

臺灣二〇〇六年國際科學展覽會

科 別：工程學

作 品 名 稱：自動化健康管理系統之研製

學校 / 作者：臺北市私立開南商工高級職業學校 陳琮文
臺北市私立開南商工高級職業學校 連翰文

作者自傳

我是陳琮文，出生於一個小康家庭，家中成員除了父母之外，還有一個弟弟，小我一歲，一家四口，和樂融融。我的個性獨立自主，積極主動，為人誠懇，做事細心負責，擅溝通及團隊合作，喜廣結善緣，樂於接受挑戰及壓力。堅持、努力及勤奮不懈是我一貫的行事準則，未來將不斷精益求精，讓自己能「一步一腳印」，走得更踏實，更篤定。



作者自傳

我姓連名翰文，家中除了父母之外還有一位哥哥，我很喜歡研究有關於程式和硬體裝修的部分，所以就讀綜合高中資訊學程，雖然我行事較為衝動，但我為人誠懇、做事踏實，決不半途而廢，喜愛結交朋友，研究從未探索的新事物。未來希望能將我所學的貢獻在社會上，讓自脊能夠發揮專長，使自己更上一層樓。



英文摘要(Abstract)

Research and Development of an Automatic Health Diagnosis System

This study of health diagnosis based on using computer signal analysis technology. In order to make health management more perfect. The main points of this study are wrist pulse and body temperature information, remit to the database of the computer, analyze with the computer. With the internet network , transmit it to the medical center in order to carry and control, seek medical advice, prevent infective disease from spreading, defending healthy purposes of people, this research system includes the following six functions:

(1) Automation measured:

Can prevent popular disease from spreading , and ensure the medical personnel to avoid being infected.

(2) The heart and lungs function warning system:

When the pulse beats too fast or slowly, computer will send out warning signal immediately .

(3) The body temperature is unusually warning system:

When the body temperature is too high or too low, will send out warning signal immediately.

(4) Pathology analyzed:

Will pick and fetch the pulse wave form, which use the computer procedure to carry on frequency spectrum in order to analyze, then compared with database, with the purpose of analyze pathology.

(5) The health managed:

Remit the physiological information that quantity examines to the database of computer, offer pathology analysis, carry on the prevention of the disease.

(6) Analysis results of the human exercise:

With the operation of the database, we can analyze and obtain the effect that all previous sports accumulate .

中文摘要

本研究係運用電腦訊號分析科技、資料庫軟體，使健康管理更為完善。研究重點為擷取人體手腕脈象、體溫生理訊息，匯入電腦資料庫，以電腦進行分析。藉由網際網路，傳輸至醫療單位，達到遠端監控、緊急就醫、防止傳染性疾病蔓延，守護國民健康之目的，本研究系統包含下列六大功能：

(1) 自動化檢測：

可防止流行疾病蔓延，並保障醫護人員避免遭受感染。

(2) 心肺功能異常警示：

脈搏跳動過快或過慢，立即發出警示。

(3) 體溫異常警示：

當體溫過高或過低，會發出警示。

(4) 病理分析：

將擷取脈搏波形，運用電腦程式進行頻譜分析，與資料庫比對，藉以分析病理。

(5) 健康管理：

將量測之生理訊息匯入電腦資料庫，提供病理分析，進行疾病之預防。

(6) 運動成效分析：

藉由資料庫之運作，可解析獲得歷次運動累積之成效。

目 錄

壹、前 言.....	6
一、研究動機.....	6
二、研究目的.....	7
貳、研究方法與過程.....	8
一、資料收集.....	8
二、設定功能.....	9
三、系統流程規劃.....	10
四、系統設計與製作.....	11
五、合作研究與資料採樣.....	11
參、研究結果與討論.....	12
一、自動化醫療量測系統.....	12
二、類比訊號處理電路.....	13
三、分析軟體及資料庫.....	17
肆、結論與應用.....	21
伍、參考文獻.....	22

壹、前 言

一、研究動機

現今臺灣社會結構，以工商產業為主軸，人際往來密切，導致流行性疾病難以控制，往往一發不可收拾。由於社會競爭劇烈，國人常因工作繁忙，而與大自然疏離，並且欠缺運動，造成健康情形欠佳。此外老年人口比率逐年攀升，面對此一高齡社會，健康管理與疾病預防，為當務之急，為科技、醫學與工程特別關注之課題。

且臺灣為位於大陸棚之海島，與國際交流頻繁，亦為候鳥之必經要道，因此時常面臨境外傳入流行疾病之威脅。譬如西元 2003 年的 SARS，導致多人罹難，並殃及第一線醫護人員，造成全國恐慌。今年的禽流感，業已山雨欲來風滿樓，令全世界人心忐忑不安。

我們研究此自動健康檢測與管理系統，擷取脈象與脈搏及體溫之訊息，經由訊號處理電路，匯入電腦資料庫，進行健康管理之功能，可隨時得知健康狀況，防止流行疾病之蔓延，達成關懷人群的淑世目標。

二、研究目的

本系統研究之目的，係運用資訊科技融合醫學方法，維護人們的健康，其內容如下：

1、健康分析

運用數學與物理之理論，進行脈象波形分析，並將脈搏波形與血液流速、體溫，運用電腦程式進行統計分析，進行量化研究。

2、自動化科技之應用

研發自動量測人體生理訊號之機械手臂，運用良好的人機介面，得以使用簡便，並且防止流行疾病之蔓延。

3、健康管理資訊化

將生理資料與電腦資料庫將整合，生理訊息直接匯入資料庫，可隨時查閱追蹤健康變化。

4、我國傳統醫學之傳承

脈診於我國傳統醫學診斷中，佔有重要地位。然而，正確脈診需要經驗之累積與高度技巧，因此蘊含診測者之主觀性。本研究將脈診之特性，藉由信號分析技術予以量化，提供客觀的診斷依據，並結合醫師之臨床觀察，據以驗證本研究系統。

5、遠端監控

健康狀況異常時，系統立即發出警告訊息，並以網際網路聯繫醫護人員，能於最短時間進行搶救。

6、相關電路之研發

運用新式積體電路，以及精密被動元件，研發高傳真之生理訊息前置放大理電路，以及高精確度的生理訊號處理。

貳、研究方法與過程

本研究以健康管理應用為導向，設計評估生理訊息之系統。主要分為三階段。第一階段，為透過專家訪談法與醫護專業人員訪談方式，瞭解系統設計之需求，據以界定研究範圍與研究內容；第二階段，為取樣系統之建立，並探討生理健康分析系統之建立，以及評估方式；第三階段，為心血管脈象與體溫關聯之模擬與測試，此階段目的，為測試本系統原型之使用性，其經由使用者操作時觀察，及操作後之訪談，評估本系統的使用狀況，並提出更完善的改進建議。

一、資料收集

研究之初，先對國內醫療機構，及醫療相關問題，進行資料收集與分析，藉以推導研究系統，獲得下列四項主要內容：

1、現況訪查

藉由專家訪談方式，訪問醫師與護理人員，並運用網路查詢得知，衛生相關機對於民眾健康安全，偏重於既有疾病之預防。對於新病毒所引發之疾病，雖有緊急救護系統，然仍屬於被動篩選方式，更欠缺自動量測機制，在新流行疾病爆發時無法有效控制。

2、高齡化社會

臺灣現今老年人口已佔 9% 以上，且逐年提升。由於老人抵抗力較弱，並且表達能力較差，醫師時常無法明確判定其病灶。因此，老人的健康問題，為不容忽視的社會問題。

3、醫療機構人力欠缺

隨著經濟發展，國內醫療機構隨之增加，然而大部分醫療機構的人力均有欠缺。雖然時常有專業醫師執業，但因人力不足，無法獲得即時、迅速、價廉的檢驗。例如去年喧騰一時的邱小妹事件，即為此類醫療糾紛，因此醫療單位仍有許多有待改善之處。

4、病理探討

SARA 或禽流感類型之傳染性疾病，均會導致體溫升高，身體發燒產生之熱，會

影響心臟的節律點，而使心跳加快。如果心臟節律點輸出訊號不規則，或是訊息傳達受阻，可能造成心搏過快、過慢或是不規則，即為心律不整，此為本研究系統之健康分析要項。由於絕大多數人的心臟位於左邊，因此左手臂的動脈血壓，比右手臂多出 5mmHg~10mmHg，測試心血管脈象則以左手腕為宜。

二、設定功能

1、自動化檢測系統：

研製全自動取樣系統，可樽節人力、防止流行疾病蔓延，並保障第一線醫護人員避免遭受感染。

2、量測部位：

因左手臂的動脈血壓，比右手臂多出 5mmHg~10mmHg，測試心血管脈象，測量取樣位置以左手腕為理想位置。

3、心肺功能異常警示：

脈搏跳動過快或過慢，須立即發出警示。醫學對於心跳異常的界定，為休息期間以不超過 90 次，不低於 50 次為原則，本系統據此擬定為判定依據。

4、電腦資料庫與健康管理：

將量測之生理訊息匯入電腦資料庫，提供病理分析，進行疾病之預防。重點為擷取之脈搏波形，運用電腦程式進行波型分析，與資料庫比對，藉以分析健康情況。

三、系統流程規劃

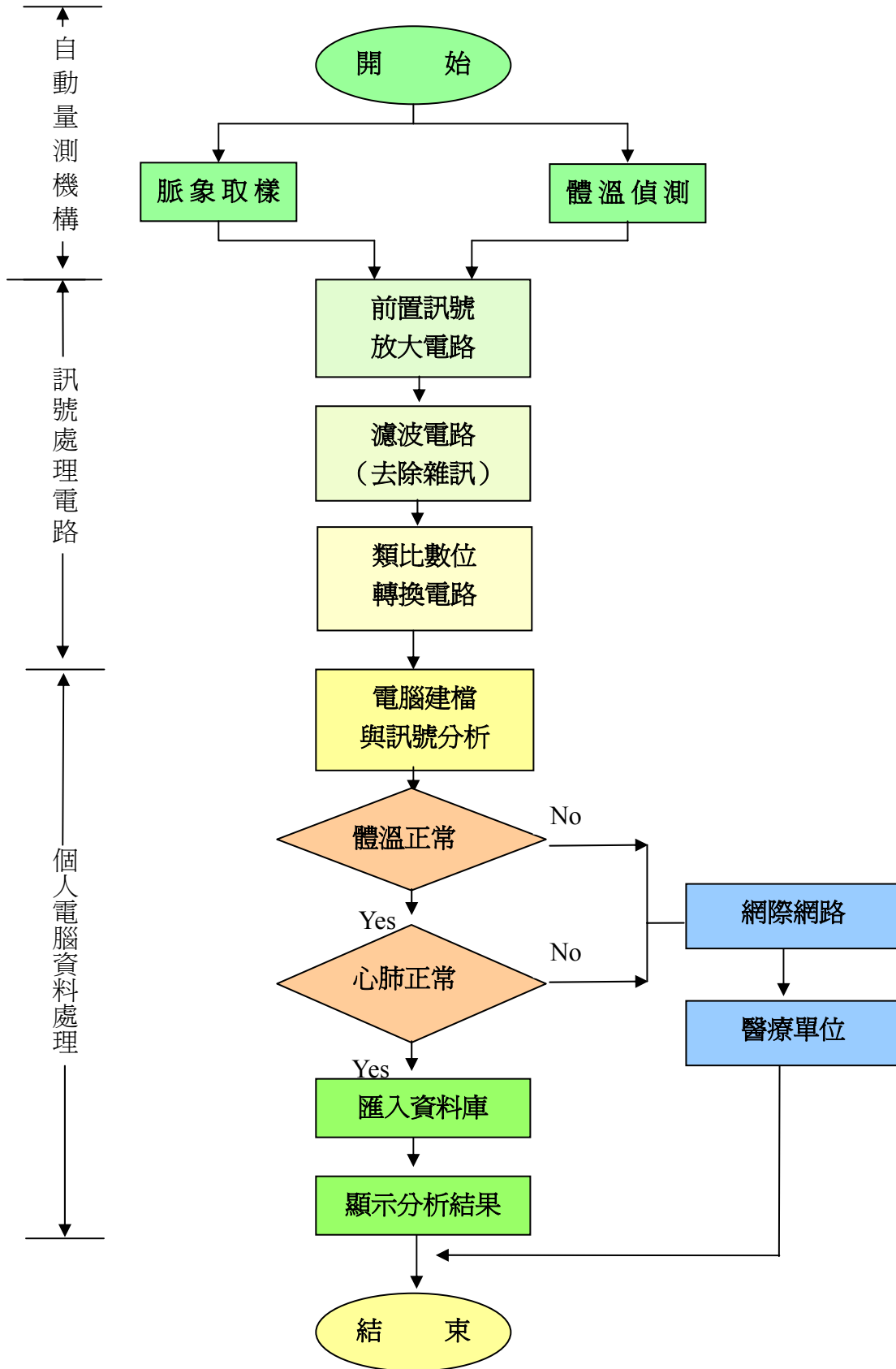


圖 1 系統流程圖

四、系統設計與製作

1.自動量測機構

由於我國傳統醫學的脈診方式，具有良好的成效，因此我們研究將其科學化，融合於本系統中，因此系統量測的位置，為左手橈動脈。經由多次實驗觀察，人體隨機之震動，對量測血流波形與手腕溫度均會造成誤差，因此必需將量測機構以特定之質量，放置於手腕橈動脈上「圖 2」，則可大幅降低人體晃動之隨機誤差。

2.量測方法

將雙手輕放於量測機構，量測裝置即自動將小型機械手臂降下，機械手臂前端，裝置三組血流感測器與兩組溫度感測器，對準手腕寸關尺脈診部位，固定感測器於橈動脈上。被量測者左手手心向上，全身放輕鬆，量測時間為一分鐘。

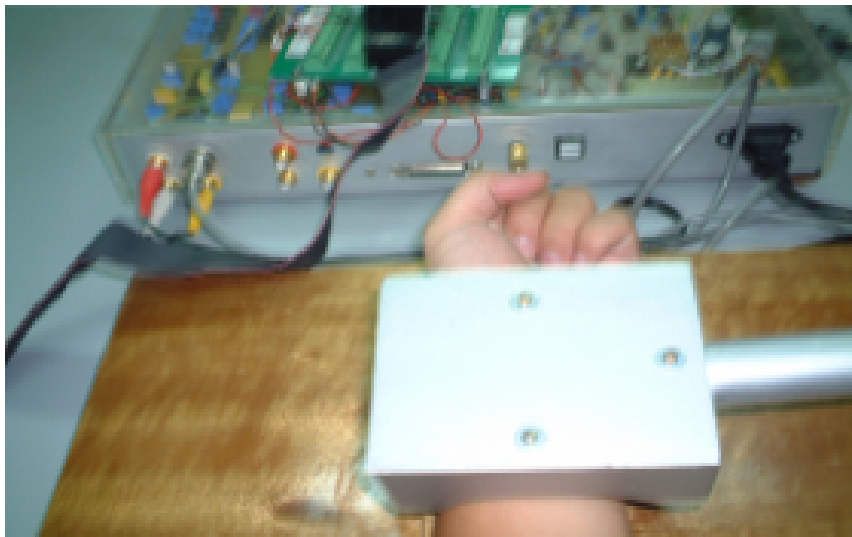


圖 2 自動量測機構

五、合作研究與資料採樣

為使本系統能更深入研究，並增加實用性，因此本研究與下列醫療單位與醫護專業人士合作研究：

- 1、臺東縣鹿野鄉衛生所。
- 2、台北長庚醫院生殖內分泌科主任張明揚醫師，與資深護理師洪嫩惠碩士。

由上述專業醫師提供病理諮詢，並對本校與居家附近之社區、大廈進行調查，加以分析歸納而訂定系統。

叁、研究結果與討論

一、自動化醫療量測系統

1、感測器模組

經過多次實驗與測試，設計出一能同時擷取人手腕部位之血流訊號，以及體溫之感測模組，其成本低，並具有高靈度，可迅速測得血流波形與腕溫。為相對應醫師，使用三個指頭量測人手腕部的動作，因此本系統設計之感測器模組，設置有多顆紅外線發射二極體與接收之光電晶體，所構成之光學陣列，及一顆溫度感測器 AD590，如「圖 3」所示，得以增加取樣之精準度。

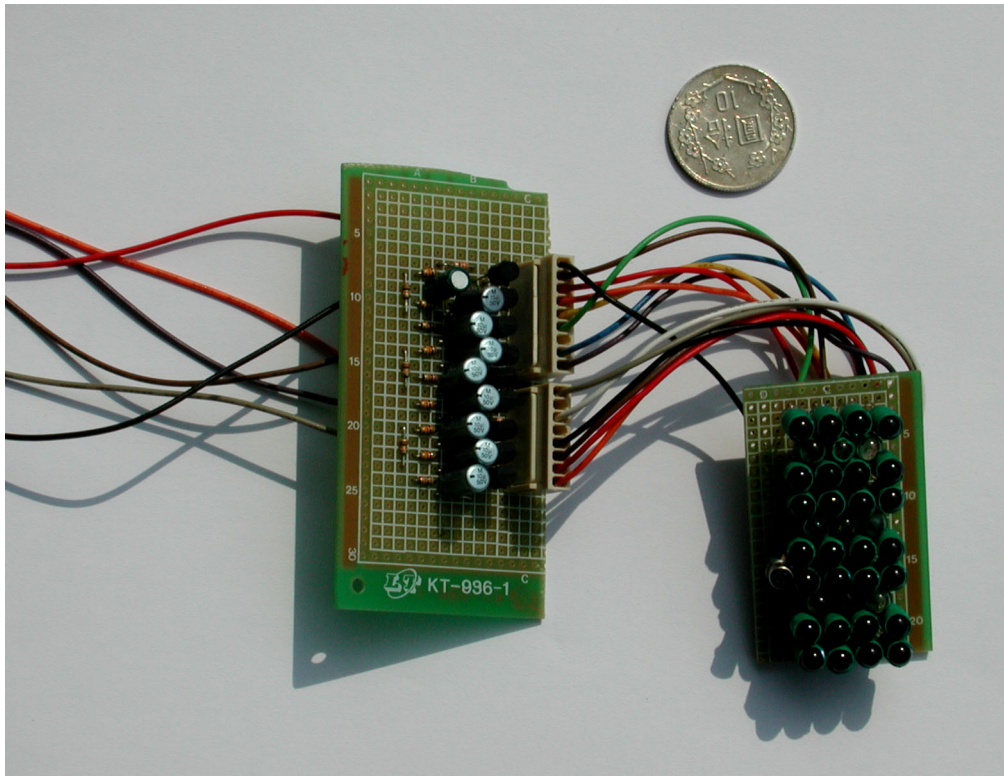


圖 3 感測器實體圖

2、量測機械手臂

基於醫師建議，方便外出研究攜帶，以及避免電磁波之雜訊干擾，因此採用逆磁性金屬材料鋁合金，製作機械手臂。此外為降低人體隨機晃動之影響，機械手臂後端，加裝旋轉式砝碼，可定量調節感測器與人體接觸之質量，為避免電磁干擾，法碼亦為逆磁性材料青銅，如「圖 4」所示。實際完成之量測機構，具有人體工學的概念，能使受測者於進行量測期間，不會產生不適感，並能穩定的進行量測工作。



圖 4 自動量測機械手臂實體圖

3、機電整合電路

機械手臂控制電路，為數位式控制。機械手臂之觸發控制，其原理感應人體特有之生物電性，人手接觸控制電路之金屬片，由於人體帶有交流 60Hz 之靜電雜訊，對系統而言，人體廣義之接地，經實驗統計得知，人體本身，可視之為數百萬歐姆高阻抗電阻，及數十 P 法拉電容並聯，得以驅動高阻抗之 CMOS 數位積體電路，輸出為 0 與 1 以 60Hz 變換之數位訊號，此電壓經電晶體放大，再與大電容器充電，成為一穩定之直流觸發訊號。

二、類比訊號處理電路

1、訊號處理方塊圖

感測器輸出為類比訊號，其類比訊號處理與電腦數位介面，如「圖 5」所示。

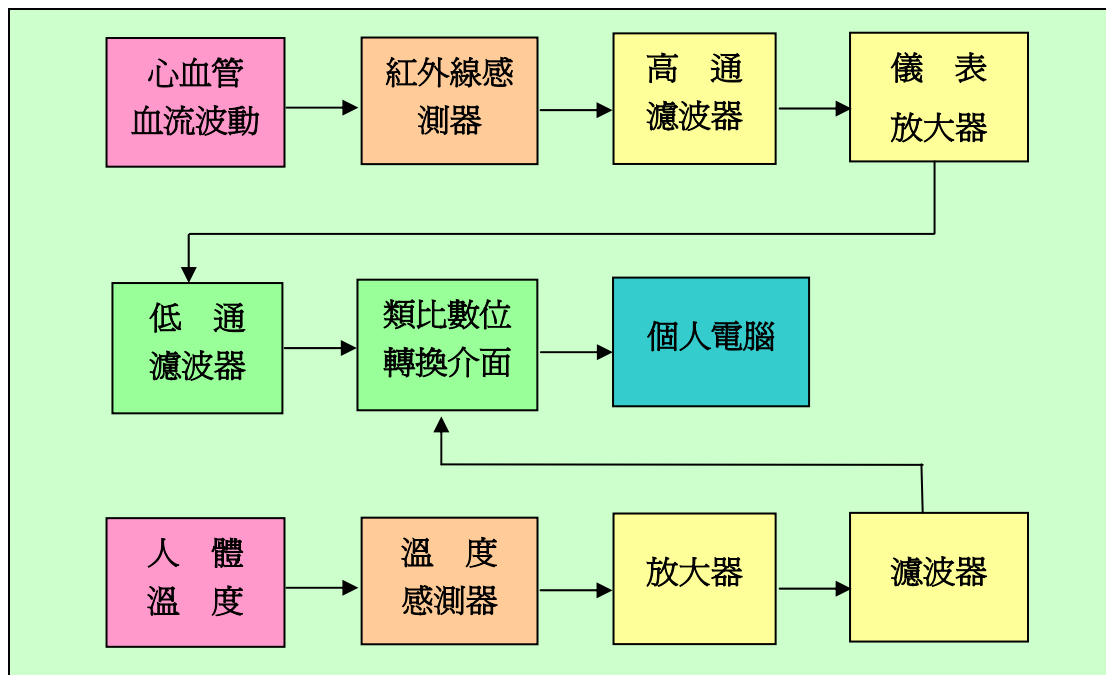


圖 5 訊號處理方塊圖

2、儀表放大電路

感測器輸出的訊號，非常微弱且含有雜訊與直流漂移電壓，因此必須先行濾除雜訊並將訊號放大，方能進行後續處理。「圖 6」為本系統儀表儀表放大電路。由於每個人生理訊號強弱不一，所以儀表放大電路之增益，為可調式，其增益為 30dB 至 34dB。由於電壓放大倍率很高，因此提升 S/N 比（訊號對雜訊比）為此電路之核心，主動元件，採用超低雜訊運算放大器 NE5534，被動元件則以飛利浦精密電阻、德國 WIMA 電容，可將雜訊大幅降低「圖 7」。

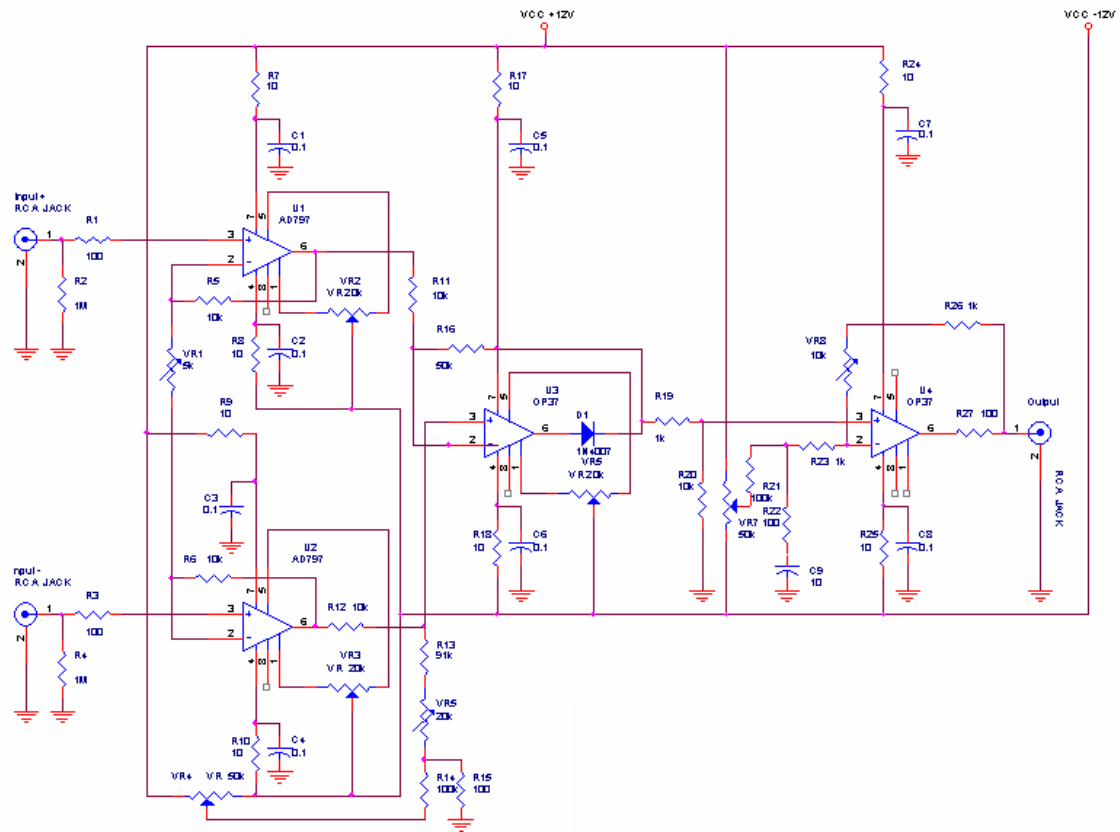


圖 6 儀表放大電路

3、濾波器電路

濾波電路由六階低通濾波器所組成，參見「圖 8」。藉由交連電容進行高通濾波，可阻止感測器輸出之直流漂移電壓，因儀表放大電路之增益甚高，並須於感測器輸出端先行濾除，否則放大電路會產生嚴重的過載失真。低通濾波器截止頻率為 50HZ，其主要目的，係將電源的雜訊濾除。先前專家學者之研究與實驗，認定人體血液波形的能量，約 95 %集中於前十次諧波，過高的諧波近似雜訊，不利於波形分析。人體脈搏約為每分鐘 72 次，因此心血管血流波形之基本諧波，正規化後為 1.1Hz，濾波器截止頻率為 50HZ，符合人體心血管血流波形象量測之需求。

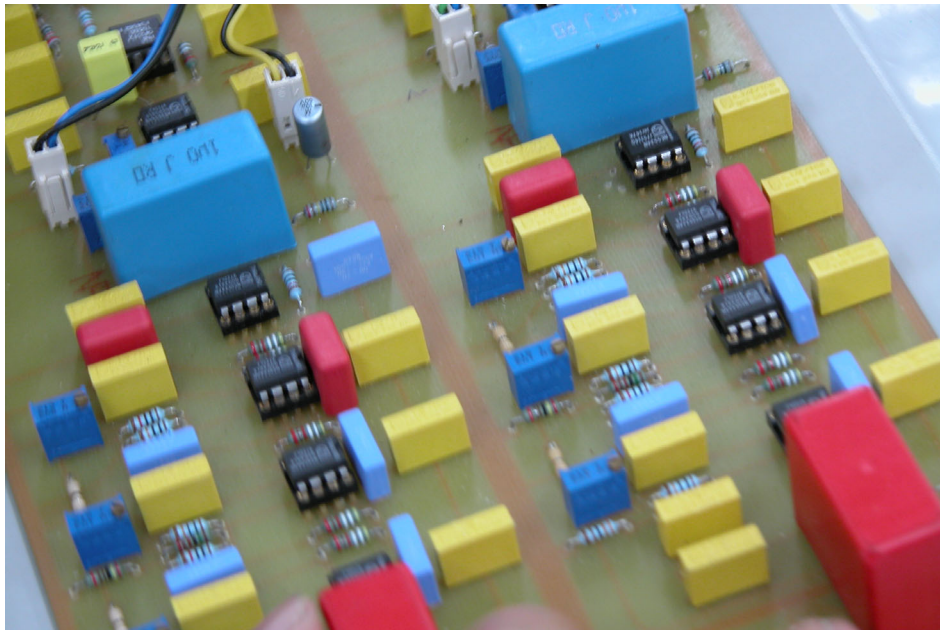


圖 7 訊號處理電路實體

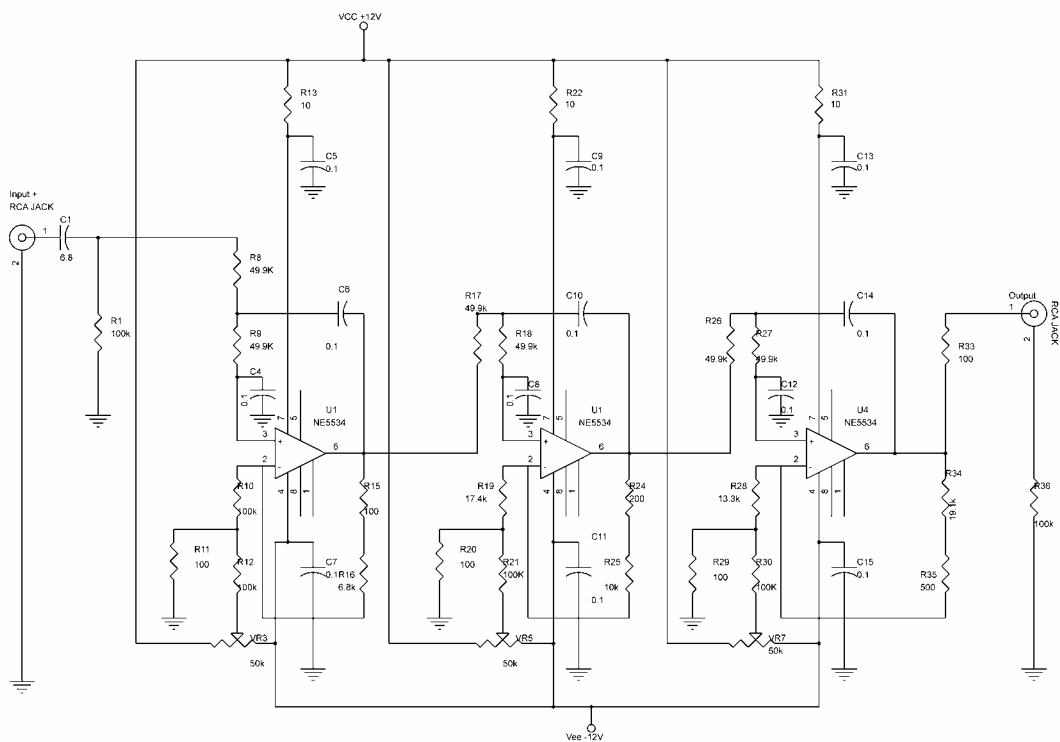


圖 8 低通濾波器電路圖

4、電路整合系統

由類比訊號處理電路，以及機電整合電路、量測機構控制電路，所組合而成之電路整合系統，其外觀如「圖 9」所示。

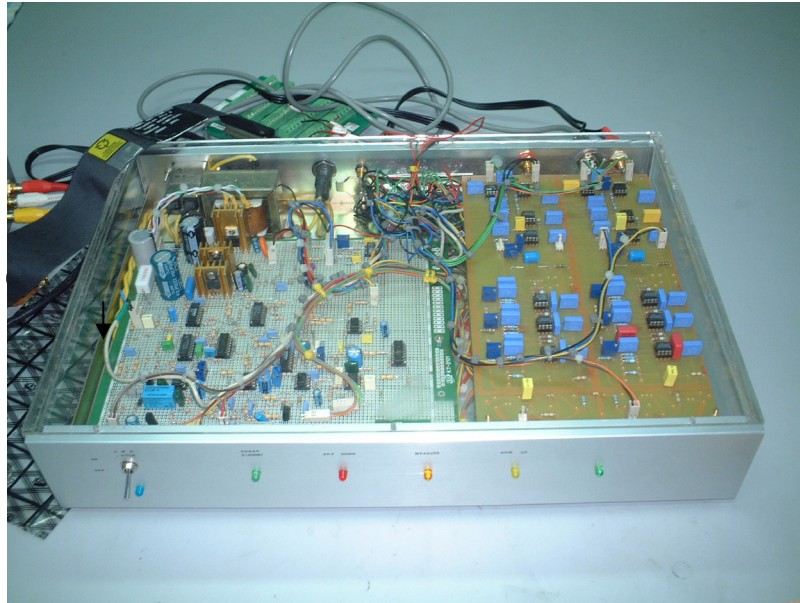


圖 9 電路整合系統

三、分析軟體及資料庫

1、資料庫流程：

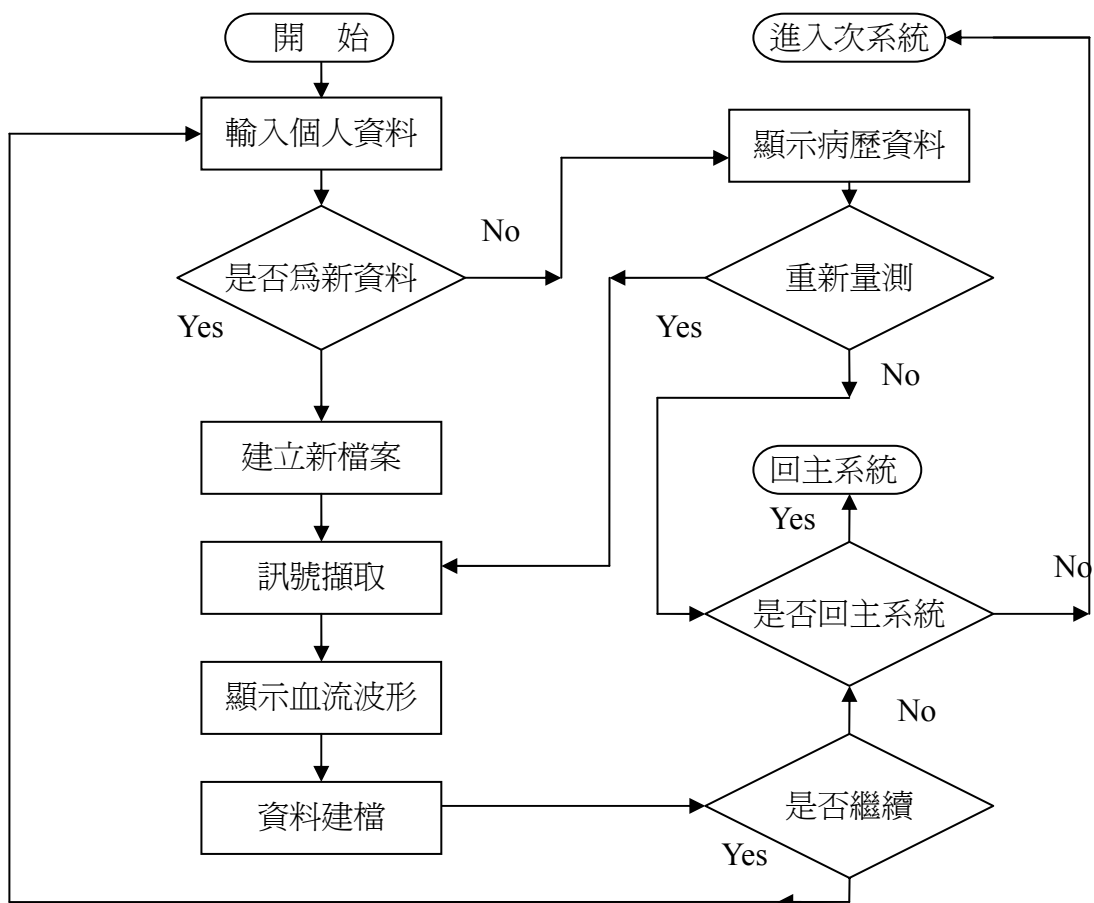


圖 10 資料庫流程圖

2、健康異常警告

心跳異常部分(脈搏高於 100 次,脈搏低於 50 次)、體溫異常部分(體溫高於 38°C,體溫低於 35°C)。為緊急狀況,則以電腦顯示與傳送此四組信號異常訊號。

3、脈象波形分析

如何運用電腦分析心血管血流波形?其實就像認識其他事物一樣,要找出「特徵」。任一具有週期波形,均可為一個基本正弦波,與其諧波的組合。因此,先至合作醫院對病患取樣,再以 Visual Basic 程式所設計之頻譜分析軟體,將取樣資料作諧波分析,將諧波比率的「特徵值」組成「模型」。運用此「模型」,進行脈象分析。本研究係將數位訊號處理之技術,運用於脈象血流分析,藉以取代目前傳統的類比分析方式。本系統採用快速傅立葉轉換方式,將脈象訊號由時域轉換至頻率域,可以非常的有效擷取時域裡的重要資訊,因此,以傅立葉轉換分析,為本研究之重要應用工具。傳統離散傅立葉轉換(Discrete Fourier Transform, DFT)可表示為下列方程式:

$$X[m] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]e^{-j2\pi mn/N} = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]W_N^{mn} \quad (1)$$

$$\text{其中, } W_N = e^{-2\pi j/N}, \quad m=0,1,\dots,N-1。$$

本系統,將原始擷取脈象,經「圖 6」之儀表放大電路加以放大,其後傳送至「圖 8」濾波電路,以 50Hz 低通濾波器處理後輸出,即為正規化血流脈象「圖 11」。經由程式運算,即可得脈象之傅立葉轉換「圖 12」。本系統並可由運用電腦,輸出正規化之一次基本脈搏次數,此為脈象以傅立葉轉換,將周期 T=1 個心跳,將之解析為頻率。藉 FFT 求出各諧波之比值,經由實驗比較設定閥值,並輔以血液流速、手腕溫差得以分析健康情形,詳細人機介面參見「圖 13」「圖 14」。本系統除了可以自我了解生理狀況外,亦可供醫師作為診斷之參考資訊。

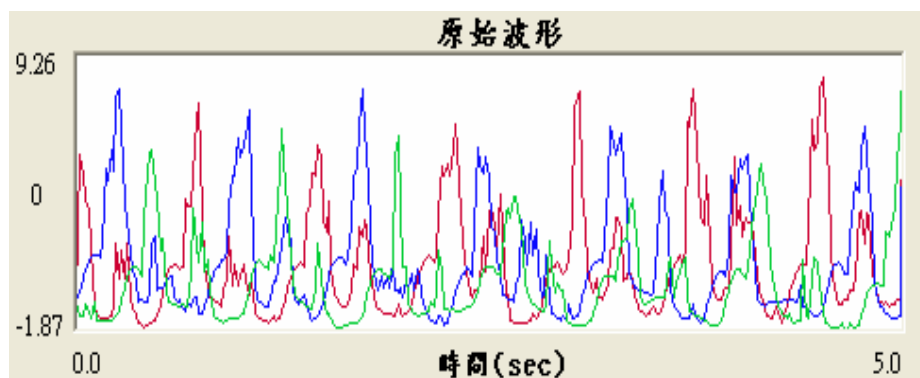


圖 11 正規化血流脈象顯示介面



圖 12 脈象之傅立葉轉換

使用者資料管理

資料管理系統

基本資料欄

姓名 陳... 性別 男性 年齡 23歲 電話 03-3299675 行動電話 0921517655

健保卡號碼 Q245453 出生日期 71年 7月 22日 E-mail s3618018@ntut.edu.tw

病歷號碼 000001 就診日期 94年 5月 3日 身高 170 公分 體重 75 公斤

身分證號碼 H122837081 診斷季節 夏季 資料筆數 58

訊號擷取 訊號分析

原始波形

頻域分析

平均腕溫 36.4 度 平均血液流速 12.3 cm/sec

平均脈搏 79.4 次

脈搏頻率 1.324 Hz

身體狀況分析

0.330 0.282 0.054 0.049 0.075 0.058 0.031 0.047 0.039 0.035

顯示波形 頻譜分析 清除

圖 13 健康良好者之分析結果

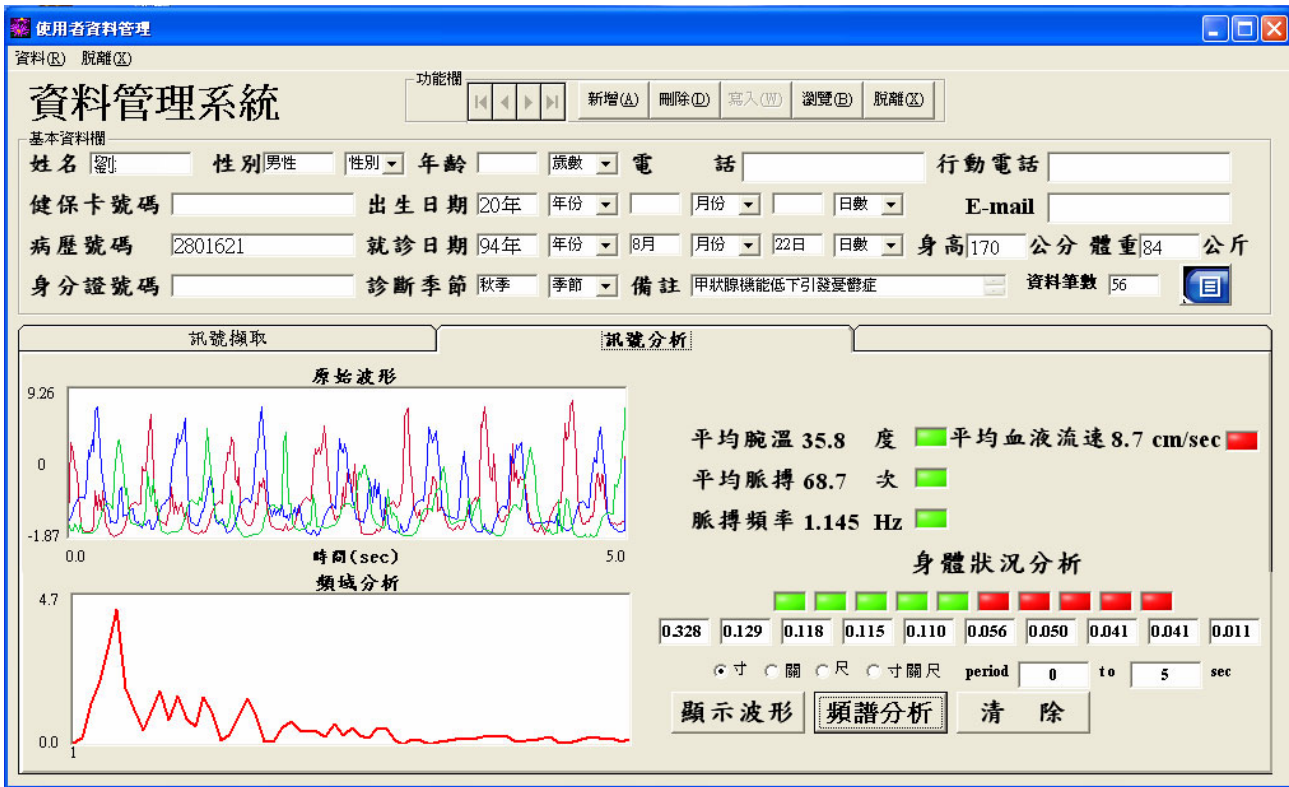


圖 14 甲狀腺機能低下病患之分析結果

4、人機介面與處理軟體

本系統可運用個人電腦，進行系統聯結，可以立即將擷取之資料，進行數值分析並將結果儲存，兼具良好的人機介面。整個軟體系統以 Visual Basic 設計完成，如「圖 14」所示。

肆、結論與應用

經由以上長期的研究，獲得結論如下：

一、達成研究目的

本研究系統經醫師實驗驗證後，確實可以達到原先設定的下列目標：

- 1、研發血流脈動生理訊號與體溫，同時之擷取與處理電路，得以大幅減少取樣時間。
- 2、生理健康分析數位化。
- 3、家庭健康管理系統。
- 4、自動化科技與醫學之結合，得以防止傳染性疾病之蔓延。

二、未來展望

系統成功達成人體健康管理之資訊化，符合現今國內公共衛生與醫療之需求，維護國民健康的目的，並且造價低廉。本研究未來可朝下列方向繼續發展：

1、病理分析功能

本系統病理分析功能仍不夠完善，倘若癌症、糖尿病等致命疾病。亦能事先由本系統檢測得知，實用性能大幅提升。必須建立大量相關疾病之資料，因此尚需長期大量採樣，以及後續努力研究。

2、診測方式的增加

目前已著手研究將人聲加入分析，藉由人體在某些生理症狀初期，會有異常的特徵於其聲音呈現，將有更多的資料做為分析，可增加系統判斷之準確性。

3、建立網路連線資料庫

若是能將位居各地之受測者之診測資料，藉由電腦網際網路匯集，便能建立一個具備龐大資料的網路資料庫，主系統便能藉由這些資料，分析出更準確的生理資訊。而用戶端之使用者可以隨時線上更新資料，而使整套系統的功能更完善。

伍、參考文獻

- 一、內政部人口政策委員會，人口政策資料彙集。臺北市：作者，2001。
- 二、林建仁、林文廣，新世代高手 Visual Basic 6（初版），臺北市：碁峰，2002。
- 三、李亮生，基本電學 II（初版），臺北市：旗立資訊，2001。
- 四、范逸之、廖錦棋，Visual basic 資料擷取卡控制（初版），臺北市：文魁，2003。
- 五、施河，高級中學生命科學下冊（初版），臺南市：南一書局，2001。。
- 六、孫宗瀛、黃金定，常用線性 IC 資料手冊（二版）。臺北市：全華科技圖書，1995。
- 七、楊勝嚴，人體末梢血流量波形之量測、分析與應用。國立成功大學電機工程學系碩士論文，未出版，臺南市，2002。
- 八、劉省宏，醫用電子實習（二版）。臺北市：全華科技圖書，1999。
- 九、錢嘉宏，中醫脈診輔助系統，碩士論文，中原大學醫學工程研究所，1994。
- 十、鍾亦琳，過敏性鼻炎的中醫診斷與脈診儀診斷之相關性及其研究，碩士論文，中國醫藥學院中國醫學研究所，1991。
- 十一、神戶中医学研究会，中医臨床のための舌診と脈診，東京日本：医齒藥出版株式会社，1989。
- 十二、Arthur C. Guyton，蓋統生理學上冊（初版），臺北市：華杏，1998。
- 十三、National Instruments (NI), <http://www.ni.com/>

評語

本研究有相當實用潛力，尤其是在血液流速之測量項目，頗具創意，惟其學理應作更詳細之說明與驗證。