

以學習風格為基礎之程式學習推薦系統

張儀興

南台科技大學 yhchang@stust.edu.tw

摘要

本研究基於學習風格開發了一個程式學習推薦系統來提供學習者適性化的學習教材，減少程式學習時的難度進而提升學習者的學習興趣及成效。此推薦系統先取得學習者相關資料後確立該學習者的學習風格，接著根據其學習風格取得適合該學習者的學習內容，透過網路或智慧手機推播機制推送給學習者以供學習；另外此系統也會記錄學習者的學習歷程用來分析其學習動機及成效。本研究以 C# 程式語言為學習目標並以本校資管系一年級丙班學生 52 人為實驗對象，分為隨機分組的實驗組與對照組。實驗組與對照組皆由同一位老師進行教學，但實驗組會再透過此程式學習推薦系統進行學習。在學習評估方面，於課程中進行前、後測之數據進行學習成效評估；另問卷中針對適性化學習與學習推薦系統等構面進行學習動機的探討。研究結果顯示，在學習成效方面，本研究提出的推薦系統的確可以提升學習者的學習成效，實驗組學習後成績的進步較控制組來的明顯；另問卷的各個面向皆有達到顯著的效果。因此學習者對本研究設計的推薦系統給予正面的評價。

關鍵詞：適性化學習、學習風格、推薦系統、程式語言

壹、前言

一、研究背景與動機

美國總統的巴拉克·歐巴馬(Barack Obama)在 2015 年簽署一份名為 Every Student Succeeds Act 教育法案，該法案中將正式將電腦科學納入基礎教育中。現任美國蘋果公司執行長 Tim Cook 在 2017 指出世界各國政府都應當將程式設計教學納入教育中。我國政府在 2017 年修正 12 年國民教育基礎課綱，其中將資訊科技納入基本課程當中，期待透過藉由資訊向下紮跟的動作強化國人「運算思維與

問題解決」、「資訊科技與合作共創」及「資訊科技與溝通表達」等相關能力(National Academy for Education Research, 2017)。Linn and Dalley (1985)指出修習程式設計除了可以知道如何設計程式，在過程中也能學習到解決問題的方法，進而應用到其他領域之中。Mayer, Dyck & Vilberg (1986)也說明學生學習程式設計後，對於問題遷移與理解的能力都有較佳的表現；Duke, et al. (2000) 則認為學習程式設計可以培養學生解決問題的和高層次思考的能力，這些在他們日後的職業規劃可以帶來正面的幫助。因此可見學習程式設計的重要性。

但學習程式也會遭遇到一些問題。Mannila, et al. (2006)指出學習程式語言是一件困難的事情，其結構複雜又龐大，想要透過自學了解其精隨，對初學者來說是有有一定困難的。Davies (1993)也提到程式學習除了學習語言本身語法、語意與撰寫時策略之外，Debug更是需要足夠的耐心、毅力與經驗，傳統程式設計教學方過於著重語法，初學者經常因為不了解，使用拼湊程式，導致落入不斷錯誤循環中，這容易使得學習者在學習過程中感到困難與沮喪(Linn & Clancy, 1992; Costelloe, 2004)。傳統程式教育過於注重於知識的傳遞，卻忽略需要將知識吸收內化的過程 (Mazur, 2011)。

由此可知程式設計除了學習相關專業知識與技能外，經驗是更為重要的一件事，且每個人對於一件事的意願與目的與習慣或是養成的學習方式都不盡相同，因此程式語言上教學或是其他學科教學等不應該用同一套方法與標準去適用所有學生。再者評估學生學習成效時也不應該單單從成績這種短視近利的指標去評斷，學習興趣也應納入評斷學習成效指標之一，因為唯有建立對於學習興趣方才能更有成能在未來時創造成高的學習成效。另外自 Darcy(1999)提出了 Web2.0 此一概念後，網路上開始有越來越多的大量資料和內容，自此透過網路進行自主學習不在是一件困難的時間。

本校資管系大一新生共有三個班級，其中一班學生是以技優推甄方式進入，另二班則是透過統測來招收學生。在統測招生中，學生的來源每班分別從”商業與管理群”招收 44 名、”電機與電子群資電類”招收 15 名，因此這二班招收的學生在高中職基本學科能力就很不同。本人這一學年度學期剛好就教授這二個班級程式設計(一)及程式設計(二)的課程，因此在第一學期期中考過後，前針對他們程式設計能力做了簡單的問卷，其結果如下：非資訊相關類別：佔了 34.4%；高中職未學過程式相關課程：佔了 41%；對學習程式相關有興趣：同意及非常同

意只佔了 47.6%；學習程式相當簡單：同意及非常同意只佔了 4.9%。因此：

- 高中職非資料相關類別的佔了約 30%，也使得高中職學生沒有接觸過程式設計相關課程的也超過 30%。
- 因為就讀的是資訊管理系，因此也約有 50%的同學認為學習程式很重要，但是上了 11 個星期下來，只有不到 10%同學認為學習程式簡單，對學習此課程有信心，約 90%的同學皆認為學習程式是件相當困難的事。

適性化學習與學習風格是資訊教育重要學習方式之一，其強調根據不同學習者各自所有擁有的特質或學習上特性給予適合的學習策略及學習教材。因此如何能讓從不同類別及資訊能力背景不一樣的同學能夠在學習程式學習上提升他們的學習動機及學習成效便是在教學上一個很重要的議題。

二、研究目的及問題

本研究目的為探討如何改善學生因學習程式設計的困難而導致學生學習動機不足及學習成效不佳此狀況；換言之，就是要讓從不同類別及資訊能力背景不一樣的同學能夠在程式學習上提升他們的學習動機及學習成效。因此本研究設計一個以學習程式為主的學習推薦系統，該系統重點在於根據學習者不同特質，透過適性化方式，推薦學習者一最合適的學習教材，並可透過行動科技方式讓學習者可以在任何地方以任何方式去學習程式。

因此本論文主要的探討以下二個問題：

- 透過學習推薦系統適性化學習後，是否可以提升學生的學習動機？
- 透過學習推薦系統適性化學習後，是否可以提升學生的學習成效？

貳. 文獻探討

一、適性化學習

適性化學習是將個人化特質分析應用於教育上。每個學習者都是根據自己的感知信息來作出反應、處理、與理解，而學習者間也存在著身體與智力上的個別差異，不同的學習者獲取信息的速度不同，理解能力也不相同。所以要實現真正有意義的個別化教學，必須提供適合學習者的學習計畫。

為了透過適性化學習來提昇學習者的學習成效，許多專家學者相繼的提出適

性化學習方法與平台。Troussas, et al. (2021) 以修訂後 Bloom 分類法的學習理論為基礎來考慮學生的認知技能，呈現使用適性化學習活動來進行程式的學習。為達到此目的，系統將學生的知識水平轉換為模糊權重，並使用基於規則的決策制定，根據學生的分類和複雜程度來提供他們適當的學習活動。在學期結束時，收集了學生的學習資料並進行了詳細的評估。實驗結果顯示，他們所提出的方法比其他在領域知識和學習理論方面缺乏適應性的方法，顯著提高了學生的學習結果。Morzel, et al. (2021)提出適性化學習是一種方法，它允許確定學生的知識水平和他們的學習風格，並根據學習過程參與者的需要改變學習教材、任務和交付方式。Thomas, et al. (2021)提出一個適性化、基於語音的單詞學習系統，其研究結果顯示，通過應用最初為基於打字的單詞學習而開發修改後的適性化模型，可以提高基於語音的學習系統的效率。

Chou, et al. (2015)提出一個以協商為基礎，結合系統及使用者控制的適性學習系統，NALS。此系統建議學生的適性化相關教材；另外學生也可以提出他/她的適性化的喜好。當學生的喜好和違反系統的建議時，學生便和系統協商達成一致的適性化。學生需要下列二個 metacognitions 來決定適性化學習順序：對現在學習內容的評估及選擇合適的學習內容的理解。實驗結果顯示，NALS 對於學生的自我評量的正確性及學習內容的選擇有較好的 metacognitions 及學習成效。。

二、學習風格與其相關研究

學習風格概念最早是由 Herbert Thelen (1960)所提出，最初是應用在德國實驗心理學上對認知風格的研究，主要是想了解不同個性的人在認知方面的差別，例如像知覺、記憶、訊息等處理方式，而日後越來越多研究證實個人認知上的差異與學習者在學習的成效及表現上有所關聯，因此逐漸擴充演變，至 1970 年前後，才有學習風格一詞出現。

許多學者也對學習風格提出自己的看法，如 Keefe (1998)將學習風格定義為「學習者與其學習環境交互影響中，所培養出來的一種具有相當穩定的反應方式，它通常包括個人之認知型態、情意特徵及生理習慣之特性」。Felder & Silverman(1988)定義了五種學習與教學風格面向，並於 2002 年時對此模式進行修

正，針對學習風格如何在教育上造成影響做更進一步的改變，將歸納、推理（Inductive/Deductive）面相刪除，修正視覺、聽覺，（Visual/Verbal）面相，重新劃分成四大面向，各種面向包含兩種風格；其中處理方式包含主動型及反思型、感知方式包含感覺型及直覺型、輸入方式包含視覺型及口語型、瞭解方式包含循序型及總體型。Kolb & Kolb (2017)提出一套經驗學習圈的學習風格理論，根據學習者感覺/思考與執行/觀看兩個面向資訊將學習者劃分為調適、發散、同化與收斂四大類型，如圖 1所示。

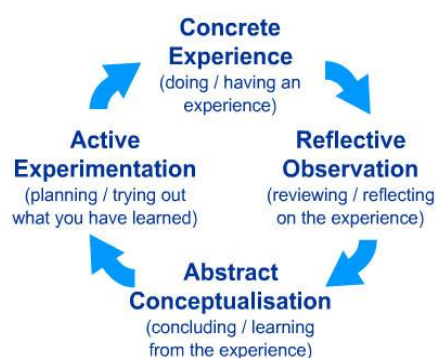


圖 1. Kolb & Kolb (2017) 經驗學習圈(experiential learning cycle)

在學習風格的應用方面，Dedi, et al. (2021)研究在學習氣體動力學理論中，學習風格與批判性思維技能之間的關係。實驗結果得到學習風格與學生學習氣體動力學理論的批判性思維能力之間的關係。Yulianci , et al (2021)研究分為視覺、聽覺和動覺 (VAK) 的學習風格對創造性思維技能的影響，並了解互動性多媒體與學習風格之間的相互作用對創造性思維技能的影響。實驗結果顯示，互動性多媒體對學生的創造性思維能力有影響，而學習風格則無顯著影響。Hwang, et al. (2013) 為了探討使用學習風格在發展適性化學習系統的必要性，使用 Felder & Silverman 提出學習風格中的循序/整體的面向開發二個版本的教育遊戲，來研究這些問題。實驗結果顯示，由學生所作的選擇並沒有與他們的認知過程或學習方式相關;相反，大多數學生憑直覺根據個人的喜好做出自己的選擇。此外，與學習風格配合的版本學習的學生比那些不適合的版本學習的學生表現出更好的學習成效。因此顯示出基於學習風格來發展適性化學習系統的重要性和必要性。Yang, et al. (2013)以學生的學習風格及認知風格提出具有多觀點的一個適性化學習系統，此系統考慮了多面向的個人化特徵。為了開發此系統，作者提出了一個

個人化呈現的模組，此模組是以領域相關的/獨立的認知風格模型及 Felder-Silverman 八個面向的學習風格為基礎來發展。實驗結果顯示此系統的確可以提升學習者的學習成效。Gong & Wang (2011)認為建立學習者的電子學習風格可根據學習者需求和喜好來提供適性化學習。

透過文獻的分析結果顯示，善用學習者的學習風格來做適性化學習可以提升學生的學習成效。

參、研究方法與系統設計

一、研究方法

(一) 研究架構

本研究以程式設計課程進行教學設計，並在課堂前、中、後活動中實驗組皆可利用程式學習推薦系統來做適性化學習。因此我們將探討本研究中設計的教學方法，是否能提高學生在學習程式的學習動機，讓學習者不再認為學習程式是件相當困難的事。研究架構如圖 2 所示。

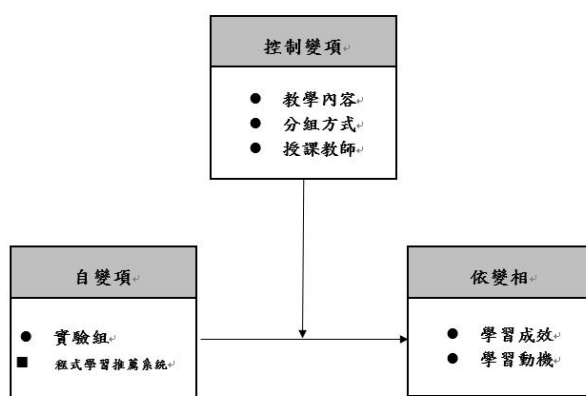


圖 2. 研究架構

1. 控制變項：

- 教學內容：實驗組與對照組皆使用一樣的教學內容進行授課。
- 分組方式：實驗組與對照組在小組活動中皆以隨機分組的方式進行。
- 授課教師：在實驗組與對照組的教學中，皆由同一位教師進行授課。

2. 自變項：

- 教學活動：在 C#程式語言課程中，實驗組與對照組的課程架構皆分為課前、課中與課後三個課程架構，課前實驗組學生與對照組學生可觀看教師

放置於 GOOGLE 雲端上課前預錄的教學影片，在課程中首先進行重點講解幫助學生理解較複雜的觀念，並於重點講解後進行練習，用以瞭解學生在知識上的理解程度，在練習後開始進行小組討論，給予學生小組作業，讓學生以分組方式來完成，課後則給予學生個人作業進行練習。跟對照組不同的是，實驗組的學習在課前、課中及課後皆可利用程式學習推薦系統來做適性化學習。

3. 依變項：

依變項有學習動機此面向，我們將探討：

- 學習動機：在設計課程實施教學後，是否可以提升學生的學習成效？
- 學習成效：在設計課程實施教學後，是否可以提升學生的學習動機？

(二) 實施程序

整體教學實施程序如圖 3，不論是實驗組或對照組課程實施皆是以相同教學方式進行，學習相同的學習教材並皆預先將學習教材放置在學習平台上；另外也都進行相同的小組作業及個人作業，其中小組作業要在上課結束後馬上上傳到學習平台上。不同處在於實驗組會在整個學期的學習活動中皆多使用程式學習推薦系統來學習。

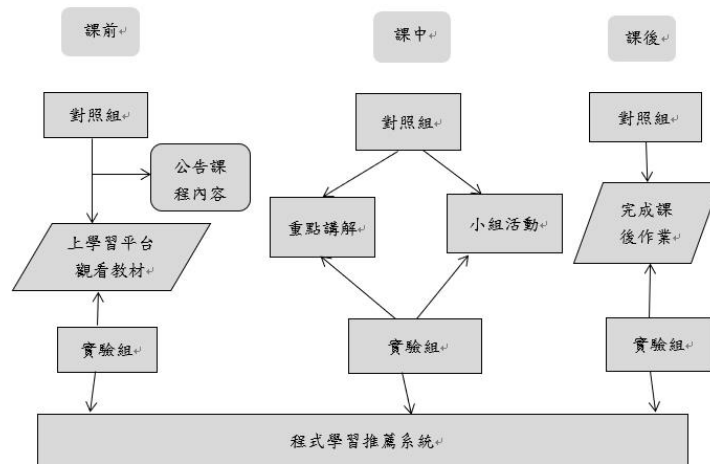


圖 3. 實施程序(每週)

二、系統架構

(一) 系統環境

本研究開發的程式學習推薦系統(Programming Learning Recommending System, PLRS)會依據學習者個人的適性化特性推薦適合的學習內容給學習者。圖 4 為

PLRS 的系統環境圖，該系統會以搜集到程式教材或範例程式碼再根據學習者的學習風格以主動或被動方式推薦給學習者。

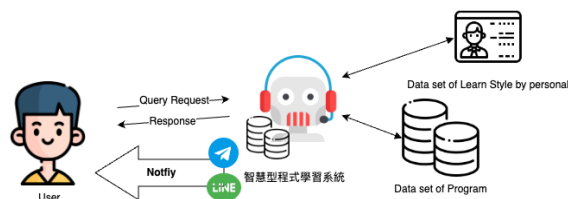


圖 4. PLRS 系統環境圖

(二) 系統功能

PLRS 功能主要包含學習風格分類引擎、教材/內容分類引擎、教材/內容推薦引擎及學習歷程等四部份，如圖 5 所示。PLRS 透過學習風格分類引擎中學習風格分類功能先確立該學習者是屬於 Kolb 學習風格中的哪一面向，接著推薦引擎將會根據學習者的學習風格，取得適合該學習者教學內容(教材或程式碼)，最後再透過有線或無線方式送給學習者學習。

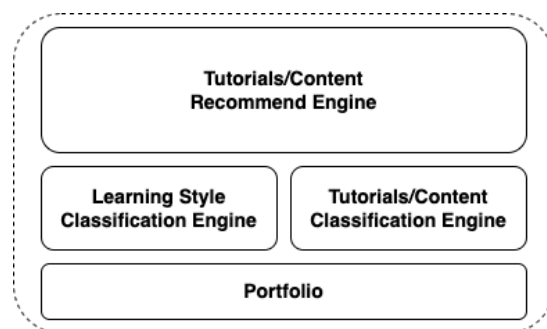


圖 5. PLRS 系統架構

1. 學習風格分類引擎(Learning Style Classification Engine)

圖 6 為學習風格分類引擎功能示意圖，其會依據學習者填寫的學習風格問卷分析判斷學習者歸屬於 Kolb 學習風格那種風格。

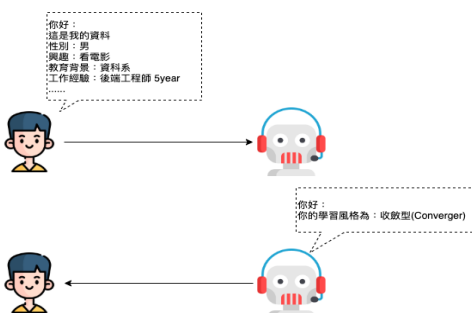


圖 6. 學習風格分類引擎功能示意圖

2. 教材/內容分類引擎 (Tutorials/Content Classification Engine)

圖 7 為教材/內容分類引擎工作原理示意圖，主要功能會針對輸入教材/內容進行分析，並產生 metadata，內容包含：

- 標題
- 描述
- 資源連結、
- Kolb 學習風格集
- 教材標籤:教材標籤主要包含程式語言中相關的關鍵字，目前設計下列 21 種標籤：資料型態、基礎語法、I/O、變數、運算式、條件判斷、迴圈、函數、例外處理、陣列、字串、排序、搜尋、資料結構、鏈結列表、貯列、演算法、樹、堆疊、圖形、網路分群。

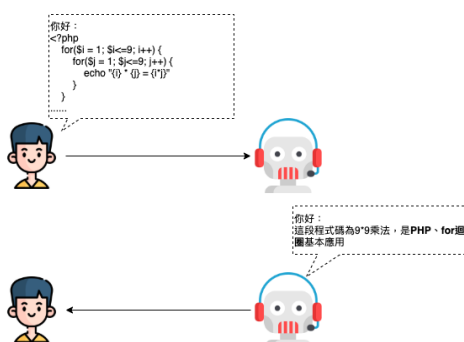


圖 7. 教材/內容分類引擎功能示意圖

教材/內容分類引擎的系統架構與學習風格分類引擎系統一樣，內部都包含 Collection 與 Assessment 模組，如圖 8 所示：

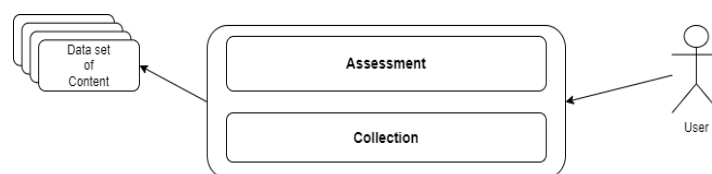


圖 8. 教材/內容分類引擎系統架構

(1) Collection 模組

此模組主要負責教材/內容蒐集，該內容可以由專家學者直接提供或是網路資源，在教材/內容輸入會要求連同將其對應的 metadata 一同鍵入系統中。

(2) Assessment 模組

Assessment 模組在根據 metadata 的描述並且解析內容後最後並給定一個標籤值，除了針對教材/內容本身內容進行評定之外也會根據其類型(EX：文字類型、圖片或多媒體類型內容)進行評定並標記，最後進一步建立資料集。

(3) 教材/內容推薦引擎(Recommendation Engine)

推薦引擎主要目的是主動推薦適性化的學習內容給學習者，主要是依據使用者學習風格從系統中現有程式相關教材資料集中選擇適合的內容推薦給使用者。

圖 9 為推薦引擎工作流程示意，根據學習者學習風格、學習教材分類類型，然後並透過以下主動與被動兩種方式去推薦教材。主動推薦是藉由學習者發起，學習者可以透過系統選擇要學習類型或主題，然後系統就會根據學習者的學習風格推薦他適合的教材。而被動推薦則是系統根據學習者的學習風格透過 Line 或 Telegram 等通訊軟體以推播的方式在以一定時間與頻率推送給學習者。

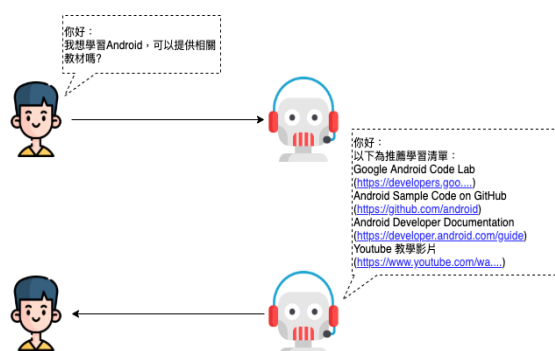


圖 9. 推薦引擎工作流程示意圖

(4) 學習歷程

主要是要記錄學習者使用系統相關學習紀錄(含個人及全部)及使用者學習風格，做為以後評估學習者學習動機分析使用。

肆、實驗

以本系一年級某班學生作為共 52 人為實驗對象，其中對照組 24 人，實驗組 28 人。

一、實驗步驟

1. 進行實驗：實施 8 週課程，每週共進行 3 節課，每節課為 50 分鐘，共 150 分鐘的課程時間，每週課程實施步驟如下：

- 步驟一 課前給予學生每週要進行的上課教材與講解影片。

- 步驟二 教師進行 40 分鐘的學習主題與學習內容講解，課程進行中隨機抽問學生問題，當學生能夠提高上課專注力。
 - 步驟三 練習上課範例 30 分鐘。
 - 步驟四 老師給予小組作業讓學生進行合作學習，以完成作業並上傳到學習平台(80 分鐘)。另實驗組可以使用 PLRS 來學習。
2. 發放課後問卷: 在進行最後一週課程後，於實驗組中發放實驗後的問卷調查。

二、學習成效分析

利用獨立樣本 t 檢定進行學習成效分析，分析實驗組與對照組在學習成效上的差異。

1. 實驗前：實驗組與對照組之獨立樣本 t 檢定

本研究將實驗組與對照組 110-2 學期期末成績作為前測，這學期 111-1 教學實驗後的期中成績作為後測進行獨立樣本 t 檢定來進行實驗前後的分析。透過表 1 可得知，在進行教學實驗前，實驗組平均值為 63.82，對照組為 58.92，平均值相差 4.9，P 值為 0.202，兩組在 110-2 期末成績上未達顯著差異。

表 1 實驗組與對照組前測成績之獨立樣本 t 檢定

	N	平均值	標準差	t
實驗組	28	63.82	18.868	0.842
對照組	24	58.92	23.131	0.829

P > 0.05

2. 實驗後：實驗組與對照組獨立樣本 t 檢定

在進行教學實驗後，實驗組的平均值為 65.89，對照組的平均值為 50.00，成績相差 15.89 分，p 值為 $0.002 < 0.01$ ，已達到顯著效果，如表 2 所示。

表 2 實驗組與對照組後測成績之獨立樣本 T 檢定

	N	平均值	標準差	t
實驗組	28	65.89	16.919	3.016
對照組	24	50.00	21.069	2.966

**P < 0.01

三、問卷分析

本研究在課程學習 8 週後進行線上問卷，依照 adaptive learning 及 adaptive

learning system 進行問卷。問卷使用李克特(Likert)五點量表作為填答方式。問卷使用 Cronbach' s α 係數來衡量量表的內部一致性， α 係數大於 0.7 代表內部一致信具高可信度。如表 3，本研究之 Adaptive learning、Adaptive learning system 二個構面之 α 係數皆大於 0.7，符合一般信度之標準。

表 3. 問卷信賴度分析

Subscale Name	No. of Items	Cronbach' s α
Adaptive learning	5	0.728
Adaptive learning system	7	0.942

表 4 為 adaptive learning 構面中的問卷結果，平均值為 3.82。問項 A3 得分最高為 3.93，顯示學習者認同”依據學習風格做適性化學習是件有意義的事”。另外問項 A1 分數為 3.73，是在所有問項中分數最低者，表示對於學習風格還需要多加說明，讓學習者能真正認識自己的學習風格進而選者自己適合的教材來做適性的學習。

表 4. Adaptive learning

NO.	Item	Mean	SD
A1	我了解自己的學習風格	3.73	0.785
A2	依據學習風格我知道那些類型的教材適合我學習	3.83	0.531
A3	依據學習風格做適性化學習是件有意義的事	3.93	0.640
A4	透過適性化學習可以提升我的學習興趣	3.80	0.551
A5	透過適性化學習可以提升我的學習成效	3.83	0.531
Grand mean		3.82	

表 5 為 adaptive learning system 構面中的問卷結果，平均值為 3.72。問項 S3 得分最高為 3.8，顯示學習者認同此開發的學習系統可以有效的分類教材。另外問項 S1 分數為 3.53，是在所有問項中分數最低者，表示對於系統上的使用要對學習者加強說明及改善系統操作介面；另外 S7 分數也是較低，探究其原因是因為目前此系統建立不久，學習內容不夠豐富，還需要多多建立適合不同學習風格的學習教材。

表 5. Adaptive learning system

NO.	Item	Mean	SD
S1	程式學習推薦系統使用上簡單	3.53	0.681
S2	程式學習推薦系統可以提供豐富的學習內容	3.73	0.583
S3	程式學習推薦系統可以有效的分類教材	3.8	0.551
S4	程式學習推薦系統可提供給我所需要的學習內容	3.77	0.679
S5	程式學習推薦系統提供的學習內容可以增加我解題邏輯思考的能力	3.77	0.679
S6	程式學習推薦系統提供的學習內容可以增加我解題的能力	3.77	0.679
S7	我喜歡使用此程式學習推薦系統來學習	3.67	0.661
Grand mean		3.72	

5. 結論及討論

本研究只以本校資訊管理系學生為對象，研究結果僅能解釋本校資訊管理系學生程式設計的學習成效和學習動作，無法解釋其他學校的情況。建議後續研究可擴充到區域學校，甚至是全台大學，可瞭解各學校資訊管理系學生差異，增加量化資料擴大研究的深度。

本研究主要是完成一個程式學習推薦系統，讓學習者透過此系統做適性化的學習來提高學習者的學習動機及學習成效。再學習成效方面，透過 t-檢定統計結果顯示，在進行教學實驗之前，實驗組與對照組的前測成績未有顯著差異，而在進行教學實驗之後，實驗組的後測成績是高於對照組，且有顯著差異。可知兩組在實驗前程式設計能力是相當的，經過本教學策略實施後，實驗組的學習成績有進步。

在學習者學習動機問卷分析結果顯示，透過此程式學習推薦系統的確可以提升學習者的學習動機。問卷 adaptive learning 構面中，學習者認同依據學習風格做適性化學習是件有意義的事，但是對於了解自己的學習風格卻是在所有問項中分數最低者。如此結果顯示，教學者需要對於學習風格相關議題要多加解釋及說

明，讓學習者能真正認識自己的學習風格進而選擇自己適合的教材來做適性的學習。在 adaptive learning system 構面中顯示學習者認同此開發的學習系統可以有效的分類教材，但程式學習推薦系統使用上簡單此問項是在所有問項中分數最低者，表示教學者對於系統上的使用要對學習者加強說明及改善系統操作介面。另外我喜歡使用此程式學習推薦系統來學習此問項分數也是較低，探究其原因除了系統使用上之外，因此系統剛建立不久，系統學習內容不夠豐富也是一因素。

雖然透過適性化學習推薦系統的學習可以提升學習者學習動機及學習成效，但目前系統內的學習教材除一小部分學習主題相關連結外，大多是由教學者自行建立，所以導致系統內學習內容不夠豐富。考量不同學習風格的學習教材內容規劃不盡相同，系統內適性化教材的建置、分類及數量變得相當重要，這對於教學者是一大挑戰。因此未來除了提供更多的學習教材外，希望系統可以自動搜尋、剖析並進一步適性化分類網頁上的內容，更希望能夠結合 ChatGPT 來提供更多更適合學習者的適性化學習內容。

本研究只以本校資訊管理系學生為對象，研究結果僅能解釋本校資訊管理系學生程式設計的學習成效和學習動作，無法解釋其他學校的情況。後續研究可擴充到區域學校，甚至是全台大學，可瞭解各學校資訊管理系學生差異，增加量化資料擴大研究的深度。

誌謝

本研究由 111 年教育部教學實踐研究計畫贊助，計畫編號 PBM1110270。

參考文獻

National Academy for Educational Research (2017) , Curriculum Guidelines of 12-Year Basic Education_General Guidelines, <https://www.naer.edu.tw/PageSyllabus?fid=52?>

Chou, C. Y., Lai, K. R. & Chao, P. Y. (2015). Negotiation based adaptive learning sequences: Combining adaptivity and adaptability, *COMPUTERS & EDUCATION*, 88, 215-226.

Costelloe, E. (2004). Teaching Programming the state of the Art. CRITE Technical Report.

Duke, R., Salzman, E., Burmeister, J., Poon, J., & Murray, L. (2000). Teaching

programming to beginners-choosing the language is just the first step. Paper presented at the Proceedings of the Australasian conference on Computing education.

Davies, S. P. (1993). Models and theories of programming strategy, *International Journal of Man-Machine Studies*, 39(2), pp. 237-267.

Dedi Riyan Rizaldi, Aris Doyan, Muh. Makhrus, Ziadatul Fatimah, Chester Ian Sotto Pineda (2021). The Relationship Between Learning Style and Critical Thinking Skills in Learning Kinetic Theory of Gases, *Journal of Science and Science Education*, 2(2). DOI:10.29303/jossed.v2i2.488

Felder, R.M. & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching Styles in engineering education, *Journal of Engineering Education*, 78(7), pp. 674-681.

Gong, W. & Wang, W. S. (2011). Application research of support vector machine in E-Learning for personality, *IEEE International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems (CCIS)*, 638 – 642.

Herbert Thelen (1960). *Education and the Human Quest*, New York: Harper & Ro, Publishers, Inc..

Hwang, G. J., Sung, H. Y. & Hung, C. M. (2013). A Learning Style Perspective to Investigate the Necessity of Developing Adaptive Learning Systems, *EDUCATIONAL TECHNOLOGY & SOCIETY*, 16(2), 188-197.

Keefe, J. W. (1988). *Profiling and utilizing learning style*. Reston, VA : National Association of Secondary School Principals.

Kolb, A. Y. and Kolb, D. A. (2017) "Experiential Learning Theory as a Guide for Experiential Educators in Higher Education," *Experiential Learning & Teaching in Higher Education: Vol. 1 : No. 1* , Article 7.

Linn, M. C., & Clancy, M. J. (1992). The case for case studies of programming problems. *Communications of the ACM*, 35(3).121-132.

Linn, M. C., & Dalley, J. (1985). Cognitive consequences of programming instruction: Instruction, access, and ability. *Educational Psychologist*, 20(4), 191-206.

Lowman, J. (1990). Promoting motivation and learning. *College Teaching*, 38(4), 136-139.

Mannila, L., Peltomaki, M. & Salakoski, T. (2006). What about a simple language? Analyzing the difficulties in learning to program. *Computer Science Education*, 16(3), 211-227.

Mayer, R. E., Dyck, J. L. & Vilberg, W. (1986). Learning to program and learning to think: what's the connection? *Communications of the ACM*, 29(7),

605-610.

- Mazur, E. (2011). *From Questions to Concepts: Interactive Teaching in Physics*.
- Morze1, N., Varchenko-Trotsenko1,L., Terletska1, T.,andSmrynova-Trybulska, E. (2021). Implementation of adaptive learning at higher education institutions by means of Moodle LMS,J. Phys.: Conf. Ser.1840012062.
- Thomas Wilschut, Maarten van der Velde, Florian Sense, Zafeirios Fountas, & Hedderik van Rijn (2021). Translating a Typing-Based Adaptive Learning Model to Speech-Based L2 Vocabulary Learning, UMAP '21: Proceedings of the 29th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, June 2021, pp. 245 – 250 .<https://doi.org/10.1145/3450613.3456825>
- Troussas, C., Krouska, A.Q., & Sgouropoulou, C. (2021). A Novel Teaching Strategy Through Adaptive Learning Activities for Computer Programming, *IEEE Transactions on Education*, vol. 64, no. 2, pp. 103-109, doi: 10.1109/TE.2020.3012744.
- Yang, T. C., Hwang, G. J. & Yang, S. J. H. (2013). Development of an Adaptive Learning System with Multiple Perspectives based on Students' Learning Styles and Cognitive Styles, *EDUCATIONAL TECHNOLOGY & SOCIETY*, 16(4), 185-200.
- Yulianci, S., Nurjumiati, N., asriyadin, A., & Adiansha, A. A. (2021). The Effect of Interactive Multimedia and Learning Styles on Students' Physics Creative Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*,7(1), 87 – 91. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i1.529>