

不遜迴的重修課：專題導向的程式設計線上重修課程開發與學習分析

一、研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

教學現場中，「程式設計」重修生面對的處境，包括期望其藉由不斷從頭學習基礎單元而跟上正規課程。此舉並沒有解決重修生，學習方法成效不彰、學習動機低落、自我效能不佳、先備知識差異大與重修選課時間衝突等等問題。

此外重修生因為此基礎核心科目被當，也造成程式設計自我效能低落，期望進行較低難度的畢業專題，甚至影響未來就業的信心，不敢選擇軟體開發的職缺。然而軟體開發的產業持續缺工，需要大量資通訊相關人才投入到產業，才能滿足產業的需求，厚職國家競爭力。然而對於程式設計的重修生來說，有些學生只是對學習方法的知識不足，或是一時遇到困難，需要更多的時間來思考解決方法。因此有必要針對重修生設計適合的課程與學習方式。

為了解決上述問題，本計畫因此開發一個專題導向學習的線上程式設計課程，並探討重修生修習此課程的學習成效。此專題課程目標為培養興趣與學習動機，並提升自我效能。除了成效，本計畫也透過學習分析理解學生的學習行為與成效的關係，據此給予更適當的指導。

此線上課程，是考量重修生先備知識差異大與課程對於後續課程的時間排擠效應，讓其可以不限次數、時間、地點來修習線上課程。也讓不同先備知識的學生可以依照需求練習，也不影響其他課程的進行。

二、文獻探討(Literature Review)

1. 重修課程

目前國內外對於重修課程的研究較少，本計畫整理如下，

Winston et al. (2010)探討大一醫學系重修生對於補救課程的看法，學生表示補救課程是必要的，但是要尊重學生被視為重修生的感受。而態度與動機是補救課程的關鍵，此課程可以透過小組提供情感與認知的支持，同時要透過教學環境與精心設計的課程輔助學生改變他們的思考方式、發展成一個具有彈性與自我反思的學習者。

Armstrong and Biktimirov (2013)也探討 116 位大一商學院學生在一門商業核心課程被當後的重修狀況。他們發現學生若在原課程的分數不要太低(有到 40 分以上)、有其他課表現不錯或是高中平均成績比較高的狀況下，課程重修對於此類學生是有幫助的。相反地，若學生在原課程的分數只有 20 分，大一總成績平均也只有 55，高中成績也普通，課程重修對於此類學生就沒有幫助。

Schulmerich and Hurley (2015)也調查了美國東北一所大學的 103 名二年級護理專業學生。他

們發現補救教學與重修課程的次數與按時畢業人數有很高的負相關。作者認為應該在入學考試中審慎評估，確認學生具有足夠的學業知識與準備，重覆開設補救教學與重修課程會對財務或是學術造成影響。

Schutte (2016)調查了 400 重修解剖學的學生，他們發現重修解剖學課程的確可以提升他們的最終成績。

Tafreschi and Thiemann (2016)調查瑞士大學 5000 名學生，他們因為未達到預定成績，被要求重覆一年級所有必修課，然後才能升入二年級。他們發現，留級會增加 10% 的輟學率。但學生的平均成績會提高約 0.5 個標準差。

Holland et al. (2016)調查了 358 名選修"消化系統"線上補充教材的學生，其中 30 名是重修生。他們發現。重修生不讀取線上課程者，也不會參加實體課室。因此他建議有必要輔導重修生多參加實體課程與使用線上教學資源。

Dibbs (2019)也調查 8 名微積分重修生，而其中六個有畢業，他們表示修正原課程的錯誤、選擇更好的老師、定期參加形成性評量都可以幫助他們通過課程。但是只有定期參加形成性評量對於學生本身的影響才是長期的。

Elmir et al. (2019)也調查了 9 名護理學生重修某護理課程的經驗。他們發現重修生遇到的困難包括缺少學術環境氛圍、缺少學術寫作技巧、難以平衡打工與學習、個人因素。學生也表達除了同儕的支持外，也希望獲得導師的支持與鼓勵。作者因此建議，需要為重修生特別設計策略來幫助他們學習。

總和上述研究，本計畫發現重修生重覆修習原先的課程，其成效存在著矛盾。但是許多研究都表示需要對於重修生提供特別的策略，才能幫助他們解決問題。而本計畫發現，大部分研究都是在正規課程的探討，並沒有針對重修課程設計不同的教學策略。因此也支持本計畫的研究動機。

2. 專題導向學習

專題導向學習(Project-based learning)是一種以學習者為主(learner-centered)的學習策略，主要探討學習者在面對開放式的問題時，他們如何蒐集資料、累積規則、提出計畫，並針對蒐集的資訊進行歸納、分析、討論，最後解決問題(Wang et al., 2016)。此外，專題導向學習除了強調從做中學，還要從「研究中學」。

Wolk (1994)研究指出專題導向的學習是學生可以選擇喜歡的主題進行學習活動，也因為其是有目的的學習活動，學生具有自主探索主題的機會，不僅僅能強化學習的內在動機，還可以訓練自我學習的思考脈絡與聯想。因此專題探究學習有以下特徵：是動態的、動手做、嘗試錯誤的真實經驗，透過學生自我探索與親身體驗的歷程，逐漸建構其學習知識與經驗，因此所產生之成果可以是多元且豐富的。

而 Diffily and Sassman (2002)提出專題導向學習的四個教學步驟：

1. 選擇主題：主題可以是課程所包含的主題、生活現象、個人經驗、等。
2. 計畫專題：包括分享有關主題的知識，讓學生針對主題提出問題，並輔助學生進行專題。
3. 執行專題：需要列出工作明細、發現和使用各種資源，並記錄學習的歷程。
4. 選擇和產出最後作品：可以他人分享，從作品中得到的知識和學習。

而專題導向學習之教學模式，由於每組學習者的研究主題不同，並沒有一套標準的課程模式，也沒有固定的教材及教科書。因此學生專題導向學習的學習過程，需要由教師依教學需要，規劃出可行的教學模式，以方便教學活動進行。而教師的教學模式與步驟，將依課程需求與特性，有所不同。

雖然過去有相關研究融入專題導向學習於程式設計中(Robertson, 2013; Wang et al., 2016)，然而並沒有研究對象是針對重修生，怎麼設計適合、有趣的主題，怎麼將專題執行分成容易進行的子任務，將是本計畫的一大挑戰。

3. MOOC/SPOC 線上課程

產業快速變遷，人才需求若渴，也迫使全球高等教育機構進行數位學習的典範轉移，而大規模開放線上課程，磨課師 (Massive Open Online Courses, MOOCs)，另一個為 SPOC (Small Private Online Course)，皆為高等教育滿足此需求的一種顛覆性創新方式 (Chen, 2014)。此方式讓教育機構更願意通過 MOOC 來開放和分享學習資源(Jansen et al., 2015)，因為 MOOC 消除了學歷、時間、地點和費用等限制，提供大眾更多的學習機會，提高自身的競爭力。另一方面，MOOC 也強調學生自由選課，以學習者為中心的方式，能培養學生的自學能力 (Hone & El Said, 2016)。

Yang et al. (2017)曾介紹了台灣在 MOOC 的推動過程與經驗分享。文中提到台灣的 MOOC 中文名稱"磨課師"，為前教育部資訊及科技教育司 楊鎮華司長，為了推動台灣 MOOC 成長所定義的。其中，"磨"是小石子比喻 MOOC 需要從根基做起，"課"為以學生為中心的課程，"師"為強調老師在 MOOC 推動的重要性，尤其是願意分享知識所學的精神。

MOOC 線上課程正在不斷蓬勃發展，但也遇到了以前未被發現的挑戰。Deng et al. (2019) 回顧了，2014 年到 2016 年的 102 篇磨課師的實證研究，並提出了 MOOC 研究的五大挑戰。

1. MOOCs 缺少對非主流學生的研究，相反的，大部分都是推廣西方國家的價值、語言、知識系統。
2. 研究中對於使用者特徵的探討太過於簡化，例如探討學習動機時，沒有區分內在、外在、社會等動機面向，只有單一動機數值的探討。
3. 在測量 MOOC 學習投入(learner engagement)也過於單一，例如用討論數來代表投入程度，沒有採用多個面向的方向，尤其是從認知面、情感面、社會面等面向來測量學習投入。
4. 對於課程學習成果的評量缺乏經驗，往往只用單一成績來代表學習成果。然而一個留存

率高的學生，也常常發表評論，但是他最後的成績可能不高。因此需要結合更多變數來代表學習成果。

5. 目前只知道學生主動的參與課程，有較高的留存率與成機，但是學生的學習方式跟老師的教學方式之間的關聯性還不是很清楚，需要更多的研究從老師教學策略的角度來找出這重要的關聯。

程式設計是全球最重要的趨勢之一，人才的需求十分的大，許多的線上課程也被發展出來，例如 edX, Coursera 或 Udemy 等。然而這些課程的課程模組分割得較為瑣碎，語言、範例、講解的方式較難吸引台灣或華人學生。再者，該課程仍是影片的教學重於練習。因此本計畫課程的特色，以專題實作為導向，培養學生由基礎的程式實作能力到完成專案的能力。

4. 學習分析

Siemens et al. (2013)將學習分析(Learning analytics)的定義為

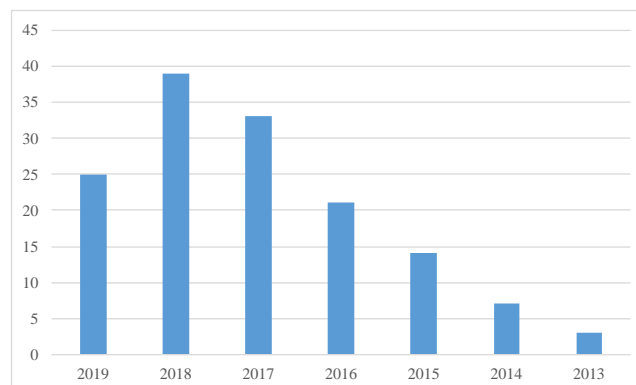
「LAs are concerned with the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for the purpose of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs.」

Ebben and Murphy (2014)也將學習分析定義為

「Learning analytics is the set of practices that collect and use statistically based data to identify patterns for understanding learning behaviors and outcomes.」

也就是說，學習分析就是透過主動收集學習時的資料，並利用科學的資料分析方法，以了解學習行為的模式，據此最佳化學習成果。此分析方式有別於傳統評量只注重測驗的結果，而學習分析不只強調多樣性的資料收集，也注重長時間的資料觀察，換句話說，此分析更能還原學生在學習時的情境，提出更深入的學習理解。

本計畫者也對 MOOC 線上學習情境的學習分析，做了研究文獻回顧(Liu, Yu, & Liu, 2018)。此文獻回顧中，我們搜尋學習分析相關技術在 MOOC 應用的文章，發現從 2013 年開始共有超過 142 篇 SCI/SSCI 期刊論文研究，而且其數量上皆為成長的趨勢(如下圖所示)，此研究趨勢也跟網頁搜尋相同，表示學習分析為一迫切需要的研究領域。



MOOC 學習分析的期刊論文趨勢

在所接受的來源期刊中，可以發現有 27 本 SCI 期刊，與 18 本 SSCI 期刊，也表示學習分析的廣泛應用性，需要從各種不同的角度精進。

而文獻中的資料數量大小，呈現很大的變異，各個文獻分析的課程、學生數差異很大，就課程來說有只有 1 門課，也有 117 門課的，同樣的學生數有小到一個班級數，也有大到 115,922 人數，各個文獻依據其分析的目標與可取得的資料數，來決定收集的資料量。

而文獻中分析的資料類型，跟研究有關的資料主要包括：背景資料、訪談、問卷調查。而跟學習平台有關的資料主要包括：網頁瀏覽、選課、最愛收集、影片互動、講義互動、測驗、討論區、同儕互評、課程意見調查、證書等等。接著是文獻中用到的分析技術主要包括：機器學習、統計、資料探勘、社群網路分析、文字分析、資訊視覺化等等。

最後是文獻中的資料分析層次(Hagerty, 2016)，從價值低到高分別是， 1.描述性分析 Descriptive (What happened?)， 2.診斷性分析 Diagnostic (Why did it happen?)， 3.預測性分析 Predictive (What will happen?)， 4.指示性分析 Prescriptive (What should I do?)。綜合 MOOC 學習分析的文獻結果，大多是到第 3 層，例如透過描述性與診斷性分析找出學生的個人特質(如年齡、性別、國別等)與學習成效間的相關性，或是透過預測性分析將學生的任務活動與行為，訓練預測模型對應到成效的高低。本計畫發現大部分的資料分析層次為描述性、診斷性分析方面與預測性分析，幾乎沒有指示性分析。

另一個研究發現是，目前 MOOC 學習分析的兩個主要研究社群為教育與資訊科學背景的研究學者，然兩個社群的研究方向大多彼此獨立，缺乏整合。然而科技本身並無法最佳化學生學習，科技要融入創新的教學法才能實際改變學習行為 (Rhoads et al., 2013)。因此本計畫導入專題導向學習於線上學習分析。

三、研究問題(Research Question)

根據上述研究架構，本計畫提出以下研究問題：

1. 專題導向線上程式課程是否可以幫助重修生的學習成效，使其通過課程?
2. 不同程度的重修生(大於或小於 60 分)，其修習專題導向線上課程是否有差異?
3. 重修生修習專題導向線上程式課程，其程式概念是否有差異?

四、研究設計與方法(Research Methodology)

本計畫研究設計採用行動研究(Action research)法，此研究法最早由(Lewin, 1946)提出，其研究目的強調透過實際行動造成社會實務議題(social practice)產生變化，並了解產生變化的原因。行動研究者著重於從區域端的問題出發(local problems)，並考量問題本身的情境(context)限制，透過實務的行動來進行社會改變，並思考此區域端議題的改變，所衍生的通則化(Generalization)研究結果。因此其研究通常包含規劃(planning)、行動(action-taking)、觀察

(observation)、反思(reflection)的四個循環階段。本計畫導入專題導向學習(Project-based learning)於程式設計線上重修課程。

教學目標

理解結構化程式設計思維，包括循序、選擇、重覆等結構。同時包含函式、陣列、指標等進階程式概念。

教學方法

本計畫開發以下專題導向學習，由淺至深包含以下專題

1. 猜數字遊戲(1~1000)
2. 身分證對號門票降價
3. 俄羅斯方塊遊戲

成績考核方式

影片觀看與互動 40%

作業 30%

期末考 30%

各週課程進度

	程式概念	專題	上課方式
1	課程上課方式介紹		實體
2	程式設計工具	猜數字遊戲(1~1000)	實體
3	C 程式設計入門	猜數字遊戲(1~1000)	實體
4	結構化程式的開發-循序、選擇	身分證對號門票降價	實體
5-6	結構化程式的開發-迴圈	俄羅斯方塊遊戲	線上
7-8	函式-基本概念	俄羅斯方塊遊戲	線上
9	期中考		實體
10-12	函式-進階概念	俄羅斯方塊遊戲	線上
13-15	陣列	俄羅斯方塊遊戲	線上
16-17	指標	俄羅斯方塊遊戲	線上
18	期末考		實體

學習成效評量工具

學習成效評量為實體測驗，於大學課室進行評量測驗，測驗包含概念與上機檢測。

研究範圍

本計畫的課程範疇為資訊工程學系大一的程式設計重修課程，教材選用為 C How To Program (8th)，該書講授 C 語言結構化程式念，本計畫融入自編的專題導向學習來貫通各個概念。教學資源應用，除了設計投影片與拍攝上課影片外，包括逢甲大學的 ilearn 課程管理平台，與逢

甲大學的雲端學院協助放置課程。**評量方式**根據線上學習狀況、與作業繳交、與實體考試，考試內容包括程式概念與上機電腦程式測驗。

研究對象與場域

本研究對象為資訊工程學系其程式設計課程被當的學生，而資料收集之場域，分成三個階段，包括期初的面對面授課方式說明、期中的線上學習、期末的大學課室評量。

而主要的研究工具如下，

程式概念

程式概念主要將透過經驗取樣法(Experience Sampling Method)的方式(Liu & Huang, 2017)，了解學生對於程式設計的概念。具體來說，設計以下三個開放式問題來做經驗取樣。

- 對您而言，什麼是程式設計？
- 您認為程式設計的目的是什麼？
- 對您而言，什麼才是好的程式？

資料處理與分析

程式概念，本計畫預計採用現象圖學法，將重修生的程式概念分群，並給予每一群一個標籤，以了解學生的程式概念(Liu & Huang, 2017)。

學習分析(Learning analytics)，本計畫透過 OpenEdu 平台，來收集學生修習線上課程學習行為資料(Liu, Yu, Wu, et al., 2018)。以下以 OpenEdu 的 Student Events log 紀錄來說明資料內容。而 Student Events Log 是學生在網站上的每一筆操作行為紀錄下來，該紀錄以事件做區分並且有時間戳記，事件包含影片播放事件、討論區事件、作答事件、瀏覽網站事件等。而以下將以觀看影片(Video Interaction Events)的資料來舉例說明。

事件名稱	說明
load_video	選擇一個學習單元時，影片即會進行載入動作，即會觸發此事件
play_video	載入完成後即可點選播放按鈕
pause_video	暫停影片播放
seek_video	調整影片播放位置
speed_change_video	影片播放速度調整
stop_video	影片正常播放結束時觸發此事件

本計畫比較有無通過課程的學生，其影片觀看的學習行為是否有差異？同時也透過學習分析了解，影片觀看行為與學習成效是否有關係？

五、教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

1. 教學過程與成果

本計畫的專題導向教學影片來源，為 OpenEdu 上的「程式語言 IV」課程，其專題主題主要為「俄羅斯方塊」遊戲設計。本實驗課程皆為重修生修習，共有 36 位重修生修習。

學生在修習程式語言課程時，會有觀看影片作業、觀看影片成績、作業、期中考成績、期末考成績等等。

在學習成效部分，如下表所示。

	平時考核 (M/SD)	期中考試(M/SD)	期末考試 (M/SD)	學期總分 (M/SD)
重修生	91.9(19.1)	60.9(23.3)	57.7(23.6)	72.4(17.5)

其中可以看到，在平時考核部分，重修生可以拿到比較高的分數，可能原因為，在教學中融入專題導向學習，可以提升平時學習的興趣。

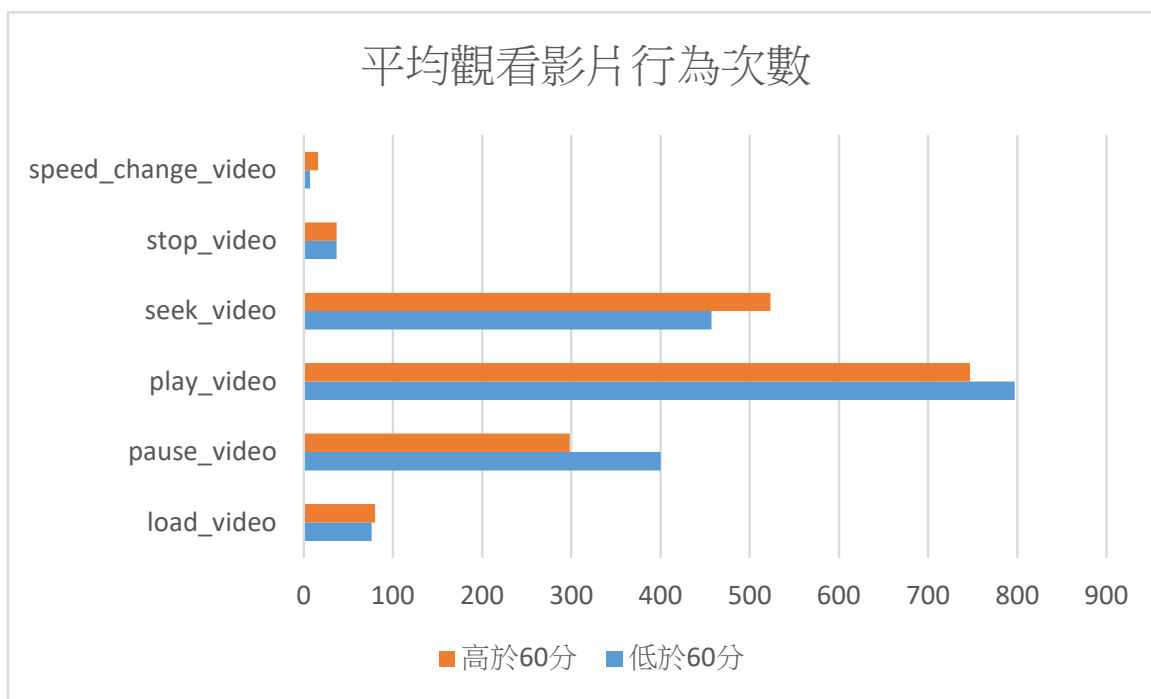
此外，本計畫依據學生的期末考試，將學生分為低於 60 分組、高於 60 分組。低於 60 分組中，有 18 位重修生；重修生高於 60 分組中，有 18 位重修生。以此來分析影片觀看行為。

在下表中顯示了影片行為統計摘要

	人數	影片事件總數	平均影片事件數量
低於 60 分	18	33343	1852.39
高於 60 分	18	32091	1782.83

在表中看到平均影片事件數量，低於 60 分組的重修生，其平均觀看影片事件，較高於 60 分組的事件多。

而從下面的平均觀看影片行為次數圖中，可以細部比較兩組學生的差異。



而在影片觀看序列部分的分析，如以下兩表。

高於 60 分學生事件狀態轉移表

Lag 0	Lag 1	出現頻率 f(g,t)	出現機率 p(g,t)
pause_video	play_video	3904	0.122
play_video	pause_video	4898	0.153
play_video	seek_video	7766	0.242
seek_video	play_video	8347	0.26

低於 60 分學生事件狀態轉移表

Lag 0	Lag 1	出現頻率 f(g,t)	出現機率 p(g,t)
pause_video	play_video	5750	0.173
play_video	pause_video	6800	0.204
play_video	seek_video	6864	0.206
seek_video	play_video	7434	0.223

2. 教師教學反思

本計畫發現大於 60 分的同學，其 seek video 行為也就越多。也就是他們會不停的往回看搞懂不清楚的部分，或是跳過已經會的部分。而低於 60 分的學生有更多的 pause video 的行為。因此有較多影片暫停的行為，比較無法有深度的專心時間。

本計畫發現，低於 60 分重修生，在 pause video 到 play video 之間的轉移次數，大於高分組。而高分組的 seek video 到 play video 之間的轉移次數，大於低分組。在影片播放中，如果影片順利播放到影片結束時間，也會發出 pause video。然而此為專題實作影片，本計畫發現，低分組的學生的學習策略，只有暫停影片播放，或是觀看到結束。較少高階層次的回放或是跳轉，因此造成成績上的差異。因此有必要針對影片學習策略，做進一步的教學。

3. 學生學習回饋

而重修生對於程式設計自我效能的回饋如下，皆有 3 以上。

題項	平均
1. 我可以達成大部分自己所設定的程式設計目標。	3.5
2. 當我在程式設計遇到困難時，我確信我將會克服困難並一一完成。	3.64
3. 一般而言，我認為在程式設計的問題解決上，我可以得到我想要的結果。	3.53
5. 我相信只要設定好解決程式問題的目標並全力以赴，必然可以成功完成程式設計的工作。	3.94
6. 我將能夠克服所有程式設計上所帶來的挑戰。	3.47
7. 我有自信可以有效率的處理好很多不同的程式設計問題與工作。	3.25
8. 和其他人比起來，我可以把大部分的程式設計的問題處理好。	3.17
9.即使要解決的程式設計問題很棘手，我還是可以處理得非常好。	3.22

學生對於修習專題導向課程，對於他們程式概念的影響如下。

您認為程式設計的目的是什麼？
方便生活
可以減少人力成本或使生活更多元
未來賺錢的工具
用電腦來達成一些需求
有效率的解決問題
我認為程式設計的目的為，經過程式設計的訓練後，讓我們提升撰寫程式的能力，增進邏輯判斷以及利用此能力去解決問題。問題包含很多種，例如:客戶的需求.創意的 App.複雜的計算...等等，都是需要程式設計的目的。
更快速的解決或整理問題。
使人能來使用進而達到某種目的
能夠解決生活問題
能解決繁瑣問題
能讓你與電腦連結的一種溝通方式
將一個程式設計好 不容易出 bug
將生活周遭中許多不方便的事物簡化並融入在生活中

將我所想的呈現出來
設計一個嚴謹的程式
解決人們生活上的需要
解決生活上的問題
解決所需/問題
解決問題
解決問題
解決問題
解決問題
達成懶惰
製造方便使用者的工具
增加效率、增加準確性
增進自己對程式的熟練度，從中獲得興趣和經驗
寫出對使用者有用方便的程式
寫好程式並完善它
學習以其他方法或新思維完成問題的技巧
興趣，希望未來從事有關程式設計的職業
幫人節省時間
讓生活更方便
讓問題可以利用電腦運算快速解決
讓電腦幫我做更多事
讓需要花的時間更少 更方便
讓複雜的東西變簡單

六、建議與省思(Recommendations and Reflections)

對於資工系學生來說，程式設計課程強調大量邏輯與運算思維的訓練，例如數學抽象思考、尋找重複樣式、遞迴、陣列資料的排序與搜尋等等，在課程逐漸加深的狀況下，部分學生的進度逐漸落，再加上修課人數眾多，先備知識落差造成的自我效能低落，若學生沒有主動尋求資源協助，甚至缺課，就造成課程被當，需要重修。

然而軟體開發的產業持續缺工，需要大量資通訊相關人才投入到產業，才能滿足產業的需求。然而對於程式設計的重修生來說，有些學生只是對學習方法的知識不足，或是一時遇到困難，需要更多的時間來思考解決方法。

因此本計畫意識到此問題的重要性，導入專題導向學習於基礎課程"程式設計"，期望透過設計專題培養其興趣與學習動機，與透過完成專案來提升自我效能，並透過線上課程的引導，來培養其自主學習的技能，也讓不同先備知識的學生可以依照需求練習，也不影響其他課程的進行。

現今大部分教學實踐研究都著重在前端的教學精進，然而不可忽視的，有些落後的學生只是對學習方法的知識不足，或是一時遇到困難，需要更多的時間來思考解決方法。本計畫將以專題導向學習為主，探討對學習落後學生的成效改進，與是否可以改進其自我效能，甚至未來投入到軟體開發產業，滿足產業的需求。

另外，當多數大學將"程式設計"列為全校大一核心必修課時，勢必也會有學習落後的學生，本計畫成果也預期將給予後續補救教學的參考。

參考文獻(References)

- Armstrong, M. J., & Biktimirov, E. N. (2013). To repeat or not to repeat a course. *Journal of Education for Business*, 88(6), 339-344. <https://doi.org/10.1080/08832323.2012.725109>
- Chen, Y. (2014). Investigating MOOCs through blog mining. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 15(2), 85-106. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i2.1695>
- Deng, R. Q., Benckendorff, P., & Gannaway, D. (2019). Progress and new directions for teaching and learning in MOOCs. *Computers & Education*, 129, 48-60. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.019>
- Dibbs, R. (2019). Forged in failure: engagement patterns for successful students repeating calculus. *Educational Studies in Mathematics*, 101(1), 35-50. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-9877-0>
- Diffily, D., & Sassman, C. (2002). *Project-Based Learning with Young Children*. Heinemann.
- Ebben, M., & Murphy, J. S. (2014). Unpacking MOOC scholarly discourse: A review of nascent MOOC scholarship. *Learning Media and Technology*, 39(3), 328-345. <https://doi.org/10.1080/17439884.2013.878352>
- Elmir, R., Ramjan, L. M., Everett, B., & Salamonson, Y. (2019). Nursing students' experiences of repeating units in an undergraduate program: A qualitative study. *Nurse Education Today*, 79, 147-152. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.05.024>
- Hagerty, J. (2016). *2017 Planning Guide for Data and Analytics*. Gartner. https://www.gartner.com/binaries/content/assets/events/keywords/catalyst/catus8/2017_planning_guide_for_data_analytics.pdf
- Holland, J., Clarke, E., & Glynn, M. (2016). Out of sight, out of mind: Do repeating students overlook online course components? *Anatomical Sciences Education*, 9(6), 555-564. <https://doi.org/10.1002/ase.1613>
- Hone, K. S., & El Said, G. R. (2016). Exploring the factors affecting MOOC retention: A survey study. *Computers & Education*, 98, 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.016>
- Jansen, D., Schuwer, R., Teixeira, A., & Aydin, C. H. (2015). Comparing MOOC adoption strategies in Europe: Results from the home project survey. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(6), 116-136. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i6.2154>
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Liu, M.-C., & Huang, Y.-M. (2017, July 7-8). Performing a phenomenographic text mining to understand the students' experiences of software programming. 2017 台灣軟體工程研討會, (TCSE 2017), 台中, 逢甲大學.
- Liu, M.-C., Yu, C.-H., & Liu, A. (2018, May 23-25). Research trends in learning analytics of MOOCs. 2018 eLearning Forum Asia (eLFA, 2018), Taiwan, Taipei.
- Liu, M.-C., Yu, C.-H., Wu, J., Liu, A.-C., & Chen, H.-M. (2018). Applying learning analytics to deconstruct user engagement by using log data of MOOCs. *Journal of Information Science and Engineering*, 34(5), 1175-1186. [https://doi.org/10.6688/Jise.201809_34\(5\).0004](https://doi.org/10.6688/Jise.201809_34(5).0004)

- Rhoads, R. A., Berdan, Jennifer, & Toven-Lindsey, B. (2013). The open courseware movement in higher education: Unmasking power and raising questions about the movement's democratic potential. *Educational Theory*, 63(1), 87-110. <https://doi.org/10.1111/edth.12011>
- Robertson, J. (2013). The influence of a game-making project on male and female learners' attitudes to computing. *Computer Science Education*, 23(1), 58-83. <https://doi.org/10.1080/08993408.2013.774155>
- Schulmerich, S. C., & Hurley, T. V. (2015). Remediation and course repetition: the domino effect on academics and economics. *Contemporary Nurse*, 51(2-3), 232-244. <https://doi.org/10.1080/10376178.2015.1124725>
- Schutte, A. F. (2016). Who is repeating anatomy? Trends in an undergraduate anatomy course. *Anatomical Sciences Education*, 9(2), 171-178. <https://doi.org/10.1002/ase.1553>
- Siemens, G., Dawson, S., & Lynch, G. (2013). *Improving the quality and productivity of the higher education sector: Policy and strategy for systems-level deployment of learning analytics*. Australian Government- Office for Learning and Teaching. http://www.olt.gov.au/system/files/resources/SoLAR_Report_2014.pdf
- Tafreschi, D., & Thiemann, P. (2016). Doing it twice, getting it right? The effects of grade retention and course repetition in higher education. *Economics of Education Review*, 55, 198-219. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2016.10.003>
- Wang, H. Y., Huang, I., & Hwang, G. J. (2016). Comparison of the effects of project-based computer programming activities between mathematics-gifted students and average students. *Journal of Computers in Education*, 3(1), 33-45. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0047-9>
- Winston, K. A., van der Vleuten, C. P. M., & Scherpbier, A. (2010). At-risk medical students: implications of students' voice for the theory and practice of remediation. *Medical Education*, 44(10), 1038-1047. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03759.x>
- Wolk, S. (1994). Project-based learning: Pursuits with a purpose. *Educational Leadership*, 52(3), 42-45.
- Yang, S. J. H., Huang, J. C. H., & Huang, A. Y. Q. (2017). MOOCs in Taiwan: The movement and experiences. In M. Jemni, Kinshuk, & M. K. Khribi (Eds.), *Open Education: from OERs to MOOCs* (pp. 101-116). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-52925-6_5