

面向网络应用的构件化嵌入式地理信息系统

谢 忠, 徐 欣, 班 凯, 凤 鸣, 李 冉, 阎 晨

中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

摘要: 解决在嵌入式有限的资源条件下(硬件处理速度、存储容量等), 大容量空间信息的压缩与检索、与大型 GIS 系统交互等关键技术问题, 系统综合应用了构件(component, 组件)技术、中间件技术、嵌入式操作系统和网络通讯技术。基于该系统的实际应用, 证明了它能够实现嵌入式设备上的空间信息管理、浏览、查询、分析处理等 GIS 功能; 并支持嵌入式地理信息终端与大型 GIS 系统的交互、网络服务(Web Service)以及实现系统间功能的互操作。

关键词: 网络; 构件化; 嵌入式; 地理信息系统。

中图分类号: P208; TP311

文章编号: 1000-2383(2006)05-0631-04

收稿日期: 2006-05-30

Component Embedded GIS for Network Applications

XIE Zhong, XU Xin, BAN Kai, FENG Ming, LI Ran, YAN Chen

Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: This project is researching and developing key technologies of compression and search for mass space information under the condition of very limited resources available, which is quite common in embedded environment. It also aims to develop the technologies for intercommunication between the embedded GIS system and the Web GIS system. This embedded GIS system comprehensively uses component, mid-ware, embedded OS and network communication technologies, realizing the interfaces of visualizing, managing, querying and analyzing of space information.

Key words: network; component; embedded; GIS.

空间信息的移动计算是目前国内外的研究热点。嵌入式 GIS 成为空间信息移动计算的基础平台, 在此基础上涌现出了野外数据采集、车载导航、移动政务等许多应用, 展现出良好的发展前景。国外公司开发出了基于 PDA 和 Windows CE 操作系统的嵌入式 GIS 软件, 如美国 ESRI 公司推出了 ARCPAD, 英国 Pocket System Ltd. 公司推出了 Pocket GIS 等。国内几家公司也推出了适于 Windows CE 操作系统的嵌入式 GIS 软件, 如北京灵图的 SmartInHand、北京超图的 eSuperMAP、武汉中地公司的 MAPGIS_Embedded 等。

嵌入式 GIS 一定程度上解决了空间信息的移动应用问题。然而, 由于移动的嵌入式终端普遍存在存储空间小、运行速度慢、终端的操作系统种类多等

问题, 影响了应用的深入和发展。随着移动通信技术的发展, 可以充分应用移动互联网技术、移动计算技术, 通过与大型 GIS 支持下的海量空间数据库交互, 合理分布空间信息的存储和分析运算功能, 解决移动终端存储空间小、运行速度慢的问题, 实现完整的空间信息移动计算。在“863”项目的支持下, 笔者全面应用构件技术(component)、中间件技术、嵌入式操作系统和网络通讯技术, 开发了一个能支持多操作系统、硬件终端, 系统能够实现嵌入式设备上的空间信息管理、浏览、查询、分析处理等 GIS 功能; 支持嵌入式地理信息终端与大型 GIS 系统的交互、网络服务(Web Service)以及实现系统间功能的互操作的嵌入式 GIS 平台 MAPGIS_EMS。

基金项目: 国家高科技研究发展计划(“863”计划)(No. 2002AA135140)。

作者简介: 谢忠(1968-), 教授, 博士生导师, 主要从事嵌入式地理信息系统和网络地理信息系统的教学与研究工作。E-mail: xiezong@public.wh.hb.cn

1 系统的总体架构设计

该系统是一个能够在大型 GIS 系统与终端设备间提供无缝信息交换与服务的嵌入式 GIS 系统平台,可灵活适应不同的应用系统,可以广泛应用于掌上电脑、车载导航、野外数据采集、智能手机、机顶盒以及其他小型嵌入式设备(图 1)。

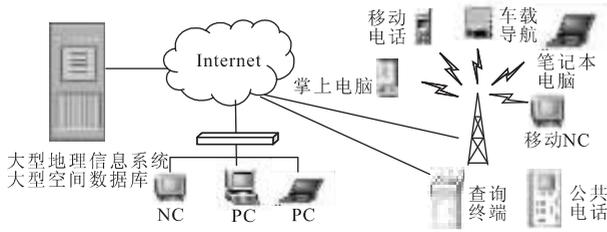


图 1 系统结构全局

Fig. 1 Overall arrangement of system

嵌入式 GIS 软件系统的模块结构可以分为 4 个层面:硬件平台与嵌入式操作系统;操作系统对嵌入式 GIS 系统的支持;嵌入式 GIS 系统的系统构件库;嵌入式 GIS 的应用系统(图 2)。

2 空间数据模型

系统采用面向实体的空间数据模型,空间数据模型将现实世界中的各种现象抽象为对象,对象是现实世界中实体的表示. 诸如房子、湖泊或顾客之类

的实体,均可用对象表示. 对象有属性、行为和一定的规则,以记录的形式存储对象. 对象是各种实体一般性的抽象,特殊性对象包括要素、注记、修饰符、轨迹等(吴信才,2002). 运用面向对象的泛化、聚合和封装等技术将 GIS 空间实体抽象(图 3)。

元素模型由基本几何元素和拓扑元素构成. 与元素模型相对应,要素模型是元素模型及其关联属性的综合表述. 主要用于定义和解释元素模型,通过给同一个元素模型赋予不同的属性,就可以将同一个元素模型解释成不同的要素模型,以满足不同用户和应用的需要. 要素模型主要分为基本要素模型、拓扑要素模型和动态要素模型 3 类. 其中前 2 者与元素模型中的基本几何元素和拓扑元素相对应,而动态要素模型则是与时间有关的一种模型,它主要用来描述应用 GPS 或通过互联网实时获取空间数据时,反映移动实体(汽车、移动用户等)信息的模型。

要素是具有一定属性的元素,如河流、公路、行政区域、居民地等都可作为要素,二者之间可以是一对一的关系,也可以是一对多的关系;每个要素都必须给定一个系统中唯一的编码,称为要素 ID 号(feature ID),作为空间数据查询检索的主体,每个要素都拥有一个属性结构和属性记录与之对应,并具有对相应属性进行操作的能力;要素作为 GIS 空间数据显示的主体,必须有相应的显示规则与之相联,即每一个要素都有各自的颜色、符号、线型等特性(蒋捷等,2003). 由此可见,每一个要素都是其引用的元素,相关联的属性和显示规则的聚合体. 出于

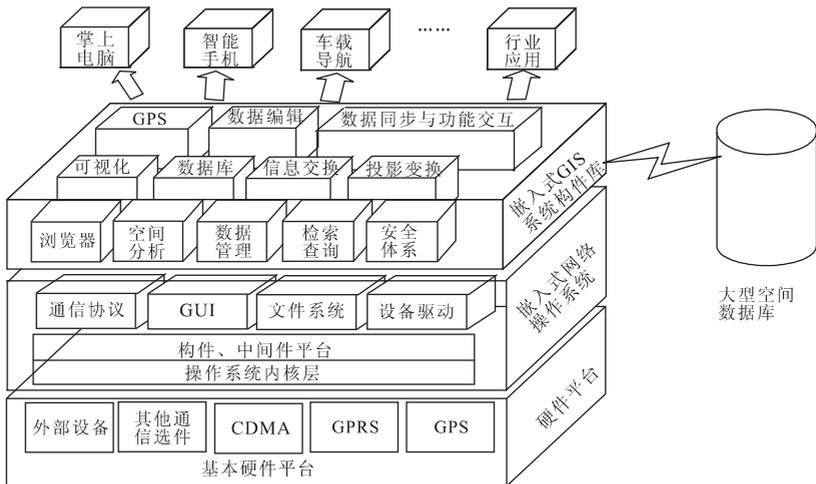


图 2 嵌入式 GIS 系统体系结构

Fig. 2 Strategy of embedded GIS system

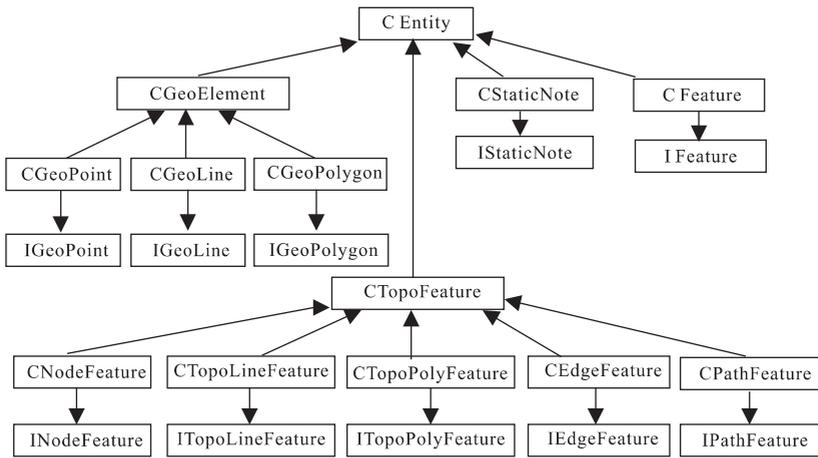


图 3 空间实体对象

Fig. 3 Strategy of space entity objects

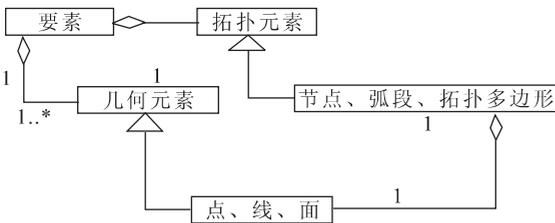


图 4 元素与要素的引用关系

Fig. 4 Relationship of element and feature

对嵌入式设备存储空间有限的考虑,达到有效利用 GIS 空间数据的目的,在对象模型设计中,基本几何元素模型专用于存储 GIS 点、线和多边形元素的空间位置,并用唯一的几何元素 ID 号(geometry ID)进行标识,而要素模型和拓扑元素模型则只引用该 ID 标识号,从而保证在存储空间中仅有一份 GIS 实体位置数据,同时也实现了数据的有效共享和重复利用(图 4)。

3 互联网支持

由于嵌入式 GIS 资源有限,存储容量有限等问题以及 GPS 定位、监控的需求,往往需要与外界进行数据的直接转换或间接转换,所以需要互联网、无线互联网或其他通讯方式的支持,以达到数据共享和系统功能互操作的目的。

空间信息移动服务主要实现基于 SOAP 和 XML 的空间信息 Web Service(袁相儒,1999),系统利用大型地理信息系统的空间数据库和应用逻辑服务器的功能,提供空间数据的存取、交换、空间分析和空间运算、

空间信息查询等空间信息服务(图 5)。提供的服务有:

(1)通用数据访问服务(common data access service):用 XML 表示的地理数据交换格式,可以在 Internet 上通过 Web Service 服务进行交换,也可以作为当地的一种数据格式;

(2)查询服务(query service):以标准的数据格式和多种通信方式,通过 C/S、B/S 模式,通过一致的服务接口进行空间数据查询服务;

(3)空间分析服务(spatial analyse service):通过 Web Service,利用大型 GIS 平台强大的空间分析能力,获取完善的空间数据分析服务;

(4)制图服务(render service):通过标准的数据交换和信息交流,实现动态地图生成,获取地图数据交换服务。

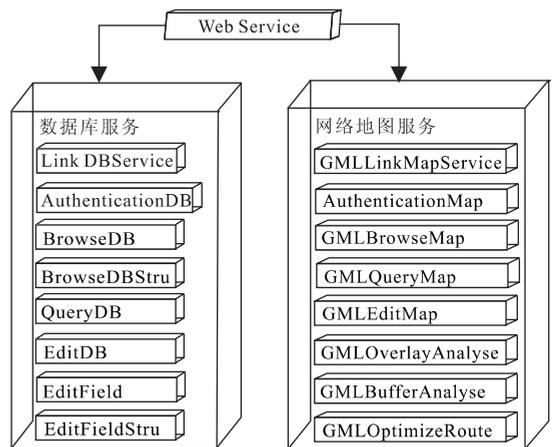


图 5 Web Service 服务框架

Fig. 5 Scheme of Web Service

4 构件化与可移植性

4.1 构件化开发

构件化技术以固定接口的形式向外部提供内部服务,具有高内聚性;利用构件化技术可以有效促进软件工程开发过程。构件化开发模型强调构件的标准,二进制构件可以被不同的应用程序使用,就像公制螺丝的标准一样,使构件能够成为“工业零件”,所有符合标准的螺丝和螺母都可以相互装配(Jason,2002)。

嵌入式 GIS 系统采用构件化开发模式,完全基于二进制的构件技术。系统的编程模型建立在面向对象技术的基础之上,提供接口统一的动态构造部件模块,提高了嵌入式 GIS 系统软件的复用、移植、升级的独立化。运用构件化开发模式具体方法,体现在对嵌入式 GIS 系统构件库的接口方法、通用 API 函数的调用上。应用程序运行所需要的动态链接库,则是在程序运行时由嵌入式构件运行平台自动加载的。

4.2 可移植性系统

嵌入式系统开发有不同的硬件平台和操作系统,带来了许多附加的开发复杂性,要求嵌入 GIS 系统具有较高的可移植性和跨平台的能力。并且由于构件可来自于网络,操作系统需要根据嵌入式 GIS 构件的自描述信息自动生成构件的运行环境,生成代理构件即接口适配中间件,通过系统自动生成的中间件对嵌入式 GIS 系统构件的运行状态进行干预或控制,或自动提供针对不同网络协议、输入输出设备的服务(图 6)。

对于此需求,嵌入式 GIS 平台作了如下设计。(1)平台无关的数据管理和数据格式:嵌入式数据格式采用物理文件和逻辑文件,利用构件化技术和统一的接口向上层提供与平台无关的数据存储、检索、查询等功能。(2)平台无关的空间数据表达:根据空间对象模型,抽象出面向要素的设备上下文,使地图绘制

与操作系统和设备无关。(3)一致的交互性方式:大部分嵌入式设备和操作系统支持触摸屏,快捷键等交互式方式,嵌入式 GIS 平台对此进行了聚类设计,统一对空间数据的交互式模式。(4)可移植性 Framework:为应用程序提供程序开发框架,消息传送和处理,交互式 UI,资源管理等,便于应用程序的开发。

5 总结

系统将嵌入式地理信息系统、移动互联网和 WebGIS 技术结合起来,可与大型空间数据库的数据同步、更新,实现空间信息的综合利用。项目成果提供了开放的、规范的嵌入式 GIS 系统构件库,可以提供给用户方便地进行二次开发。成果具有多硬件平台及多种操作系统平台自适应的特性。在嵌入式 GIS 软件平台的基础上,项目组与中国地质调查局合作开发了数字区域地质调查系统。同时,项目成果能够运行 Linux 和中国自主知识产权的“和欣”操作系统上,从硬件、操作系统到应用软件全部采用国产关键技术,对于军事、政府应用和国家安全更具有特别的意义。

References

- Jason, P., 2002. Essence and usage of COM and CORBA. Tsinghua University Press, Beijing (in Chinese).
- Jiang, J., Han, G., Chen, J., 2003. Navigable geo-spatial database. Science and Technology Press, Beijing (in Chinese).
- Wu, X. C., 2002. Theories and applications of geographic information system. Electronics Industry Press, Beijing (in Chinese).
- Yuan, X. R., 1999. Inter-operation methods of Internet GIS in isomeric geographic information procedure. *Journal of Wuhan Surveying and Mapping Science and Technology University*, 24(3): 194-198 (in Chinese with English abstract).

附中中文参考文献

- Jason, P., 2002. COM 与 CORBA 本质与互用. 北京:清华大学出版社.
- 蒋捷, 韩刚, 陈军, 2003. 导航地理数据库. 北京:科技出版社.
- 吴信才, 2002. 地理信息系统原理与应用. 北京:电子工业出版社.
- 袁相儒, 1999. 异构地理信息处理环境互操作的 Internet GIS 方法. *武汉测绘科技大学学报*, 24(3): 194-198.

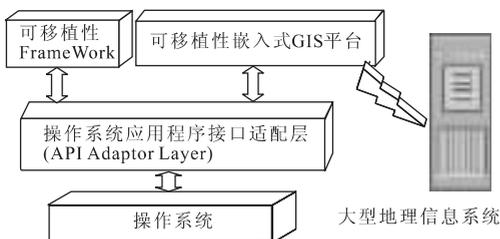


图 6 可移植性嵌入式 GIS 系统层次

Fig. 6 Layers of transplanted embedded GIS system