

学校编码: 10384

分类号_____ 密级 _____

学号: X2008230038

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

电子地图引擎的设计与实现

Design and Implementation of E-map Engine

刘俊杰

指导教师姓名: 史亮 副教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2010年8月

论文答辩日期: _____年 月

学位授予日期: _____年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2010年9月

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

摘要

随着 Internet 技术的飞速发展，互联网已深入世界各个角落。Internet 环境下的空间信息处理技术也愈来愈受到重视，GIS 的网络化应用也成为当下之热门，由此产生了 Web GIS。目前世界上常用的 GIS 软件已达 400 多种。大小不一，风格各异。虽然 GIS 起步晚，但发展快，目前已成功地应用到了包括资源管理、自动制图、设施管理、城市和区域的规划、人口和商业管理、交通运输、石油和天然气、教育、军事等九大类别的一百多个领域。

现有的 GIS 系统开发工具已有很多，且功能强大，但由于它们功能涵盖面广，考虑问题的因素复杂，使得软件包变得异常笨重，针对性弱，对于特定的需求在运行效率上往往不尽如人意。再者，大多优秀的 GIS 系统开发工具（如 MapInfo）并不都是免费的产品，这也为企业的 GIS 开发增加了不少成本。本课题正是针对这两点不足，设计并开发一款具有自主知识产权的 GIS 系统开发工具，为企业可预知的 GIS 开发项目提供底层服务。

本课题基于 Eclipse 集成开发环境，运用了包括地图切分技术、数据异步传输技术、矢量数据读写技术等当下流行的 Web GIS 技术，结合地球投影学等数学知识，开发完成了电子地图引擎——MyMap。

MyMap 是一款小巧轻便且针对性强的电子地图引擎，集地图数据的读写、绘制、处理与传输为一体，能为基于 B/S 和 C/S 架构的 GIS 系统提供底层服务。

关键词：GIS；电子地图；地图绘制

Abstract

With the rapid development of Internet technology, the Internet has depth all over the world. Internet environment of space information processing technology is also increasing attention, GIS application of the network has become a popular present, which produced a Web GIS. The world's commonly used GIS software has reached more than 400 kinds. The size varies, the style varies. GIS lately starts, but develops quickly, has been successfully applied to nine big category and more than 100 fields, including resource management, automated mapping, facilities management, urban and regional planning, population and business management, transportation, oil and gas, education, military and so on.

The existing GIS system development tools had many, and the function is formidable, but because they covered a wide range of functions, to consider the issue of complex factors, causes the software package becomes exceptionally unwieldy, pointed weak, the demand for a particular operation efficiency often not satisfactory. Moreover, most of the outstanding GIS system development tools (such as MapInfo) are not free products, this also increased many costs for enterprise's GIS development. This subject is inadequate for these two points, designed and developed with independent intellectual property rights of a GIS system development tools, enterprises can predict the development of GIS projects in the underlying services.

This dissertation based on Eclipse integrated development environment, has utilized Web which including the map segmentation technology, the data asynchronous transmission technology, the vector data read-write technology and so on is popular immediately the GIS technology, unifies the Earth to project study and so on mathematics knowledge, and has completed development of an electronic map engine——MyMap.

MyMap is a compact and lightweight and highly targeted electronic map engine, the collection map data's read-write, the plan, processing and the transmission are a body, can be based on B/S and C/S structure of the GIS system provides the underlying services.

Keywords: GIS; E-Map; Map Drawing

目录

第 1 章 绪 论	1
1.1 课题背景.....	1
1.1.1 地理信息系统及其现状.....	1
1.1.2 GIS 的过程划分.....	2
1.2 课题的提出.....	3
1.3 论文主要研究内容.....	4
1.4 论文组织结构.....	4
第 2 章 相关理论与技术	4
2.1 ESRI Shapefile (矢量数据文件).....	5
2.1.1 主文件的结构说明.....	5
2.1.2 属性文件的结构说明.....	9
2.1.3 索引文件的结构说明.....	10
2.2 墨卡托投影.....	11
2.2.1 墨卡托投影正反解公式.....	12
2.3 地图图片切分技术.....	13
2.3.1 地图切图原理.....	13
2.3.2 地图切片 (瓦片) 显示机制简介.....	14
2.3.3 Google Map 的工作原理.....	17
2.4 本章小结.....	18
第 3 章 系统分析	19
3.1 MyMap 简介.....	19
3.2 主要功能介绍.....	19
3.3 MyMap 的构成与主要模块介绍.....	20
3.4 MyMap 中的地图概念.....	21
3.4.1 地图控制器 (MapHandler).....	22
3.4.2 图层 (Layer).....	22
3.4.3 地图 (Map).....	23
3.4.3.1 Map 族抽象概念.....	23
3.4.3.2 实体 Map.....	24
3.4.3.3 敏捷的地图应用——AgileMap.....	25
3.4.3.4 异步更新的地图加载策略.....	26
3.4.4 图元.....	26
3.4.5 地图定义与地图描述文件.....	27

3.5 本章小结	28
第 4 章 MyMap 中关键技术的设计与实现	29
4.1 矢量数据的存储	29
4.1.1 矢量数据的特点	29
4.1.2 数据存储的要求	29
4.1.3 矢量数据的存储结构	29
4.2 地图的绘制	30
4.2.1 模板方法模式的引入	30
4.2.2 实体 Map 的绘制过程	31
4.2.3 数据异步更新的地图绘制过程	31
4.3 异步更新数据的实现	34
4.3.1 异步更新的难点	34
4.3.2 MyMap 的数据传输机制	34
4.3.3 数据切分与分块传输	36
4.4 本章小结	36
第 5 章 系统运行与测试	38
5.1 运行及测试环境	38
5.2 测试数据	38
5.3 运行与测试结果	38
5.3.1 服务器的启动与运行	38
5.3.2 客户端的运行	39
5.4 本章小结	41
第 6 章 总结与展望	42
6.1 总结	42
6.2 下一步工作	42
附录	44
附录 1: 地图描述文件	44
附录 2: OnticMap 中的抽象方法	46
参考文献	47
致 谢	48

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background	1
1.1.1 Geographic Information System and State	1
1.1.2 Division Process of GIS	2
1.2 Research Propose	3
1.3 Main contents	4
1.4 Organizational Structure	4
Chapter 2 Basic Concepts and Technology.....	4
2.1 ESRI Shapefile	5
2.1.1 Structure of Main File	5
2.1.1 Structure of Properties File	9
2.1.3 Structure of Index File	10
2.2 Mercator Projection	11
2.2.1 Positive and Negative Solution Formula of Mercator Projection	12
2.3 Map Tile Technology	13
2.3.1 Principle of Map Tile	13
2.3.2 Display Mechanism of Map Tile	14
2.3.3 Working Principle of Google Map	17
2.4 Summary	18
Chapter 3 System Analysis.....	19
3.1 MyMap Introduction	19
3.2 Main Features of MyMap	19
3.3 The Composition and The main module of MyMap	20
3.4 Map Concepts of MyMap	21
3.4.1 MapHandler	22
3.4.2 Layer	22
3.4.3 Map	23
3.4.3.1 Map Family Abstraction	23
3.4.3.2 Real Map	24
3.4.3.3 Agile Map Application——AgileMap	25
3.4.3.4 Asynchronous Updating Map Load Strategy	26
3.4.4 Map Elements	26
3.4.5 Map Definition and Map Description File	27

3.5 Summary.....	28
Chapter 4 Design and Implementation of Key Technologies in MyMap	29
4.1 Storage of Vector Data	29
4.1.1 Feature of Vector Data.....	29
4.1.2 Requirement of Vector Data.....	29
4.1.3 Storage Structure of Vector Data.....	29
4.2 Map Drawing	30
4.2.1 Template Method Pattern.....	30
4.2.2 Drawing Process Of Real Map.....	31
4.2.3 The Map Drawing Process of Asynchronous Updating Data.....	31
4.3 Implementation of Asynchronous Updating Data	34
4.3.1 Difficulties of Asynchronous Update.....	34
4.3.2 Data Transfer Mechanism of MyMap.....	34
4.3.3 Data Segmentation and Sub-block Transfer.....	36
4.4 Summary	36
Chapter 5 System Run and Test	38
5.1 Run and Test Environment	38
5.2 Data Test	38
5.3 Results	38
5.3.1 The Server Start and Run.....	38
5.3.2 Run of The Client.....	39
5.4 Summary	41
Chapter 6 Conclusions and Future Work	42
6.1 Conclusing.....	错误! 未定义书签。
6.2 FUture Work.....	错误! 未定义书签。
Appendix	错误! 未定义书签。
Appendix 1: Map Description File.....	错误! 未定义书签。
Appendix 2: Abstract Methods of OnticMap.....	错误! 未定义书签。
Reference	47

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第 1 章 绪 论

1.1 课题背景

1.1.1 地理信息系统及其现状

地理信息是描述地球表面的空间位置和空间关系的信息^[1]，地理信息系统(Geographic Information System, GIS) 是介于信息科学、空间科学和地球科学之间的交叉科学与新技术学科，它是计算机科学、遥感技术、信息工程与现代地学理论和方法的有机结合^[2]。虽然 GIS 是一门多学科综合的边缘学科，但其核心是计算机科学，基本技术是数据库、地图可视化及空间分析^[3-5]。

随着全社会对空间信息需求的不断增长，空间信息将成为国家乃至全球信息流中的重要组成部分，空间信息服务也逐步发展成为当今社会最基本的信息服务之一^[6]。随着 Internet 技术的飞速发展，互联网已深入世界各个角落。Internet 环境下的空间信息处理技术也愈来愈受到重视，GIS 作为对空间信息的获取、查询、分析的主要软件系统，也随着信息服务的社会化走向网络即 Web GIS^[7]。WebGIS 是 Internet 技术应用于 GIS 开发的产物^[8]。GIS 通过 WWW 功能得以扩展，真正成为一种大众使用的工具^[9]，是解决空间信息挖掘的深度和信息应用的广度，以及空间数据的分布性与时效性之间矛盾的有效工具^[10]。从 WWW 的任意一个节点，Internet 用户可以浏览 WebGIS 站点中的空间数据、制作专题图，以及进行各种空间检索和空间分析，从而使 GIS 进入千家万户^[11-12]。与传统的地理信息系统比较，WebGIS 具有四个特点^[13]：(1)更广泛的访问范围；(2)平台独立性；(3)可以大规模降低系统成本；(4)更简单的操作；(5)平衡高效的计算负载。

目前世界上常用的 GIS 软件已达 400 多种。它们大小不一，风格各异。虽然 GIS 起步晚，但它发展快，目前已成功地应用到了包括资源管理、自动制图、设施管理、城市和区域的规划、人口和商业管理、交通运输、石油和天然气、教育、军事等九大类别的一百多个领域。在美国及发达国家，地理信息系统的应用遍及环境保护、资源保护、灾害预测、投资评价、城市规划建设、政府管理等众多领域。近年来，随着我国经济建设的迅速发展，加速了地理信息系统应用的进程，在城市规划管理、交通运输、测绘、环保、农业、制图等领域发挥了重要的作用，取得了良好的经济效益和社会效益^[4,14]。

尽管现存的 GIS 系统种类繁多，但从开发目标上分，开发地理信息系统可分为底层开发和二次集成开发两种：

底层开发主要使用 C/C++、Java 实现 GIS 的底层数据引擎、图形引擎及相关分析等功能。本课题的开发目标即属于底层开发。

二次开发是在 GIS 系统开发工具提供的软件包基础上进行集成开发，目前主流的方式是组件开发和 WEBGIS 开发。GIS 组件现在主要用 ARC ENGINE、MO、MAPX 和 SUPERMAP OBJETS，WEBGIS 平台主要是 ARCIMS、MAPEXETREME、SUPERMAP.NET S 等^[4,15-16]。

1.1.2 GIS 的过程划分

综上对 GIS 系统的分析，我们可以把 GIS 系统的处理过程抽象为输入、存储、操作和分析、输出、传输五个部分。

(1) 输入

地理数据如何有效地输入到 GIS 中本是一项琐碎、费时、代价昂贵的任务。但对于 GIS 系统开发工具而言，输入 GIS 的数据一般是已经过采集整理的各种类型的地图数据文件。我们不必去关心地理数据是如何采集整理的，而只用关心如何将各种地图数据文件读入到 GIS 系统中。

另外，地理数据采集的另一项途径是通过 GPS 技术。GPS 可以准确、快速地定位在地球表面的任何地点，因而，除了作为原始地理信息的来源外，GPS 在飞行器跟踪、紧急事件处理、环境和资源监测、管理等方面有着很大的潜力。因此，与 GPS 通信，获得动态数据也是 GIS 系统要解决的问题。

(2) 存储

GIS 中的数据分为栅格数据和矢量数据两大类，如何在计算机中有效存储和管理这两类数据是 GIS 的基本问题。在计算机高速发展的今天，尽管微机的硬盘容量已达到 GB 级，但计算机的存储器对灵活、高效地处理地图这类对象仍是不够的。GIS 的数据存储却有其独特之处。大多数的 GIS 系统中采用了分层技术，即根据地图的某些特征，把它分成若干层，整张地图是所有层叠加的结果。在与用户的交换过程中只处理涉及到的层，而不是整幅地图，因而能够对用户的要求做出快速反应。地理数据存储是 GIS 中最低层和最基本的技术，它直接影响到其他高层功能的实现效率，从而影响整个 GIS 的性能。

(3) 地理数据的操作和分析

GIS 中对数据的操作提供了对地理数据有效管理的手段。对图形数据(点、线、面)和属性数据的增加、删除、修改等基本操作大多可借鉴 CAD 和通用数据库中的成熟技术;有所不同的是 GIS 中图形数据与属性数据紧密结合在一起,形成对地物的描述,对其中一类数据的操作势必影响到与之相关的另一类数据,因而操作带来的数据一致性和操作效率问题是 GIS 数据操作的主要问题。

地理数据的分析功能,即空间分析,是 GIS 得以广泛应用的重要原因之一。通过 GIS 提供的空间分析功能,用户可以从已知的地理数据中得出隐含的重要结论,这对于许多应用领域是至关重要的。

GIS 的空间分析分为两大类:矢量数据空间分析和栅格数据空间分析。矢量数据空间分析通常包括:空间数据查询和属性分析,多边形的重新分类、边界消除与合并,点线、点与多边形、线与多边形、多边形与多边形的叠加,缓冲区分析,网络分析,面运算,目标集统计分析。栅格数据空间分析功能通常包括:记录分析、叠加分析、滤波分析、扩展领域操作、区域操作、统计分析。

(4) 输出

将用户查询的结果或是数据分析的结果以合适的形式输出是 GIS 问题求解过程的最后一道工序。输出形式通常有两种:一种是以图片形式输出,另一种是以记录的形式输出。

(5) 传输

GIS 数据的传输问题是分布式 GIS 所特有的过程。由于当今互联网的传输速率有限,如何将大量的 GIS 数据(特别是地图数据)快速地传送到客户端已成为影响 Web GIS 响应速度快慢的关键。因此,在服务端与客户端之间建立良好的数据传输规则是至关重要的。

1.2 课题的提出

如前文所述,虽然现有的 GIS 系统开发工具已有很多,且功能强大,但也由于它们功能含盖面广,考虑问题的因素复杂,使得软件包变得异常笨重,针对性弱,对于特定的需求在运行效率上往往不尽如人意。再者,现今大多优秀的 GIS 系统开发工具(如 MapInfo)并不都是免费的产品,这也为企业的 GIS 开发增加了不少成本。作为一个初次介入 GIS 领域的企业而言,了解该领域的相关知识,探索自主开发 GIS 系统的可行性成为企业进军 GIS 领域的当务之急。本课题正是在以上各方面原因的推动下应运而生。

1.3 论文主要研究内容

针对上述几方面原因，本课题的主要任务是从了解 GIS 相关知识开始，探索 GIS 开发的一些技术问题，并最终目标是设计并开发一款小巧轻便的，有自主知识产权的电子地图引擎（命名为 MyMap），为企业可预知的 GIS 开发项目提供底层服务和技术支持。

本论文主要工作包括：

- (1) 地理坐标换算问题，以墨卡托投影为基础，研究其正算和反算算法；
- (2) 地图数据读写与处理问题，主要包括矢量数据文件的读写与加工，栅格图文件的组合与拼接；
- (3) 分布式 GIS 数据传输问题，主要研究如何减少服务端与客户端的数据传输量，减轻服务端压力而又使客户端达到尽量敏捷的反应速度；
- (4) 地理数据分析，主要是对矢量数据的查询分析操作，动态数据的实时更新策略；
- (5) 地图绘制，通过读入的地理数据和实时更新的动态数据，高效地绘制地图；
- (6) 完成电子地图引擎的设计、开发与测试工作。

1.4 论文组织结构

本论文的余下章节组织结构如下：

第二章介绍了本项目应用到的相关理论与技术，包括 ESRI 矢量数据格式、墨卡托投影和地图图片切分技术。

第三章主要阐述在 MyMap 设计中的若干关键技术所采用的解决方案，包括数据结构、相关算法和传输协议。

第四章描述了 MyMap 的主要功能和特色，并对 MyMap 中地图的概念及如何使用 MyMap 二次开发进行了详细的说明。

第五章对 MyMap 进行测试，并展示在实际项目中的应用。

第六章对全文进行总结，并指出尚待改进的方向。

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.