

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

第三名

040812

挑戰 3952—全世界最高的無線感測網路系統

學校名稱：臺北市立第一女子高級中學

作者： 高二 姜佳昀 高二 廖乃萱	指導老師： 何雪溱
-------------------------	--------------

關鍵詞：無線感測、程式模擬、山難搜救

挑戰3952——全世界最高的無線感測網路系統

摘要

本研究以無線感測網路技術，在最短時間內精確定位山難救援範圍。於登山客身上裝備具有全球定位系統(Global Position System, GPS)的無線網路感測器(Octopus)，取得登山客行走軌跡之經緯度，透過 Octopus 進行登山客間的資料交換，在登山客通過基地台接受範圍內傳遞登山軌跡資料，可增加資料傳輸效率。

研究中發現登山速度與休息時間分別呈現常態分布，兩者間關係不大。再以亂數跑出登山軌跡模擬；發現人數增加亦可有效增加資料傳輸效率。於臺北市象山進行實測，發現登山習慣與基地台位置會影響資料傳輸效率，並證實交換機制具可行性。

未來將整合基地台與資料交換功能的設定，規劃效益最佳的系統，讓登山客在安全性更高的情況下享受登山樂趣，期望再將應用延伸至生態保育。

壹、 研究動機

一、 背景：

Jade 的中文是綠寶石，而在台灣，這個詞有另一個涵意，玉山。

位於板塊交接帶，台灣是一個多山的島嶼，在耳濡目染下，喜好登山的人口眾多。東南亞最高—3952 公尺—的玉山，更吸引著各國愛山人士絡繹不絕。2009 年初，在全球網友的支持下，台灣最高峰玉山，成了「新世界七大自然奇景」之一，讓我們以擁有豐富的山地資源而自豪。

二、 問題：

然而登山難免會有意外發生，搜尋時間往往決定了登山客的生還與否，救難人員必須掌握登山客最後出現的地點與時間。然而，傳統的口耳相傳方式並無法提供精確的登山資訊，因為登山客的記憶力有限，且有記錯的可能性。因此，本研究希望藉由科技的協助，加速救援的速度，以加強維護登山客的安全。

三、 現有解決方法：

隨著科技的日新月異，GPS 可以結合手機中的 3G 技術，即刻獲得登山客的現在位置，然而在登山時間較長的狀況下，3G 技術仍有不少缺點需克服：山上基地台不足、費用過高、耗電量大.....。因此，本研究期望在最節省網路布建成本、最不影響生態景觀、最不造成登山客額外負擔的前提下，提供一個省電、便宜的山難搜尋救援系統。期待能在最短時間內，提供相關救援單位最準確實用的訊息，以節省搜尋救援工作所耗費之人力物力成本，並加強保障登山客之生命財產安全。

貳、 研究目的

一、 目標：

3G 技術的進步，讓我們在登山時能立即獲得登山客所在位置的經緯度，但在現實考量下（山上基地台不足、費用過高、耗電量大.....等），此方法仍有諸多缺點待改善，所以研究中，我們利用 GPS 定位登山客的位置，測定出登山客每分鐘所在位置的經緯度。再以向量投影的方式計算出登山客所行走的里程數。經過分析，我們推導出登山客於山間行進的模型，進而以 C 語言撰寫出登山客之登山模擬程式，用此探討以無線感測網路技術協助山難搜救系統在山區運用的效率。

二、 登山客定位系統的構想：

（一） 登山客的 Octopus（如下圖.1）



圖. 1 Octopus 無線網路感測器

Octopus 中，我們設置了 GPS 定位系統、無線網路傳輸器，以及少量的記憶體。實驗中，我們以 GPS 定位系統測定登山客每分鐘所在位置的經緯度，並儲存下來。在距離基地台 A 或基地台 B 二十公尺以內時，進行資料的傳送。

（二） 基本款：使用基地台傳輸資料

山路間可設置幾處基地台以縮減搜救範圍（如下圖.2）。



圖. 2 基本款示意圖

說明：淺綠色箭頭為登山客的登山軌跡，在經過基地台 B 之前的資料均可收集到。然而，登山客發生山難後（粉紅色箭頭），基地台 C 無法繼續收集到資料，因此可以研判此登山客是在 BC 基地台間遇難。

(三) 進階款：使用基地台及登山客身上配帶簡易裝置進行資料傳輸

受制於國家公園生態保護的規範，研究僅能在登山口、排雲山莊，及中途涼亭（孟祿亭、西峰涼亭）設置基地台。由於基地台設立的位置過於疏鬆，對於資料的傳送速率助益不大，因此我們在裝置上增加交換功能，使各登山客間能彼此交換資料，類似行動基地台。（如下圖.3）



圖. 3 進階款示意圖

說明：在裝置上增加交換功能後，相遇的兩登山客能攜帶彼此的資料，因此當登山客 A 遇難時，登山客 B 繼續走到基地台便可將兩者的資料傳回。此狀況下，可以得知登山客 A 的搜救範圍已縮減為基地台 C 與登山客 A、B 相遇處之間，可加速救難工作。

三、 關鍵問題：

在上述之進階款中，影響研究結果的變因有二：基地台密度與登山客人數。在現實情況下，基地台的設置數量有其上限，每日登山人數亦有所管控。為了在黃金時間內達到最好的救難效果，本研究希望能有效降低資料傳輸的延遲性。因此，我們藉由模擬程式，希望找出在一定限制條件下，耐延遲網路在山區中的最佳運用。



圖. 4 玉山步道路線圖及登山里程數

四、 預期成果

- (一) 以 **GPS** 進行登山客軌跡定位 。
- (二) 將經緯度資料轉置為與山徑對應之里程數 。
- (三) 建立登山客登山習慣的模型 。
- (四) 以程式模擬延遲 。
- (五) 進行實地測試 。

參、 研究設備及器材

一、資料：玉山登山客的衛星定位資料（以市售 GPS 測定）

資料	登山時間	登山人數
1	2008/11/20~23	26 人
2	2009/05/27~28	20 人

表. 1 登山資料

二、實驗設備：

- （一）筆記型電腦（2 台）：處理收集到的資料。
- （二）GPS 定位器：定位登山客的位置。
- （三）Octopus 無線網路感測器：資料儲存及交換用。

三、軟體使用：

- （一）Dev C++ 4.9.9.2：撰寫經緯轉距離、分段研究、亂數模擬之程式。
- （二）MS EXCEL 2007：資料統計與整理。
- （三）Google Earth：資料處理與影像呈現。

肆、 研究過程或方法

下面為研究過程的流程圖：

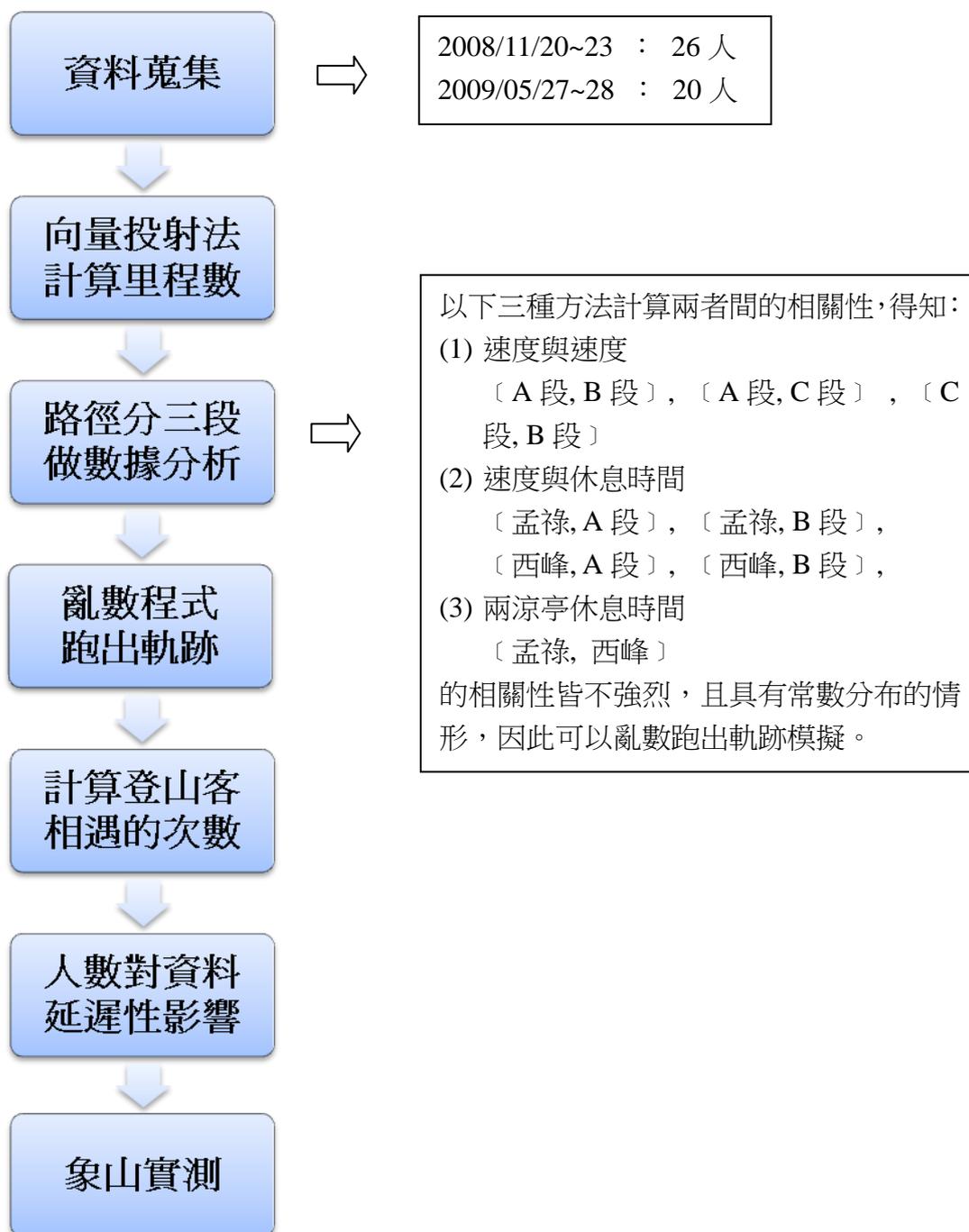


圖. 5 研究方法流程圖

一、向量投射法

(一) 本實驗以 GPS 定位登山客位置經緯度，然而在計算上經緯度的數值對研究並無實際效益，因此我們以 0.1 公里為單位分段標示登山口到排雲山莊登山路線的位置，再將登山客的經緯度以向量投影於山路上，方法如下圖. 6 所示。



- ★ 為登山客所在位置
- 為 2.5 km 至登山客位置之向量
- 為 2.5 km 到 3.0 km 之方向向量



- 為 → 在 → 的正射影



設，藍向量為 0.5km

$$\text{粉紅向量} = \frac{(\text{橘向量} \cdot \text{藍向量})}{|\text{藍向量}|^2} (\text{藍向量})$$



則該座標點在此路徑上的位置
= 2.5 + |粉紅向量| (km)

圖中以 0.5 km 示意，但實驗中採用 0.1 km 為單位，以便獲得更精確的數值。

圖. 6 向量換算流程圖

- (二) 讀入登山客經緯度資料，以向量換算，得其相對應的里程數。
- (三) 繪（里程數-絕對時間）的圖（如下圖. 7）。

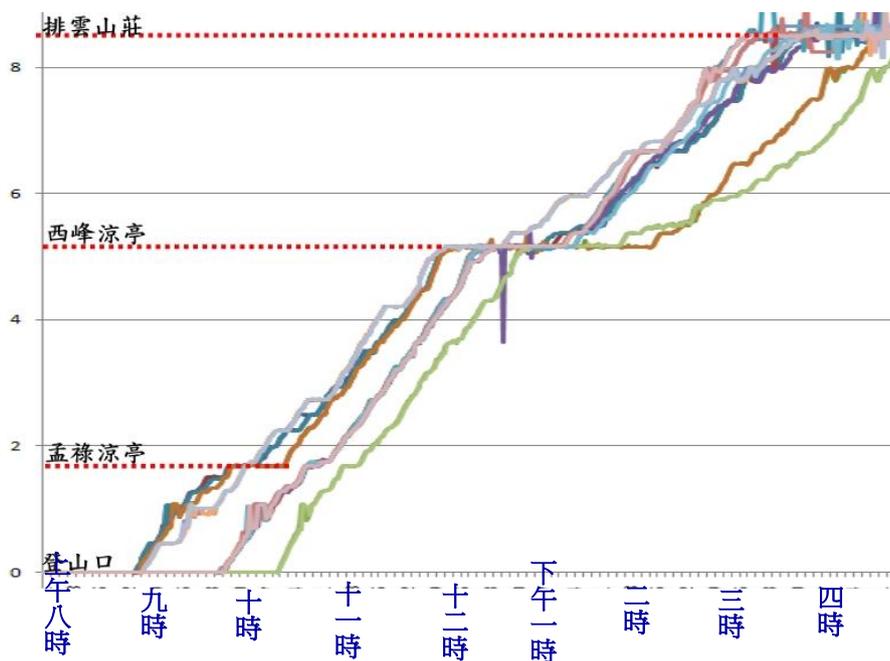


圖. 7 里程數-絕對時間 (x-t) 的圖

二、資料分析與登山客習性模型之建立

- (一) 將資料以里程數分為三段：
 1. 登山口 → 孟祿涼亭 (A 段)
 2. 孟祿涼亭 → 西峰涼亭 (B 段)
 3. 西峰涼亭 → 排雲山莊 (C 段)
- (二) 以相同的起始點，分別繪出（里程數-時間）的圖。
- (三) 以（里程數-時間）的圖進行微分，得登山客各段平均速度。
- (四) 以 0.25km/hr 為單位繪製數量分布直方圖。
- (五) 以定量範圍取休息時間，繪出在孟祿涼亭、西峰涼亭的休息時間。
- (六) 將休息時間以五分鐘為級距做數量分布直方圖，尋找關係。
- (七) 將登山客三段的平均速度比較，做折方圖。
- (八) 兩兩找相關係數，採 RSQ（皮耳森相關係數的平方）公式。

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}}$$

(RSQ 值介於 0 和 1 之間，接近 0 代表其相關性越低，接近 1 則反之。)

- (九) 將登山客二段的休息時間比較，做折方圖。
- (十) 取兩段休息時間之 RSQ 值。
- (十一) 取平均速度與休息時間的 RSQ 值。

- (十二) 作平均速度、休息分鐘數的機率密度函數 (Probability Density Function, PDF) 分析。
- (十三) 利用 PDF, 再做累積分布函數 (Cumulative Distribution Function, CDF) 分析。
- (十四) 以 CDF 數值, 取對數。
- (十五) 針對下山的登山客軌跡, 重複上述步驟 (一) 到 (十四)。

三、亂數產生大量登山路徑

- (一) 將所有登山客的三段平均速度及兩段休息時間取出平均。
- (二) 計算三段平均速度及兩段休息時間的標準差。
- (三) 以程式跑出常態分布的一百組資料(順序:A 段—孟祿—B 段—西峰—C 段)。
- (四) 將此一百組資料以程式重建為經緯度型態。
- (五) 重複上述步驟, 跑出常態分布的一百組資料 (順序:C 段—西峰—B 段—孟祿—A 段)。

四、模擬軌跡資料交換與延遲性問題探討

- (一) 將上述兩百組資料 (上山資料 100 組、下山資料 100 組), 各取 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 組做評比。
- (二) 以程式模擬相遇。
 - 1. 先決條件 (我們假設的理想狀況) :
 - (1) 四個基地台 (登山口、孟祿涼亭、西峰涼亭、排雲山莊)。
 - (2) 記憶體無上限。
 - (3) 資料交換無抵觸性。
 - 2. 交換資料的條件設定值:
 - (1) 兩登山客或登山客與基地台之間的距離小於 20 公尺。
 - (2) 傳送交換器內所有資料。
- (三) 計算資料交換筆數。
- (四) 繪製交換器傳送資料到基地台的延遲性 CDF 圖。
- (五) 觀察資料傳輸時的延遲性, 並做表討論。

五、實地測試

(一) 因玉山國家公園災後封山休養，我們取地臺北市象山進行交換機制測試實驗。

(二) 實驗背景：

1. 日期：2010.3.2

2. 地點：臺北市信義區 象山

3. 路線全長：2.4KM

4. 使用器材：Octopus、GPS 定位顯示器

5. 參與人數：6(A 組)+8(B 組)+1(基地台控制)

(三) 兩組人員分別以兩處登山口為起點，以相反方向行走於相同山徑；兩人交會時 Octopus 交換 GPS 資料，經過 C 點時向基地台傳送資料。(如下圖.8)

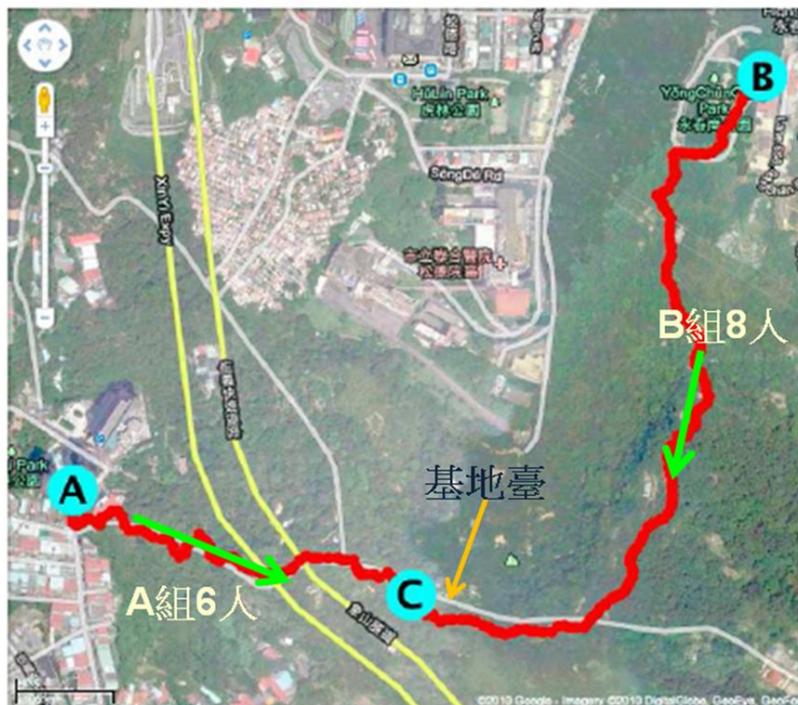


圖. 8 象山實測路線圖

(四) 將 Octopus 記錄之交會情形製成表格。

(五) 繪製交換器傳送資料到基地台的延遲性 CDF 圖。

伍、 研究結果

一、三段資料的（里程數-時間）圖及平均速度數量分布直方圖。（下圖.9 ~圖.14）

將資料以登山口、孟祿涼亭、西峰涼亭、排雲山莊為界分三段後，我們發現登山客的（里程數-時間）有其相似性，且在觀察平均速度數量分布，有常態分布的傾向。

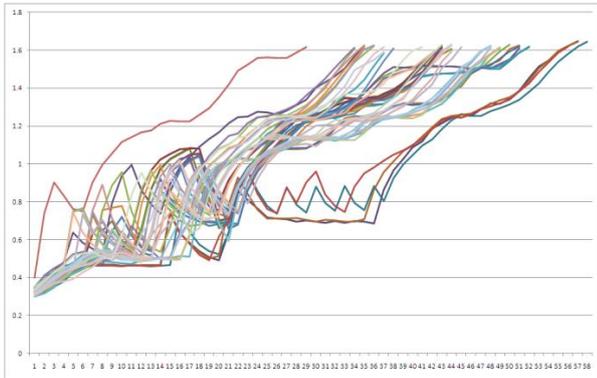


圖. 9 A 段（里程數-時間）的圖

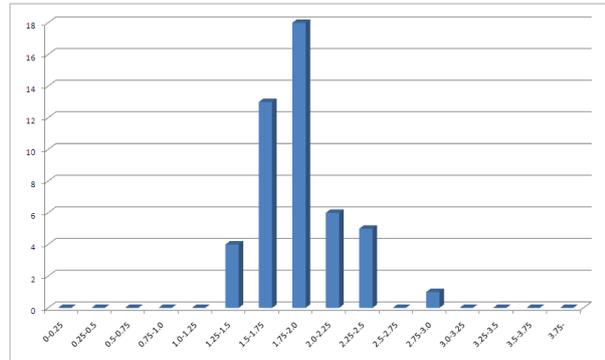


圖. 10 A 段平均速度數量分布直方圖

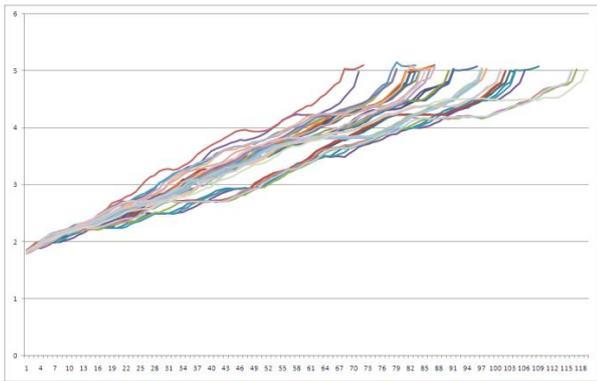


圖. 11 B 段（里程數-時間）的圖

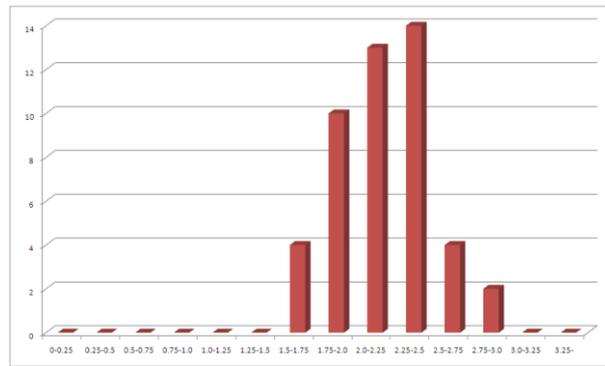


圖. 12 B 段平均速度數量分布直方圖

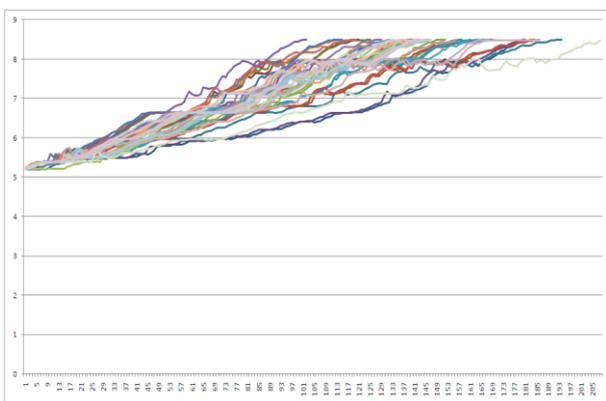


圖. 13 C 段（里程數-時間）的圖

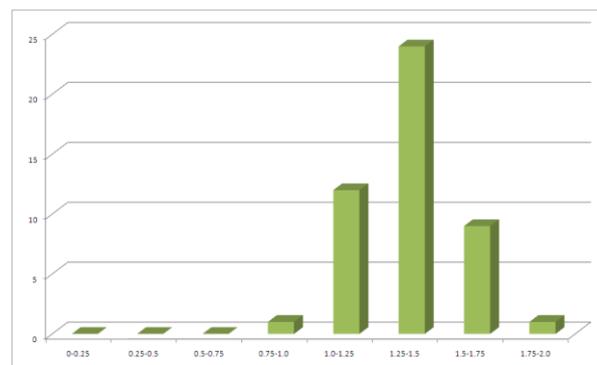


圖. 14 C 段平均速度數量分布直方圖

二、繪製兩段休息時間數量分布直方圖。（下圖.15、圖.16）

觀察兩段休息時間數量分布直方圖，發現他們的資料相關性較小，分布歧異度較大，但仍具有大多數登山人數集中於中間的傾向。

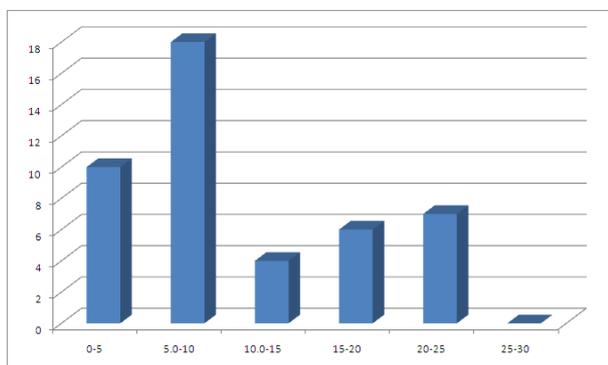


圖. 15 孟祿涼亭休息時間數量分布直方圖

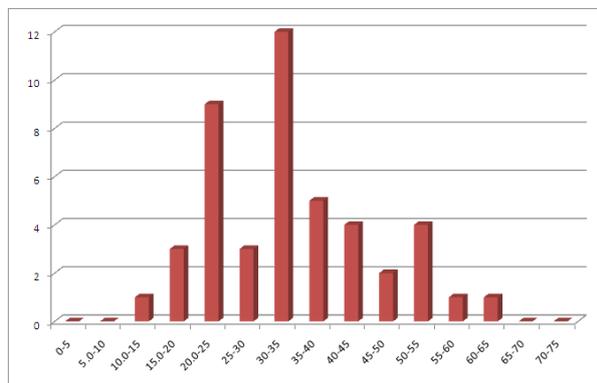


圖. 16 西峰涼亭休息時間數量分布直方圖

三、平均速度比較（如圖.17）

在這裡，我們將三段不同的平均速度做 RSQ 分析。根據數據顯示，三段資料間任取兩段，其相關性都不強烈。

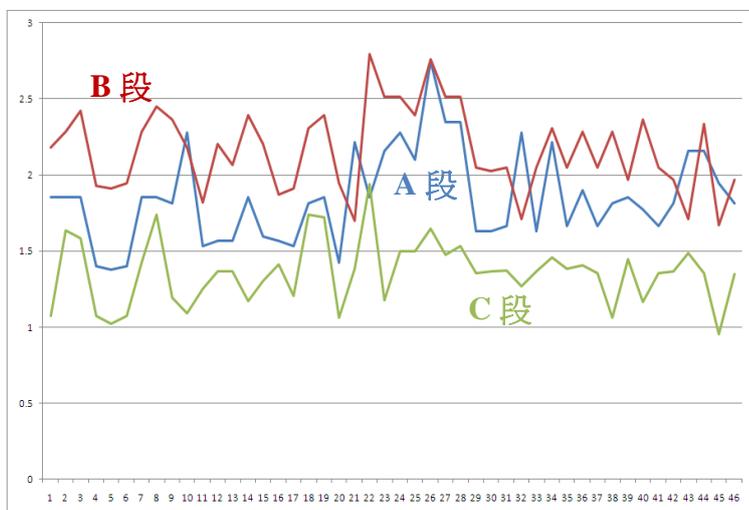


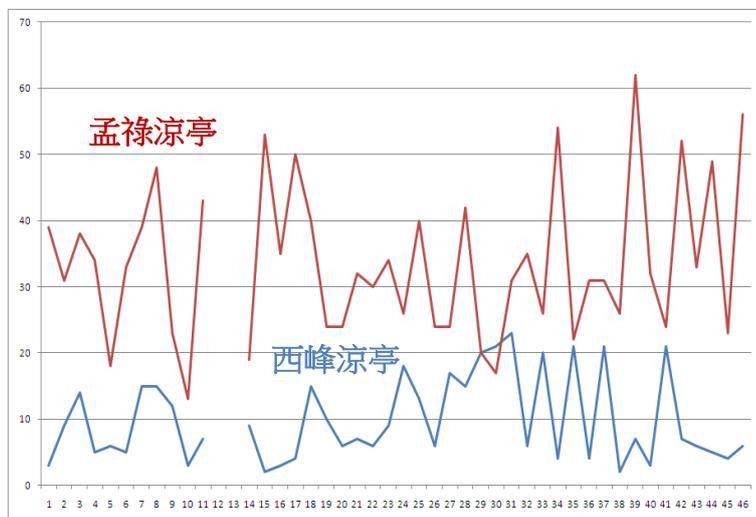
圖. 17 平均速度比較折方圖

	RSQ 值
〈A 段, B 段〉	0.191304
〈A 段, C 段〉	0.114088
〈B 段, C 段〉	0.267805

表. 2 平均速度 RSQ 值

四、休息時間比較（如圖.18）

將孟祿涼亭、及西峰涼亭的休息時間進行 RSQ 值分析，關係不大。（下圖.18 中，因為部分數據異性過大，遂將其資料排除於討論範圍。）



$$RSQ \langle \text{孟祿亭}, \text{西峰涼亭} \rangle = 0.080782$$

圖. 18 休息時間比較折方圖

五、平均速度與休息分鐘數的 RSQ 值

以涼亭休息時間與涼亭前後段的速度進行 RSQ 分析，發現其間關係不大（如表 3）。

	A 段速度	B 段速度	C 段速度
孟祿亭	0.006577	0.161915	---
西峰涼亭	---	0.000129	0.048105

表. 3 平均速度與休息分鐘數的 RSQ 值

六、資料傳輸之延遲性

除了原本的 10 筆不同數量登山客資料交換的延遲性分布，我們添加了一筆 200 組登山客在無交換資料條件下所呈現出的延遲性，作為比較（如圖.19）。

結果顯示，沒有交換的情況下，須耗時 1.5 小時左右才能收到 90%的資料；但在有交換機制後，便只需不到 1 小時；當人數達到 200 時，甚至可降至 45 分鐘，亦即無交換時的 1/2 倍。另外，人數越多時，曲線斜率越大，表示整體資料傳送延遲時間越短。

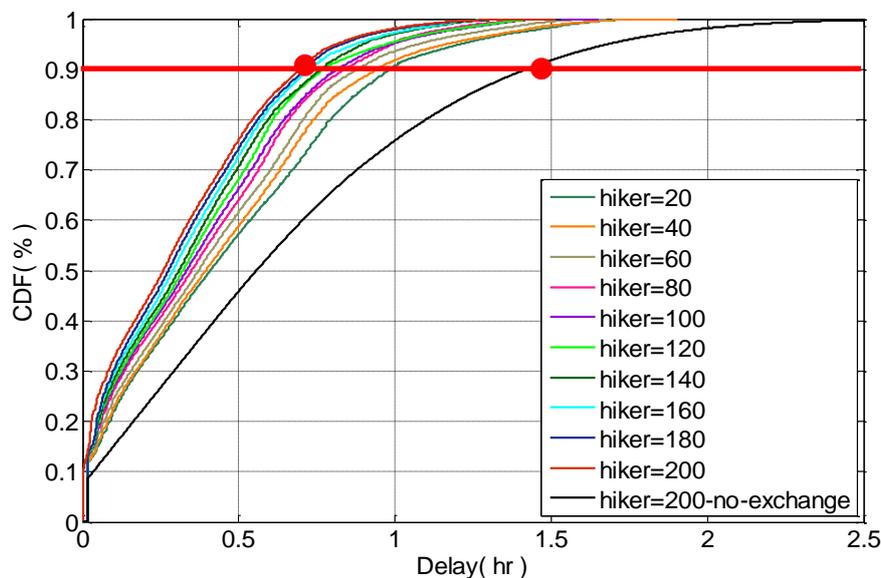


圖. 19 資料傳輸延遲性之累積函數分布圖

七、登山客不同時的資料傳輸筆數比較

從資料中我們可以觀察出，當登山客越多時，資料的傳輸筆數亦增加。

登山客數	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
資料筆數	6869	13679	18420	27579	30777	41394	43027	54967	61941	69041

表. 4 登山客不同時的資料傳輸筆數比較

八、登山人數與平均延遲時間

由下表. 5、圖. 20 及圖. 21，可看出登山客數和延遲時間呈負相關，又 RSQ 值極接近 1，因此可逼近為一條斜率小於零的線性函數，顯示當登山客數量越多時，資料的延遲性就越小。

登山客數	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
延遲時間 (min)	28.35	27.02	25.28	23.50	22.88	22.02	20.99	20.12	19.36	18.39

表. 5 登山人數與平均延遲時間

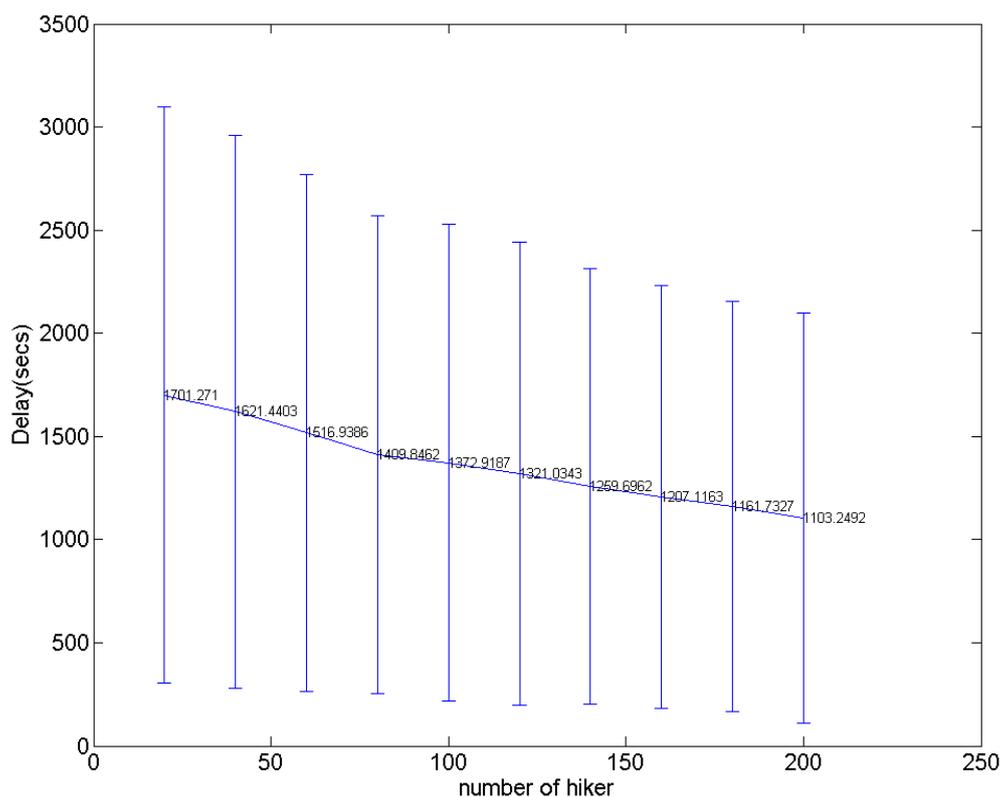
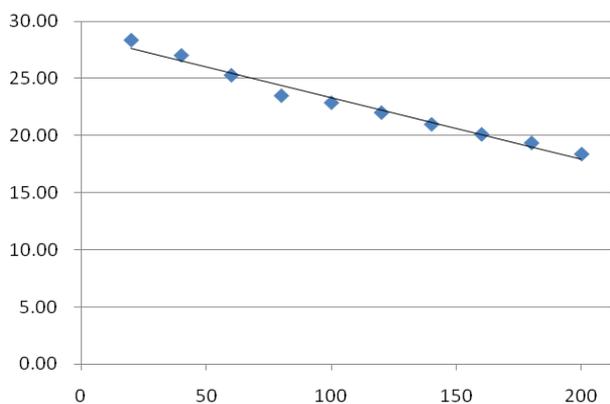


圖. 20 平均延遲時間及其標準差之股票圖



$$\text{RSQ (登山客數, 延遲時間)} = 0.977516$$

$$\text{線性函數 } y = -0.0538x + 28.71$$

圖. 21 平均延遲時間與登山人數之關係線性圖

九、象山實測交會情形

由下表.6 得知，Octopus 能確實進行交換功能。我們發現，B 組未接收到 A 組資料，但 A 組卻有接收到 B 組資料，分析了解實際狀況為：B 組在經過基地台後才與 A 組交會；另外 B 組組內資料交換不如 A 組組內資料交換完整，實際狀況為：B-C 路段較為平坦，故人員速度平均變快、差異變大，彼此距離較分散。從以上可知：登山習慣、山徑路況及基地台位置會對資料傳輸效率造成影響。

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8
a_1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
a_2		○												
a_3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
a_4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
a_5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
a_6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
b_1							○	○	○	○	○		○	○
b_2							○	○	○				○	○
b_3							○	○	○	○	○		○	○
b_4							○		○	○	○		○	○
b_5							○		○	○	○		○	○
b_6												○		
b_7							○	○	○	○	○		○	○
b_8							○	○	○	○	○		○	○

表. 6 象山實測 Octopus 記錄交會情形

十、象山實測資料傳輸延遲性

由下圖.22 可看出，實際測試資料經過交換機制後，確實能大幅降低延遲時間。

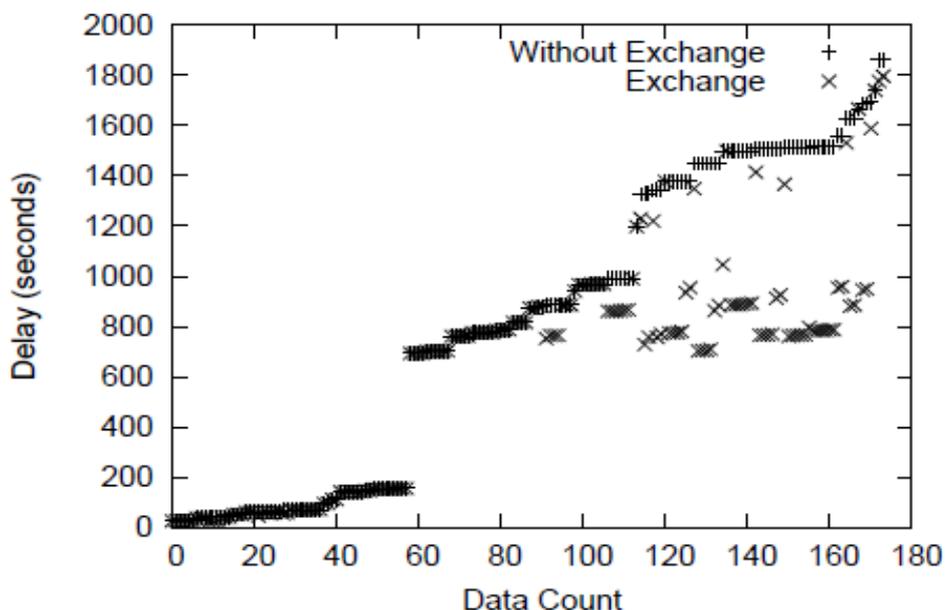


圖. 22 象山實測資料傳輸延遲性之累積函數分布圖

陸、 討論

一、由上圖.7 中，探討以下幾點：

- (一) 登山客開始時間集中於上午九時到上午十時三十分。
- (二) 將登山客軌跡調整為同時從登山口出發，排雲為終點，再作後續分析。
- (三) 各線條斜率有明顯差異，表示不同登山客在不同段的速度會有所變化。
- (四) 在兩個涼亭休息時，個別登山客停留時間有很大差異。

二、分析五個段落差異的分布狀況後，由上圖.9~圖.14 中，我們發現平均速度及休息時間大致符合常態。

三、考慮段落與段落可能相互影響，我們將其一一比較以確認有無關聯。

- (一) 平均速度中，由上圖. 17 中，可看見三條折線的增減趨勢並不一致；且兩兩取出之 **RSQ** 值相當小，顯示三者無明顯關係。
- (二) 休息時間中，由上圖. 18 中，可看見兩條折線的增減趨勢並不一致；且 **RSQ** 值相當小，顯示兩者無明顯關係。
- (三) 比較休息時間與其前後平均速度，發現 **RSQ** 皆極小，顯示其無明顯關係。
- (四) 歸納以上三項，得知：
 - 1. **A**、**B**、**C** 段平均速度相關性不高。
 - 2. 在兩座涼亭休息時間之相關性不高。
 - 3. 平均速度與休息時間長短相關性不高。

四、由以上討論確知，常態模擬之登山客軌跡具備可行性，我們得以亂數產生五個段落各一百個數值，再隨機組合成一百組資料。

五、進程式模擬交會計算延遲時間實驗，由圖.19、圖. 20、圖.21 中，探討以下幾點：

- (一) 相較於沒有交換情形，若有發生交換，則 90% 以上資料皆可在 1 小時延遲以內收到；200 人時，可縮短為 45 分鐘，亦即無交換情況時的 1/2 倍。證實加入交換資料的機制後，延遲時間可大幅降低。
- (二) 人數越多，曲線斜率越大，表示整體資料傳送延遲時間越短。
- (三) 比較不同人數的平均延遲時間，可發現兩者 **RSQ** 值接近 1，呈極大的負相關。登山客人數與平均延遲時間的關係可概略逼近為線性函數：

$$\text{延遲時間 (min)} = -0.0538 \times \text{登山客數 (人)} + 28.71$$

- (四) 由以上(二)、(三)歸納：當登山客人數越大時，延遲時間越小，交換機制的效果越顯著。

六、於臺北市象山進行實地測試後，由表.6 及圖.22 中，探討以下幾點：

- (一) 因 A—C 路段較 B—C 路段不易攀登，A 組人員速度較慢、距離較為接近，其組內交換較 B 組頻繁，收集資料較完整。
- (二) B 組在經過基地台後才交會 A 組，因此基地台無法由 B 組獲得 A 組資料。
- (三) 由以上兩點歸納：登山習慣、山路狀況、基地台於山徑上位置，會影響資料傳送結果。
- (四) CDF 圖中，使用交換功能後的延遲時間相較於未使用，可看出明顯的降低。

柒、 結論

一、具體貢獻：

- (一) 使用 GPS 系統，定位完成 2008/11/20~23 及 2009/05/27~28 時間內，共 46 人之登山軌跡。
- (二) 以向量投影，將登山客所在經緯度轉換為與山徑對應之里程數。
- (三) 建立登山習慣的模型，分析其速度及休息時間，得知兩者分布皆趨近常態。
- (四) 以亂數產生大量符合常態的登山客軌跡資料。
- (五) 以程式模擬延遲，發現交換機制可將 90% 資料的延遲時間縮至 1 小時內，證實加入登山客交換功能的進階款能明顯優化系統資料傳送效率。

另外，我們發現：登山人數的增加有助於提升交換機制的效果。實際狀況下，玉山每日平均開放超過百人入山。只要達到 200 人，延遲時間便可少於無交換情形之 1/2。如此顯示，進階款的設計相當適合應用於玉山國家公園。

- (六) 於臺北市象山成功進行資料交換功能實測。
- (七) 分析象山實測結果，發現：登山客實際登山習慣、山徑路況及基地台位置會對資料傳輸效率造成影響；交換機制能確實大幅降低資料傳輸延遲。

二、未來展望

(一) 利用已產生完成的亂數模擬資料做以下研究：

1. 基本款中：

- (1) 基地台數量
- (2) 太陽能電板
- (3) 網路傳輸
- (4) 硬體封裝

對資料傳送延遲性造成之影響。

2. 進階款中

- (1) 基地台數量
- (2) 太陽能電板
- (3) 網路傳輸
- (4) 硬體封裝
- (5) 交換頻率
- (6) 記憶體容量
- (7) 電池電量
- (8) 行進速度

對資料傳送延遲性造成之影響。

(二) 以 GPS 接收器作為電子入山證，所有入山民眾皆需佩帶，並可贈予登頂民眾此行軌跡記錄作為紀念。

(三) 此類系統應用於生態監測，以臺灣水鹿、臺灣黑熊或長鬃山羊等大型動物的追蹤開始，慢慢推廣至小型哺乳類動物如貂獾等的追蹤。



圖. 23 台灣水鹿



圖. 24 台灣長鬃山羊



圖. 25 台灣黑熊

捌、參考資料及其他

1. 陳伶志,2008 ,玉山國家公園山難搜救大型無線感測援助系統建置之研究
http://www.ysnp.gov.tw/researchreport_messages.aspx?id=82
2. CHC05. A Chaintreau, P. Hui, J. Crowcroft, C. Diot, R. Gass, and J. Scott. Pocket switched networks: Real-world mobility and its consequences for opportunistic forwarding. Technical Report UCAM-CL-TR-617, University of Cambridge, 2005
3. HCC05. P. Hui, A. Chaintreau, J. Scott, R. Gass, J. Crowcroft, and C. Diot. Pocket Switched Networks and Human Mobility in Conference Environments. ACM SIGCOMM workshop (WDTN), 2005.
4. HHS06. C. Hartung, R. Han, C. Seielstad, and S. Holbrook. FireWxNet: A Multi-Tiered Portable Wireless System for Monitoring Weather Conditions in Wildland Fire Environments. ACM/USNIX MobiSys, 2006.
5. JFP04. S. Jain, K. Fall, and R. Patra. Routing in a Delay Tolerant Network. ACM SIGCOMM 2004.
6. SNCP. Saami Network Connectivity Project. <http://www.cdt.luth.se/babylon/snc/>
7. TurtleNet. TurtleNet. <http://prisms.cs.umass.edu/dome/index.php?page=turtlenet>
8. UW-ASN. Underwater Acoustic Sensor Networks (UW-ASN).
<http://www.ece.gatech.edu/research/labs/bwn/UWASN/>
9. War03. F. Warthman. Delay Tolerant Networks (DTNs) – A Tutorial. Available on line at <http://www.warthman.com/projects-IRTF-DTN-tutorial.htm>
10. WiderNet. WiderNet Project. <http://www.widernet.org/>
11. WUSN. Wireless Underground Sensor Networks (WUSNs),
<http://www.ece.gatech.edu/research/labs/bwn/wusn/>
12. ZebraNet. ZebraNet. <http://www.princeton.edu/~mrm/zebranet.html>

【評語】 040812

以無線感測來解決登山客失聯、失蹤之問題，相當實用，作者利用“社會網路”來提昇系統的有效性、即時性，效果可以顯著提昇，非常好的作品。