



全国高技术重点图书·自动化技术领域

车辆定位与 导航系统

[美] 赵亦林 著
谭国真 译



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: <http://www.phei.com.cn>

33789801

全国高技术重点图书

车辆定位与导航系统

[美]赵亦林 著
谭国真 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

车辆定位与导航系统/(美)赵亦林著谭国真译. —北京:电子工业出版社,
1999.3

全国高技术重点图书

ISBN 7-5053-5204-0

I. 车… II. ①赵… ②谭… III. ①车辆-无线电定位②公路交通-无线
电导航 IV. U491.5

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第40088号

全国高技术重点图书

书 名: 车辆定位与导航系统

著 者: [美] 赵亦林

译 者: 谭国真

责任编辑: 张荣琴

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京京安达明印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>
北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 850×1168 1/32 印张: 11.25 字数: 301千字

版 次: 1999年4月第1版 1999年4月第1次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5204-0
TP·2584

定 价: 24.00元

版权贸易合同登记号 图字:01-98-1567

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

《全国高技术重点图书》
出版指导委员会

主任：朱丽兰

副主任：刘 杲 卢鸣谷

总干事：罗见龙 梁祥丰

委员：（以姓氏笔划为序）

王大中	王为珍	牛田佳	王守武	刘 仁	刘 杲
卢鸣谷	叶培大	朱丽兰	孙宝寅	师昌绪	任新民
杨牧之	杨嘉墀	陈芳允	陈能宽	罗见龙	周炳琨
欧阳莲	张兆祺	张钰珍	张效祥	赵忠贤	顾孝诚
徐修存	谈德颜	龚 刚	梁祥丰		

《全国高技术重点图书·信息获取与处理领域》
编审委员会

主任委员：陈芳允

委员：汪成为 杨震明 袁宝宗 邓又强

《全国高技术重点图书编审委员会人员名单》
自动化技术领域

主任委员：杨嘉墀

委员：卢桂章 吴澄 林惟侯 李淑兰 高为炳 谈德颜
蒋新松 戴汝为

译者的话

1993年,我对智能交通系统(ITS)发生兴趣并开始这方面的研究工作。赵亦林博士在这一领域的研究工作赢得了 ITS America 专家的称赞和广大读者的好评。他的贡献使他成为 IEEE 高级会员。1995年,我们邀请他来大连理工大学做关于 ITS 的学术报告。他的报告吸引了众多听众,也包括我。在交谈期间,我得知他正在写一本有关 ITS 方面的著作,于是我产生了把他的书介绍给我国同行的愿望。1996年8月,我得到了《车辆定位与导航系统》一书的前言和目录。1997年1月我陆续收到了该书的部分章节的打印清样并开始了翻译工作。1997年4月原作在美国正式出版,截止1998年10月已第三次印刷。

ITS 是一个开放的复杂巨系统,是新兴的交叉学科研究领域。ITS 是将先进的信息处理技术、数据通信技术、电子控制技术以及计算机处理技术等有效地综合运用于整个运输管理体系,从而建立起大范围内、全方位发挥作用的实时、准确、高效的运输综合管理系统。形象地说,ITS 使车辆有“头脑”,使道路“聪明”起来,使人、车、路密切配合,达到和谐地统一。智能车辆能在道路上自由行驶;智能公路能使交通流运转达到最佳状态;两者结合能使驾驶员对其周围环境了如指掌,使管理人员对交通状况和所有车辆的行踪一清二楚;两者相互通信,共同减少交通阻塞。ITS 是 21 世纪现代运输管理体系的模式和发展方向。

世界各国竞相开展 ITS 的研究,分别制定了 ITS 跨世纪研究计划。因此,开展该领域的研究是及时的和有重大意义的。

希望这本译著的出版,对我国同行们有所裨益。

谭国真

1998年8月于大连

作者简介

赵亦林,1982年毕业于大连理工大学电子工程系,获学士学位;1986年和1992年于美国密西根大学电子工程与计算机科学系分别获硕士学位和博士学位。

赵亦林博士,1982~1984年曾任教大连理工大学计算机科学与工程系,1995年至今任该系兼职教授;1987~1991年,在密西根大学从事教学和科研工作,并从事自主车辆控制导航以及智能交通系统(ITS)方面的研究工作。

赵亦林博士于1992年加入摩托罗拉公司。作为一名高级研究开发工程师,他研制了车辆定位和导航系统、移动电话定位系统及大规模集成电路芯片自动布线系统。他目前的研究兴趣包括智能交通系统、手机定位、实时计算机系统、大规模集成电路自动布线及自主车辆控制和导航系统,赵博士是电气和电子工程师学会(IEEE)高级会员,同时任职IEEE机器人学会和自动化学会移动机器人技术委员会及IEEE智能交通系统协会高级领导成员。

致 谢

作者首先感谢摩托罗拉公司,由于他们的支持,才使本书得以问世。然而书中表达的观点均属作者个人,而不代表摩托罗拉。

没有我的家人、朋友和同事们的帮助和支持,完成本书是不可能的,在此向他们表示由衷的感谢。作者尤其要感谢以下人员的大力帮助:Allan M. Kirson 仔细审阅了本书的 11 章并提出了许多有益的意见;Steve Albrecht 耐心地审阅了 6 章;Phil Pollock 和 Larry Willis 为本书及时出版做了卓有成效的工作;Paul D. Makinen 以极大的热情编辑了全书;Artech House(校阅者)对本书提出了许多修改建议。作者还要感谢下列人员(以字母顺序列出):Michael Barnea, J. Blake Bullock,程燕鸣,John Dillenburg, Thomas E. Hayosh, Garry C. Hess, Kenneth B. Hohl, 高维文, Howard L. Kennedy, Daniel Schwartz, Witold Wojciechowski, 和 ADVANCE 项目组成员,他们以各自的专业审阅了部分书稿。

作者对陈干,Paul Green, Jay Jayapalan, Cynthia Keesan, 黎滢生, Charles J. Mages, Don Mills, Jim Nickel, Vijay Ramanathan, Heinz Sodeikat, 徐承一, 图书管理员 Constance M. Bytnar 和 Mary Lou Kutscha 的帮助以及 Robert H. Reuss, Mike Smith, Cindi Moreland, Robert P. Denaro, Paul L. Dowell, Steven F. Gillig 和 Lawrence E. Connell 的支持表示感谢。如果有遗漏的名字,作者在此表示歉意。这本书献给所有给予过帮助和支持的人。

另外,对我的中国老师和美国老师的早期培养及后来的影响和鼓励表示感谢;对同我一起从事各种项目的摩托罗拉 IVHS 项目组成员的帮助表示感谢,对提供和验证产品信息的摩托罗拉雇员及提供产品和技术信息的其他公司表示感谢。

最后，特别的谢意献给我的妻子向鸣，她的帮助和自我牺牲，才使我得以花费数千个小时的家庭时间从事该书的写作，同时献给我的儿子赵连哈的理解。谢意还要献给我的妹妹赵又林和赵与林；是她们在我接受大学及研究生教育期间花费了更多的时间照顾我们的父母。我的已故双亲林月端和赵为铎给了我他们的全部爱，是激励我的巨大源泉；他们的鼓舞、教导和支持将永远伴随着我。

前 言

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,以前称 IVHS)领域及相关学科的大学生和研究生的教科书。

作者为详细介绍现代车辆定位与导航系统原理和实践提供了第一本这样的书,它将分散于多种不同工程领域的知识融合成册,全面介绍了智能交通系统领域各学科之间的紧密关系。本书以作者多年的实际工作经验为基础,针对各个独立系统模块的重要方面:其原理、实现、集成和组合复杂性等进行了阐述。这样,即使缺乏交通系统知识的广大读者也得以学习这一快速发展的领域的知识。书中提出的概念和算法适用广泛的定位与导航系统,并为理解、设计及实现先进的智能交通系统奠定了必要的基础。为便于不同基础的专业人员学习,本书在数学运用上予以一定控制,而尽可能地引入较多新近发展的技术、实例、一览表及最新参考文献,这样使不相关的工程专业人员也能看懂本书的大部分内容。

本书分为上下两篇:第 1 篇从第 2 章到第 8 章;第 2 篇从第 9 章到第 11 章。第 1 章是车辆定位和导航领域的一般介绍,包括历史背景以及现代车辆定位和导航系统。第 2 章到第 8 章介绍了构成系统的各种基本模块。第 2 章讨论了车辆定位和导航系统常用的数字地图数据库以及相关的参考坐标和标准;第 3 章介绍了进行车辆定位的定位传感器和传感器融合方法;第 4 章介绍了用于增强定位模块和系统的地图匹配算法;第 5 章讨论了求解最小旅行代价的各种路径规划算法;第 6 章介绍了如何利用静态旅行代价或动态旅行代价引导车辆沿着给定的规划路径行驶;第 7 章介

绍了与定位和导航计算机及设备进行交互的人机接口,讨论了与人机接口相关的各种技术和人类因素准则;第 8 章介绍了用于支持车辆通信的各种无线通信技术。

第 9 章到第 11 章专门讨论各种系统。第 9 章讨论了如何利用第一篇介绍的各种模块构造各种实际的自主式车辆定位和导航系统,该系统不用远程中心计算设备和通信设备的支持就能工作;第 10 章阐述了如何将无线通信模块同车辆和固定设施集成起来,以便利用中心主机增强车载系统的功能;第 11 章将系统的实际动态路径引导作为一个学习实例,阐明系统结构和某些实现问题;第 12 章给出本书的结束语,介绍了从事车辆定位与导航系统应吸取的教训及其未来的发展方向。

本书给出了许多概括表及最新的参考文献,介绍了许多新技术,讨论了各种实际问题。即使某些技术没有详细地讨论,但作者也尽可能给出了各种可利用技术的综合一览表,以便读者对该领域进行全面了解。在适当的时候,引用最新的参考文献,以便把读者引入最新的信息和相关技术的发展趋势。本书讨论了各种技术的最新发展和实际问题,包括基于模糊逻辑的地图匹配算法、场发射显示器、模拟三维视图的地图显示技术,以及 GPS 接收机输出为什么可能与某一数字地图不匹配和汽车刚刚进行自动冲刷后导航系统也许不能按预期工作的原因等实际问题。此外,每章结束时提出一些问题,以促进读者思考本章所学内容,独立考虑某些有趣的问题。

由于 Internet 的 WWW 技术的广泛应用和迅猛发展,因此本书在参考文献中列出了许多与 ITS 相关的主页地址。这些“软”页的优点是如果你进入 Internet 和 WWW 浏览器,你可以立即阅读这些参考文献。然而,不像“硬”印刷纸和书,它们因计算机网络问题可能是不可得到的。此外,所列的 URL 地址可能随时由所有者改变,使得从所列地址不能读取这些参考文献。

由于车辆定位和导航系统广泛、快速地发展,详细覆盖全部领域是困难的。为了限制范围和节省空间,本书重点放在系统的车辆

端。作者努力使书中内容表达最新进展的基础和最重要的方面,然而,相关的概念和参考文献可能被忽视了。作者非常感谢读者对本书提出的改进意见,同时留下一个 WWW 网页以接收各种建议和告知本书出版后才发现的错误和更正。网页的 URL 地址为 <http://birch.dlut.edu.cn/~yzhao/>。

赵亦林

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 历史简介	(2)
1.2 现代车辆定位与导航	(7)
参考文献	(13)
第 1 篇 子系统	(17)
第 2 章 数字地图数据库	(19)
2.1 引言	(19)
2.2 基本表示法	(20)
2.3 参考坐标系	(22)
2.4 数字地图标准	(30)
2.4.1 地理数据文件(GDF)	(31)
2.4.2 数字道路地图协会	(32)
2.4.3 空间数据转换标准	(33)
2.4.4 真值标定标准	(34)
2.5 专有数字地图数据库	(35)
2.5.1 易泰克公司的地图数据库	(35)
2.5.2 导航技术公司的地图数据库	(38)
2.6 数字地图的编译	(39)
2.6.1 数据结构	(40)
2.6.2 编译器结构	(41)
2.6.3 分层地图	(41)
参考文献	(45)
第 3 章 定位	(48)
3.1 引言	(48)
3.2 推算定位	(50)

3.3	相对传感器	(51)
3.3.1	传动传感器	(51)
3.3.2	车轮传感器	(55)
3.3.3	陀螺	(58)
3.4	绝对传感器	(60)
3.4.1	罗盘	(60)
3.4.2	全球定位系统	(67)
3.5	传感器融合	(79)
3.5.1	简单的过滤器	(79)
3.5.2	卡尔曼过滤器	(81)
3.5.3	其他融合方法	(83)
	参考文献	(84)
第 4 章	地图匹配	(88)
4.1	引言	(88)
4.2	常规地图匹配	(90)
4.2.1	半确定性算法	(90)
4.2.2	概率统计算法	(90)
4.3	基于模糊逻辑的地图匹配	(99)
4.3.1	基于模糊逻辑的算法	(100)
4.4	其他地图匹配算法	(105)
4.5	地图辅助传感器校准	(106)
	参考文献	(108)
第 5 章	路径规划	(110)
5.1	引言	(110)
5.2	最短路径	(112)
5.2.1	迪杰斯特拉最短路径算法	(112)
5.2.2	改进的最短路径算法	(113)
5.3	启发式搜索	(117)
5.3.1	A* 算法	(117)
5.4	双向搜索	(123)
5.5	分层搜索	(128)
5.6	其他算法	(130)
	参考文献	(132)

第 6 章 路径引导	(137)
6.1 引言	(137)
6.2 途中引导	(138)
6.2.1 行驶指令的产生	(138)
6.2.2 规划路径的跟踪	(141)
6.3 偏离路径的引导	(143)
6.4 利用动态信息的引导	(144)
参考文献	(149)
第 7 章 人机接口	(152)
7.1 引言	(152)
7.2 基于可视显示的接口	(155)
7.2.1 显示技术	(155)
7.2.2 触摸屏	(160)
7.2.3 设计时需考虑的问题	(165)
7.3 基于语音的接口	(168)
7.3.1 语音识别	(169)
7.3.2 语音合成	(173)
参考文献	(176)
第 8 章 无线通信	(181)
8.1 引言	(181)
8.2 通信子系统属性	(182)
8.2.1 覆盖范围	(183)
8.2.2 容量	(186)
8.2.3 成本	(187)
8.2.4 联络方式	(187)
8.3 通信技术现况	(187)
8.3.1 寻呼系统	(190)
8.3.2 蜂窝电话网	(192)
8.3.3 个人通信业务	(195)
8.3.4 专用陆地无线移动通信系统	(197)
8.3.5 无线数据网	(204)
8.3.6 广播副载波	(209)
8.3.7 短距离信标	(215)

8.3.8 卫星	(218)
8.4 通信子系统集成	(221)
参考文献	(226)
第 2 篇 系统	(231)
参考文献	(232)
第 9 章 自主式定位和导航	(233)
9.1 引言	(233)
9.2 车辆定位	(234)
9.2.1 独立定位技术	(235)
9.2.2 地面无线电定位技术	(237)
9.2.3 卫星定位技术	(243)
9.2.4 接口技术	(244)
9.3 车辆导航	(245)
9.3.1 解决复杂的技术要求	(245)
9.3.2 导航和娱乐共用部件	(252)
参考文献	(253)
第 10 章 中心式定位和导航	(257)
10.1 引言	(257)
10.2 自动车辆定位(AVL)	(260)
10.2.1 中心控制方式	(261)
10.2.2 分布式控制方式	(265)
10.3 动态导航	(272)
10.3.1 中心动态控制方式	(272)
10.3.2 分布式动态控制方式	(275)
10.4 典型应用:无线电话呼救系统	(277)
参考文献	(282)
第 11 章 实例学习:ADVANCE	(285)
11.1 引言	(285)
11.2 交通信息中心	(287)
11.3 移动导航辅助	(293)
11.3.1 硬件	(294)

11.3.2 软件	(300)
11.4 通信网络	(305)
11.5 初步评估结果	(308)
参考文献	(312)
第 12 章 结束语	(315)
12.1 过去的教训	(315)
12.2 未来方向	(319)
参考文献	(323)
附录 A 笛卡尔坐标系与椭球坐标系间的变换	(325)
参考文献	(326)
附录 B 通用横墨卡托坐标系与椭球坐标系间的变换	(327)
参考文献	(330)
附录 C 定位传感器技术	(331)
附录 D 最小二乘法	(333)
参考文献	(333)
附录 E 卡尔曼滤波器算法	(335)
参考文献	(336)
附录 F 模糊逻辑基础	(337)
参考文献	(342)