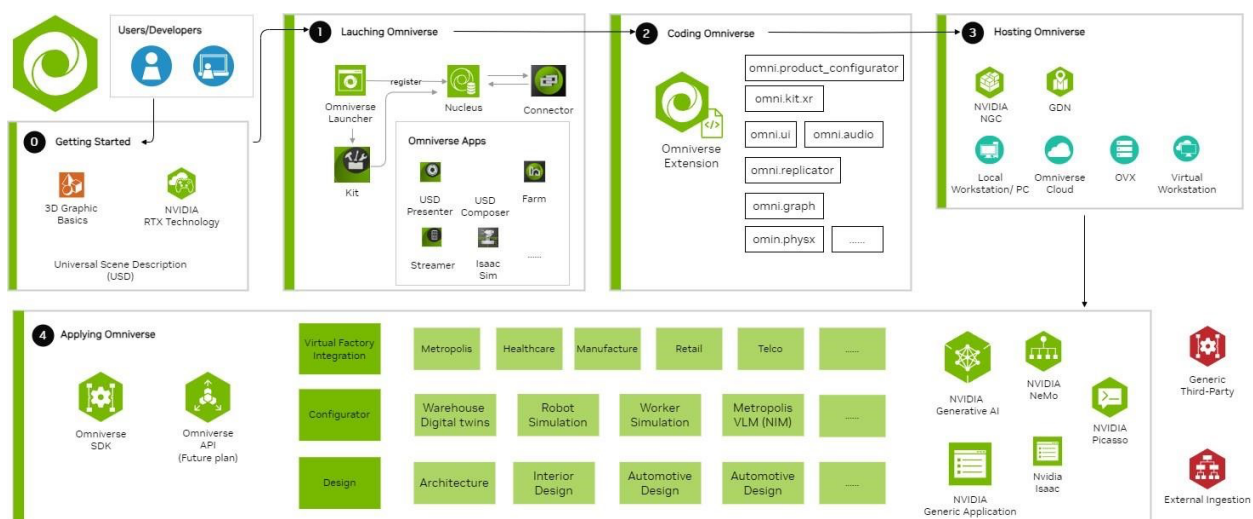


NVIDIA Omniverse 開發者學習指南

v 0.5.0



版本歷程記錄

版本	時間	說明
0.5.0	2024/11/14	中文版初版

注意：本指南並非 NVIDIA 官方文件，僅供參考與學習使用。內容可能與官方資訊有所不同，如有任何疑問請以官方最新資料為準。

目錄

版本歷程記錄	2
1 總覽	5
1.1 如何使用本指南	5
2 文件與資源	6
2.1 尋求協助與回報軟體問題.....	6
3 透過「Kit Template App」使用 Kit SDK 進行開發	8
3.1 先決條件與需求	8
3.2 初探 Kit App Template.....	9
3.3 利用 Omniverse Kit SDK 開發應用程式	10
3.4 使用與建立 Extension	10
4 OpenUSD (通用場景描述)	12
4.1 Omniverse 與 OpenUSD 的工作流程概觀	12
4.2 深入探索 OpenUSD.....	13
4.3 OpenUSD 最佳實踐.....	15
4.4 OpenUSD 聯盟(AOUSD)與產業案例選讀	16
5 Omniverse 核心功能.....	18
5.1 「Omni.UI」使用者介面框架	18
5.2 Omniverse Graph	18
6 邁向雲端與部署	20
6.1 Kit SDK 的「Service」框架.....	20

6.2	Omniverse Streaming：畫面串流與大規模部署.....	21
7	使用案例研究.....	23
7.1	打造 Omniverse Connector 與 USD Converter.....	23
7.2	打造 Product Configurator.....	24
7.3	Omniverse XR.....	25
7.4	利用 Isaac Sim 開發機器人應用.....	26
7.5	合成資料生成 (Synthetic Data Generation, SDG).....	28
7.6	虛擬工廠：製造業中的數位孿生.....	30
8	附錄：Omniverse 的軟硬體基礎設施.....	34

1 總覽

Omniverse 是一套提供**開發者**利用的軟體套件平台，本學習指南提供了精選內容清單，幫助您開始開發屬於自己的 NVIDIA Omniverse 應用程式(APP)和擴展(Extension)。

在開始您的開發者學習旅程之前，我們建議您快速瀏覽《Omniverse **使用者**學習指南》並花一些時間探索「基於 Omniverse 的參考應用程式 (Reference APP)」，例如 USD Composer 與 USD Explorer，以快速瞭解相關技術與使用方式。

對於大型團隊中專注於特定元件的開發者，本文件將是您的理想起點。

1.1 如何使用本指南

本指南應依照文件/連結的呈現順序來閱讀/遵循。各項內容會標示為以下類別之一：

[必讀] 重要概念的概述，應完整閱讀。

[選讀] 額外提供更深入的閱讀材料或其他資源，能增強讀者的技能與知識。這些材料可與其他部分同步閱讀。請注意：選讀並不代表內容不重要，相反的，選讀內容通常是深度技術解析或最佳實踐，我們建議您先大致瀏覽並在開發過程中反覆查閱，如此將能避免開發過程中技術債的累積。

[參考] 專案中可供參考的資料，不需要逐字閱讀。

除了上述標示之外，您還會注意到部分章節的開頭提供「**精選教材**」。精選教材是由本指南作者特別挑選，內容簡明易懂且包含實作內容，能幫助讀者快速熟悉操作並建立基礎概念。這些材料的內容都將在後續文件中被深入說明與討論，因此並不能算是必讀項目，然而如果您是 Omniverse 的初學者，優先閱讀這些精選教材，可以大幅加快您的學習進度，讓您循序漸進，由淺入深地掌握核心內容。

「邁向雲端與部署」章節是大多數 Omniverse 應用實現落地的主要方式。我們建議您先大致瀏覽其內容，並根據其中的資訊來規劃您的應用程式架構。

「使用案例研究」章節為區分專案的選讀內容，可根據您的需求決定是否閱讀。到達該階段後，您可以自行選擇哪些模組對您有幫助，並按照您偏好的順序進行學習。

2 文件與資源

學習 Omniverse 的資源非常豐富，以下是您可以獲取資訊的主要來源，也構成本指南的文件依據。如果本指南無法滿足您的學習需求，或您對特定主題有興趣，歡迎前往以下網頁進一步探索：

Omniverse 官方文件	提供 Omniverse 的最新且最詳細技術文件，包括安裝指引、功能概述以及進階開發指南，是深入瞭解 Omniverse 的必讀來源。
NVIDIA 深度學習機構 (DLI)	提供系統化的學習課程，涵蓋 Omniverse 與 OpenUSD 等主題，部分內含互動式的練習環境。
NVIDIA 隨選內容 (On-Demand)	包含各類主題的隨選影片，涵蓋 NVIDIA GTC 大會、AI Summit 的現場錄影，並收錄重磅級合作夥伴的分享與專家觀點。這些影片提供深入的產業洞察，讓您掌握最新技術趨勢和實務應用。
Omniverse YouTube 頻道	提供豐富的影片資源，包含產品更新、操作示範和案例分享等，且經常更新。此頻道也是舉辦定期直播，並邀請 NVIDIA 技術專家或產業/社群開發者參加、是您獲取新想法的好地方。
NVIDIA Developer 頁面	集合最新的開發資源、SDK 下載和技術更新，是掌握 NVIDIA 最新技術資訊和下載工具的最佳來源。
NVIDIA 開發者論壇	開發者討論區，提供解決方案、技術支援和社群討論。開發者可以在此尋求技術協助，並與 NVIDIA 社群互動交流。
Omniverse Discord	開發者社群交流平台，提供即時互動、問題解答和資源分享。經常有來自 NVIDIA 的技術專家進行交流，適合希望隨時獲取建議和支援的使用者。

2.1 尋求協助與回報軟體問題

若您在開發過程中遇到任何技術問題，最好的求助方式是透過 NVIDIA 的 [Omniverse 開發者論壇](#) 提出您的疑問：

1. 找到與您遇到的問題相關的發文類別。

2. 點擊「+ NEW TOPIC」按鈕建立新的討論主題。
3. 在「Post Title」中簡要概述您的問題。
4. 在「Post Description」中詳細描述您的遭遇的狀況，請包含以下資訊：
 - 問題行為描述，包括可能導致問題或能重現問題的操作步驟。
 - 電腦環境資訊。
 - 相關文件和完整的日誌(log)文件(如有)。

如果您是企業客戶，歡迎透過 NVIDIA Omniverse 企業支援服務向我們尋求協助。

您提供的資訊越詳細，我們便能越快協助解決您的問題。請包含以下內容：

- 電腦作業系統
- GPU / GPU 驅動版本
- 使用的應用程式 / 版本號
- 完整日誌文件（如有）

日誌位置與更多除錯工具請見 [How to Report an issue with Omniverse](#)。

3 透過「Kit Template App」使用 Kit SDK 進行開發

Omniverse Kit 是用於構建 Omniverse 應用程式（如 Composer 和 Explorer）的 SDK，更重要的是 Kit 將幫助您開發自己的 Omniverse 應用程式。它整合了幾個主要組件：

- USD/Hydra (omni.usd)
- Carbonite
- Omniverse RTX 渲染器
- PhysX 引擎
- 腳本功能 (Script)
- UI 套件 (omni.ui)
- ...

作為開發者，您可以使用這些元件的任意組合來構建自己的應用程式，或者對現有的功能進行擴充或修改。而本章節將會是您開發旅程的起點，首先請依循以下文件下載、設置、建構並執行您的第一個應用程式吧！

3.1 先決條件與需求

請確認您的系統符合以下配置，以便使用 Omniverse 應用程式和 Extension：

- **作業系統**：Windows 10/11 或 Linux (建議使用 Ubuntu 20.04/22.04)
- **GPU**：NVIDIA RTX 相容 GPU (建議 Turing 或更新的版本)
- **驅動程式**：與您的 GPU 相容的最新 NVIDIA 驅動程式
- **網路連線**：需要網際網路連線以下載 Omniverse Kit SDK、Extension 及其他工具與素材

如果您的企業環境無法使用網際網路連線，請聯絡 NVIDIA 並採用「Omniverse Enterprise」解決方案。

必要的軟體

- [Git](#)：用於版本控制 repository 管理
- [Git LFS](#)：用於管理 repository 中的大型檔案
- **(Windows) Microsoft Visual C++ Redistributable**：許多 Windows 系統已預裝，若無可從[最新支援版本](#)下載

- **(Linux) build-essential**：包含 make 和其他構建應用程式的基本工具。在 Ubuntu 中可使用 `sudo apt-get install build-essential` 安裝

建議安裝的軟體

- **(Linux) Docker**：用於容器化開發和部署。
- **(Linux) NVIDIA Container Toolkit**：用於 GPU 加速的容器化開發和部署，需先完成 Docker 的安裝和配置步驟。
- **VSCode** (或任何您偏好的 IDE)：用於程式編輯和開發。

3.2 初探 Kit App Template

精選教材 (2 小時)

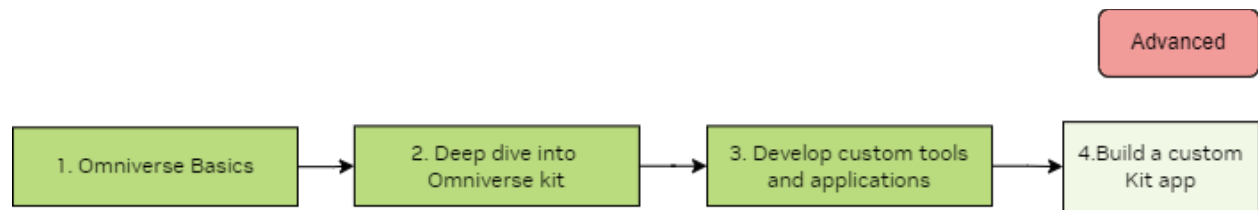
[NVIDIA Developing an Omniverse Kit-Based Application](#) (NVIDIA DLI)

本課程將帶著您手把手下載 Kit App Template、創建並執行一個 Omniverse 示範應用程式，並進一步為應用程式增加 Extension 功能。

完成這堂課將幫助您認識 Kit App Template 的使用方式，並對 Omniverse APP 的開發流程建立宏觀的理解。

項目	說明	來源
GitHub - Omniverse Kit App Template [必讀]	Kit APP Template 提供精簡的工具與模板，簡化您對 Kit SDK 的使用門檻。幫助您一鍵利用 Kit SDK 建立高效能、基於 OpenUSD 的桌面或雲端串流應用程式。	GitHub
Omniverse Kit App Template Companion [必讀]	這份教學文件是專為希望深入了解如何使用 Kit SDK 的開發者設計，提供對底層結構和機制的詳細說明，讓開發者能全面掌握 Kit SDK 及其開發流程。	Omniverse 文件

3.3 利用 Omniverse Kit SDK 開發應用程式



項目	說明	來源
Omniverse Kit - Introduction [選讀]	本影片介紹 Omniverse Kit，並探討開發者如何利用這個強大的工具來創建新的 Omniverse 應用程式 Extension 功能。	NVIDIA 隨選內容 (2020 12 月)
Kit Overview [必讀]		Omniverse 文件

3.4 使用與建立 Extension

Omniverse Extensions 是基於 Omniverse Kit 應用程式的核心構建模組，組成了您在 USD Explorer、USD Composer、USD Presenter 和其他應用程式中使用的各種工具。由於基於 Kit 的應用程式是由 Extensions 組成的，您可以透過創建新的 Extension，或編輯與啟用現有的 Extension，來擴展應用程式的功能，以滿足您的需求。

學習 Extension 是提升 Omniverse 使用體驗的重要一環。透過掌握 Extension，您可以客製化工具和功能，實現高度客製化的工作流程，並靈活地應對各種場景需求，使 Omniverse 成為真正符合您需求的創作平台。

精選教材 (8 小時又 10 分鐘)

[How to Build an Omniverse Extension in Less Than 10 Minutes](#) (NVIDIA YouTube 2022)

這是一部讓您快速了解「Extension」是甚麼的短片。

Develop, Customize, and Publish in Omniverse With Extensions (NVIDIA DLI)

本課程將引導您使用 Python 撰寫 Omniverse Extension 以開發客製化功能和使用介面，從按鈕生成物件到自訂物理效果，您將學會創建、調試和發佈 Extension，並最終能與 Omniverse 社群分享自己的 Extension 工具。

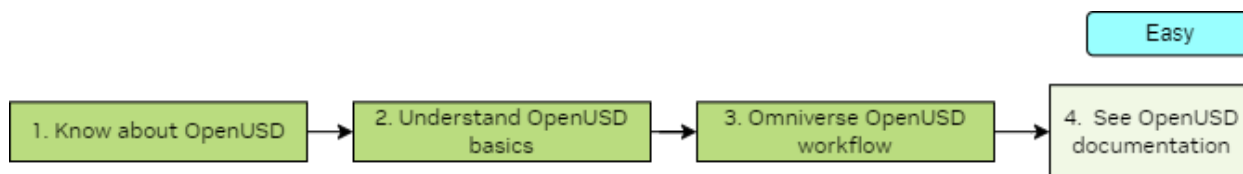
項目	說明	來源
Getting Started with Extensions [必讀]	本文件將協助您使用 Omniverse 的圖形化介面開始為基於 Kit 的應用程式創建新的 Extension，並與他人分享。	Omniverse 文件
Extensions in-depth [必讀]	除了實際執行的程式以外，Extension 就是一個包含設定檔案（extension.toml）的資料夾。Extension 系統會找到該 Extension，並根據設定檔的指示執行操作，例如載入 Python 模組、Carbonite 插件、共享函式庫，或應用設定等。本文件將細說 Extension 資料夾結構與設定檔配置方式。	Omniverse 文件
Extension 進階內容 [選讀]	Extension (USD Schema) ~ Publishing Extension 等七個頁面提供了有關 Extension 開發的最佳實踐建議。如果您的應用程式即將進行部署，請務必參閱這些資料，並根據其中的建議調整您的 Extension。	Omniverse 文件
Kit C++ Extension Template [選讀]	除了 Python 以外，Extension 也可以使用 C++ 進行開發並獲得更好的執行效能，相對應的開發難度也較高。	Omniverse 文件
How to Build Extensions and Apps for Virtual Worlds with NVIDIA Omniverse [選讀]	學習如何使用 NVIDIA Omniverse 創建虛擬世界的 Extension 和應用程式，探索 NVIDIA Omniverse 在虛擬世界開發中的功能與強大能力。	NVIDIA 隨選內容 (2022 9 月)

4 OpenUSD (通用場景描述)

OpenUSD (Universal Scene Description) 或翻譯成「通用場景描述」是一款由皮克斯動畫工作室 (Pixar Animation Studios) 開源的開放 API 場景描述工具，用於在虛擬世界中創建、編輯、查詢、渲染、協作和模擬真實世界的場景。自 2016 年開源以來，OpenUSD 憑藉其強大功能，不僅在視覺效果領域得到廣泛應用，還被廣泛應用於建築、工程、設計、零售、機器人、製造等眾多領域。值得注意的是，**我們不應將 OpenUSD 僅視為一種檔案格式，或僅限於 3D 設計中的應用**。它更是一個框架和生態系統，提供資源交換功能，使得不同資料來源能夠協作，並共同構建一個完整的物理場景。

要順利使用 OpenUSD 作為通用的 檔案格式並開發 Omniverse 應用程式，軟體工程師與 3D 設計師的緊密合作是不可或缺的。3D 設計師需將其他 DCC 軟體的物件轉換成為 USD 素材庫，為達成此目標，必須依循 OpenUSD 標準並結合企業內部工作流程，建立最佳實踐方案。軟體工程師則需從軟體開發角度確保這些實踐能充分發揮應用程式的效能，同時開發處理 USD 檔案的小工具，甚至設計新的 OpenUSD 結構 (schema)，以提升流程效率並滿足專案需求。

4.1 Omniverse 與 OpenUSD 的工作流程概觀



精選教材 (2 小時又 20 分鐘)

[OpenUSD Overview](#) (NVIDIA 文件中的系列短影片)

本系列影片包含五部 3~5 分鐘左右的短影片，快速帶您了解 OpenUSD 的特性與架構，並以此延伸出「共同協作」以及「單一資訊來源 (Single Source of Truth)」等工作流程概念。看完影片以後您會對 OpenUSD 有最基礎的認識與想像。

[Fundamentals of Working With OpenUSD](#) (NVIDIA DLI) & [影片](#) (NVIDIA 隨選內容 GTC 24)

本課程將帶您利用 Omniverse 的圖形化介面編輯範例 OpenUSD 檔案，無需撰寫程式碼即可輕鬆調整 OpenUSD 中的 Property、Layer、Stage 等核心組件。完成課程後，您將具備建立 OpenUSD 模型架構的基本技能，並能開始思考如何為您的場景設計專屬的 OpenUSD 模型架構。

項目	說明	來源
Introduction to OpenUSD [必讀]	本文是 OpenUSD 官方的原汁原味介紹文章，能最全面地呈現官方對 OpenUSD 整套工具的觀點與理解。透過此文，您可以深入了解官方是如何看待 OpenUSD 的功能、特性及其應用價值，可以說是最權威的參考依據。	OpenUSD 文件
OMNIVERSE BASICS - Workflow - Part1: USD and Layers in Omniverse [必讀]	影片內容涵蓋 USD 和 Layers 的操作示範，幫助您瞭解如何利用匯出工具，以及如何編輯 USDA 檔案以手動調整參數。	NVIDIA 隨選內容 (2021 10 月)
Nucleus Overview [必讀]	Nucleus 在 Omniverse 平台中扮演著素材庫與協作平台的角色。您可能已經熟悉 Nucleus 的基本使用方式，但我們邀請您重新以 OpenUSD 的角度來思考，Nucleus 是如何實現其協作與管理機制的。	Omniverse 文件
An Introduction to OpenUSD [必讀]	這部影片由 NVIDIA 負責 OpenUSD 生態系的產品管理總監 Aaron Luk 演說，深入淺出的介紹 OpenUSD 的強大特性，以及生態系的最新動態和未來發展趨勢。演說內容充實，建議在不同學習階段反覆觀看，每次都會收穫不同見解。	NVIDIA 隨選內容 (GTC 24)
USD Terms and Concepts [參考]	本頁面是 OpenUSD 相關專有名詞的索引。稍加瀏覽後，您會發現許多看似普通的名詞其實各自有明確的定義和用途（例如 Opinions、Property 等）。您可以隨時回來查閱這些定義，深入理解這些概念，這將是成為 OpenUSD 專家的必經之路。	OpenUSD 文件

4.2 深入探索 OpenUSD

完成上一節課程後，您應該已對 OpenUSD 格式有了基本認識。然而，要真正發揮 USD 的價值，還需要有軟體能夠和檔案進行互動。本節的重點在於介紹 OpenUSD 的 Python API，同時也探討 USD 架構差異對於軟體效能的影響。



精選教材 (4 小時左右)

[Learn OpenUSD : Foundations](#) (NVIDIA DLI)

本系列課程由 7 個子課程組成，全面介紹 OpenUSD 的基礎元件及其對應的 Python API。每個課程都配有即時互動的 Jupyter Lab 環境，讓您能夠邊學邊做，立即上手。透過這些精心設計的學習單元，您將快速掌握 OpenUSD 的核心概念與實踐技能，為後續實務應用打下堅實的基礎。

項目	說明	來源
USD Tutorials [必讀]	本文件由 OpenUSD 官方提供，包含 14 個理論與實作兼具的單元，全面涵蓋所有基礎內容。同時展示了官方工具 usdview、usdcats、usdedit 等的使用方法。	OpenUSD 文件
OpenUSD at Hyperscale: Developing a Real Time Framework for USD Runtime [必讀]	本演說由多位 NVIDIA 技術專家分享 Omniverse 的演進歷程，展示如何逐步構建出一個適用於大型 OpenUSD 場景的即時框架。透過場景優化、GPU 與雲端擴展，以及其他運行時技術，實現高效能的即時處理。演說中的思考脈絡對您自行開發應用將有深刻啟發，助您在開發過程中更有效地運用這些技術。	Omniverse YouTube (SIGGRAPH 23)
USD Toolset [參考]	本頁面列出了所有官方工具及其使用方式，例如 usdview、usdcats、usdiff 等。相較於 Omniverse 提供對 OpenUSD 的全擬真顯示與互動，這些工具更專注於 USD 檔案結構本身，分別具備特定功能，是設計 USD 架構的絕佳幫手。	OpenUSD 文件

4.3 OpenUSD 最佳實踐

項目	說明	來源
Data Aggregation Best Practices [必讀]	儘管 USD 提供了高度彈性和豐富的功能，但檔案架構若未經規劃，可能導致模型整合不順暢、場景管理混亂，甚至性能問題。	Omniverse 文件
OpenUSD Best Practices: Key Considerations for USD Asset Structuring and Pipeline Architecture [必讀]	就像企業的工作流程有固定的 SOP，OpenUSD 經過長期發展，也形成了成熟的最佳實踐。然而，這些最佳實踐無法單從檔案內容或 Python API 一眼看出，因此必須依賴專家的經驗傳承。本文件及影片正是這些寶貴經驗的集大成。 雖然不遵循最佳實踐可能不會立即顯現問題，但技術債終究會累積，隨著項目複雜度增加，後續影響將愈發明顯。相反地，遵循這些準則，您可以充分發揮 USD 的優勢，提升工作流程的穩定性，使團隊協作更流暢，並確保數位內容的高品質與可維護性。	Omniverse YouTube (SIGGRAPH 23)
USD Example Datasets - Residential Lobby [必讀]	這是一個依據最佳實踐建構的 USD 場景，展示了如何整合從不同 DCC 軟體匯入的 3D 物件。我們強烈建議您同時對照文件與檔案，以獲得最直觀的理解。	Omniverse 文件 (含範例素材)
Units in USD [選讀]	USD 文件中的單位設置往往令人困惑，若設置錯誤或誤用，可能導致模型整合時出現比例失衡的問題。透過閱讀本文，您可以徹底解決這些疑惑。	Omniverse 文件
SimReady 3D Art Asset Creation [選讀]	Sim Ready Asset 是企業建立數位孿生模型的必備要素。本文件涵蓋了 Geometry、Material 和 Physics 等各方面的最佳實踐。依照文件指引製作的資產不僅具有通用性，還易於維護，為數位孿生模型的高效構建奠定了穩固基礎。	Omniverse 文件
Principles of Scalable Asset Structure in OpenUSD	這是您所能參考到最詳盡的說明與規範。	Omniverse 文件

[參考]		
------	--	--

4.4 OpenUSD 聯盟(AOUSD)與產業案例選讀

本節首先介紹 [OpenUSD 聯盟](#)，隨後分享三個來自不同領域的合作夥伴案例，展現他們如何擁抱 OpenUSD 這一開放標準。AutoDesk FlexSim 在工業模擬與最佳化領域採用 OpenUSD，提升設備數位孿生的準確性與靈活性；Cesium 則應用 OpenUSD 於全球地理資訊平台，推動區域至全球級數據可視化；而 Ansys 則透過 OpenUSD 強化其數值模擬的真實性與效率。這些案例展示了 OpenUSD 在多樣化場景中的廣泛應用潛力。

項目	說明	來源
AOUSD: OpenUSD Roadmap: What's Next for 3D Scene Description Technology [選讀]	AOUSD 是由 Pixar、Adobe、Apple、Autodesk 和 NVIDIA 聯合 Linux 基金會的聯合開發基金會 (JDF) 成立的 OpenUSD 聯盟，旨在促進 Pixar 通用場景描述技術 (USD) 的標準化、開發和成長。該聯盟致力於強化開放通用場景描述 (OpenUSD) 的功能，標準化 3D 生態系統，並提升 3D 工具和資料的互通性，使開發人員和內容創作者能夠高效描述、編寫、模擬大型 3D 專案，並構建日益豐富的 3D 產品和服務。	AOUSD YouTube
FlexSim: Accelerating Modern Industrial Workflows With OpenUSD and Simulation Modeling [選讀]	演講由 FlexSim 專家探討模擬技術的最新進展及其在解決現代工業問題中的重要性，並展示如何利用 USD 和 NVIDIA Omniverse 發揮模擬數據的價值。	NVIDIA 隨選內容 (GTC 24)
Cesium: Enabling 3D Geospatial Workflows for Industrial Digital Twins [選讀]	演講介紹 OpenUSD、3D Tiles 和地理空間數據的應用，如何共同打造豐富的數位孿生模型。深入了解數據 Pipeline、3D Tiles 串流、場景管理與性能考量，並瞭解 USD 與地理空間技術的未來發展趨勢。	NVIDIA 隨選內容 (GTC 24)

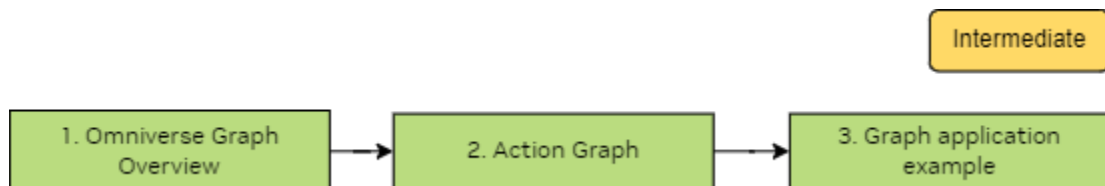
Ansys: Narrowing the Gap Between Simulation and Reality With OpenUSD [選讀]	瞭解 Ansys 如何利用 OpenUSD 解鎖基於物理的模擬與視覺化的新能力，提升虛擬原型在各行業中的準確性、效率和真實感。同時探索 Ansys 如何將其 AI 驅動的模擬專業知識貢獻於 OpenUSD 聯盟，協助構建一個開放且可擴展的平台。	NVIDIA 隨選內容 (SIGGRAPH 24)
--	--	---------------------------

5 Omniverse 核心功能

5.1 「Omni.UI」使用者介面框架

項目	說明	來源
Deep Dive into Omniverse Kit - OmniUI [必讀]	這部影片介紹了 omni.ui 函式庫，用於構建 Omniverse 應用程式和 Kit 擴展的使用者介面。	NVIDIA 隨選內容 (2021 1 月)
Overview — Omniverse Kit UI Overview [必讀]	Omniverse UI 框架是用於在 Kit Extension 中創建美觀且靈活的圖形化使用者介面的工具包。它提供了各種基礎 UI 元素和布局系統，讓使用者能夠打造視覺效果豐富的使用者介面。	Omniverse 文件
The Style Sheet Syntax [參考]	omni.ui 的樣式表規則與 HTML CSS 幾乎相同，適用於所有 omni.ui 元素的樣式設定。	Omniverse 文件
omni.ui Class Reference [參考]	UI 系統類別的參考指南	Omniverse 文件

5.2 Omniverse Graph



OmniGraph 是 Omniverse 的視覺化的腳本語言，能快速為 Omniverse 世界的物件添加行為和互動性。OmniGraph 可處理各種計算需求，從變形器到粒子系統，再到基於事件的 graph 等。OmniGraph 不僅僅是單一種類的 graph，而是多種類型 graph 系統的組合併整合在一個框架之下。

如果您發現所需功能已能透過 OmniGraph 實現，我們建議您選擇使用 OmniGraph，因為它很有機會提供更好的執行效能，並且在使用上更為簡單。

需要注意的是，OmniGraph 無法直接轉換為等價的 Python 或 C++ 程式碼，請將其視為一種獨立語言。不過，OmniGraph 仍可與其他 Python 或 C++ Extension 配合使用，提供靈活的開發體驗。

項目	說明	來源
OmniGraph [必讀]	這份文件是您探索 OmniGraph 的起點，文件中的影片展示了如何快速使用 OmniGraph 生成可與事件（Event）互動的 USD 物件。我們建議您跟隨影片操作，以獲得最佳的學習效果。	Omniverse 文件
OmniGraph Node Library [參考]	您可以在本文件中找到 OmniGraph Node 的定義、描述和範例。	Omniverse 文件
Python Scripting [選讀]	雖然 OmniGraph 作為視覺化語言，可以透過圖形化介面輕鬆地拖拉點選完成操作，但為了更有效率地完成重複性的 Graph 建立，Omniverse 也提供使用 Python 程式碼來定義並創建 Graph 的方法。	Omniverse 文件
Create Your Own Nodes [選讀]	除了既有的 Node 之外，您當然也可以 Extension 的形式創建自定義的 Node。OmniGraph 提供了一個用於創建 Node 的框架，就稱為 OmniGraph Node (OGN)。	Omniverse 文件
Training ChatGPT on Omniverse Visual [選讀]	在本直播中，Mati 嘗試運用提示工程（prompt engineering）技術來教導 ChatGPT 以創建 Action Graph。	Omniverse YouTube

6 邁向雲端與部署

6.1 Kit SDK 的「Service」框架

除了 Kit APP 和 Extension 之外，Omniverse 提供也基於 Kit SDK 的「Service」框架，目標在簡化利用客製化 Extensions 構建(微)服務的過程。

採用 Service 的優勢在於開發者可以選擇在本地、虛擬機或雲端環境中運行服務。該框架具有彈性，無需更改程式碼即可輕鬆將服務遷移至不同基礎架構。

Service 框架提倡鬆耦合(loosely-Coupled)設計，其元件作為構建模組，有助於實現系統的擴展性與韌性。這些可重用的元件能加速數據庫、日誌記錄、指標收集和進度監控等工具和功能的開發。創建服務專案使用與 Extensions 相同的工具和類似的開發流程，但在配置與相依性等方面則具有服務特有的需求。

項目	說明	來源
Deep Dive into Omniverse Kit - Microservices [必讀]	本影片介紹 Omniverse 的微服務架構，該架構讓開發者能夠構建並部署由獨立且模組化的「Service」組成的應用程式。	NVIDIA 隨選內容 (2021 1 月)
Services Overview [必讀]	本頁面提供了完整的文字說明，帶領您逐步開始建立自己的 Omniverse Service。本文件包含了構建服務的基礎知識、容器化步驟、設定與配置，並附有一個 Omniverse Service 的範例。值得一提的是，文件中也介紹了 NVIDIA 的幾個 USD NIM，可以視為 NVIDIA 預先包裝、開箱即用的 Omniverse Service。	Omniverse 文件
Kit Service App Template [必讀]	Kit Service App Template 是您在 Omniverse 生態系統中建立 Headless 服務的起點。本模板專為利用 Kit SDK 的功能而設計，您可用其構建無需圖形化使用者介面(GUI)的解決方案，格外適合背景處理或伺服器端的應用程式。	GitHub

6.2 Omniverse Streaming：畫面串流與大規模部署

隨著影像渲染精緻度提升與算力需求增加，我們無法期待客戶端設備提供足夠的運算資源（例如一張 RTX 4090 GPU）。因此，將互動內容串流至用戶端成為現代工作流程中的核心體驗之一，讓各種設備即使無法安裝 Omniverse，也能輕鬆存取其功能。遠端存取的方式實現了共享體驗，並適用於以下情境：

- 將內容串流至其他設備和平台
- 從手機或平板存取 Omniverse
- 與一群用戶共享硬體資源
- 提供基於雲端的即時製作工作流程

Omniverse 提供多種開箱即用的串流選項，並可配合企業的客製化前端介面，為使用者帶來更沈浸式的體驗。掌握這些技術的最佳途徑是測試 NVIDIA 提供的 Embedded Web Viewer Example。一旦完成客製化的串流應用程式，您將面臨大規模部署需求。此階段 NVIDIA 提供了 Omniverse Application Streaming API，用以管理客製化應用程式與使用者連線 session，並實現在公有雲服務上共享 GPU 運算資源，以支援多客戶需求。

項目	說明	來源
Omniverse Streaming Extensions [必讀]	本頁面列出了 Omniverse 提供的多種串流方案。	Omniverse 文件
Embedded Web Viewer [必讀]	本範例包含一個供終端用戶互動的網頁客戶端，它顯示經串流的 Kit 應用程式–USD Viewer，並能根據網頁客戶端的請求載入相應的 USD 素材。 網頁客戶端透過 Omniverse WebRTC Streaming 函式庫實現串流和消息傳遞(messaging)，USD Viewer 則透過 Kit Extensions 支援這些功能。	Omniverse 文件
Omniverse Application Streaming API [必讀]	Omniverse Application Streaming API (簡稱 OVAS) 提供隨需的雲端串流服務，讓 Omniverse Kit 應用程式能夠通過穩定的 Kubernetes 平台進行串流。此 API 具備高度的擴展性和靈活性，利用支援 GPU 的 Kubernetes 叢集、容器化服務以及	Omniverse 文件

	Helm charts，實現高效能的應用程式串流，並可部署於任何雲端供應商或本地基礎設施上。	
--	--	--

7 使用案例研究

本章內容可依照使用案例或項目需求，選擇適合的順序進行。並非所有項目都需要涵蓋所有組件，請根據實際需求靈活運用。

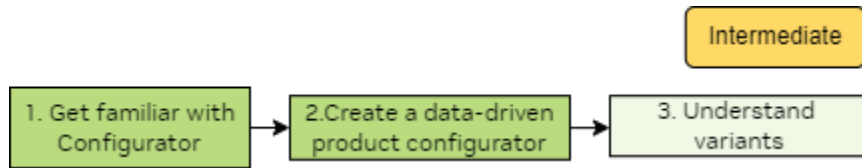
7.1 打造 Omniverse Connector 與 USD Converter

OpenUSD Connections and Data Exchange (舊稱 Omniverse Connect) 是一組包含「Importers」、「Exporters」、「Converters」和「USD file format plugin」的工具，讓各種 3D 應用程式、產品和檔案格式能夠透過 USD 進行數據交換。

項目	說明	來源
OpenUSD Exchange SDK [選讀]	除了 Pixar 提供的原生 OpenUSD API 之外，NVIDIA 還建立了 OpenUSD Exchange SDK，它在底層 USD 概念之上提供了更高層次的便利函式，使開發者能夠更快捷地遵循 OpenUSD 的最佳實踐。	Omniverse 文件
Omniverse USD connectors [選讀]	這裡是現有的 Connector 列表。NVIDIA 鼓勵軟體開發商為自己的應用程式開發 Omniverse Connector。	Omniverse 文件
Omniverse Connect SDK [選讀]	如果您有自己的應用程式並希望讓更多開發者能夠方便地將其與 Omniverse 連結，請參考這些文件和教學資源。	Omniverse 文件
Omni Asset Validator [選讀]	這是一個基於 USD ComplianceChecker 的 Python 套件，目的在根據 Omniverse 特定規則驗證 USD 素材的何規性，確保它們能在所有 Omniverse 產品中順暢運行。	Omniverse 文件
NIM:nvidia/usdvalidate [選讀]	NVIDIA 也提供 NIM 版本的 USD 驗證工具，讓您快速使用。	NVIDIA 頁面
USD Data Exchange Catalog	您可以在這裡找到 USD 格式轉換的完整列表。	Omniverse 文件

[參考]		
------	--	--

7.2 打造 Product Configurator



Product Configurator 是一種視覺化工具，讓客戶可以即時自訂產品選項，例如顏色、表面處理、相機角度和背景設定，從而創建產品變體和自訂場景。這種工具廣泛應用於汽車、零售和廣告等行業，並針對不同客戶需求進行調整，以展現產品特性，提供更符合客戶期望的體驗。

精選教材 (2 小時)

[Building a 3D Product Configurator with OpenUSD and Omniverse](#) (NVIDIA DLI)

在這門實作課程中，您將建立一個面向客戶的 Product Configurator。您將使用 USD 的 variants 和 variantSets 來處理產品選項，透過 Action Graph 添加功能，並設計一個網頁與 Product Configurator 進行通訊。最後，您會將您的成果串流至您創建的網頁上。

項目	說明	來源
What Is a Product Configurator? [必讀]	您一定已經作為使用者體驗過某個產品的 Product Configurator，但如果以上描述讓您有些困惑，建議直接觀看這個頁面上的展示。	NVIDIA 文件
RTX Best Practices for Real-Time Configurators [必讀]	要打造一個 Product Configurator 有許多面向需要注意。本教學將指導您如何正確利用 RTX 渲染技術，以實現最佳的渲染效果，提升產品展示的視覺品質。	Omniverse 文件
Developing an AI Background Generator With NIM [選讀]	本課程中將介紹創建一個支援生成式 AI 的 Omniverse Kit 應用程式的過程。透過使用 Extension、NVIDIA NIM 微服務以及 Python，製	NVIDIA DLI

	作一個能夠從文字輸入生成背景的 Extension，此應用將能進一步豐富您的 Product Configurator。	
--	--	--

7.3 Omniverse XR

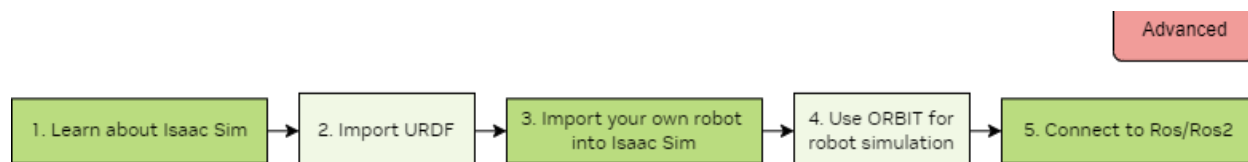
能夠直接透過 VR 或 AR 存取場景或查看產品的 3D 模型，是數位化的一大優勢。Omniverse 提供了多種方式，讓使用者能以 XR 的形式體驗場景。

目前，XR Application 以 Extension 的形式呈現，用戶可以快速連接到場景，實現沉浸式互動。而 AR APP 則是一個預先建置完成的行動裝置應用程式，能直接連接到 OV server，提供即時的場景展示功能。

至於 Apple Vision Pro 的相關套件更是令人期待（但尚未釋出）。未來，這項套件將能把 Omniverse 的渲染結果嵌入到 Apple Vision Pro 的應用程式中，為用戶帶來前所未有的視覺與操作體驗。

項目	說明	來源
How to Build a Native OpenUSD XR Application [選讀]	本課程將為您提供實用的技能和工具，幫助您使用 NVIDIA Omniverse 和 NVIDIA CloudXR 來構建、自訂並串流自己的 OpenUSD 原生 XR 應用程式。最終，您可以戴上 VR 眼鏡，親身走入 USD 場景中，體驗沉浸式的場景互動。	NVIDIA DLI
Augmented Reality [選讀]	如果您沒有 VR 設備，NVIDIA 也提供已建置好的 iOS 和 Android 應用程式，讓您可以透過平板或手機輕鬆瀏覽 3D 場景，一窺場景的完整面貌。	Omniverse 文件
Bringing RTX to OpenUSD: Ultra-Realistic Spatial Experiences From the Cloud [選讀]	本演講介紹了如何使用 NVIDIA Omniverse SDK 和 API，將光線追蹤、工業級的 OpenUSD 場景即時串流至 Apple Vision Pro。瞭解如何開發屬於您的原生 OpenUSD 空間應用程式，以實現數位孿生體驗，並呈現超越現實的逼真效果。 (Apple Vision Pro 套件尚未釋出)	NVIDIA 隨選內容 (SIGGTAPH 24)

7.4 利用 Isaac Sim 開發機器人應用



NVIDIA Isaac Sim™ 是一個基於 Omniverse 的機器人開發模擬平台，目標在於幫助開發者在物理精確的虛擬環境中設計、模擬、測試和訓練基於 AI 的機器人和自動化設備。Isaac Sim 建構於 Omniverse 之上，因而具備高度擴展性，同時也表示您可以將 Isaac Sim 技術整合到您既有的 OpenUSD 應用流程中。

簡單來說，您可以將 Isaac Sim 理解為 Omniverse 加上更多的 Extension，而這些額外的 Extension 不僅能夠模擬機器人感知、運動和控制功能，還支援如視覺、雷達、LiDAR 等多種感測器的模擬，幫助開發者在虛擬環境中進行機器人應用的全面測試。

此外，Isaac Sim 支援機器人操作系統 (ROS/ROS2) 的整合，使機器人能與真實世界系統無縫對接，模擬更貼近實際應用。Isaac Sim 也支援深度學習和強化學習工作流程，幫助開發者生成大量合成數據，進行模型訓練和測試。

作為一款功能強大、細緻的工具，Isaac Sim 涵蓋了機器人應用所需的方方面面，需要投入時間和心思深入學習，以充分發揮其潛力。透過深入探索此平台，開發者能夠在虛擬環境中模擬出更為精確且有效的機器人解決方案。

7.4.1 Isaac Sim 概觀與工作流程

精選教材

[Introduction to Robotic Simulations in Isaac Sim](#) (NVIDIA DLI, 付費課程)

[Build Your First Virtual World](#) (Omniverse 文件)

學習 Isaac Sim 的第一步，是了解各種機器人和關節在 USD 中的定義方式，以及 Isaac Sim 提供的高階 API 如何控制或與這些機器人進行互動。這份快速上手的教學將手把手帶您學習這些核心概念。

項目	說明	來源
----	----	----

What Is Isaac Sim? [必讀]	我們在前面已簡要介紹過 Isaac Sim 的概念，這一頁的概覽將為您提供更全面的視角。	Omniverse 文件
Isaac Sim Reference Architecture [必讀]	Reference Architecture 是 NVIDIA 提供的一份「藍圖」，旨在為這些複雜組件的應用組合方式提供參考。透過閱讀這份文件，您可以了解 Isaac Sim 中的各種精彩應用，並在學習與開發過程中以此為指引，更有效率地實現您的目標，同時避免迷失方向。	Omniverse 文件
Installation [必讀]	Isaac Sim 目前是一個預先編譯好的應用程式，未來可能也會以參考應用的形式釋出。 目前，您可以透過以下方式安裝 Isaac Sim： Launcher 下載、Container 下載、Pip 安裝。 未來，預計將提供更便捷的直接下載連結，並在 KAT 中新增相關參考資源，以進一步優化用戶體驗和安裝流程。	Omniverse 文件
Isaac Sim Workflows [必讀]	從這裡開始，Isaac Sim 提供了一套很有邏輯的教學資源，讓您一步步了解如何使用它的功能。雖然需要花些時間慢慢摸索，但只要按照文件內容操作，最終您一定能掌握使用 Isaac Sim 進行機器人模擬的技巧！	Omniverse 文件

7.4.2 機器人與場景建置

精選教材	
Core API tutorials (Omniverse 文件)	
Adding a New Manipulator (Omniverse 文件)	

項目	說明	來源
Scene Setup [必讀]		Omniverse 文件

7.4.3 連接 ROS 與 ROS 2

項目	說明	來源
ROS 2 Tutorials (Linux & Windows) [必讀]	與 ROS 連接是實現「軟體在環測試」(Software in the Loop, SIL) 和「硬體在環測試」(Hardware in the Loop, HIL) 的關鍵之一。Isaac Sim 提供了 ROS Bridge 來達成這項功能，並且文件中包含了這部分的詳細說明，方便開發者參考。	Omniverse 文件

7.5 合成資料生成 (Synthetic Data Generation, SDG)

在許多視覺相關模型訓練中，常會面臨以下挑戰：訓練資料不足、資料蒐集困難、標註工作繁瑣，或需要非 RGB 光譜資料的特殊需求。面對這些問題，Omniverse 提供了一套功能強大的工作流程——**合成資料生成 (Synthetic Data Generation)**。這項技術能在 Omniverse 的高度擬真環境中生成訓練資料，這些資料不僅可用於訓練 AI 模型，甚至未來還能應用於人形機器人訓練。

在虛擬環境中生成資料的最大優勢，是能快速進行領域隨機化 (Domain Randomization)，創建各種場景變化，並透過自動標註 (Labeling) 獲得大量以往人工標記無法高效蒐集的數據。這樣的流程極大地提升了視覺 AI 檢測系統的可靠性和效率。

簡單來說，合成資料生成的過程就是透過程式碼隨機調整 USD 場景中的物件位置、大小、顏色等屬性。這樣的需求在各種應用中非常普遍，因此 NVIDIA 在 Omniverse 的基礎上開發了 **Replicator SDK**，為開發者提供高度靈活的開發工具，能根據不同使用情境自由組合各種 SDK 功能。

整個合成資料生成的工作流程包含三個關鍵模組：

- **隨機器 (Randomizers)**：用於生成多樣化的場景和資料變化，模擬真實世界的多樣性。
- **標註器 (Annotators)**：自動標註資料，支援各種標註格式，減少人工標記的工作量。
- **生成器 (Writers)**：負責將生成的資料輸出為特定格式，供模型訓練或測試使用。

以下文件與學習資源將為您詳細介紹如何利用 Replicator SDK 開發合成資料生成工作流程，幫助您輕鬆應對視覺模型訓練中的各種挑戰。

精選教材 (3 小時)

[Synthetic Data Generation for Training Computer Vision Models](#) (NVIDIA DLI 付費課程) & [影片](#) (NVIDIA 隨選內容 GTC 23)

項目	說明	來源
Replicator - Omniverse Extensions [必讀]	Replicator 提供了一系列易於使用的 API，這份文件以循序漸進的方式展示了大部分的使用範例。雖然文件內容看似繁多，但只要跟著步驟操作，很快就能掌握大部分 API 的使用方式。 （文件中提到的 Omniverse Code 已經停止開發與維護，因此我們建議直接使用 Isaac Sim。）	Omniverse 文件
Omni Replicator Python API Documentation [參考]	這份列表提供了完整的 Replicator API，開發過程中您可以隨時參考此處，快速找到您需要的功能並加以應用，讓開發更加高效與全面。	Omniverse 文件
Overview and Getting Started - Omniverse IsaacSim [選讀]	SDG 的許多工作流程與機器人應用密切相關，Isaac Sim 提供了更多基於機器人場景的教學文件與擴充功能。如果您閱讀完 Replicator API 文件後，仍不確定如何實際應用，可以繼續參考這系列針對機器人情境的文件，進一步了解如何在真實工作流程中活用這些工具與功能。	Omniverse 文件
Scene Based Synthetic Dataset Generation [必讀]	在正式開始開發之後，您會發現使用 Standalone Script 進行開發會更加方便。其好處在於可以以 Headless 形式執行 Replicator，無需啟動完整的圖形化介面。這樣的方式不僅簡化了操作，還能直接提交到大型叢集 (Cluster)，以高效產生大量資料，極大提升工作效率。	Omniverse 文件
Replicator YAML [選讀]	Replicator 也支援透過 YAML 文件進行設置，這是一種靈活且直觀的使用方式。透過此文件，您可以學習如何在 Replicator 中配置 YAML 文件。	Omniverse 文件
Defect Extension Sample & 影片 [選讀]	這是一個示範用的 Extension，展示了如何應用於生成表面刮痕的合成資料。您可以參考此流程，根據自己的需求打造適合您應用場景的合成資料生成解決方案。	Omniverse 文件 & YouTube

<ol style="list-style-type: none"> 1. Deep Dive into Omniverse Replicator 2. Training Computer Vision Models with Synthetic Data in Omniverse 3. Generating Synthetic Data for Robots <p>[選讀]</p>	<p>多段直播中詳細說明不同 Replicator 的程式邏輯，並且解釋 Replicator 的開發流程。若是在上述 Omniverse 文件中的程式說明無法完整理解，請參閱此影片說明。</p>	<p>Omniverse YouTube</p>
--	--	--------------------------

7.6 虛擬工廠：製造業中的數位孿生

打造一座虛擬工廠可說是 Omniverse 與數位孿生技術的集大成之作。在虛擬工廠中，您將應用本指南所學到的**所有**技術。當然，虛擬工廠包含許多不同的面向，您可以從其中一個面向開始，逐步加入其他元素。

從工廠建置階段的角度來看，我們將虛擬工廠區分為「設施開發 (Facility Development)」、「設備與流程 (Equipment & Process)」、「自動化系統 (Automation System)」和「營運與維護 (Operation & Maintenance)」。

本節將分別提供各應用面向的基本技術介紹及客戶見解。

7.6.1 虛擬工廠概觀

精選教材 (2 小時)
How to Build OpenUSD Applications for Industrial Digital Twins (NVIDIA DLI) & 影片 (NVIDIA 隨選內容 GTC 24)

項目	說明	來源
Factory Digital Twin Reference Architecture [必讀]		NVIDIA 參考架構

Omniverse-Based Fab Digital Twin Platform for Semiconductor Industry [必讀]	NVIDIA 隨選內容 (GTC 24)
--	-------------------------

7.6.2 設施開發 (Facility Development)

此階段的主要使用案例為「佈局規劃 (Layout Planning)」，可能的工作流程包括資料彙整 (data aggregation)、設備佈局 (Equipment Layout)、虛擬導覽 (Virtual Walkthrough) 等。

簡而言之，在這個階段您將建立一個靜態的 USD 場景。您會使用本指南中有關 OpenUSD 的教學內容，並請務必使用 OpenUSD 的最佳實踐來構建此場景。場景建置完成後，您可以使用 VR 設備親身進入場景，體驗身歷其境的效果。

項目	說明	來源
Data Aggregation and Navigation Guide [必讀]	建立 USD 場景所需的技術已在本指南前面部分完整說明。本文件僅作為精簡的複習，請務必參考原始文件以掌握完整內容。	Omniverse 文件
Transforming Factory Planning and Manufacturing Operations Within Digital Mega Plants [選讀]		NVIDIA 隨選內容 (GTC 24)

7.6.3 設備與流程 (Equipment & Process)

此階段的主要使用案例為「流程模擬 (Process Simulation)」，可能的工作流程包括流程視覺化 (Process Visualization)、碰撞檢查 (Clash Checking)、時間與動作研究 (Time & Motion Study)、物料與流程流向分析 (Material & Process Flow) 等。

與前一階段相比，此階段包含更多動態內容，將模擬設備和人員在運行中的情境，以更準確地了解整體流程的運作狀況。我們可以觀察人員與設備之間的互動、物料的流向，以及在實際作業時可能出現的潛在問題，從而提前進行優化。例如，通過碰撞檢查來預測安全風險，或者利用時間與動作研究來優化生產效率。這些模擬結果將為改進流程提供依據，使我們能夠在實際運行前就排除潛在問題並提升整體效能。

項目	說明	來源
Clash Detection		Omniverse 文件

[選讀]	
Animating Digital Humans in Virtual [選讀]	NVIDIA 隨選內容 (GTC 23)
Revolutionizing Operations: Wistron's NVIDIA DGX Factories' Efficiency Unleashed through Digital Twins [選讀]	NVIDIA 隨選內容 (GTC 24)
Focused on Industrial Usability: Building Simulation Tools for Manufacturing Automation [選讀]	NVIDIA 隨選內容 (GTC 23)

7.6.4 自動化系統 (Automation System)

此階段的主要使用案例為「機器人整合 (Robotics Integration)」，可能的工作流程包括感知/感測器 (Perception/Sensors)、AI 訓練與合成資料生成 (AI Training & SDG)、機器人學習與測試 (Robot Learning & Testing) 等。

本階段的技術細節大多已在 Isaac Sim 與 SDG 章節中進行了完整說明。以下內容提供了 NVIDIA 合作夥伴的成果展示與觀點，希望能為您帶來一些啟發和新想法。

項目	說明	來源
Amazon Robotics Deploys First Fully Autonomous Robot With NVIDIA Isaac Sim [選讀]		NVIDIA YouTube
Pegatron Digitalizes AI Smart Factory w/ Isaac Sim, Metropolis, and Omniverse [選讀]		NVIDIA YouTube
Building Digital Twins of Foxconn's Robotic Factories [選讀]		NVIDIA YouTube

7.6.5 營運與維護 (Operation & Maintenance)

此階段的主要使用案例為「監控與檢測 (Monitoring & Inspection)」，可能的工作流程包括生產數據監控 (Monitor Production Data)、品質檢測/合成資料生成 (Quality Inspection/SDG)、營運數位孿生 (Operational Digital Twin) 等。

項目	說明	來源
Build IoT solutions on Omnivrse and OpenUSD [必讀]		GitHub
Building Operational Digital Twins Using IoT Data in OpenUSD [選讀]		Omniverse YouTube
Getting Started With Generative AI and OpenUSD for Industrial Metaverse Applications [選讀]		NVIDIA 隨選內容 (GTC 24)
Accelerated Computing is Accelerating Industrial Digitalization [選讀]		NVIDIA 隨選內容 (GTC 24)

8 附錄：Omniverse 的軟硬體基礎設施

項目	說明	來源
Enterprise-Ready Systems [選讀]	NVIDIA RTX 支援的工作站讓設計、視覺化和模擬專案能夠進行即時協作。	NVIDIA 頁面
Scalable Data Center Infrastructure - OVX Systems [選讀]	OVX 是專為 Omniverse 應用所設計的認證伺服器，其配備的 L40S GPU 提供高效能的圖像處理與 AI 運算能力。	NVIDIA 頁面
Virtualized Topology [選讀]	我們最推薦企業用戶部署 Omniverse 的方式是使用 OVX 的虛擬化解決方案。其優點在於可以統一管理和共享 GPU 資源避免浪費，並且使用者端無需配備 RTX 工作站即可使用。這份文件提供了詳細的說明，幫助您了解如何利用 OVX 虛擬化來最大化 Omniverse 的效能和靈活性。	Omniverse 文件
Omniverse Virtual Workstation [選讀]	如果您尚未擁有自己的 Omniverse 工作站，也可以考慮使用公有雲服務商提供的虛擬工作站，快速啟動您的 Omniverse 之旅。Azure 和 AWS 都提供 Omniverse 虛擬工作站的部署選項，讓您隨時隨地享受高效能的圖形處理能力。	Omniverse 文件