

如何驗證由 ECG 心電訊號與 PPG 光體積訊號所取得的呼吸頻率

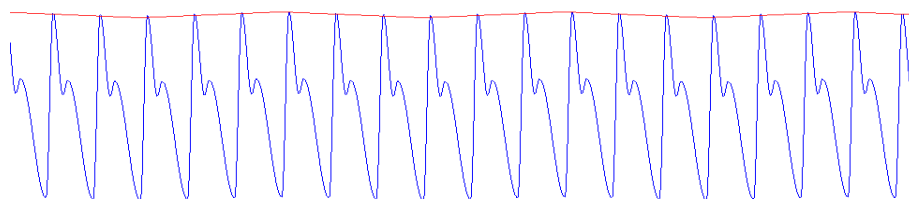
前言

呼吸頻率的定義為在靜止狀態下測量一個人每分鐘的呼吸次數，在臨床診斷上，呼吸頻率被廣泛用來評估生理狀態的信息指標，尤其用於睡眠及壓力分析。由於現在穿戴式量測生理訊號的裝置日漸普及，也使得 ECG 心電訊號或 PPG 光體積訊號較為容易取得。目前不少穿戴式產品製造商開始發展從 ECG 或 PPG 訊號中提取呼吸訊號成分，由 ECG 訊號中分析出呼吸頻率的方法為 EDR (ECG-derived Respiration)，而由 PPG 訊號中分析出呼吸頻率的方法為 PDR (PPG-derived Respiration)，兩種方法的共同優點為非主動式量測、訊號取得便利、安全且沒有危險性。

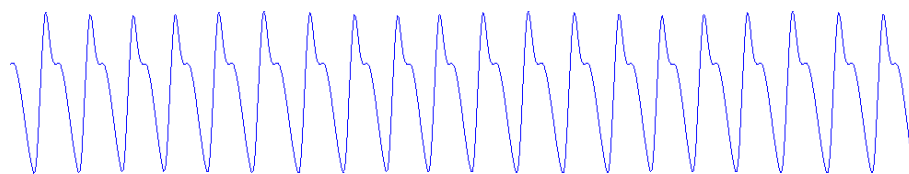
EDR 及 PDR 分析方法介紹

目前 EDR (ECG-derived Respiration) 的分析主要是利用三種呼吸造成 ECG 的變化來偵測呼吸率。第一個是因為呼吸導致心軸變位，最後造成 ECG 的振幅變化(AM: Amplitude Modulation)。第二個是呼吸造成心跳改變(FM: Frequency Modulation)。第三個是呼吸造成肋骨及橫隔膜的肌肉變動產生的肌電訊號(EMG)影響 ECG 的基線變化(BM: Baseline Modulation)。

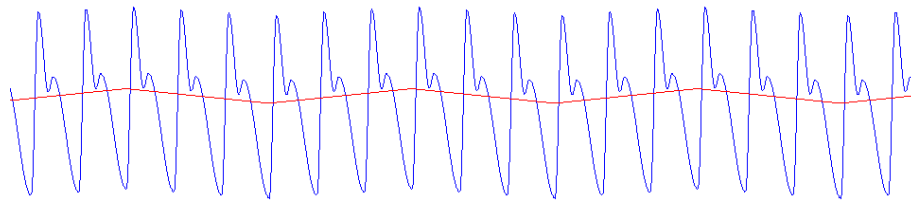
而 PDR (PPG-derived Respiration) 的分析方法也是利用三種呼吸造成 PPG 的變化來偵測呼吸率。第一個是因為呼吸導致心臟的容積量變化，最後造成 PPG 的振幅變化(AM)。第二個是呼吸造成心跳改變(FM)。第三個是呼吸造成胸腔壓力變化造成靜脈回血改變而影響到 PPG 的基線變化(BM)。



呼吸造成 PPG 的振幅變化(AM)

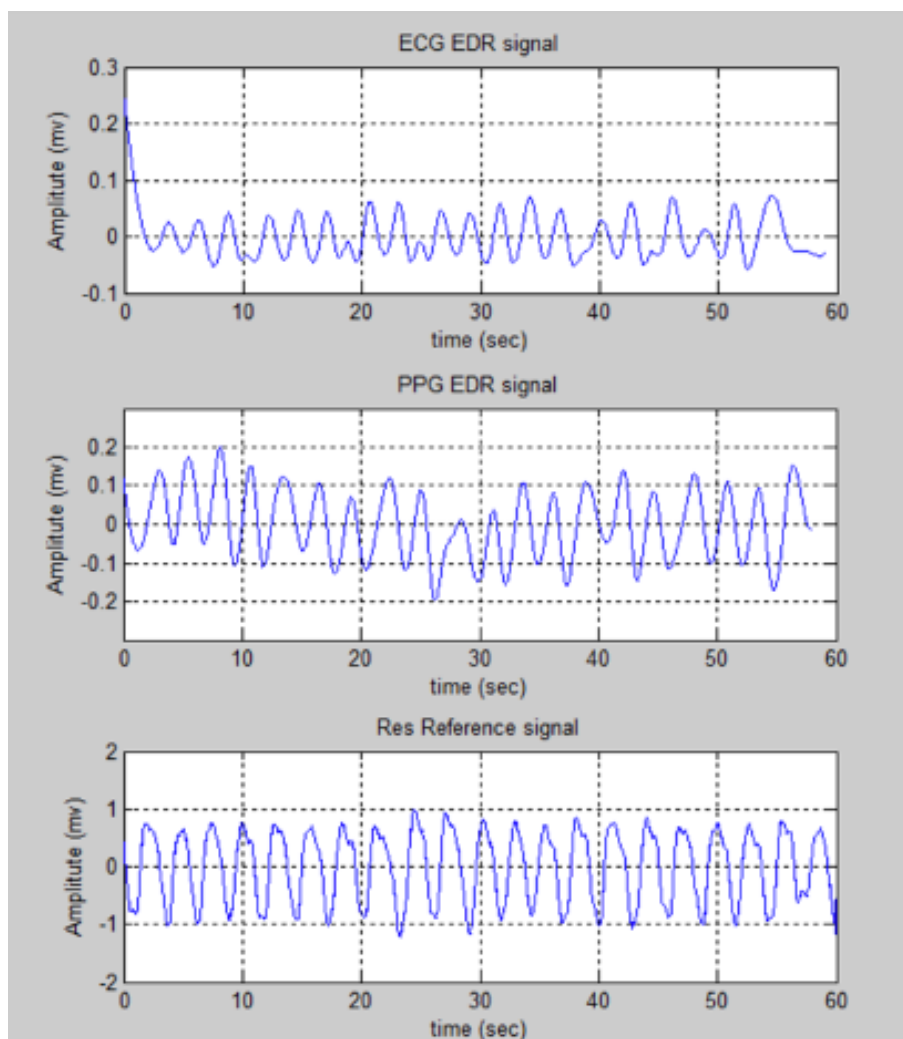


呼吸造成心跳改變(FM)



呼吸造成基線變化(BM)

EDR 及 PDR 的技術是把這三種變化訊號擷取出呼吸訊號出來，並計算出每分鐘的呼吸率。通常一個設備只會存在偵測一種訊號變化的功能。下圖是從 EDR 及 PDR 算出來的呼吸訊號及實際呼吸訊號的比對。



如何驗證 EDR 及 PDR 的準確度

在 EDR 及 PDR 的演算法開發時，需要建立驗證方法來確認演算法的有效性。我們提出二個步驟來驗證。

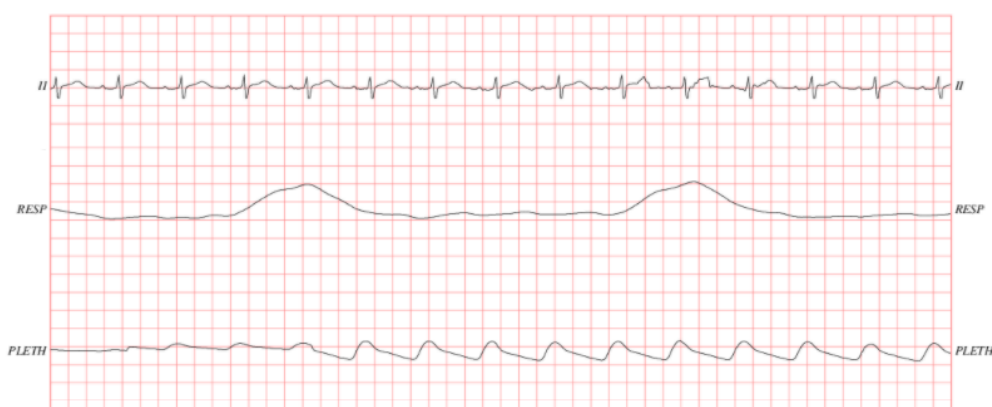
第一步、利用模擬訊號來驗證基本功能及系統運算效能。鯨揚科技的 SECG 5.0 AIO 可將 AM、FM 及 BM 的呼吸調變訊號加在 ECG 訊號上。使用者可以選擇適合的調變訊號及不同參數(變動比率、心跳數及呼吸率)來驗證。調整方法如下圖，其調整範圍為 0~16%，以 AM 而言是指在一次呼吸週期下，ECG 波振幅變化為原來振幅的 0~16%。FM 是指在一次呼吸週期下，相隔心跳變化為原設定心跳的 0~16%。BM 是指在一次呼吸週期下，基線漂移範圍為 ECG 振幅的 0~16%。呼吸率可以設定每分鐘 7~150 下。



第二步，透過真實 ECG 及 PPG 訊號來驗證呼吸率的計算與實際透過阻抗式、溫度或壓電式呼吸量測法來做比對。目前在 PhysioNet 的網站裡有四個適合的數據庫。

數據庫	受測者數量	ECG 訊號	PPG 訊號	呼吸量測方法
Cebsdb	20	O		壓電式
Fantasia	39	O		未揭露
Slpdb	18	O		溫度式
Mimic II/III	10	O	O	阻抗式

由此四個公開數據庫可取得 ECG 或 PPG 的訊號，經由鯨揚科技的 SECG 5.0 AIO 或 AECG100，可將數據庫的數位檔案轉換成類比訊號輸出。下圖是從 Mimic II/III 取得的 ECG、PPG 及呼吸的波形圖，可將經過 EDR/PDR 演算法所得到的每分鐘呼吸率與實際量測的每分鐘呼吸率來做比對。



結論

EDR 及 PDR 的應用日益增加，而呼吸率的準確性亦是使用者所關注重點之一。鯨揚科技提供有效率的驗證方法，協助醫療器材製造商在進入臨床測試前，能夠以重複且有效的方式做性能及演算法效率的驗證，提升臨床測試的成功率，也可以運用在生產線上做為生產品質的把關。

Contact WhaleTeq
+886 (2) 2596 0701
service@whaleteq.com