

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：PEE1110161

學門專案分類/Division：工程

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 – 2024.01.31

應用 APP 於強化工程專業學習之研究  
線性控制系統(一)

計畫主持人(Principal Investigator)：黃振鴻

協同主持人(Co-Principal Investigator)：方俊、陳宗正、陳啟川

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

逢甲大學航太與系統工程學系

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)：2024 年 2 月 1 日

# 應用 APP 於強化工程專業學習之研究

## 一. 本文 Content

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

隨著電腦科技的快速發展，大學工程專業教育為使學生能更有效的統合與應用所學，除了專業學理知識學習之外，更藉由專題導向式 (Project-Based Learning, PBL) 的學習方式，透過電腦程式軟體與相關硬體之整合運用，以培育學生於工程技術開發時所需的專業實務技能[1]。然而諸如專題導向式等意欲提升學生專業實務技能學習方式的實際綜效，取決於學生對於專業學理知識以及所需相關電腦程式語法指令使用的正確認知與了解的程度，受限於教師於課堂上的教學解說闡釋時間，學生於課堂外對於前述知能養成的自主學習過程，已成為整體學習成效的關鍵要素。近年來，網際網路上眾多專業課程/工具軟體的影音教學與線上教材，雖有助於教師於教學內容上提供學生更豐富的數位化學習資源，然而對於身處學習過程中的學生而言，在原有教材內容與前述諸多數位化的學習資源缺乏關聯性整合的導引學習機制下，致使學生往往無法於課堂外充分有效運用輔助資源來提升自主學習的成效。因此，如何克服前述問題，輔助與強化學生於專業學科內容上的自主學習能力，不僅是創新教學方式實踐的重點，也是本教學計畫的主要動機之一。

就目前航太與系統工程學系之教學現況，電腦程式語言相關商用軟體諸如 MATLAB、LabView 等已導入諸多工程專業課程教學上，對於學生在使用現代化電腦程式設計軟體於工程專業領域應用上的能力培育已有一定程度的基礎。而基於先前於教學實踐研究計畫動機中所陳述學生於課堂外自主學習成效提升上之瓶頸障礙，此次提出之教學實踐研究計畫，將架構於本人以往執行創新教學方法之經驗基礎，規劃進行(1)課程內容主題 APP 數位學習介面;(2)電腦程式語法指令主題 APP 數位學習介面之設計開發，利用 APP 可視化介面易於多元學習教材諸如專業學理內容、互動式模擬分析/計算/可視化圖形資料、線上影音教材之整合製作的優勢，綜合整理以呈現相關課程主題內容學習教材間的關聯性，藉此協助並提升學生在課堂外對於工程專業理論學習以及相關電腦程式指令語法的自主學習成效，達提升學生對工程專業知識內容理解掌握之教學目標。

### 2. 研究問題 Research Question

現今資訊科技的快速發展，眾多利用資訊科技促進學習場域延伸的教學方式諸如開放式課程、行動學習 APP 等，大量應用於輔助學生的學習活動。因此，探討應用 MATLAB APP 於專業課程學理學習，對於實踐以「應用資訊科技建構完善之數位化學習環境介面以提升學生自主學習的成效」為教學實踐目標之可行性，為本研究計畫之研究問題。

### 3. 文獻探討 Literature Review

逢甲大學一直於教學方式上的調整革新不遺餘力，自 2003 年起，導入以學生學習成效為主體的成果導向教育(Outcome-Based Education, OBE)，而於 2017 年更進一步接軌國際教育，成為台灣第一所加入 CDIO 國際合作組織的大學，而「發想 (Conceive)」、「設計 (Design)」、「實踐 (Implement)」、「操作 (Operation)」、「CDIO」[2]為 2000 年由美國麻省理工學院、瑞典的查爾姆斯理工大學、瑞典的林雪平大學以及瑞典的皇家工學院所共同推動之工程教育人才培育模式，強調利用整合式的課程專題設計模式，讓學生能整合應用所學工程專業知識，透過解決實際問題為導向的學習方法，並重視團隊合作與創新實踐的訓練，藉此培育學生包括(1)系所專業知識與能力；(2)個人能力與態度；(3)人際溝通能力；(4)理論與實務的整合實踐等四大能力[3]，在本校漸進務實的推動下，逐步將學習的主動權交還給學生，藉以強化學生自主學習能力的培育，

達落實學生學習成效為主體的教育理念。

由於 MATLAB 具有相對友善的互動式操作介面、豐富多元的程式設計工具箱 (Toolbox)，以及可視化圖形資料分析功能，讓使用者能於短時間內熟悉程式的語法架構，並運用於工程技術模擬分析的建構，因此已有許多學校使用 MATLAB 作為大學部學生學習電腦程式語言的入門課程。Ayasun 等學者藉由 MATLAB 建構感應馬達電腦模擬分析模型，透過圖形化的電腦模擬顯示與實際測試結果的比較方式，使學生更易了解感應馬達作用原理以及理論與實務間的差異[4]。Ibrahim 等學者指出，在無昂貴的儀器設備使用下，運用 MATLAB 的模擬分析以及圖形化的顯示結果，亦可有效的協助學生進行電路實驗結果的分析[5]。此外，伴隨著諸如筆電、平板電腦、智慧型手機等行動載具的普及，生活中各式各樣 APP 的創新應用應運而生，其中亦包含輔助學生學習需求上的 APP 開發建構。Odisho 等學者開發以視覺輔助方式進行資料結構課程的教學的 APP，研究分析顯示初學者藉由此 APP 的使用能有效輔助其對於像資料結構般學習內容極度抽象之課程的學習[6]。Hughes 等學者在心理學概論課程中，將學生分為使用互動式 3-D Brain APP 的應用組以及使用線上教材的對照組，針對關於大腦與中樞神經系統活動相關問題進行測試，研究結果顯示，從前測到後測應用組在各式問題的答對率都有顯著的提升，指出 APP 的使用是一種可以有效提升學生於心理學概論課程的學習方式[7]。Nami 針對 Amirkabir University of Technology 381 名大學生進行常用的語言學習 APP 類型的調查，結果顯示字典和詞彙 APP 最受學生喜愛，同時也指出學生普遍對於使用 APP 進行語言學習抱持正面的態度[8]。Subramanya 於研究報告中指出，設計完善的 APP 可彌補傳統數學與工程科學的教學與學習方式的不足，提供更豐富的學習資源，有助於學生的學習，同時也指出完善的數學與工程科學學習 APP 設計必須包含諸如文字教材模組、影音教材模組、模擬分析/計算/可視化圖形資料模組，以及具備使用者互動功能等[9]。

綜合前述，本研究計畫將藉由 MATLAB APP Designer 進行(1)課程內容主題學習 APP 數位教材的開發，以系統化的方式統整原有專業知識教材以及線上影音教學、電腦程式範例等數位化學習資訊內容;(2)課程內容相關電腦程式語法指令主題學習 APP 數位教材的開發，藉此協助並提升學生在課堂外對於工程專業理論學習以及相關電腦程式指令語法自我統合學習的成效，實踐「活化工程專業課程學習過程以提升學生學習的成效」之教學目標。

#### 4. 教學設計與規劃 Teaching Planning

在教學設計與規劃上，為使學生能更深入了解並有效統合所學之專業學理知識，以確實掌握與正確使用電腦工程軟體進行工程技術模擬分析的建構，本教學實踐研究計畫，將架構於電腦程式軟體之數位化、可視化的功能本質，規劃透過 MATLAB APP Designer 進行(1)課程內容主題學習 APP 數位教材的開發，以系統化的方式統整原有專業知識教材以及線上影音教學、電腦程式範例等數位化學習資訊內容;(2)課程內容相關電腦程式語法指令主題學習 APP 數位教材的開發，藉此協助並提升學生在課堂外對於工程專業理論學習以及相關電腦程式指令語法自我統合學習的成效，實踐「活化工程專業課程學習過程以提升學生學習的成效」之教學目標。

#### 5. 研究設計與執行方法 Research Methodology

在研究設計與執行方法上，將以本人於逢甲大學航太與系統工程學系大二所教授之「線控控制系統(一)」課程作為教學實踐研究的場域，針對諸如控制系統轉移函數 (Transfer Function)、線性控制系統穩定度 (Stability of Linear Control System)、勞斯-霍爾維茨準則 (Routh-Hurwitz criterion) 控制系統時域反應 (Time domain response) 等主題開發課程內容主題 APP 數位學習介面，而所開發之課程內容主題 APP 數位學習介面將涵蓋基礎專業學理、線上影音教學資訊以及具備互動/即時/可視化功能的電腦程式

模擬分析操作介面，而前述 APP 介面開發概念也將運用於相關電腦程式語法指令主題 APP 數位學習介面的開發。本計畫規劃一學年的實施方式，從教師於課堂上專業學理教學闡釋學習出發，以主題 APP 數位學習介面作為學生課堂外自主學習的輔助工具，以實踐「應用資訊科技建構完善之數位化學習環境介面以提升學生自主學習的成效」的訓練程序。

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

### (1) 教學過程與成果

- 實施對象: 大三學生 136 人
- 課程助教: 碩一(2)/碩二(2) 合計 4 人
- 實施方式: 分組實施，每組 10~12 人分別由課程助教輔助學習
- 實施過程:
  - 由本人帶領助教進行透過 MATLAB APP Designer 進行課程內容主題學習 APP/電腦程式語法指令主題學習 APP 數位教材內容編撰製作及教學，並將相關資料置放於本校 iLearn 課程教學系統(如圖一所示)。

### MATLAB APP Designer 教學投影片及上課教學影音檔

#### app1.mlapp 應用程式設計介面

- 更改元件瀏覽視窗中2個Panel元件名稱
- 點選app.Panel1，按壓滑鼠右鍵，點選Rename，更改名稱為【 input 】
- 點選app.Panel2，按壓滑鼠右鍵，點選Rename，更改名稱為【 output 】

# 線性控制系統課程學習 App

ilearn.fcu.edu.tw/course/view.php?id=109849

首頁 行事曆 我的課程 學習資源 Q&A

課程 設定 成績 成績 報表 更多

MATLAB App Designer 教學影片03

## 線性控制系統課程學習App

- 轉移函數 Transfer function
- 轉移函數的極點(pole)與零點(zero)
- 羅斯赫維茲準則(Routh-Hurwitz Criterion)穩定度分析
- 控制系統時域響應(time response)

### 轉移函數(Transfer function)

轉移函數是系統在零初始條件下，輸出與輸入之拉氏變換之比值。

● 轉移函數 (Linear time invariant, LTI) 是描述線性時不變系統及系統響應的方便且簡單的方法，所有系統均可設定為轉移函數。

● 轉移函數是系統在零初始條件下，輸出與輸入之拉氏變換之比值。

● 轉移函數是系統在零初始條件下，輸出與輸入之拉氏變換之比值。

轉移函數 (Closed-loop system)

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$$
$$H(s) = \frac{Y(s)}{Y(s)}$$
$$M(s) = \frac{Y(s)}{U(s) - Y(s)}$$
$$M(s) = \frac{Y(s)}{U(s) - Y(s)}$$
$$M(s) = \frac{Y(s)}{U(s) - Y(s)}$$

輸入: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

輸出: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

### 轉移函數的極點(pole)與零點(zero)

轉移函數的極點(pole)與零點(zero)是描述系統穩定性的關鍵。

極點:  $s = -1, -2, -3, -4$

零點:  $s = 1, 2, 3, 4$

輸出: pole/zero plot

### 羅斯赫維茲準則(Routh-Hurwitz Criterion)穩定度分析

羅斯赫維茲準則(Routh-Hurwitz Criterion)穩定度分析是判斷系統穩定性的方法。

特例方程式: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

計算: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

輸出: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

### 部分分式展開(Partial Fraction Decomposition)

部分分式展開(Partial Fraction Decomposition)是將複雜的轉移函數分解為簡單的分式。

輸入: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

輸出: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

### 標準二階系統(Standard 2nd order system)

標準二階系統(Standard 2nd order system)是描述二階系統的基本模型。

輸入: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

輸出: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

### 極點零點圖(Pole-zero plot)

極點零點圖(Pole-zero plot)是描述系統穩定性的圖形。

輸入: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

輸出: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

### 極點零點圖(Pole-zero plot)

極點零點圖(Pole-zero plot)是描述系統穩定性的圖形。

輸入: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

輸出: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

### 極點零點圖(Pole-zero plot)

極點零點圖(Pole-zero plot)是描述系統穩定性的圖形。

輸入: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

輸出: [1, 4, 8, 8, 7, 4]

**調整增益值K**

$L(s) = G(s)H(s) = K \cdot G_1(s)H_1(s) = K \cdot L_1(s)$   
 令  $s = j\omega$   
 $L(j\omega) = K \cdot L_1(j\omega) = R_1 \cdot e^{j\theta_1}$   
 其中  
 $K = R_1(\omega) \cdot e^{j\theta_1(\omega)} = \begin{cases} R_1(\omega) = K \\ \theta_1(\omega) = 0 \end{cases}$

$L_1(j\omega) = R_{11}(\omega) \cdot e^{j\theta_{11}(\omega)} = \begin{cases} R_{11}(\omega) = |L_1(j\omega)| \\ \theta_{11}(\omega) = \angle L_1(j\omega) \end{cases}$

$\therefore L(j\omega) = R_1(\omega) \cdot e^{j\theta_1(\omega)} = \begin{cases} R_{11}(\omega) \cdot e^{j\theta_{11}(\omega)} \\ \theta_1(\omega) = \angle L_1(j\omega) \end{cases}$   
 $= \begin{cases} R_{11}(\omega) \cdot R_1(\omega) \cdot e^{j(\theta_{11}(\omega) + \theta_{11}(\omega))} \\ \theta_1(\omega) = \theta_{11}(\omega) + \theta_{11}(\omega) \end{cases}$   
 $= \begin{cases} [K \cdot R_{11}(\omega)] \cdot e^{j(\theta_{11}(\omega) + \theta_{11}(\omega))} \\ \theta_1(\omega) = \theta_{11}(\omega) + \theta_{11}(\omega) \end{cases}$

\* 調整增益值K會改變L(jω)大小，但不會改變相位(θk=0)。

**調整時間常數Td**

$L(s) = G_1(s)H_1(s) \cdot e^{-sT_d} = L_1(s) \cdot e^{-sT_d}$   
 令  $s = j\omega$   
 $L(j\omega) = G_1(j\omega)H_1(j\omega) \cdot e^{-j\omega T_d} = G_1(j\omega)H_1(j\omega) \cdot e^{j(-\omega T_d)}$   
 其中  
 $e^{j(-\omega T_d)} = R_{Td}(\omega) \cdot e^{j\theta_{Td}(\omega)} = \begin{cases} R_{Td}(\omega) = 1 \\ \theta_{Td}(\omega) = (-\omega T_d) \end{cases}$

$L_1(j\omega) = R_{11}(\omega) \cdot e^{j\theta_{11}(\omega)} = \begin{cases} R_{11}(\omega) = |L_1(j\omega)| \\ \theta_{11}(\omega) = \angle L_1(j\omega) \end{cases}$

$\therefore L(j\omega) = R_{11}(\omega) \cdot e^{j\theta_{11}(\omega)} \cdot R_{Td}(\omega) \cdot e^{j\theta_{Td}(\omega)}$   
 $= \begin{cases} R_{11}(\omega) \cdot R_{Td}(\omega) \cdot e^{j(\theta_{11}(\omega) + \theta_{Td}(\omega))} \\ \theta_1(\omega) = \theta_{11}(\omega) + \theta_{Td}(\omega) \end{cases}$   
 $= \begin{cases} [R_{11}(\omega)] \cdot e^{j(-\omega T_d + \theta_{11}(\omega))} \\ \theta_1(\omega) = \theta_{11}(\omega) - \omega T_d \end{cases}$

\* 調整時間常數Td會改變L(jω)相位，但不會改變大小(其大小為1)。

## 線性控制系統 MATLAB 指令學習 App

ilearn.fcu.edu.tw/course/view.php?id=109849

**iLearn** 首頁 行事曆 我的課程 學習資源 Q&A

課程 設定 成績 成績 報表 更多

**線性控制系統MATLAB指令學習App**

- MATLAB tf 指令 標記為完成
- MATLAB zpkl 指令 標記為完成
- MATLAB zero-pole 指令 標記為完成
- MATLAB minreal 指令 標記為完成
- MATLAB pzplot 指令 標記為完成

**MATLAB App**

**轉移函數指令: tf(分子多項式係數) / (分母多項式係數)**

轉移函數  $G(s) = \frac{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0}{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0}$  分子(Numerator) / M(s)  
 分母(Denominator) / D(s)

MATLAB語法:  
 $G = tf([a_n, a_{n-1}, \dots, a_0], [b_m, b_{m-1}, \dots, b_0])$

輸入區  
 G(s) =  分子(N(s))  
 分母(D(s))

輸出區

執行 結束 影音說明 MATLAB Help

**MATLAB App**

**轉移函數指令: zpkl(零點) [極點, 增益值]**

轉移函數  $G(s) = \frac{K(s+z_1)(s+z_2)\dots(s+z_n)}{(s+p_1)(s+p_2)\dots(s+p_m)}$  K: 增益值(Gain)  
 $z_1, \dots, z_n$ : 零點(Zero)  
 $p_1, \dots, p_m$ : 極點(Pole)

MATLAB語法:  
 $G = zpkl([-z_1, -z_2, \dots, -z_n], [-p_1, -p_2, \dots, -p_m], K)$

輸入區  
 增益值(K)   
 零點(Zero)   
 極點(Pole)

輸出區

執行 結束 影音說明 MATLAB Help

**MATLAB App**

**計算轉移函數零點指令: zero(轉移函數) / 計算轉移函數極點指令: pole(轉移函數)**

轉移函數  $M(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1+G(s)H(s)}$

MATLAB語法:  
 $M = tf([a_n, a_{n-1}, \dots, a_0], [b_m, b_{m-1}, \dots, b_0])$   
 $M\_zeros = zero(M)$  %計算零點  
 $M\_poles = pole(M)$  %計算極點

輸入區  
 M(s) =  分子(N(s))  
 分母(D(s))

輸出區

執行 結束 影音說明 MATLAB Help

**MATLAB App**

**轉移函數約分(pole-zero cancellation)指令: minreal(轉移函數)**

轉移函數若有相同的項次(s+zp) 則必先進行約分，再求取極點與零點的值

$G(s) = \frac{K(s+z_1)(s+z_2)\dots(s+z_n)}{(s+zp)(s+p_1)(s+p_2)\dots(s+p_m)}$  K: 增益值  
 $z_1, \dots, z_n$ : 零點(zero)  $\rightarrow 0$   
 $p_1, \dots, p_m$ : 極點(pole)  $\rightarrow \infty$

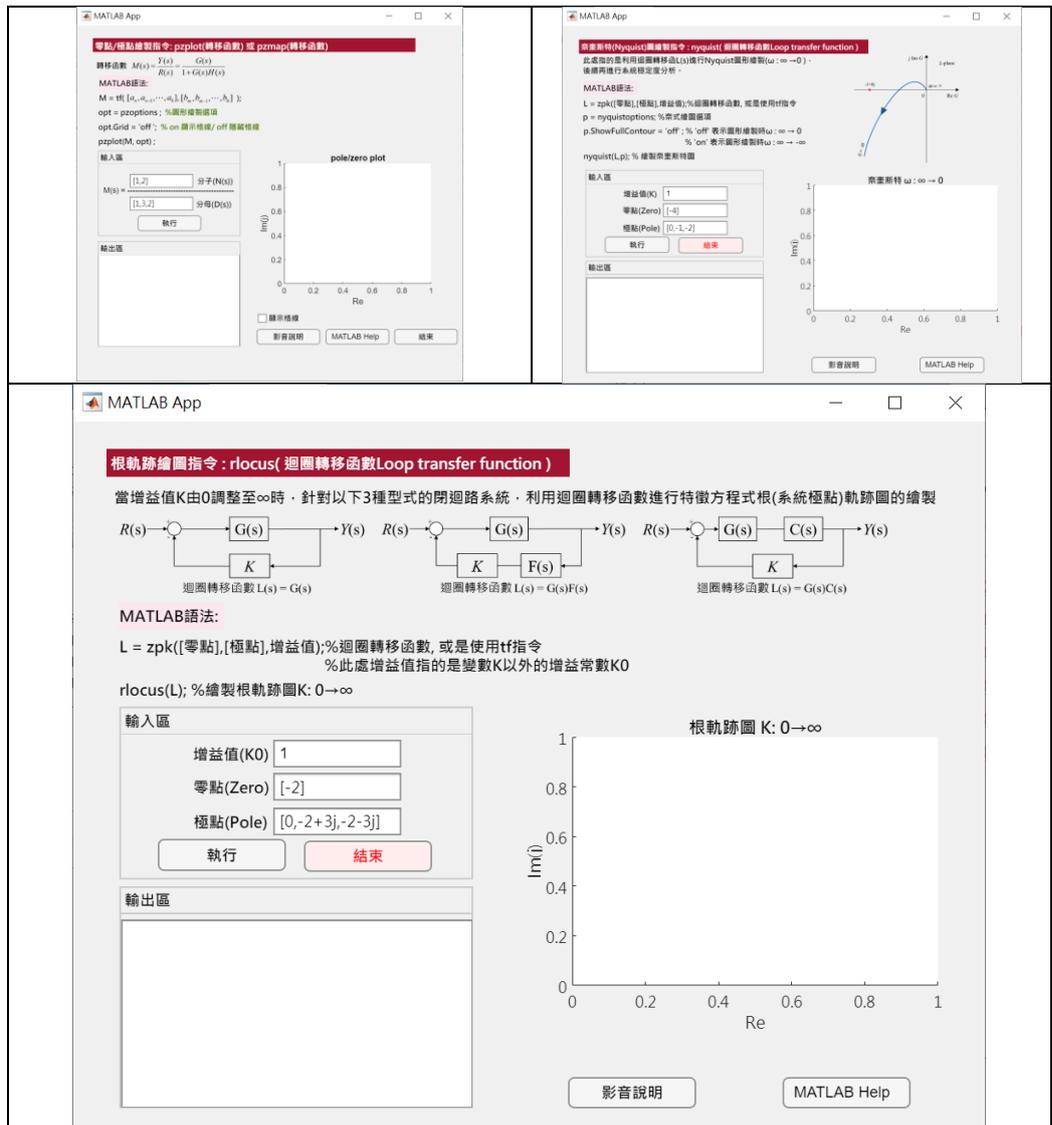
轉移函數約分(pole-zero cancellation)指令 minreal(G)

輸入區  
 零點(zero)   
 極點(pole)   
 增益值(gain)

選擇  原輸入  minreal

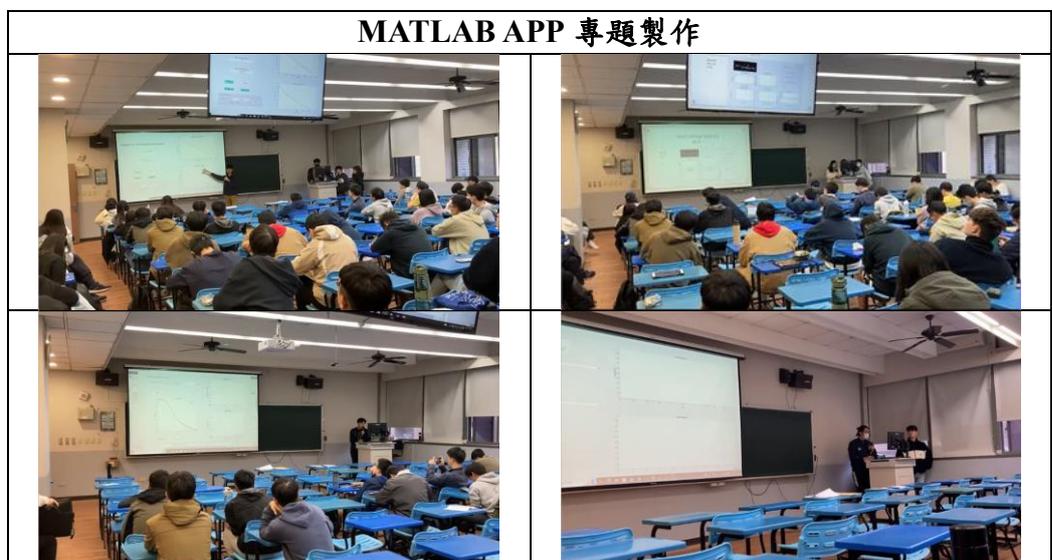
輸出區

執行 結束 影音說明 MATLAB Help

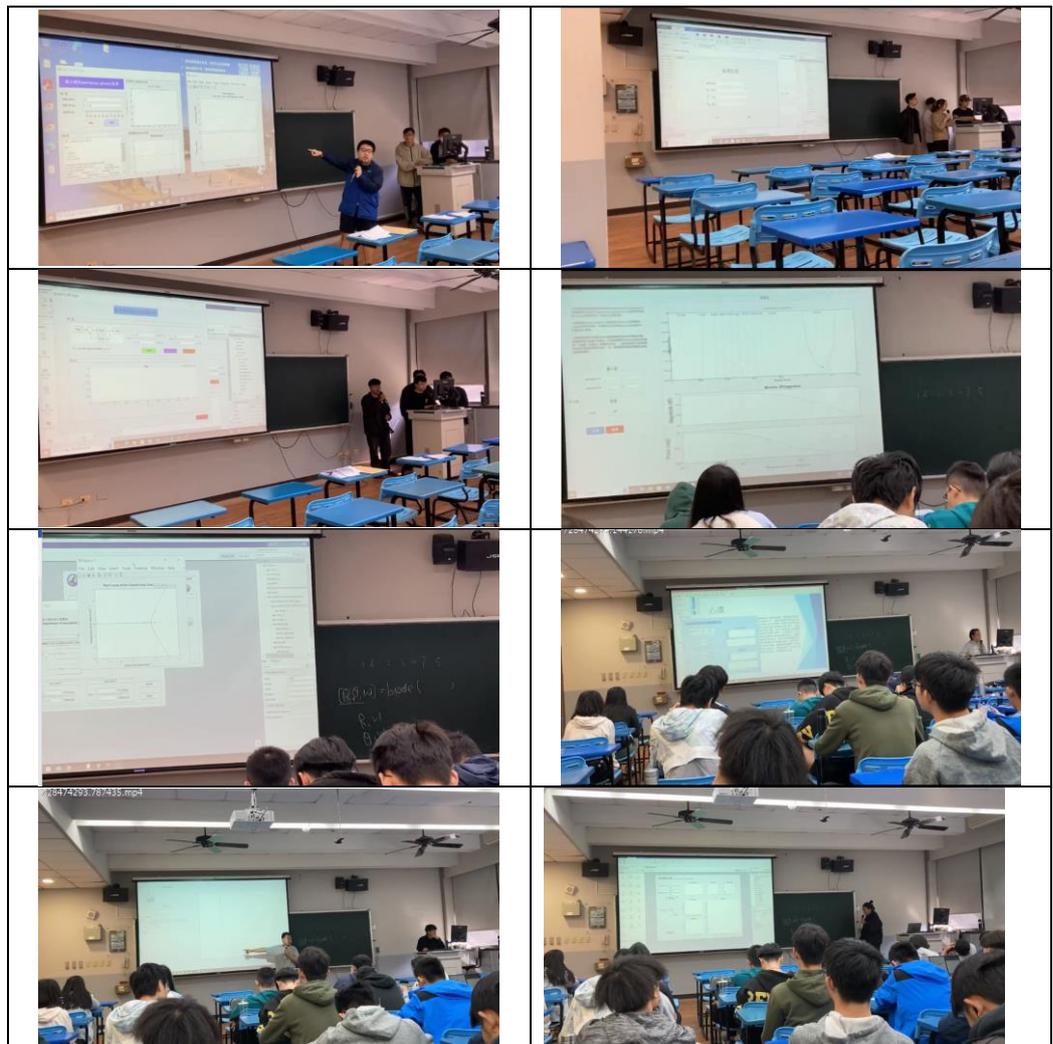


圖一、MATLAB APP Designer 進行課程內容主題學習 APP/電腦程式語法指令主題學習 APP 數位教材內容編撰製作及教學

- ▶ 同學以分組為單位進行 MATLAB APP 專題製作，並於期末進行專題成果發表(如圖二所示)。



### MATLAB APP 專題製作



圖二、各組專題製作成果展示與報告

## (2) 教師教學反思

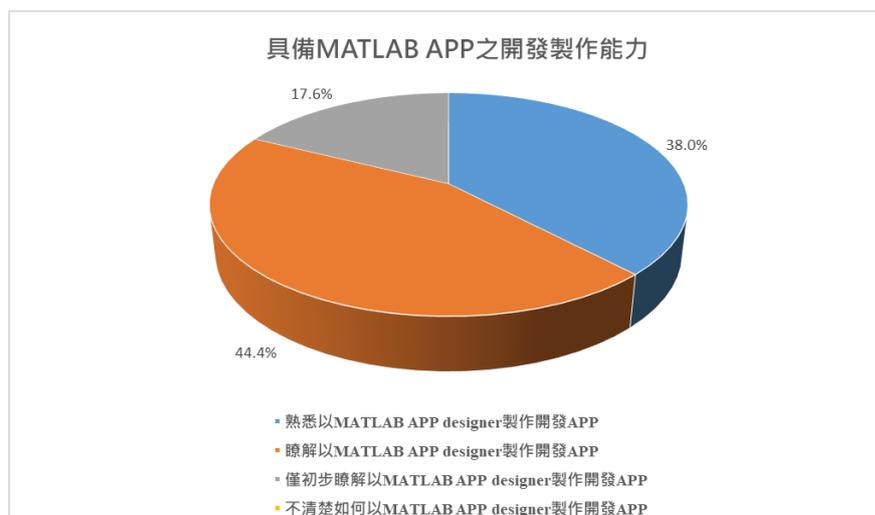
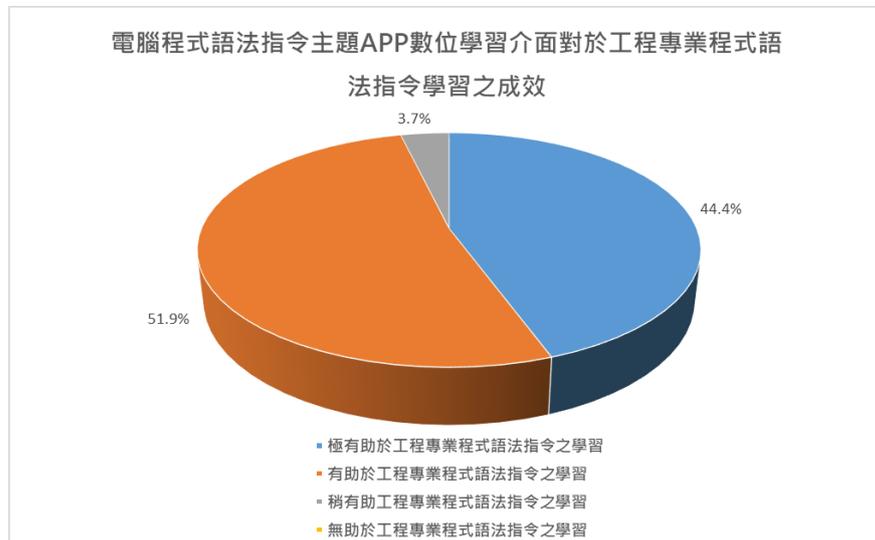
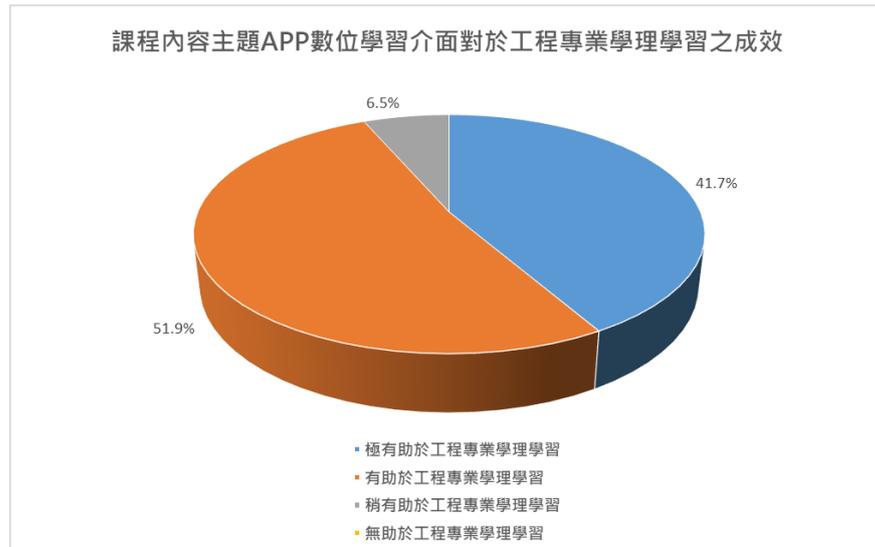
在以學生學習成效為主體的教育理念下，若教學端能善用資訊科技之數位化及可視化的功能本質，投入運用諸如 APP 等資訊科技於數位化工程教育教材之創新開發，建構更完善的數位化學習環境介面以清楚呈現整合後包含學理內容、模擬分析結果以及網際網路上影音教學等有益學生學習資訊內容間的關聯性，可有效輔助學生能更深入了解並有效統合所學之專業學理知識。而於檢視整體計畫執行過程後，如下議題可作為日後持續改善的方向：

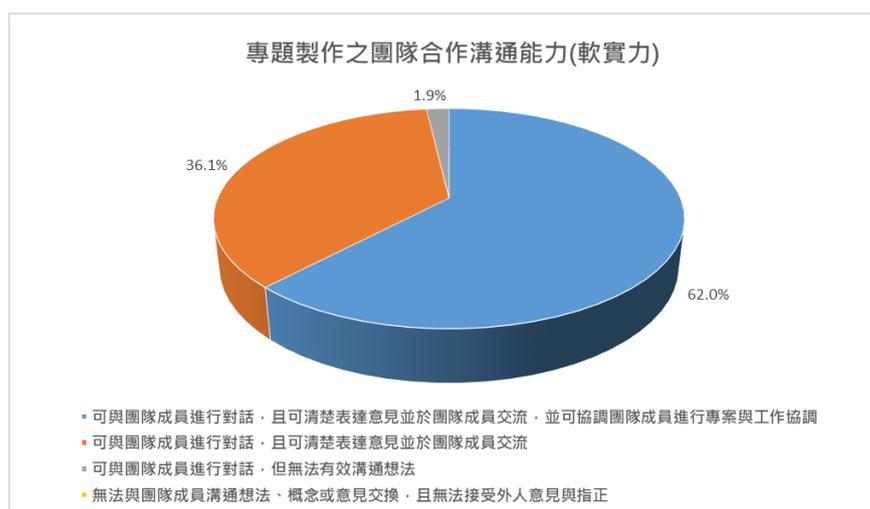
- ✓ 與前一期程計畫執行所獲得之經驗一致，課程助教於師生共學教學實踐場域的建構過程中扮演極為關鍵的角色，為使師生共學教學實踐場域的建構達事半功倍之效，仍需進一步思索如何更有效率的進行課程助教之培訓。
- ✓ 主題 APP 數位學習介面製作在於以系統化的方式呈現統整後之專業知識、線上課程教學、電腦程式範例等數位化學習資訊內容，因而往往需耗費較多的時間進行妥適的規劃設計，以有效導引學生於課堂外能有效的統整運用相關的學習輔助資源，而如何能協助及減輕教師於 APP 程式介面製作端的負荷與不足，亦是需進一步探討的課題。

## (3) 學生學習回饋

針對學生學習回饋之 Rubrics 評量調查 (圖三)、課程經驗問卷評量調查統計結果(表一)如下：

✓ 學生學習回饋之 Rubrics 評量調查(如附件一所示)





圖三、學生學習回饋之 Rubrics 評量調查統計

其中，統計顯示(問卷有效份數:108)於課程內容主題 APP 數位學習介面對於工程專業學理學習之成效項次，有 93.5%學生表示極有助於/有助於工程專業學理學習；而於電腦程式語法指令主題 APP 數位學習介面對於工程專業程式語法指令學習之成效項次，則有 96.3%學生表示極有助於/有助於工程專業程式語法指令學習；而於具備 MATLAB APP 之開發製作能力項次，則有 82.4%學生表示熟悉/瞭解以 MATLAB APP designer 製作開發 APP；而於專題製作之團隊合作溝通能力則有高達 98.1%學生表示與團隊成員能有效的溝協調以完成整個專題的製作。

✓ 課程經驗問卷評量調查(如附件二所示)

表一、課程經驗問卷評量調查統計

項次	內容	平均
1	這門課程幫助我發展我解決問題的技巧。	4.25
2	在這門課的教師們鼓勵學生們把他們的工作做到最好。	4.59
3	這門課的工作量太多了。	2.71
4	教師花了很多時間在講評學生們的功課。	3.59
5	在這門課程中要做到最好時，你需要的是很好的記憶力。	3.28
6	這門課程幫助我發展我在團體中的工作能力。	3.85
7	在上完這門課的時候，我感到較有自信可以處理好我不熟悉的問題。	3.78
8	這門課改善了我寫作溝通的技巧。	3.03
9	在我看來，教學大綱似乎包含太多主題了。	2.68
10	這門課已鼓勵我盡可能發展我自己的學術興趣。	3.84
11	學生對於他們在這門課中將如何學有很多選擇。	4.04
12	教師對於測試你所背的比你所瞭解的還感興趣。	2.77
13	在這門課程很難去發現你被期待什麼。	2.70
14	我們一般有足夠的時間去瞭解我們必須學的東西。	3.94
15	教師努力地去了解學生們在工作上的困難。	4.34
16	學生們對於他們必須做的工作上被賦予了很多選擇。	3.98
17	教學人員通常會對你所現在所做的東西給予有益的回饋。	4.18
18	我們的老師十分擅長於解釋事情給我們。	4.45
19	這門課的目標及主題並不是很明確。	2.21
20	教學人員非常認真地工作讓科目變得有趣。	4.20

21	你在這裡當學生有很大的壓力。	2.27
22	這門課程幫助我發展規畫我自己的工作能力。	3.77
23	在學生的工作上的回應通常只提供成績與分數。	2.62
24	我們通常都和我們的老師討論我們如何在這門課程中學。	3.76
25	老師對於學生說什麼並沒有很大的興趣。	2.07
26	在考試期間藉著努力是有可能通過這門課程。	4.39
27	這門課程試圖讓學生變得更好。	4.39
28	在這門課程裡你被評量的方式有很少的選擇。	2.71
29	老師從一開始就很清楚對學生的期待。	3.87
30	在這門課要執行的大量工作意味著你無法完全地融會貫通。	2.43

統計顯示學生於項次 (1)這門課程幫助我發展我解決問題的技巧;(2)在這門課的教師們鼓勵學生們把他們的工作做到最好;(15) 教師努力地去了解學生們在工作上的困難;(20) 教學人員非常認真地工作讓科目變得有趣等指標項次上皆達 4.0 以上，而於(7)上完這門課的時候，我感到較有自信可以處理好我不熟悉的問題;(10)這門課已鼓勵我盡可能發展我自己的學術興趣;(14)我們一般有足夠的時間去瞭解我們必須學的東西;(22)這門課程幫助我發展規畫我自己的工作能力等指標項次上亦達 3.7 以上，顯示藉由主題 APP 數位學習介面作為學生學習的輔助工具，不僅能加深課堂上所學專業知能的認知，同時亦能激發學生自我學習的動機與動力，實踐「應用資訊科技建構完善之數位化學習環境介面以提升學生自主學習的成效」之目標。

#### ✓ 學生學習心得與建議

- A. 結合 MATLAB App 輔助線性控制系統課程學習，我認為這是一個極具教學助益的方法。透過調整 App 中輸入的參數，直觀地觀察控制系統的響應，相較於僅有文字或圖片的教材更具真實感，有助於我們更輕鬆地理解並留下深刻印象。以本學期所學的波德圖、奈氏穩定度準則和根軌跡為例，透過反覆調整 K 值和時間延長項  $e^{(-Tds)}$  等參數，由於 App 同時呈現三張圖供比較，我發現這些圖中的一些概念呈現相互關聯、互通的特性，這可能是參考書較難呈現給我們的。因此，我認為這種教學方法對我們的學習有實質助益。

我認為這次的 MATLAB App 製作對於程式語言指令的學習確實有相當大的助益。每個程式指令都有其功能輸入的先後順序，甚至在你輸入時，MATLAB 就會給予提示。若使用程式指令的規則錯誤，在執行完後，MATLAB 也會簡要告知錯誤的原因。如果想進一步了解，可以透過 help 功能查看特定程式指令的特性。因此，我認為這次線性控制系統結合 MATLAB 輔助學習對於程式指令的掌握有著實質的幫助。在專題過程中，遇到錯誤並主動尋找解決辦法，從中學習到程式指令的規則。即便原本對程式有些抗拒的我，透過這次專題製作，或許因為小小的成就感而對程式語言產生了些許興趣。

由於之前沒有接觸過 MATLAB App，所以花了一些時間摸索並完成這項作業。我認為製作 MATLAB App 最具挑戰的地方是在於一開始你必須要清楚你要製作的程式應該如何呈現。因此一開始我拿了一張白紙，規劃我要放置的元件以及在腦海中思考應該在哪個元件的 Callbacks 中撰寫程式碼。完成規劃後，再分別去研究其程式碼的撰寫。

在程式碼的撰寫過程，由於老師提供了範例參考，這讓我能夠迅速解決遇到的問題。唯一讓我花較多時間的是將座標軸轉換成對數座標。在右半部

分的介面中，雖然能夠迅速將 x 軸調整為對數座標，但要使圖形看起來更漂亮，還需要調整最大、最小值以及間隔，例如對數座標的間隔為 0.01、0.1、1 等。最後，我成功解決了這個問題也完成我所要的程式，帶來了滿足感和成就感。

- B. 這次的 MATLAB App 專題讓我從對程式製作的恐懼轉變為熱愛。一開始，我對自己的能力缺乏信心，但透過細心研究和參考範例，我逐漸熟悉了程式的語法和規則，發現原來程式製作並不像我想像中的那麼困難。每一次成功的解決都讓我充滿成就感，改變了我對程式的觀感。可以透過將線性控制的學習內容，轉成較為熟悉且生活化的 App 操作，能讓原本較為枯燥的文字，變成能互動的操作介面，而且也可以馬上了解調整參數後對系統的影響，此外，還可以為了不同的系統增加 App 的使用介面，讓使用者能馬上了解不同系統所呈現的結果。因此我覺得利用 APP 有助於增加學習線控的學習效果。

而在設計 APP 過程中，往往會因為不熟悉 MATLAB 指令，而導致在製作上遇到瓶頸，但是還好有 MATLAB 指令教學 APP 能讓我們馬上知道 MATLAB 指令該如何撰寫才能得到我們想要的輸出。

起初，剛知道要寫 APP 時，真的可以說是有點驚呆了！因為覺得設計 APP 應該時一件不可能的任務吧！畢竟現今所使用的 APP 背後一定都有很大的工程，而且最困難的就是撰寫程式碼的過程，因為往往在第一次的撰寫，並成功達到我們的設計需求，那更是難上加難啊！因為撰寫程式是需長期累積的，對於我們剛接觸程式的人而言，那些程式碼根本就是天書。但好在我們的小組都有彼此幫助，以及有利用老師提供的範例及工具，才可能設計出較為簡單卻富含者我們滿滿努力的 APP。

- C. 雖然從大一就有接觸到 MATLAB 這個程式，但我原先對於這個程式的認知僅是用來寫程式而已，但經過線性控制課程學習後，才發現 MATLAB 中還有眾多的程式，相較於原本所認識的 MATLAB，會學得這個程式其實滿有趣的，也比較不會排斥寫程式。而透過線性控制系統課程學習 APP 也可以對許多線性控制系統課程上的內容有更進一步的了解，透過 MATLAB 操作也能更快且更直觀的理解課程內容。

在課程學習上以及老師上課時示範的範例，我們接觸到更多不同的程式語言指令，對於撰寫程式有很大的幫助，平常基本上不太會主動去使用或撰寫 MATLAB 程式，但藉由線性控制系統 MATLAB 學習 APP 我們學到了很多不一樣的程式語言和使用方法。

透過課程上所學習到的技巧及各種程式撰寫方法，在結合到我們的生活當中，使我們嘗試使用 MATLAB 做出了一個 APP，可是在撰寫的過程中會遇到相當多的問題，需要不斷地修改才能使其能夠更接近我們的理想結果。這次的專題內容製作讓我感受到其實過去我們都將 MATLAB 想得太過複雜及困難，卻也了解到設計一個看似簡單的程式過程並不會太過容易及順利，但有了這次的經驗相信未來在撰寫其他程式也會更能發現問題也會有更多的想法來改善程式。

- D. 我認為雖然課本及老師的講義上都有線控知識理論與範例，但沒辦法讓我們很清楚明白其所要表達的呈現方式是什麼，因此學習 App 後，我們可以

把想了解的內容放上或輸入至 App 中，在需要時開啟 App，便能明瞭其所要呈現的運作或表達方式，對於課程內容的學習增加趣味與靈活性，很有幫助。

因為在製作 App 時，仍須使用 MATLAB 程式指令來對 App 的部件進行功能定義，像在數字格輸入數字後，按下按鈕要執行甚麼方程式並輸出，或是輸入數值與公式後，希望在畫布上呈現甚麼曲線圖之類的型態，所以我們皆需在 Code view 的介面去做相對位置的程式輸入，來達成我們想要呈現的方式。除此之外，為了想要製作更好的 App 功能，我們也會藉此更加專研其他 MATLAB 指令來增加功效，所以我認為這是另一種目標式的學習，來達到增進程式語言指令的學習。

起初對於 MATLAB App 製作有點小害怕，畢竟沒有經常使用 MATLAB 的程式撰寫與設計，雖然之前有粗淺地學過 MATLAB 程式語言的應用，像是發票兌獎系統、抽籤系統或是一些數學運算...等等，加上工數也有做過相關程式來驗證我們算出的答案，但從來都沒有利用這套軟體來設計 App，真的是特別的挑戰!

當然很慶幸可以藉由線性控制課程的專題來學習如何撰寫 App，原本以為是參照老師上課所講解過的公式或是繪圖來呈現專屬的 App，這樣專題就會顯得比較不靈活，創意空間便會被侷限，不過開心地是老師提供不限定主題的選擇來讓我們完成這個程式。在這開放式的專題中，我們的討論便能更加精彩，像是從我們的專業領域去做發想，或是看見生活中有哪些需求與應用，都可以藉此套用其中，並且設計的 App 精緻又有特色的話，還能當作新的產品呢!

最後我們討論要製作高度與壓力及溫度的關係索引圖，也幸運地在 MATLAB 內建程式中找到美國的大氣標準公式，雖然在單位上與我們常用的不同，也害怕使用者會使用不同的單位，我們也藉由單位轉換的方式去達成我們所想呈現的結果。還有設計過程中也藉由 App 測試，讓我們找出這個公式的限制，像是高度不能超過 100 km 等，因此也做了一些提醒與警告的彈跳視窗，不過單單的轉換及結果是遠遠不夠的，我們還參考老師上課教的連結放置程式來附上知識影片的介紹，充實我們的版面與程式功能。

## 7. 建議與省思 Recommendations and Reflections

目前各工程專業科目之學理學習，因課堂教學時數上的限制，教師除了於課堂上透過範例教學解說闡釋以及作業計算演練學習外，亦藉由電腦工程軟體操作範例以及網際網路上諸如線上影音課程教學等眾多數位學習內容，作為學習輔助教材期能提升學生的自主學習成效。然而原有教材學理內容與前述諸多數位化學習輔助教材之間缺乏整合性的資訊內容設計呈現方式，因而導致學生於對於前述提供之數位化學習輔助教材的主動研讀參與的動機低落，無法有效彰顯數位化學習輔助教材對於學生學習的助益。

在以學生學習成效為主體的教育理念下，善用資訊科技之數位化及可視化的功能本質，藉由投入資訊科技於數位化工程教育教材諸如主題 APP 數位學習介面的設計開發，建構更完善的數位化學習環境介面以清楚呈現整合後包含學理內容、模擬分析結果以及網際網路上影音教學等有益學生學習資訊內容間的關聯性，使學生能以更完備的專業學理知識正確的使用現代化電腦程式軟體，建構系統的模擬分析、提出有效的問題解決方案，進而培育其解決實務工程問題的能力，並達「應用資訊科技建構完善之數位化學習環境介面以提升學生自主學習的成效」之教學實踐目標，

## 二. 參考文獻 References

- [1]. Behrens et al., 2010, “MATLAB Meets LEGO Mindstorms - A Freshman Introduction Course Into Practical Engineering”, IEEE Transactions on Education, vol. 53, no. 2, pp. 306-317.
- [2]. CDIO: <http://www.cdio.org/>
- [3]. E. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, & D. Brodeur, 2014, “Rethinking engineering education: The CDIO Approach (2nd ed)”, Springer Singapore: Springer.
- [4]. Ataollah Zareia, Khairiyah Mohd. Yusofa, Mohd Fadzil Dauda, Dayang Hj. Tiawa Awang Hj. Hamidb, 2017, “ Mobile Learning for Engineering Education Reform”, SAINS HUMANIKA, Vol. 9, No. 1-2, pp.1-6.
- [5]. O. Odisho, M. Aziz, N. Giacaman, 2016, “Teaching and learning data structure concepts via visual kinesthetic pseudocode with the aid of a constructively aligned app”, Computer Applications in Engineering Education, vol.24, no. 6, pp.926–933.
- [6]. Kristen Diliberto-Macaluso and Alan. Hughes 2016, “The Use of Mobile Apps to Enhance Student Learning in Introduction to Psychology”, Teaching of Psychology. Vol. 43. pp.48-52.
- [7]. F. Nami, 2020, “Educational smartphone apps for language learning in higher education: Students’ choices and perceptions”, Australasian Journal of Educational Technology, Vol.36, No.4, pp. 82–95.
- [8]. S. R. Subramanya, “ 2012. Design of a Smartphone App for Learning Concepts in Mathematics and Engineering”, International Journal of Innovation Science, Vol. 4, No.3, pp. 173-183.
- [9]. T. Murphy and C. Williams, 2020, “Development of a MATLAB App for Improving Student Learning of the Use of Arrays”, 2020 ASEE Southeastern Section Conference, Auburn, AL.

### 三. 附件 Appendix

#### 附件一：學生學習回饋 Rubrics 評量

##### MATLAB APP 學習回饋 Rubrics

課程內容主題 APP 數位學習介面對於工程專業學理學習之成效	
4	極有助於工程專業學理學習
3	有助於工程專業學理學習
2	稍有助於工程專業學理學習
1	無助於工程專業學理學習

電腦程式語法指令主題 APP 數位學習介面對於工程專業程式語法指令學習之成效	
4	極有助於工程專業程式語法指令之學習
3	有助於工程專業程式語法指令之學習
2	稍有助工程專業程式語法指令之學習
1	無助於工程專業程式語法指令之學習

具備 MATLAB APP 之開發製作能力	
4	熟悉以 MATLAB APP designer 製作開發 APP
3	瞭解以 MATLAB APP designer 製作開發 APP
2	僅初步瞭解以 MATLAB APP designer 製作開發 APP
1	不清楚如何以 MATLAB APP designer 製作開發 APP

專題製作之團隊合作溝通能力(軟實力)	
4	可與團隊成員進行對話，且可清楚表達意見並於團隊成員交流，並可協調團隊成員進行專案與工作協調
3	可與團隊成員進行對話，且可清楚表達意見並於團隊成員交流
2	可與團隊成員進行對話，但無法有效溝通想法
1	無法與團隊成員溝通想法、概念或意見交換，且無法接受外人意見與指正

## 附件二：課程經驗問卷

### 應用 MATLAB APP 於強化工程專業學習之研究問卷施測評量同意書

親愛的同學您好：

首先，十分感謝您參與本問卷之填答。此為針對「應用 MATLAB APP 於強化工程專業學習之研究」計畫執行的一份學術性問卷，本研究的主要目的是想了解您在此課程中的學習經驗，問卷填答方式一律是採匿名方式進行，且僅供學術研究使用，請您就下列問題作答，您的想法與意見十分寶貴，請直接依照您個人之體驗與意見填答即可，您所填答的資料將僅供整體分析之用，請放心作答。於填答過程中若有涉及個人隱私或違反研究倫理之處，您有權拒絕作答，亦保有隨時退出此問卷作答的權利，若您同意以上的內容，請於下方欄位處填寫您的姓名與日期，感謝您的熱衷參與及配合。

逢甲大學航太與系統工程學系  
黃振鴻 副教授 謹上

---

本人已閱讀過上述說明，也清楚相關權利義務，願意參與問卷評量施測。

簽名：黃振鴻

日期：2024/01/02

課程經驗問卷 (Course Experiences Questionnaire, CEQ) 項目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	
1. This course has helped me to develop my problem-solving skills. 這門課程幫助我發展我解決問題的技巧。	1	2	3	4	5	GS 5
2. The teaching staff of this course motivate students to do their best work. 在這門課的教師們鼓勵學生們把他們的工作做到最好。	1	2	3	4	5	GT 5
3. The workload is too heavy. 這門課的工作量太多了。	1	2	3	4	5	AW 2
4. Staff here put a lot of time into commenting on student's work. 教師花了很多時間在講評學生們的功課。	1	2	3	4	5	GT 5
5. To do well on this course all you really need is a good memory. 在這門課程中要做到最好時，你需要的是很好的記憶力。	1	2	3	4	5	AA 5
6. This course has helped develop my ability to work as a team member. 這門課程幫助我發展我在團體中的工作能力。	1	2	3	4	5	GS 4
7. As a result of doing this course, I feel more confident about tackling unfamiliar problems. 在上完這門課的時候，我感到較有自信可以處理好我不熟悉的問題。	1	2	3	4	5	GS 3
8. This course has improved my written communication skills. 這門課改善了我寫作溝通的技巧。	1	2	3	4	5	GS 3
9. It seems to me that the syllabus tries to cover too many topics. 在我看來，教學大綱似乎包含太多主題了。	1	2	3	4	5	AW 3
10. The course has encouraged me to develop my own academic interests as far as possible. 這門課已鼓勵我盡可能發展我自己的學術興趣。	1	2	3	4	5	IN 4
11. Students have a great deal of choice over how they are going to learn in this course. 學生對於他們在這門課中將如何學有很多選擇。	1	2	3	4	5	IN 3
12. Staff seem more interested in testing what you've memorized than what you've understand. 教師對於測試你所背的比你所瞭解的還感興趣。	1	2	3	4	5	AA 3
13. It's often hard to discover what's expected of you in this course. 在這門課程很難去發現你被期待什麼。	1	2	3	4	5	CG 3
14. We are generally given enough time to understand the things we have to learn. 我們一般有足夠的時間去瞭解我們必須學的東西。	1	2	3	4	5	AW 5
15. The staff make a real effort to understand difficulties students may be having with their work. 教師努力地去了解學生們在工作上的困難。	1	2	3	4	5	GT 5
16. Students here are given a lot of choice in the work they have to do. 學生們對於他們必須做的工作上被賦予了很多選擇。	1	2	3	4	5	IN 3
17. Teaching staff here normally give helpful feedback on how you are going. 教學人員通常會對你所現在所做的東西給予有益的回饋。	1	2	3	4	5	GT 5

課程經驗問卷 (Course Experiences Questionnaire, CEQ) 項目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	
18. Our lecturers are extremely good at explaining things to us. 我們的老師十分擅長於解釋事情給我們。	1	2	3	4	5	GT
19. The aims and objectives of this course are NOT made very clear. 這門課的目標及主題並不是很明確。	1	2	3	4	5	CG
20. Teaching staff here work hard to make subjects interesting. 教學人員非常認真地工作讓科目變得有趣。	1	2	3	4	5	GT
21. There's a lot of pressure on you as a student here. 你在這裡當學生有很大的壓力。	1	2	3	4	5	AW
22. This course has helped me develop the ability to plan my own work. 這門課程幫助我發展規劃我自己的工作能力。	1	2	3	4	5	GS
23. Feedback on student work is usually provided ONLY in the form of marks and grades. 在學生的工作上的回應通常只提供成績與分數。	1	2	3	4	5	AA
24. We often discuss with our lecturers or tutors how we are going to learn in this course. 我們通常都和我們的老師討論我們要如何在這門課程中學。	1	2	3	4	5	IN
25. Staff here show no real interest in what students have to say. 老師對於學生說什麼並沒有很大的興趣。	1	2	3	4	5	GT
26. It would be possible to get through this course just by working hard around exam times. 在考試期間藉著努力是有可能通過這門課程。	1	2	3	4	5	AA
27. This course really tries to get the best out of all its students. 這門課程試圖讓學生變得更好。	1	2	3	4	5	GT
28. There's very little choice in this course in the ways you are assessed. 在這門課程裡你被評量的方式有很少的選擇。	1	2	3	4	5	IN
29. The staff here make it clear right from the start what they expect from students. 老師從一開始就很清楚對學生的期待。	1	2	3	4	5	CG
30. The sheer volume of work to be got through in this course means you can't comprehend it all thoroughly. 在這門課要執行的大量工作意味著你無法完全地融會貫通。	1	2	3	4	5	AW

5  
 2  
 5  
 2  
 2  
 3  
 5  
 3  
 5  
 3  
 5  
 3  
 5  
 2