

农用地分析与评价决策系统的设计与实现

阮承萍^{1 2 3} 潘瑜春^{1*} 戴仕明² 陆洲¹ 李奇峰¹ 阮承申¹

(1. 国家农业信息化工程技术研究中心,北京 100097; 2. 江西农业大学 计算机与信息工程学院,江西 南昌 330045; 3. 北京超图软件股份有限公司,北京 100015)

摘要:针对当前农用地分析与评价决策系统中资源信息共享以及建立分析与评价农用地的决策模型等方面存在的不足,设计农用地分析与评价决策系统的数据库、体系结构以及详细的功能模块,研究海量数据的集成整合、WebGIS 技术、可视化技术、组件技术与 C/S 和 B/S 结构的应用等关键技术。采用 ArcIMS 二次开发以及可视化技术,以农用地地块分析子模块为例展示系统应用,实现数据高效管理、辅助决策、动态图例可视化、遥感影像图、三维飞行虚拟显示等视觉效果。该系统为农用地资源的信息化、政府有关部门的科学决策提供信息与技术支持。

关键词: WebGIS; 农用地分析与评价; 决策模型; 可视化技术; 决策系统

中图分类号: TP39 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2011)03-0622-07

Design and Implementation of Farmland Analysis and Evaluation Decision-making System

RUAN Cheng-ping^{1 2 3}, PAN Yu-chun^{1*}, DAI Shi-ming², LU Zhou¹, LI Qi-feng¹, RUAN Cheng-shen¹

(1. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China; 2. Lab of Information Management, Institute of Computer and Information Engineering, JAU, Nanchang 330045, China; 3. Supermap, Beijing 100015, China)

Abstract: Aiming at the deficiencies in to resource information sharing and the establishment of decision-making model of analysis and evaluation of farmland in the current farmland analysis and evaluation decision-making system a farmland analysis and evaluation decision-making system is needed to solve these problems. This paper edals with integration of multi-source data, component technology, the application of C/S and B/S structure and visualization based on Oracle, WebGIS, Xtree, FushionCharts, Fckeditor, Skyline, JSP and other key technologies. The architecture for the farmland analysis and evaluation decision-making system, the database and the modules for detailed functions were designed, using ArcIMS advanced development technology. The application of the system was demonstrated by taking the block analysis sub-module as an example. This implemented a centralized and efficient data management, decision support, visual effects and interfaces including dynamic legend visualization, remote sensing image, three-dimensional virtual display of flight and picture, video, brief introduction management. The system provides information and technological

收稿日期: 2010-10-10 修回日期: 2011-03-23

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2008BAJ08B03)和北京市自然科学基金项目(4102022)

作者简介: 阮承萍(1987—),女,硕士生,主要从事智能信息处理、软件工程研究, E-mail: ruanchengping1@163.com;

* 通讯作者: 潘瑜春,研究员, E-mail: panyu@nercita.org.cn.

support for the information of farmland resources and scientific decision-making in the government departments of Beijing City.

Key words: WebGIS; farmland analysis and evaluation; decision model; visualization technology; decision-making system

农用地^[1]具有经济、社会和生态价值,土地是农业的主要生产资料,其质量的优劣决定着农作物的产量和经济收益。我国农用地资源正发生着重大变化^[2-3]:农用地转向非农业用途的现象非常突出;农用地中粮田盲目向果园、鱼池转移;土地资源的过度开发和不合理利用引起耕地资源环境质量下降。为了人类的生存和发展,协调好人地关系,客观而准确地评价农用地,对进一步提高农用地的生产力水平具有重要的现实意义。北京市部分地区农用地土壤-作物系统^[4]对畜禽粪便养分消纳能力整体一般,土壤保肥吸收能力整体不强。种植结构与种植面积不合理,特别是高肥力的耕地与设施农业用地占地比例较小。有近一半的农用地受到了不同程度的畜禽粪便氮污染威胁,这些受污染威胁农用地地块面积小、养分需求少且主要分布在居民地和规模养殖场附近。畜禽粪便对土壤环境存在污染风险且影响环境。这些农用地资源数据具有时域特征和空间跨度、标准不一致且存储分散等特征。因此,本文建立一个系统性、可靠性、可扩展性的农用地分析与评价决策系统,实现海量数据的统一管理与实时更新;将农用地定量和定位结合起来,利用其强大的图形编辑功能、数据库管理功能和空间分析功能对农用地进行综合评定,使评价结果的准确性和精确性有了很大的提高;采用多种可视化技术实现动态数据的展示,为各级政府部门的决策提供辅助,为生产企业与农民提供咨询与服务。

1 系统设计

1.1 数据库设计

数据库是按照数据结构组织、存储和管理数据的仓库。数据库是整个系统的核心,数据库的完整性、科学性和经济性,关系到整个系统的运行情况。在数据库的设计与建设过程中,要考虑其响应时间、数据独立性、减少数据的冗余度、实现数据集中控制与共享、故障修复、确保数据的安全性、可靠性和可维护性。由于 Oracle^[5]作为大型的关系数据库,具有可用性和扩展性好、数据安全性及稳定性强等优点; ArcSDE^[6]作为 GIS 空间数据引擎,具有海量空间数据管理、栅格目录管理、面向对象数据模型以及空间分析等优点,本文采用 ArcSDE 与 Oracle 相结合的方式管理系统数据库。这种方式能够对海量的空间数据与属性数据进行管理与更新,对农业资源的时空变化进行分析评价与辅助决策。具体的建库流程为:

(1) 数据收集。由室内数字化和野外采集,以及从其他数据的转换获得数据。针对决策所用到的数据有空间数据、属性数据、文档库和模型库。空间数据描述地物或现象所在位置,包括基础地理信息(地貌、水系、林带、交通等)、行政区信息(行政区划和具体地理空间坐标)、空间地理位置、气象信息(包括风力风向、温度、湿度等)、遥感影像图;属性数据是描述地物或现象特征的定性或定量指标;文档库由相关报告、政府条例、法律等文献资料组成;模型库依据选取的模型因子建立。

(2) 数据预处理。本系统中空间数据库由空间图形图像数据构成,以文件的形式存储,编制数据字典。对基础地理数据、行政区划图、农业专题图件的纸质图进行扫描、数字化、拓扑处理、投影变换,采用 Gauss Kruger/Krasovsky 投影坐标系,对北京市地图以区县为单位进行图幅分区,对各区县地图以其乡镇为单位进行图幅分区,在 ArcMap 中着色成图,以 JPG 格式压缩存储。对卫星影像、航空影片经几何校正,矢量化后入库。属性数据库按照区县乡镇行政村编码存储各类属性信息,编制数据字典,设计数据结构表,建立序列。空间数据与属性数据相结合,尽可能减少空间数据的字段,放置到属性数据当中,属性数据与空间数据通过关键字段连接,这样既可以尽可能减少空间数据的存储量,又不损失所需要的数据,实现各表的联系,提高检索速率。

(3) 数据规范化。包括空间数据统一到同一种坐标体系、空间数据与属性数据时间上的一致性、度量单位的一致性、数据分类标准的一致性、为每一数据文件编号并为每一项数据进行字段命名。利用转换工具把矢量数据转为 Shape 格式,栅格数据转为 GIF,其他属性数据转为支持 ODBC/JDBC 的通用 RDBMS

的数据格式。

(4) 数据入库。本系统使用空间数据引擎 ArcSDE + 关系数据库 Oracle 9i 存储和管理空间数据; 采用 JDBC/ODBC + Oracle 9i 管理属性数据。

(5) 多源异构数据的发布与建立数据库元数据。数据的发布过程即是实现各类型数据的 XML 格式化过程。对于空间数据, 通过 ArcGIS 软件转换为 GML (Geography Markup Language 地理标记语言) 格式; 对于关系型数据, 通过关系型数据格式适配器转换为 XML 格式; 对于电子文件数据, 通过文件适配器进行 XML 封装; 对于多媒体数据, 通过流媒体解析器转换为多媒体文件数据。将生成的 XML 数据备份放置到系统数据缓冲池, 以便在提供服务时能够高效地提取和传输; 将发布的数据信息注册到数据服务系统, 并创建相应的元数据, 供用户查询。元数据是对各种数据的描述, 主要是数据来源、性质、精度、形成时间、坐标系统、数据生产者、数据质量, 主题、转换以及各种操作信息的描述。元数据可以帮助用户确定所需数据的位置及该数据的相关特征。

1.2 系统体系结构设计

根据收集到的调研资料、从 Internet 上查询的信息以及咨询同行专家掌握的信息, 本文采用用户

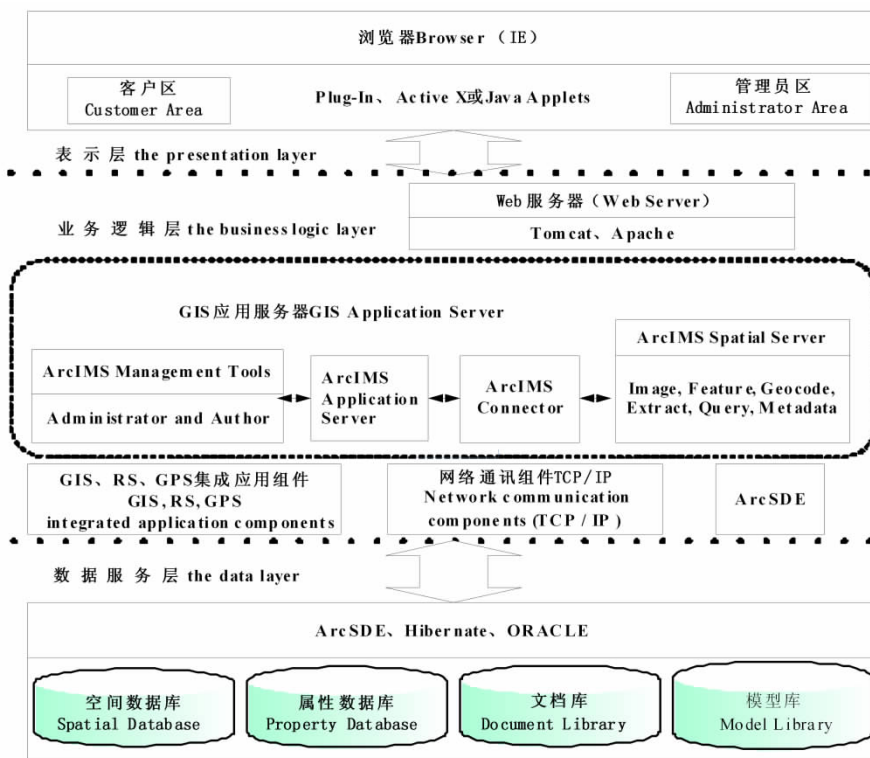


图 1 系统体系结构

Fig. 1 The systematic architecture diagram

层、应用逻辑层和数据层三层模式, 系统结构图如图 1。

本文的用户面向政府人员、生产企业与农民。用户层通过客户端浏览器实现数据的可视化和用户交互操作功能。不同身份的用户通过输入用户名与密码进入系统, 向业务逻辑层发出请求, 再根据得到的数据解释后显示在用户界面上, 实现系统的各种功能。

业务逻辑层由 Web 服务器, Jsp、Servlet、JavaBean 组件以及 GIS、RS、GPS 集成应用组件、ArcSDE 空间数据引擎组成。服务器响应浏览器传来的 Http 请求, 按照数据类型与数据层进行通信, 实现具体逻辑功能。

数据服务层分为空间数据库、属性数据库、文档库和模型库四个部分。空间数据库由基础地理数据、行政区划图、交通图、卫星数据以及航空影像等图像图形文件构成; 属性数据库包括普查数据、实验数据、定点观测数据、专家经验知识, 按照区县乡镇和行政村进行编码与分类; 文档库中分类存储与农用地资源相关报告、文件、法规等文档; 模型库中设置统计模型与专用的分析预测或决策模型, 例如农作物

生态适宜性评价模型、农用地资源的经济社会和生态方面的决策分析等。

1.3 系统功能设计

本系统主要实现农用地资源的信息整合和空间展示,做到任意区域内相关资源的可查询、可分析及可决策功能。由于农业信息资源庞大,行业的划分较细,所以在系统的实现中,按照不同行业分为相应的子系统,各子系统均使用模块化访问策略,以模块化结构实现各部分功能。

1.3.1 信息管理功能 信息管理功能,包括增加、修改、删除与查询,数据表单验证,数据联动和自动输入、自动排序以及分页显示等功能。其中人员管理按单位、科室、人员三级别实现详细信息的管理,人员属于科室,科室属于单位;模块管理,系统采用中心认证、分别授权的用户管理体制,引入角色的概念,通过功能和数据两方面进行授权。

1.3.2 查询统计功能 一般用户或公众用户可以进行数据的查询统计分析功能,在自己权限许可的范围内可方便快捷地获取相关的农用地资源空间或非空间信息以及数据的量化与分类的统计分析。根据一定查询条件自动输出 Excel 报表或者网页报表,利用 FusionCharts 组件制作动态的饼状图、柱状图、折线图等统计图表;全市、区县总体介绍查询;联合查询功能,让用户随意选择多个“镇与镇”、“镇与村”和“村与村”的组合查询条件进行空间分析。扩展 ArcIMS 二次开发功能解决了多个相交、接壤或分离情况下的区域联合查询问题。

1.3.3 常用 GIS 功能 实现地图放大、缩小、漫游以及全图显示的空间位置展示功能;空间对象的增加、修改、删除、移动、属性数据关联等空间位置在线编辑功能;热点查询,主要包括对象基本情况,图片和视频的查询;按照区县、乡镇、行政村三级联动且空间定位功能;通过点选或者矩形选择空间对象,查询一个或者多个空间对象;以动态图例显示空间对象在基础地图的分布情况;按照模块所在区县、乡镇、行政村等属性条件查询空间对象分布位置,并展示其更多信息;空间对象的名片展示功能;遥感影像数据叠加展示;以乡镇和行政村两个级别展示模块分级专题地图;任意区域模块的查询。

1.3.4 辅助决策功能 空间决策支持系统是地理信息系统的一个重要发展方向,它以空间决策支持技术为基础,以决策模型为核心,将 GIS 与专业决策模型有机结合,能够解决复杂的空间决策问题^[7]。因此,在空间数据库、属性数据库、文档库和模型库数据的基础上进行决策模型研究,将成为完善农业资源管理信息建设的一个重要方面。农用地分析与评价决策的空间决策模型主要研究业务系统建模,对大量的动态应用,建立精确、无歧义的业务系统模型;空间数据对象建模,准确表示拓扑关系,空间数据的逻辑结构是 GIS 的核心;以及研究以上模型在不同层次平台间的精确转换方法,编写详尽映射规则、定义良好的变化规约等。辅助决策功能是运用空间信息量测与分析、统计分析、地形分析、网络分析、叠置分析、缓冲分析、建模技术等对农用地资源信息数据进行专业化的分析和挖掘,实现农用地资源管理的宏观决策支持。例如北京市城郊农村土地利用格局分析^[8],采样尺度对土壤养分空间变异分析的影响研究^[9],美国白蛾疫情防控的模拟演示^[10],基于空间聚类的疫区划分,农用地适宜性评价等。该功能的应用适用于高级决策分析人员,如该行业或相关行业的专家、领导者,可以通过这些功能宏观地对具体决策的发展起着辅助参考作用。

2 关键技术研究

2.1 海量数据的集成整合

本系统数据包括空间数据和属性数据、文档数据、模型数据等。合理地把多种数据集成整合使整个系统正常运转。空间数据采用空间引擎技术进行集成。该技术采用面向对象的设计方法,将空间数据以数据源为单位组织,定义了一致的数据访问接口和规范。数据源可以以文件方式或者数据库方式实现物理存储,实质就是将数据源中的数据以一系列二维表的形式存储到指定数据库中。数据源包含有矢量数据集和栅格数据集。矢量数据集以数据源-数据集-空间要素的等级概念体系存储,实现图形数据和属性数据一体化存储,解决了传统空间数据存储方式在并发控制,数据一致性方面的缺陷。栅格数据集支持多种存储的格式如影像数据集、GRID 数据集、DEM 数据集、ECW 数据集和 MrSID 数据等。表格数据使用关系数据库进行管理,并用 ID 属性等和空间数据建立关联。文档数据、模型数据可以存储成 XML 文档,多媒体数据依据记录和解释类型信息提取显示数据^[11]。

2.2 WebGIS 技术

农用地地块具有明显的时空跨度,而 WebGIS 是研究地理空间数据的重要工具与技术。WebGIS 是 GIS 和 WWW(World Wide Web) 技术相结合的产物,是在 Internet 或 Intranet 网络环境下的一种兼容、存储、分析、处理、显示和应用地理信息的计算机信息系统,具有集中式管理和分布式应用的优点。Internet 用户可以从互联网的任意一个节点浏览 WebGIS 站点中的空间数据、制作并打印专题图,进行各种空间检索和空间分析。可采用网页制作工具进行系统开发,也可使用工业标准的软件开发工具进行。WebGIS 具有以下功能:利用浏览器的交互功能,实现地理信息的分布式获取、空间查询、检索与联机处理功能;在高性能的服务器端提供各种应用模型的分析与方法,通过接收用户提供的模型参数,进行快速的计算与分析,即时将计算结果以图形或文字等方式返回至浏览器端;利用 WebGIS 为用户提供基于空间分布的多种信息服务,提高资源的利用率和共享程度。本文采用基于 JAVA 的 WebGIS 系统是交互式、分布式、动态且跨平台的信息系统,具有“一次编写,到处运行”的特点。

2.3 可视化技术

目前,利用 WebGIS 开发的农业资源管理系统,在对农业资源管理的可视化的展示方式上比较单一,在地图上主要是通过 WebGIS 本身工具提供的方式进行渲染,以渲染好的地图呈现给用户,缺乏视觉上的动态性,并且缺乏数据的动态性。本文采用动态图例可视化和动态面域闪烁可视化两种方式,分别侧重于展示点对象和面域对象的动态可视化显示。动态图例可视化方式指以具有动态性质的图片来代替地图渲染的方式显示空间对象在基础地图的分布情况。用户可以通过点选、框选、查询选择操作方式,对目标信息进行选择,实现动态图例。传统的 WebGIS 对面域目标信息的可视化方式,主要是通过调整面域对象的纹理、阴影、颜色及边框的线条颜色、粗细等,增强面域对象的轮廓、颜色等图形变量的方式进行渲染,由 WebGIS 处理好的地图图片形式进行静态的展示。如果采用 WebGIS 工具本身的渲染,实现动态闪烁,设计的难度比较大,如果采用服务器发送图片的形式,则每次刷新的时候会产生空白,失去了仅对目标信息动态展示的意义。因此,笔者采用动态面域闪烁可视化方式,获取需要展示对象的坐标,客户端得到从服务器返回的坐标值,利用前台技术进行渲染闪烁。这样既可以实现对对象的重点显示,又可以丰富视觉效果,并且减轻了 WebGIS 服务器的负载,提高了显示的效率。

农用地资源的分析管理主要是依据大量数据的分析结果来显示当前状态和未来趋势,而通过传统的文本形式,无法直观地将结果呈现给用户;目前的农业资源统计(包括:饼状图、柱状图、曲线图等)方式,是通过事先统计专题图制作好,以图片的形式展现给用户。其缺乏数据的动态性,及展示效果的动态性。基于 FushonCharts 的可视化技术采用 InfoSoft Global 提供的 FusionCharts 组件,来实现统计图的绘制。FusionCharts 是一个跨平台、跨浏览器的 flash 图表组件,能够被多种页面形式调用。它实现了大量的统计图,包括二维、三维的饼状图、柱状图、曲线图、散点图等等,采用 flash 实现,增强了动画效果,并且易于使用,可以运行在各种平台,降低服务器的负载等等优势^[12]。我们利用 FushonCharts 图表组件在 JSP 语言的网路开发环境下制作 flash 图表,并开发包括 flash 的饼图、线图、柱图、漏斗图、堆叠图在内共五大类 40 左右个函数的 JavaBean,应用于各专题模块的统计分析中,很好地提高了统计专题图的实用性和整个系统的美观性。

另外,系统中利用 FusionCharts 图表组件与 ArcIMS 结合制作统计专题图的方法^[13],即将源数据转化成 FusionChart 图表支持的 XML 数据格式这一过程封装成函数;另一方面,将矢量地图与统计图表生成分开,矢量地图在服务器端生成,然后,调用已封装函数将每个图表所需数据转化成 XML 数据流并与矢量地图一起发送到客户端,最后,客户端 flash 插件解析 XML 并生成图表,与矢量地图叠加生成统计专题图。

此外,采用 Xtree 技术实现树型菜单目录结构,例如模块管理中的系统功能模块,实现系统的三级模块中各模块的模块名称、模块图标以及链接页面的维护功能;采用基于 skyline^[14]的可视化技术实现三维飞行虚拟显示效果;利用市资源中心提供的影像数据访问接口,实现遥感影像数据与系统的基础数据的无缝集成,直接观察农业资源周围的环境,例如地貌、道路、居住地等信息;利用 Oracle 数据库的 BLOB 字段实现各子系统的图片管理;用 OBJECT 调用 MediaPlayer 实现各子系统的视频管理;采用 FCKeditor^[15]在线文本编辑器的图片上传与文字编辑功能实现各子系统的简介管理。

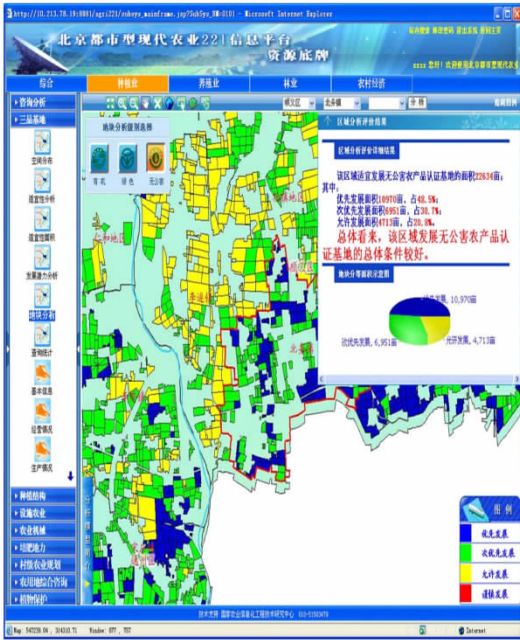


图 2 农用地地块分析界面

Fig. 2 The interface of block analysis

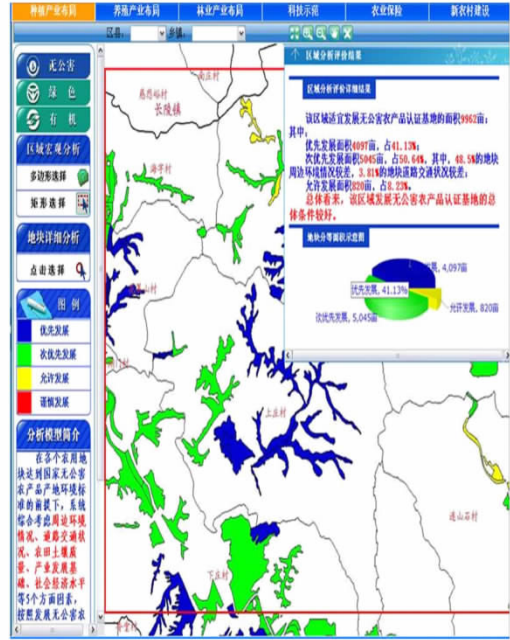


图 3 农用地分析与评价

Fig. 3 Farmland analysis and evaluation

2.4 组件技术与 C/S 和 B/S 结构的应用

项目基于面向对象的建模方法和三层模型(Three Tiers) 的方式进行设计,编程实现在面向对象技术基础上,采用组件(Component Based Development) 开发技术,将应用对象封装为应用组件,通过应用组件的组合搭建系统,以实现软件模块的重用和软件的共享。应用组件主要基于 COM/DCOM 技术,个别服务端的软件将开发 Java Bean 开发。GIS 应用模块的开发也基于组件技术,采用美国 ESRI ArcGIS 软件和 MapObjects 软件进行开发,这样可以方便地实现图文一体化办公自动化和 GIS 与 MIS 的一体化集成。系统的设计与实现,将充分利用 C/S 与 B/S 结构优点,开发 C/S 与 B/S 结构混合的系统。对于需要修改、编辑、处理和分析大量复杂空间数据的后台应用,为了提高运行效率,将充分应用比较成熟的 Client/Server 结构,直接用 VBA 在 ArcGIS Desktop 进行开发;对于日常办公过程中的图文一体化应用,将采用 ASP、DHTML 与 ActiveX Document 开发 B/S 结构的前台应用,实现日常办公中所需的空间与非空间数据的修改、编辑、查询、检索、分析(含空间分析)和统计功能,以满足日常办公应用的需要;对于以数据(含空间与非空间数据)的查询和浏览为主的应用(包括 Internet 信息发布应用),将完全采用纯 Internet 的形式,利用 Web GIS 技术实现空间数据查询、浏览与简单空间分析的应用。

由于采用三层模型和组件技术进行开发, B/S 与 C/S 结构可以共享大部分的应用组件,为将来 Internet GIS 技术发展成熟时,将系统全面移植为纯 Internet 的 B/S 结构奠定基础。

3 系统实现

以北京都市型现代农业 221 信息平台为例,本系统以 Windows XP 为平台, MyEclipse6.5 为开发环境,基于 WebGIS 技术,实现对综合农业资源信息数据的查询分析与决策功能。考虑到大型农业资源管理决策系统的完整性、可靠性、可扩展性、安全性等要求,本系统采用 Oracle 10g 作为数据库管理系统、ArcSDE 9.2 作为空间数据引擎; WebGIS 开发软件采用 ArcIMS9.2 进行二次开发;结合 MVC 开发模式以及多源异构数据的集成整合,基于 Oracle、WebGIS、Xtree、FushionCharts、Fckeditor、Skyline、JSP 等关键技术开发 Web 应用项目农业资源管理可视化决策系统,图 2 为该系统运行的农用地地块分析子模块。

农用地地块分析模块主要实现如下功能: (1) 农用地空间分布展示。以动态图例展示北京市适宜种植有机、绿色、无公害的农用地的分布情况,并检索相关种植信息。(2) 农用地适应性评价分析结果和对比展示(图 3)。分析选定的行政区划(区县、乡镇、行政村)中,适宜发展指定级别(有机、绿色、无公害)的农用地中,优先发展、次优先发展、允许发展的农用地面积。并可以选择只考虑自然因

素,还是联合考虑自然因素和社会经济因素,对上述评价的结果进行量化展示和统计图生产,统计分析结果利用 FusionCharts 的饼状图和条形图实现。(3)农用地地块选址和因素分析结果展示。针对已经满足土地环境质量要求的农用地,综合考虑经济、社会、交通等因素再做进一步分析。分析选定的农用地地块的自然因素评价结果和社会经济因素评价结果,并将结果展示。

4 结 语

本研究基本实现了农用地分析与评价决策系统的框架,在平台构建过程中,综合运用了多源异构数据集成整合技术以及可视化技术,得到了很好的展示效果。本文提供的方法对大型网络地理信息系统的多源异构数据集成整合以及建立决策模型等具有一定的意义。由于农业资源信息的广泛性与分析管理的复杂性,农用地分析与决策是一个大的范围,可以做进一步的研究,主要包括以下几个方面:(1)多媒体电子地图:多媒体电子地图^[16]是集文本、图形、图表、图像、声音、动画和视频等于一体,综合、真实地表现空间实体与现象的新型地图。(2)空间位置信息服务(Location - Based Services, LBS):LBS^[17]指通过移动终端和移动网络的配合,确定移动用户的实际地理位置,从而提供用户所需要的与位置相关的服务信息的一种移动通信与导航融合的服务形式。

参考文献:

- [1]张璐,刘淑英,王平.基于模糊数学的农用地质量综合评价模型[J].广东农业科学,2010(2):207-209.
- [2]苗利梅.试论我国农用地质量评价及其应用[J].资源与产业,2008,10(5):92-95.
- [3]魏强,高敏华,刘洁.GIS技术在农用地定级中的应用:以新疆吐鲁番市为例[J].安徽农学通报,15(6):139-142.
- [4]阎波杰,赵春江,潘瑜春等.大兴区农用地畜禽粪便氮负荷估算及污染风险评价[J].环境科学,2010,31(2):437-443.
- [5]李时舫,羿宏雷.VB 6.0与Oracle数据库用于森林防火预警的研究[J].林业机械与木工设备,2010,38(2):16-18.
- [6]文元桥,周春辉.基于ArcSDE的空间拓扑关系连接方法研究[J].计算机工程与应用,2010,46(5):117-119.
- [7]程锋.基于GIS与决策模型整合的基本农田保护规划系统[D].北京:中国农业大学,2003.
- [8]刘巧芹,潘瑜春,张清军等.基于GIS的北京市城郊农村土地利用格局分析[J].农业现代化研究,2009,30(4):457-460.
- [9]潘瑜春,刘巧芹,阎波杰等.采样尺度对土壤养分空间变异分析的影响[J].土壤通报,2010,41(2):457-460.
- [10]RUAN Cheng - ping, ZHOU Yan - bing, PAN Yu - chun, et al. A webgis - based decision - making system for monitoring and control of hyphantria cunea [C]. IEEE Proc. of 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering ICACTE 2010: 269-273.
- [11]宫彦萍,黄文江.基于WebGIS的作物病虫害监测预报系统构建[J].自然灾害学报,2008,17(6):21-25.
- [12]杨凯.利用FusionCharts组件制作动态Web统计图表[J].微电脑世界,2009,7:94-95.
- [13]游娟,周艳兵,王纪华等.基于FusionCharts与ArcIMS的统计制图与应用分析[J].地球信息科学学报,2010,12(2):248-253.
- [14]北京东方道迤信息技术有限责任公司. SkylineGlobe产品系列技术白皮书[EB/OL]. <http://wenku.baidu.com/view/3c0fd91fb7360b4c2e3f64ff.html>.
- [15]Keditor F C. 2. x Overview [EB/OL]. http://docs.cksource.com/FCkeditor_2.x/Users_Guide/Overview. 2008 - 12 - 29.
- [16]胡华科,郑春燕.基于TeleAtlas的客家文化多媒体电子地图设计[J].地理空间信息,2010,8(1):136-138.
- [17]Stefan Steiniger, Moritz Neun, Alistair Edwardes. Foundations of Location Based Services [EB/OL]. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.94.1844&rep=rep1&type=pdf>.