



地理信息系统二次开发

刘亚静 姚纪明 郭力娜 王政 张永彬 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



地理信息系统二次开发

刘亚静 姚纪明 郭力娜 王政 张永彬 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统二次开发/刘亚静等编著. —武汉:武汉大学出版社,2014. 8
ISBN 978-7-307-13887-2

I. 地… II. 刘… III. 地理信息系统—系统开发 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 167648 号

责任编辑:鲍 玲

责任校对:汪欣怡

版式设计:韩闻锦

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:黄石市华光彩色印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:24.5 字数:593 千字

版次:2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-13887-2 定价:49.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

GIS 及相关技术应用于交通规划管理、地质调查与矿产资源的开发和利用、林业、农业、景观生态等人们生活和生产等各个领域,为相关研究及决策提供可靠的信息收集和评价分析,得到了社会各个应用领域的认可。现有的工具地理信息系统软件功能较强,但是不能满足不同专业业务流程的所有问题,因此进行集成式的二次开发可以针对不同应用领域对 GIS 的功能需求进行软件功能的拓展,弥补基础地理信息系统软件功能的不足,也可以弥补独立开发带来的开发周期长、难度大,且能力、财力、实践各个方面都受限制的不足,还可以弥补宏语言二次开发功能较弱的缺点。

SuperMap GIS 7C 是超图软件全新架构的新一代云端一体化 GIS 平台软件,协助客户打造强云富端、互联互通、安全稳定、灵活可靠的 GIS 系统,同时二、三维一体化技术贯穿所有产品,有助于构建更加绚丽和实用的真三维应用。SuperMap iObjects .NET 是 SuperMap 公司推出的专题地理信息系统开发组件,通过开发组件提供的模块以及对应的类的方法和属性,用户可以根据各种需求分析来进行组件式专题地理信息系统的开发。另外,SuperMap GIS 7C 还提供了 SuperMap iClient 7C for JavaScript,弥补了传统 WebGIS 开发策略的不足,进行 WebGIS 功能的开发。以上两部分都实现了地理信息系统的灵活运用和拓展,满足了个性需求,提高了用户工作效率。

本书主要介绍了如何利用 .NET 平台,进行地理信息系统的二次开发,主要包括地图显示与制图,地理数据的复杂模拟与分析、空间分析、水文分析以及三维浏览与分析功能的实现。

本书共两大部分,第一部分包括第 1 章至第 10 章,第 1 章主要回顾了 GIS 的相关概念以及进行 GIS 二次设计的方法、必要性以及 GIS 开发的模式。第 2 章主要介绍了 SuperMap Objects 产品的架构、主要特点、主要的模块以及主要的功能介绍。第 3 章重点阐述了地图基本操作功能的实现。第 4 章主要介绍了如何用代码实现空间数据的基本操作。第 5 章主要描述了地图制图及各类专题图制作的实现方法。第 6 章主要介绍了如何实现空间数据图查属性和属性查图功能以及拓扑查询功能。第 7 章重点讲述了各种网络分析功能的实现以及拓扑分析功能的实现。第 8 章主要讲述了三维空间数据浏览、网络分析、缓冲区分析等功能的实现方法。第 9 章主要介绍了填充伪洼地、计算流向、计算累计汇水量以及量算等功能的水文分析实现方法。第 10 章主要介绍了等值线、等值面等表面分析以及动态分析等功能实现方法。第二部分主要介绍了 WebGIS 定义、特点、数据模型以及传统 WebGIS 开发的策略和 SuperMap iClient 7C for JavaScript 进行 WebGIS 开发的实现方法,并用实例描述了 WebGIS 开发的应用。

本书由河北联合大学矿业工程学院刘亚静编著,参与编写的人员还有姚纪明、郭丽娜、王政、张永彬老师。全书完成后由刘亚静负责统稿。参与资料收集和整理工作的人员

还有贾雪珊、赵兰、时静。

本书在编写的过程中，得到了河北联合大学领导、老师和同事们的大力支持，得到了研究生们的大力帮助，对他们的帮助、支持和劳动深表感谢，同时引用了其他书籍以及超图软件公司的各种资料，在此表示感谢。

由于作者的水平、经验有限，书中难免会有一些缺点和错误，希望得到广大同行专家、读者的批评和指正。

作 者

2014 年 6 月于唐山

目 录

第 1 章 地理信息系统开发概述	1
1.1 地理信息系统的概念	1
1.2 地理信息系统的主要类型及应用领域	1
1.3 地理信息系统设计特点	3
1.4 地理信息系统的设计方法	3
1.5 地理信息系统设计的内容	9
1.6 应用型地理信息系统的设计过程	9
1.7 地理信息系统开发的方式	11
第 2 章 C#语言环境下的 SuperMap Objects 组件式开发	13
2.1 语言基础	13
2.2 开发环境	16
2.3 SuperMap Objects 简介	17
第 3 章 地图的基本操作	34
3.1 打开地图	34
3.2 基本操作	37
第 4 章 空间数据的基本操作	40
4.1 工作空间管理	40
4.2 工作树状结构	57
4.3 数据源管理	68
4.4 数据集管理	81
4.5 投影转换	93
第 5 章 地图制图及专题图制作	102
5.1 地图制图	102
5.2 专题图制作	123
第 6 章 查询功能	173
6.1 图查属性与属性查图	173
6.2 空间查询	179

第 7 章 空间分析	186
7.1 网络分析	186
7.2 拓扑分析	257
第 8 章 三维浏览	265
8.1 气泡	265
8.2 飞行管理	289
第 9 章 水文分析	306
第 10 章 表面分析与动态分段	316
10.1 表面分析	316
10.2 动态分段	322
第 11 章 WebGIS 设计与开发	336
11.1 WebGIS 的定义及其组成	336
11.2 WebGIS 的特点	337
11.3 传统 WebGIS 的分类	338
11.4 WebGIS 的数据模型	339
11.5 传统 WebGIS 的实现方法	340
11.6 SuperMap iClient 7C for JavaScript	346
11.7 矿用对象采销信息管理系统的设计与实现	368
参考文献	382

第1章 地理信息系统开发概述

1.1 地理信息系统的概念

从1963年Rofer F. Tomlinson提出地理信息系统(Geographic Information System, GIS)这一术语以来,已经有半个多世纪的时间,地理信息系统作为获取、处理、管理和分析地理空间数据的重要工具、技术和学科,得到了专家和学者的广泛关注,发展迅速,但是一直没有一个统一的概念。大家从不同的角度对GIS进行理解:从技术和应用的角度,GIS是解决空间问题的工具、方法和技术;从学科的角度,GIS是在地理学、地图学、测量学和计算机科学等学科基础上发展起来的一门学科,具有独立的学科体系;从功能上,GIS具有空间数据的获取、存储、显示、编辑、处理、分析、输出和应用等功能;从系统学的角度,GIS具有一定的结构和功能,是一个完整的系统。虽然角度不同,但是所有的定义都是从三个方面来考虑的:① GIS的理论和方法基础:地理信息科学、系统工程、信息科学、计算机科学等;② GIS使用的工具:计算机软硬件系统;③ GIS处理的对象:具有空间内涵的地理数据;④ GIS的功能:具有采集、存储、显示、处理、分析和输出等功能。因此,地理信息系统可以这样定义:作为信息处理技术的一种,是以计算机技术为依托,以具有空间内涵的地理数据为处理对象,运用系统工程和信息科学的理论和方法,集采集、存储、显示、处理、分析、输出地理信息于一体的计算机系统。

1.2 地理信息系统的主要类型及应用领域

1.2.1 地理信息系统的主要类型

1. 工具型地理信息系统

工具型地理信息系统也称地理信息系统开发平台或外壳,是可供其他系统调用或用户进行二次开发的操作平台。它具有地理信息系统的基本功能,如对各种地理空间数据进行输入、处理、管理、查询、分析和输出,可供其他系统调用或允许用户进行二次开发,以建立应用型的地理信息系统的操作平台。它具有以下优点:① 对计算机硬件适用性强;② 数据管理和操作效率高,功能强;③ 具有普遍性和易于扩展性;④ 操作简便且容易掌握。目前,国内外已有的商品化的工具型地理信息系统软件包括:ArcGIS、MapInfo、GeoMedia、MapGIS、SuperMap、GeoStar、CityStar等。

2. 应用型地理信息系统

由于工具型地理信息系统软件通常只具有一些通用的功能,不能满足不同行业具体的

应用需求,因此应用型地理信息系统的开发工作显得非常重要。应用型地理信息系统是根据用户的需求和应用目的而设计的一种解决一类或多类实际应用问题的某一应用领域或者是某一特定区域的地理信息系统,除了具有地理信息系统基本功能外,还有解决地理空间实体及空间信息的分布规律、分布特性及相互依赖关系的应用模型和方法。它可以在比较成熟的工具型地理信息系统的基础上进行二次开发,因此工具型地理信息系统是进行应用型地理信息系统开发的捷径。应用型地理信息系统一般具有明确的应用目的和使用对象。应用型地理信息系统按研究对象的性质和内容又可分为专题地理信息系统和区域地理信息系统。

(1) 专题地理信息系统 (Thematic GIS)

专题地理信息系统是具有有限目标和专业特点的地理信息系统,为特定专门目的服务,应用范围和用户对象一般比较明确。例如:医疗救助地理信息系统、交通地理信息系统、房产地理信息系统、水资源管理地理信息系统、矿产资源地理信息系统、森林动态监测地理信息系统、移动用户管理地理信息系统、环境地理信息系统、物业管理地理信息系统等,都属于专题地理信息系统。

(2) 区域地理信息系统 (Regional GIS)

区域地理信息系统主要以区域综合研究和全面信息服务为目标,可以有不同的规模,如国家级的、地区或省级的、市级和县级等为各不同级别行政区服务的区域信息系统,也可以按自然分区或流域为单位的区域信息系统。例如:加拿大地理信息系统、北京市交通地理信息系统、上海市环境管理信息系统、河北省土地分等定级信息系统等都属于区域地理信息系统。

实用型地理信息系统在我国最早是由陈俊、宫鹏提出。他们在《实用地理信息系统》一书中作了详细论述,认为实用型地理信息系统就是从实用的角度来探讨地理信息系统的理论和技术。实用,英文为 Practice,《韦伯大词典》中解释 Practice 的意思为: To perform and work repeatedly so as to become proficient, 译成中文的意思是“不断地实践来达到娴熟和精湛”。实用的目的是使实践过程优化,使这个实践过程在不断提高中得到完善。因此,可以推断定义,实用地理信息系统应该是在使用地理信息系统的过程中,不断地提高和完善,使得地理信息系统的应用趋向成熟。

1.2.2 地理信息系统的相关应用领域

① 政府企业管理和决策: GIS 可用于企业生产经营管理、税收、地籍管理、宏观规划、开发评价管理、交通工程、公共设施使用、道路维护、市区设计、经济发展等一系列政府企业管理和决策中。

② 公共安全与卫生: GIS 主要用于流行病数据的可视化、流行病数据的空间分析、流行病模型的建立、医疗设施的规划、可达性、可用性及结果,地震、火灾、旱涝等事件的信息采集与上报,灾情分析与救援对策等公共安全与卫生领域。

③ 环境评价和监测系统: GIS 主要用于环境影响评价、污染评价、灌溉适宜性评价、灾害监测(森林火灾、洪水灾情、救灾抢险等)、生态系统的研究、生物圈遗迹管理、自然资源管理等有关环境评价和监测领域。

④ 土地和资源评价管理: GIS 广泛应用于土地规划管理、土地分等定级、水资源清

查、矿产资源评价(矿产预测、矿产评价、工程地质、地质灾害)等土地和资源评价管理方面。

⑤ GIS 用于公共供应网络(电、气、水、废水)、电信网络、交通领域、区域和城市规划、道路工程。

⑥ 地图数字制图与生产: 由于 GIS 强有力的数据管理、处理、显示和制图功能, 测绘制图部门可利用 GIS 技术实现制图计算机设计、数据存储、编辑加工及自动化生产, 采用 GIS 技术便于地图修改, 地图更新, 缩短成图周期, 大大提高了劳动部门生产率。

此外, GIS 应用于商业中, 例如消费者分析、商圈分析、选址分析以及企业内部的物流; 金融领域, 主要进行客户服务、客户挖掘、网店/ATM 定位; 保险行业, 主要进行市场分析、客户挖掘、网点配置; 房地产领域, 主要用于房地产评估、房地产管理; 物流领域, 主要进行交通路线的选择、机构设施地理位置的选择、车辆运输的动态管理, 等等。总之, 地理信息系统已经深入到人们的生活和生产各个领域。

1.3 地理信息系统设计特点

地理信息系统源于多个学科, 涉及多门技术, 且在众多领域得到应用, 使得它对计算机软硬件以及数据有较高的要求。因此, 地理信息系统的设计有自身的特点:

① 地理信息系统的处理对象为空间数据, 具有数据量庞大、实体类型繁多, 实体间的关系复杂等特点。与一般的信息系统相比, 地理信息系统处理的是与地理实体位置、属性、拓扑关系等相关的多源空间数据, 数据结构复杂, 需采用相关的地理数据模型进行表达。与传统的层次模型、网状模型以及关系模型相比, 面向对象模型对地理数据表达具有很大的优势。因此, 地理信息系统不仅需要对系统业务流程进行分析, 更重要的是必须对系统所涉及的地理实体类型以及实体之间的各种关系进行分析和描述, 并采用合理的数据模型进行描述。

② 地理信息系统是以空间数据为驱动。地理信息系统中数据是血液, 因此空间数据的管理占据非常重要的位置, 也就是说地理信息系统在某种意义上可以说是一种空间数据库, 地理系统的功能是为空间数据库提供服务, 其主要任务是对空间数据进行分析统计处理并提供辅助决策。因此, 与一般的信息系统以业务为导向的建设系统的思想不同, 地理信息系统设计是以空间数据为导向进行系统的建设。

③ 地理信息系统工程投资大、周期长、风险大、涉及部门繁多。在地理信息系统的设计中, 项目计划管理是一个十分重要的部分, 在项目计划管理中, 需要完成以下工作: 估计系统建设的投资效益, 评估系统建设的风险性和必要性; 制定系统的建设进度安排, 保证系统建设的高效性, 建立系统建设的组织机构和进行人员协调等工作。

1.4 地理信息系统的设计方法

1.4.1 结构化生命周期方法

结构化生命周期方法是在早期国内外比较流行的信息系统开发方法, 在系统开发中得

到了广泛的应用和推广，尤其在开发复杂的大系统时，显示了无比的优越性。它也是迄今为止开发方法中应用最普遍最成熟的一种。

1. 基本思想

将软件工程学与系统工程的理论和方法引入计算机系统的研制开发中，按照用户至上的原则，采用结构化、模块化和自顶向下的思想对系统进行分析和设计。具体来说，它将整个信息系统开发过程划分为独立的六个阶段，包括系统开发准备阶段、调查研究及可行性研究阶段、系统分析阶段、系统设计阶段、系统实施阶段、维护和评价阶段，这六个阶段构成信息系统的生命周期。

2. 开发过程

(1) 系统开发准备阶段

当现行系统不能适应新形势的要求时，用户将提出开发新系统的要求。有关人员进行初步调查，然后组成专门的新系统开发领导小组，制订新系统开发的进度和计划，负责新系统开发中的一切工作。系统开发准备阶段虽不属系统分析与设计的正式工作阶段，它却是不可缺少的。如果新系统开发采取外包方式，本阶段还包括招投标过程。

(2) 调查研究及可行性研究阶段

本阶段要回答的关键问题是“到底要解决什么问题”。在成本和时间的限制条件下能否解决问题？是否值得做？系统分析员采用各种方式进行调查研究，了解现行系统界限、组织分工、业务流程、资源及薄弱环节等，绘制现行系统的相关图表。在此基础上，与用户协商方案，提出初步的新系统目标，并进行系统开发的可行性研究，提交可行性报告。

(3) 系统分析阶段

系统分析阶段是新系统的逻辑设计阶段，本阶段要回答的关键问题是“如何做出目标系统”。系统分析阶段是新系统的逻辑设计阶段。

系统分析旨在对现行系统进行调查研究的基础上，使用一系列的图表工具进行系统的目标分析，划分子系统以及功能模块，构造出新系统的逻辑模型，确定其逻辑功能需求，交付新系统的逻辑功能说明书。

系统分析也是新系统方案的优化过程，数据流程图是新系统逻辑模型的主要组成部分，它在逻辑上描述了新系统的功能、输入、输出和数据存储等，从而摆脱了所有的物理内容。

(4) 系统设计阶段

本阶段要回答的关键问题是“如何在计算机中实现目标系统”。系统设计阶段又称新系统的物理设计阶段，系统分析员根据新系统的逻辑模型进行物理模型的设计，并具体选择一个物理的计算机信息处理系统。系统设计的关键是模块化。这个阶段分两个步骤：总体设计和详细设计，其中总体设计是解决软件系统的模块划分、模块层次结构及数据库设计。详细设计是解决每个模块的控制流程、内部算法和数据结构的设计。

(5) 系统实施阶段

本阶段要解决的问题是“正确地实现已做的设计”，即“如何编写正确的、可维护的程序(代码)”。系统实施是新系统付诸实现的实践阶段，主要是实现系统设计阶段所完成的新系统物理模型。首先，要进行计算机系统设备的安装和调试工作。然后，程序员根据程

序模块进行程序的设计、代码编写和调试工作。此外,系统分析人员还要对用户及操作人员进行培训,编制操作、使用手册和有关文档,帮助用户熟悉、使用新系统。

(6) 维护和评价阶段

系统的维护和评价是系统生命周期的最后一个阶段,也是很重要的阶段,新系统是否有持久的生命力取决于此阶段的工作。GIS 是复杂的大系统,要能适应系统内、外部环境,各种人为因素和机器因素的影响,这就需要进行系统维护。

3. 优缺点

生命周期法的突出优点是强调系统开发过程的整体性和全局性,强调在整体优化的前提下考虑具体的分析设计问题,即自顶向下的观点。它从时间角度把软件开发和维护分解为若干阶段,每个阶段有各自相对独立的任务和目标。降低了系统开发的复杂性,提高了可操作性。另外,每个阶段都对该阶段的成果进行严格的审批,发现问题及时反馈和纠正,保证了软件质量,特别是提高了软件的可维护性。实践证明,生命周期法大大提高了软件开发的成功率。

但是,生命周期法开发周期较长,因为开发顺序是线性的,各个阶段的工作不能同时进行,前阶段所犯的错误必然带入后一阶段,而且是越是前面犯的错误对后面工作的影响越大,更正错误所花的工作量就越大。而且,在功能经常要变化的情况下,难以适应变化要求,不支持反复开发。

1.4.2 原型法

原型法(Prototyping)是 20 世纪 80 年代随着计算机软件技术的发展,提出的一种从设计思想、工具、手段都全新的系统开发方法。它摒弃了那种一步步周密细致地调查分析,然后逐步整理出文字档案,最后才能让用户看到结果的繁琐做法。其核心是,用交互的方法,快速建立起来的原型取代了形式的、僵硬的(不允许更改的)大部分的规格说明,用户通过在计算机上实际运行和试用原型系统而向开发者提供真实的、具体的反馈意见。

1. 基本思想

在投入大量的人力、物力之前,在限定的时间内,用最经济的方法开发出一个可实际运行的系统模型,用户在运行使用整个原型的基础上,通过对其评价,提出改进意见,对原型进行修改,统一使用,评价过程反复进行,使原型逐步完善,直到完全满足用户的需求为止。

2. 开发过程

(1) 确定用户的基本需求

由用户提出对新系统的基本要求,如功能、界面的基本形式,所需要的数据,应用范围,运行环境等,开发者根据这些信息估算开发该系统所需的费用,并建立简明的系统模型。

(2) 构造初始原型

系统开发人员在明确了对系统基本要求和功能的基础上,依据计算机模型,以尽可能快的速度和尽可能多的开发工具来建造一个结构仿真模型,即快速原型构架。之所以称为原型构架,是因为这样的模型是系统总体结构,子系统以上部分的高层模型。由于要求快

速, 这一步骤要尽可能使用一些软件工具和原型制造工具, 以辅助进行系统开发。

(3) 运行、评价、修改原型

快速原型框架建造成后, 就要交给用户立即投入试运行, 各类人员对其进行试用、检查分析效果。由于构造原型中强调的是快速, 省略了许多细节, 一定存在许多不合理的部分。所以, 在试用中要充分进行开发人员和用户之间的沟通, 尤其是要对用户提出的不满意的地方进行认真细致的反复修改、完善, 直到用户满意为止。

(4) 形成最终的系统

如果用户和开发者对原型比较满意, 则将其作为正式原型。经过双方继续细致地工作, 把开发原型过程中的许多细节问题逐个补充、完善、求精, 最后形成一个适用的地理信息系统。

3. 优缺点

原型法符合人们认识事物的规律, 系统开发循序渐进, 反复修改, 确保较好的用户满意度; 开发周期短, 费用相对少; 由于有用户的直接参与, 系统更加贴近实际; 易学易用, 减少用户的培训时间; 应变能力强。但是, 原型法不适合大规模系统的开发; 开发过程管理要求高, 整个开发过程要经过“修改—评价—再修改”的多次反复; 用户过早看到系统原型, 误认为系统就是这个模样, 易使用户失去信心; 开发人员易将原型取代系统分析; 缺乏规范化的文档资料。适合处理过程明确、简单系统、涉及面窄的小型系统, 不适合设计大型、复杂系统; 难以模拟存在大量运算、逻辑性强的处理系统; 管理基础工作不完善、处理过程不规范; 大量批处理系统。

1.4.3 面向对象设计方法

面向对象编程(Object Oriented Programming, OOP)是一种计算机编程架构。OOP 的一条基本原则是计算机程序是由单个能够起到子程序作用的单元或对象组合而成。OOP 达到了软件工程的三个主要目标: 重用性、灵活性和扩展性。为了实现整体运算, 每个对象都能够接收信息、处理数据和向其他对象发送信息。

1. 面向对象的基本概念

① 对象: 对象是要研究的任何事物。从一本书到一家图书馆, 单独整数到整数列庞大的数据库、极其复杂的自动化工厂、航天飞机都可看作对象, 它不仅能表示有形的实体, 也能表示无形的(抽象的)规则、计划或事件。对象由数据(描述事物的属性)和作用于数据的操作(体现事物的行为)构成一独立整体。从程序设计者来看, 对象是一个程序模块, 从用户来看, 对象为他们提供了所希望的行为, 对象之间的操作通常称为方法。

② 类: 类是对象的模板, 即类是对一组有相同数据和相同操作的对象的定义, 一个类所包含的方法和数据描述一组对象的共同属性和行为。类是在对象之上的抽象, 对象则是类的具体化, 是类的实例。类可有其子类, 也可有其他类, 形成类层次结构。

③ 消息: 消息是对象之间进行通信的一种规格说明。一般它由三部分组成: 接收消息的对象、消息名及实际变元。

2. 面向对象主要特征

(1) 封装性

封装是一种信息隐蔽技术, 它体现于类的说明, 是对象的重要特性。封装使数据和加

工该数据的方法(函数)封装为一个整体,以实现独立性很强的模块,使得用户只能见到对象的外特性(对象能接收哪些消息,具有哪些处理能力),而对象的内特性(保存内部状态的私有数据和实现加工能力的算法)对用户是隐蔽的。封装的目的在于把对象的设计者和对象的使用者分开,使用者不必知晓行为实现的细节,只需用设计者提供的消息来访问该对象。

(2) 继承性

继承性是子类自动共享父类之间数据和方法的机制。它由类的派生功能体现。一个类直接继承其他类的全部描述,同时可修改和扩充。继承具有传递性。继承分为单继承(一个子类只有一个父类)和多重继承(一个类有多个父类)。类的对象是各自封闭的,如果没有继承性机制,则类对象中数据、方法就会出现大量重复。继承不仅支持系统的可重用性,而且还促进系统的可扩充性。

(3) 多态性

对象根据所接收的消息而做出动作。同一消息为不同的对象接收时可产生完全不同的行动,这种现象称为多态性。利用多态性用户可发送一个通用的信息,而将所有的实现细节都留给接收消息的对象自行决定,如是,同一消息即可调用不同的方法。例如:Print 消息被发送给一图或表时调用的打印方法与将同样的 Print 消息发送给一正文文件而调用的打印方法会完全不同。多态性的实现受到继承性的支持,利用类继承的层次关系,把具有通用功能的协议存放在类层次中尽可能高的地方,而将实现这一功能的不同方法置于较低层次,这样,在这些低层次上生成的对象就能给通用消息以不同的响应。在 OOP 中可通过在派生类中重定义基类函数(定义为重载函数或虚函数)来实现多态性。

综上所述,在面对对象方法中,对象和传递消息分别表现事物及事物间相互联系的概念。类和继承是适应人们一般思维方式的描述范式。方法是允许作用于该类对象上的各种操作。这种对象、类、消息和方法的程序设计范式的基本点在于对象的封装性和类的继承性。通过封装能将对象的定义和对象的实现分开,通过继承能体现类与类之间的关系,以及由此带来实体的多态性,从而构成了面向对象的基本特征。

面向对象设计是一种把面向对象的思想应用于软件开发过程中,指导开发活动的系统方法,是建立在“对象”概念基础上的方法学。对象是由数据和容许的操作组成的封装体,与客观实体有直接对应关系,一个对象类定义了具有相似性质的一组对象。而继承性是对具有层次关系的类的属性和操作进行共享的一种方式。所谓面向对象就是基于对象概念,以对象为中心,以类和继承为构造机制,来认识、理解、刻画客观世界和设计、构建相应的软件系统。面向对象程序设计方法的步骤如下:

- ① 识别系统里的类;
- ② 给每个类提供属性和完整的一组操作;
- ③ 明确地使用继承来表现共同点。

3. 面向对象程序设计方法的优点

由这个定义,我们可以看出:面向对象设计就是“根据需求决定所需的类、类的操作以及类之间关联的过程”。

面向对象出现以前,结构化程序设计是程序设计的主流,结构化程序设计又称为面向

过程的程序设计。在面向过程程序设计中,问题被看作一系列需要完成的任务,函数(在此泛指例程、函数、过程)用于完成这些任务,解决问题的焦点集中于函数。其中函数是面向过程的,即它关注如何根据规定的条件完成指定的任务。在多函数程序中,许多重要的数据被放置在全局数据区,这样它们可以被所有的函数访问。每个函数都可以具有它们自己的局部数据。这种结构很容易造成全局数据在无意中被其他函数改动,因而程序的正确性不易保证。面向对象程序设计的出发点之一就是弥补面向过程程序设计的一些缺点:对象是程序的基本元素,它将数据和操作紧密地连接在一起,并保护数据不会被外界的函数意外地改变。

比较面向对象程序设计和面向过程程序设计,还可以得到面向对象程序设计的其他优点:

① 数据抽象的概念可以在保持外部接口不变的情况下改变内部实现,从而减少甚至避免对外界的干扰;

② 通过继承大幅减少冗余的代码,并可以方便地扩展现有代码,提高编码效率,也降低了出错概率,降低软件维护的难度;

③ 结合面向对象分析、面向对象设计,允许将问题域中的对象直接映射到程序中,减少软件开发过程中中间环节的转换过程;

④ 通过对对象的辨别、划分可以将软件系统分割为若干相对独立的部分,在一定程度上更便于控制软件复杂度;

⑤ 以对象为中心的设计可以帮助开发人员从静态(属性)和动态(方法)两个方面把握问题,从而更好地实现系统;

⑥ 通过对象的聚合、联合可以在保证封装与抽象的原则下实现对象对内在结构以及外在功能上的扩充,从而实现对象由低到高的升级。

综上所述,结构化生命周期法是传统的地理信息系统分析设计方法,具有较为成熟和完善、整体性好等特点,但是缺乏灵活性、开发周期长,且对系统需求要求较高,而在实际的GIS设计过程中,系统的需求是在系统设计过程中逐步明确的,因此,进行GIS设计开发往往会出现重复性劳动、开发周期长、用户接受度低等问题。原型法能解决系统需求不确定性的问题,采用原型法进行GIS设计也有其不足,就是系统的整体性差,重复劳动多。在实际系统开发过程中,原型法常用于小型GIS软件设计,而在大型GIS软件设计中,采用原型法与其他软件设计方法相结合来进行软件设计。其中,原型法主要用来确定系统的需求。

面向对象技术有利于现实世界实体的表达和系统开发,与人类思维方法一致,便于描述客观世界。开发的软件性能稳定、易于重用和维护。因此,面向对象设计方法在GIS设计中具有很大的优势,但是面向对象设计方法目前仍不成熟和完善,尤其是在GIS领域中的应用。考虑到GIS应用的特点以及GIS应用的多样化,想要找到一种适用于所有GIS软件开发的设计方法几乎是不可能的。进行GIS设计方法的选择需要考虑多方面的因素,例如:系统规模的大小、系统应用类型、系统需求明确程度等。

通常,小型GIS软件设计常采用原型法进行开发。大型GIS软件设计多采用结构化生命周期法或是面向对象方法进行开发。考虑到GIS设计需求不确定性的特点,通常也在需求分析阶段应用原型法来确认用户需求。

1.5 地理信息系统设计的内容

1. 系统总体设计

系统总体设计主要采用结构化程序设计工具(层次图、HIPO图以及结构图)或者面向对象程序设计方法(类图和用例图)来确定系统总体架构与软、硬件配置,根据系统分析成果进行系统功能模块的划分,建立模块的层次结构及调用关系,确定模块间的接口及人机界面,设计数据库总体结构,以及GIS接口设计和GIS用户界面的设计。

2. 系统详细设计

系统详细设计就是根据总体设计的系统结构图,采用程序流程图、N-S盒式图、问题分析图、类程序设计语言等结构化系统详细设计的方法或者是序列图、活动图等面向对象的系统详细设计工具进行系统的详细设计,具体包括系统功能模块的划分,模块的数据设计(输入、输出数据)、模块详细的算法、数据表示和数据结构以及实现的功能和使用的数据之间的关系。确定模块的接口细节及模块间的调度关系,描述每个模块的流程逻辑。

3. 空间数据库设计

空间数据库设计是对数据进行空间特征描述、逻辑预处理,确定空间数据库的数据模型以及数据结构,提出空间数据库相关功能的实现方案。将设计的空间数据库系统的结构体系进行编码实现。将收集来的空间数据入库,建立空间数据库管理信息系统。主要进行空间数据库概念设计、逻辑设计和功能设计。其中,功能设计包括空间数据输入设计、空间数据检索设计、空间数据输出设计、空间数据更新设计以及空间数据共享设计。

4. 系统功能设计

系统功能设计包括总体模块功能设计、属性数据库管理系统结构与功能设计、图形数据库管理系统结构与功能设计。

5. 应用模型和方法设计

主要是采用主成分分析法、系统聚类分析法、层次分析法、模糊综合评价法、地统计分析方法、人工神经网络方法、元胞自动机模型等方法,根据系统功能和性能的需要进行统计分析模型、预测模型、决策模型、模拟模型、GIS空间分析模型等应用模型的设计。

6. 输入、输出设计

在充分考虑空间数据输入设计原则的基础上,进行图形数据输入、属性数据输入方式的设计,GIS产品输出形式和输出介质设计等。

1.6 应用型地理信息系统的设计过程

应用型地理信息系统的建立过程是一项庞大的系统工程,为了使系统开发达到预期最优化目标,必须合理地提出任务,最优化地设计任务以及最有效地运行。根据地理信息系统工程学思想,采用科学的开发步骤和技术,对系统建立的全过程进行控制和协调,应用型地理信息系统开发和实现的过程见表1-1:

表 1-1 应用型地理信息系统设计过程

阶段	内容	用户	领导	开发人员
系统分析	需求分析	① 提出所要解决的问题 ② 指出所需要的信息 ③ 详细介绍现行系统 ④ 提供各种资料和数据	① 批准开始研究 ② 组织开发队伍 ③ 进行必要的培训	① 吸取用户要求 ② 回答用户的问题 ③ 详细调查现行系统 ④ 搜集资料和数据 ⑤ 总结和分析
	可行性研究	① 评价现行系统 ② 协助提出各种方案 ③ 选择最适宜的方案	① 审查可行性报告 ② 决定是否开发	① 提出多种备选方案 ② 与用户一起讨论各方案的优劣 ③ 开发的费用估计和时间估计
系统设计	总体设计	① 讨论子系统模块的合理性并提出看法 ② 对设备选择发表看法	① 鼓励用户参加系统设计 ② 要求开发人员多听用户意见	① 说明系统目标和功能 ② 子系统和模块划分 ③ 计算机系统选择
	详细设计	① 讨论设计和用户界面的合理性 ② 提出修改意见	① 听取用户有关系统界面的反映 ② 批准转入系统实施	① 软件设计 ② 代码设计 ③ 功能设计 ④ 数据库设计 ⑤ 用户界面设计 ⑥ 输入、输出设计
系统实施	编程	随时准备回答一些具体的业务问题	监督编程进度	分头进行编程和调试
	调试	① 评价系统的总调试 ② 检查用户界面的良好性	① 监督调试的进度 ② 协调用户与开发人员的不同意见	① 模块调试 ② 分调(子系统调试) ③ 总调(系统调试)
	培训	接受培训	① 组织培训 ② 批准系统转换	① 编写用户手册 ② 进行培训
运行维护	运行和维护	① 按系统的要求定期输入数据 ② 使用系统的输出 ③ 提出修改和扩充意见	① 监督用户严格执行操作规程 ② 批准适应性和完善性维护 ③ 准备对系统全面评价	① 按系统要求进行数据处理工作 ② 积极稳妥地进行维护
	系统评价	参加系统评价	组织系统评价	① 参加系统评价 ② 总结经验教训