

文章编号:1001-9081(2007)05-1289-04

动物疫情应急指挥空间决策系统

马金锋^{1,2}, 潘瑜春², 沈涛^{1,2}, 王纪华²

(1. 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875;

2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097)

(wangjh@nercita.org.cn)

摘要: WebGIS 技术侧重地图数据的网络发布, 其空间分析相对较弱。针对动物疫情防治应急指挥系统提出的多半径缓冲分析和道路交叉定位需求, 分别给出相应的解决方案。在逻辑层对多半径缓冲结果集选用 HashMap 数据结构存储并进行集合减运算, 以获取不同区域的数据集; 在表现层上采用内接多边形拟合圆形区域的方法, 从可视化的角度对多半径区域进行划分。通过编写程序扩展, 提供一种通用的道路交叉定位算法。两种解决方案均脱离 WebGIS 平台, 适用于多种 WebGIS 开发平台, 具有较好的通用性。

关键词: 空间决策; WebGIS; 多半径缓冲分析; 道路交叉定位; 动物疫情

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A

Spatial decision support system for controlling the outbreak and spread of animal epidemics

MA Jin-feng^{1,2}, PAN Yu-chun², SHEN Tao^{1,2}, WANG Ji-hua²

(1. School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100087, China)

Abstract: To meet the demands of Multi-Radius Buffer Analysis and Road Intersection & Position, which are key issues in Spatial Decision Support System for Controlling the Outbreak and Spread of Animal Epidemics (SDSSCOSAE), two solutions were suggested respectively: Using HashMap structure to store the results after multi-buffering processed, a set-difference operation among these results helped to obtain different area datasets we needed. In a view of visualization, a method of using cyclic regular polygon to simulate circle was adopted to separate different multi-radius buffering areas. Specially, an algorithm of Road Intersection and position was discussed. Both solutions were independent of special WebGIS platform. The practical application shows that such solutions mentioned above can be commonly used. Also the design and implementation of SDSSCOSAE were briefly introduced in this paper.

Key words: spatial decision; WebGIS; multi-radius buffer analysis; road intersection and position; animal epidemic situation

0 引言

自 20 世纪 80 年代以来, 禽流感、口蹄疫、疯牛病等重大动物疫病不断发生, 尤其是 2004 年以来, 禽流感疫情在世界各地迅速蔓延, 警报声此起彼伏。各国政府纷纷采取严密的防控措施, 预防疫情失控, 甚至造成禽流感病毒变异在人际传播。在禽流感防治的有效措施中, 几乎都与地理信息相关, 例如在候鸟迁徙传播、疫情监测预警、应急机制、免疫隔离带等。GIS 可以将禽流感相关业务信息进行可视化的、实时的、动态的表现, 为各级政府及职能机关迅速、全面了解疫情的相关情况, 进行有效的决策提供实施平台^[1]。因此, 建立突发重大动物疫情监测、分析和上报网络体系是实现及时、有效地预防、控制和扑灭突发重大动物疫情的前提, 具有强大空间分析能力的 GIS 是该网络体系中的核心技术之一。

WebGIS 是 GIS 技术与 Web 技术集成的产物, 是 GIS 技术的发展与组件技术、互操作技术、分布式技术的集成^[2]。有学者在研究防疫应急指挥体系和信息技术支撑体系的基础上, 提出构建基于 WebGIS 技术的疫情信息资源共享交换平台和以突发疫情为主线的多源信息集成与调度平台的方案^[3]。但这种以信息资源整合为主要目的疫情系统是通过静态的整合数据调用分析模型来实现决策分析的, 缺乏疫情信息动态交互和动态分析的能力, 或者基本没有决策分析功能。而疫情本身具有突发性, 对数据的实时性要求很高, 疫情系统建设既要整合疫情信息资源, 更要突出实时的决策分析能力。疫情决策中迅速划定疫区和受胁区, 快速找出出入疫区的道路路口是两项最基本的功能需求, 而目前的 WebGIS 平台主要用于地图制图和简单的查询分析, 难以满足疫情动态分析决策的需要, 为此, 本文设计了一种独立于 WebGIS 开

收稿日期: 2006-11-17; 修订日期: 2007-01-31 基金项目: 农业部 948 计划资助项目 (2006-G63)

作者简介: 马金锋 (1978-), 男 (回族), 宁夏吴忠人, 博士研究生, 主要研究方向: 遥感与地理信息系统; 潘瑜春 (1971-), 男, 安徽歙县人, 副研究员, 博士, 主要研究方向: 地理信息系统工程; 沈涛 (1976-), 男, 山东鄄城人, 博士研究生, 主要研究方向: 遥感信息处理、农业遥感; 王纪华 (1958-), 男, 吉林人, 研究员, 博士生导师, 博士, 主要研究方向: 遥感农业应用、作物的生理生化研究。

发平台的多重缓冲分析和道路求交实现与可视化的方法,具有较好的通用性。

1 数据库设计与实现

系统涉及的数据可分为空间数据和属性数据两种。建立高效的数据模型,实现空间数据库和属性数据库的一体化集成是数据库设计的主要目标。在 GIS 中,空间数据采用分层管理。一般来说,具有相同特征的空间信息应该放在同一图层上,分层越多越细,对数据的管理和今后的信息提取及空间分析越有利,但分层过多和过细,又会增加数据采集的工作量,因此,GIS 空间数据库的设计必须根据实际情况和需要进行^[4]。在本系统中,空间数据图层主要分为三类专题信息:

- 1) 基础地理信息,反映区域地形地貌、行政区划、交通状况、水系分布、植被分布等区域基础地理状况,用于背景显示、相对地理位置参考,也用于疫情决策分析;
- 2) 养殖业专题信息,反映区域养殖业生产经营与管理状况的信息,是畜牧养殖业管理的直接对象,包括畜禽分布状况、防疫检疫机构、兽医门诊、养殖业生产资料生产经营单位等各专题信息;
- 3) 其他图层,可作为辅助图层,起辅助参考作用,不对其进行操作。

这几类图形信息,每一类又可进一步细化分层,在满足 GIS 空间分析的基本要求下,可以根据数据管理的方便,来组织相关空间信息。

本系统中空间数据与属性都采用关系数据库来管理,从而能够实现图形和属性数据一体化管理,能够实现空间数据的有效共享和数据一致性维护。数据服务分别采用空间数据引擎(SDE)技术和 JDBC 方式访问空间数据和属性数据。

2 体系结构

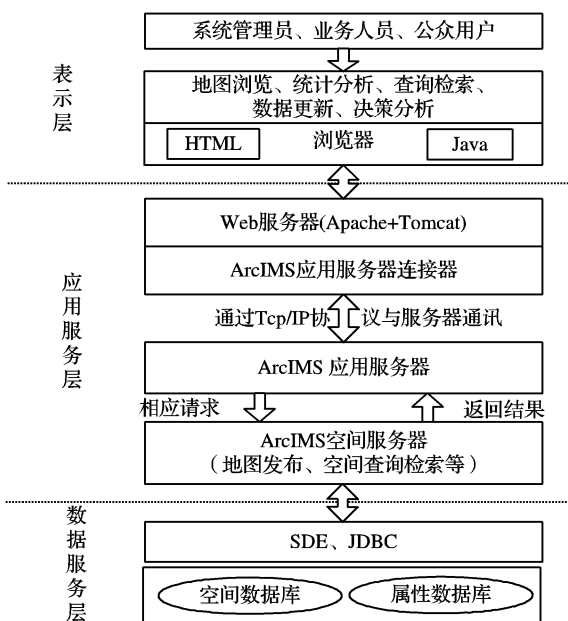


图1 三层结构模型

系统主要是用于突发性疫情信息管理和、查询检索和决策分析,因此数据的可靠性、实时性要求较高,同时,作为信息系统,对于数据的录入完整性、安全性等也有一定要求,因此本

系统采用 B/S 三层结构模型,能够较好的满足系统目标的要求。系统总体框架如图 1 所示,三层结构分别为客户端浏览器、服务器和数据库。客户端浏览器支持各类数据和信息的显示并可与服务器进行通讯。服务器由 Apache 的 Web 服务器和 Arc IMS 的 GIS 服务器两部分构成,前者负责基本的网络通讯与协调,后者主要支持网络地理信息系统功能的实现。ArcSDE 作为空间数据管理中心,采用面向对象的空间数据模型 Geodatabase,将空间数据和属性数据统一在 oracle 数据库中管理^[5]。

3 功能模块

系统集成网络 GIS、GPS、计算机和现代通信技术,能够提供畜禽重大疫情信息的传送、监测、分析预警、信息发布等功能,并实现一个完整的动物防疫体系集成系统。根据具体业务的性质分类,可分为疫情监测、疫情报告、疫情分析及预警、疫情处理、综合信息查询、数据维护模块。

4 关键技术实现

4.1 双重缓冲分析

缓冲区分析(buffer)是地理信息系统重要的和基本的空间操作功能之一^[6],是在给定的一个空间实体(或集合)周围建立一定距离的带状区,以确定这些物体对周围环境的影响范围或服务范围(临近度问题)^[7]。任何目标所产生的缓冲区总是一些多边形,这些多边形将构成新的数据层,然后对新数据层进行数据处理。

在系统的数据组织中,疫源以点数据结构存放,缓冲的结果是一圆形区域。疫区与受胁区的划分和区域查询,需要对疫源点做两次缓冲分析。目前 WebGIS 技术侧重 Web 发布功能,数据编辑和空间分析能力较弱,两次缓冲分析的结果是后次覆盖前次,最终只保留最后一次分析的结果,既不能从逻辑层面上获取两次分析数据,又不能从表现层面上区分疫区与受胁区的空间地域分布。

4.1.1 逻辑层处理

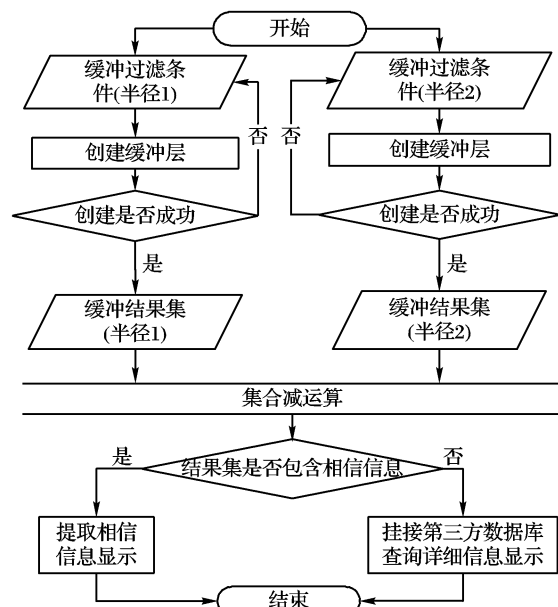


图2 逻辑层处理流程

按照条件查询子句依次对目标层进行两次缓冲分析,将缓冲数据存储为两个数据集。其中,受胁区数据集重复包含了疫区数据,采用两个数据集集合减运算,可以得到受胁区数据集。两个数据集中含有唯一标示码字段 ID,借助于这个标示码可以查询该记录所代表的实体的详细信息,也可以对该实体进行图形定位。通过对目标层的几何查询可以完成实体定位功能。查询实体的特定信息可分两种情况:1) 图层数据包含所有实体信息;2) 图层数据没有包含所有实体信息,部分属性信息存贮在第三方数据库。对第一种情况,可直接从数据集中读取,第二种需要借助标示码挂接第三方数据库,流程如图 2 所示。

4.1.2 表现层处理

在表现层上应能够区分疫区与受胁迫区,疫区为一中心圆,受胁区是以疫区圆周为内径的圆环。但两次缓冲分析的结果是后者覆盖前者,因而表现层只显示出后者的缓冲区域,未能达到预期的展示效果。二次开发软件提供的缓冲功能无法直接调用,通过圆的内接多边形来生成疫区缓冲区并叠加在受胁区之上,可以达到预期的展示效果。展示原理可以用图 3 来表示。

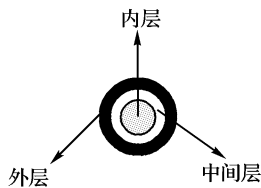


图 3 叠加原理图

表现层处理流程如图 4 所示,输入疫源点坐标及缓冲半径,判断当前 GIS 开发平台是否提供增加特征层功能,若提供则可以对疫源点做坐标转换,以疫源点为中心用内接正多边形来模拟圆形并进行颜色填充,之后将该多边形添加到一个新建图层,最后将图层添加到地图对象中显示;若 GIS 平台没有提供新增图层功能,那么可以用 Html/CSS 的线条画圆方式,之后新建一个 DIV (Html 层元素)层,将线画圆添加到 DIV 层。

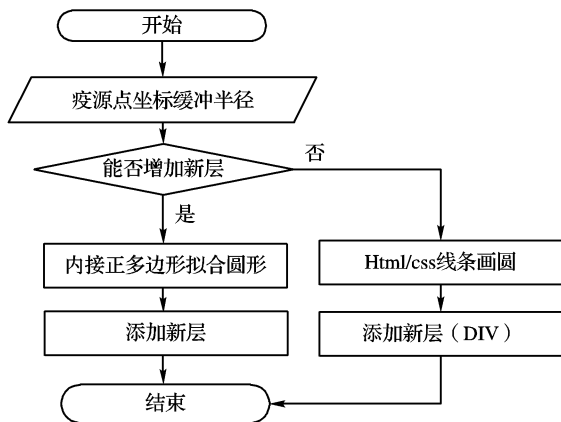


图 4 表现层处理流程

4.2 道路交叉定位

缓冲圆边界与道路图层的 Intersect(交叉)操作可得到与边界相交的道路结果集,道路结果集包括若干个多边形道路线,每一个多边形道路线又包括若干个线段,求缓冲边界与道路的交点实际上转化为求每条道路线段与缓冲边界的交点问

题。当二次开发软件未能提供两条多边形线 (Polyline) 求解交点的方法时,求解交点的过程必须自己编写程序扩展,扩展步骤为:1) 两个 Polyline 的交点事实上是各自包含的两条直线段的交点,所以核心的方法是分别获得两个 Polyline 对象中包含的所有直线段,迭代寻找相交的两条直线段;2) 在求解直线的交点之前,首先判断两条直线是否相交,通过对角线矩形相交排斥实验和交叉跨越实验就可以判断出两条直线是否相交;3) 若确认两条直线有交点,那么可以通过计算斜率,然后联立两个直线方程,解出它们的交点;4) 根据交点坐标确定交点所在的地理位置。流程如图 5 所示。

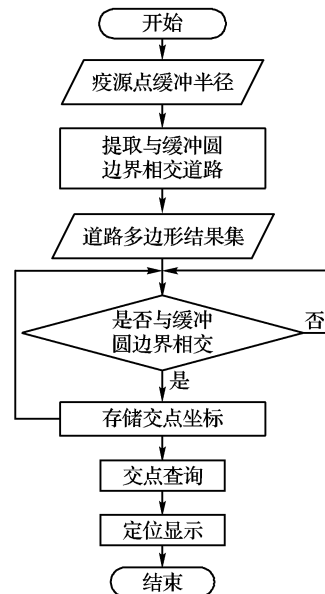


图 5 道路交叉定位流程

4.3 ArcIMS 平台下应用实现

ArcIMS 是美国 ESRI 公司推出的第二代基于 Web 的 GIS 平台,用于在 Internet 和 Intranet 环境中的地图发布,具有丰富的 GIS 互操作功能^[8]。

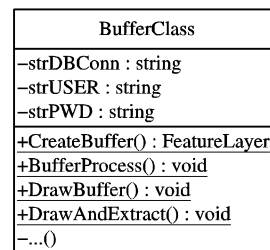


图 6 BufferClass 类图

设计了一个 Java 类如图 6, strDBConn 为数据库连接语句, strUSER 为用户名, strPWD 为用户密码。CreateBuffer (String x, String y, String strWhere, Ma Pobjmap, int fltem, int tItem, int radius), 其中最后一个参数为缓冲半径, x, y 参数为疫源点地理坐标, strWhere 为过滤条件, 例如条件设置为“养殖规模大于 5 万”, objmap 参数为 ArcIMS 地图对象, 记录了地图的设置情况, 比如地图有哪些图层, 图层顺序, 显示的比例尺等, fltem 为源专题层, 用于定位疫源点所在图层, tItem 为目标图层, 根据过滤条件在该图层上创建缓冲数据区。根据实际需求输入不同的缓冲半径, 返回两个数据集, 分别为受胁区数据集和疫区数据集。BufferProcess 函数中选用 HashMap 数据结构来实现两数据集的减运算, 即 HashMap 对象的键值

(Key)对应于数据集中的唯一标示码字段 ID,它的数据值(Value)可以从其他字段获取。受胁区 HashMap 对象的键值重复包含疫区的键值,利用 HashMap 对象的 remove 方法可以除去某一键值^[9]。对受胁区 HashMap 对象循环调用 remove 方法,便可以达到两个数据集相减的目的。DrawBuffer(String x, String y, Ma Pobjmap, int radius) 函数通过圆的内接多边形来生成疫区缓冲区并叠加在受胁区之上,实现表现层的处理。DrawAndExtract 函数获取道路交叉点的经纬度坐标。

函数调用流程如图 7 所示。

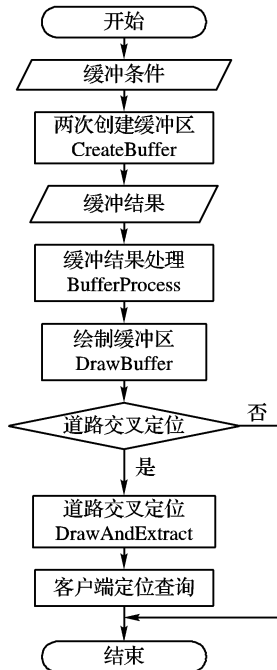


图 7 函数调用流程

5 系统实现与应用

本系统利用 ArcIMS 的 Java Connector 连接器进行图形数据的组织传输以及显示,以 Jbulider 和 Eclipse 作为开发工具,由 Java 编程语言负责响应用户交互。

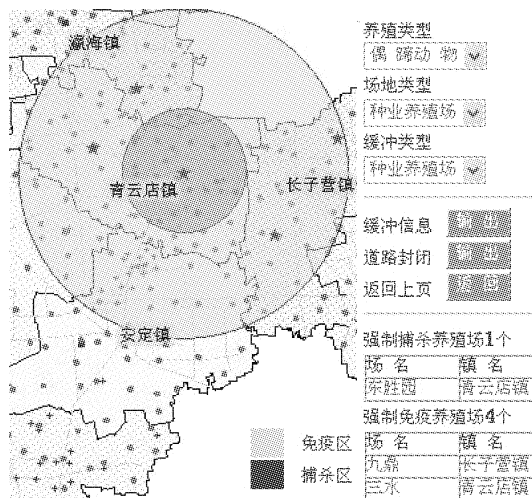


图 8 双重缓冲分析

图 8 为疫情处理模块中双重缓冲分析示意图。图中强制捕杀区半径为 3km,强制免疫区内径 3km,外径 8km,两个区域内缓冲提取的养殖场以五角星突出显示。

图 9 为道路交叉定位示意图,深色图标用来定位交点,鼠

标放置到图标上后可以显示该点的经纬度坐标,交点所在的行政单元也以浅色区域标出。右上的图表列出了所有交点所在的乡镇和行政村,单击图中右侧图表中的一项记录可以定位该交叉点所在的图形位置,并动态切换交点图标。据此图表可以方便设置临时动物防疫监督检查站,对进出疫区的人员、出入境的交通工具进行检查和消毒。

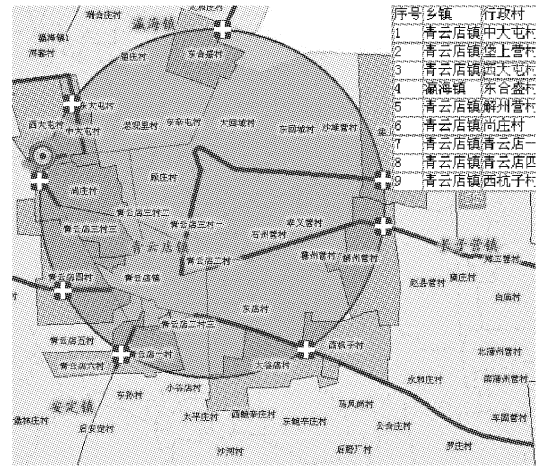


图 9 道路交叉定位

6 结语

多半径缓冲分析和道路交叉定位是动物疫情防治应急指挥系统的两项关键技术,现有的 WebGIS 开发平台没有提供相应函数的功能要求。对于双重缓冲分析,在逻辑层面上,通过建立两次缓冲分析,并对两结果集选用合适数据结构存储并进行集合减运算来区分,而在表现层面上可采用叠加一个新图层的方式来模拟第一次缓冲的表现结果,对双重缓冲分析的进一步扩展就可以实现多半径缓冲分析的目的。对于道路交叉定位则提供了一种简易通用的算法。两种解决方案均脱离于特定的 WebGIS 平台,丰富了 WebGIS 动态分析决策的功能,为不同平台下类似的功能的开发具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 天图会客厅. GIS 与禽流感之一[EB/OL]. <http://www.txgis.com/chat.asp?id=514>. 2005-11-20.
- [2] 胡金有,葛长利. 基于 WebGIS 的县域动物流行病学信息管理系统[J]. 农机化研究, 2006, (4): 126-128.
- [3] 李琦,郭玲玲,甘杰夫. 城市突发公共卫生疫情分析与决策系统的设计[J]. 计算机工程, 2006, 32(3): 9-11.
- [4] 廖丽琼. 公路路产管理系统的开发[J]. 计算机应用, 2001, 21(4): 58-60.
- [5] 张明波,申排伟,陆锋,等. 空间数据引擎关键技术与应用分析[J]. 地球信息科学, 2004, 6(4): 80-83.
- [6] 黄杏元. 地理信息系统概论[M]. 北京:北京高等教育出版社, 1989. 130-131.
- [7] 毋河海. 关于 GIS 缓冲区的建立问题[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1997, (12): 358-365.
- [8] 赵朋,刘刚,张喜杰,等. 一种基于 ArcIMS 开发 WebGIS 的方法及应用[J]. 计算机应用研究, 2005, 25(5): 258-260.
- [9] SCHILDT H. Java: The Complete Reference - J2SE[M]. 5 Edition. 北京:清华大学出版社, 2006.