

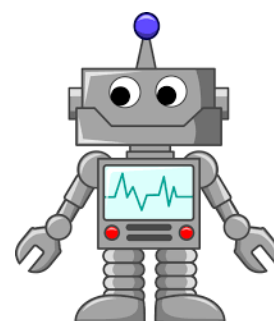
教協會



組員名單:

蔡伊婷-----蔡伊 余思彤-----余思

譚錦豪-----譚仔 吳文聰-----聰仔



10月1日 過往比賽總結及改善和研究的方向 (討論過程)

我們已經參加了很多次的比賽，成長方面也不小，在比賽方面的經驗也已經十分足夠，以下來我們想總結一下多年來學習到的知識以及之後未來的研究方向以及改善方法究竟要如何去做：

蔡伊：

上一年由於有幸地獲得了到日本比賽交流的機會，而日本賽的時間又與中國賽十分接近，為了能夠集中注意力，專注地準備一個比賽，避免兩頭不到岸，因此上一年我並沒有參加 RCJ 中國賽。也因為如此，與同隊的隊友譚錦豪和吳文聰相比，我和余思彤都沒有了一年中國賽的比賽經驗，最重要的是缺少了在筆試和 DEMO 賽這兩大部分的經驗，所以這就成了我的劣勢。

雖然沒有參加一年中國賽，但遠到日本比賽也讓我收穫良多，開闊了自己眼界，經過上一次的日本賽，和日本的選手們進行了良性的競爭和交流。在交流中，我看到日本選手他們機械人的零件，很多都是由他們自己手工製造的，這讓我意識到我們的競賽水平雖然不錯，但我們在其他方面有著很大的不足。既然已經意識到自身的不足，我想我日後便要加倍努力，積極改進自己。

我今年的目標是能夠充分地掌握整部機械人各方面的工作原理，而並非像以前一樣，只懂得最淺層的知識和應用方法。還有就是在筆試和 DEMO 上多下苦功，追上去年所缺失的，而且這一次四個人第一次組在了同隊，希望能與隊友們好好磨合，培養出默契，達到有效率的分工合作，也希望自己能在這個隊伍中發揮積極。以及希望在編寫程序中有新的突破。

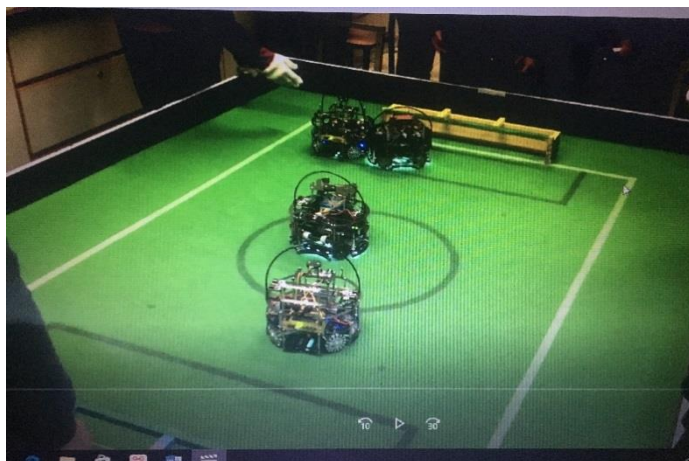
在我們玩機械人的時候，雖然有上進心是一件很好的事，但我們不應該僅僅只是把心思都放在為了去贏得比賽而努力把機械人弄得很強。機械人是一樣十分有趣且多元化的東西，玩機械人不單單是為了比賽和輸贏，我們更重要的是要享受它給我帶來的無限可能和樂趣，這才是我覺得的玩機械人的意義。

同時，我們也不應該把目光只放在一部小小的足球機械人當中，我們更需要的是把目光放大，我們要在這部小小的足球機械人中，發掘到機械人的閃亮點，開發思維去創新，在現實生活中能夠實現、運用出來，能夠使科技更發達，幫助到我們的現實生活。這才是我們玩機械人的最高層次，這也是我最大的想法，也是未來我所想要所有熱愛機械的人們能夠做到的。雖然這個想法有點大和遙遠，但我相信總一天我們會做到的。

余思:

檢討與總結上年的不足:

有回顧就有反省,回首上年,無論是平時的練習、比賽,自己都未能做到最好,還有一些關於機械人的知識和原理也未完全掌握,甚至對於部分知識更是完全生疏,所以很多時候都是靠老師或者是師兄師姐的幫助或者指導才能完成自己本應獨立完成的工作。加上由於上年自己有幸遠赴日本比賽令我更加意識到自己的不足,雖然我們是在比賽上戰勝了他們但不代表自己有多利害,反而我覺得我們只是贏在硬件上,因為他們的硬件都是自己做的,而很多硬件我們都是買回來的,部份除外。所以在硬件上我們比他們更有優勢,這也是我們勝利的主要原因之一吧。雖然我們是贏了,但我更覺得他們更值得我們學習,我們應該學習他們嘗試自製零件,可能自製的性能並比不上買回來的,但起碼我們敢於去嘗試,因為要製造一個零件就要了解他它的原理,間接可以讓我們從中學到更多有關這方面的知識,從而增進自己。雖然上年我並沒有參加 RCJ 的中國選拔賽,但我也知道對手的水平很高,單靠現在的自己是不可能戰勝他們的,雖然今年已經是我玩機械人的第三年了,但我清楚明白自己在編程還是在硬件上的程度去到哪裏,除此之外,我認為“合作”極其重要,可能以前在我眼中所謂的合作只是自己做好自己,然後再一起比賽。但可能經過一些檢討後,我發覺這是不行的。真正的合作決不是只限個人,而是整個集體,只要大家一起磨合一起交流才能進步,看問題的角度不同才能多方面去想出解決問題的方法。這絕對是一個人無法做到的。但要做到真正的合作無間,是沒有想像中那麼容易的,更不是一天一夜可以磨合出來的。需要的是對機械人的熱誠和時間。最後我希望在未來的這一年裏自己可以獨當一面,利用自己的不足從錯誤中學習,吸收經驗,正所謂“失敗乃成功之母”,因為玩機械人是我的興趣,所以在這一年裏希望自己的實力有所提升和突破。加上在看回上年師兄師姐比賽的片段更令我明白到有哪些地方要改善。



目標與方向:

我由小學六年級開始接觸、開始玩機械人,到現在初三我已經玩了機械人三、四年了,我收獲了很多學會了很多有關機械人的知識,但我知道這是遠遠不夠的,我知道大家的水平都很高,所以不能讓自己停滯不前。雖然我上年沒有參加中國賽但在之前兩年都有參加,所以我知道中國賽的要求很高,自己一定要有所突破有所進步才有機會取得勝利。要進步就要有一個清晰的方向以及給自己定下一個目標並且不能空說不做,要努力去把它實踐,只有清楚知道自己現在所做的事才能進步,而不是盲目地去做。「學如逆水行舟,不進則退」這句話正正可以用來警戒和提醒我們。我們今年的目標跟以往都一樣,都是希望能夠拿下全國賽的冠軍然後向世界邁進。我們都知道要達到這個目標是十分困難的,但如果連想都不敢去想的話那就真的沒有可能會實現,所以當我們有了這個目標之後,才會明白自己應朝着這個目標前進,平時的練習才不會好像漫無目的。當定下了這個大目標之後,我們就可以再定一些小目標來幫助我們去完成這個大目標。總結如下:

硬件上:	<ol style="list-style-type: none">1. 參考以往比賽或其他機械人的優點,並對比現在自己機械人,在下次的搭建過程中改善2. 多掌握關於機械人或零件運作原理,以增強在這方面的知識
軟件上:	<ol style="list-style-type: none">1.除了完善比賽的程序,平時一組一起練習 DEMO,一起解題,希望可提升邏輯能力
合作上:	<ol style="list-style-type: none">1. 我們四人分工:一人主要負責硬件 一人負責筆試 二人負責軟件2. 平時做 DEMO 練習時,可以一起先解題再商量誰做那哪部份3. 定時開會討論等
定時練習	

這就是我們所定下的目標,我們會按照這些目標去做,有很多事情單靠一人是很難完成,甚至有時努力很久但在原地踏步,但只要整組人一起努力一起完成,就可能想到平時一人想不到的新想法,然後所有事情都會變得簡單多了,問題也會迎刃而解。對我們來說我們是為了興趣才玩機械人,而不是只是為了比賽而盲目去做,我們想獲得勝利只是希望對自己的實力和所付出的努力有一個肯定,所以我們都很享受研究機械人的過程,最重要的都是在研究後和交流後自己獲得了什麼!

聽仔:

根據以往的比賽，有很多時候在分工方面，我們做得很差。例如是我們每個人只負責自己的部份，沒有好好地了解其他人的部份。所以我們上一年因為隊友超過了年齡而被停止參賽，但我們只負責自己的方面，所以我們在這一問題而浪費很多時間，今年我覺得最好是有一個完美的分工。在過去的比賽中我們只留意自己的機械人有沒有問題，沒有留意對方的機械人有沒有出界。因上一年改了賽規，要現場寫 program，因為我們的速度比較慢，所以今年也要針對寫 program 的速度。在上一年我們在硬件方面有所提高，但軟件方面還是原地踏步，今年我們參考以往的 program 來提升自己的水平，我們每星期六日也做任務來提升自己 program 速度。任務方面我們也參考近幾年任務比賽的題目，作為我們的練習題，我們也把上一年的比賽機械人作為我們的練習機。在筆試方面我們也按照以往幾年的試題來練習，也在空餘的時間研發更多關於機械人的硬件。在 program 方面我要增強自己的守界，在上一年中國賽中，我發現了不同的守界方法，例如是第一把機械人碰到白線向白線的反方向延遲一段時間，第二是可以停留在白線上，這兩個方法有利有弊。當對手的進攻機械人速度比較快我們可以選擇第一的方法，當對手的進攻機械人速度比較慢的時候我們可以選擇第二個方法。可能這兩個方法不是最好，所以我們用練習機試驗不同的方法，來令到我們的 program 更加完美。

譚仔:

我玩足球機械人已有一段日子了，這幾年來都是玩重量組的！而這次因為其他組員也未玩過重量組機械人的關係，所以我再次重回輕量足球機械人組！在過往的重量組足球機械人中，我發覺了自己在硬件和軟件上都各有問題！先說說在硬件上吧，在硬件上，我做的機械人比起師兄做的機械人上會少了一份紮實感，可能我會比較偏向於經常把創新的都想應用在機械人上，所以導致了在設計機械人時的基本功被忽視了！於是，我做出來的機械人和師兄做的機械人的分別就是，師兄做的機械人移動起來動作都是像行雲流水一樣，十分之順，十分之穩定！而我做的機械人，移動起來動作則是像有點勉強一樣，有點偏則的感覺（特別是在守界時需立刻作出反向的動作時），這證明了在設計機械人時，機械人的重心問題我並沒有十分重視地考慮，這就會導致了不穩的情況出現，一部機械人的硬件做得好的話，後期所需做的工作也會大大降低！所以，一部機械人的硬件設計是最基本也是最重要的！而到軟件的部分了，在軟件上即是編程上，我覺得自己的完善度是不足的，意思就是假設在達到同一條件下，即使是達到了，但我也沒有再去想怎樣先可以使程序變得更加之簡單，更加之直接！就是這個原因，使我的編程在這一年內基本上根本沒有太大的進步，所以要加上一層樓的話，必須在編程上下更多的苦工，這樣日後先能夠做出更多不同直接簡便的方法，想出更多擊敗對手的新招數

10月2日 零件收集及分工 (討論過程)

在我們各自都對自己的過去作出了總結，以及為自己訂立了未來的目標以後，我們開始了開學以來第一次會議，主題是接下來，我們應如何分工，使每位隊員都能盡力發揮出自己應有的水準和能力，對我們的隊伍都能有所貢獻。首先由於聰仔在我們四個人中玩機械人的時間最為短暫的，所以他對於機械人的結構和零件的熟悉程度比較沒有那麼好，因此我們打算讓他來找齊我們所需要的零件，以幫助他更熟悉機械人的各個零件的原理，使他更進一步。接着，因為我們需要設計一隊的練習機械人來幫助我們訓練，而余思和蔡伊在造機方面的經驗比聰仔多，所以造練習機械人的任務就交給了蔡伊和余思負責，一方面是為讓她們能有更多的造機經驗，以及對能從造機的過程中嘗試了解不同的機械結構，另一方面是讓這兩部練習機械人與正式出賽的兩部機械人進行一些練習賽，並從比賽的過程中了解每部機械人的不足，然後在賽後作出程序或硬件調整，不但可以使正式比賽的兩部機械人改善得更完善，更有利於比賽。

組員的分配	所做的工作及研發並進步的方向
譚仔	由於比賽趨向於由紅外線電子球轉為使用橘色球,所以我也會向研發圖像傳感器和創造出更多有創意的打法去加入足球機器人為主,而在機器人的硬件及設計方面的比重可能會較以往少一點,以務求盡快完成及開發圖像傳感器並將其應用在足球機器人上!
聰仔	由於我的基礎功不夠紮實,在硬件要求的仔細度及編程方面的想法不足夠,加上我在過往的比賽中,我的機器人在守界的方面十分差,經常出界!即使在上年也有所提高,但我也會在硬件收集和提升自己編程的速度以及在守界的方面下苦功!
余思	而我也玩了足球機器人也已有一段時間,每一年在軟硬件方面也會提升,但我會以軟件較為主,因為我在編程方面的熟悉度不足。而近年來在比賽中也有任務賽,所以我也會在訓練任務賽和做好練習機器人為主,以提升隊伍的效率為主!
蔡伊	而我也玩足球機器人的時間也很長了,我在軟件的方面是稍為不錯的,有很多不錯的想法,但到了硬件方面是十分差的,我過往做的機器人經常會有零件鬆脫的情況出現,而我也發現了自己最大的問題就是因硬件不足的問題是會導致自己的想法不能實現,所以我主要在硬件方面下苦功,並做一部練習機器人,借此去好好練習及提升自己在硬件方面的不足!

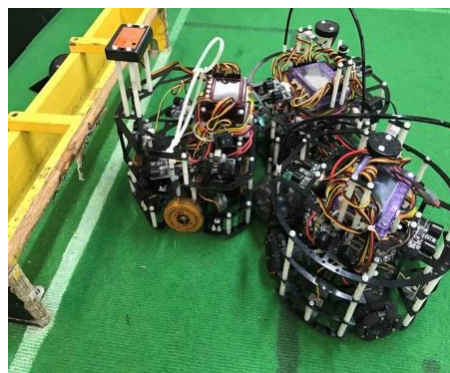
蔡伊的設計理念:

10月3---6日 (開發過程) 參與成員:蔡伊

從一開始參加機械人小組以來，我一直主打的都是輕量足球項目的防守機械人。而近年來的輕量足球比賽當中，足球機械人的攻守方式開始發生改變，參賽者們都開始以雙攻的方式取代以往一攻一守的傳統方式。因此，我今年也想嘗試一下以雙攻來作我的策略來比賽，同時我希望能在雙攻的方式中加入一些傳統的防守元素，增強機械人的能力。

傳統一攻一守的形式確實有它的不足，原因是如果對手是攻擊力強、速度快或雙攻的機械人時，在比賽的過程中，便很容易會被壓在我方所在的半場來打比賽，失去了比賽的主導權和優勢，這對於競技型的比賽來說，並不是一件好事，而且這時對於防守機械人的能力是非常大的考驗，因此編程者的壓力就會非常大。

防守機械人在龍門前被雙攻機械人壓着攻的示意圖



而以雙攻的形式來打比賽的話，一部機械人負責主攻，另一部機械人配合主攻的機械人作一些調整動作，比賽時負責補位，配合主攻機械人等的責任。若兩部機械人能做到配合得很有默契的話，兩部機械人在比賽時追球的節奏就能更加的緊湊，且兩部機械人相輔相成，也更容易地壓著對手的半場進攻，從而增加了攻擊能力和取得主導權，增加比賽獲勝的機會。

如果使用雙攻這個策略的話，兩部機械人的機體結構和程序編寫都能夠差不多一致，這樣能夠更加的統一，調試起來也更加方便，而且容易減少機械人之間發生的衝突，為編寫程序和搭建機械人帶來了很大便捷，也能讓整個團隊共同在同一方向研究，因此有利於開發。

雖然雙攻這個策略在綜合考量來說，確實相比於一攻一守，更加有優勢。但我覺得一攻一守這種方式依然有它的可取之處。以一攻一守的方式比賽時，即使我方的攻擊機械人因出界等因素需要離場時，仍然有一部防守機械人能夠紮紮實實地在我方龍門前防守。而雙攻的話，在其中一部機械人離場時，沒有了一部機械人的補位，就空出了很多地方。若機械人來不及回防、復位，就會令對手有機可乘或被壓著來攻。

因此今年我想造出一部適合雙攻的足球機械人，但同時它的機體結構也適合於防守機械人的程序編寫，作為一部既可攻，又可守的足球機械人。

在開始造機械人時，我先找出了以前造過的足球機械人，觀察一下以前所造的機械人有甚麼可取，或者有甚麼需要改善的地方。而非急急忙忙或盲目地開始畫設計圖，為的是將來造出來的機械人能夠符合自己的目標和要求，而不是祇為了達成任務才隨便造一部機械人出來。

在我以前所造的那兩、三部足球機械人中，我挑選了其中一部比較有特色的機械人來作記錄。因為這部機械人比較有特色是由於它的馬達擺法跟平常的足球機械人有一點不一樣。

一般現在的足球機械人底層的馬達擺法比較多人採用的大概有兩種。

一種是使用三個馬達，然後三個馬達平分 360 度的圓內，馬達之間的夾角為 120 度。使用三個馬達的通常是輕量足球機械人，因為馬達通常佔一部機械人重量的一大部分，而這樣能夠省掉了一些重量，不過使用三個馬達的機械人的動作沒有使用四個馬達來得流暢。然後在其中兩個馬達之間弄一個深度不大於 30mm 的控球位，並作機頭。(圖 A)

另一種擺法就是使用四個馬達，四個馬達平分在 360 度的圓內，每個馬達成 90 度，我們也把它叫作十字的擺法，好處是它的前後的合速度是 $2\sqrt{2}$ ，而左右的合速度也是 $2\sqrt{2}$ ，所以這個十字擺法各方向的速度都比較平均。而使用四個馬達雖然重量會多一點，但它也會使機械人的動作比較流暢。然後在其中兩個馬達之間弄一個深度不大於 30mm 的控球位，並作機頭。(圖 B)而這部足球機械人的馬達擺法也是四個馬達的十字擺法，但它的方向並不一樣。平時的馬達擺法是呈 X 形的以及前面有控球位，而它就是正十字形，而機頭前方是平的，沒有控球位。(圖 C)

1 馬達的位置

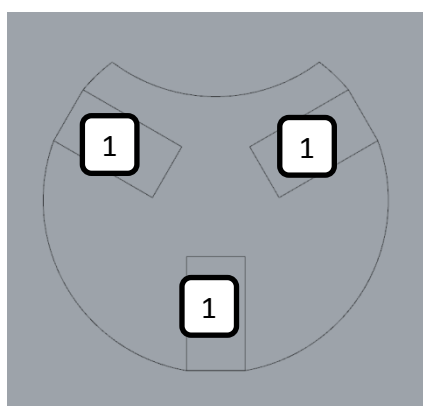


圖 A

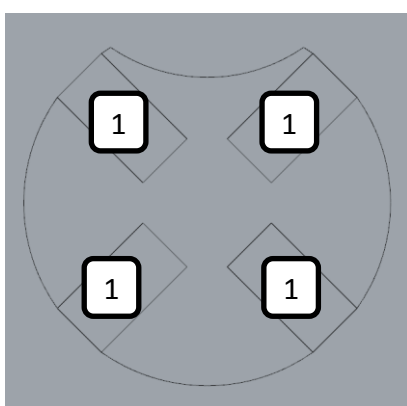


圖 B

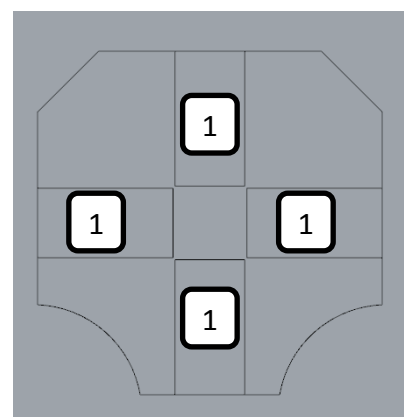


圖 C

當時會把這部機械人設計成這個樣子的有原因的。首先使用這樣十字的馬達擺法(上頁圖 C)是因為我想要這部防守機械人的動作能夠流暢一點，重量分佈平均，不會使重心偏離。

另外傳統的防守機械人與進攻機械人不同，在比賽的過程中大多數時間都是在禁區內活動，而不需要作繞球等複雜無論是在追球時或者在看不見球復位時，大多數使用的都是向前、向左、向右或者向後這四個運動方向，只有在需要出營擋球或把球清離龍門和禁區的情況下，才有機會作左上、右上等斜向的運動方向。由於這種馬達擺法在進行向前、向後、向左、向右這 4 個方向的運動時，祇需要兩個馬達運作，而呈 X 形的十字馬達擺法(上頁圖 B)作向前、向後、向左或向右運動時需 4 個馬達。相對而言，在整個防守機械人程序運行時，耗電量比較少，而且即使馬達的速率不太統一，但在從程序上調整那 4 個常用的基礎動作時，也比較方便。

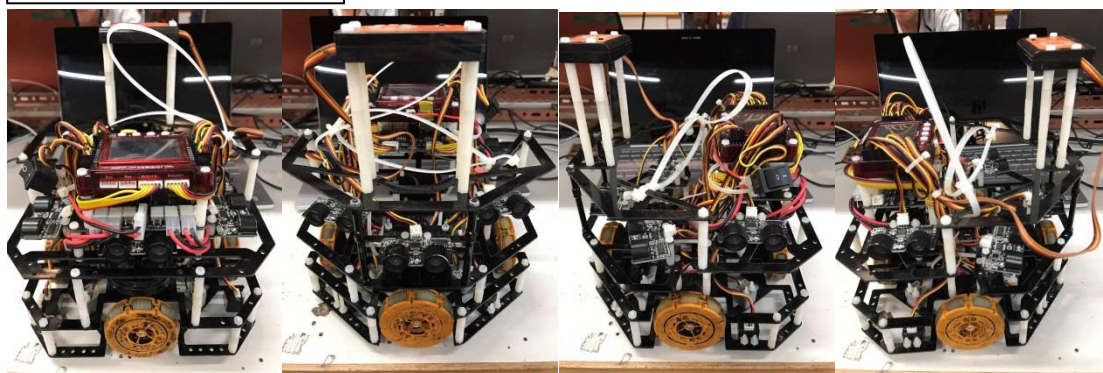
機械人的機頭沒有控球位，而是平的設計，一方面是由於這個馬達擺法的影響，另一方面是我設計時覺得一部防守機械人的機頭擋球位當然是越寬越有利於防守，而一個直直的大平面比大概只有一個球尺寸的控球位要寬，感覺能更早地接觸到球，令其能夠做到有效的防守，所以就有了這樣的設計。

在零件方面，這部機械人使用的大都是中鳴的產品。4 隻馬達為 JMP-BE-3553 的競賽型行星齒 1200 轉的馬達，驅動板為 JMP-BE-3712 的大功率競賽型馬達驅動模塊，控制器為 X2-RCU(標準版)，1 個電子羅盤為 JMP-BE-2613 高級指南針模塊，2 隻 JMP-BE-1722 高級複眼 (V2)，8 隻灰度為 JMP-BE-1411 灰度測量模塊 (光敏)，6 隻超聲波為 JMP-BE-6302 高級超聲波測距模塊。

平時的足球機械人大多只使用 4 隻超聲波(前後左右)，而我還加了左後和右後 2 隻，是想要在寫程序時，它的分區能夠更加準確，能夠很好地守在禁區內，使它的防守能力更好。這樣的超聲波擺法能繼續運用在新的機械人中。

在自己一部機械人時，在編寫程序或調試的過程中都沒有出現太大的難題。但在正式比賽的時候，就發現這個機形有一個問題。當這部防守機去擋球時，容易被對方的機械人撞歪，也使裁判難以判斷是否擠入球，導致比賽有時會出現尷尬的情況。所以這個機形並不太合適。

防守機械人的實體圖



詳細地觀察、總結以及記錄了舊的機械人的優缺點後，就事不宜遲地開始設計新的機械人吧。

余思的設計理念:

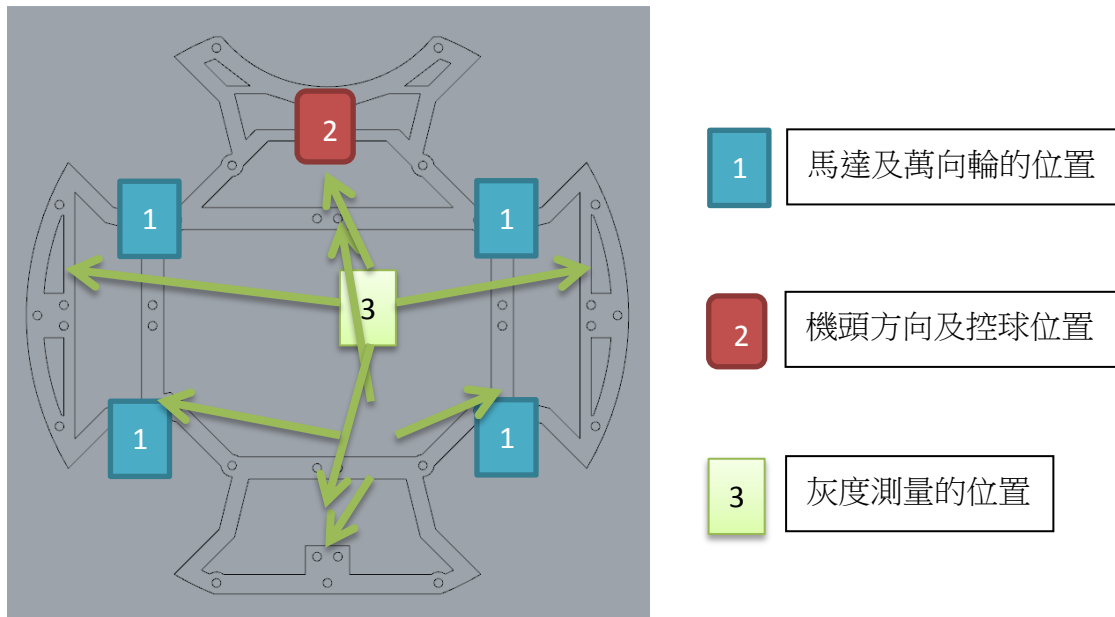
10月3---6日 (開發過程) 參與成員:余思

新學年已經過了差不多半年了,而每年都會有一些新人的加入。今年也不例外,所以他們一進來都會由一些師兄師姐來教他們一些最基礎的知識,而今年我已經初三了所以就到我們來教了。剛開始聽到要讓我們來教的時候,我覺得好像是一件好簡單的事情罷了,只是將自己所學會的東西說出來而已,但當自己真正地實踐起來的時候才發覺根本沒有自己原先想像得那麼容易。首先你要對基本的程序瞭如指掌才能教導他們,但真正教下來才發覺原來自己對基程序不是自己想到那麼純熟,甚至有些位置自己雖然懂但卻不知如何表達出來,可能是因為經過了一個漫長的暑假吧。有很多基本的東西都忘了。通過這次的事情後我知道了自己原來對程序的熟練度並不高,之前也一直高估了自己對程序的熟練度,自己的基本功也不夠扎實,我想這也是導師要我們來教導師弟師妹的其中一個原因吧,既能讓他們學到東西外還能檢視自己的不足,從而去改善。我知道剛開始去學機械人基礎知識是十分重要的,因為這將會影響後來你如何去接收一些更難更深奧的東西,所有東西都是建立在基礎上,所以我不想因為自己對程序的不熟練而影響到其他學弟學妹。所以當我意識到這點之後自己也開始着緊了,害怕自己教得不好同時也覺得自己還差很多,所以自己也即時請教了一些師兄師姐同時在此之後開始加強自己對基本功的熟悉度,希望自己的基本功可以更扎實。另外,在教新人的過程中,我發現了他們的問題都離不開以下一點:程序格式的問題。

因為我是由小學開始接觸機械人這樣東西,那時的理解力並沒有現在好是因為那時還小,所以我們一開始學的時候都要用拉圖標出來然後打一些簡單的條件語句再把它們連線連在一起就完成了一條程序了。所以我們對程序的認識可以說是建立在這些圖標上,是到了中學才開始學習用子程序來寫程序的,但在教新人的時候必須要跳過拉圖標這部份直接用子程序來教,因此在教那些新人的時候我就在想應如何去解說,這的確是難到我的,當然最後我也是過關的,但他們主要犯的問題跟我們以前甚至現在犯的問題都是一樣的,就是格式上的問題。用子程序寫程序是多一個括號一個分號也不行的,不用說那些新人了,就連自己也會經常在這裡犯錯,以致在平時練習或比賽中都在這裡浪費了很多時間在格式上,有時更有可能因為一些分號擺錯了位置而導致整條程序出錯或者運行不到,所以這些符號在整條程序中是十分重要的,一個也不能多和少,因此在寫的時候一定要十分注意,否則到出錯的時候就會浪費本來不用浪費的時間了。

在教導完他們之後他們對自己也掌握了基本的程序了,而自己也透過這次,更加意識到自己的不足,我也找到了根本的原因,是我的基本功還未夠扎實,所以我會更加努力做好自己,這次的收獲除了教會了他們之外最重要的都是發現了要好好扎實一下自己的基本功,做到真正的提升自己!

11月 1----30 日 蔡伊繪畫機器人設計圖 (開發過程) 參與成員:蔡伊



底層有 4 個中鳴產品 JMP-BE-3553 的競賽型行星齒 1200 轉的馬達，因為這次是想要造一部攻守兼可的足球機械人，而且上一部防守機也證明了該機形不太合適，所以這次使用的是呈 X 形的十字擺法。

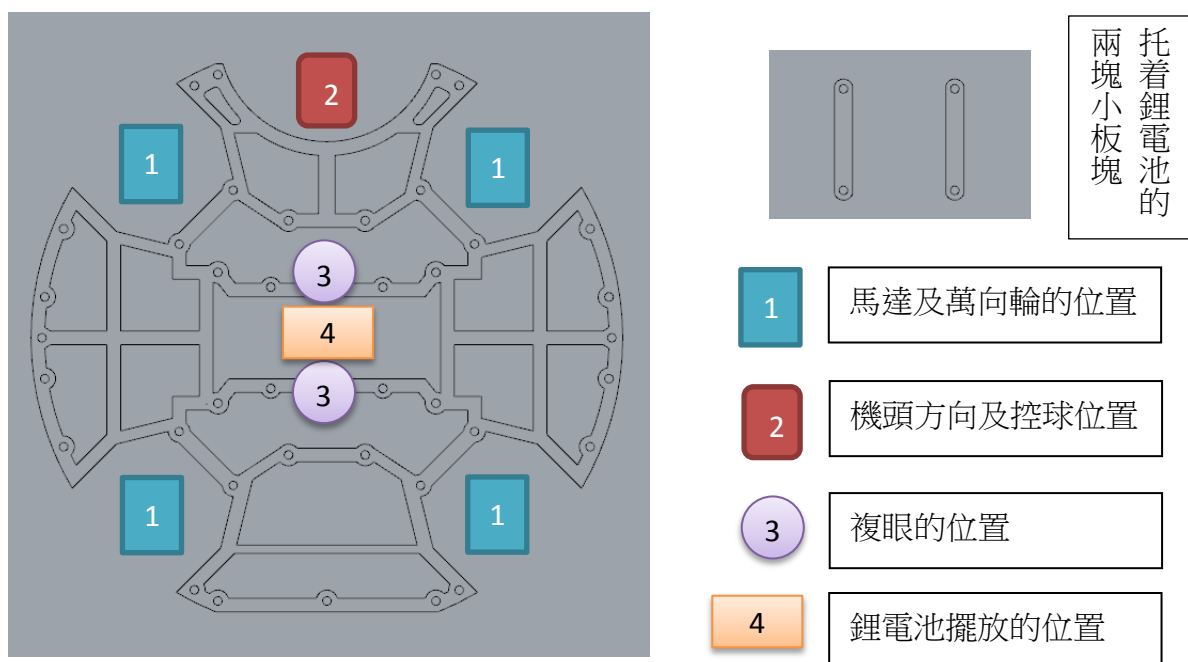
底層只有 1 種傳感器，就是用來測量比賽場地上白線的灰度，目的是防止出界。前後左右各安裝 2 個，一共 8 灰度，採用的依然是中鳴的 JMP-BE-1411 灰度測量模塊(光敏)。由於有時當機械人比賽時，它的運動速度有可能會過快，也可能會有慣性，導致灰度會讀不到，或者讀到了卻已衝了出界，因此每個方向都保險地安裝 2 個灰度，並且一個盡量靠外，另一個與其相差大概一個灰度左右的尺寸，降低機械人出界而導致離場的風險。同時也希望增加編寫程序時的靈活性，能有更多的可能性。

由於是輕量足球機械人，所以就不考慮盤球等較複雜的進攻方式，因此機頭前方有一個開口作控球位，以保持機械人作前方的進攻。這個控球位能保證球進機械人的深度不超過 30mm。這一層是底層，而它所接觸球的橫截面應該比較小，而經過我的一些考量以後，我把這一層開口的深度設計為 18.03mm，使它在接觸球時，更貼合球的形狀，有利於帶著球進攻。

由於輕量足球機械人有比較苛刻的重量限制，所以我也做了大量的挖空來減輕機械人的重量，但一些比較受力和重要的部位，也保持了該有的粗度，如安裝馬達的位置。也定了用來安裝柱子來連接上面一層的孔。

底層設計起來比較簡單、直接，因為馬達、灰度以及柱子的位置之間沒有甚麼干擾，不用考慮太多因素。

底層之後，就開始設計第二層，第二層是非常重要的一層，它將會影響整部機械人的結構，所以在這一層要多花心思，以免「一子錯，滿盤皆落索」。



第二層雖然所安裝的零件只有 2 塊複眼(JMP-BE-1731 通用複眼模塊)，但設計起來卻要考慮很多的因素，因為複眼安裝的好壞會直接影響程序的編寫，以及機械人運作的情況，在設計的過程中多下功夫，就能避免以後會遇到的問題，一勞永逸;另外第二層在連接整部機械人的各層占重要位置。

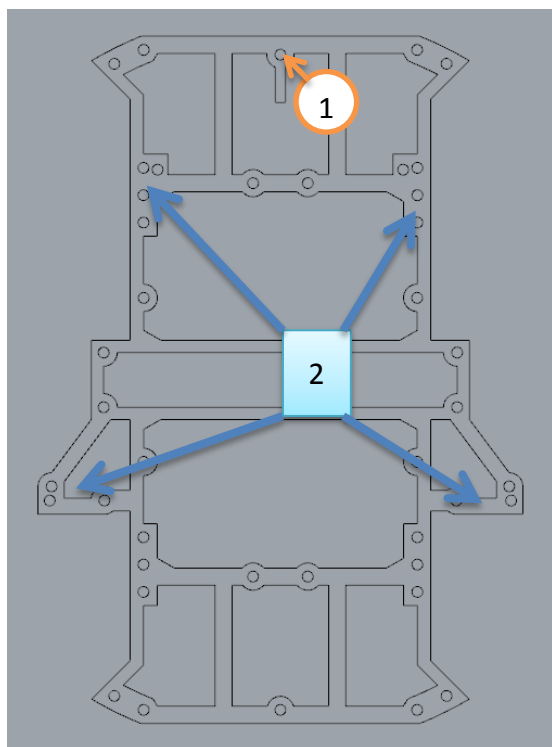
首先，第二層和底層是一起夾著 4 個馬達來安裝的，所以底下的那 4 個馬達會約束了 2 塊複眼能選擇安裝的位置範圍，因為如果複眼的螺絲孔與馬達的位置重疊了的話，在搭建機械人時，便會十分麻煩，若不幸在比賽時壞了其一的複眼，更換起來亦會極度麻煩。靠近中心的位置就不會與馬達重疊，但若兩個複眼之間的距離太靠近，那麼它們兩側的兩隻「眼」讀值範圍便會重疊太多，也不太好，所以兩者之間的距離要好好考量，最後我把它們之間的距離設計 30mm 左右。

2 塊複眼之間有一些空間，比我們所用的，我就打算把鋰電池放在這裏，既可以適用有限的空間，又可以把重心穩定在整部機械人的中心位置。我在複眼之間的地方挖了一個可以容納鋰電池的洞，然後會向下連接兩塊非常小的板，就可承載住鋰電池，而且不會掉出來，解決了鋰電池安放的問題，這個方法又安全又不需要太多的重量。

最後，就要考慮連接上層的連接柱的位置了。首先為了能更好地受力，以及能更方便地搭建和更換，所以要與底層的連接柱分開，因此能看到圖中第二層有很多孔。除此之外，還要避開複眼的任意一隻眼，以免干擾到複眼的讀值。這個說起來容易，但我也在這裏嘗試了幾次，才達到滿意的效果。

第二層前方的開口與底層的互相呼應，而這一層開口的深度為 28.59mm。與底層同樣做了很多的挖空，以減輕重量。

超聲波、控制器、火焰測量和電子羅盤將會安裝於第三、四層，是零件比較聚集的地方。



第三層跟第四層其實許多的螺絲孔的位置是一模樣的。原因是在設計時，我還不能決定超聲波和火焰測量到底安裝在哪一個高度比較好，因此為了保險和有靈活性，就有了這樣的設計。

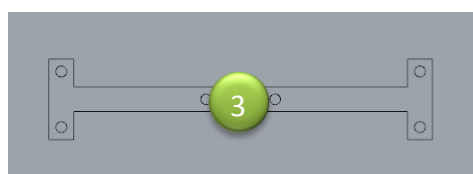
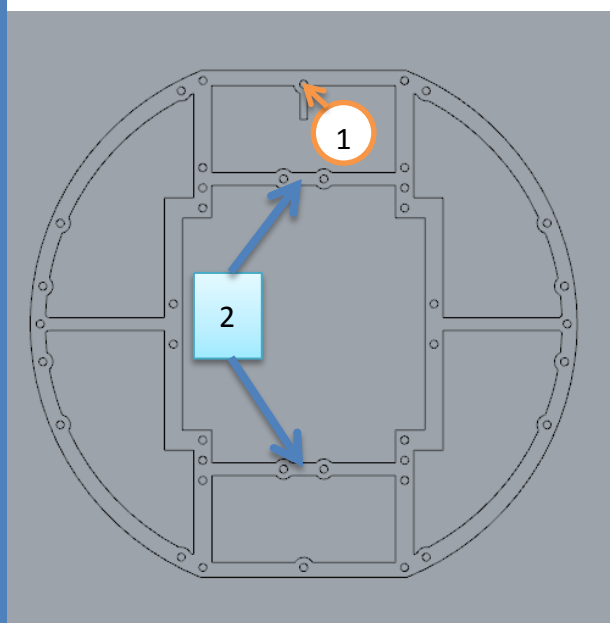
第三層是前後對稱的基礎上再加一些東西而成的。雖然有些超聲波都還未決定會安裝在哪一層，但左後和右後那 2 隻已經肯定是安裝在第三層，因為它們是用來讀龍門的，要裝得低一點，而為了要統一後排的超聲波，如無意外，正後的超聲波也會安裝在此層。比較特別的是左、右、左後、右後這 4 隻都扭了 15 度，也保留原來的孔，一方面是想躲開那些柱子，另一方面是之前的經驗讓我知道有些超聲波這樣裝會讀值讀得比較好。超聲波為 JMP-BE-6302 高級超聲波測距模塊

在最前的地方為安裝火焰測量預留了螺絲孔和位置。

第三層還會裝馬達驅動板和控制器，而這一次使用的控制器和上次不一樣，用的是 X3-RCU，馬達驅動板則和上次一樣(大功率競賽型馬達驅動模塊)。

第四層上面的螺絲孔就跟第三層的一樣，還有一些與第二層連接的孔。

中間的那一個大洞，不只是為減輕重量，而是因為第三層的 X3-RCU 會突出來，如果不這樣設計就會擋住了，而且這樣的設計也方便我使用 X3-RCU。



安裝電子羅盤的小板塊
這次使用的是 JMP-BE-2617
12 方向高級指南針。

1 火焰測量的位置

2 超聲波測距初步確定的安裝位置

3 電子羅盤的位置

終於分別把整部機械人的各個部分都畫好圖了。

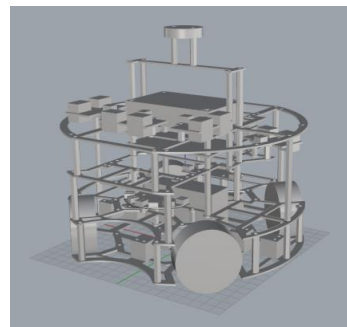
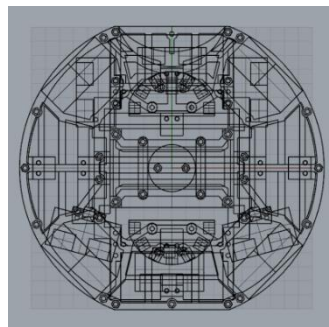
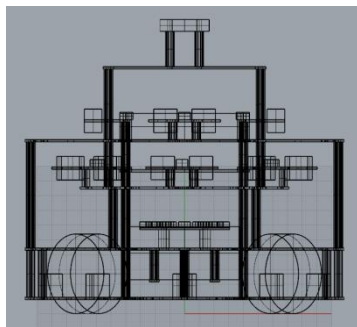
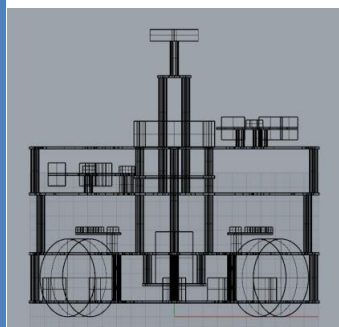
在正式用數控機床製作部件之前，還有一個重要的步驟，就是畫一個粗略的 3D 圖，把整部機械人完成搭建以後的整體在畫圖軟件中模擬出來，然後就能在全方位從不同的角度去檢視這部機械人，就像有一部已經製造完成的機械人在面前，看看它有沒有甚麼出錯或者不夠完善的地方，因為有些位置在平面圖的時候，會考慮不到位，但祇檢視幾個平面圖時，以我比較少的造機經驗是不太能夠發現的，所以這一個步驟就顯得十分重要。

在以前還沒學畫 3D 圖的時候，就會經常剛畫好平面圖，然後簡單地看一看，就急急忙忙地製作 G 代碼，然後使用數控機床機加工部件。所以經常就出現完成所有部件以後，才發現有些地方出錯了，或者有時候是把機械人搭建到了一半，才發現錯處，甚至會在辛辛苦苦地完成搭建後，正式編寫程序時，才發現。為此，我又要浪費時間改正圖和重新加工部件，甚至把機械人拆了，再重新搭建。這樣又浪費精力，又浪費材料和時間。

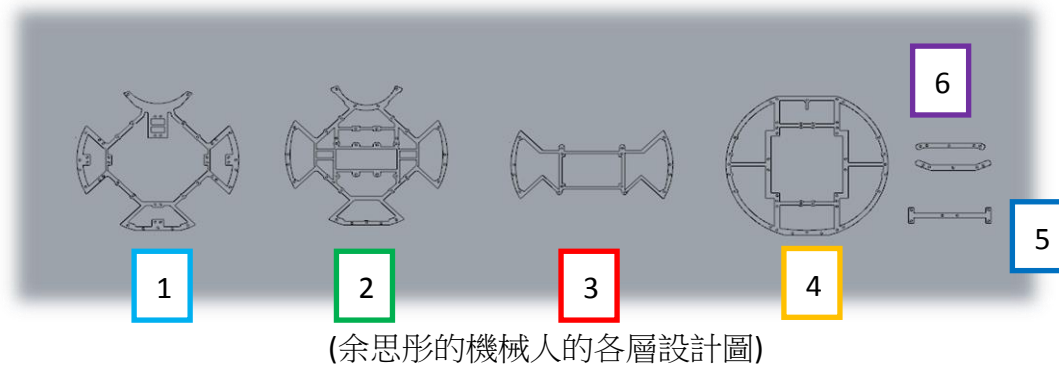
畫這個 3D 圖的過程不太複雜，主要是把機械人各部分的平面圖擠出成立體的，然後把各個部分像搭積木一樣和搭起來，就可以完成這個粗略的 3D 圖。

雖然說起來好像很簡單，但作為畫 3D 圖新手的我，在一開始畫的時候，並不太順利，各個物件總是擺不對位置，因為平時習慣了畫平面圖，而畫平面圖的時候，祇需要集中注意力在俯視圖的那一個窗口，但畫 3D 圖的時候，則 4 個視角都要留意，有時在其中一個方向看是正確的，但其實並不是正確的位置，這也讓我當時煩惱。

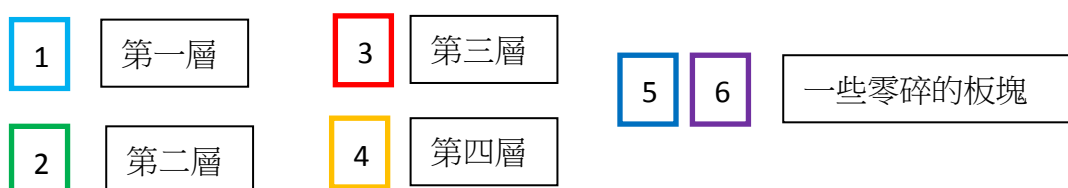
雖然我的畫圖水平不怎麼樣，但我嘗試了，也能到達我的要求。這一次畫 3D 圖是一次新的經驗，也希望以後能夠多練多畫，熟能生巧。



11月1----30日 余思繪畫機器人設計圖 (開發過程) 參與成員:余思
進攻機械人:



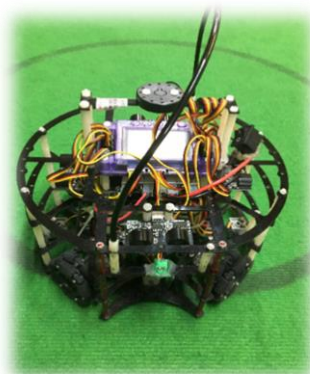
(余思形的機械人的各層設計圖)



這是我專門為了中國賽而做出來的練習機械人,由於之前有幸去到日本進行交流有了經驗,所以在設計這部機械人的時候也知道自已以前設計的機械人的不足,所以在這部機械人中我也根據問題進行改善。

為了能在今年的中國賽中取到好成績,我們由上年就開始準備、開始構想一部新的機械人來進行練習,雖然只是一部練習機械人,可能沒機會在中國賽中登場,但我也沒有因此不認真,反而我覺得即使這只是一部練習機但也是屬於自己的成果,你付出的努力有多少,那麼你收獲就有多少,同樣道理,所以無論它是不是練習機都好,我都會用自已的最大努力把牠做好。在構想這部機械人的時候,我參考了很多不同機型的機械人,雖然我是參加輕量組的比賽,但是在這次的構思中我也有參考到重量組機械人的機型。我們以往輕量組的機型設計的頂部都是三尖八角的,但我參考了一些師兄師姐的輕量機的設計,從以前的三尖八角改成仿似重量組的機械人的機型,頂部跟底部一樣都是用圓弧的形狀,這樣子既可以避免機械人在比賽碰撞中的時候因為一些三尖八角的位置而卡住,也可以保護到機體的零件安全,以免在碰撞時受到損毀。這就是我部練習機最初的構想,除了在外形的設計外,我們還有想過參考師兄師姐之前輕量機,裝控球,但最後覺得難度太大了,所以最後也取消了這個念頭。

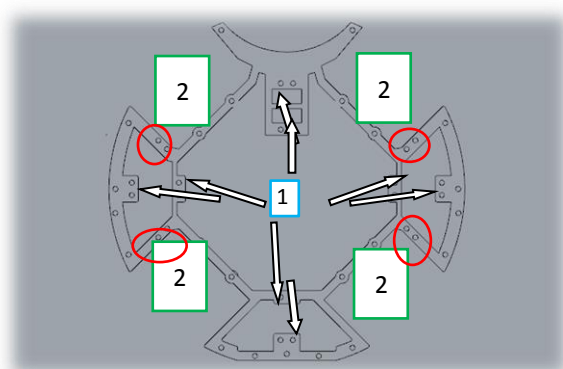
完成圖



設計過程和設計特點:

這部機械人主要分成四層以及由一些零散的板塊組成。接下來我將會逐層詳細地介紹我是如何設計這些板塊以及設計時的特點。

第一層:



第一層 :第一層是整部機械人的最底層，也是用來支撐整部機械人最重要的一層,所以這層十分重要,會影響整部機械人的結構。因此在設計這層的時候要特別用心。由於是底層所以是最開始設計的一層,所以在設計的時候需要花最多的時間。

灰度擺位:在設計這層的時候我最注重的就是灰度的擺位,要在比賽中守好界除了在軟件上要有一條好的程序之外,在硬件上的設計也十分重要,如果設計得好的話,那麼就可以減低出界的機械人出界的機率,因此它的擺位是十分重要的。而我每一個方向最少都會設計可以放到兩個灰度的大小,根據我設計上一部機械人的經驗以及我以往寫守界的程序,我發現無論是前後左右那一個方向都好,它的第二個灰度必須要離它前一個灰度要有一段距離,我以前試過把同一方向擺位的灰度貼住擺放,加上自己寫程序的本領未到家,結果導致在踢一場球賽的時候不斷出界,但當我嘗試在設計的時候把灰度擺位的位置改一改,把它向後移動,使前後灰度之間有些距離,當我這樣設計下來的話,在守界的時候果然減少了出界的機率。而前後左右四邊的第一個灰度當然就要擺放得靠外一些,這樣就可以更快地探測到白界。而除了灰度前後的距離外,在這部機械人中我還設計了多幾個灰放置灰度的位置,目的是希望能夠透過放置更多的灰度從而減少出界,這部機械人上限可以擺放 12 個灰度。

減少重量:至於中間的部份為什麼要空出那麼多位置呢?因為是為了能夠把一些沒有用的部份盡量減少重量,我們輕量組的機械人有重量的限制,所以在可行的情況下那怕 1g 我們也希望能夠做到最足,1g 就這樣看起來並不多但當這裏 1g 那裏 1g 的話就很多了。

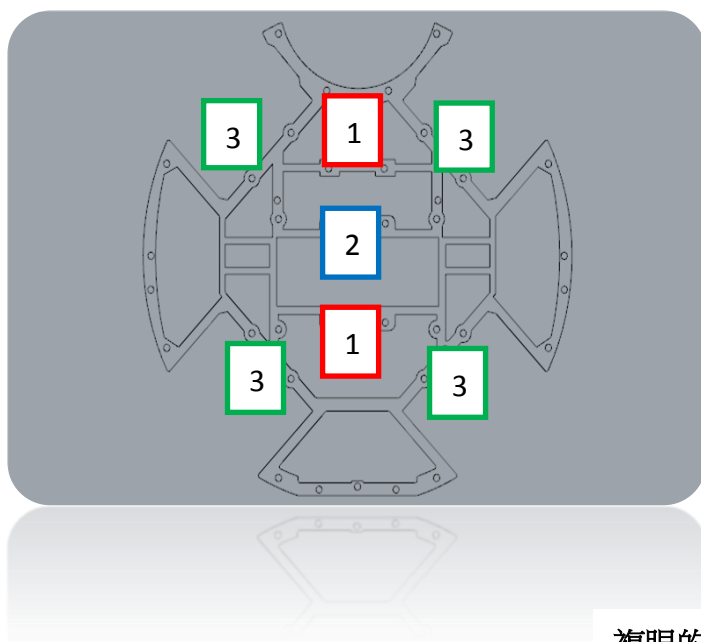
馬達擺位:另外這次馬達的設計位置並沒有什麼特別,我們都是採用 45 度的位置擺法,由於我們使用的是萬向輪所以使用這個擺法的好處就是能讓機械人活動得更自如可以走更多的方向。

第二層:

1 複眼擺放的位置

2 鋰電擺放的位置

3 馬達擺放的位置



第二層:這一層主要我是用來擺放複眼、鋰電、鎖實底層的馬達以及支撐第三層。在這層裏有很多細節位要想,因為這層是整部機械人中圖形最多個最複習的一層,除了擺放鋰電和複眼之外在設計這層的時候腦海中就要想像第三層的樣子,否則就無法確定固定第三層的位置。

複眼的位置

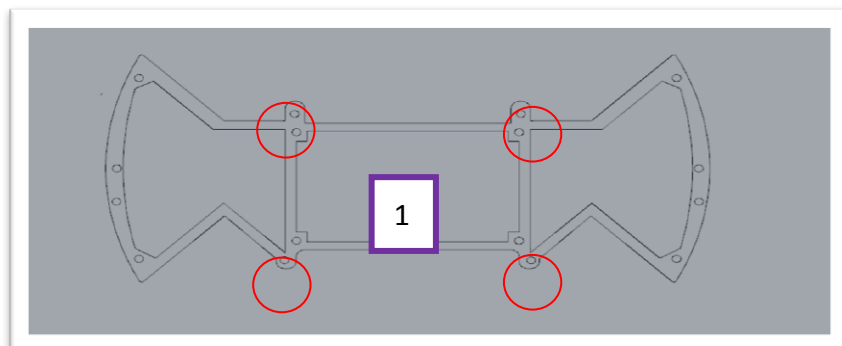
追球是在足球比賽中十分重要的一組動作,也是決定能否進球的其中一個重要的因素。進球就是整場球賽勝負的關鍵,而追球就是靠球發出的紅外線然後再由複眼來接收這些信號,再經自己寫好的程序來使機械人追球。因此能否追球追得好就關鍵就在於複眼的擺放位置了,如果擺放複眼的位置前方有很多地方都被擋住了的話,那麼就會影響到複眼看球的光線的強弱,嚴重的話甚至會擋到某幾隻眼而導致檢測不到球的方向,所以這個位置必須好好設計以避開一些延伸到上一層的支架。另外由於我之前第一部設計的機械人的複眼位置畫得太後了,導致在追球時影響到其它的動作,我原本覺得複眼就算擺前一些或者擺後一些都是沒有分別的,但原來分別可大了,會直接影響到追球的流暢度,那時找了問題的根源很久最後我參照別人的機械人嘗試把複眼的位置擺放得後一些,問題果然解決了,因此我設計的這個位置是避開了大部份的支架以及儘量設計得靠前一些。

鋰電的擺放位置:如圖所示,鋰電的擺放位置我是放在第二層的正中間的,目的是為了讓機械人的重心使它不向任一個方向傾斜。還有的就是我之所以選擇第二層來擺放鋰電池是因為在比賽的過程中機械人會經常發生碰撞,所以為了保護鋰電避免被撞到,就選了第二層,因第二層是最多位置和受到最多板塊保護的一層。

第三層:

1

馬達驅動板和 RCU 的擺放位置

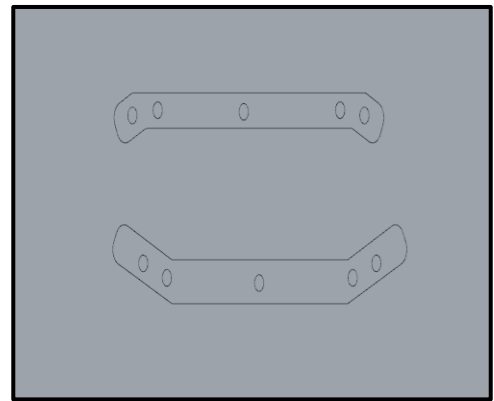


第三層我是用來裝馬達驅動板和 RCU,由於我這層我只用來放這兩樣零件,所以這層我並不像前兩層那樣把板塊設計得那麼大,除了不會浪費多餘的材料外還可以減輕機體的重量。

馬達驅動板和 RCU 的擺放位置:與第二層放鋰電鋰電的原因一樣,放中間是為了令它重心平衡,不易傾斜,所基本上所有擺放零件的位置我都會盡量令它們取得平衡,這個也不例外,而為什麼馬達驅動板和 RCU 的擺放位置是在同一個地方的呢?是因為我打算跟過往一樣把它們兩個連住來擺放馬達驅動板在下,而 RCU 在上來擺放,所以擺放 RCU 的位會在馬達驅動板上面延伸上去,因此位置一樣。而我打算用的就是六路馬達驅動板,巧合的就是它的螺絲裝嵌位和 RCU 處理器的位置一致,還有一般我們過往使用的馬達驅動板的排線比較短,盡可能的設計在 RCU 同一水平方向的底端,同一問題,放上面會擋住 RCU。最後可以看到我這層板左右兩側都有位置來減少重量,以方便我維修和更換驅動板。以及有減少重量的作用。

加固機體的板塊:

由於第三層為了減輕重量而故意把它設計成這麼細小,雖然有減輕重量的作用,但如果再往上砌的話就會發現這部機械人開始不穩固因為第三層並沒有跟前後連接,只是跟左右作連接,所以前後的位置會由第二層用膠柱直接連到第四層,由於距離太高了,所以會導致不穩的情況出現,這時只要加這兩塊板分別在前後第二和第四層的中間就可以加固了

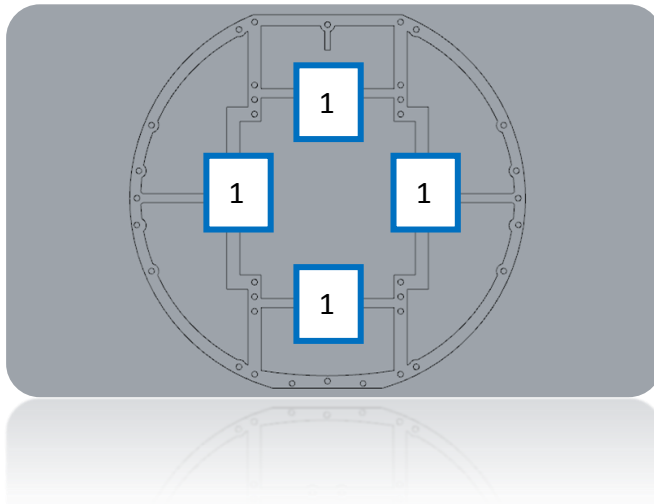


(這個並不包括在第三層內)

第四層:

1

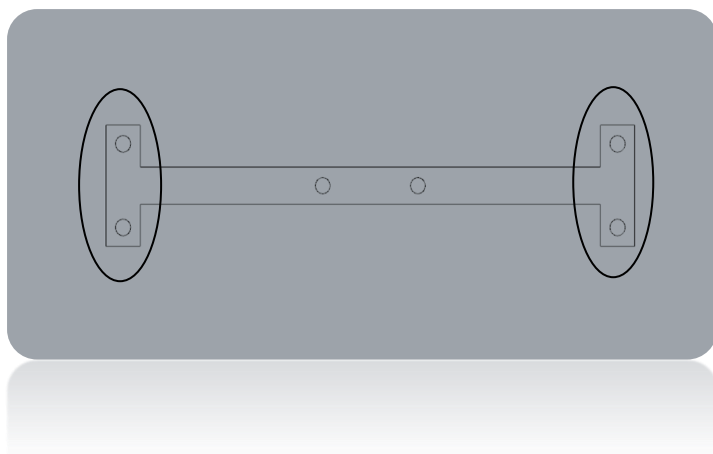
超聲波擺放的位置



這層是整部機械人的最頂層,現在就只剩下用來探測距離的超聲波和分辨方向的電子指南針未裝而已,所以在這層裏就要設計好超聲波和指南針的擺放位置了,而因為有時可能會受到磁場的影響,所以指南針裝得越高越好,因此我覺得可以裝得高過這一層,所以這層我只用來裝超聲波。

超聲波的擺放位置:無論是在機械人球賽或還在 DEMO 中,超聲波都是不可或缺的一部份。有很多數值和測試都要用到它,例如在足球比賽的時候,進攻需要守中,而項動作需要就用到超聲波來量度距離,當然最好就是每個方位都裝有超聲波,但考慮到重量的問題以及如果個個方位都裝有的話,那麼就一定有些位置是斜著來擺放,這樣的話,超聲波的讀數就有可能常在 4095 這個讀數中,也就是說根本什麼也探測不到,所以我只需要前後左右四個基本方位就夠了,而中間留空位除了減輕重量外最重要的就是留空位給我按和看 RCU 的顯示屏。

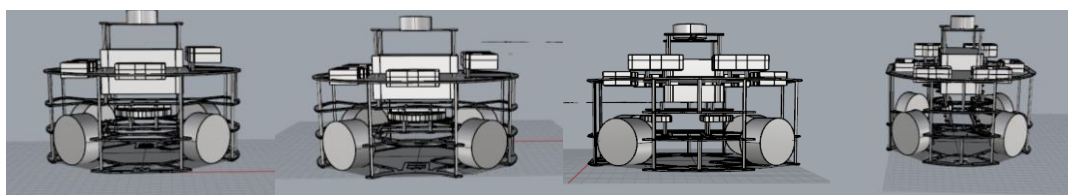
裝指南針的板塊:



這塊板是用來裝指南針的,而圖中所圈的地方是作第四層與這塊板的連接的。

過程並不是單純地設計好一幅設計圖,而是會影響到整部機械人成了形後的總問題,所以不能忽視和看輕這一個過程。而在整個過程難免會遇到大大小小的問題,例如構思這部機械人的機型以及其它的部份的問題,尤其是在設計第二層的時候,因為第二層是連住第三層的,所以要想得特別多,無論是一些很微少的地方也要十分注意,有時可能你想在第二層的一些地方加一些小孔去支撐第三或第四層,但有時又會被一些零件的擺位所限制,所以在想這個的時候是十分令我頭痛的,但到最後所有問題也得到了解決,令我開心的除了能完成了整部機械人外,最重要的是有時在遇到問題的時候懂得自己去解決,令我收獲了很多,又獲得了一次造機械人的寶貴經驗,到下次設計的時候也會像這次一樣除了構想一部新的機械人外我還會吸收以往造機的經驗尤其是這次的經驗令下次做得更好,也令我更享受下次製造機械人的過程。以下是我進攻機械人的立體圖:

3D 圖視: (如下圖)



(後)

(前)

(左)

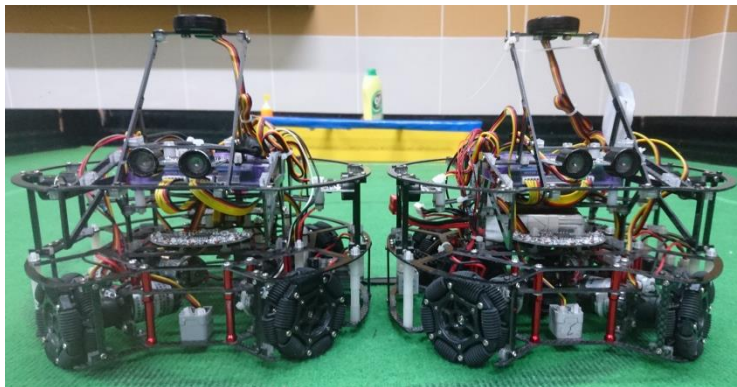
(右)

為了在正式把這部機械人變成實物之前避免它有任何出錯,以致浪費材料,所以我們的教師教了我們在 Rhino 上畫 3D 設計圖,以模仿這部機械人的實體給我們看清楚。在開始學的時候我是覺得很麻煩的,除此之外,當畫立體圖的時候需要想像實體機出來了以後的高度,所以零件那些的高度都要準確地量度,這個過程真的是麻煩,但當我想到這部機械人就快完成時我就有動力做下去,自己辛苦了這麼久成果終於快出來了。而最後就完成了這個立體圖,除了能看清楚部機體外,我還學多了一項技能,收獲了更多。

11月1---30日 譚仔繪畫機器人設計圖 (開發過程) 參與成員:譚仔

譚仔的設計理念:

而我也必須開始設計機器人了,即使開發圖像傳感器也是十分重要,但必須把設計機器人放在第一位,待日後成功開發到圖像傳感器後可把它當作一個部件安裝在機器人上!



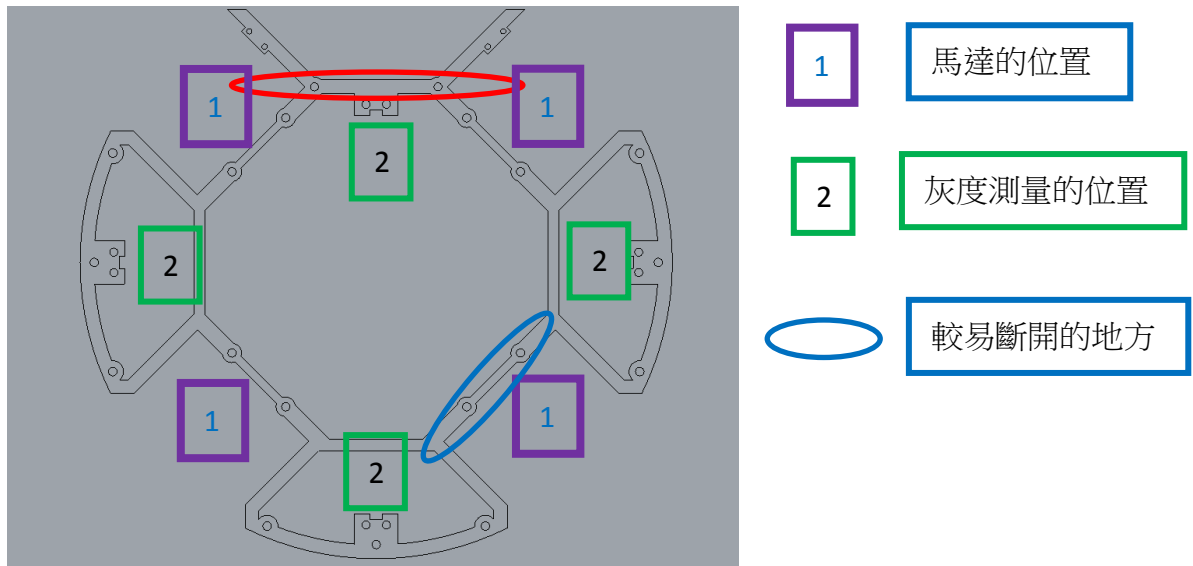
但前提必須有一部機器人,所以我也必須趕緊開始設計自己的機器人了!而我們會參考一下上一年的輕量足球機器人,因在上一年足球機器人中,這機器人設計是因應能夠在做任務賽和比賽過程中,有著相同的機體設計,能夠在軟件方面也提供到十分大的方便性!

所以我們這年也會沿著這一點去設計我們的機器人!而上圖中的機器人就是上一年的足球機器人,兩部機器人的設計基本上是完全相同的,所以能夠在編程時也能一同做到要求,十分方便,也不會因機體不同而在人手分配上難度也增加!

而我過往是參加重量組機器人的,已經很多年沒有接觸過輕量足球機器人,還記得我還是參加輕量組足球的機器人的時候,那時的賽際仍然是以純打比賽為主,轉去玩重量機器人的時候才剛加入了筆試這環節!而我是今次比賽剛轉回輕量足球機器人!所以我的機器人也會因應現今的賽制去構思和設計我的機器人!

而在過往,無論是重量組足球機器人或者是輕量組足球機器人也好,我在硬件的方面也是有較大的不足的,所以在這次的機器人設計中,我會比較注重在因賽制(DEMO任務賽和當場編寫機器人的程序)和硬件上的提升中,希望能夠達到比以往更完善更穩重的設計!使機器人能在比賽中有著穩定的發揮!

加上我以前設計機器人的時候,會有一個想法,就是把需要的傳感器,零部件等都能安裝上去機器人身上就可以的概念,但這是十分不對的,因為要設計一部好的機器人,是要從很多方面去考慮的,如機器人的重心是否盡量接近機器人的幾何中心,這樣會使機器人行走起來流暢很多;超聲波的安裝高度,必須考慮到是否足夠高(低的話會讀到紅外線電子球)和是否與龍門的高度接近,這樣便會有任務賽時較容易去解決問題!



上圖是機器人的底層,用了四個馬達,是中鳴產品 JMP-BE-3553 的行星齒的馬達, rpm 為 1200 轉!傳感器方面有一種,就是用來測量比賽場地上白線的灰度測量傳感器,目的是為了防止出界。前後左右各安裝一個,一共有四個灰度測量傳感器,採用的依然是中鳴的 JMP-BE-1411 灰度測量傳感器(光敏測量)。

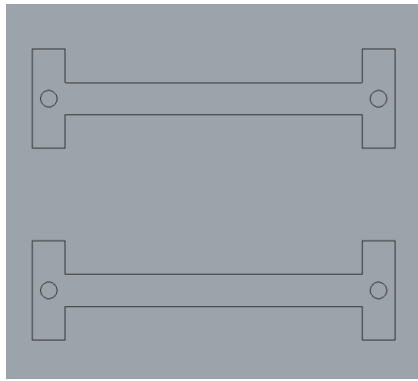
比起過往的設計上,在底層中,我們的連接點較以往多了,這樣一來就能使底層更加穩固,但因為是輕量組機器人的關係,我也並沒有連接太多。

然而過往的主要支柱或連接方式是利用環氧玻璃纖維板作連接的,即使這樣穩固性是十分高的,但會有一點麻煩,因為要以環氧玻璃纖維板作連接的話,是需要利用十分小的膠粒的,而這些膠粒上是有螺絲孔的,這樣就能使板與板之間連接了,但因螺絲孔比較小,所以要把板安裝好是有一定的難度的!所以這點並不作參考。

我會把有位置預留的都從板改成了由膠柱來連接的!但也有一些位置是不能改的,如在機器人的控球位置中,根本沒有足夠的位置來改動,但只是某一特定位置,所以這部分我們並不改動!犧牲了方便性從而達到了有著最大的控球位置,這令我們在編程時也會變得簡單!

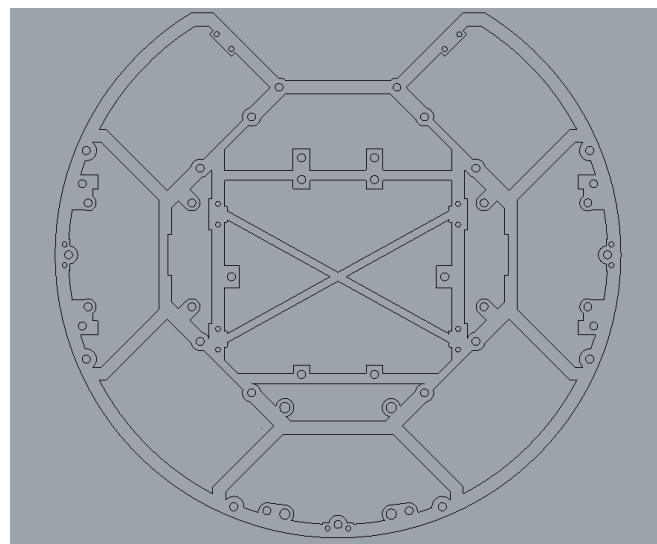
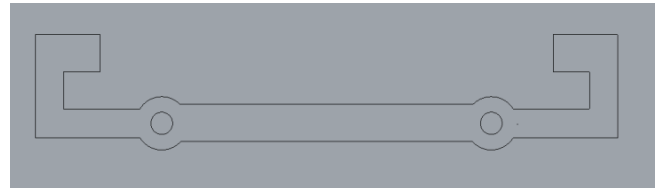
我們也得知上年的機器人是有一部分是使用碳纖維板的,而碳纖維板在硬度上是比環氧玻璃纖維板強得多的,和在重量上也比環氧玻璃纖維板來得輕,所以我們也決定使用環氧玻璃纖維板和碳纖維板去作為機器人的組裝材料!

從上圖可得知,我的機器人的底層面積因要減小重量的關係使得十分少,特別在馬達的位置和控球位置(因使控球位置達到最大的關係而不能增闊),這時侯我們便會利用碳纖維板來代替環氧玻璃纖維板去增強硬度,降低因面積不足以致結構斷開的機會!



左圖是底層與第二層連接的其中一部分,而這部分是用作控球位置的,就是剛提到的位置不足的問題! 在控球位置(因使控球位置達到最大的關係而不能增闊),利用碳纖維板來代替還氧玻璃纖維板去增強硬度圖中的圓就是用作把板和膠粒連接起來的,即是只有一小孔,但也十分穩固的!

右圖就是左圖是底層與第二層連接的其中一部分,是用作放置表示紅外線強度的紅外線接收器的傳感器,加上這層也同時是用作分隔兩層的中隔層,因為是在控球位置,受到的撞擊也會較多,避免直接受力於支柱,所以需分隔兩層!



左圖就是機器人的第二層,因為這層是安裝較主要傳感器的一層,同時是連接以後的基層,也就是最重要的一層,所以,即使是要減少重量,在結構上也要做得較好才可以!

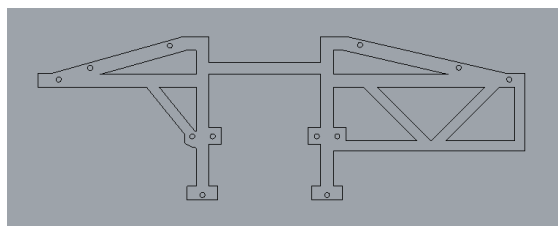
因這層結構做得不穩固的話,會使機器人變得不穩固,所以這層必須做好!另外,這層也是較多傳感器的電線及信號線經過的一層,所以不能使用碳纖維板,必須使用環氧玻璃纖維板來代

替。

因為碳纖維板不只是硬度高,重量輕,更加是十分鋒利的,在機器人移動或受撞擊時,有可能會把機器人的電線及信號線割開,加上碳纖維板是由碳元素組成的,而碳是導電的,所以當電線及信號線被割開時以致漏電的情況出現時,十分大機會令整部機器人燒毀,所以機器人的第二層有必要使用環氧玻璃纖維板來代替碳纖維板去避免這種情況出現!

這層的中間,用了X字型的設計,這樣便可以使兩邊穩固,不會使到因為中間的面積太少而導致周邊的結構不穩,而這位置是用作放置電池的!而在這層,也因為是較重要的一層,所以我把傳感器和機器人等主要零件(四路馬達控制橋)都往內移,因我的四路馬達控制橋是放置在機器人第二層兩旁的位置的,所以也有可能在比賽時受撞而致這些主要零件受損,導致沒法比賽下去,我也在四路馬達控制橋的

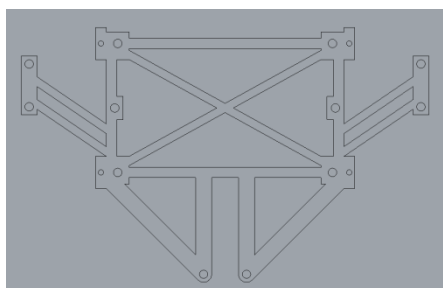
兩旁安裝一條支柱來保護機器人的!
而右圖就是安裝在機器人第二層上的
連接版,圖中這一塊板是用作固定的,
一個就是固定第二層和第三層兩者,
二就是用作固定安裝機器人的中央處
理器(X3-RCU)和一系列的傳感器(如超
聲波等)的第三層!



而圖中的板是豎直安裝在機器人的第二層的,而圖中的是側視圖。另外我把這一塊板中的所有螺絲孔的周邊都擴大了,所以能夠不需要因寬度短而導致硬度不足而從環氧玻璃纖維板轉為使用碳纖維板。

另外,也把面向前方的位置做成了直角,這樣一來可以避免和別隊的機器人爭球時而使球有一部分被撞入了機器人中,這樣便有可能會損毀機器人的硬件,二來就會違反比賽規則!

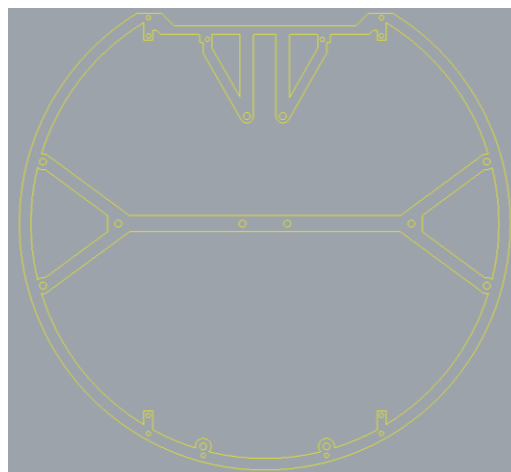
因為當球有一部分被撞入了機器人中,就會侵犯了機器人的控球位置不得超過 30mm 的規則,即使這是由雙方的機器人所做成的,但我們也想避免這情況出現,所以把這方面的問題盡量在設計上解決!



而左圖就是安裝在上圖之間的一層,也算是機器人的核心,因為這一層是安裝了中央處理器(X3-RCU)和三個超聲波的(左,右,後),即使在結構上並沒有太多特別的設計,但因為是安裝主要硬件的一層,所以必須十分牢固地安裝好,所以選擇了放在兩玻纖板(如上圖)之間,使它能

平穩地被兩玻纖板夾住。而在螺絲孔的周邊也有擴大了,所以可以改用環氧玻璃纖維板。

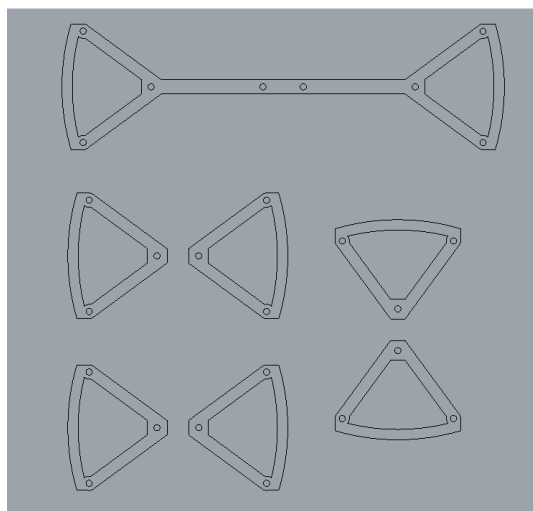
右圖是機器人的第四層,從圖中可見這層的設計是比較簡單的,因為在這層只有一個傳感器,就是前超聲波,所以也當作是一個中隔層,所以大部分的位置也是空的!中間的兩螺絲孔是用作安裝電子羅盤的,而兩旁的三個螺絲孔是用作增加安裝電子羅盤的高度的。



因為我們的機器人去到這層的高度時仍未超過賽規所指定的上限,而把電子羅盤的高度盡量安裝得高是為了能夠更好地避免磁場影響機器人的方向判斷,如果判斷錯誤,便會使機器人比賽時錯失十分多的進攻或入球機會!這是十分可惜的!

所以我們會在這層之上再設計了一些零部件是能夠增加安裝電子羅盤的高

度的,意思就是這一層並不是機器人的最頂層!

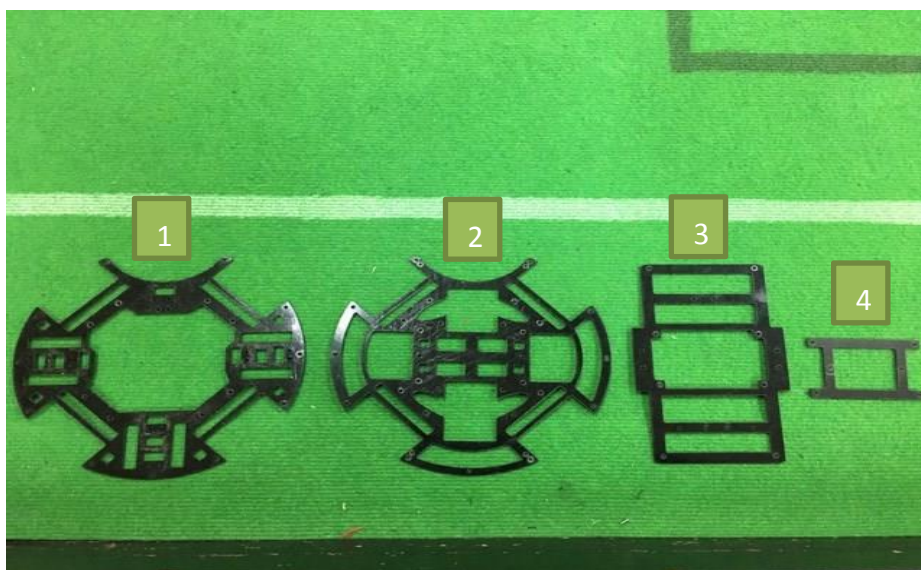


之前提到的用作增加安裝電子羅盤的高度的零部件(如左圖),你能見到是有多份同樣的零部件的,但只是需要的。因為我們要把安裝電子羅盤的高度也有一定的值,如果只使用膠柱去把安裝電子羅盤的高度增加,這樣便可能會使結構斷裂,因為作用力會直接受於整條長膠柱,而膠柱並不是十分堅固(槓桿和力矩),長度較長便會較易斷,所以我們必須做一些板子去把膠柱分開幾層,意義上就是把膠柱的長度減少!而在圖中最上的地方就是機器人的最頂層的地方,我們會把電子羅盤直接安裝在這一層上,可見這層會和圖下方是相似的!

是機器人的最頂層的地方,我們會把電子羅盤直接安裝在這一層上,可見這層會和圖下方是相似的!

11月 1---30 日 聰仔繪畫機器人設計圖 (開發過程) 參與成員:聰仔

聰仔設計理念:



1 機械人的底層

3 機械人的上層

2 機械人的中層

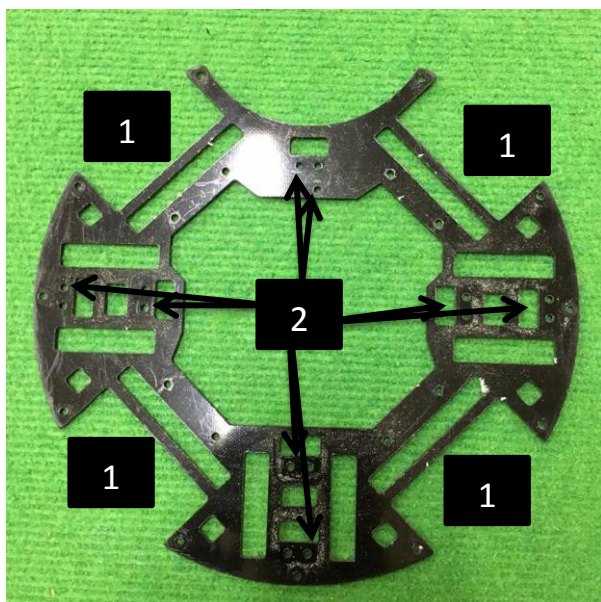
4 機械人的其餘的板塊

在過去的比賽中,我們所使用的進攻方法為一攻一守,但這個方法我們有很多時候當進攻機械人出了白線的時候,我們的防守機械人完全沒有攻擊的能力,這樣會很容易被對方進球。所以今年我們選擇使用雙攻的概念,這樣當其中一部

進攻機械人出白線的時候我們還有另外一部進攻機械人來進攻兼防守。

它們可以既可以進攻又可以防守，因為當有兩部進攻機械人的時候，對方只有一部進攻機械人，正常兩部機械人一定比一部機械人更加有攻擊能力，這樣我們可以令對方沒有還擊之力，但這樣我們沒有防守能力，所以我們想把程序上再調好一些，例如把比較好的機械人的守中在前一些的位置，而沒有那麼好的進攻機械人守中在後一些位置，後方的進攻機械人我們可以把它的光度值較大一些和把後方機械人速度較慢一些，這樣可以令到兩部機械人沒有那麼容易互相卡著。這樣我們的後方進攻機械人變成了半進攻半防守的機械人，這樣可以大大減少對方的進球率，我們的勝率大大增加。

我們也選擇了最簡單的機械結構，參考歷屆的機械人來完成今年的機械人。參考以往的不足來設計，在設計方面我也有考慮到做任務的機械人如何最簡單地寫程式。因為太複習的機械結構會令 **program** 更加複雜，這樣會令我們在 **program** 和任務賽上花多時間。



1 馬達位置

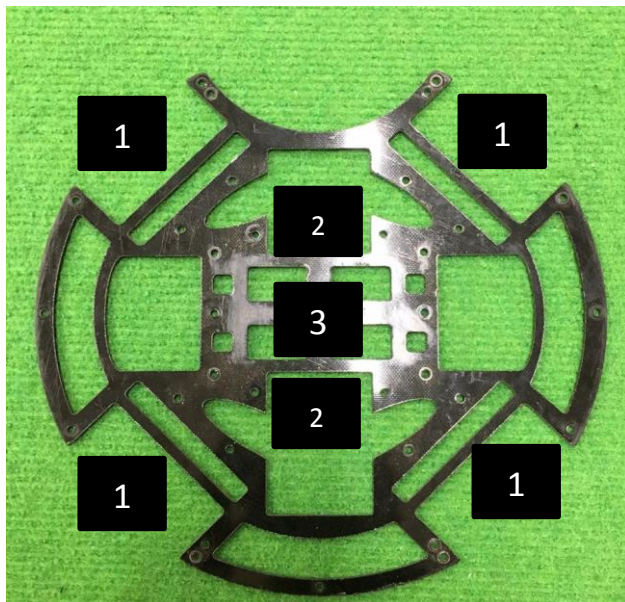
2 灰度位置

這幅圖是我的機械人最底層，主要擺放四個馬達和八個灰度，馬達位置平分十字形的擺法。灰度位置類似左右或前後擺放，在底層的空餘位置，如上圖把板塊多餘的地方切割掉，以減輕重量。因為機械人比賽中有限重量，輕量機為 1100 克。我要機械人的板和硬件合起來不能超過這個重量。所以要考慮一下在設計來完成這個基本要求。

在灰度方面，因為過去比賽中，發現了機械人經常出界，有兩個可能性發生，第一是硬件方面第二方面是軟件方面，我們首先要排除是在硬件方面要做到最好，我們曾經用四隻灰度來比賽，所以當機械人速度快的時候，有機會因為機械人速度太快而灰度檢測不到白線。所以我把機械人底層的灰度擺法為左右或前後，因

為當機械人最外面的灰度檢測不了的時候還有位置較內的灰度來檢測。這樣可以更加好地守界。

在馬達方面，在過去的比賽中我們看見有很多馬達的擺法，例如有三個馬達或四個馬達，我們知道了三個馬達有一個缺點，就是三個馬達在速度上比較慢或在走斜線的時候，沒有四個馬達的擺法比較好。但在四個馬達中，有兩種擺法，就是前後左右或平分十字形擺法。這兩種擺法比第一種擺法更加好，因為有一種優勢，四個馬達比三個馬達的力更加大，然後我們在選擇前後左右的擺法還是平分十字形的擺法，我們上網尋找一些關於足球機械人的比賽，我們看見在進攻方面用平分十字型擺法，這種擺法在向左或斜線動作中，動作的順暢度比較好。當前後左右的擺法中，因為這種擺法只在向左或向右的動作中比較順暢，當它要做一些向右上走的動作中，機械人會十分困難地或完成不了這個動作，所以最後我們選擇了平分十字形的擺法。



- 1 馬達位置
- 2 複眼位置
- 3 電池架位置

剛剛我說了最底層，這次我介紹的是中間的板塊，這塊是連結底層和上一層，這一層比較重要，因為上層要靠它來支撐，它也要跟底層連接。所以在設計這一層要比較專心。

首先這一層只有擺放兩隻複眼和如何設計一個擺放電池的位置，在設計復眼擺位中。在過去比賽，我記得有一場對手用的擺法是左右擺法，但我們在很多場比賽中我們選擇的也是前後擺法。我們要考慮機械人可否適合於左右擺法，因為當機械人前方有球的時候，機械人的複眼有機會檢測不了。但當機械人用前後擺法的時候，每個地方也檢測得比較完美，當使用第一種擺法的時候我們要在機械

人前方加多一隻紅外線接收器。所以在搭建過程中也比較麻煩，最後我選擇了前後擺法。

在比賽中因為機械人之間有很多碰撞，對方的機械人有機會碰到我方機械人的輪子，所以我們把底層和中層之間的馬達也要使用螺絲連接起來，這樣可以更加穩固。

在設計電池架中，我想把電池放在前後複眼的中間，所以要把位置設計好。在設計支撐柱中，我把中層與上層之間採取用八條柱，這樣可以更好穩固，在過去我的機械人採取用四條柱，這樣會令機械人在對抗中有機會損壞，所以今年我使用八條柱。這樣可以增加機械人的穩固程度，另外我把機械人前方的柱，把連接底層的柱和連接上層的柱兩條分開，可以減少柱的受力，當柱越短受力越大，所以機械人當互相碰撞時可以避免膠柱變形。這樣也可以更加穩固和可以把速度調得更快。



現在只剩下最後一塊主要的板，這塊板上裝有 RCU, 四路, 超聲波, 電子羅盤。因為我們在很多時候也要用超聲波，例如在任務賽，守中和守界等等。我們也要用超聲波來測量機械人在場上那一個位置，這樣可以更加準確地知道機械人與白線之間有多少距離。我們要考慮那一個擺法是最好的，因為它可以改變機械人執行程式時的流暢程度，最後我們用了最基本的擺法，就是前後左右的擺法，可以更加容易量度距離。它承接

着下層的板塊，原先這塊板塊的外形設計為圓形，但因為重量問題而改變形狀，變成長方形。這樣有一個缺點，就是當機械人不是正對籠門，機械人的左右超聲波會撞壞，因此這個問題要在程式上調好了。

現剩下這一板塊，這塊板塊是 RCU 所在位置，經過 RCU 四個小孔再連接上去這塊板塊。在過去因為電子羅盤直接連接第三層，這樣因為裁判要把手，直接拿著電子羅盤的位置，把機械人提起，導致我的機械人連接電子羅盤的螺絲很鬆。所以今次設計累積過去比賽和機型結構，在電子羅盤下方加上塊板，再向電子羅盤和板塊之間用鉛柱連接，這樣可以更加穩固。



12月25日 搭建機械人後討論 (開發過程) 參與成員:全體

切割機械人部件及完成搭建機械人的總結:

現在我們全隊 4 個人都已經完成了各自造機的任務，所以便集合了各位隊員來開一個短會，總結一下各位在這段時間中的造機過程。

我們隊伍裏的每個人都已經不是第 1 次造機，所以大家都有一定經驗，能夠完全靠自己來完成造出一部機械人的任務，不需要隊友特別的幫助，這樣能夠讓我們把全部注意力都放在自己的工作，從而提高我們整個隊伍的工作效率。

在各人用軟件設計完機械人和數控機床的加工路線以後，便逐一開始切割機械人的部件。由於我們學校的機械人小組只有一臺數控機床，所以余思、蔡伊和聰仔需要排隊輪流使用它來切割機械人的部件，不過因為大家都已經很熟悉如何操作數控機床，所以大家都盡量以最快速度完成自己的部分，以免影響到了隊友的進度。

而譚仔設計的正式參賽機械人需要使用碳纖維板，因為如果我們自己用數控機床切割碳纖維板的話，會使學校數控機床的壽命減短，而且切割過程中所產生的碳纖維板的粉末是對我們的身體有害的，所以這種材料並不合適我們在學校自己切割，所以譚仔經過考慮後，選擇了在淘寶上找商家加工碳纖維板。之所以會選用碳纖維板是因為它的硬度比環氧玻璃纖維板強，重量也比較輕。而這次所選擇的商家是上一年我們有光顧過的哈長偉碳纖維板精加工店，因為它所加工的碳纖維板質量還是挺好的，所以我們依舊選擇了它。而且在貨到之前，譚仔可以把時間運用到其他方面，這樣就可以更加好地分配時間工作。



The image shows a screenshot of a Taobao product page for '哈长伟碳纤维精加工' (Ha Changwei Carbon Fiber Precision Processing). The product is '碳纤维板加工' (Carbon Fiber Plate Processing) priced at ¥200.00. The page includes a chat log on the left and a product image on the right. The chat log shows a conversation from 2017-03-05:


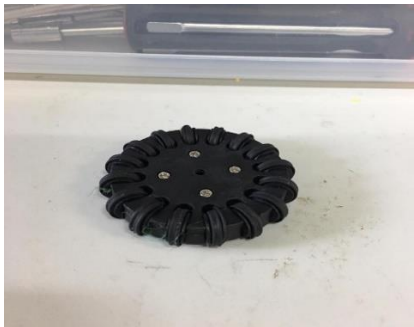


- 2017-03-05 17:09:01: 好的
- 2017-03-05 22:40:49: [Image of carbon fiber parts]
- 2017-03-05 22:41:28: 1.5碳纤维 2套 380元
1.5碳纤维 2套 580元
顺丰+20
- 2017-03-05 22:41:49: 一共是980

The product page features a large image of a carbon fiber gear with the text '日本东丽3K 碳纤维板' and '1.00 专业加工基地'. The price is ¥200.00, and there are 63 items in stock. The page also shows payment options like Alipay and WeChat Pay.

淘寶記錄

當大家都準備好了機械人的部件和零件，都紛紛開始進行搭建機械人的步驟。在搭建機械人的過程中，都並沒出現甚麼太大的問題，相對來說算是比較順利的。而現在大家手上的機械人都已經完成了搭建，接下來希望大家要儘快完成程序的編寫，以便我們之後的練習賽能夠如期舉行。

測試全向輪的性能:

	<p>這個全向輪的缺點是當速度較快的時候，會很鬆，會在比賽中全向輪會掉下。但其中一個好處是速度比較好，當場上很多毛時，全向輪很多毛時，把全向輪拆解十分方便。但當它在很高速的時候，在追球的時候，有機會走過了個球，因為這個輪子摩擦力不夠。</p>
	<p>這個全向輪的直徑十分短，因為它令到機械人的底層碰到地面，所以有機會機械人會在地上速度慢，也有機會弄壞機械人的硬件，所以這一個不是很好的選擇。但當它很多毛時，這個也是十分方便，可惜它有機會很容易裂開。</p>
	<p>這個全向輪速度比較慢，加上用久了，小輪子會沒有了坑紋，這樣會令機械人的摩擦力減弱，當摩擦力減弱，會很容易令機械人出界，會很麻煩，因為要換成六個小輪子，加上成本較貴，這一個應該不是很好的選擇。在拆解的時候又十分麻煩。</p>
	<p>這個全向輪缺點就是在拆解的時候比較麻煩，拆的時候它有很多部分組成，所以很麻煩。它的性能比較好，當它很高速的時候，它停的時候，抓地能力也非常好。摩擦力十分好。在進攻機械人中這個全向輪不妨是一個很好的選擇，因為不會很滑，速度又很快，所以這個十分好。</p>

最後，經過種種測試，我決定了最後一幅的全向輪是最好的。因為我們比賽講求追球和守界，這個全向輪的摩擦力是最好的，可以減少出界率，因為其他全向輪接觸地面比較少，摩擦力比較少。所以可能因為速度太快而出界。

介紹硬件:

	<p>今次選擇的是 X2-RCU，在過去的時候，我使用 X1- RCU。有一個缺點是每次查值都要在 program 裏面打出來，不可以直接看。但 X2- RCU 可以很快根據插口來查值，加上 X2- RCU 比 X1- RCU 更加快，可以節省更多時間。</p>
	<p>這個是電子羅盤,比較小的電子羅盤，這個電子羅盤裏面有一個叫加速度計的功能。加上新的電子羅盤比較輕，可以在減輕重量方面靠它。機械人也要靠它辨別方向。在不同方面也要靠它來判斷</p>
	<p>這個是複眼，它使用的方法是接收紅外線球發出的紅外線，判斷球在那一隻眼，從而做出相對的動作。現在出了一隻新款的，在減輕重量方面靠它，也可以減很多，program 裏面大部分也要靠它，當它壞了，已經可以知道勝負了。</p>
	<p>這個是灰度，機械人需要使用它來在 program 裏寫出界，一場比賽只有很少時間，所以勝負也要靠它，不只是追球，守界也十分重要。機械人在出界後，就要被視為損壞機械人，就要機械人被離場作賽一分鐘，一分鐘內變為 1 打 2，正常也抵抗不了而輸了。</p>
	<p>這個是超聲波，超聲波有很多方面也要用它，例如在追球或守界也需要用它，守界的時候我們要用他判斷距離與牆還有多少，當很近的時候我們要把機械人減速，超聲波在守中方面也有很大的幫助，它可以令機械人返回場地的中間。</p>

譚仔:

10月8---31日 譚仔開發圖像傳感器 (開發過程) 參與成員: 譚仔

隨著賽規和多年來比賽模式的不停變化的關係,我們得知在來年賽制中,我們所一直使用的紅外線電子球有十分大機會轉為使用有色球(就像現實足球中的足球),所以我們也開始了由一如既往使用紅外線電子球下的穩定而轉向研究檢測有色球的道路了.在開始之前,也先介紹一下在機械人足球賽中已使用多年了的紅外線電子球吧!



左面的球就是我們在機械人足球賽中已使用多年了的紅外線電子球了,他是透過發射特定頻率的紅外信號,而在機械人中則裝有特定接收這些紅外信號的接收傳感器 (就是我們叫做 3 代複眼的傳感器)!

優點:在沒有任何內部損壞下可以發出長時間的特定頻率且穩定的紅外線電子信號!這樣會對於參賽者和比賽時有著十分大的影響,所以這也是比賽一直使用這紅外線電子球的其中一因素!

缺點:做價算貴,當內部發生損壞時會比較難去維修,再加上足球機械人在比賽過程中是十分之激烈的,所以當兩部足球機械人互相搶球時,則會使紅外線電子球有機會遭到損壞!另外,現在的足球機械人多數有控球裝置,而控球裝置就是利用馬達的高轉從而製造出一道向足球機械人的力,從而達到控球的作用,所以在這情況下紅外線電子球與機械人之間也會十分容易受到損毀!

紅外線電子球的部分到此了,接下來就是關於轉向研究檢測有色球的研究了!對於研究檢測有色球,球的重點就是在於顏色,所以我們們就著眼於去尋找一些用作顏色辨認的一些傳感器!而我們也找到了一隻顏色辨認傳感器!它是利用 RGB 感應晶片來去辨別三原色,從而再輸出顏色強度的信號,的確這樣就能滿足我們所需要的目的,這種顏色辨認傳感器有一大優點就是他所能檢測的角度十分之大,十分之廣角! 而這個傳感器是與 Arduino 作溝通的,意思是我們必須要在使 Arduino 和中嗚的 X 系列控制器之間建立一個兩方也懂的溝通辦法,這是第一點!其二就是關於這個顏色辨認傳感器,他是利用自身的 LED 燈發光到物件上,從而利用 RGB 感應晶片去檢查物件所反射回來的光,這是一個十分大的缺點,所有人也知,利用光源的反射去檢查下,場地光源是十分之重要,即使是一點點的光源變化也能得出相差很遠的結果再加上它使用自身 LED 燈去接收光的反射(LED 燈的強度十分之少),加上物件的遠近會使值的變化差很大的!這是一個



十分大的致命通病!其三就是因為這顏色辨認傳感器是利用 RGB 感應晶片來去辨別三原色,所以在環境中,有可能會接收到由其他物件的漫反射所產生的光而影響到光信號的強度,這樣的話,是根本不可能用作機械人比賽上的!

既然如此,我們決定了向更高一層的方向進發,要解決以上的問題(有機會檢測到過多由不需要的物件所造成的漫反射)的話,我們想到了另一個傳感器:小型基本相機的傳感器,這樣就應該可以解決所有以上的問題了!我們要的相機傳感器是需要能夠檢測顏色之餘,還需要實時同步相機的畫面,這樣先能夠在畫面中能夠不停地檢測到有沒有接收到多餘的由不需要的物件所造成的漫反射光,另外,對於環境光源強度要有著比較強的適應性!另外,要在不需要利用自身發射光到被測物件上來拿到返回信號!於是我們找到了一個有基本功能的影像傳感器!-----

PixyCMUCam5(如下圖):



PixyCMUCam5 是一個有著基本功能的圖像傳感器,其實這就是一個縮水了的 Cam,與相機的工作原理一模一樣,利用 CMOS 返回信號,它是可以與 Arduino 溝通的,它能返回被測物件的長,寬!以及被測物件在視野內的 X 坐標和 Y 坐標!所以這個影像傳感器就能夠解決了以上那個顏色辨認傳感器的致命的問題!

顏色辨認傳感器和現在這個圖像傳感器的分別如下表!

功能	顏色辨認傳感器: TCS3200	圖像傳感器:PixyCMUCam5
處理:	RGB 感應晶片	CMOS 圖像感應器
光源:	自身 LED 燈發光協助辨認	利用外部環境光源
檢測顏色返回:	不能返回影像檢測顏色信號	能夠返回影像檢測顏色信號
溝通方式:	能與 Arduino 溝通	能與 Arduino 溝通
白平衡檢測:	不能因環境光而改變	有自動檢測環境光改變白平衡

由上表可得出圖像傳感器 PixyCMUCam5 比起顏色辨認傳感器: TCS3200 的優點多,最基本的就是顏色辨認傳感器: TCS3200 要與被測物件的距離保持得十分近(因為傳感器需要利用自身的 LED 燈發光到物件去接收);二就是我們終不能夠知道在顏色辨認時有沒有辨認到我們是不需要的光源顏色!而到圖像傳感器 PixyCMUCam5 也是有不足的!我們知道這兩種傳感器都是接收利用環境光源射到物件而反射光再去檢測的!所以就是當環境光源不足夠的話,被測物件可能就會有一部分因亮度不足而出現暗面,而這個圖像傳感器 PixyCMUCam5 是對於白色和黑色這兩種顏色是檢測不了的,所以在一固定的正面視角,加上被測物件上出現了暗面,便會導致了所返回的信號出現誤差! (如下表: 單位:像數格)

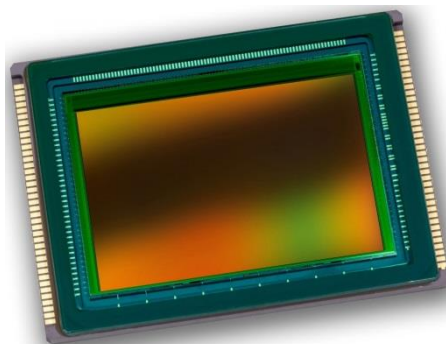
圖像傳感器 PixyCMUCam5	沒有暗面	有暗面
X 軸:	100	85
Y 軸:	100	80
被測物件面積:	10000	6800

但我們也一致決定了由顏色辨認傳感器:TCS3200 改為開始研究圖像傳感器:PixyCMUCam5!希望可以為足球機械人帶來一點新的突破!

好吧,以上提到了圖像傳感器:PixyCMUCam5 是利用 CMOS 返回信號的,這裏就簡單介紹一下 CMOS 是什麼吧!

CMOS 是 Complementary Metal Oxide Semiconductor (互補金屬氧化物半導體)。

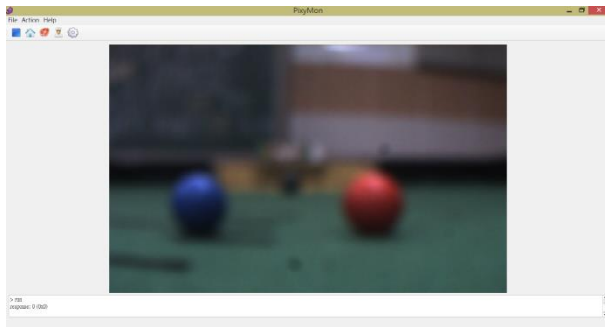
很多人也認為 CMOS 只是日常在電腦中所見到的芯片,但其實 CMOS 也是一種以同樣技術製成的感光元件(被大廣泛地應用在現今的數位相機中),CMOS 是感光元件利用感光後以類比數位轉換器(模擬信號-----數位信號



(Analog to Digital))來輸出的!而一般感光元件也有分為 CMOS 和 CCD 兩種!

	CMOS	CCD(Charge Coupled Device)
材質:	矽和鍺所做成的半導體	矽晶半導體
耗電性及成本:	低	高
雜訊控制:	十分難,因電流和溫度	較易,因直把光線轉換成電荷
信號轉換:	類比數位轉換器(A to D)	光線的能量轉換成電荷

好了,回歸正傳,上次說到了我們最終一致通過了由顏色辨認傳感器:TCS3200 改為開始研究圖像傳感器:PixyCMUCam5! 而我們開始了對圖像傳感器:PixyCMUCam5 的研究,首先,我們先不管 PixyCMUCam5 與 Arduino 之間的連繫,因為我們由顏色辨認傳感器:TCS3200 改為圖像傳感器:PixyCMUCam5 的原因是因為這圖像傳感器比起顏色辨認傳感器是能夠實時同步相機的畫面,能夠在畫面中檢測到有沒有接收到多餘的漫反射光,所以我們先下載了一個由 Pixy 開發出來,能夠與 PixyCMUCam5 溝通的實時影像軟件:PixyMon! 有了這個實時影像軟件,我們就能開始去研究和證明當環境光源不足夠的時候,被測物件出現有一部分因亮度不足而出現暗面的話,會否因這圖像傳感器 PixyCMUCam5 對於白色和黑色這兩種顏色是檢測不了的關係,會否導致了所返回的信號出現誤差!

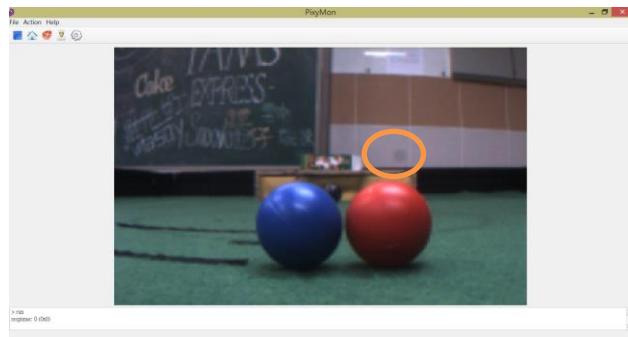


與 PixyCMUCam5 的溝通時,我們得到了的畫面:如左圖

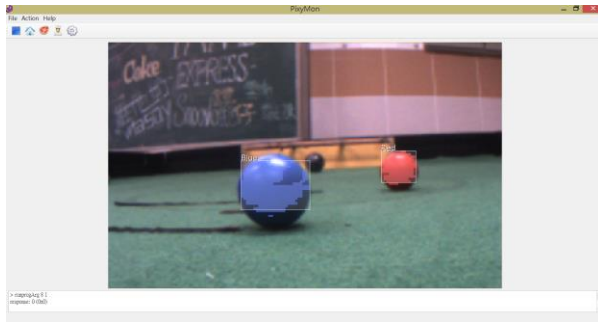
得到的畫面是十分之模糊的,只見到有兩個球狀的物體和兩種顏色,十分之不清楚,因網路上見到的畫面是十分之清楚的!所以我們在想是什麼原因會導致畫面這麼不清楚,於是我們想到了有可能是關於對焦的問題,但我們也發現了這只是個圖像傳感器,並沒有自動對焦那些的!所以便向著其他方向去想!

於是,我們發現了,圖像傳感器:PixyCMUCam5 在鏡頭部分是可以轉動的!於是,我們便以為那是用來安裝鏡頭的,因為我們有把整個鏡頭也轉出來後,便會見到 CMOS 感光元件,所以我們直接認為只是用作把鏡頭安裝的功能!但在後期,我們先發現轉動鏡頭是用作等於轉換焦距的功用,所以我們再次去轉動鏡頭並且在實時影像軟件:PixyMon 同步監視著把焦距調回差不多(直至影像變清)的位置!

於是把鏡頭焦距調回後的畫面如下!



可見,當影像變回較清楚後,能夠對於日後研究絕對起到很大的幫助!但影像變回清楚後,我們便發現了有另一小問題出現了!就是在影像中會有數點黑色小點,最初,我們還疑是鏡頭上有塵,但我們把鏡頭清潔了一遍,得出的影像仍是有數點黑色小點(上圖所示)!於是我們便想會不會是塵不是鏡頭上,而是在 CMOS 感光元件呢,因我們之前有吧鏡頭轉出來並且也放置了有一段時間,所以我們便向著這方向去想!當我們再次把圖像傳感器:PixyCMUCam5 的鏡頭轉開就發現了,在 CMOS 感光元件有一些十分細小的塵粒,但是有一個十分大且要注意的問題,就是 CMOS 感光元件不能直接碰,所以我們決定用微風吹一下,再把鏡頭轉上安裝好,再連接實時影像軟件:PixyMon,果然得出來的影像真的消去了!這樣終於可以真真正正地去研究圖像傳感器:PixyCMUCam5 的功用了!



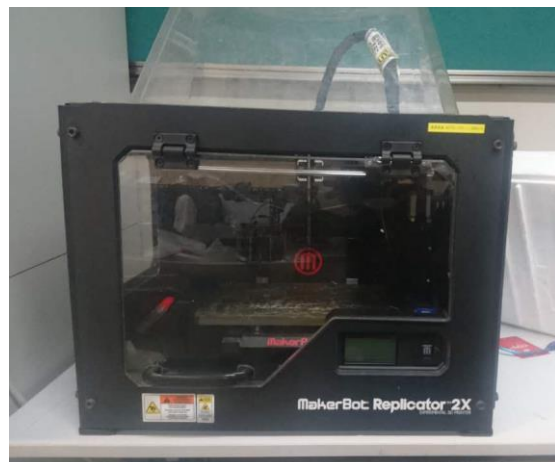
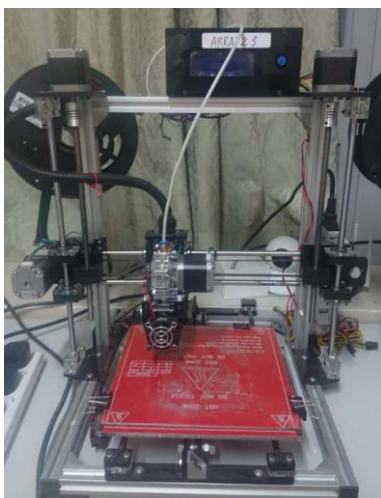
第一步,我們先開始嘗利用在實時影像軟件:PixyMon 中檢測顏色!

可見,左圖中,我們已經檢測了兩種顏色的小球!而這個圖像傳感器:PixyCMUCam5 說是可以有 50fps 的(意思即是 50 張圖像/秒),於是我們

們做了一個小實驗,就是測一下是否解辨是否真的有 50fps,所以我們把球不停地作出高速地移動並且同時地觀察實時影像,得出結論就是這圖像傳感器是真的有 50 張圖像/秒的解辨速率的,在實時影像,球移動的所有時刻都能跟得上的!這個是無可否認的!而我們同時也證實了一個事實,就是當被測物件有一部分因亮度不足而出現暗面,而這個圖像傳感器 PixyCMUCam5 是對於白色和黑色這兩種顏色是檢測不了的,所以導致了被測物件上出現暗面,從而導致了所返回的信號出現誤差!可見在上圖中,表示所檢測到顏色的方塊是沒有包圍整個顏色小球的,因為光源是從上到下,在小球的底部出現了陰影,變為了黑色,因檢測不了黑白色加上當時所測的顏色是藍色的關係,導致了所返回了的藍色信號只有藍色小球 1/2 的面積!所以我們便在想,可否透過公式去改變返回信號從而使返回信號變得更完整!

但皆因仍是剛剛先開始,我們認為只有兩種顏色的球是絕對不足夠的,加上我們也要測一下 Cam 對其他顏色會不會有其他意想不到的效果(例如顏色的深淺程度和球的形狀大小等),而現在所用的球的大小是比起比賽用球的大小是小得多的,所以我們想盡量去模仿比賽時的所有數據!而市面上是根本沒有可能去買到同樣大小的球且有不同顏色的!於是我們便利用 3D 打印去實現我們要的!

而我們暫時擁有的 3D 打印機有兩種,一種是叫做 ArrayZ,而另一種則是叫做 MakerBot 2X! ArrayZ 是打印 PLA 的,而 MakerBot 2X 是打印 ABS 的!



而 PLA(Polylactic Acid)塑料是目前最普遍的兩種 3D 列印機材料,不溶於水亦不會被 UV 分解,是由混合玉米澱粉和甘蔗衍生物等材料混合所造成的,加上在打印時無臭味且不易捲翹,大大提高了打印的成功率!

而 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene) 是由石油提煉的聚合物,是一種常用的塑膠 3D 列印材料。ABS 有良好的強度與韌性,亦能承受比 PLA 稍高的溫度,約在 230°C 左右,但遇冷收縮程度比 PLA 大,而列印時會產生強烈的臭味,但是,ABS 不抗 UV,陽光照射會使得它分解縮小!所以,在打印 ABS 時溫度必須控制得十分好,而 ABS 所打印的成品會比 PLA 所打印的成較順滑!

3D 打印材料 ABS 和 PLA 的比較如下表:

材料:	ABS	PLA
組成材質:	石油提煉的聚合物 (陽光下可降解)	玉米澱粉和甘蔗衍生物 (有機可降解)
打印頭溫度	190°C ----235°C	190°C ----235°C
打印熱床溫度	至少 80°C	可不加熱
收縮性	受熱性較強,冷收縮較強	不易收縮
材料特性	較平順滑,打印成型較 PLA 差一點	打印成型較好,成品較 ABS 粗糙一點

由以上比較,不同的材料也會有明顯且不同的成品(可從表面平滑程度,成品的質量和成品的成型程度去觀察及測量)

左面是 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene) 塑料,右面是 PLA(Polylactic Acid)塑料如下圖:

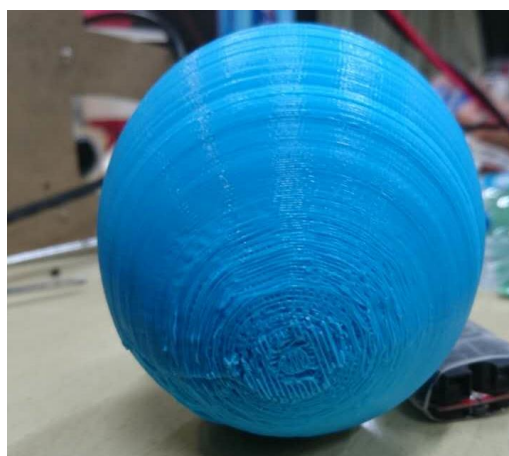


於是我們便開始了利用 3D 打印機打印與比賽時所用的球的大小一樣的顏色球!下表是第一次打印的情況和參數!

	MakerBot 2X	ArrayZ
打印材料:	橙色 ABS	藍色 PLA
打印速度:	30mm/s	30mm/s
打印噴頭溫度:	240°C	230°C
打印熱床溫度:	80°C	25°C
打印結果情況:	不成功	成功

MakerBot 2X 打印不成功的情況就是在打印過程中沒有材料從噴頭出來,打印到大概只有三分之一的程度便再沒有進展了!而在打印過後我們仍不能進料和沒有打印材料從噴頭出來,並且會有一股燒焦味傳出!只好先關機和待噴頭和熱床冷卻後先可以進行下一步檢查是在那裏出了問題!我們想到了一開始是可以出料打印的話,不成功的情況可能與打印材料的特性有關,而 ABS 的特性是受熱性較強並且冷收縮程度高,而現在的情況是打印材料到三分之一便沒有再從噴頭出來,所以最主要原因和關係應該是與 ABS 的受熱性有關!所以我們向打印速度和溫度下手!我們等打印熱床和打印噴頭的溫度降下至常溫下,便把噴頭的部分拆開,發現了在打印噴頭上的加熱輸料管內有一部分的黑色燒焦了的東西卡在管內,所以導致了不能出料!

因為 ABS 的受熱性是十分高的,所以是有可能因為在管內逗留時間過於長和加熱溫度應該有點高,導致了 ABS 材料在管內碳化!所以我們會從溫度和打印速度下手!而 ArrayZ 即使是打印成功的(如右圖),但打印成品在品質上不是太好,在成品的底部會有一種十分黏稠的感覺,而因為溫度過高先會出現這種情況。所以,我們也會把溫度調整一下!



在上次,利用 3D 打印機去打印與比賽時所用的球的大小一樣的顏色球的情況一成功一失敗。使用 MakerBot2X 打印 ABS 的失敗原因在於打印溫度過於高和打印速度不夠快;而 ArrayZ 也要在打印溫度上作出調整!如下表:

	MakerBot 2X	ArrayZ
打印材料:	橙色 ABS	黃色 PLA
打印速度:	80mm/s	30mm/s
打印噴頭溫度:	230°C	210°C
打印熱床溫度:	80°C	25°C



由上表得,我們在 MakerBot2X 的方面,把打印溫度降低了和把打印速度提高了!而在 ArrayZ 的那一方面,我們只把溫度下降了!

由左圖可見,這是 ArrayZ 經把打印溫度降低後再打印的成品,可見打印溫度降低後,成品的底部的那種黏稠的感覺便已經消失了,即使現在底部的成型有點粗糙,

但這是與打印機所使用的 3D 打印物件切片軟件所編寫出來的打印路徑和成品的底部形狀是否平直的問題有關,所以,任何 3D 打印機的成品的底部也是有可能出現粗糙的情況,這是十分難(或者應該說是沒有可能去避免這種情況發生的!)經把打印溫度降低後再打印的成品再沒有出現之前所出現的黏稠的情況!但仍有一小問題,就是打印一個與比賽時所用的球的大小一樣的颜色球竟然要 7 個小時,這時間是十分長的,所以我們把速度調高一倍,是否能提高工作效率!

而在 MakerBot2X 的那一方面,經把打印溫度降低了和把打印速度提高了後的打印情況也是失敗的,情形就是在打印成品的底部不能成型,只出現了一堆 3D 打印材料 ABS 的細線,到了成品的 1/2,先慢慢開始回復成型,而在上次的打印時這種底部不成型和脫線的情況是沒有出現的,是經上次打印失敗後修改了打印參數後再出現的,所以我們肯定是上次打印失敗後修改的打印參數那兒出了問題!而成品的情況是在底部發生問題,我們經了一番討論後,認為應該是打印速度提高了後打印品底部不能牢固在打印熱床平台上,直觀是應該把打印速度降低的!但與上次的打印作比較和吸收經驗是因為溫度太高和打印速度太慢的關係先會向這兩方面去修改的,如果現在去把打印速度降低,不是與之前的原因發生了衝突嗎?從而使我們去想有什麼另外的方法去使成品底部牢固在打印熱床平台的就是提高打印熱床的溫度!(第三次的打印參數如下表)

	MakerBot 2X	ArrayZ
打印材料:	橙色 ABS	橙色 PLA
打印速度:	90mm/s	60mm/s
打印噴頭溫度:	230°C	210°C
打印熱床溫度:	110°C	25°C

經第二次數據修改後,我們也開始了新的一次打印!而這次打印的結果是十分理想的(如下圖)!就 MakerBot2X 而言,這次打印所修改的參數是由前兩次的打印結果及情況所整合而成的!

另外,就 ArrayZ 而言,這次打印所修改的參數也是由前兩次的打印結果及情況所整合而成的!但在 ArrayZ 和 MakerBot2X 之間前兩次的打印結果及情況的不同就是 ArrayZ 一開始就能順利地打印出成品,只是在打印成品的底部出現了一些黏稠的感覺,經修改後就能把這個問題消去了,而 MakerBot2X 則是第一次便不能出料!

當然,能不能成功打印出成品是能夠與各方面的因素而影響的(如打印材料;打印材料的優良程度;打印機的參數問題),但這就是事實, MakerBot2X 第一次的確是不能出料打印!我們在幾次打印中,總結了各次打印的結果;情況和修改參數原因!如下表!



第一次打印		
	MakerBot2X	ArrayZ
打印速度:	30mm/s	30mm/s
打印噴頭溫度:	240°C	230°C
打印熱床溫度:	80°C	25°C



第二次打印		
	MakerBot2X	ArrayZ
打印速度:	80mm/s	
修改原因:	(材料在管內時間過長)	30mm/s
打印噴頭溫度:	230°C	210°C
修改原因:	(溫度高,導致材料碳化)	(溫度高,底部黏有稠感)
打印熱床溫度:	80°C	25°C



第三次打印		
	MakerBot2X	ArrayZ
打印速度:	80mm/s	60mm/s
打印噴頭溫度:	230°C	210°C
打印熱床溫度:	110°C	25°C
修改原因:	(熱床不足溫,不能牢固)	

暫時經過了以上一連串的打印,多次的在試驗和修改參數(調較打印溫度,熱床溫度,打印速度等),終於可以成功打印出成品。不過即使得出了能夠成功打印的參數也好,最終能否成功打印是不能以以上的打印參數來作指標的,因為是否打印成功是有很多因素的!如:打印物件佔熱床的面積;打印物件的放置方法;打印的時間長短和打印速度的快慢及打印的溫度等等多方面來作參考的!

要成功打印出一件成品稱不上是一件難事,即使失敗也好,找出原因並輕微修改參數就可以了,但是若要成功打印出一件好的作品,就絕對不是一件容易的事了,這是在於你對3D打印的熟練程度!當收到STL檔(立體成型)後,基本上就是一見到你要打印的物件後便要立刻得出打印物件的打印溫度,熱床溫度,打印速度;打印物件的放置方法和是否使用Support(物件支撐)及其數量和密度的多與少是有著很大且緊密的聯繫!而開發圖像傳感器先暫時到這,因為當務之急就是快把用作比賽的機器人弄出來。我們要在做好參賽機器人的基礎上去發揮!所以我們先把機器人做好,在差不多的時候再繼續去開發及研究圖像傳感器!

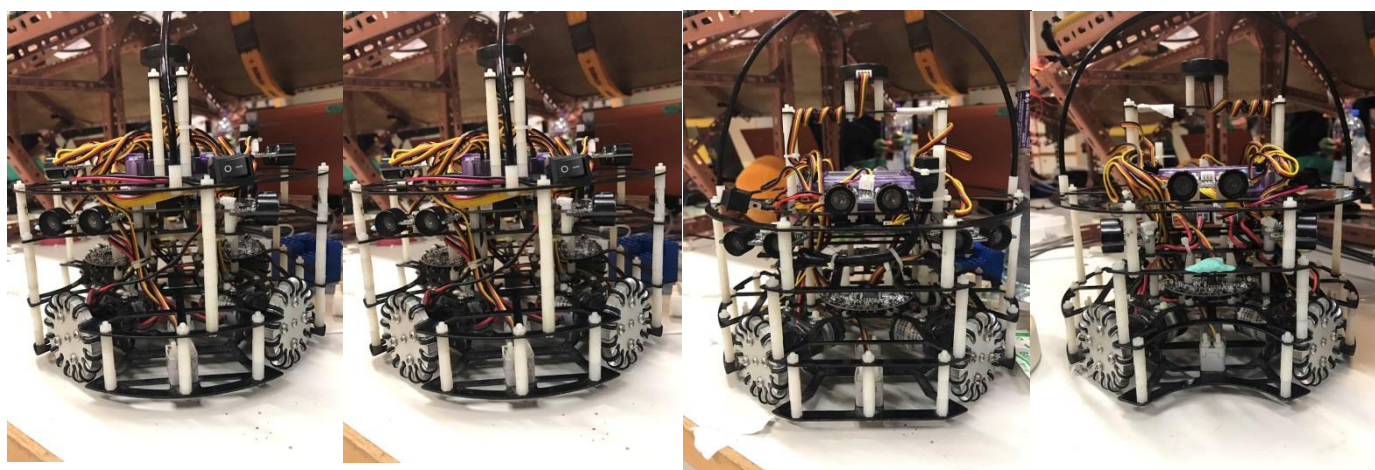
12月5日 - 15日 蔡伊的搭建過程 (開發過程補充) 參與成員: 蔡伊

因為在之前的設計過程中比較仔細，而且也考慮的比較全面，以及在設計之後作了十分詳細且全方面的檢查，因此在整個設計數控機床加工路線到切割機械人部件的過程都頗為順利，並沒有出現錯誤或誤差，所以就不詳細記錄切割板塊的過程了。

在正式搭建機械人之前，我會把剛切割好的板塊的邊緣用銼刀銼得平滑一點，然後把它們清洗幹淨，因為若忽略不做了這些步驟，就有可能被那些刺弄傷手，而剛切割好的板塊上會有灰塵和骯髒，對身體不好。在致力開發機械人的同時，也要注意健康和衛生問題。

在搭建機械人的時候，因為有了之前所畫的 3D 圖，能夠一邊看圖一邊搭建，比以前要在腦海中回憶機械人的機體結構方便、快捷了許多，同時也降低了搭建出現錯誤而要拆了重新搭建的機會，提高了效率。搭建的過程還是很順利的，就不把過程作更多詳細的介紹了。

接下來就介紹一下已完成搭建的機械人的一些部分。首先在使用的材料方面，各層的板都是環氧玻璃纖維板，而螺絲和連接各層的柱大都是使用塑膠製成的螺絲和膠粒接駁成的膠柱，是因為塑膠比一般金屬輕巧，能減少重量，但安裝馬達的螺絲依然使用金屬螺絲，這樣馬達的安裝就能夠比較穩固。相鄰的兩層的連接柱的是錯開的，而非一根柱子貫穿全部層，首先是因為要遷就傳感器，再來就是膠柱一般不太耐用，而且受力和受撞擊的膠柱易出現鬆動，這樣的裝法能夠方便我對它們的維修以及更換。



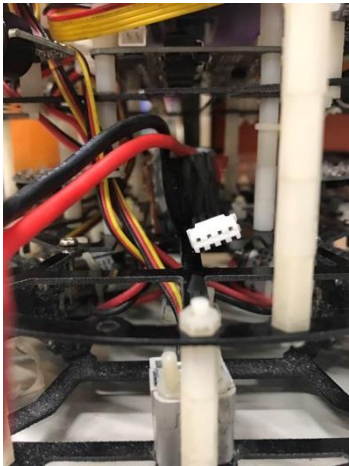
前、後、左、右的各層連接柱都是錯開安裝的。(如圖)

12月20日 蔡伊的搭建後改動 (開發過程補充) 參與成員: 蔡伊

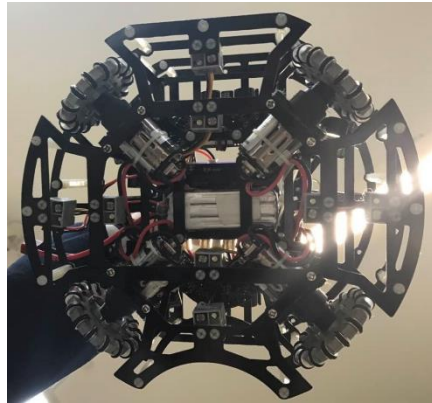
在搭建完機械人之後，我習慣了把所有的線都用尼龍扎帶整齊地分別綁好，這樣不僅能讓機械人看起來更加美觀，也能避免鬆散的電線會擋到傳感器，妨礙這些傳感器的運作，影響程序的執行。在兩部機械人互相碰撞的時候，鬆鬆散散的電線可能會不小心被對方的機械人勾住，甚至導致機械人損壞。因此一個小小的習慣也是十分重要的。

把電線用尼龍扎帶整理好後，便把注意力放在擺放鋰電池的位置。之前在設計的時候已經大致上構思好，所以現在只需要作一些簡單的步驟，就能使鋰電池安安份份地呆在機械人內。首先底下因為已有兩塊小板塊承托着鋰電池，所以不用理會這方面了。而機械人的兩側有足夠的空間把鋰電池放到中間，但我只需要留一側就足夠了，另一側我會用尼龍扎帶把它封住，以免鋰電池會跌出來。

鋰電池的入口



底部視角 (托着鋰電池的情況)



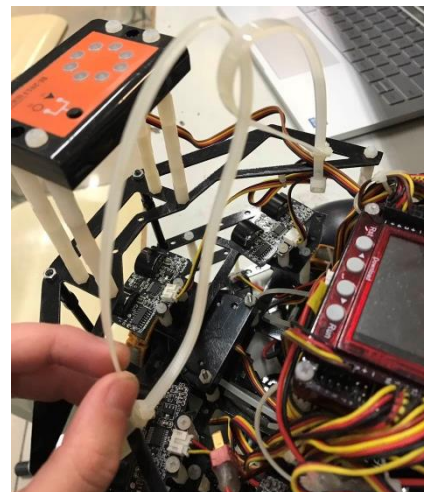
用尼龍扎帶封好的側面



因為上一次那部防守機械人並沒有考慮到把手，只是隨使用尼龍扎帶在機械人上弄了一個極其簡陋的把手，但那個把手並不固定且不好用，之前比賽時，因這個把手有時比電子羅盤低，導致裁判拿機械人時是握著電子羅盤那個位置。而我今次就用一根細長的膠管來當作把手，十分好用、穩固，又不浪費重量。

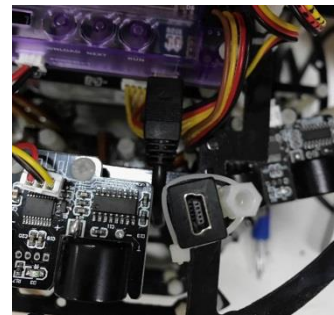


膠管把手



尼龍扎帶把手

搞定機械人的硬件後，還差一步就可以正式開始編寫程序了，這一步就是焊接一條電源線。這根電源線以並聯的方式把電通到 X3-RCU 和馬達驅動板，而且會在通往馬達驅動板的支路中焊接一個開關，用於手動控制馬達的開啟及關閉，方便編寫程序及調試，主要是方便我去從顯示屏上讀取及記錄所測的數值以及檢測自己所起的變量在執行時的變化是否正確和是否符合我所想的要求。



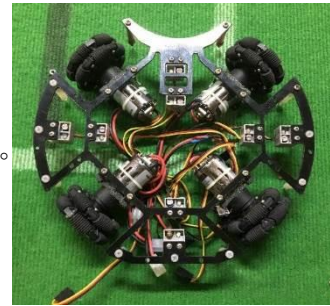
因為我在設計機械人的時候，沒有完完全全考慮到所有的細節，例如在完成安裝以後，發現 X3-RCU 的 USB 口有點被後面的超聲波擋住了，阻礙了我下載程序到 X3-RCU，所以我就拿了一根 USB 延長線把它接駁出來，並利用後超聲波右側多餘的洞來安裝一根膠柱，然後用尼龍扎帶把它綁在膠柱上，這樣就解決了被擋住的問題，方便我下載程序。

現在終於解決了機械人的一些小問題，總算是把一整部機械人的硬件都基本地整理好了。從外觀的結構上來看，感覺上各方面都要比之前所設計的機械人的結構都進步了不少，是一次非常好的造機經驗，當然也不能太自滿，因為世界上沒有十全十美的設計，而這部機械人更加稱不上為非常優秀的設計，頂多是算得上為中規中矩，所以仍然有很大的改善及進步空間，例如在創新上，在細節的處理，以及更好的機械結構等等。

馬上就要開始正式編寫程序，我的希望當然是這一部機械人能夠達到完美的狀態去配合整條程序的執行，達到我所想要出現的效果，能百分之一百完成任務。但當然以過往的經驗來說，編寫程序的過程中，一定會出現大大小小不同不如意的地方，需要一步一步慢慢去調試和解決。不過，人就是要在大大小小的挫折中吸收經驗，從中學習，尤其是我接下來將接觸我從未試過的進攻程序，在嘗試對自己是新的東西時，一定會有所困難，不過我仍對以後寄予期望，希望在之後的過程能夠有所得益。

補充: 12月20日 余思的機器人的搭建過程 (開發過程) 參與成員:余思
搭建過程:

第一層 :因為這是底層是最貼近地面所以,這層便裝馬達和輪子。而灰度方面是因為灰度靠接收場地顏色來分辨強弱,從而讀取灰度傳感器得來的模擬信號數值。所以灰度傳感器當然一定要安裝在底層以避免更多的干擾。而我的超聲波傳感器都選擇安裝在頂層上,同樣都是因為干擾問題,超聲波安裝在底部會容易讀到其他機械人和紅外線球,所以安裝在頂層能有效地讀到牆與機械人之間所回饋的模擬數值。不論在安裝馬達和灰度的時候,所有電線都有條理地分好且盡可能不重疊,對上面其他層最後插線和檢查機械人的時候就會更有效率更加涇渭分明。

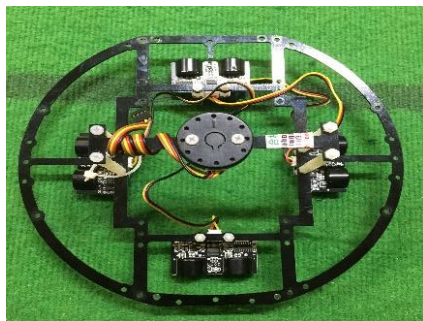


第二層:在裝複眼的時候需要留意的就是升高它的高度,升得太高又會看不到紅外線球,裝太低又會被其它傳感器、電線擋住,所以需調較到一個合適的位置,我就用了二兩塊墊片加一個 10mm 的膠柱來把它升高。

第三層:在搭建第三層的時候我們選用了 X3-RCU,因為它的運算速度比較快,而且插口位比舊板 X2 多,可能安裝更多的傳感器。討論到放 X3-RCU 處理器的高度問題,如果放在頂層可能令傳感器的電線不夠長,或者比較亂。但同樣放太低我又不方便看到讀數和按鈕,所以我認為,第三層的位置對於我的機械人是最適合的。

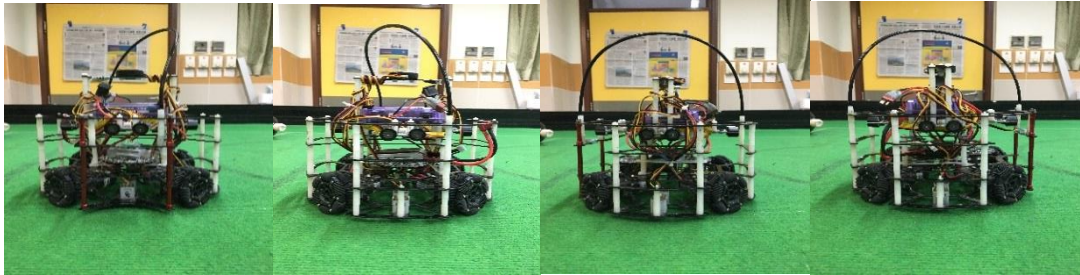


第四層:最頂層就用來裝 4 個超聲波以及延伸上去裝指南針。



在這次的搭建過程中我用了短短一個小時的時間把它完成,因為我預先就想好砌機的先後次序,搭建起十分易上手,當然為了在建過程中更加節省時間,我會在建之前準備好一些要用的螺絲、絲母、螺絲批等等的工具以及所需物品以免在搭建過程中因尋找這些工具而浪費時間。

實物圖:重量:1068g



(前)(後)(左)(右)

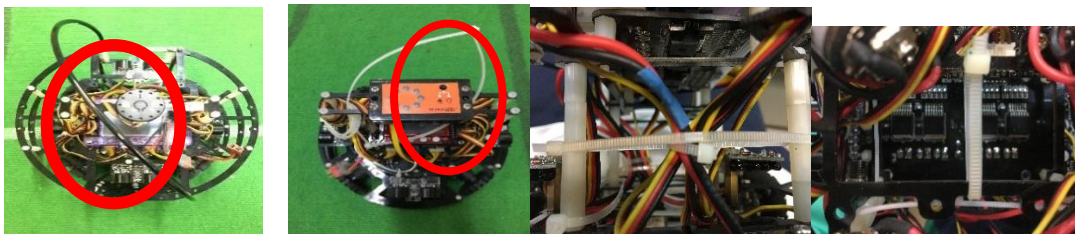
機械人的重量也在預計範圍之內,沒有超過輕量組的重量 1100g 的上限。在搭建這部機械人的過程中我發現了一個十分嚴重的問題,就是放鋰電的位置太大了,應該是因為由於小小的畫圖誤差所以我弄錯了鋰電的尺寸,也就是說現在的位置鋰電不完全鞏固到,任由它這樣的話不要說比賽了,就連裝也裝不到上去,所以我只有兩個方法去解決,一就是重新用 Rhino 畫過這層,但因為這是第二層,裏面有很多位置延伸到第三第四層的,所以不能任意去改動,加上一改一鏢會浪費很多時間,所以我靈機一動就想到用扎帶把它的位置弄實。

以前我舊機使用紮帶的原因是因為方便快捷,即使在緊急的情況下都可以尋找得到從而去維修。但即是如此,我們輕量組機械人在練習或者比賽過程中,發現當發生很大的沖撞,高速的運動都會有機會使紮帶下的鋰電池鬆落,幸運的只是電池不停搖擺,但嚴重的曾經試過擋到超聲波、複眼和碰到其他電線等等。此外,由於電池放在中層或中間位置,是足球機械人很重要的中心部分,我們試想一下機械人的這個電池不斷搖擺,重心是否有影響呢?是的,行走時可能因重心偏移而把原先寫程序的動作和讀數有一點點誤差出現。預防勝於治療,這樣可以提高機械人行走時的穩定性。

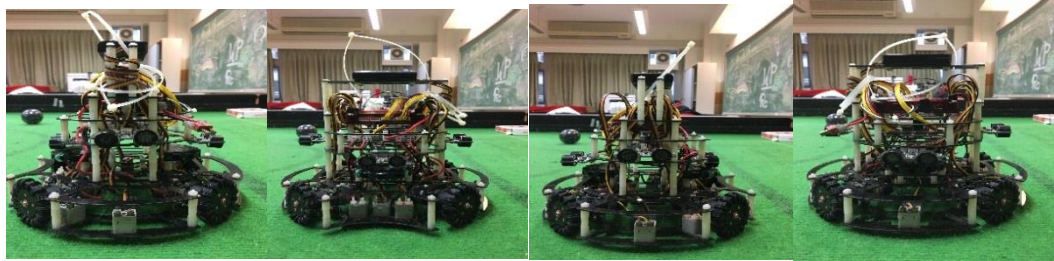
另外這次頂層的把手我也不像以前一樣只用扎帶這麼隨便,我們這次改用了用膠管來代替。

我們用這個膠管來作手柄是一定比過往的更穩固也不會在比賽中因為沒有固位置而不斷地擺動,我就選了前後斜著的位置來擺放,這樣的好處是拿的時候不會傾斜於任何一面。(如下圖:)

把手對比圖



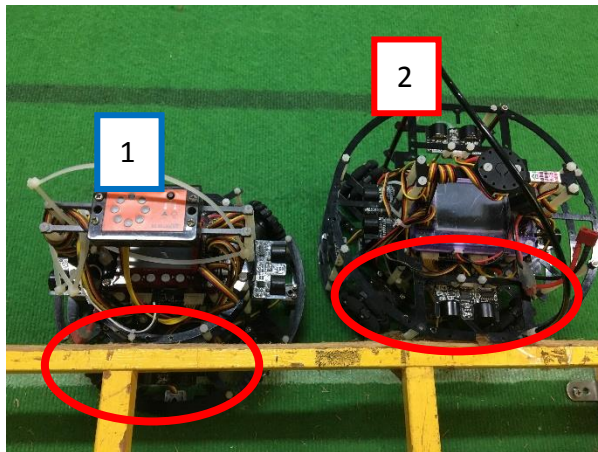
上一部的機械人的前後左右圖:



(左) (前) (右) (後)

因為我設計了新的機械人，所以以前的舊機我就選擇用來做對比，目的是用來作一個比較，又可以得到更多的數據。

其實上一部機械人是不合規格的，因為賽規寫明機械人不可入龍門，而這部練習機卻超過了，所以我新設計的機械人就解決了這個問題。(如下圖:)



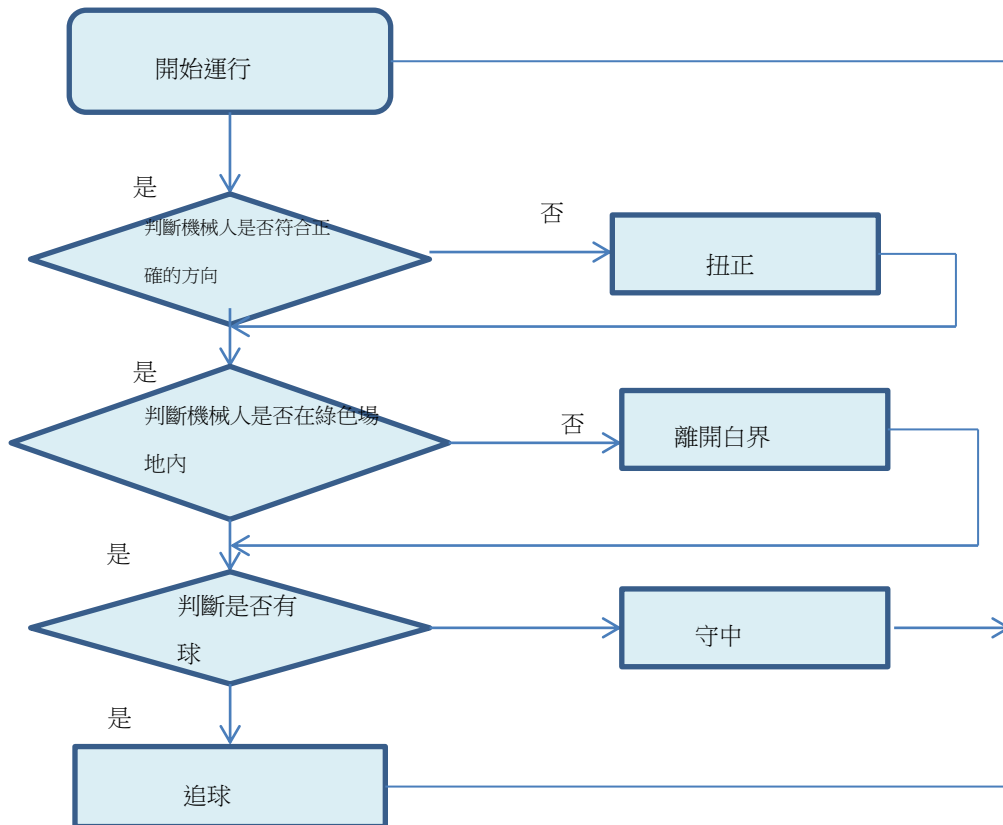
1	舊機
2	新機

由此圖可見舊機的尾部是明顯進了龍門，就算沒算犯規但這因為那裏有些電線，所以如果長期受到碰撞到也可能會受損，所以不可以不加多一層來保護，因此在新機中我改善了這個問題。

另外就是在保護層方面，如圖所示，舊機的最外層並不能完全保護到所有的零件以及電線，有些超聲波還超出來，雖然我量度過在正常情況下，比賽時別的機械人是碰不到那些零件的，但在如此激烈的比賽中是誰也猜不到下一秒會發生什麼事的，所以為了安全起見，我繪畫新的設計圖，而新的機械人設計圖的保護層面積更大，即是加大了第四層的面積，令它跟第一第二層的大小一樣。

這樣既可避免機身進龍門的情況而且能保護到機體和零件，一舉兩得！我們都知道如果硬件設計得好的話，那麼就可以減少軟件上的麻煩，甚至可以減少程序的流程，所以相比起舊機來說，這部機械人已經改善很多了，儘管它還是有很多不足。

余思進攻機械人的流程圖:



我的進攻程序運行的時候首先是判斷機械人的方向是否符合我自己寫的條件,以作調整機械人的方向,因為有些零件例如超聲波一旦方向歪了它的數值就會讀不準,對用超聲波來寫條件的時候,數值很難拿得準,所以為了減少甚至避免這種情況出現,我會先作方向的調整,再根據方向去做一些相對應的動作例如:若機械人偏了過去左邊,那麼就轉回去右面,以回到正中間的位置,然後就要開始判斷機械人是否碰到白線,如果碰到白線,那麼就離開白線回到綠色場地中,因為機械人在白線的時候如果不離開是十分危險的,稍有不慎就會出界,一旦出界這部機械人就會被拿出場外一分鐘,這對我們是十分不利的,所以在這裏我先判斷了這個先。接著就到判斷是否有球了,我利用光度值的大小來進行判斷是否有球,如果有的話就進行追球這個狀態,否則就進行守中,讓機械人回到球場中間,以上就是我整條程序的流程。

開發過程:



在介紹完我的進攻流程圖之後,接下來我就開始講述一下我的進攻程序!

首先,我們是用機械人快車來編寫程序的,那麼一開始我們都會先定義硬件,就是對照機械人的零件插位然後再把它記錄在電腦,再命名硬件的變量名稱。當然每一個硬件都有它的名字和位置,因此需要把自己機械人上有的零件都定義一遍。

接著就開始編寫程序,我們通常一開始也會編寫動作的方向先的,因為整個足球比賽中的所有運動都是以一些基本動作作基礎的,所以在這裡我會先編寫了這個先。那麼我們的基本動動作一共分了十一個,分別是前、後、左、右、左上、右上、左下、右下、左自轉、右自轉以及停這十二個動作。

我就用向前行這個動作作例子。

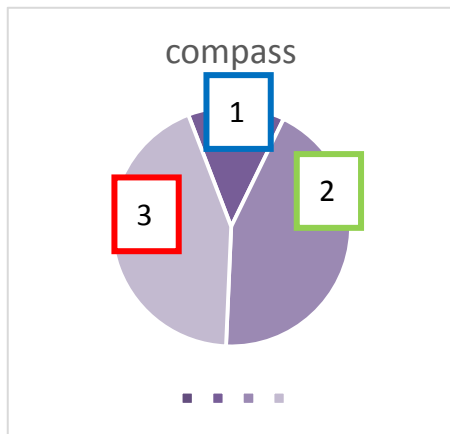
```
17
18
19
20
21 void W (unsigned char speed)
22 {
23     SetMotor(_MOTOR_1_,2,speed);
24     SetMotor(_MOTOR_2_,2,speed);
25     SetMotor(_MOTOR_3_,2,speed);
26     SetMotor(_MOTOR_4_,2,speed);
27 }
```

```
Void W (unsigned char speed )
{
SetMoter(_MOTOR_m1_,2,speed..);
SetMoter(_MOTOR_m2_,2,speed..);
SetMoter(_MOTOR_m3_,2,speed..);
SetMoter(_MOTOR_m4_,2,speed..);
}
```

W 是我用來命名向前行的名字,當然可以隨你喜歡地改,只要自己一看就能明白了解就好了。而後面的 speed 就是一個變量,是用來控制速度的,如果不起變量的話,那麼每次需要改速度的時候就要逐個來改,這是十分麻煩且十分浪費時間的,所以當起了變量後就可以方便我們去調試速度了,只需改一次就可以了。而我們是根據馬達的正轉和反轉來決定機械人的十一個動作的,所以在編寫動作時,整組動作的每一個馬達轉向也不能寫錯。當然在寫動作的時候並不是靠亂試的,其實只要用心留意就會發現是有規律,我們在寫動作的時候,在編寫程序的語法上 0 就是正轉、2 就是反轉而 1 就是停,打個比喻,就好像是向後走,當向前走的馬達轉向是 2222 時,(當四個馬達都是反轉的時候)那麼向後走是它的反向動作也就是 0000,(四個馬達都是正轉)當然並不是每個動作的正轉和反轉都是向同一個方向,是要根據那自己的馬達而定的,這裏只作個比喻。往後接下來的十個動作也是這樣寫的,我們要看好每個馬達的轉向再根據要寫的那組動作來配合。因為這是個簡單的基礎程序,所以在這裏就不再詳細地說明了。

當寫完基本的十一個動作之後我就開始定義一些變量跟剛才的不同,剛才的是把機械人的零件插位數據輸入到電腦中,而現在是為了給零件例如超聲波起變量,以作接下來寫程序用的,當然有時不一定要定義硬件才可以起變量,有時即使想記下某一些數值作測試也可以起個變量,基本上在這方面是很自由的,沒有什麼限制。

```
全局區
9 unsigned int CP=0;
10 unsigned char speed1;
95
96 A1=GetADScable10(_SCABLEAD_A1_);
97 A2=GetADScable10(_SCABLEAD_A2_);
```

1	不需要進行動作修正的範圍
2	需要進行修正動作的範圍
3	

```

1 if(CP>30&&CP<180)
2   {N(20);}
3
4 else
5
6 if(CP>180&&CP<330)
7   {M(20);}
8
9 else
10  {stop(10);}

```

我們的角度修正的這個部份可以由這個圖來說明,我們把整部機械人的方向分了左右兩邊,因為圓是 360 度的,所以我們會把 180 度當作分開左右兩邊的分界線,而 1 的部份則是平常我們追球的正常範圍內,一旦過了這個範圍就表示機械人的方向偏離了,可能偏了過去左邊又或者是右邊,因此在這個時候也是說範圍不在 1 的範圍內,所以就表示 2 或 3 的範圍內,這個時候就要進行修正動作了,以免機械人行歪。在比賽中如果機械人太過歪的話,除了會增加住進烏龍球的風險外,有很多硬件的值也會不準,所以會比平時更易出界或超聲波的數值有可能會讀錯,甚至會影響進球的機率,因為機械人一旦行歪而不修正的話就很難對準龍門了,所以一旦機械人不在範圍 1 之內要進行動作的修正。我們稱這個修正動作為扭正。

```

if(CP>30&&CP<180)
{N(20);}

```

當機械人在右邊的時候,就向左轉直,直至機械人回到正常的範圍內

```

else if (CP>180&&CP<330)
{M(20);}

```

當機械人在左邊的時候,就向右轉直,直至機械人回到正常的範圍內

```

else
{stop(10);}

```

若在正常範圍,就停或做接下來的動作

那麼接下來就到寫守界的部份了,我在寫這個部份的時候給了它一個條件,就是在有球的情況下才做。

```

62 if(light1>4 || ballcount<40)
63 {
64   if(A5>GLV5)
65   {
66     dcount=0;
67     ballcount=0;
68   }
69   while(A3<GLV3||A5>GLV5)
70   {
71     getValue();
72     if(SOUNDb>400&&SOUNDb<900&&(CP>350||CP<10))
73     dcount++;
74     if(dcount>100)break;
75     if(light1<3)
76     ballcount++;
77     else
78     ballcount=0;
79     if(ballcount>50)break;
80     else if(CP>10&&CP<180)
81     {N(15);}
82     else if(CP>180&&CP<350)
83     {M(15);}
84     else
85     {S(speed2);}
86     x=1;
87   }
88 }

```

A5 是前面灰度的名稱,而 GLV5 是前面灰度讀到白界最低的值,這裏我起了個變量來把它的值記下,

這樣會在修改的時候方便一點。而 if(A5>GLV5)這句是說當讀到白界的時候,而接下來

```
if(SOUNDb>400&&SOUNDb<900&&(CP>350||CP<1
```

0))就是說如果踩到白界又在球場的前面(因為有時機械人行歪了一點點的話前面的灰度就有可能會讀到左右其中一邊的白界,因此這句是更加確保機械人是碰到前面的灰度而不是左右兩邊)的時候就起個變量(dcount)來計時,在計時的時候我會在這裏做過少少的動作修正方向的動作,也就是扭正,因為很多時候當前面的灰度碰到白界的時候機身都會歪,如果這個時候做返回動作的話就會容易出界,所以這個時候先做扭正動作然後再做返回動作,向後行走一段路令機械人不再停留在白界上而是回到綠色場地範圍內,是比較安全的。我的練習機械人前面裝有兩個灰度,而寫法都是一樣的,名稱分別是 A5 和 A3。變量名是 GLV3 和 GLV5,所以接下來我就不把兩個都展示出來,因為都是一樣的。

```
174 else if(A3>GLV3&&(eye1==2||eye1==3||eye1==4||eye1==5||eye1==6||eye1==7))
175 {stop(15);}
176
```

```
else(A3>GLV3&&(eye1==2||eye1==3||eye1==4||eye1==5||eye1==7||eye1==1))
{stop(25);}
```

這句是說當機械人碰到白線後,而前面任意一隻探頭(一共有前後兩個複眼,每一個複眼有七個探頭)看到球的話就停,不做追球的動作,這是為了能減少出界的機率。因為當碰到白界後所做的每一個動作都要十分小心,若處理不當的話,就會很易出界所以在這裡我不如什麼也不做,就能減低出界的機率。接下來的左邊、右邊、後邊也是這樣寫,所以就不詳細逐一說明了。由於在主程序裏面先寫的,電腦就會先判斷,而通常前後都是較左右易出界的,所以我會先寫前後再寫左右。我們都知道電腦的運算很快儘管可能即使寫了前面和後面的灰度先也沒有太太的變化,但那怕可以有一點可以幫助以及改善到的話,我們都會去做。

那麼接下來就到追球的部份了,在寫追球之前我會用程序把兩塊複眼合成一個整體,不然在編寫的過程中就會十分麻煩。所以接下來我就會去編寫這個部份

```
eye1=GetCompoI(_COMPOUNDEYE3_F_,8);
eye2=GetCompoI(_COMPOUNDEYE3_B_,8);
light1=GetCompoI(_COMPOUNDEYE3_F_,9);
```

```
light2=GetCompoI(_COMPOUNDEYE3_B_,9);
```

eye1 是前面的複眼而 eye2 是後面的複眼,light1 是前面複眼的光度值,而 light2 就是後面複眼的光度值,由定義上來看也可以看見有一共分四個名稱這麼多,所以當我們在編寫或是在讀值的時候要一次看四個都會十分不方便,所以我就會把它們合併,程式如下:

```
if (light1<light2)
{
light1=light2;
eye1=eye2+7
}
```

如果前面複眼的光度值小於後面複眼的光度值的時候,也就是說當球在後面的時候。

這個時候前後的兩個光度值就會合併,而前面的複眼也會+7,那麼兩個複眼加起來就會有 14 個數值(因為有 14 個探頭),就不會再像之以那樣要分開 7 個 7 個來寫,方便了很多。

所以最後寫完,編出來的數值就會是 1-14,光度值也一樣,會由兩個變量合併成一個變量。

在寫完這個後,就可以正式寫追球了,那麼我們的前後兩個複眼一共有 14 個探頭,換言之就要寫 14 個動作,

```
205 else if(eye1==4)
206 {W(speed1*0.8);}
207
208 else if(eye1==1)
209 {Z(speed1*0.9);}
210
211
212 else if(eye1==2)
213 {A(speed1*0.8);}
214
215
216 else if(eye1==3)
217 {Q(speed1*0.75);}
218
219
220 else if(eye1==14)
221 {
222 if(light1>=50)
223 S(speed1*0.95);
224 else
225 Z(speed1*0.95);
226 }
227
228
229 else if(eye1==13)
230 {S(speed1);}
231
232
233 else if(eye1==11)
234 {
235 if(AD==0&&SOUNDa<500)
236 {C(speed1);}
237 else
238 {Z(speed1);}
239 }
```

順序是 eye1==1 的時候就是左邊第一個探頭,而後 2、3、4、5 這樣如此類推地向上數,一直直到 14,這樣就會圍成了一個圓了,。如左圖:

打個比喻,if (eye1==1)
當 1 號眼看到的時候
{Z(speed1*0.9);} 左下 速度*0.9

else if(eye1==2) 當 2 號眼看到的時候
{A(speed1*0.8);} 左 速度*0.8

else if(eye1==3) 當 3 號眼看到的時候
{Q(speed1*0.75);} 左上 速度*0.75

else if(eye1==4) 當 4 號眼看到的時候
{W(speed1*0.8);} 向前 速度*0.8

如此類推地寫下去直到寫完第十四隻眼,當所有動作串聯在一起的時候就完成了追球這個步驟了。而上面的幾隻眼的動作也是想了很久才寫出來的,因為不同的動作配合出來會有不同的效果,所以這裏需要仔細地去想該如何寫。剛才上面的都是複眼接收到球發出的紅外線然後就做死一個動作,但有時因為某些探頭的位置問題我們在編寫程序的時候可以把它分遠近來寫出來的效果會更好,而不是不分遠近,只要那隻探頭一看到球就一個動作追過去。例如:

if (eye1==14)	當 14 號眼看到的時候
{	
if(light1>=50)	如果複眼的光度值大於或等於 50(近的時候)
{S(speed1*0.95);}	向後 速度*0.95
else	否則
{Z(speed1*0.95);}	左下 速度*0.95
}	

除了在這隻眼加了分遠和近的條件外,其實還有另外一些眼都是這樣處理的,所以我就不一一說明了,因為寫法和原因都是一樣的。我之所以分遠近來寫是因為為了追球能追得更好和更暢順,假設,球在機械人的左面與機械人十分貼近,如果這個時候我們照我平時做左下的動作的話就有機會會撞走個球,但如果這個時候做向後的動作的話,就可以避免撞到球的情況了,但又如果在球離機械人很遠的情況下做向後的動作,當然不會把球給撞開,但在找球時的路徑範圍就會大很多,用的時間也多了,如果別人做得好的話,那麼球就自然會比它們找到先,我們就會失去控球的主導權,另一方面追球的動作就可能沒那麼好了,所以如果做左下的動作就可以更快地找到球,所以這就是我分光度值來寫的原因了。當然這不是百利而無一害的,過多的條件判斷有時會令機械人的動作和反應延誤,所以我只選了幾個有必要分遠近的複眼探頭來寫。

守中:

在完成了追球這個部份後,我的程序也差不多接近尾声了,就只剩下守中這個部份仍未寫,顧名思義,守中就是當機械人看不到球時,就回到去球場的中間,我個人認為這部份其實可以寫也可以不寫的,因為不寫也不會造成太大的問題,但對於我來說我認為寫了守中能減少出界的機會,因為當你的機械人碰到白界時,就會停或者是做返回動作令機械人離開白界,而即使離開了白界,機械人也是會在白界附近,所以如果這個時候球拿了起來,再放回去球場,那一刻因為機械人在白界附近,所以如果做一些追球的動作就有可能會增加出界的機會,因此如果這個時候做守中就能回到球場中間,那麼就離白界遠些了,也不會那麼容易出界。

```
292 if(CP>7&&CP<180)
293 {N(CP/6+10);}
294 else if(CP>180&&CP<353)
295 {M((360-CP)/6+10);}
296 else if(SOUNDa>950)
297 {A(35);}
298 else if(SOUNdc>950)
299 {D(35);}
300 else if(SOUNdd>100&&SOUNDb>1150)//970
301 {W(35);}
302 else if(SOUNDb>100&&SOUNdd>1200)//960
303 {S(35);}
304 else
305
306
307
308
309
310
311 {stop(15);}
312
```

左圖是我寫守中的程序,我是用超聲波來判斷距離,然後再寫的。由於守中我是用超聲波來寫的,所以如果機械人行歪了的時候再做守中,那麼就可能導致判斷出錯,所以一歪了就會容易出界。為了解決這個問題,我會在"進入"守中前先判斷機械人的方向,以進行扭正,然後做守中的時候就不會因為機械人行歪了而導至判斷出錯,從而減低了出界的

的機率。

```
if (SOUNDa>950)
{A(35);}
```

機械人在球場右邊的時候
向左行行到球場中間

```
if(SOUNdc>950)
{D(35);}
```

機械人在球場左邊的時候
向右行行到球場中間

```
if(SOUNdd>100&&SOUNDb>1150)
{W(35);}
```

機械人在球場後方的時候
向前行行到球場中間

```
if(SOUNDb>100&&SOUNdd>1200)
{S(35);}
```

機械人在球場前方的時候
向後行行到球場的中間

```
else
{stop(15);}
```

否則
停

這樣,我的進攻程序就完成了,但我知道這條程序還有很多不足的地方需要去改善,所以接下我會去打練習賽來找出它的不足,從而去想辦法去改善。

感想:

在完成整條程序的過程中,其實遇到了很多的問題,在寫每個部份的時候或多或少都有遇到問題,尤其是在寫守界、守中以及追球的部分。由於有很多的位置需要去想如何寫,寫出來的條件又不可以與其它條件相撞,所以在寫程序的時候,有些地方糾結了很久如何去寫。

例如在寫守中的時候需要寫出機械人的所在位置,然後走向場地中間,但因為我只用超聲波來寫以及我只裝了四隻超聲波,所以在寫條件的時候經常會與條件相撞,加上自己在拿取數值那方面拿得不是很準也拿得不好,所以在寫守中的時候機械人經常都不能行到自己想要的地方去,這讓我十分困擾,所以我在寫這個部份的時候其實重寫了很多次,因為自己嘗試了很多的方法,重新整理了數值和條件,所以最後也是解決了這個問題。

另外在守界的方面其實是我用了最久的時候去想如何寫的,因為在寫每一次程序的時候都會希望自己的程序有所提升以及改善,而最可以體現到自己的程序寫得有沒有越來越好,其實我個人覺得最主要可以在兩方體現出來,分別是守界和追球。而這次我希望自己的程序在守界方面能有所進步,所以在這次的守界方面我跟以往的寫法和想法是不同的,在構思如何寫得更好的時候,我問了導師以及一些師兄師姐的意見,所以比上一次的守界寫得更好等等。

而在追球的部份我並沒有太大的變動,主要是在速度方面進行微調,以及想一想該做甚麼動作讓追球追得更流暢和更好。

雖然在完成這條程序的時候遇到了很多問題,甚至有時想放棄不想寫,但看見師兄和師姐甚至是師弟師妹也很努力,所以自己也不能放棄,其實在這次的過程中令我領悟和學了很多,最起碼知道了如果遇到問題要自己解決,這樣下次再遇到類似的問題就更深刻了,以及在這次的過程中令我更覺得機械人這個項目真的是博大精深,還有很多地方是我需要去學的,也學會了很多在寫程序時的語法,也令我知道機械人是要靠日常的不斷積累才能進步,而不是在比賽前的一段時間才努力,這條程序我也不是只用一兩日就可以完成的,而是用了一段時間才能完成,而且在完成後其實還存有一定的問題,是需要花時間去發現以及改善的,所以想要成功就一定需要投放大量時間以及全心全意去做和去學,只要肯堅持和遇到問題時去面對並尋找方法去解決,那麼就一定能夠有所進步。

在完成程序後接下來就是要打幾場練習賽來測試一下自己寫的這條程序有甚麼是做得不好而需要去改善的。

1月1日-2月15日 蔡伊的程序編寫 (開發過程) 參與成員: 蔡伊

通常在完成一部機械人的組裝後，開始編寫程序時，我們都把編寫及調試機械人的動作放在第一位，去看一下機械人的動作流暢度，檢查每一個動作行走得直不直，有沒有甚麼地方卡住了，或者馬達會不會出現甚麼其他的問題。

```
9 void LF(unsigned int speed)
0 {
1   SetMotor(_MOTOR_MLF_, 1, speed);
2   SetMotor(_MOTOR_MLB_, 0, speed);
3   SetMotor(_MOTOR_MRF_, 0, speed);
4   SetMotor(_MOTOR_MRB_, 1, speed);
5 }
6
7 void RB(unsigned int speed)
8 {
9   SetMotor(_MOTOR_MLF_, 1, speed);
0   SetMotor(_MOTOR_MLB_, 2, speed);
1   SetMotor(_MOTOR_MRF_, 2, speed);
2   SetMotor(_MOTOR_MRB_, 1, speed);
3 }
4
```

左上及左下的動作

這是我們平時所編寫的馬達動作，而我們的每一個馬達動作都會在程序的全局區中編寫好，用 void（沒有類型的）起好了一組一組的動作，然後在主程序中提取出來使用，能夠讓我們編寫程序更方便和容易。有 4 個馬達，我把它們分別稱為 MLF、MLB、MRF、MRB，是它們位置簡寫（F 前 B 後 L 左 R 右），方便我寫動作。而 0 代表正轉；1 代表停止；2 代表反轉，利用它們能配搭出不同的動作。為了能夠自由方便地調試速度，起了一個變量 unsigned int speed 來控制速度。

在調試馬達動作的過程中，發現機械人走得不是太直，運動時會有出現偏移，即 4 個馬達有不少的速差，這是搭建時的小失誤，沒有檢查清楚就魯莽地安裝。不過，這能夠在程序上修正，不是非常大的問題。走不直的情況還有被對手撞到的時候，我們會作一個修正的動作來作一個修補。

```
void F2 (unsigned int speed)
{
  extern unsigned int cp;
  if(cp>5&&cp<180)
  {
    SetMotor(_MOTOR_MLF_, 0, speed*30/35-speed*cp/175);
    SetMotor(_MOTOR_MLB_, 0, speed*30/35-speed*cp/175);
    SetMotor(_MOTOR_MRF_, 0, speed);
    SetMotor(_MOTOR_MRB_, 0, speed);
  }
  else
  if(cp>=180&&cp<355)
  {
    SetMotor(_MOTOR_MLF_, 0, speed);
    SetMotor(_MOTOR_MLB_, 0, speed);
    SetMotor(_MOTOR_MRF_, 0, speed*30/35-speed*(360-cp)/175);
    SetMotor(_MOTOR_MRB_, 0, speed*30/35-speed*(360-cp)/175);
  }
  else
  {
    SetMotor(_MOTOR_MLF_, 0, speed);
    SetMotor(_MOTOR_MLB_, 0, speed);
    SetMotor(_MOTOR_MRF_, 0, speed);
    SetMotor(_MOTOR_MRB_, 0, speed);
  }
}
```

經修正的向前馬達動作

機械人走不直時，電子羅盤的數值亦會隨之偏移，因此修正馬達動作需要加入電子羅盤的條件，然後根據電子羅盤（cp）的即時數值去進行針對性的修正動作。首先會把 360 度分成 3 份，cp>5&&cp<180 為機械人向右角度偏移的部分，cp>=180&&cp<355 為向左的，剩下的便是正確的角度範圍。以向前動作為例，當它向右偏移時，左邊兩個馬達則減速，向右偏移則作相反的減速，達到修正的作用。而所減的速度的依據直線方程式 $y=kx+b$ ，先把電子羅盤的即時數值代入公式，再代入目標範圍，根據計算就能得出適合的速度，使動作更流暢。其它動作亦如此類推。

之前還未學這個修正方法的時候，會採用收窄扭正的角度範圍，但先扭正，再追球，會使機械人的動作慢一點。而且通常一個賽場中，不同位置的磁場影響也有些不同，若扭正的角度範圍收縮得太窄，機械人在運動時便會出現搖頭擺尾的情況，影響機械人的整體運作。所以這一個修正方法顯得尤其重要。

把 11 個馬達動作都編寫及逐一調試完成後，就是定義硬件的部分了。有些人可能會習慣先編寫程序，到需要使用該硬件時，再一個個硬件去定義。而我習慣了一開始就把已知需要的準備完畢，然後才接着工作。

```
void getValue()
{
extern unsigned int cp;gFO;gFI;gLO;gLI;gRO;gRI;gBO;gBI;F;B;FL;FR;BL;BR;
extern unsigned char EYE_F;EYE_B;LIGHT_F;LIGHT_B;

EYE_F = GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_CPEF_, 8);
LIGHT_F = GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_CPEF_, 9);
GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_CPEF_, 14);
EYE_B = GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_CPEB_, 8);
LIGHT_B = GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_CPEB_, 9);
GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_CPEB_, 14);

cp = GetCompassB(_COMPASS_cp_);

FL = GetRemoIR(_FLAMEDETECT_FL_);
FR = GetRemoIR(_FLAMEDETECT_FR_);
BL = GetRemoIR(_FLAMEDETECT_BL_);
BR = GetRemoIR(_FLAMEDETECT_BR_);
F = GetRemoIR(_FLAMEDETECT_F_);
B = GetRemoIR(_FLAMEDETECT_B_);

gLO = GetADScable10(_SCABLEAD_gLO_);
gLI = GetADScable10(_SCABLEAD_gLI_);
gRO = GetADScable10(_SCABLEAD_gRO_);
gRI = GetADScable10(_SCABLEAD_gRI_);
gFO = GetADScable10(_SCABLEAD_gFO_);
gFI = GetADScable10(_SCABLEAD_gFI_);
gBO = GetADScable10(_SCABLEAD_gBO_);
gBI = GetADScable10(_SCABLEAD_gBI_);

if(LIGHT_B>LIGHT_F)
{
LIGHT_F=LIGHT_B;
EYE_F=EYE_B+7;
}
}
```

我會像寫馬達動作一樣，在程序的全局區內 void getValue ()，然後在裏面定義機械人中所有的零件，在主程序中再把 getValue () 調出來使用。不直接在主程序中定義，而是採用這個方式，是因為在主程序中可能會含有幾個 while ()，而在每一個 while () 裏面，都要重新定義一次所有的硬件，使用 void 就不用每一次都打一大堆代碼，會使主程序看起來更加精煉和簡潔，方便自己編寫及查看整個程序，也能做到一點優化的作用。

getValue () 中定義的硬件有電子羅盤、6 隻超聲波測距，8 隻灰度測量，還有 2 隻複眼，定義複眼比較特別，會 3 個指令，分別是 8 (讀取最大值編號)、9 (讀取最大值光值)、14 (設置為調制檢測模式)，有齊這 3 個指令就可以讓複眼正常的運作。始終 2 塊複眼是獨自運作的，而在 2 塊複眼兩側的眼的讀值範圍會重疊，執行程序時可能會出現矛盾。所以我們通常會利用程序把這 2 塊複眼結合成一個整體來使用，這樣就不會出現尷尬的情況或矛盾。原理是當紅外線球在後複眼的讀取範圍內時，前複眼的光度值等於後複眼的，而前複眼的編號為後複眼的加 7，這時後複眼的編號就會依序變為 8、9、10、11、12、13、14，這樣在編寫追球時的程序就會方便了許多。

```
//顯示
SetLCD5Char(0,0,cp,YELLOW,BLACK);//CP
SetLCD5Char(60,0,EYE_F,YELLOW,BLACK);//EYE
SetLCD5Char(120,0,LIGHT_F,YELLOW,BLACK);//LIGHT
SetLCD5Char(180,0,ball,YELLOW,BLACK);//ball

SetLCD5Char(0,30,FL,YELLOW,BLACK);//FL
SetLCD5Char(60,30,F,YELLOW,BLACK);//F
SetLCD5Char(120,30,FR,YELLOW,BLACK);//FR
SetLCD5Char(0,60,BL,YELLOW,BLACK);//BL
SetLCD5Char(60,60,B,YELLOW,BLACK);//B
SetLCD5Char(120,60,BR,YELLOW,BLACK);//BR

SetLCD5Char(120,0,gFO,YELLOW,BLACK);//grayFO
SetLCD5Char(120,30,gFI,YELLOW,BLACK);//grayFI
SetLCD5Char(0,60,gLO,YELLOW,BLACK);//grayLO
SetLCD5Char(60,60,gLI,YELLOW,BLACK);//grayLI
SetLCD5Char(180,60,gRI,YELLOW,BLACK);//grayRI
SetLCD5Char(240,60,gRO,YELLOW,BLACK);//grayRO
SetLCD5Char(120,90,gBI,YELLOW,BLACK);//grayBI
SetLCD5Char(120,120,gBO,YELLOW,BLACK);//grayBO
```

定義完全部機械人所有的硬件後，我會製作一個自己專屬的變量顯示表，把每個變量整齊並清晰地排列在同一畫面中。這個顯示表會幫助我一開始去檢查每一個硬件是否運作正常，有沒有出現損壞或線有沒有插得實等問題。也方便在未來編程的過程中需讀和記值時能馬上就顯示出來，不用再花時間去打顯示的代碼。若以後有使用新的變量，也會把其加入到此顯示表。

有齊了 11 個馬達動作和定義了所有傳感器後，便可以開始編寫主程序了，而在編寫主程序的開始，我會先寫扭正的動作。記得剛開始玩足球機械人時，繼學習編寫馬達動作後，編寫主程序第一樣所學到的便是扭正。

扭正這一個動作對於一般平常打法的足球機械人程序來說，可以算是非常基礎，而且在整條程序執行中佔有非常重要的地位，即使有些足球機械人會有一些比較特殊的打法，但它們都需要一定程度的扭正。

首先，我們要了解為甚麼扭正這一個普通的動作對於一部足球機械人來說會有那麼大的重要性。

眾所周知，一個足球場會有兩個相對龍門，比賽的兩支隊伍分別擁有一個所屬的龍門，並根據比賽規則來向敵方的龍門進攻，從而取得分數，同時也要顧及我方的龍門，用不違反賽規的一切方法來阻止敵方的進攻。

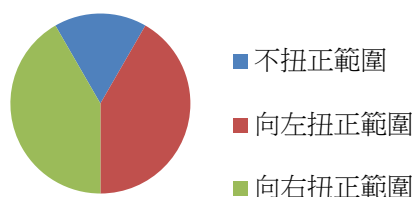
足球機械人要進行有效的進攻和防守動作，最重要的前題條件是能夠準確無誤地分辨出自己及敵方的龍門。而在這一方面，我們可以使用電子羅盤這一種傳感器。我所使用的中鳴 12 方向高級指南針可以隨意按自己的需要，按下指南針上的按鈕來把指南針重定北極，即可設置自身機械人所對的方向。因此，可以利用這樣的功能在比賽開始前，把機械人的機頭正對着敵方龍門，並在中場位置設置指南針（整個賽場各個位置的磁場會有不同的差異，在中場設置指南針比較穩當），再配合程序的編寫就可以分辨出兩個龍門的方向。

根據指南針所反映的數值來進行相應的動作來扭正，便可以保證機械人不會錯方向，攻錯龍門，造成烏龍球或三打一等的情況發生。同時，機械人能夠盡量正對著龍門，對於追球的動作流暢度和準繩度都有很大的影響。另外，由於我以前是玩防守機械人的，所以充分了解一部機械人若是角度不正，對於超聲波測距的影響可是非常嚴重的，因為機身若是扭歪了一點，所返回的數值卻會很不同，而超聲波測距又廣泛利用於復位、守界等，因此扭正很重要。

```
if(cp>30&&cp<180)
LLL(cp/6+6);
else if(cp>=180&&cp<330)
RRR((360-cp)/6+6);
else
STOP(30);
```

扭正先要把整個指南針的角度（0-360 度）分成三份，再按照不同的範圍作相應的自轉動作來扭正（如圓餅圖）。由於有了馬達動作的修正，能在機械人運動中，自己扭正角度，加上這次玩的是進攻機械人，而不是防守機械人，所以對於角度修正的要求沒有那麼嚴格，所以這次不扭正範圍取值得比較寬鬆，因為追球時會出現少許的角度變動，若不扭正範圍太窄，就會不停執行扭正的動作（左右轉），便會影響追球的流暢度，不利於進攻。扭正程序中，比較特別的是速度那部分，不像平時輸入的速度是一個常數，而是加入了指南針的條件及算法，隨著扭歪角度越大，速度就快，反之亦是。而在 180-330 的範圍中，要用 $360-cp$ ，因為指南針數值大，經運算會超過 100（最大速為 100），用 $360-cp$ 就能解決這個問題。 $cp/6+6$ 這個速度是經過我試驗和調整後得出來的。

扭正的動作與角度



接下來就是編寫繞球、追球的程序。之前，編寫防守機械人追球程序的時候，祇有向左、向右，向前，左上，右上這 4 個動作，祇有在一些特別情況會使用另外幾個動作，因此我認為防守機械人在追球上的程序比較直接。而進攻機械人的追球程序中會有一系列的繞球動作，需要考慮到複眼中各眼所做動作的配合度和追球的效率（繞球的圓會不會太大）。所以，對於首次編寫進攻追球程序的我來說，是一次新的挑戰和嘗試，也將會是一次寶貴的經驗。

由於之前在定義硬件時，已經把兩塊複眼利用程序合成了一個整體。因此，現在我在編寫追球程序時，就能使用一個變量 EYE_F 便能完成程序的編寫，然後再因應 14 隻眼各個不同的讀值範圍來做不同的馬達動作，達到良好的繞球及追球動作，能有高效率的進攻能力。而這 14 個動作一定要有很好的配合，若它們的動作配合得不好，就會影響追球的流暢度。因此，在程序編寫前會先在想一下整個追球的流程和動作。

初步設想的追球動作

複眼各眼編號	對應的動作
1	向後
2	向左
3	左上
4	向前
5	右上
6	向右
7	向後
8	向後
9	左下
10	向左
11	向左
12	向右
13	右下
14	向後

左方表格中所顯示的追球動作便是我在第一次開始寫進攻的追球程序前，對於追球整個流程的動作的一些設想。介紹一下我設想各個複眼所對應馬達動作的原因吧。複眼編號的順序是從前的那塊複眼的左側第一隻眼開始順時針排序。4 號眼就是在整塊複眼上正中間的位置，要做的動作毫無疑問就是向前衝來進攻。3 和 5 號眼就在 4 號眼的兩側，於是分別作左上和右上運動來取球。2 號眼和 6 號眼做向左和向右行，因為我觀察過這兩隻眼所面對的方向，我認為這兩隻眼若做斜上行的話，完成這一指令後，會是它們後面的眼看到球，這會使追球動作出現矛盾，導致不流暢和不能有效地追球。由於 1、14 號眼以及 7、8 號眼兩組眼的讀值範圍分別十分相近且存在重疊，還有它們所對的方向是正左右側，因此它們的動作將被我編寫成相同的向後行。9、13 號眼分別作左下和右下運動，沒有甚麼特別就是為了避開且繞過球。10、12 號眼作向左、向右行。11 號眼是對的是正後方，所以我會作跟 10 號眼相同的動作。

這些也祇是我的一些設想，一定會存在不同的問題，接下來需要作不同的調試來修改及改善程序，使機械人的追球做得更加完善。

然而由於這一次是我首次編寫追球程序，所以毫無疑問地首次嘗試出來的效果的確未如一開始在腦海中所想像的那樣。以前在觀察別人的進攻機械人的追球時，看到它們都是十分流暢，而且不會繞圓繞得很大。而我的首次嘗試卻不是很符合我預期的設想，並不是說我的足球機械人做不到追球，而是追得不太好，像是在繞球、追球的時候，會繞圓繞得很大，由於我未編寫守界的程序，所以有時甚至會繞球追出界外，還有因為追球的各個馬達動作速度是統一的，所以追球的動作有些不太和諧。

為了能夠讓追球達到理想的效果，但我又在進攻程序方面沒有甚麼經驗，因此我花了很多時間和功夫在思考各個動作該如何配合以及作不同和不斷的調試。經過不斷的嘗試以及思考，總算是有了不錯的進步，整體的追球動作也比初次編寫的時候要流暢多了，而且動作的配合度也提高了，使進攻追球得更有效率。

```
if(EYE_F==1||EYE_F==14)
{LB2(sp+5);}
else
if(EYE_F==2)
{
if(LIGHT_F>90)
{L2(sp*0.7);}
else
{L2(sp);}
}
else
if(EYE_F==3)
{LF2(sp);}
else
if(EYE_F==4)
{F2(sp);}
else
if(EYE_F==5)
{RF2(sp);}
else
if(EYE_F==6)
{
if(LIGHT_F>90)
{R2(sp*0.7);}
else
{R2(sp);}
}
else
if(EYE_F==7||EYE_F==8)
{RB2(sp+5);}
else
if(EYE_F==9)
{B2(sp+5);}
else
if(EYE_F==10||EYE_F==11)
{LB2(sp);}
else
if(EYE_F==12)
{RB2(sp);}
else
if(EYE_F==13)
{B2(sp+5);}
```

左側是經過我多次反復調試後，得出來比較滿意的追球程序。在這條追球程序中，我適當地運用了光度值的大小來判斷球距離機械人的遠近，然後按照球在離機械人一定距離時的光度值大概範圍來幫助編寫程序，例如在這個程序中，在 2 和 6 號眼就加入了光度值的條件，以 2 號眼來說明就是當球離機械人較近時，速度就會乘以 0.7 來減慢速度，目的是避免速度過快所產生的慣性而導致追過了，而較遠時則使用常速，使機械人能盡快到球所在的位置並取球。在調試的過程中，我試過在所有眼中都加入了光度值的條件，但是由於紅外線球的光度值並不太穩定，而且有時數值會出現跳動，若每一隻眼都加入光度值的條件，經過試驗後反而發現追球得沒有很流暢，動作會很奇怪的，因此如非必要一般都不會加入太多光度值的條件。以保證追球的流暢度。除了運用光度值以外，我還在調試中更改了一些眼所對應的馬達動作，例如 1 和 14 號的動作改成了左下行，還有 7 和 8 號眼的動作改成了右下行等等，為的是追球而繞的圈不會繞得太大，提高追球的效率。而且為了整個追球程序能夠更加流暢和各個動作之間協調的更加好，因此我調校了一些動作的速度，如 9 和 13 號眼向後動作的速度加了 5 等。在調試及編寫追球程序的時候，我發現有時候並不是把程序加得越多條件，編寫得越複雜就會比較好，反而有時比較簡單，效果卻比較好。

在之前的一開始，我已經提過我想要在今年造出一部既可以進攻又可以防守的足球機械人。而如今我已經大致完成了機械人進攻的程序，所以我現在打算開始在進攻程序的基礎上，加上一些防守的元素來完善一下我的整條程序。

首先，我的想法是這樣的：當足球機械人所在的位置是比較靠近我方半場及我方的龍門，大概是墜球點到龍門和禁區之間的範圍左右，然後在這個範圍以內就會做一系列防守的動作，但當 4 號眼看見紅外線球的時候，便會向前衝出禁區，開始轉換成進攻的模式，向對方龍門進攻，並以雙攻的方式盡量去壓制對方，取得比賽的主導權。

右側的三張圖片是一些例子：複眼左側的一些眼（14、1、2、3 號眼）看到球及追球時，加入了一些防守元素的追球程序。之前講過的防守範圍，我是靠後超聲波來分界的，由於我主要的還是進攻機械人，因此並沒有弄得很複雜，直接用 $B < 350$ 就好了，太複雜還有機會影響追球。在防守範圍內，先做一次扭正動作，之前在寫扭正動作時提過，在進攻時為保證動作的流暢度，會放寬不用扭正的範圍，而防守時要令超聲波測距得更準確，因此會收窄該範圍。然後就會利用超聲波測距來判斷，當機械人左側眼看到球且在龍門最左側（ $FR > 1050 \&\& FR < 1300$ ）時就停止，這樣可以封住龍門，阻礙入球， $FR < 1300$ 是為了防止超聲波測距出現 4095 的情況。（ $BL > 360 \&\& BL < 600 \&\& BR < 300$ ）是指在機械人位於龍門柱那裏，在這個位置時，一隻超聲波測距會較小，另一隻則會較大，我之前設計機械人後面多了兩隻超聲波測距，就是用於判斷這個位置的。多了這一判斷，即使側面的超聲波測距被其他機械人遮擋了，不能有效地判斷，也能夠靠它，多一重的保險。而且在這一位置以及 1 或 14 號眼看到球時，會判斷後超聲波測距數值的小，當 $BR > 160$ 時，便會向後行，把龍門封死，盡量減少一切對方有機會入球的可能。

```
else
if(EYE_F==1||EYE_F==14)
{
if(B<400)
{
if(cp>20&&cp<180)
LLL(cp/6+6);
else if(cp>=180&&cp<340)
RRR((360-cp)/6+6);
else
if((FR>1050&&FR<1300)||((BL>360&&BL<600&&BR<300)))
{
if(BR>160)
B2(sp*0.5);
else
STOP(sp);
}
else
L2(sp);
}
else
LB2(sp+5);
}
```

```
else
if(EYE_F==2)
{
if(B<350)
{
if(cp>20&&cp<180)
LLL(cp/6+6);
else if(cp>=180&&cp<340)
RRR((360-cp)/6+6);
else
if((FR>1050&&FR<1300)||((BL>360&&BL<600&&BR<300)))
{STOP(sp);}
else
L2(sp);
}
else
if(LIGHT_F>90)
L2(sp*0.7);
else
L2(sp);
}
```

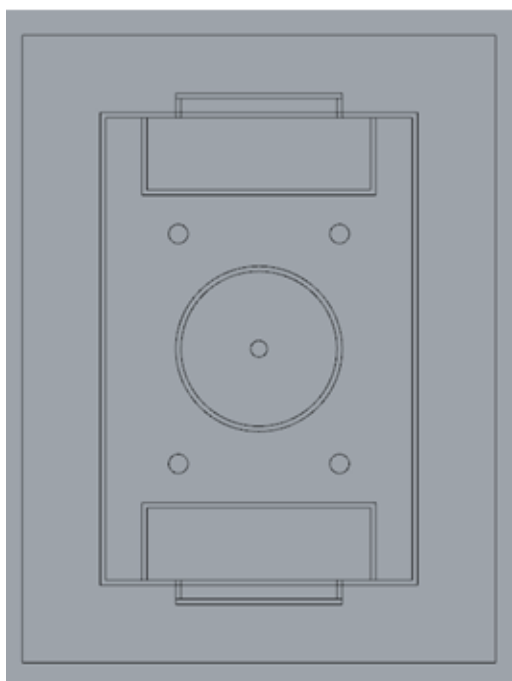
```
else
if(EYE_F==3)
{
if(B<350)
{
if(cp>20&&cp<180)
LLL(cp/6+6);
else if(cp>=180&&cp<340)
RRR((360-cp)/6+6);
else
if((FR>1050&&FR<1300)||((BL>360&&BL<600&&BR<300)))
STOP(sp);
else
if(LIGHT_F>90)
L2(sp*0.5);
else
L2(sp);
}
else
LF2(sp);
}
```


在經過測試後，追球的程序可以說已經沒有甚麼大問題，算是一個合格的追球程序，也算是完成了整條程序的一大任務。足球機械人的整個程序大致可以分為三個部分：追球、復位和守界。由於我認為守界是三大部分中最困難的，所以我打算繼完成追球程序的編寫後，先編寫相對來說比較簡單直接的復位程序。

復位是指當光度值低於某數值，即俗稱看不到球時，機械人會根據編程者所編寫的程序來作一系列的動作去回復到賽場上的某一位置。

當然復位程序其實也沒有很簡單，需要考慮的東西也有很多，例如整個賽場那麼大，到底要復位到哪裏才合適等等問題。

比賽場地的示意圖



在編寫復位程序之前，要先仔細地分析一下賽地中各位置的優缺點，對比後，再選出一個認為最合適的位置，然後才開始進程序的編寫。先分析場上五個墜球點是否合適作為我的機械人的復位位置。由於我的機械人主要職責還是偏防守和輔助，即使是主攻，復位到那麼前也不方便取球進攻，所以靠近敵方龍門的那兩個墜球點並不合適。現在分析靠近自己龍門的兩個墜球點，若復位到這兩個點的其中之一便會造成空門，無論球放在哪一個墜球點都會令對方十分容易進球，所以這兩個靠近我方龍門的墜球點也不太可取。最後一個墜球點就是位於賽場中間的圓圈內，若我的足球機械人是主攻的，我會選擇這裏，無論球在哪墜球點都能盡快拿到球，而且位於中間，可以擋到對面來的球。不過可惜我不是主攻的機械人，所以我會把這個位置讓給我的隊友。

在經過上面對各個墜球點的分析，我認為這五個墜球點都不是我的機械人最好的復位位置，因此這五個位置都被我排除了。不過經過上面的一些思考和分析，也令我知道自己大概是想要哪個區域作為機械人的復位位置，而我想要的區域就是賽場兩個龍門之間的中間區域，在中間可以有效地擋住迎面而來的進攻，而且從中間區域出發，到其他地方取球都是很方便且有效率的。首先對方半場區域內的位置已經是被排除了的，因為復位到對方的對守區域並沒有一點好處，第一：會造成我方半場內無人防守，而且不利於進攻；第二：相信對方也會防守在自己的半場內，那麼在那個區域內已經有了兩部機械人，對超聲波測便會有很干擾，不利於程序的編寫。結合到我的機械人主要是偏防守和輔助，我認為靠近我方的兩個墜球點到我方禁區以內之間的中間區域最為適合作為我的機械人的復位位置。

既然已經仔細地完成了對賽場上各位置的分析，並且已經選擇出了自己想要的大致區域來作為機械人的復位位置，那麼就事不宜遲地開始復位程序的編寫。

```

else
{
  if(cp>10&&cp<180)
  LLL(cp/6+6);
  else
  if(cp>=180&&cp<350)
  RRR((360-cp)/6+6);
  else
  if(FL>1050)
  {
    if(FL<1100)
    L2(sp-10);
    else
    if(FL>1100&&FL<1200)
    L2(sp-5);
    else
    if(FL>1200)
    L2(sp);
    else
    L2(sp-5);
  }
  else
  if(FR>1050)
  {
    if(FR<1100)
    R2(sp-10);
    else
    if(FR>1100&&FR<1200)
    R2(sp-5);
    else
    if(FR>1200)
    R2(sp);
    else
    R2(sp-5);
  }
  else
  if(B<160)
  F2(sp*.4);
  else
  if(B>250)
  B2(sp);
  else
  if(cp>2&&cp<180)
  LLL(cp/6+6);
  else if(cp>=180&&cp<358)
  RRR((360-cp)/6+6);
  else
  STOP(sp);
}

```

在編寫復位程序之前，我會先量度好所需的超聲波測距數值，並記錄下來。

超聲波位置：
FR：右；FL：左；
B：後

量度的位置	超聲波測距對應數值
龍門的靠左側	FR：1000-1050
龍門的靠右側	FL：1000-1050
禁區外側黑線	B：250
貼近龍門	B：150

在這次的復位程序中，我打算祇使用三隻超聲波測距，分別是向後、向左以及向右的超聲波測距，因為復位祇需要前後左右的運動，我也不想它作太多的判斷導致出現矛盾，反而出來的效果不好。在進入看不到球，即需要復位時，會先執行扭正的動作，和之前介紹編寫加入了防守元素的追球程序的原理一樣，就是為了超聲波測距能夠更好、更準確地量度數值，數值越準確，對於機械人的程序執行更好。由於比賽場地的場邊與龍門的距離有一段差距，並不一致，因此對於向後超聲波的測距造成了不便（如果把場地的長當成 y 軸，寬當成 x 軸的話，當機械人在 y 軸上的同一刻度時，但所在的 x 軸刻度不一樣，那麼在有龍門的範圍內所量度的數值會比在兩側沒有龍門的地方所量度的數值要小。），所以機械人需先復位到中間的地方，這時向後超聲波測距所得的數值會相對可靠，然後再作向後運動來復位的安排。先利用之前所記錄的左、右超聲波的數值來作判斷，以向左復位為例子，當 FL>1050 時就向左運動，而程序裏所顯示的 if (FL>1050) 裏所包含的一些條件判斷是一些速度的轉變，復位的速度很重要，太慢會來不及回防，錯失先機；太快又怕會因慣性衝得太過，來不及剎停。向右復位和向左復位的原理一樣，就多作介紹了。在機械人在中間位置時，就可以作向後的復位了，很簡單就是 B>250 就向後行。不過因為龍門的頂框令超聲波在近距離時，會有些跳動，因此加了 B<160 就向前行，以免它一直向後走，而且我也它守得太後。然後就做角度更窄的扭正，使它能非常正地守在那裏。

完成了復位程序的編寫後，測試的時候，在祇有自己一部機械人在比賽場地時，機械人的復位程序運行得很不錯，在不同的位置都能大致回到我所設想的復位位置。不過這祇是在理想環境下的所顯示出來的效果，要判斷這條程序的可行性還言之常早，希望在練習賽時能看到成效。

由於還未到打練習賽的時候，所以我打算先完成了整條程序後，再等練習賽的出來效果再作調整，因此我現在準備開始編寫三大部分中的最後一個部分——守界的程序。

因為編寫守界程序需要各個灰度的數值，所以在正式開始編寫之前，我會先用一個很快捷的方法把所有數值取好。

首先要定義 X3-RCU 上的一個按鍵 (bu)，if (bu==1) 是指按下這個按鍵。當這個時候，8 隻灰度測量模塊便會把當時的數值分別記錄到 Data 的各個位置。到需要時，再把數值提取出來進行運算和使用。

```
bu=GetButton1();
if(bu==1)
{
  SetData(6, gFO);
  SetData(7, gFI);
  SetData(8, gLO);
  SetData(9, gLI);
  SetData(10, gRO);
  SetData(11, gRI);
  SetData(12, gBO);
  SetData(13, gBI);
}
```

```
sp=GetData(1);
FOg=GetData(6);
FIg=GetData(7);
LOg=GetData(8);
LIg=GetData(9);
ROg=GetData(10);
RIg=GetData(11);
BOg=GetData(12);
BIg=GetData(13);

FOw=FOg*1.15;
FIw=FIg*1.15;
LOW=LOg*1.15;
LIw=LIg*1.15;
ROW=ROg*1.15;
RIw=RIg*1.15;
BOW=BOg*1.15;
BIw=BIg*1.15;
```

由於提取數值和運算祇需要執行一次就夠了，因此這段程序放在主程序的 while(1)外。

數值儲存在 Data 以後，是需要程序上打一些代碼來把它們提取出來的。GetData 1 是 sp，即是速度的變量，之所以用 Data 來輸入馬達的速度，是因為馬達速度會隨鋰電池的電量不同，而有所差異，如果使用 GetData 的話，就直接在 X3-RCU 中調校速度，不需更改程序，然後再下載程序，省掉不少時間，更有效率。GetData 6 至到 13 是之前 8 隻灰度測量所讀的數值，現在我起 8 個新的變量來放這些數值，而它們的名稱不是亂改的，F、B、L、R 是灰度前後左右的位置，O 和 I 是指灰度在外或內，而 g 的意思是指綠色，因為在記錄灰度測量的數值時，是要把整部機械人放在賽場上都是綠色的位置，確保 8 隻灰度測量所讀的值都是對應綠色的數值，若灰度測量讀了場地上的黑色或者白色，數值就會截然不同，數值一出錯就會影響之後的運算，從而使條件判斷出錯，導致程序執行錯誤。FOw 的 w 是白色，即是對應場上的白線，而它的數值是使用剛提取出來的綠色灰度值進行運算後所得出，綠色值乘以 1.15 來得白色值，而這個白色值才是編寫守界程序所需要的，而 1.15 這個數是經過考慮的，在觀察及比較了灰度測量在量度綠色及白色兩種顏色時所對應的數值差異（白色數值 > 綠色數值），發現當平均綠色值乘以 1.15 以後，就會大於綠色最大值一些，那麼在編寫程序時就祇要判斷灰度是否大於白色值，就可以知道有沒有讀到白界。

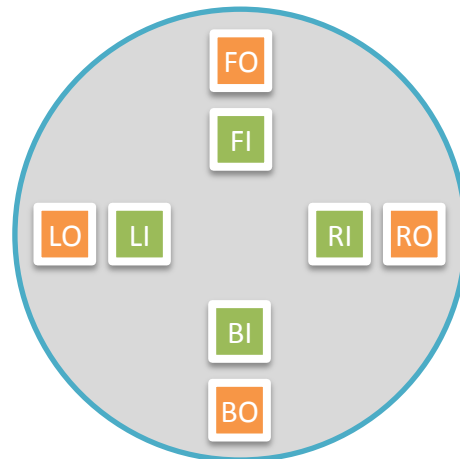
搞定了取得以及處理灰量數值的程序以後，我做過幾次取值的測試，看看這個程序的執行是否理想，還有記錄、取得以及經過運算的數值是否符合現實所對的灰度值。測試中可以看到取值程序執行得十分理想，各個數值亦很準確。這方法比以前需人手抄錄數值要快捷很多，亦比人手抄錄的數值要準確。

現在有這個方法，省掉了不少時間，就事不宜遲開始編寫最後的守界程序。

```

if(gLI>LIw)
{
time=0;
while(gLO<LOW||gLI>LIw)
{
getValue();
if(FL>320&&FL<1400&&(cp>350||cp<10))
time++;
else
time=0;
if(time>60)break;
else
if(cp>5&&cp<180)
LLL(cp/6+6);
else
if(cp>=180&&cp<355)
RRR((360-cp)/6+6);
else
if(time<60&&time>0)
R2(15);
}
}

```



灰度測量位置與
變量名稱的示意圖

以上兩張圖片就是左面和前面的守界程序，由於四段程序的結構差不多，因此我將圍繞著左面的守界程序來作介紹和解釋。開始執行守界程序的條件是當裏面的灰度測量讀到了白界時，即 `if (gLI>LIw)`。符合這個條件後，會先把變量 `time` 清零，以便於稍後程序的使用。把變量 `time` 清零後，就會有進行一個判斷 `while (gLO<Low||gLI>LIw)`，這是指左外的灰度沒有讀到白界，或者左內的灰度讀到白界的情況，條件這樣編寫是有關 `if (gLI>LIw)` 的，因這時左內灰度有可能會因機械人運動太快所引致的慣性而略過了白界，但左外灰度的數值就一直是綠色值，所以這有了這個條件判斷來保證能夠進入到這個 `while`。用 `while` 有一個特別之處就是當它的條件成立一次後，若不編寫一些命令讓它跳出這個 `while`，那麼機械人就會一直判斷以及執行這個 `while` 裏的程序，也因此我運用了 `while`，而非 `if`，以確保它能不受其他程序所影響，單獨完成守界後，再執行其他程序。我之前在全局區中把所有硬件定義都 `void` 成了 `getValue()`；，因此祇要在 `while` 裏的一開始直接輸入這一代碼就可以了，這是由於在不同的 `while` 中的內容並不共通，因此在每個 `while` 的一開始都要先作這樣的一個步驟。接著開始介紹程序的內容，首先要利用左超聲波量度機械人與賽邊的距離，並且要符合指南針的條件，加入指南針的條件就是為了確保機械人是正向的，這樣才能使肯定超聲波的數值是準確的。當條件成立時，變量 `time` 會開始加數，當 `time>0&&time<60` 時，就向右行，以免機械人出界；相反，若 `time>60` 時，就執行命令 `break`；，即是完成了守界，便跳出這個 `while`，執行其他的程序。若角度不正，就執行扭正的動作，之後再進行其他判斷。

2月5日 蔡伊的硬件測試 (開發過程) 參與成員: 蔡伊

在調試足球機械人的過程，其實我不是只有在機械人的軟件上下功夫，我也有嘗試在機械人的硬件上做一點改變，希望能夠讓機械人更加完善，雖然機械人硬件的整體是已經定型了的，不過也是可以做一些小改動的，多作嘗試，說不定能遇到很好的方法，即使沒有遇到好方法，也能夠收獲到經驗。

足球機械人所使用的萬向輪就有很多種，而本來我是使用的是鋁製的萬向輪（圖 A），然後有一次看到機械人室有一種黑色的塑膠萬向輪（圖 B），就試著把它換上，嘗試一下效果如何。



用了一段時間，小膠輪出現斷裂的情況。

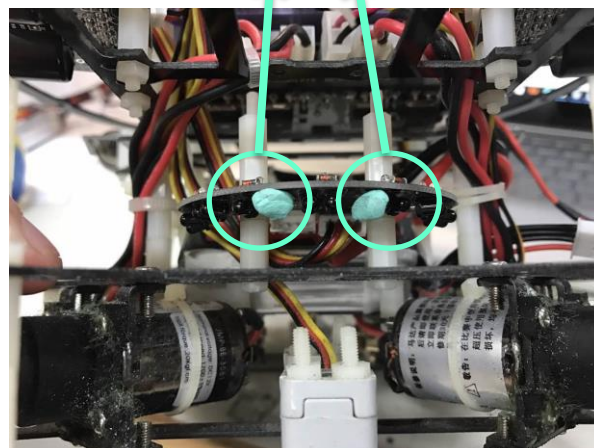
/	鋁製萬向輪	黑色膠製萬向輪
直徑	57mm	54mm
質量	32.8g	32.8g
摩擦力	較小	較大
易損程度	較耐用	較易破損
清理及更換小膠輪	較方便	較繁瑣

嘗試過黑色膠製的萬向輪後，雖然它與賽場地的摩擦力比較大，使機械人的剎停等動作做得比較好，但是綜合了其他方面後，我還是覺得使用鋁製萬向輪比較合適，尤其是因為膠製萬向輪的小膠輪太容易破損，而且還不方便更換。所以我最後還是換回了鋁製的萬向輪。而且程序是在使用鋁製萬向輪時編寫的，因此感覺鋁製萬向輪更加合適。

在前複眼上，我也做了一些東西來使其更好地配合機械人執程序。

由於當紅外線球在機械人前方的控球位置時，3、4、5號眼會不停地跳動，這個情況就導致了機械人向前進攻時的動作會突然出現左左右的奇怪動作，使進攻得不流暢。而我使用了泥膠貼黏在了3、5號眼上，遮住了一點它們的紅外線接收器，是為了讓正中間的4號眼讀紅外線球的範圍要廣闊一點，減少出現紅外線球在機械人正前方的時候卻出現了3、5號讀到球的情況。當然遮眼也要適當，不能遮得太過，不然就會弄巧反拙。

用泥膠貼遮了一點3、5號眼



之前單獨測試各部分的程序時，效果是不錯的。只不過那些測試都是在只有自己一部足球機械人在賽地上執执行程序，沒有其他特別的因素影響機械人各個傳感器測值和程序執行。

由於之前花了滿多時間去調試追球的程序，因此追球程序沒有甚麼太大的問題。不過一開始我為了機械人的進攻能力能夠厲害些，而把機械人的馬達速度調校得比較快，所以在沒有加入守界程序之前，機械人的進攻看起來好像很厲害，繞球繞得不錯，而且速度很快，是一個十分理想的追球程序，不過在加入了守界程序時，機械人的追球程序出現了一點問題，其實是追球程序和守界程序之間的一些配合不到位，問題是機械人追球時的速度有點太快，導致機械人有時候會衝得太快而衝出界，而且因為速度太快的原因，使機械人的灰度測量有時會讀不到白界，令機械人來不及執行守界程序，導致機械人出界。

足球機械人衝出白界的情況在正式比賽時，是對於比賽極其不利的行為，因為機械人一旦不小心出了一次界，就要被裁判罰該部機械人離場 1 分鐘，而一個半場的時間也只不過是 10 分鐘，也就是說出了一次界就等於沒有了十分之一的在場時間，對於進攻和防守方面都是不利的。這時，賽場上的局面就會變成我方以一敵二，而現在我們是以雙攻的方式為策略來比賽，若我方一部足球機械人離場了，那麼既沒有了一部機械人作補位的工作，又沒有防守機械人守在龍門前來擋住正在攻過來的球。這種情況發生時，我們不但沒有了比賽的主導權，容易被對手的機械人壓著來進攻，而且最不想要出現的情況就是被對方的機械人乘虛而入來攻進我們的龍門，使自己失去了一分，造成嚴峻的局面。若對手是與我們旗鼓相當的隊伍，那麼即使只是失去了一分，它也是至關重要的。更不要說與比自己更強的隊伍比賽時，出現了因自身失誤所造成致命失分的情況。

因此在權衡輕重以後，我打算稍稍地降低機械人追球的馬達速度，希望能夠使機械人的守界程序執行得更加理想。雖然降低馬達速度會使機械人的進攻能力沒有以前那麼好，但是我認為在輕量級足球比賽中，好的守界是比較重要的，所以我還是比較注重守界。因為之前編寫了可以使用 GetData 來調校速度的程序，所以在調速的過程還是頗輕鬆的。而經過調速後，機械人衝出界的情況的確下降了，證明了調校速度這個方法是有點用的。

而現在我打算讓機械人先以這個狀態去參加練習賽，等練習賽完了後，再針對所出現的問題作調整。

現在譚仔設計的兩部正式參賽足球機械人的部件都已經完成了加工。考慮到了現在的時間已經比較緊張，但進度仍不是十分的良好，如果譚仔一個人要兼顧兩部機械人的話，對他來說工作壓力便會很大，而且效率不高，而其他三個組員都有設計自己的機械人，並且有自己要兼顧的範疇，所以我們在人力資源分配上出現了一點狀況。不過經過考慮後，我們組內決定了余思和蔡伊按照原本的計劃，她們兩人負責造出一隊練習機，幫助之後機械人的測試，有兩部練習機已經足夠，所以聰仔則先放下他手頭上的機械人轉去幫助譚仔，與譚仔一起完成正式參賽機械人的一切工作，這個決定一方面是為了減輕譚仔的工作量和提升工作效率，另一方面是因為聰仔在我們四人中經驗最少，水平也較低，讓他去做譚仔的助手。

1月1日-2月15日 譚仔和聰仔的程序編寫 (開發過程) 參與成員: 譚仔和聰仔

把我們的比賽機器人組裝完成後,第一步就是先再檢查多一次整體的硬件。如檢查馬達的轉速等,檢查一下四隻馬達的轉速會不會相差太遠,因為如果四隻馬達的轉速相差太遠的話,在後期的動作必定會很難去調整(即使有了馬達速度的算法)和在方向上必定會有偏向!所以檢查馬達的這一部分是必須要做的!

另外,就是其他硬件的檢查了,要檢查一下在安裝後,是否所有硬件也能如常地運作起來,因為也有一些硬件在安裝上機器人後可能會不能正常地運作或不能達到所指定的要求(如超聲測距傳感器),安裝後可能會因為安裝的角度,高度和位置的出入使得超聲測距所返回的信號有所錯誤或不能讀到!

而在完成機器人的所有硬件檢查後,我們便開始編寫機器人的程序,而機器人的程序編寫流程就是先由動作開始的,而動作也是一部機器人的基礎,所以動作也是極為重要的!

```
158
159 void lu (unsigned char speed)
160 {
161 {
162 SetMotor( _MOTOR_lu_,1,speed );
163 SetMotor( _MOTOR_ld_,2,speed );
164 SetMotor( _MOTOR_ru_,2,speed );
165 SetMotor( _MOTOR_rd_,1,speed );
166 }
167
168 void rd (unsigned char speed)
169 {
170 {
171 SetMotor( _MOTOR_lu_,1,speed );
172 SetMotor( _MOTOR_ld_,0,speed );
173 SetMotor( _MOTOR_ru_,0,speed );
174 SetMotor( _MOTOR_rd_,1,speed );
175 }
176
177 void ru (unsigned char speed)
178 {
179 {
180 SetMotor( _MOTOR_lu_,2,speed );
181 SetMotor( _MOTOR_ld_,1,speed );
182 SetMotor( _MOTOR_ru_,1,speed );
183 SetMotor( _MOTOR_rd_,2,speed );
184 }
185
186 void ld (unsigned char speed)
187 {
188 {
189 SetMotor( _MOTOR_lu_,0,speed );
190 SetMotor( _MOTOR_ld_,1,speed );
191 SetMotor( _MOTOR_ru_,1,speed );
192 SetMotor( _MOTOR_rd_,0,speed );
193 }
194
```

這是我們平時所編寫的馬達動作，而我們的每一個馬達動作都會在程序的全局區(外區)中編寫好!

用 void (沒有類型的) 起好了一組一組的動作，然後在主程序中提取出來使用，能夠讓我們編寫程序更方便和容易。這樣便不用怕會使用錯動作!

而我的機器人是 4 個馬達的，我把它們分別稱為 lu、ld、ru、rd，是它們位置簡寫 (u 前 d l 左 r 右)，來方便我去編寫動作。

而 0 代表正轉；1 代表停止；2 代表反轉，利用它們能配搭出不同的動作。為了能夠自由方便地調試速度，起了一個變量 speed 來控制速度，變量類型則是 unsigned char。這樣就能在修改所需速度方面達到更快速的效果!

而在調試馬達動作的過程中，發現機械人走得不是太直(因馬達之間是一定有差速的)，所以機器人在運動時會有出現偏移，即 4 個馬達有不少的速差，這是搭建時的小失誤，沒有檢查清楚就魯莽地安裝。不過，這能夠在程序上修正，並不是非常大的問題。走不直的情況還有被對手撞到的時候，我們會作一個修正的動作來作一個修補。

```
15 unsigned char speed=25;
16
17 //For calculation
18 unsigned int count=0;
19
20 //Movement
21 void forward (unsigned char speed)
22 {
23     extern unsigned int cp;
24
25     if (cp>5&&cp<180)
26     {
27         SetMotor( _MOTOR_lu_,2,0.935*speed-speed*cp/192.5);
28         SetMotor( _MOTOR_ld_,2,0.935*speed-speed*cp/192.5);
29         SetMotor( _MOTOR_ru_,2,speed );
30         SetMotor( _MOTOR_rd_,2,speed );
31     }
32
33     else
34
35     if (cp>180&&cp<355)
36     {
37         SetMotor( _MOTOR_lu_,2,speed );
38         SetMotor( _MOTOR_ld_,2,speed );
39         SetMotor( _MOTOR_ru_,2,speed*cp/192.5-0.935*speed);
40         SetMotor( _MOTOR_rd_,2,speed*cp/192.5-0.935*speed);
41     }
42
43     else
44
45     {
46         SetMotor( _MOTOR_lu_,2,speed );
47         SetMotor( _MOTOR_ld_,2,speed );
48         SetMotor( _MOTOR_ru_,2,speed );
49         SetMotor( _MOTOR_rd_,2,speed );
50     }
51
52 }
```

而當機械人走不直時，電子羅盤的數值亦會隨角度的變化，因此修正馬達的差速變化所帶來的角度偏歪是需要加入電子羅盤的條件來修正的，然後根據電子羅盤 (cp) 的即時數值去進行指定的馬達的速度修正。

而首先把一整份圓的 360 度分成我們所需的 3 份，一份為 $cp>5\&\&cp<180$ 為機械人向右角度偏移的部分，一份為 $cp\geq 180\&\&cp<355$ 為向左的，剩下的便是正確的角度範圍。以向前動作為例，當它向右偏移時，左邊兩個馬達則減速，向右偏移則作相反的減速，達到修正的作用。

而這用作修正馬達差速的算法並不是第一次用，但每一次我們也要去修改算法中的常數，因這常數是要結合機器人自身的結構及其重量，馬達的使用型號，馬達的轉速等多方面來考慮的！所以每一次我們使用這修正馬達差速的算法的時候，必須因應以上各種因素去重新計算及考慮，使算法完完全全適用於現在的機器人身上！

在完成機器人的動作的編程後，以下的就是定義機器人的硬件(就是使編程軟件知道所使用的硬件及其插口)，而要定義機器人的硬件，是必須把他放入 while 裏面去運行的，因為系統必須時時刻刻與機器人的硬件互相溝通，所以是必須要知道機器人的硬件插口的準確位置的！但在過往，我是在 while 中逐一逐一去定義硬件的！所以這會導致在 while 中十分多定義硬件的語句，而我們的主 program 也是在 while 中執行的，這會導致我們在編程時十分麻煩，所以我們想到了有一方法使其在編程時變得更方便！就是把所有定義硬件的語句合成為一個模塊，而在編寫主程序的時候把這模塊拿出來使用，這樣便可使到主程序中的行數大覆降低，這樣就能變得更方便！


```

285 void define (unsigned char speed)
286 {
287 //GetValue{
288 //GetValue{
289 speed=GetData(1);
290 extern unsigned int cp=GetCompass8(_COMPASS_cp_);
291 extern unsigned char eye=GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_eye_,8); extern unsigned char eye1=GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_eye1_,8);
292 extern unsigned char light=GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_eye_,9); extern unsigned char light1=GetCompoI3(_COMPOUNDEYE3_eye1_,9);
293 if (light1>light)
294 {light=light1;eye=eye1+7;}
295 extern unsigned int frontl=GetAdUltrasound(_ADULTRASOUND_frontl_);
296 extern unsigned int backul=GetAdUltrasound(_ADULTRASOUND_backul_);
297 extern unsigned int leftul=GetAdUltrasound(_ADULTRASOUND_leftul_);
298 extern unsigned int rightul=GetAdUltrasound(_ADULTRASOUND_rightul_);
299 extern unsigned int frontg=GetADScable10(_SCABLEAD_frontg_);
300 extern unsigned int backg=GetADScable10(_SCABLEAD_backg_);
301 extern unsigned int leftg=GetADScable10(_SCABLEAD_leftg_);
302 extern unsigned int rightg=GetADScable10(_SCABLEAD_rightg_);
303 //}
304 //}
305 }

```

而完成了馬達的調試和定義硬件及角度修正後,接下來就是編寫追球的程序了。進攻機械人的追球程序中會有一系列的繞球動作,需要考慮到複眼中各眼所做的動作的配合度和追球的效率(繞球的範圍會不會太大)。

由於之前在定義硬件時,已經把兩塊複眼利用程序合成了一個整體。因此,現在我在編寫追球程序時,就能使用一個變量 **eye** 便能完成程序的編寫,然後再因應 14 隻眼各個不同的讀值範圍來做不同的馬達動作,達到良好的繞球及追球動作,能有高效率的進攻能力。而這 14 個動作一定要有很好的配合,若它們的動作配合得不好,就會影響追球的流暢度。因此,在程序編寫前會先在想一下整個追球的流程和動作。而這個追球的程序我也會利用模塊化的模式去放在主程序中使用!

```

240 void SeekBall (unsigned char eye,unsigned char light,unsigned int speed)
241 {
242 if (eye==1)
243 {ld(speed);}
244 else
245 if (eye==2)
246 {left(speed*0.85);}
247 else
248 if (eye==3)
249 {lu(speed*0.9);}
250 else
251 if (eye==4)
252 {forward(speed);}
253 else
254 if (eye==5)
255 {ru(speed*0.9);}
256 else
257 if (eye==6)
258 {right(speed*0.85);}
259 else
260 if (eye==7)
261 {rd(speed);}
262 else
263 if (eye==8)
264 {backward(speed);}
265 else
266 if (eye==9)
267 {backward(speed);}
268 else
269 if (eye==10)
270 {ld(speed);}
271 else
272 if (eye==11)
273 {ld(speed);}
274 else
275 if (eye==12)
276 {rd(speed);}
277 }

```

左圖就是我們倆的機器人的追球程序,可見,我們各自的機器人的追球動作是與其他機器人的追球動作是不一樣的!因為我們這機器人的控球位置開口是比較大的,而加上我們的複眼(紅外線接收器)安裝的位置是比較出,3 號眼和 5 號眼剛好處於控球位置的分割線,而並不是在控球位置內,所以追球的動作是需要調整一下的!

別的機器人的追球動作是以接近電子紅外線球為先,所以在 8 號眼等是做右下或左下的動作!但我們

這機器人的控球位置和複眼(紅外線接收器)安裝的位置是比較出的,所以我們必須確保機器人在球的後方時並且需要有一定量的距離,使追球時能使紅外線電子球沿控球位置的切線方向進入到控球位置,這樣這能增加進攻的機會!

在完成了追球後,接下來的便是執行守界的編程了,因為即使你有再好的追球動作,再好的角度守正,再好的馬達差速修正也好!若我們的機器人在比賽時出界了,就要被拿起一分鐘,這一分鐘在比賽中是十分長的,一分鐘就可以變幻莫測,一分鐘就可以反敗為勝的,所以我們必須在守界下苦功,盡量達到零出界的效果!

```
void DetectBound (unsigned int frontul,unsigned int rightul,unsigned int backul,unsigned int leftul,unsigned char speed,unsigned int status)
{
if (status==0&&leftg>targetvalue)
{status=1;}
else
if (status==1&&eye>=5&&eye<=12||light<5)
{status=0;}
}

void ComeBack (unsigned char speed,unsigned int leftul,unsigned int frontul,unsigned int rightul,unsigned int backul)
{
extern unsigned int count;
extern unsigned char eye,light;
extern unsigned int status;

if (status==1)
{
if (leftul<550)
{right(speed);}
else
{stop(speed);}
}
}
```

上面是我的守界程序,我的思考流程就是當左面的灰度檢測到白線,這時狀態便改為 1!直至右邊的複眼檢測到紅外線電子球或整體檢測不到球(light<5)時,這樣狀態便會變回 0!(status 是狀態,targetvalue 是目標檢測值)而在狀態仍為 1 的時候,便會用超聲波來檢測當前的位置!

若超聲波<500(即是離出界很接近的時候)便退回場內,直至超聲波>500 的時候先停下來!這樣就能確保機器人必須回到場內一定位置的時候先停下來,從而避免了機器人因別的機器人阻擋而回不了場內的問題!這就是我的初步守界的策略!

但這仍是初步的想法,要在實際測試中先可以驗證這方法是否能夠見效!

```
311 void Defend (unsigned char speed)
312 {
313
314 extern unsigned int frontul;extern unsigned int backul;
315 extern unsigned int leftul;extern unsigned int rightul;
316
317 if (leftul<targetdistance&&rightul>targetdistance)
318 {right(speed);}
319 else
320
321 if (rightul<targetdistance&&leftul>targetdistance)
322 {left(speed);}
323 else
324
325 if (frontul<targetdistance&&backul>targetdistance)
326 {backward(speed);}
327 else
328
329 if (backul<targetdistance&&frontul>targetdistance)
330 {forward(speed);}
331
332 }
333
```

而左邊的圖就是我的守中編程流程(targetdistance 是目標距離的意思)當左邊的超聲波少於目標距離並且右邊的超聲波大於目標距離的時候,便作右返回的動作;而前面的超聲波少於目標距離並且後面超聲波大於目標距離的時候,便作向後返回的動作!

如此類推,當機器人在場的右面的時候,符合所給的條件的話便向左退回場中,而機器人在場的後面的話,則向前退回場內!

賽前會議:

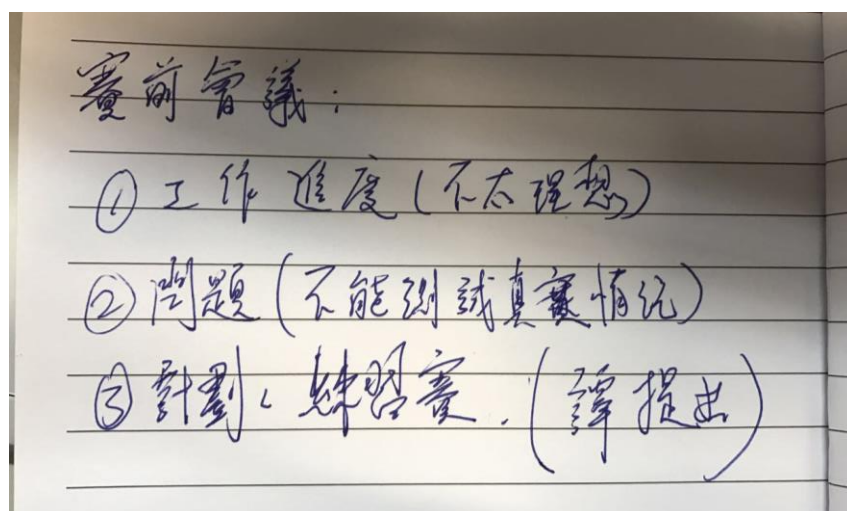
2月20日 對打練習賽的會議 (討論過程) 參與成員:全體成員

在過去的一些日子裏，大家都開始對自己的足球機械人進程序編寫。而在這一次的會議中，我們四個人都匯報了各自機械人目前程序編寫的進度，討論了大家在過程期間遇到的一些疑難，並且給之前日子中的工作進程作了小總結，也針對了這次的會議內容，為接下來的工作给出了一些方向和計劃。

在工作進度方面，由於各個組員的工作時間和效率都不一樣，所以我們現在各組員的工作進展程度都不一樣，有組員的進度比較快，也組員的進度比其他組員落後一點。而我們四人中，由於聰仔編寫程序的經驗和水平相對來說比較沒有那麼好，所以進度比較落後，我們其他的組員都有鼓勵他，希望他在接下來的日子中能夠多多加油，把工作的進度追出來，這樣才能夠讓我們整個團隊在之後的工作中能有更好的配合。

總體來說，我們隊伍中的每個人在程序編寫的進度上都已經在逐步地上升，但是我們都一致認為從目前的情況來看，這樣的工作效率和進程依然不是十分的理想，而且進度比較好的組員（蔡伊、譚仔）提出了在調試機械人的時候，只有自己的機械人一部在賽場上測試，沒有了其他機械人的干擾，例如對機械人超聲波測量的干擾，因此一部機械人的測試顯示不了真實的狀況，不能測試出足球機械人在真正比賽時的實力。

針對總結所提到的問題，我們大家經過討論後，隊長譚仔提出了選定一個日子舉行練習賽，到練習賽後再進一步分析大家各自的情況。對於隊長的這個提議，大家都十分讚成，一方面可以給大家一些壓力，同時增加大家的動力，從而使大家的效率能夠有所上升，另一方面，練習賽可以幫助我們調試機械人，從而提高機械人的實力。

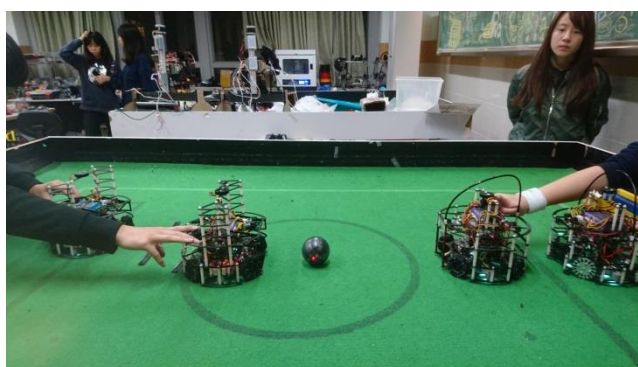


第一次練習賽：2月25日（調試過程）

雖然我們各位都還未準備得特別好，但是距離正式中國賽的時間已經越來越少，為此我們要儘快完成任務，把正式比賽的機械人調試到最好的狀態，所以便有了這一次的練習賽，希望能在這一次的練習賽中，充分地看到機械人的不足，並且能夠把握好時間來改善足球機械人。

雖然每部機械人都不是十分的完善，但 2 部正式參賽的機械人和 2 部練習賽用的機械人現在都能夠下場比賽。不過在第一場的練習賽中，我們比較想要了解以雙攻方式比賽的機械人和以傳統一攻一守方式比賽的機械人比賽起上來，會是怎樣的效果。

因為既然兩隊的雙攻不是特別好，倒不如讓一隊已經不錯的一攻一守機械人上場，這樣反而能看到更好的效果。由於時間不太足夠的問題，今年我們沒有準備到防守機械人，所以我們打算用上一年余思和蔡伊的機械人來對戰，正式比賽的那 2 部雙攻機械人。



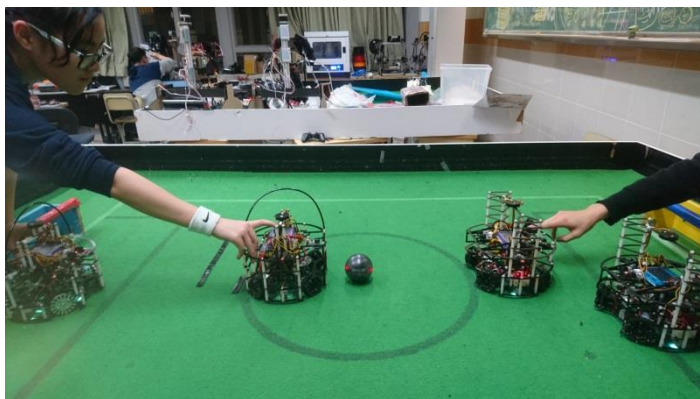
隊員名稱	出界次數	入球次數	離場時間
譚仔	在角位出界 4 次 在邊線出界 2 次	1	6 分鐘
聰仔	在角位出界 5 次 在邊線出界 2 次	0	7 分鐘
蔡伊	在角位出界 1 次 在邊線出界 0 次	防守機體沒有入球	1 分鐘
余思	在角位出界 2 次 在邊線出界 0 次	5	2 分鐘

在第一次的練習賽中，很明顯可以看到譚仔和聰仔的足球機械人還是有很大的問題，進攻能力不足，在整場比賽祇有在防守機械人離場時才攻進一球，而守界的問題尤其嚴重，在短短的二十分鐘中，竟然一個出界 6 次，一個出界 7 次，有很大一部分的時間都不在賽場上，而導致余思的進攻機械人可以攻進 5 分之多，如果以這樣的狀況出賽，肯定輸得很慘，因此在接下來的時間，譚仔和聰仔一定要好好改善機械人，同時余思和蔡伊也要把另外 2 部練習機械人完善得更好。希望下一次的練習賽大家都能有更好的表現。

第二次練習賽：3月3日（調試過程）

雖然距離上一次的練習賽不是很太久，但是在這短短的一段時間，隊伍中的每一位成員都很努力地去調試自己的機械人。我們認為現在我們各自的機械人都已經有一定的進步，所以大家都達成了再舉行一次練習賽的共識，以便我們能夠更好地改善自己的機械人。

由於上一次的練習賽是雙攻的機械人對戰一攻一守的機械人，所以這一次我們想要讓余思和蔡伊那 2 部沒有正式比賽過的機械人下場，順便可以看到與上一次不一樣的比賽效果，看看余思和蔡伊的雙攻機械人對聰仔和譚仔雙攻機械人會有怎樣的火花。



隊員名稱	出界次數	入球次數	離場時間
譚仔	在角位出界 3 次 在邊線出界 1 次	1	4 分鐘
聰仔	在角位出界 4 次 在邊線出界 1 次	1	5 分鐘
蔡伊	在角位出界 3 次 在邊線出界 1 次	1	4 分鐘
余思	在角位出界 2 次 在邊線出界 1 次	2	3 分鐘

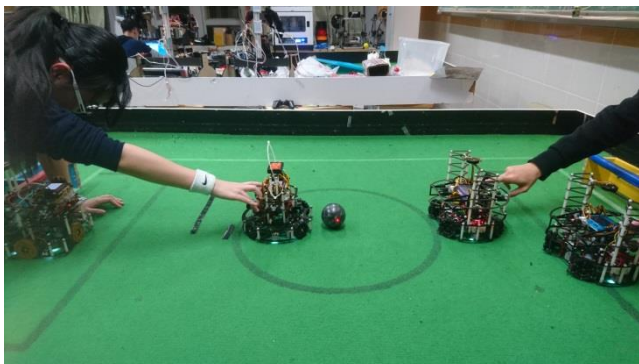
比完這一次的練習賽中，可以看到譚仔和聰仔的足球機械人有了不錯的進步。首先，從比賽的記錄表中，可以看到它們的出界次數都已經比上一次練習賽要減少了，而因出界次數的減少，讓離場的時間也相應減少了，這也導致了這一場譚仔和聰仔的失分也少了，聰仔的機械人的進攻能力亦有所進步。

由於余思和蔡伊比較早就開始進行程序的編寫，因此她們的機械人在這一場練習賽的表現比譚仔和聰仔要好一些，也讓她們以一球的優勢勝過了她們的另外兩個隊友。不過這並不代表她們兩個的機械人十分完善，她們的機械人也依然存在著與譚仔和聰仔相同的問題：容易出界和進攻能力不足。蔡伊因為是第一次編寫進攻機械人，所以要比余思的機械人要弱一些。這一次的練習賽中可以看到大家的進步，是一個很好的現象，同時也是一次很好的經驗，尤其對於蔡伊來說是第一次以攻擊機械人來比賽。雖然大家都有進步，但大家都仍然有著很大的問題，所以仍然要加把勁。

第三次練習賽：3月8日（調試過程）

經歷了 2 次的練習賽，在前 2 次的練習賽的過程中，可以看得出我們隊伍裏的每一個人都在穩步地提高中，所以可見練習賽對於我們準備比賽是非常重要的，也十分有利於我們本身的水平提高。

因為大家在第二次練習賽後，都積極地對自己的足球機械人進行了調試，而現在各部機械人又有了新的進步。由於第一次練習賽時，譚仔和聰仔的足球機械人在對戰蔡伊和余思的舊機械人的結果是譚仔和聰仔慘敗了，所以現在在他們的機械人



都有所進步了以後，他們想要再舉行一次練習賽，與那 2 部一攻一守的機械人再比試一場，想要一雪前恥，同時也可以了解到在這段時間中，兩部機械人進步了多少，以及依然不足的地方有哪些，因此我們準備再舉行第三次練習賽。

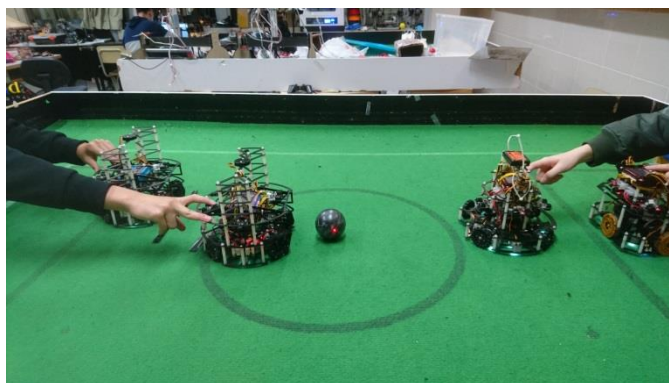
隊員名稱	出界次數	入球次數	離場時間
譚仔	在角位出界 2 次 在邊線出界 0 次	2	2 分鐘
聰仔	在角位出界 2 次 在邊線出界 1 次	1	3 分鐘
蔡伊	在角位出界 1 次 在邊線出界 1 次	防守機體沒有人 球	2 分鐘
余思	在角位出界 1 次 在邊線出界 1 次	1	2 分鐘

在這一次的練習賽過程中，譚仔和聰仔的足球機械人的發揮比上 2 次練習賽要穩定了許多，出界次數明顯地減少，進攻的能力也提升了不少。由於 2 部機械人的發揮穩定了，雙攻這一比賽方式的優勢在這一次的練習賽中也展示了出來，譚仔和聰仔的雙攻機械人互相補位，配合得不錯，在整場比賽中，雙攻機械人基本上都是壓著一攻一守的機械人來打比賽，掌握了整場比賽的主導權，而且當 2 部雙攻機械人都在場時，余思一部進攻機械人根本很難突破它們去進攻，相反雙攻機械人的進攻能力卻比第一次練習賽時要顯著得多，即使有蔡伊的防守機械人在龍門前擋球，也讓它們各攻入了 2 球和 1 球，雖然余思的進攻機械人在它們只有一部機械人在場時，衝破了且攻進 1 分，但還是改變不了賽果。這一次的練習賽讓我們對參賽的機械人增長了一些信心，不過我們認為它們的守界還需要改進。

第四次練習賽：3月15日（調試過程）

雖然我們已經舉行過了3次的練習賽，但是我們4個人都覺得不太足夠，所以即便我們離比賽已經越來越近，各自要準備的東西也越來越多，但是我們4人都同意在百忙之中，再擠出一些時間來舉行一次練習賽，這也將會是我們在中國賽之前的最後一次練習賽。

由於第四次練習賽將會是最後一次練習賽，所以我們4個人都十分重視，而且都認真地對待，希望能在這一次的練習賽中，看到大家都有很好的表現，不要辜負了這些日子裏大家的努力調試。而這一次練習賽是雙攻機械人對戰雙攻機械人。



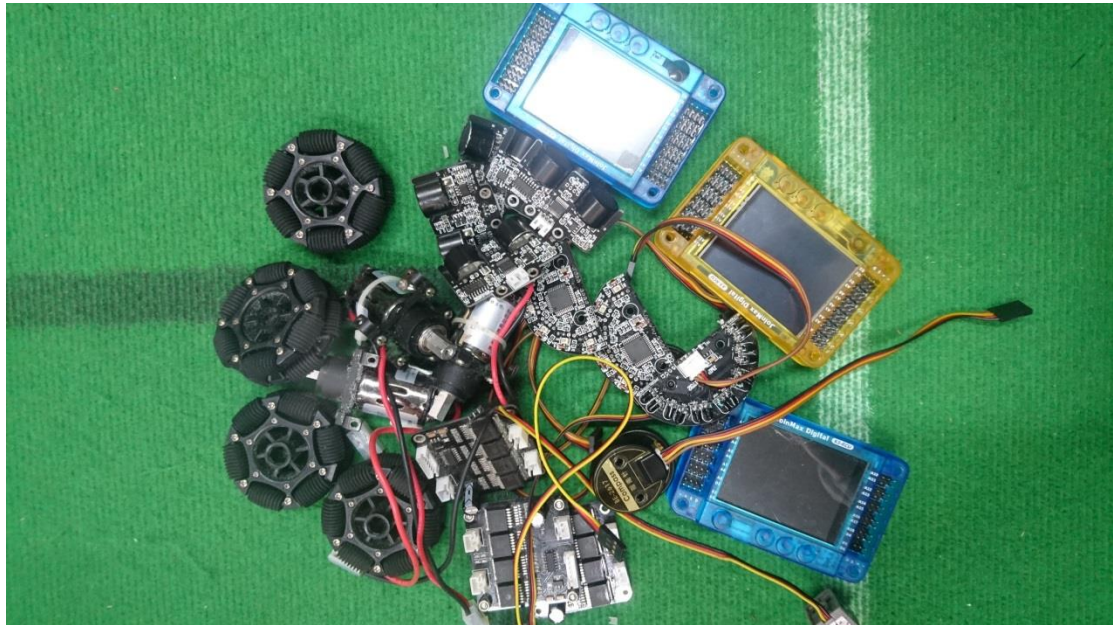
隊員名稱	出界次數	入球次數	離場時間
譚仔	在角位出界 1 次 在邊線出界 0 次	2	1 分鐘
聰仔	在角位出界 2 次 在邊線出界 0 次	0	2 分鐘
蔡伊	在角位出界 2 次 在邊線出界 0 次	0	2 分鐘
余思	在角位出界 2 次 在邊線出界 0 次	1	2 分鐘

從第四次練習賽的比賽記錄表中，可以看到我們4部足球機械人都已經不會在邊線出界了，當然有推出的情況發生，但推出不計算在出界次數內。把這4部機械人各自的第一次出賽和最後一次練習賽的出界數據進行比較，可以看到大家都有了很大的進步，特別是譚仔和聰仔，由開始的一場練習賽出界6、7次到現在一場出界1、2次，雖然不是百分之百不出界，但我們認為出界1、2次也是在可以接受的範圍，畢竟在足球場上是會有很多的變數。

在入球的數據相比起對上幾次練習賽沒有那麼大的差距，但是這是因為4部機械人的進攻能力都一起提升了，所以比賽的過程卻比之前的任何一次都要激烈得多，2隊足球機械人互相作強勁的進攻，有來有往，不再出現之前那樣一面倒的情況。在得分方面更是緊張萬分，余思的機械人以1分的優勢結束了上半場，然而在下半場譚仔的機械人進攻能力爆發，一連攻進了2球，並且以1分的差距結束了比賽。

這一次的練習賽裏勝負不是最重要的，重要的是我們看到了自己的進步。結果其實永遠都不是最關鍵的，關鍵的是我們享受過過程，也從過程中學習了，這也就不遺憾了。

而接下來的就是好好充分準備比賽所需的硬件備分!為比賽一起加油!



為比賽奮鬥!

2017 教協會足球隊輕量組足球機械人開發日誌

~完~