

遙控組：中正 A 隊 Spiderman

指導老師：黃以文 教授
參賽同學：吳詩逸 黃海輝 鄭錦榮
國立中正大學 機械系

機器人簡介

Spiderman 是因應 TDK 盃第 12 屆全國大專院校創思設計與製作競賽所設計出的車型機械人。根據大會所頒佈的比賽規則，機械人必須完成 1. 跨欄 2. 攀登平衡木 3. 挺舉槓鈴 4. 撿取網球 5. 拋擊銅鑼 以上所述的五個動作。經過製作團隊的討論之後得出我們的設計需擁有以下幾個重點：1. 快速的做出跨越動作跨越低欄。2. 平穩攀登平衡木不致於傾倒落橋面。3. 擁有挺舉 3 公斤槓鈴並且同時行動的能力。4. 每次撿取 1 顆網球的準確性。5. 將網球拋射 3.2 公尺的能力。綜合以上所述的動作之外機械人外型還需要符合大會所規定的 1 立方公尺範圍。所以在機構方面設計團隊必須嘗試著設計出可摺疊性的機構以應付開賽前的機構長度限制。另外因為場地的關卡之間有一些距離較遠的範圍需要快速移動，所以在設計上也需要增加機械人的靈敏度使其擁有快速移動的能力。而控制方面因考量到操控手可以在短距離內控制機械人，所以使用有線遙控的方式即可完成。

設計概念

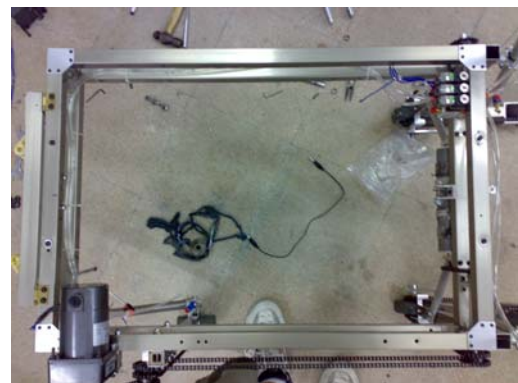
基於製作團隊認為伸縮支柱跨越低欄的方式速度上會有太慢不符合需求的情況發生，便嘗試以利用重心傾倒的方式通過跨欄，且運動美感和速度也比前者來的優良。所以在設計的開始便朝著此方向來完成；而攀登平衡木的部份團隊經討論後決定跨欄的機構也勢必應該沿用至其他關卡以減少機構的複雜性和數目，便構想出增加前爪幫助攀登的機構搭配原有的後腳，這樣不僅可讓機體順利攀上平衡木，也可以將機身高度縮短順勢解決了機構不能碰觸禁區的問題；舉重方面團隊也決定利用連桿機構來作動，儘量避免升高機台來完成抬舉的往復動作。以節省氣缸或捲

線器之類的主動元件導致機台超過規定重量，更可以減少所需要攜帶的氣體；撿球器的部份因考量到可能會出現撿取失敗需要重撿的情況，所以儘可能利用馬達之類不需要消耗氣體的元件來製作會安全的多。當出現需要重複撿取動作時能源的供應也較充足；拋擊網球方面決定利用投石機的方法來完成拋射，球的軌跡也比測試時製作的彈射式發球來的穩定，準確度可說將近 99%。

機構設計

1. 底盤：

在底盤的部份我們選用了 25mm³ 厚度 2mm 的方形空心鋁管為主要的材料。接合部分我們採用了塑膠接頭，同時使用厚度 2mm 薄鋁片來補強機體主骨架。主骨架呈現出正長方形的形狀，尺寸為 75cm x 50cm x 10cm。輪架部份使用鋁塊材自行加工，輪軸部分利用插軸固定。



(骨架)

2. 傳動系統：

傳動方面基於我們的設計避免了將腳架伸縮的部份，所以使用了鏈條作為我們傳遞動力的媒介。利用兩顆小型馬達就可以帶動所有的傳動元件，也成為我們設計上的特點之一。我們也設計出 3 層的正齒輪來達成全時四輪驅動

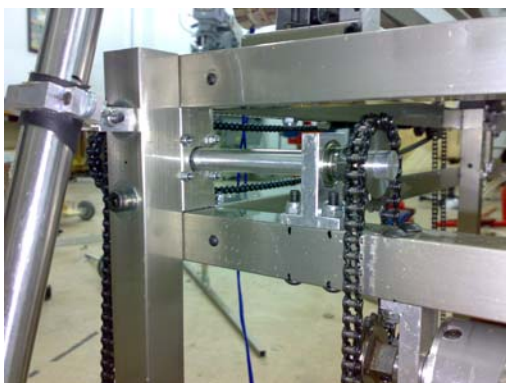
系統。在傳動系統之中我們將應付平衡木的滾筒整合為驅動馬達帶動，減少了操控手操控時需要另外控制滾筒馬達的負擔，也成功減少了馬達的數量。



(傳動整視圖)



(三層齒輪圖)



(滾筒傳動機構)

3. 跨欄後腳:

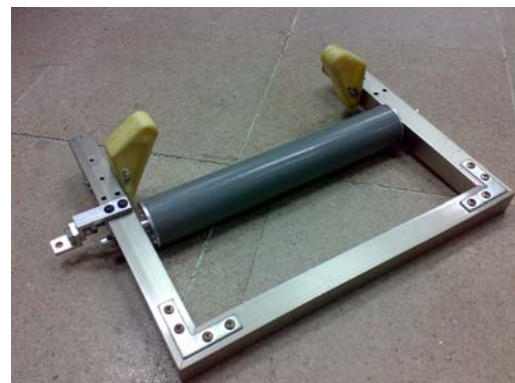
後腳機構使用行程 300mm 的氣壓缸來致動，在準備區時需要負擔機械人所有的重量。當抵達跨欄區時必須有力量將機械人往前推倒並且讓機械人做出超越平衡中心往前傾倒的動作。且在攀登平衡木時機構展開以提升機體高度。



(後腳)

4. 前爪:

為一可開關的門字型，主要的功能為防止機械人在傾倒過程之中傾倒過度，並且可以在收復時將傾倒的機械人回正。在攀爬平衡木時將機械人撐高使其不觸碰禁區。前方黃白色橡膠在橋上行走時有固定機台之功能。



(前爪)

5. 舉重:

為 8 連桿機構，利用行程 500mm 的氣壓缸乙支搭配滑軌，使機構可以輕易由低處挺舉 3KG 的障礙。滑軌是利用角鋁製做，再搭配軸承減少滑動時所產生的摩擦。所有桿件都採插鞘方式接合以增加機構穩定度。

自由度公式:

$$F=3(n-1)-2J_p-J_h$$

N=Total number of links

J_p=Total number of Primary joint

J_h=Total number of Secondary joint

桿件數 n:8

Primary Joint Pin:10

Secondary Joint:0

$$F=3(8-1)-2(10)-0$$

$$F=1(\text{Degrees Of Freedom})$$



(取球杯和開關)

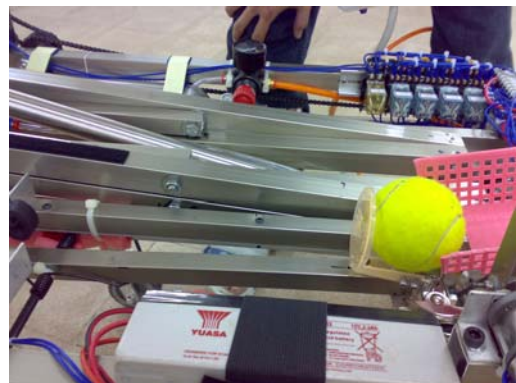
7. 發球機:

利用投石機原理，將網球利用拋物線投出，利用高強度彈簧來製作。



6. 撿球:

為四連桿機構，利用微型馬達轉動主力臂，再利用塑料杯夾取網球，收球時將開關頂開使網球掉落至集球籃即完成取球動作。



(發球機構)



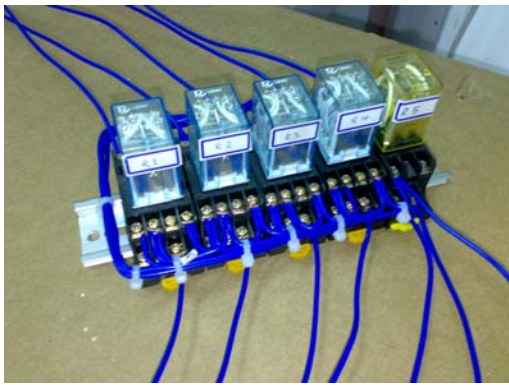
(四連桿機構)



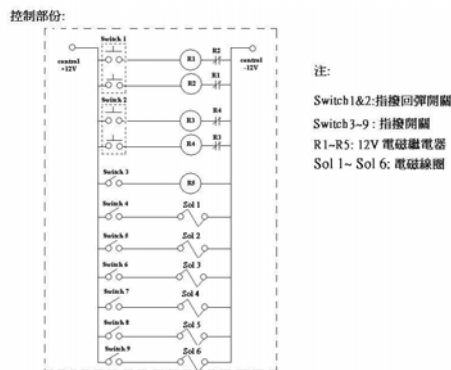
(發射器)

機電控制

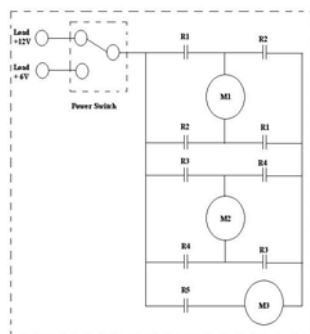
由於突破關卡時需要緩慢前進，所以我們利用降低壓降作為調速控制，使用 3P 指撥開關來進行電壓降 12V 與 24V 的切換。電源供應的部份我們選用了市面上體積比較小的 6V2.3A 鉛酸電池作為動力源。電源線我們則使用了 0.75 線徑耐電流 10 安培的多芯電線。由於機台設計利用差速轉向，所以在控制馬達正反轉的部份則交由 4 顆 OMROM MK4P 小型繼電器來做保護和切換的動作，以確保不會在同一時間內有短路的情況發生。團隊也盡量讓機台的機電零件都使用 DC 12V 的規格來驅動以避免錯誤使用電源導致損毀的情況發生。



(繼電器線路)



負載電路:



機器人成品



比賽現場拍攝



正面



(機械人俯視圖)

參賽感言

從接到題目到完成比賽已經過了整整十個月的時間，如何設計出優良的機械讓我們在比賽中奪得勝利在這十個月中不斷的鞭策我們前進。從實做之中我們得知光有好的構想還不足以滿足，如何將之實現才是最重要的。從無到有的製作出構想，再不斷的研究，把不足的部份再改良。才是我們真正需要的。

在這十個月內時間成了我們最缺乏的物資，每一次的修改都需要很多的時間來進行，課業方面也要兼顧的我們兩面受敵。所以我們連夜趕工的進行著研究。這段期間大家都承受了非常大的壓力，甚至在夢中也在思考如何突破障礙。實際的測試和充足的練習是不可或缺的，擁有充足的測試期才能很好的觀察出設計上的不足。

往往在沙盤推演中覺得完美的設計，在實做後就覺得效果很不好，機構還有很多的不足。而往往也在製作之中得到更多的新靈感，最後得到意想不到的效果。間中的這些樂趣只有參與者才能深深的體會。製作過程中，我們時常都會面臨失敗，這些挫折感的累積一直在考驗著我們的抗壓性。有時真的讓我們萌起放棄的念頭。互相扶持成了團隊之間最重要的精神。而成功克服問題時的喜悅感，真的讓我們覺得一切都值得了。

當然的意見分歧也是家常便飯，所幸最後都能平心靜氣的討論出大家都滿意的結果。在這八個月的時間內我們學習到的課外知識讓我們獲益良多，也真正的成長了。

感謝詞

非常感謝主辦單位 TDK 文教基金會給我們這個機會來發揮我們的專長，讓我們有機會能夠將課堂上學習到的理論實現成為成品。在這裡我們最感謝的是我們的指導教授黃以文教授，感謝他這段時間內所給予我們的指導以及珍貴的意見。老師的意見將我們指引至正確的方向，使我們在製作過程中不致於迷失方向。我們由衷的向老師說聲感謝；另外也感謝學長、同學與朋友的支持與鼓勵，也感謝所有到場支持我們比賽的加油團。能夠得到創意特優獎也歸功於大家一路支持我們前進。



參考文獻

- [1] MACHINES & MECHANISMS Applied Kinematic Analysis
3rd Edition David H. Myszka
- [2] MECHANICS OF MATERIALS an adapted version
6th Edition R. C. Hibbeler
- [3] 簡明氣壓技術電氣控制 橋本明/藤本磐雄/林子銘
- [4] 圖解小型馬達基礎技術 鄭振東