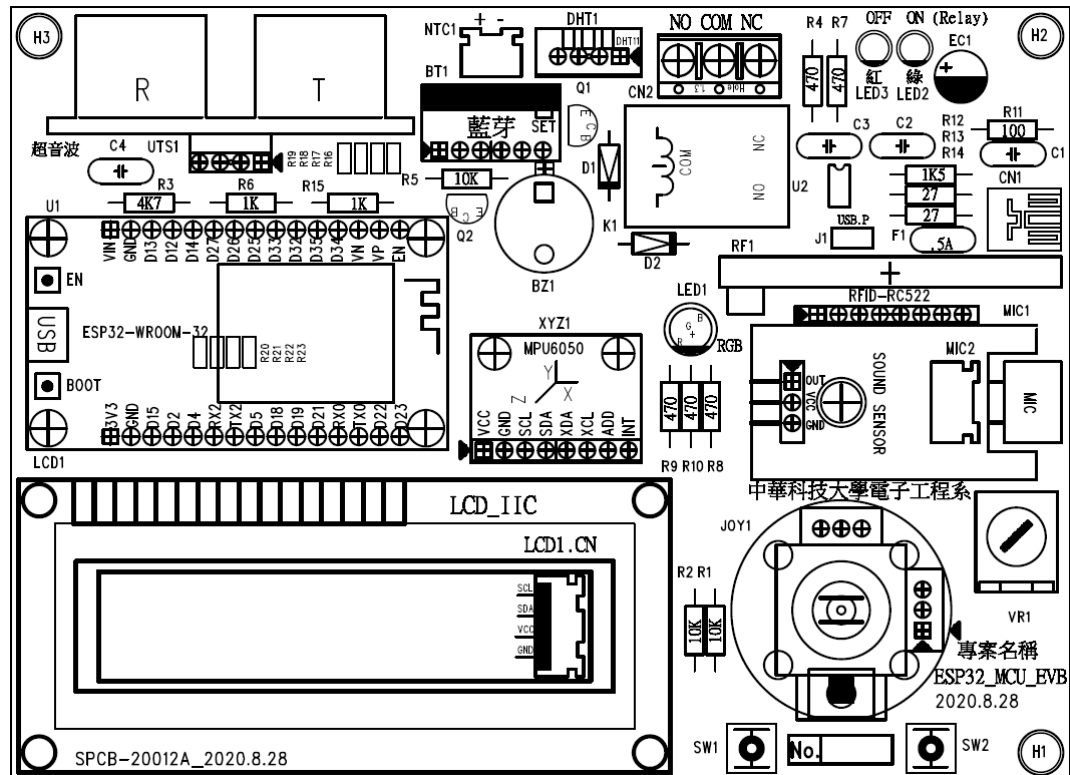
PCB LAYOUT – Drill Draw



PCB LAYOUT-Solder Mask Top



PCB LAYOUT-Top Layer



PCB LAYOUT-Silkscreen Top



PCB LAYOUT-NC Drill

C、BOM

ESP MCU EVBoard Revised: Wednesday, August 05, 2020

MCU Main Board Revision: 1

Bill Of Materials August 7,2020 20:33:09

Page1

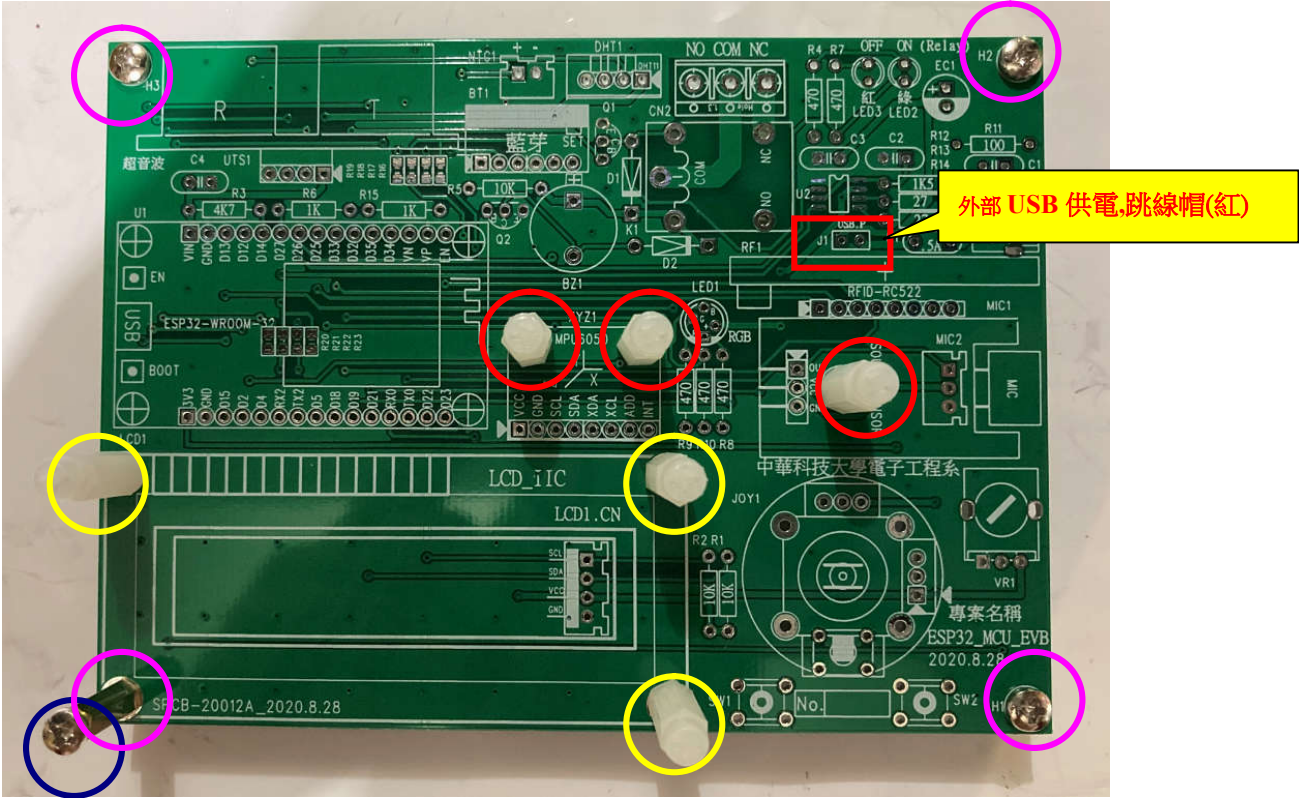
更新 9月4日

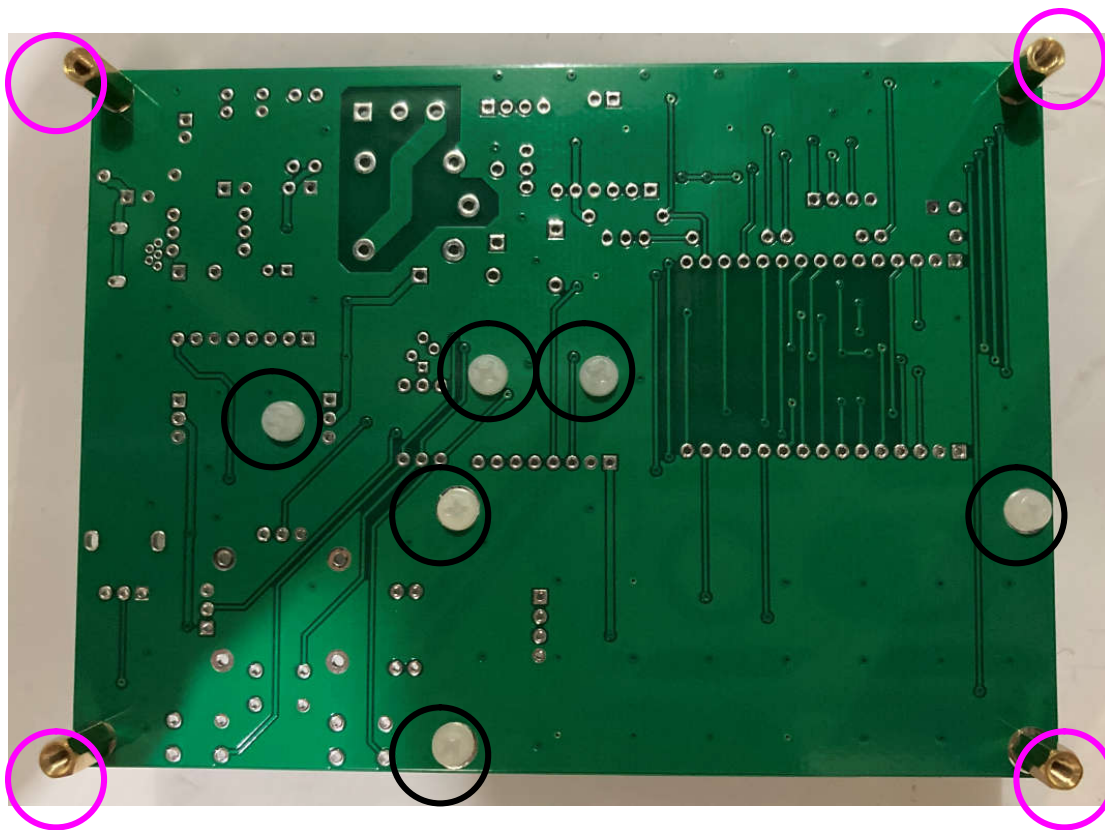
Item	Reference	Part	Quantity	數量30套	備註
1	PCB Layout	SPCB-20012	1	1	Design
2	PCB打樣 噴錫 FR4 1.6T 2L 130*95mm ESP32 MCU EVB	SPCB-20012	1	100	
3	PCB H1,H2,H3,H4	M3 銅柱10mm雙通	4	120	PCB腳柱
4	H1,H2,H3,H5	M3 螺絲3x6	4	120	鎖PCB腳柱
5	LCD H5	M3 銅柱15mm公母	1	30	鎖LCD腳柱
6	LCD-H6,H7,H8	M3 塑膠柱15mm雙通	3	90	LCD腳柱
7	MIC1x1,MPU6050x2	M3 塑膠柱12mm雙通	3	90	MIC1x1,XYZ1x2腳柱
8	LCD1-H6,H7,H8,MIC1x1,MPU6050x2	M3 螺絲3x6	12	360	鎖LCDx6,MIC1x2,XYZ1x4腳柱
9	F1	POLY_500mA	1	30	
10	LED3	RED	1	30	
11	LED2	GREEN	1	30	
12	Q2,Q1	2SC1815/2SC945(代用)	2	60	
13	NCT1	XH-2P直	1	30	外接NTC SENSOR
14	J1	HEADER/2P	1	30	
15	J1	跳線帽(紅)	1	30	CN1 USB 5V供電使用
16	BZ1	SPEAKER	1	30	
17	K1	RELAY SPDT 5V	1	30	
18	CN2	KF301-3P	1	30	K1 RELAY 外接接點
19	CN1	MINIUSB	1	30	外接PC或USB電源
20	SW1,SW2	TACH SW6X5	1	30	
21	VR1	VR10K	1	30	
22	C1,C2,C3,C4	104/50V	4	120	
23	EC1	100UF/25V	1	30	
24	R13,R14	27R	2	60	
25	R11	100R	1	30	
26	R4,R7,R8,R9,R10	470R	5	150	
27	R6,R15	1K	2	60	
28	R12	1K5	1	30	
29	R3	4.7K	1	30	
30	R1,R2,R5	10K	3	90	
31	LED1	3COLAR	1	30	
32	D2,D1	1N4002	2	60	
33	BT1	HC-05	1	30	
34	BT1	排母2.54*6	1	30	插BT1模組
35	DHT1	DHT11	1	30	
36	DHT11,UTS1	排母2.54*4	2	60	插DHT11,UTS1模組,預留可直接插PCB
37	JOY1	JOYSTICK	1	30	
38	MIC1	SOUND SENSOR	1	30	
39	MIC1	XH2.54*3 10cm線材	1	30	
40	MIC1	排母2.54*3	1	30	SOUND SENSOR直接插板不用線時使用,模組要換PIN
41	MIC2	XH-3P直	1	30	SOUND SENSOR插線用
42	LCD1	LCD_IIC	1	30	
43	LCD1	XH2.54*4 10cm線材	1	30	LCD_IIC插線用
44	LCD1	XH-4P直	1	30	LCD_IIC插線用
45	RF1	RFID-RCS22	1	30	
46	XYZ1	MPU6050	1	30	
47	RF1,XYZ1	排母2.54*8	2	60	插RF1,XYZ1模組
48	UTS1	HC-SR04	1	30	
49	U1	ESP32-WROOM-32	1	30	
50	U1	排母2.54*15	2	60	
51	U2	PL2303SA	1	30	

D、銅柱螺絲組裝

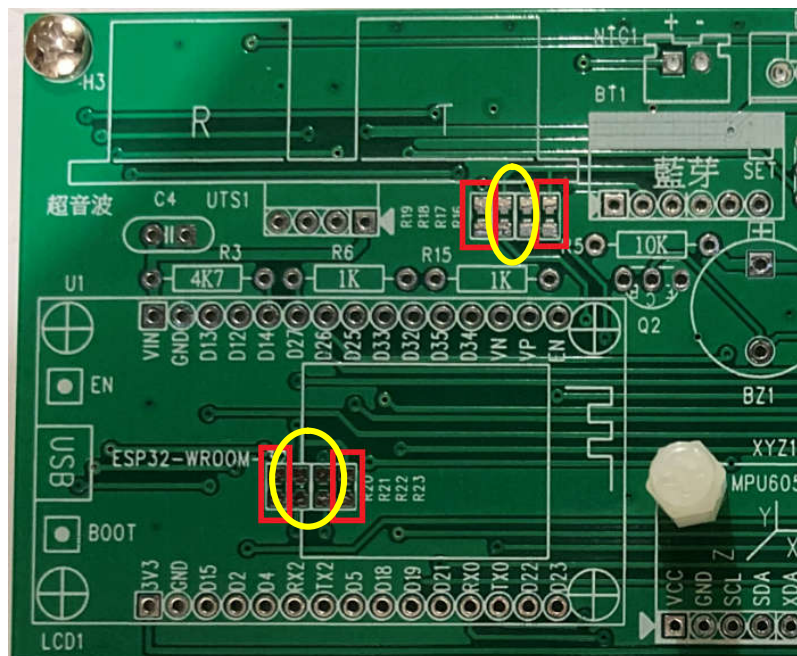
螺絲用量及位置

No.	位置	規格	數量	說明
3	PCB H1,H2,H3,H4	M3 銅柱 10mm 雙通	120	PCB 腳柱
4	H1,H2,H3,H5	M3 螺絲 3x6	120	鎖 PCB 腳柱
5	LCD H5	M3 銅柱 15mm 公母	30	鎖 LCD 腳柱
6	LCD-H6,H7,H8	M3 塑膠柱 15mm 雙通	90	LCD 腳柱
7	MIC1x1,MPU6050x2	M3 塑膠柱 12mm 雙通	90	MIC1x1,XYZ1x2 腳柱
8	LCD1-H6,H7,H8,MIC1x1,MPU6050x2	M3 螺絲 3x6	360	鎖 LCDx6,MIC1x2,XYZ1x4 腳柱
15	J1	跳線帽(紅)	30	CN1 USB 5V 供電使用





E、UART PIN RX/TX 焊點選擇



紅框焊點短路, 若要 RX/TX 交換, 則用黃框短路

F、 成品

F1. 成品展開圖



F2. 成品組裝完成圖

