

Locomotion Improvement Of Modular Robot

模組機器人之運動改良

指導教授：邱偉育

組員姓名：李承翰

一、 報告摘要

可重組模組機器人是由多個相似的模組所組成，其優點為可以組成多種型態來執行工作，甚至可以自己變形重組。

本專題希望藉由修改控制方式與實際測試，嘗試解決去年組別所遇到的模擬結果與機器人實際表現有很大落差的問題。

模組機器人必須結合多個模組才能發揮功能，藉由組成蛇形或輪形結構並以良好的控制軟體來運作，能讓機器人整體以相當高的效率進行移動。

而在硬體部分，我以 3D 列印製作機器人的塑膠零件，藉由超音波感測器判斷與障礙物的距離，來讓 Arduino 決定馬達的運轉模式。Raspberry Pi 則作為各模組的通訊節點，利用 Python 及 Bluetooth 來傳遞參數和機器人的啟動等指令。

最後完成的機器人解決了許多前一版本的缺點，並新增了輪形以及變形的能力，可說是初步實現了模組機器人多環境適應力的概念。

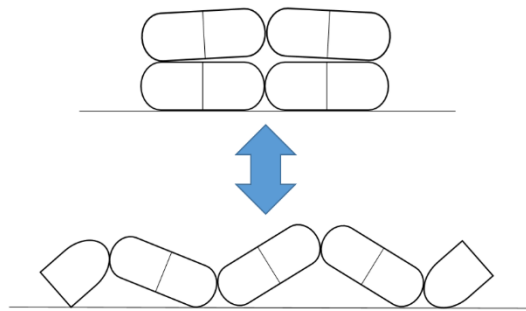
我期望未來的模組機器人能變得更加強大，並運用在救災、採礦甚至外星探索，充分發揮與傳統載具不同的特點。

二、 報告內容

(一) 多節模組機器人的運動方式設計

1. 變形 (Transformation)

除了設計各種型態的運動方式以外，若要發揮模組機器人最佳的多地形適應能力，就要使其能夠在一定程度上自行重組、切換不同模式，搭配機身上的超音波等感測器，選擇最適當的行進策略。本專題利用磁鐵作為簡易的接合裝置，藉由程式精準地控制馬達角度，就能達成蛇形至輪形或輪形至蛇形的變換。



圖一、變形概念圖

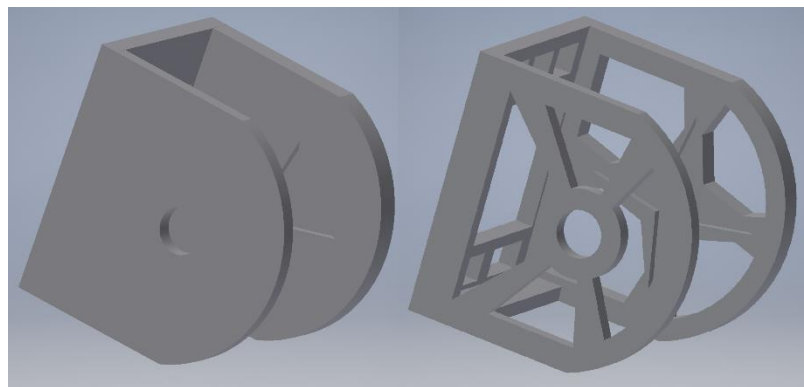
(二) 系統設計

1. Python & Raspberry Pi 4

本專題利用 Raspberry Pi 來連接各個模組，藉由 Python 程式來傳送指令和參數，以此控制機器人的啟動、停止，並作為各模組變換模式或進行動作同步的中繼點，也能根據需求設計各種動作指令和傳送不同參數，以方便測試。要將 Raspberry Pi 和多個藍芽模組同時進行連結配對，可以透過 Python 的 serial 來完成。

2. 機器人設計

機器人外型以 Dttto 模組機器人作為基礎，根據安裝電路板、馬達和感測器等需求來調整尺寸，並增加了輕量化設計。



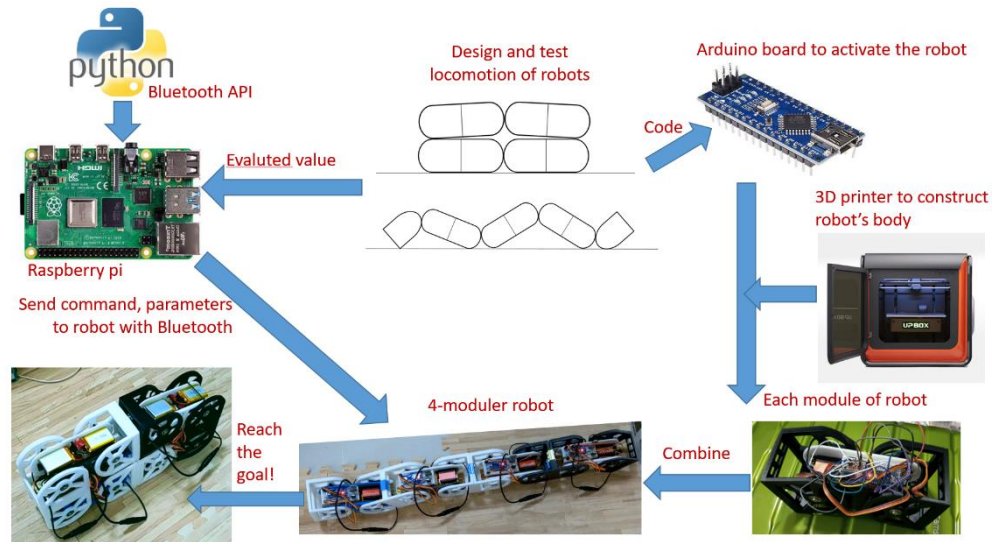
圖二、輕量化示意圖

3. Arduino Nano

在本專題中，Modular Robot 的硬體實驗平台扮演著相當重要的角色，而 Arduino Nano 的體積與功耗都相當理想，功能性也符合模組機器人目前的需求，因此我仍然繼續選用。

(三) 整合實作

1. 以前一屆用 V-REP 模擬出的參數為基礎，再結合新的動作設計以及多次的實體測試結果，找出運動表現更佳的控制方法。
2. 將零件與電路組裝完成後，在各個模組上的 Arduino Nano 燒錄好程式，操控 Bluetooth 模組及馬達的傳輸與運作。
3. 在 Raspberry Pi 上執行 Python 程式，作為與機器人各節模組溝通的橋樑。程式可以視需求設計成只負責機器人的啟動與中繼傳輸，又或者設計成能夠直接對機器人以指令進行遙控。



圖三、整合實作圖

(四) 實驗結果

1. 蛇形 (Snake mode)

新的模組機器人能夠以更高的扭動幅度和頻率進行蛇形運動，無論是速度還是順暢度皆大幅提升，在止滑墊上的速度表現大約是舊版的3倍以上。

2. 輪形 (Wheel mode)

輪形的測試相當順利，其在平面上的表現非常穩定，甚至如果其中一兩顆馬達故障也能藉由互相牽引的力量繼續運轉下去。

3. 變形 (Transformation)

從蛇形變為輪形成功率較高，只要使用吸力足夠的強力磁鐵就能穩固地接合。而從輪形變蛇形必須拆開磁鐵，就比較講求馬達與電池當下的狀態，更需要一點運氣，因此慎選磁鐵吸力大小就相當重要。



圖四、蛇形變輪形示意圖

三、心得感想

- 李承翰：當初參加專題說明會時，模組機器人的題目就最讓我眼睛一亮，因為這種藉由多個相同機器人完美地合作來達成任務的概念我前所未聞，因此我選擇了這個專題。不過實際開始測試後才知道，模組機器人雖然很有趣，但控制起來也絕對沒有看起來那麼簡單，例如馬達的測試與控制就相當花時間，當我用新買來的高扭力馬達試跑上一屆的code卻發現效果更差時，一時真的難以確定是電路、code還是馬達本身規格的問題，因此只能用各種方法進行不同測試來排除變因，並在每個環節都嘗試做出改進，後來也確實發現很多地方都有需要修正的問題。另外，自學用軟體進行3D建模以及操作3D列印機也都是十分特別的經驗，也很感謝實驗室的碩班學長在這方面幫了我不少，讓我順利完成製作。雖然實作模組機器人相當不容易，不過在作出能夠自己簡單變形的功能後我仍然覺得非常有成就感，也希望未來的學弟妹能夠作出更酷的模組機器人！