

棒球球速預測-基於六軸感測器

A21

施竣笙、欽宇翔

指導教授：馬席彬教授

Abstract

隨著科技的發展，有許多技術被拿來應用在運動員的訓練上，藉此提升運動員的表現以及訓練效率。這次專題我們主要是想透過內嵌六軸感測器之智慧棒球，重建出棒球之球速。球速與轉速是決定一位投手投出之棒球的球質好壞的關鍵參數，而目前想得知球速只能透過影片分析與高速攝影機等器具，其成本十分昂貴，對一般人或者是較小型的球隊來說是個龐大的負擔。

因此，我們想透過 matlab 演算法之設計，僅需要一個六軸感測器就能測得這些棒球參數。其中，運用到的理論為四元數之旋轉矩陣、加速度積分等於瞬時速度、FFT 頻譜分析等等。最後，結合上述理論，我們實現出一套系統演算法，透過黎曼和的原理並將其改進得到積分方程式，最後將加速度積分能成功得到離手瞬時球速，並與高速攝影機之結果做比較，結果是平均誤差為9.57%。實驗使用的20組數據為馬教授實驗室的學長與外面棒球隊合作過後的資料。雖然目前研究成果並非十分完美，但代表透過內嵌六軸感測器，是可以逼近高速攝影機或影片分析等方法的結果。

Introduction

投手投球時使用內嵌有六軸感測器(ICM-20649)的棒球，可以得到三軸加速度與三軸陀螺儀的原始資料，經過重力補償、判斷積分區間、濾波器、FFT 頻譜分析後得到純加速度值，積分可得球速，系統流程圖如下：

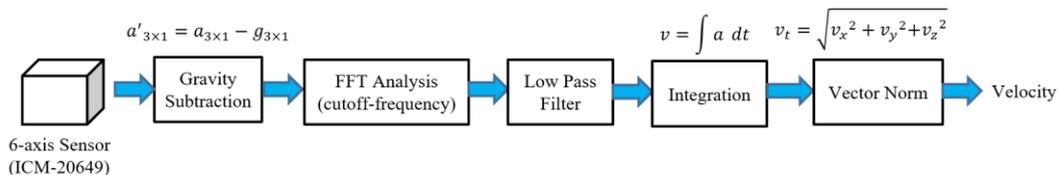


圖1 Flow chart of velocity calculation.

六軸感測器之加速度計實為重力感測器，需要透過四元數矩陣及三軸之陀螺儀數值，來計算出投球過程中的重力加速度之座標軸，扣除後得到純加速度值。

$$q = \begin{bmatrix} w \\ x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \sin\left(\frac{\phi}{2}\right) \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) \\ \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) + \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \sin\left(\frac{\phi}{2}\right) \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) \\ \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \sin\left(\frac{\phi}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) \\ \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \sin\left(\frac{\phi}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

圖2 四元數矩陣

由於不同組資料之 FFT 波形擁有不同特徵，對每一組資料進行 FFT 頻譜分析後，根據波形之特徵將其分為五類，每類皆擁有相對應適合之理想截止頻率，再通過低通濾波器(Butterworth)以濾掉雜訊。

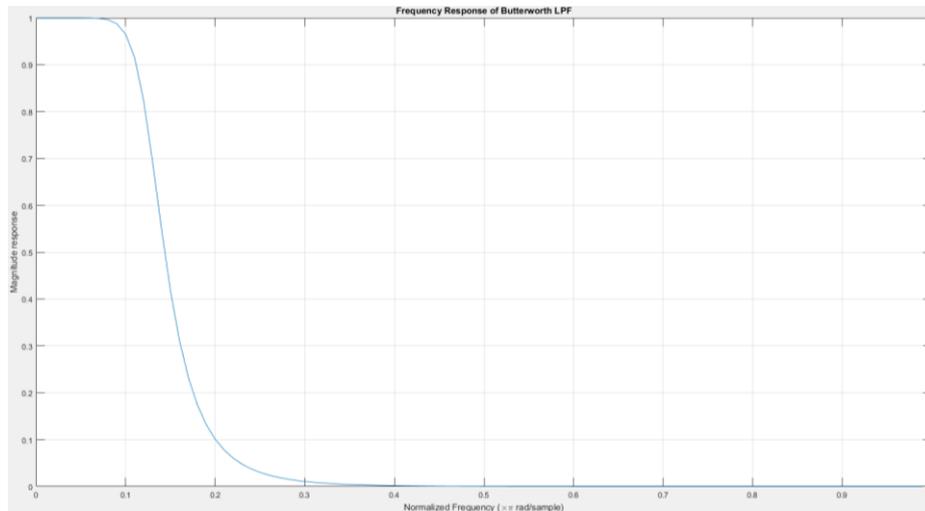


圖3 低通濾波器之頻率響應 截止頻率為6Hz

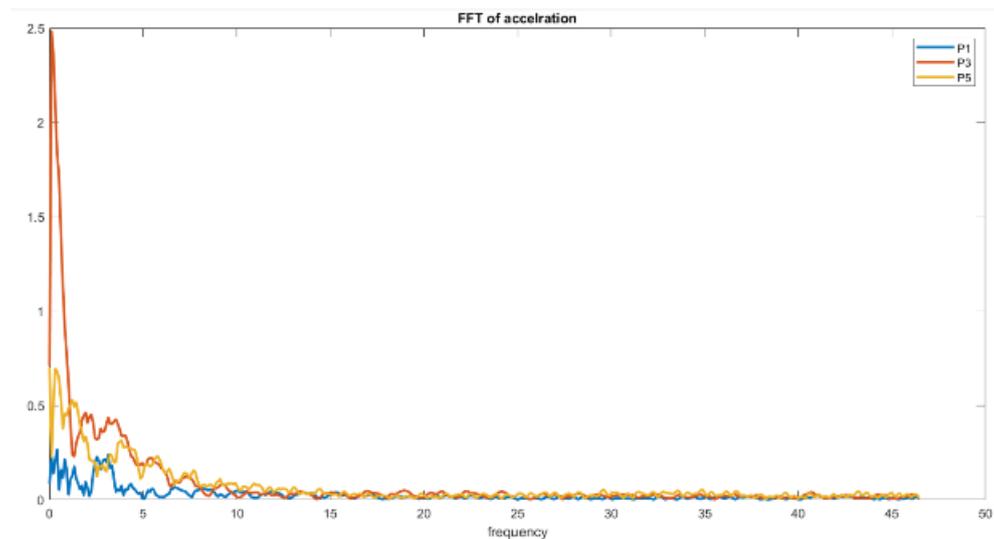


圖4 其中一組資料之原始加速度的 FFT

藉由設計之演算法來判斷投球過程中的施力範圍，最終經過積分來求得棒球離手瞬時球速。

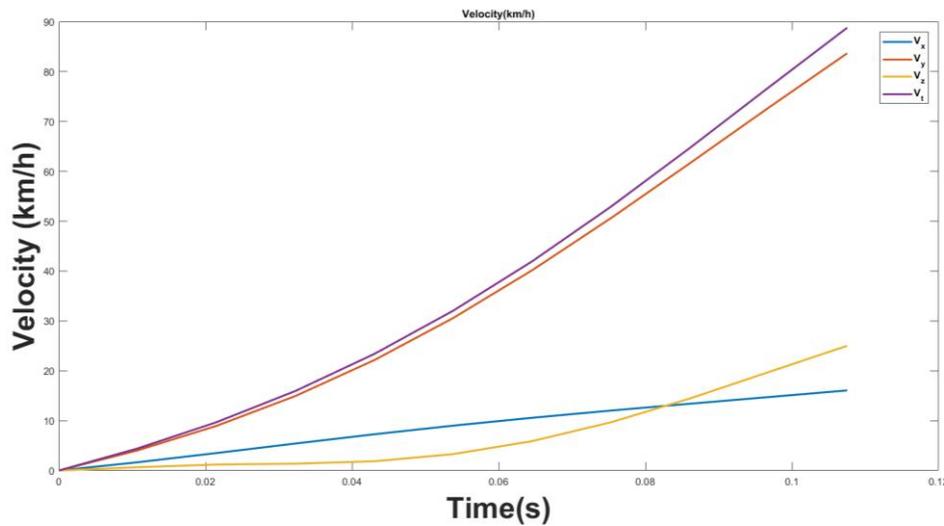


圖5 將經過處理的加速度值積分得到三軸 v-t 圖

此系統之棒球離手瞬時球速結果與測速槍結果相比，誤差為9.57%，代表如再經過些許優化與改良，是可以十分逼近測速槍及高速攝影機的。

心得感想

施竣笙: 這次專題是我第一次實現如此大的一個計畫，許多東西都是第一次自己實作，在這邊要感謝我的專題指導教授，馬席彬教授。馬教授時常告訴我們，做專題應該是自己訂立目標、自己思考如何做，在遇到困難時也會給予我們建議，尤其是教授給我建立起做實驗、做研究時應該保有的嚴謹態度，任何一個參數都應該認真看待、仔細思考其意義。再來，要感謝我的專題夥伴，欽宇翔，謝謝宇翔常常給了我很多重要的想法，也總會與我一起探討這次專題的一些觀念，幫助我完成了這麼一份專題。

欽宇翔: 這兩學期的專題是第一次從頭到尾做一個相對大的計畫。從去年九月開始維持著每個禮拜一次 meeting，把整個禮拜所做的討論、實驗結果等記錄在簡報中。感謝馬席彬教授在 meeting 時都能點出我們實驗的缺陷及不恰當之處，使我們在日後做實驗時不會因一些疏忽而導致結果的不理想，也建立了對實驗嚴謹的態度及要求。再來要感謝我的專題夥伴，施竣笙。每周都固定花時間一起研討要怎麼改進，該怎麼實現，最後一起將這份專題完成。