

# 臺北縣政府 99 年度自行研究報告

## 虛擬化技術應用於備援機制之探討

研究單位：臺北縣瑞芳地政事務所

研究人員：楊熾能

研究期程：99 年 2 月 2 日至 99 年 10 月 31 日

# 臺北縣政府 99 年度自行研究成果摘要表

計畫名稱	虛擬化技術應用於備援機制之探討
期程	自 99 年 2 月 2 日至 99 年 10 月 31 日
經費	無
緣起與目的	<p>虛擬化技術在最近幾年逐漸受到產、官、學界的注意，因此本研究的目的主要是探討，以單位內部之業務應用系統，是否能以虛擬化技術達到備援的機制，及其資源耗用的情形又為何。期望本研究結果可進一步確認其虛擬化技術是否能如同實體機器運作，並瞭解資源耗用情形，以提供組織在考量作業系統及虛擬化軟體的搭配參考。</p>
方法與過程	<p>實驗中應用軟體採現行使用之業務應用系統，虛擬軟體則以 Virtual PC 2007 及 VMWare Player 進行建置，並分別安裝 Win 2000 Server 及 Win 2003 Server。經由五個實驗程序之操作，並以每秒擷取程序佔用處理器時間、可用記憶體數量及實體硬碟進行存取所佔用的時間作為本實驗之樣本，最後逐一進行資料檢核，以確認相關數據的正確性及合理性。</p>
研究發現及建議	<p>本研究實驗數據資料以重複量測變異數分析進行檢定，結果顯示不同的虛擬軟體及作業系統對處理器佔用時間、可用記憶體數量及硬碟佔用時間皆有顯著影響。雖不同的虛擬軟體及作業系統搭配情形皆對實體機器的資源使用上有所差異，但使用者操作端皆能順利進行使用業務應用系統，所以虛擬化技術是能運用在單位內之備援機制。</p> <p>此外，針對處理器性能不佳，可依其業務應用系統所安裝之作業系統，以 Win 2003 搭配 Virtual PC 2007 或 Win 2000 搭配 VMPlayer，可降低處理器使用之情形；針對記憶體容量不足，可依其業務應用系統所安裝之作業系統，以 Win 2003 搭配 Virtual PC 2007 或 Win 2000 搭配 VMPlayer，可降低記憶體容量使用之情形；針對硬碟存取性能不佳，可依其業務應用系統所安裝之作業系統，以 Win 2003 搭配 VMPlayer 或 Win 2000 搭配 Virtual PC 2007，可降低硬碟存取使用之情形。</p>
備註	

## 摘要

本研究的目的主要是探討，以單位內部之業務應用系統，是否能以虛擬化技術達到備援的機制，及其資源耗用的情形又為何。將以市面上較常使用之虛擬軟體(Virtual PC 2007 及 VMWare Player)，分別安裝目前較多使用之作業系統(Win 2000 Server 及 Win 2003 Server)，利用作業系統內建之效能記錄計數器，經由五個實驗程序之操作，並以每秒擷取程序佔用處理器時間、可用記憶體數量及實體硬碟進行存取所佔用的時間作為本實驗之樣本，最後逐一進行資料檢核，以確認相關數據的正確性及合理性。

本研究實驗數據資料以重複量測變異數分析進行檢定，結果顯示：(1) 不同的虛擬軟體及作業系統對處理器佔用時間有顯著影響。(2) 不同的虛擬軟體及作業系統對可用記憶體有顯著影響。(3) 不同的虛擬軟體及作業系統對硬碟佔用時間有顯著影響。承上述三點，雖不同的虛擬軟體及作業系統皆對實體機器的資源使用上有所差異，但使用者操作端皆能順利進行使用業務應用系統，所以虛擬化技術是能運用在單位內之備援機制。

根據本研究結論，針對處理器性能不佳，可依其業務應用系統所安裝之作業系統，以 Win 2003 搭配 Virtual PC 2007 或 Win 2000 搭配 VMPlayer，可降低處理器使用之情形；針對記憶體容量不足，可依其業務應用系統所安裝之作業系統，以 Win 2003 搭配 Virtual PC 2007 或 Win 2000 搭配 VMPlayer，可降低記憶體容量使用之情形；針對硬碟存取性能不佳，可依其業務應用系統所安裝之作業系統，以 Win 2003 搭配 VMPlayer 或 Win 2000 搭配 Virtual PC 2007，可降低硬碟存取使用之情形。

# 目 錄

第壹章 緒論 .....	1
第一節 研究背景 .....	1
第二節 研究動機與目的 .....	3
第貳章 文獻探討 .....	4
第一節 虛擬化技術 .....	4
第二節 中央處理器 .....	10
第三節 虛擬化技術之優勢 .....	17
第參章 研究方法 .....	22
第一節 研究架構 .....	22
第二節 研究範圍 .....	23
第三節 實驗環境 .....	24
第四節 實驗設計 .....	29
第五節 研究限制 .....	31
第肆章 研究結果與討論 .....	32
第一節 樣本資料檢核 .....	32
第二節 不同作業系統及虛擬軟體對處理器佔用時間之影響 .....	34
第三節 不同作業系統及虛擬軟體對可用記憶體之影響 .....	35
第四節 不同作業系統及虛擬軟體對硬碟佔用時間之影響 .....	36
第伍章 研究結論與建議 .....	38
第一節 研究結論 .....	38
第二節 研究建議 .....	38
參考文獻 .....	40

# 第壹章 緒論

## 第一節 研究背景

在資源有限的環境下如何提升競爭力，向來是各機關不斷探討的議題，而隨著資訊科技的蓬勃發展，不只是相繼引進新興科技，更是讓各機關相互連結，進而加速內部作業流程，並強化外部聯繫管道，有效傳遞訊息、經驗分享、提高運作效率，並與企業、社會及民眾相互連結，以快速回應外界的需求，降低各種危機情形之發生。

我國電子化政府的發展起源，最早可溯至 1961 年代，政府開始推動業務電腦化，當時的電腦都是專屬系統，網路連線作業的範圍也甚為有限，戶役政、地政、稅務等大型行政資訊系統都是在這樣的環境下開始發展。直到 1991 年代初期，個人電腦的應用在政府機關日漸普及，網際網路的應用也從純文字的環境(如 Gopher) 開始邁入多媒體的 WWW 環境，部分政府機關開始 WWW 網站的建置發展(行政院研究發展考核委員會，2008)。圖 1-1 簡要記述 1986 年 7 月至 2008 年 1 月，我國電子化政府相關重要發展情形。

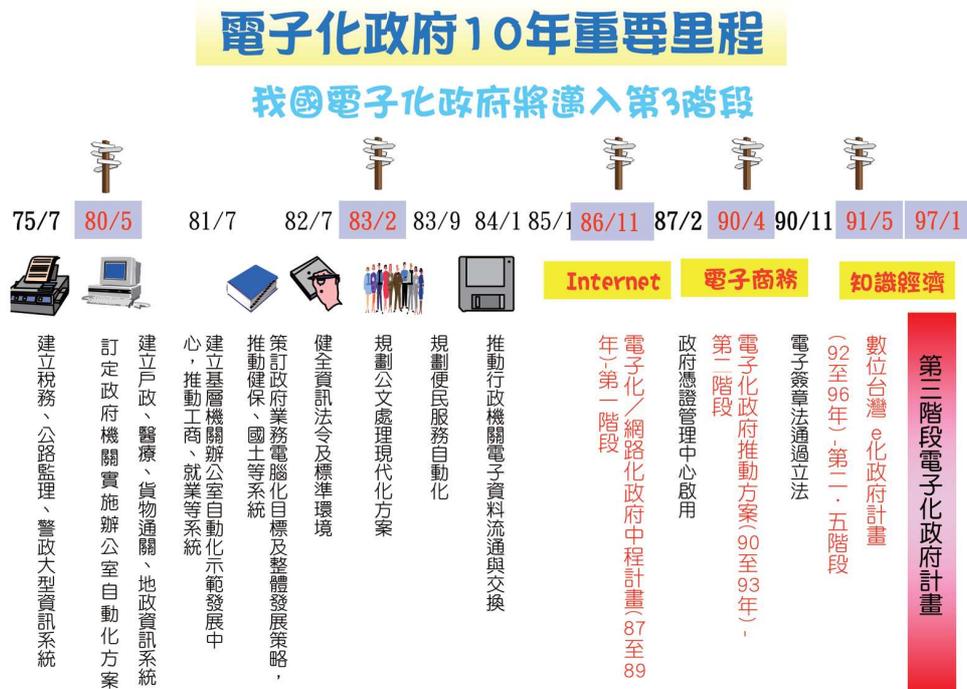


圖 1-1：電子化政府 10 年重要里程

資料來源：行政院研究發展考核委員會，2008

根據 97 年電腦應用概況報告（表 1-1，行政院主計處電子處理資料中心，2009），政府行政機關伺服器設置情形，96 年底設置總台數 22,359（平均 10 台），97 年底設置總台數 25,865（平均 11.1 台），增長約 15.7%。因此，擴大相關資訊服務，需要依賴大量軟硬體及網路資訊設備，方能維持電子化政府良好運作。

表 1-1：伺服器設置概況

單位：台；%

設置概況 機構類別	97 年底			96 年底		
	設置總台數	平均台數	伺服器普及率	設置總台數	平均台數	伺服器普及率
總計	319,703	2.5	19.54	281,737	2.2	19.01
民營企業	250,964	2.1	18.76	221,800	1.8	18.29
政府行政機關	25,865	11.1	58.57	22,359	10.0	56.95
公營事業機構	7,901	21.1	84.04	7,742	20.6	83.93
公立學校	19,271	5.5	92.76	16,924	5.0	89.12
公立研究機構	1,468	32.6	88.24	1,082	22.5	84.21
私立學校	11,433	31.5	99.18	10,090	27.4	99.46
私立研究機構	2,801	35.0	68.97	1,740	21.0	70.94

資料來源：行政院主計處電子處理資料中心，2009

台鐵售票主系統發生當機，造成網路、語音服務暫停使用，影響搭乘權益的旅客約 36000 人次（曾鴻儒、劉力仁，2010）。遠東銀行進行資訊系統擴充，暫停網路和 ATM 交易，造成客戶至少兩天面臨領不到錢的窘境，即使到其他銀行 ATM 跨行提款亦失敗（陳明樂、蔣紀威，2010）。所以組織的核心服務與資料，是維持組織營運持續性，不預期地軟硬體系統的失常、資料毀損等情形，不僅造成經濟上的損失，商譽的毀損更無法估計，甚至對生存發展形成致命傷。因此，組織必需擁有維持其整體營運持續性的系統架構，當系統故障或服務中斷時，仍能不停頓地提供其客戶不中斷的服務。

## 第二節 研究動機與目的

現今組織服務持續不斷 e 化的過程，執行這些服務的伺服器之需求也不斷增加，許多單位每年皆需購買相當數量之伺服器，並淘汰一些過於老舊的伺服器，以提供更好的服務。然而伺服器淘汰的速度遠不及增加的速度，不斷擴增的伺服器，代表著需要準備更多的空間、電力、空調、網路、人力等設施，而這些衍生出來的成本，長年下來，往往不低於伺服器的購買價格。此外，服務不中斷亦需軟、硬體及人力之相互搭配，才能在最短的時間內、甚至零時差地穩固業務提供之服務。

近年來之處理器運算能力的快速成長，其效能大多已超越了軟體執行時所需要的硬體需求，使得虛擬化技術逐漸受到產、官、學界的注意，紛紛對於此技術投入不少研究，同時也看到了此技術未來的發展性及優點，如整合系統資源、節省企業成本、集中管理等優勢。使得許多組織單位逐漸的將虛擬化技術導入內部運作，以期望發揮其特性，並讓組織的資源能夠有更完善的規劃。

因此，本研究的目的主要是探討，以單位內部之業務應用系統，是否能以虛擬化技術達到備援的機制，及其資源耗用的情形又為何。將以市面上較常使用之虛擬軟體（Virtual PC 2007 及 VMWare Player），分別安裝目前較多使用之作業系統（Win 2000 Server 及 Win 2003 Server），進行一系列之操作測試，取其資源使用情形（處理器、記憶體及硬碟），最後進行相關分析。期望本研究結果可進一步確認其虛擬化技術是否能如同實體機器運作，並瞭解資源耗用情形，以提供組織在考量作業系統及虛擬化軟體的搭配參考。

## 第貳章 文獻探討

### 第一節 虛擬化技術

「虛擬化」一詞最早發展於 1960 年代 IBM 主機中，當時 IBM 公司為了讓使用者能充分地利用昂貴的大型主機資源，於是發明了虛擬化技術，允許用戶在一台主機上運行多個作業系統，這個技術直到今日，也就是 IBM 公司提出的邏輯分區（LPAR）與動態邏輯分區（DLPAR）的概念，動態邏輯分區甚至可以在不重新啟動系統的情況下，將 CPU 等系統資源分配給獨立的分區，在管理層面上提供很高的彈性與便利性（黃植懋，2008）。

簡言之，虛擬化技術可以讓一部主電腦（Host Computer）執行一至多個虛擬化環境，該技術使用模擬的方式架設一部完整的電腦系統，之後再將作業系統軟體安裝在這部虛擬出來的電腦系統上，就作業系統的角度看來，並無法察覺此一虛擬環境與真正實體電腦的差異，完全如同實機般的運行，如此可稱它為客體作業系統（Guest Operating System）。其中，客體作業系統會透過主機作業系統驅動程式（Hypervisor）的中介軟體直接與實際的電腦機器進行溝通，如圖 2-1。

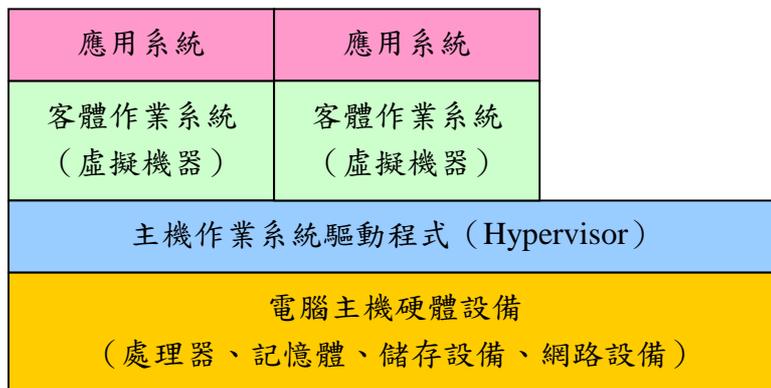


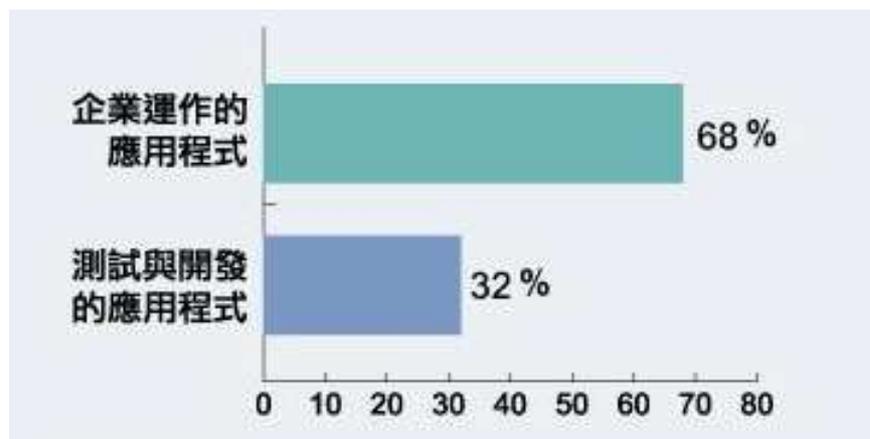
圖 2-1：虛擬化環境概觀

虛擬化技術通常可以歸類成本地型（Native）或主機型（Hosted）兩大類。本地型主機作業系統驅動程式係以系統軟體的方式直接運行於硬體上，負責監視管理客體作業系統之運行，供其存取硬體資源，由於可以直接存取的關係，此類的虛擬架構較佳，但相對的客體作業系統則需經過修改。最著名的包括 Oracle VM、VMWare ESX Server、IBM POWER HYPERVISOR（PR/SM）等等（卓建

全，2009）。

另一種主機型，又可稱無裝飾金屬（Bare-metal），此類的主機作業系統驅動程式以應用程式的方式運行於主電腦作業系統之上，並提供虛擬的硬體層，供客體作業系統上來存取資源。由於其主機作業系統驅動程式需透過主電腦作業系統存取硬體資源，因此效率相對較差，但優點是客體作業系統不需修改即可運行。著名的例子包含 VMWare GSX Server、VMWare Workstation、Microsoft Virtual PC、Microsoft Virtual Server 等等（卓建全，2009）。

根據 2006 年亞太區虛擬化使用調查的數據顯示，在 x86 伺服器虛擬化的環境中，有 68% 的使用者執行業務營運的應用程式，有 32% 便是執行一些測試或開發為主的應用程式（如圖 2-2）。



圖：2-2：虛擬化伺服器使用哪些應用程式  
資料來源：林文彬，2006

虛擬化的主要功能有兩個，一是用於實驗，一是用於生產（虛擬器之家，2008）。所謂用於實驗，就是指用虛擬機器可以完成多項單機、網路和不具備真實實驗條件和環境的實驗，而所謂用於生產，主要包括：

- 一、用虛擬機器可以組成產品測試中心，其都需要大量且具有不同環境和配置的電腦及網路環境，如有的需要在 Windows 2000、Windows 2003 的環境中進行測試，而每個環境都還需要安裝修補程式。若使用「真正」的電腦進行測試，需要大量的電腦，而使用虛擬機器可以降低企業在這方面的投資，卻不影響測試的進行。

二、用虛擬機器可以「合併」伺服器。許多企業會有多台伺服器，但有可能每台伺服器的負載比較輕或者伺服器總和的負載比較輕。這就可以使用虛擬機器的企業版，在一台伺服器上安裝多個虛擬機器，其中的每台虛擬機器都用於代替一台實體的伺服器，從而為組織減少投資。

虛擬機器還可以做多種實驗，主要包括：

一、一些「破壞性」的實驗。例如需要對硬碟進行重新分割、格式化和重新安裝作業系統等操作。如果在真實的電腦上進行這些實驗，可能會產生兩個問題，一是實驗後系統不容易恢復，因為在實驗過程中電腦上的資料全部被刪除了。二是由於第一個原因的存在，導致這樣的實驗需要專門佔用一台電腦。

二、需要「連接網路」的實驗。例如做 Windows 2000 連網實驗時，至少需要三台電腦、一台交換機和三條網路線。如果是個人做實驗，則不容易找三台電腦，好比學生上課做實驗，以大學現有的條件（電腦和場地），很難實現。而使用虛擬機器，可以讓學生在「人手一機」的情況下很「輕鬆」的組建出實驗環境。

三、一些不具備條件的實驗。例如 Windows 叢集類實驗需要「共用」磁碟陣列櫃，如果再加上叢集主機，則一個實驗環境的投資代價太昂貴。但是，若使用虛擬機器，只需要一台設備比較高階的電腦就可以了。另外，使用 VMWare 虛擬機器，還可以實現一些對網路速度、網路狀況有要求的實驗，如需要在速度為 64K 的網路環境中做實驗，使用 VMWare Workstation 5 或 6 的 Team 功能，很容易實現 28.8K~100M 之間各種網路的速度。

目前市面上常見的虛擬化技術的軟體廠商有許多，包括 VMWare、微軟、InnoTek、Xen 等，本研究僅將簡介前兩項。

#### 一、VMWare

是全球著名的虛擬機軟體公司，目前為 EMC 公司的全資子公司。於 1998 年成立，總部位於美國加州帕羅奧多，其銷售的商業軟體包含用於英特爾 x86 兼容電腦的虛擬機器，允許多個 x86 虛擬機器同時被建立和執行。每個主體電腦可運行其自己的客體作業系統，如 Windows、Linux 等相關系列的

作業系統（維基百科，2010）。其產品簡介如下：

### 1. VMWare Player

用於主體電腦服務的免費軟體產品（即使是用於商業目的），可運行由 VMWare 所建置的虛擬機器，同時也可自行建立新的虛擬機器。

### 2. VMWare Workstation

允許作業系統和應用程式在一台虛擬機器內部執行，可以在一個視窗中載入一台虛擬機器，可以執行自己的作業系統和應用程式，也可以在執行於桌面上的多台虛擬機器之間進行切換，透過一個網路共用虛擬機器（例如一個公司區域網路），掛起、恢復虛擬機器以及退出虛擬機器等，這一切不會影響主機操作和任何作業系統，或者正在執行的應用程式。

同時可在一台電腦上模擬出若干台個人電腦，其都可以單獨執行作業系統而互不干擾，達到一台電腦可「同時」執行幾個不同作業系統的目的，還可以將這幾個作業系統連成一個網路。可說明程式開發人員和系統管理員進行軟體發展、測試，以及配置的強大的虛擬機器軟體。軟體發展者借助它，可以在同一台電腦上開發和測試適用於 Windows、Linux 或者 NetWare 等的複雜網路服務的應用程式。其主要功能有虛擬網路、即時快照、拖放、共用資料夾和支援 PXE 等（虛擬機之家，2008）。

### 3. VMware Server

舊稱為 VMWare GSX Server，同樣需要主機作業系統的支援，與 VMWare Workstation 類似，可以在 Linux 或者 Windows 環境運作。此外，它可以在系統啟動時「自己」啟動，不需要使用者再進入 VMWare Server 執行。

在 2006 年 7 月發布了 VMWare 伺服器 1.0 版本，可以創建、編輯、運行虛擬機器，同時提供遠端系統管理工具，透過 Internet Explorer 或者 VMWare Server 遠端系統管理主控台進行管理。除了具有可以運行由其它 VMWare 產品創建的虛擬機器的功能外，它還可運行由微軟的 Virtual PC 產品創建的虛擬機，同時此項產品可免費獲得。VMWare Server 目前版本為 1.02，其增加功能如下（虛擬機之家，2008）：

- 支援 64 位元主機和 64 位元客戶機作業系統。
- 支援 SMP 功能（雙路由虛擬 SMP）。

- 完全支援 VMWare Workstation 5 的虛擬機器。
- 快照支援。
- 支援 Sun Solaris 10（實驗性的功能）。

#### 4. VMWare ESX 伺服器

直接採用了硬體的初始化，替換原 Linux 核心的技術（該產品源自於史丹福大學的 SimOS）。ESX 伺服器 2.x 版的服務控制平台（亦稱為 COS 或 vmnix）是採用 Red Hat Linux 7.2 的技術。ESX 伺服器 3.0 的服務控制平台，則是經由 RedHat 7.2 的修改版本，利用載入 vmkernel 的引導讀取程序來運行的，並提供了各種管理界面（如 CLI、瀏覽器界面 MUI、遠程控制台）。該虛擬化系統管理的方式降低了管理成本，提供更好的控制，並為虛擬機器分配資源時達到更細緻化，同時也增加了安全性，成為一種企業級產品。

#### 5. VMWare ESXi 伺服器

VMWare 的精簡版本，採免費提供。

此外，VMWare 公司對於虛擬技術的研發已有一段時間，所以在市面上的佔有率也較高，目前平均每季的新增客戶數目達 50 間，除了過去各個產業的代表性客戶外，虛擬化應用也深入到了一般中大型企業，例如學校、醫院等（蔡佳帆，2008）。

## 二、微軟

此虛擬機器軟體可以在 Mac OS 和 Microsoft Windows 作業系統上模擬 x86 電腦，並在其中安裝執行客體作業系統。原來由 Connectix 公司開發，起初只能在 Mac OS 執行，後改為跨平台，稱為 Connectix Virtual PC。微軟公司於 2003 年收購該軟體，並改稱為 Microsoft Virtual PC，並運用於微軟公司的訓練課程（如 MCSE 的訓練課程）作模擬用途（維基百科，2010）。

Virtual PC 是類似 VMWare Workstation 的虛擬機器軟體，它同樣允許使用者在不改變現有硬碟分割的情況下，使用硬碟空間安裝多種作業系統。最早用於 Macintosh 平台，主要用來解決 Macintosh 主機和 Windows 客戶端之間的檔案共用問題，所提供的特殊網路軟體，允許將主機上的一個資料夾映射成為客戶機上的一個驅動裝置（虛擬機之家，2008）。

在當前的主流配置環境中，VMWare 系統虛擬機器的性能比 Virtual PC 要好一些。在大約 2002 年左右的時侯，當時 VMWare 與 Virtual PC 的性能基本上是一致的。而現在 VMWare 系列虛擬機器性能明顯優於 Virtual PC。VMWare 在對 Windows、Linux 及前述兩者作業系統下的應用程式支援也非常銀好，而 Virtual PC 只是對「底層」的軟體支援的好一些，而對 Windows 作業系統下的一些應用型軟體相容性不算太好，如 Macromedia Capture 軟體就不能在 Virtual PC 中安裝執行（虛擬機之家，2008）。

微軟於 2003 年底推出用於 Windows 的 Microsoft Virtual PC 2004，並於 2006 年 7 月 12 日宣佈 Virtual PC 成為免費軟體。目前最新版本為 Microsoft Virtual PC 2007，分為 32 位元及 64 位元版本，並支援 Windows Vista，可於微軟官方網站下載。

另外在伺服器平台上，也有名為 Microsoft Virtual Server（代號 Viridian）的產品，預計整合於 Windows Server 2008（Longhorn）當中，目前已開放下載測試。此產品當等於 VMware 的 ESX Server，但由於時程延遲，導致此版本中將不支援如即時移動虛擬主機於不同 Server 上的功能，而 VMware 是早在 2003 年即支援此功能（Vmotion），Xen 也已提供類似的 Xen-Motion 技術，相較之下，微軟的腳步慢了許多（維基百科，2010）。

## 第二節 中央處理器

中央處理器（Central Processing Unit，CPU），是一部電腦的中樞，相當於人體大腦的角色與功能，主要負責整個電腦的指揮、控制及算術邏輯運算功能，其分成控制單元（Control Unit, CU）及算術邏輯運算單元（Arithmetic & Logical Unit, ALU）。控制單元主要指揮控制與協調電腦中的各單元間的運算，並負責解碼動作，包括解碼器及數個暫存器所組成，如程式計數器、指令暫存器、程式狀態暫存器、堆疊指式器、指標暫存器等。算術邏輯運算單元則負責電腦中所有的運算與邏輯判斷，主要由邏輯電路及加法器所組成，具有累加器及處理運算元運算過程的功能（張凱鈞，1999）。

在外形上，它是一顆大而呈方形的晶片，下方圍繞金屬所製的連接腳座，是一塊小的矽晶片（如圖 2-2）。由最早期真空管的設計，經過電晶體、積體電路，直至 1970 年第一款微處理器英特爾（Intel）4004，及第一款廣受使用的英特爾 8080（1974 年發表），完全取代了先前幾代中央處理器的實作方法，並在普及大眾的個人電腦後，「中央處理器」現在幾乎等同於微處理器（本研究後敘皆以微處理器稱名）。

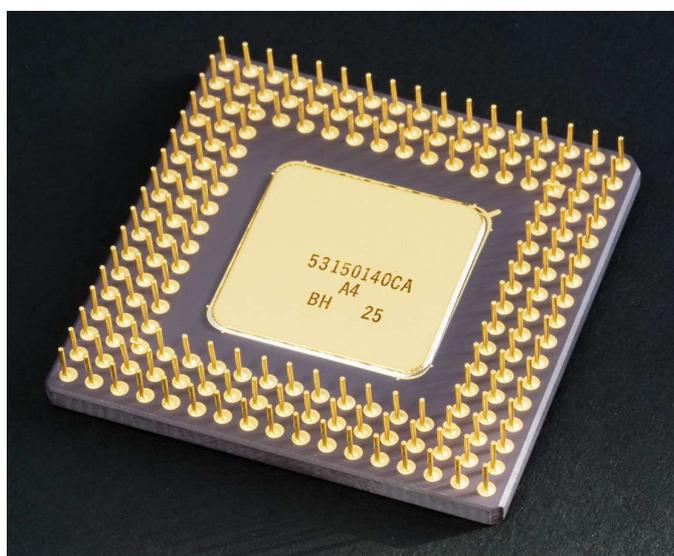


圖 2-3：中央處理器

資料來源：維基百科，2010

而微處理器是由少量的積體電路，相較於前幾世代，在一或多個電路版上放置幾個分散的元件與數量眾多的積體電路而言，更能有效降底電容的門檻值

(Parasitic Capacitance)，此種單晶片、小尺寸的設計方式讓它有更快的反應能力，並使得同步微處理器擁有數十兆赫到數百萬兆赫的執行頻率。另外，積體電路的技術持續進步，單個微處理器上的數量與複雜度都在戲劇性地增加，此廣為人知的現象稱為摩爾定律 (Moore's Law)，成功預言微處理器與其他積體電路的複雜度與時俱增的性質 (維基百科，2010)。

微處理器從早期到現在的功能大同小異，只是速度的處理上更快、材質更好、種類更多而已。魯大師 (2009) 網站上提到，微處理器性能指標包括了主頻、外頻、前端總線 (FSB) 頻率、位元長度、倍頻系數、暫存記憶體、擴展指令集、內核及輸出工作電壓、制造工藝、指令集、管線 (pipeline)、封裝形式、多線程、多核心、多處理結構 (Symmetric Multi-Processing, SMP)、非一致共享儲存技術 (NUMA)、亂序執行 (out-of-order execution) 及內存控制器共 18 項：

### 一、主頻

亦稱為時鐘頻率，單位為 MHz 或 GHz，用來表示微處理器的運算、處理數據的速度，而主頻的計算方數為外頻乘倍頻系數。許多人認為主頻就決定了微處理器的運行速度，這僅是個片面的，且對於電腦機器來說，這個認識也出現了偏差。至今，沒有一條確切的公式能夠完全表示主頻和實際的運算速度間的關係，即使是英特爾 (Intel) 及 AMD，在這方面也存在著很大的爭議，從英特爾的產品發展趨勢來看，其較注重加強自身主頻的發展。曾經有人拿過 1 顆 1G 的全美達處理器做比較，發現它的運行效率相當於 2G 的英特爾處理器。

所以，微處理器的主頻與其實際的運算能力是沒有直接的關係，僅能表示在微處理器內數字脈沖信號震盪的速度。在英特爾的處理器產品中，也可以看到這樣的例子。因此僅能說微處理器的主頻和實際的運算速度是有關的，整體的運作效能還要看其他方面的性能指標。

### 二、外頻

是微處理器的基準頻率，單位是 MHz，決定著整塊主機板的運行速度。在一般情況下，微處理器的倍頻都是被鎖住的，所以常說的超頻，都是超微處理器的外頻。但對於電腦機器而言，超頻是絕對不允許的，因為微處理器決定著主機板的運行速度，兩者是同步運行的，若把微處理器超頻了，將產生異步運行，這樣會造成整個電腦系統的不穩定。

### 三、前端總線頻率 (FSB)

又稱為總線頻率，是直接影響微處理器與暫存器直接資料交換的速度，其計算公式為「數據頻寬＝總線頻率 X 數據位寬 / 8」，資料傳輸最大頻寬取決於所有同時傳輸的寬度及傳輸頻率，如：64 位元的微處理器，前端總線是 800MHz，其資料傳輸最大頻寬為每秒 6.4GB。

### 四、位元長度

在電腦技術中所採用的是二進制，其表示代碼只有「0」及「1」，其中 0 或 1 都在微處理器中的 1 位元。而位元長度是微處理器在同一時間內一次能處理的二進位數的長度，所以一次能處理 8 位元資料的微處理器，就稱為 8 位元的微處理器；同理 32 位元的微處理器，就能在單位時間內處理 32 位元長度的二進位資料。

### 五、倍頻系數

指微處理器主頻與外頻間的相對比例關係，在相同的外頻下，倍頻越高的微處理器之頻率也越高。但實際上，在相同外頻的前提下，高倍頻的微處理器本身意義並不大。這是因為微處理器與系統間資料傳輸速度是有限的，一味地追求高倍頻而得到高主頻的微處理器，就會出現明顯的瓶頸效應：微處理器從系統中得到資料的極限，其速度上不能夠滿足其運算的速度。

### 六、快取記憶體 (Cache)

快取記憶體的結構及大小對微處理器速度的影響非常大，微處理器內的快取記憶體運行之頻率極高，一般是和其同頻運作，工作效率遠遠大於系統的記憶體及硬碟。實際工作時，微處理器往往需要重覆讀取同樣的資料訊息，而快取記憶體的容量增大，可以大幅度提升微處理器內部讀取資料的命中率，而不用再到記憶體或硬碟上尋找，以此提高系統性能。

由於微處理器晶片面積和成本的因素考量，快取記憶體都很小，包括 L1、L2 及 L3 快取記憶體。L1 是微處理器第一層高速快取區，分為資料暫存及指令暫存。內置的 L1 高速快取記憶體的容量及結構對微處理器的性能影響較大，但也因結構較為複雜，且在微處理器上的晶片不能太大的情形下，所以一般電腦機器上的 L1 快取記憶體通常在 32 至 256KB。

L2 是微處理器第二層高速快取記憶體，分為內部及外部兩種晶片。內部的晶片運行速度與主頻相同，而外部的只有主頻的一半。目前家庭用的容量最大是 512KB，筆記型電腦可達到 2MB，而伺服器和工作站上的 L2 高速快取記憶體可達到 8MB 以上。

L3 則分為兩種，早期是外置，現在的都為內置的。它的實際作用是進一步降低存取記憶體的延遲，同時提升大資料量計算時微處理器的性能。但基本上 L3 快取記憶體對微處理器的性能提升顯得不是很重要，例如 1MB L3 快取的 Xeon MP 處理器卻仍不是 Opteron 的對手，由此可見前端總線的增加，要比快取增加帶來的效益更為顯著。

## 七、擴展指令集

微處理器是依靠指令來計算和控制電腦系統，每款微處理器在設計時就規定了一系列與其硬體電路相配合的指令系統，而指令集是提高微處理器效率的最有效工具之一。從現階段的主流體系結構來說，指令集可分為複雜指令集和精簡指令集兩部份，而從具體運用來看，如英特爾的 MMX (Multi Media Extended)、SSE、SSE2 (Streaming-Single instruction multiple data-Extensions 2) 等系列及 AMD 的 3DNow 等擴展指令集，分別增強了微處理器的多媒體、圖形圖象及網際網路等的處理能力。

## 八、微處理器內核及輸入輸出 (I/O) 工作電壓

從 586 微處理器時代開始，其工作電壓分為內核電壓及輸入輸出電壓兩種，通常微處理器的核心電壓小於等於輸入輸出電壓。其中內核電壓的大小是根據微處理器的生產工藝而定，製作工藝越小，內核工作電壓越低；輸入輸出電壓一般都在 1.6~5 伏特 (V)。低電壓能解決耗電過大及發熱過高的問題。

## 九、製造工藝

係指積體電路內的電路與電路間的距離。其趨勢是向高密集度的方向發展，密度愈高的積體電路設計，意味著在同樣大小面積的積體電路中，可以擁有密度更高、功能更複雜的電路設計，現在主要有 180、130、90、65 及 45 奈米。

## 十、指令集

### (一) CISC 指令集

稱為複雜指令集 (Complex Instruction Set Computer, CISC)，在微處理器中，程序的各條指令是按順序串行執行的，每條指令中的各個操作也是按順序串行執行的。順序執行的優點是控制簡單，但計算機各部份的利用率不高，執行速度慢。目前英特爾生產的 X86 系列及其兼容的微處理器，如 AMD 及 VIA，都屬於此範圍。

### (二) RISC 指令集

稱為精簡指令集 (Reduced Instruction Set Computing, RISC)。有人對複雜指令集進行測試並表明，各種指令的使用頻率相當懸殊，最常使用的是一些比較簡單的指令，僅佔指令總數的 20%，但在程序中出現的頻率卻達 80%。複雜的指令系統必然增加微處理器的複雜性，使處理器的研制時間長、成本高，並且需要複雜的操作，必然會降低電腦的速度，基於這些原因誕生了精簡指令集，並且採用「超標量和超管線結構」，大大增加了並行處理能力。

但相較之下，精簡指令集的指令格式統一，種類卻比較少，尋址方式也比複雜指令集少。目前在中高階伺服器中，普遍採用這類指令系統，特別是高階伺服器全都採用了精簡指令集的微處理器，包括 PowerPC、MIPS、Alpha 等微處理器，並更加適合 UNIX 類的作業系統。

## 十一、超管線與超標量

管線 (pipeline) 是英特爾首次在 486 晶片開始使用的，其工作方式就像工廠生產上所裝配的管線，在微處理器中由 5~6 個不同功能的電路單位組成一條指令處理管線，然後將一條 X86 指令分成 5~6 個步聚後，再由這些電路單位分別執行，如此就能實現在一個微處理器時鐘週期完成一條指令，因此提高微處理器的運算速度。

超標量是指通過內置的多條管線來同時執行多個處理器，其實質是以空間換取時間。而超管線是通過細化流水、提高主頻，使得一個機器週期內完成一個、甚至多個操作。

## 十二、封裝形式

微處理器封裝是採用特定的材料，將其晶片或模組固化在其中，以防損壞的保護措施，一般必需在封裝後才能將微處理器交付給用戶

使用。而微處理器的封裝方式取決於安裝形式及機器集成設計，通常採用 Socket 插座進行安裝的微處理器是使用 PGA（柵格陣列）方式封裝，而採用 Slot x 槽安裝的微處理器則全部採用 SEC（單邊接插盒）的形式封裝。而因市場競爭日益激烈，目前微處理器的封裝技術的發展方向以節約成本為主。

### 十三、多執行緒

同時多執行緒 Simultaneous multithreading，簡稱 SMT。通過複製微處理器上的結構狀態，讓同個微處理器上的多個執行緒同步執行，並共享其執行資源，可最大限度地實現頻寬、亂序的超標量處理，提高微處理器運算元件的利用率。

SMT 最具吸引力的是只需小規模改變微處理器核心的設計，幾乎不用增加額外的成本，就可以顯著地提升效能。多執行緒技術則可以為高速的運算核心，準備更多的待處理資料，減少運算核心的閒置時間。

### 十四、多核心

也稱單晶片多處理器（Chip multiprocessors, CMP）。是由美國斯坦福大學提出，其構想是將大規模並行處理器中的多處理器集成到同一晶片內，各個處理器並行執行不同的程序。多核心微處理器可以在內部共享快取記憶體，提高其利用率，同時簡化多處理器系統設計的複雜度。

### 十五、多處理結構（Symmetric Multi-Processing, SMP）

是指在電腦上匯集了一組微處理器，各個之間共享暫存子系統及總線結構。在這種技術下，一個伺服器可以同時運行多個微處理器，並共享暫存記憶體和其他的主機資源。一般來說，此結構的機器可擴展性較差，較難做到 100 個以上多微處理器，常規的是 8 至 16 個，但這對於多數的使用者來說已經夠用了。在高階伺服器和工作站級的主機架構中最為常見，像 UNIX 伺服器可支持最多 256 個微處理器。

構造 SMP 系統的必要條件是：硬體（含主機板及微處理器）、系統平台及相關的應用軟體。為了能使得 SMP 系統發揮高效的性能，作業系統需支持 SMP 系統，如 WINNT、LINUX 及 UNIX 等 32 位元作業系統，即能夠進行多程序（Multiprogram）及多執行緒

(Multithread) 之處理。多程序是指作業系統能夠在同一時間，讓不同的微處理器完成不同的任務；多執行緒是指作業系統能夠使得不同的微處理器並行的完成同個任務。

#### 十六、非一致訪問分佈共享儲存 (NUMA) 技術

是由若干通過高速專用網路連接起來的獨立節點構成的系統，各個節點可以是單個的 CPU 或是 SMP 系統。其中，快取的一致性有多種解決方案，需要作業系統及特殊軟件的支持。

#### 十七、亂序執行 (Out-of-order execution) 技術

指微處理器允許將多條指令，不按程序規定的順序分開發送，給各相應的電路單元處理的技術。將根據各個電路單元的狀態，及各指令能否提前執行的具體情況分析後，將能提前執行的指令，立即發送給相對應的電路單元執行，在這期間不按規定的順序執行指令，然後由重新排列單元，將各執行單元的結果，按指令順序重新排列。採用此技術的目的，是為了使微處理器內部電路滿載地運轉，相對地提高微處理器運行程序的速度。

#### 十八、微處理器內部的快取控制器

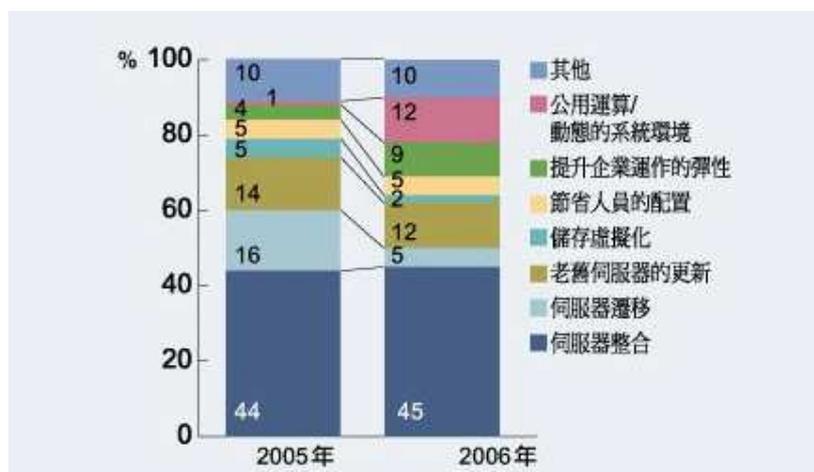
許多應用程序擁有更為複雜的讀取模式（大部份是隨機的，特別是快取命中率不可預測的時候），並且沒有效率地利用頻寬。典型的應用程序就是業務處理軟體，即使擁有如亂序執行這樣的微處理器，也會受快取延遲的限制。如此，就得等到運算所需的資料被裝載完成，才能執行指令（無論這些資料來自微處理器的快取記憶體，還是主記憶體）。目前低階系統的快取延遲大約是 120 至 150 奈秒 (ns)，而微處理器的速度則達到 3GHz 以上，一次單獨的快取請求可能會浪費 200 至 300 次的微處理器循環。即使在快取命中率 (Cache Hit Rate) 達到 99% 的情況下，微處理器也可能會花 50% 的時間來等待快取請求的結束。

Opteron 整合的快取控制器，與採晶片組管控雙通道記憶體的快取控制器，兩者的延遲相比來說，前者是要低很多的。英特爾也按照計劃在微處理器內部整合快取控制器，這導致北橋晶片將不再那麼重要，但改變了訪問主記憶體的方式，有助於提高頻寬、降低快取延遲及提升微處理器性能。

### 第三節 虛擬化技術之優勢

虛擬化技術能在不增加組織支出的前提下，針對組織原有的架構來規劃，整併、汰換與升級組織內的資訊科技環境，並改善系統及管理的效率，讓資訊科技資源得以滿足組織目標，提高資源的使用率與靈活性，而達成資訊科技資源最佳化的最重要技術之一。

由於虛擬化不但可以讓一台伺服器當作很多台伺服器來使用，也可以整合多台伺服器的資源。在打破實體的疆界後，組織內部運算資源的運用，不但變得更為彈性，同時管理上也將變得更為簡單容易。IDC 預估在未來五年的市場，虛擬化將扮演舉足輕重的角色，虛擬化除了節省電能、空間，以達成最近相當熱門的綠色資訊科技的理想，更可有效整合分散的資源、減少軟硬體間的束縛，以利管理及提高可用性，大幅提升效能及運作效率（ITHome，2008）。此外，IDC 針對伺服器虛擬化的應用進行調查，其對象包含臺灣、香港、印度、馬來西亞、中國大陸與新加坡，總樣本數為 250 份，其調查發現（圖 2-4，林文彬，2006），相較於 2005 年，公用運算／動態的系統環境、提升企業運作的彈性，比例有明顯的增加；而伺服器遷移則是減少，唯獨伺服器整合之應用仍維持近一半之比例。



圖：2-4：為何要進行伺服器虛擬化整合

資料來源：林文彬，2006

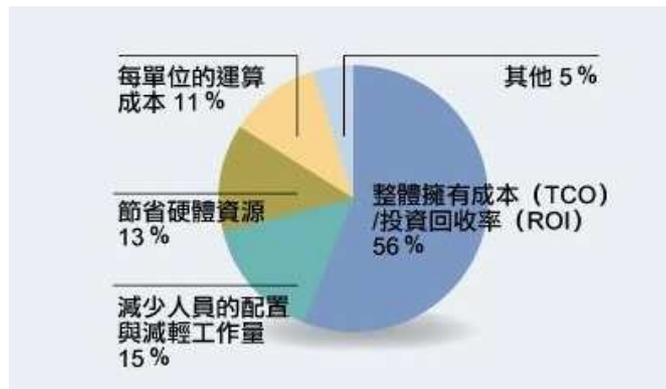
城生（2007）提及一台虛擬化的機器就如同一個全功能的電腦或伺服器，可以在上面安裝任何作業系統，進行網路配置，並安裝所需要的軟體，其最大的三個好處是節省成本、整合伺服器及最大化利用率。其餘虛擬化優勢，本研究整理如下：

## 一、節省成本

由於虛擬化的可讓一台伺服器如同多台伺服器般運作，使得組織在採購初期，便可省下新增購伺服器或儲存設備的費用。以最先進的 IBM Power6 處理器微分割技術為例，最多可以將處理器分割成十個分區，在相同業務量的情況下，企業可將伺服器數量降為原先的五分之一到十分之一（林文彬，2006）。

此外，以往伺服器、網路等資訊科技設備較採為集中式的架構，如今漸漸轉向分散式的架構。許多使用者在個別部門中，各自設置測試機器，讓作業系統的版本數量與相關授權費用（license）成本不斷攀升。而虛擬化技術的採用，能減少不同版本作業系統的管理需求，同時也有效精簡系統維護及伺服器作業的成本。

根據 VMware 的資料顯示，以 1000 臺伺服器透過虛擬化整合為 50 臺為例，一年便可以節省 70%~80% 的機房空間、耗電量與空調。而根據亞太區伺服器虛擬化調查報告顯示（圖 2-5），組織在採購資訊科技設備時，首先會考量整體擁有成本（TCO）與投資效益（ROI）（占 56%），而第二名為減少人員配置與減輕工作量占（占 15%），其次為節省硬體資源與每單位的運算成本，分別占 13%、11%。企業導入虛擬化後，可提升伺服器的使用效率與節省電力、空間的消耗，這也是目前臺灣企業考量導入虛擬化技術的重要原因之一（林文彬，2006）。



圖：2-5：資訊科技投資判斷標準

資料來源：林文彬，2006

黃植懋（2008）將高階伺服器以四顆二核心之微處理器計算，每個

核心最多同時分配給兩個虛擬機器使用，共可運行 16 個虛擬主機，而此類高階伺服器的電源供應器耗電約以 1500 瓦計算。同樣地以 16 台普通的 1U 伺服器主機來比較，1 台的電源供應器耗電約以 500 瓦計算，共計耗電量約為 8000 瓦，如此相較下即差了 6500 瓦。再以一個小時計算又相差 6.5 度電，按照台電電費收費標準，每度電費約 2.1 元，一年期下來，一台運行虛擬主機高階伺服器約可節省 12 萬元的電費，若再加上冷氣、空間、人力維護、備份復原時間節省之成本，每年將可節省不少費用。所以採用虛擬主機的方式，可以有效降低主機空間、冷氣、電力的龐大需求，也可配合政府節能減碳的政策方針，達到令人滿意的成效。

## 二、整合伺服器

組織在執行虛擬化的過程中，第一步驟便是在虛擬化的環境中，進行系統上線前的測試，確保系統的穩定性，此外也隨著每年業務量的增加，伺服器的數目也跟著增加，造成伺服器管理不易，而透過虛擬化能集中整合系統，達到方便管理（林文彬，2006）。

組織的老舊系統，向來都是資訊科技管理人員頭痛的一件事，一來系統的逐漸老舊，原廠的支援也越加薄弱，再加上維護人才的逐漸凋零，造成系統維護上的窘境，為了解決這個問題，可將舊系統藉由虛擬化的方式來延長使用壽命，透過虛擬化的轉移工具，自動從實體轉成虛擬，節省人力支出（林文彬，2006）。

透過虛擬化技術來建構實習環境時，除了可以提升資源設備的使用率外，並簡化資訊設備的架構，提升實習的彈性，同時能夠以集中管理方式，對多台虛擬主機及虛擬伺服器進行維護，進而加強實驗室伺服器、設備的管理，同時降低硬體設備維護成本、並減少管理者耗費於建構與維護系統的時間（陳俊廷，2008）

透過虛擬化的方式來部署實驗用的環境，如以 OpenVZ 作業系統層級的虛擬化為例，可有效率的佈署獨立 Linux 實驗環境，20 分鐘就能完成佈署 100 台可供實驗用的主機，並可以直接調整硬體資源、網路設備、動態配置系統資源參數等，所以虛擬化技術可滿足不同的教學環境需求，依照實習需求來配置教學所需的虛擬硬體資源，為實驗環境的佈署帶來高度彈性（陳俊廷，2008）。

虛擬化技術用於伺服器整合時有諸多好處，對於管理員最大的吸引力無非就是備份復原容易、舊系統維護容易。尤其近年來 x86 系列伺服

器硬體規格進步遠比軟體來的快速，處理器核心數增加、運算時脈提高，記憶體和硬碟容量倍增，區域網路速度也逐步從 100Mbps 提升至 1Gbps。但以企業的應用來看，在應用程式還未能充分發揮多核多緒處理器的運算能力，以及為了穩定、資訊安全及備援等各方面考量起見，大多以單一伺服器執行單一應用功能，像是 email 伺服器、Web 伺服器、檔案伺服器等等。對 IT 人員來說，就必須安裝及管理為數眾多的實體伺服器，不僅占用相當多的空間，並且必須耗用對應的電力進行運作及冷卻，在成本控制上成為企業一大負擔（白郎原，2009）。

范洪軒（2010）認為透過伺服器之整合，組織將可能有空出之電腦設備，這些設備可建立備援設備加以使用，而無需額外購買，進而使災難恢復更為容易。

根據上述文獻，表示組織應投資更多的資源在核心業務，例如在制訂經營政策，以達成組織運作目標，而非投注人力與成本在管理機器，甚至耗費成本在管理機器上。所以可將原先複雜的資訊科技環境，利用虛擬化技術把個別用途的伺服器，整合至大型伺服器內，如此可減少伺服器的數量及不同版本作業系統的管理，並且簡化整體架構的管理流程，從實體來說，就已經降低了管理人員的負擔。

此外，當使用者有任何新需求或緊急業務同時出現時，虛擬化技術可減少系統轉換作業所等待的時間，立即彈性分配資源，以應付大量作業需求，使組織靈活因應，或在有需要時迅速增設應用程式，快速回應業務需求，提高組織整體運作效能。

### 三、最大化利用率

近年來，伺服器的硬體規格越來越強大，未進行虛擬化前，大多數伺服器之資源未完全被使用到，而透過虛擬化技術，則能將數個獨立的伺服器整合成為一台伺服器，充分利用伺服器的運算效能。根據亞太區伺服器虛擬化調查顯示，亞太地區導入虛擬化的企業中，x86 伺服器在導入虛擬化前，伺服器最多只能達到 43% 的運作效能，但虛擬化後，運算效能提高至 63%，如圖 2-6（林文彬，2006）。

此外，陳俊廷（2008）之相關文獻也討論到，在一般情況下伺服器運算資源的平均使用率只有 15%，也就是高達 85% 的系統資源平時都是閒置未用，因此，透過虛擬化技術的有效運用，可以將多重的虛擬環境、虛擬硬體設備整合至單一伺服器上，方能有效的提高使用率。



圖：2-6：導入虛擬化前後，伺服器的使用率

資料來源：林文彬，2006

根據 International Data Corporation 的分析報告，每當組織投資一美元在硬體設備時，就需要耗用 0.5 美元在能源的支出，依照目前能源逐年攀升的趨勢來看，預估在未來四年能源的耗費將會提高約 50% 左右（陳俊廷，2008）。因此，在能源危機與全球暖化議題持續惡化的情況下，積極的採用可提高能源使用效率的方法尤其重要。

范洪軒（2010）認為伺服器虛擬化除了可以使得電腦資源投資上節省大量的時間及金錢，包括以下幾項：

1. 基礎架構的利用率

虛擬化技術打破一台實體機器僅能運作一個應用系統的界線，大幅提升了資源利用率，同時減少額外硬體的採購。

2. 資訊科技人員的工作效率

重新建置一台新伺服器需要複雜的流程，而現在建立新的虛擬機器只是幾分鐘的事，大大簡化了伺服器的供應，如此資訊科技人員可以將時間花在更重要的事情上。

3. 業務連續性及可用性提升

虛擬化後，組織可降低系統停止之時間，並可從意外當機中快速恢復業務，同時也可將整個虛擬環境遷移到別處。

## 第參章 研究方法

### 第一節 研究架構

本研究的目的主要是將應用軟體，以虛擬化技術方式來建置，其針對備援機制及資源使用率之探討。實驗中應用軟體採現行使用之業務應用系統，虛擬軟體則以 Virtual PC 2007 及 VMWare Player 進行建置，並分別安裝 Win 2000 Server 及 Win 2003 Server，形成 2\*2 的二因子實驗設計。並以作業系統內之效能記錄計數器，每秒一次擷取程序佔用處理器時間的百分比（CPU，%）、可用記憶體數量（Memory，KB）及實體硬碟進行讀取寫入之操作所佔用時間的百分比（Disk，%），三種記錄來了解系統資源使用情形，本研究之研究架構圖如下所示：

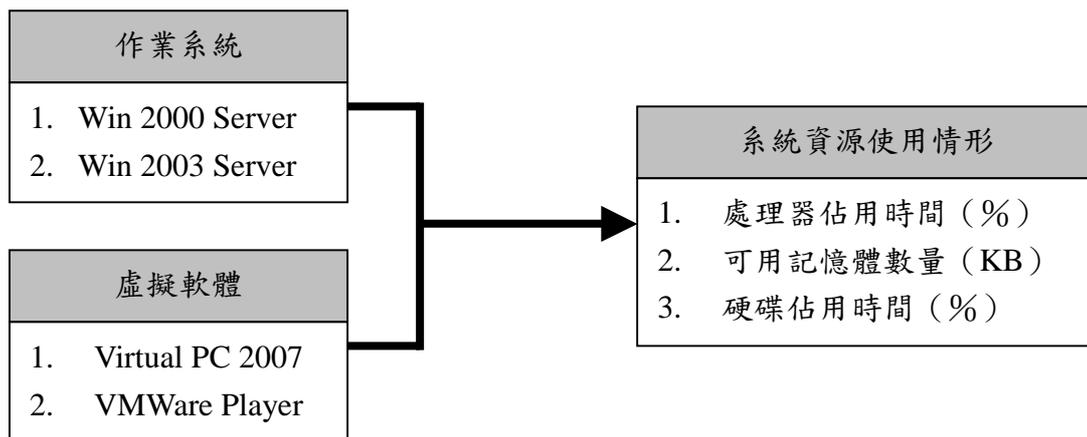


圖 3-1：研究架構

#### 一、自變項

本研究之自變項分成作業系統及虛擬軟體。依行政院主計處電子處理資料中心之 97 年電腦應用概況報告結果，該年仍以 Windows 佔大宗（78.45%）其次為 Linux（12.53%），其中 Windows 包含 Win NT、Win 2000 及 Win 2003。而根據根據 iThome 2010 年 CIO 大調查，有 64% 的企業用戶主要採用 VMware 虛擬化平臺，其次是 18.6% 的企業用戶使用微軟平臺。故本研究採以大宗為主之作業系統，即 Win 2000 Server 及 Win 2003 Server；而虛擬軟體則採用 Virtual PC 2007（微軟）及 VMWare Player。

## 二、依變項

根據微軟技術中心(2010)提及大部分的軟體會使用到處理器、記憶體(含分頁檔)、網路及磁碟四種系統資源,且這些資源是有限的,必須均衡使用,以防效能降低,若資源超載,便會造成系統速度變慢。但應用伺服器不論是運行在實體機器或虛擬機器上,與使用者操作端在網路上所傳輸之資料量,應是無所差異,故本研究僅針對處理器佔用時間(%)、可用記憶體數量(KB)及硬碟佔用時間(%)進行探討。

## 第二節 研究範圍

根據研究目的及架構,本研究範圍主要針對軟體、硬體及實驗問題,分述如下:

### 一、軟體

由於本研究目的主要探討虛擬化技術所建置之應用系統環境,是否能提供備援機制,並符合現行環境之操作需求,同時進行評估不同的作業系統,及虛擬軟體是否對系統資源的耗用情形有所不同。不論是單位內之業務應用系統、或市面上所使之作業系統、虛擬軟體及系統資源監控程式,其數量皆不在少數。

而本研究之業務應用系統僅針對單位內某項系統,則該系統僅有 Windows 版本,且目前大部份所使用之作業系統以 Win 2000 Server 及 Win 2003 Server 為主。虛擬軟體採取市佔率前二項,即微軟之 Virtual PC 2007 及 VMWare 公司之 VMWare Player。本研究基於便利性,系統資源監控程式不另尋求其他軟體,直接採用 Windows 內建之效能記錄檔,並且僅探討處理器、記憶體(不含分頁檔)及硬碟。

### 二、硬體

本研究主要探討問題,以軟體程式為主,故在硬體方面,屬於控制變項。所以實驗之應用伺服器、用戶操作端及其相關環境,全部皆採取同樣硬體設備,詳細規格請參照本章第三節實驗環境。

### 三、實驗問題

本研究之實驗係將一套業務單位使用之系統,安裝在不同的虛擬軟體所建置出來的作業系統,以一位使用者操作該業務系統,進行驗證各

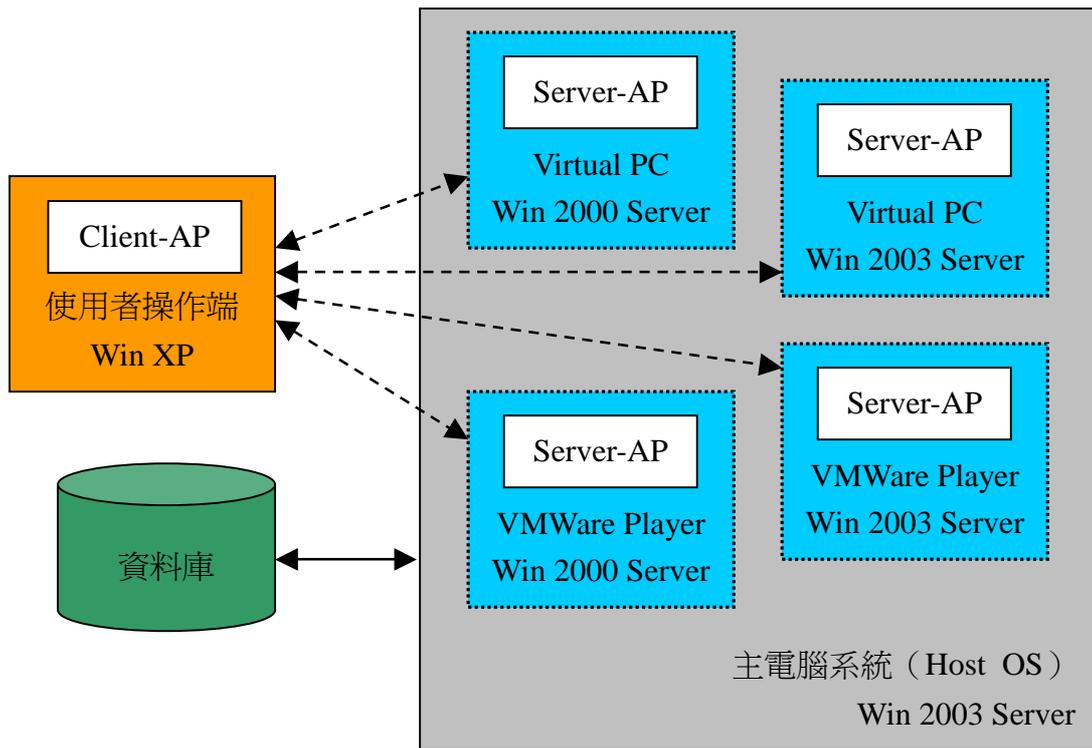
個實驗配置環境是否能正確產製，並利用效能計數器記錄系統資源使用情形，整個實驗結果將分析以瞭解下列兩項問題：

1. 虛擬軟體(Virtual PC 2007 及 VMWare Player)是否能達到備援效果。
2. 業務系統在不同之作業系統 (Win 2000 Server 及 Win 2003 Server) 及虛擬軟體，其系統資源使用情形為何。

### 第三節 實驗環境

#### 一、實驗環境整體架構

本實驗以單位內現有機房環境架構，主要使用之電腦設備為主電腦系統、使用者操作電腦、資料庫及整體網路環境，其中主電腦系統上分別安裝不同的虛擬化軟體，包括 Virtual PC 2007 及 VMWare Player，再這二種虛擬化軟體上，又分別安裝不同的客戶端作業系統(Guest OS)，分別是 Win 2000 Server 及 Win 2003 Server 二種作業系統。在 2x2 種客戶端作業系統皆裝同個伺服器端應用系統 (Server-AP)，而使用者操作端則裝用戶端應用系統 (Client-AP)，其實驗環境如圖 3-2，各實驗電腦配備如表 3-1。



- 圖例
- 實線方框：實體機器 (Host OS)。
  - ▤ 虛線方框：虛擬機器 (Guest OS)。
  - ↔ 實線雙箭頭：不同實驗皆同種連線。
  - ↔ 虛線雙箭頭：一次僅連線一次。

圖 3-2：實驗環境圖

表 3-1：實驗電腦配備

使用者操作端	資料庫端
作業系統：Win XP SP3	作業系統：AIX 5.2；Win 2003 Server
處理器：2.66 GHz (4 核心)	處理器：1.2 GHz；2.66 GHz (4 核心)
記憶體：4 GB	記憶體：4 GB；4 GB
硬碟：320 GB	硬碟：72 GB；500 GB
主電腦系統	虛擬軟體端
作業系統：Win 2003 Server	作業系統：Win 2000 Server 及 Win 2003 Server
處理器：2.66GHz (4 核心)	處理器：2.66GHz (單核心)
記憶體：4 GB	記憶體：1 GB
硬碟：500 GB	硬碟：20 GB

使用者操作端採用一般個人電腦設備 1 台；資料庫端 2 台及主電腦系統 1 台，皆採伺服器電腦設備。資料庫端分別由 AIX 電腦及 Win 2003 Server 提供業務應用系統所需之資料；虛擬軟體端安裝在主電腦系統，其硬體資源配置都模擬成單核心處理器（2.66 GHz）、1GB 記憶體及 20GB 硬碟空間，如圖 3-3。其圖中右邊 VMWare 畫面，屬於 VMWare Workstation 版，本研究僅以官方網站下載測試版本，安裝其實驗需要之環境後，將其測試軟體移除，正式實驗時則以 VMWare Player 運行。

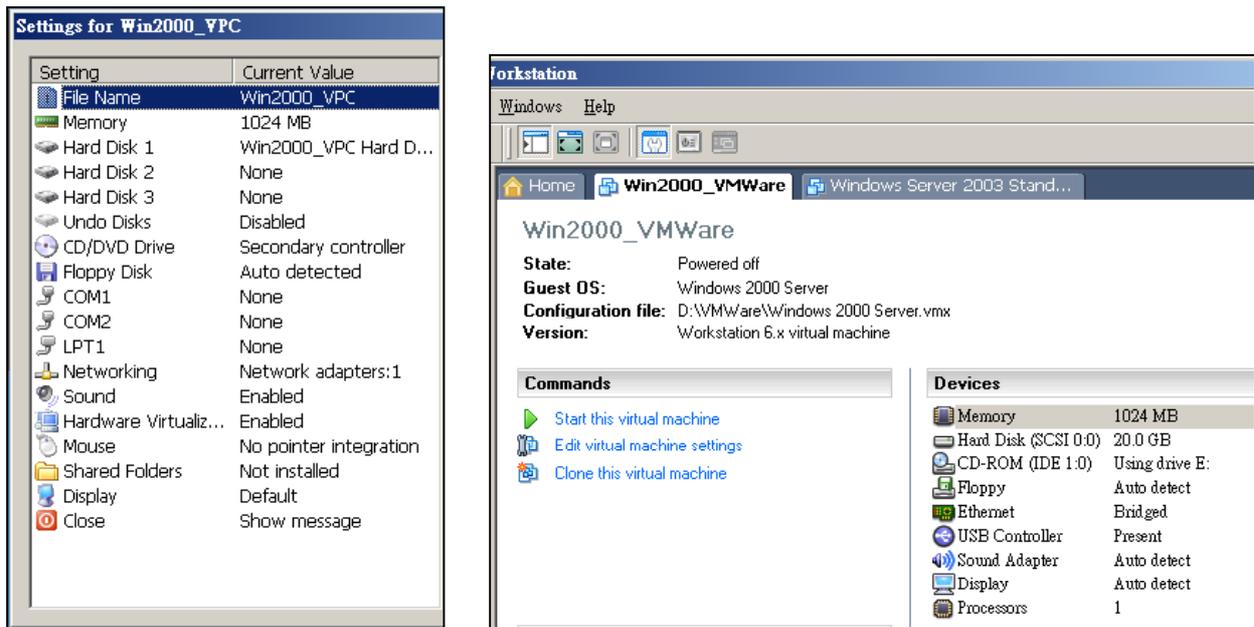


圖 3-3：虛擬軟體 Virtual PC 及 VMWare 硬體資源配置設定值

為避免虛擬軟體之硬體資源配置設定錯誤，於虛擬機器上皆利用 Windows 提供之「系統內容」（我的電腦／滑鼠右鍵／內容／一般）及「工作管理員」（桌面工具列／滑鼠右鍵／工作管理員／效能），確定屬單核心處理器及記憶體大小，如圖 3-4。

## 二、效能計數器

微軟 Windows 作業系統有提供足以衡量電腦資源使用情形之記錄器，其位置於「我的電腦／滑鼠右鍵／管理」將開啟電腦管理視窗，並繼續點選「系統工具／效能記錄及警示／計數器記錄檔」可新增多組記錄，如圖 3-5 所示。

新增計數器部份，可選擇不同的「效能物件」，如 Process（程序）、記憶體（Memory）等，針對該物件選取所有或從清單挑選需要的「計

數器」，點選「解說」則會詳細說明該物件計數器之功用，此外不同物件計數器也會有不同的「例項」可選擇，如圖 3-6 所示。

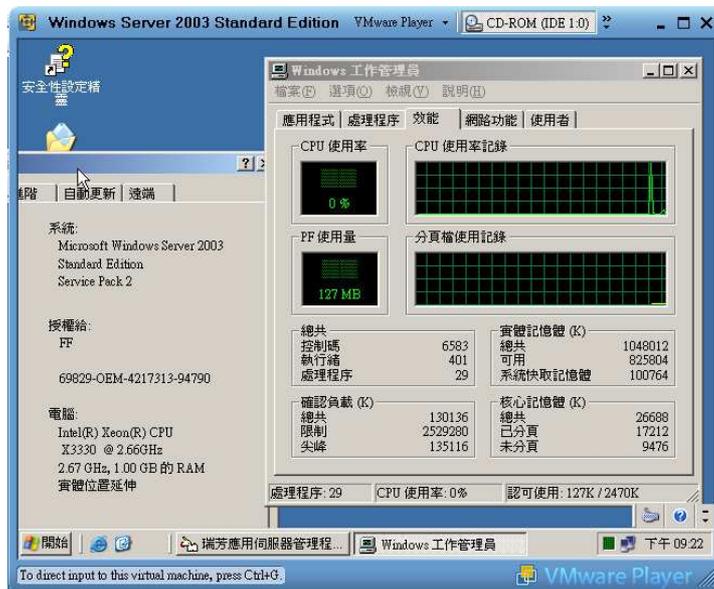


圖 3-4：VMWare Player 之硬體配置資源檢視圖

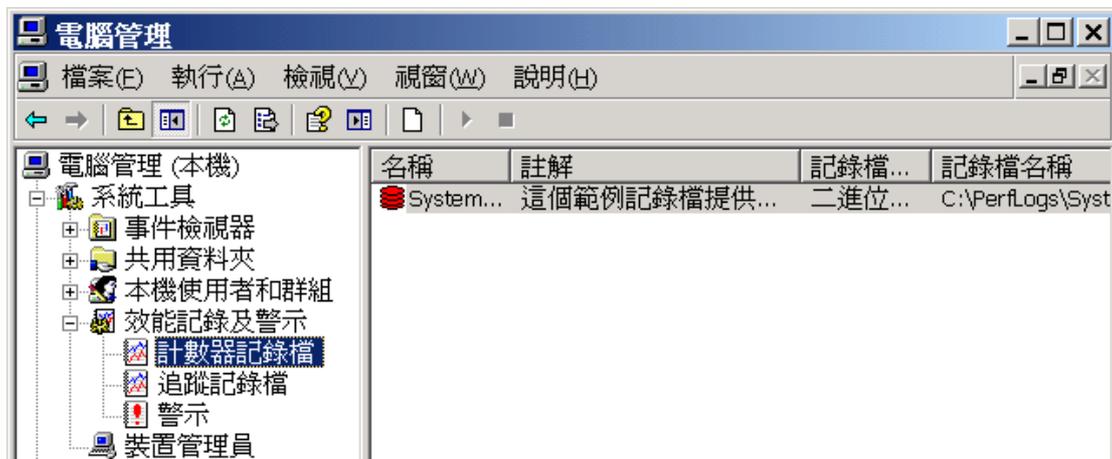


圖 3-5：微軟 Windows 作業系統之效能記錄計數器

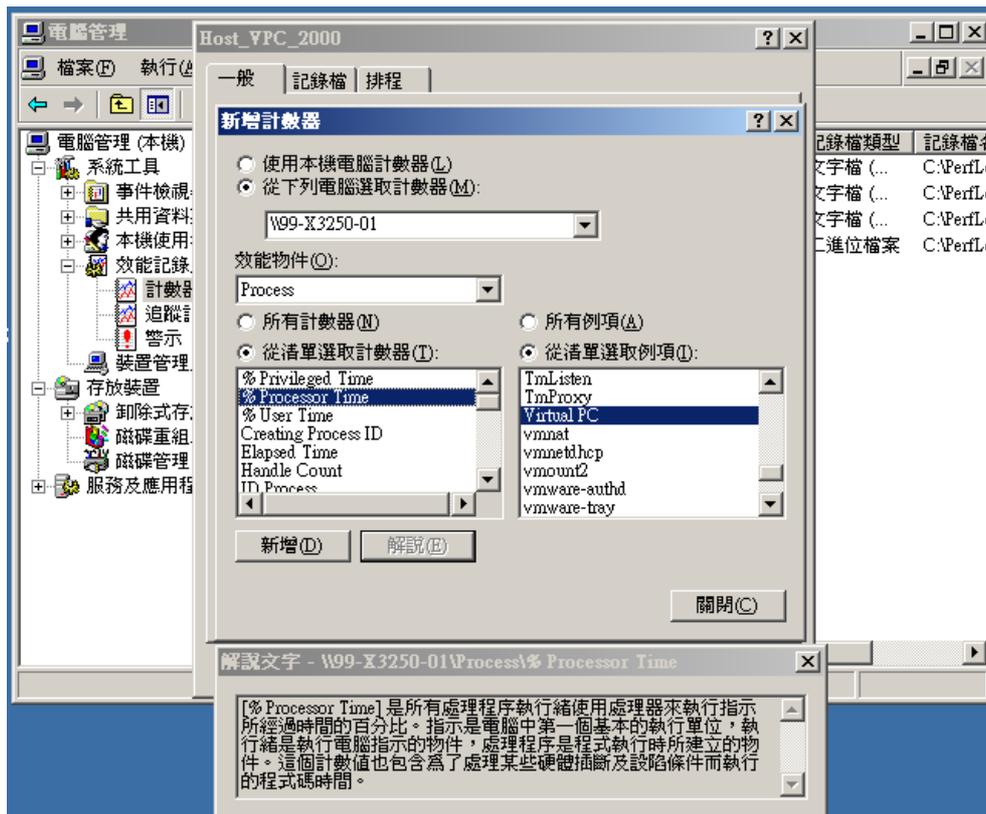


圖 3-6：新增計數器

本研究實驗之衡量指標，選擇「Processor Time、Available Kbytes 及 Disk Time」分別表示依變項之「處理器佔用時間(%)、可用記憶體數量(KB)及硬碟佔用時間(%)」，如圖 3-7，其微軟 Windows 原先解說文字如表 3-2 所示，並每秒記錄一次，存成以逗號分隔之文字檔(CSV)，採以手動執行開始及停止。

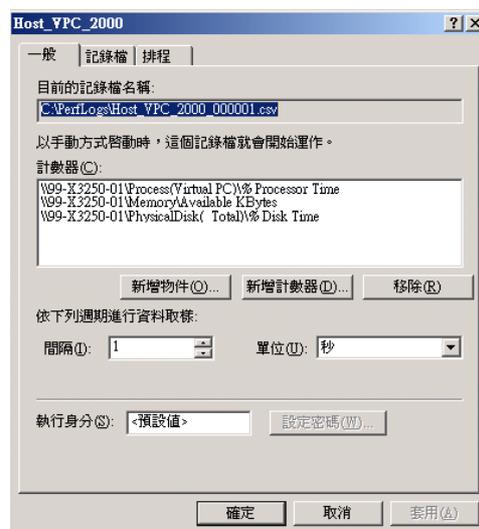


圖 3-7：使用計數器之設定選項

表 3-2：依變項之效能記錄計數器說明

物件／計數器	解說文字
Process / % Processor Time	是所有處理程序執行緒使用處理器來執行指示所經過時間的百分比。指示是電腦中第一個基本的執行單位，執行緒是執行電腦指示的物件，處理程序是程式執行時所建立的物件。這個計數值也包含為了處理某些硬體插斷及設陷條件而執行的程式碼時間。
Memory / Available KBytes	是指在電腦上可用記憶體的数量，而不是 Memory\Available Bytes 中所顯示的位元組數量。計算方式是將記憶體清單中所有歸零記憶體、可用記憶體及待命記憶體加總。[可用記憶體] 隨時都可取用，[歸零記憶體] 是將記憶體分頁用 0 填滿，以防止後來取用記憶體的人看到先前的資料，[待命記憶體] 是從處理工作組中取出來的記憶體（實體記憶體）再放回磁碟，它還可以再被重新呼叫使用。這個計數器只顯示最後觀察到的值，不是平均值。
PhysicalDisk / % Disk Time	是選取的磁碟機進行讀取及寫入操作服務所花費時間的百分比。

資料來源：微軟 Windows 作業系統

#### 第四節 實驗設計

本研究依不同的虛擬軟體（Virtual PC 2007、VMWare Player）及作業系統（Win 2000 Server、Win 2003 Server）進行 2\*2 的二因子實驗，並以「處理器佔用時間（%）、可用記憶體數量（KB）及硬碟佔用時間（%）」作為評估指標。研究問題及評估方式描述如下：

研究問題一：虛擬軟體（Virtual PC 2007 及 VMWare Player）是否能達到備援效果。

評估方式：虛擬機器上，業務系統（4 項功能）能成功執行之比例（%），其值愈高表示虛擬軟體愈能有備援效果。計算公式 = 每虛擬機器上業務系統功能可成功執行總數量 / 全部實驗條件下之業務系統功能（4 個

實驗條件 \* 業務系統 4 項功能，共計 16 個）。

研究問題二：業務系統在不同之作業系統（Win 2000 Server 及 Win 2003 Server）及虛擬軟體，其系統資源使用情形為何。

評估方式：由 3 項評估指標的紀錄，經資料檢核及篩選，並由統計方式進行分析比較。處理器佔用時間（%）愈低，表示耗用處理器的資源愈小；可用記憶體數量（KB）愈高，表示耗用記憶體的資源愈小；硬碟佔用時間（%）愈低，表示耗用硬碟存取時間愈少。

實驗程序如下述步驟：

- 一、 啟虛擬機器，確認相關業務應用系統皆準備就緒，約等待 1 分鐘，啟用主電腦系統上之效能計數器。
- 二、 將使用者操作端之應用系統切換連線至該虛擬器機，並登入該系統。
- 三、 依序操作第 1、2、5 及 6 項應用系統功能，各項功能都作業 3 次案例，每次皆完全作業至結果顯示後，才繼續下一個功能或案例。
- 四、 當全部完成後，約等待 1 分鐘，停止主電腦系統上之效能計數器，使用者操作端之應用系統切換連線至原伺服器，關閉虛擬機器。
- 五、 重覆上述 4 個步驟，直至 4 個實驗條件（VPC\_2000、VM\_2000、VM\_2003、VPC\_2003）完成，即結束本實驗。

## 第五節 研究限制

本研究盡以嚴謹之方式進行，但因時間、經驗及個人能力有限，在研究範圍、實驗方法等仍有所限制，茲說明如下：

### 一、研究範圍的限制

市場上有許多虛擬軟體，如：VirtualBox，本研究無法將所有的虛擬軟體列入考量，故本研究僅針對 Virtual PC 及 VMWare Player 作為此次範圍。作業系統方面，機房環境亦還有使用 Linux 系統，而因搭配業務應用系統僅有 Windows 版本，故只選擇較常用的 Win 2000 Server 及 Win 2003 Server。因安裝及使用者操作較為簡易之特性，故本研究僅以該項業務應用系統進行實驗。

### 二、使用權的限制

實驗進行所需之軟體，如作業系統、虛擬軟體、效能監控等，為避免使用版權之爭議，在經費受限之條件，盡可能找選免費軟體或試用版，並在實驗完畢後，逕行移除相關軟體。此外，效能監控採用作業系統本身之計數器，產製之資料則以自行判斷其合理性做修正，可能會有取樣偏誤之情形。

### 三、實驗情境及連線人數

依文獻探討得知，1 台伺服器可加裝不只單台之虛擬機器，且虛擬軟體能同時讓多少使用者連線，因受限人力關係，並未納入本研究討論之範圍。

## 第肆章 研究結果與討論

本研究針對實驗中所得的資料，利用 EXCEL 內之資料分析加以探討，並先以重複量測變異數分析 (Repeated-measures ANOVA)，取 0.05 作為顯著之判定水準，倘顯著者再進行 t 檢定 (兩個母體平均數差的檢定，假設變異數不相等) 討論各群組間的差異。

### 第一節 樣本資料檢核

邱皓政 (2010) 提及數據準備是研究者進行統計分析之前的一個重要步驟。主要的目的在確認研究資料的正確性，確保研究資料的完整性與堪用程度。本研究於實驗完畢後進行資料逐一檢核，修正過程如下：

- 一、處理器佔用時間 (%) 取得之值為 0 時，研判屬系統停滯、且無任何作業，為避免該值影響統計分析，將該列刪除。
- 二、硬碟佔用時間 (%) 取得之值大於 100% 時，研判屬系統瞬間取得資料誤差，同樣為免除影響統計分析，將該列刪除。

修正後本實驗所取得之樣本敘述性資料如表 4-1。編號 1 表示在 VMWare 虛擬軟體環境安裝 Win 2000 Server 之樣本數為 460，處理器佔用時間之平均數為 5.7725% 及標準差為 9.6722%；可用記憶體之平均數為 2540437.35KB 及標準差為 9926.83KB；硬碟佔用時間之平均數為 19.6305% 及標準差為 23.0799%。編號 2 表示在 VMWare 虛擬軟體環境安裝 Win 2003 Server 之樣本數為 238，處理器佔用時間之平均數為 8.1287% 及標準差為 15.2326%；可用記憶體之平均數為 2517371.9KB 及標準差為 52167.1KB；硬碟佔用時間之平均數為 11.173% 及標準差為 14.0762%。編號 3 表示在 VirtualPC 虛擬軟體環境安裝 Win 2000 Server 之樣本數為 623，處理器佔用時間之平均數為 5.8062% 及標準差為 10.4029%；可用記憶體之平均數為 2571093.4KB 及標準差為 1287.85KB；硬碟佔用時間之平均數為 6.5206% 及標準差為 8.3427%。編號 4 表示在 VirtualPC 虛擬軟體環境安裝 Win 2003 Server 之樣本數為 617，處理器佔用時間之平均數為 6.0456% 及標準差為 10.4353%；可用記憶體之平均數為 2647953.92KB 及標準差為 2178.03KB；硬碟佔用時間之平均數為 11.3631% 及標準差為 13.5219%。

表 4-1：取得樣本虛擬軟體與作業系統敘述性資料

編號	樣本數	處理器佔用時間 (%)		可用記憶體 (KB)		硬碟佔用時間 (%)	
		平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
1	460	5.7725	9.6722	2540437.35	9926.83	19.6305	23.0799
2	238	8.1287	15.2326	2517371.9	52167.1	11.173	14.0762
3	623	5.8062	10.4029	2571093.4	1287.85	6.5206	8.3427
4	617	6.0456	10.4353	2647953.92	2178.03	11.3631	13.5219

註 編號 1：VMWare 環境安裝 Win 2000 Server  
 編號 2：VMWare 環境安裝 Win 2003 Server  
 編號 3：VirtualPC 環境安裝 Win 2000 Server  
 編號 4：VirtualPC 環境安裝 Win 2003 Server

由於本研究使用 EXCEL 軟體作為統計分析工具，其雙因子變異數分析（重複樣本）之各組樣本數需一致，而邱皓政（2010）提及直接平均數取代法，是以遺漏發生的該變項的平均值來充作取樣數值，此一方法運用了全體樣本的所有數值來進行估計，可以反映該題特殊的集中情形，較中間值估法法精確，故本實驗將其數據以各組平均數補齊與表 4-1 中編號 3 之樣本數。

## 第二節 不同作業系統及虛擬軟體對處理器佔用時間之影響

表 4-3：重複實驗二因子變異數分析檢定結果—處理器佔用時間

變異來源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
作業系統	1049.27	1	1049.27	11.23676	0.000814	3.845201
虛擬軟體	654.1424	1	654.1424	7.005289	0.008178	3.845201
交互作用	697.8859	1	697.8859	7.473745	0.006305	3.845201
組內	232325.3	2488	93.37835			
總和	234726.6	2491				

作業系統及虛擬軟體之處理器佔用時間，重複量測二因子變異數分析檢定結果整理如表 4-3，由表中可知，作業系統、虛擬軟體及交互作用之 P 值，皆達 0.05 顯著水準。表示業務應用系統操作時，其處理器佔用時間會因作業系統或虛擬軟體的不同而有顯著差異，並且二因子間的交互作用確實存在，因此需進一步檢定單純主要效果。而交互作用的存在，顯示作業系統對於業務應用系統之處理器佔用時間的影響，會受到虛擬軟體的調節；而虛擬軟體對於業務應用系統之處理器佔用時間的影響，亦會受到作業系統的調節。

表 4-4：單純主要效果檢定結果—處理器佔用時間

處理水準	平均數	變異數	P(T<=t) 雙尾
在 Win 2000 下			
VMPlayer	5.7793	69.1177	0.9866
VirtualPC	5.7704	107.5919	
在 Win 2003 下			
VMPlayer	8.0061	79.1774	0.0004
VirtualPC	6.0528	107.9870	
在 VMPlayer 下			
Win 2000	5.7793	69.1177	5.6089E-06
Win 2003	8.0061	79.1774	
在 VirtualPC 下			
Win 2000	5.7704	107.5919	0.6315
Win 2003	6.0528	107.9870	

表 4-4 為作業系統及虛擬軟體對業務系統操作時，處理器佔用時間的單純主要效果檢定結果。由此表可知，在 Win 2000 Server 下，虛擬軟體之 P 值並未達 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該作業系統運作時，不同的虛擬軟體不會影響處理器佔用時間；而在 Win 2003 Server 下，虛擬軟體之 P 值達到 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該作業系統運作時，不同的虛擬軟體會影響處理器佔用時間，並且 Virtual PC 對處理器佔用時間較 VMPlayer 明顯來得低。同時轉換以虛擬軟體情況來看，在 VMPlayer 下，作業系統之 P 值達到 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統在該虛擬軟體運作時，不同的作業系統會影響處理器佔用的時間，並且 Win 2000 Server 對處理器佔用時間較 Win 2003 Server 明顯來得低；而在 Virtual PC 下，作業系統之 P 值並未達 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該虛擬軟體運作時，不同的作業系統不會影響處理器佔用時間。

### 第三節 不同作業系統及虛擬軟體對可用記憶體之影響

作業系統及虛擬軟體之可用記憶體，重複量測二因子變異數分析檢定結果整理如表 4-5，由表中可知，作業系統、虛擬軟體及交互作用之 P 值，皆達 0.05 顯著水準。表示業務應用系統操作時，其可用記憶體會因作業系統或虛擬軟體的不同而有顯著差異，並且二因子間的交互作用確實存在，因此需進一步檢定單純主要效果。而交互作用的存在，顯示作業系統對於業務應用系統之可用記憶體的影響，會受到虛擬軟體的調節；而虛擬軟體對於業務應用系統之可用記憶體的影響，亦會受到作業系統的調節。

表 4-5：重複實驗二因子變異數分析檢定結果—可用記憶體

變異來源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
作業系統	4.507E+11	1	4.507E+11	1615.493	1.205E-272	3.845
虛擬軟體	4.049E+12	1	4.049E+12	14512.936	0	3.845
交互作用	1.555E+12	1	1.555E+12	5574.126	0	3.845
組內	6.942E+11	2488	279002416.1			
總和	6.749E+12	2491				

表 4-6 為作業系統及虛擬軟體對業務系統操作時，可用記憶體的單純主要效果檢定結果。由此表可知，在 Win 2000 Server 下，虛擬軟體之 P 值達 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該作業系統運作時，不同的虛擬軟體會影響可用記憶

體，並且 VMPlayer 對可用記憶體較 Virtual PC 明顯來得低；而在 Win 2003 Server 下，虛擬軟體之 P 值達到 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該作業系統運作時，不同的虛擬軟體會影響可用記憶體，並且 VMPlayer 對可用記憶體較 Virtual PC 明顯來得低。同時轉換以虛擬軟體情況來看，在 VMPlayer 下，作業系統之 P 值達到 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統在該虛擬軟體運作時，不同的作業系統會影響可用記憶體，並且 Win 2003 Server 對可用記憶體較 Win 2000 Server 明顯來得低；而在 Virtual PC 下，作業系統之 P 值亦達到 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該虛擬軟體運作時，不同的作業系統會影響可用記憶體，並且 Win 2000 Server 對可用記憶體較 Win 2003 Server 明顯來得低。

表 4-6：單純主要效果檢定結果－可用記憶體

處理水準	平均數	變異數	P(T<=t) 雙尾
在 Win 2000 下			
VMPlayer	2540437.35	72835422.34	0
VirtualPC	2571099.15	1640587.95	
在 Win 2003 下			
VMPlayer	2517371.90	1038604529.59	0
VirtualPC	2647953.92	4705599.84	
在 VMPlayer 下			
Win 2000	2540437.35	72835422.34	6.57E-69
Win 2003	2516799.10	833866299.15	
在 VirtualPC 下			
Win 2000	2571093.40	1658558.66	0
Win 2003	2647947.61	4680789.13	

#### 第四節 不同作業系統及虛擬軟體對硬碟佔用時間之影響

作業系統及虛擬軟體之硬碟佔用時間，重複量測二因子變異數分析檢定結果整理如表 4-7，由表中可知，作業系統、虛擬軟體及交互作用之 P 值，皆達 0.05 顯著水準。表示業務應用系統操作時，其硬碟佔用時間會因作業系統或虛擬軟體的不同而有顯著差異，並且二因子間的交互作用確實存在，因此需進一步檢定單純主要效果。而交互作用的存在，顯示作業系統對於業務應用系統之硬碟佔用時間的影響，會受到虛擬軟體的調節；而虛擬軟體對於業務應用系統之硬碟佔用時間的影響，亦會受到作業系統的調節。

表 4-7：重複實驗二因子變異數分析檢定結果－硬碟佔用時間

變異來源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
作業系統	2035.413	1	2035.413	11.319	0.00077	3.8452
虛擬軟體	25998.010	1	25998.010	144.581	2.06145E-32	3.8452
交互作用	27550.844	1	27550.844	153.216	3.41293E-34	3.8452
組內	447383.355	2488	179.816			
總和	502967.623	2491				

表 4-8 為作業系統及虛擬軟體對業務系統操作時，硬碟佔用時間的單純主要效果檢定結果。由此表可知，在 Win 2000 Server 下，虛擬軟體之 P 值達 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該作業系統運作時，不同的虛擬軟體會影響硬碟佔用時間，並且 Virtual PC 對硬碟佔用時間較 VMPlayer 明顯來得低；而在 Win 2003 Server 下，虛擬軟體之 P 值未達 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該作業系統運作時，不同的虛擬軟體不會影響硬碟佔用時間。同時轉換以虛擬軟體情況來看，在 VMPlayer 下，作業系統之 P 值達到 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統在該虛擬軟體運作時，不同的作業系統會影響硬碟佔用時間，並且 Win 2003 Server 對硬碟佔用時間較 Win 2000 Server 明顯來得低；而在 Virtual PC 下，作業系統之 P 值亦達到 0.05 顯著水準，顯示業務應用系統於該虛擬軟體運作時，不同的作業系統會影響硬碟佔用時間，並且 Win 2000 Server 對硬碟佔用時間較 Win 2003 Server 明顯來得低。

表 4-8：單純主要效果檢定結果－硬碟佔用時間

處理水準	平均數	變異數	P(T<=t) 雙尾
在 Win 2000 下			
VMPlayer	19.6305	393.0886	2.5648E-46
VirtualPC	6.5206	69.6011	
在 Win 2003 下			
VMPlayer	11.1730	75.4972	0.7671
VirtualPC	11.3631	181.0790	
在 VMPlayer 下			
Win 2000	19.6305	393.0886	2.2573E-21
Win 2003	11.1730	75.4972	
在 VirtualPC 下			
Win 2000	6.5206	69.6011	5.1395E-14
Win 2003	11.3631	181.0790	

## 第五章 研究結論與建議

### 第一節 研究結論

本研究的目的主要是探討單位內部之業務應用系統，是否能以虛擬化技術達到備援的機制，及其資源耗用的情形又為何。採以虛擬軟體（Virtual PC 2007 及 VMWare Player），及作業系統（Win 2000 Server 及 Win 2003 Server），進行瞭解其資源使用情形（處理器、記憶體及硬碟）。根據本研究實驗結果，整理歸納以下幾點結論：

- 一、不同的虛擬軟體及作業系統對處理器佔用時間有顯著影響。在 Win 2000 情況下，2 套虛擬軟體無顯著差異；而在 Win 2003 環境下，則是 Virtual PC 2007 對於處理器佔用的時間較少。換以 VMPlayer 情況下，Win 2000 對於處理器佔用的時間較少；而在 Virtual PC 情況下，2 套作業系統無顯著差異。
- 二、不同的虛擬軟體及作業系統對可用記憶體有顯著影響。在不同的作業系統情況下，Virtual PC 2007 之可用記憶體皆較多。在 VMPlayer 情況下，Win 2000 之可用記憶體較多；而在 Virtual PC 情況下，則是 Win 2003 之可用記憶體較多。
- 三、不同的虛擬軟體及作業系統對硬碟佔用時間有顯著影響。在 Win 2000 情況下，Virtual PC 2007 對於硬碟佔用的時間較少；在 Win 2003 情況下，2 套虛擬軟體無顯著差異。換以 VMPlayer 情況下，Win 2003 對硬碟佔用的時間較少；在 Virtual PC 情況下，Win 2000 對於硬碟佔用的時間較少。
- 四、承上述三點，雖不同的虛擬軟體及作業系統皆對實體機器的資源使用上有所差異，但使用者操作端皆能順利進行使用業務應用系統，所以虛擬化技術是能運用在單位內之備援機制。

### 第二節 研究建議

根據本研究之結論，針對單位內應用虛擬化技術，在短期或無額外經費情況下，以現有硬體設備做為考量時，針對處理器性能不佳，可依其業務應用系統所安裝之作業系統，以 Win 2003 搭配 Virtual PC 2007 或 Win 2000 搭配 VMPlayer，可降低處理器使用之情形；針對記憶體容量不足，可依其業務應用系統所安裝之

作業系統，以 Win 2003 搭配 Virtual PC 2007 或 Win 2000 搭配 VMPlayer，可降低記憶體容量使用之情形；針對硬碟存取性能不佳，可依其業務應用系統所安裝之作業系統，以 Win 2003 搭配 VMPlayer 或 Win 2000 搭配 Virtual PC 2007，可降低硬碟存取使用之情形。

長期而言，除了要達到備援機制，建議從整合伺服器角度進行考量，以提高實體機器利用率，進而得到降低成本之效益。此外，在經費充足情形下，建議購買付費版本之虛擬軟體，其虛擬化之效能應比免費版本佳，且能得到後續維護及相關諮詢；而品牌之選購則盡量以市場佔有率作為考量，如此能從更多實體案例進行瞭解以調校至更佳效能，更避免實體機器之作業系統或版本更新時，其品牌公司無法即時釋出更正版本。

## 參考文獻

1. ITHome,「虛擬化好處話不盡 IT 資源最佳化 節能、省電、省管理 提升效率省成本」,2008,取自：  
<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=47731>。
2. 白郎原,何信達編,「虛擬化解決方案巡禮」,RUN!PC 雜誌,2009 年 10 月號,取自：[http://www.runpc.com.tw/content/cloud\\_content.aspx?id=105166](http://www.runpc.com.tw/content/cloud_content.aspx?id=105166)。
3. 行政院主計處電子處理資料中心,「97 年電腦應用概況報告」,2009 年 9 月,取自：<http://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=25562&CtNode=5210&mp=1>。
4. 行政院研究發展考核委員會,「96 年度電子化政府報告書」,2008 年 5 月 19 日,取自：  
<http://www.rdec.gov.tw/ct.asp?xItem=4087193&ctNode=12862&mp=100>。
5. 卓建全,「企業導入虛擬化資訊環境對資訊安全影響之研究」,大同大學資訊經營學系碩士論文,2009。
6. 林文彬,「CIO 看 2010 下集」,2010 年 2 月 1 日,取自：  
<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=59393>。
7. 林文彬,「機房革命虛擬化起飛」,2006,取自：  
<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=41169&s=1>。
8. 邱皓政,「量化研究法(一):研究設計與資料處理」,臺北:雙葉書廊,2010 修訂版。
9. 城尘編,「服務器虛擬化的三個好處」,2007 年 4 月 10 日,取自：  
<http://server.51cto.com/Trend-45094.htm>。
10. 范洪軒,「服務器虛擬化帶來七大好處」,2010,取自：  
<http://it.big5.dbw.cn/system/2010/02/02/052341308.shtml>。
11. 張凱鈞,「CPU 徹底研究」,臺北:文魁資訊,1999。
12. 陳明樂、蔣紀威,「遠銀 ATM 停擺三天! 抱怨電話灌爆客服」,今日新聞網,99 年 1 月 22 日,取自：  
<http://www.nownews.com/2010/01/22/11490-2561244.htm>。
13. 陳俊廷,「虛擬化網路安全實習實驗室之規劃與建置」,淡江大學資訊管理研究所碩士論文,2008。
14. 曾鴻儒、劉力仁,「台鐵網路當機 清明節訂票受影響」,自由電子報,99 年 3 月 19 日,取自：  
<http://www.libertytimes.com.tw/2010/new/mar/19/today-life7.htm>。

15. 虛擬機之家,「深入淺出虛擬化技術 VMWare 與 Virtual PC 實務應用」,臺北:博碩文化,2008。
16. 黃植懋,「伺服器虛擬化技術簡介」,國立臺灣大學計算機及資訊網路中心技術論壇,電子報第4期,2008年3月20日,取自:  
[http://www.cc.ntu.edu.tw/chinese/epaper/0004/20080320\\_4012.htm](http://www.cc.ntu.edu.tw/chinese/epaper/0004/20080320_4012.htm)。
17. 微軟技術中心,「對伺服器系統資源的影響」,2010,取自:  
<http://technet.microsoft.com/zh-tw/library/bb418772.aspx>。
18. 維基百科,「Microsoft Virtual PC」,2010年9月19日取自:  
[http://zh.wikipedia.org/zh-tw/Virtual\\_PC](http://zh.wikipedia.org/zh-tw/Virtual_PC)。
19. 維基百科,「VMWare」,2010年9月19日取自:  
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/VMware>。
20. 維基百科,「中央處理器」,2010年9月19日取自:  
<http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E4%B8%AD%E5%A4%AE%E5%A4%84%E7%90%86%E5%99%A8>。
21. 蔡佳帆,「虛擬化技術之績效測試比較」,淡江大學資訊管理研究所碩士論文,2008。
22. 魯大師,「CPU 性能指標有哪些」,2009年11月11日,取自:  
<http://www.ludashi.com/html/20091111/76.html>。