

# 分群循環以物易物自動媒合系統

張碩成

世新大學資訊管理學系

force1130@gmail.com

林金玲

世新大學資訊管理學系

jllin@cc.shu.edu.tw

## 摘要

由於電子商務的快速發展，加上環保意識的高漲，使得以物易物重新回到生活當中。然而在以物易物網的龐大資料中，要尋找能滿足本身需求，同時也滿足對方需求，意即構成雙重需求偶合，以達成交換的情況相當不易。這將使得交易成本過高、配對成功率低。論文旨在藉由軟體代理人的協助，自動媒合交易循環，以避免雙重需求偶合。並使用分群方法依物品類別相似度分群，以增加媒合的效率，每一群再以交易循環偵測來偵測是否形成交換循環，再由系統向使用者推薦可行的交換方式。另外，還允許多種類型的物品搭配在一起交換，以增加交換組合的多元性。

關鍵詞：以物易物、軟體代理人、資料探勘、循環偵測

## 壹、緒論

由於電子商務的快速發展，加上環保意識的高漲，使得以物易物的交易型態在網際網路上重新回到生活當中。然而，在以物易物網的龐大資料中，要尋找能滿足本身需求，同時也能滿足對方需求，意即構成雙重需求偶合(Double coincidence of wants)，以達成交換的情況相當不容易。這將使得交易成本過高、交易配對成功率低，為了解決上述的問題，藉由軟體代理人(Software Agent)的協助，自動媒合交易循環以減少交易成本與提高配對成功率，會是一值得研究的方向。因此，本論文研究藉由軟體代理人協助分群循環以物易物的媒合模式，透過多筆交易形成交易循環的方式將可避免雙重需求偶合的問題，增加配對成功率。並且在找尋交易循環之前先依據交易物品類別相似度分群，以增加配對效率。另外，還在單一交易中允許多樣物品種類搭配在一起交易，以增加交換組合的多元性。

## 貳、相關研究

本研究涉及軟體代理人如何幫助使用者進行交易配對，並利用資料探勘的群集分析提升交易配對的效率。在相關文獻方面，先探討以物易物的商業模式，接著探討群集分析以及軟體代理人。各個相關研究領域的發展現況及成果詳述於下列各小節中。

### 一、以物易物的交易模式

以物易物不同於貨幣交易，不一定是等價交換，而是屬於動態定價的一種。在動態定價中較常出現的交易型態有：以物易物(Barter)、議價(Bargaining)、投標(Bidding)、拍賣(Auction)、票據交換(Clearing)、合約(Contract) [5]。目前的線上以物易物可依據電子商務類型和以物易物的運作模式分類。在電子商務類型上包括了 B2B 和 C2C 的以物易物，而 Abbassi and Lakshmanan(2008) 將以物易物依據以物易物運作模式分類為 [2]：

- 一次性市場：每位使用者在給出物品的同時即得到對方的物品當作報酬。又分為：
  - 一對一交換市場：即找到兩個具有雙重需求偶合的人達成交換。
  - 短循環交換市場：藉由循環(cycle)來達成一組交易。
  - 可能性交換市場：一樣是以循環為主，但多考慮了交換中可能用到的其他屬性，比如使用者評價、所在位置…等等。
- 隨時間推移市場：每位使用者在給出物品的當下可能沒有得到物品當作報酬，但是賺得了一些點數(barter credits or barter dollars)，這些點數可在日後使用。

本研究是建構在 C2C 上，並且使用循環式交易以避免雙重需求偶合的問題。

### 二、群集分析

資料探勘中的群集分析(Cluster Analysis)是將資料集中的資料紀錄，加以分群成數個群集(cluster)，使在同一群及內的資料都相似，不同群集內的資料則差異較大。一般而言，可將群集分析分為五個主要工作程序 [1]，包括：(1)資料的表示與轉換(2)相似度

計算(3)分群法(4)分群結果與評估(5)群集的解釋與分析。其中，在分群法的階段，本研究採用階層分群法中的 ROCK 分群法，因為 ROCK 分群法適合處理類別性屬性資料和大量的資料，是基於資料互相鏈結 (Inter-connectivity) 的關係而聚合兩分群。

### 三、軟體代理人

根據 [6][7][4]幾項定義，軟體代理人可定義為：「一個被置於特定環境中的一個或多個的程式，可以自動地依據使用者所交付的目標去執行任務，對於環境或使用者偏好的改變也可以察覺並做出適當的回應，並能與其它代理人溝通，以達成預定的任務。」

## 參、問題定義

論文研究旨在使用循環交易的方式，而且允許以多種物品的方式來交換。藉由群集分析將交易物品資訊依照物品類別的相似性做分群，使軟體代理人在各群集中尋找適當的配對交易循環，再向使用者推薦進行交易，以提升找尋交易循環的效率。針對如上的描述，論文研究所探討相關的輸出入訊息、評估函數及研究限制與假設說明如下：

#### ● 相關的輸入訊息

- 以物易物的主角(通常以會員形式來規範這些交易的主角)
- 交易內容
  - ◆ 擁有物品的資訊：物品所屬的類別、物品內容，其中物品內容可以是單樣物品或者是多樣物品組合的物品包
  - ◆ 欲交換物品的資訊：同擁有物品一樣，可以是單樣或多樣的物品
- 交易有效進行的時段：開始及結束時間
- 配對起始點的設定

#### ● 評估函數

評估函數用於評量所提出方法的效率，主要為以物易物的交易需求有多少可以被滿足、交易循環的長度、及找出交易循環所需的計算時間。

- 交易需求的完成率

在對配對結果做評估時，會以最大化交易需求的完成率為目標。

**Maximize  $T/N$**

(1)

N 為系統中所有待交易資料的總筆數，T 為所有在交易循環中的資料筆數。

- 交易循環的長度

研究在進行交易循環搜尋時，會以最小化為目標。如此一來，在實際進行交換時，所牽涉到的交易主角較少，成功交換的機會大增。

**Minimize  $\max_{i=1\dots n} |Cycle_i|$**

(2)

n 為每一群組中的交易循環數， $|Cycle_i|$  為第 i 個 cycle 的交易循環長度。

- 計算時間複雜度

#### ● 研究限制與假設

- 需具有交易主角機制的網站
- 最多允許三種物品組成封包一起交換。而封包內的物件不能再拆開各自交換
- 一項交易允許在一個交易循環中，不可同時存在於多個交易循環

#### 肆、分群循環以物易物自動媒合系統

本論文研究所提出的「分群循環以物易自動媒合系統」，首先要取得以物易物網的待交易資料，其中包含了會員擁有物品和欲交換物品的資料；接著將原始資料進行資料處理後，採用 ROCK 分群法來將物品類別較相似的資料分為一群，以增加之後尋找交易循環的效率。當分群完畢後，則在各群中將會員的擁有物品(Out)和欲交換的物品(In)以交易資料關係圖表示，再利用循環偵測(cycle detection)逐一搜尋交易對象並依據評估函數找出最佳的交易循環。若有形成交易循環，則依據評估函數對使用者推薦適合的交易循環，若要找尋其他交易循環可使用其他交易記錄為起始點重複上述步驟。而若沒有形成交易循環，便不做推薦的動作。分群循環以物易物自動媒合流程如圖 1 所示。

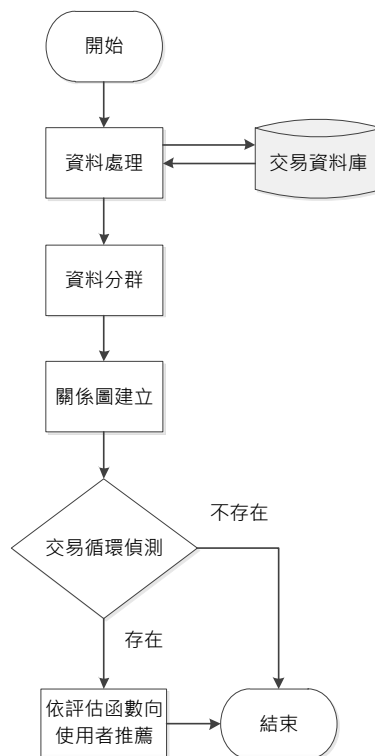


圖 1 以物易物自動媒合流程圖

##### 一、ROCK 分群法(RObust Clustering using linKs)

在使用者將擁有的物品放上網站的同時，即要求將物品分類，並且輸入想要換得的物品和所屬類別。接著使用群集分析將交易物品類別較為相似者分為同一群，以簡化之後以物易物的需求配對，並提升效率，之後在尋找交易循環配對時，則先在同一群內尋找。

ROCK 分群法是基於資料互相鏈結(Inter-connectivity)的關係而聚合兩分群。若兩群集的相似度超過預設的門檻值 $\theta$  (threshold)，那麼此兩群集即為鄰居。而此兩群集擁有

的共同鄰居數目稱為連結(link)，此連結的值越大，表示此兩群集合併為同一群的機率越大。當所有群集都沒有連結無法再往下聚合或是分群群組數達到預設的最少群組數參數 k 時就會停止分群的動作 [3]。

舉一範例來看，假設在以物易物網中有 11 筆交易資料，其資料紀錄了編號、擁有物品和欲交換的物品，如表 1 所示。

表 1 以物易物交易資料範例

交易編號(Number)	欲交換物品種類 (In)	擁有物品種類 (Out)
1	A13 螢幕、 A05 筆記型電腦	D06 套裝、 E01 名牌精品包
2	D06 套裝、 E01 名牌精品包	B02 數位單眼相機、 E03 旅行袋
3	B02 數位單眼相機、 E13 旅行袋	A05 筆記型電腦、 A06 筆記型電腦周邊、 C01 手機
4	A05 筆記型電腦、 C01 手機	A05 筆記型電腦、 A13 螢幕
5	A05 筆記型電腦	C09 傳真機
6	C09 傳真機	B02 數位單眼相機、 C01 手機、 E13 旅行袋
7	C01 手機	D06 套裝、 E01 名牌精品包
8	Q01 漫畫書	M05 塑膠模型
9	P05 DVD	Q01 漫畫書
10	M04 轉蛋食玩	P01 CD、 Q02 雜誌期刊
11	M05 塑膠模型	P05 DVD

在分群前先將資料進行整理，將物品分類的大類別取出，然後將它們作聯集，當作交易將涉及到的類別。接著過濾重複的資料，待群集分析後要做交易循環偵測時再恢復被過濾掉的交易筆數。所舉範例經資料處理後如表 2 所示。

表 2 以表 1 以物易物交易資料範例，群集分析所使用的相關資料

群組	擁有物品以及欲交換物品所包含的大類別
S <sub>1</sub>	ADE
S <sub>2</sub>	BDE
S <sub>3</sub>	ABCE
S <sub>4</sub>	AC
S <sub>5</sub>	BCE
S <sub>6</sub>	CDE
S <sub>7</sub>	MQ
S <sub>8</sub>	PQ
S <sub>9</sub>	MPQ
S <sub>10</sub>	MP

論文研究採用 ROCK 分群法，對整理後的資料進行分群，將物品類別較為相似的交易資料分為同一群，其主要步驟如下所述：

1. 計算任意兩點的相似度

ROCK 分群法的相似度測量採用 Jaccard coefficient 來計算 [3]其公式如下：

$$\text{Jaccard coefficient: } \text{Sim}(t_i, t_j) = \frac{|t_i \cap t_j|}{|t_i \cup t_j|} \quad (3)$$

即 $t_i, t_j$ 兩筆資料的相似度是  $t_i, t_j$  屬性值交集的數目除以  $t_i, t_j$  聯集的數目，其中  $0 \leq \text{sim}(t_i, t_j) \leq 1$ ，若這個值通過某一門檻值 $\theta$ ，那麼這兩筆資料就為鄰居，其值越大代表越相似。

2. 計算任意兩點之間的連結 (link) 個數

當任意兩點  $p_i, p_j$ ，有  $n$  個共同鄰居數時，其  $\text{Link}(p_i, p_j) = n$ 。

3. 計算將任兩群組間聚合於同一群聚的適合度 (Goodness Measure)

計算每兩群集的  $g(C_i, C_j)$ ，其公式如下：

$$g(C_i, C_j) = \frac{\text{link}[C_i, C_j]}{(n_i + n_j)^{1+2f(\theta)} - n_i^{1+2f(\theta)} - n_j^{1+2f(\theta)}} \quad (4)$$

此 $\text{link}[C_i, C_j]$ 數是群組  $i$  與群組  $j$  之間的連結數，將群組  $i$  之任一點與群組  $j$  之任一點間的連結數加總後得到 $\text{link}[C_i, C_j]$ 。另外 $n_i$ 表示  $C_i$  內的資料數； $f(\theta) = \frac{1-\theta}{1+\theta}$ 。

4. 選取 Goodness Measure 最大值的兩群組，將其聚合為同一群組。當群聚適合度之最大值為零時，停止演算程序。

5. 重複步驟 1 至 4，直到到達群組總數  $k$  值，或全部資料分群完畢即結束。

例： $\theta = 0.5$ ，重複六次後，群聚適合度之最大值為零，停止分群，最後分群的結果為： $(S_1, S_5, S_2, S_6, S_3, S_4)$ ,  $(S_7, S_8, S_{10})$ , 及  $(S_9)$  三群。

## 二、交易資料關係圖

接著將以物易物各交易紀錄間的關係以交易資料關係圖來表示，圖中以頂點表示交易編號，邊為交易資料其交換物品的輸出（所欲釋放的）和輸入（所想要換入的）方向。以上一節 ROCK 分群法所舉的範例為例，因分群結果有三群，每一群各有一對應的交易資料關係圖，以第一群  $(S_1, S_5, S_2, S_6, S_3, S_4)$  為例，其包括交易編號有 1、2、3、4、5、6、7，對應的交易資料關係圖形如圖 2 所示。

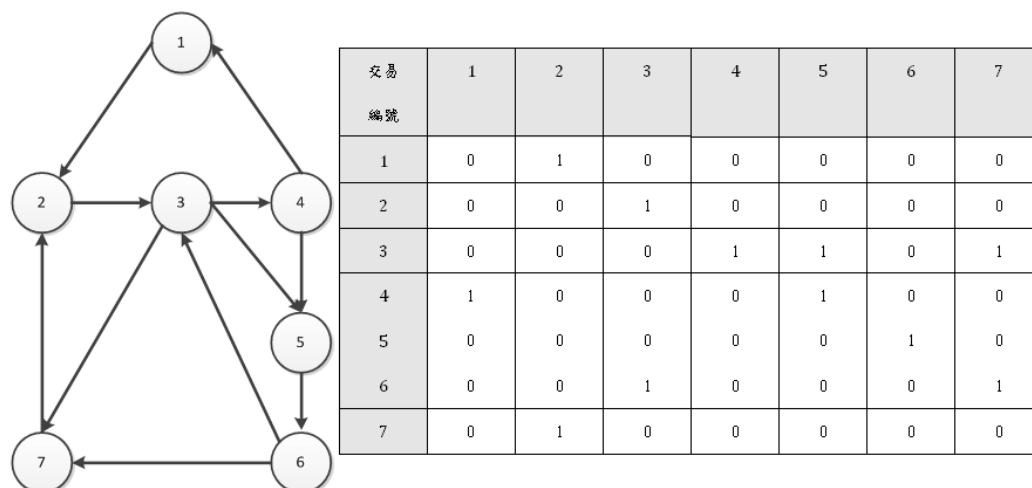


圖 2  $(S_1, S_5, S_2, S_6, S_3, S_4)$  群組內，交易資料關係圖

## 三、交易循環偵測

產生出交易關係圖之後，使用循環偵測(Cycle Detection, CD)搜尋可能的交易循環，採用深度優先搜尋(Depth First Search, DFS)進行循環偵測時，對於「已拜訪過」或者「已列入交易循環」的頂點會做上記號，以防同一筆交易被列到多個交易循環中。進行交易循環偵測時，先決定配對的初始起始點，而實驗是以亂數決定群中任一筆交易資料來當作配對初始起始點。假設初始起始點為  $V_0$ ，接著拜訪與  $V_0$  相鄰而未被標示為「已拜訪過」或「已列入交易循環」的頂點，假設  $V_1, V_2, \dots, V_i$  為  $V_0$  的相鄰頂點，則下一個走訪的是  $V_1$ ，當走訪過所有與  $V_1$  相鄰的頂點之後，再回頭繼續走訪  $V_2, V_3, \dots, V_i$ ，如此一直重複，直至走訪到被標記為「已拜訪過」的頂點，代表形成一個交易循環，接著再將此交易循環所包含的所有頂點標記為「已列入交易循環」的記號。

根據評估函數的定義，如式(2)，為了讓交易比較容易達成，交易循環中的交易資料數越少越好，因此，若可走訪路徑中，已有被標記為「已拜訪過」記號的頂點，會優先被走訪；當沒有路徑可以走訪時，則以此群的另一筆交易資料作為起始點繼續交易循環的偵測，重複上述步驟直到此群的所有交易資料都當過起始點為止。

系統以隨機亂數產生循環偵測的最初起始點，但由於最初起始點的不同會影響到找尋交易循環的結果，因此，循環偵測會在群組中執行三次，然後再比較三次的結果，將具有最佳評估函數值的結果作為系統要推薦的交易循環。

以上一範例為例，在第一群  $(S_1, S_5, S_2, S_6, S_3, S_4)$  中，以隨機的方式產生起始點，假設起始點分別為交易編號 1、6、及 3。以節點 1 為起始點，接著走訪節點 2 → 節點 3 → 節點 4，走訪到節點 4 時，原本下一點應該要走訪節點 5，但由於節點 4 也可走訪到節 1，

且節點 1 被標記為「已拜訪過」的節點，根據評估函數中的「一筆交易循環中所涉及的交易數最少」，此時系統會選擇走訪節點 1 而非節點 5，走訪節點 1 後，便形成一個交易循環，此時節點 1、2、3、4 會被標記為「已完成交易循環」；所以，接下來會以節點 5 為起始點，可走訪到節點 6、7，但走訪到節 7 後，已無尚可走訪的節點可以繼續走訪，故結束以節點 5 為起始點的循環偵測；接著改以節點 6 為起始點，以此類推，直到群集中的每一個尚未被標記為「已完成交易循環」的節點也都當過起始點為止。

執行三次後的資料如表 3 所示，三次找尋交易循環的資料，先以「最少未完成交易數」作為比較，其中最初起始點為節點 1 和最初起始點為節點 3，未完成的交易數都是 3 筆，因此，再以「最多交易循環個數」作為比較，唯兩者的交易循環個數也一樣，於是選擇較後執行的，本例的交易循環為交易編號 3、4、5、2。

表 3 不同起始點產生的交易循環資料

最初起始點	交易循環	未完成交易的個數	交易循環的個數
1	1、2、3、4	3	1
6	7、2、3	4	1
3	3、4、5、2	3	1

## 伍、模擬與分析

本章節根據第四章研究方法，建置相關電腦程式，透過模擬以物易物交易資料進行分析，根據以物易物交易的相關資料，使用論文所建置的「分群循環以物易物自動媒合系統」進行實驗模擬，以對所提出的方法進行績效評估。

論文研究的系統使用 Java 編寫，資料庫採用 MySQL，而模擬環境為配備 1.95G 的 RAM 的 Intel® Core™2 Quad CPU Q9300 處理器及 Windows XP Professional 作業系統的桌上型電腦。

### 一、 模擬資料

實驗中用來分析「分群循環以物易物自動媒合系統」的資料來源，是以亂數隨機產生，資料筆數以 100、200 和 500 筆為主。為避免交易類別種類太多，影響到交易達成的難易度，因此按照在交易資料筆數中的比例，設置大類別為 5 種，各大類別擁有 3 種小類別，總共有 15 種物品類別。交易的 5 種物品大類別，分為(A)電腦軟體與 PDA、(B)相機、攝影與視訊、(C)手機與通訊、(D)女裝與服飾配件、(E)女包精品與女鞋，而每個大類別之下各有 3 種小類別，模擬用的交易物品類別如表 4 所示，交易資料的項目包含：交易編號(num)、擁有的物品(own)、想要的物品(want)，其中每一筆資料中擁有的物品和想要的物品，各可以包含最多 3 種物品。



表 4 模擬用交易物品的類別

A01 桌上型電腦	A02 蘋果桌上型電腦	A03 電腦零組件
B01 消費級數位相機	B02 數位單眼相機	B03 數位相機配件
C01 手機	C02 手機配件	C03 手機門號
D01 女裝上衣	D02 裙子	D03 褲子
E01 名牌精品包	E02 一般流行包款	E03 皮夾

二、 測試與分析

模擬透過隨機亂數產生的虛擬交易資料，來做測試與分析，每筆交易的擁有物品和想要物品最多可包含三樣物品，而大類別為 5 項，小類別為 3 項，由於論文研究所運用之 ROCK 分群法，需要設立群組間相似度門檻值與預設群組數目，而模擬將透過不同的門檻值和資料量分別測試對於交易完成率、交易循環長度和交易循環數量的關係。另外，分析交易資料筆數和門檻值對於 ROCK 分群時間、尋找 Cycle 時間和總執行時間的影響。以及跟一對一耦合的方式做比較。

模擬中以交易資料量為 100 筆、200 筆以及 500 筆，以門檻值 0.5、0.6 和 0.7 來測試，各進行 30 組不同的模擬案例。

首先模擬測試本研究所提出的「分群循環以物易物自動媒合系統」與一對一耦合的完成率比較。模擬測試在資料量為 100 筆、200 筆以及 500 筆的結果如圖 3、圖 4 和圖 5 所示。

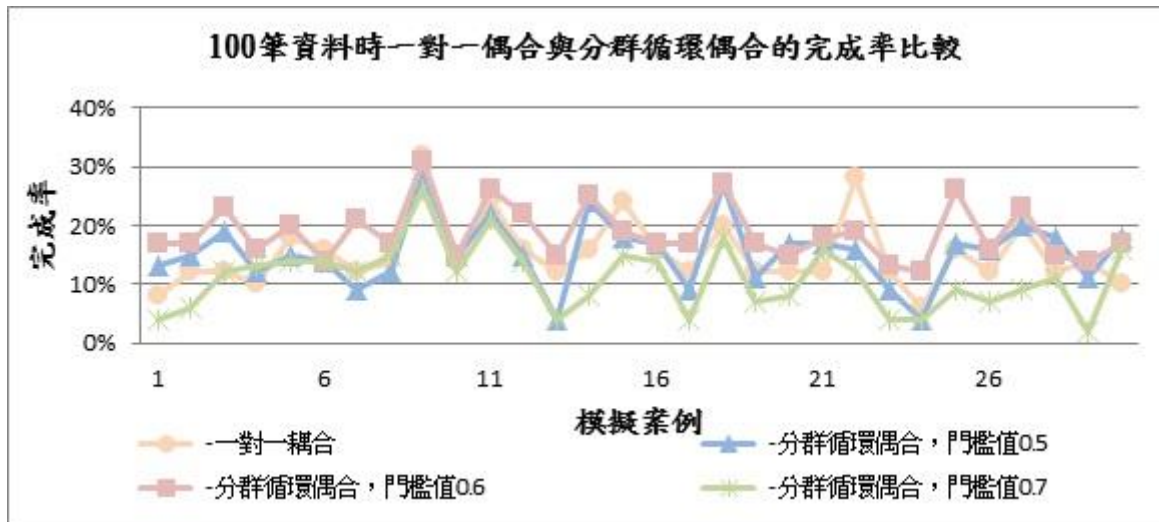


圖 3 100 筆資料時，一對一耦合與分群循環耦合的完成率比較

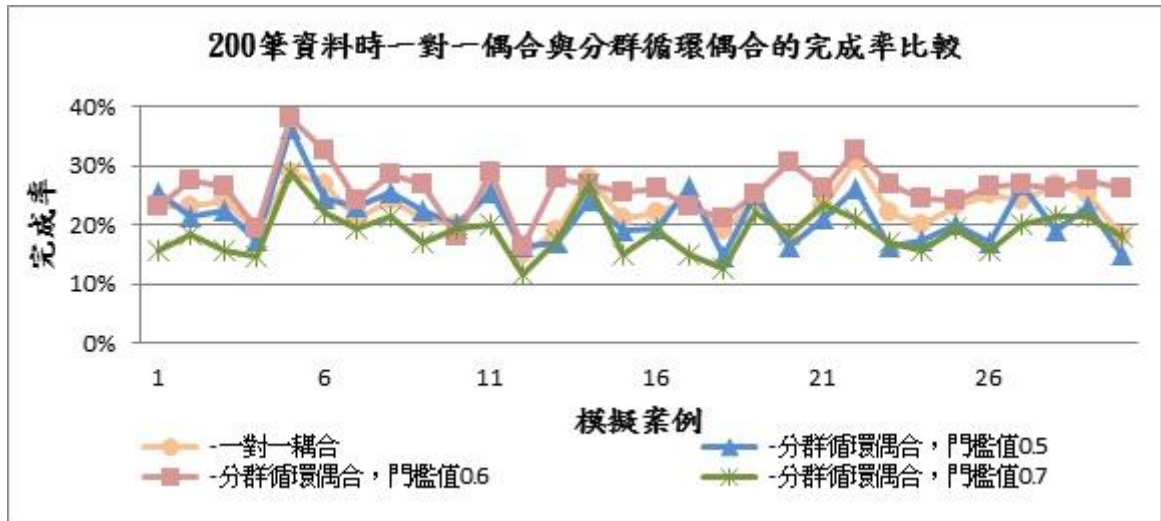


圖 4 200 筆資料時一對一耦合與分群循環耦合的完成率比較

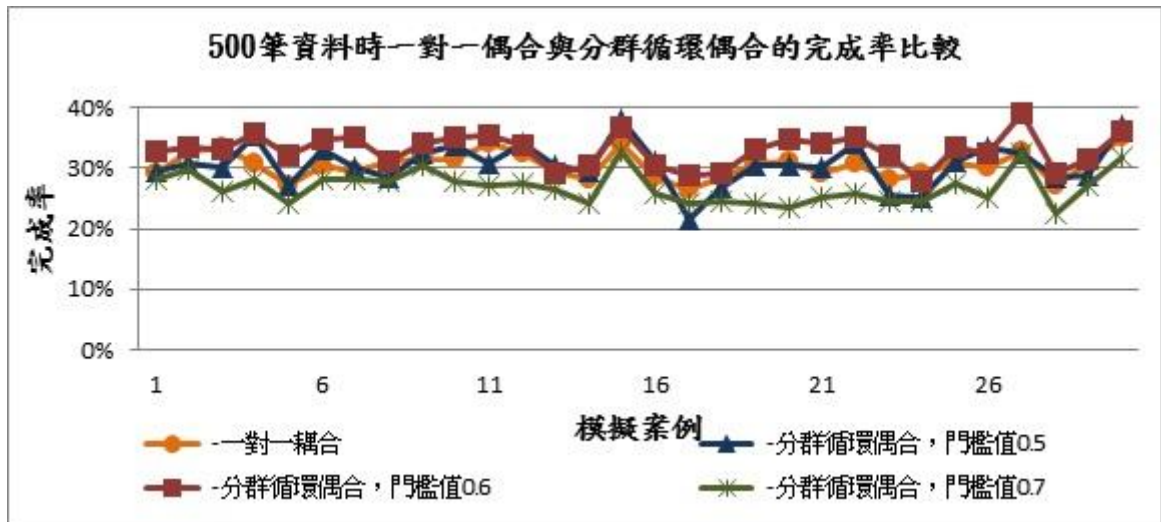


圖 5 500 筆資料時一對一耦合與分群循環耦合的完成率比較

由圖 3、圖 4 和圖 5 可以看出，在分群門檻值為 0.6 時的完成率普遍是比分群門檻值為 0.5、0.7 和一對一耦合還要高。在模擬中，資料量為 100 筆時，分群門檻值 0.5、0.6、0.7 和一對一耦合的平均完成率各為 15%、18%、12% 與 15%。資料量為 200 筆時，在分群門檻值 0.5、0.6、0.7 和一對一耦合的平均完成率各為 22%、26%、19% 以及 23%。資料量為 500 筆時，分群門檻值 0.5、0.6、0.7 和一對一耦合的平均完成率各為 31%、33%、27% 以及 31%。

接著模擬測試本系統在分群門檻值的設立對於交易完成率的影響。以資料量為 500 筆測試門檻值由 0.5 提升到 0.7，執行 30 組模擬案例的結果。測試結果如圖 6 所示。

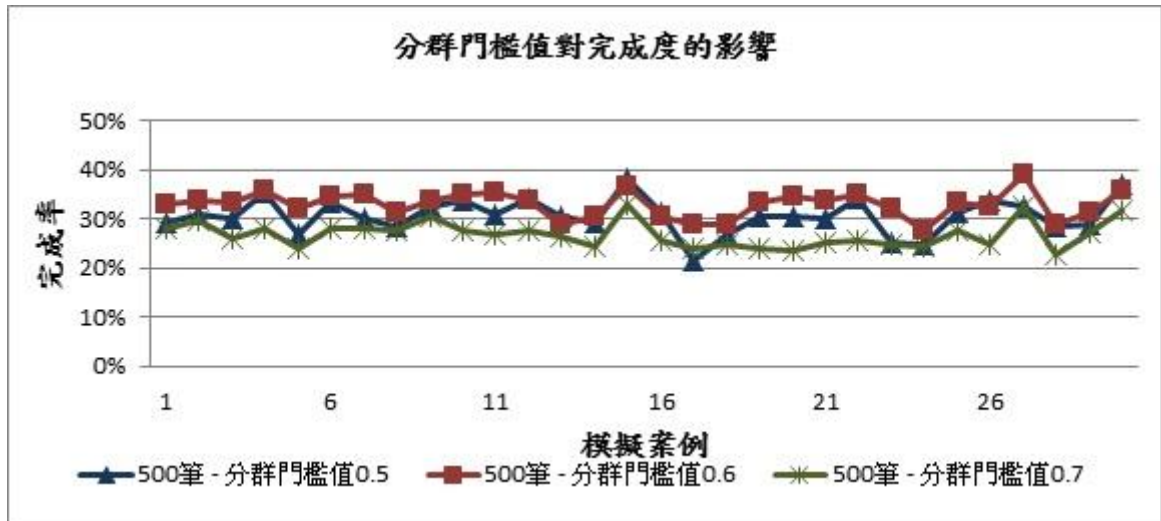


圖 6 分群門檻值對完成率的影響

由圖 6 可以看出完成率將會受到分群門檻值所影響，在門檻值為 0.5，測試 30 組模擬案例其完成率大部分落在 25%-35% 之間；而隨著門檻值提升到 0.6，群組數增加，各群組的交易物品類別更為相似，完成率也隨著提升，大部分落在 30%-35% 之間；但是在門檻值提升到 0.7 時已設定過高，群組難以聚合，群組數較多，符合交易條件的交易資料落在不同的群組，因此完成率下降，主要落在 20%-30% 之間。所以在本模擬的資料量中，門檻值設為 0.6 可以產生較好的結果。分群門檻值在不同資料量的群組數如表 5 所示。

表 5 分群門檻值在不同資料量的群組數

		群組數								
		分群門檻值 0.5			分群門檻值 0.6			分群門檻值 0.7		
		最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
資料量	100 筆	3	2	2.1	5	2	3.6	16	12	14.1
	200 筆	2	2	2	6	4	4.8	17	14	15.7
	500 筆	3	2	2.1	6	5	5.9	17	16	16.9

將本系統和一對一偶合在不同分群門檻值與資料量之下的交易完成率整理如表 6 所示。

表 6 分群循環自動媒合與一對一偶合在完成率 (%) 上的比較

		完成率											
		分群循環自動媒合系統									一對一偶合		
		分群門檻值 0.5			分群門檻值 0.6			分群門檻值 0.7					
資料量	筆數	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均
	100 筆	29	4	15	31	12	19	26	2	11	32	6	15
	200 筆	37	15	22	38	17	26	29	12	19	31	15	23
	500 筆	38	17	30	39	28	33	33	23	27	35	26	31

由表 6 可以歸納出以下幾點：

- 本研究所提出的分群循環自動媒合系統在門檻值從 0.5 增加到 0.6 時，交易循環數量增加，使得交易完成率上升。但分群門檻值再提升到 0.7 時，因分群過細，可以媒合的資料較不易找到，交易循環長度減短，使得交易完成率下降。本模擬在分群門檻值為 0.6 時交易完成率較一對一偶合還好。
- 隨著資料量的增加，交易完成率也跟著提升。

接著分析資料筆數和分群門檻值對於本系統執行時間的影響。執行時間又可分為 ROCK 分群時間與尋找交易循環的時間兩部份。在正常情況下，資料筆數和執行時間一定是正相關，將透過實驗分析影響程度。交易資料和分群門檻值對時間的影響如圖 7 所示。

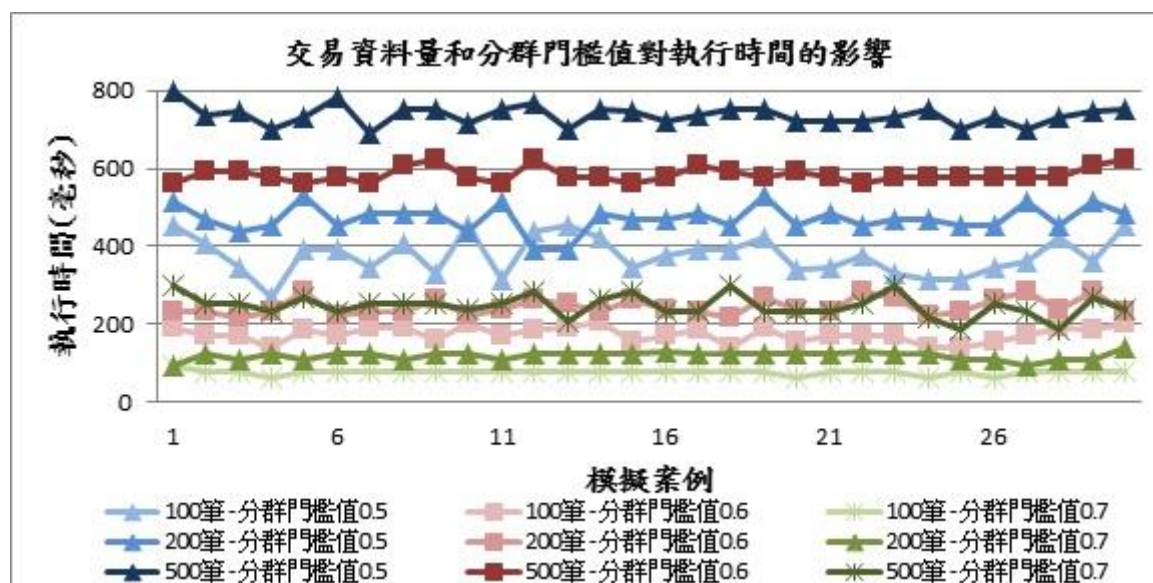


圖 7 交易資料量和分群門檻值對執行時間的影響

由圖 7 可以看出分群門檻值的上升會使得執行時間下降。在實驗中分群門檻值 0.6 的執行時間是較門檻值 0.5 的執行時間還要短。可以得知若分群門檻值設的好，系統執行將會更有效率。在相同門檻值的情況下，資料量越多執行時間越長。另外，系統在找尋交易循環的時間與一對一耦合的執行時間的比較如圖 8 所示。

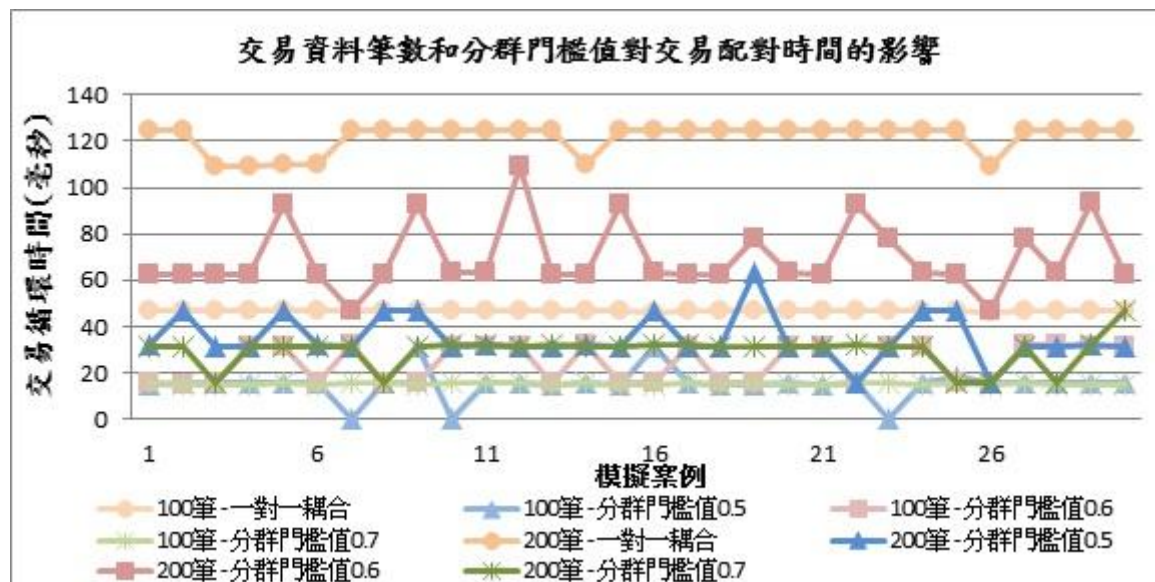


圖 8 交易資料筆數和分群門檻值對交易配對的影響

將本系統和一對一耦合在交易配對的時間整理如表 7 所示，由表 7 可以看出在本模擬中，若「分群循環自動媒合系統」的分群門檻值設為 0.5、0.7 時，在資料筆數為 100 筆、200 筆和 500 筆時，其平均找尋交易配對時間都是比一對一耦合更有效率。門檻值為 0.6 時，在資料筆數 100 筆、200 筆時也是較有效率，而資料筆數為 500 筆時，雖然在找尋交易配對的平均時間略較一對一耦合多出了 6%，但在配對時間的最大值部分是降低了 34%。

表 7 本系統和一對一偶合在找尋交易配對時間

找尋交易配對時間(毫秒)													
		分群循環自動媒合系統									一對一偶合		
		分群門檻值 0.5			分群門檻值 0.6			分群門檻值 0.7					
		最大 值	最小 值	平均 值	最大 值	最小 值	平均 值	最大 值	最小 值	平均 值	最大 值	最小 值	平均 值
資料 筆 數	100 筆	31	0	15.3	32	15	24.1	16	15	15.5	47	46	46.9
	200 筆	63	16	35	109	47	69.6	47	16	29.3	125	109	120.9
	500 筆	234	172	202.1	390	343	359.1	172	78	128.1	594	109	339.9

## 陸、結論與建議

近年來以物易物網站興起，在龐大的物品交換資訊下，較難以找到符合雙重需求偶合的交易對象，論文研究藉由「分群循環以物易物自動媒合系統」幫助以物易物能以循環偶合的形式達成，而且可以允許多種類型的物品混合搭配一起交換，以提升交換的效率與準確性、降低交易成本。

### 一、研究成果

論文研究對以物易物交易模式建立一個「分群循環以物易物自動媒合系統」，本系統經由對交易資料的群集分析來提升交易循環偵測的效率，在系統找尋到適當的交易循環後，主動通知以物易物的主角。因此本論文研究相關貢獻如下：

1. 論文所提出的「分群循環以物易物自動媒合系統」透過資料探勘的群集分析將交易物品類別較相似的資料分群，加快找尋交易循環的速度，提升配對效率。只要是以物易物的模式皆可以使用此系統。
2. 論文所提出的「分群循環以物易物自動媒合系統」藉由交易循環的方式達成交易，在交易循環中的每筆交易資料都能順利換得想要的物品，避免了雙重需求偶合的問題，有效地減少交易成本以及增加交易配對的效率與準確性。另外，系統允許多種類型的物品混合搭配在一起交換，增加了交易組合的多元性。
3. 分析的結果找出若分群門檻值設立的好，可以使得交易完成率增加、減少執行時間。而本論文在模擬資料筆數 500 筆，小類別數為 15 時採用門檻值 0.6 有較佳的結果。因此按照比例，若實際以物易物網站的資料筆數有 30000 筆，小類別數有 350 類時，門檻值可設置到 0.7 以上。此外，系統採開放式的架構設計，使用者可以輸入不同的門檻值來測試較為合適的交易建議。

## 二、 未來發展

拜網路的發展所賜，以物易物得以快速發展。本論文研究透過「分群循環以物易物自動媒合系統」找出可以交易的交易循環向使用者推薦。在未來的研究中，可試著將物品所在地區等屬性加入群聚分析中，交換具有地域性將可減省運費。另外在評估函數也可以試著增加物品上架到目前為止的時間，以將到目前為止等待交易時間最長者優先交易為目標，以提升以物易物的品質；此外，所推導的分群循環演算法，配合平行處理的機制，尋找交易循環的速度將可再提昇。進一步可考慮將此分群循環方法嘗試應用在非以物易物的領域。

## 參考文獻

- [1] 曾憲雄、蔡秀滿、蘇東興、曾秋蓉、王慶堯，民 97，資料探勘，台灣：旗標。
- [2] Abbassi Z., & Lakshmanan, L. V. "Offline matching approximation algorithms in exchange markets," Poster session presented at the meeting of World Wide Web, Beijing, China, April, 2008.
- [3] Guha, S., Rastogi, R., & Shim, K. "ROCK: A Robust Clustering Algorithm for Categorical Attributes," *Information Systems* (25:5), 2000, pp. 345-366.
- [4] Hess, T. J., Rees, L. P., & Rakes, T. R. "Using autonomous agents to create next generation of DSS," *Decision Sciences* (31:1), March 2000, pp. 1-31.
- [5] Liang, P. T., & Huang, S. J. "A framework for applying intelligent agents to support electronic trading," *Decision Support Systems*(28), 2000, pp. 305-317.
- [6] Natalia Lopez et al. "A Multi-Agent System for e-barter including Transaction and Shipping Costs," Paper presented at the meeting of ACM symposium on Applied computing (pp. 587-594), Melbourne, Florida, USA, March 2003.
- [7] Wooldridge, M. J., & Jennings, N. R. "Intelligent Agents: Theory and Practice," *The Knowledge Engineering Review*, (10:2), 1995, pp. 115-152.

# An Automatic Matching System for Cluster-Based Cyclic Bartering

Shuo-Cherng Chang  
Shih Hsin University  
force1130@gmail.com

Jin-Ling Lin  
Shih Hsin University  
jllin@cc.shu.edu.tw

## Abstract

This paper proposes a software agent, which can complete the transactions of bartering via a sequence of object exchange. The trader, who has the demand of bartering, can obtain what he wants via a sequence of transactions. The sequence of transaction forms a cycle for object exchange. All of traders' demands of bartering can be satisfied if they are in the same cycle. In addition, the software agent can process mixed objects for bartering.

Clustering combined with cycling is applied to develop the software agent. The software agent first groups the objects into clusters according to the similarity of objects' categories. Then form the object relation matrix and find the transaction cycles within each cluster simultaneously. Finally, the software agent will recommend traders the feasible solutions of object exchange. Simulation results show the proposed cluster-based bartering cycling method is more time saving and efficiency.

Keywords: bartering, clustering analysis, cycle detection, data mining, software agent