

基于 AE 的气象要素检索与图形化显示模块的设计与实现

仇月霞¹ 余志伟¹ 高攀² 蔡将军¹ 吴玲¹

(1. 中国矿业大学 煤炭资源与安全开采国家重点实验室,北京 100083; 2. 长江大学计算机科学系,湖北 荆州 434023)

摘要:以中国气象局国家气象中心项目“智能化服务产品交互系统”为依托,采用 ArcGIS Engine Developer Kit 9.2 为软件开发核心,利用 C# 为编程语言,以 Oracle 为数据库依托,设计开发了基于 C/S 模式的气象要素检索与图形化显示模块。模块通过外部配置信息与 Microsoft .Net Framework 中反射机制的结合,在一定程度上克服了气象要素检索与图形化显示不能满足用户动态需求的弊端,实现了气象要素检索结果图形化自动绘制功能,从而为各级政府决策服务提供科学参考依据。

关键词:AE;气象要素检索;图形化显示;设计与实现

中图分类号:TP391 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2008)06-0058-05

1 引言

中国是世界上季风气候最为显著的国家之一,每年发生的气象灾害以及由气象灾害引发或衍生的其他灾害,对我国的经济建设、人民生活、生命及财产安全造成了极大的影响^[1-2]。随着社会经济的发展,气象灾害损失的绝对值在增长,气象灾害对社会、经济的影响也在与日俱增,迫切需要加强防灾减灾等公共气象服务。以此为出发点,智能化服务产品交互系统项目的建设,将从信息服务的角度有力地支持决策服务中心数据和信息的收集、统计分析、灾情综合评估、产品制作和存储分发等业务工作,增强对历史和实时气象数据的利用效率和效益,促进地理信息系统(GIS)在气象领域的开发与应用^[3]。气象要素检索与图形化显示是气象软件开发中的一个重要课题,同样也是智能化服务产品交互系统开发中的重要环节。在该环节的实现过程中 GIS 为气象数据的图形化显示提供了良好的编程基础。

气象要素检索与图形化显示模块的数据基础是各种类型的海量气象信息。这些信息既包括空间地理信息,也包括大量与空间信息密不可分的气象属性信息。GIS 作为一门重要的空间信息技术,为气象要素图形化显示的实现提供了方便。它可以直观形象地管理和查询气象信息,将满足用户需求的气象属性数据转换成空间信息,然后综合利用查询出的空间信息和属性信息生成准确美观的图形,快速直观地展示给用户,达到气象要素图形化显示的目的。

然而,在国内外现有的气象要素检索与图形化显示系统中还存在一些不足之处,主要体现在以下 2 个方面:

(1)检索能力有限。在现有气象要素检索与图形化显示系统中,各种气象要素检索用到的 SQL 语句是根据用户选择的不同限制条件在程序中生成的。随着用户对气象要素检索需求的不断增长,会暴露现有系统不能满足用户动态需求的弊端。

(2)动态扩展及稳定性不足。现有系统中将气象要素检索用到的外部数据源与程序代码绑定在一起,一旦外部数据源发生变化,如果不及时对现有系统进行修改或升级,该系统就不能正常运行。

针对以上不足,本文在气象要素检索与图形化显示模块的设计过程中采用了外部配置信息与 Microsoft.Net Framework 中反射机制相结合的方法,在一定程度上满足了用户对气象要素检索的动态需求,实现了气象要素检索结果图形化自动绘制的功能,可为气象部门各级决策提供科学参考依据。

2 开发平台的选择

气象要素检索与图形化显示模块的设计与实现采用面向对象的 Visual C# 可视化编程语言,以 Oracle 为数据库依托,以 ArcGIS Engine 为图形化显示功能开发核心,利用外部配置信息和 Microsoft.Net Framework 中反射机制的完美结合,在一定程度上克服了气象要素检索与图形化显示不能满足用户动态需求的弊端,实现了气象要素检索结果图形化自

动绘制的功能。

2.1 ArcGIS Engine 简介

ArcGIS Engine 是 ArcGIS 9.0 新推出的嵌入式组件库,它提供了用于创建独立的地理信息系统应用程序的平台,支持多种应用程序接口,拥有许多高级 GIS 功能,而且构建在工业标准基础之上^[4]。它是一个简单的、独立于应用程序的 ArcObject 编程环境,不是面向终端用户的产品,而是专门为开发应用程序的人员设计的。开发人员可以基于 ArcGIS Engine 建立应用程序,也可以为现有的应用程序添加动态制图和其他 GIS 功能,并将这些程序传递给终端用户。ArcGIS Engine 的功能非常强大,利用它进行开发可以实现几乎全部的底层 GIS 功能。ArcGIS 软件本身都是使用 ArcObject 的组件开发出来的。

2.2 基于 .NET 的 ArcGIS Engine 开发的优点

ArcGIS Engine 提供了 APIs—COM、.NET、Java 和 C++ 语言 4 种开发,开发人员可以使用这些支持 API 开发环境的语言进行应用程序开发。对于非可视化应用程序,常用的语言包括 C++ 和 Java。对于可视化应用程序,则有许多可用的 Windows 语言,如 Visual Basic 6.0、C#.NET、Java 和 Visual C++ 等。下面列出了适合 ArcGIS Engine 的一些可能的 APIs、开发环境和语言:

COM—Visual Studio 6.0(VB, VC++)

.NET—Visual Studio.NET(VB.NET, C#)

Java—Eclipse, WebsphereStudio, Intelli J, Jbuilder 等

C++—Visual Studio 6.0, C++ Builder

与 COM API、Java API 和 C++ API 相比,基于 .NET 的 ArcGIS Engine 开发有其独特的优点,主要表现在以下几个方面:

(1) NET API 支持 ArcObjects 的完全扩展。COM API 虽然提供了最强大的系统扩展能力,但是对 Visual Basic 语言有很大的限制。Visual Basic 不支持一些特定接口的实现。除此之外,COM 集合的二进制重用技术也不被 VB 支持。虽然 COM API 对 VC++ 语言没有任何限制,但是其学习曲线又数倍于 VB。Java 和 C++ API 在扩展 ArcObjects 方面也有类似的限制,而 .NET API 可以支持 ArcObject 的完全扩展。

(2) 跨语言性。.NET 还带来了多种语言之间的无缝集成,例如一个系统同时可以采用多种编程语言来开发,VB.NET 编写的类可以让 C# 直接继承使用,这就大幅度提高了开发效率。

(3) 先进的 IDE 开发工具。

(4) 无缝集成。在 .NET 平台上同时支持 .NET 和 COM 组件。组件式 GIS 构造应用系统只实现 GIS 自身的功能,其他功能则由其他组件实现,组件之间的联系则由可视化的通用开发语言实现。通过组件之间的消息传递,组件间互相调用、协同工作,从而实现了系统组件之间的高效、无缝集成。

3 气象要素检索与图形化显示的总体设计

3.1 设计原则

气象要素检索与图形化显示模块设计的总体原则根据软件的具体需求而定,同时兼顾使用的方便性与友好性。软件界面尽量使用标准 Windows 风格控件,在操作界面上力求体现数据与操作的不同层次。功能的实现设计围绕用户需求分析,依托界面交互,最终实现用户需求的功能。例如,在与用户进行交互的过程中,系统会根据选择的站点类型,动态地从数据层中检索出可供选择的所有气象要素查询的功能名称,同时界面上也将显示相应的用户控件来支撑这些查询;根据用户选择的不同气象要素查询功能名称,系统会动态加载用于该气象要素查询的各种限制条件的支撑控件;对于检索结果,用户可以选择表格或分布图等不同的表现形式。总的来说,就是让用户以尽量少的操作实现尽可能多的功能。

3.2 设计创新点

气象要素检索与图形化显示模块较以前版本的智能化服务产品交互系统中气象要素查询模块在设计上有其独特的优点。在以前的气象要素查询模块中,各种气象要素查询用到的检索 SQL 语句是根据用户选择的不同限制条件在程序中生成的,其查询能力有限。随着用户各种查询需求的不断增加,该模块查询能力的弊端也逐渐显露。为进一步改进、扩充气象要素检索模块的功能,该系统采用程序外部配置文件和 Microsoft .Net Framework 中的反射机制相结合的方法,克服了以前系统中存在的问题。程序外部配置文件中存储了各种气象要素检索用到的带参数 SQL 语句和检索过程信息。通过这些配置信息,再加上 Microsoft .Net Framework 中的反射机制,在一定程度上可以满足用户对各种气象要素检索日益增加的需求。如果用户发现需要新增对某种气象要素的检索功能,只需在配置文件中添加符合这种检索的带参数的 SQL 语句及相关检索过程信息,而不需要再去修改程序,就可以实现新增需求的气象要素检索与出图功能。

4 气象要素检索与图形化显示模块的功能实现与技术特点

该模块实现的功能主要包括气象要素检索和分布图的生成与显示 2 部分。在整个模块的功能实现过程中,配置文件 QueryData.mdb 数据库中的 4 张表起到了重要作用,它们分别是 FlowTable、QueryTable、ParameterTable 和 CartoParaTable。表 FlowTable 存储了气象要素查询涉及到的所有功能大类和功能名称信息,用于查询功能的排序;表 QueryTable 用于查询控制,不同的查询功能其 SQL 语句中的参数也不同,而不同的参数又需要不同的用户控件,该表中保存了这些查询控制信息;表 ParameterTable 用于 SQL 语句中参数信息的存储,包含参数名称、参数表示码和与该参数对应的用户控件名称;表 CartoParaTable 存储了与分布图的生成和显示有关的所有信息。

4.1 气象要素检索功能实现的技术方法

4.1.1 气象要素检索技术流程

气象要素检索的实现过程需要根据用户的选择和带参数 SQL 语句中不同的参数,动态地在查询功能主界面中加载相应的查询条件输入控件,并替换带参数 SQL 语句中的所有参数,最后得到查询结果。在该过程中主要采用了 Microsoft.Net Framework 中的反射机制来实现具体的气象要素检索功能。反射机制是指在运行时获取程序集、类、函数等的信息。使用反射机制的好处之一是,它提供了一种手段,将指定的类推迟到了运行时刻,可以说带来了一种新式的编程方式^[5]。为达到特定目的,使用反射机制比使用常规编程方法时的代码量可能会多一些,然而在恰当的时候使用反射机制,将显著提高应用代码的灵活性。见图 1。

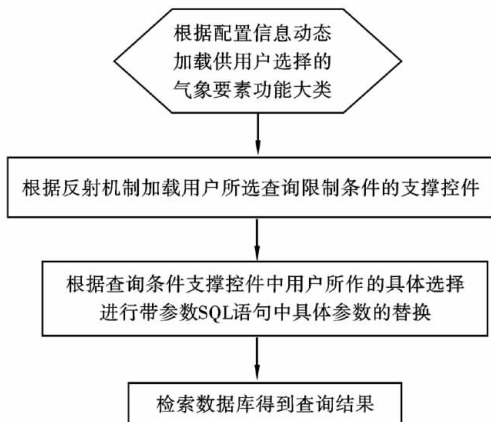


图 1 气象要素检索技术流程

4.1.2 气象要素检索功能的具体实现

气象要素检索功能的具体实现较明显地体现了外部配置信息与反射机制相结合的优越性。首先,系统在开始运行时读取配置信息表 FlowTable 中关于气象要素查询的功能名称,加载相应的查询条件输入支撑控件并将内容显示在该用户控件中。然后,根据用户选中的功能名称所对应的带参数 SQL 语句确定需要用户输入的其他查询限制条件,如起始时间、结束时间、站点号等,每一个查询限制条件有至少 1 个用户控件作为它的输入界面。根据这些查询限制条件获取参数表 ParameterTable 中与其对应的用户控件名称,通过 Assembly.CreateInstance(String) 方法创建用户控件对象,如“UCDate”,“UCSect”,“UCMinute”等。Assembly.CreateInstance(String) 方法使用区分大小写的搜索,从程序集中查找指定的类型,然后使用系统激活器创建它的实例,设置好选项后将其加入到查询功能主界面上。最后,根据用户对查询限制条件所做的具体选择替换带参数 SQL 语句中的所有参数,进行查询并返回查询结果。

4.2 分布图生成与显示的功能实现

4.2.1 分布图生成与显示技术流程

分布图的生成与显示是气象要素检索结果的图形化表达,ArcGIS Engine 提供了强大的图形显示与编辑功能,利用点、线、面和栅格等图层数据,以及丰富的地图符号、文本元素、线形、填充模式和颜色方案等,可以详尽、直观和形象地完成电子地图数据的显示,见图 2。

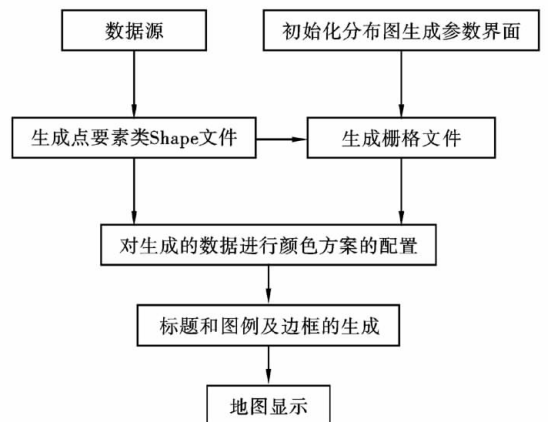


图 2 分布图生成与显示技术流程

4.2.2 分布图生成与显示的实现

模块中分布图生成与显示功能的实现过程如下:

(1)初始化出图参数主界面。配置信息表 CartoParaTable 存储了与分布图的生成和显示有关的所有信息,包括是否生成点、栅格、线和面图层;是否在

视图上加载并显示点、栅格、线和面图层;生成栅格图层数据时采用的插值方法;生成数据的渲染方案等。系统运行时会根据用户在气象要素检索中所做的选择,自动读取该配置信息表中相应记录的内容,对出图参数界面中的控件进行初始化设置。图3为



图3 根据配置信息表初始化后的出图参数主界面

与霜日数历史排位查询相对应的出图参数记录对界面控件进行初始化设置的结果。如果用户认为配置信息表中的初始化设置信息不能满足实际需要,还可以手动对各个选择进行修改,但是需要注意的是生成点图层是必选的,因为它是后续生成栅格、线和面等图形数据的基础。

(2)生成点要素类 shape 文件。生成点要素类的数据源可以是气象要素检索结果也可以是 Micaps3 类数据文件。不管哪种数据源,其属性信息中都包含“站号”,“经度”,“纬度”,“数值”4个必填字段。因为通过“经度”和“纬度”2个字段中的值就可以在二维空间中唯一确定一个点要素,所以可以利用 ArcGIS Engine 里面 Ifeature Workspace 接口中的 Create Feature Class 方法创建包含全部属性信息的点要素类。

(3)生成栅格文件(分布图)。栅格文件的数据源是已生成的点要素类,在栅格数据的生成过程中,插值分析起到了至关重要的作用。插值是在离散数据之间补充一些数据,使这组离散数据能够符合某个连续函数的过程。插值分析是气象信息处理应用最为广泛的分析算法之一,在气象要素检索与图形化显示模块中多次采用插值算法将离散点数据插值

成连续的表面数据,进一步形成等值线或者色斑图。在该模块中为用户提供了2种插值生成栅格的方法,即反距离权重法(IDW)和 CressMan 插值算法。

IDW 是一种常用而简便的空间插值方法,它以插值点与样本点间的距离为权重进行加权平均,离插值点越近的样本点赋予的权重越大^[6]。因此它的插值精度受采样点的密度影响较大,在采样点分布比较密集的区域,插值结果差异较小,但在采样点分布比较稀疏的区域,插值结果差异较大。

在气象领域应用最多的插值方法为 Cressman 插值方法,它采用逐步订正的方法进行最优化插值,用实际资料与预备场之差去改变和订正预备场或初值场,得到一个新场,在由新场去求出和实际值之差,去订正上一次的场,直到订正场逼近实际资料为止。因此,与 IDW 相比,虽然用这种方法插值所用时间比较长,但生成的栅格比较平滑。具体采用哪种插值方法,可根据用户需要而确定。以下给出用这2种插值方法得到的降水实况分布(图4和图5)。

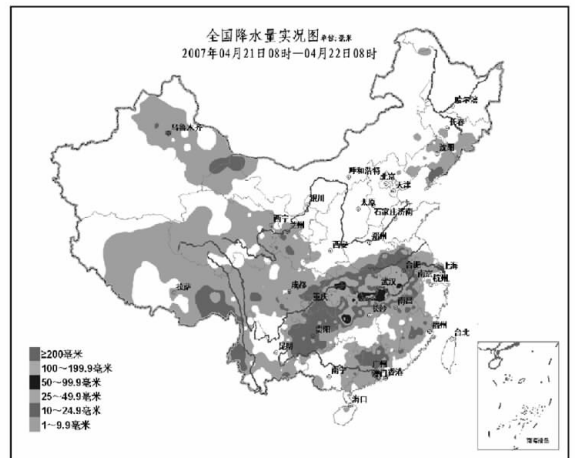


图4 降水量实况分布(IDW方法)

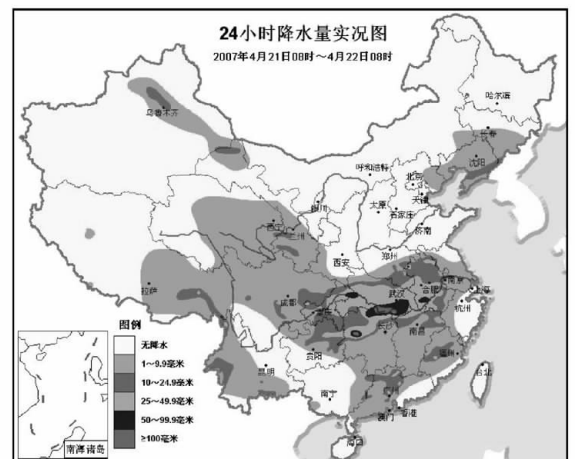


图5 降水量实况分布(CressMan方法)

(4)颜色方案的配置。分布图生成完以后,系统会自动判断保存输出文件的目录中是否存在已生成

的栅格文件。如果存在,系统会将出图参数界面中设置的颜色方案信息应用到栅格图层。如果出图参数界面中没有设置颜色方案或默认配置信息参数表中指定的颜色方案文件不存在,系统会根据配置信息表中等级值序列字段里的值,生成分级颜色方案。默认情况下最低值用蓝色表示,最高值用红色表示,并根据分级数目生成蓝色与红色之间的过渡颜色,最后将默认的颜色方案应用到栅格图层。

(5)标题、图例和边框等辅助要素的生成。颜色方案配置完成之后,系统会根据出图参数界面中设置的标题内容以及气象要素检索时用户选择的查询起始时间自动生成标题。标题使用 ArcGIS Engine 中的 TextElement^[7]方式显示在地图上。图例则根据分布图数据的颜色方案生成,每个符号的大小设置为宽 40 个像素、高 16 个像素,图例的标签显示图例符号表示的数值。

(6)地图的显示。图形数据、图例、标题和边框等生成完以后,系统会根据用户在参数界面中所作的设置有选择的将它们加载到地图中进行显示。

5 结语

气象要素检索与图形化显示是气象软件开发中的一个重要课题,地理信息系统(GIS)为气象数据的图形化显示提供了良好的编程基础。本文采用的 ArcGIS Engine Developer Kit 9.2,不仅能提供地图组织控制、数据管理和空间分析等功能,还可以实现图

形自绘功能,并且可以与 C#、VB.NET、C++、Java 等开发工具进行无缝结合,是开发气象要素图形化显示的实用工具。本文通过外部配置信息和 Microsoft .Net Framework 中反射机制的完美结合,在一定程度上克服了气象要素检索与图形化显示不能满足用户动态需求的弊端,实现了气象要素检索结果图形化自动绘制的功能,从而为各级政府决策服务提供科学参考依据。

参考文献

- [1] 中国气象局业务技术体制改革公共气象服务体系方案[EB/OL]. (2006-12-07)[2008-06-16]. http://www.cma.gov.cn/qxzt/yjtzgg/ltx/ggqx/t20061207_170874.phtml
- [2] 陆忠艳,王扬锋,陈艳英.基于GIS的辽宁地区积涝预报方法研究[J].气象与环境学报,2006,22(2):56-58.
- [3] 吴焕萍,罗兵,曹莉.地理信息服务及基于服务的气象业务系统框架探讨[J].应用气象学报,2006,17(增刊):135-140.
- [4] 谢小蕙,向南平.基于ArcGIS Engine的开发原理和方法的探讨[J].城市勘测,2006(2):46-48.
- [5] Duffy J. NET FRAMEWORK 2.0 高级编程[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [6] 汤国安,杨昕.ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程[M].北京:科学出版社,2007:260-303.
- [7] 蒋波涛.ArcObjects开发基础与技巧—基于VisualBasic.NET[M].武昌:武汉大学出版社,2006:167-169.

Design and realization of meteorological elements retrieval and graphics display module based on ArcGIS engine

QIU Yue-xia¹ YU Zhi-wei¹ GAO Pan² CAI Jiang-jun¹ WU Ling²

(1. State Key Laboratory of Coal Resources and Safety Mining, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China; 2. Computer Sciences Department, Yangtze University, Jingzhou 434023, China)

Abstract: This study is sponsored by the project “intelligent interactive service system” from national climate center (NMC) of China Meteorological Administration (CMA). Using ArcGIS Engine (AE) developer kit 9.2 as the core development software and C# as programming language as well as Oracle as database, the meteorological elements retrieval and graphics display modules based on C/S model were designed and developed. To a certain extent, the module overcomes the disadvantage that the meteorological elements retrieval and graphic display does not satisfy users’ dynamic needs by the combination of external configuration information and reflection mechanisms in Microsoft .NET framework. The module realizes the function drawing the graphics result of meteorological elements retrieval automatically, which can provide the scientific basis for the decision-making service of government departments.

Key words: ArcGIS Engine (AE); Meteorological elements retrieval; Graphics display; Design and realization