

基于 WEBGIS 的农业气象信息共享与发布技术应用研究*

庄立伟¹⁾ 刘庚山¹⁾ 王石立¹⁾ 王建林²⁾

¹⁾ (中国气象科学研究院,北京 100081)

²⁾ (国家气象中心,北京 100081)

摘 要

依托全国气象部门观测台站通信网络,开展了基于 WebGIS 技术的农业气象信息共享与发布技术研究。根据气象行业标准和网络数据标准,对农业气象信息进行标准化处理,选用 SQL Server 2000 建立了 WebGIS 应用系统所需的网络共享数据库,利用 IIS、ArcIMS (Internet Map Server) 构建农业气象信息服务 WebGIS 平台。采用 JavaScript、ArcXML 和 ActiveX 编程方式,结合 ArcGIS 和 ArcIMS Manager 地理信息软件和管理工具,开发服务端的相关应用软件。在客户端实现了从属性到空间和空间到属性的农业气象信息双向查询以及农业气象信息专题地图分析功能,为用户提供详细、丰富、高质量的农业气象信息服务。

关键词: WebGIS 网络数据库 农业气象信息 共享 发布

引 言

随着信息技术的迅速发展,一些发布农业气象信息的网站已应运而生。然而,在 Web 上发布的气象或农业气象信息大多只是一些静态的分析产品或图形,尚未提供交互、动态的查询信息,更没有结合 GIS 技术进行地图空间查询的功能,无法满足用户对更详细、丰富信息的需求。地理信息系统与网络结合形成的网络地理系统是目前地理信息系统发展的一个重要方向,WebGIS 技术在城市环境评价、林业资源共享、空间技术科学等领域得到了初步应用^[1-5],这些研究对 WebGIS 的结构和信息发布技术做了一定的介绍,但在应用功能上主要以单要素信息查询为主,未提供深层次分析产品。目前,在气象领域应用中,也只有个别小范围的农业气象灾害监测方面进行的研究应用,其业务应用存在一定的局限性。本文研究面向全国,针对农业气象站点分布广泛、信息种类繁多并有一些描述性内容等特点,为满足将来开展业务服务的需求,利用国际上先进的 ArcIMS 地图服务系统软件,探讨了基于 WebGIS 的全国农业气象信息共享与发布技术应用研究,力求为农业生产者提供更及时快捷、基于地图信息综合查询和发布高质量的信息加工分析产品,具有广泛的应用前景。

* 国家“十五”科技攻关计划重点项目“农业信息化技术研究”之第2课题第2专题“农业气象信息资源开发与共享技术研究”(2001BA513B02-2)资助。

2003-08-15 收到,2004-01-05 收到修改稿。

1 农业气象信息网络化数据库共享技术

网络化空间数据库共享技术主要包括 Internet/ Intranet 下的数据标准与安全问题、数据库结构设计和数据库建设。

1.1 数据标准与安全问题

鉴于气象、农业气象数据的复杂多样性,研究中遵循气象行业数据标准、网络化数据标准以及 WebGIS 对属性数据库的要求,对收集的农业气象信息数据进行分类、规范化处理,并在 SQL Server 2000 数据库系统管理下,建立了统一、标准的全国农业气象信息 SQL Server 网络服务后台数据库。

网络数据库的管理实行许可和认证机制^[6],以维护数据安全。系统的许可管理主要是授权可以使用数据库对象和对数据库对象执行操作的用户,以便对数据库进行日常维护。客户认证机制则采用混合认证模式,既允许使用 Windows NT 认证机制,又允许使用 SQL Server 认证机制,以满足各种类型的用户需求,合法地访问系统资源。此外,本研究利用 SQL Server Agent 服务,设置系统自动执行某些任务和操作,包括执行常规的调度任务和辨识回应可能出现的错误,从而实现农业气象信息数据的自动更新、备份、恢复、完整性检查等任务。

1.2 数据结构设计

根据全国农业气象信息的特点和 GIS、WebGIS 对空间数据的要求,本文研究的系统综合使用了 SQL Server 数据库系统文件、ArcIMS 的 Shape 和 ArcGIS 的 Coverage 矢量格式 3 种不同类型的数据。SQL Server 数据库实现对不同时段、综合农业气象要素的历史数据的存储和管理。Shape 和 Coverage 均为地理信息系统的地图矢量数据格式,专门存储具有地理属性的图形和属性数据。Shape 是开放格式,可以与其它地理信息系统共享,Coverage 是 ArcGIS 系统专用的空间特征数据模型。它们的存储结构和功能虽不同,但利用关联技术可实现彼此相互联系,相互传递、调用相关数据,进而能够从不同角度增强系统的应用服务功能,共同为查询系统提供所需要的全国农业气象综合信息资源。

1.2.1 基于 SQL Server 农业气象信息数据库

根据不同的数据类型,把全国农业气象信息划分为 4 大类:基本气象数据类、作物生长发育状况数据类、土壤水分状况数据类和农业气象灾害数据类。数据库结构的设计即在上述分类基础上,由 1 个基本气象信息表、1 个土壤水分状况信息表、1 个农业气象灾害信息表和 11 个不同作物的作物生长发育状况信息表组成。根据各个数据库表的数据内容和性质的不同,设计了相应的数据库表结构(详细内容略),数据表的结构都包含 ID、区站号、台站名、年份、月份和旬序 6 个字段,如表 1 的基本气象数据数据库表结构。为了能与地理信息系统共享此数据库,在进行数据库表设计时,将“区站号”字段定义为索引键,作为与空间数据模型中“区站号”变量连接的关联词。

1.2.2 Shape 文件格式

Shape 文件格式是 ArcIMS 发布的主要数据类型之一,它是一种共享的、标准格式文件,在 ArcGIS、MapInfo 等其它地理信息系统软件中也可以直接或通过转换后使用。为

表 1 基本气象数据数据库表结构

序号	字段名称	字段类型	字段长度	小数位
1	ID	字符串	8	
2	区站号	长整型	8	
3	台站名	字符串	10	
4	年份	整型	4	
5	月份	整型	4	
6	旬序	整型	4	
7

了满足不同用户对提供快速的基本气象信息查询与分析服务的需求,本研究除了建立基于 SQL 数据库系统的农业气象信息数据库外,还对数据库中的历史基本气象信息数据进行重新组织,形成以旬平均气温、平均气温距平、降水量、降水距平百分率等 18 个气象要素的点数据层空间模型(Shape 格式),这些基本气象要素的点数据层与全国省县级行政边界、主要河流水系、必要的地名标注等基本地理背景数据迭加一起,随 ArcIMS 地图服务发布,实现向用户提供快速的旬、月和年际之间的全国范围内的空间气象要素的查询、对比分析服务。

1.2.3 Coverage 空间数据模型

Coverage 空间特征数据模型用点、线(弧段)、面(多边形)来描述复杂的现实世界。本研究针对全国农业气象信息服务系统空间查询与分析的需求,利用 ArcGIS 的 ArcMAP 地图编辑处理软件,建构了全国 584 个农业气象站点分布和全国 11 种作物观测站点分布的 Point Coverage(点层)空间数据模型。通过这些点空间数据模型的区站号标识码与农业气象信息数据库(如表 1)进行关联连接,从关系数据库中获取相应站点的基本气象信息、作物发育信息、土壤水分信息以及发生的灾害信息,并进行分析处理,生成专题服务地图。

2 以 ArcIMS 为平台的农业气象信息服务系统开发技术

GIS 技术是处理空间数据的强有力工具。Internet 使全球信息实现网络化。GIS 技术和 Internet 技术融合,建立 WebGIS 是 GIS 技术发展的必然趋势。本研究的全国农业气象信息网络服务系统所用的 ArcIMS 4 是美国 ESRI 公司最新推出的第二代互联网上地理信息系统平台,它是一个由客户端部件和服务器端部件组成的分布式系统,客户通过 Internet 或 Intranet 服务器向它发出请求信息,ArcIMS 服务器处理该请求,并将结果返回到客户浏览器。利用它可以很容易地制作地图服务、开发与地图服务进行通讯的 Web 页面,其结构经过特别设计用来满足在 Internet 上提供农业气象信息服务和相关的地理数据需要。

2.1 系统结构设计

ArcIMS 在传统 B/S 结构的基础上拓宽为采用多层结构。基于 ArcIMS 的农业气象信息查询系统结构由展示层(Presentation Tier)、逻辑事务层(Business Logic Tier)和数据存储层(Data Storage Tier)组成(图 1)。

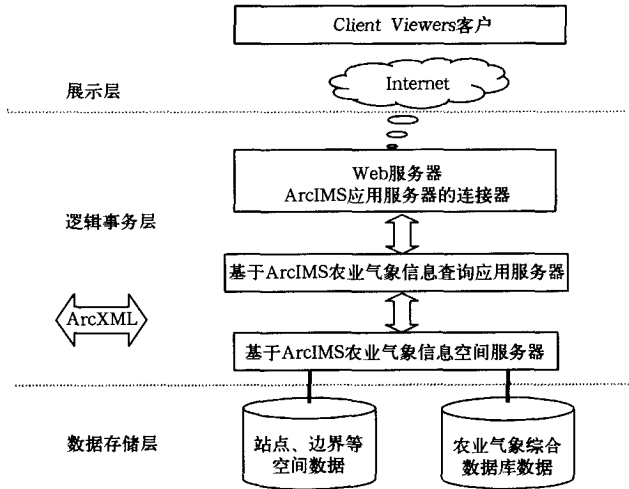


图1 基于 ArcIMS 的农业气象信息查询系统体系结构

展示层是指 ArcIMS Viewers(指浏览风格与类型),即 ArcIMS 的客户端,分为专用浏览器(ArcExplore)和普通浏览器(HTML Viewer 和 Java Viewer),用来浏览地图数据。ArcIMS Viewers 提供诸如农业气象信息的显示、空间和属性数据查询以及空间分析的工具,包括选择农业气象要素、缓冲区分析、地图注释(Map Notes)、地图编辑(Edit Notes)等,实现放大和移动、农业气象空间和属性数据查询、缓冲区分析、测量等功能。

逻辑事务层由 Web Server、ArcIMS 应用服务器和 ArcIMS 应用服务器连接器及 ArcIMS 空间服务器组成。在 Windows Server 2000 平台上,利用微软的 IIS 5(Internet Information Server)、ArcIMS 4 构建中国农业气象信息服务器(Web Server)、ArcIMS 空间服务器和应用服务器。ArcIMS 空间服务器处理对地图及农业气象相关信息的请求,当接收到一个请求后,便执行产生农业气象信息地图影像文件、将地图要素生成矢量流、查询农业气象信息数据库等功能;ArcIMS 应用服务器专门处理请求的负载平衡,并且追踪农业气象信息专题地图服务在哪个 ArcIMS 空间服务器上运行,将请求传递到该 ArcIMS 空间服务器;ArcIMS 应用服务器连接器用于连接 Web 服务器到 ArcIMS 应用服务器,采用标准的 Servlet Connector 连接器,使用 ArcXML 语言进行二者之间的通讯。

数据存储层指数据源,包括数据库属性数据和空间模型数据,分别存放农业气象信息数据、气象信息数据和相关的地理空间模型数据如全国省级、县级行政边界、水系、高程、土地利用、气象站点、作物分布站点和标注等地理信息。

各层之间通过 ArcXML 进行通讯。ArcXML 是 ArcIMS 版本的 XML(eXtensible Markup Language),即可扩展的标记语言,ArcXML 文件看上去与 HTML 页面类似,但 HTML 主要用于描述页面的显示结构,而 ArcXML 则提供描述内容的结构,二者仍有所不同。

2.2 WebGIS 服务器的构建技术

考虑到全国农业气象信息典型的分布特征及客户对诸多信息的需求,采用基于 Browser/Server 分布式计算模式的 WebGIS 作为应用与开发平台。Web Server 的性

能对于 WebGIS 应用很关键,在并发访问数非常高的情况下尤为重要。因此,本研究选择 Windows 2000 Server 操作系统、Microsoft IIS 5 构建 Web 服务器,并以 SQL Server 2000 大型网络数据库管理系统作为农业气象信息处理的支持平台。在 GIS 服务方面,ArcIMS 4 是 ESRI 新一代的基于 Web 的制图和 GIS 软件,为用户提供了一种更为快速、廉价获取地理信息的方式,是一个理想的 WebGIS 平台,而且支持多种 Web 服务器。此外,ArcGIS 8 是大型专业地理信息软件,提供强有力的地理信息分析与管理工具,与 ArcIMS 的结合,为开发与发布高质量的农业气象信息专题地图奠定了良好的基础。

2.3 客户端的选择

客户端主要用于向用户显示结果,接受用户的请求、控制命令并与 Web 服务器通信。Web 浏览器已成为 Internet 上信息系统的 GUI(图形用户界面)标准,大约 80% 的信息是通过 Internet 的 Web 模式发布的。ArcIMS 有 3 种客户端的浏览方式提供选择,包括 ArcIMS 的 HTML Viewer(HTML 浏览器)、标准的 Java Viewer(Java 浏览器)和制定的 Custom Java Viewer。它们符合标准的 Web 浏览器,其内容框架是由它的专用超文本标识语言 HTML 和一些由 Script 语言结合在其中的 Plug-ins(插件技术)、ActiveX(对象技术)、Applets(Java 程序)构成。

不同的浏览方式决定了 ArcIMS 站点的功能和外观,同时也决定了提供哪些空间、属性查询工具和显示工具。根据发布的农业气象信息内容的不同,及满足用户的不同需求,本文研究同时使用 HTML Viewer 和 Custom Java Viewer 两种方式发布信息。HTML Viewer 由一组 HTML 和 JavaScript(Java 描述语言)程序组成,它比较轻巧,但同一时刻只能显示一个 Image MapService(影像地图服务),适用于一般的农业气象综合信息查询的需求;与 HTML Viewer 相比,尽管 Java Viewer 是胖客户端,但能支持 Image 和 Feature MapServices(数据流地图服务),并且支持同时使用多个 MapServices,可以支持客户端的用户交互和分析功能,提供高质量的农业气象专题地图信息服务,满足一些特殊的、专业的用户对农业气象信息进一步加工处理、对比分析的需求。

3 系统实现的基本功能

本研究使用 HTML、JavaScript 网页编程技术,对 ArcIMS 系统进行开发、管理和组织,发布各种农业气象信息服务专题图层;使用 ODBC(开放式数据库连接)技术,实现地理图层与农业气象信息数据库的相连,向用户提供农业气象信息的空间、属性双向可视化查询与分析。本研究以 1:400 万的全国分省行政区划图、一二级河流、省会标注、主要农业气象站分布图为基础背景图显示,显示比例放大到一定程度时,再显示 1:100 万的全国分省行政区划图、三级河流和全国农业气象站点分布及名称。

实现的功能主要包括图形操作、信息综合查询、专题分析图。

3.1 图形操作功能

在 Internet 上访问的全国农业气象地图查询网页具有强大和丰富的图形操作功能,能够实现图形放大、缩小、漫游、复位和清窗口等功能。在窗口中通过鼠标调用工具条上不同的功能按钮,改变图形的大小及方位,调整窗体布局;增添或删除本地的地理图层;保

存当前地理图层、打印图形窗体,以及进行图形的缓冲分析及距离测量等操作。

3.2 农业气象信息综合查询

使用 Arc Map 地理地图编辑工具组织全国省级边界层、县级边界层、主要水系层、农业气象站点分布层、各种作物站点分布层以及必要的标志层等地理图层信息,利用 ODBC 技术关联以 SQL Server 数据库为平台的农业气象信息综合数据库表,使用 ArcIMS 建立信息服务 Web 站点,并以 HTML Viewer 方式在 Web 站点上发布农业气象信息查询网页,结合 HTML、JavaScript 编程技术对所发布的查询网页进行二次开发,实现在 Internet 上查询基于 GIS 的全国农业气象信息(包括实时和历史信息)。查询的内容主要包括全国 584 个农业气象观测台站观测信息在内的基本农业气象信息(旬平均温度、平均温度距平、极端温度、降水量、降水距平百分率、日照时数、日照百分率、大风日数、积雪深度等要素)、农作物生长状况信息(发育期、长势、株高等)、土壤水分状况信息(10 cm、20 cm、50 cm、70 cm、100 cm 土壤水分相对湿度和干土层厚度)、主要农业气象灾害信息(干旱、洪涝、台风、暴雨、低温冷害、冻害、霜冻、寒露风、干热风、连阴雨、渍害等主要农业气象灾害及其分布、时间、范围、作物、面积、程度等)的旬数据。

在客户端的浏览器上,用户可根据需求任意选择空间地理位置或输入所需要查询农业气象属性查询综合条件,向 WebGIS 服务器检索农业气象信息数据库中相应的数据,实现单要素或多要素组合的空间和属性之间的双向查询。例如,图 2(a、b)为根据用户提交的符合 2000 年 7 月各旬平均温度 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、旬降水量 $\leq 10\text{ mm}$ 综合条件,由属性到空间的查询结果(包括数据浏览表和符合条件的空间分布图)。从图 2(b)中可以看到,2000 年 7 月高温少雨的天气主要发生在浙江、江西北部、安徽南部及内蒙古中部、新疆部分地区,且有明显的地域分布特征。这种由属性到空间的综合查询信息对于用户了解某一气象条件的空间分布状况十分有用,可以了解高温、低温、干旱、暴雨等灾害性天气发生的范围和程



图 2(a) 基于属性到空间的基本气象信息综合查询条件及查询结果浏览表



图 2(b) 基于属性到空间的基本气象信息综合条件查询结果
(空间分布的站点位置)

度;也可以通过在地图上选择站点的方式,查询得到 2000 年 1 月上旬新疆各地的基本气象信息,实现由空间到属性的查询(图略)。此外,为了满足对指定的基本气象要素的查询,除了可以从综合历史数据库中获得基本农业气象信息的查询数据外,还可以直接检索特定年份或气象要素的方法进行快速查询。

3.3 农业气象信息专题分析

为了满足一些专业用户对获取更详细信息的需求,研究中利用 Arc Map 地理地图编



图 3 2002 年 8 月中旬的 20 cm 土壤相对湿度等级分布专题图

辑工具强大的地理分析与地图组织能力,开发、组织高质量的实时、历史农业气象信息对比分析专题地图并进行发布,例如,实时的光温水基本气象信息与历史同期条件的对比分析、与作物生长发育进程相关联的实时气象条件信息、给定等级的实时土壤水分状况分析、主要农业气象灾害发生的受害程度及受灾作物状况等。这些实时信息通过分析加工后,结合相关的地理背景数据,以等级符号、独立值、点密度、饼图、直方图等多种方式进行地图显示。这一功能目前有关气象网站均未实现。

图3为华北地区2002年8月中旬20 cm土壤相对湿度按自然等级分4类的分布专题图,图4为全国1998至2002年5年中7月中旬降水量的对比分布饼图专题图(图中显示为吉林、辽宁、内蒙古等地)。

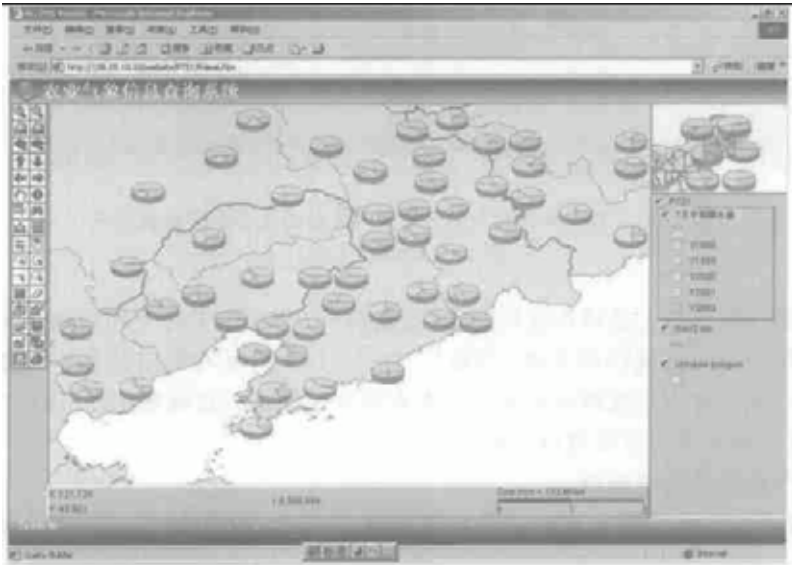


图4 1998至2002年7月中旬降水量比较饼图
分布专题图(吉林、辽宁、内蒙古等地)

4 结论及讨论

(1) 本研究依托气象部门观测台站和通信网络,借助网络地图软件,开展了基于 WebGIS 技术的农业气象信息共享与发布技术的研究。针对全国农业气象数据的多种类、多时段、地域差异大等特点,进行标准化处理,建立了 WebGIS 应用系统所需的全国农业气象信息网络共享数据库,构建了农业气象信息服务 WebGIS 服务器。利用 ODBC 技术,结合 Arc Map 地理信息地图编辑工具,实现了客户端的农业气象空间和属性数据交互查询和发布实时的农业气象专题图功能,为用户提供更详细、更丰富的农业气象信息服务。

(2) 与传统的 GIS 相比,WebGIS 具有许多优点:它使网络支持下的 GIS 得到更广泛的访问,真正实现 GIS 无所不在;网上发布数据实时性更强;数据的采集、输入、分析、发布在多组织协调下分布管理;系统成本得到降低,使用更加方便。

(3) 本研究目前只对 ArcIMS 进行了初步开发应用,还有许多功能有待进一步挖掘,例如在客户端的交互式专题地图的制作要通过对 ArcIMS 系统的进一步开发才能实现。此外,本系统要应用到实际的农业气象信息服务业务中,还需要进行不断的研究与试验。

参 考 文 献

- 1 王志兵,李满春,李响,等.基于 IMS 的 WebGIS 应用开发.计算机应用研究,2001,3:120~121.
- 2 李洪宁.WebGIS 研究及其在城市环境中的应用.地球学报,2002,23(2):189~192.
- 3 邓广,雷振宇.WebGIS 在森林资源信息共享中的应用.林业资源管理,2001,1:71~74.
- 4 杨超伟,李琦.Web 空间信息发布研究.北京大学学报(自然科学版),2001,37(3):413~420.
- 5 戎恺,陆贤,段项锁,等.基于 WebGIS 的上海农业气象灾害监测系统.华东师范大学学报(自然科学版),2001,3(9):44~49.
- 6 闪四清.Microsoft SQL Server 2000.北京:人民邮电出版社,2000.145~173.

STUDY ON THE AGROMETEOROLOGICAL INFORMATION SHARE AND DELIVERY TECHNOLOGY BASED ON WEBGIS

Zhuang Liwei¹⁾ Liu Gengshan¹⁾ Wang Shili¹⁾ Wang Jianlin²⁾

¹⁾ (Chinese Academy of Meteorological Sciences , Beijing 100081)

²⁾ (National Meteorological Center , Beijing 100081)

Abstract

Relying on the communication network of observation stations in the meteorology department all over China, the research on agrometeorological information share and release technology based on WebGIS is developed. The agrometeorological information is standardized basing on the standards of meteorology industry and network data, then the network share database required by WebGIS application system is established using SQL Server 2000, and the agrometeorological information service WebGIS platform is set up using IIS and ArcIMS(Internet Map Server). The application software about developing server applying JavaScript, ArcXML and ActiveX which are combined with the geography information software of ArcGIS and management tool of ArcIMS Manager. The two way search function from attribute to space and from space to attribute of agrometeorological information as well as the thematic map analysis function of agrometeorological information are realized on client which can supply detailed abundant and high quality agrometeorological information services for users.

Key words: WebGIS Network database Agrometeorological information Share Delivery