

智慧型代理人在多元件產品仲介上之應用

Intelligent Agents for Multi-Component Product Brokering

吳秀陽, 蔣興志

國立東華大學資訊工程學系

花蓮縣壽豐鄉大學路二段一號

Email: showyang@csie.ndhu.edu.tw

摘要

智慧型代理人能主動幫助使用者完成一連串使用者所交付的任務，在日益蓬勃發展的電子商務中扮演了越來越重要的角色。本文將根據消費者購買行為模式 (Consumer Buying Behavior Model)，建構以智慧型代理人為基礎之消費者導向電子商務機制，包含了 Merchant Agents, Consumer Agents, Catalog Agents, Agent Name Services 等所組成的虛擬市場。並以電腦採購為實驗領域，實作四個依據不同的升級策略所發展出來的多元件產品組合演算法。經過和消費者自行在網路上採購電腦的方式相比，我們所提出的電子商務機制和演算法在節省時間以及提高購買電腦的效能上，均有顯著的成效。

關鍵字: 智慧型代理人, 電子商務, 消費者購買行為模式, 虛擬市場, 多元件產品仲介

1. 簡介

智慧型代理人技術 [1] [4] [6]，是目前被各方頗為看好，提供自動化個人資訊服務 (automated and personalized information services) 最具潛力的新方向。簡單的來說智慧型代理人是具有主動性，連續性，溝通性，可適應性的電腦程式 [6]。

以智慧型代理人建立網路電子商務機制，是一個新的思考方向與發展空間，尤其是針對協助消費者而言。這是因為購買 (shopping) 這個動作，實際上需要消費者花費許多的辛勞。所需做的工作包括像是確認需求、尋找適當的產品、尋找對買 (賣) 方消費者所想買 (賣) 的物品有興趣的商家或個人對象、藉由比價或是比較商品的特色及附加服務來做下交易的決定、在雙方都同意的情況下進行實際交易與產品遞送等等。對於週期越短、

變動越大、越多樣性的產品，消費者所需花費的時間與精力越高。有些產品的購買，還需要相當的專業知識，才能順利買到適當的產品，或避免吃虧上當。上述這些工作，對消費者而言，的確是繁瑣而費神。但卻是智慧型代理人最能發揮其功能之處，可以大幅減輕消費者的負擔。

我們的目標是建構以智慧型代理群為基礎之消費者導向電子商務機制，並以電腦採購為實驗領域，對消費者在採購多元件所組成的電腦時，提供產品推薦、商家推薦等兩個階段的自動化及個人化產品採購決策支援。

2. 相關研究

2.1 消費者購買行為模式

要認明智慧型代理人在電子商務中所能扮演的角色，可以從分析消費者的購買行為模式著手。已經有許多人提出一些理論或是模式來描述和分析消費者的購買行為。像是 Nicosia model [12]、Engel-Blackwell model [5]、以及 Bettman 的 information-processing model [3] 等。雖然他們各所提出的模式不盡相同，但這些模式全部都具備相似的六個引導消費者購買行為的基本步驟 [9] [16]。這六個步驟也清楚地說明了智慧型代理人技術應用在消費行為的地方，並讓我們可以更有系統的將現有以智慧型代理人為仲介之電子商務系統加以分類。這六個步驟分別是 [17]：

1. **確認需求 (Need Identification)** — 這一階段敘述了消費者如何體認或知道他需要甚麼東西。
2. **產品仲介 (Product Brokering)** — 這階段包含相關訊息擷取用以幫助消費者決定要買甚麼 (WHAT to buy)，也包括了以消費者提供的標準來對不同商品間的評估。這個階段的結果被稱為產品的「考量集」

(consideration set)。

3. **商家仲介 (Merchant Brokering)** — 此一階段合併了前一階段的「考量集」與商家明示的訊息，用以幫助決定將去向誰購買 (WHO to buy from)。這包括了根據消費者選擇的標準來對不同商家間的評估 (例如說：價錢，保證期，可獲得度 (availability)，運送時間，名聲等)。
4. **協商 (Negotiation)** — 這階段是關於如何去決定交易 (transaction) 的內容。根據市場的不同，協商的時間與複雜度也跟著改變。
5. **購買及遞送 (Purchase and Delivery)** — 產品的購買與運送既可在協商階段終止時，也可在那之後發生。在某些情況下，支付方式的選擇或是運送選擇可能影響產品及商家仲介階段。
6. **服務及評估 (Service and Evaluation)** — 包括產品服務，顧客服務，及對整體購買經驗及決定的滿意度評估。評估的結果將影響消費者下次的購買行為。

目前大部分的電子商務研究，著重於商務交易的部分，較少在消費者部分提供服務。但是消費者花費相當多時間與精神在產品和商家的搜尋，以及協商之上。我們的研究目標是希望利用智慧型代理人技術，在上述 1、2、3、4 四個階段，幫助消費者節省時間、提高產品和商家搜尋的品質。接下來我們將介紹一些這方面的相關研究。

2.2 各種以智慧型代理人為仲介之電子商務系統

各種以智慧型代理人為仲介之電子商務系統相當多，包括像是麻省理工學院 (MIT) 的 Kasbah 系統[11]，密西根州立大學 (University of Michigan) 的 AuctionBot [19]，麻省理工學院的 Tete-a-Tete (T@T) [8] 系統等。我們簡介其中較為著名的幾項研究。

在產品仲介方面，**PersonaLogic** [14] 是個可以藉由帶領消費者穿梭龐大的產品特色空間而讓消費者縮小最適合產品的範圍的工具。這個系統讓消費者指明產品特色的限制以過濾掉不需要的產品。**Firefly** [7]，如同 PersonaLogic 一樣，幫助消費者尋找產品。但是，並不是藉由消費者指出的特色過濾。Firefly 使用大多數志趣相同的人所選擇的產品做為提供的建議。Firefly 現在多用在音樂或書籍產

品方面。

在商家仲介方面，Andersen Consulting 的 **BargainFinder** [2] 是第一個提供線上比價的購買代理人。消費者給定一個明確的產品，BargainFinder 會從九個不同的商家網站詢問它們的價位。BargainFinder 對於真實世界中的價格比較這一方面提供了相當有價值的服務。可是也發現有些商家為了不被捲入這場網路價格戰中，使用電腦技術阻止 BargainFinder 的中央伺服器存取該商家的商品資訊，這種情形被稱為「商家阻礙」(merchant blocking)。**Jango** [9] 可以被視為進階的 BargainFinder。它是將對產品的需求起始於消費者的 Web 伺服器，而非像 BargainFinder 一般由中央伺服器發出。改進了後者所具有的「商家阻礙」問題。如此一來，送至商家的請求就會如同真正由消費者送出。

Kasbah 系統[11] 是探討零售市場的協商 (Negotiation) 機制。協商是兩者或兩者以上，依照共同的目的，找出符合大家利益的可能解決方式的決策過程。Kasbah 系統探討競爭性的協商 (Competitive Negotiations)，也就是在協商過程中，買賣雙方是互相對立的。買方憑藉價錢上面的高低，來選取他的供應商。

麻省理工學院 (MIT) 的 Tete-a-Tete (T@T) 系統[8] 是一個採用多維效用分析 (Multi-Attribute Utility Theory, MAUT) [15] 以及 DCSP 協商協定[18]，來架構和傳統零售交易方式一樣的電子商務系統。消費者及零售商之間是對等而共同合作的關係。系統可以幫助零售商調整自身所提供的服務，更能滿足消費者的個人需求，並建構一個更有效率，顧客滿意度更高的市場。目前 T@T 系統仍在發展中。

3. 多元件產品組合策略及演算法

我們觀察一般消費者在採購電腦時的方法，通常會先去尋求目前一般流行的電腦組合是哪些，然後再針對個人需要做某些配備的升級或降級，所以在我們的搜尋策略中也把這一部份納入，設計了樣板 (Templets)。所謂樣板是依據目前市面上各商家所提供的組合套餐中所歸納出來的組合，當消費者的預算大於組合的金額時，我們的搜尋策略就會對組合中的個別元件做升級的動作。

升級又分為靜態和動態的升級，所謂靜

態升級，就是固定順序升級的意思。也就是說如果有好幾個元件符合升級的條件時，要先升級哪一個？在 3.2、3.3 節所敘述的產品組合策略與演算法是使用固定順序的方式來搜尋、升級，例如中央處理器→記憶體→硬碟→螢幕卡→螢幕→光碟機→主機板這種固定順序。為了更能切合消費者的需求，可以依據不同的電腦用途，訂定不同的順序。我們依據 99'01 第三波雜誌的調查報告，將電腦用途分為上網用、文書處理用、玩遊戲(家庭用)、多媒體/繪圖用、以及寫程式(Coding)用等五類，這五類各自有不同的升級順序。

有鑒於固定順序升級會造成對順序先後的爭議，我們又發展了動態順序升級的方法，也就是每次依照每個元件的特性來做比較，決定先對哪一個元件升級，而不是固定升級順序。3.4、3.5 節的演算法使用的就是動態順序方式，分別是依據價格差距最小，以及效能/價格比最大的策略來作動態順序升級，細節在 3.4、3.5 節詳述。

3.1 系統架構

3.1.1 消費者代理人

顧名思義，消費者代理人正是替消費者分憂解勞，協助打點整個購買過程的相關資料搜尋與細節工作。主要功能包括：

- 依照消費者的意願，向 Agent Name Services 或向商家註冊登記，以便訂閱 (subscribe) 或接收相關產品資訊的推送 (push)。隨時注意最新市場情報和消費動態，當消費者有購買產品需求時，消費者代理人會主動向整合型電子型錄索取產品型錄，以作為採購決策之依據。
- 接受委託，針對個別消費者所給定的特殊需求或限制 (像是一定的預算之內)，找出最佳的產品組合，並提供可能的替代方案，以利消費者作最後的決定。

在我們的實驗中，消費者代理人包含了介面代理人(Interface Agent)、任務監視及協調代理人(Task Monitoring & Communication Agent)、專業知識代理人(Rule Agent)三個部分。介面代理人是負責讀取消費者的價格限制、個人傾向、以及購買電腦的用途等。任務監視及協調代理人向商家代理人或整合型電子型錄要求最新的產品資料，例如價格、製造商、商家名稱、或是效能值。專業知識代理人利用專業判斷決定在有限的價格內該購買何種產品，最後將結

果傳回介面代理人，回應建議電腦組合給消費者。

3.1.2 商家代理人

代表商家與消費者進行溝通，提供商品資訊與服務。主要功能包括：

- 向 Agent Name Services 註冊登記，商家代理人註冊的資訊包括了商家的名稱、位置，是否接受議價，以及商家分類；以便於消費者或同業的查詢。
- 向 Integrated E-catalog Services 提供商家與產品資訊。

3.2 固定順序升級及元件效能優先搜尋法

本演算法的做法就是在一定的金額限制下，每一種元件都找效能值最好的一個加入我們的組合之中。當然效能好的產品相對來說價格也較高，所以說金額限制很容易就超過了，這時就採用倒退式搜尋(Backtracking)，再回上一層找尋次好的元件，重複上述過程直到找出整套電腦組合為止。

我們定義 $Cset_i$ 代表某類元件，一個序列 $Seq = \{Cset_1, Cset_2, Cset_3, \dots\}$ 代表元件集合以及升級的優先次序， N 代表一套電腦需要的元件數， C 表示元件， $C.Perf$ 表示元件的效能值， $C.Price$ 表示元件的價格。演算法的目的就是在消費者個人條件與金額限制下，找出一組效能最大元件組合。演算法如下：

FOCPF(Seq, Order, Price_limit)

```
{
  Result := empty;
  Return_C := empty;
  if (Num(Computer[]) = N) return Computer[];
  while (true)
  {
    Cset := Seq[Order];
    Max_C_Price := Price_limit - Return_C.Price;
    if (Result is empty)
      Return_C := PF1(Cset, Max_C_Price);
    else if (Result is fail)
    {
      Remove last Component from Computer[];
      Return_C := PF1(Cset, Return_C.Price);
    }
  }
}
```



```

}
if (Return_Ci is not empty)
  Replace TCi with Return_Ci;
  TPrice = TPrice + ε ;
}
return Templet;
}
PF3(SCset, Price_Limit, TC)
{
  for all C in SCset
    for all C.Price < Price_Limit
      Return_C := the 1st C with C.Perf > TC.Perf;
    if Return_C is empty
      return empty;
    else
      return Return_C;
}

```

3.5 PP 值選取演算法

上述的三個演算法分別是從個別效能最好、整體效能最平均、預算金額利用率最高的角度出發，第四個演算法則是希望追求整體效能/價格比最好，也就是用最少的金錢買到效能最佳的電腦，我們稱之為”PP 值選取演算法”：

```

PP_Value(SCset, Templet, Total)
{
  do {
    for all Ci in Scset {
      Price_Limiti := Total - Σx≠i TCx.Price;
      (PP_Valuei, Return_Ci) :=
        PF4(Ci, Price_Limiti, TCi);
    }
    if (PP_Valuei is the maximum)
      Replace TCi with Return_Ci;
  } until (all PP_Valuei is 0)
  return Templet;
}

```

PF4(SCset, Price_Limit, TC)

```

{
  for all C in SCset
    for all C.Price < Price_Limit

```

```

  for all C.Perf > TC.Perf {
    PP_Value := Select the Max (Performance
    distance/Price distance);
    Return_C := the C with the Max PP_Value;
  }
  if PP_Value is empty
    return (0, empty);
  else
    return (PP_Value, Return_C);
}

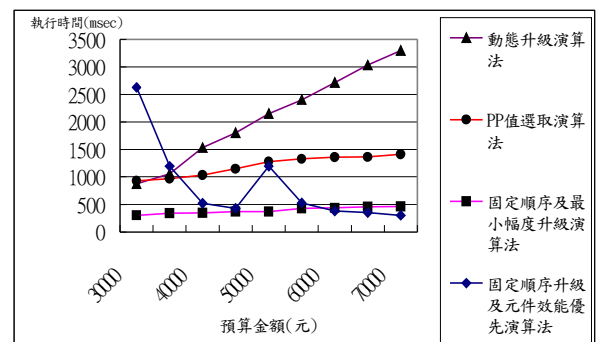
```

這個演算法也是採用動態升級，做法是每次針對樣板組合中所有的元件掃描一遍，檢查每一個元件能夠升級的範圍內，效能增益/價格差最大的是哪一個，如果增加的價錢沒有超過總預算金額，就將該元件升級。

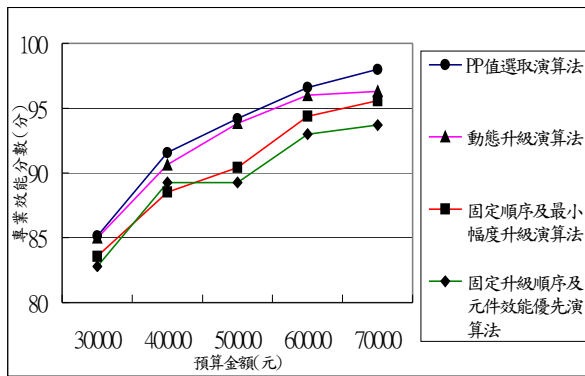
4. 效能評估

4.1 執行效能與預算金額間的關係

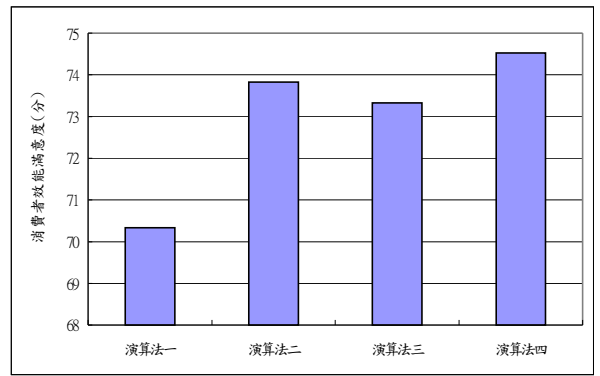
在執行效能方面，我們針對四個演算法在資料量和預算金額兩方面的大小，與執行時間的差異做比較。結果發現”固定順序升級及元件效能優先演算法”的執行時間隨著預算金額的放寬而減少(圖一)，其他三個演算法則是相反，預算金額愈大，執行時間愈長。這是因為當預算金額小的時候，”固定順序升級及元件效能優先演算法”花很多的時間做倒退搜尋(backtracking)，等金額限制漸漸放寬了，所找到的元件都符合預算金額之內，也就不需要倒退搜尋了。不過”固定順序升級及元件效能優先演算法”在 45000 到 55000 之間執行時間突然增加，這是因為原先一些高價的元件在預算金額少的時候，因為超過預算而被摒棄在考慮範圍之外，等預算金額增加後又被納入考慮範圍



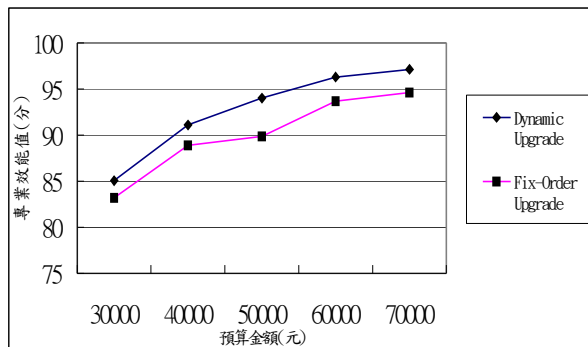
圖一 金額限制與執行時間比較圖



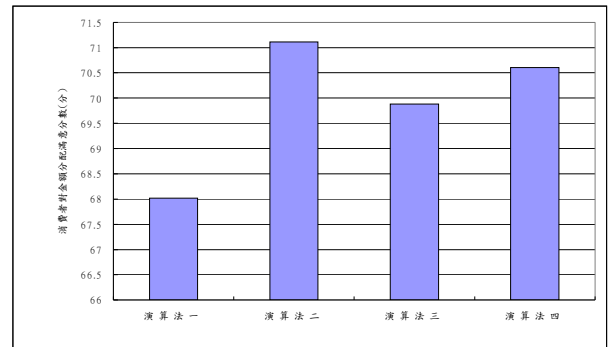
圖二 預算金額與專業滿意度比較圖



圖四 消費者對效能之平均滿意度



圖三 不同升級順序的比較圖



圖五 消費者對金額分配之平均滿意度

之中，可是因為價格太高了，造成倒退搜尋次數增加，因此執行時間不減反增。

4.2 滿意度分析

由於我們的實驗是要找出一套滿足消費者需求的電腦組合，所以消費者的滿意度就是很重要的參考指標。我們所定義的滿意度區分為專業滿意度以及消費者滿意度。專業滿意度是將元件效能區分為 60 到 100 分，然後計算每一組元件的總配分是多少，加權平均得到的分數。消費者滿意度是直接以問卷調查使用者對電腦選出來組合的滿意度。

4.2.1 不同策略的專業滿意度比較

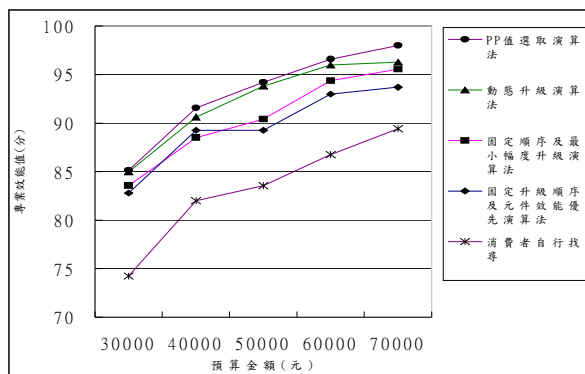
首先從預算金額來看專業滿意度(圖二)，我們發現”PP 值選取演算法”的專業滿意度最高，”固定順序升級及元件效能優先演算法”最低。因為”PP 值選取演算法”每花一塊錢都追求最大的效能增益，可是”固定順序升級及元件效能優先演算法”持續追求單一元件最佳效能，由於高效能也幾乎等於了高價格，在預算金額固定的情形下，對於升級順序排在後面的元件造成了金額排擠效應。

我們再看圖三，這裡的 Fix-Order Upgrade 線段就是圖二中”固定順序升級及元件效能優先演算法”以及”固定順序及最小幅度升級演算法”兩者專業效能值的平均。同理，Dynamic Upgrade 就是”動態升級演算法”和”PP 值選取演算法”的平均。很明顯的，Dynamic Upgrade 因為花錢時都會評估效能值的提昇，所以結果比較好。

4.2.2 不同策略的消費者滿意度比較

當我們找出電腦元件組合後，還是要由消費者來做評審，決定何種配備組合是最符合他們的需要。因此我們從組合效能以及金額分配兩方面，分別做問卷調查，得到結果如圖四、五。(圖中，演算法一:”固定順序升級及元件效能優先演算法” 演算法二:”固定順序及最小幅度升級演算法” 演算法三:”動態升級演算法” 演算法四:”PP 值選取演算法”)

在消費者效能滿意度部分(圖四)，我們發現”PP 值選取演算法”的滿意度最高，可是”動態升級演算法”的名次卻落入第三。前者我們可以從 4.2.1 節的理由來理解。後者”動態升級演算法”會將資源集中在效能、價差小的元



圖六 使用智慧型代理群以及消費者自行搜尋的效能比較

件群，卻不受到消費者的青睞，可見消費者在每項元件的效能平均是頗為講究。

在金額分配效度部分(圖五)，我們發現”固定順序及最小幅度升級演算法”在升級時因為保有樣板配備的特性，所以在整體金額分配受到消費者的肯定。”PP值選取演算法”表現也不錯，居於第二。

4.3 消費者與電腦系統的比較

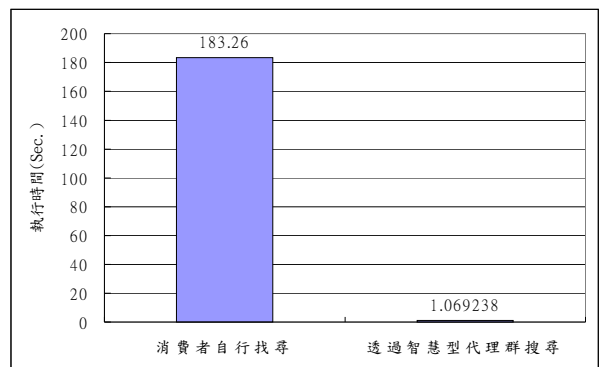
四種產品組合策略及升級演算法，經過相互比較，從不同角度分出優劣。可是如果不和消費者自行搜尋的結果以及花費的時間作比較，還是無法對這四個演算法的效用，作明確的判斷。

首先在專業滿意度部分，我們假設消費者到網路上尋找適用的電腦，可分成整組家用電腦以及自行估價兩種，我們把找到的配備組合套用前述的專業效用分析，平均以後如圖六。在專業效能分數方面比起透過虛擬市場智慧型代理人搜尋到的結果來說，很明顯的有相當差距。

其次是搜尋時間部分，我們只比較消費者上網查詢我們用智慧型代理群找到的元件所需要花的時間，而不計算消費者找其他元件，以及比較、考量、和作決定的時間。就算是如此，我們也發現時間差距相當懸殊(圖七)。

5. 結論與未來方向

我們提出了一個以智慧型代理人為仲介之虛擬市場架構，並以電腦採購為實驗領域，設計消費者代理人、商家代理人、以及相關支



圖七 使用智慧型代理群以及消費者自行搜尋的時間比較

援服務。我們以消費者為中心，應用電腦專業知識，幫助消費者在產品仲介和商家仲介方面，節省搜尋時間，提高產品的專業效度。

依消費者的特性與要求，我們提出了四個針對多元件產品組合之選取策略與演算法，分別在不同的考量情況下，提供消費者更多的選擇。為了評估智慧型代理人的表現，我們提出專業滿意度和消費者滿意度的兩種評量方式。經過實驗證明我們的方法的確可以有效節省消費者在資訊搜尋與採購決策上所花費的時間，而且智慧型代理人所推薦的產品組合在專業效能上優於消費者自行搜尋的結果。

本研究所發展的技術，在應用層面可以分為虛擬市場和演算法兩部分。在虛擬市場方面，我們可以利用智慧型代理群來架構包含各種不同類型產品的虛擬市場。這樣的方式不但可以減輕消費者在資訊搜尋和產品選擇的負擔，同時也可以提供商家更多更廣的消費群。其次，本文所提方法，可以應用在其他多產品組合選取的各種領域上，例如音響組合採購方面。針對某一特定領域，首先要蒐集相關專業知識，分析產品元件，萃取 Ontology，並利用 Ontology 表示每個元件所包含的知識。接著是規則庫以及的 Rule Agent 建構。規則可以分為比較性的規則以及搭配性的規則。比較性規則用來判斷同類型元件中兩個不同元件的特性和優劣；搭配性規則是判斷不同類型元件間的搭配關係，以及整體組合搭配的專業知識。我們相信透過更進一步的應用發展，可以把多產品組合的複雜問題，讓智慧型代理人幫助我們處理。減輕消費者做決策的負荷，同時提高專業程度和決策品質。

在未來發展方面，我們可以實驗商家代

理人的主動傳送廣告功能，客戶服務功能，以及潛在客戶管理功能。在交易處理方面，可以透過仲介代理人(broker agents)作更有效率的交易處理及協商行為。將來商家代理人和消費者代理人之間可以研究討價還價的機制。希望透過交易自動化，使消費者得到更高的效用及更好的服務。

參考資料

- [1] Allan, J., J. Davis, D. Krafft, D. Rus, and D. Subramanian. Information agents for building hyperlinks. *Proc. 1993 CIKM Workshop on Intelligent Hyperlinks*, 1993.
- [2] BargainFinder. <http://bf.cstar.ac.com/bf/>
- [3] Bettman.,J. “An Information Processing Theory to Consumer Choise”, Addison-Wessley, 1979.
- [4] Bradshaw, J. Ed. *Software Agents*, MIT Press, 1997.
- [5] Engel, J. and R. Blackwell. “Consumer Behaviour”, 4th ed. CBS College Publishing, 1982.
- [6] Etzioni, O. and D. S. Weld. Intelligent agents on the Internet: Fact, fiction, and forecast. *IEEE Expert*, Aug 1995.
- [7] Firefly. URL: <http://www.firefly.com/>
- [8] Guttman, Robert H. and Pattie Maes. "Cooperative vs. Competitive Multi-Agent Negotiations in Retail Electronic Commerce." In *Proceedings of the Second International Workshop on Cooperative Information Agents (CIA'98)* . Paris, France, July 1998.
- [9] Hawkins, D., K. Coney, and R. Best. *Consumer Behavior: Implications for Marketing Strategy*. Business Publications, Inc., 1980.
- [10] Jango URL: <http://www.jango.com/>
- [11] Kasbah URL: <http://kasbah.media.mit.edu/>
- [12] Nicosia., F. “Consumer Decision Processes: Marketing and Advertising Implications.” Prentice Hall. 1966.
- [13] Patil, R., R. Fikes, P. Patel-Schneider, D. McKay, T. Finin, T. Gruber, and Neches, R. The ARPA Knowledge Sharing Effort: Progress report. In B. Nebel, C. Rich, and W. Swartout, editors, *Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Third International Conference (KR'92)*, Nov. 1992.
- [14] PersonaLogic. URL: <http://www.personalogic.com/>
- [15] Rosenschein, J. and G. Zlotkin. *Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negotiation among Computers*. MIT Press, 1994.
- [16] Runyon, K. and D. Stewart. *Consumer Behavior, 3rd ed.* Merrill Publishing Company, 1987.
- [17] Terpsidis, I., A. Moukas, B. Perguiodakis, G. Doukidis, and P. Maes. The Potential of Electronic Commerce in Re-Engineering Consumer-Retail Relationships through Intelligent Agents. J.-Y. Roger, B. Stanford-Smith, and P. Kidd. (eds.) *Advances in Information Technologies: The Business Challenge*, IOS Press, 1997.
- [18] Tsang., E. *Foundations of Constraint Satisfaction*. Academic Press, 1993.
- [19] Wurman, P., M.Wellman, and W.Walsh. “The Michigan Internet AuctionBot: A Configurable Auction Server for Human and Software Agents.” In the *Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents*. May, 1998.