

在雲端運算環境下 以無線射頻技術提升課堂點名效率

王順生¹ 王淑卿^{1*} 鐘子智^{2*} 林泊建¹ 張文翔¹
張逸軒¹ 江佳玟¹ 林俊佑¹ 陳世宇¹ 陳俊宇¹

¹ 朝陽科技大學

² 華夏技術學院

*scwang@cyut.edu.tw; clock@cc.hwh.edu.tw

*: 聯絡人

摘要

在現今少子化的社會裡，學校有需要提供一個能使學生家長放心的安全學習環境，所以充分掌握學生的到課狀態是學校對家長負責的一個基本責任。因此，本研究結合「雲端運算(Cloud Computing)」與「RFID 技術(Radio Frequency Identification)」，建構出「雲端點名系統(Cloud Roll Call System; CRCS)」。本系統適用於校園中必須於固定時點進行大量點名之場所，學生只需在進入教室之前，以學生證於教室門口的 RFID 感應器裝置感應即可記錄學生到課狀況，以達到快速及精準的進行修課學生之點名。透過本研究所建置的 CRCS 除了能達到節省點名之時間成本，並能即時回報學生的到課狀態給授課教師、學校與家長參考。

關鍵字: 雲端運算、RFID 技術、分散式系統

Abstract

School need to provide a safe learning environment. It can assure parents in today's low birth rate society. So fully grasp the student's lesson state is a fundamental responsibility of the school to parents. Therefore, our team hope that the combination of cloud technology and RFID technology to construct a "Cloud Roll Call System". The system is suitable for the campus must be a fixed point in time for a large number of places named. The RFID sensing devices that students only need to enter the classroom before the student card at the front and back doors before induction can record students to classes and state. Our system except to achieve fast and accurate roll call and save the time cost in it.

Keywords: Cloud Computing, Radio Frequency Identification, Distributed System

1. 前言

目前在校園中，傳統點名的方式大都是使用紙張記錄或是授課教師開啟點名的相關網頁進行唱名。長期下來不但缺乏效率，使用紙張也不太環保，有時授課教師更因學生人數太多，只能使用隨機點名或是直接省略點名的程序，造成學校無法充分掌握學生到課的狀況。因此將點名相關的處理系統化，是本研究發想的動機。而為了增加系統的資料處理速度，因此本研究結合「雲端運算(Cloud Computing)」與「無線射頻識別技術(Radio Frequency Identification; RFID)」，建置「雲端點名系統」。

由於網際網路與網路頻寬的蓬勃發展，使用者的需求日益擴大，傳統集中式運算已經無法負荷網路服務的需求[5]。為了因應大量的運算需求，分散式系統因應而生，分散式系統主要是將龐大的工作切割成數個子工作，再將數個子工作分散至不同運算節點進行處理[11]。分散式運算的概念已行之有年，在 2007 年末由 Google 提出雲端運算以使用者為導向(User Oriented)的概念，掀起網路供應商在網路服務領域上另一種新格局的出現[15]。

雲端運算的概念是由公用運算(Utility Computing)及網格運算(Grid Computing)等概念而產生的一種運算模式，其特性包含了規模性、可靠性、高延展性、虛擬化及按需使用付費等特性[2,9,10]。在資訊爆炸的時代下，許多應用紛紛以網路服務(Web Services)的方式提供使用者進行使用，而雲端運算正好符合這個趨勢[7]。對使用者而言，無須瞭解雲端背後的組成，服務及檔案是從那一台主機所提供的，只要能夠擁有連上網路的終端設備就能夠接收到客製化的網路服務。

除此之外，無論資訊網路技術如何發展，只要資訊輸入電腦的方式沒有自動化，則無法

快速的發展[1]。RFID被認為在未來將被廣泛的應用，如同一般的資訊系統，無線射頻識別技術的資訊平台除了RFID讀取器與RFID標籤兩個基本元素之外，亦包含電腦、中介軟體、資料庫系統與電腦網路系統[12]。隨著技術的不斷創新，RFID數位標籤的體積越來越小，而且越來越便宜，RFID的天線亦可以在產品生產時就印刷在物品包裝上。透過無線射頻識別技術資訊平台的輔助，藉由交換由無線射頻識別技術擷取的資訊，企業可以透過無遠弗屆的網際網路與其企業伙伴，即時的分享產品資訊。

本研究所建置的「雲端點名系統(Cloud Roll Call System, CRCS)」，利用雲端運算將可以達到即時快速的點名，並將點名資訊隨紀錄至資料庫，而這些記錄皆為透明化，可以讓授課教師以及學生藉由網站上之查詢功能得到相關資訊。除此之外，CRCS 更提供座位表功能，授課教師可以設定學生座位表或開放給該課程的學生自行填寫座位，除了可以防止學生以他人的學生證代為點名，也能在需要安排考場座位時，使用隨機產生的座位表。

本文在第 2 節將說明雲端運算、RFID 技術、本研究所使用的雲端運算平台及分散式資料庫，第 3 節說明本研究所提出的 CRCS 架構，第 4 部分為系統實際建置與測試，第 5 節則是結論及未來的工作。

2. 文獻探討

在本節中將說明雲端運算、RFID 技術、本研究所使用的雲端運算平台及分散式資料庫。

2.1 雲端運算

雲端運算是一種分散式運算(Distributed Computing)的概念，「雲」即為網際網路(Internet)；「端」則是指使用者端(Client)或泛指使用者運用網路來完成服務。其最基本的概念是透過網際網路將龐大的運算處理程序(Process)，自動分拆成無數個較小的子程序(Sub Process)，再交由多部伺服器(Multi-Server)所組成的龐大系統，透過搜尋與運算分析之後，再將處理結果回傳給使用者端[11]。透過這項技術，網路服務提供者(Service Provider)可以在數秒之內，處理數以千萬計甚至億計的資訊，達到和「超級電腦」同樣強大效能的網路服務[2]。雲端運算是繼 1980 年代大型電腦到使用者端-伺服器(Client/Server)的大轉變之

後的又一種巨變。使用者不再需要了解「雲端」中基礎設施的細節，不必具有相應的專業知識，也無需直接進行控制。雲端運算描述了一種基於網際網路及資訊技術所提供的新型服務、使用和交付模式，通常涉及透過網際網路來提供動態易擴充功能，而且經常是虛擬化的資源[3]。典型的雲端運算供應商往往提供通用的網路應用服務，使用者可以透過瀏覽器等軟體或者其他 Web 服務來存取儲存在伺服器上的軟體和資料[4]。雲端運算關鍵的要素，還包括個性化的使用者體驗。整體而言，雲端運算讓網路上不同的電腦同時提供使用者端進行所需的服務，大幅增進網路服務的處理速度，雲端運算服務架構如圖 1 所示[2]。

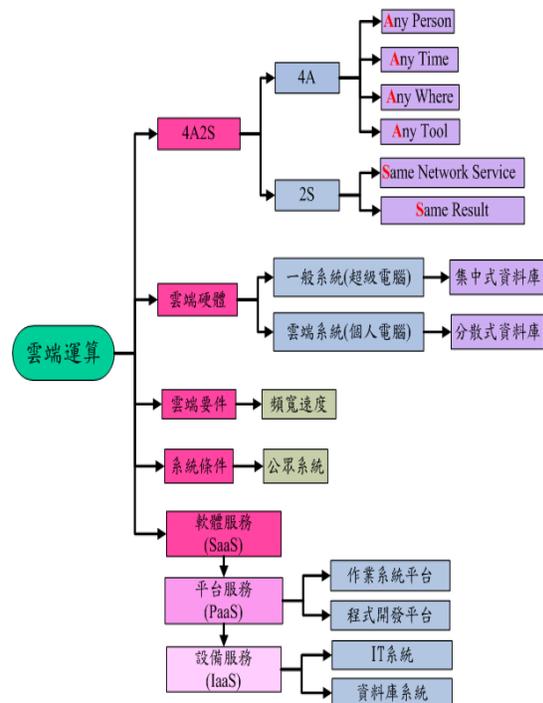


圖 1 雲端運算架構[2]

由圖 1 可知，符合雲端運算的基本要件為「4A2S」，即任何人(Any Person)、任何時間(Any Time)、任何地點(Any Where)、使用任何工具上網(Any Tool)、使用者都可以得到相同的網路服務(Same Network Service)，並且得到相同的結果(Same Result)。換言之，雲端運算最終目標就是要讓使用者的電腦不需安裝軟體，所有的資源都來自於雲端，使用者端只需一個可以連上雲端的設備與簡單的介面，如瀏覽器程式介面[3]。

雲端運算包括 3 個層次的服務，軟體即服務(Software as a Service, SaaS)、平台即服務

(Platform as a Service, PaaS)和基礎設施即服務 (Infrastructure as a Service, IaaS)[6,8]。對應的產業三級分層則為：雲端軟體、雲端平台和雲端設備。上層分級為雲端軟體(SaaS)，使用者可以透過瀏覽器存取雲端運算的服務。中層分級為雲端平台(PaaS)，打造程式開發平台與作業系統平台，讓開發人員可以透過網路撰寫程式與服務，消費者也可透過相關執行程式。下層分級為雲端設備(IaaS)，是將資訊技術系統、資料庫等基礎設備內部功能做整合。

2.2 RFID技術簡介

無線射頻辨識系統 (Radio Frequency Identification, RFID)為無線射頻識別技術，又稱電子標籤、無線射頻識別，是一種通信技術，可通過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據。RFID的歷史遠自二次世界大戰，於1960年就已開始使用於火車車廂的辨識[16]。RFID透過商品上的微晶片「標籤」，可將資訊連至後端資料庫裡，用以識別、追蹤與確認商品的狀態。最大的好處是能提高整體物品管理效率及節省人力成本，比目前條碼系統有更高的效率與彈性。表1所示為RFID與條碼的比較[17]。

表 1 RFID 與條碼的比較表[17]

	RFID 標籤	條碼
成本	5 美分 (Wal-mart 成本) 10~20 美分 (一般成本)	3 美分
高速讀取	可支援高速讀取	需停留短暫時 間
讀取數量	可同時讀取多個標 籤	一次只能讀取 一個
讀取距離	長 (數公分~數十公尺)	短(需靠近)
讀取方向	無限制	需對準條碼讀 取
儲存容量	大(可記錄唯一碼)	小
體積	依需求, 可大可小	較固定

而 RFID 標籤大多具有以下兩個部份[12]：一是其具有積體電路以便儲存及處理資料，調變和解調變信號，還有針對不同應用衍生而出的其他特殊功能；其次則是標籤上會有天線用以接收和傳送信號。RFID 的系統架構如圖 2 所示。

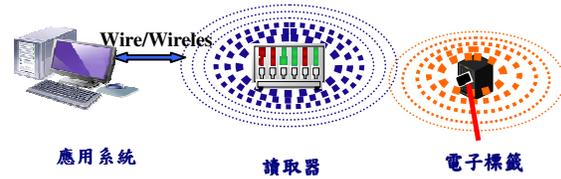


圖 1 RFID 系統架構圖

RFID 主要由三個元件構成[12]：

1. **電子標籤(Tag)**：內含微細的晶片(Chip)及天線，通常以電池的有無區分為被動式、半被動式和主動式三種類型。
 - (1) **被動式標籤(Passive Tag)**：被動式標籤不會主動發出訊號至讀取器，而是當讀取器發送訊號至標籤時啟動標籤作業，此類標籤讀取範圍較短、壽命較長。圖 3(a)即為被動式標籤。
 - (2) **半被動式標籤(Semi-passive Tag)**：半被動式標籤附有電池，電池提供的電力只能讓感應器在平時偵測周遭環境所使用(如：溫度、濕度等)，其電力不足以主動發起訊號至讀取器，仍需仰賴讀取器提供的電磁波才能回送訊號。
 - (3) **主動式標籤(Active Tag)**：主動式標籤內部附有電池並提供運作所需的電力來源。由於本身持有電源，所以此類標籤傳輸距離較長、讀取速度較快，但是相對的體積較大、壽命受限於電池，成本也較高。圖 3(b)為主動式標籤。

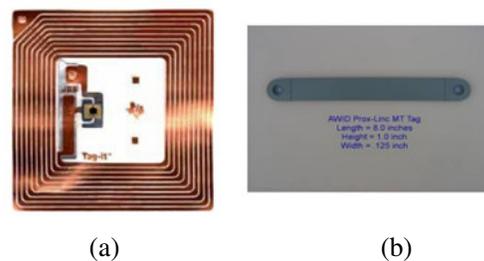


圖 3 RFID 標籤

2. **讀取器(Reader)**：讀取器為接收主機端的命令，對於儲存在標籤的資料以有線或無線方式傳送回主機，與應用

系統結合使用並利用電磁波傳遞能量與訊號，對於電子標籤的識別速率每秒可達 50 個以上。圖 4 為手持式讀取器。



圖 4 手持式 RFID 讀取器

3. **應用系統**: RFID 系統結合資料庫管理系統、電腦網路與防火牆等技術，提供全自動安全便利的即時監控系統功能。相關整合應用包括航空行李監控、生產自動化管控、倉儲管理、運輸監控、動物監控、保全管制以及醫療管理等。

本研究所建置的系統將在教室的出入口裝置 RFID 讀取器，學生只要將已嵌入 RFID 電子標籤的學生證對著 RFID 讀取器感應，裝置在教室門口的 RFID 讀取器就會讀取到學生的資料，並將學生的相關資料透過 Internet 連接雲端運算環境中的應用程式。

2.3 雲端運算平台--Hadoop

Hadoop 是 Apache 軟體基金會所研發的開放源碼平行運算編程工具和分散式檔案系統 [13]。Hadoop 是以 java 寫成，可以提供大量資料的分散式運算環境。簡單的說，Hadoop 就是建立一個 Cluster 平台，利用 MapReduce 的概念將一個工作分配到很多個 Cluster 平行運算。其中，Map 是將一個工作分配到多個運算節點(Node)執行，Reduce 則是將各個節點執行的結果重新整併成最後的結果，而 Hadoop 就是提供一個雲端運算的平台。Hadoop 的特色包括 [13]：

- **巨量**：擁有儲存與處理大量資料的能力。
- **經濟**：可以用在由一般個人電腦所架設的叢集環境之內，可以減少成本。
- **效率**：藉由平行分散檔案的處理，得到快速的回應。
- **可靠**：當某節點發生錯誤，系統能即時自

動的取得備份資料以及佈署運算資源。

2.4 HBase 資料庫

Hbase 是一個分散式開源資料庫，基於 Hadoop 分散式文件系統，模仿並提供了基於 Google 文件系統的 Bigtable 資料庫的所有功能 [14]。整體而言，HBase 是一個開放源碼的高可靠性、高性能、可伸縮、非關聯的分散式資料庫，用以儲存大規模結構化數據。Hbase 的目標是處理非常龐大的表，可以用普通的電腦處理超過 10 億行資料，並且有數百萬列元素組成的資料表。

Hbase 可以直接使用本地文件系統或者 Hadoop 作為資料存儲方式，不過為了提高資料可靠性和系統的健壯性，發揮 Hbase 處理大資料量等功能，需要使用 Hadoop 作為文件系統，那麼我們就先要瞭解 Hadoop 文件系統的基本特性和原理，才能更好地理解 Hbase 的工作方式。

由於典型的關聯式資料庫在資料密集的應用上都有效能欠佳的問題，例如：索引大量的文件，網路流量很高的網站。所以本系統使用非關聯式資料庫 Hbase，藉此達到節省處理資料的時間。HBase 的特色包括 [14]：

- 類似表格的資料結構 (Multi-Dimensional Map)。
- 非關聯式的資料庫。
- 高可用性、高效能。
- 很容易擴充容量及效能。

3. 雲端點名系統(Cloud Roll Call System ; CRCS)架構

本研究以雲端運算平台為基礎，建構雲端點名系統(Cloud Roll Call System ; CRCS)。透過 CRCS 的使用，除了能提供校園點名的功能外，更能處理大量同時傳輸的資料，並且能夠即時記錄到課學生的資訊，減少教師進行課堂點名的時間，進而提升授課的品質。

3.1 CRCS 架構

在本研究所開發的 CRCS 應用系統將與學生的修課紀錄、學校的排課與教室分配系統、教師授課清單與各科學生名單進行交互比

對，以確定該時段、該教室所排定的課程、授課的教師、及修課學生名單，除了完成點名的程序外，並紀錄點名出缺勤的相關紀錄。

除此之外，本研究所開發的 CRCS 應用系統亦將提供授課教師可以透過網頁進行線上補點名或修正點名紀錄的功能。授課教師可以利用個人帳號與密碼進入系統，瞭解修課學生目前到課的情況，及各個學生缺曠課的歷史資訊與曠課統計記錄。本研究的使用環境如圖 5 所示、本系統前端架構圖如圖 6 所示、後端架構圖如圖 7 所示。



圖 5 CRCS 使用環境圖

2. 管理者(後端)

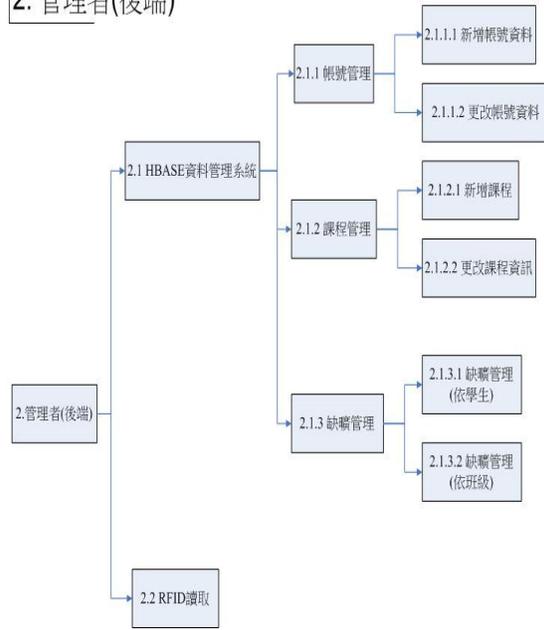


圖 7 CRCS 後端架構圖

1 使用者(前端架構圖)



圖 6 CRCS 前端架構圖

CRCS 的作業流程如圖 8 所示，系統作業程序如下：

- Step 1. 學生使用證件於 RFID Reader 裝置前停滯一秒，使機器感應，完成點名動作。
- Step 2. 網頁抓取資料庫中該堂課程學生資料、時間。
- Step 3. 上課時間開始後，系統自動將未讀取學生證資料的學生，打勾。
- Step 4. 於網頁上顯示學生該堂課程之相關資訊，例如：學生座位表、目前缺曠記錄...等等。
- Step 5. 教師也可選擇手動點名，自行確認目前到課情況。
- Step 6. 課堂結束，記錄出缺勤的情況。

點名作業流程

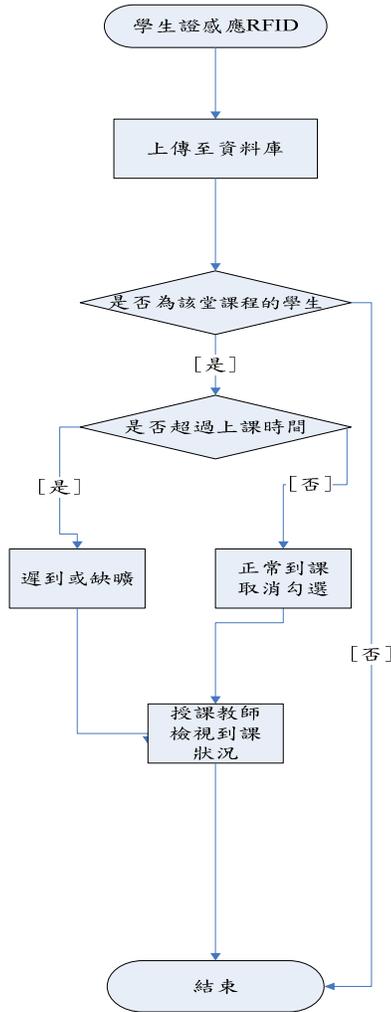


圖 8 雲端點名系統作業流程圖

3.2 CRCS 系統特色

本研究所開發的 CRCS 應用系統具有以下特色：

- (1) **省時快速性**：在全校性的選修課程中，因不同系級之學生齊聚且與老師不熟，老師點名相對較為吃力與耗時，因此發想開發此系統，讓學生進教室時拿起學生證即可完成點名。
- (2) **資訊透明性**：學生及教師可隨時查詢學生的到課狀態，如果曠課累積到一定程度則會有提醒機制告知學生需注意自己的到課情形。
- (3) **系統利用價值高**：系統除了可以應用

於校園的點名功能外，甚至延伸到各個相關應用領域的簽到與簽退。

3.3 CRCS 功能介紹

本研究所開發的 CRCS 應用系統包括三類的使用者，分別為學生、教師及管理者，以下分列各個不同身份使用者可使用的功能。

(1) 使用者(學生)

系統概述	網頁上會顯示系統概述、技術介紹、資料庫、RFID 相關資料提供給使用者了解。
個人資料	使用者可以看到自己的個人資料，也可以修改行動電話、E-MAIL, 緊急聯絡人的 E-MAIL。
密碼修改	使用者可以修改自己的登入密碼。
RFID 點名	使用者可以使用 RFID 點名。
課程查詢	使用者可以查詢到所修的所有課程，點擊課程可以看到該課程的詳細資料。
上課座位查詢	使用者可以查詢到本學期所修課程的座位表。
缺曠查詢	使用者可以查詢到自己的缺曠記錄。
線上請假	使用者可以使用系統填寫「請假單」進行請假

(2) 使用者(教師)

系統概述	網頁上會顯示系統概述、技術介紹、資料庫、RFID 相關資料提供給使用者了解。
個人資料	使用者可以看到自己的個人資料，也可以修改行動電話、E-MAIL, 緊急聯絡人的 E-MAIL。
密碼修改	使用者可以修改自己的登入密碼。
課程查詢	使用者可以查詢到所教的所有課程，點擊課程可以看到該課程的詳細資料。
座位設定	使用者可以對於學生的座位進行設定，也可亂數產生座位。
缺曠查詢(依學生)	使用者可以利用「學生學號」查詢到「該學生」的缺曠記錄。
缺曠查詢(依班級)	使用者可以利用「班級」查詢到「該課所有學生」的缺曠記錄。

缺曠查詢 (依日期)	使用者可以利用「日期」查詢到「該課所有學生」的缺曠記錄。
線上點名	使用者可以選擇課程進行手動點名。
座位表點名	使用者可以選擇課程觀看座位表進行手動點名

(3)管理者

系統概述	網頁上會顯示系統概述、技術介紹、資料庫相關資料提供給管理者了解。
帳號管理	管理者可以新增、修改使用者帳號，也給予管理者操作說明，讓管理者更快速的了解操作。
課程管理	管理者可以新增、修改課程、課程資訊，包括觀看選課人數，也給予管理者操作說明，讓管理者更快速的了解操作。
缺曠管理	管理者可以依照班級或是學生來查詢到缺曠記錄，系統會產生表格同時計算曠課、請假次數。

4. 系統實際建置

為驗證本研究所提出的 CRCS 架構，確實可以記錄學生到課狀況，並能提升點名的速度。因此，本研究實作 CRCS 架構，並實測 RFID 的訊號接收與資料傳輸。

4.1 實驗環境如下

本研究所採用的實驗環境，可分硬體需求與軟體需求分別說明。

硬體需求：

- CPU：Pentium 4 Intel 或其他相容硬體
- RFID 設備：RFID Reader(高頻 U-reader V.0 (13.56MHz) 讀卡機)一個、RFID Tag (可讀寫電子標籤符合 ISO 15693 規格) 一個
- 硬碟：40GB
- 記憶體：512MB 以上
- 網路卡：10Mbps / 100Mbps
- 顯示器：17 吋
- 伺服器：1 台雲端伺服器
- 其他：鍵盤 1 個、滑鼠 1 個

軟體需求：

- 作業系統：Ubuntu 8.04、Windows XP
- 雲端平台：Hadoop 0.20.2
- 資料庫：Hbase 0.20.2
- 開發語言：PHP5、HTML、JavaScript、Java、CSS
- 開發工具：phpDesigner8、Dreamweaver CS6
- 影像處理軟體：PhotoImpact、Photoshop

4.2 無線訊號的接收與儲存

在驗證 RFID 的訊號接收與資料傳輸時，採用 RFID 接收器接收學生證的資料。在上課前十分鐘，系統會開始記錄學生證的資料，並將資料上傳至資料庫。如圖 9 所示。



圖 9 學生證感應畫面

資料庫中將記錄學生證的識別碼(Unique ID, UID)、時間、星期，圖 10 所示為資料上傳至資料庫畫面。

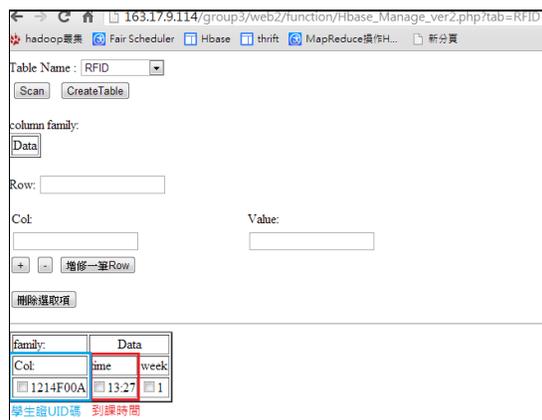


圖 10 資料上傳至資料庫畫面

等到上課時間開始後，系統將會自動比對資料庫，將未感應學生證之學生打勾，視為缺曠，將讀取到資料的學生取消勾選，視為正常

到課。圖 11 所示為點名紀錄，圖 12 所示為到課學生取消勾選。

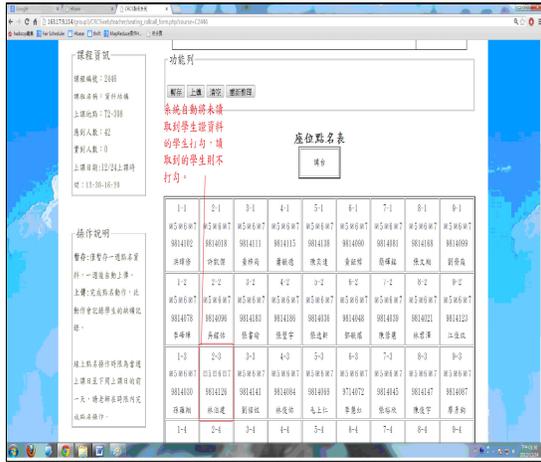


圖 11 點名紀錄網頁顯示畫面

1-1 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 9814102 洪璋修	2-1 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 9814018 許凱傑	3-1 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 9814111 黃梓筠
1-2 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 9814078 李峰璋	2-2 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 9814096 吳錄佑	3-2 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 9814183 張書瑜
1-3 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 9814030 孫雍翔	2-3 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 9814126 林泊建	3-3 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 7 9814141 劉倍姣

圖 12 到課學生取消勾選

5. 結論及未來工作

由於網際網路的蓬勃發展、電腦硬體的快速成長及網際網路頻寬的增加，現今網際網路的使用者對於網際網路所提供的服務越來越依賴，也使得使用者對網際網路服務需求量的增加。由於使用者希望獲得低成本但具有多元化的服務，因此雲端運算迅速的竄起。而由於雲端運算的特性，使得現今企業在網際網路上提供的服務越來越多元化，因此許多大型伺服器的基礎設施紛紛以資料中心和雲端運算平台的架構建置。由於透過雲端運算可以提供以使用者為導向的服務(User Oriented Services)，因此如何提供使用者可靠以及可用的服務，是在雲端運算環境中近幾年各界所探討的重要主題之一。

本研究結合雲端運算與無線射頻識別技術，建置「雲端點名系統」，期待透過方法論的研究與系統的建置，能夠達成減少教師上課點名的時間，並藉著本研究建置的功能來記錄學生的出缺勤狀況。

本研究建置的系統，未來可以延伸至隨時定位學生在校園的具體位置，充份掌握學生在校時之動態，以備不時之需，達到安全無障礙的校園空間。除此之外，亦可結合生物辨識中的指紋識別技術，加強身分的驗證。

參考文獻

- [1] 梁玉怡, *RFID 校園應用之設計與實作—以 MifareCard 為例*, 國立暨南國際大學資訊管理研究所論文, 南投 2009。
- [2] Aymerich, F.M., Fenu, G. and Surcis, S., "An Approach to A Cloud Computing Network," *Proceedings of the First International Conference on the Applications of Digital Information and Web Technologies*, pp. 113-118, 2008.
- [3] Gong, C., Liu, J., Zhang, Q., Chen, H. and Gong, Z., "The Characteristics of Cloud Computing," *Proceedings of the Parallel Proceeding Workshops*, 2010
- [4] Grossman, R.L., "The Case for Cloud Computing," *IT Professional*, Vol. 11, No. 2, pp. 23-27, 2009.
- [5] Grossman, R.L., Gu, Y.H. and Sabala, M. and Zhang, W.Z., "Compute and Storage Clouds Using Wide Area High Performance Networks," *Future Generation Computer Systems*, Vol. 25, No. 2, pp. 179-183, 2009.
- [6] Vouk, M.A., "Cloud Computing- Issues, Research and Implementations," *Information Technology Interfaces*, pp. 31-40, 2008.
- [7] Wang, L.H., Tao, J. and Kunze, M., "Scientific Cloud Computing: Early Definition and Experience," *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*, pp. 825-830, 2008.
- [8] Weiss, A., "Computing in The Clouds," *netWorker*, Vol. 11, No. 4, pp. 16-25, 2007.
- [9] Zhang, S., Zhang, S., Chen, X. and Wu, S., "Analysis and Research of Cloud Computing System Instance," *Proceedings of the Second International Conference on Future Networks*, pp. 88-92, 2010.

- [10] Zhang, S., Zhang, S., Chen, X. and Huo, X., "Cloud Computing Research and Development Trend," *Proceedings of the Second International Conference on Future Networks*, pp. 93-97, 2010.
- [11] 黃重憲, "淺談雲端運算," http://www.cc.ntu.edu.tw/chinese/epaper/0008/20090320_8008.htm, 擷取日期 2011 年 2 月 8 日.
- [12] 暢談 RFID, <http://tinyurl.com/7ma5sfb>
- [13] Hadoop, <http://hadoop.apache.org/>
- [14] Hbase, <http://hbase.apache.org/>
- [15] More Google Product, <http://www.google.com/options>
- [16] RFID 與條碼源起發展, <http://tinyurl.com/7lt8a3k>
- [17] RFID 與條碼之比較, <http://tinyurl.com/6usjg4r>