

Modular Reconfigurable Robot for Locomotion Control

可重組模組機器人運動控制

指導教授：邱偉育

組員姓名：劉家維、陳柏霖、楊博舜、吳彥儒、侯永駿

一、 報告摘要

可重組模組機器人是由多個相似構造的模組組成，可以拆解、重組改變自身的型態以適應不同環境。

在這個專題中，我們想要設計出能夠適應各種環境的模組機器人。使用基因演算法尋找模組機器人的馬達最佳參數。

基因演算法為進化演算法的一種，進化演算法啟發自生物學的演化機制，如：交配、繁殖和突變等的演化過程。基因演算法透過類似的機制找出最適合「生存」的基因。我們軟體上藉由 V-REP 平台模擬機器人的行為和與環境的互動，並導入基因演算法找出能夠完成期望目標的最佳參數。

而在硬體部分，藉由 3D 列印製作機器人的外殼與結構，以 Arduino 作為各個模組的「大腦」，配合超聲波感測器感知外界環境，控制機器人的動作。為了讓各個模組在行動時能夠互相溝通，我們以 Raspberry Pi 作為通訊橋梁，利用 Python 連接藍芽模組傳遞訊息。

最終完成的模組機器人，由三個模組組成，他們具有爬行和爬樓梯的能力，並且能夠透過超聲波感測器感知外在環境來改變行動模式。

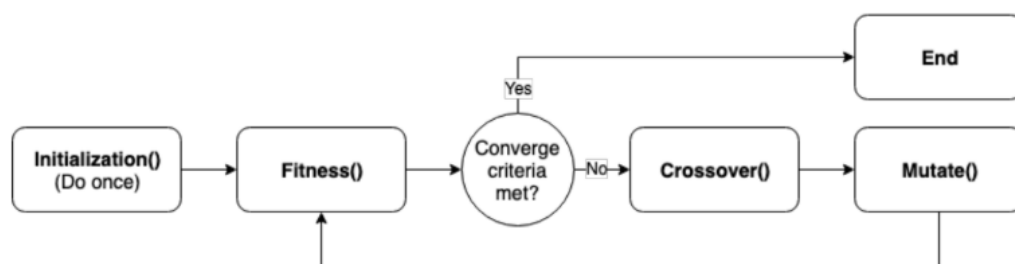
我們期望未來能利用模組機器人取代人類的角色，在不同的地形中發揮功用，例如災害現場的探勘、危險地區的調查等等，帶給人類更安全的生活。

二、 報告內容

(一) 基因演算法 (Genetic Algorithm)

1. 簡介

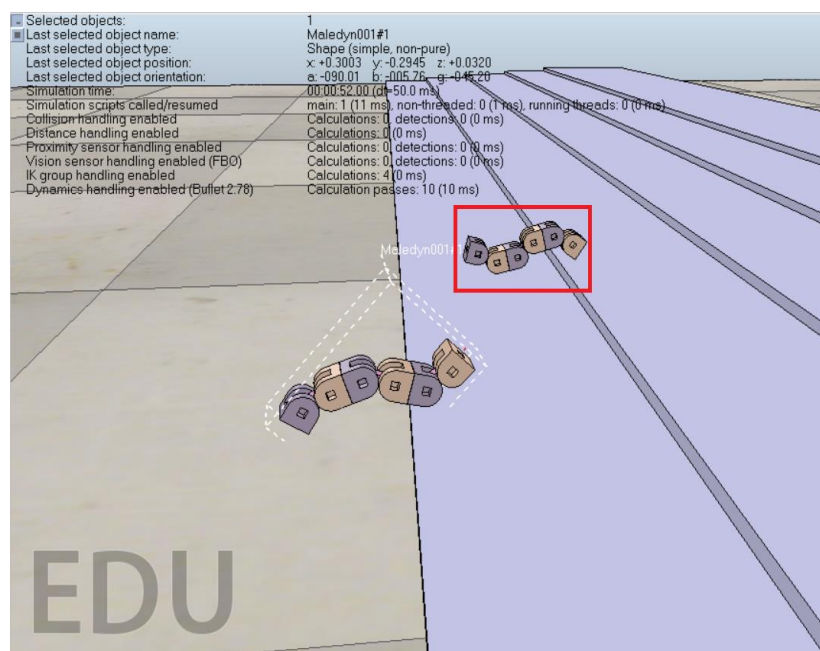
基因演算法為一種進化演算法 (Evolutionary Algorithm)，進化演算法啟發自生物學的演化機制，如：交配、繁殖和突變等的演化過程。基因演算法透過類似的機制來找出最適合「生存」的基因。我們透過基因演算法來找出模組機器人對應環境的變化而產生的動作。



(二) 系統設計

1. V-REP

我們使用 V-REP 的原因：我們希望可以藉由一個軟體平台，在設計硬體之前，先去模擬機器人的行為和與環境的互動，並藉由 V-REP 測試並尋找能夠完成期望目標的最佳參數和架構。



2. Python & Raspberry pi 4

我們把 Raspberry Pi 當作各個模組之間傳遞訊息的橋樑，用其接收訊息並

且傳遞給每個模組。要將 Raspberry Pi 和藍芽模組進行連結，可以透過 Python 的 serial 來達成。當執行 Python 程式的時候，會先和藍芽模組進行連結，連結成功後再開始執行傳遞訊息的功能。

3. 機器人設計

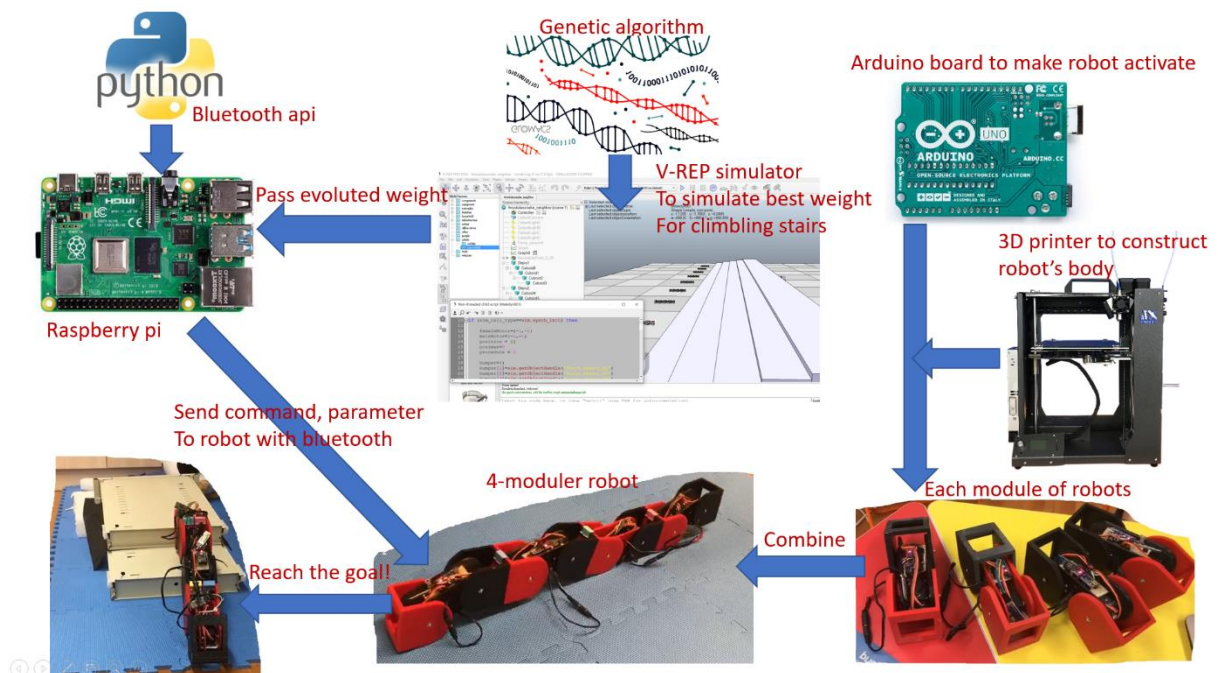
設計前我們參考了網路上幾種不同的模組機器人模型，最後認為 Dtto 模組機器人最符合我們預期想要因應環境改變行動的型態。所以我們以 Dtto 為基礎模型進行改造。

4. Arduino Nano

在本專題中，Modular Robot 的硬體實驗平台是相當重要的一環。在軟體上實驗出來的數據，需要能與實際硬體做結合，並以硬體的方式達成在軟體上可以做到的方法。

(三) 整合實作

1. 在 V-REP 上模擬多隻模組機器人的爬行，加上基因演算法，適者生存，不適者淘汰，找出最佳的基因。將基因放在 Raspberry Pi 上面，執行 python 程式時可以傳輸給模組機器人。
2. 模組機器人組裝完成後，在各個模組上的 Nano Arduino 燒錄好程式，操控模組機器人的傳輸與運作。
3. 在 Raspberry Pi 上執行 Python 的程式，作為模組間溝通的橋樑。像是最前面的模組如果偵測到前方有樓梯，需要通知後面兩個模組改變為爬樓梯模式，這時就先傳值給 Raspberry Pi，Raspberry Pi 再將這個訊息傳遞給各個模組。



(四) 實驗結果

1. 爬行 (Crawling)

與 V-REP 模擬的動作幾乎相同，在沒有障礙物的情況下爬行得非常順暢。

2. 爬樓梯 (Climbing)

遇到樓梯頭抬起來的時候，機器人的第一個模組可能與牆面的摩擦力過大。或是頭抬起來的時間和身體向前推的時機不對，導致在爬上樓梯之前有時會經歷幾次的在原地上下擺動，之後頭才順利抓到上一階的樓梯爬上樓梯，如下圖。



3. 模式切換 (Mode switching)

以超聲波感測器測距很成功，在與前方樓梯距離小於 10 公分的時候，順利切換為爬行模式。

三、心得感想

- 楊博舜：在這次的專題過程中，我認為我們遭遇了很多困難，很多在軟體上做得出來的事情，到了硬體卻什麼都做不出來。不過最後我們仍然突破了重重困難，有了現在的成果，我覺得很有成就感。雖然距離真正的目標仍然遙遠，但是我相信一年一年的傳承，最終一定會到達我們心中的那個目標。
- 陳柏霖：在來到此專題之前就對於機器人這個題目有很大的興趣，如何將一個理想上能爬行能爬樓梯的蛇形機器人從零開始做出來，一開始完全沒什麼想法所以只能從學長或是網路上的資源一一摸索，想了很久終於開始用自己學過的 3d 列印與焊接 DIY 做出現在的模組機器人，在此也很感恩自己有很 CARRY 的隊友，能在自己很無助的時候給自己一些建議，也才能夠讓原本看起來很遙遠的目標有了如此大的進展，希望以後的學弟妹也可以運用我們已經做到的進度，再做出更進一步的研究，謝謝。
- 劉家維：在專題說明會時，看到製作機器人相關的題目，便吸引了對於機器人

有興趣的我加入了這項研究。但想像總是與現實有所落差，要實現心目中所期望的機器人模樣，其實有許多實作上的困難和知識上的不足需要克服。但隨著時間的推進，從一開始甚麼都沒有，到最後一步一步向著目標邁進，讓我感受到許多成就感，也很感謝自己能夠幸運地遇到很厲害的隊友們。希望未來的學弟妹們能夠站在我們的肩膀上，把模組機器人更進一步地改善優化，做出更棒的結果。

- 侯永駿：這次的專題，我主要的部份是將軟體模擬的結果，利用硬體實作出來，其中較需要花費時間的地方在於與軟體端做整合，常常在 verification 上，會因為彼此對傳輸格式認知的不同而失誤，或是在軟體方面可能很簡單可以取得的數值，在硬體上可能難以取得，造成需要更改實作方式。然而在整合方面，不僅僅只有格式會造成錯誤，硬體本身也可能會失誤，而造成無法接收數據。我認為在此專題中，我獲得最多的是與他人溝通與講解的能力，並且自主蒐集資料後，實現想要的功能。很感謝能一起參與這項專題的隊友們，各各都利用所長分工，為專題貢獻一份心力，也時常共同討論遇到的問題與提供建議，因此我們的模組機器人，才能不斷的擁有更多的功能，在每一次的討論後改善優化，雖然離理想中的目標還有一段距離，不過我相信在未來的傳承中，將會更加完善。
- 吳彥儒：一年前的這個時候，我被學長介紹的模組機器人所吸引而踏入了這個專題。我屬於軟體組，過程中我學到了如何以 V-REP 建造機器人模組害建造模擬場景，並以基因演算法的方式演化而讓機器人適應不同環境。後期要和硬體結合的時候發現，很多在軟體上看似很簡單的操作，在硬體上是沒辦法辦到的，也因此我們改變了一些想法與做法。很感謝我的隊友們，遇到問題互相幫忙，大家分工合作讓軟硬體整合很順利，也成功爬上樓梯。謝謝邱偉育教授的指導，在我們不確定方向的時候，一直提供建議給我們。也謝謝學長們的教導，相信未來的學弟妹再接續我們之後能更朝向自動演化模組機器人邁進。