科技部補助

大專學生研究計畫研究成果報告

＊ ********* ＊＊ ＊
＊ 計 畫 ＊
＊ ： 穿戴式裝置於遠距醫療照護之應用 ＊
＊ 名 稱 ＊
＊ ********* ＊＊ ＊

執行計畫學生： 陳冠廷
學生計畫編號： MOST 105-2815-C-041-014-E
研 究 期 間 ： 105 年 07 月 01 日至 106 年 02 月 28 日止，計 8 個月
指 導 教 授 ： 劉育寰

處理方式： 本計畫涉及專利或其他智慧財產權,1 年後可公開查詢

執 行 單 位： 嘉藥學校財團法人嘉南藥理大學資訊管理系

中華民國 106 年 03 月 01 日

(一)摘要

本研究希望利用穿戴式裝置與行動裝置上的感測器(如生理參數感測器、陀螺儀、加速度感測器、GPS 等)來偵測並回報獨居老人的生理參數、身體姿勢(如坐、臥、行走或跌倒等)，進而可分析居家習慣或甚至可以定位目前所在位置(可用來做失蹤協尋功能)。

整個系統包含 4 大部分，一為姿勢辨識訓練系統、一為雲端資料庫系統、一為前端穿戴裝置整合系統、另一為照護者觀測系統。姿勢辨識訓練系統主要是收集所有感測器的參數，並針對某些特定姿勢或動作做訓練(Training)，以便後續的姿勢辨識。雲端資料庫系統主要是用來儲存所收集到的各種資訊，以便前端系統查詢使用。前端穿戴裝置整合系統，基本上包含兩個部分，一為穿戴裝置的 App，負責將穿戴裝置的感測器所偵測到的訊號傳送到手機；另一為手機的 App，會先將收集到的資訊傳送到姿勢辨識訓練系統上，該系統會回傳這些資訊所代表的意義(如如坐、臥、行走或跌倒等)，除針對這些姿勢做必要處理外，還會將所有收集到與辨識到的資訊傳送到雲端資料庫系統。而照護者觀測系統則是給獨居老人的外地子女或照護者使用的系統，可隨時透過雲端資料庫得知獨居老人目前的狀況。

整個系統最困難的部分在姿勢辨識訓練系統，行走及跌倒等姿勢可能還比較容易判斷，坐或臥這種比較屬於靜態的動作，可能會因為資訊變化量不明顯而會產生誤判或是不夠精準。如果能收集到這些資訊，就可以進一步分析獨居老人的日常生活的行為習慣。

(二)研究動機與研究問題

台灣過去「養兒防老」的觀念盛行，長者與子女同住的三代、四代同堂比例高，獨居的老人大部分是退休的老榮民。然而根據內政部的統計資料，台灣獨居或與配偶同住的老人比例在五年前就已突破 20%，現已有愈來愈多老人選擇不依附子女，單獨和配偶生活。

有照護高齡長輩經驗的人都知道，意外跌倒幾乎是所有老人與家屬的惡夢，老人家不僅怕摔，更怕的是摔倒時沒有親人在身旁。學者專家們歸納了幾個長者照護的共同需求：摔倒偵測、血壓與血糖指數追蹤、發生意外時需緊急呼救，以及預防走失…等，再把這些功能通通塞進小小的智慧型手錶中。因此，這支智慧型手錶不僅能偵測摔倒動作，還具備緊急通訊與 GPS 定位功能，阿公阿嬤如果不小心走失或發生意外，只需按下一個按鈕，3 秒鐘就能同時完成通話、定位與通知。另外，阿公阿嬤在家裡測血壓、血糖等健康指數時，資訊不僅會自動傳回手錶，也能同時傳給綁定的手機電話／App，讓家屬隨時掌握老人家的健康指數。

(三)文獻回顧與探討

利用手機內置加速度感測器判斷人體姿態已有相關研究，如

(四)研究方法及步驟

本研究的老人照護系統之老可以分為四個部分，如圖 1 所示

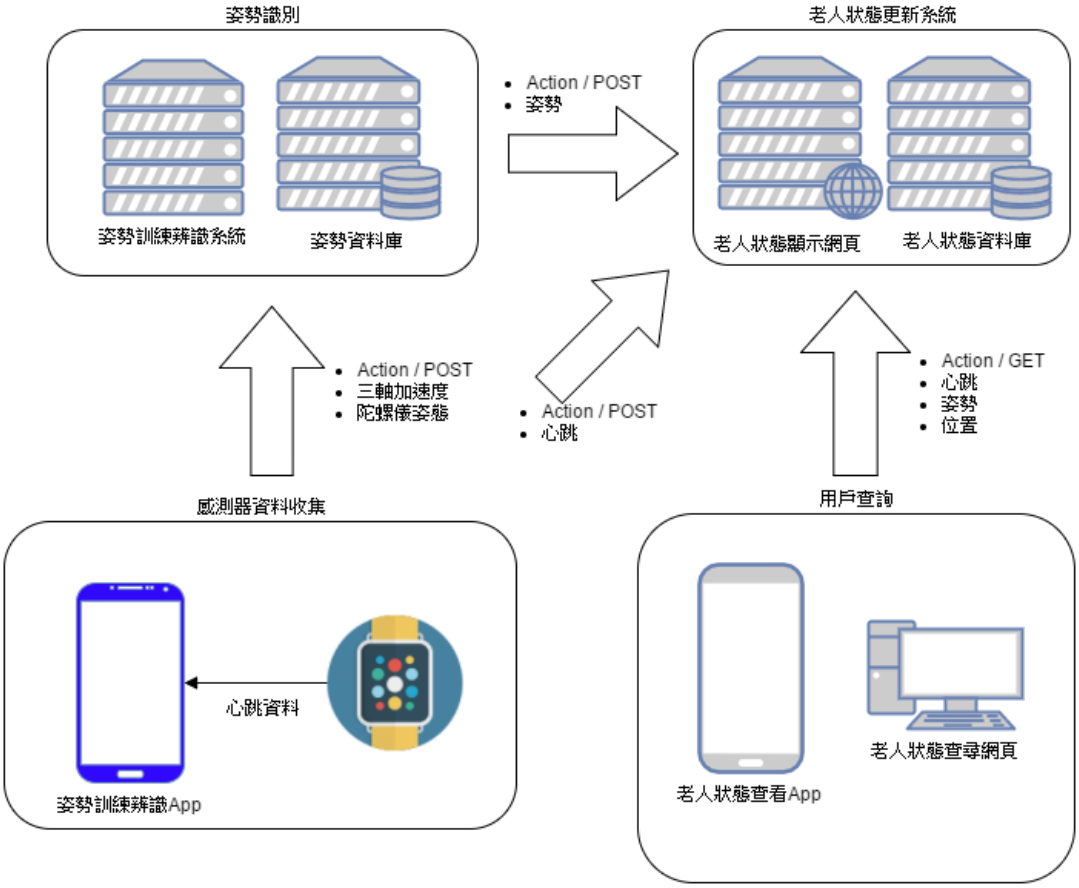

圖 1 系統架構

第一部分是資料收集，透過穿戴式手錶上或智慧型手機上的感測器(Sensor)的採集資料。由於本研究的需求，所使用的智慧型手錶須能收集到資料有心跳頻率、九個維度的加速度資料。然而大部分的智慧手錶本身沒有 GPS 的功能，但手機通常具備 GPS 功能，因此還可以透過手機補足所需的資訊。為了減少收集加速度與姿態資料時所受到的感擾，本研究將手機放置在人體軀幹中心部分如圖 2 所示，軀幹中心對比其他人體部位，如手腕，大腿更不容易動作。第二部分是姿勢訓練識別系統，姿勢訓練識別伺服器負責姿勢的特徵提取、訓練、分類等計算。第三部分是老人狀態更新系統，負責存放老人當前的生理資訊與姿勢資料，提供存取與顯示。第四部份是用戶查詢系統，如圖 3，該系統會存取老人狀態資料庫，即時顯示老人的心跳與姿勢，並在老人跌倒時發送 Email 與簡訊通知使用者。

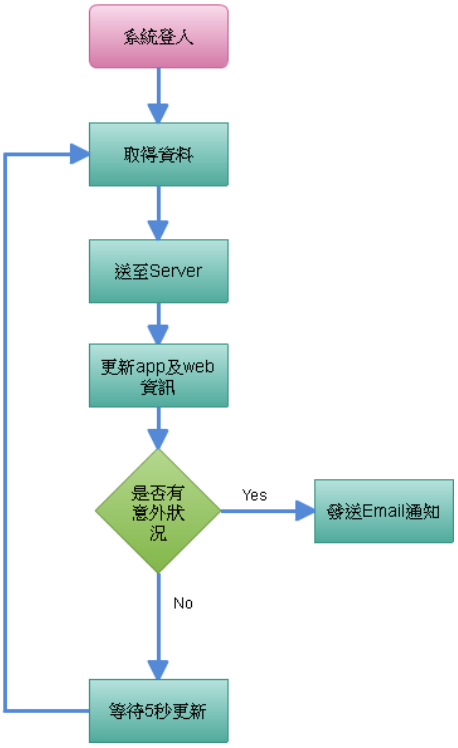

圖 3. 手機 App 與 Web 用戶查詢系統流程

雲端服務主要有三種類型，第一類軟體即服務(Software as a Service, SaaS)如 Google Mail、Google Map、Youtube 影音服務、Facebook 等；第二類平台即服務(Platform as a Service, PaaS)，提供運算平台或是解決方或是客戶的應用程式的部署與管理，如 Amazon 的 AWS(Amazon Web Service)、微軟的 Windows Azure、Google 的 App Engine 等等都屬於 PaaS 類型，開發者也可以利用該平台提供客戶 SaaS 類的服務；第三類基礎設施即服務(Infrastructure as a Service, IaaS)，直接提供硬體環境及網路頻寬給企業用戶使用，如 Amazon 的 EC2 的服務。

本研究的姿勢辨識訓練系統可以使用 2 種不同的架構來實作，其一為將辨識姿勢的功能寫成一個 App，安裝於智慧手錶中，該 App 可直接將智慧手錶上的感測器資訊直接辨識成姿勢，然後透過藍芽通訊傳送給行動裝置(手機)，考量智慧手錶的運算能力，本研究採用第二種架構實作。而另一種姿勢辨識服務類似屬於上述的第一類 SaaS，但可以利用 Amazon 提供的 EC2 的主機，在上面部署自己開發的姿勢辨識相關運算程式，智慧手錶的感測器資訊透過藍芽傳送到手機裝置，手機再將所接收到的資訊上傳至雲端運算系統，求得姿勢的資訊後，再利用姿勢資訊做後續應用。

姿勢訓練辨識系統主要有 5 個階段，如圖 5

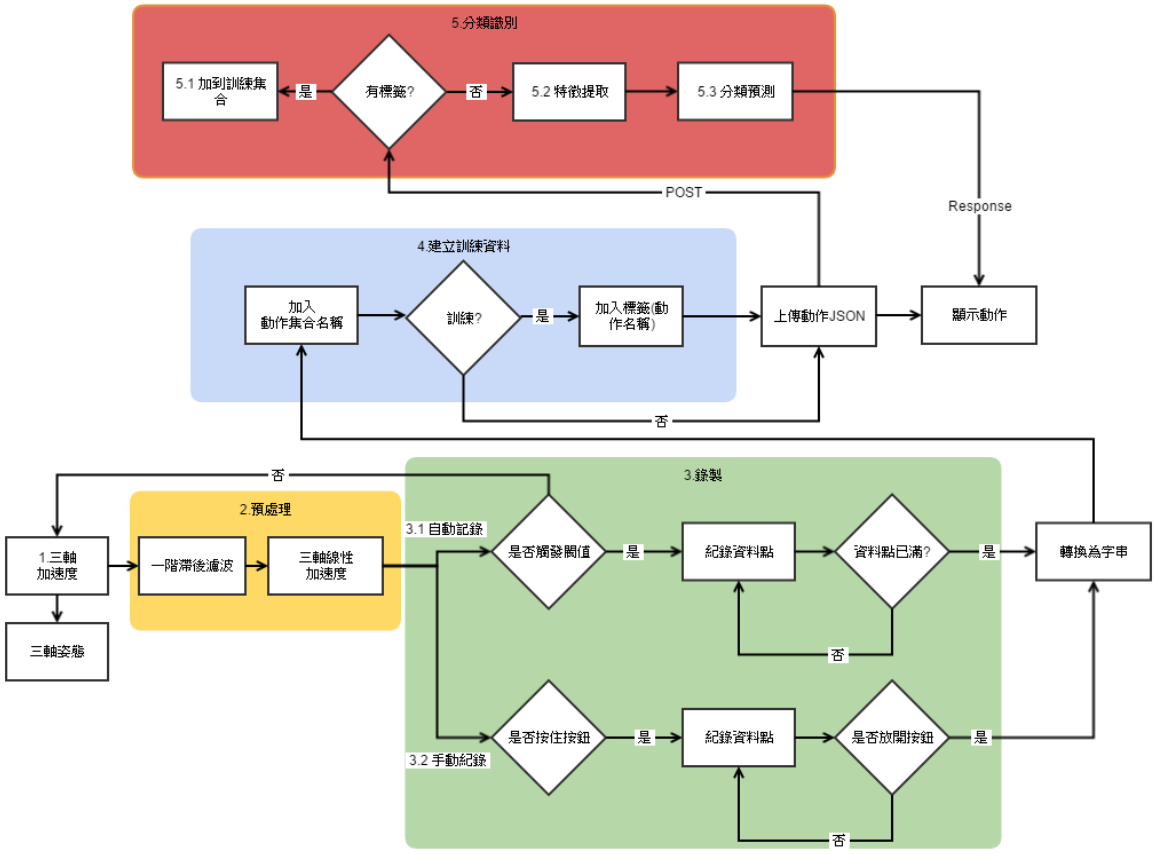

圖 5. 姿勢訓練辨識流程

1.採集原始三軸加速度訊號

2.預處理階段:

設計一個濾波器去除訊號的抖動並隔離重力影響，該濾波方程描述如下

$$S(V_t) = \begin{cases} V_t & t = 0 \\ V_{t-1} - V_{t-1}(\alpha + (1-\alpha)) & 0 < t \leq T \end{cases}$$ α為濾波係數，範圍為 0~1

α越靠近 1 對訊號噪聲去除效果越好，即抖動的訊號容易被消除，但過小則容易忽略手勢本身的訊號特徵。

3.錄製

如何偵測即將跌倒姿勢的加速度

3.1 自動記錄

設置某一閥值，當加速度超過該閥值則認為即將跌倒了，從開始後計時 2 秒後結束。

3.2 手動紀錄

在手機觸摸屏上設置按鈕，當使用者壓下時則姿勢開始，放開則結速。

4.建立訓練資料

這個階段為採集用戶姿勢的樣本，樣本數量會影響後續採用的分類器與準確率。

5.分類識別

5.1 收到樣本如果沒有標籤則直接分類給出標籤，有標籤則加到訓練資料裡

5.2 特徵提取階段:若直接計算樣本之間的距離，則須計算$3 \times t$點距離，為減少計算量

與增加效率，本系統提取時域上的特徵:平均值、標準差、最大值索引、最小值索引，轉換過程如下

$$\begin{bmatrix} X_1 & X_2 & \dots & X_n \\ Y_1 & Y_2 & \dots & Y_n \\ Z_1 & Z_2 & \dots & Z_n \end{bmatrix} \xrightarrow{Feature\ Extration} \begin{bmatrix} meanX,\ meanY,\ meanZ, \\ sdX,\ sdY,\ sdZ, \\ posValX,\ posValY,\ posValZ, \\ posPeakX,\ posPeakY,\ posPeakZ \end{bmatrix}$$

5.3 分類階段:如果姿勢樣本數量<5 則採用 fastDTW[5]，DTW(Dynamic Time Warping)為一種計動態規劃算法，主要計算兩個時間序列的相似性(距離)，fastdtw 為 DTW 的改進版本目的是降低時間與空間複雜度，在本系統計算過程為:計算輸入姿勢與訓練姿勢集合所有的姿勢做距離計算，選擇距離最近的樣本標籤為輸出，如果樣本數量>5 則採用 kNN(k-nearest neighbor)[6]最近鄰算法，kNN 是一種貪婪算法，主要策略為選擇鄰近樣本占最多標籤的類別為輸出。

Algorithm 1 k-Nearest Neighbor

```
1: Input: X:training gesture data Y:class label of X, x:unknown input gesture
2: procedure CLASSIFY(X,Y,x)
3:     for each gesture i in X do
4:         Compute distance d(X_i, x)
5:     end for
6:     Compute set I containing indices for the k smallest distances d(X_i, x)
7:     return majority label for Y_i where i∈I
8: end procedure
```

圖 2.2.2 k-nearest neighbor pseudocode

(五)預期結果

1. 完成姿勢辨識的學習與訓練系統。
2. 完成姿勢辨識的辨識系統。
3. 實作從智慧手機將將感測器資訊上傳至手機甚至置雲端姿勢辨識訓練系統的整個完整流程。
4. 完成雲端資料庫系統，以記錄所接收到的姿勢資訊。
5. 完成前端穿戴裝置整合系統及照護者觀測系統。

(六)參考文獻

1. Rabiner, Lawrence R, “A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition,” *Proceeding of the IEEE* 77.2 (1989): 257-286.
2. Hofmann, Frank G., Peter Heyer, and Günter Hommel. “Velocity profile based recognition of dynamic gestures with discrete hidden Markov models,” *Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction*. Springer Berlin Heidelberg,

1998. 81-95.

3. Liu, Jianfeng, Zhigeng Pan, and Li Xiangcheng. “An accelerometer-based gesture recognition algorithm and its application for 3D interaction,” *Computer Science and Information Systems* 7.1 (2010): 177-188.
4. KUMAR, G. VIJAYA, et al. “HAND GESTURE RECOGNITION USING ACCELEROMETER FOR DISABLED.”
5. Naghshineh, Sam, Golafsoun Ameri, and Mazdak Zereshki. “Human Motion Capture using Tri-Axial accelerometers.” (2009).
6. Joselli, Mark, and Esteban Clua. “grmobile: A framework for touch and accelerometer gesture recognition for mobile games,” *Games and Digital Entertainment* (SBGAMES), 2009 VIII Brazilian Symposium on. IEEE, 2009.
7. 劉蓉、劉明，「基於三軸加速度感測器的手勢識別」，計算機工程，第 24 期，第 37 卷，取自 http://wenku.baidu.com/link?url=WInUJzOansvptcEvfVw_LIEPvr9s5IzU3S2EAfl6CqRA07v02JGXyiTdDUv1vMXLUgySx2YRbESAYdNJkV6hCsdktLjUC3dOwrSnzUTGRRO。
8. 陳右怡，2014 年 2 月，「使用體驗決定產品成敗　穿戴裝置首重人機互動功能」，取自 http://www.mem.com.tw/article_content.asp?sn=1402050002&page=2。
9. 吳季剛，2014 年 11 月，「穿戴介面有解：EMG 肌電手勢」，取自 https://www.ctimes.com.tw/DispArt/tw/觸覺感受控制產品/1411061725DJ.shtml。
10. NDTV Correspondent, 1 June 2015, “Google's Project Soli to Bring Radar-Based Gesture Recognition to Wearables”, from http://gadgets.ndtv.com/wearables/news/googles-project-soli-to-bring-radar-based-gesture-recognition-to-wearables-698384。
11. https://www.youtube.com/watch?v=Ms9ei6ybMEQ。
12. https://www.youtube.com/watch?v=Gx3zWHS8amA。
13. https://www.google.com/atap/project-soli/。