

關聯規則應用於國小數學領域學習之探討

梁錫卿
朝陽科技大學
資管系
副教授兼
電算中心主任

scliang@cyut.edu.tw

黃釋緯
朝陽科技大學
資管系
研究生

s9514605@cyut.edu.tw

廖敏妃
朝陽科技大學
資管系
研究生

s9514609@cyut.edu.tw

錢群凱
朝陽科技大學
資管系
研究生

s9514608@cyut.edu.tw

摘要

數位學習 (E-Learning) 與數位教學 (E-Teaching) 已成為目前熱門的一種學習趨勢，本研究與國內補教業廠商的合作，共同開發的國小數學數位教學系統，至今已經發展成熟並具成效。然而，數位學習與數位教學若要成功導入在學習之中，並讓學習者得到學習上的效率，且讓教學者得到教學上的輔助，是需要建置一套完整的數位教學系統，以及配合使用一個準確性高的學習追蹤分析方法，提供教學者對學習者的一個教學或輔導的指標，讓學習者得到最有效率的學習。

本研究將從現有的數位教學系統中進行探討，由於系統中所包含的輔導系統，其輔導的條件是根據學習者在試題測驗上的成績為主，當分數低於及格分數時，才進行輔導與補救的措施，顯然無法真實得知學習者在哪些課程概念上的不足。為了改善上述問題，研究中將從所有學習者歷次的試題測驗答題紀錄中，應用資料探勘技術分析出整體對於哪些課程概念不足，進一步提供教學者輔導學習者的一個參考依據，為本研究的目標。

關鍵詞：數位學習、數位教學、資料探勘

Abstract

E-Learning and E-Teaching have already become a trend of learning at present, our research collaborated with domestic corporation, Learning-House, for developing a system for mathematics of primary school. And today is already ripe and effect. However, if we want to make E-Learning and E-Teaching succeed in using in learning, and to assist the teacher in the teaching, and let

the students get the efficiency in study, we will need to develop a set of intact digital teaching systems, and a high accuracy analytical method of learning. These will provide the teacher with the guidance of teaching and assist the students to study, and give the students the efficient learning.

This research is probing into the existing system of digital teaching. As a result of the assistant system is according to the conditions that achievement of learners. When the result of test is less than passing score, then proceed to guidance and remedial measures. Nevertheless, this mode can't get the insufficient for conceptions of course of learners. In order to improve the above-mentioned problem, the target of this research tries to find that test records of all learners, and applies data mining to analyze the insufficient for conceptions of course, and provide a reference material for teaching staff.

Keywords: E-Learning, E-Teaching, Data-Mining

1. 前言

隨著資訊的大量遞增、科技的日異進步，以及網際網路的廣泛使用，現代人對於知識的需求與取得比以往更為增加，因此，在學習上，希望追求更有效率的學習方式來滿足所需，並逐漸改變了傳統的學習方式，進而影響教學者的教學方式。

數位學習 (E-Learning) 為目前積極嚮往的一種學習趨勢，透過資訊科技及網路技術的輔助，不但讓學習者在學習的過程中能以多元化的方式學習，並且可提升學習者的學習動機、課程互動及專注力。另一方面，數位教學 (E-Teaching) 亦是運用數位環境來達到教學的

目的，教學者除了傳統的教學方式之外，還可透過影像多媒體等數位教材來輔助教學，同時能在學習的過程中與學習者互動，最後可進一步針對學習者的學習狀況來做課後的輔導。

導入數位學習與數位教學，首先必須讓學習者對於數位學習產生需求，進而將數位教學融入該學習者的學習模式當中，並從中得到滿足。因此，本研究將針對數位學習在實務上所開發的國小數學數位教學系統中探討，並利用資料探勘技術對所有學習者在經由數位教學系統學習後，所產生的試題測驗答題紀錄進行分析，進而了解學習者在課程概念的學習情況及成效。

2. 研究動機與目的

近年來，政府提倡資訊融入學習及教學之中，並發展數位化教材，加強教學者與學習者的資訊能力與網路學習，以及建立一系列的數位學習課程之認證…等[13]，積極的將數位環境導入學習之中。此外，透過資訊科技融入學習，建置數位教學系統及平台運用在課堂之中[20][21]，一方面提供學習者多元化的學習，且教學者可經由互動學習的方式來觀察學習者在課堂的表現，並掌握學習者的學習狀況；另一方面，則可做為教學者課前的教材編排、課堂互動設計，以及課後的學習者學習成效追縱與輔導教學。在數位學習及教學的推廣與導入上，目前國內各政府機關及學術單位都有不錯的措施與成效[14][15][16][17][18][19]，然而，如何提升學習者的學習成效，以及教學者的教學效益，成為目前主要的議題。

本研究將從實務上與國內補教業廠商合作開發的國小數學數位教學系統中進行探討，由於系統中所包含的輔導系統是根據學習者在試題測驗上的成績來做為輔導的依據，當分數低於及格分數時，才進行輔導與補救的措施，導致教學者無法真實得知學習者在哪些課程概念上的不足。因此，為了改善原本只著重在試題測驗的分數高低來決定學習者是否進行輔導，本研究將從所有學習者歷次的試題測驗答題紀錄中，應用資料探勘技術分析出所有學習者對於哪些課程概念不足，進一步提供教學者輔導學習者的參考依據。

本篇論文的架構，在第三部份將介紹與國內補教業廠商合作開發的國小數學數位教學系統；第四部份為研究中所包含的定義、方法等相關文獻，並作探討；第五部分為實驗的方法與架構；第六部份為實驗結果，並探討其結

果；第七部份則為結論與未來研究方向。

3. 系統簡介

本系統是透過與國內補教業廠商「學習工場數位科技」的合作，共同開發的國小數學數位教學系統，並導入在全省與該廠商加盟的國小補教業之教學單位，將系統平台融入國小補教業之數學教學中，而使用的對象為國小補教業之任課教師及學童為主，至今已經發展成熟並具成效。以下為本系統之相關資訊與介紹[7]。

3.1. 系統架構

系統以改良傳統教學的方式，加入學習者互動需求及相關補救教學方法，建置一套有效的數位學習教學平台架構，而設計理念在於學習者能夠透過遊戲的方式，同時達到學習的效果，故將教學為主的互動遊戲結合至教學平台架構中。教學平台架構的目的在於輔助傳統教學並做出最有效率的教學與學習，並以教學概念模型與輔導概念模型建構出一套完整的教學環境，以下將有詳細說明：

● 教學概念模型

提供教學者進行線上教學，針對學習者學習進度和狀況做評量，以掌握學習者的個別程度給予最適當的課程安排。過程中，結合了個人即時回饋系統(Personal Response System, PRS)，使學習者在教學過程中增加學習之互動性。

● 輔導概念模型

每當使用數位教學系統學習後，將分析學習者的學習狀況，針對不足的地方做補救教學，協助學習者跟上課程的進度。

數位教材方面，教學平台中整合與合作廠商「學習工場數位科技」研發設計之數位教材，課程內容配合九年一貫中小學五大能力指標來區分主要章節。為了有效管理與瀏覽教材資料，以及各教學單位之使用記錄，因此系統功能包含：

● 後台教材管理系統

在教材檔案上設計編碼規則，並配合資料庫伺服器之教材資料在教材檔案伺服器上提供教材上傳的機制，以方便教材編輯人員進行教材檔案上傳。

系統功能面上，則採用了人性化的操作介

面，簡而易懂的操作模式讓學習者能夠自然的融入學習過程，而當學習過程中遭遇困難時，則可以透過使用說明與流程介紹的輔助，來針對學習者的需求及問題做出最立即的反應，大幅的提升學習者的學習興趣。主要的功能包含：

- **管理系統**

管理班級課堂上課的相關課程，並可經由線上管理班級進行排課、教師及學生資料管理…等。

- **教學系統**

教師可以透過此系統來進行線上教學，經由此系統可以了解到學生的上課出席狀況與學生的學習成績記錄與評量。

- **輔導系統**

經由學生成績記錄的分析，進而讓學生可以透過此系統來進行補救教學，幫助學生能在此堂課程中，以加強學生觀念不足的地方，進而跟上課程的進度。

3.2. 系統使用環境

為了使教學單位能夠在有限的網路頻寬裡能夠輕易的取得教材與管理課程，本系統設計由教材檔案伺服器、資料庫伺服器透過 Internet 同步連結教學伺服器以存取課程所有的資訊與學習者成績記錄的同步回傳，以作為整體系統平台之網路架構，如下頁圖 1。

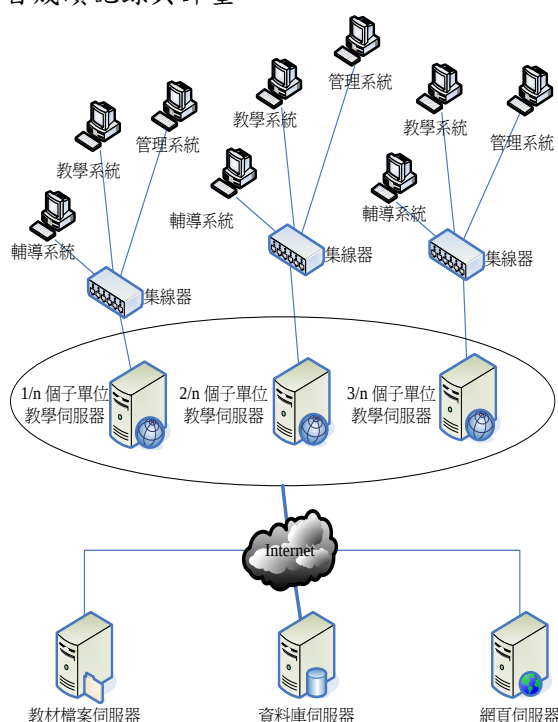


圖 1 網路架構圖

系統使用環境主要是應用在國小補教業之教學教室，透過區域網路將上課所需的資訊傳送到教室內的終端機上，將其上課所需要播放的內容透過終端機播放在電子螢幕上進行

教學活動，經由平台提供給每個學習者的 PRS 電子學習機，並以快速取得學習者的學習訊息，教學者可藉此來對學習者做動態的教學與評量，以達到互動之效果，如下頁圖 2。

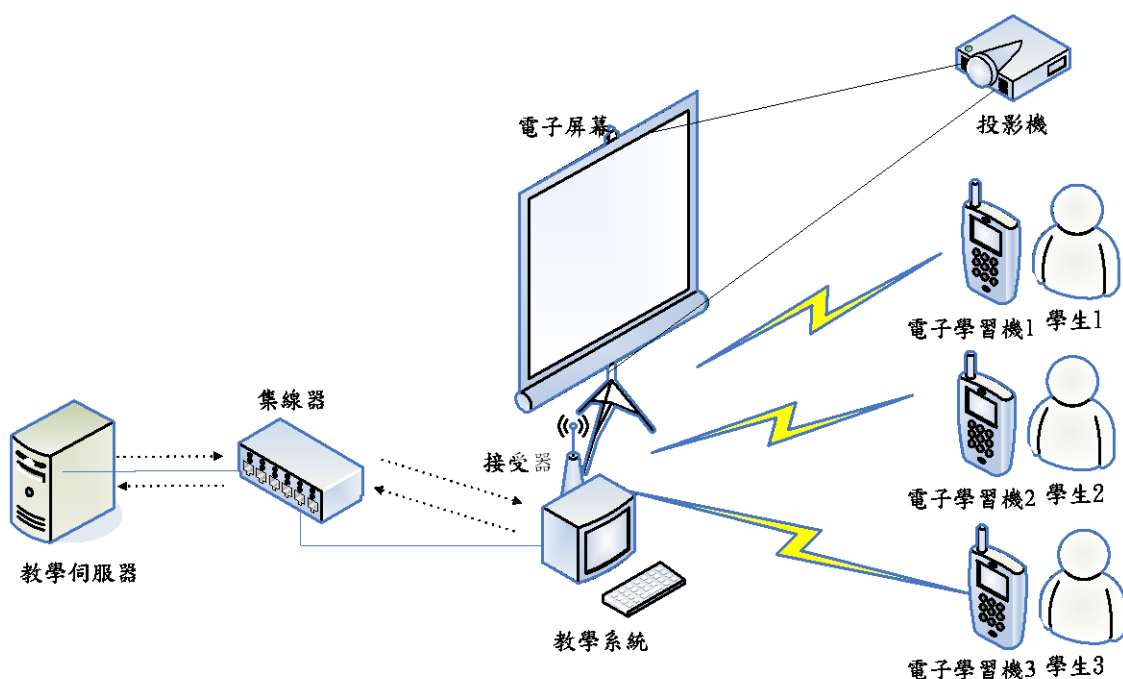


圖 2 上課模式示意圖

3.3. 系統特色

- 人性化的操作界面

透過人性化的操作界面，教師可以輕鬆建立教材與設計課程，節省教師煩雜的工作時間。

- 簡易的操作電子學習機

學習者透過簡易的電子學習機進行課堂互動，並紀錄學生學習狀況。

- 遊戲融入教學

教學系統中，輔以遊戲的模式來取代傳統學習模式中較為枯燥乏味的問答環境，以遊戲的方式進行互動，讓學習者能從遊戲中進行思考與作答，不僅可以讓學習者有效地獲得知識，同時也可以達到學習以樂趣為手段。

- 電子化評量

節省教師在課程上的工作量，不需花費太多時間在測驗批評上。

- 個人化補救教學

透過師生之間持續不斷的教學、評量、再教學的循環過程中，來提升學習者的學習成效，教師可以進行教學上的調整，達到適合的教學模式。

4. 文獻探討

4.1. 數位學習

由於資訊科技的進步與網路的快速發展，數位學習(E-learning)將扮演未來教學與學習平台的角色。數位學習的定義在於以科技為基礎的學習，利用網際網路的連結，提供不受限於時間與空間的學習環境[12]。

因此數位學習的特色在於可隨時透過網路進行互動教學，學者 Rvan[3][11]將數位學習分為三類，分別描述如下：

(1) 自主獨立式的學習

此學習方式則是由學習者根據自己的學習進度，獨立的進行學習的動作，因此適合此類的學習者通常需要較高的主動學習動機以及自我要求。

(2) 非同步互動學習

此學習方式主要是由所有的教師及學習者共同進行課程，通常學習者會利用討論區或其它方式與其它學習者進行交流，因此非同步互動學習並不一定是以同步的方式進行討論。

(3) 同步學習

此學習方式是經由教師的學習課程規劃，與學習者一同上線討論，進行同步的線上學習，因此與傳統教學方式較為類似。

4.2. 資料探勘

資料探勘的定義為從大量的資料中存取或探勘知識[6][8]，透過資料的搜尋和分析找出有用的資訊為資料探勘主要的目的，一般而言，資料探勘的技術可分為傳統與改良技術二大項。傳統技術以統計分析為主，例如機率論、迴歸分析、敘述統計等，而在改良技術方面較普遍的方法有決策樹理論、類神經網路、規則歸納法等方法。

依資料探勘的技術主要可分為以下六種模式[1][5][6][9]：

(1) 分類法則(Classification Rule)

分類是一種監督式的學習，屬於統計學一部分，主要根據一些變數的數值來做為計算的準則，再依照結果進行分類的動作。例如「醫院可根據病患的就醫記錄」，找出某些疾病的特徵，藉此建立分類的模組，爾後當有新的患者時可分析其特徵，可透過分類的模組進行推論與預測。

(2) 迴歸分析(Regression)

迴歸分析為使用一系列現在的數值來做預測一個連續數值的可能值，與分類法則均為預測方面的資料探勘技術，然而目前運用的範圍特別是在類神經網路或決策樹理論等分析工具。

(3) 時間序列(Time Series)

時間序列主要是分析關於時間且為連續性的資料中所發生事件的相似度，是利用現有的數值來預測未來的數值。換句話說時間序列的工具是可以處理有關時間的一些特性，例如由股價的歷史資料庫中探勘各股價變動之模式、時間週期性等。

(4) 分群法則(Clustering Rule)

分群是一種非監督式的學習，主要的目的在於將資料分群，且可以將群組間的差異分辨出來，同時也可以把同一群組的相似性找出來。分群與分類不同的地方在於，分群在分析資料之前並不知道會以何種方式或根據什麼來進行分類的動作，而分類則必須事先知道分類的項目。

(5) 關聯(Association)

關聯主要是探討資料庫中項目間的關聯性，其概念是藉由某一事件的發生

或是在資料庫中同時會出現的東西，在日常生活中最常見為購物商場對顧客的交易資料庫進行關聯分析，意圖找出當 A 事件發生時，同時 B 事件也一起發生的機率，即稱為關聯。

(6) 序列(Sequence)

序列主要是由不同的交易中找出消費者在購買行為上的特徵，其特徵為購買商品的先後順序，因此序列主要是針對時間因素做為與關聯的區隔。例如：當 X 股票在某一天上漲了 30%，而且當天的股市加權指數下降，則 Y 股票在兩天之內上漲的機率是 80%。

5. 研究方法

在現今的教育體制下，國小數學課程內容的安排是由淺到深、從簡單到困難，所以，在課程概念的學習歷程中有先後順序的關係，而為了瞭解學習者的學習狀況，教學者通常會透過試題測驗的方式來檢視學習者對於課程內容的熟悉程度，因此，本研究的目標將從所有學習者歷次的試題測驗答題紀錄中，進行資料探勘與分析，期望能從所有的課程概念中，找出學習者熟悉程度較差的課程概念，並分析出這些課程概念之間的關聯規則，進而提供教學者在教學上的參考依據。

5.1. 關聯規則

關聯規則又稱為購物籃分析，最早是由 Agrawal[10]等學者於 1993 年提出，其主要目的是從大量的交易資料中，尋找出商品項目之間的關聯性，學者運用了數學模式來說明關聯規則的問題與定義，其形式可表示為 $X \rightarrow Y$ ，其中 X 和 Y 分別代表項目的集合。同樣的，在本研究中，學習者所學習的概念具有特定的關係，故將從學習者的試題測驗答題紀錄中找出關聯規則，當測驗時答錯概念 X 的情況下，概念 Y 也會答錯的情況之可能性。然而此關係是否會經由關聯規則被挖掘出來主要是透過二種參數來做衡量，分別為支持度(Support)與信心度(Confidence)[8]，而關聯規則會根據使用者所設定的最小支持度及信心度門檻值，判斷關聯規則是否具有意義[4]。

(1) 支持度(Support)

所謂的支持度主要是用來表示在所有交易資料中某些資料的交易比例，如下公式所示。

$$Support(X) = \frac{X \text{ 的交易筆數}}{\text{資料庫所含的交易筆數}}$$

(2) 信心度 (Confidence)

所謂的信心度則是關聯項目集間的相關強度，也就是說包含 X 的交易中也包含 Y 交易的機率，如下圖所示。

$$Confidence(X \rightarrow Y) = \frac{Support(X \cup Y)}{Support(X)}$$

5.2. 研究架構

資料探勘的方法是採用 Apriori 演算法針對資料進行探勘，並分析出關聯規則。研究的架構如圖 3，而詳細的流程步驟將於研究步驟中作說明。

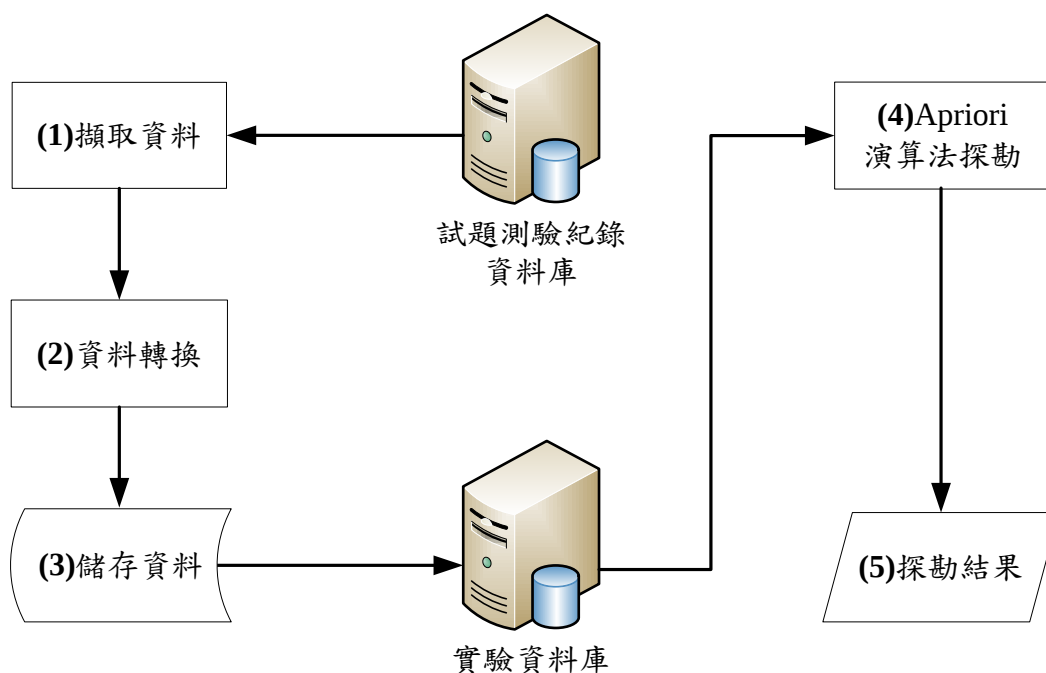


圖 3 研究架構圖

● 流程步驟說明

- (1) 取得學習者歷次的試題測驗答題紀錄。
- (2) 透過資料轉換，將原始資料進行過濾的動作，將不合適的資料排除，最後，再將過濾後的資料組合成合適的資料格式。
- (3) 將組合過的資料及格式儲存到實驗的資料庫中。
- (4) 應用 Apriori 演算法的技術，進行資料探勘的工作。
- (5) 顯示資料探勘後的結果。

5.3. 研究步驟

(1) 擷取資料

資料來源是取自於全省與國內補教業廠商「學習工場數位科技」加盟的國小補教業之教學單位，當每日使用數位教學系統進行教學

後，會將過程中學習者的試題測驗答題紀錄同步回傳至總公司之資料庫伺服器，因此，可以獲取每一間國小補教業之教學單位的所有學習者歷次的試題測驗答題紀錄，提供實驗所必需的資料。

(2) 資料轉換

在資料中，試題測驗資料所包含的課程概念可分為單一相關概念與多個相關概念，為了分析出所有學習者在測驗中錯誤概念的關聯性為何，實驗中將選擇多個相關概念的試題測驗做為分析的對象。此外，為了將取得的資料符合實驗所需並進一步分析，實驗中會過濾掉不合適的資料，再將剩餘的資料組合，並轉換成實驗所需之格式，並儲存至資料庫中。

(3) 儲存資料

將轉換過後的資料及格式儲存到實驗的資料庫中。

(4) Apriori 演算法探勘

Apriori 演算法(Apriori Algorithm)[10]是關聯規則中最具代表性的演算法，Apriori 演算法是一種由下而上的演算法，主要是由知的項目集合開始，逐漸向長度較長的項目集進行分析，在演算法中處理不同的項目集時，可分為二大步驟：第一步驟：產生候選項目集；第二步驟：計算項目集的支持度，詳細說明如下[4]。

● Apriori 演算法步驟一

I. 初始設定

首先一開始搜尋資料庫，針對每一個項目分別計算該項目在資料庫中出現的次數，產生相對應表格。並且透過使用者設定的最小支持度門檻刪除部分項目，得到第一層的項目集合[2]。

II. 產生候選項目結合

在處理 K 個概念時，Apriori 演算法會利用擁有 $(k-1)$ 個概念的高頻項目集來產生長度為 $(k+1)$ 的候選項目集。因此利用結合的方式，Apriori 演算法能夠快速的產生候選項目集。舉例來說，{比大小,數與量,我會讀、寫 1-10}和{比大小,數與量,20以內的分與合}為二個 3-高頻項目集，由集合中我們可以看出此二個高頻項目集中有 2 個相同的項目，分別為{比大小,數與量}，因此經過結合後會產生{比大小,數與量,我會讀、寫 1-10,20 以內的分與合}此一候選“4-項目集”[8]。

III. 進行修剪步驟

Apriori 演算法利用項目集特性來進行削減候選項目集的動作。在修剪的步驟中會檢定所有經有結合步驟產生的候選項目集之子項目集。舉例來說，{進階練習(一), 資優挑戰(二), 數與量}、{進階練習(一), 資優挑戰(二), 比大小}、{進階練習(一), 數與量, 比大小}、{資優挑戰(二), 數與量, 比大小}，經過結合之後會產生{進階練習(一), 資優挑戰(二), 數與量, 比大小}和{進階練習(一), 數與量, 比大小, 我會讀、寫 1-10}二個候選“4-項目集”，其中{進階練習(一), 數與量, 比大小, 我會讀、寫 1-10}的子項目集{數與量, 比大小, 我會讀、寫 1-10}並非高頻項目集，因此{進階練習(一), 數與量, 比大小, 我會讀、寫 1-10}將會被刪除[9]。

● Apriori 演算法步驟二

I. 計算項目集之支持度

此階段需掃描資料來進行計算候選項目之支持度，並且根據使用者所設定的最小支持度來分判斷候選項目是否為高頻項目集。在步驟一中我們可得到候選項目集的支持度，將該支持度與最小支持度門檻值進行比對，若該候選項目集的支持度高於門檻值即稱為「高頻項目集(L_1)」，接著再藉由步驟一的結合和修剪我們可得到長度為 2 的候選項目集(C_2)，再運用此候選項目集(C_2)來刪除在資料庫中支持度不足的項目集，因此會產生新的高頻項目集(L_2)，以此類推直到無法再找出高頻項目集為止[2][5]。

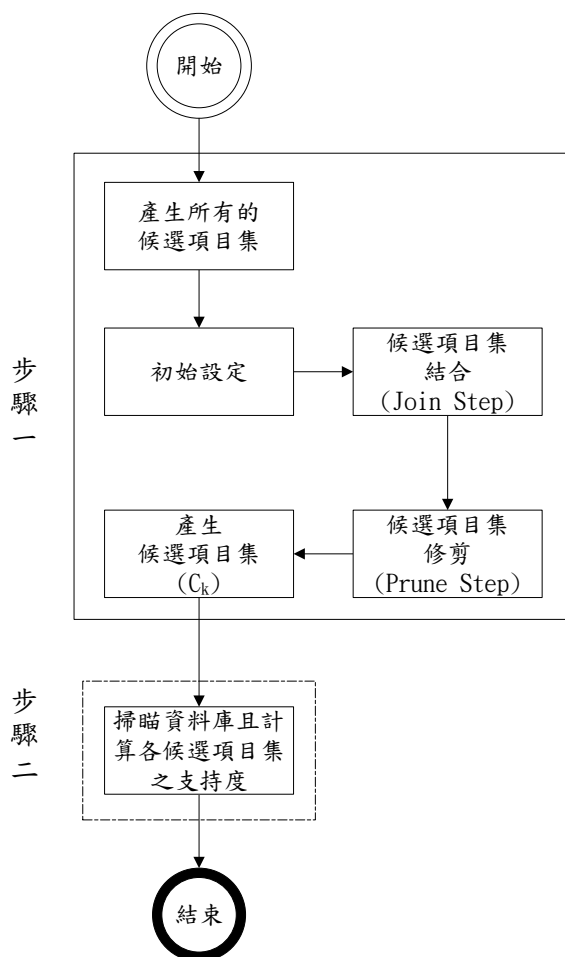


圖 4 Apriori 演算法運作架構[5]

(5) 探勘結果

顯示實驗資料庫的資料經由 Apriori 演算法探勘後的關聯規則表。

6. 實驗結果

在實驗中，實驗資料的筆數共有 716 筆，為了加快 Apriori 演算法的探勘時間，將會把包含在實驗資料裡一些無效的測驗結果筆數過濾掉，故實際得到的實驗資料筆數約有 356 筆。在實驗資料中，單一概念答錯次數之概念總數共有 202 個，詳細的數量分佈如表 1。

表 1 單一概念答錯次數之概念數量分佈表

單一概念答錯次數	概念數量
1	37
2	26
3	32
4	23
5	11
6	14
7	9
8	10
9	3
10	4
11	3
12	1
13	6
14	2
15	1
16	2
18	2
19	1
21	2
22	1
23	2
25	2
26	2
29	1
32	2
65	1
148	1
211	1

在實驗過程中，為了確保實驗的客觀性，則將排除學習者在測驗中的一些例外因素，此外，從表 1 得知，單一概念答錯次數最小值為 1 次，最大值為 211 次，而單一概念答錯次數之概念數量大部分都集中在單一概念答錯次數等於 1 到等於 8 之間(共 162 個，佔全部數量的 80%)，故將取實際實驗資料筆數 356 筆的 7%作為最小支持度，也就是單一概念答錯次數之概念數量大於 24.92 個即為符合，而最小信賴水準則設為 70%，當作選擇符合關聯規則的門檻值。

經由 Apriori 演算法程式的探勘後，得到符合條件的關聯規則共有 10 筆，實驗結果如表 2。

表 2 關聯規則表

編號	關聯規則	信賴水準
1	20 以內的分與合 → 比大小	100%
2	讀讀看、寫寫看 → 我會讀、寫 1-10	100%
3	我會讀、寫 1-10, 進階練習(一) → 數與量	100%
4	數與量 → 我會讀、寫 1-10	98%
5	進階練習(一), 數與量 → 我會讀、寫 1-10	98%
6	比大小 → 第幾個?	87%
7	認識左右、遠近的方位 → 比大小	86%
8	比大小 → 20 以內的分與合	78%
9	比大小 → 認識左右、遠近的方位	78%
10	進階練習(一), 資優挑戰(二) → 資優挑戰(一)	78%

由表 2 可得知，在規則編號 1 中，當測驗時答錯概念「20 以內的分與合」，會有 100% 會答錯概念「比大小」；在規則編號 8 中，當測驗時答錯概念「比大小」，則會有 78% 會答錯概念「20 以內的分與合」。然而，規則編號 1 與規則編號 8 擁有相同的概念，但由於規則編號 1 的信賴水準高於規則編號 8，所以應以規則編號 1 的結果為主要參考依據，以此類推。

實驗結果顯示出整體學習者對於哪些課程概念的不足之關聯規則，因此，教學者可透過參考關聯規則表所呈現的結果，一方面可了解整體學習者在課程概念上的學習情況；另一方面則可得知在教學上是否有哪些課程概念不足，進而將課程概念列為教學上的重點，並在教材或教學上做適當的調整。

7. 結論與未來工作

本篇論文從現有的數位教學系統中探討，針對學習者經由數位教學系統學習後，所

作的試題測驗，進行資料探勘的工作，並分析出所有學習者在課程概念上學習的狀況，進而改善以往只著重在分數的高低來決定是否對學習者進行輔導教學，提供教學者輔導學習者的一個參考依據。

由實驗結果得知，透過分析所有學習者歷次的試題測驗答題紀錄，並探勘出整體對於哪些課程概念的不足之關聯規則，不但可提供教學者作為課後輔導學習者的依據，而且在日後的教學上，教學者也可參考關聯規則所呈現結果，進一步列為教學上的重點，並可在教材與教學上做適當的調整。

然而，在原始資料來源中，由於缺乏學習者的相關個人資料，以及未提供一些有關於性向、興趣等額外的資料，故難以進行推測是否因為外來的因素或內在的個性，而導致某些課程概念的學習成效上表現得不好。因此，在未來的研究上，將改善原有的數位教學平台，並收集更多有關於學習者本身及學習等相關資料，再做更進一步的探勘及分析，除了可呈現出所有學習者對於課程概念熟悉度之關聯規則，以及個別學習者的學習狀況，亦可找出對教學者有幫助的分類規則，成為未來積極改進的部分。

參考文獻

- [1] 中華資料採礦協會，*CDMS-Newslette 第十七期*，中華資料採礦協會出版，2006。
- [2] 吳瑞堯、莊明政，“關聯分析中高效產生候選項目集合之研究”，世新大學資訊管理學系，pp. 12-16，2002。
- [3] 范懿文、楊玉麟，“數位學習教學策略在學習成效上之研究”，中央大學資訊管理研究所，pp. 6-9，2006。
- [4] 許玟斌、陸坤義，“應用分層隨機抽樣和動差保留法採掘重要關聯規則之方法”，東海大學資訊工程與科學研究所，pp. 1-6，2003。
- [5] 黃南傑、黃仁鵬，“高效率拆解之關聯規則探勘”，南台科技大學資訊管理所，pp. 10-13，2003。
- [6] 梁錫卿、羅卓雄、廖敏妃、黃釋緯，“以改良式網頁搜尋技術結合個人化排序之研究”，朝陽科技大學資訊管理系，pp. 1-3，2007。
- [7] 梁錫卿、林釗鋇、徐君豪、游振呈，“整合式即時互動教學系統之實作與探討”，2007 電子商務與數位生活研討會，pp. 1168-1185，2007。
- [8] 曾龍，*資料探礦概念與技術*，維科圖書有限公司，2003。
- [9] 薛夙珍、梁嘉鴻，“具隱私防護之關聯規則探勘研究”，朝陽科技大學資訊管理系，pp. 17-22，2005。
- [10] R.Agrawal, and R.Srikant, “Fast Algorithms for Mining Association Rules,” *Proc. Of the 20th VLDB Conference Santiago*, 1994.
- [11] Ryan, S., “Is Online Learning Right for You?,” *American Agent & Broker*, 2001.
- [12] WRHambrecht+Co, “Corporate e-learning: exploring a new frontier,” Technical Report, 2000.
- [13] http://www.edu.tw/EDU_WEB/EDU_MGT/SECRETARY/EDU8559001/guide/94guide.htm
教育部，教育部九十四年度施政方針
- [14] <http://www.elearn.org.tw/NR/exeres/BF4C8B43-FB95-41E1-A0BF-55CF7FF4E3BF.htm>
經濟部工業局，數位學習產業推動與發展計畫
- [15] <http://elnpweb.ncu.edu.tw/home.aspx>
數位學習國家型科技計畫辦公室
- [16] <http://ntu.elearn.hinet.net/v30/index.jsp>
臺大數位學習網
- [17] <http://elearn.cc.nccu.edu.tw/>
國立政治大學數位學習網
- [18] <http://www.elearning.ccu.edu.tw/>
國立中正大學數位學習中心
- [19] <http://elearning.thu.edu.tw/moodle/>
東海大學數位學習平台
- [20] <http://www.learning-house.com.tw/>
學習工場數位科技
- [21] <http://www.aiclass.com.tw/taiwan/>
松博學習科技股份有限公司