

以加速規為核心發展穿戴式裝置個人生活型態模式分析技術

*姜依帆^{1,2} 徐業良^{1,2}

¹元智大學機械工程系 ²元智大學老人福祉科技研究中心

1. 研究背景與目的

穿戴式裝置如智慧手錶、智慧手環等逐漸蔚為風潮，許多市售穿戴式裝置搭載特殊感測器，量測使用者各種動作訊號或生理訊號，如能進一步分析這些大量訊號，找出使用者每天活動中的隱藏關聯和模式，進而規劃、提供相關的衍生服務，才能為穿戴式裝置產生出真正的價值。穿戴式裝置可以量測的生理訊號以心率、體溫、體汗為主，有量測位置的限制，且需要電極緊貼皮膚。穿戴式裝置常以 G-sensor 量測使用者動作訊號，較無量測位置限制，亦不需電極緊貼皮膚，實務使用上較為方便，設計彈性也較大。本研究目的在發展個人生活型態模式分析技術，將穿戴式裝置 G-sensor 輸出的使用者動作訊號轉換成活動強度，並進而分析個人生活型態模式資訊。

2. 研究方法

活動強度有各種不同定義，本研究以衛生福利部國民健康署之「活動強度」分級為主要依據，分為坐式、輕度、中度、費力四個等級。在估計上，攝氧量能準確估計熱量消耗，但必須在實驗室環境使用心肺運動測定儀來量測。因此本研究採用較簡易的心率儲備法估計活動強度，以下式計算出百分比，判別活動強度： $(HR - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest})$ ，其中 $HR_{max} = 220 - Age$ ， HR_{rest} 為測試者靜坐 5 分鐘後，量測第 6 分鐘心率。由此可看出心率儲備法考慮了年齡因素和測試者個別差異。以 G-sensor 量測活動強度辨識特徵(feature)選取上，經過初步實驗後，發現坐式與輕度活動之步頻(cadence)遠較中度與費力活動為低，而中度與費力活動步頻接近，但費力活動高 G 值數據比例較高。因此本研究決定以「高 G 值（超過 0.5g~1.5g）數據比例」及平均步頻作為活動強度辨識特徵，蒐集活動樣本以進行機器學習。步驟敘述如下：(1)測試器材：心跳帶、手機 G-sensor 與計步器 App；(2)心跳帶每 1 分鐘輸出心跳；(3)G-sensor 與計步器 App 每 2 分鐘輸出 G 值（0.2 秒取樣 1 次）及步頻數據；(4)測試時間：特定運動持續至測試者心率符合心率儲備法估計活動樣本為所需活動強度（坐式、輕度、中度、費力）；(5)運動第 1 分鐘心率、G 值及步頻數據不使用；(6)紀錄 2 分鐘運動樣本「高 G 值數據比例」及平均步頻。

圖 1 上為本研究蒐集之 80 個活動樣本，其中橫坐標為高 G 值數據比例，縱坐標為平均步頻，資料點以顏色區分活動強度，■—坐式、◆—輕度、×—中度、✓—費力。將所蒐集之活動樣本輸入機器學習軟體 Weka (Machine Learning Group at the University of Waikato, 2014)。此外，亦增加 20 個靜止樣本，高 G 值數據比及平均步頻均為零。機器學習選擇 Naive Bayes Classifier，以“10 fold cross validation”評估，機器學習模型預估正確率為 94%，預估錯誤的樣本集中在中度、費力兩個等級。圖 1 下將所得機器學習模型視覺化顯示，其中橫坐標為高 G 值數據比例，縱坐標為平均步頻，資料點以顏色區分活動強度，■—坐式、◆—輕度、×—中度、✓—費力；依此模型進行活動強度預測，輸入「高 G 值數據比例」及平均步頻，即可得到預估之活動強度為坐式、輕度、中度、或費力，進而推估其日常生活型態指標 PAL (Physical Activity Level) (Roza & Shizgal, 1984)。

3. 結果與討論

本研究邀請四位不同年齡與職業的測試者，分別為大學生（20 歲）、上班族（22 歲）、上班族（31 歲）、服飾店老闆（58 歲），均為男性，且每天均有固定運動習慣。測試者配戴裝有 G-sensor App

之手機 14 天(2014/12/09~2014/12/22)，紀錄並分析四位測試者之生活模式。如圖 2 為測試者 D 服飾店老闆一天的活動強度資料，是四位測試者中唯一中高年人，每天作息時間十分規律，早上約 6 時起床、11 時入睡，下午並有 1.5 小時左右午睡，每天早晨固定慢跑一小時左右；且由於工作性質，工作期間以站立居多，輕度、中度活動混合，身體活動量較高。如圖 2，測試者 D 當日 PAL 為 1.84，屬中度活動生活型態。本研究應用於穿戴式裝置 G-sensor 量測使用者動作訊號，發展之活活動強度辨識技術，可具體闡釋不同年齡、職業，以及平日/假日之活動強度和生活型態差異。

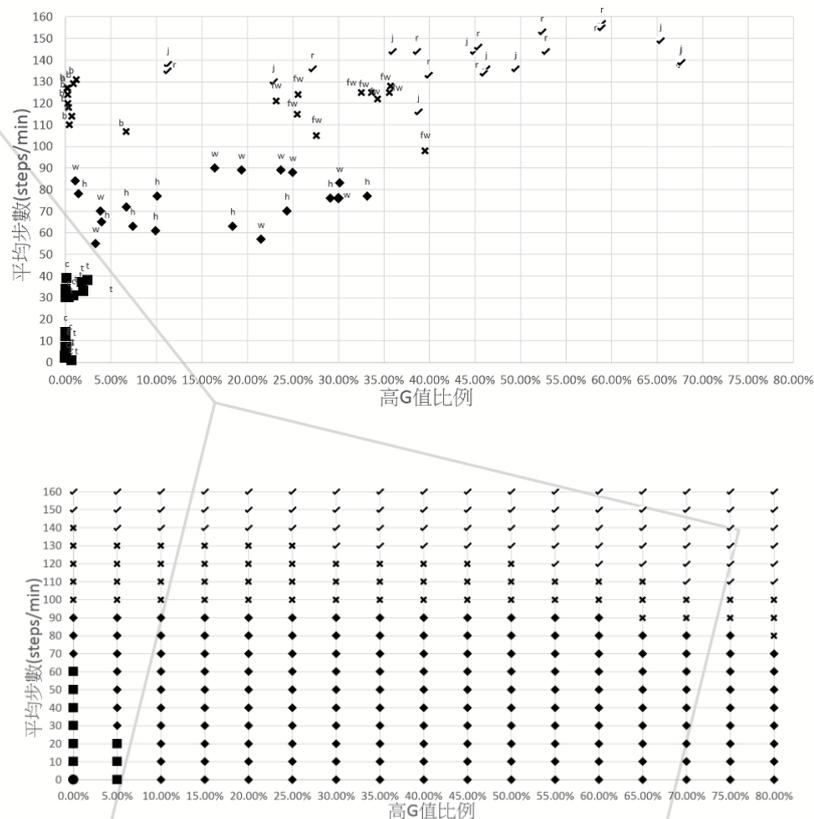


圖 1. 本研究蒐集之 80 個活動樣本與機器學習模型視覺化顯示

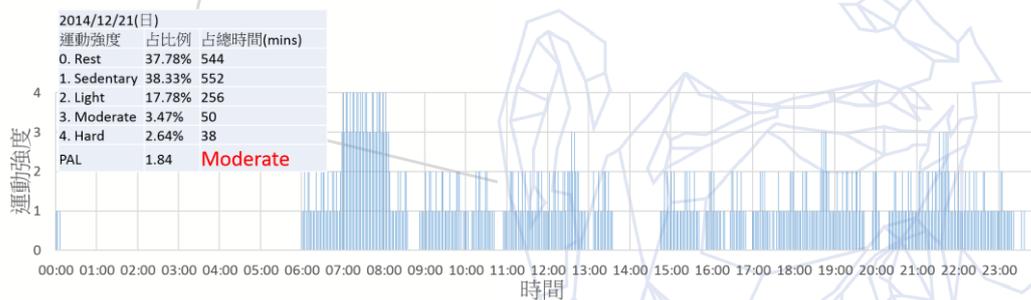


圖 2. 測試者 C 一天的活動強度資料

參考文獻

1. Machine Learning Group at the University of Waikato. Weka 3: Data Mining Software in Java. Retrieved December 14, 2014, from <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>
2. Roza, A., & Shizgal, H. (1984). The Harris Benedict equation reevaluated. *American Journal of Clinical Nutrition*, 40(1), 168-182.