

鼾聲監測裝置之設計與測試- 論文口試報告

*Department of Mechanical Engineering
Yuan Ze University*

學生：陳明周

指導教授：徐業良教授



報告大綱

1. 研究背景與目的
2. 文獻回顧
3. 鼾聲與睡眠呼吸中止症鼾聲模式之判斷
4. 本鼾聲監測器之設計
5. 測試結果



研究背景與目的



打鼾是個嚴重的問題

- 在傳統觀念中，多認為打鼾是熟睡的表現，因此容易忽略打鼾背後的健康問題
- 鼾聲如雷，造成旁人難以入眠，影響人際關係
- 嚴重的打鼾會伴隨睡眠呼吸中止症，造成腦部缺氧、心肺功能受損，甚至引發心肌梗塞或猝死



睡眠呼吸中止症的普遍性

- 在美國做過睡眠呼吸中止症候的盛行率調查，統計結果有高達1%~8.5%的人口有這樣的問題[Partine, 1992]
- 兒童亦會有打鼾的情況，根據統計以4~7歲兒童較常見，其中10%是單純的打鼾，3%併有睡眠呼吸中止症 [Gislason,1995]
- 單純的打鼾若並沒有治療的必要，但嚴重的打鼾若不治療又會造成嚴重的影響，因此如何分辨打鼾的嚴重性是診斷上重要的問題。



夜間多項生理監測儀(overnight polysomnography)

- 監測項目：腦波、心電圖、眼動圖、呼吸量、血氧、鼾聲.....
- 優點：對睡眠與打鼾問題最精確的的檢查方式
- 缺點：需要配戴多種儀器，不方便也影響睡眠。而且只能在特定實驗室中進行，不能做長期與普遍的監測，有很大的改進空間



研究背景與目的

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

al Design Lab.

最佳化設計實驗室



研究目的

- 以「非察覺性(non-conscious)」、不影響使用者正常睡眠的方式，發展一種適合居家環境使用之鼾聲監測器。
- 監測項目包括有「鼾聲」與「睡眠呼吸中止症鼾聲模式特徵」。



睡眠呼吸中止症的定義

- 每小時的睡眠中有5次或以上超過10秒的阻塞性呼吸事件，或每7小時睡眠有30次的事件。 【曾若琦，民81年】
- 即使呼吸沒有中止，只要有通氣降低(hypopnea)並使血氧飽和度下降達4%以上者，也應該列入考慮



睡眠呼吸中止症鼾聲模式特徵

- 本研究對睡眠呼吸中止症的判斷乃是以鼾聲為依據，僅在判斷使用者是否符合「睡眠呼吸中止症鼾聲模式特徵」，因此並不同於醫學上所稱的睡眠呼吸中止症情形
- 因此僅提供可能性指標給使用者參考，而不做為診斷之用



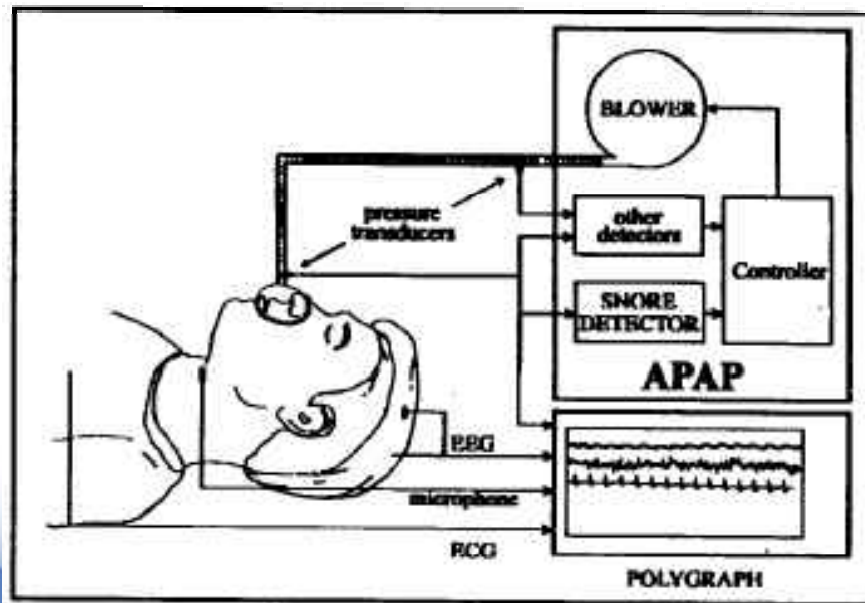
文獻回顧



感測方式

接觸式

- 感測方式：
 - Lopez等學者[1994]使用鼻罩將鼻孔出氣導入空氣壓力感測器



優點：可以清楚紀錄打鼾情形，甚至連呼氣中氮氣、氧氣等氣體所佔比例也能測量

缺點：量測時試驗者需戴上鼻罩



感測方式

接觸式

- 貼片式鼾聲感測器：量測打鼾聲時喉嚨及鼻腔的振動，具有體積輕巧、靈敏度高、不受環境異音影響的優點



(由DYMEDIX Corporation
所設計生產)



感測方式

非接觸式

- Alfaro等學者[1995]、Kim等學者[1999]以及Raimon[2000].....皆使用麥克風收音的方式。
- 優點：
 - 不需與試驗者接觸、體積小、售價低、靈敏度高
- 缺點：
 - 雜訊多，訊號不易處理，只要有人在旁邊講話、汽車、飛機經過...等，都會造成影響

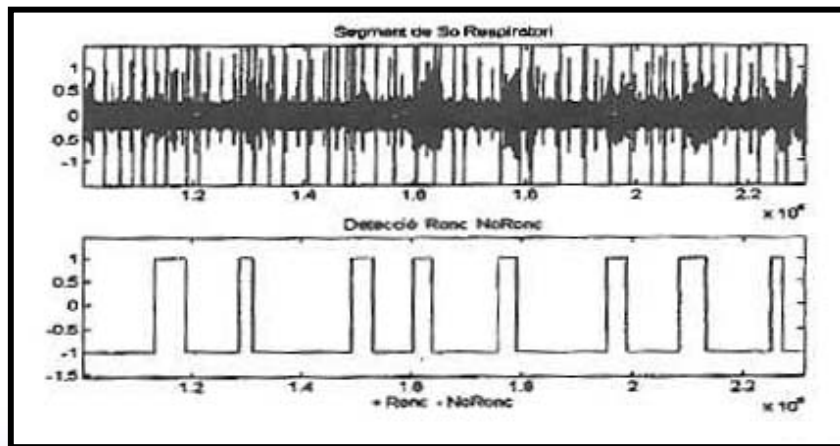


雖然雜訊多，但符合非察覺性監測的原則，因此本研究將採用麥克風為感測器

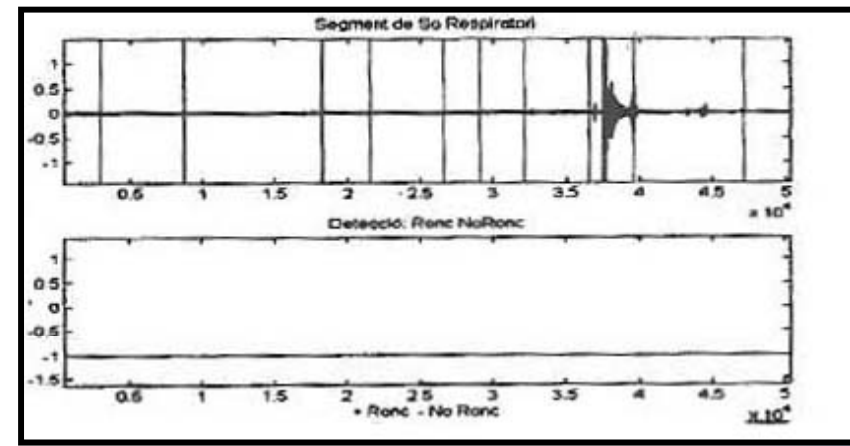


訊號處理

- 針對收音後的資料處理，Raimon[2000]使用類神經演算法，使程式能在離線狀況下去除雜訊、自動判別鼾聲



一充滿雜訊的訊號，經過處理後仍能清楚分辨鼾聲與非鼾聲；



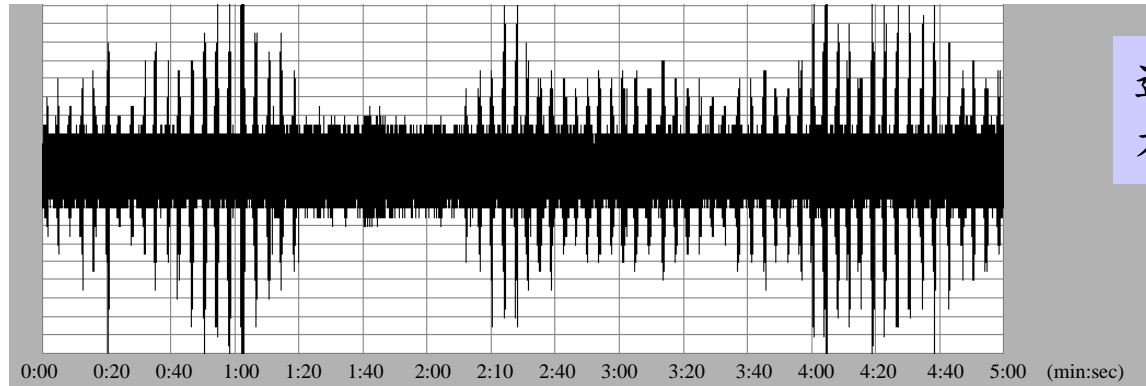
一突波出現，程式則將其視為如咳嗽等雜訊而不列入考慮



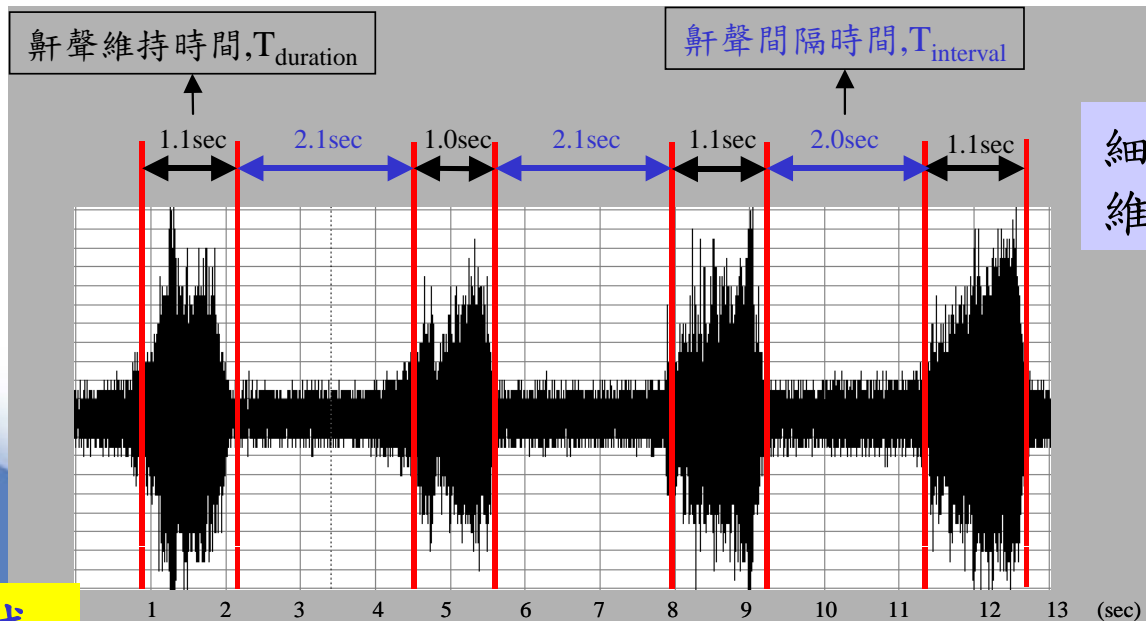
鼾聲與睡眠呼吸中止症鼾聲模式之判斷 方式



一般鼾聲模式



連續5分鐘鼾聲波形：
有規律的重複發生



細看當中4次：
維持時間與間隔時間相近

判斷方式

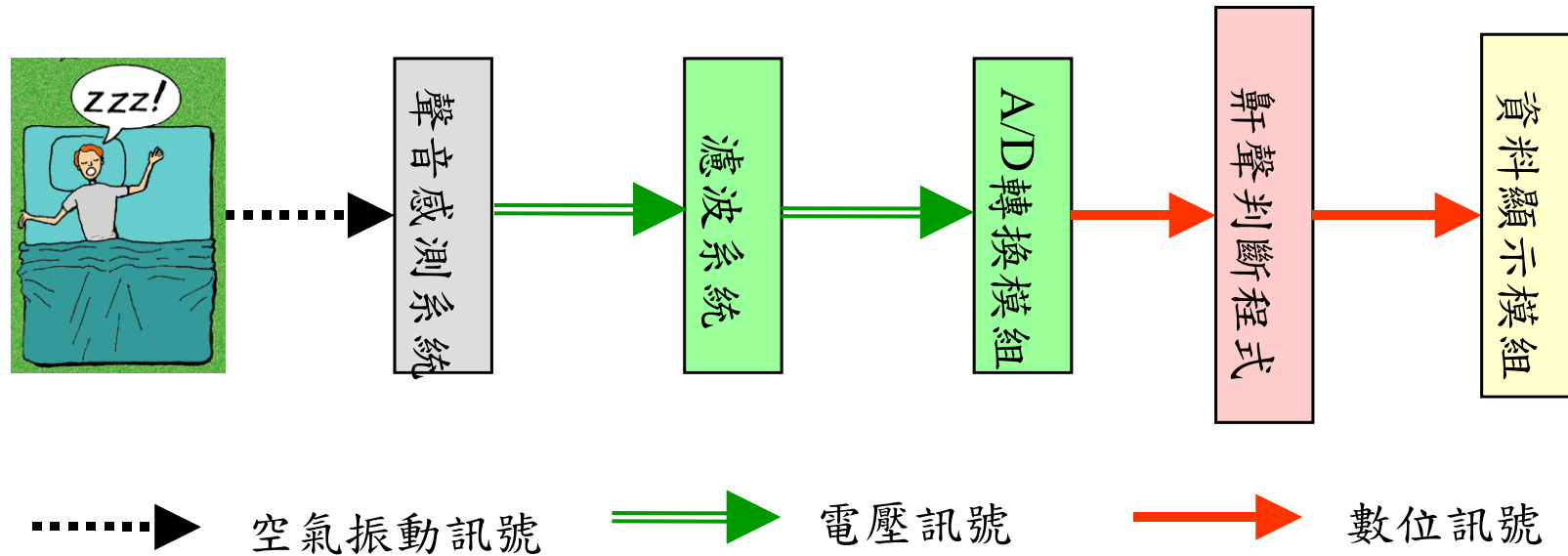
<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室



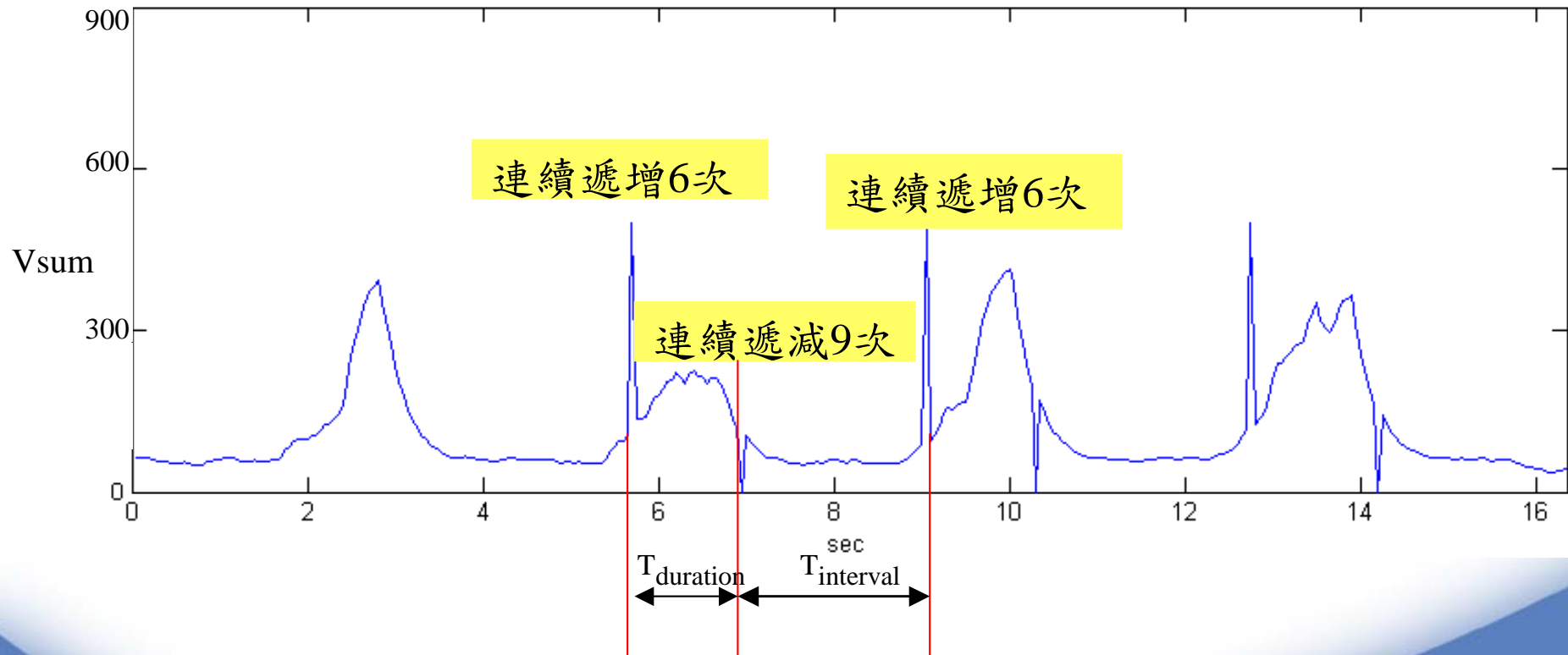
訊號處理流程



- 根據文獻鼾聲主要集中在100Hz的低頻地帶 Smithson[1995]，因此首先從接收聲音的頻率著手，去除外界高頻訊號



鼾聲始末時間的界定



判斷方式

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

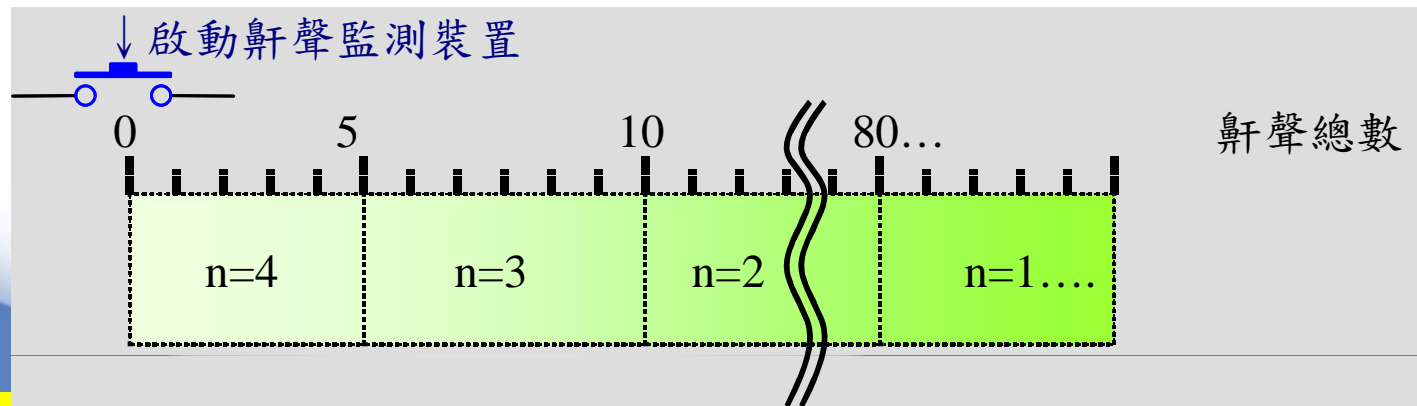
Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室



鼾聲判斷規則

- 本研究中將鼾聲持續時間稱作 T_{duration} ，鼾聲間隔時間稱作 T_{interval} ，一聲音訊號要確認其為鼾聲，必須符合以下四個規則：
 - 聲音訊號 T_{duration} 符合一般鼾聲維持時間的範圍。
 - 聲音訊號 T_{interval} 符合一般鼾聲間隔時間的範圍。
 - 鼾聲週期符合一般呼吸週期範圍，每秒11~21之間，即 $T_{\text{duration}} + T_{\text{interval}}$ 在2.8~5.5sec之間
 - 符合以上特徵之聲音訊號重複出現。



判斷方式

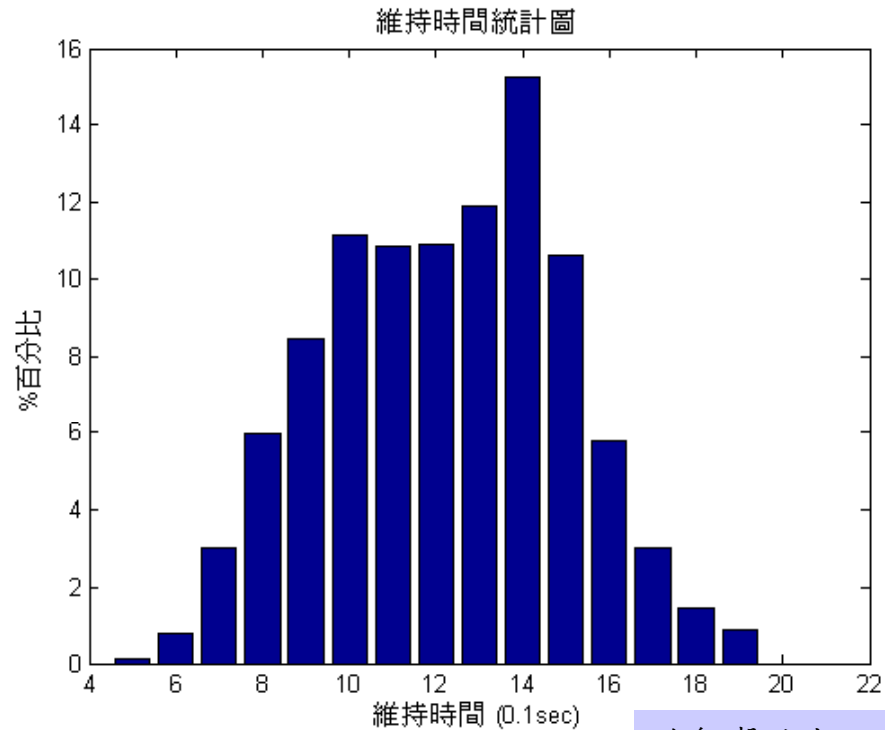
<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室



維持時間



總鼾聲次數 = 5024

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	sec
0.1%	0.8%	3.0%	6.0%	8.4%	11.2%	10.8%	10.9%	百分比
1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	sec
11.9%	15.2%	10.6%	5.8%	3.0%	1.5%	0.9%	0.0%	百分比

99.0%的 T_{duration} 在0.6~1.8秒內的，
範圍內

(鼾聲樣本來自經耳鼻喉科醫師認定需做夜間多項生理檢查的患者)

判斷方式

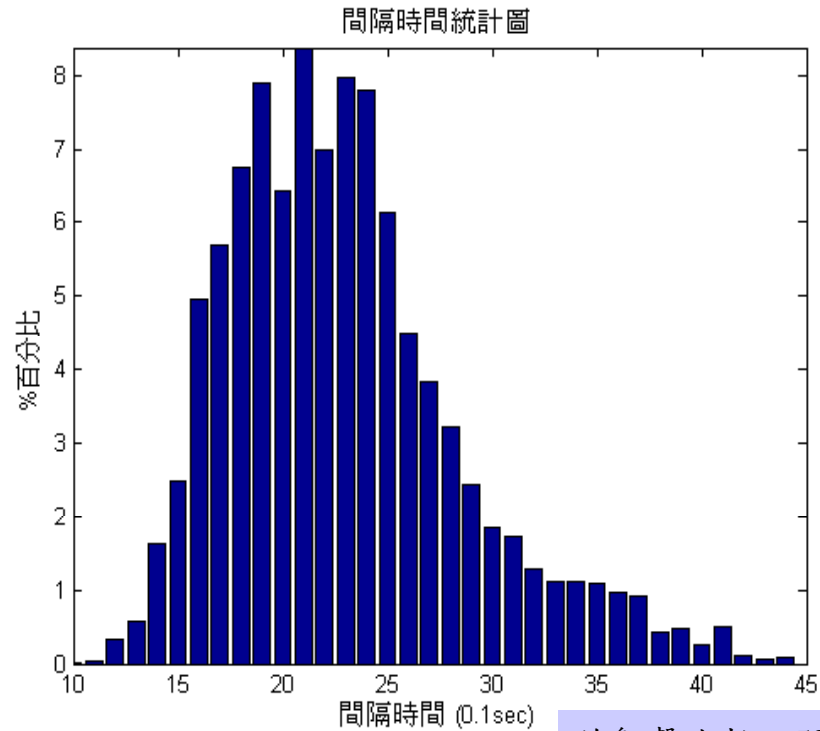
<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室



間隔時間



總鼾聲次數 = 5024

1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	sec
0.0%	0.0%	0.3%	0.6%	1.6%	2.5%	5.0%	百分比
1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	sec
6.7%	7.9%	6.4%	8.4%	7.0%	8.0%	7.8%	百分比
2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	sec
6.1%	4.5%	3.8%	3.2%	2.4%	1.9%	1.7%	百分比
3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	sec
1.3%	1.1%	1.1%	1.1%	1.0%	0.9%	0.4%	百分比
3.9	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	sec
0.5%	0.3%	0.5%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	百分比

判斷方式

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

98.5%的 T_{interval} 在1.4~4.0秒的範圍內

(鼾聲樣本來自經耳鼻喉科醫師認定需做夜間多項生理檢查的患者)

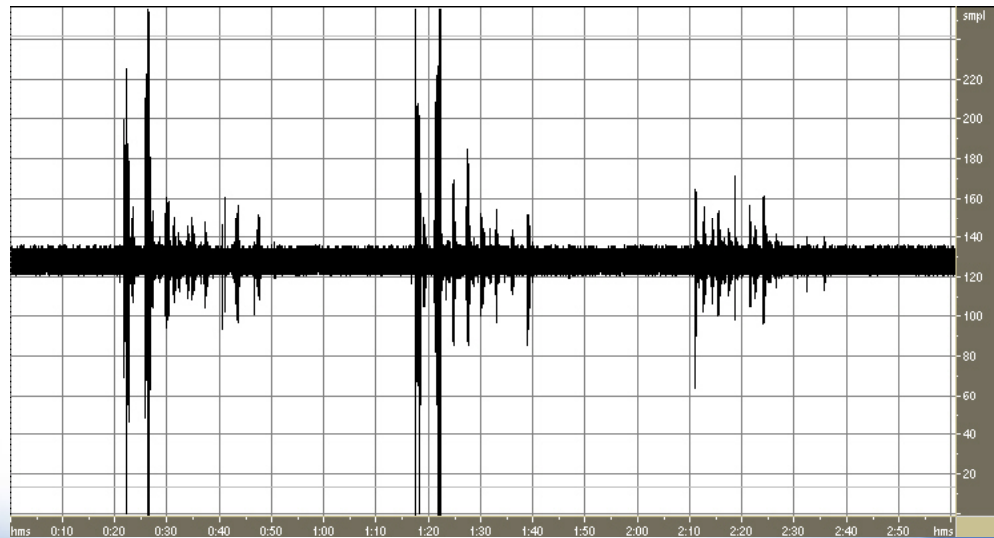


Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室

睡眠呼吸中止症外在特徵

- 典型的情形是打鼾聲很響，而且是間歇性的，可以很明顯注意到一段段安靜期（呼吸中止），雖然病人有持續的呼吸動作，似乎掙扎著想要呼吸，等呼吸再度通暢時，喉嚨響起巨大的鼾聲，病人輾轉反側，然後呼呼入睡。【張高耀，民84年】



判斷方式

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室



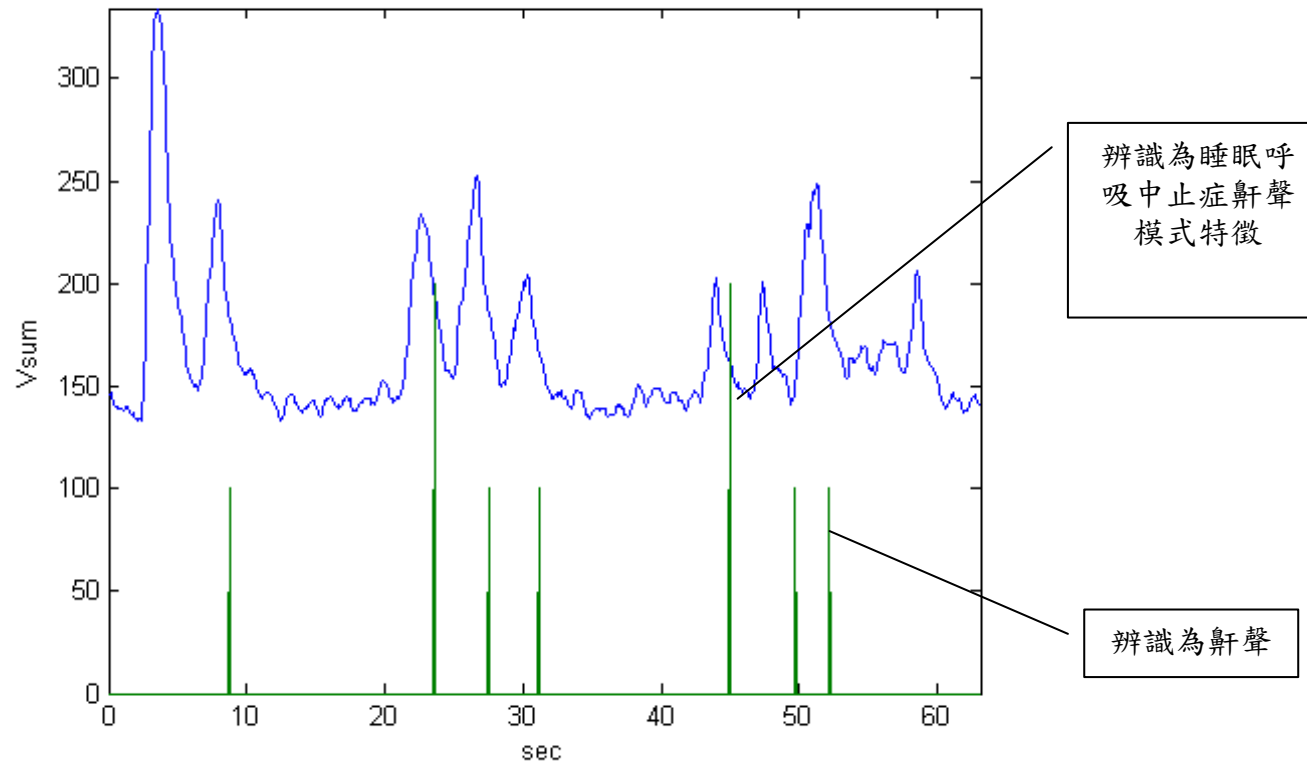
睡眠呼吸中止症鼾聲模式特徵判斷

■ 規則

- 1. 兩次鼾聲時間間隔在10秒以上、60秒以內，並且於間隔期間並無其它異音。
- 2. 由於睡眠呼吸中止症不會在入睡後馬上發生，因此設定打鼾次數必需超過50次才開始睡眠呼吸中止症鼾聲模式特徵的辨識，以增加系統的穩定度。



睡眠呼吸中止症判斷實例



判斷方式

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

Optimal Design Lab.

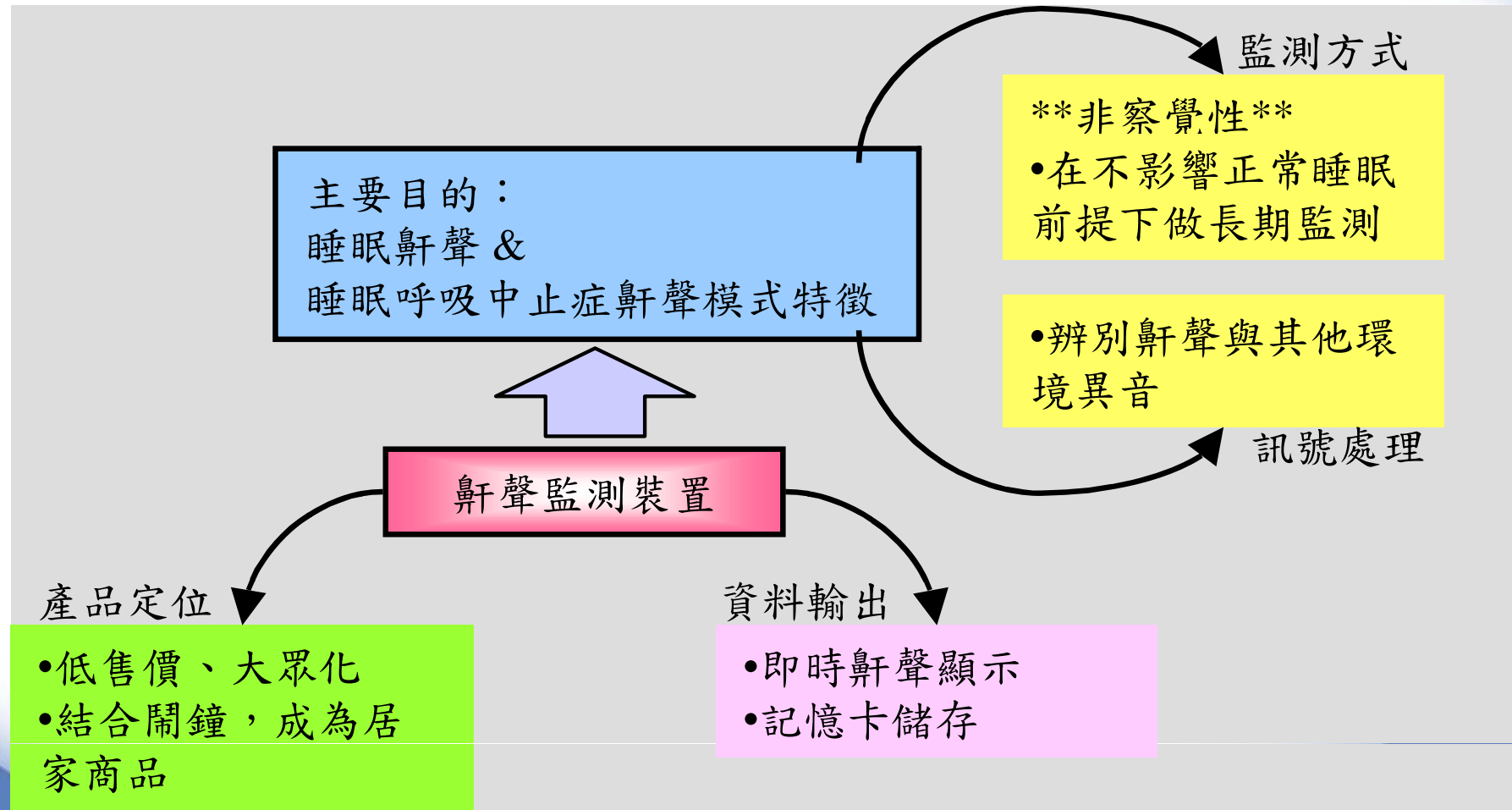
最佳化設計實驗室



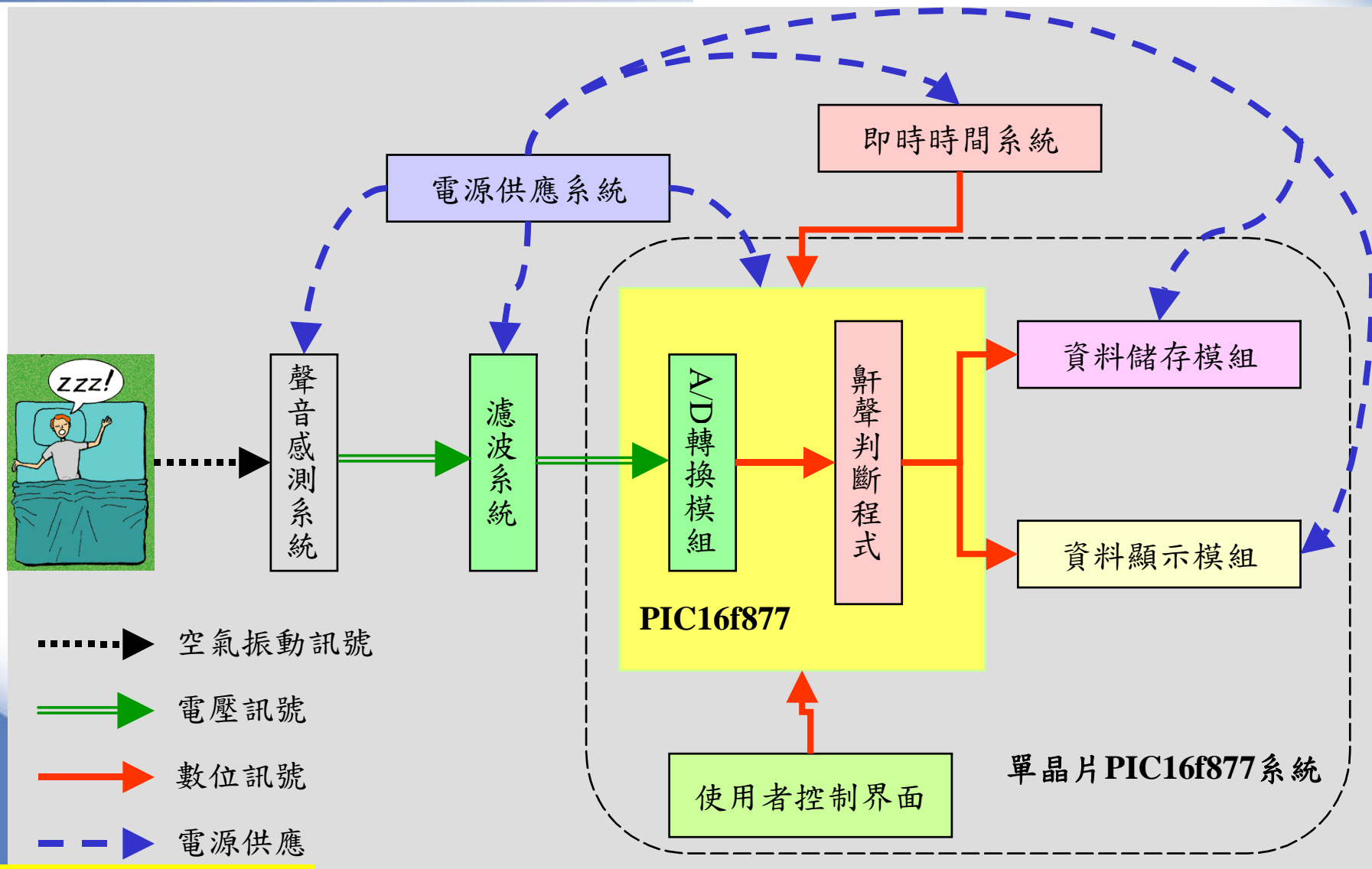
本齣聲監測器之設計



設計目標



硬體元件關聯圖



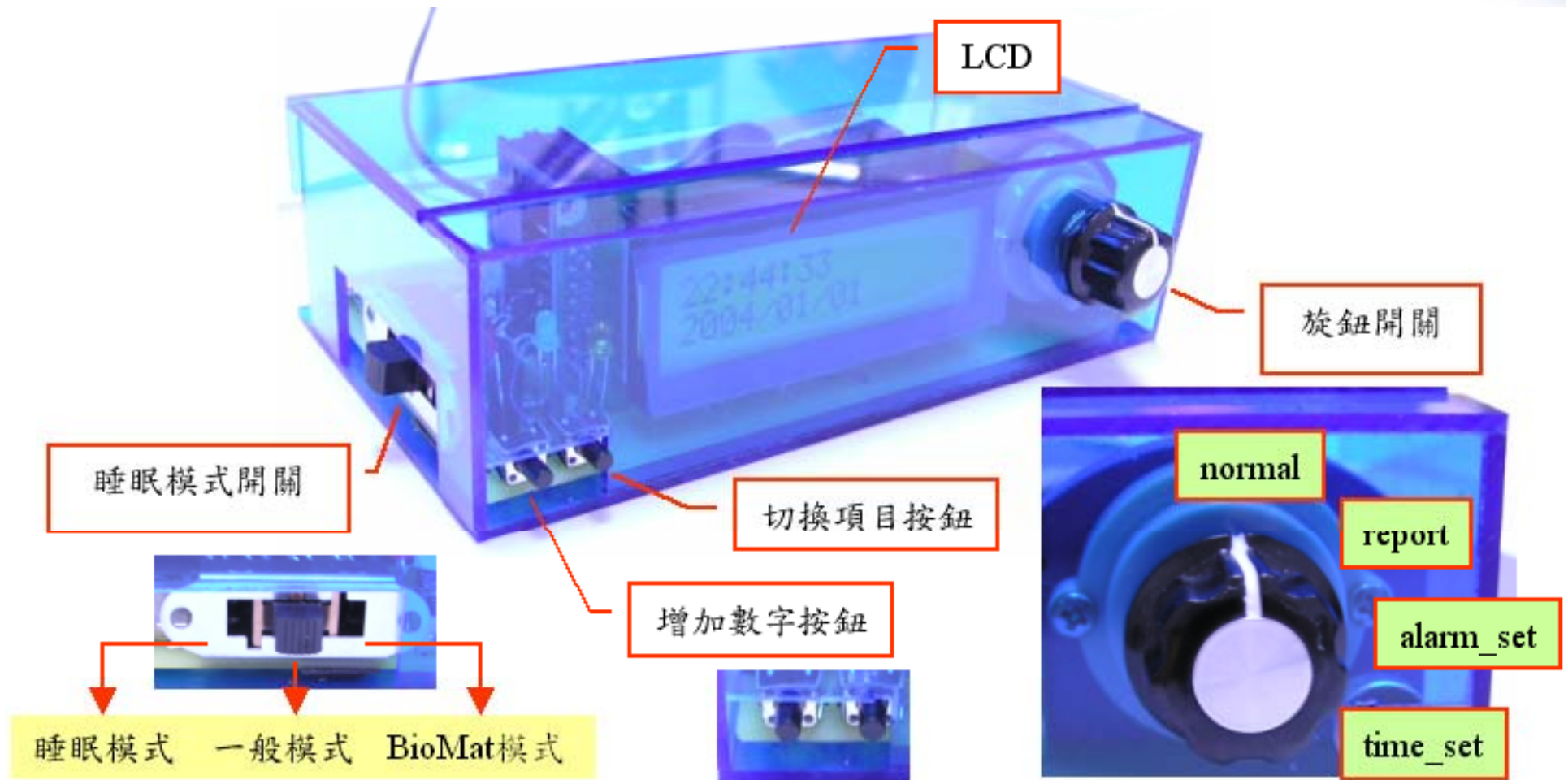
鼾聲監測器之設計

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

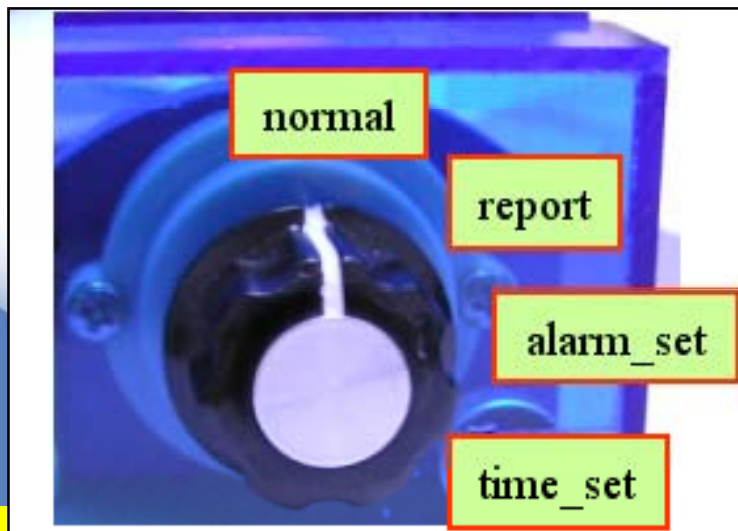
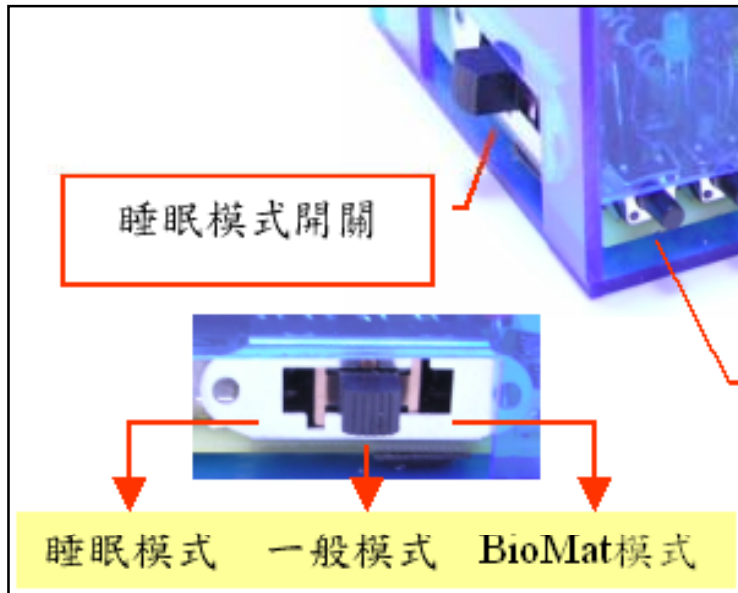
Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室

鼾聲監測裝置外觀



操作方式



鼾聲監測器之設計

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

- 平時將睡眠模式開關調整在「一般模式」
- 準備就寢時調入「睡眠模式」起床後再調回「一般模式」有「一般顯示(normal)」、「鼾聲報告(report)」、「鬧鐘、時間調整(alarm_set、time_ser)」等4個功能。
- 「**Report**」：顯示鼾聲嚴重程度、呼吸中止症可能性

Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室



鼾聲嚴重程度定義

- 一般人平均每分鐘呼吸16次【張問禮，民84年】，一小時的呼吸次數即為960次，因此本研究假設一小時最多可能打鼾次數為960次
- 鼾聲嚴重程度分為[none]、[slight]、[medium]、[serious]四種等級
 - [none]：每小時鼾聲次數佔最多可能次數的0%~10%
 - [slight]：10%~20%
 - [medium]：20%~40%
 - [serious]：40%以上



睡眠呼吸中止症可能性定義

- 睡眠呼吸中止症可能性分為[Unlike]、[Maybe]、[Yes]三種情形
 - [Unlike]：每小時5次之內且整夜睡眠在30次之內。
 - [Maybe]：每小時5~10次之間或整夜睡眠在30~50次之間。
 - [Yes]：每小時10次以上且整夜睡眠在50次以上



測試結果



第一階段 實驗室測試

	樣本時間長度	鼾聲					睡眠呼吸中止症	
		實際次數	偵測次數	因 n 而少算的次數	成功率	平均成功率	實際次數	偵測次數
鼾聲 A	10 分鐘	151	145	3	96%	96%	1	1
			142	3	96%			
			145	3	96%			
鼾聲 B	10 分鐘	137	109	14	88%	87%	1	1
			107	14	86%			
			110	14	88%			
鼾聲 C	10 分鐘	83	58	5	74%	74%	1	2
			55	7	73%			
			57	7	76%			
鼾聲 D	10 分鐘	104	91	5	92%	91%	1	0
			88	6	90%			
			89	5	90%			

測試結果

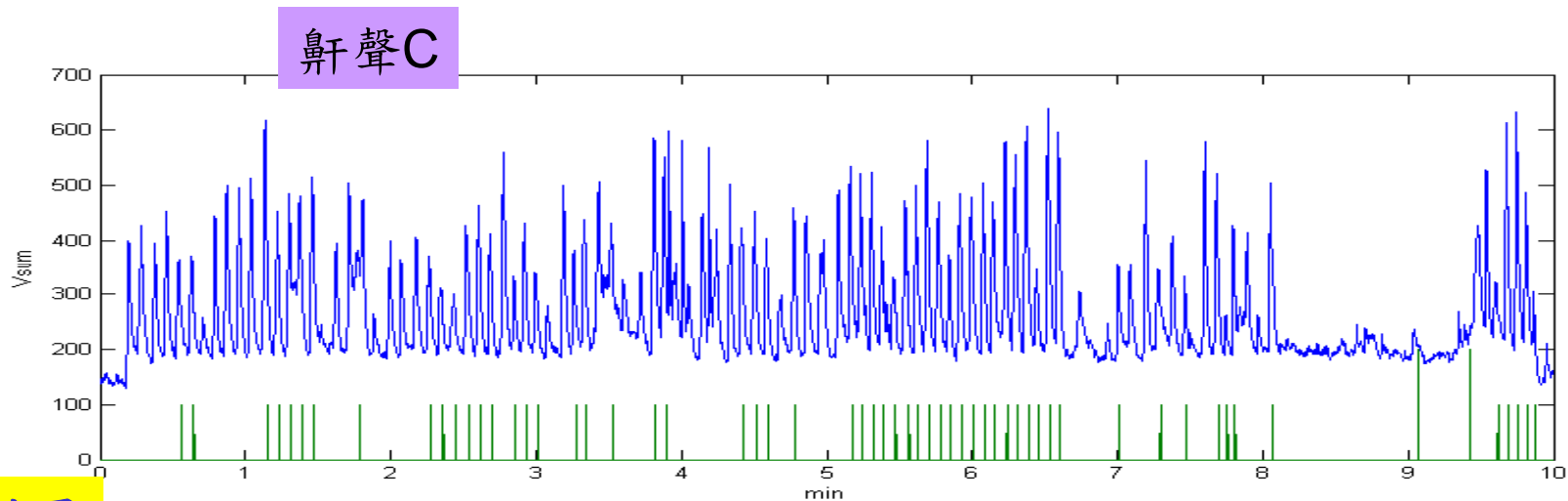
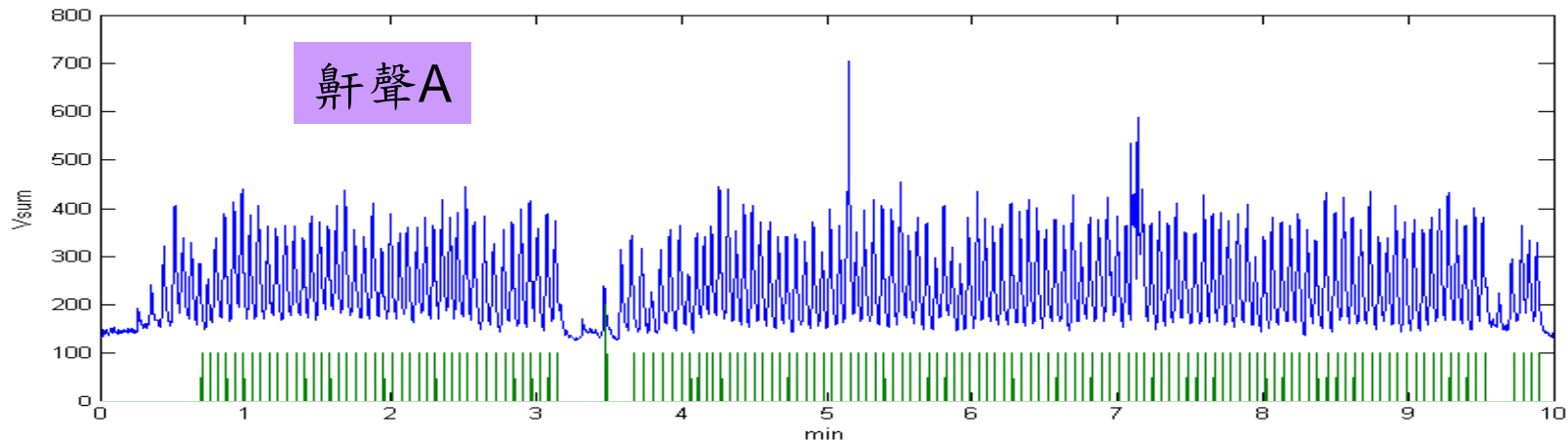
<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室



波形與判斷結果



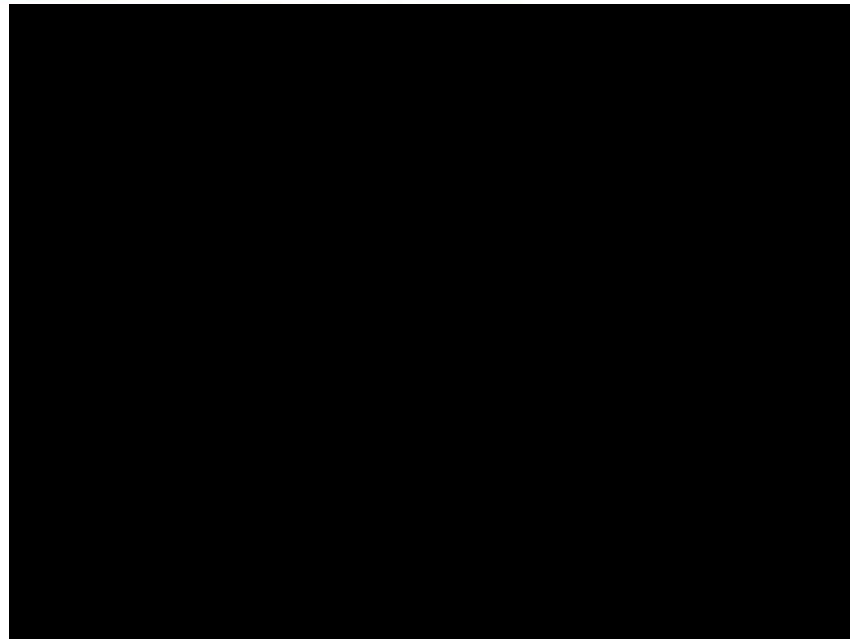
測試結果

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室

第二階段 長庚睡眠檢查中心



實際打鼾次數	1985	實際呼吸中止症次數	236
偵測打鼾次數	1292	偵測呼吸中止症次數	188
成功率	65.1%	成功率	75%
Report Mode			
睡眠時間	5Hr		
打鼾嚴重呈度	[Medium]	258.4/Hr	
睡眠呼吸中止症可能性	[Yes]	37.6/Hr	

測試結果

<http://designer.mech.yzu.edu.tw>

Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室



結論

- 本鼾聲監測裝置對於規律鼾聲的判斷已有相當的成功率，但若鼾聲不連貫就會造成判斷上的困難
- 睡眠呼吸中止症的外在特徵非常多變，若能再找出其它特徵對於判斷會更有利
- 若是以項消費商品的角度而言，本研究已完成原型設計，下一步將可朝商品化發展。

