

參賽隊名：普羅程式

作品名稱：整合式線上教學平台 ProgLearn

## 1. 作品簡介

### (a) 創作動機與背景

在台灣，資訊科技領域受廣泛重視，且程式設計已被列為學校必修課程 [1]。儘管每年有數百萬學生修習程式課程 [2]，但是在基層教育中卻存在許多問題。

### (b) 作品目的

本計畫將建立一個名為 ProgLearn 的教學工具，專注於教師導向的教學工具，讓所有人都能做程式教學。

### (c) 研究問題與專業領域

根據教師的教學需求，整理出四個主要問題：

#### (1) 教師的教學有諸多限制：

程式設計是實作很重要的課程，常見的線下教學方式需要使用廣播與管理系統，因為這些系統無法在授課時即時讓學生練習，導致老師不得暫停授課，給學生練習時間。這種情況可能使教師無法流暢教學，同時學生也難以吸收所學知識。

#### (2) 教師需要花多時間備課：

教師需要在上課前，準備線上課程的直播環境、準備課程教材、批改學生作業、上傳考題、課外時間回覆學生的各種問題等 [4]。

#### (3) 教師無法即時得知學生的狀況：

由於師生間缺乏互動的方式，讓學生難以保持學習熱忱，同時教師也無法即時注意學生的學習狀況，而影響教學成效 [5]。

#### (4) 教學工具零散：

在程式教學中，教師需要使用多種不同的工具和平台：

- 準備教學教材的工具：投影片、HackMD 等。
- 準備課堂教學的環境：
  - － 直播工具：Google Meet、Microsoft Team 等。
  - － 教學工具：投影片。
- 繳交作業與練習的系統：高中生程式解題系統、ITSA 程式自學平臺、TronClass 等。

由於這些軟體，並非針對教師的教學所設計，導致如批改、實作、教材、直播、上課，仍需要使用其他軟體或平台來實現，缺乏整合的教學環境，增加教師的教學難度。

基於以上問題，本系統跨足教育領域，通過改進教師的教學方式，幫助教師以最小的成本實現預期的教學效果，從而提高學生的學習體驗和效果。

### (d) 創新創意

本系統為符合教師的教學需求，設計出以下幾種創新功能：

#### (1) 課堂直播

- 即時同步的投影片：此直播實際上是一個投影片，可以將老師對投影片的繪畫、換頁等操作同步到學生的畫面中。
- 可隨時切換的投影片：讓學生在直播期間，可以按照自己的學習速度切換到其他簡報，提供學生學習的彈性。

(2) 互動式講義

- 滾動式講義：透過 Markdown 呈現課程講義，讓學生更方便地查看課程講義，也加快教師編寫教材的速度。
- 跟隨模式：課程直播時，在學生的頁面中會以淺黃色提示老師正在教學的內容。
- 嵌入式的程式問題：讓學生能在講義區直接作答，並且能即時得知答案是否正確，教師也可以隨時得到學生的答題狀態。

(3) 學生的回看功能

- 學生在直播中，可以任意切斷到其他投影片，並隨時能切換到老師目前的進度。
- 學生在課後，可以再次觀看過往的上課直播，當學生切換到其他投影片時，時間軸會自動暫停。播放時，可以讓學生回到上次的進度。

(e) 主要功能

該系統提供課堂教學系統和課後作業系統。課堂教學系統提供投影片直播、投影片繪畫、互動式講義、學生的答題統計的功能。課後作業系統提供自動批改程式碼作業的功能。

(f) 實用性與預期貢獻

協助教師提高教學效率，並且提高學生的學習效果。在未來能將此系統提供給如學校、補習班、講座等老師使用。

## 2. 需求分析

本計畫將依循軟體工程流程與方法進行需求擷取與分析、架構與介面設計。

(a) 功能性需求：

A. 班級與課程功能

- A-1. 教師可新增與查詢自己的課程，並於特定課程中新增章節。
- A-2. 教師可於特定章節中查看此章節中，學生的答題統計、問答紀錄。

B. 直播投影片功能

- B-1. 教師可於特定章節中上傳課程投影片。
- B-2. 教師可於教學頁面中直播模式，使學生的投影區畫面與教師相同。
- B-3. 教師可於教學頁面中
- B-4. 學生可於教學頁面中觀看此章節的投影片。

C. 講義功能

- C-1. 教師可編輯章節的講義，並於講義中新增與編輯文字、圖形與互動式元件。

C-2. 教師可開啟黑板模式，讓特定學生能在投影片中繪圖寫字。

C-3. 學生可於教學頁面中觀看此章節的投影片，並與互動性元件互動，如勾選方框、按下按鈕等。

D. 答題功能

D-1. 教師可於特定章節中新增題目，並且可以在現有題目系統 (如: At-Coder) 直接抓取題目。

D-2. 教師可於特定章節中查看各學生於特定作業的答題情況，內容包含繳交的程式碼與分數。

D-3. 教師可針對答題情況，留下教師建議。

D-4. 學生可於特定章節中查看並解決此章節的課後練習題目。

E. 教學頁面功能

E-1. 學生可於投影片區觀看並操作投影片。

E-2. 學生可於程式區編輯 JS 程式碼，並且能執行與查看結果。

E-3. 教師可查看各學生執行的程式碼與結果。

E-4. 教師可控制黑板模式並使用互動性功能。

(b) 非功能性需求

A. 使用者介面與人為因素

A-1. 使用者：程式設計課程的老師、學生

A-2. 使用者的介面設計：簡單並且易上手、高度的功能整合、即時獲得使用者的反饋與資訊。

A-3. 使用者的引導與教學：直觀的 UI 設計並且對所有老師做系統的使用培訓。

A-4. 確保使用者能排除問題：若系統發現使用者不當使用，如不當的權限操作、連結到錯誤的網址、使用者在短時間傳入大量的封包，會立即彈跳出警告視窗。

B. 硬體

B-1. 使用者的使用設備：使用設備以電腦為主、手持設備為輔，並針對電腦使用最佳化。

B-2. 使用者的設備限制：所有能瀏覽網頁的設備皆可使用。

C. 效能

C-1. 反應時間：同一課程能讓 100 人同時使用，並在 0.1 秒內回應使用者，以保障使用者的課程體驗。

C-2. 最高的同時上線人數：能使一萬人同時使用該系統。

C-3. 容量限制：系統儲存資料的最大容量為 100TB。

D. 錯誤處理：

D-1. 系統遇到不正常的負載：針對大量請求的用戶限制封包的流量。

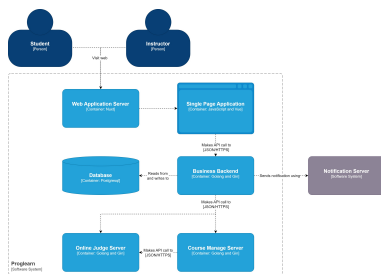
D-2. 系統遇到高負載：使用排隊來限制同時登入人數。

### (c) 系統設計

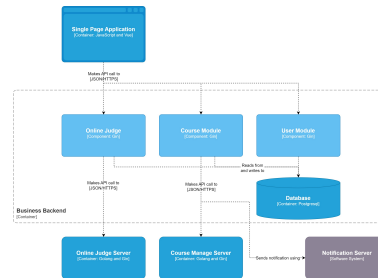
本系統是架設於網路上的 Web 應用系統，以下將針對系統的設計分為系統架構、系統介面說明：

#### (1) 系統架構架構

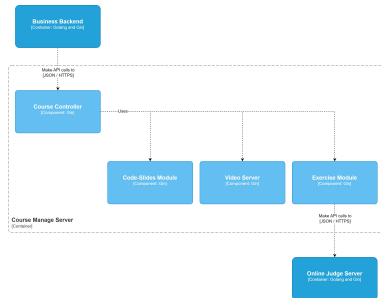
根據需求擷取與分析所述，系統架構如圖1a所示，在 Proglearn 系統內 (如圖1a)，包括前端服務器 (Web Application Server、Single Page Application)、主要後端服務器 (Business Backend)、課程管理服務器 (Course Manage Server)、線上解題服務器 (Online Judge Server)、資料庫 (Database) 等容器。



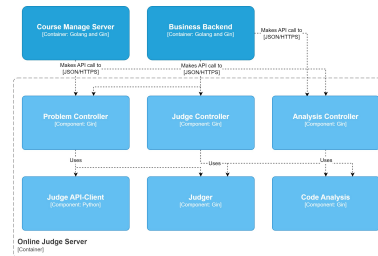
(a) Proglearn 系統架構



(b) 主要後端服務器架構



(c) 課程管理服務器架構



(d) 線上解題服務器架構

圖 1. 系統架構設計 (點擊可看大圖)

主要後端服務器 (如圖1b) 負責處理與管理使用者資料 (User Module)、課程模組 (Course Module)、題目模組 (Online Judge)。

課程管理服務器 (如圖1c) 包括影音服務器 (Video Server)、投影片模組 (Code-Slides Module)、練習模組 (Exercise Module)。投影片模組將使用 CodeMirror 作為編輯器，並且提供使用 JavaScript 程式碼撰寫投影片。前端呈現如圖2，學生能夠同時看到教師的畫面及投影片。

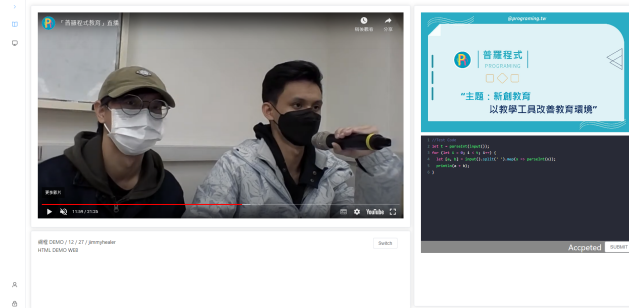


圖 2. 前端教學頁面示意圖 (點擊可看大圖)

線上解題服務器 (如圖1d) 包括線上題目抓取模組 (Judge API-Client)、程式碼批改模組 (Judger)、程式碼分析模組 (Code Analysis)。Judge API-Client 是使用開源專案 api-client [16] 作為線上題目抓取模組，方便教師可以使用現有的題目做修改。Judger 是參考開源專案 go-judge [17]、JudgeServer [18] 開發出沙盒程式碼執行環境及程式碼批改模組。Code Analysis 將採用多標籤辨識模型實現，後續章節將針對此核心技術進行更詳細的說明。

## (2) 系統介面設計

系統的使用頁面主要為課堂教學頁面。並針對不同的使用者，設計兩種使用介面：

- 教師：能夠管理投影區與互動區，並取得學生的答題狀況。
- 學生：能夠觀看投影片、互動區的內容，互動區包含滾拉式的 Markdown 講義，並且嵌入以程式為主的互動性問題，讓學生作答。

## 3. 開發技術介紹

- (1) 程式語言：TypeScript, Golang
- (2) 前端設計：Vue3, Element Plus, chart.js, Codemirror, Vue Router, Pinia
- (3) 後端設計：Gin, Websocket, WebRTC
- (4) 資料庫：PostgreSQL
- (5) 開發工具：Git, Docker, VSCode, Postman

## 4. 作品展示

## 5. 未來與展望

未來將增加與改善以下四種功能：

- (a) 增加自動回饋系統，讓教師可以快速了解學生的學習進度和弱點，減少教師在教學與備課的工作量。
- (b) 增加智能助教系統，自動批改學生作業並提出建議，讓教師能夠快速掌握學生的學習狀況。

- (c) 增加互動式講義的功能，讓教師與學生之間有更多互動，將抽象的概念視覺化，讓學生更容易理解並加深印象。
- (d) 增加教材的輔助 AI，能夠根據教師的教學內容，提供文字補全與編寫建議，以提高教師編寫教材的效率。

並且以創業與經營為目標，提供教學系統服務給程式教育的教師，

## 6. 參考文獻

- [1] 十二年國民基本教育課程綱要。民 112 年 2 月 14 日，取自：<https://www.naer.edu.tw/PageSyllabus?fid=52>。
- [2] 政府資料公開平台（民 111 年 6 月 29 日）。全臺灣各級學校之學生數及畢業生數資料。民 112 年 2 月 14 日，取自：<https://data.gov.tw/dataset/31436>。
- [3] 聯合新聞網（民 110 年 3 月 8 日）。中小學資訊教師荒！多校找自然師兼任遭批不專業。民 112 年 2 月 14 日，取自：<https://udn.com/news/story/6885/5303319>。
- [4] 張瑞賓、李建華。”遠距教學常態化問題之探討與建議。”臺灣教育評論月刊 10.6 (2021): 27-34。
- [5] 岳修平、梁朝雲。”綜整學生，教師與教學情境考量的遠距教學預測模型。”教育資料與圖書館學 52.1 (2015): 33-57+。
- [6] De Giusti, Armando. "Book review: Policy brief: Education during COVID-19 and beyond." *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología* 26 (2020): 110-111.
- [7] Tumwesige, Josephine. "COVID-19 Educational disruption and response: Rethinking e-Learning in Uganda." University of Cambridge (2020).
- [8] Santos, Joseline M., and Rowell DR Castro. "Technological Pedagogical content knowledge (TPACK) in action: Application of learning in the classroom by pre-service teachers (PST)." *Social Sciences & Humanities Open* 3.1 (2021): 100110.
- [9] Ratheeswari, K. "Information communication technology in education." *Journal of Applied and Advanced research* 3.1 (2018): 45-47.
- [10] Ouya, Samuel, et al. "WebRTC platform proposition as a support to the educational system of universities in a limited Internet connection context." 2015 5th World Congress on Information and Communication Technologies (WICT). IEEE, 2015.
- [11] Ibrahim, Mohamed, and Osama Al-Shara. "Impact of interactive learning on knowledge retention." *Lecture Notes in Computer Science* 4558 (2007): 347.
- [12] Akram, Huma, et al. "Technology integration in higher education during COVID-19: An assessment of online teaching competencies through technological pedagogical content knowledge model." *Frontiers in psychology* 12 (2021): 736522.
- [13] Krusche, Stephan, and Andreas Seitz. "Artemis: An automatic assessment management system for interactive learning." *Proceedings of the 49th ACM technical symposium on computer science education*. 2018.

- [14] Dong, Yu, Jingyang Hou, and Xuesong Lu. "An intelligent online judge system for programming training." Database Systems for Advanced Applications: 25th International Conference, DASFAA 2020, Jeju, South Korea, September 24–27, 2020, Proceedings, Part III 25. Springer International Publishing, 2020.
- [15] Delen, Erhan, Jeffrey Liew, and Victor Willson. "Effects of interactivity and instructional scaffolding on learning: Self-regulation in online video-based environments." Computers & Education 78 (2014): 312-320.
- [16] api-client. Available from: <https://github.com/online-judge-tools/api-client>
- [17] go-judge. Available from: <https://github.com/crilyle/go-judge>
- [18] JudgeServer. Available from: <https://github.com/helsonxiao/JudgeServer>