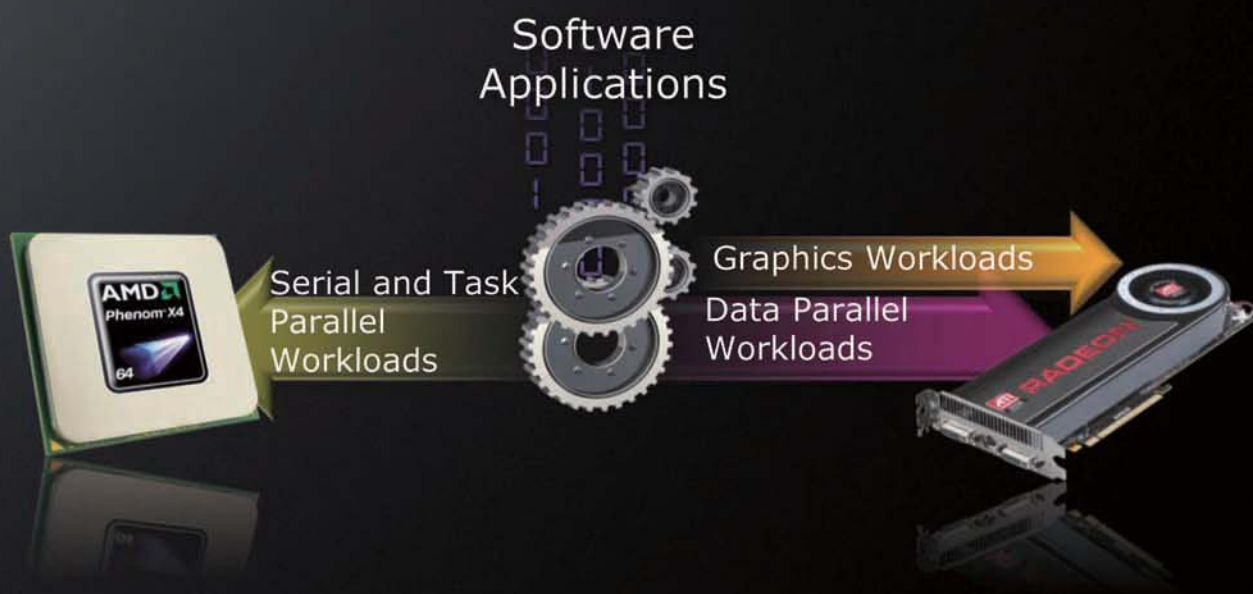


PC變身超級電腦

整合CPU與GPU的融合式處理器誕生，
AMD即將為PC注入超級電腦的DNA，
揭起下個十年的次世代運算革命！



從GPU邁向APU

通用型GPU (GPGPU) 的實現，讓GPU強大的運算效能不只是能用來加速繪圖計算，還可執行其他的應用程式，不僅超級電腦能利用GPU來突破效能瓶頸，連個人電腦都可因此變身PC級超級電腦

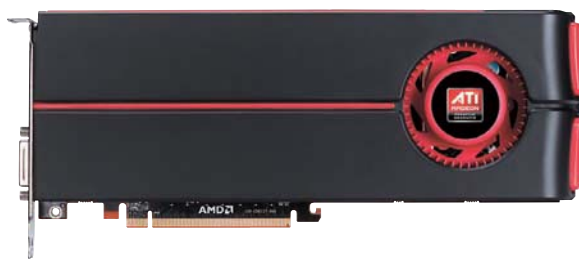
現今市場上主流的個人電腦，都配備了多核心處理器，運算速度其實已經算是很快了；但是，這些電腦能做到以下的事情嗎：

- 讓你以臉部辨識代替系統登入的帳號密碼
- 能夠辨識你的手勢或姿體動作
- 讓你以語音或觸控下達指令
- 即使頻寬不足，你仍然可以使用高畫質的雙向視訊
- 快速找出含有特定人物、物件的照片或影片片段
- 快速修正影片失焦、影像晃動與色偏的問題
- 將影像品質不好的影片，在觀影的同時修正成高畫質
- 把2D的影片修改為3D畫面

現在一般的個人電腦還做不到這些事，但在實驗室裏已經可以做到了，不過他們為此得用上運算效能比個人電腦還要強大的工作站電腦。當然，代價就是價格要比一般個人電腦要貴上好幾倍。

為何現今主流的個人電腦還沒辦法做到呢？

雖然處理器廠商一直在尋求PC效能提升的突破之道，像是想盡辦法在晶片裏放進更多的電晶體（從雙核心一路發展到今日的12核心，就是最好的證明），但是，晶片裏放進越多的電晶體，成本自然也就會提高；另一方面，軟體廠商則必須一直跟緊腳步，配合處理器的改變不停地修改程式，像是讓軟體能在多核心電腦上執行得更快。



上述這樣的作法有其侷限，若為了提升運算效能而不斷地增加x86處理器的核心，那麼晶片的尺寸勢必會過大，而在既有的處理器架構下，軟體是否能充分利用這麼多的核心來提升效率，也有待商榷。不過，不必擔心，新的改變即將到來了。個人電腦要擁有超級電腦一樣的運算能力，不再是天方夜譚。在可預見的未來，也就是2011年上半年，伴隨著AMD的一

項劃時代運算技術誕生，PC變身超級電腦指日可待。

你或許聽過半導體業界一個重要的發展趨勢——在技術不斷提升下，電晶體會越來越小，因此每隔兩年，晶片裏的電晶體數量就會增加1倍。在電晶體數量逐年增加的發展

之下，處理器的快取記憶體加大了，處理器也開始擁有多個運算核心，因而造就了現今運算速度比以前快很多的多核心處理器。現今就算是入門級的處理器，也足以應付一般人日常上網、文書處理等工作。但面對未來新興的應用，像是分析一個場景中的特殊物件、分析一句話的涵意，或是辨識X光影像中的特別物件，即便現今的處理器已經算是夠快的了，但仍顯得

小辭典

GPGPU General Purpose Graphics Processing Unit，可用於非繪圖運算之用的通用運算型GPU，搭配OpenCL、DirectCompute等API，軟體工程師可將運算工作轉換為GPU的計算模式。

SISD Single Instruction Single Data，單指令單資料流，是現今x86處理器的計算模式，在同一個處理單元時間內，只能執行一個指令、存取一筆資料，適合處理循序型計算。

SIMD Single Instruction Multiple

Data，單指令多資料流，是GPU的計算模式，在同一個處理單元時間內，只能執行一個指令，但可存取多筆資料，適合處理向量、平行計算。

APU Accelerated Processing Units，在一個晶片裏整合CPU與GPGPU（SIMD引擎），透過軟體的協調，將計算任務依據其屬性，分配給CPU或SIMD引擎來計算，因此若有適合平行運算或向量運算的計算，即可因為SIMD的平行架構而獲得效能的大幅提升。

力有未逮。為什麼呢？因為現今處理器的架構與程式開發工具，都是針對純量化（scalar）運算所設計，並非是針對未來新興的向量運算、多執行緒平行運算等模式所設計。所幸，現在有了更好的技術，可提供向量運算與平行運算的需求。

電腦效能大躍進的關鍵：GPU

GPU（Graphics Processing Unit，繪圖處理器）晶片是專門設計來處理繪圖計算，像是2D、3D圖像的向量繪圖、著色、光影與材質等處理。有了GPU專門來處理繪圖運算之後，處理器的工作量就可以減輕。

在處理器不斷增加電晶體的過程中，GPU也不斷在增加電晶體。隨著運算能力的提升，GPU可以處理的影像繪圖越來越複雜，場景越來越逼真，像是水波、光影的流動，幾近逼真的人體皮膚質感等等，都在GPU強大的運算力支撐下得以實現。現今全世界矚目的電影，像是阿凡達、玩具總動員等等，若沒有GPU，就不可能有這些電影。

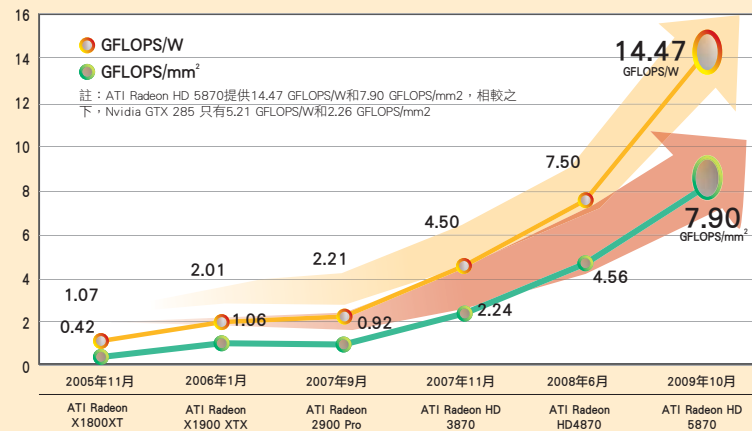
不過，近幾年GPU不再只是單純的繪圖加速引擎，它已經發展成為可程式化的GPGPU（General Purpose GPU），亦即通用型GPU。它不只是能用來處理3D繪圖計算，在特殊的開發工具配合下，也可以處理向量運算與平行運算類型的計算。讓我們先來檢視GPGPU的發展歷程。

2006年，GPGPU誕生了。AMD推出Stream Computing（串流運算）技術，掀開了GPGPU新世紀。AMD提供CTM（Close To Metal）開發工具，讓程式設計師首度可以開發GPU程式，透過控制GPU裏的多個平行處理單元以及記憶體，用來處理非繪圖的平行運算。在充分利用GPU內含多個平行處理單元的特性之後，GPU釋放出來的運算效能竟能超過CPU。透過GPU來執行Folding@home這個計算人類蛋白質摺疊的分散式運算計畫，GPU的執行

全世界最有效率的GPU

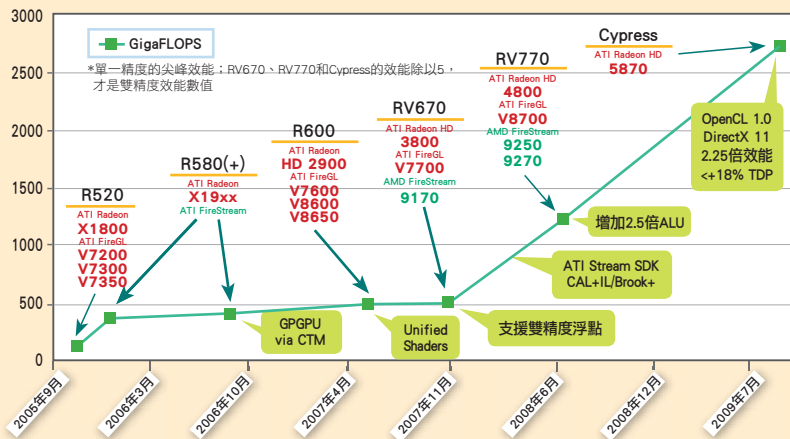
超越摩爾定律

從每一個FLOP所消耗瓦數的變化來看，GPU帶來的省電效益有大幅提升，甚至超越了摩爾定律。



歷年來的GPU運算處理能力發展趨勢

自從Radeon HD3800在架構上改為串流運算單元之後，GPU的運算效能從此大幅提升，到了2009年的Radeon HD5870時，運算效能已超越2.5TeraFLOPS。



效能竟然是CPU的30倍。

到了2007年，AMD進一步推出ATI Stream SDK開發套件，其中很重要的是包含了一個由C語言分支的開發語言——ATI Brook+，提供程式設計師更為完整的GPU程式開發框架。同年，第二代串流運算產品AMD FireStream 9170也推出了，並且再度為GPGPU帶來全新的革命，因為這是全世界第

一個支援硬體處理雙精度浮點運算（Double-precision Floating Point）的GPU。

2008年，GPGPU又立下了新的里程碑，AMD在這一年的推出FireStream 9250，它的運算量首度突破1 TeraFLOPS——這個昔日只有超級電腦用得上的計算單位。然而，這只是一張PCI-Express介面的GPU繪圖卡，從每

瓦運算量來看，每一瓦8GFLOPS，絕對是CPU難以達到的境界。

在2008年，GPU開發工具的發展也達到一個重要的里程碑，AMD與幾個業界公司一起將OpenCL（Open Compute Language）開發語言，提交給管理OpenGL的非營利組織Khronos Group，並一起在OpenCL工作小組裏繼續發展這個公開標準。2008年12月9日，Khronos Group對外正式發布OpenCL 1.0規格，宣告GPGPU的時代來臨。

接下來，GPGPU開始大放異彩了。2009年，ATI Radeon HD 5870這類GPU問市，其雙精度浮點運算效能直衝2.2 TeraFLOPS，單精度浮點運算效能則達544 GFLOPS，這類GPU同時也完整支援OpenCL 1.0與微軟DirectX 11中的DirectCompute。同年，AMD發表ATI Stream SDK 2.0開發套件，這個新版本所支援的OpenCL，讓軟體工程師可同時開發GPU與CPU程式。

從這個演化過程可見，GPU不再只是昔日的繪圖加速器，它已經是程式化的向量處理器了。GPU帶來運算效能提升的潛力，已被證實可提升10倍至100倍。這樣的結果是相當驚人

的，對於不斷需要更多運算效能的超級電腦用戶而言，更是一個令人驚喜的消息，他們也開始想要利用GPGPU來突破超級電腦的困境。

向量運算是一些超級電腦所依賴的運算技術，例如曾經數度蟬連全球超級電腦冠軍寶座的日本超級電腦——地球模擬器（Earth Simulator），就是典型的向量型（Vector）超級電腦。

當GPU發展成為向量運算處理器之後，就有科學家想到要利用GPU的特性打造超級電腦。在2009年，中國國防科學技術大學就以5120顆ATI的GPU，打造出擁有1.206 PetaFLOPS運算量的天河一號超級電腦，而且一上線就名列全球第五大超級電腦。

然而，不只是超級電腦有GPU，其實個人電腦早就有GPU了。在現今的個人電腦裏，繪圖加速卡已經是很普遍的產品，而它其實就配備了GPU。雖然繪圖加速卡目前主要是被用來做為繪圖、3D場景計算的加速，然而，既然GPU擁有強大的運算能力，而個

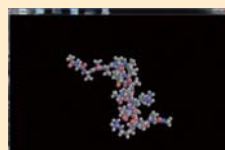
比較OpenCL與CUDA的不同

特色	OpenCL	CUDA
編譯方式	線上+離線	離線
數值精確度	已定義	未定義
數學函式	標準	獨有
CPU支援	OpenCL CPU	無
Native Host Task	平行運算模式	無
延伸機制	已定義	獨有
廠商支援	AMD、Apple等	Nvidia
C語言支援	有	有

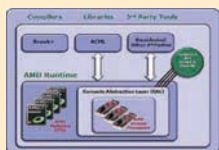
人電腦也幾乎都有此配備，為何不借助這個優勢來提升個人電腦的運算效能呢？

事實上，AMD已經提供了ATI Stream技術，旗下的Radeon繪圖處理器、FireStream繪圖卡，已經是不折不扣的GPGPU了。在2008年底，隨著ATI Catalyst 8.12版驅動程式釋出，Radeon繪圖處理器已經就是GPGPU了，只是當時的應用還不夠多，只有像是Cyberlink、ArcSoft等多媒體處理器軟體，利用GPGPU的特性來加速影像處理。後來，隨著GPGPU技術的成熟，像是Adobe等專業繪圖軟體廠商也都開始支援GPGPU了。

GPU運算發展歷程



Folding@Home
證實了GPU的效能可以比處理器快30倍



ATI Stream SDK v0.9
開放平臺讓更多的人願意採用（Brook+CAL/IL）



ATI Stream SDK v1.0
新增功能，提升運算效能



ATI Stream SDK v2.0
第一個支援OpenCL用於x86 CPU與AMD GPU的開發套件



串流運算開發平臺
平行運算開發工具CTM



AMD FireStream 9170 GPU運算加速器
第一個配備雙精度浮點運算的GPU串流處理器



AMD FireStream 9250 GPU運算加速器
打破運算量1TFLOPS的門檻，每一瓦8GFLOPS



ATI Radeon HD 5870 GPU
雙精度浮點運算達2.72 TFLOPS，單精度浮點運算達544 GFLOPS

