

基於關聯法則建置之臺灣大學電子報推薦系統

Practice in Building Recommendation System of NTU E-paper Base on Association Rules

唐瑤瑤 許凱平 張傑生
臺灣大學計算機及資訊網路中心

danatang@ntu.edu.tw kphsu@ntu.edu.tw jsc@ntu.edu.tw

摘要

臺灣大學為推動校務e化服務，於2006年5月建置了電子報管理平台，電子報訂閱網址為<http://epaper.ntu.edu.tw>。截至2007年7月，於平台上發行的刊物總數為54份，文章總數為646期，訂閱戶總數為10萬4千多人。臺灣大學計資中心在經營管理電子報平台的過程中，經常收到來自發行刊物單位的各項建議及請求幫忙宣傳推廣。有鑑於此，我們於平台網頁上歸納有意義的資訊，以增加對訂閱戶的行銷推廣。

在本篇論文中，我們以臺灣大學電子報平台訂閱戶之訂閱資料做為資料庫知識發掘 KDD (Knowledge Discovery in Database)的來源，並利用資料探勘 (Data Mining) 技術中的關聯法則 (Association Rules)，探討並建置一個電子報推薦系統。我們也主動將定期產生之推薦結果呈現於平台首頁及各單一電子報刊物網頁上。訂閱戶除了於平台上使用搜尋功能之外，也能藉由這些線上推薦刊物名單，挑選出最感興趣或有用的資訊。未來希望本推薦系統資料探勘的結果能達到更高層次的顧客關係管理，並能進而提高訂閱成功的機率。

關鍵詞：資料探勘、關聯法則、推薦系統。

Abstract

In order to enhance school administrations to electronic-service, National Taiwan University built a platform of NTU E-paper management system in May, 2006. The URL address of user subscriptions is <http://epaper.ntu.edu.tw>. As of July, 2007, the number of journals published in the platform is 54, the number of articles is 646, and the total amount of subscribers is more than 104,000. In the process of managing the E-paper platform, NTU Computer and Information Networking Center usually receives the requests to promote their publications from all publishers. In light of these, we induce meaningful information and present to the platform web pages. We have a big incentive to provide recommendations to those users who are just browsing, to drive them towards a subscription.

In this paper, we use the subscribers' history records as the source data of KDD (Knowledge

Discovery in Database), making use of the Association Rules in the Data Mining technique, building the recommendation system of NTU E-paper. We match each of the user's subscription records to similar items, and then combine those similar items into a recommendation list. We present the recommendation lists which are generated periodically to platform home page and each single e-paper publication web page as a result. Subscribers in addition to use search function, these recommendation publication lists can lead a subscriber to choose the most interested in or useful information in great quantities of possible selections. In the future, we hope this recommendation system can reach the customer relation management of higher layer.

Keywords: Data Mining, Association Rules, Recommendation System.

1 前言

1.1 推薦系統簡介

隨著網路技術之蓬勃發展及使用網際網路的人口之快速成長，已將人類帶入了網路經濟時代，對於企業發展和個人的生活都帶來了極大的衝擊。網際網路技術中擁有豐富影音圖像與文字的全球資訊網(WWW, Web)，也已經被大眾所接受並廣泛使用。很多人每天一打開電腦，就是使用瀏覽器看網頁。

根據 Alex Iskold 於 Read/WriteWeb 發表的一篇文章[5]指出，人們上網時有兩項基本的線上活動-搜尋(Search)與瀏覽(Browse)。拜 Google 之賜，現在大家關注的焦點都擺在搜尋上，然而網際網路活動不僅只是搜尋而已，使用者需要的更多。例如當使用者明確知道自己要找尋的項目時，他可以使用搜尋引擎，也就是我們常說的“用 Google search 一下”。但倘若使用者並無特定的搜尋對象時，他就只是在瀏覽網頁。在這瀏覽的狀態下，使用者需要一些建議，因此這正是推薦系統(Recommendation System)發揮作用的絕佳機會[11]。Alex Iskold 在文章中總結下列幾種推薦類型：

- 個人化推薦(Personalized recommendation) – 基於個人的行為模式

進行推薦

- 社會化推薦(Social Recommendation) – 基於相似用戶過去的行為模式進行推薦
- 項目化推薦(Item recommendation) – 基於項目本身進行推薦
- 上述三種方式的混合推薦

現在網際網路上幾個成功的推薦系統案例(如 Amazon.com、eBay 等),都是上述多種推薦類型的混合。

推薦系統是一種資訊過濾(Information Filtering)的技術,主要使用在電影、音樂、書籍、新聞及網頁網站上,引導使用者挑選出最感興趣或有用的關聯項目,使顧客願意回流並再次交易,建立更強健的以網站為基礎之顧客關係管理(Web-Based CRM)[1]。因此於網站上建立一個好的推薦系統,不但可留住舊客戶亦可吸引新的客戶,將可給網站帶來極大效益;同時對使用者而言,推薦系統是有別於網頁搜尋活動的另一項選擇,可以幫助使用者找到自己尚未發掘的關聯項目。

在維基百科(Wikipedia)中提到,推薦系統的產生必須靠大量的資料蒐集,而資料蒐集的方式分為明確方式(如要求使用者填答問卷或對項目評分等)及隱含方式(藉由觀察使用者瀏覽項目的次數或購物籃分析等)。明確收集方式有缺點,不易取得數據,因為使用者通常不願花費力氣及時間去填寫問卷調查或評分。然而透過使用者線上行為分析,例如從電子商務網站的顧客購買商品紀錄可以取得相當有用的數據資料,當然前提是交易(transactions)的資料量必須夠多。以 Amazon.com 為例,建置改善該電子商務網站之推薦系統就超過十年,其最重要的活動是收集了大量的交易資料並持續記錄使用者的行為。

1.2 建置推薦系統之緣起

系所單位發行電子刊物不僅可以加速各項訊息之佈達,同時又能減少紙張及郵寄的資源浪費。臺灣大學於 2006 年 5 月推出改寫自 phplist 的電子報管理平台,以符合校內推行各項服務 e 化的需求。phplist 已在 SourceForge.net 上註冊專案,其官方網站網址為 <http://www.phplist.com/>[13],是一開放原始碼(Open Source)的電子報管理平臺。

目前臺大電子報平台提供全校各單位自由發行、管理電子報及訂閱戶的服務,並提供校內外訂閱戶以 email address 訂閱電子報或取消訂閱功能。其他服務內容如下:以網頁作為管理、撰寫及訂閱電子報介面/支援 HTML 格式郵件/電子報轉寄功能/可輕易套用多重區塊樣版(Multiple Contents Template)/支援附加檔案/處理大量電子報寄送/歷史報區保存完整的發報內容/定期寄送全校電子報總覽/提供發報單位教育訓練課程及電話諮詢/訂閱者屬性功能/RSS 即時訊息/NTU Daily 自動彙整當日出版並提供訂閱/發行刊物歷

史報區導覽清單/提供各刊物專屬的中英文訂閱網址/提供信件寄件備份統計資料。

由臺灣大學各系所及服務單位撰寫、編輯並經由臺灣大學電子報平台發行的電子刊物,截至 2007 年 7 月已有 54 份於平台首頁提供校內外用戶自由訂閱。經由平台寄出的電子郵件刊物總期數為 646 期,平台訂閱戶達 10 萬 4 千多人,上列各項數據仍在不斷增加中。刊物內容性質涵蓋定期與不定期之訊息通告、生活資訊、學習教育、文學藝術及社團活動等。

舊的訂閱戶與新的訪客該如何在這資訊量龐大的寶庫中找尋有興趣的刊物呢?首先我們於電子報平台的首頁右方加入 Google 搜尋(Site Search)及日曆查詢當日出刊的功能,以提供近期內發行的刊物連結,如圖 1。由於本電子報平台會為每份刊物維護歷史報區,所以訂閱戶可以從歷史報區瀏覽該刊物的發行內容、型態及發刊頻率。



圖 1 臺灣大學電子報平台首頁

為了吸引並留住網際網路上來來去去的訪客,並提供更優質的服務,我們從累計至 2007 年 7 月約 13 萬 4 千多筆的訂閱資料中,發掘出最佳推薦刊物,此推薦名單位於電子報平台首頁的左方頁面,如圖 1。希望這些資料探勘結果可以為訂閱戶及發刊者提供有意義的資訊。也就是說,經由此訂閱資料導向的推薦機制,我們希望能吸引更多的新訂戶,同時也能提升舊訂戶對本網站平台的向心力和滿意度[3];另一方面,也希望能刺激刊物編輯,經由觀摩推薦刊物的內容製作,來充實其刊物內容的豐富性及精美度。

除了針對刊物作最佳項目化推薦之外,對於每份刊物本身,我們也在使用者點選進入某份刊物連結後,於頁面上帶出與該刊物關聯的推薦刊物。此推薦名單是基於使用者最近選擇按下的刊物連結所做的個人化推薦。

我們以“台大視聽教育館英語學習報第 025 期”舉例說明,此刊物之 URL 網址為

<http://epaper.ntu.edu.tw/view.php?listid=37&id=3652>
，網頁顯示”訂閱本刊者也訂閱”之推薦名單如圖 2。



圖 2 台大視聽教育館英語學習報之個人化推薦刊物名單

2 相關研究

2.1 關聯法則探勘

Rakesh Agrawal 於 1993 年發表了第一個主要的關聯法則研究[8][9]。關聯法則(Association Rules)是資料探勘領域中一個重要的研究課題，其中心思想是在一組包含用戶交易資料的資料集中，發現不同商品或項目間同時發生的頻率並找出項目間的關聯性規則，用這些規則可以預測用戶的購買行為模式，並可以幫助企業制定商務決策。

應用關聯法則的一個最典型例子就是購物籃分析，購物籃相當於一位消費者在一次超級市場的消費中購買的所有商品。如著名的運用購物籃分析發現出啤酒與尿布規則[6]。

關聯法則的形式為 $A \rightarrow B$ ，這規則說明若一位消費者購買了 A 商品，他也有可能購買 B 商品。其常見的兩個判斷標準則為支持度(Support)及信心度(Confidence)。支持度代表的是一個特定的項目集在資料庫中出現的頻率高低，如商品 A 與 B 出現在同一購物籃中交易數佔全部交易數的比例。信心度則是與規則內的暗示性有關，如購買商品 A 並且同時購買了商品 B 的交易，在所有包含商品 A 的交易數中所佔的比例。

倘若產生規則 $A \rightarrow B$ 的支持度為 13.5%，信心度為 70%，則我們可以解釋如下：消費者買商品 A 中有 70% 的人會再買商品 B；我們發現這種現象在所有的交易行為中佔 13.5% [4]。

值得注意的是，經由運算產生之規則(rule)本身並不意味著因果關係，而是有趣或是具有相對關係的法則。

2.2 基於關聯法則之推薦

目前電子商務網站林立，網路購物已形成一種消費的新趨勢。所有網路上的服務業都必須藉由資訊來提昇競爭的優勢，若能利用網站向用戶提供商品信息及建議，幫助用戶決定應該購買哪些商品，

將是吸引顧客上門的重要因素。在這種背景下，推薦系統應運而生。一個優良的推薦系統能與用戶建立長期穩定的關係，並有效保留原用戶，防止用戶流失。

推薦系統的產生有賴於資料探勘技術的應用，才能從大量的資料中發掘出有意義的資訊，並提供顧客有興趣或有用的推薦商品名單。基於關聯法則的推薦，則是最基本的推薦技術，也是目前應用最廣泛地一種推薦形式[11]。將用戶已購買或已選擇的項目作為規則中的 LHS(left-hand side)，而將 RHS(right-hand side)做為推薦項目。在網路商店推薦系統中常見的例子如下：購買這本書的顧客也購買了以下書籍...

演算法中項目間關聯規則(信心度與支持度)的運算最為關鍵且最耗計算資源[7]，算是瓶頸，但我們可以定期離線進行計算。

3 系統設計與實作

將購物籃分析模式運用電子報的訂閱紀錄時，雖然我們可以將每一筆訂閱對應到一筆交易，訂戶對應到購物者，每一樣產品對應到每一種刊物；但是還是有一些差異存在。例如購物者對某項物品可能有重複購買的行為，但是一般來說，電子報的訂閱行為對某個訂戶來說通常只發生一次。由於電子報並沒有跟訂戶收取費用，不會有訂閱期間的設定，所以一旦訂閱就會每期寄送，直到使用者退訂。因此在資料庫中，任一訂閱戶針對某份刊物最多只有一筆訂閱紀錄，近似於一生一次的行為。

我們使用了兩種演算法來實作推薦機制：第一種是常見的門檻演算法，第二種是根據訂閱資料特性與我們的系統目的所設計的刊物推薦演算法。

3.1 門檻演算法

通常我們有興趣的關聯規則(Frequent Itemset)是大於一定的門檻值的關聯規則，而不是全部的關聯規則。如果依支持度設定一個門檻值的話(最小支持度)，便可以利用以下的特性，在每一回合淘汰掉小於門檻值的集合，然後再從篩選過的資料推導出新的集合，然後再加以篩選，利用這種方法，毋需全部計算的資料。

每一個支持度超過門檻值關聯集合，其子集的支持度必然超過門檻值。

這種方式的第一個問題是如何挑選適當的門檻值，門檻值太高，無法產生推薦清單，太低就會失去篩選的效用。其次就是資料特性的問題，小眾型(區域型)的物品可能沒有機會找出與另一小眾物品的密切關係，因此沒有辦法應用到銷售的長尾：如果該公司的銷售金額中 80% 是少量的物品。此外，在新的規則的發現與新的物品的推薦上，即使

新產品銷售量不小，但跟長期銷售的物品比較下，會有無法突顯出來的問題。折衷的作法有按日、周或月的統計，避免老是推薦幾種長銷物品的鈍化現象。

3.2 刊物推薦演算法

我們提供兩種推薦清單：第一種清單依刊物不同而異，找出訂閱本刊的訂戶也訂閱哪些刊物。使用的方法是以刊物為基準的推薦機制，每份刊物從其訂戶也訂閱的刊物中，挑選前 n 種刊物推薦：

對於刊物 x 計算 x 對於所有其它刊物 y 支持度與信心度，然後依支持度與信心度的加總排序，取出前 n 種刊物作為 x 的推薦清單。

第二種是全體的推薦清單，由刊物被推薦次數產生排名：

計算每份刊物被推薦的次數，取出前 m 種刊物作為系統推薦的刊物名單。

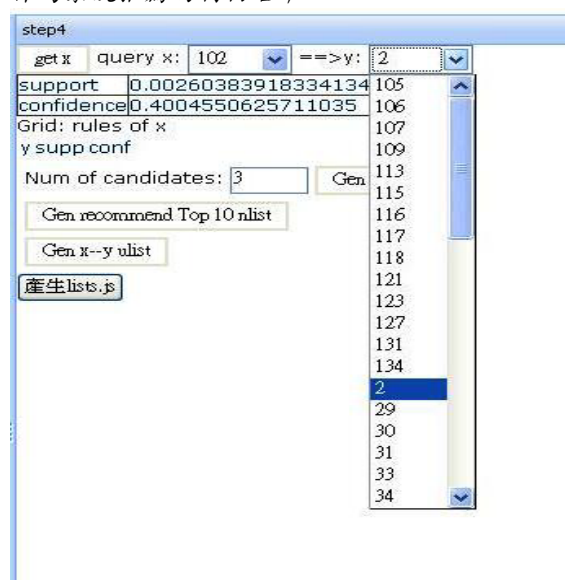


圖 3 離線刊物推薦演算法之實作



圖 4 最佳推薦刊物名單之產生

首先我們將資料庫中總計 13 萬 4 千多筆訂閱資料匯入推薦系統，每一筆訂閱資料格式為 (userid, listid)，將同一 userid 的訂閱刊物資料彙總成一筆，再經由程式運算產生項目間關聯規則，即得到任意兩刊物間的支持度及信任度。舉例說明如下：

	userid	listid
1	317	5
2	2	5
3	107	2
4	5	105
5	6	105
6	317	2

{
"users":{
"317":["5","2"],
"2":["5"],
"107":["2"],
"5":["105"],
"6":["105"],
}

$\text{supp}(x,y) = \text{join}(x,y) \cdot \text{length} / \text{subscribes.length}()$

$\text{supp}(2,5) = |\{317\}|/5 = 1/5$

$\text{supp}(2,105) = 0$

$\text{supp}(5,105) = 0$

$\text{confidences} (!\text{commutative})$

$\text{conf}(x,y): x \rightarrow y, p(\text{join}(x,y))/p(x)$

$\text{conf}(2,5) = (1/5)/(2/5) = 1/2$

$\text{conf}(5,2) = (1/5)/(2/5) = 1/2$

$\text{conf}(2,105) = 0$

$\text{conf}(5,105) = 0$

rules

$2 \rightarrow 5 (\text{conf}, \text{supp}) = (1/2, 1/5)$

$5 \rightarrow 2 (1/2, 1/5)$

圖 3 為系統實作的畫面擷取圖，其中的 x 及 y 值代表刊物的 listid。系統會依據設定之候選刊物數產生每份刊物個別的推薦候選名單。最後依據本論文提出的刊物推薦演算法，產生最佳推薦刊物名單 (Top m Recommended List)，這份名單會依被推薦次數多寡排序後自動產生 HTML 檔，作為建議提供給訪客。我們依照圖 4 簡單說明運算結果：畫面第一行 “102” : [“109” , “113” , “116” , “117” , “127” , “65” , “73”] 表示刊物 102 出現在刊物 109、113 等 7 份刊物的推薦名單中，故刊物 102 的被推薦次數為 7。

4 結果分析

4.1 推薦刊物之新增訂戶數

由於訂戶數分佈兩極 (訂戶 5000 以上 跟 1000 以下)，使用傳統的門檻演算方式，最後剩下的推薦清單只剩下大的集合 (訂閱戶數較多的刊物)。然而對於大部分的訂戶來說，已經訂了這份刊物，故該推薦變成一個無效訂閱建議。除此之外，由於電子報發刊者可以自行匯入訂閱戶郵件信箱，所以本平台上的刊物訂閱交易會有一些極端的情形，亦即所謂的區域性刊物，這類型刊物通常會匯入大量區域性訂戶。而我們發現該類型刊物在訂戶匯入完成後，其訂閱數就幾乎不再增加。我們認為這類區域性刊物對大部分本平台訪客或使用者的來說，其實是較不具推薦意義的，或者對一般訪客來說是較不感興趣的。

使用本論文提出的刊物推薦演算法，則可以避免掉上述兩種現象。首先我們來看圖 5，該圖 X 軸表示的是經由本刊推薦演算法產生的推薦名單之 listid，Y 軸表示新增訂閱戶數。三種不同符號的

線段代表的是4、5、6月份該刊物新增的訂閱戶數。我們可以清楚的由圖5看出，各推薦刊物隨著時間的增加(推薦系統曝光越久，越廣為人知)，訂閱戶數增加的就越多。

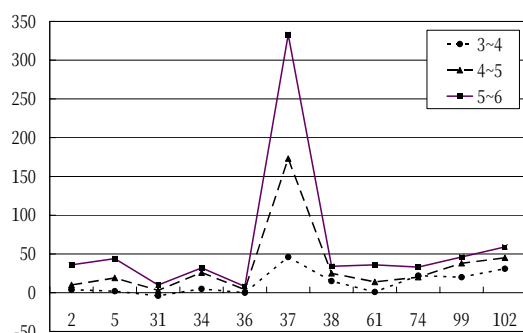


圖 5 推薦刊物演算法推薦刊物之每月新增訂戶數

4.2 演算法與訂閱增量之比較

我們將4、5、6月所有刊物之新增加訂閱戶數做了排序，並且與傳統門檻演算法及本論文所提出的刊物推薦演算法之推薦刊物排名做出如表1至表3的不同月份比較表。同時將兩種演算法與實際的訂閱戶數增加之排名關聯性列於表格之最後一列。

由表1可以看出傳統門檻演算法推薦名單中有3個刊物(list id 分別為37、74、121)符合實際上4月份訂閱戶新增數目最多的前10名；同時本論文之刊物推薦演算法也有3個刊物(list id 分別為37、74、102)符合新增訂閱戶數排名前10名，故我們說明這兩種演算法與4月份訂閱增量前10名刊物之關聯性皆為30%。

表 1 新增訂戶數與推薦演算法排名之比較
(2007年3月至4月)

排名	推薦刊物 id (門檻演 算法)	推薦刊物 id (刊物推 薦演算法)	3~4 月份 新增訂戶 數之刊物 排名
1	31	37	48
2	37	74	82
3	34	34	121
4	105	38	123
5	74	5	127
6	29	29	37
7	121	102	102
8	5	61	71
9	2	31	74
10	38	2	99
關聯性	3/10	3/10	

推薦系統產生後，我們將相關推薦刊物資訊公佈於平台上並且寄送總覽給校內電子郵件信箱用戶，預期能吸引更多的訂戶及訂閱交易。之後再將累計的訂閱交易結果產生表2與表3，其分別為5月及6月底的排名比較。從表2可以看出5月份時傳統門檻演算法與刊物推薦演算法之關聯性皆提昇達到40%。但是到了6月份，如表3，傳統門檻演算法之關聯性降為30%，而本論文提出的刊物推薦演算法仍維持40%的關聯性。

表 2 新增訂戶數與推薦演算法排名之比較
(2007年4月至5月)

排名	推薦刊物 id (門檻演 算法)	推薦刊物 id (刊物推 薦演算法)	4~5 月份 新增訂戶 數之刊物 排名
1	48	37	71
2	31	74	131
3	37	34	35
4	34	38	37
5	82	5	121
6	105	29	127
7	74	102	102
8	121	61	29
9	29	31	99
10	5	2	34
關聯性	4/10	4/10	

表 3 新增訂戶數與推薦演算法排名之比較
(2007年5月至6月)

排名	推薦刊物 id (門檻演 算法)	推薦刊物 id (刊物推 薦演算法)	5~6 月份 新增訂戶 數之刊物 排名
1	48	37	134
2	71	34	71
3	31	74	81
4	37	38	37
5	34	71	121
6	82	5	89
7	105	31	87
8	74	48	102
9	121	102	99
10	35	2	5
關聯性	3/10	4/10	

針對個人化推薦，我們可以依照使用者之前的點閱行為來推薦關聯性較高的三份刊物。但是當一位新的訪客來瀏覽，而系統並無任何關聯規則中的LHS(left-hand side)可以引用時，利用平台現有刊物之訂閱資料關聯性來產生有效的推薦，是目前所有推薦系統的一大挑戰。

從表 1 至表 3 的排名比較中，我們發現傳統門檻演算法所推薦的第 1 名刊物，往往都並未出現在實際新增訂戶數排名的前 10 名中。我們認為這是因為當刊物內容屬於區域性(Localized)時，若刊物發行人大量匯入該區域性訂戶郵件名單時，傳統門檻演算法會立刻拉高此區域性刊物排名，造成一個並不切實際的推薦現象，而這樣的結果對大多數訪客來說會覺得推薦失效。由我們所提出的刊物推薦演算法，可以藉由刊物間之訂閱關聯與被推薦次數多寡來避掉此種極端的推薦現象。

5 結論與未來研究

我們利用關聯法則建置一個電子報平台推薦系統，計算出每一份刊物與其他刊物間的支持度(Support)及信心度(Confidence)，由此推舉出每份刊物的前三名候選刊物，亦即訂閱本刊者也訂閱了這三份刊物。將此推薦結果呈現於每份刊物的網頁上，當潛在的訂閱戶進入平台瀏覽某份刊物網頁時，他將會看到相關聯的其他種類刊物，可提高其他刊物的曝光率。此外，我們提供另一種推薦形式：從各刊物的推薦名單中，計算每份刊物成為其他刊物的候選名單次數並加以排序，產生出平台最佳推薦刊物，最後將此推薦名單呈現於平台首頁上。

目前的電子報推薦系統只是一個開始，未來還有許多值得繼續研究並改進的部份：首先在推薦系統方面，希望能藉由大型運算主機或網格運算(Grid Computing)加速關聯法則的運算，並希望能提供即時性的運算結果；另一比較深入的部份則是希望能再經由資料探勘的其他研究方法，針對訂閱戶個人過往的訂閱資料及所提供的屬性，篩選發掘出訂閱戶個人的最適性刊物推薦(Personalized E-paper Recommendation)，並將此推薦資訊經由本平台任何發行刊物寄出至訂閱戶個人郵件信箱，以期提升訂閱戶滿意度。

提供符合 Web 2.0 的服務一直是本電子報平台努力的發展方向，我們期許這是一個由發刊者及訂閱戶提供內容並互相回饋(提供更多優質刊物及更高的訂閱率)而建立起來的網站。因此，我們希望能豐富此網頁資源，使此電子報平台成為一個校內外的電子訊息資源重點。

誌謝

作者感謝臺灣大學計資中心提供的軟硬體支援、計資中心主任陳信希教授及教學研究組組長趙坤茂教授提供的寶貴意見。

參考文獻

- [1] 李金鳳(2001)。“資料探勘面面觀。”資訊與教育雜誌 84，2001 年 8 月，台灣，10-19。
- [2] 曾憲雄、蔡秀滿、蘇東興、曾秋蓉與王慶堯(2007)。“資料探勘。”旗標出版社，2007 年 2 月，台灣，台北。
- [3] 楊錦潭、陳玟志、邱魏津與朱永方(2005)。“圖書館顧客關係管理與資料探勘。”國家圖書館管刊，2005 年 6 月，台灣，115-134。
- [4] 謝邦昌(2006)。“Microsoft SQL Server 2005 Data Mining 演算法- Association。”Microsoft TechNet 研討會，2006 年 3 月，台灣。
- [5] Alex Iskold(2007)。“The Art, Science and Business of Recommendation Engines。”Read/WriteWeb, January 16, 2007.
http://www.readwriteweb.com/archives/recommendation_engines.php.
- [6] D. Tsur, J. D. Ullman, S. Abiteboul, C. Clifton, R. Moteani, S. Nestorov and A. Rosenthal(1998). “Query flocks: a generalization of association-rule mining.” Proceedings of the 1998 ACM SIGMOD international conference on Management of data, March, 1998, Seattle, USA, 1-12.
- [7] G. Linden, B. Smith and J. York(2003). “Item-to-Item Collaborative Filtering.” IEEE Internet Computing, January/February 2003, 76-80.
- [8] R. Agrawal, T. Imielinski and A. Swami(1993). “Mining association rules between sets of items in large databases.” ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1993, Washington, D.C., 207-216.
- [9] R. Agrawal and R. Srikant(1994). “Fast algorithms for mining association rules.” International Conference on the Very Large Databases, 1994, Santiago, 487-499.
- [10] Ramez Elmasri and Shamkant B. Navathe(2003). “Fundamentals of Database Systems, Fourth Edition.” PEARSON Addison Wesley, 2003.
- [11] “推薦系統：關聯規則(1) (2).” Beyond Search, June, 2007.
<http://my.donews.com/clickstone/2007/06/29/post-070629-185659-606/>
- [12] 臺灣大學電子報訂閱網址：
<http://epaper.ntu.edu.tw>。
- [13] Phplist 官方網站：<http://www.phplist.com/>。