

109 年度 木柵高工研究暨創作專輯

璀璨木柵

小說
論文



序

「凡事都應該弄得愈簡單愈好，但是別把他簡化了。」～愛因斯坦
科學及研究的目的之一是讓生活變得更便利，但其過程卻往往不易，因著這些不易的腳步在學習的路上走出不凡的精彩。

陳品雁

目錄 Contents

序.....	1
校長的話.....	3

工程技術類

理解電子秤的原理、類型、特性.....	6
指尖上的享受——指尖陀螺材質 CP 值之比較.....	16
刀具很長壽：探討如何有效提高銑刀使用效能.....	22
避障精巧自走吸塵車的製作.....	30
物聯網應用之智慧節能控制系統.....	39
智慧型氣控式瘋糖射出機.....	49
讓地球更美好——遠端遙控撿垃圾機器人.....	59
探討梁柱間補強板的妙用.....	69

資訊類

人工智慧在高職校園的應用與展望.....	79
----------------------	----

校長的話

「璀璨木柵」是本校集結年度師生學習成果之專輯，108 年度「璀璨木柵」內容在質與量上，一輯比一輯豐富，令人感到欣慰。本校師生每年皆有許多優秀的讀書心得、專題製作及科學展出作品等傑出成果，若無學報或專刊，將這些智慧結晶有系統的彙整保存，擴大分享給校內全體師生，確實倍感可惜。因此請圖書館賴宛靖主任規劃，多方蒐集彙整學校師生的讀書心得、文章寫作、專題製作、科學展覽等優良作品，彙編成冊，分享給全校師生，藉此鼓舞其他師生仿效學習，進而促進校園學習交流、研究創新的風氣，提升藝術與人文素養，讓全體師生一齊進步。

知識之可貴在於分享與傳承，因此大多數學校皆辦有專屬於各校的學報，將學校師生積年累月的文章及研究成果，透過學報與他人分享。感於多數學校的學報內容因較偏向學術性的研究成果，對於一般同學而言，較難以理解與參與，如何讓專輯內容能更親近學生，增進學生興趣並鼓勵學生踴躍參與，是本校辦理出刊「璀璨木柵」專輯的重點。故在內容編輯上包羅甚廣，如文學藝文方面，有學生自由抒發心情與想法的小品文、讀書心得寫作等作品；更有職科學生的專題製作與專業研究，包含工程技術類、資訊類等範疇，充分展現了學生多樣化的學習與多元能力的拓展。從本輯內容上，也具體落實本專輯的初衷目標：

一、展現技術型高中務實致用及專業知能

本輯共彙整 8 篇工程技術及 1 篇資訊類的專題研究及論文，工程技術類如模三忠班劉采蓁、許喬涵、曾俊閱 3 位同學的作品「探討梁柱間補強板的妙用」，資訊類如電二忠班張煥霖、吳宥葦、吳政遠 3 位同學的作品「人工智慧在高職校園的應用與展望——以臺北市立木柵高工為例」。可清楚看到學生將學習到的專業知識與技術，應用於改進日常生活及提升專業技術，能培養學生發現問題、分析問題、找尋解決方法、實作實驗測試等科學研究方法與步驟，同時增進學生創新能力與實驗精神。

二、增進學生文學素養，培養允文允武人才

技術型高中給人的印象，多為剛性的專業，缺乏一般文學素養。本專輯集結 17 編學生閱讀心得及文學創作。可以發現，木柵學生打破了外界的刻板印象，學生不僅擁有厚實的專業能力，更充滿了優雅的文學素養，有對事物進行分析批判、情感抒發與表達的能力，這就是學校一直倡導的要培養讓學生具備「科技、人文」的核心素養。

「璀璨木柵」已出版第 4 年。每輯皆記錄了學校師生多元的學習、研究成果，期望未來能持續發展。最後，感謝全校教師費心指導學生，開闊學生學習領域，幫助學生注入新的思考與活力，讓木柵高工的學習亮點與成果能不斷的成長茁壯、分享傳承。

校長 李通傑 謹致 109 年 4 月



小論文

洞若觀火 卓然有成

理解電子秤的原理、類型、特性

作者：電子科高二忠班 蘇軒廣／黃琨曉

指導老師：葉文聰 老師／徐明志 老師

壹 · 前言

一、研究動機

「人類最早使用的一般秤是在約在公元前 5000 年，而 20 世紀中時出現了簡單的電子衡器」（胡平，2010），使衡器進入了電子的時代，日後電子秤經過不斷的創新和改良，所以現在才有這麼優良的電子秤，而現在有很多不同種類的電子秤，例如：電子秤、台秤、食品秤、地磅、秤重桌秤等，讓人們可以使用的更快速和便利。我們從以前就很想知道為什麼電子秤上面放東西就可以出現物體的重量，所以藉由這個機會來了解電子秤運作的原理，期盼能理解電子秤的結構及其內部電路圖的運作方式、電子秤的種類和電子秤與傳統秤的優缺點。

二、研究目的

依據上述研究動機，本研究擬訂數項研究目的如下：

- (一) 了解電子秤的結構及其內部電路圖的運作方式。
- (二) 分析電子秤類型與特性。
- (三) 比較傳統秤和電子秤的優缺點。

三、研究流程

本研究流程，如圖 1 所示。

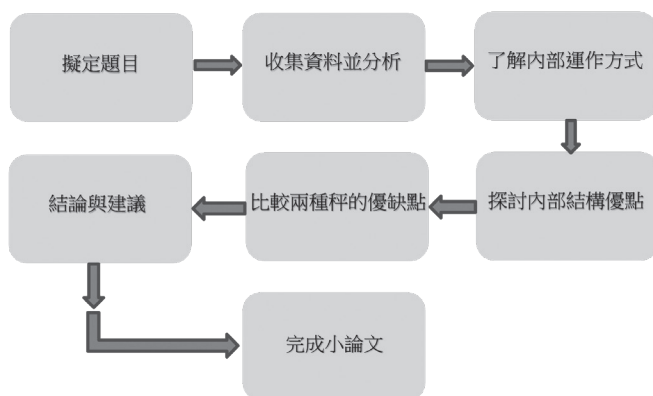


圖 1 研究流程圖

(資料來源：研究者繪製)

貳 · 正文

電子秤的運作原理，其秤重物品是由「裝在機械結構上的電子重量感測器，將重量轉換為對等的電壓，經放大器及濾波器處理後透過 A/D（ADC）轉換為數位訊號」（維基百科，2017），再送給中央處理器（CPU）運算處理轉換成我們所用的重量單位顯示出來，其整體的運作方式如圖 2 所示。

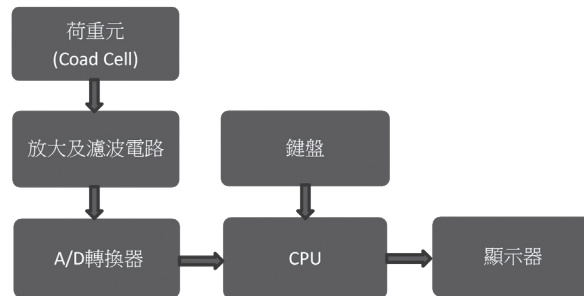


圖 2 電子秤原理流程圖
（資料來源：研究者繪製）

一、電子秤的結構及其內部電路圖的運作方式

（一）荷重元

荷重元是一種特殊形式的力感測器，它利用應變計和橋式電路組成，當它收到壓力或拉力時，將產生與作用力互相成正比的電壓輸出。「根據重力負載，荷重元會產生彈性變形，內部黏合的應變片會成比例的轉化而成為電子訊號」（集研科技，2018）。其荷重元基本結構、運作及受力後之形變如圖 3 至 5 所示。

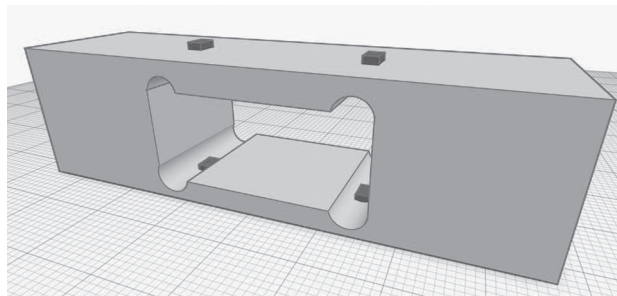


圖 3 荷重元基本結構圖
（資料來源：研究者繪製）

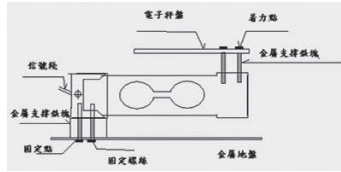


圖 4 荷重元結構運作示意圖

(資料來源：知識開源分享 (2014)。秤重感秤器。2019 年 9 月 20 日，
取自 <http://taiwanarduino.blogspot.com/2014/08/blog-post.html>)

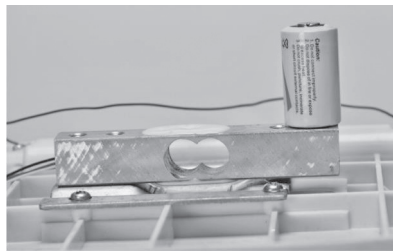


圖 5 金屬元件受力之形變

(資料來源：知識開源分享 (2014)。秤重感秤器。2019 年 9 月 20 日，
取自 <http://taiwanarduino.blogspot.com/2014/08/blog-post.html>)

「當物體受力而變形，我們稱它為『應變』。受到的力有拉力、壓縮力和作用力，但不管是什麼力都會造成形變」（盧明智、陳政傳，2001）。在未發生頸縮之前，若受力消失，該物體應該回復原來形狀，因為金屬材質都有它的彈性限度，所以彈性限度內，金屬材質都要恢復原狀。

「電子秤所用的感測器，是利用金屬細絲和薄膜所形成的形變。一般金屬細絲和薄膜，未受力前，都有它一定的阻值」（盧明智、陳政傳，2001），是由材質的電阻係數（ ρ ：單位長度的電阻值）和截面積（ A ）和長度（ L ）來決定，當長度和截面積發生改變 R 也會改變，如圖 6 所示。

但因為每個應變計 R 的改變量非常小，所以使用在電子秤上也克服了機械阻力的這個困擾，也因為少了最小秤量限制，所以靈敏度也因此更精準，如圖 7。

$$R = \rho \times \frac{l}{A}$$

圖 6 電阻係數

(資料來源：研究者繪製)

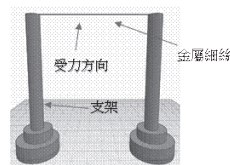


圖 7 荷重元受力示意圖

(資料來源：研究者繪製)

受力的大小不同的時候，會產生不同的應變量，「若用在電子秤時，受力就是物體的重量，若用在壓力量測時，受力就會是大氣、氣體或液體壓力」（盧明智、陳政傳，2001）。然而電阻的變化量都很小，為了增加靈敏度，用彎曲或旋轉的方式來增加長度。也可以將四肢 GAGE 以惠斯登電橋方式組成一個荷重元，如圖 8 至 9。而目前應變計的製作可分為金屬細絲、薄膜和半導體晶片等，如圖 10。不管如何他們都是被貼在紙質或是各種膠質薄片上。

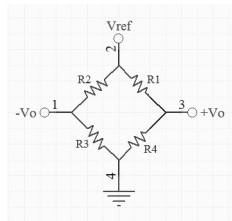


圖 8 荷重元基本架構圖

（資料來源：研究者繪製）

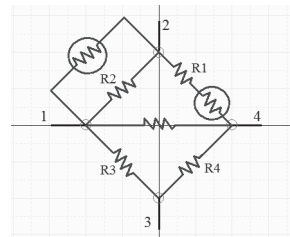


圖 9 具溫度補償的荷重元架構圖

（資料來源：研究者繪製）

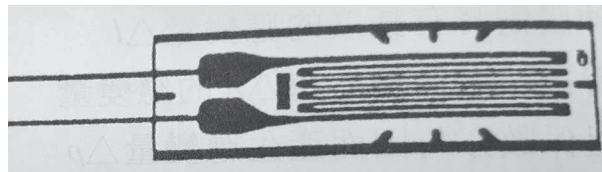


圖 10 應變計

（資料來源：盧明智、陳政傳，2001）

「應變計在受力時，不能超過它的彈性限度，否則會造成『頸縮』的現象，這個現象會造成斷裂或彎曲的永久性破壞」（盧明智、陳政傳，2001）。並且我們也考慮到溫度補償的問題，所以我們需要加上熱敏電阻來補償，如圖 11。

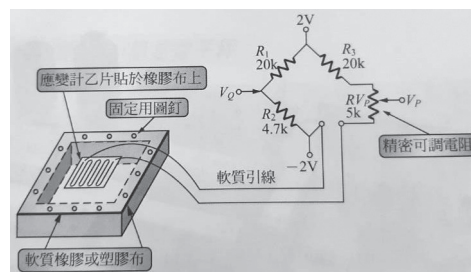


圖 11 簡易電子秤實習線路

（資料來源：盧明智、陳政傳，2001）

秤重感測器是把應變計黏在金屬元件的上面，「用金屬元件受力的形變和應變計元件的電阻值，依彎曲和變形程度產生變化，就是受力發生形變後產生電阻值改變」（盧明智、陳政傳，2001），做成感測器。

當應變計測量應變或應力時，將應變計黏在被測物體的上面。「在外力作用下，被測物體表面上產生不明顯且微小的變形，黏在它表面上的應變計跟電阻也會隨產生相同的變化」（盧明智、陳政傳，2001），常見的荷重元功能與特點如表 1。

表 1 常見荷重元功能與特點比較







圖片	主要功能	特點
 <p>圖 12 微型型</p>	荷重元是一種特殊形式的力感測器，它利用應變計和橋式電路組成，當它收到壓力或拉力時，將產生與作用力互相成正比的電壓輸出。「根據重力負載，荷重元會產生彈性變形，內部黏合的應變片會成比例的轉化而成為電子訊號」（集研科技，2018）。	體積和鈕扣差不多，容易安裝而且精度高。
 <p>圖 13 中空型</p>	秤重感測器是把應變計黏在金屬元件的上面，「用金屬元件受力的形變和應變計元件的電阻值，依彎曲和變形程度產生變化，就是受力發生形變後產生電阻值改變」（盧明智、陳政傳，2001），做成感測器。	環狀設計，適合在圓柱形的機器內進行測試。
 <p>圖 14 剪切梁型</p>	秤重感測器是把應變計黏在金屬元件的上面，「用金屬元件受力的形變和應變計元件的電阻值，依彎曲和變形程度產生變化，就是受力發生形變後產生電阻值改變」（盧明智、陳政傳，2001），做成感測器。	兩端都可受力，量測範圍較廣。
 <p>圖 15 拉壓型</p>	秤重感測器是把應變計黏在金屬元件的上面，「用金屬元件受力的形變和應變計元件的電阻值，依彎曲和變形程度產生變化，就是受力發生形變後產生電阻值改變」（盧明智、陳政傳，2001），做成感測器。	拉力和壓力都可測試。

表 1 常見荷重元功能與特點比較 (續)

圖片	主要功能	特點
 <p>圖 16 壓縮型</p>	當應變計測量應變或應力時，將應變計黏在被測物體的上部。「在外力作用下，被測物體表面上產生不明顯且微小的變形，黏在它表面上的應變計跟電阻也會隨產生相同的變化」(盧明智、陳政傳，2001)。	受力面積較大。
 <p>圖 17 拉伸型</p>		較適合量測拉力。

註：圖 12 到圖 17 資料來源：集研科技 (2018)。商品分類表。2019 年 9 月 24 日，取自 <http://www.systemaccess.com.tw/page/product/p02.aspx?kind=168&root=127&rootnum=147>

(二) 電子秤濾波放大器

放大信號依結構可分為主動元件和被動元件，「因為被動元件有較大的晶片面積消耗功率也比主動元件消耗的大，所以此電路圖是使用主動元件」(研發互助社區，2014)，如圖 18 所示。

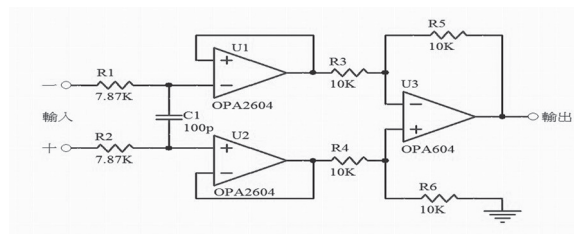


圖 18 放大器電路

(資料來源：研究者繪製)

(三) 類比數位轉換器

類比轉換器主要步驟有 3 個，取樣到量化到符號化，「第 1 步驟是以離散的週期，切分出類比訊號的振幅大小，這個取樣的電路稱為取樣和保持電路 (簡稱 S&H 電路)」(ROHM，2019)。

「第 2 步驟將離散週期切分的振幅值，取接近離散的振幅值，第 3 步驟將不連續的振幅值，轉成“0”和“1”的訊號」(ROHM，2019)，轉換完後會經過 CPU 來放大位元。

(四) 顯示電路

顯示電路可分為液晶顯示器和七段顯示器。「LCD 顯示器是用前後偏光片與導電玻璃間的液晶分子改變極化方向，造成畫素的變化，再用彩色濾光片的三原色排列」(Hightech, 2018)。

「低電位的七段顯示器，由七個二極體的陽接在一起，稱共陽七段顯示器。高電位的七段顯示器則稱共陰七段顯示器」(東吳大學資訊管理學系, 2019)。



圖 19 七段顯示器

(資料來源：研究者拍攝)

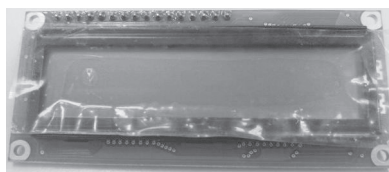





圖 20 LCD 顯示器

(資料來源：研究者拍攝)

二、電子秤的特點分析

電子秤特色與優點，如表 2 所示。

表 2 常見電子秤特色與優點分析

圖片	主要功能	特點
 圖 21 計重桌秤	結構堅固、性能穩定	輕巧便與隨身攜帶
 圖 22 計數桌秤	較計重桌秤精準	使用充電和插電兩用的方式、所以可確保停電困擾
 圖 23 簡易型計重小桌秤	操做簡單、便於攜帶，適合烹飪和醫藥使用	具有夜間照明功能，速度快

圖片	主要功能	特點
 <p>圖 24 計價秤</p>	將重量換算成金錢，適用於菜市場	結合計算機和電子秤，可節省時間
 <p>圖 25 印表秤</p>	可設計列印格式	具有抗靜電和防止雜訊干擾
 <p>圖 26 精密電子天秤</p>	有分辨率計高的電子秤	不需使用砝碼，快速讀取
 <p>圖 27 防水防塵電子秤</p>	適用於對嚴苛的環境	適用於多種場合，可避免進水進塵
 <p>圖 28 台秤</p>	用於大型物品	節省時間、節省空間
 <p>圖 29 電子吊秤</p>	用於大型工廠	不因搖晃而影響而影響秤重結果
 <p>圖 30 電子式小地磅</p>	可有多顯示幕和連結電腦系統	結構堅固且耐用
 <p>圖 31 醫療體重秤</p>	適合用於醫院	可計算 BMI，有高效能低耗能還節省空間

圖片	主要功能	特點
 <p>圖 32 油壓拖板車秤</p>	可以一次完成搬運和秤重	節省人力與時間
 <p>圖 33 藍芽電子秤</p>	可與 APP 連接語音讀取	輕便 可泡咖啡 可無阻隔距離 20 公尺

註 1：圖 21 到 32 資料來源：勤益系統工程股份有限公司（2013）。電子衡器。2019 年 9 月 18 日，取自 <http://www.5971.com.tw/zh-hant/ProductCategories>

註 2：圖 33 資料來源：匯智創作（2018）。最聰明的藍芽電子秤。2019 年 9 月 20 日，取自 <http://www.skale.cc/index.html>

三、電子秤和傳統秤的優缺點

電子秤與傳統秤的比較分析，如表 3 所示。由表中可知，電子秤的優點比缺點多，也比傳統秤的優點多。但是，傳統秤也有其使用上的優勢，選用時仍需多方考量，綜合分析優缺點後才做抉擇。

表 2 電子秤與傳統秤的優缺點分析

種類	優點	缺點
電子秤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可遠距離操作 2. 可自動化控制 3. 降低人為誤差 4. 準確度高、分辨率高 5. 測量範圍廣 6. 體積小、維護簡單 7. 反應快、效率高 8. 校正簡單 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需換電池或充電 2. 不易摔 3. 結構較複雜
傳統秤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 結構簡單 2. 讀取直觀 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 彈簧具有彈性滯後的特容易受到溫度等外界條件變化而被影響 2. 他的準確度和靈敏度較低 3. 秤重結果會因重力加速度不同而有所差異

（資料來源：研究者整理）

參 · 結論與建議

本研究獲致的結論如下：

一、電子秤需以荷重元為核心，搭配電路圖的傳訊與放大而發揮作用

電子秤的每一個內部構造零件都有自己的作用，且需要他們彼此分工合作巧妙結合，少了一個構造都會使整個電子秤無法運作。而其中荷重元的選擇更是關鍵，應配合使用的對象和時機，選擇不同類型荷重元的電子秤，才能稱得精確之物體重量。

二、電子秤應依場合及其特性仔細選用，以產生最大效能

電子秤若考慮能便利攜帶，可能就難以量測重物；若希望應用廣泛，可能就難以要求構造簡易。電子秤的市場趨近於飽和，因此在選用電子秤時，應依使用場合之需求，仔細考慮各電子秤的特色及優點慎選。如：醫療體重秤它可以計算 BMI 和體脂肪，所以它適合用於醫療場所。

三、電子秤整體而言優於傳統秤，但使用時仍需避免可能產生之缺失

電子秤優點很多，不但精密且分辨率高，價位也跟傳統秤差不多，所以整體而言比較實用。但卻也因結構複雜，所以容易損壞，且其形式繁多，每一種都有它適合使用的場所及量測之物品，可能造成選擇不易及因電力不足無法使用等，都是使用時該注意之地方。

肆 · 引註資料

Hightech (2018)。LCD 是甚麼？液晶顯示器的構造。2019 年 9 月 18 日，取自 <http://www.stockfeel.com.tw/液晶-顯示器-構造-lcd/>

ROHM (2019)。基本運算模式甚麼是 A/D 轉換器？2019 年 9 月 18 日，取自 http://www.rohm.com.tw/electronics-basics/ad-converters/ad_what2

東吳大學資訊管理學系 (2019)。LED 與七段顯示器。2019 年 9 月 18 日，取自 <http://sun.cis.scu.edu.tw/~lab/knowledge/l&7.htm>

知識開源分享 (2014)。秤重感秤器。2019 年 9 月 20 日，取自 <http://taiwanarduino.blogspot.com/2014/08/blog-post.html>

研發互助社區 (2014)。帶低通濾波器的差動放大電路。2019 年 9 月 18 日，取自 <https://cocdig.com/docs/show-post-6637.html>

胡平 (2000)。衡器。2019 年 9 月 26 日，取自 <http://163.17.79.102/%A4%A4%B0%EA%A4j%A6%CA%AC%EC/Content.asp?ID=26205>

集研科技 (2018)。商品分類表。2019 年 9 月 24 日，取自 <http://www.systemaccess.com.tw/page/product/p02.aspx?kind=168&root=127&rootnum=147>

勤益系統工程股份有限公司 (2013)。電子衡器。2019 年 9 月 18 日，取自 <http://www.5971.com.tw/zh-hant/ProductCategories>

匯智創作 (2018)。最聰明的藍芽電子秤。2019 年 9 月 20 日，取自 <http://www.skale.cc/index.html>

維基百科 (2017)。電子秤。2019 年 9 月 21 日，取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/電子秤>
盧明智、陳政傳 (2001)。感測器原理與應用實習。新北市：台科大圖書股份公司。

指尖上的享受—— 指尖陀螺材質 CP 值之比較

作者：機械科高二仁班 陳昌廷／李淇方

指導老師：蔡正雄 老師／何奕漢 老師

壹 · 前言

在前幾年前出現了一個舒壓產品——指尖陀螺，這個產品出現的時候有許多不同材質，例如：塑膠、黃銅、不銹鋼等，而不同材質和形狀的指尖陀螺轉動的時間長短都不同，所以這篇研究是在探討並製作，一個指尖陀螺轉動時間與各種材料之間的關係，我們在工廠現有的材料有中碳鋼、黃銅、鋁、壓克力。這項研究還結合了我們在學校所學習的專業科目內容，更充分的發揮了我們平常所學習的技能，因此我們擬定了研究計劃之流程，如圖一所示。

一、研究動機

前一陣子突然流行起了指尖陀螺，當時我為了跟上流行，也去買了一個，有很多不同材質，而因為材質的不同價格也會不一樣，所以我和我的夥伴就在想哪一個材質轉動的時間是最久的，同時成本也是最低的，這樣就可以知道哪個材質做的指尖陀螺 CP 值是最高的。

二、研究目的

在一連串的討論之後，根據上述的研究動機，我們與老師多次的探討其實驗的內容，其研究目的如下。

- (一) 以相同的力，用不同材質的指尖陀螺來觀察及轉動時間
- (二) 以相同的材質規格，計算最佳 CP 值
- (三) 試驗轉動時間與材料成本對於指尖陀螺的最佳 CP 值

三、研究流程



圖 1 研究架構與流程

貳 · 正文

一、相關資料收集與文獻整理

(一) 指尖陀螺 (Fidget spinner)

指尖陀螺，又名手指陀螺，是一種形狀扁平的玩具，在中間有一個軸承，其外形可能是三個角以圓形包覆的正三角形，也可能是直線形，邊緣也會可能會有較重的物體，增加轉動慣量，一般我們都認為指尖陀螺是用來舒壓的，但實際上指尖陀螺原本是為了設計給自閉症患者，讓他們可以一邊玩它，一邊進行需要專注的活動上，同時指尖陀螺也可以在緊張或是焦慮時把玩，用以舒緩壓力，不過也有報導提到指尖陀螺可以刺激手部提昇專注力，但對於抒壓幫助不大。如圖二所示。【3】



圖 2 指尖陀螺

(二) CP 值的定義 (Cost-Performance ratio)

CP 值在日本稱作成本效益比—為性能和價格的比例，在經濟學和工程學，CP 值指的是一個產品根據它的價格所能提供的性能的能力。在不考慮其他因素下，一般來說有著更高性價比的產品是更值得擁有的。CP 值字面上看起來像是價格對於性能的比值，實際上是「性能對於價格的比值」。當一個產品改善時，CP 值會上升，換句話說，當 CP 值上升時，實則是性能對於價格比值上升，在實驗中我們會測試不同材質指尖陀螺性能，也就是指尖陀螺的轉動時間與成本相互對比，進而知道 CP 值最高的指尖陀螺如圖三所示。【5】



圖 3 CP 值

資料來源：維基百科。2019 年 3 月 23 日。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/>

(三) 轉動慣量的定義 (Moment of inertia)

轉動慣量是一個物體對於其旋轉運動的慣性大小的量度。一個剛體對於某轉軸的轉動慣量決定了對於這物體繞著這轉軸進行某種角加速度運動所需要施加的力矩。轉動慣量在轉動動力學中的角色相當於線性動力學中的質量，描述角動量、角速度、力矩和角加速度等數個量之間的關係，轉動慣量對於一個質點， $I = mr^2$ ，其中 m 是其質量， r 是質點和轉軸的垂直距離，而因為控制變因的關係我們的指尖陀螺規格都是直徑 62 厚 7，所以 r 是一樣的唯一不一樣就是 m 。【4】

二、研究設備與機器

在這次指尖陀螺實驗中我們使用了學校的三爪連動車床和炮塔式床，如（圖四）就是我們使用的三爪連動車床，還有（圖五）炮塔式床（圖六~九）是我們所需要的材料，中碳鋼、黃銅、鋁合金、壓克力、壓克力。【1】【2】

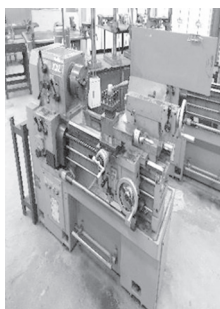


圖 4 三爪連動車床



圖 5 炮塔式銑床



圖 6 中碳鋼



圖 7 黃銅



圖 8 鋁合金



圖 9 壓克力

(圖十~十二)就是我們量測所需要用到的工具分別是游標卡尺、外徑分厘卡、內徑分厘卡，而(圖十三~十五)則是實驗需要用到氣槍。



圖 10 游標卡尺



圖 11 外徑分厘卡

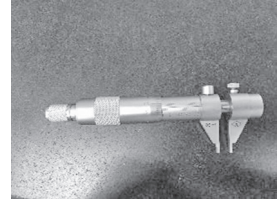


圖 12 內徑分厘卡



圖 13 氣槍



圖 14 氣壓機

三、實驗方法與流程

本實驗首先將材料車製成外徑 62mm，內徑 22mm 的陀螺本體之後置於銑床上尋邊和插刀，最後置於車床上切斷並修端面，和外徑 22mm、12mm，M6 螺紋的手握裝置，裝上軸承和之後放置於桌上用氣槍進行實驗，如圖 8 所示，並記錄時間，以分析不同材料對指尖陀螺轉動時間的影響，其實驗流程圖如圖所示。

本論文主要實驗不同材質的指尖陀螺，因此本論文將其機構分為手握裝置、中心軸承、陀螺本體。【1】【2】

(一) 手握裝置

我們使用的材料是低碳鋼，我們將圓棒車出階級後后攻螺紋，之後切斷後反夾修端面，另一頭我們車完階級候用螺絲膜攻外螺紋，之後切斷反夾修端面（圖十五～十六）。



圖 15 手握裝置



圖 16 手握裝置

(二) 中心軸承

我們使用的是內徑 8mm 外徑 22mm 厚度 7mm 的 ABEC-11 軸承。（圖十七）



圖 17 中心軸承

(三) 陀螺本體

我們先材料車製成外徑 62mm，內徑 22mm 之工件，之後置於銑床上尋邊和插刀，之後置於車床上切斷並修端面。

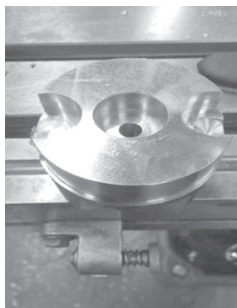


圖 18 陀螺本體

參 · 結論

經過我們 5 次相同時間、角度、力的實驗得出 5 個轉動時間，之後再求平均值，我們發現以下幾點：

- 一、中碳鋼做的指尖陀螺雖然加工難易偏難，容易生鏽，但轉動時間大約是其他材質的 2 倍，這也符合上面所提到的轉動質量，而成本也是最低的，只要加工完後做好防鏽處理，所以 CP 值也很高。
- 二、黃銅的成本是四個裡面成本最高的，但轉動時間沒有特別出色，且黃銅硬度不高，加工時易變形會影響到配合。
- 三、鋁合金的成本和中碳鋼差不多，但因為轉動質量的原因，使轉動時間明顯少於中碳鋼，但加工容易，且沒有生鏽的問題。
- 四、壓克力雖然加工容易，但成本偏高，且轉動時間很短，CP 值較低。

根據以上各材料的優缺點，中碳鋼是這四種材料中 CP 值最高的材料。

	成本	轉動時間	重量	加工難易
中碳鋼	70 元	4 分 05 秒	0.14kg	偏難
黃銅	390 元	2 分 46 秒	0.08kg	適中
鋁合金	70 元	2 分 45 秒	0.05kg	易
壓克力	240 元	1 分 10 秒	0.03kg	易

表 1 研究數據

肆 · 引註資料

- 【1】李榮華（2009）。機械群 - 機件原理 I。臺北市：龍騰。
- 【2】林英明、林昆輝（2015）。機械群 - 機械材料 II。臺北市：龍騰。
- 【3】維基百科。2019 年 3 月 23 日。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/>
- 【4】李榮華（2015）。機械群 - 機械力學 II。臺北市：龍騰。
- 【5】維基百科。2019 年 3 月 23 日。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/>

刀具很長壽：探討如何有效提高銑刀使用效能

作者：模具科高二忠班 王宸威／吳振偉／許俊生
指導老師：林雍釗 老師／徐明志 老師

壹 · 前言

一、研究動機

在擔任選手時，我們用了許多方式進行銑削，發現有很多因素影響刀具壽命，為了讓刀具的使用次數可以更多，消耗量可以更少，延長使用週期，也想了怎樣的銑削方式會使刀具受損，讓刀具壽命減少，所以想藉由這次的小論文進行影響二把刀具的使用週期研究。

二、研究目的

依據上述研究動機，本研究的目的如下：

- (一) 了解影響銑刀壽命的相關因素。
- (二) 探討鍍鈦銑刀和鎢鋼銑刀最佳銑削數據。
- (三) 分析改善銑刀壽命之有效方法。

三、研究流程

本次研究的實驗方法與流程架構，如圖 1 所示。此次參與研究組員有三位，我們和老師討論決定要研究的題目和內容，開始蒐集相關的文獻和資料，並把與研究相關之材料與設備做成表格，最後與老師討論研究流程。

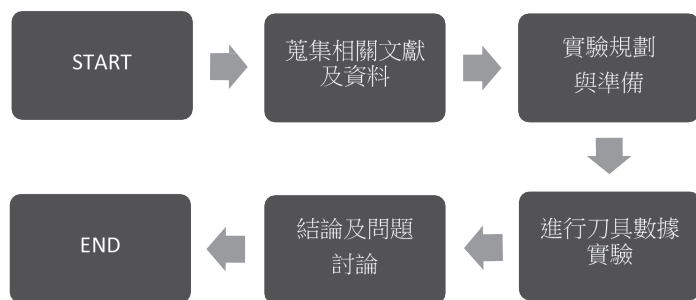


圖 1 研究流程

資料來源：本研究自行繪製

本次研究我們使用兩種不同刀具來進行兩種不同的刀具數據研究，使用 CNC 銑床進行鋼材銑削工作，探討在不同的銑削刀具同樣的銑削數據下，刀具及工件本身的狀況及影響。

貳 · 正文

一、影響銑刀壽命之相關因素

本研究首先針對相關文獻，如：林英明、徐文法、林彥伶（2017）指出「影響刀具壽命因素很多但依據泰勒公式的刀具壽命公式可知，影響刀具最主要因素是切削速度」，所以我們在實驗時會使用不同的參數來觀察刀具的變化，因此「改善刀具磨損可提高刀具壽命，常見方法是添加切削劑降低切削溫度及減少進給量、進刀深度、切速等」，因此實驗時我們會改變參數來查看刀具的磨耗情形。

李金山、林瑞璋、梁榮濱、吳晟懋（2007）則指出「本實驗對穩健性影響次重要的控制因子，因為在加工中若選用較快的進給速度，每一刀刃所承受的切削負荷量增加」，就會造成刀具壽命縮短之情形，因此我們嘗試使用三種切削速度來觀察刀具之變化。

碧威股份有限公司（2012）在刀具磨耗與壽命中指出「刀具由開始切削達到刀具壽命依據以前所經過的時間稱為刀具壽命」。因此（其中可判斷影響主要因素）「刀具材料與工件材料之配合情形、切削速度、切削厚度、切削寬度」，因此我們改變切削速度與轉速來觀察刀具的變化。

二、研究設備與材料

本研究所需材料設備，如表 1 及圖 2（a~d）所示，文中所有圖片資料來源均為本研究自行拍攝。

表 1 本研究設備與材料表

項次	品名	規格	數量	備註
1	松順砲塔式銑床	1.8 號 S-3Miii	1	下料用
2	CNC 銑床	晶禧科技	1	實驗用
3	銑床虎鉗	6 吋	1	實驗用
4	面銑刀	100mm	1	下料用
5	平行塊	120*38*14	1	實驗用、下料用
6	低碳鋼	98*61*16	1	實驗用
7	平銼	6 吋	1	下料用

資料來源：本研究自行繪製



圖 2a CNC 銑床



圖 2b 松順銑床

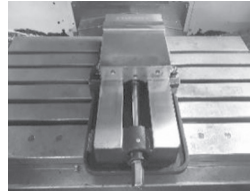


圖 2c 銑床虎鉗

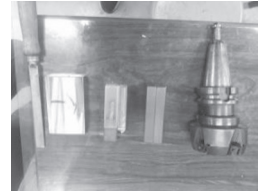


圖 2d 其他用具

三、實驗規劃與材料準備

(一) 實驗規劃

蒐集相關文獻後，我們與老師討論實驗的流程，我們使用三組不同的切削速度（250、300、350）及三組不同的轉速（1500、2000、2500）進行比較，各組參數深度都為 2mm，為節省材料使用我們使用雙面銑削的方式（一塊二組），也為了使實驗數據準確我們採用了同一題 CNC 乙級試題進行實驗來比較刀具的優劣與對工件的影響。

(二) 材料準備

在進行實驗前先把 S45C 低碳鋼之素材 6 塊黑皮，用面銑刀銑至 98x61x16（正負 10 條），並修好毛邊。

四、進行實驗

我們會使用不同的銑刀轉速切削速度來實驗輸入 CNC 銑床乙級手寫題目的程式。

表 2 鎢鋼刀與鍍鈦刀的實驗參數表

鎢鋼刀		鍍鈦刀	
進給	轉速	進給	轉速
250M/min	1500rpm	250M/min	1500rpm
300M/min	1500rpm	300M/min	1500rpm
350M/min	1500rpm	350M/min	1500rpm
250M/min	2000rpm	250M/min	2000rpm
300M/min	2000rpm	300M/min	2000rpm
350M/min	2000rpm	350M/min	2000rpm
250M/min	2500rpm	250M/min	2500rpm
300M/min	2500rpm	300M/min	2500rpm
350M/min	2500rpm	350M/min	2500rpm

資料來源：本研究自行繪製

使用鎢鋼刀和鍍鈦刀，把切削速度設成 250M/min 轉速 1500rpm 來銑削，使用鎢鋼刀，銑削聲音稍大，銑完後檢查銑刀（如圖 3a）和工件（如圖 3b），工件有些許毛邊。使用鍍鈦刀銑削聲音稍大，銑完後銑刀沒有什麼變化（如圖 3c），工件（如圖 3d）有些許毛邊。



圖 3a 鎢鋼刀

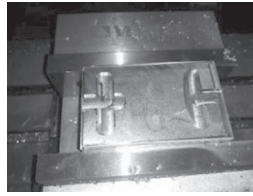


圖 3b 鎢鋼刀銑削工件



圖 3c 鍍鈦刀

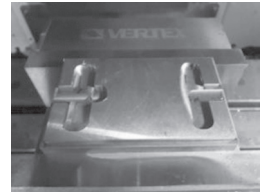


圖 3d 鍍鈦刀銑削工件

把切削速度改為 300M/min 來銑削，轉速 1500rpm，鎢鋼刀銑削時的聲音稍大，銑刀沒有崩掉（如圖 4a）毛邊很多（如圖 4b）。鍍鈦刀銑削時的聲音比鎢鋼刀的聲音還大，銑刀沒有崩掉（如圖 4c），工件毛邊較鎢鋼刀少（如圖 4d）。



圖 4a 鎢鋼刀

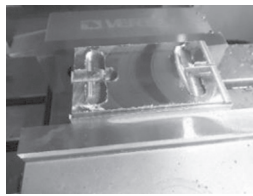


圖 4b 鎢鋼刀銑削工件

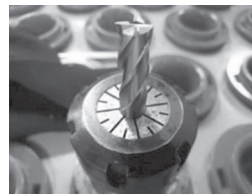


圖 4c 鍍鈦刀

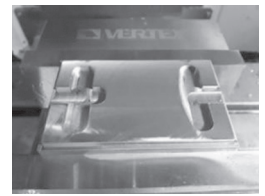


圖 4d 鍍鈦刀銑削工件

把切削速度設成 350M/min 來轉速 1500rpm，使用鎢鋼刀，銑削時的聲音聽起來很重，銑刀有一點崩掉（如圖 5a），工件毛邊較多（如圖 5b）。使用鍍鈦刀時聲音較鎢鋼刀銑削時重，銑削後毛邊較鎢鋼刀少（如圖 5c），銑刀沒有崩掉（如圖 5d）。



圖 5a 鎢鋼刀

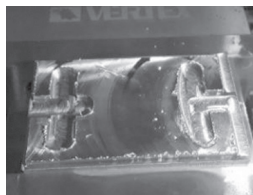


圖 5b 鎢鋼刀銑削工件

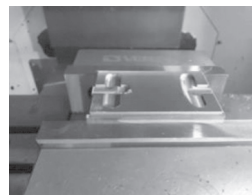


圖 5c 鍍鈦刀銑削工件



圖 5d 鍍鈦刀

把切削速度設成 250M/min，轉速設成 2000rpm，使用鎢鋼刀，銑削聲音正常，銑完後銑刀沒什麼變化（如圖 6a）。銑完後毛邊很多（如圖 6b），可能是因為上一組參數銑削後銑刀有崩掉的關係。使用鍍鈦刀銑削時有怪聲，銑完後刀具沒有崩（如圖 6c），工件毛邊較鎢鋼刀少（如圖 6d）。



圖 6a 鎢鋼刀



圖 6b 鎢鋼刀銑削工件



圖 6c 鍍鈦刀

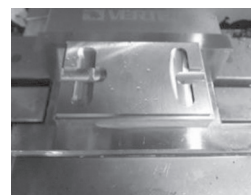


圖 6c 鎢鋼刀銑削工件

把切削速度設成 300M/min，轉速 2000rpm，使用鎢鋼刀，銑削時聲音正常，銑完後銑刀沒什麼變化（如圖 7a），工件的毛邊很多（如圖 7b）。使用鍍鈦刀，銑削聲音正常，銑完後工件毛邊較鍍鈦刀少（如圖 7c），刀具沒有崩（如圖 7d）。



圖 7a 鎢鋼刀

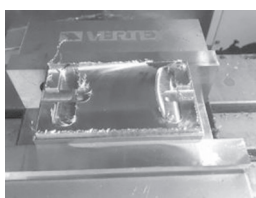


圖 7b 鎢鋼刀銑削工件



圖 7c 鍍鈦刀銑削工件



圖 7d 鍍鈦刀

把切削速度設成 350M/min，轉速 2000rpm，使用鎢鋼刀，銑削聲音正常，銑完工件後毛邊很少（如圖 8a），銑刀沒什麼變化（如圖 8b）。使用鍍鈦刀，銑削聲音正常，銑完後刀具沒有崩（如圖 8c），工件毛邊較鍍鈦刀少（如圖 8d）。

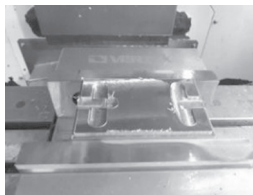


圖 8a 鎢鋼刀銑削件



圖 8b 鎢鋼刀



圖 8c 鍍鈦刀

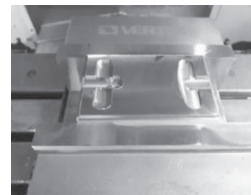


圖 8d 鍍鈦刀銑削工件

把切削速度設成 250M/min，轉速設成 2500rpm，使用鎢鋼刀，銑削聲音正常，銑完後銑刀沒什麼變化（如圖 9a）工件毛邊很多（如圖 9b）使用鍍鈦刀，銑削聲音正常，銑完後工件毛邊較鍍鈦刀少（如圖 9c）刀具沒有崩（如圖 9d）。



圖 9a 鎢鋼刀

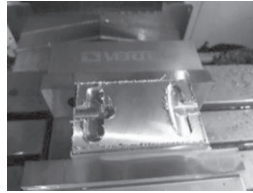


圖 9b 鎢鋼刀銑削工件

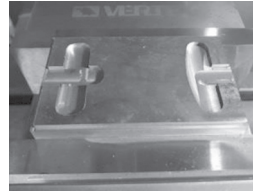


圖 9c 鍍鈦刀銑削工件



圖 9d 鍍鈦刀

把切削速度設成 300M/min，轉速 2500rpm，使用鎢鋼刀，銑削聲音正常，銑刀沒什麼變化（如圖 10a）工件毛邊減少（如圖 10b）使用鍍鈦刀，銑削聲音正常，銑完後工件毛邊較鍍鈦刀少（如圖 10c），刀具沒有崩（如圖 10d）。



圖 10a 鎢鋼刀

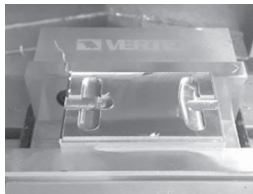


圖 10b 鎢鋼刀銑削工件

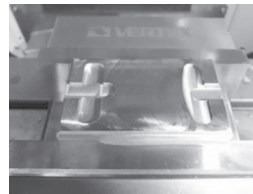


圖 10c 鍍鈦刀銑削工件



圖 10d 鍍鈦刀

把切削速度設成 350M/min，轉速 2500rpm，銑削聲音正常，工件毛邊很少（如圖 11a）銑刀沒什麼變化（如圖 11b）用鍍鈦刀，銑削聲音正常，銑完後工件毛邊較鍍鈦刀少（如圖 11c），刀具沒有崩（如圖 11d）。

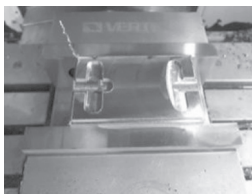


圖 11a 鎢鋼刀銑削工件



圖 11b 鎢鋼刀

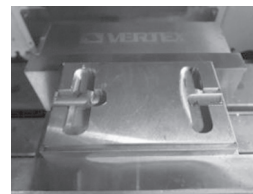


圖 11c 鍍鈦刀銑削工件



圖 11d 鍍鈦刀

五、研究結果與討論

(一) 研究結果

依據實驗結果，我們採用相同的料，兩種不同的刀具，還有不同的銑削數據（不同的轉速、不同的進給速度、切削深度），來看兩把刀具銑完後是否有損傷，和工件本身狀況是如何，根據實驗結果鎢鋼刀銑工件完，工件上的毛邊非常多，而鍍鈦刀銑出來的面明顯比鎢鋼刀好很多毛邊也顯得比較少。

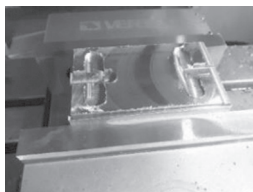


圖 12a 鎢鋼刀銑削工件

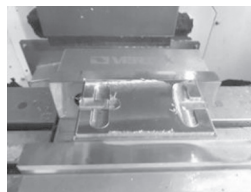


圖 12b 鍍鈦刀銑削工件

我們總共做了 9 次的實驗，使用不同數據來銑削，實驗結果相差的沒有太大，只有些微的不同，明顯的是鍍鈦刀銑出的面比鎢鋼刀銑出來的面好太多了，毛邊也明顯的比較少，而實驗的途中鎢鋼刀的刀刃也有崩掉，實驗的結果發現鍍鈦刀意外的比鎢鋼刀還耐用且銑完後毛邊較少。

(二) 問題討論

實驗途中有出現一些問題，我們和老師研究討論，來解決爾後實驗的操作條件和程序，這些問題如下：

1. 分析兩種刀具在不同因素下的使用壽命：刀具在切削速度、轉速、材料等因素同樣時，兩把刀具及工件本身的狀況會是如何會是如何？

討論結果：銑削完的工件，鎢鋼刀銑出工件產出的毛邊多，鍍鈦刀工件產出的毛邊較少、工件銑削完後，發現銑削時用的鎢鋼刀，有稍微崩掉或損壞的情形。

2. 切削速度：在不同的切削速度下對刀具本身及工件的影響會是如何？

討論結果：進給速度越快刀具壽命越短。鎢鋼刀銑出工件產出的毛邊多，鍍鈦刀工件產出的毛邊較少。

3. 刀具轉速：不一樣的轉速是否會影響刀具的使用壽命？

討論結果：會，但每支刀轉速不同，還是要看刀具種類，才不會影響刀具壽命。

4. 實驗途中不知什麼因素銑削完的工件，鎢鋼刀銑出工件產出的毛邊多，鍍鈦刀工件產出的毛邊較少、工件銑削完後，發現銑削時用的鎢鋼刀，有稍微崩掉或損壞的情形，不確定什麼原因使刀子損害。

討論結果：用鎢鋼刀銑削工件產生毛邊嚴重，表面粗糙度下降，工件尺寸變化等等明顯現象也是刀具磨損的判定標準，所以我們把刀具拆下來重新研磨，磨完後銑出來的工件還是一樣，可能是鎢鋼刀不適合重銑削，而鍍鈦刀銑削完後，只有微微的損傷而已，刃口磨損的解決方法，提高進給量；降低切削速度，或看鐵屑顏色，鐵屑顏色改變，說明加工溫度已經改變，可能是刀具磨損，實驗時也可以聽聲音，突然加工途中刀具聲音不是正常切削了，鎢鋼刀在銑銷時聲音非常大聲，這時刀具已經磨損了，我們停止實驗，把刀具拆下來重新研磨，磨完後繼續後面的實驗。

參 · 結論

經本研究實務探討銑刀使用壽命後，所獲致的研究結論如下。

一、影響銑刀壽命的主要因素為銑削與進給速度

根據實驗用三種不同的轉速和進給速度來互相交叉實驗，對工件的影響也不同。在 1500rpm、2000rpm、2500rpm 轉速的實驗下，以 2500rpm 轉速所產生的毛邊較少，表面光滑度也較佳；在 250M/min、300M/min、350M/min 進給速度下，發現以 250M/min 的進給速度，能讓刀具的壽命維持更久，所以銑刀銑削時，宜選用 2500rpm 的轉速、250M/min 的進給速度。

二、鍍鈦銑刀和鎢鋼銑刀最佳銑削數據相同，且以選用鍍鈦銑刀為佳

實驗後，我們得出了最佳的銑削數據，不管使用鍍鈦銑刀或鎢鋼銑刀，都是以 2500rpm 的轉速、進給 250M/min 的速度銑削，對刀具和工件最佳的數據。但是，銑削後鎢鋼刀具在刀口及螺旋角有較明顯的受損，銑出的工件毛邊很多，而鍍鈦刀具卻只有螺旋角微微受損，銑出的工件幾乎沒有毛邊，因此銑削時選用鍍鈦銑刀為佳。

三、適當銑削速度和進給量，並配合其它切削條件，可有效延長刀具壽命

雖然有很多因素會影響刀具壽命，但進給速度和刀具的轉速是對刀具和工件影響最大的，所以我們才以這兩種數據來進行實驗。而根據文獻探討的結果，切削深度、切削劑的使用、切削厚度、切削寬度都可能影響銑刀壽命，若與銑削速度和進給量配合，應能更有效延長刀具壽命，可納入將來進階研究之參考。

肆 · 引註資料

李金山、林瑞璋、梁榮濱、吳晟懋（2007）。刀具壽命最佳化之切削參數探討。2019年9月10日，取自 [http://ir.lib.ctu.edu.tw/bitstream/310909700/6199/3/24th- 刀具壽命最佳化之切削參數探討 - 定稿 .pdf](http://ir.lib.ctu.edu.tw/bitstream/310909700/6199/3/24th-刀具壽命最佳化之切削參數探討-定稿.pdf)。

林英明、徐文法、林彥伶（2017）。機械製造 II。新北市：全華。

碧威股份有限公司（2012）。刀具磨耗與壽命。2019年9月22日，取自 <http://tw.tool-tool.com/news/201201/tool-wear-and-life/>。

避障精巧自走吸塵車的製作

作者：電機科三年忠班 楊智捷／孟韋成／官永曜

指導老師：張素靜 老師／徐明志 老師

壹 · 前言

一、研究動機

難得的機會得知小論文比賽這個活動，又因為學校上課上到微處理機 Arduino 的課程，讓我們以 Arduino 為中心發想，做深度的討論，其中想到平時寫作業、灰塵、頭髮等等……。都會使書桌髒亂又十分不易清掃，經常造成我們的困擾。因此，為了方便清潔，所以我們發想藉由 Arduino 程式改良手動清潔車，自製一個便宜又方便的居家好幫手。雖然內容跟掃地機器人類似，但簡化後的掃地車更可方便收納，目的也更多元，想必房間是一般人最不希望感到髒亂的環境，不僅僅是清理地面，連死角都能清理的一乾二淨，而最主要原因還是桌面的清掃不太容易，所以此項發明能減少我們的不便。

在這個科技發達的世代，遠端遙控、物聯網的需求愈來愈大，人力的供給也會愈來愈少，為了便利的生活，打掃能越輕鬆越好，因而讓我們發想用這樣的方式，做出一個能方便清掃，在閒暇之際又能放鬆的清潔車。

二、研究目的

依據上述研究動機，本研究小組擬定的目的如下。

- (一) 分析市售自走吸塵車的優缺點。
- (二) 探討自走吸塵車製作的相關理論。
- (三) 製作智慧型避障精巧自走吸塵車。

三、製作流程

本研究小組製作流程如圖（一）所示。

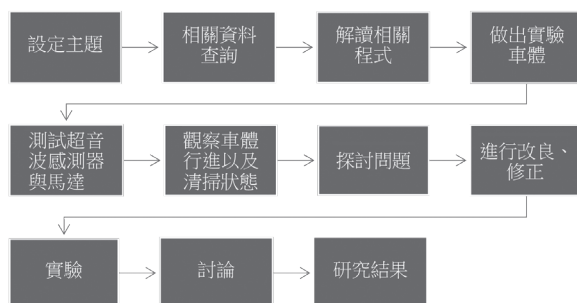


圖 1 研究流程

資料來源：
本研究小組自行繪製

貳 · 正文

一、市售自走吸塵車優缺點分析

(一) 什麼是自走吸塵車

自走吸塵車是「智能家用電器的一種，能憑藉一定的人工智慧，自動在房間內完成地板清理工作」（精彩新聞，2018）。一般採用刷子和真空方式，將地面灰塵與碎屑先吸入自身的集塵袋中，來完成地面清理的功能。一般來說，將完成清掃、吸塵工作的機器人，也統一歸為自走吸塵車。

(二) 自走吸塵車優缺點比較

經本研究小組查閱文獻，以及實際測試的結果，發現自走吸塵車的優缺點如（表一）所示。

表 1 市售自走吸塵車優缺點比較

功能	優點	缺點
清掃功能	在不易清掃的區域有很強的清潔作用，能夠輕鬆將毛髮、灰塵等清理乾淨。	傢俱太過密集導致使用時有點不方便，可能卡在餐桌和餐椅之間，或是在傢俱之間迷了路，幾分鐘都轉不出來。
清潔效果	對地面上較少灰塵的清掃效果較好，對於頭髮和較小的紙屑等灰塵可以輕易打掃乾淨。	對於地面上較厚的灰塵效果則不如預期，還有較大的紙片，會卡在吸塵車的集塵通道內，必須手動清除。
避障功能	不用親自操作，即可自動避開障礙物進行清掃，也可輕易避開牆壁、傢具等障礙物，不會發生碰撞。	對於桌腳或目標較小的障礙物，很容易撞上，而且無法避開電源線，導致輪胎和電線纏住，無法移動。

資料來源：本研究小組自行整理

二、自走吸塵車相關理論

(一) 超音波研究

超音波原理：使用 Arduino 板配合 PING 超音波距離感測器與測量物體的距離（單位：釐米），以串列阜視窗顯示距離，並控制一個 LED 閃爍速度，距離越近則

LED 閃爍速度愈快。超音波距離感測器（如圖二），依序有 + 5V，SIG，GND 等三支腳，有效距離的範圍從 2 釐米到 300 釐米。「首先 Arduino 必須先產生至少維持 2 微秒（典型值 5 微秒）HIGH 的脈波至 PING 超音波距離感測器的 SIG 腳」（楊明豐，2015），然後感測器會發射 200s/40KHZ 的超音波信號至障礙物，當超音波信號經由障礙物的反射回到感測器時，感應器會由 SIG 腳傳一個 PWM 信號給 Arduino 板，PWM 信號脈寬與音波傳來回距離成正比，此單位為微秒。音波速度每秒 340 公尺，約等於每釐米 29 微秒，單程距離為（單位釐米）= 脈寬時間 29/2（如圖三），來回的總距離為 = 脈寬時間 29。

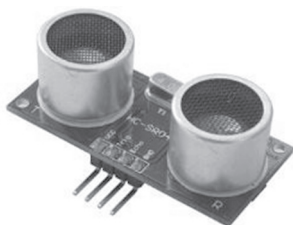


圖 2 超音波感測器

資料來源：臺南市教育局 Maker 社群網 (2019)。HC-SR04 超音波。2019 年 9 月 19 日，取自 <http://coopermaa2nd.blogspot.com/2012/09/hc-sr04.html>

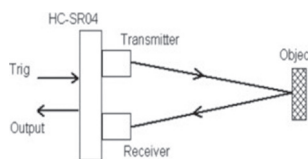


圖 3 超音波原理圖

資料來源：臺南市教育局 Maker 社群網 (2019)。HC-SR04 超音波。2019 年 9 月 21 日，取自 <http://coopermaa2nd.blogspot.com/2012/09/hc-sr04.html>

(二) 馬達驅動模組研究

L298N 晶片的馬達驅動模組（如圖四），方便我們可以驅動並控制馬達的正反轉。L298N 的內部包含兩個 H 橋電路，也就是在形狀像是英文 H 的電路上，裝兩組對應的開關。

H-Bridge：H 橋是一種電子電路（如圖五），透過 Q1 與 Q4 和 Q2 與 Q3 各兩組開關來控制電流方向。這類電路可用於機器人及實作場合中直流電動機的轉速控制及正反向控制。

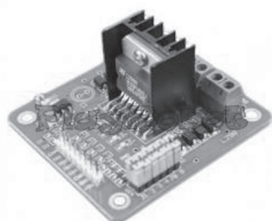


圖 4 L298N 馬達驅動板

資料來源：PlayRobot(2019)。L298N。2019 年 9 月 20 日，取自 <https://www.playrobot.com/dc-/34-l298n-motor-drives.html>

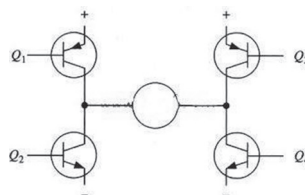


圖 5 H-Bridge 的迴路

資料來源：每日頭條 (2016)。H 橋驅動電路原理圖及使能控制和方向邏輯。2019 年 9 月 20 日，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/tech/gvkk6l.html>

三、研究過程

(一) 製作材料

為了完成製作本研究小組目的之智慧型避障精巧自走吸塵車，所使用的材料如（圖六）所示。


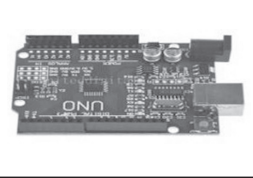
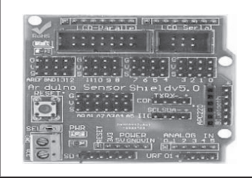


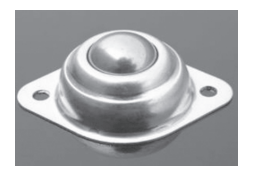

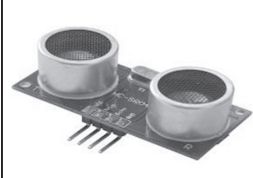
			
L298N 馬達驅動板	UNO 板	sensor shield v5.0	716 空心杯馬達
			
減速馬達	牛眼萬用輪	伺服馬達	超音波感測元件

圖 6 本研究小組使用的元件

資料來源：Yahoo 奇摩拍賣!(2019)。電子零件。<https://tw.bid.yahoo.com/search/auction/product?kw=電子零件&p=電子零件&clv=0>

(二) 製作過程

1. 本研究小組自走吸塵車研發構想

本研究小組經討論後，使用 Tinkercad 模擬繪製未來自走吸塵車的模型如（圖七）所示。

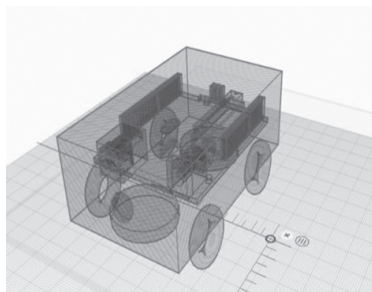


圖 7 研究初期 3D 立體透視圖

資料來源：本研究小組自行繪製

2. 自走吸塵車實體製作

運用微處理機 **Arduino**，創造出各種不同的可能性，可以搭配各種不同程式，輸入至晶片中達到不同的效果，設計出可互動控制的應用作品，其中我們發現有自走及避障功能，意謂著能藉由此項功能改良成類掃地機器人，且可運用於書桌上，於是我們便實際動手製作自走吸塵車，過程如（圖八）至（圖十三）所示。

1. 將車體組裝後調整元件位子，如（圖八）。
2. 固定牛眼輪使車體平衡且輔助轉向，如（圖九）。
3. 使用杜邦線將超音波元件和 **Arduino UNO** 版連接，如（圖十、圖十一）。
4. 調整前超音波感測的最佳位子，使左右偵測距離相等，如（圖十二）。
5. 調整前超音波感測的最佳位子，使偵測基準位於水平面，如（圖十三）。

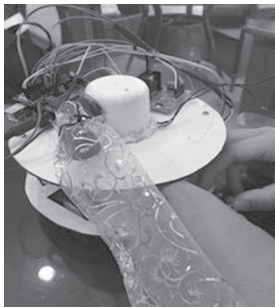


圖 8 調整位子

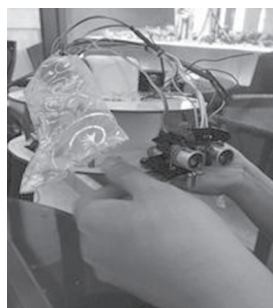


圖 9 組裝車輪

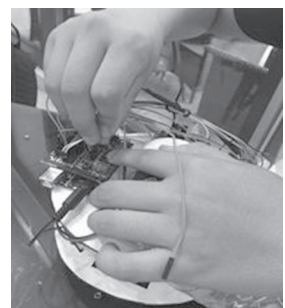


圖 10 Arduino 接線



圖 11 Arduino 接線

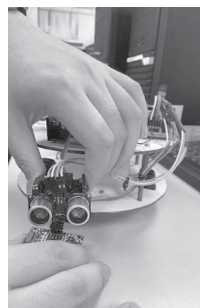


圖 12 前超音波調整

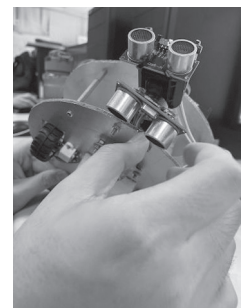


圖 13 下超音波調整

資料來源：本研究小組自行拍攝

3. 自走吸塵車程式設計

為了使我們設計的自走吸塵車更具智慧判斷的能力，於是本研究小組便找尋網路上網友設計的程式以及市面上的 **Arduino** 程式書，尋找有關自走車、避障車等相關程式，其中從控制方向到控制速度以及路徑的判別，有各種不同的程式，也運用到不同元件，進行交互參考與比較，並從中找出改良的方法，其程式設計內容如下：

(1) 超音波程式

運用高電壓低電壓的差異，撰寫超音波程式以判斷前方、左方、右方的距離，並控制馬達運轉，其部分程式碼如（圖十四）、（圖十五）所示，餘因內容太多省略。

```
void ask_pin_F() // 量出前方距離
{
  myservo.write(90);
  digitalWrite(outputPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(outputPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(outputPin, LOW);
  float Fdistance = pulseIn(inputPin, HIGH);
  Fdistance= Fdistance/5.8/10;
  Serial.print("F distance:");
  Serial.println(Fdistance);
  Fspeedd = Fdistance;
}
```

圖 14 測量前方距離程式

資料來源：本研究小組自行拍攝

```
void ask_pin_L() // 量出左邊距離
{
  myservo.write(5);
  delay(delay_time);
  digitalWrite(outputPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(outputPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(outputPin, LOW);
  float Ldistance = pulseIn(inputPin, HIGH);
  Ldistance= Ldistance/5.8/10;
  Serial.print("L distance:");
  Serial.println(Ldistance);
  Lspeedd = Ldistance;
}
```

圖 15 測量左方距離程式

資料來源：本研究小組自行拍攝

(2) 馬達轉向控制

接收到超音波訊號時，車子會左轉、右轉、前進或後退，找出最好的方向前進，其部分程式碼如（圖十六）、（圖十七）所示，餘因內容太多省略。

```
void advance(int a)    // 前進
{
  digitalWrite(pinRB,LOW); // 使馬達（右後）動作
  digitalWrite(pinRF,HIGH);
  digitalWrite(pinLB,LOW); // 使馬達（左後）動作
  digitalWrite(pinLF,HIGH);
  delay(a * 100);
}

void right(int b)      //右轉（單輪）
{
  digitalWrite(pinRB,LOW); //使馬達（右後）動作
  digitalWrite(pinRF,HIGH);
  digitalWrite(pinLB,HIGH);
  digitalWrite(pinLF,HIGH);
  delay(b * 100);
}
```

圖 16 馬達單輪控制程式

資料來源：本研究小組自行拍攝

```
void turnR(int d)     //右轉（雙輪）
{
  digitalWrite(pinRB,LOW); //使馬達（右後）動作
  digitalWrite(pinRF,HIGH);
  digitalWrite(pinLB,HIGH);
  digitalWrite(pinLF,LOW); //使馬達（左前）動作
  delay(d * 100);
}

void turnL(int e)     //左轉（雙輪）
{
  digitalWrite(pinRB,HIGH);
  digitalWrite(pinRF,LOW); //使馬達（右前）動作
  digitalWrite(pinLB,LOW); //使馬達（左後）動作
  digitalWrite(pinLF,HIGH);
  delay(e * 100);
}
```

圖 17 馬達雙輪控制程式

資料來源：本研究小組自行拍攝

4. 自走吸塵車作品完成

本研究小組所完成的自走吸塵車相當精巧可愛，確實可應用於如桌面、地板等場所進行清潔工作，如（圖十八）所示。

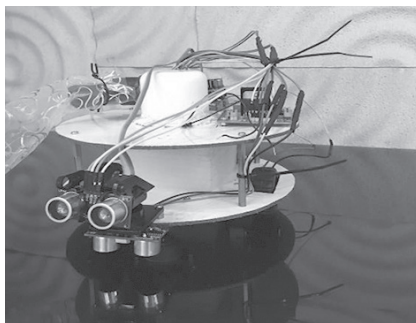


圖 16 本研究小組自走吸塵車成品圖

資料來源：本研究小組自行拍攝

四、研究結果與討論

參閱研讀網站資料、專書和指導老師的建議，使我們從中取得了答案，然後詢問老師製作流程和方法，終於落實了我們的設計理念。在測試超音波接收距離時，原本想讓自走車提早偵測距離去做轉向判斷，但因為接收距離過長，導致車體在接收距離 25 公分和 20 公分的時候原地自轉。而將接收距離設定為 10 公分時，車體判斷時間不足，導致轉向來不及。因此接收距離在 15 公分時是最佳的距離，詳細數據如（表二）。

表 2 本研究小組超音波避障接收距離測試

接收距離	偵測前方超音波
25cm	距離過長，導致車體原地自轉
20cm	距離過長，導致車體原地自轉
15cm	距離適當，清掃面積最大
10cm	距離過小，導致車體碰撞到物品

資料來源：本研究小組自行繪製

參 · 結論

一、自製的吸塵車成本較低且不佔空間，但清潔效果不如預期中好

市售的自走吸塵車體積相較於自製吸塵車大且成本高，且使用範圍只適用於地面。而本研究小組所自製自走吸塵車除了地面還能用於桌面且成本低，但清潔效果還是不敵市售的自走吸塵車，可做為後續改良的參考。

二、使用超音波可讓車體自動回避障礙物，配合馬達轉速可讓抽風的空間縮小

超音波偵測及接收的訊號回傳到 Arduino UNO 板，程式判讀障礙物的距離，控制馬達正反轉，以達到自動迴避障礙物的功能。運用 716 空心杯馬達的高轉速讓吸塵

的空間抽真空，使灰塵吸入集塵袋中。選用旋轉面積較小的葉片，讓抽真空的強度最大化，所以吸塵的空間也要達到最低限度，才能將吸塵效果提升。

三、本研究小組所完成的避障精巧自走吸塵車確能達到靈活清掃灰塵的目的

本研究小組所完成的避障精巧自走吸塵車經實證後，發現確實能將灰塵以及紙屑吸入集塵袋中，且能自動迴避障礙物且不掉落地面，但因空心杯馬達的放置位置不正確，吸入紙屑時會導致卡住馬達。未來會重新打造車體，改變馬達的放置位置，且用過濾網使紙屑及灰塵不影響馬達的轉動，使所設計的成品更具實用、美觀的價值。

肆 · 引註資料

楊明豐（2015）。Arduino 最佳入門與應用：打造互動設計輕鬆學。臺北市：基峰。

趙英傑（2016）。超圖解 Arduino 互動設計入門（第 3 版）。臺北市：旗標。

BugWorkShop- 甲蟲工作室（2013）。DIY - 智能小車：L298N 電機驅動板模組（十四）。2019 年 10 月 1 日，取自 <http://bugworkshop.blogspot.com/2013/02/diy-l298n.html>

Yahoo 奇摩拍賣！（2019）。電子零件。[https://tw.bid.yahoo.com/search/auction/product?kw=電子零件 &p= 電子零件 &clv=0](https://tw.bid.yahoo.com/search/auction/product?kw=電子零件&p=電子零件&clv=0)

中時電子報（2019）。高價不耐用 消費者報告把 Dyson 吸塵器拉下推薦名單。2019 年 7 月 30 日，取自 <https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190220000007-260412>

阿玉 Arduino 研究區（2019）。07 避障車。2019 年 9 月 26 日，取自 <https://sites.google.com/site/studyarduino/01zi-zou-che-yan-jiu/07bi-zhang-che>

每日頭條（2016）。H 橋驅動電路原理圖及使能控制和方向邏輯。2019 年 9 月 20 日，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/tech/gvkk6l.html>

精彩新聞（2018）。掃地機器人有哪些優缺點？。2019 年 9 月 2 日，取自 <https://www.pixpo.net/hotnews/e53dcacb.html>

臺南市教育網路中心（2011）。9-2 超音波原理。2019 年 9 月 28 日，取自 http://maker.tn.edu.tw/modules/tad_book3/page.php?tbsn=201

物聯網應用之智慧節能 控制系統

作者：電子科高三忠班 林哲瑋／陳柏恩／陳銘翰
指導老師：郭金章 老師

壹 · 前言

一、研究動機

電力無法有效的儲存起來，長久以來，臺灣皆是以火力發電為主，去年夏天的用電量突破往年的紀錄，使得發電廠供電需求增加，火力發電廠也一直不停的運作，造成電廠機器部分損毀，以及臺中以下縣市空汙問題日益加重，居民的健康正逐步備受考驗。因此我們不禁思考著，要是我們能有效控管家中電力消耗，改善平常生活中的節能問題，將智慧科技結合自動化裝置，把固定式開關電路改良成自動式感應電路，如此一來，不僅便利了人民的生活圈，也解決了平時人們惰性關電的問題。

二、研究目的

- (一) 實現物聯網的應用
- (二) 透過感應裝置來改善惰性關電的問題
- (三) 利用智慧節能控制系統來增加生活的便利性
- (四) 降低家中電器功率消耗的問題

三、研究方法及流程

首先，我們選用 Arduino 公司所開發之 nano 328 作為系統的核心，它的成本低廉又易開發，對於一般電腦而言有相當多的便利性，利用 Arduino IDE，就能將寫好的軟體，燒錄進我們作為核心的單晶片微控制器（Arduino nano 328）。其次，透過我們自製的介面電路來控制人體紅外線感應模組以及繼電器，當感應到人體進入時，切換至高態動作，並讓人體在實驗空間中，狀態維持不變，直到人體離開時，再切回至低態動作。最後將偵測到的數據資料透過 ESP8266 ESP-01（WiFi 模組）傳回至電腦或是手機裡面。



圖 1 研究流程

（資料來源：本團隊製作）

貳 · 正文

一、系統方塊圖

將控制軟體，燒錄進單晶片微控制器，就能使人體紅外線感應模組偵測人體溫度，驅使繼電器動作，去控制家中電力，透過 WIFI 模組，將家中電力的使用狀況回傳至手機或電腦，也可利用手機或電腦進行反向操作。

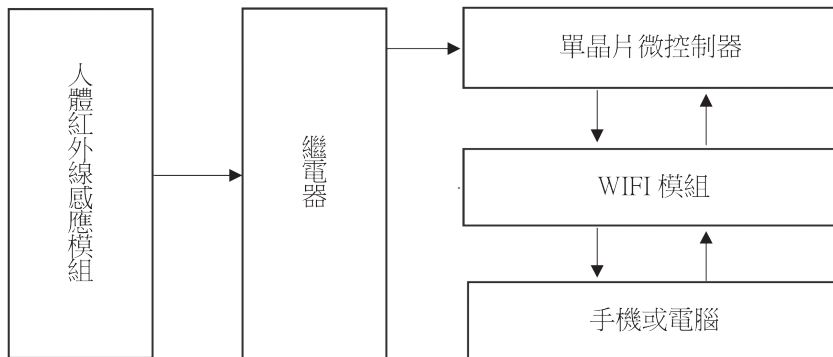


圖 2 系統方塊圖

(資料來源：本團隊製作)

二、單晶片微控制器

微控制器 Arduino nano 328，為整個系統的核心，是一個開放原始碼的單晶片控制器，創用 CC (Creative Commons) 開放的設計概念，建構於開放原始碼的 Simple I/O 介面，並且具有使用類似 JAVA、C 語言的 Processing/Wiring 開發環境，可簡單的與各式電子元件連接，對電子科技的發展，是一個非常大的貢獻。

表 1 Arduino nano 328

名稱	功能
電源工作電壓	5V
數位 I/O Pins	14
類比輸入 Pins	8
PWM	6
Flash Memory	16KB or 32KB
SRAM	2K
USB 晶片	FT232
特色	功能跟 Arduino UNO 一樣，並且體積更小

(資料來源：中央研究院)

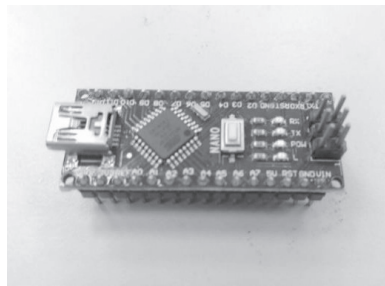


圖 3 Arduino nano 328
(資料來源：本團隊拍攝)

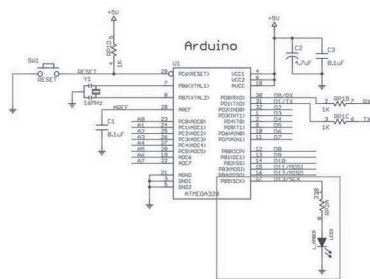


圖 4 Arduino nano 328 的電路圖
(資料來源：本團隊製作)

三、ESP8266 ESP-01 (WiFi 模組)

(一) ESP8266 ESP-01 (WiFi 模組) 運作原理：

運用跳頻展頻技術 (Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS) 方式，使晶片的兩端，以某一特定形式的窄頻載波同步地在 2.4MHz 頻帶上傳送訊號。重要的是，傳送與接收必定要同步切換頻道才可以正常接收資料，且模組最多可進行 1 對 7 的傳輸，除了資料之外，也可以使用連續變化斜率差量調變 (Continuous Variable Slope Delta-Modulation : CVSD) 技術來進行語音傳輸及分時多工 (Time-Division Multiple Access : TDMA) 協定技術之通訊協定。

(二) 跳頻技術 (Frequency-Hopping Spread Spectrum : FHSS)：

在 2.45GHz 頻帶以 1MHz 的頻寬將其劃分為 75-81 個無線電頻率通道 (Radio Frequency channel : RF)，並且以使用接收和發送兩端一樣的頻率跳躍模式 (Frequency Hopping) 來接收訊號及防止資料擷取 (跳躍頻率的最高時間間隔為 250ms，也就是每秒跳頻至少 4 次)。

$$f = \frac{1}{T} ;$$

圖 5 頻率公式

(資料來源：本團隊製作)

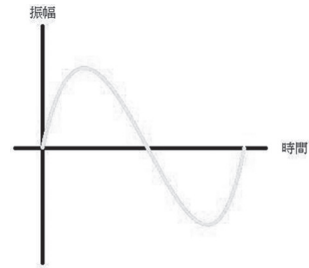


圖 6 聲頻信號正弦波

(資料來源：本團隊製作)

(三) 分時多工：

用時槽的概念，將時間切割於頻道，即在一段時間內，通話採用某種頻率，而在傳送完封包後，釋放該頻率給其他需要的使用者，被運用在 GSM，DCS，DECT，PDC，PHS，PACS 等系統。

表 2 ESP8266 ESP-01(WiFi 模組)的特性

名稱	功能
電源工作電壓	3.3V (3.0V-3.6V)
平均工作電流	80mA
功率消耗	1.0mW (DTIM3)
工作環境溫度	-40°C ~85°C
頻率範圍	2.4GHz~2.5GHz (2400MHz~2483.5MHz)
CPU Tensilica L106	RAM 50KB (可用) FLASH 16Mbit
內建	1. 支持 RTOS、GPIO、PWM、SDIO、ADC
	2. 支持 Station / SoftAP 無線網路模式
	3. 內置 10bit 高精度 ADC
	4. 內置 TR 開關、LNA、功率放大器和網路匹配
	5. 可以兼做應用處理器 SDIO2.0、SPI

(資料來源：臺灣物聯網公司)

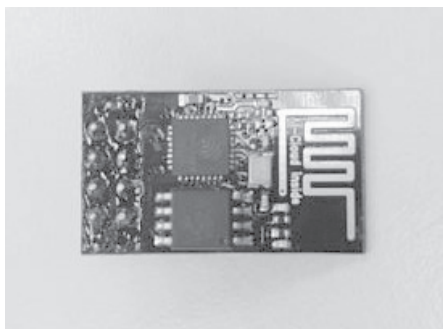


圖 7 ESP8266 ESP-01(WiFi 模組)

(資料來源：本團隊拍攝)

四、繼電器

(一) 繼電器運作原理

繼電器 (Relay) 與一般開關不同，繼電器並非以機械方式控制，而是一種以電磁力來切換方向的開關。是以小電流或電壓控制較大電流或電壓的元件。繼電器的基本原理，是自線圈兩端加上額定的電壓，通過一定的電流使線圈組件形成電磁鐵，從而吸引觸點組件之可動部份，致電路發生通斷作用。繼電器的觸點依電路作用分為常開觸點、常閉觸點，當其線圈未通電時處於斷開狀態的靜觸點，稱為常開觸點 (Normal Open, N.O)，處於接通狀態的靜觸點稱為常閉觸點 (Normal Close, N.C.)。

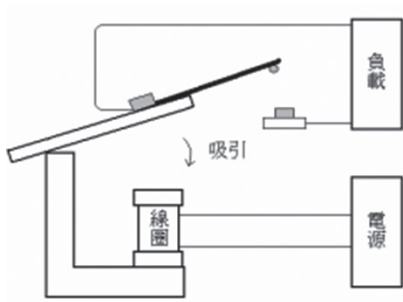


圖 8 繼電器原理

(資料來源：本團隊製作)



圖 9 繼電器

(資料來源：本團隊拍攝)

(二) 電磁

電荷粒子之間的一種物理性交互作用，是在物體中單個分子之間，分子與分子移動，所形成的作用力，通常表現為電磁場，如：電場、磁場、光。

$$\mu = \frac{B}{H} = \mu_0 \mu_r$$

μ_0 為真空或空氣導磁係數 = $4\pi \times 10^{-7}$

μ_r 為相對導磁係數

圖 10 導磁公式

(資料來源：本團隊製作)

(三) 電感量

即單位電流所產生之磁通鏈稱為電感量，與導磁係數、線圈匝數、螺線管的截面積及磁路的有效長度有關。

$$L = \frac{N\phi}{I} = \frac{\mu A N^2}{\ell} \quad (\text{亨利})$$

圖 10 導磁公式

(資料來源：本團隊製作)

五、人體紅外線感應模組

HC-SR501 是基於紅外線技術的自動控制模組、擁有 LHI778 探頭設計，靈敏度高，可靠性強，超低電壓工作模式，廣泛應用於各類自動感應電器設備，尤其是乾電池供電的自動控制產品，利用此模組可自動快速開啟各類自動裝置，是一種高技術產品。特別適用於企業，賓館、商場、庫房及家庭的過道、走廊等敏感區域，或用於安全區域的自動燈光、照明和報警系統。

表 3 人體紅外線感應模組

人體紅外線感應模組 (HC-SR501)	
電壓工作範圍	直流電壓 4.5-20V
靜態電流	<50uA
高電位觸發	3.3V
觸發方式	L 不可重複觸發 / H 重複觸發 (默認重複觸發)
感應角度	<120 度錐角
工作溫度	-15°C ~70°C

(資料來源：臺灣物聯網公司)

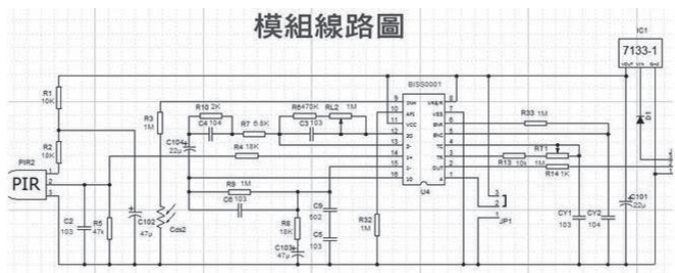


圖 12 人體紅外線感應模組電路圖

(資料來源：本團隊製作)

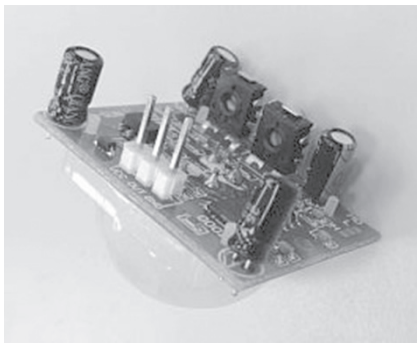


圖 13 人體紅外線感應模組

(資料來源：本團隊拍攝)

六、程式碼

```
#include <SoftwareSerial.h>
#define DEBUG true

const byte pirPin = 2;
const byte ledPin = 13;
int highDelay = 1000;
volatile boolean state = LOW;
bool btn;

SoftwareSerial ESP8266(6, 7);
boolean connectWiFi();
String sendData(String command, const int timeout, boolean debug);
String ssid = "EE office";
String pass = "20170706";
const int MAX_PAGE_NAME_LEN = 8;
char buffer[MAX_PAGE_NAME_LEN + 1];
```

圖 14 角位設定程式碼

(資料來源：本團隊製作)

```
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  ESP8266.begin(115200);
  pinMode(pirPin, INPUT);
  attachInterrupt(0, int0, RISING);
  sendData(FC"AT+CMODE=1\r\n"), 1000, DEBUG);
  sendData(FC"AT+CIPMUX=1\r\n"), 1000, DEBUG);
  sendData(FC"AT+CIPSERVER=1,80\r\n"), 2000, DEBUG);
  connectWiFi();
  delay(3000);
  sendData(FC"AT+CIFSR\r\n"), 1000, DEBUG);
}
```

圖 15 初始設定程式碼

(資料來源：本團隊製作)

```
void loop()
{
  if (state == HIGH) {
    if (btn == 0) {
      digitalWrite(ledPin, HIGH);
      btn = 1;
    }
    else {
      digitalWrite(ledPin, LOW);
      btn = 0;
    }
  }
  state = LOW;
  if (ESP8266.available()) {
    if (ESP8266.find("+IPD,") {
      delay(1000);
      int connectionId = ESP8266.read() - 48;
      bool on = false;
      if (ESP8266.find("GET /?pin=") {
        char type = (char)ESP8266.read();
        int pin = ESP8266.parseInt();
        int val = ESP8266.parseInt();
        if (val == 1) {
          on = true;
        }
        if (type == 'D') {
          Serial.print(FC"Digital pin ");
          Serial.print(pin);
          Serial.print(FC" is changed to ");
          Serial.println(val);
          pinMode(pin, OUTPUT);
          digitalWrite(pin, val);
        }
      }
    }
  }
}
```

圖 16 迴圈程式碼

(資料來源：本團隊製作)

```
String webpage = FC"<html>\r\n";
webpage += FC"<body>\r\n";
webpage += FC"<h3>Click links to turn D2 pin ON or OFF</h3>\r\n";
webpage += FC"<a href='/?pinD2=1'>ON</a>\r\n";
webpage += FC"<a href='/?pinD2=0'>OFF</a>\r\n";
webpage += FC"State : ";
if (digitalRead(2) == 1) {
  webpage += "ON\r\n";
}
else {
  webpage += "OFF\r\n";
}
webpage += FC"</body>\r\n";
webpage += FC"</html>";
String cipSend = FC"AT+CIPSEND=";
cipSend += connectionId;
cipSend += ",";
cipSend += webpage.length();
cipSend += FC"\r\n";
sendData(cipSend, 1000, DEBUG);
sendData(webpage, 3000, DEBUG);
delay(1); //for client to receive
sendData("AT+CIPCLOSE=" + (String)connectionId + "\r\n", 3000, DEBUG);
}
}
Serial.println(digitalRead(pirPin));
```

圖 17 迴圈程式碼

(資料來源：本團隊製作)

```
String sendData(String command, const int timeout, boolean debug)
{
    String res = F("");
    ESP8266.print(command);
    long int time = millis();
    while ((time + timeout) > millis()) {
        while (ESP8266.available()) {
            res.concat((char)ESP8266.read());
        }
    }
    if (debug) {
        Serial.print(res);
    }
    return res;
}
```

圖 18 WIFI 模組程式碼

(資料來源：本團隊製作)

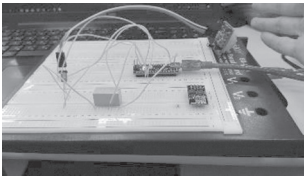
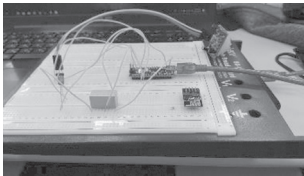
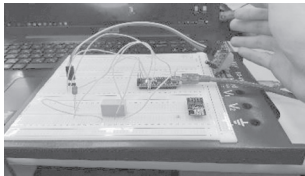
```
boolean connectWiFi()
{
    String cmd = "AT+CWJAP=\"";
    cmd += ssid;
    cmd += "\",\"";
    cmd += pass;
    cmd += "\"";
    ESP8266.print(cmd);
    if (ESP8266.find("OK")) {
        Serial.println(F("connctWiFi OK"));
        return;
    }
    else {
        Serial.println(F("connectWiFi Error"));
        return;
    }
}
```

圖 19 WIFI 模組程式碼

(資料來源：本團隊製作)

七、實驗結果

表 4 實驗結果流程圖

實驗結果 (一)	實驗結果 (二)	實驗結果 (三)
偵測到人體溫度，智慧節能控制系統啟動。	未偵測到人體溫度，電路保持高態動作，系統不斷電。	再次偵測到人體溫度，智慧節能控制系統關閉。
 <p>圖 15 智慧節能控制系統啟動 (資料來源：本團隊拍攝)</p>	 <p>圖 16 系統維持高態動作 (資料來源：本團隊拍攝)</p>	 <p>圖 17 智慧節能控制系統關閉 (資料來源：本團隊拍攝)</p>

(資料來源：臺灣物聯網公司)

參 · 結論

一、研究結果與探討

實驗結果顯示，我們所設計出之智慧節能控制系統，能有效地控管家中電力消耗，改善平常生活中的節能問題，將智慧科技結合自動化裝置，把固定式開關電路改良成自動式感應電路，不僅便利了人民的生活圈，也解決了平時人們惰性關電的問題。在這研究過程中，我們發現，ESP8266 ESP-01 (WiFi 模組) 會隨著傳輸距離過遠，而造成手機或電腦跟 ESP8266 ESP-01 (WiFi 模組) 之間，斷線的問題，以及人體紅外線感應模組的靈敏度過高，數值讀取速度過快，常常導致實驗結果不如預期，只好一邊調整電阻值，一邊確認實驗結果。

二、未來應用

隨著時代的變遷，家電使用比率提升，所以可以藉由我們的研發成果去結合物聯網之應用，改變居家生活的品質，達到智慧住宅與節能的科技新高度。例如：我們不用觸碰固定式開關，只需人體經過感應位置，就能啟用該位置的電器，像進廁所時，燈會自動開啟、一進家門，家中空調會自動開啟等等，為人類生活帶來新的方便性。

肆 · 引註資料

- 一、施士文 (2018)。Arduino 微電腦應用實習 (第三版)。臺北市：台科大圖書。
- 二、王文壽 (2010)。繼電器 (relay)。財團法人崑山科技大學資工碩士班
- 三、歷年發電量及結構 - 臺灣電力股份有限公司。2019 年 3 月 3 日，取自 https://www.taipower.com.tw/tc/chart/a01_%E9%9B%BB%E5%8A%9B%E4%BE%9B%E9%9C%80%E8%B3%87%E8%A8%8A_%E9%9B%BB%E6%BA%90%E9%96%8B%E7%99%BC%E8%A6%8F%E5%8A%83_%E6%AD%B7%E5%B9%B4%E7%99%BC%E9%9B%BB%E9%87%8F%E5%8F%8A%E7%B5%90%E6%A7%8B.html
- 四、Arduino 介紹 - 中央研究院。2019 年 3 月 3 日，取自 http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read_news.php?nid=2782
- 五、ESP8266 ESP-01 (WiFi 模組) - 臺灣物聯網公司。2019 年 3 月 3 日，取自 <https://www.taiwaniot.com.tw/product/esp8266-esp-01s-%E4%B8%B2%E5%8F%A3wifi-%E7%84%A1%E7%B7%9A%E6%A8%A1%E7%B5%84/>
- 六、人體紅外線感應模組 - 臺灣物聯網公司。2019 年 3 月 3 日，取自 <https://www.taiwaniot.com.tw/product/hc-sr501-pir-sensor/#>

智慧型氣控式瘋糖射出機

作者：模具科高三忠班 陳惠慈／楊藝廷

模具科高三孝班 張兆崧

指導老師：林哲維 老師

壹 · 前言

模具產業雖為工業之母，所使用材料多為金屬且貴重，操作起來較為不便，而工程師需經過培訓才能操作機器，如何讓射出機實現簡單明瞭及智慧化操作是本研究需要探討的課題。

一、研究動機

在日常生活中，我們隨手可得的產品都與塑膠息息相關，而塑膠產品能夠快速且大量生產需藉由模具與射出機來製成。然而不論是在工業上或是學校實習工場所看見的射出機不僅佔地面積大、笨重、價格還很昂貴，且市面上常用的射出機所生產的製品多以塑料或是金屬粉末為主，工作環境需受限於高溫及異味的影響。受惠於科技發展的進步，食品加工除能採用自動化生產，還可透過 3D 列印客製化食品。我們希望結合食品與工業技術，利用高職三年所學的課程，以實習工場的射出機為範本，使用「巧克力」作為原料，並以鋁擠型組裝機構，再利用 CNC 加工壓克力模具，採用機電整合的 PLC、Arduino 結合機構及電控搭配手機藍牙技術讓設備達到自動化，由以上構想發展出「智慧型氣控式瘋糖射出機」。

二、研究目的

零件加工以學校現有的加工機具設備為主，鋁擠型的射出機外型與模具以學校課程所學之內容加以應用，並嘗試利用機電整合控制機構動作流程，希望可以透過本實驗更加了解射出成形機的結構，並增加學生與一般社會大眾的實務經驗，研究目的如下：

- (一) 探討射出成形機之機構與設計製作，分析模具設計理論與製作。
- (二) 設計 PLC 程式、Arduino 藍牙裝置操控機台動作流程。
- (三) 檢測射出機與模具產出之成品良率。

三、研究流程

經過多次討論後來決定做「智慧型氣控式瘋糖射出機」，智慧型氣控式瘋糖射出機若能實際量產，相信能讓非機械本科生或小朋友們更加瞭解模具產業。在擬定主題

後，先用 Inventor 繪製 3D 組合圖完成機構設計，便開始零件加工、管線配置、程式編撰、組裝測試、射出測試、分析與修正，最終製作出小論文。以下為本研究團隊之流程圖，如圖 1 所示。



圖 1：製作流程圖

資料來源：研究者繪製

貳 · 正文

一、文獻探討

(一) 射出成形機

射出成形機種類可分為臥式射出機與立式射出機，其兩者間比較，如表 1 所示。本研究會選擇臥式射出成形機作為設計架構，除了我們在實習課程參加塑膠射出模具乙級檢定中，認識到臥式射出成形機的各部設計、操作與裝配外，再從資料中了解到臥式射出成形機是目前模具工業和學校實習工場上最普遍應用之射出成形機。


形式	臥式射出機	立式射出機
外型		
設備規格與費用	較大而重且昂貴	較小而輕且低廉
維修、操作	容易	困難
成型品大小與生產量	尺寸較大而多量	尺寸較小而少量
主軸軸向及開合方向	水平於地面	垂直於地面
開模行程大小	較大	較小
模具、嵌件裝卸	複雜	簡單

表 1：臥式射出機與立式射出機之比較表

資料來源：壹讀（2017）。臥式注塑機與立式注塑機有什麼不同？2019年3月5日，取自 <https://read01.com/zh-tw/Ldee67a.html#.XJjdLygzZPY>

圖片來源：亞洲機械網（2018）。臥式注塑機。2019年3月7日，

取自 <https://www.multiplas-tw.com/product/single-component-horizontal?lang=tw>

(二) 模具設計

模具設計需考慮模具成形方式有壓縮、轉移、射出這三種為主：

- 1、壓縮成形模具：較適合熱固性塑膠，故不適合小型模具。
- 2、轉移成形模具：較適合熱固性塑膠，將塑料放入模具經加熱後成形，但價格昂貴。
- 3、射出成形模具：將熱塑性塑料加熱至流動狀態再加壓注入模穴中，經冷卻凝固成形。此與我們的所學課程相關，因此我們選擇此模具設計與製作。

接著以射出成形模具為基礎並發展模具設計，可得到以下流程說明及圖 2 所示。

- 1、分析成形品：瞭解成形品的形狀、特性、材質，選定分模線位置。
- 2、決定模具大小及材質：計算模具強度，決定模板尺度、材質。
- 3、決定模具型態：選擇二板模、三板模和特殊機構模具。
- 4、決定模具結構：決定零件尺度、規格、材質。
- 5、相關資料：瞭解成形機資料、冷卻系統資料、塑料收縮率等。
- 6、繪製零件圖：利用 Auto CAD 劃出並標示尺度及公差。
- 7、繪製組合圖：利用 Inventor 畫出 3D 圖 Mastercam 規劃出刀具路徑。

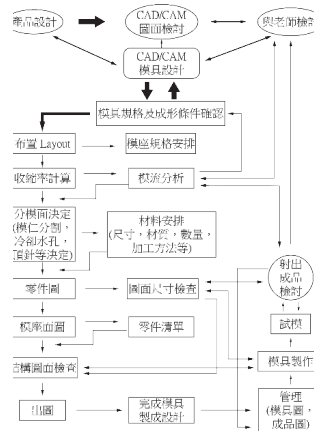
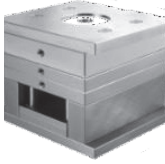

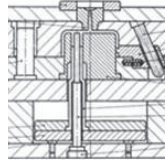


圖 2：模具設計流程圖

資料來源：研究者繪製

(三) 模具種類

模具種類可分為二板式模具、三板式模具及滑動模具進行三者間之比較，如表 2 所示。本研究之所以會選擇二板式模具作為設計，除了我們在實習課程參加塑膠射出模具乙級檢定中，認識到二板式模具的各部設計與加工，再從資料中了解二板式模具是目前模具工業和學校實習工場上最普遍應用、價格經濟且構造設計最簡單之模具。

形式 示意圖	二板式模具	三板式模具	滑動模具
			
澆口位置	僅為邊澆口	澆口自由選擇	澆口自由選擇
模具強度	較強	較弱	一般
料頭修剪	需要	不需要	不需要
成形時間	較短	一般	較長
模具費用	較低	一般	較高
模具結構	簡單	一般	複雜
成型品大小	小	中、大	大、中空

資料來源：新浪博客（2019）。二板模、三板模、流道模。2019年3月5日，
 取自 http://blog.sina.com.cn/s/blog_7beb022b01016bu1.html
 圖片來源：喬茂精模工業股份有限公司。2019年3月7日，
 取自 <http://www.cm-mold.com.tw>

二、機構設計

（一）零件配置及模具設計

使用 Inventor 繪製零組件，再依相對位置繪製機構的立體組合圖，如圖 3 所示。再用軟體內建的「模具設計」功能組裝並約束，將組裝好的模具以「轉折元件」功能畫出模具設計立體系統圖，如圖 4 所示。

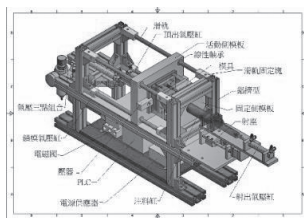


圖 3：射出成形機立體組合圖

資料來源：研究者繪製

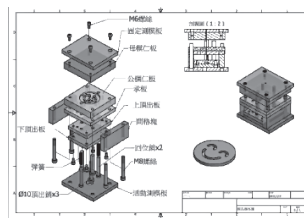


圖 4：模具設計立體系統圖

資料來源：研究者繪製

（二）氣壓缸工作壓力選擇

經測量後得知本機構模座與可動側模板總重量為外界負荷 $L=4\text{kg}$ ，常用的負荷率 $\eta=0.5$ ，工作所需使用壓力 $=6\text{bar}$ 。

$$D = \sqrt{\frac{4 \times L}{0.5 \times \pi \times P}}$$

公式 (1)

將上列數值代入公式(1)計算推導得知缸徑 D 之尺寸最少需要約 $\phi 13\text{mm}$ 才推得動 4KG 重的模座與可動側模盤，經查標準規範選擇雙動氣缸內徑尺寸為 $\phi 16\text{mm}$ 較為適當。

(三) 電控設計及步進馬達驅動設計

射出成形的 PLC 邏輯設計，如圖 5 是由鎖模、射座前進、射出、保壓、冷卻、加料、開模、頂出、脫料及射座後退構成完整的流程。由於 PLC 無法直接驅動步進馬達作動，因此透過 Altium Designer 繪製 PCB 電路板接收 PLC 指令控制步進馬達正反轉，如圖 6。



圖 5：程式邏輯設計流程

資料來源：研究者繪製

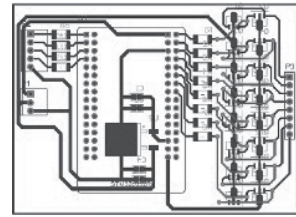


圖 6：步進馬達驅動板

資料來源：研究者繪製

三、零件設計及製作

(一) 機架

機架係用來支持鎖模機構和射出機構，用以承受機械各部份因作動時所發生作用力和振動，並保持最小的變形以維持最佳的動作精度，如圖 7。採用 200x160x30mm 壓克力製作本機構之可動側模盤，如圖 8。為了使模盤可以在 $\phi 12 \times 300\text{mm}$ 的研磨鋼棒平滑位移，因此需利用銑床銑削 20x20x50mm 尺寸的鋁料後，鑽削 $\phi 12$ 深 30mm 的孔裝設 $\phi 12$ 的研磨鋼棒，再透過 CNC 銑床的平台配合槓桿式量表與塊規校正導桿平行度，如圖 9 所示。

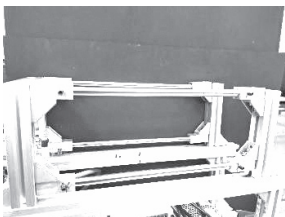


圖 7：機架完成組立

資料來源：研究者拍攝

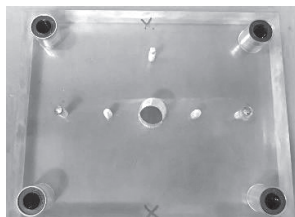


圖 8：可動側模盤

資料來源：研究者拍攝

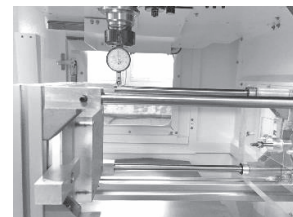


圖 9：導桿平行度校正

資料來源：研究者拍攝

(二) 模具

二板式模具尺寸依據「大柱內距」、「模厚」、「模具最小尺寸」及「模盤尺寸」設計製作壓克力模板所組成之模座。模仁型狀則使用 Mastercam 畫出圖案並進行刀具的加工編排，使用 CNC 銑床加工模座組裝所需的配合孔位，並依據設計的圖型程式銑出模仁形狀，如圖 10、圖 11 所示。完成加工後再依固定側模板、母模仁板、公模仁板、可動側模板、承板、上頂出版、下頂出版與間隔塊合模順序以固定銷及螺絲裝配模座，如圖 12。其中在開閉模具時，為了能使 $\phi 8\text{mmH7}$ 導銷適當配合於導銷襯套，因而將母模仁板鑽削 $\phi 8.1\text{mm}$ 導銷襯套，並於最前端用 R1 球銑刀銑削一個排氣槽，可避免啟閉模具的導銷孔形成真空狀態或空氣流動造成阻力而影響開模行程順暢度。

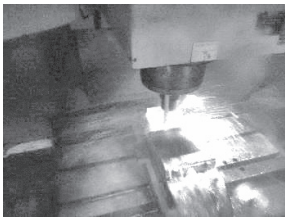


圖 10：CNC 銑床加工

資料來源：研究者拍攝

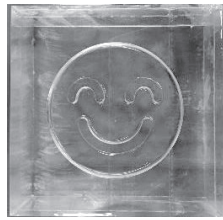


圖 11：公模仁板

資料來源：研究者拍攝



圖 12：組裝完成的模具

資料來源：研究者拍攝

(三) 射嘴裝置

原先的射嘴以塑膠針筒來模擬射出。但因塑膠針筒耐用性不高及加工裝配不易，於是我們仿照了針筒的樣式重新設計，如圖 13 所示。針頭前端的孔更改設計為 $\phi 6\text{mm}$ ，因射料巧克力雖流動性高但也易冷卻，若採用原本 $\phi 2\text{mm}$ 之針孔，射嘴無法順暢的將射料射出。然後為了減輕重量並保持耐用性，故採用鋁棒當作注料筒材料，透過車床進行鑽孔、鉸孔、搪孔、攻牙等車削加工，如圖 14、15 所示。



圖 13：射出裝置成品

資料來源：研究者拍攝



圖 14：車削注料筒

資料來源：研究者拍攝

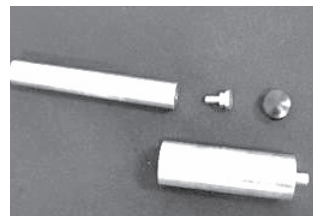


圖 15：射出裝置分解圖

資料來源：研究者拍攝

(四) PLC 電控

1、控制面板

藉由 Auto CAD 設計繪製出孔的位置、尺寸與編輯動作說明文字，再透過雷射雕刻機以高功率切割指示燈與開關之裝配孔洞，並以低功率雕刻文字說明，如圖 16 所示。

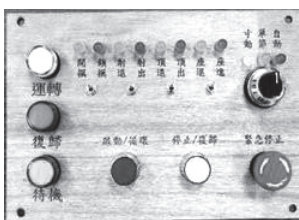


圖 16：控制面板

資料來源：研究者拍攝

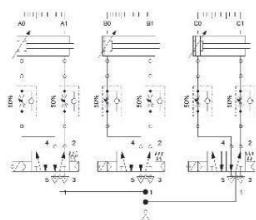


圖 17：氣壓迴路圖

資料來源：研究者繪製

PLC I/O 配置	
Y0	緊急停止
Y1	緊急停止
Y2	緊急停止
Y3	緊急停止
Y4	緊急停止
Y5	緊急停止
Y6	緊急停止
Y7	緊急停止
Y8	緊急停止
Y9	緊急停止
Y10	緊急停止
Y11	緊急停止
Y12	緊急停止
Y13	緊急停止
Y14	緊急停止
Y15	緊急停止
Y16	緊急停止
Y17	緊急停止
Y18	緊急停止
Y19	緊急停止
Y20	緊急停止
Y21	緊急停止
Y22	緊急停止
Y23	緊急停止
Y24	緊急停止

圖 18：PLC I/O 配置圖

資料來源：研究者繪製

2、氣壓裝置及電器裝配

依圖 17 之氣壓迴路圖裁剪適當管線連接氣壓源、氣壓缸、電磁閥等氣動元件。再根具圖 18 配置圖與 PLC 的 I/O 點依配置裝配作動開關、極限開關及馬達的電氣接線，如圖 19 所示。為了避免 LED 指示燈燒毀，在接腳處增加電阻給予保護，再依照亮度銲接所需之電阻值，如圖 20。待電路盤接線完畢後，先透過三用電表檢測是否短路，再利用電腦傳輸驗證各個 I/O 接點是否能正確傳輸避免機構端誤動作，如圖 21 所示。

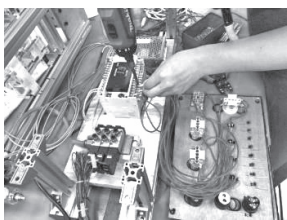


圖 19：電線裝配

資料來源：研究者拍攝

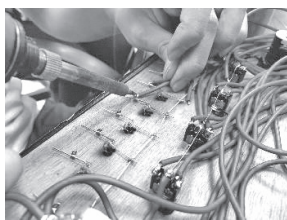


圖 20：電阻銲接

資料來源：研究者拍攝

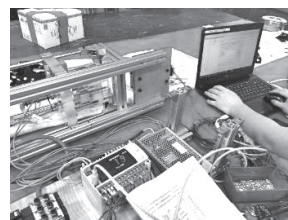


圖 21：檢測 I/O 點位正確性

資料來源：研究者拍攝

3、程式編輯

(1) 待機狀態

開啟電源供電後，並且啟動 (RUN) 可程式控制器 (PLC) 執行程式，在尚未執行任

何模式與功能的狀態下，各氣壓缸與馬達將執行機構復歸至機械原點後待機燈亮。

(2) 急停及復歸

按下緊急停止鈕（EMS）時，系統停止運轉（電磁閥、馬達皆斷電）。解除緊急停止鈕（EMS）之前，按壓（ST/RST）鈕無效。解除緊急停止鈕（EMS）之後，按下復歸鈕（RST），執行自動復歸，機械依序回至原點位置，復歸燈（YL）以 0.5 秒亮/0.5 秒滅閃爍，待回到機械原點後停止待機，若未回機械原點則機械無法啟動運轉。

(五) 藍芽裝置

為了便利使用者遠端安全操控機構作動，因此我們加入藍芽裝置的傳輸設計，使射出機的操作面板在智慧型手機屏幕上就能顯現觸控。透過 Arduino 撰寫出程式搭配模組化之電路板，如圖 22 所示，並結合智慧型手機的 App 介面優化設計，以 Arduino 控制板與切換開關當作 PLC 可程式控制器前端面板與手機藍芽傳輸的開門啟閉，避免重複訊號輸出造成機構設備毀損故障，可使手機介面獨立操控射出機完整的生產工作流程，如圖 23 所示。



圖 22：Arduino 藍芽觸控程式

資料來源：研究者拍攝

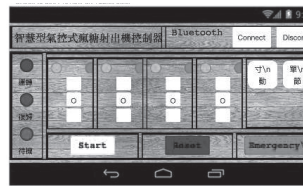


圖 23：手機 App 觸控畫面

資料來源：研究者拍攝

參、結論

一、研究結果

最後的研究結果我們發現當電源開啟，射出機執行復歸動作後機構可成功運作並達到自動模式、寸動模式、單節模式、手機藍芽操控與射料試驗共五個部分來進行結論說明，其詳細內容如下。

(一) 自動模式

將旋鈕轉至自動模式後啟動按鈕，射出機將會進行完整的作動流程：鎖模、座進、注料、加料、冷卻、開模、頂出、座退。在循環運轉中，可隨時按下停止鍵，射出機將會在完成當前之工作流程結束後回到待機狀態，使用者可將模式旋鈕切換至其他模式操作。此模式能使生產達到快速、省時及自動化等優點。

（二）寸動模式

將旋鈕轉至寸動模式後，面板上控制開模、鎖模；座進、座退；頂出、頂退；射出、射退等四個按鈕將可手動操控。操作者可自行操控射出機。在寸動模式中，按下停止／復歸按鈕，射出機執行復歸動作後回到待機狀態，使用者可將模式旋鈕切換至其他模式操作。此模式能讓使用者自行動手操作、有體驗感及自行控制時間等優點。

（三）手動模式

將旋鈕轉至單節模式時，每一動作啟動前都須按下啟動按鈕，方可開始啟動，直至流程結束後回到待機狀態，使用者可將模式旋鈕切換至其他模式操作。此單節模式可讓使用者清楚了解到每一工作流程的啟動時間、作動過程及停止時間等用途。

（四）手機藍牙操控

為了更貼近日常生活且可隨手觸及，因此我們透過 Arduino 設計藍牙傳輸方式，讓我們透過智慧型手機屏幕操作 App 就能遠端遙控射出機，既安全操作又方便學習，還可以讓大人小孩更容易認識模具的專業製造技術。

（五）射料試驗

本研究所試驗的射料有：巧克力、冰糖及砂糖，其試驗條件為每一射料都需經過加熱融化、凝固成形，本次實驗環境溫度為 22° C、濕度 82%。實驗測試結果由表 3 可知，巧克力加熱後之冷卻時間較冰糖及砂糖快。經實驗過程中，發現砂糖及冰糖融化冷卻後質地變得硬脆，使得頂出時成品無法完整的進行頂出。而巧克力雖冷卻時間較久，但加入冷卻水道後冷卻時間遠低於冰糖及砂糖，因此本研究選擇較佳射料為巧克力。

項目	巧克力	冰糖	砂糖
加熱時間	3min	8min	10min
冷卻時間	16min	10min	5min
冷卻水道冷卻時間	3min	5min	5min

表 3：射料比較表

資料來源：研究者實驗紀錄

在實習課所用到的射出成形機具有一定的危險性，無法讓小朋友或非機械群的本科生單獨操作，於是我們以工廠的射出機為原型設計出了一台占地面積不大、輕巧、安全及可自行 DIY 的射出成形機。使用時不會因為模座的笨重或不懂怎麼操作板面而無法一人獨自完成，本項研究所設計的射出機操作面板淺顯易懂是一台老嫗能解的射出成形機。

本項研究的設計是跟食品業有所結合，基於食品相關材料的單價較高，我們所做出來的成型機僅為範本，若要達到與食品結合之目的，我們會將與食品有接觸之部分材料升級成食品級的不鏽鋼板，但相比工廠的射出機而言，本論文設計的射出機單價較低、安全性高，能讓更多人了解射出機動作流程。

整個論文的研究使我們對於射出成形技術上有了更進一步的了解與認識。研究過程中並沒有很順利，從剛開始的零件之間無法相互配合、機架組裝困難、配電和編寫程式的步驟，到最後的開模頂出都衍生了許多的問題。經過十幾次的微調及討論，組員間的合作，一步步的改善並從中去了解與學習，問題才得以解決，此項研究才能順利完成，如圖 24 所示，也謝謝老師的指導與協助，才使此研究能順利進行。

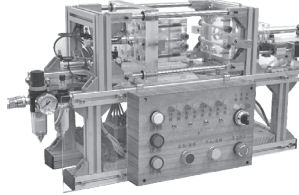


圖 24：機構完整圖

資料來源：研究者拍攝

二、未來展望

本項研究目前的機構針對射出機輕巧及可做出食品為設計，未來我們將增加更多功能，像是自動快速更換模仁板、自動加熱材料、冷卻水到循環及將 PLC 可程式控制器利用電路板代替等，因目前的研究受成本的限制盡量都以實習工場內的材料為主，若未來能不受成本限制，我們將選用不鏽鋼板及玻璃射管做為射出裝置，來達到食用規格之等級，使產品符合國家標準檢驗與商業化。

肆、引註資料

文羿（2011）。可程式控制實習（FX3U）。新北市：全華。

百塑企業股份有限公司（2019）。單一原料注塑機。2019 年 3 月 7 日，取自 <https://www.multiplas-tw.com/product/single-component-horizontal?lang=tw>

亞洲機械網（2018）。臥式注塑機。2019 年 3 月 7 日，取自 <https://www.multiplas-tw.com/product/single-component-horizontal?lang=tw>

施士文（2018）。Arduino 微電腦應用實習。新北市：台科大。胡志中（2017）。液氣壓原理與迴路設計。新北市：全華。

張義和（2013）。全例說 Altium Designer。新北市：新文開發。許宗銘（2009）。氣液壓概論。新北市：台科大。

陳進郎、陳正瑄（2011）。數值控制機械實習 I。新北市：全華。

喬茂精模工業股份有限公司（2019）。產品介紹。2019 年 3 月 7 日，取自 <http://www.cm-mold.com.tw>

壹讀（2017）。臥式注塑機與立式注塑機有什麼不同。2019 年 3 月 5 日，取自 <https://read01.com/zh-tw/Ldec67a.html#.XJjdLygzZPY>

曾偉智（2018）。機電整合實習。新北市：台科大。

新浪博客（2019）。二板模、三板模、流道模。2019 年 3 月 5 日，取自 http://blog.sina.com.cn/s/blog_7beb022b01016bu1.html

蔡俊毅（2013）。機械加工實習（上）。新北市：台科大。

賴鴻洲、盧宏男、劉福田、WONDERSUN（2009）。專題製作：智高篇 A。新北市：台科大。顏凱堂、李文華（2008）。模具概論 II。新北市：全華。

蘇嘉祥、宓哲民（2018）。自動化概論。新北市：全華。

讓地球更美好—— 遠端遙控撿垃圾機器人

作者：模具科高三忠班 林辰翰／林韋志

電子科高三忠班 王皓宇

指導老師：陳冠霖 老師／林哲維 老師

壹 · 前言

一、研究動機

在現代的社會中資源回收是一個很大的問題，人們因為懶惰而亂丟垃圾，導致沒有徹底完成垃圾分類。

如果我們的機器使用再生能源發電，會不會使這個環境變得更好呢？在這機器中如果還可以把撿到的垃圾做好分類，是不是可以使後續的工作更方便呢？因此我們想嘗試看看能不能做出一個環保又便利的機器。

二、研究目的

- 1、本組做出一台能夠聚集垃圾的撿垃圾機器人。
- 2、垃圾機器人能利用爪子夾取垃圾。
- 3、利用手機中的軟體就能輕易操作垃圾機器人。
- 4、操作者能利用機器人上之鏡頭以便觀察狀況。

三、研究方法

本組確立題目之後，係利用資料蒐集，將符合功能期望之材料列出並討論可行性，機構設計亦須符合本組專題之功能需求，反覆討論與設計，最終完成本組之專題。

四、研究流程

本專題之研究過程，在製作前先蒐集相關文獻及資料，比較目前機器人常用之系統與規格，挑選出符合我們功能預期之方式製作，以期成品符合基本之需求。研究過程如下圖 1 所示。

或耗散，則斜面的機械利益是其長度與提升高度的比率。在日常生活中，時常會使用到斜面。行駛車輛的坡道是一種常見的斜面；卡車裝載大型貨物時，常會在車尾斜搭一塊木板，將貨物從木板上往上推，所應用的也是斜面的理論。

(二) 斜面機械利益公式

斜面的機械利益是負載重量與拉力的比率。假若移動負載不會造成能量的儲存或耗散，則機械利益可以從斜面的大小尺寸獲得，如下圖 2。

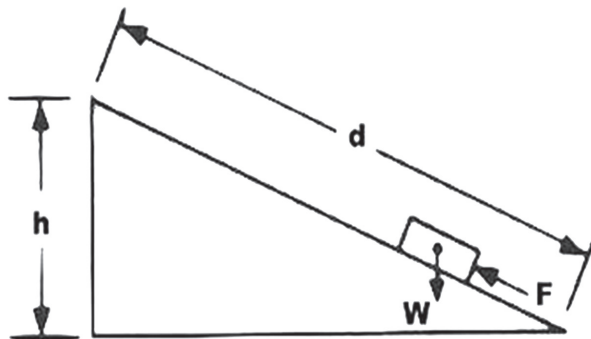


圖 2：斜面原理

資料來源：研究者繪製

$$M = \frac{W}{F} = \text{改變方向}$$

$$M = \frac{W}{F} > \text{省力}$$

$$M = \frac{W}{F} < \text{省時}$$

(三) 遙控工具

1、遙控器原理

遙控操縱系統由發射器和接收器兩部分組成。發射器即遙控器，其上有 1、2、3、4 共 4 個按鍵，每次的按鍵指令將被遙控器中的編碼器 Y1 編制成對應的二進位數字碼信號，再與高頻振蕩發生器 Y3 生的高頻振蕩波經調製器 Y2 調製後發射高頻載波信號。主控制器 U 內的接收器 U1 接收到高頻載波信號後，經檢波送解碼器 U2 解碼，轉換成中央處理器 ECU 能接受的時序邏輯指令，經 ECU 處理後，發出相應的執行指令，驅動執行機構動作。

2、Wi- Fi 控制器

Wi-Fi 的設定至少需要一個存取點和一個或一個以上的客戶端使用者。無線 AP 每 100ms 將 SSID 經由 beacon (s 訊號台) 封包廣播一次，beacons 封包的傳輸速率是 1 Mbit/s，並且長度相當的短，所以這個廣播動作對網路效能的影響不大。因為 Wi-Fi 規定的最低傳輸速率是 1 Mbit/s，所以確保所有的 Wi-Fi client 端都能收到這個 SSID 廣播封包，client 可以藉此決定是否要和這一個 SSID 的 AP 連線。經本組討論後，我們以 Wi- Fi 來操作本組的機器，因為取的材料比較方便，操作方式也沒有太大的問題，不使用其他方式之原因，作動方式的程式既複雜又不易精確控制。

(四) 夾爪定義

可細分“吸”和“抓”兩大類，以取放作業對象為目的，分為單動作型、簡單開合型、智慧型、特殊型等等之類的。夾爪之詳細分類如下圖 3：

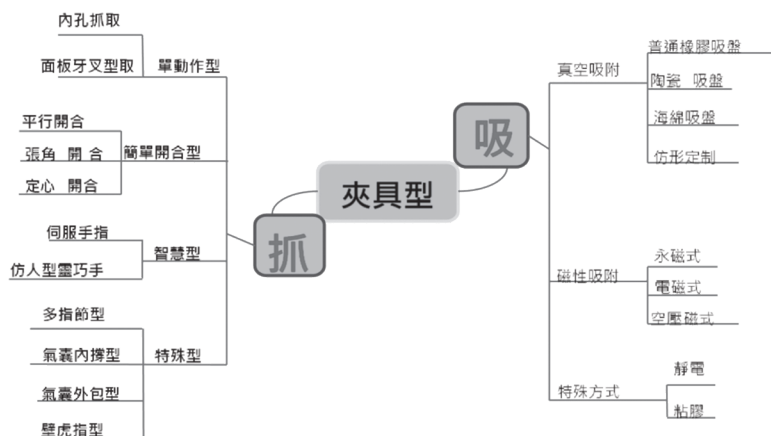


圖 3：夾爪分類圖

資料來源：研究者繪製

（五）感測器

感測器之類型如下，有觸覺、接近覺、視覺、聽覺、嗅覺、味覺，以下為六種方式內容及範例，其內容如表 1 所示。

感測器	檢測內容	器件範例
觸覺	接觸	限位開關
	把握力	應變計，壓感元件應變計，壓感元件
	荷重	彈簧變位測量器
	壓力	應變計，壓感元件
	力矩	壓阻元件，馬達電流計
	滑動	光學旋轉檢測器
接近覺	接近	光電開關，紅外、激光感測器
	間隔	光電晶體管，光電二極管
	斜	電磁線圈，陀螺儀
視覺	位置	相機，位置感測器
	距離	測距儀
	形狀	相機，圖像感測器
	缺陷	相機，圖像感測器
聽覺	聲音	麥克風
	超音波	超音波感測器
嗅覺	氣體成分	氣體感測器，射線感測器
味覺	味道	離子敏感器，PH 計

表 1：感測器類型與用途

資料來源：研究者彙整

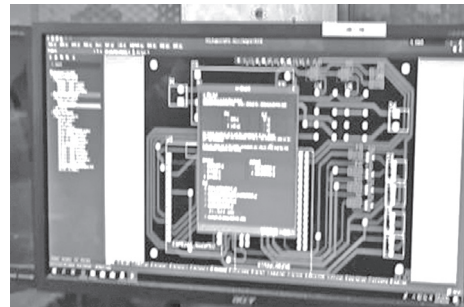
二、製作過程

(一) 電路控制與裝配

圖(a)到圖(e)是本組製造電路板的過程，首先由(a)是用會繪製電路圖的程式來繪出電路板的孔位和線路的交點，再到(b)是繪製完成和檢查是否繪錯，接下來到(c)使用感光器把電路圖的板子的孔位和電路線位置描出再用毛刷刷清楚，之後(d)用線鋸機把電路板切成適合的大小，最後到(e)用自動鑽孔機把電路板的孔位都鑽穿，這樣電路板就完成了。



圖(a)：繪製電路圖



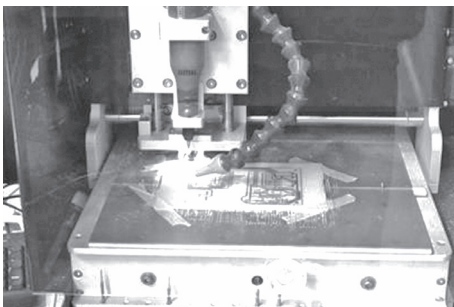
圖(b)：繪製完成的電路圖



圖(c)：顯示影像



圖(d)：切電路板



圖(e)：鑽電路板上的洞

(二) 機械加工與裝配

以上圖 (a) 到圖 (e) 是本組機器部零件圖的製作過程，首先由 (a) 使用銑床顯出部分結構的形狀，到 (b) 用鋸切的方式取得適合的大小，接著到 (c) 把接好線的電路板裝在機器上，(d) 是完成了這部機器，最後到 (e) 使用收機的軟體來操作本組機器人。



圖 (a)：使用銑床尋邊鑽孔製作零件



圖 (b)：繪製完成的電路圖

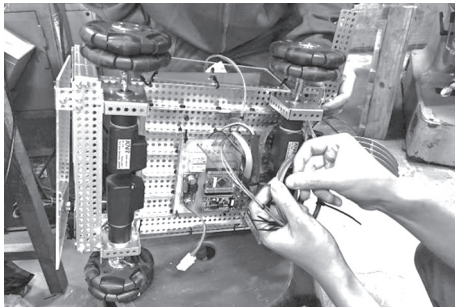


圖 (c)：顯示影像

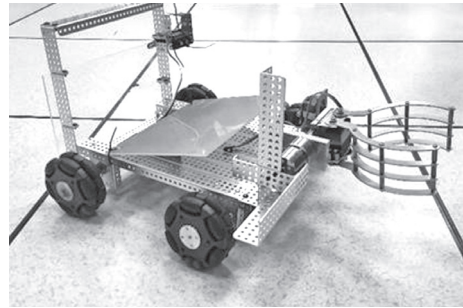


圖 (d)：切電路板

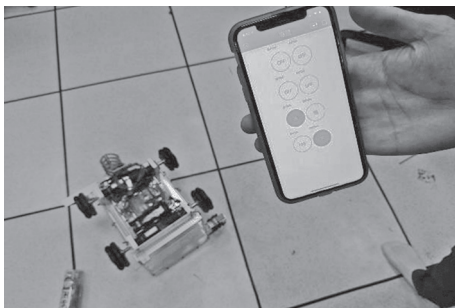


圖 (e)：鑽電路板上的洞

參、結論

本組已成功做出撿垃圾機器人，機器人之基本功能需求皆以達到研究目的，本組經討論後得出以下內容，我們分以兩方面陳述：一為研究結果，另一為未來展望。

一、研究結果

1. 本組利用鋁架組成的機體，再用雷射切割壓克力板製作出軌道和閘門讓垃圾順利滑入收集區，利用機電整合的概念，將機器人之功能達到本組之預期。
2. 利用爪子夾取垃圾，利用鋁製夾子再加上用銑床自製出轉軸夾具讓夾子有足夠的伸長量和讓夾子可以順利夾取垃圾至機器人之垃圾蒐集軌道。
3. 用手機中的軟體就能輕易操作本組掃地機器人，本組利用 app 來操作撿垃圾機器人，藉由網路傳輸方式，來遙控我們的機器人使之能自由的移動及夾取垃圾。
4. 設置鏡頭以便觀察路徑，在 app 中我們設置了微型畫面，提供操作者能以機器人視角做動，用即時畫面來觀察路徑上是否有物品阻礙或是垃圾需要夾取。

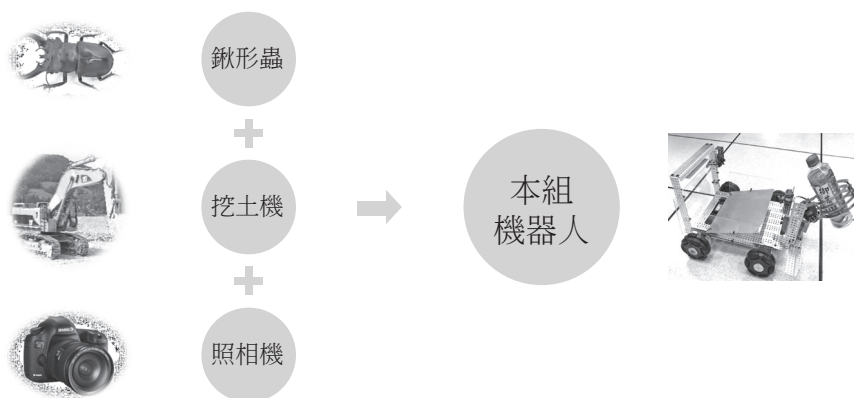


圖 5：本組機器人之功能理念

資料來源：研究者製作

我們的機器人是鍬形蟲及挖土機、照相機多功能性的結合，利用前面的鏡頭投影至手機畫面上，再利用手機畫面操控夾爪夾取我們需要的物品，在操控滾輪到我們所需要的地方，這樣一來或許我們的機器在未來可以實用。

目前為止本組尚未確立分類辨識之可行性，還在嘗試不同之感測器，目前僅以視覺方式來觀察行徑路徑，機構設計仍在優化當中，在機器的前端設置爪子，以便夾取物品，用手機軟體的程式就能輕易操作本機器，希望往後我們能有機會嘗試帶入不同的感測器和一些新的功能，來讓本組撿垃圾機器人變得更好，如圖 6 和圖 7 所示。

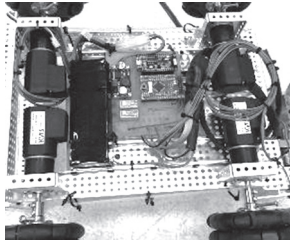


圖 6：機器底部電路

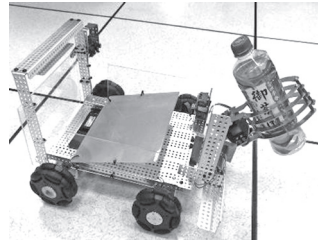


圖 7：夾取垃圾

二、未來展望

本組之專題目前僅利用攝影機傳輸畫面製手機，作視覺辨識，再採用人工操作的方式，來作收集垃圾之動作，目前尚不能作主動分類，經討論後我們想出幾種可行但尚待嘗試之方式。

（一）分類辨識

1. 物體形狀辨識，可利用物體形狀標示出垃圾的種類，符合形狀即可夾取。
2. 材質辨識，可以用紅外線之光學折射來作分類，如鐵罐與塑膠瓶等光學折射率不同，作分類夾取的動作。

（二）運動方式

因為一般使用的二輪差動式在轉彎的過程中會有誤差累加的現象，利用全向輪的 12 個輪子可提供橫向的移動能力，可以解決誤差累加的問題。並利用三角函數的運算求出各個馬達轉速之間的比例後，就可以任意移動方向。將機器搭配全向輪後，不只可解決誤差累加的問題之外，還可以使機器做更多方向的位移及避障，充分地讓機器人的靈活度增加。

（三）額外功能

機器可裝垃圾袋或者是能壓扁瓶罐的功能，這樣可以減少垃圾面積，看可不可以運用那些回收物來做別的用途像是發電之類的功能。

肆、引註資料

- 【1】約翰 .J. 克雷格著；王偉譯（2017）。《機器人學導論》。台北市：機械工業出版社。
- 【2】連宏城、連珮晴、連紹傑（2017）。《機械手臂原理與應用》。新北市：台科大圖書。
- 【3】曾偉志（2018）。《機電整合實習》。新北市：台科大圖書。
- 【4】陳瓊興、陳竹正（2018）。《LabVIEW 與感測電路應用》。新北市：全華圖書。
- 【5】陳清良（2015）。《電子學 I》。新北市：龍騰文化。
- 【6】新北市：全華圖書陳清良（2015）。《電子學 II》。新北市：龍騰文化。
- 【7】葉倫祝（2015）。《機件原理 I》。
- 【8】黃仲宇、梁正（2015）。《基本電學 I》。新北市：台科大圖書。
- 【9】黃仲宇、梁正（2015）。《基本電學 II》。新北市：台科大圖書。
- 【10】羅士炫、林獻堂（2003）。《感測器原理與應用》。新北市：新文京圖書。
- 【11】蘇嘉祥、宓哲民（2018）。《自動化概論》。新北市：全華圖書。

探討梁柱間補強板的妙用

作者：模具科高三忠班 劉采蓁／許喬涵／曾俊閔
指導老師：彭俊錡 老師

壹、前言

一、研究動機

在日常生活中，我們常見到房屋結構中的梁和柱。當梁受力時，因力量的作用，造成梁彎曲變形。為了增加梁的支撐力，常常看到梁和柱子的交接處，搭接補強板，或是搭接斜柱支撐（如圖 1-4 所示），且其補強板的形式並不一致，引起我們的好奇，加上機械力學老師常要我們以所習得的力學知識應用於實際生活中，實際計算出物體的荷重、形變與構造，因此興起我們研究梁柱間補強板或是斜柱的幾何形狀，要設計成哪種模式才合理的念頭。



圖 1：雨庇斜板

資料來源：隨意窩 (2011)。不銹鋼採光罩 (骨架密集板)。2019 年 9 月 26 日，取自 <https://blog.xuite.net/quaker96/twblog/114090455-不銹鋼採光罩%28骨架密集板%29>



圖 2：斜屋頂

資料來源：可的隨想世界 (2017)。南投【蟬說：鳳凰亭序】一獨棟小木屋。在浪漫的玻璃霧屋享用早晚餐。2019 年 9 月 26 日，取自 <http://blog.udn.com/angela700422/108484601>



圖 3：屋頂斜撐圖

資料來源：痞客邦 (2019)。斜撐支架。2019 年 9 月 26 日，取自 <http://kaikathy.pixnet.net/album/photo/123633745>



圖 4：車棚斜架

資料來源：上智工程行 (2019)。斜屋頂型 A 型支架。2019 年 9 月 26 日，取自 <http://shang-chih.com/article2-7.html>

二、研究目的

依據上述研究動機，本研究擬定數項研究目的如下。

- (一) 了解為何梁結構要有斜撐。
- (二) 探討分析梁結構應力的理論基礎。
- (三) 探討何種形狀的梁結構斜撐為佳。

三、研究流程

本研究流程如圖 5 所示。

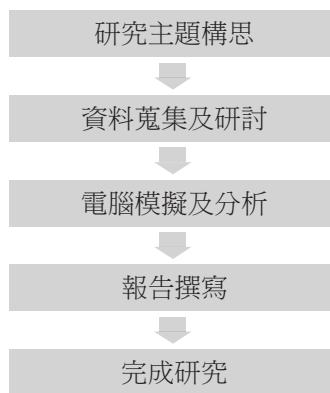


圖 5: 研究流程

資料來源：本研究自行繪製

貳、正文

一、梁柱間補強板的重要性

梁柱與梁柱間除了要有良好的接合才能有效地將力量傳遞外，根據國家地震工程研究中心的研究，梁柱框架間的斜撐補強「可有效增加強度與韌性，且勁度適中」（蕭輔沛，2016），若梁柱間「弱軸方向之穩定需求未配置斜 系統，其安全性幾乎可用『危樓』形容」（陳正平，2016）。因此，為了增強探討梁柱間之強度與耐震力量，在設計時「首先必須充分了解力學原理、鋼材特性及設計原則」（陳正平，2016），並「比較接口接合型式與受力行為乃主要課題」（蕭輔沛，2016）。

因為梁柱間之接頭本身即為一個小結構系統，「接合之受力模式應簡單明確，使各構件能充分發揮材料之最大效果」（陳正平，2016）。且為了讓梁結構間的支撐力量更為強大，「各肢材應力之傳遞必須緩和漸變，避免應力集中」（陳正平，2016），故本小組經討論後，決定採取正方形、四分之一圓形、三角形等簡單漸變之補強板進行模擬實驗測試。

二、分析梁結構應力的理論基礎

(一) 有限元素法

簡單的說，就是利用數值分析法，來計算工程以及數學問題。材料力學之中所學到的結構形狀，大部分都是規則的幾何。但在真實的工程問題，結構的幾何形狀不可能都是規則出現，因此單靠材料力學，很難將複雜的幾何求解出來。有限元素法就是將這些不規則形狀，切割成許多微小元素，利用這些微小元素和節點，配合數學計算模型，求出結構在複雜受力情況中，應、變形、應變，甚至做出結構振動上的分析等，和相關物理數據。

(二) 剪力彎矩圖

在我們高職的機械力學裡面，常見到的剪力彎矩如圖 6 所示。計算梁內的受力狀況時，會利用剪力彎矩圖來分析計算，瞭解梁內何處受力最大，何處為危險截面，探討何處最容易發生破斷。

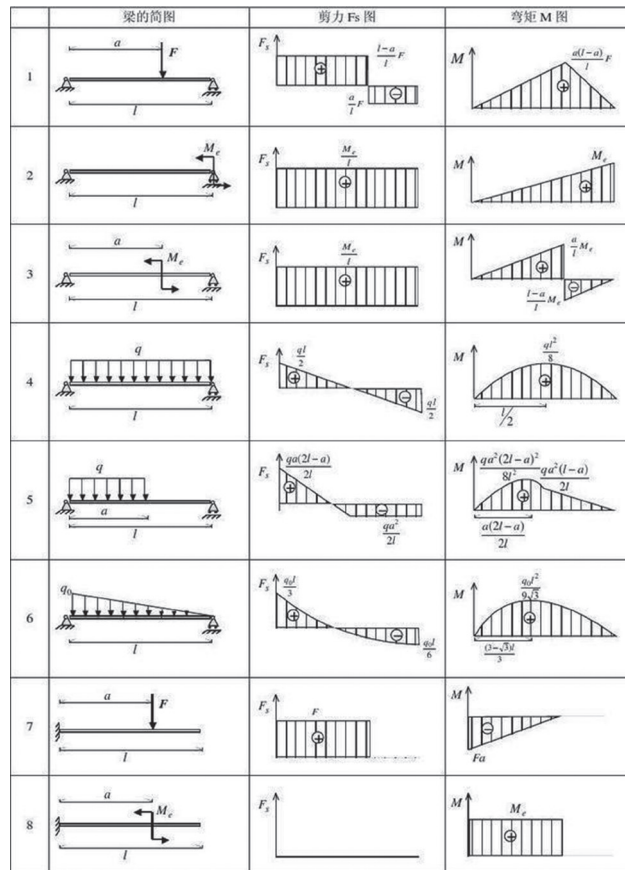


圖 6：常用的剪力、彎矩圖

資料來源：知海文庫 (2019)。各類梁的彎矩剪力計算彙總表。2019 年 9 月 26 日，
 取自 <http://www.zhwenku.com/p-654503.html>

三、實驗分析

(一) 補強板形式

本研究所選用的補強板貼片形狀，如表 1。

補強板形狀	無	正方形	四分之一圓	三角形
-------	---	-----	-------	-----

表 1：補強板形狀

資料來源：本研究自行繪製

柱和梁的長度為 500mm，尺寸 40*60*2，如圖 7、圖 8。



圖 7：梁柱無補強板 3D

資料來源：本研究自行繪製

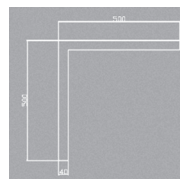


圖 8：梁柱無補強板 2D

資料來源：本研究自行繪製

為了合理的比較，補強板需要設定相同的慣性矩。因此我們設計出三種補強板，其慣性矩接近相同，如表 2。

補強板形狀	正方形	四分之一圓	三角形
慣性矩	8,333,333.33 (mm) ⁴	8,333,855.304 (mm) ⁴	8,333,991.55 (mm) ⁴

表 2：不同形狀補強板之慣性矩

資料來源：本研究自行繪製

三種補強板的慣性矩和所對應到的幾何邊長，如圖 9-14 所示。



圖 9：正方形補強板

資料來源：本研究自行繪製

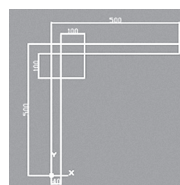


圖 10：正方形補強板邊長 100mm

資料來源：本研究自行繪製



圖 11：四分之一圓補強板

資料來源：本研究自行繪製

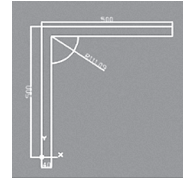


圖 12：四分之一圓補強板半徑 111.09mm

資料來源：本研究自行繪製



圖 13：三角形補強板

資料來源：本研究自行繪製

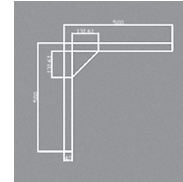


圖 14：三角形補強板兩邊長 131.61mm

資料來源：本研究自行繪製

(二) 模擬前處理設定

1. 材料選用

由文獻分析發現各研究都選用鋼材進行實驗，所以我們便選用軟體內建的不銹鋼材料來實驗。

2. 負載位置

本研究選用 Inventor 軟體進行模擬，圖 15 是負載的位置，圖 16 為遠端力座標和大小。



圖 15：負載位置

資料來源：本研究自行繪製



圖 16：遠端力座標和大小

資料來源：本研究自行繪製

3. 網格設定

圖 17 為網格結果，節點數為 65,004，元素量 32,361。圖 18 為網面設定。

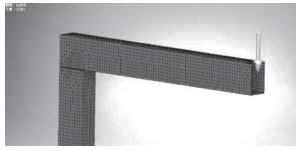


圖 17：網格結果

資料來源：本研究自行繪製



圖 18：網面設定

資料來源：本研究自行繪製

(三) 實驗結果

1. 未貼補強板時

未貼補強板時，梁的最大位移量為 1.38 mm，如圖 19。

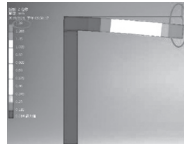


圖 19：未貼補強板位移量

資料來源：本研究自行繪製

2. 正方形補強板

使用正方形補強板時，梁的最大位移量為 1.064mm。

3. 四分之一圓形補強板

使用四分之一圓形補強板時，梁的最大位移量為 0.9972mm。

4. 三角形補強板

使用三角形補強板時，梁的最大位移量為 0.8987mm。

Inventor 軟體只能解材料線性變形問題，對於非線性的模擬，是無法求解的。我們使用軟體內建的材料資料庫之中的不銹鋼材料，降服強度可以到 250MPa，而所有模擬的結果之中，最大應力值為 242.7MPa，所以在線性變形範圍內。由此得知，這個模擬是具有參考價值的。

在結果得知，貼上三角形補強板後，梁的位移量是最小的（0.8987mm），同時也是最節省材料的（三角補強板面積最小），但此數據還不能確定三角形補強板就是適合的選擇，因此我們觀察了以下三種補強板的應力分佈情形，如圖 20-25 所示。

由此發現，正方形和四分之一圓形之中，紅線以下的雲彩圖幾乎都是深藍色，這表示紅線以下幾乎都沒有應力，所以紅線以下的材料是可以合理的省去。而在三角形貼片中，兩條紅線之間的雲彩圖呈現淡藍色，表示是有應力存在，所以不適合省去材料。圖 21、圖 23、圖 25 用黑白的雲彩圖來呈現，可以更清楚看出效果。

另由懸臂梁的剪力彎矩圖可以知道，左側的力矩最大，慢慢的依照線性的方式向右遞減，如圖 26。因此在設計補強板時，左側的材料要最多，向右側時，材料要最少，所以才會變成像是三角形的貼片樣式。由以上所有的推論，三角形補強板是最好的選擇。

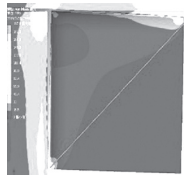


圖 20：正方形補強板應力分佈

資料來源：本研究自行繪製

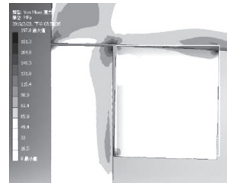


圖 21：黑白正方形補強板應力分佈

資料來源：本研究自行繪製

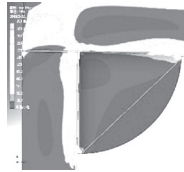


圖 22：四分之一圓補強板應力分佈

資料來源：本研究自行繪製



圖 23：黑白四分之一圓補強板應力分佈

資料來源：本研究自行繪製

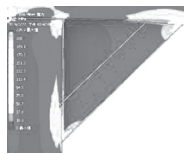


圖 24：三角形補強板應力分佈

資料來源：本研究自行繪製



圖 25：黑白三角形補強板應力分佈

資料來源：本研究自行繪製

因此我們可以延伸到日常生活環境中，許多類似懸臂梁的結構，都是用類似三角形補強支撐，或是用斜撐來增加支撐力。



圖 26：剪力彎矩圖

資料來源：知海文庫 (2019)。各類梁的彎矩剪力計算彙總表。2019 年 9 月 26 日，
 取自 <http://www.zhwenku.com/p-654503.html>

四、研究結果與討論

經過貼上補強板和未貼補強板的位移量比較可知，貼補強板的是為了增加懸臂梁的支撐力，減少懸臂梁外伸端的變形量。但到底哪種幾何形狀的補強板，會比較適合經濟性，也就是節省材料，和最佳提升支撐的效果呢？

所以我們便同樣的材質、慣性矩、受力的狀況下，貼上三種形式的補強板進行梁變形量比較，如表 3。由實驗結果得知，貼上三角形的補強板，可讓梁的變形量最小。

補強板形狀	無	正方形	四分之一圓	三角形
梁的位移量	1.38mm	1.064mm	0.9972mm	0.8987mm

表 3：三種形式的補強板的梁變形量

資料來源：本研究自行繪製

在慣性矩都一樣的狀況下，三種補強板的面積比較如表 4 所示。由表中得知三角形的面積是最小的，也就是三角形補強板最節省材料。

補強板形狀	正方形	四分之一圓	三角形
補強板面積	10,000 mm^2	9,687.6 mm^2	8,660.60 mm^2

表 4：補強板面積比較

資料來源：本研究自行繪製

參、結論

依文獻探討及實驗分析的結果，本研究所獲致的結論如下：

一、梁結構若無補強，會大大降低支撐力量

由文獻可知，梁柱間若沒有補強，很容易因支撐力道不足產生危險，所以可透過增補截面面積來提高承載能力，若加以應用電腦輔助工程 (CAE) 技術協助，找出合宜之梁結

構補強方法，可以合理的節省材料並降低材料成本，提升結構強度以經濟有效的強化保護生命財產安全。

二、透過有限元素法與剪力彎矩圖可有效分析梁的應力與應變

有限元素法可透過數值分析，將各項素材切割成有限的微小元素，以計算出規則或不規則材料所承受之應力與應變情形，也可以經確計算出其相對的應變量。而透過剪力彎矩圖的繪製，也可以瞭解梁的內部何處受力最大，何處為危險截面，以得知何處最容易發生破斷。因此可利用我們利用有限元素法，配合剪力彎矩圖的理論來分析，再利用 Inventor 有限元素法來計算梁柱受力情形，可分析其幾何形狀設計，進而找出適合的幾何形狀、材質等相關問題。

三、研究結果顯示三角形補強板為最佳之梁補強結構

由實驗結果得知，在同樣材質、慣性矩、受力的狀況下，若採用三角形補強板，梁的位移量為 0.8987mm，約為無補強變型量 1.38mm 的 0.65 倍，也比正方形及四分之一圓形低很多；若以補強板面積比較，採用三角形補強板所使用的材料面積，約為正方形補強板的 0.86 倍。因此，三角形補強板為梁結構補強之最佳補強板。

肆、引註資料

Huebner.Thornton (1982 年 11 月)。有限元素法。臺北市：曉園出版社。

J.M. Gere S.P. Timoshenko (2003 年 8 月 1 日)。材料力學。新北市：高立圖書有限公司。

SAEED MOAUENI (2010 年 3 月 11 日)。有限元素法分析。新北市：高立圖書有限公司。
上智工程行 (2019)。斜屋頂型 A 型支架。2019 年 9 月 26 日，取自 <http://shang-chih.com/article2-7.html>

可可的隨想世界 (2017)。南投【蟬說：鳳凰亭序】—獨棟小木屋。在浪漫的玻璃霧屋享用早晚餐。2019 年 9 月 26 日，取自 <http://blog.udn.com/angela700422/108484601>

知海文庫 (2019)。各類梁的彎矩剪力計算彙總表。2019 年 9 月 26 日，取自 <http://www.zhwenku.com/p-654503.html>

陳正平 (2016)。鋼結構接頭設計原則初探。技師期刊，74，19-22。

痞客邦 (2019)。斜撐支架。2019 年 9 月 26 日，取自 <http://kaikathy.pixnet.net/album/photo/123633745> 黃達明 (2018 年 9 月)。材料力學 (下冊)。新北市：台科大圖書股份有限公司。

蕭輔沛 (2016)。鋼斜撐補強設計。2019 年 9 月 20 日，取自 <https://conf.ncrec.org.tw/download/0-A1050513-8.鋼斜撐補強設計.pdf>

隨意窩 (2011)。不銹鋼採光罩 (骨架密集板)。2019 年 9 月 26 日，取自 <https://blog.xuite.net/quaker96/twblog/114090455-不銹鋼採光罩%28骨架密集板%29>

人工智慧在高職校園的應用與展望——以臺北市立木柵高工為例

作者：電機科高二忠班 吳宥葦／吳政遠／張煥霖
指導老師：張素靜 老師／徐明志 老師

壹、前言

一、研究動機

應用人工智慧製造的產品，已是各國科學家、媒體競相探究與追逐報導的寵兒。科學家們都說人工智慧可以運用在許多領域，人工智慧彷彿是萬靈丹、無所不能。本小組十分好奇：人工智慧是否已廣泛應用在我們中學校園當中？人工智慧對校園生態帶來那些影響？以及對老師的「教學」、學生的「學習」上又會帶來什麼革命性的衝擊？更多硬體的導入、軟體的應用是帶來更多便利？實用性抑或趣味性？抑或是有其他的隱憂？

能否從實際數據來探知目前人工智慧科技在高職校園應用的情形呢？如果人工智慧的應用是師生都無法抵擋的新潮流、新趨勢，那麼該展臂歡迎或是需要改變態度以面對它呢？這都是本研究小組感到好奇、極於想進一步探討的議題。

二、研究目的

依據上述研究動機，本組擬訂數項研究目的如下：

- (一) 了解高職學生對人工智慧的認知概況。
- (二) 探討人工智慧在高職校園的應用概況。
- (三) 探討人工智慧對高職校園可能帶來的衝擊。
- (四) 了解人工智慧在高職校園未來的展望。

三、研究方法

(一) 文獻探討

本小組分工蒐集相關期刊論文、書籍等參考資料，廣泛借閱舉凡有關於人工智慧的網站、期刊論文、網路新聞、人工智慧商品網站，進一步借閱碩士論文。與指導老師約定每週固定進行讀書會，藉以摘要文獻重點，協助本組成員更深入了解 AI 領域。

(二) 問卷調查、統計、分析與解釋

本小組採取紙本以及 Google 表單二種方式讓教師與學生填寫，其中學生部分，以本校高一到高三的學生做隨機抽樣，進行紙本施測，共取得 330 份問卷。主要目的想了解師生對於人工智慧的認知與應用概況，進而探討所帶來的影響與未來的展望。

（三）訪談法

本研究小組為進一步深入了解職業類科學校各科任教師對於人工智慧應用的概況以及未來展望，因此除了量化的問卷調查外，並採取質性研究常用的半結構式的訪談。就是訪談中，研究者事先擬定訪問大綱或訪談大綱，但所提的問題在過程中隨時邊談邊形成，其次是「不使用特定文字、表格和指引，讓研究對象覺得是日常生活對話，並用自然的方式思考與表達，而不會覺得被訪問」（袁方，2002）。

四、研究流程

本研究流程如圖 1 所示。

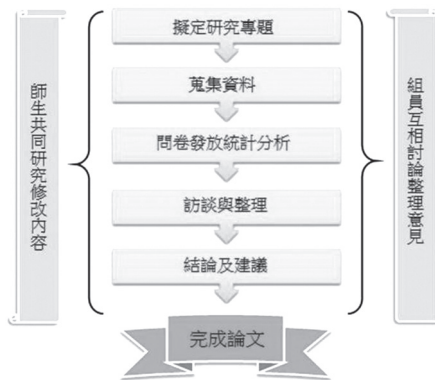


圖 1：本研究流程

資料來源：研究者繪製

貳、正文

一、人工智慧的定義

人工智慧（Artificial Intelligence，AI）係指「讓電腦具有人類的知識與行為，並且具有學習、推理與判斷，進而解決問題，能儲存記憶以及瞭解人類所說的語言等能力。」（教育部教育雲，教育大市集），而大多數的 AI 都是以機器人的方式呈現在生活當中。Google DeepMind 公司開發的人工智慧圍棋程式「AlphaGo」，2016 在韓國與人類圍棋世界的冠軍九段棋手李世進行了五場對弈。賽前沒有人看好 AlphaGo，一般認為李世的贏面較大，幾乎在當時沒有人相信電腦可以順利擊敗會靈活思考且快速應變的人腦。然而，在 2016 年，出乎意料地，經過四場比賽之後，AlphaGo 竟然先連勝了三場，令全球震驚不已。「機器」會不會有一天比人類聰明？雖然還沒有正確答案，但是，人工智慧的技術有了重要突破，成功製作了號稱最難讓機器學習的遊戲「圍棋」，更打敗歐洲圍棋的冠軍 Fan Hui。至此 AI 是一門國際間競相投入的研究題材成為邁向新世界的產品。

隨著資訊科技爆炸性的成長，高效能的資訊發展與通訊網路，提供了人工智慧廣大的發展空間，人工智慧技術的應用也有全面進入人類生活的趨勢，且有相當不錯的成果，對現代的資訊社會帶來不小的衝擊以及影響。

AI 技術如此受全球關注重視，是因為它真的能夠增加工作效率嗎？還是人類對於危險性工作希冀藉以有所降低？抑或能夠增加事情的方便性？對於所有需要人力的工作，在未使用 AI 的科系中可以如何加入 AI 而加速完精準工？所有的事可以交由 AI 機器處理嗎？難道人只需要控制機器，就不會有工作超時的問題嗎？人工智慧看似帶來便利，似乎也衍生諸多新課題，種種掌聲與疑問，同時叢生。

二、研究設計與實施

問卷調查，經統計後嘗試進行分析內涵。其中紙本問卷總共發了 330 張，回收 330 張，無效問卷 6 張。其回收率為 98.1%。以下統計圖表資料來源均是研究者繪製。

（一）學生問卷統計結果與分析

1. 學生對人工智慧的認知

由學生問卷的統計結果（如圖 2），有 92% 的高職學生表示知曉何謂人工智慧，由此可見，大部分的職校生都知道生活周遭有許多地方有應用到人工智慧。

2. 人工智慧對生活的影響

由圖 3 可知，73% 的受訪者認為運用人工智慧對生活影響很大，而有 22% 的受訪者沒甚麼意見，有 5% 的受訪者覺得沒有差別，其中影響大的占了七成之多，此數據可推論大多數學生已感知運用人工智慧所帶來的影響。

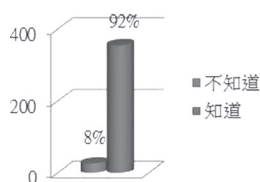


圖 2：學生對人工智慧的認知

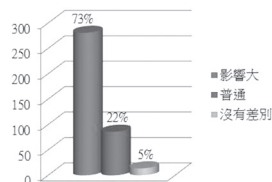


圖 3：人工智慧對生活的影響

3. 了解人工智慧的管道

由圖 4 可知，有 19.6% 的受訪者是從科普讀物來了解，有 36.5% 的受訪者是從新聞事件知道，有 33.7% 的受訪者是從科技電影得知，有 9.5% 的受訪者是在聊天中知曉，只有少於 1% 的受訪者從其他方法得知。從數據可知，熱門電影對學生影響可說相當深遠，年輕一代學生對新興科技知識的知曉竟是從影劇而來，遠比出自校園教學比例還高，真是一項有趣的現象。

4. 應用人工智慧的現代科技

由圖 5 可知，有 47% 的受訪者知道 SIRI 科技，有的 11.4% 受訪者有聽過 Alexa，有 2.8% 的受訪者聽說過 AlphaGO，37% 的受訪者聽過 Android，還有約 2% 的受訪者知曉其他 AI 型的科技產品。顯示北市高職學生對 AI 現代科技軟硬體已有一定程度的了解。

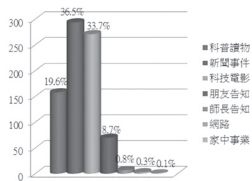


圖 4：了解人工智慧的管道

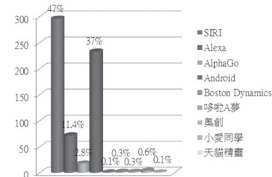


圖 5：應用人工智慧的現代科技

5. 可能會被人工智慧取代的行業

由圖 6 可知，23.5% 的人選擇計程車司機被取代，可能是現今世界上自動駕駛汽車的成功研發；有 29.2% 的學生選擇了會計師，其中有近三成的同學認為電銷／客服人員會被取代，可能認為現今擁有多聚智能 AI 電銷助理機器人，可以自動撥打、自動回答等功能，可見過半數的高職生認為社會上有極多數的工作很有可能被取代，誠如比爾蓋茲所說：「機器人會為我們解決很多問題，但幾十年後，人工智慧變得足夠強大時，我們就需要警惕了」（乾隆來，2016）。身為學生的我們，該如何解讀這項數據？什麼樣的專業能力才不會被人工智慧輕易所取代？又該如何為自己的生涯做長遠的規劃，值得我輩深思借鑑。

6. 使用人工智慧的工具

人工智慧主要的定義強調：讓電腦具有人類的知識與行為，最重要的功能要「學習、推理與判斷，進而解決問題」（教育部教育雲，教育大市集），據此，問卷中的 VR 虛擬實境以及空拍飛機並不能算是人工智慧。根據本題統計資料顯示（如圖 7），超過七成的高職生可以分辨出使用人工智慧的工具，可見學生對於何謂人工智慧已有基礎認知，能夠做基礎判斷。但仍有為數不少的學生誤判了 VR 虛擬實境和空拍飛機是應用了人工智慧。

本小組發現根據問卷第一題顯示，九成以上的學生表示自己認識人工智慧，對比於本題的數據，顯示其實有相當高比例的高職生，其實對於人工智慧的定義或內涵的瞭解不真確。

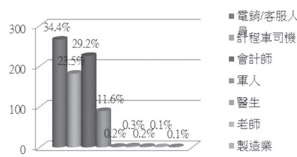


圖 6：可能會被人工智慧取代的行業

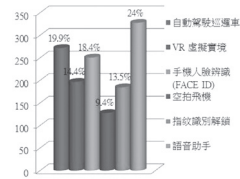


圖 7：使用人工智慧的工具

7. 是否贊同校園應用人工智慧

由圖 8 可知，43% 的受訪者同意，有 33% 的受訪者表示不贊成也不反對，有 17% 的受訪者表示不同意。問卷結果顯示，同意的人數只占了四成比。學生一方面認同 AI 對生活極具影響，一方面並不積極歡迎生活處處有人工智慧如影隨形。本小組推論，極有可能是涉及隱私權等考量，這方面的議題，本小組以為非常值得更進一步做探究。

8. 學校已應用人工智慧的教學單元

由圖 9 可知，有 19 位的受訪者認為在所讀的科系中有運用到 AI 人工智慧，而有的 342 受訪者認為沒有，在有運用到人工智慧的人數中，有的人真正知道幾科系中所擁有的應用，有的人則不清楚人工智慧的定義而誤認為數位產品也是人工智慧，因此本小組認為大多數的學生，對於自己就讀的科系是否運用到人工智慧——無論軟體與硬體，顯然不是很了解。我們就依已填選答案的 19 位受訪者答案做成統計資料如下，顯示與電機電子類群相關的科系，已應用 AI 者居大宗。

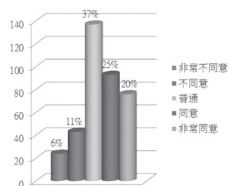


圖 8：是否贊同校園應用人工智慧

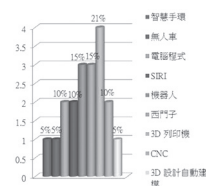


圖 9：學校已應用人工智慧的教學單元

有 49% 受訪者願意回答，而約近半數受訪者未作答。其中作答者大多數人認為有效整理資料、詢問問題、一對一教學……等對學習有幫助。所以本小組認為 AI 在高職校園，未來更應該朝向這方面研究發展。

<ol style="list-style-type: none"> 1. 有問題可以直接問 AI。 2. 幫忙處理困難事情。 3. 了解每個人的需求，給予更好的。 4. 幫我統整資料並有效的分類。 5. 幫忙制定讀書計畫，並督促、執行。 6. 自動給予提醒，讓學生隨時修改錯誤。 7. 定時提醒我該做甚麼。 8. 根據個人需求進行教學。 	<ol style="list-style-type: none"> 9. 能夠找到我的弱點，並加強他。 10. 將周遭物品電子化。 11. 想出更佳的解決技巧。。 12. 有耐心的教導我們。 13. 有效的解決課業問題，並完整敘述錯誤點及改正方法。 14. 從平時成績中找出每個人的缺點，並提供解決方法。
---	---

表 1：學生問卷受訪者答案一覽表

資料來源：研究小組彙整

(二) 教師問卷統計結果與分析

1. 應用人工智慧概況

就本校各專業類科教師以及國、英、數共同科教師，隨抽樣發放問卷，共收回 25 份。依據問卷的分析結果（如圖 10），其中有 20% 的受訪者認為在教學或是設備上是有應用人工智慧，高達 80% 的受訪老師表示目前還沒有應用到人工智慧。由問卷結果得知目前高職絕大部分老師在學校裡仍未能實質應用到人工智慧的相關產品或技術。

彙整老師們 AI 應用的情形，計有語音輸入、操作流程、Python 語計機器人；單晶片以及專題製作：教導製作指紋辨識系統，並應用於手機管理與點名系統。

2. 是否認同人工智慧對教育有正面影響

依據問卷分析結果（如圖 11），認為人工智慧對目前教育是好的，受訪老師表示同意與非常同意的超過七成，統計數據分別是 64%、8%。然而也有超過二成的老師意見（24%），僅有 4% 的受訪者不同意，本題未有非常不同意者。由此可知大部分的高職老師相信人工智慧能讓教育往更好的方向發展，為學生帶來更好成效。

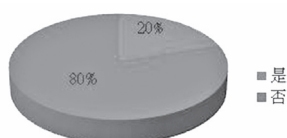


圖 10：教學應用人工智慧概況

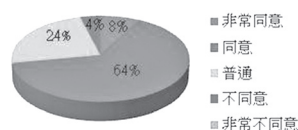


圖 11：是否認同人工智慧對教育有正面影響

3. 是否認同人工智慧對生活有正面影響

由圖 12 可知，有約有九成的受訪者同意人工智慧能使生活變得更好（88%），僅有 8% 的受訪者有意見和不同意，未有受訪者表示非常不同意，因此可以知道大部分的老師認為：人工智慧會為生活中帶來更多美好。

4. 是否認同人工智慧應用於教學

由圖 13 可知，有 80% 的受訪者表示，非常同意或是同意人工智慧多運用在設備和教學上，近二成的受訪者沒有意見（16%），不同意的受訪者僅只有 4%，而本題未有表示非常不同意者，對於人工智慧運用的部分，以同意和非常同意為主，由此可知老師對於未來在教學上加入人工智慧是表示歡迎與樂見其成的。

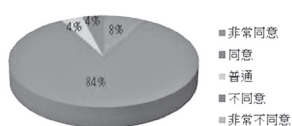


圖 12：是否認同人工智慧對生活有正面影響

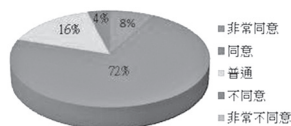


圖 13：是否認同人工智慧應用於教學

資料顯示教師擔心會被取代的理由有：科技的進步，其次看好機器能更精準的示範。甚至認為部分理論課程，機器人也可以教授。

至於本校各類科教師表示不會被 AI 輕易取代的理由有以下幾類：

（1）屬性較不同；聚管工現無法大量製造之可能；

（2）實作課程較難取代；同學還是要動手操作機器；機械專業技能操作無法完全以 AI 取代；還是有許多技術需要人工，人力指導單靠人工智能很難完成；作的配線及電路偵錯仍須人工。

（3）人是活的，機器是死的；知識的傳授是需要人與人之間的交流；基礎科目，仍有需要老師講解（有「溫度」）；講授仍需真人教授。人與人互動的培養不可被取代；傳承職業，敘述無法取代。教師具備人性，無法取代。AI 離真正教學如何思考還早；不會，因有部分跟人文有相關；情意與真感的內化尚不能由機器取代；學習者面對同樣的問題有不同的瓶頸，教學者不易被取代。

（4）人工智慧後面一些判斷和處理還未成熟；無法 100% 取代。

大部份的老師都認為人工智慧對教學上是很有幫助且便利的，部分高職老師則認為不能過度於依賴人工智慧。彙整老師們的看法分類如下：

(1) 更便利：便利性佳。大部分對教學活動由電腦完成，少部分要真人個別指導以及道德情意仍需真人互動。

(2) 提供多元學習：增加學生數位學習的機會；大數據及 AI 時代下，不再限於知識、技能的傳授，需更多的問題導向及想像力創造力的啟發；教學方式會因人工智慧而改變方式。增加學習管道。

(3) 能更快速地讓學生學習：學生更喜歡面對 3C 產品。科技器材使用的普遍性。

(4) 有正相關，但要完全靠人工智慧教學很有難度：大量資料與資料運用，學生的整合能力待加強。

(5) 缺少人文之互動：幫助是有，衝擊還不至於；教師要更專注思考層面，但擔心社會又走向報告精美等表現，應善用 AI 掌握每件事的時間分配。

(6) 教授重要性的內容會代替老師：尤其教師數量就不需要那麼多，造成失業。

(7) 課程及學習曲線的個別化（客製化）：改變學習者的學習樣貌，教學者必須詳加因應，才能有效教學；改變學習環境（班級 & 教室）。

(三) 實際進行各科訪談，了解 AI 應用情形

本次受訪對象為本校各專業類科擔任實習課程教學的教師，受訪時間每人 15-20 分鐘，經整理受訪者談話內容，訪談內容摘要如下：

1. 鑄造科、配管科與製圖科：目前無具體 AI 應用。

2. 電機科：指導學生設計系統程式，例如：運用指紋辨識（手機管理）中主要有三個功能：讀取圖像、提取特徵保存數據和比對。像在一開始，透過指紋讀取設備到人體的圖像，由最後軟體會從指紋上找到被稱為節點的數據點，這些數據保存為 1K 大小的記錄。最後透過計算機把兩個指紋的模板進行比較，最終得到兩個指紋的匹配結果。這個系統程式是本校電機科的學長們曾經做過的專題研究，很具發展潛力，因而傳承開設。



圖 14：電機科的指紋辨識（手機管理）箱

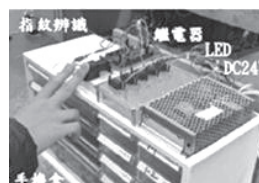


圖 15：指紋辨識（手機管理）箱的配置說明

3. 冷凍科：智慧居家與節能（居用電監控、管理）都是使用感測器面居多，科內老師們認為具 AI 概念的「智慧居家」一定是未來方向發展的方向，但台灣目前還沒普遍，因為房價高造成大部份的人還依舊停在 20 年前思維固定的作息模式。

本校冷凍科購置許多先進教學模組，培訓學生設計運用智慧居家監控系統，監控家中的一氧化碳濃度是否有超標，以免發生人一氧化碳中毒的情況。還有運用到遠端控制功能，在還沒回到家就可以事先把冷氣調到指定的溫度，省下許多時間，晚上時，原本設定的時間一到，熱水就會自動加熱，這樣就可以減少電費的用量。

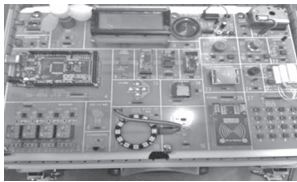


圖 16：冷凍科的智慧居家模組



圖 17：本小組到冷凍科參訪

4. 電子科：本校電子科也積極思考如何將擁有人工智慧的技術，例如：Python 語譯機器人、單晶片等。

電子科利用附有 AI 的單晶片製作電動門，除了能自動開關之外，還附有防盜的功用，進出時必須要透過磁卡感應，若是用一台電腦來控制成本會很大，只要用單晶片再輸入程式，結合不同種類的程式，就可以節省很多成本，最後是用手機與藍芽或是 WIFI 連接到單晶片，再輸入程式就可以與手機互動。



圖 18：電子科單晶片結合 LED 時鐘成品



圖 19：電子科單晶片配置中

5. 機械科、模具科：CNC 電腦數值控制車床都是 AI 可大量加工生產避免人為疏失所造成的工件尺寸不一致。比較傳統的人工不一樣的是，CNC 電腦數值控制，強調寫程式；寫完再用電腦模擬後，再丟給 CNC 機器後就可大量生產，減少製作的時間，也不會因為人工疏失而造成生產的商品作品有所毀損。

三、校園人工智慧未來的展望

本小組歸納目前 AI 人工智慧在校園發展的可能或是部分已應用的概況：

（一）合作社的收銀臺

本校的合作社目前原店員二名之外，還需另雇工讀生，店員在忙的時候可能有學生順手牽羊，趁亂夾帶商品。其次，早、午餐及運動過後。人潮瞬間湧進合作社，導致隊伍大排長龍，許多同學排了半天還沒付錢，上課鐘聲卻已響起。若是人工智慧生物辨識系統應用之後，可以減少商品的交易時間，也可不用找工讀生，無人也可經營合作社。

生物辨識是 AI 重要特徵之一，合作社即可以採取人臉、學號辨識來自動加值、扣款找零、商品交易。還可以擁有一套專有的防盜系統，必要時可以更快速的抓到兇手。

除了以上的功能之外，還可以透過大數據（big data）來分析出在甚麼時間是最多人潮購買，甚麼商品是最多人喜歡的、大家比較冷門的等，如此一來可依照大部份學生的喜好，販售每個季節不同的熱門商品，還能根據最及時的數據來做商品上的更動，維持產品的新鮮度，減少囤貨。

（二）自動感應校門

平常學生出入學校都是通過學校警衛人員按開關大門，才得以開啟門閘或是手動的側門，就連車輛也要警衛人員檢視。若加入人工智慧之後，當車輛或行人要進入校園時，系統就會自動感測辨識是否為本校師生以決定是否開啟校門。除此之外，還能夠從系統中直接設定固定的時間，當時間一到就能自動轉換為選擇的模式，例如：在學生上學的時間就可以設定為保持常開模式，當開始計算遲到的時間一到，系統就會自動轉換為常閉模式，到了放學時間的時候又自動轉換回常開模式。當然如果有突發的狀況發生時，系統也能自動判斷分析是否開關校門，以安全為第一避免危險發生。

（三）圖書館管理

一般的圖書館就是全部都要透過手動的方式來處理，包括借、還書、整理等，既需要花時間又需要花體力，非常不方便效率也不高。

如果可以把人工智慧技術放進圖書館中，能讓學生在借閱書籍時更快速、便利，也可以直接查詢想閱讀的書名關鍵字，就能告知學生在哪個書架、代號可以找到書籍。使用完全自動化，只要把書籍直接放在機器人上的儀器掃描之後，在進行人臉辨識成功即完成借閱，在書籍成功借出之後，系統就會自動將書籍的防盜功能解除，下次還書時也可以放在相同儀器上，機器人就會自動偵測書籍代碼並直接將書籍正確放回書架上。

除了以上借書及還書的功能之外，人工智慧還能夠利用大數據（big data）的分析來分辨，熱門書籍是哪一本、冷門書籍是哪一本或者是喜好哪一個類型的書籍……等，得到了大數據的分析資料之後，我們就可以進一步的朝向那一個方向進行大量的相關推廣活動，相對於較冷門的書籍就可以直接進行少買策略避免供過於求的問題發生。

參、結論

一、高職學生對人工智慧的認知仍未能深入

問卷中發現雖然有九成以上的學生表示自己知道 AI，但是對於 AI 的認識卻很模糊，說不出 AI 的正確概念，且對於所就讀的科系是否有運用到 AI，顯然並不清楚。

二、多數高職科系可應用人工智慧融入教學

近半數受訪學生認同運用人工智慧可以有效提升學習，具體建議包括：詢問問題、有效整理資料、一對一教學等，顯示對於個別化、差異化學習的渴求，正是未來校園應積極發展的目標。受訪老師們也普遍肯定 AI 教學能帶來更多的便利性，教學上可以善用 AI 分配時間，但另一方面有些老師也認為 AI 缺少人文互動，道德情意仍需由真人實體互動。

三、高職校園宜以重視而不懼怕的心態學習人工智慧相關知能

由研究可知高達七成以上受訪學生認為受人工智慧影響所及，未來將有許多行業將被機器或系統取代，凸顯培養不輕易被取代的能力格外重要。大多數的老師對自己的專業與能力深具信心，認為不易被人工智慧取代。師長們都相信人是有「溫度」的，而人工智慧目前還未成熟到能取代人性化教學。所以對學生因材施教，是目前 AI 無法達成的理想。

四、高職的教育方向可逐漸與人工智慧結合

從本校高職老師的問卷中得知，有八成的老師在自己的科系中，並不常運用到人工智慧的相關技術或產品，不過老師們一面倒的贊成人工智慧在校園中可以有所運用，而且也肯定人工智慧會讓教學往好的方向發展。

五、反思與建議

- （一）對於科技勿過度依賴，即使人工智慧可能帶來種種便利，但利弊伴生，過度仰仗科技，容易導致自己什麼都沒得到，甚至退化或是與人疏離。

- (二) 未來的生活中，肯定會有更多的人工智慧相伴，對 AI 更加熟悉、缺乏較恆定又靈活真本事的人，勢必難敵 AI 大軍襲擊取代的壓力。
- (三) 人工智慧的發展會越來越普及，若能具備人工智慧的相關能力，工作職場上相對會比別人更有優勢，因此強者恆強，弱勢更弱，社會能力 M 化將益形嚴重。
- (四) 對於未來在課程教學上可以加入人工智慧，例如電機科的指紋辨識系統專題，讓平常上課變得更有創意、實用性，是很好的教學新意。
- (五) 據統計數據顯示，無論老師或學生，都對人工智慧能提升教學、學習成效，懷有巨大夢想，為人師者與實踐進，常吸收新知，是為必要趨勢。

肆、引註資料

李家祺（1989）。人工智慧與專家系統。臺北市：松崗。

李開復、王詠剛（2017）。人工智慧來了。臺北市：天下文化。約翰·馬爾科夫（2017）。人工智能簡史。浙江：人民出版社。袁方（2002）。社會研究方法。臺北市：五南。

乾隆來（2016）。史丹佛報告：人工智慧入侵八大領域。今周刊，1029，72-72。

蔡東鐘（1996）。從人工智慧的演進與應用談其未來的影響與衝擊。資訊與教育，56，23-30。蔣元隆、謝欽旭（1987）。人工智慧技術概論。臺北市：松崗。

教育部教育雲，教育大市集

https://market.cloud.edu.tw/content/senior/computer/ks_ks/et/ai/chap1/index.htm