虛擬實境具身設計的實作與研究

蘇嶧* 許峻誠**

國立陽明交通大學應用藝術研究所

* artistsu@nycu.edu.tw

** 通訊作者 cchsu@nycu.edu.tw

摘 要

過去二十年間，在哲學、認知科學、心理學、教育、藝術與設計領域等，出現一股具身理論的研究浪潮。對具身理論而言，身體及其與環境的互動關係才是決定心靈活動的關鍵因素。一方面，這挑戰將身體視為消極與被動的傳統身心二元論。另一方面，這引發了以身體及其活動為主要範疇，探討其建構感知、認識、思考、判斷等過程的研究取向。在應用方面，擴增實境、虛擬實境、混合實境等技術日益成熟，運用具身理論分析虛擬體驗的設計策略，已然成為當代設計實作的重要議題之一。本文提出「虛擬實境具身設計」，主要涉及三種設計實作趨勢：（1）在第三人稱視角的情況下，以操作具身感進而實現自我定位錯覺為基礎的設計應用；（2）在第一人稱視角的情況下，自我定位錯覺的具身感不具操作必要性，主要聚焦在以代理感評估具身感的設計研究；（3）在第一人稱視角的情況下，將身體參與程度納入設計考量。此外，以《未來布袋戲劇場》為例，還可觀察到虛擬實境具身設計的藝術設計創作趨勢。

關鍵詞：具身、虛擬實境具身感、第一人稱虛擬化身、第三人稱虛擬化身、虛擬實境具身設計實作

論文引用：蘇嶧、許峻誠（2026）。虛擬實境具身設計的實作與研究。*設計學報，31*（3），23-46。

一、前言

在哲學思想中，身心二元論是常被論及的概念。所謂身心二元論，通常意指身體與心靈被理解成是兩個相互獨立的、彼此不依賴對方的實體存在。對認識論來說，這往往形成如下觀點：身體與心靈各自處理著彼此有別的資訊，形成認識機制的運作。循此，心靈會被想像為是寄宿在大腦中的指揮者，執行判斷的過程，並依此指揮身體。於是，身體被假設為提供來自外界的感官刺激，心靈則負責處理、轉化這些經驗資料，做為身體行動的指令依據。自二十世紀下半葉起，由於控制論、資訊科學、電子計算技術等科學領域的進展，其輸入—處理—輸出的基本模式，與身心二元論的認識論假設類似，提供了可供對照研究的模板。

在 1950 年代，這引發了一場「認知革命」（cognitive revolution），促成「認知科學」（cognitive science）的發展，影響及於心理學、語言學、神經科學、人工智慧等領域。簡單來說，人的認知被認為相當於資訊處理過程。在將電子計算程序與人類思維類比的情況下，對感知、記憶、推理、學習和行動等面向的研究，就著重在思維如何接收資訊、處理資料、呈現結果並執行輸出。這種認識論觀點又被稱為「計算

主義」（computationism），即人腦有如電腦，「認知就是運算」（Piccinini, 2012）。於此，身體被視為僅是某種資訊及其處理過程的載具或容器，不具有研究價值。到了 1970、1980 年代，計算主義認知理論開始面臨許多批評，例如 Searle（1980）提出著名的思想實驗「中文屋」（The Chinese Room），認為將心智視為資訊運算程序是一種形式主義的觀點，用語言學的話來說，只有語法（syntax）沒有語義（semantics）。換言之，計算主義的認知理論未考量於認知中可呈現意義的意向（intentionality）（Searle, 1980）；又如 Dreyfus（1992）以騎單車為例，認為是直覺的身體規律主導整個騎車活動，而非心靈依照某種已知規則進行如解方程式般的對於平衡、行進軌跡、速度的運算與輸出。

計算主義遭遇挑戰後，具身理論（embodiment theory）逐漸被提出與重視，著重強調身體在認知、理解乃至整個思維過程中所扮演的關鍵角色。基本上，具身意指認知過程不是依賴刺激與反應的這種物理模式來理解，而是由身體及其與環境的動態關係所建構。換言之，認知無需某種資訊的接收、處理、運算做為中介。Gomila 和 Calvo（2008）提出「後認知主義」（post-cognitivism），拒絕將心智比擬為計算，並聚焦在身體—環境的互動可能性。Varela、Thompson 與 Rosch（1991）則主張「具身行動」（embodied action）一詞：「使用具身（embodied）一語，我們想指出兩個重點。其一，認知依賴於擁有不同感覺運動（sensorimotor）能力的身體所形成的那種經驗。其二，這種個體的感知運動能力是嵌入在生物、心理、社會的背景脈絡中的。使用行動（action）一語，我們想要再次強調感覺與動作，即感知與行動，基本上是不可分割地呈現在鮮活的認知（lived cognition）中。」（p. 172-173）

具身理論主張，人的感知與認識涉及身體、行動、環境、互動等因素的複合結構。對藝術與設計領域來說，類似思想可以 Gibson 的生態心理學與 Ihde 的技術哲學為代表。特別是，當代的虛擬實境技術，綜合應用多媒體科技，藉由資訊傳輸與處理，建構擬真的三維空間，提供視覺、聽覺乃至觸覺等多種感官的模擬刺激，讓人如同置身於現實環境。透過程式的編寫設計，矩陣形式所產生的影像效果，製造沉浸感與臨場感，進而產生身臨其境的互動經驗。顯然，虛擬實境體驗的設計考量，與身體、行動、環境、互動等因素的複合結構息息相關。因此，過去二十年間，在教育、醫療、藝術、娛樂等領域中，出現運用具身理論探討虛擬實境體驗的設計研究趨勢。對此，本文試圖分析、歸納相關設計理念與研究成果，彙整為「虛擬實境具身設計」，並提出具參考價值的研究觀點。

1-1 具身的探討

在哲學思想的發展過程中，身心二元論一直是核心論點之一，反覆出現在各種議題中。以這種論點來探討人的認識、知覺、思維時，通常會援引「刺激—反應」模式，將身體視為單純的容器，僅有邊緣性的作用。在二十世紀，這種情況漸漸出現反轉，強調身體形塑認識的重要性而與具身概念有關的思想，通常可以回溯到現象學（Clark, 1998; Leland, 1999）。從 Husserl 將知覺「視域化」，到 Heidegger 提出「在世存有」的「處身情境」，再到 Merleau-Ponty 以「身體圖式」、「環境意向性」，不約而同地突顯身體與環境的互動對知覺、意義、思維的建構作用，逐步拒絕身體在整個認識過程中的被動與消極意義。

除了現象學，認知科學也發展出反對計算主義的具身理論思潮。近半世紀以來，從認知科學的相關研究中，已可歸結出「弱具身」（weak embodiment）與「強具身」（strong embodiment）的觀點。在弱具身的理論中，還保留傳統認知科學的解釋工具，如心理表徵、內部模型、計算過程等。身體、環境以及其間的相互作用，主要是限制或促進表徵和計算的過程。至於強具身理論，則是將身體、環境以及其間的相互作用視為建構認知的唯一來源。強具身的主張至少涉及下列觀點之一：第一，傳統的心理表徵和計算概念不足以解釋認知；第二，身體與環境構成一個統一的系統，有別於傳統將身體視為在世界中做為輸入與輸出的媒介；第三，解釋認知的是身體與環境所構成的動態系統（Clark, 1999; Dempsey &

Shani, 2013; Meteyard, Cuadrado, Bahrami, & Vigliocco, 2012）。

從反思傳統認識論的角度來看，現象學與認知科學所論具身概念，主要以理性邏輯的思考方式，提出身體的「先驗」理據，即身體乃先於經驗且使經驗得以可能的論述簡言之，具身概念意味著「活生生」的認知，所謂活生生的就是身體的動作，及其與周圍環境的互動變化，這整個動態結構建構了認知。以面前的一個杯子為例，並非杯子本身刺激我們的感官之後，其感官資料在腦中形成對杯子的認識，而是（例如在某個情況下）伸出右手可握、用來執行盛水並舉至嘴邊喝水動作，讓我們「看見」那個杯子。因此，具身可想像為擁有某特定時空定位的身體所建構起來的知覺場域，感知、體驗、判斷等活動都是從這個場域顯現出來的。

在經驗科學中，神經科學與心理學則透過生理證據或實驗設計，試圖驗證身體對認知的建構意義。例如，1990 年代以來對鏡像神經元（mirror neuron）的研究，被視為是具身認知的神經生理學的證據。Glenberg（2012）提到，鏡像神經元的特點是，當進行某個動作或行動時，或者，觀察到他人從事相同、相關的動作或行動時，鏡像神經元都會被偵測到處在活躍狀態。因此，鏡像神經元可說明，身體的運動共振（motor resonance）是我們認識他人行動和意圖的基礎。據此延伸，研究者可以透過自己的身體動作，進行某種鏡像模擬，做為理解他人相同或類似的身體動作的意義或意圖。此外，在心理學的領域中，可發現探討具身認知的心理學實驗。Schubert 和 Koole（2009）曾以實驗確認，握拳姿勢出現的身體反饋，及其對自信心的影響。Angier（2010）則透過直接感受冷、熱或輕、重等變化，探討身體建構抽象思考的現象。在 Casasanto 和 Dijkstra（2010）的實驗中，受測者坐在一台筆記型電腦前。在筆記型電腦的左右兩側皆有兩個紙箱，並上下排列。每個紙箱的底部都有一個托盤，裡面有數百顆透明玻璃彈珠。在電腦螢幕上，會出現總計 24 個要求回憶的提示清單，其中一半要求敘述正面的回憶，另一半則要求負面的回憶。同時，在敘述回憶時，請受測者移動彈珠。實驗結果顯示，正面或負面的記憶內容與向上或向下移動彈珠的動作具有一致性。Rotella 和 Richeson（2013）所進行的實驗結果表明，內疚和自豪感體現在特定的身體姿勢中，而操作這些姿勢可以促進個人或團體成員更願意承認不當行為並產生補償意圖。

除了先驗與經驗的探討層次，具身理論強調身體形塑認知的主動性意義，也在文化建構的相關討論中獲得闡述。余舜德（2015）認為，人文與社會科學界經歷兩次關於身心議題之研究取向的轉變，即 1980 年代的「身體的轉向」以及 1990 年代出現的「感官的轉向」。前者呈現為將哲學對身心議題的思辨帶入社會科學的研究中，後者涉及到感官的研究從聚焦單一感官轉為強調感知的統合與聯貫。經過這兩次轉向，可再提出「身體感的轉向」（the shentigan turn）。所謂身體感，意指身體做為主體進行感知，建構語言或文化概念的知覺項目（categories）。在人類學領域中，這提供了「知覺、習性乃至文化概念乃身體感知過程中方才浮現」的研究路徑。

1-2 具身與設計

在各領域對具身的研究中，可以發現這個概念所暗示的就是，認知過程的建構基礎來自於身體與環境的交互作用。實際上，對設計領域來說，這樣的概念並不陌生，例如：Gibson 的「示能」（affordance）理論。眾所周知，Norman 於 1990 年代將此理論導入設計領域。隨後，「示能」被理解為在環境或物品中所採取的操作行動。設計者被建議透過設計手法，引導使用者察覺產品的使用性。然而，根據游曉貞、陳國祥與邱上嘉（2006），這種觀點與 Gibson 對「示能」的理解不完全一致。因為，「示能」不僅止於由物品本身的特性引發動作者知道如何操作或使用該物的內涵。正如陳一平（2011）所言，「示能」的確意指「該物之用」，即「物體所具備的特徵會引發個體去施行某動作於該物上」（頁 332），然而，這也意味著物體與人之間的直接互動關係。一方面，這種直接互動性，或者說，物或環境與人之間的各

種關係所具備的行動可能性，即 Gibson（1979）所強調的人與環境之間的「互補性」（complementarity）。另一方面，這也使得「示能」理論與具身概念彼此交匯。據 Baggs 和 Chemero（2021），在「示能」理論中，最為關鍵之處為，區分「物理世界」（physical world）和「動物環境」（environment of animals）。這個區分顯示，人的認知過程並非單純地是一種刺激與反應的物理模式，而應該被理解為人及其環境的動態關係的建構。這意味，感知與行動不是物理世界中的因果聯繫，而是一體兩面的同一件事。簡言之，Gibson 的生態心理學可視為是對計算主義認知科學的批評，而被理解為是稍後出現的具身認知理論的先驅（Chemero, 201; Kadihasanoğlu, 2018）。

以人機互動設計為例，就可以觀察到，「示能」所涉及的人及其環境的動態關係反映在設計理念中的狀況。Hartson（2003）就曾提出四種互補類型的「示能」：「認知示能」（cognitive affordance）、「物理示能」（physical affordance）、「感官示能」（sensory affordance）和「功能示能」（functional affordance），並建議將這些項目納入人機互動設計的具體考量中。為此，他甚至建構一種「互動循環」（interaction cycle）概念，將「示能」理解為人與物件之間循環往復的動態關係。

此外，從具身理論的角度來看，「示能」還呼應當代技術哲學思想。以 Ihde（2009）的技術哲學為例，藉由現象學的變更理論，他強調，知覺的變更轉換意味著以身體為中心的位置與視角的轉變。換言之，知覺具有身體主動參與的成分，而非僅是身體的被動收受。依此，知覺所建構的經驗應該以「有機體—環境」的模式來理解。所謂「有機體—環境」與 Gibson 的「動物環境」異曲同工，皆指向個體參與環境或世界的具身方式。透過現象學所謂「內在關係存在論」，Ihde 以技術這個概念來理解這種具身方式，以便描述存在者（做為經驗者的人）內在地與環境關聯的動態轉化。對 Ihde 來說，在生活世界中，為了生存所需，我們以「做為身體的我」所進行的活動就是技術。由於有機體與其物理的、社會的環境所主動形成的相互作用，具有在時間中生發的探索維度，進而形成無數富含歷史與文化之實踐意義的技術手法。他以弓箭為例指出，弓的設計方式與社會實踐和習慣的具身形式有關，不同的文化脈絡會邀請不同的弓的操作或射箭方式。正如 Rosenberger（2020）所言，一項技術具有多種目的，可以適應多種環境，以不同的方式對不同的人產生意義，在不同的文化中以不同的方式發展。同時，任何技術在其含義和使用方式方面仍有其限制。

由於身體與環境的有機形式，具身於生活世界中所需的手段可以有多樣的、但整體上有限的技術。此即當代技術哲學所論技術的「多重穩定性」（multistability），與「示能」的內涵亦彼此呼應。根據 de Boer（2023），「示能」可被理解為行動的可能性或請求（potentialities or solicitations for actions），或者，行動的機會（opportunities for action）。以一張桌子為例，對成年人來說，桌子會提出寫字或讀書的行動要求，但對孩童而言，則與躲藏或庇護的行動有關。甚至，桌子可以變成是讓我們在其上從事某種活動的支撐平台。然而，桌子的「示能」現象畢竟有其限制範圍，例如，桌子本身無法請求進行播放音樂的動作。換言之，「示能」具有多重的、但有限的行動提示。

「示能」或技術所揭示的多重穩定性，一方面說明身體與環境乃至世界所主動形成的互動關係，另一方面暗示這種互動關係的變化有其極限。循此，具身本身的意義基本上已具有設計所考量的面向。質言之，設計或者是對多重可能性的累積，或者是對穩定性極限的突破。在此意義上，設計與新型具身形式的實踐活動緊密相關。特別是，新技術的發展演變，例如虛擬實境，牽動著人與環境之間的互動關係的變化。虛擬實境的獨特優勢在於，可以較為輕易地設計、操作場景，更重要的是，可以透過可控的方式調整、改變與身體體驗相關的因素，而這些因素或許在物理現實中較難或甚至不可能實現。在其模擬的現實環境或創建的想像空間中，人們採取的行動、由此產生的虛擬互動及相關體驗，皆不同於以往的實體狀況。因此，近一、二十年，出現以具身概念探討虛擬實境設計研究的趨勢。

二、研究方法

本研究進行期間約從 2023 年年底至 2025 年年初，隨著研究的發展，文獻檢索共進行三輪。選擇資料庫為 ACM、IEEE Xplore、EBSCO、SCOPUS、Web of Science、MIT Press 與華藝線上資料庫，其中，Web of Science 完整收錄了科學技術類期刊（Science Citation Index Expanded, SCI-Expanded）、社會科學類期刊（Social Sciences Citation Index, SSCI）及人文藝術類期刊（Arts & Humanities Citation Index, A&HCI）等三大具學術影響力之資料庫。本研究所使用的資料庫與檢索詞彙如表 1 所示，需說明的是，表一右欄的檢索詞彙並非一次性進行搜尋，而是配合研究進程陸續增補之詞彙。此外，進入實際的文獻檢索前，研究者發現，在中文的學術領域中，embodiment 這個概念有不同的譯名，包括具身、體現、涉身、寓身等。在較晚近的研究中，對具身和體現的使用較為頻繁，本文選擇使用「具身」一詞。鑑於與該概念相關詞彙的中文文獻多未直接涉及虛擬實境或設計等領域，故本研究所參考之文獻多以外文為主。

表 1. 檢索詞彙與資料庫

資料庫	檢索詞彙
ACM, IEEE Xplore, EBSCO, SCOPUS, Web of Science (SCI, SSCI, AHCI)	Embodiment, embodiment and virtual reality, embodied design, Sense of Embodiment, First-Person Perspective and Third-Person Perspective, Gesture Elicitation Studies, Virtual Puppetry
MIT Press	Embodiment, Virtual Reality
華藝線上資料庫（以THCI為主）	Affordance、手勢

對具身這個概念進行初步研究之後，後續的文獻檢索與篩選過程總共經歷三個輪次，如圖 1 所示。第一輪主要使用 Embodiment、embodiment and virtual reality、embodied design 等詞彙；第二輪為 Sense of Embodiment、First-Person Perspective and Third-Person Perspective；第三輪為 Gesture Elicitation Studies, Virtual Puppetry。在每一輪次的檢索結果中，研究者依據對具身的理解，確認文章標題與摘要內容，判斷其是否符合研究取向，或是否符合研究的當前發展。

從第一輪被納入研究樣本的文章中，研究者藉此釐清關於具身這個概念的發展過程與演變，以及具身運用於虛擬實境的研究現況，還發現，具身設計這個詞彙的運用較為廣泛，無具體的定義與詮釋內容。此外，研究者得出，以具身理論與虛擬實境設計實踐所交織而成的研究領域中，「虛擬實境具身感」（Sense of Embodiment in VR）、第一人稱視角、第三人稱視角等概念具有進一步研究探討的價值，而成為第二輪文獻檢索的主要詞彙。在第二輪被納入研究樣本的文章中，「橡膠手錯覺」（Rubber Hand Illusion, RHI）、「本體感覺漂移」（proprioceptive drift）等被認為是可輔助理解虛擬實境具身感的概念，並且，研究者逐步整合第一人稱視角及第三人稱視角之相關研究成果，提出「虛擬實境具身設計」的想法。隨著對「虛擬實境具身設計」的深入分析，研究者認為，可將身體姿勢設計、虛擬操偶表演等相關概念做為第三輪文獻檢索的主要詞彙，探勘相關研究成果，以充實「虛擬實境具身設計」之理論內涵。

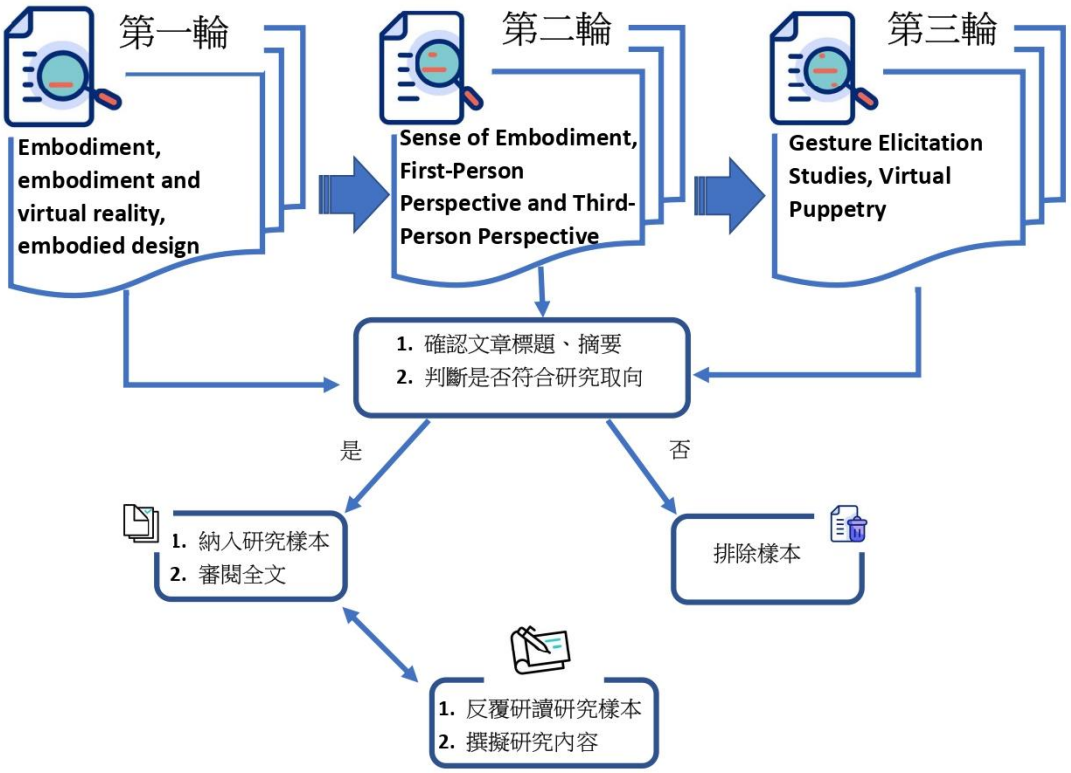


圖 1. 文獻檢索與篩選過程圖

（本研究繪製）

三、具身感與虛擬實境

3-1 從橡膠手臂到虛擬手臂

基本上，具身可以被理解為「具有一個身體」，即人與環境的互動關係發生在以身體為中心展開的感知與行動範圍。在心智哲學中，這也被稱為第一人稱的自我意識，即我們總是以身體做為輻射中心意識著外在於身體的事物。與此相關，在以具身概念探討虛擬實境的研究中，常被論及者就是 Kilteni、Groten 和 Slater（2012）所提出的「虛擬實境具身感」，用來探討人們是否有可能對虛擬身體（通常是身體的一部分）體驗到與自身身體相同的覺知。根據他們的分析，「具身感」（the sense of embodiment, SoE）由三個面向所構成，分別是代理感（agency，即感覺到做為身體動作的執行者）、身體所有權（body ownership，即感覺這個身體是屬於自己的）、自我定位感（self-location，即感覺身體所在空間中的確定區域）。簡言之，虛擬實境可以模擬現實環境，以及與身體結構、型態、大小近似的虛擬化身，進而研究透過虛擬技術強化、取代、呈現真實身體感官經驗的程度。

這方面的相關探討可追溯到 Botvinick 和 Cohen（1998）著名的「橡膠手錯覺」實驗（rubber hand illusion, RHI）。在這個實驗中，受試者坐在桌前，左手放在桌上。一隻擬真的橡膠左手併放真實左手旁，受試者的視線被遮擋，以致無法看到真實左手。此時，橡膠左手與真實左手在相同的相對位置上接受刷子的同步觸覺刺激，經過幾秒後，受試者就很有可能產生「橡膠手錯覺」，即在只有橡膠左手被刺激的情況下，真實左手雖未被刺激但卻會出現相同感受。甚至，當受試者需閉著眼睛指出真實左手的位置時，受

試者通常會將橡膠左手認做是真實左手。此外，實驗者同時敲擊橡膠手道具和受測者的真手，使得敲擊的觸覺和視覺的反饋在某種程度上是同步和一致，進一步誘導受測者認為橡膠手是他們身體的一部分如圖 2 所示。

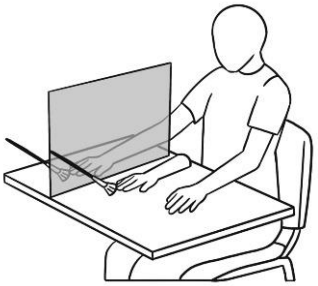


圖 2.「橡膠手錯覺」實驗示意圖

在遮住受試者看見真實手臂的情況下，同步將刺激施予真實手臂與橡膠手臂，
可讓受試者以為橡膠手臂為自己的真實手臂。（本研究繪製）

延續相同的實驗概念，Slater、Perez-Marcos、Ehrsson 與 Sanchez-Vives（2008）將橡膠手換成從肩膀高度投影出去的 3D 立體虛擬手臂，並且同樣在隱蔽真實右手的情況下對受測者施予觸覺刺激，且同步在視覺上提供對虛擬手臂的虛擬刺激。結果表明，受測者會將投影出來的虛擬手臂視為自己身體的一部分，甚至，在刺激 5 分鐘後，當虛擬手臂開始旋轉時，有證據顯示，真手的肌肉活動也開始活動，如圖 3 所示。這開啟了一種可能性，即虛擬身體應可實現具身感的轉移。Yuan 與 Steed（2010）則直接以配戴 HMD 的虛擬實境技術再現「橡膠手錯覺」實驗，並且援用該實驗描述的方案來測試和測量，證實了在虛擬實境中擁有虛擬手臂的錯覺是存在的。他們認為，如果受測者在虛擬實境中主動體驗到視覺和本體感的匹配（a visual and proprioceptive match），就會將虛擬手臂與自己的身體聯繫起來，形成虛擬手臂的所有權錯覺，如圖 4 所示。

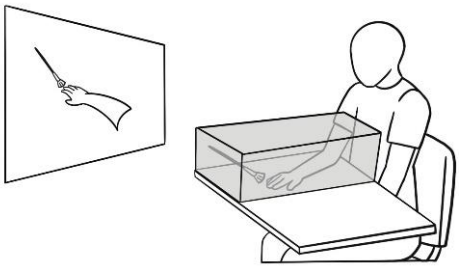


圖 3.「投影手錯覺」實驗示意圖

在遮住受試者看見真實手臂的情況下，同步將刺激施予真實手臂與投影在螢幕上的手臂影像，
可讓受試者以為投影手臂為自己的真實手臂。（本研究繪製）

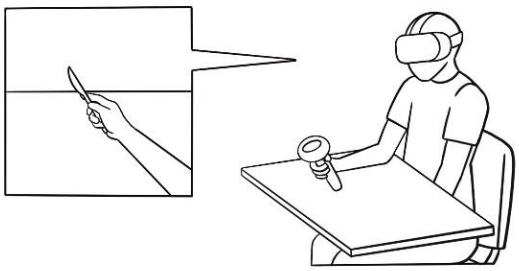


圖 4. 「虛擬手錯覺」實驗示意圖

在虛擬實境中，當受試者執行任務並同步將刺激施予真實手臂與虛擬手臂時，
可讓受試者以為虛擬手臂為自己的真實手臂。（本研究繪製）

橡膠手臂、投影手臂、虛擬手臂等實驗中，受試者將某個身外之物認定為是自己身體的一部分，這種現象即所謂的「本體感覺漂移」（proprioceptive drift）。在更早的心理學或神經科學領域的文獻中，如 George Tyrrell 發表於 1953 年的著作《特異景象》（Apparition），這被稱為「離體體驗」（out-of-body experience, OBE），主要指稱個體感覺自己的意識或「自我」位於身體之外，並從外部觀察著自己的身體的現象（Tyrrell, 1953; Ehrsson, 2007）。

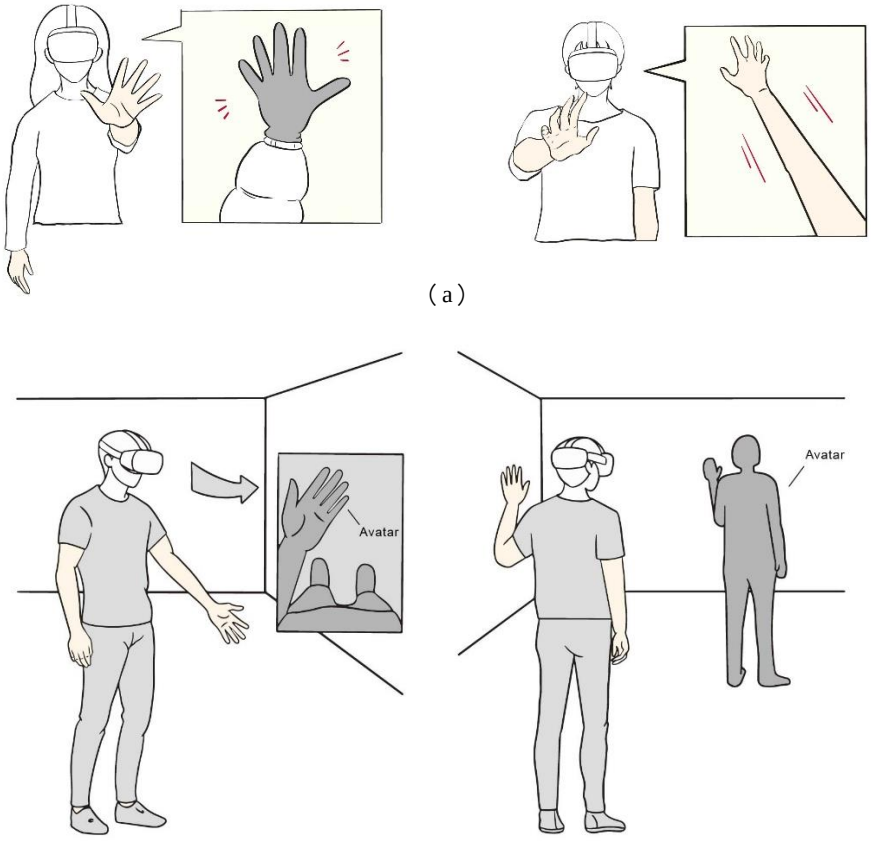
綜言之，所謂「具身感」，就是擁有這個身體的感覺，或者，以這個身體為中心進行互動的感覺。「本體感覺漂移」現象的相關實驗結果顯示，具身感具有某種優位性，它決定著知覺可在什麼樣的具體時空中發生。此外，這些實驗也表明，由於多媒體技術的進步，具身感的操作從身外的具體實物、需投影界面的影像，發展到以虛擬實境的化身即可進行。即便所使用的技術不同，具身感的操作具有某些共同點。可以觀察到，在橡膠手實驗中，例如遮蔽看到真實手臂的視線，允許橡膠假手及對其執行觸覺刺激的過程可被看見，可進一步歸納出，誘發具身感的兩個操作要件，即注意力引導與觸覺的同步刺激。這兩個要件可被當做是虛擬具身設計框架的主要因素（Desnoyers-Stewart, Antle, & Riecke, 2025）。由於虛擬實境的應用涉及使用者與其化身的體驗關係，透過如代理感、身體所有權、自我定位感等面向做為基本評估項目，「虛擬實境具身感」的操作與實驗將可具體地豐富虛擬實境設計研究的相關內涵。

3-2 身體虛擬化

理論上，具身或具身感其實意味著我們的感知總是被賦予第一人稱視角所提供的位置、方向、空間等特性，這種對真實身體的感覺始終存在，是持存的、根深蒂固的本體經驗特徵，不可能從根本意義上被解消、轉移或隨意變更。由於身體總是與自我聯繫在一起，若論及身體的「分離」或「錯位」，似乎顯得矛盾。換言之，「本體感覺漂移」實際上是在實現一種具身感錯位錯覺。對醫學領域而言，這種現象若涉及大腦中處理多感官資訊的區域(如顳頂交界處)的功能障礙，則會被視為患有「自視」（autoscopy）的思覺失調症（Blanke, Landis, Spinelli, & Seeck, 2004）。在正常的情況下，就像上述文獻所揭示，對視覺視角的操縱，再加上讓身體接收多感官訊息，可實現身體的「錯誤定位」。其實，這也顯示，當身體所有權被確認後，在其相應範圍內發生感知的條件即被建立，進一步確認身體在感知過程中的主導優位。

在上一節的內容中，具身感的操作主要還侷限在身體的局部部位（手臂），虛擬實境技術則讓具身感操作有機會擴展到全身範圍。根據 Genay、Lécuyer 和 Hachet（2022）所提出的「身體虛擬化連續體」（Body Avatarization Continuum），「身體虛擬化」主要涉及三種將受測者虛擬化的設計，分別是：（1）「身體裝飾化」（Body Accessorization），主要將虛擬物件裝飾或覆蓋在受測者的身體上；（2）「部分

虛擬化」（Partial Avatarization），類似虛擬假肢的概念，視設計需求可模擬真實肢體或是可變形的肢體；（3）「全身虛擬化」（Full Avatarization），即第一人稱虛擬化身與第三人稱虛擬化身（如圖 5）。所謂第一人稱虛擬化身，即虛擬化身疊加在受測者身上，而第三人稱虛擬化身則是讓受測者以第三人稱視角觀看一個虛擬化身，就好像在自己的身體之外看到另一個身體。在這三種「身體虛擬化」設計中，主要是「全身虛擬化」可實現以虛擬實境技術操作全身範圍的具身感，這是以實體為實驗物件所難以達到的。



（a） （b）

（c）

圖 5. 身體虛擬化示意圖

（a）身體裝飾化：在虛擬實境中，受測者可看見虛擬物件附在身體部位上，例如：虛擬手套、虛擬衣袖、虛擬手錶等；（b）部分虛擬化：以手為例，受測者在虛擬實境中可看見由自己控制的虛擬手，視設計需求，或可予以變形；（c）全身虛擬化：具有第一人稱虛擬化身（左）與第三人稱虛擬化身的設計方式（右）。

（本研究參考 Genay、Lécuyer 和 Hachet 所提「身體虛擬化連續體」之圖示予以改繪）

由於具身意味著以自身身體為感知定位中心的認識論概念，循此，不難理解，在第一人稱虛擬化身的虛擬實境中，具身感錯位的操作應較容易達成，原因在於虛擬化身與使用者本體於空間中高度疊合。在第三人稱虛擬化身的虛擬實境中，使用者則會直接觀察到在一定距離之外的虛擬化身，因此，透過第三人稱虛擬化身營造「本體感覺漂移」現象，需做到取消這段距離並建構出將自身定位於虛擬化身之錯覺的設計，以便讓使用者將自我定位感重置到與其自身身體隔了一段物理距離的虛擬化身上。由於視覺上的這種差異，以代理感、自我定位、擁有權等評估項目來看，傳統研究認為，第一人稱虛擬化身基本上具有天然的自我定位感，而可提供較強的具身感，第三人稱虛擬化身則呈現相對較弱的具身感。近十年來，比較兩者在實現具身感錯位現象的差異，也是以「全身虛擬化」操作虛擬實境具身感的研究議題。

就具身感的營造而言，雖然第一人稱虛擬化身具有操作優勢，但仍可發現一些研究，嘗試宣稱第三人稱虛擬化身也可提供較強的具身感。在 Debarba、Molla、Herbelin 與 Boulic（2015）的研究中，以全身動作擷取、沉浸式互動為實驗範例，設計一系列伸手至指定位置的任務，探討第一人稱與第三人稱視角與視覺動態同步（visuomotor synchrony）對具身感的影響。研究結果顯示，第一人稱與第三人稱的視角差異並未影響具身感的主觀評估。在 Lou、Lin、Lee、Chen 與 Liang（2023）所規劃的實驗中，受測者在開始前需穿上橙色夾克，然後戴上 HMD，同樣是提供第一人稱與第三人稱視角的畫面。透過視覺-運動-觸覺的多感官（visuo-motor-tactile correlations）方式，給予受測者和虛擬化身相關的刺激，結果亦發現，第一人稱與第三人稱視角所產生的具身感並無顯著差異。

以虛擬實境技術達到具身感錯位的設計，具有兩個主要特色：（1）除了視覺與觸覺，虛擬實境技術可以提供動覺方面的刺激體驗，這是在實體環境下無法進行的操作條件。換言之，虛擬實境可建構視覺、觸覺、動覺的多感官同步刺激，並在動態的狀況下營造使用者將虛擬化身認同為自己的錯覺。（2）某個意義上，如果以所謂「離體體驗」理解具身感的錯位現象，那麼，以第三人稱虛擬化身操作具身感的虛擬實境設計，可實現真正意義上的「離體體驗」。正如靈魂出竅一般，「離體體驗」所描述的就是自我脫離身體後以第三人稱視角觀看到自己身體的現象。以實體環境條件來說，這是比較難以達成的。對此，反而是虛擬實境技術具有優勢，可設計一個在某段距離外的、與自己同步動作或接受同步感官刺激的虛擬化身。

3-3 虛擬實境具身感的量測

關於虛擬實境具身感所援用的量測方法，基本上可分為主觀量測與客觀量測。在主觀量測方面，主要是收集與分析涉及代理感、身體所有權、自我定位感等面向的問卷資料。這應該源自於著名的「橡膠手錯覺」實驗，該實驗的受測者會被要求以七分李克特量表（Likert Scale）的格式，回答涉及身體擁有權的問題，如「我感覺好像橡膠手就是我的手」（I felt as if the rubber hand were my hand）。除了身體擁有權，在 Kilteni 等人（2012）提出虛擬實境「具身感」後，代理感、自我定位感等概念也被納入評估虛擬實境具身感的研究中。2018 年，Peck 和 Gonzalez-Franco 首先嘗試製作標準的「具身問卷」（Embodiment Questionnaire）。這份問卷由六個面向組成，分別為「身體擁有權」（Body Ownership）、「代理與動作控制」（Agency and motor control）、「觸覺感知」（Tactile sensations）、「身體定位」（Location of the body）、「外觀」（External appearance）、「刺激回應」（Response to external stimuli），共有 25 道題目。2021 年，這兩位學者透過九個實驗，收集了 443 份數據，並採用多變量分析的主成分分析法（principal component analysis, PCA），修改了這份標準問卷，原來的六個面向調整為四個面向：「外觀」（Appearance）、「回應」（Response）、「擁有權」（Ownership）、「多感官」（Multi-Sensory），計有 16 道題目（Peck & Gonzalez-Franco, 2021），如表 2 所示。相似的研究成果，還可提及 Roth 和 Latoschik 於 2020 年提出的「虛擬具身問卷」（Virtual Embodiment Questionnaire），如表 3。他們進行了三個實驗，收集了 196 份數據，採用驗證性因素分析法（confirmatory factor analysis, CFA）。最後，以三個面向：「擁有權」（Ownership）、「代理」（Agency）、「變化」（Change），製作了「虛擬具身問卷」，包含 12 道題目。

表 2. 具身問卷

題號	問項
R1	我感覺自己脫離了身體。
R2	我感覺好像我的（真實）身體正在向虛擬身體漂移，或者虛擬身體正在向我的（真實）身體漂移。
R3	我感覺虛擬身體的動作正在影響我自己的動作。
R4	感覺好像我的（真實）身體正在變成化身的身體。
R5	在某些時候，感覺好像我的真實身體開始呈現出我所看到的虛擬化身的姿勢或形狀。
R6	我感覺自己穿的衣服和剛來實驗室時不一樣了。
R7	我感覺我的身體好像發生了變化。
R8	當我看到____時，我的身體有____感覺。
R9	我覺得我自己的身體可能會受到____的影響。
R10	我感覺虛擬化身的身體就是我的身體。
R11	在某種程度上，我感覺化身在形狀、膚色或其他視覺特徵方面與我自己的（真實）身體相似。
R12	我感覺我的身體就位於我看到虛擬化身所在之處。
R13	我感覺我可以控制虛擬化身，就像它是我自己的身體一樣。
R14	在我看到化身被觸摸的地方，我似乎感覺到了____的觸摸。
R15	我感覺到的觸摸似乎是由____觸摸化身引起的。
R16	我的身體似乎正在接觸____。

註 1. 問卷摘自：Peck 和 Gonzalez-Franco，2021；本研究翻譯

註 2. 具體分數計算公式為：外觀=(R1+R2+R3+R4+R5+R6+R9+R16)/8；反應= (R4+R6+R7+R8+R9+R15)/6；所有權=(R5+R10+R11+R12+R13+R14)/6；多感官=(R3+R12+R13+R14+R15+R16)/6。具身感=（外觀+反應+所有權+多感官）/4。

表 3. 虛擬具身問卷

題號	問項
OW1. 我的身體	我感覺虛擬身體是我自己的身體。
OW2. 我的身體部位	我感覺虛擬身體的部分是我自己的身體部位。
OW3. 人性化	虛擬身體像是人的身體。
OW4. 歸屬	虛擬身體像是屬於我的。
AG1. 我的活動	虛擬身體的活動像是我的活動。
AG2. 活動控制	我感覺像是控制著虛擬身體的活動。
AG3. 活動原因	我感覺我造成了虛擬身體的活動。
AG4. 同步活動	虛擬身體的活動與我的活動同步進行。
CH1. 我的身體變化	我覺得自己身體的形式與外觀改變了。
CH2. 重量共鳴	我感覺自己身體的重量改變了。
CH3. 高度尺寸共鳴	我感覺自己身體的高度尺寸改變了。
CH4. 寬度尺寸共鳴	我感覺自己身體的寬度尺寸改變了。

註 1. 摘自：Roth 和 Latoschik，2020；本研究翻譯

註 2. 具體分數計算公式為：VEQ 所有權=(OW1+OW2+OW3+OW4)/4；VEQ 代理感= (AG1+AG2+AG3+AG4)/4；VEQ 變化=(CH1+CH2+CH3+CH4)/4。

在客觀量測部分，在上面提到的虛擬手臂的實驗中，研究者曾以量測受測者的肌電圖（Electromyography, EMG），確認了當受測者觀察到虛擬手臂產生活動變化時，受測者的真實手臂會出現肌肉收縮的生理信號。又如，皮膚傳導反應（skin conductance response, SCR）被視為評估身體所有權的生理數據資料，這通常是透過一個讓被具身的身外對象受到威脅的場景來量測。在比較第一人稱虛擬化身與第三人稱虛擬化身的具身感錯位的差異實驗中，Lou 等人就曾設計相關實驗，並量測受測者的 SCR

數值，進行具身感的評估。最後，心率差異（heart rate discrimination, HRD）、腦電圖（electroencephalogram, EEG）等也可用來評估身體所有權以及代理體驗（Genay, Lécuyer, & Hachet, 2022; Spanlang et al., 2014）。

四、虛擬實境具身設計的分類及其應用

4-1 第一類虛擬實境具身設計

基於上述關於具身理論與虛擬實境具身感的探討，本文嘗試提出「虛擬實境具身設計」，分析其相關的分類與設計應用。首先，上文曾提及，以第三人稱虛擬化身誘發「本體感覺漂移」的現象，是讓使用者以第三人稱視角觀看到代表著自己的化身。基本上，這相當於使用者見證著具身感錯位的實況。由於具身感本質上是一種經驗的本體感覺，內在於生理、心理系統，因此，若使用者將某個身外的身體誤認為是自己時，又即時觀察到整個狀況，勢必對個體的認知系統產生一程度的衝擊。特別是，借助虛擬實境技術，能夠設計相關的互動情境，為探討虛擬實境具身感對生理或心理層面之潛在影響，增加許多可能性。對本文而言，這可被視為虛擬實境具身設計的第一類趨勢，如圖 6 所示。

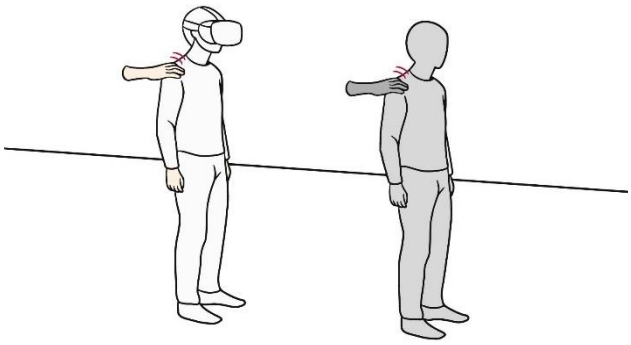


圖 6. 第一種虛擬實境具身設計研究趨勢示意圖

在虛擬實境中，受測者可看見與自己隔了一段距離的虛擬化身。透過同步的感官刺激，實現具身感錯位現象後，可設計相關任務，主要探討生、心理方面的影響。（本研究繪製）

又如，Song、Fan、Dong、Zhang 與 Xu（2023）嘗試利用虛擬實境技術，在同步提供視覺、觸覺的刺激情況下，誘發第三人稱視角的全身錯覺（the third-person perspective full body illusion, 3PP-FBI），研究虛擬實境的具身感對中風患者進行復健訓練的可行性。在其設計的虛擬環境實驗中，會有一顆球從地板上的某個起點（距視點 5m）以恆定速度（0.5m/s）向受試者的方向滾過來。兩秒後，場景消失，受試者需要設想該球體持續滾動，且當他們認為球已經到達他們的位置時，需按下手中的控制器按鈕。另外，受試者會在畫面前方看到虛擬化身的背部，並且感知到自己與虛擬化身在背部和手臂的同步刺激。研究結果表明，引發中風患者的第三人稱視角的全身錯覺，進而形成對整個虛擬化身的所有權感，肯定視覺引導復健訓練（visual-guided rehabilitation training）的可行性。

4-2 第二類虛擬實境具身設計

若取消與虛擬化身之間距離的錯覺是第三人稱虛擬化身產生具身感錯位的決定性因素，第一人稱虛擬化身應無需特別要求自我定位感。原因在於，第一人稱虛擬化身與受測者自身是疊合在一起的。在此

狀況下，設計實踐較不需考量取消虛擬化身與受測者彼此之間的物理區隔。因此，以虛擬實境具身設計的第二種趨勢所理解的第一人稱虛擬化身的設計實作，主要不是透過自我定位感，或者說不是取消物理距離的差距，建構受測者與虛擬化身之間的聯繫，而是會涉及評估虛擬實境具身感的其他面向，如外觀、代理感、擁有感、反應、多感官刺激等，如圖 7 所示。

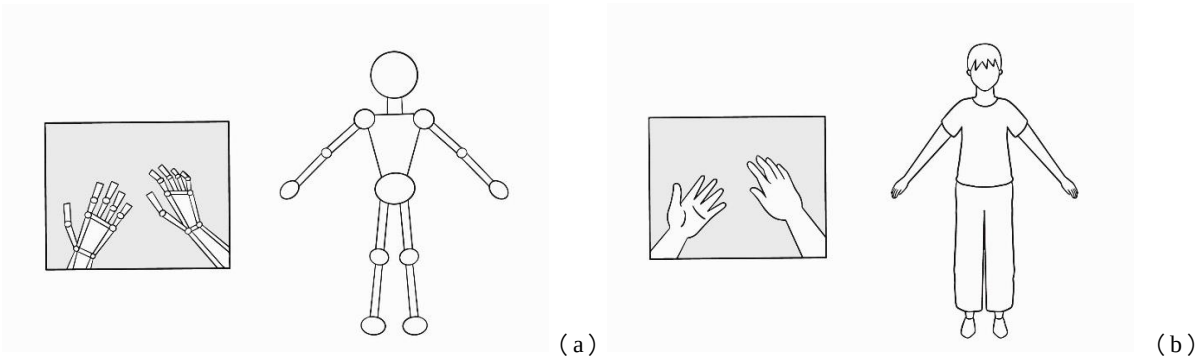


圖 7. 第二種虛擬實境具身設計研究趨勢示意圖

虛擬化身與受測者疊合，受測者在頭戴顯示裝置中可看見虛擬化身的部分身體部位。
這通常不需要操作自我定位感，而以代理感為主，例如，比較受測者操作
（a）簡化的虛擬化身與（b）擬真的虛擬化身的代理感差異。（本研究繪製）

例如，Argelaguet、Hoyet、Trico 和 Lecuyer（2016）進行了一項實驗，提供受測者透過三種不同的虛擬手型進行互動任務，如「拾放任務」（pick-and-place task）。受測者必須抓住一個虛擬立方體，並將其放置到指定位置，同時避開障礙物或威脅（磚塊、鐵絲網或火）。另外，還有一項額外任務，受測者必須對他們的虛擬手執行有潛在危險的操作，即讓他們的虛擬手靠近旋轉中的虛擬電鋸。以這些實驗的定性測量和問卷資料，對受測者感知三種不同虛擬手型的代理感和擁有感進行評估。結果顯示，因為人類虛擬手提供了真實的手與虛擬手的直接外觀對應，人類虛擬手的擁有感較強。然而，在執行任務過程中，受測者以較不逼真的虛擬手進行操作時，出現較少錯位現象，代理感較強。據此可推斷，受測者不在意較不逼真的虛擬手受到傷害。Kim、Hwang 和 Lee（2024）以第一人稱虛擬化身探討「自我突顯效應」（self pop-out effect）與動作同步性，對受測者與虛擬化身之間的連結關係產生的影響。在規劃的兩個實驗中發現，若虛擬化身可提供與受測者相關的個人特徵，則兩者可快速建立強烈的具身連結；此外，透過動作同步性，受測者與虛擬化身之間產生連結的強烈程度，比起外觀視覺上的相似度更為關鍵。

4-3 第三類虛擬實境具身設計

在具身理論的發展中，曾出現「強具身」、「弱具身」的觀點。所謂強、弱的差異，主要表現在如何理解身體參與到建構認知或感知過程的程度之別。近十年來，教育學習領域已出現轉化這些概念的相關研究。例如，Johnson-Glenberg、Birchfield、Tolentino 和 Koziupa（2014）就曾提出以動作參與（motor engagement）的不同程度做為自變項，設計相關的學習任務，探討不同程度的身體活動參與所導致的學習成效。在該量表中，動作參與程度分為四級：在第一級和第二級中，受測者皆是坐著，第二級有較多的上半身動作；在第三級和第四級中，基本上是全身投入活動，第四級有較多的持續移動。與此相關，Skulmowski 和 Rey（2018）提出「身體參與」（bodily engagement）。他們回顧了有關將身體活動的設計導入教學的最新研究，並試圖制定以身體參與的不同程度所形成的分類。透過相關的任務整合，研究者以不同身體參與的程度，分析與評估相應的學習效果。基於上述兩項研究，Duijzer、Heuvel-Panhuizen、Veldhuis、Doorman 和 Leseman（2019）回顧相關文獻後，提出「身體涉入」（bodily involvement）程度，說明全部身體與部分身體執行相關動作時，對於學習反應產生的影響。

以虛擬實境具身設計的概念來看，這可被援用以探討身體與虛擬化身的關係，即身體參與操作虛擬化身的程度，並將之理解為虛擬實境具身設計的第三種趨勢，如圖 8 所示。簡言之，這涉及到受測者以身體或身體一部分的動作、姿勢操作虛擬化身的設計。在這方面，由 Wobbrock、Aung、Rothrock 和 Myers（2005）以「推測性」（guessability）探討字母與符號輸入的使用者姿勢，可被視為最早的相關研究。此後，Wobbrock 等人當時所開發的過程，形成了「姿勢啟發研究」（gesture elicitation studies, GES），並且常被運用在使用者介面、人機互動等領域。基本上，GES 的概念是收集受測者對應參照物會直覺地執行的動作或姿勢，然後，針對某個參照物，篩選出受測者達到高度一致的直覺動作或姿勢。簡言之，GES 嘗試在受測者自定義的動作或姿勢中，收斂出具有共識性的動作或姿勢，用以對應某個參照動作。對此，Wobbrock 等人（2005）提出的量化評估方式為計算同意率（*A*），其公式如下：

$$A = \frac{\sum_{r \in R} \sum_{P_i \subseteq P_r} \left(\frac{|P_i|}{|P_r|} \right)^2}{|R|} \cdot 100\% \qquad (1)$$

R 表示針對某個參照對象而提出自定義動作的那個集合，基本上數值為 1。*r* 意指某個參照對象，*Pr* 表示針對此參照對象提出自定義動作的所有數量，基本上等同於受測者人數，Pi 則是在針對此參照對象所提出的自定義動作中，分別達到一致的數量。舉例來說，要求二十位受測者針對「飛行」（*r*）提出自定義動作，其中有十五個動作是一致的，另外五個動作是一致的，則「飛行」的同意率（*A*）=[(15/20)^2+(5/20)^2] / 1*100%=62.5%。陳建雄和王建立（2021）指出，透過 GES 可提出易用性高的姿勢，但在未來研究中，可對不同的姿勢進行特徵的提取與分類，將有利建構姿勢的資料庫。

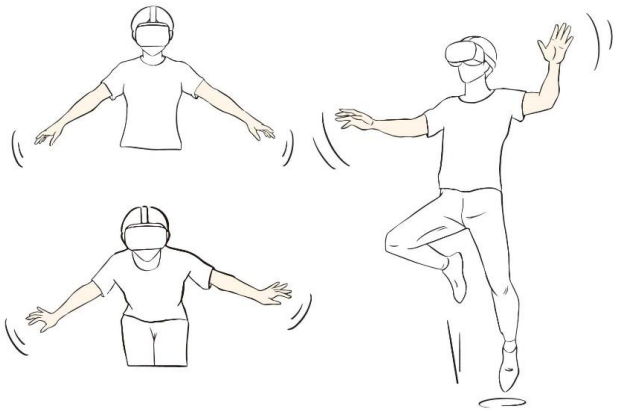


圖 8. 第三類虛擬實境具身設計研究趨勢示意圖

以產生虛擬化身的飛行動作為例，探討受測者以手勢、半身、全身姿勢進行操作的可能性。（本研究繪製）

根據 Cheng、Wu 和 Xiao（2024）所進行的文獻回顧，在 2005-2023 年間，共有九篇論文，利用虛擬實境技術進行 GES 的相關探討。在這九篇論文中，以下五篇與本文所謂虛擬實境具身設計的第三種趨勢較為相關，如表 4 所示。目前，這些研究主要聚焦在單手或雙手的姿勢，參照物則主要是操作功能方面的動作，例如選擇、抓握、縮放、旋轉某虛擬目標；或是在實體環境中所進行的日常動作，例如某些家電用品的或門窗之啟閉動作等。此外，關於評估方法，基本上可觀察到兩種方式。其一，借助 Wobbrock 等人（2005）所提出的公式，計算「推測性」與「共識度」（agreement），或者，在相同的原則下，調整公式，如 Wu、Luo、Pan、Nan、Deng、Fu 等人（2019）；其二，借助使用者經驗的研究概念，提供主觀量測的問卷，收集受測者在「適當性」（appropriateness）、「易用性」（ease of use）、「費力程

度」（effort）、「使用者偏好」（user preference）等方面的資料並進一步分析（cf. Ganapathi & Sorathia, 2019）。對本文而言，以虛擬實境具身設計的概念來說，透過 GES 的框架，「身體參與程度」結合虛擬實境技術的研究，將是未來有待進一步發展的方向。特別是，在虛擬實境中，可進行某些非現實動作，例如漂浮、飛行、施法等。若將這些動作做為參照對象，那麼，以手部姿勢、半身姿勢、全身姿勢做為自變項，應是具有研究價值的議題。

表 4. 第三種虛擬實境具身設計的相關研究

發表年份	作者	篇名	內容概述
2018	Wu, Wang, Qiu, Liu, & Zhang	User-defined gesture interaction for immersive VR shopping applications	在沉浸式虛擬購物實境中，研究受測者對選物、旋轉物品、試衣、縮放等動作所定義的姿勢。
2019	Wu et al.	Understanding freehand gestures: A study of freehand gestural interaction for immersive VR shopping application	透過「性質」（nature）、「身體部位」（body parts，分為單手、雙手、全身）、「形式」（form）、「視角」（viewpoint）等面向，探討受測者在沉浸式虛擬購物時所使用的姿勢。
2019	Ganapathi & Sorathia	An elicitation study of body gestures for locomotion in HMD-VR interfaces in a sitting-position	以坐姿為基礎，研究受測者在虛擬環境中如何以上半身和手勢進行空間移動。
2021	Perera, Gedeon, Adcock, & Haller	Towards self-guided remote user studies - Feasibility of gesture elicitation using immersive virtual reality	在虛擬的居家環境中，探討受測者對開關窗、開關燈、開關家電等動作所定義的姿勢。
2023	Zhou & Bai	User-defined mid-air gestures for multiscale GIS interface interaction	透過三種地理資訊系統的操作指令和六種尺寸的地圖，研究受測者在虛擬實境中使用地圖所產生的自定義手勢。

摘自：Cheng、Wu、Xiao, 2024

五、虛擬實境具身設計的藝術創作

基本上，上述三種虛擬實境具身設計的趨勢皆有各自應用的方向可持續發展。與此不同，在 2023 年 12 月於高雄市立美術館開展的「擴散耦——科技與藝術的擴散、並行、融合」中，由國立陽明交通大學應用藝術研究所創作團隊所提出的《未來布袋戲劇場》讓我們觀察到第四類探討虛擬實境具身設計的可能性。這件作品主要源自於近年來提倡以前瞻科技結合傳統技藝的概念，將臺灣傳統布袋戲的操偶技藝轉化為虛擬實境的參與者與虛擬化身的互動體驗。

在《未來布袋戲劇場》的作品中，參與者戴上頭戴顯示裝置後即可徒手操作虛擬戲偶。前期的設計工作重點為蒐集國寶級資深操偶師的操演手勢資料，並將其轉化為數位的手部動作追蹤數據，如圖 9 所示。後續的設計工作則聚焦在將隱藏於實體布袋戲偶中的操偶手勢軌跡或動態手形，映射至虛擬戲偶的骨架系統中，達到可即時改變其外觀的視覺效果。另外，為了增加互動樂趣，作品為生、旦、淨、丑、雜等五個虛擬戲偶的角色，設計了特定的虛擬場景，以及以特定的手勢動作可觸發的關鍵影格（keyframe）動畫。


（a）

（b）

圖 9. 《未來布袋戲劇場》作品圖例

（a）參與者可徒手操作虛擬戲偶；（b）以特定手勢操作虛擬戲偶時，參與者可觀看到特殊的虛擬畫面

關於以數位技術操作戲偶的創作研究，已出現不少案例，如 Leite（2012）提出「虛擬木偶」（Virtual Marionette），將傳統提線木偶與 digital puppetry 的結合方式；在印尼，有研究者曾以 Microsoft Kinect 追蹤和辨識手勢來操作木偶表演；以中國皮影戲為基礎，使用 Leap Motion 影像辨識技術，透過手勢控制皮影戲偶，或者運用 Microsoft Kinect 辨識全身運動，與皮影戲偶進行互動的作品等。在非實體手勢操偶方面，Jiang 和 Cao（2021）提到，在技術上透過攝影機捕捉手勢，也可以在手上配戴感測器來捕捉手勢，兩者皆可將手勢數據化。然而，鑑於攝影機容易出現在有物體遮擋情況下出現辨識困難的缺點，因此，其研究主要以手套搭配微型感測器的辨識方式進行布袋戲的虛擬操偶。一方面，這可以不必侷限在鏡頭前面的位置，另一方面，則可提供方便的移動性。以布袋戲與新科技結合的發展來看，2018 年，文化部文化資產局推出「走入布袋戲」展覽，民眾透過虛擬實境可觀看 3D 布袋戲動畫，體驗虛擬布袋戲之趣味。同年，國立臺灣科技大學資工團隊採用智慧手套記錄國寶級布袋戲大師之操偶手勢，將傳統布袋戲表演轉變成虛擬的動畫手勢教學。Way、Lau 和 Huang（2019）設計了虛擬布袋戲雲端劇場，將 Leap Motion 和 VRPN 結合在一起，實現虛擬布袋戲的雲端共演。傳統布袋戲操偶者指掌套入布袋戲偶，利用手勢變化操作戲偶。在虛擬環境中，做為操偶者與戲偶之中介，不同特性與功能的虛擬科技設備具有多型態地重塑布袋戲操偶方式的可能性。有研究者借助手勢辨識進行虛擬操偶（Chou, Li, Chen, Ohsuga, & Inoue, 2022; Way et al., 2019; Lin et al., 2018），也有研究透過智慧手套數據傳輸操偶（Hu, Wang & Sun, 2009; Lin, Luo, Liao, & Huang, 2021; Luo, Chen, Yeo, Lin, & Li, 2010; Polyak, 2012），或者，根據真人全身動作進行戲偶操作（Lin, Shie, Chen, & Hung, 2012）。

對本文而言，《未來布袋戲劇場》的虛擬操偶元素呈現別具一格的虛擬實境具身設計的特徵。就參與者的視覺來說，可直接看見與自身保持一段距離的虛擬化身，這顯然是第三人稱虛擬化身，而非第一人稱虛擬化身的設計。然而，虛擬布袋戲偶在外觀和比例上與受測者具有明顯區別，受測者與虛擬化身之間的聯繫不可能建立在以自我定位感為主的具身感操作上，因此，這件作品的設計概念只能說是非典型的第三人稱虛擬化身。此外，參與者與虛擬戲偶的關係顯然與參與者以手部姿勢、動作進行操作所形成的第一人稱虛擬化身的代理感有關，但又與其透過虛擬化身操作某種工具或物件的狀況不同。綜言之，與第一人稱和第三人稱虛擬化身既有類似之處又存在相異的地方，這表明《未來布袋戲劇場》可被理解為是介於這兩種設計概念之間的虛擬實境具身設計，如表 5 所示。同時，這種狀況也顯示，透過虛擬化身對虛擬物件進行操作，或者，以虛擬化身體驗身體感所產生的生理或心理的影響，這些應用需求沒有必要以類似《未來布袋戲劇場》的虛擬操偶方式來設計。因此，這件作品所涉及的具身感應從多維度的認知整合視角來理解。

表 5. 虛擬實境具身設計的分類比較

虛擬實境具身設計類別	人稱視角	主要特色	設計議題
第一類	第三人稱	使用者可完整觀察到與自己隔了一段距離的虛擬化身，並將之與自身認同。	虛擬實境具身感對生理與心理層面的影響，如協助患者復健。
第二類	第一人稱	使用者與虛擬化身基本上疊合在一起，依視角變化可觀察到身體各局部的虛擬化。	虛擬實境具身感對特定任務執行的影響，如虛擬化身的外觀是否影響任務的執行。
第三類	主要為第一人稱	使用者與虛擬化身疊合在一起，依視角變化可觀察到身體各局部的虛擬化，並以特定姿勢或動作對應虛擬活動。	不同身體參與程度與虛擬活動的對應關係，如半身或全身姿勢對應「召喚」、「施法」等虛擬活動的偏好傾向。
第四類	純就視覺上來說屬於第三人稱	使用者可完整觀察到與自己隔了一段距離的虛擬化身，試圖透過自身的姿勢或動作，讓虛擬化身表現出擬人的姿態或動作，而非類似以第一人稱虛擬化身操作某種工具或物件的狀況。	新型態表演藝術，如虛擬操偶。

本研究彙整

在世界各地，皆可發現人們發展出來的各種操偶表演藝術。在臺灣的文化中，最具代表性的當屬布袋戲。傳統布袋戲的操偶技藝，是以手掌操作戲偶，演繹戲偶的全身動作。若搭配舞台佈景、口白、配樂，以及故事傳奇的腳本，在這門技藝中有謂「十指弄成百萬兵」、「十指搖動古今事由」。基本上，布袋戲操偶涉及到透過想像力轉化人與外在事物（偶）之間的關係。這種關係可在遊戲情境中觀察到，例如人們自幼就會自然地用手抓起某些物件模擬成飛機、士兵、娃娃等角色，將自己投射到這些事物，模仿它們的聲音，甚至，假設各種狀況，做為操作物件的情境。在西方，例如英文，play 一詞不但指遊戲，同時還有戲劇之意。甚至，有此一說，即藝術起源於遊戲。近、現代以來，以遊戲談論藝術者，在 Kant（1790／2002）的論述中，美感經驗來自於想像力與知性能力之間的自由遊戲，即人類認識機能不再指向主體之外的客觀事物，而是促發主體之中的愉悅感。與此有關，Schiller（1793／2018）提出，在人的本質中，除感性衝動與理性衝動之外，還存在一種遊戲衝動。前兩者分別代表具有約束力的物質世界與精神世界，遊戲衝動則是不偏向任何一方的、非強制的和諧互動關係。對他來說，只有在遊戲所呈現的審美狀態中，完整的人才得以可能。對本文而言，在《未來布袋戲劇場》的虛擬操偶中，參與者與虛擬化身之間的具身感，應以遊戲體驗所建立起來的聯繫來理解。

此外，《未來布袋戲劇場》的虛擬操偶的具身感，還涉及擬人化的移情。雲門舞集的創辦人林懷民（1976）曾提出他對布袋戲操偶的觀察：「那天在太陽光下我看到布袋戲的表演，我們通常只看到他們的手指姿勢。但我們知道手是一個人肢體的末梢，不可能把整體身體去除，單靠手在動。我發現當那位演師全神貫注演一個女孩子的時候，他是從內在、思想、語調，連同整個姿勢整個成了一個道地的花旦。然後他又可以是武生、老生、小丑……我覺得他們是最偉大的舞蹈家。（頁 48）」可以發現，除了手指、手掌，布袋戲的操偶還影響包括整個身體的姿勢與動作。換言之，布袋戲操偶可被想像為是操演者的身體對應戲偶的身體的擬人過程，這是美學思想「移情說」所揭示的美感經驗。根據此說，美感經驗主要來自於人的移情能力。藝術作品畢竟是人造的無生命事物，然而，在審美過程中，人可以將自身的動覺經驗、情感、意志、思想投射到物質或物件中，獲得審美對象。在布袋戲的操偶中，存在著透過身體動作將戲偶予以擬人化的移情投射。

雖然《未來布袋戲劇場》介於第一人稱與第三人稱虛擬化身的設計概念之間，以評估虛擬實境具身感的項目而言，該件作品中的參與者與虛擬化身之間的關係仍得以代理感來探討。此外，這種代理關係顯然不限於與實際應用直接有關的操作性，還包括由遊戲與移情所形成的美感經驗，這是其做為虛擬實境具身設計的特殊之處。某個意義上，在《未來布袋戲劇場》中，布袋戲技藝涉及到手勢與身體四肢的連動元素被抽象出來，並且以互動設計的概念建構出參與者與虛擬化身的具身關係。就虛擬實境具身設計的研究趨勢而言，這種介於第一人稱與第三人稱虛擬化身之間的虛擬實境具身感，會是虛擬實境科技藝術領域值得繼續探索的方向。

六、結論

具身理論強調身體在認知過程的主動性，不再將其設想為被動的容器，或者類似資訊處裡過程中的中介儲存單元。此外，所謂具身也表明，身體與環境乃至世界所主動形成的互動關係。在認識論中，這使身體具有形塑感知的本體意義。在設計相關的思想領域中，Gibson 提出的「示能」，或者 Ihde 由現象學變更理論所延伸而得的「多重穩定性」，皆與具身理論若合符節。甚至，某個意義上，可提及具身設計，亦即，將設計實踐理解為是對「示能」或者「多重穩定性」所示互動的探索。此外，具身賦予身體以建構認知的本體意義，這使認知成為以身體為輻射中心而展開的活動。在相關領域中，逐漸出現將具身這個概念分解為可評估的操作型定義。與此相關，在虛擬實境的研究領域中，由代理感、身體所有權感、自我定位感等三項目所建構的具身感被提出。於此，本研究以虛擬實境具身設計這個概念，說明以下三種設計實作方向：（1）讓受測者採取第三人稱視角，以操作具身感進而實現「本體感覺漂移」現象為設計應用基礎的研究。在這方面，主要透過自我定位感的錯位操作，受測者將會把與自身隔了一段距離的虛擬化身誤認為是自己的身體或身體的一部分，並進行相關任務。目前，此方向對生理或心理領域較能產生助益。（2）讓受測者採取第一人稱視角，在該視角中，由於虛擬化身基本上與受測者疊合在一起，因此，自我定位感的錯位操作較無必要，而是著重在建構具身感的其他評估面向如外觀、代理感、互動回應等。在這部分，需視具體的設計任務，而聚焦在可增益該任務進行的具身面向。（3）在受測者採取第一人稱的情況下，虛擬實境具身設計不可忽略身體參與程度可能造成的體驗差異。特別是，虛擬實境技術的優勢在於，除了現實活動，它還能讓使用者進行在現實中不可能發生的活動。對虛擬實境具身設計實作而言，這些非現實的活動究竟需要以何種手勢或姿勢去表現，可以身體參與程度做為實驗自變項予以探討。最後，以《未來布袋戲劇場》為例，可以再論及虛擬實境具身設計的藝術設計實作趨勢。這種設計實作所建構的參與者與虛擬化身之間的關係，涉及虛擬實境具身感評估項目之一的代理感，還需考量透過操作、遊戲、移情等相關面向所生成的美感經驗，皆為未來研究可進一步探討的議題。

誌謝

本文為國家科學及技術委員會（計畫編號：計畫編號：113-2423-H-A49-004）的研究成果之一。匿名審查者們提出的寶貴意見，使作者們獲益良多並得以補充本文論點，謹在此一併致謝。

參考文獻

1. Angier, N. (2010, February 2). Abstract thoughts? The body takes them literally. *The New York Times* (p. D)1. Retrieved from https://www.nytimes.com/2010/02/02/science/02angier.html
2. Argelaguet, F., Hoyet, L., Trico, M., & Lécuyer, A. (2016). The role of interaction in virtual embodiment: Effects of the virtual hand representation. *Proceedings of 2016 IEEE Virtual Reality Conference* (pp. 3-10). Danvers, MA: Institute of Electrical and Electronics Engineers. doi:10.1109/VR.2016.7504682
3. Baggs, E., & Chemero, A. (2021). Radical embodiment in two directions. *Synthese*, *198* (Suppl 9), 2175-2190. doi: 10.1007/s11229-018-02020-9
4. Blanke, O., Landis, T., Spinelli, L., & Seeck, M. (2004). Out-of-body experience and autoscopy of neurological origin. *Brain*, *127*(2), 243-258. doi:10.1093/brain/awh040
5. Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hand's "feel" touch that eyes see. *Nature*, *391*(6669), 756. doi:10.1038/35784
6. Bourdin, P., Barberin, I., Oliva, R., & Slater, M. (2017). A virtual out-of-body experience reduces fear of death. *PLoS ONE*, *12*(1), e0169343. doi:10.1371/journal.pone.0169343
7. Casasanto, D., & Dijkstra, K. (2010). Motor action and emotional memory. *Cognition*, *115*(1), 179-185. doi: 10.1016/j.cognition.2009.11.002
8. Chemero, A. (2013). Radical embodied cognitive science. *Review of General Psychology*, *17*(2), 145-150.
9. Cheng, Y., Wu, Z., & Xiao, A. R. (2024). Exploring methods to optimize gesture elicitation studies: A systematic literature review. *IEEE Access*, *12*, 64958-64979. doi:10.1109/ACCESS.2024.3387269
10. Chou, W. H., Li, Y. C., Chen, Y. F., Ohsuga, M., & Inoue, T. (2022). Empirical study of virtual reality to promote intergenerational communication: Taiwan traditional glove puppetry as example. *Sustainability*, *14*(6), 3213. doi:10.3390/su14063213
11. Clark, A. (1998). Embodiment and the philosophy of mind. In A. O'Hear (Ed.), *Current issues in philosophy of mind* (pp. 35-52). Cambridge, England: Cambridge University Press.
12. Clark, A. (1999). An embodied cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*, *3*(9), 345-351. doi:10.1016/S1364-6613(99)01361-3
13. de Boer, B. (2023). Explaining multistability: Postphenomenology and affordances of technology. *AI & Society*, *38*(6), 2267-2277. doi:10.1007/s00146-021-01272-3
14. Debarba, H., Molla, E., Herbelin, B., & Boulic, R. (2015). Characterizing embodiment interaction in first and third person perspective viewpoints. *Proceedings of the 2015 IEEE Symposium on 3D User Interfaces* (pp. 67-72). Danvers, MA: Institute of Electrical and Electronics Engineers. doi:10.1109/3DUI.2015.7131728
15. Dempsey, L., & Shani, I. (2013). Stressing the flesh: In defense of strong embodied cognition. *Philosophy and Phenomenological Research*, *86*(3), 590-617. doi:10.1111/j.1933-1592.2011.00553.x
16. Desnoyers-Stewart, J., Antle, A. N., & Riecke, B. (2025). Being in virtual worlds: How interaction, environment, and touch shape embodiment in immersive experiences. *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Article 368, pp. 1-16). New York, NY: ACM. doi:10.1145/3706598.3713586
17. Dreyfus, H. L. (1992). *What computers still can't do: A critique of artificial reason*. Cambridge, MA:

MIT.

18. Duijzer, C., Van den Heuvel-Panhuizen, M., Veldhuis, M., Doorman, M., & Leseman, P. (2019). Embodied learning environment for graphing motion: A systematic literature review. *Educational Psychology Review*, *31*, 597-629. doi:10.1007/s10648-019-09471-7
19. Ehrsson, H. H. (2007). The experimental induction of out-of-body experiences. *Science*, *317*(5841), 1048. doi:10.1126/science.1142175
20. Ganapathi, P., & Sorathia, K. (2019). An elicitation study of body gestures for locomotion in HMD VR interfaces in a sitting position. *Proceedings of the 12th ACM SIGGRAPH Conference on Motion, Interaction and Games* (Article 8). New York, NY: ACM. doi:10.1145/3359566.3360059
21. Genay, A., Lécuyer, A., & Hachet, M. (2022). Being an avatar "for real": A survey on virtual embodiment in augmented reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, *28*(12), 5071-5090. doi:10.1109/TVCG.2021.3099290
22. Glenberg, A. M. (2012). Contributions of mirror mechanisms to the embodiment of cognition. In J. Schulkin (Ed.), *Action, perception and the brain: Adaptation and cephalic expression* (pp. 164-189). New York, NY: Palgrave Macmillan. doi:10.1057/9780230360792_8
23. Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
24. Gomila, T., & Calvo, P. (2008). Directions for an embodied cognitive science: Toward an integrated approach. In P. Calvo & A. Gomila (Eds.), *Handbook of cognitive science* (pp. 1-25). San Diego, CA: Elsevier. doi:10.1016/B978-0-08-046616-3.00001-3
25. Hartson, R. (2003). Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design. *Behaviour & Information Technology*, *22*(5), 315-338. doi:10.1080/01449290310001592587
26. Hu, J. S., Wang, J. J., & Sun, G. C. (2009). Self-balancing control and manipulation of a glove puppet robot on a two-wheel mobile platform. *Proceedings of the 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 424-425). Danvers, MA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. doi:10.1109/IROS.2009.5354197
27. Ihde, D. (2009). *Postphenomenology and technoscience: The Peking lectures*. New York, NY: SUNY Press.
28. Jiang W., & Cao, C. (2021). Reconstruction: A motion driven interactive artwork inspired by Chinese shadow puppet. *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia* (pp. 1441-1442). New York, NY: ACM. doi:10.1145/3474085.3478547
29. Johnson-Glenberg, M. C., Birchfield, D. A., Tolentino, L., & Koziupa, T. (2014). Collaborative embodied learning in mixed reality motion-capture environments: Two science studies. *Journal of Educational Psychology*, *106*(1), 86-104. doi:10.1037/a0034008
30. Kadihasanoğlu, D. (2018). A discussion of James J. Gibson theory of visual perception in the context of embodied cognition. *DTCF Dergisi*, *58*(2), 1788-1810. Retrieved from https://izlik.org/JA98UN79BZ
31. Kilteni, K., Groten, R., & Slater, M. (2012). The sense of embodiment in virtual reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *21*(4), 373-387. doi:10.1162/PRES_a_00124
32. Kim, B., Hwang, E., & Lee, J. (2024). Self-avatar recognition in virtual reality: The self advantage phenomenon and the relative importance of motion and visual. *Proceedings of the 2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (*ISMAR*) (pp. 643-651). Danvers, MA:

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. doi:10.1109/ISMAR62088.2024.00079

33. Leite, L. (2012). Virtual marionette. *Proceedings of the 2012 ACM international conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 363-366). New York, NY: ACM. doi:10.1145/2166966.2167049
34. Leland, D. (1999). Embodiment. In R. Audi (Ed.), *The Cambridge dictionary of philosophy* (p. 258). New York, NY: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139057509
35. Lin, C. Y., Yang, Z. H., Zhou, H. W., Yang, T. N., Chen, H. N., & Shih, T. K. (2018). Combining leap motion with unity for virtual glove puppets. *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality* (*AIVR*) (pp. 251-255). Danvers, MA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. doi:10.1109/AIVR.2018.00059
36. Lin, S. Y., Shie, C. K., Chen, S. C., & Hung, Y. P. (2012). Action recognition for human-marionette interaction. *Proceedings of the 20th ACM international conference on Multimedia*,(pp. 39-48). New York, NY: ACM. doi:10.1145/2393347.2393360
37. Lin, Y. B., Luo, H., Liao, C. C., & Huang, Y. F. (2021). PuppetTalk: Conversation between glove puppetry and internet of things. *IEEE Access*, *9*, 6786-6797. doi:10.1109/ACCESS.2020.3048697
38. Luo, Z., Chen, I. M., Yeo, S. H., Lin, C. C., & Li, T. Y. (2010). Building hand motion-based character animation: The case of puppetry. *Proceedings of the 2010 International Conference on Cyberworlds* (pp. 46-52). Danvers, MA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. doi:10.1109/CW.2010.24
39. Meteyard, L., Cuadrado, S. R., Bahrami, B., & Vigliocco, G. (2012). Coming of age: A review of embodiment and the neuroscience of semantics. *Cortex*, *48*, 788-804. doi:10.1016/j.cortex.2010.11.002
40. Norman, D. A. (1990). *The design of everyday things*. New York, NY: Doubleday.
41. Peck, T. C., & Gonzalez-Franco, M. (2021). Avatar embodiment. A standardized questionnaire. *Frontiers in Virtual Reality*, *1*, Article 575943. doi:10.3389/frvir.2020.575943
42. Perera, M., Gedeon, T., & Haller, A. (2021). Towards self-guided remote user studies - Feasibility of gesture elicitation using immersive virtual reality. *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics* (*SMC*) (pp. 2576-2583). Danvers, MA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. doi:10.1109/SMC52423.2021.9658673
43. Piccinini, G. (2012). Computationalism. In E. Margolis, R. Samuels, & S. Stich (Eds.), *The Oxford handbook of philosophy of cognitive science* (pp. 222-249). Oxford, England: Oxford University Press. doi:10.1093/oxfordhb/9780195309799.001.0001
44. Polyak, E. (2012, November–December). Virtual impersonation using interactive glove puppets [Poster presentation]. *SIGGRAPH Asia 2012, Singapore*. doi:10.1145/2407156.2407191
45. Rosenberger, R. (2020). “But, That’s Not Phenomenology!”: A phenomenology of discriminatory technologies. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, *24*(1-2), 83-113. doi:10.5840/techne2020210117
46. Rotella, K. N., & Richeson, J. A., (2013). Body of guilt: Using embodied cognition to mitigate backlash to reminders of personal & ingroup wrongdoing. *Journal of Experimental Social Psychology*, *49*(4), 643-650. doi: 10.1016/j.jesp.2013.02.013
47. Roth, D., & Latoschik, M. E. (2020). Construction of the Virtual Embodiment Questionnaire (VEQ). *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, *26*(12), 3546-3556. doi:10.1109/TVCG.2020.3023603

48. Schubert, T. W., & Koole, S. L. (2009). The embodied self: Making a fist enhances men's power-related self-conceptions. *Journal of Experimental Social Psychology*, *45*(4), 828-834.
49. Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, *3*(3), 417-457. doi:10.1017/S0140525X00005756
50. Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2018). Embodied learning: Introducing a taxonomy based on bodily engagement and task integration. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *3*(6), 1-10. doi:10.1186/s41235-018-0092-9
51. Slater, M., Perez-Marcos, D., Ehrsson, H. H., & Sanchez-Vives, M. V. (2008). Towards a digital body: The virtual arm illusion. *Frontiers in Human Neuroscience*, *2*, Article 6. doi:10.3389/neuro.09.006.2008
52. Song, Z., Fan, X., Dong, J., Zhang, X., & Xu, X. (2023). The third-person perspective full-body illusion induced by visual-tactile stimulation in virtual reality for stroke patients. *Consciousness and Cognition*, *115*, 103578. doi:10.1016/j.concog.2023.103578
53. Spanlang, B., Normand, J. M., Borland, D., Kilteni, K., Giannopoulos, E., Pomés, A., Gonzalez-Franco, M., Perez-Marcos, D., Arroyo-Palacios, J., Muncunill, X. N., & Slater, M. (2014). How to build an embodiment lab: Achieving body representation illusions in virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, *1*, Article 9. doi:10.3389/frobt.2014.00009
54. Tyrrell, G. N. M. (1953). *Apparitions.* London: Duckworth.
55. Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT Press. doi:10.7551/mitpress/9739.003.0003
56. Way, D. L., Lau, W. K., & Huang, T. Y. (2019). Glove puppetry cloud theater through a virtual reality network. *ACM SIGGRAPH 2019 Posters* (Article 12). doi:10.1145/3306214.3338564
57. Wobbrock, J. O., Aung, H. H., Rothrock, B., & Myers, B. (2005). Maximizing the guessability of symbolic input. *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1859-1872). New York, NY: ACM. doi:10.1145/1056808.1057043
58. Wu, H., Luo, W., Pan, N., Nan, S., Deng, Y., Fu, S., & Yang, L. (2019). Understanding freehand gestures: A study of freehand gestural interaction for immersive VR shopping applications. *Human-centric Computing and Information Sciences*, *9*(1), Article 43. doi:10.1186/s13673-019-0204-7
59. Wu, H., Wang, Y., Qiu, J., Liu, J., & Zhang, X. (2018). User-defined gesture interaction for immersive VR shopping applications. *Behaviour & Information Technology*, *38*(7), 1-16. doi:10.1080/0144929X.2018.1552313
60. Yuan, Y., & Steed, A. (2010). Is the rubber hand illusion induced by immersive virtual reality? *Proceedings of 2010 IEEE Virtual Reality Conference* (pp. 95-102). Danvers, MA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. doi:10.1109/VR.2010.5444807
61. Zhou, X., & Bai, R. (2023). User-defined mid-air gestures for multiscale GIS interface interaction. *Cartography and Geographic Information Science*, *50*(5), 481-494. doi:10.1080/15230406.2023.2183900
62. 弗里德里希・席勒（Schiller, F.）（2018）。*美育書簡：席勒論美與人性*（謝宛真譯）。臺北：商周。（原著出版年：1793）

    Schiller, F. (2018). *Über die ästhetische Erziehung des Menschen* (W. C. Hsieh, Trans.). Taipei: Business Weekly. (Original work published 1793) [in Chinese, semantic translation]
63. 余舜德（2015）。身體感：一個理論取向的探索。載於余舜德（主編），*身體感的轉向*（頁 1-36）。

臺北市：國立臺灣大學出版中心。

Yu, S. D. (2015). Jyan Ti gan : Yi ge li lun cyu siang de tan suo. [Body sense: An exploration of a theoretical approach]. In S. D. Yu (Ed.), *Jyan ti gan de jhuan siang* [*The turn of body sense*] (pp. 1-36). Taipei: National Taiwan University Press. [in Chinese, phonetic translation]

64. 林懷民（1976 年 4 月）。民間藝術的保存與發展。*雄獅美術，62*，44-55。

Lin, H. M. (1976, April). Min jian yi shu de bao cun yu fa zhan. *Lion Art*, *62*, 44-55. [in Chinese, phonetic translation]

65. 伊曼努爾・康德（Kant, I.）（2002）。*判斷力批判*（Kritik der Urteilskraft）（鄧曉芒譯）。北京：人民。（原著出版年：1790）

Kant, I. (2002). *Kritik der Urteilskraft* (X. M. Deng, Trans.). Beijing: Renmin. (Original work published 1790) [in Chinese, semantic translation]

66. 陳一平（2011)。*視覺心理學*。臺北市：雙葉書廊。

Chen, I. P. (2011). *Visual psychology*. Taipei: Yeh Yeh Book Gallery. [in Chinese, semantic translation]

67. 陳建雄、王建立（2021）。以手勢為互動基礎的介面設計學術研究發展——文獻回顧與綜論。*設計學報，26*（1），59-82。

Chen, C. H., & Wang, J. L. (2021). The development of academic research on gesture-based interface design – A review and synthesis. *Journal of Design*, *26*(1), 59-82. [in Chinese, semantic translation]

68. 游曉貞、陳國祥、邱上嘉（2006）。直接知覺論在產品設計應用之審視。*設計學報，11*（3），13-27。doi:10.6381/JD.200609.0013

You, H. C., Chen, K. H., & Chiou, S. C. (2006). Ecological approach to product design: A literature review on affordance in design. *Journal of Design*, *11*(3), 13-27. [in Chinese, semantic translation] doi:10.6381/JD.200609.0013

Practice and Research concerning Embodied Designs in Virtual Reality

Yi Su* Chung Chun Hsu**

Institute of Applied Arts, National Yang Ming Chiao Tung University

* artistsu@nucy.edu.tw

** Corresponding author: cchsu@nycu.edu.tw

Abstract

Over the past few decades, there has been a proliferation of research on embodiment theories across fields such as philosophy, cognitive science, psychology, education, art and design. For embodiment theories, the body and its interaction with the environment are the key factors determining mental activity. While this paradigm challenges the traditional mind-body dichotomy that views the body as passive, it simultaneously prompts a research orientation that focuses on the body and its movements, exploring their role in constructing perception, cognition, and judgment. Concurrently, in contemporary design research, there is also a tendency to employ embodiment theories to analyze the design strategies of virtual experiences in augmented reality, virtual reality, and mixed reality. In this regard, this study introduces the concept of "embodied design in virtual reality", clarifying three main design practices: (1) from a third-person perspective, the perception of self-location can be designed and manipulated to realize the sense of embodiment; (2) from a first-person perspective, the manipulation of self-location is non-essential, as the focus remains on agency to evaluate the sense of embodiment; (3) also in the case of the first-person perspective, a new trend considers bodily involvement in the design strategy of the virtual experience. In addition, the "Future Puppet Theater" serves as an example demonstrating the significant potential of embodied design in virtual reality within artistic creation.

Keywords: Embodiment, Sense of Embodiment in Virtual Reality, First-Person Perspective Avatar, Third-person Perspective Avatar, Practice of Embodied Design in Virtual Reality.