

國立成功大學 工程科學系

探討情境學習融入虛擬實境
對學生學習表現與參與度之影響

E94086076 潘玠佑

E94091181 呂曉南

指導老師：黃悅民

2022/8/28

(一)摘要

虛擬實境（Virtual Reality）是利用虛擬的景象讓使用者有彷彿置身其中的一項技術。目前已有許多地方利用虛擬實境的技術如電影院讓觀看者配戴頭戴式裝置，使其好似進入電影的世界中，與電影中的人物近距離互動；又如娛樂場所使用頭戴式裝置，並配合手部感應搖桿，使玩家沉浸於槍戰、賽車或是 RPG 的遊戲世界中。

若將虛擬實境技術引入教育中，想必也會造成一番改革並改善許多現今方式的不便之處。如學習嵌入式系統，若使用虛擬實境，不但可以省去添購電子器械如訊號產生器和示波器等以及電子零件的費用，更可以使學生安全地使用電子器材，不必擔心零件因電壓過高或是年限已到損壞，或是學生因操作不當而導致受傷。除此之外，若將其引入國高中教育中，想像學習數學立體圖形、生物人體構造、化學和物理實驗時，不再是看著嘗試用平面的圖案表達立體的物件的課本，而是「真正的」進入場景中，觀看並且親自動手操作觸碰立體仿真模型，想必會不同凡響！

因此，本研究注重於將利用虛擬實境和情境模擬學習的方式來建造學習嵌入式系統的環境，以近乎真實的場景讓使用者不必擔心用壞昂貴的電子元件，以此來探討學生的學習參與度的改變。

(二)研究動機與研究問題

支持科技突破性發展的是人類的知識，而支持人類知識的則是教育。教育將從古至今的知識匯集並傳承下去，如因為有古典物理學的根基才發展出近代物理學；抑或是歷史的重要性。如唐太宗所述，以人為鏡可以明得失。因此，可知教育與人類的進步息息相關。

教育一直都是與時俱進的，以我國而言，從昔日九年國民義務教育轉變成十二年國民義務教育，增長學生受教權以及學習的機會。除此之外，截止至今我國總共有 159 座大專院校，一般大學、技職校院、專科學校以及空中大學林立更釋放許多機會使學生延伸學習。然而，即使教育體制有相當大地轉變，教育方式仍採用課堂上，以板書或簡報作為上課內容。造就這些的原因不外乎是相對於實質演練如戶外教學或工廠實習，以較低的成本獲得較高的效益。但是否這即是最好的教學方式？想必不是。中文有句成語叫做「眼高手低」意旨一個人以為自己可以看一看就懂了，其實不然。實際操作才發現自己甚麼也不會。因此，為了能加深學生的學習印象以及學習成效，在隨著科技發展的同時，更多專業人士投入教育領域探討教育方式以及方針，許多教育方式如情境模擬學習（Simulation based learning）、問題導向學習（Problem based learning）相繼推陳出新。情境模擬學習是用於將引導式體驗代替或放大真實性體驗。Gaba (2004) 模擬旨在以互動方式複製現實世界的各個方面，使學習者沉浸在學習環境中 (Gaba, 2004)。而問題導向學習則是利用問題案例或場景中的觸發裝置使學習者定義學習目標。隨後進行小組討論，獨立且自我導向的學習，最後才報告才完善所有知識。因此，問題導向學習本身並不是解決問題，而是利用適當的問題來增加知識和理解 (Wood, 2003)。因此，當有優秀的科技技術如虛擬實境，是否將其妥善運用到教育上，並有不錯的成績是本研究的主要動機。

虛擬實境（Virtual Reality）無論從中文或英文字面上都可以很容易地知道這是一種創造真實環境的技術，但由於並不是真正的創造出來，因此被稱作為虛擬。想像一下，一個虛擬的環境可以為我們帶來甚麼？答案是全部。在虛擬的環境中，不被現實的因素所限制，可以建築對自己有利的事物，因此虛擬實境應用廣泛，購物上、娛樂上皆有其足跡。而本研究，將探討虛擬實境應用在教育上的成效為何。同時，由於虛

擬實境將創造一個彷彿真實的環境，因此很適合搭配情境模擬學習，一種利用類真實情境的學習方式，同時進行。利用虛擬實境的技術打造適合的情境，不但省去建造情境模擬學習環境時所需的資金成本，由於是虛擬器材，更不用擔心使用者受傷或是器材消耗及損壞。

目前虛擬實境有許多學習上的應用：急救人員、腹腔鏡手術以及汽車製造的培訓；一些美國公司如 Walmart，也正採用虛擬實境作為培訓工具(Carruth, 2017)。也有物理實驗室具備虛擬實境，使學生能夠控制實驗室環境以及物理特性。如改變重力、摩擦力和大氣阻力。允許學生觀察迄今為止無法直接觀察的物理現象(Loftin, Engleberg, & Benedetti, 1993)。

因此，統整以上，本研究將注重於研究將虛擬實境技術結合情境模擬學習對學生參與度的影響。換言之，本研究將利用虛擬實境的技術，建造一個真實模擬學習情境的環境，也就是利用情境模擬學習的方式，才探討學生在這種親身經歷的學習之下，學習成效以及參與度是否會跟著提升。

(三)文獻回顧與探討

對於至今廣泛的研究關於探討虛擬實境的應用，如教育以及護理上，以下將著墨於相關重點名詞：虛擬實境(Virtual Reality)、情境模擬學習(Simulation based learning)以及參與度(Engagement)的探究和討論。

1. 虛擬實境(Virtual Reality)

(1) 虛擬實境的介紹

虛擬實境(Virtual Reality)，簡稱 VR，是一種先進的人機介面，可以用來模擬現實中的環境。使用者可以在虛擬的世界中四處走動。他們可以從各種不同的角度觀看虛擬世界、同時也可以伸手抓取、重塑虛擬環境。(Zheng, Chan, & Gibson, 1998)

目前虛擬實境已經運用在各個地方，如瑞典韋斯特羅斯(Vasteras)的 ikea 分店使用 IKEA VR Experience，藉由讓消費者戴上虛擬實境所需的頭戴式裝置，使其於預設的空間內自由活動並改變房間的配置，如同置身真實的場景，使消費者相較於腦中自行想像搭配方式，更能了解何種擺放方式、何種家具更適合自己的喜好，達到更好的銷售成果。同樣地，虛擬實境也被運用在娛樂上，無論是電影、遊戲或 Youtube 影片都增加虛擬實境的功能，使使用者彷彿置身其中，甚至名牌廠商 Gucci 以及虛擬潮牌 RTFKT Studios 也推出虛擬鞋，使消費者可以在 VR 社群媒體及部分遊戲平台如 Roblox 中配備穿搭。

發展至今，虛擬實境可區分為以下三種：物件式虛擬實境(Geometry-based VR)、影像式虛擬實境(Image-based VR)和混合式虛擬實境(Hybrid VR/ Mixed Reality)。物件式虛擬實境是透過虛擬軟體如 Magic VR 建模而成，由於所有物件皆是一一建模形成，使用者可以以任意視角和方向與虛擬物件進行互動。然而，也因如此，對於系統的運體運算要求不低，使用者須具備良好的硬體設備。因為昔日物件式虛擬實境的建模相當費時且成本較大，因此後來發展出影像式虛擬實境，由 Apple 公司的 Chen 所提出，利用 QuickTime 的技術，並使用攝影擷取現實場景。透過電腦軟體編程建造出以使用者為中心的圓柱形或圓形景象。其中，影像式虛擬實境還可依主體物件不同分成：(1)以攝影機為中心環繞建造虛擬背景的環繞實境(Panoramic image movie)以及(2)以目標物件為中心環繞 360 度視角，讓使用者可以輕易觀測目標物的每一面向的環場攝影(Object movie)。然而，即使影像式虛擬實境大幅降低成本和開發時間，卻也造成缺乏和使用者的互動性。因此，混合式虛擬實境隨之發展，混合式虛擬

實境擷取前兩種虛擬實境的優點，先以影像式虛擬實境建造背景，再依個人需求建造可產生互動性的物件，以及達到降低開發時間、成本和保留互動性。

(2) 虛擬實境在教育應用上的優勢

虛擬實境應用廣泛，除上述所提到在娛樂方面的應用外，虛擬實境也在教育上有許多應用。在醫療上有局部麻醉訓練：藉由虛擬實境，使受訓醫生可以動手操作麻醉手續及方式，而非只是藉由看學習影片來學習。Grottke et al. (2009)以虛擬實境基礎建立虛擬世界內涵許多解剖結構使使用者可以在之中精進他們的技術。

在工業上有員工培訓：操作工業器械總是伴隨許多風險，常常可以看到新聞報導機台操作不慎導致人員受傷、截肢甚至是工廠失火。但藉由虛擬實境卻可以大大地降低操作不當的風險。員工可先在建置好的虛擬環境中熟練操作器械後，再到現實當中實際操作。Zhang (2017)為礦業開發開發虛擬環境，藉由頭戴式裝置進行地下礦山、鑽井的培訓。使用者可以在虛擬環境中操作虛擬礦工的手進行複雜的鑽孔動作與手勢。

因此，經過整密的資料收集和整理，總結出以下四點虛擬實境在教育學習上的優勢：

(1) 前置準備簡單

現實生活中進行培訓經常耗費許多器材、經費以及時間。如工業機台培訓，不但需要所需的所有機台設備和培訓導師敲定時間，啟動機台以及操作同樣也會消耗機台使用壽命以及相對應的使用費用。然而，使用虛擬實境只需要一些虛擬傳感設備以傳遞感受，便可以在虛擬的環境中練習使用機台，比起現實的前置準備顯得更為簡單和方便。

(2) 安全性

操作設備、設施總是伴隨風險。如使用機台不慎恐招致使用者肢體受傷、甚至死亡；如麻醉手續失當恐致使患者陷入重度昏迷。但，在虛擬環境中卻可以避免所有風險，並且透過虛擬環境中的練習，同時也可以降低在現實中操作不當的機會。

(3) 可逆性

不像現實生活的不可逆性，一旦失誤或失敗變容易演變成難以挽回的悲劇。由於虛擬實境提供的是虛擬的環境，在環境中即使失誤、失敗也不會導致機器損壞、使用者或他人的損失。只需重置環境便可以重新演練、操作，相當便利。

(4) 成效性

一般生活中的學習，經常是看著講義或是影片，透過眼睛作為受器使大腦吸收知識。根據 Clark 和 Horch 的對動覺記憶的研究指出人體具有長時間精準記憶四肢位置的能力(Clark & Horch, 1986)。也就是，若利用全身當做受器吸收知識，不但可以加深印象，更可以在往後進行相同動作時，由於身體的記憶性，達到良好的成果。而虛擬實境的技術正符合所求，進入虛擬環境後，藉由親自動手操作使得四肢也同時成為受器以吸收知識。

2. 情境模擬學習 (Simulation based learning)

情境模擬學習意指一種「身歷其境」的體驗方式，藉此引導並放大真實體驗。以完全互動式的體驗重現現實世界的實質物品、技術以及實驗來學習，目前已廣泛運用在航空、軍事以及醫療領域。以醫療領域為例，臨床環境模擬 (Simulated clinical

environment)，也就是建立配有所有設備和護理工作車，也叫做急救車的重症監護室、急診室和手術室作為醫生、護理師，抑或醫學生的模擬真實學習，由於其逼真的環境設施，有別於課堂學習，學習人員可以更加熟悉操作和安排，並且可以不斷重複利用、學習。如此不但穩固醫療人員的基礎知識、增加專業技術以及經驗，並且同時避免患者免於不必要的風險。

除此之外，更多許多用於醫療的模擬系統，如人類病患模擬器（Human patient simulators）和虛擬程序站（Virtual procedure stations）。人類病患模擬器通過電腦運算模擬真實人類的生理機能如眨眼、心跳、脈搏和呼吸等，並且可以載入教學程序使其和學習者產生引導式學習的互動。另外，人類病患模擬器也可以模擬從細微受傷到重大創傷的各式場景以利學習，有些模擬器甚至可以藉由掃描藥物條碼來產生相應的藥後反應。而許多國高中的護理課程如心肺復甦術（CPR）和人工呼吸使用的「安東尼」，半身人形塑膠模型，即是一種簡單的情境模擬學習，藉由讓學生實際對模型進行心肺復甦術和人工呼吸以達到模擬學習的精隨：身歷其境。虛擬程序站，根據所需建立擁有相關設備的不同類別程序站以作為專門類別的模擬學習，例如大腸鏡檢查、支氣管鏡檢查以及插管等，學員可以藉此模擬真實情況進行操刀直到其完全學會該技術（Lateef, 2010）。

3. 參與度（Engagement）

一般而言，參與度是指個體在群體間所受的重視度和投入程度。例如，企業中的員工參與度即是指員工在公司中的被重視程度和其相應的投入程度；學校中的學生參與度則是指學生在學習中所得到的重視度和投入程度。簡言之可將參與度視為加入承諾、熱情、奉獻的結合，且 Merriam-Webster 辭典也將參與度定義為「情感的投入或承諾」和「全力以赴。」（Schaufeli, 2013）

特別是學生參與度，由於對人類社會而言，學習一直是進步的動力源頭，因此自從 1990 年中期就開始著墨研究如何提升學生參與度。因此，更精確地解釋學生參與度，學生參與度關注的是時間、努力和學生以及其機構投入的相關資源所優化的學生體驗，並同時提高學習成果、學生發展和學校表現以及名譽（Trowler, 2010）。

有了明確的定義後，此時問題指向如何提升學生參與度。提升學生參與度有許多方式而其中的關聯性和多媒體技術則是本研究所要探討的。關聯性的重要來自於當今的學習者要求他們的學習盡可能可以應用於現實社會，處理真實的問題可以吸引學生並為學習體驗建立目的感（Claxton, 2007; Dunleavy, Milton, & Willms, 2009; Willms, Friesen, & Milton, 2009）。舉例而言，許多學生抱怨學微積分對他們日常生活如購物並無太大幫助，這便是因為他們學習微積分時並沒有思考到其與現實生活相關的應用和連結。而多媒體技術越顯重要的原因則是於無法走出教室與專家交談學習時，該技術可以幫助學生在全球範圍內與人或事物互動。顯而易見可以發現虛擬實境解決這兩者問題，於虛擬環境中，加上最終目標如通過考驗的學習方式可以適時提升真實的體驗感以及目的性，並且創造與人或事物的互動。

4. 總結

因此，當探討情境模擬學習融入虛擬實境對學生學習表現與參與度之影響，可以發現這三者是緊密不分的。由提升學生參與度的各項方式中提取出關聯性和多媒體技術並由虛擬實境創造場景和情境模擬學習建造真實學習環境以達到最佳學習成效。

目前研究至今，虛擬實境應用在教育方面也不算少數。但卻通常落在醫護人員培訓、消防培訓以及工廠培訓。為此本研究希望將虛擬實境的應用範圍擴張，將這項技術帶入日常大學教育課程之中。若成功獲得佳績，將更為證實虛擬實境在教育上的優勢性，並且同時代表虛擬實境對日常教育學習的重要性，是將虛擬實境技術引入學生教育的一大里程碑。

(四)研究方法及步驟

圖 1 為研究流程圖。本研究計畫會以樹莓派當作主題進行課程設計，以 MagicVR 虛擬實境內容編輯器為主要設計軟體，模型的部分將以網路上的資源為主，並使用 SOLIDWORK 2018、leopoly 與 blender 輔助建模。本計畫的研究方向是觀察將 VR 引入教育是否能提高學習效果，又因為近年來樹莓派時常被應用在課程中，所以本研究將使用樹莓派（如圖 2 所示），並搭配 HTC VIVE 設備（如圖 3 所示）。因此，主題確定後就是要制定學習內容，此部分將應用在課程最後的實作上，內容如下，本研究計畫藉由紅外線控制樹莓派產生二進制訊號，並以 LED 將結果顯示於麵包版上。



圖 1 研究流程圖

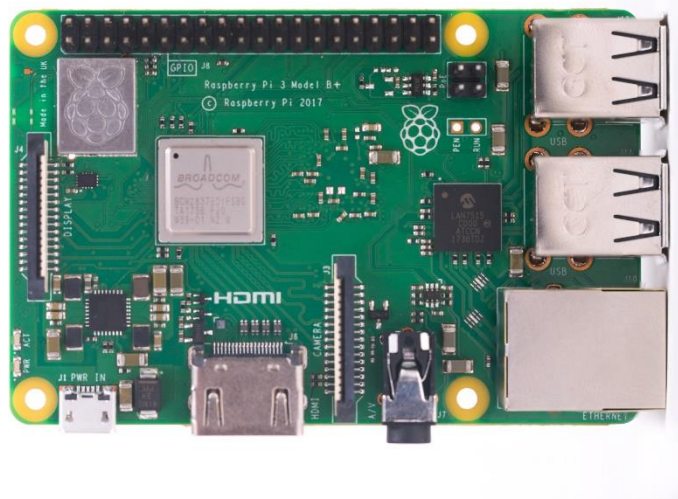


圖 2 樹莓派 3 (參考來源：<https://ricelee.com/product/raspberry-pi-3-model-b-plus>)



圖 3 HTC VIVE 虛擬實境配戴裝置(參考來源：

<https://blog.vive.com/tw/2016/02/22/htc-vive-mwc-2016-preorder/>)

制定好教學內容後，第三步驟為模型建構，由於網路上有許多現成模型，因此多數模型將以現成模型為主，其他較難建構的模型像是樹莓派，將透過 Maxon Cinema 4D 進行轉檔，再以 Blender 協助上色。接著是環境建置，使用哈瑪星的軟體 Magic VR 執行虛擬環境的建構。最後是研究測試，利用 SPSS 進行分析作業，藉此觀察虛擬實境的學習方法對學生學習的狀況。

為了探討虛擬實境對學生參與度的影響，因此本計畫的研究內容會以準實驗設計的方式進行，首先，本計畫會找一批測試者，以台南地區的學生為主，進行為期兩個月的密集教學，在實驗的過程中會將其分成兩組進行實驗，一組為「一般課程組」，另一組為「虛擬實境組」，觀察虛擬實境的使用是否能更有能提升學習效率。

在研究開始前，研究人員會先設計三份問卷，一份為「學生基本調查問卷」，一份是「學習及意見調查問卷」，還有一份「學習參與度量表」。三份問卷會分別在課程前及課程後進行。課程前需要了解學生的基本資料，因此會先實施「學生基本調查問卷」；課程的結束後要收集學生課堂參與度及對於授課方式的感受，所以會請他們填寫「學習及意見調查問卷」、「學習參與度量表」。

為了了解他們在一開始的學習心態及能力，在課程開始前會先進行「學生基本調查問卷」，以便課程進行中的觀察，此調查問卷以(Pintrich, Smith, Garcia, & McKeachie, 1993)提出的期望動機理論模式進行設計，主要面向有三個，價值動機、預期動機、對於情感動機，表 1 為問卷內容。

表 1 學生基本調查問卷

問題	
價值動機	1. 我認為學習樹莓派可以提升我自身的能力
	2. 我認為學習樹莓派對我的未來有幫助
	3. 我認為學習樹莓派是必須的
預期動機	1. 我認為透過此課程能了解樹莓派的基本應用
	2. 我認為此課程能使我對樹莓派產生興趣
	3. 我認為此課程能使我有能力進行實際應用
情感動機	1. 我對於樹莓派的課程充滿期待

2. 我對於樹莓派充滿好奇
3. 我很期待課程結束後的自己

課程結束後，會請學生填寫兩份問卷，一份測驗卷為「學習及意見調查問卷」，透過此份問卷可以了解學生在課程結束後的看法，看是否與課程進行前有差別，表 2 為問卷內容。

表 2 學習及意見調查問卷

問題		選項			
學習調查	1. 我在課堂上回答問題的次數	<input type="checkbox"/> 0~1	<input type="checkbox"/> 2~5	<input type="checkbox"/> 6~9	<input type="checkbox"/> 10 次以上
	2. 我在課堂上發問的次數	<input type="checkbox"/> 0~1	<input type="checkbox"/> 2~5	<input type="checkbox"/> 6~9	<input type="checkbox"/> 10 次以上
	3. 我實驗成功的次數	<input type="checkbox"/> 0~1	<input type="checkbox"/> 2~5	<input type="checkbox"/> 6~9	<input type="checkbox"/> 10 次以上
	4. 我請假的次數	<input type="checkbox"/> 0~1	<input type="checkbox"/> 2~5	<input type="checkbox"/> 6~9	<input type="checkbox"/> 10 次以上
	5. 我遲到或翹課的次數	<input type="checkbox"/> 0~1	<input type="checkbox"/> 2~5	<input type="checkbox"/> 6~9	<input type="checkbox"/> 10 次以上
意見調查	1. 我將會將此課程推薦給朋友及同學	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否		
	2. 我認為課程內容相當豐富、有趣	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否		
	3. 我能清楚理解講師的授課內容	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否		
	4. 我認為教材的準備相當充足	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否		
	5. 我認為我比平時更加享受課程	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否		
	6. 我希望所有課程皆以 VR 的方式進行	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否		

另外一份是「學習參與度量表」，由於本計畫主要在觀察使用 VR 是否會影響學生的學習，因此，收集課堂參與的數據可以輔助本研究計畫。問卷內容取自(Skinner, Furrer, Marchand, & Kindermann, 2008)，表 3 為問卷內容。

表 3 學習參與度量表

問題
1. 我盡力在課程中做到最好
2. 我用盡全力完成課程目標
3. 我積極參與課堂中的討論

-
4. 我很專注於課程的教學中
 5. 我很仔細地吸收講師的授課內容
-

圖 4 為實驗步驟。本計畫將以樹莓派作為主題，透過兩個月的教學課程使學生了解樹莓派的基本操作，教學時間為一周一次，一次六小時，並將每次課程分成兩部分，第一部分是認識樹莓派，一次三小時，第二部分是樹莓派的實際應用，一次一樣三小時。在認識樹莓派的課程中，重點在於教學，目的是使學生能夠了解樹莓派的基本操作與功能。「一般課程組」將以一般的投影片方式進行課堂講解，講師會搭配實際操作的影片輔助講解。「虛擬實境組」則會讓學生穿戴著 VR 裝置，在虛擬的環境中，講師會將樹莓派的功能進行拆解，針對不同部分一一進行介紹。

第二部分是樹莓派的實際應用，「一般課程組」會透過講師進行實際操作，講師擁有一塊授課用的樹莓派，僅作為教學使用，為了與 VR 進行對照，樹莓派只有一個且沒有備品。學生可以在講師的操作結束後，以講師隨意挑選或自願的方式使用教學用的樹莓派，此教學方式的優點是學生能夠操作到實際的樹莓派，一切的實驗進行皆是實體的，不須考慮模擬程式出現錯誤的情況；但缺點就是樹莓派只有一個，如果燒壞了，日後的課程將無法進行實際的操作，講師也只能透過理論的講解

「虛擬實境組」則是在 VR 的環境中進行實際的講解，與一般課程組不同，因為是在虛擬環境中進行操作，優點是所有操作過程是可逆的，這在前面的文獻回顧有提到，因此虛擬實境組不需考慮樹莓派損壞的問題，且操作上與實際操作的體驗並不會相差太多；但缺點是軟體並不能呈現沒有被設計過的操作，因此，若模型或環境構建的不完全會導致程式出現錯誤。



圖 4 實驗步驟

(五)預期結果

如圖 5 所示，美國教育學家 Edger Dale 曾在 1969 年的 *Audiovisual methods in teaching*. New York: Dryden Press 介紹 Dale's Cone of Experience (Dale, 1969)，其中有

一部分表示「我們對聽到的內容能記得 20%，對看到的內容能記得 30%，但對於親身體驗過的內容能記得高達 90%。」

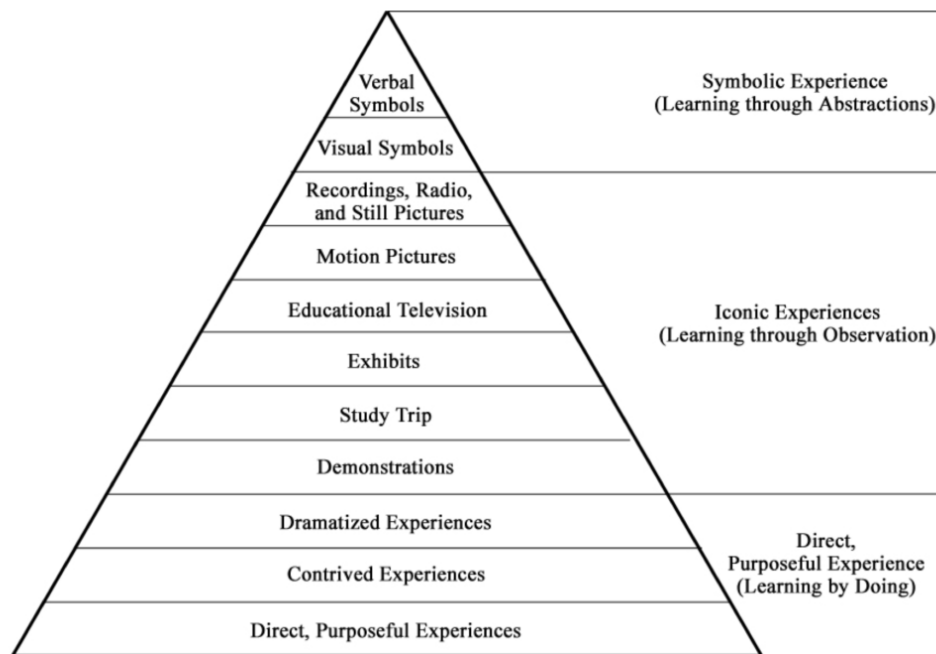


圖 5 Dale's Cone of Experience.(Dale, 1969)

若引用 Edger Dale 的結論，本計畫預期使用虛擬實境的組別相較於一般教學組，能更親身體驗到整個操作的過程。由於使用虛擬實境的學生能透過 VR 裝置全程參與樹莓派的應用，根據「親身體驗過的內容能記得高達 90%」虛擬實境組的吸收能力會比一般教學組還要好。因為本研究本來就預期 VR 裝置的設計可以讓使用者以第一人稱視角進行學習，且所有上課提及的物品皆有清楚的 3D 的模型，所以學生在虛擬世界中操作樹莓派，與在現實世界中操作並無差別。而且在虛擬世界中就算操作失誤導致樹莓派損壞，也能充新開始，不需要考慮有沒有備用的，也比較不會受到金錢的限制，可以無限次的嘗試。

相較於虛擬實境組，一般課程組主要以視聽接受資訊，以 Edger Dale 的理論來看，這組學生只能吸收全部內容的約 20%至 30%，且由於樹莓派只有講師的教學板，所以無法讓全部的學生參與實際應用。同時，一般課程組還受到損毀的不可逆性限制，若樹莓派因人為操作而燒毀，並不會有重新開始按鈕，能夠讓樹莓派復原。

總結來說，將 VR 融入教學是未來的趨勢，如果我們能夠將此技術發展得更成熟，不僅能改善只用視聽授課的模式，使學生在課堂上的參與度提高，也能夠減少地球資源的使用，造成過多的資源浪費。

經過教授的評估與指導，我可以因此學習樹莓派、linux 系統、python 程式設計以及哈瑪星 Magic VR 虛擬實境內容編輯器的基本操作，如在 linux 環境建立虛擬環境，並在其中安裝樹莓派所需套件以及使用 vi 撰寫 python 程式，最後再以 Magic VR 製作成虛擬環境供自己及他人學習。

參考文獻

- Carruth, D. W. (2017). *Virtual reality for education and workforce training*. Paper presented at the 2017 15th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA).
- Clark, F. J., & Horch, K. W. (1986). Kinesthesia. *Handbook of Perception and Human Performance*, Vol. 1, Sensory processes and Perception, Chapter 25. In: Wiley and sons.
- Claxton, G. (2007). Expanding young people's capacity to learn. *British journal of educational studies*, 55(2), 115-134.
- Dale, E. (1969). Audiovisual methods in teaching.
- Dunleavy, J., Milton, P., & Willms, J. (2009). What did you do in school today. *Exploring the concept of student engagement and its implications for teaching and learning in Canada*. Toronto: Canadian Education Association (CEA), 1, 22.
- Gaba, D. M. (2004). The future vision of simulation in health care. *BMJ Quality & Safety*, 13(suppl 1), i2-i10.
- Grottke, O., Ntoubas, A., Ullrich, S., Liao, W., Fried, E., Prescher, A., . . . Rossaint, R. (2009). Virtual reality-based simulator for training in regional anaesthesia. *British journal of anaesthesia*, 103(4), 594-600.
- Lateef, F. (2010). Simulation-based learning: Just like the real thing. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*, 3(4), 348.
- Loftin, R. B., Engleberg, M., & Benedetti, R. (1993). *Applying virtual reality in education: A prototypical virtual physics laboratory*. Paper presented at the Proceedings of 1993 IEEE Research Properties in Virtual Reality Symposium.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and psychological measurement*, 53(3), 801-813.
- Schaufeli, W. B. (2013). What is engagement? In *Employee engagement in theory and practice* (pp. 29-49): Routledge.
- Skinner, E., Furrer, C., Marchand, G., & Kindermann, T. (2008). Engagement and disaffection in the classroom: Part of a larger motivational dynamic? *Journal of educational psychology*, 100(4), 765.
- Trowler, V. (2010). Student engagement literature review. *The higher education academy*, 11(1), 1-15.
- Willms, J. D., Friesen, S., & Milton, P. (2009). *What Did You Do in School Today? Transforming Classrooms through Social, Academic, and Intellectual Engagement*. (First National Report): ERIC.
- Wood, D. F. (2003). Problem based learning. *Bmj*, 326(7384), 328-330.
- Zhang, H. (2017). Head-mounted display-based intuitive virtual reality training system for the mining industry. *International Journal of Mining Science and Technology*, 27(4), 717-722.
- Zheng, J., Chan, K., & Gibson, I. (1998). Virtual reality. *Ieee Potentials*, 17(2), 20-23.

(七)需要指導教授指導內容

1. 嵌入式系統課程內容實作。
2. 引導正確的研究方向。
3. 研究未來預期成果呈現。
4. 專題研究相關計畫書撰寫方式。
5. 設計相關問卷。