

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：PEE1121975  
學門專案分類/Division：工程  
計畫年度：■112 年度一年期 □111 年度多年期  
執行期間/Funding Period：2023.08.01 – 2024.07.31

小組式學習輔助專題導向之虛擬實境課程

計畫主持人 (Principal Investigator)：楊茂村  
協同主持人 (Co-Principal Investigator)：施雅純  
執行機構及系所 (Institution/Department/Program)：國立東華大學  
成果報告公開日期：■立即公開 □延後公開

繳交報告日期 (Report Submission Date)：2024 年 8 月 31 日

## 小組式學習輔助專題導向之虛擬實境課程

### 一、本文 (Content)

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

虛擬實境 (Virtual Reality, 簡稱 VR) 與擴增實境 (Augmented Reality, 簡稱 AR) 技術日新月異, 學生若不持續學習新技術與方法, 將很容易被淘汰。隨著年輕一代的學習方式越來越傾向視覺化, 課程設計的重點應放在如何利用影音互動來吸引學生的注意力, 並提升他們的參與度。東華大學資訊工程系專業選修課程「虛擬實境導論」內容涵蓋基礎理論, 同時強調動手實作與跨領域應用, 理論、實作與應用的結合是課程的核心。

本計畫根據專題導向學習 (Project-Based Learning, 簡稱 PBL) 的理念, 將「虛擬實境導論」課程教材整合為五個專題, 並將每周三小時的課程劃分為三個環節, 分別兼顧理論、實作與應用。第一環節講授基礎理論, 通過簡報軟體將複雜或抽象的概念以影像或動畫形式視覺化, 以集中學生的注意力, 並幫助他們理解主題。第二環節介紹實作方法, 將理論轉化為具體範例程式, 並逐行解說。為強化專題式學習, 採用小組式學習 (Team-Based Learning, 簡稱 TBL) 與影片輔助學習 (Video-Assisted Learning, 簡稱 VAL) 進行教學, 錄製實作影片, 指導學生應用理論解決實務問題。第三環節則讓學生修改範例程式, 並在小組討論中探討延伸應用, 教師與助教適時提供協助, 使理論與實作結合, 形成完整的學習體驗, 進一步加深學生的理解與記憶。

採用小組式學習進行實作教學有以下三大優勢: (1) 增強互動性學習: 小組式學習能增加學生之間的互動機會, 鼓勵討論與協作, 讓學生在學習過程中扮演更積極的角色。小組成員之間的責任感與彼此的期望, 能促使學生在課前做好充分準備。(2) 培養團隊合作能力: 小組內的合作過程需要學生具備溝通協調、批判性思考和時間管理等技能, 這不僅能提前訓練學生適應未來主流的工作模式, 也能強化他們在團隊中必備的合作能力。(3) 提升投入度的學習: 透過小組合作中的討論, 學生能主動學習並逐步解決問題, 這種學習方式有助於加深記憶, 促進更深入的學習, 進而培養創造力及解決關鍵問題的能力。

使用影片作為實作教學的輔助工具有以下三大優點: (1) 提升學生參與度: 人腦處理視覺圖像的速度遠快於書面文字, 使影片成為強大的學習和記憶工具。最新研究顯示, 使用影片輔助學習能直接提高學生的學習表現。(2) 個性化學習: 學生的實作能力各有不同, 影片允許學生根據自己的理解程度隨時控制播放進度, 便於反覆觀看和回放, 從而滿足個別學習需求。(3) 支持翻轉與線上教育模式: 影片資源可隨時在線上獲取, 學生可以在傳統課堂之外觀看和重新學習, 按照自己的節奏進行學習。中英文字幕的加入, 則進一步幫助外籍學生更好地理解 and 吸收教材內容。

本計畫將對五個專題的所有實作操作過程進行錄製並上傳網路，藉助小組式學習（TBL）與影片輔助學習（VAL）來強化專題導向學習（PBL）。這種方式能幫助落後的學生在小組成員的互助下追趕進度，並且學生可以在課堂內或回家後反覆觀看線上影片，逐步對照以找出自己學習中的問題。此外，針對同時修課的外籍生與本國籍生，由於語言差異影響學習效果，我們將在錄製與剪輯後的實作影片中添加中英文字幕，確保外籍學生能理解中文內容，本國籍學生也能熟悉英文內容。學生將被分為實驗組與對照組，並在期初和期末分別蒐集與分析學習成效和學習滿意度數據，以評估「小組式學習輔助專題導向教學」是否能有效提升學生的學習成效與滿意度。

## 2. 研究問題（Research Question）

本計畫之研究問題有以下兩項：

- I. 「虛擬實境導論」課程中以「以小組式學習輔助專題導向教學」是否能提升學生的學習成效？
- II. 「虛擬實境導論」課程中以「以小組式學習輔助專題導向教學」是否能夠提升學生的學習滿意度？

## 3. 文獻探討（Literature Review）

近年來，主流教學方法如問題導向學習（Problem-Based Learning）和專題導向學習（Project-Based Learning）被廣泛應用於教學現場，兩者皆可簡稱為PBL，且經常被混用。然而，問題導向學習與專題導向學習在目標上有所不同：問題導向學習要求學生針對明確定義的真實問題提出解決方案；而專題導向學習則要求學生製作一個專題，以實證他們對所學內容的掌握。此外，也有觀點認為，問題導向學習實際上是專題導向學習的一個子集，因為教師構建專題的一種方式就是要求學生解決一個或多個問題。

專題式學習（PBL）最早由Kilpatrick於1918年提出，是一種鼓勵學生解決現實世界問題的實作教學模式，相較於傳統的單向教學，專題式學習透過動手操作，使學習效果更為顯著。專題式學習的主要優點包括：(1) 促進團隊合作；(2) 激發創意思考；(3) 培養自主學習與興趣；(4) 提供多元化的教學方式。然而，這種教學方法也面臨一些挑戰：(1) 教室秩序的管理；(2) 團隊成員的監督；(3) 教學進度的掌控。專題式學習通常從任務分配開始，目標是產出最終產品或解決方案，整個過程可以分為四個階段：(1) 學生進行開放式（open topic）作業，面對不只一個問題；(2) 學生分析問題並提出解決方案；(3) 學生設計並開發解決方案的原型；(4) 學生根據教師或其他同學的回饋進行方案的改進。

近年來，多項研究顯示，專案導向學習（PBL）能有效提升學生的學習動機，並對他們的學習表現產生積極影響。Veselov（2019）提出了一些針對大學課程的 PBL 設計案例，並從學生獲得新能力及團隊合作經驗的角度，分析了 PBL 的有效性。Granado-Alcon（2020）將 PBL 應用於高等教育，結果顯示，採用 PBL 後，學生的能力（competency）得到了中度至高度的提升，並且他們在知識轉移方面取得了顯著進展，對課程的評價也變得更為正面。Almulla（2020）則利用 PBL 來增加學生的學習參與度，研究發現，PBL 通過知識分享和小組討論，有效提高了學生的參與感。

小組式學習（Team-Based Learning，簡稱 TBL）最早由 Michaelsen 提出，旨在解決大班教學中缺乏互動的問題。TBL 將學生分成小組，並提供即時回饋，使學生參與決策，從而促進課堂內的互動與討論，達成主動學習的效果。圖 1 整理了小組式學習的優點與挑戰、實作與策略、研究與工具，分述如下：

**小組式學習的優點與挑戰：** 小組式學習輔助有許多優點，包括增強學生的溝通技巧、促進批判性思考、鼓勵多元觀點、培養領導能力及提升解決問題的能力。這些優點有助於學生在團隊合作中成長，學習如何有效與他人互動並從中獲取不同的見解。然而，小組學習也面臨一些挑戰，如協調問題、不平等的參與、衝突管理、時間管理及評估困難等。這些挑戰若處理不當，可能會影響團隊的學習成效和學生的整體學習體驗。因此，在實施小組學習時，必須注意這些潛在的問題，並及時採取相應的措施進行解決。

**小組式學習的實作與策略：** 小組式學習輔助的實作可以通過多種方式進行，如小組專案、同儕評審、協作工具、工作坊及角色分配等，這些方法有助於學生在實踐中應用所學，並通過互動增強學習效果。為了克服小組學習中的挑戰，制定清晰的目標、明確分工角色、提供定期回饋、有效解決衝突及促進有效的溝通是關鍵策略。這些策略能幫助小組成員更好地理解各自的任務及目標，同時增強團隊合作的效率，從而提升學習成效並減少小組合作中的摩擦和困難。

**小組式學習的研究與工具：** Michaelsen 與 Sweet（2008）進一步闡述了 TBL 的組成要素及有效實施 TBL 所需的步驟。Haidet 等人（2012）則提出了 TBL 的七個核心元素，並強調小組題目設計應符合四個 S 原則：Significant problems、Same problem、Specific choice、Simultaneous report。Burgess 等人（2020）分析了 TBL 的教學設計與實施挑戰，提供了教師和學生的指導，並將 TBL 應用於醫學臨床教學中。Ainsworth（2021）採用 TBL 來提升學生的參與度、責任感與滿意度，並將其實際運用於會計和寫作教學中。Silva 等人（2022）則比較了 TBL 在同步線上與實體課堂中的差異，並探討了將 TBL 延伸至虛擬環境的可能性。除了實體課堂之外，Google Classroom 與 Microsoft Teams 皆可提供 TBL 所需的小組遠距互動功能與工具。

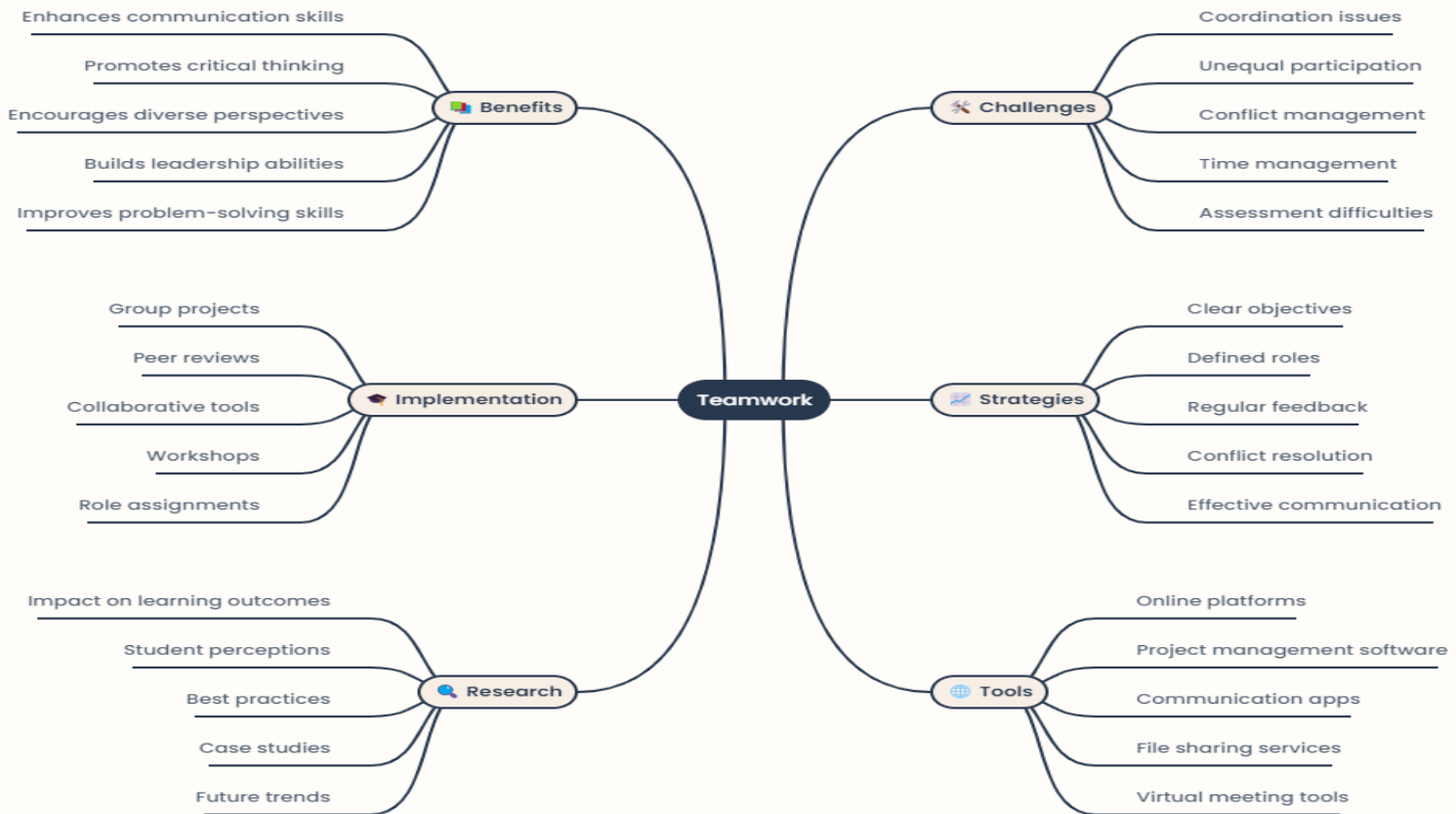


圖 1. 小組式學習 (TBL) 的優點與挑戰、實作與策略、研究與工具

團隊合作是專題式學習的重要組成部分，學生可以透過與其他同學的互動，共同學習與合作，最終達成專題的目標。除了小組式學習外，在線上教學平台（如 Moodle）上的其他功能（如討論區和聊天室）也能增加學習者與同學的互動機會，進而提升學習成效。Johnson (2013) 提出了合作學習的主要原則：(1) 積極的相互依賴：小組的成功取決於每個成員的成功；(2) 個人與小組的責任制：成員的個人責任與表現會影響整個小組的成果；(3) 促進面對面的互動：彼此支持以促進學習；(4) 人際互動與溝通：包括積極傾聽、解決衝突和決策過程；(5) 有效的小組管理：確保每個成員的貢獻都能反映在小組的表現上。透過小組討論，學生能運用課程中所學的知識，與組員一起探討不同的方法與應用，並共同展示專題的成果。

人類對影像和影片的感受能力遠超過文字，尤其是年輕一代對線上影片直播（如 Streamer 或 YouTuber）非常熟悉。影片輔助學習 (VAL) 已被證實能有效提升學習體驗，因此近年來教育機構對高品質影片講座和在線課程（如 MOOC）的需求不斷增長。Bravo (2011) 研究了使用影片作為教育工具的效果，結果顯示影片能有效提升學生在機械、工業管理和航空等三個不同工程領域的學習動機，並探討了影片在各個領域和方式中的應用，說明其有助於培養不同的專業技能。Makira (2015) 探討了影片對學習動機的影響，發現影片輔助教學能顯著增強學生的學習動機，並指出影片是增強學習效果的理想選擇，但這在很大程度上取決於影片的設計和使用方式。Tayade (2018) 發現影片輔助學習能提高學習者的表現，因為它提供了多樣化的學習方式，教師可以透過影片說明原理或演示步驟來幫助學生更好地掌握學習內容，學

生也可以多次查看複雜的臨床或機械操作。Paavizhi (2019) 認為，使用短片能提高學生思考和記憶的效率，因為影片結合了視覺和聽覺，讓學生能以自然的方式吸收新資訊。Yaqinuddin 等人 (2020) 則在疫情期間，使用穿戴式裝置錄製和播放影音內容，應用於醫學臨床教學中。Galatsopoulou 等人 (2022) 證實，影音內容能提供有趣、互助和友善的學習環境，並能有效提升學生的學習動機和投入度。

#### 4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

虛擬實境是由電腦系統運算產生具有三度空間真實世界的效果，讓使用者有身歷其境的感受，並能自由遊走虛擬世界與操作虛擬物件。資工系「虛擬實境導論」課程將說明虛擬實境的原理、分類、與演進，介紹虛擬實境軟體環境、硬體設備及發展工具，並討論目前虛擬實境之實際應用。課程實作內容包含 Unity、SketchUp 等軟體使用與 SteamVR、GoogleVR、WaveVR 等開發工具，學生將實際操作 HTC Cosmos 與 HTC Focus 等 VR 裝置，並完成開發 VR 裝置之應用程式。

「虛擬實境導論」為資工系大學部三、四年級選修課程，課程內容包含基礎理論，同時強調實務應用，考慮到學生較無法專注於枯燥的理論推導，因此採取專題導向學習 (PBL) 的方式來設計教材，課程涵蓋五個專題實作：「360 全景影片與 Cardboard App」、「SketchUp 3D 建模」、「Unity 地形互動遊戲」、「AI 對嘴影片製作」、「Vuforia 3D 虛實定位」等，每個專題又分成四個單元，每個單元二到三小時。並搭配跨領域應用與 VR/AR 體驗活動；課程中的專題為學生提供動手實踐的機會，讓同學將理論、實作、與應用做緊密的結合。

小組式學習 (TBL) 的教學設計有三個關鍵的元素；第一個元素是小組的組成方式，應避免小組內同質性過高或小組間有明顯差異，適合採用亂數分配組員，每組六位學生圍成 VR 教室內的圓桌 (如附件 4) 進行合作；第二個元素是即時的回饋，針對測試結果、實作過程、成果繳交三個階段，老師應給予即時協助，方能確保小組合作的學習效果；第三個元素是專題的多元設計，所有小組同時進行相同的專題，專題不宜有標準答案，適合採用開放式 (open topic) 的專題，鼓勵學生框架外思考。

除了理論教學外，亦安排學生在 VR/AR 教室上課，或到 CVVR 實驗室參觀，讓學生有機會接觸 3D 滑鼠、數位手套、3D 空間追蹤器、VR/AR 頭戴式顯示器、3D 裸眼顯示器、眼動追蹤等高階專業設備，並在實際操作中進行有效的學習。由於網路資源具有隨時隨地、方便存取的特性，本課程使用專屬的「東華 e 學苑」Moodle 空間，並即時更新影音教學內容，線上可找到所有作業、解答、評分標準、課程相關連結、及其他相關的補充教材或參

考資料；學生們可以上網繳交程式作業、下載投影片、撥放實作影片、或透過電子郵件向老師與助教提問；課程網站上並經常展示學生實作之特優作品，讓學生可以互相觀摩，增加學生學習興趣；亦鼓勵學生使用線上討論區，與小組成員互動，讓學生可以隨時上網討論論文與專題，並進一步將課程內容延伸至課前預習與課後自主學習。

「虛擬實境導論」課程結合理論、實作、與應用，學期成績考核包含 15 次隨堂實作練習、5 次專題、VR/AR 知識能力評量（後測）等，另有不定時隨堂實作加分題。專題成績同時採計教師評分與同儕互評，同儕互評時會提供評量指標（Rubric），作為統一的評分標準；並會根據每次專題的重點能力設計適當的評分項目，因此每次專題的評分項目略有差異。期中辦理 VR/AR 體驗活動，期末辦理專題展，讓同學口頭簡報與展示成果。整體成績考核方式整理如表 1。各週課程進度整理如表 2。

表 1. 「虛擬實境導論」課程之學期成績考核方式

項目	評量指標	佔總分比例
知識能力評量（前測）		不計分
15 次隨堂實作練習		30%
專題一	書面報告（25%）、360 製作技術（25%）、 應用價值（25%）、Cardboard 體驗報告（25%）	10%
專題二	書面報告（25%）、建模技術（25%）、 應用價值（25%）、建築逼真度（25%）	10%
專題三	書面報告（25%）、程式腳本（25%）、 應用價值（25%）、場景豐富性（25%）	10%
專題四	書面報告（25%）、程式腳本（25%）、 應用價值（25%）、趣味性（25%）	10%
專題五（期末專題）	口頭簡報（20%）、書面報告（20%）、 互動方式（15%）、計劃書（15%）、 應用價值（15%）、原創性（15%）	20%
知識能力評量（後測）		10%
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 專題成績同時採計教師評分與同儕互評，同儕互評時提供評量指標（Rubric），作為統一的評分標準。</li> <li>● 另有不定時隨堂實作加分題。</li> </ul>		合計 100%



表 2. 五個專題導向式學習的時數、單元、與課程進度

專題	時數	單元	範例
專題一	3	單元一：【原理】VR Introduction	
	2	單元二：【原理】VR History	
	2	單元三：【應用】VR Application	
	3	單元四：【實作】VR 360 and GoogleVR	
		作業：Project 1 製作 360 全景影片，結合 GoogleVR，可戴上 HMD 自由轉頭互動，並可用手持 VR 控制器，改變前進速度。	
專題二	3	單元一：【理論】VR Input	
	3	單元二：【實作】SketchUp Interface	
	3	單元三：【實作】SketchUp Tools	
	2	單元四：【應用】SketchUp in VR	
		作業：Project 2 用 SketchUp 建構 3D 建築，結合 Unity，可戴上 HMD，手持 VR 控制器，自由改變觀看位置與角度。	
專題三	3	單元一：【原理】VR Output	
	2	單元二：【實作】Unity Terrain Construction	
	3	單元三：【實作】Unity Terrain Navigation	
	3	單元四：【應用】Terrain and SteamVR	
		作業：Project 3 用 Unity 建構 3D 地形，起伏的地面上可加上花、草、樹木、風、水面等豐富地貌，結合 SteamVR，可戴上 HMD，手持 VR 控制器，開車在場景裡自由前進。	
專題四	3	單元一：【原理】VR 3D Display	
	3	單元二：【應用】Avatar Animation	
	3	單元三：【應用】Mouth Synchronization	
	2	單元四：【實作】AI Generated Video	
		作業：Project 4 讓照片講話，用 2D 照片建構 3D 模型，搭配生動表情與活潑動作，製作有趣的短片與虛擬化身 (Avatar)。	
專題五	2	單元一：【原理】AR Introduction	
	3	單元二：【應用】AR Application	
	3	單元三：【實作】Unity and Vuforia	
	3	單元四：【實作】Gesture and WaveVR	
		作業：Project 5 開放式專題，可結合建築、地形、動作等 VR 技術，並結合 WaveVR，加上視覺式 AR 互動，運用自己的創意，做不同領域的 VR/AR 應用。	



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

本計畫採用準實驗研究法 (quasi-experimental research) 中「不等組前測-後測設計」之研究架構如圖 2。自變項 (independent variable) 為教學方式的差別：實驗組學生採用「小組式學習輔助專題導向教學」；對照組採用傳統單向教學方式。依變項 (dependent variable) 為學習成效與學習滿意度。控制變項 (control variable) 包含了教學內容與授課老師，本計畫實驗組與對照組的教學教材內容與授課老師皆為一致，並以前測成績為共變項進行統計控制。

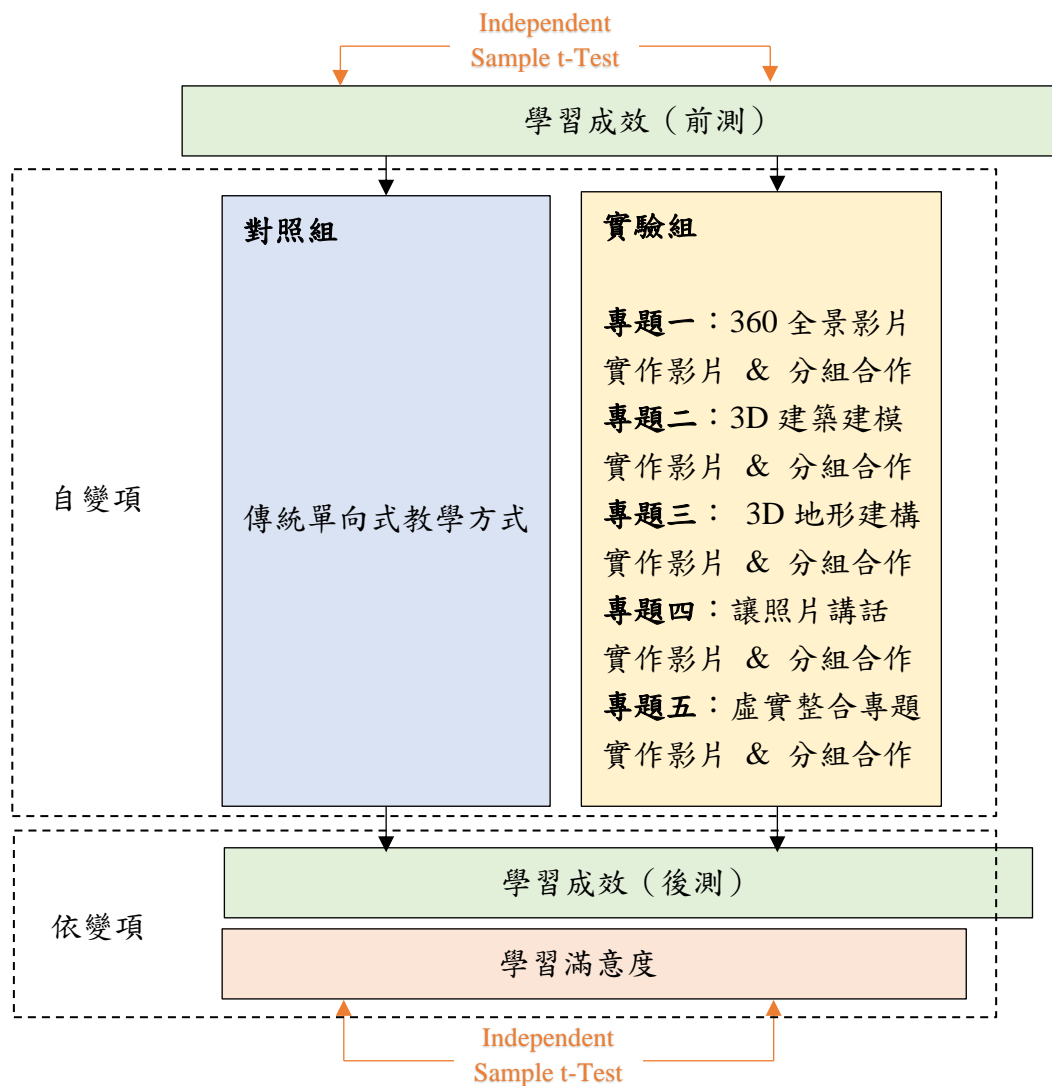


圖 2. 本計畫之研究設計架構

本計畫的課程規劃以東華大學資訊工程系所開設的「虛擬實境導論」課程為核心，課程內容規劃包含五個專題導向式學習模組：「360 全景影片與 Cardboard App」、「Unity 地形互動遊戲」、「SketchUp 3D 建模」、「AI 對嘴影片」、「Vuforia 3D 虛實定位」，每個專題又分成四個單元，每個單元二到三小時。每個專題都將錄製實作影片以輔助學習，並搭配跨領域應用與 VR/AR 體驗活動，讓同學將理論、實作、與應用做緊密的結合。

本計畫之研究對象是「虛擬實境導論」課程的修課學生，均為資工系大學部三~四年級的學生，預計約 66 人，實驗設計將學生分為兩班：實驗組及對照組，實驗組為 112 學年度「虛擬實境導論」的修課學生（33 人），採用小組式學習的專題導向教學；對照組為 111 學年度「虛擬實境導論」的修課學生（33 人），採用傳統單向教學方式。

本計畫之研究場域為東華大學資工系與宏達電（HTC）合力建構的 VR/AR 教室，如附件 4 所示，VR/AR 教室內含 33 套 VR 頭戴式顯示器與高階主機，適合進行 VR/AR 體驗與實作課程，提供資工專業的學生修習。

本計畫之資料蒐集可分為學習成效與學習滿意度兩類：學習成效包含期末專題成績、VR 知識能力評量（前測、後測）、東華大學教學評量卷第二部分自我學習評量（李克特五點量表）；學習滿意度包含東華大學教學評量卷第一部分對於授課教師之教學意見（李克特五點量表）。

- 學習成效：
  - 期末專題成績包含口頭簡報（20%）、書面報告（20%）、互動方式（15%）、計劃書（15%）、應用價值（15%）、原創性（15%），專題成績同時採計教師評分與同儕互評，同儕互評時將提供評量指標（Rubric），作為統一的評分標準。
  - VR 知識能力評量（前測、後測），如附件 2。
  - 東華大學教學評量卷第二部分自我學習評量（李克特五點量表），如附件 1。
- 學習滿意度：
  - 東華大學教學評量卷第一部分對於授課教師之教學意見（李克特五點量表），如附件 1。

本計畫採用 SPSS 與 Excel 軟體進行學生 t 檢驗（Student's t-Test）之統計分析，成績統計方法使用成對樣本 t 檢定（Paired-Sample t-Test）分析組內前測與後測之差異。實驗組及對照組之前測使用獨立樣本 t 檢定（Independent-Sample t-Test）評估其 VR 知識能力背景程度之起點是否有顯著差異；實驗組及對照組之後測使用獨立樣本 t 檢定（Independent-Sample t-Test）分析學生之學習成效與學習滿意度是否有顯著差異。所有評量表與問卷實施信度分析，信度將以預試檢測 Cronbach's Alpha 係數（Cronbach, 1951），結果信度  $\alpha$  係數在 0.8 以上，表示問卷數據具有高的信度（Bryman & Cramer, 1997）。資料分析結果作為本次實驗效益之評估，以及未來課程系統改進之參考。

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

### (1) 教學過程與成果

112 學年度「虛擬實境導論」課程採用小組式輔助專題式學習，每周三小時課程採三段式教學，分為理論、實作、與應用。整個學期涵蓋五個專題：「360 全景影片與 Cardboard App」、「SketchUp 3D 建模」、「Unity 地形互動遊戲」、「AI 對嘴影片製作」、「Vuforia 3D 虛實定位」等，每個專題又分成四個單元，每個單元二到三小時。並搭配跨領域應用與 VR/AR 體驗活動，讓同學將理論、實作、與應用做緊密的結合。期中辦理 VR/AR 體驗活動，期末辦理專題展，讓同學口頭簡報與展示成果。小組的組成方式採用亂數分配組員，每組六位學生圍成 VR 教室內的一個圓桌進行合作；老師針對測試結果、實作過程、成果繳交三個階段，給予即時協助；所有小組同時進行相同的專題，專題採用開放式 (open topic) 的題目，沒有標準答案。附件 4 整理了一些 112 學年度上學期「虛擬實境導論」課程現場拍攝照片。

112 學年度「虛擬實境導論」課程結束後進行後測，我們使用學生 t 檢驗 (Student's T-test) 來評估學習效果，分析實驗組與控制組之間的測試後分數。如圖 3 所示，實驗組的平均分數為 78.205，而控制組的平均分數為 70.223。通過 t 檢驗，我們得到顯著的 t 統計量為 1.713，p 值為 0.046，如表 3 所示；這些數據表明實驗組的成績顯著高於控制組，這樣的結果顯示，基於團隊的學習方式 (TBL) 顯著提升了「虛擬實境導論」課程的學習成效 (研究問題 I)。學生在團隊合作的環境中能夠更好地吸收知識，並在考試中表現得更好。這項研究證實了團隊學習對於提升學術表現的有效性，並且提供了數據支持，鼓勵教育者採用以團隊為基礎的教學方法，以促進學生更高效的學習。

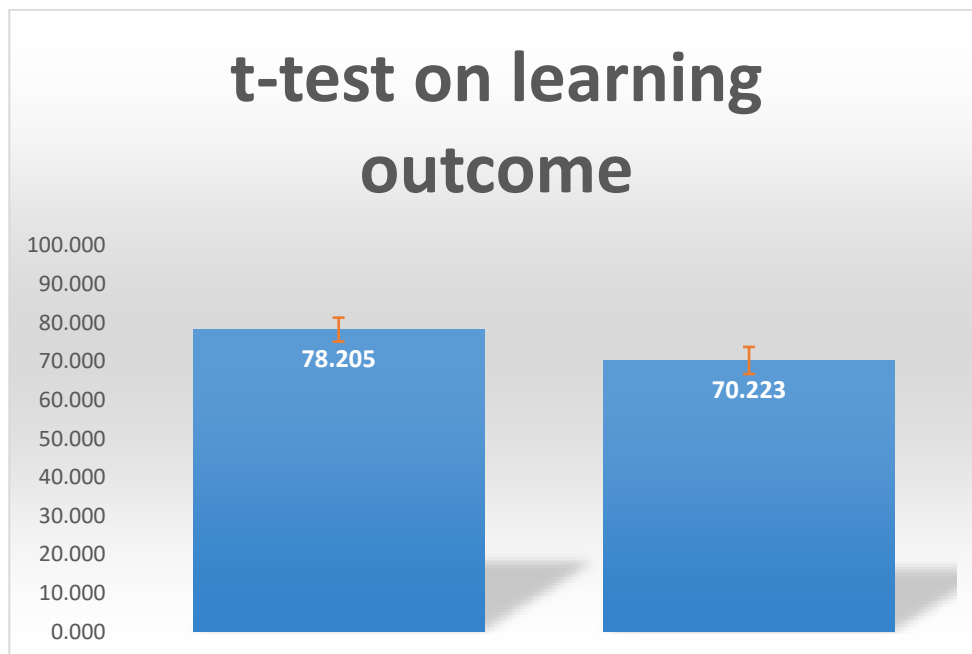


圖 3. 比較實驗組與對照組之「學習成效」

表 3. 使用學生 t 檢驗 (Student's T-test) 來評估實驗組與對照組之「學習成效」

Student's t – Test, Assume variance not equal, Significance $\alpha = 0.05$		
Group	Experimental	Control
Mean	78.205	70.223
Variance	285.996	377.680
Sample size	30.000	31.000
Degree of freedom	58.000	
T-statistic	1.713	
P (T<=t) single tail	0.046	
Critical value	1.672	

為了評量「虛擬實境導論」課程的學習滿意度，我們使用東華大學制式的教學評量表，評估涵蓋課程內容、組織架構、教學方法、回饋、清晰度以及課堂互動等各個方面。問卷設計以五點李克特量表來衡量學生對這些方面的滿意程度。教學評量的問題與結果詳見附件 1，比較分析後整理如圖 4 所示，實驗組在所有評估問題中的評分都比控制組略高，這意味著基於團隊的學習模式 (TBL) 能有效提升「虛擬實境導論」課程學生的學習滿意度 (研究問題 II)。透過團隊合作，學生能更深入參與學習過程，並獲得更為積極的學習體驗。這些結果不僅體現了學生對課程的整體認可，也顯示了團隊學習方式在提升學生滿意度方面的優勢。此研究為教育者提供了寶貴的數據支持，鼓勵更多的課程設計採用團隊為基礎的學習模式，以促進更高的學習滿意度和學生參與感。



圖 4. 比較實驗組與對照組之「學習滿意度」

本計畫的成果與心得，已發表在日本東京的早稻田大學主辦的國際會議（International Conference on Education and Multimedia Technology，簡稱 ICEMT 2024），發表論文標題為“Enhancing Virtual Reality Course through Team-Based and Project-Based Learning”，很榮幸獲得「最佳論文獎」，詳見附件 5。

## (2) 教師教學反思

在課堂上，我們鼓勵團隊合作，並通過競爭性元素來提升學習效果。首先，我們採用團隊提交的形式，讓學生在完成任務時能夠互相協作，發揮各自的優勢，共同解決問題。其次，我們設立了具有挑戰性的專題目標，這些目標的難度設計使得單靠個人難以完成，必須通過團隊合作才能達成，從而激勵學生主動參與並相互配合。此外，我們為獲勝團隊準備了證書和額外的加分獎勵，以表彰他們的努力和成就，這不僅增強了學生的榮譽感，還激勵其他團隊更加努力。這些措施不僅促進了學生之間的合作與互動，還在無形中提升了他們的學習動力和團隊協作能力，從而創造了一個積極、互助的學習環境。總之，通過這些競爭性和激勵性措施，我們有效地提高了學生的參與度，並培養了他們在學術和團隊中的綜合能力。

我們使用平衡評分系統（結合個人成績和團隊成績）來確保公平性和激勵性。個人成績是根據個人提交的作業評分，採用傳統的作業評分方式，不涉及團隊合作。而團隊成績是基於團隊提交的作業，團隊中的每個成員都獲得相同的分數，但可能會出現參與不平等的情況，如「搭便車」現象。為了解決這些問題，我們採用了平衡評分的方式：每位學生根據自己的提交獲得個人成績，團隊成績則是該團隊中所有個人成績的平均值。最終的平衡分數是（個人成績 + 團隊成績）/ 2，這樣的設計既能促進學生的個人努力，又能激勵他們在團隊中發揮作用，同時減少不公平的現象發生。這種評分方式有效地平衡了個人和團隊的貢獻，並在鼓勵合作的同時保留了個人努力的重要性。

## (3) 學生學習回饋

112 學年度上學期「虛擬實境導論」課程結束後，附件 3 整理了一些修課同學針對課程中「小組式學習」的意見與回饋。結果顯示學生們對課堂分組學習有多元的意見。有些同學認為分組可以互相幫助，特別是對進度較慢的同學有幫助，但也有不少人反映頻繁換組不利於團隊合作與交流，建議固定組別持續整個學期。部分學生認為課堂作業偏向個人實作，分組意義不大。建議老師提前提供影片供預習，並調整小組人數以增加討論機會。多數學生認為小組學習方式是好的，但希望有更有效的互助機制及適當的專題與作業設計以提升團隊合作。

除了制式的教學評量調查外，我們還設計了一份偏好問卷，使用五點李克特量表來收集學生的意見，我們詢問學生：「在 VR 課堂中，你是否更喜歡團隊學習而非個人學習？」結果如圖 5 所示，多數學生更偏好團隊學習。原因在於團隊學習能促進互動和討論，讓學生能從不同的觀點中學習，不僅提升了學習的趣味性，也提高了知識的吸收和理解。團隊學習還能減少個人學習中的孤獨感，通過合作解決問題，有助於增強學生的溝通能力和團隊協作精神。學生們認為在團隊中學習，更容易保持積極性和參與感，特別是在 VR 這樣的沉浸式學習環境中，團隊合作更能充分發揮其優勢，帶來更好的學習效果，這些數據強調了在教學中融入團隊學習的重要性。

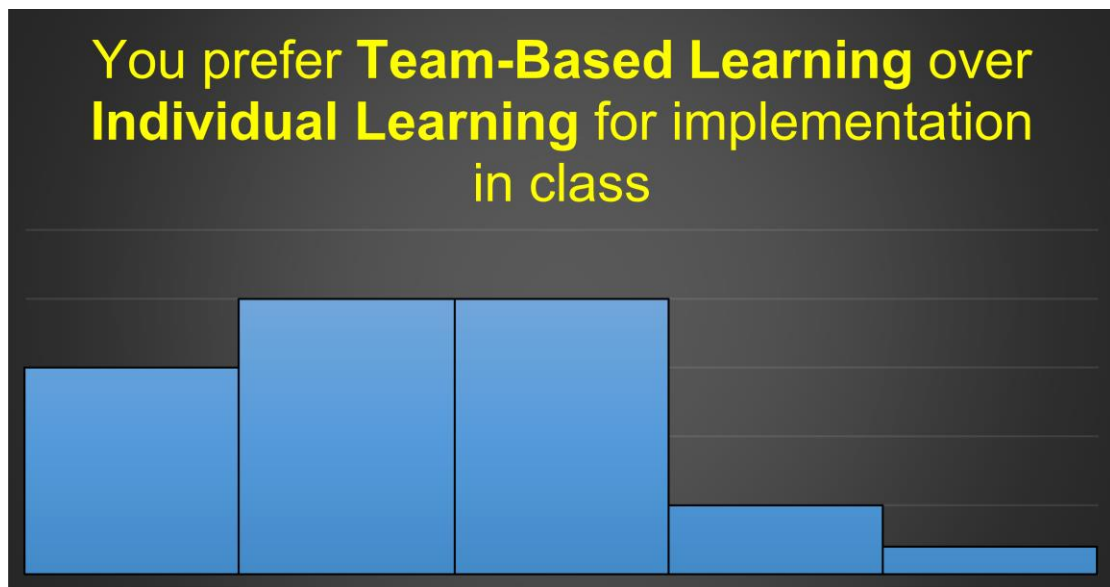


圖 5. 偏好問卷問題 1：「在 VR 課堂中，你是否更喜歡團隊學習而非個人學習？」橫軸由左而右分別代表：非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意；縱軸代表對應人數

關於團隊分配的選擇問題，我們詢問了學生：「在 VR 課堂中，你是否更喜歡隨機分配的團隊還是自由選擇的團隊？」結果如圖 6 所示，一部分學生偏好自由選擇的團隊，因為這樣可以與自己的朋友組隊，更容易協作和溝通。然而，更多的學生更喜歡隨機分配的團隊，因為這種方式能減少團隊之間的背景差異，使得比賽更加公平。隨機分配的方式有助於學生接觸到不同背景和技能的成員，增強了團隊的多樣性，並培養了與不同性格和能力的夥伴合作的能力。這樣的安排不僅促進了平等的學習機會，也能有效避免團隊成員之間因為過於熟悉而產生的懈怠，有助於激發更好的學習動力和創意。因此，隨機分配團隊被視為更具公正性且能提升學習效果的選擇。



## You prefer Randomly-assigned team over Free-selected team in Team-Based Learning

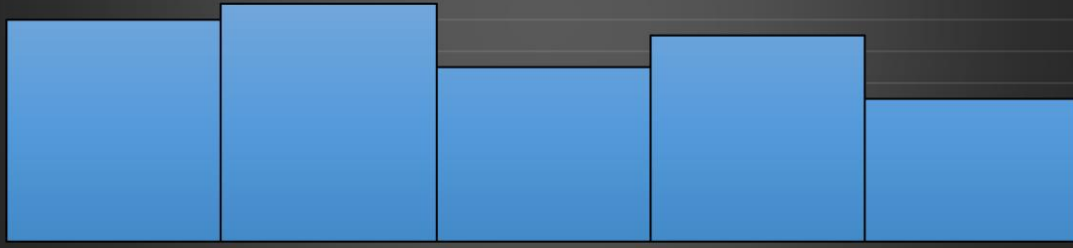


圖 6. 偏好問卷問題 2：「在 VR 課堂中，你是否更喜歡隨機分配的團隊還是自由選擇的團隊？」橫軸由左而右分別代表：非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意；縱軸代表對應人數

關於團隊配置的延續問題，我們詢問學生：「在 VR 課堂中，你是否更喜歡每週更換團隊還是整學期固定的團隊？」結果如圖 7 所示，有些學生偏好整學期固定的團隊，因為這樣可以讓他們有時間相互了解並適應彼此的工作方式，提升團隊默契和合作效率。然而，有更多的學生則更喜歡每週更換團隊，這樣他們每週都能與不同的人合作，拓展人際關係，並學習不同的思考方式和技能。每週更換團隊有助於培養學生的適應能力和溝通技巧，使他們能夠在多變的環境中，學習如何迅速融入並發揮作用。這種動態的團隊配置方式不僅增強了學習的多樣性，也鼓勵學生打破舒適圈，接受更多的挑戰和機會。因此，每週更換團隊被認為更能激發學生的學習興趣和參與度。

## You prefer Weekly-changed team over Semester-fixed team in Team-Based Learning

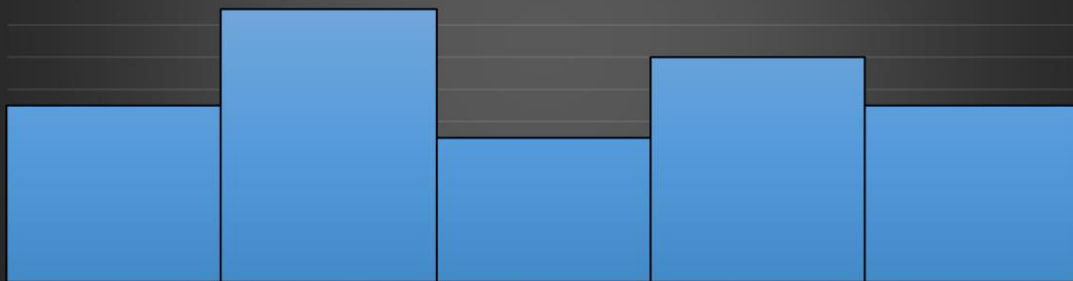


圖 7. 偏好問卷問題 3：「在 VR 課堂中，你是否更喜歡每週更換團隊還是整學期固定的團隊？」橫軸由左而右分別代表：非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意；縱軸代表對應人數



## 7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

小組式學習 (TBL) 輔助專題導向的「虛擬實境導論」課程具有高度的互動性與沉浸感，能有效提升學生的學習成效和滿意度。然而，針對這樣的教學模式，仍有一些建議與省思。首先，小組分工應更加明確，以確保每位學生能充分參與並貢獻其專長。同時，課程設計應注意虛擬實境的技術門檻，確保每位學生都有足夠的技術支援和設備使用說明，以避免因技術問題而影響學習成效。其次，教師與助教在指導過程中應扮演引導者的角色，適時介入協助小組解決問題，並引導學生進行反思和知識內化。此外，評量方式應不僅限於成果展示，還應包含過程評估，考量學生在團隊中的互動和貢獻度，以更全面地反映學習效果。透過這些調整，小組式學習輔助「虛擬實境導論」課程可進一步發揮其潛力，達到最佳的教學效果。

## 二、參考文獻 (References)

- Ainsworth, J. (2021). Team-Based Learning in professional writing courses for accounting graduates: positive impacts on student engagement, accountability, and satisfaction. *Accounting Education*, 30, 3, pp. 234-257
- Almulla M.A. (2020). *The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning*. SAGE Open. July.
- Azuma, R.T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6, no.4, pp.355-385.
- Bravo, E., Garcia, B. A., Simo, P., Fernandex, V. (2011). Video as a new teaching tool to increase student motivation. *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*.
- Bryman, A., & Cramer, D. (1997). *Quantitative data analysis with SPSS for Windows*. London and New York: Routledge.
- Burgess, A., Diggele, C., Roberts, C., & Mellis, C. (2020). Team-based learning: design, facilitation and participation. *Medical Education*, 20 (Suppl 2) :46-1.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16 (3) , 297-334.
- Galatsopoulou, F., Kenterelidou, C., Kotsakis, R., & Matsiola, M. (2022). Examining Students' Perceptions towards Video-Based and Video-Assisted Active Learning Scenarios in Journalism and Communication Courses. *Education Science*, 12, 74.
- Granado-Alcón, M.d.C.; Gómez-Baya, D.; Herrera-Gutiérrez, E.; Vélez-Toral, M.; Alonso-Martín, P.; Martínez-Frutos, M.T. (2020). Project-Based Learning and the Acquisition of Competencies and Knowledge Transfer in Higher Education. *Sustainability*, 12, 10062.
- Haidet, P. et al. (2012). Perspective: Guidelines for reporting team-based learning activities in the medical and health sciences education literature. *Academic Medicine*, 87 (3) :292-9.
- Johnson, D. W., Frank, P. J. (2013). *Joining Together: Group Theory and Group Skills* (11th Edition). Pearson.
- Kilpatrick, W. H. (1918). *The Project Method: The Use of the Purposeful Act*

- in the Educative Process*. Teachers College, Columbia University.
- Makira, J. N., Kimemia, J., Ondigi, S. R. (2015) . Impact of Video Assisted Instruction on Students Learning Motivation-A Position Paper. *International Conference on Education (ICE)* .
- Michaelsen, L. & Sweet, M. (2008) . The essential elements of team-based learning. *New Dir Teach Learn*, 1-16:7-27
- Milgram, P. & Colquhoun, H. (1999) . A taxonomy of real and virtual world display integration, *Mixed Reality: Merging Real and Virtual Worlds*, pp. 1-16.
- Paavizhi, K., Palamuthu, P., Saravanakumar, AR. (2019) . Effectiveness of Video Assisted Learning Module. *International Journal of Control and Automation*, 12 (6) :268-275.
- Silva, E., Lino-Neto, T., Ribeiro, E., Rocha, M. & Costa, M. (2022) . Going virtual and going wide: comparing Team-Based Learning in class versus online and across disciplines. *Education and Information Technologies*, 27:2311-2329.
- Tayade, A. Tayade, S. Chalak, A., and Srivastava, T. (2018) . The impact of Video Assisted Learning ( VAL ) on slow learners. *International Journal of Biomedical and Advance Research*, 9 (1) : 13-18.
- Veselov, G. E., Pljonkin, A. P., and Fedotova, A. Y. (2019) . Project-based learning as an effective method in education. *International Conference on Modern Educational Technology (ICMET)* . Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 54–57.
- Yaqinuddin, A., Kashir, J., AlKattan, W., & Alkattan, K. (2020) . Applying integrated video assisted learning approaches for medical clerkship – potential adaptations in the post-COVID-19 era. *Journal of Medical Education and Curricular Development*. 7:1-6.

### 三、附件 (Appendix)

附件 1、東華大學教學評量卷 (李克特五點量表) 結果：112 學年度上學期「虛擬實境導論」課程

題號	對於授課教師之教學意見	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	平均
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	6	7	13	4.27
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	6	7	13	4.27
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	6	7	13	4.27
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	7	7	12	4.19
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	1	6	6	13	4.19
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	6	7	13	4.27
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	6	8	12	4.23
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	6	9	11	4.19
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	7	6	13	4.23
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	1	5	7	13	4.23
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	6	8	12	4.23

題號	自我學習評量	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
14	我能理解本課程的專業知識	0	0	6	6	14
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	6	7	13
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	6	9	11
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	6	8	12
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	6	8	12
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	6	8	12
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	6	9	11
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	6	8	12
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	6	6	14

附件 2、VR 知識能力評量（前測、後測）（部分題目）

**Single Select Multiple Choice Questions:**

- Which tool is not required to create a 3D topless hollow cube in SketchUp?
  - Ⓐ Push/Pull
  - Ⓑ Select
  - Ⓒ Rectangle
  - Ⓓ Circle
- Which 3D coordinate system is adopted by SketchUp?
  - Ⓐ Left hand
  - Ⓑ Right hand
  - Ⓒ Bare hand
  - Ⓓ None of the above
- Immediate after you placing a copy in SketchUp, what to type to create 6 more copies?
  - Ⓐ +6
  - Ⓑ =7
  - Ⓒ \*7
  - Ⓓ /6
- In SketchUp, which tool can be used to scale up or down a selected geometry?
  - Ⓐ Move
  - Ⓑ Offset
  - Ⓒ Follow
  - Ⓓ Eraser
- Which one is not a requirement of AR?
  - Ⓐ Combine virtual & real
  - Ⓑ Interact in real-time
  - Ⓒ Immersive
  - Ⓓ Register virtual with real
- Which one is not an example of AR devices?
  - Ⓐ Microsoft HoloLens
  - Ⓑ HTC Vive
  - Ⓒ Magic Leap
  - Ⓓ Google Glass
- Which one is not a tool in Unity Terrain?
  - Ⓐ Raise/Lower Terrain
  - Ⓑ Paint Texture
  - Ⓒ Water Prefab
  - Ⓓ Smooth Height
- Which one is not a feature of Vuforia?
  - Ⓐ Unity integration
  - Ⓑ Multi-target
  - Ⓒ Virtual button
  - Ⓓ Open source
- Which one is not a glasses-free 3D display?
  - Ⓐ Parallax barrier
  - Ⓑ Lenticular lens
  - Ⓒ Polarization glasses
  - Ⓓ Volumetric
- Which one of the following is not a feature of D-ID or CrazyTalk?
  - Ⓐ Photo to talking head
  - Ⓑ Lip-sync
  - Ⓒ Facial motion
  - Ⓓ Full body motion
- Which one is not a typical projection format for 360x180 image?
  - Ⓐ Cylindrical
  - Ⓑ Spherical
  - Ⓒ Pyramidal
  - Ⓓ Cubic
- Which one of the following is not supported by SteamVR?
  - Ⓐ Oculus Rift
  - Ⓑ HTC Vive
  - Ⓒ Meta Quest
  - Ⓓ Microsoft HoloLens
- Which one of the following is not an HMD?
  - Ⓐ Apple Vision Pro
  - Ⓑ Microsoft HoloLens
  - Ⓒ Meta Quest Pro
  - Ⓓ Google Bard
- Which one of the following is not one of the five basic tastes of human?
  - Ⓐ Sweet
  - Ⓑ Sour
  - Ⓒ Bitter
  - Ⓓ Spicy

**Preference Questions:**

- You prefer Team-Based Learning over Individual Learning for implementation in class
  - Ⓐ Strongly Agree
  - Ⓑ Agree
  - Ⓒ Neutral
  - Ⓓ Disagree
  - Ⓔ Strongly Disagree
- You prefer Team-Based Learning over Individual Learning for doing projects after class
  - Ⓐ Strongly Agree
  - Ⓑ Agree
  - Ⓒ Neutral
  - Ⓓ Disagree
  - Ⓔ Strongly Disagree
- You believe Team-Based Learning can encourage interaction, compared to

- Individual Learning
- Strongly Agree  Agree  Neutral  Disagree  Strongly Disagree
- You believe Team-Based Learning can promote creativity, compared to Individual Learning
- Strongly Agree  Agree  Neutral  Disagree  Strongly Disagree
- You believe Team-Based Learning can be more effective, compared to Individual Learning
- Strongly Agree  Agree  Neutral  Disagree  Strongly Disagree
- You enjoy help other team members in Team-Based Learning
- Strongly Agree  Agree  Neutral  Disagree  Strongly Disagree
- You like help offered by your team members in Team-Based Learning
- Strongly Agree  Agree  Neutral  Disagree  Strongly Disagree
- You prefer randomly-assigned team over free-selected team in Team-Based Learning
- Strongly Agree  Agree  Neutral  Disagree  Strongly Disagree
- You prefer weekly-changed team over permanent-fixed team in Team-Based Learning
- Strongly Agree  Agree  Neutral  Disagree  Strongly Disagree
- You prefer how many people in a team in Team-Based Learning
- 2  3  4  5  6

➤ **Any suggestions regarding Team-Based Learning this semester?**

➤ **Any suggestions regarding Virtual Reality course this semester?**

附件 3、112 學年度上學期「虛擬實境導論」課程結束後，修課同學針對「小組式學習」的回饋

- 同學之間可以互相幫助，我有些不懂得同學也很熱情的幫忙!
- 不要每個禮拜都換組
- 要考慮語言不通的問題啊。
- 希望可以多一點小組活動，讓小組式學習比較有意義，不然其實沒什麼差只是坐成一個圈圈而已。
- 我覺得一桌的分組對於我的課堂作業比較沒有幫助，幫助比較大的是原本課堂上的朋友會來教，因此我雖然覺得團隊合作很重要，但是對於不認識的同學可能就比較難合作了。
- 我認為團隊分組是一個不錯的做法，但是由於課堂上的作業比較偏向於個人實作，通常學生會照著影片實作，因此比較少會跟同組員有交流，建議老師可以提前一個禮拜把影片放上 e 學院，讓學生可以提前預習，然後在課堂上出教學影片為基礎稍微變化的作業，讓學生有思考及討論的空間，並把小組人數減少，可以增加討論的頻率和每個人實作的機會，我覺得大概 2-3 人會最好，通常超過 4 個人可能會在分成更小的群體在討論。
- So far so good, and TA really help a lot!!!! Really appreciate. <3
- No, it's a quite good idea.
- I think for each class everyone do their own project, so there wasn't much team work in class. However for the final project, we do need team work to finish the project efficiently.
- Randomize a team then let them stay together for the whole semester, this will make people more interactive than meeting different people every week.
- It didn't really change the class dynamic for me, so maybe its better to not have it.
- Clear videos make team learning unnecessary.
- Putting students in groups each class did not work because the teams did not actually work together, so there is not much interaction or collaboration. The videos are clear, so team learning is not necessary.
- It might be good that the projects are a little more complex so ppl can work in group

- 不要每周都換位置
- 我覺得分組式學習對於每次上課需要交的作業非常有幫助，這樣可以讓進度比較慢的同學也能透過上課時間就學會，也對於能力比較強的同學能夠更加印象深刻。
- 由於每周製作的專案有時是會需要沿用的，那在沿用的情況下，推薦製作完該其專案後再做換組的動作，否則有時在專案繼承時發生錯誤會導致之後的動作出現問題
- 通過這個課堂，我認識到小組成員也能提供我一些意見，能幫助我完成課堂的作業。我覺得對於分工合作的占比可以多一些，小組合作完成其中之類的
- 希望基於團體學習可以讓同學幫助更有效，我們把上課作業分成好幾個部分假如同組同學該部分有問題還沒完成時給予協助，在進行下一部份。
- 小組方式是一個很好的方式，但不強迫、鼓勵、獎勵是很好的機制，希望能繼續下去。
- 希望可以固定位置，因為有時利用 Import Package 的方式，或許是因為版本不同或其他原因，造成載入時缺少部分物件，導致之前上課時所實作的內容不見。
- 分組式學習很適合這堂課的進程，因為座位剛好也是 5 人一組，因次在分組坐上也能互相幫助。
- 我覺得不要每個禮拜都換組會更好
- 課堂學習的時候分組比較沒必要。



附件 4、112 學年度上學期資工系「虛擬實境導論」課程現場拍攝照片



附件 5、本計畫成果已發表在日本東京的早稻田大學主辦的國際會議（International Conference on Education and Multimedia Technology，簡稱 ICEMT 2024），發表論文標題為“Enhancing Virtual Reality Course through Team-Based and Project-Based Learning”，很榮幸獲得「最佳論文獎」。



ICEMT 2024 2024 8th International Conference on Education and Multimedia Technology ICERI 2024 14th International Conference on Education, Research and Innovation

## TECHNICAL SESSION 9

Time 10:00-12:00 | June 24 (UTC+9) Room Common Laboratory 7

Session Topic: Virtual Reality and Augmented Reality Technology in Education

Session Chair: Prof. Nicia Guillén Yparrea, Tecnológico de Monterrey, Mexico

Paper ID	Title & Authors
TM1102 10:00-10:15	Students' Acceptance Towards Technology-Enhanced Learning with Augmented Reality Technology in Sustainable Tourism Education. Presenter: Silverina Kibat Affiliation: Universiti Teknologi Mara, Malaysia
TM1161 10:15-10:30	A Quiz System for Online Medical Device Identification on APP Presenter: Ting-Sheng Weng Affiliation: National Chiayi University
TM1124-A 10:30-10:45	Enhancing Virtual Reality Course through Team-Based and Project-Based Learning Presenter: Mau-Tsuen Yang Affiliation: National Dong Hwa University
TM1007 10:45-11:00	Volumetric Video Use Cases for XR Immersive Streaming Presenter: Peter Fasogbon Affiliation: Nokia Technologies, Finland
TM1125 11:00-11:15	The Audience Perception to AI Voicebot News: An Experimental Analysis Presenter: Yuan He Affiliation: Jinan University, China
DE1191-A 11:15-11:30	Research on the Effectiveness of Using Virtual Reality Technology to Assist Learning in Architectural Construction Courses Presenter: Yi-Jao Chen Affiliation: National University of Kaohsiung
TM1086 11:30-11:45	Advancing Physics Pedagogy with Augmented Reality: insights from a Systematic Review Presenter: Nurussaniah Affiliation: Universitas Negeri Malang, Indonesia

35

Tokyo, Japan June 22-24, 2024