

21世纪高等学校嵌入式系统专业规划教材

戚正伟 付国庆 蔡松露
钱吟 黄锴 冯立男 张柏年 编著

嵌入式GIS 开发及应用

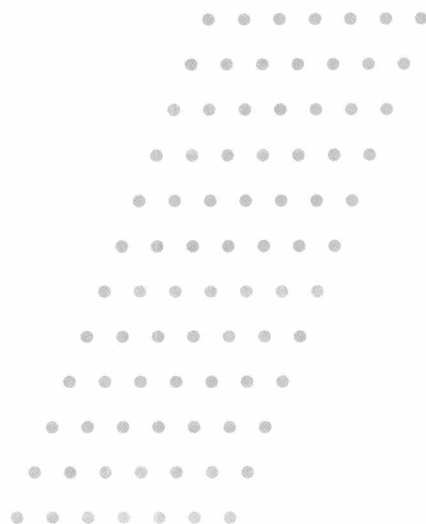
清华大学出版社



21世纪高等学校嵌入式系统专业规划教材

戚正伟 付国庆 蔡松露
钱吟 黄锴 冯立男 张柏年 编著

嵌入式GIS 开发及应用



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书在综合考察和分析 GIS 发展现状的基础上,详细介绍了嵌入式 GIS 系统的设计与实现,内容几乎涉及了一个完整的嵌入式 GIS 系统的各个方面,包括典型嵌入式 GIS 系统的架构、GPS 信号的接收与解析、矢量地图格式的设计原则、地图制作工具及地图引擎的设计与实现、GUI 界面设计及导航地图显示、地图匹配算法、路径导航算法、服务器端详细设计、GPRS 网络通信模块设计等。此外,本书还以 2010 年上海世博会的预研项目“水晶球”为例,在各章节中穿插介绍了一个实际的嵌入式 GIS 系统是如何从无到有,一步步设计并实现的。

本书既可作为高等院校 GIS、嵌入式软件、测绘等相关专业的本科生或研究生教材,也可供公司、科研机构及事业单位在开发嵌入式 GIS 系统时参考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式 GIS 开发及应用/戚正伟等编著. —北京:清华大学出版社,2009. 8
(21 世纪高等学校嵌入式系统专业规划教材)

ISBN 978-7-302-19802-4

I. 嵌… II. 戚… III. 地理信息系统—高等学校—教材 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 045646 号

责任编辑:魏江江 顾 冰

责任校对:李建庄

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:13 字 数:309 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版 印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:23.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:028109-01

出版说明

嵌入式计算机技术是 21 世纪计算机技术两个重要发展方向之一,其应用领域相当广泛,包括工业控制、消费电子、网络通信、科学研究、军事国防、医疗卫生、航空航天等方方面面。我们今天所熟悉的电子产品几乎都可以找到嵌入式系统的影子,它从各个方面影响着我们的生活。

技术的发展和生产力的提高,离不开人才的培养。目前国内外各高等院校、职业学校和培训机构都涉足了嵌入式技术人才的培养工作,高校及其软件学院和专业的培训机构更是嵌入式领域高端人才培养的前沿阵地。国家有关部门针对专业人才需求大增的现状,也着手开发“国家级”嵌入式技术培训项目。2006 年 6 月底,国家信息技术紧缺人才培养工程(NITE)在北京正式启动,首批设定的 10 个紧缺专业中,嵌入式系统设计与软件开发、软件测试等 IT 课程一同名列其中。嵌入式开发因其广泛的应用领域和巨大的人才缺口,其培训也被列入国家商务部门实施服务外包人才培训“千百十工程”,并对符合条件的人才培训项目予以支持。

为了进一步提高国内嵌入式系统课程的教学水平和质量,培养适应社会经济发展需要的、兼具研究能力和工程能力的高质量专业技术人才。在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社与国内多所重点大学共同对我国嵌入式系统软硬件开发人才培养的课程框架和知识体系,以及实践教学内容进行了深入的研究,并在该基础上形成了“嵌入式系统教学现状分析及核心课程体系研究”、“微型计算机原理与应用技术课程群的研究”、“嵌入式 Linux 课程群建设报告”等多项课程体系的研究报告。

本系列教材是在课程体系的研究基础上总结、完善而成,力求充分体现科学性、先进性、工程性,突出专业核心课程的教材,兼顾具有专业教学特点的相关基础课程教材,探索具有发展潜力的选修课程教材,满足高校多层次教学的需要。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

(1) 反映嵌入式系统学科的发展和专业教育的改革,适应社会对嵌入式人才的培养需求,教材内容坚持基本理论的扎实和清晰,反映基本理论和原理的综合应用,在其基础上强调工程实践环节,并及时反映教学体系的调整 and 教学内容的更新。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点。规划教材建设把重点放在专业核心(基础)课程的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现工程型和应用型的专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

(4) 支持一纲多本,合理配套。专业核心课和相关基础课的教材要配套,同一门课程可以有多个具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教

学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源的配套。

(5) 依靠专家,择优落实。在制定教材规划时依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主编。书稿完成后认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的、以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校嵌入式系统专业规划教材

联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

GIS(地理信息系统)是一门新兴边缘学科,自 20 世纪 60 年代加拿大建立世界上第一个 GIS 实验室以来,GIS 已经历 40 多年的迅速发展,如今已发展成为横跨地理学、测绘学、遥感学、资源学、环境学、图形学、计算机科学等多个学科的综合性学科,并广泛应用于国土管理、资源调查、环境评估、灾害预测、城市规划、交通运输、公共设施管理、农林牧业、商业金融等各个领域,涉及社会生活的方方面面。

自 20 世纪 90 年代以来,由于计算机技术、电子技术、通信技术等相关技术的发展,嵌入式系统作为传统计算机软件系统的一个分支,开始逐渐脱离桌面,广泛渗透到商业市场、国防军工以及汽车、家电、电子设备等领域。在这种大背景下,GIS 系统也开始向嵌入式设备迁移,出现了所谓的“嵌入式 GIS 系统”。而且,随着无线网络的发展,开始有电信移动厂商基于其运营的网络(如 GSM 网、CDMA 网)提出了 LBS——即 Location Based Service,基于位置的服务的概念,如 2001 年中国移动基于移动梦网推出的定位之星的服务。LBS 是在电子地图平台的支持下,根据用户实际所处的位置为用户推出定制的移动增值服务。因此,LBS 的核心就是用户的地理位置,很自然地,LBS 就与嵌入式 GIS 系统结合起来,出现了专门为用户提供 LBS 服务的嵌入式 GIS 系统。另外,这类嵌入式 GIS 系统还需要一种定位手段,用来确定用户在电子地图上的位置,而定位的最佳选择,自然就是如今精确度越来越高且接收器被诸多嵌入式设备内置的 GPS 了。

因此,面对现实生活的需要,如何将 LBS 概念及 GPS 技术集成起来,开发一款运行于移动终端的嵌入式 GIS 系统,就成了许多公司和科研机构要考虑的问题。遗憾的是,市面上介绍传统桌面 GIS 系统的书籍和参考资料很多,介绍嵌入式 GIS 系统的却寥寥无几。恰好,笔者所在的上海交大软件学院嵌入式实验室接受上海市科委的委托,为 2010 年上海世博会开发一款移动增值信息服务平台,也就是“水晶球”项目。在开项目过程中,由于参考资料少,几经周折与辛苦后最终完成,在我们的开发过程中也颇有心得,因此想写作成书与大家分享。

本书由戚正伟博士策划并拟定大纲,正文由上海交大软件学院嵌入式系统实验室的“水晶球”项目组负责撰写,其中第 1、2、5 章及第 4 章地图显示部分由付国庆撰写,第 3 章由蔡松露撰写,第 4 章界面设计部分由钱吟撰写,第 6 章由张柏年撰写,第 7 章由黄锴撰写,第 8 章由冯立男撰写。本书还得到了尤晋元教授、宦飞副教授、清华大学出版社的热情帮助与大力支持,在此一并表示衷心感谢!

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,敬请广大读者朋友批评指正。

作者

2009 年 2 月于上海

目 录

第 1 章 GIS 系统介绍	1
1.1 GIS 系统的概念与发展历程	1
1.1.1 GIS 系统的概念	1
1.1.2 国外 GIS 系统的发展历程	2
1.1.3 国内 GIS 系统的发展历程	3
1.2 GIS 产品介绍	4
1.2.1 MapInfo	4
1.2.2 ArcGIS	8
1.3 “水晶球”项目介绍	10
1.3.1 项目概述	10
1.3.2 项目目标	11
1.3.3 项目涉众及用户	11
1.3.4 项目产品总览	12
1.3.5 产品特征	13
1.3.6 用例模型	14
1.3.7 架构设计	14
1.3.8 其他产品需求	18
1.3.9 完成概况	19
第 2 章 GPS 信号接收	21
2.1 引言	21
2.2 GPS 系统介绍	21
2.2.1 GPS 产生的背景	21
2.2.2 GPS 系统组成	22
2.2.3 GPS 定位原理	24
2.3 GPS 手机介绍	25
2.4 GPS 信号接收——嵌入式 Linux 平台	26
2.4.1 gpstd 介绍	26
2.4.2 启动并配置 gpstd	26
2.4.3 从 gpstd 中读取数据	27
2.5 GPS 信号接收——WinCE 平台	28
2.5.1 GPSID 介绍	28
2.5.2 GPSID 的主要编程接口	29

2.5.3 “水晶球”项目代码解析	30
第3章 矢量地图	32
3.1 引言	32
3.2 矢量地图格式设计	32
3.2.1 地图格式综述	32
3.2.2 多维数据索引	35
3.3 地图制作工具的设计与实现	42
3.3.1 地图制作工具简介	42
3.3.2 地图制作工具功能介绍	43
3.3.3 地图制作工具的实现	45
3.3.4 画图工具的实现	61
3.3.5 类图	64
3.4 地图引擎设计与实现	64
3.4.1 地图引擎介绍	64
3.4.2 设计原则	65
3.4.3 架构	66
3.4.4 实现	67
第4章 界面设计	96
4.1 引言	96
4.2 GUI 界面设计	96
4.2.1 GUI 设计目标	96
4.2.2 嵌入式图形系统	98
4.2.3 “水晶球”项目的环境搭建	101
4.2.4 “水晶球”项目 GUI 设计	102
4.2.5 界面设计小结	115
4.3 地图显示	115
4.3.1 地图显示概述	115
4.3.2 中英文界面动态切换	121
4.3.3 屏幕旋转	122
第5章 地图匹配	123
5.1 引言	123
5.2 地图匹配问题概述	123
5.2.1 地图结构相关术语	123
5.2.2 地图匹配问题定义	123
5.2.3 地图匹配算法的分类	124
5.3 地图匹配方法介绍	125

5.3.1	基于地图几何信息的地图匹配算法	125
5.3.2	基于地图拓扑结构的地图匹配算法	126
5.3.3	基于统计学和模糊理论的地图匹配算法	126
5.3.4	综合性的地图匹配算法	126
5.3.5	提高数据源的准确性	127
5.4	一种新的综合性地图匹配方法	129
5.4.1	PS Graph 数据结构	129
5.4.2	地图匹配算法	131
5.4.3	匹配过程示例	132
5.4.4	“水晶球”项目代码示例	134
第 6 章	导航算法	136
6.1	引言	136
6.2	设计导航软件需要考虑的问题	136
6.3	导航系统设计的目标	136
6.4	经典的寻路算法介绍	137
6.4.1	Dijkstra 算法和广度优先搜索(BFS)算法	137
6.4.2	A * 算法	139
6.4.3	用于网格地图的启发函数	141
6.4.4	A * 算法描述	142
6.4.5	优先队列与最小堆	143
第 7 章	服务器设计	147
7.1	引言	147
7.2	服务器设计	147
7.2.1	服务器端架构	147
7.2.2	消息格式及通信协议	149
7.3	数据库	160
7.3.1	SQL Server 2005 简介	160
7.3.2	数据库访问	161
7.4	Socket 网络通信	165
7.4.1	Socket 通信介绍	165
7.4.2	服务端用户位置显示	167
7.4.3	用户位置动态显示	168
7.5	选址优化问题实现	169
7.5.1	问题概述	169
7.5.2	整体设计	169
7.5.3	MATLAB 编程实现	169
7.5.4	CGAL 计算几何算法库	174

7.5.5	MATLAB 积分计算	175
7.5.6	地图的路径生成	177
7.5.7	Voronoi 图	179
7.5.8	选址优化数学实现	180
第 8 章	网络通信	182
8.1	引言	182
8.2	网络通信技术介绍	182
8.2.1	无线接入技术	182
8.2.2	网络 Socket 编程	183
8.2.3	协议及消息格式	183
8.3	通信模块设计	184
8.3.1	通信模块系统总框架	184
8.3.2	通信模块应用层软件框架	185
8.4	核心源代码解析	186
8.5	小结	191
参考文献		192

第 1 章 GIS 系统介绍

1.1 GIS 系统的概念与发展历程

1.1.1 GIS 系统的概念

地理信息系统(Geographic Information System, GIS)是在计算机软硬件支持下,以空间数据库为基础,对空间数据进行采集、存储、管理、分析、显示与描述,为用户规划、决策、管理和研究提供信息支持的技术系统,是随着地理科学、计算机技术、遥感技术和信息科学的发展而发展起来的一个新兴边缘学科。地理信息系统中“地理”的概念并非指地理学,而是广义地指地理坐标参照系统中的坐标数据、属性数据以及以此为基础而演绎出来的知识。

为了满足 GIS 对地球表面、空中和地下若干要素空间分布和相互关系的研究, GIS 必须具备以下基本特点:

(1) 公共的地理定位基础。所有的地理要素要按经纬度或者特有的坐标系统进行严格的空定位,才能使具有时序性、多维性、区域性特征的空间要素进行复合和分解,将隐含其中的信息变为显式表达,形成空间和时间上连续分布的综合信息基础,支持空间问题的处理与决策。

(2) 标准化和数字化。将多信息源的空间数据和统计数据进行分级、分类、规格化和标准化,使其适应于计算机输入和输出的要求,便于进行社会经济和自然资源、环境要素之间的对比和相关分析。

(3) 多维结构。在二维空间编码基础上,实现多专题的第三维信息结构的组合,并按时间序列延续,从而使其具有信息存储、更新和转换能力,为决策部门提供实时显示和多层次分析服务(这显然是常规二维或二维半的地形图所不具备的)。

(4) 具有丰富的信息。GIS 数据库中不仅包含丰富的地理信息,还包含与地理信息有关的其他信息,如人口分布、环境污染、区域经济情况、交通情况等,国外曾经对其数据库进行过调查,发现有 80% 以上的信息为地理信息或是与地理信息有关的信息。

GIS 广泛应用于资源调查、环境评估、灾害预测、国土管理、城市规划、邮电通信、交通运输、军事公安、水利电力、公共设施管理、农林牧业、统计、商业金融等几乎所有领域。

资源管理(resource management): 主要应用于农业和林业领域,解决农业和林业领域各种资源(如土地、森林、草场)分布、分级、统计、制图等问题,主要回答“定位”和“模式”两类问题。

资源配置(resource configuration): 在城市中各种公用设施、救灾减灾中物资的分配、全国范围内能源保障、粮食供应等都是资源配置问题。GIS 在这类应用中的目标是保证资源的最合理配置和发挥最大效益。

城市规划和管理(urban planning and management): 空间规划是 GIS 的一个重要应用领域,城市规划和管理是其中的主要内容。例如,在大规模城市基础设施建设中如何保证绿

地的比例和合理分布,如何保证学校、公共设施、运动场所、服务设施等能够有最大的服务面(城市资源配置问题)等。

土地信息系统和地籍管理(Land Information System and Cadastral Application, LIS&CA):土地和地籍管理涉及土地使用性质变化、地块轮廓变化、地籍权属关系变化等内容,借助 GIS 技术可以高效、高质量地完成这些工作。

生态、环境管理与模拟(environmental management and modeling):区域生态规划、环境现状评价、环境影响评价、污染物削减分配的决策支持、环境与区域可持续发展的决策支持、环保设施的管理、环境规划等。

应急响应(emergency response):解决在发生洪水、战争、核事故等重大自然或人为灾害时,如何安排最佳的人员撤离路线、并配备相应的运输和保障设施的问题。

地学研究与应用(application in geoscience):地形分析、流域分析、土地利用研究、经济地理研究、空间决策支持、空间统计分析、制图等都可以借助地理信息系统工具完成。下面要介绍到的 ArcGIS 系列软件里的 ArcInfo 就是一个很好的地学分析应用软件系统。

商业与市场(business and marketing):商业设施的建立充分考虑其市场潜力。例如大型商场的建立如果不考虑其他商场的分布、待建区周围居民区的分布和人数,建成之后就可能无法达到预期的市场和服务面。有时甚至商场销售的品种和市场定位都必须与待建区的人口结构(年龄构成、性别构成、文化水平)、消费水平等结合起来考虑。地理信息系统的空间分析和数据库功能可以解决这些问题。房地产开发和销售过程中也可以利用 GIS 功能进行决策和分析。

基础设施管理(facilities management):城市的地上地下基础设施(电信、自来水、道路交通、天然气管线、排污设施、电力设施等)广泛分布于城市的各个角落、且这些设施明显具有地理参照特征的,其管理、统计、汇总都可以借助 GIS 完成,而且可以大大提高工作效率。

选址分析(site selecting analysis):根据区域地理环境的特点,综合考虑资源配置、市场潜力、交通条件、地形特征、环境影响等因素,在区域范围内选择最佳位置,是 GIS 的一个典型应用领域,充分体现了 GIS 的空间分析功能。

网络分析(network system analysis):建立交通网络、地下管线网络等的计算机模型,研究交通流量、监督交通规则、处理地下管线突发事件(爆管、断路)等的应急处理。警务和医疗救护的路径优选、车辆导航等也是 GIS 网络分析应用的实例。

可视化应用(visualization application):以数字地形模型为基础,建立城市、区域或大型建筑工程、著名风景名胜区的三维可视化模型,实现多角度浏览,可广泛应用于宣传、城市和区域规划、大型工程管理和仿真、旅游等领域。

分布式地理信息应用(distributed geographic information application):随着网络和 Internet 技术的发展,运行于 Intranet 或 Internet 环境下的地理信息系统应用类型,其目标是实现地理信息的分布式存储和信息共享,以及远程空间导航等。

1.1.2 国外 GIS 系统的发展历程

国外,尤其是西方地理信息系统的发展大致可以分为 4 个阶段。

1. 模拟地理信息系统阶段

自 19 世纪以来就得到广泛应用的地图(模拟的图形数据库)和描述地理的文献著作(模

拟的属性数据库)相结合,构成了地理信息系统的基本概念模型。但是,这种模拟式的、基于纸张的信息系统和信息过程,使得空间相关数据的存储、管理、量算与分析、应用极为不规范、不方便和效率低下。随着计算机科学的兴起,数字地理信息的管理与使用成为必然。

2. 学术探索阶段

20 世纪 50 年代,由于电子技术的发展及其在测量与制图学中的应用,人们开始有可能使用电子计算机来收集、存储和处理各种与空间和地理分布有关的图形和属性数据。1956 年,奥地利测绘部门首先利用电子计算机建立了地籍数据库,随后这一技术被各国广泛应用于土地测绘与地籍管理。1963 年,加拿大测量学家提出地理信息系统这一术语,并建立了世界上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统(CGIS),用于资源与环境的管理和规划。稍后,北美和西欧成立了许多与 GIS 有关的组织与机构,如美国城市与区域信息系统协会(URISA)、国际地理联合会(IGU)地理数据收集和处理委员会(CGDPS)等,极大地促进了地理信息系统知识与技术的传播和推广应用。

3. 飞速发展和推广应用阶段

20 世纪 70 年代以后,由于计算机技术的工业化、标准化与实用化,以及大型商用数据库系统的建立与使用,地理信息系统对地理空间数据的处理速度与能力取得突破性进展。其结果是:

(1) 一些发达国家先后建立了许多专业性的 LIS 和 GIS。如 1970—1976 年,美国地质调查局先后建立了 50 多个地理信息系统,其他国家也相继发展自己的 GIS。

(2) 关于 GIS 软件、硬件和项目开发的商业公司蓬勃发展。到 1989 年,国际市场上有报价的 GIS 软件达 70 多个,并出现了一些有代表性的公司和产品,如美国环境系统研究所的 ArcGIS、Intergraph 公司的 MGE 及 Genasys 公司的 Genamap 等。

(3) 数字地理信息的生产标准化、工业化和商品化。如美国地质调查局(USGS)已经建立起数字地图生产技术体系,可定期向社会发布 DLG、DEM 等标准地理数据。

(4) 各种通用和专用的地理空间分析模型得到深入研究和广泛使用,GIS 的空间分析能力显著增强。

(5) 有关 GIS 的具有技术权威和行政权威的行业机构和研究部门在 GIS 的应用发展中发挥引导和驱动作用。如美国国家科学基金会支持的国家地理信息和分析中心(NCGIA)每年都要制定 GIS 技术优先发展计划,以促进全国 GIS 事业发展。

4. 地理信息产业的形成和社会化地理信息系统(Social GIS)的出现

20 世纪 90 年代以来,随着互联网络的发展及国民经济信息化的推进,地理信息系统作为大的地理信息中心,进入日常办公室和千家万户之中,从面向专业领域的项目开发到综合性城市与区域的可持续发展研究,从政府行为、学术行为发展到公民行为和信息民主,成为信息社会的重要技术基础。

1.1.3 国内 GIS 系统的发展历程

我国地理信息系统方面的工作自 20 世纪 80 年代初开始,经历了起步(1970—1980)、准备(1980—1985)、发展(1985—1995)和产业化(1996 年以后)4 个阶段。以 1980 年中国科学院遥感应用研究所成立全国第一个地理信息系统研究室为标志,在几年的起步发展阶段中,我国地理信息系统在理论探索、硬件配制、软件研制、规范制定、区域试验研究、局部系统建

立、初步应用试验和技术队伍培养等方面都取得了进步,积累了经验,为在全国范围内展开地理信息系统的研究和应用奠定了基础。

自 20 世纪 90 年代起,地理信息系统在我国步入快速发展阶段。政府开始执行地理信息系统和遥感联合科技攻关计划,强调地理信息系统的实用化、集成化和工程化,力图使地理信息系统从初步发展时期的研究实验、局部使用走向实用化和生产化,为国民经济重大问题提供分析和决策依据,同时努力实现基础环境数据库的建设,推进国产软件系统的实用化、遥感和地理信息系统技术一体化。在地理信息系统的区域工作重心上,出现了“东移”和“进城”的趋向,促进了地理信息系统在经济相对发达、技术力量比较雄厚、用户需求更为急迫的地区和城市首先实用化。这期间开展的主要研究及今后尚需进一步发展的领域有:重大自然灾害监测与评估系统的建设和应用;重点产粮区主要农作物估产;城市地理信息系统的建设和应用;建立数字化测绘技术体系;国家基础地理信息系统的建设和应用;专业信息系统与数据库的建设和应用;基础通用软件的研制与建立;地理信息系统规范化与标准化;基于地理信息系统的数据产品研制与生产。另一方面,民间经营地理信息系统业务的公司也逐渐增多。

总之,中国地理信息系统事业经过 10 年的发展,取得了重大的进展,地理信息系统的研究和应用正逐步形成行业,具备了走向产业化的条件。

1.2 GIS 产品介绍

目前市场上比较成熟的商用 GIS 产品仍以国外的产品为主,其中最突出的就是 MapInfo 公司的 MapInfo 软件和 ESRI 公司的 ArcGIS 软件。国内也有一些比较优秀的 GIS 产品,如北京超图软件公司的 SuperMap 等。本章对 MapInfo 和 ArcGIS 进行简要介绍,更多内容请参考开发商发布的相关文档。

1.2.1 MapInfo

1. MapInfo 简介

MapInfo 是美国 MapInfo 公司推出的桌面地理信息系统软件,是一种数据可视化、信息地图化的桌面解决方案。它依据地图及其应用的概念,采用办公自动化的操作,集成多种数据库的数据,融合了计算机地图方法,并加入了地理信息系统分析功能,形成了极具实用价值的、可以为各行各业所用的大众化小型软件系统。MapInfo 的含义是“Mapping + Information (地图+信息)”,即“地图对象+属性数据”。

1986 年,MapInfo 公司成立并推出了 MapInfo 的第一个版本——MapInfo for DOS V1.0 及其开发工具 MapBasic,此后又推出了 DOS 平台的 2.0 和 3.0 版。1995 年底,MapInfo 发布的 MapInfo Professional 是一个以 Windows 95 和 Windows NT 为平台的桌面地理信息系统。目前该软件的最新版本是 MapInfo Professional 8.5 及其系列软件。

MapInfo Professional 是一套强大的基于 Windows 平台的地图化解决方案,可以方便地将数据和地理信息的关系直观地展现出来,其复杂而详细的数据分析能力可帮助用户从地理的角度更好地理解各种信息;可以增强报表和数据表现能力,找出以前无法看到的模

式和趋势,创建高质量的地图以便做出高效的决策;凭借其新特性和增强功能,MapInfo Professional 使得桌面地图化和分析功能更快和更容易,并可延伸至整个企业。

MapInfo Professional 提供一整套功能强大的工具来进行复杂的商业地图化、数据可视化和 GIS 功能。通过 MapInfo Professional 可连接本地及服务器端的数据库,创建地图和图表以揭示数据行列背后的真正含义;也可以定制 MapInfo Professional 以满足用户的特定需要;支持 Oracle8i 完全读/写,通过 OCI 对 Oracle8i 及通过 ODBC 对其他数据源的实时访问。

经历了 20 多年的发展,MapInfo 公司已经成为全球最大的 100 家软件公司之一,产品行销 60 多个国家和地区,有 20 多种语言的版本,以及超过 30 万个正式用户。该产品在 1990 年后进入我国,经过十几年发展,已经在诸多领域得到广泛应用。

2. MapInfo 产品线

MapInfo 产品是全面整合了 GIS 与数据库、地图绘制、信息分析、数据挖掘、网络技术及其他多方面的计算机主流技术而形成的便于客户应用的系列产品,它包括以下产品。

(1) MapInfo Professional: MapInfo 的核心产品,界面友好,易于使用,制图美观,是基于 PC 的桌面地图软件。它是世界各地的商业分析人士和大多数 GIS 专业人士的首选,可以完美地用于观察与分析位置与数据之间的关系。它的主要特征包括:与关系数据库管理器(RDBMS)的紧密连接;空间数据的编辑与空间分析查询;3D 视图和分析;完备美观的图表分析工具;集成的报表工具和网页输出;打印布局用于输出布局合理、精细漂亮的地图。客户更可以利用 Professional + MapBasic/VB/VC++/Delphi 开发自定义的界面和功能模块,使之更贴近用户的操作习惯和业务需求。

(2) MapBasic: 为 MapInfo Professional 开发提供的内嵌的开发语言。MapBasic 编程语言可创建定制化的地图应用,增加 MapInfo Professional 的功能,开发可重复使用的工具,或者把 MapInfo Professional 整合到其他应用中。MapBasic 包含功能强大的语句,允许用户用只有几行的代码把地图和地理信息系统添加到应用中。MapBasic 程序可以利用通用的语言如 Visual Basic、C++、Power Builder 以及 Delphi 嵌入 MapInfo Professional 开发地图应用。MapBasic 语言已经受到市场上上百家第三方应用的认可。

(3) MapX: 是主要的 ActiveX 控件。开发人员可以快速地使用当前流行的开发语言如 VB、VC++、Delphi 将它集成到客户端的应用中去。MapX 是真正的 OLE(object linking and embedding)控件,可以嵌入到用户新的或现有的应用程序中,帮助用户增强表格数据的分析能力和可视效果,提高生产力和管理水平。它的主要特性包括:与关系数据库管理器(RDBMS)的紧密连接;空间数据的编辑与空间分析查询;专题分析;图像输出与打印。

(4) MapXtreme: 创建 Web 地图应用服务的工具集,应用部署在 Internet/Intranet 上。把应用服务中的地图和程序放在服务器端,保证系统与数据的安全性,便于维护和功能升级与扩展,节省成本,用户数量增多时亦便于扩充。最终用户仅需要标准的浏览器即可以访问地图应用。其主要特性包括:与关系数据库管理系统(RDBMS)的紧密连接;空间数据的编辑与空间分析查询;专题分析;图像输出与打印。MapXtreme 有两个版本,一个版本是基于 Windows 的产品,另一个版本是遵循工业标准 J2EE 架构使用纯 Java 开发的产品。二者不可或缺,面向开发者提供完整的地图应用解决方案。

(5) MapXtreme 2004: 基于微软的 .NET 架构开发的产品。MapXtreme 2004 产品使

得开发人员可以享用微软的 .NET 技术架构带来的好处,如跨语言性、创建 Web 服务、部署分布式应用等先进的技术。MapXtreme 2004 将 Professional、MapX、MapXtreme for Windows 产品的功能和易用性集中在统一的对象模型上,为合作伙伴、客户、MapInfo 公司本身提供创建基于 Windows 平台的应用或产品。使用相似的代码,开发人员可以将应用部署在桌面应用系统或者 Web 应用中。例如,使用 MapXtreme 2004 开发了一个桌面的应用系统,那么程序代码只要略作修改就可以部署到 Web 环境中。其主要特性包括:数据访问;地图选择和查询;专题图和标注;对象处理和地理分析;地图样式;管理投影和坐标系;控件和标准工具;性能优化和状态保持;地理编码以及路径分析。

(6) SpatialWare:众所周知,数据库管理系统(RDBMS)中保存着企事业单位所有重要的和完全的数据,包括员工信息、客户信息、设备信息、财务信息等,是所有企事业单位信息管理系统建立的基础。随着空间信息(位置信息)对于企事业单位管理的重要性日益加强,而且空间数据量日益增多,所以对于空间信息的安全性、一致性,以及能够与其他数据统一管理的要求使得将空间数据存储到关系数据库中去成为一个必然的发展趋势。目前,能够提供对空间数据支持的关系数据库并不多,Oracle8i 之后的版本提供了空间对象的管理机制,MapInfo 可以直接连接 Oracle8i 之后的所有数据库版本,访问其中的空间数据,但是对于其他多数数据库如 Informix、DB2、SQL Server,MapInfo 提供了一个中间件产品 SpatialWare,用于解决空间数据存放到关系数据库中并可以管理的问题。

(7) MapX Mobile: MapX Mobile 是一个可以用在 Pocket PC 的 MapX 平台,譬如 Compaq 的 iPAQ 和 HP 的 Jornada。它是一个开发工具,可以让客户开发新的移动软件,进而扩展现有的软件。用 MapX Mobile 建立的软件可以单独在设备上运行,并能够和 Pocket PC 的 Windows CE 操作系统兼容,不需要无线连接。MapX Mobile 是 MapX 和 MapXtreme 用于为无线设备创建地图应用的特殊版本,主要特性包括:地图显示与操作;栅格图像 & 格网显示;对象编辑及处理;专题分析;ADO 连接;GPS 集成;MapXtreme 连通等。

部署 MapInfo 产品的体系结构如图 1-1 所示。

3. MapX Mobile 嵌入式平台

近年来,Palm 和手机市场的发展都很迅速。直到一年前,占统治地位的还是掌上电脑,主要是被用来当电子记事本和整理信息。这些 Palm 其实只有分辨率不高的灰色屏幕、性能一般的处理器以及有限的存储功能。Palm 依然是低端市场的主导力量。

但是自从 Microsoft 发布了 Pocket PC 平台,情况开始发生巨大改变。Pocket PC 设备,像 HP Jornada 以及 Compaq iPAQ,具有台式机 3 年以前的处理能力和色彩丰富、高清晰度的屏幕,以及能够支持标准的适合 Pocket PC 的 Microsoft 软件,比如 Word、Excel 和 Internet Explorer。这些软件可以安装到 Pocket PC 上,可以同步运行 Microsoft ActiveSync,也可以为 Pocket PC 另外配置键盘、存储器、无线电话卡和无线网卡、GPS 以及条形码解码器等各种补充硬件。

MapX Mobile 是为 Pocket PC 开发用户化地图软件的首选开发工具。MapX Mobile 是 MapX 和 MapXtreme for Windows 的自然延伸,Windows 的程序员可以用它来开发 mobile 软件。MapX Mobile 的特性意味着开发者只需要掌握一种项目开发模式便可以为 Desktop、Web 和 Pocket PC 开发地图软件。

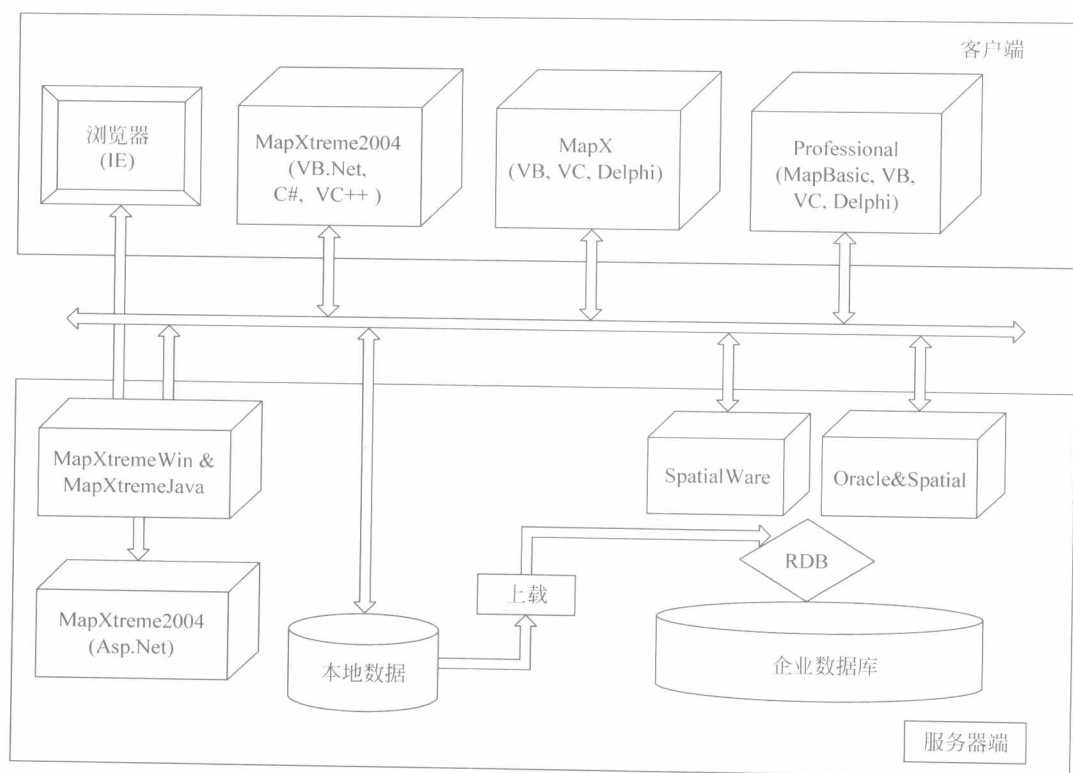


图 1-1 MapInfo 产品体系架构

MapX Mobile 的功能和好处如表 1-1 所示。

表 1-1 MapX Mobile 的功能和好处

功 能	好 处
移动解决方案	把数据下载到本地进行激活，不需要无线连接
采用 MapX/MapXtreme 对象模式，广泛的方法和结果，高效的属性页或缺省值	熟悉 MapX 和 MapXtreme for Windows 的客户和合作伙伴可以灵活的按以往的经验来建立移动应用。快速地把一个组件添加到应用中只需要很小的程序
采用 Microsoft 的内置开发工具	利用内含的 VB 和 C++ 来开发应用软件。这兼顾很多机构中已经具备的技能
利用用户自己的数据	MapX Mobile 支持 MapInfo.Tab 和 .Gst
ADO 连通性	通过 ADO 连接到 Pocket Access 和 Microsoft SQL Server CE
栅格支持	支持几种栅格格式
GPS 集成	通过用户的 Pocket PC 中的 GPS 设备来显示坐标
对象处理能力	开发者可以在应用程序中使用合并、缓冲、相交、擦除等功能来处理点、线、面对象，并返回结果
已为客户准备好的示例程序	易于理解的示例程序能够使开发者快速地设置他们的应用程序
专题图支持	方便地建立专题图