

基于插件式的林带信息管理系统的应用与实现

佃袁勇¹ 程维金² 滕明君¹ 徐永荣¹ 周志翔¹

1. 华中农业大学园艺林学院, 武汉 430070; 2. 武汉市林业局, 武汉 430023

摘要 为高效管理城市高速公路两侧绿化林带, 以武汉市环城林带基础数据为例, 利用 C# 与 ArcEngine10.0 采用插件式的开发方式, 设计开发了武汉市外环林带小班空间信息管理系统, 建立了林带小班信息的时间序列存储模型, 实现了绿化林带植物物种、空间位置分布、小班生长、植物管护措施等信息的时空存储及小班信息的可视化查询、分析及预测。武汉外环林带信息管理系统中所有功能模块以插件方式与系统框架耦合, 方便了系统的扩展与更新。

关键词 GIS; 插件技术; ArcEngine; C#; 外环林带

中图分类号 TP 319 : S 731.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)04-0045-05

城市林业作为一个新兴的行业在我国城市化地区快速发展, 特别在近 10 年来, 随着我国经济的快速发展, 城乡居民对居住的生态环境日益重视, 城市林业的建设得到进一步加强, 建设森林城市成为现代城市建设的重要目标之一^[1]。为此, 作为享有“国家森林城市”之称的武汉市加大了环城高速林带、森林公园等城市绿地的建设。但如何对这些空间分布广、时间跨度大的林业资源信息进行科学有效的管理, 是城市管理者面临的一个难题^[2-3]。随着现代空间信息技术的发展, 林业资源信息的管理方式在向数字化转变, 基于各种 GIS 技术的林业资源管理系统层出不穷^[3-6], 但是针对林业行业中目前日益多变的应用需求, 在应用系统的扩展和维护方面, 存在着很大的问题, 功能强大、灵活方便、适应性强、可扩展的森林资源信息管理成为用户的主要选择。传统的组件式开发方式很难满足这些应用需求, 而插件式的开发方式具有灵活性好、扩展方便、开发简单等特点成为主流的开发方式^[7-11]。

本研究利用插件式 GIS 技术, 通过 ArcEngine10.0 平台, 在 VS2010 集成环境下, 利用 C# 语言建立武汉外环林带信息管理系统, 实现武汉环城林带绿化植物物种时空的存储, 并在此基础上实现各种绿化植物的空间信息、植物特征信息、植物状态照片的查询与统计、绿化植物的生长预测、绿

化报表、绿化空间制图与打印等功能。

1 材料与方法

1.1 武汉外环林带数据获取及数据库建设

以武汉市外环两侧 100 m 区域作为整个林带数据管理区域, 调查完成 205.8 km 的林带小班基础资料, 包括调查每个小班的位置、立地、群落类型、林分因子(优势种、混交种的种名、树高、胸径、密度)、灌木种类及盖度、草本种类及盖度、病虫害情况、抚育管理措施、病虫害与人为干扰状况, 并拍摄林分生长及干扰照片。考虑到林木随时间生长的变化, 设计了小班基本属性表、小班抚育措施管理表、小班生长参数表; 这 3 个属性表通过小班编号连接。为构建外环林带的基础数据库, 还收集整理了整个外环林带的高分辨率影像、外环林带的规划建设基础图、林木统计资料; 结合调查数据以影像图为基础勾绘外环林带小班边界矢量数据, 并与小班调查数据表关联, 在统一的投影坐标下, 建立外环林带小班基础数据库, 并采用 GeoDatabase 作为后台支撑数据库。整个数据库设计如图 1 所示: 建成后的外环林带数据库包含了高分辨率基础影像数据、外环林带道路交通数据、外环林带行政区划、小班矢量边界数据、小班实地照片、小班属性表、典型地物标志文件。其中小班属性表的属性会随时间发生变化, 因

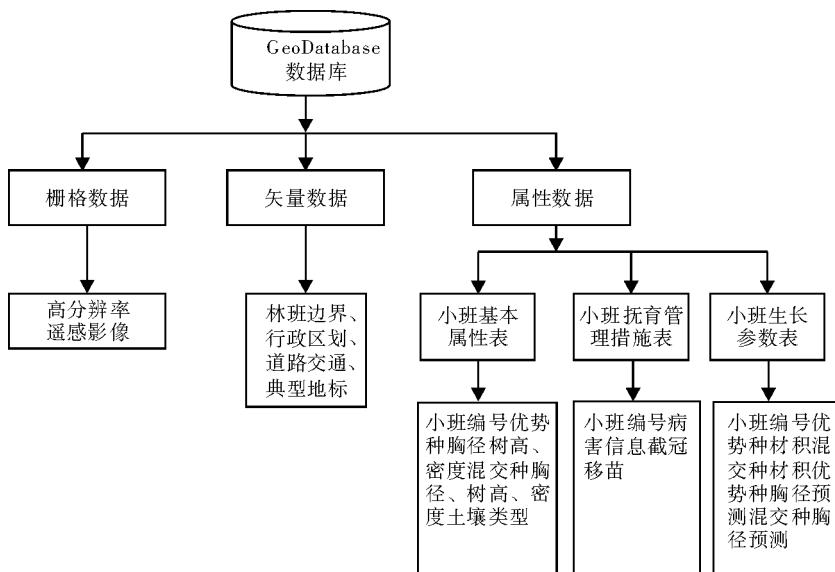


图1 武汉外环林带小班数据库

Fig. 1 Subclass database of swath of forest in Wuhan outer-ring expressway

此小班属性表是一个随时间而变化的时间序列表。

1.2 武汉外环林带插件式管理系统的设计

1) 系统架构。在建立武汉外环林带信息基础数

据的基础上,结合管理的需求,设计了武汉外环林带信息管理系统,由4个独立与并行的子系统、10个功能模块构成。系统结构框图如图2所示。

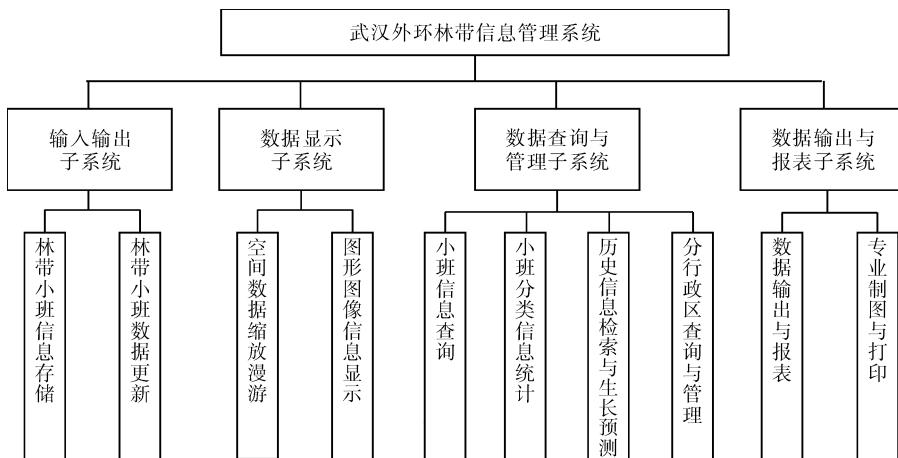


图2 武汉外环林带信息管理系统结构

Fig. 2 The swath of forest system architecture of Wuhan outer-ring expressway

①数据输入输出子系统。分为小班信息存储与数据更新2个功能模块。主要完成林带小班信息的各种格式的数据输入,包括的数据类型有矢量数据、栅格数据、属性数据,对存储在GeoDatabase中的各种林业空间数据、属性数据可以实时进行添加、修改、删除。

②数据显示子系统,该子系统分为空间数据缩放漫游和图形图像属性显示2个功能。空间数据缩放漫游主要对GeoDatabase中的林业空间数据进行各种比例尺的缩放、平移、漫游等。图形图像属性显

示主要完成对GeoDatabase数据库中的矢量数据、图像数据以及所对应的属性数据进行显示。

③数据查询与管理子系统,主要完成各种空间数据的查询、检索、统计、预测与管理功能,包括4个功能模块。信息查询可以根据小班的属性或者几何特点,在GeoDatabase空间数据库中查询满足条件的小班信息。信息统计对GeoDatabase空间数据库中的每个小班信息可以根据某种属性类型进行分类统计。信息检索与生长预测对GeoDatabase空间数据库中具有时间序列的每个小班,用户可以检索该

小班因子的时间序列信息。并可根据林木的种类与年龄,以一定的立地和密度下林分的历史数据确定参数,建立相应的树高及胸径生长模型;再根据林分前期的树高及胸径对林分特定年龄的树高及胸径生长进行预测。分行政区查询与管理对GeoDatabase空间数据库中的数据按照行政区进行权限设置,每个行政区仅能管理和查询自身行政区域的林带小班信息,超级用户可以分行政区进行检索、查询与管理。

④数据输出与报表子系统主要完成林业信息的检索报表输出以及林分制图,主要包含2个功能模块。其一,输出与报表功能模块,根据要求对各种检索的信息可以输出报表,并打印。其二,专业制图与打印功能模块,应用制图模板,对GeoDatabase空间数据库的林分数据进行专业制图与打印。

1.3 基于插件技术的系统设计

采用ArcEngine+C#开发模式,充分利用ArcEngine中GIS数据管理部分的功能,以及C#中.NET平台的反射技术构建整个应用程序框架和插件应用系统。平台中涉及到数据显示、渲染等部分利用ArcEngine 10.0中的组件完成,系统架构、接口设计等利用.NET 3.5 Framework搭建。整个应用程序框架分为主程序平台、公共类库、插件引擎、通讯接口和插件对象5个部分。应用框架相比其他程序结构而言,具有五大主要特点:模块化、可重用性、可扩展性、简单性和可维护性,这些特性对于编写结构复杂、需求多变的大中型应用软件系统,为开发人员提供了一个健壮、灵活和具有较高扩展性的开发平台。

主程序平台是程序的入口,以可形成程序的形式存在,是插件的依附对象,负责解析插件对象并将插件对象事件进行委托关联,以生成各种按钮、工具、工具条和菜单等用户界面形式的对象,同时负责调用公共类库中的一些功能。公共类库是一组类和函数,包含一些通用功能,比如地图的渲染等,主程序和插件都可以调用。插件引擎以动态链接库(DLL)形式存在,负责解析插件程序集,提取其中包含的插件类型信息并负责将其生成相应的插件对象,同时将这些插件对象存放在插件集合中,转交给主程序平台处理。通讯接口,即主程序平台与插件互相认可的一种标准,一般以Interface的形式存在。插件对象从通信接口派生,以DLL形式存在,插件对象保存在插件程序集中,一般是一个遵循了某些特定规则(通常表现为接口)的DLL,能够被宿主程序调用和解析,是插件式框架具体功能的承载

者,可以被插件引擎解析和主界面程序使用,是插件式框架具体功能的承载者。基于插件式的程序可以避免改变主程序,仅通过增减插件或修改插件即可增减系统或调整系统功能,满足用户的扩展需求。

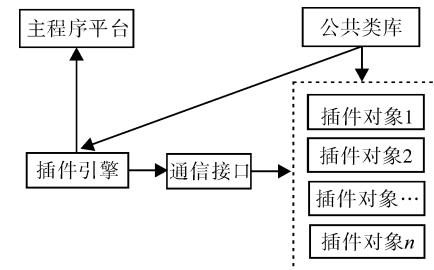


图3 基于插件技术的系统结构

Fig. 3 The framework of the system
based on plugin technology

在.NET开发平台上当启动平台窗体的时候,插件引擎会遍历每一个处于插件文件夹中的DLL文件,通过反射机制获得它们的类型,分别生成对象放入一个插件对象集合中,这些插件集合中的对象会被主程序平台解析,根据各个不同的对象类型生成相应的工具条、菜单或面板等。

2 武汉外环林带插件系统的开发

根据系统的功能设计,将整个武汉市外环林带系统的开发分成三大部分进行。第1部分是整个主程序平台及界面开发,第2部分是插件引擎及接口开发;第3部分是公共类库及插件对象开发。

2.1 主程序平台及界面开发

主程序平台及界面开发中,利用了ArcEngine中的MapControl、TOCControl、PageLayout等组件来构建主程序平台。为了实现更好的界面效果,开发中使用了各种UI控件使程序界面表现为不同的样式,实现浮动窗口、浮动工具栏的效果。

2.2 插件引擎及接口开发

插件引擎及接口开发中,设计了IApplication接口负责管理整个应用程序,将类Application实例化,并根据应用系统中需要的接口类型设计了 ICommand接口、ITool接口、IPanel、IPlugin接口等各种UI对象接口及插件对象接口,用于各种插件对象的接口派生。在插件引擎中建立了插件容器,编程人员可随时调用插件对象,以充分利用系统的各个模块功能。

2.3 插件对象及公共类库开发

公共类库是一组类和函数,能够被主程序和插

件调用。在本系统中公共类库中主要包含系统配置信息读写、林班属性数据的增加、删除、修改等操作，小班林木胸径、树高预测，小班矢量数据渲染等功能。

插件对象从 ICommand、ITool、IPanel、IPlugin 等接口派生，将其编译成动态链接库形式。插件清单采用 xml 形式记录插件的标识、插件运行依赖项、插件制作背景等信息。本系统中开发的插件包含系统登录插件、数据查询插件、空间数据缩放漫游插件、林班信息预测插件、林班制图插件等。

2.4 运行结果

遵循以上设计和开发模式，设计和开发了基于插件式的武汉外环林带信息管理系统，系统登录界面如图 4 所示，登录后软件系统界面如图 5 所示。



图 4 武汉外环林带系统登陆界面

Fig. 4 Login form of the swath forestry system in Wuhan outer-ring expressway

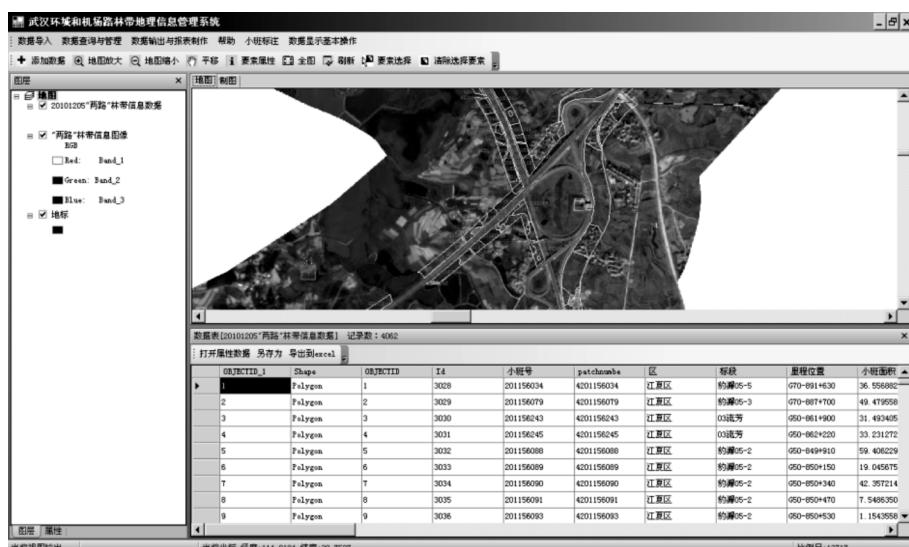


图 5 武汉外环林带信息系统界面

Fig. 5 The main form of the swath forestry system in Wuhan outer-ring expressway

2.5 系统测试

在系统开发过程中同步进行软件测试，主要包括了验证测试和确认测试^[12-13]。验证测试主要在开发的各个阶段评估是否满足该阶段的设计需求，该阶段的测试主要包括对用户需求、软件功能、系统数据结构、数据库组织、系统数据接口的验证。确认测试主要评估武汉外环林带系统的代码功能与稳定性，验证系统是否最终满足规定的要求；对武汉外环林带系统的各个函数及模块进行单元测试，在单元测试完成后再对系统进行集成测试。

3 讨 论

随着 GIS 技术的日益成熟和完善，基于 GIS 的二次开发技术日益成熟。有许多学者结合 ArcEngine 与 .Net 平台开发了各种 GIS 应用平台^[3-6]。在开发方式上有基于组件技术和插件式 2 种。但是，从系统的灵活性、扩展性、开发方式上来说，插件式的开发技术已经成为了主流^[7-9]。本研究选择基于插件式的开发方式开发了武汉外环林带信息管理系统，充分利用了插件式开发方式的特点，以

一种灵活和宽松的方式实现系统功能的扩展和聚合,在该框架下,用户只需要增加或替换插件即可完成对系统功能的扩展和升级,与传统的组件式GIS相比,其具有更好的扩展性和复用性。另外, GIS 系统的设计和开发不再是“大而全”,而是需要能针对行业中某些特定的需求,开发具有特殊功能的 GIS 系统。从林业行业数据管理来看,已经有许多学者开发设计了针对林业空间数据的分析与应用系统^[4-7],这些系统的研发,均有自己特定的数据环境与应用需求。从林带信息管理角度看,武汉市外环林带需要能管理林带时空序列的数据,能为环城林带植物的规划设计、病虫害防治提供有效的基础参考信息。本系统的设计与开发正是针对外环林带管理的特殊需求,将插件式的开发技术引入到系统设计与开发中,提供了系统的扩展性和灵活性,为未来武汉外环林带信息管理系统的升级提供了方便途径。

参 考 文 献

- [1] 王成,贾宝全,郄光发,等.武汉“8+1”城市圈林业建设布局研究[J].中国城市林业,2011,9(4):1-4.
- [2] 武文婷,赵衡宇,熊丽荣,等.城市森林景观数字化及其关键技术研究[J].浙江工业大学学报,2009(4):453-458.
- [3] 吴晓纬.基于 WebGIS 的城市森林管理信息系统的设计与实现[D].北京:北京林业大学图书馆,2010.
- [4] 王佳,易正晖,冯仲科.利用组件 GIS 和构件技术建立林业 GIS 系统[J].测绘科学,2011(5):141-143.
- [5] 熊卫东,赵君毅,刘智敏.基于 ArcGIS 的林业综合管理信息系统的设计与实现[J].地理空间信息,2013(1):5-6.
- [6] 代劲松,曹林,温小荣,等.基于开源 GIS 的森林资源管理信息系统设计与实现——以江苏省云台山为例[J].南京林业大学学报:自然科学版,2012,36(5):174-178.
- [7] 王彝祥,陈永刚,汤孟平,等.基于 GIS 和 .NET 的插件式森林空间结构分析系统[J].浙江农林大学学报,2011,28(5):720-726.
- [8] 张毅,李国卿,赵军喜,等.插件式 GIS 应用框架关键技术研究[J].测绘科学技术学报,2010,27(4):298-301.
- [9] 张习科,张贵.林业信息系统定制技术的研究[J].中南林业科技大学学报,2013(5):35-40.
- [10] 孙丽,高飞,胡小华,等. ArcEngine 插件式 GIS 二次开发框架的设计与实现[J].测绘科学,2011(5):214-216.
- [11] 闻平,王媛,王冲.插件式 GIS 应用框架的实现与应用[J].地理空间信息,2012(4):118-119.
- [12] 曾波.GIS 软件自动化测试方法的研究与实践[J].测绘通报,2011(12):26-28.
- [13] 张莉,赵海.GIS 软件测试方法研究[J].地理空间信息,2010(5):141-143.

Plugin based design and implement of swath forestry system

DIAN Yuan-yong¹ CHENG Wei-jin² TENG Ming-jun¹ XU Yong-rong¹ ZHOU Zhi-xiang¹

1. College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University,
Wuhan 430070, China;

2. Forestry Administrator of Wuhan Municipality, Wuhan 430023, China;

Abstract Based on plugin technology of .Net Framework, the C# and ArcEngine10.0 components were combined to design and develop the Green Subclass Management System of Swath Forest (GSMSSF) in Wuhan outer-ring expressway. The GSMSSF system fulfilled the subclass information storage temporally and spatially, provided the query, analysis and forecast function to all trees in plugin mode. Under this mode, all functions or modules in GSMSSF are treated as plugin coupling with the system framework, which is convenient to be expanded or upgraded.

Key words GIS; plugin technology; ArcEngine; C#; swath forest in outer-ring express

(责任编辑:张志钰)