

後記

蟑螂先生，您挑嘴嗎？

為了知道小昆蟲活的時候腸胃如何運作，中山女中學生何孟霓、李忻近距離觀察，運用生物放電，以解剖方式插針進入蟑螂消化道，連接電極，用電流瞭解消化道不同部位放電波形，觀察蟑螂消化道的中前腸部位構造、瞭解肌肉放電情形和探討肌肉調節機制，發現蟑螂消化道的肌肉與人類的平滑肌不同，食道內有剛毛可協助食物向後移動，前胃砂囊壁較厚有齒，具磨碎食物的功能；餵食葡萄糖和麩胺酸，則肌肉放電大不相同，難道蟑螂挑嘴？

與蟑螂的邂逅

勇氣是從已知到未知，從熟悉到陌生、從安逸到勞頓。不敢說是蟑螂有勇氣還是同學，但一個是注定悲劇的宿命，一個是冒著惡心的危險，兩者都頗令人欽佩。

沒見過那麼精密的殺蟑動作：「利用二氧化碳麻醉法，將美洲蜚蠊（蟑螂）麻醉後置於培養皿內，用小剪刀去其六肢及翅膀，再從蟲體背部兩側解剖出兩道傷口……再來以鑷子小心撕下背部的骨板，此時已完成解剖，最後只需要再將蓋住器官的脂肪體輕輕剝除，以便進行體內器官的觀察。」再加上插針研究，至少50隻以上蟑螂壯烈犧牲。

筆者驚恐地問：「當初是妳自願加入蟑螂組的嗎？」何同學抿著嘴笑說：「越怕就越想試試看。」筆者：「教教我如何活捉蟑螂！」李同學熟練地解釋：「只要用長鑷子夾住蟑螂胸腹，拿著放到蟑螂屋上，黏住他的腳，就可以了。」但蟑螂還是偶而跑出昆蟲箱亂竄，實驗室裡大家一起抓小強，如果真得不行只好用踩的解決問題。有次一位同學的蟑螂逃跑，她怕一整天的實驗報銷，心一橫徒手活抓蟑螂，獲得同學們一致敬佩，這位同學後來抓出名聲，只要哪組蟑螂潛逃就高聲呼叫她的名字。

蟑螂您挑嘴嗎？

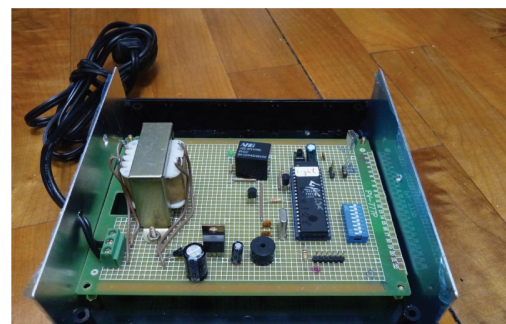
2人研究小組解釋，此實驗是觀測食物放在蟑螂口器時，消化道的預備反射放電反應。生物肌肉放電很難偵測，當初花了整個七月不斷插針，才找到消化道的放電部位。用EMG做電流測試時，所有手機、電燈、音響和電子設備都得關機，人也不能靠近，因生物電很微弱，波形非常容易受干擾，最後終於找到消化道波形模式，如果波形不合，表示有外力干擾而非蟑螂本身放電。蟑螂插針完後還可以繼續走來走去，過一陣子才會死亡。

過程中，研究小組說最有趣的莫過於觀察「肌肉電位圖」，因為波形頗具形式美且有重要存在價值，用以比對自己的假說和研究結果；兩位宣稱過程使自己的耐性急遽地增加，因為插針很難插中放電部位，插中了還可能會跑掉，而且「失之毫釐、差之千里」，所以每張電位圖都彌足珍貴。

放電結果大不同，餵食葡萄糖液時，蟑螂的嗦囊（儲存食物）肌肉放電幅度增加，推測單糖不再需要儲存與透過澱粉酶進行分解，因此肌肉收縮，將葡萄糖擠向砂囊。餵食味精（麩胺酸）時，蟑螂的砂囊肌肉放電幅度增加，推測麩胺酸為蛋白質的一種次單位，引發砂囊肌肉做收縮活動。因應攝食種類不同，蟑螂腸胃即將展開不同的消化活動，才引發不同的放電反應。

4-1 機 電

實 作 作 品



綠色小幫手自走盆栽

臺北市立內湖高級工業職業學校
盧士凱、顧達昀、謝坪錡、郭威賢

綠色小幫手自走盆栽

A 作品特色或用途

陽光、空氣、水，是生命的三大要素，加上適合的溫度，植物才能順利的成長。一般而言，植物苗圃常以溫室來控制光、空氣、水和溫度，但對於居家環境或辦公室而言，為了盆栽而刻意建造一座溫室並不切合實際。本作品設計一個有趣的盆栽，讓植物如同動物一般，在飢餓或口渴等生理需求的時候，能夠自行走到定點來獲得補充。由於不須透過人為照料，因此盆栽主人不須付出太多精神，也能享受種植的樂趣，這是本作品的主要目的。本作器的主要特色如下：

一、感測功能：

透過各種感測器，讓盆栽能自動感測溫度、溼度、空氣品質及光照度。若溫度太冷或太熱，盆栽自行控制風扇使其開啓、關閉；陽光不足時，盆栽能自行開啓電燈；空氣品質不佳時，能自動打開窗戶；水份不足時，盆栽能自動開啓水源，並透過溼度感測器感測水份，適時關閉水源。

二、互動功能：

為了能即時讓主人知道盆栽缺乏什麼，我們加上了語音系統，使植物能夠「說話」，讓主人得知盆栽的現況。

三、自走功能：

為了解決植物沒有腳的問題，我們為「創意盆栽」加上了伺服機作為代步之用，並預留定位系統界面，一旦加上定位系統後，盆栽便能自動修正移動的位置，更精確到達定點。

四、環境控制：

為了解決植物沒有手的問題，我們為「創意盆栽」加上紅外線控制系統，例如：當植物走到水源位置時，便以紅外線來控制水源開關。

五、充電功能：

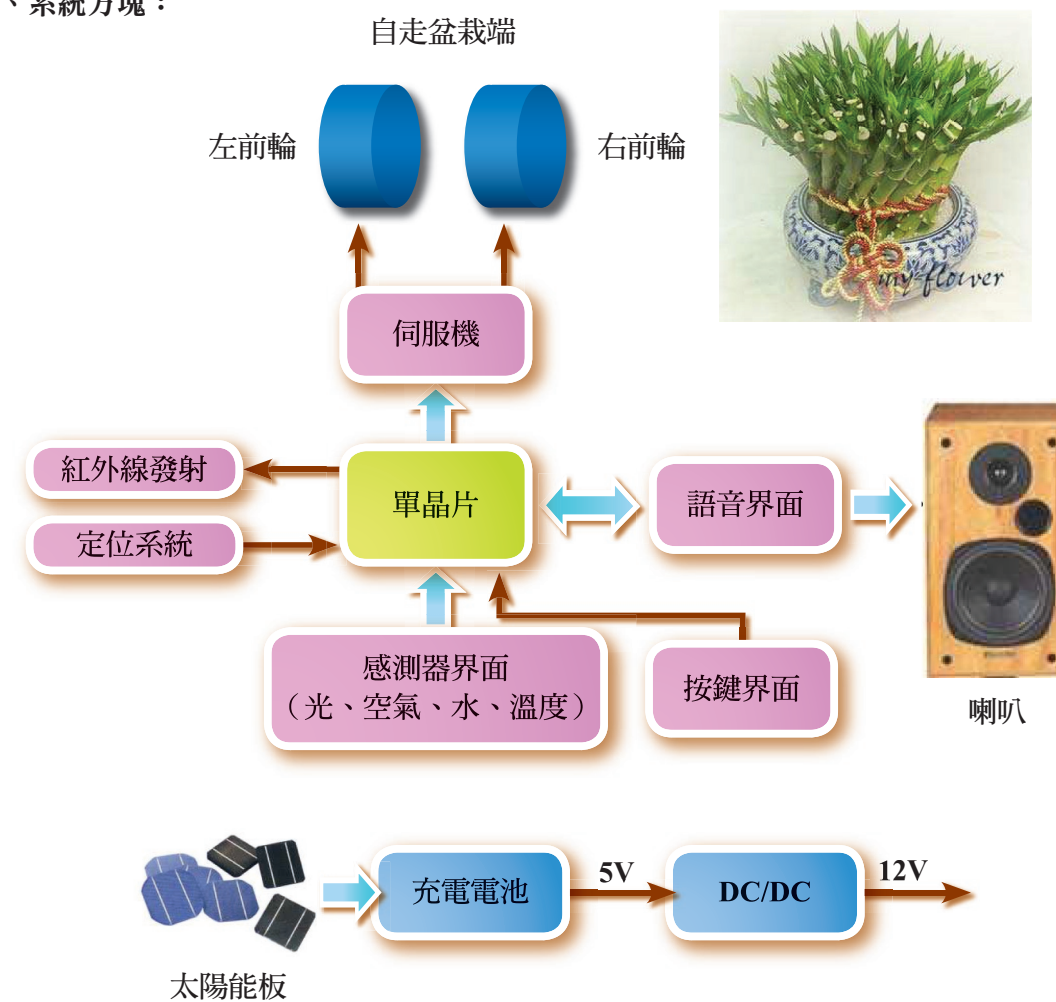
當盆栽的電力不足時，盆栽會自動移動到有光線的位置，透過太陽能板對電池充電，符合節能減碳的精神。

六、娛樂功能：

跟動物互動並不稀奇，能夠跟植物互動，才有「寵物」的感覺。因此，我們為盆栽加上了MP3播放功能，當植物感到舒適，適合生長時，便會播出主人喜愛的音樂，使植物在賞心悅目之餘，又兼具娛樂的效果。

B 作品製作要點說明

一、系統方塊：



本作品區分為二大部分：自走盆栽端與紅外線接收控制端。說明如下：

(一) 自走盆栽端：

1. 感測器界面：偵測光、空氣、溫度與濕度。
2. 伺服機：負責驅動左輪與右輪，以便將盆栽移動到適當位置。
3. 紅外線發射：盆栽到達適當位置後，發出紅外線來控制光源、空氣調節、溫度或濕度。
4. 語音界面：將預錄的語音內容播放出來。
5. 按鍵界面：利用開關來模擬植物的生理狀態，以便展示之用。
6. 電源系統：利用充電電池作為主要電力來源，以及太陽能板作為充電電力來源。
7. 定位系統：為預留的界面。將來加上定位系統後，可以讓盆栽在移動時作更精準的定位。



圖1 系統架構

如圖2為自市面上取得的糖果禮盒外觀，稍加改裝後剛好可作為盆栽的外殼。圖3為裝上伺服機及輪子後的外觀。圖4為加上控制電路後的外觀。圖5為加上感測器及太陽能板後的外觀。圖6為自走盆栽端的機械架構圖。



圖2 自走盆栽外殼

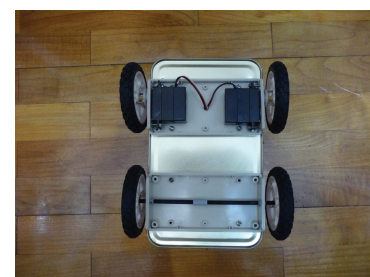


圖3 加上伺服機及輪子



圖4 加上控制電路



圖5 加上感測器及太陽能板

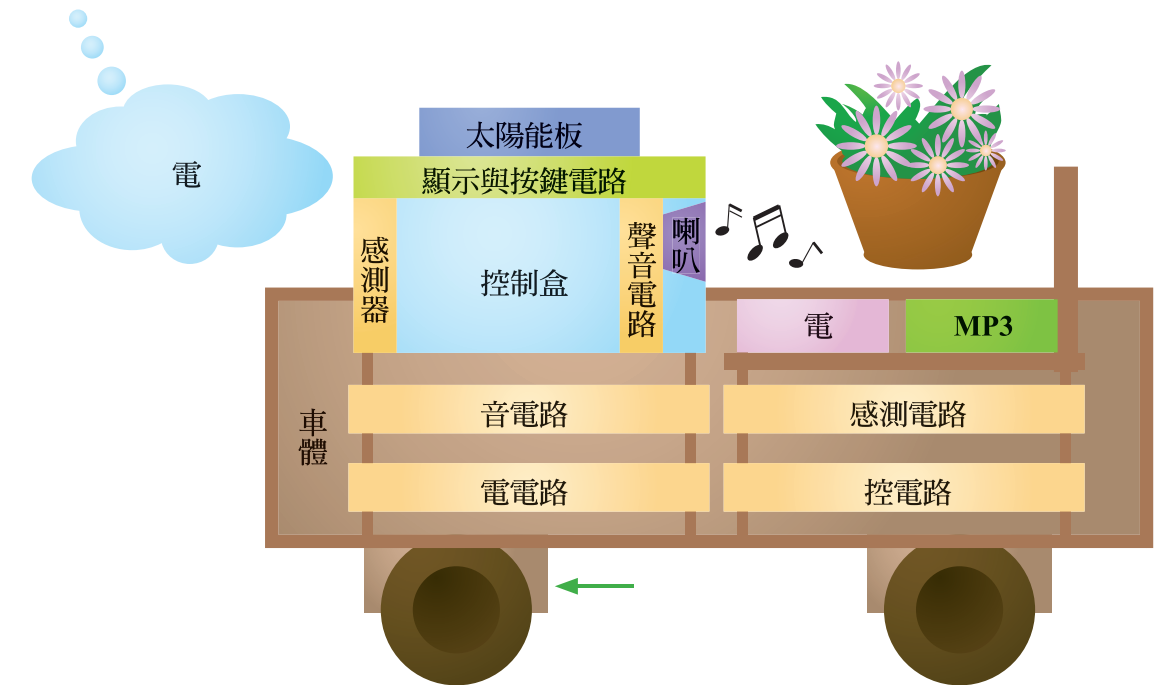


圖6 機械架構圖

(二) 紅外線接收控制端：

當盆栽發射出紅外線控制信號後，由紅外線接收控制端負責接收，再根據不同的控制信號，來分別控制光、空氣、水或溫度。如圖7為紅外線接收控制端的內部電路板規劃，圖8為加上機蓋後的外觀。



圖7 加上控制電路板



圖8 加上機蓋後的外觀

二、電路圖：

1. 主控電路：包含電源與單晶片電路。

a. 電源電路：

採用四顆1.2V 鎳氫電池作為主要電源，可提供2700mAh 的容量。太陽能板提供電池的充電來源，在100mW/cm 的照度條件下，太陽能板可得到9V，50mA 輸出，使得二極體D5，D6 導通，形成充電迴路。

b. 單晶片電路：

本作品所使用的單晶片，是具有ISP（線上燒錄）功能的AT89S51（ATMEL公司生產），電腦可透過P1.5～ P1.7 對單晶片進行燒錄、讀取等動作。單晶片 I/O 接腳規劃詳見表1。

表1 單晶片的I/O規劃

I/O	接腳	功能說明	I/O	接腳	功能說明
P0.0	光感測輸入	以排線連接到 語音電路	P2.0	定位指示燈	亮：定位中
P0.1	語音界面(INT#)		P2.1	充電指示燈	亮：充電中
P0.2	語音界面(SCLK)		P2.2	紅外線指示燈	
P0.3	語音界面(MISO)		P2.3	MP3指示燈	亮：MP3 ON
P0.4	語音界面(MOSI)		P2.4	MP3 控制信號	1：MP3 ON
P0.5	語音界面(SS#)		P2.5	蜂鳴器控制信號	0：蜂鳴器ON
P0.6	空接		P2.6	左伺服機控制信號	PWM 控制
P0.7	電子羅盤界面(MEN)	預留	P2.7	右伺服機控制信號	PWM 控制
P1.0	紅外線發射控制		P3.0	定位界面(SD_OUT)	預留
P1.1	光展示按鍵	用按鍵來模擬 感測器的信號 ，以便測試。	P3.1	定位界面(SD_IN)	
P1.2	空展示按鍵		P3.2	紅外線信號輸入	預留
P1.3	水展示按鍵		P3.3	空氣感測輸入	以排線連接到 感測器
P1.4	溫度展示按鍵		P3.4	水感測輸入	
P1.5	電池展示按鍵		P3.5	溫度感測輸入	
P1.6	充電展示按鍵		P3.6	電池感測輸入	
P1.7	MP3 按鍵		P3.7	充電感測輸入	

2. 感測器電路：

感測器電路包含光、空氣、濕度、溫度、電池、充電等，分別說明如下：

a. 光感測：

平常樞密特反相器輸出為邏輯1，當照度低於10 Lux時，光敏電阻與電阻分壓後的電壓高於樞密特反相器的臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為光感測輸出。

b. 空氣感測：

乾淨空氣時，樞密特反相器輸出為邏輯1；當空氣污濁時，TGS800輸出高於樞密特反相器的臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為空氣感測輸出。

c. 水份感測：

土壤潮濕時，樞密特反相器輸出為邏輯1；當土壤乾燥（相對濕度≤ 70%）時，水份感測器電阻上升，與電阻分壓後電壓高於樞密特反相器的臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為水份感測輸出。

d. 溫度感測：

平常AD590輸出電流在可變電阻產生的壓降低於臨界電壓，使樞密特反相器輸出為邏輯1；當溫度上升到某一值時（例如40℃），壓降將高於臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為溫度感測輸出。

e. 電池偵測：

電池電力充足時，電池輸出邏輯1；當電池電壓下降至某一程度(DC4.5V)時，經可變電阻分壓後低於樞密特反相器的臨界電壓，使第一級反相器輸出邏輯1，再經第二級樞密特反相器後輸出邏輯0，作為電池偵測輸出。

f. 充電偵測：

未充電時，樞密特反相器輸出邏輯1；當進行外部充電時，充電電壓將高於樞密特反相器的臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為充電感測輸出。

3. 語音電路：

a. 錄放音電路：採用ChipCorder 所生產的錄放音IC ISD4004，ISD4004 內含3840KB 的非揮發性記憶體，能夠儲存約8 分鐘的聲音資料。透過控制線，能夠直接進行錄、放音。語音IC 的實驗步驟如下：

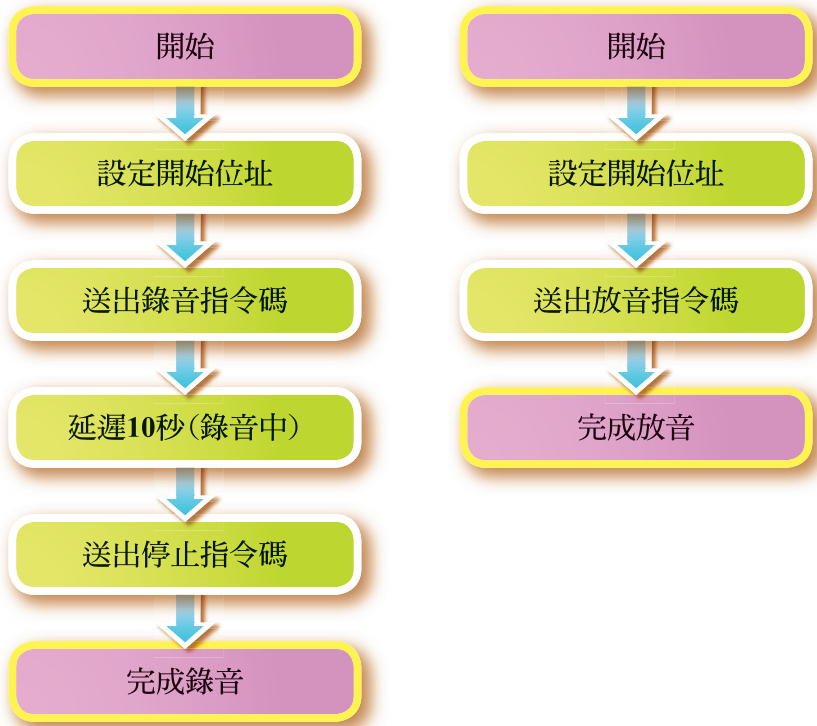


圖9 系統架構

b.語音內容規劃：語音內容是以分段的方式，儲存在不同的位址，內容規劃如下：

表2 語音內容規劃

發音時機	語音內容	起始位址	秒數
光線不足	這裡好暗呀！我需要明亮的陽光。	0000H	12.8
空氣污濁	這裡好悶呀！我需要新鮮的空氣。	0040H	12.8
濕度不足	好渴呀！我需要充足的水份。	0080H	12.8
溫度太高	哦！這裡好熱呀我想要涼快一下。	00C0H	12.8
電力不足	哎呀！我快要沒電了我需要充電。	0100H	12.8
充電時	我正在充電中，請稍候片刻。	0140H	12.8
MP3 開啓	請享受美妙的音樂謝謝。	0180H	12.8
光線充足	好了！我獲得足夠的陽光了。	01C0H	12.8
空氣清新	哈！有新鮮空氣真好。	0200H	12.8
濕度充足	好了！我獲得充足的水份了。	0240H	12.8
溫度適中	好了！我覺得涼快多了。	0280H	12.8
電力充足	OK！我現在的電力很充足。	02C0H	12.8
充電完成	OK！我已經充電充好了。	0300H	12.8
MP3 關閉	音樂已經關掉了。	0340H	12.8
開機時	你好我是你貼心的綠色小夥伴，我是創意盆栽。	0380H	12.8

4. 控制盒電路：控制盒位於自走盆栽上方，作為感測及展示操控用途。包含感測器板、中央控制板、音訊板。如圖10為控制盒位置圖。

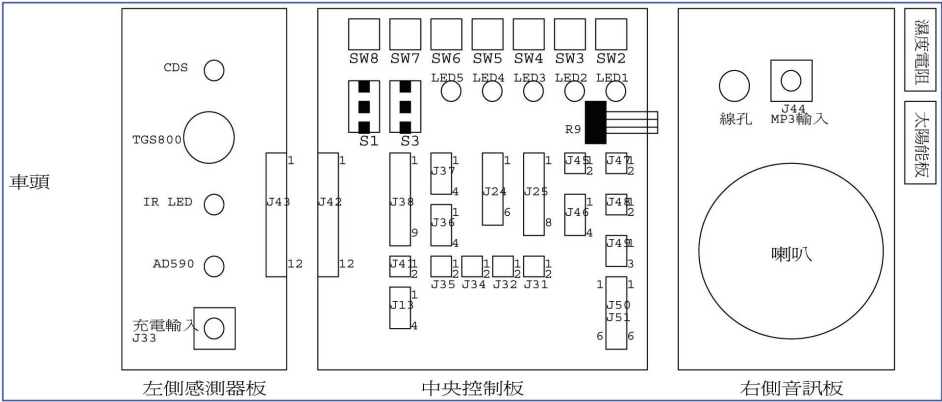
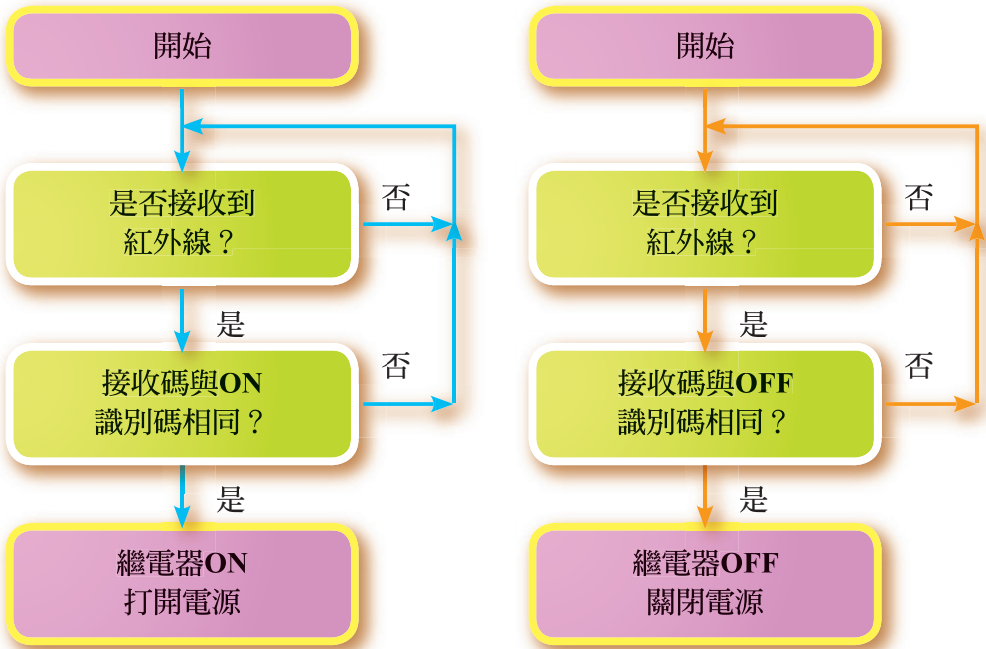


圖10 控制盒位置圖

控制盒電路圖，說明如下：

- a. 感測器板：將各感測器固定在控制台外殼，以便感測光、空氣、水、溫度。
- b. 中央控制板：包括電源開關與展示開關（展示光、空氣、水、溫度、電池電力、音樂播放等功能）。以及電源、MP3、充電、紅外線、定位的LED 指示燈。
- c. 音訊板：包含喇叭及MP3 輸入插座。

5. 紅外線接收控制盒電路：當接收到盆栽所發出的紅外線信號後，便啟動電源(燈光、抽風機、水源、散熱風扇等)，來達到控制的目的。紅外線接收控制電路的實驗步驟如下（圖11）：



C 作品製作流程圖示



後記

便利生活的極致：自走盆栽

想像以下畫面，你培植的盆栽居然在家裡閒晃，一下開窗、一下給自己澆水？內湖高工同學結合多種科技，開發了想像力十足的「自走盆栽」。

小盆栽坐在一台禮品桶改裝的四輪小車子上面，指揮小車子跑來跑去，難不成是植物放電，釋出心電感應？非也。靠著環境偵測器，包括壓在土裡的自製濕度電阻板、光敏電阻板、TGS8000空氣感應器、AD590溫度感應器，陽光空氣水等環境因素化成電流大小，透過極密特反相器的邏輯閘，遙控IC晶片，使資訊傳輸到伺服器，再接至紅外線偵測及定位系統，啟動馬達帶動輪子，使得自走車在土壤太乾時跑到澆花處、光不夠奔向光源、空氣污濁開電扇，電力耗盡自行充電。植物一如寵物，高興時甚至說話，像「哈！有新鮮空氣真好」、「請享受美妙的音樂」、「OK！我已經充電好了」。

自走盆栽全面啟動

當初為「減輕盆栽主人的負擔」、「增加蒔花弄草的樂趣」，內湖高工的盧士凱、顧達昀、謝坪筠、郭威賢四位同學想出這個點子；羅文煜老師則是幕後推手，也是放音設備中假裝植物說話、變聲器變音的播音男聲。盧士凱同學說：「我們老師人超好！」如果電路設計出錯，研究小組卻又再三揪不出錯誤，羅老師這時候總是擔任救火員研究到底；一次同學把一台三用電表不小心炸掉還冒火花，心裡緊張得七上八下，怕平日溫和的老師真得動怒，結果羅老師只沈穩地說：「老師這邊還有一台拿去用。」同學至今忘不了當時場景。

研究小組的強項在於程式和電路板設計，利用學校的電路板設計軟體把電路板實體圖規劃出來，不斷偵錯不斷修改，設計出5種相互交錯的複雜電路系統。所有電路板圖設計好打印出後，需照圖手工焊，焊接不只是科學，還是門藝術，郭威賢同學雙手特別靈巧，拉線排線都漂亮，最不會歪歪扭扭造成短路，每每被要求焊主控板，其他同學巧詐地套《蜘蛛人》說：「力越大，責任越大。」

風吹日曬 成長茁壯

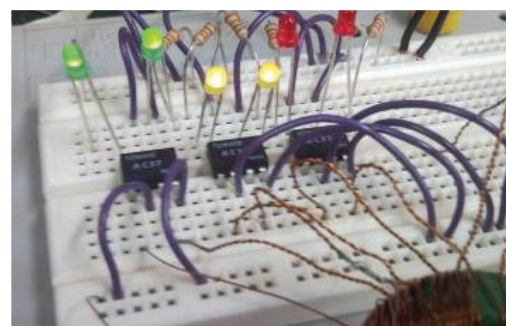
過程中充滿艱辛，研究小組說，最辛苦的莫過於在教室走廊上長期研究濕度、溫度、照度等感測參數，接受不同天候狀況的淬煉，才能決定適合植物生長的參數，實用層面上還面臨另一個考驗，每種植物對環境需求不同，不同植物需更改環境參數；紅外線偵測也是一大挑戰，路線定位後還有角度偏斜的問題，需規劃新程式才能精密微調。同學們不怕挑戰，只希望好點子能不斷成長茁壯，未來如能把概念延伸至輪椅、醫療輔具的應用，將能造福眾社會大眾，成就更好的便利生活。

同學們除了本質學識增強，也很感激老師的反覆磨練，使自己演說能力突飛猛進，知道如何挑重點表達，面對人群也克服了恐懼。現在研究小組都上了大學，不僅口頭報告餘力有餘，也比其他同學多了一份成熟與自信。

4-2

機 電

實 作 作 品



插座電力負荷安全顯示器

臺北市立大安高級工業職業學校
蔡奕甫、陳韋立