

A Technical Method of Online Spatial Attribute Data Management Based on Web Front End

Lijie Zhou, Zhihong Li, Cui Li

School of Geographic Sciences, East China Normal University, Shanghai
Email: leejaygo@163.com

Received: Jan. 8th, 2016; accepted: Jan. 22nd, 2016; published: Jan. 27th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Based on B/S framework of web system, this article realizes the visualization management of web front end of spatial data. According to HTML5 CSS3, the User Interface of data management in web browser is realized, and Javascript can be used to achieve the interaction between web browser and users. The server uses SQLite database to store data, the design of the database with data storage table and data field mapping to realize dynamic management. The Geoserver platform of independent research is used as a web server for web applications; this platform provides a series of database management API, including WebSQL API and SQLScript API, and transforms the data between server side and browser side with AJAX, so as to realize the data of the browser side management and server side storage. By managing the resource table and resource control table in the database, the sharing of spatial attribute data can be realized.

Keywords

Spatial Data, Font End Management, Server Side Storage, Data Sharing, Web Front End

一种基于Web前端的在线空间数据管理技术方法

周力杰, 李治洪, 李 翠

华东师范大学地理科学学院, 上海
Email: leejaygo@163.com

收稿日期: 2016年1月8日; 录用日期: 2016年1月22日; 发布日期: 2016年1月27日

摘 要

本文通过基于B/S架构的WebGIS系统, 实现空间数据的web前端可视化管理, 通过HTML5、CSS3实现浏览器端数据管理UI界面, 通过Javascript实现浏览器端和用户的交互功能。服务器端使用SQLite数据库存储数据, 数据库的设计采用数据存储服务和数据字段映射表实现数据字段的动态管理。本实验室自主研发的Geoserver2013平台充当web服务器进行web应用的发布, 通过该平台提供的一系列数据库管理API, AJAX技术实现数据的前后端交互, 从而实现数据的前端管理和后台存储功能。通过管理数据库表中的资源表和资源控制表, 实现地理空间属性数据的共享。

关键词

空间数据, 前端管理, 后台存储, 数据共享, Web前端

1. 引言

传统地理空间数据的管理需要借助专业软件如 ArcGIS、MapInfo 等, 一方面, 用户需要购买或下载软件, 并在本地安装, 有一定使用成本; 另一方面, 这类软件的专业性较强, 功能庞大复杂, 非专业人员不易操作。而在线的地理空间数据管理平台, 通过集成桌面软件的主要功能和简化各功能模块的操作流程, 将用户常用功能在 web 平台上实现, 提供更简便的操作, 而特定用户需要的功能通过高级定制的方式实现。使用在线的地理空间数据管理平台可以给用户使用提供很大的便利, 首先, 该平台是基于 WebGIS 的一个 B/S 结构的在线平台[1], 免安装, 减轻用户的使用成本; 其次, 该平台集成了桌面软件的常用功能, 并简化了操作流程, 这样既能满足用户需求, 又可以减少用户的学习成本; 最后, 该平台提供了空间数据导出和在线分享功能, 用户将地图数据导出到本地, 也可随时随地一键分享自己的地图给特定组别, 作为一个成果分享的平台。

目前, ESRI 的 ArcGIS online [2]能基于在线环境提供地图的编辑及可视化, openStreet Map [3]可以在线创建空间要素以及对要素的空间数据进行简单的编辑, 地图慧[4]在线制图平台只提供空间属性数据的管理。但是他们存在一些问题, 例如空间数据编辑的便捷性问题, 在数据编辑过程中, 无法进行批量修改, 无法对空间数据进行条件查询等。不支持 shp 格式空间数据的导入。不支持空间数据的导出, 用户采集的空间数据无法导出, 用户可以在线应用, 但没法下载到本地, 进行二次使用等等。这些工具类的软件都只是实现一部分的空间数据管理功能, 本平台对所有常用功能进行整合以及精简, 在本平台中得到很好的实现。

2. 整体架构设计

根据前期的需求分析, 确定相应的功能模块, 设计相应的 UI 界面。本文采用 HTML5 的文档类型, 使用标签元素搭建网页的整体框架。有了框架后, 通过设置 CSS 样式, 尽可能的在网页中还原 UI 的界面, 这时网页还只是静态页面, 无法与用户进行交互, 需要利用 Javascript 编写响应用户的各种事件, 在交互过程中需要通过 AJAX 实现前后端数据的传递。在服务器端利用本实验室具有自主知识产权的

Geoserver 2013 [5]平台作为 Web 服务器，可以充当地图服务和数据库操作引擎。通过这些形成一套完整的前后端空间数据服务平台。系统架构如图 1 所示。

3. 关键技术

3.1. 服务器端数据库设计

在后台数据库设计方面，如果将用户上传的表格，直接做为数据库中的一张表来存储，表格在数据库中的字段名必须使用英文名称，虽然这种设计会使后台库表设计以及前端代码逻辑变得简便，但是这种设计使得表格字段在浏览器端显示为英文名称，英文字段名不利于用户的阅读，从而降低了用户的使用体验。这在库表设计上提出了新的要求，在尽可能满足用户需求的情况下，也不会使库表设计的逻辑过于复杂。

本平台通过数据存储表和字段信息表结合使用，可以解决以上的问题，数据存储表用来存储表的数据，表中的字段设计采用虚拟字段 V1, V2, ..., Vi。考虑到后期表格管理的可扩展性，在数据存储表中预留 50 个字段，虽然这样会浪费少量计算机内存资源，但是通过预留字段可以很好的解决字段添加和删除的问题。字段信息表用来存储字段的中英文映射信息，所有的数据库表的字段映射信息都记录在这张表中。

3.2. 前端脚本实现空间数据的管理

前端通过 Geoserver2013 提供的 SQLScript 和 WebSQL API [6]实现数据的上传、读取、修改等操作。空间数据管理应用，如图 2。

3.2.1. 数据导入

空间数据的导入分为图层的导入以及属性数据的导入。图层的导入格式支持 shp 格式，属性数据支持 csv 格式导入。现有的 csv 格式的数据导入都是通过将文件整个网络传到服务器端特定目录下，然后利用服务器端语言进行读取然后存入数据库表中，本文通过在前端 HTML5 技术解析表格文本，通过数据服务接口直接保存到数据库中，这种方法可以减少服务器端压力[7]。

前端 HTML 和 CSS 设计好用户上传表格的界面。属性表格数据导入，传统的在 Web 端表格导入方法都是将 csv 文件整个传到服务器端，利用服务器端语言来读取该表格中的数据然后存入数据库中，最后删除该临时上传的表格。本系统通过 HTML5 提供的 FileReader API [8]合使用 input 标签元素，type 属性设置为 file，利用该 API 提供的 readAsText()方法读取表格中的数据保存在浏览器内存中，该方法第一个参数为获取的 file 对象，第二个参数为设置的读取文件的编码方式，默认是 UTF-8，由于 csv 格式默认使用 GB2312 编码方式，所以这里编码方式要设置成 GB2312。通过该方法可以实现在前端读取表格数据。

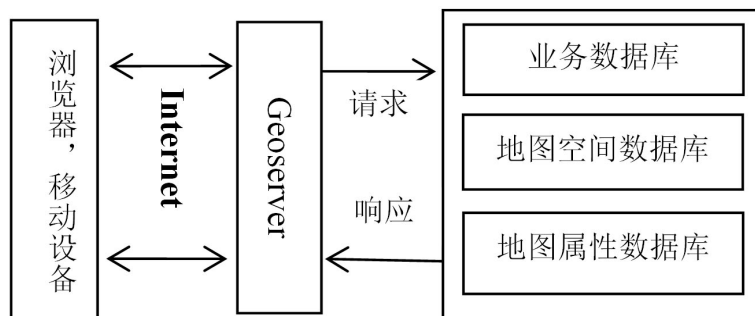


Figure 1. System architecture diagram
图 1. 系统架构图

The screenshot shows the ECNUGIS web application interface. The top navigation bar includes 'ECNUGIS 中国地图—人口表', '首页', '数据管理', '统计模型', '专题制图', and '开发定制'. The user is logged in as '周力杰'. The main content area displays a table with columns for 'fid', '年', '地区编码', '地区名称', '省级名称', '地级市名称', '县级名称', '人口合计', '男性人口', and '女性人口'. The table lists data for various districts in Beijing for the year 2010. The interface also includes a search bar, pagination controls, and a sidebar with navigation options like '空间数据' and '属性数据'.

fid	年	地区编码	地区名称	省级名称	地级市名称	县级名称	人口合计	男性人口	女性人口
2	2010	110100	市辖区	北京市	市辖区		1889	9727900	9099362
3	2010	110101	东城区	北京市	市辖区	东城区	573180	284906	288274
4	2010	110102	西城区	北京市	市辖区	西城区	674531	338835	335696
5	2010	110103	崇文区	北京市	市辖区	崇文区	346073	169572	176501
6	2010	110104	宣武区	北京市	市辖区	宣武区	568784	283735	285049
7	2010	110105	朝阳区	北京市	市辖区	朝阳区	3545137	1824922	1720215
8	2010	110106	丰台区	北京市	市辖区	丰台区	2112162	1078178	1033984
9	2010	110107	石景山区	北京市	市辖区	石景山区	616083	316238	299845
10	2010	110108	海淀区	北京市	市辖区	海淀区	3280670	1694525	1586145
11	2010	110109	门头沟区	北京市	市辖区	门头沟区	290476	147785	142691
12	2010	110111	房山区	北京市	市辖区	房山区	944832	485713	459119
13	2010	110112	通州区	北京市	市辖区	通州区	1184256	610533	573723
14	2010	110113	顺义区	北京市	市辖区	顺义区	876620	455205	421415
15	2010	110114	昌平区	北京市	市辖区	昌平区	1660501	889306	771195
16	2010	110115	大兴区	北京市	市辖区	大兴区	1365112	738570	626542

Figure 2. Application of spatial data management

图 2. 空间数据管理应用

读取完成后执行 onload 回调函数[9]中, 参数 data 是存储数据的二维数组, 对数据进行处理, 将数据分成两部分, 一部分存储字段映射信息, 另一部分存储数据记录, 有了字段映射信息后, 需要用户手动填写所有的字段的类型, 字段对应的单位信息。通过 WebSQL 中的 SQLTask、SQLExec 和 SQLInsert 接口将数据传入后台服务器中存储, 实现表格的创建以及字段信息和表格记录的插入。在传输中浏览器会通过 gzip 进行数据压缩, 提高数据的传输速度。

图层的导入是通过 Geoserver 提供的 Geoutil 接口, 将 shp 文件转成数据库要素表, 转成的要素表既包含几何信息也包含属性信息, 在前端显示的时候将几何信息字段隐藏。

3.2.2. 数据的查询与展示

现有的数据管理系统, 在空间数据管理界面上, 属性数据的字段都为英文名称, 对于非专业用户来说阅读起来相当困难, 如果采用中文命名字段名, 会增加数据库的不稳定性, 容易出现错误。本平台采用字段映射表, 存储前端显示字段名和后台存储字段名的对应关系, 在请求空间数据之前先请求字段映射信息, 从而解决中文字段显示的问题, 提高用户的体验。

前端实现方法。根据用户选取的数据表, 通过 WebSQL 接口查询字段映射表中对应的所有字段信息, 将查询得到的字段信息分别以数组形式保存在内存中, 包括字段真实名数组, 字段类型数组, 字段别名数组, 字段对应单位数组, 为后续表格的可视化显示做准备, 最后根据请求得到的字段真实名数组通过 WebSQL 接口的 SQLQuery 方法获取数据。

在 web 端显示数据, 数据量的大小直接影响页面响应速度的快慢, 当数据记录数达到数十万乃至上百万条时, 甚至会导致浏览器的崩溃, 直接影响用户的体验。本系统在前端显示数据时采用分页显示的方法, 当用户点击某一页时只请求相应页的数据。具体流程: 通过查询表格总的记录数, 以及用户选择的每页显示记录条数, 通过这两个参数就可以动态计算出每页的起始和终止记录的 id 号, 以及总的页数, 然后通过 select 语句中提供的 limit 子句限制每次返回记录的数量为用户选择的每页显示数量, offset 子句

限制数据取的基准点(`displayStart`),这个基准点可以根据选择的页数和每页显示条数在前端动态的计算出来。具体的 SQL 语句为: "select V1,V2.. from tab1 limit displaylength offset displayStart"。通过这种后端分页显示方法可以很好的解决请求数据过慢的问题,提高用户体验。

SQL 查询功能。用户可以根据需要任意查询符合条件的数据,在查询条件界面中选择查询条件,在查询字段界面中选择查询结果中要显示的字段。设计该模块时,查询条件和查询字段中每个字段别名都对应一个真实字段名 V_i ,这个真实字段名被存储在标签的自定义属性(`data-real`)中,查询字段界面中每个显示字段的 html 片段的代码为:

```
<li><input type="checkbox" id="checkbox1" data-real="V1" data-unit="" data-type="string"><label for="checkbox1" title="年份">年份</label></li>
```

其中自定义属性 `data-real` 记录该字段对应的真实字段名, `data-unit` 记录该字段的单位, `data-type` 记录该字的类型。同样查询条件中的字段,运算符,查询值以及逻辑运算符都是通过自定义属性来记录。当用户点击确定查询数据时,通过收集用户选择的标签选项的 `data-real` 属性值构成 `select` 语句的查询字段,收集用户输入的查询条件构成 `select` 查询语句的 `where` 条件子句,然后通过 `WebSQL` 接口提供的 `SQLQuery` 方法查询数据,对于 SQL 查询的数据不采用分页的方式显示,而是一次性将所要查询的数据请求回来,采取这种设计方式的目的,首先 SQL 查询出的数据是经过用户筛选的,相对于全部查询出来的数据量小,其次用户对于查询出来的数据往往需要进行图表分析,数据的另存等平台提供的其他功能,所有这些提供的功能都是在前端完成,所以前端必须缓存这些数据。

3.2.3. 数据在 Web 前端的动态管理

由于绘制的表格提供数据的编辑功能,所以需要每个单元格都可以编辑以及整个表格具有插入、删除记录的功能。对于提供单元格编辑功能,在前端动态生成表格的时候给每个单元格插入一个 `input` 标签,并把单元格的值赋给这个 `input` 标签,所有的 `input` 标签绑定 `change` 事件,当改变了表格中的值时,用 JSON 格式动态的记录改变的信息。当添加一行记录时,通过操作 `DOM` 在表格的末尾添加一行,将该行的信息保存的内存中。

表格前端编辑功能的具体设计。本技术在编辑数据的时候,将数据分成两部分,一部分是表格中显示的数据,这部分数据是从服务器端请求回来的。另一部分是前端新添加的数据。之所以将数据分成两部分是因为对于前端新添加的数据在数据库中只会进行插入操作,而从服务器端请求来的数据会进行更新和删除操作,采用这种分类设计在前端进行增删改时更加方便和高效。

当修改某一行的信息时,通过之前绑定的 `input` 的 `change` 事件结合 Javascript 的 `DOM` 查询能够得到该行的所有信息。采用 JSON 格式[10]存储该行修改的数据信息,首先会把该行的 `id` 号作为键名,对应的值也是 JSON 格式的数据,该子 JSON 数据是以字段真实名 V_i 作为键名,修改后的值作为该键对应的值,具体存储格式代码: `{"1":{"V1":value, "Vi":valuei},"i":{"V1":value, "Vi":valuei}.....}`。当记录是客户端新添加的数据时,存储格式改: `{"new1":{"V1":value,"Vi":valuei},"newn":{"V1":value,"Vi":valuei}.....}`。当删除某一行数据时,采用数组记录该行的 `id` 号,存储格式为: `['1','2','i',.....]`。有了以上三种数据就可以分别用来进行更新,添加和删除操作。

当用户编辑完成后,点击保存,这时会进行批量的更新,添加和删除操作,前端按照后台约定的接口准备好传输参数,通过后台提供的 `WebSQL` 接口的 `SQLTask` 方法实现批量执行 SQL 语句的功能,根据数据的特点,更新和添加使用后台提供的 `SQLExec` 方法,删除使用 `SQLDelete` 方法。

3.2.4. 空间数据的关联

对于空间属性数据和用户自己上传的属性数据可以进行空间关联,用户只需手动选择需要关联的字

段, 将改关联信息记录在数据库表中。建立关联关系后, 在地图上进行点查, 多边形查询后就可以显示关联后两个表格中的所有相关的信息, 如果关联的字段信息是空间位置字段, 还可以根据关联的表格中的字段生成相应的专题图。

4. 数据的分享

本平台支持多用户之间的数据分享, 每个属性表格数据都有其所在的工作空间, 在分享时将分享方式分为两种, 只读分享和复制分享。只读分享方式数据不会拷贝, 所有用户使用的是同一份数据, 并且接受数据的用户只具有查看功能, 不具备修改功能。复制分享方式, 每个用户将分享的数据加入到自己的工作空间时, 系统都会把原始表格复制一份给该用户, 这样用户就可以对该表格进行编辑。

在后台控制表格分享的数据库表是资源控制表, 分享是以组为单位, 用户可以指定将表格分享到自己所在的任意群组。当用户分享数据时, 会在资源控制表中增加一条分享的记录, 即可动态的控制表格的分享。

5. 结论

本文主要介绍了通过 web 前端的 HTML5, CSS, Javascript 技术, 结合服务器端 Geosever2013 平台提供的数据库操作接口实现前端空间数据的动态可视化管理的一种技术方法。主要介绍了利用 HTML5 API 实现表格数据的前端解析并且通过数据服务接口读入数据库, 通过前后端分页技术解决大数据量下的数据显示问题, Javascript 脚本实现空间数据前端管理的功能方法, 这些原本在 C/S 架构模式中实现的功能, 现在在 B/S 架构模式下也同样可以很好的实现, 并且通过设计出易于交互的 UI 界面, 以及简化业务流程, 使得非专业的人员也可以使用地理信息系统在线工具管理空间数据制作精美地图。该技术方法已经应用到华东师范大学具有自主知识产权的 ECNUGIS 地理信息系统[11]在线工具平台中, 各功能模块运行稳定, 后续的版本升级工作仍在进行。

参考文献 (References)

- [1] 李晓峰. Web 工程前端性能优化[J]. 电子科技, 2015, 28(5): 184-186.
- [2] <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>
- [3] <http://www.openstreetmap.org/>
- [4] <http://www.dituhui.com/>
- [5] 李治洪. WebGIS 原理与实践[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [6] 丁扬. 上海市农用地数据在线采集系统研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2015.
- [7] 王成, 李少元, 等. Web 前端性能优化方案与实践[J]. 计算机应用与软, 2014, 31(12): 89-147.
- [8] Lubbers, P., *et al.* (2010) Pro HTML5 Programming. Apress, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4302-2791-5>
- [9] Zakas, N.C. (2012) Professional JavaScript for Web. People's Posts and Telecommunications Press, Beijing.
- [10] 朱道远, 等. 基于 JSON 的 Ajax 数据交换技术及应用[J]. 电脑编程技巧与维护, 2015(16): 14, 15, 32.
- [11] <https://ccgis.cn/mapb>