

# 運用演進式代理人方法於虛擬企業模型

## Towards Evolution of Intelligent Agents in Virtual Enterprises

郭忠義  
輔仁大學資訊工程學系  
[jykuo@csie.fju.edu.tw](mailto:jykuo@csie.fju.edu.tw)

李允中  
國立中央大學 資訊工程學系  
[yjlee@selab.csie.ncu.edu.tw](mailto:yjlee@selab.csie.ncu.edu.tw)

### 摘要

隨著電子商務和網際網路的蓬勃發展，虛擬企業系統的應用越來越受到學術研究與工商業界的重視。當前虛擬企業系統中，軟體代理人漫遊在網際網路上，與其他代理人競爭有限資源以達成本身目標，有些代理人較易達成目標，有些無法完成任務，新手代理人須經過不斷努力增加策略行為以適應環境。在代理人創造之初，只有少許能力、知識與經驗，若代理人有能力可以學習與演進其知識與能力將有很大的助益。本論文提出智慧型代理人演進法，以 BDI 模型描述代理人智慧模組，包括目標與計畫。運用目標導向使用案例分析法擷取並分析使用者賦予的任務，利用模糊邏輯模型化不精確之代理人目標，使用基因演算法與模糊多準則決策發展代理人演進方法。

關鍵詞：代理人、模糊邏輯、基因演算法。

### Abstract

Due to the development of Internet and the desire of almost all departments of business organizations to be interconnected and to make data accessible at any time and any place, more and more virtual enterprise systems are applied to business management. The software agent has been widely adopted in the application area. As numerous agents are roaming through the Internet, they compete for the limited resource to achieve their goal. In the end, some of them

will succeed, while the others will fail. However, when agents are initially created, they have little knowledge and experience with relatively lower capability. They should also strive to adapt themselves to the changing environment. It is advantageous if they have the ability to learn and evolve. This paper addresses evolution of software agents in virtual enterprises. Agent fitness and fuzzy multi-criteria decision-making approach are proposed as evolution mechanisms, and goal-driven use case and fuzzy soft goal is introduced to facilitate the evolution process. Genetic programming operators are employed to restructure agents in the proposed multi-agent evolution cycle.

Keyword: Software Agent, Fuzzy Logic, and Genetic Algorithm.

### 一、緒論

隨著網際網路與企業內部網路的發展，促使商業電子化的時代來臨，帶動電子商務成為時下新興產業，使之簡單的電子商店擴展為虛擬企業系統[1,2]。藉由與現有企業形成時空上的同盟，加入企業體以分擔成本，分享技術，使之支援特定商業活動；例如旅遊業者虛擬企業聯盟，包括各種不同旅遊代理公司，航空公司、地面轉運服務業、旅館飯店業、娛樂景點服務業，為了建立、管理整體旅遊活動體系而形成旅遊虛擬企業。當前企業通常使用工作流程系統以自動化的方式操作整合他們的資訊系統和人力資源[3]，

近來許多研究使用工作流程的概念支援多層次組織程序以形成虛擬企業[4]。隨著組織的快速發展與商業系統的日益複雜，使得傳統設計方法無法滿足人們的需求，因此許多研究學者提出以代理人的技術降低複雜度[5,6,7]。

軟體代理人接受企業組織或個人使用者委託任務，在虛擬企業模型中，以使用者的利益為優先考量，自動化的協助各種電子商務活動，諸如蒐集商品資訊比價、下訂單買原料、協商價格、產品行銷等溝通協調的工作。在多重代理人架構中，軟體代理人漫遊在網際網路上，與其他代理人競爭有限的資源以達成本身的目標[8]，有些代理人較易達成目標，有些可能無法完成任務，成功的代理人將變的更有力量，新手代理人必須經過不斷的努力增加策略行為以適應環境[24]。但在代理人創造之初，只有少許的能力、知識與經驗，假如代理人有能力可以學習與演進其知識與能力將有很大的助益。故本論文提出智慧型代理人演進法，不同於一般的學習系統，不需要許多複雜的知識規則或學習架構，以 BDI 模型描述代理人智慧模組，包括目標與計畫，運用目標導向使用案例分析法擷取並分析使用者賦予的任務，使用模糊邏輯模型化不精確之代理人目標，使用基因演算法與模糊多準則決策發展代理人演進方法。

本論文第二章提出以文件驅動代理人為基礎之虛擬企業模型，第三章描述多重代理人系統外部架構和內部 BDI 模型以及運用目標導向分析法分析使用者委託的任務，第四章討論本研究所提出的代理人演進法。最後一章是我們的結論與未來的計畫。

## 二、 虛擬企業模型

虛擬企業的盛行是建構于現今網際網

路上，它的出現為促進各個企業、與組織間的水平與垂直的合作。在[9]中提出虛擬企業有兩個基本上的問題：(1)虛擬企業如何建立，(2)虛擬企業成員如何控制管理和效率去分享共同資訊。他們將虛擬企業的建立視為在集中式、自動化與互動式的工作流程管理系統中，動態的擴展與整合工作流程。其主要訴求為企業組織間或跨企業間的商業流程提供整合與流程間相互合作、操作與自動化的機制。

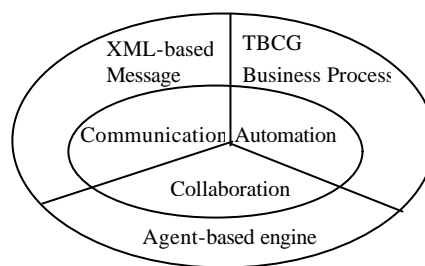


圖 1 文件驅動代理人之虛擬企業模型

以文件驅動導向之代理人技術模型化虛擬企業系統(如圖 1)[12]，主要有合作、自動化和溝通三部分：(1)合作(collaboration)：整個虛擬企業模型包含許多不同的企業組織，甚至跨企業組織的結盟，各個組織有不同的特性與責任，使用多重代理人系統架構，智慧型行動代理人作為各組織工作流程驅動引擎，控制整個虛擬企業商業流程，協調各企業組織與角色的工作與資源運用。(2)自動化(automation)：闡述商業流程內各個工作或商業活動使用正規化規格 TBCG[10]與模糊集合模型化企業目標與商業規則以系統自動化。利用目標導向使用案例(GDUC, Goal-Driven Use case)分析法[11]分析企業目標，根據分析的結果，運用模糊集合模型化企業政策。TBCG 中的行為規格專司描述系統不同工作(task)之間的執行順序，或不同階層的工作間互動關係，以正規表示法為基礎發展的工作順序表示法(Task Sequence Express, TSE)描述，故商業流程可對應 TBCG 正規化的行為規格。(3)溝通(communication)：XML為目前網路文件資料交換標準，負責提供整個虛擬企業的資訊溝通與人力、資源整合，所以我們將企業文件

與企業活動流程正規規格以 XML 定義，方便跨企業部門溝通[12]。

整個虛擬企業模型由商業文件驅動，行動代理人包裹整份含有 TBCG 的 XML 格式之商業邏輯企業文件，達成企業活動的控制、監督與管理。其特點有(1)可追蹤能力：方便系統管理者對公文流程作追蹤；(2)管理文件的生命週期：利用代理人的生命週期管理文件的生命週期並且達成並行處理；(3)自動化動態排程：透過行動式代理人對環境的認知能力，動態改變文件流程；對於提供服務者而言，可根據環境的情況，改變服務的排程。

### 三、代理人系統模型

虛擬企業模型中，各企業組織的合作部分由多重代理人系統架構完成。本章探討多重代理人外部架構的特性與代理人內部心理狀態的模型。運用目標導向使用案例分析法擷取並分析企業組織或個人使用者委託的任務，並使用模糊邏輯模型化不精確之代理人彈性目標與彈性條件。

#### (一) 智慧型軟體代理人特性

目前已有許多研究為代理人特性定義，認為代理人具有察覺能力，能對環境做出反應，有能力執行目標且居住於代理人社區，能與其他代理人溝通等。我們把智慧型代理人的特性歸納如下[13,14,15]：

- (1)自發性計算實體：代理人在某些情況下，以使用者利益為考量，不需使用者介入，根據自己的判斷自行決定行為。此治特性可幫使用者節省零碎的處理步驟。
- (2)委任：代理人具獨特性，其任務是代理使用者執行要做的工作，即委任。
- (3)溝通合作：一個複雜工作需數人合作完成，代理人的世界中，代理人的能力有限，因此需要代理人們經溝通協調合作以完成工作。
- (4)反應性及前攝性，並具目標導向特性。
- (5)有智慧，具推理、計劃與學習等能力，可感測並解譯環境所發生的事件。

(6)可透過高階語言與人或代理人互動，滿足使用者需求。

(7)監控：代理人可監控所處環境狀態，因應環境改變自動做適當處理，達到自發性。

(8)行動：代理人所處環境若發生改變，代理人將判斷狀況，做一些事情，這些事情將對目前環境有所影響。

整個虛擬企業模型中有許多不同的部門，各個部門可能分散在不同的地方，負責不同工作特性，故使用多重代理人系統架構作為溝通協調機制，其特性有：

(1)分散式智慧型代理人的環境：可應用於分散式網路系統，每個服務網路節點都賦予一個代理人全權處理所提供的服務，代理人為對外的溝通介面，讓使用者從遠端存取各式各樣不同的服務。網路上每個組織或使用者的使用特性與習慣不盡相同，為能掌控個別化使用習性，需建立使用者原型，利用代理人處理個別化工作，例如工作分配與推動等。

(2)代理人間的合作及非同步：代理人間可藉由代理人溝通語言溝通 (Agent Communication Language, ACL)、協調不同的工作與服務。溝通與服務方式可以是同步或非同步。

(3)動態開放式架構：此架構中有各種不同功能的代理人，每個代理人所能提供的服務性質可相同或不同。代理人可在任何時間加入系統或離開系統，當代理人加入系統，此環境架構多一項服務，而代理人離開系統，代理人所負責的服務便在這個環境架構下消失，因此此架構為開放式動態資訊環境。

#### (二) 智慧型代理人內部 BDI 模型

虛擬企業各組織有其目標與責任，智慧型代理人協助企業對外溝通與推動企業工作流程時，需要對企業組織有基本知識，瞭解企業組織的目標，並且進行工作流程規劃。本研究論文使用 BDI(Belief, Desire, Intention)模型提供模型化代理人內部組織[16,17]。BDI模型架構將代理人分成下列幾種事件：(1)所表現的行為，(2)所相信的信念，(3)所採納的

目標，(4)引起意圖的計劃。上述代理人事件根據其內部具備之心理特質，可使用下述三種模型描述：

- (1) 信念(Belief)代表代理人的資訊狀態,描述外在環境的資訊,代理人所擁有的內在狀態以及代理人所可能表現的行為。信念集合(Belief Set)用來描述代理人可能的信念及代理人的特性,例如代理人行為會不會隨著時間改變。而在信念集中的一個或多個信念狀態則用來定義或指定代理人的初始狀態或不同狀態。
- (2) 期望(Desire)代表代理人動機狀態,使用目標模型描述代理人可能採納的目標及回應的事件。目標集合(Goal Set)詳細敘述目標和所有事件及一個以上的目標狀態。
- (3) 意圖(Intention)代表代理人根據其信念模型的思考狀態,使用計畫模型描述代理人用來達成目標的計劃。計畫集合(Plan Set)則描述每個獨立計劃的性質和控制結構。

代理人根據不同的企業組織特性,會有不同的心理狀態,這些都需依靠代理人的能力才能達成。此架構保證事件會適時的回應,信念也會同步的維護,而計劃執行和選擇在某種程度上反應一些合理委任的概念。

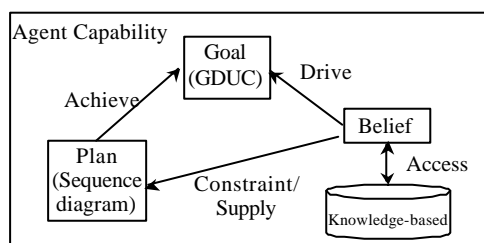


圖 2：代理人 BDI 模型

### (三) BDI 模型之目標導向使用案例分析

代理人 BDI 模型著重角色、責任、服務與目的,描述代理人提供的服務與代理人事件的組合及其相互間互動,進而定義系統的目的與代理人必須達成的最高目標,整個 BDI 模型如圖 2 所示。運用目標導向使用案例分析法 GDUC[11]擷取企業組織或使用者目標,將目標加以分析以產生子目標,即達成各個目標之計劃。計劃適當與否或是計劃能否執行,取決於代理人關於環境的狀態及其它對代理人有用的資訊所產生的信念。

- (1) 確認使用者與使用目標以建構信念模型：分析企業組織環境(context),要控制的活動和行為的執行,確認代理人使用者,將企業環境、活動與行為分解成信念元件,存進代理人信念知識庫。分析出不同的組織環境和使用者,運用 Ontology 技術給予不同領域專有(domain specific)的基本知識以達成不同的目的。
- (2) 擷取目標之使用案例,建構目標模型：找出目標可從兩方面考慮,一是這目標屬於使用者相關或系統相關的。使用者相關的目標指使用者使用系統時的目的;系統相關指系統本身要提供服務時所產生的需求。二是此目標需部份滿足或全部滿足,強制性目標描述系統目標的最低需求,必須完全滿足。彈性(soft)目標則描述目標系統中”希望達成”的性質,可能只被滿足到某個程度。非強制性目標跟強制性目標間的關係在於有強制性目標才有非強制性目標的存在。因此,強制性目標和藉由它所產生出來的非強制性目標之間存在著弱相依性關係。對於每不同的組織環境,將每一個目標用使用案例結構化子目標。
- (3) 獲得使用案例循序圖,建構意圖模型：根據使用目標與使用案例建構循序圖,分析可能的行為劇本,並分解成活動(activities)。按照不同的情況分析活動和行為並將之排序,出現錯誤時的處理方式,最後整理成計劃以達成目的。環境偵測式(context-sensitivity)的計劃提供模組化及創作;將新文件加入計劃時不需更動舊有計劃。對於經常改變或特別的案例,是重要的核心觀念。

### (四) 以模糊邏輯描述 BDI 模型

經由目標導向使用案例分析法,可以得到一組階層式結構之強制性目標與彈性目標。針對每個目標,根據其使用案例可以導出一組行動計畫劇本。要達成一個使用者目標,代理人針對使用者需求,規劃一系列行動計畫,靠著行動計畫的一連串活動,逐漸改變代理人的狀態,以達到目標狀態。目標的達成其實是目標狀態的連續變化,因此彈

性目標的表示法可以使用我們之前發展的軟體彈性需求符號之擴充性表示法[18,19]。

一個目標可以使用代理人內部目標狀態改變的特性**<b, g, a>**來表示。b 表示目標g 達成前的狀態，a 表示目標 g 達成後的狀態。一個工作目標可以使用**<前置條件，後置條件>**對表示。前置條件表示在狀態 b 成立的特性之布林述詞(Boolean propositions)，後置條件表示在狀態 a 成立的特性之布林述詞。強制目標表示無論如何一定要滿足的目標，彈性目標表示其本性是具彈性，可以只滿足到一定程度。一個需求目標G，可以使用Zadeh的測試-記錄語意之標準形式表示[20]。基本的概念是目標 G 可以視為一組使用者需求之彈性限制的集合， $X_1 \dots X_n$ ，限制行動計畫 P 可以達成使用者需求 R 到一定的程度。其標準形式表示法為：

$$G \Rightarrow R(P) \text{ IS } A \quad --(1)$$

其中 A 是模糊述詞。這個標準形式顯示 R(P) 的可能性分佈相等於模糊述詞 A 的隸屬函數。即  $\Pi_{R(P)} = \mu_A$ 。例如企業組織希望代理人協助買到好用的產品，可以使用以下標準形式表達。

$G \Rightarrow$  產品之品質 (買) IS 好用  
好用是模糊述詞。

對於強制性目標，為將彈性目標極限化特殊例子。亦即，模糊述詞 A 的隸屬函數為 1.0，必須完全滿足成立的狀況。行動計畫 P 為目標導向使用案例分析所得的各種不同的行動劇本，用以限制並完成強制性或彈性目標需求。

#### 四、演進式決策方法

在多重代理人系統架構中，協商機制是其中心元件，代理人使用此機制以協調其活動、提供服務，使之能夠互相同意並接受各種資源的分配[21]。協商模型的研究在許多不同的領域持續的進行著，每一個領域著重不

同的協商層面與應用目的。大部分的協商目標都是在尋找服務配對，或是使用學習機制以增加代理人的環境適應力[22]。許多研究論文[23,24,25]等雖使用演進式方法但卻缺乏完整的代理人系統模型與發展方法。本論文的多重代理人演進式決策方法，以一組互相影響之協商目標議題，使用基因演算法[26]與模糊多準則損益權衡決策[27]以演進代理人的行動計畫 (行為特性)，使之更符合代理人系統目標。

##### (一) 編碼行動計畫為基因(genes)

基因演算法是一種模擬生物學上遺傳演化過程的方法，一般用來當做搜尋最適解，亦即藉由演化機制，在解空間裡為問題尋找最適解。基因演算法對於自然的選取和目前的基因知識的理論價值都很理想，好的父系為產出子代，會選擇較好的子代個體，這些子代繼承父系的特性，由基因判斷子代繼承父系較好的基因特性，新一代的基因通常較適合選取來交配和繁殖，這樣的進化一代代循環，較不好的子代個體和較不好的基因會消失不見，留下較好的子代個體包含比較好的基因，產出比較優良的下一代，最終會使結果逐漸驅向最佳化。

對於使用者的需求目標，使用目標導向使用案例分析法，可以得到一組強制性與彈性目標，以及一系列的使用案例劇本，進而發展循序圖以及許多行動計畫。本研究針對虛擬企業模型特性，對於每個目標定義底下基本行動計畫策略之基因，此即為對目標G的彈性限制之集合：

- (1) 時間性 t (max)基因：代理人必須在此規定時間內完成該目標，若超過時間仍無法完成目標，則屬任務失敗，評估值為零；反之，在規定時間內越快完成，所得評估值越高。
- (2) 議題性 d (max, min)基因：針對每一類議題，有一個可接受的上限值與下限值。例如購買一項產品，價格容忍於一個區間中，太貴或太便宜都不好；或者是購買的數量必須

在一個安全的庫存量下限與貨物倉儲空間跟成本考慮的上限量之間等等。每一類議題有其特殊的應用函數(utility function)，此即為評估函數。

(3)資源相關策略基因  $r$ ：資源的提供、分配與消耗的方式。資源包括企業的人力、物力與資產。為達成一個目標，企業組織需調動多少人力、物力、空間甚或網路計算資源等。在越短的時間內消耗越多資源，其評估值將越低；然而，同樣的資源需求，用的時間越短，評估值越高。另一方面，整體資源分配的愈有效，評估值將越高。

(4)行為相關策略基因：多重代理人分散式環境中，有互相競爭或合作的代理人在上面工作，此類基因根基於網路系統中對手的行為變動而採取的行為對策，可分為即時以牙還牙 (b1)、隨機反應(b2)與觀察一段時間再反應(b3)。以牙還牙可以即時挽回劣勢，不像其他兩種策略會錯失先機，但也可能造成循環性報復，評估值分佈兩極；觀察一段時間在反應比較保守，評估值在中等位置；隨機反應評估值則平均分配。此三項策略可以給予一個比重值混和應用。

整個基因編碼為  $(G1, G2, Gn)$ ，而  $G_i$  為  $(t_i, d_i, r_i, w1b1_i, w2b2_i, w3b3_i)$ 。每一種基因可以對應一個行動計畫。

## (二) 目標適應值(fitness)評估

代理人針對使用者需求可能分析出超過一個目標，每個目標有數個評估條件。對於彈性目標，評估值將只滿足到一定程度，而且目標與目標之間，可能存在互相合作或互相衝突的關係。傳統的多準則決策分析法通常假設準則間相互獨立，而忽略準則之間的交互關係。然而考慮準則間的損益權衡關係，才能更符合實際環境。基於此，本研究論文使用我們之前發展的模糊多準則損益權衡分析法[27]，針對多個模糊彈性目標，分析之間的衝突與合作關係，以求得整體的評估適應值。其基本概念主要以模糊邏輯與 Zadeh

的測試-記錄語意的標準形式為建構模式為基礎，並藉由確認準則間衝突與合作程度，配合分離標準形式(DNF)，將各需求目標與條件連結形成層級結構，再使用模糊運算子彙總準則，以求出總合評量值。損益權衡分析模式的分析步驟如下：

(1)以目標彈性條件的滿足程度 $\mu$ ，計算條件間間的衝突與合作程度。

假設  $c, c'$  是兩項目標彈性條件，且  $A$  是一組行動計畫方案， $\forall a_i, a_j \in A, i \neq j$ ，若  $(a_i, a_j)$  是衝突對則滿足：

$$CF = \{(a_i, a_j) | (\mu_c(a_i) - \mu_c(a_j)) \times (\mu_{c'}(a_i) - \mu_{c'}(a_j)) < 0\} \quad (2)$$

$(a_i, a_j)$  是合作對則滿足：

$$CP = \{(a_i, a_j) | (\mu_c(a_i) - \mu_c(a_j)) \times (\mu_{c'}(a_i) - \mu_{c'}(a_j)) > 0\} \quad (3)$$

$(a_i, a_j)$  是不相關對則滿足：

$$IR = \{(a_i, a_j) | (\mu_c(a_i) - \mu_c(a_j)) \times (\mu_{c'}(a_i) - \mu_{c'}(a_j)) = 0\} \quad (4)$$

將任兩項目標彈性條件對於各方案的滿足程度代入上述公式(2),(3),(4)中，辨別任意兩項條件間的行動計畫方案對所呈現的關係為衝突、合作或不相關，再依其關係分別以下面公式(5),(6)，計算所有衝突對、合作對與不相關對，可以得到兩個條件的衝突與合作程度。

$$cf(c, c') = \frac{\sum_{(a_i, a_j) \in CF} (|\mu_c(a_i) - \mu_c(a_j)| + |\mu_{c'}(a_i) - \mu_{c'}(a_j)|)}{\sum_{(a_i, a_j) \in AP} (|\mu_c(a_i) - \mu_c(a_j)| + |\mu_{c'}(a_i) - \mu_{c'}(a_j)|)} \quad (5)$$

$$cp(c, c') = \frac{\sum_{(a_i, a_j) \in CP} (|\mu_c(a_i) - \mu_c(a_j)| + |\mu_{c'}(a_i) - \mu_{c'}(a_j)|)}{\sum_{(a_i, a_j) \in AP} (|\mu_c(a_i) - \mu_c(a_j)| + |\mu_{c'}(a_i) - \mu_{c'}(a_j)|)} \quad (6)$$

(2)以條件間的衝突與合作程度劃分條件間相互的關係。任兩項條件間的關係可依衝突與合作程度劃分成四類：衝突合作、不相關及抵銷的。當兩項條件間的衝突程度大於合作程度( $cf > cp$ )則稱為衝突關係；合作程度大於衝突程度( $cp > cf$ )稱為合作關係；沒有衝突與合作關係稱為不相關( $cp = cf$ )；衝突與合作同時存在且相等 ( $cp = cf = 0.5$ ) 稱為抵銷關係。

(3)以分離標準形式 ( Disjunctive Normal Form, DNF ) 建立條件間的層級結構。為連結各條件為“and”或“or”的，採用分離標準形式表達。 $\wedge$ 表示 and， $\vee$ 表示 or，以 $\wedge$ 連結稱連接

式連結，以 $\vee$ 連結稱分離式連結。若條件間不是以 $\wedge$ 方式就是以 $\vee$ 方式連結，我們便可將彈性條件轉換 DNF 表達。舉例而言，七項彈性條件  $C_1 \sim C_7$  的 DNF： $(C_1 \wedge C_2 \wedge C_6 \wedge C_7) \vee (C_3 \wedge C_4 \wedge C_5)$

- (4)使用模糊運算子彙總準則間的層級結構。彈性條件在 DNF 表達下，運用層級式總和結構概念的擴充與分離型態可形成層級結構。建構層級的步驟是先依權重大小與正向合作程度，由上而下分成不同層級，若兩項彈性條件的權重相同則屬同一層級，依正向合作程度高低由左至右按順序排列。循此分層排序的步驟可連結各項彈性形成一個由上而下的層級結構。使用模糊運算子 Fuzzy-and 與 Fuzzy-or 彙總各層級結構，Fuzzy-and 用在每個連接式間，Fuzzy-or 用在每個分離式間。經由運算子整合，得到一個全面的準則總合，求得兼顧準則間權衡關係的總合滿足程度評量值 $\mu_G$ 。
- (5)每個彈性目標經由分析計算可求得一個總和滿足程度評量值 $\mu_G$ 。針對每個彈性目標，重複上列(1)~(4)步驟，由模糊運算子整合後，將所得的評量結果加以排序，便可決定基因（行動計畫方案）的優先順序。

### （三）多重代理人系統之演進步驟

代理人演進步驟類似於基因演算法，主要有(1)產生第一代，(2)選擇與複製下一代，(3)基因交配程序，與(4)基因突變程序，最後是收斂停止。茲說明如下：

#### (1)產生第一代

這是針對代理人的所有目標之原始的設計，也是搜尋的起點，通常以亂數隨機產生，或是由設計者根據代理人基本信念給定。

#### (2)選擇與複製下一代

選擇運算子目的為由現有族群中選擇好的個體加予保留，選擇壓力(selective pressure)為表示個體間差異因選擇運算子所影響的程度。較大的選擇壓力會凸顯好壞個體的差異，使得好的個體容易被選擇，壞的個體易被淘汰，使收斂加快。選擇運算法有輪盤法、

菁英選擇法、競爭選擇法和排序選擇法 [28,26]。

輪盤法是根據期望值與適應度值成正比關係所發展。菁英選擇法為避免將某一世代的最佳個體經交配與突變而消失，在每代運算後保留一定數量的最好個體，使之能加速收斂至最佳值。競爭選擇法隨機全體取樣選擇法。排序選擇法排序選擇法將每個個體依照適應值的大小排序，以此排序的順序作為決定個體選擇數目的期望值。若有較佳個體出現時，排序選擇不會過度集中複製最佳個體，可防止早熟現象以穩定收斂。配合模糊多準則決策分析評估適應值，我們可使用排序選擇法選擇並複製下一代。

#### (3)基因交配程序

交配運算法有單點交配法、雙點交配法與多點均一法[29]。單點交配法為最簡單的交配法，以亂數隨機選取一個位置，在選取的位置將兩個體交換並重新連接。但由於一次只選取一個切斷位置，所以基因組合數目不多，較缺乏效率，也無法結合所有可能的基因型態。雙點交配法有效的改善單點交配的缺失，能夠組成的基因型態較多。

代理人內部架構針對每類策略有許多不同的功能模組，每個功能模組負責一組同類型的行動計畫，在多重代理人系統的基因交配程序中，使用雙點交配法於兩個層次：(1)代理人間的交配：對於不同的代理人，交換他們不同的功能模組，和(2)代理人內不同功能模組策略交換。

#### (4)基因突變程序

突變運算法目的在於利用改變基因型態增加搜尋解的空間，不致讓搜尋侷限在某一特定解區域，使得較佳的解無法被搜尋到而收斂在不佳的解上。突變運算方法有插入法、倒置法、互換法、取代法等 [30]。突變率為在遺傳演算法中控制族群染色體基因變異的機率，以 $P_m$ 表示。若有一個族群，個體

數目為 $n$ ，染色體長度為 $L$ ，其染色體基因變異的個數則為 $n \times L \times P_m$ 。太大的突變率會使搜尋變成隨機搜尋，合適的突變率不但能避免早熟現象，也能增加收斂速度。一般突變率通常不超過0.05。

整個代理人演進法流程如圖3所示：

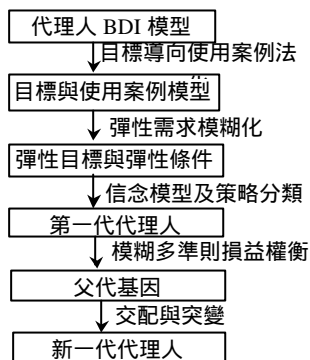


圖 3:代理人演進法流程

## 五、結論

本研究論文針對虛擬企業模型，提出智慧型代理人演進法，不同於一般的學習系統，不需要許多複雜的知識規則或學習架構。以 BDI 模型描述代理人智慧模組，包括目標與計畫。運用目標導向使用案例分析法擷取並分析使用者賦予代理人的任務，結構化代理人彈性目標與條件。使用模糊邏輯模型化不精確之代理人目標。分類各種可能的代理人使用策略，以產生不同的行動計畫。應用模糊多準則決策為代理人演進適應值評估機制。發展以基因演算法為主要演化程序架構，動態改善代理人行動計畫。

我們已經製作一個模糊多準則決策雛形系統，正繼續改善此代理人演進架構方法，並且計畫製作完整的演進法雛形系統，應用於多重線上拍賣系統。

## 六、誌謝

本研究計畫由國科會 NSC-90-2213-E-030-014 部分支持。

## 七、參考文獻

1 D. Georgakopoulos, H. Schuster, A. Cichocki and D. Baker. Managing Process and

Service in Virtual Enterprises. Information System, Vol 24, pp. 429-456, 1999.

2 A.K. Jain, M. Aparicio IV and M.P. Singh. Agents for Process Coherence in Virtual Enterprises. Communication of ACM, Vol. 42, No. 3, pp. 62-69, March 1999.

3 Workflow Management Coalition, Technology & Glossary, Document Number WWFMC-TC-1011, June, 1996.

4 D. Georgakopoulos, H. Sinha, K. Huff and B. Hurwitz. Monitoring Multi-organizational Processes. Proceedings of the 11th International Conference on Parallel and Distributed Computing Systems, pp. 75-80, 1998.

5 N. R. Jennings, P. Faratin, M. J. Johnson, T. J. Norman, P. O'Brien, and M. E. Wiegand: Agent-based Business Process Management. International Journal of Cooperative Information Systems, 5 (2&3):105-130, 1996.

6 T. J. Norman, N. R. Jennings, P. Faratin and, E. H. Mamdani. Designing and implementing a multi-agent architecture for business process management. Proceedings of the ECAI-96 Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages (ATAL-96), 149-161, 1996.

7 N. R. Jennings, P. Faratin, T. J. Norman, P. O'Brien and B' Odgers. Autonomous Agents for Business Process Management. Int. Journal of Applied Artificial Intelligence, 14(2):145-189, 2000.

8 S. Papavassiloiu, A. Puliafito, O. Tomarchio, and J. Ye. Integration of Mobile Agents and Genetic Algorithms for Efficient Dynamic Network Resource Allocation. Proceedings. Sixth IEEE Symposium on Computers and Communications, pp. 456-463, 2001.

9 P.K. Chrysanthis, T. Znati, S. Banerjee and S.K. Chang. Establishing Virtual Enterprises by mean of Mobile Agents. Proceeding of 9th International Workshop on Research Issues on Data Engineering: Information Technology for Virtual Enterprises (RIDE-VE '99). pp. 116-123, 1999.

10 J. Lee, L.F. Lai, K.H. Hsu and Y.Y. Fanjiang. Task-based Conceptual Graphs as a Basis for Automating Software Development. International Journal of Intelligent Systems, 15(12): 1177-1207, Dec. 2000.

11 J. Lee, N.L. Xue and J.Y. Kuo. Structuring Requirement Specifications with Goals. Information and Software Technology. 43, pp. 121-135, 2001.

12 郭忠義、李允中。建構 XML 基虛擬企業模型：文件驅動代理人方法。第十二屆物件導向技術及應用研討會。台南，十月，



- 
- 2001.
- 13 C. Hayes, Agents in a Nutshell-A Very Brief Introduction, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 11, No. 1, January/February 1999.
  - 14 S.Russell and P.Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.j., 1995.
  - 15 T. Papaioannou and J. Edwards, Using Mobile Agents to Improve the Alignment Between Manufacturing and its IT Systems. Journal of Robotics and Autonomous Systems, 27:45-57, 1999.
  - 16 M.K.S. Lee, I.P.J. Kim, and S. Park. Agent-Oriented Software Modeling. Proceeding of Sixth Asia Pacific Software Engineering Conference (APSEC' 99), 1999.
  - 17 T. R. Gruber. A Translation Approach to Portable Ontologies, Knowledge Acquisition, 5(2), pp. 199-220, 1993.
  - 18 J. Lee and J.Y. Kuo. New Approach to Requirements Trade-off Analysis for Complex Systems. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 10 (4): 551-562, July/August 1998
  - 19 J.Lee, J. Y. Kuo and A. Liu. Modeling User Requirements with a Front-end Analysis. International Journal on Artificial Intelligence Tools. 6(3): 313-324, Sep. 1997.
  - 20 L.A. Zadeh. Test-score Semantics as a Basis for a Computational Approach to the Representation of Meaning. Literacy Linguistic Computing, 1:24, 1986.
  - 21 N. Matos, C. Sierra, and N.R. Jennings. Determining Successful Negotiation Strategies: An Evolutionary Approach. Proceedings of International Conference on Multiagent Systems, pp. 182-189, 1998.
  - 22 C.G. Drummond, and D. Ionescu. A Learning Agent that Assists the Browsing of Software Libraries. IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 26, No. 12, Dec. 2000.
  - 23 C. Sierra, P. Faratin, and N.R. Jennings. A Service-oriented Negotiation Model between Autonomous Agents. In M. Boman and W.V. de Velde, editors, MAAMAW' 97, LNAI 1237, pp. 17-35, 1997.
  - 24 F. Zhu, and S. U. Guan. Towards Evolution of Software Agents in Electronic Commerce. Proceedings of the 2001 Congress on Evolutionary Computation. Vol. 2, pp. 1303 -1308, 2001.
  - 25 P. Faratin, C. Sierra, and N.R. Jennings. Negotiation Decision Functions for Autonomous Agents. International Journal of Robotics and Autonomous Systems, 1998.
  - 26 D. Goldberg. Genetic Algorithms in Search. Optimisation and Matching Learning. Addison-Wesley. 1989.
  - 27 J. Lee and J.Y. Kuo. Fuzzy Decision Making through Trade-off Analysis between Criteria. Information Sciences, 107(1-4): 107-126, June 1998.
  - 28 Baker, J.B., "Adaptive Selection Methods for Genetic Algorithms", Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms, pp.101~111, 1985.
  - 29 Chen, T.Y. and Chen, C.J., "Improvements of Simple Genetic Algorithm in Structural Design", International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol.40, pp.1323-1334, 1997.
  - 30 Michalewicz, Z., Logan. T., and Swaminath, S. Evolutionary Operators for Continuous Convex Parameter Spaces", In Proceedings of the 3rd annual Conference on Evolutionary Programming. World Scientific, pp. 84-97, 1994.