

元宇宙展演新型態：

扣問博物館沉浸式體驗與虛實整合的幽微曲徑

曹筱玥*

摘要

「元宇宙」是一個虛實相互連結的網路世界，人類可以在其中發展社會、經濟與文化活動，伴隨感官沉浸體驗，創造實質的價值。2020 年初世界墮罩在疫情的肆虐下，許多展演活動被迫延期或取消，為了使展演能量不被疫情影響以至於停滯不前，許多新型態的虛擬展演方法被實際運用，元宇宙的概念與 AI 技術更是備受討論。同時隨著科技的快速發展下，藝術的數位化漸漸受到重視，本文旨在探討數位策展之發展趨勢及未來科技在藝術領域的應用，以國際大型展示活動對於疫情時代轉換為線上展覽的應變方式作為實際案例，結合馬里貝爾·伊達爾戈·厄巴內哈 (Maribel Hidalgo Urbaneja) 提出的四種「線上展覽」所包含的要素，帶出虛擬策展的思路與重點，並整合當前數位策展的類型、手法、特色與優缺點，以使用者的角度切入，分析不同形式的虛擬展示介面，再以元宇宙「沈浸感」、「即時互動」和「用戶化身」等要素，探討其在使用者經驗與體驗上的差異。最後以當前備受討論的 NFT 與 AI 的技術，討論其對藝術領域的影響、應用與未來的發展趨勢，科技與人文的跨領域結合已成為將來人們需要思考議題。

關鍵詞：元宇宙策展、虛擬實境、使用者經驗、NFT、AI

* 國立臺北科技大學互動設計系/所專任教授

Metaverse curation : Mapping Virtual and Real Immersive Experience Boundaries in the Museums through the Metaverse:

Hsiao-Yue Tsao*

Abstract

Since early 2020, the world has been coping with severe conditions resulting from the Covid19 pandemic. These unusual conditions resulted in the postponement or cancellation of many art exhibitions, performances, and events. In order to minimize the negative impact of these delays and any consequent stagnation in the arts, many new technologies enabling digital exhibitions and virtual performances were used during this time to improve the situation. The rapid technological advancement of art digitization is attracting an increasing amount of attention. This paper aims to discuss the development of digital curation and the application of new technologies in the arts. Taking these large-scale, internationally-known art exhibitions as examples, their conversion from traditional on-site events to an online/virtual format in response to the pandemic will be discussed. Using analysis of the four key elements of online exhibition, as proposed by Maribel Hidalgo Urbaneja, this paper hopes to bring forth both the ideological background and practical issues of the digital curatorial process and present the various types/modals of digital curation being used currently while examining the different methodologies, unique features, and advantages and disadvantages of each. The analysis takes on the user's perspective, explores different types of virtual display interfaces and compares how their actual user experiences vary from one another. Finally, NFT (Non-fungible token) and AI technologies are also

* Professor of Department of Interaction Design, National Taipei University of Technology

examined on the basis of their application, impact and future development in the art field. The cross-disciplinary integration of technologies and the arts seems to be the way of the future and merits further research and development.

Keywords: Metaverse curation, Virtual reality, User experience, Non-fungible token, AI



一、前言

後疫情時代的來臨，除了加速了生活逐漸走向線上化、遠距化的轉變，部分產業也因應疫情，搬出許多應變方式，直接影響了產業活動數位化的進程與速度。藝文展覽以及活動的形式亦有了不一樣的變革，虛擬實境的策展實踐亦漸漸成為線上策展的主流之一。本文之數位策展界定為廣義之策展，涵括博物館、美術館、影展、大型藝術節慶、音樂節慶等展演活動以及關於展覽活動的衍生技術如擴增實境等，藉著博物館的數位化之議題，慢慢地延伸到現今紛來沓至的數位策展形式。

從 1960 年代開始，博物館界即開發可以透過 CD-ROM 瀏覽的虛擬博物館，而後因網站技術不斷的更新，線上展示的資訊量以及內容越加豐富，這是線上策展的開端，也是線上展示的基礎，在這個階段裏，策展作為主體尚未明顯，展覽內容還是以文字、照片資料以及基本的展示架構為主，並非為線上展覽。到了 2000 年初，智慧型科技開始發展，行動網路的普及，數位文化逐漸讓虛實間界線消解，透過社群媒介改變以往策展的方式及觀展的體驗，讓展示的空間與作品內部的空間有更多面向的意義交織¹。世界各大博物館亦從 2009 年開始運用應用軟體（Application Program，簡稱 App）作為博物館展示的媒介，展示的方式也可伴隨實體展覽一起發生，作為輔具以及提供延伸資料的平台。

數位化技術、資訊通訊科技與網路的發展下，逐漸改變了知識表達、呈現及處理的方式。後疫情時代，防疫的限制雖然限縮了人們的空間移動，卻反而刺激了在虛擬網路世界下活動的可能性，Maribel Hidalgo Urbaneja 提出之線上展覽的四種線上資源類型：（1）實體展覽中的網站與互動功能。（2）博物館的虛擬化或複製。（3）完全線上展出的展覽。（4）博物館展品的多媒體和互動資源²。博物館、美術館亦紛紛發起了展覽線上化的模式，將實體展覽以 3D 掃描的方式建置

¹ 曾靖越，〈從線上到線下：一個虛實整合的觀展想像〉，《現代美術學報》，第 37 期（2019）：6-44。

² Paul Milgram and Fumio Kishino, "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays," *Computer Science IEICE Transactions on Information and Systems E77-D* 12, no. 12 (1994): 1321-1329.

展覽現場，以 720 度環景攝影技術，包含了水平影像和垂直影像（天頂與天底）視野，以球體環景（spherical panorama）呈現虛擬實境的展覽，在館舍封閉的前提下，提供觀者有線上「逛」展覽的體驗及享受。

臺灣亦推廣「數位典藏國家型科技計畫」³《技術彙編》⁴，將虛擬博物館（virtual museum）或數位博物館（Digital museum）定義為：「以數位化的方式，將各種器物、標本及文件等典藏資料，以高解析度掃描、數位化拍攝、三度空間模型虛擬製作等技術加以數位化與儲存，並透過網路完整呈現實體博物館所應具有的展示、收藏、教育和研究等功能。」將數位典藏內容結合 AR（Augmented Reality）與 VR（Virtual Reality）技術，逐漸成為展覽互動體驗的一環，亦觸發了不同的策展想像。

而後元宇宙的發展，提供了豐富多種的內容、道具、素材，基於 AR 與 VR 技術的空間，讓用戶通過頭部穿戴設備進入虛擬世界，從而實現現實和虛擬世界的無縫銜接，此種由靜態轉為動態觀展的行為，對觀眾產生空間和社會體驗的影響⁵，亦將交互層面從平面提升到了立體層面，觀眾能以一個虛擬角色，以第一人稱視角或者第三人稱視角進入展覽館參觀。N A R T M U S E U M

二、紛來沓至的數位策展-以實際案例解析策展模式之轉變

數位藝術表現形式繁多，它可以是沒有實體，僅以電腦資料形態而存在的網路藝術（Net Art），也可以是運用 3D 建模技術架構出來的實體雕塑（Digital Sculpture）⁶。互動科技已成為時下展覽經常運用的展示形式，它能夠提供場景或情境，引導觀眾進入此場景或情境來與作品或他人進行互動，在過程中會建立一

³ 本計畫的目的在於保存，並有妥善運用國家珍貴文物資源，將全國珍貴典藏品進行數位化彙編以及建立資料庫，透過網路向人民共享國家文物資源。參閱自「數位典藏與數位學習國家型科技計畫網站」，<https://teldap.tw/Introduction/introduction.html>。

⁴ 由「數位典藏國家型科技計畫」計畫辦公室所出版，其收集了相關計畫的數位化作業流程技術與規範，主要分為三個部分：數位典藏品的識別與描述、典藏品的數位化製作以及數位典藏技術與系統開發。

⁵ Eryn Parker and Michael Saker, "Art Museums and The Incorporation of Virtual Reality: Examining the Impact of VR on Spatial and Social Norms," *Convergence* 26, no.5-6 (2020): 1159-1173.

⁶ 余瓊宜，〈數位藝術中的新與舊〉，《美術學報》，第 4 期（2011）：219-234。

種機制來帶領觀眾介入作品，也會有適當的回饋讓觀眾在參與之間產生新的詮釋。

展示空間的營造、鋪成及氣氛的製造，能讓觀眾更容易沉浸與專注⁷，而互動藝術（Interactive Art）也因為科技的發展，開始嘗試新的表現方式，此以奧地利電子藝術節（Ars Electronica Festival）、坎城影展（Festival de Cannes）及西南偏南影展（South by Southwest Film Festival）為分析案例。

（一）縈繞在理性科技的感性藝術最高榮譽—奧地利電子藝術節

奧地利電子藝術節⁸每年於多瑙河上游，名為「林茨（Linec）」的都市舉辦，自 1979 年創辦以來，其宗旨為關注全球藝術、科技、社會發展三者之間的交互影響，相當於世界科技藝術的最高盛會。每年主辦方會擇一主題，圍繞著已成熟或仍在醞釀中，對社會具深遠影響的藝術和科技展開，同時更竭力於探索、開展、普及科技藝術。舉辦至今，鑑於其明確的定位與深厚傳統，奧地利電子藝術節、電子藝術大獎、未來博物館、未來實驗室這些主軸均奠定了它對科技藝術的重要地位，儼然是藝術界在國際媒體文化的重鎮。

在疫情的影響下，不僅是人們的社交生活模式有所改變，我們看待藝術的方式也從根本上產生了變化。為此，奧地利電子藝術節於 2020 年以《進入克卜勒的花園》（In Kepler's Gardens）作為主題⁹，透過虛擬的形式舉辦線上展覽，VR 的特點是參與合成環境的錯覺¹⁰，邀集遍佈全球的 120 個據點組成了一座「電子花園」。此展演形式打破了展演空間的限制，透過《進入克卜勒的花園》傳播臺灣在 VR 藝術領域的創作能量，臺北作為電子花園的據點之一，以《臺北萬花筒》（Ars Electronica Garden Taipei: Kaleidoscope of Taipei）¹¹為主軸策劃，匯聚臺灣

⁷ 曹筱玥、林昱君、吳可久，〈從阿德勒的自卑情結論都會女性的剝離與重建—以「我想我是她/我想我不是她」創作為例〉，《美學與視覺藝術學刊》，第 8 期（2016）：19-34。

⁸ 參閱自「Ars Electronica 官方網站」<https://ars.electronica.art/festival/en/about/>。

⁹ 奧地利電子藝術節 2020 年以克卜勒的花園作為策展主軸，參閱自「奧地利電子藝術節大會花園官方網站」<https://ars.electronica.art/newdigitaldeal/en/formosa-grand-tour/>。

¹⁰ Michael A. Gigante, “Virtual Reality: Definitions, History and Applications.” In *Virtual Reality Systems*, ed. Rae A. Earnshaw, Michael Gigante, and Huw Jones (Cambridge, MA: Academic Press, 1993), 3-14.

¹¹ 參閱自「Ars Electronica Garden Taipei: Kaleidoscope of Taipei. Virtual and Physical Media Integration Association of Taiwan (TW)」，<https://ars.electronica.art/keplersgardens/de/kaleidoscope->

VR 創作動能並號召了優秀的臺灣導演及製作團隊共同參與，共推出 12 支不同形式的 VR 作品，包含黃心健所製作的《失身記¹²》、《郭雪湖：望鄉三態¹³》外，另有邱立偉導演的《小猫巴克里 倉庫裡的秘密派對¹⁴》、王世偉導演的《百年蜃樓尋妖記¹⁵》、胡縉祥的《Upload not Complete¹⁶》VR 互動藝術等，作品中的 IP¹⁷ 內容涵蓋臺灣在地的原生文化與視覺特色，如自然、環境、歷史、民俗、政治、文化和旅遊等，強調現代科技在藝術中的應用，以及與臺灣寶貴文化資產之間的互動。經由互動操作這些虛擬展覽物件，可以引導全世界的觀眾情緒沉浸其中，增加學習知識或對跨國文化價值的理解¹⁸。

（二）關注沉浸式技術和電影內容的 XR（Extended reality）單元——坎城影展

作為歐洲三大影展¹⁹之一的坎城影展，對新技術不再採取保守態度，而是積極嘗試探索各種電影技術的前延，在 70 週年時開始嘗試新技術，在影展期間引入播放 VR 短片，在 2016 年時更舉行了「VR Days」展映活動，不乏 VR 公司

of-taipei/。

¹² 由黃心健與電影配樂大師林強於 2019 年合作完成之超現實虛擬實境作品，由導演童年時的記憶出發，描繪台灣戒嚴時期人性的約化成與社會氛圍，將戒嚴統治及現代的數位科技合而為一。參閱自「臺灣虛實展演發展協會官方網站」，<http://vp.at.metatale.com/>。

¹³ 由黃心健與郭雪湖基金會以及 Oready 瑞意創科合作的 VR 作品，以郭雪湖三幅知名的經典畫作《赤崁樓暮色》、《淡江泊舟》與《南街殷賑》，結合 VR 場景，呈現"空間"、"時間"、"體驗"三種互動模式，帶領觀眾穿越時代，漫步在曾經的大稻埕與城隍廟，觀賞觀音山與淡水河景致。參閱自「臺灣虛實展演發展協會官方網站」，<https://vp.at.metatale.com/>。

¹⁴ 臺灣原創動畫電影《小猫巴克里》為 Studio2 動畫團隊製作，並於 2020 年推出 VR 互動動畫《小猫巴克里 倉庫裡的秘密派對》。參閱自「Studio2 官方網站」，<https://www.studio2.com.tw/>。

¹⁵ 以原金國際之原創動畫電影《妖怪森林》為背景，運用動態立體捕捉技術 4DViews 的攝影棚，透過捕捉演員的身體動態，後製編輯完成的 VR 動畫作品。參閱自「動畫 IP 搭上 4DViews 製作風潮 VR 作品《百年蜃樓尋妖記》一展跨界創意」，<https://iplab.insowe.com/en/article/104>。

¹⁶ 胡縉祥、蔡秉樺、張兆慶共同製作，於 2018 年完成，為一款以觸覺作為體驗核心的 VR 互動藝術裝置，透過聲音、風力裝置及觸覺穿戴設備來感知作品，並與社團法人臺灣非視覺美學教育協會合作，讓視障者對於藝術美學能有新的想像。參閱自「黑川互動媒體藝術官方網站」，<https://www.peppercorns.com.tw/portfolio/uploadnotcomplete/>。

¹⁷ 由 Intellectual Property 縮寫延伸而來，指文學、動漫、影視、遊戲等原創內容的智慧財產權，透過取得授權而延伸出各種衍生商品，或可運用在其他領域進行改編或創作。參閱自「數位時代官方網站」，<https://www.bnext.com.tw/search/tag/IP/p/1>。

¹⁸ Kyoung-nam Kim and Kim Taeyong, "Utilization of Material-Focused Paintings in Interactive Art Through the Analysis of Immersive Elements," *Digital Creativity* 23, no.3-4 (2012):278-290.

¹⁹ 歐洲三大影展包含：義大利的威尼斯國際影展、法國的坎城國際影展，以及德國的柏林國際影展。

(如 Oculus Story Studio、Penrose、Baobab…等)參與了電影節的活動,更於 2019 年正式規劃了 XR 單元(Cannes XR),匯集當年度 AR、VR、XR 等新媒體與沉浸式技術應用的作品,以故事技巧、沉浸式和交互式設計以及創新等項目進行評選,並在節慶宮另闢展場作為 VR 展映地,邀集導演、電影工作室高階管理人、XR 藝術家、獨立製片人、科技公司,與電影發行商齊聚一堂,共創 XR 技術應用,激發「說故事」的藝術並推動電影的未來。

而因應疫情的衝擊,Cannes XR 與 VeeR 攜手合作,透過沉浸式虛擬展間 MOR (Museum of Other Realities) 進行頒獎典禮²⁰,以 VR 頭戴式顯示器,匯集來自不同領域的創作者一同連線參與,打破現實世界中時間、空間的限制;以原生 VR 作品《輪迴》上集奪下 2021 年法國坎城影展最佳 VR 敘事大獎(Best VR Story)的新媒體藝術家黃心健,亦表示這種創新的虛擬形式舉辦典禮,正契合了 VR 做為影界新猷的開創性。

(三) 八〇年代末的音樂祭傳奇—西南偏南影展

西南偏南影展是西南偏南藝術節(South by Southwest,簡稱 SXSW)的一環,由音樂節、影展、藝術展、科技博覽會及創意產業商展共組現今的 SXSW。隨著音樂節規模的擴大,知名贊助商如 PEPSI、IBM 紛紛加入, SXSW 的音樂逐步昇華到主流音樂領域,隨之舉辦的活動也不僅限於音樂表演,開始了延伸的講座論壇環節;到了九〇年代中期,藝術節跟上掀起的科技潮,加入了「電影與互動」(Film & Interactive)單元,主辦單位有感新科技發展的契機,後續藝術節更將「電影」、「互動」獨立為各自單元,每年舉辦時開闢各自專屬體驗場館,連續舉辦至今,每屆 SXSW 成為議庭的風向球指標,三大領域「電影」、「音樂」、「多媒體互動」廣為人知。在新冠肺炎疫情的影響下,2020 年取消舉辦,隔年 2021 年首度改為線上舉行 SXSW Online,並延伸出展覽相關的 XR 體驗²¹。

²⁰ 參閱自「CANNES XR」<https://www.marchedufilm.com/programs/cannes-xr/>。

²¹ 參閱自「SXSW 電影節 XR 官方網站」, <https://www.sxsw.com/news/2022/xr-experience-world-unveiled-for-sxsw-2022/>。

SXSW 核心精神包含獨立、多元，以及瘋狂的電影，憑藉獨特特質在影壇佔有一席之地，亦有越來越多電影選擇在 SXSW 作為世界首映，影展選片跳脫既有敘事框架，漸漸的讓影展與獨立、多元、瘋狂名詞掛上連結，也因影展廣大的包容性。作為重視科技、多媒體互動的藝術節，影展單元更沒有忽略跳脫傳統敘事鏡頭的 VR 電影，以臺灣的獲獎作品來說，2019 年在文策院的輔導下，有趙德胤導演執導的《幕後²²》、與法國合製的 VR 動畫《Gloomy Eyes²³》，以及綺影映畫臺法合製 VR 電影《囍宴機器人²⁴》，另有何蔚庭執導的《看著我²⁵》都是獲入圍肯定的佳作。2021 年黃心健《輪迴²⁶》獲選影展「虛擬劇場」(Virtual Cinema Competition) 項目「評審團獎」(Jury Awards)，透過 XR SXSW Online 體驗，可以讓這些作品跨時空觸及到全世界，觀者可以隨時隨地進入虛擬空間、近距離沉浸式觀賞作品，從遊戲跨域當代藝術、電影，也許各個領域彼此的界線不再重要，SXSW 讓大眾看見藝術與科技結合的各種想像。

綜上所述，以往沉浸式技術不是那麼普及，意味著很少人接觸或瞭解沉浸式世界，到目前沉浸式內容還在成長的路上，透過這些影展製造出機會，讓更多人對沉浸式體驗產生興趣，這是一場帶著正向力量的循環，有更多人願意關注這塊領域，才有不斷進步的契機。電影《一級玩家²⁷》、韓國影劇《阿爾罕布拉宮的回憶²⁸》那般：「人們隨時帶上微型設備即可走進另一座虛擬世界與之互動」的元宇

²² 於 2018 年推出的 VR 360 作品，以片中片的手法，呈現電影拍攝時幕前幕後的景象。參閱自「Vive Originals」<https://viveoriginals.com/portfolio/5x1-the-making-of-zh/>。

²³ 於 2019 年推出的沉浸式 VR 動畫，榮獲美國西南偏南電影節最佳敘事獎、法國安錫國際動畫影展 VR 水晶獎，並入圍 2019 年第 76 屆威尼斯影展 VR 競賽單元。參閱自「Vive Originals」<https://viveoriginals.com/portfolio/gloomy-eyes-zh/>。

²⁴ 為一部真人拍攝的沉浸式互動 VR 360 電影，觀眾將進入機器人問世的時空，體驗電影中不同角色的演繹的故事。參閱自「綺影映畫網站」<https://serendipity.com.tw/works/immersive/mechanical-souls-immersive/>。

²⁵ 於 2019 年於高雄電影節首映的一部 VR 360 電影，片長約 14 分鐘，故事是以反 VR、反智慧手機的故事，以主角的視角體會其心境的轉換。參閱自「高雄電影節官網」<https://www.kff.tw/TW/vr/vrFilmDetail/3440/3601>。

²⁶ 《輪迴》描述一個經歷數百年的太空之旅，人們破壞地球後試圖尋找一個能夠移居星球，劇中探討生態、科技、資源分配與戰爭等議題，使觀眾反思。參閱自「台灣虛實展演發展協會官網」<https://vp.at.metatalk.com/category/uncategorized/>。

²⁷ 英文片名為 Ready Player One，為 2018 年上映的美國科幻冒險電影。

²⁸ 英文片名為 Memories of the Alhambra，為 2018 年首播的韓國電視劇。

宙（Metaverse）世界，或許就在不遠的未來。

元宇宙的概念也與 AR、VR 相互呼應，元宇宙最早來自於幻想文學與遊戲中，意旨一個虛實相互連結的網路世界，人類可以在其中發展社會、經濟與文化活動，伴隨感官沉浸體驗，創造實質的價值。透過 AR、VR 技術，讓人們可以化身為「虛擬角色」，跨距離、即時地在同一虛擬空間中互動，在展演藝術的應用中，更是提供了嶄新的交流方式。另一方面，在一場《Metaverse 世界共創—數位時代的設計走向²⁹》的講座中，藝術家黃海恩（Dor Airolg）表示：「幻想實現化，為不擅文字語言的創作者提供一個嶄新與人交流互動的方式。人類如何透過虛擬與信仰建立新的橋樑，探索創作與 Metaverse 之間和諧的結合關係？」虛擬世界與現實世界之間的轉換也成為將來科技發展中人類需要思考的議題。

三、數位策展的核心概念、方法與工具

（一）數位策展之核心概念

近年來數位、線上資源的面向以及應用方式越來越多元，在展覽展示上面有博物館、美術館的線上展覽應用；在數位典藏的面向則有數位典藏資源的分享，如公私立博物館的藏品資料庫、影像授權等服務。大致分類如上述兩種方向，其他細節或衍生類型則不在此文章所討論之範圍。

此處再度引用本文第一段所提到之概念，「Maribel Hidalgo Urbaneja 定義「線上展覽」包括幾種類型的在線資源：（1）實體展覽附帶的網站與互動功能；（2）博物館畫廊的虛擬重建或複製；（3）一個完全線上展出的展覽；（4）以及關於博物館物品的多媒體和互動資源。」³⁰而本段所提及之「數位策展」則呼應到「一個完全線上展出的展覽」，即為線上展示的策展方法，定義為「作為有完整展示概念，並且應用數位網路展示技術，擁有虛擬空間介面功能的觀展經驗。而數位策展的精神，則是融合了策展概念的精神，將展覽主題呈現之外，亦需考量使用

²⁹ 參閱自「ACCUPASS 官網」<https://www.accupass.com/event/2110220435501383566263>。

³⁰ Maribel H. Urbaneja, "Online Exhibitions and Online Publications: Interrogating the Typologies of Online Resources in Art Museums," *International Journal for Digital Art History*, no 4 (2019): 3-28.

者經驗、展覽的平面編排、空間構築等技術」。現代科技能夠在更多層面上實現對空間的感知，如今對於虛擬空間的計算能夠透過精密的計算與高速網絡通信進行，如空間感、存在感、時間感、分享方式和交流方式³¹。

（二）數位策展之方式與工具

數位策展透過完整的線上展覽結構與流程³²，並且擁有虛擬空間的介面性功能，透過網路平台、Matterport 3D 展場、Artland 等方式與技術，來完成「虛擬 - 擬真」的觀展體驗。

1. 搭配實體展場，並且以 Matterport 3D 展場還原

此方式之策展，主要還是以現場展覽為主體，線上的展示仍建立在實體展覽的佈置，包含展示設計、燈光設計、展陳設計以及動線規劃。而數位的 360 度環景掃描技術則作為輔助，成為疫情期間或是遠端看展的另外一個選擇。在此方式當中，透過點到點之間的空間跳換，仍可以在線上的網頁中，有模擬移動的操作。頁面上也有標籤功能（mattertag）。這是可以為特定「物件」與「位置」，提供圖片、文字、影片、超連結等，提供觀者模擬實際看展經驗。

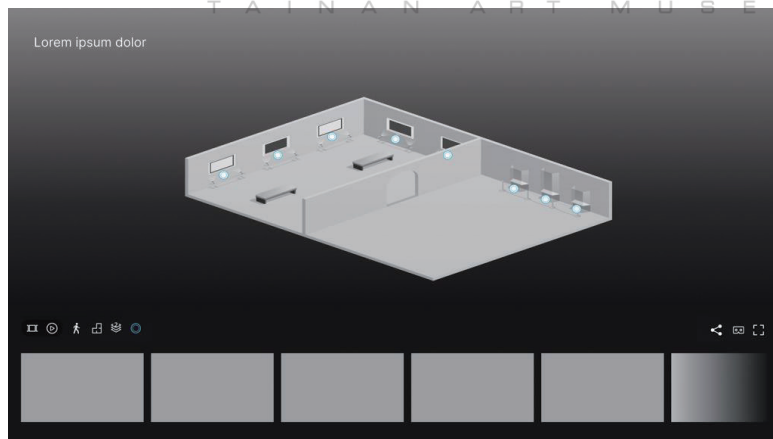


圖 1 搭配實體展場的線上化展覽(本文繪製)

³¹ Mohammed S. Elbamby, Cristina Perfecto, Mehdi Bennis, and Klaus Doppler, "Toward Low-Latency and Ultra-Reliable Virtual Reality," *IEEE Network* 32, no.2 (2018): 78-84.

³² 觀點來自於施登騰：〈線上展覽了嗎？！數位轉譯人施登騰觀點〉，《ARTouch 典藏》，2021 年 8 月 2 日。其認為，完整的線上展覽結構與流程為「主題研究（theme research）→內容規劃（content planning）→展示設計（exhibition design）」的「質→形」全竟之體。

2. 以 3D 結構純虛擬展場

此方式為透過純粹的 3D 結構模擬展場畫面，也就是在真實世界中並沒有實際對應的實體展覽，此形式的展覽為完全模擬的形式搭配虛擬全景的模式。而相關的功能仍如同前者，擁有遊戲室的實境操作、移動功能，亦可直接在畫面上的定點欣賞作品並且觀賞細節。

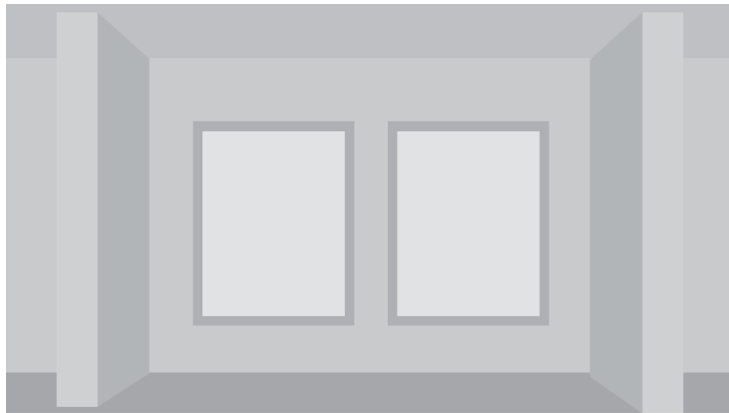


圖 2 3D 結構之純虛擬展場(本文繪製)

3. 數位典藏平台

數位典藏平台透過資料庫的建立、整理，提供大眾使用，並且激發不同的內容運用、各項創新開發以及產製，亦提供教育及研究作為資料庫。國外最著名的案例則為 2011 年由 Google 推出之 Arts & Culture 平台與許多世界知名美術館，例如：英國大英博物館、法國奧賽美術館、紐約現代藝術館等等，國內則有中研院數位文化中心的數位策展平台－開放博物館、故宮微策展（NPM Micro-Curation）等。

而後在 2019 年 4 月，相當具歷史意義的巴黎聖母院（Notre-Dame de Paris）慘遭祝融³³，造成巨大文化損失，除了實體重建計畫受到全世界的關注與支持，也開始讓大眾思考如何以科技的方式重現巴黎聖母院的歷史與藝術價值。法國政府與法國電信商 Orange、天主教巴黎總教區共同攜手合作《永恆聖

³³ 虛擬實境大火燒毀的巴黎聖母院，參閱自「La Vie 官方網站」，
<https://www.wowlavie.com/article/ae2200138>。

母院》計畫³⁴，運用 VR（虛擬實境）技術，以全方位角度觀賞教堂時光脈絡與建築元素，內容重現建築物興建到內部配置整修的過程，完整揭密聖殿的建築細節，重新喚醒聖母院的身影，亦透過沉浸式旅程讓民眾身歷其境體驗象徵巴黎共同歷史之美的標誌，被視為科技復興世界文化遺產的重要里程碑。

此外，數位典藏作品亦可運用互動科技技術將作品數位加值創新，以達「無牆美術館」的理念及資源共享的目的，讓更多民眾得以體驗。如國立臺灣美術館以「科技藝術共生計畫」讓典藏經典水墨畫作品《江山無盡》³⁵打破傳統水墨邊框限制，透過 AI 演算創新技術重新詮釋作品，只要有空間與設備，即能以互動投影方式營造文人山水畫虛無意境，身歷其境地進行山水漫遊，不僅讓觀賞者自靜態轉為具有時間流動性的「動態」觀賞體驗，更能讓傳統媒材作品以新媒體互動方式與大眾互動。

而新媒體藝術家黃心健與黑川互動以 AI 打造沉浸式互動藝術作品《AI 印象派：動靜山水》³⁶，運用 AI 即時運算技術轉化當代水墨，並結合 Kinect 偵測人的肢體動態，在場域中進行單人或多人沈浸互動，不僅讓水墨畫以新風格呈現，亦讓民眾走進作品創造出具有自己特色的藝術作品。此作品結合歷史與新媒體的對談，加上傳統與數位的交融，期待藉由作品碰撞出傳統藝術與現代技術火花，亦幫助傳統文化傳承與保存，讓大眾感受藝術作品時代性轉變，帶來新的體驗和啟發。

³⁴ 《永恆聖母院》計畫虛擬實境體驗，參閱自「Paroles d'Elus 官方 youtube 網站」，<https://www.youtube.com/watch?v=NvWB8PIB2kc>。

³⁵ 《江山無盡》多媒體互動展，參閱自「國美館官方網站」，<https://www.ntmofa.gov.tw/default.aspx>。

³⁶ 《AI 印象派：動靜山水》，參閱自「黑川互動媒體藝術官方網站」，<https://aiimpressionism.peppercorns.com.tw/>



圖 3 《AI 印象派：動靜山水》互動體驗畫面

圖片來源：黑川互動(<https://aiimpressionism.peppercorns.com.tw/>)

數位策展作為未來展覽模式、活動創新的發展開端，與以往傳統展覽形式有許多不同樣態的區別，李丞桓也提及元宇宙影響的革命對象分成三種：人、空間、時間³⁷；元宇宙展演改變了人的觀展互動體驗與感知方式，發明家馬克·佩斯（Mark Pesce）曾說：「這個世界就是畫面，未來畫面會跟我們眼睛所看到的一切完美整合在一起。」以及打破了時間、空間上的限制，讓展覽活動不再侷限於一地或一時，提高展覽能見度；並且數位策展也減少了實體展覽的行政、協調的過程，並且透過 3D 掃描並數位化建檔加速了虛擬實境產業的運用。

四、觀者的體驗-數位策展的 UI/UX

（一）數位策展的使用者經驗及使用者介面

互動科技的介入，讓觀賞的形式開始改變，觀眾的參觀行為也跟著產生變化。Edmonds, Muller, & Connell 認為觀眾參與有三個重要因素：（1）吸引（attraction），指最先讓觀眾注意到的事物，在互動藝術上這就是一個重要的因素讓互動的體驗有機會發生；（2）支持（sustainers），在觀眾接觸作品時，讓其一直參與其中的動

³⁷ 李丞桓，《元宇宙：全面即懂 metaverse 的第一本書》（臺北：三采文化，2022），34-58、163-175、256-260。

力與因素，「支持」的持續力成為博物館的熱點，如何讓觀眾開始參與保持興趣及注意就非常重要；（3）認同（relaters），保持認同關係可讓觀眾有二訪此作品的機會，是使用者維持再次參觀的熱衷程度的因素³⁸。

參觀者的觀展感受在規劃策展中是必須考量的因素，許多文獻提到觀眾在博物館接觸或與展品互動的行為與環境氛圍、導引指標、資訊呈現等因素都有相關聯³⁹，曹筱玥也於 2010 提出相關的概念，研究指出美術館在展示中加入觀眾的個人經驗與社會知識，提供觀者主導、富創造力與批判性之地位，能使美術館成為展現觀眾文化的代言物⁴⁰。

使用者經驗（UX）及使用者介面（UI）原本運用於電腦設計領域中，作為產品開發前所考量的方法，特別是在「功能」（functionality）與「使用性」（usability）之間的關係。而目前關於使用者經驗的討論，已不再侷限於過去以功能為主的使用性概念，漸漸走向「情感」層次的探討，如愉悅性、美學等建構出來的使用者經驗。

（二）使用者介面及使用者經驗分析：以 ARTOGO 帶你看展及中研院數位文化中心數位策展平台為例

1. ARTOGO 帶你看展平台介紹

ARTOGO 集合了臺灣各地的實體展覽。除了館舍空間以外，亦提供部分藝廊、替代空間等。除了部分沒有實境拍攝的展覽，以作品的圖文、影音帶到線上，大部分展覽為加強觀展的體驗，提供了 VR 實境拍攝、虛擬展間等方式，讓大

³⁸ Ernest A. Edmonds, Lizzie Muller, and Matthew Connell. "On Creative Engagement." *Visual Communication* 5, no. 3 (2006): 307-322.

³⁹ Angeliki Antoniou and George Lepouras, "Modeling Visitors' Profiles: A Study to Investigate Adaptation Aspects for Museum Learning Technologies," *Journal on Computing and Cultural Heritage* 3, no. 2, Article 7 (2010): 1-19; Maureen A. Callanan et al. "Exploration, Explanation, and Parent-Child Interaction in Museums." *Monographs of the Society for Research in Child Development* 85, no.1 (2020): 7-137; John H. Falk and Lyn D. Dierking. *The Museum Experience*. 1st ed. New York: Routledge, 2016.

⁴⁰ 曹筱玥，〈探討 21 世紀展示設計的互動價值-以精神分析結構學詮釋美術館參觀行為之個案研究〉，《現代美術學報》，第 20 期（2010）：113-142。

眾能在線上身歷其境，做到線上與線下的互補。

2. 使用者介面與使用者經驗分析

「ARTOGO 帶你看展」網頁為階層型結構⁴¹，一進入的首頁為第一層級的結構，除了跑馬燈式的橫幅以外，亦整理出「精選展覽」、「熱門展覽」、「最新上線」以及「熱門作品」共四個子層級。以推薦式的頁面設計，提供民眾瀏覽選擇。第二層級則有「探索」、「主題策展」、「所有展覽」、「我要辦展」兩個項目。另在各別展間介紹頁面亦可分為「線上展間作品導覽」、「展覽介紹」、「相關連結」、「作品導覽」、「策展資訊」、「為你推薦的展覽」等細分類。

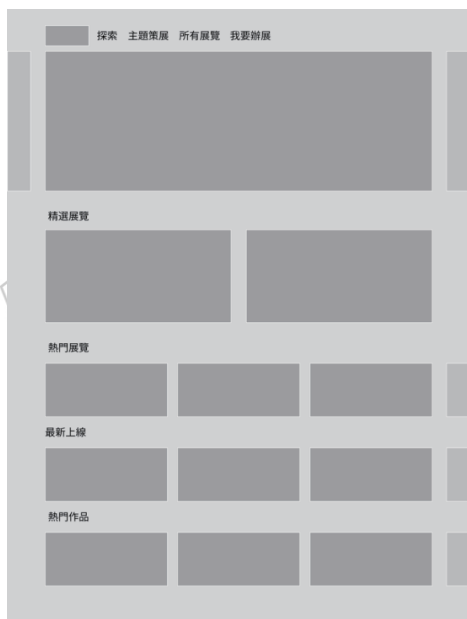


圖 4 ARTOGO 帶你看展，展覽首頁 介面架構(本文繪製)



圖 5 ARTOGO 帶你看展，各展間介面架構(本文繪製)

比較「虛擬展間」與「階層式」的資訊瀏覽網頁兩種形式之分別在於，前者透過了 3D 建模功能並且透過 Matterport 3D 展場還原技術以及軟體，來還原實際的展示空間。而後者仍停留在數位資訊的蒐集，以資料庫的方式，直接在網頁中提供展覽的照片以及影片，以單張/項的顯示畫面來一一展示給觀者。兩種形式

⁴¹ 「ARTOGO 帶你看展」網頁為階層型結構，參閱自「ARTOGO 官方網站」，<https://artogo.tw/>。

之呈現，如案例《非群聚藝術感染》來說⁴²，此展為搭配實體展覽之線上資料呈現，並沒有 3D 建模的呈現，僅以資料蒐集之方式提供觀者以文件閱覽方式來彌補實體展覽無法參與的部分，不過此處的線上展覽仍缺乏「展示空間感」、「儀式感」，僅跳脫時間、空間，躍然於網站上，但實則缺乏真正的觀展經驗。而《海外存珍-順天美術館藏品歸鄉展》⁴³則可以讓觀看者體驗到如同實地逛展的環境，包含展場規劃與動線設計，營造展場氛圍，除了觀賞作品外，更能使觀者融入整個展覽。

五、數位策展人具備的策展意識及儀式感

本文討論之數位策展的策展意識，就得回歸於策展之概念，其發生源自於各種策展方法，而策展的方法又會回溯到最直覺的觀展經驗。策劃展覽時須不斷地回歸到觀展的經驗，這樣的做法可以直接直視策展時的盲點。以下討論的主要為數位策展的意識，其概念與策畫實體展覽亦有許多重疊的要素，以下筆者整理如下。

（一）主要概念：回歸於對於議題的反思以及提問

一檔展覽其最重要的核心概念，仍須要回歸於展覽本身的議題性、展覽所拋出的提問等。這些概念除了源自於策展人對於生活、社會或是哲思議題上的思考，這些策展的方式可以透過文化田野調查、訪談、文本研究，等方式來發生。Yanow and Tsoukas 提到在行動中進行反思，是有助於擴展反思性的練習⁴⁴。釐清展覽要帶來的目的以及意義，並且訂立展覽的價值定位，才能在此基礎上深化後續互動體驗、數位展陳的內涵以及知識基礎。

（二）展覽內容的「吸引力」

⁴² 案例《非群聚藝術感染》，參閱自「ARTOGO 官方網站」，<https://artogo.co/zh-TW/exhibition/hemlingby1>。

⁴³ 案例《海外存珍-順天美術館藏品歸鄉展》，參閱自「ARTOGO 官方網站」，<https://artogo.co/zh-TW/exhibition/treasurespreservedoverseas>。

⁴⁴ Dvora Yanow and Haridimos Tsoukas, "What Is Reflection-in-action? A Phenomenological Account," *Journal of Management Studies* 46, no.8 (2009): 1339-1364.

近年來發展出來的數位策展，更加重對於「群眾」的影響力，展覽企劃的不同視角，需要找到此議題差異化的觀點，並且連結跨領域以及激發創意，甚至運用數位科技強化互動體驗的趨勢和機會，相關研究也指出多數受測者對於展場中的互動展件，除了停留時間較長，在接受程度上亦表示新奇與期待⁴⁵。

（三）數位策展之益處

展覽的形式隨著各種要素的進展而有不同的延伸，例如數位技術的應用、參展者的展覽經驗以及疫情所造成的活動線上化等，這些因素都使得展覽的呈現更需要找尋到符合時代需求的溝通語言，在這樣的思考底下，科技此一介質，是最有機會打造體驗的不同可能性，並且為轉譯展覽內容最有利的工具。數位人才多選擇往虛擬平台發展的年代，選擇專注於結合美學與科技的體驗設計，領域橫跨軟體與硬體、商業與藝術，並持續參與國內外具指標性之重要活動。

（四）數位策展之儀式性

實體策展因展示設計的限制，相較於科技的介質與運用，相對來說較缺乏了感官刺激以及體驗感。數位策展可運用 VR 虛擬實境技術、AR 以及互動設計，與觀者進入元宇宙世界，產生更多的實驗性與互動性，藉由多元的新媒體來展示、傳遞訊息，讓觀看及有意願參與互動的觀看者，能感到驚喜及有趣。

在這個要素裡頭，儀式性也成為了有趣的議題，在過往實體展覽的黑盒子、白盒子當中，展覽空間直接讓觀者進入了「藝術」的場域，然而這樣的場域所造成的感知，彷彿代表了美術館、展示空間本身就藉由民眾「介入/進入」的過程而產生儀式性。進入了美術館，就必須有其他衍生的社會限制，如觀展禮儀、思考上的轉換等。

然而，當策展進入了數位時代，展式空間則不再限縮於實體的黑/白盒子空間，而是有更多如 VR 一般延展於眼前的無限空間、感知也跟著放大，這些都是透過數位介質，如沉浸式機具、軟硬體、介面設計才能營造的儀式感。

⁴⁵ 曹筱玥，〈探討 21 世紀展示設計〉，113-142。

六、藝術的跨界演繹

（一）發展 NFT 新型態藝術商品

線上展演成為後疫情時代的顯學，台灣藝文產業也正開展、探索新型態的互動模式。面對新的局面和挑戰，思考創造出一種新型態的跨界商品的可能性，轉化成新的商業渠道，讓表演藝術者能有新的變現方式，並繼續支持藝術創作及台灣藝術人才的培育和傳承。

NFT (Non-fungible token) 為非同質化代幣，指的是一種具有唯一性的數位資產，這些資產的所有權是建立在區塊鏈上流轉的，每一項 NFT 都具有獨特性，並且會將每次的交易會自動寫入區塊鏈，不得隨意修改，具有防偽以及交易透明公開的特質，也使交易更快速便捷，因此備受藝術家的喜愛，也活躍了藝術收藏領域的發展。Louis Vuitton 200⁴⁶為經典品牌 Louis Vuitton 在 200 歲冥誕的品牌活動，當經典品牌大師遇上前衛科技，Beeple 的 NFT 拍賣平台 WeNew 為此發行的 NFT 紀念作品《LOUIS: The Game》引起各界矚目，玩家將能扮演 LV 著名的吉祥物 Vivienne 體驗五大關卡，並且有機會在遊戲過程中獲得 NFT。

NFT 旋風正席捲全球，近期亞洲也誕生了全新的 NFT 策展管理平台「EchoX⁴⁷」，成為台灣本土藝術和創作者實踐藝術 NFT 化的機會，EchoX 2021 年時宣布與 VR 藝術家黃心健、國際名廚江振誠及當代表演藝術工作者張逸軍三方打造跨界作品，以延續 2021 奧地利林茲電子藝術節食壤概念，推出以可以吃的 NFT 為題的行為藝術 NFT 作品《We Are What We Eat》，這是一場以「風土民情」為主題的行為藝術活動，結合餐廳美食、舞蹈表演藝術工作者、科技藝術產業，共同發想創作，融入料理、舞蹈、行為藝術、影像與 VR 體驗，讓觀者以味覺、視覺與觸覺，重新反思並重新體驗，疫情下人與土地的種種關係，促使藝

⁴⁶ 參閱自「Louis Vuitton 200 官方網站」https://tw.louisvuitton.com/zht-tw/stories/louis-200?gclid=Cj0KCQiA7oyNBhDiARIsADtGRZYSQrR-vGG-0r5hZ8iW7MODwh2bi1wUBKgzccr9_XT7OrUuyBXYzhaoApBPEALw_wcB。

⁴⁷ 參閱自「EchoX 官方網站」<https://www.echox.app/>。

文產業打破疫情的藩籬，跨美食、舞蹈表演、電子藝術呈現，以科技連結、創造新的可能。

人工觸覺可以向使用者呈現訊息，增強或替代其他感官，並增加虛擬互動的沉浸感和真實感⁴⁸，不只是用眼睛、耳朵，也能透過全身五感感受作品傳達的哲理。在《We Are What We Eat》的體驗中，觀者將手持設有感測器的盤子，前往虛擬的莊園進行旅遊，當蘋果從樹上掉下來時，可以使用盤子承接，或進行其他互動，這樣的動作讓人聯想起盛裝料理的狀態，也勾勒出享用食物的記憶與感受。透過 VR 技術，體驗者能以「第一人稱」的主視角體驗藝術，跳脫過去觀看藝術品的旁觀者視角。

回顧數位藝術興起以來，十多年間藝術家大多在網路上無償展示作品，NFT 的出現，讓藝術家能在商業或金錢上獲得實質報酬，NFT 結合數位藝術更為後疫情時代開拓新商業渠道。另外，隨著人們越來越重視體驗經濟，不再將擁有實體商品視為最重要的事情，而更關注心靈能否獲得滋養。可以說 NFT 同時讓藝術家得到應得的報酬，而商品也不再受限於實體的拘束，是新時代新科技的具體實現。NFT 商品除了能保障購買者的永久使用權，也能保障創作者。NFT 商品擁有者往後每一次交易，都需要支付一定費用給商品原作者，如此，每次產品轉讓將不只是流於形式的記名產權宣告，更能讓原作者實質得到收益，進而支持原作者創作。

（二）XR 藝術與 Metaverse 元宇宙的連結

現在的世界趨勢，正處在一個數位媒介轉型的浪濤上，以第五代行動通訊技術（5G）的普及作為轉型的基石，內容產製也將發生顛覆性變化。而 XR 技術間的關係（虛擬實境、擴增實境和混合實境），以 Milgram 和 Kishino 提出虛擬連續系統（Reality-Virtuality Continuum）觀點說明，如圖 6，是將真實與虛擬環境視

⁴⁸ Heather Culbertson, Samuel B. Schorr, and Allison M. Okamura, “Haptics: The Present and Future of Artificial Touch Sensation,” *Annual Review of Control Robotics and Autonomous Systems* 1, no.1 (2018):12.1-12.25.

為一個連續系統，分別位於集合左右兩端，而位於兩者中間之混合環境，可讓使用者在真實環境中與虛擬物件產生互動⁴⁹。

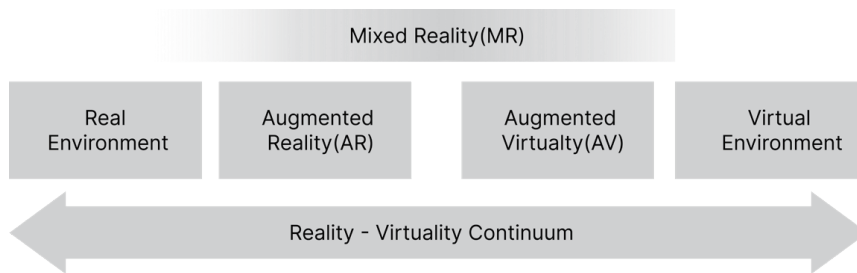


圖 6 Virtuality Continuum (Milgram and Kishino (1994)；本文重繪)

近期許多人熱烈討論著「Metaverse」被認為是互聯網與 XR 技術應用的未來的趨勢，Facebook 公司更改名以表明對 Metaverse 投入的決心，Metaverse 的 meta 字根帶著轉換、超越現狀的含義，它暗示著一個存在於網路中的虛擬世界將假性超然於現實世界，而在 Metaverse 世界中，雖然具體內容尚未有明確的定義，但可以肯定「XR 科技」絕對能在其中扮演重要的角色。

「Metaverse」一詞來自於美國科幻小說家尼爾·史蒂文森(Neal Stephenson) 1992 年出版的作品《潰雪》(Snow Crash)。在這個網路虛擬現實中，人們會以自己設計的替身(Avatar)形象出現，從事各類活動。這些過去創作者創造的詞彙被未來的我們加以借用、改造、轉譯成描述未來的字詞，創作者的靈感則來自他們各自的夢，就如同我們每一個人，科學告訴我們人會透過夢境整理雜訊、模擬情境以應對清醒之後可能發生的事，於是我們每個都曾有過「既視感／似曾相似」的感受。人類自古在各種文化，都有解夢的傳統，因為其難以重現特性，而藝術家用各種媒介，如文字、音樂、影像來描述重現夢境，試圖讓夢境可以被聽眾、觀眾或讀者一同參與，從這樣的概念延伸，人類終於在此刻開始掌握了 XR 這項工具，進而讓彼此的夢以最接近夢的形式重現。

而隨著疫情衝擊，許多藝文空間都暫時關閉，不少展覽改以線上、虛擬形式呈現，而 VR 技術能讓抽象概念轉為具體，讓人身歷其境，彷彿「身在故事中」。

⁴⁹ Milgram and Kishino, "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays," 1321-1329.

使用者戴上 VR 頭盔能開啟 Metaverse 世界的大門，卸下則回歸三次元現實世界，透過各種實體沉浸式體驗串連虛擬與現實，也許演變到最後會逐步改變成為全面聯通，無所不在的沈浸感包圍著人們。

七、結論

新冠疫情促使了虛實整合的快速發展，各式創新的科技應用在數位策展上，也開始被藝術家們運用，結合在作品中，創造出更多虛實展演的可能性。近期以 NFT 結合在藝術領域的議題備受討論，運用區塊鏈的特性，使藝術蒐藏、交易與展示運用更加容易；Metaverse 的概念也被期待成為科技藝術未來的發展，如何在 Metaverse 中運作出新商業模式成為重要的課題；線上虛擬展覽可以跨越距離的限制，也可以透過 VR、AR 以及 3D 建模技術的運用，在線上營造出實體展覽的空間，運用網頁的資訊呈現與推薦，讓觀眾獲得更精良的資訊。在數位策展者的思維中，需要思考整體展覽對於議題的反思提問、展覽內容的吸引力、科技的運用，以及觀眾的儀式感，優化線上展覽的使用者體驗，了解觀眾所需。

數位化的重要不在於改變全世界，而是徹底改變我們看待世界的方法，在無人駕駛、飛行出租車等高階科技技術出現後，有些人引頸期盼其普及化，也有人對此產生疑慮，在各派討論日趨熱烈的同時，也引導眾人重新思考了數位世界的基礎面，再次定義我們希冀的數位世界是何面貌。科技進步是必然的，我們應思考能用它做什麼，以 VR 比喻，它是用來嘗試許多未盡想法的媒介，如何看待這些媒介、如何為它所產生的影響做好準備、如何思考它對於經濟、社會、文化框架產生的作用力，才是它能所觸及的範圍中所帶來的意義。當代藝術佐以數位科技形成的加乘效果在此思潮下正激烈地引人思辨，而新媒體藝術創作正需要透過不斷地跨領域嘗試、突破侷限，也是數位策展的持續變革意義。

八、參考文獻

中文

- 余瓊宜。〈數位藝術中的新與舊〉。《美術學報》。第 4 期（2011）：219-234。
- 曹筱玥。〈探討 21 世紀展示設計的互動價值-以精神分析結構學詮釋美術館參觀行為之個案研究〉。《現代美術學報》。第 20 期（2010）：113-142。
- 曹筱玥、林昱君、吳可久。〈從阿德勒的自卑情結論都會女性的剝離與重建—以「我想我是她/我想我不是她」創作為例〉。《美學與視覺藝術學刊》。第 8 期（2016）：19-34。
- 曾靖越。〈從線上到線下：一個虛實整合的觀展想像〉。《現代美術學報》。第 37 期（2019）：6-44。
- 李丞桓。《元宇宙：全面即懂 metaverse 的第一本書》。臺北：三采文化，2022。

網路資料

- 施登騰。〈線上展覽了嗎?! 數位轉譯人施登騰觀點〉, 典藏 ARTouch, 2021 年 8 月 2 日。 <https://artouch.com/art-views/content-45584.html>
- 馬曼容。〈影展編年 | 科技宅+怪片粉+音樂祭? 融合多元媒介的 SXSW〉, BIOS monthly, 2018 年 3 月 13 日。 <https://www.biosmonthly.com/article/9522>
- 曾鈺涓。〈線上展覽了嗎?! 策展人、數位藝術家曾鈺涓觀點〉, 典藏 ARTouch, 2021 年 8 月 5 日。 <https://artouch.com/views/content-46024.html>
- 藍敏菁。〈【亞太博物館連線專欄】博物館與數位科技：數位科技重新定義觀眾使用博物館的樣貌 Museum + Digital=? Digital Technology Redefine Outlook of Museum Visit〉, 中華民國博物館學會, 2018 年 4 月 27 日。
http://www.cam.org.tw/museum__digital__-1_digital_technology_redefine_outlook_of_museum_visit/
- 文化部。〈當 AI 遇見傳統水墨! 焦筆水墨巨作張光賓〈江山無盡〉多媒體互動展〉, 文化部, 2022 年 8 月 23 日。
https://www.moc.gov.tw/information_250_147562.html
- Antunes, Jose. “Eternal Notre-Dame: visit the cathedral in VR” ProVideo Coalition, Jan 22, 2022. <https://www.provideocoalition.com/eternal-notre-dame-visit-the-cathedral-in-vr/>
- 陳品融。〈巴黎聖母院台灣「看」得到! HTC 如何用 VR 復刻法國古蹟?〉, 遠見雜誌, 2023 年 8 月 25 日。 <https://www.gvm.com.tw/article/105689>

英文

- Antoniou, Angeliki and George Lepouras. “Modeling Visitors' Profiles: A Study to Investigate Adaptation Aspects for Museum Learning Technologies.” *Journal on Computing and Cultural Heritage* 3, no. 2, Article 7 (2010): 1–19.
<https://doi.org/10.1145/1841317.1841322>

- Callanan, Maureen A., Cristine H. Legare, David M. Sobel, Garrett J. Jaeger, Susan Letourneau, Sam R. McHugh, Aiyana Willard, Aurora Brinkman, Zoe Finiasz, Erika Rubio, Adrienne Barnett, Robin Gose, Jennifer L. Martin, Robin Meisner, and Janella Watson. "Exploration, Explanation, and Parent-Child Interaction in Museums." *Monographs of the Society for Research in Child Development* 85, no.1 (2020): 7-137. <https://doi.org/10.1111/mono.12412>
- Culbertson, Heather, Samuel B. Schorr, and Allison M. Okamura. "Haptics: The Present and Future of Artificial Touch Sensation." *Annual Review of Control Robotics and Autonomous Systems* 1, no.1 (2018):12.1-12.25. <https://doi.org/10.1146/annurev-control-060117-105043>
- Edmonds, Ernest A., Lizzie Muller, and Matthew Connell. "On Creative Engagement." *Visual Communication* 5, no. 3 (2006): 307-322.
- Elbamby, Mohammed S., Cristina Perfecto, Mehdi Bennis, and Klaus Doppler. "Toward Low-Latency and Ultra-Reliable Virtual Reality." *IEEE Network* 32, no.2 (2018): 78-84. <https://doi.org/10.1109/MNET.2018.1700268>
- Falk, John H. and Lyn D. Dierking. *The Museum Experience*. 1st ed. New York: Routledge, 2016.
- Gigante, Michael A. "Virtual Reality: Definitions, History and Applications." In *Virtual Reality Systems*, edited by Rae A. Earnshaw, Michael Gigante, and Huw Jones, 3-14. Cambridge, MA: Academic Press, 1993. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-227748-1.50009-3>.
- Kim, Kyoung-nam and Kim Taeyong. "Utilization of Material-Focused Paintings in Interactive Art Through the Analysis of Immersive Elements." *Digital Creativity* 23, no.3-4 (2012):278-290.
- Milgram, Paul, and Fumio Kishino. "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays." *Computer Science IEICE Transactions on Information and Systems E77-D*, no. 12 (1994): 1321-1329.
- Parker, Eryn and Michael Saker. "Art Museums and The Incorporation of Virtual Reality: Examining the Impact of VR on Spatial and Social Norms." *Convergence* 26, no.5-6 (2020) :1159-1173. <https://doi.org/10.1177/1354856519897251>
- Urbaneja, Maribel H. "Online Exhibitions and Online Publications: Interrogating the Typologies of Online Resources in Art Museums." *International Journal for Digital Art History*, no 4 (2019): 3-28. <https://doi.org/10.11588/dah.2019.4.52672>
- Yanow, Dvora and Haridimos Tsoukas. "What Is Reflection-in-action? A Phenomenological Account." *Journal of Management Studies* 46, no,8 (2009): 1339-1364.