

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

結合生理想智慧衣及多媒體回饋於呼吸習慣改善之研究(1/3) 期中進度報告(精簡版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 95-2218-E-002-066-
執行期間：95年11月01日至96年10月31日
執行單位：國立臺灣大學資訊網路與多媒體研究所

計畫主持人：洪一平
共同主持人：張金堅、陳晉興、邱創乾、石天威、許素朱

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年08月31日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

成果報告
 期中進度報告

結合生理智慧衣及多媒體回饋於呼吸習慣改善之研究(1/3)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：95-2218-E-002-066-

執行期間： 95年 11月 1日至 96年 10月 31日

計畫主持人：洪一平

計畫參與人員：張金堅、陳晉興、許素朱、邱創乾、石天威

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立臺灣大學資訊網路與多媒體研究所

中 華 民 國 96 年 8 月 23 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫期中報告

結合生理想智慧衣及多媒體回饋於呼吸習慣改善之研究(1/3)

Research on Integrating Smart Clothing and Multimedia Feedback for Improving Breathing Habit

計畫編號：95-2218-E-002-066-

執行期間： 95 年 11 月 1 日至 96 年 10 月 31 日

計畫主持人：洪一平

計畫共同主持人：張金堅、陳晉興、許素朱、邱創乾、石天威

計畫參與人員：孫曉玲、黃繡惠、謝靜玟、陳平龍、藍振晏、莊宴爾、黃詩茹、余孟杰、林經堯、葛如鈞、黃維嘉、賴韻芊、邱靖雯、黃裕雄、林世昌、楊雅涵

1. 中英文摘要

本計畫將發展一套能偵測呼吸及其他生理訊號的多媒體生理想智慧衣系統。該系統藉由生理訊號檢知使用者之身體狀況及情緒改變，並結合多媒體回饋呈現方式，提醒使用者採用正確的呼吸型態及速率，以期能隨時隨地保持身心放鬆的狀態，達到預防醫學之保健目標。第一年工作內容分為三個研究子題：子計畫一針對最適合胸腔手術後，病患復健之呼吸型態，製作教學錄影帶及呼吸型態腳本，並提供子計畫三研發多媒體呼吸訓練之參考。子計畫二研發可偵測胸、腹部呼吸體積變化之智慧型紡織品，作為量測呼吸生理感測元件，並建立呼吸速率評估平台系統。子計畫三設計與呼吸調控相關的多媒體互動內容及美感呈現，並初步建構多媒體互動環境，輔助學習正確的呼吸方法。總計畫負責整合各子計畫之技術，並建立一套生理資料庫，可記錄及播放使用者的生理資訊。

關鍵詞：多媒體回饋，生理回饋，生理想智慧型紡織品，呼吸生理感測元件，呼吸型態智慧衣系統，多功能生理想智慧衣系統。

In this project, we develop a multimedia smart clothing system which can detect the breathing status and other physiological signal. This system first detects the changes in users' conditions and moods. Then it reminds the users to adopt the correct breathing pattern according to their conditions or changes in moods via the multimedia feedback system. In this way it can help the users to remain in the relaxing condition most of the time, which may then lead us closer to the goal of preventive medicine. The task of this project for the first year can be divided into three research topics. For topic 1, we characterized the most suitable breathing patterns of patient's rehabilitation after chest operation, making videotapes and providing the information for construction of the multimedia biofeedback breathing training system. For topic 2, we develop an intelligent textile which can detect the chest and the abdomen breath physical volume variety, and establish a system that can evaluate breathing frequency. For topic 3, we design a set of multimedia interactive content, and establish a multimedia interaction environment to help the user to learn the standard breath methods. After all, we integrate the technique of each sub-project,

and establish a set of bio-signal database that can record and replay the bio-information of users.

Keywords: Multimedia Feedback, Biofeedback, Physiological Smart Textile, Respiratory Sensing Device, Respiratory Patten Smart Clothing System, Multi-functional Physiological Smart Clothing System.

2. 報告內容

2.1 前言

呼吸對於每個人來說，是很自然的行為，但是卻很少人注意自己的呼吸方式是否正確及有效率。正確的呼吸運動可以使人放鬆心情，降低血壓，增進身體健康。呼吸調控運動(如氣功、禪修或瑜伽等)在人類歷史中已經存在數千年，其原理就是利用控制呼吸的速率及型態來達到強身及穩定情緒的目的。雖然傳統呼吸調控運動效果良好，數千年來廣受人們學習，卻很少人利用現代科技與多媒體技術來改善個人呼吸習慣、分析呼吸調控運動及改變呼吸型態、並作為病患術後復健之方法。

2.2 研究目的

雖然傳統呼吸調控運動效果良好，長久以來廣受人們學習，卻很少有人利用客觀、科學的方法來分析調控呼吸的運動如何引起人呼吸習慣的改變，也沒有很多人研究呼吸調控運動對病患疾病的治療，免疫功能的改變，及手術後之恢復會有何影響。目前對於呼吸功能之測量，主要針對呼吸時體積、壓力、氣體流量等變數加以測量，較少研究著重於胸、腹部在呼吸過程中體積的變化及呼吸調控運動對於呼吸習慣改變之影響。本計畫團隊期望能研發出一個能真正融入人們生活、改善個人呼吸習慣的多媒體生理智慧衣系統，讓人們在未來可以擁有更優質、更健康的生活。

2.3 文獻探討

以下就本計畫之三項相關研究領域做文獻探討：有關呼吸習慣改善之研究、有關生理智慧衣之研究、有關多媒體回饋之研究。

● 有關呼吸習慣改善之研究

藉由適當的呼吸運動，人體可以吸入氧氣，排除二氧化碳，並調節體內的酸鹼度及電解質平衡[1,2]。這些情況可以使人放鬆心情，降低血壓，增進身體健康。相反的，不當的呼吸運動會導致氧氣不足，或酸鹼度、電解質不平衡，進而影響心跳、血壓、及其他生理指數的改變，對人體健康造成重大危害。因此呼吸型態的正確與否對於身體的影響遠遠超過我們的想像[1]。

呼吸運動雖是與生俱來的重要功能，但每個人的呼吸型態卻大不相同。呼吸是一種學習而來，並且可以透過學習而改變的行為[3-5]。每個人隨著成長過程的學習、認知、感受、及記憶的不同，會使用不同的呼吸方式。同時在不同的情境及身體狀態下，呼吸速率、深淺、及使用胸腹部呼吸的比例也會不同。例如胸腔手術後，病患由於傷口疼痛，會導致呼吸變淺變快，同時不敢用力咳痰，因而導致血中氧氣不足及肺炎等併發症。另外，當緊張時，可能會使呼吸速率過快，體內二氧化碳濃度急速下降，引起意識不清甚至昏倒，此現象稱為過度換氣症候群 (Hyperventilation syndrome)。此時，假如有人可以從旁協助這些呼吸型態異常的人正確的呼吸方法及節奏，情況就會有很大的改善。例如胸腔手術後，復健老師教病患利用腹部肌肉及橫膈膜來進行呼吸 (即腹式呼吸)，同時教病患有效咳嗽的方法。如此就可以減輕病患疼痛，改善體內氧氣及酸鹼平衡的狀況[6, 7]。而過度換氣症候群的病人，若有人隨時在身旁給予安慰，提醒其減慢呼吸的頻率，則病患就可以很快恢復正常。

由於呼吸方式對於維持我們的身體健康

及各種生理機能平衡非常重要，因此數千年來，不斷有人在練習及教授呼吸調控的方法，例如氣功或瑜珈等，以期能增進身體健康，進而放鬆心情，提昇工作效率。這些練習呼吸調控的方式或許隨著各地不同文化、傳統、信仰及個人經驗而有所差異，但絕大部分都強調要減慢呼吸速率，並利用橫膈膜來呼吸。根據蔡敦仁教授的研究，適當的呼吸調控運動可以改善洗腎病患的生活品質[8]。另外也有研究指出，長期練習呼吸調控運動，可以改變體內許多免疫基因的表現，促進免疫功能[9]。文獻也顯示正確練習呼吸調控運動可以減少氣喘病患發作的次數[10]，延緩慢性阻塞性肺病惡化的速度[11]，減少手術病患術後疼痛及產生併發症之機率[6, 7]。雖然呼吸調控運動效果良好，數千年來廣受人們學習，卻很少人利用客觀、科學的方法來分析呼吸調控運動對病患疾病生理指標的改變、及手術後之恢復會有何影響。此外，不論是呼吸調控運動或氣功、瑜珈練習，基本上都有兩大缺點：第一需要耗費大量人力來教導練習者反覆練習，第二是每一位練習者的生理狀況，練習效果及所處環境可能都不同，因此，特定的呼吸型態也許對甲病患有益，對乙病患反而有害。要解決上述困難，最好能研發一項簡便且易於攜帶的儀器(如多功能多媒體智慧衣)，暨可以指導病患正確呼吸方式，同時記錄病患各項生理指標，以了解練習效果，就可以讓病患隨時隨地練習適合自己身體狀況的呼吸方式，以促進身體的健康。有關偵測呼吸狀況的相關研究，目前已有學者使用光電體積記錄儀(Optoelectronic Plethysmography)測量胸、腹部在呼吸過程中體積的變化。其原理乃利用攝影機及接收器記錄受試者胸部及腹部表面標記(約25-55個)之移動，利用電腦運算，可以測量受試者胸部及腹部體積的變化，判斷受試者呼吸之型式[12]。但其缺點為須在固定地點架設攝影機，病患也不能有太多的移

動，以免影響標記點之記錄，因此較難廣泛應用。

● 有關生理智慧衣之研究

隨著高科技電子產業的蓬勃發展及需求，使得電子產品不斷微小化並與紡織產業技術整合研製出智慧型紡織品(Smart Textiles or Intelligent Textiles, ST)。這種智慧型紡織品上有許多感應器，可以偵測心跳、呼吸速率、體溫等生理指標[13,14]。

歐盟WEALTHY研究團隊研發可穿戴式醫療保健系統，此服飾可從嵌入式感測器(如電極及市售之壓電感測器，加速規動作偵測器等電子元件)來接收受測者之心率、血壓、呼吸速率、身體姿勢等生理訊號，以通訊系統將生理資料傳輸到一個接收器中，進行生理資訊收集與儲存，經分析後傳送至電腦或手機。此系統用於檢測穿戴者的生理狀態，並在危急時發出警訊，利用遠距醫療技術來達到生理狀態監測之目的。

逢甲大學研發團隊開發e-texcare®居家照護智慧衣[17,18]為整合個人的生理量測、無線通訊等技術，以可穿戴式平台內嵌入ECG感測元件等生理感測元件，來蒐集與傳輸個人生理資料，能廣泛應用於運動、保健、居家看護與行動醫療等用途，達到以微小化的科技來落實個人化貼心照護的理想生活，對現今高齡化社會的銀髮族在居家照顧上將有實質的幫助。所示(A)逢甲大學所研製之居家照護智慧衣，(B)生理量測平台內嵌入ECG生理感測元件並整合設計為服飾(C)整合生理量測智慧衣系統，讓PDA上顯示受測者之心電訊號。



(a) 居家照護智慧衣 (b)生理量測平台之服飾化 (c)於PDA呈現之心電訊號

圖一 逢甲大學研製e-texcare®居家照護智慧衣[19]

心電與呼吸間關聯性的研究，在1988年，Pinciroli F. [20]等人發現胸部阻抗的起伏與呼吸時的容積起伏有類似的圖形，也和心電圖心電軸的角度有關係，但未找到合理的方法來推導解釋，但也提出了二個想法[12] 心跳和呼吸之交互作用次數低，每次呼吸間包含了約4~6次心跳；[13] 心跳之區間並非常數。於1989年，Saul J.P. [21]等人發現，心率與呼吸的潮氣容積存在一非線性的關係。其發現此一自發性心律變動可分為三個部分來討論：

- (1) 在呼吸的頻率附近，可歸因於呼吸而造成竇房結失常。
- (2) 在頻率 0.1Hz 附近，可歸因於呼吸的氣壓生理反應。
- (3) 在頻率 0.05Hz 或以下，可能原本就處於變動的狀態。

1994年，Zhao L. [22]等人發現在吸氣時，心電圖導程 I 的振幅大小會下降，而導程 III 則發現相反的結果。且其發現 QRS 波面積與平均心電軸向量角度有比例關係，其發展出一套方法，將導程 III 和 I 之 QRS 波面積相除後取 arc tangent 值，將其與實際呼吸訊號分析頻譜，發現兩者之中心頻率 f_c 在頻域上之相關性達到 0.9977。

● 有關多媒體回饋之研究

多媒體(multimedia)意指組合兩種或兩種以上媒體的一種人機互動式信息交流和傳播媒體，使用的媒體包括文本、圖形、圖像、聲音、動畫和電視圖像；回饋(feedback)意指將系統的輸出返回到輸入端並以某種方式改變輸入，進而影響系統功能的過程。多媒體回饋(multimedia feedback)意指將系統的輸出返回到輸入端並以某種方式改變輸入，進而影響多媒體之傳播內容。隨著多媒體內容及科技的進步，近年來許多系統開始運用大量的多媒體來輔助使用者和機器之間的互動機制。Scarlatos[24]等人設計一套可幫助學童

學習之多媒體系統，透過視覺及聽覺的多媒體引導，幫助學習七巧板遊戲。實驗結果指出，多媒體回饋機制提供學童更多的學習資訊和解答，也能讓學童忘記他是在操作電腦，而不是跟老師學習。Tsutsui[25]等人設計之多媒體回饋口語教學系統能自動判斷學習者的口語學習狀態，並及時的提供語音提示及文字、影片、動畫教學檔案，並於提供學習評估機制回饋。

近年來，醫療空間的設計對療效的影響逐漸得到學界與實務界的重視[26]，認知反應介入治療及學習也已經被證實對於減輕病患的疼痛有正面的幫助[27]。導入多媒體影音及其他感知回饋給病患，將能有效的改善病患之復原狀況。源於荷蘭的「多感官室」(當地稱為 "Snoezelen")，基本理念是要為學習障礙人士提供一個鬆弛及休閒的環境，讓他們能自由探索周遭事物，並能選擇和體驗不同的感官刺激而達致身心鬆弛。「多感官室」的設備能提供各種的感官刺激(如視覺、聽覺、觸覺和嗅覺等)(圖八)，給予使用者愉快的感知經驗，有助於減低其個人的緊張情緒和一些自我傷害行為。“Snoezelen”目前已被歐洲許多國家應用在自閉兒及老年痴困的康復和治療工作上[28]。

光線調控對於多媒體空間是很重要的，適當的光線能有效的控制的情緒。Fuwapica [29]為一款能變顏色的椅子，當偵測到使用者坐下，椅子就會改變不同的顏色，並能和其他椅子做溝通，以顯示不同的顏色。藉由不同的顏色，可讓使用者有不同的感受。RGBY [30]能為一款能擷取目前位置的顏色的照明裝置，可以擷取使用者擺放位置的顏色，並以 LED 光呈現出來。

另一個與本計畫相關的研究領域是生理回饋(Biofeedback)。生理回饋乃是藉助智慧衣等偵測裝置將人體內各器官、各系統的生理訊息，如皮膚導電、溫度、心跳、血壓、呼吸量和腦波等訊息加以記錄、放大並轉換成人們能理解的資

訊，用聽覺或視覺的信號顯示出來。「Wild Divine」[31]為一款採用人體訊號進行互動的多媒體遊戲。系統透過生理感測儀器偵測出使用者的皮膚導電系數及心跳數，可得知使用者的生理狀態及緊張程度，並依此進行互動遊戲。「Healing Rhythms」為一款學習呼吸的遊戲，能引導及教導使用者進行適當的呼吸練習。此系統分為教學模式、互動模式以及生理資訊顯示模式，藉此三種模式能讓使用者多方面的學習呼吸。

2.4 研究方法

本計畫結合醫學、資訊、電機、材料及藝術領域的專家，將智慧衣技術結合多媒體回饋設計，並導入醫學領域之呼吸習慣教學。希望能藉由整合智慧衣、互動多媒體、醫學專業知識及臨床評估等領域的專家，結合科技(智慧衣系統與醫療技術)與人文(多媒體互動設計與藝術呈現)，建置可改善個人呼吸習慣、增強免疫功能及促進全民健康的智慧衣系統(圖二)。



圖二 整體計畫架構及關連性

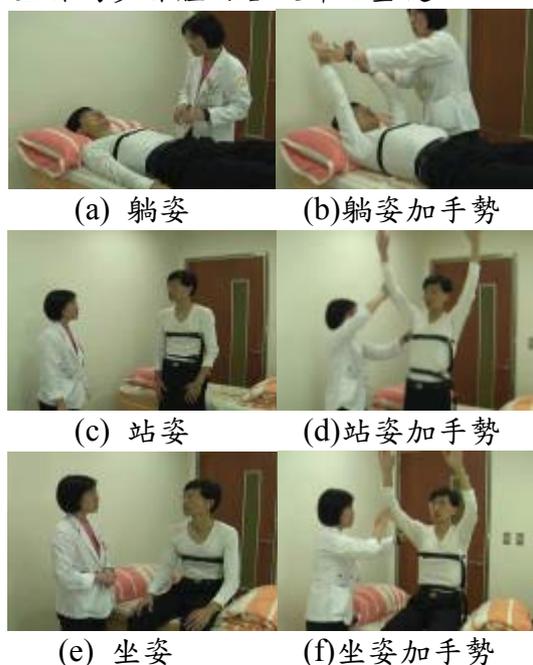
子計畫一：個人呼吸習慣改善及臨床評估

本研究於計畫第一年針對最適合胸腔手術後病患復健之呼吸型態，製作教學錄影帶及呼吸型態腳本，並提供子計畫三

作為研發多媒體呼吸訓練之參考。此外，也進行呼吸一號智慧衣之消毒測試以及生理訊息分析測試。

一、呼吸錄影帶教學之錄製

為了讓使用者學習正確的呼吸方式，我們與總計畫合作錄製一系列的呼吸教學錄影帶。由醫師及復健師指導病患正確使用腹式呼吸，告知病患正確的呼吸技巧以及正確呼吸對生理心理的影響，方便病患隨時進行自我學習。錄影帶共分為站姿、坐姿、及臥姿三種姿勢，每種姿勢又分為單純胸腹部呼吸及上肢輔助胸腹部呼吸兩種，共計六段教學錄影帶(圖三)，以滿足各種不同病患之需求，並作為多媒體內容設計之基礎。



圖三 呼吸教學影片

二、腹式呼吸練習方式

呼吸學習的方式有很多種，不同體型及生體狀況的使用者，最合適的呼吸方式都有不同之處。藉由不同的吸吐比例、呼吸頻率、呼吸運動方法等，可以達成不同的呼吸效果。本研究依照大部分使用者的一般狀態，訂出以下的呼吸方式：

- (1) 緩慢腹式呼吸，約每分鐘 6-8 下。
緩慢吐氣，身體向前彎曲；之後緩

慢吸氣，身體恢復直立。吸完氣閉氣約 1-2 秒鐘，並將腹部微向外凸。

(2)逐漸減緩呼吸速率，最好能到達每分鐘 2-3 下，逐漸延長吸飽氣後之閉氣時間。

(3)吸飽氣後閉氣時，病患需收縮肛門擴約肌，每次一秒鐘。之後逐漸延長至 3-5 秒鐘。

本系統將基於上述之呼吸步驟來設計呼吸學習系統，但是因為每個人的體型、生理狀態不一，因此本系統會依據使用者的生理狀態和學習狀態，做適當的呼吸參數調整，以達成個人化呼吸學習的最佳效果。

三、依據呼吸錄影帶等相關引導教學資料，設計多媒體影音內容

傳統的呼吸復健學習大多以復健師或護理人員帶領，或是以教學影片及書本學習腹式呼吸及胸式呼吸。上述的學習方式，需有專員隨時提醒病患是否正確學習，適時的提出指正，才能有效的讓病患得知是否正確的學習到呼吸的方式。本子計畫利用感測裝置計錄病患的呼吸狀態以及身體訊息，並將這些訊號轉化為直覺性高的視覺化、聽覺化之介面，讓病患立即的瞭解呼吸情形，並可及時的監控及提出教學指導。

四、測試呼吸一號智慧衣

因為計畫第二年將把智慧衣運用於開刀病患，因此需要提供無菌的呼吸智慧衣，並反覆使用，因此子計畫二依據醫院消毒標準，設計一件可水洗之呼吸一號智慧衣。我們已進行呼吸一號智慧衣之消毒測試以及生理訊息分析測試。本計畫之呼吸一號智慧衣標準的醫療級高溫高壓殺菌測試之條件為攝氏130度，30磅，持續時間6分鐘。

子計畫二：智慧衣之呼吸及相關生理資訊之擷取技術

子計畫二於計畫第一年依據子計畫一所提供胸腹呼吸模型，研發可偵測胸、腹部呼吸體積變化之智慧型紡織品作為量測呼吸生理感測元件，建立呼吸速率評估平台系統。

一、開發可偵測體積變化之生理感測元件

利用生理導電纖維為原材料，製作可量測體積變化之感測元件。生理感測元件主要由導電纖維或與其他纖維編織而成智慧型紡織品使具有導電之性能，研究不同製程與結構對電流與電阻特性之影響。

二、研製可量測心電訊號智慧型系統，建立“呼吸速率評估平台系統”(呼吸一號)

(1) 研發心電訊號智慧衣

生理訊號感測方面，利用心電訊號智慧型平台來量測使用者之心電訊號，外層以紡織素材織造成服飾，內層嵌入ECG生理感測平台，感測平台內裝置ECG生理感測元件、導電纖維材料，並以彈性帶及魔鬼沾結合設計之張力調整系統調整ECG生理感測平台與皮膚之接觸張力。

(2) 研發信號處理與通訊單元

信號處理與通訊單元包含了四個部份：生理訊號處理、類比數位轉換、通訊電路、電源供應，生理訊號輸入到電路模組，首先進入生理放大器進行濾波和儀表放大，接著原始類比的生理訊號輸入到微處理器，將類比轉換成數位訊號輸出，再由藍芽通訊電路將訊號編碼並傳送出去，考量耗電功率及連續監控的需求，供應電源採用高容量的鋰電池。

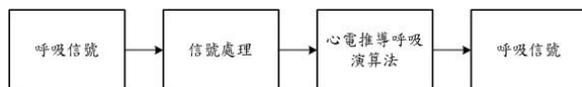
三、研發可利用“呼吸一號”之心電訊號推導其他生理參數（呼吸速率，自律神經系統相關參數與心律變異參數...等）之參數演算法

(1) 心電訊號擷取與分析

生理量測智慧衣系統的量測點在胸部與腹部兩側等四個位置，受到呼吸影響胸部會上下起伏，心電訊號也會有輕微上下飄動的現象，較不適用於採用閾值方式檢測R波位置，故使用了「So and Chan」的演算法檢測QRS複合波，其演算結果可以保持一定的合理度與正確性[12]。由連續的兩個節律心電圖信號中，可以擷取到兩個QRS複合波的峰值位置以及兩個R波位置，而兩個R波之間的時間軸距離即為所謂的R-R間期(R-R interval)，將數個R-R間期的時間差以單位時間為間隔重新排列，可以用來觀察心跳的變異情形。預計透過心電圖訊號時域分析以及高低頻能量頻譜分析，可推導出與呼吸與自律神經調節相關的參數，進一步進行生理狀態的分析與評估。

(2) 呼吸速率之推導

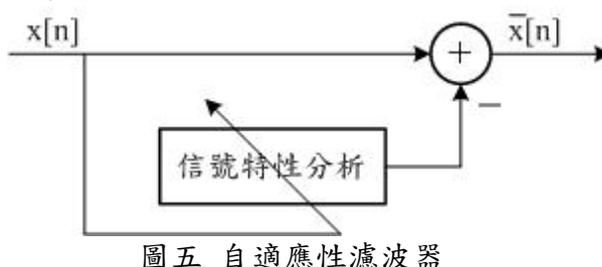
在推導呼吸的信號流程中，可分為兩個步驟：第一步驟須將量測到之心電信號做前置信號處理，例如：去除雜訊、身體晃動等干擾，方便後續的工作。第二步驟為心電推導呼吸演算法，在此步驟中有兩個主要工作，第一部分為擷取心電推導呼吸演算法中所需使用之訊息，例如心電圖之特徵點數值，或是特徵點的時間點等，哪些訊息需被擷取則視所使用之演算法而定，接下第二部分則是將得到的訊息，應用演算法的數學關係方程式將呼吸訊息算出，最後將推導之呼吸信號輸出、呈現如(圖四)所示。



圖四 心電推導呼吸之信號流程圖

前置信號處理的目的為去除雜訊與干擾之訊號，且保留重要與必須要的訊息。為達成目的，應用濾波器為主要的方法，除了使用一般濾波器中，本子項另外發展出一種“自適應性濾波器”，如(圖

五)所示。自適應性濾波器之演算設計乃是使用信號本身之特徵，經演算推導出適用訊號之濾波器，如此才能有效的達到去除雜訊，與保留重要訊息的目的，以便提供後端心電推導呼吸演算法所使用。



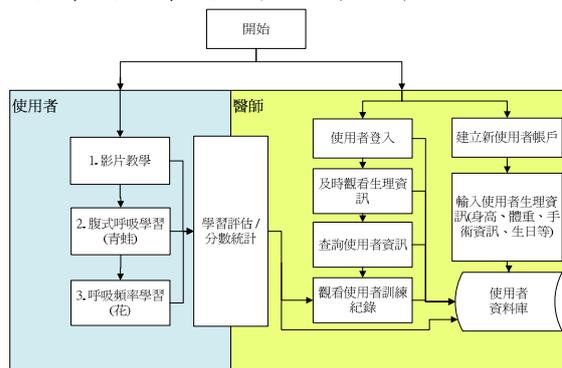
圖五 自適應性濾波器

子計畫三：運用多媒體回饋技術於智慧衣互動系統開發

子計畫三於計畫第一年開發一套呼吸調控相關的多媒體互動內容及美感呈現，並初步多媒體互動環境，來輔助學習正確的呼吸方法。

一、依據呼吸相關引導教學資料，設計多媒體影音內容

傳統的呼吸復健學習大多以護理人員帶領，或是以教學影片、書本中學習如何正確的使用腹式呼吸及胸式呼吸。本系統依據專業呼吸練習師提供的呼吸學習流程，設計一套個人化呼吸學習之多媒體系統，系統流程如圖六所示。



圖六 呼吸學習多媒體系統流程圖

為了簡化使用者操作的困難度以及增加呼吸專業醫師之生理數值分析，我們將此系統分為使用者及專業醫師兩部分來設計互動介面：

● **專業醫師操作部分:**

為了方便醫師操作及觀看生理資訊，我們與子計畫一之呼吸專業醫師討論及設計一個易於醫師操作的互動介面。為了達成個人化生理資訊評估，專業醫師在每位使用者第一次使用時，先建立個人化帳號，裡面將記錄使用者的生理狀況(病理資料)及相關資料(姓名、身高、體重)。在使用者登入之後，本系統除了使用者觀看的多媒體畫面之外，另外提供專業醫師直接觀看生理數值及曲線圖，提供醫師以專業的角度直接判斷使用者的學習情形，並給予適當的指導。

● **使用者操作部分:**

使用者可進行多媒體呼吸練習，練習的流程為(1)呼吸影片教學(2)腹式呼吸練習(3)呼吸頻率練習，以及(4)學習成效評估，詳細說明如下：

(1) **呼吸教學影片：**

我們拍攝一系列的呼吸學習教學影片(六種不同呼吸學習模式)，提供病患正確使用胸式呼吸、腹式呼吸之教學影片內容，告知病患正確的呼吸技巧以及正確呼吸對生理心理的影響，方便病患隨時進行自我學習。

(2) **腹式呼吸練習：**

此階段主要讓使用者學習如何正確的使用腹部來呼吸。使用者可以透過青蛙的呼吸動作練習正確的腹式呼吸，並參考畫面右側之呼吸bar來反應病人呼吸(圖十五 a)。藉由青蛙肚子大小，反應使用者之呼吸情形，當使用者之腹部吸氣時青蛙肚子變大，嘴巴微閉；吐氣時青蛙肚子縮小，嘴巴張開。(圖七c~d)。



(a) 腹式呼吸練習之學習介面



(b) 青蛙吸氣動作 (c) 青蛙吐氣動作

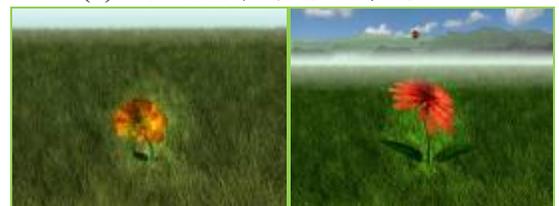
圖七 多媒體引導腹式呼吸練習

(3) **呼吸頻率練習：**

此階段主要讓使用者學習正確的呼吸頻率。使用者可透過畫面中淡藍色的呼吸曲線及曲線上的光點，引導使用者正確的呼吸頻率。使用者的呼吸量，會反應在花開的大小，以及小瓢蟲跟隨曲線的位置(圖八)。



(a) 呼吸頻率練習之學習介面



(b) 開花前的畫面 (c) 開花的畫面

圖八 多媒體引導呼吸頻率練習

此階段之呼吸引導機制，會根據使用者

的呼吸狀態作及時的變化。當系統偵測到使用者呼吸頻率及吸吐時間比例能達到預定目標，系統則會逐漸增加吸吐比例及減少呼吸頻率，並及時的修改多媒體畫面中淡藍色的呼吸頻率引導曲線。

(4) 學習成效評估：

為了方便之後的數據分析，並提供個人化生理數值標準，本系統與總計畫合作建立之生理資料庫會紀錄使用者該次練習的生理資訊，並於學習結束之後提供學習評估及建議，讓使用者瞭解自己學習的狀況。

二、 導入視覺及聽覺回饋，設計多媒體內容

對於病患來說，多模式學習介面比口頭教學或是書面教學來的容易學習。本子計畫將引導使用者呼吸物件視覺及聽覺化，提供一個即時視覺及聽覺互動效果。本多媒體之設計概念，在於利用影音效果，慢慢引導使用者(病患)之呼吸型態。影像設計為星空宇宙之概念，並以抽象的光球代表呼吸之引導。光球變大，小白點往外移動代表吸氣，光球變小及消失，小白點往內側移動消失，代表吐氣。

本多媒體可透過設定吸氣時間(秒數)，可設定長度3-8秒，並可設定吸呼比例，由1:1~1:4，可由護理人員依照使用者(病患)的情況，給予適當的練習。當使用者熟悉本系統之影像後，可加入聲音之引導。在背景音樂之中，搭配兩種不同鐘聲的提示音，讓使用者可透過聽到音樂的聲音，而進一步接受多媒體之引導。已經習慣本多媒體之使用者，則可嘗試將雙眼閉上，透過體驗音樂及鐘聲的引導，進行更順暢的呼吸引導訓練。

三、 進行多媒體互動環境之初步建置

我們於計畫第一年已經完成初步的多媒體空間設置(圖九)。目前已完成投影機、投影幕、環繞式音響的裝設，可將本研究所開發之多媒體呼吸系統裝設於

此空間。



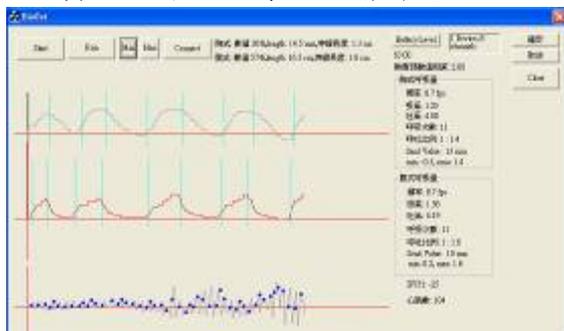
圖九 多媒體空間

總計畫:結合智慧衣及多媒體回饋於呼吸習慣改善之研究

總計畫負責整合各子計畫之研發技術。於計畫第一年，總計畫於呼吸一號智慧衣尚未開發完成之前，先行提供生理感知儀器(ProComp)之相關生理資訊於醫學研究(子計畫一)及多媒體系統測試(子計畫三)，並建立一套生理資料庫，可記錄及播放使用者的生理資訊。以下詳細介紹：

一、 生理資訊擷取及判斷

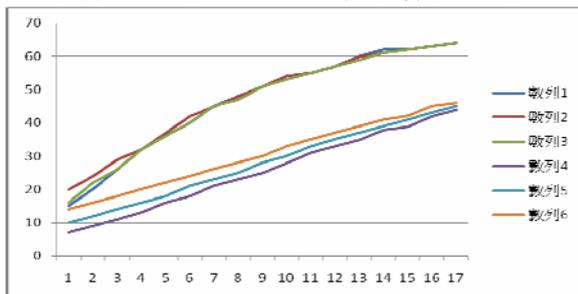
總計畫採用生理感知儀器(ProComp)擷取使用者的胸腹式呼吸資訊、皮下導電值、心電圖，判斷使用者胸腹式呼吸之資訊(吸吐比例、吸吐時間、胸腹式擴張比例、呼吸頻率)、心跳頻率、緊張程度(藉由皮下導電指數估算)，於子計畫二研發之呼吸一號智慧衣尚未完成之前，提供上述生理訊息給子計畫三做多媒體呈現(圖十)，以及提供給子計畫一做生理資訊及呼吸數據之相關研究。



圖十 生理資訊偵測系統

關於呼吸感測部分，本系統採用張力感測器來偵測使用者胸腹部的擴張量，依此偵

測呼吸情形。因此，我們需先做感測器校正的動作，以確保能獲得最正確的擴張長度。圖十一為兩條不同呼吸感測器之數值與長度比較圖，數列1~3為第一條呼吸感測器於不同時間點測試出之比值，數列4~6為第二條呼吸感測器於不同時間點測試出之比值。由此圖九可得知，相同一條呼吸感測器於不同時間點測得之數值差異不大，經由校正(數值/長度)之後，能精確的偵測出使用者胸腹部的擴張程度。



圖十一 呼吸感測器之數值與長度比較圖

二、呼吸相關生理資訊之資料庫建立

為了進行整體計畫之系統評估以及提供病患個人化操作空間，本計畫設置呼吸相關生理資訊資料庫(圖十二)，紀錄個別病患之學習狀態以及相關生理資訊，整體資料庫建置目的包括：

(1) 記錄使用者個人資訊

本系統提供個人化資訊記錄的功能，能個別記錄使用者的資訊及練習過程，因此系統操作前，需要先有使用者帳號登入的機制，此資料表紀錄的內容包括：使用者的帳號(id)、姓名(name)、密碼(password)，以便做個人化身份登陸的機制。

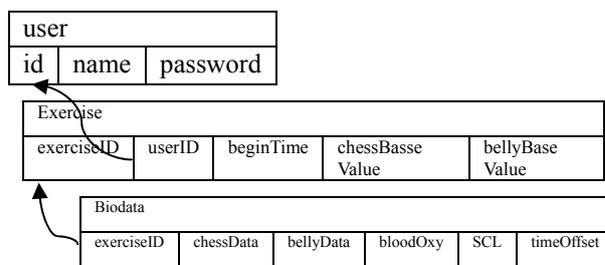
(2) 記錄每次練習的初使化資訊

因為每個使用者在穿戴呼吸感測器的時候，綁的鬆緊程度無法一樣，因此本系統提供一個初始值記錄的機制，紀錄每一次開始練習的初始值資料，此資料表紀錄的內容包括：單次練習之id、使用者帳號、練習的開始時間、胸式呼吸的初始值、腹式呼吸的初始值。

(3) 記錄練習時的生理訊號

本系統詳細的紀錄每位使用者每次練習

的生理資訊，以便系統分析使用者的練習進度，以及提供使用者回顧自己的生理數值。此資料表紀錄的內容包括：此生理訊號屬於哪次練習、胸式呼吸此刻的值、腹式呼吸此刻的值、此刻的血氧濃度、此刻的皮膚導電度、此刻離練習一開始已經過多少時間。



圖十二 資料表關係圖

本系統儲存資料的方式分為兩種，第一種是存到遠端的資料庫，因此電腦需能連到網路，且使用者在練習前需先login。因為user資料表跟exercise資料表中紀錄的頻率較低，存入資料庫的方法是直接使用mysql的insert語法插入一筆資料。而biodata資料表在練習中每個frame都會有一筆record，若每個frame都去query資料庫，對效能有影響，因此系統會先把這些生理資訊先寫在local端的文字檔裡，當使用者結束練習，再把此檔案輸出到資料庫中。

使用者login後，系統會從資料庫中讀出所有屬於該使用者的練習記錄，使用者可自行選擇要重播自己之前的練習狀態。

第二種儲存方式是為了讓系統在沒網路，無法連到資料庫的情況下，仍能記錄並重播使用者的生理資訊。系統會把練習的初始資訊跟生理訊號寫在另一個文字檔裡，因無法連結資料庫也無法login，這個檔案不會有使用者的個人資料，同時也只能儲存前一次練習的生理資訊。當使用者再度練習時，就會把上次練習的生理資訊蓋過去。若要保留之前的資訊，使用者需手動把記錄資訊的文字檔檔名換掉。而要重播這種儲存方式的生理資訊，只需按下重播local端生

理資訊的按鈕，選擇要播的文字檔即可。

3. 計畫成果自評

本計畫之第一年度成果自評如下：

1. 目前已完成之呼吸引導訓練可分為下列項目：

(1) 腹式呼吸方法之訓練：利用青蛙卡通圖反應使用者腹式呼吸(強調呼吸深度)，並加入測量呼吸量的bar來引導病人增加呼吸肺活量。

(2) 呼吸型態的訓練，包括腹式呼吸頻率、呼吸氣時間比(Inspiration/Expiration ratio)、潮氣量(Tidal Volume)：利用花朵反應使用者之呼吸狀態，訓練使用者按照預先設定之頻率、呼氣及吸氣之時間比，達成呼吸學習的效果。

目前正研發系統對使用者之評估及評分系統，以讓使用者了解使用之效果，並增加學習之興趣及動力。

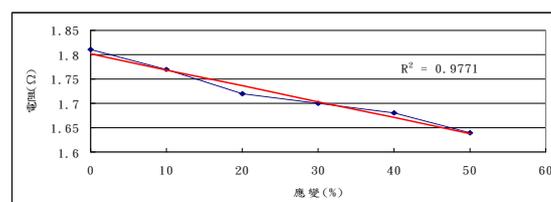
2. 完成呼吸頻率、呼吸氣時間比、及呼吸深度之設定介面(User Interface, UI)，讓醫師或呼吸復健師可依病人呼吸狀態，預先設定及調整呼吸引導曲線，並隨時調整，找出最適合病患之呼吸型態。
3. 利用胸腹兩條 sensor 的變化量，製作回饋畫面，一條代表胸圍變化量，一條代表腹圍變化量，系統可自動判斷使用者的呼吸方式屬於胸式或是腹式呼吸，若與原先設定之呼吸方式有明顯差異，電腦會主動提醒使用者，並引導病患進行適當的呼吸練習。
4. 利用醫療級高溫高壓殺菌測試呼吸一號智慧衣，結果功能一切正常，將來可重複的消毒清洗，並運用於臨床試驗上。
5. 利用纖維導電的性能，其導電纖維材料表面電阻特性依不同用途及製造技術，達到不同表面電阻效果。利用導電纖維織品材料獨特性能，於受外力作用下電阻與應變間變化量，作為呼吸生理感測元件開發雛型，進而研

製及設計呼吸生理感測元件。

- (1) 微電阻感測元件(如圖十三)，其電阻與應變為近線性關係(如圖十四)所示。



圖十三 微電阻感測元件

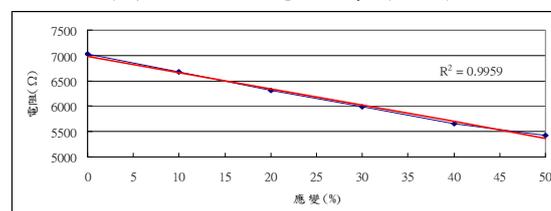


圖十四 應變與電阻之關係

- (2) 一般電阻感測元件(如圖十五)，其電阻與應變為近線性關係(如圖十六)所示。



圖十五 一般電阻感測元件

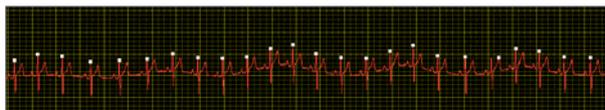


圖十六 應變與電阻之關係

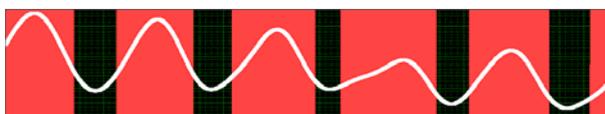
6. 利用可量測心電訊號智慧型系統，建立“呼吸速率評估平台”(呼吸一號)呼吸速率平台之建構，以生理量測智慧衣(如圖十七)測量心電生理訊號(如圖十八)利用“呼吸一號”之心電訊號推導呼吸速率生理參數之演算法，並配合「多功能生理量測智慧衣」之採用，在呼吸過程中同時記錄心電訊號可進行頻域能量分析，統計出明顯可信的生理參數變化趨勢及呼吸訊號(如圖十九)。



(a) 正面 (b) 反面
圖十七 生理量測智慧衣



圖十八 原始心電訊號



圖十九 濾波後呼吸訊號

7. 完成生理量測智慧衣動態測試訊號穩定系統，使受測者能更輕鬆、舒適的情況下使用。
8. 生理量測智慧衣使用導電材料與纖維素材所研製而成，其成型模式與一般衣物無異，並可水洗，待晾乾後可繼續使用具環保性，ECG 感測元件並不會因洗滌而降低量測生理心電訊號效，經由標準的醫學高溫高壓殺菌清潔後，功能一切正常，將來可重複的消毒清洗，也可正常的運用於臨床試驗上。
9. 本期已發表兩篇相關之會議論文。
[1] 莊宴爾、陳俞冀、黃詩茹、蔡智曉、石天威，”不銹鋼混紡紗混織針織物之製程條件對拉伸電阻之影響”，第二十三屆紡織科技研討會，2007。
[2] 莊宴爾、陳俞冀、黃仲吟、王佩洵、石天威，”不銹鋼聚酯混紡紗與不同紗線混織針織物對拉伸-電阻之影響”，第二十三屆紡織科技研討會，2007。
10. 完成呼吸復健教學錄影帶，共有站姿、坐姿、及臥姿三種姿勢，每種姿

勢又分為單純胸腹部呼吸及上肢輔助胸腹部呼吸兩種，共計六段教學錄影帶，以滿足各種不同病患之需求。接下來將為呼吸多媒體系統量身拍攝一組呼吸教學影片，並同時擷取呼吸教學者的呼吸資訊，即時給予使用者語音提示及附加多媒體生理資訊呈現之機制，方便使用者更直覺的做學習。

11. 設計一套多媒體呼吸學習系統(運用青蛙嘴巴大小來學習腹式呼吸、運用花開大小及瓢蟲引導來學習呼吸頻率)。計畫第一年之呼吸多媒體系統已初步完成，可透過多媒體協助使用者腹式呼吸及引導呼吸頻率，接下來將結合遊戲互動的概念，讓呼吸學習系統更加的有趣。
12. 導入視覺及聽覺回饋，設計多媒體互動投影內容，藉由光點之大小及聲音之引導，導引呼吸頻率之學習。此系統可偵測使用者的呼吸狀況，並依此個人化呼吸狀態調整多媒體引導之呼吸頻率。目前已可透過投影裝置及喇叭，引導使用者進行呼吸頻率引導學習，接下來將擺脫投影機裝置，以更生活化之互動裝置來進行呼吸引導學習。
13. 計畫第一年之多媒體環境已完成投影機架設及多媒體空間之音響架設，將來將導入燈光控制、機械控制等裝置，增加使用者融入式學習之真實感。
14. 採用 Procom 公司之生理側儀器開發出一套可擷取生理資訊及偵測胸腹部呼吸之頻率、吸吐比例、胸腹部呼吸比例之系統，並完成呼吸感測器之線性校正。接下來將把生理感測裝置無線化、輕巧化，並整合呼吸一號智慧衣於多媒體呼吸學習系統。
15. 已完成呼吸相關生理資訊資料庫之建立，提供功能包含帳號登入機制、生理資訊儲存機制及生理資訊回顧播放機制。接下來將透過資料庫分析使用者的學習狀態，提供更多的個人

化學習環境。

4. 參考文獻

1. Litchfield, P.M., "Good breathing, bad breathing", California Biofeedback, 2006.
2. Litchfield, P.M., "A brief overview of the chemistry of respiration and the breathing heart wave", California Biofeedback 2003;19 (1), 2003.
3. Fried, R., Grimaldi, J., "The psychology and physiology of breathing in behavioral medicine", clinical psychology, and psychiatry. New York, Plenum Press, 1993.
4. Timmons, B.H., & Ley, R., "Respiratory psychophysiology and the modification of breathing behavior", Behavior Modification, special issue 2001;25:491-666, 2001.
5. Timmons B.H., Ley R., "Behavioral and psychological approaches to breathing disorders", New York, Plenum Press, 1994.
6. Westerdahl E., Lindmark B., Eriksson T., et al. "Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery", Chest. 128:3482-8, 2005.
7. Westerdahl E., Lindmark B., Eriksson T., et al. "The immediate effects of deep breathing exercises on atelectasis and oxygenation after cardiac surgery", Scand Cardiovasc J. 37:363-7, 2003.
8. Tsai, T.J., Lai, J.S., Lee S.H., et al. "Breathing-coordinated exercise improves the quality of life in hemodialysis patients", J Am Soc Nephrol 6:1392-400, 1995.
9. Li, Q.Z., Li, P., Garcia G.E., et al. "Genomic profiling of neutrophil transcripts in Asian Qigong practitioners: a pilot study in gene regulation by mind-body interaction", J Altern Complement Med 11:29-39, 2005.
10. Slader, C.A., Reddel, H.K., Spencer, L.M., et al., "Double blind randomized controlled trial of two different breathing techniques in the management of asthma", Thorax. 61:651-6, 2006.
11. Guell, R., Resqueti, V., Sangenis, M., et al., "Impact of pulmonary rehabilitation on psychosocial morbidity in patients with severe COPD", Chest. 129:899-904, 2006.
12. Aliverti, A., Dellaca, R., Pelosi, P., Chiumello, D., Pedotti, A., Gattinoni, L., "Optoelectronic plethysmography in intensive care patients", Am J Respir Crit Care Med 161; 1546-1552, 2000
13. Butler, N., "Latest developments and trends in intelligent clothing revealed", Technical Textiles International, pp.31-37, July/August 2005
14. Rashmi, U., Sastry, B., "An overview of worldwide development in smart textiles", Technical Textiles International, pp.31-3, Junet 2004
15. Paradiso, R., Loriga, G., Taccini N., "A Wearable Health Care System Based on Knitted Integrated Sensors," IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed., vol. 9, no. 3, Sep. 2005
16. Paradiso, R., Loriga, G., Taccini, N., "Wearable Health Care System for Vital Signs Monitoring," Medicon 2004 Conferences, 2004
17. 藍振晏, 邱創乾, 石天威, 朱嘯秋可穿戴式多功能生理量測系統- e-texcare, 第一屆智慧生活科技研討會, HCD_R10, May 2006
18. Chiu, C.C., Shyr, T.W., Chu, H.C., Chung, Y.C., Lan, C.Y., "A Wearable e-Health System with Multi-functional Physiological Measurement", accepted in 2006 World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006 (WC2006), August 2006
19. Chiu, C.C., Yang, M.T., and Lin, C.S., "Using fractal dimension analysis on objective auscultation of traditional Chinese medical diagnosis", Journal of Medical and Biological Engineering, vol. 22, No. 4, pp. 219-225, December

- 2002
20. Pinciroli, F., Pozzi G., and Rossi R., "Processing Electrocardiograms Towards Respiratory Signals," Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE, pp. 139-140, 1988.
 21. Saul, J.P., Kaplan, D.T. and Kitney, R.I., "Nonlinear Interactions Between Respiration and Heart Rate: Classical Physiology or Entrained Nonlinear Oscillators," Computers in Cardiology, pp. 299-302, 1989.
 22. Zhao, L., Reisman, S. and Findley, T., "Respiration Derived from The Electrocardiogram during Heart Rate Variability Studies," Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE, pp. 123-124, 1994.
 23. Pagani, M., Rimoldi, O., Pizzinelli, P., Furlan, R., Crivellaro, W., Liberati, D., Cerutti, S., Malliani, A., "Assessment of the neural control of the circulation during psychological stress", Journal of the Autonomic Nervous System, Vol. 35, pp. 33-42, 1991.
 24. Scarlatos, L.L., "TICLE: using multimedia multimodal guidance to enhance learning", Information Sciences 140, 85-103, 2002
 25. Tsutsui, M. and Kato, M., "Designing a Multimedia Feedback Tool for Developing Oral Skills", Exeter, UK: Elm Bank Publications, 81-88, 2001
 26. 吳介禎，心靈醫療藝術。Dance with Disease- Public Art in Healthcare Institute，藝術家出版社。
 27. Turk, D. C., & Gatchel, R. J., "Psychological approaches to pain management: A cognitive-behavioral perspective", New York: Guilford Press, 2002
 28. Osowiecki, D., & Compas, B. E., "Psychological adjustment to cancer: Control beliefs and coping in adult cancer patients", Cognitive Therapy & Research, 22(5), 483-499, 1998
 29. fuwa pica,
 30. RgBy, http://mongoose.proto-type.jp/product_s/rgby/ 檢索日期：2007年8月10日。
 31. Wild Divine - Healing Rhythms : <http://www.wilddivine.com/> 檢索日期：2007年7月18日。