

【附件三】 成果報告(系統端上傳 PDF 檔)

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：PEE1100764

學門專業分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2022.07.31

以 ARCS 動機模式與認知鷹架之建構探討人工智慧技術課程之教學實踐研究
(配合課程名稱/Course Name) 人工智慧技術概論

計畫主持人(Principal Investigator)：張瓊文

協同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：嘉南藥理大學/資訊管理系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022 年 8 月 22 日

以 ARCS 動機模式與認知鷹架之建構探討人工智慧技術課程之教學實踐研究

一. 本文 Content (3-15 頁)

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

由於資訊科技相關領域課程的學習需要學生之運算思維能力，尤其是近年來相當受重視的人工智慧與機器學習領域，更是需要相當的資訊能力基礎才能使學生窺其奧妙，但也因為其在就業市場之重要性，使得資訊相關科系學生務必具備其基本知識，本研究嘗試使用動機模式 ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) 與問題解決方法中的認知鷹架 (metacognition scaffold) 來解決學生在學習人工智慧 (Artificial Intelligent; AI) 技術的瓶頸，讓學生經由體驗與示範 (增強動機的 ARCS 教材安排方式)，進而能夠檢驗自己的理解與學習方法 (增強後設認知技巧之認知鷹架架設)，增進其對 AI 技術 (AI) 的理解與思維創造，進而能藉由示範的例子做出創新之實作成果。

由於人工智慧相關課程繁多，本研究以人工智慧技術概論為實踐課程，主要對象為資訊管理系三年級學生，但不要求其邏輯思維與程式設計能力，其研究訴求為針對有基本資訊觀念之學生對於人工智慧課程之學習方式與成效之實踐。

2. 文獻探討 Literature Review

有關邏輯思維技術課程教學之困難，在文獻中已經被探討許多 [1]，在程式編碼的學習與教學的研究中發現，學生在學習邏輯相關的技術課程時，由於需要許多抽象思考的轉換 (例如程式設計課程中變數的設定與運算，陣列變數的計算與運用)，使得學生在學習時無法與其生活經驗作連結，因此往往因為學習成效不佳而認為是困難的科目，其中有研究指出，數學能力與程式編碼並無太直接的相關，反而，問題解決能力會與程式編碼的學習高度相關，此外，在問題解決方面，學生是否持續保持學習動機是很重要的關鍵因素，這將影響學生面對問題的困難時，是否願意調整與規劃新的學習策略，當然，也會直接影響其學習成效，另外，Erun 等針對 IPC (introductory programming course) 課程在選材，教學與學習的各種研究作出討論 [2]，其中包含將學習風格與教學方式的結果，該研究指出，採用主動式的教學方式，可以明顯的改善學生的學習成效，這也讓本課程對於學生回饋方式的設計乃採用主題式自我檢核與激勵式之主動訪談來進行。

近年由於資訊科技的蓬勃發展，相關的資訊課程已經深入到國中小階段，使得對於程式邏輯與技術相關科目的教學問題又再度被重視，研究指出，在教學上如果可以應用更多元的教材與更廣泛的應用，將可以協助學生了解與保持學習動機 [2]，另外，Erun 等亦針對 IPC 研究的討論指出 [2]，後設認知能力的不同將會直接影響學生對於指派問題的解決能力，進而影響學習成效，因此，經由這些討論，可以發現學生的學習動機與其認知程度會影響學生在建構知識過程的順暢度，一但在學習認知上過度困難，學生不具備足夠的後設認知知識與技巧將影響其學習的成效，本研究將主要針對 ARCS 動機模式與後設認知鷹架的教學融入方式提出探討，ARCS 是由 Keller 所提出，主要提出學習動機過程跟四種狀況 (注意 attention, 相關 relevance, 信心 confidence, 滿足 satisfaction) 有關聯，若在教學設計上運用此模式，將會提升學生的學習成效 [3]，其教學設計與教學引導將依照以下幾個原則：

A: 注意 (Attention)

(a) 如何引起學生興趣? (b) 如何激發學生探究的態度? (c) 如何使用不同的策略保持學生的關注?

R: 相關 (Relevance)

(a) 如何切合學生的學習的需求? (b) 如何適時提供學生學習時適當選擇, 給予他們責任與影響他們? (c) 該如何指導讓學習與學生的自身經驗作連結?

C: 信心 (Confidence)

(a) 如何協助學生建立對於達到學習目標的期望? (b) 讓學生了解, 自我的學習經歷將增強學生學習的自信? (c) 讓學生了解, 依據自己的能力, 清楚地知道自己可以成功

S: 滿足 (Satisfaction)

(a) 如何提供練習讓學生體驗他們獲得的知識/技能? (b) 如何去增強學生學習完成後的成果? (c) 如何協助學生對學習成果有正面肯定的感覺?

因為 ARCS 模式的教學設計對於學生的學習動機有不錯的效果, 許多技術相關課程陸續引用並融入教學中 [4-7], S. Alhazbi 對於程式編碼課程提出在 ARCS 模式下的教學設計的一些策略 [4], 在參考 Keller 原來提出的原則下, 作者使用活潑的電腦介面 (UI) 與學生互動, 並且安排透過生動簡單的範例, 除此之外, 作者著重在老師與學生間的互動與感受, 使學生對於課程的認知障礙降低, 結果顯示此方式較前一年的傳統方式之教學成果高出許多, 另外, Chang 等 [5] 針對程式編碼課程, 將 ARCS 模式與問題解決模式 (PBL) 融入與翻轉教室的教學方式, 其教學過程著重在觀念的解說, 自由討論, 目標的規則, 報告與實作練習, 作者也提出依照所提的方式的確可以增加學生的學習動機與學習成效, 後來, ARCS 模式也被運用在一些較專業的資訊領域 [6] 與科學創意的領域 [7], 其結果也發現可以提升學生的學習成效, 鷹架理論已有不少學者整理與應用在科學教育上 [8], 此理論可以從較早 Vygotsky 的近側發展區 (簡稱 ZPD) 談起, 其含意是指無能力的學習者可以藉由有能力的人架起鷹架, 逐漸發展自己的能力並激發潛在的能力。

依據 Bloom's taxonomy 的認知範疇理論 [9], 學習的認知與學習成果的表現有一定的對應, 其過程分為 6 個層次: (1) 記憶 (2) 理解 (3) 應用 (4) 分析 (5) 評估 (6) 創造, 然而, 研究顯示透過後設認知策略之教學可以達到更高的學習層次 [10], 也就是說教學方法若加入訓練學生後設認知的能力, 則可以提升學生關鍵的反思能力, 提升學生自我調整學習方式的技巧, 因此可以讓學習的內化更有成效, 有鑑於此, 有關後設認知的研究與相關教學方法的設計被提出討論, 因為後設認知技巧屬於特定領域相關, 即是不同領域有其適合的技巧, 徐 [11] 提出有關數學的後設認知量表的信效度研究, 作者提出五種分量表, 也呼應在數理相關的領域, 對於計畫, 監控與評估的三種後設認知技巧特別需要被強調, 因此, 在教學的設計中使用鷹架理論來訓練學生的後設認知技巧的研究也開始被討論 [12-14], An [13] 探討後設認知鷹架對於學生解決問題與學習後設認知技巧的影響, 結果發現, 學生經由計畫表的引導, 的確可以在解決問題的能力上有所提升, 也有不錯的學習回饋, 此外, 蔡 [14] 等人針對科學探究的教學, 使用後設認知鷹架的模式, 其強調在鷹架的設計上, 可以針對後設認知技巧的不同部分設置不同型態的鷹架, 其結構性鷹架對於探究活動的計畫與監控技巧有幫助, 而動態鷹架則可以促進學生的反思能力, 本計畫的後設認知鷹架也將此結果作為鷹架設計的參考, 因為技術相關課程多為問題解決導向的課程, 學生常需要在期末時, 設計或解決一個未知的專案, 因此, 如何將問題解決能力與認知鷹架導入教學也相當重要, 徐 [15] 等提出改良式的 PBL 模式, 其是將認知鷹架融入教學原理, 使其在教學設計與執行上能夠促進 PBL 的運行, 此部分雖無直接對應後設認知的鷹架, 但也顯示認知問題在教學與學習的重要性, 不同於以上研究, 本研究針對每一主題單元, 讓學生使用自我檢核表 (即認知鷹架) 內之後設認知技巧來練習, 以解決學生建置知識能力不足與回饋不足之問題, 其成效也受到學生之正向肯定。

3. 研究問題 Research Question

本研究討論的議題有:

1. 學習動機不足: 學生對於新領域的熟悉度與學習規畫不足 (尤其課程較需要抽象思維並與

學生經驗較無相關時)，造成學習動機不足。

2. 建置知識之能力不足：學生由於背景知識不同，於運算思維(computing thinking)之背景能力不足，並無法在心裡架設出知識的框架，也由於學習的反思能力不足，無法對自我學習做出檢視，導致無法將老師教授的範例運用在問題的解決上，也導致延伸學習之困難。

3. 學生學習的回饋不足：由於傳統方式按照進度方式跟課，教學現場因為缺乏回饋，往往無法及時了解其認知缺口，而中斷學生後續的理解學習。

人工智慧相關課程主要是以邏輯思維為背景，結合主題導向(PBL)的應用，因此更需要去架設其認知框架來解決學生的理解與增進學生的學習認知，在教學議題上應該配合其課程特性：結合理論與應用，並以解決問題為導向，因此，本計畫以體驗方式增強學生學習動機，以導入人工智慧之概念，結合知識的講授規劃，嘗試讓學生可以先接受其概念與應用層面再嘗試去理解其抽象的部分，基於上述的需求與規劃，本計畫所探討的教學議題將鎖定在如何在教學設計上增強學生動機，與如何協助學生增強認知上的學習反思能力，進而提升學習成效，而針對教學現場的困難處，依據觀察結果，本研究嘗試使用更具有反思與自我檢核規劃的現場教學方式，讓學生理解與建構其認知地圖，進而可以做自我學習的延伸與創作。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

本研究設計並無對照組，而是採用問卷方式量化與質性分析做討論，其學習成效採用前後測之樣本檢定分析，以下針對研究執行方式逐一描述。

此研究主要目的是嘗試新的教學實務方式，針對需要資訊技術與理論之課程(此為人工智慧技術概論課程)，進行有別於傳統直接講授方式的教學，希望可以提高學生的學習意願與學習成效，從教案設計到教學現場的實現，將以增進學生動機的方式來導入主題(ARCS 模式)，並且在學生學習過程，給予所謂認知框架，即是引導學生自覺與檢視學習的方法，包含檢視學習的規劃，行動，並時時可以做學習效果的評估並且調整學習策略，在教案實踐上給予適當的框架，以利學生達成其成就感，本研究並無對照組別，因為使用基於 ARCS 設計之全新教材，因此將以教學滿意度與之前使用教材做討論比較，在學生學習部分將採用課前課後測驗為對照。

對於研究動機中的三個問題：(1)動機不足 (2)建置知識之能力不足(3)缺乏回饋以致影響學習，本計畫嘗試新的教學策略與教學現場實施方法。

學生在學習時，其思考意識將會從其經驗取出相似的邏輯或對應方式來學習新的事物，因此，對於學生動機不足部分，而產生被動與甚至放棄學習問題，研究顯示，當超出其認知負荷或是無法引起興趣時，會忽略學習的動力，若要重新引發學生的學習興趣，將必須與他的經驗重新連結，引導其思路去經驗中找出對應，但這部分因各人不同，在教學尚無法去設計個別之教材，但可以參考 ARCS 之模式來設計教程，以 Attention 與 Reference 引起學生注意與關注，例如生活性的體驗與加強情境之解說，再以 Confidence 與 Satisfaction 讓學生體會與理解其教材對其學習的感受與收穫。

其次，針對建置知識之反思能力不足部分，主要因為學生對於教師的示範的理解，停留在記憶與模仿，並無法將其示範做出探究的思維，依據研究，此部分大多因為學生的後設認知能力不足引起，即學生在學習示範時，無法先思考自身的學習方式，根據研究指出，認知框架架設的教學策略可以促使學生提升後設認知的作用，利用示範，類比問題，提問，辯論，與模擬練習的過程，可以協助學生思考知識的架構過程，也就是說，認知框架的作用可以協助學生分析新的架構與舊有的知識認知與學習風格間的關係，進而達到學生有能力去做延伸學習與提升解決問題的能力。

針對此(1)(2)問題，採用 ARCS 之課程設計方式，並輔以認知框架(示範與引導式的自我檢核學習)來使學生能夠運用後設認知之能力，對於自我學習的意識更能掌握，進而提升其學習意願與信心，因此，此計畫的研究問題將是：使用 ARCS 方式之教學設計與認知框

架是否可以影響學生的學習動機與學習認知，另外，對於第(3)問題是屬於教學現場的部分，在傳統教學現場的操作方面，由於設備與教學流程設計的不足，教師無法針對個別學生做及時之指導，而是使用作業等方式確認學生的學習品質，然而，在理論與實作結合的技術課程中，學生需要將理論上所講的方式轉換為實務技術的應用，其在抽象思考與實務的轉換上，常無法產生學習經驗連結，也常超出學生的認知負荷，此時，歸納式的講解將提供學生重新檢視思維的機會，可以有效的協助學生做實務性思考的轉換，因此，歸納式的迷你講授將納入教學現場的流程設計中，而此研究問題將會去檢驗迷你講授與隨機之引導式訪談是否可以對學生帶來課堂上學習的持續性與學習過程的改善。

教學方法:

教案設計以體驗與範例帶入主題，提高學生學習動機(ARCS 模式)

每一主題中主要含有以下部分

- (1) 影片或實作案例體驗與講解(使用實作平台)
- (2) 知識點之介紹與補充(需標出影片時間點與參考網址)
- (3) 延伸討論議題
- (4) 指派解決之問題或延伸主題

於主題中請學生使用學習自我檢核表 (認知鷹架模式)

- (1) 自我檢核表之確認學習目標與內容部分主題之學習目標
- (2) 自我檢核表之學習規劃過程部分學生自我檢核每一項目之學習計畫與評估，此為後設認知之輔助鷹架，讓學生開始思考新主題的了解，計畫與行動
- (3) 自我檢核表之確認與評估部分，其中含有 ARCS 模式的回饋項目

在教學現場之執行上以迷你講授與即時回饋的執行，對於主題理解與指派的延伸討論，若學生被觀察有無法進行的狀況，將鼓勵其及時反映自己的困難，並可以描述出學習過程中不理解的知識點，教師或助教輔助以預先錄製的知識點講授或當場的歸納性講授，使學生可以依據自己的學習規劃繼續進行。

在教學資源應用方面，每一主題與兩次都有對應的動畫影片或平台操作，用以提升學生學習興趣，教師利用動畫加入理論之說明解釋，明顯的可以提升學生之專注程度，實作部分利用 Google Colab 線上執行平台，此平台支援人工智慧使用之函式庫與框架，且可以使用雲端的 GPU 資源來執行機器學習程式，學生利用自己的 Google 帳號與雲端硬碟即可完成作業。

在學習成效評估方面，涵蓋以下各項:(1)自我檢核表：使用既定表格，並使用網路大學作業方式繳交，(2) 課堂筆記與延伸討論主題：問答：使用網路大學作業上傳，(3)期中體驗影片與口頭報告：使用雲端平台做體驗創作 (4)期末專案：分組創作，使用 Colab 實作：可以選擇借用教師教材(樹莓派或 Glasses)為平台展示，或利用筆電或雲端平台作出監督式學習相關主題。

在研究資料蒐集工具方面，本研究之資料含有書面資料與教學現場之討論資料，包含學生即時反應到線上會議室資料之問題，課程之問卷將使用 google 表單方式進行收集，並使用 Excel 與 SPSS 統計軟體進行分析，每周接進行問卷與自我檢核表之執行，確實瞭解學生學習過程中之困難點。

有關教學活動部分，課程中之個別主題採用自我檢核與適性引導之方式，並隨時加入迷你講授之類的工具，學生可以提升其後設認知之能力，並依據授課所示範之範例，做為其認知鷹架，其授課活動如下：

[第 1 周]

學生基本資料問卷:包含學習經驗，人格特質，學習風格，對人工智慧認知，與後設認知能力評估。(ps:簡易後設認知能力量表與 學習風格量表，參見附件 1)，此時，需要先告知學生整體課程的規劃與教學方式，讓學生願意參與(並請同學簽參與計畫之受試者同意書)。

[授課期間]:



(圖 1: 授課期間教學方式示意圖)

每一授課主題將依據上述的操作方式，給予學生動態與適性的支持性鷹架，

[ARCS 模式引導&認知鷹架模式]

其給予知識性鷹架操作方式是使用 ARCS 方式，即每周課程盡量使用動畫方式或操作平台來做導入，教師利用動畫的播放，一邊加入理論之講解，為提升學生之整理能力，此時會要求學生做動畫與平台操作過程的重點截圖，並將視為每周之作業分數，

[迷你講授 & 引導訪談]

針對每週主題或實作部分，經由教師於教學現場觀察學生狀況並與學生互動後，統整學生目前問題，針對瓶頸點提出迷你講授，依據課程紀錄，迷你講授大多在期中考試後之實作期間，當學生實作程式時，對於理論中所理解的產生疑惑，教師會針對其知識點重新針對提問學生或全班進行講授，引導訪談部分，主要針對進度較無法跟上之學生，以固定問題詢問並了解其學習上的障礙，進而參雜迷你講授或指派助教協助方式來解決個別學生問題，以本次課程來統計，大約有 6 週進行過迷你講授，共計 15 次，而引導訪談部分約 2 次，

[自我檢視&討論回饋]

並於每一主題結束後讓學生針對 2 方面的學習成效做自我檢視:一是 ARCS 模式中，對於學習的滿足感與後設認知中的確認學習完成等特性做回饋(自我檢視 AR)，另一是針對主題的理解做不同層次(提問，思維與創作)的回饋(後設認知)，並於教學平台之議題討論中，讓同學省思與討論(PBL 討論)，討論回饋部分即為議題討論之執行，讓同學在教學平台上針對每週議題提出想法，本課程共執行 15 次檢核表與 15 週之 21 個議題討論(附件 3)，

以下為各週次之間卷活動:

<周前測>:

針對主題概念式之問題問卷

<周後測>

每周主題之自我檢核表:

每周主題內容之成效測驗問卷

[最後一周]:

Part1:新教學模式之回饋

教學設計整體

ARCS 模式之回饋

後設認知技巧的提升

Part2 填寫學校制式的教學評量問卷

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

教學過程與效果

本研究以大三上學期人工智慧技術改論課程為主，開設為一班之3學分3小時專業選修課程，總上課時數有54小時，課程目的在於讓學生可以了解人工智慧與機器學習技術之理論與實務應用，並將以python為實作編碼之程式語言，修讀人數為41，未完成期末者14人，期末有效問卷27人次。

在教學現場的操作用方面，本計畫預計運用階段主題的自我檢核方式，一方面讓學生可以在學習之前了解學習目標，一方面可以引導學生啟用後設認知之能力，讓學生可以思考與規劃學習每一主題的學習方式。

第1週問卷結果如下：

以其完成第1週前測學生資料看來，共33份完成問卷，其中只有4位有程式設計證照，有24位(73.5%)修過基本程式語言(VB, python, C++)，但其自認為的學習深度為：48.3%只熟悉基礎部分，20.7%認為還無法自學更深入的部分，17.2%可以深入自學，13.8%認為已經熟悉並可以用來解決問題，對於python語言有44.8%表示有興趣，但其中一半(24.1%)並未接觸過，對於程式語言的整體既定概念，有7.4%同學認為不難，22.2%認為很困難，但有70.4%認為有困難度，但願意試試，另外，91%同學並未修讀過人工智慧相關課程(只有1位上過相關課程)，但有23.5%同學自學過AI相關知識(3位)，在詢問同學對AI領域目前既定的概念時，61.8%同學對於AI的未來發展趨勢較感興趣，其後依序是：AI在娛樂產業上的應用，AI的實作技術，AI在商業上的應用，AI在工業上的應用。

若依據人格特質問卷(DISC)來歸納(共抽出10題作答)，此批學生有8.52%為支配型(老虎)人格，33.3%為影響型(孔雀)，42.86%為安定型(無尾熊)，14.28%為分析型(貓頭鷹)人格，另外，在後設認知能力評估上，學生對於基礎問題解決能力之認知與態度上平均達82.1(滿分100)，除了在自我省思能力(78.7)與整合資訊能力(77.3)狀況較差外，其餘均在80分以上。

第2-8週 & 10-15週：

將依據(圖1: 授課期間教學方式示意圖)方式進行，主要在於學生必須針對檢核表的引導，實際填寫其每一項目，其中有關ARCS模式的詢問與認知鷹架的建立將對學習佔有相當大的影響，若能依據檢核表規劃並了解所學內容的狀況，學生可以漸漸習慣新的學習方式，也能於下一個主題的學習有所幫助，此時，教師與助教需觀察學生對檢核表逐項的理解認知程度，並主動提出解釋與詢問，讓學生可以依照自我的察覺回答。

此外，在課程進行時，教師隨時採用主動詢問方式，了解學生的回處，並利用網路大學平台中的線上討論室，請學生回覆自己的進度，一旦有學生尚無法跟上進度，將請助教協助或啟動迷你講授方式協助其完成。

以下為自我檢核表之範例:此檢核表設計利用word文件之巨集功能，讓學生以點選方式進行檢視，後設認知技巧練習項目中，可以看出學生在學習每一單元主題的思考規劃等認知層次，也藉由此方式，讓學生可以依照這些技巧之引導，讓自己去檢查是否有去執行相關的認知動作，基本上此部分執行方式為下課前5分鐘，教師請同學放下手邊動作，專心回答此部分，於期末問卷中也顯示，大部分同學認為這種方式是有助於他們的學習。

[後課認知技能練習]				
	Part 1:	Part 2:	Part 3:	
<input type="checkbox"/> : 我會如此做:	了解最佳化的觀念	了解 <code>oslab</code> 使用	了解 <code>pythoun</code> 基礎	
<input type="checkbox"/> : 我不會如此做:				
看完小節後會整理:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
確認是否完全理解:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
每部分舉出其他例子:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
每部分確認是否合乎邏輯或合理:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
思考可否發現新的事物:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
整體想過，是否學的完整:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
重建課堂的例子:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
能依理解與範例提出心得:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
構思出這主題的概念圖:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

圖 2: 自我檢核表範例

此檢核表也將針對當天主題，讓學生檢視自我認知之學習成效

上課後：檢核學習日誌

檢核主題	以上課內容而言，你的程度				
1. 了解 TensorFlow 基本使用	<input type="checkbox"/> 差	<input type="checkbox"/> 還好	<input type="checkbox"/> 尚可	<input checked="" type="checkbox"/> 還不錯	<input type="checkbox"/> 優秀
2. 了解 KLRAS 建立簡單網路步驟	<input type="checkbox"/> 差	<input type="checkbox"/> 還好	<input type="checkbox"/> 尚可	<input checked="" type="checkbox"/> 還不錯	<input type="checkbox"/> 優秀
3. 了解優化器的用法與比較	<input type="checkbox"/> 差	<input type="checkbox"/> 還好	<input checked="" type="checkbox"/> 尚可	<input type="checkbox"/> 還不錯	<input type="checkbox"/> 優秀
4. 了解學習率的影响	<input type="checkbox"/> 差	<input type="checkbox"/> 還好	<input checked="" type="checkbox"/> 尚可	<input type="checkbox"/> 還不錯	<input type="checkbox"/> 優秀
5. 了解建立 NN 前，數據預處理觀念	<input type="checkbox"/> 差	<input type="checkbox"/> 還好	<input checked="" type="checkbox"/> 尚可	<input type="checkbox"/> 還不錯	<input type="checkbox"/> 優秀
6. 了解誤差函數選擇之影响	<input type="checkbox"/> 差	<input type="checkbox"/> 還好	<input checked="" type="checkbox"/> 尚可	<input type="checkbox"/> 還不錯	<input type="checkbox"/> 優秀

圖 3: 自我檢核表 自我認知學習成效

第 16-17 週:

此 2 週為業師協同授課，主要引導學生探討期末專案主題，並展示有關邊緣運算的實作作品，讓學生除了雲端計算外，可以理解如何將 AI 運算應用在產業或創客作品裡，(學生對業師授課之主題與滿意度達 85.2)(上課實況參見附件 4)

以下是業師上課之執行過程：

使用設備: 樹梅派 4B (已請助教安裝 linux 系)

主題: OpenCV 與樹梅派實現 AI 人臉辨識

利用樹梅派與攝影鏡頭模組設備，使用 `openCV` 函式庫與 `python` 語言，讓同學實踐電腦視覺之處理，並使用鏡頭做資料收集與嘗試人臉辨識之實作，在期末業師的滿意度調查上也達 78.2 之分數。

第 18 週: 期末作品展演:

舉行口頭報告與評分，最後也進行後測作業，另外，也邀請學生針對本課程作心得回饋與分享，(以下為實作範例: 學生實作球類多分類模型，並以 `python` 展示其誤差與準確率等變化過程)(範例成果圖片參見附件 5)

對於研究動機中的三個問題：(1)動機不足 (2)建置知識之能力不足(3)缺乏回饋以致影響學習，針對本研究所設置的教學活動觀察，將作以下討論，針對(1)動機不足，課程以影片方式與體驗平台來說明人工智慧相關主題，的確讓學生更容易將學習放在思考與理解上，而不會因為程式設計技術之困難而無法理解，在教學現場執行上，要求同學針對影片做出有興趣部

分之截圖與回饋討論，甚至列為議題討論，約有 80% 以上同學可以在要求下完成，而跟上上課步調，此回饋是利用即時線上討論室請學生回覆完成狀態。

針對(2)建置知識之能力不足，課堂上將做知識點之介紹與補充，雖然也是使用影片講解，但在回饋上，學生明顯較無法跟上步調，此也反映在學生自我認知學習成效之結果上，有關於最佳化等較難理解或抽象之議題，學生之接受程度與自我評估狀況皆下降，即使將影片或錄影放在網路上讓學生觀看，其主動觀看次數仍屬不多(大約為正常課程節點之 1/3 以下)，而延伸討論議題中將會將指派解決之問題或延伸主題 納入討論，因給予期限較寬，其回覆結果也較好(平均回覆人次皆達 80% 以上)。

針對(3)缺乏回饋以致影響學習部分，教學現場發現學生仍習慣於被動方式，用詢問方式或是單獨訪談方式才能獲取學生真正的困難，在執行迷你授課 15 次時，其中的只有一半是由同學主動提問，其餘皆由老師或助教到現場觀察學習結果後，主動提出瓶頸之知識點問題，而加以講授補充，而針對學生之訪談也是如此，需要陪學生進行一部分過程後，才能引導其進入單元的重要點，學生能主動提問的狀況偏少，因為是新的知識，以學生的能力尚無法提出問題所在，但現場也發現，針對有實作或請學生做議題延伸討論之單元，較容易激發學生主動提問。

因本課程是理論與實作並進之課程，因此在期中報告與期末專案的製作上，會安排老師與助教之輔導時間，學生也較容易在課上或課餘的輔導時間討論出較多的學習上問題，而藉由發問，教師更容易有機會理解學生學習的模式與其困難的瓶頸。

(1) 學生學習回饋

有關學生回饋部分包含：(1)校方問卷教學滿意度 (2) 課程內容與學習滿意度 (3) 學生自我評估 (4) 學生自我認知學習成效 (5) 期末問卷課程效益

本課程於學校針對本課程之教學滿意度問卷結果達 85.4 (滿分:100)(附件 2)，而於期末問卷中有關課程內容與學習滿意度達 78.0(滿分:100)(附件 2)。

學生針對尋求教師與助教之協助相當認同(17-18)，也針對實作部分預設之範例(鷹架)有正面的肯定(15, 19-20)，但對於課程中理論的理解(21-22)較無積極的感受，以下為學生認為有興趣之單元主題分佈，且於其細項分數可知學生對於實作部分(78.5)的認同高於理論部分(75.0)，且認為程式實作可以增加其對 AI 技術的理解(80.0)。

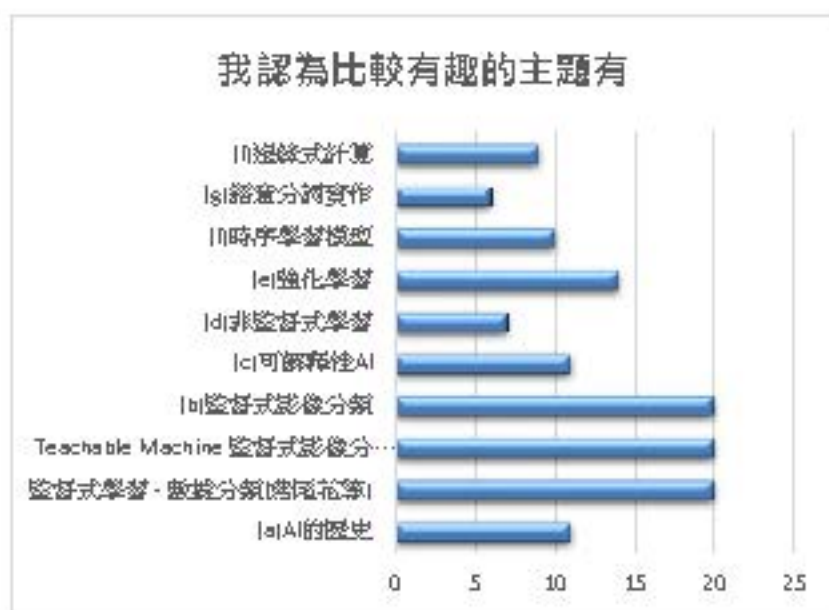
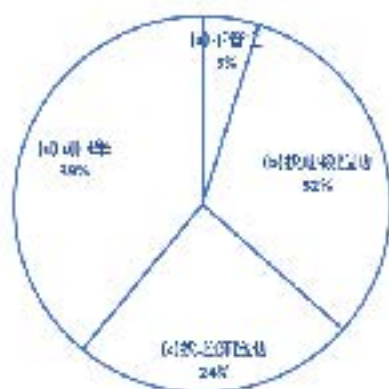


圖 4 期末問卷中各主題學生有興趣程度

【學生自我評估】:

以下為有關期末問卷學生對自我評估之項目：(問題 25:若有不懂的上課內容，你會?) 的學生求助方式如以下統計，這也明顯看出學生與教師或助教互動比例相當高(下圖左)，而針對學習方式問題(問題 34: 整體而言，你認為此課程的學習方式是?) 顯示有 26%學生認為相較於課程為理論或實作，自我認知能力在本課程之學習上更為重要(下圖右)，

學生求助方式統計



學生認知之課程的學習

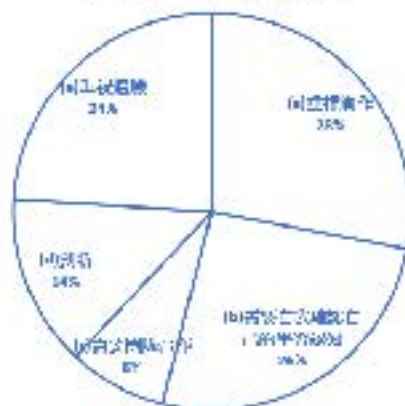


圖 5 左:學生求助方式, 右: 學生認知之學習方式

【學生自我認知學習成效】(自我檢核之平均成效)

經由每周之自我復設認知技巧的練習，針對各單元，學生自我評估之如下(以較佳與較差之單元為例，其餘結果請參看附件 7):



圖 6 單元 2 與單元 10 之學生自我評估成效

如左圖:AI 應用體驗單元為學生認知之自我學習滿意度較高之單元，且有一半以上同學對自我學習感到滿意(不錯與優秀)，右圖為學生認知之自我學習滿意度較低之單元，有關代表性網路之介紹，此部分的確較為難理解，課程上雖有影片輔助卻無操作平台與實作支援，其自我學習之滿意度較低，自認為學得好的學生也只在 1/5 左右，以下是各單元的情況:

各單元學生認知之學習成效

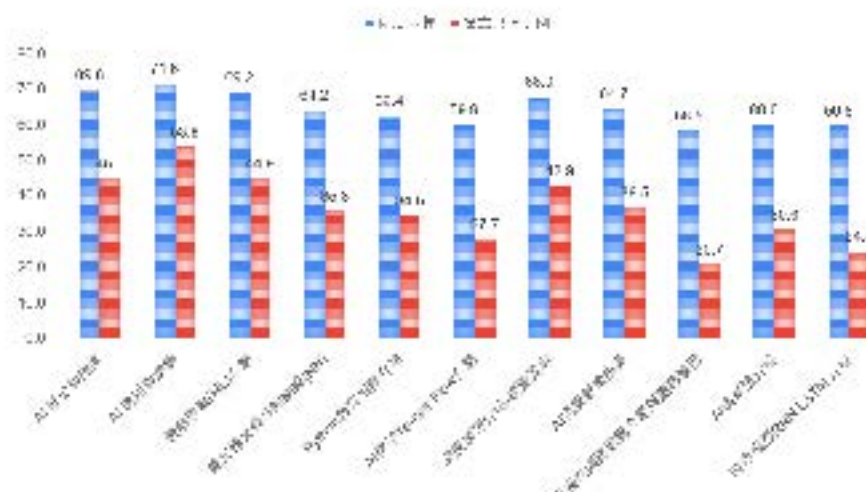


圖 7 所有單元之平均自我評估成效

若將期末問卷中學生有興趣之主題與自我認知學習狀況做比較，發現學生對於時數安排較多的“AI 應用體驗”與“影像視覺辨識”皆較有興趣與信心，此外，由期末問卷結果得知(問卷課程效益部分)，學生在情感面對 AI 較為認同(79.7)，也對後續 AI 相關知識願意接受與探索(行為認知 78.3)，但在技術方面仍自認為有較多困難(技能效益 75.4)(參見附件 8)。

整體而言，對於 ARCS 的教材導入，在問卷中學生將有以下回饋：

A: 注意(Attention)與 R 相關 (Relevance) 部分，期末問卷中 13, 14 題反映學生對體驗影片之設計與 AI 體驗平台之認同，分別為 74.78 與 78.26，認為可以提升興趣與協助學習。

C: 信心(Confidence)與 S: 滿足(Satisfaction) 部分：對於 C 與 S 部分將分別由以下指標討論，在期中報告部分：期中報告認同程度：平均：75.54，期末專案認同程度(平均：78.55)(參見附件 8)，此外，本課程之教學實踐主要目的以自我復設認知技巧之練習導入學習過程，期望提升學生的復設認知與自我檢視之技巧，並預期可協助學生進行學習，因此，將會讓學生在每周學習後以自我評估方式進行反思與評估，提升復設認知技巧，其認知層架便如自我檢核表之列出，包含規劃，監督與評估之自我檢視項目。

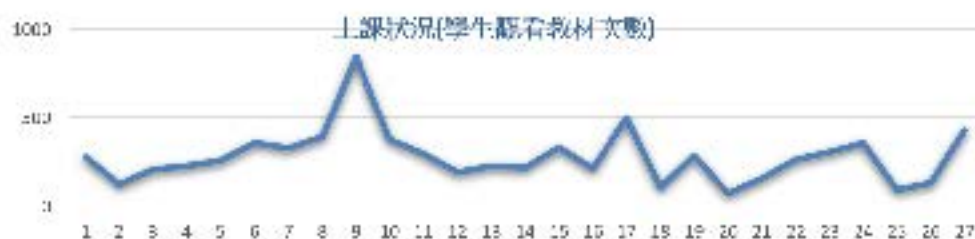
學生實質學習成效與認知成效之比較

首先，針對學生每週填寫的自我檢核表進行自我認知學習與實際學習差異之分析，以下是完成期末專案之 27 位學生之期末總成績與其自我認知學習效果之分布：

成績 vs 自我認知成效



以下為學生上課觀看教材總次數，以此作為學生參與上課參與狀況之評估依據。



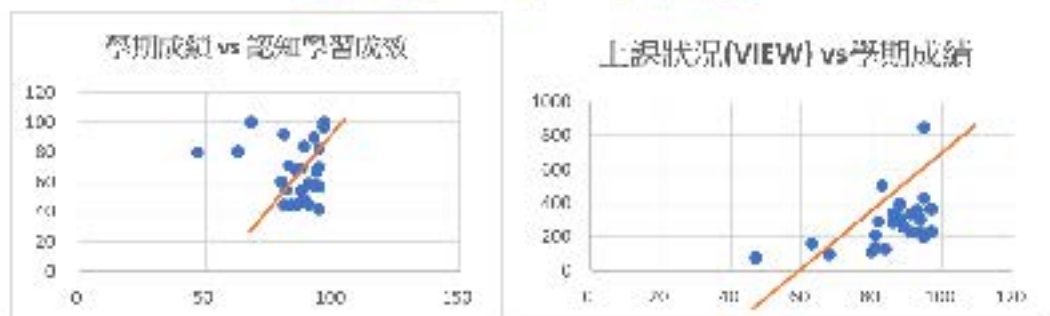
其學期成績計算方式為平時 40%(包含作業, 出席與問卷與議題討論回覆等), 期中報告 30% 與期末報告 30%, 以下為各資料間之相關性,

相關

		學期成績	認知學習成效	上課狀況 (VIEW)
學期成績	Pearson 相關	1	-0.162	0.481*
	顯著性 (雙尾)		0.418	0.011
	觀察	27	27	27
認知學習成效	Pearson 相關	-0.162	1	-0.055
	顯著性 (雙尾)	0.418		0.785
	觀察	27	27	27
上課狀況 (VIEW)	Pearson 相關	0.481*	-0.055	1
	顯著性 (雙尾)	0.011	0.785	
	觀察	27	27	27

*. 在雙尾檢定中為 0.05 時, 相關顯著。

結果可發現”學期成績”與”認知學習成效”之間相關性為-0.162, 相關性極低, 但顯著性 p 值為 0.418, 表示相關性低的事實並不顯著, 但另一方面, **上課狀況與學期成績之相關性 0.481 略有相關性**, 且具有顯著性(p=0.011), 而上課狀況與認知學習成效之相關性低, 且並無顯著性 (p=0.785), 根據以上分析, 只能確認上課觀看教材次數(上課狀況)與學生最後學期成績略有相關, 但其餘並無一定顯著關係, 但若以資料分佈來討論, 發現學生的自我認知學習成效普遍較低, 只有 2 位學生自我認知成效較高而實質成績較低, 也只有 2 位符合其認知學習之預期, 但有趣的是, 以下圖相關分佈圖來看, 其部分自我認知與實質成績有相關趨勢,



學習成效(前測後測比較)(參見附件 6)

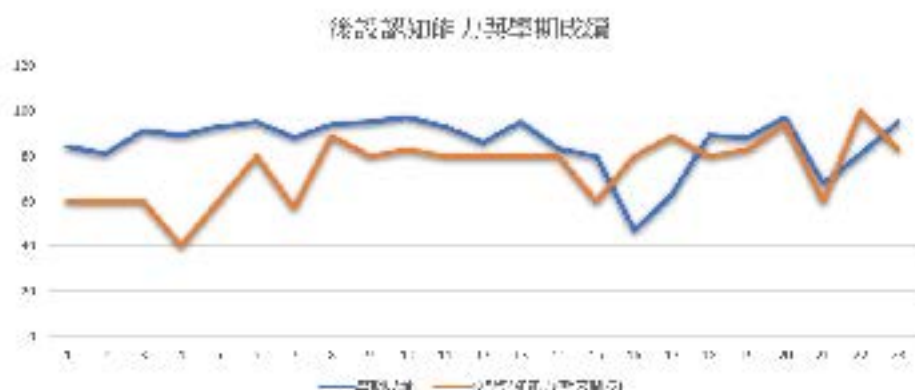
各週課程進行前將給予 2 題前測問題(即提取該週單元之觀念題), 但後測約有 45 題, 其內容較與當週內容相關, 因此前測問題偏容易, 而後測以複選方式進行較為困難,

	前測平均	後測平均	雙尾檢定檢定(p)
第 4 周-第 15 周	51.68%	52.69%	0.7262
第 6 周-第 15 周	49.70%	54.01%	0.1516
第 8 周-第 15 周	48.10%	55.36%	0.0494

其結果可發現, 前 4-5 週, 學生較容易達成前測問題, 卻在後測不易答對, 雖然如此, 當由體驗課程進入到實作與較為專業之部分, 前後測的差異越來越顯著, 其結果發現在第 8 週後其前後測資料呈現顯著差異(p<0.05),

後設認知能力與成績

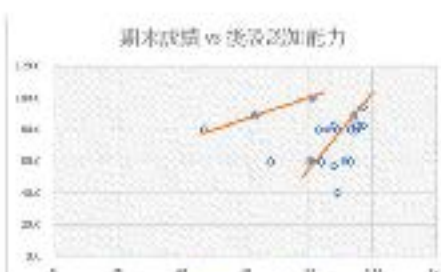
至於學生後設認知能力是否影響學期成績，以下是期末問卷學生認知後設能力與學期成績之關係，



統計資料顯示兩者並無相關性，且顯著性低，

相關

		學期成績	後設認知技巧
學期成績	Pearson 相關	1	.045
	顯著性 (雙尾)		.939
	個案數	23	23
後設認知技巧	Pearson 相關	.045	1
	顯著性 (雙尾)	.939	
	個案數	23	23



但其實際兩者相關分佈如上右圖，表現出兩者或許無線性相關，但依據資料的觀察發現其相對關係仍然相當集中，

自我檢核表提升後設認知能力之成效

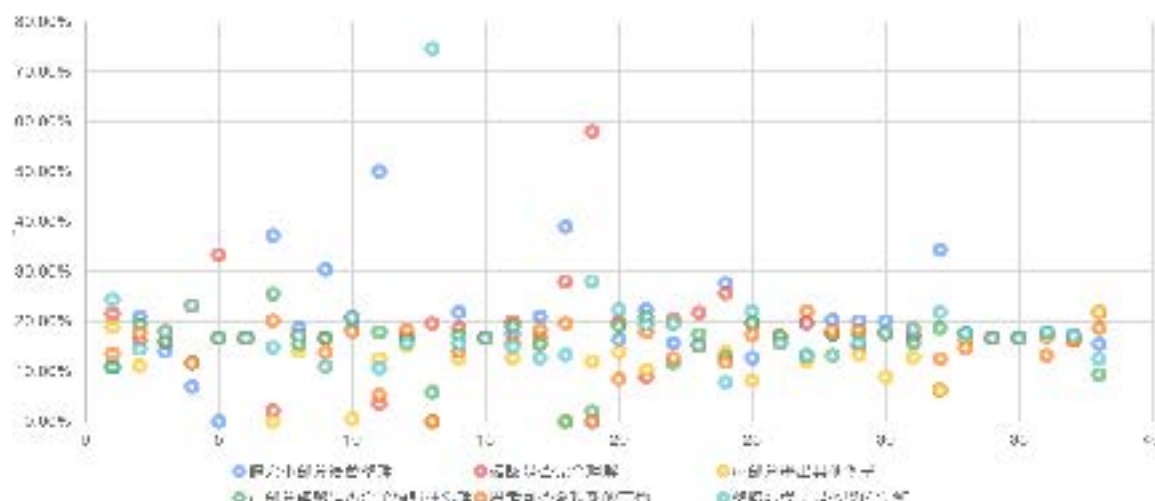
以下是問卷中針對自我檢核表的使用，讓學生反思在學生認為的學習方式，自我評估等後設認知技巧上是否可以增進，並在情感與行為上認同自我檢核的方式，將其應用在往後的學習上，認同分數平均有 74.66，

在每周的主題中，讓學生以自我檢核表針對每一主題提出以評估與規劃方式選出他對該主題的學習面向與深度；其將每周主題評估結果總合起來，可以發現每位學生對於學習之評估面向與深度並不相同，

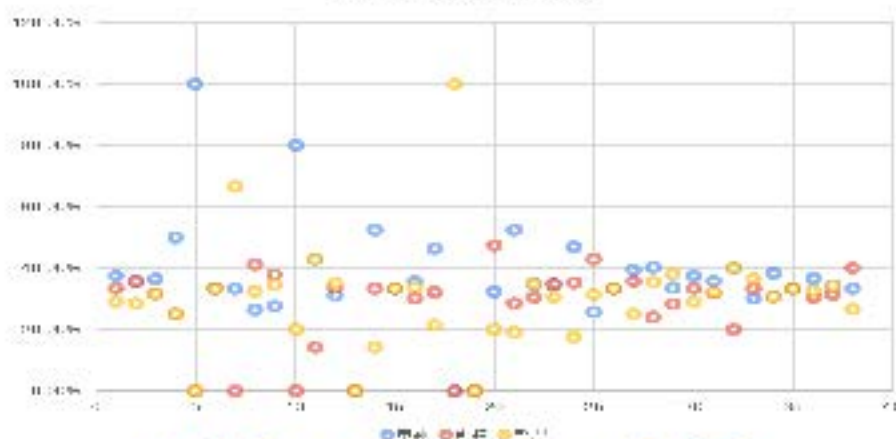


以下為所有學生，對後設認知技巧用在學習面向的分佈圖，可以發現大部分學生對於“整理”與“確認”的技巧較為熟習，

學生(1-38)對課後之後設能力技巧分佈



課後後設認知行動力



以 DISC 人格特質分析分析後設認知技巧

若以 DISC 人格特質來分析其後設認知技巧來看，目前有效資料 33 筆，共有(1)：老虎-實際(支配)型人格 3 人，(2)孔雀-社交(影響)型人格 12 人，(3)無尾熊-親切(安定)型人格 15 人，(4)貓頭鷹-分析型型人格 3 人，其可以發現老虎型之人格對於整理與確認技巧香度較佳，

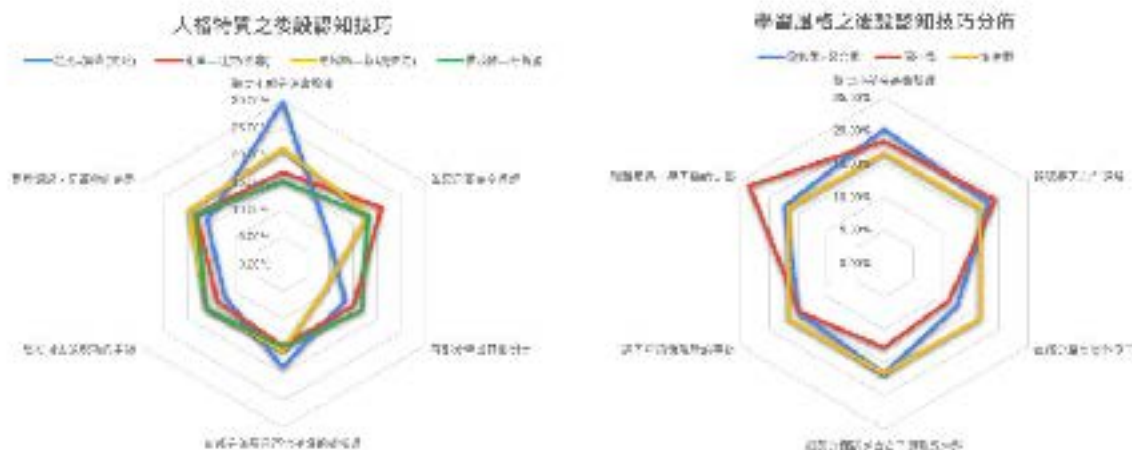
	個人小節分數	每個分數是					
		策略	理解是否完全	每個分數出其他例子	合乎邏輯或常理	思考可否發現新的事物	整體整理，是否學的完整
老虎--實際(支配)	3	29.79%	9.84%	13.31%	18.89%	12.16%	16.01%
孔雀—社交(影響)	12	16.91%	20.96%	15.05%	14.99%	13.76%	18.33%
無尾熊—親切(安定)	15	21.16%	18.19%	9.05%	15.88%	15.93%	19.79%
貓頭鷹—分析型	3	15.22%	18.06%	16.86%	15.22%	16.29%	18.34%

以學習風格分析分析後設認知技巧

以下針對學生學習風格對於後設認知技巧之討論，以學習風格而言，分為發散型(具體，同化型，聚合型與適應型，其意義參考[16]分析，以目前資料可分為三類：分別為 A: 發散型+聚合型，B: 同化型，C: 適應型，目前有效資料 33 筆，共有 A 類 24 人，B 類 8 人，C 類 1 人，其統計結果如下，大部分學生屬於類 A，其熟悉技巧為聽完之整理與確認理解方面，

個人小節分數	策略	理解是否完全	每個分數出其他例子	每個分數認是否合乎邏輯或常理	思考可否發現新的事物	整體整理，是否學的完整

發散型+聚合型	20.25%	18.20%	12.68%	16.67%	14.86%	17.34%
同化型	18.46%	19.31%	11.26%	12.77%	14.71%	23.49%
適應型	16.67%	16.67%	16.67%	16.67%	16.67%	16.67%



6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

總結以上回饋與分析成果，我們發現在教學研究之時間中，ARCS 的教材導入模式是受到肯定的，然而反應在學生認知上喜歡的主題(其主題多為體驗或影片輔助較多之單元)，也讓學生較具有成就感。此外，期中報告完成數量(約 31 份)相較於期末報告(27 份)也說明此點。因為期末為程式實作之專案，而期中報告以體驗平台為主。

另外，在認知鷹架方面，雖然其認知學習成效與實質期末成績相關性不高，但由於自我檢核表之練習，學生大都已经會嘗試著評估自我的學習狀況。從開始幾周較多學生無法填寫到第 3 周後，這 90% 以上學生皆可以順利填寫。此表示後設認知之技巧越來越熟練，並可以漸漸使用在學習上。其回饋資訊也相當有趣，針對每單元之每個主題，大多數學生都已達到“整理”的觀念與動作為主；而其他如思考與評估甚至創新等較少。此也反映出教學現場的狀況，學生在現場因為初次學習，尚無法深入道延伸之學習。但所幸的是在課程效益之問卷中，本課程在情感與行為上都獲得學生認同，學生願意以本課程為基礎，做出後續對相關主題的學習與認同行為。

另外，學生的學習技巧也在自我檢核的項目也凸顯出，每位學生所認知的學習方式不盡相同，而且針對每個單元，其方式也略微有差異。此訊息可以再深究出，針對學生特質，課程單元的規劃方向與修改。另外也發現，在教學現場上，應該多給予學生反思的時間，雖然有一題討論的回饋，但是在時程的設計上，學生並無太充分時間回顧主題，並加以舉例或找問題。此在往後的教學活動操作上應加入。

最後，針對研究之 3 個教學問題(1)動機不足 (2)建置知識之能力不足(3)缺乏回饋以致影響學習。的討論。動機不足部分，本研究以 ARCS 之導入教材方式，讓學生認同授課方式並反應於課後願意主動學習(課程效益)。關於問題(2)部分，雖然課程內容已使用知識點支援錄與迷你講授方式，但在教學互動現場中，學生主動性不足，教師常常並無法即時了解其問題。此部分常常在開始實作作業時才能反應出來。因此，如何搭配教學內容與實作的流程確實為改善之方向。在問卷中，學生也反應到理論理解的因

難，並認同實作時較能協助其理論的理解。至於問題(3)，本課程部分，本課程設計了幾個回饋方式，一為教學現場之討論室(主要為教學步調之管控)，二為每周之議題討論，三為每周前後測驗與自我檢核表(此部分為最重要之資訊來源，也不定時提醒填寫方式)，第四為課堂發問與訪談。其中課堂中學生主動發問部分次數最少，只能由助教老師藉由觀察來察覺問題，並進行迷你講授。本研究以學生認知的角度來讓同學可以自我檢視成效，並針對課程主題進行不同認知技巧的檢視。其回饋相當有價值，此不單可以看出每位學生學習的差異，在整體上，也可作為教學單元或主題成效之評估，藉以重新調配時數或比例，或增加教學活動等調整。

二. 參考文獻 References

- [1]. R. P. Medeiros, G. L. Ramalho and T. P. Falcão, "A Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming in Higher Education", in IEEE Transactions on Education, vol. 62, no. 2, pp. 77-90, May 2019, doi: 10.1109/TE.2018.2864133.
- [2]. E. Mehmood, A. Abid, M. S. Farooq and N. A. Nawaz, "Curriculum, Teaching and Learning, and Assessments for Introductory Programming Course," in IEEE Access, vol. 8, pp. 125961-125981, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3008321.
- [3]. J.M.Keller, "Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach" New York: Springer. (Available in English, Japanese, and Korean Translation into Arabic in process.), 2010.
- [4]. S. Alhazbi, "ARCS-based tactics to improve students' motivation in computer programming course" 2015 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), Cambridge, 2015, pp. 317-321, doi: 10.1109/ICCSE.2015.7250263.
- [5]. YH Chang, AC Song, RJ Fang "Integrating ARCS Model of Motivation and PBL in Flipped Classroom: a Case Study on a Programming Language" September Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education vol. 14, no. 12, 2018.
- [6]. Alhassan, Riyadh "The Effect of Project-Based Learning and the ARCS Motivational Model on Students' Achievement and Motivation to Acquire Database Program Skills", Journal of Education and Practice 5: pp.158-164, 2014.
- [7]. 夏至賢, 賴權峰, 蘇育生, 黃悅民, "以 ARCS 動機模式及問題導向學習法應用於機器人育探討", 2020 第九屆工程、技術與科技教育學術研討會, 2020.
- [8]. Chou-En Hsieh, The Developments, "Types, and Models of Scaffolding Theories and the Implication for Science Instruction", 科學教育月刊, vol. 364, pp. 2 - 16, 2013.

- [9]. J.Skalka, M.Drlík, "Educational Model for Improving Programming Skills Based on Conceptual Microlearning Framework", In: Auer M., Tsiatsos T. (eds) The Challenges of the Digital Transformation in Education. ICL 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 916, Springer, Cham. 2018.
- [10]. M. Apaydin and M.Hossary, "Achieving metacognition through cognitive strategy instruction", International Journal of Educational Management, vol. 31, no. 6, pp. 696-717. 2017.
- [11]. 涂金堂(Chin-Tang Tu), "數學後設認知量表之發展與信效度考驗", 教育心理學報 : 47 卷 1 期 (2015/09/01),pp.109-131
- [12]. G.Schraw, R.S.Dennison, "Assessing metacognitive awareness", Contemporary Educational Psychology, vol. 19, no. 4, pp.460-475, 1994.
- [13]. Y. An, L.Cao, "Examining the effects of metacognitive scaffolding on students' design problem solving in an online environment", J. Online Learning and Teaching vol. 10, no. 4, December, 2014.
- [14]. 徐靜嫻；林偉人, "應用改良式 PBL 建立師資生教學設計知能與一般性能力之研究=Enhancing Student Teachers' Instructional Design Abilities and Generic Skills through a Modified PBL", 教育科學期刊 vol. 15, no. 1 [民 105.06] pp.1-30, 2016.
- [15]. MC Linn, "Designing computer learning environments for engineering and computer science: The scaffolded knowledge integration framework", J. Science Education and Technology, vol. 4, no. 2, 1995 ISSN 1059-0145
- [16] Kolb, D. (1984). The experiential learning: Experience as a source of learning and development. New Jersey: Prentice- Hall.
<http://bigdataquestionnaire.blogspot.com/2019/04/lsi.html>

三. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

[附件 1]: 簡易後設認知能力量表 & 學習風格量表

簡易後設認知能力量表題目(參考[11]與 5C 關鍵能力意向量表)

1	當我有疑問時，我會尋求他人的幫助。	策略調整
2	當我不明白時，我會試看看用其他的方法。	策略調整
3	當我在學習中感到不明白時，會停下來並重新閱讀相關資訊。	策略調整
4	我會從時反省自己是否有達到我的目標。	監督
5	在回答問題前，我會考慮多種選擇。	監督

6	當我學習新的東西，我會問自己了解多少。	監督
7	當我完成一個任務後，我會再想想是否有更簡單的解決方法。	評估
8	我能在學習後，統整自己所學的資訊。	評估
9	當我完成一個任務時，我會反省有沒有達到當初訂好的目標。	評估
10	整體而言，我會去想如何學習一件事情	

結果：

學生個人後設認知能力評估問卷 (平均:82.26)

S_01	當我有疑問時，我會尋求他人的幫助。	83.48
S_02	當我不明白時，我會試著用其他的方法。	87.83
S_03	當我在學習中感到不明白時，會停下來並重新閱讀相關資訊。	85.22
S_04	我會定時反省自己是否有達到我的目標。	79.13
S_05	在回答問題前，我會考慮多個選擇。	83.48
S_06	當我學習新的東西，我會問自己了解多少。	76.52
S_07	當我完成一個任務後，我會再想想是否有更簡單的解決方法。	80.00
S_08	我能在學習後，統整自己所學的資訊。	77.39
S_09	當我完成一個任務時，我會反省有沒有達到當初訂好的目標。	82.61
S_10	整體而言，我會去想如何學習一件事情	86.96

學習風格量表問題(Index of Learning Style)

1. 我在學習過程中喜歡	思考/做中學/調動自己的情感體驗/喜歡看和吃	
2. 我感覺什麼時候學習效果最好	認真聆聽並觀察/借助邏輯思考/相信自己的預感和體驗/努力將事情做完	
3. 我在學習過程中：	喜歡推理/認真負責/安靜而沉穩/有強烈的情感反應	
4. 我學習的時候：	對新的體驗、新經歷採取開放的態度/會多方面地觀察問題/喜歡分析事物，將整體分解成各部分/喜歡試驗	
5. 通過什麼途徑我會學得最好	觀察/人際間互動/合理的理論/有機會試驗和實踐	
6. 什麼時候我可以得到最理想的學習效果	進行思考、分析時/樂於接受、思想開放時/認真仔細時/學以致用時	
7. 我學習的時候：	喜歡看到自己的學習成效/喜歡理念和理論/傾向行動前做好充足的準備/喜歡全身心投入學習	

[附件 2] 教學滿意度問卷

(1) 以下是學校針對本課程之教學滿意度結果(滿分:5) 平均:4.27 (85.4)

教師會於課堂上說明授課大綱及教學計畫。	4.34
教師使用的教材，能引發我對此領域的瞭解，對我的學習有所助益。	4.29
教師會依學生反應狀況與學習能力，適度調整課程內容，提升我的學習效益。	4.29
教師的教學表達清晰，有助學生瞭解教學內容。	4.32
除傳統講課外，教師會搭配其他教學方法，如運用多媒體、分組、實作及參訪等。	4.29
教師的教學方式能激發我的學習興趣。	4.21
我修習的課程成績考核方式能反映我的努力及學習成效。	4.21

本課堂很少發生教師遲到、早退或缺課的情形。	4.34
教師會鼓勵學生提出學習問題，並即時給予適當的講解與協助。	4.29
教師與同學們的教學互動情形良好。	4.26
教師上課時會提醒學生不要聊天、滑手機、睡覺及其他不恰當的行為。	4.16

(2) 期末問卷中課程內容與學習滿意度(滿分:100) 平均 78.0

11. 我認為課程安排是由淺到深，非常適合學習	72.17
12. 我認為課程在理論與實作部分安排適當	78.26
13. 我認為老師在實作前的體驗影片可以協助我理解內容	74.78
14. 我認為體驗平台的練習可以協助內容的學習	78.26
15. 實作部分的精例程式碼可以協助我深入 AI 的實作練習	78.26
16. 我認為業師教學部分可以協助我對 AI 實務的理解	75.65
17. 我認為理論講義中，老師或助教協助重要	82.61
18. 我認為實作中，老師或助教的協助重要	82.61
19. 我認為了解實作範例的內容再去執行很重要	83.48
20. 我認為程式實作可以增加我對 AI 技術的理解	80.00
21. 比起實作，我認為理論概念的了解比較可以增加我對 AI 技術的理解	75.65
22. 我可以選讀課程中理論的解說與程式實作的練習	73.04

[附件 3]: 議題討論列表

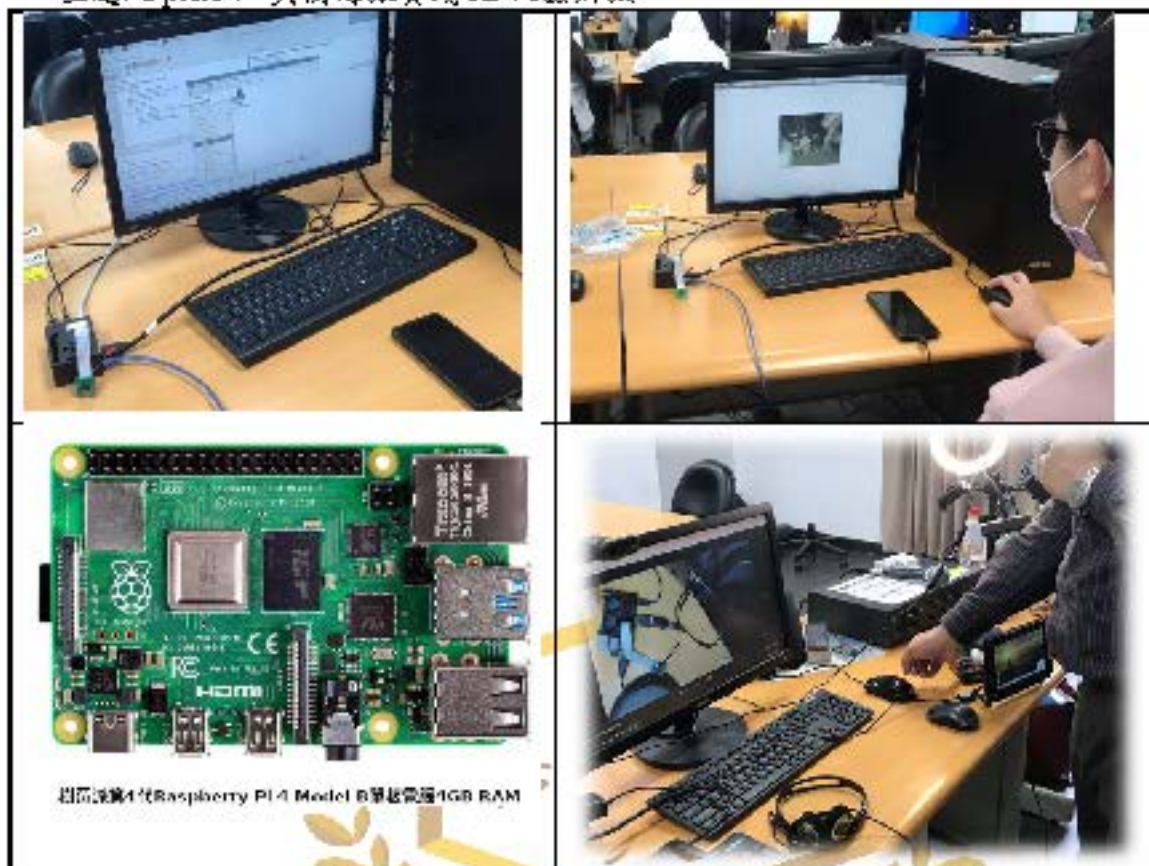
議題討論回應統計 (平均 31)

單元/題次/週次	議題討論主題	回應次數
01/1/01	如何記錄人類的思考方式?	33
01/2/01	訓練模型是什麼?	33
02/02/1	如果要製作一個智慧型空調，你認為訓練的資料將會是什麼? 你認為訓練的步驟為何? 請簡單描述	33
03/1/03	若要使用機器學習方式，將水果分類，請你建議要記錄的果特徵至少 3 項	48
03/2/03	舉出 AI/GO 有關分類的應用	38
03/1/04	寫出 openAI GYM 中強化學習的應用 2 個例子	33
03/2/04	請問如果以掃地機器人為例，你認為可以用哪一種機器學習方式，解決其自動化判斷問題，說明一下你的理由	32
04/1/05	為何需要激活函數?	33
04/2/05	列出 3 種激活函數	38
05/1/06	請簡單說明優化器使用動量的含意	32
05/2/06	寫出你知道的 python 函式庫 3 個	35
06/1/07	寫出你認為最好用的優化器 2 種	33
07/1/07	交叉熵誤差函數適用於哪一種問題	35
08/1/08	寫出你知道的池化層的計算方式	31
09/1/10	如果使用影像資料分類，你覺得薔花分類容易還是貓與狗分類容易? 為什麼?	25
09/2/10	簡單說一下 什麼是過度擬合(overfitting)問題	25
10/1/11	寫出可以用來影像分類做基礎的網路模型 2 個	28
10/2/12	請問最接近原始影像大小的特徵圖(feature map)是第幾層 CNN 輸出	24
11/1/13	你認為 SVM 可以分類非線性資料嗎? 要如何做?	24
11/2/14	你認為 AdaBoost 的優點是什麼?	24
12/1/15	你認為 RNN 與 LSTM 差別在哪裡	25

[附件 4]: 業師上課之執行過程

使用設備: 樹梅派 4B (已請助教安裝 linux 系)


主題: OpenCV 與樹梅派實踐 AI 人臉辨識



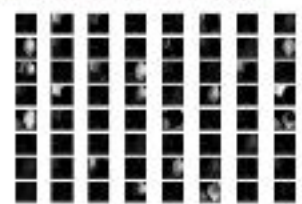
[附件 5] 期末報告展演範例

學生實作球類多分類模型，並以 python 展示其誤差與準確率等變化過程)

01 球類圖的整理



02 球類分類模型訓練過程



01 球類分類模型訓練過程 (python 展示其誤差與準確率等變化過程)

```

import tensorflow as tf
import numpy as np
import cv2
import os
import random
import sys
import time
import math
import pickle

# 設定參數
batch_size = 128
learning_rate = 0.001
num_epochs = 100
num_classes = 10

# 資料路徑
train_dir = 'train'
test_dir = 'test'

# 讀取資料
train_images = []
train_labels = []
test_images = []
test_labels = []

for class_name in os.listdir(train_dir):
    class_dir = os.path.join(train_dir, class_name)
    for image_name in os.listdir(class_dir):
        image_path = os.path.join(class_dir, image_name)
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (224, 224))
        train_images.append(image)
        train_labels.append(class_name)

for class_name in os.listdir(test_dir):
    class_dir = os.path.join(test_dir, class_name)
    for image_name in os.listdir(class_dir):
        image_path = os.path.join(class_dir, image_name)
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (224, 224))
        test_images.append(image)
        test_labels.append(class_name)

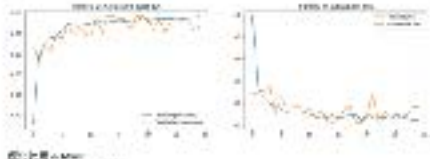
# 轉換為 numpy 陣列
train_images = np.array(train_images)
train_labels = np.array(train_labels)
test_images = np.array(test_images)
test_labels = np.array(test_labels)

# 建立模型
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(224, 224, 3)),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dense(1000, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(num_classes, activation='softmax')
])

# 編譯模型
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])

# 訓練模型
model.fit(train_images, train_labels, batch_size=batch_size, epochs=num_epochs, validation_data=(test_images, test_labels))

# 評估模型
loss, accuracy = model.evaluate(test_images, test_labels)
print('Test Loss: %f, Accuracy: %f' % (loss, accuracy))
            
```



02 球類分類模型訓練過程 (python 展示其誤差與準確率等變化過程)

```

import tensorflow as tf
import numpy as np
import cv2
import os
import random
import sys
import time
import math
import pickle

# 設定參數
batch_size = 128
learning_rate = 0.001
num_epochs = 100
num_classes = 10

# 資料路徑
train_dir = 'train'
test_dir = 'test'

# 讀取資料
train_images = []
train_labels = []
test_images = []
test_labels = []

for class_name in os.listdir(train_dir):
    class_dir = os.path.join(train_dir, class_name)
    for image_name in os.listdir(class_dir):
        image_path = os.path.join(class_dir, image_name)
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (224, 224))
        train_images.append(image)
        train_labels.append(class_name)

for class_name in os.listdir(test_dir):
    class_dir = os.path.join(test_dir, class_name)
    for image_name in os.listdir(class_dir):
        image_path = os.path.join(class_dir, image_name)
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (224, 224))
        test_images.append(image)
        test_labels.append(class_name)

# 轉換為 numpy 陣列
train_images = np.array(train_images)
train_labels = np.array(train_labels)
test_images = np.array(test_images)
test_labels = np.array(test_labels)


# 建立模型
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(224, 224, 3)),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dense(1000, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(num_classes, activation='softmax')
])

# 編譯模型
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])

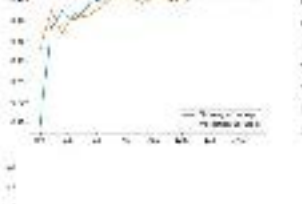
# 訓練模型
model.fit(train_images, train_labels, batch_size=batch_size, epochs=num_epochs, validation_data=(test_images, test_labels))

# 評估模型
loss, accuracy = model.evaluate(test_images, test_labels)
print('Test Loss: %f, Accuracy: %f' % (loss, accuracy))
            
```

01 球類圖的整理



02 球類分類模型訓練過程



03 球類分類模型訓練過程 (python 展示其誤差與準確率等變化過程)

```

import tensorflow as tf
import numpy as np
import cv2
import os
import random
import sys
import time
import math
import pickle

# 設定參數
batch_size = 128
learning_rate = 0.001
num_epochs = 100
num_classes = 10

# 資料路徑
train_dir = 'train'
test_dir = 'test'

# 讀取資料
train_images = []
train_labels = []
test_images = []
test_labels = []

for class_name in os.listdir(train_dir):
    class_dir = os.path.join(train_dir, class_name)
    for image_name in os.listdir(class_dir):
        image_path = os.path.join(class_dir, image_name)
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (224, 224))
        train_images.append(image)
        train_labels.append(class_name)

for class_name in os.listdir(test_dir):
    class_dir = os.path.join(test_dir, class_name)
    for image_name in os.listdir(class_dir):
        image_path = os.path.join(class_dir, image_name)
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (224, 224))
        test_images.append(image)
        test_labels.append(class_name)

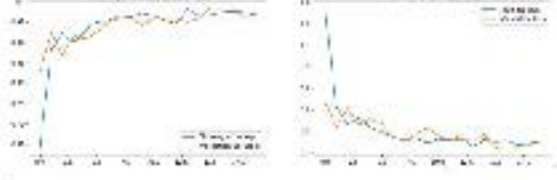
# 轉換為 numpy 陣列
train_images = np.array(train_images)
train_labels = np.array(train_labels)
test_images = np.array(test_images)
test_labels = np.array(test_labels)

# 建立模型
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(224, 224, 3)),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dense(1000, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(num_classes, activation='softmax')
])

# 編譯模型
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])

# 訓練模型
model.fit(train_images, train_labels, batch_size=batch_size, epochs=num_epochs, validation_data=(test_images, test_labels))

# 評估模型
loss, accuracy = model.evaluate(test_images, test_labels)
print('Test Loss: %f, Accuracy: %f' % (loss, accuracy))
            
```



04 球類分類模型訓練過程 (python 展示其誤差與準確率等變化過程)

```

import tensorflow as tf
import numpy as np
import cv2
import os
import random
import sys
import time
import math
import pickle

# 設定參數
batch_size = 128
learning_rate = 0.001
num_epochs = 100
num_classes = 10

# 資料路徑
train_dir = 'train'
test_dir = 'test'

# 讀取資料
train_images = []
train_labels = []
test_images = []
test_labels = []

for class_name in os.listdir(train_dir):
    class_dir = os.path.join(train_dir, class_name)
    for image_name in os.listdir(class_dir):
        image_path = os.path.join(class_dir, image_name)
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (224, 224))
        train_images.append(image)
        train_labels.append(class_name)

for class_name in os.listdir(test_dir):
    class_dir = os.path.join(test_dir, class_name)
    for image_name in os.listdir(class_dir):
        image_path = os.path.join(class_dir, image_name)
        image = cv2.imread(image_path)
        image = cv2.resize(image, (224, 224))
        test_images.append(image)
        test_labels.append(class_name)

# 轉換為 numpy 陣列
train_images = np.array(train_images)
train_labels = np.array(train_labels)
test_images = np.array(test_images)
test_labels = np.array(test_labels)


# 建立模型
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(224, 224, 3)),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dense(1000, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(num_classes, activation='softmax')
])

# 編譯模型
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])


# 訓練模型
model.fit(train_images, train_labels, batch_size=batch_size, epochs=num_epochs, validation_data=(test_images, test_labels))

# 評估模型
loss, accuracy = model.evaluate(test_images, test_labels)
print('Test Loss: %f, Accuracy: %f' % (loss, accuracy))
            
```


01 球類分類模型訓練過程 (python 展示其誤差與準確率等變化過程)



02 球類分類模型訓練過程 (python 展示其誤差與準確率等變化過程)



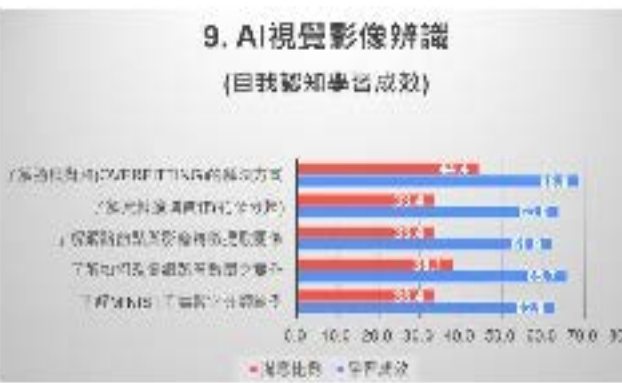
03 球類分類模型訓練過程 (python 展示其誤差與準確率等變化過程)



[附件 6] 各周學生課前測驗與課後測驗情況。

各單元	課前測驗(題念)	課後測驗(訂題)
(第 4 周) 第 03 單元 課後測驗 (機器學習(ML)介紹)	60.34%	47.95%
(第 5 周) 第 04 單元 課後測驗 (感知器與類神經網路(NN)	60.75%	45.56%
(第 6 周) 第 05 單元 課後測驗 (Python 語言相關介紹)	54.84%	48.82%
(第 7 周) 第 06-07 單元 課後測驗 (AI 框架 Tensor	55.77%	49.74%
(第 8 周) 第 08 單元 課後測驗 (深度學習介紹-視覺資料)	48.28%	52.78%
(第 10 周) 第 09 單元 課後測驗 (AI 視覺影像辨識)	56.48%	57.78%
(第 11 周) 第 10 單元 課後測驗 (代表性網路架構介紹與選	44.64%	61.67%
(第 12 周) 第 10 單元 課後測驗 (代表性網路架構介紹與選	50.00%	45.60%
(第 13 周) 第 11 單元 課後測驗 (AI 演算法介紹)	56.14%	62.46%
(第 14 周) 第 11 單元 課後測驗 (AI 演算法介紹)	42.59%	56.37%
(第 15 周) 第 12 單元 課後測驗 (時序模型 RNN LST	38.60%	50.88%





12. 時序模型RNN LSTM 介紹

(自我認知學習成效)



【附件 8】期末問卷分類整理結果

【期末問卷課程效益】

PART01: 技能部分: 程式實作能力與興趣 (平均 75.4)

42. 在 AI 與機器學習技術部分, 我認為我已經有基本的概念	80.00
43. 在 AI 與機器學習技術部分, 我認為我已經了解模型訓練好壞的關鍵概念	77.39
44. 在 AI 與機器學習技術部分, 我認為已經有基本的實作能力	73.04
45. 在 AI 與機器學習技術部分, 我認為我可以基於課程的範例去理解新的實作程式	73.04
46. 在 AI 與機器學習技術部分, 我認為我可以探索較基礎的模型訓練主題與演算方法	75.65
47. 在 AI 與機器學習技術部分, 我認為我可以探索更深入的模型訓練主題與演算方法	73.04

PART02: 情感認知 (平均 79.7)

48. 基於本課程的學習, 我可以去理解其他 AI 與機器學習的應用	76.52
49. 基於本課程的學習, 我認為 AI 與機器學習還有許多需要克服的困難	80.87
50. 基於本課程的學習, 我認為 AI 與機器學習還可以擴成到很多領域的應用	81.74

PART03: 行為認知 (平均 78.3)

51. 基於本課程的學習, 我會再繼續關注 AI 與機器學習的發展	79.13
52. 基於本課程的學習, 我認為 AI 與機器學習不再是困難重重	77.39
53. 基於本課程的學習, 我會喜歡 AI 與機器學習的技術與應用	80.87
54. 基於本課程的學習, 我會主動學習與 AI 相關技術與知識	75.65

【期末問卷: 其他】

學生個人後設認知能力評估問卷 (平均: 82.26)

S_01 當我有疑問時, 我會尋求他人的幫助。	83.48
S_02 當我不明白時, 我會試著看看用其他的方法。	87.85
S_03 當我在學習中感到不明白時, 會停下來並重新閱讀相關資訊。	85.22
S_04 我會定時反省自己是否有達到我的目標。	79.13
S_05 在回答問題前, 我會考慮多種選擇。	83.48
S_06 當我學習新的東西, 我會問自己了解多少。	76.52
S_07 當我完成一個任務後, 我會再想想是否有更簡單的解決方法。	80.00
S_08 我能在學習後, 統整自己所學的資訊。	77.39
S_09 當我完成一個任務時, 我會反省有沒有達到當初訂好的目標。	82.61
S_10 整體而言, 我會去想如何學習一件事情	86.96

期中報告認同程度：(平均：75.54)

26. 因為要做期中報告，讓我更了解訓練模型的意義	78.25
27. 因為要做期末專案，我會確實弄懂專案需要的技術	77.39
28. 實作部分讓我對 AI 感到興趣，並會自己繼續學習	73.91
29. 我認爲或實作可以增加自己的成就感	78.26
30. 體驗部分讓我對 AI 感到興趣，並會自己繼續學習	77.39
31. 自我檢核表可以協助我了解學習的過程	73.04
32. 自我檢核表可以協助我了解學習的主題	73.91
33. 相較於以前的方式，自我檢核表可以協助我的學習	72.17

期末專案認同程度 (平均：78.55)

55. 期末專案製作可以加深我對 AI 技術的學習	81.74
56. 期末專案製作我比較希望可以跟其他人合作	77.39
57. 期末專案製作可以讓我發揮想法的機會	74.78
58. 期末專案可以練習如何解決 AI 訓練模型的問題	80.00
59. 期末專案製作可以讓我學習如何討論與解決問題，且過程是很重要的練習	79.13
60. 我很享受與滿意自己對期末專案的努力與成果	78.26

教學現場：反向問題

61. 上課過程中，我常無法跟上老師的講解	58.26
74. 我常因為忘記上個禮拜的內容，導致不理解這禮拜上的課程	66.96
75. 我認爲因為數理邏輯基礎不好，才導致不理解上課的內容	66.96
76. 我認爲因為害怕程式的實作，才導致不理解上課的內容	57.39

教學現場：學生預習複習問題

72. 上課前，我會事先預習這門課的內容	66.09
73. 下課後，我會再次複習這禮拜上的內容	65.22

教學現場：學生學習問題

62. 上課過程中，不懂的部分常常因為老師帶領了體驗與練習後才理解	74.78
63. 在老師講解還無法理解的部分，常在實作練習中可以理解	69.57
64. 我常在實作中才發現自己了解的問題	73.91
65. 我在課堂中會立刻解決不懂的問題	74.78
66. 遇到不懂時，我喜歡在課堂的練習時間發問	70.43
67. 遇到不懂時，我喜歡找老師單獨討論我的問題	66.96
68. 遇到不懂時，我會先問同學再問助教或老師	75.65
69. 我認爲課堂上提問可以讓我跟得上上課的步調	72.17
70. 我認爲提問後，老師協助解決問題與講授的方式，可以針對我不懂的地方，讓我收穫更多	78.26
71. 如果有時間，我會對我混淆或不懂的部分，再次請教老師	75.65
77. 整體而言，我對這門課程自己學習的狀況滿意	81.74