

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：

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 – 2023.07.31

以問題導向學習(PBL)策略的實務社群提升大學生學習動機與成效之研究－以
微處理機技術必修課程為例
(微處理機技術/Practicum in Microprocessors)

計畫主持人(Principal Investigator)：伍朝欽

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立彰化師範大學／資訊工程學系

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)：2023 年 9 月 10 日

以問題導向學習(PBL)策略的實務社群提升大學生學習動機與成效之研究—以微處理機技術必修課程為例

一. 本文 Content

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

學生喜歡打電動遊戲是因為可以享受不斷過關的成就感。若過不了關的時間已經超過學生的忍受極限，那學生通常會選擇暫時離開。但若是試了多次仍無法過關，那最後應該就是不再碰這個遊戲了。此時，除非有其他的同學跟他說：“哈！我可以傳授你一個密技！”。這時，我們可以看到這個學生的眼神中又出現了希望，又再度顯露出內心中原有的強烈企圖心。

申請者已經負責教授“微處理機技術”多年。在上第一節課總是會花一段不算短的時間跟學生說明這門課的重要性，以及未來產業界有多少非常好個就業機會。例如：學長姐光靠一個【微處理機技術】中的【Hardware Interrupt】的技術，就找到一個待遇非常好的工作，年薪早已經破兩百萬元。

通常聽完我的鼓勵後，學生都會有著高昂的鬥志。但是，當學生開始遇到問題而無法有效克服時，慢慢的，偷偷滑手機或上網的時間就越來越多了。遇到困難的挫折讓學生原來的熱情不在。

【微處理機技術】是本校資工系學生所接觸第一門以軟體控制硬體的課程，是一門大二上的必修課，後面銜接多門延伸科目。另外，近來由於 AI 人工智慧應用的快速發展，許多來自不同學校或科系的學生，各自以轉學、轉系、雙主修、輔系、外系選修等來選修【微處理機技術】這門課程。這些新的資工系學生，有著不同的程式基礎訓練，因此我通常會徵求小天使協助那些需要關心的同學。

在聽完同儕們分享執行教學實踐研究計畫的經驗與心得後，觸發我去構思一個更好的教學法的想法。

2. 研究問題 Research Question

本計畫探討：以【問題導向學習法】的教學法輔以【實務社群】是否可以有效的提高學生對於【微處理機技術】的學習動機及學習成效。主要的教學問題如下：

- i. 學生的學習持續力會因為遇到困難無法解決而降低或甚至消失。
- ii. 【問題導向學習法】與【實務社群】可以如何幫助學生一起成長？
- iii. 如何分組呢？老師指定？還是學生自由組隊？是異質性分組？還是同質性分組？異質性分組可以發揮母雞帶小雞的功能，但是在爭取整體成績的前題下，小雞可能扮演技術邊緣的角色。同質性分組可以紓解以上的問題，讓每個成員可以扮演較重要的角色，但是在遇到問題時可能需要外部的協助。
- iv. 如何確保在分組學習的機制下，可以確保每個同學都有基本的知能？分組開發軟硬體系統，較低成就的學生可以有同儕協助學習，但是消極的話，就會幾乎學不到甚麼技能，但是卻可以安然拿到學分。

3. 文獻探討 Literature Review

問題導向學習 (problem-based learning, 簡稱 PBL) 方法強調在解決問題過程中，學生自己參與學習活動，設定自己的學習目標，積極搜索和分析信息(Nuutila et al., 2005)。在 PBL 中，原本是大量且碎片化的教材內容，藉由解決日常生活中的問題，而讓學生可以有更高的學習動機，且以更整合的方式面對這些要學習的內容。在問題導向學習法中，是藉由問題的解決過程來進行學習，在過程中學習者必須自己分析解決問題的策略，它是一種有效且有意義的學習方法(Liu, Cheng, & Huang, 2011)。問題導向學習法通過教授處理問題的方法和培養解決問題的正確態度來激發學生學習在問題中所帶來的訊息和概念 (Schwartz, 2013)。

問題導向學習有許多不同的實施方式。根據國家教育研究院的學術名詞解釋(陳志銘, 2012)，問題導向學習 (problem-based learning, PBL) 係以學習者為中心並利用真實的問題來引發學習者討論，透過老師決定教學目標與進行問題的引導，藉由小組的架構培養學習者的思考、討論、批判與問題解決能力，有效提昇學習者自主學習的動機，並進行目標問題的知識建構、分享與整合。問題導向學習具有五個特色：(1)以問題為學習之核心，(2)以小組學習模式進行，(3)以討論為主的學習過程，(4)強調學習者主動學習，(5)以教師作為引導者。Edens 將問題導向學習模式分成以下三個階段(Edens, 2000; 陳志銘, 2012)。(1)問題發展：目標問題可由教師自行決定、師生共同決定，或學習者之間共同決定。所決定之問題必須具有一定程度的複雜度與挑戰性，並有足夠的資訊與線索能引導學習者進行資料的蒐集，並促成所有學習者的參與。(2)問題起始與探索：進行問題界定，並透過小組合作方式討論並擬定問題解決策略，蒐集資料並探究問題。(3)問題解決：小組成員將所蒐集的資料進行分析與過濾後，驗證問題解決策略，並歸納出正確的問題解決方案。

問題導向學習已經成功應用到個個領域的教學與學習。其中，編程課程通常被認為是困難的，並且通常具有最高的被當比率和退選率 (Robins et al., 2003)。Nuutila 等人採用了 Schmidt 提出的 PBL 七個步驟的方法(Schmidt, 1983)進行 Java 程式設計教學。Nuutila 等人指出學習程式設計技術的困難點有以下四項(Nuutila et al., 2005)。首先，即使是學習基本的編程技能，新手也需要能了解掌握大量的、新的、抽象的概念和機制，且這些概念和機制是相互關聯的。第二、相較於其他領域，在學習編程中，問題通常要大得多，並且有很多可能的解決方案，有些更好，有些更糟。在開發整個程式時，學生必須自己定義和解決各子問題，並使用這些解決方案來完成整個問題的解決。第三個困難是由於嚴格的編程語法和語義所造成的。例如：多或少一個字母或一個標點符號都會造成錯誤。第四，編程需要熟悉一組特定的工具——編輯器、解釋器或編譯器、除錯器等。根據 Nuutila et al.的研究結果，有以下幾個發現。學生會覺得程式設計工作在團隊中比單獨完成更有趣。不像個人學習法，PBL 小組經由團隊合作討論，不易陷入一種無效率的觀點或工作方式。當學生試圖解釋問題或提出的程式設計的方法，他們自然會發展出更多、更好的程式設計觀念和機制。最後，根據統計分析，在學習程式設計導論的課程中，相較於傳統的教學法，若採用 PBL，學生被當的比率會從 45%降到 17%(Nuutila et al., 2005)。

在一項持續四年的追蹤研究中，研究者讓學生在大一的程式設計導論課程中，改以 Scratch 編程環境開發真實的遊戲程式，結果發現在這些學生在大四的畢業專題表現上得到顯著的提升效果。研究結果發現上述的學習法確實可以提高學習者的編程技能和動機(Topalli and Cagiltay, 2018)。Bawamohiddin 和 Razali (2017)藉由文獻探討以及與教育學者和業界工程師一對一或焦點小組訪談，探討了在電腦程式課程中實施 PBL 教學的重要考慮因素和課程設計元素。在參考學者和工程師的實務意見下，教育工作者可以以更具引導性和系統性的方式進行 PBL 編程課程，而不是基於隨機、直觀的行為、或直接學習其他學科所採用的實施辦法來執行。該研究最後統

合以上的分析結果，為編程課程提出了一個 PBL 實施的框架。

夏至賢等人(2020) 以問題導向學習與樂高機器人的重組性培養學習者機構設計與程式設計的能力。李隆盛和楊秀全(2019)探究「範例引導學習」及「問題導向學習」兩種不同但常用之教學策略，對於國小學生機器人程式學習之影響。研究結果顯示：問題導向學習組學生學習後的運算思維能力顯著優於範例引導學習組學生。問題導向學習組學生對於問題解決有較多的投入，也相對願意進行主動練習、反覆嘗試與思考。陳佳宜和李忠謀(探討主科學習成就高的學生於程式設計學習上的表現。研究結果顯示，採用從目標導向至問題導向之程式設計教學模式，對於高中主科學習成就高的學生，無論是在程式設計概念的理解或程式設計實作能力的培養，皆有良好的效果。蔡佩勳等人(2018) 在使用 makecode 平台以撰寫程式控制 micro:bit 硬體的學習中，導入了「問題導向式學習」教學法，對於學生的運算思維成效具有顯著的提升。

根據 Etienne Wenger 的定義，實務社群或實踐社區(Community of Practice, CoP) 是一群人，他們共享一個對他們所做的事情的關注或熱情，並學習如何在他們定期互動時做得更好(Wenger, 2011; Wenger, 1998)。實務社群具有三個特徵[1]。(1)領域(Domain)：通過一個共享的興趣領域定義了一個可識別的身份。實務社群的成員承諾會投入該領域的運作且重視集體相互學習，因此是否共享對於該領域的能力可以用來區分是成員還是外部人。(2)社群(Community)：在感興趣的領域中，成員參與共同活動和討論，互相幫助，分享信息。他們建立的關係使他們能夠從中彼此學習。(3)實務(Practice)：實務社群的成員是實踐者。他們開發了一種共同的做法或是一個共享資源庫：經驗、故事、工具、方法以解決反覆出現的問題。

實務社群已經廣泛應用在許多領域上(Wenger, 2018)，包括線上實務社群(Johnson 2011)。實務社群應用在學習程式設計或編程的領域中。LogoinEdu 是希臘雅典大學所建立的一個線上實務社群，主要是教學生學習 LOGO 編程(Glezou 2011)。它的目標是讓喜歡 Logo 編程語言者和教育者進，他們來自不同領域、年齡、背景的教育界成員行溝通，合作，以及意見、想法和材料的交流。此研究所提出的框架和相應的學習環境能支持探索性和協作性的學習，並且能促進利益相關者的積極參與，逐步構建編程的概念和知識以及培養編程、表達和協作的的能力(Glezou 2018)。

虛擬 DROIDE 社群研究計畫旨在分析和討論在虛擬世界中個人參與虛擬實務社群的狀況，試著了解學生如何在網路世界中共同學習、老師的角色、學生的角色，成員如何學習編程、以及使用機器人在學習編程和數學概念中的貢獻(Santos & Lopes, 2020)。該計畫讓位於不同地理位置的成員透過網路工具的協助共同學習 LEGO 機器人的編程技術。社群成員以 Messenger 和 ooVoo 視訊會議軟體定期討論學習。越來越多的編程教學引入了機器人，因為它們提供了一個良好的編程環境來學習問題的解決、溝通和團隊合作的技能，並促進獨立性、想像力和創造力。該計畫發現：在分析利益相關者的參與情形時，可以看到其在計畫期間的動態演變。成員會使用愈來愈多的編程專業技術詞彙以及逐步更清楚對於待解決問題所涉及的概念和想法，最後將構想寫成計算機程序，成功解決問題。此外，該計畫也指出：機器人確實在編程的學習上給予成員一個相當大的動機(Santos & Lopes, 2020)。

最近一篇 PLOS Biology 論文指出因為大多數生命科學家大都缺乏使用大數據集進行實驗和良好實踐的培訓，所以他們針對如何幫在研究中使用計算機和編程技術的生命科學家建立區域性的實務社群提出研究報告(Stevens et al., 2018)。此論文分享兩個學習編程實務社群的案例：The Amsterdam Science Park 和 University of Wisconsin-Madison 有關 Computational Biology, Ecology, and Evolution ("ComBEE")

的兩個實務社群。這兩個實務社群所學習的程式語言剛好都包括 R 和 Python。經過實務社群的實施，有多位成員已經成為這兩個語言的專家。

中央大學陳國棟教授等人探討如何以實務社群學習編程技術的研究(Chen et al., 2012)。他們針對實務社群(CoP)的方法提供了在混合學習環境中模擬真實世界 CoP 的指南。它不僅模擬角色結構和任務，還有參與過程。在模擬社群中，每個學生根據他的學習狀態分配一個角色。每個角色都有其各自的任務和職責，且融合了不同的技能。當被分配該角色的個人表現出足以勝任某些預定義的標準後，他將被提升到更重要的角色。這樣，所有的學生都有了有機會承擔每個角色並發展與每個角色相關的不同水平的知識和技能的獨立角色。因為這種方法需要課外的努力和工作，所以使用 Wiki 系統設計一個在線學習環境，為學生提供一個互動的、知識共享的空間。此研究融入也情境學習，將學習描述為一個參與過程，在這個過程中，學習者從合法的外圍轉移參與(legitimate peripheral participation)到充分參與。他們指出：沒有合法的外圍參與和身份變化，學習者就沒有成為專家的機會(Chen et al., 2012)。

Wilson and Shrock (2001)探討了是否能成功學習程式設計技術的各種影響因子，包括數學背景、性別、以前的編程經驗、鼓勵、課程中的舒適度和工作風格偏好。研究結果顯示，影響最大的因子是舒適度，其次是數學程度(Wilson & Shrock, 2001)。以主修計算機科學的大學生為對象，Jenkins 研究了探討四種動機對於學習的影響性：外在的、內在的、社會的和成就(Jenkins, 2001)。最多的學生是因為外在動機激勵他們學習程式設計技術，因為他們相信他們將擁有回報，例如在他們的職業生涯中獲得更好的工作機會。次之是內在動機，數量略少於外在動機，學生就是非常投入於學習程式設計技術。

根據台灣的教育百科，凱勒(J. Keller)ARCS 指的是 Attention(注意)、Relevance(相關)、Confidence(信心)、Satisfaction(滿足)四個要素，強調引起學習者的動機必須配合此四要素的運用，才能達到激勵學生學習的作用(教育百科, 2021)。引起注意(Attention)是指吸引學生的興趣和刺激學生的好奇心。切身相關(Relevance)是指滿足學生個人的需求和目標，使他產生積極學習態度。建立信心(Confidence)是指幫助學生建立起能成功的信心，相信自己有掌握是否能完成他的能力。感到滿足(Satisfaction)是指學生能因著成就而得到內在和外在的鼓勵和報償(教育百科, 2021)。

ARCS 模型已經發展超過 30 多年且已經獲得完善的發展和驗證(Keller 1987)。根據最近的 survey 研究結果，ARCS 模型適用於各種國家和教育環境。ARCS 模型的課程組件包括單個課程組件、多個課程組件、和其他程序(例如特定軟件或遊戲)(Lia & Keller, 2018)。在 survey 的所有研究中，使用定量方法超過定性和混合方法。四項主要研究成果是在參與者的情感領域、認知領域、學習行為和心理特徵(Lia & Keller, 2018)。

夏至賢等人(2020)指出：機器人在教育上的應用被認為是具有提升學生 STEAM 學習能力的有效課程之一。此研究利用樂高機器人為平台並利用 ARCS 動機模式提升學生對程式設計的學習興趣及成效，同時利用問題導向學習與樂高的重組性培養學習者機構設計的能力。該研究規劃讓學生藉由參加競賽激發出其學習動機。最後透過問卷調查的方式，發現樂高機器人可以提升學習者對於程式設計的學習興趣，亦證明機器人教育的實作能使學習者機構設計能力有所提升(夏至賢等人, 2020)。Chang 等人(2018)的研究提出了一種教學模型，結合了：注意力、相關性、信心、和滿意度 (ARCS) 模型和問題導向學習法 (PBL)，並應用於翻轉教室。研究的程式語言是 C#，實驗組是採用翻轉教室，而控制組是採用一般教學法。除了分析 C#的

學習成效外，該研究以 ARCS 的四個維度分析學生的學習動機。該教學模型可以提高學習者的學習動機和成效。

4. 教學設計與規劃 Teaching Planning

本計畫的授課計畫書及規劃重點說明如下：

授課計畫書 (*必填)

*開課時段	<input checked="" type="checkbox"/> 上學期 <input type="checkbox"/> 下學期 <input type="checkbox"/> 寒假 <input type="checkbox"/> 暑假 <input type="checkbox"/> 其他(請說明_____)
*授課教師	<input checked="" type="checkbox"/> 主授 <input type="checkbox"/> 合授 (若為多人合授課程請詳列教師姓名與單位，並於課程進度表註記各教師負責部分)
*開課系(所)	資訊工程學系
*中文課程名稱	微處理機技術
*英文課程名稱	Practicum in Microprocessors
*課程屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 系所/學程/學院必修(請填寫系所/學程/學院名稱__資訊工程學系_) <input type="checkbox"/> 系所/學程/學院選修(請填寫系所/學程/學院名稱_____) <input type="checkbox"/> 共同科目 <input type="checkbox"/> 通識課程 <input type="checkbox"/> 其他(需學校正式學制採計之畢業學分)_____
*學分數	__2__學分(如無學分數，請填「0」)
*上課時數	總計__72__小時(__4__小時/週)(實習時數不計入)
實習時數	總計_____小時(____小時/週)
*授課對象	<input type="checkbox"/> 專科生(____年級) <input checked="" type="checkbox"/> 大學部學生(__二__年級) <input type="checkbox"/> 碩士生 <input type="checkbox"/> 博士生
*過去開課經驗	<input checked="" type="checkbox"/> 曾開授本門課程 <input type="checkbox"/> 曾開授類似課程 <input type="checkbox"/> 第一次開授本門課程
*預估修課人數	60
*授課語言	<input checked="" type="checkbox"/> 中文 <input type="checkbox"/> 英文 <input type="checkbox"/> 其他(____文)
*教學目標	讓學生理解 LED、七段顯示器、鍵盤、LCD、蜂鳴器、搖桿、UART、I2C 各硬體模組與通訊介面的工作原理與軟體操控介面，並能規畫硬體功能配置，以 C 程式語言開發整合軟體，完成實務性的遊戲機系統。
*教學方法	輔以線上實務社群 MediaWiki 與 WikiForum 的運作，以問題導向學習教學法於課堂中進行講解、讓學生於課堂分組討論並實做作業與專題
*成績考核方式	1. 參與度: 35% (含同儕評分) 2. 作業: 20% (含同儕評分)

	3. 期中考: 15%		
	4. 期末考: 15%		
	5. 期末專題: 15% (含同儕評分)		
	請簡述每週(或每次)課程主題與內容，自行依照所需增減表格		
	週次	課程主題	內容【說明】
*課程進度	1	微處理機系統與 Arduino 開發環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 前測 ● 簡介微處理機系統的重要性、技術與應用 ● 介紹 Arduino 開發環境 ● LED 燈原理與控制 ● 跑馬燈製作
	2	七段顯示器	<ul style="list-style-type: none"> ● 位元控制 ● 七段顯示器原理與控制 分數顯示與綜合跑馬燈製作
	3	鍵盤	<ul style="list-style-type: none"> ● 鍵盤原理與控制 配合七段顯示器開發打地鼠遊戲
	4	LCD 螢幕	<ul style="list-style-type: none"> ● LCD 原理與控制 ● 中斷服務 太鼓達人遊戲前期製作(歌曲音符顯示)
	5	蜂鳴器	<ul style="list-style-type: none"> ● 蜂鳴器原理與控制 太鼓達人遊戲前期製作(歌曲播放)
	6	太鼓達人專題(Arduino x 1)	<ul style="list-style-type: none"> ● 以單一 Arduino 開發太鼓達人遊戲 ● 得分: 七段顯示器 ● 音效: 蜂鳴器 ● 環境效果: LED 燈 ● 跳舞: 以鍵盤模擬 播放樂譜: LCD
	7	太鼓達人專題(Arduino x 1)	以單一 Arduino 開發太鼓達人遊戲
	8	伺服馬達與搖桿	<ul style="list-style-type: none"> ● 伺服馬達原理與控制 ● 搖桿原理與控制 實作: 以搖桿操作旗桿之升降
	9	期中考	期中考
	10	UART	<ul style="list-style-type: none"> ● UART 原理與控制 ● 連接兩台 Arduino 一台 Arduino 以搖桿控制另一台 Arduino 的旗桿升降
	11	炸彈超人(Arduino x 2)	<ul style="list-style-type: none"> ● 以兩台 Arduino 開發炸彈超人遊戲 ● 一個玩家一台 Arduino，各自操作己方之動作 ● 兩台 LCD 同時會顯示相同畫面，包括雙方的炸彈等 自訂聲光效果

	12	炸彈超人(Arduino x 2)	以兩台 Arduino 開發炸彈超人遊戲	
	13	I2C +炸彈超人(Arduino x 3)	<ul style="list-style-type: none"> ● I2C 原理與控制 ● 連接三台 Arduino 兩台對打，一台根據對打狀況，決定升起哪方的旗子	
	14	炸彈超人(Arduino x 3)	以 I2C 連接三台 Arduino 進行炸彈超人遊戲	
	15	期末專題	學期專題自由創作	
	16	期末專題	學期專題自由創作	
	17	期末考	期末考	
	18	成果展示與評分	<ul style="list-style-type: none"> ● 成果展示與評分 ● 後測 	
*學生學習成效	<ul style="list-style-type: none"> ● 學生能了解各項硬體模組的運作原理 ● 學生能於實務系統中規畫並善用各種硬體功能 ● 學生能撰寫 C 程式以控制各項硬體模組 ● 學生能撰寫 C 程式以開發軟硬體整合系統 ● 學生能在遊戲專題中能利用所學及有限的實作資源，實做出具創意的功能。 ● 學生能於實務社群中扮演不同的角色，踴躍討論，共同成長 ● 學生學會如何於異質性分組與同質性分組進行團隊合作 ● 學生學會尋求解決問題的能力 ● 學習動機 			
*預期個人教學成果	<ul style="list-style-type: none"> ● 開發遊戲導向之新教材(LED、七段顯示器、鍵盤、LCD、蜂鳴器、搖桿、UART、I2C) ● 線上實務社群之學習歷程(含學生創建之輔助教材、系統開發文件、成果展示) ● 【微處理機技術】期中考與期末考結果 ● ARCS 學習動機問卷調查結果 			
*學習成效評量工具(如前後測、學生訪談、問卷調查等)	<ul style="list-style-type: none"> ● 前測：微處理機技術知能測驗卷與 ARCS 動機模型量表 ● 後測：微處理機技術知能測驗卷與 ARCS 動機模型量表 ● 學生訪談 			
*其他補充說明(如課程參考網址)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目前微處理機技術的教材放置於本校雲端學院 			

主要的特點如下：

- i. 結合問題導向學習法與實務社群，讓同儕共同學習、激盪，提高學習動機，進而提升“微處理機技術”的學習成效。
- ii. 整合“微處理機技術”所教授的各種硬體原理與軟體介面，創作並開發具聲光、實體動作效果的遊戲軟體系統，提升學生的學習動機。
- iii. 上半學期根據 C 程式語言能力的測驗結果，將學生分成三個等級，並以“異質性分組”的方式，發揮母雞帶小雞的精神，期望讓所有學生都能具備“微處理機技術”之各項核心技能。
- iv. 下半學期根據期中考成績，將學生分成三個等級，並以“同質性分組”

的方式分別執行三個不同等級的任務，讓每個學生都有發揮的空間。三個不同等級的任務是以階梯式的方式進行規劃，也就是上個等級的任務會包含次個等級任務中所有的要求。

- v. 在下半學期實施”同質性分組”的時候，讓各組自由邀請上一個等級的同學擔任輔導員，協助解決問題。
- vi. 在下半學期實施”同質性分組”的時候，讓各組自由決定是否挑戰上面等級的任務，以獲取較高的成績。最高等級的任務則鼓勵自行選定課程中並未教過的硬體模組，自行學習，創作新的功能、新的遊戲效果，最後整合到整個系統中。
- vii. 以 MediaWiki 與 WikiForum 建置線上實務社群，提供問題解決的交流園地。在線上實務社群的參與度將列為學習成效的評量，提出問題跟回答問題都可以獲得獎勵。
- viii. 基於學生教學生也有著相當良好的效果，規定各組學生必須於線上實務社群分享：(a)各教學單元的創作補充教材，(b)各作業或專題的系統規劃文件，(c)核心或完整程式碼，以及成果影片。
- ix. 在實務社群中，讓學生在適當時機改變所扮演的角色。
- x. 在 PBL 的教學法中，為確保每個同學都能具備相當程度的核心能力，實施期中考跟期末考。
- xi. 以作業及考試評量學習成效，以 ARCS 動機模型評量表檢視學生的學習動機表現。

5. 研究設計與執行方法 Research Methodology

本計畫以行動研究法探討：以【問題導向學習法】的教學法輔以【實務社群】，是否可以有效的提高學生對於【微處理機技術】的學習動機及學習成效。架構圖如圖一所示。先界定教學現場要解決的問題，然後，進行文獻探討，找出各種適合解決問題的方法。進行前測後，以行動研究法的四個步驟，擬定好教學計畫、執行計畫、觀察學生學習的狀況，進行省思，資料分析，發現問題，然後在擬定策略，重複這四個步驟，以期改善教學品質。最後進行後測及問卷調查，以分析並統計計畫執行後的結果。

本研究以資工二年級上學期必修課程：【微處理機技術】為實驗的科目，主要探討如何增強學生的學習持續力，進而提高學習成效。要研究的問題如下：

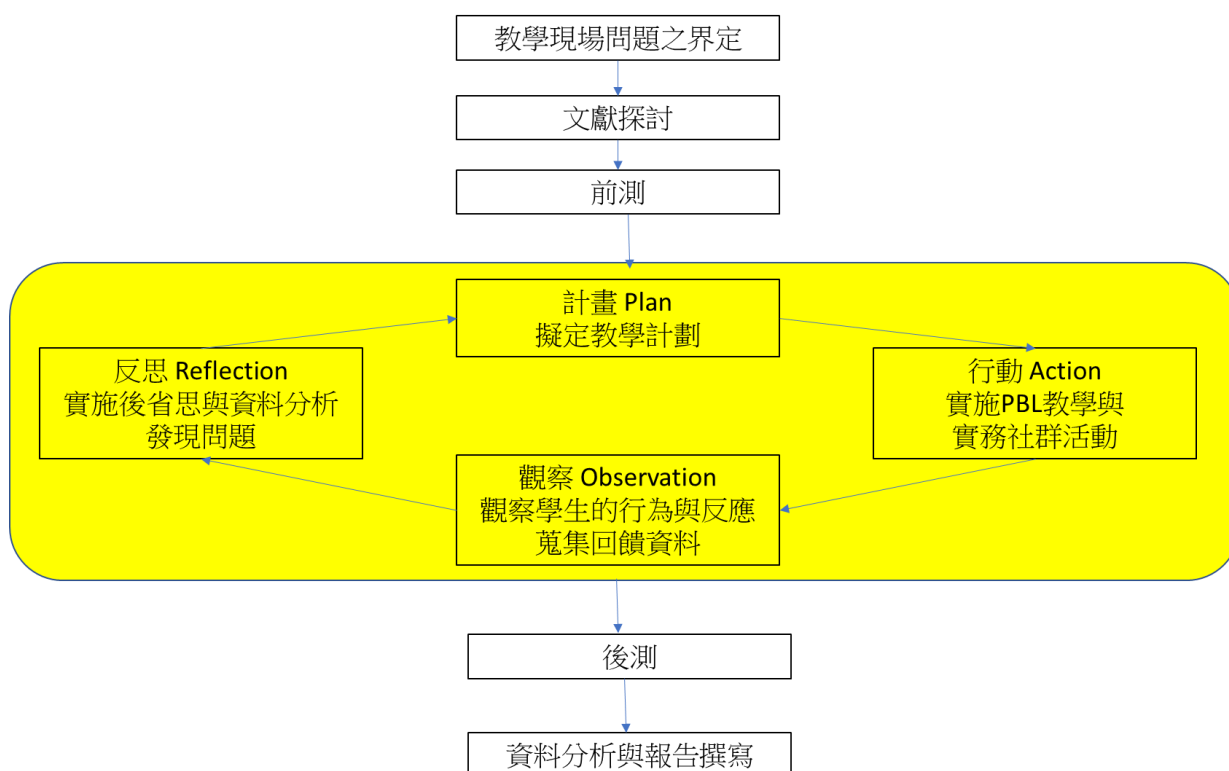
1. 【微處理機技術】具較高的學習門檻：
【微處理機技術】是資工系第一門軟硬體整合的實作必修基礎課程，對於以軟體為主要學習內容的資工系學生而言，在接受度上具有較高的挑戰性。
2. 【微處理機技術】易讓學生產生挫折：
雖然學生能接受【微處理機技術】所教導的技術在產業界有相當廣大的應用範圍，但是因為該課程的屬性，隨著課程內容的深入，越來越多的學生會跟不上，甚至放棄。
3. 是否可以藉由”問題導向學習法”及”實務社群”的機制，增強學生的學習持續力，進而提高學習成效：
除了”問題導向學習法(PBL)”可以讓學生藉由同儕間的合作學習外，也採用”實務社群”的機制，讓學生有更多的互動學習方法。
4. 學生需要哪些協助：
如何鼓勵問題的提出與回覆，是否請學生自創補充教材，分享系統分析與規劃書，是否分享部分或全部的程式呢？

5. 如何分組：

老師指定?還是學生自由組隊?是異質性分組?還是同質性分組?異質性分組可以發揮母雞帶小雞的功能，但是在爭取整體成績的前題下，小雞可能扮演技術邊緣的角色。同質性分組可以紓解以上的問題，讓每個成員可以扮演較重要的角色，但是在遇到問題時可能需要外部的協助。

6. 如何在分組的學習下，確保每個學生的學習成效：

分組開發軟硬體系統，較低成就的學生可以有同儕協助學習，但是消極的話，就會幾乎學不到甚麼技能，但是卻可以安然拿到學分。



圖一、研究架構圖

本計畫採行動研究法，研究工具採微處理機技術測驗、期末考測驗以及 ARCS 學習動機量表。微處理機技術期中考、期末考測驗用來探討學習成效，而 ARCS 學習動機量表則用來分析學生的學習動機。此外，也會不定期進行學生訪談，即時了解學生的反應。計畫實施程序如下。

1. 前測: C 程式的技術能力量表、微處理機技術知能測驗卷、與 ARCS 動機模型量表
2. 以 C 程式的技術能力量表，對學生進行前測。學生主要是資工系大二學生，約 42 人；還有轉系生、輔系生、雙主修生、以及外系學生，共約 60 人。
3. 根據前測結果，進行異質性分組，每組實務社群 5~7 人。
4. 全班又構成一個大型的實務社群。
5. 每組實務社群包括 Project Leader (PL)、Senior Programmer (SP)、以及 Junior Programmer (JP)。
6. 老師與助教以 PBL 的精神開發教材及設計作業。
7. 期中考前教材著重於各單元的核心知識與技術能力，要求每個學生都必須具備這些能力。
8. 每組實務社群必須以 PBL 的精神，根據老師對於作業的規範，進行討論、

設計、實作、以及操作。

9. 每組實務社群 PL 必須帶領全組，根據成員的角色，討論、規劃適合的分工項目。
10. 實務社群必須根據老師的規定，就學習的知識內容與軟體發展於線上的 mediaWiki 和 WikiForum 進行發表與討論。
11. 對於每個核心單元，每個實務社群都必須創作並繳交補充教材。
12. 獎勵社群成員於線上討論區提出問題、回答問題、分享軟體設計開發文件以及程式碼、成果展示等等。
13. 在實務社群中，讓學生在適當時機改變所扮演的角色。
14. 舉行期中考，以確保學生具有各單元的核心能力，避免投機的機會。
15. 根據期中考成績，以同質性分式進行重新分組。各組根據能力自訂題目內容，讓實務社群中的每個學生都有發揮的空間。
16. 期中考後的課程內容屬於整合性的專題製作，必須應用期中考前各單元的核心技術能力。
17. 作業及專題製作遊戲類的題目，激起學生的學習熱情。
18. 學期間，不定期進行學生訪談
19. 進行成果實體展示。老師、助教、同儕一起評分。
20. 進行後測: 期末考試(微處理機技術知能測驗卷)，確保每個學生都有核心的整合能力。
21. 進行後測: ARCS 動機模型問卷調查、統計分析。
22. 根據學生的學習歷程、學習成效以及問卷調查結果，進行反思。
23. 進行教學法及教材的改善。

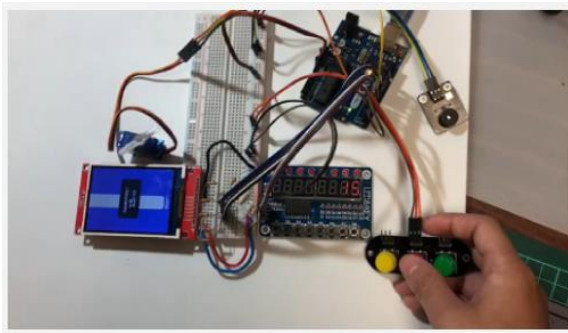
6. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

在教學方面，本計畫已經開發之新教材包括 LED、七段顯示器、鍵盤、LCD、蜂鳴器、搖桿、UART、I2C。學生除了現場展示成果外，也提供展示影片於本課程於本校的線上雲端平台中，如圖二所示是學生的太鼓達人實作成果。在線上實務社群之學習歷程中，學生也同時分享並觀摩同儕間所創建之 Arduino 程式以及系統開發文件。

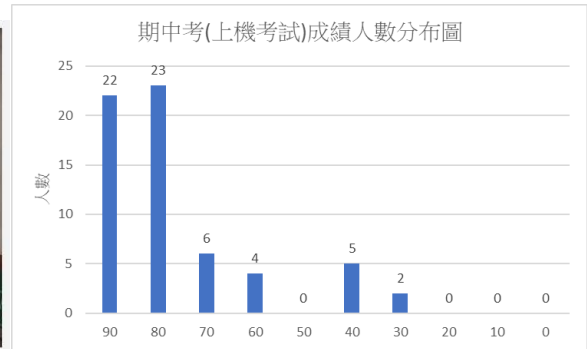
在學生對於【微處理機技術】各項核心能力的學習成效分析方面，我們以期中考的上機實作考試，以及期末考的簡答題筆試來進行測驗。期中考上機實作的成績分佈如圖三所示。我們可以看到全班有 45 人，也就是 72.58% 的同學可以獲得 80 分以上的高分，不及格的有七位同學，佔了 11.29%。期中考後，有三位同學退選，包括一位資工二的學生，兩位電機系二年級的學生。在期末考方面(後測)，相較於前測的成績，如圖四的成績分佈，可以發現，在上完學期的課程後，學生均有相當不錯的成績表現，能掌握課程的學習技術重點，如圖五所示。但是，仍有五位同學不及格，約佔全班的 8.62%。前後測所採用的量表是以簡答題的形式呈現，如 Appendix I 所示，如此的設計是為了避免選擇題有機率性答對的可能性。

在分組方面，因為原設計的課綱內容對學生而言相對比較難，所以在課程實施的過程中，觀察學生的學習狀況與作業進度，還有與學生的訪談心得，決定不實施下半學期的同質性分析(該計畫將於 112 學年度再度實施，主持人也決定暫不申請新的 112 年度計畫)。在異質性分組的分析上，我們是請每組的學生，針對同組的同學，進行貢獻度的百分比調查。有 10 組的學生，每人貢獻度都互評每個人都有近似相同的貢獻度，且文字留言，也都稱讚同組的同學都非常棒。但是也有 4 組的同儕貢獻度落差相當大，這是因為有些同學在執行專題時，都陸續放棄學習，且放棄考試了，

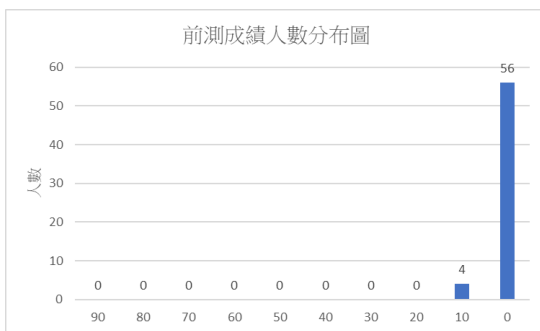
這可以從期末及期中考的成績看出有 5 位同學明顯放棄學習。這是在日後教學必須注意改進的狀況。



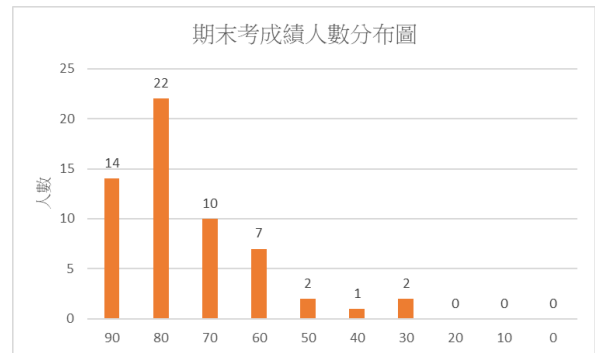
圖二、太鼓達人專題實作成果



圖三、期中考上機考試之成績分佈



圖四、前測成績結果



圖五、期末考成績分佈

(1) 教師教學反思

相較於之前的教，我們引入 Arduino 實驗生態系，開發全新的教材。優點是讓學生更能銜接現代化的實驗設備，並且學習如何利用麵包板及電線，自行實作出各作業所需要的電子電路，強化電路的應用能力以及實務能力。但問題是，對於本校資工系學生，需花費較多的實做時間。而且學生對於電子電路的掌握度仍不足，需花較多時間在教學以及學習。此外，整個微處理機系統所需的除錯時間也較長，包括軟體與硬體都有可能出錯。對於學生，必須判斷是接線的問題，或是程式邏輯的問題。

在此次的課程中，因申請教育部計畫，所以為了充實教材內容，所以實驗所使用的周邊設備規劃涵蓋較多。優點是可以增廣學生的知識與能力。但是缺點是學生需較長的吸收時間以及較長的整合時間和較強的整合能力。

在課程實施過程，我們以本校的雲端教學平台取代 WikiForum 和 MediaWiki，主要原因是本校的雲端教學平台的功能已經能完全提供後者所提供的功能，而且學生已經熟悉該平台的操作，因此不須再學習新的操作介面和功能。雲端教學平台確實提供學生一個良好的觀摩交流的環境，因為我們要求學生須繳交的內容包括：實驗成果、程式設計、心得分享。這有助於同儕間的學習，進而大幅提升學習成效。但是缺點是：學生不喜歡於平台中主動發問問題，而是傾向於組內發問問題，或於平台中觀摩其他組的成果來尋求解答。

(2) 學生學習回饋

我們以 Appendix II 的 ARCS 問卷，調查學生的學習動機於期初及期末的表現變化。問卷中有四個維度的項目，而每個項目又有五個子項目。根據圖六的 Attention 項目調查結果，我們可以發現經過整個學期的實際學習後，在此項目中，各子項的分數都提升了，唯獨“遊戲融入教學能讓我對課程感到有興趣”子項目的分數降低了。這是因為整體課程的學習內容偏難，造成遊戲的吸引力也無法長時間支撐在學習上所遭遇的困難。在圖七的 Relevance 項目調查結果中，我們可以發現，同學在學習過後，對於課程內容的重要性有更明確、更清楚的認知。在“1.在課程中學到的內容有助於我處理相關問題”以及“5.課程所學到的知識對我有幫助”兩個子項目中都有相當顯著的提升。但是在“4.課程中舉的例子與我生活相關，使我感到很親切”子項目中，分數有相當微小的下降。針對此子項目，是我們在未來的課程規劃中應該加以改善的項目。

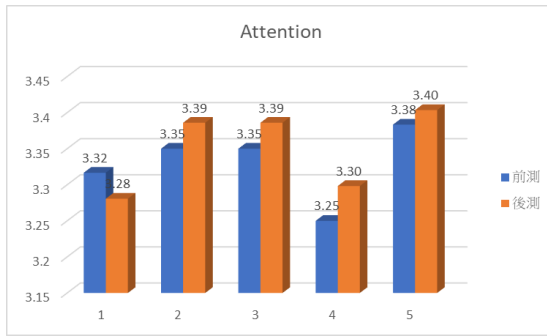
根據圖八的 Confidence 項目調查結果，我們可以發現學生在學習過後，對於自身解決問題的能力仍無法有效提升。在“1.課程的內容對我來說難度剛剛好”和“4.我有信心我可以學會課程所教的內容”兩方面，分數都下降了，可見課程內容的難度較難，需要將各單元的授課內容減少深度，或是減少授課的單元數。在“3.我覺得我付出的努力和課程的要求相符合”另外，學生在自我檢視中，也發現其實自己並未投入相對程度符合的努力，造成學習的成效有所打折。這顯示具遊戲屬性的作業，雖能在初期驅動學習興趣，但是若內容相對於個別的學生仍是太困難，這動機是無法讓學生樂於花適當的時間學習，甚至持續堅持學習的。

根據圖九的 Satisfaction 項目調查結果，我們可以發現：“1.我很滿意我在課程裡學到的東西”和“2.順利把課程練習完成時，我覺得很有成就感”這兩個項目都有顯著的提升，證明課程的內容對於學生是重要且有實際的應用性的，因此可以讓學生具有學習後的成就感。但是子項目“5.課程讓我覺得很開心”，學生的感受是反向掉了下來。這個原因是學生常常遇到問題，無法在短時間內獲得有效的解決方案，造成挫折感的產生，也就無法開心的學習了。從上面的說明，可以發現成就感與學習的開心度是兩個獨立的維度。有成就感不見得會開心，但是不開心的學習，學會後，卻能有著成就感。

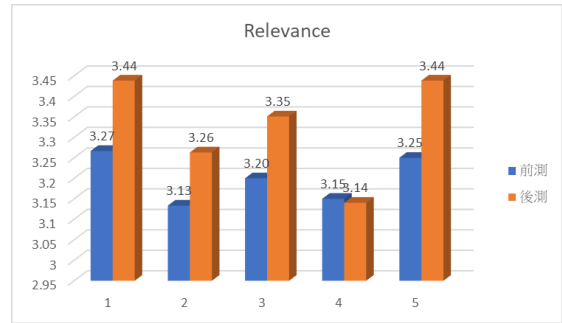
圖十顯示了四個項目各自的統計結果，學生在實際學習後，分數都明顯的上升了，也就是跟期初尚未學習前相較，學習後確實落實了更深刻的感受，包括自身的自信心。在四個項目中，分數最高的是注意力(Attention)和動機，也就是遊戲式的作業和專題題目，確實可以增加學生學習的意願和動機。而在實施後，更強化了學生對該項目的感受度。分數提升最高的是 Relevance 項目，學習後，學生更具體的感受課程各單元的內容以及其實暨應用的場景和案例，有就更覺得該課程的重要性。在信心方面，是學生最薄弱的地方，普遍較沒信心，但是學習後，分數仍有上升。在成就感(Satisfaction)方面，期初是第二高的項目，但是學習後，學生成就感的提升，比不上學生對於此課程感受到的重要性的提升來的高。這顯示，學生在學習的成就感仍受限於課程的難度，而無法有效的提升。

以下是學生的回饋意見：

- 根據問卷調查，學生普遍認為課程內容充實，但是具有相當難度。
- 學生普遍肯定分組進行專題製作，能共同解決問題，合作完成挑戰。
- 部分學生建議作業繳交的期限應該適度縮短，避免累積過多的作業。據此可見學生在時間規劃與管理上的能力較為薄弱。
- 部分學生建議不要公開自己的作業工其他同儕觀摩，因為他們不喜歡學生看他們的內容，模仿或甚至抄襲。



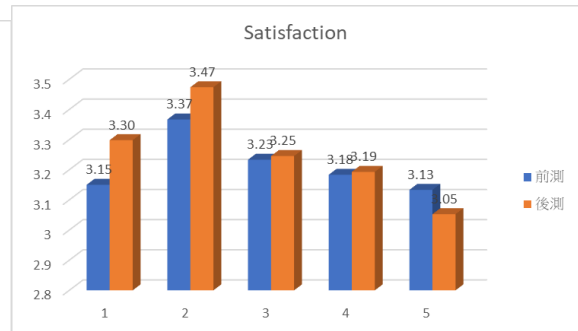
圖六、Attention 項目調查結果



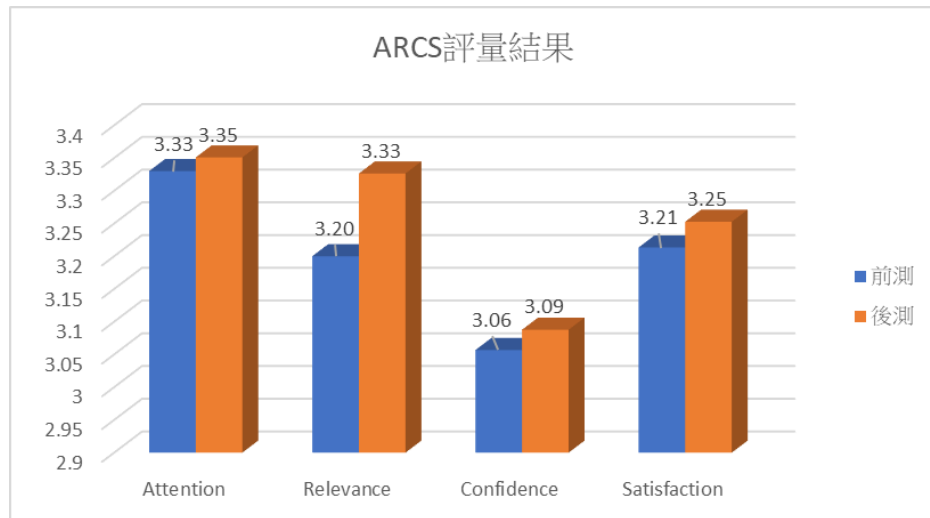
圖七、Relevance 項目調查結果



圖八、Confidence 項目調查結果



圖九、Satisfaction 項目調查結果



圖十、整體 ARCS 調查結果

7. 建議與省思 Recommendations and Reflections

本計畫主持人是第一次獲得教育部實踐研究計畫的補助。在計畫申請的準備和實施的過程都獲得相當多的收穫和心得。由於是工程背景，並無任何教育背景，因此在撰寫計畫申請書的時候，其實獲得來自於教育部，尤其是校內各級相關單位的協助，在參加教師社群所獲得更詳細的協助，甚至是個別化的協助，都是相當重要的資源。

在參與教學實踐計畫後，可以跟隨前輩們的經驗和軌跡，開啟教學的另一扇窗。我們開始了解各種教學方法以及各種研究法。此外，我們也可以經由各種教學評量方式，了解學生的學習狀況以及各種回饋意見。從教學的問卷調查中，讓教師可以

進一步了解學生在各種向度上，了解學生的想法。這與我們之前，單純只從成績去了解學生的學習結果截然不同。在執行此計畫後，經由 ARCS 問卷調查結果，對於學生各方面的意見反應，能讓我們明瞭學生的學習動機有多強、課程內容是否太難、學生是否獲得相當的成就感，學生的自信心程度等等，這都有助於我們在未來的課程內容規劃設計上有著重要的參考。而從同儕互評的結果，也可以了解分組的成效為何，同組間同學的合作問題為何。這可以幫助我們在未來思考如何強化分組的方式。

在初次參與教育的教學實踐研究計畫後，真的是感到獲益匪淺。衷心感謝教育部的此項計畫，讓更多有教育熱忱的教師可以應用此機會，深入檢視自己的教學方法，經由教學實踐以及研究，提升自我在教學的能力，並嘉惠更多的學子。而在此計畫執行後，也讓個人覺得在教學方面還有許多可以改善的方方面面，必須持續學習並尋求各式可以改善的策略與作法。

建議教育部教學實踐研究計畫辦公室可以提供各領域數份的典範計畫申請書，供有心想申請的老師可以參考。另外，對於審查標準也可以更明確的以條列方式說明，並同時提供審查者及申請者共同參考。如此，可以讓整個審查更公開、透明、公正，客觀。以上建議，敬請參考，謝謝。

二. 參考文獻 References

- Bawamohiddin A. B., Razali R. (2017) Problem-based Learning for Programming Education. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 7(6):2035.
- Chang Y.-H., Song A.-C., Fang R.-J. (2018) Integrating ARCS Model of Motivation and PBL in Flipped Classroom: a Case Study on a Programming Language. *EURASIA J Math Sci Tech Ed*, 14(12), Article No: em1631.
- Chen G.-D., Li L.-Y., Wang C.-Y. (2012) A Community of Practice Approach to Learning Programming. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET* 11 (2), 15-26
- Glezou K. (2018) Development of Learning Environments with Use of Logo programming language in teaching praxis. PhD dissertation, Department of Informatics and Telecommunications, National and Kapodistrian University of Athens, Available at: <http://cgi.di.uoa.gr/~phdsbook/files/glezou.pdf>
- Johnson C. M. (2011) A survey of current research on online communities of practice. *The Internet and Higher Education*, 4(1), 45-60.
- Keller J. M. (1987) Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2–10.
- Jenkins T. (2001) The motivation of students of programming. *ACM SIGCSE Bull.*, 33(3):53–56.
- Lia K., Keller J. M. (2018) Use of the ARCS model in education: A literature review. *Computers & Education*, 122, 54-62
- Lykke M., Coto M., Mora S., Vandel N., Jantzen C. (2014) Motivating programming students by Problem Based Learning and LEGO robots. 2014 IEEE Global Engineering Education Conference.
- Nuutila E., Törmä S. & Malmi L. (2005) PBL and Computer Programming — The Seven Steps Method with Adaptations, *Computer Science Education*, 15(2):123-142
- Santos E. A. and Lopes L. G. (2020) Learning Programming with Robots: A Study on Students' Participation in a Virtual Community of Practice. *Universal Journal of Educational Research* 8(1), 313-320.
- Wenger E. (2011) Communities of practice: A brief introduction, Available at: <http://hdl.handle.net/1794/11736>.
- Wenger E. (1998) *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.
- Wilson B. and Shrock S. (2001) Contributing to success in an introductory computer science course: A study of twelve factors. *ACM SIGCSE Bull.*, 33(1):184–188.
- Wood D. F. (2003) ABC of learning and teaching in medicine: Problem based learning. *BMJ*, 326(7384): 328–330. doi: 10.1136/bmj.326.7384.328
- Schmidt H. (1983) Problem-based learning: Rational and description. *Medical Education*, 17, 11 – 16.
- Stevens SLR, Kuzak M., Martinez C., Moser A., Bleeker P., Galland M. (2018) Building a local community of practice in scientific programming for life scientists. *PLoS Biol* 16(11): e2005561. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2005561>
- Topalli D. and Cagiltay N. E. (2018) Improving programming skills in engineering education through problem-based game projects with Scratch. *Computers & Education*, 120, 64-74.
- 李隆盛和楊秀全 (2019) 範例引導學習與問題導向學習之教學策略對國小學生機器人程式學習的影響。數位學習科技期刊，11(4)期，77 - 104
- 夏至賢、賴槿峰、蘇育生、黃悅民 (2020) 以 ARCS 動機模式及問題導向學習法應用於機器人教育探討。2020 第九屆工程、技術與科技教育學術研討會
- 教育百科 (2021) 凱勒(J. Keller)ARCS 動機模式。Available at: <https://pedia.cloud.edu.tw>.

陳佳宜和李忠謀 (2018) 從目標導向至問題導向：高學習成就學生之程式設計學習研究。
臺灣網際網路研討會，2586 - 2591
蔡佩勳、方覺非、陳鴻仁 (2018) 以運算思維在問題導向式學習上的應用與評估，臺灣
網際網路研討會，2422 - 2425。

三. 附件 Appendix

Appendix I. 前測與後測之題目

111 學年度第一學期微處理機技術期末考

1. What are the differences between digital pins and analog pins? (10%)
2. What is pull-up resistor and what is its purpose? (10%)
3. What is software serial port and what is its purpose? (10%)
4. What is contact bounce and what is debouncing? (10%)
5. What is PWM (Pulse-width modulation) pin? How to use it? (10%)
6. Please use the following diagram to explain: (1) What is interrupt? (2) What is interrupt service routine (ISR)? (3) What is interrupt vector table? (4) What are the main steps to execute an interrupt? (20%)
7. To make sure variables shared between an ISR and the main program are updated correctly, what type should be declared for these variables? Give a simple example to explain how the main program interact with an ISR. (10%)
8. Please compare UART, I²C and SPI briefly. (20%)

Exception number	IRQ number	Offset	Vector
16+n	n	0x0040+4n	IRQn
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
18	2	0x004C	IRQ2
17	1	0x0048	IRQ1
16	0	0x0044	IRQ0
15	-1	0x0040	Systick
14	-2	0x003C	PendSV
13		0x0038	Reserved
12			Reserved for Debug
11	-5	0x002C	SVCall
10			Reserved
9			
8			
7			
6	-10	0x0018	Usage fault
5	-11	0x0014	Bus fault
4	-12	0x0010	Memory management fault
3	-13	0x000C	Hard fault
2	-14	0x0008	NMI
1		0x0004	Reset
		0x0000	Initial SP value

```
BusFault_ISR ()
{
.....
}
```

```
IRQ2_ISR ()
{
.....
.....
.....
}
```

https://community.silabs.com/s/article/understand-the-gnu-assembler-startup-file-of-cortex-m4?language=en_US

Appendix II. 學生自評表

本研究的「ARCS 學習動機量表」係採用(何宣瑾, 2013)遊戲式虛擬教具對國小生分數概念學習的影響。共有 20 題, 涉及「Attention (注意)」、「Relevance (相關)」、「Confidence (信心)」與「Satisfaction (滿意)」四個面向, 每個面向各有五題。選項設計採用李特克四點量表(Likert Sale 4-point), 1 代表非常不同意、2 代表不同意、3 代表同意與 4 代表非常同意, 分數愈高表示學生之學習動機愈正向。量表的信度經內部一致性考驗, 結果如下: Attention (注意)之 Cronbach's α 為.865; Relevance (相關) 之 Cronbach's α 為.878; Confidence (信心) 之 Cronbach's α 為.751; Satisfaction (滿意) 之 Cronbach's α 為.534。全量表之 Cronbach's α 為.892, 顯示內部一致性係數合乎理想。

微處理機技術 學生自評表

說明: 本問卷請依本學期課程內容來思考, 勾選最符合自己意見的選項。填寫每一題時請針對該敘述而作答, 勿因其他題目而影響該題之回答。請依照自己對下列問題的同意程度, 選擇一適當的答案, 每題皆應作答。

學號: _____ 姓名: _____

一、Attention(注意)

	非常同意 (4分)	同意 (3分)	不同意 (2分)	非常不同意 (1分)
1. 遊戲融入教學能讓我對課程感到有興趣	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 遊戲融入教學能引起我的注意	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 遊戲融入教學讓我感到很新奇	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 和平常上課相比, 遊戲融入教學讓我注意力維持持久	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 適時的舉例或動畫能讓我更專心學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

二、Relevance(相關)

	非常同意 (4分)	同意 (3分)	不同意 (2分)	非常不同意 (1分)
1. 在課程中學到的內容有助於我處理相關問題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 我能將在課程中學到的內容和我以前學過的東西連貫起來	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 我很清楚上完這堂課應該要學會那些知識能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 課程中舉的例子與我生活相關, 使我感到很親切	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 課程所學到的知識對我有幫助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

三、Confidence(信心)

	非常同意 (4分)	同意 (3分)	不同意 (2分)	非常不同意 (1分)
1. 課程的內容對我來說難度剛剛好	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 我知道如何解決課程裡遇到的困難	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. 我覺得我付出的努力和課程的要求相符合	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 我有信心我可以學會課程所教的內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 課程對我而言很有挑戰性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

四、Satisfaction (滿足)

	非常同意 (4分)	同意 (3分)	不同意 (2分)	非常不同意 (1分)
1. 我很滿意我在課程裡學到的東西	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 順利把課程練習完成時，我覺得很有成就感	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 表現比其他同學好時，我覺得很有成就感	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 遊戲融入教學讓我覺得時間過很快	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 課程讓我覺得很開心	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

建議與回饋:
