

虛擬實境科技運用於語言學習的理論背景與華語教學範例 (The Theoretical Foundation of Virtual Reality Assisted Language Learning and Its application in TCSL)

胡文菊
(Hu, Wen-Chu)
銘傳大學
(Ming Chuan University)
wchu@mail.mcu.edu.tw

摘要：在現代，虛擬實境的技術其實已開始運用在各個領域。在華語教學中，學習者如果能在真實的語境中進行學習應當是最理想的學習狀態，但這樣的學習環境在真實世界裡往往需要克服多重阻礙才能偶一為之。反觀虛擬實境技術能打破教室的圍牆，帶學生體驗不同的場景與文化語境，虛擬實境科技可以讓教學實現新的可能性。本論文首先將分析虛擬實境輔助學習的相關理論，並嘗試提出一個虛擬實境輔助語言學習的理論架構，文中也介紹一個將虛擬實境科技運用在華語教學的範例，透過使用者經驗的訪談中瞭解虛擬實境輔助語言教學的學習本質，受試者對於此種虛擬實境的學習方法感到高度興趣且給予正面的評價。最後我們歸納出此種學習方式的優缺點，並對教學應用及未來研究方面提出具體的建議。

Abstract: In recent years, virtual reality (VR) technology has been applied in many fields. In Chinese language teaching, learners can learn contextualized language and then generate better learning results when learning in real contexts. In this respect, virtual reality technology is of great value because it can help learners to go beyond the boundary of classroom limitations and experience different scenes and cultural contexts virtually. This paper first reviews relevant theories underpinning VR-assisted learning, and outlines a theoretical framework for VR-assisted language learning. It then shares a qualitative study about using VR in Chinese language learning. Preliminary results suggest that learners are highly motivated to use VR to learn Chinese. Finally, suggestions for teaching practice are provided.

關鍵詞：虛擬實境，多模態學習，俱身學習，華語教學，全景影像

Keywords: Multimodal learning, embodied learning, virtual reality, TCSL, panoramic image VR

1. 前言

據研究指出，全球教育用的虛擬實境產值將由 2018 年的 6.6 億美元，增加到 2026 年的近 131 億美元 (Fortune business insights, 2019)，更有學者認為虛擬實境是 21 世紀最具代表性的教學輔助工具，因為 VR 可以幫助記憶、產生同理心，進而增進對特定的情境、人與事件的理解，這是其他工具所無法達成的，並且已經被應用在解剖學、自然災害、歷史、海洋生物學、數學、世界地理等領域的教學之中 (Rogers, 2019)，未來的蓬勃發展相信是指日可待。我們認為將虛擬實境運用在語言教學中並不是為了趕流行而做，其實虛擬實境可以為教學帶來許多益處，例如讓學生與虛擬人物對話以克服跟真人說外語焦慮；讓學生在擬真的文化情境中練習使用外語。我們更可以打破教室的圍牆，用虛擬實境帶學生到國外或許多現實生活的場景中進行學習，特別在這個肺炎疫情限制了眾人行動的時代，虛擬實境科技可以讓教學實現新的可能性。本論文首先將分析虛擬實境輔助學習的相關理論，並提出一個虛擬實境輔助語言學習的理論架構，最後介紹一個將虛擬實境科技運用在華語教學的範例，從中探討此一應用的優缺點，並對實務應用方面提出具體的教學建議。

2. 虛擬實境的學習理論

此一小節將探討運用虛擬實境技術於教學中的學習理論，包括多模態學習與俱身學習理論，並介紹虛擬實境輔助語言教學的應用趨勢。

2.1 多模態學習 (Multimodal teaching and learning)

多模態理論 (multimodality) 隸屬於社會符號學 (social semiotics) 的範疇，它緣起自倫敦大學學院的符號學家 Gunther Kress 教授延伸 Michael Halliday 的功能性語言學所發展出來的符號學與方法學的論述。符號，就像語言一樣，是一種義意的承載體。語言其實也是一種符號，但社會符號學家研究是語言以外的其他符號。下面的論述主要來自於 Kress 等人運用多模態理論對教與學所做的詮釋與研究 (Kress, Jewitt, Ogborn, & Tsatsarelis, 2001)。

在字面上多模態 (multimodal) 與多媒體 (multimedia) 的概念看似雷同但其實不然，因為 mode 並不同於 medium。關於這兩者之間的區別，Kress 認為，媒體 (medium 或複數形的 media) 是傳遞訊息的媒介，它具有物理性的存在，也可說是「將意義製造成訊息的形式並傳播的科技」(Jewitt & Kress, 2003)。在多媒體的概念中，媒體可包含文字、圖像、視訊、音訊、動畫等不同形式的媒介。而模態 (mode) 是一種產生意義與傳遞意義的資源，亦可以看成是一種意義產生系統。一種媒體可能具有多種模態。以音訊或聲音為例，它可以具備有語音、音效和音樂等不同模態。每一種模態都有它在意義呈現和溝通上的可能性與限制。

模態有許多不同的種類，例如言談、圖像、手勢、動作、文字等。每一種模態都能各自產生意義，而在同時間，它們又組合成意義的整合體。每一種模態的意義

再現能力 (representing) 有不同的可能性與限制，一個符號的製造者(例如老師或是學生)必須知道身邊有哪些可用的模態以及它們在呈現意義上的可能性與限制。Kress 把教學視為是一種運用模態的修辭學 (rhetoric)，教學的工作就是找出與運用不同的模態，結合出一個最有效的意義再現組合體。例如在教學的歷程中，教師要時時考量現在所教的內容以什麼樣的模態組合最適合呈現，比如用口說的、圖像的，還是其他的模態。而學習也是一種模態的修辭學。作為一個符號的製造者，學生在學習的歷程中也是在運用它們所知的各種模態符號再現出學科的知識或是概念。而這些再現 (representations) 包括外顯的(例如文字、口說、圖畫或是模型)，以及內在的——將外面的世界(或閱讀的文本)內化成自身的知識(這點或許可用心理學的基模 (schema) 概念勉強說明，雖然 Kress 並未使用這個名詞)。

多模態的學習觀點認為，學生從老師身上”習得”知識的這個概念把學生在學習上的角色邊緣化了；而老師”輔助”學生”發現”了知識的這種說法則是把老師的角色邊緣化了。學習是一種轉換式符號生成的動態歷程，而在這歷程中包含了教師與學生的涉入。亦即，在師生互動的教學歷程中，不論是老師或是學生都不斷地運用不同的模態製造符號，意義因此而被形成、流動、交換與再塑造，而這些符號與意義的轉換就成了學習的”證據” (evidence)。此外，不同的模態有不同的物質性 (materiality)，因此也牽涉到不同感官的運用。從一種模態符號所接收到的訊息可以透過不同的感官再現成另一種模態。例如從圖像所接收到的意義可以用口說的方式再現；從口說語言所感知到的意義也可以用圖像的方式再現。

教學是一種意義的傳遞，意義的傳遞不只是靠語言，而傳統的教學過度依賴語言。人們對於一些模態的理解程度不一，因為有人不懂這些模態的文法 (grammar)。例如老一輩的人可能看不懂漫畫，因為他們不懂得漫畫的圖文配置與圖像表現的規則或稱”文法”。多模態的學習研究告訴我們，傳統的教學過於倚賴語言模態，有些模態可能比語言更適合傳達意義但卻未被運用。每個學生對於不同模態的感知與運用程度不同，模態提供了看世界不同的角度，因此多模態的教與學可以為不同的學生帶來更多學習的可能性。這個觀點可以呼應心理學上關於認知型態的論述。例如有些學生擅長透過文字來理解，有些人較適合透過口說講解，有些人對圖像較有感，而有些人則需要透過操作來學習才能達到最佳的學習效果。

以實際應用面來看，Kroll 在她的教學語法課中嘗試進行了多模態教學，她在她的教學中加入了豐富的音調、臉部表情、手勢以及幽默。她認為這些多模態的策略運用可以降低學生的情感過濾，讓學生感覺被接受，吸引學生的注意力，也可以變成學生課後複習時的記憶來源。用鏡像神經元的理論來解釋，因為多模態的學習必需運用到不同的感覺接受器，激發了學生腦中的不同部位，因此加深了學習的記憶 (Kroll, 2013)。

2.2 俱身學習 (Embodied learning)

俱身學習的簡單定義是將身體作為一種學習的工具。傳統的學習過度強調大腦的運作，而俱身學習認為身體也應該包含在學習的活動裡。俱身學習被視為是一種

建構主義，學習者可以利用身體來建構知識與意義。在此理論裡，所謂的「身體」可以包括軀體、感覺、心智與大腦，也可以說是一種全人的概念，包括感覺動作系統與身體動作都可包含在學習的歷程裡。這一領域的研究有很多是以劇場、舞蹈、手勢來進行不同學科的教與學活動 (Leventhal, 2013)。

俱身學習探討的是身體、智性與情緒之間的關係。在我們一般的學校教育中，大腦常常被過度強調，並且優於身體。身體的智能常常被忽視，甚至不認為身體是有智性的，因此與學習並不相涉。運用身體與感官來學習可能只停留在學前教育，之後的學習階段如果再用這類的教學法可能會被視為幼稚而不恰當。但道理是否真的是如此？研究俱身學習的學者們可能無法同意，因為他們已經證明俱身學習可以應用在許多學科，而且是不同年齡階段的學習者身上 (Dixon & Senior, 2011; Xu, Kang, & Yan, 2021)。

一些學者用多模態識讀 (multimodal literacy) 的觀點來看待身體，他們認為身體也是一種多模態的材料與場域用來組織與產生教學意義。身體也像書本、圖片或多媒體文本一樣，具有「頁面」或「螢幕」可以被用來書寫與閱讀意義。在俱身學習的情境中，教師與學生不斷的用身體將資訊編碼、解碼、理解、轉型、紀錄與重新規劃 (Katz, 2013)。對這些學者來說，學習與教學不只是智性的，它同時也是身體的、情緒的、心理的與社會性的活動。相較於其他研究可能著眼於文字與圖像，俱身學習的研究者聚焦於研究感官與身體的活動在教與學中所扮演的角色，或者說，他們關心的是在社會與文化脈絡裡，意義產出歷程中的身體面向 (Katz, 2013)。

一些人類學與神經心理學的研究證實，情緒與推理兩者間具有不可分割性。人類若缺乏情緒與感覺的輔助就無法進行同理 (empathy)、推理 (reason) 或思考 (Katz, 2013)。或許在我們的教育制度與教學中應該要設法讓學生在情緒與感覺上更加投入，不應該只重視學生的智性與大腦，同時應關照到他們的身體、感覺與情緒，將他們視為一個完整的全人來進行教學與教育。手勢與姿態在俱身學習中佔有一個重要的位子。Katz (2013) 引用了一些研究說明手勢或姿態 (gesture) 在溝通行為中的重要性。它甚至可以引導學習與認知上的改變。更有研究證明教學者運用手勢的輔助可以增學生對數學課的理解。

傳統的教學步驟常常是讓學生先觀察再模仿，但是鏡像神經元 (mirror neuron) 的研究告訴我們，學習的發生其實在於結合視覺-動作神經感覺，它出現在概念形成、語言調節與模仿之前。神經學上的學習研究，特別是有關鏡像神經元的理論，有助於解釋多模態學習或俱身學習對學生的助益 (Kroll, 2013)。簡言之，有人把教學簡化成好記的三個步驟：Tell me, Show me, Let me (do) (Buteyn, 2018)。然而鏡像神經元的研究挑戰了這樣的做法，因為動手做的步驟應該在教學的一開始就可以加入。這裡所謂的融入可能是認知上的、情感上的融入，然而俱身學習的概念更加強調身體上的融入，而且是在教學的一開始就應該這麼做 (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013)。

Kroll 在他的教學文法課中讓學生使用不同的色筆與形狀標記不同的子句與詞性，這樣簡單的示範與操作讓學生對本來覺得困難與無聊的文法課變得有趣，甚至在課後的作業中他們更發展出自己的顏色和形狀標記方法。由此學生們不只學到了一種學習策略，更提升了他們的學習動機、自信與對自己作業的驕傲。在課後的回饋中學生也反應這樣的動手作方式讓他們覺得有趣，也讓他們學會了視覺化的學習方式。簡言之，多模態與俱身學習的方式讓學習變得更容易、更有趣，也讓學習持續得更持久 (Kroll, 2013)。在華語教學中，利用身體來輔助學習對老師來說並不是新鮮事，例如我們教學生運用手勢來輔助四聲的發音，此外利用全身肢體反應法 (Total physical response, TPR) 來學習華語也有不少研究 (陳華安、陳添來, 2019。陳雅齡、陳志嫻, 2008)。值得一提的是，上述這些俱身學習法採用的多是刻意去使用身體來幫助學習，而我們認為在虛擬實境科技的輔助下，俱身學習擁有不一樣的特質，因為學習者是自發性的在學習中運用身體。

綜合而論，多模態學習是從社會符號學的層面探討在學習的歷程中，意義如何透過不同的模態來呈現、傳遞與理解，而俱身學習則是從物質的層面探討身體如何被運用來促進學習的效果，學理的基礎則是俱身認知心理學 (embodied cognition)。兩套理論是以不同的層面來研究學習的本質，因為身體也是許多模態表達的載體，因此這兩套理論之間有密不可分的關係。我們認為，多模態理論可被用來分析虛擬實境教材裡的多模態對話情境，而俱身學習理論則可用來檢測在虛擬實境的學習情境下，學習者如何運用身體來融入學習。

3. 虛擬實境輔助語言學習的發展趨勢

3.1 虛擬實境輔助語言學習的相關研究

虛擬實境 (virtual reality, 簡稱 VR) 科技結合了電腦圖像技術、電子科技與資訊科技，是一種硬體與軟體系統的結合，用於產生出一種擬真的世界。VR 的三大特徵為：沉浸、互動和視覺真實感。沉浸指的是體驗者必須戴上頭戴式的顯示裝置，由於使用者看到的是 360 度的立體環繞式影像，頭戴裝置類似一種眼罩，能夠隔絕螢幕以外的視野，再加上耳機與資料手套，使用者便能在此空間中所獲得的身歷其境的感受，這類的身臨其境的感受並非是來自於現實世界裡的事物，而是透過電腦等高科技設備所虛擬建構生成的，當中涵蓋了視覺、聽覺、觸覺甚至是嗅覺及味覺。互動指的是人與此環境之間的雙向互動。使用者可以透過擺頭、視覺控制、鍵盤、觸控螢幕、搖桿等輸入工具與機器和虛擬環境進行互動，例如移動其中的物體，進行射擊遊戲等。視覺真實感指的是電腦圖像所產生出來的擬真畫面，它不是真實的事物，但讓人產生真實的感覺 (Sala, 2016)。

虛擬實境應用在語言的學習上也有不算短的歷史，過去十年運用桌面型 VR (或稱虛擬世界 Virtual World、虛擬環境, Virtual Environment) 來進行外語教學的研究也不算少，或有學者特別將此領域簡稱為 VRALL (Virtual Reality Assisted Language Learning) (Berns & Reyes-Sánchez, 2020)。早期的虛擬實境華語教學應用使用的皆是

以桌面型虛擬實境作為媒介，特別是第二人生 (Second Life, 簡稱 SL)¹ 這個多人社交/遊戲 3D 平台為主。在華語教學界，3D 虛擬環境被證實可用來促進學習者的俱身認知，例如在 Lan, Fang 與 Legaut (2015) 的研究中，31 位完全不懂中文的美國大學生被招募來參與中文字彙學習實驗，研究結果顯示，傳統 2D 圖文配對學習法在起始階段雖然較具優勢，但運用「第二人生」3D 虛擬環境學習字彙的方法在後期階段呈現出加速學習的效果。此外，陳慶萱 (2011) 研究 SL 華語教學之師生觀感。鄭琇仁等 (2010) 在華語師資的培訓課程中，將第二人生作為培訓的平台，指導華文系學生此平台上對著美國大學生進行華語教學，發現這些華語師資生對此新科技的興趣與評價頗高，但技術上的問題卻也不少(鄭琇仁、戰紅、陳慶萱，2010)。其他如籃玉如等研究者 (Lan, 2014, 2015; Lan, Fang, Legault, et al., 2015; Lan, Kan, Hsiao, et al., 2013; 呂伯寧, 2016) 運用 SL 進行了一系列華語和英語教學方面的研究，目標為字彙、聽力、口語、和寫作方面的訓練。這些研究為早期虛擬環境的外語教學法建立了優良的典範與理論論述。在此特別說明的是，虛擬環境同樣具有互動性與沉浸性，但這樣的互動性與沉浸性其實是被框限在電腦螢幕裡。而本文所謂的「沉浸式虛擬實境」是指必須採用頭戴式裝置來體驗的虛擬實境，使用者感受到的是「無縫空間的沈浸感」(曾靖越, 2018)，後者在經驗與設備的層面與前述的虛擬環境有所區隔，而且使用者是透過自己的身體來進行俱身學習而非透過化身 (avatar)。因為此種無縫沉浸式虛擬實境的設備與技術的要求普遍較高，因此在語言教學上的研究並不多見。但隨著軟硬體的進步與價格普及化，運用沉浸式虛擬實境來進行研教學已經不再遙不可及。

在 2016 年後，沉浸式虛擬實境技術的發展更加成熟，設備的價格也更加親民之後，VR 在外語教學上的應用也有了新的風貌。綜觀國內外的相關研究，虛擬實境科技在外語教學上的應用可歸類如下：一、用電腦 3D 建模的方式搭建學習情境或遊戲。例如賴怡臻 (2017) 設計了一套 VR 遊戲幫助華語學習者進行字彙的學習，發現學習者對此方法產生極高的學習動機。二、運用線上平台建構虛擬的場景進行學習活動。例如有研究者運用 CoSpaces² 的平台搭建虛擬空間，實施任務型教學法後發現學習者的聽力語口說能力提升皆高於對照組，其學習動機與滿意度也十分正向(何欣樺, 2019)。三、運用 360° 影片作為語言學習的補充或發想素材 (Ebadi & Ebadijalal, 2020)。例如有研究者運用 Google Cardboard 加上 Expeditions APP³ 作為工具，在大學高級中文班裡請學生擔任嚮導，用中文帶領同學虛擬遊覽 expeditions 裡的中國名勝古蹟，研究發現學生因此對這些景點與當地文化產生了高度的興趣，他們在參考了 APP 裡的介紹後，進一步深入研究，因此在口頭導覽中也用上了較高級的詞彙，例如：避暑勝地。此外，VR 工具的使用也降低了學生報告時的緊張感 (Xie, Ryder, & Chen, 2019)。余鎮綸 (2019) 透過拍攝 360° 環景照片，在 Roundme⁴

¹ Second Life 網站：<https://secondlife.com/>；Second Life 介紹：

https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Life

² CoSpaces 網站：<https://cospaces.io/edu/>

³ <https://sites.google.com/tcsnc.org/tcs-g-expeditions/home?authuser=>。Google Expeditions App 在 2021 年 6 月已終止服務並下架。

⁴ Roundme 網站：<https://roundme.com/>

平台上進行編輯之後，讓學習者搭配 VR 眼鏡體驗在地文化。文秋心(2019)則利用 360°影片提升學習者的寫作構思質量。四、運用市售現成的語言學習虛擬實境課程。例如戴孜仔等人(戴孜仔, 2019; Tai, Chen, & Todd, 2020) 運用 Mondly VR app⁵輔助英語教學，發現實驗組比對照組在字彙的測驗上有較好的表現。五、利用 360°全景相機，搭配 VR 眼鏡、iPad、筆記型電腦等設備搭建一個虛擬實境教室，透過錄製或直播語言學習課堂的上課實況，遠端的學生則可透過手機加上 VR 眼鏡連線到此課堂進行學習(葉為兵、劉士娟、& 宋飛, 2017)。

3.2 虛擬實境輔助語言學習之理論架構

依據前述理論探討並結合二語習得理論的相關概念，我們嘗試對於虛擬實境輔助教學的學習本質提出了以下的理論架構(圖 1)：

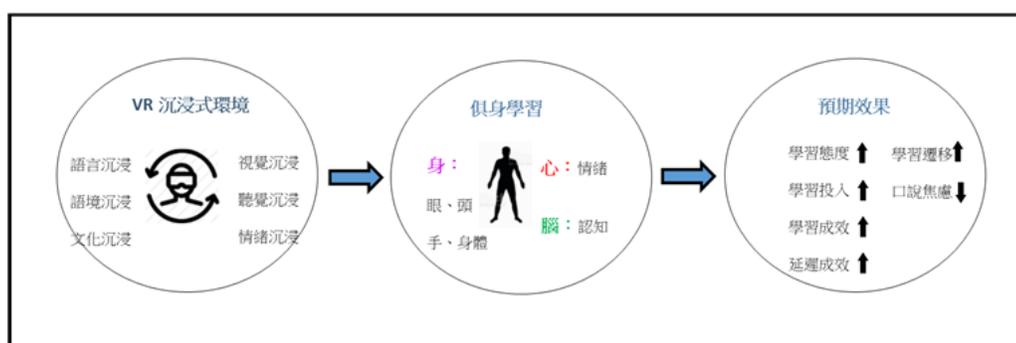


圖 1 虛擬實境輔助語言學習理論架構

(1) VR 沉浸式環境

我們認為，在適當的器材使用之下，VR 的學習環境可以達成使用者視覺方面的沉浸、聽覺方面的沉浸，以及情緒方面的沉浸。在適當的學習教材設計之下，外語學習者可達到語言、語境與文化方面的沉浸感受。

(2) 俱身學習

虛擬實境的訊息是以多模態的方式來呈現，而在前述的沉浸式學習情境之下，學習者可以達到結合身、心與腦皆融入的俱身學習狀態。理想的研究情境中，我們認為俱身學習的證據可以透過以下指標的測量：一、身體指標。我們可利用眼動儀測量學習者眼神是否聚焦在教材上。但如果受試者頭帶著頭盔顯示器 (HMD)，在技術上可能有執行的困難度，然而我們能做到的是記錄受試者頭部轉動、手部動作、身體姿勢，以及身體位置移動等身體融入學習標。在心理指標部分，我們可透過情緒投入 (emotional engagement) 問卷來測量。在大腦指標部分，我們可用認知融入 (cognitive engagement) 問卷題目來測量。

(3) 預期效果

⁵ Moondly VR 網站：<https://www.mondly.com/vr>

依據前面的理論分析，我們認為如果能夠適當的運用虛擬實境科技於外語教學，將有可能獲得以下的學習效果：因為科技的新鮮感，學生會有較高的學習興致與動機；俱身學習的狀態讓學生更深刻投入於學習活動並有較佳的延遲成效；擬真的語境讓學習效果能有效遷移至真實情境；與虛擬人物對話有助於降低學生的口語焦慮。綜合以上因素學習的效果將可有效提升。

4. 應用虛擬實境輔助華語學習範例

4.1 選用推廣性高的教學設備與技術

如前所述，目前的虛擬實境科技在外語教學上可以用不同的方法來進行，但在實際的教學應用中必須要考量設備、技術門檻、時間與預期成效等多方面的限制，因此在實際的課堂中我們尚未見到普遍的應用。然而，運用沉浸式虛擬實境科技來輔助語言學習並不一定都需要昂貴的設備和高技術門檻。以筆者所進行過的實驗為範例，只要具有消費型的全景相機和手機 VR 眼鏡，一般的華語老師皆有能製作自己的 360°影片 VR 教材，讓學生進行沉浸式虛擬實境語言學習。

我們在 VR 科技的選用上是基於以下仔細的考量：第一、如果使用 3D 建模的方式製作素材可以為課程量身訂製，但製作的門檻極高，需要委外給廠商製作，使用上所需的高價 VR 以及電腦設備也非一般學校或老師有能力負擔，因此研究的成果很難進行推廣。第二、如果運用像 CoSpaces 的平台，使用的門檻應該較第一種方式低一些，老師可以自由創造自己想要的 3D 空間，因此可搭配教材的需求自行建構，然而這類模組式的虛擬環境倡建平台，在素材內容的視覺風格上偏向卡通式或遊戲式，對兒童來說也許具有吸引力，但對成人學習者來說可能略顯幼稚，使用者自建的空間也無法達細緻的擬真效果。第三種選擇是採用市面上的 VR 語言學習 app，優點是商業產品具有一定水準的製作品質，運用了先進的互動式的科技，但學習的內容固定，可能無法配合課程的需求與班級學生的學習程度。基於以上種種考量，我們最終決定以 360°影片來做為學習素材。實景影片有絕佳的真實效果，製作的較為簡單，設備成本也較低，利用手機 VR 眼鏡或 VR 頭戴式一體機(如 Oculus Go)就有極佳的沉浸式效果，若要在多人的班級教學中使用也可以用平價的 Google Cardboard 取代。本範例所使用的教材乃運用 360 全景機自行拍攝，並將此教材用的全景影像儲存在手機中，讓學生可以帶著手機 VR 眼鏡進行學習。這些技巧對無科技背景的語文老師來說，只要稍加訓練，人人都能設計與製作符合自己課程需求的素材，也可以低成本的在多人的班級中使用，因此具有很高的實用性。

4.2 教材設計簡介

基於上述關於技術、成本與實用性等三方面考量的結果，我們決定以 360°攝影機來拍攝我們的虛擬實境華語教材。在此研究中我們嘗試設計了兩種不同的虛擬實境華語學習輔助教材，一種為被動觀看式教材，另一種則為互動參與式教材。被

動觀看式教材又可分為兩種形式：360°全景照片以及360°全景影片。而互動參與式教材則只有360°全景影片一種形式。關於教材的內容與設計方式說明如下：

4.2.1 被動觀看式教材

被動觀看式教材的使用目的是要跳脫教室圍牆的限制，將學習者帶入一個與學習主題相關的目標情境裡，並利用此情境裡的人事物來進行語言方面的學習。教材又可設計成靜態影像以及動態影像兩種形式。以下以本研究所設計的「Ubike 租借」單元進行說明。

1. 360°全景靜態影像。製作的方法非常簡單，我們帶著全景攝影機，找了一個適合的 Ubike 租借站拍攝全景照片作為教材。當學生帶著 VR 眼鏡觀看此照片時會有身歷其境的感覺。他可以隨意轉動頭部觀看上下四方的景象就像他站在現場一樣。與此靜態教材搭配的教學策略是由老師在一旁口頭引導與提問，例如：請說說看現在的天氣如何？在藍色的路燈桿旁停了什麼顏色的車子？灰色地磚上的白色箭頭指向什麼方向？你在這裡還看到了麼？請描述一下。學生聽著老師的問題練習到了聽力，而後藉由觀看他四周的影像來尋找問題的線索，最後透過回答問題來練習口語表達，因此是一種高度情境式的學習。
2. 360°全景動態影像。在此動態影片裡，主角人物來到了 Ubike 租借站，一邊用口頭說明，一邊示範如何租借腳踏車。影片教材的目的在於讓學生能夠臨場式的去感受從租借、騎乘腳踏車到歸還一系列一氣呵成的動作，透過影片中的影像與聲音提供一個仿真的情境讓學生去體驗。影片中人物的對話和說明構成了情境式的語言學習素材。在學生觀看 VR 影片過後，老師可請學生回答租借及歸還的步驟為何，以及影片情境有關的問題來做口語方面的練習。使用 VR 眼鏡觀看全景影片能使課程更為生動有趣，活潑的方式亦可減緩學生在回答問題時緊張的情緒，並能使之更明白租借 Ubike 的完整流程，並習得與之有關的詞彙與句型。



圖 2 360°VR 影片截圖畫面

4.2.2 360°互動參與式情境對話教材

此種教材只能以動態影像的方式來製作。我們嘗試設計了兩個單元：「買衣服」與「吃冰」。每單元的內容都分成兩大部分，前半段是對話示範，後半段則是對話練習。以「買衣服」的單元為例，故事情境裡有三個人：店員、顧客與同行的朋友，其中同行的朋友即是由戴著 VR 眼鏡學習的學生來扮演，因此在拍攝時我們必須把攝影機架設在同行的朋友所站的位置。影片一開始，顧客因為要買衣服所以跟店員會有一段對話，這段對話示範了買衣服的流程。之後，店員會轉向這個同行的朋友(攝影機)，並展開互動式的問話：「請問您要買什麼？」「這裡有襯衫，您覺得還可以嗎？」「好，這樣子三百塊。謝謝。」拍攝時，在每一句的問話之後都必須預留適當長度的停頓時間，好讓觀看的學生回話後再進行下一句問話。

4.3 教學流程

在本研究中，我們將這些虛擬實境的教材定位為語言課的輔助教材，也就是說，它們是搭配著語言課的教學來使用。因此，我們將教學的流程設計成三大階段：語言學習階段、VR 輔助學習階段，以及引導練習與評量階段。

在語言學習階段，教師運用設計好的 PPT 以傳統的方式進行語言教學，或是學生利用紙本的講義來學習課程主題相關的語言內容。在第二階段的 VR 教材內所使用的詞彙、句型或語法也會預先在此一階段學習。

第二是 VR 輔助自主學習階段。在此一階段開始之前，教師必須指導學生使用 VR 眼鏡，包括正確的佩戴方式，調整好鏡片的焦距、設定好適當的音量、請學生坐在旋轉椅上或是站立在周圍無障礙物的空間中進行操作等準備工作。圖 3 呈現的是實驗時學生所使用的 VR 眼鏡。學生透過 VR 眼鏡看到的是沉浸式的全景影像。在此一階段，老師的角色較屬於協助者，主要的工作是讓學生觀看影片來進行自主學習，若學生遇到設備操作上的問題則需從旁協助。至於靜態影像的教材，建議老師在一旁給予口頭上的指引，藉此告訴學生觀看的重點。例如：找找看 Ubike 的租借站在哪裡。數數看這裡有幾輛 Ubike。如果使用的是互動式對話教材的話，學生除了專看影片之外，還必須與 VR 影片裡的人物進行對話練習。



圖 3 學生使用 VR 眼鏡

第三階段是引導練習與評量階段。此時學生會透過 VR 眼鏡觀看一段全景影片，內容是主角人物示範與說明租借及歸還 Ubike 的流程，或是發生在服飾店裡的買賣過程。影片的形式除了可提供豐富的情境訊息(包括視覺與聽覺訊息)之外，更非常適合用來教導程序性知識，例如如何租借 Ubike，如何買衣服等。在學生觀看完影片之後，老師可提出一些問題讓學生進行延伸練習，教師也可以藉此檢驗學生的學習成效。例如：你在影片裡看到了什麼？影片裡的人是男生還是女生？大約幾歲？穿什麼顏色的衣服？租借 Ubike 的第一個步驟是什麼？店員拿給你看到的那件衣服好看嗎？你將來想不想借 Ubike？為什麼？老師的角色在此時是利用提問來引導學生進行延伸練習，若有必要可以讓學生重複觀看影片來回答問題。學生回答問題的表現也可以當成此課程的口語評量成績。換言之，在此過程之中，學習者必須運用身體與感官來解讀虛擬實境中的多模態訊息，教師也可以請學生用不同模態的方式(如口說、書寫或表演)來呈現他們的學習成果。

4.4 研究問題與方法

4.4.1 研究問題

為了深入了解與印證虛擬實境輔助語言學習的原理與學習本質，我們招募了外籍大學生來進行教材的試用，希望透過使用者經驗分析的方式來嘗試回答以下問題：一、虛擬實境輔助華語學習教材是否能提升學習動機？為什麼？二、虛擬實境輔助華語學習教材如何能引發俱身學習？三、虛擬實境輔助華語學習的優點為何？四、針對本研究所使用的教材有何改善建議？

4.4.2 研究方法

為了深入瞭解虛擬實境華語輔助教材的實用性與優缺點，我們找了大學修讀大學部華語課程的十位外籍生做為教材的試用者，他們的華語程度介於初級與中高級程度之間，基本資料表列如下：

表一 受試者背景資料

受試者代號	性別	國籍	程度
A1	女	印尼	初級
A2	女	泰國	初級
A3	男	越南	初級
B1	女	越南	中高級
B2	女	越南	中高級
B3	女	帛琉	初級
B4	女	諾魯共和國	初級
B5	男	聖克里斯多福	初級
B6	女	日本	初級
B7	男	泰國	初級
B8	女	南非	初級

研究的步驟是，首先，研究人員簡單說明了研究的目的，並給予受試者紙本的講義使其了解教材的主題與以及相關的語言學習內容。接下來在研究人員的指導之下請受試者試用本研究的虛擬實境華語輔助教材。編號A開頭的受試者試用的是被動觀看式教材，編號B開頭的受試者適用的是互動參與式情境對話教材。在試用完成之後，受試者接受了開放式問題的使用者經驗訪談。考慮到受試者的語言程度不同，我們請他們自己選擇使用中文或英文來進行訪談。結果中高級程度受試者採用的是中文訪談，而初級受試者採用的是英文訪談。在訪談開始之前我們徵得了受試者的同意進行全程錄音。訪談的內容在謄寫成逐字稿之後，並搭配研究者的觀察做三角檢測，最後以主題式的方法來進行質性分析。

4.4.3 研究結果

透過訪談逐字稿的分析加上研究者觀察的結果，我們歸納出以下的研究發現：

(1) 科技新鮮感引發學習興趣

透過訪談資料發現，幾乎所有的學生都對虛擬實境式的學習方法感到興趣，典型的回答如下：

I think it is very interesting, I never use this machine to study to learn the lesson before. (A2).

(The) advantage is more interesting, if you learn just by writing and teaching on the whiteboard. It's boring. But VR is like watching a movie and I can talk to them, so it's interesting (B4).

因為一般的.....(媒體)，就是很傳統的那一種，就是..好像是以前都有用過了，所以你用VR的時候，你看比較生動一點，然後...就是覺得是新的，你就有興趣一點。(B2)

The students will get motivated to study because of the new technology. (A2)

Because it's new and easier to use. VR makes me feel more interesting (B3).

因為大部分的受試者都是第一次體驗虛擬實境，相較於傳統的學習方式，他們對於這項新科技感到新鮮有趣，不可否認，新奇感是讓他們產生興趣的主要原因。

(2) 真實感與互動性有助於學習遷移

關於虛擬實境輔助語言學習的優點，受試者認為這樣的學習有助於將學到的語言運用在日常生活情境，而原因就在於它的真實感與互動性。

VR lets me feel like I'm in there. It's helpful when I go shopping. I know how to ask. The video is the same as real life. If I go to buy the clothes and the salesperson asks the same question I can answer it (B3).

VR is more interactive, it can connect with people. When they ask me, I can talk to them. It gives us a chance to let us talk. Traditional is more individual, you have to study by yourself, or act the character s by yourself. (B4)

I think VR is more practical. It's real and close to my life. VR has conversation, so I could know how to respond. (B5)

影片式的虛擬實境能夠將真實世界的場景搬到學生眼前，沉浸式的影像與聲音讓學生感覺有如身歷其境，加上角色扮演式的互動對話設計，猶如真人對話的模擬，有助於將所學的語言內容與技巧遷移至課程外的真實情境。

(3) 克服口說恐懼

受試者 B8 在訪談中提到了語言學習者的口說恐懼，而虛擬實境的真實感也讓她在對話練習時也感到不小的壓力：

It's such as a pressure. But I would consider it. Because it let me feel like a real situation. I think if you are learning to speak Chinese, you don't have to know difficult thing, you just need to know how to use in your daily life. I think is easier. For example: I want to know how to order food or take a taxi, but the person in the VR they ask me the question let me feel too scared to make a mistake. In the real life if the seller asks me in Chinese, I will say "English? Ok, I'll ask someone else, bye." (B8)

她說一般學習說中文時可能只學一些日常生活用的簡單對話，所以不是很難。在(台灣)真實生活的情境裡，如果店員用中文問她，她會反問對方是否懂英文。如果對方不懂英文，她就會找懂英文的人買。然而，VR 裡面的人物用中文問她，她反而覺得害怕，因為怕說錯，所以覺得有壓力。這段回應顯示出外籍學生在面對中文母語者時的確會感到說中文的焦慮，虛擬實境的擬真感同樣會帶給她壓力，然而在現實生活中她可以採取一些迴避的策略，避免掉說中文的壓力，而在虛擬實境她發覺無可迴避，必須要以中文回應，因此會感到有點壓力。我們接著問受試者 B8 這樣的 VR 教材是否有助於她將所學的對話運用在生活之中，她說 *Yeah, because it's always too scared. But with VR then we can ... (practice)*。受試者 B8 的論述其實代表虛擬實境教材可以充分模擬真實的情境與語境，學習者第一次使用難免會感到壓力，但若是經過多次的模擬練習之後，我們相信這樣的焦慮感會漸漸降低，最後能使學習者在面對真人時更有自信。

其他的受試者也表示，虛擬實境的教材可增加他們開口說中文的機會，學習之後他們會想要去外面試看看，因此在未來面對同樣的狀況時能有開口的勇氣，有助於他們增進日常生活語言的運用。

VR is more interactive, it can connect with people. When they ask me, I can talk to them. It makes chance to let us talk. (B4)

I think VR is more practical. It's real and close to my life. VR has conversation, so I could know how to response. (B5)

(4) 俱身學習：身體與情緒融入

除了頭腦以外，俱身學習強調的是增加身體與心理(或情感)層面融入學習的狀態。受試者們在訪談中有多人提到了「身歷其境」的感覺，例如：*VR let me feel like I'm in there(B3)*. 或是 *You feel like you are right in the situation. (B7)*. 我們認為這種身歷其境感是引發俱身學習的關鍵。

以身體的融入來說，依據研究者的觀察，戴上虛擬實境眼鏡進行學習時，每位受試者都會自然地轉動頭部以觀察四周的情境，若是以站立的方式來配戴，受試者甚至會以走動的方式想探索四周的環境，如此利用身體主動探索訊息的方式與被動式的觀看一般影片的學習方式有明顯的差異。更值得一提的是，學習者看一般的影片學語文時不會想要與影片裡的人物對話，但是在互動式設計的虛擬實境裡，受試者會自然想要回應情境裡面人物的問話。

This one is just like watching the movie, and it's so interesting watching it. and you can talk (B4).

I feel like I'm the person in the video, and it is like the real people talk to me (B6).

I feel like I'm in the situation, you need to try to answer (B7).

其實受試者在試用教材之前並不知道裡面會有互動式對話的橋段，雖然不見得每個人都好意思開口說，但當他們觀看到這一段時都知道自己應該回應 VR 裡人物的問話。我們進一步探究為什麼他們知道應該回應這些問話，受試者表示，因為裡面的人物是面對著自己問問題，而且在整個情境的氛圍與人物的表情和動作等整體研判之下，他們知道自己被期待著要回話。受試者的回答可以證明，虛擬實境的教材內容結合了多種模態，在聽覺的部分包含語速、聲調、口氣、停頓等模態，在視覺的部分包括環境、物品、人的姿態、動作表情等，以及人物與自身之間的空間相對位置等模態，受試者在進行學習時是以一種綜合解讀的方式來理解這些多模態訊息所傳達出來的整合意義，並進一步思考在這樣的情境和語境之下應該如何回答當下的問話，而受試者的回答就成了此多模態學習的成效或證據。

除了身體的融入之外，情緒的融入也是沉浸式虛擬實境可以達成的效果。在(3)克服口說恐懼的那一段落裡，我們說明了虛擬實境的對話如何帶給受試者心理壓力。此外，受試者也提到了虛擬實境所帶來的一種特別的心理狀態：專注。

I think you cannot get distracted with it. Because there is no small thing around you that try to get your attention, like your phone. So I think you have to focus because that is all you see. (B8).

頭戴式虛擬實境的特點是與外界隔絕的沉浸式感覺，使用者無法看到這個情境外的其他事物，如果加上耳罩式耳機，就連外界的聲音都可以被隔絕在外，因此會讓人變得非常專注。專注是一種心神投入的表現，能為學習帶來正向的效果。

(5) 高滿意度與採用意願

整體而言，幾乎所有的受試者都給與虛擬實境學習法極高的評價，所有受試者皆表示如果未來還有機會的話，他們想要嘗試用虛擬實境來學習更多的主題，更給了研究者不少拍攝主題的建議，由此可知他們對於這種學習方式十分喜愛與滿意，主要的理由包括這樣的學習方式很有趣、很新鮮、很真實；不必走出教室就可以體驗不同的情境；所學可以實際運用於生活中；學習時可以非常專心；可以學得比較快等等。

Actually, for me it is good already because it is a new way for me. If I believe if it's well improved in promotion, many people will like it and it is so useful.
(A1)

I don't think there is a bad. Everything is good. Because it's new, and it's more... real. (B3)

I think you can learn faster in this way, because you can talk. You can do listening and then you can talk. (B4).

(6) 缺點或待改善之處

除了優點之外，我們同時也詢問了受試者關於這套教材的缺點語改善建議，他們給了以下的答案：戴眼鏡的人使用起來不太方便；影片的解析度不太夠；影片中的環境雜音太大；缺乏字幕；有些人可能會覺得頭暈；器材操作上不太熟悉；設備可能太貴因此不適合運用在人數較多的班級等等。以上的這些使用者意見都可作為我們後續改善的參考。

5. 虛擬實境輔助語言學習的益處

綜合本文前半段的理論探討，以及本文範例受試者經驗的分析發現，沉浸式虛擬實境是輔助語言學習的絕佳工具，理由如下：

(1) 沉浸性：在語言教學中有一種方法叫做沉浸式語言教學法，也就是說教師必須要使用目的語來交目的語，完全不能使用學生的母語來補助，而學生也只能使用目的語，並完全生活在目的語的情境之中，這種方法可以在短時間內讓學習者的語文程度大幅提升。基於虛擬實境的特性，沉浸式的情境非常容易達成。它不只能帶來語言的沉浸性，還可以營造出環境、文化、感官，甚至是情緒等多方面的沉浸性。

(2) 互動性：虛擬實境是比一般多媒體教材能夠帶來更真實感的互動，學習者除了能夠與情境中的物體互動，更能遠距跟真實人物的化身進行言語溝通。互動帶來趣味感，並且讓學生有主導權與自主性，能夠促進主動學習 (active learning)。

(3) 多感官融入：虛擬實境能夠產生多感官的刺激，愚弄人類的大腦，讓我們以為自己處在一個似真實假的情境，進行似真實假的活動。藉由操弄多感官的刺激，俱身學習或身體記憶的效果可以達成，因此能達到較佳的語言學習效果。

(4) 情緒融入：心理學告訴我們，情緒可以影響我們的記憶與學習。第二語言習得理論大師克拉申也告訴我們，人人都有一個情感過濾器，例如當人們在緊張的時候外語的訊息會被我們隔絕起來，不容易進入我們的大腦，導致學習成效降低(劉頌浩, 2007)。因為虛擬實境能夠有效引導(愚弄)使用者的情緒，如果有好的教學設計，虛擬實境應該可以降低學習者的情感過濾機制，達到有效的語言輸入，進而在自然且無壓力的情緒下學好外語。此外，高沉浸式的虛擬實境帶給使用者高度投入感 (Kaplan-Rakowski & Wojdowski, 2016)，因此也有助於學習者專心於學習任務。

(5) 學習遷移：傳統課堂的學習模式常常會有學習低度遷移的現象，也就是說，學生在課堂內的練習也許沒有問題，但走出課堂之外，卻無法有效運用所學語言在實際的情境之中。在本研究裡，360VR 將再現一個真實的情境，學生必須與真人影像或化身進行互動，因此能產生較佳的學習效果。或有人說，老師把學生帶到實際情境進行教學的話效果不是更好？何須用到 VR 設備。我們不否認真人實境教學有更好的學習成效，但實境教學需要花費大量的人力、金錢與時間，況且有些地方不見得能帶學生去進行教學演練，例如飛機座艙。將無法觸及的情境用虛擬實境的方式重現，可以用較低成本的方式克服教室環境的限制，並達到學習遷移的效果，這也是使用 VR 輔助教學的主要理由之一。

6. 教學建議

(1) 使用 360°照片製作華語教材的優點，限制，與注意事項

360°全景照片教材的優點是讓學習者以更加貼近生活的情況下學習，以影像形式作為材料，讓學習者更加詳細的解讀圖片上的細節、漢字、及思考。與動態影像素材相較，靜態照片的優點是較適合進行閱讀方面的教學與任務，學習者能夠在安靜的狀態下，從容地觀看與尋找靜態畫面裡的訊息。特別須注意的是，應盡量使用高畫質 360°相機，因為畫面的清晰與否會影響到學習成效，特別是文字方面的訊息。如果學習的內容需要閱讀情境裡面的文字，如告示、海報等，需在拍攝時把攝影機的位置擺在這些文字的近處，方便學習者清楚地觀察影像的細節與文字，也因此才能達到教學者預期的學習效果。

(2) 使用 360°影片製作華語教材的優點，限制，與注意事項

360°影片教材的優點是讓學習者以更加貼近生活的情況下學習，以影片形式做為材料，讓學習者更加融入真實的融入生活，透過影片呈現，可以更加的讓學習者的觀察無死角，在觀看的過程中可以隨時依據需要自由的選擇自己想觀看的視角，再加上聲音的訊息，更能營造出更沉浸式的真實感。影片的清晰度也跟 360°攝影機的等級有關，除了尋求使用較高畫質的攝影機來拍攝之外，在下載影片時也請記得下載最高解析度的版本。此外，在動態的影像中要閱讀情境裡的文字並不容易，

因此建議在後製時透過編輯軟體加上文字重點提示，如果是對話的內容，建議加上字幕方便學生理解。此外，在拍攝時需注意應盡量避免晃動以及快速移轉攝影機，導致學習者來不及觀看，甚至會造成他們頭暈，因此放慢畫面轉換的速度也是一項重要的注意事項。簡言之，我們認為 360° 影片教材的製作應該比一般的影片教材具有更慢的拍攝與內容進展的步調。另外，在聲音的部分請記得盡量尋找安靜的地方進行拍攝。若是無法選擇安靜的地點，建議讓影片主角配戴麥克風，或是在後製時把影片的環境背景雜音消音。因此，在選購器材時，高品質的收音克風、高畫素、高防震效果等都是選購 360 攝影機時要考慮的重點。

7. 結語

虛擬實境的技術在近幾年有重大的突破，隨之而來的教學應用更是方興未艾。此篇論文探討了應用虛擬實境科技輔助語言學習的相關理論，並提出了一個整合性的理論架構，提供給有興趣的研究者做為參考。在論文的第二部分，我們介紹了一個應用虛擬實境於華語教學的範例。基於這個範例，我們發覺運用 VR 於華語教學有以下優點：可以使學習內容更加融入於生活中，不僅讓學習者提高專注力，也可以讓學習者增加認同感，或把所學實際用於生活中，在逼真的語境中學習華語。全景的沉浸式視覺呈現也有助於學習者進行多方面的觀察。然而，虛擬實境的設備也帶來了許多限制，因為學習者戴著 VR 眼鏡，因此教材只能著眼於聽力、口說與閱讀的部分，對於手寫的訓練較難達成，然而手寫部分可以在投影片教學階段或是後續的學習活動來補足。

綜合之前所述，學生受試者對於此虛擬實境科技表示具有創新性及有趣的好感，透過此方式讓學習過程不再感到無聊，而視覺效果的確也讓學習更有效率。當然，虛擬實境應用與於語言教學的方法不只一種，我們相信在未來相關技術將會更加成熟，設備的價格也會更加親民，技術的門檻也會考慮到普羅大眾，可選用的內容也會更豐富多元。本論文只是運用教師自製教材的虛擬實境輔助華語學習的初探式研究，規模不夠大是本研究的限制。未來我們將在此基礎上發展新的方法並進一步檢測其學習成效，期盼能對虛擬實境輔助語言學習的應用有更深入的了解與貢獻。

參考文獻

- Berns, A., & Reyes-Sánchez, S. (2020). A review of virtual reality-based language learning apps. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 159. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27486>
- Buteyn, T. (2018, December 15). *The secret to instructional design: Tell me, show me, let me*. ThinkingKap Learning Solutions INC. <https://www.thinkingkaplearning.com/blog/the-secret-to-instructional-design-tell-me-show-me-let-me/>
- Chen, C-H. (2011). *Students' and teachers' perceptions of using virtual worlds in teaching Chinese as a Second Language* [Unpublished master's thesis]. Chung

- Yuan Christian University. [陳慶萱 (2011). *應用線上虛擬實境軟體於華語教學之師生觀感* (未出版碩士論文). 中原大學.]
- Chen, Y.-L., & Chen, C.-Y. (2008). Chinese course design by applying foreign language learning theories and approaches. *Aletheia University Humanities Review*, 6, 195-208. [陳雅齡 & 陳志嫻 (2008). 華語教學課程設計—外語教學理論與方針的應用. *真理大學人文學報*. 6, 195 – 208.]
- Cheng, H.-J., Zhan, H., & Chen, C.-H. (2010). Using virtual reality space in training Mandarin pre-service teachers: An innovative method. *Chung Yuan Journal of Teaching Chinese as a Second Language*, 5, 157-178. [鄭琇仁, 戰紅, & 陳慶萱 (2010). 華語師資培訓之教學個案研究——以虛擬實境 Second Life 為例. *中原華語文學報*. 5, 157-178.]
- Dixon, M., & Senior, K. (2011). Appearing pedagogy: from embodied learning and teaching to embodied pedagogy. *Pedagogy, Culture, and Society*, 19(3), 473-484.
- Ebadi, S., & Ebadijalal, M. (2020). The effect of Google Expeditions virtual reality on EFL learners' willingness to communicate and oral proficiency. *Computer Assisted Language Learning*, 1-25.
<https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1854311>
- Fortune business insights (2019). Virtual reality in education market size, share and industry analysis by component (hardware, software, content), by application (K-12, higher education, and vocational training), and regional forecast, 2019-2026. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/virtual-reality-in-education-market-101696>
- Ho, H.-H. (2019). *A study on exploring the implementation of task-based language teaching for Chinese listening and speaking ability in virtual reality* [Unpublished master's thesis]. National Taiwan Normal University. [何欣樺 (2019). *探討在虛擬實境系統中實施任務型教學法對華語文聽力及口說能力之研究* (未出版碩士論文). 國立臺灣師範大學.]
- Jewitt, C., & Kress, G. (2003). *Multimodal literacy*. Peter Lang.
- Kaplan-Rakowski, R., & Wojdyski, T. (2018). Students' attitudes toward high-immersion virtual reality assisted language learning. In P. Taalas, J. Jalkanen, L. Bradley, & S. Thouësny (Eds.), *Future-proof CALL: Language learning as exploration and encounters – short papers from EUROCALL 2018* (pp. 124-129). Research-publishing.net. <https://doi.org/10.14705/rpnet.2018.26.824>
- Katz, M.-L. (2013). Introduction. In M.-L. Katz (Ed.), *Moving ideas: Multimodality and embodied learning in communities and schools* (pp. 1-30). Peter Lang.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning*. Continuum.
- Kroll, C. (2013). Chroma Harmonic: Multimodal pedagogy through universal design for learning. In M.-L. Katz (Ed.), *Moving ideas: Multimodality and embodied learning in communities and schools* (pp. 47-60). Peter Lang.
- Lai, Y.-C. (2017). *Research and creation of a Chinese digital learning game using immersion virtual reality – An example of “Chinese I Spy” game presented in VR* [Unpublished master's thesis]. National Taipei University of Technology. [賴怡臻 (2017). 運用沉浸式虛擬實境呈現華語文數位學習遊戲之創作與研究 — 以 VR 呈現 《Chinese I Spy》遊戲為例 (未出版碩士論文). 國立臺北科技大學.]

- Lan, Y. J. (2014). Does Second Life improve Mandarin learning by overseas Chinese students? *Language Learning & Technology*, 18(2), 36-56.
- Lan, Y. J. (2015). Contextual EFL learning in a 3D virtual environment. *Language Learning & Technology*, 19(2), 16-31.
- Lan, Y. J., Fang, S. Y., Legault, J., & Li, P. (2015). Second language acquisition of Mandarin Chinese vocabulary: context of learning effects. *Educational Technology Research and Development*, 63(5), 671-690.
<https://doi.org/10.1007/s11423-015-9380-y>
- Lan, Y. J., Kan, Y. H., Hsiao, I. Y. T., Yang, S. J. H., & Chang, K. E. (2013). Designing interaction tasks in Second Life for Chinese as a foreign language learners: A preliminary exploration. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(2), 184-202.
- Leventhal, D. (2013). "All the world's a stage": Musings on teaching dance to people with Parkinson's. In M.-L. Katz (Ed.), *Moving ideas: Multimodality and embodied learning in communities and schools* (pp. 61-80). Peter Lang.
- Lindgren, R., & Johnson-Glenberg, M. (2013). Emboldened by embodiment: Six precepts for research on embodied learning and mixed reality. *Educational Researcher*, 42(8), 445-452.
- Liu, H. (2007). *Theory of second language acquisition: A perspective of teaching Chinese as a foreign language*. World Book Publisher. [劉頌浩 (2007). 第二語言習得導論—對外漢語教學視角. 世界圖書出版公司.]
- Lu, B-N. (2016). *An investigation into the effects of authentic experiences in virtual environments on Mandarin Chinese writing* [Unpublished master's thesis]. National Taiwan Normal University. [呂伯寧 (2016). 虛擬實境中的真實體驗對華語寫作之影響研究 (未出版碩士論文). 國立臺灣師範大學.]
- Rogers, S. (2019). Virtual reality: The learning aid of the 21st century. *Forbes*.
<https://www.forbes.com/sites/solrogers/2019/03/15/virtual-reality-the-learning-aid-of-the-21st-century/?sh=55a8d8b9139b>
- Sala, N. M. (2016). Virtual reality and education: Overview across different disciplines. In D. H. Choi, A. Dailey-Hebert, & J. S. Estes (Eds.), *Emerging tools and applications of virtual reality in education* (pp. 1-20). IGI Global.
- Tai, T. Y., Chen, H. H. J., & Todd, G. (2020). The impact of a virtual reality app on adolescent EFL learners' vocabulary learning. *Computer Assisted Language Learning*, 1-26. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1752735>
- Tai, T-Y. (2019). *The impact of mobile virtual reality on EFL learners' vocabulary learning and listening comprehension* [Unpublished doctoral dissertation]. National Taiwan Normal University. [戴孜仔 (2019). 行動虛擬實境對英語學習者字彙學習與聽力理解之效應 (未出版博士論文). 國立臺灣師範大學.]
- Tam, V. T. T. (2019). *The impact of 360 degree video virtual reality on basic Chinese writing* [Unpublished master's thesis]. National Taiwan Normal University. [文秋心 (2019). 應用360°虛擬實境影片於初級華語寫作之影響研究 (未出版碩士論文). 國立臺灣師範大學.]
- Tan, H. A., & Tan, T. L. (2019). A review of total physical response and teaching Chinese as a foreign language. *Journal of Education and Teaching*, 1(2), 69-78. [陳華安, & 陳添來 (2019). 全身反應法與對外漢語教學研究綜述. *教育與教學研究*.

- 1(2), 69-78.]
- Tseng, C-Y. (2018). Immersive experience of seamless virtual space: Virtual Reality. *The Elementary Education Journal*, 65(3), 105 - 120. [曾靖越 (2018). 無縫空間的沈浸感：虛擬實境. *國教新知*. 65(3), 105 - 120.]
- Xie, Y., Ryder, L., & Chen, Y. (2019). Using interactive virtual reality tools in an advanced Chinese language class: A case study. *Techtrends*, 63(3), 251-259. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00389-z>
- Xu, X. H., Kang, J. N., & Yan, L. L. (2021). Understanding embodied immersion in technology-enabled embodied learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17. <https://doi.org/10.1111/jcal.12594>
- Ye, W., Liu, S., & Song, F. (2017). History and current state of virtual reality technology and its application in language education. *Journal of Technology and Chinese Language Teaching*, 8(2), 70-100. [葉為兵, 劉士娟, 宋飛 (2017). 虛擬實境技術的歷史、現狀及其在語言教育中的應用. *科技與中文教學*, 8(2), 70-100.]
- Yu, Z. L. (2019). Between virtuality and reality: Curriculum design of integrating VR and mobile devices into Chinese language teaching: Taking the cultural activities of New Zealand Chinese School as an example. *TCSL Forum*, 26, 9-25. [余鎮綸 (2019). 虛實之間—VR 與行動載具融入華語教學之課程設計：以紐西蘭中文學校文化活動為例. *華語學刊*. 26, 9-25.]