

【附件三】成果報告

封面 Cover Page

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PGE1110216

學門專案分類/Division：通識(含體育)-通識課程

計畫年度：☒111 年度一年期 ☐110 年度多年期

執行期間/Funding Period：2022.08.01 – 2023.07.31

**利用 Online Judge System 線上自動程式批改系統提升後疫情時代計算機程式
設計課程翻轉式混成教學之學生的學習動機與自主學習能力**

**Using Online Judge System to Improve Students' Motivation and Active
Learning in Flipped-Blended Computer Programming Courses in the Post-
Covid-19 Era**

**Python 計算機程式設計
Computer Programming in Python**

計畫主持人(Principal Investigator)：張傑帆

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：(學校名／系所名)

成果報告公開日期：☐立即公開 ☒延後公開 (統一於 2025 年 7 月 31 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2023 年 9 月 20 日

利用 Online Judge System 線上自動程式批改系統提升後疫情時代計算機程式設計課程翻轉式混成教學之學生的學習動機與自主學習能力

一. 本文 Content

1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose

1.1. 研究動機

隨著資訊科技的發展及不斷創新，資訊教育也因此日漸普遍，資訊教育已經不再是電機資訊學院的專屬，而是已經逐漸普及到各個不同領域及科系成為通識教育課程中熱門的選擇。「運算思維 (Computational Thinking)」一詞近年來已經成為為資訊科技教育推動的一大關鍵詞，運算思維係指一種用電腦的邏輯來解決問題的思維，有以下四種核心能力(1)拆解 (Decomposition):將一個任務或問題拆解成數個步驟或部分；(2)規律辨識 (Pattern Recognition):找出問題的規律性，並找出模式做預測測試；(3)歸納與抽象化 (Pattern Generalization and Abstraction): 找出導致此模式的因素；以及(4)設計演算法 (Algorithm Design):設計出能夠解決此類問題並且可以被重複執行的指令流程(程式)。運算思維因此被視為是一種有效解決問題的思考模式(Wing, 2006)。此一思考模式所能影響的層面極其廣泛，不單是電機資訊領域，不論任何學科，如：醫療、工程、管理、行銷、教育、建築甚至藝術等領域都與運算思維密切相關。有鑑於運算思維能力在現代這個資訊爆炸的年代具有著不可或缺的重要性，世界各國無不盡其所能讓運算思維能力的養成能夠奠定基礎向下深耕，培育具備運算思維能力人才的風氣已然流行於全球！

程式設計教育雖然並不是養成運算思維能力的唯一途徑，卻是最經濟、最快速、高效且具靈活性，並且符合當下趨勢的做法，因為透過學習程式語言，學習者將透過演算方法的設計與實作了解計算機的運算原理，因此也是最容易接觸到運算思維的實作與練習，可被視為培養解決問題能力的最佳途徑(Romero et al., 2017)。儘管學習程式設計有助於發展學生們的創造力與問題解決能力(Kalelioglu & Gülbahar, 2014)，但是對於初學者而言，學習程式設計將會有許多的困難與挑戰需要面對。以學習 Python 程式語言為例，學生必須要克服許多的問題，對於初學者來講，首先要面對的第一個問題是對電腦操作的熟悉程度問題，是否會使用電腦、開關機、操作作業系統以及能否順利的安裝開發環境及使用，更需要熟悉對鍵盤的使用，能否找到標點符號的位置及對字母大小寫的敏感程度等等，對許多初學者來說都是需要適應的問題(Funabiki et al., 2017)。第二個面向是學習者的數理基礎問題，學生需要有邏輯思維、數學基礎及抽象推理能力等，第三個層面是程式語言學習的問題，過程中將會遇到語法不熟悉、無法解讀錯誤訊息導致學習過程中容易受到挫折等問題(Govender, 2009) (Iepsen et al., 2013)。第四個是學習方式及資源問題，傳統上學習程式設計的方法以上課聽老師的講授進行學習為主，並且在課後以閱讀書籍自主學習為輔，但卻可能因為修課人數眾多無法及時得到老師或者助教進行錯誤糾正，而很容易錯誤而不自知，且課堂時間有限，除了課程講授之外教師很難再有多餘時間對所有學生一一進行指導和 Code Review，往往初學者也缺乏問題解決的能力更需要同儕互動與激勵甚至可能缺乏動機與興趣等因素，造成部分同學的學習目標不易達成的問題。

這些問題可以透過課程設計來改善，混成教學的特性可以獲得時間上的彈性，讓比較不需要互動性的部分課程事先錄成影片供學生閱覽，讓課程時間可以更有效地被利用，與學生互動解決學生學習上遇到的問題。近期由於疫情的影響，許多課程也大受影響，許多課程轉型成為線上課程，帶來許多衝擊，原本的翻轉式混成包含了一部份的線上影片課程與實體課程，原本線上課程的缺點諸如：學生當面問問題的機會較

少、需要學生自律等缺點(Barak et al., 2016)，都可以被實體課程補足，然而卻因為疫情的影響，混成式教學也從部份實體轉而成為全部線上，原本的實體課程時間轉換成了直播教學與活動，卻也因為沒有直接見面而互動性不足，並造成參與率降低，因此效果相較於教室的實體課程不佳，帶來了如同全線上課程一般的問題。

學生雖也覺得課程很重要，想打起精神學習，但是只有看影片，容易覺得枯燥缺乏課程氣氛與互動性，無法得知同學們的學習狀況，導致學習動力不足，也無法即時評量學習成效，而且由於程式的正確性須由許多面向來評測，學生在撰寫程式時可能在某些面向上考慮不夠周全，導致寫出來的程式在部份情況下可得到正確的結果，就致使學生誤以為自己所撰寫的程式是正確的，但到了考試時才發現其實有很多地方有問題而沒有察覺，而且還不知道錯誤的原因，因為在學習的過程之中無人指正這些細支末節的錯誤，導致部份學生覺得挫折感很重，喪失學習動力，不知不覺便來到了學期末，難以面對期末測驗。

程式設計課程到了學期末的時候，很容易出現停休放棄或是成績表現不佳的學生，而在線上或混成的課程中出現此狀況的比例更高，是否因為線上課程，因為沒有見到面與學生產生互動，學生無法問老師問題而造成學習動機不佳的問題，因此為了要能夠有效提升學生的學習動機與自主學習能力，進而提升學生們的學習成效。本計畫透過建置由台灣大學資訊工程學系所開發的 Online Judge System 類型的全自動程式批改平台 Judge Girl，並且將利用其自動批改的特性以及即時線上統計資料的功能融入課程與教學活動之中，Judge Girl 平台除了可以進程式碼的自動化批改，達到及時糾錯與學生互動的功能之外，還可以透過測試資料的正確與否讓學習者得知自己錯誤的地方(Bez et al., 2014)，同時也可以運用平台上的即時分析資料令教師即時得知學生們的作答與學習情況，及時進行教學方式與策略的調整，達到因材施教因地制宜的效果，並且學習者們可以在系統之中看到同班同學的學習狀況與解題進度的統計資料，可以方便學習者調整自己的學習進度達到良性競爭並增加學習動機的成效，進而達到增加學習動機與自主學習能力，即為本教學實踐與研究的目標。

1.2. 研究目的

為提升程式設計課程的教學品質，計畫建置並使用 Online Judge System 於課程教學活動之中，本計畫將公開分享在網路上的開放原始碼自動程式批改系統 Judge Girl 架設並執行於一伺服器之上，並根據課程需求與學生反饋客製化與新增部分功能，並研究 Judge Girl 應用於混成課程的教學現場與線上課程之中，是否能增進學生的學習動機與自主學習能力，達到提升教學效能及品質的功效。

本計畫在課程講授與教學之間穿插使用即時線上系統 Judge Girl 上機練習，利用其即時得知作答結果的互動性，令學生得到即時反饋，立刻知道所撰寫的程式碼完全正確，或是只有部份正確，立即得知所撰寫的程式的缺失，讓學生的錯誤可以即時發現與修正，期望可以增加學生的學習動機與成就感，並利用其學習狀況統計的功能，可令學習者立即知曉其他同學對同一主題之學習進度，同一主題相較於同班同學已有多少人已經學會並答題正確，除了期望可激發學生對課程活動的參與度與專注度之外，於教學現場也可以令教師得知學生是否已經習得課程主題所教授之知識，可利於教師掌握學生的學習狀況，調整教學方式與進度，亦可利用即時答題狀況列表，挑出答錯的學生所提交的程式碼，即時線上瀏覽令教師得知學生的問題，了解學生易犯錯的點，即時進行批改與講解，進行針對性的教學，補充講解給還沒學會的學生，進而提升教學品質與學生的學習成效。

Judge Girl 除了用於教學現場之外，更適合用於線上課程及混成式課程，因其即

時得知作答結果的互動性，也可以幫助學生在老師及助教不在現場的情況自動批改程式碼，避免了學生有錯誤而無法自行查覺的情況，在批改結果顯示學生所撰寫的程式有錯誤的情況下，學生可以利用系統提供的不同的輸入測試資料幫助學生交叉比對找到錯誤，立即得知自己犯錯的地方，避免學習的產生不知道錯在哪裡的挫敗感，除了能更進一步的有效利用老師與助教的人力資源外更能夠增加學習者的學習成就感外，還可以同時利用線上即時統計與總解題數排名等功能，敦促學生進行自主學習，才不至於學習進度落後於同儕，提升學習者的學習動機與自主學習能力，進而提升學習成效。

利用 Judge Girl 所建立的練習題目之中可以嵌入訊息留言板進行線上互動提問與討論，增加與同儕、助教和老師之間的互動，讓學生們可在裡面進行交流，助教與老師可以解答同學在練習的過程中出現的問題與狀況。老師也可以利用 Judge Girl 將多道題目組成題組，作為學生的作業或者進行考核，因其使用程式自動批改的特性，將直接比對學生所撰寫的程式，在出題者指定的輸入資料下所輸出的結果是否和出題者預設的答案相同，從而避免人工批改閱卷錯漏的情況，並且出題者可以全方面的考慮各種輸入情況來測試學生所撰寫的程式的完整程度來給予評分，改善傳統人工批改因人力有限無法全方位評量學習者所撰寫的程式碼所帶來的評量不夠嚴格與精確的問題，因此可以更全面完整的考核學生的程式設計能力，提升學習者所撰寫的程式碼品質。

2. 研究問題 Research Question

由於課程設計為混成式課程，具有部份的線上課程的特性，因線上課程而影響部份同學學習動機的問題乃是混成式課程與線上課程的一大挑戰，且近年因疫情的影響，混成式課程已是大勢所趨，因此相關問題顯得尤為重要，但也由於混成式課程的可導入工具的特性，其靈活性大增(Manan et al., 2012)，因此選擇的工具對學生所造成的影響乃是一重要的研究議題。

3. 文獻探討 Literature Review

隨著資訊科技的發展，網際網路涵蓋全球無遠弗屆，網路拉近了人與人之間的距離，線上教學也逐漸興盛(Carr-Chellman & Duchastel, 2000)，但是人與人直接面對面(face-to-face)仍然有深化知識傳遞的重要性，因此混成式教學逐漸盛行了起來(Thorne, 2003)，成為了教育工作者的新寵，除了線上與實體的課程混合之外，也可配合學習者的時間與空間，使用不同的工具及策略達到學習的最佳化(Hockly, 2018) (Manan et al., 2012)，其中數位學習也是一種運用數位學習平台，可以以網路環境為基礎，最主要的特色在於超越時空的限制，允許使用者在任意時間與地點皆可學習，也亦可視為混成教學的一環(Hrastinski, 2019)。在混成教學中結合數位學習平台有多項優點(Abaidoo & Arkorful, 2014) (Arkorful & Abaidoo, 2015) (Hockly, 2018)：

- 1) 時空彈性：學習時間與空間獲得極大的彈性，地點不再侷限於實體教室之中。
- 2) 適性化學習：系統可依學習者的實際學習情況，動態調整教材內容。
- 3) 自我導向 (Self-Paced)：學習者可根據現況制訂學習進度。
- 4) 反覆複習：學習者可以在學習過程中可針對待加強之主題內容反覆觀看、練習與複習，增加學習者的學習效率。

運用 Online Judge System 進行教學與學習之活動可以視為廣義的數位學習的一種 (Kosowski et al., 2007)，Online Judge System 是一種為了對使用者提交的程式原始碼進行可靠評估而設計的系統 (Wasik et al., 2018)，這些程式原始碼將在規定的系統環境中進行編譯和測試使用者所提交的程式原始碼是否能解決題目指定的問題並給予評分。最早的線上解題系統 Online Judge System 是由西班牙 Valladolid 大學自 1995 年開發 (Wang et al., 2016)，用於該校參加 ACM/ICPC 國際大學生程式設計競賽的校內隊員遴選用，至今 Online Judge System 已廣泛應用於許多領域，包括程式設計、解決數學問題、舉辦程設計競賽、考試、線上測驗題庫、員工招聘及工作面試用 (Wasik et al., 2018)，如美國求職者中流行的 LeetCode (Liang et al., 2020)。與其他在線學習系統（例如大規模開放在線課程）不同，大多數 Online Judge System 是為自主學習而設計的，無需教師干預 (Zhao et al., 2018)。但 Online Judge System 更可用於課堂上 (Bez et al., 2014)，可在程設計課程中協助教學並激勵學生進行更多練習並超越課堂上學到的理論基礎，從而幫助他們提高邏輯、算法和程式設計技能 (Wang et al., 2016)，能使授課教師有組織地在線上環境中管理特定程式，設計主題的學科和練習列表，除了具有數位學習的特色，可以允許使用者在任意時間與地點皆可學習之外，更可以提升學習者的程式設計能力，提升程式撰寫的品質，與傳統的人工批改方法相比，該類系統具有多種優勢 (Bez et al., 2014) (Wang et al., 2016) (Wu et al., 2012)：

- 1) 幫助學習者發現自己的錯誤。
- 2) 測驗並且幫助學習者認知自己的程式能力。
- 3) 幫助學習者寫出品質更好 BUG 更少的程式。
- 4) 增進學習者的學習動機。
- 5) 因為同儕壓力增加學習者的學習動機。
- 6) 看著解題的數量增加進而提升學習者的學習成就感。
- 7) 線上問答功能解決了學習者的問題。
- 8) 學習者之間可以透過系統功能進行協同學習模式。
- 9) 學習者與教學者之間的溝通可以透過系統功能增強。
- 10) 學習者在學習到技術與技巧有助於學習者未來在職場上的發展。
- 11) 學習者的自主學習程度提升。

在課堂上也有一些教師會導入 Online Judge System 做為考試或學生作業用，而非課堂即時練習得到學生學習狀況的反饋，課室活動使用時的即時反饋所帶來的教學品質的提升還尚未被探明，且其可以立即得到批改結果的特性，可做為學生與系統互動，以及學生與同儕之間及學生與老師之間的互動也仍未有完整的研究，本計畫旨在於探明該系統應用於混成學習的程式設計課程上，對學生學習動機與自主學習程度的影響乃至學習成效的影響。

4. 教學設計與規劃 Teaching Planning

本計畫施行於本人所開設於共同教育中心的通識課程「Python 計算機程式設計」，該課程選課對象為非電資學院大一到大四學生，課程內容為基礎 Python 程式設

計入門，旨在讓學生可以學會熟練的使用 Python 此程式語言，課程內容設計包含基本的輸入輸出、流程控制、字串物件、容器物件方法、內建函式庫、安裝第三方函式庫、自訂函式、檔案讀寫及類別等。

課程採用一半線上一半實體混合式課程方式上課，採單數週實體課程，雙數週線上課程的方式上課，課程主要的講授內容會在雙數週使用 NTU Cool 平台進行線上非同步式影片，而單數週則進行習題練習與討論，課程中設計有四次作業與一次期末考，期末考的考核標準如下：

- 1) 熟悉基本 Python 程式設計邏輯
- 2) 熟悉基本程式流程控制
- 3) 使用 Python 讀取與寫入檔案
- 4) 使用 Python 自建與第三方模組

在課程期間，使用台大資工系所開發的開源 Online Judge System—Judge Girl 做為學生自主線上練習、課程教學與練習、作業與期末考核的平台，讓 Online Judge System 不只用於考試與競賽，也用於課程之中，並利用其線上互動的功能增加課程互動性，看一小段影片就能進行線上練習並即時反饋給學生練習正確與否，並藉由設計完善且符合學習目標評測標準的自動批改題目，讓學生得知錯誤之處進行修正，本系統不但能增加人機互動，更能增進人與人之間的互動，使用者不但能得知自己的解題進度，也且能立即得知其他同學的學習與解題進度，以衡量自身學習情況並活絡課程氣氛，達到良性競爭並增加學習動機之成效，並使用線上互動功能進行同儕間交流與互動，達到同儕互助學習的效果，探究此客製化的 Judge Girl 是否對學生的學習動機與自主學習有增進的作用，即為本計畫的目標。

5. 研究設計與執行方法 Research Methodology

5.1. 研究範圍

本課程的教學範圍，課程內容為基礎 Python 程式設計入門，旨在於讓學生可以學會熟練的使用 Python 此程式語言，課程章節設計如下：

Chapter 01 簡介與開發環境安裝

Chapter 02 基本語法

Chapter 03 變數與運算

Chapter 04 流程控制

Chapter 05 字串處理

Chapter 06 容器-序對、串列、集合、字典

Chapter 07 函數

Chapter 08 函式庫-內建函式庫、自訂函式庫、第三方函式庫

Chapter 09 檔案處理與例外處理

Chapter 10 類別與物件

課程中使用的教材為自編教材，推薦參考書為 O'Reilly Media 出版的 Python Cookbook (第三版)，同學也可以使用任何其他自己喜歡的教學資源作為補充教材。

混成課程的非同步線上課程部份採用 NTU Cool (NTU Course OnLine)平台，如圖 1 及圖 2。該平台支援影片教學、學習足跡紀錄等功能。每部影片時長為 5~15 分鐘不等，學生們可以利用零碎時間學習，影片播放速度可根據自身學習步調來調整，同時也可利用留言功能於影片之中提問，如圖 1，授課教師亦可查看每部影片的觀看時長，影片每個時間段的播放次數如圖 2，藉此了解學生哪些部份比較容易看不懂，需要補充說明等。



圖 1 NTU Cool 平台影片播放介面，學生可自行調整播放速度(圖中 1x 為 1 倍速)，也可於影片中按下「留言於(影片時間)」在影片平台中提問

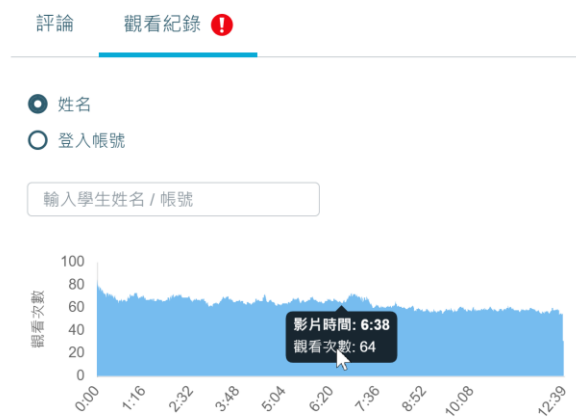


圖 2 NTU Cool 平台影片播放次數統計功能，下方時間軸為該部影片的時間段，Y 軸為每個時間段的播放次數，滑鼠移到上方可顯示該時間段所有學生們的觀看次數

為了增加混成課程的互動性，課程中自行建立與架設一 Online Judge System，其核心採用台大資工系開發的開放原始碼的自動批改平台 Judge Girl，自行架設與安裝此平台於伺服器上，並根據課程需求進行客製化，做為學生自主練習、繳交回家作業及考試用的線上平台。此平台功能完善、互動性佳、介面設計極具親和力，因其開放原始碼的特性，本計畫也因應課程需求進行一定程度的客製化與新增功能。

授課教師可以利用該系統，設計符合該章節教學目標的練習題給學習者們，這些

練習題可以用來提供給學習者們進行自主練習、繳交作業以及進行線上測驗，而且這些練習題具有可以讓學生立即知道是否答對的功能，以增加學生的學習動機與成就感(如

圖 3)，教師亦可於教學現場，在教學之後立即進行不計分練習，立即驗證老師的教學成效及學生們的學習成效，藉此調整符合現場及學生程度的教學方式，並且可以在教學現場立即挑出答錯的學生的提交程式碼，立即進行錯誤糾正，並以此作為範例避免其他學習者犯下相同錯誤，如圖 4，並利用其學習狀況統計的功能，如圖 5，令學生知曉其讓主題之學習進度，同一主題相較於同班同學已有多少人已經學會並答題正確，可以令已經學會的學生產生成就感達到學習的良性正向循環，增加學生學習動機，並可提升學生參與度與專注度讓還未完成題目的學習者加快腳步跟上進度，敦促學生進行自主學習之外，用於教學現場可令教師得知學生是否已經學會，可用於調整教學方式並掌握學生的學習狀況，調整教學進度，了解學生易犯錯的點，進行針對性的教學，進行補充講解。

Submission
Update page each 10 seconds

# SID	PID	題目名稱	帳號	結果	Code	CID	長度
761105	3005	判斷成績是否及格I	許子豪 122	Accepted (63 ms, 3 MB)	Python 3	0	186 B
761103	3005	判斷成績是否及格I	許子豪 122	Wrong Answer (score: 0)	Python 3	0	212 B
759824	3005	判斷成績是否及格I	許子豪 122	Accepted (101 ms, 3 MB)	Python 3	0	78 B

圖 3 學生可以立即知道自己是否答題正確，Accepted 即為正確，Wrong Answer 為錯誤

source

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 /* run this program using the console pauser or add your own getch, system("pause") or
5  */
6 int main(int argc, char *argv[]) {
7     int score;
8     scanf("%d", &score);
9
10    if(score>=60){
11        printf("pass\n");
12    }
13
14    return 0;
15 }

```

圖 4 即時線上瀏覽學生提交的程式碼，授課老師可立即進行錯誤糾正

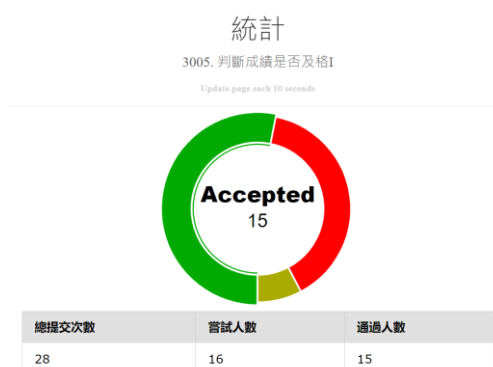


圖 5 即時統計之學生答題情況，圓環為答題的狀況比例，綠色部份為已答對的提交次數，紅色為答案錯誤，黃色部份為編譯錯誤

以上功能除了可以用在實體課程的教學現場之外，亦可用於線上課程與學生的自主學習上，因學習程式設計時學生極易犯錯而不自知，可利用 Online Judge System 的即時批改得知結果的特性立即知道錯誤，進行推理尋找錯誤並進行修正，並且可以透過即時統計得知該一題目同班同學的答題情況，如圖 5，以達到同儕互動及良性競爭的目的，系統也提供解題數排名，如圖 6，也可以令學生知道自己在班上的學習狀況的總體進度，進行調整自己的學習步調，教師也可以利用該系統的統計功能，如圖 7，得知學生的自主學習程度，知道班上學生的學習狀況分佈，藉此了解並量化本班學生程式能力的分佈狀況，依此調整教學重點，在每一題練習題中設有討論版，同學可以在練習的過程之中，與同學們、助教及老師留言互動，如圖 8，學生留言後 LINE 助教群會同步收到通知，即時協助同學們，如圖 9。

排名

I thought that solving problem would last forever. I was wrong.

總進度	班(語言)進度	班期進度	總排名	班排名	班期排名
排名	帳號	類別	解題數	簡介	
1	b07 01	Basic C/C++	201	此學校C++班畢業生C++重...	
2	b09 29	Basic C/C++	185		
3	b09 15	Basic C/C++	178		
4	b06 86	Basic C/C++	163	MAU LULUS	
5	b09 74	Basic C/C++	152		
6	b08 81	Basic C/C++	149		
7	b09 39	Basic C/C++	146		
8	b09 24	Basic C/C++	136		
9	b04 26	Basic C/C++	129	博望 3 AC	
10	b09 62	Basic C/C++	124		
11	b08 09	Basic C/C++	120		
12	b09 79	Basic C/C++	106		
13	b09 35	Basic C/C++	103		
14	b08 20	Basic C/C++	102	Work hard, play hard.	
15	b08 90	Basic C/C++	101		
16	b09 23	Basic C/C++	100	張凱耀	
17	b07 76	Basic C/C++	98		
18	b09 68	Basic C/C++	93	Run run run, run forward.	

圖 6 Judge Girl 學生總解題數排名



圖 7 Judge Girl 學生解題數統計，X 軸為練習解題的數量，Y 軸為人數



圖 8 於 Judge Girl 題目中嵌入討論版，讓學生、助教和老師可以進行課程討論



圖 9 學生留言後 LINE 助教群會同步收到通知，即時協助同學們。

該系統有考試的功能，只要稍加修改也可做為作業之用，可以排定考試或作業時間並且選擇數道試題題目與應試對象，可供作為學生作業與線上上機測驗用，系統使用在出題者指定的輸入資料下，應試者所撰寫的程式所輸出的結果是否和出題者預設的答案相同，可以避免人工批改閱卷錯漏的情況，更可以全方面的考慮各種輸入情況來測試學生所撰寫的程式的完整程度來給予評分，因此可以更全面完整的考核學生的程式設計能力，改善傳統人工批改因人力有限無法全方面評量學習者所撰寫的程式碼所帶來的評量不夠嚴格與精確的問題。系統也提供給教師即時應試者答題狀況統計表，可以在考試之中即時監看學生的作答情況，並可於考試之後藉由統計資料反饋出題目難易度是否符合預期，如圖 10。

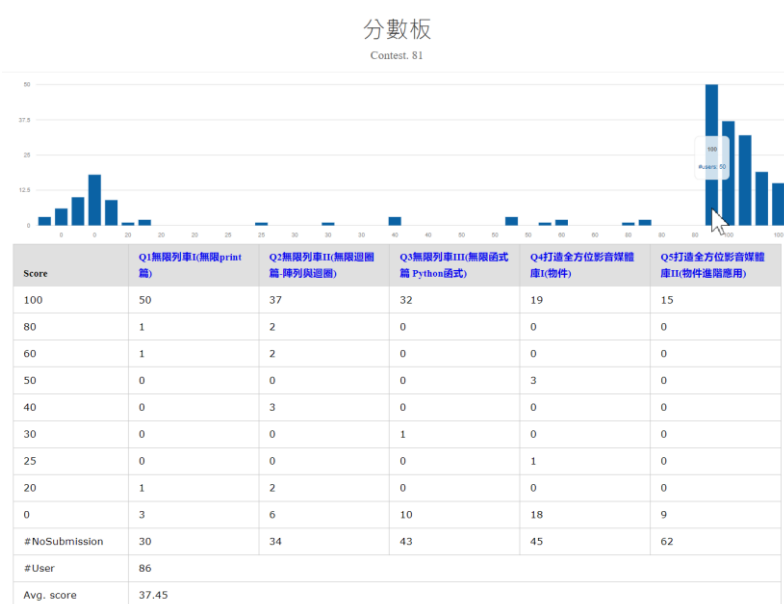


圖 10 Judge Girl 考試功能中教師可以得到答題情況統計表

5.2. 研究對象與場域

本計畫施行課程為「Python 程式設計」為共同教育中心所開設的通識課程，教學授課對象為大一到大四之非電資學院之學生，修課人數為 83 人，使用 Online Judge System-Judge Girl 進行資料收集，課程使用 Judge Girl 讓修課學生進行自主線上練習、繳交回家作業和進行期末考試，由於是混成課程，資料蒐集之場域為大學課室進行實體授課的上機練習及線上部份使用教學平台及工具，使用 NTU Cool 進行非同步式影片進行線上課程。

5.3. 研究方法與工具

本研究的目的為探究學生是否因為使用線上全自動批改平台 Judge Girl 提升學習動機和自主學習能力。因此，本計畫會在混成課程的線上部分與實體課程之中進行大約 40 題的課程活動練習和有約 200 題的題庫供學生進行不計分的自主練習，課程之中會選擇 80 題平均分散在四次作業之中，學生的答題數量作答時間與成績都會記錄在系統之中。

為測量學習者的動機及自主學習程度是否因此提升，本研究採用問卷評測學生之學習動機，為此本研究所採用之問卷參考(Polito & Temperini, 2021)所使用的問卷，並根據本課程與研究需求進行適度的修改，本問卷就六個面向探究學生在使用批改系統上的感想（如附件），共計 42 題，面向說明及其對應題號如下：

- 1) 批改系統使用體驗(experience)：參與者對課程所提供的批改系統的體驗如何；對應題號：1, 3, 12, 13, 19, 21
- 2) 批改系統實用程度(utility)：參與者是否認為批改系統對提高他們的程式設計技能是有用的；對應題號：1, 7, 9, 10, 11, 21, 22, 23, 24, 41
- 3) 投入與動機程度(engagement)：參與者體驗到的參與程度與動機是否強烈（例如，可以重複嘗試解一個題目直到完成）；對應題號：2, 6, 8, 14, 16, 17, 18, 25, 26, 27, 32, 33, 42
- 4) 混成與自主學習體驗(blended learning and active learning)：參與者是否因使用了批改系統提升了自主學習能力；對應題號：4, 5, 28, 29, 30, 31
- 5) 互動程度(interaction)：參與者是否使用系統提升了人與人之間的互動性；對應題號：29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40
- 6) 接受度(openness)：學生對使用其他基於網路的自動批改評測系統的接受程度；對應題號：15, 20, 21

6. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

6.1. 教學過程與成果

本研究採用問卷評測學生之學習動機，以測量學習者的動機及自主學習程度是否因此提升。透過問卷分有六面向以探究學生在使用批改系統上感想，整體而言，學生對批改系統給予正面的反饋，特別是在使用體驗(3.8/5)、投入與動機程度(4.1/5)以及實用程度(4.0/5)等方面表現最佳，如圖 11 所示，使用批改系統後，學生認為本系統操作順暢並認為本系統用於本課程中非常實用且投入程度高，對學生的學習動機有提升，對系統整體評價良好，學習者對批改系統給予正面反饋。。

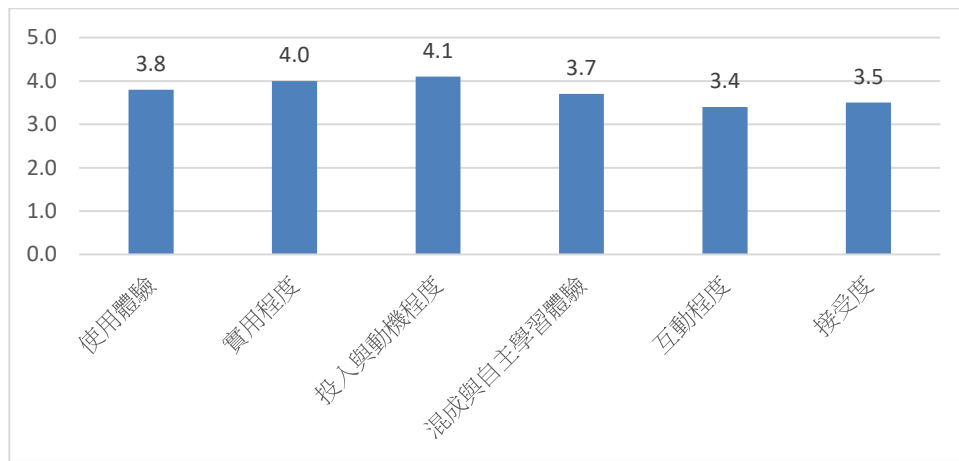


圖 11 問卷得分統計，X 軸為分析六面向，Y 軸為平均得分（滿分五分）

針對各面向說明如下：

- 1) 使用體驗：總得分 3.8/5，如圖 12，學生認為批改系統中實現的機制很有創意（4.3/5），其中批改系統上程式碼的即時回饋是很重要的（4.7/5），總體而言使用批改系統上是一個很好的經驗（4.2/5），但在批改系統中題目定義及表達僅獲得 2.9/5，部份學生認為批改系統中題目定義及表達有待改進。

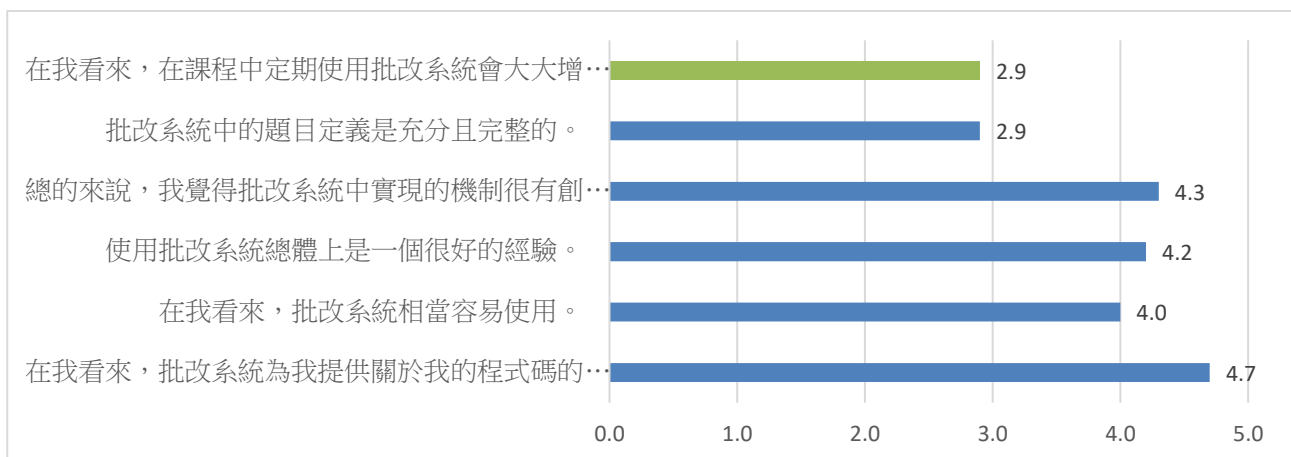


圖 12 使用體驗得分統計，X 軸為平均得分（滿分五分），Y 軸為使用體驗問卷題目。（綠色為反向題）

- 2) 實用程度：總得分 4.0/5，如圖 13，學生對於批改系統有助於提高程式設計能力為高分回饋（4.4/5），同時也表示在課程中定期使用批改系統是有利於提高程式設計能力（4.3/5），當然批改系統上程式碼的即時回饋是很重要的（4.7/5），但在回饋方面，批改系統給予之反饋意見的幫助僅有 3.5/5，因此在批改系統批改後給予的反饋可以再加多著墨，預計在下一期的計畫中更加完善。

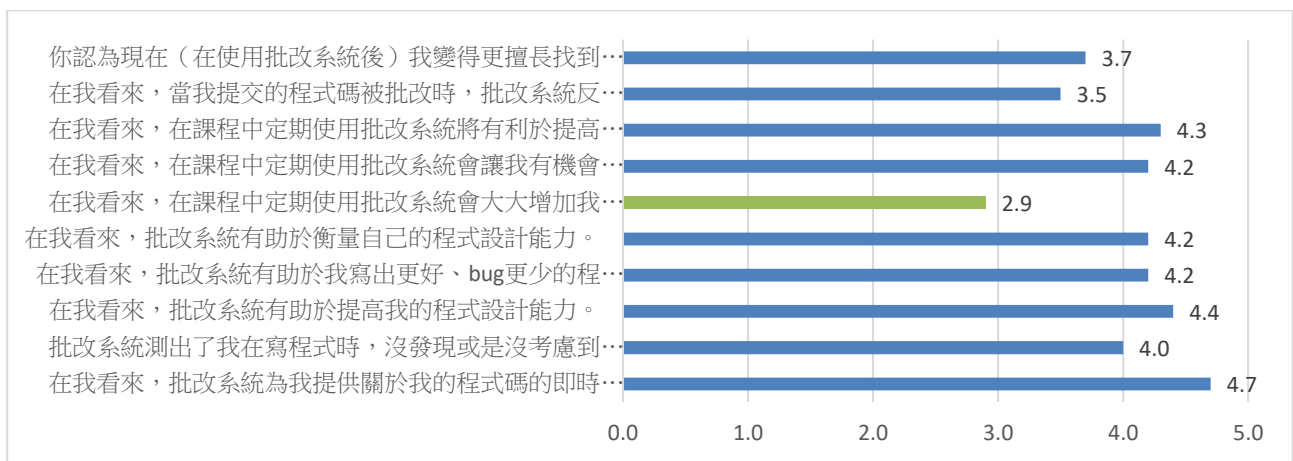


圖 13 實用程度得分統計，X 軸為平均得分（滿分五分），Y 軸為實用程度問卷題目。（綠色為反向題）

- 3) 投入與動機程度：總得分 4.1/5，如圖 14，學生表示當程式碼通過批改系統的測試時感到特別的滿足（4.8/5），因此當程式碼只有通過部份測資時，他們仍會繼續修改以讓它通過所有的測資測試（4.8/5），除此之外看著解題的數量增加會覺得有成就感（4.5/5），由此可知，學生在使用批改系統之投入與動機程度極高，同時該面向也為問卷六面向中得分最高的。

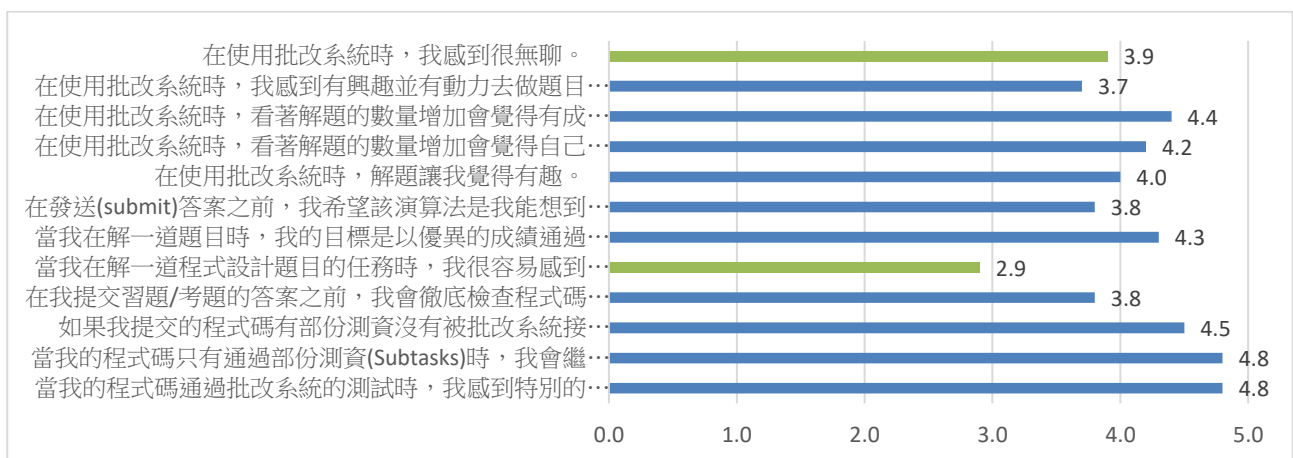


圖 14 投入與動機程度得分統計，X 軸為平均得分（滿分五分），Y 軸為投入與動機問卷題目。（綠色為反向題）

- 4) 混成與自主學習體驗：總得分 3.6/5，如圖 15，學生在解題遇到困難的時候會自行查找老師提供的教學資源或者網路上的資源進行學習（4.5/5），倘若在觀看完課程影片以後立即搭配批改系統進行練習（4.0/5），而該練習是有效果的（4.3/5），然而學生對於批改系統上留言板功能的使用只有 2.8/5，顯然多數學生未使用該項功能，且線上問答功能是否解決問題也僅獲得 2.9/5，於此可觀察到多數學生還是以自行查閱相關資源學習為主，縱使有線上問答功能，學生也認為批改系統無法直接給予答案，故因此認為沒有幫助其解決問題。

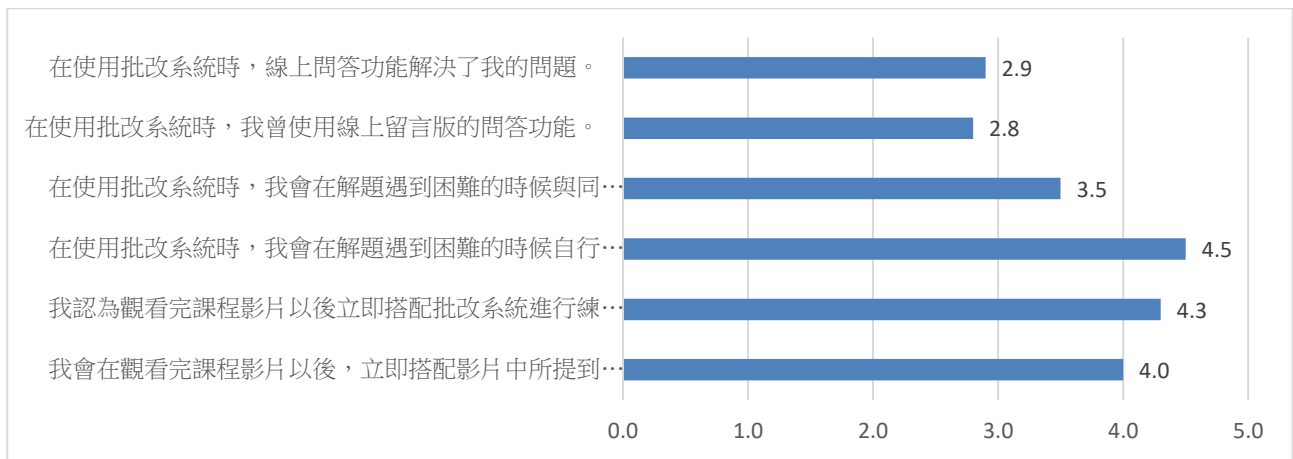


圖 15 混成與自主學習體驗得分統計，X 軸為平均得分（滿分五分），Y 軸為混成與自主學習體驗問卷題目。

- 5) 互動程度：總得分 3.3/5，如圖 16，學生會透過題目統計資訊來學習其他人撰寫之更有效率的程式碼（3.8/5）、通過查看題目已通過的人數比例統計資訊會增加使用系統的動力和參與度進而使得程式設計能力提高（3.7/5）、會因為感到有興趣而有動力去做題目增加解題數以提高排名（3.7/5），整體而言，學生於批改系統上之互動程度略低，也因此該面向為所有面向得分最低之面向。觀察與探究為何學生在批改系統上的互動程度略低，較無競爭的情況出現，其可能的原因是會進行競爭的僅是班上的高分群的同学(大約 5 位)，因此有出現競爭的狀況比例較低。

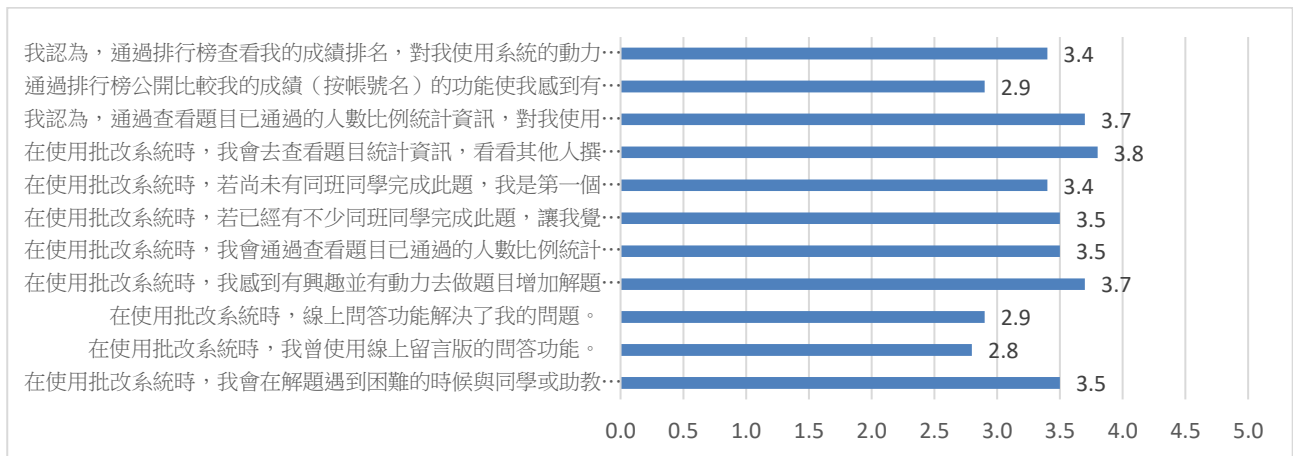


圖 16 互動程度得分統計，X 軸為平均得分（滿分五分），Y 軸為互動程度問卷題目。

- 6) 接受度：總得分 3.4/5，如圖 17，學生希望使用類似批改系統的系統，即對複雜任務進行自動批改（4.2/5）。

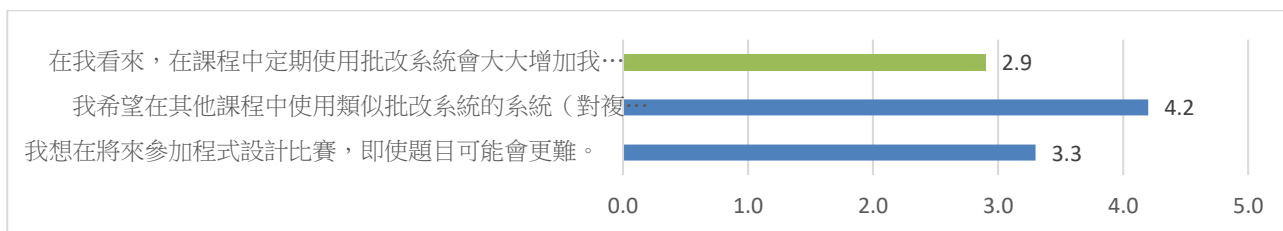


圖 17 接受度得分統計，X 軸為平均得分（滿分五分），Y 軸為接受度問卷題目。（綠色為反向題）

綜合上述問卷結果，本研究顯示在混成課程中使用自動程式批改系統對程式學習的體驗和動機均有相當的幫助，該系統為程式學習者提供了良好輔助體驗，令學習者認為非常實用且有助於增進學生的學習動機和自主學習能力，進而提升教學效能和品質。目前本研究成果正在準備整理結果與論文發表，因此需延後公開。

6.2. 教師教學反思

在問卷設計上有些點發生了意想不到的衝突，原本的設計想要讓學生們進行同儕互動增加自主學習，但較為可惜的是許多同學比較喜歡偏向自行查閱相關資源進行學習為主，雖然有設置留言版與 LINE 通知等功能，但學生在批改系統上的互動程度略低，較無競爭的情況出現，其可能的原因是會進行競爭的僅是班上的高分群的同學（大約 5 位），因此比例較低。

部份同學認為線上問答無法直接解決其程式問題，在訪問學生後得知，有些學生希望在留言版留言後，助教能幫他解答，此解答之意即提供正解，若提正解即無法達到教學與學習的目的，因此目前的模式仍是以學生獲得提示後需自己尋求完整解決方法，也因此有部份同學認為線上問答無法直接解決其程式問題，此一現象值得探討。另外在訪問幾位學生後也得因「留言怕問出不夠聰明的問題而不敢留言，所以傾向自己找答案」，以及「因為是混成課程，部份學生傾向於在實體課程中直接問老師」這些因素是訪問學們後得到為何互動功能使用較少的因素。

6.3. 學生學習回饋

透過問卷收集學生對於 Online Judge System-Judge Girl 之建議與回饋，針對較多人提出之問題整理如下：

- 1) 希望題目的敘述及要求可以夠更清楚，也可提供更多 sample input 及 sample output 做為參考。
- 2) 希望在查看各個測資通過與否的頁面，針對不同狀態可以加上顏色，如 AC 為綠色，這樣可以更加一目瞭然。
- 3) 希望批改系統能夠指出為何 Wrong Answer 及 Runtime Error，或是可以更明確指出錯誤地方，不然修改時常難以著手。

上述同學的建議 1) 不能做到，因為程式設計中充滿許多需要考慮到，但沒想到就有可能會出錯的情況，因此題目就是希答題者需要有能力自行想到這些問題才設計的。建議 2) 非常可行，而且這樣確實可以增加辨識度。3) 理應由學生自行除錯，找到原因，但是由於初學的學生無法自行除錯，因此在未來的計畫中預計增加這兩項功能。

7. 建議與省思 Recommendations and Reflections

線上批改系統是一件非常好用的工具，在教學上使用不但學生的學習動機、成效都能顯著的提升，對教師而言也省下了許多麻煩，減少了批改作業的痛苦，也避免了人工批改的錯誤。

但在長期使用之後發現一項弊病，由於批改系統能即時的批改程式中的錯誤，並由出題者設計好了測資，並預想好了邊界情況與特殊的測資，導致一些學生在寫好程式後，原本應由程式設計者本人自行設想邊界檢查與自行測試除錯，正確後再進行提交的程式設計流程，在使用者急切的想知道結果便不待自行測試便將程式提交到批改系統進行測試，等待結果再進行除錯，如此會養成不自行思考，檢查該變數的值是否處在指定的範圍之內以及不自行測試錯誤的不良習慣。

為改善上述情況可有幾種辦法：

1. 隱藏測資，即如同競賽模式下將測資隱藏，解題者需自行思考測資，但實際情況是學生的信件如雪片般飛來，要求提供隱藏的測資，否則他自己想不到，更甚者會懷疑此隱藏測資有誤要求公佈。
2. 針對自行測試程式與測資的設計，設計教學活動補足此方面的不足。

線上批改系統的使用對程式教學上有許多好處，選擇有非常的多元，有現成的網站提供的系統，也有如同本計畫使用的開源程式可自行架設之系統，可自行客製化增加內容，好處多多，快來加入一起使用吧！

二. 参考文献 References

- Abaidoo, N., & Arkorful, V. (2014). Adoption and effective integration of ICT in teaching and learning in higher institutions in Ghana. *International Journal of Education and Research*, 2(12), 411-422.
- Arkorful, V., & Abaidoo, N. (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(1), 29-42.
- Barak, M., Hussein-Farraj, R., & Dori, Y. J. (2016). On-campus or online: examining self-regulation and cognitive transfer skills in different learning settings. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(1), 1-18.
- Bez, J. L., Tonin, N. A., & Rodegheri, P. R. (2014). URI Online Judge Academic: A tool for algorithms and programming classes. 2014 9th International Conference on Computer Science & Education,
- Carr-Chellman, A., & Duchastel, P. (2000). The ideal online course. *British journal of educational technology*, 31(3), 229-241.
- Funabiki, N., Zaw, K. K., Ishihara, N., & Kao, W.-C. (2017). A Graph-based Blank Element Selection Algorithm for Fill-in-Blank Problems in Java Programming Learning Assistant System. *IAENG International Journal of Computer Science*, 44(2).
- Govender, I. (2009). The learning context: Influence on learning to program. *Computers & Education*, 53(4), 1218-1230.
- Hockly, N. (2018). Blended learning. *Elt Journal*, 72(1), 97-101.
- Hrastinski, S. (2019). What do we mean by blended learning? *TechTrends*, 63(5), 564-569.
- Iepsen, E. F., Bercht, M., & Reategui, E. (2013). Detection and assistance to students who show frustration in learning of algorithms. 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE),
- Kalelioglu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The Effects of Teaching Programming via Scratch on Problem Solving Skills: A Discussion from Learners' Perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33-50.
- Kosowski, A., Małafiejski, M., & Noiński, T. (2007). Application of an online judge & tester system in academic tuition. International Conference on Web-Based Learning,
- Liang, J.-C., Wang, J.-Y., & Chou, S.-H. (2020). A designed platform for programming courses. 2020 9th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI),
- Manan, N. A. A., Alias, A. A., & Pandian, A. (2012). Utilizing a social networking website as an ESL pedagogical tool in a blended learning environment: An exploratory study. *International Journal of Social Sciences & Education*, 2(1).
- Polito, G., & Temperini, M. (2021). A gamified web based system for computer programming learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100029.
- Romero, M., Lepage, A., & Lille, B. (2017). Computational thinking development through creative programming in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 1-15.
- Thorne, K. (2003). *Blended learning: how to integrate online & traditional learning*. Kogan Page Publishers.
- Wang, G. P., Chen, S. Y., Yang, X., & Feng, R. (2016). OJPOT: online judge & practice oriented teaching idea in programming courses. *European Journal of Engineering Education*, 41(3), 304-319.

- Wasik, S., Antczak, M., Badura, J., Laskowski, A., & Sternal, T. (2018). A survey on online judge systems and their applications. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(1), 1-34.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wu, J., Chen, S., & Yang, R. (2012). Development and application of online judge system. 2012 international symposium on information technologies in medicine and education,
- Zhao, W. X., Zhang, W., He, Y., Xie, X., & Wen, J.-R. (2018). Automatically learning topics and difficulty levels of problems in online judge systems. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 36(3), 1-33.

三. 附件 Appendix - 問卷

姓名：_____ 學號：_____ 班級：_____

5 = 非常同意, 4 = 同意, 3 = 沒有意見, 2 = 不同意, 1 = 非常不同意

1. 在我看來，批改系統為我提供關於我的程式碼的即時回饋是很重要的。	5	4	3	2	1
2. 當我的程式碼通過批改系統的測試時，我感到特別的滿足。	5	4	3	2	1
3. 在我看來，批改系統相當容易使用。	5	4	3	2	1
4. 我會在觀看完課程影片以後，立即搭配影片中所提到的練習題使用批改系統進行練習。	5	4	3	2	1
5. 我認為觀看完課程影片以後立即搭配批改系統進行練習很有效果。	5	4	3	2	1
6. 當我的程式碼只有通過部份測資(Subtasks)時，我會繼續修改，以加強完善它，讓它通過所有的測資測試。	5	4	3	2	1
7. 批改系統測出了我在寫程式時，沒發現或是沒考慮到的錯誤。	5	4	3	2	1
8. 如果我提交的程式碼有部份測資沒有被批改系統接受，我會有動力去尋找錯誤並修正它們。	5	4	3	2	1
9. 在我看來，批改系統有助於提高我的程式設計能力。	5	4	3	2	1
10. 在我看來，批改系統有助於我寫出更好、bug 更少的程式碼。	5	4	3	2	1
11. 在我看來，批改系統有助於衡量自己的程式設計能力。	5	4	3	2	1
12. 使用批改系統總體上是一個很好的經驗。	5	4	3	2	1
13. 總的來說，我覺得批改系統中實現的機制很有創意。	5	4	3	2	1
14. 在我提交習題/考題的答案之前，我會徹底檢查程式碼中的錯誤。	5	4	3	2	1
15. 我想在將來參加程式設計比賽，即使題目可能會更難。	5	4	3	2	1
16. 當我在解一道程式設計題目的任務時，我很容易感到疲倦。	5	4	3	2	1
17. 當我在解一道題目時，我的目標是以優異的成績通過任務。	5	4	3	2	1
18. 在發送(submit)答案之前，我希望該演算法是我能想到的最好的演算法。	5	4	3	2	1

19. 批改系統中的題目定義是充分且完整的。	5	4	3	2	1
20. 我希望在其他課程中使用類似批改系統的系統（對複雜任務進行自動批改）。	5	4	3	2	1
21. 在我看來，在課程中定期使用批改系統會大大增加我的工作量。	5	4	3	2	1
22. 在我看來，在課程中定期使用批改系統會讓我有機會和動力去進行更多的程式設計訓練。	5	4	3	2	1
23. 在我看來，在課程中定期使用批改系統將有利於提高我的程式設計能力。	5	4	3	2	1
24. 在我看來，當我提交的程式碼被批改時，批改系統反饋的意見對改進我的解題程式碼很有幫助。	5	4	3	2	1
25. 在使用批改系統時，解題讓我覺得有趣。	5	4	3	2	1
26. 在使用批改系統時，看著解題的數量增加會覺得自己程式能力進步了。	5	4	3	2	1
27. 在使用批改系統時，看著解題的數量增加會覺得有成就感。	5	4	3	2	1
28. 在使用批改系統時，我會在解題遇到困難的時候自行查找老師提供的教學資源或者網路上的資源進行學習。	5	4	3	2	1
29. 在使用批改系統時，我會在解題遇到困難的時候與同學或助教進行討論。	5	4	3	2	1
30. 在使用批改系統時，我曾使用線上留言版的問答功能。	5	4	3	2	1
31. 在使用批改系統時，線上問答功能解決了我的問題。	5	4	3	2	1
32. 在使用批改系統時，我感到有興趣並有動力去做題目增加解題數，並提高我的排名。	5	4	3	2	1
33. 在使用批改系統時，我感到很無聊。	5	4	3	2	1
34. 在使用批改系統時，我會通過查看題目已通過的人數比例統計資訊，看同班同學有多少人已經解題了。	5	4	3	2	1
35. 在使用批改系統時，若已經有不少同班同學完成此題，讓我覺得我也得跟上同學的腳步，讓我更有動力進行學習。	5	4	3	2	1
36. 在使用批改系統時，若尚未有同班同學完成此題，我是第一個完成的讓我覺的很有成就感。	5	4	3	2	1
37. 在使用批改系統時，我會去查看題目統計資訊，看看其他人撰寫的程式碼是否比我自已寫的更有效率，去學習更好的寫法。	5	4	3	2	1

38. 我認為，通過查看題目已通過的人數比例統計資訊，對我使用系統的動力和參與度是有幫助的，並使我的程式設計能力得到提高。	5	4	3	2	1
39. 通過排行榜公開比較我的成績（按帳號名）的功能使我感到有危機感。	5	4	3	2	1
40. 我認為，通過排行榜查看我的成績排名，對我使用系統的動力和參與度是有幫助的，並使我的程式設計能力得到提高。	5	4	3	2	1
41. 你認為現在（在使用批改系統後）我變得更擅長找到程式中的錯誤了(debug)？	5	4	3	2	1
42. 您是否希望批改系統中能有更多的題目？	☐ 是，希望有更多 ☐ 現在這樣就可以了 ☐ 否，題目已經太多了				