

第十五屆旺宏金矽獎

作品企劃書

**智慧腳踏車 – 綠能與健康生活**

**Smart Bike – Green and Healthy life**



參賽組別：應用組

參賽編號：A15-118

隊長：張業正

隊員：郭永清、王柏堯、張明揚

## 目錄

第一章 導論 .....	3
1.1 研究動機與目標 .....	3
1.2 工作分配 .....	3
第二章 時速距離紀錄表.....	3
2.1 速度與距離的測量.....	3
2.2 3D 列印.....	7
2.3 智慧腳環.....	8
2.4 藍芽連線.....	8
第三章 APP 設計.....	9
第四章 省電製作.....	11
3.1 動力發電機.....	11
3.2 醒睡省電設計.....	12
第五章 結論與未來目標.....	14

# 第一章 導論

## 1.1 研究動機與目標

即便在交通大眾運輸發達的時代，腳踏車仍維持重要的地位，如台北市市長喊出自行車友善城市，以及租借自行車 U-Bike 政策的成功，持續帶動了有自行車王國美譽的台灣。在未來智慧城市裡，腳踏車勢必融合穿戴式裝置，提共使用者更方便的服務，如記錄使用者騎乘之距離、生理資訊，健身教練之騎車目標管理。

若進一步能結合環保發電，運用使用者本身運動的腳部產生動能，並以此動能使發電機生電。即是以綠能的概念融入智慧腳踏車，不僅省去充電的麻煩，更為環境盡一份力。

因此我們就以上兩個概念，想要設計出能自行發電、紀錄騎乘距離、速度、里程的腳踏車，並在 Android 上設計，讓使用者可以設定自己想要的騎乘目標，概念就像是健身教練，更能激起人們使用腳踏車的慾望，除了帶動健康運動生活，更能省下油錢、減少排放二氧化碳，促進美麗綠色家園。

## 1.2 工作分配

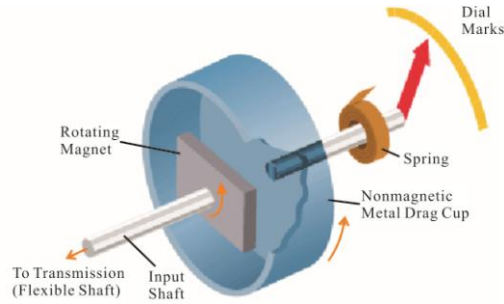
成員	內容
張業正	統整與構想、動力發電機、企劃書撰寫
張明揚	智慧腳環、藍芽連線、APP 程式撰寫
王柏堯	醒睡省電設計、藍芽連線
郭永清	磁簧開關、3D 列印

# 第二章 時速距離測量與傳送

## 2.1 速度與距離的測量

騎乘自行車的時候，速度是一個相當重要的資訊，關乎檔位的控制及齒輪比的調整，使之達到最舒適的踩踏感或最有效率的能量消耗，以便獲得最佳的運動效果。而這速度的資訊產生、擷取及紀錄的流程一度困擾本研究團隊，藉由網路上獲得的資料，本研究團隊大致歸納出幾種可計算出轉速的方式：

一、機械式磁耦合：



圖一. 機械式磁耦合示意圖

在早期汽機車速度表中，利用碼表線內的鋼索帶動速度表中的永久磁鐵旋轉，使其與另一個鋁碗產生耦合連動而使指針偏轉。此種方法結構過於複雜，除了鋼芯的碼表線以外，前輪輪軸處還需裝設一個碼錶齒輪來帶動碼表線，製作成本過高且實用性及準確度均不足，因此目前車輛均不採用此種方法來測量速度。

[http://v.youku.com/v\\_show/id\\_XMzc0OTkxODgw.html](http://v.youku.com/v_show/id_XMzc0OTkxODgw.html)

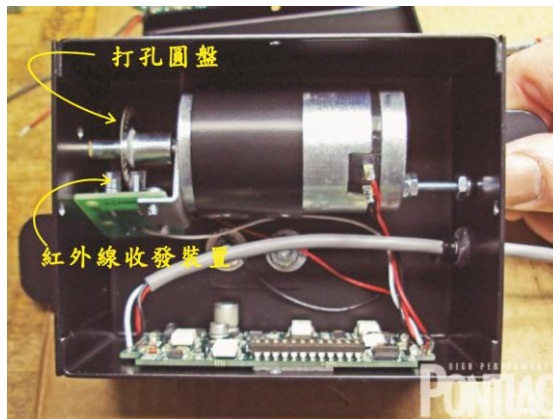
## 二、 磁鐵、感應線圈突波計算:



圖二. 磁鐵、感應線圈

2000 年以後出產的車輛在汰除機械式磁耦合的方式製作速度表後，取而代之的是用一組永久磁鐵和線圈裝置的相對運動，利用類似小型發電機的原理產生感應電流，再利用單晶片偵測感應電動勢的變化來感應轉速，這種方式的裝置較為簡單，獲得的結果也相當準確。但是鋼製的速度表線在外觀上仍然相當突兀，因此在 2008 年後所出產的燃油噴射引擎的機車，因為都有隨車微電腦，車廠遂將感應線圈移至前輪軸處，改用訊號線來傳送感應線圈產生的訊號，自此，機車上已不復出現碼表線這樣的歷史名詞。但是對自行車來說，還是沒有可供使用的零件。

## 三、 紅外線感應:



圖三. 紅外線感應

紅外線在電子產業中是應用最多，使用上最為方便的解決方案之一，實務上又可分為 1.遮斷式及 2.反射式兩大類型，第 1.種遮斷式乃是將待測物體置於一組紅外線發射及接收裝置之間，待測物轉動時會在紅外線發射及接收裝置間產生短暫遮蔽的狀態，計算單位時間紅外線被遮蔽的次數即可得知待測物的轉速。第 2 種反射式與遮蔽式類似，也是使用一組紅外線發射及接收裝置來感應轉速，不同的是反射式需在待測物上浮貼一層反射貼紙來反射紅外線，利用光線直進的原理，在發射器同側設置一接收裝置來接收待測物體的反射光線，計算單位時間紅外線被反射的次數即可獲知待測物體的轉速，但是紅外線發射裝置必須獨立供給電源，因此在自行車速度表的製作上，本研究團隊仍不採用此類型的設計。

#### 四、磁簧開關:



圖四. 磁簧開關

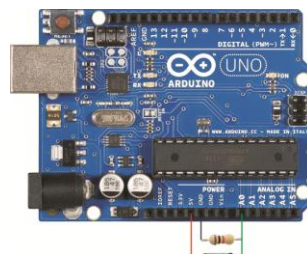
磁簧開關式利用鎳和鐵兩種合金的金屬片，在磁場通過時會產生不同的極性的原理，讓兩片金屬片互相吸引或排斥而產生"開路"和"短路"兩種狀態，利用這種特性，我們可以在自行車的輻條上裝置一個永久磁鐵，當輻條上之永久磁鐵靠近固定在車架上的磁簧開關時，磁簧開關會由原本的開路變成短路，而離開時再由短路轉為開路，利用配置在自行車上的嵌入式系統來計算單位時間磁簧開關短路的次數，就能得知輪胎的轉速，轉速乘以輪胎的周長就是自行車的速率。這樣的方式對學習資工領域的我們來說可以算是最容易達成方式，精確度也是幾個方案中最高，於是我們便規劃 Arduino

的 A0 來做為磁簧開關的類比輸入，利用 3D 列印技術來製作磁簧開關及磁鐵固定裝置的外殼。以下將 Arduino 測量輪胎轉速以及 3D 列印製作所需零件分兩部分說明：

#### 第一部分 測量轉速並換算時速

##### (1) CTC 模式的設定

這次的比賽，本研究團隊採用的是 Arduino UNO 這塊開發板，



圖五. Arduino Uno 開發板

它的核心時脈為 16MHz，為了能更精準的測量兩次磁鐵經過磁簧管的時間，以及降低處理器多餘的負擔來達到節能省電的目的，本研究團隊決定使用 CTC(Clear Timer on Compare)模式來製作，Arduino UNO 有 3 個 Timer，timer0 和 timer2 是 8 位元的暫存器，最大能儲存的數值為 255，也就是說即使是將比較暫存器的值設成最大 255，8 位元的 timer 每  $256/16,000,000$  秒 (~16us) 就會溢位而產生中斷，而 timer1 是 16 位元的暫存器，每  $65,536/16,000,000$  秒 (~4 ms) 就會易位而產生中斷。經過討論之後，本研究團隊將 timer1 的 prescaler 設成  $1999 - [(16 * 10^6) / (1000 * 8) - 1]$ ，使得 timer1 的時脈降為 1KHz 較能符合需求。

##### (2) 輪徑、轉速與時速的換算

本研究團隊這次採用的捷安特 T-806 這部自行車使用的是直徑 27 吋的輪胎，換算公制之後的圓周長約為 215 公分，也就是說用 215cm 除以每兩次中斷的時間間隔，就可以算出自行車的速率，單位是 (cm/ms)，再乘以 36 即可換算單位為 (Km/h)。

##### (3) 所需零件及線路配置

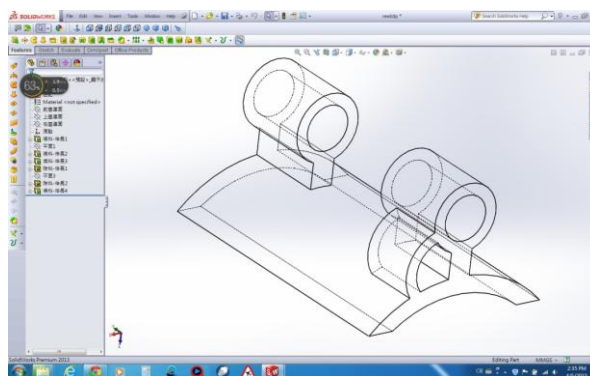
配置磁簧開關的偵測電路非常簡單，只需要兩個零件即可完成配置，分別是一個 1k 歐姆的電阻，以及磁簧管一個，接法就如同在邏輯電路學實驗中所學到的指撥開關的接法相同：先將 Arduino 擔綱偵測電位的類比接腳 A0 透過 1k 歐姆的電阻接地，此時 A0 的電位即被 1k 歐姆的電阻下拉至 0 電位，再將 A0 同時透過一支磁簧管接至 +5V，則當磁簧管被磁場激化而導通時，A0 的電位即被磁簧管上拉至 +5V。磁簧管不被磁場激化而成斷路狀態時，A0 的電位又被 1k 歐姆電阻下拉至 0V。如此本研究團隊便可透過偵測 A0 的電位而得知磁簧管的被激化與否的狀態。



## 2.2 3D 列印

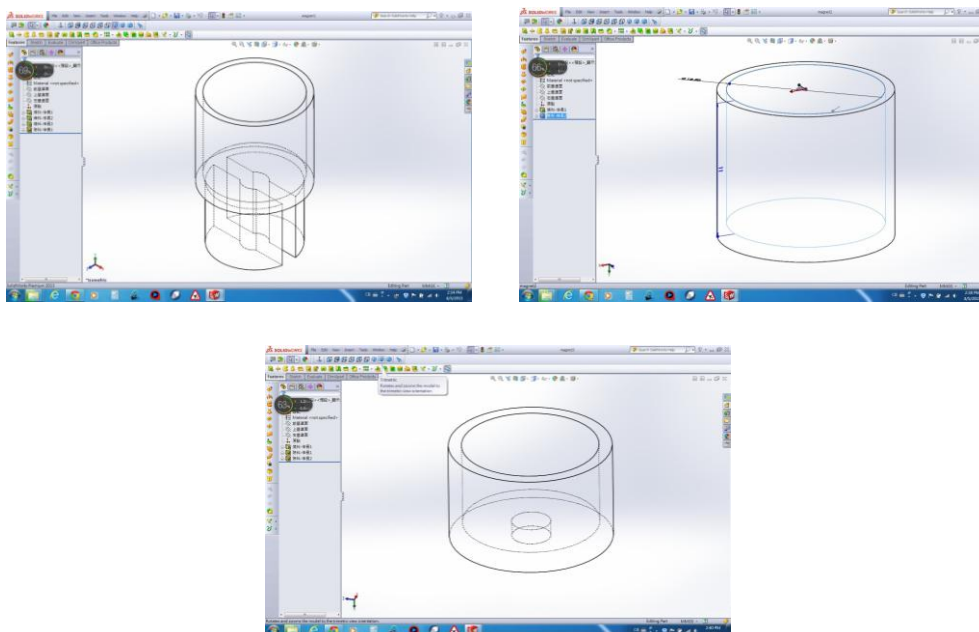
由於本研究團隊想要將磁鐵及磁簧感應扣在腳踏車上，因此最好方式就是在其外部加上外殼。使用 Solidwork 依磁鐵和磁簧管的尺寸繪製出所需外殼的 3D 圖：

### 一、 磁簧管固定架



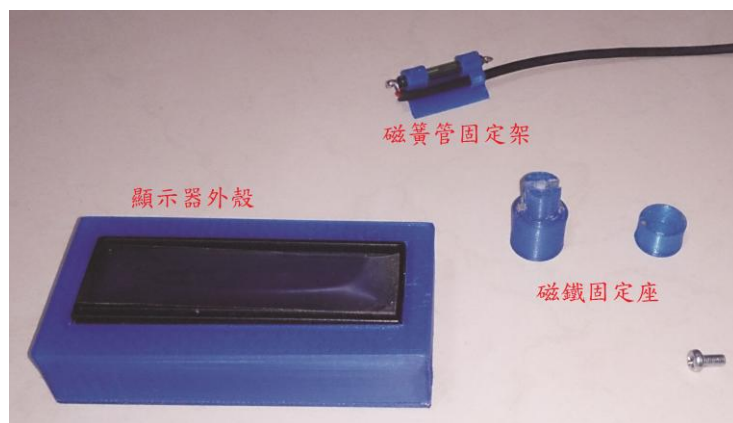
圖六. Solidwork 磁簧管固定架 3D 圖

### 二、 磁鐵固定座



圖七. Solidwork 磁鐵固定座 3D 圖

### 三、 使用藍色 ABS 材質列印出的成品



圖八. 3D 列印磁簧開關成品

## 2.3 智慧腳環

除了可以計算出輪子總共踩了幾圈外，本研究團隊也欲測出使用者的腳在騎乘自行車過程中總共踩了幾圈，因此在使用者腳上戴上市面上的智慧型腳環，小米手環、Jawbone UP，最後發現 Jawbone Up 比較精準，因此使用 Jawbone UP 做為本研究團隊的智慧腳環量測，每踩一圈，腳環就會做紀錄，用來量測使用者踩了幾圈。



圖九. Jawbone UP 24 手環

為什麼要測量踩了幾圈呢?最主要是有三大用途。

- 一、 往往都可以知道從家裡到學校騎了多遠，但卻不知道踩了幾下，若上週平均從家到學校踩了 600 下，這週踩了 650 下，下週踩了 700 下，若統計出越踩越多下，或踩的圈數/騎乘之距離，超過一特定的值，即可猜測腳踏車可能輪胎沒氣了，或是鍊條、飛輪出問題了。此時就可以自動偵測而進行檢修。
- 二、 若可根據 2.1 距離測量的磁簧感測器，每次可以測量出圈數/騎乘之距離都趨近於一個值，未來使用者就可以根據智慧腳環就可得知所騎乘之距離，並不一定要透過磁簧感測器來測量距離。
- 三、 很多使用者很想知道自己在騎乘腳踏車時消耗之熱量數，偵測踩了幾圈，更能知道大腿運動量，提共使用者更精準之生理資訊。

## 2.4 藍芽連線

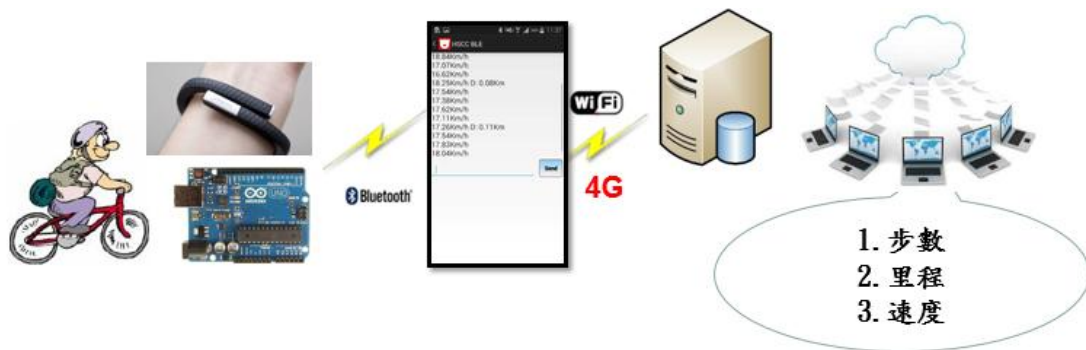
我們所製作之 Arduino Uno 接上 Bluetooth low energy(BLE) Shield，





圖十. Arduino Uno BLE Shield

以及智慧腳環 Jawbone UP 本來就有內建 BLE 發射器，連結至手機上，本研究團隊再去抓取 Open Source 的 BLE Application Programming Interface(API)寫在我們所開發之 Android 上，就可以同時接收來自智慧手環與里程計算的資料。如圖十一。



圖十一. 手機接收示意圖

資料可以傳至手機給使用者看我們所騎之步數、里程、速度，亦可透過 4G 傳至自己個人電腦或伺服器上作紀錄。

### 第三章 APP 設計與製作

透過 BLE 傳送至手機後，我們在手機上撰寫了類似健身教練的 APP，如圖十一，使用者可以在上面設定預計要騎乘之距離，



圖十一. 設定本次預計所騎距離



圖十二. 顯示目前時速、距離、所踩之圈數

若您速度不夠，如圖十三. 也會提醒你可能速度不夠，要加快速度，人性化的設計與互動。



圖十三. 提醒加速

## 第四章 綠能設計

### 4.1 動力發電機

動力發電機我們比較過兩個，第一個為漢美光電所開發的自行車充電器，第二個是去年 2014 台北設計程式展拿下名次的充電自行車(Siva Cycle Atom)，而後者發電效率比較好，因此最後選擇用這個發電機如圖 x。

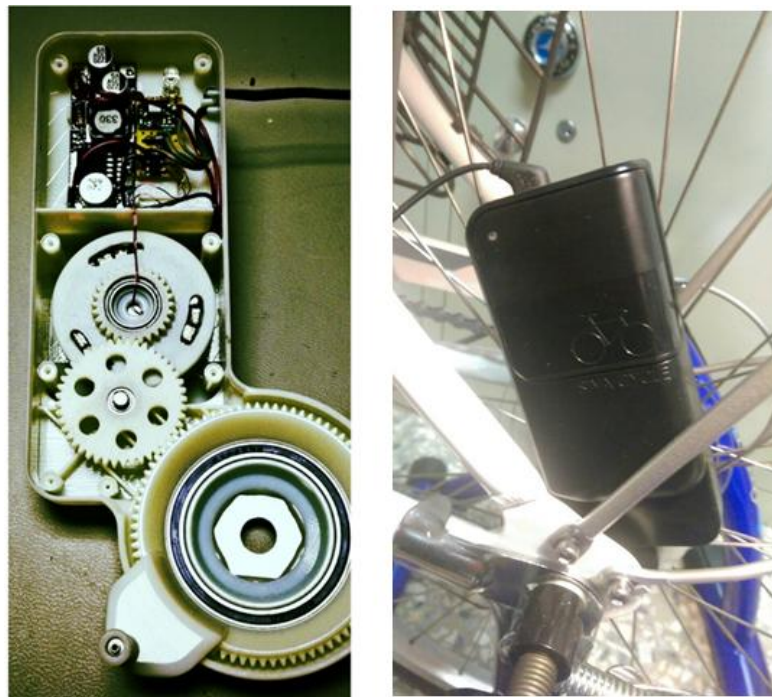


圖 x. Siva Cycle Atom 腳踏車發電機

最後實測出來以時速 20KM 不停的騎，一小時約可充電 360mAh，而我們所使用 Arduino Uno+BLE 之耗電僅為一小時 65mAh，因此在電力使用上是足夠無虞的。



圖 x. 充電器架置處

## 4.2 醒睡省電設計

由於本研究團隊供應 Arduino Uno 電力的方式是動力發電，欲了解有無方法可讓 Arduino 更省電，於是想到實作 Arduino 的 sleep mode，透過讓 Arduino 進入深層睡眠，達到較原本更低的功耗，進而省電的目的。

本研究團隊 Sleep mode 運作的原理，是當腳踏車停滯，靜止不動若干分鐘後，Arduino Uno 會偵測到這段時間內磁簧感應都沒有再造成 interrupt，所以知道該讓系統自己進入深層睡眠，然後僅讓系統自己留下 external interrupt 和 watchdog timer 這兩個可以偵測睡眠中斷的部分，而 Microcontroller Unit 的其餘部分則全數關閉。接著當腳踏車再度騎動，磁簧感應會對 Arduino Uno 造成睡眠中斷，從睡眠中醒來後，繼續記錄腳踏車的相關訊息。

以下是本研究團隊實際測試功耗降低的過程：

↓左下角燈亮時，表示目前處於 awake 狀態，測得電流為 58.3mA。

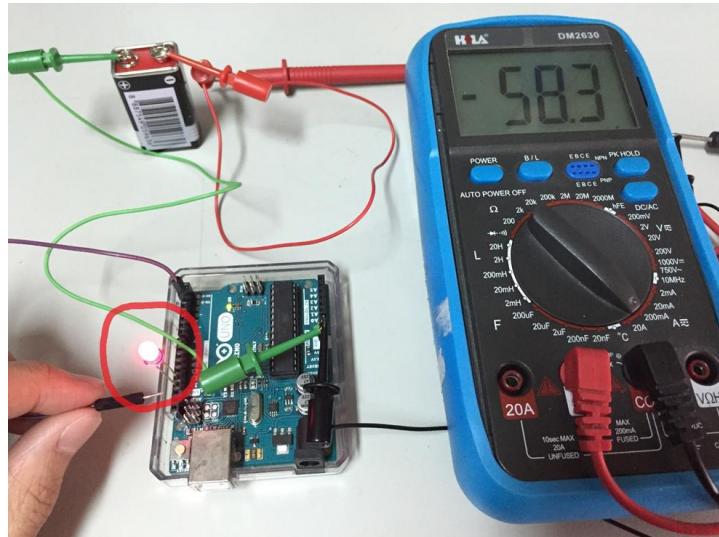


圖 x. Awake 狀態下之電流

↓左下角燈滅，表示目前處於 sleep 狀態，測得電流為 33.7mA。

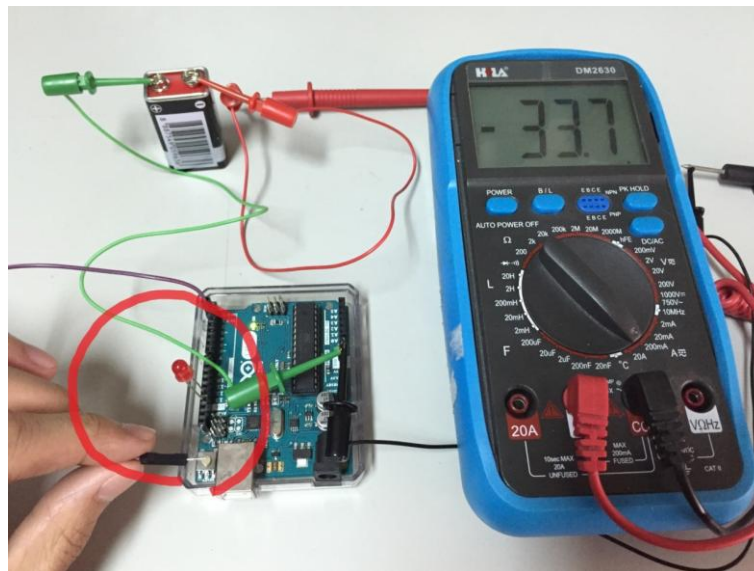


圖 x. Sleep 狀態下之電流

由電功率公式  $P = IV$  可知，電壓供給不變，電流從 58.3mA 降為 33.7mA，電功率約降低了 42.2%，節省了約四成的電力。未來本研究團隊預計加入深層睡眠，進入睡眠後預計可以省電 70%。

## 第五章 結論與未來目標

使用者在騎乘腳踏車時，可以測量目前所騎之距離、時速、腳踩之圈數，並將其記錄。利用騎乘之數據連結到個人手機，在手機上提共健身教練 APP，用來設定個人目標，或檢視每日騎乘距離，讓使用者擁有更美好方便的體驗，且腳踏車安裝發電機，透過轉動動能發電供應設備之所需電力，符合社會對於節能省探之需求，希望透過以上裝置及 APP，讓更多人喜歡騎腳踏車。

未來希望可以加入心跳設備來測量心跳、及 GPS 紀錄位置，並可將自己的騎乘資訊分享到 Facebook 上，來分享給親朋好友，融入在社群網路上。APP 方面，未來預計設計不同手機可以互相連結，在騎腳踏車時就可以互相聯絡同行友人，知道雙方的位置，可以作競賽、車隊安全、及溝通通訊之使用。