

以網際服務支援洪氾預警資料之查詢與顯示

Querying and Displaying Flood Forecasting Data Based on Web services

吳佩珊 李承翰 張雅惠

國立臺灣海洋大學資訊工程系

{19957019,10157025, yahui}@ntou.edu.tw

摘要—一個完整的洪氾預警系統包含許多複雜的水理運算與預警資料。在本文中，我們介紹如何將系統中眾多的資料庫查詢句封裝成數個網際服務，以及如何利用這些服務搭配地圖與圖表將資訊適當地呈現於前端介面，以便使用者直接透過瀏覽器查詢預警的資料。此做法不僅便利系統的維護與程式碼的再利用，透過實驗顯示，也比傳統的作法更加有效率。

關鍵詞—洪氾預警系統、網際服務

Abstract—A flood forecasting system consists of many complicated hydraulic data. In this paper, we introduce how to classify different database queries and wrap them into several Web services. We also discuss how to use these Web services to show the warning message and the calculated result on the map or chart. Such approach facilitates system maintenance and code reuse, and experimental studies even show that it is more efficient than the traditional approach.

Keyword— flood forecasting system, Web service

一、序 論

台灣地區雨量豐沛，為世界平均值的2.5倍，因為颱風與豪雨事件所帶來的降雨，常釀成嚴重的淹水災害。因此我們希望建置一個洪氾預警系統，藉由即時的偵測資料有效模擬推估未來的水情預報，並利用合適的淹水警戒值研判預警區域，以掌握黃金時間疏散民眾去避災。但是，一個完整的洪氾預警系統，常常必須包含數個水理模組，以進行海岸越波演算模式、二維淹水演算模式等的運算，這些模組可能因為在不同的程式環境下發展而需要在不同的作業系統中運行，但彼此間又必須依照一定的關係執行且傳遞資

料。所以，要建置成功的系統，除了各水理演算模式的研發之外，更需要資訊相關技術的協助以有效整合各個水理模組。

在本研究中，我們提出以服務導向架構（Service-Oriented Architecture，簡稱SOA）的概念來規劃整個洪氾預警系統。SOA的概念主要是將系統內部的「軟體元件」封裝為服務的形式對外提供，以設計並建構整個系統。此作法的好處有以下兩點：第一是網際服務（Web service）是透過標準的協定進行資料傳遞，不受限於特定技術與作業平台，所以使異質系統的整合變得更加容易；第二是網際服務可供不同系統使用而提高應用程式的再利用度。由於其種種好處，SOA近期已被廣泛地應用，以下試舉幾個在地理水利方面的應用。論文[2]利用此技術進行複雜的演算應用程式，並建立一個整合性介面供特定的地理專家進行演算的參數調整；論文[3]是有關美國河川水利資訊的查詢；論文[6]是針對上海沿海區域，建置一個風暴災害風險的決策支援系統；論文[5]則是搭配Web GIS的使用，建置一個病蟲害地理區塊的預警系統。至於論文[1]則是描述如何基於SOA建置水利署署內及跨機關資訊交換必須的基礎建設，並以此建立經濟部水利署的水資源資訊服務平台（Water Resources Information Services Platform，簡稱WRISP）。

本文所提出的洪氾預警系統，即是基於SOA的概念所建置。針對水理運算的功能，我們依據各水理模式的輸入與輸出需求，將處於不同作業

平台的各模式封裝成網際服務的形式，使其能夠順利地進行合作，此部分已經發表於論文[4]。針對系統的介面呈現，我們規劃將運算資料匯入關聯式資料庫再依照不同查詢的需求（包含運算結果以及預警資訊）製作成網頁，以提供民眾與相關單位直接進行查詢瀏覽。為了提供彈性的系統整合與軟體再利用，此部分的功能亦包裝成數個網際服務。在本文中，我們將詳加介紹此部份的設計理念與如何使用。

本文其餘各節的架構如下：第二節介紹水裡模組以及整體系統架構；第三節解釋系統中資料庫的定義；第四節說明如何將不同的查詢功能封裝成資料庫服務；第五節進行效率比較；第六節提出結論以及未來展望。

二、 水理模組介紹及系統架構

由於水理演算模式的細節研究並非本文的重點，所以我們僅簡介各水理模組的主要功能以及與其它模組的相關性。首先執行的為「WaveTide Module」，此模組的目的在於利用即時偵測的風場資料，結合暴潮水位的模擬分析，演算河海口未來一至三小時的暴潮水位以及海岸保護結構物的越波量，進而依其演算結果模擬沿海低窪地區的海水溢淹情形。其次，「Hydrol Module」獲得「WaveTide Module」的輸出結果後，進行降雨逕流演算，並結合氣象單位偵測站的即時雨量與流量資料，發展即時逕流校正方式，以提高預測的精準度與效能。該模式所模擬預測的輸出資料為未來一至三小時的上游入流量、河道支流入流量與殘流域側入流量，以提供後續模式執行演算使用。最後，「TwoFD Module」集結之前兩個模組所提供的演算結果，執行二維淹水演算模式，進而預測演算河川下游低窪地區未來一至三小時的水深高度，以做為即時淹水預警區域的研判依據。

根據這些模組的運算需求，我們提出一個基於 SOA 的整合平台，整體系統架構如圖 1 所示。

從最底層的虛線方框中，可看到系統內部的資料分為兩大類型。其一為「Data File」，包含各應用程式的執行輸出結果。其二為「Relational Database」（關聯式資料庫），提供快速的查詢處理以及資料維護。在本洪氾預警系統中，各應用程式的執行輸出結果經過處理後，會匯入我們事先設計好的關聯式資料庫中。

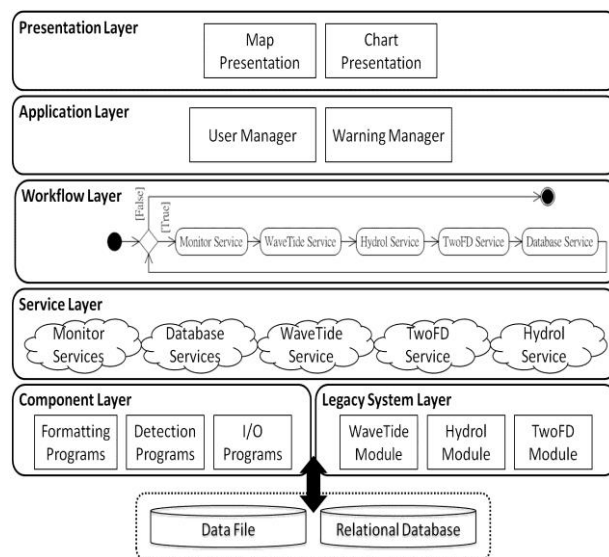


圖 1：洪氾預警系統架構

至於 Legacy System Layer 是涵蓋既有水理模組的應用程式，包含前述的「WaveTide Module」、「Hydrol Module」和「TwoFD Module」。根據這些模組與 Component Layer 中的輔助應用程式，我們建立數個網際服務於 Service Layer 中，例如「WaveTide Service」、「Hydrol Service」與「TwoFD Service」（合稱水理服務），以及監控偵測站的網際服務「Monitor Services」（簡稱監控服務）等。而本文的重點「Database Services」（資料庫服務），其功能則是將上述各網際服務的輸出結果自動匯入關聯式資料庫中，以及協助查詢於使用者介面呈現的洪氾預警資訊，讓系統能夠統一控管與資料庫的相關聯繫，我們將在後續的章節做詳細的介紹。

至於 Workflow Layer 則是再依據上述網際服務各自的特定功能，並額外搭配一些工作流程

控管的基礎活動，以協調各網際服務的執行運作，讓整個洪氾預警的模擬與演算能夠順利完成。而 Application Layer 則負責實作整個洪氾預警系統的網站建置，其中「User Manager」是依據使用者身分的不同，給予不同的系統瀏覽與操作權限，至於「Warning Manager」則是負責從關聯式資料庫中，抓取各水理模組的執行結果，並經過特定的警戒判定條件過濾後，告知 Presentation Layer 應警戒的區域。

我們在接下來的兩節說明本系統中的資料庫服務。我們首先在本節中介紹系統中的資料庫綱要，下一節再介紹對應的服務設計。

```

Station_info ( SID, name, x, y )
Section_info ( SID, Lx, Ly, Rx, Ry, L_height, R_height )
Place_info ( x, y, name )

```

我們維護的第二類型資料，為既有水理模組的演算結果，如圖 3 所示。首先，「WaveTide Service」的演算結果會儲存至表格 OverTop 中，包含未來一至三小時(Time)海岸各演算定點的座標(x 和 y)、越波量數值(overtopping)以及預警狀況(warning)。其次，「Hydrol Service」的演算結果會分別整合至 Real_FQ、Pred_FQ 以及 RiverSection 三個表格中 (FQ 為 flow quantity 欄位名稱的縮寫)，其中表格 Real_FQ 是記錄未來一至三小時(time)降雨逕流演算定點(SID)的模擬入流量(flow_quantity)，而預測入流量則是記錄在表格 Pred_FQ。至於表格 RiverSection 是記錄未來一至三小時(time)研究流域(SID)，其各橫斷面的水位高度(water_level)、流量數值(flow_quantity)以及左右溢岸流量數值(L_overflow 和 R_overflow)。最後，「TwoFD Service」的演算結果則是儲存至表格 TwoFD 中，而記錄內容是未來一至三小時(time)二維淹水各演算定點的座標(x 和 y)以及水深高度(depth)。

OverTop (batch , time , x , y , overtopping ,warning)

Real_FQ (batch , time , SID , flow_quantity)

Pred_FQ (batch , time , SID , flow_quantity)

RiverSection (batch , time , SID , water_level , flow_quantity ,
L_overflow , R_overflow)

TwoFD (batch , time , x , y , depth)

我們維護的第三類型資料，為氣象單位偵測站量測的即時資料，以便我們於網路地理資訊系統上繪製統計圖，提供相關人員即時分析數值的變化，亦可做為檢討水理演算模式是否需要修正的依據。在圖 4 中，表格 Measure_RF 是儲存來自「Detect_RainFall Service」各雨量偵測站量測的資料，而記錄內容包含該雨量偵測站的空間 ID(SID)、量測的時間(time)以及雨量數值(rainfall)，至於表格 Measure_FQ 則是儲存來自「Detect_Flow Service」各流量偵測站量測的對應資料，而記錄內容包含即時流量時間(time)、流量偵測占空間 ID(SID)以及即時流量數值

Measure_RF (<u>batch</u> , <u>SID</u> , <u>time</u> , rainfall)
Measure_FQ (<u>batch</u> , <u>time</u> , <u>SID</u> , flow_quantity)

圖 4：資料庫綱要－監控服務執行結果

四、資料庫網際服務

本系統中的資料庫網際服務可分做兩大類，第一大類是將水理服務和監測服務運算或執行過後的資料匯入如圖 3 和圖 4 的表格。此類服務較為單純，由於論文空間限制就不多加介紹。第二大類則是將對資料庫的查詢製作成網際服務，以便經由各網頁應用程式製作成使用者介面呈現洪氾預警資訊。然而，本系統中所包含的資料庫查詢句為數眾多，若每個查詢句皆製作對應的網際服務，對日後系統的維護與管理會產生很大的負擔。因此，我們的設計理念是依據使用者介面所呈現的資料性質進行統整分類，並依據分類結果將其封裝成各資料庫服務。

我們所規劃的資料庫服務與其相關資料介面規範列舉於圖 5 中，在此僅列出輸入參數。首先，Location Service(位置服務)的輸入參數是空間編號(SID)，該服務會根據圖 2 的資料庫表格回傳特定定點的地理位置，譬如若 SID 值為 541，即可回傳南州雨量站的經緯度座標。其次，RealTime_Map Service (地圖服務)是負責使用者介面中標記地圖預警圖示的資料查詢，此服務會

對圖 3 的資料庫表格進行查詢。其第一個輸入參數是關鍵字(Keyword)，會指定查詢哪一個水理服務的計算資料；第二個參數是預警時間(WarningTime)，可指定未來一至三小時的某個時段；第三個資料顯示型態(OutputType)，則可將資料輸出成適合地圖呈現或表格呈現的格式。注意到這些網際服務必須搭配使用。譬如圖 6 中，我們先利用位置服務取出河川斷面資料，以藍色線段標示。接下來，利用地圖服務查詢河川溢堤的資訊，若哪個斷面需要提出預警資訊則以紅色的箭頭標示。

Location Service		RealTime_ChartService	
輸入參數	附註說明	輸入參數	附註說明
SID	南州雨量站：541 來義雨量站：2401 力里雨量站：2402 新埤流量站：1760H004 林邊溪控制點：LinPien 力力溪控制點：Lili 河川溢堤演算定點：HydroL_Section 沿海越波演算定點：WaveTide	SID	南州雨量站：541 來義雨量站：2401 力里雨量站：2402 新埤流量站：1760H004 林邊溪控制點：LinPien 力力溪控制點：Lili
RealTime_MapService		History Service	
輸入參數	附註說明	輸入參數	附註說明
Keyword	河川溢堤預警：HydroL_Section 二維淹水預警：TwoFD 沿海越波預警：WaveTide	Keyword	南州雨量站：541 來義雨量站：2401 力里雨量站：2402 新埤流量站：1760H004 林邊溪控制點：LinPien 力力溪控制點：Lili 河川溢堤預警：HydroL_Section 二維淹水預警：TwoFD 沿海越波預警：WaveTide
WarningTime	未來一小時預警：1H 未來二小時預警：2H 未來三小時預警：3H	StartTime	開始時間 (YYYY-MM-DD Hr:Mi:Se)
OutputType	地圖顯示：Diagram 表格顯示：Table	EndTime	結束時間 (YYYY-MM-DD Hr:Mi:Se)

圖 5：資料庫網際服務資料介面



圖 6：洪氾系統之預警資訊－以林邊河流域為例

至於 RealTime_Chart Service (圖表服務)的

輸入參數也是空間 ID (SID)，此服務會到圖 4 中查詢雨量偵測站與流量偵測站的即時偵測資料，以繪製成統計圖。此服務也必須與位置服務搭配使用。如圖 6 中，紅色 Landmark 為利用位置服務得到新埤流量站的標記座標，點選之後，系統會跳出即時資訊視窗頁面，顯示該點的地理位置與相關資訊的連結，選擇流量偵測預覽則於下方顯示流量的統計圖。

最後，「History Service (歷史資料服務)」主要是查詢圖 3 與圖 4 中資料表格中的過往歷史資料，而該服務的輸入參數是關鍵字(Keyword)、開始時間(StartTime)以及結束時間(EndTime)。我們以此服務說明如何利用輸入參數組合成對應的 SQL 查詢句。假設輸入參數的關鍵字為“TwoFD”，開始時間為“2012-05-25 15:00:00”，結束時間為“2012-05-25 16:00:00”，則其所對應的 SQL 指令如圖 7 左側所示。該服務會參照資料庫網要圖 3 裡的表格 TwoFD，查詢時間介於開始時間與結束時間區間的資料，並輸出符合條件的資料其所有欄位 (SQL 指令以符號“*”表示之)，包含批次編號、時間、二度分帶座標 x 與 y，以及水深高度的數值。因此，各資料庫服務內部的 SQL 指令會依據不同的輸入參數，決定不同的查詢表格、查詢條件與輸出欄位。

query	output
SELECT * FROM TwoFD WHERE (time BETWEEN '2012-05-25 15:00:00' AND '2012-05-25 16:00:00')	"Table": [{ "batch": 2, "time": "2012-05-25T15:37:41", "x": 200835.140, "y": 2480353.700, "depth": 106.1 },...]

圖 7：資料庫服務之 query 與 output 範例

注意到，圖 5 中並沒有列出每個服務的輸出參數，這是因為一個服務對應到多個查詢句，而

每個查詢句的輸出欄位不一，所以我們將資料庫服務的輸出參數名稱統一命名為 Result，裡面以 JSON (Javascript Object Notation) 格式的字串存放查詢結果。JSON 的基本格式為「{name: value}」，其中以「{」與「}」區分 SQL 回傳的每一筆資料，並以「:」分隔「name」與「value」，其中「name」對應到欄位名稱，「value」則為欄位值。圖 7 的右側則為左側 query 回傳的片段 JSON 資料。

五、實驗

傳統上建置網站系統，會直接從資料庫中查詢資料，加入適當的 HTML 標籤形成網頁回傳給使用者。本文提出以網際服務的做法封裝資料庫的查詢，雖然此作法方便日後系統的維護與程式碼的再利用，但也有效率上的疑慮。所以，我們在本節中，進行此兩種做法效率的比較。

本實驗是根據「歷史資料服務」的功能，希望將資料抓回來 client 端分析使用，資料庫表格內的資料皆是由河工專家所提供。我們以 C# 各別設計兩隻實驗用的程式對應到兩個方法。第一個方法(稱作 WebPage)包含以下三個步驟: client 程式向資料庫查詢資料、將資料利用 ASP.NET 的 DataGridView 方式製作成網頁、以 HttpRequest 取回 WebPage 的 HTML 原始碼。第二個方法(稱作 WebService): client 程式向網際服務要求資料、網際服務向資料庫查詢資料、網際服務回傳 JSON 格式的文字至 client 端。以上兩者皆會紀錄總查詢的花費時間及回傳的資料大小。

實驗結果如圖 8 所示，上圖顯示資料筆數和傳送資料大小的關係，雖然兩個方法都呈現正向的線性關係，但可很明顯的看出來 WebPage 必須回傳比較大量的資料，這是因為網頁中 HTML 標籤重複出現所致。另外，下圖顯示資料筆數和執行所需時間的關係，同樣地，兩個方法雖然都呈現正向的線性關係，但 WebPage 因為需要傳輸較大量的資料，所以所需的時間比我們提出的方

法更長。

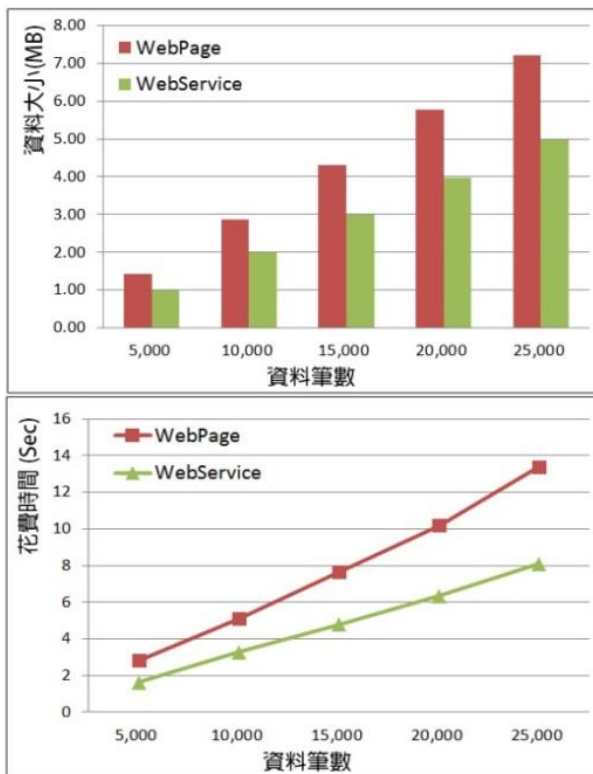


圖 8：WebPage 與 WebService 之實驗比較圖

六、結 論

在本研究中，我們基於 SOA 的系統規劃方式，建構一個洪氾預警系統網站。我們描述如何將眾多的資料庫查詢句分類並且封裝成數個網際服務，並搭配 JSON 的回傳格式，如此不僅讓系統的建置更有彈性，且效率上比傳統上建置網頁的方法更加提升。未來的改善方向有二：首先，針對二維淹水預警的介面呈現，由於其有機會需要於地圖上繪製上萬個預警標示，導致網路瀏覽器的介面呈現有所延遲，因此我們期望能夠為此找尋合適的解決方法；其次，我們希望系統網站能夠提供使用者即時的洪氾預警資訊，亦即各水理服務若有新的演算結果輸出，則系統網站能夠協助使用者自動刷新網站頁面，且該刷新動作必須為必要網頁更新，以避免造成網站系統龐大的負擔。

誌謝：此計畫由國科會贊助，編號為 NSC 101-2625-M-019 -004 -

七、參考文獻

- [1] 何丁武，馬尚彬，黃富馴，王躍強，黃貴麟，“e-河川計畫的應用推廣與服務”，第 18 屆水利工程研討會論文集，2009。
- [2] Carlos Granell, Laura Diaz, and Michael Gould, “Service-oriented applications for environmental models: Reusable geospatial services”, Environmental Modelling & Software, vol. 25, no. 2, pp. 182-198, 2010.
- [3] Jonathan L. Goodall, Jeffery S. Horsburgh, Timothy L. Whiteaker, David R. Maidment, Ilya Zaslavsky, “A first approach to web services for the National Water Information System”, 2008.
- [4] Ya-Hui Chang, Pei-Shan Wu, Yu-Te Liu, and Shang-Pin Ma, “An Effective Flood Forecasting System Based on Web Services”, Proceedings of the ICS conference, 2012.
- [5] Zhengwei Zhu, Shanqin Wang, Jiaying Chen, Hongyu Zhang, and Wenfeng Dun, “Design and Implementation of the Geospatial Early Warning System of the Insect Pest Based on SOA”, International Conference on Geoinformatics, 2011.
- [6] Zongsheng Zheng, Dongmei Huang, Jianxin Zhang, Shengqi He, and Zhiguo Liu, “A SOA-based Decision Support Geographic Information System for Storm Disaster Assessment”, International Conference on Geoinformatics, 2010.