

棒球投球軌跡預測—基於機器學習演算法與六軸感測器

林士平、林奕騏

指導教授: 馬席彬教授

Abstract

隨著運動科學的興起，許多科技的應用都拿大幅改善運動員的表現，相關的主題也是國內外非常熱門的題目。此次專題我們主要探討的題目為重建棒球軌跡，對3D、2D 的軌跡都有進行模擬。熟悉投手的投球軌跡對打者非常重要，但是目前的主流還是以影片分析模擬為主，且需要器材十分昂貴、場地也有所限制，因此我們希望藉由棒球內部的數據就可以重建出軌跡。當中主要利用理論的部分採用機器學習、拋體運動理論、加速度微分等於瞬時速度等理論，硬體實驗器材的部分為 strike 智慧棒球以及六軸感應器的數據，其中 strike 智慧棒球為市售商品可以提供我們轉速、球速等數據，六軸感應器則有 X, Y, Z 軸瞬時角加速度、瞬時加速度的數值，我們分別利用上述數據來重建出棒球的2D、3D 軌跡圖。

Introduction

2D 軌跡的部分，我們使用線性模型，並以34筆 training data 以及9筆 testing data 來訓練二次方程式的參數，配適流程圖如下

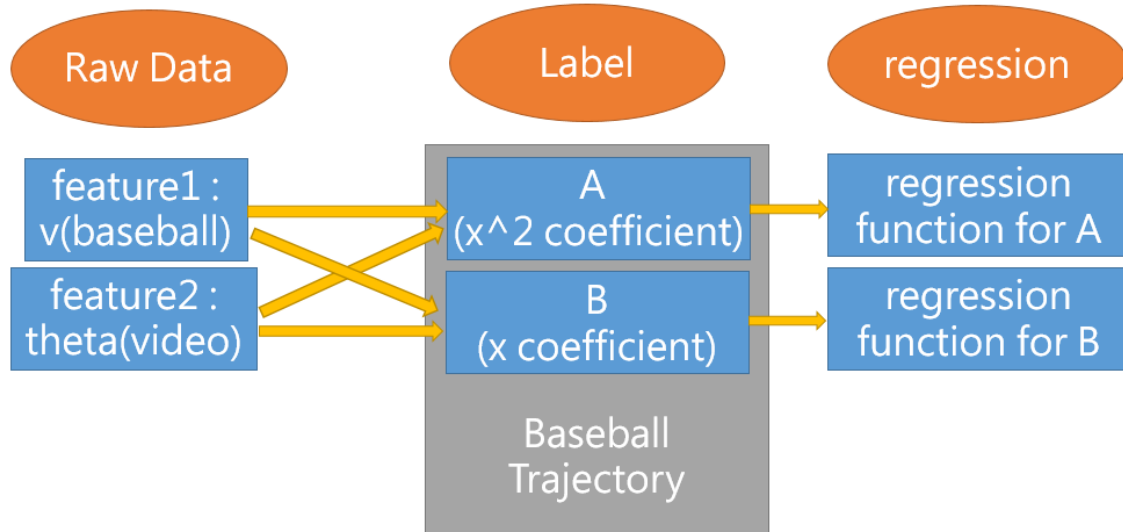


FIG. 1

使用配適後參數繪圖，參考成果下圖，藍線為真實軌跡，綠線為我們訓練的軌跡。可以發現 fitting 出來的線已十分接近原始的軌跡。事實上我們9筆測試集中如分別對真實軌跡進行 mean square error 的測試，其誤差平均落在0.01左右，是十分良好的結果。

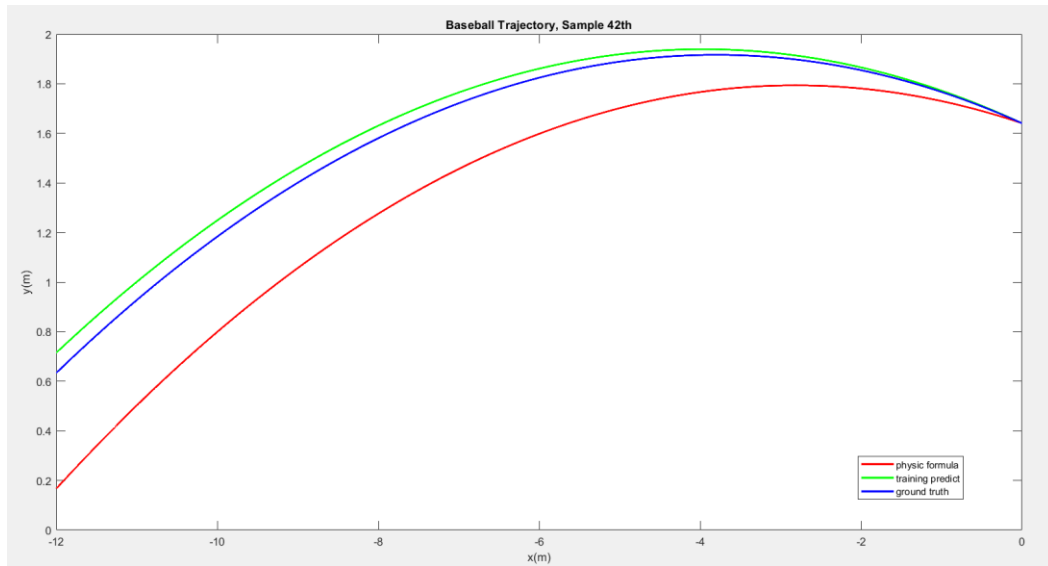


FIG. 2

3D 軌跡的部分，我們使用六軸感應器所收到的數據，進行轉換後得到速度與轉速度，在進一步得到瞬時位移，進而畫出軌跡圖，值得注意的是，因為感應器的所回傳資料的座標會隨著棒球旋轉時而改變，所以必須使用轉移矩陣來還原座標，也就是將當前數值投影至初始的坐標系上，轉移矩陣如下。

$$\begin{pmatrix} \cos(\theta_y) \cdot \cos(\theta_z) & -\cos(\theta_x) \cdot \sin(\theta_z) & -\cos(\theta_x) \cdot \sin(\theta_y) \\ -\cos(\theta_y) \cdot \sin(\theta_z) & \cos(\theta_x) \cdot \cos(\theta_z) & \sin(\theta_y) \\ \sin(\theta_y) & \sin(\theta_x) & \cos(\theta_x) \cdot \cos(\theta_y) \end{pmatrix}$$

FIG. 3

利用轉移矩陣，還原出原座標的瞬時速度。

$$\Delta t \begin{pmatrix} \cos(\theta_y) \cos(\theta_z) & -\cos(\theta_x) \sin(\theta_z) & -\cos(\theta_x) \sin(\theta_y) \\ -\cos(\theta_y) \sin(\theta_z) & \cos(\theta_x) \cos(\theta_z) & \sin(\theta_y) \\ \sin(\theta_y) & \sin(\theta_x) & \cos(\theta_x) \cos(\theta_y) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}$$

FIG. 4

有了瞬時速度，便可以還原出初始座標，進而得到軌跡圖。

$$\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}_{i+1} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}_i + \begin{pmatrix} \Delta v_x \\ \Delta v_y \\ \Delta v_z \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} = \Delta t \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}_i$$

$$\begin{pmatrix} x_{i+1} \\ y_{i+1} \\ z_{i+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$

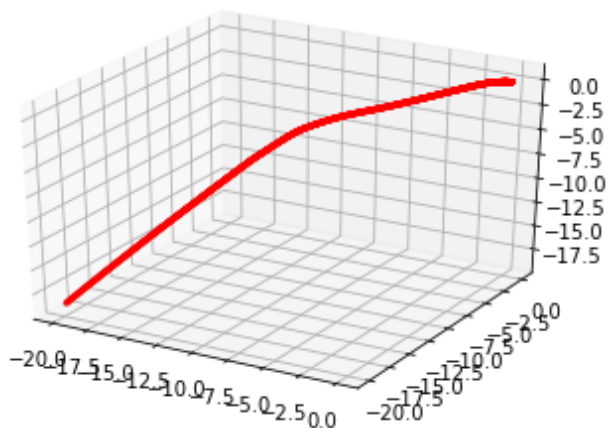
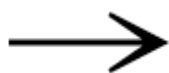


FIG. 5

心得感想

林奕騏：首先要感謝這次專題的指導教授，馬席彬教授。馬老師常常在 meeting 的時後直接且準確地告訴我們實驗的盲點，而這樣子的疏忽都有可能造成結果的不完美，謝謝馬老師給我建立的實驗時嚴謹的態度，相信這使我在日後的實驗課、操作課，都可以用更細心、完備的邏輯思考。也謝謝老師不會因為我是外系的身分，而不重視我，謝謝老師。再來我要感謝我的專題夥伴，士平，謝謝士平每個禮拜幾乎不缺席的約我出來討論專題內容，這份專題中士平也提出了很多重要的想法，幫助我們突破瓶頸，謝謝士平。

林士平：我們每個禮拜與老師 meeting 一次，每次都會準備簡報做為紀錄並報告研究進度。而老師總是在 meeting 時提點我們做實驗時該注意的細節、整理實驗結果時不該忽略的誤差、甚至是跟我們一起解決棘手的難題，在各方面都給予了我們適當的建議與幫助。因此雖然我們做的題目是沒有前人經驗可以參考的，仍舊順利地達到了一開始的目標。感謝老師用心地指導且不吝於提供建議與想法，感謝奕騏願意互相溝通，願意付出勞力參與專題研究，我們才能如此順利的完成專題研究。