第36卷 第20期 计 算 机 工 程 2010年10月
Vol.36 No.20 Computer Engineering October 2010
·工程应用技术与实现· 文章编号：1000—3428(2010)20—0217—03 文献标识码：A 中图分类号：TP391

基于 RIA 气象站信息平台的设计与实现

焦圣明[1,2]，包云轩[1]，郭 静[3,4]，袁成松[2]，钱 玮[2]
(1. 南京信息工程大学应用气象学院，南京 210044；2. 江苏省气象科学研究所，南京 210008；
3. 南京理工大学研究生院，南京 210094；4. 连云港劳动与社会保障局，江苏 连云港 222003)

摘 要：为提高气象服务的效率与质量，研制基于 RIA 的省级地面自动气象站信息服务系统。系统使用 Flex Builder 开发基于 Flash 插件的 WebGIS 的图形界面，通过 Java 技术实现各气象要素数据的查询、分析、统计等功能，以表格、直方图、色斑图等多种形式表现各种结果。系统总体设计思路明确、人机交互性能好、数据表现能力强，且具有跨浏览器和跨平台的特性，在实际业务应用中极具推广价值。
关键词：富互联网应用；自动气象站；Flex 技术；色斑图；WebGIS 平台

Design and Implementation of RIA-based Information Platform of Weather Station

JIAO Sheng-ming[1,2], BAO Yun-xuan[1], GUO Jing[3,4], YUAN Cheng-song[2], QIAN Wei[2]
(1. College of Applied Meteorology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China; 2. Jiangsu Institute of Meteorological Sciences, Nanjing 210008, China; 3. Graduate College, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China; 4. Lianyungang Labor and Social Security Bureau, Lianyungang 222003, China)

【Abstract】In order to improve the efficiency and quality of meteorological services, the provincial system of ground automatic weather station based on Rich Internet Applications(RIA) is exploited. The system making full use of Flex Builder to develop WebGIS graphical interface based on Flash plug-in unit achieves the function of data management through the Java technology, such as query, analysis and statistics etc., as well as performance with form, histogram, stain maps and so on. Due to the overall design of progressive thinking, a high level of human-computer interaction, as well as the cross-browser and cross-platform features, this system can promote a certain value in practical application.
【Key words】Rich Internet Applications(RIA); automatic weather station; Flex; stain map; WebGIS platform

1 概述

随着信息技术的快速发展，我国气象业务现代化建设日新月异，各省常规加密自动站多达数千个，气象要素观测量极大增加。自动站提供了更高网格精度的实时观测数据，在天气预报、气象服务和气象科研等工作中发挥了重要作用。

目前，气象综合业务平台普遍采用基于桌面的客户端/服务器(C/S)方式，即需要在客户端机器上安装发布应用程序。虽然具有较强的图形显示能力和程序运行速度快等特性，但其程序部署成本高，更新不及时，在很大程度上制约了更多领域用户对数据的使用。B/S 模式无需安装应用文件，只要有 Web 浏览器即可，部署发布成本低，维护简单，适用范围广，在互联网普及的今天更易得到推广[1-2]，但在可操作性、人机交互能力方面却有所下降。为了提升系统性能和用户体验，一种被称为富互联网应用程序(Rich Internet Applications, 简称 RIA)的具有高度互动性和丰富用户体验的网络应用模式应运而生。

Flex 作为开发 RIA 的一种富客户端开发技术受到了众多开发者的欢迎，如把该项技术应用于运输竞价排名系统[3]，以此技术开发了汽车无限远程安全控制系统，把该技术尝试性地应用到天气预报程序上。本文使用 Flex Builder 技术开发了基于 Flash 插件的 WebGIS 的省级地面自动气象站信息服务平台。不仅能满足预报员的基本业务服务需求，同时也成为面向公众的气象信息展示平台，在国内气象部门具有较大的推广价值。

2 系统设计与实现

2.1 系统设计思路与特点

针对地面自动气象观测数据的特点和对该类数据使用的需求分析，系统以 MySQL 数据库为后台进行数据库管理。客户端基于 Flex Builder 开发与 WebGIS 相关图形界面的部分，以 JavaScript+CSS 设计网页菜单。服务器端采用 Tomcat 作为 JSP 和 Servlet 的运行容器，用 NetBeans 开发工具完成 JSP 和 Servlet 的编码工作。操作系统采用 RedHat EnterPrise Linux 系统，通过 Java 技术实现系统交互功能。系统采用了类似桌面 GIS 应用程序的界面，与传统的基于页面的 WebGIS 相比，界面更加友好，没有刷新，能够实时响应用户的操作，大大改善了用户体验。在信息表现与可视化方面，提供了多元的信息表现与可视化功能，数据查询、统计效率高，系统稳定性强，具有很强的可移植性。

2.2 系统实现

考虑到系统既要满足专业预报人员对观测数据的实时查

基金项目：国家自然科学基金资助项目(40475017)；江苏省气象局科研开发基金资助项目(200801)
作者简介：焦圣明(1974－)，男，高级工程师、硕士研究生，主研方向：交通气象，地理信息系统；包云轩，教授、博士；郭 静，工程师；袁成松，高级工程师、硕士；钱 玮，工程师、硕士
收稿日期：2010-05-04 **E-mail：**jandyjsm@126.com

询、统计等基本业务服务需求，同时也要满足公众方便快捷地获取所需气象信息，系统采用跨平台、跨浏览器的设计方案，系统总体设计如图 1 所示。

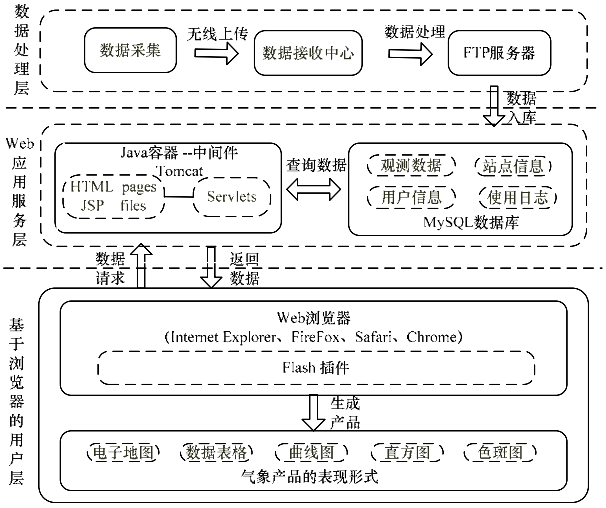

图 1　系统设计框图

各主要模块功能如下：

(1)观测数据的实时采集与入库处理。监控程序采用触发机制监控指定服务器目录下观测数据文件的更新情况。一旦有新的文件生成或是有文件被修改，即启动入库进程，把文件中的观测数据按照一定格式写入一个临时文件中去，使用数据库文件装入命令一次性将所有数据导入相应的库表中。

(2)站点定位查询快捷方式。鼠标可直接点击定位到任一条站点信息，显示站名、经度纬度信息、实时气象要素，提供统计雨量信息。雨量直方图界面提供站名名称和日期查询功能，以直方图形式和表格形式显示逐小时的降水情况。温度曲线界面根据查询信息显示相应站点和时间的温度曲线图。

(3)雨量统计功能。包括累积降水、雨量阈值查询、降水过程对比、单站雨量统计、月降水天数统计和月、日降水直方图功能。

(4)雨量色斑图查询和动画显示功能。提供不同时段的不同站点雨量数据查询。提供降水色斑图的查询和动画显示，可显示雨量随时间的变化趋势，生动地显示降水落区的扩张趋势。

(5)地区雨量统计，其他要素诸如气温、相对湿度、露点温度、水汽压、本站气压数据的查询功能。

3　系统中的关键技术

3.1　Flex 环境下 WebGIS 的实现

使用 Flex 进行 WebGIS 开发具有以下优点[4]：(1)直接控制，系统运行速度明显优于传统的 WebGIS。(2)图形表现力强。气象 WebGIS 具有丰富的图形界面元素，例如风向杆、天气现象等。但就目前来讲，很难将不同数据源中的数据集成到某个一目了然的界面中，并且用户无法与图形元素进行直接交互。Flex 可以解决这一问题，不但使页面内容更加丰富，而且还使用户能够和图表进行直接交互，以便深入了解数据的内涵，这些在传统的 WebGIS 里实现起来比较困难。(3)客户端缓存。在 Flex 环境下，数据能够被缓存在客户端，实现一个响应速度更快且数据往返于服务器次数更少的用户界面，并降低服务器的内存消耗，使资源分配更加合理。(4)系统开发效率高、周期短、经济成本低。

3.1.1　地理空间数据的组织

WebGIS 的网络访问速度问题一直是该类技术应用实现的关键。本系统首先将该类信息从 ShapeFile 文件格式转换成经纬度格式，把转换后的地理数据 XML 格式进行存储并按照图层形式组织数据。然后采用如图 2 所示的层次组织方法，将空间几何数据按空间实体模型进行组织，以便能够有效地对地理空间数据进行描述。每个实体的几何类型可以表示为 Point、Line、Polygon、Symbol、Text 中的一种。

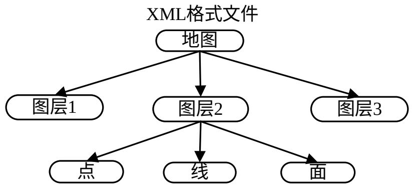

图 2　地理空间数据组织

当用户首次使用系统时，地理信息数据将被下载到本机浏览器指定的缓存中，由于地理空间数据进行了文件转换，因此大大提高了下载速度。只要用户不清空浏览器缓存，再次访问时无需重复下载地理数据。对地图进行操作时直接对本地缓存中的数据进行操作，无需与服务器进行交互，进一步提高了浏览速度。

3.1.2　应用逻辑层的实现

应用逻辑层的工作过程是：Flex 客户端接收到用户请求，异步通过 HTTP 协议，将用户请求发送到 Java 服务器端，服务器端计算处理后以 XML 格式将数据返回给 Flex 客户端，并呈现。客户端 Flex 利用 HTTPService 类与服务器进行通信。该类使用 HTTP 协议，异步加载指定的 URL 文件(系统使用 Java 中的 Servlet 程序，它自定义 HTTP 请求，页面加载速度快)，并以 XML 格式返回文件结果，Flex 客户端根据请求类型解析后，最终显示在 GIS 系统中。其实现过程如图 3 所示。

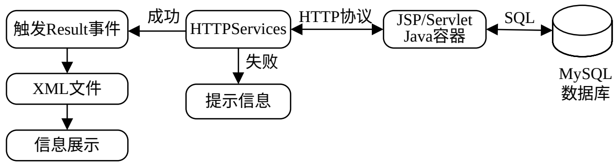

图 3　Flex 客户端与 Java 服务器通信示意图

3.1.3　Web 表示层的实现

利用 Flex 主要开发 2 个方面内容：(1)作为 GIS 显示接口，在客户端完成相应的 GIS 操作，如放大、缩小、漫游、定位、各种图层的加载显示等。(2)气象站数据的呈现、与 Java 服务器的数据交换，完成相关功能。这样，大部分的 GIS 操作和功能都在客户端完成，减轻了服务器端的压力。系统运行主界面如图 4 所示。

图 4　系统主界面

3.2　数据库设计及快速入库技术

地面自动气象站信息数据量大。以江苏省为例，每 10 min 就有 1 000 多条站点的数据信息生成，每天约 14 万条记录、每年约有 5 千万条记录生成在数据库中；雨量累积统计时，要满足用户任意日期时段内的雨量值累加的操作，查询效率也是必须考虑的问题。对观测网后台数据库设计采用了 MySQL 数据库，跨平台运行、大数据量处理、查询命令执行快等特点保证了用户对查询速度的要求。观测网数据以年建表，即每张表数据对应于一年，优化了查询效率。

采用 MySQL 数据库专有的注入式函数，使用 LOAD DATA 命令把格式化好的文件中的所有记录一次性注入数据库中，比起常规的 INSERT 插入命令效率更高。

3.3　色斑图绘制

色斑图是一种形和数的统一，在气象、水利、地质等领域内广泛应用[5-7]，本文结合网络开发特点，提出了基于栅格图形的反距离加权插值法绘制色斑图。

栅格图形的绘制有以下特点[6]：要绘制区域是有限的，并且是由不连续点构成的。栅格图形受到计算机屏幕的限制，人们能够看到的只是若干离散像素组成的图形。色斑图绘制算法如下：

(1)根据显示地图大小构造包含该地图的一个正方形矩阵。

(2)把所有自动站的经纬度信息转换成屏幕坐标。

(3)在矩阵中依次遍历每个栅格，以当前栅格为中心，20 个栅格大小为半径，做圆形扫描，搜索扫描范围内所有有自动站信息的栅格数据，并记录。

(4)按照反距离加权插值法公式对遍历的每个栅格进行插值，遍历结束色斑图也就相应地生成。

$$P(Z)=\sum_{i=1}\frac{Z_i}{[d_i(x,y)]^{\mu}}\Big/\sum_{i=1}\frac{1}{[d_i(x,y)]^{\mu}}$$

其中，$d_i(x,y)=\sqrt{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2}$，表示由站点屏幕坐标位置$(x,y)$至当前栅格 $P(x,y)$的距离；$P(Z)$为当前待插值的栅格值；Z_i是搜索范围内第 i 个站点的要素值；$1/[d(x,y)]^{\mu}$为权重函数，结合插值数值的真实性和插值效果，本文 μ 值取 4。

(5)应用文献[7]的边界裁减技术，本文也采用了面罩文件把地图边界以外的栅格数据设置成透明色。最终实现了在 Web 上色斑图的动态在线绘制，无需事先生成色斑图片保存在服务器上。这样既节约了存储空间，也保证了系统查询的灵活性。降水色斑图如图 5 所示。

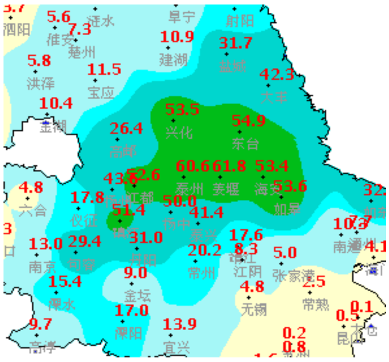

图 5　降水色斑图

4　结束语

目前基于 RIA 的省级地面自动气象站信息服务系统投入气象业务试运行，为各部门了解气象实时监测资料提供了一个数据共享平台。同时，系统设计思路及一些关键技术给相关领域的研究提供了一定的帮助。

自动气象站资料种类繁多、数据量大，导致 GIS 与数据库之间的数据交互频繁且对网络、服务器和 Web GIS 应用服务要求很高。因此，如何更快地提高 GIS 操作响应速度和提供更多的气象数据查询功能，是下一步需要解决的问题。

参考文献

[1] 李瑞敏，陆化普．基于 WebGIS 的智能交通管理指挥调度系统[J]．计算机工程, 2007, 33(21): 232-234.

[2] 姚　燕，朱　江，薛　蕾．Web GIS 在气象通信信息系统中的应用与研究[J]．计算机工程, 2008, 34(10): 271-273.

[3] 周乐清．基于 Flex 技术的运输竞价排名系统的设计与实现[J]．微计算机应用, 2009, 30(5): 24-28.

[4] 丰江帆，张　宏，张　强，等．基于 RIA 与 WebGIS 的空气质量信息服务[J]．环境监测管理与技术, 2006, 18(4): 30-31.

[5] 张蔺廉，范其平．用规则四方矩阵网格资料分析等值线的一种方法[J]．气象, 2006, 32(6): 75-79.

[6] 王　忠，刘浩吾，柴贺军．等值线的栅格图形自动生成[J]．水利学报, 2001, 4(4): 53-56.

[7] 刘旭林，赵文芳．气象观测数据等值线自动绘制系统[J]．气象, 2009, 35(4): 102-107.

编辑　顾逸斐

(上接第 210 页)

[4] 李　荣，曹顺良，李园园，等．基于语义路径覆盖的 Gene Ontology 术语间语义相似性度量方法[J]．自然科学进展，2006, 16(7): 916-920.

[5] Fröhlich H, Speer N, Poustka A, et al. GOSim——An R-package for Computation of Information Theoretic GO Similarities Between Terms and Gene Products[J]. BMC Bioinformatics, 2007, (8): 166.

[6] Ruths T, Ruths D, Nakhleh L. GS^2: An Efficiently Computable Measure of GO-based Similarity of Gene Sets[J]. Bioinformatics, 2009, 25(9): 1178-1184.

编辑　张　帆