

基于 Browser/Server 开发的中国土壤系统分类检索系统

刘 光¹, 李树德¹, 赵 焱², 马修军¹

(1 北京大学城市与环境系, 北京 100871; 2 北京师范大学资源与环境科学系, 北京 100875)

摘 要: 以土壤系统分类和土壤调查资料为依托, 建立区域土壤类型、诊断土层及其诊断特性的数据库, 以满足区域农业生产和科学研究对土壤信息的需要, 是现代土壤科学研究的核心内容之一。在综合分析《中国土壤系统分类(修订方案)》的指标体系, 即土壤诊断土层和诊断特性的基础上, 采用数据库管理、地理信息系统、面向对象编程技术、浏览器/服务器模式和多层数据库技术等研究方法, 使用 C++ Builder 4.0 开发工具, 在土壤系统分类的计算机自动检索实现、网络实现及其应用领域以及土壤信息网上发布作了初步探索, 开发了基于 Browser/Server 体系的中国土壤系统分类检索系统。

关键词: 中国土壤系统分类; Web GIS; 面向对象技术; Browser/Server 体系; C++ Builder

中图分类号: TP79; S155 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2002)04-0045-04

The Query System of Chinese Soil Taxonomy Based on Browser/Server Model

LIU Guang¹, LI Shu-de¹, ZHAO Ye², MA Xiu-jun¹

(1 Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;

2 Department of Resource and Environment Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Based on Chinese Soil Taxonomy and the field and laboratory data, developing databases which include regional soil types, soil components and its physical characteristic is an important study of modern soil geography, and it also plays an important role in scientific research and modern agriculture. Synthetically analyze the index of the Chinese Soil Taxonomic Classification (Revised proposal, 1995) which bases on diagnostic horizon and diagnostic characteristics. Using an integrated method of database management, GIS, object-oriented programming and multi-tiered client/server application techniques, discussed the realizing method of publishing soil information on Internet, designed and realized Query System of Chinese Soil Taxonomy based on Browser/Server Model.

Key words: Chinese Soil Taxonomy; Web GIS; object-oriented; Browser/Server Model; C++ Builder

土壤地理信息系统是现代土壤地理学研究的新内容之一, 也是“数字国土或数字土壤”的核心组成部分, 其最重要的功能之一就是在综合土壤不同层次、不同方面信息的基础上推断出新的土壤特征^[1,2]。在第 15 届和第 16 届世界土壤科学大会上都设置专题讨论土壤地理信息系统在持续农业和全球变化中的应用^[3,4]。赵其国院士领导的中国土壤学学科发展战略研究组, 在综合分析国际土壤学研究现状、发展趋势以及动态前沿的基础上, 结合我国土壤学发展中所面临的问题, 提出未来 10~15 年我国土壤学的优先研究领域, 将土壤资源的开发利用和土壤地理信息系统的建立列为首选研究领域之一^[5]。其拟定的土壤地理信息系统研究的主要内容包括: 中国土壤系统分类数量化、标准化和国际化的研究, 以逐步建立土壤系统分类信息系统和土壤系统分类的专家系统; 建立国家级土壤地理信息系统, 为制定区域土壤资源开发和持续利用的决策方案提供基础资料。使用国家级土壤地理信息系统有助于在野外土壤资源调查过程中能够按步骤、标准采集土壤信息, 使土壤信息易于满足广大用户的需

要和使用。我国土壤地理学界近期的研究重点是: 借鉴国际上成功的经验, 以中国土壤研究的最新成果为基础, 建立“1:100 万土壤—土地数字化数据库(SOTER)”; 以中国土壤系统分类和土壤普查的资料为依托, 逐步建立中国土壤类型及其物质组成、理化属性的数据库。

1 土壤地理信息系统与土壤信息

土壤地理信息系统(SGIS)是在详尽的区域土壤资源调查和土壤分类研究的基础上, 在计算机软硬件技术支持下, 将土壤特性及其相关信息按照特定的时空体系、以一定的编码和格式输入、存储、查询、显示和综合分析的应用与管理技术系统的总称(国家科委基础研究和新技术局资源与环境信息系统国家规范组, 1984)。土壤地理信息系统是在地理信息系统及其相关硬件的支持下, 将区域土壤资源信息进行科学地标准化、时空集成而形成的专业化应用工具。其主要特点有: (1) 以一定的数据结构和格式即标准化格式, 用已知的 X、Y 坐标去记录和储存多维土壤实体单元的信息, 这种多维

* 收稿日期: 2002-06-25
作者简介: 刘光, 男, (1974-), 博士研究生, 研究方向为地理信息系统、地质灾害等。

土壤实体可以是单个土体(Pedon),也可以是大于单个土体的实体如土壤系统分类的基层分类单元(Basic categories);(2)描述土壤实体的属性(包括土壤环境信息如成土的生物气候条件、母质及地形条件、时间和人类活动的影响等;土壤诊断土层信息如诊断表层即表土层(Epipedon)和诊断表下层(Diagnostic subsurface horizons);土壤诊断特性信息。这些土壤信息的采集目前已具备了相对标准化的分析体系)。(3)描述空间上相邻的土壤实体或单个土体之间的物质和能量流过程即相互关系,也称为拓扑关系。

土壤地理信息系统与其它一般地理信息系统的区别在于土壤信息的特殊性。土壤信息既具有一般地理信息的普遍特征,又有其特殊的特征。如图 1 所示的土体。土壤信息的特殊性第一表现在土壤信息具有综合性,土壤信息间接反映了气候、植被、地形地貌、人类活动等信息。第二表现土壤信息还具有时空分异性,土体 A、B、C 分别是高原、平原和山地的土壤。第三表现在土壤信息具有立体或集成性特征,土壤信息是分层的,比如当说 CaCO_3 的含量时,必须针对特定土层的。

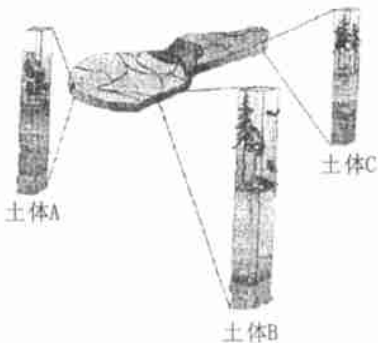


图 1 土壤信息的特殊特性

2 系统总体框架

根据土壤信息特征和中国土壤系统分类专业规范,辅以土壤信息在 Internet 上发布技术,开发了基于 Browser/Server 体系结构的 中国土壤系统分类检索系统,系统的总体框架如图 2 所示。

系统包含两个主要的子模块,分别是中国土壤系统分类土壤类型自动检索模块和中国土壤系统分类数据库检索模块。

土壤类型自动检索模块根据用户土壤剖面性状资料,检索土壤类型。该模块又包含诊断层诊断特性判断指标与土壤类型自动检索两部分,诊断层诊断特性判断指标是根据中国土壤系统分类中分类土壤所需要的描述性数据和分析数据项目建立的模拟土壤系统分类逻辑及识别诊断层和诊断特性的决策表,而土壤类型自动检索是根据用户的土壤剖面描述、分析资料与判断指标对土壤类型进行自动检索。

数据库检索模块用于已知土壤类型,检索此土壤的特征、成土因素和在我国分布范围等信息,以及根据用户在地图上的选择查询上述信息。此模块包括属性数据库和图形库两个部分,其中属性数据库利用了多层数据库技术。图形库中包含了各种类型的土壤在我国的分布图。

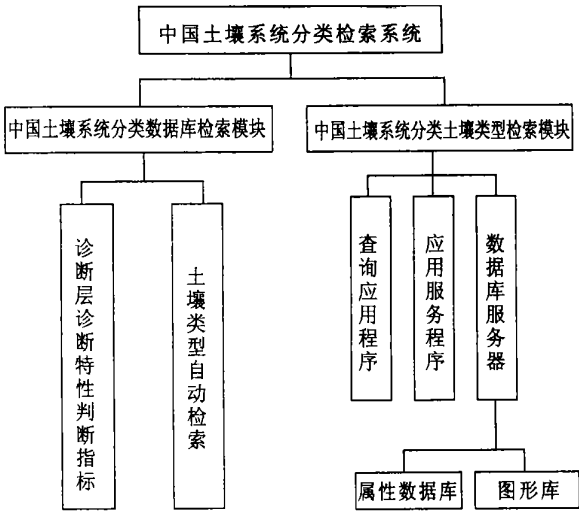


图 2 系统框架图

两个模块相辅相成,构成了一个能通过浏览器进行查询的相对比较完善的中国土壤系统分类检索系统。

3 系统设计思路与技术方法

在设计系统时,充分认识到土壤信息所具有的特殊特征,严格以《中国土壤系统分类(修订方案)》为专业规范,综合运用当前计算机技术中的面向对象程序设计技术、浏览器/服务器模型、多层数据库计算、分布式对象模型和 ActiveX 技术。系统的开发环境是 Windows 98,采用直接编程法,系统开发工具使用的是 Inprise 公司的 C++ Builder 4.0,它是一个完全可视化的 OOP 工具,具有可重用的组件、优化编译器等技术。

3.1 浏览器/服务器(Browser/Server)体系结构

设计的系统是基于浏览器/服务器的,用户使用普通的浏览器就能进行土壤类型检索和土壤信息检索。

90 年代前期直到 1996 年末,Client/Server 体系结构一直是最新软件技术和开放性数据管理模式的典型代表,它不但给软件产业带来一场革命,也大大影响了计算机硬件和整个计算机产业的产业格局,使得计算机工业从主机时代逐渐过渡到网络时代。融合了计算机、通信和信息处理技术的 Internet/Intranet 的迅猛发展,使得信息技术的使用越来越方便,应用范围越来越广泛。Internet/Intranet 不仅推动着信息业的飞速发展,而且已成为未来信息工业的核心。Internet/Intranet 采用了不同于 Client/Server 的新体系结构,即 Browser/Server。

基于 Internet/Intranet 的 Browser/Server 技术主要有如下四个特点。第一是开放的而非专用的标准, Browser/Server 技术所基于的标准是开放的、非专有的,是经标准化组织指定而非单一厂商制定的。第二是较低的应用开发及管理成本, Browser/Server 技术不同于 Client/Server 结构,无须在安装、配置和升级时都需要在所有客户机上实施,因而具有较为低廉的开发和管理成本。第三是对信息及应用系统的自由访问,现在许多计算机用户已经建立起网络,由于信息和应用系统可通过 Web 浏览器进行访问,因此几乎所有的客户均可自由地、主动地访问信息和系统。第四是较低的

培训成本,浏览器的技术简明易用,一旦用户掌握了浏览器的用法,也就掌握了利用系统上各种信息资源的钥匙。

从广义的角度看,Browser/Server 是一种分布式的 Client/Server 式结构,用户可以通过浏览器向分布在网络上的许多服务器发出请求。Browser/Server 结构简化了客户机的管理工作,客户机上只需安装、配置少量的客户端软件,服务器将负担更多的工作,对数据库的访问和应用系统的执行将在服务器上完成。

在本系统中,采用 Browser/Server 体系结构,可以充分利用 Intranet/Internet 的优势。

3.2 多层数据库技术

多层数据库系统一般由三层组成,与用户最密切的是客户应用程序,它由用户接口组成。用户通过客户应用程序输入或获取与数据库有关的信息。这些前台应用程序通常称为瘦客户(thin clients),因为它们往往不包含或很少包含后台的处理。计算、访问数据库、数据的过滤、事务逻辑、网络操作以及其它的操作在中间层进行。尤其是多层应用程序中的客户程序不应该直接访问数据库引擎。通过使用 DCOM、CORBA、OLEEnterprise、TCP/IP 或一些其它协议,数据包可以在客户应用程序与中间层的应用服务程序之间发送和接收。多层数据库应用程序的第二层或中间层是应用服务程序(App Server)。系统的这一部分可能由一个或几个驻留在一台或多台计算机中的应用程序组成。在许多情况下,这些计算机中至少有一台计算机将包含数据库引擎或其它提供访问数据功能的工具的一份拷贝。任何 SQL 客户软件,如 Oracle、Sybase、Informix 等,也都可以安装在一台或多台应用服务程序的计算机上。应用服务程序接收来自客户程序的请求。然后,与数据库服务器进行通信,处理客户的请求。应用服务程序在接收到这些信息后,将数据发送给客户。在涉及到数据库的分布式应用程序中,系统的第三层可能是数据库服务程序,或者其它用来保存信息的文件系统。Oracle、Sybase、DB2 和 AS/400 是一些分布式应用程序的第三层例子。然而,即使没有涉及到数据库服务器的话,应用程序还可能是多层的。而且,这与数据的保存方式并没有多大关系。在许多情况下,文件系统可以在多层应用程序中起到数据库的作用。

系统的第二个模块使用了多层数据库技术。在 C++ Builder 中这项技术称为分布式数据集或 MIDAS, C++ Builder 通过一组控件实现多层技术。MIDAS 基于这样一种技术,即可以把数据集包装,然后作为参数跨网络传递给远程方法调用。

3.3 ActiveX 技术

ActiveX 是基于 COM/DCOM 的,ActiveX 应用程序可以通过其暴露的接口来访问 ActiveX 对象的属性和方法,而其接口是可以复用的。C++ Builder 最强大的功能之一就是把一个窗口包装成 ActiveX 控件(在 C++ Builder 中把该窗口类称为 Active Form),然后把它发布到 Web 上或者插入到其他应用程序程序中。它是创建分布式多层数据库应用程序的极佳方式。

本系统的两个模块均使用了该技术。

4 中国土壤系统分类土壤类型检索模块的实现和功能

在参考相关资料和系统^[7,8],综合分析《中国土壤系统分类(修订方案)》^[3]的指标体系,即土壤诊断土层和诊断特性

的基础上,设计了能判断土壤类型的诊断层、诊断特性判断指标数据库,并开发了实现自动检索土壤类型的子系统。此子系统将用户输入的土壤剖面一些诊断层、诊断特性经过转换函数转换成规则的剖面数据(指能被本系统所利用的数据),然后检索判断指标数据库,自动判断土壤类型。检索流程如图 3 所示。

为了检验中国土壤系统分类自动检索模块的可操作性和正确性,在对内蒙古鄂尔多斯高原部分地区土壤及环境进行实地考察的基础上,利用已有的土壤调查和化验资料,验证了系统。自动检索分类的结果与传统逻辑分析分类结果一致,这表明立足于对区域土壤诊断土层和诊断特性的详尽了解,就可以进行区域土壤系统自动分类的检索。但因受具体土壤分析资料详尽程度的限制,此模块未能进行亚类等更深入的自动检索分类,距离生产和科研需要还有较大差距。其未来解决的途径在不断丰富区域土壤诊断土层和诊断特性分析资料的基础上,进一步完善模块,因为随着土壤信息量的增加,面向生产和科研需要,分类与归纳这些土壤信息所需要的信息系统的结构与功能也将会更为复杂化。

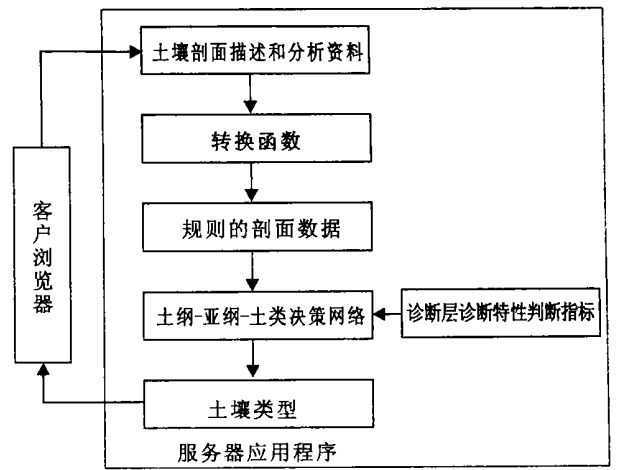


图 3 土壤类型检索流程

5 中国土壤系统分类数据库检索模块的实现和功能

此模块可完成土纲信息检索、亚纲信息检索和土类信息检索。它根据土壤类型,检索此土壤的特征、成土因素和在我国分布范围等信息,以及根据用户在地图上的选择查询土壤类型、土壤特征、成土因素等信息。图 4 是在进行土纲信息查询的一个页面,显示的是干旱土包括的亚纲、土类,干旱土的成土因素以及在我国分布范围的文字描述与图形显示。可以通过图形查属性,也可以通过属性查图形。

本模块使用了多层数据库技术。其中数据库服务器使用的是 Oracle 8.0,数据库包括属性数据库和图形数据库。按照传统 GIS 管理数据库的模式,将属性数据库用关系数据库管理系统管理,图形数据库用文件来保存。属性数据库包含了三个表,分别为土纲表、亚纲表和土类表,它们之间通过一个共同的字段构成主/细目表。表中一般包括诊断层与诊断特性字段、分布范围字段、成土因素等字段。图形数据库包含了各土纲、亚纲和土类在我国的分布范围图。应用服务程序完成访问数据库、过滤数据以及网络操作等功能。客户应用程序获取用户的输入与查询,并显示检索结果。检索流程如图 5 所示。

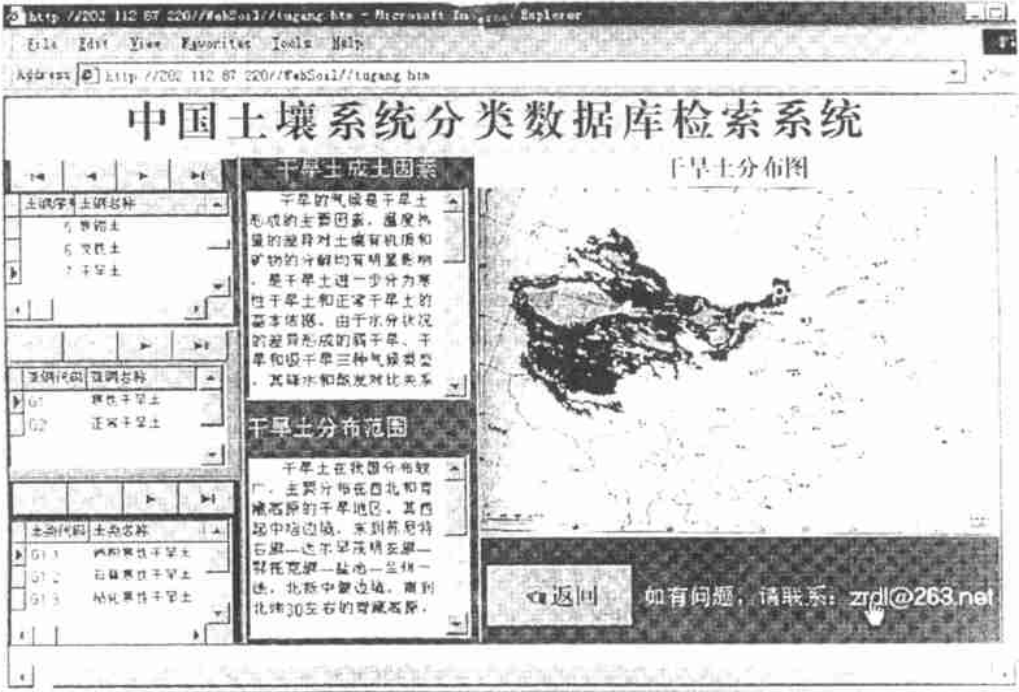


图 4 干旱土土纲检索画面

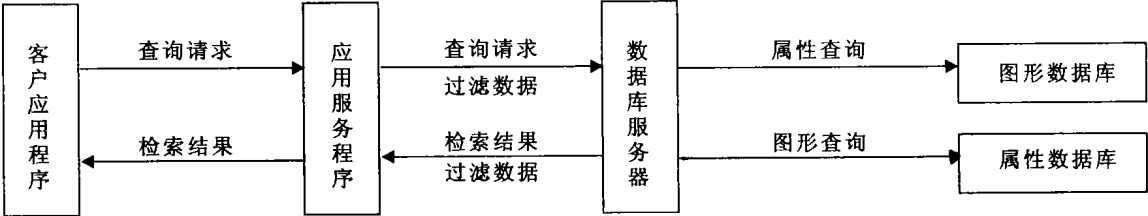


图 5 数据库检索流程

6 结论和展望

在深刻理解土壤信息特殊性和中国土壤系统分类内在逻辑的基础上, 严格以《中国土壤系统分类(修订方案)》指标体系为专业规范, 综合利用 GIS、OOP、多层数据库技术和 Internet 等新技术, 开发了基于 Browser/Server 体系的中国土壤系统分类检索系统, 实现了通过浏览器自动检索土壤类型、土壤信息, 以及土壤信息在 Internet 上的发布。

本文只对土壤系统分类的计算机实现、网络实现和应用

方面作了初步探讨, 还存在很大的不足。由于区域土壤资料的限制, 只提供了中国土纲、亚纲和土类的系统分类检索; 建立的数据库中信息量太少, 还应该包含各种土壤类型的物质组成、理化属性等方面的信息, 并且量化的土壤信息太少, 还应该包含各种土壤类型的物质组成、理化性质等信息。系统功能有限, 还待进一步的完善和改进。目前的系统将作为一个基本框架, 在将来还得进行多方面的功能扩展。如 3S 技术综合运用、专家系统的应用等。

参考文献:

[1] Lagacherie P., Holmes S. Addressing geographical data errors in a classification tree for soil unit predication[J]. International Journal of Geographical Information Science, 1997, 11(2): 183- 198.

[2] UNEP- ISSS- ISRIC- FAO- ISSAS. 全球和国家级土壤- 地形数字化数据库(SOTER)[BD].

[3] 中国科学院南京土壤研究所主持. 中国土壤系统分类(修订方案)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.

[4] 龚子同. 面向 21 世纪的土壤地理学[J]. 土壤学进展, 1995, 23(1): 1- 7.

[5] 赵其国. 土壤与环境问题国际研究概况及其发展趋向——参加第 16 届国际土壤学会专题综述[J]. 土壤, 1998, 30(6): 281- 290.

[6] 赵其国. 土壤学[A]. 国家自然科学基金委员会. 自然科学学科发展战略调研报告[C]. 北京: 科学出版社, 1996.

[7] 蒋平安, 常松. 干旱土壤分类检索与数据库系统[J]. 土壤学报, 1995, 32(3): 225- 234.

[8] 蒋平安. 土壤系统分类的计算机实现及其应用[D]. 北京: 中国农业大学, 1999. 58- 68.