

# 棒球軌跡重建技術與雲端服務應用

蔡耀弘  
玄奘大學資訊管理學系  
助理教授  
tyh@hcu.edu.tw

王晨羽  
玄奘大學資訊管理學系  
研究生  
gn00454251@hotmail.com

薛錦吉  
玄奘大學資訊管理學系  
研究生  
kkk784@hotmail.com

## 摘要

伴隨著科技的進步，人們對電視運動轉播的要求也越來越高，以棒球比賽轉播來說，以往的電視轉播都是主播及球評在講解及描述比賽過程，以及影像中提供球速及球路軌跡的資訊，但卻從任意角度去觀看每顆球進壘時的球路軌跡，特別是在目前流行的手持式裝置上。本論文將從單攝影機的 2D 視訊畫面中的球路軌跡中偵測出球的座標位置並推估 3D 座標空間位置，再結合雲端服務應用上建構 3D 球路軌跡模擬場景，而使用者可透過 APP 等介面從不同的視角觀看 3D 球路軌跡，也可了解各種變化球的球路是如何移動。

**關鍵詞：**軌跡重建、雲端服務、棒球軌跡、重建技術

## Abstract

With the rapid progress in information technology, the needs of people in sport program increased in recent years. For example, the traditional TV broadcast in baseball game usually had anchorperson and commentator to explain the competition and the trajectory of each ball. But the viewers can not watch the trajectory of each ball in any direction they want, especially on mobile device. This paper presents an integrated system for solving the people's need in the baseball game. The system applied a single camera to capture the video of the ball's coordinate in 2D and then generate the 3D coordinate automatically. The system also combined the cloud service to construct the baseball trajectory in 3D. Therefore, users can watch 3D trajectory from different angles with an App and their mobile device.

**Keywords:** Trajectory reconstruction, Cloud service, Ball trajectory, Reconstruction technology

## 1. 前言

近年來隨著網路科技的發達，各行各業都有雲端服務的應用，[8]雲端(cloud)指的即是網路 Internet，這個名詞來自於電腦工程師在繪製示意圖時，常以一朵雲來代表網路。所謂的雲端服務即是指電腦連接至網路，透過 Internet 存取服務，當你需要時可以在任何時間地點用來儲存資料執行應用程式，可以透過網路和行動裝置在任何地點使用。雲端服務的優點之一在於讓人們省去許多硬體設定的時間，只要有瀏覽器就能連上網路使用雲端軟體服務，減去額外的硬體安裝、軟體設定等。

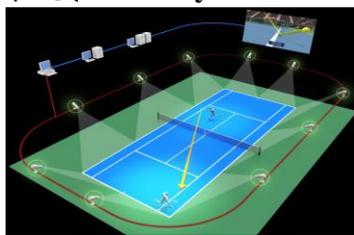
2008 北京奧運中華台北隊比賽，提供台灣地區直撥服務的網站業者表示，初步統計比賽進行期間有超過 50 萬人在線收看轉播。台灣地區網絡轉播的台灣“中華電信”今天晚間表示，根據初步統計及估算，在比賽進行的兩個多小時內，網絡轉播的流量高達 32GB(Giga Bytes)，扣除重複登入的用戶，估計有 40 萬人同時觀看比賽。

棒球[7]在世界已經是主流的運動項目之一，因此有不少的球迷在電視機前觀看轉播，但是轉播的視角往往只有少數幾種，球迷可能無法完整觀看好球或是壞球的球路，心中會有明明就是好球卻被裁判判決成壞球的想法，或者是精采好球的重播無法用多重的角度觀看。於是如何將棒球的軌跡以 3D 視角進行重建及應用雲端服務讓使用者能自由的使用 APP 觀看 3D 球路軌跡是本文要研究的方法。

本論文將會從單機攝影機拍攝出來的 2D 畫面中偵測出球的座標位置及推估 3D 座標空間位置，然後再結合雲端上 3D 球路軌跡模擬場景，讓使用者可透過 APP 等介面從不同視角來觀看 3D 球路軌跡。

## 2. 相關文獻

### 2.1 鷹眼系統(Hawk-Eye Innovation)



圖一 鷹眼架構圖



圖二 鷹眼重建軌跡

鷹眼系統[6] (也被稱為即時回放系統) 在 2001 年開發, 是用在板球, 網球和運動中的一套電腦系統, 以追蹤記錄球的路徑並顯示記錄實際路徑的圖形影像, 在網球比賽中為了減少高速球在人眼上造成判斷的失誤, 在許多大型比賽中鷹眼系統已經成為判決中的一部分。鷹眼系統是由 8 個或 10 個高速攝影機、四台電腦和大螢幕組成, 利用高速攝影機從不同角度捕捉飛行軌跡的數據; 再通過電腦計算將數據生成三維影像; 最後利用即時成像技術由大螢幕可以看到球的落點, 如圖二所示, 從數據採集到結果顯示全部過程不超過 10 秒鐘。鷹眼系統技術已經在電視轉播工作中頻繁應用, 但是因為技術花費價格昂貴, 所以目前比賽還是以裁判判決為主, 鷹眼技術只有在關鍵分上才會使用。

### 2.2 投手連續投球影片

Chen 等人[2]引 Zang[1]打者打擊影片, 將每個打者打席分開後, 利用亮度、大小、長寬比例等過濾器找出球可能所在位置, 再根據直球和變化球的特性去推測球接下来的位置, 如此一來就能找出球的軌跡; 再利用影像差異計算, 找出變化最低與最高分別代表投手出手前與出手點, 在加上偵測球的畫面, 就可把投球從出手到球飛行到捕手手套完整捕捉下來。

### 2.3 球的資訊

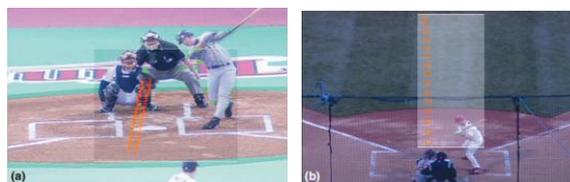
Chen 等人[4]利用影片資訊去呈現更多資訊給觀眾, Chen[3]使用亮度、大小、長寬比

例去找出球後, 將每個畫面所有球可能位置的 X 與 Y 座標值分別記錄下來, 過濾球可能出現的位置, 推算出符合 X 與 Y 變化的軌跡方程式, 找出軌跡後再利用影片軌跡長度計算出球速, 軌跡斜率的變化計算球的變化量。Chu [4]則是為了將球的軌跡推算位置更準確, 找出球後使用卡爾曼濾波器 Hargrave [5]去追蹤, 就可得到所有可能是球路軌跡的軌跡, 利用影片長度篩選出球的軌跡, 考量到球的軌跡應該是一個弧形, Chu[4]為了將軌跡更貼近真實, 模擬現實球速變化, 給予假設的數值, 找出模擬出來與原本軌跡最相近的一個, 便可以得到一個的球路軌跡。

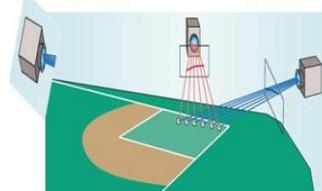
### 2.4 K-Zone

2001 年 ESPN 開始啟用 K-Zone[6], 在日本韓國台灣都可以看到 K-Zone 的投球軌跡紀錄的圖表在電視轉播中出現。它的用意是在電視上能夠標示出投手投球的軌跡, 讓電視的觀眾能夠了解投手投出的球是怎麼飛到捕手的手套。K-Zone 主要的功能有兩個: 一、投手球路的軌跡抓取。二、好壞球的判定。

K-Zone 的原理是用三台攝影機對準場內, 以三種不同的角度去捕捉球飛行的軌跡。圖三的 a、b、c 分別為三台攝影機對於不同角度的球路抓取。



圖三 K-Zone 各視角圖



圖四 K-Zone 架構圖

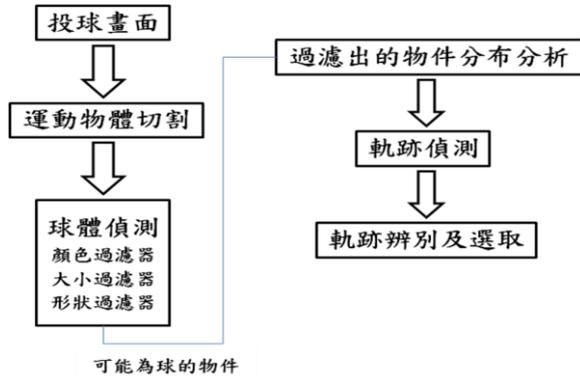
前兩者雖然演算的精細度很高, 但所消耗的技术價格也非常昂貴, 對比較關鍵的分數才會使用, 也因為是封閉式的系統無法給所有觀

眾使用，本研究將從 2D 的球路軌跡中偵測出球的座標位置，再結合雲端服務應用上傳球的座標資料，從雲端裡讀取棒球移動座標數據將棒球的軌跡進行重建，使所有使用者可以從雲端擷取資料到手機 APP 自由欣賞 3D 球路軌跡，再加上資料量縮減不需要過於大量的運算，使得一般智慧型手機都可以如實呈現。

### 3. 研究方法

#### 3.1 棒球軌跡的擷取

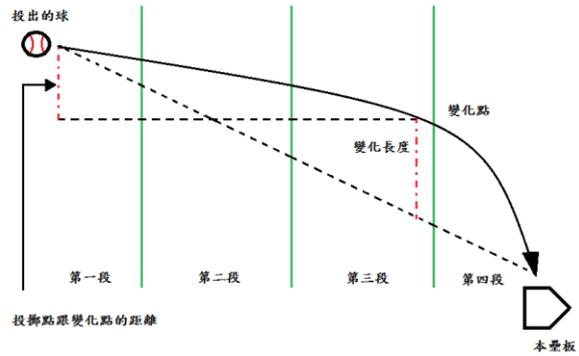
根據影片中所擁有的特性及視覺特徵，棒球投出後棒球軌跡擷取流程圖如圖五。在投球場景中的每張擷取圖片中取得所有移動中的物件，接著根據了顏色過濾器將圖片中 R、G、B 的門檻值設為大於等於 100 過濾出來色的物體，如果不是的則變為黑色，再用大小過濾器把非棒球的物體給過濾掉，然後使用形狀過濾器過濾出橢圓形的物體，最後篩選出可能是棒球的物件。由於棒球在飛行過程中，其軌跡仍會受到重力影響，呈現趨近拋物線的形狀。因此，利用此一物理特性把軌跡分別 X 軸以及 Y 軸分布中追蹤的到。最後，再將其形成的可能軌跡中，辨別出棒球軌跡出來。



圖五 棒球擷取流程圖

#### 3.2 特徵擷取

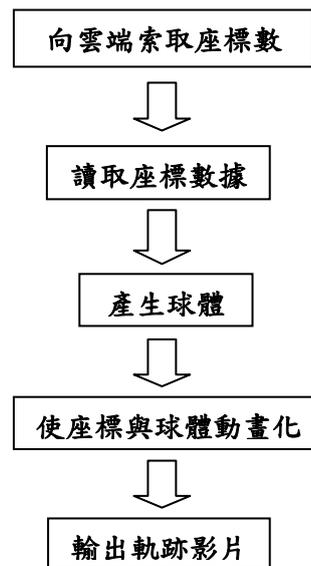
棒球軌跡的形狀隨著投手投球球種的不同意有所變化。棒球軌跡中不僅僅是軌跡幅度的資訊，還包含運動向量、球速以及變化幅度資訊我們將其選擇作為軌跡的特徵值。圖六說明了從球獲取的軌跡特徵。變化幅度(Break length)是將出手點(release point)與本壘板連成直線，從棒球軌跡中與該線段找到一條最大距離。



圖六 從球的軌跡獲得特徵圖

#### 3.3 軌跡重建

本文利用 Autodesk MAYA 軟體進行棒球軌跡重建，開始先從雲端讀取棒球移動所需要的座標數據，接著產生數個相對應座標使連成一條軌跡，接著產生一顆球體半徑設定為 5 在座標的這中央。再來用已知的軌跡與球體產生動畫化，才能使整個物體移動起來，確認無誤之後再經過影片輸出完成軌跡重建。



圖七 流程圖

#### 3.4 MAYA 程式碼:

```
{
curve -d 3 -p (x , y , z)*20(產生座標)
polySphere -ch on -o on -r 0.5;(產生球)
select -r pSphere1 ;
select -tgl curve1 ;(選擇球與全部座標)
pathAnimation -fractionMode true -follow true
-followAxis x -upAxis y -worldUpType "vector"
-worldUpVector 0 1 0 -inverseUp false
-inverseFront false -bank false -startTimeU 1
-endTimeU 60;(設置影格與動畫)
```

```
// Result: motionPath1 //
playblast -startTime 1 -endTime 60 -format avi
-sequenceTime 0 -clearCache 1 -viewer 1
-showOrnaments 1 -fp 4 -percent 50
-compression "none" -quality 70;
currentTime 60;(輸出影片)
// Result:
C:\Users\ck\AppData\Local\Temp\blast11 //
select -r curve1 pSphere1 ;
doDelete;(刪除)
}
```

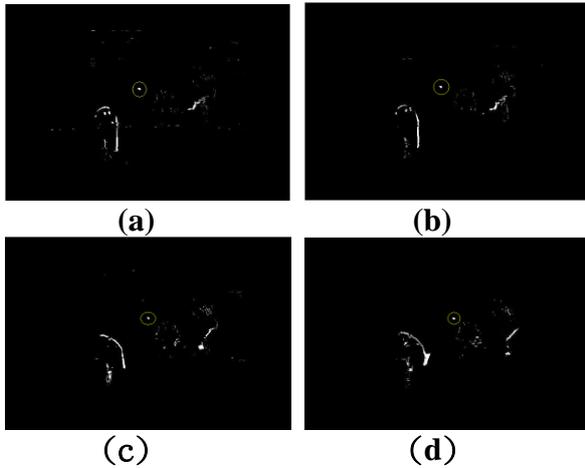
## 4. 實驗結果

### 4.1.1 測試影片



圖八 攝影機視角圖

### 4.1.2 投手球路偵測擷取



## 4.2 實驗設備

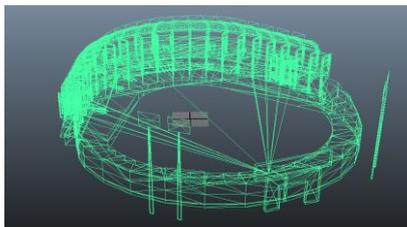
CPU:i5-2400 @ 3.10GHz

RAM:8.00GB

作業系統:Windows7 64 位元

GPU:GTX560TI

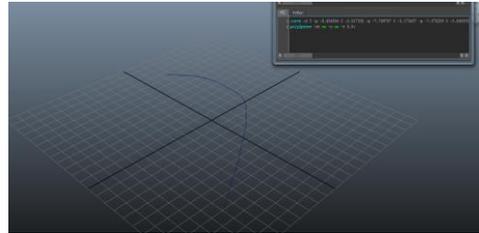
實驗軟體:Autodesk MAYA 2012



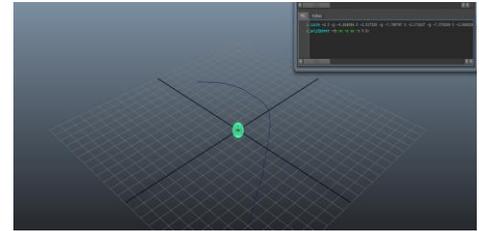
圖九 棒球場

## 4.3 軌跡重建

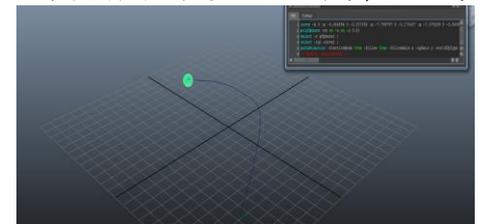
當系統偵測到棒球的數據之後，接著從雲端取得各種球體行徑的 3D 座標位置匯入 MAYA 進行軌跡重建如圖十，接著在座標的中心點建立一顆球的模組，使球與產生的軌跡動畫化讓球能順著重建的軌跡行進，最後將球從開始到結束行徑的軌跡作為影片座輸出。



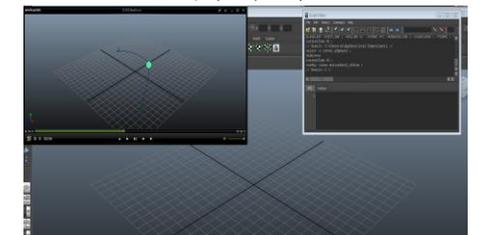
圖十 讀取座標，建立座標數據(20個座標)



圖十一在座標中間建立一顆球(半徑設為 0.5)



圖十二 使影片線與球動畫化(此時會看到球在線上)



圖十三 輸出影片，影格設為 60 格(2 秒)

## 5. 結論

我們從棒球軌跡中提取了特徵包括了軌跡幅度的資訊、運動向量、球速及變化幅度資訊且。且可以從追蹤結果了解到球從投手出手後的運動軌跡，讓大眾可以更清楚知道每種球路是如何運動的。利用 MAYA 軟體重建棒球軌跡，並結合雲端服務架構讀取座標資料，其中可能有些微的誤差但並不太影響軌跡重建的路徑。未來方向除了可以繼續利用 3D 資訊取得更好的數據之外，並且結合手機 App 程式供球迷使用。

## 6. 參考文獻

- [1]Zang D. and Chang S., Event Detection in baseball VideoUsing Superimposed Caption Recognition, *Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia*, pp. 315-318, 2002.
- [2]Chen H., Chen H., Tsai W., Lee S. and Yu J., Pitch-by-pitch Extraction from Single View Baseball Video Sequences,Multimedia and Expo, *2007 IEEE International Conference on*, pp. 1423-1426, 2007.
- [3] Chen H., Chen H., Hsiao M., Tsai W and Lee S., A Trajectory-Based Ball Tracking Framework with Visual Enrichment for Broadcast Baseball Videos. *Journal of Information Science and Engineering Vol. 24, Number1*, pp. 143-157, 2008.
- [4]Chu W., Wang C. and Wu J., Extraction Of Baseball Trajectory And Physics-Based Validation For Single-View Video Sequences,Multimedia and Ecpo, *2006 IEEEInternational Conference on*, pp. 1813-1816, 2006.
- [5]Hargrave P., A tutorial introduction to Kalman filtering, Applications and Future Developments, *IEE Colloquium on*, pp. 1/1-1/6, 2002.
- [6]林坤逸，使用棒球轉播影像作球種分析，*國立東華大學資訊工程學系碩士論文*，民國一百年。
- [7]林守志，以 3D 動畫輔助棒球比賽電視轉播說明-以棒球投手為例，*亞洲大學 數位媒體設計學系碩士論文*，民國 99 年。
- [8]姜正雄、徐銘鴻:以雲端計算為基礎之多機器人控制方法應用於環境清潔問題。*玄奘大學資訊管理學系碩士論文*。