



工業 4.0 先進產品設計

第三部分：設計審核

更明智的決策、最佳化的產品設計





圖片來源：SOLIDWORKS Visualize

前言

產品開發、製造和生產的世界正在改變。在工業 4.0 下，智慧型連線產品以及生產這些產品的智慧工廠接連問世，為我們帶來自動化和智慧化的新曙光。

自主無人機隨著配置啟用新的生產單元而獲得進展。具有電腦視覺的深度學習裝置在生產線上執行品質檢查並回饋資料，以不斷改善流程。讓「瞭解」環境的智慧型協作機器人與人類一起工作，協助進行組裝。

採用先進運算裝置收集現場產品的大量資料，提供給設計和模擬系統，並確保次世代產品能向前一代產品學習。

虛擬實境（VR）可於豐富的沉浸式協作環境下，在開發過程中為每一個人提供需要的資訊。使用超強大的工作站設計、模擬及呈現出產品、生產單元和工廠。當製造後，虛擬產品或「數位雙胞胎」，便可透過物聯網（IoT）連結至真實世界的對應實體。

NVIDIA 為上述所有流程的核心，在協助製造業實施工業 4.0 方面扮演策略性角色。過去 20 年來，NVIDIA 持續投資進行研發（R&D），不斷突破圖形處理單元（GPU）技術的極限。GPU 的用途早已不僅止於驅動電腦圖形顯示器和設計軟體。

如今，NVIDIA 的各種軟體和硬體解決方案讓製造商能夠為智慧工廠中的工業協作機器人和自動駕駛車開發人工智慧（AI）能力。此外，更多透過 GPU 加速的工作流程，讓製造廠商透過工業 4.0 的先進產品設計向前邁進，提升生產力、加速上市時間。

NVIDIA® Quadro® 視覺運算平台協助產品設計團隊徹底改變傳統的產品開發流程。AI、虛擬實境（VR）、互動式物理渲染、即時工程模擬、3D 圖形虛擬化等尖端技術的出現正推動次世代智慧型連線產品的發展。

設計審核：協作核心

本電子指南系列中，第一部分說明了虛擬運算如何改善決策、加速概念產生及在分散群體間更安全地制定設計目標。第二部分則探究了這些同樣的運算技術，如何運用在精細設計領域，尤其是運用在工程模擬及虛擬化。

第三部分將探索先進繪圖運算、虛擬化系統及 VR 在設計審核中所扮演的關鍵作用。

產品開發、工程和製造過程總是環環相扣。目前彼此間的合作比以往更為複雜、團隊更加分散，也融合了比以往更多的不同領域專家。

為了確保上市產品是最好的、效率最佳、最切合用途，需要新的解決方案融合團隊至高效工作流程中，讓每個人都能參與豐富的視覺資源。透過此方式強化設計審核流程，讓設計審核週期變得更短、得以降低開發成本，且比起透過傳統方法，產品上市時間更有效率、更迅速。





傳統設計審核

為了更瞭解設計審核的未來需求，回顧過去是很重要的。

傳統作法是一群設計師、工程師與管理者圍坐在一系列設計圖像、技術繪圖和實體原型的周圍。接著採用數位化程度較高的工作流程，將顯示技術與更豐富的 CAD 基礎顯示技巧結合，形成專案方向的決策基礎。獲得批准的專案則開始進行製造與生產。儘管工作流程已數位化，過程及互動幾乎毫無改變，且通常所有的團隊成員都來自同一地點的同一間公司。

現在的世界已經大不相同。

比起以往，現在的產品更為精密複雜，對開發的要求也日漸增加。設計師與工程師常跨越不同地域、多個時區和多種語言工作。供應鏈更加複雜，關鍵團隊成員來自不同的技術領域。

此外，複雜的設計系統需要無縫地分享資料，所有團隊成員也需要根據最新修訂版本做出明智決策。隨著目標持續前進，必須在最短的時間內創造出設計審核所需的資源。

用於設計審核、以 CAD 為基礎的虛擬化

設計審核的切入點是圍繞著 3D CAD 系統和桌上型顯示器展開的小組討論。圖形豐富的模型可能包括機械零件、電子、電器與其他輸入資料。

要達到更寬廣的視角，GPU 加速的工作站可依產品或是空間配置搭配投影機、大型 4K 顯示器或電視、一系列螢幕、甚至類似投影牆的大型投影機。然而隨著顯示器解析度提升，對 GPU 的要求也跟著增加，因此可能需要更高階的工作站顯示卡，以便流暢地檢視平移、縮放和旋轉 3D CAD 模型。

過去的 3D 產品開發系統將焦點放在會使用 CAD 的設計師或工程師上，利用更先進的圖形豐富設計功能帶來更高效的工作流程，然而重點依然在專業使用者身上。

現今的系統具備更豐富的顯示功能。運用真實世界光線與陰影計算，可檢視逼真的物理材質與 3D 幾何成像。設計團隊開始使用頭戴式顯示器以 VR 檢視 3D 模型，實現更身歷其境的體驗，協助團隊對設計修改獲得更直覺的瞭解。這些都是讓所有設計審查成員，在即便沒有技術背景的情況下，也能立刻瞭解最終產品的可能外型及功能的重要發展。這會相當有自主性，且可讓過程中的所有利害關係人，都能從視覺豐富的共通基準參與。

以 CAD 為基礎的設計審核不該侷限於設計事務所中的個人工作站。近來圖形虛擬化的進展，意味著現在設計師可在虛擬或雲端工作站獲得流暢的 3D CAD 體驗。NVIDIA Quadro 虛擬 3D 繪圖工作站（Quadro vDWS）軟體和 NVIDIA Tesla® GPU，讓使用者可在任何地方進行設計審核，不論是在管理者辦公室，或是相隔上百或上千哩之遙的眾多地點間。

透過 Quadro vDWS，包括圖形在內的所有高負載處理，都在資料中心內完成。這讓使用者可從任何電腦、筆記型電腦或行動裝置存取強大的虛擬工作站，然而設計及智慧財產皆安全地保存在資料中心內。無需在辦公室內移動沉重的桌上型工作站，或無須為會議室每週僅使用一次的強大工作站做投資。

目前，許多領導企業使用 Quadro vDWS 連結分散的團隊，讓設計審核更有效率。透過在設計審核時立即存取最新模型及資料集，這些企業大幅降低出差相關的成本及時間。

儘管 CAD 系統的顯示豐富性每年都在提升，開發過程中對產品更複雜的表現需求一直都存在。利用如 Autodesk VRED、Lumiscaphe、SOLIDWORKS Visualize 或 Unreal Engine 等專業虛擬化軟體，設計審核不僅可專注在外型及功能上，同時也聚焦在色彩、紋理與外觀上。製造業仰賴高階工作站等級顯示卡，以實現這些強化的真實性。



圖片來源：Lumiscaphe

從 CAD 邁向 VR

當設計審核技術、仿真真實感及高度互動性和 VR 相結合時，可提供透過 2D 影像無法體驗到的產品規模感和實體連結。在沉浸式 VR 環境中以全尺寸檢視產品與產品互動，讓確認設計瑕疵變得更容易、評估人體工學更有效率，同時對專案有更深層的瞭解。

因 CAD 模型相當複雜精細，將資料轉換為 VR 可能仍然是項挑戰，通常需要簡化幾何學以實現 VR 頭戴式裝置的舒適體驗。這已變得越來越容易。如 Vortalis VR4CAD 等工具提供最佳化的優化程序。VR 也開始在設計應用中出現，如 SOLIDWORKS、Siemens NX 和 Autodesk VRED。

這些也是主流 VR 廠商的進展，簡化大量 CAD 資料轉換至虛擬世界的過程。Epic Games 正在研究透過 Datasmith 應用優化流程，此應用處理從 CAD 工具搬運至其 Unreal Studio 製作系統的大量資料。



圖片來源：Zerone

渲染器興起

近年來利用以物理為基礎的渲染和虛擬化技術，實現超越 3D CAD 的設計審核越來越多。逼真呈現開發階段的产品是相當強大的工具。讓檢視者與審核者可立即看到產品實際的樣子，無需視覺詮釋或抽象的技術繪圖。

使用一般工作流程，從技術 3D 模型開始，應用材質、紋理和其他項目，然後打亮場景、加入背景或內容細節，然後開始渲染。多年來，根據場景的複雜度、輸出要求和可用硬體，這項流程可能需要數小時至數天的時間。但隨著新一代 GPU 的加速、以物理為基礎的渲染工具問世，這種情況正在改變；此工具可模擬真實世界物理學及先進虛擬運算技術。

現今的渲染系統可利用高品質材質，可從資料庫取得或直接測量實體材質。以往只能使用基本的、通用的材質和紋理，或以人工建立。

使用像 NVIDIA 材質定義語言（Material Definition Language，MDL）等格式，也讓最新材質變得更容易在系統間共享。

光源設定方面，以物理為基礎的渲染系統的興起，能充分將高動態範圍影像作為主要光線來源，讓設定過程更迅速簡單。無論是數位建構或從真實世界所擷取的逼真光源系統，皆可協助製作出逼真影像。當與逼真材質結合時，這讓數位虛擬化能夠從專家領導的過程，轉變為幾乎每位 CAD 使用者都能有效利用，製作出用於設計審核的高品質資源。

渲染器興起（承上頁）

儘管如此，這些工作流程間存在著一個常見的瓶頸，就是花在運算這類影像上的時間；無論是靜態影像，或 CAD 整合系統或單機渲染工具製作的動態影像。

以物理為基礎的渲染協助機械功能和視覺美感特性（色彩及表面處理等）的決策，但為了達到此目的，作為設計審核基礎的資源必須能盡快重複運算。

針對較簡單的產品，這可以有效進行；但一旦開始納入不同產品變數、不同配色或客製化選項，資源要求就會呈指數增加。

試想一款可能有 20 種以上不同顏色、材質和處理選項的新款耳機。在傳統 CAD 工作站使用 CPU 渲染工具為每個選項的設計審核生成多個視圖需要很長的時間。

新一代 GPU 加速的渲染器在這方面使情況改觀。SOLIDWORKS Visualize、Redshift、CATIA Live Rendering、Siemens NX Ray Traced Studio 和 Chaos V-Ray for Rhino 等都利用 GPU 加速，實現設計審核中複雜模型的互動式逼真虛擬化。

高度並行的 GPU 架構意味著最新 GPU 可搭載上千顆核心，相當適合光線追蹤渲染。同時 GPU 具備高度擴充性。一個或多個 GPU 可在個人工作站内使用或在渲染農場中共享，進而節省所使用的時間、金錢和能源。

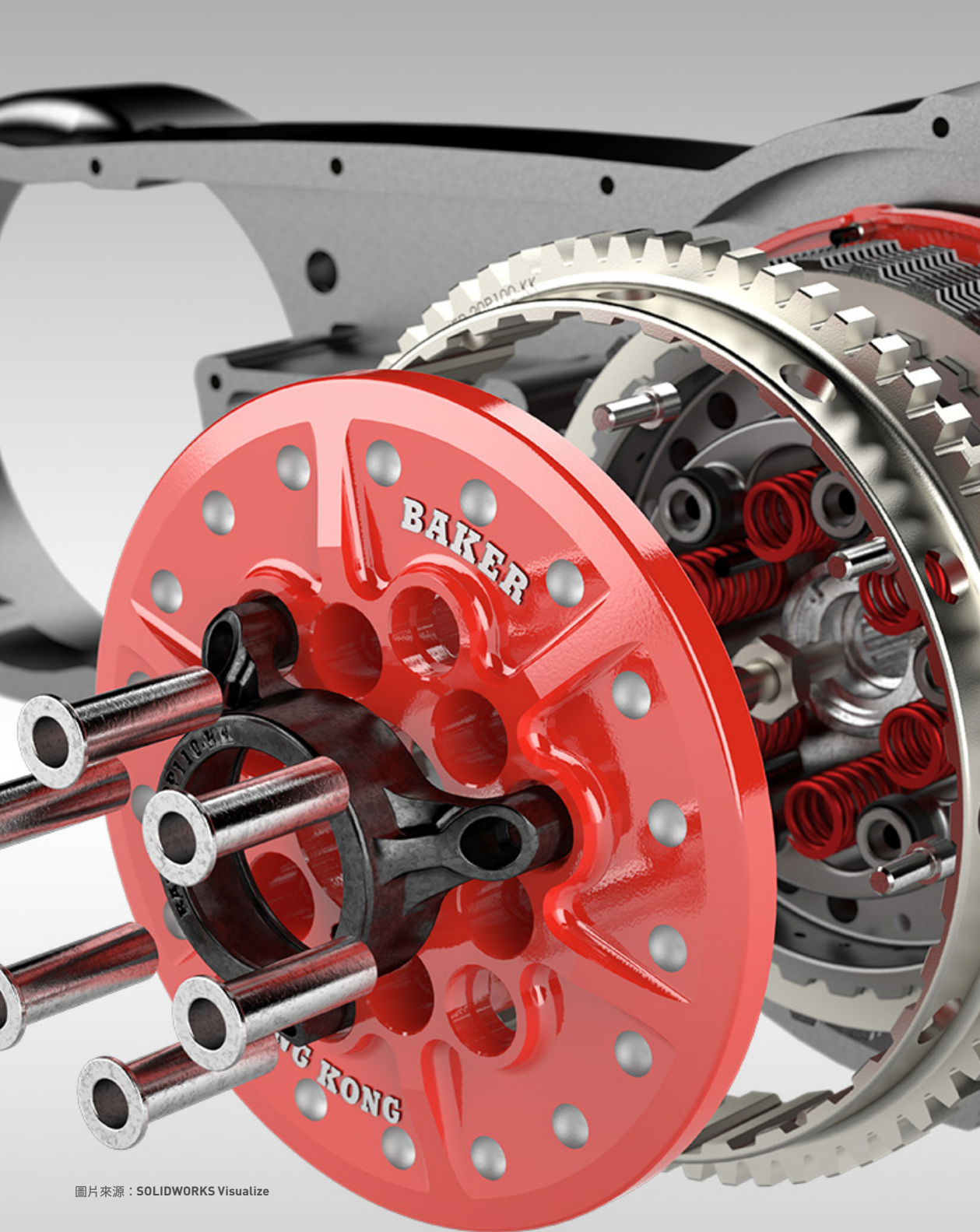
需要賦予團隊彈性及存取強大 GPU 的組織，正轉向搭載 NVIDIA Quadro vDWS 軟體的虛擬工作站。客戶得以在 10 分鐘內建立一個虛擬工作站，搭配適合其需求的運算配置。此外，承包商也能夠在資料集安全儲存在資料中心的情況下，存取模型以建立擬真的渲染。

GPU 虛擬化同時也讓製造業得以提升資源利用率、縮短上市時間。透過對 GPU 即時遷移的支援，可在相同的基礎建設上運行各種工作負載。設計師在白天於 VDI 環境內執行模型的 3D 渲染。晚上當大部分使用者下班時，相同的基礎建設可運行 HPC 導向的大數據分析以優化製造工作流程並改善決策。NVIDIA GPU 虛擬化所提供的資料中心靈活性，為眾多組織實現成本效益與高效能運算。

透過適當存取所需的 GPU 效能，設計團隊擁有迅速回應設計審核回饋和即時交付新虛擬資源所需的能力。



圖片來源：Lightworks



圖片來源：SOLIDWORKS Visualize

從數分鐘到即時

將渲染時間減半可能令人印象深刻，但 NVIDIA 新一代 GPU 技術將光線追蹤帶領至全新境界，即時呈現效果。目的是讓設計審核產生重大變革，設計上的任何變更都會以電影質感般立刻呈現。

Quadro RTX 利用最新 NVIDIA Turing™ 架構，介紹 GPU 技術的最新進展。全新 RT 核心的加入加速了即時光線追蹤運作，而 Tensor 核心掌握了深度學習的能力；為人工智慧（AI）的一部分，以減少 GPU 為了產生逼真成果所需處理的工作量。

這包括了以 AI 為基礎的降噪，其為透過填滿光線尚未到達的區域以預測最終影像呈現效果，和深度學習反鋸齒（deep learning anti-aliasing, DLAA）- 訓練神經網路將較低解析度影像轉換為較高品質影像的技術。

RTX 技術已開始在軟體開發商間受到歡迎。V-Ray 開發商 Chaos Group 已在 Project Lavina 中展示此技術。同時，Dassault Systèmes 已將以 AI 為基礎的降噪納入 SOLIDWORKS Visualize 中，並計畫在 CATIA 中使用 RTX，用以設計驗證而以逼真品質材料進行渲染。西門子也將在 Siemens NX Ray Traced Studio 中加入 AI 加速降噪。

沉浸式設計審核

要提升至另一境界，協作的工具能讓團隊以更全面、更身歷其境的方式審核設計與工程資料，相當地重要。

企業能夠利用大型顯示器、虛擬或擴增實境頭戴式裝置，以 1:1 比例存取外型、功能、美學、可服務性與生產。

多年來，只有跨國汽車和航空航天 OEM 得以透過安裝投影牆或沉浸式 CAVE（電腦輔助虛擬環境）以存取大規模虛擬化，但目前情況已有所轉變。

包括 HTC Vive 與 Oculus Rift 在內的新一代頭戴式裝置不僅價格低廉，且可輕鬆執行。當與強大的專業 GPU 相結合時，更多企業可享受真實尺寸虛擬化、設計審核及協作所帶來的效益。

新的沉浸式設計審核方法，以在圖形豐富環境內的全尺寸虛擬化為起點。比起在檢視螢幕上或投射在牆上的渲染後影像，團隊成員可戴上頭戴式裝置後沉浸於產品中：可以在它周圍走動、檢查它，並像在真實世界中一樣的方式檢視它，甚至是在它將被使用的環境中。

參與者不光是檢視靜態影像或預先定義的動畫，而是更直接與產品的高品質虛擬呈現互動。色彩與處理可以隨時切換，組裝團隊可隱藏零件、量測長度、擷取某部分與競爭產品對比，全部都可在一個數位空間中完成。當然，透過數位空間，團隊無需身處同一個房間或是同一塊大陸上。

跳脫設計審核核心，團隊也可開始模擬產品將如何配合下游流程。利用如 ESI IC.IDO 等工具，有巨大的潛力可模擬勞動力如何在組裝和製造時與其他產品互動，確保零件在組裝時可觸及、在維修時可拆卸。

當然，比起傳統方式，這項工作的進行階段早了許多，意味著關鍵資訊直接傳達至產品開發流程，避免流程後期才發現此類錯誤，並確實管理產品開發。



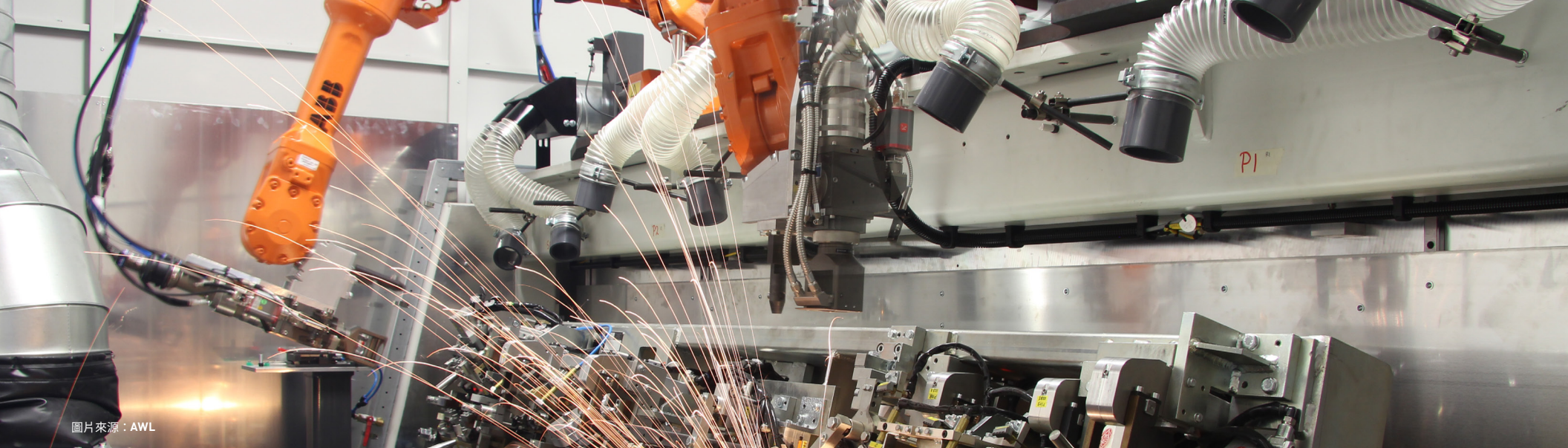
HOLODECK： 從科幻到科學

NVIDIA Holodeck™ 是設計審核的次世代工具，讓團隊能夠將 3D 設計帶入高度逼真物理模擬的合作 VR 環境。每位參與者配戴 VR 頭戴式裝置，並在虛擬世界中由一個客製化的數位替身來代替。這有助於團隊從世界各地合作，不僅透過對話，也透過身體語言傳遞想法、有效溝通。參與者也可在設計中加入註解或評論，甚至勾勒新的概念。此外，Holodeck 搭載即時分割與量測的工具，與即時改變材質的功能。

NASA 混合實境實驗室主管 Frank Delgado 說明了 Holodeck 為何具備改變設計審核的潛力：「在我們的設計過程中，工程師與科學家團隊合作勾勒想法、規劃設計、建立模型、對該解決方案進行實驗測試，然後花時間重複運算、改善原型；在 NASA，這些步驟對任務成功都是至關重要。」

「透過 Holodeck，我們將能夠清楚地將模型虛擬化、輕鬆在物理模擬環境中協作、進行審核以確保設計的效率及安全性。」

目前 Holodeck 與 Autodesk 3ds Max、Maya 及 SOLIDWORKS Visualize 合作。



圖片來源：AWL

結論

設計審核是產品開發過程中相當重要的環節，且正在開始產生巨大的變化。現在，團隊能將精確地工程 3D 資料迅速製作成電影級逼真的資源，比以往更有效地傳達設計意涵。

利用以物理為基礎的渲染技術、結合強大 GPU 以完成複雜的光線追蹤計算，意味著可在真實環境中，以逼真材質、照明和動畫，迅速審核產品設計。這讓每個參與過程的人都能對現況獲得深層豐富的瞭解。

圖形虛擬化也可將這些功能放在每個人的桌上，無論實際身處何處，都可將分散的設計團隊與最新產品修訂版本立刻連結。

無需在 2D 螢幕上進行協作設計審核。現在，分散在全球各地的設計與管理團隊可以帶著各自對產品的獨特見解，連接到一個 VR 審核會議。

這些技術目前已經問世，不僅資金雄厚的跨國 OEM 可以加以利用，中小型企業也負擔得起。

但這並非終點。未來，VR 內即時光線追蹤的潛力也將協助企業在完全逼真、以物理為基礎的環境中審核設計，讓產品的每項零件看起來與感覺起來都倍感真實。

此為工業 4.0 先進產品設計電子指南系列的第三部分。

在第四即最終部分，將討論視覺運算技術在產品生產、安裝與服務內的應用。此部分將同時探索如何在製造產品的行銷和銷售中，充分利用具視覺吸引力的技術。