

# 睡眠感知床墊 WhizPAD 基本功能測試及睡眠狀態判斷準確性評估

\*林致緯<sup>1,2</sup> 李杰儒<sup>1,2</sup> 徐業良<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>元智大學機械工程學系 <sup>2</sup>元智大學老人福祉科技研究中心

## 1. 研究背景與目的

睡眠資訊是判斷高齡者健康狀況的關鍵資訊之一。睡眠多項生理檢查儀器(polysomnography, PSG)是睡眠監測標準設備，然而使用時會在受測者身上配戴各類感測器來收集生理訊號，較不適合在居家環境下進行長期監測。許多研究者以臥床活動感測(bed actigraphy)、非察覺的監測方式進行睡眠監測，例如在床上裝置大量壓力感測器(Nishida et al. 1997; Van Der Loos et al.; 2003)。

本研究開發商品化的睡眠活動感知床墊 WhizPAD 是一個厚度 5 公分的床墊，應用感溫釋壓泡棉和導電泡棉組合設計(徐業良等, 2014)，能依據人體體型塑形均勻釋壓、十分舒適，亦能感測臥床者在床上的活動所造成的壓力變化，經分析、判斷可得到臥離床、臥床活動與睡眠判讀等資訊。如圖 1 所示，WhizPAD 可建置在居家環境或養護中心，透過行動裝置可以瀏覽即時資料、歷史資料以及統計圖表等，並可與家電產品如燈光、冷氣連結，依據睡眠狀況塑造舒適睡眠環境。本文目的即在針對 WhizPAD 基礎感知功能(臥離床、活動感知)及睡眠狀態判讀進行準確性評估。

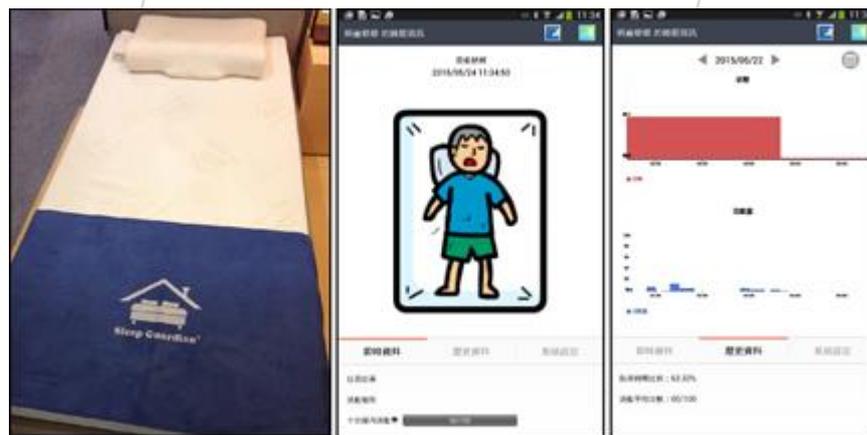


圖 1. WhizPAD 透過行動裝置可以瀏覽即時資料、歷史資料以及統計圖表等

## 2. 研究方法

臥離床判別是 WhizPAD 的基本功能，WhizPAD 可得到人體臥床時上肢、臀部的即時類比訊號(代表感測器電阻值)，再比對臥床電阻閾值，即可判斷使用者是否躺臥或坐起在床。臥離床判別實驗邀請 10 位受測者，6 男 4 女，身高範圍 156~180 公分，體重範圍 40~83 公斤。實驗分為兩階段，第一階段實驗驗證臥床、離床之準確度；第二階段實驗驗證躺臥、坐起之準確度。WhizPAD 感知臥床時會驅動 LED 燈亮起；感知離床則 LED 燈熄滅；受測人員躺臥 WhizPAD 上 5 秒紀錄狀態，接著離開(第一階段)或坐起(第二階段)，紀錄狀態；每階段實驗各反覆進行 5 次。活動感知是 WhizPAD 另一項基本功能，WhizPAD 以 20Hz 頻率讀取人體上肢、臀部以及下肢感測器電阻類比訊號，當人在 WhizPAD 上進行肢體活動時，比對兩筆感測器電阻類比訊號，如電阻差值大於活動電阻閾值，即判定使用者有一次活動。活動感知實驗邀請同樣 10 位受測者，實驗流程敘述如下：(1)實驗開始前，躺臥至 WhizPAD 上，雙手置於腹部，雙腿平放；(2)右手手臂輕輕抬起 5 秒再放下(小動作)；(3)側躺 5 秒再正躺(大動作)；(4)重複執行 10 次，完成試驗紀錄。

睡眠判讀實驗邀請受測者躺臥在感知床墊 WhizPAD 上，並配戴 PSG 的腦波、腹帶感測裝置；每人每段睡眠時間必須大於 2 小時以上，共蒐集 10 人，每人 2 時段睡眠資料。配合 PSG 判讀格式，每筆分析資料長度 30 秒，共約 4000 筆資料，每筆資料包含 WhizPAD 上肢、軀幹、下肢活動量，以及 PSG 自動判讀之睡眠狀態。將 4000 筆資料輸入 Weka (Machine Learning Group at the University of Waikato, 2015) 進行機器學習，並以“10 fold cross validation”評估機器學習結果。進行機器學習時，每筆資料除即時的 WhizPAD 量測資料外，亦加入前幾分鐘量測資料共同進行判讀。

### 3. 結果與討論

臥離床判別實驗結果，臥離床及躺臥/坐起判斷準確度均達 100%；活動感知實驗中，大活動偵測靈敏度、陽性預測值皆達 100%，小活動則分別為 96.5%、95.5%。本系列實驗最重要的目的是睡眠狀態判讀，表 1 為選擇“J48 Tree”機器學習演算法所得學習結果，當機器學習使用 WhizPAD 即時資料加上前 6 分鐘資料(N=6)進行判讀時，準確率較其他資料形式為高，達 88.96%，特別是較困難的清醒判斷，準確率亦達 69.20%。因此本研究採用 N=6 之機器學習模型作為 WhizPAD 睡眠判讀的依據。未來獲得更多受測者資料時，可持續更新機器學習模型，以提升自動判讀準確性。

表 1. 各資料格式之機器學習準確率分析表

N	實際	預測結果		分類事件%		
		清醒	睡眠	正確	不正確	陽性預測值
0	清醒	348	349	86.50	13.50	49.93
	睡眠	61	2278			
1	清醒	430	265	87.77	12.23	61.87
	睡眠	106	2233			
2	清醒	434	259	88.26	11.74	62.63
	睡眠	97	2242			
3	清醒	442	249	88.51	11.49	63.97
	睡眠	99	2240			
4	清醒	44	245	88.87	11.13	15.22
	睡眠	92	2247			
5	清醒	445	242	88.83	11.17	64.77
	睡眠	96	2243			
6	清醒	474	211	88.96	11.05	69.20
	睡眠	123	2216			
7	清醒	459	224	88.95	11.05	67.20
	睡眠	110	2229			

### 參考文獻

1. 徐業良、劉育璋、吳科沅(2014)。非察覺式活動檢知裝置。日本專利特許第 5480846 號。
2. Nishida, Y., Takeda, M., Mori, T., Mizoguchi, H., & Sato, T. (1997, September). Monitoring patient respiration and posture using human symbiosis system. In *Intelligent Robots and Systems, 1997. IROS'97., Proceedings of the 1997 IEEE/RSJ International Conference on* (Vol. 2, pp. 632-639). IEEE.
3. Van Der Loos, H. M., Ullrich, N., & Kobayashi, H. (2003). Development of sensate and robotic bed technologies for vital signs monitoring and sleep quality improvement. *Autonomous Robots, 15*(1), 67-79.
4. Machine Learning Group at the University of Waikato. Weka 3: Data Mining Software in Java. available at: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/> 2014.