

以機器學習建立感知床墊 WhizPAD 睡眠演算法

*林致緯^{1,2} 白麗² 莊宗霖^{1,2} 李杰儒^{1,2} 徐業良^{1,2}
¹元智大學機械工程學系 ²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，例如本研究開發商品化的睡眠活動感知床墊 WhizPAD，應用感溫釋壓泡棉和導電泡棉組合設計(Liu et. al, 2014)，能依據人體體型塑形均勻釋壓，十分舒適、能預防褥瘡創，亦能感測臥床者在床上的活動，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、醫療院所或養護中心，臥床活動等資訊儲存於雲端伺服器，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。本文目的以機器學習建立感知床墊 WhizPAD 睡眠演算法以 WhizPAD 睡眠狀態判讀準確性評估建立雲端睡眠演算法資料庫。



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

本項實驗利用 PSG 多項睡眠生理監測儀監測腦波、眼動以及腹部呼吸，並以自動分析軟體判讀清醒與睡眠兩種狀態。圖 2 上方為 WhizPAD 所量測的資料，其中包含上肢、軀幹以及下肢三部分活動量，下方所對應的藍線即為 PSG 判讀的睡眠狀態。

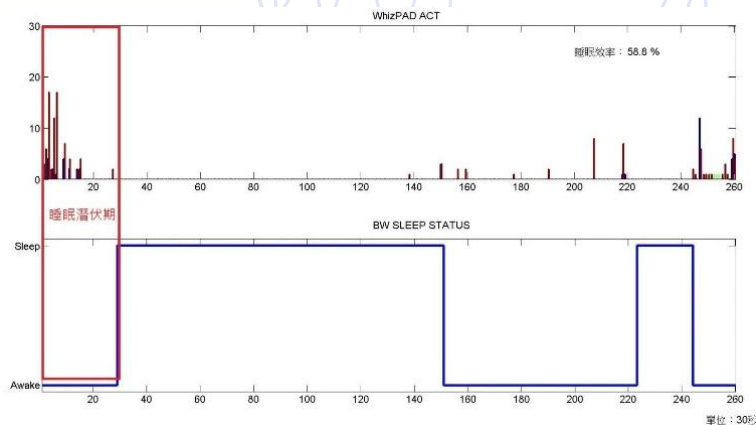


圖 2. 多項睡眠生理監測儀與感知床墊睡眠資訊對照圖

圖 2 中可以看出，清醒狀態下的活動量通常會遠高於睡眠狀態，尤其是處於睡眠潛伏期與結束睡眠時的平均活動量更是比熟睡時為多；然而最後一次活動的發生時間點，通常會比入睡時間提早幾分鐘發生，因此本研究同時使用即時及前幾分鐘 WhizPAD 感測活動量為輸入，對照 PSG 判讀的睡眠狀態，以 Weka 軟體進行機器學習(Machine Learning Group at the University of Waikato, 2014)。

本研究使用 10 人共約 1,500 分鐘睡眠資料進行機器學習，圖 3 所示為 30 秒即時活動量（上肢、軀幹、下肢）加上前 7 分鐘活動量的學習樣本格式，最後的“W”或“S”為 PSG 判讀睡眠狀態。

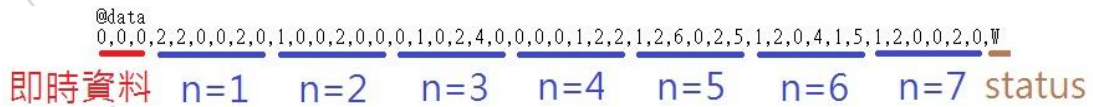


圖 3. 機器學習資料格式

3. 結果與討論

表 1 為以 10 折交叉驗證(10-fold cross validation)驗證機器學習結果，以即時的睡眠資料加上前 6 分鐘睡眠資料機器學系結果，準確率(89%)及清醒的陽性預測率(69%)均最高，因此本計畫將以此機器學習模型做為 WhizPAD 商品化產品睡眠判讀之依據。

表 1. 以 10 折交叉驗證(10-fold cross validation)驗證機器學習結果

M	實際	預測結果		分類事件%		
		清醒	睡眠	正確	不正確	清醒陽性預測值
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	0.64
	睡眠	99	2240			
4	清醒	446	245	88.87	11.13	64.54
	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. Liu, Y. W., Hsu, Y. L., & Chang, W. Y. (2014). Development of a soft motion-sensing mattress for telemonitoring applications. *Gerontechnology*, 13(2), 254.
2. 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