

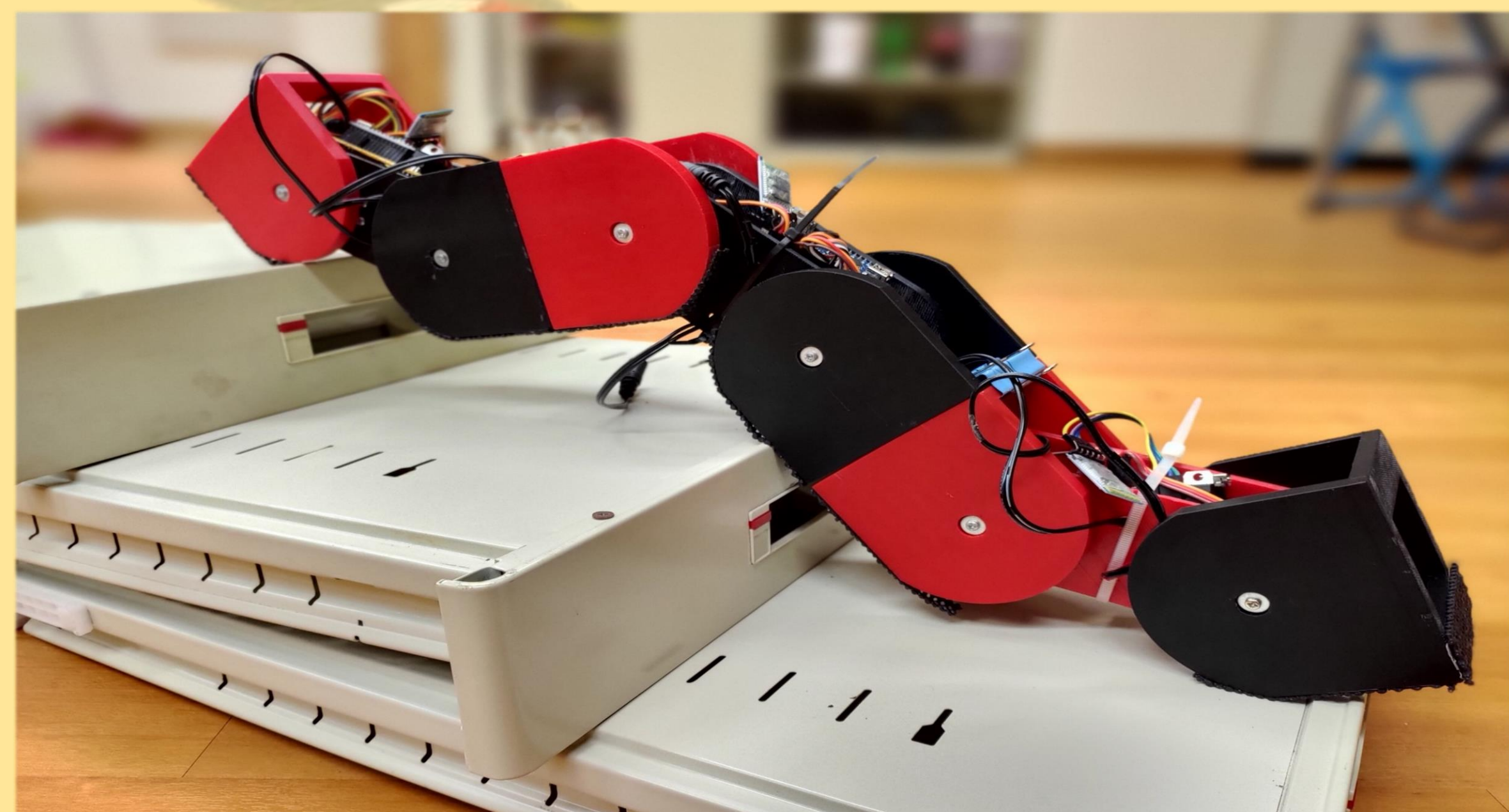
電機資訊學院 2021 實作專題競賽

可重組模組機器人運動控制 隊伍編號：EECS02

組長：劉家維 組員：楊博舜、吳彥儒、侯永駿、陳柏霖

前言

可重組模組机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，我們的目標是讓模組机器人能夠辨識環境的變化，來產生相對應的舉動。透過在軟體上的模擬，產生出最適合模組机器人的參數後，將它實行到硬體上面，讓模組机器人在真實的環境中行動，觀察是否達到我們想要的成果。最終分析結果，並且提出可行的解決方案，期望接下來能夠做得更好。

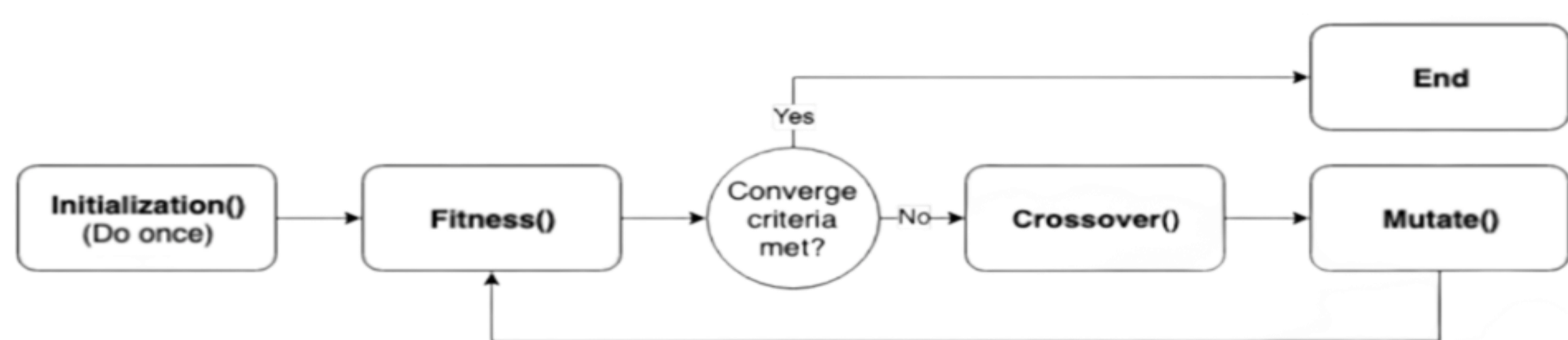


軟體

基因演算法為一種進化演算法，進化演算法啟發自生物學的演化機制，如：交配、繁殖和突變的演化過程。透過類似的機制找出最適合「生存」的基因。我們藉由V-REP軟體平台，模擬机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。

名詞介紹：

- Individual：最佳化問題的解，表示為一個 0 1 變數序列，稱之為基因。如：0101111010。
- Population：由數個個體所組成一代。
- Generation：透過交配和突變產生新一代。

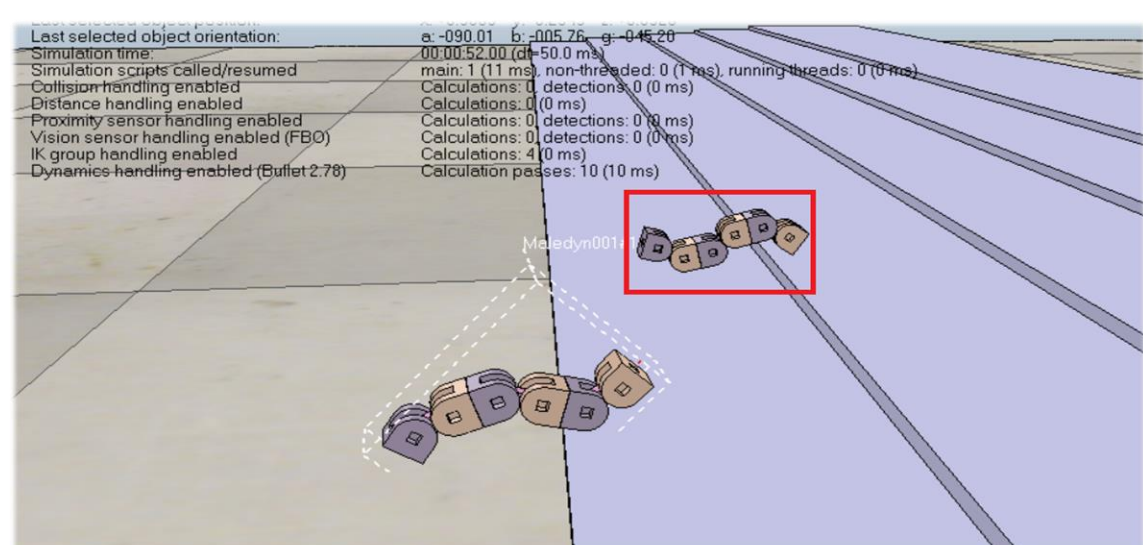


演算法：

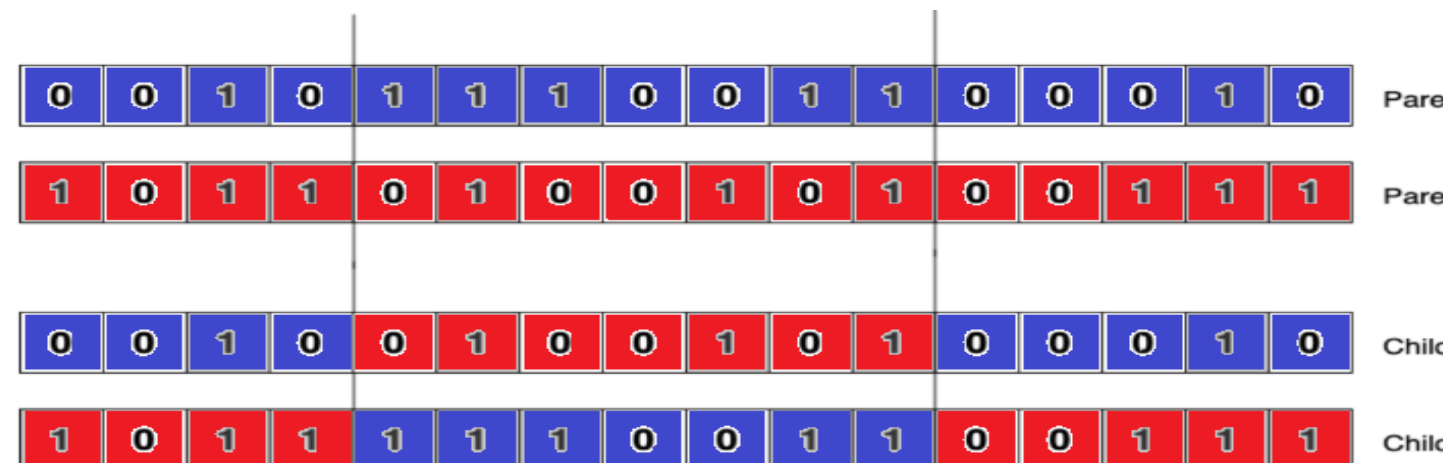
- Initialization：隨機產生個體基因的過程。
- Fitness：評比一個分數用來評斷基因的表現。
- Crossover：以數條染色體互換成為新的子代基因。
- Mutate：基因變異，增加複雜度，避免太快收斂。
 - 位元翻轉 (bit-flip)：選擇一個位元將0和1翻轉。
 - 反置 (Reversal)：基因中所有的0和1翻轉。
- Convergence Criteria：停止演化的條件。
 - Fitness 達到條件：子代的分數已達到要求即停止。
 - 經過N個世代：經過夠多次世代演化即停止。
- End：達到目標，將基因轉換為可用的數據加以應用。

結果利用：

將基因當作二進位的數字表示法，轉換為十進位當成硬體參數運作的參數，並使用 Raspberry Pi 透過 python，向每個模組的藍芽發送不同的參數。



V-REP

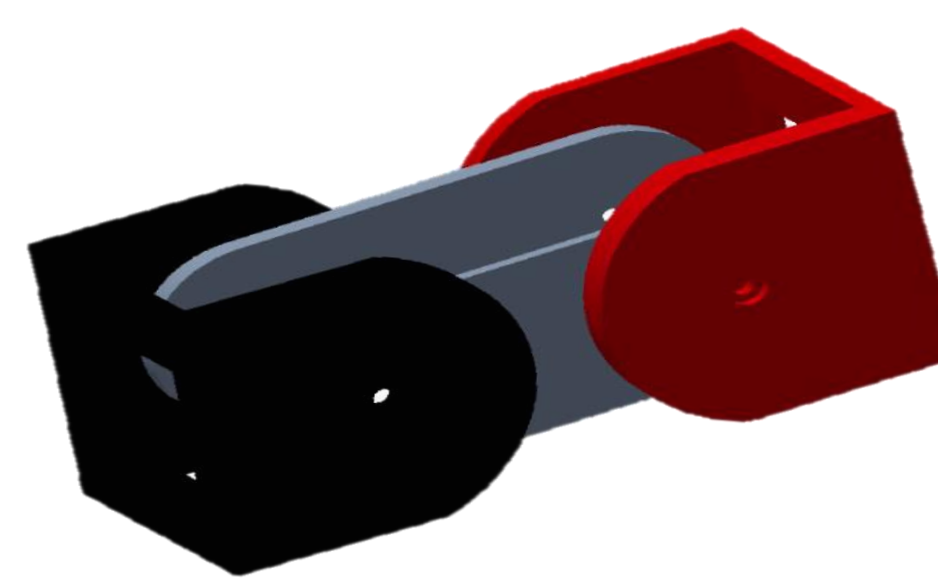


雙點交配

硬體

結構與電路設計：

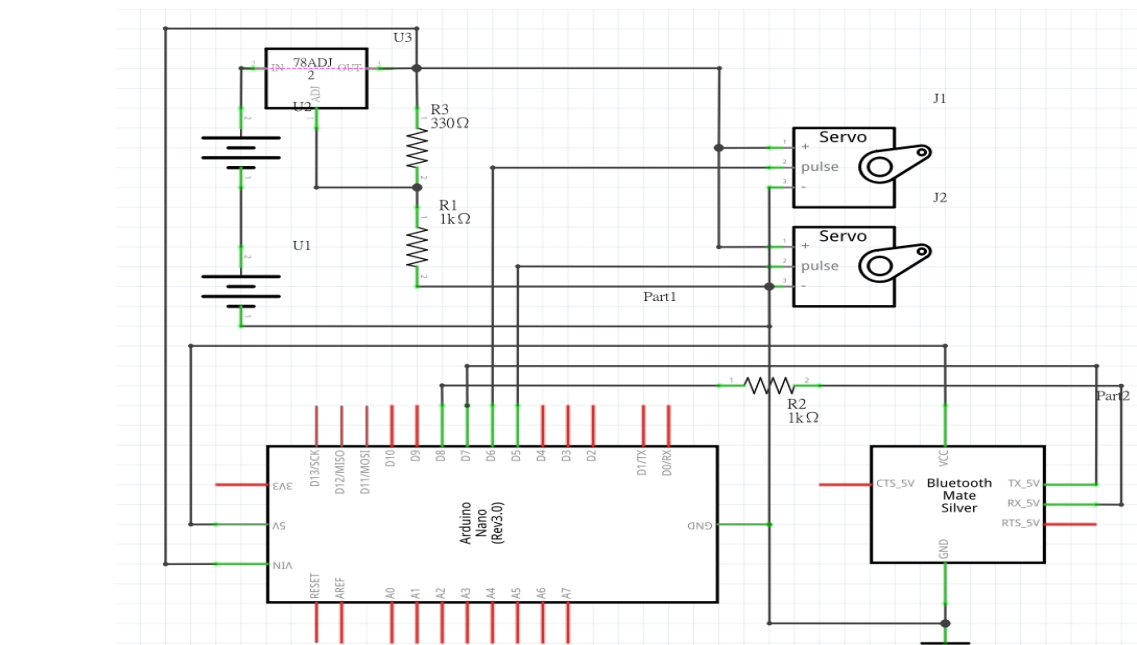
在本專題中，利用3D列印製作硬體設備，其中內部元件的設計電路圖如下。



3D print

動作依據：

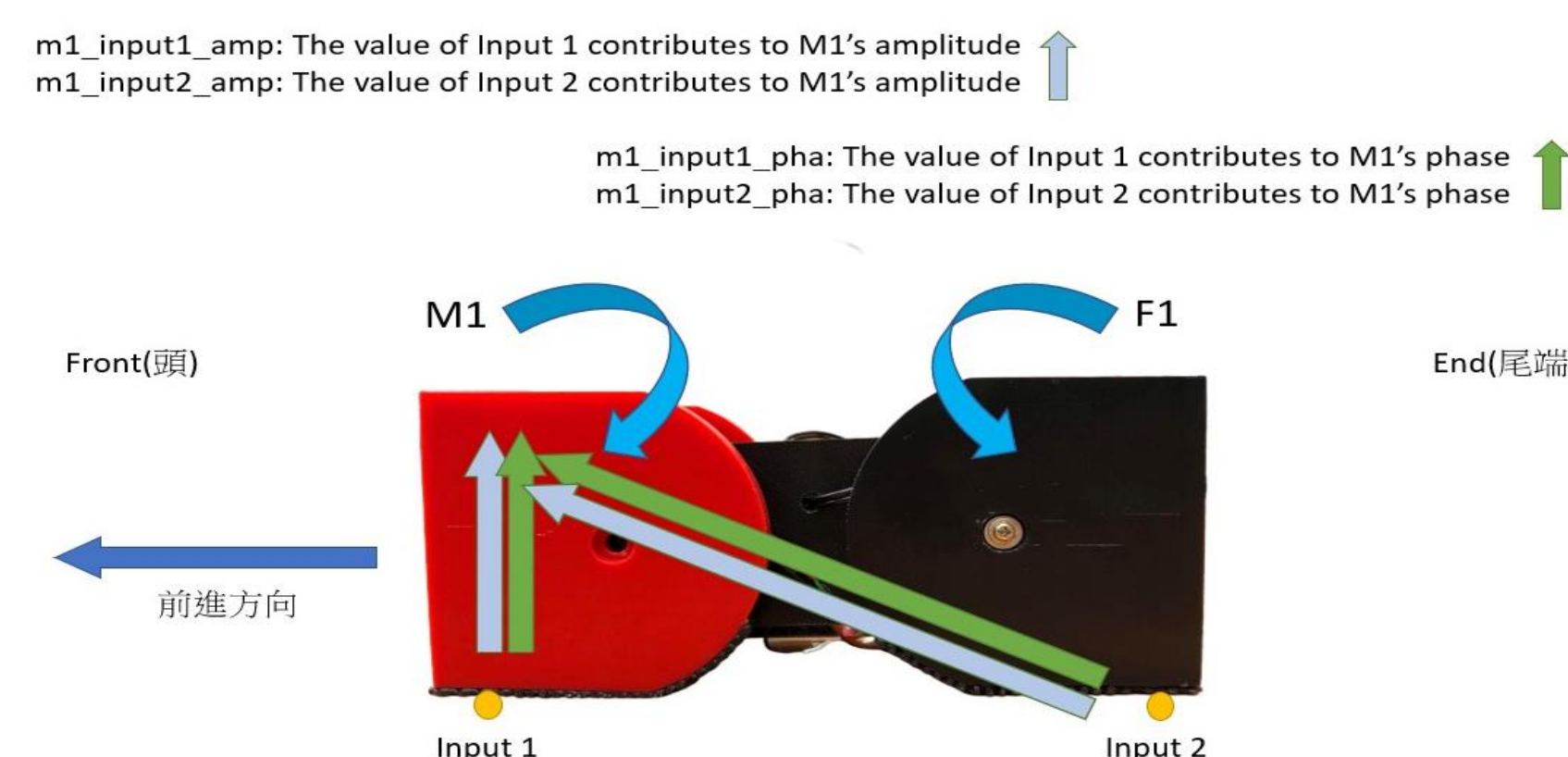
將在軟體上演化出來的數據，與實際硬體做結合，每一個模組的Arduino板用藍芽接收來自Raspberry Pi 傳送的參數作為動作依據。



電路設計

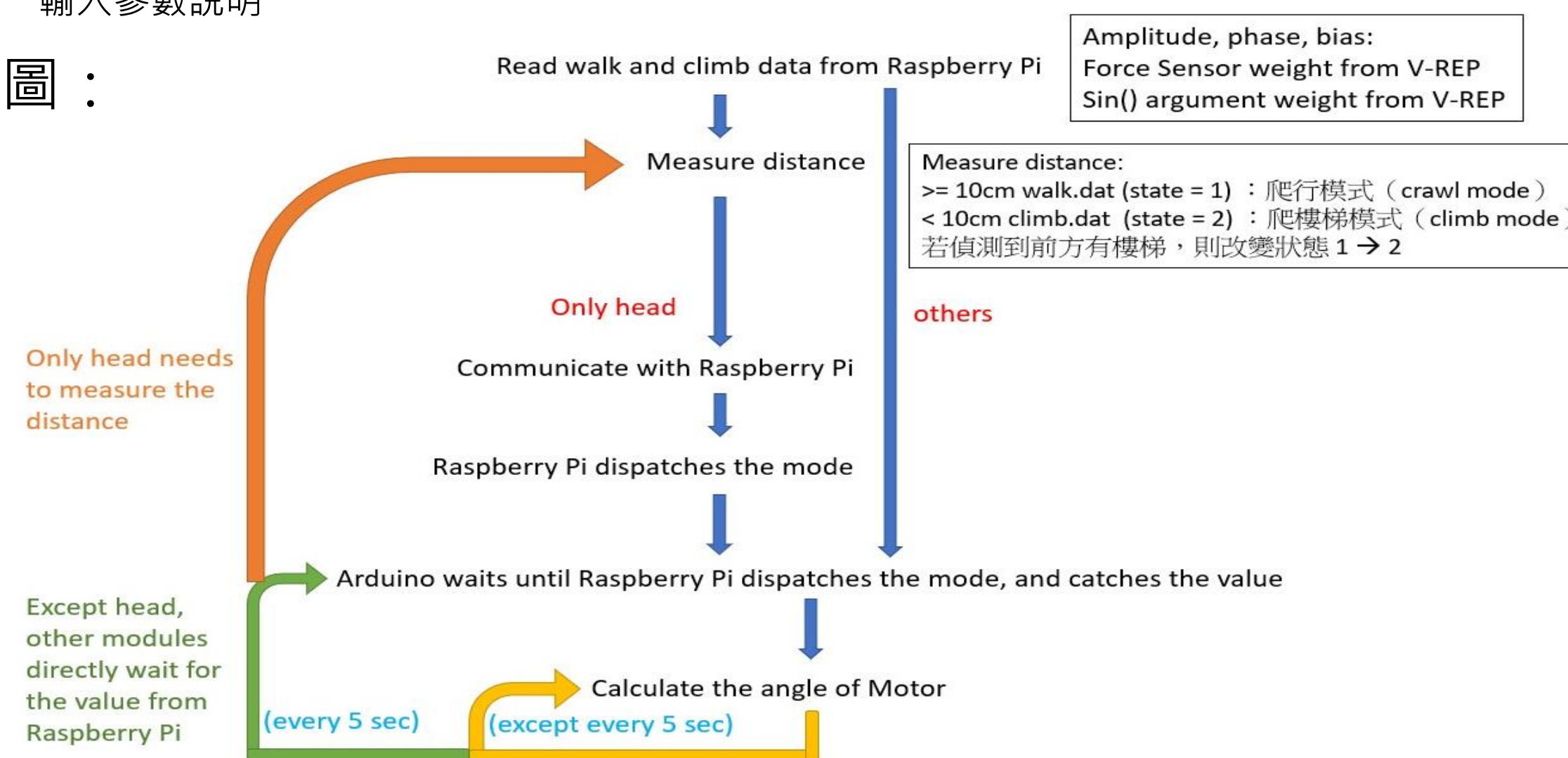
環境偵測：

第一台模組机器人利用超聲波感測器測量與前方樓梯的距離，並於數據分析後將結果透過Raspberry Pi傳送給所有模組。當各個模組收到Raspberry Pi所傳送的數據後，便可改變其模式（爬行 / 爬樓梯），而改變馬達的角度。



輸入參數說明

硬體流程圖：



成果

- 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。
- 爬樓梯 (Climbing)：遇到樓梯頭抬起來的時候，机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。
- 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公分時，順利切換為爬行模式。

