第一章　緒論

本章節首先介紹本論文的研究動機以及慢性疾病的診斷對病患和醫護人員的重要性，接著介紹心電圖在目前的相關研究，由於遠距醫療在近幾年來蓬勃發展，並且有非常多的文獻在討論，其中包含了心電圖訊號處理或是其他疾病的分析，然而對於心電圖病症的辨認過去也有相當多的文獻在探討，包括了特徵擷取和分類器的相關辨識方法，第三部分為介紹本論文提出之方法，在此章節會概略的介紹本論文所提出心電圖疾病的特徵擷取演算法以及所使用的分類器，支持向量機 (Support Vector Machines, SVMs)的兩階段辨識系統，本章節的最後介紹本論文主體架構。

1.1　研究動機

根據內政部最新的統計，全台老年人口數已高達220萬人，佔全台人口總數的9.8%，因此隨著高齡化社會的來臨，慢性疾病也跟隨而來，以致於需要長期追蹤治療的人口越來越多，非但如此對於許多患有腦中風、糖尿病、氣喘病等高齡人口，他們病發之後往往造成生活起居的不便，必須仰賴看護人員隨時的照顧，這些患者往往是出奇不意地再度復發。因此隨時測量患者生理狀況，據以判斷患者其身體健康狀況，並於緊急狀況發生時，能立即聯絡相關醫護人員。由於社會進步和科技的發達，人們生活愈來愈忙碌、緊張，並且加上運動時間的減少，以造成心血管疾病患者有逐年增加的趨勢，這些慢性疾病潛伏在身體內是不容易被診斷出來的，因此如何去預防與防範慢性疾病的發生，還有如何解決慢性病人的長期醫療照顧的問題，已成為國內外

醫學研究的重要課題之一。

生理訊號監測系統對於慢性疾病之預防、早期診斷及追蹤病人的生理狀態在作為診療上的參考也日益顯得重要。因應時代的潮流，遠距醫療成了一個新的趨勢，病患在家裡也能得到如同在醫院般的照顧，一般而言，在居家照顧系統中包含許多的醫療儀器，其中較特別為心電圖儀器，由於心臟大都是以正常頻率跳動，偶而才會有不正常的起伏，如果能在病發之前就能提早偵測出相關的病症，適時通知醫生，給予適當的治療，不但能為患者提早發現疾病，也能給醫生參考的依據。藉由遠距醫療的技術，不但能快速傳輸心電圖與電子聽診器的心音圖訊號等資料，並且可以建立遠端醫護人員與患者端之間的急救影音通訊介面，成為未來老年化社會所急需的遠距照護設備。然而傳統的照護器材與系統都過於笨重與龐大，使患者與照護人員感到不變，尤其遠端的醫護人員若要施行遠距急救或診察，仍需坐在固定位置的電腦系統前來處理，這將大大減損急救的時效性，因此輕薄短小的可攜式照護系統就變成遠距醫療的重要條件。

目前生理訊號監測系統，一般係指可對病患之心電圖、血壓、呼吸、心跳及體溫等生理訊號做24小時監測之床邊監視器[1][2][3]，它同時具有可長期記錄病患之生理狀況、以統計圖顯示、可自動判讀病狀等功能，其中又以心電圖(ECG)、心音圖(PCG)、腦波(EEG)、肌電圖(EMG)等做為醫生判斷的標準。因此對於量測相關訊號的儀器也日益普及。在醫療電子化的時代，絕大部分的生醫訊號都已經數位化，而又因為慢性病的需求，大部分的資料都必須存檔下來並且長期觀察，尤其是居家照護的24小時監控環境下，所需要存檔下來的檔案量十分龐大，在長時間監測患者時，資料的傳輸頻寬將不敷使用。此外心電圖與電子聽診器所產生的心電圖資料量如果過大的話，將增

加醫護人員的工作負擔與錯誤診斷的機會。因此在隨身照護系統上，將量測資料先進行訊號前處理，再進行特徵抽取，壓縮與訊號異常辨認，是一項必要的工作。雖然目前已有許多相關心電圖的壓縮與辨認技術被提出，但以系統晶片為基礎的心電圖訊號處理研究則仍在進行中，許多問題仍未被充份討論，尤其是研究如何共用軟硬體模組於心電圖與心音圖的訊號壓與辨認，這些研究議題需再研究系統晶片本身的相關技術，使照護系統具有較完整的訊號處理功能。

近年來隨著科技的發展，生醫訊號都已經朝向數位化形式，開始有學者研究使用電腦來補助醫學資料判別[4][5]，包括了心電圖、心音圖、癌症、腫瘤、糖尿病等醫學資訊。其中以心電圖具有量測簡易、非侵入性、含有豐富的資訊及判讀的很多優點，目前有關心臟疾病的診斷，絕大部份是依據心電圖儀器來說明心臟狀況和檢測心臟疾病。心電圖所量測到的波形，可以用來監視及推測是否有心臟疾病的發生。其從心電圖量測到的心電圖上所能獲得的訊息包括：心房或心室是否肥大、心律不整、心臟電流訊號的傳導是否有阻礙、心臟收縮是否規則等。

目前使用醫學儀器來診斷心臟病，在長時間監測患者時下，所量測到的心電圖訊號資料量是相當龐大，而且心電圖的判讀工作主要還是以醫生或專業的醫護人員來進行，在心電圖的診斷分析上，必須用到很多的專業知識來解讀這些獨特的心電圖訊號，因此龐大心電圖資料，更加需要大量的人力和時間，但是在判斷的過程中，時常因為個人主觀或者是身體的疲倦等，而造成誤判情況。因此量測心臟跳動的心電圖儀器，為其更加的重要，許多人的心電圖需要24小時全天候的監測，因此如果有心跳異常的跳動現象，能夠即時且快速的偵測出相關病症，以利醫生參考。早期在做心電圖辨認的時候，

由於電腦速度不夠快，所以需要大量計算的理論受限於硬體設備而難以實踐，但是隨著科技快速的發展，硬體的限制已不再是問題，因此在相關的心電圖判斷研究中[6][7]，對於心電圖中所含的PQRST等特徵波形如圖1-1所示都是判斷心臟病的重要依據。因此許多研究者紛紛投入研究心電圖的行列。目前許多的研究絕大部份都只是使用統計方法將醫護人員判讀的準則整理為判斷心電圖病症的規則，但是以目前以這些條列式的方法做為判斷心電圖病症是不夠的，所以除了使用規則來判斷其病症，對於心電圖波形，也必須考慮到其它特殊波動的現象，所以對於能辨識的病症類別和所提供的心電圖資料量變得更加重視。目前辨識心電圖病症的目標已經是要求類別更多，資料量更大且能更準確的辨識的方法。

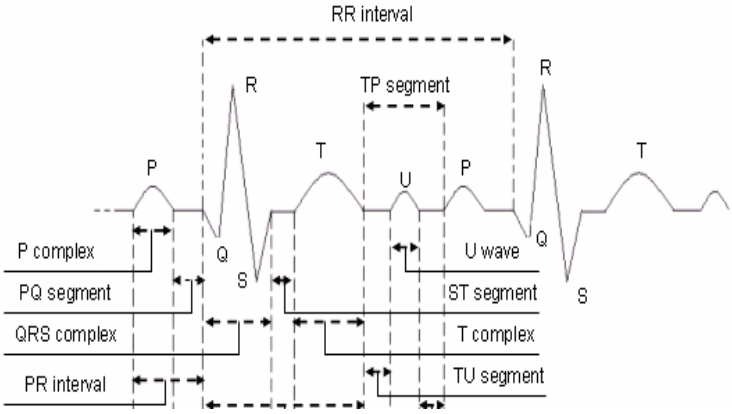

圖1-1　　心電圖訊號的特徵

本篇論文的目標主要為心電圖辨認的研究，針對心電圖病症抽出特徵，接著特徵向量經過統計分析後，找出對於分類有益的重要特徵值，並使用支持向量機(Support Vector Machines, SVMs)做辨識。辨識用的病症模型，經由電腦的訓練後，取出最佳的辨認模型，並且執行心電圖病症的辨識。

1.2 相關研究

世界各國普遍認為遠距醫療是必然的新興醫療模式，從生理感測技術與網路相關應用技術的長遠發展來看，網際網路的迅速普及與網路相關應用技術的快速發展，遠距醫療成為一項新興的醫療服務模式，世界各國都有許多相關研究計畫正在進行，更有許多廠商相繼加入這個市場。美國「水岸遠距醫療聯盟公司（Waterford Telemedicine partners Inc.）的分析師投入遠距醫療產業市場的研究與分析。根據其報告指出，全球遠距醫療產業的產值已從1997年的68億美元成長為1998年的138億美元，他們預估2010年全球將有15%醫療行為會以遠距醫療方式進行，而且遠距醫療的產值將以每年40%的速度成長。目前遠距醫療分為兩個大類，一是利用網際網路技術提供醫師與病患間影音診察的管道，另一則是利用各式醫療設備，由患者進行簡單的操作，遠端醫師可以藉由網際網路的介面即時獲得患者的各項生理醫療資料。

使用單純影音的遠端診療，在國內目前可以看到包括「威今居家遠距醫療系統」，利用IP電話的方式提供即時的影像與聲音對談;另有「懇懋遠距醫療」利用高解析度的視訊提供醫師視覺診繼的依據。此外，行政院所推動台大醫院執行的國家資訊通訊基本建設NII計畫以及台灣大學醫學院的虛擬健康社區（Virtual Health Community），都是利用視訊與影音動畫與文字等方式進行。第二類的技術門檻需求比較高，開發各種的遠距醫療設備，這些醫療設備都必須經過衛生主管單位的相關認證。目前正式營運的包括由竹山秀傳醫院、思網科技公司、台灣銳知公司、五鼎生物科技公司共同合作的「糖尿病遠距醫療系統」，他們使用血糖儀，患者可以透過遠距醫療系統每天定時自我血糖檢測，透過網際網路將血糖資料直接傳送到醫院，醫師與患者家屬也可以隨時上網查詢患者情況，一旦發現警訊，就立刻以無線電行動電話提醒患者到醫院接受治療。

源星科技推出儀器判讀心室跳動狀況、血液成分、心血瓣膜狀況及血壓起伏狀況等的血壓測量儀等單一的生理數據感測的遠距醫療設備。亞太健康遠距科技公司已通過FDA認證包含血氧、血壓、電子聽診器、體重體脂器、血糖計、心電圖等六項周邊檢測儀器的「居家檢測系統（Telehomcare System）」，做法是將周邊檢測儀器與個人電腦連接在透過電話網路與醫護端設備通訊，醫護端設備是一個結合視訊功能的桌上型電腦，護理人員可透過醫護端設備建立即時的連結，提供病患完整的追蹤及訪談。松下電器公司發表的VitalSignal醫療箱原型，也建構了類似的遠端醫療架構，VitalSignal醫療箱裡面裝著大家熟知的檢測儀器，如血壓計和體溫計。其中還放置了一個鋼筆狀儀器附著的針頭扎入病患的手指，病患便能讀出自己的血糖含量，並將這一數據傳給醫療院所。一個內置式的視像電話使病患可以面對面看醫生。假設病患患了感冒，只需將項端裝有照相機的微小棍放入口中，醫生就能在數英里之外檢查病患的呼吸道。

遠距居家照護系統在90年代就已經開始，其中在1998年的時候，有人提出遠距居家照護系統CarerNet的研究[3]，這個CarerNet的主旨是說明利用高科技的技術為支援加以改善通訊和訊號的品質並且提高老年人以及身體有殘缺的人的生活，使病患本身可以在他們自己的居住環境中得到相當於醫院的醫療照顧。而在CarerNet系統中加以分析了病人、居住環境、大眾通訊網路、政府單位、非政府單位、緊急醫療服務和系統服務者等七個主要的因素。一個良好的居家照護系統必須要達到下面的幾個需求：

1. 要有高可靠度而且非侵入式與不引人注意的感測器來提供綜合的生醫資訊，以足夠拿來做客戶端的身體狀況評估。
2. 相關的設備必須對健康是有益的，由於客戶端長期與照護系統接觸，照護系統所發射出來的電磁波等等，都可能會危害到人類的健

康，所以在設計照護系統時要特別注意。

3. 需要有一個有效的通訊系統，足夠連接客戶端以及將資訊能夠傳至醫院端。
4. 需要有適當的資料分析與診斷系統，透過預先的診斷分析，不僅可以成為醫師判斷的依據，也可以預先處理，以避免緊急情況的產生。

而居家照護系統所需要的基本技術首先是個人的監控系統可以穿戴在病人身上，負責身體參數的量測，並且這個監控系統是可程式化且可以自動校正的系統，並且資料可以傳輸到外面的醫師端，接著是行為模式的感測器可以偵測病人的日常生活行為，包含可以表示出病人在環境中的移動，以及環境感測器必須可以監控整個環境的狀態，還有安全感測器則是負責評估環境與病人的安全，有一點要注意的地方是要在適當的範圍放置個人警示系統，同時必須要提供適當的治療。在網路的部分則是必須要有一個基地台來接收所有的資料並預先處理，並且這些資料可以藉由一個良好的網路傳輸出去，並且當地的網路必須要能夠支援病人環境網路與基地台網路的連接。如果說病人不處於平常生活的環境時，需要有一個可以隨身行動的通訊器，以利於基地台來偵測病人所在位置以及身體狀況。而醫院端的外部系統必須要有與病人環境連接的能力，包含校正環境的系統，使當地的系統是適合人居的，而且必須要隨時檢查緊急通知系統使其是有效的。最後則是客戶端的使用者介面必須要是直覺且易於操作的。

而在監控與治療設備方面必須要提供可以偵測病人的身體狀況的功能且能夠知道病人現在的行為，並且要必須要能夠在任何狀況下隨時對病人提出警告，在監控方面需要知道環境的狀況，最重要的是可以即時的確認病人的安全。通訊設備方面需要可以處理即時資料、事件資料和命令與控制資

料，而需要可以用個到無線通訊，而且基地台要有高的覆蓋範圍，低的電力消耗或電力的重複使用，而在病人端身體上面的天線要越小越好，最重要的是要有高的可靠度以及效益。而遠距居家照護系統對於生醫訊號的處理是經過以下的程序，首先由感測器讀取所需的生醫資訊，並作簡單的訊號分析處理，這個感測器也可以接收病人所傳來的訊息，像是病人如果覺得很痛的時候就按下某個按鈕，那接收端就可以馬上做緊急的處理，接著由資訊收集器接收所有感測器傳來的生醫資訊，這個資訊收集器會隨時檢查訊號是否正確，判斷資料是否有漏失，再來由當地端的資料診斷器來做簡單的診斷，這個診斷器會以固定的頻率輪流查詢每一個感測器的資料，然後做特徵的抽取與分析，最後再做一個初步的診斷，並同時儲存一份資料備份，以供後面的專家診斷使用。前面的這三個階段是不論有沒有病都一定會執行的，而後面的兩個階段只有在初步診斷有病的時候才會處理。而且將初步診斷的有病的結果以及生醫資訊傳送一個警告給系統管理員，而系統管理員端再啟動專家系統來判斷應該在當地端需要提供的服務種類，像是應該要吃什麼藥或者是應該要做什麼緊急處理。最後如果是緊急狀況的話，再馬上由醫師判斷是需要出診或是直接叫救護車，也可以透過警告系統來通知救護車的所需裝備。

在2001年和2002年時分別有人提出透過遠距醫療的方式作心電圖診斷系統[4][5]，因此大致上可以將整個診斷監控系統分為三個部份作簡單介紹：

1. 資料擷取：

一般來說，所需要感測的生醫訊號包括：心電圖訊號、心音圖訊號、呼吸、血糖、體溫、血壓等等，均需要使用的感測器晶片，像是心電圖訊號需要導極貼片，心音圖訊號就需要電子聽診器，而不同的測量工具就會產生不同的訊號，而將這些訊號數位化便是資料取得最重要的工作。

2. 通訊傳輸：

將生醫訊號資料做壓縮並且傳輸至電腦端或醫院端做為醫護人員參考的資料，然而資料量如果較龐大，會使得遠距傳輸的速度較慢，為了達到及時的效果，應該對資料做壓縮的處理，所以此通訊過程包括了必須具備下列幾個功能：

(1) 心電圖訊號壓縮：

生醫訊號的壓縮處理，大致上可分為失真壓縮與無失真壓縮，失真壓縮是可以得到比較多的壓縮率，但是會失去某部分的診斷資訊，而無失真壓縮則是將資料完整的保留。對於不同的生醫訊號，會有不同的壓縮方式。實際上，由於心音訊號的取樣率很高，裡面包含了很多不必要的資訊，所以目前所看到的作法幾乎都是採用失真壓縮。

在1997時就有人提出使用小波轉換來做壓縮[8]，一開始先對心電圖訊號做離散小波轉換，接著針對小波係數做EZW(embedded zero-tree wavelet)，所謂EZW的壓縮法，就是使用zero tree的方式，利用門檻值將離散小波轉換的結困切割成數層後編碼，而編碼方式也還會對所儲存的係數值做精鍊，在EZW壓縮之後，會去計算其PRD和CR值，在文獻中使用了八組小波係數來做比較，並且分別計算其PRD和CR。還有一個叫做Quality-on-Demand的壓縮方式[9]，這個作法是因應頻寬以及正確率的需要而可以改變壓縮量，首先將訊號做離散小波轉換，接著針對小波係數作SPIHT的壓縮，所謂SPIHT的壓縮法，是使用zero tree的方式，利用門檻值將離散小波轉換的結果切割成數層後編碼，而編碼方式也還會針對所儲存的值做精鍊，在SPIHT壓縮後，會有一個

品質管理的回授機制，由輸出端回授當時PRD與bit rate，然後針對頻寬的需求調整SPIHT壓縮率，最後以最適合當時頻寬的bit rate輸出。

另外有文獻探討利用計算頻帶能量的方法來做壓縮[10][11]，首先將心電圖訊號做離散小波轉換分解五階，接著針對小波分解的頻帶做能量的分析，對各個頻帶做能量的取捨，這個動作同時有濾除雜訊跟減低資料量的效果，接著對小波係數做類似可變長度編碼。這上敍相類似的論文對原始心電圖訊號作前處理，包含了正規化(Normalization)，去除平均值(mean removal)，插補零(zero padding)，其中正規化是指去除平均值可以使得原本較大的係數變成小於1的數；插補零則可以減少重建時錯誤，尤其在資料的尾端為零的情況。第二步為對訊號做五階分解，並且採用能量的方式來決定各頻帶中所數值，最後是壓縮係數值部份，利用可變長度編碼(variable-length-code)技巧來對重要的係數做編碼。

(2) 遠距傳輸設備：

主要的通訊方式還是以網際網路為主，利用網路傳輸所量測到的資料作診斷，但是由於頻寬的的限制，以至於資料的傳輸速度則取決於頻寬的大小。

3. 系統診斷：

當醫護人員接收到病人的資料時，開始對心電圖資料做判別，目前相關的心電圖的自動診斷系統都是以抽取特徵值和辨識兩部份為主[12][13][14][15]，抽取特徵值可分為：時域(time domain)與頻域

(frequency domain)。

(1) 時域：

在原始心電圖中，直接計算心電圖形的數值，包括了波形的寬度、高度、斜率角度，面積、區段、區間、R-R波距離及比值等，以利辨認使用。

(2) 頻域：

利用數學轉換，將心電圖波形轉換到頻域，例如：傅立業轉換、小波轉換，再找到頻譜的特徵值，以利辨識系統使用。

心電圖異常辨認的研究[42][43]，主要是針對所謂的PQRST五種信號成份進行信號特徵的抽取，而其中QRS三種信號成份常用於找出可能的心臟病因位置。這些用於診斷的信號特徵又分為三類： 信號長度（duration），信號強度（amplitude）以及信號的形狀（shape）。為了達成QRS訊號特徵抽取的目標，目前已有許多相關研究，基本上這些方法可概分為三大類：小波轉換法（wavelet transform）、神經網路法（neural network）以及使用各種濾波器（filter）。根據特徵抽取的結果, 便可進行高壓縮率的心電圖資料壓縮與自動辨認與診斷程序。波形分類和辨識：包括了決策邏輯，圖形識別、決策規則、多變量分析和類神經網路等。其中多變量分析具有運算簡單、且有一定的分類能力，而類神經網路，具有學習能力，容錯性和大量平行運算優點，所以類神經網路時常被用來做心電圖波形分類的方法。

在1995年Cuiwei等人[16]，出利用小波轉換的方式來偵測心電圖的P、QRS、T等特徵點，其中QRS含有較多的資訊，因此大都是

以QRS為偵測的開始，其它的由此延伸出來。2003年時Ranjith等人[17]利用小波轉換的方式來偵測P、QRS、T等波形，其中對於小波轉換後的各個頻帶做分析，偵測R波峰值的部份，主要可以參考一階的低頻的頻帶，在此頻帶中設定一個初始值，便可以清楚偵測出峰值，另外Q、S波形都是高頻較小振幅而且時常跟隨著R波出現，因此在出現在較小的頻帶尺度，還有T波和P波的偵測，在四階的的頻帶中T波出現於QRS之後7點的位置，同理P波則在QRS之前。其中Güler等人[18]，以4種病症為例利用小波轉換抽取各頻帶中的特徵值，並且結合顧神經網路做辨認。其Martínez等學者[19]，利用小波轉換對心電圖做分析，在頻率域中偵測P、QRS、T等波形，並且計算各波形的起始和結束位置。在2003年時Acharya等人[46]，提出類神經網路和模糊關係的辨識系統，針對四種病症擷取心跳速率，頻帶能量比和相關維度參數。其中在2004年時Osowski等學者[20]，對13種病症做分析，採用高階統計和Hermit方程式對病症擷取特徵值，並且使用支持向量機(support vector machines)為分類器。

在參考目前的心電圖辨識的文獻中，小波轉換的技術是目前極受注目的一項發展[21][22]。小波轉換早期是以基礎數學發展的理論，但是在90年代經由Mallat和Daubechies等人將小波轉換的理論從工程的觀點做了多項的詮釋後，使得小波轉換由理論階段進入了工程應用的領域。目前在影像處理，聲音訊號處理，數位訊號處理及電影視覺等領域廣泛的被使用。而支持向量機(Support Vector Machines，簡稱SVM)是近幾年較而發展出來的機器學習系統[23][24][44]，主要是以統計學習(statistical learning theory)為基礎，其中支持向量機應用的領域很廣泛，包括：文字分類(Text Categorization)、圖形識

別(image recognition)，資料採取(Data Mining)，人臉辨識(Face Recognition)和聲音辨識等。

1.3 目前問題的檢討

過去有關心電圖辨識的研究中，針對病症特徵的描述，都存在一些問題，原因是由於心臟病的病症特徵都不容易發現出來，甚至有些病症是長時間監控才能發現偵測出來。對於一般人而言，都是等到心臟不舒服時才會去就醫，如此往往都錯過了治療的黃金時機，然而家庭用的心電圖機是很普遍的醫學儀器，一般民眾可自行在家量測心電圖，但是都存在著如何去診斷自己的心電圖的問題，對此除非是專業人士或者是醫護人員才能夠精確的判斷出來。而關於心電圖診斷系統中，如何去找到能夠代表病症的重要特徵。目前的心電圖辨識文獻中使用很多方法來擷取病症特徵，但是往往不了解所擷取到的特徵在辨識系統中的重要性，甚至會抽取到許多不必要的特徵，即使是使用傅立業轉換、小波轉換來分析心電圖中各頻帶的特徵時，真正有幫助於辨識的特徵就只有某幾個部份是有意義，因此在做特徵擷取時，有用的特徵不但能提高辨識的結果更能代表此類別和其它類別的差異，如果擷取到過多沒有意義的特徵，反而會降低辨識的結果。

目前對於心電圖病症的資料取得方面，一直是探討的問題，過去在做心電圖相關的研究都是必須和醫院合作，原因無它就是必須取得心電圖的資料，又因為心電圖資料是屬於病患個人隱私而且不是輕易就可取得，所以過去有些研究都是選擇特定的病症資料或者使用較少的資料量來做，因此與實際的情況會有差距。但是對於病人而言所能產生的心電圖資料量是十分的龐大，所以對於辨識系統而言，能夠參考愈多的資料量就愈能偵測出病人的生

理狀況，其參考價值也愈高。由於心臟病症並不容易偵測出來，就算對醫生來說若要判斷正確也是須要長期間經驗的累積，況且判斷心臟疾病並非觀看單一心電圖導極的波形圖就能判斷出來。一般醫院的醫護人員會利用十二導程心電圖機來偵測心臟在不同部位所產生的波形，並且參考不同導極所產生的波形，其中心電圖機中以MLII導極所產生的波形包含百分之九十以上的資訊。目前的方法中如果只是單純的使用較少的心電圖資料來做辨識，那麼在特徵擷取就比較單純並且絕大部份都能得到較好的辨識結果，但是如果使用了龐大的資料並且包含多種類病症來做辨識，那麼如果只是使用單純的方法其辨識結果就會比較差，是因為心電圖的單一病症也會有數種不同的波形，如此不但增加了判斷特徵的難度也會降低辨識結果。

近年來有關心電圖辨識的研究無不採用模糊推論或是類神經網路進行心電圖的病症分類，其方法大多是對很多神經網路做訓練，最後選擇一個最好的神經網路使用，其它的就捨棄，並且多數缺乏穩定性、耗費計算資源、收斂性不易，不保證得到最佳解，但是對於特別辨識問題中某些個別的分類器，需要使用不同特徵來辨識，或者在其它維度上才能分辨出來，而這是問題是一般傳統類神經網路常見的問題。但是如果使用專家系統做為分類系統，那麼又必須把判斷的條件一一歸類出來，由於搜集知識庫建構以及推理規則建構的有一定的困難，因此專家系統通常只使用於小範圍的特定知識領域。而當問題的知識牽涉較廣，或是沒有一定的處理程序時，就必須靠人類專家的智慧所以說除非條件設定的很細，否則一定會有出現意外。

1.4 本論文提出之方法

依據上述所介紹的相關辨識研究，本論文提出一個適應性的心電圖特徵

辨識的演算法，發展一個能夠比較所擷取的特徵值重要性，選擇合適的特徵值做以利於辨識系統，希望能提供一個具有準確性、即時性的醫療自動診療系統，希望能協助專業醫護人員正確的診斷從心電圖上可探知的疾病。這個辨識系統主要是對心電圖的病症做辨別，首先偵測峰值位置，取其病症樣本，接著對其樣本資料擷取特徵，最後使用支持向量機為辨識器，在比較任兩類的心電圖病症時，採取最合適的特徵來作為辨別的條件，但是並不代表每兩類之間的特徵會是一樣的，在類別之間不必用同樣的特徵來作辨別，若是差異性較大的波形，僅需要幾個重要特徵便能分辨出來；若是差異性較小的病症，則判斷的特徵數則需要較多，能夠利用適性的方式來判斷特徵維度，計算所擷取的特徵在類別之間的最重性，以下對所提出的心電圖的辨識方法介紹：

1. 心電圖的資料庫方面，由於目前在心電圖辨識領域中資料取得不易，然而在國外還是有相單研究單位在建構心電圖資相關資料庫，其中最被研究者廣泛參考使用的是MIT-BIH所提供的心律不整資料庫，而MIT-BIH心律不整資料庫所提供的資訊最豐富，所以此資料庫大都作為心電圖辨識的資料來源，此資料庫是第一個作為心電圖辨識的標準測試資料，其中在資料庫中針對於每一組心電圖訊號中包含兩個導極並且對訊號中QRS複合波都說明其病症名稱,所以資料的來源便以此做心電圖測試樣本。
2. 心電圖的峰值偵測，針對心電圖中最重要的特徵(R波)做偵測，因為R波為心電圖中最明顯部位，而且當心臟有異狀的情況下，容易在R波上會有顯著的變化。在偵測其方法上首先對訊號作去除雜訊的處理，接著對訊號作時間的延遲並且將訊號對映到二維空間，觀察心電圖在二維空間上訊號的變化，最後做空間速度的計算，也就是計算經過處理後的訊號和原訊號之間的差異，經過這些步驟會使得訊

號波形中有較突顯的波形，這就是峰值R波的位置，接著依其偵測出的位置切割出病症資料樣本，總共200點的訊號長度，此區域包含了心電圖中主要的特徵資訊。

3. 在特徵擷取部份是以小波轉換和心電圖波形形狀做為判斷規則，由於心電圖中的主要特徵部位主要集中在QRS波區域。而小波轉換的特性，首先利用小波轉換對心電圖的各個頻域作分析，心電圖訊號在每個頻帶中會有不同的表現，因此分析了心電圖在每個頻帶的數值變化。判斷心電圖的波形特性，包括了波形中的週期，寬度，前後距離的比值等，這些特性包含了心電圖的電氣變化。藉由小波轉換和波形特徵兩種方法來計算輸入向量總共383個特徵值，作為辨識系統的輸入向量。
4. 在辨識系統部份，分為訓練樣本和測試樣本兩部份，首先在訓練樣本時，針對32種特徵維度作辨識，並且依其辨識結果判斷最佳的特徵向量，在這訓練過程中，會針對每兩類之間統計出每個特徵值在對於辨識的權重，也就是對於兩類之間的最能區分的特徵。而測試樣本的部份是使用支持向量機(support vector machines)為辨識的核心，由於支援向量機是每兩類之間相互做比較，因此必須能比較出兩類之間差異的特徵，利用能夠所取的特徵值來做為決定病症。

支持向量機是對於兩類的分類有很好的效果，所以本論文使用一個兩階段辨認的心電圖辨認演算法。第一階段將所有類別做兩兩一組分組並且找出分類的模型，所以總共有$72 \times 71 / 2 = 2556$個分類模型，當任兩類在做訓練樣的同時，會把訓練樣本分為訓練和測試兩類，其針對所選取的特徵向量做比較，因此系統在個人電腦就以此訓練出這些所有針對兩類分辨的模型，針對不同的兩類辨認，我們

就可以取出針對分辨這兩類有利的特徵以及合適的特徵個數以及決定每個hyper-plane的最佳特向量。病症辨識開始時就執行第一階段，要知道此未知向量是屬於哪一類時，就先針對所有類別的2556個hyper-plane進行比較，每做完一個hyper-plane後將決定在此hyper-plane下此向量是屬於哪一類，將2556個hyper-plane比完後，第1到第72類就會累積這2556張票的投票結果，在第1到第72類中找出票數最高的類別，決定出辨認出來的病症。

1.5 論文架構

本論文總共分七章，首先第一章是緒論，包括了研究動機和目的、文獻探討、目前問題描述以及全文的結構。第二章系統架構的簡介，包括了實驗設計，演算法的流程。第三章心電圖原理與構造，介紹了心臟的構造和心臟跳動的關係，以及有關於心臟傳導系統和十二導程的心電圖機。第四章主要介紹心電圖辨識系統的理論基礎包括心電圖資料庫、k-mean、小波轉換及支持向量機等原理。第五章介紹心電圖的診斷系統，包括峰值偵測、特徵值擷取以及分類系統等。第六章研究結果，包括心電圖的分類結果和統計數據以及相關文獻研究之比較。第七章為結論及未來的方向，並且提出相關的建議和改進方向，本文的最後則是參考文獻。