# 無線網路架構下的多重互動式數位學習系統研究與實作
# Base on Wireless Network of Multicast Interactive System for e-Learning

**朱正忠**
**東海大學資訊工程與科學系**
**東海大學軟體工程與技術中心**
**chu@csie.thu.edu.tw**

**謝江河**
**東海大學資訊工程與科學系**
**river@itlab.csie.thu.edu.tw**

## 摘要

數位學習代表的不只是一種新的訓練方式，其更具備了深層的知識分享、人際互動，以及知識管理的意函在內。藉由無線網路架構的便利性，學習者不但可突破時間及空間的限制，就企業而言，數位學習更可發揮其最大精神，企業內部可透過『無線網路』與『行動通訊』完美結合，員工之間可使用不同的手持式(Handhold Device)設備，例如：各種PDA、Smart phone手機，作為互動式學習平台，除可降低訓練成本，也可以簡單地達成較高效率的雙向互動式學習。本論文除了針對數位學習的關鍵技術及未來發展，有深層的研究討論外，亦在無線網路架構環境上，實作一個一對多的『多重互動式』數位學習系統，來驗證在無線網路架構下數位學習帶給學習者的各種便利性。

**關鍵詞：**多重互動式、數位學習、無線網路、Mobile Device、Ad hoc network

## 1.前言

隨著科技的日新月異，二十一世紀是知識經濟的時代，邁入知識經濟後，人們須要不斷的學習來提昇自己的競爭力。數位學習就其字面上的定義來說，是一種透過各種電子網路來學習的方式，其中更包含了多樣性的內容訊息傳遞形式、學習經驗的管理、網路互連的學習社群[1]、深層的知識分享、人際互動，以及知識管理的意函在內。

在從事數位學習教學設計[2]時，要能把握住下列三大核心架構：(1)課程架構與學習元件、(2)教學設計與策略、(3)訊息設計與課程介面(UI)。然而目前大部份的數位學習仍較著重於單向式的網際網路學習，或一對一雙向式的網路學習，學習者通常只能透過網際網路下載各種學習文件進行單向式的自我學習。成功的數位學習是需要線上講師主動支援，或能與其他線上學習者互動，如此才能藉由講師與學習者間的合作，達到人際互動的有效學習、亦或知識分享的雙向性互動式學習。

由於科技的進步，網路科技亦由傳統的有線網路迅速的進步到各種無線區域網路(Wireless Local-Area Network：WLAN)的發展，談及數位學習系統的設計，除了傳統的網際網路平台，在隨著行動裝置(Mobile Device )以及無線通訊網路(Wireless communication network)技術深入日常生活，數位學習系統也將跟著走向行動科技的新紀元。在本文首先我們提到在無線網路架構下數位學習系統帶給學習者可突破時間與空間完成較高效率的無限學習。第二節則是探討數位學習系統的各種相關研究技術及規格說明，並在第三節探討各種無線通訊網路架構介紹。第四節則是針對作者提出的『在無線網路架構下的多重互動式數位學習研究』系統架構，所需要使用到的技術做說明。第五節則闡述作者未來研究對於數位學習在無線網路系統架構下的各種應用，以及行動計算所帶給人們在學習上的各種便利性，這也是我目前最有興趣研究的一環。最後，則詳細列舉了本文的參考文獻。

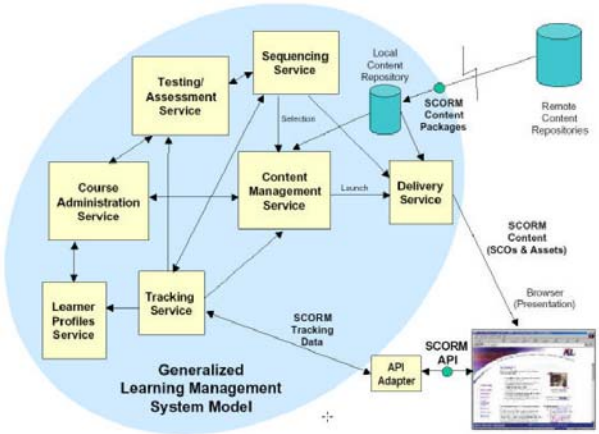
## 2.相關研究

### 2.1 SCORM規格介紹[3]

SCORM全名是(Sharable Content Object Reference Model)『內容物件參考模型』，規格是美國國防部在1997年為了建立ADL(Advanced Distributed Learning)所起草的，主要目的是使用資訊技術和數位學習方法將教育及訓練現代化，並促使企業政府和學術界能夠發展電子學習系統標準。SCORM 規格包含三大部份：1.『Content Aggregation Model』主要目的在於描述學習內容的包裝結構。2.『Run-Time Environment』主要目的在於描述學習內容如何和平台間溝通和標準化。3.『Sequencing and Navigation』主要在描述控制學習內容順序的相關定義，以達成控制課程呈現順序的重要依據。

SCORM 的『Content Aggregation Model』提供方法讓我們將內容(Content)的製作可以分享並重複使用，同時集合了AICC、IMS和IEEE 的規範，並確認描述和集合課程內容，或將內容各部份重組，提供組合出新的課程結構，再將其包裝(Package)提供學習管理平台(Learning Management System)做使用者學習時的追蹤記錄[4]，例如圖 2.1.1內容說明。SCORM中一項重要的需求，就是不論你的數位學習內容是使用何種工具製作完，數

位學習內容都必須在不同的學習管理平台(LMS)中能夠被追蹤及記錄。也因此SCORM定義了『Run-Time Environment』，為了達到這個需求，必須有一種方法啟動數位學習內容，並且讓數位內容能夠將事先定義好的元素和學習管理平台(LMS)交換資料。




【圖2.1.1】Generalized Learning Management System Model

SCORM的『Run-Time Environment』精確地定義了學習者有哪些資訊是可和學習管理平台(LMS)交換，這些資訊包括學習者個人的描述資料，例如編號、名字、學習者的喜號、每一個學習單元(SCO)學習狀態、課程考試分數、每一個學習單元(SCO)所花費的時間以及每一個學習單元(SCO)嘗試過的次數等等。另外SCORM的『Run-Time Environment』還包含了如何在Web-Based的環境中執行數位內容、聯絡學習管理平台(LMS)及追蹤學習等功能。

SCORM 的『Sequencing and Navigation』用來定義處理學習內容元件排列順序的問題與使用者導覽的問題。在編序策略上，SCORM 亦提供九個策略模型供課程製作者依循的方向：

(1). 不含編序規則（No Sequencing rules）。
(2). 線性（Linear）。
(3). 線性控制（Linear Controls ）。
(4). 線性選項（Linear Choices）。
(5). 受制性選項（Constrained Choices）。
(6). 知識學習並測量（Knowledge Paced）。
(7). 知識學習並測量的再利用（Knowledge Paced Reuse）。
(8). 矯正式（Remediation）。
(9). 能力評量（Competency Assessment）

## 2.2 AICC規格介紹[5]

AICC(Aviation Industry CBT Committee)是一國際性組織，成立於1988年。其成立的目的在於制定航空業在CBT(Computer Based Training)這種訓練方式上所需要的標準。此組織所制定出的標準亦廣泛地被稱為『AICC』，由於此標準對於所謂的線上學習(Online Learning)具備有強大的支援及推展能力，所以目前AICC已不僅僅被運用於航空產業。

### 2.2.1 AICC的運作簡述如下：

1.執行中溝通方式(Run-time Communication)：
AICC標準讓學習管理系統以及數位課程內容兩者間可於執行時透過檔案進行雙向溝通，當線上學習者試圖開啟一門線上課程時，學習管理系統會將此學習者的相關訊息告知數位課程，而數位課程會將學習者的相關記錄告知學習管理系統，並要求系統進行必要的學習行為動作，例如告知系統此章節已結束，系統可將學習者帶入下一張節。

2.課程結構運作方式(Course Structure Interchange):
AICC標準定義了七種檔案格式，目的在使學習管理系統了解整個課程架構及課程運作程序(AU呈現的順序)。以下列出AICC Level 1中所需要的4個課程架構定義檔案格式：
(1).『au』定義課程中所包含的所有AU。
(2).『crs』課程描述檔。
(3).『des』課程中包含的元素（element）檔。
(4).『cst』課程結構檔。

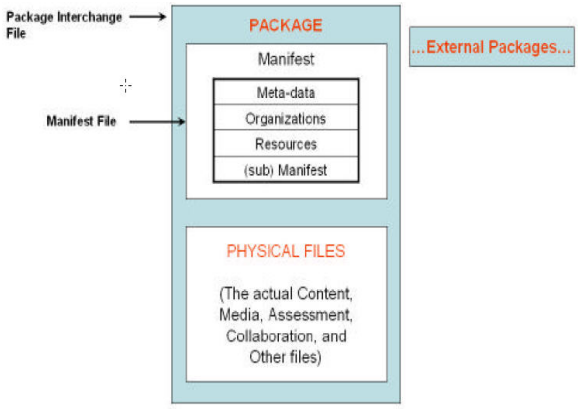
## 2.3 IMS規格介紹[6]

IMS(Instructional Management System) Global Learning Consortium是由教育、商業與政府機關所組成，成立於1997年National Learning Infrastructure Initiative of EDUCAUSE，EDUCAUSE是一個非營利協會，他的目標是藉由推廣資訊技術的使用以提升高等教育。IMS的內容架構非常大且複雜，為減少介紹的複雜性，我們將其分為三個部份：
1.Content Package。
2.Data Model。
3.Run-time Environment。
目前Content及Package規格僅解決Content Package，未來的規格版本將處理Data Model及Runtime Environment。

### 2.3.1 IMS Content Packaging Specification

IMS Content Package規格提供封裝學習資料（如：單一課程，系列課程），成為可溝通及散佈的格式，Content Package規格主要對象是提供數位內容生產者、學習管理系統廠商、學習服務提供者開發及製作符合IMS Content Packaging XML格式。IMS Package 如圖2.3.1.1 所示，主要區分為兩部份：
(1).Manifest：用以描述Content的XML檔案。
(2).Physical Files：實際數位內容、多媒體內容、評量・・・等。
當學習者使用到Package時，所解開Package中，即包含所使用內容的所有資訊。Package可壓縮成單一檔案(如.zip、.jar、.cab)、儲存於CD-ROM，或

是其他可移動式的媒體，一般建議使用PKZip (.zip)為預設格式。




【圖2.3.1.1】學習元件封裝使用IMS Content Package XML格式

### 2.3.2 IMS Package 與 SCORM Package的 比較

SCORM與AICC規格，已經定義資料交換的格式及與學習管理系統間的通信協定，然而 IMS Content Package規格僅定義資料交換格式。對於封裝的內容被學習管理系統所開啟後，如何與學習管理系統溝通的方式並沒有任何的說明，因此造成IMS Package的學習內容可能沒有與學習管理系統溝通的能力。SCORM Content Package嚴格遵守IMS Content Package規格及更多明確的實作準則，因此所有SCORM Package即是IMS Package，但IMS Package並非是SCORM Package。

## 3.研究方法與理論基礎

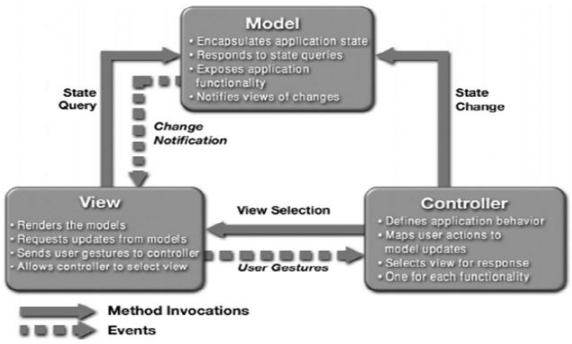
### 3.1 MVC模版(MVC Pattern)

MVC(Model View Controller)是一種常被使用到的模版(Pattern)，如圖3.1.1所示。MVC主要是作為使用者介面設計(UI Design)的框架(Framework)。依照MVC架構，可把功能相關的物件分類出來並集中管理，以降低物件之間複雜的關係。MVC包括三個角色：

(1).Model：定義應用程式的資料和商業規則集合。通常被稱作應用程式的商業邏輯。

(2).View：定義應用程式的使用者界面。

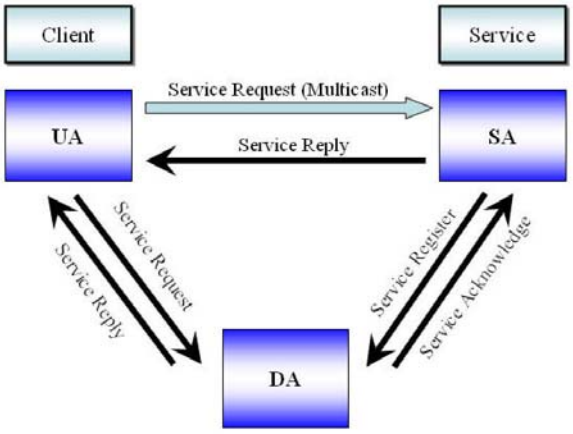
(3).Controller：定義應用程式與使用者輸入及模型進行互動的方式。它被稱作應用程式邏輯。




【圖3.1.1】MVC模版架構圖

### 3.2 服務位置協定架構(Service Location Protocol (SLP) Architecture)

服務位置協定(SLP Service Location Protocol)[7][8]係於1997被提出來使用在網路中資源呈現問題的探討，如圖3.2.1所示，其成員包括User Agent (UA)、Directory agent(DA)、Service Agent(SA))三者。此三者簡單的運作模式為，一個User Agent(UA)可以同時對多個 End-Users 直接向 Service Agent提出服務的請求，或者間接透過Directory Agent進行階層漸近式的對Service Agent提出服務的請求，此時當Directory Agent收到User Agent的要求後，Directory Agent再對Service Agent提出服務的動作，經由第三者的緩衝，可以解決擁擠碰撞的問題。




【圖3.2.1】Interactions among DAs, UAs, and SAs

### 3.3 無線網路應用協定

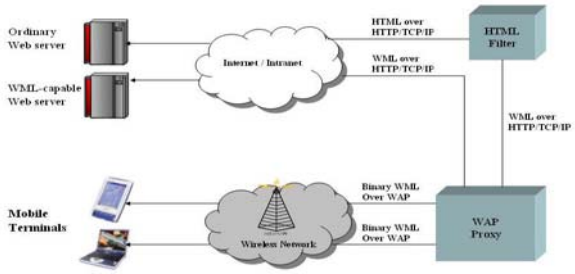
目前常用在無線電信網路上的協定，除了GSM、GPRS 外，接下來我想介紹的是兩個市場上使用中的高等無線網路協定：WAP及i-mode。

#### 3.3.1 無線應用協定(WAP-Wireless Application Protocol)[9]

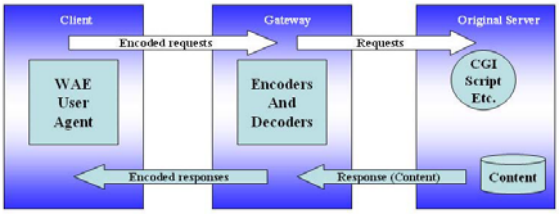
無線應用協定(WAP)是把Internet或Intranet的網頁內容，傳遞到行動電話或其他無線通訊裝置上的一個開放式通訊協定。WAP 的規格是由一群電信大廠包括Ericsson、Motorola、Nokia、Phone.com於1997年共同制定。其係以Internet上的www所採用的http架構為基礎，再針對無線通訊的特性所設計的一種Protocol，WAP行動裝置特點包括：顯示畫面小、設備功率低、記憶體較小、運算處理能力低，以及頻寬窄、延遲多和較不可靠的無線通訊網路。但隨著政府已開放第三代行動通訊(3G)，宣告第三代行動通訊時代已經來臨，無線通訊之頻寬及穩定性相信不久的將來將愈來愈好。另一方面WAP能提供硬體廠商、網際網路服務提供業者(ISP)、內容提供者(Content Provider)與軟體開發(Software Development)一個相容與共通的軟體及服務的介面，讓我們可以藉由無線設備，使用標準通用的規格輕易的連上Internet，即時連線擷取網頁，這對應用系統開發及功能擴充上提供了一個絕

佳的平台環境。一個完整的無線應用協定堆疊(Wireless Application Protocol Stack)，詳細的WAP通訊協定包括Wireless Transport Layer Security (WTLS)、Wireless Transaction Protocol(WTP)、Wireless Session Protocol(WSP)、Wireless Application Environment(WAE)、Wireless Markup Language(WML)、以及WML script。拆開網路堆疊層，WAP協定與OSI(Open Systems Interconnection)類似。

綜合以上無線應用服務需求，典型的WAP Infrastructure如圖3.3.1.2所示。WAP系統架構亦可被簡化成傳統程式設計模型，如圖3.3.1.3 所示，在程式設計模型，我們們考慮到一個Client端、一個中間閘道(Gateway)、一個主機(Server)端，則此一模型便類似我們常用的主從式網路系統架構(Client / Server Model)。



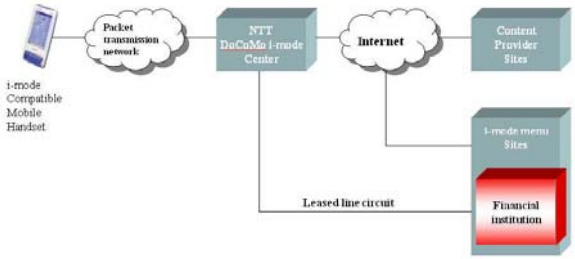

【圖3.3.1.2】WAP infrastructure




【圖3.3.1.3】WAP Programming Model

### 3.3.2 i-mode [10][11]

i-mode 也是近幾年另一個很重要的無線電信服務，他是日本行動電話業者NTT DoCoMo公司專屬的2G/3G行動網際網路平台。如同WAP一樣，i-mode亦提供手機使用者能夠簡單的存取網際網路資源，例如：email、web browser、Mobile banking、Internet shopping等服務。典型的i-mode網路架構如圖3.3.2.1 所示。




【圖3.3.2.1】i-mode network architecture

## 3.4無線網路與網路教學平台結合的發展概況

以下舉例說明目前Mobile Device與網路教學學平台結合的發展現況，目前隨著電信發展已日趨成熟，大部份的網路教學平台已可不需單靠電腦的流覽器來完成，例如PDA、及手機等行動計算的應用，逐步被重視。本論文的目的亦是要將網路教學平台建置在PDA手機上，以供學習者可在任意時間、任何地方都可簡單方便的進行所需的網路學習。

### 3.4.1 m-Learning

m-Learning[12]是一個由歐洲所主導的研究與計劃，其由歐盟的IST(Information Society Technologies)所資助，目標是希望幫助在學習上有困難，或是學業不佳的年輕人，讓他們能夠利用隨身攜帶的設備，如手機或PDA，進行隨時隨地的學習，如圖3.4.1.1所示。m-Learning的基礎包含了一個LMS(Learning Management System)及與其配合在發展的Microportal介面，這使得使用者能運用更多樣化的設備，如手機或電視機或電腦，來擷取或使用m-Learning的資源或服務。為了使僅具備少許多媒體能力的設備，或是對學習有障礙的人，都能很容易的使用，m-Learning正在發展speech-to-text、text -to-speech及SMS(Simple Messaging Service)的功能。讓學習者能彼此共同合作學習與點對點的互動功能也正在發展當中。

【圖3.4.1.1】m-Learning範例

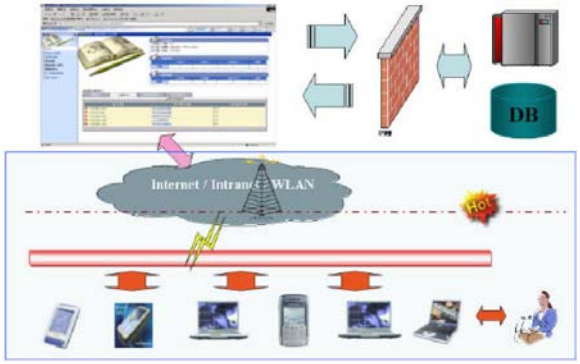
在m-Learning中，有一項功能是很重要的，那就是m-Portal(如圖3.4.1.2)。m-Portal是一個能讓參與者自己創造自己的Micro-portal的功能。它是一個受保護的系統，能讓學習者登入以進入如學習資料、合作討論等各類型的區域。m-Portal功能是特別設計給行動裝置來使用的，所以整體介面都是依照在小型裝置上使用的方向來設計與編排。而為了系統某些部份的需求，所以也正在發展整合SMS與聲控的功能。m-Portal系統是設計成可擴充的，所有功能都是以“plug-in”的方式加入系統，所以往後如果有任何新技術被發展出來，都可以很容易的加進系統中。m-Learning收集在設計模組化的多媒體學習資源與遊戲時參與者的經驗，以發展出一個能發送到各類型掌上裝置的小型學習模組原型(如圖3.4.1.3所示)。在此同時，一個intelligent tutor system也正在被發展當中，其中包含了一個assessment agent，藉以分析學習者的需求與學習偏好，另外還加上一個tutor agent，來幫助學習者製作個人學

習計畫。

【圖3.4.1.2】m-Portal 【圖3.4.1.3】m-Learning跨平台展示。

# 4. 系統架構

## 4.1 在無線網路架構下的多重互動式數位習系統架構圖




【圖4.1.1】無線網路架構下的多重互動式數位學習系統架構圖

## 4.2 系統開發環境及開發工具

此部份簡介在系統實做中所使用到的軟硬體開發環境，包含其種類與規格，及一些實作上要注意的地方。

### 4.2.1 硬體環境

在硬體方面，採用兩台PDA 手機，並各自搭配一張無線網路卡。規格說明如下：

(1).倚天P300 (2).Dopod 818 PDA手機

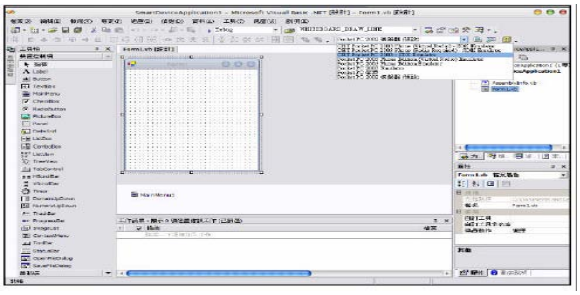
### 4.2.2 軟體開發環境

本系統採用Microsoft Visual Studio .NET 2003開發平台。其能使開發者更容易開發出整合型軟體程式。在Visual Basic .NET 2003中已經內建對智慧型裝置用程式的支援，對開發本系統來說幫助很大，其搭配的.NET Compact Framework，可以減低程式的開發難度並加快開發速度。此外，使用Visual Basic .NET 2003開發程式，可以在使用相同或類似程式碼的狀況下，開發出支援不同平台的程式版本，本系統除了先開發出Windows Mobile 版本之外，還可以很迅速的將程式編譯成一般PC上可以使用的Windows版本。故本系統決定採用Microsoft Visual Basic .NET 2003 作為系統開發軟體環境。

在使用Visual Basic .NET 2003開發PDA程式時，有幾個地方是需要注意的：

(1).在“新增專案”選擇“智慧型裝置應用程式”，並設定好程式名稱、位置，按“確定”後會出現“智慧型裝置應用程式精靈”，在此需設定程式執行平台與專案類型。以本論文系統為例，就要選擇“Pocket PC”為程式執行平台，“Windows應用程式”為專案類型。設定完按“確定”便可開始編寫程式。

(2).在編寫好程式要執行程式進行測試時，需指定執行目標平台(圖示4.2.2.1)，如“Pocket PC 2003-SDK Emulator”、“Pocket PC 2003 Phone-SDK Emulator”、“Pocket PC裝置”等。一般如果沒有Pocket PC 實體裝置或只是純粹測試者，可以使用『模擬器』來執行程式。但若是需用到網路功能(如TCP/IP)的應用程式，那就必須連接實體Pocket PC裝置來測試了。連接實體 Pocket PC裝置時需安裝Microsoft ActiveSync程式，裝置才能與PC進行連結動作。本系統實做時均以連接實體Pocket PC裝置直接執行測試程式之方式進行。



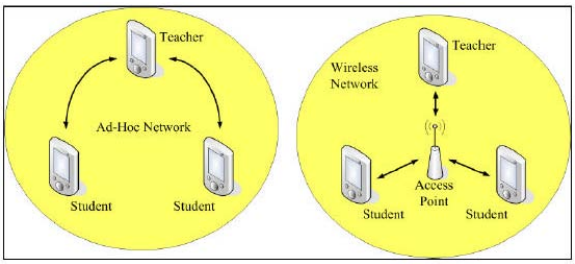
【圖4.2.2.1】選取指定的目標平台

## 4.3 系統整體架構

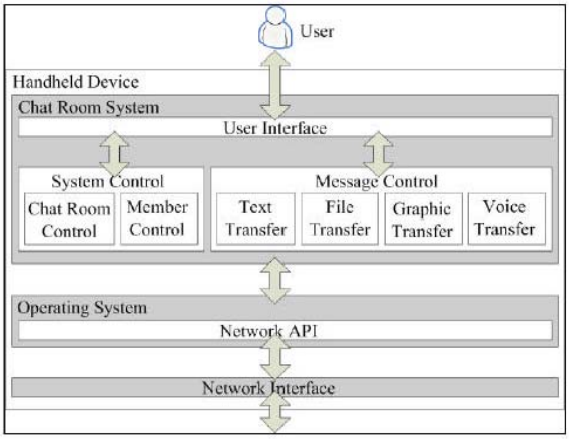
本系統的概念為讓PDA間以無線之方式進行連接，主要使用Ad-Hoc與Infrastructure模式，如圖4.3.1所示。使用者可依當時網路環境自行選擇要以何種方式連線。另外，圖4.3.2為系統架構圖，顯示出由使用者到網路底層間的關係。使用者首先面對的是系統User Interface的部份，而其下分成兩個功能區塊，一為System Control，另一為Message Control。System Control為社群系統的系統控制功能，包含Chat Room Control、File Transfer 及Member Control。

Chat Room Control 功能就是有關社群建立、關閉、加入等的功能；File Transfer功能為任兩個使用者間檔案傳輸的功能；Member Control功能則是老師端才有的功能，主要是用在將特定使用者踢出社群時使用。Message Control為社群系統的訊息

傳遞功能，包含Text Transfer、Graphic Transfer及Voice Transfer。Text Transfer功能為基礎的文字訊息傳遞與顯示功能；Graphic Transfer功能為電子白板圖形的建立、傳輸與顯示功能；Voice Transfer功能為電子白板中語音功能的錄製、傳輸與播放功能。其中Graphic Transfer與Voice Transfer功能僅在老師端有完整功能，在學生端僅有接收與顯示、播放功能。

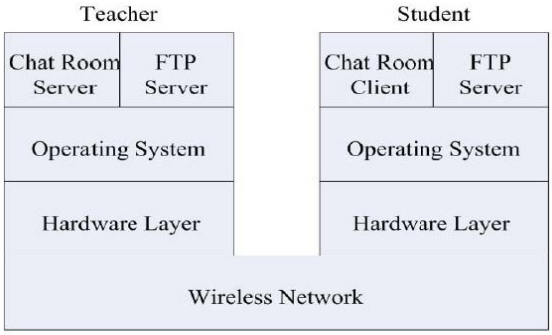



【圖4.3.1】系統概念圖




【圖4.3.2】系統架構圖

圖4.3.3 為為老師/學生端程式的階層對應。由圖中可看出，兩端程式最主要差異是在Chat Room Server與Chat Room Client的部份，其他則完全相同。




【圖4.3.3】老師/學生端對應圖

## 5.結論及未來研究方向

### 5.1 實作上問題與討論

(1).缺乏參考資料

由於此類型系統之應用參考資料取得較不易，特別是功能鍵定義實作部份，可說是相當缺乏。部份功能必須從PC上找尋與該功能類似的程式碼加以改寫並重新編譯方可達成。

(2).編譯器的效能問題

使用Visual Basic .NET 2003開發Windows CE平台程式雖然很方便，不過卻因為其為Basic語言而使得程式執行效率比起使用Embedded Visual C++要來的差。由於在程式執行期間還要處理許多隱含的變數轉換問題，所以在即時處理的環境下，發生錯誤的機率就大了許多。像在白板功能中，當一直不停的連續畫線段時，有可能會出現型態來不及轉換而錯誤的情形，這部份應是屬於編譯器先天的問題，所以只能從最佳化效能的方向來改善。

### 5.2 結論及未來研究方向

本篇論文針對PDA手機平台上的教學討論系統實作方式進行了研究與探討，並找尋出一些可能的問題點。此領域算許多人都嘗試要在這環境下開發程式，期能發揮最大的效能與應用利益。而筆者是第一次在此環境下開發程式，所以遇到的問題可供新進入此領域的人來參考研究。從開發此系統中，筆者學習到Windows PPC平台的程式設計技巧，及許多解決問題的方式，可作為將來工作遇到問題時的借鏡，唯目前看起來Visual Basic.Net 功能似乎不是很強，預計下次在影音多媒體上的處理，我將改以Visual C#.Net來開發，並期望能夠克服一些難度較高的問題，例如Wireless SID的自動偵測、串流影音流量處理等。

## 參考文獻

[1] 蔣文得、周志祥、鄭勝璋，“網路群播系統的理論探討及應用”，發表於TANET 2001研討會議程，Oct.24-26，2001。
[2] 莊淑閔，“數位學習教學設計三大核心架構”，總裁學院學習管理第04講，Dec.24，2003。
[3] Advanced Distributed Learning (ADL), “SCORM 2004 2nd Edition Overview”, Available at ADLNet.org, July.22 2004。
[4] Advanced Distributed Learning (ADL), SCORM &“Training”, Available at ADLNet.org。
[5] http://www.aicc.org
[6] http://www.imsglobal.org
[7] Eric Guttman, “Service Location Protocol：Automatic Discovery of IP Network Services,”Sun Microsystems, July.August 1999, http://computer.org/internet 。
[8] James Kempf and Pete St.Pierre, “Service Location Protocol for Enterprise Network.”John Wiley & Sons, 1999.
[9] WAP Forum, http://www.wapforum.com
[10] NTT DoCoMo, Web site：http://www/nttdocomo.com
[11] NTT DoCoMo, Inc.,i-mode service guideline, Version 1.0.1, November 2001.
[12] http://www.m-learning.org