

自動組：南開創新隊 環保機械兔 EX

指導老師：陳振華

參賽同學：丘光志、張格豪、謝侑璋、吳彥陞

南開科技大學 自動化工程系

機器人簡介

環保機械兔 EX 是以穩定為設計優先考量，機械兔子外觀讓人感受不到他的殺傷力而有輕敵的念頭，其主要之特色，包括(1)履帶式的移動方式，避免使用輪子移動時遇到高低落差所造成震動，導致行走路徑偏移。(2)取物機構，為了一次抓取全部罐子，參考了挖土機的鏟土動作，我們增強其抓取範圍，在取物器的左右兩端各加裝一支氣壓缸，讓其具有伸縮的效果。因要先讓罐子集中後再往回收，加裝了節流閥，讓速度產生落差已達到所需動作。(3)為了使罐子掉落後可以順利的滑落到分類站，在收料漏斗下方加裝了一組震動器，利用凸輪旋轉達到震動效果，讓罐子順利滑落到分類定點，也在入口處設置了擋板預防罐子在震動時掉落。(4)分料機構，為了讓機器人能自主分類我們加裝了金屬感測器與反射式光電感測器，讓機器自行判別罐子種類而進行分類，就不必在意比賽時的放置順序以符合分類的要求。(5)使用可程式控制器控制自走路徑、取物、分物以及放置罐子的動作流程，由輸入訊號經可程式控制器主機內程式運算，將運算結果之數位訊號經數位轉類比 (DA) 模組來驅動所有的馬達與氣壓缸。我們設計成只需按下一個開關之後機器人會照順序動作，執行取物以及行走路徑之工作。(6)為了因應左右場地的電池與每日 C 罐放置位置不同，加裝了一個按鈕開關，只要按一下就可以切換另一個模式，在確定場地之後依照需求來切換，以節省修改程式的時間。在機械兔穩定的執行步驟，達成任務。經過預賽一連串的考驗，賽程次數最多的狀況下，我們還是突破重圍晉級前八強決賽。雖然在八強賽時速度較慢，但是其穩定性與分類的方式，證明了我們的機器人設計是可行的。

設計概念

原本的想法是將感測器裝置於取物架上直接做分辨，或者是依靠程式來做變化(當顏色等於藍綠紅時套用程式 A，顏色等於藍紅綠時套用程式 B...以此類推)，雖然這些不是想不到的取巧方式，但是，我們想做的是更徹底的分類，萬一上面擺的不是三個而是五個七個呢?那需要的程式，擺法不就要更多呢?所以我們就設計了一個分料站來一個分一個，來一對分一雙，針對金屬類，塑膠類進行分類，電池這種小物品就用震動的方式讓它下滑至另一區。這種方式感覺就像將果園裡摘取的水果進行品質以及大小分類的篩選機器類似，這樣的想法讓我們就做出了以這種概念為藍本的機器人。強調的是讓機器人自主分類，而不是早就規劃好它的動作以及行程。

機構設計

環保機械兔 EX 之組成，機構設計分下列四大部分：

(1)載體驅動系統—機器人底盤

這次場地的路線顏色是採用白色網狀型，白色容易造成反光，在判別上會因為反光發生誤判等情況，所以我們捨棄感測地上線路的方式，改採用 PLC 程式控制去運行整個動作流程。

機器人的底盤設計為履帶式的結構，並選用鋁材來製作輪子及利用鋁型材製造車身。此履帶式底盤結構的實體圖如圖一，其中主要設計重點係針對低重心、高靈活性與強勁越野能力等重點考量，將設計成以二個高扭力直流馬達加上減速齒輪組來加以帶動。驅動輪與馬達之軸承支座將採用懸浮式模組化設計，兼顧耐撞結構與履帶鬆緊度之調整。而履帶中央裝置貼地適應緩衝機構，一來是為了克服履帶結構之轉彎側向摩擦阻力因素，使履帶車具有優良之轉彎特性，二來則是為了增加履帶貼地效果，強化履帶傳動之功能，製作出履帶式的底盤，來達到穩定且堅固效

果之車身。



圖一 履帶式底盤結構的實體照片



圖二 履帶中央裝置貼地適應緩衝機構

(2)分料機構

以簡單、快速為基本準則，自製滑軌與氣壓缸的結合，在頂端加裝擋板組成分料器(圖三)，在入料口左右各設一組分料器，當物件滑落到感測器前，判定是否為金屬或非金屬，在進行分料為求精準在加裝一組反射式光電感測器以判別有無物件，而電池部分，則加裝一跟高度僅為電池能通過的橫桿來達到電池分料的效果。

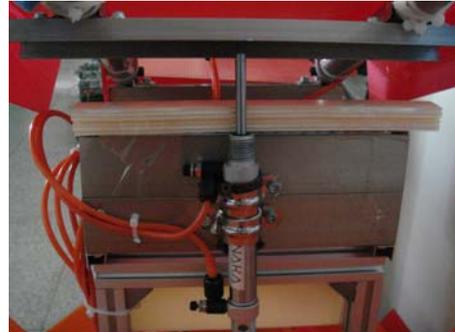


圖三 分料機構

(3)取物機構

靈感來自挖土機的動作，先用氣壓缸將取物器抬高越

過待取物(圖四)，再下降往回收，類似挖土的動作，為了一次準確抓取全部物件在前端左右各上一組伸縮擋板，擴大抓取範圍，在取物器伸出前打開，取物器收回時同時進行收回，讓物件集中，避免物件落空的狀況發生。(圖四)



圖四 取物機構(一)



圖五 取物機構(二)

(4)震動器設置：

在模擬動作的時候，會發生物件卡在收料漏斗口與分料滑軌槽底部，所以製作一組在馬達前端加裝凸輪讓機構產生震動，使物件滑動。(圖六)



圖六 震動器

機電控制

(1) 控制器

使用的控制器是利用豐煒公司出產，型號為 VB2-32MT 之可程式控制器(PLC)(圖七) [1]，包括主機與數位轉類比(DA) 模組。由輸入訊號經可程式控制器主機內程式運算，將運算結果之數位訊號經數位轉類比(DA) 模組來驅動所有的馬達與氣壓缸。我們設計成只需按下一個開關之後機器人會照順序動作，執行取球、分球、置球之工作。採用的控制器 PLC 主機與 DA 模組。我們以順序控制之方式，採用「Ladder Master 編輯軟體」[2]撰寫 PLC 程式，其順序控制流程。



圖七 可程式控制器

(2) 金屬感測器、反射式光電感測器

當罐子到達分類站時利用反射式光電感測器判別罐子有無到達分類位置，再利用金屬感測器來執行分類(圖八)。



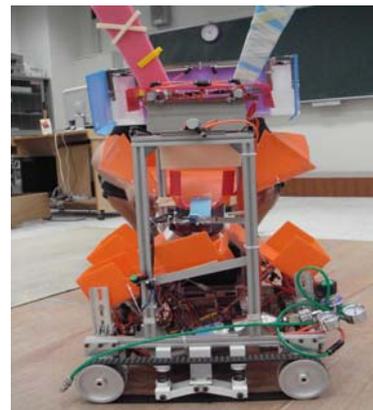
圖八 金屬感測器、反射式光電感測器

機器人成品

製作完成環保機械兔 EX 如圖九至十一：



圖九 環保機械兔 EX 前視照片



圖十 環保機械兔 EX 後視照片



圖十一 環保機械兔 EX 俯視照片

參賽感言

距離大會結束也有好一段時間了，現在回想起當初參賽的熱情，還真是有一種初生之犢不畏虎的感覺，看了前幾屆學長姐的比賽影片以及參加了新竹研習營的研習，說實在的，當初怎麼會有一切不過是如此的想法，聽人說過一句話：『看似簡單的東西，實際做起來才知道它的難處。』，沒有任何經驗的我們，單單憑著滿腔熱血，天馬星空的胡思亂想，才明白現實不如想像中的簡單，但憑著『從哪裡失敗，就要從哪裡站起來』的意念，沒有任何經驗的我們，也只能像個傻瓜一樣，努力測試、研究錯誤。

同時也很慶幸當初選擇了參加 TDK 大賽，在參加的各校裡，我們對台灣大學的機器人格外的有印象，所學領域不同還有當下所接觸的系統所呈現的成品也有所差異，對於分料方面我們不比別隊差，別隊只是純粹的抓取靠程式去放置，而我們有確實做到分料的動作，哪怕是要分類十個一百個都有辦法但速度上就輸了一截。雖然只打進了前八強，其成績也不是那麼的令我滿意。但是我們很自豪，自豪我們參加了 TDK 大賽，除了學到了很多務實的經驗，也得到了很多難忘的回憶。

感謝詞

感謝台灣東電化股份有限公司，贊助並舉辦了這麼一場有意義的競賽，讓學生們在製作的過程與比賽的經歷吸取了寶貴的經驗。也要感謝南開科技大學的支持、陳振華主任的指導，以及友情相助的學長與同學，讓我們順利突破重重難關，你們的辛苦我們十分感動與感謝。

參考文獻

- [1] VIGOR 系列可程式控制器使用手冊，豐煒科技公司。
- [2] Ladder Master 編輯軟體操作手冊，豐煒科技公司。
- [3] 開放電子公司 N-ER-01N 資料文件。

<http://www.t.kfpssensor.com/>