

人工智慧健康管理系統

AI mHealth Management System

專題組員:陳力綸、陳瀚廷、陳宣穎、李秉毅

專題編號:PRJ-NTPUCSIE-107-010

執行期間:107 年 09 月 至 108 年 05 月

1. 摘要

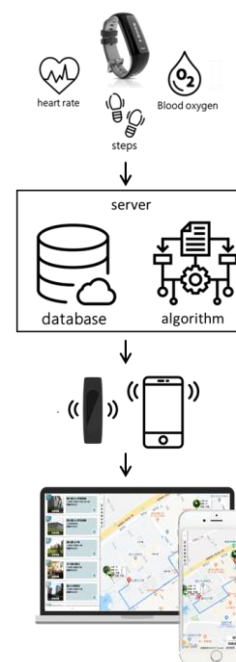
WHO 指出，全球每年有超過 320 萬人死亡與身體活動不足有關，在現代人的生活，運動不足似乎成為一種文明病，在台灣，根據 2018 年國健署調查顯示，13 歲以上國人近 5 成身體活動量未達 WHO 建議的生體活動標準，可見運動不足也成為國家人民健康問題之一。本專題試圖以運動手環為基礎解決此問題，使用 GoLife SDK 改良市面上購買的運動手環，使它能更及時的偵測生理資訊，也改良手環與使用者間的互動，改良後的系統共有四大特色：主動提醒、社群競爭、深度學習預測與熱點分析，這四大特色旨在提升使用者每天的運動量。另外，也應用窄帶物聯網(NB-IoT)試圖提出另一種成本較低廉的通訊方案。

關鍵詞:運動手環、深度學習、熱點分析、物聯網

2. 簡介

為了達成「促進每日運動量」的目的，本專題結合運動手環、手機應用程式與網頁程式，以目前市面上現有的運動手環系統為基礎，加入以下四個重要的元素。(一)主動提醒：將蒐集到的即時生理資料送到雲端伺服器

器做運算，若偵測運動量不足會主動的、積極的，提醒使用者。(二)社群競爭：使用者可以互相成為好友，比較每一天的步數資料，利用社群的力量達到互相醒的作用。(三)深度學習預測：利用深度學習方法預測每一小時使用者的步數，並給予適當的提醒。(四)熱點分析與推薦：結合地圖資訊與 GPS 資料進行熱區分析，分析出使用者附近的十大熱點，進而呈現在網頁上推薦給使用者。另外，考量到不同應用情境，本專題利用 NB-IoT 物聯網技術實現另一種通訊方案。



圖一 系統應用情境說明

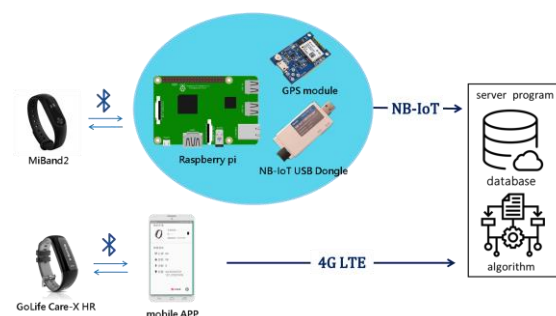
根據以上的四個重要元素，圖一說明本系統應用的情境，運動手環蒐集生理資訊送到雲端伺服器運算，做深度模型的訓練，若伺服器程式偵測使用者運動不足則會積極地發出提醒，使用者收到提醒可以開啟網頁查詢由系統推薦的十大地點，網頁上亦有各式關於地點與生理資訊的視覺化呈現。

3. 專題進行方式

根據第二節的情境描述，系統實作可以分為資料蒐集、伺服器、深度學習、主動提醒與網頁呈現，以下將分別詳細介紹：

3.1 資料蒐集

運動手環透過微型化晶片與感測器能測量使用者的心率、血氧、步數，而將資料送到伺服器需要透過無線網路，本系統實現了兩種通訊方式，分別為常見的 4G LTE 與窄帶物聯網 (NB-IoT)。



圖二 手環與伺服器通訊方式

3.1.1 使用 4G LTE 通訊

運動手環必須以手機 APP 為媒介將資料送往伺服器，手機 APP 使用 android 系統，以藍芽與運動手環通訊，採用背景執行機制，確保使用者在關閉程式或關閉手機螢幕時還能接收到生理資訊與抓取 GPS 資訊。

3.1.2 使用 NB-IoT 通訊

窄帶物聯網(Narrow Band Internet of Things)是在 3GPP Release 13 中被新

提出具有高涵蓋率的新物聯網技術。NB-IoT 設計為能相容於 GSM、GPRS 與 LTE，因此，可以直接部署於現有的網路設備上，且其下載與上傳的頻寬只需 180 kHz。因為 NB-IoT 的高涵蓋面積、低功耗、低成本，能應用在許多層面，如智慧農業、智慧城市等。

本系統使用樹莓派連接 GPS 模組與 NB-IoT usb dongle 內置遠傳 sim 卡，利用 python 的 pyserial 函式庫由樹莓派控制這兩項硬體。NB-IoT usb dongle 必須透過下 AT 指令的方式，控制它傳送 UDP 封包，以下為經由 UDP 傳送一筆資料下的 AT 指令與流程：

- AT+CSQ

用來查詢訊號的強弱，會回傳一個介於 0-31 的數值代表訊號的強弱，若回傳 99 代表沒信號。

- AT+CEREG?

查詢模組與網路連線的狀況，模組回傳兩個數字前一數字為功能碼，後一數字代表連線狀況，0 表示連線成功。

- AT+NPING=x.x.x.x

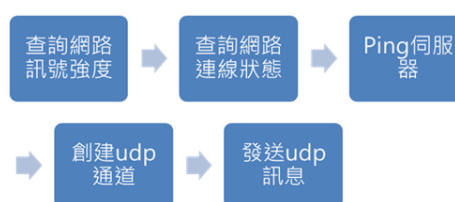
測試模組和伺服器是否有綁定成功，x.x.x.x 為伺服器 IP。

- AT+NSOCR=DGRAM,17,8888,1

創建 UDP socket，8888 為需要監聽的 UDP port，可自行設定。

- AT+NSOST=0,x.x.x.x,8888,1,AB

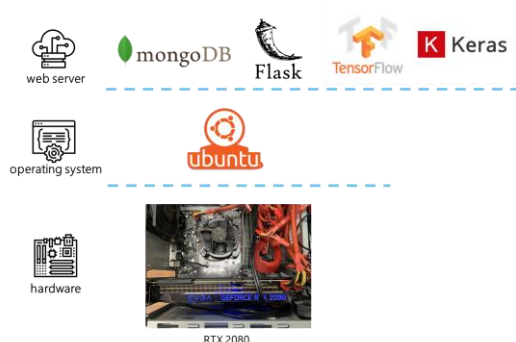
傳送 UDP 資料到前步驟創建的 socket, x.x.x.x,8888 為 IP 與 port, 1,AB 代表資料長度與傳送的資料。



圖三 傳送 UDP 的 AT 指令流程

3.2 伺服器架設

伺服器底層以 Ubuntu 為作業系統，使用 MongoDB 存放資料，MongoDB 是一款 NoSQL 資料庫系統。伺服器中有多支處理資料的程式，資料處理完成後，以 Flask 為框架完成的 web server 提供給網頁調用。深度學習預測，以 Tensorflow 為框架 Keras 函示庫寫成。



圖四 伺服器環境說明

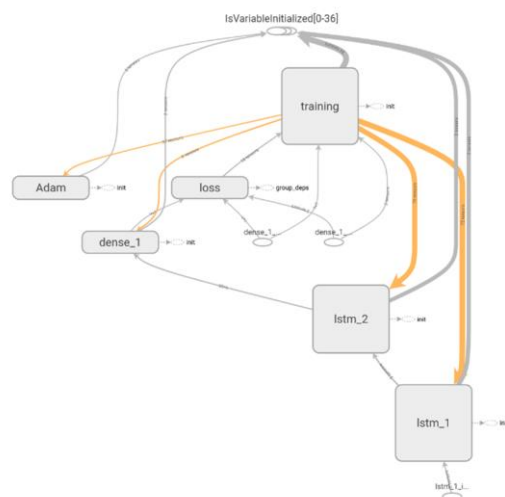
3.3 深度學習預測

本系統將利用前部分蒐集到的資料預測未來特定使用者每小時可能行走的步數。

3.3.1 資料清洗

- 每筆資料包含行走步數、時間、心率、血氧，若步數為空值則填入 0，心率、血氧若為空值則填入上一時間點的數值，如此確保資料的完整性。
- 每筆資料型態不一，計算時可能導致錯誤，因此統一使用浮點數。
- 在 3.1 中提及資料為每 10 秒蒐集一筆，但資料蒐集時可能因為手機忽然到了沒有網路的環境，或是因為程式暫時斷線導致某些區段的資料時間間隔不一，因此，應補足中間缺失的資料以確保資料的連續性。

3.3.2 訓練模型



圖五 訓練模型

因為資料為具有時間性、連續性，因此選用長短期記憶模型(LSTM)為訓練模型，LSTM 具有輸入閥，決定當前的輸入及新產生的記憶單元(Memory Cell Candidate)是否加入長期記憶(Long Term Memory)中，同時也存在輸出閥(Output Gate)，決定當前的字句是否加到輸出(Output)，這個閥也是 Sigmoid 函數(式-1)，表示要加入與否，最後使用 tanh 函數來決定是否記憶(式-2)：

$$o_t = \sigma(W_o[h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad \dots \text{式-1}$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad \dots \text{式-2}$$

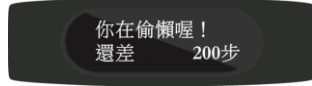
建制模型使用兩層 LSTM，並不斷嘗試與調整適合的 Loss function，最後選用 mean_squared_error(式-3)，較符合應用情境且能夠很明確定義模型的狀況。

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2 \quad \dots \text{式-3}$$

3.4 主動提醒

提醒功能可以分為常態性提醒與及時提醒，兩種提醒以上節的深度學習預測結果與好友步數排行的計算結

果來對使用者下提醒。運動手環與手機以藍芽連線，手機會收到來自伺服器的訊號，根據不同的訊號手環會震動並搭配螢幕顯示字樣，如圖六：



圖六 手環提醒字樣示意圖

3.4.1 常態提醒

常態提醒為每過整點提醒一次，告訴使用者當日累積的行走步數、在好友之間的排名與這小時的預設步數，使用者可以根據排名的狀況與預測的步數調整自己的運動量。

3.4.2 及時提醒

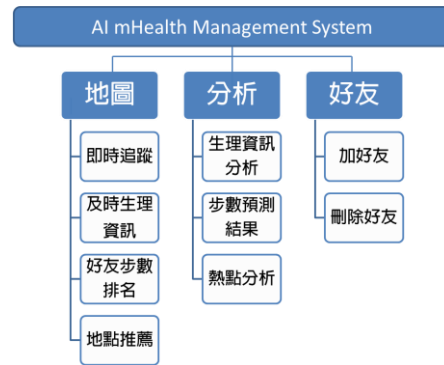
伺服器程式會不斷的監控手環回傳的資料並且需要對 3.3 的預測數量分兩種案例做討論。預測步數高，代表這個人在過去的資料中顯示這個時段是活動量大，若系統偵測此人長時間沒有活動或實際行走步數遠低於預測步數就會以「你在偷懶喔！還差 XXX 步」的字樣提醒。預測步數低，代表這個人在過去的資料中這個時段是活動量小，若系統偵測此人長時間沒有活動系統會以「加油！預測 XXX 步，太少了！」的字樣提醒。另外，系統會不斷的計算步數排名的狀況，若某一使用者排名快被超越會產生「快被超越了！與後一名落差 XX 步」的提醒。

3.5 網頁呈現

3.5.1 網頁架構說明

本系統網頁主要有兩大功能：(一)呈現運動手環蒐集到的資料，包括心率、血氧及時的呈現、圖表化的分析與好友間的步數排名(二)以 GPS 資料進行熱點分析，顯示使用者當前位置附近的十大熱門地點，3.5.2 將詳細介紹熱點分析的做法。圖五為本系統網

頁頁面配置架構，包含以上說明的兩大功能。

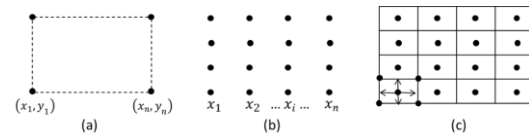


圖七 網頁頁面架構說明

3.5.2 熱點分析與地點推薦

- 前置作業 - 刪除偏差較大的數值
因為 GPS 訊號常有誤差的問題，實驗中會排除資料變異數太大的點，取信賴區間為 95%，來避免錯誤的實驗結果。

- 定義格子經緯度範圍



圖八 以座標畫分網格示意圖

GPS 為點資料(point data)，熱點分析即為將點資料統計分析出他們的群聚關係，本系統試圖將點資料轉換為面資料，因此，此步驟在於說明如果在地圖上利用座標系統擬定網格，以利對點資料進行統計。依不同需求設定每一個格子大小為 n ，共分為十種等級，由一到十，格子由小到大，由密集到寬鬆。在地圖畫面中取四個點形成一個矩形，此矩形做為統計的最大範圍，另矩陣的左下點經緯度為已知座標 (x_1, y_1) ，右下點為 (x_n, y_n) 如圖八(a)。接著，必須找出中間點的座標，以左下與右下點為例，此列的點緯度均相同，經度以等差數列的方式求得的計算方法如下：

$$x_i = x_1 + \frac{x_n - x_1}{100}(i - 1) \quad (i = 2, 3, \dots, n - 1)$$

利用相同的方法可以得出如圖八(b)中的所有點座標，這些點視為格子的中心點如圖八(c)，只要計算與右、上兩鄰點之間的座標差即可推得格子四個角的點座標。

- 統計每個格子被到達的次數
資料庫中存放著每位使用者在戶外活動時每隔 10 秒的 GPS 位置，依需求查詢一個人或是群體的 GPS 資料，查詢後走訪每一筆資料，判斷每筆資料會落在圖八(c)中的哪個格子，如此計算每個格子被走訪過的次數，將每個格子的次數做排序取前十名做為前十大熱點。

- 視覺化呈現與推薦

由上步驟可以取得十大熱點的座標，串接 google map api 以地標顯示在網頁上，或以熱圖方式顯示在地圖上，表一說明所用到的 api：

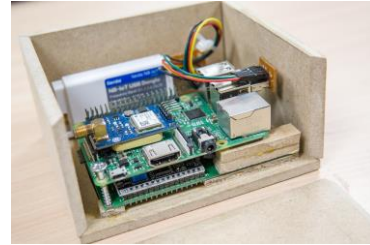
Api 名稱	說明
Maps JavaScript	google map 最核心的 api，能在網頁中調用地圖，給定坐標可以在地圖上產生 marker。
Places	輸入坐標取得最近的特定類型的地標。
Street View Static	輸入坐標取得該坐標的街景服務。
Directions	輸入兩點坐標，取得兩點的最短路徑。
Heat Map	輸入十大熱點座標，相近的坐標會集成紅色區域表示為熱區。

表一 google map api 使用說明

4. 主要成果與評估

4.1 資料蒐集

運動手環能透過藍芽與手機連線，使手機能取得手環上的生理資訊，在藉由 4G 網路或窄帶物聯網 (NB-IoT) 將數據送往伺服器。



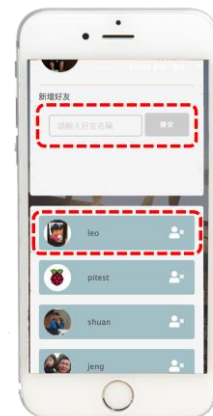
圖九 NB-IoT 實作硬體

4.2 網頁端呈現

配合 3.5.1 的網頁架構說明，以下分別介紹好友、分析、地圖頁面。

4.2.1 好友管理

在此頁面可以透過使用者名稱加好友，並顯示目前的好友狀況，好友名稱右邊有刪除好友的按鈕。



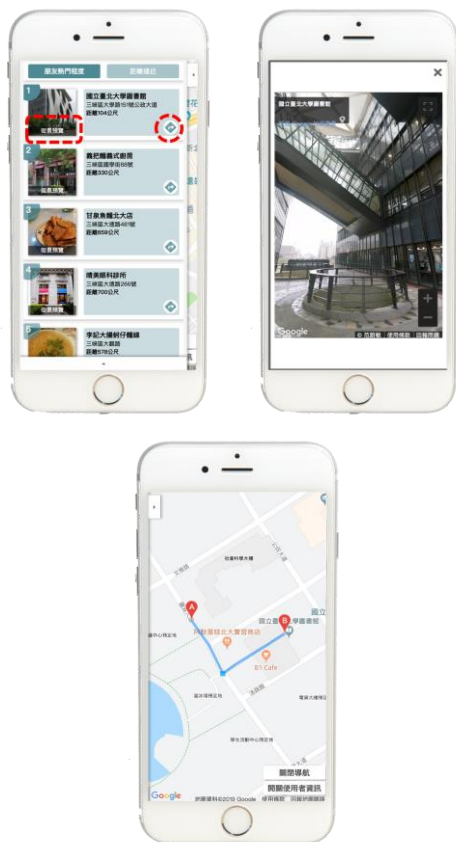
圖十 好友管理頁面

4.2.2 地圖

此頁面以地圖為基礎，及時的顯示好友的位置與他目前的心率、血氧數值，左邊的資訊列會顯示目前的排名狀況，按下熱點推薦按鈕，可以看到系統推薦的十大熱門地點如圖十二，分別針對十個地點可以觀看附近的街景與最短路徑導航。



圖十一 地圖頁面



圖十二 熱點推薦畫面

4.2.3 分析

如圖十三分析頁面分為三個區塊：(一)生理資訊的圖表化呈現，可選擇心率、步數、血氧，三種資料，也能切換時間尺度，以每小時為單位或以一天為單位。(二)實際步數與預測步數的比較圖，從比較圖可以清楚的看見預測結果與實際行走的狀況。(三)熱點分析圖，將 3.5.2 計算完成的熱點

在地圖上呈現，可以熱圖的方式觀看，或選擇以隔線的方式觀看。



圖十三 分析頁面

5. 結語與展望

本專題研究成功結合運動手環、手機 APP、網頁程式與物聯網技術打造能「促進每日運動量」的系統，藉由日常的行走，解決一般大眾運動量不足的問題，期望未來會有更多人實測這個系統幫助更多人管理自己健康的狀況。

6. 銘謝

感謝指導教授從去年暑假一路的指導，提供我們學習的空間與資源，在每個禮拜的會議中總是給我們許多有用的建議，也感謝實驗室的學長姐們帶領我們進入實驗室的環境，也時常給予我們各方面的指導。最後感謝組員們的支持與互相包容，雖然有過摩擦、爭執，但總能耐心的討論出個平衡點。

7. 參考文獻

- [1] Billinghamurst, M., & Starner, T. (1999). "Wearable devices: new ways to manage information. Computer", 32(1), 57-64
- [2] Y.-P. E. Wang et al., "A primer on 3GPP narrowband Internet of Things (NB-IoT)"inCoRR,vol. abs/1606.04171,

2016.

[3] M. Elkhodr, S. Shahrestani, and H. Cheung, "Emerging wireless technologies in the Internet of Things: A comparative study," *Int. J. Wireless Mobile Netw.*, vol. 8, no. 5, pp. 67–82, Oct. 2016.

[4] 溫在弘, 劉擇昌, 林民浩, "犯罪地圖繪製與熱區分析方法及其應用：以1998~2007年台北市住宅竊盜犯罪為例", *地理研究*第52期, p. 43–63, 2010.

[5] 簡志龍, "正確的運動觀念", 暨大健美可樂鋪第十二堂課, p. 1

