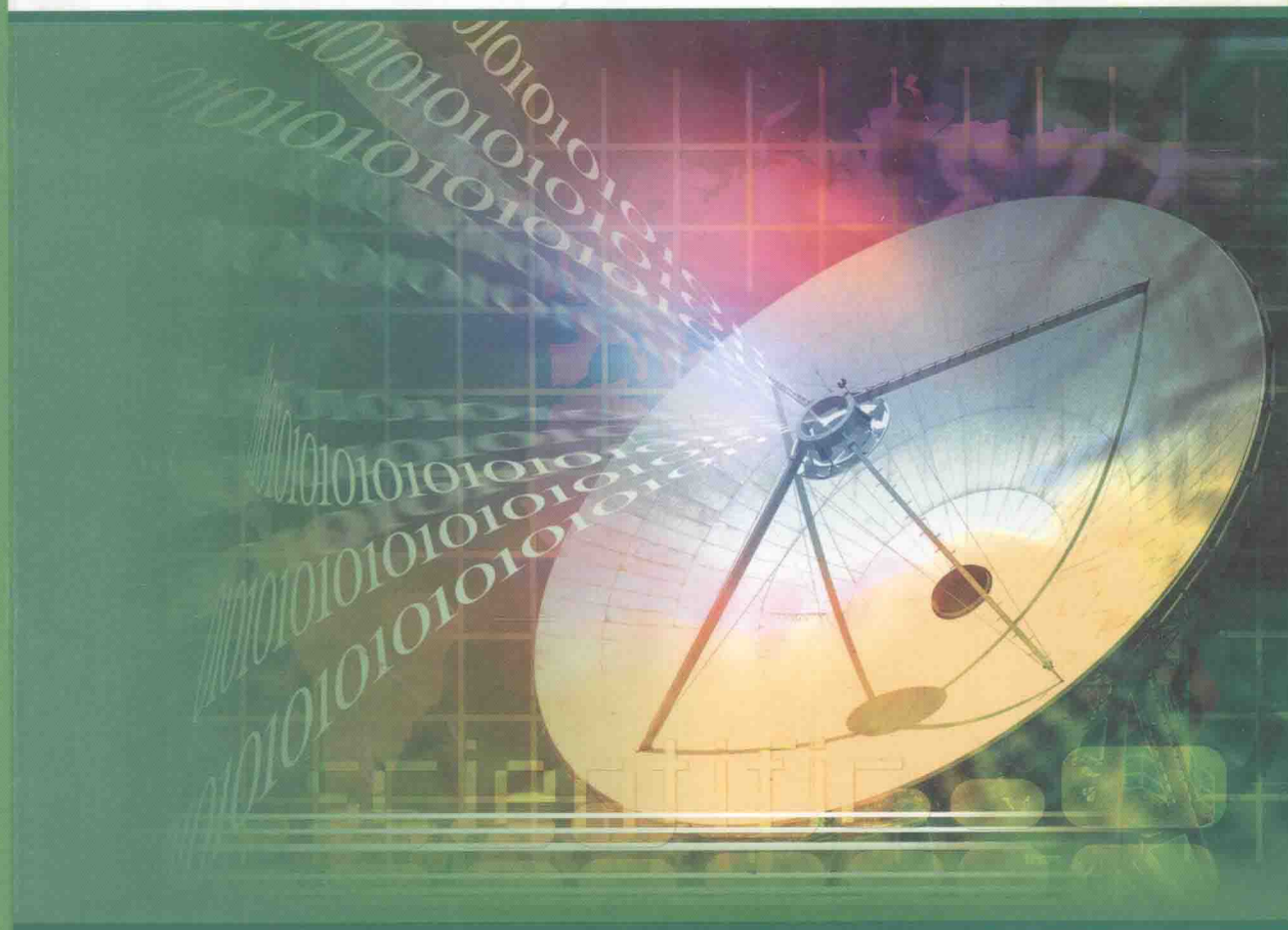


卫星定位、交通监控 与数字地图

鲍远律 刘振安 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

卫星定位、交通监控 与数字地图

张其成 王德成 编著

中国地质大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS

卫星定位、交通监控与 数字地图

鲍远律 刘振安 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书比较系统、全面地介绍了 GPS 定位基础理论与应用开发技术。全书共分 10 章,主要内容包括:GPS 应用开发的创新思路、全球卫星定位的基础理论、GPS 交通车辆监控系统、通信和图像处理基础知识、数字交通地图数据结构、数字地图操作系统、GPS 车辆监控专用移动通信网、彩色地图道路网络自动识别、数字交通地图的自动校正及应用实例。

本书是根据 GPS 应用的实际需要,特别是智能交通与民用导航领域的需要而编写的。可作为 GPS 应用技术开发人员、智能交通系统、导航与制导、数字地图与地理信息系统等专业的工程技术人员的及高等院校师生的培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

卫星定位、交通监控与数字地图/鲍远律,刘振安编
著. —北京:国防工业出版社,2006.8
ISBN 7-118-04622-1

I.卫... II.①鲍...②刘... III.全球定位系统—
应用—交通监测系统 IV.P228.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 073873 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 19¼ 字数 437 千字

2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

GPS 具有全球、全天候、连续实时的三维空间定位与精密时钟校准功能,有着广泛的应用价值和发展潜力。在海湾战争中, GPS 发挥了至关重要的作用,因而引起各国军事部门和民用部门的广泛关注。近十年来 GPS 定位技术在中国的应用已经得到迅猛发展,应用领域几乎涉及各行各业。特别是在智能交通领域, GPS 作为价廉物美的位置传感器,迅速占领了中国的个人导航服务与车辆安全监控的所有相关行业,成为移动终端(人或车辆)必备的定位设备的核心器件。

本书是根据 GPS 应用的实际需要,特别是智能交通与民用导航领域的需要而编写的。本书指出目前国内自主开发 GPS 导航监控系统与建立数字地图信息管理面临的三项关键技术问题:数字地图操作平台与交通信息管理技术,专用高速数字移动通信网技术及数字交通地图非线性拓扑校正技术。围绕这三项急需解决的问题,基于 GPS 定位技术及相关学科基础理论,结合 GPS 实验室的科研实践,本书直观地叙述了技术研发中的创新思维过程,详细地介绍自主开发解决这三项关键技术问题的系统设计方案,并给出相应的软件程序结构与硬件实现框图。本项目及本书的完成,都与国家自然科学基金委员会的资助是分不开的,特此表示感谢。

全书共分 10 章。第 1 章是导引,提出 GPS 应用的创新思路与需要解决的问题,以国内运营的 GPS 车辆安全监控系统的不足与面临的数字地图瓶颈问题引出本书的写作目的;地理坐标是数字定位的基础,对各种空间坐标体系与时间系统的介绍也放在第 1 章中。第 2 章是全球卫星定位的基础理论,较为全面、系统,实用性地介绍 GPS 定位的基本理论与相关技术参数。第 3 章是 GPS 交通车辆监控系统,对自主设计的 GPS 交通车辆监控系统的总体框架与运行效果的直观介绍,重点在于加深读者对数字地图的理解。第 4 章是通信和图像处理基础知识,介绍以后各章节所要用到的数字移动通信和图像处理的基础知识。第 5 章是地图矢量化与数字地图数据库,重点介绍数字地图的数据结构,包括基本架构和数据库、地理图形矢量库及其拓扑结构、矢量图形的层次模型和数字地图的地理属性数据库,给出建立地理图形矢量库的自动跟踪矢量化方法与实例。第 6 章是数字地图操作平台软件编程,首先介绍监控系统数字地图操作平台系统软件的总体框架,然后介绍如何使用面向对象技术进行数字地图操作平台的软件编程。第 7 章是 GPS 车辆监控专用移动通信网,介绍自主设计专用于 GPS 交通车辆监控系统的主控式数字移动通信网,重点介绍规范数字移动通信网的通信协议,在此基础上给出实现数字通信以及 GPS 信号接收与控制的数传控制板的硬件清单与设计框图。第 8 章是地图道路网络自动识

别,重点叙述彩色交通地图的道路网络自动识别问题。道路网络自动识别是矢量交通地图自动生成的第一个基础环节。新的有效算法实现在道路网络识别软件(RoadExtract.EXE)中,闭环反馈改善道路识别过程取得了实用效果。第9章是数字地图拓扑校正技术,叙述矢量交通地图自动生成校正平台中最重要的一个环节——矢量地图拓扑校正软件,在介绍涉及矢量地图校正的拓扑学基本常识基础上,本章重点介绍的是矢量地图的整体线性拓扑校正算法和离散非线性拓扑校正算法。第10章是GPS应用典型实例,通过分析它的技术和经营理念,以便推动GPS的应用。

本书关于交通车辆监控系统方案、数字地图操作平台系统软件、数字地图生成与校正算法,以及专用数字移动通信网通信协议的所有关键功能或模块所介绍的内容,所介绍的系统关键技术,都不涉及到国内商业运营的任何一家GPS交通车辆监控系统正在使用的技术专利,也不涉及到国内外任何一家测绘数字制图厂家或地理信息系统公司的知识产权。

推广本书所介绍的自主研发的新技术是编写本书的目的之一,而作者更希望的是相关部门技术人员,通过本书受到启发,挖掘自身潜力,结合部门实际,实现技术创新,共同推动我国GPS应用事业的发展。

本书对于希望熟悉或从事车辆定位与导航系统的工程师、管理者及专业人员,对于已在定位与导航某一专门范围工作而欲进一步全面了解这一领域的人员均可用作参考。本书亦可作为智能交通系统(ITS)领域与地理信息系统(GIS)相关学科的大学生和研究生的教学参考书。

本书力求做到知识与创新相结合、理论与实践相结合,反映GPS实验室的技术研究成果。然而,本书涉及的GPS、智能交通与数字地图都是新兴的技术学科,发展迅速;也由于作者水平和实践经验有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者
于中国科学技术大学
2006.4.22

目 录

第 1 章 导引	1
1.1 GPS 实验室的研究成果	1
1.1.1 GPS 接收机引发灵感	1
1.1.2 拓宽应用、不断创新	3
1.2 GPS 交通车辆监控系统中的创新技术	4
1.2.1 不断创新	4
1.2.2 两类 GPS 交通车辆监控系统的对比	5
1.2.3 创新与演示,研究与论文	7
1.3 详细内容安排及下载程序清单	8
1.3.1 全书内容安排	8
1.3.2 提供下载的 GPS 应用程序清单系统	9
1.4 地球坐标系	11
1.4.1 地球直角坐标系	11
1.4.2 地心大地坐标系	12
1.4.3 参心大地坐标系	14
1.5 天球坐标系	17
1.5.1 天球的概念	17
1.5.2 天球坐标系	18
1.5.3 天球坐标系与地球坐标系之间的关系	19
1.6 时间系统	21
1.6.1 世界时(UT)	21
1.6.2 原子时(AT)	23
1.6.3 协调世界时(UTC)	23
1.6.4 力学时(DT)	24
1.6.5 GPS 时	24
第 2 章 全球卫星定位的基础知识	26
2.1 GPS 系统简介	26
2.1.1 背景	26
2.1.2 系统构成	27
2.1.3 GPS 应用及发展前景	29
2.2 GPS 导航卫星	29

2.2.1	GPS 导航卫星的运行规律及基本轨道参数	30
2.2.2	GPS 导航卫星发送的信号	32
2.2.3	GPS 导航电文	40
2.2.4	导航卫星位置的计算	42
2.3	GPS 接收机与伪距定位原理	45
2.3.1	GPS 接收机	45
2.3.2	相关接收与载波跟踪	46
2.3.3	卫星定位算法	49
2.3.4	GPS 系统定位误差分析	54
2.4	差分 GPS	55
第 3 章	GPS 交通车辆监控与数字地图	59
3.1	GPS 交通车辆监控系统的技术指标	59
3.1.1	GPS 交通车辆监控系统的基本目标	59
3.1.2	国内 GPS 交通监控系统的运营状况与存在问题	60
3.1.3	支撑 GPS 交通车辆监控系统的三项核心技术	60
3.2	GPS 交通车辆监控系统的构成	62
3.2.1	GPS 交通车辆监控系统的构成	62
3.2.2	监控中心局域网	62
3.2.3	数字移动通信网	64
3.2.4	GPS 交通车辆监控系统的扩展	67
3.3	监控中心服务器平台操作界面	68
3.3.1	监控服务器接收与分发移动车辆信息界面	68
3.3.2	监控中心局域网系统配置	69
3.3.3	配置入网车辆属性数据库	72
3.3.4	对数字移动通信网的控制界面	73
3.3.5	对移动车辆的控制界面	75
3.3.6	在线帮助、自动连接 Internet 远程维护求助等功能	76
3.4	基于数字地图的 GIS 操作平台	78
3.4.1	数字地图的基本概念	78
3.4.2	数字地图显示幅面的调整	82
3.4.3	数字地图上的简单量测	82
3.4.4	地理地物信息查询与屏幕定位	85
3.4.5	数字地图上的最优路径选取	87
3.4.6	数字地图地理属性数据库的编辑	88
3.5	基于数字地图的监控系统操作平台	92
3.5.1	监控操作平台	92
3.5.2	报警平台	96

3.5.3 管理平台	96
第4章 通信和图像处理基础知识	101
4.1 移动通信制式	101
4.1.1 链路结构	101
4.1.2 组网方式	104
4.1.3 信令与协议	105
4.1.4 信道容量	105
4.2 移动通信中的数据传输	106
4.2.1 数字信号的格式	106
4.2.2 码元的形成	108
4.2.3 误码原因	109
4.3 差错控制基础知识	111
4.3.1 差错控制编码	111
4.3.2 差错控制方式	112
4.3.3 几种常用的检、纠错编码	112
4.3.4 CRC 计算和校验过程	114
4.4 数字图像的描述	115
4.4.1 模拟图像的描述	115
4.4.2 数字图像的描述	115
4.4.3 数字图像的颜色模型	116
4.5 像素间的基本关系	118
4.5.1 两像素之间的距离	119
4.5.2 像素之间的邻接性	119
4.5.3 像素之间的连通性	120
4.6 图像分析与处理	120
4.6.1 灰度直方图	120
4.6.2 中值滤波	122
4.6.3 图像分割	122
4.7 数学形态学	126
4.7.1 集合论基本概念	126
4.7.2 二值形态学	128
4.7.3 灰度形态学	129
4.8 图像识别	131
4.8.1 模式识别	131
4.8.2 聚类分析	133
4.8.3 模板匹配和特征匹配	136

第 5 章 地图矢量化与数字地图数据库	138
5.1 数字地图的基本架构及其数据库	138
5.1.1 数字地图的基本结构	138
5.1.2 地理图形矢量的坐标系	139
5.2 数字地图的地理图形矢量库	141
5.2.1 地理图形矢量库中的点实体与面实体	141
5.2.2 地理图形矢量库中的线实体	142
5.2.3 数字地图矢量图形的层次模型	146
5.3 数字地图的地理属性数据库	147
5.3.1 地理属性数据库的内容	147
5.3.2 地理属性数据库与地理图形矢量库的关联	148
5.4 数字地图的大地经纬度显示	149
5.4.1 矢量地图大地坐标系	149
5.4.2 方位角不为零的矢量地图经纬度显示	151
5.4.3 大区域交通矢量地图的经纬度显示	152
5.5 数字地图图形矢量库的建立	153
5.5.1 交通道路网络矢量化流程概述	153
5.5.2 道路网络矢量化流程	154
5.5.3 黑白二值位图矢量化的数学基础	154
5.6 道路网络图层黑白二值位图的预处理	156
5.6.1 平滑处理	156
5.6.2 细化	157
5.6.3 连接断点	158
5.6.4 删除毛刺	158
5.7 自动跟踪矢量化	159
5.7.1 弧段的搜索与跟踪矢量化	159
5.7.2 弧段的矢量化	160
5.7.3 矢量化数据的存储与显示	160
5.7.4 矢量化数据对数字地图矢量文件的转化	161
5.8 合肥市交通地图矢量化实例	162
第 6 章 数字地图操作平台软件编程	164
6.1 监控系统数字地图操作平台软件的总体框架	164
6.2 面向对象技术在程序开发中的应用	165
6.2.1 引入面向对象技术	165
6.2.2 OOA 模型	166
6.2.3 本系统采用的具体方法	167

6.2.4	类及对象的详细说明	171
6.2.5	面向对象的设计(OOD)	173
6.2.6	面向对象的编程(OOP)	175
6.3	数字地图操作平台系统的软件实现	176
6.3.1	系统概貌	176
6.3.2	数字地图操作主题 MapForm	179
6.3.3	数字地图显示 MapPanel 主题	180
6.3.4	数字地图数据库操作 Map-DataBase 内层主题	181
第7章	GPS 车辆监控专用数字移动通信网	183
7.1	GPS 车辆监控系统专用数字移动通信网技术指标	183
7.1.1	建立监控系统专用数字移动通信网的意义	183
7.1.2	监控系统专用数字移动通信网的设计指标	184
7.2	GPS 车辆监控系统专用数字移动通信协议	184
7.2.1	网络协议层次模型	184
7.2.2	物理层	187
7.2.3	数据链路层	187
7.2.4	网络层	189
7.2.5	高级应用层	191
7.2.6	GPS 车辆监控系统专用数字移动通信网工程设计	192
7.3	GPS 车辆监控系统数字移动通信网的硬件实现	193
7.3.1	硬件设计概述	193
7.3.2	数传调制解调模块	194
7.3.3	单片机最小系统	200
7.3.4	移动终端调制控制器的附加模块	203
7.3.5	中心基站调制控制器的附加模块	205
7.3.6	外围部件	205
7.4	调制控制器的软件实现与调试	208
7.4.1	汇编程序总体布局	208
7.4.2	电台延时的处理	209
7.4.3	系统同步的实现	211
7.4.4	系统可靠性	212
第8章	地图道路网络自动识别	216
8.1	城市交通地图道路网络自动识别概述	216
8.1.1	城市交通道路网络自动识别的意义与现状	216
8.1.2	城市交通地图道路网络自动识别概述	217
8.1.3	城市栅格交通地图道路自动识别的总体框图	219

8.2	城市交通地图中特殊图标的识别与替代	220
8.2.1	城市交通地图中的特殊图标	220
8.2.2	特征匹配法实现医院图标的识别与替代	221
8.2.3	医院图标识别的程序实现	222
8.3	城市交通地图的规范化处理	223
8.3.1	城市交通地图的图像分割	223
8.3.2	城市交通地图的规范化处理	224
8.3.3	带有识别功能的自动规范化	226
8.3.4	简化的自动规范化过程	228
8.4	规范化交通地图的噪声再聚类	230
8.4.1	规范化彩色交通地图的噪声再聚类	231
8.4.2	规范化灰度交通地图的噪声再聚类	235
8.5	闭环反馈改善道路识别率	238
8.5.1	闭环反馈改善道路识别过程框图	238
8.5.2	首次基于像素点八方向外延特征的噪声完全再聚类	239
8.5.3	提取道路的中心线	240
8.5.4	道路中心线违规判据与处理准则	241
8.5.5	道路判别与反馈循环处理	242
8.5.6	进一步的讨论	244
8.6	几个典型示例	245
8.6.1	城市旅游交通地图	245
8.6.2	高速公路交通地图	247
第9章	数字地图拓扑校正技术	250
9.1	数字交通地图自动生成校正平台框架	250
9.1.1	数字交通地图自动生成校正平台	250
9.1.2	矢量交通地图自动校正的重大意义	251
9.1.3	拓扑学基本常识	252
9.2	矢量地图自动校正	254
9.2.1	矢量地图所在区域大地坐标的自动获取	254
9.2.2	矢量地图拓扑校正的定义	255
9.3	矢量地图整体线性拓扑校正	256
9.3.1	矢量地图线性拓扑校正的目标	256
9.3.2	矢量地图线性拓扑校正算法	257
9.3.3	矢量地图 DFP 误差校正算法	258
9.3.4	矢量地图整体线性拓扑校正算法实例	260
9.4	矢量地图离散非线性拓扑校正思路	261

9.4.1	离散非线性校正算法的思路	261
9.4.2	矢量地图离散非线性拓扑校正框架	262
9.5	矢量地图离散非线性拓扑校正算法	263
9.5.1	矢量地图两点定标	264
9.5.2	离散非线性拓扑校正算法	265
9.5.3	矢量地图离散非线性拓扑校正实例	267
9.5.4	离散非线性拓扑校正的讨论与改进	268
第 10 章	GPS 应用典例	271
10.1	技术、机遇和伙伴	271
10.2	新的理念	271
10.3	新的市场营销思路	273
10.4	科技创新	274
10.5	资金运作	277
10.6	典型成功案例	277
附录 A	数字地图操作主题 MapForm 的类—对象详细说明	279
附录 B	MapForm 的数字地图操作说明	283
附录 C	数字地图显示主题 MapPanel 的类—对象详细说明	286
参考文献		292

第 1 章 导 引

本章将简要介绍中国科学技术大学从事 GPS 的历程及其研究领域,介绍本书的章节安排和提供下载的 GPS 应用系统程序清单。地理坐标是数字定位的基础,本章也对导航定位常用的各种空间坐标体系与时间系统作一系统的介绍。

1.1 GPS 实验室的研究成果

1.1.1 GPS 接收机引发灵感 OEM: original equipment manufacturer

十多年前,聚集在现在称为中国科技大学自动化系烽火台 GPS(全球卫星定位系统)实验室的一群年青学子(本科生与研究生),看到了导师从美国带回来的第一块 GPS 接收板及相关技术资料。其实,老师和学生也都是第一次接触 GPS。这么一块电路板,居然可以随时随地量测出它的一丁点儿大的卫星天线所在空间位置:经度、纬度和高度。不仅如此,它还能给出标准的世界时间以及它的载体的三维速度。习惯于系统分析的他们,把这块放在手掌上的小东西看成是四维现实世界的点传感器,是认识世界任意一点的法宝,就凭这一块板,能够指引他们走向世界的任意一个目标点。他们感到,发挥这块 GPS-OEM 板的潜力以及自己的电子技术专长,一定能做出一些新的、极有用的仪器,做出定位于中国的一些急需的发明创造。浅意识中,这块板已成为一个锐不可当的武器,加上科学智慧与努力创造,有可能成为打开通向高技术世界的突破点。这种想法得到当时学校及自动化系的支持,科大 GPS 实验室于 1993 年 11 月诞生了。

半年后,中国第一台带汉字输入输出型的手持式 GPS 定位仪样品诞生了,并获得中国大学生第二届应用科技发明大奖赛二等奖和园丁奖。又经历 1 年,带有中国海岸线矢量图形操作的海图型定位导航仪样品诞生了,同时获得 1995 年中国高新技术、新产品博览会金奖与金杯。1996 年, GPS 实验室完成了合肥、靖江两个城市的 GPS 移动车辆监控系统示范工程。随即应厦门市公安局的需要,在厦门市公安局 110 指挥中心,实现了中国第一个完全使用自主知识产权技术的厦门市特种车辆智能安全监控系统实际工程。系统使用由自己的数字地图生成平台产生的厦门市数字地图,运行在自己编程的智能数字地图操作平台上,使用自己组建的数字移动通信网完成警车与运钞车的位置传送。系统在最关键性的技术指标上取得了当时国内其他移动车辆定位监控系统工程未能达到的水准。

1. 定位服务准确

当时,美国政府人为设立的 100m 民用 GPS 随机定位偏差造成了国内车辆监控中心普遍存在的所谓“车在路外跑”的现象(见图 1-1)。该系统在改善自己数字矢量交通地图精度的同时,在数字地图操作平台软件中加入了动态车辆位置与行驶道路的偏差自动修正模块,使移动车辆位置与电子地图道路之间达到很好的融合效果(见图 1-2)。从而

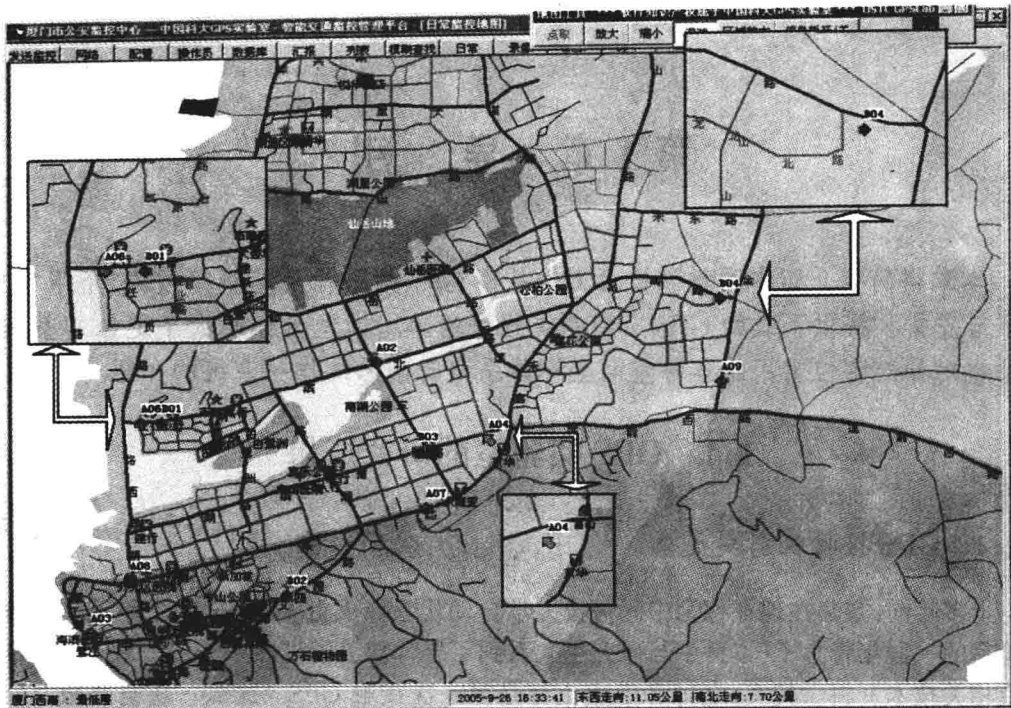


图 1-1 没有动态偏差校正功能的厦门市特种车辆智能安全监控系统

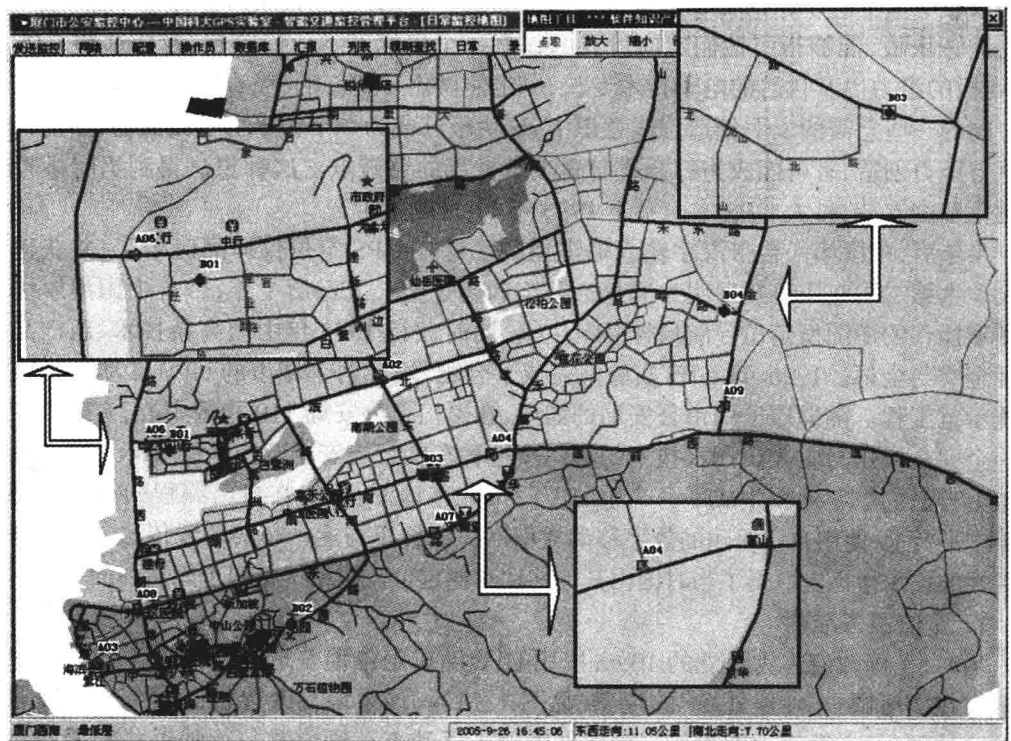


图 1-2 具备动态偏差校正功能的厦门市特种车辆智能安全监控系统

保证了 110 监控中心的操作警员们在大屏幕上方便准确地判断出车辆的实际行驶路面,也使得监控平台能对不遵守规定路线运钞或巡逻的车辆立即报警与警告。

2. 跟踪报警及时

巡检速度取决于现场使用的高速高效的数字移动通信技术。之前的厦门市特种车辆智能安全监控系统,使用市场化的通用的无线数据采集系统,其 1s 发出一次要求某一辆车汇报位置的指令,下 1s 专门接收该车辆的位置更新数据。通信协议无法改动,不仅导致数据采集速度无法提高,更导致事故车辆无法主动报警。当时中国的监控系统实际工程巡检速度普遍为(单信道)每分钟 30 个车辆位置更新。我们的新系统,使用自己设计的通信信令与协议,无线数据传输量大为简化,巡检速度达到(单信道)每分钟 200 个车辆位置更新,是民用电台组网的理论极限值。同时允许事故车辆主动报警,任何一部车辆按下报警按钮 3s 之内中心即可获得报警信息。

1.1.2 拓宽应用、不断创新

1. 数字地图及其用户平台

GPS 交通车辆监控系统只是 GPS 的一个应用系统。系统有效地扩展了 GPS 的定位功能。GPS 与地图密不可分,研发 GPS 交通车辆监控系统的第一个问题,就是要解决地图的问题。没有 GPS 的高精度全天候的全球定位功能,当然谈不上 GPS 交通车辆监控系统。但是,对实验室的研制者而言,更重要的是:因为没有 GPS 方便的定位测量功能,所以一开始就无法解决地图问题。为此,我们首先使用 GPS 测量功能研发数字交通地图,然后连同数字交通地图再做 GPS 交通车辆监控系统。

按照常理,GPS 交通车辆监控系统,或 GPS 车辆导航系统的研发与实现过程中,一定需要测绘部门的直接参与。现今市场运营的系统,所涉及到的数字地图,其知识产权一定属于某一家数字地图公司(如 MapInfo, ArcInfo, SuperMap 等)。而使用哪一家的数字地图,就一定要使用那一家的数字地图用户操作平台。

处于测绘地图外行的我们,在研发 GPS 应用系统时,得到的只能是市面上的没有经纬度的旅游地图,但旅游地图也能够告诉我们所有感兴趣的交通道路,何况我们还有 GPS 接收机这个宝贝与划时代的大地测量武器。我们首先把地图矢量化,应用 GPS 采集道路轨迹数据,就一定能实现地图矢量的数字化。我们做到了这一点,从而可以独立自主地完成 GPS 交通车辆监控系统、导航系统或城市交通管理系统不可缺少的数字地图,也可以建立配套于该数字地图格式下的导航监控用户操作平台。

使用 GPS 测量功能研发数字交通地图,并完成该数字交通地图的智能操作平台,这是实验室在 GPS 应用上的第一项创新成果。

2. 主控式专用数字移动通信网

由于移动通信的发展,目前的 GPS 交通车辆监控系统,对移动车辆的 GPS 定位数据的传输,一般均采用 GSM 的短信息或 GPRS 服务。使用移动公司的服务,优点很多,特别是自己不用建网,且监控地域不受限制。但是,其跟踪服务的速度、报警的及时性均受到一定的限制,在特殊的场合下,可能出现问题。作为移动通信的大众通话与通信服务,数据阻塞可能问题不大,但对于安全报警的特殊跟踪服务,是绝不允许有特殊情况发生的。

实际上,我们也不是移动通信的内行。当初研发 GPS 交通车辆监控系统时,还没有普及型的移动通信服务,所以才有了独立自主完成的专用于城市车辆监控系统的数字移动通信网。这是我们可以控制的移动通信服务,可以按照实际现场情况改造它,完善它。而购买的数字移动通信服务,只能适应它而无法改造它。建立由监控中心主控的数字移动通信网,实现监控中心对全部监控环境的绝对控制。在通信内容上只需传送 GPS 对城市中心的位置差值,最大限度地加快移动网络通信速度,从而独立自主地完成高质量 GPS 车辆跟踪系统所不可缺少的主控式移动通信环境。

建立由监控中心绝对控制的专用数字移动通信网,实现对移动目标的高速跟踪可靠监控,是我们在 GPS 应用上的第二项创新成果。

3. 数字地图生成与校正平台

数字地图是实现 GPS 交通车辆定位监控的基础。当时中国几乎没有城市数字交通地图,而依靠国外数字地图支持平台如 MapInfo, ArcInfo 生成通用的城市地图。这样做不仅费工费时,并且生成的地图也只能使用国外的数字地图操作平台。厦门市特种车辆智能安全监控系统实际工程采用的厦门市数字地图(见图 1-2),其产生过程如下:

- ① 去厦门书店购买厦门市挂图,并将地图扫描进入计算机;
- ② 使用自己的数字地图生成平台来生成无经纬度的厦门交通矢量地图;
- ③ 现场采集少量道路 GPS 轨迹数据自动定标与校正;
- ④ 由用户厦门公安局添加道路路名与单位信息等。

考虑到在中国 GPS 应用产业的发展中对交通矢量地图的大量需求,实验室对数字地图生成平台不断改建与完善。数字地图自动生成与自动校正平台,主要包括以下三个环节:

- ① 模式识别道路网络自动提取;
- ② 交通道路网络矢量优化;
- ③ 利用 GPS 道路轨迹记录对数字交通地图实现非线性拓扑校正。

使用这套带自动校正功能的数字交通地图 GIS 生成平台,3 天可完成中等城市(例如成都四环以内)的数字地图。与现有国内外的数字地图生成平台商品软件相比,生成一幅实用的城市数字交通地图所花费的时间、人力与资金三大资源都能降到十分之一至百分之一。能把城市数字交通地图的成本降低两个数量级,这不仅对中国 GPS 应用产业的发展,而且对数字城市、数字交通的发展都具有重要的意义。

不断改建与完善的具有自主知识产权的矢量地图 GIS 自动生成与校正平台,是我们在 GPS 应用上的第三项也是我们认为最有意义的创新成果。

1.2 GPS 交通车辆监控系统中的创新技术

1.2.1 不断创新

从第一个合肥市 GPS 交通车辆监控示范系统成功运行开始,十年中已经做过多个城市的实际工程或示范系统。

正确的创新理念启动创新过程,成功的创新过程产生有意义的创新结果。创新理念