

校園網路-CATV 視訊教學系統規劃及應用

戴元任 包元輝 曾黎明

國立中央大學電子計算機中心

台灣省桃園縣中壢市

E-mail:center24@ncu865.ncu.edu.tw

摘要

有線電視網路隨著寬頻交換技術及數位影像壓縮的發展應用日廣。配合國家資訊通信基本建設的政策，雙向傳送式之有線電視網路配合光纖中繼及高速交換是結合電信網路、網際網路及整體數位服務網路不可或缺的一環。本文針對中央大學有線電視視訊教學系統規劃的經驗及理念作一探討。以及實驗雙向寬頻網路技術，以期能夠開發一結合有線電視網路達到遠距教學、新聞傳播、遠距圖書服務、隨選視訊、數據通訊等目的地的先導試用系統。

1. 前言

國內有線電視(CATV, cable television)，係由共用共同天線開始發展，再經由單向廣播方式播放影帶，也就是目前一般傳統觀念所謂之第四台。在現況下，透過 cable 的傳送方式，經由中繼放大，用戶端可收視多於 VHF(台、中、華視)及 UHF(空中大學)的衛星節目及付費頻道。除了改善部份地區收視不良的問題外，有線電視的蓬勃發展，主要因素在於娛樂及商業的用途，尤其是新一代的全方位服務前景更是令人看好。隨著寬頻交換技術(ATM、SONET)及數位影像壓縮(MPEG)的發展，配合國家資訊通信基本建設(NII)的政策，雙向傳送式之有線電視網路配合光纖中繼及高速交換是結合電信網路、網際網路及整體數位服務網路(ISDN)不可或缺的一環。民國八十一年底，

中央大學電算中心規劃校園網路第四期工程，除了學生宿舍電腦網路及電話線路的設計，同時亦考慮未來教學環境，完成全校視訊教學網路。本文將針對該視訊教學系統設計的理念及應用作一探討。以期能夠開發一結合有線電視網路達到遠距教學、新聞傳播、遠距圖書服務、隨選視訊(VOD)、數據通訊(Broad-Band Ethernet)等目的地的先導試用系統。

2. 校園視訊教學網路之系統架構

系統主要由頭端、幹線、分配線網路及用戶端四大部分組成[1]。開始規劃時，先由構畫整體地形區域管路，並考慮纜線損失、斜率、溫度特性[1]等因素，來設計線路及放大器擺放位置。接著決定節目頻道，選擇共同天線、影帶播放、線上播放(VGA 轉 NTSC)及現場轉播，將訊號源送至調變器或訊號處理機處理，並經過混頻器將各類不同的 RF 訊號混波送出，以期將最完美的品質送至用戶端。以下針對頭端設備及線路設計之規劃分別來討論。

2.1 頭端設備

考量資訊傳播及訊號接收位置，由於圖書館亦儲存管理多媒體資訊(例如教學影帶)，故選擇本校總圖書館安置整體線路之頭端設備[2]。圖書館頂層，配有各種接收裝置接收國內三台、空中大學及 NHK、CNN、亞衛、法國 RFO 等 13 個衛星節目，提供資訊、

教學、娛樂服務。另考慮演講實況播放、CAI教學、自製節目、重要訊息公佈，於校內各重要講堂及實驗室，選擇五個雙向播放點，可進行現場或影帶/光碟之播放。節目之規劃與管理，則考慮由本校圖書館及訓導處統籌規劃學生社團申請頻道經營管理事宜，提供學習機會。

頭端處之設備計有：

- (1)VHF、UHF 天線。
- (2)亞衛 ASIASAT、BS NHK、PALAPA B2 天線盤。
- (3)衛星接收機、訊號處理機、轉換器、解碼器、調變器、混頻器。

2.2 線路設計

校園內之遠距教學，初期可考慮超大容量教學環境理想。例如，可否達到全校學生以起大班上課，讓學生在校內隨需要隨時隨地學習。基於此，使用同軸電纜，利用舊有管道穿線，將訊號分送至每一學生寢室及各視聽教室。配合隨選視訊的發展及寬頻交換技術的成熟，同學可透過校園視訊系統接受多樣性的教學，以校園為教室之構想，甚至可進一步擴展達到跨校選課及虛擬實體(Virtual Reality)教學的理想。

基於經濟考量(放大器、分接器價格)，初期採星狀及樹狀單線單向式傳送，另雙向式傳送挑選五個節點佈雙線，所有線路頻寬：

50~450MHz。幹線線材使用 RG-11(7C)，延線使用幹線放大器補償纜線損失、斜率及溫度特性。並藉由電源供應器及電源插入器提供纜線上主動裝置所需的電源。再由信號分接器(Tap)從饋線取出訊號，分送樓內用戶。

本校視訊網路主幹線如附圖。

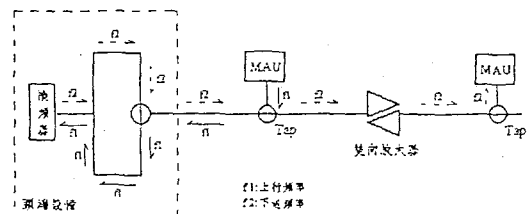
3.寬頻乙太網路(Broadband Ethernet)

應用

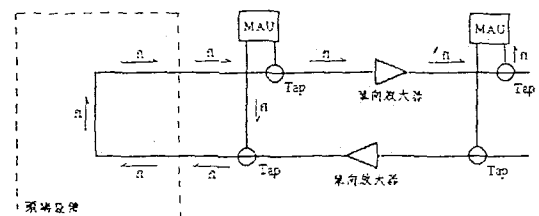
(TANET)與網際網路(INTERNET)連線以來，資訊開放的腳步正大步的往前邁進。現有的廣域網路，以租用電信局數據專線方式連線，依需求不同，速率由 9600 ~ 1.544M(T1)bps 不等。而個人用戶，總脫不開使用數據機撥接連線，目前數據機最高速率僅達 28.8K bps。此外，ISDN 64Kbps 線路亦已部份開放使用。但距離乙太網路 10Mbps 的標準尚有一段差距，尤其要使用在視訊、音訊之資料交換上頻寬不足。在租用數據專線的昂貴負擔及頻寬不足的情況下，利用現有 CATV 線路連接臺灣學術網路，實為一可考慮的解決方案。另外假如數位電視及高壓縮比之數位頻道可進一步實現，則 VOD、ITV(Interactive TV)都可利用雙向寬頻網路技術完成。

3.1 寬頻網路傳輸架構及雙向系統頻率分割

寬頻網路的技術從 IBM PC Network BroadBand[5]、Wang Net[7]、10Broad36[8]等，到現在 IEEE 802.7[3、4]的標準，最常用的訊號傳輸有單線雙向及雙線雙向兩種方式，如圖一。



圖一(a):單線雙向傳輸方式



圖一(b):雙線雙向傳輸方式

單線雙向的傳輸方式為了讓訊號能抵達網路裡所有的裝置，必須有兩條流通資料的途

徑，因此切割兩個頻寬，讓發送、接收資料各自使用不同的頻率範圍。當某個訊號被發出來後，一直到達頭端設備處的頻率轉換器，將訊號的頻率從發送範圍轉換成接收範圍傳出，讓纜線上的所有裝置都可以收到這個訊號。目前雙向傳輸上行、下送頻率分割標準有三種

[1]，如下：

次分割 Sub-Split (上行：5 ~ 30 MHz，下送：54 ~ 550MHz)

中分割 Mid-Split (上行：5 ~ 112MHz，下送：150 ~ 550MHz)

高分割 High-Split (上行：5 ~ 174MHz，下送：234 ~ 550MHz)

雙線雙向的傳輸方式，係因單向放大器之單向阻隔，必須讓其中每一裝置都接兩條纜線，一條傳送，一條接收。當某個訊號被發出來後，一直到達頭端設備處延伸另一條纜線送出至所有裝置。

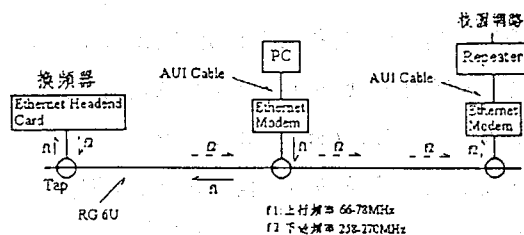
本校基於現有環境，目前為單線單向傳輸方式，僅有少數發送點具有雙線雙向傳輸功能。為便於實驗計劃之進行，本文所述係採雙線雙向式架構測試。並藉此架構預定實驗互動式遠距教學。

3.2 測試環境

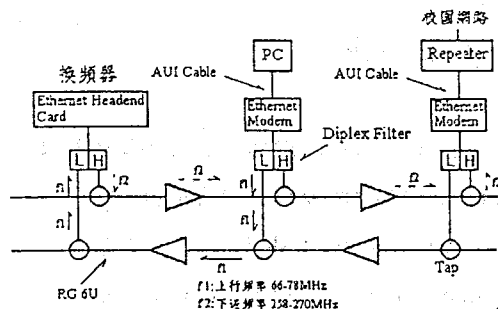
3.2.1 簡易測試於實驗室進行

如圖二，本實驗計劃設備 Ethernet Headend Card 及 Ethernet Modem[3、4]為單線及雙線皆適用，送收訊號採兩不同頻率，所以在雙線式架構仍需換頻動作。在單線架構，採中分割頻率分配，主要在於雙向放大器順反向通過頻率限制，不過如此一來可用頻率會減少。用於雙線架構時，纜線上所有放大器皆 50 ~ 450MHz 頻寬，所以送收頻率皆可通過，儘需空出 66 ~ 78MHz 及 258 ~ 270MHz 供乙太網路使用即可，並於設備連接雙線時使用

Diplex Filter 分高低頻慮波防止訊號產生迴圈。



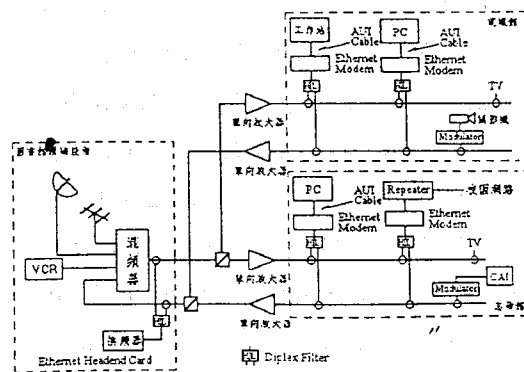
圖二(a): 單線雙向測試



圖二(b): 雙線雙向測試

3.2.2 連接校園視訊網路測試

本校圖書館頭端設備處安裝一換頻器 (Ethernet Headend Card)，志希館及電機館各安裝兩台 Ethernet Modem，其中一台連接 repeater 連上校園網路，另三台分別連接工作站及個人電腦，如圖三。



圖三: 測試環境示意圖

3.3 工作原理

主機、工作站、個人電腦或網路相關設備 (Repeater、Bridge)，透過標準 AUI port 連

接 Ethernet Modem (DCE 設備)，透過該設備 F 型接頭連接 CATV 75 Ω 纜線，將標準 Ethernet 10Mbps 訊號分別藉由不同的 12MHz 頻寬(有線電視兩個頻道)送收(本次測試，傳送利用 66 ~ 78MHz，接收利用 258 ~ 270MHz)。Ethernet Headend Card (Remodulator) 負責頻率轉換及送收 10MHz 同步碰撞偵測訊號以處理碰撞問題。

3.4 實驗設備規格

換頻器(Ethernet Headend Card)接收解調由 Ethernet Modem 發送之 Differentially Encoded QPSK Burst Mode 訊號，使用 Amplitude modulation Phase Shift Keyed (AMPSK) modulation 換頻調制發送。為了匹配使用一般的 Ethernet 介面，Ethernet Modem 以 Transceiver Cable 連接 Ethernet 介面卡上之 AUI 接頭。Ethernet Modem 除了將收送之數位訊號以高頻調制解調外，並配合頭端之 Ethernet Headend Card，模擬產生出 Collision detection 訊號。各種產品在規範模擬產生 Collision detection 的規約上並不相同 [3、4、6、8、10、11]，本實驗設備係配合 IEEE 802.7 的規範，其 Ethernet CSMA/CD 的解決方案是由 Ethernet Headend Card 在沒有訊號接收時，送出 pseudo-silence signal，通知各 Ethernet Modem 模擬 CSMA/CD 訊號讓 Ethernet Card 偵測到現在網路上沒有訊號。此時某台工作站送出資料，由 Ethernet Modem 加上有資料在送及 16bit 的 check sum 的訊號通知 Ethernet Headend Card 停止送出 pseudosilence signal 及檢查 check sum 是否遭其他訊號碰撞而錯誤，如果碰撞的話(無 pseudosilence signal 或 check sum 錯誤)再模擬 CSMA/CD 訊號通知大家重送。

3.5 安裝測試結果

3.5.1 現有 CATV 主幹線訊號位準大約 105db μ v，電視接收訊號位準約在 60 ~ 70db μ v 較為清晰。Ethernet Headend Card 及 Ethernet Modem 對於送收訊號位準(規格 104 db μ v 及 70db μ v)，容許誤差範圍很小。因此纜線傳輸損耗，及訊號強弱隨傳輸頻率衰減量不同等因素對其穩定度影響很大，如未能符合纜線傳輸所需之增益穩定性、衰減頻譜斜率、頻譜強度等化控制等可靠度因素，則本雙向寬頻網路設備必須要加放大器或衰減器調整訊號強度，才能有效的供乙太網路使用。

3.5.2 經過適當的調整，藉由 ping 校園網路上某部主機，測試網路穩定性及碰撞偵測，共測 35000 個 packet 損失 172 個 packet，已接近一般 Baseband 網路標準。但在未適當調整前，幾乎有十分之一之 lost rate，除了終端機連線外，檔案傳輸及檔案伺服器連線幾乎甚難使用。至於是否有其他網路問題影響，因目前之測試數據無法顯示而，需要再深入測試才能確定。

3.6 其他廠牌產品

目前有的產品是利用 Token bus 轉 Ethernet 的 protocol[6]，其延伸距離較長。另外還有類似 Bridge 的產品，在傳輸的過程可與遠端設備互相交換訊號，自動對訊號做等化平衡，可提高訊號的穩定性[11]，唯其利用 5 ~ 30MHz(次分割 Sub-Split)頻道上傳訊號，故無法配合此次之環境測試。

4. 結論

本報告所述之測試已確定本校之 CATV 有線電視視訊系統可用於寬頻乙太網路，部份 Cable TV 電纜線可用於代替樓與樓間之

Ethernet 中繼線路。由於本校的有線電視視訊教學系統尚未延伸至新蓋學生宿舍及教學大樓，未來佈線架構可採光纖傳輸或紅外線傳輸設計。另外在雙向傳輸方面是否全面更換雙向放大器，又頻率分割採次分割、中分割或高分割，都是待確定的新課題。而目前測試的雙向寬頻網路將與本校資工、電機系配合實驗遠距教學計劃[14]。

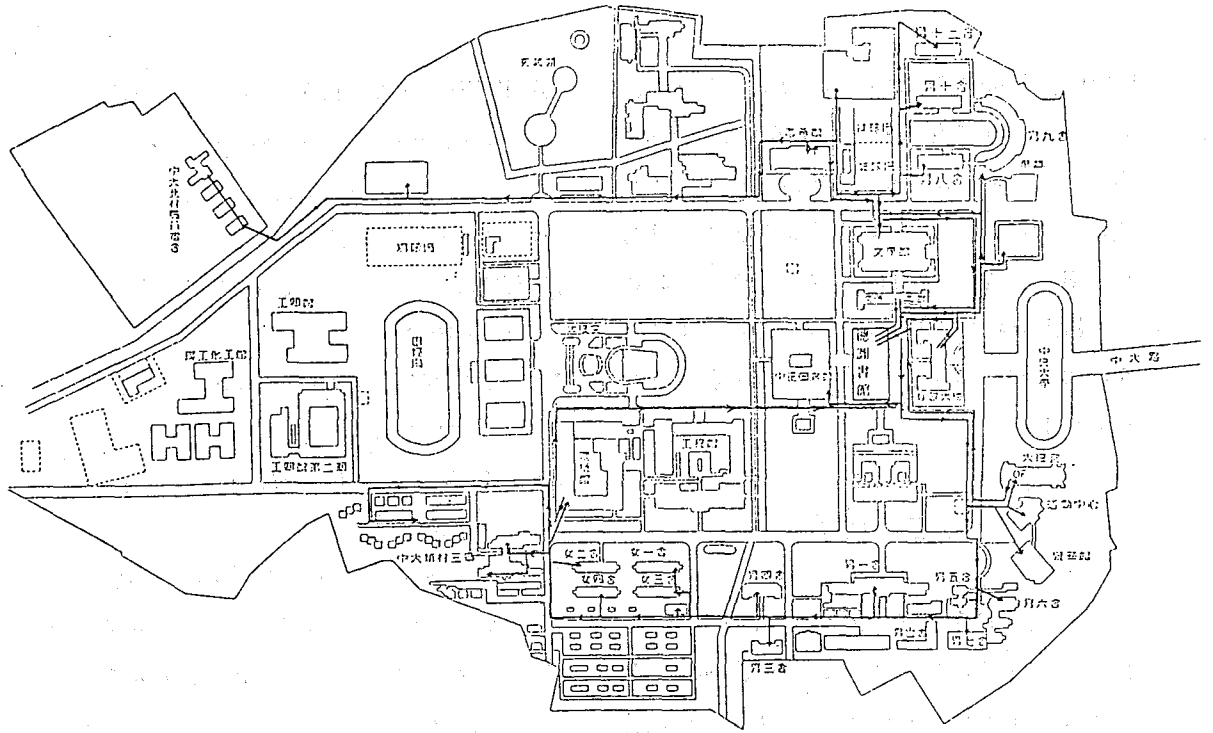
5. 未來發展

行政院國家資訊通信基本建設專案預計推動有線電視與雙向通信法令研究[13]。業界財團競相投入有線電視市場。可以想見的是雙向整體寬頻服務及連接網際網路，更可以提供用戶更多的選擇。另外如 E-MAIL 推廣至中小學計劃，亦可考慮採用雙向 CATV 網路連線代替租用數據專線，來連接臺灣學術網路。有關 Ethernet Modem 之研究在寬頻乙太網路訊號碰撞偵測方法、網路利用率、數據壓縮比、自動增益與等化平衡等方面，由各種不同規範之陸續訂定，可見正持續在演變中。

6. 參考文獻

- [1] 呂海涵著，*有線電視系統*，基峰資訊
- [2] 國立中央大學第四期校園網路工程技術規範
- [3] FIRST PACIFIC NETWORKS ，
PERSONAL XCHANGE Ethernet Headend Card ， Installation and Operation Guide
- [4] FIRST PACIFIC NETWORKS ，
PERSONAL XCHANGE Ethernet Modem ， Installation and Operation Guide
- [5] James Martin with Kathleen Kavanagh
Chapman The ARBEN Group, Inc. ， *LOCAL AREA NETWORKS ARCHITECTURES AND IMPLEMENTATIONS*

- [6] HUGHES LAN SYSTEMS ， *Broadband Token Bus to Ethernet Bridges and Migration to Fiber Optic Networking*
- [7] WANG ， *WangNet Cable Systems*
- [8] ISO/IEC 8802-3:1992 ， ANSI/IEEE std 802.3,1992
- [9] BLONDER TONGUE laboratories, Inc. ，
'92-'93 Full Line Catalog
- [10] DIGITAL ， *ChannelWorks Internet Router*
- [11] LANcity Personal ， *Cable TV Modem*
- [12] 廣佑科技有限公司，*共同天線系統設備*
- [13] 國家資訊通信基本建設 N I I 公報，中華民國 83 年 9 月 10 日
- [14] Starr Roxanne Hiltz ， *THE VIRTUAL CLASSROOM Learning Without Limits via Computer Networks* ， ABLEX PUBLISHING CORPORATION
Norwood, New Jersey



附圖：國立中央大學視訊教學網路主幹線