

雲端電腦的基本運作原理

高雄區農業改良場 鄭文吉

※本文已於2013年1月發表於農業世界雜誌353期99-105頁※

前言

在卡通「鋼之鍊金術師」裡，主角兩兄弟被師父丟到孤島修煉，在野外求生的過程中領悟到，人和動植物都是由水和蛋白質等物質構成，人捕捉動植物食用，這些物質就被分解再重新組合，而變成人體的一部分，進而領悟到所謂的「一即是全、全即是一」的道理。由於劇中的鍊金術也是一種將物質分解重新組合成新物質的技術，因此主角們日後就成為高明的鍊金術師。

或許有人會問，這個系列的標題明明是在談雲端和資訊網路，怎麼會講到卡通去了？其實我並沒有離題，只是因為最近重看這部卡通時突然發現，那個「一即是全、全即是一」的觀念，套用到雲端技術上居然也是十分契合，因此忍不住想跟大家分享一下。

回到正題。前幾期我們介紹關於雲端計算的原理和應用，並列出幾項可以讓一般人也能用來提昇自家電腦運算處理效率的事情，讓我們可以善用電腦和網路資源來提高處理效率，或者彈性運用整體設備的效能相互彌補，讓資源更有效地發揮出來。因此雖然那幾項應用早在「雲端」二字問世前就已經廣為人知，但其實也可以算是一種雲端應用。

然而，雲端之所以會突然聲名大噪，當然有其特殊之處，而不是只靠廣告宣傳把舊東西換個包裝而已。個人以為，雲端最大的特點應該是「彈性」，它可以把很多實體主機整合在一起變成一台雲端主機來一起工作，然後又可以依照不同需求從這台雲端主機分割出很多台虛擬電腦，分別提供不同的用途。經過這樣的整合和分割之後，所有的實體電腦都能發揮最大的使用效率，暫時用不到的可以關閉以便省電，對在上面運作的虛擬主機並沒有影響；而所有的虛擬主機也都能獲得最穩定的備援效果，不會因為某台實體電腦故障而影響網站運作。這樣將實體電腦的效能加以整合重新分配到虛擬電腦上的特性，跟前面提到鍊金術的「一即是全、全即是一」不是很像嗎？

要把電腦的效能整合再重新分配，當然不是買一堆電腦排在一起就行了。要想辦法讓不同電腦的處理器、記憶體和硬碟空間等等資源可以相互分享共用才行。因此本期開始，我們就為大家介紹雲端處理模式背後的運作原理，希望能讓大家獲得更深一層的認識。

電腦基本架構

在談整合之前，首先我們看一下電腦的基本架構。從外表看來，電腦大致是以主機為中心，然後連結到各種週邊設備，如印表機、螢幕、喇叭等等。如果你有興趣，可以把主機外殼打開看看內部結構，就可以發現裡面還有很多零組件。整體來說，電腦其實是以主機板上的中央處理器為中心，透過各種介面卡和插槽跟其他零組件和週邊設備相連，這些零組件包括三大類：

1. 輸入裝置：

負責將資料輸入電腦，提供中央處理器進行處理運算，包括滑鼠、鍵盤、麥克風等等。如果是特殊用途的電腦，還會加裝其他的輸入裝置，來跟其他設備(如科學實驗儀器或者攝影機等)相連，這樣可以直接處理資料，省下人工轉接輸入的時間。

2. 輸出裝置：

負責將中央處理器運算的結果加以輸出，提供給週邊設備做出反應，包括螢幕、印表機、喇叭等等，如此一來，我們才可以看到影像及文字或者聽到聲音，或者把資料列印成文件。當然，如果是特殊用途的電腦，也可以透過輸出的管道連結到其他特殊裝置直接做出反應，省下由人工控制的時間。

3. 記憶儲存裝置：

如果處理結果不是馬上需要輸出做出反應，通常會先儲存起來以備以後使用。這又可以分為兩種狀況：

(1) 暫時儲存：

由於電腦是藉由電子訊號的轉換進行資料處理與運算，所以不管是資料還是程式，都必須先放在內部主記憶體(RAM)中，然後再進行處理；此外，運算處理的中間過程也需要另外找地方儲存，就像我們算數學題目時，需要用「計算紙」來記錄計算過程一樣，最後再把結果寫成答案。同樣的，電腦處理過程也需要計算紙，將結果暫時儲存起來，以便和後面的處理繼續進行運算，再將最後的結果送往輸出裝置。因此，記憶體容量越大，就可以用來放更多的程式、資料和中間過程暫時檔案，運作也會更順暢。

(2) 長期儲存：

由於儲存在記憶體裡的資料是靠電力維持的，當電腦關機後，資料就會消失不見。因此需要存放到長期儲存設備，例如硬碟、隨身碟或光碟裡儲存，這樣日後需要時就可以再讀取出來使用，所以這些儲存設備又稱為外部記憶體。此外，電腦的作業系統和各種應用程式，也需要儲存在外部記憶體裡面(通常是硬碟)，才能在開機時自動讀入作業系統，然後配合需要加以執行。若是放在關機就消失不見的內部記憶體，等下次電腦一開機，裡面什麼都沒有，那就什麼

事也不能做了。

因此整體來說，電腦的架構可以分為輸出、輸入、控制、計算和記憶五大部分。由於控制、計算和記憶三部分集中在主機裡面，所以也可以簡化成「輸入→處理→輸出」三個步驟，也就是輸入資料，經過處理後輸出結果(如圖 1)。至於資料在主機裡面是怎麼被運算處理的，對一般人來說，除非對電腦運作真的很有興趣，不然其實也不會想要去知道。這一點，跟現在的雲端處理是不是很像？

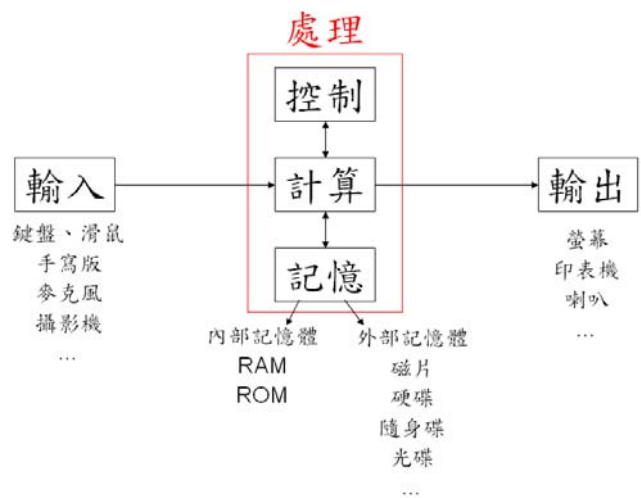


圖 1. 電腦的基本架構

雲端電腦的概念

上面介紹的，大概是所有電腦入門或計算機概論課本都會提到的電腦架構基本概念。有了這些基本概念後，再來介紹雲端電腦的架構，應該就會比較容易想像。基本上，我們還是可以把雲端電腦的架構看成圖 1 那樣的電腦基本架構，只是使用者是透網路將資料傳送到雲端主機作輸入，等主機處理完畢後，再透過網路將結果輸出送回給使用者(如圖 2)。至於雲端主機本身，則是由一大堆實體主機整合而成，因此資料是怎麼處理的，或者是由哪台主機處理的，就由雲端主機自己分配工作，使用者就不用在意了。

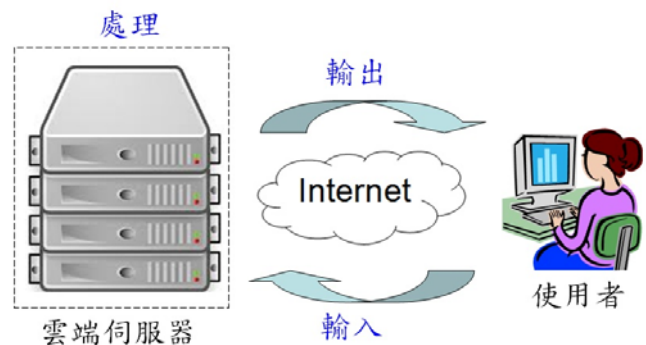


圖 2. 雲端處理的基本架構

由於雲端電腦通常作為網路主機使用，因此本身並不會像一般家用個人電腦那樣連接一堆喇叭、搖桿、手寫版等視聽娛樂設備，甚至連印表機也不需要，因為有需要作列印報表時，只要把資料傳送到另一台有接印表機的電腦列印就行了。因此，對網路主機來說，需要外接的週邊設備就只剩下螢幕、鍵盤和滑鼠，而這三個其實在雲端電腦概念出現前就已經可以整合了。只要買一台 KVM 切換器 (Keyboard, Video and Mouse Switch)，就可以讓很多台電腦主機共用一組鍵盤、螢幕和滑鼠，而不用每台主機都裝一組；使用者只要坐在鍵盤和螢幕前面，就可以在主機之間做切換，不用跑到那台主機前面操作。另外，有些切換器還具有網路功能，稱為 IP KVM 切換器，只要連線到那台 KVM 切換器，就可以在遠端進行操作(如圖 3)。因此網路管理員就可以坐在辦公室監控和管理電腦機房裡面的所有網路主機，而不用實際進入機房才能操作～除非主機真的壞了，那當然得進去處理才行。



圖 3. 8 port IP KVM 切換器，先把一組鍵盤、螢幕和滑鼠接在最左邊的插座，就可以連接 8 台電腦主機進行切換控制，也可以透過網路連線從遠端進行管理，而不用進入機房操作。

KVM 切換器有很多種規格，也有一對二的陽春型切換器，因此除了網路機房管理會用到外，一般人也可以用到。各位如果工作上需要用到很多台電腦，其實也可以買一台 KVM 切換器，就可以省下買很多組鍵盤、螢幕和滑鼠的費用，操作上也會更加方便。

因此，前面提到的將實體電腦整合成雲端電腦，其實只需要整合主機的部份就行了。更精確的說法，是要將個別實體主機所擁有的處理器、記憶體和硬碟等整合起來共用。至於週邊設備則不用在意，因為使用者都是透過網路連線到雲端主機，所以週邊設備都在使用者那邊，頂多在機房本身使用 KVM 切換器以方便網管人員操作管理就行了。

刀鋒伺服器算是雲端主機嗎？

這樣直接整合主機部分的作法，或許有人會聯想到「刀鋒伺服器(Blade server)」。這是一種將伺服器集中管理的作法，它本身具有一個管理機箱，上面提供電源、散熱風扇、網路通訊介面、光碟機、軟碟機及 USB 介面等功能，機箱上可以插入很多台伺服器(如圖 4)。由於電源、風扇等等都已經由機箱提供，伺服器本身不需要再安裝這些零件，因此可以變得很薄，外觀就像很多刀片(Blade)插在機箱上，因此稱之為刀鋒伺服器(如圖 5)。

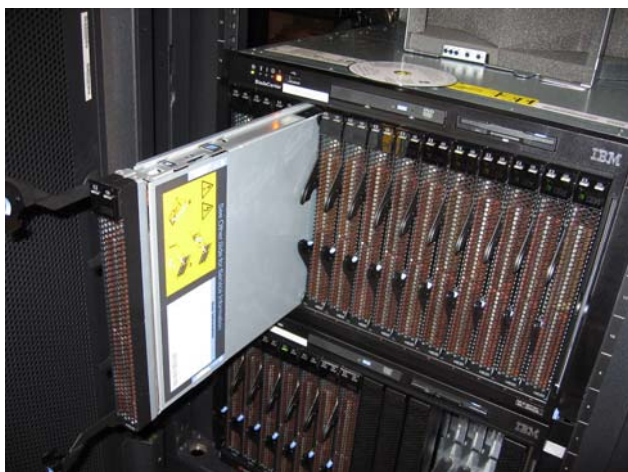


圖 4. 刀鋒伺服器機箱，可以插入很多台伺服器「刀片」，而電源、散熱風扇、光碟、軟碟等則由機箱提供，供應所有刀片使用。



圖 5. 刀鋒伺服器單一「刀片」內容，由於電源、散熱風扇、光碟、軟碟等已由機箱提供，伺服器不需要再裝這些零件，可以使體積更小。

這樣設計的好處是，可以在同樣的機櫃空間裡「塞」進更多台伺服器，節省機房空間。不過缺點是，由於大量伺服器集中在一起運作，如果散熱不良，就很容易因為過熱而當機。而且因為規格並未統一，各家廠商都有自己專屬設計，同一型的機箱只能搭配特定的伺服器刀片，因此價格也比較高，而且不能像一般機櫃那樣可以任意搭配不同廠牌機型的伺服器，只要寬度相同就可以裝上去了。

那麼，刀鋒伺服器可以算是雲端主機嗎？其實還不算，因為它只是把伺服器集中減少佔用的空間，裡面個別的伺服器還是獨立運作的，並沒有整合，因此除非另外加上特殊的雲端應用軟體，把個別伺服器裡面的處理器、記憶體和硬碟容量加以整合，否則並不能算是雲端主機。

然而，要將個別實體主機所擁有的處理器、記憶體和硬碟等整合起來共用，其實並沒有想像的那麼簡單。由於篇幅限制，本期就先講記憶體的部份，處理器和硬碟留待下期再說明。

記憶體的整合與管理

前面提到，電腦的主記憶體是用來存程式、資料和中間過程暫時檔。如果程式或檔案開啟太多，記憶體容量不夠用，電腦就會將部分資料以系統暫存檔案的方式儲存在硬碟裡面。當你切換到另一個程式時，電腦就從硬碟讀取那個部分的資料放入記憶體中，然後又將現在暫時用不到的記憶體存入硬碟，以便讓電腦可以保持運作。這樣的技術稱為虛擬記憶體(Virtual memory)，也就是利用硬碟檔案存取來代替實際上不夠用的主記憶體使用，讓電腦看起來好像有很多額外記憶空間一樣。不過，由於硬碟存取速度比記憶體慢很多，所以一旦記憶體不足而被迫拿硬碟來當記憶體使用，就會發現電腦速度明顯變慢。因此，如果記憶體容量越大，就可以用來放更多的東西，而不需要使用虛擬記憶體硬撐，這樣運作也會更順暢。

一般來說，電腦銷售時的基本配備都不會把記憶體插滿，除非你的預算很多，在買電腦時就要求廠商「順便」把記憶體插到滿，否則這些插槽應該都還有空位。因此如果你覺得記憶體不夠用，就可以再去買記憶體來插，讓你的電腦記憶體容量變大。當然，要用哪種記憶體得依據主機板規格而定，所以最好先問一下該買哪種型號的記憶體，免得買了卻不能用。

然而，就算你在電腦裡面加裝了很多記憶體，也不保證一定就能用。舉例來說，假設你用的是 Windows XP 作業系統，然後看主機裡面有兩隻 1GB 記憶體，就再買兩隻 4GB 記憶體來插(先假設主機板有支援)，因此總容量就變成 10GB。然而，這時你若去查記憶體容量就會發現，Windows 顯示你的記憶體只有 3.XGB，還不到 4GB～疑？那其他的記憶體都跑去哪裡了？

關於這個現象，曾聽過有專家這樣解釋：這是因為 Windows XP 是 32 位元的作業系統，所以記憶體只能定址到 2^{32} ，也就是 4GB 的大小，其他的就找不到；

加上各種週邊設備如顯示卡、音效卡...都會佔用一些記憶空間，所以最後得到的記憶容量就會少於 4GB。聽起來似乎很有道理，然而，同樣是 32 位元的作業系統，像是 Linux、FreeBSD，甚至同廠牌的 Windows server 2003，為何都能直接使用超過 4GB 的記憶體？而且，若照這樣計算，那早期的 16 位元甚至更早的 8 位元作業系統，不就只能使用 64KB(=2¹⁶)或 256byte(=2⁸)的記憶容量？所以，其實事情沒有那麼複雜，純粹只是 Windows XP 本身不肯支援而已。

由於 Windows XP 有這種奇怪的限制，因此使用者若裝了超過 4GB 的記憶體，就只能利用記憶體管理程式來把這些多餘的記憶空間移作別的用途。例如可以安裝成虛擬磁碟(RAMDisk)，這樣檔案總管裡面就會多出一台磁碟機，之後就可以把檔案放到這台虛擬磁碟機裡面使用。由於是直接透過記憶體存取，因此存取速度會比硬碟快很多，特別適合那種需要作大量檔案存取動作的工作，例如影像處理、資料庫處理以及 P2P 下載分享等等。不過因為記憶體裡面的資料在關機後就會消失，因此關機前要記得把虛擬磁碟裡的檔案複製到硬碟裡面，不然檔案就會消失不見。但由於這個特性，所以虛擬磁碟也適合用來儲存一些程式運作時的暫存檔，例如可以把網頁瀏覽器(如 IE)的暫存檔存放位置改到虛擬磁碟，這樣網頁開啟就會更順暢；而且關機後所有暫存檔就自動消失，也省去手動刪除的麻煩。

嗯，上面這些看起來好像跟雲端沒什麼關係，不過既然提到記憶體管理，就順便介紹大家應該怎麼去使用這些原本消失不見的記憶體。順便也讓大家知道，額外加裝的記憶體，即使作業系統想裝做不認識，還是有辦法加以應用的。否則那些虛擬磁碟管理程式，又是怎麼運用那些「額外」的記憶體呢？

回到雲端主機的狀況。通常雲端主機有自己專屬的作業系統，只要安裝在其中一台主機，然後設定哪幾台實體電腦主機也屬於這個雲端主機的一部分，它就會自動統計這些主機上面有多少處理器、記憶體、硬碟空間等資源，然後把工作分配給這些設備作處理，因此才可以做到將電腦資源整合再重新分配～也就是「一即是全、全即是一」的效果。

結語

本期介紹電腦的基本架構以及運作模式，藉此延伸到雲端電腦的運作模式，同時也介紹記憶體擴充時可能遇到的問題以及解決方法，希望能讓大家對雲端主機的運作能有進一步的了解。

除了記憶體之外，雲端電腦還需要能夠整合及分配處理器的運算能力和硬碟儲存空間，這樣才能真正做到將電腦資源整合再重新分配的彈性應用。因此，下一期開始，我們將繼續為大家介紹處理器和硬碟該如何整合分配，敬請期待。