

以分類演算法分析網路學習檔案以增進問題本位式學習的成效

黃振榮 莊宜達 黃國樑 張舜治

國立花蓮教育大學學習科技研究所

cjhuang@mail.nhlue.edu.tw

摘要

近幾年來，問題本位式學習(Problem Based Learning, PBL)以在歐美等先進國家實行有多年之久，並且逐漸由原本所實行的醫學、法學等領域，擴展到各個領域中，並且有著相當不錯的表現，然而 PBL 的實行過程中，往往需要大量的人力資源，教師需要時常給予學生指示。隨著近代電腦科技蓬勃發展與網際網路不受時空的限制特性的催化下，科技可以更有效率促進學習與減輕老師的負擔，更可較全面的照顧到所有學生。

在本研究中，我們嘗試設計 PBL 的教學活動在開放源始碼之 Moodle 數位學習平台，進行資訊融入教學活動。而其學習歷程檔案，包含學生在聊天區的聊天內容、討論區的討論內容，wiki 的文章相關度等等，而在足可信賴的質量兼具之樣本數提供下，運用現有的分類演算法，進行分析，來鑑別學生的學習成效，讓電腦可以半輔助地模擬教師的角色，幫助引導學生完成問題本位學習模式的學習主題，如此可妥善解決可能的班級教師不足的問題，並且完整真實地紀錄學生的學習歷程，以及在學習的過程中給予適當的評量與鼓勵回饋。在我們以國中兩班進行現場施測後，實驗的結果顯示我們所提出的學習平台的確能有效的輔助學生學習，因此驗證了我們所提出之資料探勘技術的可行性。

關鍵詞：問題本位式學習、學習歷程檔案、資料探勘、分類演算法、支援向量機、中文斷詞系統。

Abstract

Problem based learning (PBL) has been implemented for years in developed countries, such as America and Europe, etc, and extended from original medical science and law to many fields and the achieved performance is plausible. However, the implementation of PBL course often needs a lot of human resources, the teachers often need offering instructions to students. As the modern computer science and the Internet gains wide popularity around the world, e-learning is taken by the learners as an important study aid and thereby lightens the burden of the teachers.

Recently, a lot of open source e-learning platforms can be used for free in the Internet due to the boosting of open source software. In this research, we incorporate the PBL activity into an open software

e-learning platform, Moodle, and a learning diagnosis and assessment module is added in the platform to alleviate the loading of the teachers. The original data for the experiments will be obtained from the learners' portfolio recorded during teaching and learning activities which is further fed into a classification algorithm to give an appropriate feedback to the learners. Besides, the learners' portfolio is also fed into a regression algorithm to obtain the class participation assessment of the learners. The experiment results verify the effectiveness of the proposed algorithms.

Keywords: Problem Based Learning, Data Mining, Classification Algorithm, Support Vector Machines (SVM), Chinese Knowledge and Information Processing (CKIP)

1. 前言

傳統訓練式課程(Discipline-based curriculum)已被許多專家學者與研究證明學生多只能片段記憶瑣碎的資料並用在考試上，較難以將所學綜合、推理、進而轉化運用於解決所面臨的問題，此肇因於學生被訓練成為一個習於接受教師所述的個體，絕多數全盤接受教師所教的，並一再對片段知識練習到精熟，但一旦場景改變或面對真正的問題時，學生容易變的不知所措，對之前所學的也顯得印象模糊與沒有自信。

問題本位式學習(Problem-based learning)是一種藉由瞭解與解決問題的過程中而得到真正屬於學習者的結果之學習方式。其最大的目的在培養學習者的辨證推理、自我求解與學習如何去學的能力。問題本位學習以結構模糊(ill-structured)的生活化真實情境問題為起點，藉由小組合作學習(corporative learning)的方式及力量，結構化地針對解決問題細分可能遭遇的困難與問題，並依此訂立自我的學習目標或假設，然後收集資訊以完成學習目標或驗證假設並發表結果。在此學習模式下，教師的角色是扮演一個學習進行的促進者，在一旁監督、提供學習資源與協助引導學習，促進學習者合作、結構化分析、辯證思考、搜尋資料等能力與技巧，使得學習者得以順利完成任務。但是，小組合作學習的模式使得一個班級可能面臨同時需要多位教師的問題。

而在近代電腦科技蓬勃發展與網際網路不受時空的限制特性的催化下，科技可以更有效率促進

學習與減輕老師的負擔，更可較全面的照顧到所有學生。在足可信賴的質量兼具之樣本數提供下，利用人工智慧與機器學習的技術，讓電腦可以半輔助地模擬教師的角色，幫助引導學生完成問題本位學習模式的學習主題。如此可妥善解決可能的班級教師不足的問題，並且完整真實地記錄學生的學習歷程、在學習的過程中給予適當的評量與鼓勵回饋。

另外在網路學習平台上，商業軟體往往有著價格昂貴與難以客製化而轉變發展的特性，相對的，開放源碼(open source code)軟體有價格低廉、容易取得、與得以修改源碼以修改增加功能而可真正適合使用者所需的特性。如此，眾多有興趣與志同道合的設計者在開放源碼軟體的精神理念與規範(GNU)下，得以盡情的發揮長才、大幅減少開發時間且可設計更符合自己或大眾所需的軟體與平台。

最近幾年，Course Management Systems(CMS)課程管理系統已逐漸成熟的成為校園在建構數位學習關鍵性教育軟體，基本上，一個課程管理系統能提供教育工作者開設一門線上數位學習的課程，其中包含各種有效的工具模組，像是上傳或分享教學資源、分組線上討論、線上聊天室、線上意見調查、線上施行測驗，收集學生的意見及看法並詳實的記錄學生們的學習歷程，這樣將有助於教師瞭解學生們的學習狀況、減輕教師的負荷以增加教師使用的意願，因此 CMS 在整體面向而言，非常適合開設線上問題本位式學習課程。

本論文的結構如下：在第二章中，我們將回顧一下目前文獻上有關問題本位學習相關的作法。以分類演算法為基礎的學習平台將在第三章中介紹。第四章，我們將分析實驗的結果；結論在第五章。

2. 相關文獻探討

2.1 研究背景與動機

問題本位學習(Problem-based Learning)簡稱 PBL，自從在 1960 年左右的加拿大 McMaster 大學開始實施以來，漸漸的廣為大學教育所使用而成為當代一種重要的教學法，尤其是在醫學院與法學院中更為普遍，最近幾年更被廣泛使用在各個領域的教學上。

PBL 是一完整的教育方法，其中包含了建構式的學習方法[1]，是一種知名的可替代傳統專業訓練式教育的教育法，其強調學生應由解決真實世界的問題之過程中學習。其主要特徵是強調學習是學生藉由群體互動(小組合作)、問題認知、資訊推理、自主學習來解決真實世界問題的完整過程[2]。藉由 PBL，學生可學習到許多終生可用的技能，包括如何去發現與利用有用的學習資源。PBL 讓學生學習問題的解決策略，並讓其在面對問題時樂於扮演積極主動解決的角色[3]。

PBL 的施行方法：教師先將學生分成數人一

組，並向學生展示一結構模糊(ill-structured)且學生並不完全熟悉的真實案例或情節，且給學生一個主要的學習目標或任務，學生為達成這目標須提出會遭遇的問題或假設，並獨立自主地為問題或假設尋求解決途徑或解釋，然後小組依據每位成員獨立自主學習的結果做詳細討論，並做出小組的結論與問題解決的完整方案，最後與他組分享各小組的成果。

依照 Harper-Marinick[1]的建議，應具有以下功能與機制：

1. PBL 流程的資訊：介紹 PBL 的實施流程與做法、要完成學習任務，每個角色應擔負的責任與做法等等。
2. 呈現模糊結構的真實問題：非結構地介紹小組將接受或挑戰的任務或問題。
3. 線上合作機制：讓小組成員可以線上討論並提出問題或假設、對學習內容的確認、分派任務給每個成員去發現更多關於學習內容的資訊、小組成員報告分享其研究成果與進度等等。
4. 線上學習資源：線上應包含足夠的解決問題的資訊供學生去尋找蒐集。
5. 呈現解決問題成果的空間：小組詳細記錄解決問題的過程與結論，並可以與他組分享。

以上五點，在本計劃研究方法的文獻探討部分中所探討的現有的學習管理系統(learning management system)或課程管理系統(Course management system)中皆已具有完整的功能可以達到。但是，我們認為最大的困難點在 PBL 的靈魂角色-教師，該如何完整或只能部份讓電腦扮演好這個角色，這應是要製作 PBL 課程管理系統最大的困難與挑戰。

2.2 研究目的

PBL 雖然在國外高等教育行之多年，並漸漸的由當初的實施在醫學院、法學院的課程中，開始擴展到各個學習領域且有相當良好的成果出現。但是在國內仍不多見，主要原因除了國內傳統教育觀念根深蒂固外，就是成功實施 PBL 有其相當的條件與難度，最主要除了與教師能力相關的引導技巧、確實掌握如何與何時介入學生的討論、如何鼓勵學生合作學習等重要主觀因素外，有一相當重要的客觀因素是教師人數的不足，PBL 適合的實施分組人數大約是 3~7 人，而國內即使是高等教育，每位老師動輒要負責教導二三十位學生的情況很普遍，教師人力負荷明顯難以成功實施 PBL。所幸，藉由電腦與網路科技、演算法的幫助下，開發適合 PBL 特性、符合開放源碼軟體(FOSS)精神的課程學習管理平台，以利教師實施 PBL 教學。

3. 以分類演算法為基礎的學習平台

3.1 系統架構

1. 在 Moodle 教學平台上開發適合 PBL 特性之課程模組，其中討論區模組(Forum)與線上討論模組(chat)完整紀錄小組成員整個歷程的討論互動過程，並由系統依學生的表現給予評量，作為小組與學生的平常分數；Wiki 模組供學生記錄最後的結果用，並依此結果評量作為小組成績，個人成績則為平常分數加上最後結果的小組成績。
2. 建立質量兼具的問題解決樣本並經過 CKIP 斷詞後，將結果建立成資料庫，以做為系統依照演算法做出判斷與回饋之依據。
3. 將國中一年級學生依學習成績表現給予分組並於課程中實施現場測試。
4. 小組解決問題的歷程中，系統皆給予完整的紀錄，並由系統依照先前建立的問題解決樣本資料庫、斷詞系統與演算法給予學生適時回饋與引導，如系統無法判別時，則通知教師判別給予引導回饋，並加入樣本資料庫供系統學習。

系統或由教師依照各小組與學生整體歷程上的表現給予成績表現評分。

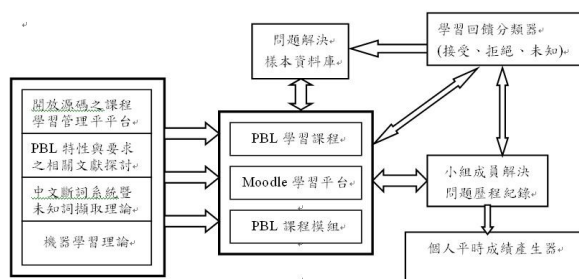


圖 1 研究架構圖

3.2 開放源碼之數位學習平台相關研究

自由或開放源碼軟體(Free/Open Source Software or FOSS)最近已展現足以為軟體工業帶來革命的潛能，其在伺服器軟體、作業系統與許多軟體類別上已佔有重要地位，在全球各地尤其是發展中國家都可見到其驚人的成長，許多國家政府都制定政策要提升其使用率，許多企業與相關單位也都注意到其所呈現將軟體本土化的機會。

開放源碼軟體對許多領域都造成相當大的衝擊，本計劃所關心的是其在教育上尤其是在高等教育(大專院校)所扮演的角色。現代資訊與通訊科技有相當之能力可以改善教育品質，但是教育單位常要面對經濟上的限制與軟體修改的需求，而商業軟體的高價位、封閉源碼而難以修改的特性便造成了使用上的障礙。相對的，開放源碼軟體的低價位、容易取得與修改重製的重要優點，使得其在教育領域具有無窮的潛能。

學習管理系統是一套軟體應用或網頁系統，用來提供教師製作或傳送線上教學內容、觀察學生的

學習狀況、評量學生的學習等等。學習管理系統可以提供線上同步討論或非同步的討論區機制以支援學生合作學習，其亦被稱為課程管理系統。

研究發現學習管理系統的使用可以幫助學生明顯改善學習情況，但是現行的商業授權學習管理系統，例如 WebCT 或 Blackboard，皆因索費過高而遠超出絕大多數學校與師生的經濟能力。幸而許多開放源碼的學習管理系統可供使用，根據 Common-wealth of Learning 在 2003 年 6 月出版的報告，共有三十五種學習管理系統可供使用者評估使用[4]，其中 ATutor 排名第一。

學習管理系統的標準:為了使不同的學習管理系統可以相容，其所製作的內容必須遵守某些標準，某些致力於建立標準的學術機構，已經制定了幾個學習管理系統的製作標準。

The Open Knowledge Initiative (OKI)這個標準是由麻省理工在 2001 年開始制定，這是由麻省理工與史丹福大學領導數個一流大學參與制定，結果麻省理工制定出 Stellar，史丹福發展出 CourseWork 並在 2003 年釋出製作成開放源碼軟體。

OKI 的目標是位學習科技制定出開放可擴充的架構標準，尤其是高等教育領域上，它為學習管理系統的各元件間提供介面規範，讓其可跟其他包含已存在企業系統在內的學習管理系統做溝通聯繫。無論商業或非商業的高等教育市場的產品發展者，皆可使用此基本上是開放源碼軟體架構的 OKI 標準。

IMS 世界學習協會是由世界上許多的學術機構、軟體公司、出版商所組成的非營利組織，其發展開放式的技術標準以支持學習軟體的散佈，其中數個規範已被國際間認定為學習科技的標準。這些標準可讓不同學習管理系統的發展者一起發展或交流，例如讓 WebCT 與 BlackBoard 這兩個商業性的學習管理系統可互相彼此存取。

由 Advanced Distributed Learning (ADL)所制定 SCORM 標準(Sharable Content Object Reference Model)，就是一個 IMS 規範實做案例。SCROM 可以包含 IMS 與其他規範標準，讓數位學習科技具有使不同的網頁式學習內容或元件可以相互交換、存取、再使用的能力。

IMS 與 SCROM 都使用 XML 當做不同系統間相互溝通的共通語言。

史丹佛的 CourseWork:史丹佛大學發展出自己的學習管理系統標準 CourseWork，CourseWork 自從 2002 年一月開始在校園內供學術網站使用，並快速廣泛的被師生使用於各種學術課程上，到 2003 年春天，就已經有超過 12000 使用者、400 個課程利用 CourseWork 所製作數位學習內容或網站，到 2005 年春天更超過 818 個課程。CourseWork 在 2003 年被釋出當作開放源碼軟體，其提供學術機構非營利使用製作各種具有可彈性合成分離各元件模組的學習管理系統。其讓各學術單位可以將自己的課程網站與其它不同系統做整合製作出諸如學生資

訊系統、圖書館管理系統或其他教育領域的各種基礎系統。CourseWork 提供工具而可客製化以適合特殊的學術單位所需，而且使用介面可以修改與該學術單位的網站一致或融合。

Moodle: Moodle[5]是 Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment 的縮寫，是由澳洲人 Martin Dougiamas 所最先發展，其已在符合 GNU 規範下釋出，是目前最受歡迎與普遍使用的課程管理系統之一，其具有以下特色：

1. 網站管理者可在具網頁與資料庫伺服器環境下，數分鐘內輕易建構整個網站。
2. 現有非常活躍的社群在維護發展。
3. Moodle 是使用 PHP 所撰寫，可以跨平台使用，使用在 Linux 與 Windows 平台上無需做任何修改。
4. Moodle 使用開放源碼的資料庫軟體 MySQL 或 PostgreSQL，當然亦可使用其他種資料庫軟體。
5. 現行版本可支援多達六十多種語言使用，可以廣泛地為世界各地所使用。
6. 分別具有網站管理、使用者管理、課程管理的功能，分層管理清楚。
7. 其內建有作業指派、問卷調查、線上測驗、線上評分、同步討論、非同步討論區、符合 SCORM 規範的教材製作、Wiki 等模組，功能相當齊全與多元。

使用者容易新增安裝新的模組或 Plug-in。

3.3 中文斷詞系統暨未知詞擷取相關研究

中研院中文斷詞系統(CKIP)在本專案中做為分析學習者在討論區及心得作業中內容的研究工具，在其它研究領域中，利用 CKIP 做為應用工具亦為數不少。例如：廖嘉新在其研究「實體論自動建構技術與其在資訊分類上之應用」則是利用 CKIP 進行研究之中文文件之斷詞及詞性標注[6]。馮廣明在其研究「正面和負面資訊需求對資訊檢索效能之影響研究」，將資訊檢索模型中做為文件關鍵詞的抽取[7]。陳昭薇在其研究「花蓮縣國民中學校長口語溝通型態與領導行為之相關研究」則是做為口語溝通型態詞彙分類的依據與標準[8]。李建志則是將其「應用混合式機率模型於新聞資訊檢索之研究」的研究成果與 CKIP 做分類語料庫對檢索的影響進行比較[9]。

經由以上 CKIP 相關研究得知，中文斷詞系統在各其它研究方向已經是具有信賴的研究工具，惟目前尚未有相關研究將 CKIP 應用在數位學習領域上。本專案則藉由中文斷詞系統的可靠性及穩定性，率先將中文斷詞系統應用在數位學習平台並實際分析學習者學習內容，做為本專案中進一步的探討之用。在本節中則針對中文斷詞困境、中文斷詞系統及未知詞擷取的技术進行說明。

3.4 系統回饋分類器

在本研究中，將使用從學習者在學習平台的學習紀錄萃取出的學習參數(Extracting Learning Parameters)，分別為：Wiki 文章中，各文章與主題的關連度、各文章出現的關鍵詞個數以及文章句意與主題的正負相關度。而萃取出的學習參數將作為系統決策分類器以及系統迴歸的輸入參數，分別輸出該文章是否可被系統接受，以及學生在本課程中的學習結果。由於系統分類器的目的在於鑑別學生輸入的文章是否與主題相關，所以要分別的類別分為可被系統接受(Accept)即是與主題相符，另一類別則是被系統拒絕(Reject)即是與主題不相關，由於系統剛開始時樣本數可能不夠充足，此時介於 Accept 與 Reject 之間再多分一個類別為系統無法分別的類別即為 Unknown 類別。為了表現各篇文章與主題相關聯的程度，教師可先挑選幾篇文章當做樣本文章，分別針對 Accept 與 Reject 類別給予不同的關連度 0~30 為 Reject，31~69 為 Unknown，70~100 為 Accept。以下將對各參數作一說明：

1. 各文章與主題的關連度：

首先將學習者所發表在討論區內的文章，透過 CKIP 中文斷詞系統斷詞後，解析出來的各種斷詞結果。每篇文章都會產生不同的斷詞，故第一篇文章所產生的斷詞表示法為 $(P_{1,1}, P_{1,2}, \dots, P_{1,k1})$ ，若有 n 篇文章，則表示方法為 $(P_{n,1}, P_{n,2}, \dots, P_{n,kn})$ ，因為每篇討論區文章長短不一，所以第一篇文章最後一個斷詞以 $P_{1,k1}$ 為代表，最後一篇文章最後一個斷詞以 $P_{n,kn}$ 為代表，但是 k 可能會因為文章長短而有所不同，我們是只用 k 來表示未知斷詞個數而已，如圖 2 所示。

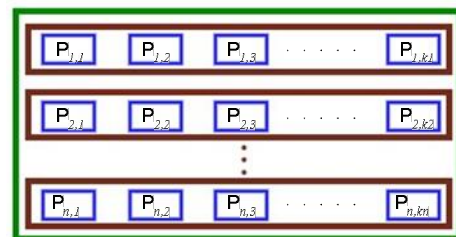


圖 2 各篇文章斷詞分佈簡示圖

步驟 1：統計各斷詞在文章中出現次數

假設第一篇文章第一個斷詞 $P_{1,1}$ 出現 $C_{1,1}$ 次， $P_{1,2}$ 出現 $C_{1,2}$ 次， \dots ， $P_{1,k1}$ 出現 $C_{1,k1}$ 次，如圖 3 所示：

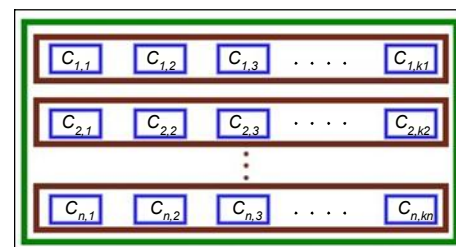


圖 3 各篇文章斷詞頻率分佈簡示圖

步驟 2：計算各斷詞的相反文章頻率(Inverse Document Frequency, IDF)

而斷詞 j 在文章 i 中的 IDF 為：

$$IDF_{i,j} = \log \frac{N}{PN_{i,j}} \quad (1)$$

步驟三：計算各斷詞的類別顯著度(significance)與主題的關鍵值

各斷詞的類別顯著度在於表現斷詞在主題的顯著程度，而斷詞 C_{i,l_i} 的 PSF 值為：

$$PSF_{i,l_i} = \frac{\sum_{l=1}^{PN_{i,l_i}} \log(1 + c_{i,l_i}) \cdot (2w_i - 100) \cdot IDF_{i,l_i}}{PN_{i,l_i}} \quad (2)$$

其中 w_i 為教師所給予文章 i 與主題的關連度，而 $(2w_i - 100)$ 之用途在於將教師給定樣本文章的關聯度由 0~100 映對至 -100~100 以利於計算以下關聯度之計算。

在計算出各斷詞詞頻以及類別顯著度之後，文章 i 與主題的關連度 R 為：

$$R_i = \sum_{j=1}^{ki} (PSF_{i,j}) \quad (3)$$

我們還需將所計算出的關連度作正規化：

$$R_i' = \frac{1}{1 + e^{-R_i}} \quad (4)$$

在同義詞方面，由於中文詞彙中，有許多詞彙是有相同意義，而對相同意義的詞彙，它們在主題中所佔有的重要程度應是相同的，所以各文章在經過 CKIP 斷詞系統斷詞之後，還需要挑出同義詞，額外處理。

2. 各篇文章關鍵字詞的出現個數：

雖然計算詞頻的關鍵值可以判定各篇文章與主題的關連度，但是有時文章中關鍵詞詞頻多時，並不代表這篇文章與主題有高度相關，例如在討論與颱風特性相關的主題時，一篇文章中出現了很多次『颱風』，但是該篇文章卻是如同流水帳般記載每次遇到颱風時，學生的作息，感想等等，很明顯的與『颱風特性』，這個主題沒有什麼明顯的關係。因此，若是再計算各篇文章關鍵字詞出現的各數，則更能突顯出文章與主題的關連度，例如，一篇文章中，除了出現『颱風』這個詞之外，也出現了颱風的特性，那麼這篇文章所含有的關鍵詞個數則為 2。由於要將參數正規化，我們還需將關鍵詞個數作以下的換算：

$$PIF_i' = \frac{1}{1 + e^{-PIF_i}} \quad (5)$$

其中 PIF_i 為文章 i 出現的關鍵詞個數，而 PIF_i' 為正規化後的值。

在這部份同樣也需要注意到同義詞的問題，如果文章中出現了同義詞的關鍵詞，那麼該辭彙的個數應該也要一併計算。

3. 文章句意的正負相關度

一句話中，字詞的排列順序，可能會影響整句話的涵義，例如，中華大敗日本，與日本大敗中華，

這兩句話雖然有相同的詞，但是由於字詞出現的順序不同，導致兩句話有完全不同的意義。因此句意的相關度也是直得考量的。在計算出各篇文章的詞頻分佈之後，將學生的文章與挑選出的樣本文章作關鍵字詞的比對，將學生的文章與相比對出有最多關鍵字詞的樣本文章作計算，計算的方法如下：假設樣本文章的關鍵字詞的分佈為： P_1, P_2, \dots, P_n ，其中下標 1~n 為關鍵字詞順序的索引值，學生的文章經過斷詞之後取出的關鍵詞為 P'_1, P'_2, \dots, P'_6 ，其中下標 1~6 為關鍵字詞順序的索引值，若經過比對之後 $P'_1 = P_3, P'_2 = P_2, P'_3 = P_1, P'_4 = P_4, P'_5 = P_5, P'_6 = P_6$ ，則文章 j 的句意相關度 WR_j 計算如下：

$$WR_j = \sum_{i=1}^{ki} |Index_{sample}(P_i) - Index_{article}(P_i)| \quad (6)$$

其中 $Index_{sample}()$ 代表關鍵詞 P_i 在樣本文章中的順序索引值， $Index_{article}()$ 代表關鍵詞 P_i 在學生文章中的順序索引值。同樣的我們也須將 WR_j 正規化：

$$WR_j' = \frac{1}{1 + e^{-WR_j}} \quad (7)$$

在萃取出文章與主題的關連度、關鍵字詞的個數以及文章正負關聯度之後，再將這三個參數輸入分類器中，由分類器決定該文章是否可被系統接受，圖 4 表示在學習回饋分類器參數的輸入與輸出。其中分別為文章與主題的關連度，關鍵字詞的個數，文章句意的正負相關度，而輸出則是文章是否可被系統接受。

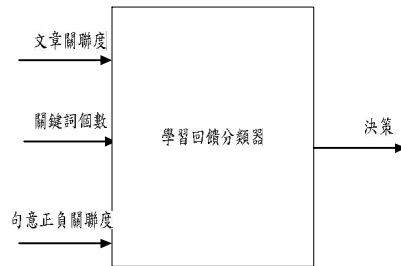


圖 4 學習回饋分類器的輸入與輸出

由系統蒐集到的學習參數在輸入到學習回饋分類器，由分類器計算出決策結果。支持向量機(Support vector machines, SVM)最近在多項應用的優異表現受到學術界的矚目[10]。SVM 與傳統機器學習技術的差別在於它可處理線性及非線性問題並且不會受到資料量大小之限制，也就是說它不需要之前就提供充足的資訊範圍及預設任何的假設就可以來進行少量參數的訓練。

4. 實驗實施與結果分析

4.1 實驗實施對象、課程與方式

1. 實驗實施對象：

本研究實驗實施對象花蓮市自強國中九十五學年度入學的 A、B 兩班一年級學生，兩班皆依照入

學成績高低分為高能力每班四組、中能力每班四組、低能力每班三組，每組人數三到四人。A 班為實施本研究網路輔助教學系統 PBL 式教學的實驗組，B 班為實施傳統式教學的控制組。

2. 實驗實施課程與方式:

本研究實驗實施課程為利用珍珠板製作飛機，讓飛機可以穩定的飛過十公尺外的圓形圖圈，因此飛機必須能飛的遠且穩定。

控制組的學生由教師依照傳統的教學方式講解飛機製作的要領後，由各組學生分工製作飛機。

實驗組的學生則由教師將飛機製作的教材呈現給學生，然後由學生透過網路分組討論該如何製作飛機，第一階段完全由學生自主討論，系統不給予任何回饋與提示，然後學生依照所討論的結果製作飛機；第二階段由系統針對學生所討論的結果給予適時的回饋與提示，學生依最後的討論結果製作飛機。兩個階段過程中，學生皆可隨時透過網路觀看教材。

4.2 實驗結果與結果分析

表 1 是 A 班實驗組兩個階段與 B 班控制組各能力分組通過實驗目標組數與百分比:

表 1 實驗結果

| 班級 能力分組 | A 班實驗組 第一階段 | A 班實驗組第 二階段 | B 班控制組 |
|------------|----------------|----------------|----------|
| 高能力 | 0%(0/4) | 100%(4/4) | 0%(0/4) |
| 中能力 | 0%(0/4) | 25%(2/4) | 25%(1/4) |
| 低能力 | 0%(0/4) | 33.3%(1/3) | 0%(0/3) |

結果分析:由上表結果得知

1. B 班控制組使用傳統教學法教學，但在學生對教材不熟悉與須動手操作的課程中，十一組學生竟只有一組通過，顯示學生在傳統教學法教學下，對初次接觸且須動手操作的課程，即使透過分組合作，學習成效相當不佳。
2. A 班實驗組第一階段，雖然使用 PBL 教學，讓學生自主合作學習，但欠缺諮詢的對象與環境，只能靠互相討論摸索，十一組學生無論能力高低皆無法達生學習目標。
3. A 班實驗組第二階段，與第一階段不同是透過系統對學生的想法與認知給予適時建議與回饋，結果高能力組四組皆達成學習目標、中能力有兩組達成，低能力亦有一組達成。
4. 結論: 對於非片段而需整合的知識，尤其是需知行合一(需動手製作成品)的課程，在學生對課程與學習目標不熟悉的情況下，傳統式的老師說學生聽的教學法，成效不佳；而使用讓學生自主合作學習的問題本位式學習法(PBL)在無缺少教師(Tutor)的指引與回饋的情況下，可能因學生迷失了學習方向與目標，而使學習成效大打折扣，亦證明在 PBL 中教師雖非主動

的教導角色，但卻是學生學習成功絕不可或缺的靈魂。

5. PBL 中教師須隨時給予學生指引與建議，因此往往一兩組學生即需一名教師，依國內班級學生人數往往需要多名教師方可實施。透過本研究設計的網路學習平台可以在某些程度上取代或幫助教師實施 PBL 教學與改善 PBL 教學成效。

5. 未來研究方向與建議

在本論文中，我們提出了一個自動化的學習系統，利用人工智慧中的分類器演算法，對學生在學習活動中所輸入的學習檔案，計算出各個學生在學習過程中的學習成效。除此之外，本系統還可以爭對學生的學習參數，給予學生回饋。而從實驗的結果很明顯得知，我們所提出的學習平台的確能輔助學生學習。

參考文獻

- [1] Harper-Marinick, M. (2001). Engaging students in problem-based learning. Maricopa Centre for Learning and Instruction. [Accessed 23 June, 2005]
- [2] Boud, D. and Feletti, G. (1991). The Challenge of PBL. London: Kogan.
- [3] Poon, S.K., Reed, S. and Tang, C. (1997). Problem-based learning in distance education. Proceedings of the 5th International Conference on Modern Industrial Training, Jinan, China. 593-600.
- [4] MacAlpine, I and Clements, R. (2001). Problem-based learning in the design of a Multimedia project. Australian Journal of Educational Technology, 17(2), 115-130.
- [5] Margetson D. Current educational reform and the significance of problem-based learning. Stud Higher Educ 1994; 19: 5-19.
- [6] 廖嘉新 (民 91), “實體論自動建構技術與其在資訊分類上之應用,” 國立成功大學資訊工程學系碩士論文。
- [7] 馮廣明 (民 92), “正面和負面資訊需求對資訊檢索效能之影響研究,” 國立台灣大學資訊工程學研究所碩士論文。
- [8] 陳昭薇 (民 89), “花蓮縣國民中學校長口試溝通型態與領導行為之相關研究,” 國立東華大學教育研究所碩士論文。
- [9] 李建志 (民 91), “應用混合式機率模型於新聞檢索之研究,” 國立成功大學資訊工程學系碩士論文。
- [10] C. J. C. Burges, “A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition,” *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 2, no. 2, pp. 121-167, 1998.