

工人隊創思設計與製造

Intelligent Design/Manufacture of Robot Named As Labor

工人隊

吳孟軍¹ 牛威² 林俊賢²

¹彰化師範大學工業教育系副教授

²彰化師範大學工業教育系學生

摘要

參與學生兩名與指導教授，皆機械科背景。工作以硬體與軟體區分；硬體開發學生工作：外型設計、加工與電路設計。軟體開發學生工作：單晶片電路接線與程式開發、零件採買。指導老師提供協助與聯絡廠商與採買零件、加工方法指導；本隊訴求為表現輕與巧，採用單晶片控制與搖控接收啟動。

Abstract

The members of team designing & manufacturing robot includes two undergraduates and one professor. The background of team members is mechanical engineering. The whole work divides into software and hardware, and each undergraduate takes one part. The hardware development consists of robot outline, design of the control system and manufacture. The software development includes microprocessor programming to control the motion of robot. The professor provides advises to help this robot project run in correct direction. Under lightweight and easy control concept, The Labor robot takes microprocessor as control system and remote control to turn on the robot motion.

1. 簡介

比賽背景：依章程規定僅兩名機械科學生參與及一名機械組指導老師。欠缺電子電路基礎但為符合進度，採用實驗對照法與嘗試錯誤法。機械設計部分依學科背景參考與設計較電路開發甚易。

參賽動機：逢大學教育學接近尾聲，比賽可配合教授測驗與訓練學生專業能力，故參加比賽。

參賽目的：配合動機，學生可體認自我專業技術能力之程度與嘗試接受電路與程式邏輯。教授可依照比賽經驗，規劃未來學生機電整合課程之方向。

2. 設計原理與學理分析

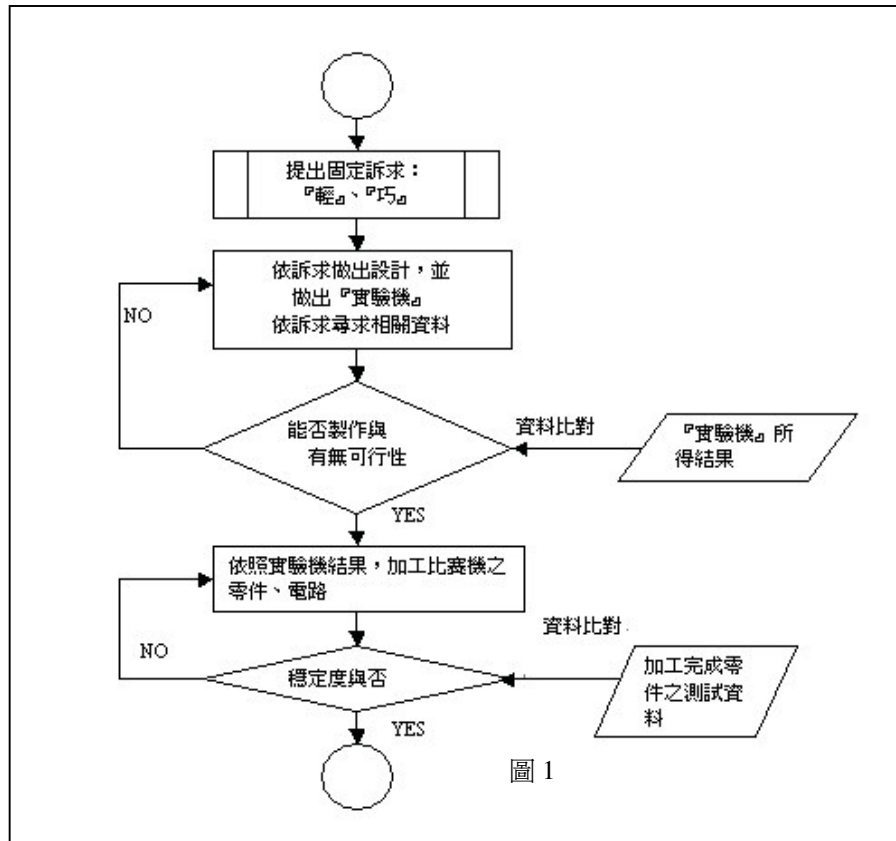
針對比賽規則，機器人訴求因規則上只提到「攜帶」兩字，無規定是機械性質（硬體接觸）或電子性質（無線控制）攜帶。再者，不限制物件動作方式；決定利用單晶片控制自動機器人製作。試想，既然物件可以自己往目標前進，機械式攜帶方式自然「捨棄」。利用訊號發射器作為「攜帶」物件。且話說：「帶兵打仗」中，將軍「帶兵」只是「吩咐」屬下上戰場廝殺，這也是「攜帶」的意義。

規則中，限制重量於 40 公斤以下、若比分相同，輕者勝利；此規則解釋為「輕」的訴求；綜合上述兩者；輕（40 公斤以下）巧（無線攜帶）正是所訴求與表現所在。而輕、巧變成設計精神；下列流程圖可以看到本隊製作過程中，設計精神與步驟的關係。

2.1 設計原理：

硬體設計重心考慮「配合」比賽規則，攻佔的定義。上述概念主導硬體設計方向；製作物件過程中，顧及參與比賽學生人數（兩名）與時間無法完全配合進度之考慮（因地震導致之停電）；完全捨棄外觀美感、造型的設計。著重外型所影響尺寸與平衡問題。

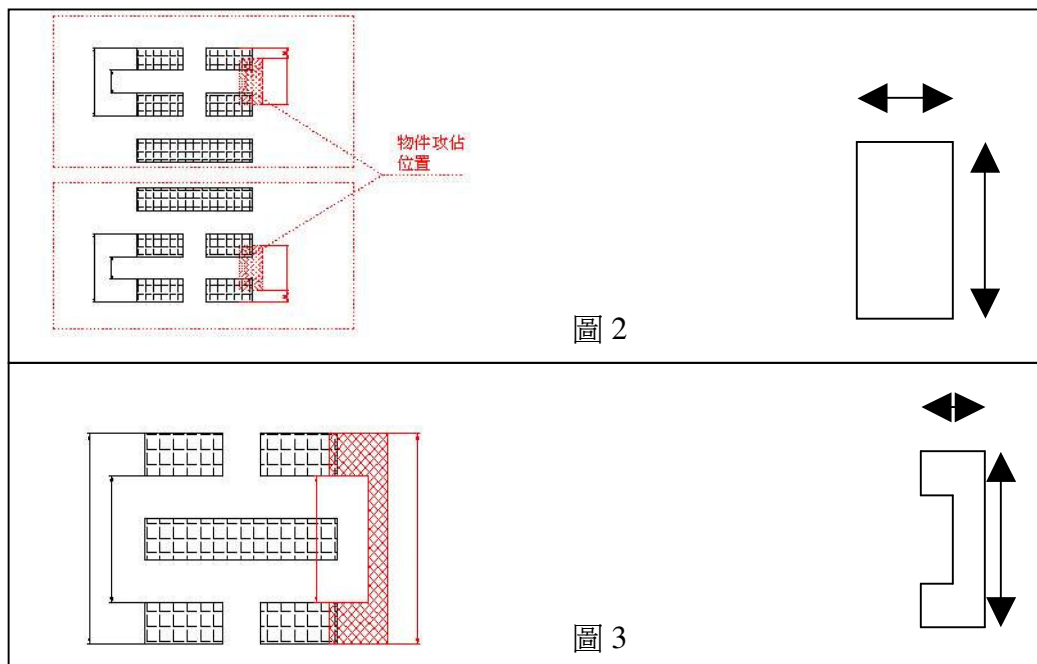
軟體設計重心包括物件行走距離與訊號數換算、旋轉角度與訊號數換算、及如何做無線控制軟體概念



2.1.1 硬體設計說明：

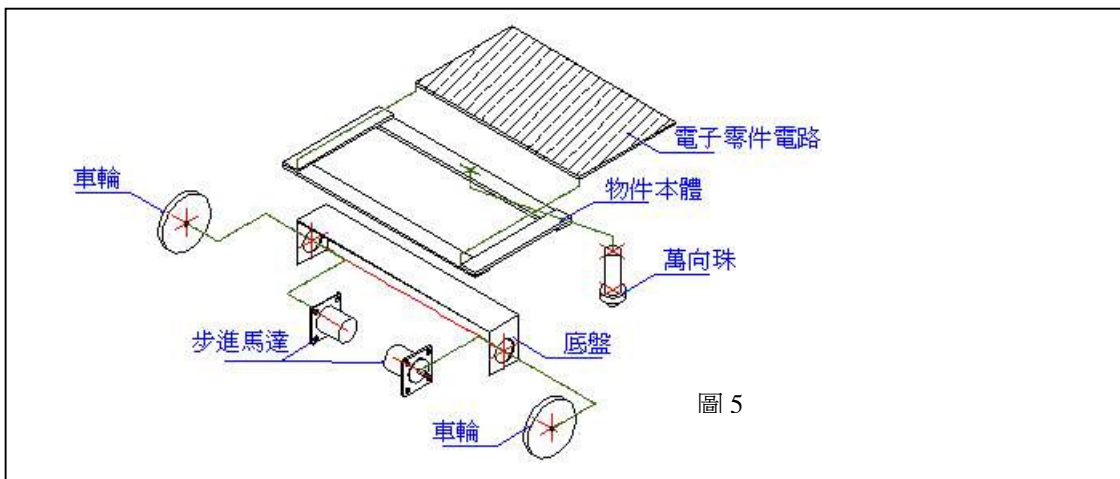
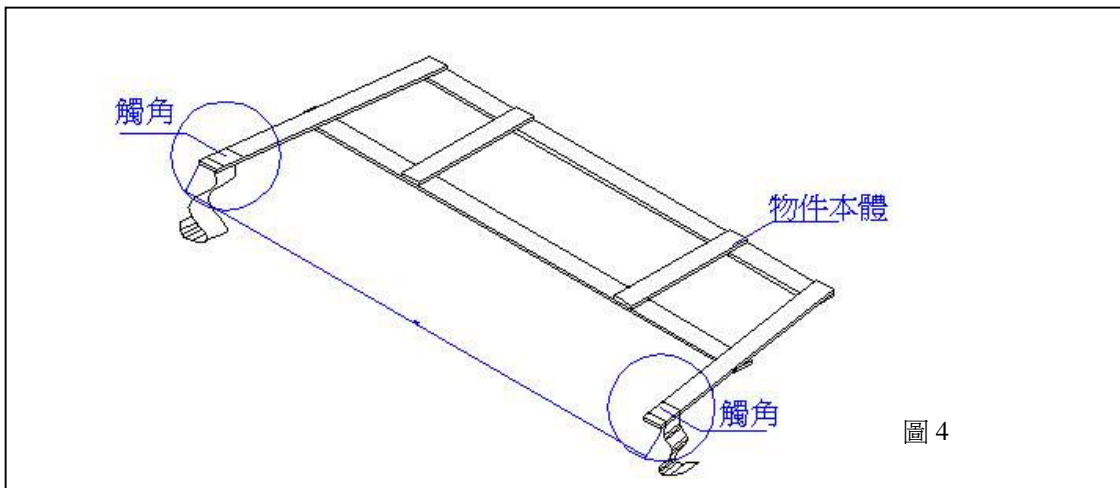
1、尺寸考量：

本組對規則攻佔下的定義為：物件走到該走的位置與攻佔卦位的線上停車，讓車輪壓住線。（圖 2 與圖 3） 依此想法發展，配合想法之設計表現在物件底盤的設計上（圖 3）。



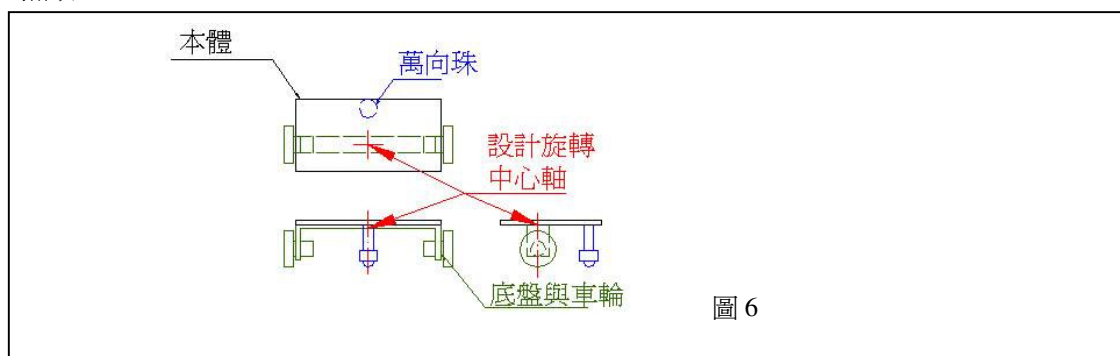
因物件兩個車輪間距不得小於 20 cm（圖 2）或 60 cm（圖 3）而不得大於 60 cm（圖 2）或 100 cm（圖 3）。上述決定底盤之長尺寸為 40 cm 與 80 cm 兩種。但底盤長度為 80 cm 的加工不易與經費限制，所以捨棄改變底盤長。攻佔離（坎）卦物件設計之本體加入類似昆蟲觸角外型（圖 4）；

將「觸角」前端貼上膠布垂至地板壓住線。所以一般物件（圖 5）與攻佔離（坎）掛物件只有本體設計之差異。



2、力量平衡考量：

三點接觸地面設計：因物件基本功能裡，物件可走直線與轉彎，原本設計由兩顆萬象珠與兩車輪形成四點接觸地面，雖旋轉中可以平衡，但四點接觸地面中，若任何一顆萬象珠接觸地面凹凸不平或縫隙，則出現實際旋轉中心偏離設計旋轉中心（圖 6）無規律動作或出現一顆萬象珠卡死在凹凸不平或縫隙處，而卡死的萬象珠就成為旋轉軸。這兩種問題皆造成所撰寫之控制程式無效。



為解決問題；力量平衡設計上一改四點為三點接觸（圖 6）的方式，即解決實際旋轉中心因地面而造成之無規律性移動問題。

雖欠缺學術的證明，嘗試分析經實際測機的經驗所得「可能」原因來自於四點接觸的作法將步進馬達所提供物件之旋轉力量分散至四個接觸點上將小於旋轉力量分散至三個接觸點 四點接

觸之地面摩擦力和大於三點接觸之地面摩擦力和步進馬達提供之旋轉力需扣除地面摩擦力)。

3、加工性質與精度特色

從設計到加工除雷射加工與板金折彎沒有加工工具機外,所有加工由學生完成以節省加工上使用之經費。所以零件之材質是否適合切削與強度成爲考慮之首要。

電木板與 PP 材質選用;欠缺參賽經驗,工作規劃都有預留備案,此方式在零件材質選用最爲凸顯。考慮材質強度,初未決定用電木板與 PP 爲零件材質,反礙於刻板觀念。選金屬作爲材質,第二步考慮重量與切削性;考慮「鋁」爲主要材質;用鋁材會反映出兩個問題。

1. 鋁材料爲「板、片」方式販賣,難買。
2. 鋁材「易加工」,但「不利現場修改」,因這兩個問題,鋁材質捨棄;此階段考慮塑膠材料。

電木(酚甲醛樹脂)與 PP(聚丙烯)特性:

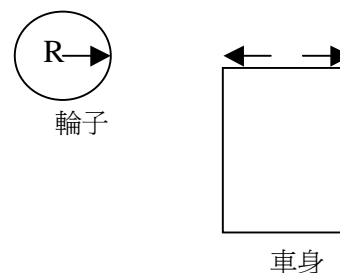
1. 價廉。
2. 易加工與現場修改。
3. 強度符合需求。
4. 質輕。綜言;設計考量的精神在設計出剛好符合需求的結果。

2.1.2 軟體開發概念

在軟體設計部份包括有物件行走距離與訊號數的換算、旋轉角度與訊號數的換算、及如何做無線控制軟體的概念:

基本假設:

- a. 物件輪子半徑爲 R
- b. 物件身寬 L
- c. 物件本身均質平衡且對稱
- d. 馬達爲一圈 200 個訊號的馬達
- e. 欲前進的距離爲 d
- f. 欲轉角度爲 θ
- g. 輪子所走的圈數
- h. 訊號數爲 p



1. 行走距離與訊號數換算: 利用輪子行距等於前進的距離, 我們得到

$$d = R * 2 \pi n \quad ; \quad n = d / (R * 2 \pi) \text{ 表示會轉 } n \text{ 圈}$$
$$p = n * 200 \quad ; \quad p = 100 * d / (R * \pi) \quad ; \quad P \text{ (訊號數)}$$

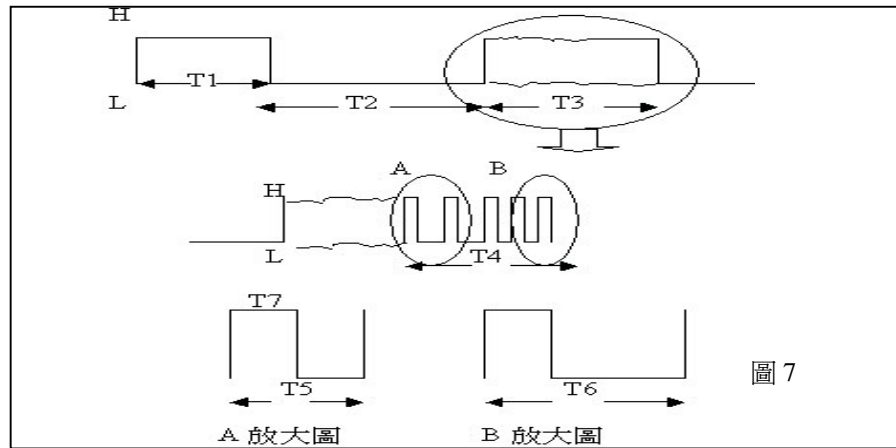
2. 旋轉角度與訊號數的換算: 轉身原理是用左輪和右輪相反方向旋轉, 利用物件身寬 L 欲轉身所得之角度 θ , 車身中心線爲轉身半徑, 故 $L/2$ 所劃得之弧長等於輪子行走的距離得下列所示

$$(L/2) * \theta = R * 2 \pi * n \quad ; \quad n = L * \theta / (4 R * \pi)$$
$$p = 200 * n \quad ; \quad p = 50 * L * \theta / (R * \pi) \quad P \text{ (訊號數)}$$

3. 無線控制的方法: 依使用元件; K T V 用搖控器一個, 接收搖控器訊號件及一個 7400IC, 使用 IC 主因是將接收器上所得之訊號轉成數位, 再將訊號傳入 8051 做分析動作。

搖控器發射訊號, 接收器上所得之訊號如下(圖 7):

搖控器按下一鍵時, 接收器會產生如圖 7 的電位變化, 開始會產生 T1 時間高電位而後會有 T2 時間低電位, 接下來 T3 才是我們所要的碼, 而其 0 及 1 的判斷是利用如 A1 及 B1 之表示法從一高電位到另一高電位時間若爲 T5 則爲“1”如爲 T6 則爲“0”, 而 T3 的訊號計有 32 個, 筆者只需最後的八個, 因此我們可用 T1 做爲啓始訊號(有雜訊會干擾, 誤判爲啓始訊號, 所以在 T1 要連續讀三次高電位才當是啓始訊號) 當啓始訊號發生後, 等待低電位來臨, 當低電位來臨時等待第一個高電位, T7 代表訊號高電位的時間, 此時等待 T7/2 的時間, 後再等待一個 T5 的時間讀取如爲高電位則爲 1 如爲低電位則爲 0, 當讀取 24 個訊號後, 將第 25 個至 32 個訊號利用 rrc 的指令轉進暫存器中, 則完成接收而後可以其 8 個訊號自行定義其命令。



3. 製作測試與改進過程

總製作過程耗時約三個月半，其中實驗與實驗機的電路實驗與程式語言實驗約佔兩個月；次階段之比賽機製造、硬體加工、電路燒製佔一個月時間。最後階段之測試、校對與測試資料回饋之修改僅與次階段時間稍有重疊，約耗時半個月至一個月。

4. 研究結果與討論

4.1 製成品說明：

1. 下列照片依次說明：第一張；左端為起始鈕面板與遙控器。第二張；離（坎）掛物件俯視圖，表現出觸角（參考圖 4） 第三張；物件正視圖，表現三點接觸方式與物件組合（參考圖 5）。
2. 圖 8 為完整電路圖。



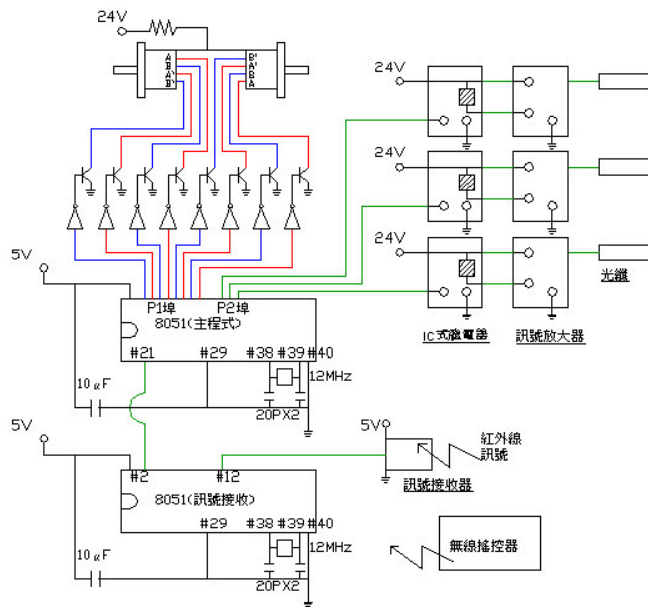


圖 8

4.2 研究心得與討論：

初次參與比賽與獨立完成；其表現算差強人意。作品完成到比賽階段中，因缺乏比賽對手資訊的收集比較工作，故欠缺機器人與他隊機器人比較優劣導致不易發現物件設計的缺點。

初次涉及機電整合之領域與開發，雖參與同學獨自完成設計、製作工作。中途所遇之問題主分兩部分；一為「有形」另一為「無形」。

所謂有形問題定義為可以用眼睛看得到的。包括軟硬、體設計加工，此專業問題可以經由詢問專家、教師、技術員、廠商等等的指教解決。但所謂無形的問題可定義在學生「個性」所表現出行為上。過程中承受的錯誤次數與壓力比所得的成功次數與壓力遠來的少。適時鼓勵與毅力才是製作完成與否的關鍵。無形的「個性」卻沒有辦法像有形的「專業問題」可經循問的方式解決。

5. 結論與建議

5.1 結論：

綜合上一章的研究心得與討論；下述所提結論以此研究能否完成之觀點所列舉。

- 一. 依學生素質選擇參賽學生，而非學生專業能力選擇參賽學生。參賽學生皆為機械科學生，欠缺電子電路專業；僅有程式語言能力，比賽最後完成依據學生毅力與強烈動機配合指導教授帶領得以繼續克服問題與完成。
- 二. 時間的規劃需更嚴謹。因欠缺經驗造成浪費時間（時間－內容）分配不當，影響後期製造進度。
- 三. 充份的輔助資源。所謂輔助資源來自學校老師（機械、電子）與廠商技術提供。

5.2 建議：

基於結果列舉建議如下

- 一. 規則與創意是否有衝突。（攜帶的定義不清）
- 二. 建議不提供日本比賽的資料片，以激發各隊原創性。

誌謝

感謝比賽相關單位提供機會參與比賽；彰化市正宗機械工廠；彰化市允成實業提供技術支援及學校電子（蕭瑛星副教授）機設組（吳孟軍副教授）之指導

參考書目

1. 吳金茂、沈慶陽、郭庭吉，「8051 單晶片微電腦實習與應用」松崗電腦叢書，台北（1993）
2. 陳俊榮，「組合語言程式設計」，全華科技圖書，台北（1999）
3. 林伸茂，「8051 單晶片徹底研究」，旗標出版有限公司，台北（1993）