

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：PEE107011

學門分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：107/08/01~108/07/31

CAN Bus 車用微控制器\_感測器實驗教具之研製  
(進修部二技子三甲 107(上) 嵌入式晶片程式設計、107(下) 雛型設計實作專題)

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

繳交報告日期(Report Submission Date)：108/09/06

## 一. 報告內文(Content)

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

本計畫將研製一套「CAN Bus 車用微控制器/感測器實驗模板」，提供大學部車用微控制器、車用感測器實習及 CAN BUS 原理與實習等課程使用。本實驗模板核心控制器採用愛特梅爾(ATMEL)公司所推出的八位元高性能的 RISC 晶片 AT90CAN128 做為核心控制晶片，最主要原因在於其內部具有 2.0A & 2.0B 通訊協定之控制器區域網路匯流排(CAN Bus)，不需外接 CAN 控制器(如 MCP2515 等晶片)。內部記憶體包括 ROM 128kbytes、RAM 4kbytes、EEPROM 4kbytes，其周邊模組包括兩組 8 位元計時/計數器、兩組 16 位元計時/計數器、8 組 PWM 輸出、8 通道 10 位元類比至數位轉換器(ADC)、一組類比比比較器、兩組非同步串列通訊(UART)、一組串列周邊介面(SPI)、一組積體電路匯流排(I2C)。技職院校要走出各自特色，缺乏適合教科書是普遍存在問題，尤其是資電類的系所。唯一解決方案就是讓老師自編教材，除了教學投影片之外，利用計畫編列經費鼓勵老師將授課心得編撰成書，由教育部統一出版，以較低價格統一推廣各大專院校使用，一本好的教科書可以造福廣大莘莘學子，不僅可以作為升等的相關著作，也可以作為承接計畫的實質產出。本計畫構想是由大學教師來自製價格低廉的教具及實驗模板，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。事實上，利用計畫中的耗材經費補助設計專業課程的實驗模板，不僅有實質產出，未來可以將教具或實驗模板推廣至相關系所的大專院校，建立策略聯盟的資源共享合作模式，更能造福廣大的莘莘學子。

台灣電子業能否持續轉型成功將會嚴重影響台灣的經濟表現及台灣在國際上的地位，配合台灣產業發展，持續培養技術優良之電子產業人才是目前急需的工作。由於台灣在車載電子產業產值的高成長率，中華科大電子工程系申請並通過「車載電子與資通訊技優人才培育計畫」，執行期間自 103 年 01 月至 106 年 12 月止。培養具實務能力的電子產業從業人員，特別著重車載電子系統產業的人才培育，含開發工程師、測試工程師及維修工程師。藉由課程整合訓練、業師協同教學、廠商經驗分享，培育對象除了能夠獲得原 3C 產業所需的實務能力外，更能夠進一步擁有跨機電領域之車載電子產業相關的實務能力。此外，互動科技包括虛擬實境、擴增實境及混合實境將是近來科技界最熱門的新議題，相關應用不僅只是玩家在遊戲世界的體驗，更有機會擴展至教育、產業等應用。應用三維虛擬實境技術，以 3Ds Max 軟體建模，再以 Unity 遊戲引擎為主要開發工具，設計一套以使用者為中心，具有第一人稱操控瀏覽的能力，建立互動性、學習性的虛擬導覽系統。未來，隨著互動式科技穿戴式價格降低，顯示螢幕品質上升，虛擬實境應用將快速走入大眾市場，並對人們的生活產生影響。物聯網(Internet of Things, IoT)可說是近來科技界最火紅的代名詞，不論是晶片商、軟體商還是創投，紛紛投入物聯網這塊龐大的市場。再加上未來工業 4.0 的發展，物聯網又是其中最重要的關鍵技術，隨著物聯網的創新發想，勢必翻轉人們的生活型態。物聯網的精神在於 (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。由於科技的進步讓物聯網能從概念走向實務，例如嵌入式晶片效能愈來愈強，尤其在 WiF 或者連接網路功能、微機電技術發展使得感測器的成本日益降低，尤其是住家環境監控的感測器、網路的普及與通訊速度的提升等。據市場研究機構 Gartner 預測到了 2020 年，透過物聯網相連的裝置將達到 260 億台。

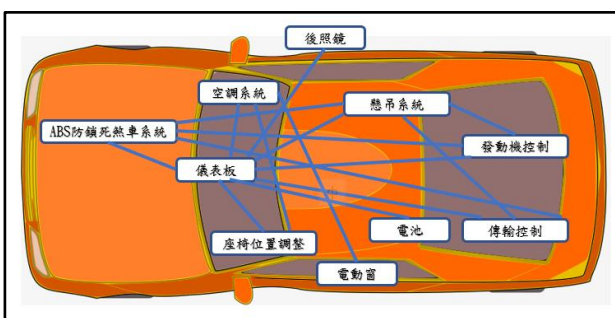
有鑑於此，目前本系課程規劃共有三大發展主軸，分別是「車載電子資通訊」、「體感互動多媒體」及「人工智能物聯網」。其課程內容以理論與實務並重，並以實用性、生活性為主。加強實務實習課程，盡可能使學生所學能符合產業界需要。本系課程三大領域的發展都與微控制器(MicroController)息息相關。本系將微控制器課程作一系列的安排，二上的「微計算機實習」安排 89s51 晶片，畢竟它是一顆功能最單純的單晶片，為了在學習的過程中學生不會遭遇太多的挫折感，89s51 最適合作為微控制器學習的入門晶片。其次，在二下的「車用微控制器實習」讓學生上艾梅爾(Atmel)公司的 AT90CAN128 晶片，三上的「車用感測器實習」乃應用 Atmel 晶片作為 MCU，接收各種車用感測器信號及控制各式車用儀表，三下「CAN BUS 原理與實習」乃利用 AT90CAN128 晶片內部 CAN BUS 功能來讀取感測器訊號或者送出訊號讓儀表顯示動作。四上的嵌入式系統設計實務則讓學生接觸到樹莓派(Raspberry)ARM Cortex A8 等級的嵌入式微處理器滿足業界的需要。本計畫涵括兩大主軸(1)自編教材及教科書：一本好的教科書是引導教學的關鍵因素，也相對決定學生對於本課程的學習成效。由於少子化、學生購書意願降低、閱讀習慣電子化等因素使得台灣的出版業維持不易。書局為了商業考量，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，難以尋覓適當的教科書籍是授課老師普遍遭遇的問題。以一系列微控制器課程而言，除了 89s51 算是普遍型的微控制器，坊間有許多教科書之外，其餘無論是 Microchip 的 PIC、意法半導體的 STM、Atmel 的微控制器幾乎很難找到一本教科書，老師的教學資源只能從廠商所提供的資料手冊或網路來取得。事實上，技職院校要走出各自特色，缺乏適合教科書是普遍存在問題，尤其是資電類的系所。唯一解決方案就是讓老師自編教材，除了教學投影片之外，利用計畫編列經費鼓勵老師將授課心得編撰成書，由教育部統一出版，以較低價格統一推廣各大專院校使用，一本好的教科書可以造福廣大莘莘學子。甚至可以作為升等的相關著作。也可以作為承接計畫的實質產出。(2)自製教具與實驗模板：目前大學端所採購的嵌入式微處理器 ARM9、ARM10 或 ARM11 實驗模板大多是大陸產品。面對大陸產品低價競爭，台灣的本土廠商毫無招架還手之力，學校市場幾乎全部淪陷。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。面對如此困境，本計畫構想是由大學教師來自製價格低廉的教具及實驗模板，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。事實上，利用計畫中的耗材經費補助設計專業課程的實驗模板，不僅有實質產出，未來可以將教具或實驗模板推廣至相關系所的大專院校，建立策略聯盟的資源共享合作模式，更能造福廣大的莘莘學子。本計畫將針對二上的「微計算機實習」設計一套「AVR/89s51 微控制器實驗模板」、針對二下的車用微控制器實習及三上的車用感測器實習設計一套「CAN Bus 車用微控制器/感測器實驗模板」，亦可作為三下「CAN Bus 原理

與實習」之用。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。

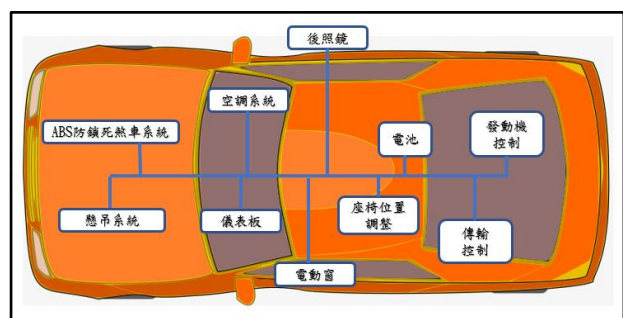
## 2. 文獻探討(Literature Review)

教具一般來說可分為「實體教具」和「虛擬教具」兩種，其目的是運用教學媒體或實驗模具來輔助教學活動，為目前教學現場之趨勢。所為實體教具是能讓教師及學生看得見、摸得到、可以移動、可藉以觀察，也可讓教學或學習者重新操弄、排列、組合的教學素材，並藉以了解的抽象概念。藉由此教學教具學習相關課程，期望能達到引起學生學習興趣、增強學習動機及觸發思考功能，進而達成促進教學目標[1]。根據文獻[2]，學習教具具有七大檢測指標，分別是(1) 教具能切中教學要點、(2) 教具能符合認知、情意或技能的教學目標、(3) 教具對教學有其必要性、(4) 教具能具有原創性、(5) 教具能具有實用價值、(6) 教具操作能有效引起並維持學生的學習動機、(7) 教具操作能提高教學效果。為了配合本系課程三大發展主軸，本計畫所研製的教具，經過業師諮詢會議討論結果，本實驗教具分別具有控制器區域網路 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「體感互動多媒體」課程之用，具有 WiFi 無線網路通訊功能可提供「人工智能物聯網」課程之用。

由於汽車產業不斷地追求安全可靠、極致性能以及方便舒適等需求，新型汽車也不斷地增加許多功能以提高其附加價值。大量的電子裝置與感測元件必須安裝在車體內部，同時增加整個系統的複雜度。而汽車內高複雜的系統網路，使得線束過於龐大，導致成本提高且網路架構也難以持續提升。CAN Bus 尚未被使用之前，控制系統與各感測器之間大多透過點對點的電纜連接以完成控制及資料交換，如圖一所示。CAN 提供高安全等級及有效率的即時串列通訊，更具備了偵錯和優先權判別的機制，在這樣的機制下，網路訊息的傳輸變的更為可靠而有效率。使用 CAN Bus 後透過簡單的串列界面即可完成對整個控制系統的連接及控制，如圖二所示[3]。



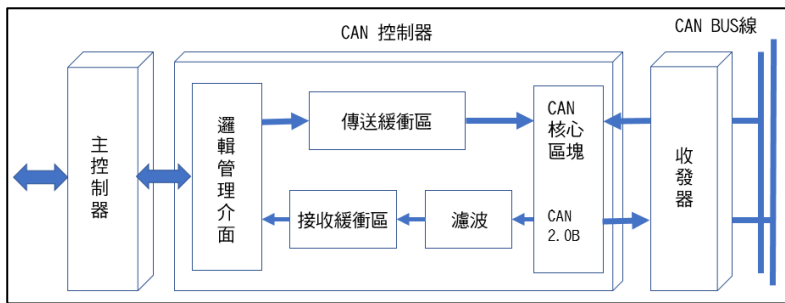
圖一 無 CAN Bus 時，排線錯綜複雜



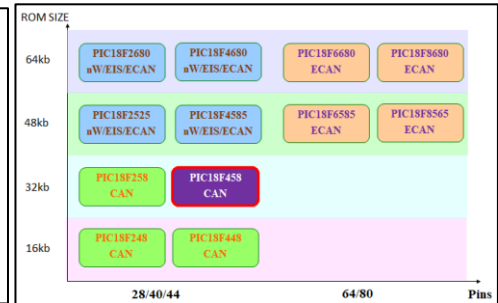
圖二 使用 CAN Bus，排線簡潔整齊

目前 CAN 通訊協定的應用架構最常見的作法如圖三所示，主控制核心晶片可以考慮各種廠牌的微控制器，搭配一顆所謂的 CAN 控制器及 CAN 收發器。MCP2515 是一款獨立 (Standard-Alone) CAN 控制器，為 Microchip 公司系列產品。低功耗的 Sleep Mode ( $< 5 \mu A$ )，完全支援 CAN V2.0B 技術規範，通訊速率可以達到 1 Mb/s。MCP2551 是 CAN 的收發器，它的功能是將一般的 TTL 邏輯準位轉換成 CAN BUS 差動信號電壓。為 bipolar 的製程可連續耐壓到 40V，瞬間 200V 的高壓，可推動 100 個收發器節點。目前晶片廠商所生產的微控制器晶片是將 CAN 控制器當成標準功能，直接內建至微控制晶片內，如 Microchip 公司所

出產的 PIC18F458、ATMEL 公司所出產的 AT90CAN128、意法半導體所生產的 STM32 等系列都是具有 CAN BUS 功能的微控制器晶片(MCU+CAN)，其內部暫存器設定與 MCP2515 完全相容，易於將來升級考量。



圖三 搭配 CAN 控制器及 CAN 收發器之架構



圖四 具有 CAN BUS 微控制器晶片

CAN (Controller Area Network) 匯流排是由博世 (BOSCH) 公司所制定的規格，CAN 為一序列匯流排，具備以下之特點包括(1) 具備容錯及防干擾能力，CAN Bus 連接線使用電話纜線。若是有較長距離之佈線需求，建議選擇具有隔離外緣保護之雙絞纜線，極佳的抵抗電磁干擾能力以確保通訊品質。(2) CAN Bus 協定具備五種偵錯機制，且可由硬體負擔除錯工作，適合在嵌入式微控制晶片下，發展高可靠度通訊模式 (3) 具備優先權仲裁機制，由內建驗收濾波器來決定網路中哪些節點的訊息可以被接收，哪些節點的訊息則不予理會。(4) 網路架構無主-從式的區別，當 CAN 上的匯流排閒置時，任一節點可自由的傳送訊息至另一節點。(5)只要兩條線(CAN\_H、CAN\_L)便可以運作，接線簡單具有很高的工作效率，簡化配線複雜度、重量及配線成本大幅降低。(6)有效通訊距離長且速度快，傳送距離 40 公尺內速度可達到 1Mb/s，若傳送距離達 1000 公尺時，速度可達到 40kb/s。(7) 即時傳送資料，從送出傳送要求到開始傳送的等待時間很短，再加上設定優先權的方式，信息送達的時間可以預期。(8) 擴充性良好，CAN Bus 協定是定義信息，而非定義站台方式，網路間可以很輕易的增加節點，不必做任何軟體與硬體的修改，可提升整合服務能力[4,5]。

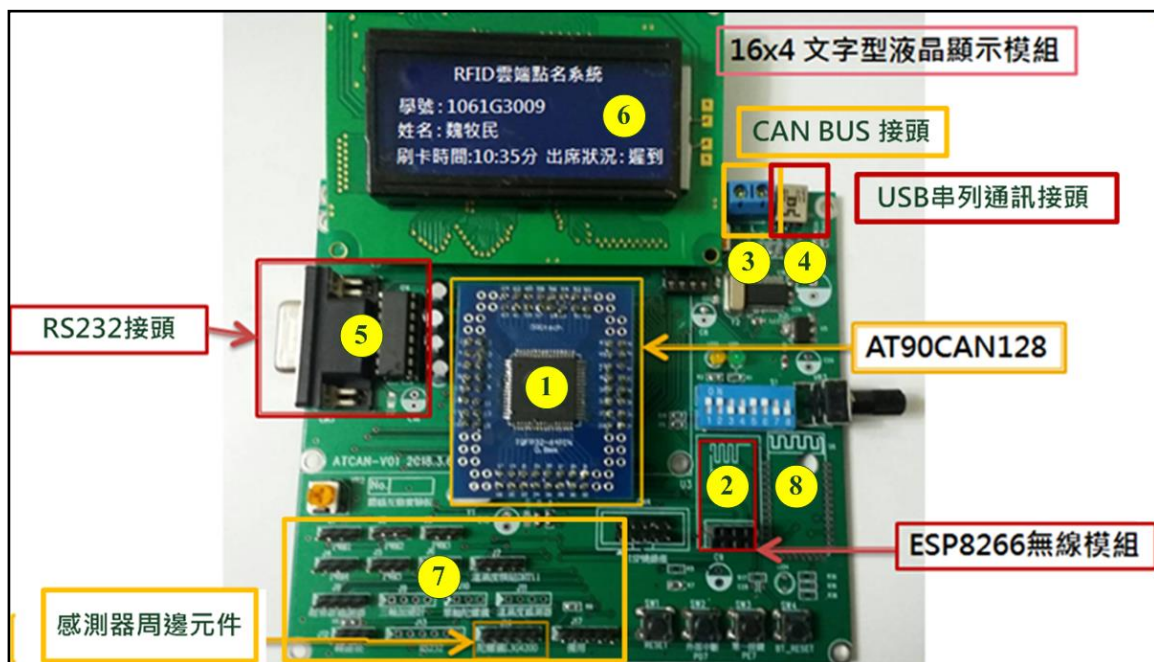
人工智能物聯網 (Internet of Things, IOT) 是近年資訊產業一個最熱門的議題，其特性是將各種具裝置感測設備的物品，例如：RFID、各種環境感測器、GPS 等，利用網路結合讓所有物體與網路連接在一起，實現人與物品、物品與物品間的溝通，進而方便物品識別和管理，實現物品可自動識別與資訊互聯共享，如圖五所示[6]。以科技發展進程來看，第一次工業革命將人類科技提升為「蒸氣時代」，第二次工業革命將人類科技轉型成「電器時代」，第三次工業革命將人類科技進展成「資訊時代」，第四次工業革命將是物聯網時代的來臨，並將徹底翻轉人類的生活型態。以台北等公車這套 APP 為例，就是經典的物聯網應用案例，APP 手機版畫面如圖六。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，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。此外，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[7]。



本計畫構想是自製價格低廉的教具及實驗模板，提供車載感測器、體感互動、智慧物聯網等課程使用，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。

### 3. 研究方法(Research Methodology)

針對嵌入式微控制器的設計，我們規劃一系列晶片程式設計的課程其中包括，(1) 微計算機實習、(2) 車用微控制器實習、(3) 嵌入式晶片程式設計 (4) 嵌入式系統設計實務，除了車用電子領域之外，也為體感互動多媒體及人工智慧物聯網相關課程提供上課所需要的實驗模板。這一系列課程主要目的在讓學生具備就業所需的技能，能夠與業界互相配合，並且熟悉電子消費性產品上的最新趨勢與設計方法。本計畫所設計實驗模板原本針對二下的「車用微控制器實習」、以及三上的「車用感測器實習」所設計，計畫實施過程中加入體感互動及物聯網的構想，未來亦可提供類似「體感互動介面設計」，或「物聯網技術分析與實務應用」等課程使用。圖八為本計畫所設計實驗模板實體圖，至於電路板佈局電路以及 PCB 電路板製程所需要的 Gerber File 相關檔案位於附件中，為了方便起見簡稱「AT90CAN128 實驗模板」。



圖八 本計畫所完成的實驗教具實體圖

#### (1)、嵌入式微控制器 AT90CAN128 (提供 CAN BUS 實習之用)

本系統採用 RISC 晶片由愛梅爾(ATMEL)公司所推出的八位元高性能嵌入式微控制器 AT90CAN128 做為核心控制晶片，參考圖八中的①。內部記憶體包括 ROM 128Kbytes、RAM 4Kbytes、EEPROM 4Kbytes，其週邊模組包括兩組 8 位元計時/計數器、兩組 16 位元計時/計數器、8 組脈波寬度調變(PWM)輸出、8 通道 10 位元類比至數位轉換器(ADC)、一組類比比比較器、兩組非同步串列通訊(UART)、一組串列週邊介面(SPI)、一組積體電路匯流排(I2C)，最值得一提的是它具有 2.0A&2.0B 通訊協定之控制器區域網路匯流排(CAN BUS)，不需外接 CAN 控制器(如 MCP2515 等晶片)，圖九為嵌入式微控制器 AT90CAN128 功能特性。

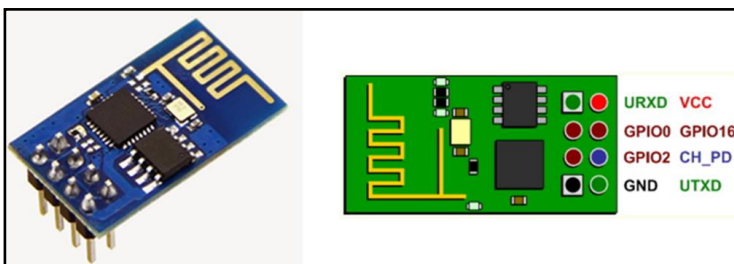
AT90CAN128									
RISC									
AVR = Leading 8-bit microcontroller High performance. Low power consumption.									
Flash ROM	SRAM	E <sup>2</sup> PROM (Bytes)	Ext. Interrupt	8bit Timer / Counter	16bit Timer / Counter	Capture C	Compare C	PWM P	10bit ADC
128K	4K	4096	8	1	3	2	8	7	8
UART	SPI	Analog Comparator	Watch Dog	Hardware Multiplier	ISP	EMax (MHz)	Package	I2C	
2	1	1	Yes	Yes	Yes	16MHz	QFN-64	1	

**ATMEL 8 bit RISC Architecture**

圖九 嵌入式微控制器 AT90CAN128 功能特性

(2)、ESP8266 WiFi 無線傳輸模組(提供智慧物聯網實習之用)

ESP8266 無線網路模組主要功能是將 UART 信號轉換成 WiFi 作無線傳輸，參考圖八中的②，其特性為(1)支援無線 802.11 b/g/n 標準、(2)內建 TCP/IP 通訊協定，支援多通道 TCP Client 連線、(3)待機狀態消耗功率少於 1.0mW、(4)可在 2ms 之內喚醒並可傳遞封包、(5)支援豐富的 Socket AT 指令、(6)內建 32 位元 MCU，可兼作微控制器使用，故支援 UART/GPIO 資料通訊介面、(7)支援遠端韌體升級 (OTA) (8)支援 AP (Access Point，網路基地台)、STA (Station，工作站)及兩種混和 AP + STA 等三種連線模式、(9)支援 Smart Link 智能聯網功能。圖十為 ESP8266 外觀及接腳圖。本研究乃採用愛梅爾公司所出產的 AT90CAN128 作為核心控制晶片，必須考量 ESP8266 與微控制器介面上的問題。首先考量電流負載問題，由參考文獻[10]的記載，ESP8266 模組的消耗電流平常是 100mA，最多是 200mA。請參考圖十一所示。



圖十 ESP8266 外觀及接腳圖

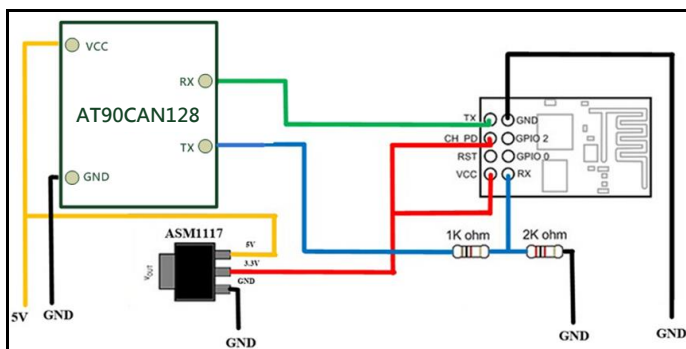
工作模式	平均值	峰值
持續傳送下	~70mA	200mA
正常狀態下	~12mA	200mA
待機	<200uA	

圖十一 ESP8266 模組消耗電流

然而 ESP8266 的工作電壓為直流 3.3V，而實驗板系統工作電壓為 5V，必須藉由一顆 ASM1117 電壓轉換晶片將 5V 降為 3.3V，且 AMS1117 的規格註明其輸出電流可達 800mA，足以滿足 ESP8266 模組電源的需求了，並可順利驅動這顆晶片。另一個要討論的是 GPIO 腳位介面問題，倘若直接將 AT90CAN128 的 TX(傳送資料)接腳直接連接到 ESP8266 的 RX(接收資料)接腳，但 AT90CAN128 的 TX 接腳輸出電壓準位為 5V，但 ESP8266 的 RX 接腳為 3.3V 的輸入電壓，因此直接將 AT90CAN128 的 TX 接 ESP8266 的 RX 可能會有燒毀 ESP8266 的可能性，本研究分別使用二個電阻 1K 及 2K 做分壓，產生 3.3V 的電壓，請參考圖十二之電



路。反之，ESP8266 傳送信號為 3.3V，AT90CAN128 接收時可將其視為高準位，不須添加任何周邊電路。利用 AT90CAN128 的 UART 串列通訊功能(TX、RX)來傳送 AT 命令是控制 ESP8266 無線模組的關鍵技術，圖十三為微控制器連線之 AT 指令。AT 命令集 (AT Command Set) 是由許多短的字串組成長的命令，用於代表撥號、掛號以及改變通訊參數的動作。電腦、微控制器需要與 ESP8266 通訊時就必須透過 AT Command。



圖十二 ESP8266 URXD 分壓電路

指令	描述
AT+CWQAP, 0x0d, 0x0a	關閉網路連線。
AT, 0x0d, 0x0a	測試 ESP8266 連線狀況。
AT+CWMODE=1, 0x0d, 0x0a	STA 工作站模式。
AT+CIPMUX=0, 0x0d, 0x0a	允許一對多的多重連線。
AT+CWLAP, 0x0d, 0x0a	搜尋 ESP8266 周邊的 Wi-Fi 連線。
AT+CWJAP="", 0x22, "eek202", 0x22, 0x2c, 0x22, "00000000", 0x22, 0x0d, 0x0a	對 Wi-Fi 設備進行連線。
"AT+CIPSTART=", 0x22, "TCP", 0x22, 0x2c, 0x22, "184.106.153.149", 0x22, 0x2c, "80", 0x0d, 0x0a	連線的伺服器位置。
"AT+CIPSEND=", 0x80	傳送 GET 字數。
"GET/get.php?Name=""&Value=""", 0x0d, 0x0a	將資料送出至資料庫。

圖十三 AT Command

### (3)、串列通訊接口(提供體感互動實習之用)

穿戴式裝置所送過來的感測器訊號，如超音波感測器、三軸加速計、電子羅盤及陀螺儀等的資料，必須透過串列通訊傳送至 Unity 遊戲引擎中，利用 Unity 程式腳本來控制虛擬物件的目的。本實驗模板內建多種串列通訊介面，以指撥開關作為切換，其中包括 RS232 串列通訊介面，參考圖八中的⑤，採用 HIN232 晶片配上四顆極性電容可將 TTL 準位信號轉成 RS232 信號，傳送至 PC 個人電腦。圖八中的④為 USB 串列通訊介面，本實驗板採用 PL2303 晶片將 TTL 準位信號轉成 USB 信號，傳送至 PC 個人電腦。圖八中的⑧為藍芽無線通訊介面，本實驗板採用 BC06 藍芽通訊模組實現無線通訊目的。

### (4)、感測器周邊元件

本實驗板的 GPIO 接腳擴充的周邊元件包括六組 PWM 信號供使用者自行應用，三軸加速計、單軸陀螺儀、溫濕度感測器、三軸陀螺儀(L3G4200)、溫濕度模組(DHT11)、霍爾轉速計、超音波感測器、可變電阻等，可以感測人身體狀態的變化，如轉身、擺頭、傾斜或彎曲等動作，作為體感互動實習感測器之使用。

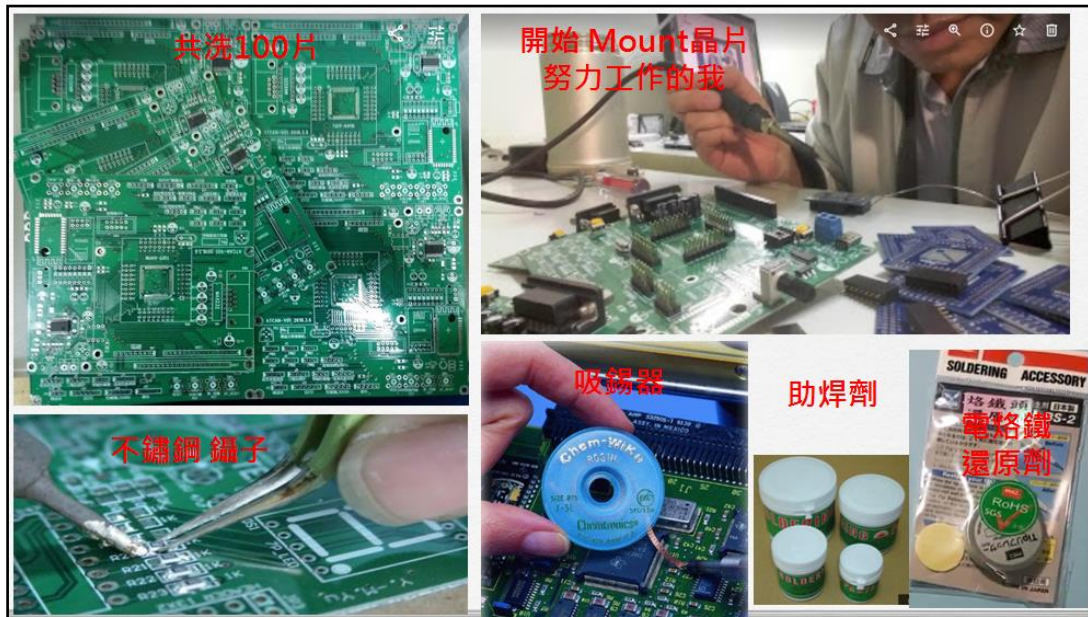
## 4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

### (1) 教學過程與成果

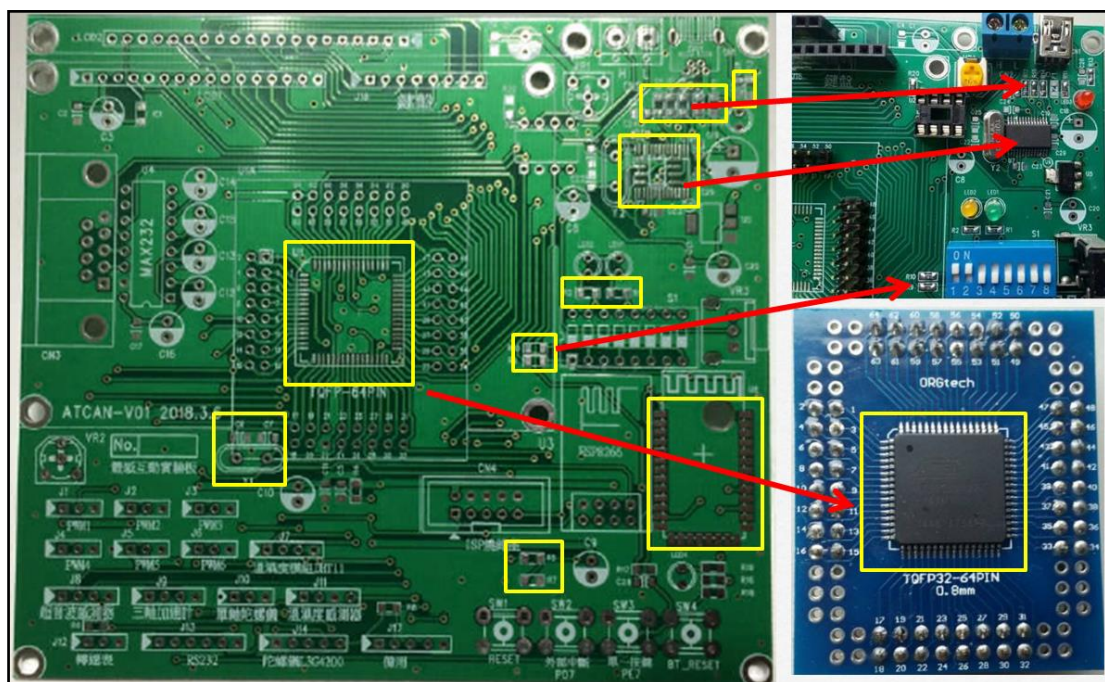
- 訂定創新教具產品規範書：結合本系車載電子、體感互動、智慧物聯網相關領域師資，共同訂定創新教具產品規格、撰寫規範書、蒐集相關文獻作為本計畫施行製作之準則。
- 利用 4 場業界專家諮詢會議的機會，針對本計畫所研發之車載電子實驗教具，提供各種建設性之意見，編製一系列符合學生需求與貼近產業脈動的教材，以提升教學品質。
- 由本系教師指導研究生進行實驗教具之電路設計、測試及佈局，並以雕刻機製作雛形電路板供教師測試使用。測試成功後，送交由專業電路板製造商大量製造，以滿足上課需求。

計畫所製造之實驗板共計製造 100 片，如圖十四中所示，但限於經費將元件黏貼於電路板，並且測試完成為 35 套，107 學年度提供日四技子二甲及進修部二技子三甲嵌入式微控制器等課程使用。

■ 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。請學生準備電烙鐵、焊錫、不銹鋼鑷子、吸錫線、助焊劑、電烙鐵還原劑等工具，如圖十四中所示。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，如圖十五為 AT90CAN128、SMD 電阻、SMD 電容及 IC 的焊接。圖十六為課堂上學生努力工作埋頭苦幹製作電路板的實景照片。



圖十四 製作電路板所需要的工具



圖十五 電路板 SMD 焊接工作



圖十六 學生製作電路板的實景照片

## (2) 教師教學反思

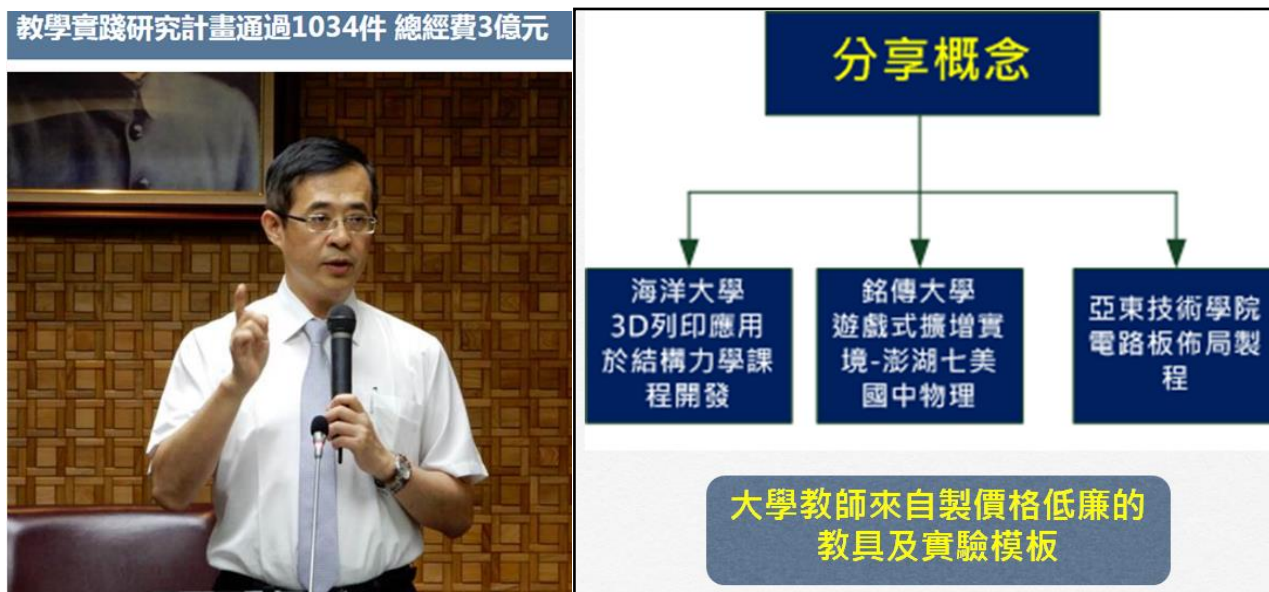
■ 由中時電子報報導「107年教學實踐研究」，共計 2714 件申請案，最後通過 1034 件，經費從 1 億元提高到 3 億元。其中 2.6 億元是直接補助老師，另外 0.4 億元則是提供給學校作為管理費。姚立德指出，今年「教學實踐研究」的申請通過率是 48%，其中一般大學是 52%、技職校院是 42%。教育部已告知各大學，大專教師在「教學實踐研究」方面的表現，納入升等指標之一。鼓勵教師以教學實踐研究為其職涯發展，將引導學校整合校內教師考核制度，比照教師獲得科技部專題研究計畫，同樣可獲得升等、評鑑及獎勵等各面向的誘因，逐漸引導學校建立教師專業分工。

■ 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。教育部透過此項政策引導學校運用高教深耕經費，針對本計畫獲補助教師，專責單位提供諮詢協助、辦理主題工作坊或座談、建立校務資料庫、追蹤學生學習成效等。

■ 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。

■ 本計畫目標在於實驗板教具製作，完全符合電子工程系的課程需求，學生除了上課期間可作練習之外，更可將本實驗模板帶回家使用，大大提高學生的學習成效。此外，本計畫特別重視分享的概念，希望將本教具或實驗模板推廣至相關系所的大專院校，建立策略聯盟的

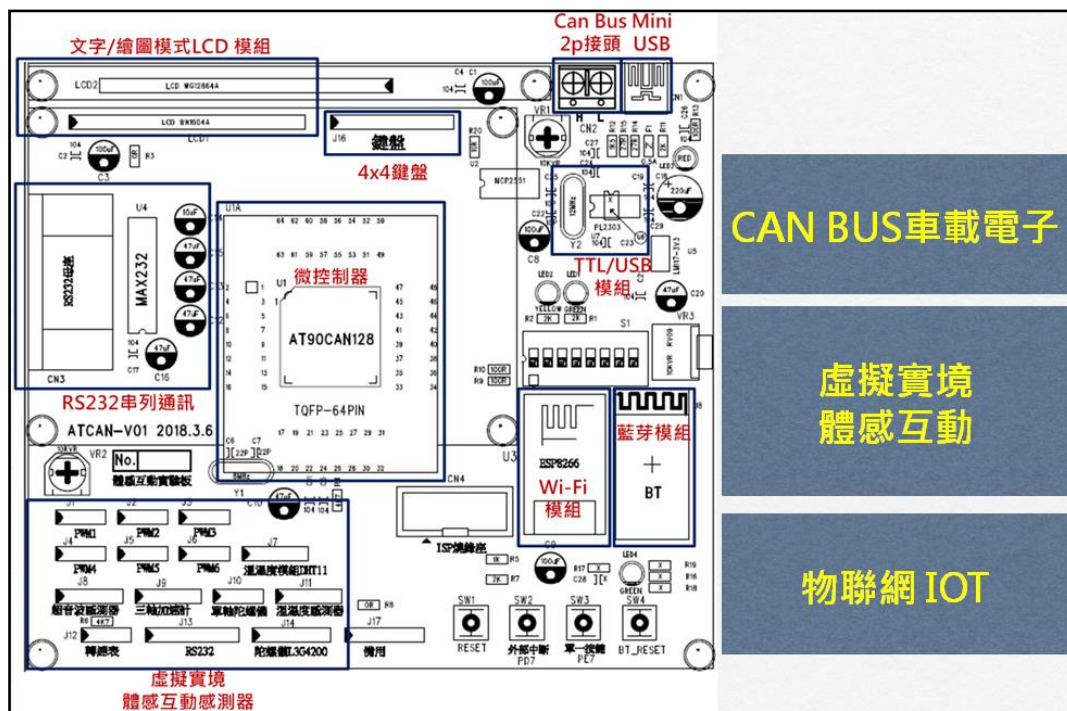
資源共享合作模式，更能造福廣大的莘莘學子。與鄰近高工職資源分享，推動技專院校與高中職策略聯盟。進行教具、教材及設備資源分享，強化技專院校與高工職校的夥伴關係。如圖十七中所示。



圖十七 本計畫特別重視分享的概念化

### (3) 學生學習回饋

■ 為了配合本系課程三大發展主軸，本計畫所研製的教具，經過業師諮詢會議討論結果，本實驗教具分別具有控制器區域網路 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「體感互動多媒體」課程之用，具有 WiFi 無線網路通訊功能可提供「人工智能物聯網」課程之用，參考圖十八中所示。



圖十八 本計畫所研製的教具可提供三個領域實習之用

■ 進修部二技子三甲共計 33 位學生，每一位學生完成實驗板教具製作後，經過電路板功能測試及除錯後，功能正常的實驗板將放置於一個 CM-2 號矯點整理盒中，內附 USBISP 燒錄線、USB 接頭信號線及各種感測元件(如超音波感測器)，製作完成後學生獲得高度的成就感。

■ 進修部二技子三甲 107(上) 嵌入式晶片程式設計、107(下) 雛型設計實作專題均採用本計畫所規劃的實驗板作實習

107(上) 嵌入式晶片程式設計課程內容如下:

(1) AT90CAN128 實驗模板 SMD 焊接及電路板製作

(2) AT90CAN128 實驗模板功能測試

(3) 16x4 文字型 LCD 液晶顯示原理說明、驅動程式模組與功能測試、動畫原理與程式設計

(4) 4x4 鍵盤原理、鍵碼偵測、轉換成鍵值

(5) AT90CAN128 內部功能測試, 包括 A/D 類比至數位轉換功能測試、PWM 產生器功能測試、UART 串列通訊功能測試、USB 電腦通訊功能測試、RS232 電腦通訊功能測試、I2C 通訊介面測試等。

107(下) 雛型設計實作專題課程內容如下:

(1) 電子計算機實現 16 位元加、減、乘、除等數學運算。

(2) 坦克大決戰體感互動遊戲之實現。

Unity 遊戲引擎通訊介面 -- 將三軸加速計、單軸陀螺儀、三軸陀螺儀(L3G4200)、霍爾轉速計、超音波感測器等，可以感測人身體狀態的變化，如轉身、擺頭、傾斜或彎曲等動作，利用 Unity 程式腳本讀取人體動作變化相關訊號，以控制遊戲中的物件。

## 二. 參考文獻(References)

[1] 周文忠、林宗翰, "實體與虛擬教具於教師教學應用上之省思", 資訊科學應用期刊, 第六卷, 第二期, 西元 2010 年 12 月, pp.33-46。

[2] 教育部, 中等學校師資類科師資生教學實務能力檢測, 附錄-中-3: 教具設計檢測。

[3] 許芳菖, "車載CANBus系統之比較研究", 國立虎尾科技大學, 2007。

[4] 振弘科技有限公司, "CAN Bus 介紹", 2009。網址:

[http://www.chenhung.com.tw/product/cevt/download/CB\\_9040101C\\_Canbus\\_Introduce.pdf](http://www.chenhung.com.tw/product/cevt/download/CB_9040101C_Canbus_Introduce.pdf)

[5] 維基百科—控制器區域網路, 網址: <https://zh.wikipedia.org/wiki/控制器區域網路>

[6] 鄭緯筌, "Gartner~至 2020 年, 物聯網裝置用戶數將成長至 260 億", 2014,

<https://www.bnext.com.tw/article/30617/BN-ARTICLE-30617>。

[7] 鍾孟軒、徐宏軒、蕭賀心, "絕對無法逃出我的手掌心-公車動態資訊 APP", 國立豐原高商, 2015.03.26。

[8] Vive | 首頁 - HTC Vive , 網址 <https://www.htcvive.com/tw/>

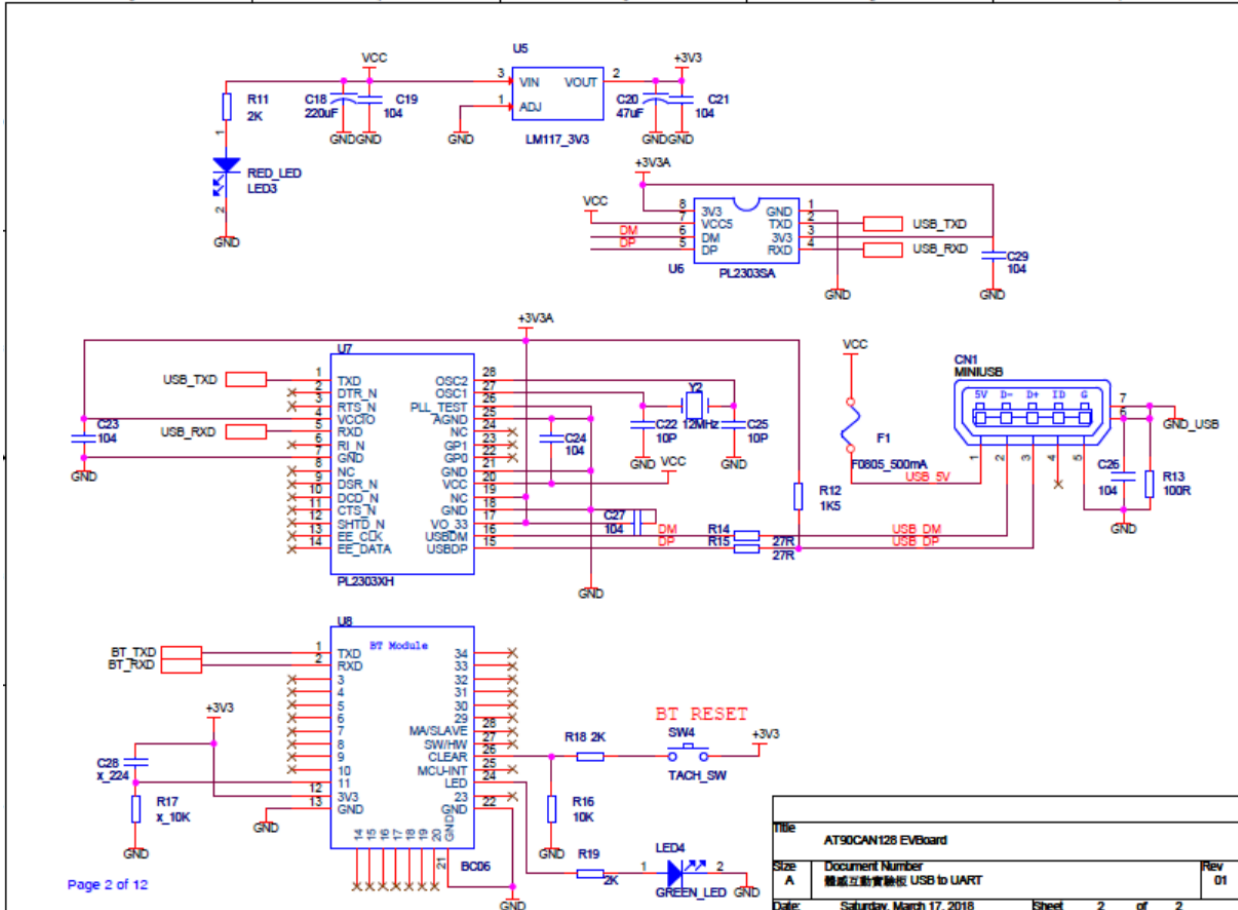
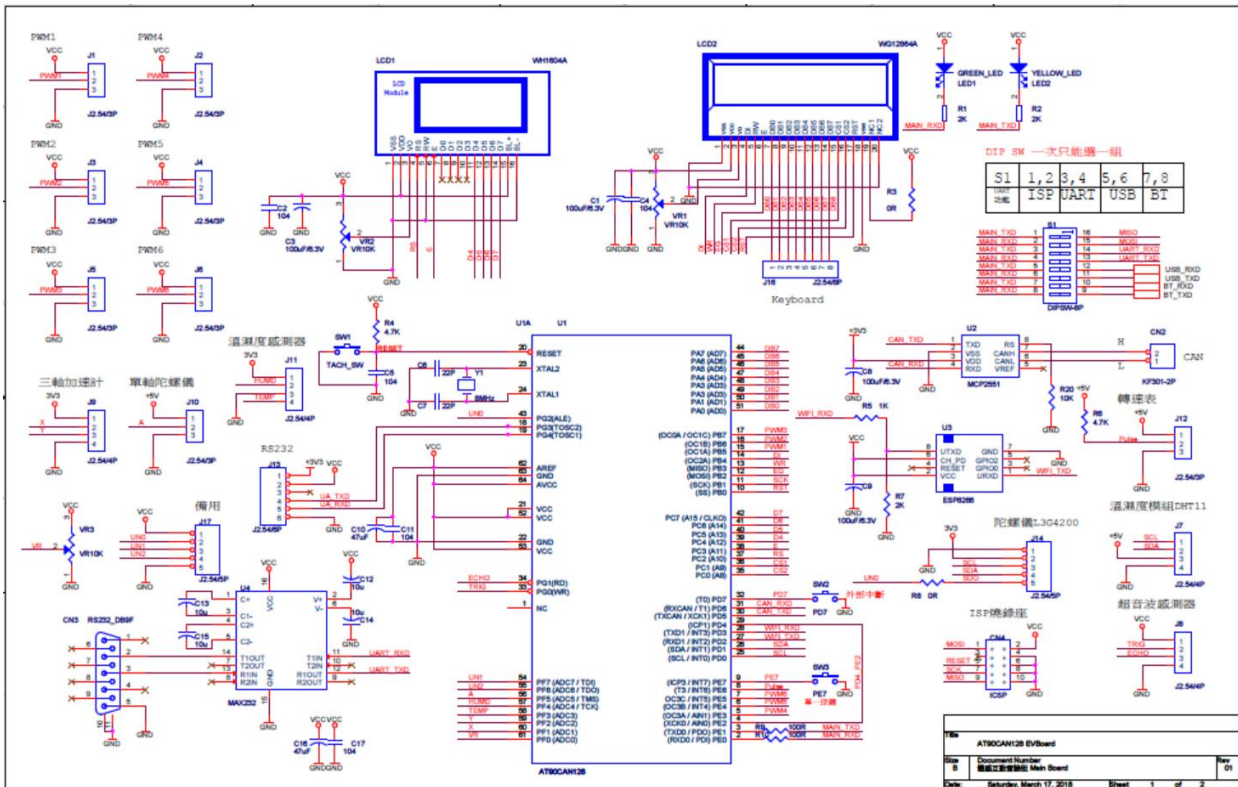
[9] HTC Vive 規格與評價- SOGI 手機王, 網址 [http://www.sogi.com.tw/products/htc\\_vive/11431](http://www.sogi.com.tw/products/htc_vive/11431)

[10] 小狐狸事務所, ESP8266 WiFi 模組 AT command 測試[參考日期 2018 年 5 月]

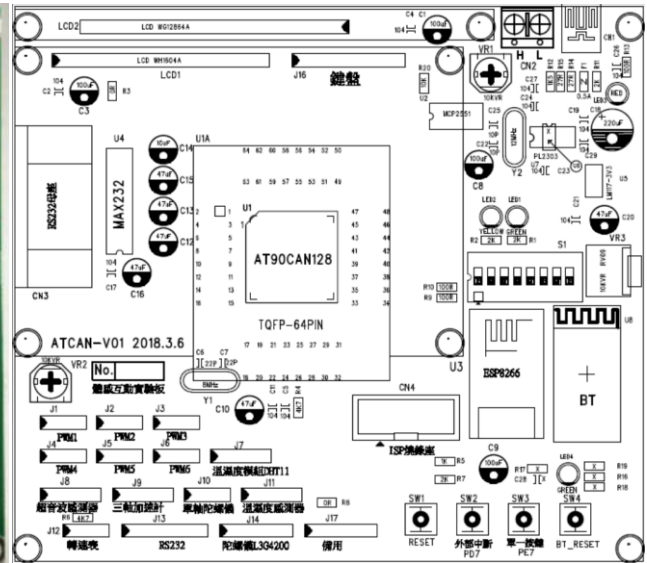
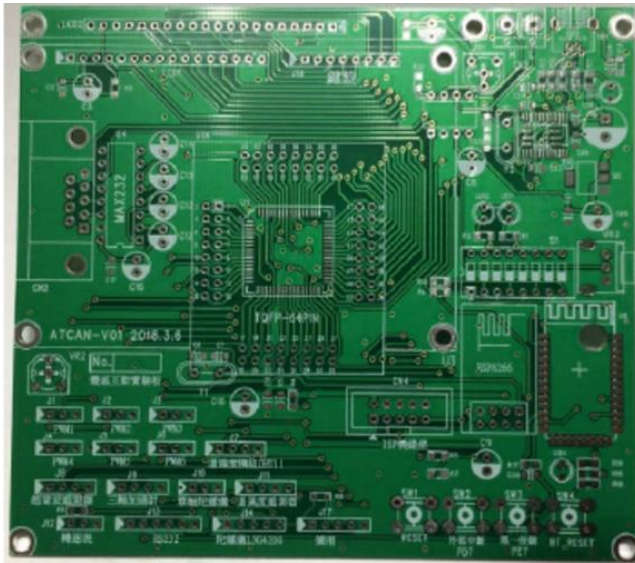
<http://yhhuang1966.blogspot.com/2015/07/esp8266-wifi-at-command.html>。

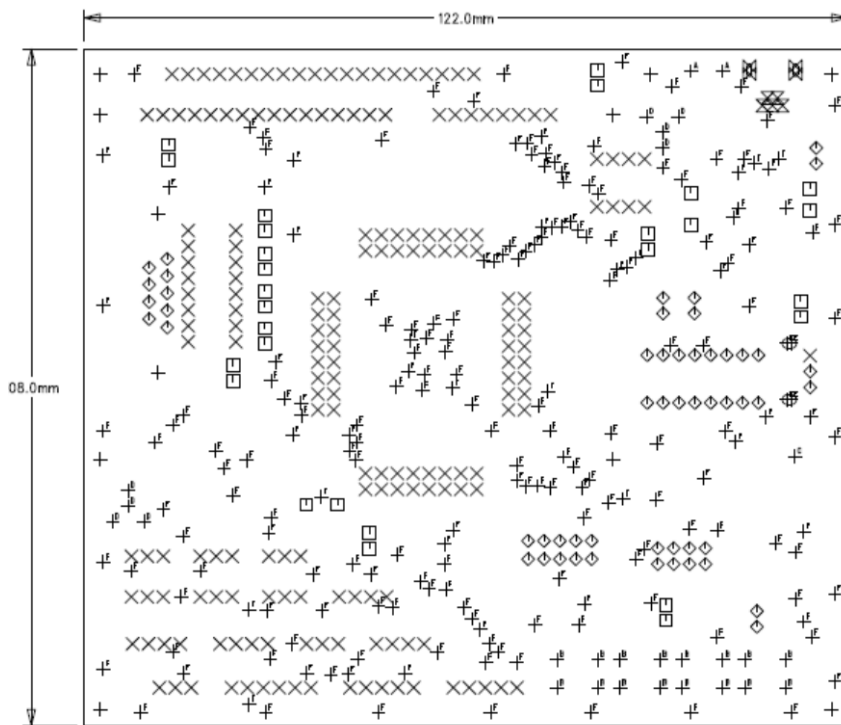
### 三. 附件(Appendix)

#### CAN Bus 車用微控制器\_感測器實驗教具之研製---Protel 電路圖



CAN Bus 車用微控制器\_感測器實驗教具之研製 --- Gerber File





SIZE	QTY	SYM	PLATED	TOL
3.2	11	+	YES	+/-0.0
0.889	189	×	YES	+/-0.0
0.8	28	□	YES	+/-0.0
0.9	53	◇	YES	+/-0.0
0.7	5	⊗	YES	+/-0.0
0.8 x 2	2	⊠	YES	+/-0.0
1.3	2	+ <sup>A</sup>	YES	+/-0.0
1.1	16	+ <sup>B</sup>	YES	+/-0.0
5	1	+ <sup>C</sup>	NO	+/-0.0
1	8	+ <sup>D</sup>	YES	+/-0.0
1.5 x 2.2	2	+ <sup>E</sup>	YES	+/-0.0
0.6	200	+ <sup>F</sup>	YES	+/-0.0

CAN Bus 車用微控制器\_感測器實驗教具之研製 --- Bill of Materials (BOM 表)

Item	Quantity	Reference	Part	Package	合計	已備料	備註
1	100	PCB	FR4 122x108mm T1.6		100	V	樣品1pcs,已焊部份零件
2	1	U5	LM1117_3V3	SOT223	110	V	
3	1	U7	PL2303XH	SSOP28	100	V	
4	1	VR3	VR10K	VR-RV09	110	V	
5	1	CN1	MINIUSB	USB_MINI-DIP	100	V	
6	1	CN2	KF301-2P	KF301-2P	110	V	
7	1	F1	F0805_500mA	F0805	110	V	自復式保險絲
8	2	C22,C25	10P	C0805	220	V	
9	2	C6,C7	22P	C0805	220	V	
10	12	C2,C4,C5,C11,C17,C19,C21, C23,C24,C26,C27,C29	104(0.1uF)	C0805	1320	V	
11	2	R3,R8	0R	R0805	220	V	
12	2	R14,R15	27R	R0805	220	V	
13	3	R9,R10,R13	100R	R0805	330	V	
14	1	R5	1K	R0805	110	V	
15	6	R1,R2,R7,R11,R18,R19	2K	R0805	660	V	R18,R19藍芽預留不上件
16	2	R4,R6	4.7K	R0805	220	V	
17	1	R12	1K5	R0805	110	V	
18	2	R16,R20	10K	R0805	220	V	R16藍芽預留不上件
19	1	R17	x_10K	R0805	110	V	不上件
20	1	C28	x_224	C0805	0		不上件
學校備料							
1	1	CN3	RS232_DB9F	DB9-FEMALE	110		
2	1	CN4	ICSP	BERG1-10	110		帶框防呆
3	4	C1,C3,C8,C9	100uF/6.3V	EC5/2	440		
4	3	C10,C16,C20	47uF	EC5/2	330		



Item	Quantity	Reference	Part	Package	合計	已備料	備註
5	4	C12,C13,C14,C15	10u	EC5/2	440		
6	1	C18	220uF	EC8x3.5	110		
7	8	J1,J2,J3,J4,J5,J6,J10, J12	J2.54/3P	SIP-3P	880		
8	4	J7,J8,J9,J11	J2.54/4P	SIP-4P	440		
9	1	J13	J2.54/6P	SIP-6P	110		
10	2	J14,J17	J2.54/5P	SIP-5P	220		
11	1	J16	J2.54/8P	SIP-8P	110		
12	1	LCD1	WH1604A	SIP-16P	110		
13	1	LCD2	WG12864A	SIP-20P	110		
14	1	LED1,LED4	GREEN_LED	LED3	110		LED4藍芽預留不上件
15	1	LED3	RED_LED	LED3	110		
15	1	LED2	YELLOW_LED	LED3	110		
16	4	SW1,SW2,SW3,SW4	TACH_SW	SW-PUSH	440		SW4藍芽預留不上件
19	1	S1	DIPSW-8P	DIPSW-8P	110		
20	1	U1	AT90CAN128	TQFP64	110		
21	1	U1A	AT90CAN128	TQFP-64P-BG	110		
22	1	U2	MCP2551	DIP8	110		
23	1	U3	ESP8266	ESP8266	110		
24	1	U4	MAX232	DIP16	110		
26	2	VR1,VR2	VR10K	VR5	220		
27	1	Y1	8MHz (49S)	XTAL	110		不要用高的會干涉
28	1	Y2	12MHz (49S)	XTAL	110		
25	1	U8	BC06	BT-BC04	0		藍芽模組預留不上件
29	1	U6	PL2303SA	SO-8	0		USB IC替代預留不上件