

運用虛擬實境於雜技表演教學：以飛技板為例

張敏捷 *

摘要

本研究旨在探討虛擬實境 VR 教具於「迴力鏢」雜技教學方案中的應用可行性，聚焦於國立臺灣戲曲學院之雜技訓練者與專業表演者的實務經驗與教學觀點。研究採質性取向，運用半結構式訪談，蒐集受訪者對教學歷程、心理支持及科技輔助之反思與建議。研究設計依據 TELOS 原則與 CALLTEST 架構，分為三階段：前期規劃、訪談實施與資料分析。訪談共計 9 位教學與表演經驗豐富之雜技從業者，依據 PIMO 向度進行主題分析，以評估虛擬實境 VR 教具在教學實務中的適切性與潛在效益。結果顯示，虛擬實境 VR 教具在技術指導、動作模擬與學習動機激發方面具高度潛力，並能提升學習的安全性與沉浸感。多數受訪者肯定虛擬實境 VR 教具可作為輔助訓練與前導教材，然亦指出實體手感不足為其限制之一。本研究建構以 ADDIE 模型為基礎之虛擬實境 VR 教學導入流程，並提出未來整合心理層面與技術操作的課程設計建議，期望促進雜技教育的現代化與創新發展。

關鍵詞：虛擬實境、可行性分析、迴力鏢、雜技教育、VR 教具

* 亞東科技大學助理教授；元智大學文化產業與文化政策博士研究生

Utilizing Virtual Reality in Acrobatic Performance Education: A Case Study on Boomerang

Chang, Min-Chieh^{*}

Abstract

This study explores the feasibility of applying virtual reality (VR) teaching aids to the “Boomerang” acrobatics instructional program, focusing on the practical experiences and pedagogical views of acrobatics trainers and performers at the National Taiwan College of Performing Arts. Using a qualitative approach, data were collected through semi-structured interviews to examine participants’ reflections on instruction, psychological support, and technological use. The research design followed TELOS principles and the CALLTEST framework, conducted in three stages: planning, interview implementation, and data analysis. Nine experienced practitioners were interviewed. Thematic analysis, based on PIMO dimensions, assessed the relevance and potential of VR teaching aids. Results suggest VR tools offer strong potential for skill instruction, motion simulation, and boosting learning motivation, while enhancing safety and immersion. Most participants affirmed VR’s value as a supplementary and pre-instructional tool, though some noted its lack of physical feedback. Based on these findings, the study proposes an ADDIE-based VR integration process and offers suggestions for future curriculum design that merges psychological and technological elements. This study contributes to the innovation of acrobatics education.

Keywords : Virtual Reality, Feasibility Analysis, Boomerang, Acrobatics Education, VR Teaching Aids

* Assistant Professor, Asia Eastern University of Science and Technology; Ph.D. Candidate, Yuan Ze University °

一、緒論

(一) 研究背景

雜技藝術作為表演藝術的一個重要領域，以其獨特的身體技能和動作吸引著觀眾的目光，雜技藝術根植於古老的傳統之中，並不斷透過創新與發展而演進，在全球文化創意產業中佔據著重要的地位。根據行政院文化部的定義，文化創意產業包括多樣的活動，其中包括表演藝術，旨在文化保護與經濟發展兩者之間取得平衡。¹ 在這一框架下，雜技表演展示傳統與創新的融合，體現文化表達的動態特性。

雜技表演涵蓋項目多元，包括頂技、蹠技與扛竿等類型。「技」為技巧與方法之展現，若運用得宜，形態優美、富於藝術性，即可昇華為「藝」，故臺灣常以「技藝」稱之。² 雜技藝術不僅具有悠久的歷史傳承，亦蘊含豐富的文化意涵，其中「飛技板」作為雜技演出中極具代表性的項目，長期以來被視為核心技藝之一。惟在臺灣，飛技板表演技術已漸趨式微，亟待復興與傳承。

飛技板又稱「飛去來器」或「迴力鏢」，傅起鳳與傅騰龍於《中國雜技史》中指出，宋代瓦舍勾欄中所謂「霄霄」或「消息」即為飛技板表演之古稱。³ 此技藝源自古代狩獵工具演變而來，展現高度技巧性與身體控制力，為雜技道具中極具象徵意義者。

本研究聚焦於 VR 技術於雜技教學場域之應用，旨在探討其作為多媒體教

1. 彭俊亨、盧俊偉、賴逸芳、吳孟芯、林昀嬅、林韋歲、徐亦慧、陳智豪、游凱文、楊惠嵐、蕭景方、邵意軒、張辰玥（編）：《2019 文化創意產業發展年報》（臺北：中華民國文化部，2020 年），頁 18。

2. 呂紹帥：《雜技水流星基礎把位與研究》（基隆：崇右影藝科技大學文化創意設計研究所碩士論文，2020 年），頁 8。

3. 傅起鳳、傅騰龍：《中國雜技史》（上海：上海人民出版社，2004 年），頁 5-7。

具之可行性，並以虛擬飛技板為具體研究案例。VR 技術能提供安全、可重複練習的沉浸式學習環境，對於高風險、高精準度之雜技訓練而言，具有潛在的教學創新價值，有助於提升學習動機與技巧掌握效率，亦為雜技教育的現代化開啟新的發展契機。

自 2016 年開始，在 HTC VIVE、Oculus Quest 和 SONY PlayStation VR 等產品的帶動下，VR 技術得到顯著的發展。隨著家用遊戲主機的普及，使得 VR 技術更加普及化，這使得最初主要用於影音娛樂和遊戲產業的 VR 技術逐漸引起教育界的關注。2016 年，國外已有研究使用 VR 模擬器進行醫療手術訓練的案例。⁴ 在國內近年來虛擬實境在教育領域的應用也取得顯著進展，例如應用於中學科學教育、⁵ 古蹟導覽教育⁶ 和生態教育等領域⁷，這些進展表明 VR 技術在教育中的巨大潛力。

(二) 研究目的

目前雜技訓練方式仍大多繼承自傳統教學模式，其基礎多建立在古法傳承與口耳相傳之上。傳統雜技教學往往依賴訓練者個人的經驗、能力與認知，因此具有改進的空間。有豐富經驗與能力的訓練者往往會根據學習者的情況，提供適合其技能水平的專業訓練。然而傳統雜技教學強調紮實的基礎功夫和專業技能的傳授，並且教師的權威地位較為突出；至今在雜技教學領域中，仍然存在著延續類似教學方式的現象，⁸ 故此發展出新的雜技教學模式，實有其需求。

-
4. Escobar-Castillejos, D., Noguez, J., Neri, L., Magana, A., and Benes, B. “A Review of Simulators with Haptic Devices for Medical Training.” *Journal of Medical Systems* 40/4 (2016): 104.
 5. 游師柔、葉宣靈、孫之元：〈STEM 模式整合穿戴式擴增實境和穿戴式虛擬實境應用於科學教育〉，《數位學習科技期刊》第 3 期（2020 年 7 月），頁 25–57。
 6. 金凱儀、張懷綾：〈行動式擴增實境學習系統對情境興趣與學習成效之影響性—以戶外古蹟導覽教育課程為例〉，《數位學習科技期刊》第 3 期（2020 年 7 月），頁 89–115。
 7. 陳又菁：〈導入頭戴式虛擬實境於學習成效、心流體驗與認知負荷之探究—以昆蟲課程為例〉，《數位學習科技期刊》第 3 期（2020 年 7 月），頁 1–23。
 8. 陳建和：《運用 ADDIE 模式建立雜技教學系統之行動研究－以頂技訓練為例》（基隆：崇右影藝科

沉浸式 VR 的因其高度參與性而且能夠促進認知學習，越來越受到人們的關注，用於疏散知識的傳遞和行為評估。⁹研究者從事多媒體設計專業多年，深切感受到 VR 技術的蓬勃發展，研究者由自身經驗出發，近年除從事多媒體設計等相關課程教學外，也與傳統雜技表演藝術有合作關係，並在 2020 年與飛技版演員合作，設計改良飛技板取得「中華民國新型第 M604229 號新型專利」，希望結合多體藝設計並導入創意構思、傳統表演藝術等概念，研究多媒體 VR 教材於構建雜技教學活動，將 VR 技術導入雜技教學，不失為一個可以發展的途徑。

本研究旨在透過多媒體 VR 技術，改善目前雜技表演藝術訓練方式。研究者將針對文獻探討（理論基礎）、可行性分析（驗證）與教學規劃（應用設計）等三方面設定研究目標，期望未來開發的教具能真實應用於雜技飛技板訓練課程中，提升訓練效果與表演品質：

1. 探討功能遊戲（Applied Game）與 VR 教具於教學訓練領域之應用現況與研究成果，作為發展飛技板雜技教學之理論基礎。
2. 分析 VR 教具應用於雜技飛技板訓練之可行性，涵蓋技術、經濟、法律、操作與調度等層面。
3. 建構一套以 ADDIE 教學模型為基礎之飛技板教學方案，並提出虛擬實境技術導入之策略建議。

（三）研究問題

本研究關注之技術應用領域，聚焦於 VR 等多媒體教具於雜技教學中之可

技大學文化創意設計研究所碩士論文，2020 年），頁 20。

9. Feng, Z., González, V. A., Amor, R., Lovreglio, R., and Cabrera-Guerrero, G. “Immersive VR Serious Games for Evacuation Training.” *Computers and Education* 127 (2018): 252–266.

行性與發展潛力。透過多媒體設計導向的研究方法，本研究嘗試開發具體可行之 VR 訓練教材工具，期望突破傳統以實體操作與口傳示範為主的教學模式。藉由整合沉浸式科技，提升教學內容的互動性與模擬精度，進而改善現有飛技板在教學訓練過程中所面臨之侷限。本研究所欲解決的核心問題為：

現有文獻中，功能遊戲與虛擬實境教具應用於教學訓練之成功案例中，是否有可借鏡並應用於雜技飛技板訓練之可能？

就技術、經濟、法律、操作與調度五項可行性分析指標，現有 VR 教具應用於飛技板教學是否具備實施條件？

若導入 VR 教具，是否可整合 ADDIE 教學模型，建立一套具體之飛技板教學方案？

二、文獻探討

文獻探討包括可行性分析框架、雜技教育訓練意涵以及功能遊戲於教育訓練的相關文獻。

（一）可行性分析框架

分析可行性時，雖然研究者可以將不同面向的可行性分開討論，但可行性整體的各個方面本質上是相互關聯的；¹⁰ 本研究參考 Bause、Radimersky、Iwanicki 與 Albers 在 2014 年的期刊，對產品開發的可行性分析（Feasibility Analysis），依據技術可行性、經濟可行性、合法可行性、操作可行性及調度可行性（Technical, Economic, Legal, Operational, and Scheduling，以下簡稱

10. Williams, T. and Samset, K. “Issues in Front-End Decision Making on Projects.” *Project Management Journal* 41/2 (2010): 38–49.

TELOS）加以分開討論並逐一驗證，用於決定研究是否有持續的意義。¹¹

Patrick White (2017) 指出，可行性分析應以「回答問題」為核心框架，研究者須針對明確的研究問題進行探究，而這些問題應建立於既有知識基礎之上，方能具備分析效度與應用意義。¹² 有鑑於此，本研究採用 McLeod (2021) 提出之 CALLTEST 可行性分析架構，¹³ 並以 TELOS 模型所涵蓋之五大面向（技術、經濟、法律、操作、排程）為問題設計基礎，作為本研究可行性評估之分析依據。透過此結構化分析取徑，本文針對 VR 應用於雜技表演教學之情境背景進行探討，進而發展出具備邏輯脈絡與情境脈絡的訪談問題設計，以支持質性資料之蒐集與後續主題分析，請參考「表 1 CALLTEST 可行性分析框架」。

表 1 CALLTEST 可行性分析框架¹⁴

CALLTEST	TELOS	訪題
Capability	操作可行性	VR 教具符合雜技教學已經在實施的教學目的嗎？雜技教學中 VR 教具是可以被操作的嗎？
Acceptability	合法可行性	VR 教具導入雜技教學項目中是否有合法的問題？
Technical Feasibility	技術可行性	VR 教具導入雜技教學是可以做到嗎？在技術上可行嗎？
Economic Viability	經濟可行性	VR 教具導入雜技教學對於訓練單位是能負擔得起嗎？
Time	調度可行性	完成 VR 教具導入雜技教學事需要多長時間？能否準時完成？

11. Bause, K., Radimersky, A., Iwanicki, M., and Albers, A. “Feasibility Studies in the Product Development Process.” *Procedia CIRP* 21 (2014): 473–478.

12. White, P., “Developing Research Questions”, London: Bloomsbury Publishing, (2017).

13. McLeod, S. “Feasibility Studies for Novel Projects.” *Project Leadership and Society* (2021).

14. 資料來源：McLeod, S. “Feasibility Studies for Novel Projects.” *Project Leadership and Society* (2021).

（二）飛技板與雜技教育

1. 飛技板訓練與文化意涵

飛技板是一項多面向的雜技道具，兼具獨特的演出特性、文化象徵性與技術訓練需求，其應用範圍已超越傳統認知，逐漸融入雜技藝術與多元文化之中。

飛技板具有變化多端的飛行特性，飛行路徑可透過調整控制面來改變升力與飛行軌跡，此一可調適性對於高度要求精準與控制的雜技表演而言極為關鍵；¹⁵ 飛技板也具有穩定一致的飛行表現，為確保雜技演出中飛行表現的一致性，大量製造的飛技板常以降低密度為原則進行材料設計，確保飛行穩定與可預測性。¹⁶

雜技訓練強調動作表現力，常透過音樂性與節奏性練習加以強化，此能力對於整合飛技板入演出尤為關鍵，因為表演需與音樂精準配合；¹⁷ 各類訓練器材與專項練習被應用於提升表演者的身體平衡與動作協調，這對於操作需精細控制與精準時機的飛技板道具有絕對必要性；¹⁸ 當引入新道具如飛技板時，有效的訓練應納入負荷控制與疲勞管理，以確保表演者能在安全情況下完成高難度動作。¹⁹ 請參考「表 2 飛技板訓練與文化意涵相關文獻」。

-
15. Gerhard, K., *Boomerang with Variable Flight Properties*, <https://www.freepatentsonline.com/DE3819951.html>, April 7, 2024.
 16. Harris, W. J., *Mass Produced Straight Boomerang with Consistent Flight Characteristics*, <https://www.freepatentsonline.com/4722532.html>, April 7, 2024.
 17. Kravchuk, T. M., Ryadinska, I. A., and Zelenska, E. I. “Peculiarities of Training Expressiveness of Athletes Engaged in Sports Acrobatics at the Stages of Basic and Specialized Training.” *Humanities Studies and Researches in Pedagogy and Theory* 2/1 (2021): 92–98.
 18. Antsyperov, V. V., Goryacheva, N. L., and Trifonov, V. V. “Improvement of Balance Exercises in Pair-group Acrobatics by Technical Devices.” *Integration of Education* 18/4 (2014): 103–113.
 19. Bachynska, N. V., and Zhuravel, O. A. “Characteristics of Training Loads and Their Dynamics at Various Stages of Multi-year Improvement in Female and Male Pair Acrobatics.” *Naukovij Časopis Nacional'nogo Pedagogičnogo Universitetu Īmeni M.P. Dragomanova Series* 15/8 (2023): 25–34.

表 2 飛技板訓練與文化意涵相關文獻²⁰

研究者	時間	探討主題	研究發現
Harris	1986	飛技板穩定飛行之技術設計	利用低密度材料與優化重心設計製造量產型飛技板。
Gerhard	1989	飛技板飛行軌跡的控制特性	調整控制面可改變升力與飛行路徑，具高度可調適性。
Kashuba.	2018	馬戲雜技風格之轉化與舞臺化分析	探討力量型雜技之教學與其藝術表現方法。
Orel	2020	力量型雜技的類型與演出結構	劇場語境下之力量動作可轉化為具有敘事性的舞臺語言。
Kravchuk, Ryadinska, , Zelenska	2021	表演者表現力與動作節奏訓練	音樂與節奏性訓練可提升肢體表達與表演感染力。
Martellotta, Brumm, Langley	2022	飛技板的多功能性與文化象徵研究	飛技板兼具狩獵、音樂、工具等功能，具文化層次與象徵意涵。
Antsyperov, Goryacheva, Trifonov	2014	雙人雜技中平衡與協調性的技術訓練	使用專項器材提升身體穩定性與控制精度。
Bachynska, Zhuravel	2023	長期訓練階段之負荷與疲勞管理	建立動作負荷與恢復期調配模型，控制訓練風險。

飛技板於當代雜技中的應用，展現出文化傳承與現代表演藝術之間的融合。這種傳統與創新的交會，不僅為雜技表演注入新的表現維度，也為表演者帶來技術上的挑戰與創造性的探索。其也具有文化中的多功能象徵，在澳洲原

20. 資料來源：本研究整理

住民文化中，飛技板除狩獵功能外，亦用於搏鬥、挖掘與音樂演奏等，展現其深層的文化意涵與多樣用途，這種多功能性為其在雜技表演中的象徵性應用提供了文化基礎；²¹ 飛技板對應歷史與藝術脈絡，在傳統文化實踐中的角色，飛技板可與雜技發展中傳統技法與道具的藝術化轉化相對應，展現了從實用功能轉向表演美學的過程。^{22、23}

2. 雜技教育

臺灣最早的雜技紀錄可追溯至 17 世紀中葉，當時隨著明鄭時期由漳州、泉州招兵而來，傳統武術和雜技藝術也隨之引入臺灣。²⁴ 1945 年後臺灣的雜技表演以各種馬戲團或家班的形式呈現，並融合在地的歌仔戲團，在全臺各地的戲院和野臺等表演場域上演出；隨後更成為政府外交工具，用以宣慰海外僑胞。²⁵ 國立臺灣戲曲學院官網紀載 1981 年國光藝校成立並採用四年制高職學制，並在 1985 年改隸教育部，雜技訓練開始納入正式教育體系。²⁶ 在此之前，由於資訊不發達和教學資源不易取得，學習者往往沒有接受過正規教育，這影響雜技技藝的傳承，更不用說在現有基礎上進行創新發展。²⁷

程育君（2000）指出早期的傳統雜技教學模式是由訓練者（師傅）帶領學習者（徒弟）進行學習，或者以父親教導兒子的方式進行傳承，即所謂的家族

21. Martellotta, E. F., Brumm, A. R., and Langley, M. C. “Tales of Multifunctionality: A Systematic Quantitative Literature Review of Boomerangs Used as Retouchers in Australian Aboriginal Cultures.” *Journal of Archaeological Method and Theory* 29 (2022): 453–474.
22. Kashuba, Y. “Specific Features of Circus Acrobatics: Power Acrobatics, Analysis of the Scenic Method in the Kiev Municipal Academy of Variety and Circus Art.” *Innovative Solutions in Modern Science* 6/25 (2018):100.
23. Orel, D. “Specific Features of Circus Genre – ‘Power Acrobatics.’” *Paradigm of Knowledge* 2/40 (2020)
24. 吳建宗：《臺灣雜技藝術未來發展趨勢之探析—以國立臺灣戲曲學院民俗技藝演出為研究對象》（宜蘭：佛光大學藝術學研究所碩士論文，2012 年），頁 17。
25. 蕭億宗：《雜技表演藝術飛技板改良研發之探討》（基隆：崇右影藝科技大學文化創意設計研究所碩士論文，2021 年），頁 1。
26. 國立臺灣戲曲學院：《國立臺灣戲曲學院校史》，<https://rb001.tcpa.edu.tw/p/404-1004-25999.php?Lang=zh-tw>，2024 年 4 月 3 日。
27. 郭憲偉：《技藝與展演—雜技演員的身體民族誌》（桃園：國立體育大學體育研究所博士論文，2013 年），頁 97。

傳承模式。在這種模式下，教學的角色轉變為父母（師傅）和子女（徒弟）之間；即使是非血緣關係的學生也可能被接納為義子女並進行教學。²⁸

張連起（2000）認為傳統雜技教學訓練一直缺乏系統的理論基礎，完全依賴於多年累積的經驗和智慧傳承；²⁹張育華（2009）認為，傳統雜技教學訓練卻缺乏明確的教學體系模式，教師只能依靠口耳相傳的方式進行教學，透過自身經驗轉化為教學方法，學習過程完全依賴於教導者的主觀意識和心口對應的感知過程。³⁰吳建宗指出，雜技表演藝術長期以來在文獻中記載和專門論述方面相對缺乏，文化傳承主要依靠家班制度，這些家班往往為生計四處演出，並沒有固定的演出場地。³¹郭憲偉也認為，傳統雜技訓練方式是一種口傳心授的模式，而家班制度的缺陷在於技藝的傳承是基於家族或血緣關係，而不是根據才能進行選拔和訓練。³²

許畹屏（2016）認為教學設計的主要功能在於使教學目標明確，並提供教師在教學活動時的參考架構。³³張惟翔、彭書相（2022）認為，早期雜技訓練多以教師之個人經驗為主導，傳統戲曲劇場的核心精神在於演員通過系統化的步驟來發展自己的技能實踐。³⁴傳統上雜技訓練被形容為「往死裡練」，訓練者通常要求嚴格，在外在認知負荷較高的情況下，學習效果也未能達到理想的水準。在雜技教育體系中，存在著一種「斷骨更結實（a broken bone will grow

-
28. 程育君：《「特技」在台灣之探討—從家班特技到劇校特技》（臺北：中國文化大學藝術研究所碩士論文，2000年），頁46。
 29. 張連起：《雜技教材》（臺北：國立臺灣戲曲專科學校，2000年），頁1。
 30. 張育華：《戲曲表演功法之研究——以崑京表演藝術為範疇》（桃園：國立中央大學中國文學研究所博士論文，2009年），頁53。
 31. 吳建宗：《臺灣雜技藝術未來發展趨勢之探析—以國立臺灣戲曲學院民俗技藝演出為研究對象》（宜蘭：佛光大學藝術學研究所碩士論文，2012年），頁17。
 32. 郭憲偉：《技藝與展演—雜技演員的身體民族誌》〔桃園：國立體育大學體育研究所博士論文，2013年〕，頁97。
 33. 許畹屏：《ADDIE 架構下的華語文化教學設計—以〈孫悟空大戰紅孩兒〉與〈三借芭蕉扇〉兩則故事為例》（高雄：文藻外語大學華語文教學研究所碩士論文，2016年），頁21。
 34. 張惟翔、彭書相：〈雜技蹬球教學與道具製作之研究〉，《戲曲學報》第27期（2022年12月），頁175–196。

back stronger）」的神話，這在教導者與被教導者中造成一種誤解，即如果受傷後更加努力訓練，身體就只會變得更堅韌。³⁵ 雜技這種展示身體技術的表演需要長期培養的習慣，這些習慣會隨著個人的行為、經驗和可能的模仿而改變，並受到社會和教育背景以及權威價值觀的影響。³⁶

（三）功能遊戲用於教育訓練

VR 技術指的是在真實環境中重疊虛擬物件的技術，它已被廣泛應用於教育領域。³⁷ 陳勇全與廖冠智（2013）認為，透過模擬真實世界的方式建立虛擬環境，VR 設備讓學習者能夠身臨其境地接受知識，並與虛擬世界的物件進行互動。³⁸ VR 技術的應用正在改變傳統的教學方法，為學習者提供更具身臨其境感的學習體驗，有助於提高學習動機和效果，「表 3 使用功能遊戲於訓練相關文獻」整理出 2006 至 2023 年間在不同領域中使用功能遊戲處理教學訓練相關課題之論文 8 篇，包括醫學、復健科學、教育學、運動科學領域。

表 3 使用功能遊戲於訓練相關文獻³⁹

研究者	時間	應用面向	訓練方式	教學訓練成效
Lin, Mamykina, Lindtner, Delajoux and Strub	2006	增加運動量	計步器配合虛擬寵物	給予受試者激勵；受試者運動量增加。

-
35. Kuo, H. W. and Kuo, C. F. “Pain Trilogy: A Case Study of the Physical and Mental Reconstruction of Taiwan Professional Acrobats.” *Sports and Exercise Research* 24/2 (Dec. 2022): 216–529.
36. Kuo, H. W. and Kuo, C. F. “Levels of Body Refining: Performing Skills of Taiwanese Professional Acrobats.” *Sports and Exercise Research* 25/2 (June 2023): 119–130.
37. Akçayır, M. and Akçayır, G. “Advantages and Challenges Associated with Augmented Reality for Education.” *Educational Research Review* 20 (Nov. 2017): 1–11.
38. 陳勇全、廖冠智：〈昆蟲知識學習之虛擬實境教材設計與 ARCS 探究〉，《數位學習科技期刊》第 1 期（2013 年 1 月），頁 51–68。
39. 資料來源：本研究整理

研究者	時間	應用面向	訓練方式	教學訓練成效
Staiano, Abraham and Calvert	2013	減重訓練	Wii Active 健身遊戲	受試者的體重下降；受試者對運動的自主性提高。
Martins, Araújo, Carvalho, Soares and Torrão	2014	物理治療	PhysioVinci	受試者復健過程的樂趣增加；受試者的動機提高；避免受試者因對復健過程的不感興趣而放棄治療。
Ulaşlı, Türkmen, Toktaş and Solak	2014	退化症復健運動	Xbox 360 Kinect 遊戲	異染性腦白質退化症（MLD）的患者病況改善。
Li and Li	2020	學生對體育課的熱情	VR 體育遊戲	受試者的專注力提升；受試者對體育課產生較大興趣。
盧垣旻	2022	銀髮族園藝治療	VR 虛擬園藝活動	受試者的功能增加；受試者的記憶力提升。
Fan, Choy, Huang, Chih, Lee, Lin and Guo	2022	銀髮族園藝治療	VR 虛擬植栽	受試者植栽步驟的自我掌控感增加；受試者自尊提高。
Okada, Seo, Miyakawa, Taniguchi, Kanosue, Ogata and Ohya	2023	掌握滑雪技能	VR 滑雪模擬器	掌握更多滑雪姿勢；減速動作更確實。

1. 功能遊戲與健身遊戲

健身遊戲被稱為 Exergaming、Fitness Game、Gamercising 或 Exergaming，中文或譯為運動遊戲。健身遊戲的主要技術在於利用光學原理處理玩家的身體運動或反應，將娛樂和運動結合在一起。⁴⁰ 自從 1988 年日商 Konami Digital Entertainment 推出一款名為《Dance Dance Revolution (DDR)》的舞蹈模擬遊戲機後，健身遊戲開始風靡全球。

各大遊戲開發商紛紛投入健身遊戲的開發，並在不同的遊戲主機上推出健身遊戲，如 Sony 在 PlayStation 3 主機上推出的《Move Fitness》、任天堂在 Wii 主機上推出的《Wii Sports》等等。

張修維認為功能遊戲與健身遊戲不僅可以增加運動量，還可以提升玩家的健康意識和運動能力。⁴¹

Djaouti、Alvarez 與 Jessel (2011) 指出，功能遊戲又稱為嚴肅遊戲 (Serious Game)，是一種設計上的主要目的不是為娛樂的遊戲。⁴² 所謂嚴肅遊戲通常指用於軍事、教育、研究、醫療或工程等訓練的遊戲，比較常見的有模擬類遊戲相似，例如飛行模擬器和醫療手術模擬訓練等。健身遊戲是運動的一個方式，鼓勵遊戲者利用進行遊戲來運動增進健康，因此研究者開始利用健身遊戲來探討相關的議題，⁴³ 本研究釐清功能遊戲定義，拓展其於健康與訓練應用之研究視野。

Staiano、Abraham 與 Calvert 在實驗中針對年齡介於 15 到 19 歲的非裔

-
40. Bogost, I., *The Rhetoric of Exergaming*, http://bogost.com/writing/the_rhetoric_of_exergaming/, April 7, 2024.
41. 張修維：《利用虛擬實境進行拳擊有氧的運動遊戲式教學》（臺中：國立臺中科技大學應用英語系碩士論文，2018 年），頁 9。
42. Djaouti, D., Alvarez, J. and Jessel, J. P., “Classifying Serious Games,” in Patrick Felicia, ed., *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation Through Educational Games: Multidisciplinary Approaches* (Pennsylvania: IGI Global, 2011), pp. 118–136.
43. Baranowski, T. “Exergaming: Hope for Future Physical Activity?” *Journal of Sport and Health Science* 6/1 (2017): 44–46.

美國青少年進行減重訓練，使用任天堂 Wii Active 健身遊戲。在第 10 週和第 20 週進行測量後發現，研究對象的體重明顯下降，並且他們對運動的自主性能力也有所提高。此研究還設定競爭組，同時還增加合作機制，以增強受試者之間的競合關係，使研究數據更具有比較價值。⁴⁴ 本研究設計嚴謹，結合競合機制驗證遊戲化健身對青少年減重之實效。

2. 《Fish' n' Steps》遊戲

《Fish' n' Steps》遊戲是一個設計讓參與研究的人配戴計步器，並透過計步器的數據與動畫虛擬寵物的互動功能來進行運動的遊戲。Lin、Mamykina、Lindtner、Delajoux 與 Strub 在實驗中進行為期 14 週的實驗後，發現《Fish' n' Steps》遊戲能夠給予受試者某種程度的激勵，促使他們增加運動量，而虛擬寵物則為受試者提供額外的動力。此外研究者與上述 Staiano 等人的研究相同，還設定團隊競爭機制，讓受試者在試驗期間組隊進行測試，比較虛擬寵物的狀態，從而增強團隊之間的競爭氛圍，並公布獲勝隊伍，在參與實驗的 19 名受測者中，有 14 人表現出比前測時更多的運動量。⁴⁵ 研究強調互動與競爭機制能有效提升運動動機與參與度。

3. 功能遊戲用於運動訓練

韓國的研究團隊 2020 年在對 2 所學校的實驗組和對照組進行 2 週的體育課 VR 教具測試，在專注力表現上，對照組的平均分數低於使用 VR 教具的實驗組，兩者之間的差異極為顯著。⁴⁶ 事後研究者並以問卷調查受試者對體育運動的興趣，分析 VR 設備在體育教育中的應用效果，問卷調查用於分析學生對 VR 技術在體育教育和體育訓練中的興趣和偏好，實驗組中對於運動訓練感興趣和非常感興趣的人占總人數的很大比例，由此證明 VR 教具提

-
44. Staiano, E., Abraham, A. A., and Calvert, S. L. “Adolescent Exergame Play for Weight Loss and Psychosocial Improvement: A Controlled Physical Activity Intervention.” *Obesity* 21/3 (2013): 598–601.
45. Lin, J.J., Mamykina, L., Lindtner, S., Delajoux, G., Strub, H. B., “Fish' N' Steps,” in Paul Dourish and Adrian Friday, eds., *UbiComp 2006* (Berlin: Springer, 2006), pp. 261–278.
46. Li, C. and Li, Y. “Feasibility Analysis of VR Technology.” *IEEE Access* (2020).

升體育課專注力與興趣，具體促進學生運動動機與學習成效。

2023 年的研究顯示在使用虛擬滑雪教具後，於實際的滑雪場上進行滑行測試，受試者比沒有在實際滑雪場上使用虛擬滑雪教具者掌握更多的滑雪技能。透過虛擬滑雪教具訓練的受試者與透過非 VR 的傳統滑雪機模擬機訓練的受試者之間的滑動測試結果沒有明顯差異，但使用虛擬滑雪教具產生更好的減速姿勢。⁴⁷ 證明 VR 滑雪教具提升滑雪技能與減速姿勢，效果優於無訓練者，與傳統訓練相當。

4. 功能遊戲用於銀髮族園藝治療

利用 VR 進行園藝治療對於行動不便的銀髮族來說帶來顯著的好處，銀髮族不再需要煩惱移動的困難，可以輕鬆地坐著參與各項園藝活動。透過虛擬世界，他們可以體驗到各種園藝環境，包括不同的天氣、植物生長的過程，以及自然環境的變化，甚至是真實的種植情節。這種體驗不僅豐富長者的園藝知識，也激發他們對園藝的興趣，從而讓他們更加熱衷於參與和學習。

2022 年學者在探討 VR 園藝活動相結合對社區銀髮族心理健康的影響，實驗總共招募 62 名銀髮族參加為期 8 週的計畫，讓實驗組受試者進行 VR 虛擬園藝活動，讓 VR 結合園藝知識，增加植栽步驟的掌握能力，活動後讓實驗組受試者展示自己的虛擬園藝作品。⁴⁸ 實驗後進行包括感知自尊、憂鬱、孤立、掌握和成就動機的變數測量，結果分析表明與無 VR 介入的對照組相比，實施 VR 園藝活動的實驗組表現在自尊和自我掌控感的得分顯著改善，這項研究證明將三維 VR 與社區銀髮族的實踐園藝活動相結合，研究結果支持將 VR 與實際園藝活動相結合對社區老年人的自尊和自我掌控感有正面影響，未來實施類似計畫對提升老年人心理健康是可行且有益的。盧垣旻在社

-
47. Okada, Y., Seo, C., Miyakawa, S., Taniguchi, M., Kanosue, K., Ogata, H., and Ohya, J. “Virtual Ski Training System that Allows Beginners to Acquire Ski Skills Based on Physical and Visual Feedbacks.” *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (2023): 1268–1275.
48. Fan, C. C., Choy, C. S., Huang, C. M., Chih, P. S., Lee, C. C., Lin, F. H., and Guo, J. L. “The Effects of a Combination of 3D VR and Hands-on Horticultural Activities.” *BMC Geriatrics* 22 (2022): 744–754.

區中對銀髮族進行一項以 VR 園藝治療為主題的訓練，訓練內容包括鏟土、澆花、施肥等，研究結果顯示，受試者在完成活動後的功能和記憶力有明顯提升。⁴⁹VR 結合園藝有效提升銀髮族自尊與掌控感，促進心理健康改善。

5. 以 Xbox 360 Kinect 治療 MLD

Ulaşlı、Türkmen、Toktaş 與 Solak 曾對患有異染性腦白質退化症（MLD）的患者進行 VR 復健運動遊戲訓練，使用微軟公司開發的 Xbox 360 Kinect 進行治療，並成功改善患者的病況。⁵⁰Martins、Araújo、Carvalho、Soares 與 Torrão 則利用物理治療的運動遊戲《PhysioVinci》進行神經系統失調患者的物理治療，⁵¹研究發現《PhysioVinci》能夠改善復健過程的樂趣，並提高患者的動機，避免因對復健過程的不感興趣而放棄治療。這些研究顯示，功能遊戲作為物理療法的一種支持方式，可以激發患者的動力，有助於提高他們的生活質量。

根據研究指出，以引人入勝的方式運用遊戲設備於運動訓練能夠創造興奮感，提升人類體育活動水準，並提供動力以及促進活動水準的提升。雖然最初對遊戲的熱情可能在最初幾週後會消退，但仍然產生持續的行為改變。⁵²在實際使用實驗設備之前，學習者可以通過 VR 進行實驗器具的操作練習，這有助於學習者更好地理解科學現象。⁵³通過 VR 技術，抽象的物理實驗現象可以被具體化，相較於未使用 VR 的學習者，這對於提升實驗過程中的自主學習能力也

-
49. 蘆垣昊：《全沉浸式虛擬實境認知訓練於社區長者之可行性與療效》（桃園：長庚大學職能治療學系碩士論文，2022 年），頁 38-41。
50. Ulaşlı, M., Türkmen, U., Toktaş, H., and Solak, O. “The Complementary Role of the Kinect Virtual Reality Game Training in a Patient with Metachromatic Leukodystrophy.” PM&R 21/6 (2014): 564–567.
51. Martins, T., Araújo, M., Carvalho, V., Soares F. and Torrão. L., “Physiovinci – A First Approach on a Physical Rehabilitation Game,” in Maiga Chang, Jan Baalsrud-Hauge, and M.F. Oliveira, eds., *International Conference on Serious Games Development and Applications* (Berlin: Springer, 2014), pp. 1–9.
52. Lin, J.J., Mamykina, L., Lindtner, S., Delajoux, G., Strub, H. B., “Fish' N' Steps,” in Paul Dourish and Adrian Friday, eds., *UbiComp 2006* (Berlin: Springer, 2006), pp. 261–278.
53. Bajpai, M. “Developing Concepts in Physics through Virtual Lab Experiment.” *Techno Learn* 3/1 (2013): 43–50.

具有相當幫助。⁵⁴

而綜觀以上研究，實驗結果多為正面且有效的，將功能遊戲應用於各領域具有積極的意義，主要是因為遊戲環境為學習者提供持續進行訓練所需的動力。這表明遊戲設備在運動訓練中的應用已成為一種被廣泛接受和有效的方法，有助於提高受試者的動機和參與程度。

三、研究設計

目前雜技訓練方式具有改善空間，VR 教具實施於訓練教學已經行之有年，本研究以深度訪談為主要手段，利用深度訪談委請雜技教學及表演領域實務工作者，透過研究者設計的訪談大綱進行資料蒐集，探討具有實務經驗的飛技板訓練者運用 VR 教具於 ADDIE 模型規劃教學法的可行性，並探究其成效和實施上可能產生的困境。

（一）研究流程與架構

本研究流程共分為 3 階段，從問題意識的形成到質性資料的分析，均依據系統化研究設計展開。在前期準備階段，研究者首先擬定研究架構，並參照 TELOS 原則設定可行性評估面向，草擬初步訪談題綱。為確保訪談設計符合研究倫理與實務脈絡，進行一輪模擬訪談與訪談腳本修正。專家諮詢機制同步啟動，透過 2 次專家會議蒐集對題綱內容、層次與語言表達之建議，反覆修訂，確保其具備教學現場適切性與可操作性。

進入資料蒐集階段，研究者依事前規畫安排訪談流程與時程，並採分段滾

54. Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., and Mora, C. E. “Augmented Reality to Promote Collaborative Learning.” *Computers in Human Behavior* 51 (2015): 752–761.

動方式同步進行資料初步整理與主題歸納。受訪者選擇具教學經驗或專業背景者，並確保在訪談環境中能獲得充足表達空間。每次訪談後即進行錄音轉錄與初步編碼，並以匿名原則管理資料，以維護受訪者隱私。

在分析階段，研究者依據主題分析法，將資料依可行性面向進行分類與重組，反覆比較不同受訪者觀點與敘述內容，提升分析深度與一致性。為提升研究信效度，邀請具質性研究專長之外部成員進行交叉檢閱，據以修正與補強分類邏輯與說明語句，整體流程設計重視資料回溯與再現性，請參考「圖 1 研究流程圖」。

在前期準備階段，研究者擬定訪談大綱，使用 TELOS 框架、根據 CALLTEST、ADDIE 理論訂出問題。為探索飛技板訓練者應用 VR 教具之體驗，為確保訪談之正確，請參考「圖 2 研究架構圖」。

（二）研究對象

研究者於 2024 年四月至五月間，訪問目前在國立臺灣戲曲學院擔任雜技訓練者以及實際從事雜技表演的藝術工作者共 9 名，受訪者雜技教學資歷最短 8 年；最長達 27 年，雜技表演資歷介於 20 到 35 年間，但因飛技板技藝在臺灣學習的人較少，雖受訪者均有雜技表演及教學資歷，但 9 人中只有 2 人具有實際飛技板表演經驗。本研究除取得受訪者的同意外，也向他們詳細說明研究的流程和方式，隨後與受訪者約定訪談時間，訪談前會讓受訪者實際使用《Boom Boomerang》VR 飛技板遊戲 30 分鐘，每次訪談至少 1 小時。訪談結束後，將錄音資料轉錄成逐字稿，並進行資料的整理與分析，依據訪談日期進行受訪者編碼，「表 4 專家問卷訪談名單」說明專家問卷之受訪者背景。

圖 1 研究流程圖⁵⁵

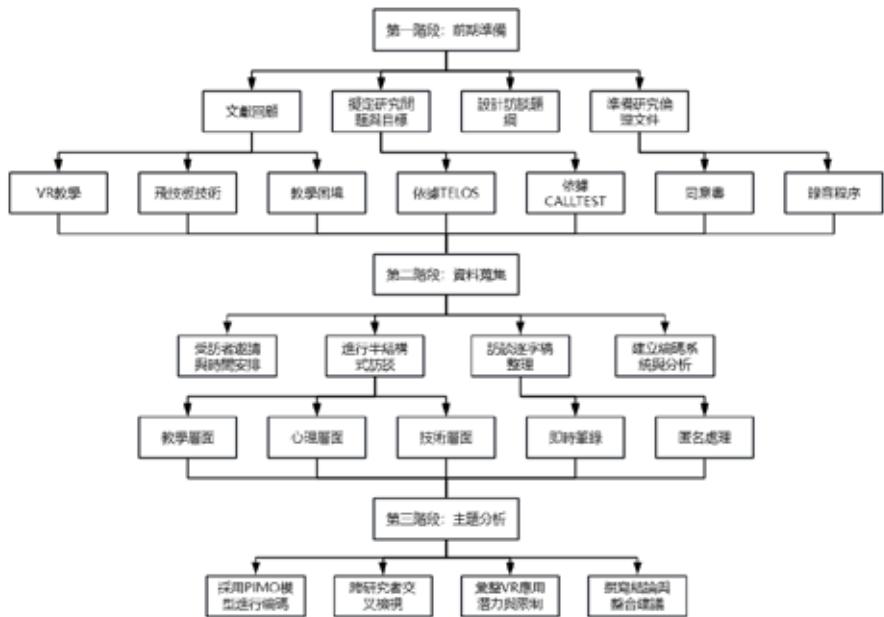
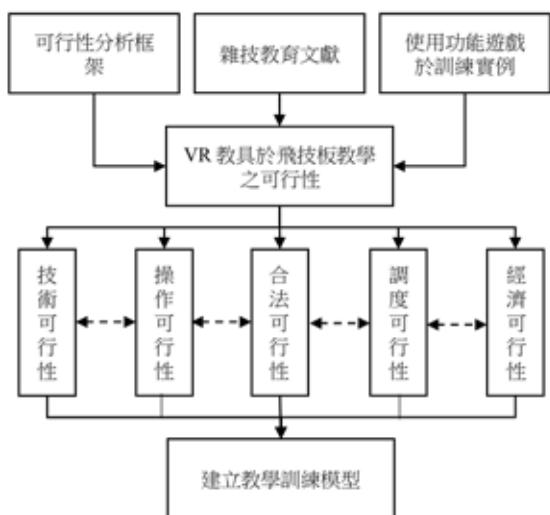


圖 2 研究架構圖⁵⁶



55. 資料來源：本研究繪

56. 資料來源：本研究繪

表 4 專家問卷訪談名單⁵⁷

編碼	雜技表演資歷	雜技教學資歷	訪談時間	訪談地點
A	20 年	8 年	2024 年 4 月 20 日， 13:30-15:00	基隆城隍廟
B	30 年	15 年	2024 年 5 月 5 日， 12:00-13:30	元智大學
C	35 年	25 年	2024 年 5 月 13 日， 12:30-14:00	元智大學
D	35 年	27 年	2024 年 5 月 15 日， 19:00-21:00	戲曲學院內湖校區
E	25 年	13 年	2024 年 5 月 15 日， 12:00-13:00	東湖星巴克咖啡
F	34 年	25 年	2024 年 5 月 15 日， 13:30-15:00	東湖星巴克咖啡
G	35 年	24 年	2024 年 5 月 17 日， 12:30-14:00	戲曲學院內湖校區
H	40 年	22 年	2024 年 7 月 4 日， 16:00-18:00	戲曲學院內湖校區
I	35 年	25 年	2024 年 7 月 5 日， 12:00-13:00	戲曲學院內湖校區

(三) 研究工具

軟體部分本研究使用 Fractal Interactive 公司開發的《Boom Boomerang》這個 VR 遊戲為研究載具，《Boom Boomerang》是一款 VR 飛技板遊戲，受試者可以學習掌握投擲和接住虛擬技板遊的技巧，觀察飛技板的飛行軌跡，在

57. 資料來源：本研究整理

虛擬空間中摧毀爆裂物。硬體部分則採用採用 Meta 公司於 2020 年 9 月推出的 Oculus Quest 2 頭戴式裝置（Head-Mounted Displays，以下簡稱 HMD），研究者選定較為穩定成熟的 Oculus Quest 2 作為研究載具，以 Oculus Quest 2 所具有的功能作為研發突破基準點，請參考「圖 3 《Boom Boomerang》VR 飛技板遊戲介面」。



1、手持虛擬飛技板

2、瞄準虛擬目標

3、擲出虛擬飛技板



4、觀察虛擬飛技板飛行路經

5、虛擬飛技板依慣性飛行

6、虛擬飛技板擊中目標



7、虛擬飛技板迴飛

8、接住虛擬飛技板

9、再次瞄準虛擬目標

圖 3 《Boom Boomerang》VR 飛技板遊戲介面⁵⁸

58. 資料來源：《Boom Boomerang》遊戲畫面

(四) 資料分析

教具是教師為增進學生理解而運用的教學輔助器具，VR 教具也不例外。本研究在分析質性資料時，強調對研究主題的本質進行探索，旨在調查雜技訓練者對於使用 VR 教具的態度，以及受訪者在預期實施 ADDIE 模型時的實踐經驗。訪題依據 PIMO (Plus、Identity、Minus、Opinion) 4 向度評量，請參考「圖 4 PIMO 架構分析對應圖」。

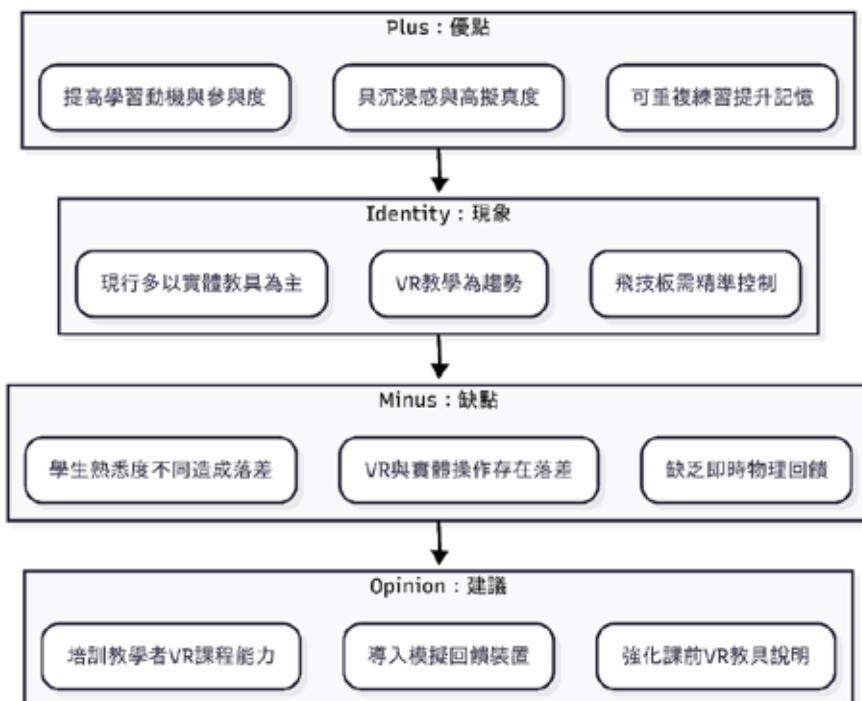


圖 4 PIMO 架構分析對應圖⁵⁹

59. 資料來源：本研究繪

指標依教具設計原則建議評估表內的評估結果作為參考依據，⁶⁰此分析工具適合在檢驗過程中找出尚待發展和可發展空間，⁶¹為確保在理解和解釋資料方面分析過程的可靠性和有效性，研究者進行規劃，並持續進行自我檢視和資料解釋。在資料分析方法方面，本研究採用與資料蒐集同步的方法，包括在蒐集過程中追溯和反覆審查資料，最終整合焦點，發展出主要概念，以實現研究目標並完成研究撰寫。

本研究旨在系統化整理訪談資料中與 VR 教具應用於雜技飛技板教學有關的核心觀點與經驗回饋。研究者於訪談後即時進行逐字稿整理，接著以 PIMO 架構為分析向度，對資料進行初步編碼分類。透過開放編碼的方式，將受訪者回應中反覆出現的語詞與語意單元加以歸納，形成初階主題，此階段重視語境與脈絡，並避免將個別回應抽離其原始語境。

為提高分析結果的真實度與可信度，並避免個人主觀判斷引起的失真，本研究參考蕭瑞麟（2023）關於質性研究的著作，採用驗證型的質性研究⁶²。為確保實驗可信度，本研究參考蔡俊傑與張瀚元 2018 的研究，利用調查者三角檢證法（Investigator Triangulation）交叉評估資料之可信度，研究者會根據不同訪談的記錄資料，邀請原先接受訪談的對象對研究者的記錄進行內容閱讀、修正並提出建議。⁶³研究者在初步編碼後回溯逐字稿全文，進行交叉檢查，並邀請 2 位具質性研究經驗的學者進行主題對照與分類驗證。

研究團隊於分析過程中多次進行討論修正，以確保主題形成過程的透明性與一致性。完成主題歸納後，進一步建立主題與研究問題之間的關聯邏輯，形塑出三大主軸：VR 教學優勢、飛技板技術適配性與教學實務挑戰。最終將分

60. 林士真、張世宗：《幼兒教具設計與運用》（臺北：洪葉文化，2011 年），頁 52。

61. 黃宗超、張世宗：〈教育學習新方案—行動式角落博物館學習模式研究〉，《教育學誌》第 46 期（2021 年），頁 1–35。

62. 蕭瑞麟：《不用數字的研究：質性研究的思辨脈絡》（臺北：五南書局，2023 年），頁 75。

63. 蔡俊傑、張瀚元：〈研究新趨勢—三角檢證法與混合研究法〉，《體育學系系刊》第 17 期（2018 年 12 月），頁 25–39。

析結果視覺化於「表 8 受訪雜技訓練者對於使用 VR 教具的態度」，呈現受訪者對 VR 教具應用態度之共通觀點與差異意見，作為後續模型建構與教學應用建議的依據。

四、研究發現

(一) 教學可行性分析

基於 TELOS 原則，本研究對可行性進行詳細討論和分項驗證，以決定研究持續進行的必要性和意義，仔細分析每一項可行性因素和評估。這種逐一驗證的方法，確保研究的全面性和嚴謹性，為最終的研究決策提供有力的支持。通過這一過程，「表 5 可行性分析表」說明研究者能夠確定研究的持續進行是否具有實際價值。

表 5 可行性分析表⁶⁴

技術可行性	硬體載具 HMD 設定簡單； HMD 規格不易產生教學干擾； 研究者具有 10 年以上的 VR 教具開發經驗。
經濟可行性	實驗軟體免費； 硬體載具價格可負擔。
合法可行性	符合學術倫理規範； 符合智慧財產權規範。

64. 資料來源：本研究整理

操作可行性	VR 可以提高學習者在學習過程中的投入感； 使用 HMD 於各領域的研究已有成功範例； 多媒體教具有可回放並生成成績的特性。
調度可行性	研究可以獨力完成； 可以保持研究準確性和一致性。

1. 技術可行性

問題意識：VR 教具導入雜技教學是可以做到嗎？在技術上可行嗎？

CALLTEST 構面：Technical Feasibility。

受訪者均一致認為目前雜技訓練方式存在著改進的空間，而 VR 教具能夠有效的引起學習者的興趣。訪談結果說明 HMD 設定簡單，隨著技術的成熟，HMD 對操作環境需求降低，在訪談過程中，就算是對 VR 教具從未接觸過的受訪者，也能在 10 分鐘內學會使用。

受訪者 A、E、F 具有使用 HMD 的經驗，所以建議使用 VR 教具時應以不影響投擲肢體動作為原則，本研究選用之研究載具 Oculus Quest 2 為一非為繫留型（Tethered）VR 設備，亦即在將應用程式載入到 HMD 後，使用者操作時不需要以資料傳輸線將 HMD 連接至虛擬實境工作站，增加操作時的不便，繫留型裝置會影響研究對象的肢體動作，在運動訓練時會對實驗結果產生影響。

研究者本身具有逾十年的 VR 教具開發經驗，其成功案例已證明 VR 教具技術趨於成熟，並已具備應用於教學訓練之實務基礎。相關成果亦顯示此類應用具備相當程度的技術可行性。此外本研究針對實驗載具之尺寸重量、單眼解析度、最大視野角度、最大畫面更新率、瞳距、角解析度、面板規格、追蹤方式以及參考價格等諸項規格也逐一做出評估，以期符合技術可行性，請參考「圖 5 本研究之硬體研究工具 Oculus Quest 2 HMD」與「表 6 Oculus Quest 2 技術規格表」。



圖 5 本研究之硬體研究工具 Oculus Quest 2 HMD⁶⁵

表 6 Oculus Quest 2 技術規格表⁶⁶

尺寸	重量	單眼解析度	最大視野角度	最大畫面更新率
192×102×143 (mm)	503g	1920×1832 (Pixels)	100°	90Hz
瞳距 IPD	角解析度 PPD	位置追蹤	頭部追蹤	手部追蹤
58、63、68 (mm)	14.4°	內建	內建	手持控制器

2. 經濟可行性

問題意識：VR 教具導入雜技教學對於訓練單位是能負擔得起嗎？

CALLTEST 構面：Economic Viability。

65. 資料來源：本研究拍攝

66. 資料來源：本研究整理

軟體方面，《Boom Boomerang》這個 VR 遊可以在《Steam》遊戲平臺上免費取得。而硬體方面，目前頭戴式 VR 設備開發已經成熟，成本逐漸降低，依據燦坤實業股份有限公司 2024 年 5 月公告的價格，隨著新一代 HMD Meta Quest 3 的推出，研究載具 Oculus Quest 2 (256GB) 單機價格下降到新臺幣 17,980 元，⁶⁷ 在價格降低的原因下，相信普及率也會逐漸增加，也讓教學單位導入 HMD 作為 VR 教具更為可行，受訪者也都同意 20,000 元以下的價格在經濟上具有可行性。

根據研究機構 IDC Corporate 的預測，雖然 2023 年 HMD 與 2022 年相比出貨量下降 8.3%，但隨著 SONY 與 Meta 等企業鉅子紛紛投入研發，預計 2024 年 HMD 貨量將比 2023 年成長 85.6%。⁶⁸ 未來將可讓 VR 設備成本降低、使用者數量增加，未來亦可藉由進一步的硬體成本及質量改善使用者介面以及使用體驗。

3. 合法可行性

問題意識：VR 教具導入雜技教學項目中是否有合法的問題？

CALLTEST 構面：Acceptability。

本研究方式包括在發想、設計、執行與呈現等面向均符合學術倫理規範，研究資料的蒐集與分析均符合學術倫理。完成後亦會完整保存研究紀錄，並將研究資料與結果公開備查與共享，受訪者 D 強調使用軟體必須符合智慧財產權規範，《Boom Boomerang》之第三方使用者授權合約（EULA）僅規範不可將軟體使用於商業用途，本研究所使用之工具取得與應用符合智慧財產權規範，與合法性相符。

67. 燦坤實業股份有限公司：〈Oculus Quest 2 VR 頭戴式裝置 256GB VR256G-01〉，《燦坤實業股份有限公司》，<https://www.tk3c.com/pt.aspx?pid=237942>，2024 年 5 月 17 日。

68. Ubrani, J., *AR/VR Headset Market Forecast to Decline 8.3% in 2023*, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS51574023>, May 18, 2024.

4. 操作可行性

問題意識：VR 教具符合雜技教學已經在實施的教學目的嗎？雜技教學中 VR 教具是可以被操作的嗎？

CALLTEST 構面：Capability。

VR 具有沉浸性（Immersion）、互動性（Interaction）與想像性（Imagination）之特性，可以讓被訓練者身臨其境，置身於虛擬的真實環境中。通過與虛擬環境的互動，可以受測者在學習過程中的接受度與認同感。⁶⁹ 如文獻探討中所述，使用 VR 設備在包括醫學、復健科學、教育學、運動科學各領域中均能有意義的被使用，可以證明在操作上並無障礙。

本研究向受訪者介紹一種在 VR 環境中根據物理特性進行飛技板投擲的成果，學習者或同儕可以由監視螢幕自行儲存飛技板投擲軌跡並觀看練習回播紀錄，記錄飛技板投擲成功次數並生成成績。在實際導入 ADDIE 模型時，訓練者可以利用紀錄影片調閱個別學習者飛技板投擲的軌跡紀錄，並對其進行個別指導，這種紀錄方式利用多媒體教具的特性，使訓練者能夠全面瞭解學習者在投擲飛技板時的動態。

在訪談中，有 8 位受訪者提出實際投擲飛技板具有安全風險，而 VR 教具則相對較為安全；9 位受訪者均認為可以在較為侷促狹小的空間中練習飛技板是 VR 教具的特色，受訪者認位安全與空間是 2 點對於 VR 教具來說相當具有優勢，但是部分受訪者也認為在 VR 環境中投擲飛技板與實際投擲相比仍存在手感差異，主要原因在於實際的飛技板具有重量，而 VR 環境中的虛擬飛技板沒有重量，學習者在訓練時無法感受到手持飛技板的實際手感。因此當從 VR 環境轉換到實際演練時，學習者可能會面臨適應的挑戰。

69. 徐鴻展：《消費者使用虛擬實境之感受 - 以實品屋為例》（桃園：長庚大學工商管理學系碩士論文，2013 年），頁 42。

在操作可行性面向中，評估不應僅止於系統是否可運作，更需回應教學現場之功能需求。本研究針對雜技飛技板教學所設定的核心目標，包括技巧示範、錯誤修正、心理建構與學習動機提升等，均可透過 VR 教具予以支援。因此本研究將操作可行性具體落實於教與學目標的對應關係，作為 VR 教具導入方案是否具備實用價值的評估依據。請參考「表 7 在操作可行性中的具體教學目標可評估面向」。

表 7 在操作可行性中的具體教學目標可評估面向⁷⁰

類別	可行性評估問題	對應教學或學習目標	說明
教學目標	VR 系統是否支援教師示範與動作分解？	強化技巧示範的清晰度與重複性	傳統飛技板難以慢動作或多角度示範，VR 可補足此限制。
教學目標	教師是否能從 VR 中獲得學習者得學習表現回饋？	精準掌握學生學習進度與困難點	操作紀錄、動作軌跡分析等功能有助教師調整教學策略。
教學目標	VR 系統是否具備使用者管理與教學節奏控制機能？	支援個別化教學與分組訓練	可依據不同學生程度設計分級練習。
學習目標	學習者是否能藉由 VR 熟悉飛技板的動作流程？	培養動作記憶與身體協調感	可先在虛擬環境反覆模擬，降低實地失誤風險。
學習目標	是否能透過 VR 增加學習動機？	提高學習參與度與持續力	沉浸感與遊戲化設計有助激發興趣。

70. 資料來源：本研究整理

類別	可行性評估問題	對應教學或學習目標	說明
學習目標	VR 是否有助於初學者增加自信與降低嘗試克服恐懼心理？	增加自信與降低嘗試 障礙	尤其針對高風險動作如跳躍、翻騰，VR 可提供「無痛初試」機會。

5. 調度可行性

問題意識：完成 VR 教具導入雜技教學事需要多長時間？能否準時完成？

CALLTEST 構面：Time。

本研究僅探討 ADDIE 模型之分析（Analysis）、設計（Design）、發展（Development）部分，初期可由研究者獨力完成訪談與後續整理工作，時間調度可行並能夠保持資料的準確性和一致性，減少因人員變動或理解差異而導致的誤差。

（二）教學模型統整

雜技演員的腰、腿、頂和翻滾等技藝屬於隱性知識（Tacit Knowledge），學習者必須每天刻苦訓練以達到扎實功夫。⁷¹ 根據訪談資料，目前納入正式教育體系的雜技訓練課程中，除基本功外，並未包含飛技板課程。本研究的一位受訪者是臺灣唯一能表演完整 10 分鐘飛技板節目的雜技演員，其表演內容包括左拋右接、右拋左接、單手發標、一次多標、大標、中標、小標、接投等技術。該受訪者表示，他在學藝期間並未接受過正式的飛技板訓練，而是於 1998 年在美國巡迴演出期間，向來自中國大陸的老師學習，回臺後又花了 3 年時間精進技術，方能成功表演全套飛技板節目。由此可見，在臺灣的雜技演出中，飛技板相較於擲技、平衡、跳躍等技藝屬於小眾的演出項目，不僅表演此技藝的演

71. 程育君：〈超常的技藝：倒立作為特技的身體行動方法初探〉，《戲曲學報》第 25 期（2021 年 12 月），頁 83–118。

員稀少，習得此技藝的人更是寥寥無幾。即使雜技表演者有意學習此技藝，除非前往國外學習，否則並無其它途徑，實在令人惋惜。

張惟翔與彭書相（2022）認為，早期雜技訓練對於教學系統較無系統性的整理，分析教學內容並建構符合現今課時與學習者特質的課程可能是有效提升學習成效的重要手段。⁷²根據 TELOS 原則與專家訪談得知，鄭滄祥、曾智義與丁淑方（2022）提到，研究者可以導入分析、設計、發展、實施、評鑑等步驟建構職能專家知識地圖與 ADDIE 模型，⁷³本研究將在 ADDIE 模型的基礎上，運用虛擬實境於雜技表演教學。據以上所述，可證明 VR 教具對於飛技板投擲之可行性，本研究擬訓練者在導入 HMD 後，於 ADDIE 模型中所使用的實施方式做出改善，實際可應用於 ADDIE 模型的分析、設計及發展階段。

受訪者 G 與 I 提出要善加利用 VR 教具可以回播慢播的特點，建議由訓練者先設計出飛技板飛行範本，再由學習者模仿的方式進行訓練；受訪者 I 則認為除了訓練者與學習者路徑外，應該再增加一組訪客路徑以增加暫時無意投入 VR 教具操作的人的興趣。經與受訪者反覆討論並參考多位受訪者實際雜技教學經驗，本研究建立出 ADDIE 模型。本研究在文獻討階段完成 ADDIE 模型的分析；其後可以利用選擇使用者的方式來對執行內容進行教學設計，在 VR 教具中執行拋接時，可設計多種拋接流程；最後透過儲存與快轉回播功能，可以發展出一種系統化的教學節奏，並在未來進一步將其連結到實施階段與評鑑階段，確保教學效果的持續提升，「表 8 受訪雜技訓練者對於使用 VR 教具的態度」揭示雜技訓練者對 VR 教具之觀點歸納。

72. 張惟翔、彭書相：〈雜技蹬球教學與道具製作之研究〉，《戲曲學報》第 27 期（2022 年 12 月），頁 175–196。

73. 鄭滄祥、曾智義、丁淑方：〈以 ADDIE 為基礎之職能專家知識地圖建構法〉，《中山管理評論》第 2 期（2022 年 3 月），頁 259–292。

表 8 受訪雜技訓練者對於使用 VR 教具的態度⁷⁴

類別	觀點描述	摘要說明
正向面向	提升安全性與空間彈性	VR 教具可降低實地訓練風險，並可在有限空間中進行模擬訓練。
正向面向	動作紀錄與個別回饋	VR 具備紀錄、回播與模擬功能，便於教師觀察與調整學習者動作。
正向面向	激發學習興趣與參與度	沉浸式與互動性特質有助於提升學習動機與專注力，特別適合初學者導入階段。
正向面向	具體建議應用方式	可設計慢動作教學模組、回播學習模式與不同使用者導向，增強教材靈活性。
保留面向	缺乏實體手感	VR 雖可模擬視覺與動作，但無法傳遞實際肌肉力量與板面彈性等觸覺回饋。
保留面向	學習轉換挑戰	學員從虛擬轉實體時，可能出現技巧落差或心理適應問題，影響實作成效。
保留面向	需通過教學現場驗證	教具仍屬原型階段，尚須在實際課程中進行驗證與優化，方能確認其長期效益。

VR 教具統整詳細執行方式如下：首先在使用 VR 教具時，需先對其進行調整，然後啟動飛技板投擲軟體。接著可根據使用者的身分逐一訓練者、學習者或訪客，選擇相應的使用模式。訓練者可以製作一個標準的飛技板投擲範例影片，學習者的表現與範例影片的相似度越高，代表其訓練效果越好。學習者可以在 VR 環境中進行飛技板拋接，並透過監看螢幕來記錄飛技板的飛行過程。學習者還能觀看回播，對照紀錄，並與訓練者錄製的範例影片進行比對，分析飛行路徑的差異。而訪客則可以直接觀看並記錄飛技板投擲過程，享受其中的

74. 資料來源：本研究整理

樂趣，以 VR 教具導入 ADDIE 模型流程請參考「圖 5 以 VR 教具導入 ADDIE 模型流程圖」。

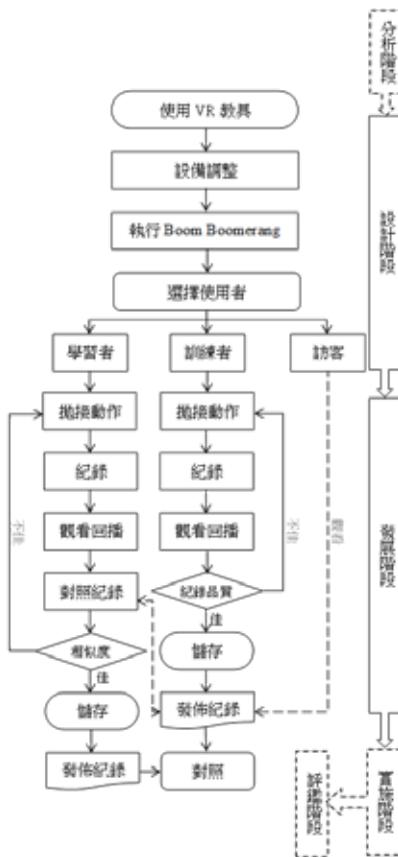


圖 6 以 VR 教具導入 ADDIE 模型流程圖⁷⁵

結語

VR 教具可以用來創建一個逼真的飛技版投擲環境，可以幫助學習者學習

75. 資料來源：本研究繪

如何正確投擲飛技版。HMD 可以讓用戶沉浸在虛擬世界中，並與虛擬對象進行交互，這使得 VR 教具成為教導人們如何執行現實世界任務的理想工具。本研究經過 6 個月研究週期，蒐集臺灣雜技專業訓練者與表演者的意見，對於將功能遊戲用於教育訓練的文獻做出整理，瞭解相關研究成果及應用情況，透過訪談專家，確定 VR 教具用於功能遊戲可以應用於雜技表演藝術；其後透過 TELOS 結合 CALLTEST 可行性分析框架，分析運用 VR 於雜技表演教學的可能性，最後參考受訪者之專家意見將研究結果運用於 ADDIE 模型，完成 VR 教具導入 ADDIE 模型流程圖。本研究綜合以上研究結果得到下列結論：

1. 安全與空間優勢，VR 可行性初步驗證：本研究旨在探討 VR 教具應用於雜技飛技板教學的可行性，依據研究問題 1，分析功能遊戲與虛擬實境教具於教學訓練的應用潛力。研究結果顯示，VR 可提供雜技訓練一個相對安全且具有空間彈性的虛擬環境，有效降低實體訓練中可能產生的傷害風險。受訪者普遍認為，VR 可克服表演場地限制、減少練習風險，受訪者 A、D、E 與 F 皆明確指出「空間」與「安全」為 VR 教具最顯著的優勢，此現象亦符合 TELOS 模型所強調之技術與操作層面的可行性評估。
2. 技術輔助與學習動機，多元可行性效益：關於研究問題 2 所關注之可行性 5 面向，受訪者 B 與 G 指出 VR 教具內建之監視螢幕能即時顯示練習動作，幫助指導者分析技巧表現並提供個別化建議，對學習者而言是一種有效率的回饋機制。此功能在訓練技術細節與姿態調整上展現顯著效益，也契合教學過程中對精準動作示範與反覆練習的需求。受訪者 C 則進一步指出，沉浸式 VR 教學富有趣味性與參與感，能激發學生的學習動機，並呼應「雜技生活化」理念，說明 VR 教具在提高學習興趣與投入度方面具有潛力，與功能遊戲之激勵性設計特徵相呼應。
3. 整合教學設計，建構教學流程與實務回饋：在研究問題 3 探討是否能整合 ADDIE 模型建構具體教學方案的層面，本研究已完成分析、設計與發展階段，依據受訪者實務經驗建構出可導入之教學流程。受訪者 F 與 I 回饋指出，VR

畫面中可視化的飛行軌跡與出手時機提示，有助於學習者修正投擲技巧，並提升技巧穩定度。然而，受訪者 H 亦提醒，VR 雖具模擬重力與軌跡功能，但「手感」無法被完全還原，實體飛技板帶來的握持觸感與核心肌群運用難以取代；受訪者 C 補充此差異來自於 VR 無法重現肌肉施力與動態反饋，故 VR 可作為初階教學輔具，但仍須搭配實體練習以達精熟。

本研究整合多位受訪者教學經驗與文獻分析，提出 VR 教具應用於飛技板教學的可行性初探，呼應研究三大問題，並具體實踐「探索現況」、「評估可行性」、「建構教學方案」等三項研究目的。研究結果具備教學現場應用潛能，後續可於實施與評鑑階段進行進一步驗證，以補足整體教學模型建構與實證研究的完整性。

在飛技板教學中，VR 教具可模擬真實飛行場景與操控體驗，提升學習者對運動軌跡與技巧的理解，進而激發興趣。亦可應用於課外社團作為前測工具，協助無經驗者熟悉技能，減輕訓練者面對程度不一學習者的教學負擔。透過 VR 輔助，訓練者能迅速掌握學習者能力並規劃對應課程，提升效率。總結而言 VR 教具具備促進興趣與減輕負荷的潛力，惟因實驗樣本不足，尚未完成 ADDIE 模型的實施與評鑑，期望未來能擴大樣本驗證本研究成果。

未來雜技教學若能結合動作分析與虛擬實境技術，將有助拓展其在表演藝術教育中的應用層面與深度。動作分析可精確記錄身體動作的速度、角度與軌跡，若結合 VR，將構成具即時回饋機制的教具，提供演出者與教師更細緻的動作比對與修正依據。此技術亦可應用於舞蹈、戲劇與基礎肢體訓練等領域，如舞蹈教學中可建構虛擬模型協助學習者從多角度觀察與模仿動作，或於戲劇訓練中透過情境模擬提升角色詮釋能力與肢體表達。這種科技整合將為表演藝術教育帶來革命性的改變。

徵引文獻

近人論著

一、專書

1. 林士真、張世宗：《幼兒教具設計與運用》，臺北：洪葉文化，2011 年。
2. 張連起：《雜技教材》，臺北：國立臺灣戲曲專科學校，2000 年。
3. 傅起鳳、傅騰龍：《中國雜技史》，上海：上海人民出版社，2004 年。
4. 彭俊亨、盧俊偉、賴逸芳、吳孟芯、林昀嬪、林韋歲、徐亦慧、陳智豪、游凱文、楊惠嵐、蕭景方、邵意軒、張辰玥（編）：《2019 文化創意產業發展年報》，臺北：中華民國文化部，2020 年。
5. 蕭瑞麟：《不用數字的研究：質性研究的思辨脈絡》，臺北：五南書局，2023 年。
6. Djaouti, D., Alvarez, J. and Jessel, J. P.. 2011. “Classifying Serious Games.” In Patrick Felicia, ed., *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation Through Educational Games: Multidisciplinary Approaches*, Pennsylvania: IGI Global.
7. Lin, J.J., Mamykina, L., Lindtner, S., Delajoux, G., Strub, H. B. 2006. “Fish’ N’ Steps.” In Paul Dourish and Adrian Friday, eds., *UbiComp 2006*, Berlin: Springer.
8. Martins, T., Araújo, M., Carvalho, V., Soares F. and Torrão. L. 2014. “Physiovinci – A First Approach on a Physical Rehabilitation Game” In Maiga Chang, Jan Baalsrud-Hauge, and M.F. Oliveira, eds., *International Conference on Serious Games Development and Applications*, Berlin: Springer.
9. White, P. 2017. “Developing Research Questions”, London: Bloomsbury Publishing.

二、期刊論文

1. 金凱儀、張懷綾：〈行動式擴增實境學習系統對情境興趣與學習成效之影響性－以戶外古蹟導覽教育課程為例〉，《數位學習科技期刊》第 3 期，2020 年 7 月，頁 89–115。doi:10.3966/2071260X2020071203004
2. 張惟翔、彭書相：〈雜技蹬球教學與道具製作之研究〉，《戲曲學報》第 27 期，2022 年 12 月，頁 175–196。doi:10.7020/JTCT.202212_(27).0006
3. 陳又菁：〈導入頭戴式虛擬實境於學習成效、心流體驗與認知負荷之探究－以昆蟲課程為例〉，《數位學習科技期刊》第 3 期，2020 年 7 月，頁 1–23。doi:10.3966/2071260X2020071203001
4. 陳勇全、廖冠智：〈昆蟲知識學習之虛擬實境教材設計與 ARCS 探究〉，《數位學習科技期刊》第 1 期，2013 年 1 月，頁 51–68。doi:10.3966/2071260X2013010501003
5. 游師柔、葉宣靈、孫之元：〈STEM 模式整合穿戴式擴增實境和穿戴式虛擬實境應用於科學教育〉，《數位學習科技期刊》第 3 期，2020 年 7 月，頁 25–57。doi:10.3966/2071260X2020071203002
6. 程育君：〈超常的技藝：倒立作為特技的身體行動方法初探〉，《戲曲學報》第 25 期，2021 年 12 月，頁 83–118。doi:10.7020/JTCT.202112_(25).0004
7. 黃宗超、張世宗：〈教育學習新方案－行動式角落博物館學習模式研究〉，《教育學誌》第 46 期，2021 年，頁 1–35。
8. 蔡俊傑、張瀚元：〈研究新趨勢－三角檢證法與混合研究法〉，《體育學系刊》第 17 期，2018 年 12 月，頁 25–39。doi:10.29793/NTUSPE.201812_(17).0003
9. 鄭滄祥、曾智義、丁淑方：〈以 ADDIE 為基礎之職能專家知識地圖建構法〉，《中山管理評論》第 2 期，2022 年 3 月，頁 259–292。doi:10.6160/SYSMR.202203_30(2).0001

10. Akçayır, M. and Akçayır, G. 2017. “Advantages and Challenges Associated with Augmented Reality for Education.” *Educational Research Review* 20: 1–11. doi:10.1016/j.edurev.2016.11.002
11. Antsyperov, V. V., Goryacheva, N. L., and Trifonov, V. V. 2014. “Improvement of Balance Exercises in Pair-group Acrobatics by Technical Devices.” *Integration of Education* 18(4): 103–113. doi:10.15507/INTED.077.018.201404.103
12. Bachynska, N. V., and Zhuravel, O. A. 2023. “Characteristics of Training Loads and Their Dynamics at Various Stages of Multi-year Improvement in Female and Male Pair Acrobatics.” *Naukovij Časopis Nacional'nogo Pedagogičnogo Universitetu Ìmeni M.P. Dragomanova Series* 15(8): 25–34. doi:10.31392/npu-nc.series15.2023.8(168).03
13. Bajpai, M. 2013. “Developing Concepts in Physics through Virtual Lab Experiment.” *Techno Learn* 3.1: 43–50.
14. Baranowski, T. 2017. “Exergaming: Hope for Future Physical Activity?” *Journal of Sport and Health Science* 6.1: 44–46. doi:10.1016/j.jshs.2016.11.006
15. Bause, K., Radimersky, A., Iwanicki, M., and Albers, A. 2014. “Feasibility Studies in the Product Development Process.” *Procedia CIRP* 21: 473–478. doi:10.1016/j.procir.2014.03.128
16. Escobar-Castillejos, D., Noguez, J., Neri, L., Magana, A., and Benes, B. 2016. “A Review of Simulators with Haptic Devices for Medical Training.” *Journal of Medical Systems* 40.4. doi:10.1007/s10916-016-0459-8
17. Fan, C. C., Choy, C. S., Huang, C. M., Chih, P. S., Lee, C. C., Lin, F. H., and Guo, J. L. 2022. “The Effects of a Combination of 3D VR and Hands-on Horticultural Activities.” *BMC Geriatrics* 22: 744–754. doi:10.1186/s12877-022-03431-7
18. Feng, Z., González, V. A., Amor, R., Lovreglio, R., and Cabrera-Guerrero, G.

2018. "Immersive VR Serious Games for Evacuation Training." *Computers and Education* 127: 252–266. doi:10.1016/j.compedu.2018.09.002
19. Kashuba, Y. 2018. "Specific Features of Circus Acrobatics: Power Acrobatics, Analysis of the Scenic Method in the Kiev Municipal Academy of Variety and Circus Art." *Innovative Solutions in Modern Science* 6(25). doi:10.26886/2414-634X.6(25)2018.12
20. Kravchuk, T. M., Ryadinska, I. A., and Zelenska, E. I. 2021. "Peculiarities of Training Expressiveness of Athletes Engaged in Sports Acrobatics at the Stages of Basic and Specialized Training." *Humanities Studies and Researches in Pedagogy and Theory* 2(1): 92–98. doi:10.58962/hstrpt.2021.2.1.92-98
21. Kuo, H. W. and Kuo, C. F. 2022. "Pain Trilogy: A Case Study of the Physical and Mental Reconstruction of Taiwan Professional Acrobats." *Sports and Exercise Research* 24.2: 216–529. doi:10.5297/ser.202212_24(4).0006
22. Kuo, H. W. and Kuo, C. F. 2023. "Levels of Body Refining: Performing Skills of Taiwanese Professional Acrobats." *Sports and Exercise Research* 25.2: 119–130. doi:10.5297/ser.202306_25(2).0001
23. Li, C. and Li, Y. 2020. "Feasibility Analysis of VR Technology." *IEEE Access*. doi:10.1109/ACCESS.2020.3020842
24. Martellotta, E. F., Brumm, A. R., and Langley, M. C. 2022. "Tales of Multifunctionality: A Systematic Quantitative Literature Review of Boomerangs Used as Retouchers in Australian Aboriginal Cultures." *Journal of Archaeological Method and Theory* 29: 453–474. doi:10.1007/s10816-022-09561-x
25. Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., and Mora, C. E. 2015. "Augmented Reality to Promote Collaborative Learning." *Computers in Human Behavior* 51: 752–761. doi:10.1016/j.chb.2014.11.093

DOI:10.7020/JTCT.202512_(33).0001

26. McLeod, S. 2021. “Feasibility Studies for Novel Projects.” *Project Leadership and Society*. doi:10.1016/j.plas.2021.100022
27. Okada, Y., Seo, C., Miyakawa, S., Taniguchi, M., Kanosue, K., Ogata, H., and Ohya, J. 2023. “Virtual Ski Training System that Allows Beginners to Acquire Ski Skills Based on Physical and Visual Feedbacks.” *2023 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*: 1268–1275. doi:10.1109/IROS55552.2023.10342020
28. Orel, D. 2020. “Specific Features of Circus Genre – ‘Power Acrobatics.’” *Paradigm of Knowledge* 2(40): n.p. doi:10.26886/2520-7474.2(40)2020.9
29. Staiano, E., Abraham, A. A., and Calvert, S. L. 2013. “Adolescent Exergame Play for Weight Loss and Psychosocial Improvement: A Controlled Physical Activity Intervention.” *Obesity* 21.3: 598–601. doi:10.1038/oby.2012.143
30. Ulaşlı, M., Türkmen, U., Toktaş, H., and Solak, O. 2014. “The Complementary Role of the Kinect Virtual Reality Game Training in a Patient with Metachromatic Leukodystrophy.” *PM&R* 21.6: 564–567. doi:10.1016/j.pmrj.2013.11.010
31. Williams, T. and Samset, K. 2010. “Issues in Front-End Decision Making on Projects.” *Project Management Journal* 41.2: 38–49. doi:10.1002/pmj.2016

三、學位論文

1. 吳建宗：《臺灣雜技藝術未來發展趨勢之探析－以國立臺灣戲曲學院民俗技藝演出為研究對象》，宜蘭：佛光大學藝術學研究所碩士論文，2012 年。
<https://hdl.handle.net/11296/bxqwq5>
2. 呂紹帥：《雜技水流星基礎把位與研究》，基隆：崇右影藝科技大學文化創意設計研究所碩士論文，2020 年。<https://hdl.handle.net/11296/djha37>
3. 徐鴻展：《消費者使用虛擬實境之感受 - 以實品屋為例》，桃園：長庚大學

工商管理學系碩士論文，2013 年。<https://hdl.handle.net/11296/qg9bx6>

4. 張育華：《戲曲表演功法之研究——以崑京表演藝術為範疇》，桃園：國立中央大學中國文學研究所博士論文，2009 年。<https://hdl.handle.net/11296/398tsy>
5. 張修維：《利用虛擬實境進行拳擊有氧的運動遊戲式教學》，臺中：國立臺中科技大學應用英語系碩士論文，2018 年。<https://hdl.handle.net/11296/6grcgn>
6. 許曉屏：《ADDIE 架構下的華語文化教學設計—以〈孫悟空大戰紅孩兒〉與〈三借芭蕉扇〉兩則故事為例》，高雄：文藻外語大學華語文教學研究所碩士論文，2016 年。<https://hdl.handle.net/11296/6989y8>
7. 郭憲偉：《技藝與展演—雜技演員的身體民族誌》，桃園：國立體育大學體育研究所博士論文，2013 年。<https://hdl.handle.net/11296/qyn69h>。
8. 陳建和：《運用 ADDIE 模式建立雜技教學系統之行動研究－以頂技訓練為例》，基隆：崇右影藝科技大學文化創意設計研究所碩士論文，2020 年。<https://hdl.handle.net/11296/rauuxd>
9. 程育君：《「特技」在台灣之探討－從家班特技到劇校特技》，臺北：中國文化大學藝術研究所碩士論文，2000 年。<https://hdl.handle.net/11296/7zr527>
10. 盧垣旻：《全沉浸式虛擬實境認知訓練於社區長者之可行性與療效》，桃園：長庚大學職能治療學系碩士論文，2022 年。https://primo.lib.cgu.edu.tw/permalink/f/14ubq6p/CGU_ALEPH005502092
11. 蕭億宗：《雜技表演藝術飛技板改良研發之探討》，基隆：崇右影藝科技大學文化創意設計研究所碩士論文，2021 年。<https://hdl.handle.net/11296/ycth23>

四、報刊資料

1. 爽 坤 實 業 股 份 有 限 公 司：〈Oculus Quest 2 VR 頭 戴 式 裝 置 256GB VR256G-01〉，《爽 坤 實 業 股 份 有 限 公 司》，<https://www.tk3c.com/pt.aspx?pid=237942>，2024 年 5 月 17 日。

五、網路資料

1. 國立臺灣戲曲學院：《國立臺灣戲曲學院校史》，<https://rb001.tcpa.edu.tw/p/404-1004-25999.php?Lang=zh-tw>，2024 年 4 月 3 日。
2. Bogost, I., *The Rhetoric of Exergaming*, http://bogost.com/writing/the_rhetoric_of_exergaming/, April 7, 2024.
3. Ubrani, J., *AR/VR Headset Market Forecast to Decline 8.3% in 2023*, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS51574023>, May 18, 2024.
4. Kaltenegger, G., *Boomerang with Variable Flight Properties*, <https://www.freepatentonline.com/DE3819951.html>, April 7, 2024.
5. Harris, W. J., *Mass Produced Straight Boomerang with Consistent Flight Characteristics*, <https://www.freepatentonline.com/4722532.html>, April 7, 2024.