

The Sweet Spot of the Baseball Bat

棒球棒甜蜜點偵測

組別：A59 組員姓名：許志嘉 指導教授：馬席彬

摘要

在棒球運動中，打者要在適當的時機，將投手投出，時速幾十英哩的球，用一根細長的球棒，把球打擊至幾百英尺遠的地方。在打擊的過程中，厲害的打者，可以用有效率的方式，將能量傳至球，讓球飛得到夠遠的地方。在這其中的一個關鍵點，就是擊球時球棒上的位置，被稱作擊球的「甜蜜點」。本實作專題研究的內容，就是如何找到球棒的甜蜜點。

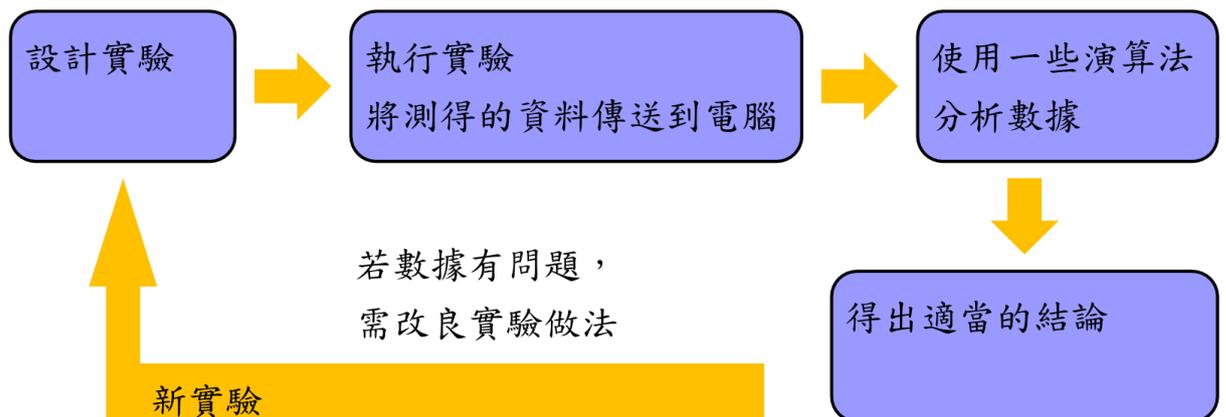
甜蜜點的定義有很多種：

強力中心：擊球後產生最高球速的位置。

碰撞中心：擊球時握把無撞擊感的位置。

節點：擊球後握把無振動感的位置。[3]

本實驗嘗試找出節點及碰撞中心，在球棒握把的地方安裝感測器，看看在擊球時，或是用物體撞擊時，透過藍芽的方式，將資料讀進電腦，分析撞擊前後的加速度變化。

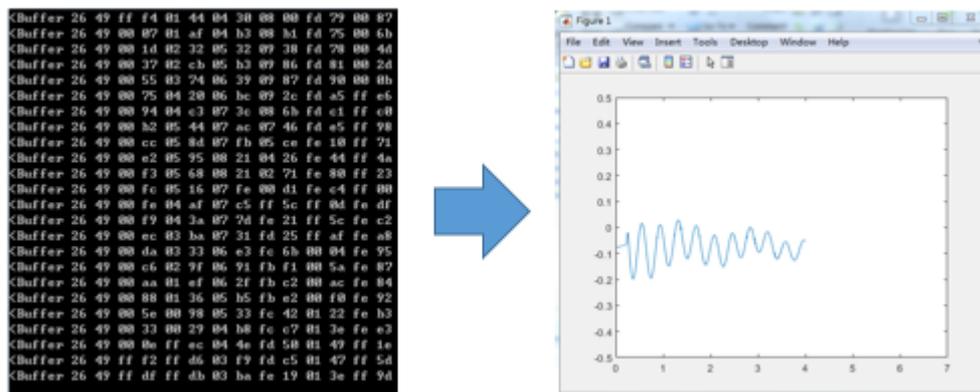


圖一 流程圖

一、前言

在棒球的打擊中，如果擊中球棒的甜蜜點附近，能量往往能夠有效率的傳達出去，球可以接收到較完整的能量，轉換成動能飛出去，速度可以比較快，更重要的是，對於手部的衝擊會相對的比較小，也比較不容易受傷，尤其是對初學者。

本實驗在接近手握球棒的地方，黏上一個附有取樣率160Hz 三軸加速度感測器的晶片，透過藍芽的傳送方式，將資料讀進電腦，進行一連串的分析。



圖二 示意圖

二、實驗設計

2.0 實驗器材

三軸加速度感測器：sample rate 160 Hz, 測量 x,y,z 三個方向的加速度。

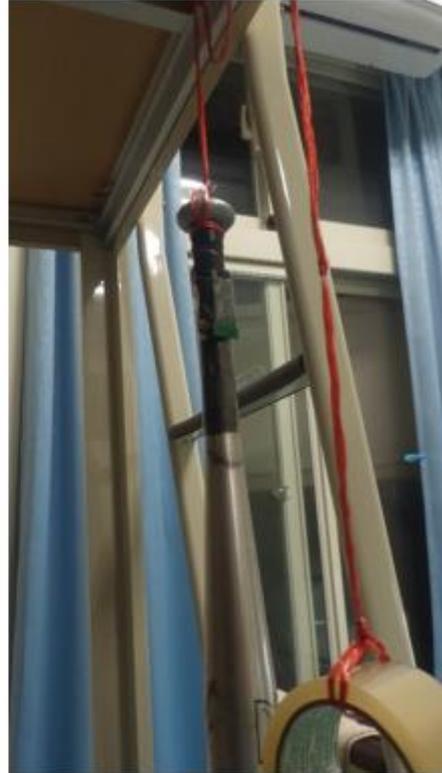
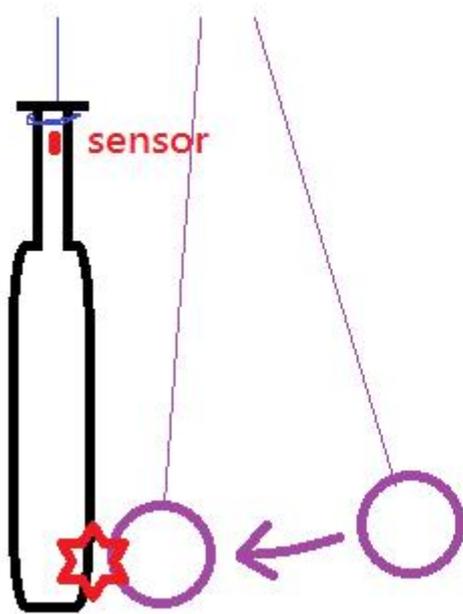
藍芽接收器：接收感測器送出的數值。

鋁製合金球棒：長度61.5公分。

把三軸加速度感測器，用膠帶綁在握把附近(約10公分處)，以測量模擬擊球時手受的加速度。[4]

2.1 實驗 - 懸吊撞擊頻域分析

用繩子將球棒吊起，在不同的位置，以一物體撞擊。本實驗是用寬約5公分的膠帶捲，用線穿過吊起，以單擺的形式撞擊。



圖三 實驗圖

撞擊的位置可由擺長控制。

x 軸的方向為向上(球棒軸向握柄)、y 軸的方向為側向(畫面的左邊)、z 軸的方向為正向(朝著撞擊物)。

針對 x,y,z 軸，將實驗結果用 MATLAB FFT 分析。

2.2 實驗 - 懸吊撞擊瞬間加速度分析

實驗做法和上一個實驗差不多，只是要分析的是擊球瞬間的加速度，看看擊球的那個瞬間，握把受到了多大的加速度。

由於原本是靜止的，初始速度為0，因此只要以撞擊後所看到的加速度最大值就可以了。

這次增加了撞擊位置的密度，每2公分測三次實驗。

測量的值為 z 軸(面對撞擊物方向)、y 軸(撞擊側面方向)，由這兩個值可算出「a

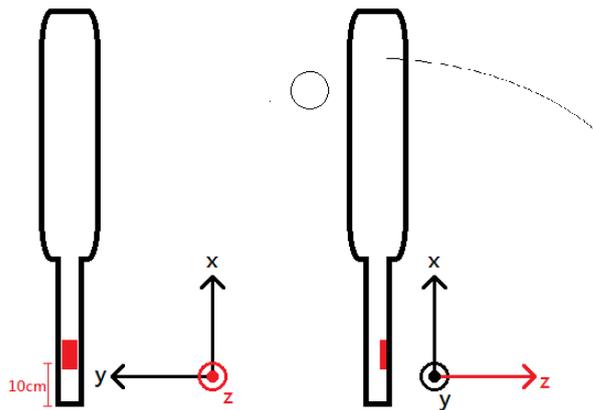
值」，定義為 $a = \begin{cases} \sqrt{z^2 + y^2}, & z \geq 0 \\ -\sqrt{z^2 + y^2}, & z < 0 \end{cases}$ ，不僅能算出 y,z 合力的值，還同時保有 z 的正

負號性質。

2.3 實驗 – 慢揮加速度分析

這個實驗為模擬實際揮棒的情形，在此實驗前有試著把球放在打擊座上，正常揮棒過，為了讓手感好一點稍微調整了感測器的位置。由於大動作揮棒讀出來的資料，依目前的方法有點難以分析，所以改將球放在地板上，以類似短打方式擊球。

感測器位置一樣是在握柄10公分處，只是從正面改到背面，因此z的值會差一個正負號。



圖四 實驗示意圖

三、實驗結果

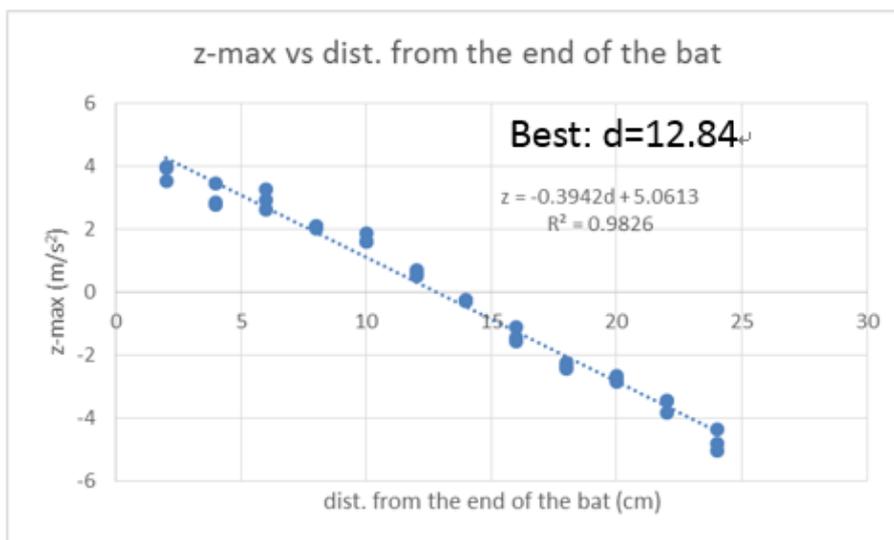
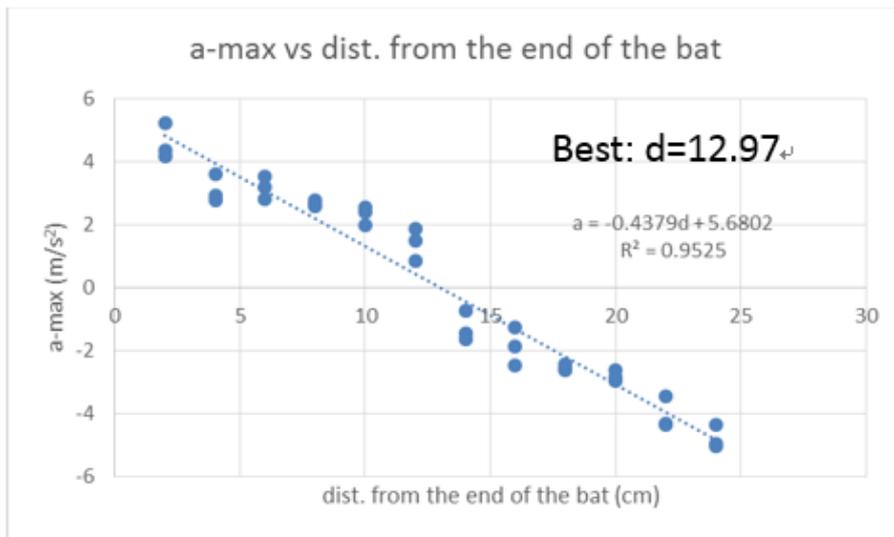
3.1 懸吊撞擊頻域分析結果

從頻域去看的話，看不太出什麼明顯的特徵，表示有打到甜蜜點的徵兆，可能是 sample rate 不夠高，測到的只是繩子搖晃的頻率，不是真正手感受到球棒振動的頻率。另外，撞擊後球棒自身會旋轉，會干擾測出的結果，依目前的儀器，顯然不是一個能有效測出甜蜜點的好方法。

3.2 懸吊撞擊瞬間加速度分析結果

若撞擊處接近棒頭，握柄會受到+z方向(撞擊反方向)的力；若過於內側，握柄會受到-z方向(撞擊方向)的力。若在較適當的位置(如12公分處)，受到的力會相對的小。

將各個位置點的最大a值點在座標上，大致上為高度相關的一直線，大約在離棒頭12.97公分處，預測a會接近0。



圖五 結果分析

如果是看z值的話，線性度會更高，最好的點落在離棒頭12.84公分處。

兩種方法預測的位置都差不多，大約在離棒頭12.8~13.0公分處。我們可以說，接近13公分處，是這支球棒的甜蜜點(以握柄10公分的碰撞中心)。

在這個實驗中，比起a，z反而有更好的線性度，因此在後面的實驗，把z當作一個重要的指標。

3.3 慢揮加速度分析結果

這次的實驗，分析起來比靜止後撞擊的實驗還要困難。

從各個突波的現象可以看得出來，之前判定的趨勢大致上是有的(z軸)，只是有些的波形不好判定，突波的差值的基準、有些還有正負的突波同時存在、有些突波不只一個、還有一些怪異點，造成分析上的困難。

四、結論

做了這些實驗，第二個實驗看起來是最理想的——懸吊球棒測量加速度。可惜的是，沒能在有限的期間內，繼續更深入的模擬及分析。但至少用了實驗的方式，找出一個可能是甜蜜點的位置。

五、參考文獻

- [1] <https://www.acs.psu.edu/drussell/bats/sweetspot.html>
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Center_of_percussion
- [3] <https://blog.xuite.net/chiuyunju/twblog/119266275-%E7%90%83%E6%A3%92%E7%9A%84%E7%94%9C%E8%9C%9C%E9%BB%9E>
- [4] https://www.uml.edu/docs/Thesis-Timothy%20J%20Mustone_tcm18-60874.pdf

六、心得感想

由於沒有找到組員，只好自己一個人一組。

雖然一個人做有點辛苦，很多東西要靠自己想出來，我要感謝指導教授馬席彬、還有實驗室的學長們，在我迷惘不知道方向的時候，給我很多的建議，幫助我能繼續前進。這個實作專題對我來說是一大挑戰，從一開始沒有方向，經過一個星期一次的meeting, 慢慢知道儀器的操作，設計實驗，漸漸有一些自己的想法、一些想做的實驗，想更深入地探討實驗結果背後的原因。雖然做專題很麻煩，尤其是想破頭都不知道怎麼辦的時候，但這正是我們要學習的，如何解決眼前的困難，並非是什麼艱澀複雜的計算，人生中還會再遇到更多大大小小的困難，需要用智慧去解決。還有，時間的掌握很重要，我大概是摸索的時間花太久了，應該要早點確立研究方向，才不會最後被時間壓縮到。

最後再感謝我的指導教授、幫助過我的學長們、還有一同與我奮鬥的同學們。