

# 即時交通路況資訊系統之建置

陳信遠、廖明傑、劉傳銘\*

國立台北科技大學 資訊工程研究所

\*E-mail: cmliu@csie.ntut.edu.tw

## 摘要

本研究的目的是為結合現今的行動裝置、無線通訊、及軟體技術來開發建構一個“即時交通路況資訊系統”(Instant Traffic Information System, ITIS)。ITIS 系統除了可提供線上即時性路況資訊查詢外，並可有效率地提供使用者即時個人化之路況資訊，使得使用者不再只是接收大量且與自身無關的交通廣播資訊。本系統開發採用 J2ME、XML 及 Web Services 軟體技術，使用者以全球定位系統(GPS)裝置取得所在位置，並透過行動裝置採用整合封包無線電服務(GPRS)傳送方式，發送對 ITIS 系統路況需求，ITIS 系統則定時至全國路況資訊中心更新路況資料，並依使用者現在位置將其附近之道路狀況傳送至使用者，使使用者了解目前所行駛路徑之交通狀況。ITIS 參考 GML 格式制定出 ITIS XML，作為使用者查尋資訊與電子地圖傳送的依據。利用 Web Services、路況資訊 XML 與 ITIS XML 所建置之 ITIS 交通資訊平台，只要使用者依據 ITIS XML 規範與 Web Services 介面，均可利用此平台取得路況資訊。

## 壹、前言

隨著電信業 3G[4]時代來臨與全球微波存取互通介面(Worldwide Interoperability for Microwave Access, WiMAX)[5]之蓬勃發展，行動網路資料傳輸速度已大幅提升，加以全球定位系統(Global Position System, GPS)[6]裝置的普及化與小型化，適地性服務(Location-Based Service, LBS)[7]不再是昂貴的服務。民眾可使用GPS提供本身所在位置，藉由行動網路傳送使用者位置，透過由OGC(Open Geospatial Consortium) [8]所定義的GML(Geography Markup Language)格式作資訊交換的媒介，即可即時獲取與用者位置相關的生活資訊與地理資訊。因此行動網路不但可提供與一般電腦相同網路資訊，更可提供與生活週遭即時的互動資訊，為生活提供更便利資訊。而在不同種類的適地性服務中，交通路況資訊服務是一種重要的且與大多數人生活相關的適地性服務。

目前交通路況資訊的傳遞仍以廣播為主，使用者無法選擇本身所需資訊，而需接收所有交通路況訊息，且其更新時間週期較長。雖然在網際網路(Internet)上的線上路況查詢系統可以提供即時路況查詢，但無法隨時主動告知用路人道路狀況並給予用路人適當建議。本專案將結合行動裝置、無線通訊及軟體的技術，開發建構一個**即時交通路況資訊系統**(Instant Traffic Information System, ITIS)。此系統藉由適地性服務(Location -Based Services, LBS)的觀念，將路況資訊接合空間與時間的特性，為使用者提供即時且有效率的互動式個人化路況資訊，改進傳統上依時間與靜態空間圖形所提供的交通路況資訊。

ITIS系統以GML[8]基礎，制定出ITIS XML格式。ITIS系統以行動裝置(使用者端)與ITIS伺服器的訊息交換為系統的主要核心功能，使用者與ITIS系統間利用Web Services 與ITIS XML 作資料交換的依據。為達系統可跨平台執行之功能，系統開發採用Java，在使用者端使用J2ME[9]為執行平台，系統伺服器端採用Tomcat[10]應用程式伺服器為執行環境，借由Tomcat 提供的快速、高功能、可移植的環境來製作ITIS伺服器程式。

ITIS 系統採用Light-Weight CMMI[11]作為系統軟體開發流程，系統開發過程中的相關文件可參考[3]。本篇論文的組織如下：第二部分先對ITIS的系統規格做一個簡單的介紹；第三部份說明系統功能，並對系統架構做一詳細的說明；第四部份說明系統的設計，包含系統運作流程，資料交換方式；第五部份展示本系統功能與操作流程；第六部分展示系統效能；第七部份對本系統做總結，以及提出未來系統發展的研究方向。

## 貳、ITIS 簡介

ITIS系統為依適地性服務基礎觀念所發展的系統，系統功能主要為透過行動網路提供即時交通路況資料並主動通報給使用者。系統由行動通訊設備、GPS裝置、電子地圖及即時路況資料組成。系統除了可提供即時路況查詢外，並結合使用者的GPS 定位資料、圖籍文字資料、線上路況資料，隨時更新與使用者相關的路況資訊，替使用者過濾不必要之路況資訊並主動傳送資訊至使用者之行動裝置。使用者則可專心於行車，不需過於分心在廣播中的交通路況，以增加行車之安全，並進而改善交通狀況。本系統之使用流程可簡述如下：使用者以個人之行動裝置透過GPRS傳送方式，對系統發送需求，系統則定時至警廣全國路況資訊中心(National Traffic Information Center)之路況查詢系統[1]更新路況資料，並依使用者現在位置附近之行車建議及道路狀況傳送至使用者，使其了解目前所行駛路徑之交通狀況，若使用者所行駛之路徑附近有任何突發情況，系統可主動即時告知使用者。

ITIS 系統依裝置分為 ITIS 使用者端與 ITIS 伺服器端：使用者端提供使用者目前所在空間資訊；伺服器端為路況資訊平台，提供路況資訊與身份檢核功能，平台本身提供一組開放式介面，不僅可提供 ITIS 使用者端查詢資訊，同時可提供符合介面的系統進行查詢。

針對 ITIS 伺服器端之開放式介面，系統以 GML 為基礎，訂立一組資料查詢與回覆交換標準之 ITIS XML 格式，ITIS 使用者端依此格式提出對 ITIS 伺服器端查詢需求，ITIS 伺服器端並同樣地依此格式回覆查詢結果資料與地圖資訊。ITIS XML 格式中包含三個主要元素：

- (1) 第一元素為使用者資訊，內容包含使用者資訊如使用者名稱與密碼；
- (2) 第二元素為使用者查詢需求條件，內容包含使用者目前經緯度位置；
- (3) 第三元素為回覆資訊，內容包含目前路況資料及地圖資訊。

第一、二元素為 ITIS 使用者端產生，第三元素為 ITIS 伺服器端產生。圖 1 為系統資訊交換流程。

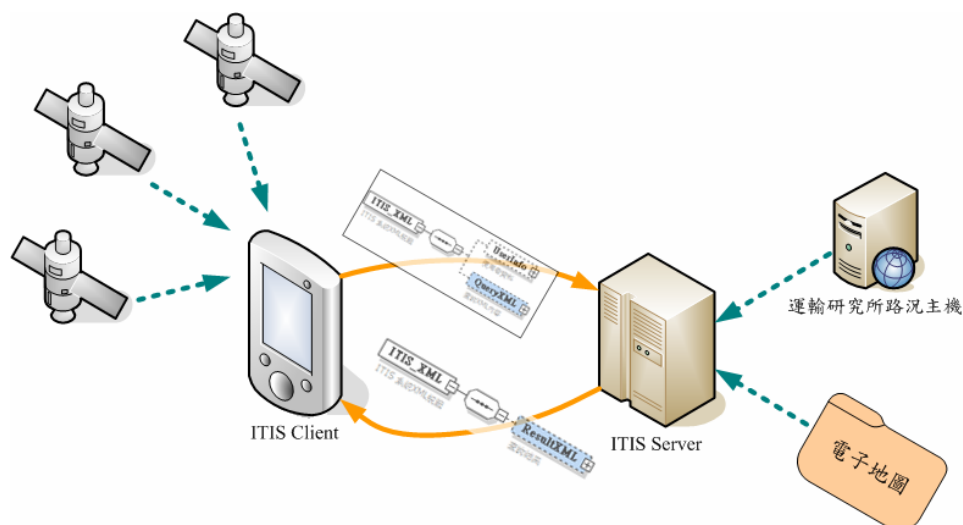


圖 1 ITIS 資訊交換流程

## 參、系統功能與架構

ITIS 系統主要分為六個部份，在系統連接裝置方面分為兩部分，分別為使用者端資訊需求裝置子系統(Information Request Device Subsystem, **IRD**)與伺服器端的訊息連接子系統(Device Protocol Adaptor Subsystem, **DPA**)。而伺服器端則按其功能可分成四部分：資料處理及計算子系統(Data Processing and Computing Subsystem, **DPC**)、路況資料匯入子系統(Road Information Importing Subsystem, **RII**)、ITIS 設定管理子系統(ITIS Configuration Management Subsystem, **ICM**) 及 ITIS 資料庫子系統(ITIS Database Subsystem, **IDB**)。ITIS 系統架構與各子系統之間的介面及互動可參照圖 2 所示。

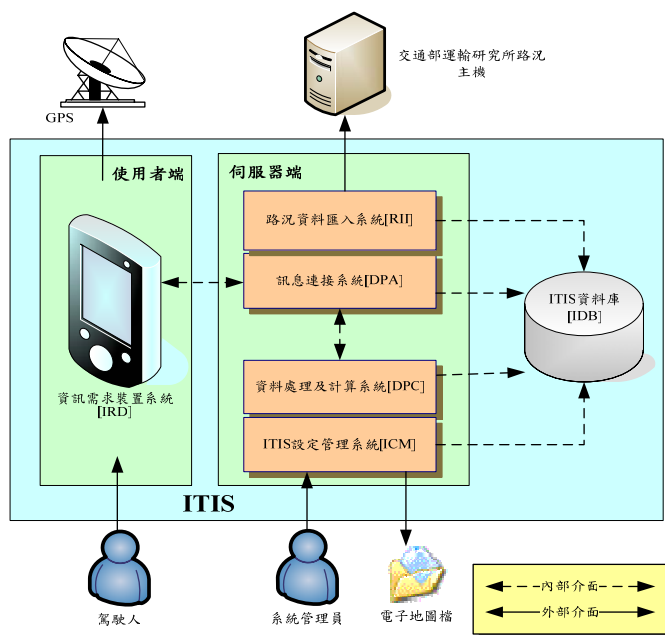


圖 2 ITIS 系統架構圖

ITIS 各子系統的功能及彼此間之互動將分別說明如下：使用者端資訊需求裝置(IRD)子系統提供接收 GPS 定位資料的能力，並可使用行動網路傳送路況需求及接收 ITIS 系統伺服器端計算完成之路況資料。ITIS 伺服器端之訊息連接(DPA)子系統依據 IRD 子系統的行動裝置型別(如，Smart Phone 或 PDA)提供接收或發送資料至使用者之 IRD 子系統的功能，並可接收與傳送資料至資料處理及計算(DPC)子系統。DPC 子系統則提供路況需求與即時路況資料和地圖資料比對功能，並將計算完成路況資料回傳至 DPA 子系統。路況資料匯入(RII)子系統提供全國路況資訊中心之最新路況資料匯入功能及與地圖資料建立相關連功能。ITIS 設定管理(ICM)子系統提供匯入交通部運輸研究所電子地圖資料檔功能，並可經由資料庫設定來管理 RII 子系統及查詢各子系統目前狀況。ITIS 資料庫(IDB)子系統提供各子系統資料儲存及維護等功能。

## 肆、系統設計

ITIS 系統設計為解決行動裝置的多樣化、伺服器端跨平台與減少開發成本問題，系統採用 JAVA 為基礎開發 ITIS 使用者端與 ITIS 伺服器端程式。ITIS 使用者端採用 J2ME 為執行平台，使用者端行動裝置只要支援 J2ME 虛擬主機執行環境皆可安裝 ITIS 使用者端程式，同樣地 ITIS 伺服器端統採用 Tomcat 應用程式伺服器為執行環境，Tomcat 為實作 Servlet Container[12] 的應用伺服器，Servlets Container 可以跨平台和在不同的 Web 應用伺服器間移植，Servlets Container 並本身提供穩定及高效能的多執行緒管理，因此採用 Servlet Container

為接受大量IRD使用者需求伺服器端執行環境，可大幅減少開發者成本與程式複雜性。ITIS 為考慮未來系統之擴充性與其他系統介接問題，系統資料交換以Web Services為傳送資訊方式，交換格式參考GML格式採用XML格式並提供其XML格式提供未來其它系統介接。以下針對ITIS的六個子系統設計進行描述：

### 一、資訊需求裝置子系統(IRD)

IRD子系統主要提供駕駛人使用者介面(User Interface)、GPS系統定位訊號介面及對DPA子系統作業。本子系統提供功能分為四部分：(一)使用者介面模組，顯示目前駕駛人經緯度與即時路況資訊；(二)GPS連接介面模組，提供接收自GPS NMEA 0183[13]資料，並由資料中分析取得駕駛人所在位置經緯度。GPS為保持系統相容度，我們排除使用新規格的JSR-82[14]連接GPS，而使用相容於各J2ME版本API的CommConnection來讀取GPS資料；(三)DPA連接介面模組，提供透過無線通訊發送定位資訊至DPA子系統與GPS座標轉換功能將座標值轉換為WSG84[2]，並接收自DPA即時路況回覆資料，本模組使用kSOAP[15]與kXML[16]連接伺服器。雖然J2ME JSR-172[17]Web Services提供更簡易的呼叫介面，但實作本項功能的J2ME虛擬主機仍不多，因此使用kSOAP為實作呼叫伺服器端的主要元件；(四)IRD系統設定模組，提供GPS與ITIS系統伺服器端連線參數設定。IRD子系統之無線通訊方式依行動裝置所支援的週邊裝置決定，本子系統實作以整合封包無線電服務(GPRS)及 802.11[18]無線網路協定為行動網路基礎架構連接DPA系統。關於本子系統與其他子系統間的互動圖請參閱圖 3。

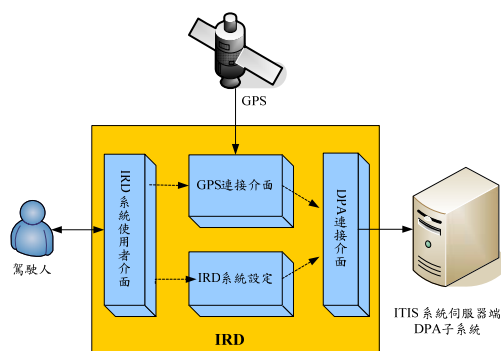


圖 3 IRD 子系統架構圖

### 二、訊息連接子系統(DPA)

DPA 子系統主要提供 IRD 子系統與後端 DPC 子系統之連接介面，本子系統分為三部分：(一)IRD 需求接收模組，負責接收來自 IRD 之需求；(二)IRD 資料傳送模組，發送即時路況資料至 IRD 子系統；(三)DPC 連接模組，負責需求接收模組及資料發送模組分別對 DPC 子系統的連接。分離出第一、二部分主要是為了保持系統彈性。針對此目的，系統訂立一組 Java Interface，並依 Interface 實作 GPRS 收送模組。未來可依 IRD 子系統所使用的行動裝置及通訊協定的改變(如 GPRS 連線方式改為 SMS 發送方式)，只要新增需求接收模組及資料發送模組而不需修改系統架構以維持系統彈性。關於本子系統與其他子系統間的互動圖請參閱圖 4。

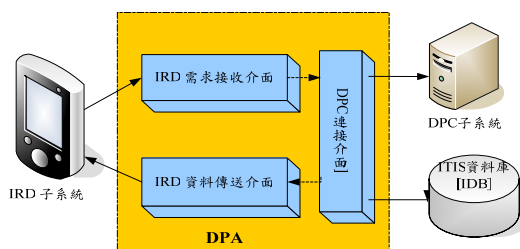


圖 4 DPA 子系統架構圖



### 三、資料處理及計算子系統(DPC)

DPC子系統主要提供接收駕駛人路況需求，依資料庫資料計算路況資訊，透過DPA子系統將路況資訊傳送至駕駛人IRD系統。DPC子系統分四部分：(一)資料查詢模組，負責路況及地圖資料查詢功能；(二)路況資料計算模組，比對駕駛人與路況相對位置比較，決定駕駛人最近相關路況資訊，並查詢出駕駛人於電子地圖位置，並回傳相關地圖資訊；(三)路況資料排序模組，路況資訊回覆前先須先依IRD裝置別及發送方式、時間等資訊進行資料排序決定回覆順序；(四)路況資料接收與回覆模組，負責路況需求接收及在資料排序完成後所進行的資料回覆作業與資料回覆確認。第二、三部分為考慮系統未來演算法改進可能性，這兩部分採用Strategy Design Pattern[19]設計以因應修改架構而不影響到主架構。關於本子系統與其他子系統間的互動圖請參閱圖 5。

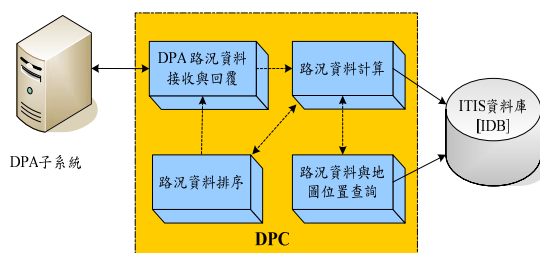


圖 5 DPC 子系統架構圖

### 四、路況資料匯入子系統(RII)

RII子系統主要提供路況資料匯入功能，將最近的路況資訊與ICM子系統匯入的電子道路地圖資料建立關連性，藉由IDB子系統存入資料庫中，作為DPC子系統計算路況資訊與駕駛者資訊之間相關性的基礎。系統功能分為三部分：(一)子系統與交通部運輸研究所路況主機連接介面，提供自動下載最新的路況資訊功能；(二)解析路況資訊內容，分析至路況主機所接收之路況XML，並將分析結果匯入資料庫；(三)分析目前路況資訊與ICM子系統匯入的電子道路地圖資訊，建立路況與電子地圖關連性。關於本子系統與其他子系統間的互動圖請參閱圖 6。

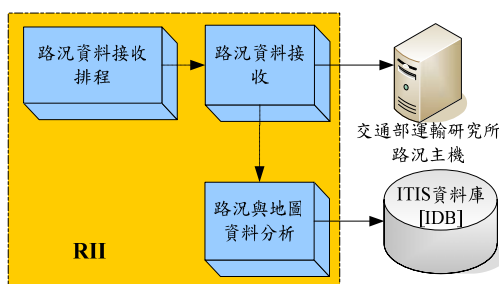


圖 6 RII 子系統架構圖

### 五、ITIS 設定管理子系統(ICM)

ICM子系統的功能在於提供ITIS系統管理員一個統合管理介面，讓管理員透過此一介面與IDB子系統連線，管理伺服器端各子系統，包括RII子系統設定、各子系統的使用Log查詢、地圖匯入功能及使用者資訊管理等功能。系統分為五部分：(一)使用者管理介面，管理員透過此介面統合管理各子系統；(二)RII系統設定，包括設定下載路況資訊的主機位址與更新路況資訊頻率等資料；(三)ITIS Log資料查詢，包括查詢RII子系統的路況資訊更新紀錄、

查詢 DPA 使用紀錄與查詢 DPC 使用紀錄；(四)地圖資料匯入，匯入交通部運輸研究所的台灣電子道路數值網，匯入之資料交由 IDB 子系統存入 ITIS 資料庫；(五)使用者資料設定，管理員透過此功能可以新增，刪除與查詢 ITIS 使用者資料。關於本子系統與其他子系統間的互動圖請參閱圖 7。

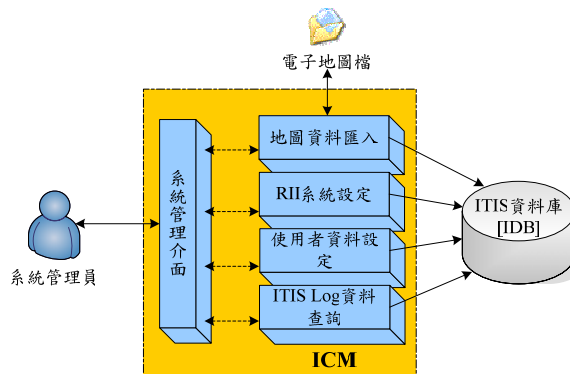


圖 7 ICM 子系統架構圖

## 六、 ITIS 資料庫子系統(IDB)

IDB 子系統主要提供 ITIS 各子系統(DPA、DPC、RII、ICM)資料儲存功能，本子系統可依其他各子系統需求，對資料進行新增、刪除、修改及查詢等各項功能，並有資料權限控管功能。關於本子系統與其他子系統間的互動圖請參閱圖 8。

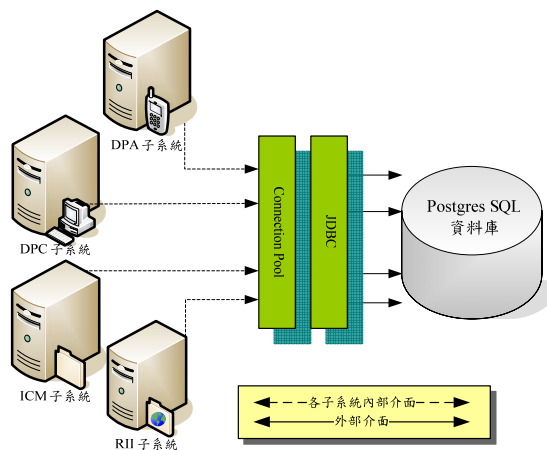


圖 8 IDB 子系統架構圖

## 伍、 範例說明

在此一節，我們將以一個範例來說明 ITIS 的使用方式，使用者端所使用的行動裝置為 PDA，並安裝 J2ME 與 IRD 子系統，伺服器端為 Tomcat Server 並安裝 ITIS 中 DPA、DPC、RII、ICM 及 IDB 子系統。使用者端透過 802.11 無線網路連接伺服器端主機進行路況資訊查詢，查詢過程中將截取網路封包以觀察 ITIS 使用者端與伺服器端資料交換過程與內容。

步驟一：ITIS 使用者端系統設定如圖 9，使用者先設定名稱、密碼、GPS 連接 Port 及 ITIS 伺服器端主機之 IP 等資料，然後啟動與 ITIS 伺服器端之連接，並將使用者位置之 GPS 座標系統值轉換為 WSG84 座標系統值，而後將需求轉換為 ITIS XML 格式對 ITIS 伺服器提出查詢需求(如圖 10)。

圖 9 ITIS 使用者端

```
<?xml version="1.0" encoding="MS950" standalone="yes"?>
<ITIS_XML>
  <UserInfo>
    <Username>dennis</Username>
    <Password>1234</Password>
    <GPS_Longitude>121.2681494</GPS_Longitude>
    <GPS_Latitude>25.0147287</GPS_Latitude>
    <Datetime>2005-09-22-23-07-45</Datetime>
    <RecordSize>0</RecordSize>
  </UserInfo>
  <QueryXML>
    <Coordinate_Type>TWD97TM2</Coordinate_Type>
    <X>121.2681494</X>
    <Y>25.0147287</Y>
  </QueryXML>
</ITIS_XML>
```

圖 10 ITIS 使用者端需求 XML

步驟二：ITIS 伺服器端的 DPA 子系統接收自使用者端透過行動網路所送達之需求條件後，DPA 子系統將所收到的 XML 內容分析查詢條件，並將查詢條件傳送至 DPC 子系統進行路況查詢計算。

步驟三：DPC 子系統接收 DPA 子系統所傳送的座標值，依座標值計算附近路況資料後，將結果回傳至 DPA 子系統，而 DPA 子系統再將回覆值套用 ITIS XML 格式並回傳至 IRD 子系統(如圖 11)。

步驟四：IRD 子系統將查詢結果分析後顯示至螢幕上(如圖 12)。

```
<ITIS_XML>
  <ResultXML>
    <Message_Code>000</Message_Code>
    <Message_Context>查詢成功!!</Message_Context>
    <Roadname>民權路</Roadname>
    <Description>號誌燈中</Description>
    <GPSX1>121.54234</GPSX1>
    <GPSY1>24.97886</GPSY1>
    <GPSX2>HO DATA</GPSX2>
    <GPSY2>HO DATA</GPSY2>
    <Begin_Time>15:04:00</Begin_Time>
    <End_Time>HO DATA</End_Time>
    <Roadname>國道 1 號</Roadname>
    <Description>九和交通燈,外車道大輪胎皮</Description>
    <GPSX1>120.33464786122</GPSX1>
    <GPSY1>22.650743061224</GPSY1>
    <GPSX2>HO DATA</GPSX2>
    <GPSY2>HO DATA</GPSY2>
    <Begin_Time>14:58:00</Begin_Time>
    <End_Time>HO DATA</End_Time>
    <Roadname>國道 1 號</Roadname>
    <Description>9月20日 05:00 封閉 仁德服務區 匝道入口-改走 335.7K</Description>
    <GPSX1>120.26649825926</GPSX1>
    <GPSY1>22.804609222222</GPSY1>
    <GPSX2>HO DATA</GPSX2>
    <GPSY2>HO DATA</GPSY2>
    <Begin_Time>14:56:00</Begin_Time>
    <End_Time>HO DATA</End_Time>
  </ResultXML>
</ITIS_XML>
```

圖 11 路況結果 XML 資料

圖 12 路況查詢結果

## 陸、效能測試結果

在系統效能測試方面，本論文以網頁應用程式模擬ITIS使用者端發出查詢需求，並以壓力測試工具軟體OpenSTA 4.2[20]發出對模擬網頁大量使用者需求，以模擬大量使用者對

ITIS系統伺服器端進行查詢，並觀察伺服器端對查詢需求的反應時間。測試方式模擬以 20 個使用者為單位遞增，並以路況資訊較多的台北市中心為使用者座標範圍，查詢 10 公里內路況資訊，觀察平均使用者回應時間。模擬環境如下：ITIS伺服器之CPU為P4 2.4G，而模擬使用者端(IRD Simulator)之PC其CPU為PM 1.7G，此二者記憶體大小皆為 1G，並以 Windows XP為作業系統安裝Sun Application Server 8，而Java程式語言版本為JDK1.5，伺服器端與使用者端的網路速率為 100Mbps。使用者端利用測試軟體OpenSTA 4.2 作模擬測試與壓力測試，圖 13 所示為使用者端以座標(121.530125, 25.054851)查詢 10 公里內路況資訊之結果。

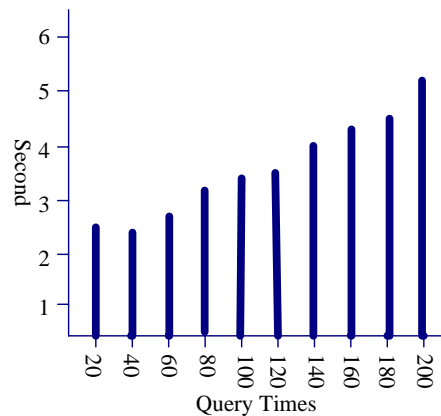


圖 13 效能測試結果

依圖 13 內容可觀察系統平均反應時間乃可符合預期目標，200 位使用同時發出查詢需求仍可於 6 秒內回應使用者所查詢資訊，這個結果與我們其他的測試結果相似。另一方面，關於查詢路況資料的精確性，由於警廣路況查詢系統所提供的路況資料，實質資料內容不盡完善，例如道路名稱使用簡寫或別名、道路名稱與交通部運輸研究所的電子地圖檔的道路名不相同、路況事件地點無經緯度與道路名稱等。這些路況資料的不完整性，增加了系統提供資料的困難度。對有經緯度的路況資料，我們可以透過計算的方式來定位並過濾路況，而沒有經緯度的資料，我們則透過路名相似度的比對來過濾路況，其過程較費時且結果並不能保證過濾的路況資料一定正確。目前我們在加強資料比對的功能以提高路況資料的正確性，以期能給予使用者更精準的路況訊息。

## 柒、結語與未來研究方向

即時的路況資訊對使用者來說，是相當重要的資訊。現在的主要路況來源來為警廣的路況廣播，一面開車一面要分心於路況資訊是很危險的。因此，如何能幫使用者專注於行車的同時，快速有效率的獲得相關路況資訊就是一個很重要的課題了。ITIS系統結合了即時路況資訊與GPS相關技術，自動分析出使用者週遭的路況資訊，讓使用者透過行動裝置的資訊對路況資訊一目了然。在此系統架構下，本研究未來將進一步加強系統功能來給予使用者更多的幫助。首先，強化LBS的服務，目標是建構出一個以GML為資訊交換基礎的即時資訊查詢系統，所提供的服務包括最佳路徑查詢、特定建築物查詢及鄰近景點 ( $k$  Nearest Neighbors,  $kNN$ ) 查詢[23]，同時加入加解密機制[24]，保護GML資訊傳遞時的安全性。路況資訊方面，由ITIS原本的文字介面強化，以compact GML (cGML)[25]實作圖形介面來表達道路相關資訊，同時加入語音功能，以Text to Speech (TTS)[26]、[27]功能即時的提醒使用者注意最新路況。最後是提供群組查詢功能，類似於MSN[28]的群組功能，但必須即時的傳送位置資訊給



同組成員，因此我們的開發方式採用Design Pattern 之Observer Pattern[29]，當成員中有人位置移動時，系統將自動更新所有群組成員資料，以確保成員資料一致性。

## 參考文獻

- [1] 交通部運輸研究所.(viewed on the 15th may 2005). Available: <http://www.iot.gov.tw/>
- [2] 張嘉強、伍志宗, 2003, "製圖區地控點資訊不足之基準轉換研究".
- [3] 即時交通路況資訊系統(viewed on the 20th Dec 2005) . Available : <http://mcse.csie.ntut.edu.tw/~itis>.
- [4] International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://www.itu.int/osg/spu/ni/3G/>.
- [5] WiMAX Forum (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://www.wimaxforum.org> .
- [6] Global Positioning System (vied on the 15th july 2004). Available: [http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps\\_f.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html).
- [7] Jose Costa-Requena, Haitao Tang and Inmaculada Espigares, Dec. 2002, "Consistent LBS Solution in Next Generations of Mobile Internet", Parallel and Distributed Systems. Proceedings. Ninth International Conference on 17-20 Page(s):637 - 642.
- [8] Open Geospatial Consortium <http://www.opengeospatial.org/>
- [9] Java 2 Platform, Micro Edition(J2ME) (vied on the 15th September 2005). Available: <http://java.sun.com/j2me/index.jsp/> .
- [10] Apache Jakarta Project.(viewed on the 15th September 2005). Available: <http://jakarta.apache.org/tomcat/>.
- [11] CMMI(viewed on the 15th June 2005). Available : <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>
- [12] Sun Developer Network J2EE Java Servlet Technology. (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://java.sun.com/products/servlet/index.jsp>.
- [13] NMEA 0183, Standard for Interfacing Marine Electronic Devices, Version 2.1, 15th October, 1995, National Marine Electronics Association.
- [14] JSR 82: Java APIs for Bluetooth. (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=82> .
- [15] kSOAP2. (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://sourceforge.net/projects/kobjects/> .
- [16] Enhydra kXML project. (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://kxml.objectweb.org/>.
- [17] JSR 172: J2METM Web Services Specification. (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=172>.

- [18] Roger Kalden, Ingo Meirick, Michael Meyer, 2000, "Wireless Internet Access based on GPRS", Ericsson Research, Ericsson Eurolab Deutschland.
- [19] James W. Cooper, "Java Design Patterns Java Companion". (Downloaded on the 15th Sete 2005) . Available: <http://www.patterndepot.com/put/8/JavaPatterns.htm>.
- [20] Open System Testing Architecture. (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://www.opensta.org>.
- [21] IEEE 802.11, The Working Group Setting the Standars for Wireless LANs .(viewed on the 15th may 2005). Available: <http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>.
- [22] Web Services Activity (viewed on the 15th September 2005). Available: <http://www.w3c.org/2002/ws/>.
- [23] N. Roussopoulos, S. Kelley, and F. Vincent, Nearest neighbor queries, In Proceedings of the 1995 ACM SIGMOD international conference on Management of data, pp. 71-79, 1995.
- [24] Security and Trust Services API for J2ME(JSR 177) . (viewed on the 15th June 2005). Available: <http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=177> .
- [25] Compact GML. (viewed on the 15th November 2005) Available: <http://www.crs4.it/nda/cgml/it/index2.html>
- [26] AT&T Labs-Research Text To Speech.(viewed on the 15th June 2005). Available : <http://www.research.att.com/projects/tts/demo.html>.
- [27] FreeTTS: A speech synthesizer written entirely in the Java™ programming language. (viewed on the 15th June 2005). Available: <http://freetts.sourceforge.net/> .
- [28] MSN Messenger. (viewed on the 15th June 2005). Available : <http://imagine-msn.com/messenger/default2.aspx?locale=en-us>.
- [29] Observer Pattern (viewed on the 15th June 2005). Available : <http://www.javaworld.com/javaworld/javaqa/2001-05/04-qa-0525-observer.html>.