

第二章 文獻回顧與探討

本章分為三部份，第一節將針對「資料探勘」的定義、架構與常見的方法做文獻上的回顧。由於「資料探勘」與「資料庫知識發掘」(Knowledge Discover in Database, KDD)的定義常會被混淆，因此針對兩者間的區別作一概要性的介紹。並探討「知識發掘」中的「監督式知識發掘」(supervised knowledge discovery)的定義與步驟。第二節將就台灣地區蔬菜交易市場的供需關係，季節變動對農產品價格的影響，蔬菜的生長特性與天氣因素對蔬菜的生長所造成的影響，作文獻上的回顧。第三節根據類神經網路的定義與應用，及倒傳遞類神經網路作文獻上的探討。

2-1 資料探勘(Data Mining)

邁向 21 世紀，企業面臨環境的快速變遷，以及顧客需求的多樣化，在經營策略的擬定上，已逐漸由產品行銷轉向於客戶行銷。藉由科技的輔助，企業的決策層可由資料庫的歷史交易資料中，利用資料探勘技術，去發掘與分析出客戶購買的行為模式，根據顧客的喜好，執行一對一行銷策略(one to one marketing strategy)，以符合客戶的需求。這種經營策略的機制，稱之為「客戶關係管理」(Customer Relationship Management, CRM)。

一、資料探勘的定義

由於「資料探勘」可由大量的歷史資料中掘取出有用的資訊，因此企業再導入 CRM 時，自然就會建置完整的「資料探勘」機制。根據 Frawley 等人[1991]對「資料探勘」的定義是：從資料庫中挖掘出不明確的、前所未有的及潛在非常有用的資訊過程。Berry and Linoff[1997]指出「資料探勘」就是使用自動或半自動的方式對大量的資料作分析，以找出有意義的關係或法則。Grupe 與 Owrang[1995]則認為「資料探勘」乃是現存資料中剖析出新式時及發現專家們尚未知曉的新關係。Yong jian Fu[1997]則認為「資料探勘」是由一大型的資料庫中，辨識出有用樣式(patterns)的過程。

二、資料探勘的架構

就資料探勘的架構而言，應包含：使用者介面、資料庫、應用領域知識、探勘出的資訊與處理和資料探勘的方法等五種構成要素。

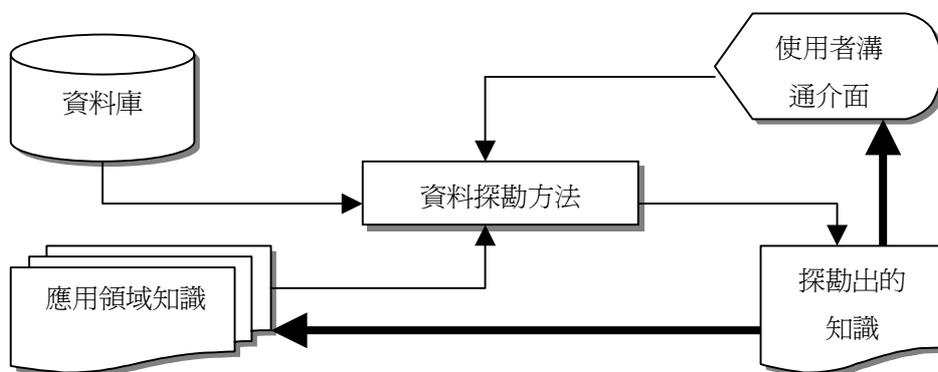


圖 2-1、資料探勘架構

資料來源: Frawley, W. J., Paitetsky-Shapiro, Matheus[1991]

1. 使用者介面：透過具有友善性的使用者介面(例如:視窗型使用者介面)，將可明瞭使用者所需求的資訊。
2. 資料庫：在資料庫方面，建置大型的資料倉儲(Data Warehouse)或資料市集(Data Mart)將可掌握具有歷史紀錄的資料。並透過嚴密的控管，以隨時保持資料的更新與管理。
3. 應用領域知識：在進行資料探勘的過程中，若具備完整的應用領域知識(Domain Know-how)，將可有助於明確地判斷出所發掘的資訊。
4. 探勘出的資訊與處理：針對探勘後所得到的資訊，應以使用者較易接受的形式呈現，並應探討如何應用該資訊。
5. 資料探勘的方法：使用者應依據不同的目的需求，採用適合的方法，進行資料探勘。常見的方法有：關聯法則、購物籃分析、統計的迴歸分析、決策樹及類神經網路等方法。

三、資料探勘的方法

1.依照 Fayyad[1997]的分類方法，將資料探勘的技術概分成五大類型：

- (1)預測模式型：由所發掘的資料庫中，挑選特定的欄位與資料進行預測。若預測的變數，具有連續性，此類被視為是迴歸分析。若是屬於定性的變數，則被歸為分類的問題。
- (2)集群類型：在分散的資料中，依據彼此相似程度歸類成若干個子群體，此類稱為：集群分類。不同於預測模式型中的分類法，集

群法事前無法判斷可以分成幾個子群體。

- (3) 資料摘要模式：藉由簡單少量的摘要，以推論資料的全貌。某些統計方法可以達到此種目的。
- (4) 相依模式類型：利用分析資料可推論出資料或欄位間，彼此相互發生的機率，或是因果關係。
- (5) 變動與偏差偵測：針對具有連續關係的資料，例如：時間序列，可以分析其前後順序之關係及進行預測。

2. 根據 Michael J. A. Berry and Gordon S. Linoff[1997]的分類方法，將資料探勘常用的方法分類如下：

- (1) 集群偵測(Cluster Detection)：藉由比對資料找出相近資料，以建立模型。幾何學、統計學與類神經網路皆可應用在集群的偵測上。
- (2) 市場購物籃分析(Market Basket Analysis)：購物籃分析是屬於「集群分析」的一種形式。利用購物籃分析技術，將可找出再購物時，前後被購買的商品組合。亦可利用購物籃分析法，進行跨時性的資料分析。
- (3) 連結分析：(Link Analysis)：以圖形理論(graph theory)為基礎的連結分析，可以藉由資料庫中每一筆紀錄彼此間的關係，發展出特定的應用模式。例如：以百貨業為例，每年週年慶的大特賣，可依據顧客的購買物品與金額，分析出顧客的採購行為模式。

(4) 記憶基礎理解(Memory-Based Reasoning, MBR)：記憶基礎理解是屬於監督式的資料探勘技術，可根據既有的案例推斷或預測未來發生的情況。例如：在刑事罪犯的既有紀錄中，可比對出犯罪模式，進而推論何者為嫌疑犯。

在 MBR 模式中，有兩個重要的因素是：距離函數(distance function)與結合函數(combination function)。前者係根據既有資料，進行比對以找出最近似之案例。後者是將近四的案例結合後，以作為預測之用。

(5) 決策樹(Decision Trees)：由分類與迴歸樹(Classification and Regression Trees, CART)和卡方自動歸納法(Chi-Squared Automatic Induction)等技術所構成的決策樹分析，係用於監督式資料探勘上。由於決策樹所依據的規則皆以淺明的文字所撰寫而成，可藉由一連串的問題，推導出所需的結果。一般而言，視所需求的結果而定，決策樹可以二元樹、三元樹或混合式的型態出現。

(6) 即時線上分析(On-Line Analytic Processing, OLAP)：即時線上分析技術，是以多維度資料庫(Multi-Dimensional Database, MDDs)為基礎。可藉由視覺化的工具，以圖表或圖形呈現資料中所隱藏的資訊。

(7) 統計學中的邏輯迴歸分析(Logistic Regression)：若群體中的分佈不符合常態分配時，可以利用邏輯迴歸分析去預測某事件發生的機

率值。邏輯迴歸分析將自變數與應變數的關係設為是 S 型的形狀。當自變數極小時，機率值幾近零。若當自變數慢慢增加時，機率值則會沿曲線增加。增加至一定程度時，曲線斜率又開始減少。機率值介於[0,1]之間[林信忠，1999]。

(8) 類神經網路(Nerual Network)：利用類神經網路訓練資料範本，藉由學習，以產生歸類和預測的模型。類神經網路常被作為資料探勘的工具。

(9) 基因演算法(Genetic Algorithms)：基因演算法係模擬細胞演化的過程，由不斷地選擇、複製、交配和突變產生更佳的子代新細胞。故使用基因演算法，可產生最佳化的模式，並利用適合函數(fitness function)，以決定兩者是否互相吻合。若可以吻合，即得到最佳解。

四、資料庫知識發掘(Knowledge Discovery in Database, KDD)與資料探勘的差異

根據 Fayyad[1996]區分出資料庫知識發現流程與資料探勘不同。KDD 係描述從資料庫中取得知識的整個流程，必須先處理不確定性、具干擾性及不完整性的資料。而資料探勘僅不過是 KDD 中的一個階段。

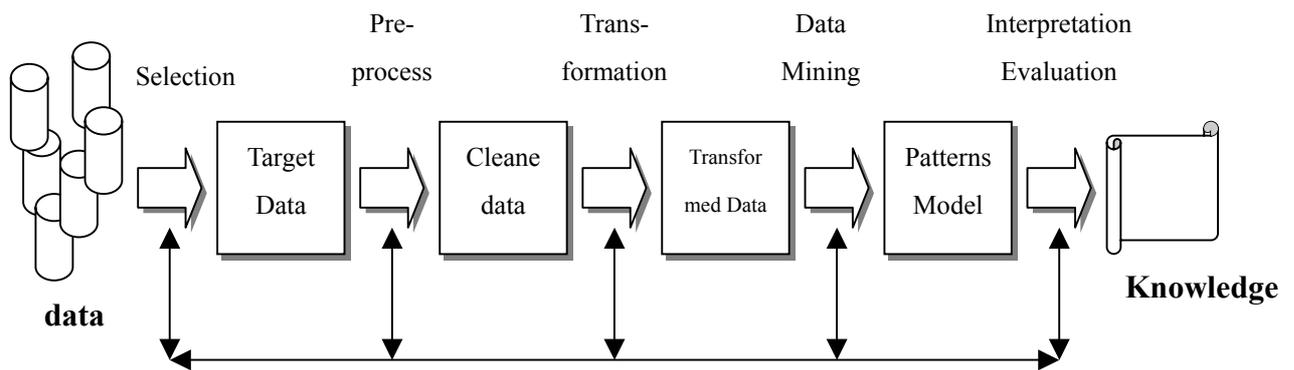


圖 2-2、KDD Process

資料來源:Fayyad[1996]

五、監督式知識發掘(supervised knowledge discovery)與非監督式學習

由於資料及資料庫大量且快速的增加，使得從資料庫中發掘知識的研究，在近年來漸有增加的趨勢。如果我們能把隱含在資料庫中的資訊發掘出來，在許多方面將會有所幫助。如商業決策，詐欺偵測，資料庫網要修正，完整性執行，語意最佳化，智慧查詢處理等等[宋振裕, 1995]。為了使儲存的資料做最有效的利用，對於資料庫作知識擷取便顯得有其必要。對於資料庫的知識擷取，基本上可分為兩大類，即監督式學習和非監督式學習。監督式學習又被稱為分類規則的發掘，而非監督式學習又被稱為資料歸納或是特性規則的發掘。

監督式知識發掘是目標導向性的。換言之，即是一種在資料中發現有意義規則的過程，根據所找到的模式，以提供對過去已發生事件的解釋，並對未來作成預測[Berry & Linoff, 1997]。例如：分析保險詐欺的模式、推估腸病毒的流行高峰期、百貨公司週年慶特定的採購族群或是股價預測等。

非監督式知識發掘不同於監督式知識發掘，在非監督式知識發掘中，並沒有所謂的「輸出變數」。意即利用非監督式知識發掘，將可由大量的資料中，找出顯著相關的型態，就是「分群」或「關聯」。但無法去解釋這種型態的關係為何，或是將對我們有何種程度的影響。

六、監督式知識發掘的執行程序

監督式知識發掘包含以下主要步驟[Berry & Linoff, 1997]:

1. 確定預先分類的原始資料來源
2. 彙整資料以供分析
3. 依照資料的特性和資料探勘的目標，選擇適用的知識發掘技術
4. 將原始資料區分成「訓練資料組」、「測試資料組」、「評估資料組」
5. 利用「訓練資料組」建立電腦分析模型
6. 在「測試資料組」中測試並修正電腦分析模型
7. 利用「評估資料組」衡量電腦分析模型的精準度
8. 依據資料探勘之結論訂定決策
9. 評估決策的成效
10. 依據決策執行所產生的新資料，重新執行資料探勘作業

本研究係採用監督式知識發掘中的類神經網路技術，將產地的氣候因素當作輸入變數，並將連續兩個年度的產地交易市場蔬菜交易量作為目標值，以探討產地的氣候因素對蔬菜交易量的影響。

2-2 農產品相關文獻探討

一、農產品的需求與供給

1. 農產品的需求特性[許文富,1997]：

- (1) 農產品多屬生活必需品，需求彈性小。以稻米為例，當米價上漲時，消費者不能因價格上揚而不吃飯，僅能減少消費量，以替代品替代之。反之，若米價下跌，消費者並不因此而大量消費。所以農產品的需求彈性大多小於 1。
- (2) 在同一銷售階段，個別的農產品需求彈性會比整個大項類別的農產品需求彈性為大。例如：在市場零售時，豬肉與牛肉的需求彈性就比整個肉類的需求彈性為大。
- (3) 同一農產品在產地階段的需求彈性較零售階段為小。農產品的運銷成本，通常亦稱為：「黏著性成本」(sticky cost)。由於運銷價差固定時，零售價格的變動會完全反映到產地價格。在農產品運銷成本當中的組成結構，大多數在短期間具有相當固定的關係，例如：工資、租金與運費...等。因此，農民在產地出售農產品所得的價格與消費地零售價格之漲跌有相當密切的關聯。以下表為例，由於運銷成本不變，因此，當零售價格由 20 元降至 16 元時，零售價格比例僅下降 20%，但農民分得比率立即下降 37.5%。

表 2-1、農產品價格變動對產地價格與運銷成本比較表

階段	產地價格	運銷成本	零售價格	農民分得比率
調整前	10 元	10 元	20 元	50%
調整後	6 元	10 元	16 元	62.5%
比例變動	↓ 40%	0%	↓ 20%	↓ 37.5%

資料來源：許文富,本研究整理

- (4) 國民所得的提高會帶動食品消費金額的增加，但其所佔消費支出或所得的比率反而遞減。

2. 農產品的供給特性：

- (1) 供給量不易機動調整，供給缺乏彈性：由於農產品生長具有季節性，導致農業生產與實際供給之間有時間落遲性(time lag)。而且農產品容易腐敗，保存不易。故供給量無法隨著價格隨意起伏，彈性很小。
- (2) 單向供給曲線：傳統的供給曲線為一由左下向右上延伸的圓滑曲線。價格上漲時，供給量增加；價格下跌時，供給量則減少。但是多數農產品的供給卻是：價格上漲時，供給量增加；當價格下跌時，供給量會沿著另一條彈性較小的曲線漸漸減少，甚至會沿著另一條負斜率得供給曲線增加，此即單向供給(one-way supply)。

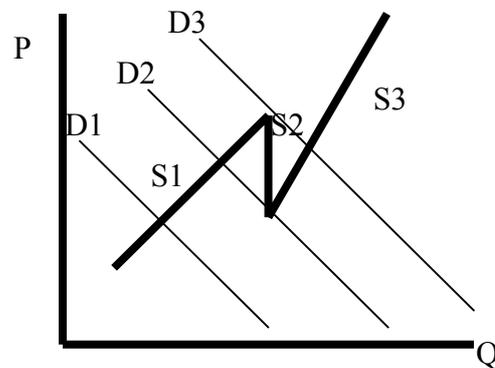


圖 2-3、單向供給曲線

資料來源:許文富,農產運銷學[1997]

- (3) 農產品的供給曲線呈帶狀曲線：農業生產常受到自然因素如：日照、雨量、溫度等影響，導致實際產量與目標產量有著差距。若無天災，造會產量過剩。反之，則造成欠收。因此，在各種價格下，形成帶狀的供給曲線。
- (4) 農產品生產無法享有規模經濟：由於農作物的栽培，有一定的生長環境與配合條件，無法任意由一年一收提高到二收或三收。因此，若欲以增加土地耕種面積來擴大產能，反而將增加土地的使用成本，不符合規模經濟效益。

二、台灣地區蔬菜產量與價格關係之探討

臺灣地區的蔬菜消費量由民國 58 年的 57.18 公斤，至民國 87 年的 104.93 公斤，增加約近一倍。由此可知，蔬菜為國人食用的重要農產品。

台灣地區主要栽種的農產作物為水稻，一年約二穫或三穫。農民常利用冬季稻田休耕地種植蔬菜，加上氣候寒冷適合蔬菜生產。因此，蔬菜冬季的產量遠較夏季為多。也因而造成冬季蔬菜常生產過剩、價格暴跌。而夏季又因高溫多濕易生病蟲害，且常受颱風、豪雨侵襲，蔬菜不易栽種，常有供不應求之現象，因此菜價居高不下。由此觀之，台灣地區一年四季雖皆有蔬菜供應，唯因供給量不同，導致交易價格會隨交易量產生波動。

就農產品生產量與交易價格之間的關係而言，根據文獻上的記載：

1. 鄭永福 [1999]，針對 17 種臺灣地區常見的主要蔬菜進行群集分析，將 17 種蔬菜分群以瞭解這些蔬菜具有何種相似處與相異處，分別對 17 種蔬菜配適單變量 ARIMA 模型與向量 ARMA 模型，找出何者具有較佳的預測能力，並比較兩種模型的優劣。研究發現：農產品的產量，常受土地面積及作物生產期限的限制，當需求增加或價格上漲時，無法任意擴大生產規模；而當需求減少或價格下跌時，亦無法立即減少產量促使價格回升。因此若能事先預測蔬菜的價格將有助於農政單位提前做出決策，以適時調節蔬菜市場的供給，使農民能得到合理的利潤，消費者也能享受公平而價格低廉的消費。
2. 譚光榮 [1992]，在其研究中發現：蔬菜的供給彈性非常小，收成之後，不僅產量會決定售價的高低，同類蔬菜之間的替代效果，對於價格變化也有很大的影響力。因此若能事先預測同類蔬菜未來的價格變化，即可計劃各類蔬菜的生產量。
3. 曾麗華 [1992]，利用時間數列分析法分別對蘿蔔、甘藍及花椰菜之價格數列建立轉換函數並針對產地市場與零售市場之蔬菜價格建立 ARMA 模式，實證結果發現：
 - (1) 在同類蔬菜之產地農產價格與都市零售價格分析中，蘿蔔、甘藍與花椰菜之產地農場價格均會造成該月都是零售價格之變動。
 - (2) 在相同市場之蔬菜價格分析中，產地市場之蔬菜價格受到前 4

個月之價格的影響。

(3) 在相同市場之蔬菜價格分析中，零售市場則與前 3 個月之價格皆相關。

4. 楊新輝 [1992]，利用 Malliaris 及 Urrutia[1998] 所建立的價量關係模式，實證台北第一果菜批發市場中甘藍...等 8 種代表性大宗蔬菜，以探討蔬菜的價量關係。最後發現：蔬菜價量存在著長期均衡的關係，證明交易量與價格的關係是密不可分。
5. 涂旭志 [1993]，的研究發現：當天氣失常，災害發生時，蔬菜零售價格往往突然高漲。相反地，在盛產期遇到生產過剩時，蔬菜的產地價格卻又低得不夠生產成本。

三、氣候因素對產地蔬菜生產量之影響

位處亞熱帶季風氣候區的台灣，冬季東北季風盛行，北部降雨較南部為多。夏季西南季風盛行，南部降雨則比北部為多。台灣因位處亞洲大陸外緣，在氣候上兼受大陸性氣團與海洋性氣團的相互影響。高溫多雨，很適合作物的生長。

但於春夏交替之際，受華南雲雨帶滯留鋒面的影響，全台各地會有長達一個月的雨季，俗稱「梅雨」。甚至夏秋之交，常有來自太平洋及南海地區的颱風侵襲。這些強風豪雨，常常會造成農作物巨大的損害。因此，這些來自氣候的變因，對農作物的生長環境與產量必有著

極大的影響。

就氣候因素對農產品生長的影响，從文獻上回顧發現：

1. 洪英琳[1998]，研究指出：農作物在生長環境中。所需水分的多寡決定於作物種類及種植期間的氣象因子。而氣象條件是影響作物需水量重要的因子，而以溫度、溼度、蒸發皿中之蒸發量、日照、降雨量最為重要。研究中提到利用集群分析法，檢驗各氣候因子間的可信度。以作為區域性灌溉用水量規劃時推估作物蒸發量之參考。
2. 陳守泓 [1992]，由各地豪雨發生機率空間分布之研究結果，配合作物因雨害受損之調查資料，計算出中南部地區六個縣市作物的豪雨風險機率，可供進行農業改良投資前之經濟評估使用。在既有資料下，研究中指出台南、嘉義地區的豪雨風險機率大於彰化、雲林地區；而種植蔬菜、果樹所需承受之豪雨風險機率大於糧食作物。
3. 吳庭瑩 [1991]，依據F統計量實證胡蘿蔔、甘藍、花椰菜與絲瓜等發現：根據價格不穩定測定結果顯示，以根莖類之胡蘿蔔的價格不穩定性為最小，而以葉菜類之甘藍為最大。在各蔬菜的盛產期或颱風之時，此四種蔬菜的價格不穩定性，有增大的現象。認為蔬菜深受季節性因素如蔬菜生產的淡、旺季以及颱風豪雨等的影響，致使蔬菜價格呈現不穩定性。

四、甘藍菜的生長特性

1. 生長特性：

甘藍菜屬十字花科，是 1-2 年草本植物。原產於歐洲和地中海沿岸諸國，台灣於日據時代，即有較大規模栽培輸出日本及韓國。民間傳說吃甘藍菜有如高麗人參之效果，故又稱高麗菜。性喜冷涼氣候，適溫 18° C~21° C，25° C 以上或 15° C 以下，皆會造成結球困難。

2. 品種：

(1) 長岡初秋甘藍：台灣地區常見的品種大都由日本進口的雜交一代品種，最負盛名的為長岡交配初秋甘藍，具有耐熱性、品質優、產量高等特性[洪立、黃涵, 1988]。全年皆可生產，惟夏季產地移往高冷山區，其特徵為平地所生產較扁圓，高冷地則較圓球型，尾端凸起，初秋品種為最常食用之品種，質地脆軟，甜度佳，最受歡迎；

(2) 陸麟種：質地較硬，甜度略低，一般多供作包子、餃子餡材料，另於災害時，甘藍缺貨情況下，業者自韓國、東南亞等地進口硬及，以補不足；

(3) 紫甘藍：台灣產期在十二~三月，其他時間則自美國進口，一般都供作生菜沙拉配色蔬菜使用；

(4) 抱子甘藍：主莖巨大，環生粒狀小甘藍，每株最多可達百粒，每粒由八~十二葉片緊密結成球狀，結實堅硬，可做

盆栽觀賞或炒食。

(5) 甘藍芽：另甘藍採收後，餘留之莖都會長出小菜球，市場稱甘藍芽，是甘藍的副產品，一般多用於炒食或燙食，質地細嫩爽口，風味獨特。

3. 產期與產地：

(1) 產期：

台灣冬春、秋季為甘藍菜盛產期。播種期南部是8月～隔年1月、中部8月～隔年2月、北部8月～隔年3月，高冷地區僅適於4～6月播種。播種到採收，時間約50~100天。

(2) 產地：

主要栽種產地集中在彰化、雲林、嘉義等縣地區。但由於夏季初秋品種不適合在平地栽種，因此夏季產地移往南投縣高冷之魚池、仁愛、信義、梨山、新社、和平、及北部北投竹子湖、三芝、南山等較高冷地區。

2-3 類神經網路介紹

類神經網路(Artificial Neural Network)，又稱人工神經網路，這種目前被大量應用在工業界、商業界及醫療界的監測機制，係源自於近代的神經生理學。十九世紀初(西元 1800 年代)，生物學家藉由解剖學之助，發現構成大腦的主要細胞是神經細胞。而神經電化學家 Adrian 發現：「若神經細胞接受外界的刺激電流時，將會釋放出電流脈波(Current Pulse)。這種強度近似相同的電流脈波，其放射頻率恰與外來電流的刺激強度成正比關係。」Adrian 的神經細胞電化學說，就成了日後人工神經元模型的主要根據 [Simon, 1999] 。

類神經網路即是模仿生物神經網路運作的一種資訊處理系統，根據 Haykin[1994]對類神經網路的定義：「類神經網路是一種包含軟體與硬體的計算系統。利用大量平行而分散的相連人工神經元，以仿效生物神經網路的連結。藉由外界環境或其他神經元取得資訊，並透過相關的演算模式，將結果輸出至外界或其他神經元。」

一、生物神經元模型

生物神經元是由巨量的神經細胞(neuron, 又稱神經元)互相連結形成一個高度連結網狀的神經網路，資訊的處理工作即透過神經細胞之連結來進行。就人類的腦而言，大約由 10^9 - 10^{12} 個神經元所組成。每一個神經元約有 10^3 根連結與其他神經元相連。所以，推估人腦中約有

10^{14} - 10^{16} 根連結[Michael, 1993]。因此人腦可以儲存大量而複雜的知識，並具備電腦所無法比擬的快速辨識能力與高度的容錯能力。神經元的基本結構如[圖 2-4]。

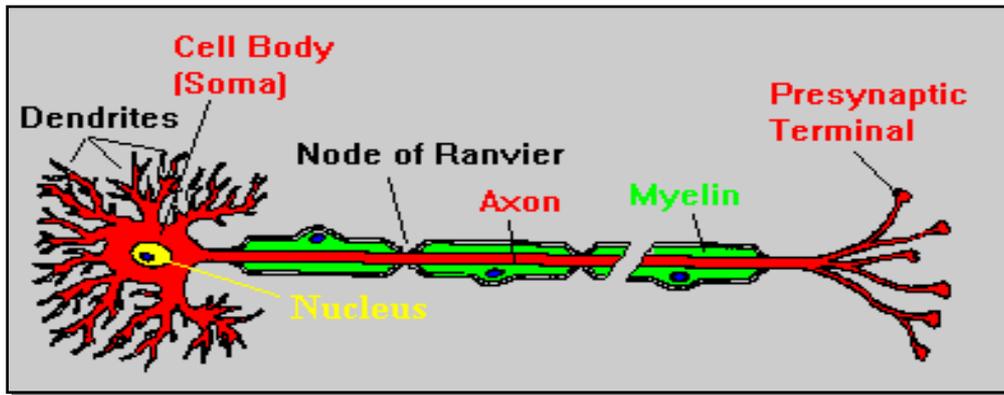


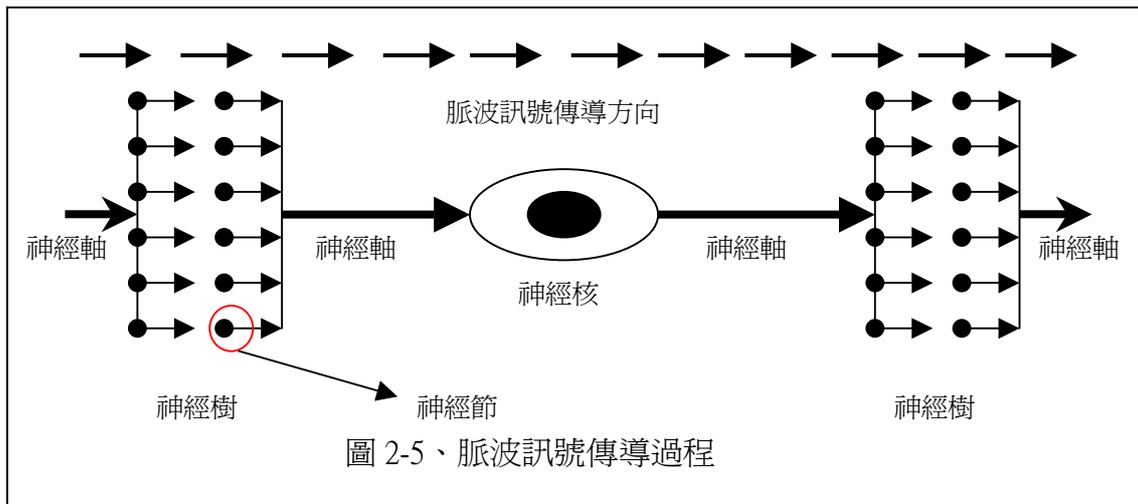
圖 2-4、神經細胞結構圖
資料來源: [清華大學生命科學院網站](#)

生物神經元的主要結構如下：

1. 神經核(soma)：細胞體，神經細胞的核心，唯一呈現核狀的處理機構。
2. 神經軸(axon)：即軸索，神經細胞成軸索狀的輸送機構。
3. 神經樹(dendrites)：即樹突，神經細胞成樹枝狀的輸出入機構。
4. 神經節(synapse)：即突觸，神經細胞神經樹上呈點狀的連結機構。

為軸突和樹突所連接之介面，來自外界的訊號，經由突觸的控制，可以加強或抑制訊號的強度。

脈波訊號透過神經節與神經樹由其他神經元輸入後，經神經核處理會產生一個新的脈波訊號，此訊號再經由神經軸傳導至神經樹，透過神經節而成為另一個神經元的脈波訊號。其傳導過程如[圖 2-5]所示。



脈波訊號在傳導的過程中，若經過興奮神經節(excitatory synapse)，脈波訊號之頻率則會增加。反之，若通過抑制神經節(inhibitory synapse)，脈波訊號之頻率則會減少。

由此可知，生物神經元在傳導脈波訊號時，輸出脈波訊號的速率是由輸入脈波訊號的速率與神經節的強度共同決定。套用至人工神經網路上的應用模式，神經節的強度即是神經網路資訊儲存的關鍵。因此，利用神經網路的學習過程，就是對神經節強度作調整與控制。

二、人工神經元模型

類神經網路的架構，近似於生物的神經傳導系統。人工神經網路是由數個人工神經細胞(artificial neuron)所組成。人工神經細胞又可稱為：人工神經元、處理單元(processing element)[圖 2-6]。一個處理單元的輸出值以扇形送出，成為其他處理單元的輸入值。

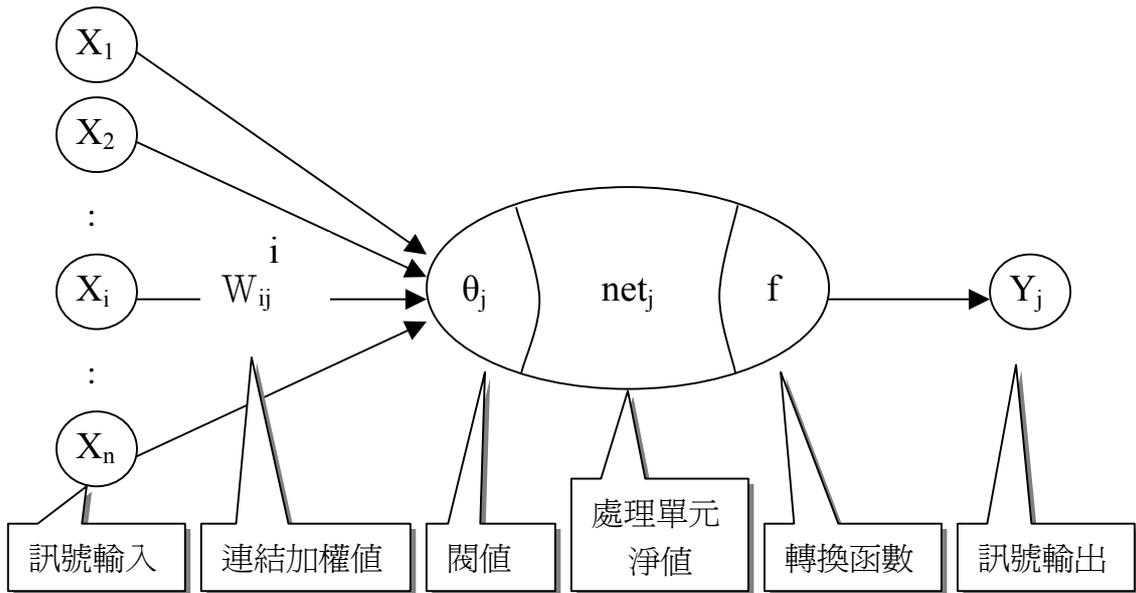


圖 2-6、人工神經元模型

資料來源:葉怡成[1997]

處理單元其輸出值與輸入值之關係式，可用輸入值的加權乘積和之函數表示：

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

其中

Y_j = 模仿生物神經元的模型的輸出訊號

f = 模仿生物神經元的轉換函數(transfer function)，是一個用以將從其他處理單元輸入的輸入值之加權乘積和轉換成處理單元輸出值的數學公式

net = 集成函數

W_{ij} = 模仿生物神經元的神經節強度，又稱連結加權值。

X_i = 模仿生物神經元的輸入訊號

θ_j = 模仿生物神經元的閾值

三、類神經網路的特性

運作模式源於生物神經系統的類神經網路，由於具備平行處理的能力、錯誤容忍度、聯想式記憶(王姿尹, 1996)及高度學習能力等特性，常被應用於生產、品管、工程、環保、農產運銷、商業、財政、金融、醫療及氣象分析等各領域的監測與預測。

1. 高速的平行處理能力

生物神經網路中，具備一種特殊的「巨量平行」(massively parallel)架構。以人腦為例，約有 10^{14} 的神經連結，若每根連結皆採用平行運算模式，則每秒將可處理 $10^{15} \sim 10^{16}$ 個神經連結。故類神經網路可透過許多不同的人工神經元，進行大量的平行運算，以增加運算的速度。

2. 容錯能力(fault tolerance)

生物神經網路的資訊儲存方式，是採用分散式記憶(distributed memory)，也就是資訊是散佈在許多神經節之上。故小部份的連結受損，並不會影響整體的運作。對於不完整的資訊或雜訊的干擾，亦具有模糊推論(fuzzy reasoning)的能力 [葉怡成, 1997]。故類神經網路在運算的過程中，若輸入的資料中含有干擾的雜訊，因其具有高度的容錯能力，就算有部分人工神經元失效，仍不會影響整個網路的運行。

3. 聯想記憶

類神經網路會記憶訓練的樣本，在後續輸入訊號進行運算的過程中，會自動聯想出對應的輸出值。聯想記憶模式是採用「內容定址(Content Addressing)」的方式，不同於 PC 所使用的「記憶體位置定址」方式 [蕭百齡, 1999]。根據前蘇聯科學家柯莫果夫 (Kolmogorov) 的定理：任何一種從 m 維空間到 n 維空間的映射，只要隱藏層具有 $2m+1$ 個處理單元，即可用一個具有單層隱藏層的倒傳遞網路來完成。因此，推論生物神經網路與類神經網路具有驚人的記憶容量 [葉怡成, 1997]。

4. 學習能力

由於生物神經網路是透過神經節達成神經元間的連結，而神經節本身是可以調整的。因此，生物神經網路具有強大的學習能力。而生物神經網路的學習能力可分為三種：[葉怡成, 1997]

- (1) 監督式學習：即複雜的分類與非線性控制的能力，例如：語音辨識的學習，騎乘腳踏車的平衡學習。
- (2) 無監督式學習：生物神經網路能在極短的時間內，從一群毫無相關且互相混合的圖形或物體中，建立分群。
- (3) 聯想式學習：透過模糊推論的能力，生物神經網路依據簡單或極少的訊息，聯想並建立完整的資訊(或圖像)。

2-3-4 類神經網路的分類

類神經網路的分類，可依以下兩種模式分類[Lippmann, 1987]：

1. 依照網路架構分類：

類神經網路的網路架構可分為：

(1) 前饋式(feedforward)架構

神經元依輸入層、隱藏層及輸出層分層排列。每一層之間，前一層的輸出值作為後一層的輸入值。

(2) 回饋式(feedback)架構

在各層之間，無論是輸出層回饋至輸入層、層內各處理單元互有連結者或是神經元不分層排列，僅有一層且各神經元均可互相連結者，皆稱為回饋式架構。

2. 依照學習策略分類：

可分為：監督式學習網路、無監督式學習網路、聯想式學習網路與最適化應用網路[葉怡成，1997]。茲整理如[表 2-2]。

表 2-2、類神經網路的分類

網路類型	網路學習特性	代表模式
<p>監督式學習網路</p> <p>Supervised learning network</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由問題領域中取得訓練範例：有輸入變數與輸出變數 2. 學習輸入與輸出變數間的對映規則 3. 由輸入變數推論輸出變數值的應用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感知機網路(Perceptron) 2. 倒傳遞網路(Back-Propagation Network, BPN) 3. 機率神經網路(Probabilistic Neural Network, PNN) 4. 學習向量量化網路(Learning Vector Quantization, LVQ) 5. 反傳遞網路(Counter-Propagation Network, CPN)
<p>無監督式學習網路</p> <p>Unsupervised learning network</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由問題領域中取得訓練範例：只有輸入變數 2. 從範例中學習內在聚類規則 3. 由輸入變數推論與其與那些訓練範例屬同一聚類的應用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自組織映射圖網路(Self-Organizing Map, SOM) 2. 自適應共振理論網路(Adaptive Resonance Theory Network, ART)
<p>聯想式學習網路</p> <p>Associate learning network</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由問題領域中取得訓練範例：狀態變數值 2. 從範例中學習記憶規則 3. 由不完整的狀態變數值推論與其完整的狀態變數值的應用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 霍普菲爾網路(Hopfield Neural Network, HNN) 2. 雙向聯想記憶網路(Bi-directional Associative Memory, BAM)
<p>最適化應用網路</p> <p>Optimization application network</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對一特定問題設定變數值，使其在滿足設計限制之下，使設計目標達到最佳狀態的應用。 2. 設計應用與排程應用皆屬之。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 霍普菲爾-坦克網路(Hopfield-Tank Neural Network, HTN) 2. 退火神經網路(Annealed Neural Network, ANN)

資料來源:葉怡成[1997]；本研究整理製表。