

台灣筆記型電腦產業適用之存貨管理決策方法 之研究

An Inventory Management Decision Method Applied in Taiwan's Notebook Computer Industry

王信智¹ Shen-Tsu Wang

劉志明¹ Chih-Ming Liu

國立清華大學工業工程與工程管理研究所

林文燦² Wen-Tsann Lin

傅金宏¹ Chih-Hung Fu

國立勤益科技大學工業工程與管理研究所 國立清華大學工業工程與工程管理研究所

¹Industrial Engineering and Engineering Management Department, National
Tsing-Hua University and ²Industrial Engineering and Management Department,
National Chin-Yi University of Technology

(Received September 17, 2007; Final Version February 27, 2008)

摘要：筆記型電腦產業的零組件具有非標準化及短生命週期之特性，加上對於顧客需求必須具備快速反應和彈性變更的能力，所以零組件之存貨管理在該產業中扮演非常重要的角色。本研究提出適合台灣各種不同規模和經營環境的筆記型電腦產業之零組件管理方法，透過知識管理的概念，藉著企業物料管理流程的分析，利用品類管理觀念將物料分類，再應用模糊理論來決定個別零組件之適當存貨量。透過所提出之存貨管理決策方法，可同時考慮估計滿足客戶需求的存貨水準以及估計零組件從採購到入庫所需的前置時間，以事先模擬各種可能之訂單變更狀況，來降低缺料風險及呆料之成本。

關鍵字：筆記型電腦產業、知識管理、品類管理、模糊理論、存貨管理決策方法

Abstract: Suppliers of notebook computers work in an industry that is non-standardized and has a short life cycle. Because clients demand rapid response and flexible modification from their notebook

computers, suppliers must understand the role of inventory management in the industry. This study proposes a supply management method for notebook computer industries of different scales and business environments in Taiwan. The method utilizes the concepts of knowledge management and analysis, as they apply to corporate managers, in order to classify the parts based on the concept of category management. This method then applies Fuzzy Theory to determine the inventory quantity for each material. It proposes an inventory management decision-making method to determine the inventory quantity that meets customers' demands and to determine the lead time from procurement to warehousing. It also simulates order modification scenarios to reduce the risk of part insufficiency and reduce the cost of slow-moving items.

Keywords: Notebook Computer Industries, Knowledge Management, Category Management, Fuzzy Theory, Inventory Management Decision-making Method

1. 導論

依據資策會2004年所公佈的資料顯示，全球筆記型電腦複合年平均成長率為20%，可以預見未來幾年筆記型電腦成長率將比桌上型電腦成長率高，但客戶需求之變化會造成零組件的存貨管理問題，由於筆記型電腦組件的更新速度很快、加上零組件目前尚缺乏全面之標準化，且關鍵零組件之供應商在供貨之數量上很不穩定，因此若向供應商大量購買零組件可能會因零組件更新而變成呆料必須報廢。但是若向供應商以小批量的方式來購買，卻易造成量小而價高的問題，且易造成缺貨，導致停線等嚴重問題。所以若能事先準確地估計客戶的需求以及供應商的供貨能力，可以降低缺貨風險以及零組件存貨成本。Relph and Barrar (2003) 認為安全存量是廠商預防在前置時間內，因為前置時間內的需求變動或是前置時間變動，所造成缺貨的情況。對於一個成功經營的企業，具備一些額外的存貨來避免需求等不確定因素發生是很重要的，額外的存貨視為企業的安全存量，評估了不同類型的企業後顯示多餘的存貨比例大致介在10%到98%之間，以電腦產業而言大約為48.01%。因此，有效的控制企業內部的安全存量將會加強整體的獲利率。

有關存貨管理的相關研究，大多數學者在傳統的存貨最佳化問題上所發表的文獻，主要以存貨成本最小化為目標，且主要是以存貨的數量作為考量，但在所提出的存貨管理模式 (Alessandra, 1999; Howard, 1998; Xie, 1998) 中，有關「存貨持有成本」的項目並不容易計算 (Linda and John, 1996)。van der Laan (2003) 以 NPV (淨現值法) 為基礎，發展一種新的逆物流存貨模式，模擬兩種不同的持有成本組合，導入參數並做敏感度分析，最後和平均成本存貨模

式做比較，找出最適合的持有成本組合。Balkhi and Benkherouf (2004) 提出一需求率與存貨水準相關，且持有成本因庫存量不同而不同，在有限期間損耗率固定狀況下，使用啟發式演算法求解之存貨問題。You (2005) 設定需求隨時間變化，在固定循環週期及固定倉庫容量，允許缺貨狀況下，尋找最佳訂貨數量及最佳缺貨時間點的最大利潤存貨問題。以上文獻對於存貨相關問題採取最佳化或演算法方式解決，較缺乏依據存貨管理流程角度進行改善存貨管理問題。

在實際環境中，有關存貨管理之決策之影響因素很多，並不能單從存貨成本與顧客需求來考量 (Balkhi and Benkherouf, 2004; van der Laan, 2003)。必須更全面性的考慮不同客戶之要求，不同供應商之供貨能力，以及不同產品之生命週期需求之差異等因素。因此需要透過知識管理的方法整合存貨管理之相關知識，以機動地提供存貨管理策略和方法，來準確地評估零組件存貨的管理績效，並全面改造存貨管理方法與制度。但知識管理強調人員經驗之重要，卻難以結構化地表達出來。對於關於存貨管理內隱知識較難用明確性的資料來建構歸屬函數，本研究對於所求得的權重值若屬於離散型資料，則利用 Kochen and Badre (1974) 所提出之方法來修正成連續型的歸屬函數，此種連續型歸屬函數方法應可與類神經網路方法作結合，發展成考量多項因子之歸屬函數方法。有些文獻使用類神經網路來做為零組件存貨知識管理之工具，但若要在筆記型電腦產業中的使用此工具卻有其限制，包括：(1)需有大量的資料，但筆記型電腦相關產品之生命週期很短，較難累積大量的資料；(2)此方法像一個黑箱中的運算，所得的結果很難解釋其緣由 (Wong *et al.*, 1991)，因此較難提供流程再造之資訊；(3)許多存貨管理的知識是難以具體而結構化的方式描素 (戴文坡，民 88)。因此，本研究將從知識管理的角度著手，配合數學模式來探討台灣筆記型電腦業在存貨管理上的問題，將零組件存貨管理的方式隨著產品生命週期階段需求量之變化、零組件之種類、企業之規模、零組件供應之契約內容、和企業營運策略不同而有不同的決策模式，以適合各種不同規模的公司之存貨管理決策需求。

本研究之結構如下：第 2 節將提出整體存貨管理之決策方法；第 3 節介紹存貨管理方法中的知識管理模組；第 4 節探討資料管理模組；第 5 節描述 fuzzy 預測模組；第 6 節說明實際案例之應用；最後提出結論。

2. 存貨管理決策方法

筆記型製造業者廠內主要分成三大流程為接單前置作業、採購作業、生產製作用業 (Scheer, 1996)，接單前置作業主要將客戶每日下的訂單資料，依據生管以及物管生產備料情況來對客戶做回應，目的在與客戶達成一致的協議。目前相關存貨管理的作業從客戶需求、生產排程、採購作業、進貨入庫最後到產品製造。圖 1 為以 ARIS 方法論來針對控制面來表現相關存貨管理作業流程。

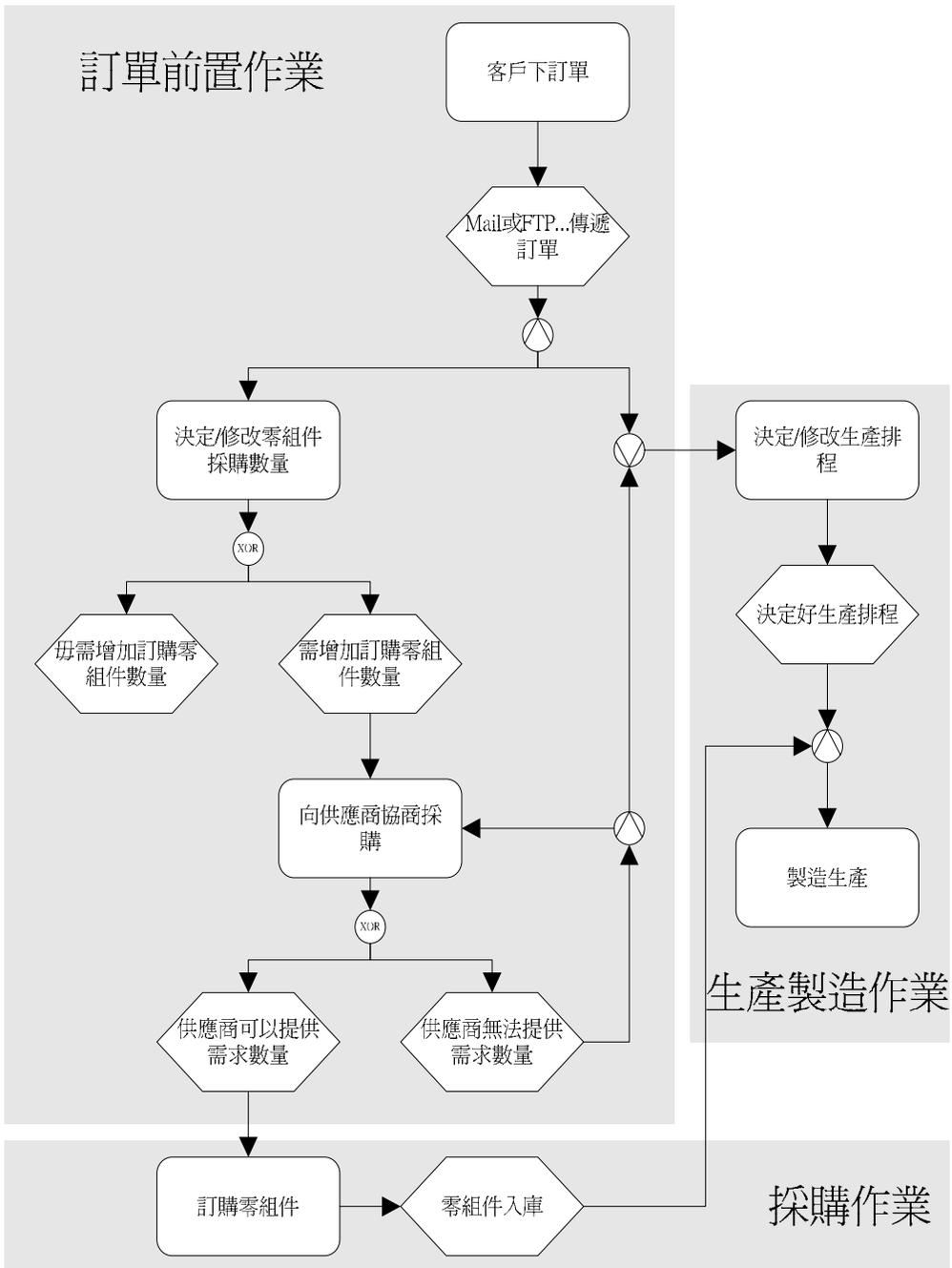


圖 1 以控制面來描述存貨管理作業流程

在定義存貨管理作業流程的程序之後，依據第 1 節學者對存貨管理的理論，建立存貨管理作業流程中的決策過程。本研究針對接單前置作業的階段融入決策的作業流程，因為在整個存貨管理的流程中，決策過程在接單前置作業的階段所佔比重最重且為後續採購作業以及製造生產作業兩部份流程進行的依據 (Scheer, 1996)。從客戶需求到零組件的訂購的一連串作業，本研究以 ARIS 的 EPC 圖勾勒出整個存貨管理作業的決策流程，此決策流程主要有四項工作 (如圖 2)，分述如下：

(1) 估計滿足客戶需求的存貨水準

由於大多數的客戶會與筆記型電腦製造業者訂定契約，要求一定水準的零組件庫存，特別針對 TFT-LCD、CPU...等關鍵零組件，因此首先需要決定出客戶需求的零組件庫存水準，此為牽涉法律以及信譽最基本的需求。Vujosevic *et al.* (1996) 在傳統的 EOQ 存貨管理模型裡以 fuzzy 來考慮存貨成本，本研究以一個 fuzzy 曲線來描述以客戶需求的觀點來看零組件庫存水準 (如圖 3)，最終訂定零組件庫存水準的應選擇符合兩者皆滿足的水準，詳細內容如 4.2 節與第 5 節所述。

(2) 估計需向供應商採購的數量

在動態地決定出客戶需求的零組件存貨數量之後，檢驗目前倉儲裡的零組件存貨數量，可判定是否需要向供應商採購，詳細內容如 4.3 節所述。

(3) 估計零組件從採購到入庫所需的前置時間

動態決定需向供應商採購的數量之後，需要決定從採購到零組件入庫的前置時間，特別針對關鍵零組件，Harig and Haouari (1999) 探討零組件存貨的方式必須在受制於供應商下做分析，但是現實環境對於前置時間的決定很難以一個明確的定數來決定，因此亦以一個統計迴歸的 fuzzy 曲線來描述零組件從採購到入庫的前置時間 (如圖 4)，藉著所需採購零組件數量的參數加上訂定出一個適合的歸屬度 λ 值，以 defuzzification 決定出零組件從採購到入庫所需的前置時間 (Tanaka *et al.*, 1992)，詳細內容如 4.3 節與第 5 節所述。

(4) 估計訂單變更的水準

Wolfe (1968) 的研究，認為產品的需求速率跟存貨水準有相對關係，因此在動態的存貨水準之下，必須考慮客戶需求的動態變化，特別對筆記型電腦這種快速更新的產品，考慮客戶需求的動態變化更是不可欠缺的存貨決策流程。

一般客戶訂單需求的變化隨者市場的最終使用者使用有相關性，因此跟產品的生命週期有相關。除此之外，客戶(筆記型電腦銷售業者)在設計筆記型電腦升級的方式亦會影響訂單需求的變化，升級樣式為從外殼到內部所有零組件都更新的產品，客戶要求工程變更頻率較大；反之，升級樣式僅更新內部幾項重要零組件的產品，客戶要求工程變更頻率較小，一般筆記型電腦製造業者在設計產品的時候會同時估計該產品的生命週期，作為後續客戶訂單需求變更的參考，因此本研究以產品的生命週期作為客戶需求變更的依據。

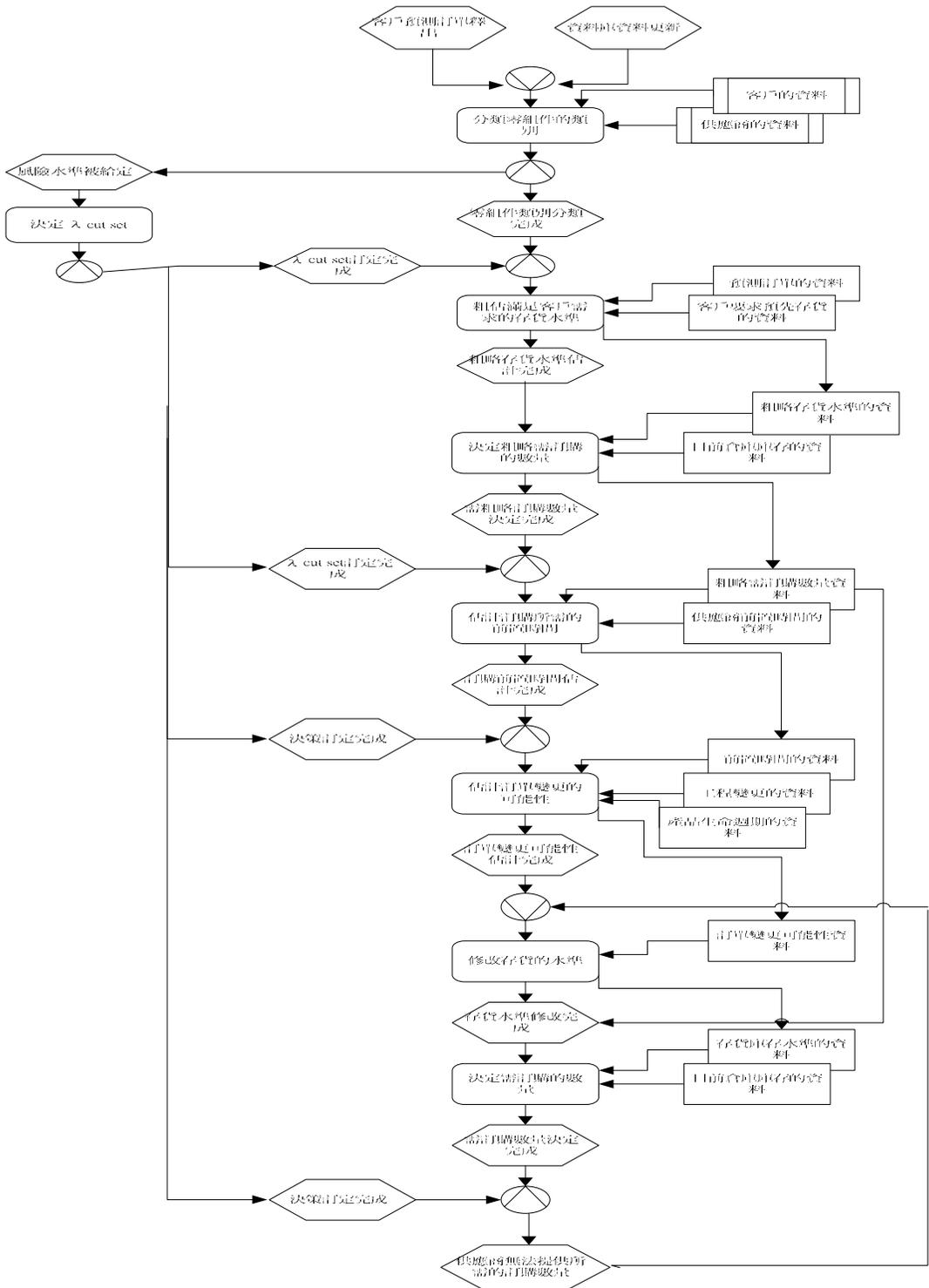


圖 2 存貨管理決策作業流程圖

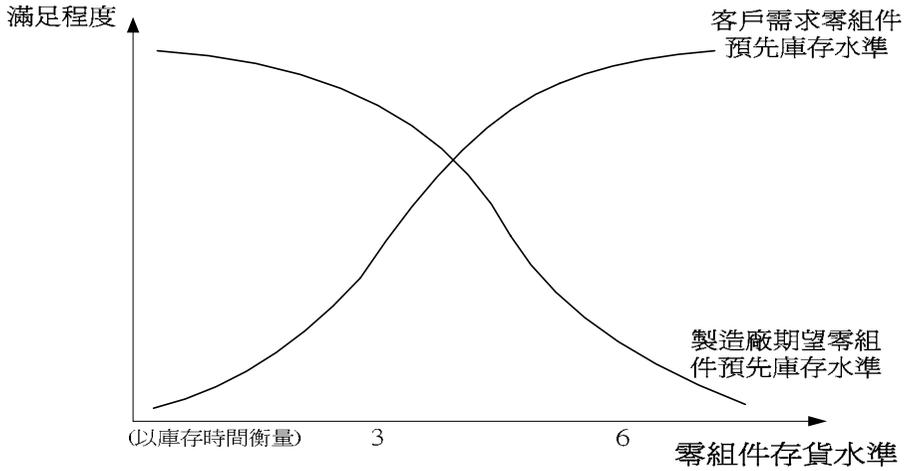


圖 3 客戶滿意零組件庫存水準的 fuzzy 歸屬函數曲線

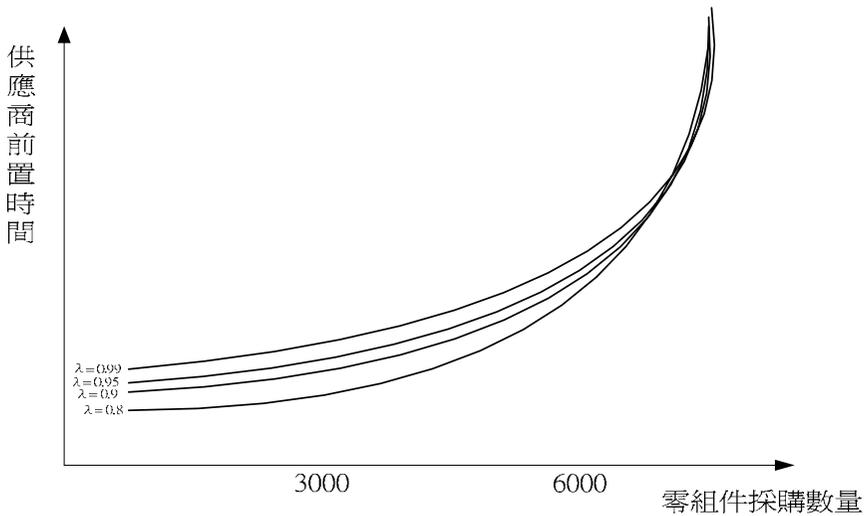


圖 4 零組件從採購到入庫的 fuzzy 歸屬函數曲線

決定零組件從採購到入庫所需的前置時間之後，需要決定從採購到零組件入庫的前置時間內訂單需求變更的水準，但是現實環境無法以一個明確的定數來確定需求變更的水準，因此，以一個產品的生命週期曲線來描述在零組件從採購到入庫之間訂單需求變更的水準。依據前置時間作為輸入的參數代入產品生命週期，估計出訂單可能的變化，作為修正存貨水準。例如需要 3 週的前置時間，代入產品生命週期 (如圖 5) 需修正存貨水準增加一成五的需求量。

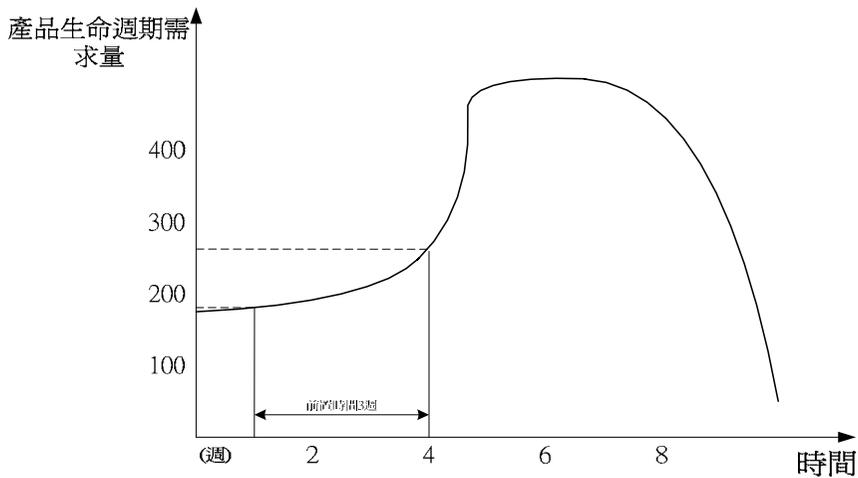


圖 5 在需要 3 週的前置時間，產品生命週期的預測狀況

存貨管理作業的決策流程四項重要之工作，可依據圖 6 之存貨管理決策方法 3 個模組進行。Linda and John (1996) 詮釋存貨管理以控制為主要內涵而非規劃，據此對於存貨管理的模式應從規劃的角度著手，但以控制的方式來進行。本研究利用知識管理的概念，來展開企業整體存貨管理的程序，並將所用到之相關資料轉換為有用之資訊，更進一步轉化為知識，藉著相關人員之互動來創造適合企業運作之存貨管理知識，並以 Holsapple and Joshi (2000) 所提出的兩階段知識管理模型來處理較難清楚描述的知識。至於有關零組件存貨管制之相關參數則參照 Wong *et al.*, (1991) 所提出的 fuzzy 決策管理模式來建立預測模型 (如圖 6)，此模式在處理零組件存貨管理的問題時，以滿足客戶多變的訂單需求為目標，並在存貨成本之考量下，預測零組件的需求數量，以訂定出每日所需的訂購的數量，並提供物料管理流程是否需要改善的資訊。

圖 6 中有關存貨之知識管理模組可先利用 ARIS 所提供之分析工具，來建立符合企業營運規模及目標之作業流程。進一步依據 (戴文坡，民 88) 在 Working knowledge 中提出的方法，將企業進行存貨管理決策所需之知識分佈地圖 (knowledge map) 加以構建，並與專家討論後，建立法則庫以供 fuzzy 預測模組使用。此方法的優點在於可以隨企業環境之變化而修改存貨管理之相關決策，以使存貨管理決策方法更有彈性，不受時間以及企業接單規模變動之影響，詳細內容如第 3 節所述。

圖 6 中之資料管理模組涉及資料庫的設計，需要企業中各相關部門之配合，利用歷史資料以及企業專業人員的知識和經驗，及時地建立相關資料，並且定時的修改和更新資料。基本上得從企業營運的資料中，擷取有關存貨管理決策所需用到的部份，並將期轉化為可用的形式，包括將非量化資料(經驗及趨勢預測)轉化成量化資料以作為測模型的輸入資料。本研究有關資料

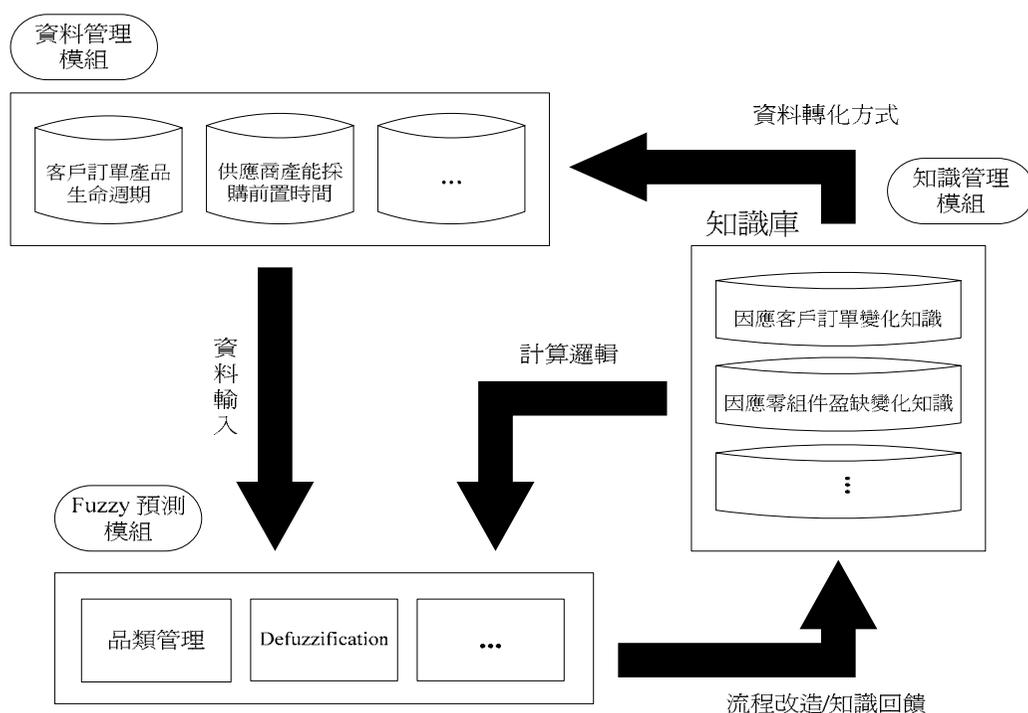


圖 6 存貨管理決策方法

轉化之機制是參考 Kochen and Badre (1974) 所提出之 MFG (membership function generator) 的方法，詳細內容如第 4 節所述。

圖 6 中有關 fuzzy 預測模組將使用資料管理模組所產生之資料，透過知識管理模組所建立之後勤運作法則，來推算所需零組件存貨的水準，以提供決策者決定存貨水準之參考，也可以用以評估存貨管理流程是否需要再造 (Business Process Reengineering, BPR)。Fuzzy 預測模組是依據知識法則庫來處理利用 MFG 方法處理過的資料，並利用品類管理的方法，將各零組件種類加以分類，並做不同的處理。在分析過程中使用風險水準 (risk level λ) 來作為調節的機制，以預測所需之存貨的水準，並作為存貨知識管理及流程再造的參考，詳細內容如第 5 節所述。

3. 知識管理模組

環境的快速變動使得產品的生命週期變短，為了創造出可持續的競爭優勢，企業將其注意力逐漸轉移至公司所具有的獨特性及持續性資源，最能為企業帶來競爭優勢的資源莫過於「知識」。

許多企業誤以為採購電腦、建立資料庫或接網路線就是在做知識管理，事實上科技只是知識管理的一部份 (戴文坡, 民 88)，甚至科技只是知識管理的輔助角色。「外顯知識」為客觀的數位知識，可以清楚的辨認，保存於產品、程序、手冊等之具體形態中，可透過正式形式及系統性語言傳遞的知識；內隱知識為個人主觀的經驗性的知識，通常無法直接辨認，保存於人身上、製程、關係等型式中，所以難以透過文字、程式或圖形具體條列規劃之方式向外傳遞，此類知識之傳遞較為費時；資訊科技所能夠處理的是前者，後者必須要經由人的互動才能產生的，如果要讓組織的知識成為力量，那麼「內隱知識」才是關鍵的成功因素 (Koskinen, 2000)。

Fowler, (2000) 對知識管理價值鏈的過程分為五個階段：(1)知識探尋，(2)知識的篩選與過濾，(3)知識的形式編排，(4)知識的傳遞，(5)知識的回饋。在第一個階段，戴文坡 (民 88) 認為需先建立企業內的知識分佈圖，了解企業內部知識的所在位置；第二個階段使用準則方法對知識內容做權重評等的動作；第三個階段對知識做充分的描述，其知識的形式以法則的形式 (Fowler, 2000; Gordon, 2000; 周信宏, 民 88) 來架構 (如圖 7)，第四個階段做知識的整理後須有知識擴散的機制，此機制包含所有種類的討論區，如 E-mail、Net meeting...，以科技技術輔助收集動作以及強化人員對知識的討論，在制度面上可以以績效考核方式來配合；第五個階段即對問題提出解決的方案，且以知識學習更新並作為企業流程再造的參考。

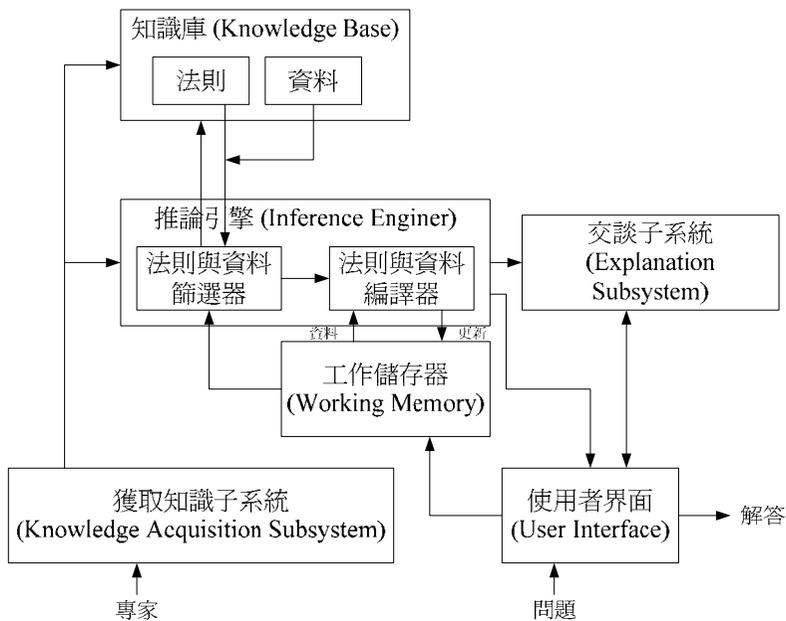


圖 7 知識的形式

在進行筆記型電腦產業存貨管理相關知識之整理之前，要先清楚地描述目前之存貨管理之作業流程，進一步才能將相關之知識結合到作業流程當中。目前可以用來企業描述企業作業流程之工具包括 IDEF、ARIS 等 (Scheer, 1996) 所提供之整合性管理資訊系統分析方法，由於 ARIS 所提供的架構較為完善，並且可以與目前企業界廣泛使用的企業資源規劃軟體 SAP 結合，故本研究採用 ARIS 的所提供的企業流程分析工具，作為知識管理中有關存貨管理作業流程分析之工具，進一步可以配合作業流程，將企業內有關存貨管理決策所需之知識擷取出來，以建立法則庫，供 fuzzy 預測模組來使用。

ARIS 在描述整個企業系統時，是從四個觀點來分析，包括組織面、資料面、控制面及功能面，藉以建立企業系統的生命週期模型。組織面在分析企業之組織架構，可作為企業知識分佈圖的參考，進而將知識分佈圖中有關存貨管理專家在存貨管理之議題上所討論出來的知識，結合資料面之需求、控制面之程序及功能面之作業需求以建立完整之存貨管理流程方法，將來並可以不斷地將相關之存貨管理知識加入此流程之作業步驟中，在第 6 節案例介紹中之圖 12 與圖 13 顯示案例之組織面與控制面分析。

4. 資料管理模組

4.1 資料管理模組說明

針對各種存貨管理決策方法，背後皆需要有一個程序，能將現有的資料轉化為存貨管理決策方法可以應用的形式 (圖 8)，特別是專家的內隱知識是難以明確地用量化的數據來描述，因此本研究利用 fuzzy 的觀念，將一些無法用明確數據來描述的非量化資料轉換成相關之歸屬函數，以供存貨管理決策方法之運用。

Holsapple and Joshi (2000) 所提出之知識管理架構是用德菲法 (Delphi) 來擷取內隱的知識，而 Khorramshagol and Moustakis, (1988) 則提出結合德菲法及層級分析法 (AHP) 的德菲層級分析 (Delphi Hierarchy Process, DHP) 方法，此方法可以利用德菲法來匯集群體的意見，並結合層級分析法之成對比較的優點。

對於內隱知識較難用明確性的資料來建構歸屬函數，因此本研究是採用依據感覺的方式來建構歸屬函數 (陳怡和, 民 87)，而過程中是利用德菲層級分析方法來進行。對於所求得的權重值若屬於離散型資料，則利用 Kochen and Badre (1974) 所提出之方法來修正成連續型的歸屬函數。

4.2 估計滿足客戶需求的存貨水準

德菲層級分析主要利用德菲法匯集群體的意見，減少層級分析法成對比較性的主觀性。先求得滿足客戶所需之幾種零組件庫存水庫的權重值。

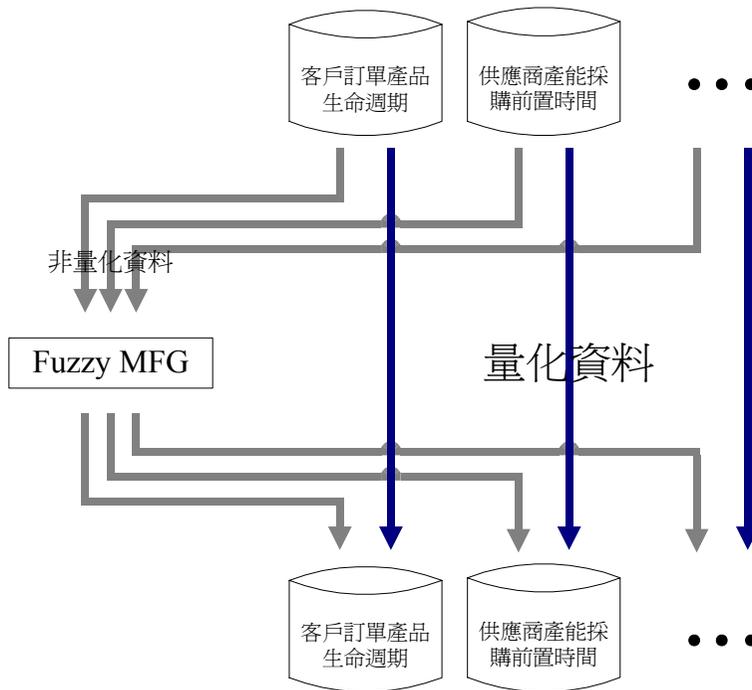


圖 8 資料管理模組

求得的權重值的資料屬於離散行資料，利用 Kochen and Badre (1974) 提出一個可以建構連續型函數，並且 x 屬於 A 的歸屬度依據 x 越接近 A 越高，其歸屬函數 $u(x)$ 訂定為第(1)式：

$$u(x) = \frac{1}{1 + \exp(a - bx)} \quad (1)$$

將(1)式先做標準化之後，再根據 Rondeau *et al.* (1997) 描述傳統 defuzzification 方式中的高度方式來做 defuzzification 的運算估計，用高度方式作為 defuzzification 的運算依據有一項優點，即是設定一 λ 值來做調整 defuzzification 的結果，在評估存貨管理決策方法中，將可作為調整整個存貨管理決策方法績效的重要參數之一。

4.2.1 層級分析法決定滿足客戶所需之零組件庫存水庫

本研究利用層級分析法進行決策，處理程序主要包括以下步驟 (Saaty, 1980; Saaty, 1990)：

4.2.1.1 建立層級結構

匯集各相關文獻、專家學者於期刊和論文發表的意見，再加上腦力激盪法找出影響問題的評估準則，各種替代方案，以建立層級結構，層級多少視問題的複雜程度而定，而各準則間應

具獨立性，並且每一層級的要素儘量不超過七個。假設複雜問題有 n 個要素，利用成對比較的結果，總共需做 $n(n-1)/2$ 個判斷。

4.2.1.2 各層級要素權重的計算

本研究運用3部份進行計算：

- (1) 建立成對比較矩陣，每個成對比較矩陣代表某一層次各要素對上一層次中特定要素重要程度。故若有 n 個準則時，則要進行 $n(n-1)/2$ 個成對比較，成對比較所用的數值，分別為 $1/9$ ， $1/8$ ， $1/7$ ， 1 ， 2 ， 3 ， 8 ， 9 ，將比較結果，置於成對比較矩陣A的上三角部分，如下所示：

$$\text{成對比較矩陣A} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & \cdot & 1 & \cdot \\ & & \vdots & & & \end{bmatrix}$$

該矩陣有以下特點：

- 1) 主對角線各元素均為1，因為元素本身與本身的重要性之值為1。
- 2) 矩陣中元素 a_{ij} ，表示 a_i 相對於 a_j 的重要性，故當 a_{ij} 值愈大時，表示 a_i 對於 a_j 的重要性愈高；如表1所示。
- 3) Saaty 在一些合理之假設下，利用幾何平均數作為整合的函數。因為若某幾個決策成員的評估值為 b ，而另一個決策成員的評估值為 $\frac{1}{b}$ ，其平均值為1，而不是 $\frac{(b + \frac{1}{b})}{2}$ ，所以 n 個決策成員評估值 b_1, b_2, \dots, b_n 其平均值為 $\sqrt[n]{b_1 b_2 b_3 \dots b_n}$ 。
- 4) 將 n 個要素的比較結果，置於成對比較矩陣A的上三角形部份。
- 5) 下三角形的數值為上三角形相對位置數值的倒數，稱為正倒值矩陣，即 $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$ 。
- 6) 若專家評比時的判斷與評估均完美精確，此時的矩陣為一致性矩陣。

在進行成對比較時，一般是匯集專家、學者的意見，經反覆討論而做成群體評估，以取得一致的評估觀點；若有相異觀點存在而無法達成共識時，則可將其評估結果，以幾何平均數綜合之。

- (2) 求優先向量及最大特徵值，Saaty提出求優先向量有以下四種方法，如果矩陣A為一致性矩陣則四種方法所得結果均相等若不是一致性矩陣會有微小差距，本研究所使用方法為行向量平均值常態化，又稱ANC法 (Average of Normalized Columns)。首先將各行元素常態化，再將

常態化後之各列元素加總，最後再除以各列元素之個數，如下式所述。

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

求最大特徵值 λ_{\max} ，先將配對比較矩陣A，乘以已求得之優先向量W，得到一新向量W'，再以 Σ 中的每一元素除以W的對應元素，然後將所得數值求取算術平均數即得 λ_{\max} ，其數學式如下所示。

$$\text{成對比較矩陣} A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ \cdot & 1 & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix}, AW = W', W' = \begin{bmatrix} W'_1 \\ W'_2 \\ W'_3 \\ \vdots \\ W'_n \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left\{ \frac{W'_1}{W_1} + \frac{W'_2}{W_2} + \dots + \frac{W'_3}{W_n} \right\}$$

(3) 求一致性指標C.I. (Consistency Index) 由於 a_{ij} 做微量變動，使 λ_{\max} 亦做微量變動，所以n與 λ_{\max} 的差異值，可當作一致性的指標。評估的結果要通過一致性檢定，才可顯示填答者的判斷前後一致。

一致性指標公式為 $C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ ，其中，n為層級因素個數， λ_{\max} 為評估者建立比較矩陣的最大特徵值。當 $C.I. = 0$ ，表示前後判斷完全具一致性，而 $C.I. > 0$ ，則表示前後判斷不連貫，需做一些修正；Saaty建議若 $C.I. \leq 0.1$ ，則具有一致性為可容許的偏誤。

4.2.2 舉例說明一致性檢定方法與歸屬函數設定

假設筆記型電腦製造業的銷售部門相關人員，對於特定一客戶的所做的「決定滿足客戶所需之零組件庫存水庫」決策裡，針對該客戶所訂購的產品特性裡，先訂定出幾種此產品所需備料可能性的庫存時間，並且建立評量表（見表1）。

以問卷分別讓各相關人員建立因應該客戶此產品所需備料庫存時間的比較矩陣，將填好的問卷回收做統計之後，再將統計結果給各相關人員，讓每個訂定人員重新設定，如此重複直到最後每位訂定者所定產品所需備料庫存的時間結果類似為止。假設經過多次的調查結果，相關人員所訂定出來的「決定滿足客戶所需之零組件庫存水庫」結果如表2。

表 1 「決定滿足客戶所需之零組件庫存水庫」決策裡的評量表

評估尺度	定義	說明
1	同等重要	兩方案的貢獻度同等重要
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案
7	極重要	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案
9	絕對重要	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案
2,4,6,8	相鄰度之中間值	需要折衷值時

表 2 「決定滿足客戶所需之零組件庫存水庫」結果

	4 週	5 週	6 週	8 週
4 週	1	0.5	0.5	2
5 週	2	1	2	3
6 週	2	0.5	1	2
8 週	0.5	0.33	0.5	1

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 & 0.5 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 0.5 & 1 & 2 \\ 0.5 & 0.33 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.4 \\ 0.28 \\ 0.12 \end{bmatrix}, AW = W', W' = \begin{bmatrix} 0.78 \\ 1.72 \\ 1.12 \\ 0.49 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = 4.075$$

$$C.I. = 0.025$$

依據 Saaty (1980) 建議若 $C.I. \leq 0.1$ ，則具有一致性為可容許的偏誤。通過一致性檢定之後，求得出4週、5週、6週以及8週的權重值分別為：(0.2, 0.4, 0.28, 0.12)。

將 [(4, 5, 6, 8), (0.2, 0.4, 0.28, 0.12)] 的數對套入 Kochen and Badre (1974) 提出的歸屬函數 $u(x)$ 訂定方式，如(2)式所示，解出係數 a 、 b ，建構出其歸屬函數為第(2)式，如表 3。

$$\ln\left(\frac{1}{u(x)} - 1\right) = a - bx \quad (2)$$

表 3 決定滿足客戶所需之零組件庫存水準的歸屬函數

歸屬函數	x 範圍
$u(x) = \frac{1}{1 + \exp(5.33 - 0.985x)}$	$x < 5$
$u(x) = \frac{1}{1 + \exp(-2.292 + 0.539x)}$	$5 \leq x < 6$
$u(x) = \frac{1}{1 + \exp(-2.192 + 0.523x)}$	$6 \leq x$

最後在 defuzzification 方式中以高度方式作為運算依據，設定 λ 值為 0.9 之後，將整個標準化歸屬函數符合來做 defuzzification 的結果，兩邊極端值的意義分別為在 λ 值為 0.9 之下的最保守估計以及最樂觀估計的資訊，如圖 9 所示。

關於量化資料，一般常用統計方法的迴歸分析來找出兩種以上變數的關係，透過迴歸分析之後，就可以利用較容易取得的變數資料來預估的想知道的變數值，但是現實環境中變數與變數之間的關係存在不確定性的關係，因此使用 fuzzy 迴歸分析可以發揮相當有效的估計功能 (Tanaka *et al.*, 1992)。

4.3 估計零組件訂購數量與從採購到入庫所需前置時間

推導零組件訂購數量與入庫前置時間，本研究在不精確的成本以及預測所花費的成本 trade-off 考量為前提下 (Vujosevic *et al.*, 1996) (如圖 10 所示)，依據 Brown 五個釋例中 (Brown,

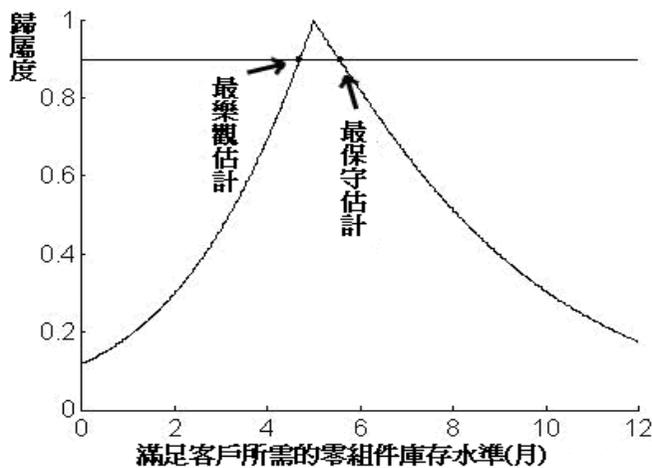


圖 9 最保守估計以及最樂觀估計的資訊示意圖

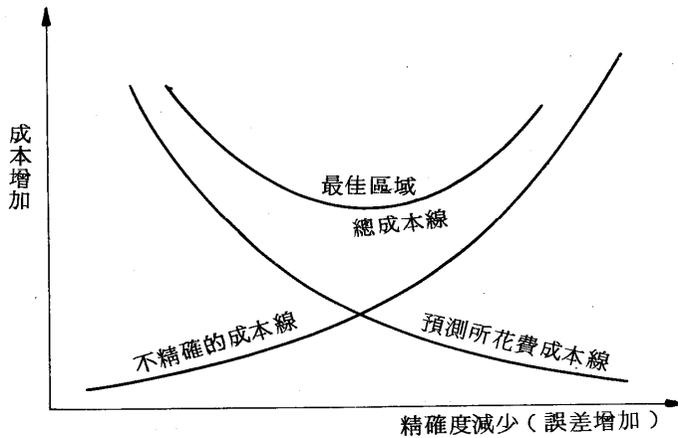


圖 10 預測精確度與成本間的關係

1962) 如表 4，以指數函數關係 (如表 4 第 4 式) 較能代表作為求得兩者之間的關係，簡化計算成本卻也可達到不錯的估計效果。任何類型的需求型態，其在時期 x 的預期水準可以下列關係表示：

$$y = \mu_x = a_1 f_1(x) + a_2 f_2(x) + \dots + a_k f_k(x)$$

上式預測需求水準包括 K 項，共有 K 個未知係數 (a_1, a_2, \dots, a_k) 和 K 個已知的時間函數 $(f_1(x), f_2(x) \dots f_k(x))$ ，且 $f_i(x), i=1, 2, \dots, k$ 是由時間 x 所定義的函數。最普通的函數例子有 $1, x, x^2, x^3, e^x, e^{cx}, \sin cx$ 和 $\cos cx$ ，其中 c 為固定常數。依此方法，則水平需求型態可定義為 $y = \mu_x = a_1 = a_1 f_1(x)$ 。使用適應性平滑模式時，時期必須加以轉移並使用折減率；亦即將時間軸加以轉移使原點等於最近的時 X ，此種轉移可經由下式完成，即 $x=X-j$ 。若預期需求水準用向量表示，即為 $y = \mu_x = a' f(x)$ ，其中，

$$a' = [a_1, a_2, \dots, a_k]$$

$$f(x) = \begin{bmatrix} f_1(x) \\ \vdots \\ f_k(x) \end{bmatrix}$$

當預測需求水準有一 L 矩陣存在時，則第一個限制條件獲得滿足，即 $f(x) = Lf(x-1)$

$$\text{或} \begin{bmatrix} f_1(x) \\ \vdots \\ f_k(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{11} & \dots & L_{1k} \\ \vdots & & \vdots \\ L_{k1} & \dots & L_{kk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_1(x-1) \\ \vdots \\ f_k(x-1) \end{bmatrix}$$

表 4 不同的預期前置時間需求水準 $y = \mu_x$ 之 5 個關係釋例

$y = \mu_x$	$f(x) = Lf(x-1)$
1. $\mu_x(y) = a_1$	$[1] = [1][1]$
2. $\mu_x(y) = a_1 + a_2x$	$\begin{bmatrix} 1 \\ x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ x-1 \end{bmatrix}$
3. $\mu_x(y) = a_1 + a_2x + a_3x^2$	$\begin{bmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ x-1 \\ (x-1)^2 \end{bmatrix}$
4. $\mu_x(y) = a_1e^{cx}$	$[e^{cx}] = [e^c][e^{c(x-1)}]$
5. $\mu_x = a_1 \sin cx + a_2 \cos cx$	$\begin{bmatrix} \sin cx \\ \cos cx \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos c & \sin c \\ -\sin c & \cos c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sin c(x-1) \\ \cos c(x-1) \end{bmatrix}$

表 4 為有關各種不同的預期需求水準 $y = \mu_x$ 其矩陣 L 和 $f(x) = Lf(x-1)$ 之 5 個關係釋例。

爲了增加自變數 (訂購零組件的數量) 的資訊, 配合模糊歸屬函數的性質, 以零組件入庫前置時間爲應變數 y , 訂購數量爲自變數 x , 以統計推導 x 高次非線性函數迴歸關係, 見第(3)式, 再者依據統計的調整的 R^2 統計量 (adjusted R^2 statistic) 作爲判別採用 x 與 y 的指數關係, 避免採取效率不佳的過高次非線性關係指數方程式。依據 Tanaka *et al.* (1992) 提出的模糊方程式的歸屬函數分析方法, 以最小平方誤差的迴歸函數之係數作爲模糊數的中心值, 以係數的變異數作爲散佈值 (spread value), 因此依據不同的 defuzzification 決策以及 λ 值之後, 可以估計出訂購零組件的最保守前置時間、最可能前置時間以及最樂觀前置時間 3 種。

$$y = e^{b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + \dots + b_nx^n} \quad (3)$$

假設筆記電腦製造業者對某零組件向特定供應商採購零組件的數量與供應商送料入庫所花費的前置時間之歷史資料如表 5 所示, 入庫前置時間與交貨量成正比關係, 由 Lee *et al.* (2005) 提及筆記型電腦產業中, 在供應商運送排程改變, 貨物送達前置時間才會延長, 致使交貨量變少; 正常情況下, 向供應商採購零組件訂購數量增加入庫所花費的前置時間也會增加, 本研究表 5 顯示入庫前置時間與訂購數量成正比關係。

依據表 5, 入庫前置時間爲因變數 y , 訂購數量爲自變數 x , 以統計推導 x 次數指數迴歸關係, 可得表 6。

表 5 向供應商採購零組件數量與送零組件入庫所

花費的前置時間 (單位：千個)

訂購數量	前置時間	訂購數量	前置時間
25.00	5.40 週	20.00	4.00 週
40.00	9.00 週	18.00	3.80 週
20.00	4.00 週	18.00	3.80 週
28.00	6.00 週	10.00	2.75 週
25.00	5.50 週	15.00	3.40 週
15.00	3.60 週	25.00	5.50 週
30.00	6.25 週	25.00	5.50 週
10.00	2.75 週	16.00	3.80 週
5.00	1.00 週	9.00	2.00 週
15.00	3.70 週	8.00	1.75 週
23.00	5.25 週	15.00	3.50 週
28.00	5.75 週	10.00	2.75 週
15.00	3.75 週		

表 6 x 次數指數迴歸關係

	方程式	R^2_{adj}
1	$y = e^{0.3647+0.0521x}$	0.861
2	$y = e^{-0.117+0.1073x-0.00132x^2}$	0.921
3	$y = e^{-0.8651+0.2434x-0.00824x^2+0.00001x^3}$	0.959
⋮	⋮	⋮

依據統計的調整的 R^2 統計量 (adjusted R^2 statistic) 作為判別採用 x 與 y 的指數關係。此例當中採用 3 次關係級數關係方程式，計算 3 次關係級數關係方程式中四個係數的變異數分別為 0.853, 0.141, 0.007, 0.0001，依據 Tanaka *et al.* (1992) 提出的模糊方程式的歸屬函數分析方法，本研究以最小平方誤差的迴歸函數之係數作為模糊數的中心值 (central value)，以係數的變異數作為散佈值 (spread value)。因此假設為自變數 x 為 14.5 帶入表 6 中的 3 次關係級數關係方程式，可以得出一最可能前置時間結果 3.44。假設 λ 值設定在 0.9，在最保守的估計方式即為最可能前置時間估計的結果加上一上界值；最樂觀的估計方式為最可能前置時間估計的結果扣除一下界值。

上界值與下界值的運算以(4)式為主，以取上界值為例， $u_{\tilde{A}_i}(\alpha_i)$ 以 0.9 帶入； α_i 以 3.44 帶入， c 向量為[0.853, 0.141, 0.007, 0.0001]，先計算出迴歸係數的範圍，再分別帶入運算迴歸函數中，從 3^4 種排列組合結果裡取最大值(0.35)作為上界值，故最保守前置時間的估計值為 3.79。表 7 為 λ 值設分別設為 0.9, 0.95 以及不同估計方式的前置時間估計結果。其中 $X_i = [X_{i0}, X_{i1}, \dots, X_{iN}]^T$ 為自變數之向量、 $\tilde{A} = [\tilde{A}_0, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_N]^T$ 為模糊迴歸方程式之係數向量，而迴歸係數可以表示為一對稱三角模糊數 $\tilde{A}_j = (\alpha_j, c_j)$ ，而其歸屬函數如第(4)式，其中 α_j 為此模糊數的中心值， c_j 則為其散佈值。

$$u_{\tilde{A}_j}(\alpha_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|\alpha_j - \alpha_i|}{c_j} & \alpha_j - c_j \leq \alpha_i \leq \alpha_j + c_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

5. Fuzzy 預測模組

5.1 Fuzzy 預測模組說明

Fuzzy 預測模組運作的方式是利用資料管理模組的資料，依據知識管理模組所擷取的法則庫處理規則，配合品類管理將資料分類做個別的處理，其中所處理的資料涉及到量化與非量化兩類，並以 defuzzification 的方式來處理，如圖 11 所示之步驟。

商品之品類管理 (Category Management, CM) 是一種持續性的管理過程，藉由此過程滿足消費者需求，並可減少成本支出與增加利潤 (Dussart, 1998)；品類管理可將複雜的作業切分成數個小作業，以組織化的概念去整合生產、採購及送貨之決策。對於各種存貨運算邏輯，在處理資料管理模組轉化過的資料時，需以 defuzzification 技術決定出隱含於零組件存貨管理之作業流程的知識，Van Leekwijck and Kerre (1999) 認為決策系統要能夠提供最有效率的 defuzzification 方法是很重要的。關於 defuzzification 的方法 Rondeau *et al.* (1997) 將其歸納為三類，其中用高度來決定的方法(height method)為其中較受偏好的一類，以此方式可以讓存貨管理理論順利地應用到實際狀況中。

表 7 defuzzification 方式與結果

	λ 值=0.9		λ 值=0.95
估計最保守前置時間	3.79 週	估計最保守前置時間	3.63 週
估計最可能前置時間	3.44 週	估計最可能前置時間	3.44 週
估計最樂觀前置時間	3.07 週	估計最樂觀前置時間	3.26 週

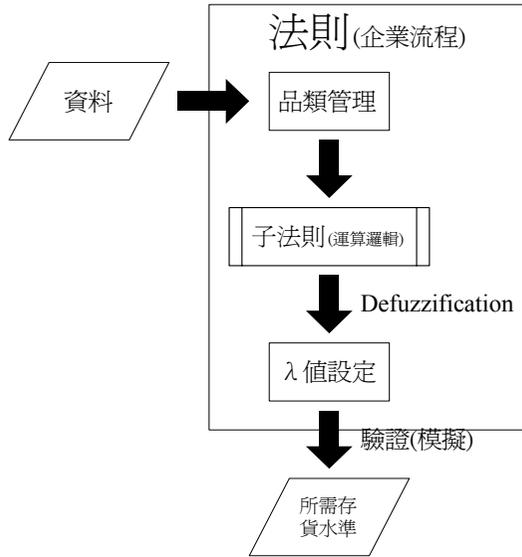


圖 11 Fuzzy 預測模組

5.2 品類管理與設定 λ 截集

對於「估計滿足客戶需求的存貨水準」以及「估計零組件從採購到入庫所需的前置時間」兩部份需要 defuzzification 的動作，此關係到存貨成本的風險，因此考慮讓存貨成本可以調節的情況之下，本研究使用高度方式 (height method) 訂定一個 λ 截集，從 λ 截集內的元素中取重心元素。因為 λ 截集的設定可以與存貨成本風險的相關性結合，讓決策者可以透過最後存貨管理模型的驗證來做修改。

但對於一個製造業裡包含許多不同的零組件，每一種零組件的存貨管理決策 λ 的訂定都不盡相同，很難以一個固定的 λ 值套用在整個存貨管理決策方法裡實行，特別像筆記型電腦，零組件種類超過一千種，需要透過品類管理將存貨管理流程做分類，以簡化作業的問題。

對存貨管理流程分類的方式，Wong and Cheung (1999) 在做存貨選擇預測的時候，先以簡易的問卷調查分類依據的指標值，再用假設檢定的方式來分類：在訂定分類依據指標值的方式研究中，本研究採用 Hoshino (1996) 的推導結論如第(5)式與第(6)式，來作為分類架構的結果。配合假設檢定方式來作為訂定 λ 值的依據。

當第(5)式成立時，建議選擇定期訂購，反之，選擇定量訂購較佳。

$$V(E) \leq \frac{k}{k+1} V(D) \quad (5)$$

當第(6)式成立時，建議選擇推式生產形態，反之，選擇拉式生產形態較佳。

$$V(E) \leq V(D) \quad (6)$$

其中 k 為訂購時間區段的區段數、 D 為 i 時間區段內的需求、 E 為 i 時間區段的預測誤差。

惟在引用 Hoshino (1996) 的推導結論前必須判定各種產品的預測誤差的變異數 $V(E)$ 與客戶需求的變異數 $V(D)$ 的關係。

目前筆記型電腦製造業者對組裝好完整筆記型電腦後再出貨的客戶，所做的需求預測與實際客戶需求的誤差差異甚大，因此很難去預測客戶的需求，通常是將客戶的需求數量乘上一個倍數來做存貨生管的排程依據。因此實際上需求的預測常常不準，所以預測誤差的變異數更大於客戶需求的變異，也就是 $V(E)$ 大於 $V(D)$ ，根據 Hoshino (1996) 的推導結論，建議以定量採購以及拉式生產方式。

對於出貨時並不作整體組裝而是到客戶工廠後再做組裝作業的客戶，由於產品需求變異的頻率小，有些一個月變動一次需求，因此即使產品需求變更幅度大，筆記型電腦製造業者可以由目前市場的趨勢來推測，因此預測誤差的變異數小於客戶需求的變異，也就是 $V(E)$ 小於 $V(D)$ ，根據 Hoshino (1996) 的推導結論，建議以定期採購以及推式生產方式。

以作業過程來分類零組件的類別，並考慮零組件從供應商取得的難易程度兩個準則之下，參照民國88年國科會計畫「台灣筆記型電腦全面品質管理標竿建立及分析」(許棟樑，民88) 裡的分類方式，將零組件分類分成關鍵零組件以及次要零組件兩類。各家筆記型電腦製造業者對於關鍵零組件的定義並不全相同，透過問卷調查的結果，主要定義為 (見表8)：

表 8 關鍵零組件的定義

項目	出現機率	項目	出現機率
LCD	1	Power Board	0.2
FDD	0.4	Keyboard	0.4
CDROM	0.6	AC-cube	0.2
Adapter	0.2	Modem	0.2
CPU	0.7	Inventor	0.2
DRAM	0.6	Plastics Case	0.2
HDD	0.8	Track Pad	0.2
Chip Set	0.2	Battery	0.4
SGRAM	0.2	CON	0.2
SDRAM	0.4	PCB	0.2

本研究以表 8 為依據，將 LCD、CPU、HDD、DRAM、CDROM 設定為筆記型電腦業者的關鍵零組件，表 8 其它零組件設定為次要零組件。關鍵零組件購買單位成本較高，所需採購之前置時間較短，存貨控制需採用定量檢查，才不會影響正常生產；因此，表 9 中第一類作業流程為關鍵零組件配合整機出貨的筆記型電腦產品，需要採購零組件前置時間較短，此類型作業流程準確考量顧客需求量，所以在顧客需求量與所需製造成本必須取得平衡；第二類作業流程為關鍵零組件配合準系統出貨的筆記型電腦產品，此種類型之顧客需求之關鍵零組件可延後決定，但供應商之供貨各項限制為重要因素。次要零組件購買單位成本較低，許多零件皆可用在不同類型筆記型電腦產品（例如：Keyboard and Battery），因此會有較多存貨，所需採購之前置時間可較長，存貨控制可採用定期檢查；第三類作業流程為次要零組件配合整機出貨的筆記型電腦產品，此類型作業流程先將次要零組件組裝完成，關鍵零組件可依顧客需求決定後再組裝；第四類作業流程為次要零組件配合準系統出貨的筆記型電腦產品，此種類型以 ABC 分類下的 C 類零組件不做整機出貨的筆記型電腦產品。本研究透過品類管理將存貨管理流程分類成四類（見表 9），藉此區隔出四類存貨流程作業裡所用到的 λ 截集的決定。

關於關鍵零組件，筆記型電腦製造業者必須有預測性存貨，因為訂購者的訂購數量時常變化，且關鍵零組件之取得不易 (Rutherford and Wilhelm, 1999)；不論是整機出貨方式或準系統出貨方式，筆記型電腦製造業者對於關鍵零組件之採購方式與生產方式皆有部分差異，但關鍵零組件之獲得仍為製造筆記型電腦生產的重要因素 (吳佳倫，民 90)，因此，依據表 9 的作業流程分類之後，關於關鍵零組件與次要零組件的採購和生產方式，本研究初步依照 Hoshino (1996) 的推導結論，見式(5)與式(6)來做分析 (見表 10)。 λ 的訂定針對第一、二、三、四類作業流程的設定值可以由有實務專業人員做設定並適時的調整，亦可依據 Wong and Cheung (1999) 做假設檢定來設定 λ 值，例如先針對第一、二、三、四類零組件的存貨成本分別期望在 3 仟萬元、2 仟萬元、1 仟 500 萬元以及 1 仟萬元之下， λ 值分別定為 0.5, 0.7, 0.8, 0.9，以存貨期望成本最高的第一類零組件為例做假設檢定：

$$H_0: \text{存貨成本} \leq 30000000$$

$$H_1: \text{存貨成本} > 30000000$$

倘若無法拒絕虛無假設，表示所宣稱之期望值是正確的， λ 值可分別定為 0.5, 0.7, 0.8, 0.9 (如表 10)。以第 2 節的第(3)項估計零組件從採購到入庫所需的前置時間與圖 4 說明，在一定採購數量下， λ 愈小零組件所需採購至入庫前置時間愈短。

表 9 作業流程分類方式

	整機出貨的筆記型電腦產品	準系統出貨的筆記型電腦產品
關鍵零組件	Trade-off 考量(第一類)	以供應商限制為導向(第二類)
次要零組件	以客戶限制為導向(第三類)	ABC 分類下的 C 類(第四類)

表 10 作業流程特性初步分類

作業流程特性類別	代入(5)式	代入(6)式	採購方式	生產方式	λ 值設定
第一類	$V(E) \geq \frac{k}{k+1} V(D)$	$V(E) \geq V(D)$	定量	拉式	0.5
第二類	$V(E) \geq \frac{k}{k+1} V(D)$	$V(E) \geq V(D)$	定量	拉式	0.7
第三類	$V(E) \leq \frac{k}{k+1} V(D)$	$V(E) \leq V(D)$	定期	推式	0.8
第四類	$V(E) \leq \frac{k}{k+1} V(D)$	$V(E) \leq V(D)$	定期	推式	0.9

5.3 歸屬函數的設定

本研究對 fuzzy 理論應用在「估計滿足客戶需求的存貨水準」以及「估計零組件從採購到入庫所需的前置時間」兩部份，其中「估計滿足客戶需求的存貨水準」明確性難以用數據資料來建構歸屬函數，因此本研究以感覺建立 (base on perception methods) 的方式 (陳怡和，民 87)，配合層級分析法來擷取實務專業人員的經驗建構歸屬函數；「估計零組件從採購到入庫所需的前置時間」則有歷史數據資料的脈絡可循，因此本研究建構採購零組件數量與入庫前置時間的關係主要套用 Brown (1962) 在適應平滑模式裡提供的五個釋例來做建構的參考來建構歸屬函數。

6. 案例

本研究針對台灣某家排名前五大的筆記型電腦公司進行實證探討，該公司在營運上提供充分的彈性給國內外下單客戶，對於關鍵性零組件完全採用外包方式。公司在定位上完全以代工生產為主，沒有自己廠牌的产品。本案例將針對該公司所生產之某一種筆記型電腦 (P 產品)，在 2000 年 5 月 16 日中有關某種 (M_1) 零組件存貨量之決策的案例，來說明本研究所提出之方法。整個決策過程可以分為以下步驟：

6.1 進行所需資料管理模組內容的建立

- (1) 先利用 ARIS 架構中的組織面來分析該公司的有關存貨管理的人事組織 (圖 12)，再根據組織圖將零組件存貨管理所需之知識與對應之專家組織起來，以形成零組件存貨控制知識管理專案小組。
- (2) 在與專案小組人員討論後，利用 ARIS 的控制面來架構該公司之零組件存貨的流程圖 (如圖 13)。
- (3) 藉由存貨知識管理團隊，利用 ARIS 控制面之流程，將存貨知識決策之法則描述如下：

◆零組件存貨的法則庫：

法則一：

與 C 客戶的約定原則上從下訂單日算起兩週內無法變更訂單數量，之後的數量可以按原定數量做最高 75% 的額度增加。

法則二：

C 客戶所下之 P 產品的需求量中，前兩個禮拜的數量將用來規劃生產現場的製造排程，至於兩個禮拜之後的需求量則作為規劃零組件採購量之依據。

法則三：

針對零組件的採購，只需針對 P 產品之物料需求清單 (BOM) 所展開的關鍵零組件 (M₁) 部份做規劃。

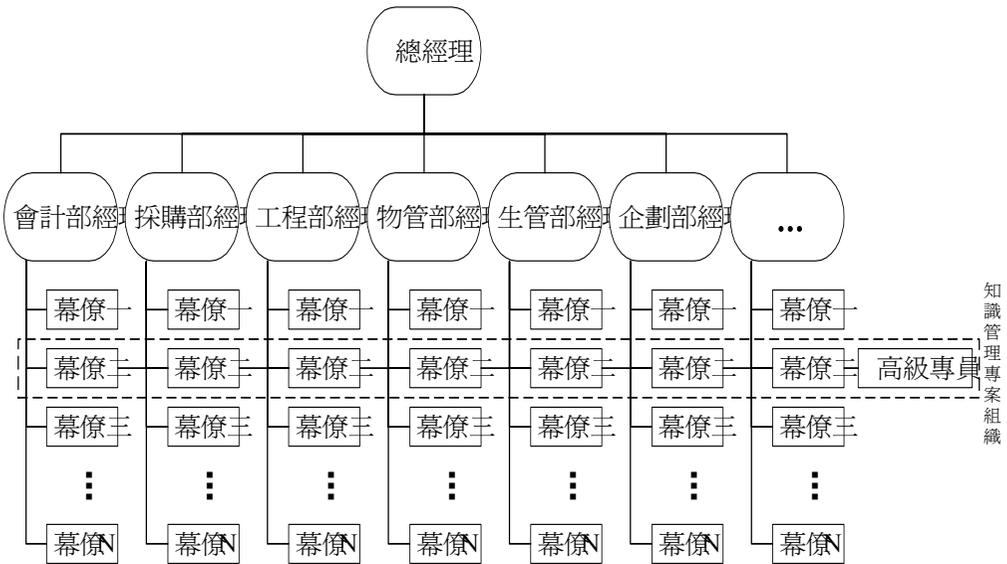


圖 12 案例公司之存貨管理相關組織圖

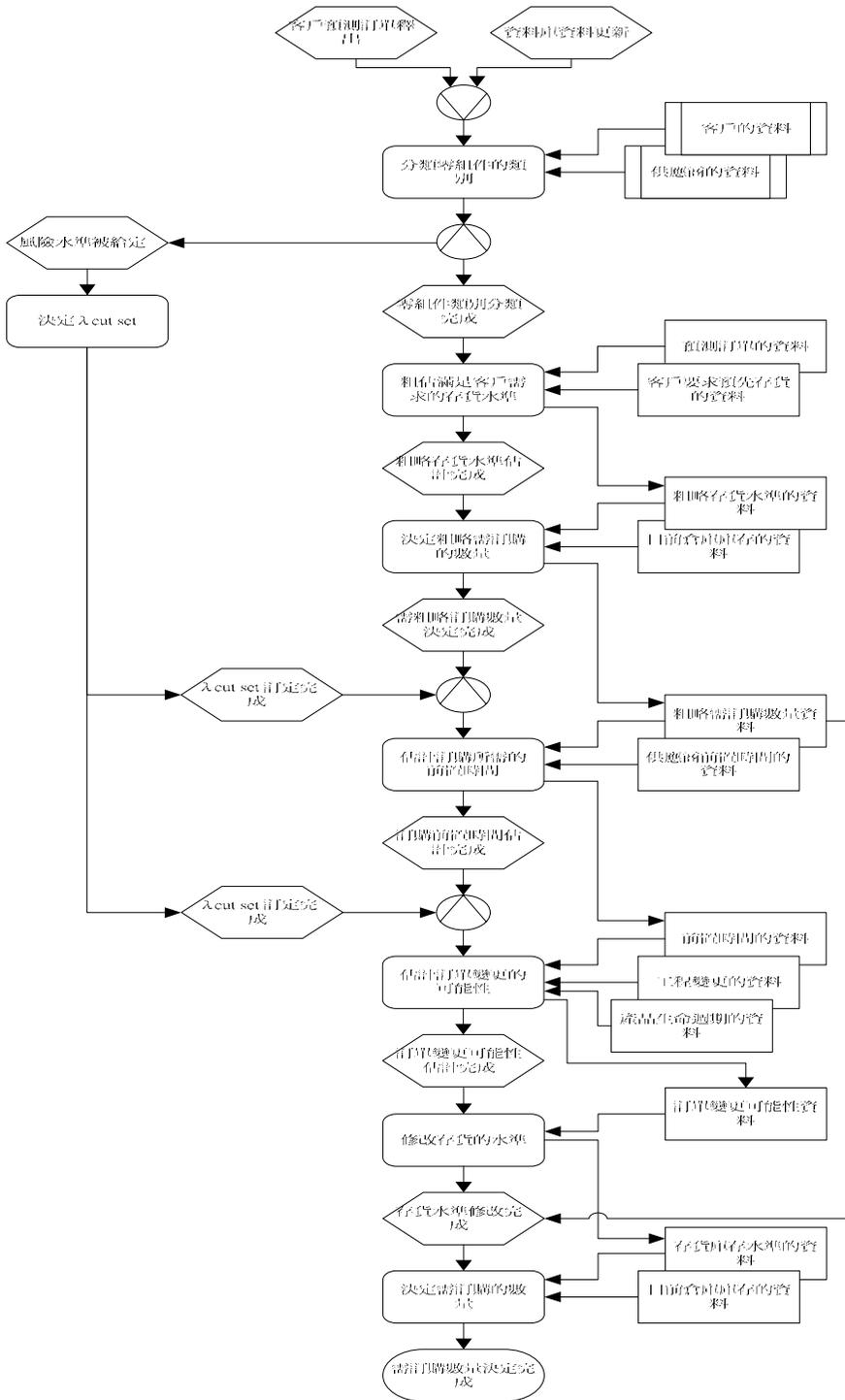


圖 13 案例公司之存貨管理流程圖

法則四：

針對 P 產品之開發，由企劃部門專家於 4 月 10 日訂出該產品的生命週期，其長度為 10 個月 (40 週)，而需求量達到巔峰時期為自 4 月 10 日算起第 32 週，此時的最大的需求量為初期需求量的 1.32 倍。

法則五：

依據統計的調整的 R^2 統計量 (adjusted R^2 statistic) 作為判別採用向 S1 供應商訂購數量與前置時間的指數級數關係，採用 3 次級數關係方程式之後，依據 Tanaka *et al.* (1992) 提出的模糊方程式的歸屬函數分析方法，以最小平方誤差的迴歸函數之係數作為模糊數的中心值 (central value)，以係數的變異數作為散佈值來判斷對供應商的訂購數量與前置時間的關係。

法則六：

根據 defuzzification 方法中的以高度為基礎來做 defuzzification 的運算估計，並設定一個 λ 值來調整 defuzzification 的結果。

◆流程再造的法則庫：

法則一：

若零組件短缺，則原因可能是供應商的前置時間超過雙方議訂之期間或是供應商的產量不足。

法則二：

若產品的需求發生變更，則原因可能是市場需求的變化或是工程變更。

法則三：

若產品的需求有大的變更或零組件發生短缺情況，將導致需要調整原定存貨水準，亦即改變採購數量。

法則四：

若需調整存貨水準，且原因起源於產品的需求變更，則需要在先估計產品變更的數量。

法則五：

若需調整存貨水準，且原因起源於零組件的短缺，則需要在變異前估計零組件短缺的數量。

法則六：

若經過一段時間後，沒有發生需要調整存貨水準的狀況，則可以逐漸減少存貨水準。

6.2 進行處理資料管理模組的內容

- (1) 目前 C 客戶傳送一份未來半年內 P 產品的訂單資料 (見表 11，單位：千個)。P 產品的物料需求清單 (BOM) 展開 (見表 12)。

表 11 P 產品的訂單資料

5 月份			6 月份				7 月份			8 月份	
三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二
14.5	15	20	20.2	19.5	16.8	15.3	13.2	11	10.5	10.5	10
8 月份			9 月份				10 月份			11 月份	
三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二
9.8	9	9	8.8	8.5	8	7.5	7	7	7	7	5

表 12 P 產品的物料

需求清單

P					
關鍵零組件			次要零組件		
M_1	...	M_{50}	M_{51}	M_{52}	...
1		1	1	1	

目前 (5 月 16 日) 在該製造廠裡已經有 P 產品庫存共 20K； M_1 零組件庫存共 85.5K。

- (2) 場內專家針對 C 客戶過去訂貨的情況，對零組件存貨訂定出四種水準 (6 週、8 週、10 週、12 週)，並對此四種水準以德菲層級分析方式，由群組成員訂定出其兩兩比較值 (見表 13)。

以層級分析法求出權重值分別為 0.16, 0.51, 0.26, 0.07， $\lambda_{\max} = 4.26$ ， $C.I. = 0.086$ ，依據 Saaty (1980) 建議若 $C.I. \leq 0.1$ ，則具有一致性為可容許的偏誤。依據 Kochen and Badre (1974) 提出建構連續型函數的方式，建立其歸屬函數之方程式 (見表 14)。

- (3) 對於零組件 M_1 向 S 供應商訂購的數量以及前置時間的歷史資料如表 5 所示。使用知識管理模組之零組件管理法則五之內容，依統計迴歸方式計算訂購數量與前置時間的關係如表 6 所示。

表 13 存貨水準德菲層

級分析法矩陣表

	6 週	8 週	10 週	12 週
6 週	1	0.2	0.33	3
8 週	5	1	3	5
10 週	3	0.33	1	3
12 週	0.33	0.2	0.33	1

表 14 零組件存貨水準的歸屬函數方程式

歸屬函數	存貨水準範圍
$u(x) = \frac{1}{1 + \exp(6.76 - 0.85x)}$	當存貨水準小於 8 週
$u(x) = \frac{1}{1 + \exp(-4.38 + 0.54x)}$	當存貨水準大於 8 週小於 10 週
$u(x) = \frac{1}{1 + \exp(-6.68 + 0.77x)}$	當存貨水準大於 10 週

6.3 進行 fuzzy 預測模組的內容

- (1) 使用知識管理模組之零組件管理法則的法則六內容，若取 λ 值為 0.9，則依據不同的 defuzzification 決策，可以估計出訂購 M_1 零組件最保守庫存時間、最可能庫存時間以及最樂觀庫存時間 3 種：分別為 9 週、8 週、7 週。
- (2) 對表 11 客戶所下的預測訂單中資料取 8 週的數量，總共為 134.5K。扣除目前已有 P 產品的庫存 20K，故 P 產品的淨需求為 114.5K。依零組件需求清單，展開後需要零組件 M_1 共 100K 單位，但扣除目前倉庫庫存 85.5K，因此淨需求為 14.5K。
- (3) 依據表 14，入庫前置時間為因變數 y ，訂購數量為自變數 x ，計算出 M_1 零組件共 14.5K 單位，可以得出一歸屬函數，依據不同的 defuzzification 決策以及 λ 值之後，可以估計出訂購 14.5K 單位 M_1 零組件的最保守前置時間、最可能前置時間以及最樂觀前置時間 3 種（見表 15）。

採用最可能的前置時間估計方式，亦即預期零組件將在 3.44 週後從供應商運送入庫。

- (4) 根據 5 月 16 日和所估計的前置時間 3.44 週後（6 月 9 日），套入此產品的生命週期的歸屬函數裡，估計出在此段時間內客戶對此產品需求的可能變異為 1.032 倍。
- (5) 重回計算 P 產品需求的步驟，依據目前 C 客戶所下的預測訂單，8 週的需求量為 134.5K 的數量，根據 P 產品生命週期的資料，預期在訂購 M_1 零組件時需要 3.44 週下，P 產品需求可

表 15 依據不同 λ 參數估計訂購

M ₁ 零組件的前置時間			
	λ 值=0.9		λ 值=0.95
估計最保守前置時間	3.79 週	估計最保守前置時間	3.63 週
估計最可能前置時間	3.44 週	估計最可能前置時間	3.44 週
估計最樂觀前置時間	3.07 週	估計最樂觀前置時間	3.26 週

能會增加 1.032 倍，因此將 8 週產品 P 的需求修正為 138.8K，扣除目前已有的 P 存貨 20K，因此淨需求為 118.8K，而依據物料需求清單的展開以及扣除目前已有的 M_1 數量 100K 之後，修正 M_1 零組件的淨需求為 18.8K。

- (6) 配合產品和零組件的特性，可重覆進行不同次數之 6.3.5 計算步驟，重覆次數愈多則產品需求量之調整愈大，所需之零組件數量也愈多。表 16 (單位：千個) 為重覆計算的次數與最終零組件需求的關係。
- (7) 本研究提出的存貨管理支援系統所建議之零組件採購數量與目前該公司採用之零組件的採購數量比較結果如表 17 (單位：千個) 所示。

表 16 重覆計算次數與最終零組件需求量

計算的重覆次數	產品需求	產品淨需求	零組件淨需求
1	134.5	114.5	14.5
2	138.8	118.8	18.8
3	144.63	124.63	24.63
4	151.61	131.61	31.61

表 17 存貨管理支援系統該公司目前採用零組件的採購數量比較結果

本研究存貨管理決策方法建議 (λ 值=0.9，運算 2 次)	一般建議	保守型建議	樂觀型建議
目前甲公司採用	加四成 20.3	加五成 21.75	加三成 18.85

表 18 模擬運算結果

變異數	100 次模擬實際 M_1 需求平均數量
0.1	20.09
0.2	21.29
0.3	22.48
0.4	23.68
0.5	24.87
0.6	26.06
0.7	27.26
0.8	28.45
0.9	29.64
1.0	30.84

- (8) 若以常態分配作為產品需求變異的根據來進行模擬，以評估所提出的存貨管理支援系統之優劣，並作為調整系統參數的依據，假設此常態分配的平均值可依據產品生命週期的資料來決定，若其變異數分別是 0.1, 0.2, 0.3, ..., 1.0 等 10 種狀況，將其分別進行 100 次模擬運算，可得到表 18 (單位：千個) 的結果。

因此當在產品生命週期中各期間需求量之預測越正確 (變異數小)，本研究所建議之一般性的零組件存貨數量比目前案例公司所採行的方式適合；當產品生命週期中各期間需求量之預測值差異較大時 (變異數大)，本研究所建議的最保守型零組件存貨水準比目前甲公司所採行的方式更適合。

- (9) 當零組件存貨的估計值與實際值偏差較大時，可利用流程再造的法則庫，來對存貨作業流程進行改善，或修改零組件存貨的法則庫，以進入知識管理價值鏈第五個階段—知識的回饋。
- (10) 調整存貨管理決策方法參數與品類管理建議

整個存貨管理決策方法的表現績效，主要取決在所應用之資料的正確性，因此從資料的準確性上探討本存貨管理支援系統之參數的設定。最主要影響零組件訂購數量的資料為產品以及零組件的屬性，屬性包含有產品生命週期、採購零組件的前置時間等等；調整零組件訂購數量結果的參數設定包含有 λ 值設定、defuzzification 方式選取、運算迴圈次數等。本研究從實務上取多項零組件做模擬驗證，對各種不同產品以及零組件屬性之下，利用 5.2 節品類管理概念對各種參數做建議性的設定，如表 19。

其中就表 19 所區分的四類所相對應的產品以及零組件，如表 20。

表 19 品類管理對應各建議性的參數設定

產品及零組件屬性	參數設定建議	
採購零組件時間變異大 產品生命週期易準確估計	設定較大的 λ 值(>0.95)	較少次的運算迴圈次數(<2) 一般或較保守的 defuzzification 方式
採購零組件時間變異大 產品生命週期不易準確估計	設定一般或較大的 λ 值(0.9~0.99)	較多次的運算迴圈次數 較保守的 defuzzification 方式
採購零組件時間變異小 產品生命週期易準確估計	一般的 λ 值(0.85~0.95)	2 到 3 次的運算迴圈次數 一般的 defuzzification 方式
採購零組件時間變異小 產品生命週期不易準確估計	一般的 λ 值(0.85~0.95)	2 到 3 次的運算迴圈次數 較保守的 defuzzification 方式

表 20 品類管理的類別分類

產品及零組件屬性	參數設定建議
採購零組件時間變異大	LCD、CPU、HDD、DRAM、CDROM
採購零組件時間變異小	其他零組件
產品生命週期易準確估計	準系統出貨的筆記型電腦產品
產品生命週期不易準確估計	整機出貨的筆記型電腦產品

7. 結論

本研究依據知識管理的架構，配合文獻上所提出之相關存貨管理決策方法，使整個零組件存貨管理支援系統計算程序更易於執行，同時依據不同的產品以及零組件的屬性，可以藉由 λ 值、defuzzification 方式等參數設定，讓使用者進行各項零組件存貨管理策略的效益評比，來達到分類並學習訂定零組件存貨水準，這也是目前企業界最需要的幫助。傳統的零組件存貨管理方法只能提供明確資料下的零組件存貨管理水準，卻不能提供可以透過參數設定來分析模糊性資料的方式，而本研究中導入 fuzzy 方式正好補強了這一部份的不足，能協助企業管理者進行零組件存貨管理。因此，本研究從決策的目的論來看，是發現存貨管理決策問題與解決問題的過程，在操作上可被展開成爲存貨管理決策步驟，並實際應用於解決產業的問題。

本研究的具體研究成果有三方面，如下所述：

- (1) 建立零組件存貨管理程序，並利用 fuzzy 技術設計存貨管理中決策的核心，使用者只需要建立基本的產品、零組件的屬性資料以及一些相關 fuzzy 的決策參數，便可以很容易地得到需採購零組件的建議水準。此外，因爲以 fuzzy 參數設定的設計，在決定各種零組件存貨結果的修改與維護上也較有彈性。
- (2) 建立品類管理的概念，使零組件存貨管理更具有管理功能，協助使用者進行不同零組件設定不同參數或不同季節時期設定不同的 defuzzification 方式來評估。
- (3) 順應經營環境的改變，使更改現有條件的程序簡化，只要調整受影響的零組件的屬性，便可更新整個系統中相關該零組件存貨的資料。當產品生命週期進入尾聲時，相關決策者只需更改決定滿足客戶所需之零組件庫存水庫的資料，或者是產品生命週期的資料，便可透過本系統的操作，迅速地計算出零組件所需庫存的水準。

雖然，本研究以筆記型電腦製造業爲例，零組件存貨管理決策方法相關的企業營運決策及作業流程也以筆記型電腦製造業爲主，但本決策方法並非僅能適用於筆記型電腦製造業，只要是產品生命週期短、客戶訂單變異大的產業，其零組件存貨管理的問題皆可以套用本決策方法，只需在參數上做必要性的調整。

參考文獻

- 吳佳倫，「台灣地區個人電腦及筆記型電腦製造業全球運籌模式之探討」，銘傳大學管理科學研究所未出版碩士論文，民國90年。
- 周信宏，「知識管理：活用知識，它將成爲無價之寶」，管理雜誌，第二九九期，民國88年，50-51頁。
- 許棟樑，「台灣筆記型電腦全面品質管理標竿建立及分析」，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，民國88年。
- 陳怡和，「供應商管理標竿之建立與分析—以台灣筆記型電腦產業爲例」，元智大學工業工程研究所未出版碩士論文，民國87年。
- 戴文坡，知識管理，中國生產力中心，民國88年。
- Alessandra, G., "An Analysis of the Inventory Behavior in a Q-theoretic Framework," *International Journal of Production Economics*, Vol. 58, Iss. 2, 1999, pp. 131-146.
- Balkhi, Z. T. and Benkherouf, L., "On an Inventory Model for Deteriorating Items with Stock Dependent and Time-varying Demand Rates," *Computers & Operations Research*, Vol. 31, Iss. 2, 2004, pp. 223-240.
- Brown, R. G., *Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series*, Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall, Inc, 1962.
- Dussart, C., "Category Management: Strengths, Limits, and Developments," *European Management Journal*, Vol. 16, No. 1, 1998, pp. 50-62.
- Fowler, A., "The Role of AI-based Technology in Support of the Knowledge Management Value Activity Cycle," *Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 9, Iss. 2-3, 2000, pp. 107-128.
- Gordon, J. L., "Creating Knowledge Maps by Exploiting Dependent Relationships," *Knowledge-Based Systems*, Vol. 13, Iss. 2-3, 2000, pp. 71-79.
- Hariga, M. and Haouari, M., "An EOQ Lot Sizing Model with Random Supplier Capacity," *International Journal of Production Economics*, Vol. 58, Iss. 1, 1999, pp. 39-47.
- Holsapple, C. W. and Joshi, K. D., "An Investigation of Facts that Influence the Management of Knowledge in Organizations," *Journal of Strategic Information System*, Vol. 9, Iss. 2-3, 2000, pp. 235-261.
- Hoshino, K., "Criterion for Choosing Ordering Policies between Fixed-size and Fixed-interval, Pull-type and Push-type," *International Journal of Production Economics*, Vol. 44, Iss. 1-2, 1996, pp. 91-95.

- Howard, F. N., "The Linear Quadratic Inventory Model as a Micro Foundation for Keynesian Theories of the Business Cycle," *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 36, Iss. 1, 1998, pp. 236-251.
- Khorramshagol, R. and Moustakis, V. S., "Delphic Hierarchy Process (DHP): A Method for Priority Setting Derived from the Delphic Method and Analytic Hierarchy Process," *European Journal of Operational Research*, Vol. 37, Iss. 3, 1988, pp. 347-354.
- Kochen, M. and Badre, A. N., "On the Precision of Adjectives which Denote Fuzzy Sets," *Journal of Cybernetics*, Vol. 4, No. 1, 1976, pp. 49-59.
- Koskinen, K. U., "Tacit Knowledge as a Promoter of Project Success," *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 6, Iss.1, 2000, pp. 41-47.
- Lee, K., Wei, J. C., and Tang, L. L., "Responding to Schedule Changes in Build-to-order Supply Chains," *Journal of Operations Management*, Vol. 23, Iss. 5, 2005, pp. 452-469.
- Linda, G. S. and John, G. W., "Macroeconomic Analyses of Inventories: Learning from Practice," *International Journal of Production Economics*, Vol. 45, Iss. 1-3, 1996, pp. 231-237.
- Rolph, G. and Barrar, P., "Overage Inventory-how Does It Occur and Why is It Important?" *International Journal of Production Economics*, Vol. 81-82, 2003, pp. 163-171.
- Rondeau, L., Ruelas, R., Levrat, L., and Lamotte, M., "A Defuzzification Method Respecting the Fuzzification," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 86, Iss. 3, 1997, pp. 311-320.
- Rutherford, D. P. and Wilhelm, W. E., "Forecasting Notebook Computer Price as a Function of Constituent Features," *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 37, Iss. 4, 1999, pp. 823-845.
- Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McCraw-Hill Inc, New York, 1980.
- Saaty, T. L., "How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process," *European Journal of Operation Research*, Vol. 48, No. 1, 1990, pp. 2-8.
- Scheer, A. W., *Business Process Engineering: ARIS-Navigator for Reference Models for Industrial Enterprises*, New York Springer-Verlag, 1996.
- Tanaka, H., Uejima, S., and Asai, K., "Linear Regression Analysis with Fuzzy Model," *IEEE Transaction System Man Cybernet*, Vol. 12, No. 6, 1982, pp. 903-907.
- van der Laan, E., "An NPV and AC Analysis of a Stochastic Inventory System with Joint Manufacturing and Remanufacturing," *International Journal Production Economics*, Vol. 81-82, 2003, pp. 317-331.
- Van Leekwijck, W. and Kerre, E. E., "Defuzzification: Criteria and Classification," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 108, Iss. 2, 1999, pp. 159-178.

- Vujosevic, M., Petrovic, D., and Petrovic, R., "EOQ Formula When Inventory Cost is Fuzzy," *International Journal of Production Economics*, Vol. 45, Iss. 1-3, 1996, pp. 499-504.
- Wolfe, H. B., "A Model for Control of Style Merchandise," *Industrial Management Review*, Vol. 9, No. 2, 1968, pp. 69-82.
- Wong, F. S., Wang, P. Z., and Goh, T. H., "Fuzzy Neural Systems for Decision Making," Proceedings of IEEE International Joint Conference on Singapore, Vol. 2, Iss. 18-21, 1991, pp. 1625-1637.
- Wong, M. C. S. and Cheung, Y.-L., "The Practice of Investment Mmanagement in Hong Kong: Market Forecasting and Stock Selection," *Omega, The International Journal of Management Science*, Vol. 27, No. 4, 1999, pp. 451-465.
- Xie, X., "Stability Analysis and Optimization of An Inventory System with Bounded Orders," *European Journal of Operational Research*, Vol. 110, Iss. 1, 1998, pp. 126-149.
- You, P. S., "Optimal Replenishment Policy for Product with Season Pattern Demand," *Operations Research Letters*, Vol. 33, Iss. 1, 2005, pp. 90-96.