

# 人工智慧新革命--超級電腦「華生」

## New Era for Artificial Intelligence—SuperComputer

### 「*Watson*」

\*吳旻純

\*高雄師範大學工業科技教育學系研究生

#### 摘要

科技不斷地演進代表著人類生活亦跟著進步，在我們高度依賴科技的同時，是否曾思索過“科技會取代人類”？因此本文中將介紹擁有超強人類思考邏輯且可以跟人類一起在即時問答益智節目中競賽的超級電腦--「華生」，說明華生如何運用智慧打敗人類競爭者及其未來之發展應用，而華生的勝利也揭橈人工智慧新的里程碑。

**關鍵字：**人工智慧、超級電腦、華生

#### 壹、前言

人工智慧 (artificial intelligence) 是讓電腦具有人類的知識與行為，並且具有模仿學習、推理判斷來解決問題及記憶知識和瞭解人類自然語言的能力。自 1950 年開始即有科學家開始著手從事人工智慧的研究，最先是由英國數學兼邏輯學家「圖靈」(Turing) 迸發關於電腦是否擁有人類智慧並進行相關探討因而被尊稱為人工智慧之父。圖靈為了解決數學運算的問題，發展出一套簡單運算模式並將其應用在一般的電子計算機，也就是現在所稱的圖靈機 (Turing Machine)，而其說明電腦具有學習和思考的能力，因為電腦只需執行新的程式，它就能改變自己的「行為」即是智慧的表現(French,2000; 韓瓊、胡靜，2008)。因而圖靈針對用來判斷電腦是否具備思考能力所提出的「圖靈測試」(Turing test) 即成為了辨別電腦智能高低的標準。「圖靈測試」是圖靈透過模仿遊戲 (imitation game) 所發展出的概念，即當透過電腦與 X 交談，如無法分辨交談者是電腦程式抑或是真正人類使用者時，此電腦程式便通過圖靈測試認定為具備仿人類的思考邏輯能力(Turing,1950)。

人工智慧的演進主要分成如下五個階段(人工智慧原理與意義，無日期)：

- 一、1940~1960 時期：電腦問世，此時期研究重心擺在定理證明與通用問題求解；如：數字理論證明、西洋棋、西洋象棋等研究。
- 二、1960~1970 時期：研究重點在於使電腦具有理解能力。在此時期，人工智慧語言 LISP 開發出來，機器人學受到重視，除了著重於具有推論及搜尋的流程控制能力之外，還需擁有大量的知識能力，因而許多知識表示方法問世。
- 三、1970~1980 時期：利用述語邏輯（Predicate Logic）開發出來的 PROLOG 語言問世，針對特定問題領域所開發出來的專家系統（Expert System）大量出現。
- 四、1980~1990 時期：技術上逐漸有所突破，尤其是機器學習與模糊資訊處理方法的發明，讓電腦逐漸可以擁有『常識』。
- 五、1990~迄今：硬體速度及軟體發展讓人工智慧系統有強大的運算能力做後盾，網際網路的普及，更讓人工智慧系統有豐富的資訊來源與活動的空間。

最讓人類驚嘆的莫過於 1997 年由 IBM 公司所研發的 Deep Blue 電腦系統打敗世界棋王 Garry Kasparov 後，掀起了新一波人工智慧潮，著手鑽研具有更強大的電腦運算能力且具有智慧的超級電腦。因此 IBM 決定投入百億巨資與 25 位科學家歷經四年時間，開發出能聽懂人類語言、回答困難問題的超級電腦，並以 IBM 創辦人之名命名為「華生」(Watson) (王曉玫, 2011)。本文將針對超級電腦「華生」做相關簡介及其在人工智慧上之發展與應用做探討。

## 貳、超級電腦「華生」

華生 (Watson) 是 IBM 繼深藍 (Deep Blue) 後由華生研究中心費魯奇博士 (Dr. David Ferrucci) 最新研發出超強人工智慧電腦，運用 IBM 開發出問答系統 (DeepQA) 為運算結構，而問答系統在電腦科學與人工智慧應用上是一大挑戰，因為要回答不同的問題程式系統需要迅速整合資訊檢索、自然語言處理、知識表徵及推理能力，並同時應對人機介面的互動。因此將華生的設計概念規劃在可以挑戰即時問答模式的益智節目《Jeopardy》並與人類參賽者一較高下 (Ferrucci et al., 2010)。

### 一、華生之架構

在硬體部分，華生是結合強大的平行運算處理器、90 台高速運算伺服器及 2,880 個處理器核心組成，能即時運算 15TB (terabyte) 的數據，且運算速度每秒可執行 80 兆個指令。而華生的記憶體被灌輸了 100 萬本書，相當於 2 億頁的資料內容，內容包羅萬象，舉凡天文地理、醫學，甚至是百科全書跟地圖圖鑑等全是華生的智慧來源。為了要挑戰即時問答的益智節目，華生必須要具備龐大的資料庫且快速的搜尋能力，因此華生在此種硬體設備的支援下，當華生要回答問題時，會先運用 600 萬條邏輯規則來瞭解人類語言的意義脈絡，立即從資料庫中搜索、瀏覽，同時比照兩億頁的文字，交叉分析文章段落、確認語意，在沒有連上網的情況下，三秒內回答問題(Watson, 2011; 王曉玟, 2011; 連以婷, 2011)。

在軟體部分，華生是由 C++ 及 JAVA 語言共同撰寫並結合 Apache Hadoop<sup>1</sup> 架構來進行分散式運算，利用 100 多種不同的方法來分析自然語言、定義來源、產生假設並透過攫取正確訊息來確認假設，進而合併排序答案，推定可能答案範圍 (Watson, 2011)。

## 二、問答系統 DeepQA

IBM 所研發出的 DeepQA 問答系統是要克服電腦科學及人工智慧在自然語言上的運用，且同時結合強大資料檢索及推理的能力，可以應付開放式即時問答系統並與人類參賽者匹敵。在 DeepQA 系統中主要包含幾項重要的元素(Ferrucci, et al., 2010)：

### (一) 資料內容攫取 (content acquisition)

此階段是在蒐集及定義資料以供答案資料庫 (answer sources) 及證據支援資料庫 (evidence sources) 之用。首先從題庫中去分析例題並產生對不同種類题目的描述及應用範疇的特徵，透過此步驟可免除單筆資料的比對，只需搜尋相關關鍵資訊即可以迅速的找到答案。

### (二) 問題分析 (question analysis)

問題分析是整個 DeepQA 系統中是相關重要的一個階段，當系統接受到訊號後，必須快速的理解题目的內容是什麼後，並分析決定系統接下來所要處理的程序。在此階段是將許多的專家系統結合來做進一步分析，如類型劃分、深淺層語法分析、邏輯分析、語意及主賓語一致等拆解 (decomposition) 题目的步驟。

---

<sup>1</sup> Apache Hadoop 是一種用來開發穩定及大量運算的開放碼軟體，常見於雲端運算。

### (三) 產生假設 (hypothesis generation)

經過問題分析之後，系統整理並搜尋相關資料從搜尋結果中挑選出可能的候選答案 (candidate answer)，而每個候選答案在系統裡都會產生相對的假設問題，而系統必須要能證明假設為真的能力。而此階段控制著系統決定回答或不回答的關鍵點，若在搜尋結果中判斷不出候選答案時 (如信心水準不夠)，即選擇放棄回答，其為針對益智節目《Jeopardy》答錯倒扣分數型態所做的回應。

### (四) 初步篩選 (soft filtering)

在產生假設階段會產生約數百筆的候選答案，而系統要在答案與準確度中做衡量演算，透過演算將大筆候選答案篩減成更精確的目標答案。而此種篩選機制標準是機器經由大量資料不斷反覆練習，所獲得的資料探勘的結果。

### (五) 假設與證據評估 (hypothesis and evidence scoring)

通過初步篩選階段後，需要更精準的評估程序來定義答案範圍。系統透過證據檢索的方式攫取更多的支持來源，再經由更細節的篩選機制不斷地比對分析，來縮小候選答案的數量。

### (六) 最後彙整與排序 (final merging and ranking)

DeepQA 系統進行到此階段正式進入答案產生的程序，再一次的分析問題與內容以便確認答案及支持此答案的信心水準和準確度。亦即此階段的目的是去評估在不同階段篩選之後的假設其可確認出最終答案假設的可能性及正確性。

### (七) 答案彙整 (answer merging)

一個問題可能會產生很多元的候選答案，若候選答案之間具有關聯性的話，系統在答案排序上會出現混淆的現象，例如國父是誰？候選答案可能會產生孫中山、孫逸仙或孫文。因此在 DeepQA 系統中會先將透過觀察去區辨形式上的關聯性，然後再整合答案及正確性評估，如得到可能候選答案為孫中山、孫逸仙或孫文時，系統會將三個答案合併為同一個答案，再將之間的關聯性結合佐以更多檢索資料的支持得出最終答案。

### (八) 答案排序與準確信心評估 (ranking and confidence estimation)

經過一連串的分析、比對及歸納等程序，系統會產生最終正確答案。DeepQA 系統是透過一連串的訓練及篩選機制模式的機器學習方法，此種階層式的訓練模式可透過反覆的訓練、修正來加強系統思考邏輯的彈性。

下圖 1 中清楚呈現了整個華生運作的 DeepQA 系統架構，從華生接受到問題

後進行分析歸類，產生大量候選答案假設後，再透過初步篩選機制去排除錯誤假設，檢索更多支持資訊去聚焦答案範圍，最後將答案整合並確認其正確性，而得出最終正確答案。如華生接受到問題為「第二十一屆金曲獎最佳國語女歌手且具有台灣國籍並與籃球明星交往是誰？」華生會先分析這是屬於”影視娛樂類”，然後再確認問題中「是誰=第二十一屆金曲獎最佳國語女歌手」為答案，開始產生候選答案假設，如是蔡健雅嗎？是張惠妹嗎？是陳綺貞嗎？是莫文蔚？是黃小琥？是張懸嗎？再進行初步篩選，「具有台灣國籍」即排除蔡健雅及莫文蔚兩者，剩下張惠妹、陳綺貞、黃小琥及張懸四位，再來進行「第二十一屆金曲獎最佳國語女歌手」、「具有台灣國籍」及「籃球明星交往」之間的交集檢索，即可將答案整合得出正確解答為「是張惠妹嗎？」

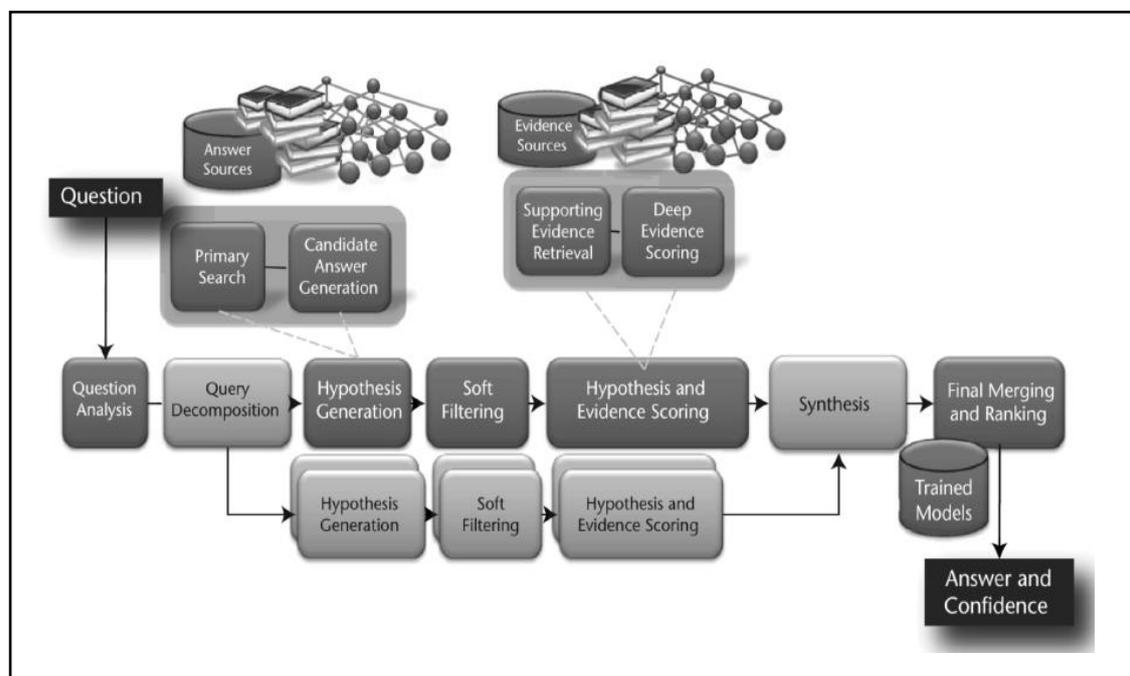


圖 1 DeepQA 高階架構圖

資料來源： Ferrucci, D., Brown, E., Chu-Carroll, J., Fan, J., Gondek, D., Kalyanpur, A. A., et al. (2010). Building Watson: An Overview of the DeepQA Project ( p69 ) . *AI Magazine*, 31(3), 59-79.

### 參、益智節目《Jeopardy》挑戰

益智節目《Jeopardy》是美國家喻戶曉的電視節目自 1984 年播放至今，其節目型態是參賽者經過 50 題問答的資格賽，之後三位挑戰者進行三回合的比賽，前兩回合由挑戰者從典型問答板上（如圖 2）先選擇類別（category），然後

每格獎金都隱含著一個提示 (clue)，當主持人唸完提示後答案板會亮起搶答燈，此時挑戰者可由手持按鈕搶答，但挑戰者若在搶答燈亮起前按鈕搶答的話，則下次按鈕則會延遲半秒，而答對可得標記獎金；答錯則會倒扣獎金，第二回合的獎金會加倍，至於第三輪則是考驗挑戰者的智慧與運氣，此回合會先顯示類別並要求寫下賭注的金額，挑戰者可以選擇少於本身獎金賭注抑或全押，賭注確定後會透露提示，挑戰者必須在 30 秒完成答案，答對者可獲得雙倍獎金，而最後獲得最多獎金者即為獲勝者(Ferrucci, et al., 2010)。



LETTERS A - E	US COINS	ARABIC NUMERALS 1 - 5	WALKING, GUM CHEWING	INHALE + EXHALE	REASONS TO LIVE
\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200
\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
\$600	\$600	\$600	\$600	\$600	\$600
\$800	\$800	\$800	\$800	\$800	\$800
\$1000	\$1000	\$1000	\$1000	\$1000	\$1000

圖 2 益智節目《Jeopardy》問答題目板

要戰勝《Jeopardy》的關鍵即是挑戰者信心 (confidence)、答題準確度 (precision) 及搶答速度 (answering speed)，而平均每題回答時間為三秒且還必須正確才有可能打敗其他挑戰者。對於電腦系統而言，首先必須要先瞭解複雜的自然語言模式問題，自然語言一直是人工智慧上最需要克服的挑戰，華生必須要聽得懂並理解主持人唸出的提示，在短時間 (約三秒或更短) 內計算出答案，且平均答題率要超過百分之七十，正確率要達百分之八十才有可能與人類競爭者抗衡。

華生在挑戰過程中，代表華生的是一個智慧地球的影像（圖 3），當華生對回答充滿信心的時候，地球周圍似人類神經的軌道就會充滿綠色；對於答案不確定時會產生橘色的線條，華生的表現都著實顯示人工智慧的進步，令不少人驚嘆，且華生在挑戰的過程中面對許多雙關語或謎語都過關，甚至還會開玩笑，顯示電腦懂得人類的自然語言並與人類對話，思考能力的進步開拓未來人工智慧的發展(王曉玟，2011)。



圖 3 益智節目《Jeopardy》比賽現場，代表華生（中）為智慧星球影像，與華生比賽的是節目中最強冠軍 Ken Jennings（左）及 Brad Rutter（右）。

華生最後打敗兩位超強人類冠軍贏得美金 100 萬的獎金意味著人工智慧的勝利，然其實華生在參加《Jeopardy》之前就與節目製作單位達成協定，即在比賽過程中所出現的題目形態排除視聽型（audiovisual question）及解說型（special instruction）的題目，視聽型即題目是一張圖片加上主持人口述提示來回答的模式；解說型則是題目是需要主持人解說內容的模式(Ferrucci, et al., 2010)。雖說華生是第一台聽得懂人類語言的電腦，但在比賽過程中需要主持人字正腔圓的口述，否則還是會出現“會錯意”的現象。另華生在節目中出過相當離譜的錯誤，當主持人問道「有哪個美國城市的第一大機場是以二戰英雄為名，第二大機場則是以一場戰役為名」時，華生竟回答加拿大的「多倫多」，令現場相當錯愕。不

過既然是人工的智慧就多少會有失誤的情況，但華生的表現已經想當優異，還獲得網路威比獎（Webby Awards）評選為年度風雲「人物」，代表電腦科學在人工智慧上的進步贏得肯定。

#### 肆、華生之未來展望與應用

華生除了在伺服器運算能力上的突破，在資料探勘、商業分析及自然語言處理三項演算法上也有顯著進步，因華生懂得人類的自然語言，未來可將其應用在醫療、交通及金融等領域，在醫療上，華生經過大量機器學習訓練後，可協助醫生提供診斷建議，而實際上在華生參加完益智節目後已與美國哥倫比亞大學

（Columbia University）醫療中心及馬里蘭大學（University of Maryland）醫學院簽訂合作協定，將把華生運用在實際醫療現場進行測試，即先讓華生檢閱大量醫學文獻及病例，爾後在醫生看診時給予相關建議(王曉玟，2011；蕭丁瑞，2011)。在商業金融應用方面，企業可以將華生運用在客戶服務業務，如銀行或保險公司可以將不同推行方案灌輸到華生的大腦，華生可以針對不同客戶需求耐心地說明業務內容。而其他領域部分，像是報案系統、交通工具訂位，天氣查詢、市民服務中心、圖書館導覽等，以華生的智慧都是可以應用的範圍。就此觀之，人類創造有思考能力的電腦無非是為了要讓生活更加便利、充滿智慧，而不是完全取代人類，因為科技始終來自於人性，有些事情是電腦科技始終無法達成的。

## 參考文獻

人工智慧原理與意義（無日期）。2011年6月16日，取自

[http://content.edu.tw/senior/computer/ks\\_ks/et/ai/chap1/index.htm](http://content.edu.tw/senior/computer/ks_ks/et/ai/chap1/index.htm)

王曉玟（2011）。電腦決戰搶答節目。《藍色觀點》，38，頁20-24。

連以婷（2011）。超級電腦聰明過人？。《科學月刊》，498，頁428-432。

蕭丁瑞（2011）。IBM 華生聰明問答醫生未來好幫手。《科學月刊》，498，頁438-443。

韓瓊、胡靜（2008）。人工智慧之父－圖靈。《歷史月刊》，247，頁65-68。

Ferrucci, D., Brown, E., Chu-Carroll, J., Fan, J., Gondek, D., Kalyanpur, A. A., et al.

(2010). Building Watson: An Overview of the DeepQA Project. *AI Magazine*, 31(3), 59-79.

French, R. M. (2000). The Turing Test: the first 50 years. [doi:

10.1016/S1364-6613(00)01453-4]. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(3), 115-122.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, 433-460.

Watson (computer). (2011, June 9). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved June 16, 2011, from

[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Watson\\_\(computer\)&oldid=4334709](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Watson_(computer)&oldid=4334709)

[90](#)

# 淺談油電混合動力車之應用與發展

\*陳文慶、\*\* 莊易燁

\*高雄師範大學工業科技教育系博士生、\*\*國立旗山農工汽車科教師

## 壹、前言

早在 1995 年前科學家舉出許多科學證據，並在跨政府氣候變遷委員會 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)中指出人類的相關科學活動會影響全球氣候(Alley *et al.*, 2007)。然而，隨著時代的進步，汽車科技發展，日新月異；但是面對能源日漸短缺、環境日益惡化，各先進國家都積極的在尋找替代能源。自從京都議定書於 2005 年 2 月 16 號正式生效後，此項國際貿易制裁壓力的世界公約，將對台灣形成一定的壓力。尋找乾靜的能源以減少油耗及空氣污染是必然的趨勢；燃料電池汽車的研發，以目前的製造成本又太昂貴，要商業化販售，可能還需要一段時間(陳長振、陳文慶，2005)；在此過渡時期，油電混合動力車便因應而生。至目前為止，油電混合動力車發展及商業化以豐田汽車 (Toyota Motor) 為首要代表；根據 World The Mainichi Daily News 報導：未來豐田汽車將全部採用油電混合動力車，目前為止，Prius 混合動力車全球累計銷售量已達 200 萬台(Jess Banaga, 2009)。此外 FORD Escape Hybrid 亦已引進台灣，德國高級房車製造商賓士也已於 2008 年推出油電混合動力車，並以率先裝置在 S 系列房車。德國的油電混合動力技術明顯落後於日本，德國汽車業因而下定決心急起直追，除研發油電混合動力車技術外，甚至電動車也在計畫內。

## 貳、油電混合動力車概述

### 一、油電混合車之特色

將兩種或兩種以上不同特性的動力源結合在一起使用所構成的系統叫做混

合動力系統 (Hybrid system)。採用混合動力系統做為動力的車子稱為混合動力車 (林振江、施保重, 2008)。通常在車子上使用的混合動力系統指的是結合使用燃油的內燃機, 如汽油、柴油、CNG...等引擎, 和使用電瓶電力的電動馬達(DC、AC)兩種動力源的系統。

表一、混合動力車特色分析表

混合動力車的優點	混合動力車的缺點
1.混合動力沒有續航力不足問題。	1.混合動力系統構成複雜, 維修困難。
2.有效節省燃料消耗, 減低空氣污染。	2.價格較汽油車昂貴。
3.無充電耗時及充電設備不足的問題。	3.相較於電動車, 仍有廢氣排放的問題。
4.減速時可回收的能源提高續航力。	
5.有暫停引擎怠速運轉的功能。	

## 二、油電混合車的基本運作原理

(一)車輛起步與中低速駕駛時：在車輛起步、中低速駕駛(如市區內連續的煞車、減速、停車再起步, 低速前進), 皆可利用 hybrid 電池的電力, 而非全部使用燃油, 如此能大幅減少所耗用的燃料, 同時也減少廢氣的排放。

(二)減速時：減速時可帶動減速齒輪提供額外的引擎煞車能力, 同時能夠帶動發電馬達來進行 hybrid 電池充電的動作, 如此可減少煞車的損耗, 也可以在車輛移動時的動能能源保留下來。

(三)上坡或全速行駛時：上坡與全速行駛的過程中, 可透過油電混合車電池與電動馬達提供的動力, 能為上坡與全速行駛提供額外的省油效能。

## 三、油電混合車之基本架構

(一)油電混合車電池(hybrid 電池)：油電混合車使用的是大功率輸出鎳氫化物(Ni-Mh)電池, 除了具輕量化及小體積的設計和長效使用, 可長時間使用而不需替換, 充電18分鐘可恢復40%~80%的容量, 循環壽命可達6000次或7年, 油電混合車在行駛中會一直監測電池並維持在穩定的儲電量, 以避免電池放充電, 可維持及增長電池的使用壽命, 但其成本較高。

(二)引擎：高壓縮比、爆發力大的燃燒室設計, 及可變進氣門(VVT-i)的應

用，根據行車條件調整進氣閥間隙時間，提高燃燒效率，改善引擎的動力輸出。

(三)電動馬達(Electric Motor)：油電混合車裝置了輕量化的同步AC電動馬達，能在不同的轉速範圍下有效率產生高扭力，使得車輛有更平順的起步及更強大加速力，同時也要求有高轉速(8000~12000 rpm/min)、高效率、質量輕、體積小、低損耗、可靠性佳。

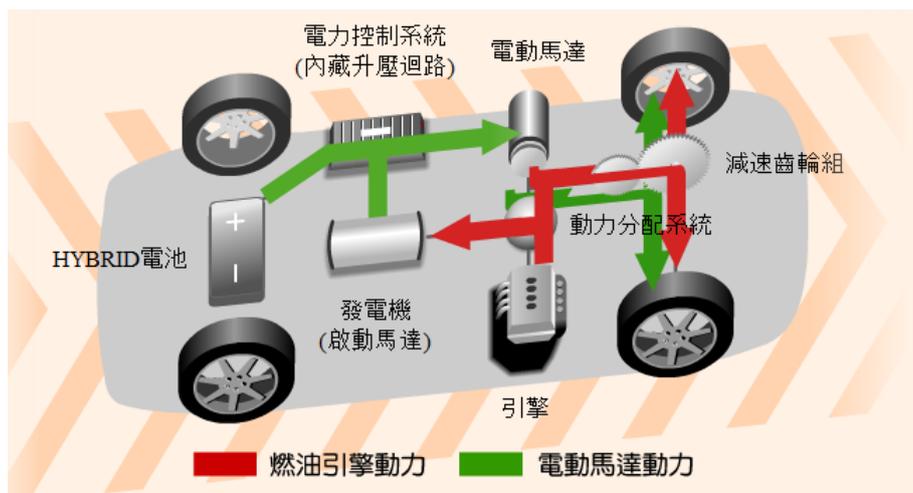
(四)電力控制系統：油電混合車配備了一具電力控制模組 (power control unit) 的功率控制設備，包含逆變器 (inverter)、電壓增壓電路 (voltage-boosting converter)和電源模組(AC-DC 轉換器)。逆變器(inverter)可把電池的直流電(DC)轉換成交流電(AC)供電動馬達及發電機使用；相反地，它亦同時把電動馬達和發電機協同產生的交流電，轉換成直流電供hybrid 電池充電之用。電壓增壓電路把電源電壓提高，以滿足發動電動馬達和發電機的需要。電源模組可把電池供應的高壓電降低至12V，以供車輛輔助系統和其他備使用。

#### 四、油電混合汽車的運轉動作模式

(一)發動及停止模式：油電混合車具有引擎自動啟閉裝置，當徐徐啟動車輛時，汽油引擎會先熄火以節省油耗，此時車子會先維持純電力模式啟動，但是當您再加速時不需要再次重新啟動引擎。

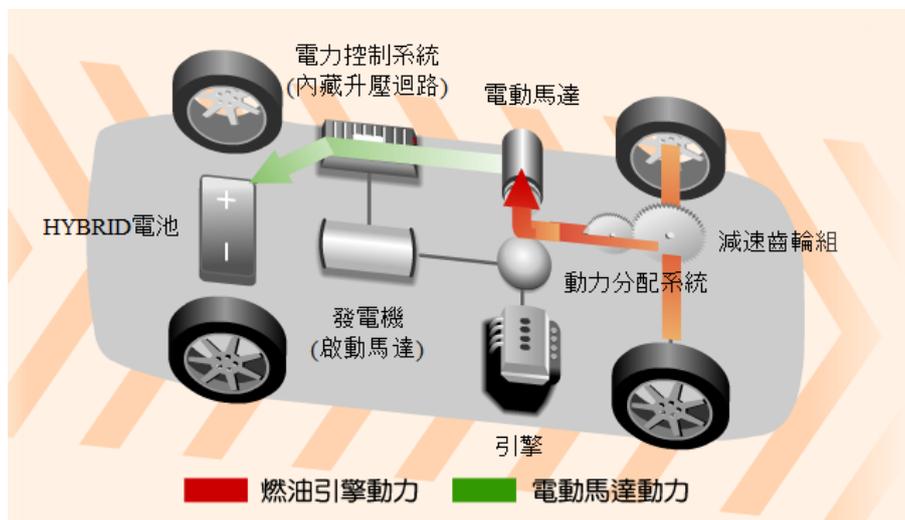
(二)駕駛模式：油電混合車可以單獨使用純電力行駛，並可在只有純電力的模式下達到時速四十公里，當需要再加速時，汽油引擎動力會被加入以提供其加速性能，能完美且平順地在電力與汽油動力間進行切換。

(三)馬達輔助模式：欲高速超車時，電力馬達加入輔助，油電混合車的加速性能不會因油耗與低污染而有所折損，所以超車需要額外動力時，電力馬達的動力會自動加入，爾後再回復至汽油引擎模式驅動，如圖一所示。



圖一、馬達輔助模式(<http://car.ssvs.tn.edu.tw/course3.html>)

(四)能量回收模式：煞車時車輛自動回收能量，油電混合車採用能源回收理念，當減速時，電力馬達能自動回收通常會被浪費掉的能量；當煞車系統啟動時，電力馬達會自動將車輛動能轉化為電能，這股能量會從電力馬達儲存到電瓶中，以供需要時使用，如圖二所示。



圖二、能量回收模式(<http://car.ssvs.tn.edu.tw/course3.html>)

## 五、油電混合車種類

混合動力車 (hybrid electric vehicle ,HEV) 指的是利用兩種不同的動力來驅動車輛，通常其中一種動力為電動馬達，另一種則視各車廠而有所不

同，大致上為汽油引擎、柴油引擎、燃氣渦輪機、燃料電池、乙醇引擎與氫引擎等。目前已經實用化的HEV系統包括：串聯式( series hybrid )、並聯式( parallel hybrid )、THS ( Toyota hybrid system ) 豐田所研發的混合動力系統等。

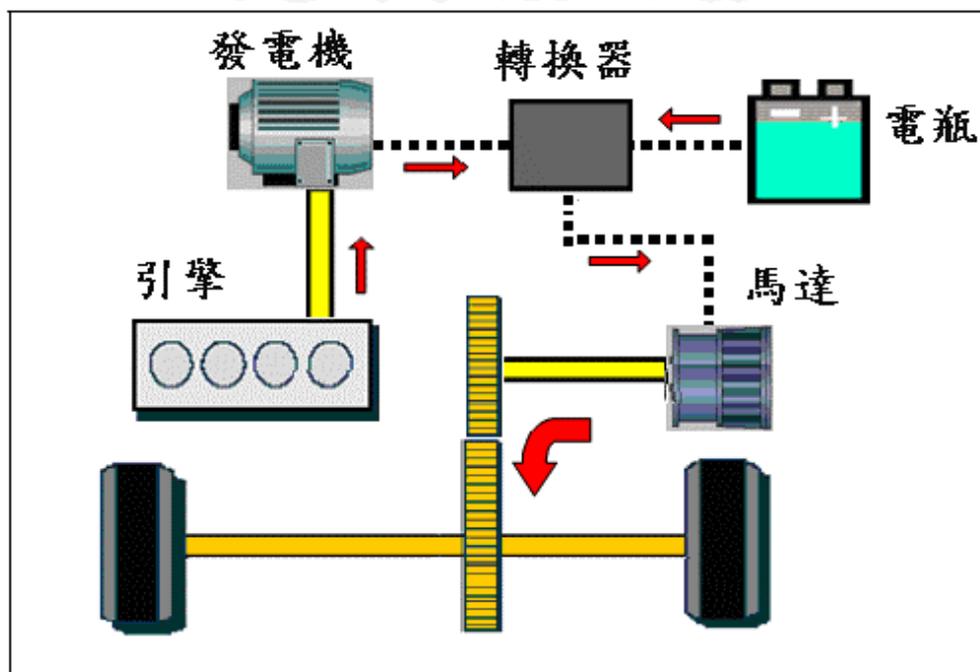
#### (一)串聯式混合動力系統(series hybrid electric vehicle ,SHEV)

引擎直接帶動發電機以進行高效能發電，其電能通過轉換器直接輸送到電動機(馬達)，再由馬達單獨驅動車輛，引擎在相對穩定的狀態下工作。其優點為結構簡單、控制較容易，缺點為馬達的負載較大，體積、重量也相對增加，較適合大型車輛使用，如圖三所示。

作用原理是電瓶主要實際上是平衡引擎輸出功率和電動機輸入功率。當發電機的發電功率大於電動機所需的功率時(例如：減速滑行、低速行駛、短時停車時)，轉換器或逆變器 (inverter)控制發電機向電瓶充電；當發電機發出的功率低於電動機所需的功率時(例如：起步、加速、高速行駛、爬坡、重負載時)，電瓶則向電動機提供額外的電能，換言之，內燃機並沒有直接推動車輪，只是當作裝在車上的發動機，用來提供動力發電，這種配置稱為串聯式混合動力系統，很類似電動車，只是隨車多帶了一個汽油發電機，因此不必插電。

此車輛的優點是引擎不受汽車行駛的影響，可使汽車的油耗和污染可降低，甚至於市區只利用電瓶進行功率的傳輸，達到零污染的排放；但其缺點是完全依靠電瓶，對電瓶的要求較高，相對電池的體積、重量、成本相對較高。

## 串聯式混合動力系統

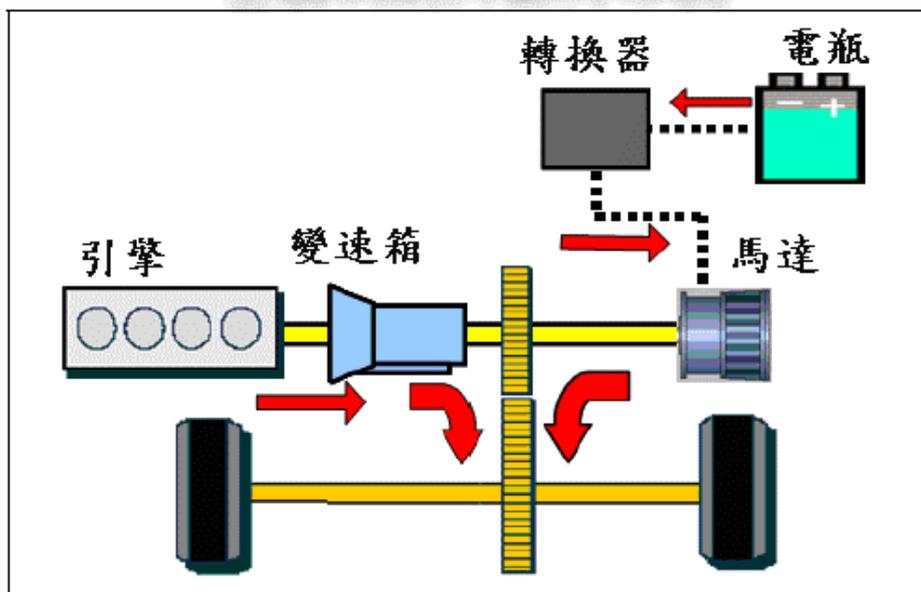


圖三 串聯式混合動力系統

### (二)並聯式混合動力系統(parallel series hybrid electric vehicle ,PSHEV)

並聯式混合動力系統，是由內燃機直接提供動力，推動車輪。電動機通常只作為車輛起動時的輔助系統，或是在需要大推力的時候出力；和在剎車時提供發電機對電池充電，將動能轉成為電能儲起來，如圖四所示。並聯式混合動力系統是將引擎的驅動力做分配，可直接驅動車輛及經過發電以電能形式驅動馬達再驅動車輛，依據不同的行車狀況，做最佳組合來使車輛行駛。此式內燃機通過傳動機構直接驅動汽車，其燃油能量利用相對較高，但其傳動機構變速裝置較為複雜，電瓶僅是串聯是的 1/3，缺點是排放污染較大。

## 並聯式混合動力系統



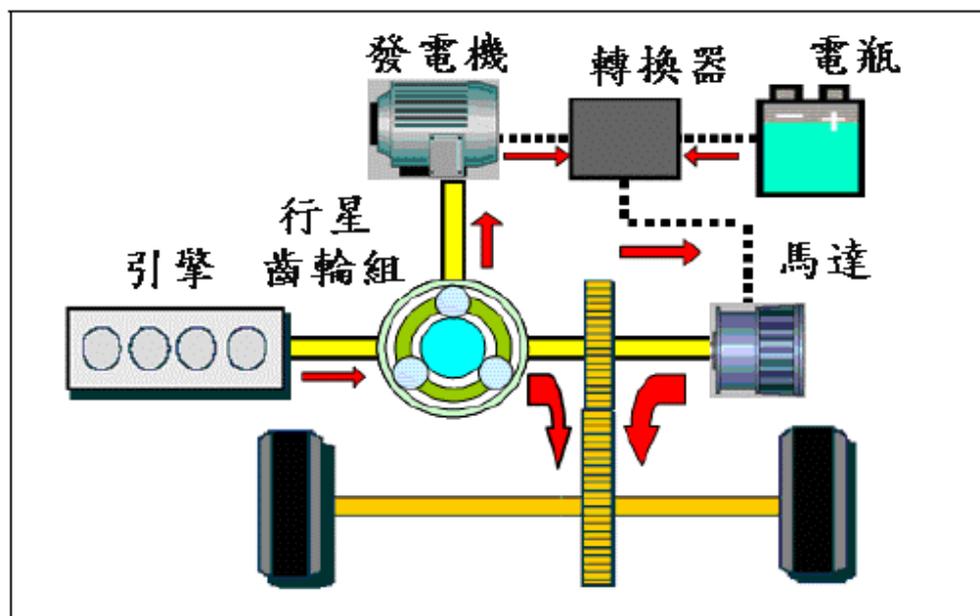
圖四 並聯式混合動力系統

### (三)串、並聯混合動力系統(parallel hybrid electric vehicle ,PHEV)

串、並聯混合動力系統屬於全面混合動力(full hybrid)或稱強混合動力(strong hybrid)，可以只使用內燃機、或電池及電動機推動；亦可二者同時使用。1997年12月豐田所生產的Prius，稱為THS（Toyota hybrid system）豐田混合動力系統，採用電腦控制及使用差速器，可以只用電動機、內燃機，或二者結合推動車輪。電腦依車輛需要時，可以關閉內燃機或電動機動力源，以減少汽油消耗而同時提供大推力，這使得汽車運行可以是電動馬達獨立提供動力(串聯式混合動力系統)，也可以是汽油發動機獨立提供動力，或者兩者同時提供動力(並聯式混合動力系統)，這種分離動力設備使車輛可採用串、並聯混合動力系統運轉，如圖五所示。

全面混合動力系統的控制原則是，在汽車低速行駛時，驅動主要以串聯式動力系統工作；當汽車高速穩行駛時，則以並聯式動力系統工作方式為主。可充分發揮兩者的優點，更容易實現排放和油耗的控制目標，也同時能夠有效彌補串聯式和並聯式的缺點（陳文慶等，2008）。

## 豐田所研發的混合動力系統



圖五 豐田混合動力系統

### 參、未來汽車發展趨勢

雖然現在已有幾款使用潔淨能源的未來車，看似能夠取代汽油引擎和柴油引擎的地位。但是深入探討相關的加油站設施、維修保養、售後服務配套、車輛的生產成本、巡航距離及使用方便性等問題，相較於傳統的汽油引擎，競爭力差了太多，無法引起消費者的興趣。其中只有混合動力車具有若干優勢，可能成為下一波的主流運輸工具。雖然混合動力車的造價比傳統的汽油昂貴，但是所省下來的燃油可大幅降低行車成本。使用上的方便性與傳統汽車相當，整合了現有汽、柴油引擎的成熟科技，再配上日新月異的電腦控制技術，是各大廠主要的發展方向。混合動力車在本世紀的已幾十年內會與傳統汽車引擎共存，並且快速的發展，應該成為主流的車種之一，取代了傳統汽車引擎，並將結合燃料電池車的發展，達到環保汽車之終極目標。

**參考文獻**

Alley, Richard et al.( 2007). **The physical science basis: Summary for policymakers.** Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC Secretariat.

Jess Banaga.(2009). **Toyota Prius 2010 Toyota Prius 3rd Generation** July 07th, 2009from<http://www.buffetofwisdom.com/2009/07/toyota-prius-2010-toyota-prius-3rd-generation/>

林振江、施保重（2008）。**混合動力車的理論與實際**。台北：全華圖書。

陳長振、陳文慶（2005）。燃料電池在汽車上的運用。**生活科技教育月刊** 36(6)，頁 73。

陳文慶、高敏聰、吳心穎（2009）。**動力機械概論 II**。台南：復文書局。

陳文慶、高敏聰、李文祥（2009）。**動力機械概論 I**。台南：復文書局。

# 電子書包導入雲端技術之未來教學趨勢

\*謝進益 \*\*溫嘉榮

\*樹德科技大學資訊管理系碩士班研究生

\*\*樹德科技大學資訊管理系教授

## 壹、前言

在全球化的激烈競爭下，各國欲維持國家經濟與國家競爭力的成長，教育科技的發展具有極大影響力，教育科技計畫帶動各項科技化教育產品的市場規模與成長性。數位學習與電子書包的發展是現今各國當前教育推動單位特別重視的議題，未來教育的新趨勢。

所謂數位學習，即學習者和教學者透過網路學習的特性，突破時間與空間的限制，在方便的環境下進行學習，學習者可依自己學習環境，規劃適合自己的學習進度與順序（賴彥儒，2004）。「電子書包」是一種可以隨身攜帶，具電腦運算、儲存和傳送數位資料、無線通訊、提供互動教學、互動評量等功能，並支援使用者在不同場地，進行有效學習方式的工具（陳德懷，2002）。電子書包依學習的主題，可分為WebPad、平板電腦或筆記型電腦等，「電子書包」作為可攜式電腦，透過域網和互聯網的方便和快速連接，讓學生在任何時間和任何地點進行學習。未來教室「一對一數位互動學習」就是每位學生擁有一台輕便的電子書包，可以隨身攜帶，在家裡、學校，或者戶外使用。「互動」是學習的關鍵，學生在學習過程中透過電子書包能促進與同儕、教師有更多的互動。

雲端技術是近來推展教育的新科技，結合雲端技術的應用，政府將推動「教育雲」，讓教學零距離。所謂「教育雲」是指透過雲端儲存技術經網路連接到教室內所有電腦的一套系統，將書包、教材、測驗等教學資訊放在雲端，再藉由雲端桌面服務的方式讓老師和學共享資料，建構資訊共享的教育平台，希望能藉

由教育雲讓學生學習能夠不受時空限制，並提升學生的自主學習能力（電子商務時報，2011）。

未來在資訊教育及數位學習的推廣上，將可大幅降低硬體和軟體成本。所謂「雲端」其實就是泛指「網路」，名稱來自工程師在繪製示意圖時，常以一朵雲來代表「網路」。因此，「雲端運算」是一種基於網際網路的運算方式，透過這種方式，電腦和其他裝置可以按需獲得共享的軟硬體資源和資訊服務（黃重憲，2009）。

結合雲端技術網路服務平台方式，電子書包可透過網絡系統，教師可運用網路現有資源、數位教材，做為老師創新教學以及互動教學的平台；學生可按課堂或學習上的需要，使用電子書包瀏覽檢索、或使用網際網路上的學習資源，方便學生自學以及補救教學。

在本文以使用效能的角度來探討電子書包導入雲端技術的效益，及從將推展的教育雲端進而發展出一個適合行動學習的教學模式，希望本文對想要將雲端技術導入電子書包的專家學者具有參考價值。

## 貳、電子書包的應用與發展階段

數位學習時代的來臨，教育科技已成為促進今日教育革新的重要工具，但是如何將數位科技整合並融入教學且適當的呈現教學內容，且有效的利用數位學習科技，將教學內容的資訊轉換為有意義的知識及能力。在2000年，台灣開始進行一項大型學習科技研究計畫，其中包括線上學習社群：「亞卓市」，及研究未來教室，在未來教室的學校教育，「電子書包」終將取代現在的紙本教科書（陳德懷，2011）。

### 一、電子書包的教學應用

隨著網路通訊科技與生活的應用越來越息息相關，資訊科技結合電腦與網路

通訊的應用，逐漸成為新世代個人使用的資訊裝置，使得學習專用的電子書包概念得以實現。現代資訊科技進步，人類閱讀的方式已經從紙本演進到數位化閱讀方式，電子化閱讀模式已成為未來的發展趨勢（藍源德，2008）。「電子書包」學習模式也成為國內、外將資訊融入教學之重要發展模式之一（高震峰，2006）。

電子書包已邁入新學習紀元的契機，改變傳統學習型態，利用電子書包，將大量的紙本書籍以數位形式儲存於電子書包內，電子書包通常很輕，可減去學生背負書本的重量。針對書包減重問題，依照國外研究，小學生書包的重量應該是個人體重的10%至15%間最適合，教育部採取折衷方式以體重的12.5%做為標準，亦即每個小學生的書包重量以不超過體重的八分之一為原則（胡六金，2003）。電子書包具有學習模式的高互動性，能促進學生在學習過程中有更多的互動教學效果，待學校全面實施數位化教育，電子書包將取代傳統書包。

老師可與學生透過電子書包進行私下交談，了解他們的學習情況，進行個別指導；同時電子書包應用範圍也會從學校課堂延伸到學生家庭，像數位化的筆記本、作業簿、隨堂測驗和家庭聯絡簿等。電子書包可提供學生電子書、知識和教材，學生也可以透過電子書包在任何時候和任何地方的下載或上傳家庭作業、聯絡簿及報告等學習模式（圖1）（Chang & Sheu, 2002）。

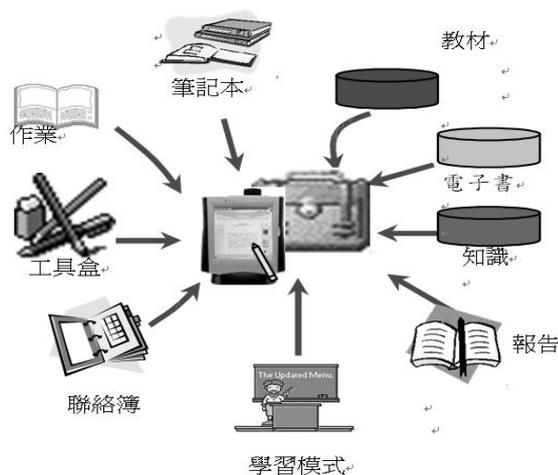


圖1 電子書包學習模式

資料來源：Chang & Sheu, 2002.

## 二、電子書包的實驗發展階段

國內相關資訊產業的技術成熟與穩定，讓孩子利用資訊技術提高學習成效，藉由資訊科技和網路來開拓他們的視野，透過多元及創新的學習方式，以培養適應環境的能力，有關減輕學童書包之「電子書包」相關議題再被重視，為了建立及評估「電子書包導入教學與學習模式」及確定此學習輔具是否能有效的融入教學之中，「電子書包在教室教學上應用實驗」從2002年開始推動。教育部在98年8月推動「電子書包實驗教學試辦學校暨輔導計畫」，初期協助導入5所學校電子書包教學，並規劃可行的學習環境與模式，讓試辦學校能夠順利的應用電子書包於教學上，期許透過試辦計畫，增進學生於學習及生活中運用資訊科技的機會，以促使學生運用資訊科技解決問題的能力。「電子書包實驗教學試辦學校暨輔導計畫」選定台北縣建安國小、花蓮縣長橋國小、台北市忠義國小、大湖國小及高雄市左營國小等5所試辦學校，將進行為期2年試辦計畫，並已請國立成功大學邀請十餘所大學專家教授，成立專屬「輔導團隊」協助輔導試辦學校導入相關教學模式及相關配套措施，另也將針對「學生身心發展影響」、「學生學習」、「教師教學」、「課程設計」及「教學設備」等面向進行分析與比較，並整體評估未來推動可能性及執行方向（教育部電子報，2009）。

5所電子書包教學實驗試辦學校，特色課程規劃大多以專題導向學習方式實施。以PBL（Project-Based Learning, PBL）導入高層次思考應用於行動學習活動上，讓學習者利用行動載具進行數位化學習，透過同儕間群體智力的互動，讓學習者在問題的解決的歷程中，建構出屬於自己的知識與技能（溫嘉榮；鄭國明；郭勝煌，2010）。PBL 專題導向學習以小組合作方式，找出一個和自己有切身關係的主題進行探討，大家在找出相關文獻資料，加以整理，並且分享心得給同儕。學生藉由此種方式，比自己從教科書獲取知識更能得到相關領域更深的知識，並能增進自我學習及問題解決能力。

各縣市也相繼推動電子書包實驗教學計畫，高雄市也自100學年起於5所學校試辦「智慧校園隨身學」計畫，希望透過新科技的整合與應用，成為未來教育的新趨勢。經濟部工業局執行數位學習與典藏產業推動計畫，於100年舉辦了三次智慧教室工作坊，在第三次工作坊商討過程中，以台北市資訊教育推動計畫為案例，台北市預計在2012至2015三年內，完成每年提供各校電子書包實驗計畫經費100萬元（資策會數位教育研究所，2011）。

現階段教育部及各縣市政府所推動電子書包教學實驗計畫，著重於電子書包教學與學習效能，並成立專屬「輔導團隊」主要針對「學生身心發展影響」、「學生學習」、「教師教學」、「課程設計」及「教學設備」等進行全面向影響評估。

### 參、導入雲端技術之教學趨勢

#### 一、雲端概念

雲端運算（Cloud Computing）服務是一種整合資訊、通訊及安全技術的網路概念，一種基於網際網路的新的IT服務，透過大量及可擴充性的網路資料中心架構，可達到高服務、可用性及資源最佳化的虛擬資訊服務環境。雲其實是網路，過去常用雲來表示網際網路，雲端運算提供通用的網路業務應用，可以透過瀏覽器等軟體或者其他 Web服務來存取。

2007年10月，Google與IBM建立藍雲全球資料中心，並在開始在美國大學校園，包括卡內基美隆大學、麻省理工學院、史丹佛大學、加州大學柏克萊分校及馬里蘭大學等，推廣雲端運算的計畫，這項計劃希望能降低分散式運算技術在學術研究方面的成本，並為這些大學提供相關的軟硬體設備及技術支援，「雲端運算」一詞正式誕生，同年11月，IBM宣佈將把雲端運算（Cloud Computing）帶入商業應用市場，也開啟了網路應用上的革命（江政哲；張迺貞，2010）。

美國市調機構 **Yankee Group** 依據雲端服務的性質和市場特徵，將雲端服務區分成四大類，包括提供儲存空間的雲端服務（**Storage as a Services**）、提供基礎架構的雲端服務（**Infrastructure as a Services**）、平臺即服務（**Platform as a Services**）和常見的軟體即服務（**Software as a Services**）。第一類的儲存雲端服務主要提供了線上儲存空間，讓用戶可以透過 **API** 來存取資料。第二類是提供 **IT** 基礎架構的雲端服務，讓用戶可以建立自己的作業系統環境。第三類是平臺即服務，不同於第二類只提供硬體環境，平臺即服務主要是代管用戶應用程式的執行平臺。最後一種則是目前最成熟的雲端服務，也是許多人經常使用的軟體即服務，例如 **Google** 地圖、**Yahoo** 信箱服務等（王宏仁，2009）。

資策會身為雲端科技服務的推動者（**Cloud Technology Enabler**），積極參與行政院推動、經濟部主導的「台灣雲端運算產業聯盟」運作，共同推動台灣成為全球雲端服務整案輸出大國，引領全球雲端運算最新技術與服務的發展。根據台灣 **IDC**（2009）的研究預測，全球雲端服務產值將會從 2008 年的 **US\$16,235M**（百萬美元）成長到 2012 年的 **US\$42,270M**（百萬美元），約 27% 的年複合成長，很多傳統的產品與服務也都將以雲端為供應平台。美林證券估計，未來五年全球雲端運算市場規模將達到 950 億美元，占全世界軟體市場的 12%（張玉琦，2008）。

目前先進國家政府皆積極投入雲端運算政策規劃，企望能透過雲端運算提升政府效能，協助產業轉型與發展。經濟部（2010）「雲端運算產業發展方案」中有關世界各國雲端運算計畫與預期效益如表1所示：

表1世界各國雲端運算計畫與預期效益

國家名稱	推動計畫內容	預期效益
英國	2009 年 6 月提出「數位英國（ <b>Digital Britain</b> ）」計畫，規劃打造全國光纖網路，預計 2017 年達到光纖覆蓋率	於 3 年內打造 <b>G-Cloud</b> 平台，讓地方可以分享中央所擁有的應用軟體與雲端服務。

90%的目標。

美國	2009 年底，針對各政府機關開設雲端運算技術和服務的網站（Apps.gov）。	導入雲端運算技術成為歐巴馬政府削減成本、提升效率、綠化環境等政策的重要基礎。
中國	除了於無錫高新區引進 IBM 雲技術外，2010 年更在江蘇省丁崗鎮建立中國第一個政府用「雲計算服務平台」	實現無縫共享，業務流程順暢開展。
日本	2009 年 5 月日本總務省提出「數位日本創造計畫（Digital Japan Creation Project）」，預定 2015 年完成名為「霞關（Kasumigaseki）Cloud」的資通訊技術基礎建設。	強化政府各部門間資源整合共享，打造創新型電子政府。政府專用的雲端運算設施，使政府各機構免去各自建立相關系統、以共享資源，大幅提高運作效率並節省了重複投資的浪費。
歐盟	2009 年建立歐盟雲端服務平台（EuroCloud），開發下一代的增值應用	成為歐洲第一個雲端生態系統發展的推動及商業交流平台。
加拿大	企業採用雲端運算比例高達 67%，是全球比例最高的	積極運用其既有優勢，企圖成為雲

	國家。	端運算領先國家。
南韓	2009 年底提出的「雲端運算活化性綜合計畫」展開四大領域（政府、服務基磐、技術研發、環境形塑）、十大細部計畫，並規劃投入 8 項軟體即服務（SaaS）的示範事業。	提升南韓企業在全球雲端市場的市佔率至 10%。加強南韓資訊科技的競爭力。

---

資料來源：經建會部門計劃處, 2010 。

## 二、教育雲端服務

我國政府於 2010 年通過《雲端運算產業發展方案》，選定由經濟部提報之跨部會雲端運算發展方案 15 項推動計畫，推動執行，5 年內挹注 240 億元經費於雲端產業，預期可以普及雲端運算應用，其中有 16.5 億元將會投入於教育與學術雲端運算環境，教育服務的雲端化，提供讓教學與學校相關業務的便利性（許惠美，2011）。隨著網路及各項行動裝置的快速發展，根據 Gartner 的預測，雲端運算的整體市場產值將於 2013 年達到 1,500 億美元的規模，未來雲端運算將對許多產業的發展帶來衝擊與改變，就教育層面而言，雲端運算技術打造的「教育雲」，佈建全國性教育雲端優質學習環境，及可解決城鄉教育資源分配不均問題。

教育雲端服務方面，教育部將推動 5i 學習服務模式（Internet-透過雲端環境進行學習、Interactive-透過雲端環境進行人與人互動教學、Integrate-透過單一簽

入整合各式雲端學習資源、Incentive-透過雲端（web2.0 概念）培養教學分享動機、Innovative-創新），達到以學習者為中心之數位教育學習環境，提升學習效果。

2008年1月30日，Google宣佈在台灣啟動「雲端運算學術計畫」，將與台灣台大、交大等學校合作，將這種先進的大規模、快速運算技術推廣到校園（張德厚，2008）。2011年5月台東縣政府在微軟及神通科技的協助之下，採用微軟的MCloud解決方案，導入全球夥伴學習計畫，在台東縣東海國小啟動「教育無限計畫」，讓師生的學習打破時空限制，在雲端平台上就能一起上課、共同做作業，即時分享上課內容與心得，未來則目標可以打造「台東雲端大校園」，讓雲端應用可以多面向協助提升教育品質。

### 三、電子書包導入雲端技術之行動學習

Kynaslahti（2003）認為行動學習具有便利性、權宜性、立即性三種意義與價值。Hoppe、Joiner、Milrad 和 Sharples（2003）則強調使用行動載具與無線傳輸。Chang、Sheu 和 Chan（2003）認為行動學習有三個必需的要素，分別是行動學習裝置(the mobile learning device)、基礎溝通建設(the communication infrastructure)、學習活動模組(a learning activity model)。對於行動學習定義，廣義的說是可以在任何時間、任何地點、任何裝置上接受學習，謂之行動學習（Chabra & Figueiredo, 2002）。

根據Johnson、Levine 和 Smith（2009）在指標性報告（The Horizon Report 2009 Edition）的預測，Mobile Learning行動學習將於未來的一~二年內成熟，在2010年的報告更是重申了這個預測，行動學習從去年開始，已經是國外數位學習發展的重要趨勢。雲端技術從2009年起，就是廣泛被討論的項目之一，而其中雲端程式讓使用者可協同合作與分享的特性，可以作為學習的應用，因此現在的發

展重點將會著重在如何應用與管理雲端的技術於學習中（吳欣蓉，2010）。電子書包具有行動學習功能，也就是說學習者可以透過行動裝置進行數位學習，也因為行動裝置帶來的行動性，讓學習者由室內走向戶外，不受任何時間、地點的限制，以同步或非同步的方式自由的取得想要學習的知識。電子書包改善學校軟硬體設備的不足，或固定場所學習等困難，將為電子書包的機動性教學所克服，而形成「隨意教室」、「隨身學習」以及「高互動學習機制」（許建平，2002）。

教育部 2009 年推動「電子書包」計畫，學生透過網路連線方式，隨時隨地都可以學習，未來有了教育雲打造的教育平台，學生透過可上網的行動裝置等，就能夠打開自己的雲端書包做功課，藉此計畫將相關教育服務雲端化。學生學習方式從課堂學習至行動學習，電子書包不僅可以減少學生課本之攜帶量，增加師生及同儕間於課室外繼續互動學習的機會，電子書包儼然成為學生的「行動學習」，學生走到哪裡就可以學到哪裡，這種高度的機動性、連結性和功能性，似乎更能滿足學生彈性學習的需求。

#### 四、結合雲端技術與電子書包之實施參考方案：

電子書包利用雲端技術可無限延展的軟/硬體與儲存設備，把對學生學習效果有顯著幫助之資訊在雲端資料中心處理，學生只需透過電子書包即可連結使用網際網路上的學習資源，達到行動學習的效果，並讓課堂教學更有趣，學生學習更多元，教授內容更豐富。

以下列舉幾點結合雲端技術與電子書包之可行實施參考方案：

##### 1、建置完善的校園e化設備

建置完善的校園e化設備，透過校內網路資訊系統與電子書包、電子白板、單槍、無線手寫版、無線廣播系統等多元電子化設備，並結合雲端服務所提供的

網路數位化教材進行教學，讓教學環境更充足多元。

## 2、雲端學習平臺

建置雲端數位化課程學習管理系統，結合學校課程分享數位化教材及進行題庫教學與學生評量。「雲端學習平臺」之線上課程學習管理系統應具立即性回饋及高互動性等系統功能。

## 3、設計雲端專題式課程

透過「雲端學習平臺」設計PBL專題課程運用，融入學校課程領域教學，學生進行主題式探索，學生可分組進行問題探究及合作學習。PBL課程教學模式融合電子書包，讓學生自主學習，達成學生主動思考，培養問題解決能力。

## 4、多元化評量

在校園e化數位學習環境之下，雲端技術結合電子書包之行動學習載具，讓校園成為無所不在之隨處學習環境，並透過學校實施特色課程之創新教學，進行學生多元化評量，如製作多媒體互動評量教材及IRS 即時反饋系統進行評量，讓學生在紙本評量之外，還有多元、互動、遊戲式評量的選擇。

## 肆、結語

雲端技術應用於教育層面，不僅能滿足學生應用的需求，也能夠削減許多伺服器的硬體成本和人員成本支出，結合雲端技術之電子書包的發展，將會使數位學習、行動學習呈現多樣化，未來的學習將不再侷限於單一電腦、網路，而是隨時隨地的利用手邊的電子載具與環境、人互動。本文探討電子書包導入雲端技術所帶來的行動學習優勢，並期望未來在校園內能大規模應用雲端科技後，帶給教師和學生更好的學習效率和使用者體驗。

## 參考文獻

- 王宏仁（2009）。快速掌握 Azure 雲端作業系統的精華：撥開微軟雲端運算的迷霧。iThome 電腦報週刊 2009-03-09
- 江政哲、張迺貞（2010）。初探雲端運算。2010 海峽兩岸圖書資訊學學術研討會論文集 B 輯。
- 吳欣蓉（2010）。2010數位學習科技趨勢分析－數位典藏與學習之產業發展與推動計畫。取自：<http://idp.teldap.tw/epaper/20100429/416>
- 胡六金（2003）。國民小學教師對實施「電子書包」之可行性研究。國立政治大學教育學系碩士論文。
- 科技政策中心（2010）。科技產業資訊室市場報導-2014 年電子教科書市場規模將達 10 億美元。取自：  
[http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/market/ee/2010/ee\\_10\\_005.htm](http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/market/ee/2010/ee_10_005.htm)
- 高震峰（2006）。資訊時代藝術教育的轉向：電子書包學習模式應用於藝術與人文數位教學環境。國教新知，53（4），23-34。
- 教育部電子報（2009）。教育部「電子書包實驗教學試辦學校暨輔導計畫」取自：  
[http://epaper.edu.tw/news.aspx?news\\_sn=2500](http://epaper.edu.tw/news.aspx?news_sn=2500)
- 陳德懷（2002）。「電子書包」是不是「書包」。載於陳德懷、林玉佩主編，啟動學習革命，台北：遠流。
- 陳德懷（2011）。數位科技與台灣未來二十年教學的趨勢。前瞻科技與管理 1 卷 1 期，1—13 頁（2011 年 5 月）。
- 許惠美（2011）。建構一朵開放的教育雲：雲端運算應用在教育上之可能性與挑戰。朝陽科技大學資訊學院AIT 研討會。

許健平（2002）。無線與行動電腦及電子書包在教育上的應用。國立中央大學主辦之「2002 學習科技研究成果發表暨研討會」研討會，台北。

張玉琦（2008）。「雲端運算風暴來襲(上)」。**數位時代**，2008/10/1。

張德厚（2008）。與學界合作Google推廣「雲端運算技術」。中廣新聞網. 2008年1月30日。取自：

<http://news.sina.com/oth/bcc/301-102-101-103/2008-01-30/02072637646.html>

黃重憲（2009）。淺談雲端運算(Cloud Computing)。國立臺灣大學計算機及資訊網路中心電子報第 8 期。

電子商務時報（2011）。雲端時代教育雲，解決教學資源不均問題。

取自：<http://www.ectimes.org.tw/Shownews.aspx?id=110731235808>

溫嘉榮、鄭國明、郭勝煌（2010）。以 **PBL** 問題導向高層次思考之行動學習模式探討。工業科技教育學刊, 3, 5-19。

資策會數位教育研究所（2011）。未來學習\_電子書包帶來的改變。數位學習與典藏產業推動計畫。

經建會部門計劃處（2010）。「推動新興智慧型產業 雲端運算」。取自：

[https://sites.google.com/a/google.com.tw/ebook/home/cloud/tuidongxinxingzhi\\_huixingchanye-yunduanyunshuan](https://sites.google.com/a/google.com.tw/ebook/home/cloud/tuidongxinxingzhi_huixingchanye-yunduanyunshuan)

賴彥儒（2004）。「台灣數位學習前景看好」。CADesigner，190期，p132-135。

藍源德（2008）。台灣電子書閱讀器行業之發展條件與市場前景之研究。元智大學管理研究所碩士論文。

Chabra, T., & Figueiredo, J. (2002). How to design and deploy handheld learning.

Retrieved December 8, 2002, from

[http://www.empoweringtechnologies.net/eLearning/eLearning\\_expov5\\_files/frame.htm](http://www.empoweringtechnologies.net/eLearning/eLearning_expov5_files/frame.htm)

- Chang, C.Y. & Sheu, J.P. (2002) Design and Implementation of Ad Hoc Classroom and eSchoolbag System for Ubiquitous Learning. In *Proceedings of IEEE International Workshop on Mobile and Wireless Technologies in Education (WMTE 2002)* (eds. M. Milrad, U. Hoppe & Kinshuk) pp. 8-14. IEEE Publications, Los Alamitos, CA.
- Chang, C. Y., Sheu, J. P., and Chan, T. W. (2003). Concept and design of Ad Hoc and mobile classrooms. *Journal of computer assisted Learning*, vol.19, pp.336-346.
- Hoppe, H. U., Joiner, R., Milrad, M., and Sharples, M. (2003) Guest editorial : wireless and mobile technologies in education. *Journal of computer assisted Learning*, vol.19, pp.255-259.
- Johnson, L., Levine, A., & Smith, R. (2009). *The 2009 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kynaslahti, H. (2003). In search of elements of mobility in the context of education. In H. Kynaslahti, & P. Seppala (Eds.), *Mobile learning* (pp. 41-48). Helsinki: IT Press.

# 讓汽車不再是鐵蒸籠的利器－太陽能車廂散熱裝置

\*杜鳳棋

\*大華技術學院電機工程系副教授

## 摘要

本論文旨在提出一種創新與創意的設計，運用熱傳遞原理研發出太陽能轉換做為汽車車廂散熱之裝置，主要包裝軟式薄膜太陽能電板系統、機殼、風扇及噴霧器等單元組裝而成，能有效的改善汽車悶熱效應的困擾，是極具有商機與發展潛力的新產品。根據研發完成的散熱裝置雛型之實驗數據顯示，自然對流的降溫幅度約達 11.7°C、強制對流的降溫幅度可達 22.1°C 左右、蒸發熱散逸降溫幅度達到降溫 6.9°C，效果極為可觀，這也是商品化的最佳訴求，而且是在太陽能板自主供電的情況下達成。太陽能具有取之不盡，用之不竭的先天優勢；但太陽輻射熱卻也是造成汽車車廂內悶熱的主因。若能化阻力為助力，吸收太陽輻射能而轉換成消除汽車車廂的熱效應，將具有節能與環保的雙重功效。

關鍵字：太陽能、自然對流、強制對流、蒸發熱

## 壹、前言

民國 93 年 5 月間，台中市曾發生張姓女童被關在娃娃車內 8 小時，因此致死而震驚全國；94 年 9 月間，台中縣清水鎮又發生粗心的幼稚園老師，錯將幼童遺忘在車上而遭悶死的遺憾事件。除台灣有不幸的事件發生外，其他地區出現的不幸事件亦時有所聞，根據美國公路運輸安全管理局(National Highway Traffic Safety Administration, [NHTSA])報案指稱(勞委會, 2001)，每年有 29 名兒童因被留在極悶熱的車內而死亡。1998 年夏季，11 名兒童把自己鎖閉在汽車車尾的行李箱中因為過熱而死亡；2005 年橫掃墨西哥灣的麗塔颶風(Hurricane Rita)侵襲美國時，由於當地氣溫高達攝氏 37°C，醫院擠滿了中暑的民眾，當時在南部五百多公里沿岸居民，有將近兩百多萬人進行大撤離，其間傳出有民眾在如蝸牛般的撤離車陣中，因汽車車廂溫度過高而熱衰竭致死之案例。

由於汽車在日光照射下，停放在室外的封閉式汽車的車內空間，可能在短時間內快速上昇到 60°C 以上，甚至高達 70~80°C，若直接進入車內時會突然感到汗

流夾背而不舒適；雖然啟動汽車後可以開啟冷氣來散熱，但是以此散熱的速度相當緩慢且會增加油耗，所以從節能減碳的角度來看，這是相當需要去解決的一個課題。汽車車廂若經常處於高溫的狀態，內部的電子系統與裝潢，在陽光曝曬下很容易“中暑生病”，如何讓愛車能度過一個清爽的豔陽天，不僅關係汽車的“健康”，更關係駕車者和乘車者的安全。利用遮陽板阻擋太陽的強光，減少陽光之輻射作用，這是對付汽車車廂熱效應不無小補的方法。另外，汽車空調系統定期的保養和維護，乃是確保空調正常運轉的基礎，亦是解決汽車溫室效應亡羊補牢的方式。其他抵抗汽車悶熱效應的方法五花八門，例如採用車載冰箱、清涼座墊、隔熱車罩……林林總總實在不勝枚舉，但這些配件的效果相當有限，並不符合消除車廂內悶熱效應的期待。

汽車發明至今已超過一個世紀，從一些數據顯示，汽車悶熱而導致遺憾情事的發生，其實並沒有隨著汽車工藝的精進而有所改善，汽車內的悶熱效應實在不能再忽視這個嚴重的問題，而且現在地球上最常使用之交通工具就是汽車，所以能改善汽車悶熱效應的困擾，將是非常值得關切的議題。

## 貳、背景

當太陽光照射到車輛時，太陽光以直接輻射(direct radiation)與漫射輻射(diffuse radiation)兩種方式傳播熱能，進而被車體外殼表面吸收，金屬材質的車體會因為容易傳導熱，因而使車體內的空間快速加熱。此外，太陽輻射能夠穿透擋風玻璃後在車內加溫，車內的溫度則因為氣密的車窗，使積熱無法散逸，這種增溫現象就是所謂的汽車溫室效應，也是造成汽車悶熱的另一緣由。因此汽車只要曝曬在陽光下一段時間後，打開車門即有一股熱氣衝出(Ozeki, Takabayashi, & Tanabe, 2005; Yamashita Kuroda, Tochihara, Shibukawa, Kondo, & Nagayama, 2005; 林志儒, 2005)。

根據史丹佛大學醫學院研究員最近發現(McLren, Null, & Quinn, 2005)，縱使在比較涼快的天氣狀況下，一輛停泊在陽光照射下的汽車，車廂會產生溫度偏高亦可能對生命造成威脅(王志強蔡明凱、陳逸鴻、薛肇文和項正川, 2008; 洪淵庭和陳聲平, 2004; 溫義嗣, 2004; National SAFE KIDS Campaign, 2005)。通常車子在大太陽之下曝曬，會造成車內溫度迅速的上升，有可能促使密閉車廂內之溫度

高達 60°C 以上，這種溫室效應導致車內裝潢會釋放過量的甲醛(formaldehyde, CH<sub>2</sub>O)或甲苯(toluene, C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>)，甚至有時會高達平時的 20 倍，甲醛為毒性致癌物質，會引發孕婦流產及兒童血癌。此外，經太陽曝曬後如蒸籠般的車廂，因溫度過高或通風不良，極有可能造成車內人員中暑，嚴重者將會引發熱衰竭死亡。

現今對於汽車車廂因陽光造成的悶熱效應，大都採用車罩或車篷遮蔽陽光，藉由阻絕紅外線達到隔離有害光照射之功效，這些做法只是消極的阻擋陽光的輻射熱(thermal radiation)，但卻無助於降至金屬車身透過熱傳導(thermal conduction)與熱對流(thermal convection)傳遞至車廂內的熱。近來已有屬於積極的排熱裝備，主要是將低溫之冷凝水導至車頂板之散熱排，藉以達到降低溫度之效果；然而昂貴的硬體設備與額外的能源消耗，終究還是無法有效的解決車廂悶熱效應。

對於開車族來說，在炎炎夏日開車時，無論愛車採用傳統冷式氣或恆溫式空調，只要壓縮機運轉就會大幅增加耗油量，油價又節節高漲使荷包勢必大量失血，這無異於是在火上澆油！所以能改善汽車車廂悶熱效應的困擾，將是當前重要的課題。近年來，環保議題在全球持續的發酵，世界各國都在積極發展乾淨、無污染的替代能源。太陽能源不會產生熱污染(thermal pollution)且源源不絕，具有「取之不盡，用之不竭」的優勢；太陽能具備環保、無污染…等優點，所以應用相當的廣泛，市面上的太陽能產品與相關零組件也都非常齊全，而且技術極為成熟，是值得運用的節能產品。

現在地球上最常使用之交通工具就是汽車，若能利用太陽能的助力改善汽車熱效應的困擾，充分滿足節能的目的，因此本論文創作是具有創意的構思；而且利用太陽能的助力解決汽車熱效應的問題，完全符合環保的需求，因此本論文創作是具有創新的概念。

### 參、研究方法

本論文創作之「太陽能車廂散熱裝置」係設計裝置在汽車車頂天窗開口，如圖 1 所示，彈性的機構設計可適用於各款具有天窗之汽車。散熱器利用太陽能轉換成電能，具備自我供應電力的優勢，符合節能的創新思維；本論文創作充分的運用熱傳遞基本原理，將太陽輻射所造成的汽車車廂內積熱有效的散逸，滿足環保的創意構思。

本論文創作透過自我提供的電能趨動風扇，藉由強制對流(forced convection)

效應，將密閉車廂內的積熱有效的強迫排除；配合外型設計與裝設位置，讓高溫空氣藉由自然對流(natural convection)效果，自然的導流到散熱器的頂罩，將高溫空氣適度的排出。此外，本論文創作運用水與酒精調配成瞬間冷卻劑(instant cooler)。這種水與酒精的溶液，由噴霧罐噴出來後就形成細小的水滴，小水滴迅速在車內蒸發。而此種冷卻劑的運用原理，就是當液體蒸發時，它的分子須由附近吸收蒸發熱(heat of vaporization)，因此可使周圍空氣迅速的降溫。太陽能車廂散熱器熱傳遞原理，如圖 2 所示。

本論文創作主要組成機構包含：太陽能發電、機殼、對流熱散逸及蒸發熱散逸等系統，如圖 3 所示。各單元說明如後：

### 一、太陽能發電系統

本論文創作之核心—太陽能系統主要包括：軟式薄膜太陽能板及太陽能控制器，軟式薄膜太陽能板採用非晶矽薄膜材料，在太陽光照射下便能輕鬆擁有電力，重量極輕，體積越大效能越高。太陽能板設計覆蓋在曲面的頂罩上方，故採用可捲曲的軟式電板，使用可防水、抗腐蝕、抗紫外線的材質製造。此外，本太陽能板另須搭配充電控制器，以使用來保護蓄電池，避免源自太陽能電池板的能量對蓄電池過度充電，及負載運行造成的過度放電；控制器具有防逆電流裝置及直流電力輸出。

軟式薄膜太陽能板之操作電壓與電流分別為 15.4V、200mA、太陽能板之尺寸 325mm 長×270mm 寬×1.1mm 高、光學面積 300mm×240mm、重量為 94.5g。充電控制器之額定充電電流 10A、額定負載電流 10A、工作電壓 12/24V、充電方式為 PWM 脈寬調制、最大尺寸 140mm×90mm×28mm。在本系統中另搭配電池容置盒與數位電池容量檢測器，以供電池裝置及電能監測之用；電池容置盒與數位電池容量檢測器的最大尺寸分別為 62mm×38mm×30mm、84mm×50mm×15mm。

### 二、機殼系統

機殼係由上半部分的頂罩與下半部分的底罩構成，主要用以容置所有的功能性元件。頂罩採用特殊的流線翼形截面設計，對於行車阻力不會造成嚴重的影響，在雨天也不會有雨水滲漏到車廂之虞；另一方面，流線翼形截面可使太陽能板的可裝置面積增加，此意味著單位面積可安裝容量的瓦數可加大。機殼的底罩是安裝風扇與噴霧器的基板；底罩同時包括側面兩片及後面一片等三片

壁面，在壁面具有細長型換氣孔(ventilated slot)，以供高溫空氣由太陽能車廂散熱器散逸至外界。

機殼之頂罩藉由特定的機翼外形(wing layout)設計(採用 NACA68014 機翼上半部曲線)，流線的外型設計裝配在車頂上，在行車時的風阻係數大為降低；在停車遇雨時，雨水會順勢滑落。機殼係運用熱傳遞的基本自然對流原理，將密度較小的高溫空氣導入罩體；在底罩側邊及後方設有通氣槽，可使熱空氣導出車外。

機殼採用棕褐色透明壓克力製成，可阻絕來自外界的紅外線，對安裝在機殼內部的元件具有阻隔輻射熱的作用。製作機殼的壓克力厚度 5mm、最大尺寸 540mm×300mm×108mm。流線翼形設計可使鋪設面積增加約 8%，可鋪設軟式太陽能板的面積達到  $7.776 \times 10^{-2} \text{m}^2$ 。

### 三、對流熱散逸系統

對流熱散逸系統主要是仰賴硬體的風扇與底殼，分別形成強制對流與自然對流效應，另搭配溫度控制器使溫度達到設定值即啟動風扇，以達到熱散逸(heat dissipation)的目的。風扇利用軟式薄膜太陽能板所供應的電力驅動抽風扇，透過抽風扇的運作將熱氣向上抽取，再藉由頂罩特殊的設計功能，故可將車廂內積蓄的熱氣向外排除。

本論文創作採用二個磁浮馬達風扇，額定電壓 12 VDC、額定速率 2800rpm±15%、額定功率 1.1W、空氣流率 23CFM、尺寸 70mm×70mm×15mm。

### 四、蒸發熱散逸系統

蒸發熱散逸系統主要的核心元件為噴霧器，另搭配溫度控制器使溫度達到設定值即啟動噴灑冷卻劑，以達到迅速降溫的目的。噴霧器則是採用定溫控制方式，當車廂內的溫度達到溫控器設定溫度值時，噴霧器就會適時的將容器內的冷卻劑適量的噴灑；噴霧器容器內的水與酒精溶劑可隨時補充。

噴霧器可裝置冷卻劑的容量為 500ml，噴出一次的劑量約 1ml；噴霧器使用 4 顆 3 號電池，總電壓 6VDC、尺寸 175mm×140mm×95mm。經改裝後的噴霧器，可由溫度控制器完全控制噴出時機。

### 五、模型測試

溫控器是為了防止汽車室內溫度過高，當車內溫度達到某設定值時，溫控器會啟動負載散熱，此系統開始運作，同時趨動風扇及啟動噴霧器。在太陽能

電池系統運轉時，太陽能板將吸收到的熱能轉為電能儲存至電池，當電池電量超過負荷能量，此電壓控制迴路開始導通。此外，限制電流電阻與逆流防止二極體裝置，主要的功能是為了避免電池過量的電流流過太陽能板，故可有效的保護太陽能板。

為驗證太陽能車廂散熱器的預期性能，本論文創作模型採用的實驗方法，係以封閉的實驗箱(600mm×450mm×450mm)控制環境狀態以獲得實驗數據的可靠性(reliability)，如圖 4 所示。箱體等分成二個隔離室，一個(隔離室 1)完全模擬在太陽輻射狀況下的汽車車廂，另一個(隔離室 2)則加裝本論文創作模型，藉以預估加裝散熱器的預期效果。藉由電源供應器提供鹵素燈(150W、110V)電力，用以模擬陽光照射。實驗利用熱電偶(thermocouple)及數位式溫濕度計，擷取環境狀態與實驗模型的溫度。

#### 肆、結果與討論

在本論文的實驗中，我們將先針對對流熱散逸的成效進行測試分析，由於(強制)對流熱散逸的主要驅動機構為二個風扇，因而先考慮風扇裝置形式(抽氣與吹氣)進行測試分析，其次再進行風扇在不同功率(轉速)運作狀況的測試分析。

在圖 5 顯示三組實驗數據，分別為二個風扇均為抽氣(實驗測試編號#1)、一個風扇抽氣一個風扇吹氣(#2)及二個風扇均為吹氣(#3)；風扇均在電流 0.25A、電壓 18.2V 狀態下運轉；風扇運轉的設定溫度為 60°C。從圖中的曲線變化情況可明顯的看出，由於環境溫度有所差異，所以三組實驗的模擬車廂溫度分別在 1770sec、1470sec 及 1560sec 時刻達到 60°C。當實驗箱的溫度一旦達到設定溫度後，風扇便同時啟動而發揮強制對流的效應，三組實驗的實驗箱溫度均呈現劇降的情形，當溫度降到一定程度後將會緩和達到穩定狀態(steady state)。再從圖 5 的數據顯示，圖中的三條曲線(#1、#2 及#3)在風扇開始啟動之後，實驗箱溫度呈現急劇降溫的情形，然而分別歷經 450sec、180sec 及 240sec 之後，溫度振盪變化幅度已逐漸減小；在此同時，實驗箱溫度分別降低至 36°C、50°C 及 39.1°C。

在圖 6 之橫座標採用風扇運轉後的計秒時間  $t_0$  表示；縱座標採用相對溫降  $\Delta T/T_0$ ，其中  $\Delta T$  表示設定溫度  $T_0$  與實驗箱的溫差。從圖 6 可清楚的看出，在風扇開始運作 60sec 之後，三組實驗的相對溫降分別為 24.7%、15.8% 及 29.5%。據此得知，採用風扇進行強制對流而降低實驗箱內的溫度，效果依序為吹氣(#3)、

抽氣(#1)、吹抽氣(#2)，其中吹抽氣(#2)的溫降效果遠低於前二種風扇安裝形式。若再繼續進行實驗測試，顯然實驗箱內的溫度仍會持續的降低，當風扇運作到 120sec 之後，三組實驗的相對溫降又分別達到 30.0%、17.3% 及 32.3%。由此觀之，實驗箱內的溫降效果已不再有前 60sec 之劇降情形；在此期間，抽氣(#1)與吹氣(#3)的溫降差距效果已縮小，然而吹抽氣(#2)的溫降效果卻更低於前二種風扇安裝形式。當風扇運作到 240sec 左右，我們發現抽氣(#1)的溫降效果 ( $\Delta T/T_0=35.5\%$ ) 已超越吹氣(#3； $\Delta T/T_0=35.3\%$ )；在此時刻之後，雖然二種風扇安裝形式(#1 及 #3) 的溫降幅度已趨和緩，甚至達到穩定狀態，但抽氣(#1)的溫降效果仍微幅大於吹氣(#3)。

由於在密閉空間內的溫度上升，使得內部空氣的密度減少、壓力增加。在實驗分析例中，剛開始模擬汽車車廂升溫的實驗箱溫度劇升，致使內部空氣急速加溫，因此採用二個風扇抽氣(#1)，恰可順勢將膨脹的空氣抽出，達到溫降的效果；在此例中，當風扇將內部熱量持續排出與加熱源產生的熱量逐漸達到平衡時，實驗箱溫度將達到穩定、緩慢的變化。在風扇安裝形式使用一抽一吹(#2)的狀況下，由於相鄰二個風扇的裝置距離過近，且都裝設在位於實驗箱上方同一高度處，使得從外界吹入實驗的冷空氣，在剛進入箱內後又被相鄰的另一個風扇抽出，因此排除熱量的功能大為削弱，因此溫度降低效果並不顯著。在二個風扇均為吹氣(#3)的狀況下，剛開始將外界空氣吹入箱內，的確使溫度降低的效果最為迅速，畢竟實驗箱內的最高溫度(相當於  $T_0=60^\circ\text{C}$ )與外界溫度  $T_a$ (平均值為  $15.9^\circ\text{C}$ )相差最高達到 3.77 倍！

透過風扇帶動空氣流動而形成的強制對流，對於實驗箱內的熱散逸將具有相當顯著的效果，其中風扇轉速將是攸關強制對流良窳的重要因素。對此進行三組實驗(實驗測試編號#4、#8 及 #12)的分析，運作電流與電壓分別為  $0.25\text{A}\times 18.2\text{V}$ 、 $0.20\text{A}\times 13.7\text{V}$  及  $0.15\text{A}\times 10.0\text{V}$ ，風扇啟動運轉的設定溫度為  $60^\circ\text{C}$ ，三組實驗均為抽氣形態。從圖 7 的三條曲線可看出，三組實驗均有相同的熱散逸趨勢，然而實驗#4 的降溫效果明顯的比其他二種運作情況更為突出。

再從圖 8 可進一步的觀察在風扇啟動之後的降溫情形，其中橫座標為風扇開始運轉之後的計秒時間  $t_0$ ；縱座標則為相對溫降很明顯的在前 300sec 的時段中，降溫隨著風扇的轉速成正比；當  $t_0=300\text{sec}$  時，三組實驗的相對溫降分別為

36.8%、29.6%及 22.3%，具有等差值為 7.2%左右。據此確認，降溫效果隨著風扇轉速增加會有極為顯著的增大。

接著將探討風扇在不同轉速(負載)情況下，對於降低實驗箱內溫度的效果，二組實驗(#6、#10)均為抽氣運作，實驗操作之電流與電壓分別為  $0.23\text{A} \times 16\text{V}$  及  $0.18\text{A} \times 12.3\text{V}$ ；風扇啟動運轉的設定溫度為  $60^\circ\text{C}$ 。倘若合併考慮外界溫度  $T_a$  的影響，故縱座標採用相對於外界溫度之表示法  $T/T_a$ ，結果繪示如圖 9。由圖中的曲線分布可看出二組實驗的趨勢相同，量化數值的差異相當小，例如當風扇開始運作 300sec 時( $t_0=300\text{sec}$ )，相對溫度  $T/T_a$  之值分別降低 30.6%與 26.1%；當  $t_0=600\text{sec}$  時，則分別降低 35.9%與 34.4%，差距幅度雖逐漸縮小，但在持續的風扇運轉期間，實驗#6 的熱散逸效果仍較實驗#10 為佳，此足以再次證明降溫效果與風扇轉速成正比的關係。

當風扇改變成吹氣形態，再進一步分析風扇在不同轉速(負載)情況下，對於降低實驗箱內溫度的效果。針對吹氣形態的熱散逸，我們進行三組實驗(#5、#9 及#13)的分析，運作電流與電壓分別為  $0.25\text{A} \times 18.2\text{V}$ 、 $0.20\text{A} \times 13.7\text{V}$  及  $0.15\text{A} \times 10.0\text{V}$ ，風扇啟動運轉的設定溫度為  $60^\circ\text{C}$ 。經由實驗獲得的結果如圖 10 所示，從圖中三組實驗所描繪的曲線亦可看出，吹氣與抽氣形態的降溫趨勢完全相似，而且再同樣具有降溫效果與風扇轉速成正比的關係。

從圖 11 可再觀察到，由於原先實驗箱內的熱空氣膨脹，經自然對流從散熱裝置排除熱量。當風扇開始啟動吹氣後，溫度較低的空氣由外界逆向吹入實驗箱，在前 30sec 反而是風扇運轉速度較慢，相對溫降的效果較佳；在風扇開始運轉之後的計秒時間  $t_0=60\text{sec}$  左右，相對溫降已呈現穩定和緩的狀態。當時間  $t_0=120\text{sec}$ ，三組實驗的相對溫降分別為 31.2%、27.0%及 26.2%，顯然降溫效果與風扇轉速成存在正比關連性；直到時間  $t_0=300\text{sec}$ ，相對溫降分別為 34.6%、30.7%及 29.5%。據此得知，降溫效果隨著風扇轉速增加會有極為顯著的增大。

圖 12 為實驗測試編號#7 與#11 之風扇吹氣轉數的影響評估，其中縱座標採用相對於外界溫度之表示法  $T/T_a$ 。從圖中的曲線分布可看出，二組實驗的分布情形亦相同，根據量化數值的結果顯示，二組數據值的差異相當小；當風扇開始運作 300sec 時( $t_0=300\text{sec}$ )，實驗#7 與#11 之相對溫度  $T/T_a$  之值分別降低 42.4%與 44%；當  $t_0=600\text{sec}$  時，則分別降低 43.7%與 46.9%，差距幅度仍持續再增加；

即使風扇持續運作至 1200sec 時， $T/T_a$  之值分別降低 46.9% 與 50.2%。由此可見，風扇吹氣運轉的效果沒有與抽氣運轉並不完全相同，也就是降溫效果與風扇轉速並不存在正比的關係。

在第二部分的實驗中，熱電偶  $T_1$  安裝在實驗箱的隔離室 1，用以測量在完全封閉狀態下的實驗箱內溫度  $T_1$ 。另外熱電偶  $T_2$  安裝在實驗箱的隔離室 2，用以測量在設有散熱裝置的實驗箱內溫度  $T_2$ 。在實驗的進行過程中，當模擬車廂之隔離室 2 的實驗箱內溫度達到設定值( $T_0=60^\circ\text{C}$ )時，隔離室 1 的加熱源將會切斷供電，以防止溫度持續上升而損毀實驗設備；隔離室 2 的噴霧器將直接噴灑出冷卻劑。

接著將探討自然對流與蒸發熱散逸同時存在的影響，由於噴霧器是從模擬車廂之隔離室 2 的實驗箱內溫度達到設定值( $T_0=60^\circ\text{C}$ )時啟動，因此開始會形成蒸發熱散逸的效果。從圖 13 的量化數據顯示，在具有自然對流效應的實驗箱內，溫度  $T_2$  達到  $60^\circ\text{C}$  的時間顯然會比較久。當溫度  $T_2$  達到設定值時，噴霧器開始噴灑冷卻劑，從圖 13 可觀察到溫度  $T_2$  產生劇烈的震盪變化，主要是在隔離室 2 因水分子從上方墜落，恰與密度小的熱空氣上升方向相反，隔離室 2 的流場呈現不穩定現象，致使測量的溫度值產生明顯的震盪變化。我們從噴灑冷卻劑後最低溫  $T_{\min}$  與平均溫度  $T_{\text{avg}}$  數據發現，每隔 10sec 噴灑一次，最低溫  $T_{\min}$  可多降 7.1%、平均溫度  $T_{\text{avg}}$  則可多降 7.0%。最後，再從相對降溫比值 $(T_2-T_{\min})/T_a$  來觀察自然對流與蒸發熱散逸合併效應，結果可發現，在同時考量到外界溫度  $T_a$  的情況下，實驗例#14 的相對降溫為 1.08，亦即使用純水、噴灑時間間距越密集，則蒸發熱散逸效果就會越好。若單純只考慮蒸發熱散逸的降溫效應，從實驗結果可知，在實驗例#14 的條件下，最大的蒸發熱散逸可使溫度降低約  $6.9^\circ\text{C}$ 。

## 伍、結論

綜合歸納上一章的實驗測試數據分析，我們在本節中所獲致的結論，簡扼敘述包括以下所列的幾點：

1. 自然對流之降溫效果平均可達到 17.7%；實驗的量化數據差異值，最高會達  $11.7^\circ\text{C}$ 。
2. 風扇啟動之後的抽氣降溫，將隨著風扇的轉速成正比；當  $t_0=300\text{sec}$  時，最

大的溫降可達到 22.1°C。

3. 最大的蒸發熱散逸可使溫度降低約 6.9°C。

太陽能車廂散熱器充分的發揮「少即是多」(less is more)的設計理念，因此本論文創作所呈現的是形式簡單、高度實用的創新產品。本論文創作的主要設計理念，就是將熾熱的太陽輻射“荼毒”，轉化成有效的能量，可供散熱器內部風扇與噴霧器使用，達到電力自主的目的。本論文創作已達到預期的效果，已獲得中華民國新型專利證書(杜鳳棋和葉雲瑩, 2009; 杜鳳棋等人, 2010)，亦已獲得「2011年馬來西亞國際發明創造技術展」金牌獎之殊榮，這是實現商品化的新歷程，也是解決汽車熱效應的新紀元，更是太陽能充分運用的新里程碑。

### 致謝

本專題由國科會產學合作研究計畫(NSC99-2622-E-233-003-CC3)之經費補助，特此申謝。

### 參考文獻

- 王志強、蔡明凱、陳逸鴻、薛肇文、項正川(2008)。熱中暑。內科學誌，19(2)，頁 136-147。
- 杜鳳棋、葉雲瑩(2009)。汽車車廂排熱器。中華民國新型專利，M370513。
- 杜鳳棋、杜文智、王柏中、葉雲瑩(2010)。汽車車廂散熱裝置。中華民國專利申請，M386195。
- 林志儒(2005)。汽車車內外輻射熱流場耦合分析。屏東：國立屏東科技大學車輛工程系碩士學位論文。
- 洪淵庭、陳聲平(2004)。基層醫學。19(11)，頁 274-277。
- 勞委會(2001)。作業環境有害物暴露調查與對策技術資料(五)：甲醛(醫療院所)。台北：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，中華民國 90 年 12 月，IOSH90-T-045。
- 黃秉鈞(2008)。台灣如何利用太陽能發電？。科學人，第 72 期 2 月，頁 60-63。
- 溫義嗣(2004)。熱中暑與熱衰竭。臨床醫學，53(3)，頁 245-246。
- McLren, C., Null, J., & Quinn, J. (2005) *Heat stress from enclosed vehicles: Moderate ambient temperatures cause significant temperature rise in enclosed*

*vehicles*, Pediatrics, 116, 1, 109-113.

National SAFE KIDS Campaign (2005) *Never Leave Your Child Alone*, Available at:  
<http://www.usa.safekids.org/>, 2005/2/17.

Ozeki, Y., Takabayashi, T. & Tanabe, S.I. (2005) *Effects of spectral properties of glass on the thermal comfort of car occupant*, Elsevier Ergonomics Book Series, 3, 289-297.

Yamashita, K., Kuroda, T., Tochihara, Y., Shibukawa, T., Kondo, Y., & Nagayama, H. (2005) *Evaluation of summertime thermal comfort in automobiles*, Elsevier Ergonomics Book Series, 3, 299-303.

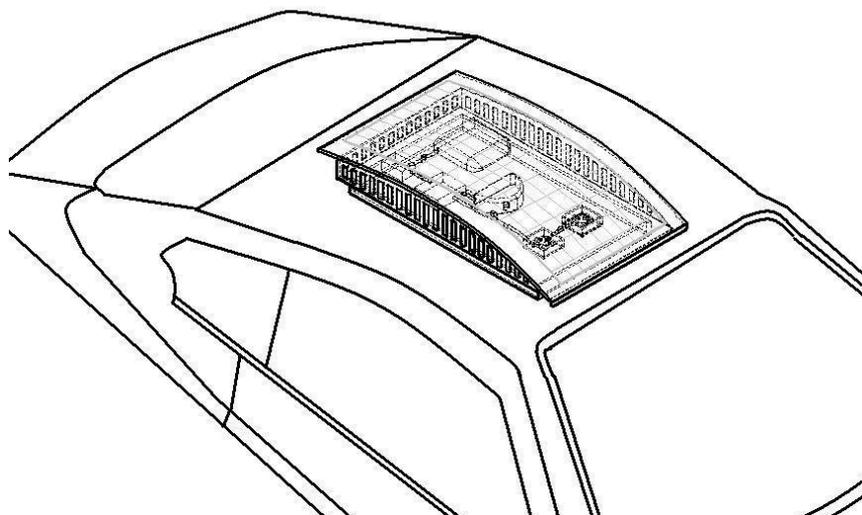


圖 1 太陽能車廂散熱裝置裝配示意圖

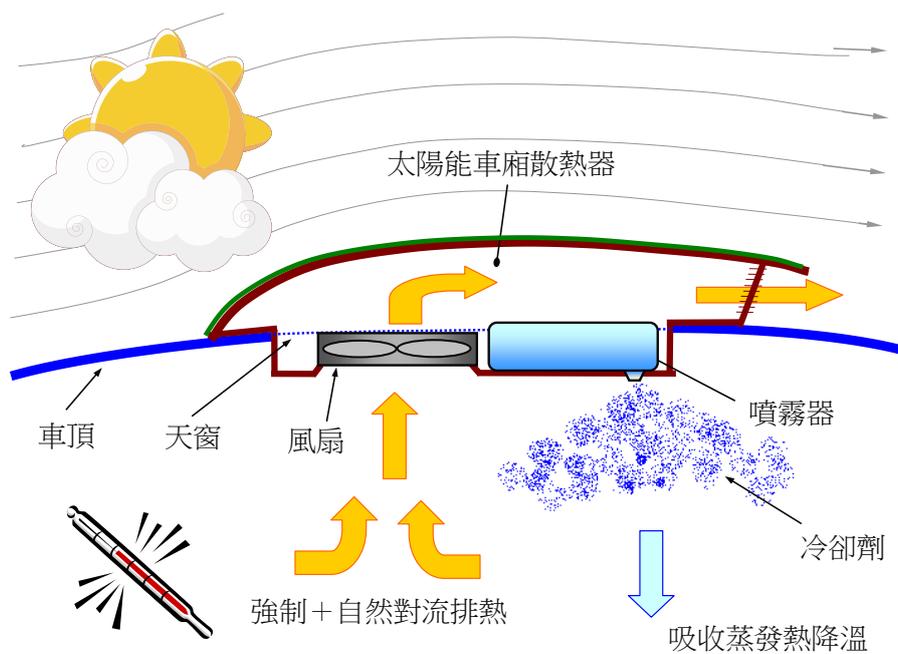


圖 2 太陽能車廂散熱裝置的熱傳遞原理

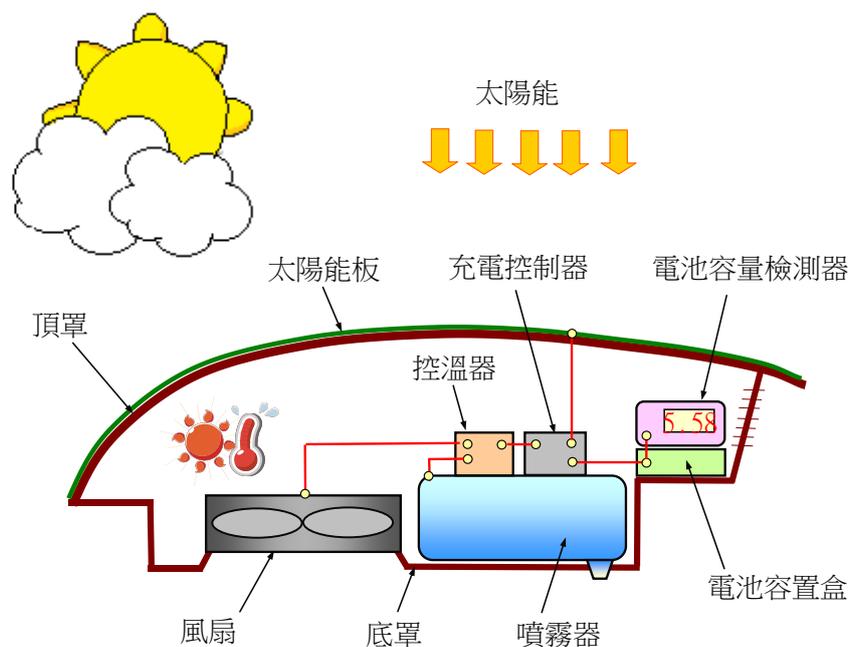


圖3 太陽能車廂散熱裝置的能量轉換運用

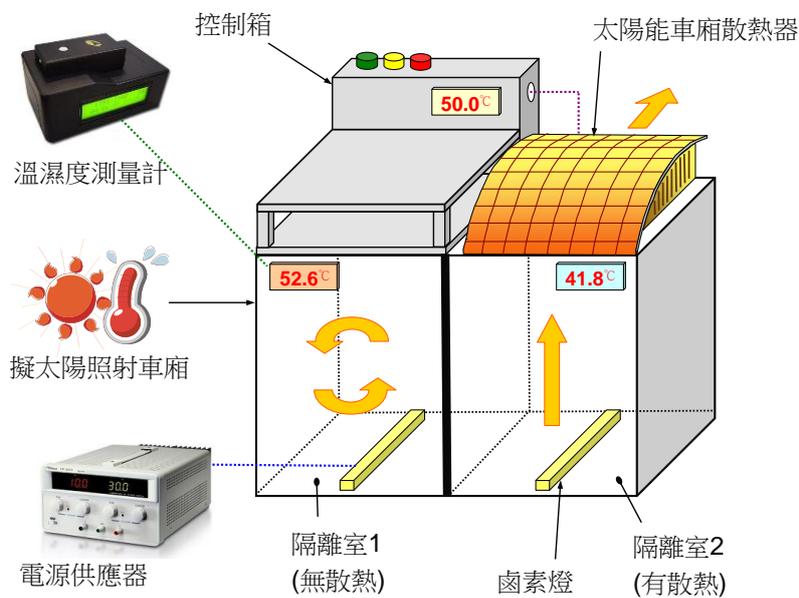


圖4 實驗測試示意圖

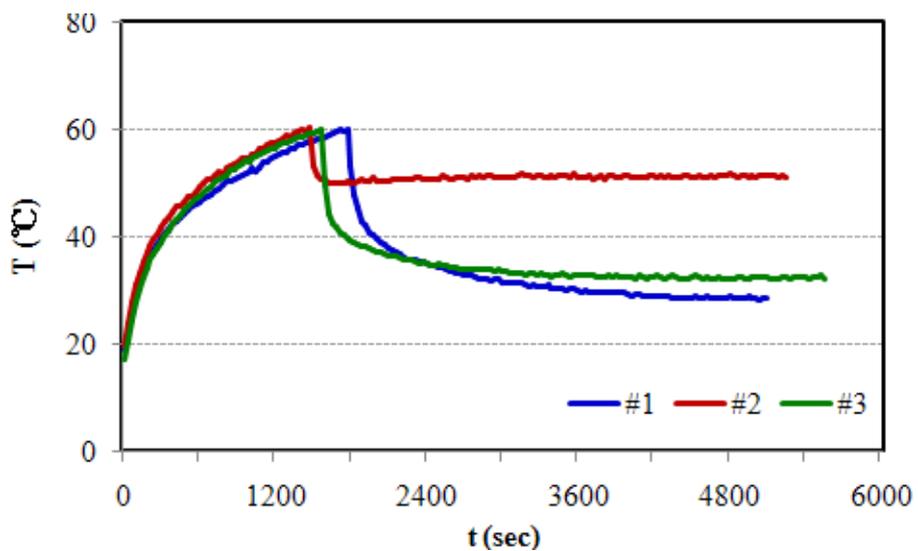


圖 5 風扇裝置形式的影響測試(#1, #2, #3)

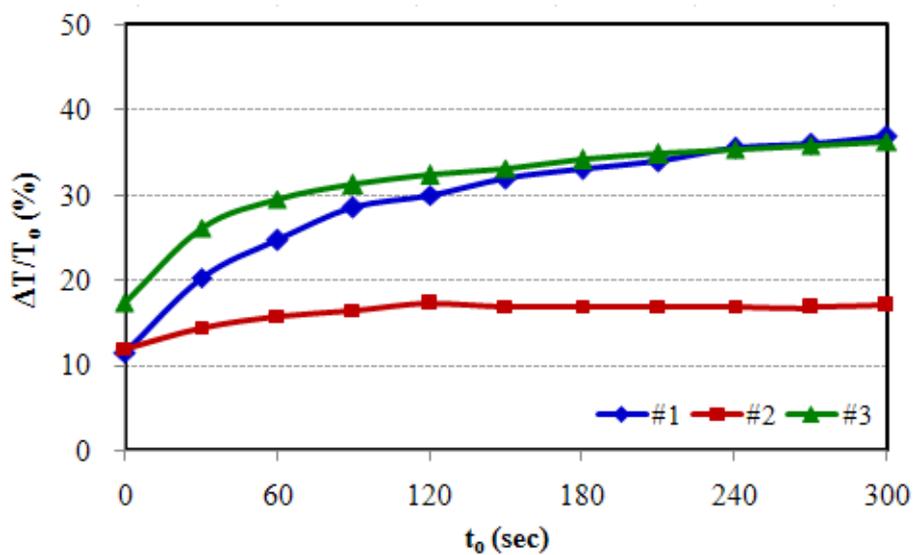


圖 6 不同風扇裝置形式造成的降溫情況(#1, #2, #3)

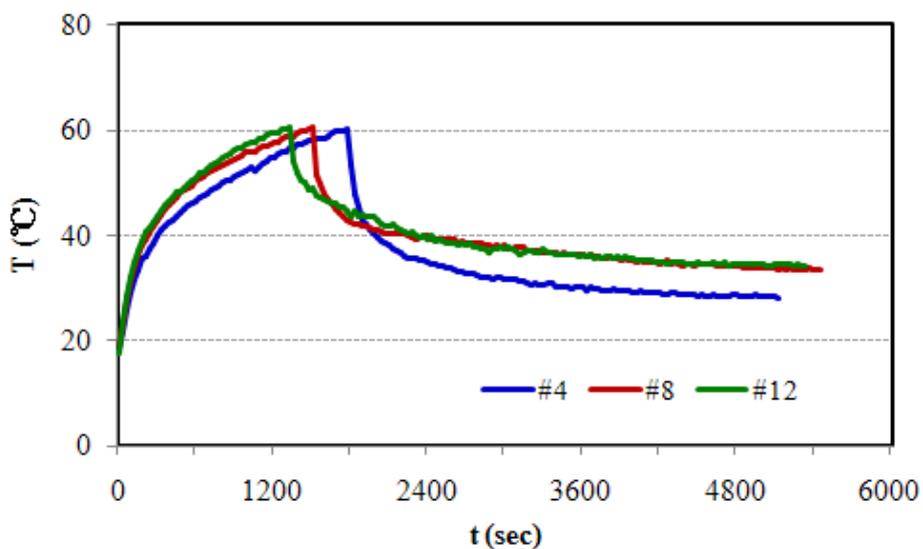


圖 7 風扇抽氣轉數的影響測試(#4, #8, #12)

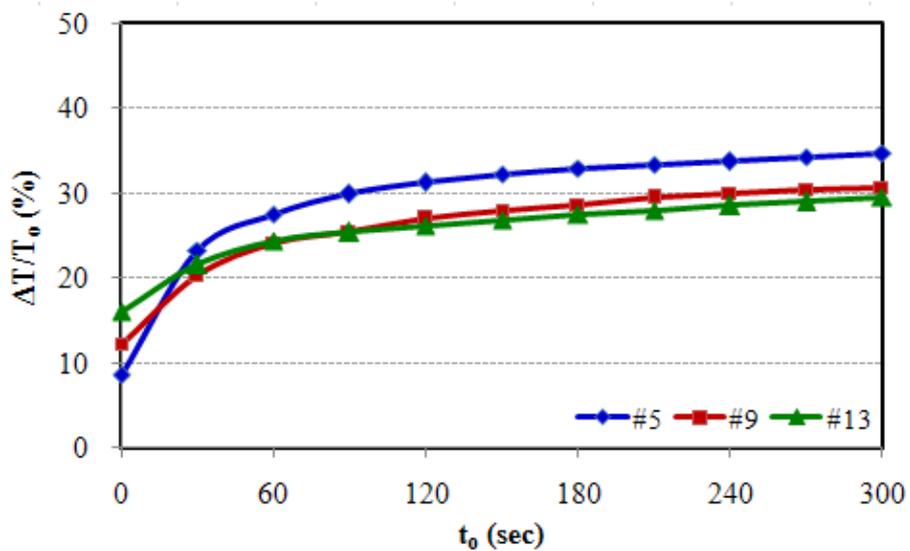


圖 8 不同風扇裝置形式造成的降溫情況(#4, #8, #12)

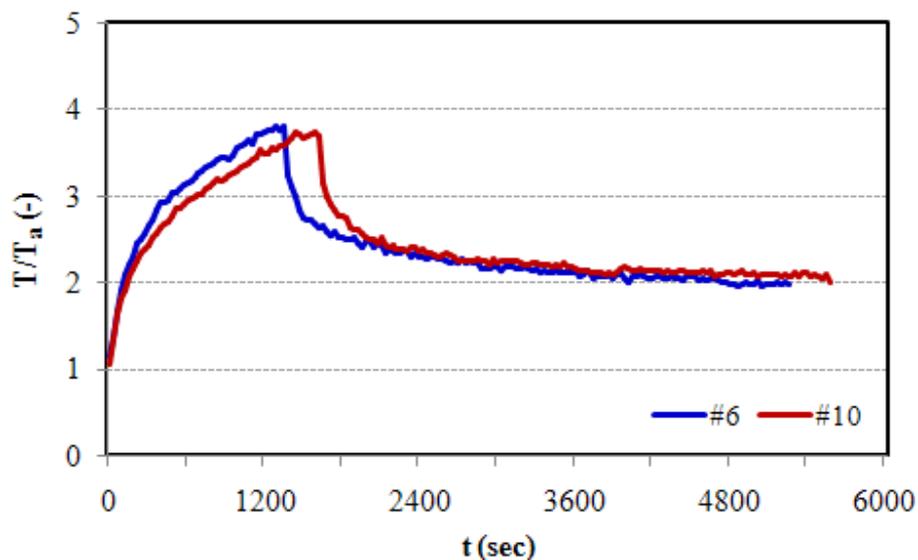


圖 9 風扇抽氣轉數的影響評估(#6, #10)

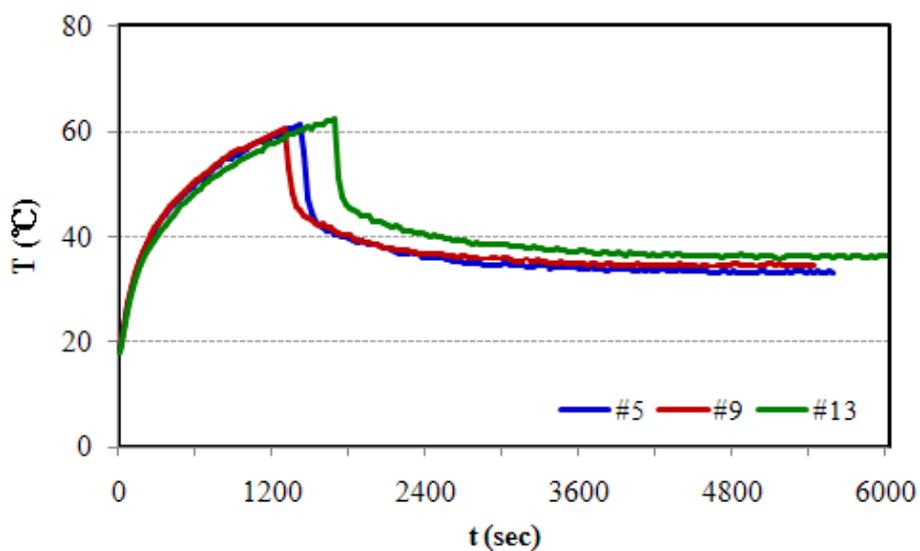


圖 10 風扇吹氣轉數的影響測試(#5, #9, #13)

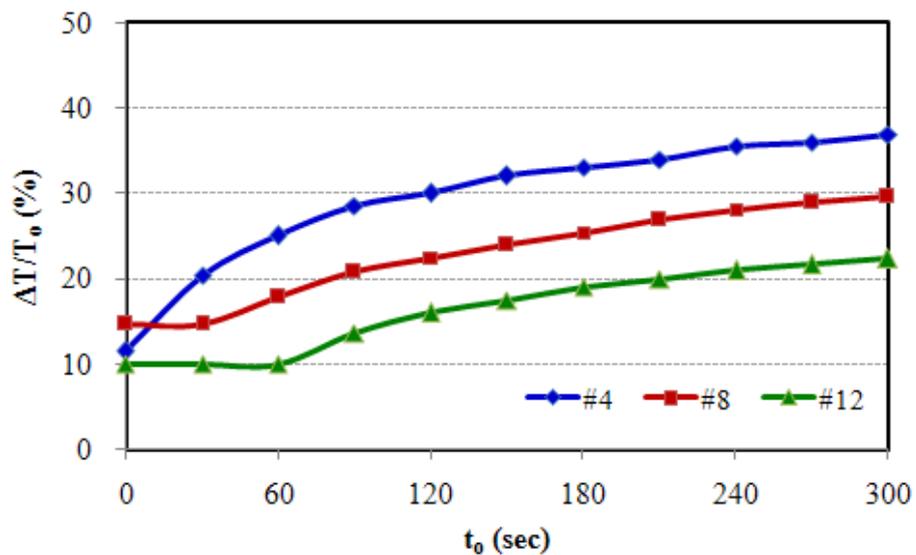


圖 11 風扇裝置形式的降溫情況(#5, #9, #13)

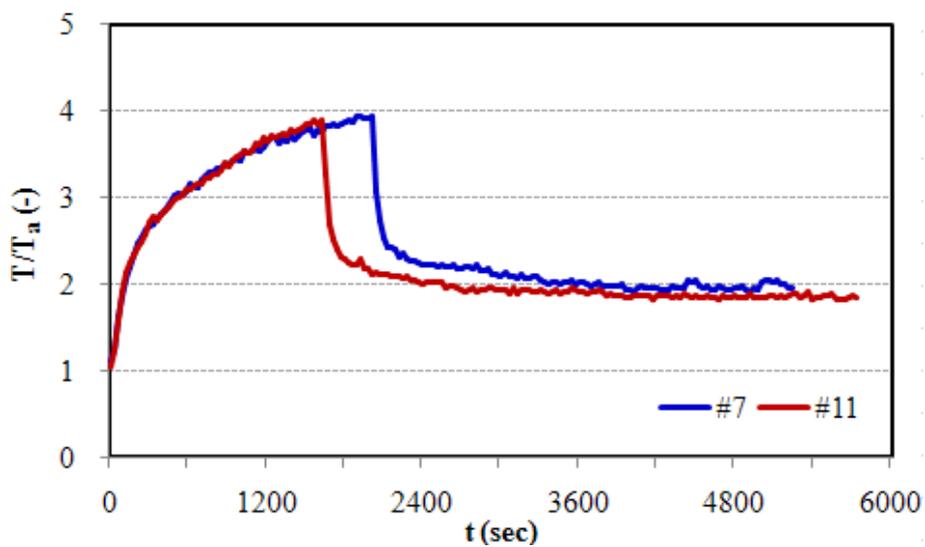


圖 12 風扇吹氣轉數的影響評估(#7, #11)

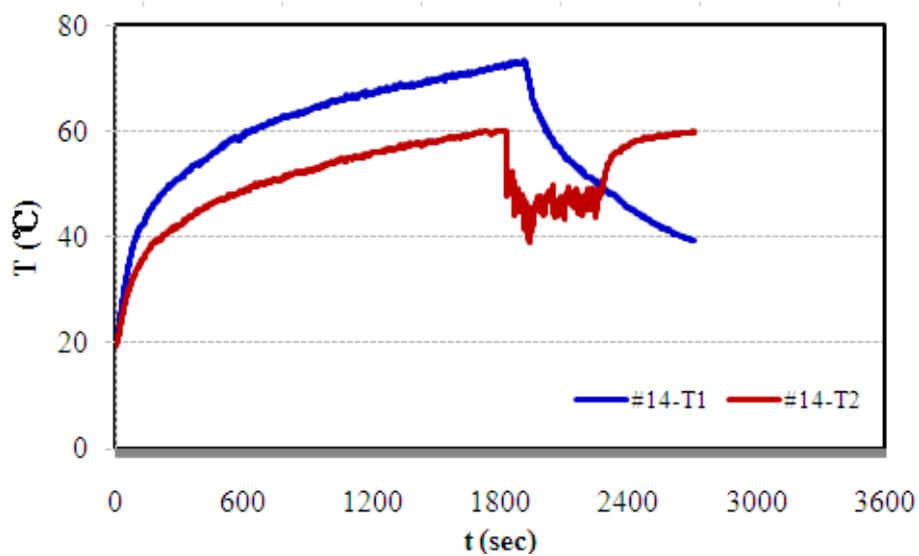


圖 13 蒸發與自然對流熱散逸的降溫情況(#14)

# 機電整合實習教學活動設計-以自走車為例

彭國勝

國立桃園農工生物產業機電科教師

## 壹、緣起

根據 1996 年美國電機工程和機械工程學會(IEEE/ASME)所發行的機電學刊(Transactions on Mechatronics)創刊號對機電整合的定義是：整合機械工程、電子和智慧型電腦控制應用在工業產品和程序的設計和製造(盧福明，2000)。因為產業的需求與科技的進步，機電整合系統不斷採用更先進的技術，至今機電整合已經不再單單是機械工程和電子工程的整合，而是包含著機械學、液氣壓學、電子學、電機機械、電腦網路、可程式控制器、微處理器、感測器、數位邏輯、人機介面、網路控制等技術。機電整合系統從學門分類包含自動化工程、機械工程、電子工程、電機工程、資訊工程等。

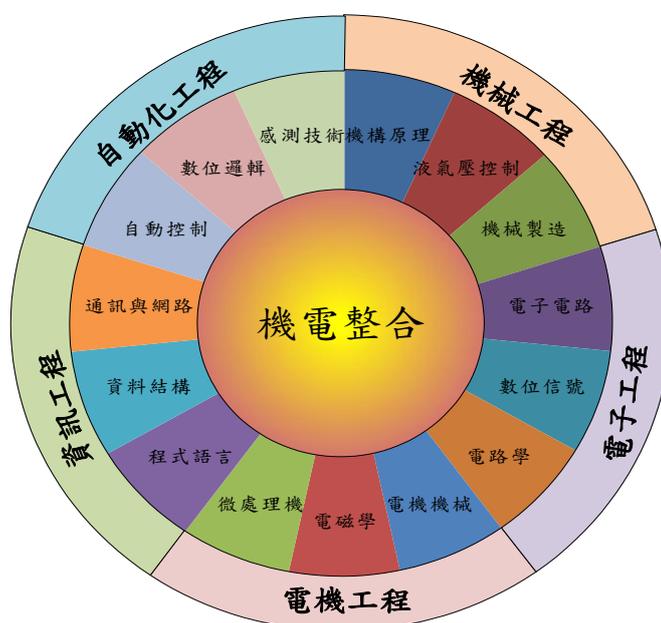


圖 1 機電整合相關學門與技術

機電整合技術的應用十分地廣泛，在日常生活中皆處處可見。小至便利商店的自動門、電動玩具、光碟機、智慧型機器人，大至捷運電車、航太飛行器、自動化工廠，均可見到機電整合技術運用在其中。機電整合工程是自動化工業、航

太工業與國防工業的基礎整合技術。也是先進工業國家競相發展的領域，亦是我國邁向二十一世紀科技發展的關鍵。

自動化是製造技術發展的必然趨勢，我國自動化產業發展的瓶頸，主要在於高級機電人才的嚴重不足，根本之道就在於有系統的培育優秀的機電整合人才，而這要從機電工程教育的規劃開始。機電工程教育的困難不僅在於機與電的結合，更重要的是必須具備自動控制與系統工程的觀念，目前我國的大學與技術學院，則普遍缺乏系統整合的課程(鄒應嶼，1998)。

同學初次接觸學習機電整合課程時，總是容易以為機電整合系統一定是非常地複雜，甚至覺得機電整合是一門高深的學問，因而產生了學習困擾。好像什麼都要學，但是什麼都學不好，對於學習產生迷惘而失去了學習的動力。為了使同學能夠明瞭機電整合的基本架構，故設計此一課程教學，提供同學能在「做中學」了解一個簡單的機電整合系統，加強學習的信心，期望同學在未來可以對機電整合相關領域的研究產生興趣。

## 貳、文獻探討

### 一、機電整合的定義

盧福明(2000)指出機電整合一詞(Mecha-tronics)最早是由 YASKAWA 公司的 Tetsuro Mori 於 1969 年首先提出。它是機構學(Mechanism)或機械學(Mechanics)的前五個字母與電子學(Electronics)的後七個字母合併組成。而在日本稱為電子機械學 (Electro-mechanics)；在我國翻譯為機電整合學或機電工程學；對岸的中國則稱之為機電一體。機電整合，顧名思義，就是結合機械與電機兩個領域之知識及技術。

### 二、機電整合技術對機器的影響(陳雙源、古碧源、黃榮堂、龍仁光，2000)

- (一)憑藉機電整合技術，傳統機構可大幅簡化。
- (二)機構的運動可經由電腦軟體變成可程式化。
- (三)新的動作或性能，過去傳統機構無法達成者，藉由機電整合技術，皆有效達成，且額外增加的成本相當有限，但整體價值大幅提高。

### 三、機電整合的發展

電子技術發展迅速，在機械設計的範疇中，純機械的設計已經不多了，從機車、汽車、自動化設備到飛機。這些產品雖然仍以機械為主體，但在控制與感測方面均大量地使用電子元件。對於機械工程師而言，電子元件帶來了許多便利，使我們的設計領域更加擴大，許多傳統機械難以達成的功能，皆能以較低成本且小體積的電子元件來達到目的。

劉倫偉(2008)指出機電整合技術約可分為四個不同時期之階段：

- (一)傳統機電整合階段：1970年代的機電整合是由機構學(機械學)和電子學整合而成，以應付自動門、自動販賣機、自動對焦照像機或攝影機等產品的技術需求。
- (二)電腦控制機電整合階段：到了1980年代，為了少量多樣產品的需求、提昇產品品質、減少生產成本及降低人力需求，產業開始積極研發機器人(Robotics)、自動導引車(AGV)、彈性製造系統(FMS)與電腦整合製造系統(CIM)等自動化相關技術，此時電腦扮演更扮演控制中心的重要角色，並開始引入資訊技術(Information Technology)。
- (三)電腦控制網絡機電整合階段：到了1990年代，機電整合大量引入有線、無線通訊、衛星定位、網路傳輸等技術，重點在於資訊系統的引進。
- (四)多元機電整合階段：二十一世紀的機電整合技術更加著重多元化的專業技術，主要包括引入光電技術的光機電領域(Opto mechatronics)、著重於微小化的微機電系統技術(MEMS)奈米機電技術(NEMS)以及與生物產業息息相關的生物機電工程(Bio mechatronics)等。

### 參、教學活動設計

登高必自卑，行遠必自邇。機電整合是一種整合各學門的應用技術，系統上看似複雜，其實不然。分析其系統架構，就好像堆積木一般，由最簡單的方塊組合，再一一堆疊而成，各個方塊各有其功能，而且也會相互影響，必須適當地應用相關技術。

## 一、教學目標

- (一)機械加工之基本知識與技能。
- (二)電子元件之基本知識與銲接技能。
- (三)電路分析與維修之基本知識與技能
- (四)馬達控制之基本知識與應用技能。
- (五)感測元件之基本知識與應用技能。
- (六)訓練電子儀器操作及管理之技能。
- (七)訓練機構設計與組裝之知識與技能。
- (八)養成良好職業道德與安全工作習慣。

## 二、教學進度規劃

表 1 教學進度表

週次	教學進度	課程內涵	注意事項
一	機電整合系統架構簡述 基礎電路與工具使用複習	自走車實際運轉展示 引發學習動機	
二	感測器介紹	感測器原理與種類 感測器的應用	
三	紅外線感測器電路製作	紅外線感測原理 紅外線感測電路實習	
四	控制器介紹	比較器的使用 555 振盪器原理	
五	控制器電路製作	比較器電路實習 555 振盪器電路實習	
六	致動器介紹	馬達的原理與應用 PWM 控速電路實習	
七	電路銲接教學	電木板銲接練習	銲接要注意安全
八	電路銲接	控制電路製作	
九	電路銲接	控制電路製作	

十一	機構原理	機構設計原則	
十二	機構組裝	機構加工與組裝	
十三	機體與零組件組裝	機體組合與配線整理	使用鑽床要注意安全
十四	系統測試	系統除錯	
十五	試車與調整	系統調整	
十六	報告	分組簡介與報告	
十七	舉辦自走競速競賽	系統反應與穩定考驗	準備獎品與獎狀
十八	自走車製作檢討	分析各組成果	

### 三、自走車運作原理

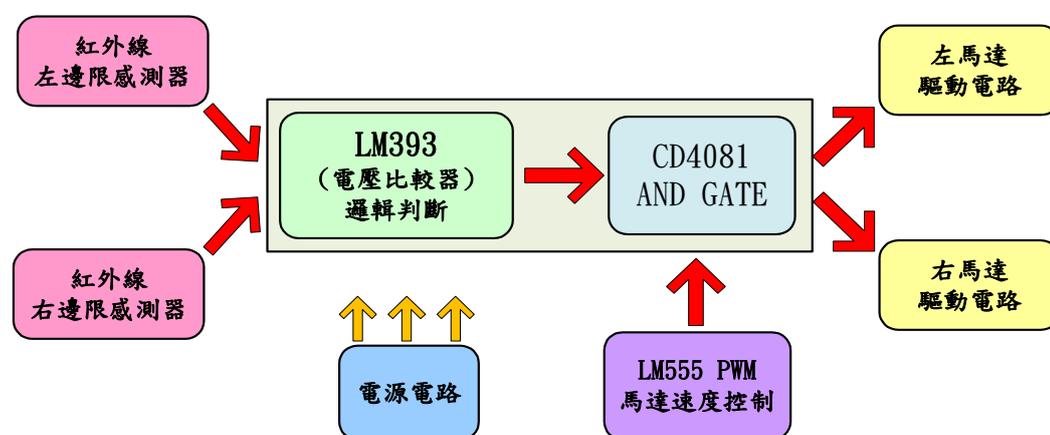


圖 2 自走車系統架構

系統運作的重點不是在於複雜與新科技的應用，而是重在系統的可行性。自走車功能為車子能辨識路線，追尋著黑線行走。它的運作原理為透過兩個紅外線二極體發出信號和兩個紅外線二極體接收器進行感應地面顏色來識別路線，並將信號傳送給控制器，自走車使用的控制器為一電壓比較 IC，它能判斷左方感測器與右方感測器傳回的信號電壓大小，再將判別的結果輸出給馬達，利用左輪與右輪的速度差，進而控制車子行進的方向。假設狀態如圖 3(a)，當左方紅外線感測到黑線時，會傳送信號給控制器，控制器經由判斷後，會使右馬達加速而左馬達減速，車體自然左偏，當紅外線感測器感測不到黑線時，即再改變馬達的速度如圖 3(b)所示，完成車體前進方向的修正。這是一個小型但完整的自動控制系統。

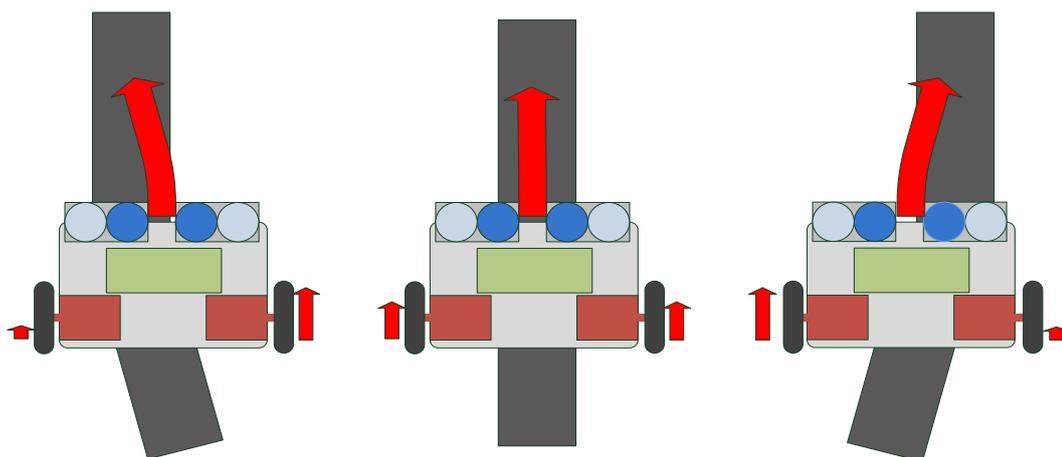


圖 3 (a)車體偏右時，修正向左 (b)車體直行 (c)車體偏左時，修正向右

#### 四、機電整合系統相關知識

##### (一)機電整合系統架構

機電整合系統的架構大致可分為：

1. 感測器(Sensors)：感測物理變化再轉換成類比或數位信號輸出的裝置。
2. 控制器(Controller)：邏輯電路與微處理機或計算機軟體與硬體。
3. 致動器(Actuators)：藉由電氣或液氣壓動力源，致使機構動作的裝置。
4. 機構(Mechanism)：傳遞或變換運動的組合體。

##### (二) 感測器原理與應用

###### 1.感測器與生活

在現代化的生活中，總是離不開感測器，或許你並沒有看到它的存在。但它卻總是隱身在我們日常生活中。例如到便利商店，剛走到門口時，門就會自動開啟，或是隨處可見的超速照相機，都是感測器應用在日常生活中的例子。人類生活愈是方便，就會使用愈多的感測器。

###### 2.紅外線感測器原理

紅外線發光二極體 (Infrared Radiation Light Emitting Diode)發射器能發射出紅外線，碰到物體反彈或是直接被紅外線接收器接收，此時接收器兩端接點導通，使接收器正端電壓降低。紅外線 LED 擁有省電、體積小、壽命長、反應速度快、污染低、高可靠度、模組彈性大等優點。

紅外線發光二極體的外觀和一般發光二極體相同。在驅動上也與一般 LED 相同，須要加上限流電阻。不同的是發射出來的光源波長不同，因此無法以肉眼查覺。紅外線發光二極體能發射紅外線，波長約 940nm 左右，順向偏壓 1.2V，一般順向電流最大值約 50mA 至 150mA。紅外線感測器即利用光線反射的原理，黑色物體能吸收大部份的紅外線，只反射很少紅外光回來；而遇見白色物體時，因白色物體能反射大部份紅外光，使紅外線接收二極體能感測紅外線，當紅外線愈強時則紅外線接收二極體的導通電流愈強。

### 3.紅外線感測模組原理

模組化紅外線感測器的內部構造為一紅外線發光二極體與一光電晶體所組成。當紅外線二極體發射出紅外光時，如果有光線反彈回來為光電晶體所吸收，光電晶體便會導通；反之光電晶體便不會導通；而且感測的距離也不遠，最遠為 5 公分左右，故我們能利用紅外線感測器來黑色與白色場地。

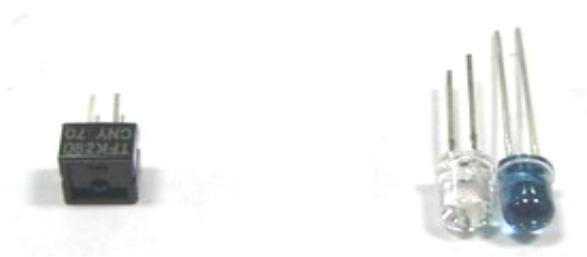


圖 4 (a)紅外線感測模組 CNY70 (b)紅外線發射與接收 LED

表 2 紅外線 LED 工作測試

電源(V)	電阻( $\Omega$ )	$V_{LED}(V)$	$I(mA)$	$P_{LED}(mW)$
5	68	1.36	53.80	73.17
5	100	1.30	37.30	48.49
5	220	1.21	17.30	20.93

### (三)控制器原理與應用

#### 1. LM393 比較器

LM393 是含有雙電壓比較器的積體電路。工作電源電壓範圍寬，單電源、

雙電源均可工作，單電源：2~36V，雙電源： $\pm 1 \sim \pm 18V$ ；消耗電流小， $I_{cc}=0.8mA$ ；輸出與 TTL，CMOS 等相容；輸出為開集極 NPN 輸出電晶體電路；LM393 是高增益比較器，能比較輸入兩端的電壓大小，如果有未使用的接腳須要接地。在電路中它是負責判斷左側與右側紅外線感測器送來的電壓大小，來決定右馬達與左馬達的運轉，進而調整車體的運行方向。

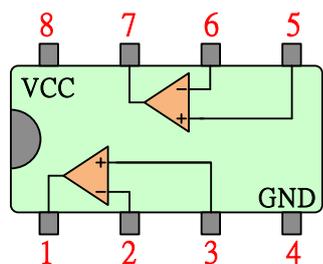


圖 5 比較器 LM393 接腳圖



圖 6 (a)LM555 (b)LM393 (c)CD4081

## 2.邏輯電路 CD4081

為達到控制馬達速度的目的，故須使用一個邏輯閘 IC：CD4081，此邏輯 IC 能作 AND 的運算，它的功能是将比較器送出的信號與 555 送出的 PWM 信號做 AND 邏輯處理，進而達到控制馬達運轉與速度之功能。

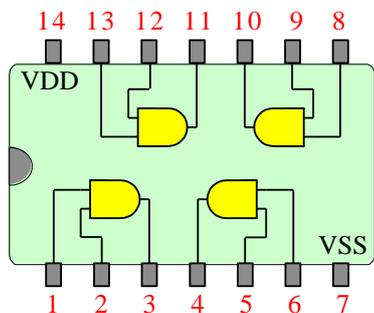


圖 7 CD4081 接腳圖

表 3 CD4081 的真值表

X	Y	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

### (四)致動器原理與應用

#### 1.直流電動機原理

直流電動機(DC Motor)的優點為價格便宜且在控制速度方面比較簡單，只須控制電壓大小即可控制轉速。直流馬達的運轉原理是依據佛來明左手定則，當導線置放於磁場內，若導線通上電流，則導線會切割磁場線使導線產生移動。電流進入線圈產生磁場，利用電流的磁效應，使電磁鐵在固定的磁鐵內連續轉動的裝

置，可以將電能轉換成動能。直流電動機的內部構造為永久磁鐵或電磁鐵、電刷、整流子等元件。電刷和整流子將外部所供應的直流電源，持續地供應給轉子的線圈，並適時地改變電流的方向，使轉子能依同一方向持續旋轉。



圖 8 直流電動機構造

## 2. 直流電動機速度控制

### (1) LM555

振盪器 555 的應用範圍很廣，但一般多應用於單穩態多諧振盪器及無穩態多諧振盪器亦稱方波產生器(Astable Multivibrator)。它是利用電容與電阻充放電的原理來產生方波，使用它可以輕易地產生 PWM 波形。

表 4 555 振盪器腳位功能說明

永磁式馬達

腳位	功能	說明
Pin1	接地(Ground)	接電源負極。
Pin2	觸發(Trigger)	當 Pin2 之電壓低於 $1/3V_{cc}$ 時，會令 Output 輸出高電位及 Pin7 對地開路。
Pin3	輸出(Output)	由 Pin2、4、6 控制輸出腳為高電位或低電位。
Pin4	重置(Reset)	Pin4 之電壓小於 0.4V 時，則 Output 之輸出為低電位、Pin7 對地短路。所以不使用 Pin4 時，應接於 1V 以上之電壓。
Pin5	控制電壓 (Control Voltage)	Pin5 直接與比較器的參考電壓相通，允許由外界電路改變 Pin2、Pin6 之動作電壓。平時多接一個 $0.01 \mu F$ 以上之電容到 Ground，以避免雜訊干擾。

Pin6	臨界(Threshold)	Pin6 之電壓高於 2/3Vcc 時，會使 Output 低電位、Pin7 對地短路。
Pin7	放電(Discharge)	與 Output 同步動作。當 Output 輸出高電位時，Pin7 對地開路；Output 輸出低電位時，Pin7 對地短路。
Pin8	(+Vcc)：正電壓輸入	最大可至 15V。

## (2) 脈衝寬度調變 (PWM：Pulse Width Modulation)

PWM 是一種利用脈波控制轉速的方法，當輸入馬達的電源為 high 時，馬達受到電壓供應而轉動；當輸入為 low 時，則沒有電供應給馬達，此時馬達藉著本身的慣性轉動，轉速會逐漸減慢最後停止。因此 PWM 是一種利用電壓 high、low 的切換來控制馬達轉速的方法。所以脈波週期必須是固定，然後再藉由改變脈波的波形寬度比(Duty Cycle：脈波寬度與週期之比)達到改變速度的目的。當波形寬度比發生變化時，供給馬達的平均電流發生變化，於是轉速即產生改變。即改變工作週期大小，使整體平均電壓值上升或下降，藉此調控電壓及功率切換以節省能源及控制馬達速度等效果(陳家康，2006)。

因此固定的週期下，改變不同的責任週期(Duty Cycle)，即可控制平均電壓的輸出，輸出電壓  $V_{out}$  與責任週期的關係式為：

$$V_{out} = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} \times V_s = \frac{t_{on}}{T} = DV_s$$

其中  $t_{on}$  為功率晶體導通時間(sec)、 $t_{off}$  為功率晶體關閉時間(sec)、 $V_s$  為電源電壓(V)、 $D$ ：責任週期(Duty Cycle)

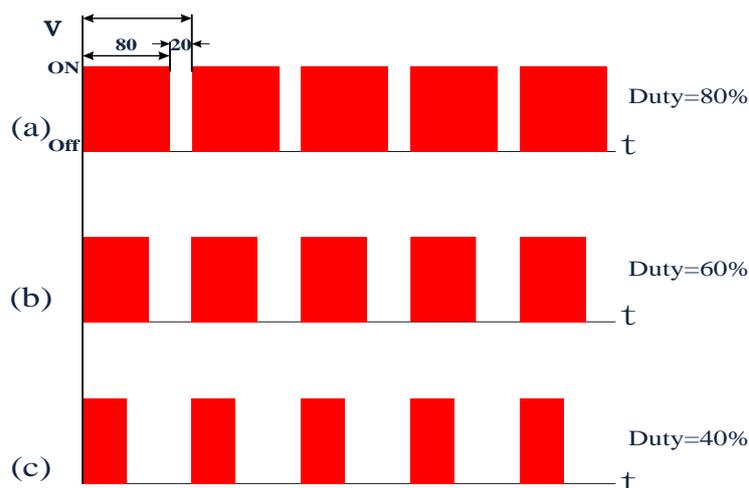


圖 9 不同責任週期的 PWM 輸出信號圖

馬達的功率消耗為輸入電壓與電流的乘積成正比。圖 9 顯示了三種不同的 PWM 信號。圖 9(a)是一個責任週期為 80%的 PWM 輸出信號，即在信號周期中，有 80%的時間導通，其餘的 20%時間截止。假設電源為 5V，當責任週期為 80%的 PWM 信號輸出，則對應的是一個幅度為 4V 的電壓信號。而圖 9(b)與圖 9(c)則分別是責任週期為 60%與 40%的 PWM 輸出信號

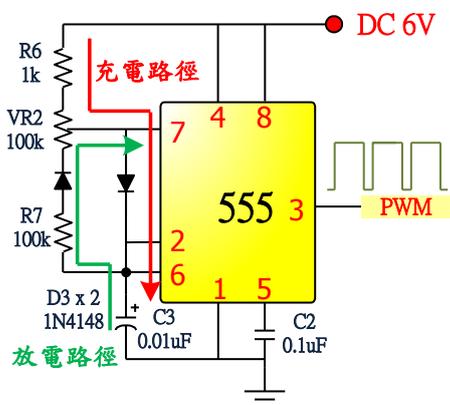


圖 10 可調整 Duty Cycle 的方波產生器

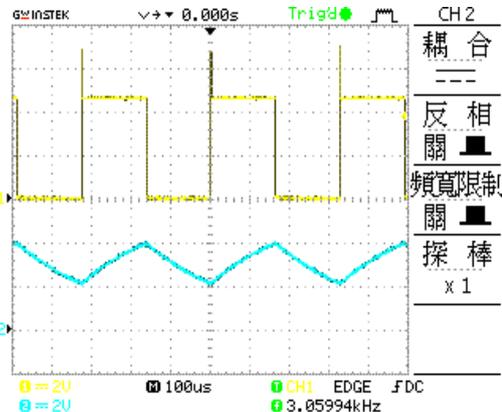


圖 11 PWM 波形

### 3. 直流電動機規格

表 5 直流電動機規格表

型號	直徑	身長	額定電壓	額定電流	起動電壓	額定轉速	連接方式
Driver	Diameter	Body	Rated	Rated	Starting	Rated	Type
Motor		Length	Voltage	Current	Voltage	Speed	

	mm	mm	V	mA(max)	V(max)	rpm	mm
FA-130	φ20	25	1.5	300	1	9000±2000	PIN

### (五)機構原理與應用

機構是由兩個以上之機械元件所組成的個體，並且各個機械元件間有進行著規律與可預期之相對運動。機構是用來傳遞或變換運動的組合體。齒輪為一帶有齒形的機械元件，單一齒輪無法發揮功用，必須有兩個以上的齒輪相嚙合，才能相互作動。顏鴻森(1999)對齒輪機構的定義為：「齒輪與齒輪之間能夠藉由適當的齒形而相互嚙合，藉由滾動與滑動的接觸，維持固定輸入輸出的轉速比，用以達到傳遞兩軸運動或動力。」齒輪的兩大功用為傳遞兩軸的運動方向與動力。

#### 1.減速機構

減速機是一種動力傳遞機構，利用齒輪的速度轉換，將致動器輸出之轉速降低至所需之轉速，並得到較大轉矩之機構。複式定心輪系：在一輪系中，一軸有兩個以上的輪，連在一起迴轉即稱之。齒輪組為一般常用之減速裝置，設計簡單，兩個相咬合的齒輪依齒數不同，可以分為大齒輪(gear)和小齒輪(pinion)。兩個齒輪咬合時，兩個齒輪的旋轉方向相反，假設其齒和齒之間無滑動現象時，在兩齒輪接觸點的切線速度一定是相等的。

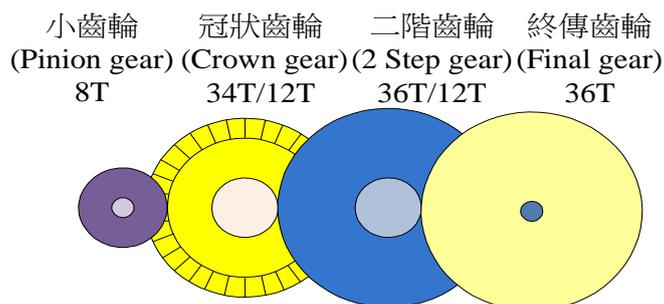


圖 12 減速機構的複式定心輪系

$$e(\text{輪系值}) = \frac{\text{末輪之轉速}}{\text{首輪之轉速}} = \frac{\text{主動輪齒數的連乘積}}{\text{從動輪齒數的連乘積}} \quad \text{末輪之轉速} = \text{輪系值} \times \text{首輪之轉速}$$

$$e = \frac{N_f}{N_a} = \frac{T_a \times T_c \times T_e}{T_b \times T_d \times T_f} \quad N_f = e \times N_a \quad \text{若 } |e| > 1 \text{ 為增速輪系, 而 } |e| < 1 \text{ 為減速輪系。}$$

輪系值又稱齒數比、節徑比、轉速比。

因此計算自走車減速機的e(輪系值)= $\frac{8 \times 12 \times 12}{34 \times 36 \times 36} = \frac{1}{38.25}$

使用的電動機 FA-130 之轉速為 9000rpm，故車輪之轉速為 $9000 \times \frac{1}{38.25} = 235(\text{rpm})$



## 2. 滾珠式萬向轉向座

自走車的運行是使用兩個車輪的運轉來達成的，為了保持機體的平衡，故須使用一組滾珠式萬向轉向座來保持機體的平衡運行，滾珠式萬向轉向座是由一顆鋼珠與三個機械軸組成，可以 360 度自由迴轉或有一定的方向控制時使用，具有摩擦係數少並且能長行程的運動特徵。

### (六)機體組裝與電路

使用電工蓋板與銅柱組合的機體 (須以鑽床加工)



圖 15 機體組裝元件

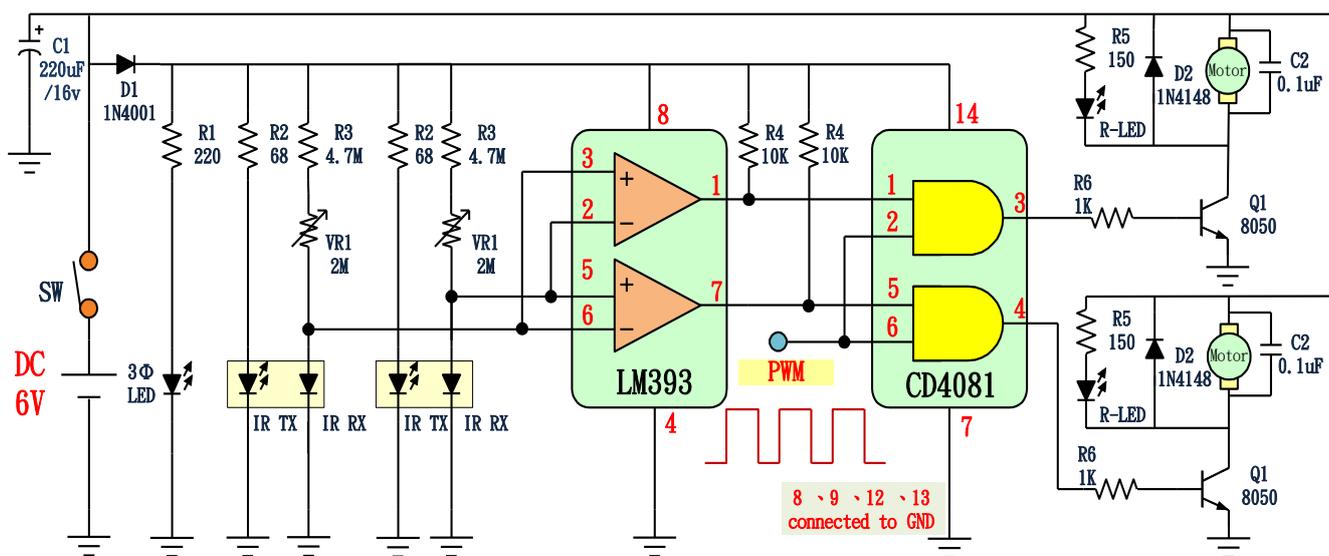


圖 16 自走車系統電路

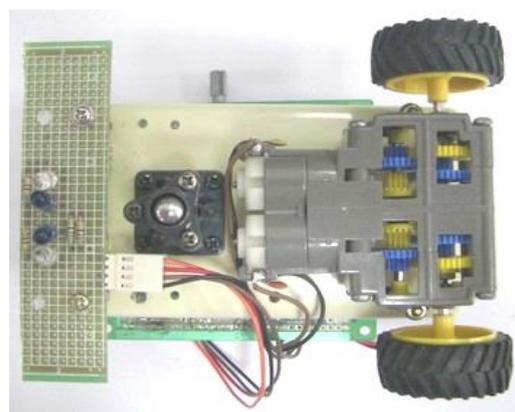
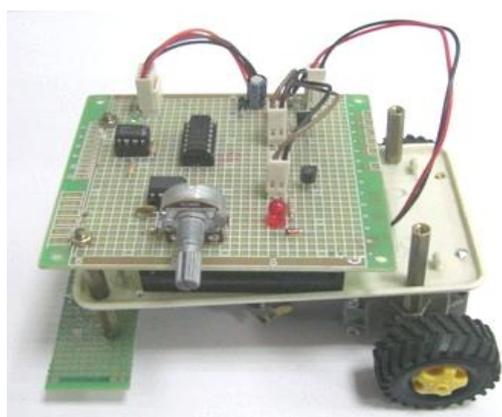


圖 17 自走車完成圖(a)側視圖

(b)仰視圖

肆、教學設備與使用材料

教學活動需使用以下工具設備與材料，提供給教師與學生參考。

表 6 工具設備表

工具名稱	規格	備註
電源供應器	可調式 0~30V/3A	可使用固定 6V 變壓器代替
示波器	20MHz	PWM 波形觀察
小型立式鑽床	鑽孔能力 3mm ( 1/8" )	使用時要注意安全
鑽針	2mm	DC 電源插座配置
鑽針	3mm	機構組合

麵包板	3P	電路實習
十字起子	#2*75mm	機構調整
十字起子	#0*75mm	機構組合
電烙鐵	30W	功率不可大於 60W

序號	元件	規格	數量	序號	元件	規格	數量
1	IC	LM 555	2	22	電解電容	10 $\mu$ F	1
2	IC	LM393	1	23	電解電容	220 $\mu$ F	1
3	IC	CD4071	1	24	電晶體	8550	4
4	IC 腳座	8P	3	25	電晶體	8055	1
5	IC 腳座	14P	1	26	二極體	1N4001	2
6	可變電阻	100K	1	27	二極體	1N4148	4
7	精密半固定電阻	2M	2	28	莫士端子公座	2P	4
8	1/4W 電阻	4.7M	2	29	莫士端子公座	4P	2
9	1/4W 電阻	100k	3	30	莫士端子母頭附線	2P(單頭)	4
10	1/4W 電阻	10K	2	31	莫士端子母頭附線	4P(雙頭)	1
11	1/4W 電阻	1K	1	32	莫士端子	2.54mm	10
12	1/4W 電阻	220	1	33	電木板	900 洞	1
13	1/4W 電阻	150	4	34	玻璃纖維板	900 洞	1
14	1/4W 電阻	68	2	35	焊柱	1 $\phi$	2
15	光敏電阻	5 $\phi$	1	36	3 號 6V 電池盒附開關		1
16	LED	3 $\phi$ 綠	2	37	螺母		10
17	LED	5 $\phi$ 紅	2	38	螺絲	M3-6mm	10
18	紅外線 LED	5 $\phi$ 發射	2	39	銅柱	1cm	2
19	紅外線 LED	5 $\phi$ 接收	2	40	銅柱	2cm	4

20	陶瓷電容	0.01 $\mu$ F	1	41	銅柱	2.5cm	4
21	陶瓷電容	0.1 $\mu$ F	4	42	插板式 DC 插座	2.5mm	1

表 7 材料表(包含電木板練習元件)

### 伍、結論與建議

機電整合的學習是無窮盡的，此次製作的自走車僅是一個簡單的系統，特別是在控制的部份，考量同學是學習整個機電整合的系統概念，並且尚未修習有關單晶片控制的相關課程，因此只用簡單的比較電路來控制系統。單晶片電腦具備「輕、短、小」的天賦異稟，受工業界青睞，許多家用電器產品的自動控制，可發現單晶片微電腦，例如電視機及音響的遙控選台系統、冷氣機、電風扇、自動販賣機、洗衣機、電腦用鍵盤等等，另外還有數不清的工業控制也是以單晶片微電腦為控制中樞，單晶片微電腦的普遍性由此可知。一般傳統控制所不能達到的控制，如感測訊號的擷取、複合環控策略，它皆能輕易的完成。近年來單晶片的功能不斷加強，價格愈加便宜，利用單晶片的運算與記憶功能，此種專用型具有微電腦功能之控制器日漸普及(沈德欽，2003)。以人來比喻系統，則控制器即相當於人的大腦，大腦能控制人的行為，而控制器能主宰著整個機電系統的運行，相同的硬體系統但使用不同的控制器與程式軟體，則能做出各種不同的功能。

因應機電整合控制的時代需求，國內技專院校機電、電機、電子、自動化等相關科系都規劃有電機整合與控制課程，並且都將單晶片相關的課程列為必修科目，足見單晶片課程的重要性。利用單晶片來設計控制系統是自動化發展的必然趨勢，因此學習機電整合就必須要學好單晶片控制，此次製作自走車的感測器、機構、驅動器馬達在學習單晶片控制時均可再利用。圖 18(a)是由龍華科技大學所開發的 F1 智慧型競速自走車，使用的控制器是 PIC 晶片，圖 18(b)是由南亞技術學院機械系所開發的甲蟲獸自走車，使用的控制器是 89s51 晶片，均是非常簡單易學的機電整合實習教材。

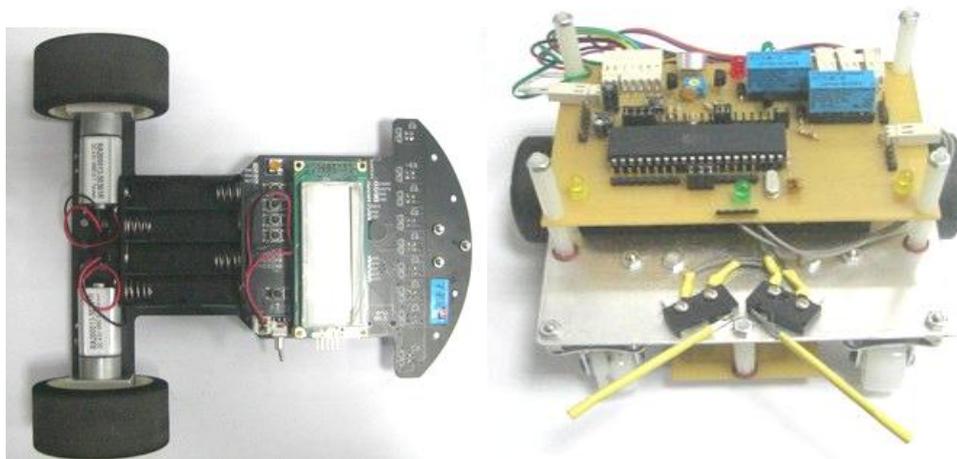


圖 18 (a)F1 智慧型競速自走車

(b)甲蟲獸自走車

在教學設計上盡可能採用便宜且買得到的基本零件來組合系統。讓每位同學都能夠有實作的機會，並且舉辦競賽來激發同學的學習動機與榮譽心。市面上處處為同學設想周到的教材，不見得可以學到更多東西。嘗試、摸索、帶著問題來學習。遇到問題時，能自己想辦法解決，才是最好的學習方式。學習要由簡單的概念開始，完成自走車之時，會很有成就感，並且能明白系統的基本架構。有興趣時再繼續進修學習，實現自己的想法，踏出終身學習的第一步。



圖 19 舉辦自走車競賽

### 陸、參考文獻

沈德欽(2003)。單晶片原理與應用。收錄於林達德、李桂芝主編，**機電整合** (頁 161-166)。台北：國立台灣大學生物產業機電工程學系。

陳家康(2006)。全方位運動機器人之設計與製作。國立雲林科技大學電機工程系碩士論文，未出版，雲林縣。

陳雙源、古碧源、黃榮堂、龍仁光(2000)。機電整合導論。台北：東華書局。

鄒應嶼(1998年5月28日)。培育機電整合技術人才刻不容緩。工商時報，第18版。

劉倫偉(2008)。工學院機電學程。國立臺灣海洋大學工學院院訊，2(3)。頁6。

盧福明(2000)。國內大學農機科系轉型簡介。台灣農業機械雙月刊，15(4)，頁5。

顏鴻森(1999)。機構學。台北：東華書局。