

專題成果報告書

專題名稱：

樂高 EV3 五軸機械手臂設計及應用

指導教授：

翁添雄教授

專題組員：

資工四 A 呂東曳

資工四 A 林威廷

資工四 B 王伯賢

資工四 B 王韋程

目錄

一、緒論

甲、動機.....3

乙、目的.....3

二、樂高與機械手臂

甲、材料.....4

乙、組合.....6

丙、平衡.....7

三、排程與計畫

甲、工作分配.....8

乙、著重項目.....8

丙、結構轉型.....8

四、功能介紹9

五、結論.....10

第一章 緒論

甲、研究動機

身在一個高節奏的時代下，很多時候我們必須頂著大的壓力去完成許多重要且急迫的事物，但當所有急事一擁而上，但卻又得處理一些瑣碎的小事情時，往往都會過於急躁而失敗甚至因此受傷，接著再影響到做正事時的心情，這樣的惡性循環下是難以高效率完成任務的，機械手臂則可彌補此問題，不會因為簡單但所謂而感到無聊，又可以固定速率完成指令內的任何任務，以分擔各種情況。

除上述之外，更精密型的機械手臂甚至能進行手術或者工廠代工等等，省下人力成本之餘更能提高效率、提高精準度及節省成本多項優勢，是近年來逐漸取代人力的一項發想，我們專題的主題便是圍繞這樣的願景而開始研究的。

接著是關於樂高，樂高是一個充滿無限可能卻又讓人沒有距離感的工具，把積木一個個組裝起來的後再賦予其馬達或旋轉軸，它能是自走車、機械手臂或是更多更具功能性的作品。我們組則在翁添雄教授的課堂中認識了樂高後，毅然決然選擇了研究樂高當作材料所組裝的機械手臂。

乙、研究目的

機械手臂的便利性與樂高積木的可能性，在此組合下，我們想找出這樣的情況下能讓樂高機械手臂如何有效率得運作，以及在資源和知識有限的情況下，完成最符合效率的成品與其指令。

第二章 樂高與機械手臂

甲、材料

在運用樂高當作組裝機械手臂的材料時，漸漸在不斷的組裝與拆除中找到了問題所在，以樂高的結構與其齒輪的緊密度而言幾乎難以支撐整個手臂的重量，就更別提到了使用其來抓取、握住物體。

對此現象，因應了數種方案，其一首先想到的是 3D 列印的技術。將想要的材料畫出來後，再運用靜宜創客吧的資源將其列印出來。雖然理論上可行，也有成功將零件 3D 列印出來，但礙於圖形的精確性及畫圖時間的效率未能平衡，最終此方案取消。



圖為 3D 列印成品與原零件對比

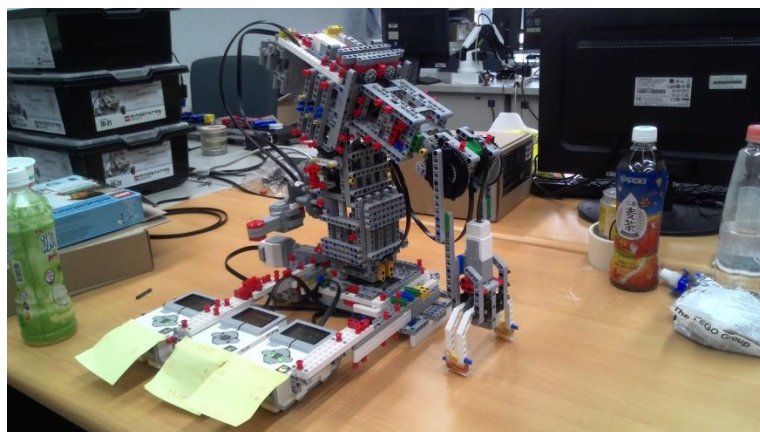
緊接著我們開始上網尋找相同的材料代替，以購買低價的材料及評估整體機械手臂需求做為考量出發，雖然無法負擔高單價之零件，但在傳輸線與稀少零件上已有充分補足。

另外，在租出基本結構後，便開始測試零件在抓取或其他操作上的力道是否足夠，若不足，應以馬達或是其他組裝方式解決。我們在經歷幾次重組後，曾以氣壓套組嘗試加入夾子以增加力道，但後因其配件數量龐大及相容性欠佳，此方案暫緩。



圖為氣壓套組

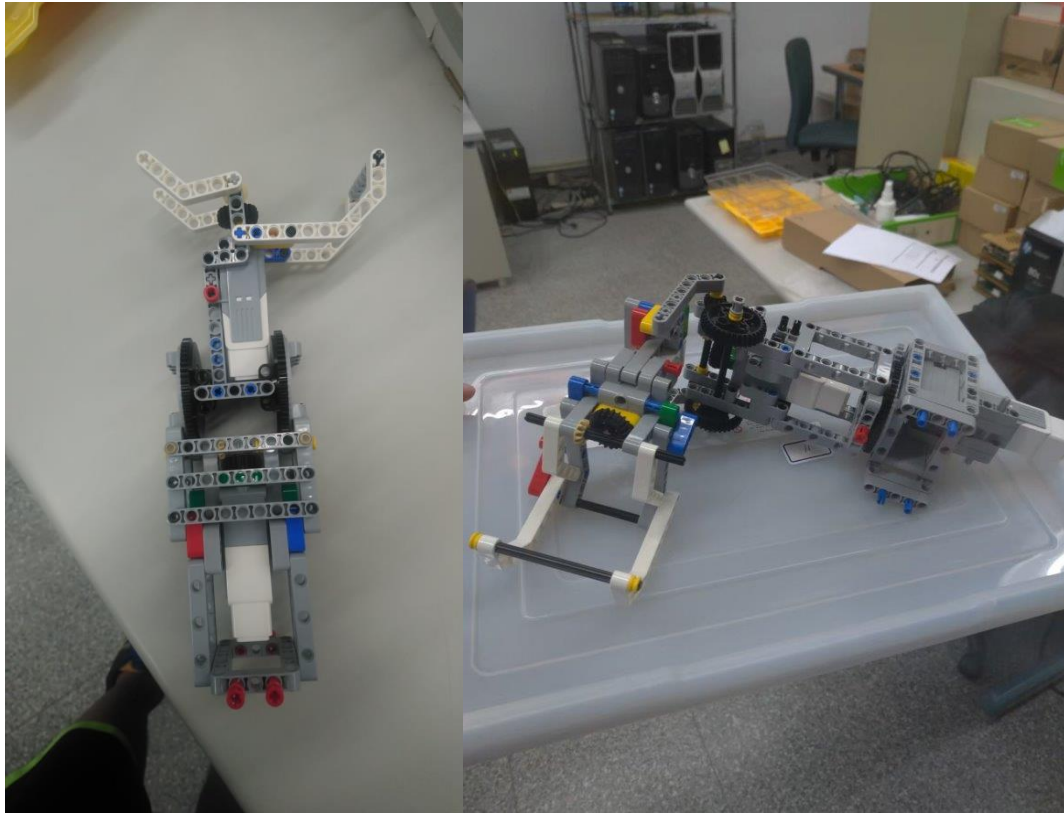
基本上所有成品都以樂高積木組裝，算是對初中的一種堅持，雖在小綠與功能上出現許多可以進步的地方，但這樣堅持的成功組裝也讓我們認識到我們的不足與只要努力後可能到達的程度，也算是一次美好的經驗。



圖為成品

乙、組合

組合時，我們採取快速組裝與快速拆除的策略，因為我們在機械原理上比起其專業人士有一大截的空白，可以預期剛開始的組裝都會以失敗告終，因此聽取翁添雄教授的建議，在一次次的組裝中記錄著這次的成功與失敗，並從一次次的拆除中學習著如何將上次組裝的想法重現。



圖為舊型軸與夾子

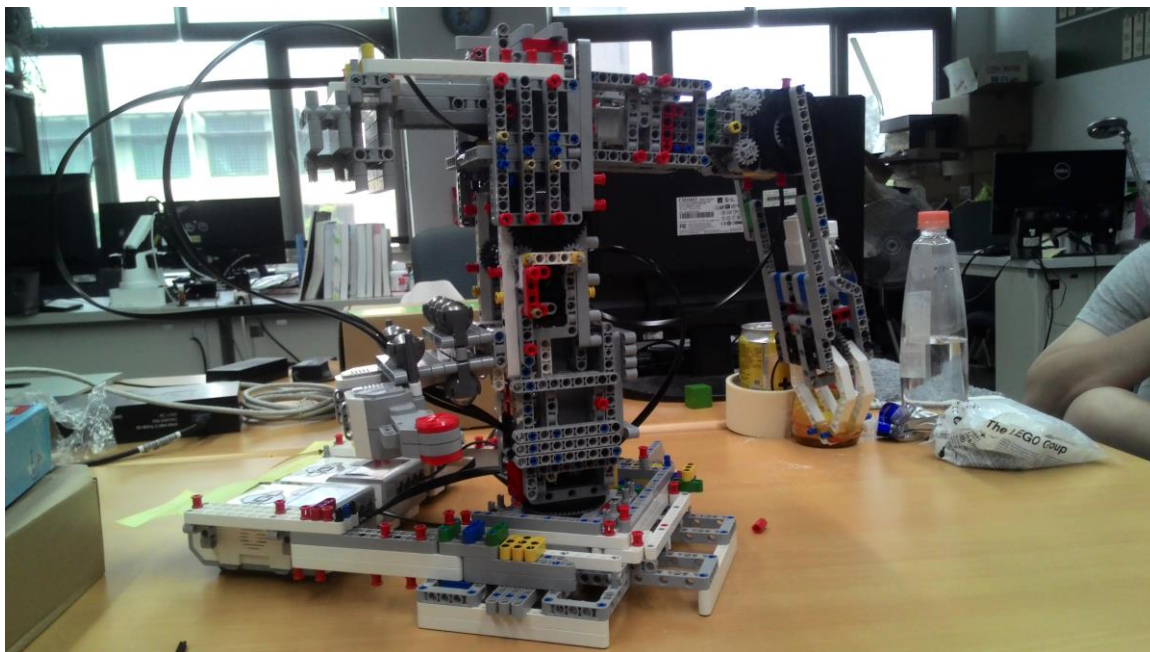
雖然方法有些漫長，但還是終於在失敗中了解到了許多的問題，例如：基底的穩定性、軸與軸之間齒輪的契合性、線與手臂之間的整理及運作時的作功等等許多我們開始專題前想都沒想過的問題。

解決是必然的，但我想從中去享受，去思考，才是難得可貴的經驗吧。

丙、平衡

最後將所有問題嘗試解決後，於拼裝上發現了最為致命的問題，也就是平衡，在各軸執行指令時，可能會遭遇到的困難。雖然在個別測試下能正常自由的運作，但當組合後，會因各個軸與馬達的重量產生前後重量的不平衡，此現象將會使其無法正常的發揮全力運做，甚至造成軸與軸之間無法動彈

為此，我們使用了兩個方案，其一是將兩軸盡量維持相同重量，以中心支柱為原點平衡兩邊，但後因在操作中原點的高低平衡點因為行動導致未能不一，無法隨時維持平衡，所以此方案作廢。其二是將中柱前後兩端加上負重，以增加其穩定性也順便維持了平衡，盡量減少執行指令時搖晃的現象。



圖中中柱中心點的珠子為負重

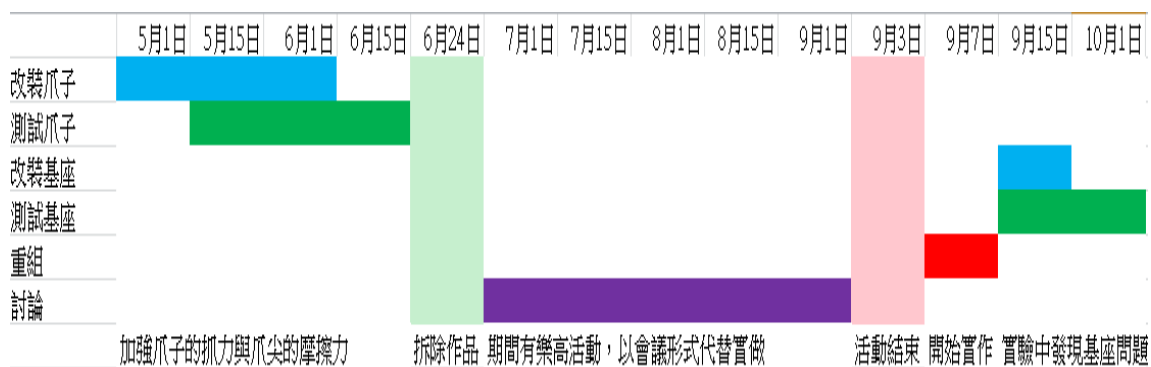
第三章 排程與計畫

甲、工作分配

	提案	組裝	測試	重組	文書
呂東曳	基座、齒輪	基座、齒輪	整體齒輪及機台流暢度	基座及各軸	專業知識貢獻
王博賢	爪子	爪子、個軸	爪子抓力	爪子	專業知識貢獻
王韋程	氣壓	氣壓	整合測試	其餘零件	報告書、ppt
林威廷	個軸	氣壓	整體配重	其餘零件	報告書、ppt

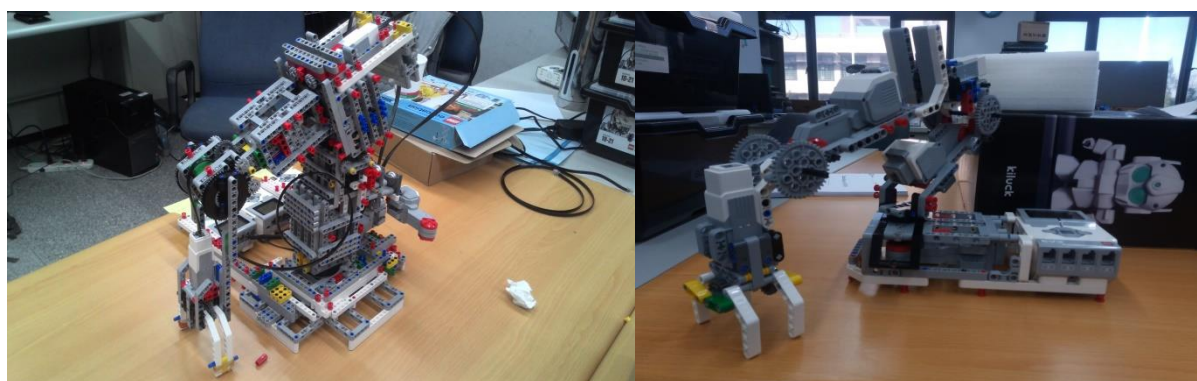
圖為工作分配表

乙、著重項目



圖為著重項目甘特圖

丙、結構轉型



左圖為新型，又圖為舊型

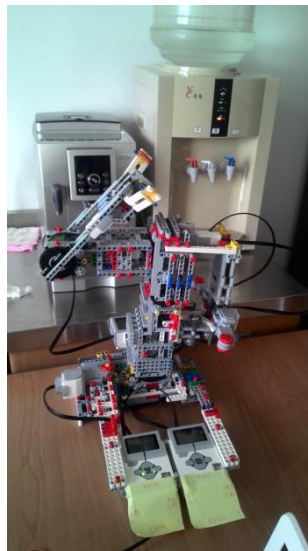
第四章 功能介紹

甲、抽取紙杯



圖為抓取紙杯畫面

乙、操作咖啡機



圖為咖啡機與機械手臂示意圖

丙、其他

使用 EV3 程式將所需要的指令設定好即可行動，因夾子的形狀設置為適合夾杯子的，因此暫時會將功能都以杯子裝液體為主要功能圍繞。例如：將水循環倒入兩個杯子之間。未來若有可能希望能把功能擴大到這樣的限制以外。

第五章 結論

此次專題所研究的「樂高 EV3 五軸機械手臂設計及應用」，其主旨是從樂高積木中組合出最有效率的機械手臂，以 EV3 程式執行並將指令自動化。

在實踐方面，我們有將其結構做出，並能以 EV3 程式執行，但在自動化方面，並不能自由的因應地形變換，只輸入其變數就能自由運作，而是得將程式重新測試與編寫，在時間上與速度上將大大降低效率，再者是功能泛用性的問題，因為只有一種夾子，且馬達力道有限，因此功能上只能圍繞著杯子裝與液體的方向進行，不然就是活動各軸而放棄夾子的功用，在這方面仍然有許多的進步空間等待突破。

在這次的專題研究中，我們學到了分工的重要性，每個人負責的範圍分開，並且超出進度的組員自動自發的去幫忙進度落後的組員，是我們這次研究專題中的優點，類似機會成本的運作方式，也讓我們組員間不會出現吵架或責任歸屬的問題，因為我們都能及時的承擔各組員間的失誤並有效地去幫忙。而在專題專業上，也找出了其心得，結構方面，必須更懂得機械原理，並且最重要的不是看別人怎麼做，而是得加強裝與拆的速度，如此才能以快速的情況不斷地改良自己的作品，讓不穩定的情況無限趨近於零，最重要的是，能分辨自己的作品到底是哪裡出了問題。而程式方面，需要的是更有邏輯性的撰寫，並能區分功能，導入變數即能操作等等加強自己的程式，而不是想到什麼寫什麼，才能提高效率。

最後感謝翁添雄教授的細心教導與分析，讓我們在許多難關下都事半功倍地進行作業，不論是材料上、組裝上與程式上都幫了我們許多的忙。