

# 應用網格架構之無線數位學習平台

## Apply Grid Computing on Wireless E-learning Environment

何信權  
東海大學資訊工程與科學系  
[g912909@student.thu.edu.tw](mailto:g912909@student.thu.edu.tw)

楊朝棟  
東海大學資訊工程與科學系  
[ctyang@mail.thu.edu.tw](mailto:ctyang@mail.thu.edu.tw)

### 摘要

隨著網際網路的快速發展，知識的傳遞速度已不可同日而語，影響所及，傳統的學校教育方式也興起了重大變革，例如能夠突破時間與空間限制的數位學習(E-learning)近年來也成為普遍的教學方式之一。

目前校園內大部分的數位學習平台架構，都是以單一電腦或伺服器為架設基礎考量，一旦工作量增加時只能更新或升級硬體。對於經費不充裕的學校而言是一大負擔。因此本研究的主要目的是利用「網格運算」(Grid Computing)以及「無線區域網路」(Wireless Local Area Network)技術，以整合學校內的閒置電腦，做為無線網路教學平台。如此不但可以利用無線區域網路的便利性，也可以充分運用校內電腦資源。同時，還能源源不絕分享其他學校或單位的電腦資源及運算能力，達到資源共享物盡其用的目的。

**關鍵詞：**數位學習，網格運算，無線區域網路

### Abstract

The fast development of Internet has accelerated the speed of transmission of knowledge which is beyond that in the past. Also, because of the influence of Internet, traditional academic education has been in revolution, such as E-learning breaking the limitations of time and space, has been big among the educational methods.

Currently on campus, most of E-learning platforms are constructed on the basic consideration of either single computer or server. Once workload increases, renewing or upgrading hardware is the solution, which is a great burden to a school with insufficient budgets. Therefore, by using Grid Computing and Wireless Local Area Network, this study aims to integrate those unrelated computers in schools as the teaching platforms of wireless network. Thus, either the convenience of wireless area network or the computer sources in schools can be fully used and applied, and moreover, constantly sharing the computer sources from other schools or

associations as well as the computing capacities can help achieve the purposes of sharing resources and producing the greatest effect amount things.

**Keywords:** E-learning, Grid computing, Wireless Local Area Network

### 一、前言

由於網際網路的全面普及，數位學習近年來已成為熱門的學習方式。透過網際網路，學習者可以不受時間和地點的限制自由的吸收最新知識。相較於傳統的學習方式，數位學習顛覆了以往的教學與上課方式，無論授課者和學習者都可以更有彈性的傳播和吸收知識，現今無論企業或學校都已大量採用數位學習做為訓練或授課方式[6]。

數位學習必須仰賴電腦科技才能實行和運作，然而傳統電腦運算的架構，包括軟體、硬體、網路等，每隔一段時間就會因為工作量加重和設備老舊而遇到瓶頸，導致運算速度緩慢。欲解決此問題，通常只有將軟硬體升級或更新，對於經費不充裕的學校而言往往是非常困難的。

在此我們採用一種稱之為「網格運算」(Grid Computing)技術來解決此一問題。「網格運算」就是透過網際網路的聯結，以及適當的作業系統與軟體協助，將分散各地的電腦資源加以串聯，這些資源包括了計算設備、儲存設備(Storage)以及各式各樣的輸出入裝置。

當我們將個人電腦開機，或啟動其他可上網的設備時，網格中的電腦群將會尋找到閒置的電腦，進行相關資料處理與運算，使用的不只是自己電腦上的資源，還可取得威力更強大的虛擬電腦資源，包括分佈於整個網際網路的運算能力、儲存空間、應用程式、資料、輸出入設備(I/O device)等等，涵蓋整個網際網路中的各個節點所能提供的資源，這就是網格運算。換句話說，網格運算可以算是一部我們可以隨時隨地使用的虛擬超級電腦。

舉例而言，原本一部機器需要一個小時才

能完成的工作，透過網格運算的技術，到網路中尋找閒置的電腦，並將工作依據適當的比例分配，送到這些電腦上執行，然後將結果送回，因為有效的運用電腦資源，也許不到十分鐘就能完成此工作。這些電腦並不一定位於同一個組織或地點，甚至可以不在同一個國家，而只是透過網際網路將電腦資源分享出來，以上就是網格運算的概念[1][9]。

受限於經費和預算，許多學校因此無法持續更新電腦軟硬體設備，但只要將現有的設備加以檢視，我們可以發現有許多閒置的電腦資源可以利用。例如，一台兩年前添購，具有 Pentium III CPU, 128MB RAM, 20GB HDD 的個人電腦，如果只是用來上網和文書處理，其計算能力與儲存空間絕對足夠，但是單獨拿來當成伺服器又嫌不足，如果能夠將分散於校內的數台此類教學或行政電腦加以連結，其運算能力的結合可能並不小於添購一台昂貴的高階伺服器。更進一步而言，一些無法更新電腦軟硬體設備的學校，也可以藉由網格運算技術來分享其他學校閒置的電腦資源。

目前各級學校的校內資訊課程都是利用電腦教室上機的方式進行授課，因此除了電腦課外，其他學科很難利用電腦進行輔助教學，因為電腦教室可能不敷使用。無線網路可以用來解決此一問題，經由無線網路加上個人數位助理(PDA)，平板電腦(Tablet PC)或筆記型電腦，一般的教室只要架設無線網路橋接器(Access Point)就可以進行電腦輔助教學[16]。因此本計畫的構想是以無線網路為前端架構，以網格運算為後端架構，建立一個能具備方便與資源利用的無線網路學習平台。

## 二、研究目的

本研究主要希望達成以下目的：

- (一) 利用無線網路之便利與彈性，使教師與學生隨時可以用電腦作為輔助教學工具，不必受限於固定的時間和地點，使得數位學習的方式更有彈性。
- (二) 整合校內閒置電腦設備加以利用，以期能物盡其用並節省經費。
- (三) 促進校際間資源整合與交流，使得資源較缺乏的學校也能享有高速的電腦運算能力和龐大的資源。

## 三、研究方法

依據現今的教學模式區分[3]，數位學習可以分為以下三種 (1)即時視訊教學—應用高速網路進行即時雙向視訊教學，學生與教師雖然位於不同地點甚至不同國家仍可透過視訊設備進行面對面授課。(2)網路線上學習—利用

電腦軟硬體與網際網路建構出線上教學系統，學生可以不限時間與地點利用網路連接系統進行學習，這種方式強調的是便利與彈性，也可以隨時重複學習課程。(3)複合式學習模式—結合以上兩種方式，在固定的時段進行即時視訊教學但其餘時間為網路教學，例如將視訊教學的課程於課後製作成影音檔於網路上播放，以利無法收看即時視訊教學者補課。本研究的教學模式將採用第三種模式，結合即時與網路教學模式。

本研究的實驗地點為台中縣私立立人高級中學，目前校內已經擁有一套功能強大的英文電腦輔助教學(CAI)軟體，可以進行互動式的英語說、聽、讀，寫全方位之訓練課程。並能於課程中實施即時測驗以評估教學成效。但目前此軟體只能在電腦教室使用，如果也能在一般教室使用將可以更加發揮其功能。因此我們將利用此英語教學軟體，配合本計畫建構出一套無線英語教學系統。使得更多老師與同學可以使用此一 CAI 軟體。

上述的教學軟體如果要能應用於無線區域網路環境，勢必添購另一台高階伺服器才能應付所需，而且隨著使用者數量的成長及教學內容的增加，又必須不斷增加伺服器配備，為克服此一問題，本研究將著重於以網格技術串聯學校內的閒置電腦資源，以取代昂貴的伺服器作為無線網路的學習平台。為建立此一平台，我們將依圖 1 之架構來設計系統。

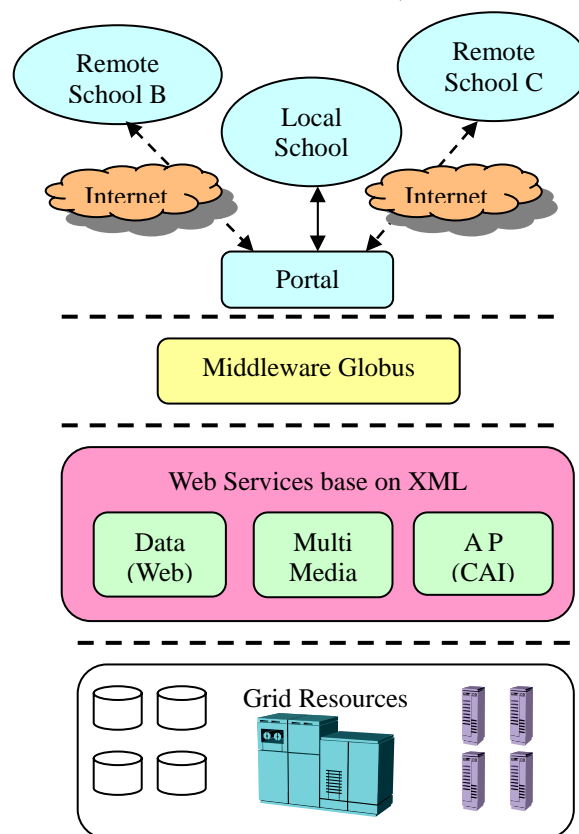


圖 1 系統規劃架構圖

(一) 前端部分:

無線裝置例如個人數位助理, 平板電腦, 或筆記型電腦等工具, 以無線區域網路方式連接教學入口網站。此入口網站, 不但可以提供校內使用, 亦可透過網際網路供外校作為無線教學平台, 達到校際分享交流資源的目的。

相較於傳統的電腦教學使用一般電腦教室上課會受到教室時間和地點的限制, 以無線網路進行電腦教學較有彈性, 不必受限於上課的時間和地點。因此可以更廣泛的在一般上課時間應用電腦進行教學, 而不用將學生帶到電腦教室上課。至於無線網路的連線方式我們試舉較常見的兩種[5]:

(1). AD-Hoc 模式:

此模式為點對點傳輸模式, 每台電腦以本身的無線網路卡和其他電腦連接形成一個小型網路, 優點為架設快速容易, 缺點為不易與其他網路連結。如圖 2

(2). Infrastructure 模式:

透過 Access Point 與有線網路相連, 以達到連線目的, 優點為可以存取有線網路上的資源, 缺點為需要購置橋接器成本較高。如圖 3

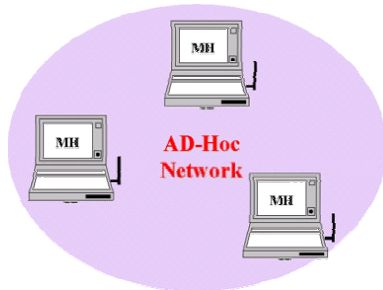


圖 2 AD-Hoc 無線傳輸模式

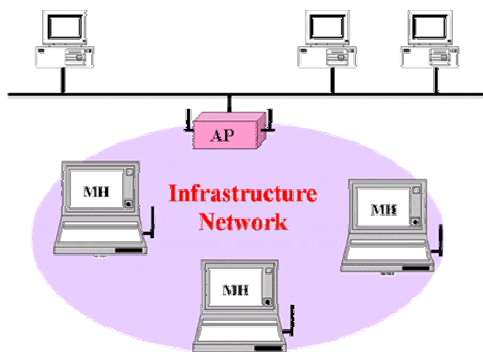


圖 3 Infrastructure 無線傳輸模式

因為我們的研究必須以無線網路存取校內區域網路上的教學資源, 因此 Infrastructure 是比較適合本研究的傳輸模式。

(二) 中介軟體:

由於我們將使用網格技術來取代集中式的伺服器, 也就是連接學校內數台較低階的個人電腦使其擁有如同高階伺服器的運算能力。因此必須使用一種網格中介軟體 (Middleware) 來達到此一目的。

在網格運算中, 首先要清查網格裡所有可用的資源, 比如那些主機可供使用, 還剩下多少處理能力, 資料庫裡可供使用的資料是什麼, 共用的應用程式是否已就緒, 共用主機採用何種系統等。接下來, 用戶要求的工作要由系統來分配資源並控制其運作, 包括要將工作分配到那些主機上運作, 運用那些資料, 啟動何種應用程式, 何時開始運作等。以上這些就是網格中介軟體的工作[13]。

我們在此研究中將採用 Globus 做為系統中介軟體。Globus 是美國 Argonne 國家實驗室所發起的專案, 全美有 12 所大學和研究機構參與了該專案。Globus 的主要工作目標是針對資源管理, 安全, 資訊服務及資料管理等網格計算的關鍵理論進行研究, 並開發能在各種平臺上運作的網格運算工具軟體 (Toolkit) 以建立和規劃大型的網格試驗平臺, 以及開發適合大型網格系統運作的應用程式。

Toolkit 是 Globus 最重要的成果, 其第一版在 1999 年推出, 截至 2003 年 7 月的最新版本是 Release 3.0。Globus Toolkit 是免費軟體且公開程式碼, 任何人都可以從其網站上下載軟體和程式碼。目前 Globus 的技術已在 NASA 網格 (NASA IPG)、歐洲數據網格 (Data Grid)、美國國家技術網格 (NTG) 等多個計畫中加以應用, 預期將會有更多網格相關計畫使用 Globus [2][11]。

(三) 後端資源:

校內部份一利用叢集系統和區域網路來模擬資料伺服器, 多媒體伺服器, 以及應用軟體伺服器, 無線網路前端的基本計算能力與資料來源由此獲得。目前預計整合的教學資源, 包含英語教學 CAI 軟體與多媒體資料庫。目前校內除了前述 CAI 教學軟體外, 另有一套隨選視訊 VOD (Video On Demand) 系統, 能透過 Web 提供多媒體影音串流服務, 與 CAI 教學軟體整合可收相輔相成之效, 此為校內網格架構部分。

校外部份一透過 Internet 與其他學校或單位之電腦資源連結, 此資源可能是個人電腦叢集, 大型主機, 或者資料庫。由此可以獲得額外的運算能力和更加豐富的資料來源[8]。

以上所述之資源我們將以 XML 為基礎的



網路服務(Web Service)技術進行整合。網格運算雖然可以整合組織內的電腦資源,但這些資源可能分別存放於異質性平台,要使這些資源能互相溝通就必須靠 XML 網路服務做為資訊傳遞的基礎。

以網路服務為基礎的介面不但能使網格上的資源整合更容易,也使經驗的複製更快速,如果將來要將此研究成果複製到其他學校,基於網路服務的開放特性,複製的過程將會更為順利。

#### 四、系統架構

在系統實作上,除了無線網路的應用之外,我們將會在校內利用現有電腦建立兩套叢集電腦(PC Cluster)系統,並與東海大學資訊系高效能計算實驗室的叢集系統互連,以形成一個完整的網格架構,圖 4 為系統實作架構圖。

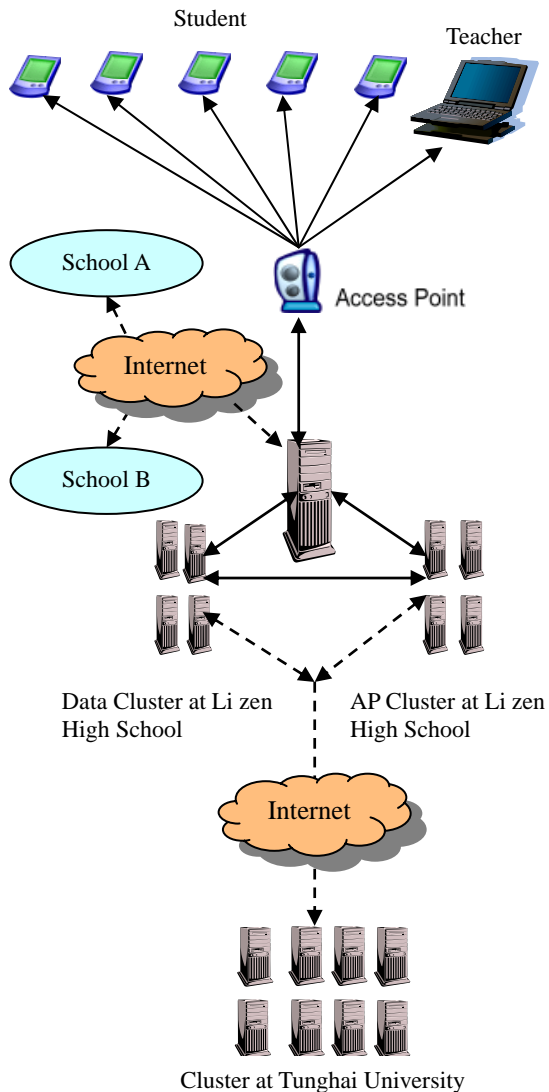


圖 4 系統實作架構圖

由圖 4 可以看到,教師與學生透過 Access Point 以平板電腦(Tablet PC),個人數位助理(PDA)或筆記型電腦等行動裝置進行互動式的即時線上教學。上述行動裝置是以 IEEE 802.11b 傳輸協定與 Access Point 進行連接,其傳輸速度為 11 Mbps,將來可以視需要更換為速度更快的 IEEE 802.11a 或 802.11g 傳輸協定。表 1 為目前常見的數種無線傳輸方式之比較。前端裝置因為是採用無線網路方式,因此可以在一般教室進行教學,不需使用電腦教室,對於課程的安排及上課時數的控制將會更有彈性[12]。

表 1 各類無線傳輸方式比較表

| Type      | Bandwidth  | Range       |
|-----------|------------|-------------|
| IrDA      | 115.2 Kbps | 1.83 Meters |
| Bluetooth | 1 Mbps     | 10 Meters   |
| Home RF   | 10 Mbps    | 50 Meters   |
| 802.11a   | 54 Mbps    | 50 Meters   |
| 802.11b   | 11 Mbps    | 100 Meters  |
| 802.11g   | 54 Mbps    | 100 Meters  |

上述無線網路教學的應用程式及資料來源皆透過圖 4 的網站伺服器(Web Server)來做為中介,我們將會在此網站伺服器上應用 XML 技術及 Globus 中介軟體來做為與應用程式與資料來源的溝通橋樑[14]。透過 XML 技術,能使散佈在網格上的不同型態資料互相傳遞,達成資訊整合的目的。Globus 則是負責工作分配及資源管理,兩者各司其職,互相配合。

有關 XML 技術在無線網路的應用已經有許多研究成果並已被普遍採用[7][10],我們所著重的是利用網格運算技術將原先的資料伺服器(Data Server)和應用軟體伺服器(AP Server)用校內的閒置電腦代替,因此我們將以兩套個人電腦叢集系統(PC Cluster)來取代原先必須添購的兩種伺服器,以達到節省經費和資源完全利用之目的。

此兩套叢集電腦皆為目前校內已有的電腦設備不需另外添購,每套叢集電腦由四部個人電腦組成,每部個人電腦的配備為 Pentium III 600MHz CPU, 128 MB RAM, 20 MB HDD, 10/100 Fast Ethernet, 作業系統為 Red Hat Linux 9.0。其中一套叢集電腦負責資料的儲存和管理,另一套則負責應用軟體的執行工作。

依據國家高速電腦中心的研究顯示[4],由於個人電腦的價格不斷下滑,而高階伺服器甚至超級電腦價格仍然居高不下,由個人電腦所組成的叢集系統因此擁有非常高的「價格效能比」,也就是相同的運算工作以個人電腦叢集系統來執行比使用高階電腦成本更低,而且效

能的差異並不大，因此以個人電腦叢集系統來取代高階伺服器是具有良好的成本及效能。圖 5 為各種高階機器與個人電腦叢集系統之價格與效能比。

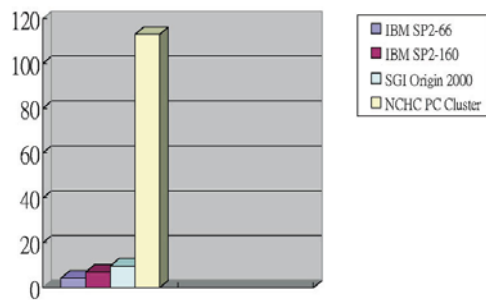


圖 5 個人電腦叢集系統與各種高階機器之價格與效能比

如果校內的資源還是不足以應付所需，例如上物理課時需要計算一個較為複雜的物理問題，以校內的系統來計算需要十分鐘才能完成，此時系統可以將此工作透過網際網路交給網格內的更高階系統(例如東海大學資訊系的叢集系統)去計算，也許只要一分鐘就可以得到答案，如此就像連接一台校外的高效能電腦。如果網格內類似的高階系統持續增加，整個網格的運算能量也會相對增加[15]。

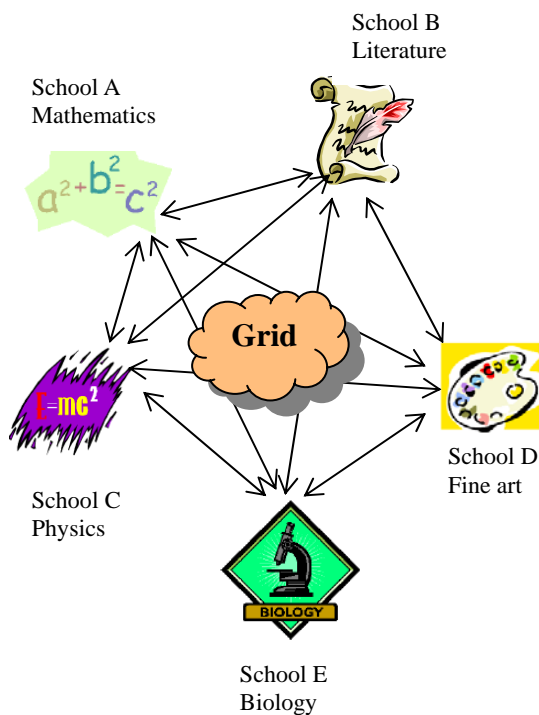


圖 6 網格夥伴學校架構圖

本研究所建立的系統不但可以應用於校內教學，也可以供校外其他學校透過網際網路一起分享其運算能力及資料。在此我們提出一個「夥伴學校」的網格虛擬組織概念，也就是說「夥伴學校」可以在網格上分享既有資源的“資源接受者”，但也可以是提供資源的“資源提供者”。每個夥伴學校可以依其專長提供不同的教學資源，例如學校 A 可以提供數學類的教學資源，學校 B 可以提供文學類的教學資源等等，如此各夥伴學校可以集中資源發展自己的專長，又可以利用他校的專長教學資源，可以避免教學成本的投資浪費，圖 6 為夥伴學校架構圖。

## 五、未來研究方向

- (一) 本研究使用之前端裝置目前只限於無線區域網路 IEEE 802.11b 傳輸協定，並未採用適用於行動電話之 GPRS, PHS, CDMA 等傳輸方式，然而上述三種通信方式將來在行動商務的地位必然會非常重要，因此下階段的研究重點將會朝網格運算在行動通信的應用上努力。
- (二) 夥伴學校的建立可以等同建立一個「知識網格」這些加入網格的學校或組織 要如何管理以及資源要如何分配，都可以是決定網格運作是否成功的重要因素。
- (三) 網格的精神是資源共享，但隨著網格組織的擴大，資訊安全的考量將更為重要，因為資訊安全將會影響原本不在網格上的學校和組織加入網格的意願。

## 六、結論

本研究希望藉由無線區域網路，使教師及學生可以彈性於一般教室或校內利用行動裝置上課，不必受限於使用電腦教室所帶來之不便，因而建構出一個更為完善的數位學習環境。同時利用網格技術整合校內閒置電腦，以節省經費並充分利用資源。若能普遍廣為採用，將可節省大筆軟硬體設備添購經費，並達成校際間資源互補及共享之目標。而經費較為不足之學校，透過網格技術也可以獲得更好的服務及龐大的教學資源。藉由夥伴學校的不斷加入我們也預期研究成果及經驗，可提供做為欲發展無線網路學習平台之學校參考，以節省其開發類似系統的成本及時間。

## 七、參考文獻

- [1] 行政院國科會國家高速電腦中心、IBM共同合作展開「TIGER計畫」  
<http://www.st-pioneer.org.tw/news/910731-1.htm>
- [2] 從理論到實踐——Globus網格計算理論及其應用，新華網（2002-05-08）  
<http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/forum.xinhuanet.com/index.html>
- [3] 陳年興、石岳峻，“網路教學系統之功能分析與實作”，中華民國第十三屆電腦輔助教學研討會，pp81-104，五月 1999
- [4] 黃國展、陳敏、周朝宜、張西亞，“PC Cluster上叢集及工作管理軟體之發展”，第二屆離島資訊技術與應用研討會，pp236-246，六月 2002
- [5] 無線通訊技術比較  
<http://www.joystudio.com.tw/wireless/wireless.htm>
- [6] 梁佳玲 “影響網路學習成效之因素研究” 國立屏東科技大學 資訊管理系 碩士論文，pp20-37，七月 2002
- [7] Chi-Wei Lan; Chun-Chou Chien; Meng-Yen Hsieh; Chen, I.; A mobile e-commerce solution, *Multimedia Software Engineering, 2000. Proceedings. International Symposium on* , pp 215 -222, 11-13 Dec. 2000
- [8] Clarke, B.; Humphrey, M.; Beyond the "device as portal": meeting the requirements of wireless and mobile devices in the legion grid computing system.; *Parallel and Distributed Processing Symposium., Proceedings International, IPDPS 2002*, pp192 -199, 15-19 April 2002.
- [9] Fran Berman, Geoffrey, Tony Hey.; Grid computing – *Making the Global Infrastructure a Reality*.; 2002 John Wiley & Sons Ltd, pp 9-49 ISBN: 0-470-85319-0
- [10] Gang Xue; Fairman, M.J.; Cox, S.J.; Exploiting Web technologies for Grid architecture, Cluster Computing and the Grid, *2nd IEEE/ACM International Symposium CCGRID2002* pp 256 -257, 21-24 May 2002
- [11] Introduction to Grids and the Globus Toolkit  
<http://www.globus.org/training/grids-and-globus-toolkit/>
- [12] Lehner, F.; Nosekabel, H.; The role of mobile devices in E-Learning first experiences with a wireless E-Learning environment, *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2002. IEEE International Workshop on* , pp 103 -106, 29-30 Aug. 2002
- [13] Louis Ferreira et. al, *Introduction to Grid Computing with Globus*.; IBM Redbooks 2002, SG24-6895-00.
- [14] Marlon E. Pierce, Choonhan Youn, Geoffrey C. Fox; The Gateway computational Web portal.; *Concurrency and Computation: Practice and Experience Volume 14*, pp1411-1426, 2002
- [15] Thomas Phan, Lloyd Huang, Chris Dulan; Challenge: Integrating Mobile Wireless Devices Into the Computational Grid, *ACM MOBICOM'02. 23-26 September 2002*, pp 271-278 Atlanta, Georgia, USA.
- [16] Tzu-Chien Liu; Hsue-Yie Wang; Jen-Kai Liang; Tak-Wai Chan; Jie-Chi Yang; Applying wireless technologies to build a highly interactive learning environment, *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2002. Proceedings. IEEE International Workshop on* , pp 63 -70, 29-30 Aug. 2002