

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：PE1110277

學門專案分類/Division：工程學門

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

採用專題導向學習之數位影像處理課程

數位影像處理

計畫主持人(Principal Investigator)：唐之璋

計畫成員：王品灃、侯茗喆

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：(國立中央大學／通訊工程系)

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)：2023 年 8 月 22 日

## (採用專題導向學習之數位影像處理課程)

### 一. 本文 Content

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

本計劃研究目的為探討基於專題導向學習的數位影像處理課程，與提升學生學習成效與學習動機之關聯性。計畫主持人已於國立中央大學通訊工程系開授數位影像處理課程超過十次，課程屬性為專業，學分屬性為選修，學分數為三學分，學生屬性包含通訊工程系、電機工程系、光機電、物理系所的研究生與大學部四年級學生。多年來於教學現場觀察，雖然課程評量項目已含考試、演算法程式設計實作作業、與期末專題，但在期末專題主題由學生自選任一數位影像處理相關題目，作業題目為全班相同的演算法實作題目，課程內容依照教科書編排的情形下，較難有效提升學習成效與學習動機。考量如果調整課程的教學順序，應更能提升專題實作時使用到的課程學習內容，因此本計畫採用專題導向學習的方式，並將需要運用多種影像處理技術的影像壓縮(image compression)作為主題，希望同學們透過學習過程中，將所學知識實際應用到實作中，進而激發同學對於學習的興趣，以及獲得成就感。此外，也讓同學們藉由專題實作，參考與運用課程內容的知識，進而提升對於課程內容的學習動機。

#### 2. 研究問題 Research Question

本計畫研究問題為將專題導向學習融入數位影像處理課程，是否會提升學習成效與學習動機。以及調整課程教學順序，是否會提升專題製作成效與學習動機。

#### 3. 文獻探討 Literature Review

美國前教育部長 Terrell Bell 認為教育最重要的就是動機，心理學家們將動機大致分為內在動機(intrinsic motivation)與外在動機(extrinsic motivation) [1]，前者源自於個人興趣與運用自身能力，而產生的內在驅動力，後者則源於為了獲得實質回饋。雖然高等教育的選修是由個人意願而決定，但要在全學期維持高內在動機是很困難的，因此採取引發學習動機的教學法是有其必要性。引發學習動機的方法之一為採用以學習者為中心的學習法，問題導向學習(problem-based learning)、專案導向學習(project-based learning)、與設計導向學習(design-based learning)等方式，皆可輔助實踐以學習者為中心的學習。

關於國際間導入創新教學於數位影像處理課程的現況，文獻[2]在 2014 年以 72 位大學部學生為對象，將專題導向學習運用於一學期的數位影像處理與實作課程，探討不同風格學習者在專題導向學習中的心流經驗與學習動機的差異，並分析專題導向學習、心流經驗、學習動機與學習風格之間的關聯性，結果顯示專題導向學習能使學生產生正向學習動機與心流經驗。文獻[3][4]於 2019 年提出採用混合式問題導向學習於美國 South Dakota State University 的 EECS 數位影像處理課程，授課對象為研究所與大四學生，而該文獻研究是基於 2011-2014 共四年的四個開課學期，採用此教學方法所得到的資料數據進行分析與探討，其課程設計是針對 3D 影像專題，教學教法是於前半學期採用講授法，後半學期採用問題導向學習，再以調查法探討學生對於此教學策略的觀點，其研究結果顯示此教學方法可激勵學生自主學習並增進解決問題的能力。

#### 4. 教學設計與規劃 Teaching Planning

教學方法採用講授法、討論法、與實作法。成績考核方式包括期中考(20%)、專題期初提案(oral presentation, 20%)、專題期中進度報告(oral presentation, 25%)、與專題期末進度報告(oral presentation, 35%)。全學期課程設計以期末專題為中心，因考量 COVID-19 疫情造成國際間視訊會議需求大增，而視訊壓縮為其中一項關鍵技術，因此將期末專題設定為與通訊工程領域相關的特定主題**影像壓縮(image compression)**，各小組(兩人一組)再自行選擇對應該期末專題主題的整體方案的其中一個模組提出實作與改良設計，而授課章節順序對應三次專題報告主題隨之調整對應。

各週課程進度規劃如圖 1 所示，第一週到第四週除了講述在空間域與頻率域的影像增進課程，亦分段講述影像壓縮技術，漸進式加深同學們對於影像壓縮的認知，協助同學們在充足的時間區間內找到真正感興趣的期初提案題目，後續更能投注專力製作專題。專題期初提案為同學們分組上台報告一篇論文(project presentation(I), 第六週與第七週)後，教師與助教提問並提供建議，以協助同學們確認專題題目選擇的恰當性，考量一定程度的理解基礎知識，更有助於提升專題製作，因此第八週安排期中考，讓同學們為了準備考試而充分複習課程內容，第九週與第十週分別進行小波與多解析度處理，以及影像分割，專題期中報告(project presentation(II)), 第十一週)則由各組上台報告設計與程式實作進度，第十二週到第十五週分別進行影像辨識，形態學處理，彩色影像處理，影像回復課程，在第十六週(project presentation(III))時各組上台報告結案成果，彼此觀摩學習。

Week	Date	Topic
1	Sept. 12	Syllabus Introduction
2	Sept. 19	Image Compression Image Enhancement in the Spatial Domain
3	Sept. 26	Image Compression Image Enhancement in the Frequency Domain (I)
4	Oct. 3	Image Compression Image Enhancement in the Frequency Domain (II)
5	Oct. 10	Wavelets and Multiresolution Processing
6	Oct. 17	Project Presentation (I)
7	Oct. 24	Project Presentation (I)
8	Oct. 31	Midterm Exam
9	Nov. 7	Wavelets and Multiresolution Processing
10	Nov. 14	Image Segmentation
11	Nov. 21	Project Presentation (II)
12	Nov. 28	Image Recognition
13	Dec. 5	Morphological Image Processing
14	Dec. 12	Color Image Processing
15	Dec. 19	Image Restoration
16	Dec. 26	Submission of Final Project Report before 8 a.m., 2023.1.3 (Please upload your report (.pdf) to NCU ee-class)
17	Jan. 2	Flexible learning week
18	Jan. 9	Flexible learning week

圖 1 2022 年的數位影像處理課程的各週授課規劃。

## 5. 研究設計與執行方法 Research Methodology

整個課程設計以專題為核心，因此研究架構骨幹為分析以專題導向與學習成效與學習動機之關聯性。基於前述骨幹，教學的部分採用講授法、討論法、與實作法等三項教材教法，課程編排則依期末專題主題方案中主要骨幹的功能區塊而安排(圖 1)，使學生在學習各週課程內容時，依序強化與期末專題設計之間的連結。此教學策略目的為強化學生們上課時的學習動機，提升學生對於課程的參與程度(因為每堂課程皆為提出期末專題設計的基礎)，強化於提出嶄新設計時所需的自我學習的動力。再藉由課堂中的討論，提升學生們在學校與在產業從事相關研發工作的設計能力。

考量同學們在期初剛開始學習數位影像處理，需一段時間才能逐步理解影像壓縮，也不熟悉授課老師的教學方式，因此在第五週才進行參與研究的知情同意書的簽署，全班共二十人修課，其中有十六人同意參與計畫研究，而實驗的問卷調查於第二次專題報告和第三次專題報告之間(第十三周)進行，共十三人填答問卷，此外，本計畫成員共同討論，並藉由提出適用於數位影像處理課程的學習成效的問卷設計，以達成協助學生學習之目標。研究亦採用國立中央大學的匿名教學評量表表格所得的結果，再以機率與統計的方法分析與探討實驗數據與結果。

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

### (1) 教學過程與成果

全學期數位影像處理課程的教學過程，包含教師講課，教室內的師生討論，各組專題口頭報告，線上資料補充，與同學們的自學。師生互動討論可刺激思考，突破學習盲點。三次的專題口頭報告協助老師與助教在了解各組問題後提供適當建議，特別是在期初提案時各組報告一篇自選的影像壓縮相關文獻，以作為日後專題製作的方向，少數組別因選擇的文獻難度或是方向，較不適用於作為一個學期的專題實作，則在教師與助教建議下調整題目。

本計畫的問卷設計與課程，皆基於四個面向而進行設計(圖 2)，分別為**核心主題**、**組織學習**、**互動討論**和**未來發展**，且將課程設計為修課學生不具備數位影像處理相關基礎知識的情形下，也能順利在課程中學習。在核心主題方面，課程主題以期末專題的影像壓縮為核心，教學講授順序為先說明整個影像壓縮架構、再介紹各區塊的基礎知識、另補充線上資料、再由專題分組實作與上台報告而進行討論分析輔助融會貫通。上課講義具備組織性，協助學生們降低入門影像壓縮的專題製作的難度，另提供上課講義內容以及分組報告相關的線上教材，讓同學獲得更豐富多元的相關知識，擴充所知以提升學習興趣，進而提升專題製作成效。專題實作的部分，讓同學們能把上課的內容與自己小組的設計做結合，藉此能更深入融會貫通數位影像處理知識。在互動討論方面，參考歷年教學經驗，將同學們分成兩人一組，讓各小組藉由個別分工互動而增進對於相關知識的學習成效，再透過上台報告，讓各組互相觀摩討論學習。而在專題題目的選擇上，會希望不同組別的主題不能太相近，藉此讓同學們在課堂報告時能藉由觀摩其他組而學到更多。在未來發展上，同學們修此課程後，往後對於影像壓縮領域的相關發展，能更精準的找到發展趨勢，並發掘自己的興趣，提升程式設計的能力。專題導向學習的確激發同學對於影像處理相關技術的興趣，讓同學們在期末收穫滿滿的同時，又能提升日後繼續學習相關技術與從事相關行業的動機，進而有效促進相關科技產業發展。(圖 3 顯示匿名問卷有 91.7% 的同學，會繼續學習影像處理相關知識。圖 4 顯示有 75% 的同學，未來會從事相關行業)。圖 5 顯示匿名問卷中，有 85% 認為課程章節的安排順序與補充的線上教材兩

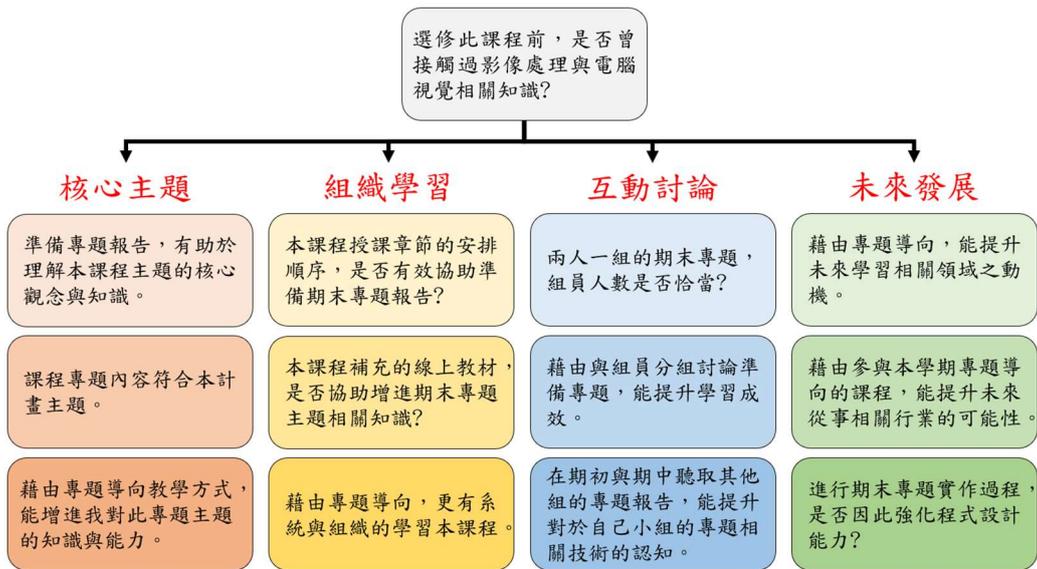


圖 2 本計畫之四大核心目標的課程問卷題目分類。

6. 藉由專題導向，能提升未來學習相關領域之動機。

12 則回應

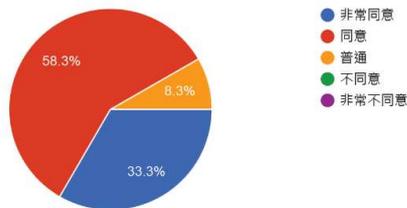


圖 3 專題導向對於提升未來學習動機的問卷調查結果。

13. 藉由參與本學期專題導向的課程，能提升未來從事相關行業的可能性。

12 則回應

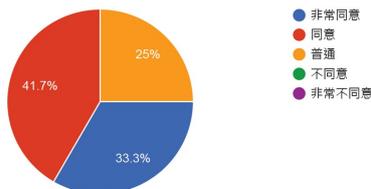


圖 4 專題導向對於提升未來從事相關行業意願的問卷調查結果。

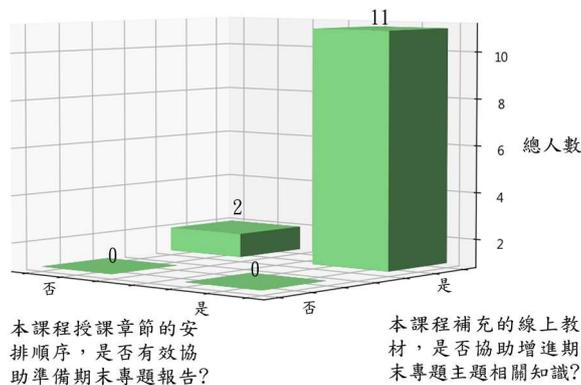


圖 5 課程安排與學習成效的問卷調查結果分析。

者都會協助準備期末專題報告。另外由此圖可知參與問卷調查的全部同學們皆認同，補充的線上教材可協助增進期末專題相關知識。表 1 為學生們匿名在問卷上的回答由上課教材所學到最具代表性的一項技術，同學們將所學知識實作出來，並獲得更深刻的印象，且同時獲得成就感。最後，從課程中學習到的知識不僅能運用於期末專題，在視訊壓縮編碼與基於 AI 的電腦視覺中也都使用到，非常有助於未來發展(圖 4)。期末專題的書面報告範例如圖 6 與圖 7。

本計畫的研究成果探討如下，問卷調查結果顯示，專題導向的學習確實有助於提升學習成效與學習動機。圖 8 有 91.7%的學生認為課程章節規劃有助於準備期末專題，圖 9 中 100%的學生同意專題導向的學習方式有助於準備期末專題報告，圖 10 中 100%的學生同意準備期末專題報告有助於理解課程內容，圖 8 中 83.4%的學生同意採用同一特定主題有助於提升學習成效，圖 9 中 92.6%的學生同意基於專題導向學習的數位影像處理課程，可提升以後再次學習相關領域的動機，圖 10 中 75%的學生同意基於專題導向學習的數位影像處理課程，可提升以後從事相關行業的可能性。圖 11 顯示有 83.4%的同學同意聽取他組報告，可提升對於自己小組的專題相關知識。

## 利用狀態觀測系統改善 JPEGLS 的中值預測器

作者: 吳宗祐, 郭偉晨

學校: 國立中央大學 機械系光機電所控制組

### 摘要

JPEG-LS[1]壓縮方式是利用預測器預測出數值與實際的數值做相減得到 residuals value，若預測數值越接近真實數值則 residuals value 越接近 0，若 residuals value 越集中在數值為 0 的部分，經過熵編碼後的檔案壓縮率就會越好。

本次研究將實作 DPCM、MED predictor、狀態觀測系統的，及使用狀態觀測模型輔助 MED predictor，用照片的 residuals value 的機率分布與標準差，來比較預測結果的情形，並探討不同方式的利弊。

**關鍵字**— JPEG-LS、無損壓縮、預測器、狀態觀測器

### 1. 前言

所有領域中通常需要相片作為資訊的來源，但相片不壓縮就會增加儲存空間及照片傳輸所需要的時間，要相片能夠快速傳輸就必須要將檔案壓縮，以節省儲存空間與傳輸時間，而相片壓縮領域中著名的就是 JPG，但 JPG 壓縮方式是有損壓縮，在宏觀下是與無損壓縮檔案，辨識差異不大；而微觀下，則會發現無犧牲相片細節達到壓縮效果。

生物醫療或衛星領域中，相片細節都具有存在的意義，若進行有損壓縮，則會在相片細節的判斷上出現誤判情形，而衛星系統中還需考慮數據的傳輸成本，因此無損壓縮的壓縮率效果越好，則傳輸成本就越低。

本文以 JPEG-LS 的壓縮方式做為參考，將討論不同預測模型的預測結果，並探討模型的利弊。

### 2. 實驗方法

實作前需準備 RAW 檔相片，且 RAW 檔轉換成 BMP 檔來讀取相片資料，在將相片 RGB 三通道合成為灰階亮度，灰階相片在經過下取樣與低通濾波，降低相片雜訊，以及資料量，最後相片為 1200 萬畫素、8bits 單通道的黑白相片。

在無損壓縮中，對於壓縮率最大影響，莫過於能不能找到 pixel 與 pixel 之間的關係，而製作出相關模型，來提高壓縮率。

而實作採用不同的方法去預測，並將實際輸出的 residuals value 存成 BMP 檔，比較與原始相片還存在著某種關係，並以值方圖呈現 residuals value 出現的次數在用標準差進行比較，以下將介紹不同模型及實作方法。

首先圖 1 DPCM 預測器[2]先取相片的一列 pixel 數值，在將前一個數值減去後一個數值存成 residuals value，此種作法是將一系列數值中的前後關係去除。



圖 1 DPCM 預測模型

圖 2 JPEG LS MED predictor 預設器的預測方式是透過先偵測水平邊界及垂直邊界，若偵測為邊界則將水平方向或垂直方向的數值賦予給目標。

如果不是邊界會透過特殊的權重賦予給要預測的對象，而這種權重我理解為三點一面，而要預測的目標也需要在這面上。

-1	1
1	target

0	0
1	target

0	1
0	target

一般狀況                      橫向連續的狀況                      縱向連續的狀況

圖 2 JPEG LS MED predictor 預測模型

而此次研究重點是團隊自製預測器，發想出來是參考圖 3 狀態觀測器理論[3]，其中 Ld 為狀態觀測器的誤差可信度，理想的猜測，是當相機在光源不足或 ISO 設定數值太高會造成相片出現較高的噪訊，而不希望將噪

圖 6 專題期末書面報告 – 吳宗祐與郭偉晨。

**數位影像處理結報**  
111521051 卓祐晟、111521047 陳湘閔  
國立中央大學

**ABSTRACT**

現今的網路中，影像壓縮已經是常見的技術，只不過在進行壓縮的過程中，無可避免會丟失圖像中的一些訊息，儘管現在有人工智慧的出現，使得回復有損失壓縮的圖像變得更加便利，但人工智慧裡的運算太過於複雜，不利於理解，因此我們採用了這篇論文[1]中的演算法，當中的算法淺顯易懂，適合剛入門影像處理的新手。

**Index Terms**— JPEG compress, noising image

**1. INTRODUCTION**

在現今的數位世界裡頭，為了傳輸大量的文件，例如：圖像，資料夾等，透過壓縮及解壓縮能夠大量的降低傳輸的時間，然而，在透過這個方法進行傳輸時，卻可能將重要的訊息喪失，因此為了降低因為壓縮時所導致的失真，並有許多專業人士探討其中，在西元 1956 年時，人工智慧(AI)誕生，而後有「機器學習」出現更加推進了人工智慧的發展，而近年來「深度學習」突破更使得人工智慧有爆炸性的突破，目前透過人工智慧，影像辨識能夠實現人臉探測、車牌辨識等等，然而在人工智慧運用在影像辨識之前，人們對於消除影像雜訊已有了許多方法，本文所提及的論文便是其中之一。

對於在[1]裡頭所提到修復壓縮後 JPEG 影像的方法，所採取的是一種傳統卻很好理解的方法，雖然過程繁瑣，步驟較多，但計算不會太複雜，很容易實現。不外乎得先理解 JPEG 壓縮及解壓縮的過程才能夠上手，圖 1[2]是 JPEG 影像壓縮的流程圖，而當中量化(Quantizer)就是造成圖像失真的原因之一，而圖 2[2],[3]則是 JPEG 解壓縮的過程，可以發現，一旦失真發生，這過程是不可逆的，因此在壓縮玩影像之後會遺失部分圖像的信息。

本篇透過[1]當中的演算法，實現了利用重新壓縮減影像中的雜訊，圖 3[3]為此算法的流程圖，步驟如下：

1. 將壓縮過後的 JPEG 影像擷取某一區塊進行平移
2. 將移動完的 JPEG 圖像透過 JPEG 的壓縮及解碼取的一張新 JPEG 圖像
3. 將第一步中移動完的區塊平移回去
4. 重複第三步驟直到所有移動過的區塊移動回原本的位置
5. 將那一區塊裡所有影像的數值取平均值

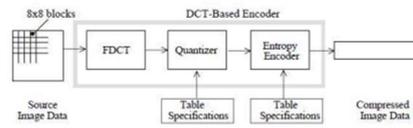


Figure 1. DCT-Based Encoder Processing Steps

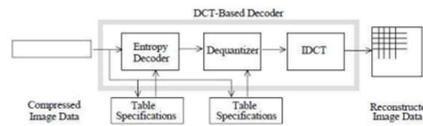


Figure 2. DCT-Based Decoder Processing Steps

圖 1. JPEG 影像壓縮的流程圖

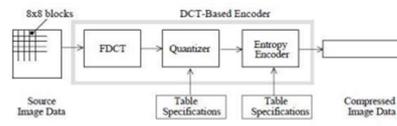


Figure 1. DCT-Based Encoder Processing Steps

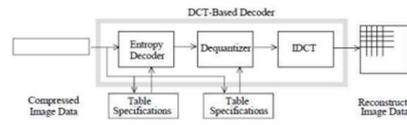


Figure 2. DCT-Based Decoder Processing Steps

圖 2. JPEG 影像解碼的流程圖

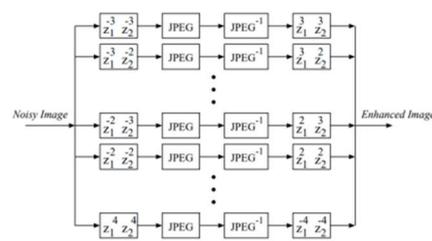


圖 3. 演算法流程圖

圖 7 專題期末書面報告 – 卓祐晟與陳湘閔。

圖 12 顯示有 77% 的同學(綠色三角形)認為分組討論與聽取其他組的報告，皆有助於提升數位影像處理課程的學習成效，且不論是否在修課前具備影像處理與電腦視覺相關知識，大部分同學都能順利參與專題製作，由圖 12 所示，課程可提供充分的資訊供同學們學習。另有 23% 的同學(紅色三角形)的數據點是分散的，此 3 位同學各自學習狀況不太相同，學習成效較不受到分組討論與聽取其他組報告而影響。

2. 本課程授課章節的安排順序，是否有效協助準備期末專題報告？

12 則回應

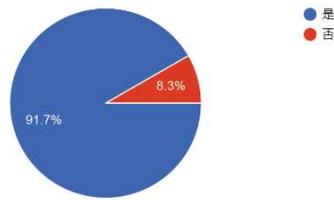


圖 8 課程章節規劃，對於期末專題報告準備之問卷調查結果。

8. 藉由專題導向教學方式，能增進我對此專題主題的知識與能力。

12 則回應

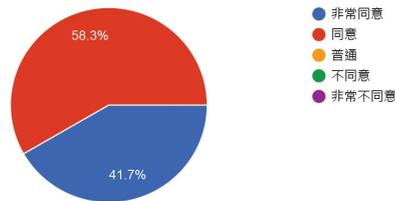


圖 9 專題導向的教學方式，對於期末專題報告準備之問卷調查結果。

10. 準備專題報告，有助於理解本課程主題的核心觀念與知識。

12 則回應

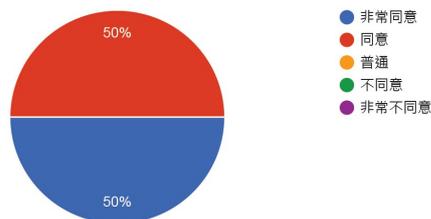


圖 10 準備期末專題報告，對於協助理解授課內容成效之問卷調查結果。

12. 在期初與期中聽取其他組的專題報告，能提升對於自己小組的專題相關技術的認知。

12 則回應

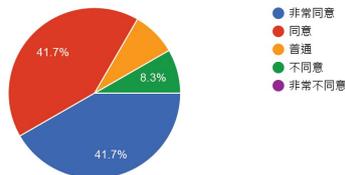


圖 11 聽取他組報告對於提升專題知識的問卷調查結果。

表 1 請列舉由上課教材所學到最具代表性的一項技術，其已運用於期末專題。

1	ZigZag 編碼
2	Entropy coding
3	JPEG 壓縮流程
4	Symbol encoding
5	影像壓縮及解碼的原理
6	影像的卷積運算
7	直方圖
8	下取樣

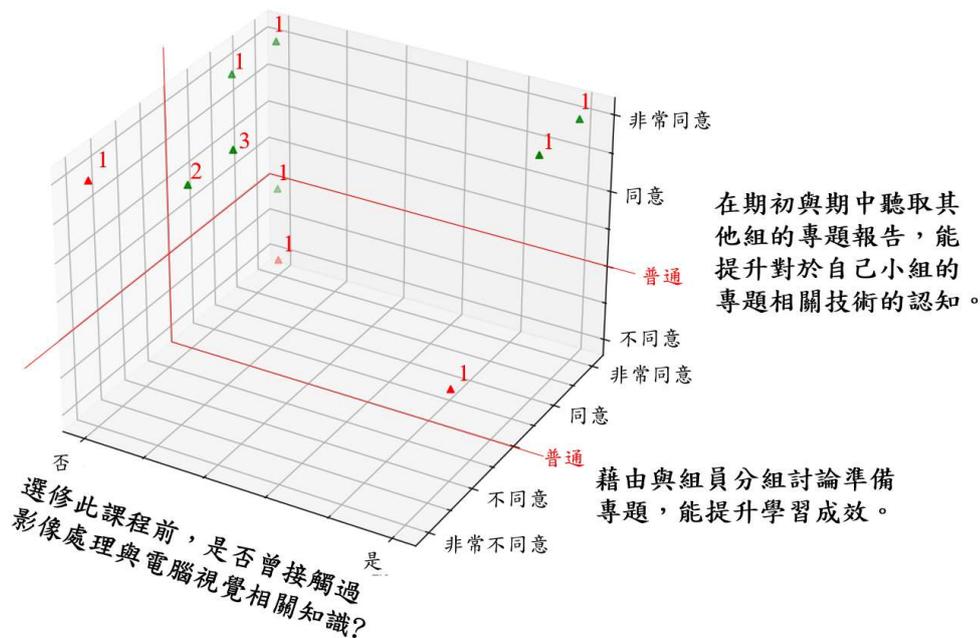


圖 12 是否具備數位影像處理相關知識，與專題導向的學習成效的關聯性(數字代表資料筆數)。

為了進一步確認本計畫所提之教學方法有助於提升學習成效，因此本計畫分析比較沒有執行教育部教學實踐計畫的 110 學年度第一學期與有執行教育部教學實踐計畫的 111 學年度第一學期的三次專題報告全班成績分布(圖 13 至圖 15)，三次專題報告分別為期初的專題提案報告，期中的專題進度報告，與期末專題成果報告，由三次報告的成績分布可觀察到，採行本計畫所提之教學法的學生的專題報告表現明顯優於未執行計畫的學期之學生表現，雖然本計畫執行的學期之學生人數較少，但相較於未執行計畫的學期，有更多學生的專題報告成績位於 91 分以上，此說明本計畫所提教學方案確實有助於學生在數位影像處理課程的學習成效。對於有執行教育部教學實踐計畫的 111 學年度第一學期的第二次的課程專題報告(圖 14)，有兩位同學的分數較低，其主要原因為該組同學報告時缺少了實作的程式碼與 demo，因此未得該部分的分數。表 2 為 110 學年度第一學期與 111 學年度第一學期之三次專題報告的平均成績，可看到執行本計畫的學期之三次報告的平均成績皆高於未執行計畫的學期之三次報告的平均成績。表 3 為國立中央大學的期末教學評量中的其中三個題目，每個題目皆採用量表的方式評分，針對這三個題目，圖 16 和圖 17 分別為 110 學年度第一學期與 111 學年度第一學期數位影像處理課程之期末教學評量結果，對照表 3 的題目會發現，參與本計畫的所有學生都認同(非常同意+同意)本課程內容的組織完善，有助於學習，並且認同這門課的教學方法有助於學生對於專業知識的吸收。由於本團隊第一次執行教學實踐研究計畫，在教材設計方面仍有改善空間，未來本團隊會基於執行這次計畫得到的經驗調整教材，使其更貼近學生的學習所需。

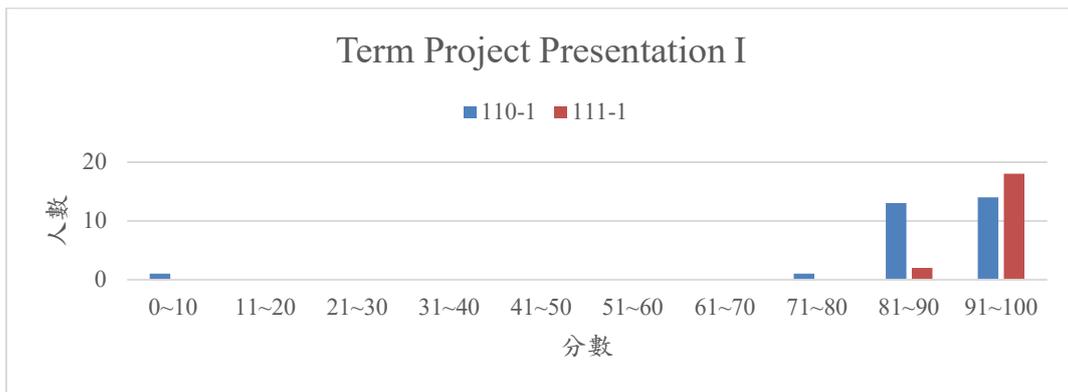


圖 13 第一次課程專題報告之成績分布圖。

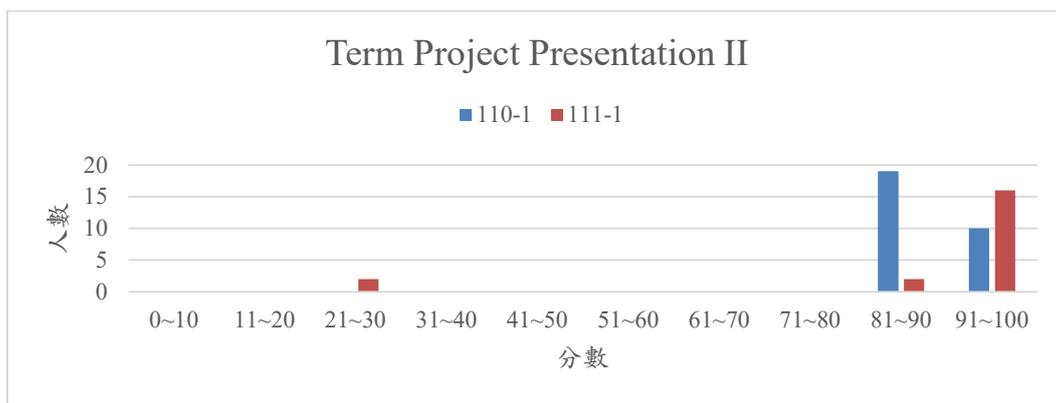


圖 14 第二次課程專題報告之成績分布圖。

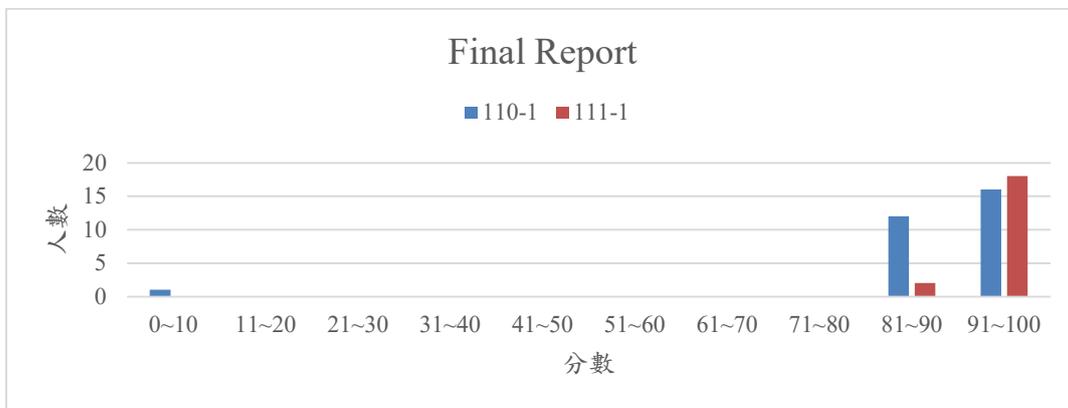


圖 15 第三次課程專題報告之成績分布圖。

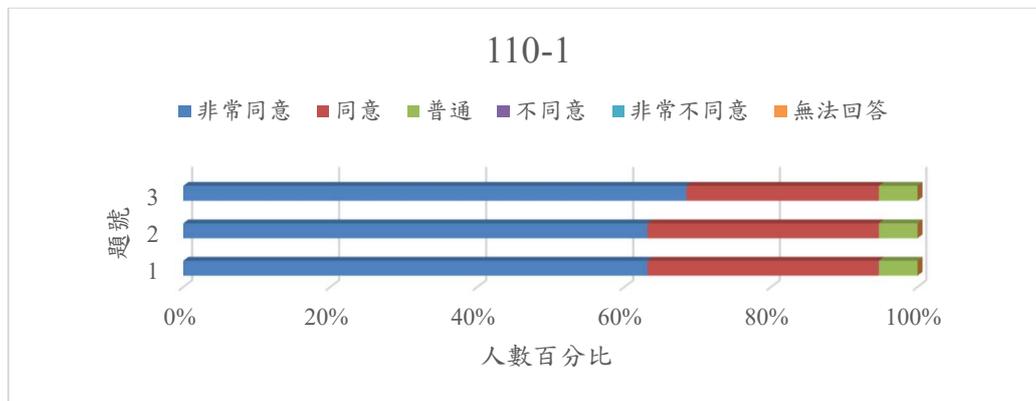


圖 16 2022 年數位影像處理課程(沒有執行教學實踐研究計畫)的全班教學評量結果分析，題號如表 3 所示。

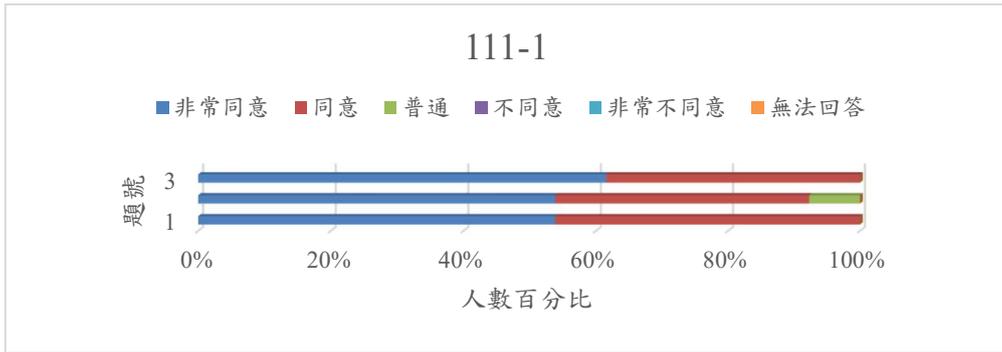


圖 17 2023 年數位影像處理課程(執行教學實踐研究計畫)的全班教學評量結果分析，題號如表 3 所示。

表 2 課程專題報告的全班平均成績。

	110-1 (無執行教學實踐研究計畫)	111-1 (執行教學實踐研究計畫)
第一次報告	86.9 分	92.5 分
第二次報告	90.21 分	90.67 分
第三次報告	88.16 分	93.14 分

表 3 國立中央大學期末教學評量中的部分題目。

題號	敘述
1	本課程內容組織完善，有助學習。
2	教材設計能顧及學生的學習狀況。
3	教師的教學有助於我對專業知識之吸收。

## (2) 教師教學反思

本計畫研究結果顯示專題導向的學習，確實有助於提升數位影像處理課程的學習成效與學習動機，而授課內容(包含線上補充教材)的適當性與授課順序，有助於製作期末專題。之後將考量若讓同學們從更廣的角度思考影像壓縮的專題製作，應更有助於提升整體視覺通訊系統品質，因此教學上需再次調整授課章節順序。

## (3) 學生學習回饋

圖 18 為同學們準備期初與期中的收穫之匿名問卷調查結果，從中可得知基於專題導向的學習真的能有效提升學習成效與學習動機。

15. 準備期初與期中的專題報告過程, 最大的收穫是甚麼?

12 則回應

學習到很多上課沒提到的相關知識, 藉由專題也看了很多的相關資料

提升程式設計能力

仔細思考其中的技術要點, 在老師上課或是其他組別報告中, 甚至是課外, 去吸收其他觀點, 驗證自己想法對不對。

更深刻理解影像處理流程

團隊合作  
coding能力

學到了一些以前不知道的影像壓縮技術

學習如何建立環境

了解影像的壓縮轉換流程

學到了更有系統性的報告paper和程式

對該paper的演算法籍背景知識更了解

1.我目前碩一, 跟我同組的是我同實驗室一樣碩一的同學, 經過這一次的報告合作, 我漸漸熟悉他的個性和做事習慣, 之後在實驗室和他合作會比較順利。  
2.學習分析網路上找到的程式, 例如在找讀取BMP檔案時, 找到很多不一樣的程式碼, 但是不一定每一個都可以用, 所以就必須要自己試著跑一次看看, 並且分析程式碼失敗的原因。

準備時間的分配

圖 18 專題製作的收穫之問卷調查結果。

## 7. 建議與省思 Recommendations and Reflections

由於授課教師開課考量小班制以提高教學品質, 因此問卷調查的樣本數待提升, 之後開課將提高修課人數上限, 讓更多同學們參與教學實踐研究計畫。此外, 這是第一次執行較學實踐研究計畫, 對於進行問卷調查的適當時機點與次數仍待調整。

## 二. 參考文獻 References

- [1] 陳盈達, TIP-BC 數學教學策略對原住民學生數學學習成效之研究, 碩士論文, 國立台中教育大學數位內容科技學系, 2008 年。
- [2] 周怡君, 不同學習風格學生在專題導向學習中的心流經驗與學習動機之研究, 淡江大學碩士論文, 2014 年。
- [3] S. Tan and Z. Shen, "A survey on hybrid problem-based learning in a digital image processing course," in *Proceedings of 15th Conference on Education and Training in Optics and Photonics*, paper 11143\_22, July 2019.
- [4] S. Tan and Z. Shen, "Hybrid problem-based learning in digital image processing: a case study", *IEEE Transactions on Education*, Vol. 61, pp. 127-135, 2018.