

參賽隊名：普羅程式
 作品名稱：威力導師 PowerTeacher
 競賽主題：數位永續科技組

1 創作主題

1.1 題目：威力導師 PowerTeacher

PowerTeacher 是永續發展的教育解決方案。我們致力於推動聯合國的 17 項永續發展目標，並著重於「SDG 4 優質教育」確保每位學生都能獲得良好的學習品質、「SDG 9 產業、創新與基礎設施」構建基礎程式課程的數位工具，協助國高中的基層教師以創新方法完善教學方式。

1.2 實用功能描述

在台灣，資訊科技領域備受關注，且程式設計已成為學校必修課程。儘管每年有數百萬學生修習程式課程，但基層教育仍面臨著許多問題：以往的教學方式需頻繁切換畫面給學生練習、課堂上教師無法即時得知學生狀況、教學需要的軟硬體設施不好使用等。

為解決這些問題，我們設計一個名為 PowerTeacher 的程式教學模組，整合直播、實作、測驗、互動等元素，支援高達 60 種不同的程式語言，以滿足各種基礎程式教學的需求。更特別的是，我們獨創將影音剪輯軟體的腳本式設計邏輯融合進講義編輯中，直覺與視覺化的設計可以讓所有人輕鬆進行優質的程式教學。PowerTeacher 採網頁應用形式，主要提供三種頁面：

(1) 學生課堂頁面：學生的課堂頁面有直播區、互動區、功能區（見圖 1）。

- 直播區：位於頁面左上用於顯示章節投影片，會在課中展示與老師相同的投影片畫面，並同步老師的滑鼠軌跡、繪畫等。
- 互動區：位於頁面右側用於顯示滾動式的講義，講義可以放文字、圖片、課堂習題，並且在課中具有引導功能，會根據老師目前的上課投影片，用黃色框線在講義中顯示其對應的位置。
- 功能區：位於頁面左下用於控制直播區的內容，在課中能夠切換投影片、一鍵回到老師的直播投影片等（見下圖 (a)）。在課後能夠拖動時間軸，回放過去的上課直播（見下圖 (b)）。



(a) 課中

(b) 課後

圖 1. 學生課堂頁面（點擊可看大圖）：兩種不同的功能區（紅色框線處）

- (2) 教師課堂頁面：教師的課堂頁面與學生的課堂頁面相同，同樣有直播區、互動區、功能區，但功能有部分差異（見圖 2）。
- 直播區：位於頁面左上用於顯示章節投影片，在課中會將畫面同步到學生的直播區中。
 - 互動區：位於頁面右側用於顯示滾動式講義，並能夠預覽課堂習題的作答統計。
 - 功能區：位於頁面左下用於控制直播功能，能夠開啟與關閉直播，在課中可以切換投影片、切換成畫筆、開啟或關閉麥克風功能等。



圖 2. 教師課堂頁面 (點擊可看大圖)

- (3) 教師講義編輯頁面：教師的講義編輯頁面，用於編輯互動區講義的內容。我們將整個講義分為各種不同類型的小區塊，透過將不同類型的區塊做拼接，以完成整個講義。分為編輯區與時間軸（見圖 3）：
- 編輯區：在右上點擊不同類型的講義區塊，如文字、選擇題、程式題，就能夠在左上編輯其中的內容。
 - 腳本區：下半部的時間軸，用於擺放不同類型的講義小區塊。時間軸的單位是投影片的頁數，讓投影片能對應到不同的講義區塊，在課中就能根據投影片的頁數在講義上做引導與提示。



圖 3. 教師講義編輯頁面 (點擊可看大圖)

1.3 作品與市場相關產品差異

經過與大學與高中程式教師的實地訪談，我們整理出以下三個時間段的教學流程：

(1) 課前：準備教材

在教學前，教師會準備課堂所需的講義與投影片。市場上的講義編輯功能通常是基於文件編輯器或投影片的形式，例如 Microsoft Word、Power Point。然而這些工具的功能較為單一，沒辦法嵌入程式執行區、互動習題等與教學相關的功能。我們的平台提供滾動式講義，搭配程式執行、引導、互動習題等功能，使講義內容與課堂做連結。並使用教師講義編輯頁面，使講義更為直觀、易於操作和修改。

(2) 課中：互動教學

• 直播功能

實現直播教學的方式，能大致分為硬體與軟體，硬體上常見的有廣播與管理系統，能夠強制控制學生的畫面。軟體上則有 Zoom、Google Meet 等以視訊為主的會議平台或專為學校開發的遠端控制系統，透過網路分享教師的語音與畫面。這些工具分別有幾項問題：前者是強制控制學生電腦，無法讓學生在課堂中與老師同步實作，也無法用電腦查詢資料、觀看講義等。後者是直播的影音可能有延遲，會導致老師的教學與控制不流暢。我們的特色是讓學生能夠在課堂中，操控投影片回顧上課內容，還能同時觀看補充講義、實作程式碼、回答習題等，讓學生就算在課堂中也能回顧與實作，並以更低延遲的直播投影片取代影像直播，使學習更為流暢。

• 引導功能

如何讓學生在課堂中更有參與感並且理解教學內容。市場上的一般教學軟體或平台通常缺乏對於學生學習的引導功能。我們的平台嘗試解決這個問題，透過互動區的黃色框線，在講義中顯示對應的位置，讓學生能夠清楚知道老師目前講解的內容與講義之間的對應。這樣的引導功能可以讓學生更容易理解並隨著教學進度進行，同時也能在回顧時更加方便。

(3) 課後：課程回顧

在市場上，許多教學平台提供課後回放功能，讓學生能夠在課程結束後回顧老師的教學內容。我們的平台也提供了這樣的功能，讓學生能夠在課後拖動時間軸，回放過去的上課直播，以便進一步學習和復習。不過，我們的特色在於，課後回放不僅僅限於觀看直播畫面，還能夠觀看補充講義、實作程式碼等，並搭配引導功能，讓學生在回顧時更為全面與深入。

綜合以上幾點，我們整理了老師上課時可能會用到的工具並做比較：

功能	本系統	Google Meet	遠端控制系統	CodingBar	廣播與管理系統
直播延遲	低	高	高	高	低
教學方式 ¹	線上與實體皆可	線上	實體	線上	實體
電腦控制			遠端控制 ²		完全控制
課後回顧	✓			✓	
線上練習 ³	✓			✓	
教學功能整合 ⁴	✓			✓	

Table 1: 老師上課時可能會用到的工具比較

本系統在直播延遲、教學方式、課後回顧、線上練習以及教學功能整合方面表現出色，並減少對學生電腦的控制，提供了較佳的教學彈性和互動。

2 創意構想

2.1 理論基礎

在與合作教師的訪談中，我們發現教師在教學上面臨以下三項困難：

- (1) 使用過多工具的問題：在一門課程中，教師需要使用多種教學工具，例如建置直播平台、作業平台、設計教材等。然而，這些工具各自獨立，使用上需要花費更多時間與學習成本。
- (2) 直播與控制問題：使用網路傳輸為媒介的直播與管理系統，都會有一定的延遲，並且如果控制學生電腦就無法讓學生與教師同步操作，這使得教師在教學上不流暢。
- (3) 缺乏即時學習狀況反饋：教師難以即時得知學生的學習狀況，例如學生是否理解課程內容、是否遇到困難等。這使得教師難以及時調整課程進度和教學方式，以更好地滿足學生的學習需求。

為了解決上述問題，我們提出以下基礎以設計平台：

- (1) 具連動與整合的介面設計：我們將在教學頁面中整合直播、講義、習題和實作，並加入兩者間的引導連動與直觀的腳本式編輯頁。
- (2) 全新的投影片直播方式：我們透過同步投影片與教師的操作來實現直播，並採用其他網路傳輸技術以減少延遲。
- (3) 加入實作與反饋的功能，以增進師生間的互動：在講義中，我們將嵌入程式題和習題，讓學生有機會在課程中進行實作和回答問題。同時，我們的系統將即時統計學生的作答結果，讓教師能夠即時獲得學生的學習情況。

2.2 設計創新說明

為符合教師的教學需求，並且以聯合國永續發展目標 SDGs 4. 優質教育為目標，我們的平台將具備以下特色：

- (1) 具連動與整合的介面設計：

- 功能整合：在同一頁面中整合直播、實作、課堂習題、講義等功能，讓各種教學元素密切聯繫。這意味著教師能夠在單一平台上完整呈現課程內容，不再需要在不同工具間切換，從而節省了寶貴的教學時間，並使老師跟學生都能專注在課程中。
- 互動式講義設計：使用 Markdown 展示課程講義。透過這種滾動式設計，學生在查看講義時不再受到頁面限制，使他們能夠更流暢地瀏覽內容。同時，搭配「引

¹教學方式：教學方式分為線上與實體教學，線上教學指的是在網路平台上進行的教學活動，通常包括遠距視訊教學、線上課程。實體教學指的是教師與學生面對面進行教學互動。

²遠端控制：遠端操作是指教師可以強制操作學生的電腦，或者同時與學生在同一台電腦上進行操作。

³線上練習：線上練習是指讓學生能夠在線上環境中進行練習、測試和應用所學的知識。這種方式可以包括線上測驗、程式撰寫與評測等。

⁴教學功能整合：教學功能整合是指將不同的教學元素、工具和方法結合在一起，可以是教學資源、互動工具、直播平台等。

導功能」，透過淺黃色區塊向學生指引出當前投影片對應到講義的哪些部分。這樣的投影片教學方式有助於學生更容易理解並對應到相關的講義內容。

- 腳本式講義編輯：用於編輯引導功能的連動方式。我們重新設計了一種腳本編輯方式，讓教師可以直觀地排列講義內容的順序，同時建立起投影片與講義內容之間的連動關係，有助於提升教師在課前準備上的效率。

(2) 全新的投影片直播方式：

- 即時同步的直播投影片：此直播系統不同於往常的影像傳輸，而是記錄教師在投影片上的所有操作。包含換頁、繪畫、游標軌跡和聲音實時同步到學生端的介面，然後存儲在直播記錄中，方便回顧與學習。
- 可隨時切換的投影片：為了滿足每位學生的學習需求，我們讓學生在直播過程中，按照自己的學習節奏，切換到其他簡報，並且隨時可以一鍵返回到直播。
- 直播回放：學生可以在課後回放過往的直播記錄，並且能夠隨時切換到其他簡報，方便學生複習。

(3) 加入實作與反饋的功能，以增進師生間的互動：

- 嵌入式的程式練習題：可以將程式練習題嵌入至講義的內容中，讓學生可以直接作答，並即時得知答案是否正確。此外，教師也能從教學頁中得知學生的作答狀況，以便於調整教學內容。

練習一下

完成以下空格

提交

```
1 #include<bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3 int main() {
4     int ar[5] = { 5, 1, 4, 2, 8 };
5     int n = 5;
6     for (int i = 0; i < n; i++) {
7         for (int j = 0; j < (1); j++) {
8             if (ar[j] > ar[j + 1]) {
9                 int tmp = ar[j];
10                ar[j] = ar[j + 1];
11                ar[j + 1] = tmp;
12            }
13        }
14    }
15 }
```

補充教材

n+1

n

n-1

(a) 作答前

練習一下

完成以下空格

提交

```
1 #include<bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3 int main() {
4     int ar[5] = { 5, 1, 4, 2, 8 };
5     int n = 5;
6     for (int i = 0; i < n; i++) {
7         for (int j = 0; j < n-1; j++) {
8             if (ar[j] > ar[j + 1]) {
9                 int tmp = ar[j];
10                ar[j] = ar[j + 1];
11                ar[j + 1] = tmp;
12            }
13        }
14    }
15 }
```

補充教材

n+1

n

n-1

(b) 作答後

圖 4. 互動式講義的程式題 (點擊可看大图)：點擊下方選項後，會自動將選項插入到程式碼中 (紅色箭頭處)。提交後會以不同的顏色框線即時顯示結果，綠色為作答正確，紅色為作答錯誤。

2.3 特殊功能描述

(1) 講義的互動引導功能

在課堂中，教師會使用投影片來輔助教學，但學生在觀看投影片時，往往會因為投影片的內容過於繁雜而無法理解。為了解決這個問題，我們在講義中加入了互動引導功能，讓學生能夠清楚知道老師目前講解的內容與講義之間的對應。這樣的引導功

能可以讓學生更容易理解並隨著教學進度進行，同時也能在回顧時更加方便。

(2) 低延遲的直播投影片

傳統影像傳輸的直播面臨著多種延遲和限制。由於涉及多個數據處理步驟，延遲較高。此外，影像與課程教學之間缺乏連接，學生在課堂中無法即時回顧投影片內容。因此，我們採用了一種新的方法，將投影片取代影像，從而讓教學更流暢且與投影片內容緊密結合。我們引入全新的直播方式，利用 WebRTC 和 WebSocket 技術，實現投影片與教師滑鼠軌跡和繪畫等的同步。學生和老師可以自主控制投影片的翻頁，這帶來更流暢的課堂互動體驗。

(3) 腳本式講義編輯功能

為實現投影片和講義內容的對應關係，我們參考了影片剪輯軟體的設計思路，採用了時間軸的概念。我們將講義分成不同類型的小區塊，並在時間軸上將這些區塊組合成完整的講義內容。這樣的設計使教師能夠針對每個區塊進行單獨編輯，並讓講義能隨著上課的流程安排。這些小區塊包括選擇題、程式題，以及教師透過 Markdown 語法設計的圖文區。在編排講義時，教師可以輕鬆地將這些區塊放置到腳本區中。腳本區的時間軸對應著投影片的頁數，因此講義的不同區塊能夠與投影片緊密連接（見圖 5）。在課堂中，當老師切換到特定的頁數時，就能自動在講義中引導學生目前的上課內容。



圖 5. 腳本式編輯與互動式講義的關係圖 (點擊可看大图)

(4) 即時程式碼作答反饋

在課堂的程式題中，我們運用兩種套件來實現即時的評測與編輯：

- (1) Judger0：作為運行程式碼與評測的功能，並支援高達 60 種程式語言以符合各種程式的教學需求。
- (2) Monaco Editor：作為程式區塊的編輯框架，以進行程式碼的插入與編輯。

這樣的結合，使我們能夠在課堂內實現自動批改課堂習題，並同時統計學生的作答結果，從而讓教師能即時獲得學生的反饋。

3 系統架構

3.1 架構說明

(1) 前端 (Vue.js)

使用者界面將採用 Vue.js 框架來開發，前端主要包括以下幾個部分：

- 直播界面：提供課程直播及實時跟隨課程進度的功能。
- 互動式講義：教師可編輯，學生可同步學習並完成練習題。
- 作業區 (Online Judge)：學生可做題並獲得即時反饋，教師可查看結果及統計。

(2) 後端 (Gin)

後端部分我們將採用 Golang 的 Gin 框架來開發，後端主要負責以下功能：

- API 提供：為前端提供 RESTful API，如獲取課程列表、課程詳情、新增課程等。
- 互動講義管理：處理講義相關的請求，如顯示講義、新增練習題等。
- 題目管理：儲存和管理作業及互動式講義練習題資訊，並與 judge 系統互動。

(3) 資料庫 (PostgreSQL)

我們選擇使用 PostgreSQL 作為我們的主要資料庫。

(4) 直播系統 (WebRTC + WebSocket)

在我們的平台中，實時課程直播服務將主要聚焦在傳輸老師的聲音以及與學生的互動功能，主要使用以下兩種技術：

- WebRTC：使用 WebRTC 技術傳輸老師的聲音，實現網頁間的實時通訊。
- WebSocket：使用 WebSocket 技術傳輸老師的滑鼠動作和教學講義的同步滾動，提供全雙工的通訊通道，實現服務器和客戶端的即時通訊。

(5) judge 系統 (Juder0)

judge 系統使用 Judger0 作為基礎，並提供一個安全的沙盒環境來執行和測試程式碼。它能夠與後端的題目管理互動，使得可以讓學生於前端提交程式碼來解決特定的練習題，教師可以使用此功能來評估學生的程式設計能力和理解程度。

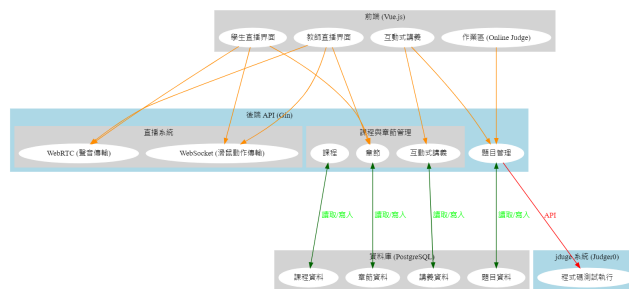


圖 6. 系統架構圖

這樣的架構設計是為了使 PowerTeacher 更加模組化和可擴展性，同時能確保每個部分的功能得到最佳實現。例如，前端和後端的分離使得前後端的開發可以並行進行，

大大提高了開發效率。選擇 PostgreSQL 是考慮到其高度的可擴展性和穩定性。直播系統的設計則是為了實現更好的即時教學體驗。這套架構能夠滿足 PowerTeacher 的各種需求，並為未來的擴展打下良好的基礎。

3.2 「人機介面設計」(UI) 與「使用者體驗」(UX) 設計

以下使用 Jakob Nielsen 使用者體驗設計優化原則說明：

(1) Visibility of system status

- 投影片上傳：系統在教師上傳教材時顯示上傳進度，並在完成後確認。
- 教學頁面：系統在直播進行時顯示播放進度，並在中斷時立即通知使用者。

(2) Match between system and the real world

- 互動式講義：模仿真實的課堂環境，包括教師講解和學生練習。

(3) User control and freedom

- 教學頁面：在觀看回放錄影，使用者都可以隨時暫停、倒退或快進；可自由查看直播、章節概述和互動式講義。

(4) Consistency and standards

使用 Element Plus UI library 實現了這一原則。

(5) Error prevention

- 互動式講義：在使用者提交答案前，系統檢查答案格式並提醒使用者確認，避免意外提交。
- 投影片上傳：系統驗證上傳檔案的格式和大小，並提供取消上傳的選項，避免非預期的上傳。

(6) Recognition rather than recall

- 互動式講義：透過高亮協助學生回憶上次的學習位置，降低尋找學習進度的時間。
- 投影片上傳：提供清晰的列表顯示已上傳的投影片或教材，讓教師迅速找到所需的資源，無需記憶與搜尋。

(7) Flexibility and efficiency of use

- 互動式講義：自動儲存學習進度，讓學生能快速回到學習進程；教師可根據課程內容自由編輯講義，提供了教學靈活性。
- 投影片上傳：一鍵上傳和管理投影片或教材的功能；支持多種文件格式的上傳，確保了使用的靈活性。
- 教學頁面：教師可以自由安排直播時間和內容，提供了教學的靈活性。

(8) Aesthetic and minimalist design

使用 Element Plus UI library 實現了這一原則。

(9) Help users recognize, diagnose, and recover from errors

- 互動式講義：提交答案不正確時，提供明確反饋（例如「答案錯誤」或「請再試一次」），並提供解答和解釋，幫助使用者理解錯誤原因及正確答案。
- 投影片上傳：如上傳文件格式不支持或文件大小超過限制，提供明確錯誤訊息（例如「不支持的文件格式」或「文件大小超過限制」），並指導如何選擇適合的文件。
- 教學頁面：直播中斷或其他問題發生時，提供明確錯誤訊息（例如「直播已中斷，請稍後再試」），並提供可能的解決方法（例如重新加載頁面或檢查網路連接）。

(10) Help and documentation

- 互動式講義：提供目錄和標籤功能，讓使用者快速找到查看或復習的內容。確保互動題目的正確答案和解釋清晰展示，便於學生自我檢查和學習。
- 幫助文件：我們會提供幫助文件，紀錄如何使用系統並包含 Q&A。

4 計劃管理

工作階段	工作日數	工作內容
第一階段	14 日	創意發想、需求分析與規劃階段： <ol style="list-style-type: none"> 1. 用戶需求收集及分析、功能需求深度討論、市場分析。 2. 根據需求選定技術、設計資料結構及資料庫模型。 3. 開發計劃與時間表的制定及製作專案介紹。
第二階段	14 日	設計階段： <ol style="list-style-type: none"> 1. 繪製系統架構圖，撰寫技術設計文檔。 2. 設計前後端介面。 3. 研究直播系統的工作原理、Judge 系統的實現方式。
第三階段	21 日	系統開發與文件準備階段： <ol style="list-style-type: none"> 1. 前後端開發： <ul style="list-style-type: none"> - 前端：實現教師的章節編輯頁及教學頁面的互動式講義等。 - 後端：開發 API，完成基礎 CRUD、websocket，部屬 docker。 2. 文件與影片製作 3. 整理產品的用戶故事和場景。
第四階段	21 日	功能開發與初步測試階段： <ol style="list-style-type: none"> 1. 前後端功能開發： <ul style="list-style-type: none"> - 前端：完成互動式講義編輯頁面、教學頁面的工具欄等主要功能。 - 後端：完成直播系統、Judge 系統的開發，並將系統部署到服務器。 2. 初步功能測試及撰寫開發者文件
第五階段	21 日	使用者測試與優化階段： <ol style="list-style-type: none"> 1. 進行使用者測試訪談並收集反饋，了解使用過程中遇到的問題。 2. 根據收集的數據與反饋進行分析，找出需要改進的部分。 3. 根據分析結果對系統進行優化和調整。
第六階段	21 日	最終測試與優化階段： <ol style="list-style-type: none"> 1. 進行完整系統測試，包括功能、性能、安全等方面。 2. 根據測試結果進行系統性能優化。 3. 撰寫與記錄測試過程和結果的設計測試文件。
第七階段	8 日	準備決賽階段： <ol style="list-style-type: none"> 1. 撰寫系統使用手冊。 2. 準備決賽所需的各種材料和準備工作。

Table 2: 計劃管理

5 修改舊作參賽說明

本專案開發之作品未使用團隊成員曾獲競賽獎勵之作品。

6 軟體清單

- 作業系統環境：Windows、Linux
- 主要開發程式語言：JavaScript、Golang
- 專案支援語言：中文
- 開發環境：
 - Visual Studio Code
 - Node.js
 - Node Package Manager
 - Vue 3 Frontend Framework
 - Gin Backend Framework
 - Docker
 - Git, Github
- 專案成果預定授權條款：本專案開發產品授權條款使用 CC BY-NC 4.0 宣告。

7 權力分配

依著作權法第 40 條之規定，由參賽學生與指導教授均等共有。