

# 吞食天地之構思與設計

## The Design Principle of NYUST Robot (EE-B Team)

雲科大電機 B 隊

駱宏海<sup>1</sup> 林本巡<sup>2</sup> 林志明<sup>2</sup> 陳建仲<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 雲林科技大學電機工程系副教授

<sup>2</sup> 雲林科技大學電機工程系學生

### 摘要

本隊的機器人以攻佔敵人的陣營為目標，除機器人本身的主體之外，升降機構、夾取障礙物手臂、伸縮手臂亦為主要結構之一，其主要的構思來自於起重機之升降機構及古代吊橋之伸縮手臂，這二項機構為本隊機器人的特色之一，除了展現機器人的機動性及靈活性之外，更能表現出整體的特色及外觀，再加上利用 8051 軟體來控制的士兵，使士兵能準精的攻佔城池，此即本隊所完成的作品。

關鍵字：升降機構、伸縮手臂、8051

### Abstract

Our robot is designed to defeat the enemy's defense. The robot can be divided into three major components beside the basic platform, which include elevator mechanism, gripper mechanism, and extension arm. Crane (elevator mechanism) and ancient swing bridge (extension arm) inspire these designs; they consist of the main features of our robot and fulfill the functional needs in mobility and versatility. Besides all the mechanical parts, the Intel 8051 CPU is used to navigate the soldier to reach its destination. The soldier can enter enemy's territory precisely via the software/CPU control.

**Keywords:** elevator mechanism, extension arm, Intel 8051

### 1. 簡介

此次比賽的背景取自於三國時代，群雄並起天下爭鋒，一爭霸主，然而比賽的主題為[明修棧道，暗渡陳倉]，場地採排除障礙及攻佔城池，在有限的時間內，排除困難攻得較多的城池為優勝，大至硬體車身的製作，小至士兵的創思，充份發揮了在學校所學的專業知識，正可謂是學以致用，除了本身的專業領域外，尚須其它能力的配合，使自身的製作實行能力有更多的經驗，且能夠更全方位的思考去突破自身的瓶頸，也是我們大家參與此次比賽的目的之一，更希望能為學校的生涯寫下一個美好的回憶。

### 2. 機械結構設計分析

#### 2.1 機器人車子主體

需具有足夠的支撐力，其支撐力至少需大於 40 公斤以上，且在車子移動之狀態下，其結構不會受任何之影響，其所使用的材料質量不能太重，除此尚需衡量到材料的加工難易，最重要的為材料的取得來源要廣泛。在主要傳動馬達的架設方面，因為考慮到整個車體平衡的緣故，經大家討論及測試後，決定採取後雙輪導向帶動，而在車子整體的避震緩衝效果考量上，主要的傳動馬達則選擇搭配雙顆充氣式的風輪，在行走時擁有極佳的穩定性，且為了更加提升整個車體的機動性，在主體的前端裝置了兩個可三百六十度旋轉的小車輪做為傳動支撐與調節之用。

## 2.2 機械手臂機構

在此次的規則中，抓取為比賽的競賽重點，在時間非常有限的情况下，須分別將四個障礙物抓起且排除，並將直徑為 3cm 的旗子拔起，所以其機械結構上須將重點著重在靈活性，機動性，經過大家的討論及一些所提議的方案實行測試下，決定使用最傳統也最方便簡易的直接帶動。在上升下降方面使用齒輪與鏈條來傳動，利用高扭力，低轉速的 24 伏直流兩刷馬達，帶動軸承，再經軸承來帶動齒輪，使齒輪能牽動鏈條，進而達到了上升與下降的功能需求，此構想來自於搬運貨物的堆高機。

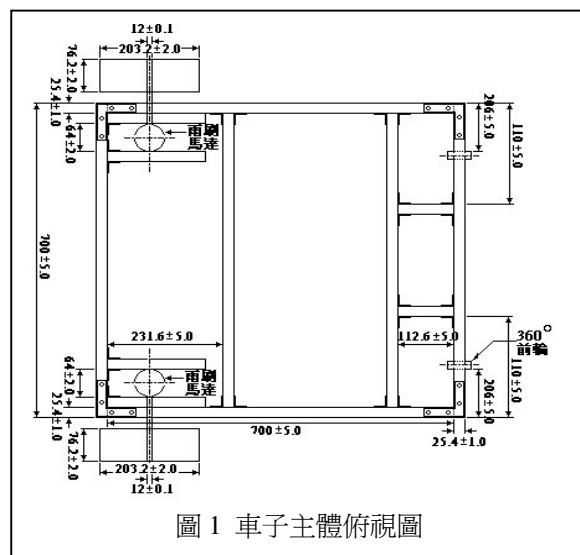


圖 1 車子主體俯視圖

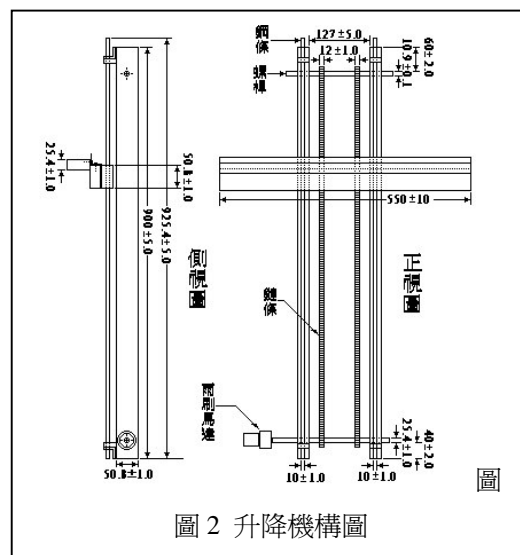


圖 2 升降機構圖

## 2.3 排除障礙物機構

由於在比賽中所需排除之障礙物重量為 900 公克，且假設在最糟的情況下，所要排除的障礙物多達八個，因此為了在時間的運用上能更為有利，所以經討論測試後採用了最直接的傳動方式，利用馬達直接帶動齒輪的方式，使兩個緊鄰，規格為 50 齒，直徑為 51.7mm 的齒輪相互接合轉動，再利用鋁條與鋁片組合成夾手，分別架設固定在齒輪上，如此在馬達帶動齒輪轉動時即可達到夾取的功能。

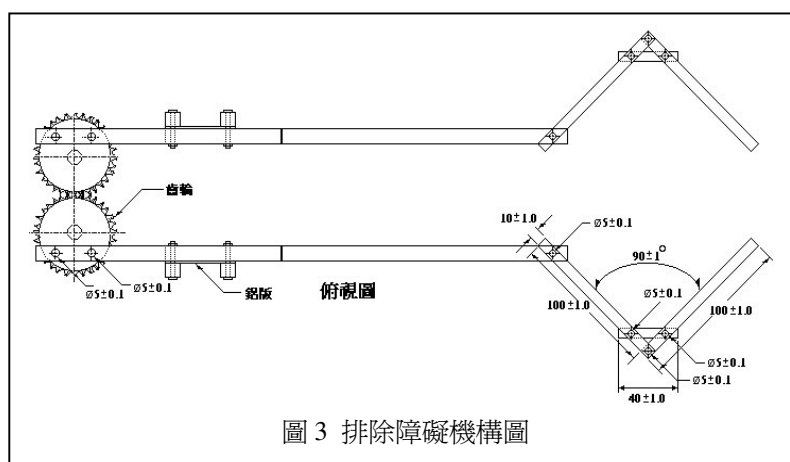


圖 3 排除障礙機構圖

## 2.4 夾取旗子機構

由於場地規則的種種條件限制下，所需之手臂長度較長，且因放置旗之洞口很小，所以所架設的機械結構需能將旗子垂直夾起，且所花用的時間不能太長，經大家討論後，在此方面決定運用些許的古代吊橋原理，用馬達來收放鋼線，以鋼線來拉扯鋁條，進而達到手臂延長的效果，且在手臂之最頂端再架設上利用螺桿原理所完成的夾手，便可達到夾旗子之功能效果。

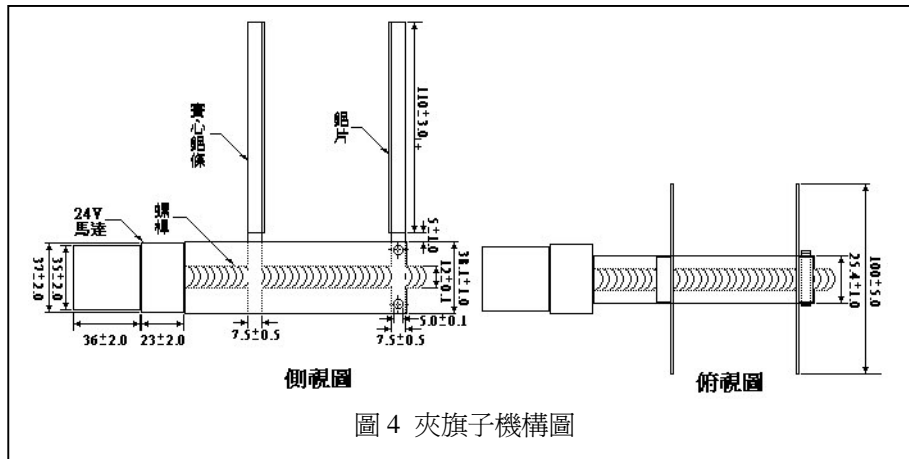


圖 4 夾旗子機構圖

## 2.5 動力結構

在動力方面有很多的選擇，有被普遍使用的油壓，氣壓等，而我們經過討論後決定採用最傳統的馬達傳動，因為在設計上會方便許多且可以不需氣壓瓶這些沈重的設備。主要是操控上比較方便與好控制，靈活性亦較高。

## 2.6 主電源

因負重上限之限制且基於供應機器人主要動力來源之考量下，採用了兩顆體積較小、重量適中、電量充足、取得容易且可重複使用之機車 DC12 伏特電池作為所有馬達所需之動力供應來源。

## 2.7 控制

為能在比賽中方便操控及靈活驅動馬達裝置下，選用了市面上電玩搖桿作為控制馬達正逆轉的主要元件，進而控制機器人的前進後退，不但操控順手且線路的連結及設計上也方便了許多。而在夾手及其它的控制上也考慮到方便性與簡易性，故採用了 6P3 段雙彈回開關來控制其它動作的小馬達，在小車的控制則選用了 5x5 的鍵盤開關。

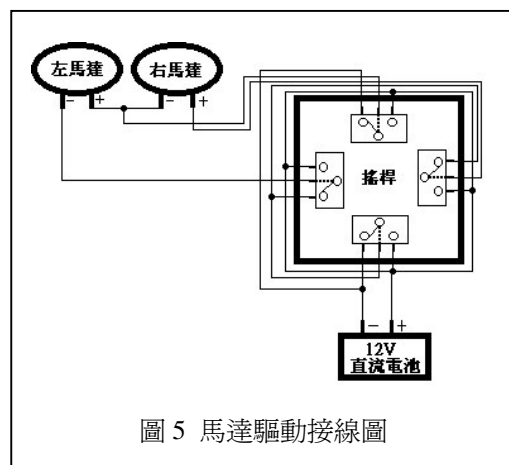


圖 5 馬達驅動接線圖

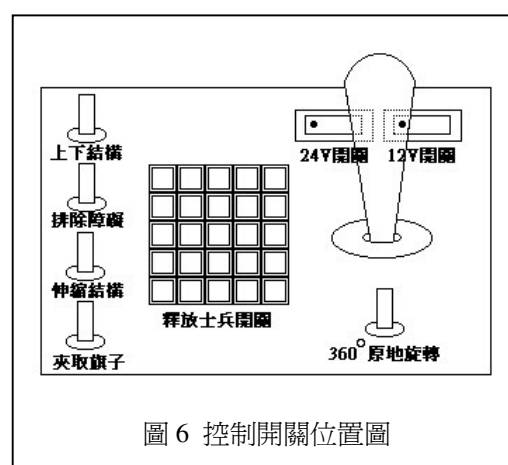


圖 6 控制開關位置圖

## 2.8 驅動

在比賽規則為機器人總重上限 40 公斤的前提下，經多方考量及比較下，認為高扭力低轉速的車用雨刷直流馬達為不錯的選擇，且經測試其在承受很重之重量下猶能動作自如，充份符合了機動靈活的須求。而在上升下降方面，因所須的扭力也很大，所以同樣採用了雨刷馬達，在其餘的馬達裝置上則一律使用架設了 500:1 的 24V 變速馬達。

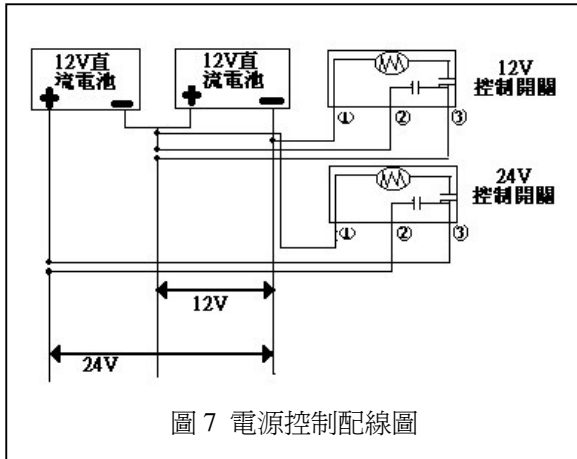


圖 7 電源控制配線圖

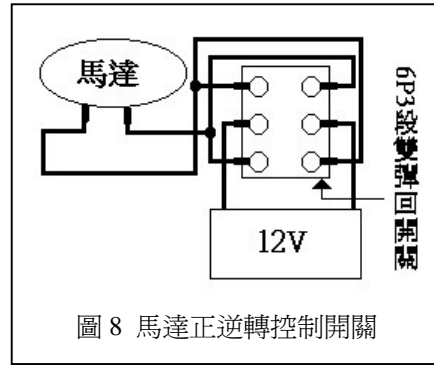


圖 8 馬達正逆轉控制開關

### 3. 士兵設計分析

由於士兵所需的數量眾多，且需具備精準的定位，易脫離主體，在行進中不能產生誤動作等功能，加上士兵在比賽中是得分能夠最多的一項關卡，為比賽勝負的最重要關鍵，除了在進攻方面以外，尚需考量防守的層面，故士兵為最難思考周密的一項挑戰，在此我們採用了大腳四驅車的底盤結構，將其車身做適當之修改，使其更方便，再採用 555IC 做為一般士兵定時控制電路，8051 做為中立士兵控制電路，以使其能精準地控制小車所行走之距離。

#### 3.1 一般士兵製作

利用最常用的計時器 LM555，其為一個單擊電路，當一個負的觸發脈波加到附圖七中的第 2 腳時，整個電路便開始動作，它會維持在高態一段時間，此時間由  $R_T$  和  $C_T$  的值來決定，當夠大的負脈波加到觸發輸入(trigger input)上，使第 2 腳的電壓  $V_{cc}$  降到比內部分壓器的  $1/3V_{cc}$  還小的電壓，因而使比較器  $U_1$  的輸出變為高態，這將設定(set)正反器而使  $Q$  輸出為“低”，因此  $Q_1$  被關閉，並且計時器的輸出為高態( $+V_{cc}$ )。

因  $Q_1$  被關閉，計時電  $C_T$  將可藉著外加電阻  $R_T$  向  $+V_{cc}$  充電。當  $C_T$  的電壓大於  $2/3V_{cc}$  時比較器  $U_2$  的輸出變成低態，因而重置(reset)正反器而使  $Q$  輸出變成高態，這樣一來，計時器的輸出就掉回低態(0V)，而使  $Q_1$  導通， $Q_1$  導通便馬上使  $C_T$  放電，而保持跨在  $Q_1$  上的電壓為飽和電壓，如此便完成了一個週期，輸出維持高態的時間，就是電容充電到  $2/3V_{cc}$  所需的時間，因此只要改變時間常數， $R_T C_T$ ，就可以改變計時器輸出維持高態的時間。

我們來看看輸出維持高態的時間  $t_p$  和  $R_T$ 、 $C_T$  之間的關係：

充電時，電容上的電壓 ( $E_c$ ) 是： $E_c = V_{cc}(1 - e^{-t/RC})$ ，但計時間隔結束在  $E_c = 2/3V_{cc}$  時，因此當整個計時週完成時：

$$2/3V_{cc} = V_{cc}(1 - e^{-t/RC})$$

兩邊取自然對數：

$$-t_p/RC = \ln 1/3$$

可解出輸出脈波寬度  $t_p$ ：

$$t_p = 1.1RC$$

只要隨便改變  $R$  或  $C$  就可控制輸出脈波。

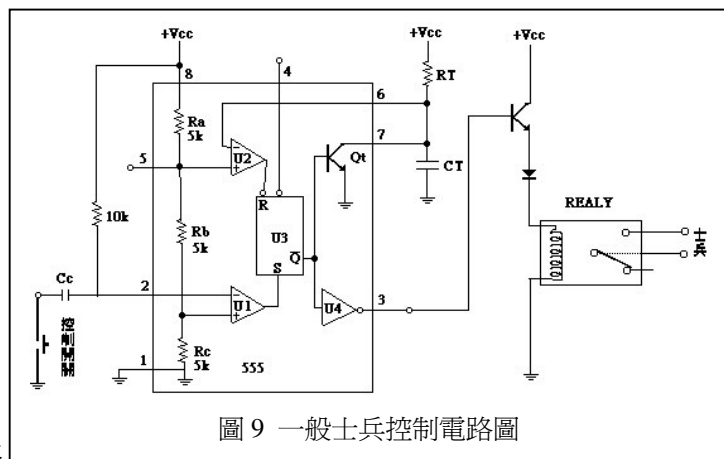


圖 9 一般士兵控制電路圖

### 3.2 中立士兵製作

為了控制轉彎角度及直行的目的，進而攻佔中立城池，使用了 8051 單晶片中 TIMER 的功能，再配合雙馬達大輪四驅車的車體，來控制士兵前進、轉彎的功能。

此電路利用單晶片 8051 來計數，控制其輸出為 1 或 0，再由單晶片之 P1.1 及 P1.3 做為輸出，經過電晶體放大，觸發 RELAY 使其動作，然後 3V 電源便能供給電力給士兵，開始動作。

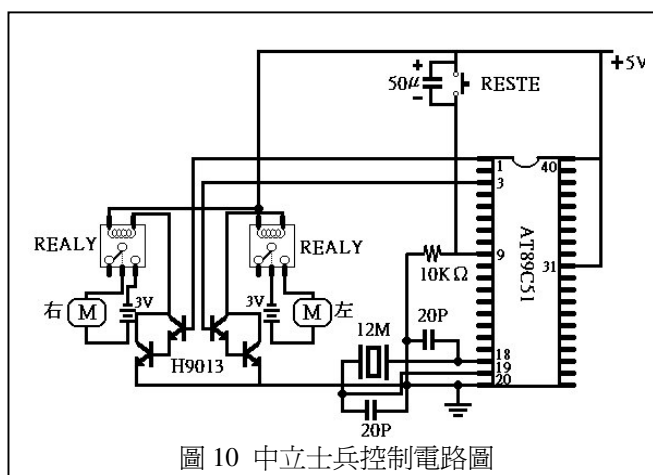


圖 10 中立士兵控制電路圖

### 3.3 士兵位置

考慮因素：

- 士兵行走距離越遠誤差越大。
- 若有士兵無法動作將影響後面士兵。
- 越接近軌道出口輪子與軌道的摩擦越少誤差越小。
- 距離較近士兵應最後釋放以免堵住較遠士兵。
- 高低得分考量。

基於上列因素故將士兵排列如右：

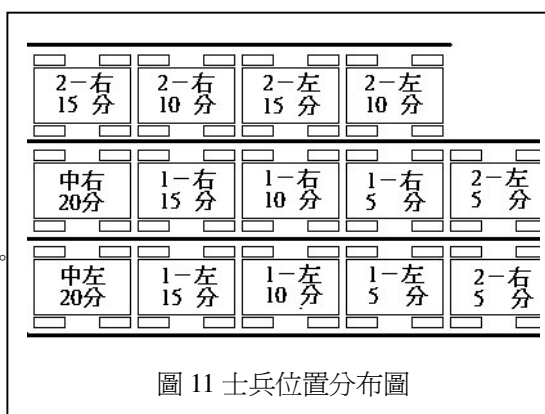


圖 11 士兵位置分布圖

## 4. 製作測試與缺失改進

### 4.1 機械結構

- 行進：因為主要之傳動動力皆在後輪，所以當路面不平時，極有可能會產生空轉而無法前進的難題。再者因馬達與輪子之接合只採用一個連軸承，在長期的重量壓制下，可能造成馬達與輪子所連接之軸產生損害，而影響整個主體的動作。
- 上升下降：雖然採用鏈條及滑軌來上升及下降，但因於滑動的架設須互相平行，且施力點也都要相同，只要有些許偏離，長久之下會對結構有相當程度的破壞。
- 排除障礙物之夾手：因為是單夾手，所以在排除障礙物上會花費較多的時間，如能使用雙夾手，則可更加有效利用時間，且馬達需選用高扭力的馬達，避免在夾障礙物時被撐開。
- 夾取旗子之夾手：此結構產生之問題較少，但所用之伸縮結構過於緩慢，如能改善伸縮架構，則必能發揮更大的功效。
- 城池的攻佔：因為第一防線時須放出攻佔中立城池的士兵，所以在放置小車軌道的定點比較不好認定，而第一第二防線也有同樣問題，且小車本身之車體結構有點缺失，所以會造成些許的誤差，需經多次的測試記錄才能掌握好小車行走的特性。
- 插旗子：其測試為缺失最少之步驟，只是需注意先將旗子上升到一定的高度，否則易碰撞旗台而導致旗子掉落。



圖 12 機械結構照片

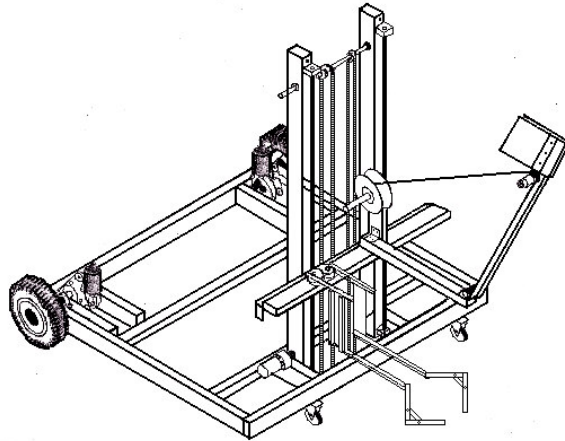


圖 13 機械結構立體圖

#### 4.2 士兵

在測試的過程中發現，一般士兵以五分、十分為最主要得分項目。至於十五分則由於(a)軌道及操控之因素：士兵下軌道時只要有些微的角度差，則可能造成行進筆直，位置偏差而導致無法得分。(b)士兵本身結構問題：由於輪子及齒輪帶動的不能完全同步，而導致無法得分。中立士兵則需再多考慮轉彎角度的問題，所以得分機率則更為薄弱。在夾旗和放旗的得分方面，由於機械結構的穩定度相當良好，故能絕對得分。在扣分方面，則以操控手演練次數和扣分率成反比。然而在未加入突發因素的前提之下，則應以扣分率零為其主要目標，在密集式的加強練習下，必定能將機械人控制的更加靈活，以達到不扣分便是得分。

#### 5. 結論與建議

機械人的製作，在創造及構思上的取得相當不容易，因此對腦力的激盪及各方面領域的學習及接觸，都有相當大的助益。在本屆的比賽中雖未奪得好成績，但製作的過程及團隊的合作，才是我們最值得珍藏的回憶。

#### 誌謝

感謝財團法人 TDK 文教基金會贊助及本隊指導老師駱宏海教授、系主任翁萬德教授在製作過程中給予的指導與建議，以及機械工廠許滄炎先生在機械結構製作方面的教導，還有一直鼓勵我們的同學及朋友，在此由衷的感謝。

#### 參考文獻

- 1.加藤一郎，圖解機械人手，臺隆書店（1983）。
- 2.伍孝鵬、杜德銘，數位電路設計，全華科技圖書（1998）。
- 3.鄭新有、黃聖賢，機械加工法，復文書局（1991）。
- 4.鄧錦城，8051 單晶片製作，益眾資訊有限公司（1997）。