應用視訊格網技術來達成線上協同教學模式

謝昆霖 [1] 王聖銘 [2] 鄭承昌 [3] 郭俊賢 [4] 林俊男 [5] 石琢暐 [6]

[1] 台東大學資管系助理教授 台東市中華路一段 684 號
Tel：(089)318855 ext2652 E-mail：klhsieh@cc.nttu.edu.tw
[2] 台東大學資管系助理教授 台東市中華路一段 684 號
Tel：(089)318855ext2652 E-mail：ryan@cc.nttu.edu.tw
[3] 台東大學初教系助理教授 台東市中華路一段 684 號
Tel：089-318855ext2001 E-mail：cjeng@cc.nttu.edu.tw
[4] 台東大學電算中心技術師 台東市中華路一段 684 號
Tel：089-318855 E-mail：chkuo@cc.nttu.edu.tw
[5] 南華大學資管所研究生 嘉義縣大林鎮中坑里中坑 32 號
Tel：05-2721001 E-mail：A103p2@yahoo.com.tw
[6] 台東大學數學系台東市中華路一段 684 號
Tel：089-318855ext2511 E-mail：gohiei@nttu.edu.tw

摘 要

對於視訊會議及影音資料傳輸機制的快速發展與大量應用，植基於開放原始碼(open source)架構下的視訊格網(access grid, AG)逐漸受到產官學研界在實務層面的高度重視與延伸應用。學習的方式在新一代的資訊環境架構下已經成為多元管道的模式，一些課程的學習也將不僅侷限於單一指導者的教學模式，這些課程的特色就是具整合性思維（例如：電子商務、製商整合、供應鏈管理等），因為課程涵蓋範圍非常廣泛，需要的專業知識將是多元且全方位，所以迫切需要多個指導者來共同教學，如此才能讓學習者在思維上更為周延、並且能清楚瞭解到各層面介接的概念，而這也使得協同式的教學模式的需求為明顯。本文主要目的在探討以 AG 技術開設線上協同教學之可行性，除在文中針對這樣的軟硬體環境架構作一介紹外，我們也提供個案實例的執行狀況來討論在寬頻學術網路中，如何透過新一代的開放式視訊格網軟體搭配既有的網路環境來達成雙向互動的多指導者線上協同教學。

關鍵詞：視訊格網、協同教學、線上學習

Applying Access Grid Technology into Achieving On-line Collaborative Teaching Mode

Kun-Lin Hsieh [1] Sheng-Ming Wang [2] Cheng-Chang Jeng [3]
Chun-Hsien Kuo [4] Chu-Nan Lin [5] Joe-Wei Shie [6]

[1] Assistant professor, Department of Information Management, National Taitung University
Tel：(089)318855 ext2652 E-mail：klhsieh@cc.nttu.edu.tw
[2] Assistant professor, Department of Information Management, National Taitung University
Tel：(089)318855 ext2652 E-mail：ryan@cc.nttu.edu.tw
[3] Assistant professor, Department of Elementary Education, National Taitung University
Tel：089-318855ext2001 E-mail：cjeng@cc.nttu.edu.tw

[4] Engineer, Computer and Communication Center, National Taitung University
Tel：089-318855 E-mail：chkuo@cc.nttu.edu.tw
[5] Master degree candidate, Department of Information Management, NanHua University
Tel：05-2721001 E-mail：A103p2@yahoo.com.tw
[6] College Student, Department of Mathematics Education, National Taitung University
Tel：089-318855ext2511 E-mail：gohiei@nttu.edu.tw

Abstract

The applications will be more variety and diversification since following the infrastructure of TaiWan Advanced Research & Education Network (TWAREN) being gradually completed. Besides, the application software of open source have been focused at recent years, particularly, the access grid (AG) technology had gradually been mentioned by many researchers and practitioners. The learning mode had changed with the considerations of multi-instructors and on-line, that is, the on-line and collaborative learning mode. The main purpose of this paper is to discuss how to make change to the teaching mode by using AG technology. In this article, we proposed a rational architecture to implement it with respect to the requirements of hardware and software. Besides, we also proposed our experienced results of an experimental case.
Keywords: Access Grid (AG), Collaborative Learning, e-learning

一、前言

因應網路傳輸速率的提昇及網路管理機制與方法的創新，架構在寬頻學術網路環境下的應用發展也就更多樣性與多元化，綜觀現階段的應用發展並評測未來，我們可以發現到無線網路與視訊會議及影音資料傳輸將是兩大應用發展主軸。在以 IP (internet protocol) 為基礎的網路視訊會議架構，目前已逐漸取代利用傳統電話線所建立 ISDN(integrated service digital network)視訊會議機制。除了因為寬頻網路基礎建設逐步完成外，在高頻寬的網路環境下視訊品質提昇及相關資訊技術的改良突破則是另一大契機，例如創新技術的發展，例如：架構在開放原始碼(open source)架構下的超級視訊格網(access grid, AG)的發展（Futures Lab., 2004；台中區網中心，2003；東華大學，2003），都是引發網路視訊會議應用的基礎。

現行台灣在推動挑戰 2008 國家發展計畫中，特別強調數位競爭力的重要性，也積極的推廣 e-Learning 及數位內容的建置與應用。過去相關的研究指出許多網路教學課程是將數為教材及教學影音檔放置於網站上，再讓學習者自行上網瀏覽學習，這種方式雖可提供學者彈性的學習方式，但卻十分缺乏指導者與學習者間的互動性；有學者（Anderson 與 Garrison，1998）便指出一個好的學習過程應該要有指導者與學習者間的互動，而不是只有學習者與教材間的互動。教育是植基於雙向的溝通，師生的互動與學習者彼此間的互動才是教學品質的反應；有鑑於此，在學習活動中若能提供及時互動性的學習方式，將會是一項更具效果的線上學習(汪承蓉與陳年興，2004)。此外，一些課程的學習將不僅侷限於單一指導者的教學模式，這些課程的特色就是具整合性思維（例如：電子商務、製商整合、供應鏈管理等），此類課程將需要多個指導者來共同教學（因為課程涵蓋範圍非常廣泛，需要的專業知識將是多元且全方位），如此才能讓學習者在思維上更為周延、並且

能清楚瞭解到各層面介接的概念，而這也使得協同式的教學模式的需求為明顯。將寬頻網路結合視訊會議的機制應用在教學課程上是有其可行性，且其成效應該也是可預期的，在實際的執行上首先將面對資訊技術的相關問題(陳明君、蔣振宇、余憲政、陳年興，2004)。本文除將探討相關的發展與應用外，也將整理一些現有寬頻網路視訊會議的資訊技術，我們也將提供一個經驗性的試驗結果來展現在寬頻學術網路環境下如何透過視訊格網軟體來開設一個協同式教學模式之參考。

二、台灣寬頻國際學術網路連線與應用發展

網際網路（Internet）在多年前由軍事用途逐漸發展成為支援學術研究的主要骨幹，到目前已成為全民普及化的工具。據台灣網路資訊中心（TWNIC）的統計，台灣寬頻上網普及率和滲透率全球第四，而十月份公布 2004 年「台灣寬頻網路使用」調查年中報告，截至今年 7 月中旬為止，台灣地區上網人口成長到 1274 萬人，上網率達 61.17%。五成(49.47%)家庭實際使用寬頻上網 (台灣網路資訊中心，2004)。學術界在網路上的開創使用，基於開放、自由、銜接容易與使用方便等特性，不僅成為國際上資訊交換、傳佈的主要管道，更為國際間衡量他國研究與經濟競爭力的重要指標（TANet2, 2001）。從 1999 年起國內便積極推動合作參與美國於 1996 年 10 月起，由美國克林頓總統宣佈了「下一代網際網路計畫(next generation internet, NGI)」（TANet2, 2001）。而在此計畫中引進了下一代網路技術，讓我國網路技術的研究可與國際同步。同時也希能利用下一代網路所提供的高頻寬、低延遲、與保證頻寬的特性，刺激更多創新的網路應用產生。台灣連結國際網路的機制，已逐漸突破以往的限制，朝全球國際化連線的機制發展。這對支援國際合作型的研究計畫而言，不僅提供了便利的資料傳輸與溝通的管道，更能彼此分享計算機資源，也更能發展一些高速計算需求的應用。

三、網路視訊會議應用發展與架構規範

本文所討論的網路視訊會議主要是針對具有實體 IP 基礎的架構，此類網路視訊會議主要是透過以 IP 連線為基礎的電腦或連線設備，經由影像及語音輸出入的裝置以及網際網路的連結，使得各與會者在無實體接觸的狀況下，卻能同時看到彼此的影像及聲音，並參與資訊交換、意見溝通及議題討論。在多點視訊會議機制的服務下，雖然與會者可能散布全世界各角落，但只要在所約定的時間同時登入上線，則就可如同坐在同一個會議室開會一樣。視訊會議為達成雙向溝通能力，會議室雙方均配備有攝影機，顯示器，麥克風，喇叭等裝備，並經由寬頻網路得 IP 位址的設定連接。會議中除了拍攝與會人員外，也可透過介面設計的方式嵌入電子白板或播放投影片的切割畫面，以分享書面資料。因此影像訊號部分常用畫面分割及靜止畫面同時顯示等方式加以處理，例如可依據發言者而切換畫面，或將兩個通道之影像訊號以觀視比 8:3 方向，在垂直方向上將 2 個畫面重疊傳送；後者之方式是先中斷動態畫面而載送靜態畫面，以便靜態畫面說明得以配合動態訊號，同時在兩顯示器上。視訊會議的影像變動很少，因此數位化處理的影像訊號可以大幅減少，對於長距離區間的傳送成本也可大幅降低(Lin, 2003；寬頻應用網，2003）。目前以網路視訊會議的架構來分類，概略可分為會議室型(Room-base)、商用電腦型(PC-base)及多點視訊橋控制單元(Multipoint Control Unit, MCU) （寬頻應用網，2003）。而若依連線性質來看，可分為點對點(peer-to-peer)、點對多點視

訊(multipoint)及高階多點視訊會議系統(MCU transcoding)。多點需求解決方案大致上分為下列兩種運作機制：（1）利用網守主機(gatekeeper)，透過的通訊規範，建立每個使用者端自己獨一的號碼、名稱或代號，以取代真實的 IP 位置，而達成控管使用終端視訊相關設備的目的；（2）透過多點視訊橋接器(MCU)，達到多點對多點的視訊會議聯繫，而不再是點對點的視訊會議而已。而在網路視訊會議軟體上，其種類從簡單的 Microsoft MSN 所提供的介面，或隱藏於 MS Windows XP 作業系統中的 Netmeeting 軟體，到專業軟體公司所發展的商業視訊軟體，以及控制 MCU 及 Gatekeeper 的專業級軟體及系統韌體等。使用者可搭配所使用的硬體，選擇應用軟體做應用。上述所提的相關商業網路視訊軟體，一般都是屬於封閉式的系統，使用者無法針對自己的特殊需求，再外掛自己所發展的模組。架構在開放原始碼(open source)概念下的超級視訊格網 Access Grid (AG)則是近年來逐漸受到產官學研重視的視訊會議軟體（Future Lab., 2004: TWAREN 台中區網中心, 2004; 東華大學，2003）。超級視訊格網 AG 是由美國阿岡國家實驗室 ANL(argonne national laboratory)所開創的一種新式視訊會議系統，AG 是因應資訊交流所設計的新一代溝通平台，其整合視訊影像、語音與多元化資料(如監視影像、預報成果等)，並可進行群體間(多點對多點 group to group)之多方網路視訊會議。超級視訊格網 AG 目前至少有全世界 150 個學校或機構裝設相關的系統，並開放 24 小時的運作。亦即使用者只要透過申請取得相關 Gateway 的使用權限，即可上線作群組會議。目前國內學術網路的區域網路中心都有裝設超級視訊格網 AG 的應用系統，相信超級視訊格網 AG 將可發展成為國際間教育合作之基礎設施(如圖 1 和圖 2 所示)。

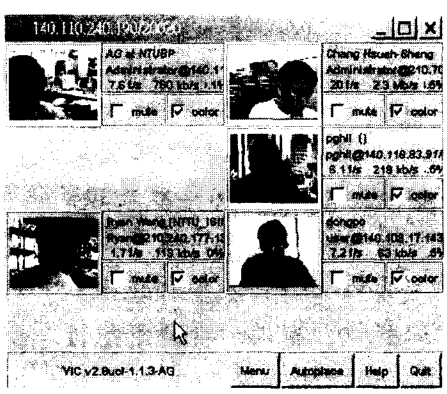
圖 1.利用 AG 進行工作會議討論

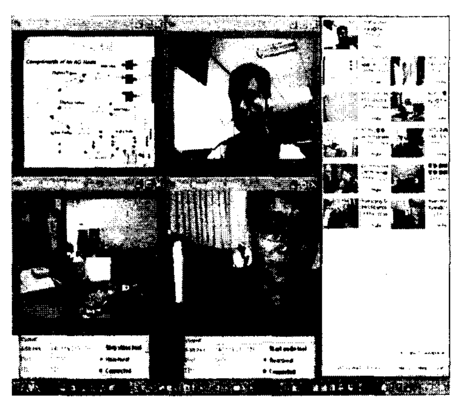
圖 2. AG 進行會議線上內容直播

四、AG 建置系統分析與設計

4.1 硬體架構與設備

4.1.1 硬體環境

要導入 AG 於應用教學環境，一個簡易的應用架構如圖 3 所示；參與協同教學合作的學校與相關的協力教學單位均必須具有各自的 AG 架構，並透過網路連線的環境來進行協同教學。一般之 AG 系統為達成支援群組功能，最基本的架構如圖 4 所示。

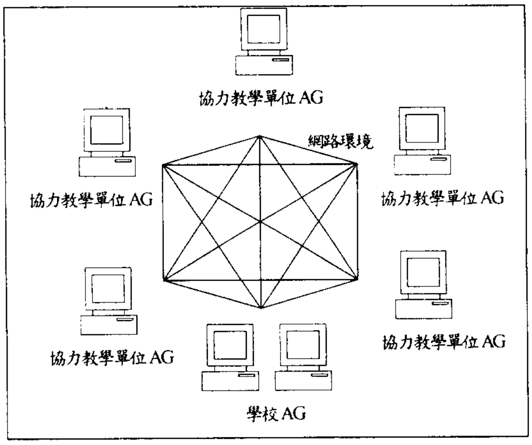

圖 3 利用 AG 進行協同教學建置圖

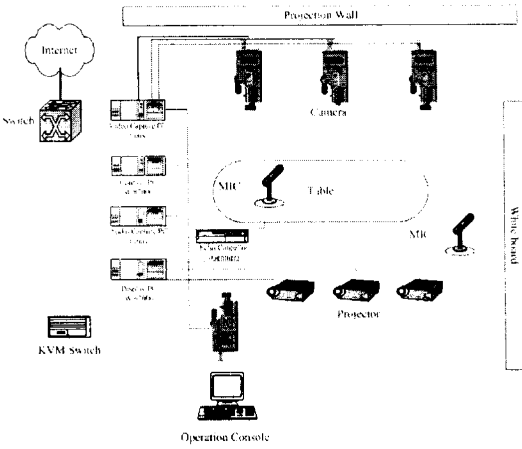

圖 4 一個 Room-based AG 系統架構

4.1.2 設備說明

我們將說明一個在考量成本及應用便利性下所設計的移動式 AG 推車。移動式 AG 推車本身含面板，該面版的設計主要是配合需求另行設計，再委由外包工廠直接生產，移動式車內所需配件計有：SANYO PLC-SU40 液晶投影機一台、15U 機架車（19”）一台、PC 主機一台、內附鍵盤、滑鼠、30W 喇叭、電源線一條、無線網路卡。這些配件的架設與相關操作說明可參考下圖。

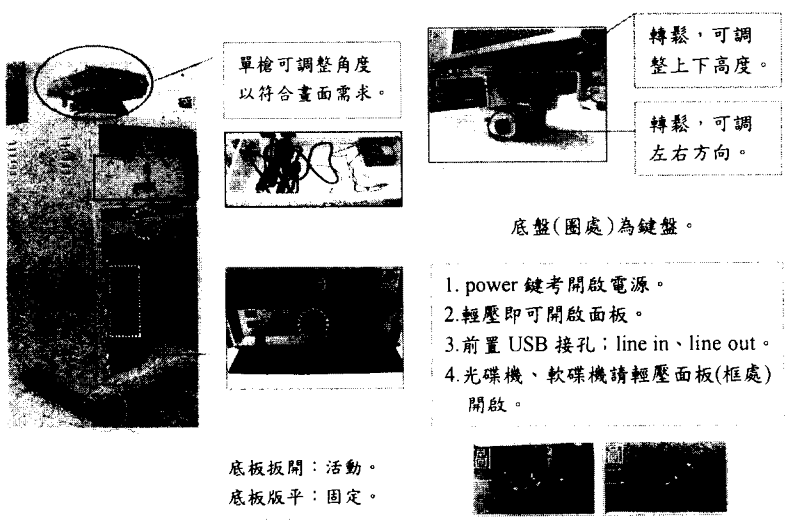

圖 5 移動式 AG 車詳細設備和操作說明。

4.1.3 軟體安裝

現階段所採用的 AG 軟體為開放式軟件，相關的軟體需求可以從網路上的應用資源（http://www-unix.mcs.anl.gov/fl/research/accessgrid/software/releases/2.3/windows.html）直些下載並進行安裝，主要有三個軟件：ActiveState Python 2.3、wxPython 2.5 及 Access Grid Toolkit 2.3 需安裝，安裝程序在各下載資源區均有詳述（東華大學，2003；TWAREN 台中區網中心，2003），本文並不加詳述；一般使用者只需要安裝 AG 使用端的系統即可，在完成相關軟件的安裝後，使用者在第一次使用時，系統將會自動開啟認證申請程序，在登錄使用者基本資料後，約一至三日 AG 認證中心將會完成認證機制並 e-mail 通知使用認證核准資訊（現階段，國家高速電腦中心也正規劃建置屬於國內的認證中心）。在完成認證程序後，使用者便可以利用 AG 使用端系統連上 AG 伺服主機（Bridge Server），以目前國內來

說，計有七校提供 AG 伺服主機的服務（東華大學，2003；TWAREN 台中區網中心，2003），使用者亦可透過這七校的服務獲得各項技術與教學資源。

一個導入 AG 的協同教學模式，基本的考量應該要將互動式功能整合進來才能方便使用，而所謂的互動式功能如電子白板、文字討論、檔案分享等功能。因為 AG 軟體在軟體便有提供簡易性的操作模式（詳細的內容請參閱以下網址：http://www. accessgrid.org/），且其軟體在功能是將視訊影像（VIC 模組）、聲音訊號（NAT 模組）文字編輯及檔案分享等以不同的模組來執行（詳細的設定說明可參考 http://www-unix.mcs.anl.gov/fl/research/accessgrid/software/releases/2.3/windows.html），所以當使用者連上 AG 伺服主機後，接著可以啟動用戶端的連線軟體來開啟這些功能，例如：即時通訊文字輸入模式(該項功能在用戶端可以直接啟動)，讓使用者可以彼此除了透過影像、聲音的溝通外，也可以自行輸入參考輔助的文字資訊；另外，在文字編輯的視窗功能中，還可以提供檔案上傳以及檔案分享的功能，所以當有需要彼此分享必要的檔案教材或是簡報資料，學習者或是指導者均可以透過此功能獲得必要的資料；此外，還可以透過 AG 軟體功能在線上共享瀏覽畫面，這些操作畫面如圖 6-11 所示。

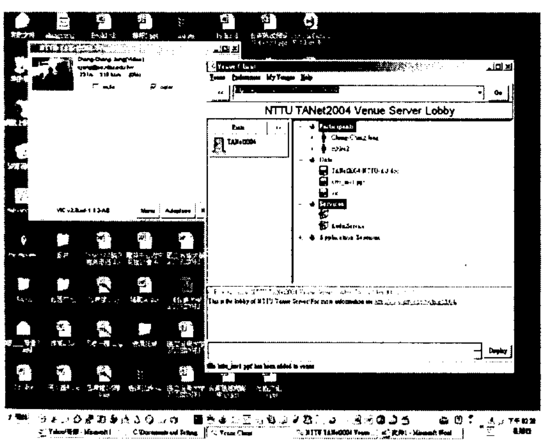

圖 6 AG 軟體啟動圖。

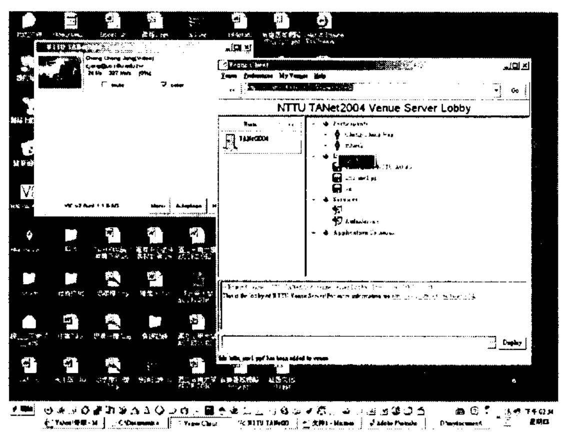

圖 7 上傳共享文件。

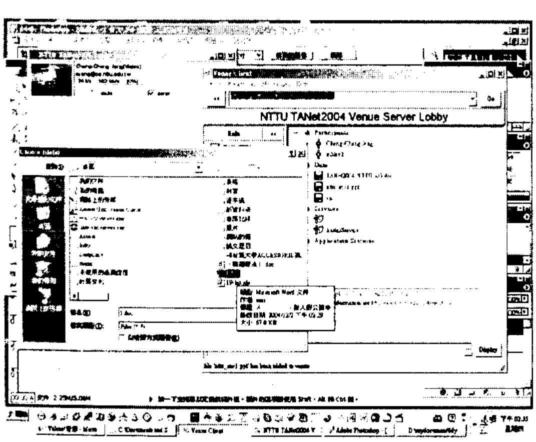

圖 8 瀏覽上傳檔案。

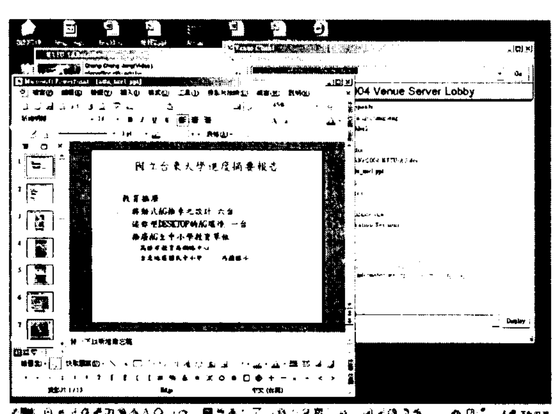

圖 9 開啟教學教材。

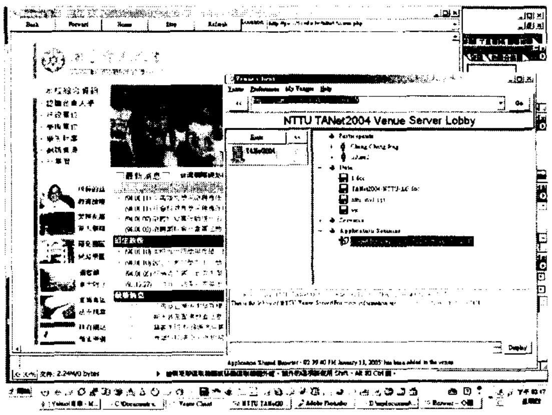

圖 10 同時線上共享瀏覽畫面。

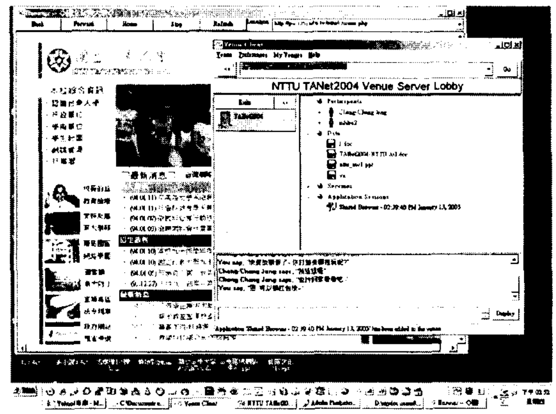

圖 11 執行線上交談模式。

五、試驗案例展示

為評估以寬頻學術網路視訊會議開設國際通識講座的可行性及相關條件分析，本研究小組特別利用 2004 年 9 月底至美國德州奧斯丁參加「Internet2 2004 Fall Member Meeting」的會議」的機會，以台東大學資管系大學部一年級教學課程做國際連線授課的案例測試。圖 12 所顯示的是第二代學術網路 2004 年秋季會員會議會場的無線及寬頻網路連線架構，在測試機器的選定上，國外端是採用 IBM T40 Pentium M 1600 MHz (1.59 GHz)，配備 1.0GB RAM 的筆記型電腦。而視訊設備則為 Logitec 筆記型電腦專用的，35 萬畫素 CMOS Webcam 網路攝影機；而在國內（台東大學）則以 H.323 的機器為 Polycom ViewStation 直接連結台東大學的網守 (Gatekeeper)。而測試超級視訊格網 AG 的機器為 Pentium IV 2.8GHz，配備 512MB RAM 的桌上型電腦。而作為超級視訊格網 Access Grid Gateway 的主機為 Pentium III 2.0 MHz，配備 256 MB RAM 及 Linux 作業系統的桌上型電腦。

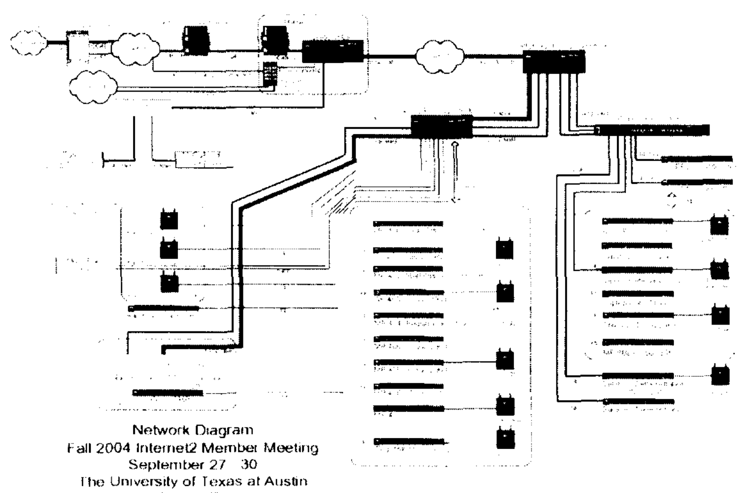

圖 12 第二代學術網路 2004 年秋季會員會議會場的無線及寬頻網路連線架構 (http://events.internet2.edu/2004/fall-mm/networkstory.html)

本案例連線時間為台北時間 2004 年九月三十日早上八點到九點（為美國中部時間 2004 年九月二十九日晚上九點到十點），此時間點無論是在台灣或美國兩端的網路流量都是屬離峰的狀態，必須與其他使用者分享或搶頻寬的問題可被排除外。在課程連線上，我們主要以聲訊及影像傳輸的品質為評估要項，並未將文件

展現及分享或電子白板的機制納入考量。我們以超級視訊格網 AG 連結台東大學的 Gateway server，傳輸畫面的解析度則是系統預設之 352 X 288 的解析度、另在每秒畫面傳輸率(Frame Per-second, fps)上則調整為 15fps，而在以超級視訊格網 AG 測試教學課程的網路視訊連線中，共錄製了四分三十八秒的動態影像，而於這些影像中也記錄了超級視訊格網 AG 在使用時所記錄的傳輸速率，由台東大學透過超級視訊格網 AG 對外影像傳輸最大的速率為 959 Kbps、而由國外端透過超級視訊格網 AG 對外影像傳輸最大的速率則為 841 Kbps（如圖 13），這兩個速率都超過高品質網路視訊會議最小實際頻寬 384 Kbps 的基本限制，在兩者間的溝通與互動上，並沒有影像延滯模糊或聲訊品質不良的問題，而這也驗證了利用既有的校園寬頻網路搭配網路視訊軟體套件來進行國際連線協同授課的可行性。

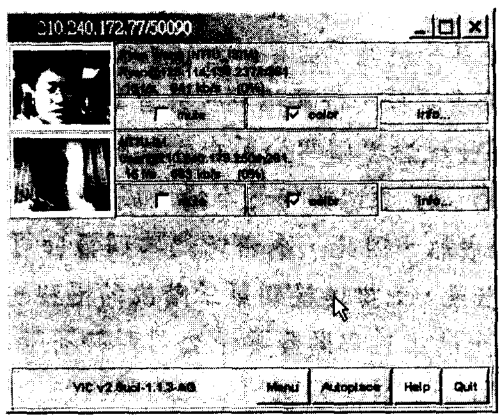

圖 13 利用 AG 做連線測試

我們提供 AG 連線測試時 Venue Server 流量與壓力測試：

（1）測試環境說明

Venue Server：ASUS 1U Server XEON 3.06G*2 + Giga 網路

AG Client 1：P4 PC + 電視擷取卡 + D8

AG Client 2：P4 PC + Logitech USB CCD

AG Client 3：P4 PC + Orite USB CCD

（2）網路環境如下圖所示

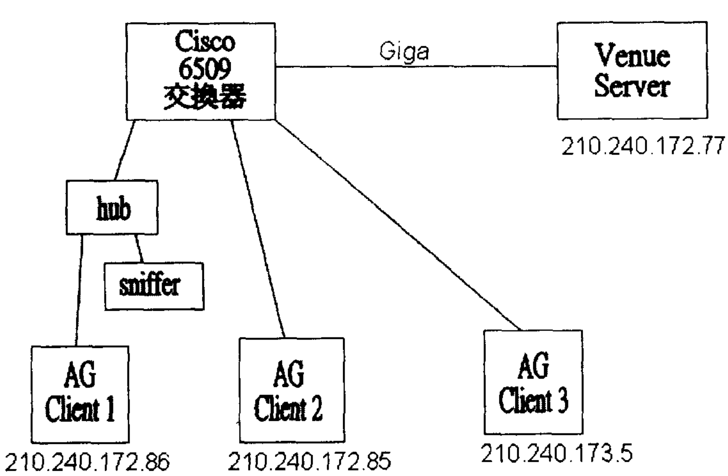

圖 14 AG 流量測試之網路環境

MULTICASTING 環境下之測試結果：

1.Venue Server 和 Client 端會有固定封包在傳送，此封包量固定和影像聲音擷取傳送無關，影像和聲音傳送由 Client 端直接送封包給 Multicast 的 IP 位址(例: 234.1.149.1) 聲音和影像的位址不同，此部份封包不會經過 Venue Server。

2.影像和聲音的傳送量不固定和是否有動作和發言有關，且資料傳送使用 UDP 格式。影像擷取的最大傳送量和機器效量及擷取介面有關，以電視擷取卡和 D8 攝影機為例，封包量就比 USB 介面的攝影機傳輸量大，同樣的攝影機和不同效能的電腦，傳輸亦不同，當機器本身無法滿足影像傳輸的情況下，在有動作位移時，每秒的 Frame 數會下降，但整體傳輸量不變。Client 端按 Mute 影像，只是畫面不再更新但封包仍會送至主機。

UNICASTING 環境下之測試結果：

1.Venue Server 和 Client 有大量的封包量在傳送，除此之外並無其他封包在增加，影像和聲音的資料應由 Venue Server 送來，且各 Client 端會送來少量的封包。其它的特性與 Multicasting 環境測試結果之第 2 點結論類似。

2.由測試結果之流量圖（圖 15）可看出，流量之狀況在所有的 client 端設定皆相同時，約是以線性的方式增加。

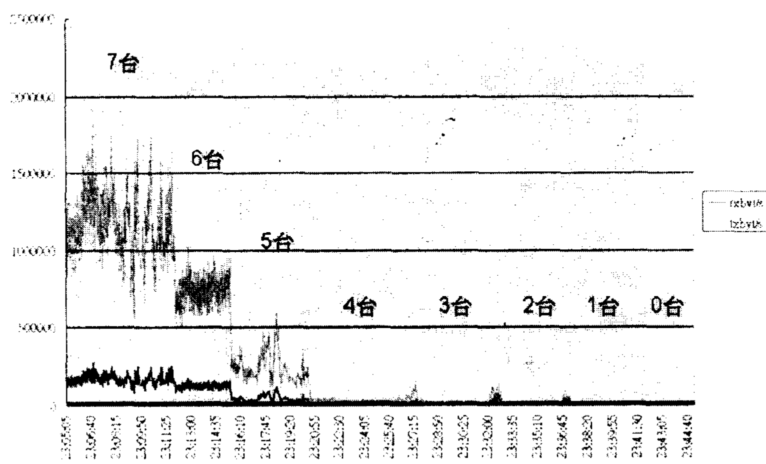

圖 15 UNICASTING 流量圖 (byte/sec)

3.由 UNICASTING 流量監測結果發現（圖 16 所示），連線至 VENUE SERVER 之連線數，可大約以「傳送流量/接收流量 」之簡單線性公式來估計出。

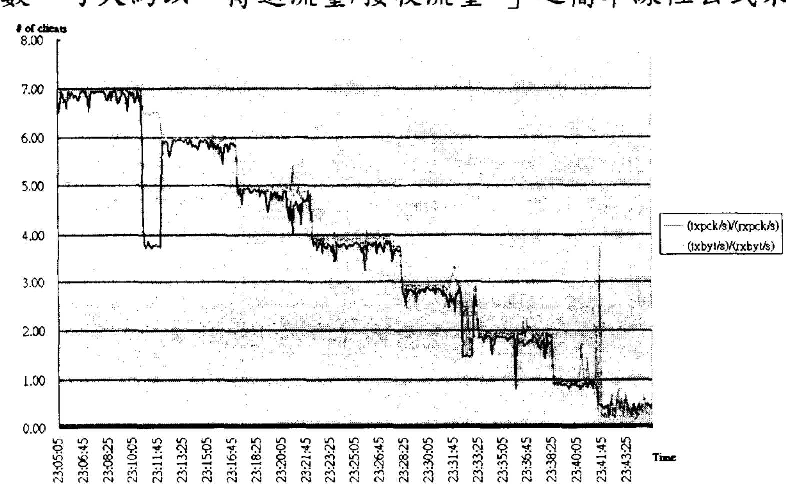

圖 16 UNICASTING 流量監測圖

4.實驗環境的 VENUE SERVER 硬體設備等級較高，故在此測試環境下對此伺服器之 CPU 使用率影響並不因 CLIENT 數的增加而有太大的變化（如圖 17 所示）。

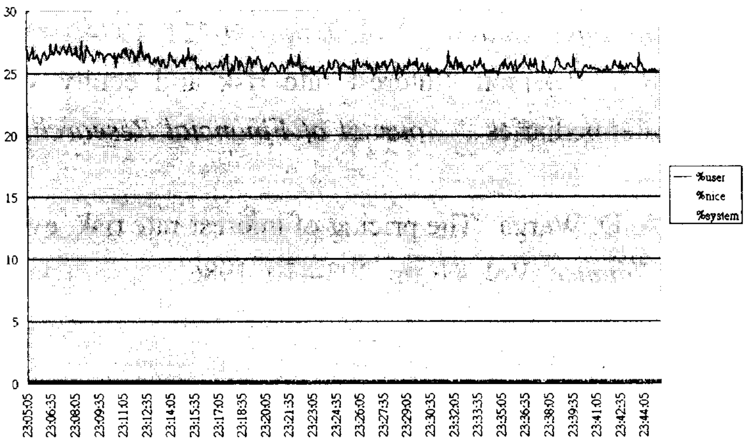

圖 17 AG VENUE SERVER 於 UNICASTING 連線期間之 CPU 使用率

有關 AG 效能評估分析可參考表 1 所示（陳明君、蔣振宇、余憲政、陳年興，2004）；綜合各項 AG 測試結果及效能分析，我們也可以獲得 AG 的主要競爭優勢性如下所述：

（1）Multicast 支援性：具備Multicast 可有效節省區域性網路頻寬的使用，並且可以提供更多的視訊畫面及更多連線點需求。

（2）多點連線機制：Access Grid 軟體本身就具備Client/Server 的架構，所以可以簡單的進行多點連線。

（3）軟、硬體架構彈性：Access Grid 的軟體組成極多，有Web Schedule, Video, Audio Tools, Browser, Desktop Sharing, Chat, etc.，所以容易進行整合性介面開發。例如要進行自動錄影機制的功能的話，在Access Grid 上會較容易整合。

（4）建置成本：Access Grid 的建置費用由極低成本的Webcam配合Desktop PC 的組合到4 台獨立運作主機及硬體Echo Canellation、單槍投影機及無限麥克風等高成本的組合皆可自由依照需求選擇，所以建置成本極為彈性。

表 1 效能分析表

評估項目	結果	評估項目	結果
聲音品質	16KHz	多點連線	透過 Venue server
迴音抵銷	Gentner AP400	最大連線數	受限頻寬及 Venue server 的效能
視訊品質	288KB~692KB	網路頻寬使用	1.8Mbps~7Mbps
網路連線	Multicast, Unicast	相容性整合	VRVS, H.323
互動性	高	建置成本	低
評估項目	結果	管理性	可以建立會議管理機制
軟硬體整合	具高彈性	安全性	可建置 PKI 等級的安全認證
操作性	較複雜	系統組合彈性	高

六、結論與建議

視訊應用的發展則是目前寬頻網路應用發展的主流之一。寬頻學術網路視訊會議的發展與應用，在寬頻網路基礎建設逐步完成後，已跳脫原先受頻寬限制，而處於起飛應用的階段。未來寬頻網路視訊的發展，預期也將循此模式在全球展開。在本篇文章中主要在探討應用寬頻學術網路視訊軟體實施協同教學的發展與應用，文中除了對網路視訊連線應用與發展、網路視訊的架構與通訊規範、以及網路視訊軟硬體及視訊格網 AG 軟體等相關議題做了概要性的分析與討論，我們也從軟硬體上勾勒出一個適合於線上協同教學模式的架構，並透過過去執行的實務經驗與個案試驗，展現其應有的執行程序，將可做為未來各級學校在推動線上協同教學模式上一個技術應用參考。雖然 AG 的應用效能如表 1 所述，但上網連線人數仍需視連線的頻寬而定，在東部這個頻寬受限的環境下，如何讓連線使用者可以充分地運用 AG 系統來達成視訊會議或是遠距教學，也將是本研究後續發展的重點項目之一。

參考文獻

1.台灣網路資訊中心(2004)，網路統計，http://www.twnic.net/index4.php.

2.汪承蓉、陳年興(2004)，網路教學線上即時授課之問題探討與解決方法，*2004 年台灣網際網路研討會*，pp. 141-146.

3.東華大學(2003)，超級視訊格網(Access Grid)遠距視訊與教學應用，www.ndhu.edu.tw/ ~comput/computer_c/net/doc/AG_Project.pdf.

4.陳明君、蔣振宇、余憲政、陳年興(2004)，Access Grid 超級視訊格網在網路教學上的應用探討，*2004 年台灣網際網路研討會*，pp. 135-140.

5.寬頻應用網(2003)，視訊會議介紹，http://www.net-broadband.com.tw/b-21.php?no=10

6.TWAREN 台中區網中心(2003)，何謂 Access Grid 超級視訊格網，國立中興大學，http://twaren.tcrc.edu.tw/twarenchu/AGintro.htm.

7.Anderson T. D. & Garrison D. R.(1998), Learning in a Networked World: New Roles and Responsibilities, Distance Learners in Higher Education, Madison. Wis. :Atwood Pub.

8.Futures Lab(2004) , Access Grid, mathematics and computer science division at argonne national laboratory, http://www.accessgrid.org/.

9.Lin S. I. (2003), 使用 USB Camera 來進行視訊會議之測試, http://horse.nchc.org.tw/ IPv6/MBone/CameraTesting.html.

10.TANet2 (2001), Taiwan Research Network, http://www.tanet2.net.tw.