引文格式：钟静, 陈亨嘉, 焦红霞, 等. 基于WebGIS的全国自然保护区信息系统设计与实现[J]. 地理空间信息, 2023, 21(4): 107-110. doi: 10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.04.027

基于WebGIS的全国自然保护区信息系统设计与实现

钟　静[1]，陈亨嘉[2]，焦红霞[3]，赵长虹[4]，刘　华[4]，张　锐[4]
（1. 湖北地信科技集团股份有限公司，湖北 武汉 430074；2. 中国地质大学（武汉）地理与信息工程学院，湖北 武汉 430074；
3. 潜江市高新投建设有限公司，湖北 潜江 433100；4. 北京创时空科技发展有限公司，北京 100083）

摘　要：针对我国自然保护区的特点，结合我国自然保护区领域信息管理的现状，依据保护区数据库标准和信息采集规范，基于ArcGIS平台和天地图服务，设计并开发了基于WebGIS的全国自然保护区信息系统，将自然保护区各类资源综合管理，实现了自然保护区资源的“一张图”展现、空间分析、可视化分析等功能。使用LSTM网络模型、ResNet卷积神经网络模型实现动物迁徙轨迹预测和视频筛选。系统能有效提升自然保护区技术和管理水平，为我国自然保护区信息系统建设提供有效参考，具有一定的推广价值。

关键词：自然保护区；WebGIS；一张图；空间分析
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）04-0107-04

Design and Implementation of National Nature Reserve Information System Based on WebGIS

ZHONG Jing[1], CHEN Hengjia[2], JIAO Hongxia[3], ZHAO Changhong[4], LIU Hua[4], ZHANG Rui[4]
(1. Hubei Geomatics Technology Group Stock Co., Ltd., Wuhan 430074, China;
2. School of Geography and Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;
3. Qianjiang High-tech Industry Investment and Development Co., Ltd., Qianjiang 433100, China;
4. Beijing Space-time Creating Co., Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: Aiming at the characteristics and the problems faced by the information management of natural reserves in China, according to the database standards and information collection specifications of natural reserves, based on ArcGIS platform and MapWorld, we designed and developed a national nature reserve information system based on WebGIS, which could realize the functions of “One Map” display, spatial analysis, visual analysis. We used LSTM network model and ResNet convolution neural network model to realize the prediction of animal migration trajectory and video filtering. The system can effectively improve the technology and management level of natural reserves, and provide an effective reference for the construction of natural reserve information system in China, with good promotion value.

Key words: natural reserve, WebGIS, One Map, spatial analysis

随着我国生态环境建设和自然保护区建设工作的开展，地理信息技术已广泛应用于保护区的管理、决策、规划以及生物多样性监测[1-4]，这使得我国各保护区的科学化、信息化管理程度显著提升，为自然保护区内生物资源数据的开发利用提供了科学的手段和方法。作为地理信息技术重要组成部分的WebGIS，以其适应性强、信息量大、操作简单、成本低等特点为优势，应用于保护区的信息管理工作并取得良好的成效，为建设数字自然保护区提供了平台[5]。在分析国内外基于WebGIS的自然保护区领域研究成果的基础上，结合调研及查阅资料，针对我国自然保护区的特点，通过需求分析、数据收集、架构设计、数据库设计、功能结构设计等工作，实现了基于WebGIS的全国自然保护区信息系统。

1　需求分析

本系统的构建主要针对自然生态保护区的管理工作以及相关数据查询进行信息汇总。自然生态保护区的监管人员、附近居民、部分游客以及对相关信息感兴趣的人群均为本系统的潜在用户。根据数据走访结

收稿日期：2022-10-14；修回日期：2023-03-09。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（41971356，41701446）；湖北省自然科学基金资助项目（2017CFB277）；自然资源部城市国土资源监测与仿真重点实验室开放基金资助课题（KF-2020-05-011）。
第一作者简介：钟静（1980—），硕士，高级工程师，主要研究方向地理信息系统、新型基础测绘技术研究与应用，E-mail：81975593@qq.com。

果，用户年龄层以18~43岁为主，以他们为调查对象来全面掌握用户需求。

1.1 系统功能性需求分析

结合自然保护区的特点，系统设计应满足以下5个方面的功能需求：信息查询、空间分析、数据编辑、特色功能、其他功能。

1.2 系统非功能性需求分析

系统的设计需简单明晰，体现便利性、创新性以及人性化。界面要清晰简捷，操作简单流畅，对不同的用户实施严格的权限控制，不同数据有不同的操作管理权限。普通用户只能查询和修正自己的用户信息，保证数据的安全性。对于敏感数据，在存入数据库之前进行加密操作。

2 系统设计

2.1 总体架构设计

系统开发采用成熟、可靠的框架和技术。基于系统用户群体特征，采用便于部署、分散访问的B/S架构模式[6]。前端IDE环境为Visual Code可开发平台，遵循Html5标准，采用Layui前端UI框架进行开发，地图平台选用天地图国家地理信息公共服务平台；后端开发采用.Net框架。数据库采用了SQL server和空间数据库结合的形式。空间数据管理与地图服务发布使用ArcGIS平台，用户信息等业务数据由SQL server进行管理。系统采用组件的方式进行设计和开发，降低各功能模块之间的耦合性，构成了一个GIS平台和信息一体、前后端分离的技术架构化管理的综合性管理系统。系统采用分层架构体系，在逻辑层次上分为基础设施层、数据层、服务层、应用层、用户层，如图1所示。

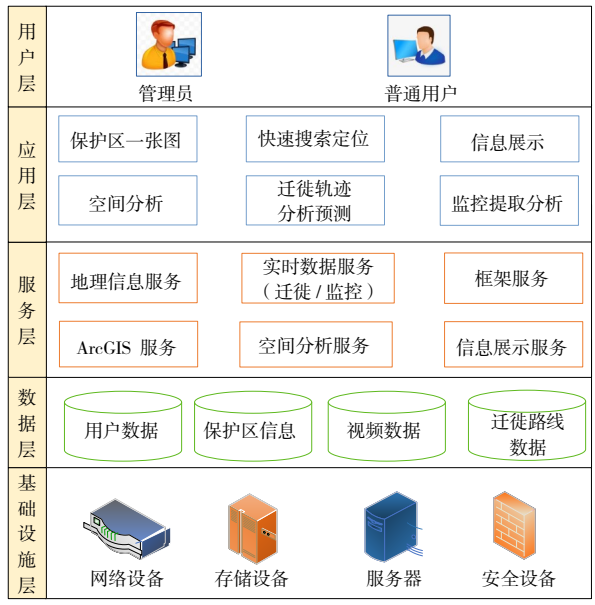


图1 系统体系结构

2.2 数据库设计

自然保护区数据库分为空间数据库和属性数据库两大类（表1）。空间数据库包括基础底图、保护区分布地图、地质图、植被图、地形图、道路数据、动物迁徙路线数据等，ArcGIS支持多种矢量数据和遥感数据（如tiff、bmp、jpeg等）管理和存储。属性数据库主要包括保护区列表、保护区位置、区域面积、保护区级别、保护动植物基本情况等。属性数据库由SQL-server进行统一管理。

2.3 主要功能设计

根据我国自然保护区保护对象种类的不同，系统针对珍稀植物、野生动物、生态系统三类自然保护区进行了统一化的功能模块设计。系统模块主要分为保护区信息查询模块、保护区空间分析模块、保护区数据编辑模块、保护区特色应用模块、其他功能模块。

表1 数据库结构设计

序号	数据表名	含义说明	包含属性
1	保护区表	保护区的基本信息	保护区ID、保护区名称、所属省份、面积、建立时间、区域类型、保护对象、摄像头数量、摄像头表ID
2	动物表	动物的基本信息	ID、所属的保护区ID、动物名称、动物种类、动物保护等级
3	植物表	植物的基本信息	ID、所属的保护区ID、植物名称、植物种类、植物保护等级
4	生态保护区	生态保护区信息	ID、所属的保护区ID、生态保护区类型、保护区面积、开始保护的年份
5	动物迁徙线表	某种动物的迁徙轨迹要素	迁徙路线ID、该迁徙动物ID、线要、迁徙开始时间、迁徙结束时间
6	保护对象数量变化表	单个保护区保护对象的变化	动植物ID、名称、某年动物数量
7	道路表	保护区内可行道路的数据表	道路ID、线要、所属保护区ID
8	摄像头表	保护区内监控数据表	每个摄像头的编号、视频数量、视频表ID
9	视频表	某个摄像头内存储的视频	视频ID、拍摄开始时间、拍摄时长、视频路径
10	用户表	系统用户基本数据的表格	用户ID、用户昵称、用户头像、手机号、密码、收藏夹表ID
11	收藏夹表	用户对常用数据的收藏	收藏对象的ID、收藏类型、具体内容（要素）

系统功能设计如图2所示。

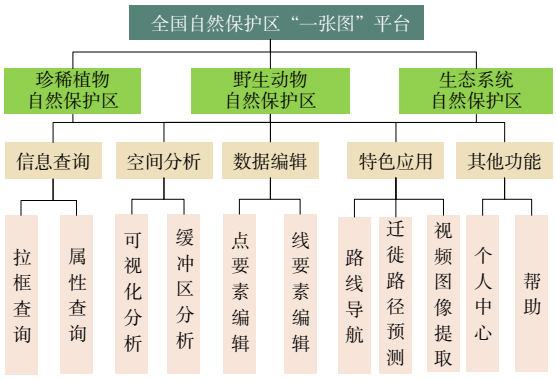


图2　系统功能设计

3　系统实现

基于上述系统设计原理，开发了基于全国自然保护区“一张图”平台。系统旨在为不同用户提供保护区信息查询、数据编辑、空间分析等服务。用户需注册登录后才能进入首页，选择相应的保护区模块即可进入相应保护区页面。系统为每个保护区集成了各类功能，包括信息查询模块、空间分析模块、数据编辑模块、特色应用模块等主要功能，业务流程如图3所示。

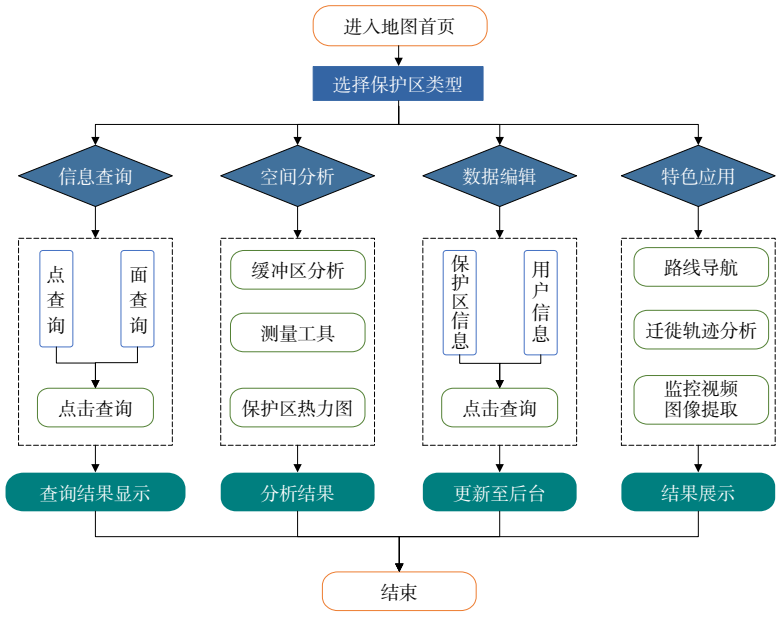


图3　业务流程图

为了让系统管理具有统一性，系统的逻辑性和层次性更加清晰，从系统全局角度出发，提供一个统一的集成框架，包括单点登录、用户认证、安全管理、统一权限配置、个性化服务等，系统在设计和开发过程中，须遵循统一的集成框架的约定。

3.1　数据集成

本系统数据主要来源于中国生态系统评估与生态格局安全数据库获取保护区的地理信息数据、国家地理信息公共服务平台“天地图”API获取地图底图的数据、网络视频平台下载的视频数据。考虑建立全国数据库并实现统一管理，将获取的自然保护区数据统一存储在数据中心，通过二维地图服务器将保护区数据发布为标准的OGC地图服务，供系统使用。

3.2　权限集成

系统对用户进行统一管理与身份认证鉴别，采用单点登录技术，由统一的运维模块对用户权限和身份进行管理，优化日志管理，提升对系统故障问题、系统运行状态的跟踪与监控能力，并且推进国产密码应用，集成国产密码认证服务。

3.3　功能开发

1）系统首页。首页主要起到系统信息的展示作用。它不仅仅是平台的入口，也是一些相关资讯获取的渠道。首页的版面内容设计为轮播图展示。点击轮播图中间的按钮可以进入系统，也可以向下翻阅了解保护区以及网站开发的相关信息。

“系统服务”栏目简明扼要地阐述了本平台所提供的服务，“生态现状”栏目展现了当前我国的生态情况摘要，“新闻资讯”栏目介绍了生态相关的最新资讯，“环保宣言”栏目进行名人名言展示，“联系我们”栏目向用户提供了可以向开发人员反馈使用建议和投诉信息的渠道，帮助平台进行错误修复和未来功能的新增。

2）“一张图”管理。通过首页的“进入一张图”进入系统界面。视图左边为地图导航栏，主视图为地图。“一张图”管理可进行图层管理、地图浏览、测

量、属性搜索、数据编辑、空间分析等操作。

图层管理主要提供对地图服务和图层控制显示；地图浏览主要提供地图放大、缩小、漫游、移动、定位等常见功能；信息查询给用户提供可选择拉框查询和属性查询等多种不同的查询方式来对系统中的数据进行查询和筛选；空间分析让用户可根据绘制或选择地块范围或自然保护区范围，对保护区进行空间叠加分析（含缓冲区分析）；数据编辑可对保护区中的动/植物点和保护区面要素进行数据的增加、删除、修改等操作。

3）特色管理功能。该模块为本系统重要的特色功能，也是本系统实现的重点和难点。在地图中可以通过直接搜索具体保护区，也可以通过点击具体省份，再点击具体保护区的方式进入“保护区特色应用”界面。①视频播放。点击具体摄像头，可以弹窗查看该摄像头的信息和最近的视频。②路径导航。通过设置路径规划，帮助游客和系统人员在自然生态保护区内进行路径规划。③动物迁徙轨迹预测。在现有生物的分布数据以及轨迹数据的基础上进行充分挖掘和分析，进行行为建模，对其未来可能具有的迁徙轨迹做出预测。本功能使用LSTM（long short-term memory）网络模型来实现动物迁徙轨迹预测模型。LSTM网络模型的核心是存在能够随时间进行信息传输的细胞状态，该细胞状态通过网络中的各种门结构，对信息进行修改，使得网络具有记忆功能[7]。④视频数据识别。通过从海量摄像头数据中筛除冗余并自动提取动物活动情况的功能，能够帮助相关人员了解保护区内动物的运动情况并实现轨迹的预测。本功能使用ResNet卷积神经网络模型实现视频筛选。通过创建并训练一个能够自动区分动物视频数据与背景视频数据的神经网络，对监控数据进行检测，使其自动识别出包含动物信息的关键部分。ResNet网络模型主要由初始特征提取、卷积块、特征图去均值构成。

3.4 建设成效

自然保护区信息系统建设后，能及时、有效地获取自然保护区资源、生物多样性及生态环境以及管理过程的时空变化数据，实现数据资源的统一管理，为自然保护区数据的共建共享、互联互通打下了坚实的基础。有效提高了自然保护区的综合管控能力，为自然保护区的规划、功能划分、区域管理、基础设施建设、森林防火等提供数据支撑服务。通过地图、图片、视频等多种形式，为公众了解和获取自然保护区相关信息提供了有效途径，提升了公众对自然保护区的了解和保护意识，进而推动我国自然保护事业蓬勃发展。

4 结 语

本文从我国自然保护区管理的实际情况出发，对用户需求进行了分析和梳理，结合保护区数据库标准和信息采集规范，基于WebGIS技术在自然保护区管理中的技术优势，最后设计并实现了基于WebGIS的全国自然保护区的信息管理系统。本系统能有效提升自然保护区技术和管理水平，为我国自然保护区信息系统建设提供了有效参考，具有一定的推广价值。另外，本系统下一步计划获取更多、更新的野生动物行动轨迹路线、保护区视频数据，进一步优化动物迁徙轨迹趋势和视频筛选功能，使轨迹预测能更直观、更准确。

参考文献

[1] 中华人民共和国自然保护区条例[J]. 中华人民共和国国务院公报,1994(24):991-998

[2] 陈正存,吴金山. 我国自然保护区研究现状及存在问题[J]. 新农业,2022(11):78-80

[3] 李鑫,何红艳,杨帆,等. 基于GIS的西鄂尔多斯国家级自然保护区信息管理系统建设研究[J]. 内蒙古林业调查设计,2011,34(3):59-61

[4] 高吉,关文彬. “3S”技术与数字自然保护区[J]. 湖北农业科学,2010,49(12):3 188-3 191

[5] 高吉. 基于WebGIS的自然保护区信息系统研究[D]. 北京:北京林业大学,2010

[6] 王海斌,邵飞,付艳丽,等. 基于GIS的招商项目选址系统设计与实现[J]. 地理空间信息,2022,20(8):78-81

[7] 张晓宁. 基于LSTM网络的车辆轨迹预测研究[J]. 汽车实用技术,2020,45(22):32-33

[8] 魏健,赵红涛,加鹤萍. 基于改进LSTM模型的短期车流量预测[J]. 科技创新与应用,2021,11(12):25-27

[9] 柴进. 基于聚类和LSTM算法的车辆轨迹预测模型研究[D]. 北京:北京交通大学,2020

[10] 周才智. 动物监控数据筛选系统的设计与实现[D]. 成都:四川师范大学,2019

[11] 朱文军,时会省,管林杰,等. 基于物联网与GIS的丹江口水库综合管理平台设计[J]. 地理空间信息,2022,20(8):27-31

[12] 杨益文. 基于微服务架构的地图定制管理平台设计与实现[J]. 地理空间信息,2022,20(7):74-76

[13] 谢小华. 基于山脊线的河流沿岸一重山划定方法研究[J]. 地理空间信息,2022,20(8):82-85

[14] 魏健,赵红涛,加鹤萍. 基于改进LSTM模型的短期车流量预测[J]. 科技创新与应用,2021,11(12):25-27