

Virtual laboratory Management Systems

曾典祥 孫心蘭 江滄明

中正大學電機所網路組

m9492@cn.ee.ccu.edu.tw

摘要

隨著網路社會的轉變，傳統的監控系統已被具備遠端通訊能力的遠端監控系統所取代。但遠端監控系統不是太昂貴就是體積過於龐大，設備過多造成使用上的不便，本文提出一套系統，可以先行登錄預借器材，預約時段，進而增加硬體資源的使用率，有效率的操作，經由遠端操控使用設備，且能有效整合各個設備，人機介面規劃，無形中增加了許多便利性，並且也可以節省許多購買器材的金額。本系統提供的是一個低成本，低空間佔用率，讓使用者可以經由先行預約實驗室，預約實驗的時段，管理者也可經由網路作適當的配置，形成一個虛擬實驗室。此應用可以用於學校、公司等，此方法也為無須再增設任何遠端通訊設備的解決方案，並且可以帶給使用者極大的便利性，提供更好的服務。

關鍵詞：虛擬環境、遠端通訊、預約時段、低成本、便利性

Abstract

With the change of the network society, the traditional monitoring system has already been replaced by remote monitoring system that is capable of remote communication.. But these systems either too expensive or volume at are too huge to fit in with the environmental factor which control the goal. Another factor is that too much equipment causes the inconvenience. This paper propose a system, which can act to log-in and borrow the apparatus in advance, reservation wanted period, and then increase the rate of utilization of resources of the hardware, efficient operation. And then can use the equipment via remote controller , and combine each equipment effectively, the man-Machine interface is planned. Increasing a lot of convenience virtually, and can save the amount of money of a lot of purchase apparatus. What this article offer is a low-cost, low space occupancy, enable the user to make an

appointment in the period of the experiment via reserving the laboratory in advance .Forming A virtual laboratory , the administrator can do the proper disposition via the network ,too. This application can be used in school, company, etc . this method is the solution that needn't add and set up any remote communication apparatus. It can bring great convenience to the user, offer better service.

Keyword: convince、low-cost、reservation period、remote communication、virtual-environment.

1. 前言

隨著 e-learning 的普及、網際網路的發達與寬頻網路的廣泛建置，遠距教學已經非常盛行，此一轉變也給各大專院校發展虛擬實驗室的機會。學校受限於經費的限制，對於昂貴的設備都是讓數名學生共用一套，甚至設備也只能在實驗室使用而不可外借。如何讓學生的學習不受時間空間的限制，以及提高設備的使用率為目的。再加上由於電腦科技日新月異，硬體與軟體技術都正以等比級數的速度蓬勃發展就以企業而言，都需進行軟硬體的更新及研發商品的測試與開發，因此如何能在有限空間、經費內，開發一個良好的開發測試環境並且發揮最大效率，這樣的迅速、不管何時何地的開發測試環境為我們企業所關心的議題。

而這個測試環境能有著以下的特點：

- 增加硬體資源的使用率
- 降低軟體和硬體花費
- 縮短開發測試所需時間
- 降低伺服器停機時間

因此本文章提出一個虛擬實驗室環境架構，可依權限提供多人使用之虛擬實驗室環境。利用預約機制、認證、授權、socket 程式設計、視訊即時串流、電源管理等技術來搭配實驗室內的實驗設備，設計了一個虛擬實驗室的架構並將它實作出來。尤其是能夠多人同時使用一套實體設備讓同組學生能夠共用合作，同一組的學生能夠看到相同的操作畫面並輪流使用，實驗的結果透過 webcam 即時傳回給學生，如同這個實驗板就在學生身邊一樣，

依它的反應來修正學生自己所寫的程式，學生並可輪流操作這個實驗板，這些情境都跟學生在學校作實驗時相同。管理人員可使用應用程式安裝方式，快速建置管理使用者使用環境，建立虛擬電腦。

它兼具容易備份、還原、攜帶移植、災難復原等特性，迅速完成測試開發環境建置，有效運用有限的硬體資源及機房空間。跨平台的支援，不論所需執行的應用程式為 Windows 系列，UNIX 系列，只需安裝 IE，就可以執行所有工作上所需的應用程式。並且無須測試人員在環境現場進行硬體的變更操作，搭配其他軟體的使用，可以任意變更操作環境、以及其他想要的測試功能，能夠發揮隨時隨地想使用就使用，不受時間及空間的限制。不必購置額外的設備就可以順利執行無虞，節省大量的硬體建置成本，例：電機系網路組上的實驗室，如果還要設置高階網路處理器設備(Network processor)每台約五千美元。若有數十個學生要同時使用，購置數量一定很可觀。但用了虛擬實驗室，則無需購買這麼多儀器，省卻不少費用。

本文所提供的方案不僅可以提供傳統的監控目標一個完善的監控網路處理器並且提供初步相關網路處理器入門學習系統；同時亦可整合目前興起的家電自動化系統，使用者即使身在遠方也可以透過應用程式來控制其他電源控制裝置，來取得遠方的網路處理器配備或取得遠端的相關訊息。近而可以降低成本，亦可得到相關的資訊，而在這個虛擬實驗室，上面也有一些相關實驗，可以提供使用者在操作上的便利性，看著使用手冊就可以學著操作機器，而管理著經由此預約系統，也可以即時觀看此實驗室使用的情況，可以對實驗室資源做一個很好的運用及規劃。

本論文架構及實作方式如下，Section 2.為介紹此系統架構、內部組成元件的介紹，運作原理、操作方式以及使用的 open source 軟體。Section 3.為介紹系統實做，結果畫面呈現，內部各個 GUI 應用程式運作情形。Section 4.為未來的衍生想法、結論。

2. 系統架構與原理

本架構的運作包含了下列幾個部份，分別為 Client 端跟 Server 端(預約系統)、測試開

發平台、電源控制、Smarbit 以及其他週邊輔助裝置、管理者，由 Client 端透過預約系統得到實驗環境相關的使用權限，得以登入遠端開發平台，而經由資料庫比對分析，開發平台可以來判別該時段是否為該使用者使用，Server 負責把畫面透過 IE 完整傳送給 Client，畫面包括使用者的繁雜的滑鼠跟鍵盤的輸入，各種應用程式、測試工具，當然還有最後實驗結果數據的呈現。

Client 端跟 Server 端的設計上，首先針對 Client 端來做說明，Client 端必須經由 IE 上網登入，但需先行到管理系統註冊，註冊成功後系統會分配一個密碼給使用者，寄到使用者的信箱，使用者取得密碼後才可以登入去使用該系統。

Server 端的設計是該系統最主要的，此架構包含了許多功能，當使用者申請新的帳號後，Server 端的管理系統必須去查詢，看此帳號是否有人申請過，是否有重複申請的情形，經資料庫比對查詢後，發現重複申請過，會要求使用者重新提出申請，而如果是新的申請者，管理系統會動態分配一組新的密碼給使用者，使用者便可依此密碼登入，預約時段，可選擇看要在哪個時段進行實驗課程、選擇申請的實驗環境是否開放共同使用(multiuser)，管理者除了針對此項服務外，還具有掌管整個虛擬實驗室的權限，可以決定是否接受學生的申請預約，也要避免時段重複預約，在本系統，除了預約時段外，提供了學生可以遠端學習相關的課程，此虛擬的方式，可以有效的節省人力、物力，大大的提高便利性。

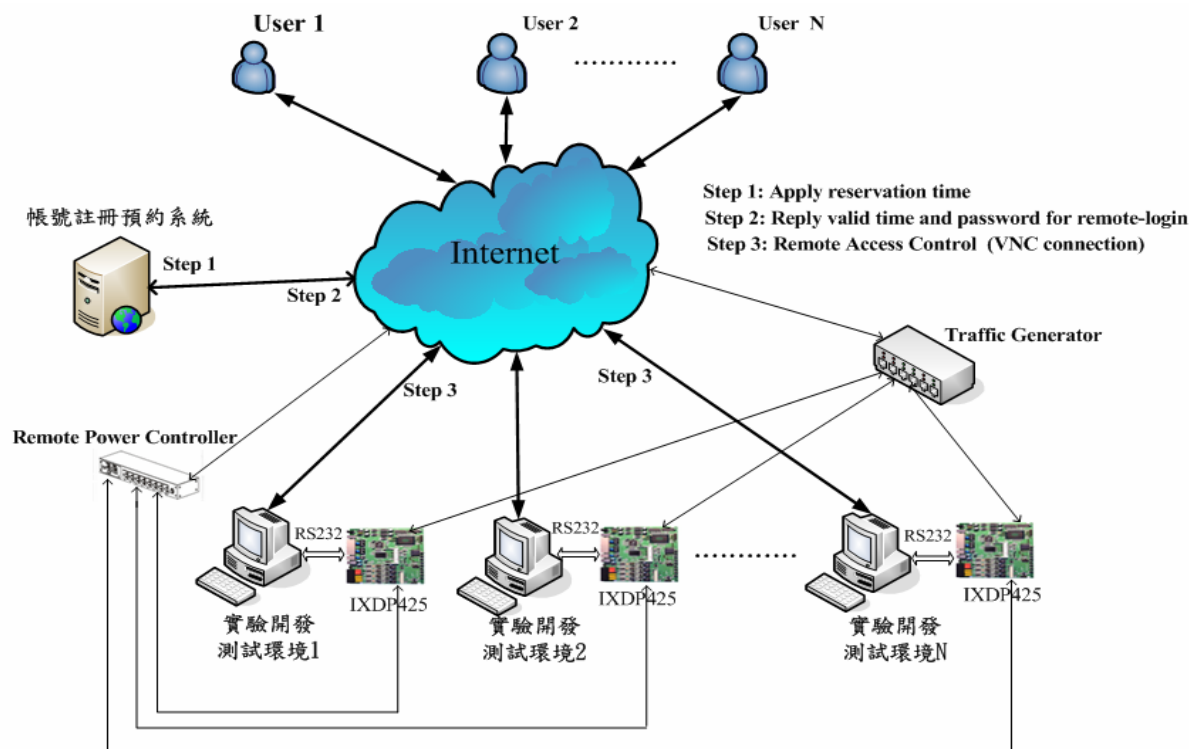
管理者可以針對使用者提出相關的申請資料做儲存，並把它存成資料庫的形式，假如有新的使用者提出申請，除可以比對是否重複申請外，如課程需要也可開放讓多名學生同時使用同一間虛擬實驗室，使用共同的上課器材，整體設計上彈性空間非常大，因為管理者可以依使用者不同的需求給與不同使用實驗室的環境，可以說是一個符合學生學習的實驗環境。

整個實驗室的架構圖如下圖一，其主要組成的元件有下列幾項，分別為：

1. 使用者
2. 帳號註冊預約系統
3. Linux 實驗開發平台
4. IXP 425 網路處理器
5. 遠端電源控制設備
6. Traffic Generator

其詳細敘述如 2.1:

2.1 系統架構



圖一. 系統架構圖

整個系統架構圖如上圖一，由圖一可以清楚看到整個系統的架構，當使用者想透過 IE 存取該實驗環境，必須先透過帳號註冊系統申請帳號，進而預約自己想要的時段、日期、開發平台環境，並且經由管理者的審核許可，進而確認該時段是否與他人時段重疊，如果符合申請，可得到一組動態密碼。帳號註冊傳送預約資料到開發平台端，進而再產生遠端系統密碼登入檔，並且產生相對應的排程時間來執行該登入檔等等。而使用者就可以依照他預約的時段，透過 IE 方式輸入該密碼存取該實驗平台。系統構成元件詳述如下：

帳號註冊系統：負責接受 User 帳號申請，預約處理器時段，取到相關時段遠端登入密碼。

Linux 開發平台：使用者遠端登入平台，編譯 IXP 相關程式、模組，並提供網路處理器 loading kernel。

IXDP425：網路處理器，可實驗掛載相關模組（在 linux 平台編譯），進而可在其開發 SIP PHONE、VPN、Access Point.. 等等應用。

Remote Power Controller Device：透過 IE 方式，trigger IXDP remote power on/off。

Traffic Generator：可對網路處理器進行效能量測 Throughput、latency、封包內容等等應用。

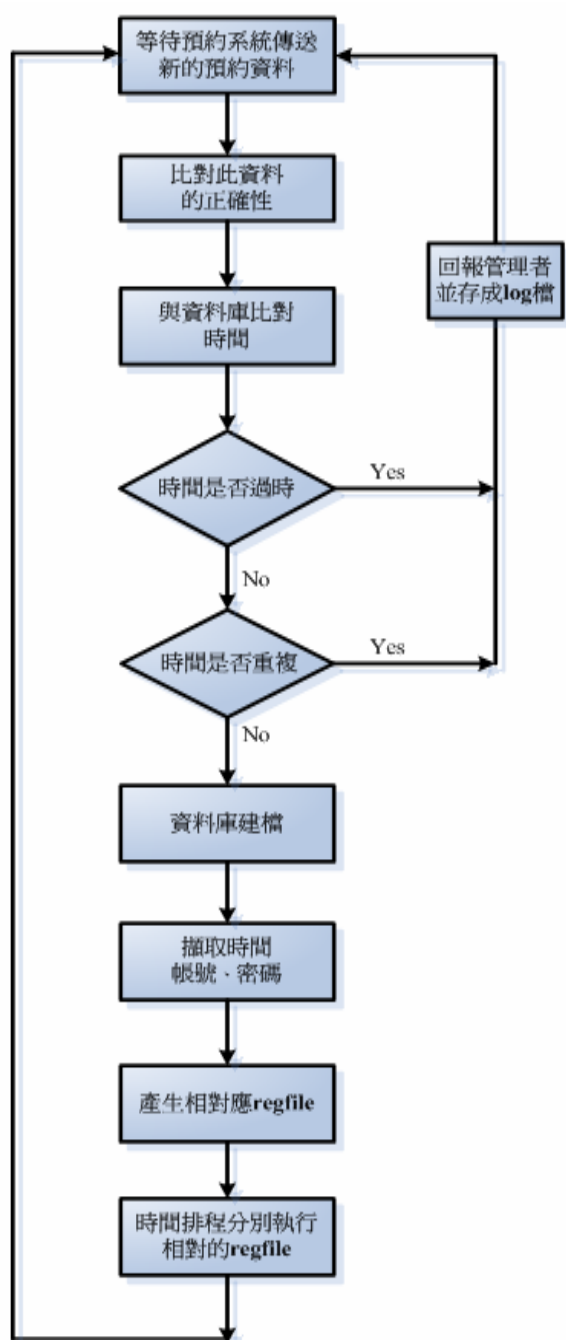
整個系統主要是由上列五個元件組成，經由本系統可以登入實驗室做相關的課程學習，如此一來，可以大量節省使用者的時間，而管理者藉由網路管理，可以有效的審核申請者的身分及預約的時段，可以針對相關的申請作出適當的處理。

2.2 預約註冊系統功能

本系統此項功能主要提供負責認證以及預約功能，使用者要使用此實驗環境之前都必須登入此系統，新的使用者得先向管理者申請一組帳號，再得到管理者許可之後，使用者便可利用此帳號進行預約，可以選擇那個時段、日期、那一個實驗室以及什麼課程，並且可以選擇是否為公開的實驗環境，因為在整個實驗環境的設計是規劃為可以公開給同學參觀，亦或是為私密的學習環境，此種設計的考量是因有些老師的實驗內容並不希望開放給其他未修課的同學選看，因此，設計成此實驗環境，以供選擇。

另外，該系統也提供了可以查詢別的時段，看其他實驗室是否有其他同學正在使用該實驗室，以避免衝堂的情形發生，如果說，有同學正在使用，則可以選擇避開該時段亦或是一起做實驗，本系統如此設計，可以大大節省使用者的時間，因為事先預約可以避免時段衝突，假如有同學想要一起修課的話，也可以一起學習，提高學習的樂趣。

2.3 實驗平台端 admission control



圖二 .admission control FSM

一開始開發平台會先等待接收新的預約資料，並且會去確認此資料的正確性，如果不對，會把此筆資料丟棄。接著會擷取該筆資料的時間，進而比較此時間是否有效，有無過時或者有無跟資料庫的其他預約時間衝突，有的話存成 log 檔可供管理者追蹤並且自動通知管理者來更進一步處理，此動作是為確認說資料是否有重複及要比對預約的時間是否重複，經由管理者作確認可以提高系統的執行效率。如果上述動作都沒問題，會把該筆預約資料儲存，並擷取相關資訊：帳號、密碼、確切日期和時間..等，系統會產生相對應 regfile，且透過排程工作來排序這些 regfile 正確的執行時間，以供開發平台登入認證使用，並且詳細的記錄使用者的操作資料可以提高管理者的管理效率，因為該動作可以讓管理者有效的掌控使用者的資料，加強管理。

2.4 Remote Access

遠端控制介面可供使用者跟遠端主機連線使用，經由網路可使得兩台本來沒關連的電腦達到互動並且溝通，遠端控制軟體發展的很多在本文章採用的軟體為 Virtual Network Computing (VNC)，最大的特點是跨平臺，VNC 是一個開放來源碼而且免費的軟體產品，具有在 Unix、Linux、微軟視窗及麥金塔上傳送高效能遠端控制台的能力，可供您由 Internet 上某一台電腦或行動裝置觀看另一台電腦的螢幕畫面並進行完全互動。

VNC 軟體為跨平台，讓不同類型的電腦也可以互相遠端控制。這超級簡單，甚至它就是一個 Java 檢視器，可讓您不用安裝任何軟體，直接在瀏覽器中遙控任何電腦的桌面。VNC 在根本上有兩個部分-客戶端應用程式 (vncviewer) 和伺服器應用程式 (vncserver)。此伺服器對於 Unix 和微軟視窗及 MAC 作業系統上皆可以使用。基本上你可以從一部 Linux 機器之 vncviewer 連接到一部執行 VNC 伺服器的電腦。VNC 伺服器也提供 Java 網頁介面，你可以用來執行遠端應用程式並且將輸出顯示在其他 Browser 上。

此方法可有效節省人力，提高執行效果，因為藉由遠端控制介面可以幫助我們監控相關的設備，並。提供相關的服務給使用者，使用者也不必要親自跑到實驗室，可以利用它做遠端監控等功能，也可以執行遠端應用程式或是做其他應用，增加許多應用的可行性。

3. 系統實做範例

這裡將呈現整個系統操作以及呈現的畫面，第一部份為預約系統操作畫面，以及在收到系統以 SMTP 通知使用者的訊息裡，使用者利用這些帳號密碼等資訊，第二部份為透過遠端控制介面(VNC)連線到遠方實驗平台的畫面，實驗測試平台內部的各種應用程式以及各個 component 的說明與細節。

3.1 預約系統的實作

圖三 .reservation interface

由圖三使用者可以透過 IE 申請新的帳號，進而預約想要的預約時間、日期、實驗室等，確定後由系統來判別是否衝突、重複，並且等待管理者的審核。事後可以到首頁查看預約時段是否有被通過

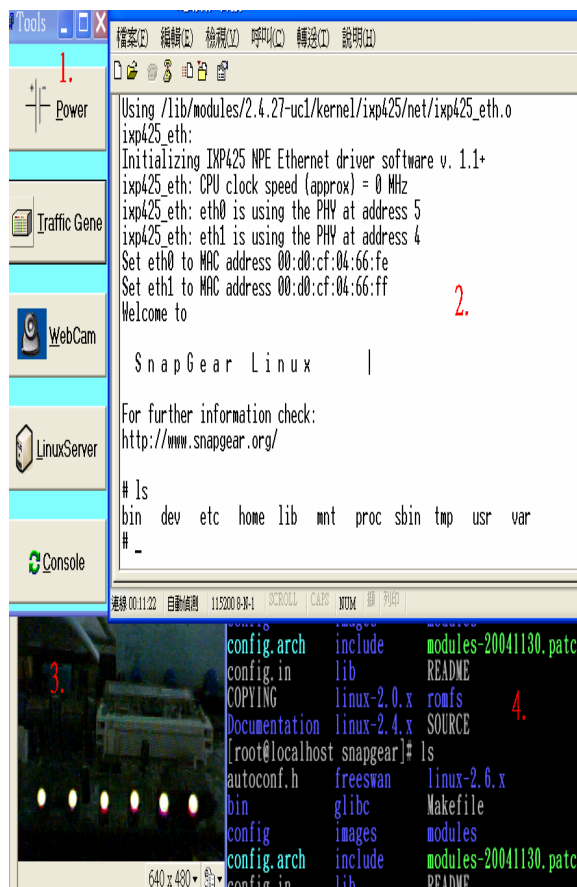
ID	申請人	開始時間	結束時間	單位	用途	mail
425	ogk	07:00	11:00	EEE		

圖四. Have reservated interface

在新的一筆預約加入後，系統會自動通知被預約的實驗室之後，而這些實驗測試環境會把這

些接收的資訊，自行更新其 Reg 檔，把使用者預約時間排進系統排程裡，執行相對應的 Reg。

3.2 遠端實作介面



圖五. Remote Exercise interface

這一個部份為使用者 GUI 部分：

- Power 為控制遠端電源應用程式，負責就是網路處理器的電源部份，網路處理器需要重新開機時使用。
- Traffic generator 則是負責網路處理器測量各種網路處理器效能量測的使用，latency、Throughput、Packet Loss、封包內容等等。
- WebCam 的應用為圖五紅色字體的第 3. 部份顯示，可以看到網路處理器在測試開發時，觀察其各個亮燈情況，來得知相關資訊，當封包傳送時亮燈閃爍的快慢，來決定網路處理器是否正常工作，是否符合 Intel 規範測試使用。
- LinuxServer 的應用為圖五紅色字體的第 4. 部份顯示，負責的是最主要開發測試平台使用，當系統需要開發時，需在此平台撰寫、編譯、Debug。

- Console 的應用為圖五紅色字體的第 2. 部份顯示，主要透過 RS232 interface 來控制，負責的是網路處理器的輸出部分、結果的呈現，開發結果的測試。

4. 結論

本文章虛擬實驗室環境架構，可依權限提供多人使用之虛擬實驗室環境。利用預約機制、認證、授權，避免衝突。利用 socket 程式設計，使得預約系統能傳送相關預約資訊到想要的實驗室，搭配排程工作，並更改遠端控制 Open Source(VNC)軟體來修改相關系統 Reg 檔，可以增加硬體資源的使用率且降低伺服器停機時間。利用視訊即時串流、電源管理，統計封包程式軟體等技術來搭配實驗室內的實驗設備，使用應用程式安裝方式，快速建置管理使用者使用環境，建立虛擬電腦。它兼具容易備份、還原、攜帶移植、災難復原等特性，迅速完成測試開發環境建置，因此可縮短開發測試軟體所需時間，設計了一個虛擬實驗室的架構並將它實作出來。尤其是能夠多人同時使用一套實體設備讓同組學生能夠共用合作，同一組的學生能夠看到相同的操作畫面並輪流使用，即時傳回給學生，一樣，依它的反應來修正學生自己所寫的程式，學生並可輪流操作這個實驗板，這些情境都跟學生在學校作實驗時相同。有效運用有限的硬體資源及機房空間。跨平台的支援，不論所需執行的應用程式為 Windows 系列，UNIX 系列，只需安裝 IE，就可以執行所有工作上所需的應用程式。並且勿需要學生或其他測試人員在實際測試環境現場進行體的變更操作，並且搭配事先的預約系統，達到可以任意預約相要的測試操作環境、以及其他想要的測試功能，能夠發揮隨時隨地想使用就使用，不受時間及空間的限制。不必購置額外的設備就可以順利執行無虞，節省大量的硬體建置成本，大大降低軟體和硬體花費。

本系統完成的設計與實做架構，在未來的工作系希望能針對兩個部份做延伸：

第一：安全性部分的考量，會多增加 NAT Server 的硬體部分，使得整體虛擬實驗系統能全部都是 private IP，一來利用私有 IP 來增加 IP 隱密性，並且也可以因應企業間普遍的 public IP 的不足。

第二：會多增加更多應用程式部份，例如互動方面的，比如說當 multi-user 同時登入時，多增加聊天互動對話視窗，以供有問題的時候能夠互相討論..等等。

其實，虛擬實驗室的需求，除了有效的節省人力，避免相關資源的浪費，符合現代化的需求是它最大的優點，因為它提高了使用便利性，使用者只需要事先預約，就可以使用相關的設備及相關的教學文件以供參考，該應用不只侷限在學校，公司或是其他的場所，都是適用的，公司和公司之間，如果有相關的案子要合作，也可以利用此概念，因它可以有效的節省設備的需求，提高效率。

5. 參考文獻

1. M. M. Albu, K. E. Holbert, G. T. Heydt, S. D. Grigorescu, and V. Trusca, "**Embedding Remote Experimentation in Power Engineering Education**," *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 19, No. 1, pp. 139-143, February 2004.
2. C. Bouras, "**Distributed Virtual Learning Environment: A Web-based Approach**," *Proceedings of the 26th EUROMICRO Conference*, Vol. 2, pp. 2050-2055, September 2000.
3. C. R. Dow, C. Y. Lin, C. C. Shen, J. H. Lin, and S. C. Chen, "**A Virtual Laboratory for Macro Universities Using Mobile Agent Techniques**," *The International Journal of Computer Processing of Oriental Languages*, Vol. 15, No. 1, pp. 1-18, 2002.
4. F. J. Gomez, M. Cervera, and J. Martinez, "**A World Wide Web Based Architecture for the Implementation of a Virtual Laboratory**," *Proceedings of the 26th Euromicro Conference*, Vol. 2, pp. 56-61, September 2000.
5. L. Iftode, C. Borcea, N. Ravi, P. Kang, and P. Zhou, "**Smart Phone: An Embedded System for Universal Interactions**," *Proceedings of the 10th IEEE International Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems*, pp.88-94, May 2004.
6. P. Kocher, R. Lee, G. McGraw, and A. Raghunathan, "**Security as a New Dimension in Embedded System Design**," *Proceedings of the 41st Annual Conference on Design Automation*, pp. 753-760, June 2004.
7. J. Lee and K. H. Hsu, "**Modeling Requirements with Goals in Virtual University Environment**," *Proceedings of the International Symposium on Multimedia Software Engineering*, pp. 304-311, December 2000.