

認識並探討運用虛擬化技術達成低碳學校之可行性

臺北縣立樹林高級中學 資訊媒體組-唐亘蔚

前言

近幾年來由於氣候變遷及地球暖化現象所帶來的自然災害，加上能源價格高漲及經濟不景氣等問題，迫使各國政府及企業組織紛紛提出各種節能減碳的措施與具體作為（2005 京都議定書、2009 哥本哈根會議），以求扭轉日益嚴重的生態危機，並可進一步降低政府或企業的經營成本。然而隨著網路科技的進步與資訊的普及，人們日益依賴電腦及各式網路服務的結果，卻更大幅地增加電腦與網路設備的數量與能源消耗。

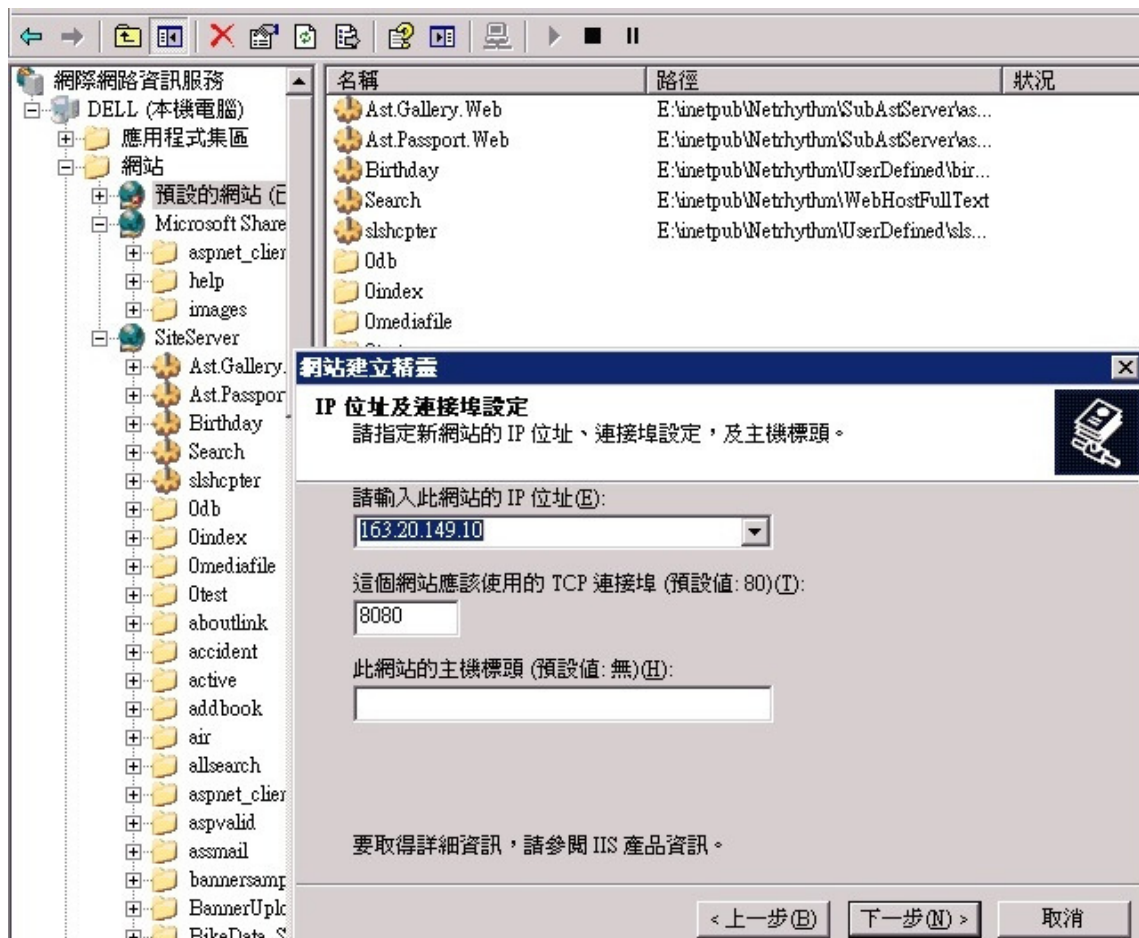
校園機房低碳計畫

由於節能減碳已是各先進國家的既定方針與全民共識，各種開源節流的措施紛紛出籠，因此扮演資訊網路系統的重要基礎設施當然也不能例外。放眼現在 IT 產業中，各式的綠色環保產品比比皆是，甚至也有先進的節能技術不斷出現；然而再怎麼高超的節能技術，都比不上機房裡多台主機 24 小時不停的運轉及電能的消耗（含機房空調設備）。因此，配合臺北縣政府日前要求各校提報今年度「低碳學校推廣計畫」，筆者於近期開始著手導入「**伺服器虛擬化技術（Server Virtualization Technology）**」，以期未來能大幅整併並降低原有運作中的伺服器數量，降低電源及熱能的消耗，同時也能減輕機房空調設備的負擔與電費支出。

何謂虛擬化技術

其實要讓伺服器整併，最容易實施的對象便是各類的 Web 應用服務。以 IIS 為例，只要原服務是架構在相同作業平台的基礎上，便可利用「網際網路資訊服務 (IIS) 管理員」進行多重網站的設定（指定新 Port）、或是利用伺服器第 2 張網卡也能增設新網站（需指派一組新 IP）、或是利用「虛擬目錄」模式來增設多組的 Web 應用服務；甚至搭配 DNS 使用「主機標頭名稱」在單個 IP 位址設定多個網站的功能（<http://support.microsoft.com/kb/308163/zh-tw>）。

但是透過這些方法也有一些限制。若原先的 Web 應用服務需在不同的作業平台上執行、或是希望不同的 Web 應用服務能在獨立的環境中執行，這時候就需要伺服器虛擬化技術了。



(圖一)

所謂「**伺服器虛擬化技術**」，即是透過支援 Virtualization Technology(簡稱 VT)技術的中高階伺服器，利用硬體與軟體的虛擬化技術配合，將原本多台伺服器主機的作業環境，整合至單一伺服器上。整合後該虛擬化主機上便可同時運作所有各別的系統，不但可具備獨立運作的空間，又能共享硬體資源的特性(如 CPU 利用率、記憶體及網路頻寬等等)，藉以減少伺服器閒置時間、提高利用率、提高系統可攜性，進而降低實體伺服器主機的數量與需求，以達成節能減碳的目標。

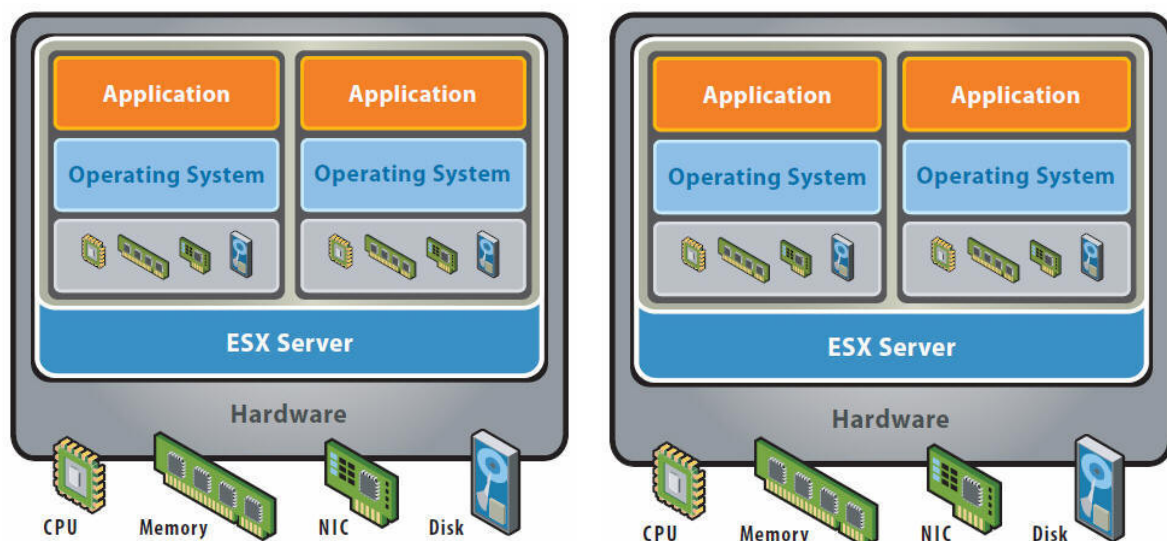
透過虛擬化節能省電

通常學校組織內的每一部傳統實體伺服器都有其最低固定耗電量，取決於電源供應器、硬碟轉速與數量、冷卻需求及其他因素等。這可能會佔掉伺服器最大耗電量的 60% 或更多，即使伺服器處於閒置狀態時亦然。然而，伺服器的執行量通常遠低於本身產能，平均只使用到 CPU 實際效能的 5% 至 15%而已。

造成伺服器資源使用率偏低的因素很多，例如未能靈活利用運算資源，以及無法估算所需要的產能等。大部分的組織在配置處理能力、存放區及記憶體資源時，通常會以能夠應付

預估的**最高工作量**及**非預期的激增量**為考量，但卻不會顧及一般正常營運時期所導致的產能過剩問題。此外，由於購買伺服器時的選擇有限（譬如低階處理器可能已經停產，或是當地政策對於組織有最低要求），因此購入的伺服器在處理能力方面可能會超出需求。最後的結果就是正常營運期間產能過剩，平白造成浪費。

上述情況非常適合利用虛擬化技術進行合併工作，若我們架設並安裝兩台虛擬伺服器，就可以在上面搭載並運作至少 2~4 台以上的虛擬機器；亦即一台伺服器，在運用了「虛擬化技術」後，就可等同於減少一倍以上的實體伺服器需求。



(圖二：引用 SEQ 圖表 * ARABIC 1 VMware ESX Server)

導入虛擬化技術節能研究

根據微軟在官網所提供的研究數據顯示[註 4]，他們將伺服器虛擬化後的省電效果量化，並在獨立伺服器及裝載多部虛擬機器的 Hyper-V 伺服器上執行了一系列的用電測試，並比較其結果。在這些測試中使用了企業級伺服器並安裝具備 Hyper-V 角色的 Windows Server 2008，並且以 4 部執行 Windows Server 2008 及 IIS7 的虛擬機器做為設定，而實體伺服器的耗電量則會受到監控，反覆不斷地測試，得知省電效果因為使用虛擬化技術而變得更為顯著。每一部實體伺服器在執行四部虛擬 IIS 機器時，其平均用電量為 517.6 瓦，只比設定為獨立 IIS 機器時多出 3.5% 的電量。

上述結果的意義重大：在單一實體機器上執行多部虛擬機器時，如果耗電量明顯少於原本所需的獨立伺服器數量，同時又能維持相當的輸送量，這就表示增加虛擬機器其實不會增加任何電費，端視您的硬體與效能需求而定，省電量會隨著虛擬化的伺服器數目持續增加。

節省用電也等於減少資料中心排放到大氣中的二氧化碳量。與硬體設定檔相同的 10 部實體伺服器相較之下，在單一 Hyper-V 伺服器上執行 10 部虛擬 IIS 伺服器，可以減少 30 公噸以上的二氧化碳排放量。以碳而言，這相當於燃燒 1,500 公升 (396 加侖) 的汽油，而非 14,000 公升 (3,698 加侖)。

Hyper-V 虛擬化技術可能帶來的省電量顯而易見，而且重要。上述測試結果是：單一 Hyper-V 伺服器控管 4 部虛擬機器的用電量，與裝載單一 IIS7 執行個體的用電量差異不大，而且兩者都能保有相當的效能。當單一主機執行 4 部虛擬機器時，每部伺服器的用電量實際為四分之一，10 部時則為十分之一。在符合效能考量的情況下，組織愈是增加每部實體主機上的虛擬機器數量，就愈能大幅省電。

如何使用虛擬化技術

要將組織原有的傳統伺服器，轉化為虛擬伺服器主機，首先除了作業系統要能配合安裝或啓用虛擬化技術支援外(如 Hyper-V、VMware)，更重要的是，該虛擬化主機必須具備更高等級的硬體條件，例如：

- CPU 需採用 64 位元多核心中高階處理器。
- CPU 本身需支援最新的虛擬化技術（如 Intel 的 Virtualization Technology，VT）。
- 主機板及 CPU 需支援並開啓資料執行防止功能（Data Execution Prevention，DEP）。
- 記憶體擴增：除虛擬主機外，每多一台虛擬機器就需更多的記憶體。建議 12GB 以上。
- 虛擬主機平台的作業系統必須是 x64 的版本（以 MS Windows 2008 Server R2 為例）。

本校機房主機數量及使用現況

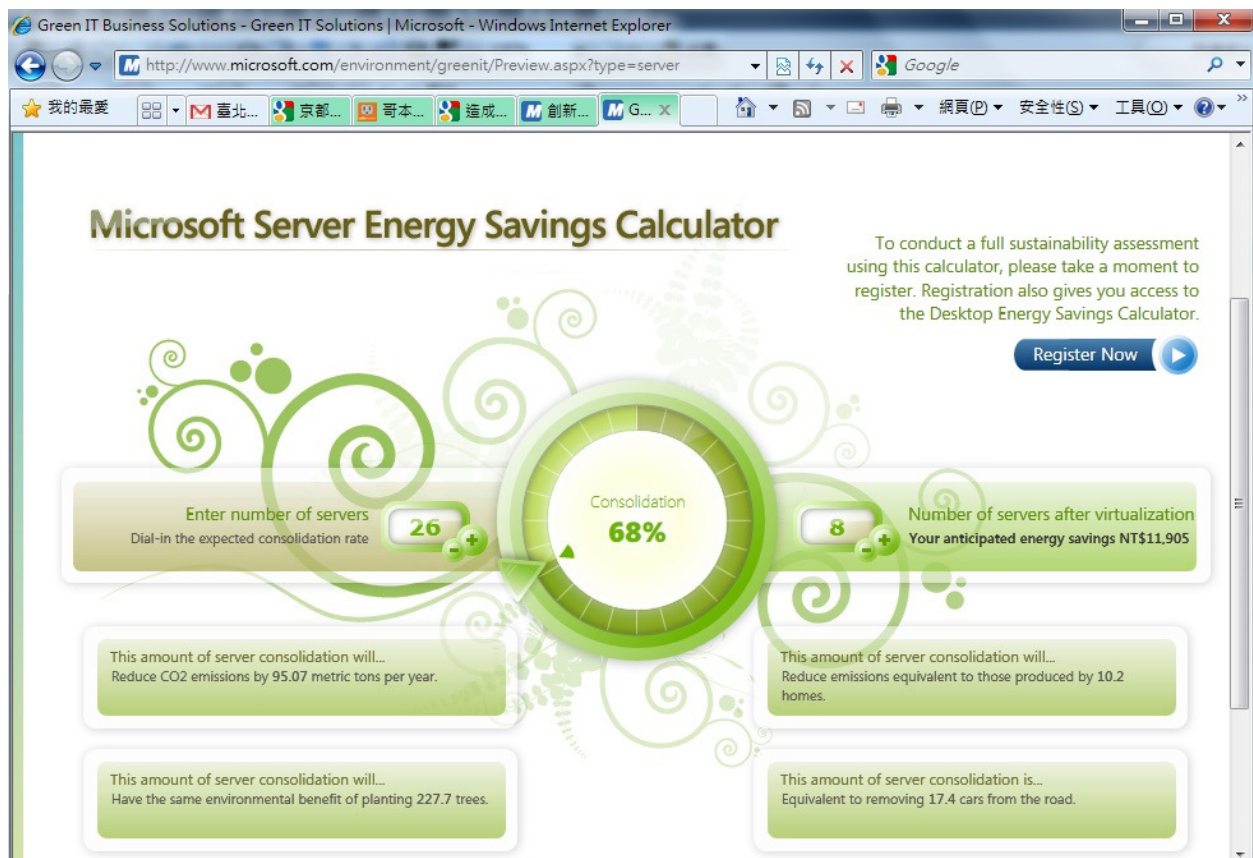
目前本校機房約有 26 台運作中主機，包括：

數量	功能/用途	Server Model	Watt
1	樹林高中 DNS 暨行政 FTP 伺服器	Acer Altos G710	550W
2	Dipper 圖書管理系統	Asus RS160-E3	650W
3	樹林高中學生專用 FTP 主機 1 號	工業型工作站	700W
4	高中學生主機專用 FTP 主機 2 號	工業型工作站	700W
5	樹林高中行事曆暨線上報修系統	Asus XG-DLS	400W
6	Math (國教輔導團) .NET 教學主機	Asus AP2400R-E2	700W
7	校園 Nod32 v3.0 防毒主機	Asus AP130-E1	350W
8	圖書館-PCLIS 圖書查詢系統	Asus AP 1700R	500W
9	樹林高中官方網站系統(網韻資訊)	Dell PowerEdge 2900	930W
10	教師專用 FTP 網路磁碟主機	Asus TS300-E3	450W

11	1. AssetQuest 資產安全管理系統 暨 2. 臺北縣部落社區大學網站	Asus TS300-E3	450W
12	樹林高中欣河排課暨查詢系統	工業型工作站	350W
13	樹林高中仁愛樓網路監視系統	工業型工作站	300W
14	CPG 校園網路相簿主機(測試中)	Asus Altos R510	450W
15	樹林高中亞昕學籍成績系統	Asus RS120-E3	400W
16	數位學習組 Moodle 管理系統	工業型工作站	700W
17	PhantoSys 網路還原系統(高中及行政)	Acer Altos R720	750W
18	縣府授權 Trend OfficeScan 10 防毒主機	Asus AP130-E1	350W
19	NetKeeper (BEMS)入侵偵測監控系統	Lemel PC	250W
20	WatchGuard 防火牆管理主機	工業型工作站	400W
21	電腦教室 2 網路還原管理主機(4 期租賃)	Acer M670	300W
22	電腦教室 3 網路還原管理主機(4 期租賃)	Acer M670	300W
23	語言中心網路還原管理主機(4 期租賃)	Acer M670	300W
24	創意教室網路還原管理主機(4 期租賃)	Acer M670	300W
25	虛擬化主機-1 號機 (教育局 98 年配發中小學低階伺服器) 計劃增購至：8GB RAM	Asus TS300-E5 Intel Xeon X3330 2.66Ghz (2GB RAM)	450W
26	虛擬化主機-2 號機 (教育局 99 年專款補助北縣新課綱主機) 計劃增購至：12GB RAM	Asus RS520-E6 Intel Xeon 5500 共同契約第 4 組 38 項	770W
			12750W

本校採用教育局近期補助之兩款機器(No.25, 26)當作虛擬化主機 1 號及 2 號機。若增購記憶體後，可各別載掛 3~4 套 Windows Server 2003 傳統伺服器當虛擬機器（使用 P2V 工具軟體進行 Live Migration 線上移轉）。移轉成功後，預計可關閉約 7~8 台傳統伺服器主機。自行估算可節省瓦數最大約為 3600Watt (8x450W)，機房主機電費節省效益約為 **28.2%**。

若參考根據微軟所提供的伺服器能源節省計算器（Microsoft Server Energy Savings Calculator，註 5），本校原有的 26 台實體伺服器當中，若能轉換其中 8 台成為虛擬伺服器，則具體可以節省的效益相當於每年減少 95 立方噸的 CO2 排氣量，亦即等同於種植 227.7 棵樹木的效益。（請見下圖三）



(圖三)

根據資訊市場情報中心（Market Intelligence Center，MIC）在 2008 年初的分析資料顯示，全球企業對伺服器虛擬化（Server Virtualization）的投資與應用持續增加，具虛擬化功能的伺服器出貨量，預計將由 2005 年的 33 萬台成長至 2010 年的 150 萬台；同時虛擬化軟、硬體與服務的市場規模，也將由 2005 年的 120 億美元成長至 2010 年的 180 億美元。從這些數字看來，虛擬化技術不但會是未來的主流技術，同時也扮演著節能減碳計畫下不可或缺的重要關鍵。

參考資源

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization>
- [2] <http://www.vmware.com/>
- [3] <http://www.microsoft.com/virtualization/default.msp>
- [4] <http://www.microsoft.com/taiwan/windowserver2008/solutions/power-savings.aspx>
- [5] <http://www.microsoft.com/environment/greenit/Preview.aspx?type=server>