

利用三維加速規作為失能高齡者居家環境改造之臨床決策輔助工具

孫天龍¹ *黃建華^{1,2} 裴駿³ 詹凱傑¹

¹元智大學 工業工程與管理學系

²衛生福利部豐原醫院 復健科

³南開科技大學 福祉科技與服務管理研究所

1. 研究背景與目的

高齡者跌倒為高齡醫學之常見課題，而居住環境不良是跌倒危險因子之一，但臨床醫療人員對高齡者居家環境改造的建議並不多。這是因為相對於公共建築物的無障礙環境設施規劃以通用設計概念為主，失能高齡者居家環境改造則須考量個人失能狀況不同而著重於客製化設計。目前國內探討此議題的實驗性因果關係研究甚少，造成臨床人員無法給予有量化依據之建議。因此發展簡易型的跌倒風險評估裝置，以輔助臨床人員評估失能高齡者居家環境安全時的決策依據有其臨床價值與必要性。

目前研究(Altun et al., 2010)可攜帶式跌倒偵測系統，大多使用三維加速規(accelerometer)、陀螺儀(gyroscope)、水平感應器(horizon)等動態感測器來作偵測。例如 Mathie et al. (2002)提出計算訊號強度向量(signal vector magnitude, SVM)作為跌倒事件偵測的研究，其結論建議當 $SVM > 1.8g$ 時便可能是跌倒的情形發生，本研究利用智慧型穿戴式裝置內建的三維加速規裝置於失能高齡者腰部，收集在不同居家環境下的參數變化作為判斷發生跌倒事件風險預測，研究目的在於提供臨床專業人員評估失能高齡者居家環境改造時的決策輔助工具。

2. 研究方法

本研究 2 位受測者皆為男性，分別為失能高齡者與健康高齡者，其年齡分別為 68 歲及 72 歲。前者失能及衰弱原因分別為中風導致右側肢體功能障礙，行走需持拐杖但可獨立不需他人扶持。本研究探討當居家環境有較大的高低落差時，使用扶手樓梯或斜坡道改造何者較能提供失能高齡者行走之安全性。實驗時兩位受測者分別在裝設有兩側扶手的樓梯及斜坡道上進行上、下樓梯及上、下斜坡道四種模擬居家環境行走，並在腰部配戴 CavyTech (<http://www.tunshu.com>) 手環內附的微機電三維加速規(30Hz)進行偵測動作加速度及數據收集(圖 1)。

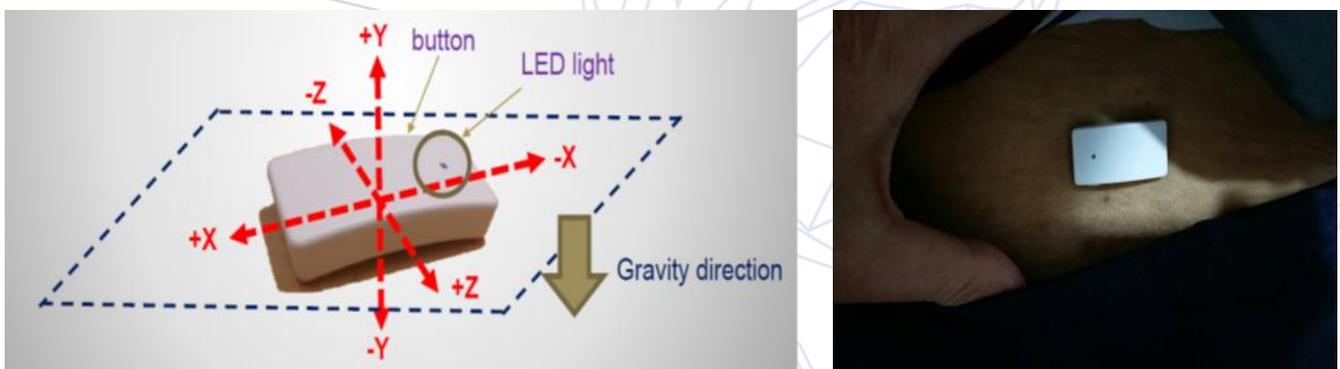


圖 1. 三維加速規裝置外觀與方向標示圖

3. 結果與討論

圖 2 為失能高齡者與健康高齡者於四種環境下行走之 SVM 隨時間變化折線圖。由圖可以看出二者有極大差異，首先是平均值(mean)的部分，失能高齡者上、下斜坡道及上、下樓梯的 SVM 平均值分別為 0.159g、0.224g、1.408g 及 0.053g；健康高齡者上、下斜坡道及上、下樓梯的 SVM 平均值則分別為 0.33g、0.807g、0.621g 及 1.501g。失能高齡者與健康高齡者的 SVM 平均值差異相當大，上下斜坡道行走二者皆呈現下斜坡大於上斜坡的趨勢；而樓梯行走的部分則呈現相反的趨勢，失能高齡者在上樓梯時有較大的 SVM 而健康高齡者則是在下樓梯時有較大的 SVM。另外可以從圖看出失能高齡者的 SVM 於四種行走環境中皆有多次的劇烈變化超過 95%信賴區間的上限，而且斜坡行走的劇烈變化次數（上坡：3 次；下坡：5 次）超過樓梯行走（上樓：3 次；下樓：3 次）；反觀健康高齡者的 SVM 僅在上下斜坡行走時各出現 1 次及 2 次的劇烈變化。上述結果顯示失能高齡者行走時由於必須借助扶手保持身體穩定度，因此其 SVM 平均值皆會小於健康高齡者，唯一例外是上樓梯時因為失能高齡者為半側偏癱之中風患者，上樓時必須完全借助健側施力作推進方式因此難以控制力道便容易有較大的 SVM 變化。另外由於本實驗樓梯的階梯數為 3 階，所以很容易理解失能高齡者上下樓梯 SVM 劇烈變化的次數皆為 3 次並非偶然，可以推論其行走時在每一階中間都有停頓；相對的健康高齡者的上下樓梯 SVM 變化呈現穩定而平順可以推論其行走時並無停頓。

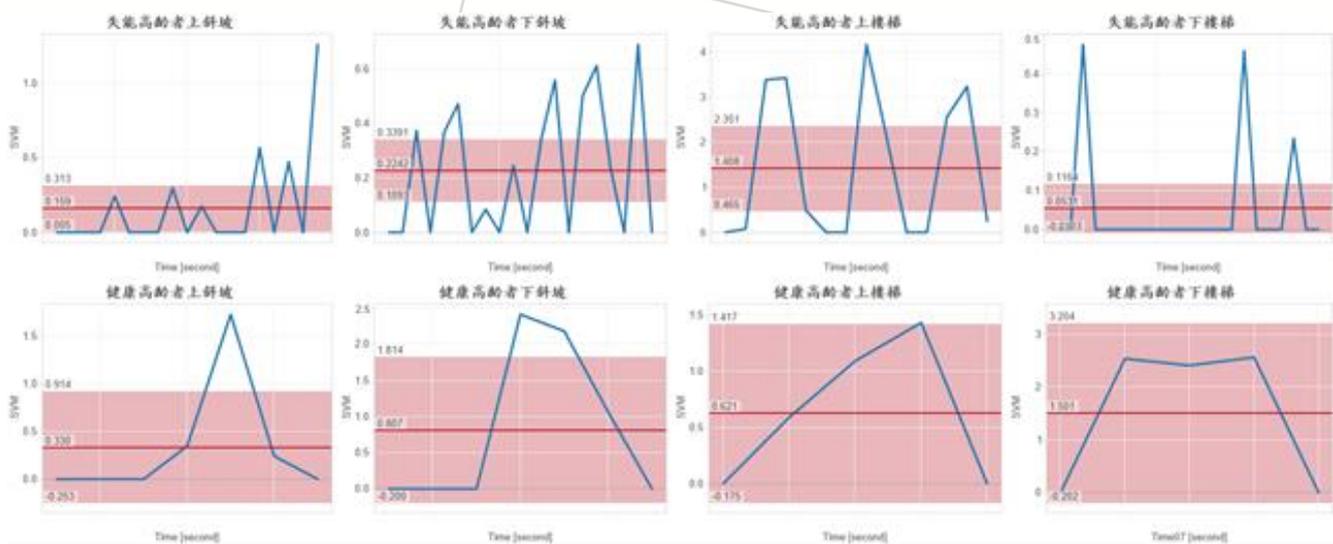


圖 2. 失能高齡者與健康受測者於四種環境行走之 SVM 隨時間變化折線圖
(紅色線為平均值，粉紅色區域為 95%信賴區間)

綜合以上結果，對於本實驗失能高齡者而言，同樣依賴扶手的情況下斜坡行走相較於樓梯行走有較多次的 SVM 劇烈變化，而且對比健康高齡者不管是斜坡或樓梯行走都呈現穩定的狀態，當居家環境有較大的高低落差時，使用扶手樓梯的居家環境改造建議可以提供較高的安全性。

參考文獻

1. Altun, K., Barshan, B., & Tunçel, O. (2010). Comparative study on classifying human activities with miniature inertial and magnetic sensors. *Pattern Recognition*, 43(10), 3605-3620.
2. Mathie, M. J., Lovell, N. H., Coster, A. C. F., & Celler, B. G. (2002). Determining activity using a triaxial accelerometer. In *Proc. 2nd Joint EMBS-BMES Conf*, 3, 2481-2482.