

# 【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中 ( 職 ) 組 成果報告表單

題目名稱： 路面平不平—探討測量路面震動的最佳方法

### 一、摘要：

路面平整度密切關係到車輛的行駛安全，也間接反映政府的施工品質；而車輛行駛過路面時的震動程度往往能反映路面的平整度。我們嘗試利用 MIT app inventor 設計程式，並結合最近熱門的交通工具—YouBike，測量騎過路面時的震動程度，找出最適當的測量方法：最佳行駛速度、最佳測量機器擺放位置、最佳測量頻率，在找出最佳組合後，便能以更精準的方法測量路面平整度。

### 二、探究題目與動機

路面狀況一直以來都是民眾及政府皆關心的議題，對生活品質的影響不容小覷：民眾因為路面問題導致受傷的案例層出不窮。市面上已存在偵測路面狀況的應用程式，然而影響偵測結果的因素有許多，例如：交通工具型態(腳踏車、摩托車、汽車...)、擺放手機的位置...等，我們懷疑這些因素皆會影響偵測品質。這次探究先從腳踏車(YouBike)出發，探討各種因素對路面偵測結果的影響程度，可望找出影響結果的最主要因素，以便未來有最佳偵測方法。

### 三、探究目的與假設

1.研究腳踏車行駛在路面上，影響偵測路面品質的因素:

(1)行駛速度

(2)測量機器擺放位置

(3)測量頻率 ( 幾秒蒐集一次數據 )

註:以下實驗測量皆為同一台腳踏車，同一段路面，變速器皆為 2 段

2.從實驗探究哪些情況是最理想的測量方式:

(1)何種**行駛速度**最能測量出路面的坑洞及凹凸?

(2)將測量機器**擺放在腳踏車的何處**最能測出路面的顛頗?

(3)**每秒蒐集多少次數據**能找出最適當的結果，同時不會導致數據太大而佔據儲存空間?

3.探討各種因素對測量路面狀況精準度的影響，並綜合以上數據，找出最佳測量條件。

### 四、探究方法與驗證步驟

(一)利用 MIT appinventor 寫出測量震動幅度的程式



→輸入測量頻率

save time interval



→開始 / 結束蒐集數據

start time: 04/07/2021 11:39:28

→起始時間

end time: 04/07/2021 11:39:32

→結束時間

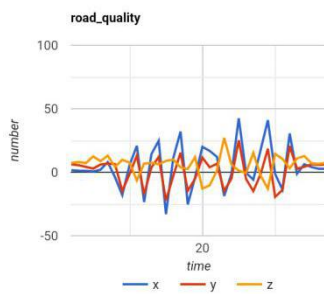
2.72594

6.12845

7.34805

→偵測到的三軸數據

Results:



→加速度變化對時間圖

- 1.橫軸: 時間為橫軸數據乘以測量頻率 (time interval)。
- 2.縱軸: 三軸加速度變化。此實驗主要觀測 Z 軸變化。

(二)結合程式得到最佳測量方法

1.行駛速度：

(1)固定擺放位置：youbike 籃框中

(2)固定測量頻率：0.1 秒蒐集一次數據

(3)依照節拍器固定踩踏頻率，藉此固定速度：節拍器打一次，一腳踩一次踏板。

\* 註：節拍器單位：次 / 分鐘 (bpm)；騎過距離：34 公尺

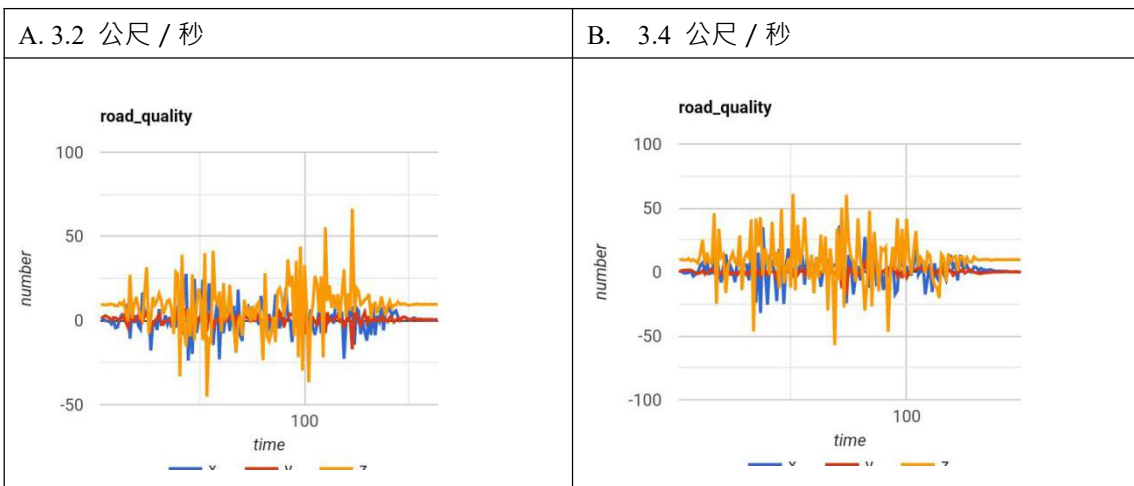
A.85bpm：10.6 秒→3.2 公尺 / 秒

B.95bpm：10.1 秒→3.4 公尺 / 秒 (接近平常騎腳踏車的速度)

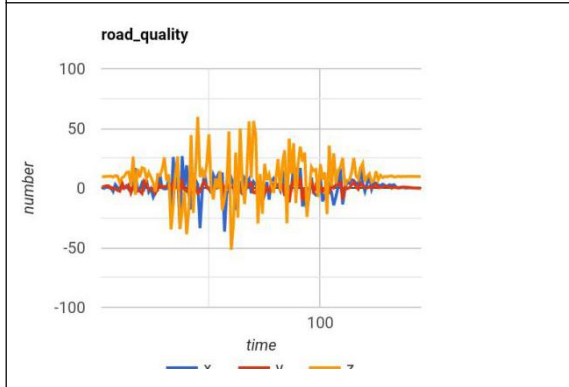
C.105bpm：9.14 秒→3.7 公尺 / 秒

D.115bpm：8.68 秒→3.9 公尺 / 秒

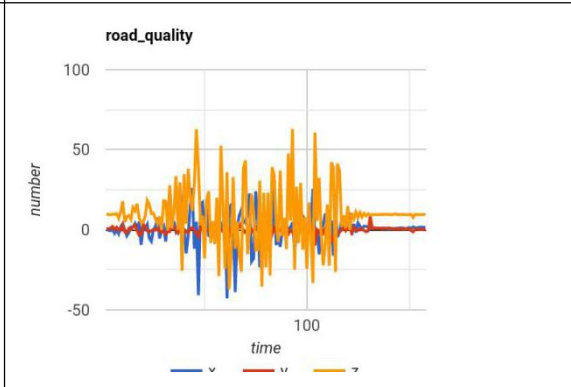
(4)觀察程式蒐集的資料畫出的圖形，變化較明顯者為最佳測量速度。



C. 3.7 公尺 / 秒



D. 3.9 公尺 / 秒

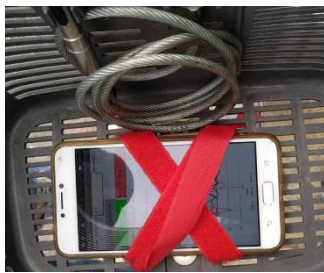


因為地面凸起的孔蓋距離間格相同，故 Z 軸變化明顯，且相鄰兩高峰的橫軸（時間）間隔相同者為最佳行駛速度。可推知，**3.9 公尺 / 秒**為最佳行駛速度。

## 2. 測量機器擺放位置：

- (1) 固定行駛速度：3.4 公尺 / 秒
- (2) 固定測量頻率：0.1 秒蒐集一次數據
- (3) 分別將測量機器放置在四個不同位置：

A. youbike 籃框內



B. 貼身口袋



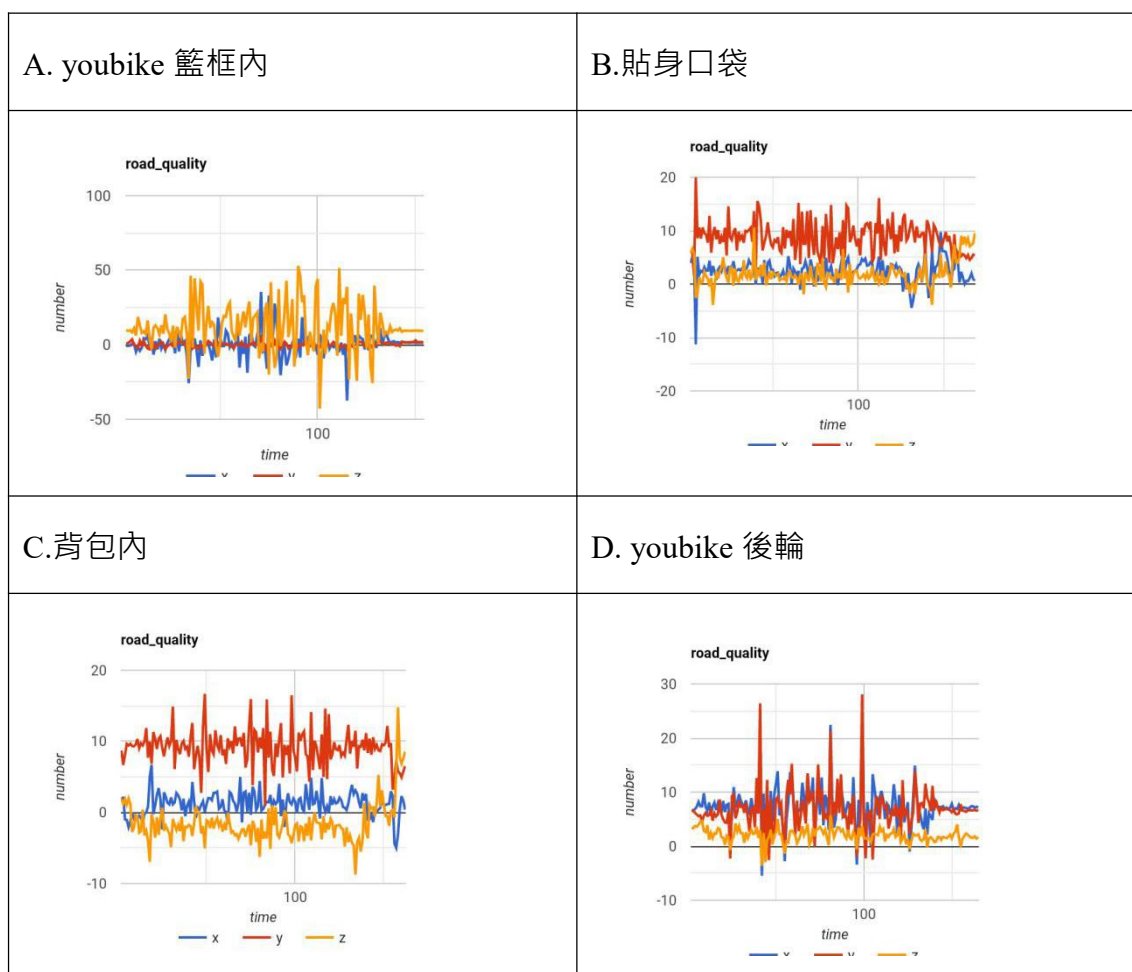
C. 背包內



D. youbike 後輪



(4)觀察程式蒐集的資料畫出的圖形，變化較明顯者為最佳測量機器擺放位置。

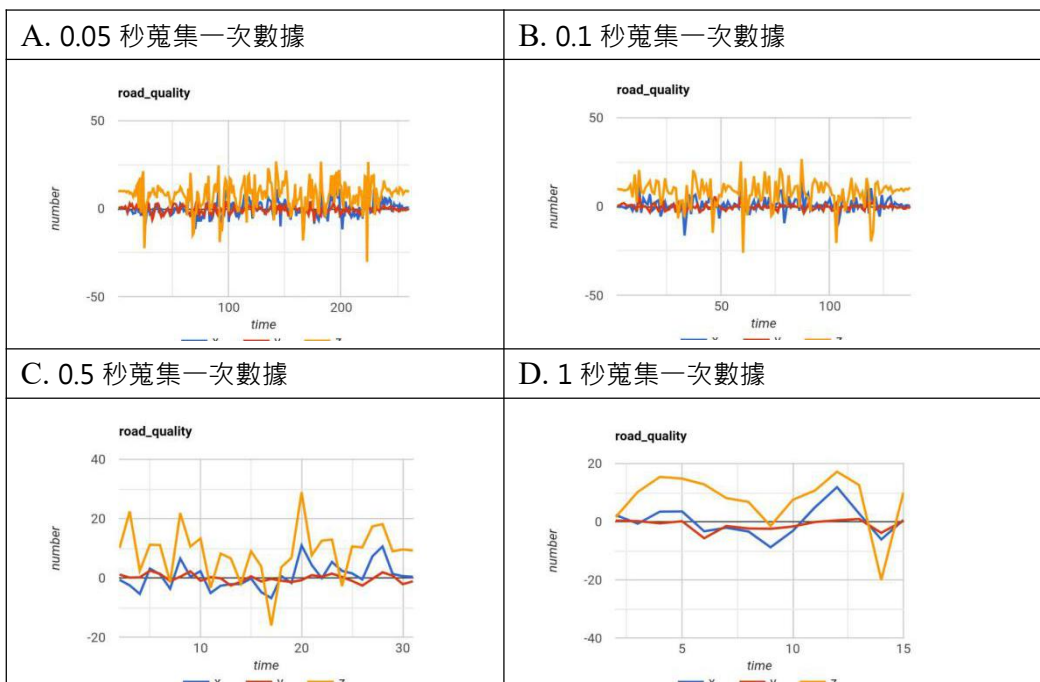


由上圖可知，B、C、D的x、y軸變化太大，而z軸變化亦不明顯，不是最佳擺放位置。A圖的x、y軸變化小且較穩定，z軸變化明顯，故推知**固定在 youbike 籃框內底部**為最佳測量機器擺放位置。

### 3.測量頻率：

- (1)固定行駛速度：3.4 公尺 / 秒
- (2)固定擺放位置：youbike 籃框中
- (3)分別以四種不同的頻率測量：
  - A. **0.05** 秒蒐集一次數據
  - B. **0.1** 秒蒐集一次數據
  - C. **0.5** 秒蒐集一次數據
  - D. **1** 秒蒐集一次數據

(4)觀察程式蒐集的資料畫出的圖形，變化較明顯者為最佳測量頻率。



由上圖可知，0.5 秒、1 秒的數據太鬆散、不夠精準，故非最佳測量頻率。0.05 秒的數據太緊密，難以看出明顯高低，且數據量大，故推測 **0.1 秒** 為最佳測量頻率。

## 五、結論與生活應用

1. 利用自創程式成功測出腳踏車騎過不平路面的震動：成功利用程式偵測並畫出三軸加速度對時間變化圖。

2. 利用數據資料得到最佳測量方法：

- (1) 行駛速度：3.9 公尺 / 秒
- (2) 測量機器擺放位置：固定在腳踏車**籃框內底部**
- (3) 測量頻率：**0.05 秒**蒐集一次數據

3. 生活應用：路面狀況一直都是備受關注的議題，藉由這次探究得到的最佳測量結果，能夠協助未來測量路面平整度時提高數據精準度。

## 參考資料

一 · 編寫 MIT app inventor 程式：

1.Inserting Data from CSV file into APP to Draw Chart:

<https://groups.google.com/g/mitappinventortest/c/S3tw7gSGE8A/m/D8DFWJQrBAAJ>

二 · 路平社會案例與相關研究設計：

1. Beware the Pothole: Avoiding a Used-Car Pitfall:

<https://www.autotrader.com/car-shopping/beware-pothole-avoiding-used-car-pitfall-253297>

2.路不平害女學生摔車勞動力全喪失 桃市府判國賠 2487 萬:

<https://udn.com/news/story/7321/4741545>

3.路面差造成傷害 去年國賠 360 萬:

<https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/974619>

4.STREET BUMP : mobile app gathers data about Boston’s streets using a smartphone’s built-in sensors as a resident drives.

<https://www.boston.gov/transportation/street-bump>