

# 內容產製與當代影視產業： LED 幕虛擬製作室之研究

黃文龍\*

佛光大學傳播學系副教授

周成虎

世新大學行政管理學系兼任副教授

## 摘要

自 2019 年《曼達洛人》（*The Mandalorian*）影集採用 LED 幕取代藍、綠幕的製作方式，已為影視產業帶來新的變革。因此，本研究試圖探討 LED 幕虛擬製作室對當代影視產業、影視內容產製與視覺美學之影響。研究方法採用文獻分析法與深度訪談法，研究結果首先得出採用 LED 幕虛擬製作室時，後期製作必須在前期階段就展開，且要在拍攝前完成虛實景物預覽等工作，此「後期前製化」改變了產製流程。其次，LED 幕虛擬製作室目前以製作廣告、MV 類型為多，建議未來可以開發電影或影集來擴展製作內容與國際競爭力。最後在視覺美學方面，多種數位科技的深度混合可讓演員進入虛擬空間演出時，感知到周遭環境的真實性，進而創造擬真性的虛實影像，以引發觀者沈浸在感知真實性之美學體驗。

**關鍵字：**LED 幕虛擬製作室、視覺美學、當代影視產業、影視內容產製

---

\* 通訊作者，E-mail: wlhuang@mail.fgu.edu.tw

投稿日期：2022 年 10 月 08 日；接受日期：2023 年 02 月 22 日

## 壹、緒論

自從 2006 年瑞德數位電影攝影機公司（Red Digital Cinema Camera Company）在美國發表第一臺數位攝影機紅一（red one）<sup>1</sup> 展現出豐富的動態範圍、色階與顏色，引起了其它知名攝影機製造廠商：如德國阿諾萊德電影技術公司（Arnold & Richter Cine Technik，公司名稱為「ARRI」，中文為阿萊集團）、美國全景電影公司（Panavision）、源於日本的索尼（Sony）與 Panasonic 控股株式會社（Panasonic Holdings Corporation，華人世界一般通稱為松下電器）等廠商陸續投入數位攝影機的開發。

經過大家的努力，如今的數位電影攝影機，例如瑞德 red scarlet-x 與阿萊 alexa 等在搭配電影鏡頭下所記錄的 raw 或 log 格式的影像，已具備與底片相近的紀錄功能，並可運用伽瑪（gamma）曲線盡可能將所有的色階記錄下來，且此格式可以再經由後期製作調整感光度（ISO）、白平衡（white balance）、色彩平衡（color balance）與伽瑪值來達到創作者心目中的視覺藝術感（玄光社，2013／周明憲譯，2013）。

再者隨著攝影機運動追蹤技術、動作捕捉技術、虛擬攝影機系統與電腦圖像技術的發展，提升了 3D 電腦軟體在虛擬景物與實景的合成技術，此技術已漸漸能製作出更震撼與逼真的影像，來達到擬真性的視覺美學。因此，一些大型電影公司紛紛透過這些技術進行影像創意的展現。例如，從早期的《鐵達尼號》（*Titanic*）電影運用電腦視覺特效去創造逼真的沉船事件，到《阿凡達》（*Avatar*）電影採用動作捕捉技術去記錄演員的演出神態與肢體動作，再將其轉換為 3D 虛擬角色的神態和肢體動作，讓動畫生成的 3D 虛擬人物就如同真人一樣的逼真演出。由此看出：科技不停研發除了帶動電影追求視覺特效外，更讓電影影像帶給觀者真實性與存在感（楊錫彬，2020）。

近年來隨著發光二極體（light-emitting-diode，簡稱 LED）科技的發展，LED 幕可以呈現的影像品質越來越高，讓長期只以藍、綠幕為背景的虛擬製作有了新的選擇。因此，採取 LED 幕來替代藍、綠幕的虛擬製作成為影視產製的新方式，而此方式能使真實演員和虛擬場景完美融合（Shan & Chung, 2022），並可讓電影製作團隊，例如導演、攝影指導、製片人與演員在拍攝現場觀看他們在實體與虛擬場景中所展開的拍攝，以及最終呈現結

1 紅一攝影機不用底片，因此可省略繁複的沖片程序，避免時間落差、保存年限與品質不穩定等，且機身輕巧，可拍攝 2K、3K、4K 的高畫質影像。（維基百科，n.d.-d）

果，大幅度的改善傳統藍、綠幕虛擬製作的影片必須經由後期製作才能看到最終結果的擔憂，大大減少拍攝的不確定感 (Priadko & Sirenko, 2021)。

若以實踐而言，首先採用 LED 幕虛擬製作技術是 2019 年由迪士尼出品的《曼達洛人》(*The Mandalorian*) 電視影集。<sup>2</sup> 此影片擁有大量虛擬的科幻場景，以及身穿金屬服裝造型的演員，透過 LED 幕播放的虛擬場景的光源照射到金屬服裝上的效果，讓現場攝影機補捉到如同在真實環境下拍攝的真實感，並且可將錄製的影片作為最終成果，在此影片推出後取得商業上的巨大成功，讓當今的影視產業都為之興奮。因此，通過這種新的製作技術，可以將實體與虛擬景物合而為一，並且立即呈現在實體攝影機的景框內，從此改變攝影機與真實空間、景物的關係，再次說明科技對視覺美學的影響 (李想等人，2022；Kadner, 2021, April 6)。另外，根據 iDISPLAY (2022) 官方指出使用 LED 幕虛擬製作室具有以下優勢：節省時間和成本、加快拍攝過程、增強可見性、打破時間和地域限制等等。於是，採用 LED 幕虛擬製作室的方式，若能在節省製作成本下，又能達到震撼的影像效果與視覺逼真性，或許可為臺灣影視產業帶來新的契機。

綜合以上論述，LED 幕虛擬製作室不僅為當今影視產業帶來新的機會，也改變了影視產製與視覺美學。有鑒於此，本文特別探討 LED 幕虛擬製作室所帶來新的產製方式，以及國內影視產業在此方面發展之情形與對電影的美學形式有哪些影響？

## 貳、文獻探討

### 一、虛擬製作之發展

在影視製作中，場景設計一直是鏡頭組成的重要元素，然而選擇外景拍攝時卻常常受限於現實環境的天氣、交通距離與時間等因素而影響製作進度與品質。因此，為了突破這種種的限制，影視產業開發了色度鍵 (chroma keying) 技術讓人物在藍、綠幕前進行拍攝 (此為前景)，以與事先製作好的實景場景或是虛擬場景 (此為背景) 進行後期製作合成。色度鍵技術是一種

2 《曼達洛人》(電視劇) 是一部美國網路電視劇，取材自盧卡斯《星際大戰》。故事發生時間在電影《星際大戰六部曲：絕地大反攻》中的銀河帝國滅亡五年之後，名為丁·賈林 (Din Djarin) 曼達洛人是一名銀河系的賞金獵人，他在一次任務中巧遇古古 (Grogu)，兩人在執行任務中漸漸產生父子情的故事。(維基百科，n.d.-c)

將前景與背景組合的技術，此技術可將前景中的綠色或藍色去除並與背景組合成具有獨特效果的畫面，運用此技術讓原本不可能到達的場景，例如外太空的星球或寬闊的太空背景，以及虛構場景變的可能性，增加了電影場景無限的可能性（Raditya et al., 2021）。

根據 Zhi (2015) 的揭示，最早使用藍幕技術是 1933 年的電影《金剛》（*King Kong*）所使用的「鄧寧藍幕技術」（Jewell, 1994）。此技術於 1925 年代被好萊塢特效師鄧寧·道奇（C. Dodge Dunning, 1907-1959）所發明，當時的藍幕技術是運用彩色照明打在背景使其成為藍色，而前景呈現為黃色，再通過特殊處理將前景與背景分離，不過此技術只能在黑白影片上起作用，並不能運用在彩色電影。到了 1935 年第一部真正的彩色電影誕生後，以及對於視覺特效的要求越來越高等原因下，促使了藍幕技術的創新，例如 1940 年代出品的彩色電影《巴格達的小偷》（*The Thief of Bagdad*），則採用藍色布幕，使其演員在藍幕前演出，雖然當時的技術還不是很純熟，但卻帶動藍幕技術的發展（Zhi, 2015）。接著到了 1950 年，影視特效大師彼得羅·弗拉霍斯（Petro Vlahos）利用鈉光燈的光譜特性開發黃幕技術，此技術讓前景的人物處於正常打光環境，再使用鈉光燈打在白色背景，再經過特殊處理將前景和背景分離，創造出令人驚歎的視覺效果。然而此黃幕仍有其侷限性，其中最主要是拍攝現場使用黃幕需要高功率鈉光燈，這種燈光非常強烈，會使演員和其他工作人員感到不適。此外，黃幕技術需要非常精確的照明和拍攝條件，否則可能會出現一些不協調的問題，例如陰影和色彩失調等。因此，藍幕技術仍然佔有主導之地位。直到 2000 年數位時代來臨，許多數位感光的器材對綠色更為敏感，站在綠幕前演出的人物更容易使用色度鍵技術讓前景的綠色分離而與背景組合，再者綠色服裝不像藍色服裝那樣常見。因此，人物站在綠幕前演出的拍攝方式更受到電影特效師的喜愛（桑尼，2015 年 7 月 13 日）。

另一方面，1970 年代微處理器的發明，開啟了電腦圖像學的發展，促使電腦 2D 繪圖運用在影視產業，並帶來虛擬製作的發展。根據 Gibbs et al. (1998) 指出 1980 年代日本放送協會（Nippon Hōsō Kyōkai，簡稱 NHK；英文則為 Japan Broadcasting Corporation）開發了一套平面（2D）合成視覺（synthevision）<sup>3</sup> 的虛擬製作系統，此系統包含攝影機感應器與電腦

3 合成視覺的虛擬製作系統首次出現在 1988 年的首爾奧運會上，當時 NHK 在每天新聞節目中使用它。雖然當時背景圖像多是靜態圖像，但已初步看到虛擬攝影棚的模式（Gibbs et al., 1998）。

繪圖處理器，感應器安裝在攝影機上負責捕捉攝影機的運動資訊，再將感應器所捕捉的資料傳到電腦繪圖處理系統進行虛擬場景運算，虛擬場景運算後可得到與前景匹配的運鏡與透視，然後再利用色度鍵技術將前景嵌入虛擬場景進行合成（同上引）。然而當時技術僅能將一張較大尺寸的高畫質 2D 虛擬場景之電腦繪圖進行平移、傾斜和縮放等運動。

全球第一臺數位控制攝影機運動系統的戴克斯特拉（dykstraflex），<sup>4</sup> 在 1976 年誕生，可以控制攝影機運動軌跡，如左右橫搖、上下直搖、鏡頭伸縮、左右推動等運動，並可在多次拍攝時確保同樣的運動方式。最早運用此設備首推 1977 年是喬治·盧卡斯（George Walton Lucas Jr.）所執導的《星際大戰》（*Star Wars*）<sup>5</sup> 電影，此設備提供攝影人員透過攝影機運動控制系統可以精確掌握攝影鏡頭的空間坐標與拍攝視角，並且重複地來回拍攝，提高了取景、演員走位與攝影機運動的準確性（楊錫彬，2020；Bignell, 2010）。

經過數年後，隨著電腦 3D 軟體的發展將 2D 虛擬製作提升到 3D 的製作品質，運用此技術首推 1993 年史蒂芬·史匹柏（Steven Spielberg）所執導的電影《侏羅紀公園》（*Jurassic Park*）開始運用了 3D 電腦圖像技術製作了 3D 恐龍動畫等角色，並且首次為影片中的特效鏡頭預先製作了動態分鏡，以提供導演與攝影指導在拍攝現場時參考。此動態分鏡開創性的幫助創作者在藍、綠幕前拍攝實景畫面時能先行想像在後期製作時經由視覺特效合成後的結果，稍微改善以往在藍、綠幕背景前拍攝的實景或人物與後期動畫合成的不確定性（胡峻曉等人，2021）。後來，隨著電腦視覺特效技術的提升，有越來越多的拍攝計畫在藍、綠幕背景上完成，並且大量使用 3D 電腦圖像技術去添加許多的場景、煙火和人物等虛擬景物，再透過後期製作進行合成，深深的影響電影的製作方式。然而，此種方式也存在一些挑戰，亦就是最後結果也只能在後期視覺特效製作完成後再給導演審查是否符合需求，如此一來常常需要往返修改到滿意為止，造成製作時間與成本的增加。因此，為了改善這一個問題，一種新的「可即時交互預覽」的技術，亦就是新的虛擬製作技術被用來解決此一問題（Plessiet et al., 2015, April）。

新的虛擬製作技術結合即時 3D 電腦圖形運算引擎、虛擬攝影機系統

4 戴克斯特拉數位控制攝影機系統於 1976 年專門為《星球大戰》中的複雜特殊的效果鏡頭而開發。這是電影史上最早開發的數位攝影機運動控制器（Motion Control），可以大大提升電腦特效與實景合成的準確性和可重複性（楊錫彬，2020）。

5 《星際大戰》（*star war*）是盧卡斯一系列科幻電影中最早拍攝的影片，故事講述的是銀河帝國與各地反抗軍互相對抗的故事，其中曼達洛人則是銀河帝國所顧用的傭兵，用來對抗反抗軍與絕地武士。本文中提及的《曼達洛人》電視影集中的主角則為曼達洛人。（維基百科，n.d.-b）



和動作捕捉技術等對創意進行視覺探索、定義和交流 (Bennett & Carter, 2014)，此技術「能夠即時的提供電腦合成圖像為電影製作人的創意決定提供資訊」 (Ilmaranta, 2020, p. 326)。詹姆斯·卡麥隆 (James Cameron) 2009 年所執導的《阿凡達》電影是最先使用此方式的團隊，此團隊為了創造《阿凡達》劇中虛擬人物能以更接近真人的演出開發了「可即時交互預覽」的技術，此技術創造性的結合動作捕捉技術與虛擬攝影機系統，動作捕捉技術則是用於捕捉真實演員在藍、綠幕前演出的肢體動作與臉部表情資料，並將其轉換為數字模型的動作，並生成虛擬人物的電腦動畫，此方式可讓虛擬人物演出的肢體動作和表情更接近於真人；另外在現場攝影機上裝上紅外線感應器，讓安裝在攝影棚頂部的紅外線攝影機，可以即時獲得現場攝影機所拍攝的空間座標，並將訊息同步傳至虛擬場景中的虛擬攝影機，讓導演通過現場攝影機操控電腦圖像中的虛擬攝影機來拍攝虛擬人物，如此一來增加了導演對虛擬人物與虛擬場景空間的掌控力，最後透過即時 3D 圖形去背合成，再將合成的畫面送至監看螢幕，讓電影主要創作人員，例如導演與演員能立即看到合成結果，雖然此時畫面仍然只能以低畫質呈現，但對於導演與演員已經具備重要的參考價值 (胡峻曉等人，2021；Thacker, 2012 May 10)。

隨著卡麥隆採用新的虛擬製作技術成功的運用在電影科幻片的創作上，帶動了電影虛擬製作技術不斷的更新，接著在其後的 10 幾年當中，陸續出現更好的製作系統以及效率更高的虛幻引擎 (Unity、Unreal Engine)<sup>6</sup> 的加入，提升了「可即時交互預覽」的畫面品質，並可將此高品質畫面傳輸到 LED 幕當成演員的背景解決了傳統藍、綠幕存在的一些問題。例如，演員面對傳統藍、綠幕演出的沉浸感問題，以及藍、綠幕顏色容易反射到演員身上，讓演員毛髮不易處理，為了產生光影的真實性必須與虛擬景物不斷的反覆運算處理等問題 (Kavakli & Cremona, 2022, March; Shan & Chung, 2022)。因此，LED 幕虛擬製作室 (LED Virtual Production Studio) 正式被運用在影視產業。

根據 Kavakli & Cremona (2022, March) 作的研究揭示 LED 幕虛擬製作室整合以下關鍵要素：虛幻引擎、LED 幕、攝影機追蹤系統、動作捕捉系統、同步攝影機、數位元影像校準系統、運算農場和運算平臺。此新的製作

---

6 Kavakli & Cremona (2022, March) 指出虛幻引擎 (Unreal Engine) 是一款由 Epic Games 公司所開發的遊戲引擎，運用在影視產製的轉折點是發生在 SIGGRAPH 2019 在洛杉磯舉辦的組織的計算機圖形學頂級年度會議上，Epic Games 公司展示第一個集成 LED 虛擬製作室和虛幻引擎。

系統運用虛幻引擎，可以即時運算高品質的虛擬場景並傳到 LED 幕中，讓演員在其中表演，由此產生的圖像（演員與背景），可以直接成為最終的合成圖像。因此，虛擬製作允許電影創作者通過即時遊戲引擎技術，如 Unreal 和 Unity，以及周圍的 LED 幕，可運用實體攝影機捕捉大量複雜的視覺特效鏡頭。而要做到這一點，LED 幕虛擬製作室必須與攝影機追蹤系統結合起來一起工作，該系統將攝影機的運鏡行為（如橫搖、上下直搖、推拉、升降、橫移等）與鏡頭參數（如焦點、焦距、鏡頭畸變等）透過追蹤設備軟體即時傳輸給虛幻引擎中的虛擬攝影機，再透過現場的同步攝影機（如紅外線攝影機）將現場實體攝影機座標與虛幻引擎中的虛擬攝影機座標互相匹配，最後運算出位置、透視、視野等讓虛擬場景隨著虛擬攝影機的運動被即時呈現在 LED 幕上，並隨著現場攝影機的角度而變化，避免了視差問題，以達到如同真實環境拍攝下的運鏡效果。

另外，動作捕捉系統可以補捉演員的表演資料來讓動畫人物栩栩如生。這些系統直接進入遊戲引擎，以盡可能低的延遲提供動作捕捉資料。再者場景中任何有標記的物體，如道具、互動設備或場景佈景，也可以透過此系統在虛擬空間中被追蹤。因此，動作捕捉系統將現場表演與動畫角色、物理和遊戲物件整合在一個混合視覺連續體<sup>7</sup>中是不可少的。為了提升虛擬製作系統的靈活性，採用運算農場和運算平臺，此技術集成了不同的軟體與圖形處理器來加速圖形運算，以獲得更流暢及有效的運算。最後，透過 LED 幕虛擬製作室系統的整合，現場攝影機拍攝的畫面即是最終畫面，這與使用藍、綠幕拍攝的電影過程相比，極佳的提升了導演、工作人員和演員在現場拍攝時能準確的看到畫面所有組成部分（Priadko & Sirenko, 2021）。

然而 LED 幕虛擬製作室系統發展至今只有短短幾年，尚有一些技術問題需要產業與工作人員繼續克服的地方，例如 Southern (2022) 研究 LED 幕虛擬製作室時發現以下幾項要注意的問題：（1）攝影鏡頭不能對焦於 LED 幕所投放的畫面以防產生摩爾紋現象（moire pattern）<sup>8</sup>；（2）攝影機

7 連續體首先出現在 Milgram & Kishino (1994) 提出虛擬與真實連續體的概念中，此連續體分為三個維度，左端為真實環境，右端為虛擬環境，兩端之間即是混合真實。然而根據 Skarbez et al. (2021) 的研究認為除了左右兩端外，很難將此三個維度的界線區分清楚。因此提出應該要更強調使用者在 3D 空間的臨場感與沈浸感，而這也是經過 20 多年來混合現實技術的成熟而產生的新的視覺體驗。換句話說，此處混合視覺連續體意旨 LED 幕虛擬製作技術將虛擬與真實融合在同一個 3D 空間，已具有讓真實演員置身在虛擬與真實混合的視覺連續體中能產生臨場感與沈浸感，而這正符合 Skarbez 等學者所提出的新概念。

8 攝影機拍攝 LED 顯示屏的時候，經常可以看到拍攝的畫面出現水波紋的形狀，大大影響呈現品質，這種現象稱之為「摩爾紋現象」。（維基百科，n.d.-e）

的快門速度若與 LED 幕顯示頻率不同步，或者在拍攝牆壁時快速移動，則拍攝的畫面可能會出現明顯的掃描線閃爍的偽影（scanline artefacts）；（3）攝影棚的燈光照明和 LED 幕之間的相互作用，容易讓 LED 幕呈現的畫面出現褪色；（4）表演者若在較小範圍的 LED 幕的環境下演出容易讓表演者的聲音產生顯著的聲音回音；（5）當攝影機角度旋轉到與牆面對齊時，色彩再現會變差等。

綜合上述文獻分析，LED 幕虛擬製作室為當代影視產業帶來新的商機，並為影視產製帶來新的突破，然而在產製過程中也與傳統製作有顯著差異。

## 二、數位科技對視覺美學的影響

在誕生至今一百多年的歷史進程中，電影經歷多次技術變革，其中以數位科技，帶給電影隨意創造各種影像的表現能力最為震撼，也產生獨特的視覺美學。而根據電影理論學者大衛·鮑德威爾（David Bordwell）與克莉絲汀·湯普遜（Kristin Thompson）在他們出版的《電影與藝術：形式與風格》（*Film Art: An Introduction*）一書中指出電影的視覺美學概念是指如何運用攝影技巧、運鏡、構圖、色彩等元素來創造出有力的視覺效果，以及如何運用這些元素來傳達情感、表達主題和引起觀眾共鳴。此外，鮑德威爾也強調如果一部電影或影像作品的視覺元素與現實世界的相似度較高，可能會更容易讓觀眾產生共鳴和接受它的視覺美學效果（Bordwell & Thompson, 2008／曾偉禎譯，2008）。因此，從上述學者所述的觀點，電影所創造的影像世界必須能喚起觀者在現實世界中的知覺才能引起共鳴。例如，從 1895 年盧米埃兄弟（Lumière Brothers）拍攝了全球第一部電影《火車進站》（*the arrival of a train at the station*）於戲院播放而言，觀眾被銀幕中直衝他們而來的列車嚇得驚慌失措而逃到放映室的後面。這種帶給觀眾如同與現實世界中真實火車身處同一空間的感知確立了電影提供一種全新的「客觀真實再現」的視覺體驗（Bazin, 1971），而這也說明了攝影是作為「電影真實」再現引起觀眾感知共鳴的最早表現形式，如同安德列·巴贊（Andre Bazin）提出攝影的美學特性在於揭示真實，這種揭示強調攝影應以純真的原貌來還原世界，以擺脫人為的主觀介入（Bazin, 1985／崔君衍譯，1995）。

巴贊的真實感不僅強調了攝影對象的真實、時間與空間的真實以及敘事結構的真實，同時也強調了社會和心理情感上的真實。然而，隨著攝影機的



數位化與電腦圖像技術的發展且被廣泛運用於電影創作，電影攝製已經可以不用完全依靠實景拍攝，而是可以藉由數位科技的技術來呈現現實與非現實世界的景觀，進而完成電影虛擬實境的夢想，如尚·布希亞（Jean Baudrillard）所言「模擬不再是有關領域、指涉性存有或實體，而是沒有原初或真實的真正模型的產出：超真實」（Baudrillard, 1994, p. 1）。亦即沒有實體原物出現，通過電腦圖像技術也可以創造再現現實或者創造出一種人們想像出來的世界景象，並且以一種「想像的真實」來塑造人物心理感知的真實感。而從攝影製作方式和程序而言，雖然「想像的真實」與巴贊所提的真實感與美學存在不同，但都存在著對現實生活的反映。例如，數位科技追求影像上的擬真也來自真實的現實生活，而且可將豐富的想像力轉化成逼真性的影像，促使觀眾的精神與情感投入其中，並形成人們所期待的視聽藝術（劉晗、王桂亭，2005）。因此，這開啟電影追求更趨近於心理感知的擬真性之影像，於是各種數位技術不斷地被創新。

首先數位攝影機的誕生除了傳承傳統底片攝影機的質感外，其數位化的紀錄模式擺脫了傳統底片錄製長度的限制，以及更容易創造長鏡頭的效果，以致帶給觀者感受到空間不間斷的真實感得以實現，例如《1917》<sup>9</sup>電影採用一鏡到底的拍攝方式來呈現劇中主角帶領觀者與其一起經歷戰爭現場的殘酷與緊張的真實感（Liu，2020 年 1 月 11 日）。此外藍、綠幕技術的出現與電腦圖像技術越加成熟下，讓電影對空間的創造方式有了很大的改變，例如運用電腦繪製的場景之美學風格（如光影、色彩、紋理等）與藍、綠幕合成的擬真程度，使得原本分屬於虛擬與實體兩個不同的空間能夠結合成電影中單一的空間或地點形式，這種無縫合成的鏡頭創造了空間與造型的擬真性，提供觀者更真實的沉浸感，而這種同時包含真實與非真實的影像，如同普林斯（Prince, 1996）對數位元影像提出的「知覺真實論」（perceptual realism）的看法，亦就是非真實的影像在指示性上是虛構的，但在知覺上卻讓觀者感受到真實性。

隨著 3D 電腦圖形即時運算與虛幻引擎的虛擬攝影機系統再次打破了攝影真實性與空間的界定。此時實體攝影機不僅僅掌控實體空間的景物，以及可操控虛擬攝影機在虛擬環境與造型之間運鏡，突破了傳統實體攝影機只能穿梭於實景或模型的運鏡限制，表現出更自由與靈活的在 3D 虛擬場景之間

9 《1917》電影主要描述兩名年輕的英國陸軍士兵在第一次世界大戰期間擔任傳令兵，並冒著槍林彈雨，傳達重要情報，從而阻止友軍落入德軍圈套。（維基百科，n.d.-a）

穿梭或以高角度進行拍攝，進而表現出不同視點的空間感與知覺真實性的感受，再度激發電影視覺美學上的變化。例如 2009 年《阿凡達》電影中大量的飛行鏡頭，即是運用虛擬攝影機帶領觀者穿梭在夢幻如真的虛擬世界，虛擬攝影機系統為電影在 3D 場景與各種造型之間的運鏡增加了靈活度與豐富性，並為電影的視覺空間帶來無限的可能性（Allen, 2002）。

因此，數位科技的發展儼然改變了電影藝術發展之初，由俄國導演迪嘉·維多夫（Dziga Vertov）提出的所謂真實是透過攝影機所呈現的真實概念，而是轉為一種異質性的不同媒材混合而成的圖像與美學形式，如將實景鏡頭、繪圖、2D 與 3D 等多元媒材進行重組、融合。換句話說，數位科技對電影帶來的變革不再依賴於攝影機捕捉的真實素材，而在相當大的程度上是運用電腦數位技術讓電影呈現出新型態的視覺經驗，來拓寬電影的向度與形式的創新。然而，數位科技變化不但改變了電影製作的模式，也讓我們重新思考電影理論對影像本質的思考。依據列佛·曼諾維奇（Manovich, 2016）指出真實鏡頭已經不是製作電影中唯一的素材，而是將真實素材與電腦軟體產生的影像素材進行再製、組合成新的素材。於是曼諾維奇將數位電影定義為「實景拍攝＋繪畫＋影像處理＋合成＋2D 電腦動畫＋3D 電腦動畫」（Qian, 2022, June）。換言之，數位科技模糊了真實與虛擬的界線，可以呈現出與人們所處的生活世界相仿的空間，甚至可以超越物理世界的想像景觀，以及顛覆了對物質真實的概念，創造出一種混合真實與虛擬的擬真影像。

緊接著近年來 LED 幕虛擬製作室除了具備前述的功能外，更將虛擬與實體合成為一呈現在實體攝影機的景框內，此時攝影師與現場工作人員都能在當下感受到虛實整合的視覺震撼性。因此，電影隨著科技的發展不斷的突破虛擬與實體的疆界，也改變攝影對象的真實、時間與空間的真實。這期間不只改變電影「真實再現」的視覺表現，也對電影呈現空間的方式產生影響。然而電影為了提供觀眾更強的感知，電影自身就要不斷地創造知覺真實的影像感，如此才讓觀者忽略電影銀幕空間的存在，讓觀者有如身歷其境的沉浸在電影所創造的空間結構去感知電影文本所創造的知覺真實性。

綜合以上論述，LED 幕虛擬製作室的發展對電影的視覺美學所帶來的影響是值得我們探討的問題。

## 參、研究方法

具體而言，本文的研究目的有以下三點。首先，梳理 LED 幕虛擬製作室帶來新的產製方式，此目的著重於 LED 幕虛擬製作室的產製流程與關鍵的核心技術，以期作為國內影視產業在發展 LED 幕虛擬製作室之參考。其次，探究目前國內影視產業在 LED 幕虛擬製作室的發展情形，以期作為當代影視產業未來發展的方向與策略。最後，分析 LED 幕虛擬製作室對電影視覺美學的影響，作為影視創作者在開創新作品時視覺美學的參考。

本研究以文獻分析法為主，深度訪談法為輔。研究過程之重點說明如下。其一，為了確認研究對象的適合性，本研究界定受訪者（如導演、美術與動畫師等）必須曾經採用 LED 幕虛擬製作室來完成影視作品之經驗，另外採訪擁有這類虛擬製作室的經營、管理階層、藝術總監、藝術指導與系統技術等經驗之人員。因此，藉由多次聯繫，最後願意接受訪談意願的有世新大學智能攝影棚、夢想動畫股份有限公司、風度影業國際股份有限公司等 LED 幕虛擬製作室團隊，以及影視導演、美術、與動畫師等產製人員。訪談對象資料可參閱附錄一。

其二，本文研究目的包含影視內容產製、影視產業與視覺美學，因此擬定的問題朝此方面設計訪問綱要。例如在影視內容產製方面擬定的訪綱如（1）LED 幕虛擬製作室與藍、綠幕虛擬製作上有何差異性？（2）何種類型的影視內容適合運用 LED 幕虛擬製作室？其原因為何？接著在影視產業方面擬定的訪綱如（1）目前在臺灣的影視內容上，已經運用 LED 幕虛擬製作室的影視內容有哪些？（2）目前國內 LED 幕虛擬製作室的人力、資源與產業結構的發展情形如何？（3）建構一個完整的 LED 幕虛擬製作室需要的資源有哪些？最後在視覺美學方面擬定的訪綱為 LED 幕虛擬製作室在電影視覺美學上有哪方面的突破？

由於 LED 幕虛擬製作室的運作與經營涉及多面向條件，上述每項問題可能跨越不同部門與人員，而為了增加研究的信實度，只要研究問題與之有關的人士皆接受訪談，且在研究過程中亦同時蒐集國內、外 LED 幕虛擬製作室相關之專書、報章雜誌資料與學術研究之論文等資料來源與訪談內容，進行對照及相互驗證。訪談問題與對應的受訪人員的資料可參閱附錄二。

本研究期待透過深度訪談與文獻分析法，來探討 LED 幕虛擬製作室對當代影視產業之影響，提供產業界未來發展與內容產製之參考。

## 肆、研究結果

### 一、LED 幕虛擬製作室的產製方式

自從電影誕生以來，科技的進步一直帶動電影的發展，例如從無聲片到有聲片、黑白片到彩色片，再到寬銀幕、數位、大銀幕、3D、虛擬製作與如今的 LED 幕虛擬製作室等都跟科技有密切的關聯。然而，科技不僅提升電影的藝術創作力與表現力，也改變電影的製程與製作觀念。例如數位攝影機取代了膠捲攝影機，提高了電影製作的速度、效率和靈活性，以及電腦圖像技術與虛擬技術的發展為電影提供視覺藝術的延伸 (Fang & Xiong, 2020)。如今，LED 幕虛擬製作室之技術及其執行已成現今電影創作的�新方法，然而此新方法涉及高度專業分工的產製過程，唯有在拍攝之前有完善的企劃內容與前製作的詳細規劃與設計才能降低產製過程中的風險，以及避免產製過程中的不必要浪費，讓此新方法在製作上達到最大的效益。如以下受訪的導演描述自身選擇 LED 幕虛擬製作室的想法：

選擇 LED 幕虛擬製作室的思考有兩種，一種是時間。第二就是看劇本上拍攝的內容是什麼？比如說我們要拍一個喜馬拉雅山，但是山就是很難去的地方，那在 LED 幕虛擬製作室拍攝時可以省去旅途的時間，第二是適合一些天馬行空比較科幻的影片！例如像國外一系列的漫威電影，因為這些電影若不是用虛擬場景就是搭景，而如果有好幾個場景都要用搭景，不僅增加製作時間也增加製作成本，這時候選擇虛擬製作就比較有利。(受訪者 E)

因此，選擇以 LED 幕虛擬製作室來製作電影或影視作品，必須評估如果選擇此方法來製作影片是否能提高製作的效率與降低成本，以及是否可讓題材得到很大的擴充，讓視覺景觀更為豐富。再者此方式可讓電影製作人需要在真實環境拍攝的需求減少，可以免除攝影製作組的差旅費和住宿費，減少氣候條件的因素影響與特殊許可之需求，這些優點有機會讓低預算的小製作得以被拍攝與上映 (Kavakli & Cremona, 2022, March)。然而，劇組進到了 LED 幕虛擬製作室拍攝即完成最後圖像的結果，這與傳統電影製作方式有很大的不同，如導演通常習慣性在現場修改拍攝計畫或是在後期製作時習慣修改，如以下受訪者描述：



以前的後製現在變成前製，各種的觀念都是必須改變，所以就要看劇組他們能不能接受，目前有些劇組還是沒有辦法接受這樣形式，因為有些導演覺得說我拍完了有些東西想要改，但是 LED 幕虛擬製作這種形式可能顛覆一些傳統技術的方式，例如在這個 LED 棚裡面拍完的東西它不能改，你要改就要再進來再拍一次，但要看導演能不能接受這些事情，這樣子工作的流程，製作人員必須更清楚一點。（受訪者 F）

由此可知，LED 幕虛擬製作室改變了傳統電影行業從前期製作、製作和後期製作的線性生產線的遊戲規則，但相對的也增加工作流程的複雜性，特別是對傳統影視製作的觀念衝擊更大了（Iseli et al., 2022; Kavakli & Cremona, 2022, March）。因此，LED 幕虛擬製作室對於習慣傳統製作方式的團隊或工作人員，仍然是一大挑戰，尤其是現今電影或電視對視覺特效的需求越來越頻繁下，如果仍舊採取線性製作觀念來使用 LED 幕虛擬製作室將會增加不必要的預算支出與拍攝時間，而無法將此製作方式的特色發揮出來。相反的，如果能掌握 LED 幕虛擬製作室的優點，將會給製作團隊帶來新的視覺效果。如以下受訪者描述：

LED 幕虛擬製作室有很多設備，它就是把以前在現場劇組的燈光助理、攝影助理人員轉換成現場虛擬製作室的人，以及演員的光影特效在以前是一個一個在後期製作打出來的，現在可以在拍攝現場由 LED 幕來補光。這跟以前都是現場歸現場的，後期作後期，兩者是分開來做是很不同的，另外導演在現場可以完全看到演員與虛擬場景合成後的效果，並且可以完全控制攝影機來呈現演員在虛擬場景前的表演。（訪問者 B）

由此可見，虛擬製作的出現可以解決線性生產方式的不確定因素，以更好的方式整合傳統電影製作的導演、攝影師、燈光師與特效師等專業人員，讓導演在 LED 幕虛擬製作室的拍攝現場對虛擬場景中單擊、拖動、更改佈景、燈光等來掌握拍攝成果，並快速反覆運算後立即重新呈現拍攝的內容。這種方式對工作人員產生新的協同方式，並為電影製作中節省成本、時間和創造了新的視覺效果（Kavakli & Cremona, 2022, March）。

綜合以上所述，LED 幕虛擬製作室的產製方式與傳統影視製程最大的



差異是將「後期前製化」。因此，國內的影視產業在面對這樣的情況，必須加強影視產業人員對此趨勢的瞭解與培訓來提升他們的影視製作能力。然而為了充分運用 LED 幕虛擬製作室的技術來產出具有觀眾票房的電影，並不是單純的將後期製作提前在前期製作階段完成即可達到。根據 Jwa & Lee (2006) 研究好萊塢電影成功要素指出在電影製程中以企劃發展階段與前期製作階段為電影成敗的關鍵要素。事實上以好萊塢商業電影而言，企劃發展階段首重任務是要正確的找出目標觀眾群喜好的電影口味，再依此來決定電影題材，而這也是近十多年來韓國電影崛起的原因之一（林有慶，2007）。反觀國內產製的電影大部分不受國人青睞，究其原因是題材類型不夠多元，且偏離大眾市場，以及欠缺專業企劃人才等（劉瑋婷，2010）。如今 LED 幕虛擬製作室具備擴展電影題材的能力，以及豐富影視的表現力，例如動漫、恐怖片、懸疑片、超級英雄、動作片以及科幻片等在融入了新的 LED 幕虛擬製作技術後都表現出巨大的潛力，也廣受大眾的喜愛（賈婧，2019）。因此，要發揮 LED 幕虛擬製作室的功能必須從企劃發展階段開始尋求合適與符合大眾市場的題材，再精確的規劃產製流程，以及提升製作團隊的 LED 幕虛擬製作室之觀念與能力，或許能為我國影視產業帶來新的機會。

## 二、LED 幕虛擬製作室在我國影視產業發展之現況

LED 幕虛擬製作室自 2019 年出現以來，已經帶給影視產業逐年增加的商業價值，根據美國環球電訊社（GlobeNewswire）分析報導指出由於 LED 幕技術的日益普及引領虛擬製作在媒體、電影與娛樂產業的運用增強，預計全球 LED 幕虛擬製作室的生產規模到了 2026 年將達到 31 億美元，並且在預測期內將以 14.3% 的年複合增長率上升。面對這一個近年來最偉大的進步技術之一，擁有這個技術關鍵將可以提升產業持續性的發展（GlobeNewswire, 2021, February 25）。因此，這一個新的技術目前已成為好萊塢電影關注的產製方式。然而 LED 幕虛擬製作室不只是一個攝影棚的簡易概念，它是高度整合相關科技（如研發、資訊與硬體系統整合等）、產業鏈的製作方式，並注重營運、服務品質等要素。換言之，發展 LED 幕虛擬製作室若要成功，

它的關鍵在於整合軟體、硬體、營運以及上、中、下游的產業鏈等等。<sup>10</sup>

依據本研究截至目前調查，國內 LED 幕虛擬製作室的數量在這三年間，產業界部分共完成四個 LED 幕虛擬製作室和一個正在建置中。四個完成者有夢想動畫虛擬製作棚、桃竹文化科技數位元基地「LED 次世代虛擬攝影棚」、工研院攜聚積、米斯合作的「電影級 XR 虛擬影棚」、友達光電與再現影像共同成立 LED 虛擬製作智慧攝影棚，以及由「元宇宙合作聯盟」新創投資團隊正在打造的「臺北市北投製片廠」。另外學界部分則有世新大學與駐美國洛杉磯新創團隊（Glassbox Technologies）合作所成立的「智能攝影棚」。然而，國內這些 LED 幕虛擬製作室經營團隊大多採取跨域組合或以合作方式進行，其原因是此製作室涉及多方領域的專業知識與人力資源等。如以下「智慧攝影棚」的受訪者描述：

建構一個完整的 LED 幕虛擬製作室有三件事情我覺得是必要的，一個是硬體部分。比如說 LED、電腦主機運算、攝影軌跡追蹤、動作捕捉設備、現場燈光等等。另一個是演算法、資訊流與 AI 人工智慧、深度學習等等。第三個是圖像組合，這部分涉及影像美學與繪圖技術部分。（受訪者 A）

從上述的內容揭示 LED 幕虛擬製作室必須結合傳播、設計、數位動畫、AI 與資訊程式設計等不同專業領域與人力資源的投入才能發揮此新的產製效果。因此，人才的需求是目前 LED 幕虛擬製作室經營者首先需要解決的問題。然而根據文化部影視及流行音樂產業局歷年公佈的「影視產業趨勢研究專題研究報告」統計，我國電影拍攝成本雖然年年逐步增加，但遠低於好萊塢動輒上億元美金的預算（董澤平、廖志峰，2017）。因此，以我國的電影預算很難吸引擁有專業動畫與視覺特效的人才投入電影產業。另外國內優秀的資訊工程系所畢業的學生，也常以面板、半導體等高科技明星產業為就業首選，導致影視產業資訊工程人才嚴重不足。在面對以上這些問題時，依據本研究調查目前有廠商自行開設課程來培育人才，例如夢想動畫在臺北開設「實習課程」與高雄開設「夢想方舟」學院來培育自家人才。

我們每年會開一個就 60 人的這個實習生啊，每班 20 人都是一

10 羅桑（2022 年 2 月 7 日）。〈阿凡達續集用他的技術，攜手世新打造智能攝影棚，想帶臺灣進軍好萊塢〉，《遠見雜誌》。上網日期：2022 年 3 月 6 日，取自 <https://www.gvm.com.tw/article/86742>

年開三次，目的是要引領這些學生，因為我們需要人才，希望年輕的新血可以在這個業界一起工作，那大家的想法就會有越來越多共同點，那我們就可以有更多機會讓大家知道這個技術，這樣他們將來要拍片時就知道怎麼樣做才有效率來節省資源。（受訪者 B）

由上所述，產業自行辦理人才培訓是積極的做法，這是可以改善國內產業長期以短視獲利為目的之習慣，並以此培養新生代影視人員認識此新的產製方式，以利這些人員未來進行影視創作時能有效利用 LED 幕虛擬製作室之優勢。然而除了培育實習生外，對於在職員工的訓練也是不容忽視，因此，企業應可與國外相關廠商進行人才交流與培訓等合作事宜，以鼓勵優秀職員到海外培訓，或參加國際性展覽與參訪，並建立人才培訓技術回饋機制來提升企業全面的競爭力（洪雅玲，2007）。另外身為全臺唯一擁有 LED 幕虛擬製作室的世新大學於 2019 年成立全媒體中心，校方在相關學系開設 11 門課程，致力培育 LED 幕虛擬製作室之人才，以因應國內人才需求與競爭。以下為世新大學教務單位受訪內容：

我們整個棚動起來的時候，大概幾個系的人都跑不掉，如廣電、圖文傳播做平面設計，還有數位多媒體做那個動畫遊戲，另外有一個是程式設計，所以資管、資工系的都要進來。這個棚不簡單就在這裡，他不是要像我們廣電做一個氣象報告而已那麼簡單，他每一個動作都是要軟件，每一個動作都有感覺，軟體包括我們實習的工具軟體，還有一個腦袋瓜的軟體。這個部分啊，我們已在相關學系開設相關課程來培育學生這些能力，所以這個棚是他們的實作場合。（受訪者 A）

由訪談內容得知學界如果要培養 LED 幕虛擬製作室所需要的人才必須要進行跨系與跨領域的人才培育計畫，例如將廣電系、圖文傳播系、數位媒體系與資工、資管等系所一起納入此計畫中。然而 LED 幕虛擬製作室屬於新興產製模式，需要投入龐大資金購買新興設備，其他大專院校有關影視或數位內容之科系投入的產製設備是很難跟上產業的腳步。因此，若能建立資源共用，鼓勵擁有相關科系的學校進行校際合作選課、共認學分方式來開課，將有助於更多人才之養成，以及在這些學生畢業之外，能盡速投入 LED 幕虛擬製作室之產業來彌補人才不足之問題（洪雅玲，2007）。接下來，LED

幕虛擬製作室的另一個問題是營運問題，也是經營者重要的挑戰。接受訪問的夢想動畫虛擬製作棚經營者描述如下：

我覺得最核心的部分其實是營運。營運是一件很麻煩的事情，假如你今天蓋 LED 棚，設備我買了、蓋了、交貨就可以結案！但營運不是，你看我們大概做了 30 幾個案例，我們要跟客戶說什麼可以、什麼不行。然後我們幫客戶完成後，客戶忽然問說：我這邊想要一條龍飛出來，這時候你就必須跟客戶說明必須重做，而且會增加成本。換言之，這個新的製作方式必須從企劃、製作公司到後製都能瞭解才能達到普遍的被運用。（受訪者 B）

由上述受訪者內容可知，國內一些影視創作者對 LED 幕虛擬製作室的產製流程還未全部瞭解。因此，經營者必須透過多方之溝通機會以及舉辦說明會來推廣此新的產製方式。除此之外，我國影視產製環境長期接受政府的輔助與資金支持，且經費有限，難以支撐大量的虛擬製作，再加上歷年來只有少數作品能獲得國外資金投入（賴以瑄，2018）。在此種情況下，LED 幕虛擬製作室經營者目前大多只能先以廣告與 MV 製作為業務來源以維持營運。如以下受訪者所描述：

我覺得預算是一個核心的問題啊，臺灣一般的影視內容如戲劇或電影比較沒有那麼多的預算啊，那一開始我們只能先做取捨，因為這製作需要很大的人力，而我們要養團隊，所以就是先努力做廣告與 MV 項目。（受訪者 B）

然而，經營者若只能承接廣告或 MV 為營運項目時，產業人士很難累積戲劇或電影等較大規模的製作經驗，勢必不利於爭取國際合作。例如在天下雜誌「探索與創造」論壇中李安導演提到臺灣目前在個別領域有很強的技術，但沒有將其整合在一起，臺灣環境就是差一點（天下雜誌 video，2016 年 10 月 1 日）。因此，營運者除了推廣 LED 幕虛擬製作室的產製方式外，還必須整合影視相關企業的力量來爭取國際上戲劇或電影的合製機會，以此累積國際製作經驗，進而提升國際競爭力。有鑒於此，LED 幕虛擬製作室經營者正朝向以合作或併購方式來進行專業領域的整合，以備未來能有機會爭取國際市場合作的機會，如以下描述：

現在我們以合作夥伴的方式來進行 LED 幕虛擬製作室，例如與 3D 動畫公司合作。然後我們同時還去併購另外一家，大概有 20 個人的左右的動畫公司來做特效、3D。因為我們這個棚要蓋二到三年，我們希望做的是一家世界級好萊塢片場的感覺，除了提供硬體與技術的服務外，我們會將化妝間、更衣室跟休息區都規劃得很好，讓來拍攝的劇組能有完善的休息環境與服務。（受訪者 E）

然而，除了上述受訪者所言：進行整合不同領域的專業公司外，另一個要正視的問題是國內產業目前仍然沒有一個優質的片場環境與服務，提供給來此的劇組或工作團隊進行上、中、下流一氣呵成的產製環境。反觀鄰近韓國於 1997 年耗資韓幣 400 億元興建南揚州綜合製片場（Namyangju Cinema Studio），提供從劇本到後期製作完整的產業鏈來滿足影視內容的製作需求。因此，韓國電影在政府與民間的共同努力下，近年來創造出亮麗的成績（臺中市政府新聞局，2012）。由此可知，建立一個上、中、下游垂直整合的產製環境是提升影視作品與產業競爭力的關鍵要素。因此，LED 幕虛擬製作室經營業者若能以片場形式來經營，將影片製作各個環節，如企劃發展、前期製作、製作與後製作滙聚成一個 LED 幕虛擬製作室園區來提供各項技術與服務，或許能有機會去承接具挑戰性高的影音內容。

總體而言，雖然我國的影視市場量體規模不大，然而現階段國內 LED 幕虛擬製作室的發展是與全球同步。因此，只要有完整的軟、硬體設備與優質的人才，再將企劃發展、前製作、製作與後期製作串聯成一個完整的產業鏈，接著增強營運管理能力，例如招收具有國際化、前瞻性、整合能力與專案管理能力等人才來擔任製作人與專案經理，並且吸引國際行銷等人才一起共組經營團隊，如此一來應可強化企業競爭力，創造國際合作機會，以擺脫國內有限的經濟規模，開創新的商機。

### 三、LED 幕虛擬製作室對視覺美學的影響

當我們看到的電影是一種如同曼諾維奇所提出的混合多種媒材而成的影像時，電影已經不同於巴贊所指的電影是對真實所進行的完美複製（Bazin, 1967）。據此，現今的電影並不能只從傳統真實再現的美學脈絡下去思考，因為真實再現意味著真實事物與影像之間存在重現或代表的關係。正因為如



今的電影已是運用多種軟體與科技來重塑主體與真實之間的文化關係，並且傳統攝影的影像已被數位科技轉變成資訊化進行重組或變造，已經逐漸遠離原本的影像本質（Harbord, 2002）。

以 LED 幕虛擬製作室所產製的影像而言，它是以電腦為中心的硬體設備和軟體技術之搭配而形塑了當代數位影像樣態，此時影像已經不是機械「再現」真實影像的美學形式，而是一種「呈現」與真實符應的虛擬語彙，亦即將原本想像中不可見的世界變成當下映入眼簾的可見世界，企圖編織一種感知真實性的擬真世界。然而虛擬製作技術所產製的影像要帶給觀者體驗感知的真實性，也必然要依據人類真實世界的情感經驗、社會經驗和視覺經驗來設計，讓觀者能有所體驗，如同貝拉·迪克斯（Bella Dicks）指出虛擬實境除了技術之外，更多的是體驗：

所有體驗所有效果都不是自然而然的，因此，創作要靠設計編織經驗，利用電腦工具參照真實的世界，裡面有模擬真實世界的圖像擬真，還有利用幾何與透視建構的幻境（Dicks, 2004／馮悅譯，2012，頁 182）。

如上述所言，LED 幕虛擬製作室為了呈現虛擬影像的擬真性，也必然要參照真實世界的生活經驗來設計，讓觀眾在認知過程中獲得認同而產生感知的真實性。例如呈現在 LED 幕中的畫面光影，雖然不是物理世界的自然光，而是虛幻引擎計算出來的明暗，然而這個光透過 LED 幕照射到物理空間的演員時，卻能讓演員感知到身體如同在真實環境所經驗的光影照射，使其演出更貼近真實情境（Kavakli & Cremona, 2022, March）。如同以下受訪者所描述的「賽博龐克」（cyberpunk）情境：

如果說我要拍攝像「賽博龐克」的環境感覺，我們可以搭配虛幻引擎的智慧燈光，那它透過 LED 幕發出來的光源照射在演員身上就會很像是演員置身在滿是霓虹燈的城市中，如果說虛擬背景在動，那智慧燈光（霓虹燈）也會跟著動，所以演員身上就會有霓虹燈的照射，非常真實。（受訪者 E）

簡言之，LED 幕虛擬製作室的電腦軟體所產生的智能燈光能讓「賽博龐克」電影中的元素，如金屬、龐克，得以透過電腦資料運算所產生的光影映照其上，進而產生如同真實環境的氛圍。因此，這種將真實景物、虛擬燈

光、虛擬場景重新合製成一個擬真性的虛實混合的空間，改變了過去我們對電影「真實空間」的認知。換言之，此方式瓦解了空間的物理距離，創造了一種數位式虛擬空間，讓演員在虛擬空間進行沉浸式體感的表演，這種消除虛構／真實界線，不僅改變了影像的呈現方式，也改變影像的本質。這也與現今好萊塢科幻電影透過數位科技的資訊結構擬仿出超現實的樣態相似，而這些都是拜電腦科技與軟體才能將不同的種類的媒體融合，以再現形式出現 (Manovich, 2013)。如以下受訪者所言：

虛擬製作就是指實拍的人再加上 LED 幕即時的景，廣義看來這些都是突破我們過去實人實景的拍攝類型，我可以透過實人虛景或實景虛人的這些 AR 技術、VR 和 LED 技術，透過電腦科技在現場將這些組合起來重現新的影像，這在過去是各自獨立的媒體技術，如今都可以在 LED 幕虛擬製作技術中整合在一起。(受訪者 H)

因此，虛擬製作的特色能以全新的方式結合了動畫、繪圖、攝影、錄像、AR、VR 和 LED 幕等不同技術，成為數位電影在影像創作過程中提供非常好的預覽式體驗，另一方面原本互相獨立的科技與工具，全都在虛擬製作的環境中交會，這個交會便混合成一種新的動態圖像之美學，如同 Manovich (2013) 所提出的「深度混合性」(deep remixability) 的描述：

在軟體產製環境，讓設計者不僅可以將不同媒體種類的内容予以混合，更能將他們的基礎技術、運作方法、再現與表現方法也加以混合而成的動態圖像美学的核心 (轉引自邱誌勇，2021，頁 209-210)。

於此，將不同軟體與科技混合的過程裡，其創作出的影像已經不是它原本的樣子；反之，混合後的影像已經是一種新的語言，一種結合多種科技而成的新影像語言，以及造就一種虛擬空間的電影屬性 (Manovich, 2013)。亦即當代電影的影像特性便是虛擬與真實混雜的特性，以及模擬人類世界中可見的、可觸摸的、可感覺的事物，並且愈來愈貼近人類感知的真實世界，能提供不同於傳統電影的美學體驗，這也是當今好萊塢科幻、動畫電影與巨型銀幕電影製作和放映發展所追求的觀影體驗 (邱誌勇，2012)。

總體而言，當談論 LED 幕虛擬製作室對視覺美学的影響時，可借用曼

諾維奇提出的「後媒介」概念，亦即數位科技廢除了攝影的概念，同時消除了所有媒體之間的界線（Manovich, 2003）。LED 幕虛擬製作室藉由各種數位科技的也成功消除了虛擬與真實之間的界線，將擬真性建立在軟體與科技上，並將焦點轉向觀者想像真實的感知體驗。亦即觀者明確知道這是經由電腦虛構出來的，卻能以一種非身體直接接觸的真實感知進入敘事的擬真性空間裡，正如普林斯所提倡的當今電影理論所強調的重點已經從真實的寫實主義，轉變成感知真實性的美學路徑（Prince, 1996）。

## 伍、結論

LED 幕虛擬製作室的技術革新，對國內影視產業帶來新的挑戰與機會。首先，此新的製作方式顛覆傳統影視從企劃、前製、製作與後製的產製流程。面對此變化，國內的影視產業雖然已經意識到此方法所帶來的衝擊，但是國內的影視市場一直無法形成足夠的經濟規模，在此情形下必然影響影視業者繼續投資新的技術與設備。而這也是國內目前僅有少數新創公司投資興建 LED 幕虛擬製作室的原因之一。除此之外，LED 幕虛擬製作室迫切需要各種新科技人才投入和改變產業營運方式才能創造新的商機，而目前國內影視產業人員對此新技術還未完全熟悉，以及產業缺乏資訊科技與熟悉國際市場的行銷人才。因此人才的培育、新的商業模式與尋求產業、國際資金合作是極為迫切需要思考的問題。

而以目前國內大專院校的影視教育而言，大部分還是教導傳統影視產製內容，只有少數學校導入 LED 幕虛擬製作室的新方式來教育年輕學子。再者影視相關的職業教育機構，一向重視影片拍攝技巧，缺乏導入完整的商業運作模式之課程來教育有興趣投入影視產業的年輕學子。例如，若國內影視作品要行銷到海外、國際串流影音平臺，就必須要具備財務會計、法律事務、智慧財產、管理等專業能力才能在企劃階段就能以國際商業市場進行規畫，而這正是好萊塢影視公司的管理與製作策略。因此，影視教育單位與機構必須與產業建立長期的產學交流，並邀請職場專業技術人員與熟悉國際行銷人員來協助人才培訓，如此才能改善學用落差與職場人才短缺之問題。另外，國內影視產業須以華人或是國際市場的視野來建構全新的影視產業聚落，並且導入國際最新的影視產製技術來提升技術人才，以及學習好萊塢影視公司的管理與經營方式，如此才有機會將臺灣優質的影視內容進軍國際市場。

另外，LED 幕虛擬製作室已經為創作者帶來更大的創作空間，特別是攝影已能透過鏡頭將虛擬與真實合而為一呈現在景框內，讓擬真性的空間展現感知真實再現的視覺美學。再者此技術已突破傳統藍、綠幕的限制，賦予演員在虛擬空間感受到如同置身真實環境下的身體沉浸、知覺沉浸，空間沉浸，這種身歷其境的感覺正鼓舞了演員的表演。亦即透過 LED 幕虛擬製作室能增進演員、真實景物與虛擬景物合成的逼真性，建構出如同真實存在的主體與感知的視覺美學。因此，若是能了解此新方式的視覺特色來開發具有國際市場的电影文本，如奇幻、科幻等類型，或許能將國內的影片類型升級。

緊接著，近年來網路影音平臺的崛起，提供各國影視內容打通世界舞臺的機會。因此，影視產業已無地域限制，正邁向全球化競爭與合作的模式，國內業者必須要正視此課題，努力尋求國內外資金與技術合作，或許才能有機會產出優質影音內容來進軍國際市場或是串流影音（over-the-top media, OTT）平臺。如韓國電影公司在獲得 OTT 業者的資金合作下，運用足夠的資源產出優質影音內容「魷魚遊戲」，再將其內容在串流平臺播出後，即獲得全球數億人觀看，這正是一個走出國內市場迎向「全球化」成功的案例。據此，發行、電影製作與 LED 幕虛擬製作室等企業應可以積極尋求合作來形成新的商業模式，並爭取與國內外 OTT 業者合資來製作其所需之內容，共同朝向一起開發、製作和發行，或許有機會能突破國內有限市場的困境。

最後，本研究亦有侷限之處，首先：探究 LED 幕虛擬製作室僅以影視產業為對象，並未將電玩動畫產業納入探究，以致未能完整勾勒出 LED 幕虛擬製作室之全貌。這個主要原因是在訪談電玩動畫專家與學者時，知悉影視產業與電玩動畫產業在技術、美學表現形式、敘事與觀者有其相似與相異之處，需要更多文獻來進行討論，例如以擬真性視覺美學而言，電玩動畫的人物擬真性與電影中虛擬與實景的擬真性存在著不同的觀看視角等差異性，這些是本研究未觸及深入討論面向的原因。其次：LED 幕虛擬製作室發展時間不長，相對的國內相關業者目前也正處於發展期或者是規劃中。再者具有此經驗的專業人員有限，以致可以約訪的對象有限。因此，建議後續研究者可以針對電玩動畫的擬真性與電影的擬真性等視覺美學表現形式的差異性進行相關研究，以及約談更多的國內外業者與專業人員，以提供更多元、更代表性的探究結果。

## 參考文獻

- Jwa, S. H., & Lee, T. K. (2006)。《韓國電影產業結構變化與電影產業政策研究》。韓國經濟研究院。
- Liu, L. (2020 年 1 月 11 日)。〈揭開《1917》一鏡到底拍攝！如何完美呈現不可能的戰爭任務真實緊張感〉。上網日期：2022 年 10 月 22 日，取自 <https://www.wowlavie.com/article/ae2000046>
- 天下雜誌 video (2016 年 10 月 1 日)。〈論壇懶人包：讓全場沸騰的李安六段金句〉，取自 <https://www.youtube.com/watch?v=hI96SlfzZ0w>
- 臺中市政府新聞局 (2012)。《臺中市政府新聞局參訪韓國釜山亞洲電影市場展及製片場報告書》。臺中市政府新聞局。
- 李想、趙建軍、陳軍 (2022)。〈基於 LED 背景牆的電影虛擬化製作中攝影機追蹤技術研究〉，《現代電影技術》，1：10-19。
- 周明憲譯 (2013)。《微電影講堂：數位電影攝影機完全攻略》。尖端出版社。（原書玄光社編輯群 [2013] . デジタルシネマカメラ完全攻略—Digital Cinema Camera。玄光社。）
- 林有慶 (2007)。〈韓國電影產業的資本變動與電影產製的變化〉，《新聞學研究》，91：1-34。
- 邱誌勇 (2012)。〈幻化流形：後電影時代的數位元活動影像〉，《現代美術學報》，23：101-123。
- (2021)。〈重構一段被忽略的歷史：評列弗曼諾維奇的《軟體主宰》〉，《清華藝術學報》，3：207-215。
- 洪雅玲。(2007)。〈臺灣數位內容產業專業人才培訓問題探討：以遊戲、動畫產業為例〉，《資訊社會研究》，12，213-240。
- 胡峻曉、張文軍、駱駝駝 (2021)。〈電影虛擬化製作的發展前沿探究〉，《現代電影技術》，2：28-32。
- 桑 尼 (2015 年 7 月 13 日)。〈好萊塢的障眼法——綠幕〉，《壹讀》。上網日期：2022 年 7 月 18 日，取自 <https://read01.com/zh-tw/ankmoD.html#.YtTXl3ZBxqN>
- 崔君衍譯 (1995)。《電影是什麼？》。遠流。（原書 Bazin, A. [1985]. *Qu'est-ce que le cinéma?* Éditions du Cerf.）
- 曾偉禎譯 (2008)。《電影藝術：形式與風格》。麥格羅希爾。（原書



- Bordwell, D & Thompson, K. [2008]. *Film Art: An Introduction*. (8th ed). McGraw-Hill.)
- 馮悅譯 (2012)。《被展示的文化：當代可參觀性的生產》。北京大學出版社。(原書 Dicks, B. [2004]. *Culture on display: The production of contemporary visibility*. Open University Press.)
- 楊錫彬 (2020)。〈電影視覺特效發展策略之探索 - 以虛擬實境為例〉，《中國廣告學刊》，25：75-90。
- 董澤平、廖志峰 (2017)。〈電影資本市場失靈與匡正機制之探討〉，《Management Review》，25 (1)，101-134。
- 賈 婧 (2019)。〈淺析數位技術對電影美學的衝擊〉，《新聞研究導刊》，11，123-123。
- 維基百科 (n.d.-a)。〈1917 (電影)〉，《維基百科》。上網日期：2023 年 1 月 10 日，取自 <https://reurl.cc/o0DngV>
- \_\_\_\_\_ (n.d.-b)。〈星際大戰〉，《維基百科》。上網日期：2022 年 6 月 30 日，取自 <https://reurl.cc/4QgKAL>
- \_\_\_\_\_ (n.d.-c)。〈曼達洛人 (電視劇)〉，《維基百科》。上網日期：2022 年 6 月 15 日，取自 <https://reurl.cc/vknYRL>
- \_\_\_\_\_ (n.d.-d)。〈瑞德數位電影攝影機公司〉，《維基百科》。上網日期：2022 年 12 月 15 日，取自 <https://reurl.cc/LNeqey>
- \_\_\_\_\_ (n.d.-e)。〈摩爾波紋〉，《維基百科》。上網日期：2022 年 12 月 10 日，取自 <https://reurl.cc/Dm1R6d>
- 劉晗、王桂亭 (2005)。〈數位化：電影美學視域中的價值拷問〉，《吉首大學學報：社會科學版》，26 (1)：33-36。
- 劉瑋婷 (2010)。〈臺灣電影產業之未來與挑戰〉，《臺灣經濟研究月刊》，33 (8)，53-61。
- 賴以瑄 (2018)。〈蔡岳勳後儒家影視劇的東亞國際化與市場競爭〉，《新聞學研究》，135，49-92。
- 羅 桑 (2022 年 2 月 7 日)。〈阿凡達續集用他的技術，攜手世新打造智能攝影棚，想帶臺灣進軍好萊塢〉，《遠見雜誌》。上網日期：2022 年 3 月 6 日，取自 <https://www.gvm.com.tw/article/86742>
- Allen, M. (2002). The impact of digital technologies on film aesthetics. In D. Harries (Ed.), *The new media book* (pp. 109-118). British Film Institute.

- Baudrillard, J. (1994). *Simulacra and Simulation*. University of Michigan Press.
- Bazin, A. (1967), The myth of total cinema. In H. Gray (Tran.), *What is Cinema* (pp. 17-22). University of California Press.
- (1971). *What is cinema? Volume II* (H. Gray Tran.). University of California.
- Bennett, J., & Carter, C. (2014). *Adopting virtual production for animated filmmaking*. In E. Prakash (Ed.) *Proceedings of the 7th Annual International Conference on Computer Games, Multimedia and Allied Technology* (pp. 81-86). Global Science and Technology Forum (GSTF), Singapore.
- Bignell, J. (2010). Star Wars (1977): back and forth in time and space. In Brown, T. & Walters, J. (Eds.) *Film moments: criticism, history, theory* (pp. 111-115). British Film Institute and Palgrave.
- Fang, J., & Xiong, W. (2020). Impact of digital technology and internet to film industry. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 768, No. 7, 072112). IOP Publishing. DOI:10.1088/1757-899X/768/7/072112
- Gibbs, S., Arapis, C., Breiteneder, C., Lalioti, V., Mostafawy, S., & Speier, J. (1998). Virtual studios: An overview. *IEEE multimedia*, 5(1), 18-35. <https://doi.org/10.1109/93.664740>
- GlobeNewswire (2021, February 25). Global virtual production market by component, by type, by end user, by region, industry analysis and forecast, 2020-2026. Retrieved July 25, 2022, from <https://reurl.cc/OVbdND>
- Harbord, J. (2002). Postmodern praxes: Production on the national and global stage. *Film Cultures* (pp.93-116). SAGE.
- iDISPLAY (2022). Advantages of using virtual production LED wall. *Idisplay*. Retrieved June 30, 2022, from <https://reurl.cc/xlDdMV>
- Ilmaranta, K. (2020). Cinematic space in virtual production. In de Paolis, L., & Bourdot, P. (Eds.) *Augmented reality, virtual reality, and computer graphics: 7th international conference, AVR 2020, Lecce, Italy, september 7-10, 2020, proceedings, part II* (pp. 321-332). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58468-9\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58468-9_23)

- Iseli, C., Loertscher, M. L., & Thomas, G. (2022). Virtually real: Aesthetics and perception of virtual spaces in film. *Interactive Film and Media Journal*, 2(1), 92-105.
- Jewell, R. B. (1994). RKO film grosses, 1929–1951: The CJ Tevlin ledger. *Historical Journal of Film, Radio and Television*, 14(1), 37-49. <https://doi.org/10.1080/01439689400260031>
- Kadner, N. (2021, April 6). The virtual production field guide: Volume 1. *Epic Games*. Retrieved July 10, 2022, from <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/volume-2-of-the-virtual-production-field-guide-now-available>
- Kavakli, M., & Cremona, C. (2022, March). The virtual production studio concept—an emerging game changer in filmmaking. In *2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (pp. 29-37). IEEE. Doi: 10.1109/VR51125.2022.00020.
- Manovich, L. (2003). New media from Borges to HTML. *The new media reader*, 1(2), 13-25.
- \_\_\_\_\_. (2013). *Software takes command*. Bloomsbury Academic.
- \_\_\_\_\_. (2016). *What is digital cinema?* Retrieved July 10, 2022, from <https://reurl.cc/o0Xea3>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Plessiet, C., Chaabane, S., & Khemiri, G. (2015, April). *Autonomous and interactive virtual actor, cooperative virtual environment for immersive Previsualisation tool oriented to movies*. Paper presented at the Proceedings of the 2015 Virtual Reality International Conference. New York.
- Priadko, O., & Sirenko, M. (2021). Virtual production: A new approach to filmmaking. *Bulletin of Kyiv National University of Culture and Arts Series in Audiovisual Art and Production*, 4(1), 52-58. <https://doi.org/10.31866/2617-2674.4.1.2021.235079>
- Prince, S. (1996). True lies - perceptual realism, digital images, and film theory. *Film Quarterly*, 49(3), 27-37. <https://doi.org/10.1525/fq.1996.49.3.04a00040>

- Qian, B. (2022, June). Seeing and being seen. discussion on the Reconstruction of the Relationship between Image and Reality. In A. Khalil & J. S. Zha (Eds.) *Proceedings of the 2022 8th International Conference on Humanities and Social Science Research (ICHSSR 2022)* (pp. 1091-1095). Atlantis Press.
- Raditya, C., Rizky, M., Mayranio, S., & Soewito, B. (2021). The effectivity of color for chroma-key techniques. *Procedia Computer Science*, 179, 281-288. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.007>
- Shan, X., & Chung, J. (2022). Comparison of the characteristics of green screen and LED wall in virtual production system. *The International Journal of Advanced Smart Convergence*, 11(2), 64-70.
- Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M. C. (2021). Revisiting milgram and kishino's reality-virtuality continuum. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 647997. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.64799>
- Southern, R. (2022). *A comparison of LED panels for use in virtual production: Findings and recommendations*. Bournemouth University (Unpublished). <https://eprints.bournemouth.ac.uk/36826/>
- Thacker, J. (2012, May 10). In search of virtual production, *CG Channel*. Retrieved October 20, 2022, from <https://reurl.cc/n7XEav>
- Zhi, J. (2015). An alternative green screen keying method for film visual effects. *The International Journal of Multimedia & Its Applications*, 7(2), 1-12. <https://doi.org/10.5121/ijma.2015.7201>

## 本文引用格式

- 黃文龍、周成虎 (2023)。〈內容產製與當代影視產業：LED 幕虛擬製作室之研究〉，《傳播研究與實踐》，13 (2)：187-216。 <https://dx.doi.org/10.53106/222114112023071302007>
- Huang, W. L., & Chow, C. H. (2023). Content production and the contemporary film and television industry: A study of the LED screen virtual production studio. *Journal of Communication Research and Practice*, 13(2), 187-216. <https://dx.doi.org/10.53106/222114112023071302007> [Text in Chinese]

附錄

附錄一

訪談名單

代號	訪問對象	類別／職務	受訪時間／地點
A	世新大學教務單位	管理階層	2022 年 7 月 1 日／世新大學
B	夢想動畫股份有限公司	經營者／動畫師	2022 年 7 月 13 日／夢想動畫公司
C	堅達資訊實業股份有限公司	經營者／資工師	2022 年 7 月 26 日／堅達公司
D	茶金電視劇製作單位	美術指導	2022 年 8 月 2 日／視訊
E	風度影業國際股份有限公司	經營者／導演	2022 年 8 月 4 日／風度影業公司
F	世新大學智能攝影棚	藝術總監	2022 年 8 月 9 日／視訊
G	世新大學智能攝影棚	藝術指導	2022 年 8 月 23 日／世新大學
H	中國科技大學數位媒體系	遊戲動畫師	2022 年 11 月 20 日／臺北
I	藝力米數位科技有限公司	經營者／動畫師	2022 年 11 月 10 日／視訊

附錄二

訪談題目	LED 幕虛擬製作室在電影視覺美學上有哪方面的突破？
受訪者	夢想動畫股份有限公司經營者／動畫師 茶金電視劇製作單位美術指導 風度影業國際股份有限公司經營者／導演 世新大學智能攝影棚藝術總監 世新大學智能攝影棚藝術指導 中國科技大學數位媒體系遊戲動畫師 藝力米數位科技有限公司經營者／動畫師
訪談題目	建構一個完整的 LED 幕虛擬製作室需要的資源有哪些？
受訪者	世新大學教務單位管理階層 夢想動畫股份有限公司經營者／動畫師 堅達資訊實業股份有限公司經營者／資訊工程師 風度影業國際股份有限公司經營者／導演 藝力米數位科技有限公司經營者／動畫師
訪談題目	在影視內容產製上，LED 幕虛擬製作室與藍、綠幕虛擬製作上有哪些差異？
受訪者	夢想動畫股份有限公司經營者／動畫師 茶金電視劇製作單位美術指導 世新大學智能攝影棚藝術總監 堅達資訊實業股份有限公司經營者／資訊工程師 風度影業國際股份有限公司經營者／導演 中國科技大學數位媒體系遊戲動畫師 藝力米數位科技有限公司經營者／動畫師
訪談題目	何種類型的影視內容適合運用 LED 幕虛擬製作室？其原因為何？



受訪者	夢想動畫股份有限公司經營者／動畫師 風度影業國際股份有限公司經營者／導演 世新大學智能攝影棚藝術總監 中國科技大學數位媒體系遊戲動畫師 藝力米數位科技有限公司經營者／動畫師
訪談題目	目前在臺灣的影視內容上，已經運用 LED 幕虛擬製作室的影視內容有哪些？
受訪者	夢想動畫股份有限公司經營者／動畫師 風度影業國際股份有限公司經營者／導演 世新大學智能攝影棚藝術總監 藝力米數位科技有限公司經營者／動畫師
訪談題目	目前國內 LED 幕虛擬製作室的人力、資源與產業結構的發展情形如何？
受訪者	世新大學教務單位管理階層 夢想動畫股份有限公司經營者／動畫師 風度影業國際股份有限公司經營者／導演 世新大學智能攝影棚藝術總監 藝力米數位科技有限公司經營者／動畫師

# Content Production and the Contemporary Film and Television Industry: A Study of the LED Screen Virtual Production Studio

HUANG, Wen-Lung\*

Associate Professor, Department of Communication, Fo Guang University

CHOW, Cheng-Hu

Adjunct Associate Professor, Department of Public Policy and Management, Shih Hsin University

## Abstract

The use of LED screens instead of blue and green screens for production in The Mandalorian television series since 2019 has brought about a revolution in the film and television industry. This study aims to explore the impact of LED screen virtual production studios on the contemporary film and television industry, content production, and visual aesthetics. The study employed literature analysis and in-depth interviews as research methodologies. Findings indicate that, firstly, the adoption of LED screen virtual production studios requires the post-production process to be initiated during the pre-production stage, and the preview of virtual and real scenery must be completed before shooting, resulting in a change in the production process. Secondly, LED screen virtual production studios are currently primarily used for producing advertisements and music videos. The study suggests that, in the future, the studio can be employed for creating films or television series in order to expand the range of content production and increase international competitiveness. Finally, the deep integration of various digital technologies in visual aesthetics allows performers to perceive the realism of their surroundings while performing in the virtual space, thereby creating a realistic virtual image to immerse viewers in an aesthetically pleasing experience of perceptual realism.

**Keywords:** LED screen virtual production studio, visual aesthetics, contemporary film and television industry, film and television content production

---

\* Corresponding author: E-mail: wlhuang@mail.fgu.edu.tw

Received: 2022.10.08; Accepted: 2023.02.22