

伽藍機械人設計與製作

Design and Fabrication of Robot

古事今戰隊

張合¹ 鍾清枝² 蒲瑞臻³ 魏建祥³

¹ 台北科技大學機械工程系講師

² 台北科技大學機械工程系副教授

³ 台北科技大學機械工程系學生

摘要

本專題所研製之機械人以線控方式行駛規定路線，在特定位置抓取障礙物後再重行放置障礙物以阻擋對方機械人之行進，同時利用機械手臂抓取烽火台中我方之旗幟，並行駛至特定位置發派士兵，使士兵攻佔對方城池得分，最後機械人行駛終點將旗幟放置在敵方平台架上而完成比賽。本機械人以機械元件和電機元件整合作為主體，並配合電子電路元件進行控制操縱，以符合戰略需求，並達成比賽的任務。

關鍵字：機械人、抓取、士兵、戰略

Abstract

The robot of this research subject moves along the regulative path with controlled by cable. It grabs obstacle at specific site and re-settles the obstacle to stop the advance of enemy robot; At the same time, its mechanical arm picks up our flag from beacon tower, and marches to specific site to release soldiers, commands them to capture enemy's castle for getting grade. Finally, robot drives to the end and put the silk banner on the review stand of enemy to finish the competition. The main body of the robot consists of mechanical components and electrical components, and is controlled by electric circuit elements to match the strategic necessity and to reach the mission of competition.

Keywords: robot, scratch, soldiers, strategic

1. 簡介

第四屆創思設計比賽是結合現代科技的競賽及融合中國傳統文化以中國古典小說「三國演義」為主題背景。並以蜂巢狀圖案為比賽場地，而攻佔城池得分多者為勝。創思設計比賽目的在於使同學所學能學以致用，並從實作中吸取更多的經驗及啟發同學之創意思想空間。

2. 機械人設計原理

本專題所研製之機械人以結構、作動方式和控制操縱系統三大部分加以說明其設計原理及其製作要點。

2.1 機械人骨架結構之設計原理【1】

機械人骨架結構材料以角鋼為主，因為角鋼成本非常低但有一定強度，另外角鋼本身的多孔特性可減少許多裝配零件定位的加工問題。機械人骨架結構是以 15 支角鋼組成，並以焊接方式加以固定，以強化其角鋼相互結合強度，同時避免單靠螺絲的接合，而造成機器人行進時之鬆脫，更能確保能機械人之整體強度。

由於機械人要克服前方之障礙物，在設計上是以提高重心為主要設計要點，將機械人的底盤升高 55 公分（如圖 1）如此機械人可以將障礙物抓取並移位放置後輕易地從障礙物上方通過，也可輕鬆的越過敵方之障礙物，亦即以架高來克服路徑上之所有可能障礙。

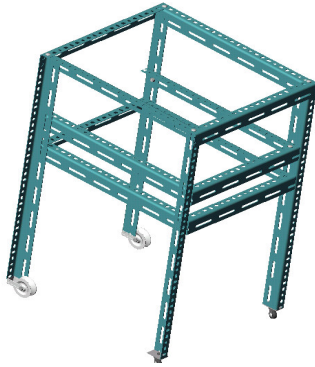


圖 1 機械人主要架構圖

底盤主要配置的零件設備有：直流馬達、方向控制閥、可樂桶、壓縮機、汽缸、機械手臂等機械及電子元件。頂層主要放置士兵之投射機構及觸發控制機構，而配重設計使其重心座落在機械人中間偏後方的位置，使機械人在抓取障礙物時不致翻覆。

2.2 作動方式之設計原理【2】

本機械人作動方式分四部分：(1) 機械人的驅動 (2) 障礙物之搬移 (3) 旗幟的抓取 (4) 士兵的攻佔，以下為各項細部設計原理及製作說明。

2.2.1 機械人的驅動

機械人的驅動是以雙直流馬達作為動力，利用皮帶輪藉由撓性橡膠皮帶帶動前輪子（其撓性傳動的目的是在於減少馬達軸心因加工及搬運或道路不平時所產生之碰撞及變形）後輪以具有滾珠軸承之小輪子作為輔助支撐，並以線控方式操縱馬達，當雙馬達以同方向運轉時，可以行徑前進及後退，當雙馬達以反方向運轉時，可以做左右方向的轉向，而旋轉中心設計在機械人本體內，以減少旋轉所需空間。

2.2.2 障礙物之搬移

障礙物之搬移動作是利用三支氣壓缸【3】配合夾爪相互作用（如圖 2）長氣壓缸可作動夾爪上下位置（如圖 3），小氣壓缸則作動夾爪的開閉合來夾取障礙物，並以方向控制閥配合電路控制氣壓缸的作動及定位。另外為了避免長氣壓缸變形及夾爪的晃動，所以在長氣壓缸旁多加裝兩支輔助行程桿，使在障礙物之搬移途中能有更確切的動作。

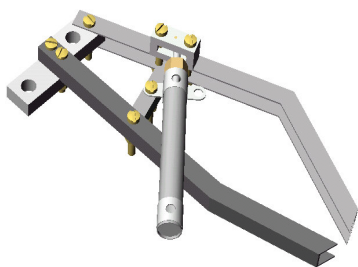


圖 2 夾爪

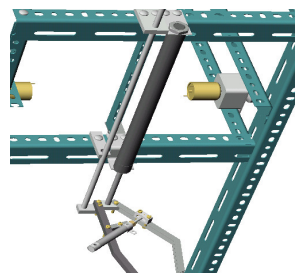


圖 3 長氣缸配置

2.2.3 旗幟的抓取

旗子的抓取是以連桿機構作為手臂的部分，而以小氣壓缸作夾爪開閉合夾取的動作。手臂以一旋轉軸承座為旋轉中心，藉著手臂上彈簧的拉力，使手臂得以伸直展開（如圖 4），手爪抓取旗幟後，手臂收回是以直流馬達配合繩輪捲動繩索將手臂舉起收回（如圖 5）。



圖 4 手臂

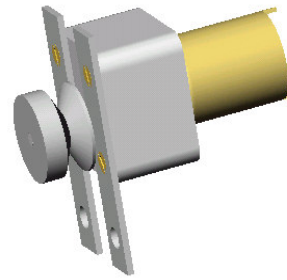


圖 5 馬達及繩輪

2.2.4 士兵的攻佔

士兵以彈射方式攻佔乃是由電玩中投石機的 IDEAR 所聯想到的方式 (如圖 6) 此投射機構是用力矩原理及拉伸彈簧所生之彈簧力，使士兵 (如圖 7) 彈射至所需攻佔之城池。士兵投射需配合城池的位置及拋射角和投射臂長度以及士兵重量的改變，方能達到士兵能準確攻佔至每一個固定城池。

以下是利用力學原理的方式推算出投射機構的彈射力量及士兵彈射出的速度和落地的距離

彈簧力計算：

$$k = F/f \quad (1)$$

其中

k : 彈
簧率
f : 撓
度

力矩原理：

$$M = r_1 \times F_1 = r_2 \times F_2 \quad (2)$$

M: 力矩

F: 力量
r : 力矩
半徑

牛頓第二定律：

$$F = ma \quad (3)$$

a : 加速
度
m : 質量

牛頓運動定律：

$$V = V_0 + at \quad (4)$$

V : 速
度

$$S = V_0t + 1/2at^2 \quad (5)$$

S : 距
離

$$V^2 = V_0^2 + 2aS \quad (6)$$

t : 時
間

士兵在投射臂上之固定座以飲料鐵罐加以利用作成。而士兵型態是以一幾何關係做為構想，以圓球為中心，延伸出四支腳，而在特定的四個平面看去，其中三支腳各夾 120 度。如此，士兵投射出去必定能穩定的站立，同時不易滑動以利攻佔城池。

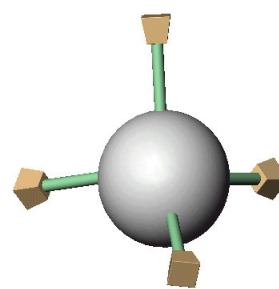
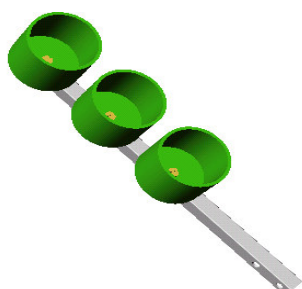


圖 6 投射臂

圖 7 士兵

2.3 控制操縱系統【4】

本機械人之控制分成五部分：(1) 機械人驅動電路及控制 (2) 障礙物之搬移夾爪控制 (3) 旗幟抓取控制 (4) 士兵投射控制 (5) 儲氣桶之氣壓控制，以下為各細部設計原理及製作說明。另外電源裝置為兩個 12V 直流電瓶，可以依元件所需電壓的不同，進行串聯或並聯得 24V 或 12V 電壓。

2.3.1 機械人驅動電路及控制

機械人的驅動是以雙直流馬達作為動力，以雙馬達的轉向異同來達到行進時前後左右之作動。其控制原理是以四個繼電器搭配四組不同電路設計（如圖 8、9）使雙馬達作四種不同轉向的搭配，以產生前後左右的效果，並以搖桿的四個觸碰開關做為電源開關，使操控機械人的驅動部分只需一根搖桿即可。

其直流馬達所需電壓為 24V，配合皮帶輪及輪子之尺寸，可以達到良好的前進及後退所需之速度，但就左右轉向方面因速度太快，所以將左右轉電路更改為 12V 之電壓源，使馬達在行轉向時只以一半的轉速在運轉，如此可以更平穩、更準確的速度來控制轉向。

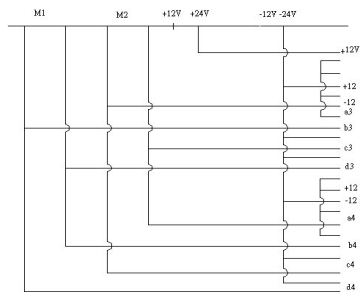


圖 8 前後行進電路圖

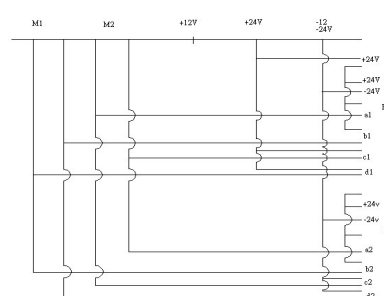


圖 9 左右轉向電路圖

以下是利用力學原理的方式推算出傳動機構中皮帶輪和輪子的運轉速比及速度，以能有效地控制皮帶輪和輪子的大小及轉速。

轉速比： 其中

$$V.R = N_1/N_2 = r_2/r_1 \quad (7) \text{——} V.R: \text{轉速比}$$
 N : 轉速 (rpm)

直線速度：

$$V = r\omega = 2\pi N/60 \quad (8) \text{——} r: \text{輪子半徑}$$
 ω : 輪子之角速度

2.3.2 障礙物搬移之夾爪控制

障礙物之搬移動作是利用兩支氣壓缸配合夾爪相互作用，長氣壓缸用以作動夾爪之上下位置，小氣壓缸則作動夾爪的開閉合來夾取障礙物。控制夾爪的上下定位原先構想是使用四口三位中位封閉型方向控制閥來作控制，但四口三位中位封閉型方向控制閥不易購得且價格也相當的昂貴，所以就以容易取得且便宜的四口二位方向控制閥加以利用，其方式是以一個四口二位方向控制閥控制夾爪上下作動，而以另一個四口二位方向控制閥將其一口封閉，並將出氣口連接控制夾爪上下作動之閥的氣壓源處，如此就能以兩個四口二位閥代替四口三位中位封閉型閥，來達到夾爪上下任意定位的控制功能。小氣壓缸以單一四口二位閥控制其動作即可，無須考慮其中間定位之問題。而方向控制閥所需電壓為 24V，其控制開關為一般之單向開關及彈簧開關。

2.3.3 旗幟抓取控制

手臂部分的控制，以單個直流馬達搭合 12V 電壓及一個三向開關，來變換馬達的正負極性，以達到馬達正反轉及收放繩索的功能及目的。另外，夾爪之小氣壓缸動作的控制與夾取障礙物之夾爪的控制方式相同。

2.3.4 士兵投射控制

投射機構是以拉銷的方式來作為觸發控制(如圖 10) 以馬達(如圖 11) 纏繞繩索產生所需分離插銷的拉力，配合不同長度之繩索，來達到多次拋射控制的目的。

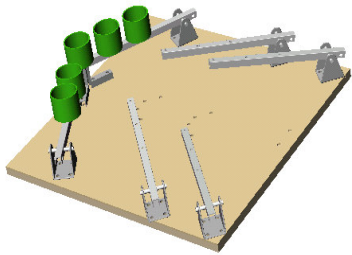


圖 10 投射台

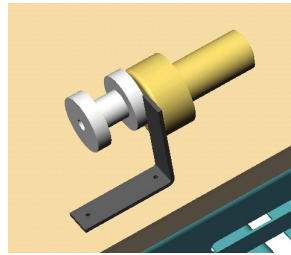


圖 11 馬達

2.3.5 儲氣桶之氣壓控制

為配合參賽主題中之環保概念，本機器人以報廢之可樂桶(如圖 12) 作為氣壓缸所需壓力之蓄壓器，為了確保比賽進行當中，能有足夠的空氣壓力來驅動汽缸作動(如圖 13) 以達到每一個動作的流暢和夾爪能完全的張開及閉合，所以加裝壓縮機作為氣壓的補充。而壓縮機的控制以壓力控制閥作用，以壓力的感應做為電源開關的控制，故壓力瓶中的壓力始終保持在設定值。

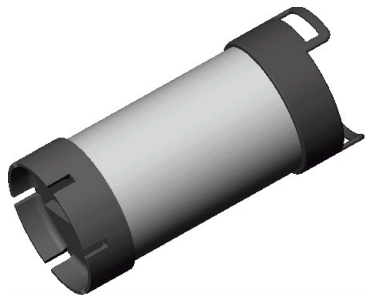


圖 12 可樂桶蓄壓器

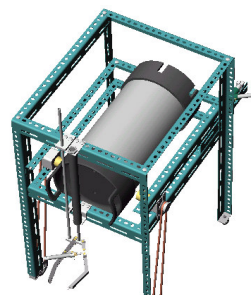


圖 13 可樂桶蓄壓器之安裝

3. 製作測試與改進過程

在製作及測試的過程中遇到許多與原先所構想設計有出入的地方及製作瓶頸 在尋求指導老師及相關專長的同學討論，並收集相關書籍及資料後，許多的問題都得以解決。

1. 由於對電路的設計及配線安裝上的經驗相當的缺乏，因此詢問自動控制組的同學，一來使設計得以實現，二來也充實了這一方面的技能。

2. 就零件加工的方面，對於許多的工具機的操作及加工步驟並非完全熟練，於是透過同學的幫忙及老師的指導才得以完成。

3. 士兵投射機構的改良，從原先設計的加工繁雜和摩擦損失，經老師的建議改良成槓桿式後，加工簡單且摩擦損失小及力量得以放大。

4. 士兵的設計，原先使用圓球做為士兵的型態，但在投射出後由於水平作用力過大，使之產生許多的不規則彈跳，而後改良其幾何形狀造型得以解決不規則彈跳的問題。

4. 研究結果與討論

4.1 製作成品特性說明

1. 結構使用之角鋼定位容易且加工方便。
2. 機械人之骨架結構是以焊接接合，其結合強度相當高，可耐疲勞及搬運之振動。
3. 驅動設備配合電路設計使操控更簡單。
4. 夾爪及手臂採用簡潔的設計，使作動得以快速且確實。
5. 具有完善的電源及氣源供應，使比賽能順暢完成。
6. 士兵的投射是採用準確且有效率的方式攻佔，而非亂槍打鳥靠運氣得分。
7. 整體機構設計簡單及確動，且以回收材料為主，節省製作經費，同時符合參賽之環保訴求。

4.2 研究心得與討論

在機械人實際製作過後，使我們學習到如何將課本的理論與實際現實作結合，也學習到如何解決突發狀況的產生。如結構焊接時，應考慮焊接時所產生之熱應力及熱變形，和考量焊接結合處的強度等問題，以致於才能製作出尺寸準確及剛性良好的工件。另外，壓縮機電路在初次測試時，因使用的電線太細，以致使線路燒毀，經後來討論後才得知，壓縮機在壓力小時加壓，所需單位電流較小，而在壓力大時加壓，其相對所需單位電流較大，以致於太細的電線無法承受電流變大時所產生之功率。

5. 結論與建議

5.1 結論

創思設計製作比賽之主要目的，在於培育學生從競賽之設計及製作過程中將所學的知識與技能相互運用，並在創意的思考能力上有所發揮，使之寓教於樂的競賽活動能成為培養未來國家科技人才之搖籃。

5.2 建議

設計與製作過程必須經過仔細的評估及考量，選取合乎能力的方法。其中最重要的工作莫過於組員與指導老師的溝通與討論，及組員間意見的相互尊重，如此才能將所有組員的特長及能力加以發揮，以致達到事半功倍的效果。

誌謝

感謝 TDK 文教基金會與本校之經費贊助本組機械人製作，也特別感謝指導老師和學長及同學，在製作過程中給予指導和幫助，才得以順利完成機械人的製作並能在競賽當中獲得第一名。

參考文獻

1. 陳朝光、康淵、陸嘯程等，CNS 機械製圖，高立圖書有限公司（1991）。
2. 經濟日報 主編，「機械五金總覽」，台北國際自動化暨精密機械專刊（1998）。
3. 郭家興，氣液壓學，高立圖書有限公司（1992）。
4. 陳傳易，電機學，文京圖書有限公司（1991）。