

硬科技：GPU虛擬化為何超級難搞(上)

by [痴漢水球](#) | © 2020.10.21 04:51PM



[# 專家觀點](#)
[# 硬科技](#)
[# CPU](#)
[# gpu](#)
[# vmware](#)
[# x86](#)
[# 硬科技](#)

筆者很久以前用了6篇文章，簡單解釋x86電腦虛擬化的困難之處與解決方案，但留下了1個尚未完成的結尾：相較於「比較單純」的CPU，「GPU虛擬化」更是個值得大書特書的複雜議題，絕對只有站在時代浪頭的科科們才有權獨享。

所以筆者試圖用僅僅3篇的規模，簡單解釋GPU虛擬化究竟有哪些棘手的挑戰。為了避免混淆，相關術語(Terminology)也優先採用VMware和NVIDIA的東西，畢竟十幾年的光陰過去了，在這個領域的領導者，依舊是他們2家。

[硬科技：為何x86的虛擬化這麼難搞\(上\)](#)

[硬科技：為何x86的虛擬化這麼難搞\(中\)](#)

[硬科技：為何x86的虛擬化這麼難搞\(下\)](#)

[硬科技：x86虛擬化由內到外還是繼續難搞\(上\)](#)

[硬科技：x86虛擬化由內到外還是繼續難搞\(中\)](#)

[硬科技：x86虛擬化由內到外還是繼續難搞\(下\)](#)

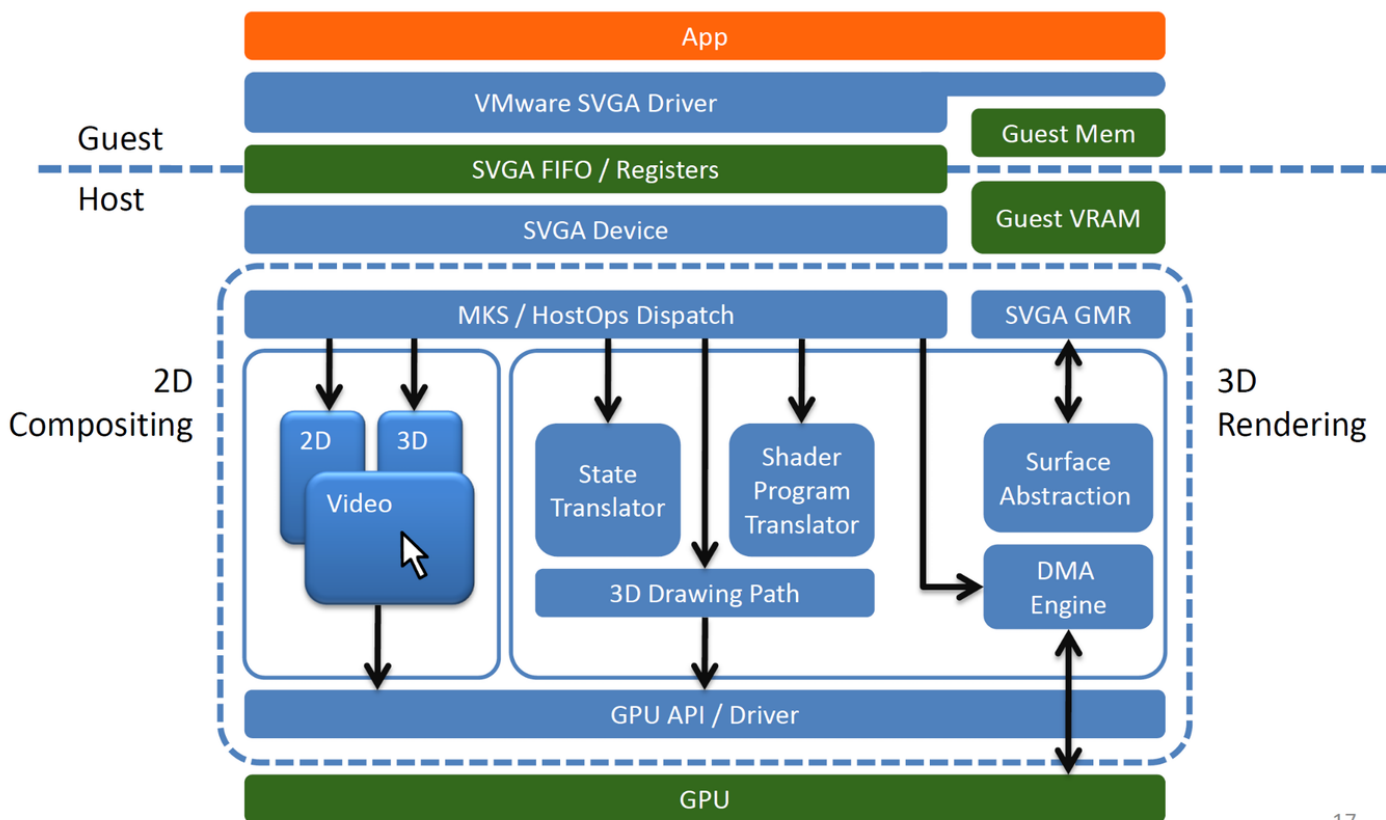
在遙遠的20年或更早之前，就應用層面來看，顯示卡就像隻荒野孤狼，某個應用程式一旦要上下其手，如執行亟需3D運算資源的遊戲，就得全權佔有，油門踩到底，再加上過去缺乏統一的3D API規範與相對應的GPU指令集架構，形同作業系統眼中的化外之民。

VMware曾在2005年4月，首度在其Workstation 5.0加入實驗性(不保證穩定度和性能表現)3D虛擬化功能，2008年導入於Workstation 6.5和Fusion 2.0的SVGA，則是首次嘗試GPU共享虛擬化。後來被Oracle併購的Sun，其以功能強大又免費而著稱的VirtualBox，到了2009年6月的3.0版，才有比較像樣(但性能還是不少的DirectX 9.0和OpenGL 3.0支援度。

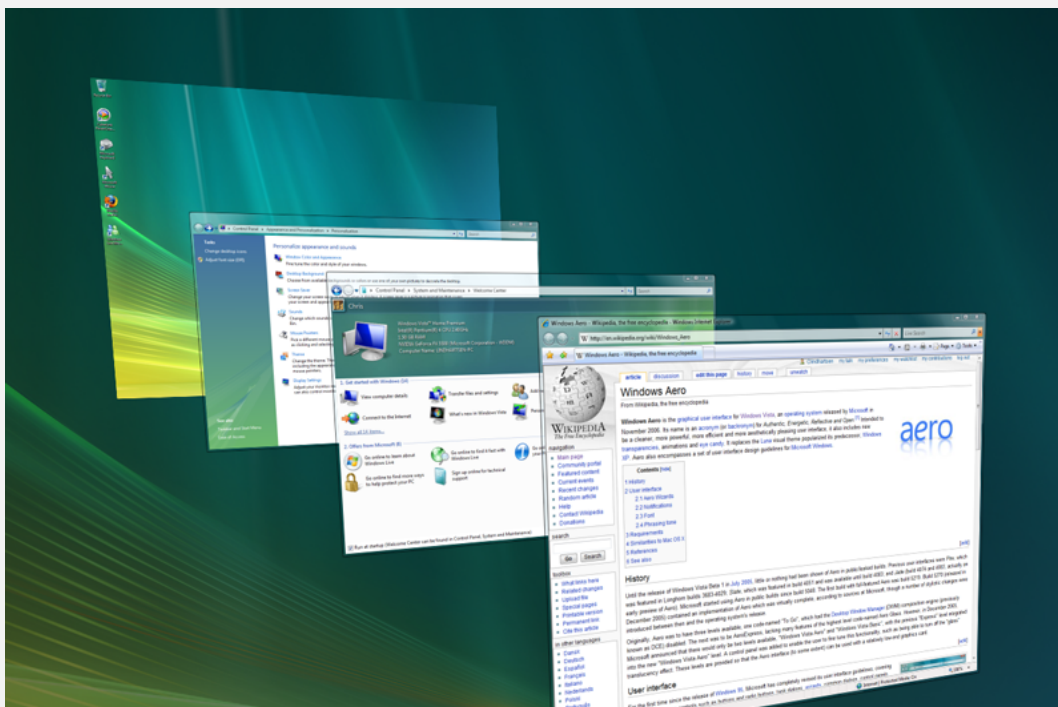


回應

Virtual Graphics Stack



就算不提虛擬機，作業系統要「充分掌握」GPU也是一件難事。其實2006年底的Windows Vista有一件少人記得的大事：將繪圖記憶體納入分頁(Paging)管理機制。為何微軟當時要這樣做？因為導入3D化的GUI後，意味著將會有大量應用程式須同時使用顯示卡，多工作業系統絕對有直接管理顯示記憶體內容的必要性，這就是Windows Vista之後，華麗的Flip 3D介面的技術基礎。

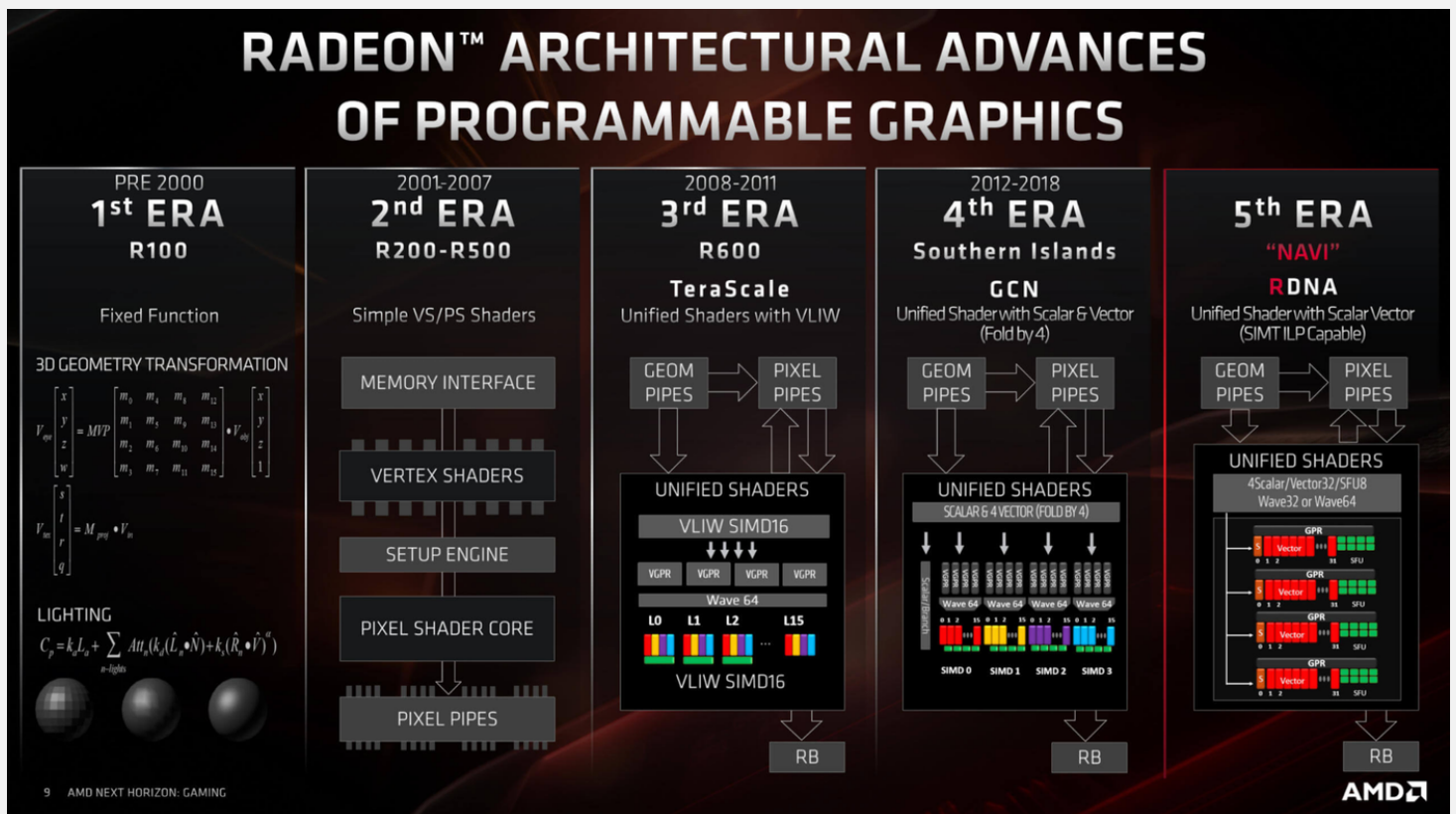


更進一步，各位科科可用力回想一件事：Windows是何時才能在工作管理員，看到GPU每個個在驅動程式層面、由不同功能模組化身的不同引擎

(Engine)？答案是Windows 10秋季創作者更新1709版本，足足是Windows Vista上市的10年之後，還發生過使用率測不準的狀況，這也充分證明了，要讓GPU可被作業系統或虛擬機Hypervisor完全掌控，困難度究竟有多高。

那麼，GPU虛擬化到底是哪裡難搞？原因很複雜也很簡單。

一、不像CPU，GPU並沒有統一的指令集標準，即使單一廠商的歷代產品之間，也是天差地遠(到了AMD的GCN和NVIDIA的Fermi後，才算「勉強」大致穩定下來)，硬體規格的混亂度就更不用講了，配合持續推陳出新的3D API，GPU的硬體架構演進，遠比CPU迅速且激進，歷代GPU架構幾乎各自有其獨特的執行狀態格式，硬體底層的技術細節更是高度商業機密，外人難以一窺其全貌。



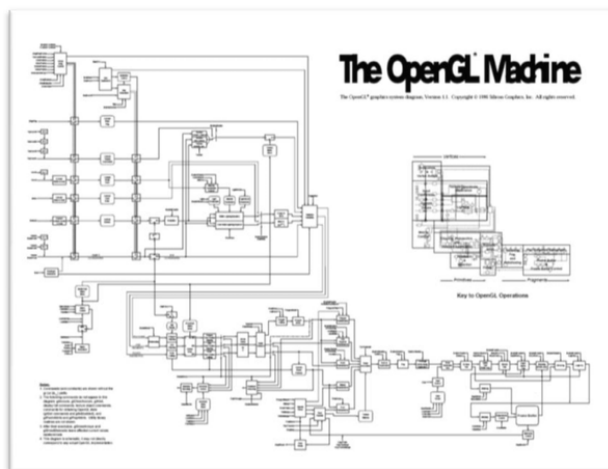
也因此，套句VMware的說法，GPU的驅動程式本質上也是1套編譯器(Compiler)，管你GPU硬體採用哪種阿貓阿狗怪異指令集，將中間碼(Immediate)編譯成符合3D API規範的二進位執行檔即可，所以科科一定不難理解，為何指令集層面的Bug會造成CPU的大麻煩，但GPU卻有機會用驅動程式「蓋掉」的道理，你有聽說過那顆x86 CPU需要先安裝驅動程式才能開機的嗎？



回應

Unique challenges

- API
 - Not quite read(), write(), select()...
 - Multiple competing APIs
 - Hundreds of entry points
- Programmable
 - Every GPU driver is also a compiler
 - Each API includes a language spec



6

順便一題，要如何「因應來自於客戶的強烈要求，開源繪圖驅動程式，並隱藏硬體架構細節」，也是擺在NVIDIA和AMD眼前的大難題。假以時日，這2間廠商的旗艦GPU都偷偷塞了顆可自我開機的ARM指令集相容處理器(筆者故意不點破，請各位科科細細思量)，也不是太讓人感到意外的發展。

二、如同多作業系統，高效能的虛擬化奠基於「可迅速收集系統運行狀態資訊，並高速切換執行內容」，這也是科科們應當熟悉的x86 CPU虛擬化的基本原理：作業系統教科書絕對會提到的Context Switch。

但這些年來，因水漲船高的可程式化，3D API與其定義的繪圖管線，複雜度也持續破表，動輒數百個程式進入點和不同的程式語言規範，加上GPU在硬體實作層面帶來的龐大運算單元規模、如紡紗機般千絲萬縷的多重執行緒、數以萬計的資料暫存器檔案，都讓GPU能像CPU一樣的「換位子馬上跟著換腦袋」成為不可能的任務。

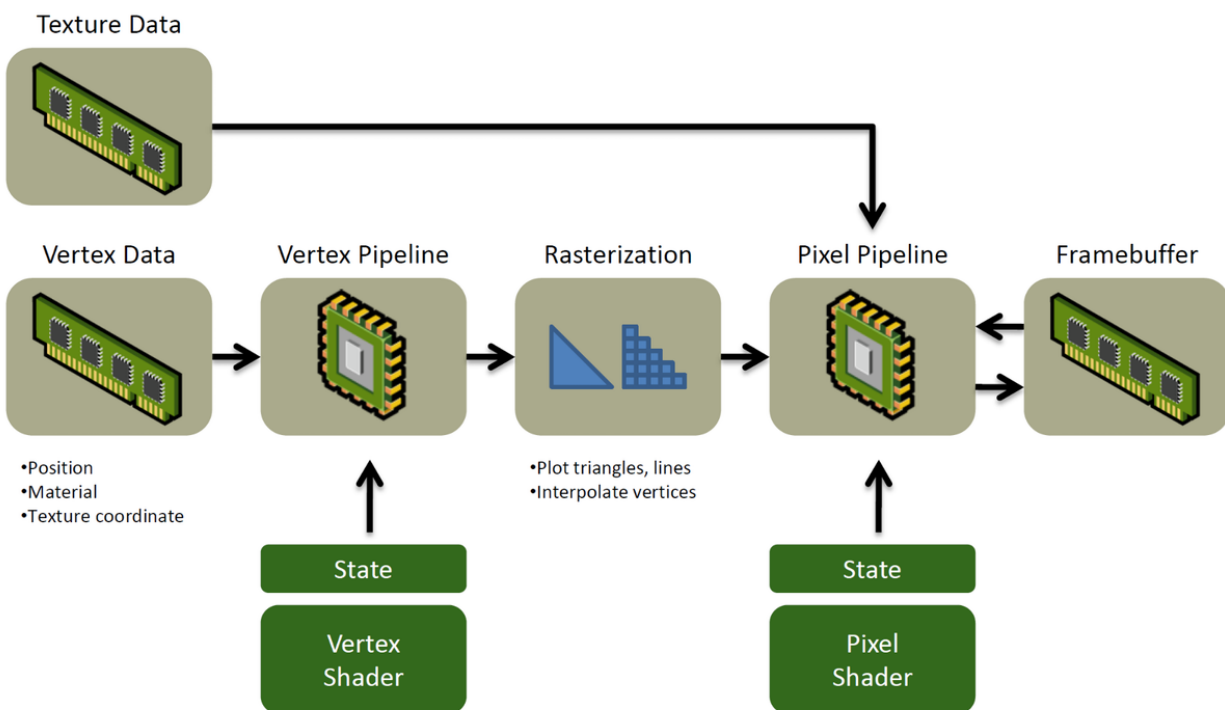
[淺談GPU到底是什麼（上）：不同的運算型態](#)

[淺談GPU到底是什麼（中）：兼具SIMD與MIMD優點的SIMT](#)

[淺談GPU到底是什麼（下）：走向汎用化的GPGPU](#)



Programmable 3D Pipeline



(State of the art circa 2002...)

5

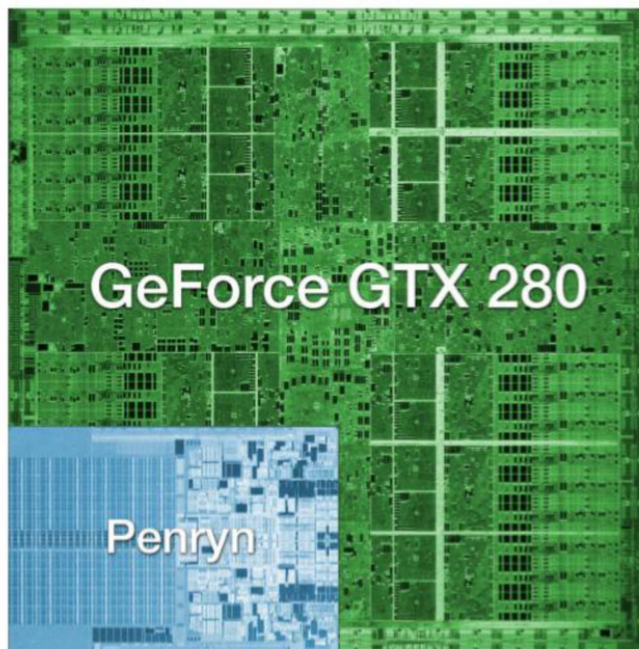
別的不提，在2008年，也就是VMware發表“GPU Virtualization on VMware's Hosted I/O Architecture”一文並公佈SVGA之時，那時最具代表性的旗艦GPU是14億電晶體的NVIDIA GTX280(CPU則是將近3億電晶體的Intel Core 2 Duo “Penryn”)。



How much computation?

NVIDIA GeForce GTX 280:
1.4 billion transistors

Intel Core 2 Duo:
291 million transistors



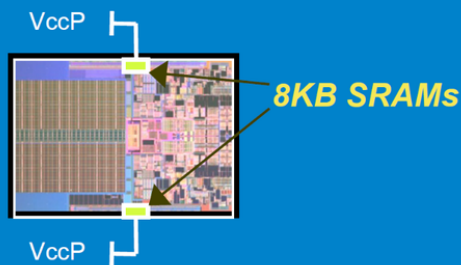
Source: AnandTech review of NVidia GT200

4

根據VMware的說法，那時的GPU硬體狀態的紀錄資訊量就是“GB”等級，切換「整顆」GPU的Context Switch的時間成本之高，完全讓人連想都不敢想。反觀Intel的Penryn，包含全部指令集架構(如暫存器的資料)和大多數處理器微架構(像執行單元的內容)，1個CPU核心的狀態也只不過需要8kB而已，根本天差地遠。結果就是CPU的Context Switch或虛擬機切換，可能僅僅需要幾個ns，GPU卻是好幾百個ns甚至上看ms，這也讓虛擬GPU的調度策略，變成1個難搞的議題。



Penryn DPD Implementation Overview



4 Major parts:

STATE STORAGE:

- 8KB (per core)
- Powered from I/O Vcc (VccP)
- ECC protected

MICROCODE:

- Does state save and restore
- Manages core synchronization
- Supports Auto-demote policy

PM UNIT (“hardware”):

- Coordinates cores at hardware level
- Manages the DPD Power up sequence
- Manages entry/exit protocol with platform

STATE DEFINITION:

- What to include?
- Criteria: *“Software seamless”*
- Inclusions:
 - All Architectural state
 - Most micro-architectural state
- Exclusions:
 - Temp registers used by ucode
 - Some others on a case by case basis



不過俗語說的好，出來混的，總是要還，既然時下已經四處可見所謂的「雲端GPU」，這10幾年來各家廠商也是一步一腳印的見招拆拆、提出解決方案，而VMware早在2008年就確立了GPU虛擬化的技術走向，遠比很多人認知中的時間點，還要早很多年。科科。

是科科就要追蹤 硬科技

猜你喜歡

- [Adobe「攝影計畫」AI智慧修圖，一鍵編修超輕鬆！首年每月不用300元](#)

資料來源

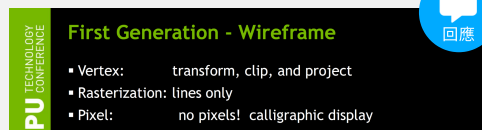
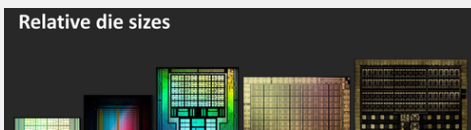
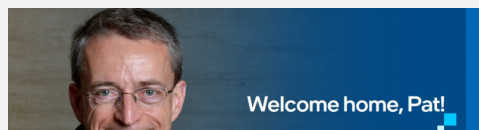
- [NVIDIA](#)

0 則回應





你可能有興趣的文章

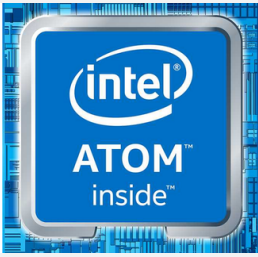


回應

推文

讚 45

連結



硬科技：做為x86義和團象徵的Atom處理器 崛起期



硬科技：20世紀末的x86神風特攻隊NS486



硬科技：究竟誰能威脅x86指令集的地位

雲端技術如何成為新創致勝關鍵？AWS Startup Day 7月15日線上大解密！

by 應特務 | 2022.06.24 10:47AM



產業消息

融資

新創

創投

數位轉型

去中心化

Startup_Day

Web3.0

AWS雲端服務

新創生態系

國際市場



隨著 Web3.0 去中心化的趨勢開展與現在進行式的產業數位轉型浪潮，雲端技術早已成為許多早期新創發展產品或服務的關鍵金鑰，甚至為其奠定高速發展的穩健根基。而台灣雲端服務供應龍頭 AWS（亞馬遜網路服務公司）更自 Web2.0 時代開始就從未缺席，始終在技術新知、應用實務等方方面面致力支持新創，其中最具代表性的免費論壇活動——AWS Startup Day 也即將於今年 7 月 15 日重磅回歸，在線上和參與者相會！

今年度 AWS Startup Day 持續聚焦新創趨勢與數位應用，精心規劃八場新創專題演說，非常適合長期關注新創生態系統的相關人士，或是正要起步、成長的新創夥伴報名參加。

[立即報名 2022 AWS Startup Day!](#)

五大特色議程安排，給你滿滿新創觀點與技術乾貨



活動特色



國際趨勢



雲端技術



多元觀點



焦點產業



創投媒合

「新創如何運用雲端科技打出一手好牌，投資資源延續未來業務？」這是今年 AWS Startup Day 欲探討的核心議題之一。為解答雲端科技之於新創企業的珍貴價值，AWS 以「國際市場」、「創投趨勢」、「多元創業」、「雲端技術」、「焦點產業」等五大特色精心規劃講座內容，完整收錄新創趨勢脈動、雲端技術實務、佈局策略觀點與創投媒合等新創事業歷程的重要節點。為此，AWS 不只力邀 Web3.0、電商、串流、B2B 解決方案等不同領域的新創合作夥伴，分享選擇 AWS 開展新創事業的策略考量，更毫不藏私地解析雲端技術如何快速又穩定的開拓事業。

活動議程

時間	內容
10:00 - 10:15	開場致詞
10:15 - 10:30	Startup Island TAIWAN 助攻台灣新創
10:30 - 11:00	新創賦能 — 以創新產品 reziio 打造 KKday 成長引擎
11:00 - 11:30	打造專屬 Web3.0 新資本市場 – Kronos Research 如何在 AWS 上締造高流動性
11:30 - 12:30	午餐休息
12:30 - 13:00	YouTuber 界的救星 — KOLpower 自動剪輯神器創業始末
13:00 - 13:30	QSearch 使用 Amazon Comprehend 建構情緒分析引擎
13:30 - 14:00	用戶遠至非洲 — Funtek 如何用AWS打造全球通用的超低延遲聊天應用
14:00 - 14:30	翻轉補教業 — Soarogo 如何靠 AWS Serverless 打造百萬流量串流平台
14:30 - 15:10	剖析新時代創投思維

無論新創還是育成，想要洞見機會就不能錯過 AWS Startup Day

適合對象



新創企業創辦人、技術創辦人、
技術人員與成長中的企業



創投、孵化器以及
任何渴望開展新業務的人

任何產業或技術的發展，不單要前人的引領，也需要後繼者無窮盡的創新思維與打破框架的勇氣，缺乏其中一個環節，生態系都無法平衡永續。所以無論是天使創投、孵化器，還是剛起步或處於早期新創的企業，只要你身為新創生態系統中的一份子，渴望尋求創意突破或開展新興業務，AWS Startup



[填單取得 2022 AWS Startup Day 免費入場券！](#)

尋找下一個新創獨角獸——同場加映 AWS 年度創投新創媒合會

本次 AWS Startup Day 除新創及創投相關講座外，AWS 更直接邀請多家國際及台灣知名創投公司，與 AWS Startup Day 同場舉辦今年度唯一的線上「新創創投媒合會」，欲透過串聯本地深具潛力的新創與創投，幫助台灣新創企業獲得更豐富的資源，孕育下一個獨角獸。

根據 AWS 釋出的消息，媒合會將以早期天使輪或 Pre-A 輪融資為主，重點關注 AI/ML 工具和平台、智能零售、MarTech、Web3.0、媒體和娛樂等產業，並以快速輪流的形式替新創獲得最大的曝光。

[立即報名 2022 AWS Startup Day，共構台灣新創生態系統！](#)

猜你喜歡

- [Adobe「攝影計畫」AI智慧修圖，一鍵編修超輕鬆！首年每月不用300元](#)



1 則回應



點我登入留言



留言



高雄約炮加賴c8672



9 天前 留言



新品資訊

次世代電競專武—Acer Nitro 5 開箱實測！為電競玩家量身打造，搭載12代 Intel® Core™處理器，全方位強勁性能再升級！

癮特務

8 天前

專家觀點

硬科技：豆知識 CISC和RISC的差別究竟在哪裡？

痴漢水球

5 天前

遊戲天堂

Sony 招募軟體工程師 工作包含新版模擬器設計 可能為擴充 PlayStation Plus 經典遊戲內容準備

Mash Yang

6 個小時前

產業消息

歐盟正式提出數位服務子法案 蘋果、Google 等科技業者需調整現有服務運作模式 避免造成壟斷、影響競爭

Mash Yang

6 個小時前

產業消息

2022 AWS 台灣雲端高峰會即將盛大展開，最新雲端技術趨勢、產業佈局一次掌握！

癮特務

13 天前

遊戲天堂

微軟 Xbox Games with Gold 訂閱服務未來將只提供免費 Xbox One 遊戲與訂閱用戶專屬優惠 不再贈送 Xbox 360 遊戲

Mash Yang

7 個小時前

關於我們

集團介紹

加入我們

新聞中心

我們的團隊

FAQ

條款與政策

隱私條款

使用條款

付費內容服務條款

編輯獨立聲明

廣告內容政策

業務發展

內容行銷與廣告業務

異業合作

原創內容暨內容媒體業者合作

旗下媒體與產品

關鍵評論網

INSIDE

every little d.

Cool3c

電影神搜

運動視界

未來大人物

歐搜哇

商益

自製節目

Taketta 拿票趣

關鍵議題研究中心

Ad2

Cr.ED

ShareParty

達思智能科技

士奇傳播

聯絡我們

內容投稿或檢舉、其他意見
editor@cool3c.com

新聞採訪、作者發文相關問題
editor@cool3c.com

廣告採購、授權詢問和業務相關合作
ad.service@cool3c.com





 推文

 讚 45

 連結



回應