

中風中醫證型診斷配藥專家系統之建立

An Expert System of Diagnosis and Prescription of Stroke in Chinese Medicine

鄭振鴻

台北市立中醫醫院

摘要

本研究主要目的是利用感知機(Perceptron)類神經網路加上規則庫的方式來建構中風中醫診斷配藥系統。並將之結合 Web 資料庫，使之能在網路上被使用。

在診斷方面，採用誤差倒傳遞(Error Back-Propagation)類神經網路的學習法則來建立診斷系統模型。網路共分兩層，輸入層為症狀，輸出層為證型。在本研究中，所採用的證型共有六組。網路完成後，進行診斷規則萃取的工作。在配藥方面，採用多層感知機類神經網路配合規則庫來建立綜合方劑與單味藥的配藥系統模型。網路共分三層，輸入層為症狀，處理層為證型，輸出層為藥物。共採用 10 種方劑和 15 種單味藥。

本研究共選取了 36 例屬於中風後遺症的案例。在辨證系統的分析之下，準確率達 0.75。而在配藥系統的分析之下，準確率達 0.86。考慮辨證系統之準確率，若能平均的增加各個證型中各式訓練範例的數量，應可以獲得提昇。另外，考慮配藥系統之準確率，若能與提供配藥規則的醫師多做溝通，使得在設定網路加權值時能夠更加符合醫師用藥原則，則應能提昇準確率。

本研究所建立的中醫專家系統，除了診斷與配藥功能之外，還具有 web base 的功能，所以，可以提供醫師線上輔助。若能再將舌診儀、脈診儀等各式儀器整合於使用者端，未來，在遠距醫療的發展上，應會有很大的空間。

關鍵詞：類神經網路、規則萃取、中風

ABSTRACT

The purpose of this research was to establish an expert system of diagnosis and prescription of stroke in Chinese medicine by the theory of Perceptron neural network and rule base. In order to popularize this expert system to other doctors in WWW, we also used web base.

First, the model of diagnosis system was built by Error Back-Propagation neural network. There were two layers in this neural network. The first layer was the layer for symptoms input; the second layer was the layer for syndromes output. There were six syndromes in the model of diagnosis system. The next task of accomplishment of the diagnosis system was rule extraction. And the second, the model of prescription system was built by the combining of multi-layer Perceptron and rule base. There were three layers in this neural network. The first layer was for the symptoms input, the second layer was the handling layer for syndromes output and the third layer was the output layer for drugs output. In the model of prescription system, ten prescriptions and fifteen herbs were selected.

There were 36 cases in the study. In the test of diagnosis system, it reached an accuracy rate of 0.75. In the test of prescription system, it reached an accuracy rate of 0.86. In order to improve the accuracy rate of diagnosis system the training data of every syndrome has to be increased uniformly. For raising the accuracy rate of prescription system, discussion with the doctors has to be more and the suitable weights of neural network have to be set.

The expert system of Chinese medicine can offer an on-line assist for the doctors because of the function of diagnosis, prescription and web base. In the future, with adding of the device of tongue diagnosis and pulse diagnosis on the client, this expert system could be used in Telemedicine.

Keywords : artificial neural network 、 rule extraction 、 stroke

壹、前言

人工智慧 (Artificial Intelligence) 是計算機科學中的一個分支，其主要的研究重點是在於如何使電腦模擬人腦。電腦自 1946 問世以來，其早期的應用主

要集中在科學研究工作中的數據計算及日常生活中的數據處理。在這些工作中，程式撰寫人員首先要對問題進行深入、仔細的研究，設計出循序漸進的求解步驟（以下簡稱算法），然後把這種算法的每一個步驟編成程式，再輸入電腦，程式在執行過後，電腦便會按步就班的對問題進行求解。

由於現實世界的複雜性，目前存在著大量人類尚未充分認識與解決的問題，因而很難找到上述有效的算法。雖然如此，人們在實踐中累積起來的、大量的、行之有效的知識與經驗，比如解決問題和分析問題的思維方式、策略、技巧、竅門、法則，也能很有效的處理現實問題。而人工智慧就是要研究這些行之有效的策略、技巧、竅門、法則的表達方式。

專家系統（Expert System）則是人工智慧的一個應用領域，它使得人工智慧的研究從實驗室走向了現實世界。簡單的說，專家系統就是一組具智能的程式，它可以模擬專家進行思維及推理。在系統中，儲存了萃取自專家身上之大量專業知識。專家系統可被運用在各式各樣的問題解決上，例如，醫學診斷專家系統便是可用在醫學診斷上的專家系統。

中醫專家系統，是模擬自中醫領域專家的“整體概念”及“辨證論治”的思維、推理方法，並做出診斷配藥的一組程式。中醫有許多領域，每個領域都有自己的專家。倘若能把每位中醫專家的知識與經驗都擷取出來，並將之整合、歸納到中醫專家系統上，並將它用在訓練新醫師和輔助醫師於臨床上，必可大幅的提升中醫的水準。

一、研究背景

（一）中醫治療中風的效果

根據調查顯示，中風是成年人最常見的腦部疾病，也是造成中老年人殘廢的主因。近年來，台灣地區因腦血管疾病而死亡的，每年約有一萬三千多人，因中風而造成殘障者是死亡者的倍數，加上歷年的累積下來的倖存者，中風受害者的人數非常可觀。故中風之防治，實為當前醫學之重要課題[1]。

而我國傳統醫學有數千年之歷史，且廣為流傳於中外，許多靈驗之處方可治療西醫所不能治之疾病。以中風為例，在傳統醫學的典籍中的記載相當完備[2-3]。中風又名卒中，多由憂思惱怒、飲食不節、恣酒縱欲等因，以致陰陽失調、臟腑氣偏、氣血錯亂而造成發病。臨床表現以猝然昏仆、口眼喎斜半身不遂為主要特徵，亦有未見昏仆、僅見喎僻不遂。因本病起病急劇，變化迅速，與自然界善行數變之風邪特性相似，故古人以此類比，名為中風。現代中醫以結合西醫的方式進行診斷分型，重視中醫病機，強調辨證論治，在臨床上確實取得了許多功效，例如發現有些中藥用以治療中風，對於臨床症狀之改進均相當不錯[4-8]。

(二)中醫科學化

在中醫的四診診斷中，尤其是內科問診方面幾乎所獲得的症狀都是模糊的，譬如：納差、困倦、失眠、口苦、小便黃等。因此沒有像西醫能有確實檢驗得到量化的數據來做診斷。中醫學近年來也運用了現代醫學檢查的方法，開拓了許多新領域。在許多有關的新技術、新方法的開發方面，電腦以及教學方法以較多用於中醫學的研究，特別是在內科方面，如大陸對知名老中醫治療某些疾病，已開始進行電腦軟體專家系統的研究，以提供對中醫某些疾病的辨證診斷與治療[9-11]。但要配合中醫獨特的思維模式則必須要有一套相符合的邏輯模式，來模擬中醫師的診療體系，才能夠不致悖離中醫的辨證施治。

近幾十年來，專家系統廣泛應用於各領域，尤其人工智慧的開發對於模擬人類的思考更具有其特色，例如模糊理論是以其數學的理論架構逐步建立運算、邏輯規律，發展出對於複雜的模糊系統進行定量描述和處理的數學，對中醫以感知表象為依據、疾病的認識，皆有其相符的精神。另一方面，類神經網路也是一種數學計算系統，它是模仿人腦神經網路連結的能力，具有學習的功能，因此在現在的科學方面有許多的應用，如應用在醫學影像診斷上，當然更可以應用在中醫診斷方面。若能運用這些數學模式，相信能將促使中醫的現代化邁向另一個新的紀元。

二、相關理論與文獻回顧

類神經網路最早是由 Rosenblatt 在 1957 年首次提出[12]，之後，雖沉寂了一段時間，但隨即就在各領域有了多項突破。它的出現為科學界帶來一陣新的研究狂熱，故而在往後的數十年中，研究及應用類神經網路的文獻資料迅速增長[13]。它的出現滿足了電腦科學與人工智慧的一些需要，例如樣本的診斷與學習。其電子、光學等技術的進展更提供了實現「神經電腦」可能性。從現代生理學、認知學、心理學對生物神經網路了解，也提供了發展新的類神經網路模式的啟示[14]。

而網路的架構以前授型(Feed-forward)的倒傳遞網路(Back-propagation network)最為普遍[15]，它很適合於醫學輔助診斷，譬如：大陸的田禾用 BPN 以聯接機制與規則相結合的中醫診療系統[16]。中國科學院自動化所進行了用 BPN 構成模糊控制器和紋理醫學影像分類器的研究[17]，該所還開發了一個基於 BPN 的人工神經網路 Neural Net 套裝軟體，來開發一個中醫診療專家系統。

在國外，這一類的應用也很多。Yoon Y. et al. 以 BPN 作建構皮膚病診斷專家系統 Desknet [18] 的基礎。系統中考慮了 18 個診斷變數，包跨患部形狀、癢的程度、位置、已患病時間等。其數值資料採多對一編碼來表現，例如已患病時間這個變數可變成患病數天、數週、數月、數年等 4 個輸入處理單元來

代表。而 18 個診斷變數總共用了 96 個輸入處理單元來代表。系統中考慮了 10 種皮膚病，故以 10 個輸出處理單元來代表。

Harrison, Marshall 和 Kennedy 以 BPN 來建構心臟病診斷系統[19]。共考慮 38 個症狀，並以 53 個二元值的輸出處理單元來表現這些症狀，以 1 個連續值得輸出處理單元表現有無心臟病，並在隱藏層使用 18 個處理單元。訓練範例來自實際的 300 個胸痛急診紀錄，並以標準的醫學方法確認其病因。取一半作為訓練範例，其餘為測試範例。學習速率採 0.01。以下幾點是它較為特別之處：

1. 應用一種新的能量函數，並與標準 BPN 所用的誤差平方和能量函數作比較。
2. 提出一貢獻分析(centrifugation analysis)可分析網路特定輸入層處理單元與特定輸出層處理單元間的敏感因子。
3. 探討接受者操作特徵曲線(receiver operating characteristic curve, ROC)曲線在網路測試的應用。

另外，類神經網路在醫學影像上也應用的非常普遍，例如台北榮總醫院放射部與台大合作研發的利用非監督式類神經網路分割核磁共振影像[20]，對一些無法利用人工描繪出的區域（如腦中灰白質），將影像中每一像素進行分類，建立一演算法，能將 MR 頭部影像中灰質、白質與腦髓液加以區分出來，達到組織自動分割的目的。

台北榮總神經醫學中心與陽明大學合作的使用類神經網路之加馬刀立體定位放射手術治療[21]，基於對精確度的高度要求，加馬刀立體定位放射手術治療計畫程序，往往是耗時的甚鉅的一項複雜工作。為了改善此一程序，而以倒傳遞網路為架構的神經網路為基礎，來進行電腦自動化輔助治療系統，整體的誤差在 10% 左右，以目前的臨床上是可被接受的，這種網路系統能整合傳統診斷程序中繁雜的手工作業，而以一个更高效的方式，決定治療計畫中多重焦點的位置。

蘇木春用類神經網路建立醫學診療專家系統[22]，由於要成功的建立專家系統是在於如何有效的或的所需之專家規則，因此利用類神經網路，從一組範例中，萃取出所需之專家規則，以糖尿病的病患做實驗例子，其方法之最終目的，是要使人類專家們，從繁雜的診斷工作中解脫出來。

此外，做醫藥自動的測試某藥物使用後是呈陽性或陰性反應，一般化學混和物的反應是會成難懂且不均勻的影像，而不會呈現平滑且完整的影像來，所以向這類型的影像分類，就常需藉助類神經網路來做[23]。還有一般用顯微鏡檢查某細胞對藥物的反應，像這類型的藥物測試，就很難交由醫學儀器自動來檢驗。例如從某細胞外型、大小、群集情形、顏色及顯微鏡探查的資訊，來區別什麼是正常細胞，什麼樣才是不正常細胞，像這類複雜影像識別，亦可由類神經網路來做。

此外，中原大學醫學工程研究所何俊弦與陳祥志在 84-86 年在也曾做過相關的研究[24-25]，在研究中建構了一套 B 型肝炎中醫專家系統。在辨證方面，使

用模糊理論，在經由中醫師的評估後調整出其模糊規則庫。在配藥方面，將醫師治療過的病歷拿來做類神經網路的訓練。最後，發現此專家系統在辨證方面，正確率達 88%；配藥方面，正確率達 65%。

三、研究目的

本研究的目的是在於如何應用類神經網路並結合規則庫的方式，來完成中醫診斷配藥專家系統。在這次的研究當中，所針對的疾病是對國人的健康有極大威脅的中風。為了使類神經網路這個神秘的黑盒子能被解讀及提昇系統診斷正確率，在此，採用了規則萃取的技術。另外，為了符合時代的潮流，將病歷資料庫夾以 web 的形式來建立，並將專家系統程式上網。希望藉由網路將專家系統的輔助診斷的功能發揮到極致。

貳、材料與方法

一、理論基礎

類神經網路之感知機是本研究的研究主軸之一。在研究當中，透過範例資料庫的供予學習範例，而使得一個具有學習功能的系統得以完成。這樣的一個過程，稱之為類神經網路的學習流程（圖 1）。以往，人們使用類神經網路多半是知其然而不知其所以然。但是，透過規則萃取的手法，將可以使網路透明化，這也就是本研究的另一個重點。在一個完成了的網路當中，神經鍵的強度—加權值，蘊含了無數經由學習而來的知識。在運用卡諾圖（理論基礎之（三））或是布林層格（理論基礎之（四））處理後，便可得到布林代數式，最後，可將之轉換成為許多規則，並將之建成規則庫。這樣的一個過程，稱之為類神經網路的解釋流程。

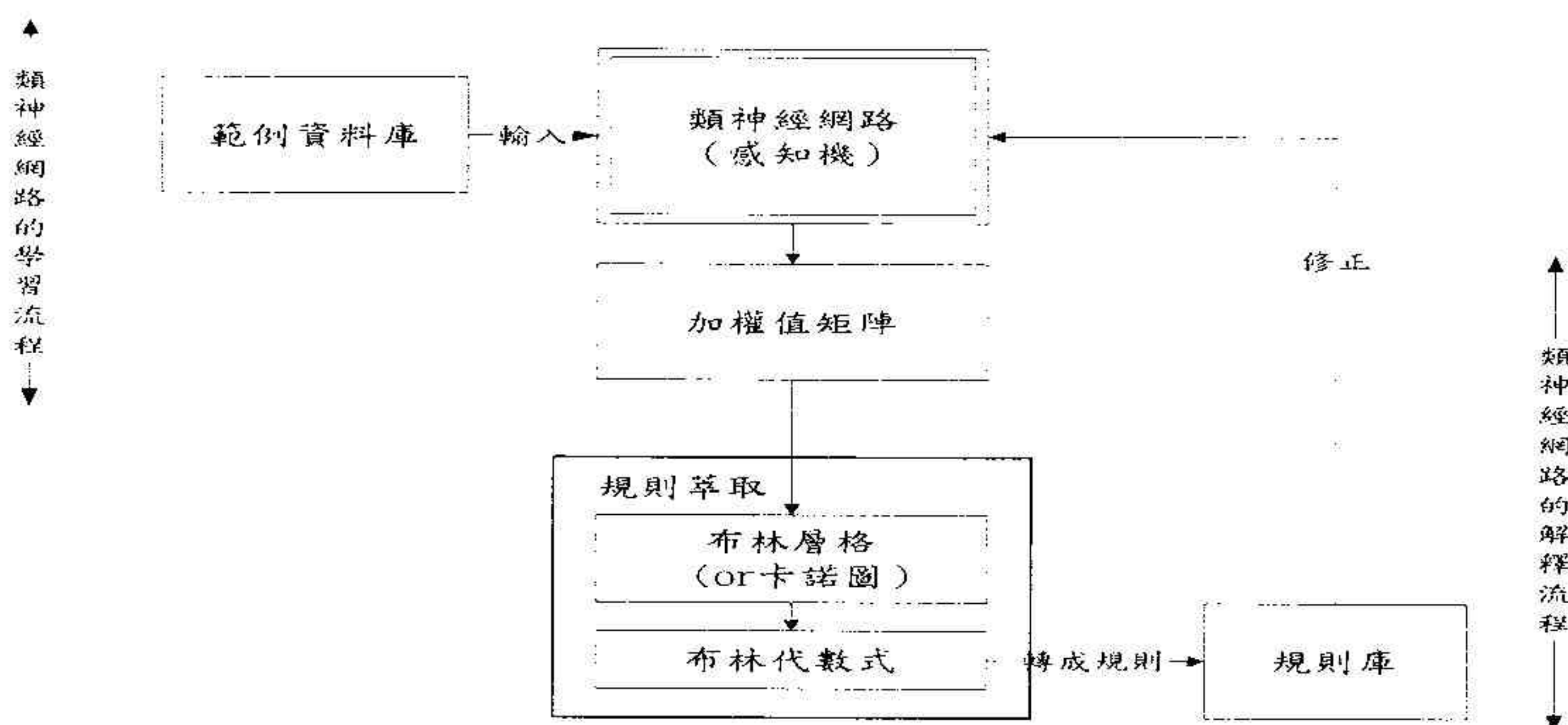


圖 1 類神經網路的學習流程與解釋流程

(一) 感知機

感知機是一歷史悠久的類神經網路模型，是在 1957 年由 Rosenblatt 所提出的。其基本原理是由腦神經模型所啟發，特別是美國心理學家 McCulloch 與數學家 Pitts 共同提出的形式神經元的數學模型—MP 模型[26]，及 Hebb 所提出的神經元學習規則—Hebb 學習規則[27]。

一般說來，可將感知機的架構（圖 2）依組成分為處理單元及神經鍵兩個部份：

- 處理單元：為網路組成的基本元件。對感知機而言，可再分為輸入單元及輸出單元。輸入單元的功用是接受輸入變數，在此，我們的輸入變數為布林數 0 或 1。輸出單元的功用是處理來自輸入單元的訊息並予以輸出，輸出變數亦為布林數 0 或 1。
- 神經鍵：為網路組成的基本元件。對感知機而言，其連結了輸入單元及輸出單元。神經鍵的強度被稱做加權值，加權值屬於實數。其大小來自網路對訓練範例的學習。

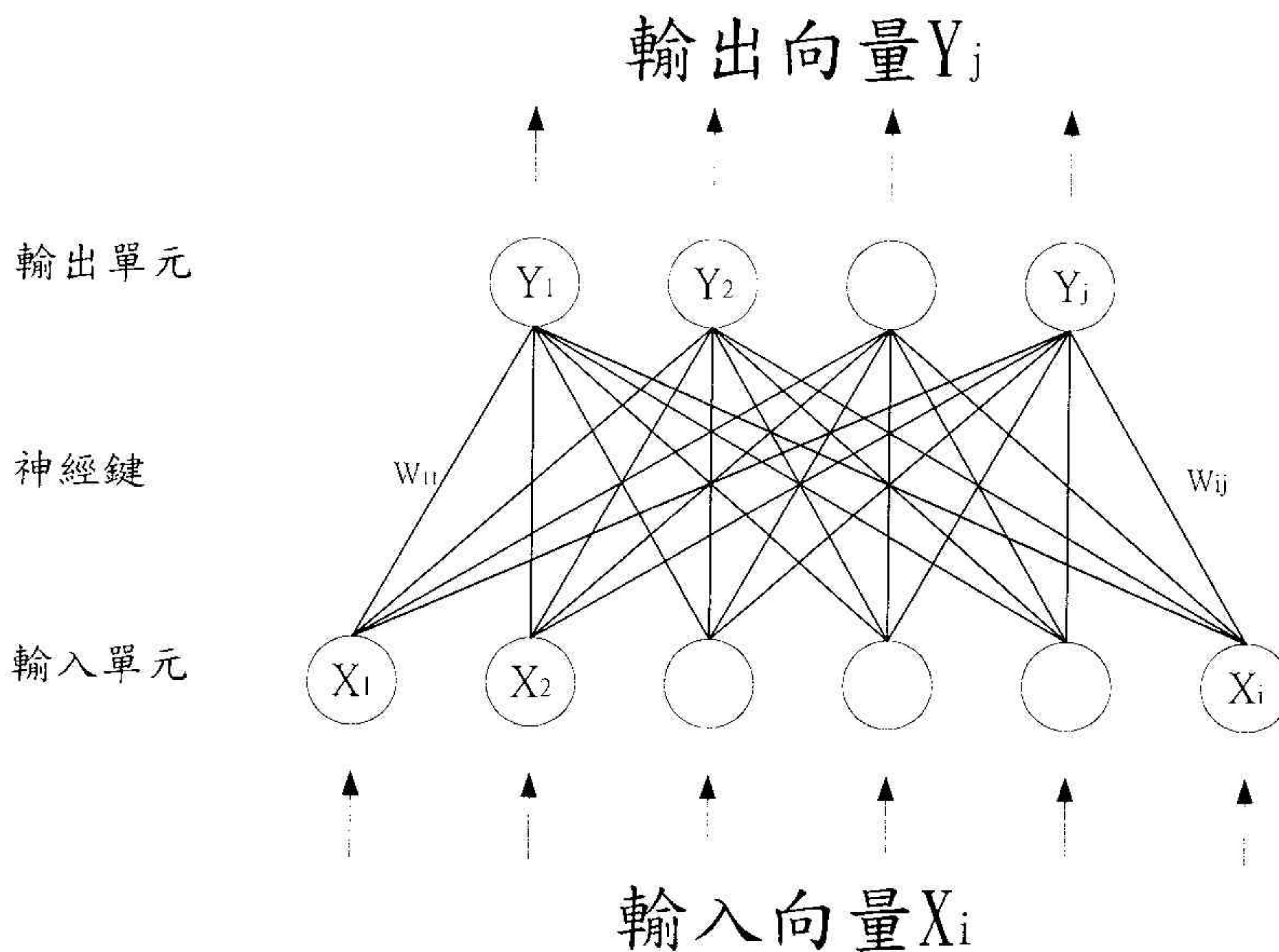


圖 2 感知機結構圖

接著，將應用前面的觀念來對感知機的演算法做一個概括性的描述。首先，考慮一組訓練範例，其輸入向量為 X_i ，而目標輸出向量為 T_j ，計算推論輸出向量 Y_j 如下：

$$Y_j = f(\sum_i W_{ij} X_i - \theta_j) \quad (2-1)$$

W_{ij} ：第 i 個神經元與第 j 個神經元間的連結強度，即連結加權值。 $W_{ij} \in R^N$

X_i ：第 i 個神經元傳來的輸入訊號。 $X_i \in \{0,1\}^N$

θ_j ：第 j 個神經元的閾值。 $\theta_j \in R$

f ：轉換函數，在此為階梯函數。

$$f(X) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \geq 0 \\ 0, & \text{if } x < 0 \end{cases}$$

之後，嘗試去計算由網路而來的推論輸出向量 Y_j 及由訓練範例而來的目標輸出向量 T_j 之差距量 δ_j 。在此， δ_j 將作為修正連結輸入單元及輸出單元的加權值之依據。差距量 δ_j 公式如下：

$$\delta_j = T_j - Y_j \quad (2-2)$$

再來，計算每條神經鍵的加權值改變量 ΔW_{ij} ，其公式如下：

$$\Delta W_{ij} = \eta \cdot \delta_j \cdot X_i \quad (2-3)$$

η ：學習速率(learning rate)，控制每次加權值改變量的幅度。

計算每個輸出單元的閾值改變量 $\Delta \theta_j$ ，其公式如下：

$$\Delta \theta_j = -\eta \cdot \delta_j \quad (2-4)$$

此學習過程通常以一次一個訓練範例的方式進行，直到學習完所有的訓練範例，稱為一個學習循環(learning cycle)，一個網路可以將訓練範例反復學習數個學習循環，直至網路達到收斂。

(二)規則與布林代數式

常被使用在數位邏輯電路的布林代數式(Boolean Expression)，其一般形式如下：

$$\begin{aligned} &\bar{0}, X+0, X+\bar{0}, \bar{1}, X+1, X+\bar{1}, X \cdot 1, X \cdot \bar{1}, \\ &X \cdot \bar{0}, X+Y+Z, X \cdot Y+Z, X \cdot (Y+Z)+Y \cdot Z \end{aligned}$$

通常，布林代數式是許多訊息的濃縮，故反過來我們可自每一個布林代數式得到一條或數條規則。

例：

考慮一個有 7 個變數的布林代數式 $Z = X_1 + X_2 + \overline{X_3} + X_4 X_5 + X_6 \overline{X_7}$ ，

經由真值表（表 1）可得規則

IF X_1 or X_2 or (not X_3) or (X_4 and X_5) or (X_6 and (not X_7)) then Z

或者，也可以將之分成 5 條子規則

rule1: IF X_1 then Z

rule2: IF X_2 then Z

rule3: IF not X_3 then Z

rule4: IF X_4 and X_5 then Z

rule5: IF X_6 and (not X_7) then Z

表 1 $Z = X_1 + X_2 + \overline{X_3} + X_4 X_5 + X_6 \overline{X_7}$ 的真值表

Z	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0

(三)規則萃取與感知機之加權值矩陣

在網路完成後，專家的知識是以加權值矩陣的形式存在於網路當中，但也因其龐大的加權值矩陣的存在，使人無法輕易去理解其中所蘊藏的知識 [28]。傳統的專家系統大多以規則來儲存知識，這種方式可稱之為明箱 (white box)。相對於此，把類神經網路專家系統稱之為黑箱 (black box)。而規則萃取的目的即是將黑箱加權值矩陣知識庫轉為明箱規則知識庫 [29]。以下將要介紹的是如何由一組加權值矩陣中進行規則萃取。

例：

考慮一組經由學習得到的加權值矩陣 $W=[3, 2.5, -4, -1.1]$ ，而其閾值 $\theta=0$ 。由(3-1)可得 $Y=f(3X_1+2.5X_2-4X_3-1.1X_4)$ ，經卡諾圖 Karnaugh map（表 2）可得布林代數式 $Y = X_1 X_2 + X_1 \overline{X_3} + X_2 \overline{X_3} + \overline{X_3} X_4$ ，利用前一節的概念，將布林代數式轉化為規則如下

IF (X_1 and X_2) or (X_1 and (not X_3)) or (X_2 and (not X_3)) or ((not X_3) and (not X_4)) then Y

表 2 $Y=f(3X_1+2.5X_2-4X_3-1.1X_4)$ 之卡諾圖

Y		X_1X_2			
		00	01	11	10
X_3X_4	00	1	1	1	1
	01	0	1	1	1
	11	0	0	1	0
	01	0	0	1	0

(四)布林層格(Boolean lattice)

在上節中，為了達到自網路加權值矩陣中萃取規則的目的，使用了 Karnaugh map。很顯然的，它的確可以很輕易的處理一個包含了 4 個變數的問題。因為，所要考慮的規則組合只有 2^4 個。但是，今天所要面對的問題，將會有幾十個變數，所以這時 Karnaugh map 顯然用起來就不是那麼方便了。故在此，考慮使用布林層格。一個布林層格可被分為兩個部份（圖 3），分別是線段及橢圓部份。線段部份代表的是一群神經元與一群神經元之關係，而橢圓部份代表的是一群的神經元狀態。如狀態(1)代表三個神經元皆為有，狀態(2)代表第一個神經元為沒有而後兩個神經元為有。

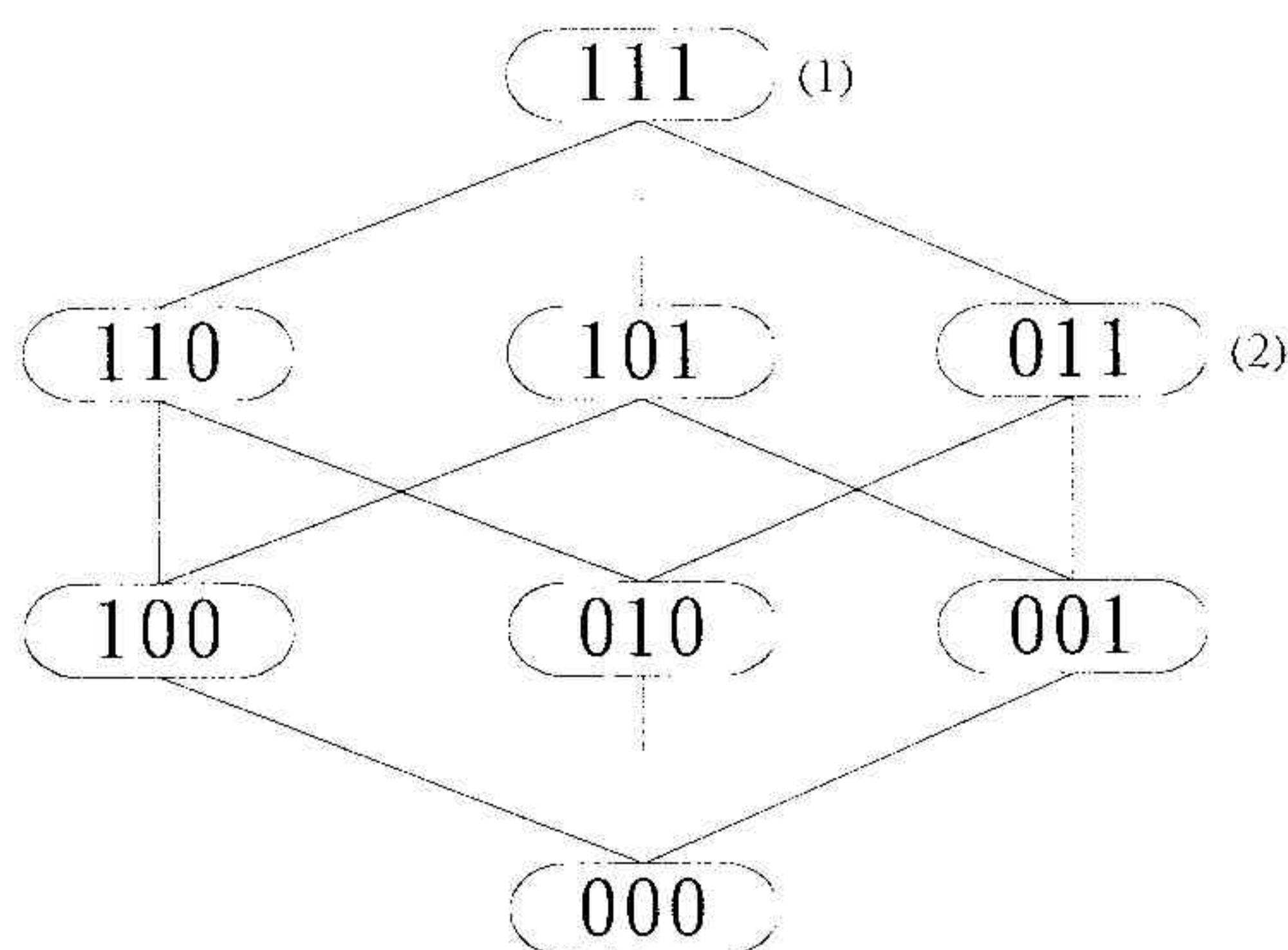


圖 3 布林層格(3-cube)

類神經網路在經由學習之後，可獲得一組加權值矩陣： $W = [W_{ij}] \in R^N$ ，矩陣中存在大小正負不等的值，在此，為了釐清神經鍵對整個網路的貢獻，我們把這些值分為兩類：

● 正權值： $W^p = [W_{ij}] \in R^{N^+}$ (2-5)

●負權值： $W^N = [W_{ij}] \in R^{N-}$ (2-6)

並利用正權值矩陣及負權值矩陣來分別描繪正權值狀態晶格及負權值狀態晶格。此時正權值狀態晶格中每一個狀態都存在一個狀態值

$$f(\sum_i W^{P'} X_i - \theta_i) \quad (2-7)$$

而負權值狀態晶格中每一個狀態也都存在一個狀態值

$$f(\sum_i W^{N'} X_i - \theta_i) \quad (2-8)$$

之後，選擇正權值布林層格中的某一個狀態為起始點，並考慮符合

$$f(\sum_i W^{P'} X_i - \theta_i) > f(\sum_i W^{N'} X_i) \quad (2-9)$$

之狀態。

例：

考慮一組經由學習得到的加權值矩陣 $W=[1.4, 1.2, 1.1, -1.5, -1.4, -1.3]$ ，而其閾值 $\theta=0$ 。由(3-1)可得 $Y=f(1.4X_1+1.2X_2+1.1X_3-1.5X_4-1.4X_5-1.3X_6)$ ，將之分為正權值矩陣 $W^P=[1.4, 1.2, 1.1]$ 及負權值矩陣 $W^N=[-1.5, -1.4, -1.3]$ ，並畫出負權值狀態晶格及正權值狀態晶格（圖 4）。從圖中可以萃取出相當多條規則，先挑一種狀況來討論，若考慮正權值狀態晶格中之狀態（1） $1.4X_1+1.2X_2+1.1X_3=2.6$ ，則狀態（2）也可列入考慮，而在負權值狀態晶格中之狀態（3）~（6）均可列入考慮。其布林代數式為

$$Y = (X_1 X_2 X_3 + X_1 X_2)(\overline{X_5 X_6} + \overline{X_4 X_6} + \overline{X_4 X_5} + \overline{X_4 X_5 X_6})$$

$$\text{State: (2) (1) (3) (4) (5) (6)}$$

利用前面所提到的觀念的概念，將布林代數式轉化為規則如下

$$IF (X_1 X_2 X_3 + X_1 X_2)(\overline{X_5 X_6} + \overline{X_4 X_6} + \overline{X_4 X_5} + \overline{X_4 X_5 X_6}) \text{ then } Y$$

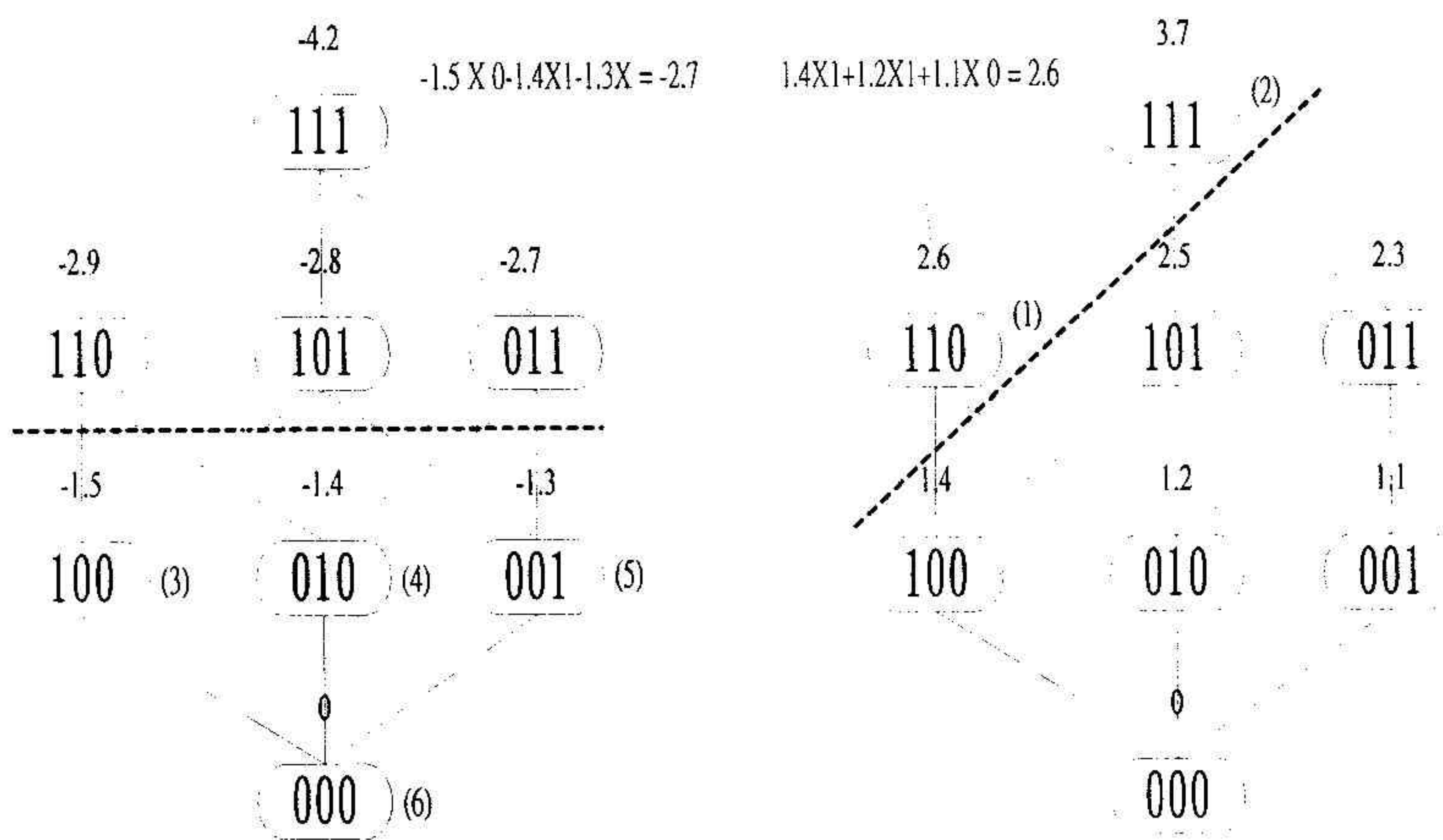


圖 4 負權值狀態晶格（左）及正權值狀態晶格（右）

二、系統設計與方法

本研究主要的目的是要設計一套用於具有學習功能的中醫專家系統。故一開始必須先設計病歷問卷，有了問卷才能收集醫師的診斷資訊。接下來便是建立資料庫程式模組、診斷程式模組及配藥程式模組。最後，整合所有的程式模組並完成系統（如圖5）。

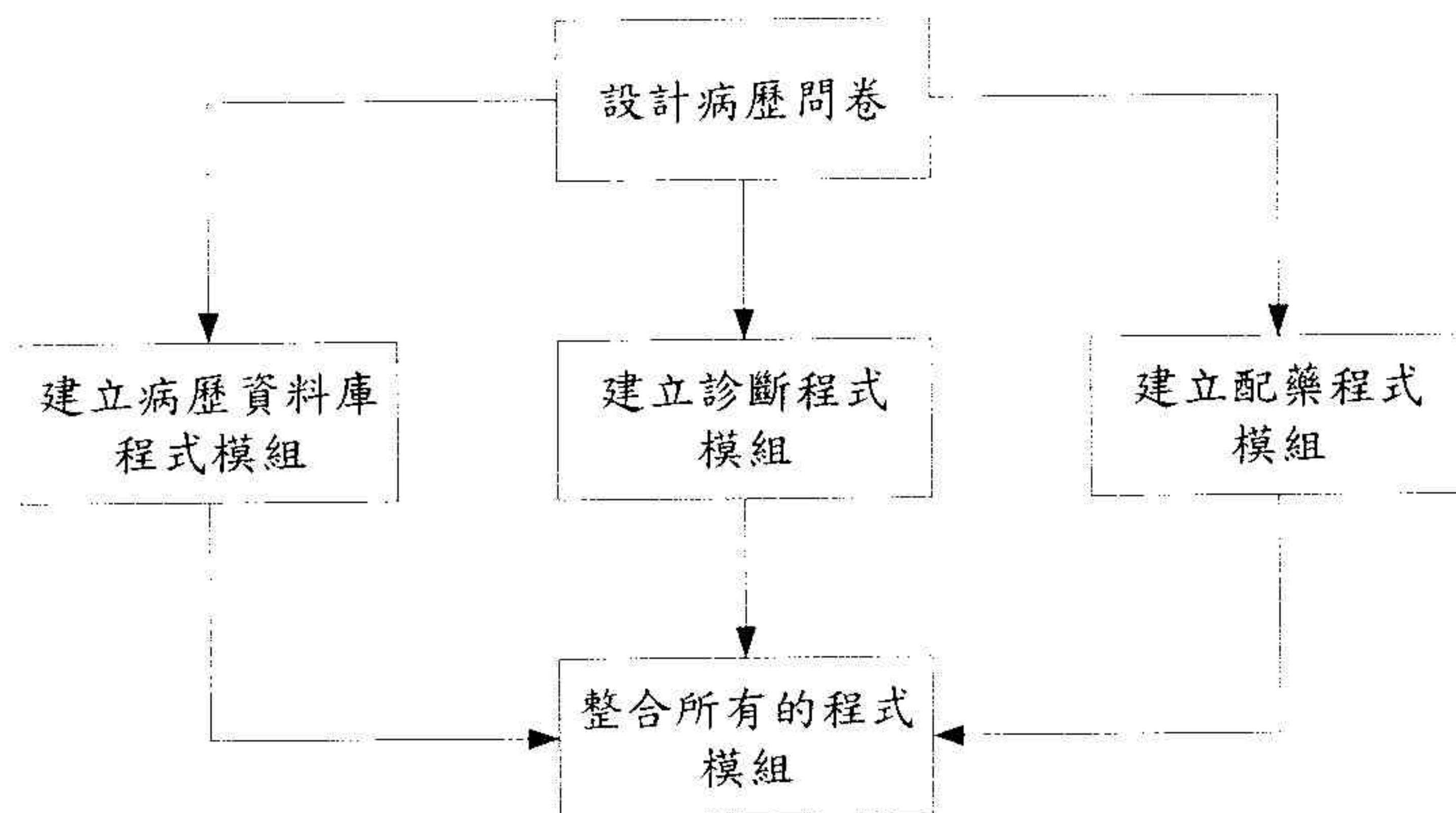


圖5 系統設計流程

（一）病歷問卷之設計

一份問卷，可以把它分成兩個部份，分別是個人資料及醫師診斷資料。在個人資料中，所記載的是患者個人的基本資料，如姓名、病歷號碼、年齡、性別、就診狀況、血壓及服藥狀況等資料。其中，姓名及病歷號碼等資料可用於資料檢索，而年齡、性別、就診狀況、血壓及服藥狀況等資料可用於輔助醫師辨證用藥。在醫師診斷資料中，所記載的是經由醫師診斷而來的症狀、辨證及配藥等資料。

中醫的辨證分型與配藥，常因人而異，這造成了多種辨證標準的存在。在本研究中，證型與症狀資料是參照中醫師的建議與“腦血管病臨床辨證規範化初探”[30]、實用中醫內科表典[31]及中醫證候規範[32]等資料之後才確立的。

在證型部份，所採用之證型分別為風證、火熱證、痰證、血瘀證、氣虛證、陰虛陽亢等證型（表3）。在配藥部份，採用10種方劑和15單味藥（表4）。於是，我們根據上述資料制訂中風病歷問卷。（參見附錄一）

表 3 中風證型症狀對應表

證型	症狀
風證	病情數變、發病即達高峰、頭暈、頭暈目眩、目珠游動或目偏不順、舌體顫抖、舌體歪斜且顫抖、兩手握固或口噤不開、肢體抽動、肢體拘急或頸項強急、脈弦
火熱	聲高氣粗或口唇乾臭、面紅目赤或氣促口臭、舌紅、舌紅降、苔薄黃、苔黃厚、苔乾燥、苔灰黑乾燥、口苦咽乾、渴喜冷飲、心煩易怒、躁擾不寧、神昏譫語、發熱、便乾便難、便乾三日未解、便乾五日以上未解、尿短赤、數大有力或弦數或滑數
痰證 [*]	頭昏沈、舌胖大、舌胖大多齒痕、苔膩或水滑、苔厚膩、口多粘涎、喀痰或嘔吐痰涎、痰多而粘、鼻鼾痰搗、表情淡漠或寡言少語、神情呆滯或反應遲鈍或嗜睡、體胖臃腫（、脈滑或濡
血瘀證	頭痛而痛處不移、頭痛如針刺或炸裂、舌背脈絡淤張青紫、舌紫暗、舌有瘀點、舌背瘀斑、舌青紫、脣下青紫、口唇紫暗、口唇紫暗且面色晦暗、肢痛不移、爪甲青紫、脈沈弦細、脈沈弦遲、脈澀或結代
氣虛證	舌淡、舌胖大、胖大邊多齒痕或舌痿、面白、面白且面色虛浮、活動較多時心悸、輕微活動即心悸、安靜時常心悸、手足腫脹、肢體癱軟、手撒肢冷、神疲乏力或少氣懶言、語聲低怯或咳聲無力、倦怠嗜臥、鼻鼾細微、稍動即汗出、安靜即汗出、冷汗不止、大便溏或初硬後溏、小便自遺、二便自遺、脈沈細或遲緩或脈虛、脈結代、脈微
陰虛陽亢	頭暈目眩、舌體瘦、舌瘦而紅、舌瘦而紅乾、舌瘦而紅乾多裂、苔少或剝落苔、光紅無苔、耳鳴、心煩易怒、心煩不得眠、躁擾不寧、午後顴紅或面部烘熱或手足心熱、盜汗、咽乾口躁或兩目乾澀或便乾尿少、脈弦細或細數

表 4 中風之選用藥物表

方劑	單味藥
小續命湯	鬱金
天麻鉤藤飲	桑枝
涼膈散	鉤藤
龍膽瀉肝湯	竹茹
麻子仁丸	枳實
半夏天麻白朮湯	枳實
溫膽湯	枳實
血府逐瘀湯	桃仁
杞菊地黃丸	紅花
補陽還五湯	丹參
	乳香
	沒藥
	地龍
	何首烏
	夜交藤
	雞血藤

(二)證型診斷程式模組之建立

在建立證型診斷程式模組部份，採用數理運算功能強大的套裝軟體 Matlab 來進行設計。整個建立過程分為三個階段，分別是學習、回想及規則萃取。分述如下：

A. 學習(Learning)：這個階段的功用是幫助網路做學習。主要理論依據為類神經網路中之感知機，網路共分二層（圖 6）。輸入為症狀、輸出為證型。在這個階段中，網路由範例中學習，在反覆學習中調整加權值矩陣。其所建立之學習流程如圖 7：

1. 決定輸入（症狀）、輸出（證型）神經元個數，依據前一節所確立下來的症狀與證型，作成了如下之決定：
在中風部份：輸入神經元 93 個，輸出神經元 6 個。
2. 設定網路初始加權值：將連結相關性高的神經鍵設為 1，將連結相關性低的神經鍵設為-0.25。
3. 輸入訓練樣本：在此步驟中，將訓練用的病人資料輸入類神經網路。輸入的形式為診斷向量 X

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n \in \{0,1\}^n\}$$

4. 計算網路的推論輸出值 Y

$$Y_j = f(\sum W_{ij} X_i - \theta_j) \quad (2-10)$$

W_{ij} ：神經元 i 與神經元 j 間的連結強度，即連結加權值。

X_i ：神經元 i 傳來的輸入訊號。

θ_j ：神經元 j 的閾值。 $\theta_j \in R$

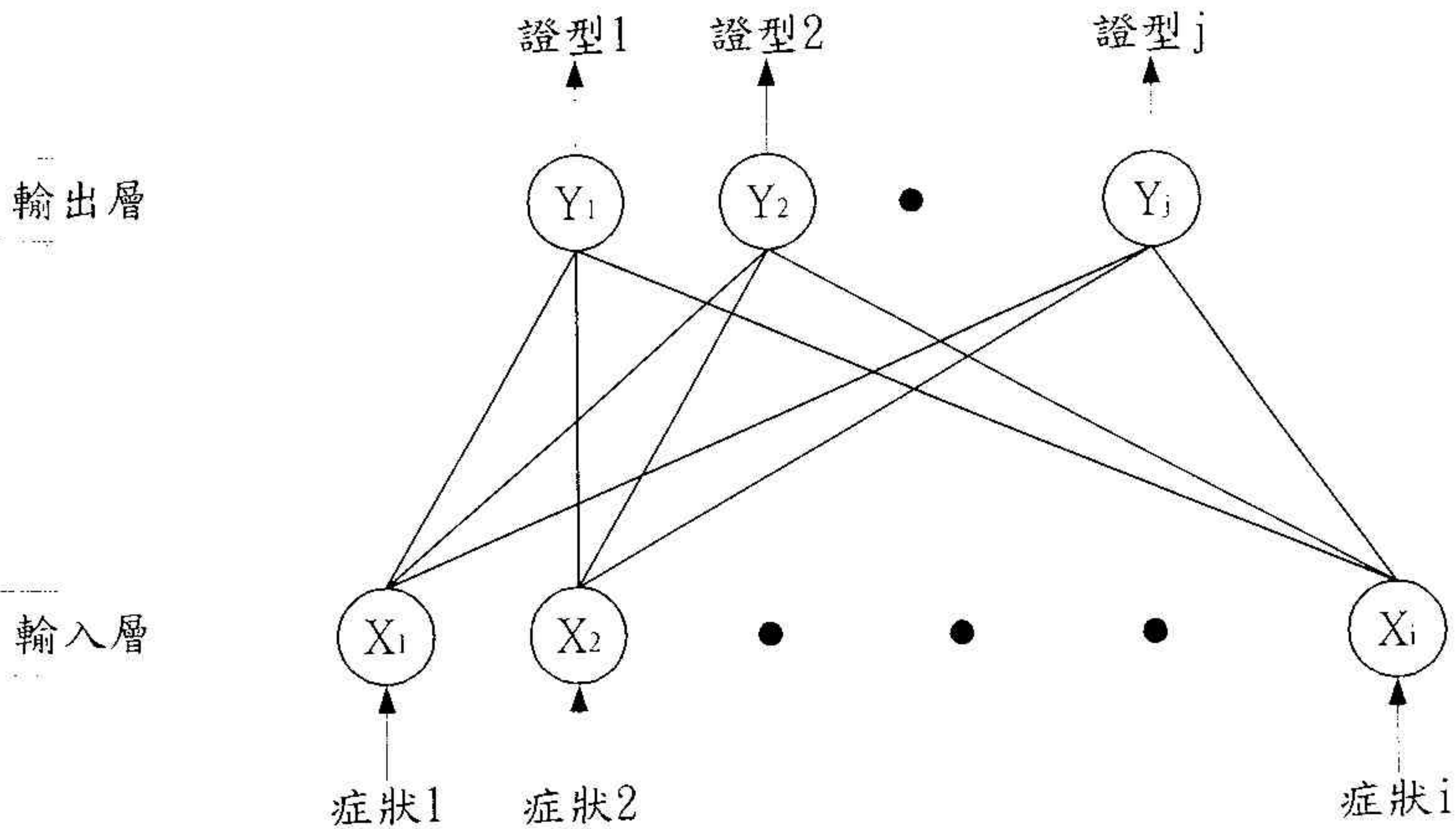


圖 6 證型診斷類神經網路架構圖

5. 計算誤差 δ_j

$$\delta_j = T_j - Y_j \quad (2-11)$$

T_j ：為由訓練範例而來的目標輸出向量

Y_j ：為透過網路推得的推論輸出向量

6. 計算加權值差 ΔW_{ij} 及閾值差 $\Delta \theta_j$

$$\Delta W_{ij} = \eta \cdot \delta_j \cdot X_i \quad (2-12)$$

$$\Delta \theta_j = -\eta \cdot \delta_j \quad (2-13)$$

η ：學習速率，控制每次加權值改變量的幅度

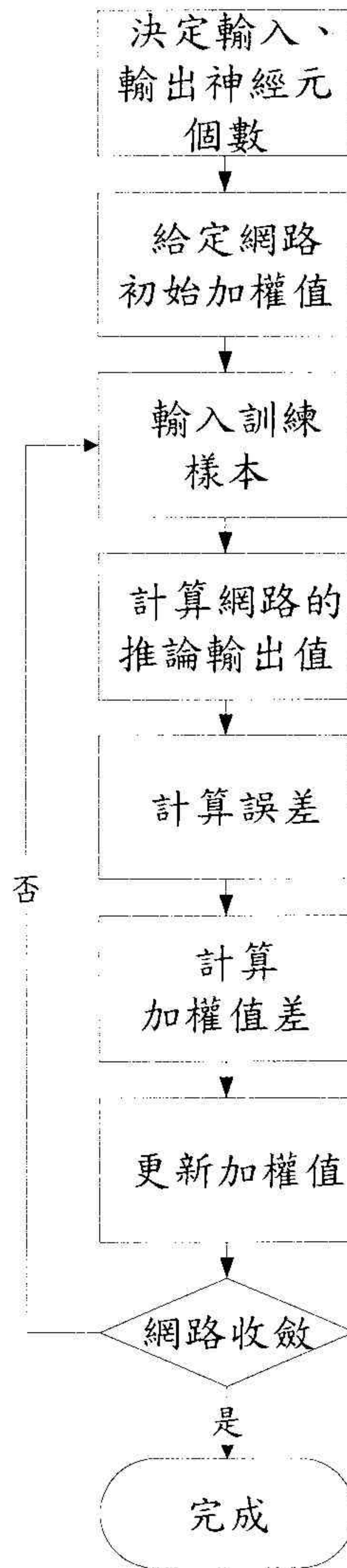


圖 7 學習之流程

7. 更新加權值及閾值

$$W_{ij} = W_{ij} + \Delta W_{ij} \quad (2-14)$$

$$\theta_j = \theta_j + \Delta \theta_j \quad (2-15)$$

8. 重複 iii-vii 直至網路收斂

B. 回想(Recalling)：這個階段的功用是進行網路測試。在回想階段中，網路接受外界輸入，在進行演算後輸出結果（中風演算實例詳見附錄二）。並將網路推論值與測試目標值做比對，計算準確率。其流程如下：

1. 決定輸入（症狀）、輸出（證型）神經元個數：沿用學習過程中所設的值。

2. 讀入加權值 W_{ij} 及閾值 θ_j 。

3. 輸入樣本：輸入的形式為診斷向量 X

$$X = \{X_i, X_i \in \{0,1\}^N\}$$

4. 計算網路的推論輸出值 Y

$$\text{使用 (2-10) } f(\sum W_{ij} X_i - \theta_j)$$

5. 將網路推論值與測試目標值做比對，計算準確率。

C. 規則萃取(Rule extraction)：這個階段的功用是進行規則萃取。學習階段是訓練，回想階段是測試，而規則萃取階段是要讓我們知道網路中所存在的規則。在此，我們將使用訓練完成的網路加權值矩陣來進行萃取。其流程如下：

1. 讀入加權值矩陣 W_{ij} 及閾值 θ_j 。

2. 將 W_{ij} 分為正權值 W^P 及負權值 W^N 兩部份。

$$W^P = [W_{ij}^P] \in R^{N^+}$$

$$W^N = [W_{ij}^N] \in R^N$$

3. 挑選正權值布林層格中的某一個狀態為起始點。

4. 選擇正權值布林層格與負權值布林層格中符合起始點的狀態，在此，我們考慮符合(3-9) $f(\sum W^P X_i - \theta_j) > f(\sum W^N X_i)$ 之狀態。

5. 將獲得自步驟 4 之狀態轉換成布林代數式，在組合後即可獲取規則。

(三)配藥程式模組之建立

在建立配藥程式模組部份，也是採用套裝軟體 Matlab 來進行設計。觀察醫師之用藥原則，主要是採辨證論治並輔以隨症狀加減單味藥的方式。

有鑑於此，採用類神經網路並輔以規則庫的方式來建立配藥程式模組。在此處，選用與醫師交談的方式來獲取規則庫中之規則。然後，直接將規則以網路的形式來呈現，網路共分三層（圖 8），前兩層其實就是沿用之前的證型診斷系統，而三層中的所有神經元均兩兩相連接。網路的第一層為輸入層，其功用是輸入症狀。第二層為處理層，其功用是將症狀轉為證型並輸出到第三層，第三層為輸出層用來輸出藥物（方劑或單味藥）（證型方劑對應表見附錄三）。這整個建立過程分為兩個階段，分別是學習及回想。分述如下：

- A. 學習：這個階段所樣做的工作是觀察醫師用藥規則，並以網路的形式呈現。
1. 與醫師交談並觀察案例，藉此獲得規則。在此步驟中，將試圖記錄醫師用藥規則。
 2. 決定輸入（症狀）、輸出（藥物）神經元個數。
 3. 給定網路加權值 W_{ik} （連結輸入層與處理層）、 W_{jk} （連結處理層與輸出層）：對於連結相關性高的神經鍵給予較大的正值，而連結相關性低的神經鍵設為 0 或負值。

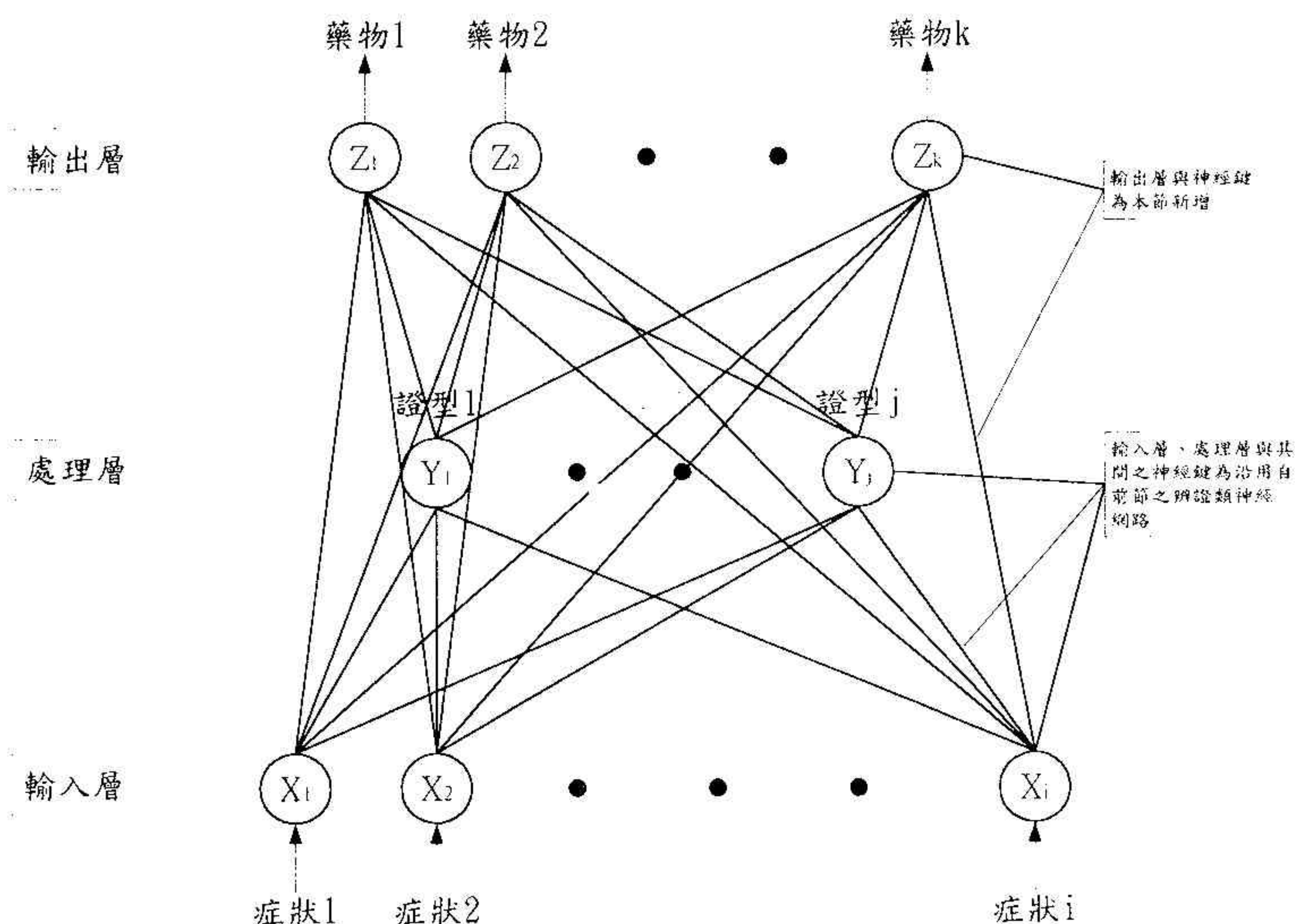


圖 8 配藥類神經網路結構圖

4. 給定網路閾值 θ_k ：對於有重複施予及互相衝突可能性之藥物給予較高的閾值，而較無上述可能之藥物給予較低的閾值。

B. 回想：這個階段的功用是進行網路測試。在回想階段中，網路接受外界輸入，在進行演算後輸出結果（演算實例詳見附錄四）。並將網路推論值與測試目標值做比對，計算準確率。其流程如下：

1. 決定輸入（症狀）、輸出（藥物）神經元個數：沿用學習過程中所設的值。

2. 讀入加權值 W_{ij} 、 W_{ik} 、 W_{jk} 與閾值 θ_j 、 θ_k 。

3. 輸入樣本：輸入的形式為診斷向量 X

$$X = \{X_i, X_i \in \{0,1\}^N\}$$

4 計算網路的推論輸出值 Z

$$\text{由 (4-1)} \quad f(\sum W_{jk} Y_j + \sum W_{jk} X_i - \theta_k) \quad (2-16)$$

5 將網路推論值與測試目標值做比對，計算準確率。

(四) 案例資料庫程式模組之建立

在建立資料程式模組部份，我們選用功能充足且容易上手的 Microsoft Access。使用它不僅在程式設計方面較容易，而且能輕鬆地設計表單、建立關連性資料庫及使用使用者介面。如此，建立完成的資料庫系統的功能將有新增、修改、查詢等基本功能。

接下來，將以實際畫面來展示及說明新增等功能。首先，是新增功能中之患者基本資料畫面（圖 9）。在這個畫面中，系統會要求使用者輸入患者個人的基本資料，如姓名、病歷號碼、年齡、性別、就診狀況、血壓及服藥狀況等資料。另外，在病人的基本資料中有一項非常重要，那就是「病歷號碼」，資料庫中所有的表單（Tables）都是用它來做關連的。緊接著，是新增功能中之患者症狀資料畫面（圖 10）。在這個畫面中，系統會要求使用者輸入患者的症狀資料。由於症狀相當的繁多，故將它分為數頁，在此所看到的是其中的一頁。

癩久癩久基本資料	
1.	病歷號碼: 12674 (勿超過8個字數)
2.	中文姓名: 陳郭素貞
3.	出生日期: (西元) 1946 年 7 月 9 日
4.	性別: <input checked="" type="radio"/> 男 <input type="radio"/> 女
5.	血壓: 舒張壓: 92 收縮壓: 142
6.	是否服用西藥: <input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否 藥物名稱:
7.	問診日期: (西元) 1998 年 11 月 7 日

圖 9 患者基本資料畫面

請輸入癩久癩久 第一頁	
頭	<input type="checkbox"/> 頭昏沉B19 <input type="checkbox"/> 頭重如裹B20 <input checked="" type="checkbox"/> 頭暈目眩D54
神情	<input type="checkbox"/> 心煩易怒A11 <input type="checkbox"/> 躁擾不寧A12 D64 <input type="checkbox"/> 表情淡漠或寡言少語B29 <input type="checkbox"/> 神情呆滯或反應遲鈍或嗜睡B30 <input checked="" type="checkbox"/> 心煩不得眠D63
面色	<input type="checkbox"/> 聲高氣粗或口唇乾臭A1 <input type="checkbox"/> 面紅目赤或氣促口臭A2 <input type="checkbox"/> 面白C36 <input type="checkbox"/> 面白且面色虛浮C37
耳	<input type="checkbox"/> 耳鳴D61
舌	<input type="checkbox"/> 舌紅A3 <input checked="" type="checkbox"/> 舌紅降A4 <input checked="" type="checkbox"/> 舌淡C33 <input type="checkbox"/> 舌胖大B21 C34 <input type="checkbox"/> 舌胖太多齒痕B22 <input type="checkbox"/> 胖大邊多齒痕或舌癢C35 <input type="checkbox"/> 舌體癢D55 <input type="checkbox"/> 舌瘦而紅D56 <input type="checkbox"/> 舌瘦而紅乾D57 <input checked="" type="checkbox"/> 舌瘦而紅乾多裂D58

圖 10 患者症狀資料輸入畫面

(五)整合所有的程式模組

本研究的目的是在 WWW 上架構出一套針對中醫高血壓與中風診斷配藥專家系統。所以在完成了證型診斷、配藥、資料庫程式模組後，必須將所有的程式模組予以整合。在此，使用具有超強物件功能的 Borland C++ Builder 來完成。

系統在 Client 端，即醫生端使用 IE 瀏覽器；而在 Server 端，即資料處理端的伺服器選擇 Windows NT Server（系統架構圖見圖 11）。在 Server 端，儲存了所有的資料庫及大部分的主程式。在 Client 端，儲存了所有與使用者做第一線接觸的的介面模組。

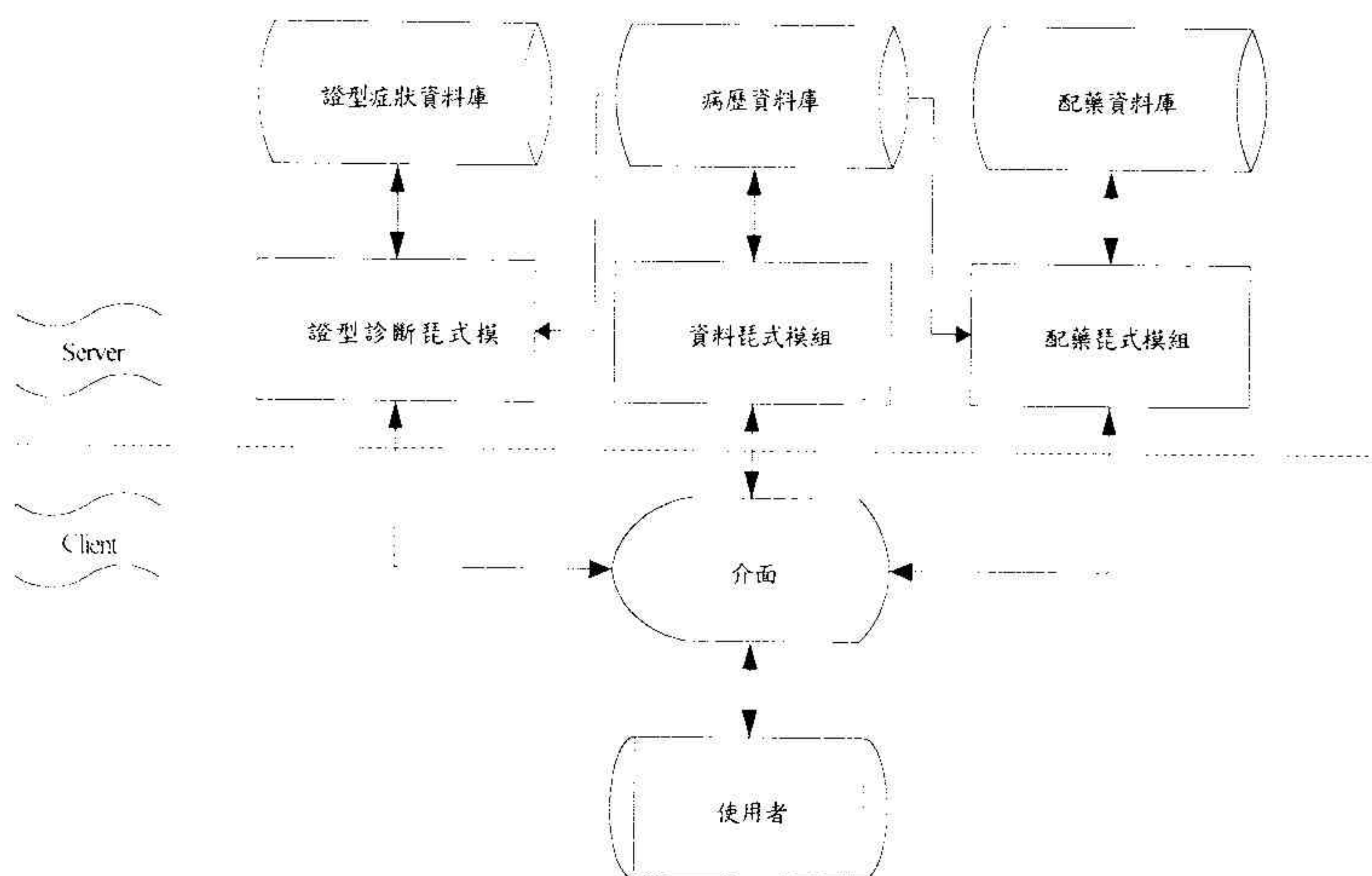


圖 11 系統架構圖

參、結果

一、案例收集

(一)案例來源

本研究以臨床實例應用的方式進行案例收集及測試。收集案例時間從民國 87 年 11 月起至 88 年 5 月止。所收集的案例均來自郭忠禎醫師的中風特別門診，總共收集了 41 份案例。經醫師篩選後，留下曾經經歷中風急性期，現在已經進入後遺症期的案例，總共 36 份案例（表 5）。

表 5 收集之中風案例

	男性	女性	總共	最小年齡	最大年齡	平均年齡
中風	22	14	36	41	77	55.3±9.2

(二)評估方式

在辨證方面，共分為六個證型，故每一份病歷在經系統診斷後，就可以得知是屬於某些證型。系統診斷與醫師診斷所有證型完全一致即為吻合，出現一項或一項以上不一致即為不吻合。為了能更清楚的評估，定義準確率如下

$$\text{準確率} = \text{成功分類案例總數} / \text{案例總數} \quad (3-1)$$

在配藥方面，共選用 10 個方劑和 15 個單味藥，故每一份案例在經系統診斷後，就可以得到處方。系統診斷與醫師診斷所有藥物完全一致即為吻合，出現一項或一項以上不一致即為不吻合。其準確率定義與(3-1)同。

二、辨證系統之測試

把來自郭醫師門診的 36 筆案例資料，將之分為三個部份，所以每個部份都會有 12 筆案例資料。總共進行三次測試，每次均以兩個部份的案例資料為訓練組來對系統進行訓練，然後再以剩餘的一個部份的案例資料為測試組來對系統進行測試。三次測試準確率分別為 0.75、0.83 及 0.67，其平均值為 0.75。(見表 6)

表 6 中風辨證系統之測試

測試組別	測試總數	成功分類總數	準確率
第一組	12	9	0.75
第二組	12	10	0.83
第三組	12	8	0.67
合計	36	27	0.75

三、診斷規則之萃取

建構完成的辨證系統內部將包含著一個加權值矩陣，透過規則萃取的工作可以使其內蘊含之規則顯現。萃取自類神經網路的規則將會有相當多。表 7 為萃取自中風氣虛證加權值矩陣的部份規則。

經由萃取所得之規則均以布林代數式的形式存在，每一個式子裏均包含著數條規則。在式子中，“無底線”者意謂著有這個症狀，而“有底線者”意謂著沒有這個症狀。

表 7 萃取自中風辨證系統之氣虛證規則

Rule 1	(舌体瘦*盜汗*光紅無苔)*(便乾三日未解*便乾便難*數大有力或弦數或滑數)*(面紅目赤或氣促口臭+頭暈+舌瘦而紅+頭痛而痛處不移+耳鳴+活動較多時心悸+口苦咽乾)
Rule 2	(舌体瘦*盜汗*光紅無苔*舌瘦而紅乾多裂)*(便乾三日未解*便乾便難*數大有力或弦數或滑數*面紅目赤或氣促口臭*頭暈)*(舌瘦而紅+頭痛而痛處不移+耳鳴+活動較多時心悸+口苦咽乾)
Rule 3	(舌体瘦*盜汗*光紅無苔*舌瘦而紅乾多裂*躁擾不寧)*(便乾三日未解*便乾便難*數大有力或弦數或滑數*面紅目赤或氣促口臭*頭暈*舌瘦而紅*頭痛而痛處不移)*(耳鳴+活動較多時心悸+口苦咽乾)
Rule 4	(舌体瘦*盜汗*光紅無苔*舌瘦而紅乾多裂*躁擾不寧*午後面部烘熱或手足心熱)*(便乾三日未解*便乾便難*數大有力或弦數或滑數*面紅目赤或氣促口臭*頭暈*舌瘦而紅*頭痛而痛處不移*耳鳴)*(活動較多時心悸+口苦咽乾)
Rule 5	(舌体瘦*盜汗*光紅無苔*舌瘦而紅乾多裂*躁擾不寧*午後面部烘熱或手足心熱)*(便乾三日未解*便乾便難*數大有力或弦數或滑數*面紅目赤或氣促口臭*頭暈*舌瘦而紅*頭痛而痛處不移*耳鳴*活動較多時心悸*口苦咽乾)

例如：由表 7 之 Rule 1 可得

(舌体瘦*盜汗*光紅無苔)*(便乾三日未解*便乾便難*數大有力或弦數或滑數)*(面紅目赤或氣促口臭+頭暈+舌瘦而紅+頭痛而痛處不移+耳鳴+活動較多時心悸+口苦咽乾)

將之轉為 7 條規則

IF 舌体瘦 and 盜汗 and 光紅無苔 and 便乾三日未解 and 便乾便難 and 數大有力或弦數或滑數 and 面紅目赤或氣促口臭 then 氣虛證

IF 舌体瘦 and 盜汗 and 光紅無苔 and 便乾三日未解 and 便乾便難 and 數大有力或弦數或滑數 and 頭暈 then 氣虛證

IF 舌体瘦 and 盜汗 and 光紅無苔 and 便乾三日未解 and 便乾便難 and 數大有力或弦數或滑數 and 舌瘦而紅 then 氣虛證

IF 舌体瘦 and 盜汗 and 光紅無苔 and 便乾三日未解 and 便乾便難 and 數大有力或弦數或滑數 and 頭痛而痛處不移 then 氣虛證

IF 舌体瘦 and 盜汗 and 光紅無苔 and 便乾三日未解 and 便乾便難 and 數大有力或弦數或滑數 and 耳鳴 then 氣虛證

IF 舌体瘦 and 盜汗 and 光紅無苔 and 便乾三日未解 and 便乾便難 and 數大有力或弦數或滑數 and 活動較多時心悸 then 氣虛證

IF 舌体瘦 and 盜汗 and 光紅無苔 and 便乾三日未解 and 便乾便難 and 數大有力或弦數或滑數 and 口苦咽乾 then 氣虛證

四、配藥系統之測試

把來自郭醫師門診的 36 筆案例資料，放入配藥系統內進行測試。36 筆資料中，測試結果與醫師吻合的共有 31 筆，不吻合的共有 5 筆，準確率為 0.86（如表 8）。

表 8 中風配藥系統之測試

測試總數	成功分類總數	準確率
31	26	0.86

肆、討論

- 很顯然的，0.75 的證型診斷準確率是尚欠理想。從測試資料之證型分佈來看（表 9），第三組測試資料似乎有較異於第一組與第二組的地方。如在火熱證、痰證與血瘀證部份其測試組（第三組）的數量均大於訓練組（第一組加第二組）。這解釋了為何進行第三次測試時，準確率偏低的原因。另外有些部份，雖然訓練組資料量大於訓練組資料量，但就資料量而言仍屬偏低，這也是造成準確率不高的原因。

表 9 中風測試資料之證型分佈表

測試組別	風證	火熱證	痰證	血瘀證	氣虛證	陰虛陽亢
第一組	1	1	2	0	5	3
第二組	0	1	1	0	2	8
第三組	0	3	3	3	1	2
合計	1	5	6	3	8	13

- 配藥系統的準確率為 0.86。分析案例問卷上的資料，發現其中兩例應是抄寫失誤所致，一例則是因為跟溫膽湯相關的網路加權值沒有設妥之故，而剩餘兩例的問題也與網路加權值有關，不過對象則換成了桃仁與紅花。

伍、結論與建議

一、證型診斷配藥系統之開發

在證型診斷系統部份，以感知機神經網路的理論來建立系統。而在配藥系統部份，以類神經網路結合規則庫的理論來建立系統。在經測試後，得到下面之結論：

- 證型診斷準確率為 0.75，顯然還尚欠理想。其主要原因應是範例太少或不夠平均。一個類神經網路的成功與否，常常繫於用來做訓練的範例。範

例太少或分組不夠平均皆會造成網路神經元間的神經鍵無法調至適當的值，也就是系統無法將問題領域中的各項因子做正確的連結。這將使得網路訓練不完全，無法求得正確的解，使得誤差提高。在本研究的實作系統中，很顯然的，遭遇了這個問題。另外，網路初始權值的設計顯然也是很重要的，好的開始是成功的一半，對於一個未受訓練的網路而言，確實是如此。初始值設的好，不僅可以稍微彌補範例太少或不夠平均，還能讓網路在較短的時間收斂。

- 配藥準確率為 0.86，顯然，也有改進的空間。由於配藥系統是採用類神經網路結合規則庫的方式來做，而規則的取捨則完全操之在醫師，時常，必須透過醫師才能取得規則，所以，與醫師間的溝通更加顯得重要。
- 感知機與類神經結合規則庫兩種方法，就網路外觀上其實有點像，其最大的差別是在於，前者用演算法是來修正網路加權值，也就是你只要不斷的輸入資料進去，系統就可以不斷的做修正。而後者用規則的觀念來設計網路加權值，就必需要有人不斷的去取捨資料，然後換算成規則，再變成網路加權值。
- 規則萃取是近幾年才蓬勃發展的課題，其主要的用途是拿來輔助使用者瞭解類神經網路裡頭所蘊含的知識。所以在這次的研究中，我們也把它考慮進來。不過，由於網路的神經元數量實在不少，故造成可以列入考慮的規則組合也相對的增加了許多。所以，以後若要再進行同樣的課題應先做資料之相關性探討。

二、本研究與前人研究之比較

本研究與先前研究 B 型肝炎診斷系統[26]及 B 型肝炎診斷配藥系統[27]所做的研究目的大致相同，都是為了提昇系統的診斷正確率與實用性。但是，在理論使用方面卻略有差異（如表 10）。就 B 型肝炎診斷系統來說，由發展的比較早，所以功能也發展的比較少。故當時只發展診斷系統部份而已，其使用的理論是模糊理論。其主要的缺點是症狀缺乏文字量化。而在 B 型肝炎診斷配藥系統中，診斷部份使用模糊理論，配藥部份則是使用類神經網路。從理論上來看，架構都還稱得上完整。其缺點就是在前面曾談到的，對使用者（醫師）而言，將每一個症狀都分為很嚴重、嚴重、中度、輕度及正常等五個輕重量級，並不是一個很方便的作法。而且，不同的醫師對量級的判斷可能不會完全一樣。而在本研究中，診斷部份使用類神經網路，配藥部份則是使用類神經網路加上規則庫，這樣的作法使我們得以避免先前兩個系統的缺點。此外又加上了規則萃取以及網路的功能，這使得系統的準確性與便利性都能得到提昇。

表 10 本研究與先前研究之比較

	診斷所用理論	配藥所用理論	規則萃取	網路功能
B 型肝炎診斷系統	模糊理論	無	無	無
B 型肝炎診斷 配藥系統	模糊理論	類神經網路	無	無
高血壓中風診斷 配藥系統	類神經網路	類神經網路結合 規則庫	有	有

三、未來展望

發展此專家系統的目的，並非要取代醫師的工作。而是希望藉由系統的的建立來達到對於臨床診斷的量化，以便能在臨床實際的被使用。並且藉由與網際網路的結合，使得發展出來的專家系統能讓多一點醫師使用。而更進一步，多一點的醫師使用將使得專家系統能夠汲取更多的經驗，使得系統更臻至完備。

當然，要將專家系統上網，就目前的技術而言，是可以達到的。但是若要考慮資料的保密性，可能就有點麻煩了，不過這的確很重要，尤其是這牽涉到病人病歷的保密性。而這顯然又是另一個課題了，規劃起來得費上一番功夫。倘若規劃的好，將使得系統之實用性大幅提昇。另外，若能再將舌診儀、脈診儀等各式儀器整合於使用者端，未來，在遠距醫療的發展上，應會有很大的空間。

陸、參考文獻

- [1] 賈力耕，腦中風，台灣醫界，Vol. 32，No. 11，1989。
- [2] 陳奇聲，從歷代名醫醫案探討傳統醫學對於腦中風證的藥物治療，中國醫藥學院中醫學研究所碩士論文，1988。
- [3] 黃維三，我國傳統醫學對腦中風的辨證論治，中國醫藥叢刊第十三期。
- [4] 張曉文，中風後遺症辨治八法，中醫藥研究，第五期，pp31~32，1991。
- [5] 盧周才，中西醫結合治療偏癱 288 例，陝西中醫，1990。
- [6] 萬達鐵，瀉心通腑法治療中風病 162 例療效觀察，湖北中醫縣誌，1991。
- [7] 唐學游，從喻嘉治厥顛疾談潛降法的運用，江西省撫洲市中醫院，1990。
- [8] 阮國平，補陽還五湯在神經內科的應用，雲南中醫縣誌，1990。
- [9] 張鏡人，張鏡人診治慢性胃炎電腦專家系統的醫理設計，上海中醫藥雜誌第 3 期，pp8-10，1993。
- [10] 崔冬華、趙耀原，中醫兒科專家系統建造，山西醫學院學報，pp331-333，1995。
- [11] 王益民、王津生，中醫電腦專家系統的設計，天津中醫醫院學報，pp42-43，

- 1995。
- [12] Lippmann, R. P, An introduction to computing with neural nets IEEE ASSP Magazine, pp4-22, April 1987。
 - [13] Cohune, T, An introduction to neural computing, Neural Networks, 1(1), pp3-16, 1988。
 - [14] Abu-Mosstafa, Y. S., and Psaltis, D., Optical neural computers, Scientific American, March, pp88-95, 1987。
 - [15] Eberhart, R. C., and Dobbins, R. W., Neural Network PC Tools-A Practicaln Guide, Academic Press, Inc., 1990。
 - [16] 田禾，以連接機制網路與規則相結合的中醫診療系統，神經元網路及其應用學術討論會論文集，北京 56 期，1989。
 - [17] 蘇俊波，邊緣檢測的一種神經網路方法，神經元網路及其應用學術討論會論文集，北京 56 期，1989。
 - [18] Yoon, Y. et al., A connectionist expert system for dermatology diagnosis, Expert Systems, pp23-31, Winter 1990。
 - [19] Harrison, R. F., Marshall, S. J. and Kennedy, R. L., The early diagnosis of heart attacks: a neurocomputational approach, IJCNN-91, I, ppl-5, 1991。
 - [20] 林仲志，利用非監督式類神經網路分割核磁共振影像，中華民國醫學工程科技研討會，1995。
 - [21] 曾伊俊，使用類神經網路之加瑪刀立體定位放射手術治療計畫系統，中華民國醫學工程科技研討會，1995。
 - [22] 蘇木春，由類神經網路建立醫學診療專家系統，淡江大學，1995。
 - [23] 張紹勳，人工智慧與專家系統，松岡出版社，1993。
 - [24] 何俊弦，模糊理論在中醫診斷上的應用，中原大學醫學工程研究所碩士論文，1995。
 - [25] 陳祥志，類神經模糊理論在中醫診斷及配藥上的應用，中原大學醫學工程研究所碩士論文，1997。
 - [26] McCulloch, W.S., and Pitts, W.H., A Logical Calculus of the Idea Immanent in Nervous Activity, Bulletin of Mathematical Biophysics 5, ppl15-133, 1943。
 - [27] Hebb, D.O., The Organization of Behavior, A Neuropsychological Theory, New York, John Wiley & Sons。
 - [28] Sushmita Mitra and Sankar K. Pal, Fuzzy Multi-Layer Perception Inferenceing and Rule Generation, IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL

NETWORKS, VOL. 6, NO.1, JAN, 1995。

- [29] Taha I. and Ghosh J. Three Techniques For Extraction Rules From Feedforward Networks, Intelligent Engineering Systems Through Artifical Network, vol.5, pp55-60, 1996。
- [30] 孟家眉，腦血管病臨床辨證規範化定量化初探，中西醫結合雜誌，pp173-175, 1988。
- [31] 余海若，實用中醫內科表典，中國科學技術出版社，1992。
- [32] 邢鐵濤，中醫證候規範，廣東技術出版社，1990。

附錄一：

中風病歷問卷

姓名：_____ 病例號碼：_____

年齡：_____ 性別：☐男 ☐女 日期：_____ 門診次數：_____

血壓：舒張壓：_____ mmHg 收縮壓：_____ mmHg

是否服用西藥：☐是 ☐否 藥物：_____

症狀：

起病 ☐病情數變(6) A1 ☐發病即達高峰(8) A2

頭 ☐頭暈(1) A3 ☐頭暈目眩(2) A4, F84 ☐頭昏沈(1) C31

☐頭痛而痛處不移(5) D44 ☐頭痛如針刺或炸裂(7) D45

神情 ☐心煩易怒(2) B22 (1) F92 ☐躁擾不寧(3) B23, F94

☐神昏譫語(4) B24 ☐表情淡漠或寡言少語(2) C40

☐神情呆滯或反應遲鈍或嗜睡(3) C41 ☐心煩不得眠(2) F93

面色 ☐聲高氣粗或口唇乾臭(2) B12 ☐面紅目赤或氣促口臭(3) B13

☐臉下青紫(2) D51 ☐口唇紫暗(3) D52

☐口唇紫暗且面色晦暗(5) D53 ☐面白(1) E63

☐面白且面色虛浮(3) E64

眼睛 ☐目珠游動或目偏不順(3) A5

耳 ☐耳鳴(2) F91

口中 ☐口苦咽乾(1) B20 ☐渴喜冷飲(2) B21

舌 ☐舌紅(5) B14 ☐舌紅降(6) B15 ☐舌淡(3) E60

☐舌胖大(4) C32, E61 ☐舌胖大多齒痕(6) C33

☐胖大邊多齒痕或舌痿(5) E62 ☐舌體瘦(3) F85

☐舌瘦而紅(4) F86 ☐舌瘦而紅乾(7) F87

☐舌體顫抖(5) A6 ☐舌體歪斜且顫抖(7) A7

☐舌瘦而紅乾多裂(9) F88

☐舌背脈絡淤張青紫(4) D46 ☐舌紫暗(5) D47

☐舌有瘀點(6) D48 ☐舌背瘀斑(8) D49 舌青紫(9) D50

舌苔 ☐苔薄黃(2) B16 ☐苔黃厚(3) B17 ☐苔乾燥(4) B18

☐苔灰黑乾燥(5) B19 ☐苔膩或水滑(6) C34 ☐苔厚膩(8) C35

☐苔少或剝落苔(5) F89 ☐光紅無苔(7) F90

心悸 ☐活動較多時心悸(1) E65 ☐輕微活動即心悸(2) E66

☐安靜時常心悸(3) E67

肢體 ☐兩手握固或口噤不開(3) A8 ☐肢體抽動(5) A9

- ☐肢體拘急或頸項強急 (7) A10 ☐體胖臃腫 (1) C42
☐手足腫脹 (2) E68 ☐肢體癱軟 (3) E69 ☐手撒肢冷 (4) E70
☐肢痛不移 (5) D54 ☐爪甲青紫 (6) D55
 體態 ☐神疲乏力或少氣懶言 (1) E71 ☐語聲低怯或咳聲無力 (2) E72
☐倦怠嗜臥 (3) E73 ☐鼻鼾細微 (4) E74
 發熱 ☐發熱 (3) B25 ☐午後顴紅或面部烘熱或手足心熱 (2) F95
 傷津 ☐咽乾口躁或兩目乾澀或便乾尿少 (2) F97
 痰 ☐口多粘涎 (2) C36 ☐喀痰或嘔吐痰涎 (4) C37 ☐痰多而粘 (6) C38
☐鼻鼾痰鳴 (8) C39
 汗 ☐稍動即汗出 (2) E75 ☐安靜即汗出 (3) E76 ☐冷汗不止 (4) E77
☐盜汗 (2) F96
 二便 ☐小便自遺 (2) E79 ☐尿短赤 (1) B29 ☐便乾便難 (2) B26
☐便乾三日未解 (3) B27 ☐便乾五日以上未解 (4) B28
☐大便溏或初硬後溏 (1) E78 ☐二便自遺 (4) E80
 脈象 ☐脈弦 (3) A11 ☐數大有力或弦數或滑數 (2) B30
☐脈滑或濡 (3) C43 ☐脈沈弦細 (1) D56 ☐脈沈弦遲 (2) D57
☐脈澀或結代 (3) D58 ☐脈沈細或遲緩或脈虛 (1) E81
☐脈結代 (2) E82 ☐脈微 (3) E83 ☐脈弦細或細數 (1) F98
 附加 ☐高粘滯血症 (5) D59

辨證：

- ☐風証 ☐火熱証 ☐痰証 ☐血瘀証 ☐陰虛陽亢
☐氣虛証

配藥：

- ☐小續命湯 ☐天麻勾藤飲 ☐良膈散 ☐龍膽瀉肝湯 ☐血府逐瘀湯
☐半夏白朮天麻湯 ☐杞菊地黃丸 ☐補陽還五湯 ☐鬱金 ☐桑枝
☐竹茹 ☐枳實 ☐栝蒌仁 ☐桃仁 ☐紅花 ☐丹參 ☐乳香
☐沒藥 ☐地龍 ☐何首烏 ☐夜交藤 ☐雞血藤

例：一個中風病人有以下的症狀頭暈、頭昏沈、頭痛而痛處不移、躁擾不寧、神昏譫語、心煩不得眠、耳鳴、苔少或剝落苔、安靜時常心悸、肢體癱軟、語聲低怯或咳聲無力、尿短赤、便乾便難、脈弦細或細數。所以，由上述，可得到患者之診斷向量為（其中，“0”表症狀不存在，“1”表症狀存在。症狀排列順序請參考附錄二。）

然後，從訓練完成的網路（訓練範例共有 36 個）中可分別得到風證、火熱證、痰證、血瘀證、陰虛陽亢證與氣虛證的加權值矩陣及閾值。

[1.00, 1.00, 0.99, 1.00, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25,
-0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.00, -0.25, -0.25, -0.25,
-0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.00, 1.00, -0.25,
-0.26, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.26, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25,
-0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.26, 1.00, 1.00, 1.00, -0.25, -0.25, -0.26, -0.25,
-0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.26, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.26,
-0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25,
-0.25, -0.25, .99, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25]

可得

— 248 —

風證的網路推論值：由(2-10) $Y = f(-2.79) = 0$ 表示網路推論此病例屬於風證。

火熱證的加權值矩陣

$[-0.25, -0.25, -0.30, -0.25, -0.24, -0.24, -0.25, 0.87, 0.75, 1.01, -0.25, -0.25, -0.46, 1.00, 1.00, -0.25, -0.25, -0.25, -0.31, -0.29, -0.25, -0.24, 0.78, 0.92, 1.15, 0.72, -0.29, -0.31, -0.25, -0.25, -0.25, -0.31, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.10, -0.25, -0.25, -0.25, 0.94, 1.00, 1.00, 1.00, -0.16, -0.25, -0.35, -0.25, -0.47, -0.25, -0.09, -0.25, -0.25, -0.32, -0.25, -0.27, -0.24, -0.25, -0.25, -0.25, -0.27, -0.24, -0.25, -0.25, 1.00, -0.53, -0.33, -0.25, -0.31, -0.25, -0.25, -0.53, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.01, 1.01, 0.72, 1.00, -0.12, -0.25, -0.10, 0.94, -0.27, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.56]$

火熱證閾值為-0.74

可得

$$Y = f(-0.25X_1 - 0.25X_2 - 0.30X_3 - 0.25X_4 - 0.24X_5 - 0.24X_6 - 0.25X_7 + 0.87X_8 + 0.75X_9 + 1.01X_{10} - 0.25X_{11} - 0.25X_{12} - 0.46X_{13} + X_{14} + X_{15} - 0.25X_{16} - 0.25X_{17} - 0.25X_{18} - 0.31X_{19} - 0.29X_{20} - 0.25X_{21} - 0.24X_{22} + 0.78X_{23} + 0.92X_{24} + 1.15X_{25} + 0.72X_{26} - 0.29X_{27} - 0.31X_{28} - 0.25X_{29} - 0.25X_{30} - 0.25X_{31} - 0.31X_{32} - 0.25X_{33} - 0.25X_{34} - 0.25X_{35} - 0.25X_{36} - 0.25X_{37} - 0.10X_{38} - 0.25X_{39} - 0.25X_{40} - 0.25X_{41} + 0.94X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} - 0.16X_{46} - 0.25X_{47} - 0.35X_{48} - 0.25X_{49} - 0.47X_{50} - 0.25X_{51} - 0.09X_{52} - 0.25X_{53} - 0.25X_{54} - 0.32X_{55} - 0.25X_{56} - 0.27X_{57} - 0.24X_{58} - 0.25X_{59} - 0.25X_{60} - 0.25X_{61} - 0.27X_{62} - 0.24X_{63} - 0.25X_{64} - 0.25X_{65} + X_{66} - 0.53X_{67} - 0.33X_{68} - 0.25X_{69} - 0.31X_{70} - 0.25X_{71} - 0.25X_{72} - 0.53X_{73} - 0.25X_{74} - 0.25X_{75} - 0.25X_{76} - 0.25X_{77} + 1.01X_{78} + 1.01X_{79} + 0.72X_{80} + X_{81} - 0.12X_{82} - 0.25X_{83} - 0.10X_{84} + 0.94X_{85} - 0.27X_{86} - 0.25X_{87} - 0.25X_{88} - 0.25X_{89} - 0.25X_{90} - 0.25X_{91} - 0.25X_{92} - 0.56X_{93})$$

火熱證的網路推論值：由(2-10) $Y = f(0.08) = 1$ 表示網路推論此病例屬於火熱證。

痰證的加權值矩陣

$[-0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.00, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.00, 1.00, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.00, 1.00, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.00, 1.00, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.00, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, 1.00, 1.00, 1.00,$

$$0.25X_{42}-0.25X_{43}-0.25X_{44}-0.25X_{45}-0.17X_{46}-0.30X_{47}-0.28X_{48}-0.25X_{49}-0.17X_{50}-0.25X_{51}-0.30X_{52}-0.25X_{53}-0.25X_{54}-0.25X_{55}-0.25X_{56}-0.24X_{57}-0.25X_{58}-0.25X_{59}+0.97X_{60}+0X_{61}-0.25X_{62}-0.25X_{63}-0.33X_{64}-0.25X_{65}-0.25X_{66}-0.17X_{67}-0.25X_{68}-0.25X_{69}-0.25X_{70}-0.24X_{71}-0.25X_{72}-0.17X_{73}-0.25X_{74}-0.25X_{75}-0.25X_{76}-0.25X_{77}-0.25X_{78}-0.25X_{79}-0.25X_{80}-0.25X_{81}-0.25X_{82}-0.25X_{83}-0.25X_{84}-0.25X_{85}-0.24X_{86}+X_{87}+X_{88}+X_{89}-0.33X_{90}-0.25X_{91}-0.25X_{92}-0.17X_{93})$$

血瘀證的網路推論值：由(2-10) $Y = f(-2.71) = 0$ 表示網路推論此病例不屬於血瘀證。

陰虛陽亢證的加權值矩陣

$$[-0.25, -0.25, 0.08, -0.05, -0.19, -0.13, -0.25, -0.18, -0.53, -0.19, -0.25, -0.30, -0.28, -0.25, -0.25, -0.25, -0.25, -0.43, 0.54, 0.65, -0.25, 0.09, -0.13, -0.19, 0.04, -0.20, 0.35, 0.12, -0.25, 0.66, -0.47, 0.23, 0.03, -0.25, -0.09, -0.25, -0.32, -0.26, -0.42, -0.59, -0.17, -0.49, -0.32, -0.25, -0.25, 0.03, -0.34, 0.59, -0.25, 1.13, 0.43, 1.16, -0.25, -0.25, -0.30, -0.25, 0.56, 0.36, 1.00, -0.59, -0.25, 0.26, 0.92, 0.15, 0.61, -0.25, 0.03, -0.26, -0.42, -0.56, -0.25, -0.25, 0.89, 1.00, 1.00, -0.25, 1.00, -0.37, -0.34, -0.05, -0.25, 0.59, 1.00, -0.43, -0.25, -0.56, -0.64, -0.25, -0.25, 0.22, 0.82, 1.00, 0.59]$$

陰虛陽亢證的閥值 = -1.16

可得

$$Y=f(-0.25X_1-0.25X_2+0.08X_3-0.05X_4-0.19X_5-0.13X_6-0.25X_7-0.18X_8-0.53X_9-0.19X_{10}-0.25X_{11}-0.30X_{12}-0.28X_{13}-0.25X_{14}-0.25X_{15}-0.25X_{16}-0.25X_{17}-0.43X_{18}+0.54X_{19}+0.65X_{20}-0.25X_{21}+0.09X_{22}-0.13X_{23}-0.19X_{24}+0.04X_{25}-0.20X_{26}+0.35X_{27}+0.12X_{28}-0.25X_{29}+0.66X_{30}-0.47X_{31}+0.23X_{32}+0.03X_{33}-0.25X_{34}-0.09X_{35}-0.25X_{36}-0.32X_{37}-0.26X_{38}-0.42X_{39}-0.59X_{40}-0.17X_{41}-0.49X_{42}-0.32X_{43}-0.25X_{44}-0.25X_{45}+0.03X_{46}-0.34X_{47}+0.59X_{48}-0.25X_{49}+1.13X_{50}+0.43X_{51}+1.16X_{52}-0.25X_{53}-0.25X_{54}-0.30X_{55}-0.25X_{56}+0.56X_{57}+0.36X_{58}+X_{59}-0.59X_{60}-0.25X_{61}+0.26X_{62}+0.92X_{63}+0.15X_{64}+0.61X_{65}-0.25X_{66}+0.03X_{67}-0.26X_{68}-0.42X_{69}-0.56X_{70}-0.25X_{71}-0.25X_{72}+0.89X_{73}+X_{74}+X_{75}-0.25X_{76}+X_{77}-0.37X_{78}-0.34X_{79}-0.05X_{80}-0.25X_{81}+0.59X_{82}+X_{83}-0.43X_{84}-0.25X_{85}-0.56X_{86}-0.64X_{87}-0.25X_{88}-0.25X_{89}+0.22X_{90}+0.82X_{91}+X_{92}+0.59X_{93})$$

陰虛陽亢風證的網路推論值：由(2-10) $Y = f(0.60) = 1$ 網路推論此病例屬於陰虛陽亢證。

氣虛證的加權值矩陣

$$[-0.25, -0.25, -0.53, 0.44, -0.36, -0.43, -0.29, 0.58, 0.85, -0.36, -0.25, -0.25, 0.49, -0.29, -0.54, -0.25, -0.25, -0.14, 0.04, 0.05, -0.25, 0.06, -0.42, -0.41, -0.25, -0.46, -0.01, 0.04, -0.25, 0.05, 1.01, 0.46, 0.38, -0.28, -0.36, 1.00, -0.01, 0.18, -0.25, 0.05, -0.24, -0.14, -0.06, -0.25, -0.25, -0.03, -0.16, -0.13, 1.00, -0.42, 0.07, 0.17, -0.25, -0.25, -0.32, -0.25, -0.09, 0.26, -0.25, 0.00, -0.25, -0.03, -0.17, 0.52, -0.11, -0.25, 0.68, 0.44, -0.29, 0.28, -0.25, -0.25, -0.27, -0.25, -0.25, 1.00, -0.25, -0.18, -0.60, -0.62, -0.25, -0.08, -0.25, 0.47, -0.59, 0.24, -0.11, -0.25, -0.25, 0.13, -0.07, -0.25, 0.02]$$

氣虛證的閾值 = -0.59

可得

$$Y=f(-0.25X_1-0.25X_2-0.53X_3+0.44X_4-0.36X_5-0.43X_6-0.29X_7+0.58X_8+0.85X_9-0.36X_{10}-0.25X_{11}-0.25X_{12}+0.49X_{13}-0.29X_{14}-0.54X_{15}-0.25X_{16}-0.25X_{17}-0.14X_{18}+0.04X_{19}+0.05X_{20}-0.25X_{21}+0.06X_{22}-0.42X_{23}-0.41X_{24}-0.25X_{25}-0.46X_{26}-0.01X_{27}+0.04X_{28}-0.25X_{29}+0.05X_{30}+1.01X_{31}+0.46X_{32}+0.38X_{33}-0.28X_{34}-0.36X_{35}+X_{36}-0.01X_{37}+0.18X_{38}-0.25X_{39}+0.05X_{40}-0.24X_{41}-0.14X_{42}-0.06X_{43}-0.25X_{44}-0.25X_{45}-0.03X_{46}-0.16X_{47}-0.13X_{48}+X_{49}-0.42X_{50}+0.07X_{51}+0.17X_{52}-0.25X_{53}-0.25X_{54}-0.32X_{55}-0.25X_{56}-0.09X_{57}+0.26X_{58}-0.25X_{59}-0.25X_{61}-0.03X_{62}-0.17X_{63}+0.52X_{64}-0.11X_{65}-0.25X_{66}+0.68X_{67}+0.44X_{68}-0.29X_{69}+0.28X_{70}-0.25X_{71}-0.25X_{72}-0.27X_{73}-0.25X_{74}-0.25X_{75}+X_{76}-0.25X_{77}-0.18X_{78}-0.60X_{79}-0.62X_{80}-0.25X_{81}-0.08X_{82}-0.25X_{83}+0.47X_{84}-0.59X_{85}+0.24X_{86}-0.11X_{87}-0.25X_{88}-0.25X_{89}+0.13X_{90}-0.07X_{91}-0.25X_{92}+0.02X_{93})$$

氣虛證的網路推論值：由(2-10) $Y = f(-1.50) = 1$ 網路推論此病例屬於氣虛證。所以最後證型輸出向量為 $[0, 1, 0, 0, 1, 0]$ 。表示系統診斷，他是屬於火熱證及陰虛陽亢證。

附錄三：

證型	方劑
風證	小續命湯
火熱證	涼膈散 龍膽瀉肝湯
痰證	半夏白朮天麻湯 溫膽湯
血瘀證	血府逐瘀湯
陰虛陽亢	天麻鉤藤飲 杞菊地黃丸
氣虛證	補陽還五湯

附錄四：

例：一個中風病人有以下的症狀頭暈、頭昏沈、頭痛而痛處不移、躁擾不寧、神昏譫語、心煩不得眠、耳鳴、苔少或剝落苔、安靜時常心悸、肢體癱軟、語聲低怯或咳聲無力、尿短赤、便乾便難、脈弦細或細數。所以，由上述，可得到患者之診斷向量為（其中，"0"表症狀不存在，"1"表症狀存在。症狀排列順序請參考附錄二。）

[illegible]

然後，從訓練完成的網路（訓練範例共有 36 個）矩陣中可分別得到風證、火熱證、痰證、血瘀證、陰虛陽亢證與氣虛證的加權值矩陣及閾值。

經演算後（演算過程詳見附錄四），最後證型輸出向量為 $[0, 1, 0, 0, 1, 0]$ 。表示系統診斷，他是屬於火熱證及陰虛陽亢證。

因配藥須將證型與症狀合併考量，故將診斷向量與證型輸出向量相加，得到配藥輸入向量

 $[0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0,$
 $1, 0]$

— 254 —

龍膽瀉肝湯的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-0.2) = 0$ 表示網路推論此病歷不適用龍膽瀉肝湯。

[illegible]

麻子仁丸的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-0.1) = -1.1$ 表示網路推論此病歷不適用麻子仁丸。

$$[0, -0.6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \\ 0, \\ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -0.6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \\ 1, 0, 0, 0]$$

半夏天麻白朮湯的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-0.1) = 0$ 表示網路推論此病歷不適用半夏天麻白朮湯。

[illegible]

溫膽湯的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-1) = 0$ 表示網路推論此病歷不適用溫膽湯。

$$[0, 0, 0, -0.4, 0, 0, 0, -0.4, -0.4, 0, 0, 0, -0.4, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -0.4, -0.4, -0.4, 0, 0, -0.4, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -0.4, -0.4, 0, 0, 0, 0, 0, 0]$$

栝蓯仁的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-0.1) = 0$ 表示網路推論此病歷不適用栝蓯仁。

桃仁的加權值矩陣

 $[0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 0]$

桃仁的閾值為-0.4

桃仁的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-0.2) = 0$ 表示網路推論此病歷不適用桃仁。

紅花的加權值矩陣

$$[0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \\ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, \\ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, \\ 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 0]$$

紅花的閾值為-0.4

紅花的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-0.2) = 0$ 表示網路推論此病歷不適用紅花。

丹參的加權值矩陣

[illegible]

丹參的閾值為-0.1

丹參的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-0.1) = 0$ 表示網路推論此病歷不適用丹參。

乳香的加權值矩陣

[illegible]

乳香的閾值為-0.1

乳香的網路推論值：由(2-16) $Y = f(-0.1) = 0$ 表示網路推論此病歷不適用乳香。

