

以虛擬實境三特徵檢驗遊戲顯示模式：頭盔與螢幕

林大偉

國立臺北藝術大學動畫學系

davidlin93@gmail.com

摘要

虛擬實境 (virtual reality, 簡稱 VR) 歷經三波革命, 其科技魅力令人期許可取代智慧型手機並成為下一代網際網路應用。在如此不久的未來屆臨之前, 遊戲仍是 VR 體驗的最佳實驗場域。然而, 遊戲大廠長期追求頂級聲光的共伴效應之下, Burdea 與 Coiffet (2003) 所提出的三項虛擬實境特徵中, 沈浸感和互動性的不斷提升是玩家和廠商之間共同默契, 想像力與其所驅動的存在感則是 VR 的強項。本研究藉 Burdea 與 Coiffet (2003) 觀點而檢視, 採用 Playstation 4 PRO (簡稱 PS) 為實驗設備, 建構以遊戲類型和顯示模式所交乘的二因子實驗, 顯示模式分為 TV (螢幕) 和 VR (頭盔), 遊戲類型選擇解謎、運動、第一人稱射擊和冒險, 受測者的 PS 或 VR 經驗被視為干擾變數。本研究企圖理解: (1) VR 模式和 TV 模式的虛擬實境特徵之異同; (2) VR 模式或 TV 模式分別強化特定遊戲類型的哪些虛擬實境特徵。結果顯示: (1) VR 模式的虛擬實境特徵表現顯著高於 TV 模式, 存在感最為顯著; (2) 第一人稱射擊的存在感最高; (3) 存在感來自互動性和沈浸感的交互作用; (4) 顯示模式對存在感的表現有顯著影響, 而不同遊戲類型在互動性方面存在差異; (5) 涉入感和同理感是存在感的必要條件, 空間感或實體感則是觸發條件。

關鍵詞: 虛擬實境、沈浸感、互動性、想像力、存在感

論文引用: 林大偉 (2024)。以虛擬實境三特徵檢驗遊戲顯示模式: 頭盔與螢幕。《設計學報》, 29 (3), 1-24。

一、前言

1-1 研究背景

知名計算機科學家 Jaron Lanier 於 1989 年正式提出「virtual reality」一詞 (Kelly, Heilbrun, & Stacks, 1989), 許多重要 VR 理論均在此階段奠立基礎 (Burdea & Coiffet, 1994; Fuchs, Nashashibi, & Lourdeaux, 1999; Milgram & Colquhoun, 1999; Milgram & Kishino, 1994)。其中, Burdea 與 Coiffet 於 1994 年在其著作《Virtual Reality Technology》提及虛擬實境所必須具備的三項特徵: 沈浸感 (immersion)、互動性 (interaction) 和想像力 (imagination), 最為經典, 如圖 1 所示。至今, Burdea 與 Coiffet (1994; 2003) 的 3Is 模型仍是學術界用來檢驗 VR 的重要理論框架之一 (Huang, Rauch, & Liaw, 2010)。若從人機互動 (human-computer interaction) 的角度來觀察, 沈浸感意指 VR 使得人們間接從電腦系統之外監看資訊處理過程, 進階至人們直接進入電腦所建構的虛擬世界; 互動性意指 VR 使得人們透過鍵盤和滑鼠以事件觸發電腦執行指令, 進階至電腦透過各種感測器蒐集資訊並分析而判斷人們意圖; 想像力意指 VR 使得人們因為前述科技所衍生的豐富形式而對於電腦應用有更多想像, 不僅於資訊處理。

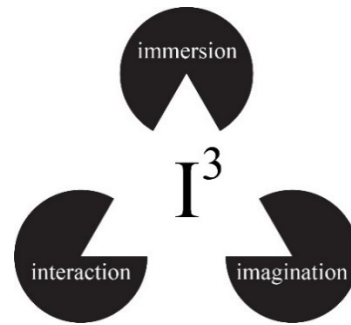


圖 1. 虛擬實境的三項特徵：沈浸感、互動性、想像力

(資料來源：Burdea & Coiffet, 1994; 2003。本研究重繪。)

1-2 研究重要性

主機遊戲 (console game, 或稱 video game) 和智慧型手機長年精進於顯示科技、計算能力和體積微型化, 使得 VR 科技在早期發展的技術障礙大幅度被改善, Google、HTC、Meta、Microsoft、Samsung、Sony 等科技大廠紛紛於 2016 年提出最具代表性的 VR 商品。於是, 2016 年不僅被譽為 VR 元年, VR 也被預測為繼 PC、Internet、Mobile 以來的第四波科技浪潮 (Merel, 2016)。然而, 相對於頂級專業應用的小眾市場, 各家科技大廠更在乎 VR 科技是否能夠延伸至更寬廣的消費市場, Mark Zuckerberg 甚至提出 Metaverse 一詞企圖搶得先機 (Ball, 2022)。然而, 整體 VR 商業市場至今仍未見起色。相對地, video 遊戲長期深耕於顯示科技和互動機制, 已經累積相當數量的遊戲內容和玩家, 早已具備經濟規模與社群規模而形成絕佳的生態系統。Sony 公司於 2016 年所推出的 Playstation VR? (簡稱 PSVR), 截至 2022 年已累計超過千款的 VR 遊戲, 成為當前最活躍的 VR 應用。然而, 並非所有遊戲類型都適用於 VR, 若藉由 Nunez 與 Blake (2006) 所界定在場遊戲 (presence game) 之觀點來評估, 第一人稱射擊 (FPS)、運動 (SPG)、冒險 (AVG)、解謎 (PZL)、賽車 (RCG) 或格鬥 (FTG) 這些遊戲類型, 天生就適用於 VR。若以 Burdea 與 Coiffet (2003) 的 3Is 為基礎, 本研究好奇有二: (1) 不同遊戲類型在 VR 技術支持下的虛擬實境特徵是否有所差異? (2) VR 遊戲所提供的顯示模式和互動體驗, 相對於 video 遊戲所深耕的顯示科技和互動機制, 虛擬實境特徵究竟被提升或降低?

二、文獻探討

基於建構 VR 遊戲分類之目的, 相對於 Burdea 與 Coiffet (1994; 2003) 關注虛擬實境特徵而討論, Muhanna (2015) 則針對 VR 遊戲體驗的關鍵元素深入討論, 分別是: 虛擬世界 (a virtual world)、沈浸感 (immersion)、感官反饋 (feedback)、互動性 (interactivity) 和參與者 (participants)。其中, 虛擬世界和參與者描述了環境與人為其必要條件, 沈浸感、感官反饋和互動性則是人與虛擬環境交互作用之後的衍生感受, 或有或無、或強或弱, 端賴上述關鍵元素如何被設計。因此本研究嘗試從多重角度介紹研究者們對於三項虛擬實境特徵的異同觀點進行探討。

2-1 沈浸感

從心理學的角度來解釋, 沈浸感是指在行動中完全參與事物的體驗 (Muhanna, 2015)。然而, 如此定義仍然顯得模糊, 也不容易將沈浸感這個概念直接應用於 VR 體驗的研究調查。舉例來說, 詢問受測者是否感到沈浸? 必然獲得不同受測者南轅北轍之回應。於是, 尋找沈浸感的關聯效標變得至要關鍵。

Sherman 與 Craig (2003) 進一步地將沈浸感分成二種層次，精神沈浸 (mental immersion) 與物理沈浸 (physical immersion)。其中，物理沈浸又稱為感官沈浸 (sensory immersion)，藉由參與者所在環境的視覺、聽覺和觸覺相關設備來創造感官體驗，同時根據參與者的回應改變感知內容，這也是大部分 VR 硬體和軟體所能提供的服務 (Segan, 2017)。相對地，精神沈浸則是更深層的沈浸狀態，意味著參與者感到自己是虛擬世界的一部份而移情於角色，並忘卻自身所在的真實世界和周遭環境。Sherman 與 Craig (2003) 認為，這二種沈浸感共同成功地創造人們在虛擬世界的沈浸經驗。然而，Muhanna (2015) 則認為，完全精神沈浸 (completely mental immersion) 仍是 VR 研究的一大挑戰，那或許是 Philip Kindred Dick 在《We Can Remember It for You Wholesale》所描述的科幻情節才能達成的境界 (Dick, 1967)。

Ermi 與 Mäyrä (2007) 建議著另外三種與遊戲相關的沈浸感分類，感官沈浸 (sensory immersion)、挑戰沈浸 (challenge-based immersion) 和想像沈浸 (imaginative immersion)。感官沈浸相似於前述 Sherman 與 Craig (2003) 的觀點；挑戰沈浸將與心流理論 (flow theory) 合併討論；想像沈浸也將後續與想像力合併討論。Csikszentmihalyi (1975) 所提出的心流理論，幾乎是最常被用來討論沈浸感的理論基礎。Csikszentmihalyi (1996) 提出心流相關因素共有八項，分別是清楚的目標和反饋、挑戰與技巧的平衡、知行合一、全神貫注於當前、自我掌控感、失去自我意識、失去時間感、自發性。其中，挑戰與技巧的平衡與前述 Ermi 與 Mäyrä (2007) 所建議的挑戰沈浸呼應，其實這也是來自 Csikszentmihalyi (1990) 所提出的心流模型，其概念基礎為：「挑戰與技巧達成平衡能夠維持心流狀態。」Brown 與 Cairns (2004) 的研究表明，即使並未回報完整的八項因素而進入心流狀態，玩家依然能夠感到高度沈浸。也因為如此，Jennett 等人 (2008) 認為：「沈浸只是心流的前奏；而心流則是沈浸的極端」。

Agarwal 與 Karahana (2000) 基於軟體涉入 (involvement of software) 相關研究所提出的認知吸收 (cognitive absorption)，至今仍然經常被用來詮釋沈浸感。原因是 Agarwal 與 Karahana (2000) 所提出的五項認知吸收維度，分別是時間解離、注意力集中、高度享受、控制和好奇心，這與 Csikszentmihalyi (1996) 的八項心流相關因素部份重疊。其中，時間解離和注意力集中分別相似於失去時間感和專注於當前。實際上，玩家在遊戲過程所付出的注意力通常反映在時間感的評價，非常適合用來間接觀察玩家的沈浸感。此外，Agarwal 與 Karahana (2000) 所提及的控制則相似於 Csikszentmihalyi (1996) 的自我掌控感，非常適合用來詮釋互動性，都將於下一小節合併討論。

Zhou 與 Deng (2009) 認為，參與者的沈浸程度決定了存在感。也就是說，當沈浸感未發生時，虛擬世界只是參與者的想像；當參與者完全沈浸於虛擬世界時，這個想像才會變成虛擬實境。因此，存在感經常被視為 VR 中的參與者反應 (Slater, 2003)。實際上，Slater (1999) 對於沈浸感和存在感的解釋有其獨到見解：「沈浸感與存在感的關係如同波長分布與色彩感知之間的關係，沈浸感可以藉由 VR 系統所提供的感官保真度 (sensory fidelity) 而建立，完全可以被客觀評估；而存在感則是人們對於這些客觀資訊的主觀感受，有著鮮明的個人差異。」Jennett 等人 (2008) 從遊戲類型的角度更精準地定義沈浸感和存在感的差異：「存在感通常被視為一種心理狀態；而沈浸感則是一種時間體驗」。若藉由 Nunez 與 Blake (2006) 所界定的在場遊戲和不在場遊戲的觀點來看：(1) 在場遊戲又稱為存在遊戲，諸如惡靈古堡 (Resident Evil) 這種角色扮演 (RPG) 結合第一人稱射擊的遊戲強烈地讓玩家投射於虛擬環境，因此具備存在感，不但容易使玩家沈浸而與時間疏離，更容易失去自我意識而忘卻自己所在的實體環境；(2) 不在場遊戲也稱為非存在遊戲，如同俄羅斯方塊 (Tetris) 這種拼圖遊戲並未使得玩家涉入虛擬環境，因此未具備存在感的條件，但遊戲本身仍然能夠使玩家沈浸而導致忽略時間流逝。簡單來說，存在感和沈浸感也可以分別觀察。

2-2 互動性

互動性的討論經常牽涉硬體設備和介面，包括輸入和輸出，這是基於人機介面的傳統觀點。因此，在 VR 技術尚未成熟的 1990 年代，VR 系統的可用性(usability)、易用性(ease of use)和有用性(usefulness)是經常被討論的實務議題 (Agarwal & Karahana, 2000; Gabbard, 1997; Lepouras & Vassilakis, 2004; Pausch, Proffitt, & Williams, 1997)。在 VR 體驗過程中，互動性更進一步地被詮釋為賦予參與者與虛擬世界互動和修改的能力 (Muhanna, 2015)，參與者則經由與虛擬世界進行互動而產生沈浸感 (Huang et al., 2010)。

為了強調 VR 體驗的獨特性，Fuchs 等人 (1999) 提出行為介面 (Behavioral interface) 的概念模型，解釋促使人們與虛擬世界互動的介面及其三者之間的關係，如圖 2 所示。不同於人機介面，行為介面強調利用人類的自然行為，且不必經過訓練或很少訓練就能進行互動。在螢幕、滑鼠與鍵盤為主流介面的時代，Fuchs 等人 (1999) 提出人類中心主義的介面觀點，包括感知介面 (sensorial interfaces) 和運動介面 (motor interfaces)。感知介面是由虛擬世界朝向人們所傳達的各項感覺刺激，包括視覺、聽覺和觸覺，都能被人們感知而被涵蓋，類似輸出介面的概念，但更多元；運動介面則是反過來由人們朝向虛擬世界傳達的各項運動資訊，包括眼球、頭部和身體的運動，都來自於人們的自然運動，類似輸入介面的概念，但更自然，且降低設備的依賴。Fuchs 等人 (1999) 將以上二者合併稱為感知運動 (sensorimotor)，意味著二者不可分離的互動過程，如同人們與虛擬世界之間的自然行為，更有助於沈浸。

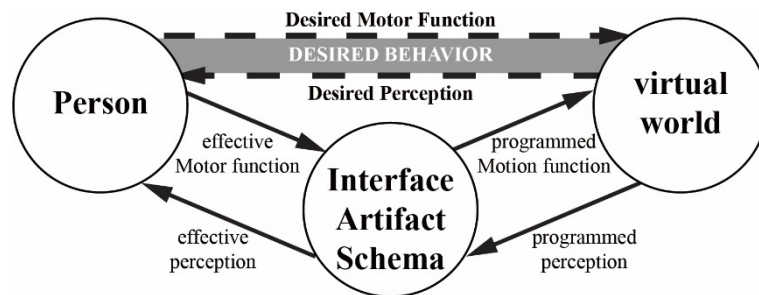


圖 2. 行為介面模型：人、介面與虛擬世界的連結關係

(資料來源：Fuchs et al., 1999。本研究重繪。)

於是，為了讓人們在虛擬世界中輕易行使自然行為，行為介面對人們而言必須是清晰的 (Fuchs et al., 1999)。如圖 2 所示，人們透過介面與虛擬世界進行互動，人們對於虛擬世界的期待將以渴望的行為 (desired behavior) 出發而進行連結：人們對於虛擬世界能夠提供什麼渴望的知覺 (desired perception) 給自己，以及自己能夠對虛擬世界行使什麼渴望的運動 (desired motor)，基本上都有想像和期待。因此，VR 體驗的設計以人造物作為介面的基礎，並且根據參與者的心理過程而建構基模 (schema)。在自然行為的基礎架構下，介面與虛擬世界的連結應該是設計的運動 (programmed motor) 和設計的知覺 (programmed perception)，例如移動物件時具有黏貼功能，使得參與者輕易將物件放置定點；介面與人們的連結應該是有效的運動 (effective motor) 和有效的知覺 (effective perception)，例如移動物件時所對應的相對視覺與聽覺以及力反饋所產生的阻力，使得參與者自然地知道自己做出的回應已被接收。更重要的是，無論是設計的知覺與運動以及有效的知覺與運動，都必須適切反映渴望的知覺與運動，如此才能使得參與者沈浸於虛擬世界。換句話說，圖 2 所示的介面、人造物和基模的設計，必須確保設計的連結和有效的連結符合於渴望的連結，也就是可以被使用者所預期。因此，Fuchs 等人 (1999) 也嘗試藉由行為介面模型來檢驗 VR 系統或設備的設計是否恰當 (Moreau & Fuchs, 2002)。

相對於其他學者的觀點，Smith、Marsh、Duke 與 Wright (1998) 從沈浸感的技術問題上抽離，嘗試以哲學角度探討三種沈浸情境，也就是真實、虛擬實境和睡著的夢，其中的關鍵在於參與者的感官與其

認知是否一致。這也是目前 VR 設備共同努力的設計方向：利用可被量化的感官刺激去模擬（或類比、或喚醒）參與者已經擁有的感官記憶，這其實牽涉到自然映射（natural mapping）概念，是一種類比真實工具的概念（Skalski, Tamborini, Shelton, Buncher, & Lindmark, 2011）。實際上，如此自然映射概念也存在於不同遊戲平台的介面設計，基於經濟和技術的困難為理由，從早期街機的搖桿搭配按鈕、掌上型遊戲機的十字鍵、video 遊戲的力反饋手柄、PC 遊戲的滑鼠搭配鍵盤、直到觸控螢幕的滑動與多重手勢，都以不同映射程度的「移動模式」和「決策模式」來詮釋遊戲在互動性方面的自然行為。本研究所好奇的是：沈浸感和互動性是否根據不同介面的自然映射程度而有所差異？特別是 video 遊戲所採用的螢幕搭配手柄控制器（抽象映射），對應於 VR 遊戲所採用的頭盔顯示器搭配動態控制器（自然映射），二者對於互動性的影響究竟為何？如同 Agarwal 與 Karahana(2000)所提的控制和 Csikszentmihalyi(1996)的自我掌控感與知行合一，參與者對於虛擬世界的精準控制所產生的主觀的掌控性感受，也將成為本研究評估互動性的重要依據。

2-3 想像力與存在感

相對於沈浸感和互動性，想像力是更不容易被測量的 VR 特徵，不但存在顯著的個人差異，且難以尋獲適當的關聯效標來類比進而測量，與其關聯的存在感（presence）是更容易被用來測量的概念（Witmer & Singer, 1998）。然而，在早期虛擬實境研究中，想像力曾經被簡化地等同於存在感（Bamodu & Ye, 2013）。其實，二者關係有如伯仲，如同 Sheridan（2000）提出「抑制懷疑之後的積極想像力」觀點來強調想像力在虛擬實境中的必要性，並嘗試以工程專業角度來詮釋存在感和想像力的微妙關係：「一部機器可以完美地感知外部環境並做出反應，而透過內在感受器進行估計且採取最佳行動。」

若將 Sheridan（2000）的「感知外部環境並做出反應」比擬為存在感，「內在感受器」就像被用來評估虛擬世界的想像力。那麼，這個「內在感受器」是否就是想像力本身，其實也不盡然。嚴格來說，想像力更適合被視為人們理解世界如何運作之後的心像，潛藏於心且無時無刻地被用來檢驗這個世界；相對地，存在感可以被視為人們檢驗世界時的具體反應。換句話說，存在感可以被視為人們以自然行為反應虛擬世界的最佳證據，真正能夠驅動存在感的關鍵是人們的想像力。於是，相對於想像力，存在感是更外顯且可被觀察的因子，適合用來探索潛藏於心的想像力如何運作之基礎。

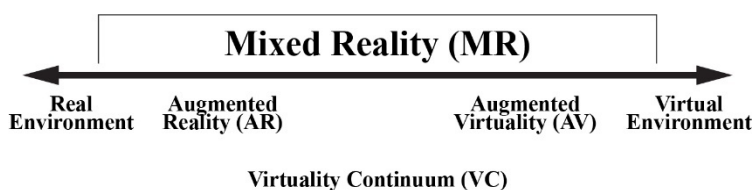


圖 3. 虛擬持續性（資料來源：Milgram & Kishino, 1994。本研究重繪。）

Milgram 與 Kishino（1994）以虛擬持續性（virtuality continuum）而界定真實環境（real environment）、擴增實境（augmented reality）、擴增虛擬（augmented virtuality）、虛擬環境（virtual environment）和混合實境（mixed reality）的區隔而聞名，如圖 3 所示。Milgram 與 Kishino（1994）提出三個維度來說明虛擬持續性的光譜：（1）世界知識的程度（extent of world knowledge，簡稱 EWK），有多少是人們知道的世界，所被展示；（2）重製保真度（reproduction fidelity，簡稱 RF），可以被展示得多寫實；（3）存在感隱喻的程度（extent of presence metaphor，簡稱 EPM），觀察者如何看待虛擬世界的錯覺程度。這裡所提及的隱喻是個有趣概念，與錯覺密不可分。早在 Milgram 與 Kishino（1994）立論的年代，VR 展示設備的重製保真度未臻成熟，虛擬世界所呈現的種種，無論從視覺或意義的角度來看都如同錯覺，其建構基礎來自人們熟知的世界知識。人們假裝相信如此錯覺，存在感自然強烈；反之，存在感自然薄弱。

雖然時空背景不盡相同，本研究企圖借用 Milgram 與 Kishino (1994) 的虛擬持續性三維度來詮釋想像力和存在感在虛擬實境遊戲中所扮演的角色。虛擬實境遊戲基於遊戲世界觀的設定，其世界知識不一定來自人們所熟知的真實世界，更多是架空的虛擬世界。於是，玩家在遊戲教學過程認識這個嶄新的虛擬世界，其運作規則也逐漸形成心像，玩家依循如此心像去探索虛擬世界，其自然行為與感受會因應遊戲事件而反應，最終形成可以被觀察的存在感。如此存在感，玩家所仰賴的就是想像力。舉例來說，孩童拿起木劍「假裝」以為自己是古代戰士而遊戲，其藉由「假裝」而引導的自然行為 (EPM) 由木劍 (RF) 所誘導，使得孩童能驅動立身於古戰場 (EWK) 的非媒介錯覺 (illusion of non-mediation) (Lombard & Ditton, 1997)。幸運如今，VR 設備日益精進，感測科技、三軸加速、震動回饋不斷藉由重製保真度 (RF) 來支持虛擬實境遊戲中的「假裝」，玩家所反應的存在感 (EPM) 也更具體地回應世界知識 (EWK)。

2-4 虛擬實境三特徵所對應的心理特徵

綜合以上，本研究嘗試以 Burdea 與 Coiffet (1994; 2003) 的 3Is 為基礎來推演各項變數的可能關係和情境控制，如表 1 所示。首先，在沈浸感部分，視覺仍是造成沈浸感的最主要因素，特別是與觀看視野相關的顯示科技。不同於目前主流顯示科技以框架視野呈現高解析度影像來達到沈浸感，VR 遊戲以環繞視野和立體視覺來提升沈浸感，使得參與者忘卻所在 (where)，因此觀看視野的封閉性變得非常重要，目的是希望參與者將注意力置於當前的虛擬世界。在顯示模式的情境控制方面，TV 模式以 4K 顯示器作為主要視覺輸出設備，而 VR 模式則仰賴頭盔顯示器，本研究將二者分別視為對照組和實驗組。

表 1. 本研究根據虛擬實境三特徵相關理論所推演的關鍵科技、對應屬性、形式關鍵和心理特徵一覽表

特徵	理論基礎	關鍵科技	對應屬性	形式關鍵	心理特徵	顯示模式	
						TV	VR
(a) 沈浸感	心流因素 Csikszentmihalyi (1996)	觀看視野 顯示科技	解析度 (立體視覺)	所在 (where)	注意力	4K顯示器 (框架視野)	頭盔顯示器 (全景視野)
(b) 互動性	行為介面 Fuchs等人 (1999)	行為偵測 感測科技	即時顯示 (頭部追蹤) 力反饋 (動作追蹤)	目標 (which/ what)	掌控性	4K顯示器 (固定視野) 手柄控制器 (模式介面)	頭部追蹤器 (環繞視野) 動態控制器 (直覺介面)
(c) 存在感	虛擬持續性 Milgram與Kishino (1994)	遊戲設定 自然行為	遊戲情節 (自然映射)	如何 (how)	想像力	手柄控制器 (抽象映射)	動態控制器 (自然映射)

其次，在互動性部分，Fuchs 等人 (1999) 所建議的行為介面主要與感測科技的行為偵測有關，分別對應至視覺系統和操控系統。視覺系統包括頭部追蹤 (運動介面) 和即時顯示 (感知介面)；操控系統包括動作追蹤 (運動介面) 和力反饋 (感知介面)。VR 模式以頭部追蹤器來實現視覺系統的感知運動；動態控制器則實現操控系統的感知運動，相對於 TV 模式所採用 4K 顯示器和手柄控制器，參與者是否能更快速地發現目標 (which/what) 並完成互動，掌控性是被同時觀察的心理特徵。最後，想像力並非是容易測量的概念，本研究採用與其密切關聯且容易觀察的存在感取代之，並將想像力視為其心理特徵。在自然行為方面，基於 Skalski 等人 (2011) 的自然映射概念，當參與者沈浸於虛擬世界的同時，在形態和互動都更接近真實世界的動態控制器所呈現的自然映射，理應顯著優於手柄控制器採用搖桿或按鍵的抽象映射。在遊戲設定方面，基於 Milgram 與 Kishino (1994) 的虛擬持續性，參與者對於虛擬世界的理解將有助於詮釋錯覺並知道如何 (how) 存活於虛擬世界而不受阻撓。此時，參與者所反應的肢體動作也應該更符合於遊戲情節而不是實體世界，想像力則是被觀察的心理特徵。

三、研究方法

3-1 研究架構

為了理解 VR 遊戲相對於 video 遊戲如何帶來最佳的遊戲體驗？本研究企圖藉由 Burdea 與 Coiffet (2003) 的虛擬實境特徵，檢驗上述二種採用不同顯示模式的遊戲互動形式。同時，本研究也企圖理解不同遊戲類型是否加強或減弱三項虛擬實境特徵。據此，遊戲類型和顯示模式被視為二項主要自變數，沈浸感、互動性、存在感（由想像力所驅動）被視為三項主要依變數，也是來自不同主觀感受所組成的三項構念。三項虛擬實境特徵所對應的顯示科技、感測科技與理論基礎，如圖 4 所示。根據文獻探討，三項虛擬實境特徵所延伸的心理特徵是複合而非單獨存在。其中，沈浸感以注意力和存在感為主，以及少部分的掌控性；互動性著重掌控性和注意力，同時也少許牽涉存在感；存在感仰賴想像力、掌控性和注意力的綜合表現。如圖 4 所示，虛擬實境三特徵的心理特徵，僅以其所主要仰賴而代表性地表示。

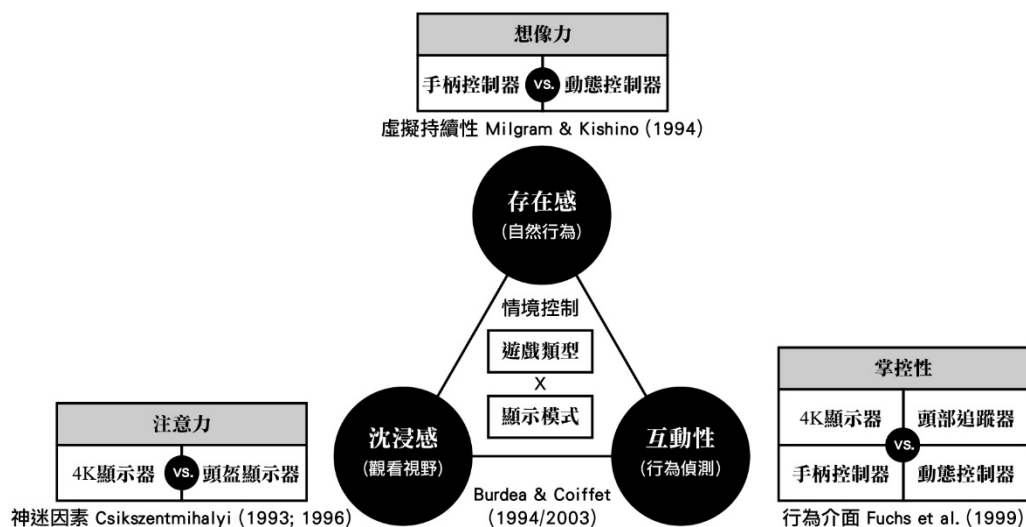


圖 4. 本研究依據虛擬實境三特徵為基礎所建立的研究架構

從沈浸感的角度來看，基於 Csikszentmihalyi (1996) 所建議的心流因素，玩家在遊戲過程所反應的注意力是主要被觀察的心理特徵，而視覺感受往往主導注意力所在，玩家的觀看視野是決定沈浸程度的主要關鍵。顯示科技方面，本研究藉由 VR 模式的頭盔顯示器所提供的全景視野，對比於 TV 模式的 4K 顯示器所提供的框架視野而比較分析。從互動性的角度來看，基於 Fuchs 等人 (1999) 所建議的行為介面，玩家對於控制器所表現的掌控性是主要被觀察的心理特徵，輸入和輸出是主要被觀察的互動介面。互動科技方面，本研究藉由 TV 模式採用強調玩家操控技巧的手柄控制器搭配觀看固定視野的 4K 顯示器，對比於 VR 模式透過行為偵測來鼓勵直覺操控的動態控制器搭配頭部追蹤器所提供的環繞視野而比較分析。從存在的角度來看，基於 Milgram 與 Kishino (1994) 所建議的虛擬持續性，玩家詮釋虛擬世界所仰賴的想像力是主要被觀察的心理特徵，其關鍵可能來自於遊戲控制器的自然映射程度及其所類比的肢體活動。由存在感所反應的自然行為，本研究藉由 TV 模式所採用的手柄控制器的抽象映射形式，對比於 VR 模式所採用的動態控制器的自然映射形式而比較分析。

3-2 自變數、依變數與研究假設

根據研究架構，本研究將遊戲類型和顯示模式視為二項自變數，60 位受測者歷經基於 Playstation 4 PRO 條件一致的實驗環境與實驗任務，透過自陳報告進行外顯測量，根據 Burdea 與 Coiffet (2003) 的虛

擬實境特徵模型所提出的沈浸感、互動性、存在感（由想像力所驅動）被視為三項依變數，由二因子變異數分析進行檢驗，如圖 5 所示。據此，提出三項研究假設：

H1：遊戲類型和顯示模式對於沈浸感具有顯著影響

H2：遊戲類型和顯示模式對於互動性具有顯著影響

H3：遊戲類型和顯示模式對於存在感具有顯著影響

為避免受測者變數干擾研究結果，60 位受測者根據 PS 經驗或 VR 經驗之有無，而進行交乘分群，屬於組間設計。如圖 5 所示，第一項自變數為遊戲類型，共計有喚醒月亮、全民高爾夫、毀滅戰士和科納風暴四款遊戲，分別代表解謎、運動、第一人稱射擊和冒險四種遊戲類型，屬於名義尺度。第二項自變數為顯示模式，分別是 TV 模式和 VR 模式，屬於名義尺度。TV 模式要求受測者以 4K 顯示器和手柄控制器進行遊戲，VR 模式要求受測者以頭盔顯示器和動態控制器進行遊戲，60 位受測者都必須參加由二項自變數所交乘的 8 個試驗，屬於組內設計。

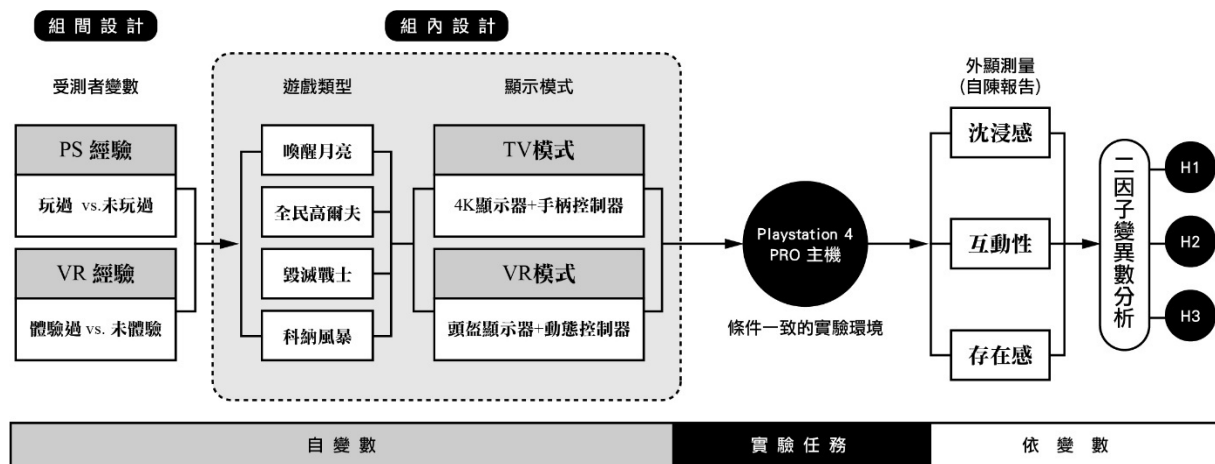


圖 5. 本研究所測定之自變數、依變數和實驗任務

3-3 受測者

本研究邀請 60 位受測者參與實驗。在遊戲相關研究中，受測者的玩家經驗經常顯著影響遊戲表現或態度，例如：玩家水準 (Sun, Lin, & Ho, 2003)、遊戲年資 (Wu, Wang, & Tsai, 2010)、遊戲時間 (Gauntlett, 2005) 或涉入程度 (Ventura, Shute, & Kim, 2012)，必須根據研究議題予以控制。為了排除玩家經驗對於研究結果的干擾，60 位受測者根據 PS 經驗或 VR 經驗與否以 2×2 交乘之後分成 4 群，每群 15 人。

3-4 刺激

為了實驗條件一致性，本研究採用同時滿足 TV 模式和 VR 模式兼具、在場遊戲、VR 模式採用第一人稱視野三種條件的四款經典遊戲，分別是喚醒月亮（簡稱 Luna）、全民高爾夫（Everybody's Golf，簡稱 Golf）、毀滅戰士（簡稱 Doom）和科納風暴（簡稱 Kona），如表 2 所示，分別代表解謎（PZL）、運動（SPT）、第一人稱射擊（FPS）和冒險（AVG）四種遊戲類型。其中，Luna 和 Kona 在同款遊戲主選單提供 TV 和 VR 二種模式，Golf 和 Doom 則在相同遊戲架構之下採取 PS4 版和 VR 版分離發售的設計。四款遊戲在 TV 模式均採用 Dualshock 4 手柄控制器，在 VR 模式採用 Move 動態控制器，其中 Luna 和 Kona 採用二支 Move 動態控制器，Golf 採用單支 Move 動態控制器，Doom 則採用 Aim 射擊控制器。

表 2. 本研究所採用的實驗刺激及其控制器對應一覽表¹

遊戲名稱 ^b	喚醒月亮 ^a Luna	全民高爾夫 ^b Everybody's Golf	毀滅戰士 ^b Doom	科納風暴 ^a Kona
遊戲封面				
遊戲類型	解謎 (PZL)	運動 (SPT)	第一人稱射擊 (FPS)	冒險 (AVG)
遊戲控制器 ^c				
				

註：^a可選 TV 或 VR 模式。^b採取 PS4 和 VR 版分離。^cTV 模式採用手柄控制器，VR 模式採用動態控制器。


由於四款遊戲在 TV 模式和 VR 模式分別採用不同的顯示裝置和遊戲控制器，受測者所經歷的遊戲過程截然不同。其操控差異說明，如表 3 所示。一般而言，手柄控制器大致可以分成三個主要操控區域，左搖桿 (analog stick) 負責「移動」，△○×□ 四個按鈕負責「決策」，右搖桿負責「環視 (camera)」。根據配置，Move 和 Aim 二種動態控制器仍沿用「移動」和「決策」的原始設計，保留左搖桿和四個決策按鈕，但是把右搖桿的環視功能交給頭盔顯示器，也就是透過頭部追蹤器來實現玩家悠遊於虛擬世界的即時視野，這也是 VR 模式的遊戲操控形式有別於 TV 模式的重大關鍵，其次則是動態控制器的體感。

表 3. 四款遊戲在 TV 模式和 VR 模式的操控差異¹

遊戲名稱 ^a	VR 遊戲畫面	操控差異
(a) 喚醒月亮 Luna TV / VR		無論是TV模式或VR模式，均採取玩家位置和謎題位置各自獨立的設計。在TV模式，受測者必須以右搖桿旋轉謎題，並以左搖桿透過2D座標形式將遊標移動至互動對象的位置，再以決策按鈕進行互動。在VR模式，受測者必須以謎題為中心藉由移動身體來改變自己的空間位置，並以Move動態控制器透過3D座標形式直接移動至互動對象的位置，再進行互動。因此，受測者在VR模式不斷環繞謎題而進行操控。整體而言，遊戲節奏平緩，直覺無時間壓力。
(b) 全民高爾夫 Golf TV / VR		在TV模式，受測者必須以左搖桿移動虛擬角色的位置，再以決策按鈕進行互動。由於高爾夫流程被簡化，虛擬角色只要移動至定點，視野會自動朝向洞口方向，因此毋須操控右搖桿來環視。在VR模式，為了降低VR暈眩，受測者依循高爾夫流程而跳躍移動至定點，左搖桿並非用來移動。受測者以頭盔顯示器自由環視，並以雙手揮動Move動態控制器取代TV模式以決策按鈕來擊球。除了移動位置，VR模式完整複製實體高爾夫運動的關鍵活動。整體而言，遊戲節奏平緩，輕度時間壓力來自遊戲規則。
(c) 毀滅戰士 Doom TV / VR		無論是 TV 模式或 VR 模式，受測者都必須以左搖桿移動第一人稱遊戲視野，並以四個決策按鈕進行互動。比較特別的是，基於射擊行為，手柄控制器或 Aim 動態控制器的右板機 (trigger) 變成主要決策按鈕。二種模式的重大差異在於，VR 模式以頭盔顯示器來環視虛擬環境，並輔以 Aim 動態控制器的體感陀螺儀來瞄準；TV 模式則同時以手把控制器上的右搖桿來環視及瞄準。於是，面臨怪物近身威脅時，受測者在 VR 模式可以 360° 即時搜索周遭怪物並予以還擊，其所模擬的臨場感和緊張感更勝於 TV 模式。

註：^a 點擊遊戲名稱下的 TV / VR，可以觀看官方提供的遊戲操作示範影片。

表 3. 四款遊戲在 TV 模式和 VR 模式的操控差異¹ (續)

遊戲名稱 ^a	VR 遊戲畫面	操控差異
(d) 科納風暴 Kona TV / VR		無論是TV模式或VR模式，受測者都必須以左搖桿移動第一人稱遊戲視野，並以決策按鈕進行互動。在TV模式，受測者必須以右搖桿環視，且以左搖桿移動時，遊戲畫面會模擬走路晃動。在VR模式，受測者以頭盔顯示器自由環視，並以多元體感操控形式模擬不同互動行為：以揮動 Move 動態控制器取代TV模式以決策按鈕來砍劈；以擺動二支 Move 動態遙控器取代TV模式以左搖桿來控制行車方向。整體而言，遊戲節奏平緩，中度時間壓力來自遊戲劇情。

註：^a 點擊遊戲名稱下的 TV / VR，可以觀看官方提供的遊戲操作示範影片。

3-5 實驗設備

本研究採用 Playstation 4 PRO 主機為主要實驗設備，如圖 6 (a) 所示，其 CPU 為 x86-64 AMD “Jaguar” 8 核心，GPU 採用 4.20 TFLOPS 以及 AMD 次世代 Radeon™ based 圖像引擎，記憶體為 8GB 的 GDDR5，儲存容量為 1TB，影音輸出採用 HDMI。在 VR 顯示技術尚未成熟之前，螢幕顯示器一直是遊戲領域研究沈浸感的主力顯示設備 (Bracken & Skalski, 2006; Lee, Park, Lee, & Kim, 2017)。因此，螢幕顯示器方面，本研究採用 Sony BRAVIA 55 型 4K 液晶電視為 TV 模式的顯示設備，如圖 6 (b) 所示，其解析度為 3840x2160 pixels，訊號重整頻率為 30Hz 和 60Hz，採用 LED 背光技術、HDR 高動態對比技術，影像處理器為 4K X-Reality™ PRO，可視範圍為 178°，並採用廣域 S-Force 環繞音場技術。頭盔顯示器方面，本研究採用 Playstation HMD (簡稱 PSVR 頭盔) VR 模式的顯示設備，如圖 6 (c) 所示，其解析度為 1920x1080 pixels (左右眼合計)，視訊重整頻率為 90Hz 和 120Hz，採用 OLED 顯示技術，視角為 100°，並採用六軸動態感測器，內建立體聲耳機。

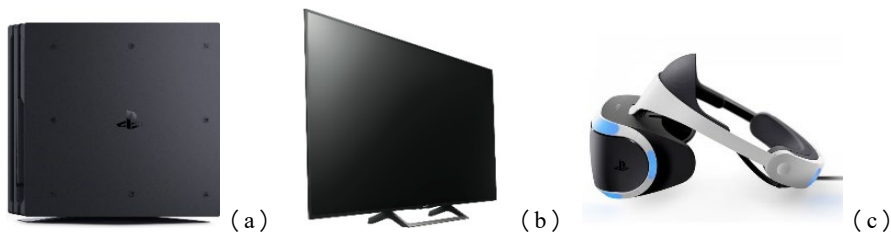


圖 6. 本研究所採用的主要實驗設備¹：(a) Playstation 4 PRO 主機、(b) Sony 4K 顯示器、(c) PSVR 頭盔

手柄控制器方面，本研究採用 Playstation Dualshock 4 手柄為 TV 模式的主要控制器，如圖 7 (a) 所示，其採用六軸動態感測技術 (包括三軸陀螺儀和三軸加速度計)，無線技術採用 Bluetooth v2.1，互動反饋部分採用光條、震動，內建單聲道喇叭。動態控制器方面，本研究採用 Playstation Move 和 Playstation Aim 為 VR 模式的主要控制器，如圖 7 (b)、(c) 所示，二種動態控制器均採用 Bluetooth v2.1 無線技術，並搭配六軸動態感測技術。Move 與 Aim 二種動態控之差異僅於形態，其與四款遊戲的對應關係，請參考表 2。值得一提的是，二種動態控制器都必須與 Playstation camera 搭配，其採用雙鏡頭 (光圈 F2.0)，錄像解析度可達 1280x800 pixels，視角為 80°。基於影像辨識技術，Playstation camera 可偵測動態控制器所發射的光源而追蹤其空間軌跡，藉此達成玩家與遊戲的體感互動 (somatosensory)。



圖 7. 本研究所採用的遊戲控制器¹：(a) Dualshock 4 手柄、(b) Playstation Move (c) Playstation Aim

3-6 實驗環境

本研究採用 PlayStation VR 和 HTC vive 所建議的 300x300m² 的遊戲範圍為基礎，並鋪設 2cm² 厚的地墊以保護受測者安全。單一試驗起始，受測者均被要求以站姿立於遊戲範圍正中央，如圖 8 所示。4K 顯示器底部離地 100cm，如圖 8 (a) 所示，將位置調整至受測者站姿的最適高度，約莫涵蓋受測者裸眼的 20° 視角。在本研究的實驗設計中，4K 顯示器不僅為 TV 模式的顯示設備，同時也是 VR 模式的監視設備。Playstation Camera 架於 4K 顯示器之上，如圖 8 (b) 所示，可涵蓋受測者膝蓋以上的全部肢體，目的在於偵測受測者所操控的動態控制器。在 VR 模式，受測者可能會受到所戴 PSVR 頭盔纜線之束縛，為了避免干擾受測者自由活動，因此採用 KIWI 公司出品的纜線懸掛系統予以支持，如圖 8 (c) 所示。

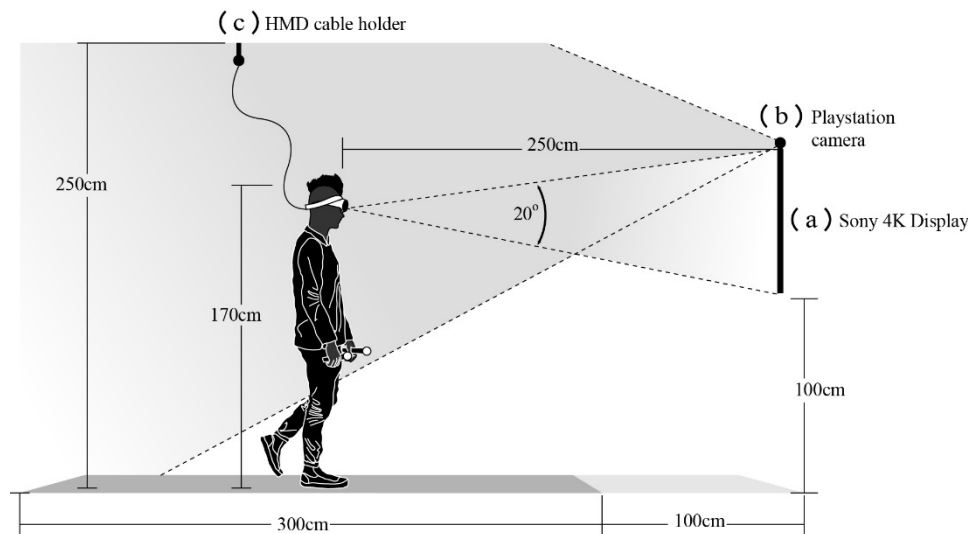


圖 8. 本研究所採用的遊戲範圍及實驗設備配置關係圖

3-7 實驗設計

本研究邀請 60 位受測者參與實驗，每位都必須經歷 8 個由遊戲類型和顯示模式所交乘的 8 個試驗。單一試驗分別由實驗任務和自陳報告二個階段所組成，如圖 9 所示。為了避免順序效應所引起的學習效應，透過拉丁方格予以分配，每位受測者所參與的 8 個試驗之順序均不相同。實驗初始，由實驗者以口頭說明實驗流程並簽署學術倫理知情同意書，再由實驗者說明各款遊戲操作及互動設備使用，目的在使受測者適應實驗任務。單一試驗起始，受測者依照實驗者指示，在實驗任務階段穿戴或使用不同的互動設備並進行遊戲，在自陳報告階段針對三項虛擬實境特徵所組成的 15 項提問進行評量。整體而言，每位受測者參與實驗的全部時間均控制在 2.5 小時以內，包括實驗說明 5 分鐘、任務適應 20 分鐘、單一試驗 15 分鐘（包括遊戲 10 分鐘、自陳報告和休息 5 分鐘），8 個試驗合計 120 分鐘。

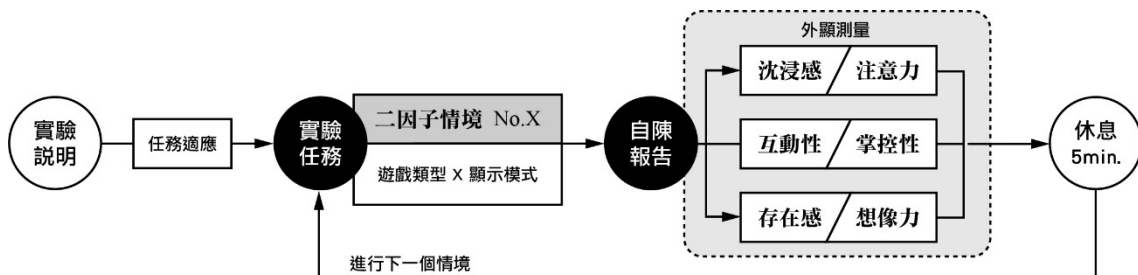


圖 9. 由實驗任務和自陳報告所組成的實驗流程

3-8 資料分析

本研究藉由外顯測量蒐集受測者對於虛擬實境三特徵的主觀態度，經由自陳報告取得，以 7 個程度的李克特 (Likert) 量表進行調查，以 0 為基準，正負向各有 3 個程度，受測者根據提問內容選擇適當答案，例如：成就感的二個極端值分別為「挫折」和「得意」，0 則表示「適中」，其結果可以進行量化計算，屬於主觀態度的定性資料。根據本研究議題，並綜合文獻探討所提及之各項核心感受，自陳報告之提問內容可分成沈浸感、互動性和存在感三個構念，共計提出 15 項提問，如表 4 所示。特別是，虛擬實境三特徵之中的想像力，常因語意模糊導致嚴重個人差異而難以測量或判讀，本研究擷取 Lombard 與 Ditton (1997) 所開發的 TPI 存在感問卷 (temple presence inventory) 針對空間存在感 (spatial presence) 之提問來取代。

表 4. 本研究所採用的自陳報告之提問內容與核心感受

構念	提問內容 ^a	Likert 量表尺度 ^b	核心感受
沈浸感	1. 你是否在遊戲中獲得成就感？	挫折←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→得意	成就感
	2. 你在遊戲中會覺得緊張？	輕鬆←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→緊張	緊張感
	3. 你是否享受遊戲過程？	痛苦←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→享受	享受感
	4. 你覺得遊戲進行是否順利？	阻礙←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→流暢	流暢感
	5. 你是否同時感受到時間的流逝？	緩慢←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→快速	時間感
互動性	6. 你覺得自己控制得如何？	失控←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→掌控	掌控感
	7. 你覺得遊戲反應是否靈敏？	遲鈍←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→靈敏	靈敏感
	8. 你認為操控是否舒適？	不適←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→舒適	舒適感
	9. 你是否能夠瞄準目標？	失準←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→精準	準確感
	10. 你認為自己的動作有威力？	微小←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→強大	效果感
存在感	11. 你是否理解遊戲任務？	不懂←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→理解	理解感
	12. 你是否認為自己就是遊戲角色？	自己←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→角色	涉入感
	13. 你感受自己在螢幕裡面還是外面？	外面←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→裡面	空間感
	14. 你覺得遊戲角色會感受到你的動作？	無感←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→強烈	同理感
	15. 你必須閃避迎面而來的遊戲角色？	不必←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→經常	實體感

註：^a 整併文獻探討各項研究之相似提問提出。^b 從各項研究中選擇口語且貼近生活體驗之用語，分置於尺度二端。

有關提問內容之設計，本研究不傾向採取 Cheok、Yang、Billinghurst、Kato 與 Ying (2002) 以引導方式要求受測者比較 VR 設備優於其他設備的提問方式，也不傾向採取 Huang 等人 (2010) 以虛擬實境特徵字意直接提問有關沈浸感、互動性和存在感的提問方式，原因是這三個構念對於受測者來說，仍太抽象而難以作答。相對地，本研究傾向採取基於虛擬實境三特徵所提出的核心感受，並採用淺顯易懂的問句表達。舉例來說，Lotte 等人 (2008) 針對互動性提及疲倦、舒適、控制和沮喪等問題。Huang 等人 (2010) 在其實驗二針對互動性提及操控、透視和合作，針對沈浸感提及真實、沈浸和專注，針對想像力提及理解、記憶和投入等問題。Litwiller 與 La Viola Jr. (2011) 提及注意、進入努力、盡力、時間、引導、挑戰、表現、情緒、想像、享受、意猶未盡和再玩意願等問題。McMahan、Bowman、Zielinski 與 Brady (2012) 提及失去時間、自動、差異、嚇到、真實、緊張、時間停止、周遭察覺、忽略虛擬、思考與否、冷靜、遊戲涉入和停止意願等問題。整體來說，上述各項研究採用相對口語且貼近生活體驗之用語，值得參酌。本研究根據核心感受在多項研究中挑選適當詞彙，整併且重構詞意相近之提問，再分配對立詞彙於尺度二端，最終形成 15 項提問。

四、結果與討論

根據文獻探討，源自虛擬實境三特徵的沈浸感、互動性和存在感（由想像力所驅動）被視為三個構念，來自 60 位受測者在單一試驗對於 15 項自陳報告回報的主觀感受，必須先確定其信度與效度，才能確定被用來分析三個構念與各項自變數之間的交互作用或迴歸關係。若從因素分析的角度來看，修正前的結果如表 5 (a) 的 KMO 所示，三個構念均達 0.7 以上，表示取樣適切性適當，可以進行後續討論。然而，若從信度分析的角度來看，修正前的結果如表 5 (b) 的 Cronbach's Alpha 所示，沈浸感和存在感分別為 0.534 和 0.672，表示內部一致性不足，必須分別檢驗其組成因子表現。

表 5. 三個構念之因素分析與信度分析一覽表

	(a) KMO				(b) Cronbach's Alpha			
	全部	沈浸感	互動性	存在感	全部	沈浸感	互動性	存在感
修正前	0.858	0.725	0.804	0.728	0.811	0.534 ^a	0.814	0.672 ^a
修正後	0.858	0.741 ^b	0.804	0.732 ^b	0.829 ^b	0.762 ^b	0.814	0.730 ^b

註：^a 表示 Cronbach's Alpha 低於 0.7，其內部一致性不足。^b 修正後的 KMO 或 Cronbach's Alpha 數值。

進一步觀察沈浸感，緊張感在因子矩陣的影響表現僅達-0.177，將其剔除後的 Cronbach's Alpha 上升至 0.762。再者，緊張感的平均數可達-0.927，表示 60 位受測者在 8 個實驗情境中的主觀感受均是「非常不緊張」。即使，緊張感在大多數討論沈浸感的文獻中被視為關鍵因子，但在本研究的影響顯然不足。另外，進一步觀察存在感，理解感在因子矩陣的影響表現僅達 0.268，將其剔除後的 Cronbach's Alpha 亦上升至 0.730。同時，理解感的平均數高達 1.669，表示 60 位受測者在 8 個實驗情境中對於遊戲均是「非常理解」。反覆評估之後，本研究決定剔除緊張感和理解感二項因子，沈浸感和存在感的 KMO 和 Cronbach's Alpha 則隨之修正，如表 5 所示的修正後數值。

4-1 來自 PS 經驗和 VR 經驗的干擾

本研究主要關心遊戲類型和顯示模式對於三個構念的影響，經由混合設計二因子變異數分析，遊戲類型和顯示模式二項自變數對於三個構念均有顯著影響，且有顯著交互作用，分別是 $F_{(3,168)} = 9.061, p = 0.000$ 、 $F_{(3,168)} = 7.192, p = 0.000$ 和 $F_{(3,168)} = 10.995, p = 0.000$ 。相對地，PS 經驗和 VR 經驗均未在二因子變異數分析對於三個構念產生顯著影響。然而，根據過去文獻所見的玩家經驗對於研究結果之干擾，若能獨立觀察這二項受測者變數的可能影響，將有助於後續討論。

經由獨立樣本二因子變異數分析，VR 經驗對於沈浸感和互動性產生顯著主效應，分別是 $F_{(1,479)} = 7.306, p = 0.007$ 和 $F_{(1,479)} = 5.678, p = 0.018$ ，表示 VR 經驗所造成的干擾需要進一步剖析。經由獨立樣本 t 檢定，VR 經驗對於沈浸感和互動性的影響分別是 $t_{(478)} = -2.707, p = 0.007$ 和 $t_{(478)} = -2.385, p = 0.017$ ，都是玩過 VR 顯著高於未玩過 VR， $0.854 > 0.499$ 和 $0.940 > 0.624$ 。初步推論，若單純地從 VR 模式的角度來看，玩過 VR 的受測者基於先前經驗，除了更容易克服頭盔顯示器和頭部追蹤器所帶來的不適感，也更能掌握動態控制器的直覺操作形式，因此會在沈浸感和互動性二個構念給予較高的評價。相對地，未玩過 VR 的受測者必須同時克服頭盔顯示器的 360° 視野所帶來的視覺衝擊，以及頭部追蹤器所帶來的 VR 暈眩，亦可能需要適應從手柄控制器切換至動態控制器的陌生感，即使後者採用更直覺的操作形式。實際上，相對於 Dualshock 4 而言，Move 和 Aim 並非是常見遊戲控制器。然而，以上獨立樣本 t 檢定結果，涵蓋受測者在 TV 模式和 VR 模式的整體表現，在缺乏 VR 經驗和顯示模式交互作用的綜合分析之下，難以驗證受測者的 VR 經驗在 TV 模式下的沈浸感和互動性表現呈現顯著差異之肇因是否雷同，或許應該借助後續的存在感構念來推論。

若從存在感構念來看，PS 經驗和 VR 經驗產生顯著交互作用， $F_{(1,476)} = 5.337$ ， $p = 0.021$ ，因此必須討論二項受測者變數的單純主效應。若從 PS 經驗的角度來看，如圖 10 (a) 所示，玩過 VR 的軌跡呈現水平，未玩過 VR 的軌跡往右上揚，其 F 值分別如表 6 (a) 所示，PS 經驗僅對於未玩過 VR 的受測者產生影響， $t_{(1, 238)} = -2.768$ ， $p = 0.006$ ，玩過 PS 的存在感顯著高於未玩過 PS。若從 VR 經驗的角度來看，如圖 10 (b) 所示，玩過 PS 的軌跡趨於平緩，未玩過 PS 的軌跡往右上揚，其 F 值分別如表 6 (b) 所示，VR 經驗僅對於未玩過 PS 的受測者產生影響， $t_{(1, 238)} = -2.045$ ， $p = 0.042$ ，玩過 VR 的存在感顯著高於未玩過 VR。整體來看，對於同時不具備 PS 經驗或 VR 經驗的受測者而言，其存在感顯著最低。相對地，同時具備 PS 經驗和 VR 經驗或僅具備其中一項經驗的受測者，其存在感均顯著較高。

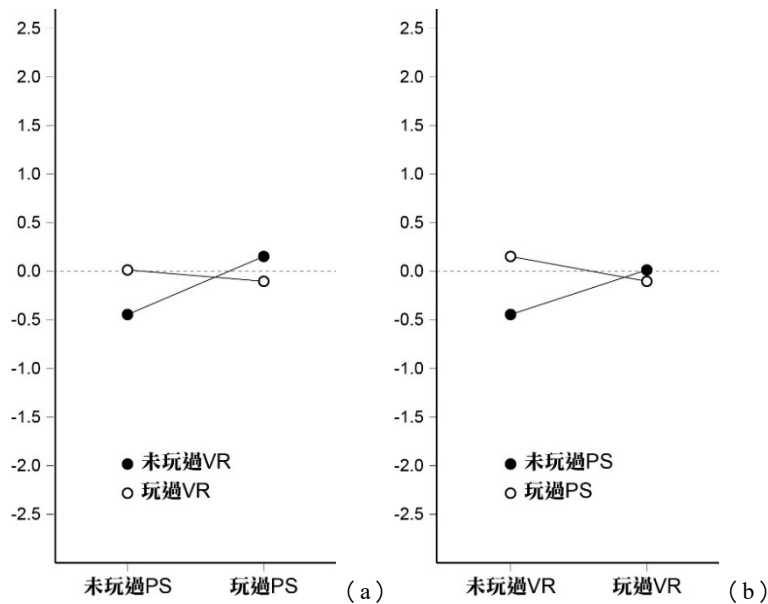


圖 10. PS 經驗和 VR 經驗對於「存在感」的交互影響

若延續前述 VR 經驗干擾沈浸感和互動性的觀察，未玩過 PS 也未玩過 VR 的受測者可被視為遊戲素人，即使在經歷 20 分鐘的任務適應之後，在 TV 模式或 VR 模式之下操作四款遊戲仍屬生澀，不僅於顯示模式，也包括操控形式。依此推論，疲於適應遊戲環境或 VR 環境的遊戲素人受測者，可能難以享受遊戲內容進而提升沈浸感或存在感。換句話說，互動性受到 PS 經驗和 VR 經驗均不足之干擾，導致沈浸感和存在感表現不佳，互動性因此應該發生在二者之前，如此符合 Huang 等人 (2010) 的觀察。若再對應於 Jennett 等人 (2008) 和 Zhou 與 Deng (2009) 的觀點，沈浸感應該發生在存在感之前。那麼，三個構念發生順序應該為：互動性→沈浸感→存在感。如此順序有其邏輯，玩家須先理解遊戲環境或虛擬世界之運行才能享受其中。然而，在互動性和沈浸感二階段，為何只有 VR 經驗產生干擾？而 PS 經驗直到存在感階段才與 VR 經驗產生交互作用？這可能必須回溯至本研究在受測者分群時所採用的基準，僅詢問受測者的 PS 經驗和 VR 經驗。實際上，現今 video 遊戲當道，受測者除了 Playstation 以外仍有許多機會接觸其他遊戲平台，手柄控制器是容易接觸的遊戲裝置，PS 經驗差異可能因此在互動性和沈浸感二階段被隱沒，因而未能產生主效應。然而，VR 經驗相對罕見，因而更早產生主效應。

表 6. PS 經驗和 VR 經驗對於「存在感」之單純主效應分析摘要表

自變數	單純主效應	F	df	P	T	df	p
(a) PS 經驗	1 未玩過 VR	4.133	1	0.043	-2.768	238	0.006
	2 玩過 VR	0.425	1	0.515	0.527	238	0.599
(b) VR 經驗	1 未玩過 PS	0.950	1	0.331	-2.045	238	0.042
	2 玩過 PS	2.916	1	0.089	1.202	238	0.231

4-2 遊戲類型和顯示模式所交互影響的沈浸感

經由相依樣本二因子變異數分析，遊戲類型和顯示模式均對於沈浸感均產生顯著影響，分別是 $F_{(3,177)} = 7.115, p = 0.000$ 和 $F_{(1,59)} = 12.209, p = 0.000$ ，H1 假設成立。同時，遊戲類型和顯示模式也對沈浸感產生顯著交互作用， $F_{(3,177)} = 9.082, p = 0.000$ ，因此接下來必須討論二項自變數的單純主效應。若從遊戲類型的角度來看，如表 7 (a) 所示，四款遊戲的沈浸感在 TV 模式和 VR 模式的序位明顯異動，Luna 和 Doom 情境的沈浸感序位從 TV 模式的第 2、4 位在 VR 模式分別上升至第 1、3 位，如圖 11 (a) 所示，使得 TV 模式和 VR 模式二條軌跡分別在 Golf 和 Kona 情境產生交錯，而分別在 Luna 和 Doom 情境拉開距離。若從顯示模式的角度來看，如圖 11 (b) 所示，Golf 和 Kona 二條軌跡維持水平，Doom 和 Luna 二條軌跡均往右上揚，其 F 值如表 7 (b) 所示，後二者均是 VR 模式顯著高於 TV 模式，表示受測者在這二情境採用 VR 模式會獲得較高的沈浸感。

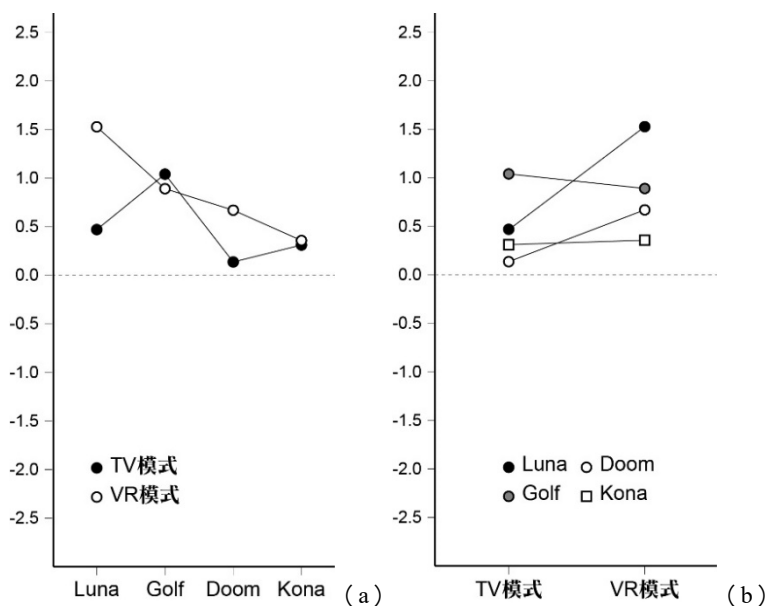


圖 11. 遊戲類型和顯示模式對於「沈浸感」的交互影響

整體來看，VR 模式顯著提升 Luna 和 Doom 的沈浸感。然而，為何 VR 模式未能改變 Golf 和 Kona 的沈浸感？如表 1 (a) 所示，沈浸感所對應的心理特徵是注意力。那麼，在頭盔顯示器涵蓋全景視野的一致條件之下，Luna 的規則使得受測者專注於眼前謎題，Doom 的威脅使得受測者專注於周遭怪物，二者均有顯著的注意力目標（謎題或怪物），如表 3 (a)、(c) 所示，受測者的注意力狀態傾向集中注意，這使得受測者將心理資源主要地分配於固定目標，加上涵蓋全景視野的推波助瀾，其所催化的時間流逝和意識流動，更容易讓受測者進入 Csikszentmihalyi (1975; 1996) 所言的心流狀態，沈浸感於是逐漸被提升。相對地，Golf 或 Kona 使得受測者必須探索並綜合評估虛擬環境中的各項線索（洞口、沙坑、樹林、木屋、武器、汽車或其他），如表 3 (b)、(d) 所示，這些注意力目標隱晦且分散，受測者的注意力狀態傾向分散注意，這使得受測者的心理資源在不同目標之間跳動，即使涵蓋全景視野，受測者的意識仍在搜索、評估、分析之間切換，由於不同心智機制不斷被喚醒，其沈浸感僅停留在全景視野所建構的感官層次而未達挑戰層次。然而，以上推論僅能解釋 Ermi 與 Mäyrä (2007) 所建議的感官沈浸和挑戰沈浸，但尚未能解釋其想像沈浸。若從互動性的角度來分析，也許能解釋更多由遊戲類型所帶來的影響。

表 7. 遊戲類型和顯示模式對於「沈浸感」之單純主效應分析摘要表

自變數	單純主效應	SS	df	MS	F	p	Post Hoc. / T test
(a) 遊戲類型	1 TV 模式	27.628	3	9.209	5.582	0.001	2>1、3、4；3>2
	2 VR 模式	44.173	2.819	15.669	10.174	0.000	1>2、3、4；2>4
(b) 顯示模式	1 喚醒月亮 Luna	33.602	1	33.602	46.148	0.000	2>1
	2 全民高爾夫 Golf	0.675	1	0.675	0.588	0.446	-
	3 毀滅戰士 Doom	8.533	1	8.533	7.254	0.009	2>1
	4 科納風暴 Kona	0.063	1	0.063	0.052	0.820	-

4-3 遊戲類型和顯示模式所交互影響的互動性

遊戲類型和顯示模式對於互動性的影響，如圖 12 所示。經由相依樣本二因子變異數分析，遊戲類型和顯示模式均對於互動性產生顯著影響，分別是 $F_{(3,177)}=21.046$ ， $p=0.000$ 和 $F_{(1,59)}=15.395$ ， $p=0.000$ ， H_2 假設成立。同時，遊戲類型和顯示模式也對互動性產生顯著交互作用， $F_{(3,177)}=7.252$ ， $p=0.000$ ，因此接下來必須討論二項自變數的單純主效應。

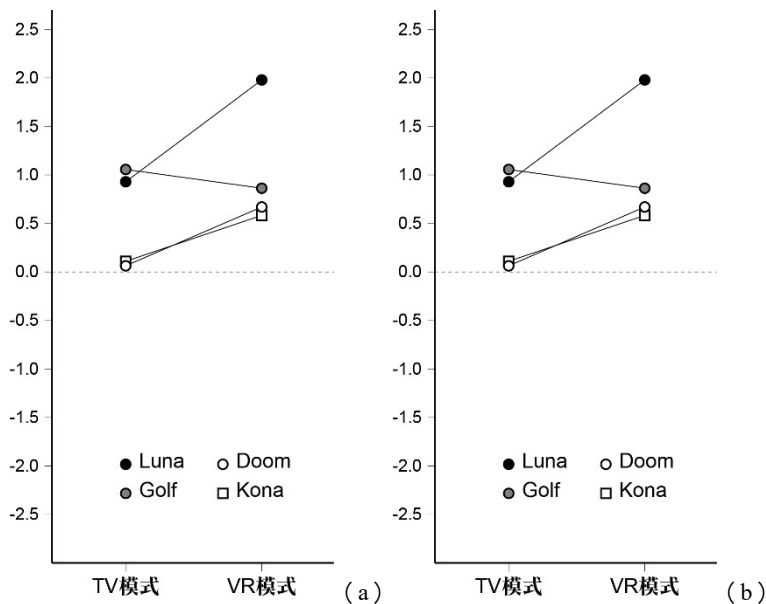


圖 12. 遊戲類型和顯示模式對於「互動性」的交互影響

若從遊戲類型的角度來看，如圖 12 (a) 所示，Luna 情境的互動性的序位明顯異動，從 TV 模的第二順位大幅度地上升至 VR 模式的第一順位，Doom 和 Kona 的順位則未顯著異動，其 F 值如表 8 (a) 所示。若從顯示模式的角度來看，如圖 12 (b) 所示，除了 Golf 的軌跡趨於平緩，Luna、Doom 和 Kona 的軌跡均往右上揚，其 F 值如表 8 (b) 所示。整體來說，VR 模式提升 Luna、Doom 和 Kona 三款遊戲的互動性，Golf 情境的互動性則微弱地下滑，但其整體互動性仍高於 Doom 和 Kona 情境。

表 8. 遊戲類型和顯示模式對於「互動性」之單純主效應分析摘要表

自變數	單純主效應	SS	df	MS	F	p	Post Hoc. / T test
(a) 遊戲類型	1 TV 模式	49.869	3	16.623	10.999	0.000	1>3、4；2>3、4
	2 VR 模式	75.555	2.890	26.139	21.135	0.000	1>2、3、4
(b) 顯示模式	1 喚醒月亮 Luna	33.075	1	33.075	35.031	0.000	2>1
	2 全民高爾夫 Golf	1.121	1	1.121	0.930	0.339	-
	3 毀滅戰士 Doom	11.041	1	11.041	8.043	0.006	2>1
	4 科納風暴 Kona	6.721	1	6.721	4.226	0.044	2>1

值得關注的是，VR 模式所提供的顯示科技和互動科技顯著提升遊戲的互動性，卻未能提升 Golf 的互動性。追究其肇因，如表 1 (b) 所示，互動性所對應的心理特徵是掌控性，是否意味著在 VR 模式進行高爾夫活動時有其掌控方面的盲點？實際上，如同 Fuchs 等人 (1999) 所建議，VR 模式將 TV 模式的右搖桿所負責的環視工作交由頭部追蹤 (運動介面) 和即時顯示 (感知介面) 所構成的視覺系統，加上採用動態控制器的直覺操作，理應使得受測者採用更趨近於真實世界的自然行為 (行為介面) 而感到自在。以 Luna 為例，如表 3 (a) 所示，VR 模式將左、右搖桿的工作交由二支 Move 動態控制器，儼如雙手的操控行為發生於 3D 空間，除了可以避免 3D 軟體中常見以 2D 介面操作時的 Z 軸障礙，亦可透過頭部追蹤在虛擬空間自由活動，受測者所感受的互動性大幅度提升，這些其實都借助來自於 Skalski 等人 (2011) 所建議的自然映射所喚醒的感官記憶。同樣地，這種來自行為介面的自然映射優勢，也發生在 Doom 和 Kona 二款遊戲，但不如 Luna 從 TV 模式的互動性提升至 VR 模式那般地錦上添花，而只是將二者原本較低的互動性在 VR 模式小幅度提升而已。推論其原因，可能來自於 Doom 和 Kona 要求相對複雜的多元操作，如圖 13 (a) 所示，玩家在 Doom 隨時都必須面對突如其來的敵人，且不斷切換近戰或遠距攻擊的武器；如圖 13 (b) 所示，玩家在 Kona 隨著劇情不斷切換操作不同交通工具前進探索；相對地，Luan 只聚焦於謎題的反覆操作。於是，在注意力和掌控性的交互作用之下，Luna 在 VR 模式下的沈浸感和互動性都被戲劇性地提升，關鍵在於遊戲規則使其聚焦於謎題這個單一目標，以及行為介面的自然映射。



圖 13. 操控相對複雜多元的遊戲類型

(a) Doom 必須面對不同方向的敵人；(b) Kona 必須經常切換操作交通工具

反觀，Golf 為何未能在 VR 模式提升互動性？除了前述在沈浸感所討論的注意力，高爾夫運動所需的高度技術能力可能是關鍵。即使在真實世界，無論是揮桿或推桿，高爾夫運動所要求的準確度和合纖力道都屬於高度技巧行為，正好反映在受測者的掌控感、靈敏度和準確感這三個互動性因子。實際上，Golf 在 VR 模式採用單支 Move 動態控制器來模擬高爾夫球桿，其關鍵技術來自於 Playstation camera 採用 2D 座標資訊的影像辨識技術來分辨 Move 動態控制器的 3D 空間移動軌跡，如圖 8 的環境配置所示，其低準度和延遲其實經常干擾受測者在 Golf 的 VR 體驗，頭盔顯示器所帶來的沈浸感正好被如此舒適感不足的行為介面所抵銷。然而，這樣的行為介面缺陷，並非來自於自然映射之不足，而是來自感測技術之不足。若從 Csikszentmihalyi (1975) 的觀點來解釋，Golf 在 VR 模式的挑戰大於受測者所能應付的技巧，因此難以滿足 Ermi 與 Mäyrä (2007) 所建議的挑戰沈浸，反而會形成焦慮。再從 Csikszentmihalyi (1996) 的觀點來解釋，也就是受測者在 Golf 的 VR 模式難以達成自我掌控或知行合一。在此情況下，Golf 在 TV 模式或 VR 模式分別表現的沈浸感和互動性並非相似，而是二者抵銷後的結果。

4-4 遊戲類型和顯示模式所交互影響的存在感

整體來看，遊戲類型和顯示模式對於存在感的影響，更勝於互動性和沈浸感，如圖 14 所示。經由相依樣本二因子變異數分析，遊戲類型和顯示模式均對於存在感均產生顯著影響，分別是 $F_{(3,177)}=47.398$ ， $p=0.000$ 和 $F_{(1,59)}=146.797$ ， $p=0.000$ ，H3 假設成立。同時，遊戲類型和顯示模式也對存在感產生顯著交互作用， $F_{(3,177)}=10.555$ ， $p=0.000$ ，因此接下來必須討論二項自變數的單純主效應。

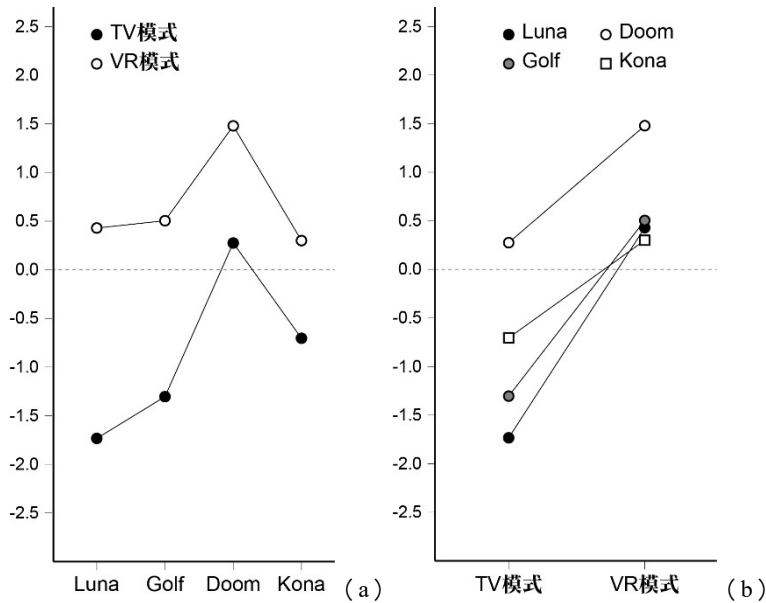


圖 14. 遊戲類型和顯示模式對於「存在感」的交互影響

若從遊戲類型的角度來看，如圖 14 (a) 所示，TV 模式和 VR 模式二條軌跡大幅度被拉開，其 F 值如表 9 (a) 所示，四款遊戲的存在感在 TV 模式和 VR 模式的序位明顯異動，除了 Doom 情境序位不變，Golf 和 Luna 情境的存在感序位從 TV 模式的第 3、4 位分別上升至 VR 模式的第 2、3 位。若從顯示模式的角度來看，如圖 14 (b) 所示，四款遊戲的軌跡均往右上揚，除了 Doom 的軌跡顯著最高之外，其他三款遊戲的軌跡均在 VR 模式匯集，其 F 值如表 9 (b) 所示，都是 VR 模式顯著高於 TV 模式。整體來看，四款遊戲在 VR 模式所表現的存在感劇烈地高於 TV 模式，這也應證了前述曾討論過的 PS 經驗和 VR 經驗對於虛擬實境三特徵影響之觀點，存在感來於自互動性和沈浸感的交互作用，應該發生於二者之後。

表 9. 遊戲類型和顯示模式對於「存在感」之單純主效應分析摘要表

自變數	單純主效應	SS	df	MS	F	p	Post Hoc. / T test
(a) 遊戲類型	1 TV 模式	136.340	3	45.447	42.659	0.000	2>1; 3>1、2、4; 4>1、2
	2 VR 模式	52.613	2.886	18.232	19.565	0.000	3>1、2、4
(b) 顯示模式	1 喚醒月亮 Luna	140.292	1	140.292	137.549	0.000	2>1
	2 全民高爾夫 Golf	98.102	1	98.102	80.714	0.000	2>1
	3 毀滅戰士 Doom	43.501	1	43.501	34.668	0.000	2>1
	4 科納風暴 Kona	30.251	1	30.251	33.498	0.000	2>1

長久以來，想像力與其所驅動的存在感一直是 VR 的強項，但鮮少在遊戲領域被深入討論。其關鍵在於，當前主流的遊戲環境仍架構於手柄控制器和高畫質數位顯示器的組合，雖然透過強悍遊戲引擎和高性能遊戲裝置來建構並展示虛擬世界，也就是 Milgram 與 Kishino (1994) 所謂的 EWK 和 RF，關鍵仍取決於玩家如何去理解和看待這個由 EWK 和 RF 所類比的虛擬世界，玩家行為所反應的存在感是 EPM 的最終表現。透過圖 14 (a) 所展示的二條軌跡，VR 模式所創造的存在感非常顯著。相對地，在 TV 模式的存在感表現，Doom 是唯一高於 0 的遊戲。若從 TV 模式所提供的互動性來看，手柄控制器採用相對抽象的形式來映射 Fuchs 等人 (1999) 所建議的行為介面，若對比於 Skalski 等人 (2011) 所言的抽象映射所喚醒的感官記憶，若僅仰賴與其所聯結的涉入感和同理感，要形成存在感其實很有限，畢竟假裝把手柄控制器當作槍來殺怪很難投入遊戲角色。那麼，Doom 在 TV 模式的存在感為何能夠高於 0？事實上，相對於其他三款遊戲，Doom 必須隨時閃避怪物並回擊，如表 3 (c) 所示，其存在感在 TV 模式早就因為空間感和實體感被凸顯，在 VR 模式採用自然映射的 Aim 動態控制器增強了涉入感和同理感，整

體存在感因為四項因子交乘而提升。反觀，Luna、Golf 和 Kona 的遊戲設定並未驅使受測者進行閃避，在 TV 模式只仰賴涉入感和同理感的存在感自然難以提升。直到 VR 模式，頭部追蹤和即時視野（RF）摒除外界視聽干擾後使得受測者顯著察覺虛擬世界所創造的強烈空間感（EWK），意識到自己其實在螢幕之內並透過自然行為回應虛擬世界（EPM），其涉入感和同理感於是被增強並聯結至感官沈浸而提升了存在感，這也是為何四款遊戲的 VR 模式軌跡遠高於 TV 模式軌跡的原因。

綜合上述，有個特殊現象必須進一步討論。根據本研究在表 4 的提問內容，涉入感和同理感均屬角色認同，來自玩家對於虛擬世界的理解和認知，也普遍存於大多遊戲類型的設定，玩家理應採用如 Sheridan（2000）的「抑制懷疑」投入角色來提升存在感，那麼為何會在 VR 模式才被增強？又為何在第一人稱射擊遊戲的 TV 模式就已經被增強？若以本研究所關注的五項存在感因子來剖析，包括在因素分析和信度分析階段已被剔除的理解感在內，以及涉入感和同理感都屬於角色認同，早就被設定於遊戲世界觀而形成 EWK，潛藏於玩家意識且形成心像，特別是需要角色投入的遊戲類型。相對地，空間感和實體感則屬於空間認知，特別是需要空間移動的遊戲類型，也是最需要透過高科技來提升其 RF 的遊戲類型。於是，在遊戲類型和顯示模式交乘作用下，自然映射控制器所驅動的 EMP 導致玩家的存在感大爆發，效果近似於 Sherman 與 Craig（2003）所言的精神沈浸。換句話說，涉入感和同理感在角色遊戲類型中可以被視為存在感的必要條件，特定遊戲類型或顯示互動科技所導入的空間感或實體感則可以被視為存在感的觸發條件，這二項條件都必須在虛擬實境遊戲過程被同時討論，才能窺見存在感與想像力的全貌。

4-5 綜合討論

整體來看，四款遊戲在 TV 模式所表現的沈浸感和互動性，均高於 0，如圖 11、12 所示。如此顯示，主機遊戲長年以來追求顯示科技和互動科技的精進，這也是為何沈浸感和互動性是遊戲領域最常被討論的研究議題。然而，若從 TV 模式來觀察存在感，如圖 14 所示，除了 Doom 以外的其他三款遊戲均在 0 以下，VR 模式則戲劇化地拉高四款遊戲的存在感。相對於 TV 模式，VR 模式最大貢獻在於存在感提升。無庸置疑地，這也是 VR 科技導入遊戲領域的利基。然而，除了 Doom 的其他三款遊戲的存在感僅介於 0 與 0.5 之間，是否意味著，VR 模式所能提升的存在感有限？或僅於特定遊戲類型？

若從虛擬實境科技導入遊戲媒體的角度來看，虛擬實境特徵在 VR 模式的表現理應顯著優於 TV 模式。根據前述分析，VR 模式在在顯示如此優勢，但非適用於全部遊戲類型。即使，本研究根據 Nunez 與 Blake（2006）的在場遊戲觀點挑選解謎、運動、第一人稱射擊和冒險四款遊戲，最終可見虛擬實境特徵經由 VR 模式介入而有所消長或強弱變化，透過潛藏於虛擬實境特徵背後的心理特徵，也許更容易窺見全貌。若彙整 4-2 至 4-4 關於 VR 模式對於虛擬實境特徵的各別影響，如表 10 所示，可以更清晰理解 VR 模式在這四款遊戲的貢獻程度以及背後的心理特徵如何運作。

表 10. VR 模式對於四款遊戲在虛擬實境三特徵（構念）的各別影響趨勢及其心理特徵之摘要表

	互動性			沈浸感			存在感		
	趨勢	VR	掌握性	趨勢	VR	注意力	趨勢	VR	想像力
(a) Luna	正向	高	重複	正向	高	集中	正向	低	和緩
(b) Golf	平	中	感測	平	中	分散	正向	低	和緩
(c) Doom	正向	低	多元	正向	中	集中	正向	高	緊張
(d) Kona	正向	低	多元	平	低	分散	正向	低	和緩

若從 Luna 的 VR 模式表現來看，如表 10（a）所示，沈浸感和互動性都在 VR 模式被正向拉至高點，其關鍵在於 Luna 驅使玩家專注於謎題的集中注意力，以及重複操作所形成的高度掌握，這項遊戲設定驅使玩家在 TV 模式也能表現較佳的沈浸感和互動性，VR 模式所提供的觀看視野和感測科技所驅使的自

然行為則使其更上層樓。然而，Luna 的存在感在 VR 模式為何僅於低點？關鍵在於玩家在 Luna 毋須緊張，而是與謎題和緩互動。若從 Golf 的 VR 模式表現來看，如表 10 (b) 所示，沈浸感和互動性都在 VR 模式未被提升而持平，其關鍵在於 Golf 驅使玩家環視四周的分散注意力，以及感測不佳所形成的低度掌握，然其緩和的遊戲設定未驅使玩家緊張所以存在感不高。若從 Doom 的 VR 模式來看，如表 10 (c) 所示，VR 模式雖然將沈浸感和互動性正向拉高但未達高點，其關鍵在於 Doom 雖然驅使玩家專注於怪物的集中注意力，卻因多元操作所形成的低度掌握而抵銷，其遊戲設定又驅使玩家面對怪物碰撞而緊張。若從 Kona 的 VR 模式來看，如表 10 (d) 所示，VR 模式同樣正向拉高沈浸感和互動性但未達高點，其關鍵在於 Kona 驅使玩家專注於四周的分散注意力，以及多元操作所形成的低度掌握，其遊戲設定驅使玩家面對的緊張未達高點。如此意味著，實體感所形成的緊張與否，似乎是存在感提升的關鍵？

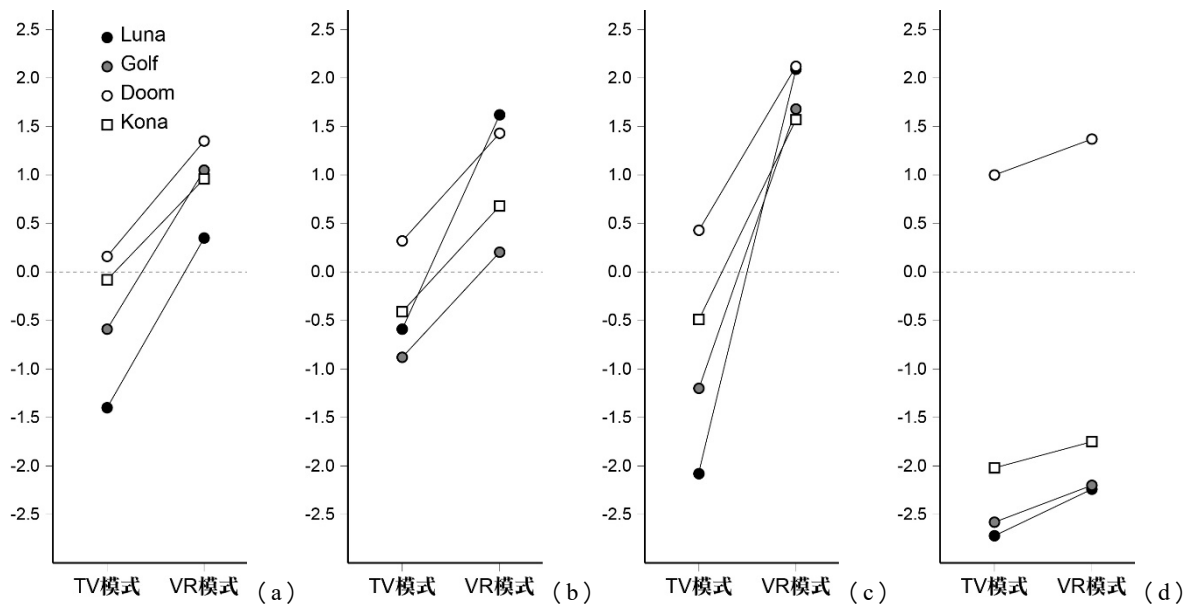


圖 15. 顯示模式對於「存在感」的四項因子之影響

(a) 涉入感、(b) 同理感、(c) 空間感、(d) 實體感

進一步觀察，顯示模式對於四款遊戲的四項存在感因子之影響，如圖 15 所示。顯著地，Luna、Golf 和 Kona 在 TV 模式的三項存在感因子都低於 0，VR 模式顯著提升涉入感、同理感和空間感，特別是空間感的幅度最大。然而，VR 模式卻未能顯著提升四款遊戲的實體感，確實削弱了 VR 模式在空間感的巨幅貢獻。有趣的是，根據圖 15 (d) 的表現，實體感似乎也應該被視為 EWK 元素？關鍵在於遊戲設定，Luna、Golf 和 Kona 未要求玩家閃避敵人，卻是 Doom 的遊戲特色。可見，遊戲類型在虛擬實境遊戲相關研究仍是不可被忽視的關鍵自變數，Milgram 與 Kishino (1994) 的 EWK、RF 和 EMP 可供深入剖析。

五、結論

自從 HTC 於 2016 年喊出 VR 元年，Mark Zuckerberg 於 2022 年將 Facebook 易名為 Meta、Apple 於 2023 年 CES 宣布 Vision Pro 於秋季上市，虛擬實境的應用已逐漸擴展至人們原本所熟悉的真實世界，電影《一級玩家》的劇情，已經悄然進入生活。VR 遊戲由於高科技和娛樂性含量極高，是最容易實踐 VR 的理想環境，這也是 Sony 願意持續推出 PSVR 2 的主因，顯示 VR 市場潛力無限。然而，二十一世紀初在第二波虛擬實境浪潮就已成熟的虛擬實境理論，苦於技術環境尚未成熟，乃至 2016 年後的第三波虛擬實境浪潮才得以驗證。至今，Burdea 與 Coiffet (1994; 2003) 的 3Is 模型雖經常被用來檢驗 VR 體驗，在

遊戲領域仍礙於 VR 裝置技術未臻完善而難以全面實證。本研究基於 Sony Playstation 4 PRO 環境的研究結果顯示，基於理論基礎及體驗流程，再經由本研究實驗確認，虛擬實驗特徵發生順序應為：互動性先於沈浸感、沈浸感先於存在感。一般而言，VR 模式所呈現的虛擬實境特徵理應全然優於 TV 模式，根據本研究所得，二者優劣關係卻在互動性和沈浸感糾纏不清，直到存在感才戲劇性地拉開距離。若導入 Sheridan (2000) 的抑制懷疑結合 Milgram 與 Kishino (1994) 的虛擬持續性而討論存在感的四項因子，涉入感和同理感可被視為角色遊戲類型的存在感必要條件，來自遊戲設定所提供的 EWK；空間感或實體感可被視為存在感的觸發條件，只存於特定遊戲類型或導入高科技之後所提升的 RF，再與涉入感和同理感交乘之後而形成 EMP，最終驅動玩家存在感爆發。過去，虛擬實境遊戲相關研究大多聚焦於存在感討論，與其相關的空間感是討論重點，往往需要仰賴行為反應所匹配的主觀感受來詮釋。然而，行為反應的內隱資訊成因多元且外延性高，若能追溯至遊戲設定相關的涉入感、同理感和實體感，相信遊戲廠商能夠更有效率地在遊戲設計環節有所努力，並放對力氣。對於人們是否能夠長時間活動於其他虛擬實境領域而言，遊戲研究領域已經透過沈浸感和互動性相關研究累積豐碩成果而表達，想像力與其所驅動的存在感之相關研究仍在持續，本研究僅獻片鱗半爪，期待引玉。

誌謝

感謝科技部專題計畫編號 MOST 108-2410-H-119-004 提供經費支持本研究進行。

註釋

- ¹ 本研究所引用之遊戲控制器圖片和遊戲畫面，其著作權均屬於該公司所有。Sony 公司的產品圖片已透過電子郵件取得該使用權。

參考文獻

1. Agarwal, R., & Karahanna, E. (2000). Time flies when you're having fun: Cognitive absorption and beliefs about information technology usage. *MIS Quarterly*, 24(4), 665-694.
2. Ball, M. (2022). *The Metaverse: And how it will revolutionize everything*. New York, NY: Liveright.
3. Bamodu, O., & Ye, X. M. (2013). Virtual reality and virtual reality system components. *Advanced Materials Research*, 765, 1169-1172.
4. Bracken, C. C., & Skalski, P. (2006, August). Presence and video games: The impact of image quality and skill level. In *Proceedings of the Ninth Annual International Workshop on Presence* (pp. 28-29). Cleveland, OH: Cleveland State University.
5. Brown, E., & Cairns, P. (2004, April). A grounded investigation of game immersion. In *CHI'04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1297-1300). New York, NY: ACM.
6. Burdea, G. C., & Coiffet, P. (1994). *Virtual reality technology* (1st ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
7. Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology* (2nd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
8. Cheok, A. D., Yang, X., Ying, Z. Z., Billinghurst, M., & Kato, H. (2002). Touch-space: Mixed reality game space based on ubiquitous, tangible, and social computing. *Personal and Ubiquitous Computing*, 6(5-6),

- 430-442.
9. Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety: The experience of play in work and games*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
 10. Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York, NY: Harper & Row.
 11. Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York, NY: Harper Perennial.
 12. Dick, P. K. (1967). We can remember it for you wholesale. In B. A. Aldiss, & H. Harrison (Eds.), *Nebula award stories two*. New York, NY: Doubleday.
 13. Ermi, L., & Mäyrä, F. (2007). Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion. In S. Castell, & J. Jenson (Eds.), *Change views: Worlds in play, Proceeding of DiGRA 2005 International Conference* (pp. 15-27). Bern, CH: Peter Lang.
 14. Fuchs, P., Nashashibi, F., & Lourdeaux, D. (1999). A theoretical approach of the design and evaluation of a virtual reality device. In *VRIC Laval Virtual Proceedings* (pp. 11-20). France: Laval.
 15. Gabbard, J. L. (1997). *A taxonomy of usability characteristics in virtual environments* (Unpublished master's thesis). Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
 16. Gauntlett, D. (2005). *Moving experiences: Understanding television's influences and effects* (2nd ed.). Bloomington, IN: Indiana University Press.
 17. Huang, H. M., Rauch, U., & Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182.
 18. Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T., & Walton, A. (2008). Measuring and defining the experience of immersion in games. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(9), 641-661.
 19. Kelly, K., Heilbrun, A., & Stacks, B. (1989). Virtual reality: An interview with Jaron Lanier. *Whole Earth Review*, 64(2), 108-120.
 20. Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2), JCMC321.
 21. Lee, S., Park, K., Lee, J., & Kim, K. (2017, June). *User study of VR basic controller and data glove as hand gesture inputs in VR games*. Paper presented at 2017 International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality (ISUVR) (pp. 1-3), Nara, Japan. Retrieved from <https://www.computer.org/csdl/proceedings-article/isuvr/2017/3091a001/12OmNyyeWrp>
 22. Lepouras, G., & Vassilakis, C. (2004). Virtual museums for all: Employing game technology for edutainment. *Virtual Reality*, 8(2), 96-106.
 23. Litwiller, T., & LaViola Jr, J. J. (2011). Evaluating the benefits of 3d stereo in modern video games. In D. Tan, G. Fitzpatrick, C. Gutwin, B. Begole, & W. A. Kellogg (Eds.), *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2345-2354). New York, NY: ACM.
 24. McMahan, R. P., Bowman, D. A., Zielinski, D. J., & Brady, R. B. (2012). Evaluating display fidelity and interaction fidelity in a virtual reality game. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(4), 626-633.
 25. Merel, T. (2016). Virtual, augmented and mixed reality are the 4th wave of digital technology. *Upload VR*. Retrieved from <https://uploadvr.com/virtual-augmented-mixed-reality-4th-wave/>
 26. Milgram, P., & Colquhoun, H. (1999). A taxonomy of real and virtual world display integration. In Y. Ohta,

- & H. Tamura (Eds.), *Mixed reality: Merging real and virtual worlds* (pp. 1-26). Berlin: Springer.
27. Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
 28. Moreau, G., & Fuchs, P. (2002). Stereoscopic displays for virtual reality in the car manufacturing industry: Application to design review and ergonomic studies. In M. T. Bolas, A. J. Woods, J. O. Merritt, & S. A. Benton (Eds.), *Proceedings of SPIE - Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems IX* (pp. 504-513). Bellingham, WA: SPIE
 29. Muhanna, M. A. (2015). Virtual reality and the CAVE: Taxonomy, interaction challenges and research directions. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 27(3), 344-361.
 30. Nunez, D., & Blake, E. (2006). Learning, experience, and cognitive factors in the presence experiences of gamers: An exploratory relational study. *Presence*, 15(4), 373-380.
 31. Pausch, R., Proffitt, D., & Williams, G. (1997, August). Quantifying immersion in virtual reality. In G. S. Owen, & T. Whitted (Eds.), *Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* (pp. 13-18). New York, NY: ACM.
 32. Segan, S. (2017). Qualcomm gives full snapdragon 835 processor details. *PC Magazine*. Retrieved from <http://uk.pcmag.com/smartphones/87001/news/qualcomm-gives-full-snapdragon-835-processor-details>
 33. Sheridan, T. B. (2000). Interaction, imagination and immersion some research needs. In H. J Kimn, & K. Yun (Eds.), *VRST: Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology* (pp. 1-7). New York, NY: ACM.
 34. Skalski, P., Tamborini, R., Shelton, A., Buncher, M., & Lindmark, P. (2011). Mapping the road to fun: Natural video game controllers, presence, and game enjoyment. *New Media & Society*, 13(2), 224-242.
 35. Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
 36. Slater, M. (1999). Measuring presence: A response to the Witmer and Singer presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(5), 560-565.
 37. Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence Connect*, 3(3), 1-5.
 38. Smith, S., Marsh, T., Duke, D., & Wright, P. (1998). Drowning in immersion. In *Proceedings of UK-VRSIG'98: Virtual Reality Special Interest Group* (pp. 1-9). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/2362590_Drowning_in_Immersion
 39. Sun, C. T., Lin, H., & Ho, C. H. (2003). Game tips as gifts: Social interactions and rational calculations in computer gaming. *Digital Games Research Conference 2003*. Retrieved from <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=187b14226c541bccffd17feb4db20172c32b8b7>
 40. Ventura, M., Shute, V., & Kim, Y. J. (2012). Video gameplay, personality and academic performance. *Computer & Education*, 58(4), 1260-1266.
 41. Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), 225-240.
 42. Wu, J. H., Wang, S. C., & Tsai, H. H. (2010). Falling in love with online games: The uses and gratifications perspective. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1862-1871.
 43. Zhou, N. N., & Deng, Y. L. (2009). Virtual reality: A state-of-the-art survey. *International Journal of Automation and Computing*, 6(4), 319-325.

Using the Three Virtual Reality Features to Inspect the Game Display Mode: Helmet and Screen

Ta Wei Lin

Department of Animation, Taipei National University of the Arts

davidlin93@gmail.com

With the experience of three revolutions, the technological charisma of virtual reality (VR) makes people anticipate that it can replace smartphones to become the next-generation internet application. Before the arrival of such a near future, gaming is still the ideal experimental venue for VR experience. However, along with the accompanied effect of pursuing premium sounds and lights for game companies over the long past, amongst the three virtual reality features proposed by Burdea & Coiffet (2003), the constant enhancement of immersion and interaction has always been the common tacit understanding between the players and the companies, whereas imagination and the presence it drives as the strong traits to VR. Adopting Playstation 4 PRO as the experimental facility to construct the two-factor experiment cross-multiplied from the game type and the display mode, this research inspects via the perspectives of Burdea and Coiffet (2003). The display mode is divided into TV (screen) and VR (helmet), while the game type is set to puzzle-solving, sports, first-person shooter and adventure. The PS or VR experience of the subjects is treated as the confounding variables. This research attempts to understand the following: (1) the differences and similarities of virtual reality features for the VR mode and TV mode; (2) what virtual reality features of specific game types are reinforced by the VR mode or TV mode, respectively. The results showed that: (1) the three virtual reality features sensed by the subjects in the VR mode are evidently higher than those in TV mode, especially presence; (2) presence is the highest for the first-person shooter; (3) imagination comes from the reciprocal action between interaction and immersion ; (4) the display modes have a significant impact on the performance of presence, while there are differences in interaction among different game types; (5) sense of involvement and empathy are necessary conditions for presence, while sense of space or entity are trigger conditions.

Keywords: Virtual reality, Immersion, Interaction, Imagination, Presence.