

福建外来入侵生物基础数据采集管理系统构建与应用

陈 宏, 赵 健, 池美香, 邱荣洲, 翁启勇

(福建省农业科学院植物保护研究所, 福建 福州 350003)

摘 要: 针对福建外来入侵生物防控工作中对历史数据管理、部门调查数据协同与交换、数据分析与展示中存在的实际问题, 结合“3S”技术(地理信息系统技术、遥感技术和全球定位技术)、移动智能终端、3G 移动通信网络等现代信息技术, 设计了福建外来入侵生物数据采集与管理的协同工作模式, 并开发了福建外来入侵生物基础数据采集管理系统与采集设备。实现了不同的用户对外来入侵生物信息的采集、传输、管理、查询和发布等完整的信息处理流程。在建设过程中完成了 156 种福建主要外来入侵生物基础数据的收集、整理和数据入库, 以期为福建省外来入侵生物风险分析和预警监测提供基础数据来源和技术支撑。

关键词: 外来入侵生物; 数据采集; 信息管理

中图分类号: S 126

文献标识码: A

Construction and Application of Basic Data Acquisition and Management System for Fujian Province's Alien Invasive Species

CHEN Hong, ZHAO Jian, CHI Mei-xiang, QIU Rong-zhou, WENG Qi-yong

(Institute of Plant Protection Fujian Academy of Agriculture Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China)

Abstract: In order to solve the problem about the historical data management, collaboration and exchange department of survey data, data analysis and display of prevention and control of alien invasive species in Fujian province, geographic information systems technology, remote sensing and global positioning systems (the 3S technology), personal digital assistant and third generation mobile communication system were applied to design the data acquisition and management team work model of alien invasive species for Fujian province in this study, and realize the information system and develop data acquisition devices. For different user needs, the system realizes the alien invasive species information processing flow, such as data acquisition, data transmission, data management, data query and publish information. This study has completed to acquire, collate and store 156 alien invasive species records in Fujian province. Implementation and operation of system could provide basic data sources, technology and devices supports for risk assessment and early warning monitor with alien invasive species in Fujian province.

Key words: alien invasive species; data acquisition; information management

生物入侵是指生物由原生存地经自然的或人为的途径侵入到另一个新环境, 对入侵地的生物多样性、农林牧渔业生产以及人类健康造成不良影响的过程。对于特定的生态系统与栖境来说, 任何非本地的生物都是外来生物, 而其中对生态系统、栖境、物种、人类健康带来威胁的被叫做外来入侵生物^[1]。随着我国加入世界贸易组织, 国内外的经济文化交流越来越频繁, 这为外来入侵物种进入我国创造了有利的条件。许多外来有害生物通过人类活动而成功入侵, 并快速地生存繁衍, 对新的生态系统、物种及人类健康带来威胁^[2-3]。

福建地处我国东南沿海, 气候温暖湿润, 拥有较长的海岸线, 对台区位优势突出, 随着福建对外贸易的扩大, 入侵福建的外来生物在种类和范围上也在逐年扩大^[4]。目前, 对福建已造成严重危害的入侵生物有水葫芦、福寿螺、柑桔黄龙病等^[5]。外来入侵生物已对福建的生态安全构成严重的威胁, 对农业生产和经济发展造成重大损失。

外来入侵生物基础数据的采集和管理是开展入侵生物安全性评价、风险评估、预警监测和防控指导等工作的基础。福建省内检与外检部门在多年工作中积累了大量的外来入侵生物检出、发生与扩散

收稿日期: 2011-06-15 初稿; 2011-07-11 修改稿

作者简介: 陈宏 (1983-), 男, 硕士, 研究实习员, 主要从事 3S 技术与农业信息化研究 (E-mail: chgis@126.com)

通讯作者: 翁启勇 (1962-), 男, 硕士, 研究员, 主要从事有害生物综防与农业信息学研究 (E-mail: wengqy@faas.cn)

基金项目: 福建省科技计划重大专项 (2006NZ0002-1)

相关的数据资源,但是传统的调查方式主要依靠纸质记录、数据录入汇总等方式,不仅效率低而且为后期的数据分析和数据管理带来不便。在数据资源的管理与应用上存在信息资源分散,利用效率不高,对外来入侵生物防控指导效果不够明显的问题。针对此现状,本研究立足于整合现有信息资源,充分应用“3S”技术、移动智能终端、3G移动互联网等现代信息技术的优势,分析福建省外来入侵生物调查与信息管理的实际需求,设计高效的数据资源采集、管理和共享模式,并以此为基础建立外来入侵生物基础数据采集管理系统,以为福建省外来入侵生物数据采集、管理提供信息化手段与工具,为外来入侵生物调查与防控提供参考。

1 系统整体设计

1.1 研究方法的功能体系

福建外来入侵生物基础数据采集管理系统采用B/S(浏览器与服务器)与C/S(客户端与服务器)结合的开发模式,各个子系统与服务器间通过互联网进行数据交互,利用WCF服务完成对数据的访问与数据操作。B/S具有良好的兼容性和跨平台特点,主要用于数据的检索和查询;而C/S模式中强大的客户端软件能够实现数据编辑、数据管理、地图浏览等较为复杂的功能。系统以C#(C Sharp)作为编程语言,开发平台采用微软Visual Studio 2008,数据存储采用微软SQL Server 2005数据库系统。野外信息采集选用搭载Windows Mobile 6.1系统并配置有GPS采集模块的移动智能终端(PDA或智能手机),以PDA为平台开发数据采集软件。鉴于Google Earth强大的空间信息展示能力和海量RS影像数据库支持,系统GIS功能的实现采用Google Earth的开发组件^[6]。

福建外来入侵生物基础数据采集管理系统根据功能划分成4个子系统:外来入侵生物野外调查数据采集子系统、外来入侵生物信息管理子系统、福建省外来入侵生物数据库、外来入侵生物地理检索子系统。各子系统按照应用需求进行细化又分成多个模块,各个功能单元之间设计良好的软件接口和数据接口,有效地保证系统的扩展性和可维护性。各个功能单元互为补充,协同工作,实现了系统高效运转,系统功能体系如图1所示。

1.2 外来入侵生物基础数据采集管理模式

系统的数据采集管理模式经过了数据采集、数据编辑、数据审核和数据发布等操作流程。依照不同的数据类型和需求,各流程再设计对应的操作步

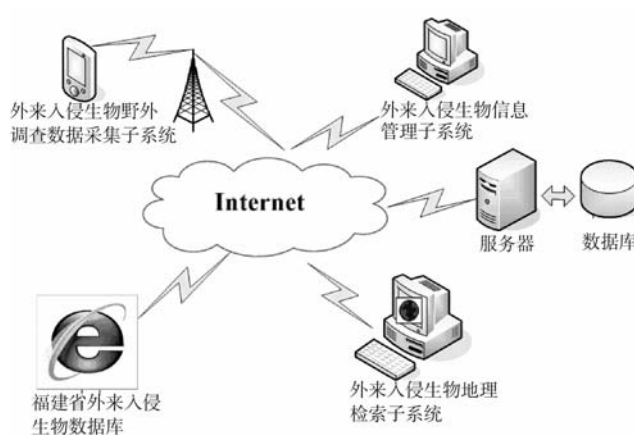


图1 系统功能体系

Fig. 1 System function construction

骤。系统每步数据操作协调衔接,在重要的环节设计数据逆向操作,预防误操作导致数据缺失,保证数据的准确和完整。

1.3 外来入侵生物基础数据库设计

根据数据采集管理模式的需求,系统数据储存方案设计有:外来入侵生物历史信息、外来入侵生物野外调查和系统管理3个数据库。各数据库内又分为若干业务数据表,存在业务逻辑关系的表单之间通过设置主键和外键进行关联。数据库系统建立一定的数据索引和视图,提高数据查询效率和系统性能。

外来入侵生物历史信息数据库用于存储外来入侵生物的生物分类、特征描述、防控措施、图片,以及以往对某种外来入侵生物已经开展的各类研究和成果等基础数据。

外来入侵生物野外调查数据库分为采集设备端数据库和服务器端数据库,2种数据库具有相同的数据结构。采集端数据库被安装于移动智能终端,用于调查数据的临时存储,当完成调查工作后可通过数据上传功能将采集端数据库与服务器端数据库进行数据同步。系统涉及的外来入侵生物野外调查表参考了《外来入侵物种普查及其安全性考察技术方案》的技术方案^[7],主要包括:普查表、标准地调查表、标本标签和调查图片等数据表。

系统管理数据库用于存储用户信息、权限信息和枚举值。用户信息记录了各类用户的用户名、密码、联系方式等相关信息,而各类用户对系统的操作权限则被存储于权限信息表中。此外,由于系统涉及的生物信息繁多,通过枚举值对不同类型的数据进行管理能够提高信息管理效率,枚举值表负责系统中各类枚举值的存储和管理。

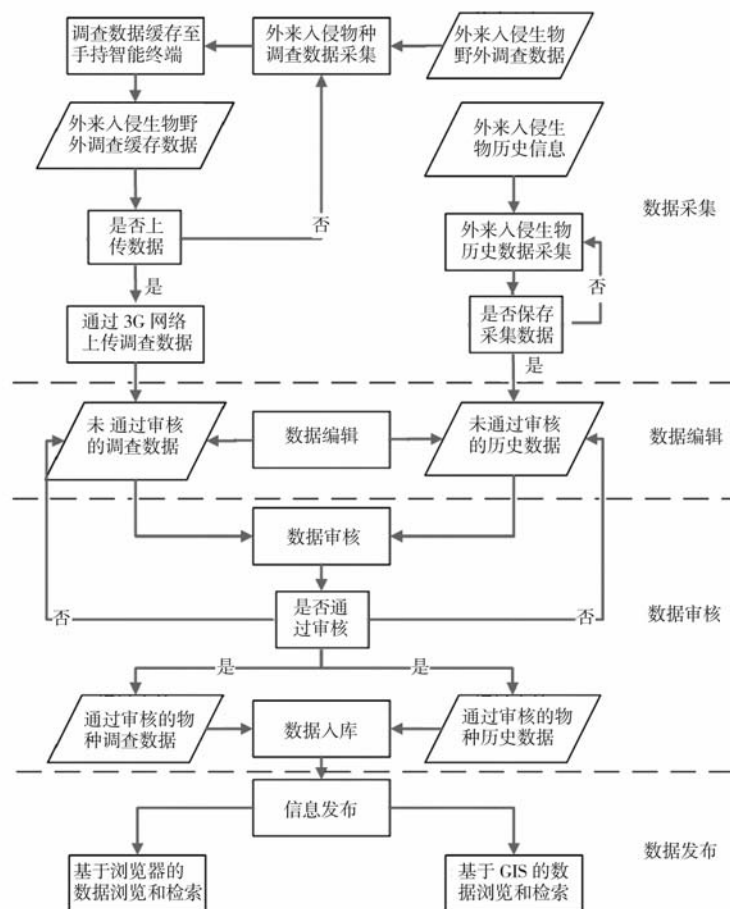


图 2 数据采集与管理模式

Fig. 2 Data acquisition and management model

2 关键技术研究

2.1 “3S” 技术融合

“3S” 技术是地理信息系统 (Geographic Information System, GIS)、遥感 (Remote Sensing, RS) 和全球定位系统 (Global Positioning System, GPS) 3 种技术的统称^[8-10]。“3S” 技术已被广泛运用于分析病害发生的时空动态及规律, 评估病害发生的适宜生境及影响因子, 预测病害的发生趋势等研究领域^[11]。外来入侵生物的发生、扩散以及开展的调查工作都与空间位置有着密切的联系。本研究把“3S” 技术运用于外来入侵生物基础数据的采集和管理。3 种技术在数据采集管理体系中扮演着不同的角色 (图 3)。GPS 记录了野外调查点的位置信息, 使采集的数据具有空间属性, 为数据的空间分析和查询创造条件。GIS 实现对外来入侵生物基础数据基于地理位置的管理、查询和显示, 通过查询系统能够在地图上显示外来入侵生物的空间分布情况和某个调查点

或发生地的详细信息。RS 则作为空间数据的展示媒介, 极大丰富了地图承载的空间信息, 使外来入侵生物发生地和调查点周边的生境, 如: 海拔、水系、植被状况等信息更加直观生动, 为适生性分析提供良好的数据基础。

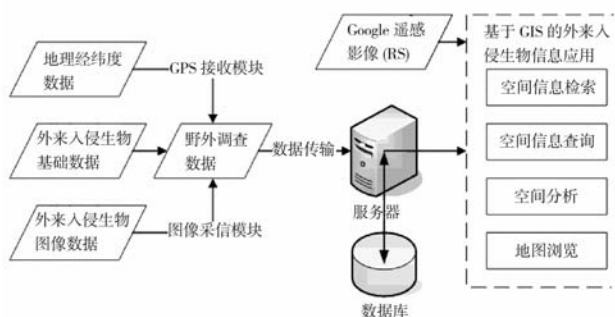


图 3 “3S” 技术融合模式

Fig. 3 “3S” technological incorporation model

2.2 分布式数据服务

外来入侵生物基础数据采集和管理涉及到子系统之间的数据互访, 为保证数据访问顺畅及安全,

本研究根据各子系统的网络环境和数据应用的特点,设计分布式数据服务方案。具体技术架构采用WCF,它是Microsoft为构建面向服务的应用提供的分布式通信编程框架,整合了.Net平台下所有的和分布式系统有关的技术^[12]。平台分布式数据服务架构分为数据层、WCF服务层和应用层(图4)。数据层是整个平台的数据来源,涉及平台的3个数据库。WCF服务层是实现分布式数据服务的基础,其中包括:野外调查数据同步服务、数据编辑服务、数据审核服务、空间数据查询服务等通用数据操作功能。这些服务对外暴露接口和功能描述,提供数据互访的解决方案。应用层是平台的4个子系统,其中有桌面应用程序、手持终端应用程序和浏览器应用程序。各子系统根据网络、应用环境和服务提供的数据接口,采用相应的分布式技术调用服务,将数据访问功能集成到系统应用中,实现数据的互访。

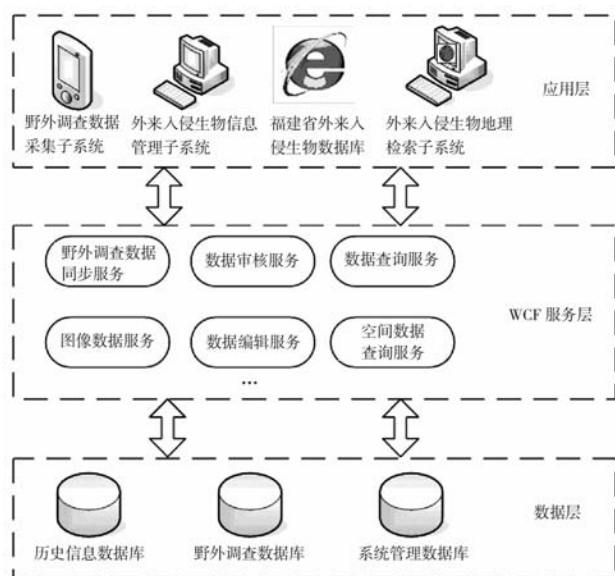


图4 平台分布式数据服务框架

Fig. 4 System distributed data services framework

2.3 多源调查数据同步

野外复杂的环境为采集设备端与服务器端之间数据同步的稳定性和安全性造成困难,本研究基于微软 Sync Services for ADO.NET 技术架构^[14-15],提出采集设备端与服务器端之间的多源数据同步方案,方案框架和主要调用类(图5)。多源数据同步框架由采集设备端、数据传输端和服务器端组成,采集设备端和服务器端的数据库分别采用SQL Server CE和SQL Server 2005。采集设备端和服务器端分别设置同步提供程序用于存储设备端和服务器端同步数据表的信息,并检索同步数据表

的变更。在采集设备端,同步代理模块负责调用采集设备端和服务器端的同步提供程序检索同步数据表的变更;野外调查数据集是同步数据表信息的集合,包括同步字段、同步方式等。在数据传输端,代理模块负责服务接口与采集设备端之间的数据通信,数据传输以GPRS或3G移动通信网络作为载体;基于WCF技术的服务接口提供了服务器同步提供程序的映射,从而避免对服务器数据库的直接操作,提高了数据的安全性。在服务器端,同步适配器模块根据同步提供程序检索的数据库变更情况,对服务器数据库进行增、删、改操作,实现多源数据的同步。由于野外调查数据只是整个平台数据的子集,数据同步的方向设计为上载同步,即采集设备端只能上传数据,不能从服务器下载数据,保证平台数据的安全性。

3 功能实现与应用

3.1 系统功能实现

福建外来入侵生物基础数据采集管理系统中的4个子系统,除福建省外来入侵生物数据库采用B/S架构外,其余3个子系统均采用C/S架构。野外调查信息采集子系统是调查人员的数据采集工具,实现调查数据的高效采集、存储和传输。外来入侵生物信息管理子系统能够对全系统数据进行管理,不同类型的数据之间采用抽屉控件实现自由切换,对于生物信息采用树形显示方式,方便生物分类地位的快速检索。福建省外来入侵生物数据库为公众提供了数据浏览、检索和查询等信息服务。外来入侵生物地理检索子系统实现数据在地理空间范围上的查询与展示,子系统在地图上显示符合查询条件的位置点图标,用户点击图标后屏幕将弹出位置点的信息框。此外,地理检索子系统还与福建省外来入侵生物数据库关联,在信息框可调用数据库子系统相关数据,用户能够在浏览器中浏览更加详细的信息内容。

根据数据采集管理模式,调查人员使用野外调查信息采集子系统开展调查工作,将采集到的数据上传至远程数据服务器。数据审核人员利用外来入侵生物信息管理子系统对上传的调查数据进行编辑、审核和管理。信息管理子系统还为数据采集人员提供外来入侵生物历史数据的录入编辑功能。普通用户通过福建省外来入侵生物数据库和外来入侵生物地理检索子系统可以查询、检索和浏览通过审核的数据。为保证数据的安全性,系统对不同类型的用户和工作人员分配对应的数据操作权限,系统

界面如图 6 所示。



图 5 平台多源调查数据同步框架

Fig. 5 System multi-source survey data synchronization framework



图 6 系统界面

Fig. 6 System interface

3.2 系统应用

外来入侵生物基础数据包括：历史数据和野外调查数据。其中，历史数据的数据源主要选取已正式出版发行的工具书及相关文献资料，根据系统数据结构筛选有用的数据^[16-20]。外来入侵生物基础信息包括：生物分类、特征特性、植物检疫、植检标准等内容。目前，系统已收集的外来入侵生物基础信息达 156 种，其中植物 104 种、动物 26 种、病原微生物 26 种。

野外调查数据的数据来源于各职能部门在福建境内开展的外来入侵生物的野外调查工作及科研项目专项调查，其中主要来自信息管理子系统和野外调查信息采集子系统上传输入的调查数据。目前，

系统已收录各类调查记录 337 条，且多个项目正在应用系统的数据采集功能作为辅助开展各类外来入侵生物野外调查。随着系统应用范围的扩大，系统的野外调查数据量也将不断充实。

4 结 论

针对外来入侵生物对福建省造成的危害日益严重的现状及我省外来入侵生物防控工作中对历史数据管理、部门数据协同与交换、数据分析与展示中存在的实际问题，本研究提出外来入侵生物基础数据采集与管理系统构建方案，并针对上述问题提供了不同的应用系统与数据采集终端，并将“3S”技术引入外来入侵生物信息管理与发布，尝试在地

理空间架构中对外来入侵生物信息进行显示、查询和管理的新模式，为福建省外来入侵生物空间分布及扩散趋势的研究提供基础数据共享平台。系统采用配置 GPS 接收模块的移动智能终端作为数据采集工具，在野外调查的同时采集调查点的位置信息，提高了数据采集质量，为后期的外来入侵生物空间分析和研究提供数据保证。

系统针对不同的用户类别开放不同的用户数据访问权限，可实现历史数据导入、野外调查数据采集与管理、外来入侵生物预警、外来入侵生物防控决策、外来入侵生物科学普及等不同用户的数据需求，满足外来入侵生物管理部门、外来入侵研究部门在行政管理、业务管理与科学研究中的具体应用，提供相关的工作平台与采集设备。并针对公众实现外来入侵生物种类与发生的基本情况的科学普及功能，提高公众对外来入侵生物的认知水平。

福建外来入侵生物信息采集与管理是一项系统工程，参与的部门较多，需要多部门间的协同工作机制。目前，福建外来入侵生物基础数据采集与管理系统的进一步推广完善还需要相关部门深入合作，系统的功能也将在应用中逐步完善。

参考文献：

- [1] 万方浩, 郭建英. 中国外来入侵生物的危害与管理对策 [J]. 生物多样性, 2002, 10 (1): 119—1251.
- [2] 徐汝梅, 叶万辉. 生物入侵——理论与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2003: 5—13.
- [3] 郝瑞彬. 生物入侵 [J]. 环境导报, 2001, (1): 46—47.
- [4] 尹晓波. 外来入侵物种与海峡西岸经济区可持续发展研究 [J]. 市场论坛, 2005, (11): 33—36.
- [5] 闫淑君, 洪伟, 吴承祯. 生物入侵对福建生态安全的影响 [J]. 福建林学院学报, 2006, 26 (3): 275—280.
- [6] 江宽, 龚小鹏. Google API 开发详解: Google Maps 与 Google Earth 双剑合璧 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 7—15.
- [7] “中国外来入侵物种及其安全性考察”项目组. 外来入侵物种普查及其安全性考察技术方案 [Z]. 北京: 中国农业科学院植物保护研究所, 2007.
- [8] 张超. 地理信息系统应用教程 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [9] 乔红波, 程登发, 张云慧, 等. 遥感技术在农作物病虫害监测中的应用 [Z]. 农业生物灾害预防与控制研究, 北京, 2005.
- [10] 朱朝华, 骆焱平, 陈士伟. GPS 在植物保护中的应用 [J]. 广西热带农业, 2005, 96 (1): 18—20.
- [11] 石守定, 马占鸿, 王海光, 等. 地理信息系统在植物保护领域中的应用 [J]. 农业网络信息, 2005, (3): 7—10.
- [12] 微软 MSDN. 什么是 Windows Communication Foundation? [EB/OL]. <http://msdn.microsoft.com/zh-cn/library/ms731082.aspx>.
- [13] 肖洲, 杜清运. 基于 PDA 的森林资源样地调查记录系统的设计与实现 [J]. 测绘科学, 2006, 31 (1): 121—122.
- [14] 微软 MSDN. Sync Framework 概述 [EB/OL]. <http://msdn.microsoft.com/zh-cn/library/bb902814.aspx>.
- [15] 微软 MSDN. Sync Services for ADO. NET 2.0 [EB/OL]. <http://msdn.microsoft.com/zh-cn/library/bb726002.aspx>.
- [16] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 73 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [17] 黄邦侃. 福建昆虫志 (1—9 卷) [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1999—2003.
- [18] 戴芳澜. 中国真菌总汇 [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [19] 魏景超. 真菌鉴定手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979.
- [20] 陆家云. 植物病原真菌学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.

(责任编辑: 柯文辉)