羽毛球機器人之發球技巧設計與模擬

Serving Skill Design and Simulation of a Badminton Robot

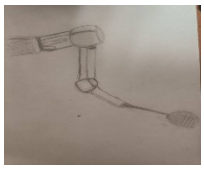
組員：四年級 王奕甯

一、摘要

本專題的目標是製作可以打羽毛球的機器手臂，羽球是對精密度有相當高的要求的運動。此專題的重點要開發模仿人的手臂而且能發球的機器人手臂，使用落球的方式和機器人的手臂揮考拍，將球揮到對面場地指定的位置，因此要事的慮的不只有落球的點，同時要符合國際賽的規則來揮拍。

二、研究方法

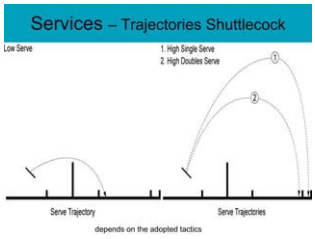
手臂結構

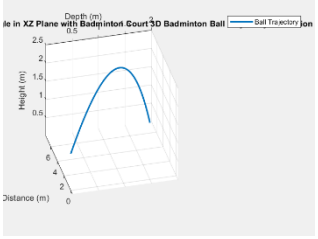


此次的機械手臂採用兩軸的結構，此兩軸分別代表了肩膀與手肘。為了要更好模擬機械手臂的運作，我們利用兩軸擺盪的數學模型來進行模擬，將數學模型輸入到 Matlab 來推算出初速及加速度跟最終速度。

逆向運動學

透過逆向運動學，我們可以將預設的最終速度，來反推兩軸的加速度以及它的扭力，我們可以求出假如我們要預設的羽球所需要的動能，以及速度還有他所需的高度及角度，以及我們設的落地點，透過數學模型的反推，我們可以對機械手臂的參數進行調整，來不斷的縮小誤差值。



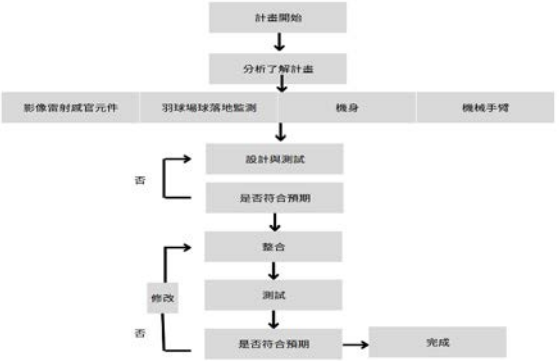


影像追蹤

影像的追蹤我們是利用 opencv 作為程式碼來對羽球進行定位，透過程式碼我們可以追蹤羽球在每一個位置所達到的速度以及最終高度最後到落地點整個的過程，透過影像的追蹤我們可以推算出羽球的空氣阻力的係數，以及它可以達到的最高高度。透過定位系統，我們可以對機械手臂的出拍速度以及出拍角度進行修改。

三、研究過程規劃

本專題的研究流程如下圖所示。首先了解計畫的目標，接著理解影像攝影機與其影像軟體 opencv，並用以監控與球的飛行軌跡，並設計機身，完成羽球機器手臂的藍圖。其次，完成羽球機器手臂的設計與模擬，若未符呵預期規格，則反覆進行設計修改。最後進行軟硬體的修改，直到機器手臂的功能符合預期的目標，方停止本專題的研究。



四、模擬內容

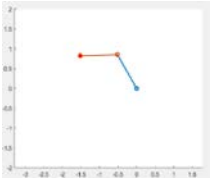


圖 1

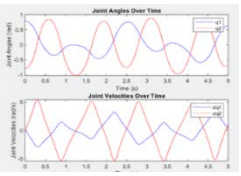


圖 2

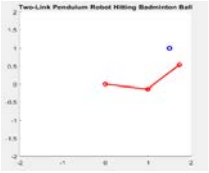


圖 3

圖 1 跟圖 2 是在模擬機械手臂在揮動的過程中兩軸的速度以及轉軸的角度，本專題可以透過此程式可以推算出兩軸所需的扭力，方便來尋找可搭到此扭力的轉軸馬達。還有之前的照片所提到的羽球落點的模擬，還要另外去模擬羽球在面對空氣阻力師所受到的影響，去推算出羽球的空氣阻力係數，以及不同的揮拍角度以及初速。圖 3 是羽球機械手臂揮拍動畫的模擬，透過以上的模擬，本專題可以通過逆向運動學來設計機械手臂的運行方式，透過調整參數，讓他成功達成發球的目的。

五、結論及未來展望

本專題已完成羽球機器手臂的設計，建模與其電腦模擬驗證。目前正進行硬體的建置，預計使用兩個DC伺服馬達加上其轉矩模式驅動器，可依其規劃羽球機械手臂加上與球拍中心點的發球速度與發球角度，使用 PID 控制器，進行兩關節驅動馬達的轉矩控制，使達到球拍中心點的發球速度與角度。再依上開的實驗流程，進行發球動作，並評估其成效。

在研發過程中，本專題遭遇的第一個面臨困難是在編輯程式，所要的模擬內容實在太過於龐大。為了要重現出人體的運動學，所需要的計算的內容以及要考慮的因素到對機械手臂的穩定性的考量，這些是在做報告之前從來都沒有想過的事情，但也從過程中扎實對程式編輯的知識。吾手臂人希望本專題在未來不單是單人對打球的機械手臂，更加能進化成可以與提高對揮拍的自由度。