

# 以變化探勘為基礎之學習弱點診斷回饋系統

鄭麗珍

東吳大學資訊管理學系  
lijencheng@cis.scu.edu.tw

薛邦旻

東吳大學資訊管理學系  
98356017@scu.edu.tw

## 摘要

通識與共通科之目的都在傳授學生基本能力與知識。目前各級學校為了維持教學品質，會採用統一教材與統測的方式，以達到基本能力的教授。這樣大規模統測之測驗結果，很難用傳統學生問題表作學習偵測。本研究將結合概念構圖以轉換統一教材的內容，利用關聯規則的技術，找出學生在概念上錯誤的關聯性，接著，透過變化探勘的方法找出歷年來學生在概念上的弱點改變，最後將此資訊整理成教學建議回饋給老師，希望能提早發現歷屆學生的學習弱點，給予適當的教材輔助與補救方式，期望能夠增加老師的教學成效，也能增進學生的學習成效。

**關鍵詞：**概念構圖、關聯規則、變化探勘、學習成效。

## 1. 緒論

現今科技技術日益創新，許多研究都在探討如何透過資訊科技以輔助老師提升教學品質或是改善學習成效。資訊技術用在輔導學生學習方面更是很好的成效，輔助老師以找出學生在學習上所出現的弱點問題，教師也能依據不同學生的弱點給予適當輔導與建議。近年來，有許多學者也紛紛投入遠程教學的活動研究中，利用電腦輔助教學系統或是測驗系統更能幫助老師得知學生的學習狀況，在各方面所得到的結果也具有不錯的成效，而世界各國也將此列為教學上的一個趨勢[3]。

學校教育或是專業技能教育，為了維持教學品質，會透過設計統一教材或是課綱的方式，期望學生在基礎知識上的能力達到一定水平，接著在檢驗教學與學習成效上會透過統一會考的方式來衡量。在台灣除了中小學教育是採用這樣的模式，許多大學的大一共同科也都會採用此方式，來達到基礎課程的訓練目的。這

些共同必修課程，在設計教材時，主要希望不同背景的學生能夠經由相同教材的教授，以建立一個共同的基礎概念。以本校資訊概論課程為例，由本校邀集專業師資共同編撰統一教材，作為授課範本，學習結束並用統一會考，以衡量教學成效進而回饋給老師，作為教學上的參考，並希望可以回饋在教材的改良上。但是，每年大一新生在資訊方面的背景知識逐年改變，且學生的學習狀況也每年不同，如何有效偵測出逐年學生的學習弱點以回饋給老師，就是一件很重要的工作。

在傳統教學上，老師會使用測驗與評量的方式以找出學生在學習上所出現的弱點與問題。過去往往只能從分數的高低去做判斷，無法真正找出學生的學習障礙與問題所在。在1970年代日本學者佐藤隆博提出 S-P 表的分析方法亦即 Student-Problem chart(學生問題表)，可以利用每位學生試題作答情形去分析，以獲得每位學生的學習診斷，包括答題狀況與學習弱點所在，再將此資訊回饋給老師幫助老師能夠提供教學上的輔導或教材上的編制[8]。S-P 表可以針對學生的作答反應資料做細部分析，診斷出學生的學習困難所在與試題適合度檢查的教學輔助成效很好，但 S-P 表僅適用在班級單位人數少的資料分析。此方法有人數上的限制且只能知道學生所答錯的題目，無法了解學生在概念上所出現的問題及弱點概念的改變；然而在大規模的集體測驗時，想知道學生的學習弱點便無法使用 S-P 表，會造成分析上的問題。所以要如何在大規模考試上，找出學生概念弱點的關聯性與歷年概念弱點的改變，並將此資訊整理成教學建議回饋給老師，在教學上能夠針對學生的弱點及提早發現學生學習問題的改變提早給予輔導及教材上的編制是本篇研究的重點。

資料探勘的優點就是能夠從巨量的資料之中，過濾出有用的知識或規則的技術。過去在教育上，有許多研究利用關聯規則的方法建

構智慧型學生概念弱點診斷系統去幫助學生能夠了解自我的學習盲點與關聯性，並提供相關章節的補救強度，讓學生能夠更簡單找出適合自己的補救方式，以提升個人學習成效[2-6]。但過去研究大部份只是針對學生的答題狀況去找出適合的補救學習路徑或補救課程推薦給學生，並無法針對老師所想要得知的學生學習弱點關連性與學習弱點的變化提供回饋教師的資訊。

本研究將改良 S-P 表，提出一個學生答題概念表觀念，輔以概念構圖的觀念與變化探勘的技術，設計一個學習弱點的偵測系統。透過這個系統，可以把統一教材轉換成概念構圖，接著透過學生歷年考試的答題狀況，透過變化探勘的技術，得知歷年學生在學習弱點上的改變，進而可以協助老師在教材設計與教學重點上做適當的改變。

本文總共分為四章，其架構如下所述，第二章文獻探討，介紹過去學生學習弱點偵測的方法，第三章為研究架構，包含本研究所提出的研究步驟與方法設計；第四章為實驗設計，會針對本文所提出的方法，設計一個實驗流程；第五章為實驗結果，會將實驗的所事先產生的結果列出，第六章為結論，會針對本研究結果做一個統整。

## 2. 文獻探討

### 2.1 學生問題表

所謂的 S-P 表是指英文 Student(學生)的 S，以及 Problem(問題)的 P 兩個字母所結合的簡稱，大家統稱為「S-P 表」也就是 Student-Problem chart(學生問題表)之意，此表為日本學者佐藤隆博在 1970 年代提出的分析技術，是將學生的答題狀況利用圖形化的分析方法，去獲得每位學生的學習診斷，再將此資訊回饋給教師幫助老師能提供教學上的輔導或教材上的編制[11]，此方法在教學領域上面頗受重視且十分流行。

所謂 S-P 表分析，在於計算每位學生試題作答情形，如表 1，縱座標代表每位學生學號，橫坐標代表試題題號。表中的 1 代表學生答對該題號的題目，0 則代表學生答錯該題號的題

目，最後在縱軸的右方會針對每位學生答對題數做加總以及在橫軸最下方會將每個題目的答對人數做加總，因此從表中可以看出每位學生的答錯哪些題目以及了解每個試題的作答狀況；然而傳統教學過程中，測驗與評估是評量學生學習成效的重要步驟，此步驟能顯示學生在學習上所遇到的障礙和弱點，但過去測驗分析只能知道學生考試所得到的分數，無法針對學生的答題狀況做細部分析，因此 S-P 表能解決上述測驗分析所出現的問題，並將學生的學習問題與盲點回饋給老師做教學上的調整或改變命題。

表 1 學生問題表

試題編號 學生編號	P1	P2	P3	P4	P5	總分
1	1	1	1	1	1	5
2	1	1	1	1	1	5
3	1	1	0	0	1	3
4	1	1	1	0	0	3
5	1	1	1	0	0	3
答對人數	5	5	4	2	3	19

至於 S-P 表中常使用到的兩個係數，注意係數用來判斷學生或試題上的反應是否有異常現象的指標，值越大代表學生或是試題上的反應越有異常現象；差異係數則用於判斷施測結果的可靠性，如果數值越高則代表結果愈不可靠，最好需要重測。利用這些指標能夠去診斷學生的表現、學習品質、測驗的適合性及教學成果的有效工具，作為老師在教學上改進、命題與輔導學生的參考依據。

過去有學者整合概念結構和學生問題表去分析學生在學習上出現的問題[13]。首先，利用概念結構去判斷學生對於整體概念的了解程度以及個人獨有的知識結構，接下來蒐集學生的測驗情形並利用學生問題表的試題注意係數與學生注意係數將學生分為不同的學習類型，最後再針對不同學習類型以及每位學生的知識結構所出現的問題與狀況給予適當的教學輔助及教材。

然而 S-P 表在實驗樣本人數較少的情形下，可以很清楚的了解學生在學習上所出現的問題與盲點，分析的測驗資料適用於班級人數 40 至 50 人，而試題約在 20 至 30 題的評量資料，因此如果使用全校性的大規模考試資料可能會造成分析上的問題。

## 2.2 概念構圖

概念構圖是由美國康乃爾大學 Joseph D. Novak 教授於 1960 年提出，是一種以圖表方式來表徵知識架構的學習策略，其目的是希望藉由圖形化的結構，協助學生找出界定概念間的關係，繪製概念構圖時，通常會將教材的基礎知識抽出來並加以分類，再以一個核心概念為主題，用不同型式或符號表徵兩個概念與概念關係的圖像。

概念構圖除了以圖像來表徵知識架構以外，也能幫助學生了解課程的整體架構，並協助老師能更清楚的設計教材與調整課程架構。在過去文獻中，概念構圖，將教材的章節與概念去做對應與連結，能幫助學習能力較低的學生，更能清楚了解課程概念的關係與整體架構[10]。利用概念構圖協助教師去發展出更具結構與統整性的課程架構，學習者也能依照此學習順序去了解整個課程[6]。在課程設計上常會出現多餘重複的概念，概念構圖能幫助教師找出重複性，並能了解各章節之間的獨立性與相關性，因此在命題上更能切割題目所屬的課程章節或是更清楚知道題目所對應概念與章節[1]。

過去也有許多研究利用概念構圖評量學生在學習上的知識架構與學習缺失，一般常使用的方法是給予學生一個教材內容，而學生經由學習了解此教材知識後，要求學生畫出自己的概念構圖，最後評分則是依據學生和老師的概念構圖比較差異，給出一個分數，從中能了解學生在學習上是否有所不足或是概念不清楚的地方，對於老師也能增加他們了解學生學習狀況。也有許多學者使用概念構圖的方式去設計課程架構或是評估學生學習表現，Hwang(2003)提出利用概念構圖方式去找出單一學生在學習上所需要補救路徑的系統架構，首先將學生的答題內容自動產生符合學生需求的概念關係圖，教師亦可透過輔助介面去調整教學目標的關係圖，之後，系統根據教師調整後的概念關係圖去產生每位學生的學習補救路徑，給予學生適當的建議，進而提升學生的學習成效[3]。

學生繪製概念構圖可以幫助他們釐清整個英文閱讀的文章架構進而增加學生的閱

讀能力[8]。而概念構圖也可以藉由同儕間的學習，了解其他同學對課程架構所產生不同的觀點，並學習別人的優點，提升其創造潛力[5]。而由教師提供專家繪製的概念構圖可以當作另一種的教學方式，專家的概念構圖可以當作是學生了解課程整體架構的鷹架，也能夠當作教師們建立教材的依據，進而幫助學生達到近側發展區的學習[4]。

綜合上述文獻可知，概念構圖在教育領域上已經有許多正向的價值，不只能讓學生了解課程或教材的學習架構，並能幫助教育者在命題上或了解學生的學習狀況上有不少貢獻。

## 2.3 關聯規則用在教學領域

在資訊爆炸的時代，每天都有大量的資訊湧進而來，如何從這些大量的資料中找出有用的資訊，是目前企業或個人所迫切需要的，而資料探勘是從巨量的資料之中，過濾出有用的知識或規則的技術。在商業上利用資料探勘能找出有用的策略性資訊，這些資訊能夠幫助企業知道哪些客戶是高價值客戶、預測顧客的消費行為或是新的商業機會等等，進而提出適合的行銷策略或因應策略，以提升企業的競爭能力。

資料探勘使用了許多演算法、統計分析或模型，主要是去尋找出有用的型樣(Patterns)及其關聯性。而一般的大型賣場分析顧客購買商品的消費行為，往往使用關聯規則的方法去找出消費者每次交易所購買的的關聯性，例如：80%的顧客如果購買碳粉匣，也會購買報表紙。而關聯法則其原理如下所述：令  $I$  為一群項目的集合  $I = \{i_1, i_2, i_3, \dots, i_n\}$ ，在資料庫中，每一筆資料包括編號與一組項目，而一組項目所成的集合稱之項目集(itemset)，此項目集所包含的項目個數代表此項目集的長度，如果項目個數為  $K$ ，則稱此項目集合為  $K$ -項目集合( $K$ -itemset)。假設  $X$  和  $Y$  都代表項目集，關聯法則的型式定義為  $X \rightarrow Y$ ，其中  $X, Y \subset I$ ，且  $X \cap Y = \emptyset$ ， $X$  稱為條件項目(condition Item)； $Y$  稱為結論項目(Consequence Item)。至於每一條規則都會有個自的支持度(support)與信心水準(confidence)兩個參數，用來判斷找出的關連規則是否有意義，以下為兩個參數的定義：

- 支持度(support)：

代表項目集 X 的支持個數佔全部總數的比例，如公式(1)所示，此值越高代表出現的頻率相對越高

$$\text{Support}(X) = \frac{X \text{的支持個數}}{\text{資料總數}} \quad (1)$$

● 信心水準(Confidence)：

代表符合條件項目與結論項目的支持個數佔全體符合條件項目的支持個數比例，如公式(2)所示，此值越高則代表會出現 X→Y 的規則可能性越高

$$\text{Confidence}(X \rightarrow Y) = \frac{XUY \text{的支持度}}{X \text{的支持度}} \quad (2)$$

支持度與信心水準不但可以用來判斷規則的有效性，在規則縮減的過程中也扮演非常重要的角色，可以用來縮減大幅度的規則數量，然而一個有效的關連規則其支持度必須大於或等於事先設定的兩個參數值，最小支持度 (mini support) 與最小信心水準 (mini confidence)。

近年來，在教育領域上利用科技來輔助教學的方式越來越常見，世界各地也將此列為教學上的一個趨勢，而利用資料探勘分析學生學習弱點與學習路徑是目前常使用的方式。在教學上，有許多研究利用關聯規則的方法建構智慧型學生概念弱點診斷系統去幫助教師能找出學習弱點的關聯性，Lee(2009)提出智慧型概念偵錯系統 (intelligent concept diagnostic system, ICDS)系統架構，主要以關聯規則的方法去找出學生答題情形與學習概念的關聯性，接著系統會自動產生學生學習狀況的概念構圖，教師可以經由概念構圖去了解學生哪些概念出現問題，最後提供適合每位學生的補救教材與學習建議[7]。在章節對應概念方面，利用關聯規則方法找出章節與概念之間的關係，並結合學生試題答題狀況，整合答題錯誤的題目，進而診斷出學生的學習弱點，並提供相關章節的補救強度，讓學生能夠更簡單找出適合自己的補救方式，以提升個人學習成效[2]。

在學生補救教學方面，根據 Ma(2000)提出一個評分機制(Scoring based on associations, SBA)系統架構，主要目的是為了能協助老師能更明確找出學習上有落後的學生，進而給予補救課程去加強這些學生的學習成效。首先，實驗利用關聯規則的分類方法將學生分為高學習表現和低學習表現兩類，接著使用規則的評

分機制去分析學生需要進入補救教學的迫切性，最後再推薦學生所需要的補救課程[9]。

### 3. 研究架構

傳統 S-P 表對於分析學生的學習弱點及試題的適合度有很好的成效，但受限於樣本數過小，無法針對大規模的考試去做分析。因此本研究是利用變化探勘的方法，希望能夠找出歷年大規模考試上，學生所出現的學習弱點改變，進而判斷不同年份學生在考試上所出現的學習弱點差異。這些資訊將提供給老師當作教學改進以及課程設計及輔導學生的輔助依據。本研究架構主要由三個模組組成，前置資料處理模組、關聯規則模組、變化探勘模組，如圖 1 所示。

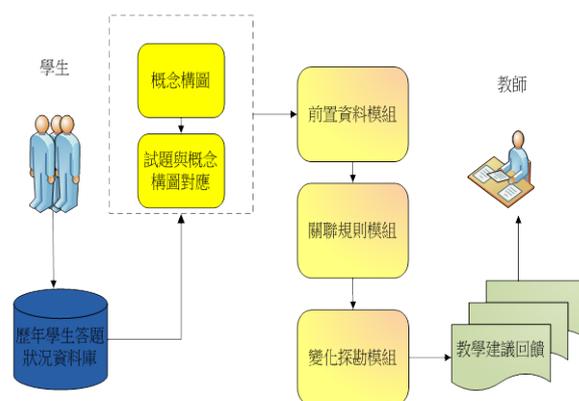


圖 1 本研究模型

#### 3.1 前置資料模組

前置資料模組主要分為三個步驟，概念構圖建立、試題與概念對應、建立學生答題狀況概念表。首先是概念構圖建立的部分，主要是透過專家以結構化圖示的方法來表現課程概念間關係。將課程中零散的知識與概念結合成一個有意義的知識架構，如圖 2。教師透過此架構能夠清楚的規劃學習教材與命題方向，學習者也能經由此概念構圖了解課程的整體綱要及概念間的相關性及先後順序；概念構圖相較於傳統的教材結構，都使用章節化的結構來編修教材，大部分只是將相似的內容分到同一個範圍內，這樣的編排也只能讓我們知道教材

編排的先後順序而已，並沒有辦法看出各知識概念之間的關聯性與學生對於概念的合理學習路徑及先後順序，教師也無統一綱要來教導課程，所以，使用專家共同規劃出的概念構圖，可以解決傳統教材結構所出現的問題，讓教材更具有結構性。

在試題與概念對應的部分，主要處理的工作是將每份考題與專家繪製的概念構圖做一個適當的對應。老師出題會以專業的角度去衡量學生的學習狀況，通常會以章節主題為主，透過此模組將每份考題的題目與本研究所建立的概念構圖做一個正確的對應，例如：DDR 是表示那一種電腦裝置？這題對應到圖 2 的概念構圖中，“儲存單元”的概念。經此步驟樣的整理可以把整份考題整理與學習概念作一正確的對應，這樣就可以彙整了解學生所錯的題目是哪些概念出了問題，進而找出其所需要矯正的學習單元。

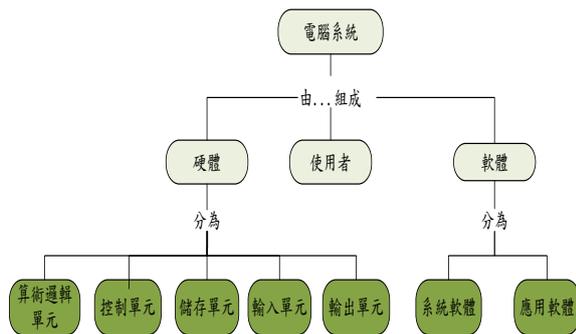


圖 2：電腦系統之概念構圖

接下來可以將學生答題資料庫中，每位學生的答題狀況，透過前面試題與概念的對應步驟的結果，整理出，如表 2。本研究提出學生答題概念表 (S-C table) 的觀念，將考題轉換成學生學習弱點概念的整理，原始的學生答題狀況會記錄每位學生所答錯的題號與該份考卷的成績，透過試題與概念的對應，將原始答題狀況轉換成每位學生答錯概念的整理即稱表學生概念表，如表 2。表中的數字代表學生在此份考題所對應的概念中答錯的題數，由此表可以看出每位學生的學習弱點，當某生在某概念錯誤題數較多即代表該生在那個概念上學習不佳需要特別加強。

表 2 學生答題概念表

學生編號 \ 概念編號	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	3	5	1	0	0	4
2	0	4	3	5	2	0
3	2	0	0	3	1	2
4	0	0	4	1	2	3
5	5	4	1	0	5	3
6	0	2	4	3	4	4

### 3.2 關聯規則模組

學生概念表建構完成之後，本實驗透過離散化的方式，產生學生在概念上的弱點強度，將每位學生在概念上的錯誤強度分為高、中、低；離散化是透過學生在每一個概念上答錯的數量占此概念總題數的百分比，答錯相同概念的數量超過此概念的總題數 75% 為高強度；介於前 25% 和 75% 之前為中強度；小於 25% 為低強度。如表 3 所示，可以清楚看出每位學生在各個概念上的學習弱點狀況。

表 3 學生錯誤概念強度表

學生編號	錯誤概念強度
1	C1(中), C2(高), C3(低), C6(高)
2	C2(高), C3(中), C4(高), C5(低)
3	C1(低), C4(中), C5(低), C6(低)
4	C3(高), C4(低), C5(低), C6(中)
5	C1(高), C2(高), C3(低), C5(高), C6(中)
6	C2(低), C3(高), C4(中), C5(高), C6(高)

取出每位學生的答題概念表，將之轉換成各個學生弱點概念強度資料表，此資料表中包括每位學生的考試成績以及每個概念的弱點強度。將這些學生錯誤概念強度表，透過關聯規則找出學生的學習弱點的關聯性。分別對兩個不同時間的學生答題資料庫進行探勘，找出兩個不同時間點的學習弱點規則。以表 3 的資料為例找出時間  $t$  學生弱點概念的規則，C2(高), C4(中)  $\rightarrow$  C6(高)，代表大部分的學生，在考試中如果概念 C2 錯很多題且概念 C4 也

會答錯部分的情況下，學生在概念 C6 就會錯很嚴重。

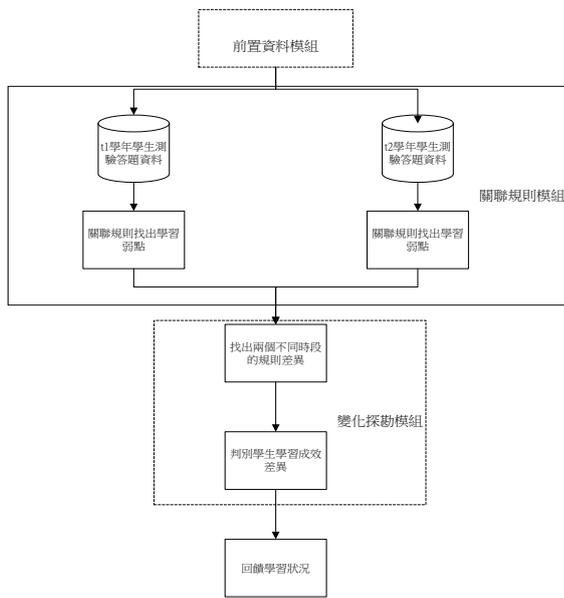


圖 3：不同時間學習弱點架構圖

### 3.3 變化探勘模組

本研究採用變化探勘的方法去分析不同時間的大規模考試資料，兩個不同時間答題狀況差異。圖 3 主要在說明變化探勘的詳細步驟。變化探勘模組主要用於判斷兩個不同時間點學習弱點的差異，本研究也針對變化探勘的四種樣式在教育上的應用定義如下：

#### ■ 突顯樣式 (Emerging pattern)

在學期 $t_1$ 所產生的規則為 $r^1$ 和學期 $t_2$ 所產生的規則為 $r^2$ 須滿足下列的條件：

- (i) 兩個規則 $r^1$ 與 $r^2$ 的項目樣式中的屬性與屬性值皆相同，且項目成員及順序相同
- (ii) 兩個規則 $r^1$ 與 $r^2$ 的項目樣式支持度有所差距

#### 範例：

在學期 $t_1$ 所產生的規則C1(高)，C2(中) → C5(高)，其規則支持度為 30%；而另一個學期 $t_2$ 所產生的規則C1(高)，C2(中) → C5(高)，其規則支持度為 50%。兩個樣式項目皆相同但支持度從 30%提升至 50%，我們將此稱之為突顯樣式。在教育上面這種情形可以看出不同學期，學生在相同的學習概念弱點上其錯誤的人數是否有所減少增減。

#### ■ 非預期改變(Unexpected change)

在學期 $t_1$ 所產生的規則 $r^1$ 與學期 $t_2$ 所產生

的規則 $r^2$ 須滿足下列的條件：

- (i) 兩個規則 $r^1$ 與 $r^2$ 的條件項目皆相同，且成員及順序相同
- (ii) 兩個規則 $r^1$ 與 $r^2$ 結果項目的屬性與屬性值並不相同

#### 範例：

學期 $t_1$ 所產生的規則C2(高)，C4(中) → C6(高)；而另一個學期 $t_2$ 所產生的規則C2(高)，C4(中) → C6(低)，兩個學期規則的條件項目：C2 與C4 皆相同；但在結果項目， $t_1$ 學期概念C6 的屬性值，概念錯誤程度為”高強度”，而 $t_2$ 學期C6 的屬性值，概念錯誤程度為”低強度”，兩個學期的結果項目並不相同，我們將此稱之為突顯樣式。

在教育上利用非預期的改變可以判斷學生在概念弱點上的改變，因此可以透過分析結果讓老師能夠適時的去調整教學方式與內容，以應對學生在學習弱點上的改變。

#### ■ 新增/消失樣式(Added/Perished pattern)

若在一學期 $t_1$ 所產生的規則 $r^1$ 與另一個學期 $t_2$ 所產生的規則 $r^2$ 須滿足下列兩個其中之一條件：

- (i) 學期 $t_1$ 所產生的規則 $r^1$ 與學期 $t_2$ 所產生的規則 $r^2$ 的條件項目可能多出額外的項目，但結果項目皆相同
- (ii) 學期 $t_1$ 所產生的規則 $r^1$ 與學期 $t_2$ 所產生的規則 $r^2$ 的條件項目可能消失其中的項目，但結果項目皆相同

#### 範例：

在學期 $t_1$ 所產生的規則C2(高) → C6(高)；而學期 $t_2$ 所產生的規則C2(高)，C4(中) → C6(高)，兩個學期規則的條件項目相較之下 $t_2$ 學期增加了C4 概念，而在結果項目，兩個學期皆為C6 概念，我們將此稱之為新增樣式。

## 4. 實驗設計

為了驗證本研究所提供教學建議的有效與有用性，實驗設計將分兩個面向來討論，一是透過問卷了解這些建議對老師在設計教學內容與調整教學策略上的幫助，另一方面是在學生學習成效面，透過本研究提供給老師的資料，透過老師設計不同教案之後學生的學習成效改變。首先這些教學建議必須透過本研究所

提的系統架構，利用關聯規則找出學生在學習概念之弱點上的關聯性，接著利用變化探勘方法判斷歷屆學生在學習弱點上的改變，並整理出有用的規則。第二個步驟，將整理出來的教學建議回饋給老師，提供學生適合的補救教材，以判斷學習成效是否有所改善。第三個步驟，將教學建議回饋給老師後，透過量表方式了解對老師教學上的幫助程度，評斷系統之有效性。

#### 4.1 利用資料探勘發掘學生學習弱點

在資料探勘的部分，會針對兩個不同年份的大一新生在必修共同科目上的答題狀況資料，透過關聯規則的分析，分別找出兩個時間點的學生學習弱點關連性，接著，透過變化探勘的方法，去發現兩個不同年份的學習弱點差異，進而了解學生在該年的弱點狀況以及在下一年的學生弱點改變。

#### 4.2 學生學習成效評估

這部分實驗對象為本年度某科系大一新生，而此科系的授課老師皆為同一位老師教授，將本年度的學生當作為實驗組，上一年度的學生為對照組，由於為相同科系的學生，所以大一剛進學校的基礎能力、學習背景以及學習能力上沒有差異性。在實驗組部分，教師除了教授原先進度所需指導的課程之外，額外補充教材部分依據本實驗所提供的學生弱點教學建議教導學生；接著利用獨立樣本 T 檢定評估實驗組與對照組的期末考成績是否有差異，以及進步的幅度，期望使用本實驗教學建議的學生能夠得到更好的學習成效。

#### 4.3 教師使用回饋

在學期開始前會由9位專家共同畫出資訊概論教材的概念構圖，並將此構圖做為教師教學的主要架構，老師對於教材具有熟悉性，除此之外亦將本研究在變化探勘所得到之結果呈現並提供相關建議給所有的資概課程授課教師，接著透過問卷的方式去了解老師對於這些教學建議在教學上是否有所幫助，量表中主要分為教學策略成效、教學內容及回饋建議有

效性等三個構面去評估，採用 Likert 六點量表方式，最後經由問卷的結果我們可以瞭解系統的缺失以及教師的建議再做調整與加強。

### 5. 實驗結果

本研究結果主要分為三個部分，第一個為關聯規則所產生的學生弱點關連性，第二個部分為變化探勘結果所發現的學生弱點變化，第三個學生學習狀態評估及教師使用回饋，由於需要等到期末考結束，才能了解其結果狀況。因此本章節將目前已完成資料探勘的部分列出。

#### 5.1 關聯規則結果

本研究利用單一學年學生答題狀況資料，透過關聯規則方法去分析學生在概念上的弱點關連性。除了在支持度的調整之外，透過概念關聯圖去顯示錯誤的概念間相關性，圖 4 為概念之間的關聯圖。

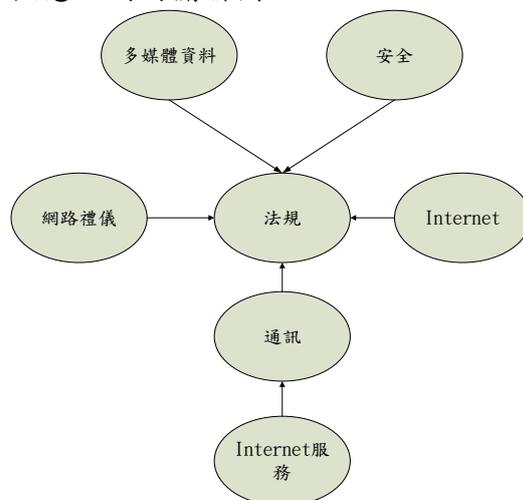


圖 4：概念間關聯圖

圖中可以看出學生答題錯誤的狀況都會包含“法規”這個概念，由其中幾個支持度較高的規則中，如下：

法規，程式開發→資料庫應用

法規，多媒體資料→通訊

上述的兩條規則可以看出法規概念都會涵蓋在學生答題弱點概念的規則中，從中可以讓教師能了解到學生在這一年的考試中，普遍對於法規中的網路隱私權及著作權法中的重製觀念的分辨並不是很清楚，所以導致在答錯

的概念中會一同出現。

## 5.2 變化探勘結果

在變化探勘的架構下，先將不同年度學生答題概念表資料利用關聯規則方法找出各年度學習弱點之規則，而在篩選規則部分，則是設定支持度為 30% 以整理出有用的變化探勘樣式。其中  $r_1$  代表第一年的規則， $r_2$  代表第二年的規則，茲將其中有趣的結果摘錄如下：

### ■ 突顯樣式(Emerging patterns)

$r_1$ ：網路(高), 通訊(中) → 電腦硬體(高),  
support = 50%

$r_2$ ：網路(高), 通訊(中) → 電腦硬體(高),  
support = 35%

由此發現學生在網路、電腦硬體、通訊的概念似乎逐年進步，可能與近年學生都在很小的時候開始接觸電腦有關。

### ■ 非預期改變(Unexpected change)

$r_1$ ：法規(中) → 安全(高)

$r_2$ ：法規(中) → 安全(低)

過去學生在法規方面學不好跟網路安全有關，但是第二年似乎沒有這麼大的影響了。

### ■ 新增/消失樣式(Added/Perished change)

$r_1$ ：法規(中) → 多媒體資料(高)

$r_2$ ：法規(中), 資料庫(高) → 多媒體資料(高)

由此發現目前的學生在法規與資料庫的觀念上與多媒體資料都有更明顯的相關性。

## 6. 結論

在目前台灣教育體制下，為了要維持教學品質的所使用統一教材的教育方式下，如何利用科技輔助老師教學的發掘預知學生弱點更顯得重要，透過本研究所提出的方法進行學生概念弱點探勘，可以找出學生在概念上出現錯誤的關聯性，然後利用變化探勘找出不同屆學生在學習弱點概念上的變化，並分析是屬於哪一種變化類別，整理出符合老師教學的回饋意

見，讓教師不只知道學生在概念的錯誤關聯性，更能知道不同屆學生在弱點概念上的改變，進而逐步改變教材給予補救與輔導，讓學生的弱點能即早被發現，達到更好的學習成效。

## 參考文獻

- [1] Edmondson, A. (1995). *The gobbler*. London: Heinemann.
- [2] Hsieh, T.-C., & Wang, T.-I. (2010). A mining-based approach on discovering courses pattern for constructing suitable learning path. [doi:DOI:10.1016/j.eswa.2009.11.007]. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4156-4167.
- [3] Hwang, G.-J. (2003). A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems. [doi: DOI: 10.1016/S0360-1315(02)00121-5]. *Computers & Education*, 40(3), 217-235.
- [4] Hwang, G. J., & Chu, H.-C. (2006). A Computerized Approach to Diagnosing Student Learning Problems in Health Education. *Asian Journal of Health and Information Sciences*, 1(1), 18.
- [5] Kao, G. Y.-M., Lin, S. S. J., & Sun, C.-T. (2008). Breaking concept boundaries to enhance creative potential: Using integrated concept maps for conceptual self-awareness. [doi:DOI:10.1016/j.compedu.2008.05.003]. *Computers & Education*, 51(4), 1718-1728.
- [6] Krajcik, S., Salamonova, H., & Capova, L. (1995). [Treatment with nonsteroidal anti-inflammatory agents in the aged]. *Vnitř Lek*, 41(7), 488-492.
- [7] Lee, C.-H., Lee, G.-G., & Leu, Y. (2009). Application of automatically constructed concept map of learning to conceptual diagnosis of e-learning. [doi:DOI:10.1016/j.eswa.2007.11.049]. *Expert Systems with Applications*, 36(2, Part 1), 1675-1684.

- [8] Liu, P.-L., Chen, C.-J., & Chang, Y.-J. (2010). Effects of a computer-assisted concept mapping learning strategy on EFL college students' English reading comprehension.[doi:DOI:10.1016/j.comp.edu.2009.08.027]. *Computers & Education*, 54(2), 436-445.
- [9] Ma, Y., Liu, B., Wong, C. K., Yu, P. S., & Lee, S. M. (2000). *Targeting the right students using data mining*. Paper presented at the Proceedings of the sixth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining.
- [10] Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*.
- [11] Sat\*o, M. (1971). *Tachihara Michiz\*o bungaku chizu*.
- [12] Song, H. S., Kim, J. k., & Kim, S. H. (2001). Mining the change of customer behavior in an internet shopping mall. [doi: DOI: 10.1016/S0957-4174(01)00037-9]. *Expert Systems with Applications*, 21(3), 157-168.
- [13] Yuan-Horng, L., & Jeng-Ming, Y. (2008, 20-22 Dec. 2008). *An Integration of Concept Structure Analysis and S-P Chart with Application in Equality Axiom Concepts Diagnosis*. Paper presented at the Intelligent Information Technology Application, 2008. IITA '08. Second International Symposium on.