

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：

在遠程教學中，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

互動式講義：讓學生能夠透過互動式元件與老師互動。

使用情境：演算法課程中，老師剛上完搜尋演算法並出了一個習題，此習題是搜尋程式碼的片段並挖了幾個空格，學生填答空格後，老師能即時取得學生的填答狀況。(同步回答圖)

(e) 主要功能

該系統將提供課堂教學系統和課堂作業系統。前者包含課程影音、互動式講義。

(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. 需求分析與設計

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. 影音與直播功能

B-1. 教師可於章節中上傳影音。

B-2. 教師可於章節中開啟即時直播，並且能預覽與調整直播設定。

B-3. 學生可於教學頁面中觀看此章節的教學影音。

C. 投影片功能

C-1. 教師可編輯章節的投影片，並於投影片中新增與編輯文字、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. 練習題功能

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。

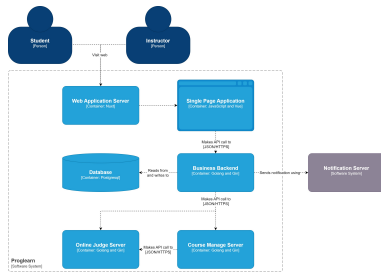
(c) 系統設計

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。

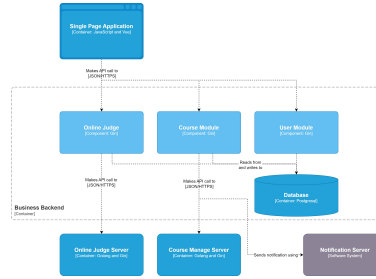
主要後端服務器 (如圖1b) 負責處理與管理使用者資料 (User Module)、課程模組 (Course Module)、題目模組 (Online Judge)。

課程管理服務器 (如圖1c) 包括影音服務器 (Video Server)、投影片模組 (CodeSlides 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。

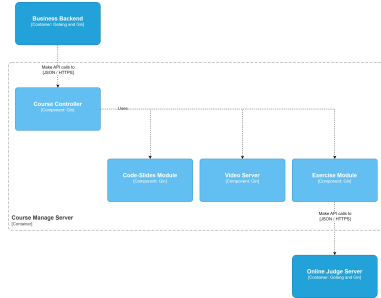
整合式線上教學平台 ProgLearn



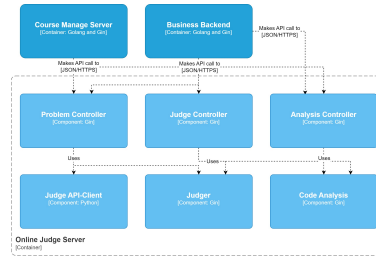
(a) Proglearn 系統架構



(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)

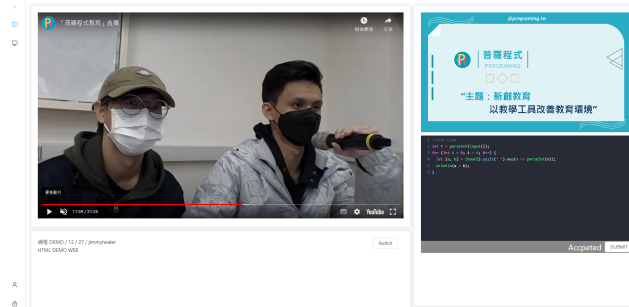


圖 2. 前端教學頁面示意圖 (點擊可看大圖)

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。

3. 開發技術介紹

(a) 低延遲直播技術

此研究旨在開發一個低延遲的同步教學平台。這個平台將支持分享電腦螢幕和

人像直播功能。市面上常見的視訊串流直播技術：RTMP (Real-Time Messaging Protocol)、HLS (HTTP Live Streaming)、DRM (Digital Rights Management)、WebRTC (Web Real-Time Communication)。RTMP 技術長用於線上遊戲和多人直播。HLS 是使用 HTTP 協議，在不同的網絡環境中提供高質量的實時串流。DRM 技術用於保護數位內容，通常用於付費串流平台中，以防止內容被盜。而 WebRTC 是一個用於即時通信的方案，如解題直播等需要高互動性的情景。

在 Ouya 等作者的論文中 [10]，作者探討了使用 WebRTC 技術來實現遠端教育的平台。WebRTC 是 google 的一個開源項目，用於網絡瀏覽器之間的實時通信。它使用一個 JS API，直接在瀏覽器中實現視訊通話、文件傳輸、P2P 訊息分享和其他功能，而不需要額外的插件或程式。憑藉其現代軟體技術，如資料通道和串流傳輸，WebRTC 提供了一個高效、可靠和可擴展的即時通信解決方案。在我們的 Proglearn 所規劃的教學平台，我們是需要 WebRTC 此技術，解決高互動性的使用情境。

本研究預計使用 WebRTC 結合 RTSP 的概念，來開發出超低延遲直播教學平台。

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。

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>