

超大型積體電路跨領域學程教學實驗室的建制與規劃

李俊頡¹、賴裕昆¹、鄭智記¹、陳嘉偉¹、鍾文耀²、黃柏勳¹

1 中原大學 電機工程系

2 中原大學 電子工程系

32023 中壢市中北路 200 號

Tel: +886-3-2654829 Fax: +886-3-2654899

E-mail: { s9328148, g9578030, g9678017, ylai, eldanny, s9628156 }@cycu.edu.tw

摘要

長久以來，在有限的經費與人力資源下，校園教學實驗室與電腦機房的維護，一直是令管理人員困擾的工作。而傳統封閉式的實驗室建制方式，已無法滿足並因應眾多跨領域學程教學與研究的需求，在本文中，我們歸納、統整出一些常發生於傳統實驗室的問題，並針對這些問題去尋求解決方法，規劃並建構一個兼顧擴充性，穩定度與高效能的電腦教學實驗室，並將建置之結果實際應用於超大型積體電路跨領域學程之教學與研究上。

Abstract

It has been difficult tasks for system administrators managing PC-based computer laboratories for researchers and students conducting interdisciplinary IC design for both analog and digital systems. We propose an efficient management processes for administrators to setup and manage teaching laboratories suitable not only for VLSI design but also on researches ranging from SoC to embedded systems. Several benchmarks are provided to demonstrate the performance of scability in regard of computing power and networking bandwidth.

關鍵字：機房管理，網路架構，分散式檔案系統，系統晶片設計工具

1. 前言

在許多跨領域學程之研究及教學之中，必需要提供多位同學同時使用各式各樣的電腦輔助設計軟體與工具。完整的設計流程必須使用許多的設計軟體與工具。頻繁的系統驗證、模擬與各階段設計工具中的資料交換，須仰賴一個穩定、且高效能的作業環境，但是許多實驗室使用晶片設計工具時，將功能強大的個人電腦當作終端機，這樣的使用方式最大的問題就是個人電腦大部分的時間都處在閒置狀態，使得計算資源嚴重的浪費。而全部的計算資源皆依賴於少數且昂貴的伺服器主機，當使用者人數增加時，系統的負荷便越顯增加，造成效能降低，更可能嚴重的導致伺服器停擺。

2. 現況分析

國內大多數校園內，大部分的電腦教室皆使用 Windows 作業系統。礙於成本的考量，使用 Microsoft Server 來控管使用者權限與資料使用並不多見。為了使用上的方便，開放權限的後果就是導致系統之穩定性與效能降低、甚至病毒感染等管理者最頭痛的問題。

目前最常見的解決方法，大多採用還原卡、復活卡的方式，雖然能有效控制電腦狀況，初期建置與升級時間卻額外龐大，在有限的人力與成本的考量之下，我們希望能以有效及快速建置的方式建置一個不僅只侷限於特定電腦教室的環境，而能有高擴充性與便利的特性，以提供資源給其他現有的電腦教室、支援更多樣的課程，並且能因應不同的課程需求快速的完成軟體建置或更新。

基於上述目標，我們建置之架構能達到下列特點：

- (1) 妥善規劃所有的軟體、硬體資源，以期能達到最佳硬體資源的使用。
- (2) 使用者資料能夠橫跨作業系統與工具軟體，給予使用者更高的使用便利性。
- (3) 以模組化的概念建置，當需要使用伺服器機房資源時，能不影響原有架構並快速新增。
- (4) 能在短時間對電腦實驗室、機房進行維護、更新，以不影響使用者為優先考量。
- (5) 提供高穩定性的電腦教室，以降低人工維護的時間成本。

3. 問題探討與解決方法

3.1 軟體安裝

因學校所購置之電腦軟體皆有授權合約數量之限制，導致大多數的電腦軟體僅安裝於特定的電腦教室，不僅使軟體的使用被限制在單一機房內，也造成高額購買的軟體無法有效的被使用者利用。由於目前大多數商業軟體皆可使用 Floating Licensing（浮動使用權）的授權方式，我們採用此方式來進行軟體使用之授權管理，改變特定軟體必須在特定教室使用的問題。

3.2 使用者權限與驗證管理

大多數電腦教室對使用者的權限僅只有管理者與受限制使用者兩種。然而為了管理方便而選擇受限制使用者雖可以避免使用者隨意對電腦更動或安裝個人軟體，但卻有部分軟體發生無法使用的情形。若為了方便使用者操作而給予管理者權限，意味著使用者有著毫無約制的使用權，除了電腦設定可能被更動外，穩定性也可能有所影響，因此在電腦教室內的個人電腦中我們安裝雙作業系統。

Windows 作業系統下，我們調整使用者權限，使之無法隨意更動電腦的設定或安裝個人軟體，但可使用特定的 IC 設計軟體。Linux 作業系統中，我們透過 NIS (Network Information System) 與 NFS (Network File System) 讓使用者可以用同一帳號登錄於 Linux 或是 Sun Solaris 作業系統之中，使用相關的設計軟體。

3.3 跨作業系統資料的存取

普遍的使用者大多使用 Windows 作業系統進行文件編輯與日常工作。在不同的作業系統下，如果彼此的資料無法互相流通，除了非常的不便利、增加硬碟的儲存空間外也增加了資料維護的困難。然而，目前跨領域的課程或研究，資料是否能快速的往返於分工的工作人員，或者是個人的資料是否能在不同機器上流動日益顯得重要。而我們透過 NFS 建置的集中檔案管理方式，將使用者的家目錄也可透過 SAMBA 伺服器機制分享，讓使用者能在 Windows 作業系統中存取資料，達到跨作業系統檔案共享的便利性。

3.4 軟體維護

許多軟體的安裝步驟繁雜且冗長，光一間電腦教室便可能耗上 2~3 日，若需升級或其他配置對管理者而言更是龐大負擔。為了減少機房管理者的工作負擔，增加管理的效率與便利性，我們採用國家高速網路與計算中心所研發的自由軟體 Clonezilla 再生龍[3]，藉由 Clonezilla 的運用，我們能將繁雜的安裝過程簡化到僅須對一台電腦做設定即可。我們可以在一台電腦製作標準映像檔，接著利用 Clonezilla 所提供的群撥 (Multicast) 功能去對剩下的電腦進行系統安裝，使用這樣的方式我們可以很快速完成電腦機房的安裝或系統升級。

4. 實驗室架構規畫

4.1 網路規劃

我們由校園網路核心交換器規劃了 5 條高速乙太網路實體線路 (Gigabit Ethernet)，3 條連接核心交換機與電學大樓伺服器機房，而 2 間電腦機房則各使用 1 條與校園網路連結，如圖 1 所示。

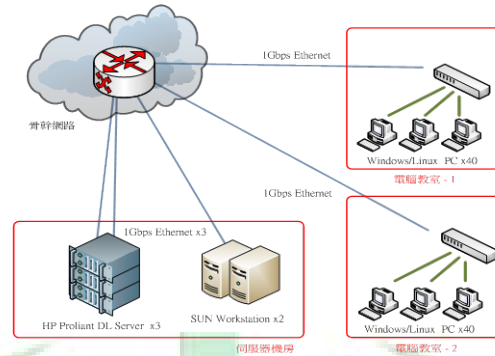


圖 1 網路架構

4.2 伺服器架構

目前我們使用 3 部 HP DL380G5，2 部 Sun Solaris Workstation，並增設一部總容量 4TBytes 的 Raid 5 磁碟陣列。將使用者家目錄資料存放於磁碟陣列中。而使用者帳戶驗證方面我們是由 NIS 進行統一管理，並設置 Samba Server 以利資料於 Windows 的存取。達成資料在多平台的使用。並將軟體的 License Server 與相關安全性設定整合到伺服器上，以達到軟體共享的機制。

4.3 用戶端電腦設定

在用戶端電腦的部分，我們在所有的電腦皆設置了**雙重開機模式**，使用者能在開機時透過 Grub 選單選擇所需之作業系統。在(1)Windows 作業系統中，我們採用‘受限制的使用者’並增加權限管控，以避免一些個人設定遭到竄改。(2)CentOS 作業系統，採用標準工作站安裝程序，並搭配自行設計之 NIS/NFS 設定檔將系統掛載於伺服器主機。

5. 效能評估

5.1 機房建置與維護

基於我們所規劃的實驗室架構，並以自行撰寫之自動化管理程序做輔助，以往建置 40 部電腦之電腦教室大約需花上一周的時間，但我們僅在一天之內便將機器就位，並能完整提供所有的設計軟體。並能承載 2 學期 12 門課程的使用皆無任何系統異常或無法使用之狀況。

5.2 運算效能與網路頻寬測試

我們針對以電腦教室個人電腦主機運算(Local)與使用遠端連線使用伺服器運算資源 (Remote) 兩種方式進行效能的評估。為了量測其最極端的系統計算與頻寬消耗之狀態，我們於 40 部個人電腦主機同時執行模擬程序。個人電腦中央處理器的規格為 Intel Core2 Duo E2200 2.2G，記憶體為 2GB DDR2 667。遠端連線使用伺服器的規格為 4 顆 Intel Xeon - X5130 (2.0G) 雙核心處理器，4 MB Level 2 快取記憶體，和 2 GB (1 × 1 GB) 標準記憶體。

首先我們測試兩者在執行硬體描述語言的模擬時的效能。藉由使用 NetFPGA 之 Reference NIC 使用 Modelsim 進行 Verilog RTL 模擬測試，並測試其系統四個 Gigabit Ethernet 埠分別接收、傳送網路封包並觀察其訊號流向。以模擬結果來看，單一個人電腦主機普遍運算時間約在 40~60

秒，記憶體使用量約在 1.2GB 上下。其次，我們執行 Synopsys Astro 進行一顆 RISC CPU 的佈局測試，該 CPU 是由 Tom Coonan's[1]所設計的一顆 8 位元微控制器，其大小為 7874um²，採用 TSMC 0.35-4M1P 製程，實際佈局時間如圖 2 所示。由佈局時間可發現，本地電腦運算時間在電腦數量增加後由於存取檔案的頻寬有限，會些許增加，但是還是能在極短的時間內完成。

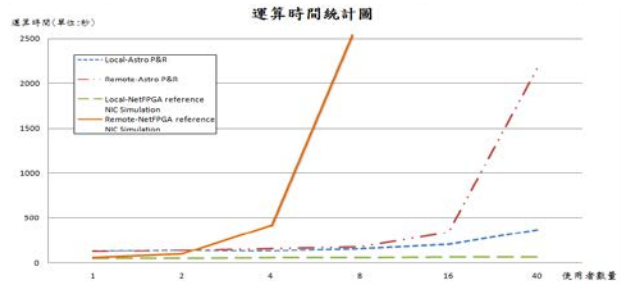


圖 2 Remote/Local 運算時間比較

在伺服器端所量測得到的最高瞬時流量，發生在 40 部個人電腦同時執行 RISC8 繞線佈局模擬程序的最初始點，達到 900Mbps，而其延續的時間不到全部時間的 5%，請參見圖 3。這是由於執行程序最開始時 40 部個人電腦同時對伺服主機要求大量的應用程式資料與製程佈局等參數。其總執行時間於網路平均之頻寬消耗量不到 30%。

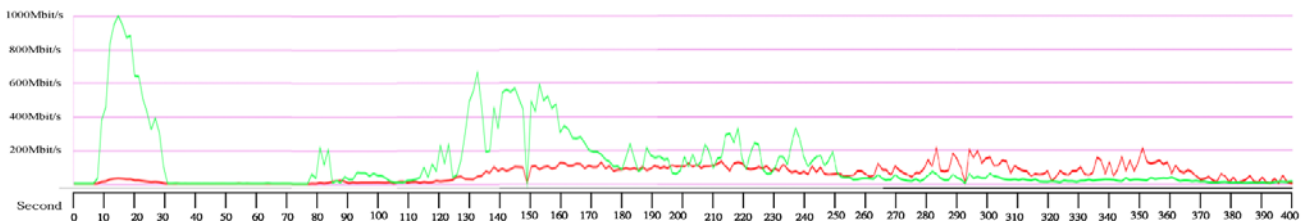


圖 3 四十部電腦同時執行繞線佈局程序，綠色與紅色線各代表流出與流入伺服器端之流量

然而，在遠端連線使用伺服器集中運算模式中，執行至 8 個使用者同時模擬的時候，伺服器系統已經無法運作而當機，由於單次運算所需的記憶體約在 1.2GB，3 位使用者的運算便使用了全部的記憶體與虛擬記憶體，以致運算時間急遽升高。而在佈局測試中，由於佈局所需要之記憶體約為 300MB 左右，當使用者達到 13 人次以上會對伺服端計算時間有非常大的影響。

6. 總結

一位學生可以在全校任何一部電腦中使用同一組帳號密碼，登錄到自己的家目錄中、存取先前所儲存的資料，使用他所需要用到的軟體工具來完成老師指定的課業和研究工作，且環境的效能並不會因為使用人數的增多而減損。這個系統反應出學校對這基礎建設品質的重視程度，更反應出學校教學品質與研究的競爭力[2]。在本文中，我們在有限人力與成本的考量之下，利用現有的個人電腦搭配高速網路與檔案伺服器，承載數位邏輯電路、訊號處理、系統晶片設計等跨領域學程之教學及研究需求。

7. 參考文獻

1. Tome Coonan, RISC8 Verilog Code, <http://www.mindspring.com/~tcoonan/newpic.html>
2. 林盈達，IT 進步指標分析：參訪美日大學 IT 部門心得，2009 年 2 月，
<http://speed.cis.nctu.edu.tw/%7EYdlin/miscpub/ITreport.pdf>
3. 國家高速網路與計算中心，<http://drbl.nhc.org.tw/clonezilla/>