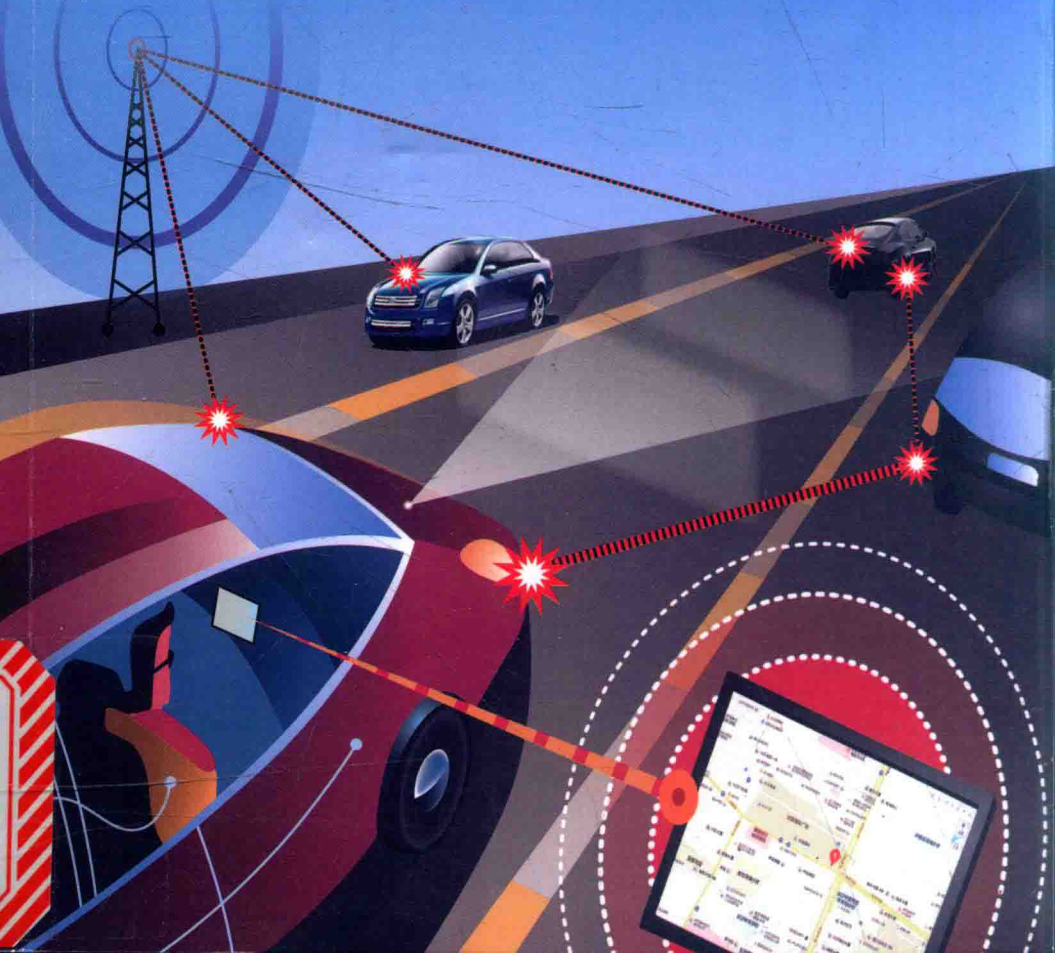


城市智能交通系统 控制与诱导的理论与实践

文孟飞 著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



城市智能交通系统控制 与诱导的理论与实践

文孟飞 著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

城市智能交通系统控制与诱导的理论与实践/文孟飞著.
—长沙:中南大学出版社,2015.11

ISBN 978-7-5487-2017-1

I. 城... II. 文... III. 城市交通系统-智能系统-研究
IV. U491.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第266884号

城市智能交通系统控制与诱导的理论与实践

文孟飞 著

☐责任编辑 谢贵良

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 湖南金太阳印刷有限公司

☐开 本 880×1230 1/32 ☐印张 13.5 ☐字数 337千字

☐版 次 2015年11月第1版 ☐印次 2015年11月第1次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-2017-1

☐定 价 39.00元

图书出现印装问题,请与经销商调换

序

城市交通是城市生活赖以运转必不可少的条件,它是影响和带动整个城市功能布局发展、改善人们居住生活与出行条件的一个重要因素。城市交通不仅要满足社会经济快速发展的需要,也受到生态环境和资源短缺的制约,这使得城市交通的供求矛盾随着经济快速发展更加尖锐。我国正处于经济高速增长时期,一方面,城市化步伐越来越快,机动车辆快速增长,城市道路交通量迅猛增加;另一方面,道路交通基础设施建设缓慢,交通管理水平相对落后,交通意识难以跟上形势的发展。这两方面因素导致我国各大中城市普遍出现了严重的交通拥堵。

要加快我国经济建设和发展,必须对城市拥堵找到行之有效的解决对策。智能交通系统(ITS)是一种集成先进的信息技术、通讯技术、传感技术、控制技术以及计算机技术的实时、准确、高效的智能化交通网络管理系统,通过建立和使用网络化智能交通系统,可加强对交通资源的高效管理和对交通信号的有效控制,不仅能使交通基础设施发挥出最大的效能,提高服务质量,同时使社会能够高效地使用交通设施和能源,从而获得巨大的社会经济效益,是目前各个国家都普遍关注的焦点。

面对智能交通迅速发展和应用中所产生的问题,文孟飞博士的著作在广泛调研和深入思考的基础上提出了自己对智能交通管理与优化的新观点与新算法。他在城市智能交通的背景中,以协同控制理论、模糊神经网络以及 Q 学习为理论基础,构建了智能交通诱导与路径规划等适切的分析框架;基于长沙实时交通流的运转情况,建立算法实施与验证的研究方法。围绕如何以模糊神经网络对交通流进行准确而实时的预测,如何以协同控制理论增加对交通流的控制和诱导的行为智能等几个问题展开系统的研究。研究结果不仅验证了理论算法的正确性,也为城市智能交通流的正确诱导提供了极富实际应用型的建议,是一篇系统的、深入的成功之作。本书分为原理篇、核心技术篇和应用篇三大部分。

在智能交通系统的基本原理方面,作者能够从宏观上结合中国目前的经济社会发展形势描述了中国智能交通系统的总体发展战略,并指出了中国智能交通系统的发展所面临的问题,给出了中国智能交通系统的发展趋

势、战略目标和重点。同时对智能交通的若干技术基础如信息采集技术、智能车辆系统技术、智能交通信息与指挥平台、城市智能交通系统交通流优化与诱导等国内外研究现状进行了阐述。

核心技术篇是作者在博士期间主要的研究成果总结。包括他在交通信息收集与预测方面所提出的动态分簇交通数据收集算法、基于同心均衡分簇的数据收集算法和基于模糊神经网络和基于置信水平的自适应粒子滤波算法,在交通信号控制方面提出的城市交通网络协同优化的交通信号灯控制的策略,还有针对车辆诱导的任务的分解和基于 Q 学习的协同多路径规划策略。上述研究成果,不仅为实现智能交通系统提供了理论支撑,而且有利于促进在智能交通工作上思路的创新。

能够与实际应用紧密结合是本书的一大特点。作者能够在进行理论研究的同时积极思考理论成果的应用和推广。本书在应用篇中对目前智能交通系统中实际应用的交通仿真软件、智能车辆、服务诱导系统和路口控制系统进行了介绍和分析,充分利用交通仿真软件和现代计算技术再现实际交通系统的特性和各种设定条件下的可能行为,为自己的方法建立可靠评价机制。对已经应用在智能交通系统的技术都做了详细的介绍并给出了若干实例。

本书是作者在中南大学攻读博士期间的科研成果的整理,并结合国家智能交通的发展战略和实际应用技术进行了扩展。该书的成果可用于智能交通系统的设计和具体技术实现,解决智能交通中存在的交通流实时数据收集、交通流路口智能控制、诱导与路径规划等问题。作为他的博士学位论文指导教师,本人在与他的论文选题环节、规划研究框架、确定研究方向与技术路线和设计算法并验证等过程中,见证了他所表现出的严谨踏实的研究作风和勤奋刻苦的治学态度。本书在智能交通的调查研究、理论创新、方法设计和归纳总结等方面,体现出了本书作者对智能交通领域所倾注的大量心血。希望作者在今后的学术职业生涯中,能继续保持严谨的学术研究态度,不断潜心钻研并进一步和应用需求结合,力争取得更多更好的可实际应用的研究成果。同时,也希望该书的出版能有助于推动我国智能交通事业的积极探索与健康发展,为交通管理部门提供一些借鉴和参考。

中南大学教授、博士生导师

2015年8月

目 录

第一篇 原理篇

第 1 章 智能交通系统	(3)
1.1 ITS 的定义	(3)
1.2 智能交通系统的特点	(5)
1.3 智能交通系统在城市交通中的作用及意义	(6)
1.4 智能交通系统的发展状况	(8)
1.4.1 美国 ITS 的发展状况	(8)
1.4.2 欧洲、日本 ITS 的发展状况	(9)
1.4.3 我国 ITS 的发展状况	(10)
1.5 中国智能交通系统发展战略	(11)
1.5.1 中国智能交通系统面临的问题	(11)
1.5.2 中国智能交通系统的发展趋势	(13)
1.5.3 中国 ITS 发展战略目标及重点	(14)
1.6 智能交通系统关键技术研究现状	(16)
1.6.1 交通信号控制技术研究现状	(16)
1.6.2 移动车载传感器网络研究现状	(23)
1.6.3 交通流诱导研究现状	(26)

第2章 智能交通系统信息采集技术	(34)
2.1 概述	(34)
2.2 微波/雷达交通信息采集技术	(37)
2.2.1 微波检测	(37)
2.2.2 超声波检测	(38)
2.2.3 红外线检测	(39)
2.3 视频交通信息采集技术	(40)
2.4 GPS 浮动车交通信息采集技术	(44)
2.5 车联网时代交通信息采集技术	(46)
2.6 交通传感器网络技术	(47)
2.6.1 传感器技术	(47)
2.6.2 传感器网络技术	(54)
2.7 其他交通信息采集技术	(55)
第3章 智能车辆系统关键技术	(58)
3.1 智能车辆系统的体系结构	(58)
3.1.1 智能车辆系统的定义	(58)
3.1.2 智能车辆系统的体系架构与结构	(59)
3.2 智能车辆系统的相关技术	(62)
3.2.1 驾驶人行为检测技术	(62)
3.2.2 环境感知技术	(66)
3.2.3 自动驾驶技术	(69)
3.2.4 其他技术	(75)
第4章 智能交通信息与指挥平台	(84)
4.1 概述	(84)
4.1.1 平台简介	(84)

4.1.2 平台结构	(85)
4.1.3 平台功能	(86)
4.2 智能交通系统多源信息融合技术	(87)
4.2.1 多源信息融合技术的基本概念	(87)
4.2.2 多源信息融合的基本内容	(89)
4.3 城市交通信号控制系统	(93)
4.3.1 控制系统结构与功能	(94)
4.3.2 交通控制系统的系统框架	(96)
4.4 视频监控系统	(96)
4.4.1 系统功能结构设计	(97)
4.4.2 系统特点	(98)
4.5 交通诱导系统	(99)
4.5.1 交通诱导服务系统	(99)
4.5.2 交通诱导车辆定位系统	(101)
4.5.3 交通诱导路径诱导及优化系统	(104)
第5章 城市智能交通系统交通流优化与诱导方法研究	(106)
5.1 城市交通流的协同优化与诱导	(106)
5.1.1 城市交通流控制与路径诱导的主要要素	(106)
5.1.2 城市交通流运行状态描述的基本参数	(110)
5.2 城市交通流的研究与分析	(111)
5.3 大规模城市道路网路的信号控制和诱导难点分析	(115)
5.3.1 通信均衡的实时交通数据的收集	(115)
5.3.2 区域均衡的城市交通流信号控制优化	(118)
5.3.3 满足时延约束的在线交通流诱导	(119)
5.4 城市交通流协同优化和诱导的设计方案	(121)
5.4.1 基于同心均衡分簇的数据收集和交通流预测	(125)
5.4.2 基于相邻路口协同的交通信号控制优化策略	(126)

5.4.3 增量搜索的自主车流交通诱导	(127)
---------------------------	-------

第二篇 核心技术篇

第6章 智能交通实时数据收集	(133)
----------------------	-------

6.1 车载传感器网络中数据收集特点	(133)
--------------------------	-------

6.2 动态分簇交通数据收集算法	(138)
------------------------	-------

6.2.1 车载传感器网络通信模式	(139)
-------------------------	-------

6.2.2 车载传感器网络中的分簇数据收集技术研究	(141)
---------------------------------	-------

6.2.3 V2X 通信模式下的分簇模型设计	(146)
------------------------------	-------

6.2.4 V2V 通信模式下的动态分簇方案实现	(147)
--------------------------------	-------

6.2.5 动态车流数据收集	(155)
----------------------	-------

6.2.6 算法仿真模拟和结果分析	(157)
-------------------------	-------

6.3 基于同心均衡分簇的数据收集算法	(165)
---------------------------	-------

6.3.1 车载传感器网络通信模式建立	(166)
---------------------------	-------

6.3.2 车载传感器网络模型和基本假定	(169)
----------------------------	-------

6.3.3 基于同心均衡分簇的路由选择算法	(170)
-----------------------------	-------

第7章 实时交通流预测	(182)
-------------------	-------

7.1 FNN 交通实时预测问题分析	(183)
--------------------------	-------

7.2 基于 FNN 模型和 Taguchi 方法的交通流预测	(192)
---------------------------------------	-------

7.2.1 城市路网基于 FNN 的预测模型	(193)
------------------------------	-------

7.2.2 FNN 合适的道路传感器配置方案	(200)
------------------------------	-------

7.3 FNN 算法仿真与结果分析	(207)
-------------------------	-------

7.3.1 FNN 交通流预测算法仿真	(207)
---------------------------	-------

7.3.2 Taguchi 方法用于道路传感器配置仿真分析	(211)
-------------------------------------	-------

7.4 基于自适应粒子滤波的交通流预测算法	(214)
-----------------------------	-------

7.4.1 常见贝叶斯滤波算法	(215)
7.4.2 粒子滤波算法	(221)
7.4.3 交通流量动态状态空间模型	(226)
7.4.4 基于置信水平的自适应粒子滤波算法	(228)
第8章 城市智能交通学习优化协同控制策略	(235)
8.1 城市交通路口信号控制的基本控制输入	(235)
8.2 城市交通路口信号控制的基本控制方式	(241)
8.3 城市交通流的分段仿射模型和全局优化目标	(243)
8.4 城市交通网络的学习优化协同控制策略	(247)
8.4.1 学习优化协同控制策略设计	(251)
8.4.2 仿真与分析	(263)
第9章 智能交通系统交通流诱导任务的分解	(269)
9.1 智能交通系统交通流诱导问题和应用	(269)
9.1.1 智能交通流诱导系统的应用	(269)
9.1.2 智能交通流诱导系统的交通分配	(273)
9.2 多源多目标群体车流量的交通诱导任务分解与协调 ...	(277)
9.2.1 基于带权与或树的群体车流量交通诱导任务分解	(278)
9.2.2 交通诱导任务分解的 AOE 网数学模型	(282)
第10章 智能交通诱导的动态路径规划	(290)
10.1 路径规划概述	(290)
10.2 路径规划机制研究	(295)
10.2.1 增强学习关键技术研究	(295)
10.2.2 基于增强学习的路径规划研究现状	(299)
10.2.3 基于 Q 学习的协同多路径规划	(302)
10.3 基于 Q 学习的路径规划	(306)

10.3.1	基于 Q 学习的最优路径规划	(306)
10.3.2	基于 Q 学习的多路径规划	(308)
10.3.3	多代理协作的 Q 学习多路径规划	(311)
10.4	算法仿真与结果分析	(313)
10.4.1	单代理的多元多目标路径规划	(313)
10.4.2	多代理的多元多目标路径规划	(314)
10.4.3	若干种多路径算法比较	(316)
10.5	智能交通诱导的动态重规划路径选择方法	(319)
10.5.1	智能交通诱导的路网模型	(320)
10.5.2	基于动态规划的智能交通路径选择	(322)

第三篇 应用篇

第 11 章	交通仿真系统	(329)
11.1	概述	(329)
11.1.1	交通仿真系统的定义	(329)
11.1.2	交通仿真系统的特点	(330)
11.1.3	交通仿真系统的分类	(331)
11.2	交通仿真模型与系统介绍	(333)
11.2.1	微观交通仿真模型与系统	(333)
11.2.2	中观交通仿真模型与系统	(337)
11.2.3	宏观交通仿真模型与系统	(339)
11.3	在线交通仿真技术	(339)
11.3.1	在线交通仿真技术概述	(340)
11.3.2	在线交通仿真技术在交通控制上的应用	(340)
11.4	交通仿真软件	(342)
11.4.1	PARAMICS 仿真软件	(342)

11.4.2	AIMSUN2 仿真软件	(346)
11.4.3	VISSIM 仿真软件	(348)
11.4.4	CORSIM 仿真软件	(350)
11.5	应用案例	(351)
11.5.1	案例概述	(351)
11.5.2	优化步骤	(353)
11.5.3	优化评价	(354)
第 12 章	智能车辆技术的发展与应用	(356)
12.1	智能车辆发展历史	(356)
12.2	智能车辆系统应用实例	(362)
12.2.1	自动泊车系统	(362)
12.2.2	无人车的路径引导系统	(364)
第 13 章	出行者信息服务诱导系统	(371)
13.1	概述	(371)
13.1.1	系统定义及组成	(372)
13.1.2	ATIS 的基本功能	(373)
13.1.3	ATIS 的发展阶段	(373)
13.2	出行者信息服务诱导系统需求分析	(374)
13.2.1	出行交通信息	(374)
13.2.2	出行对象分析	(376)
13.2.3	交通信息服务功能需求分析	(378)
13.2.4	建设交通出行信息服务诱导系统的必要性和意义	(379)
13.3	出行者信息服务诱导系统国内外研究动态	(381)
13.4	体系结构	(384)
13.5	服务内容	(386)
13.6	关键技术	(387)

13.6.1	交通信息采集与融合技术	(388)
13.6.2	信息预测技术	(389)
13.6.3	动态路径规划技术	(390)
13.7	应用案例	(390)
13.7.1	概述	(390)
13.7.2	世博交通信息服务保障系统构建	(391)
13.7.3	世博交通信息服务保障系统应用	(392)
第14章	智能城市交通系统	(398)
14.1	交通实时监测系统	(398)
14.2	路口信号协调控制	(399)
14.3	实时信息发布系统	(401)
14.4	交通流诱导系统	(402)
14.5	实时公交应急系统	(403)
14.6	公交先行理念	(403)
参考文献		(405)

第一篇

原理篇

第1章 智能交通系统

智能交通系统(Intelligent Transportation Systems ITS)的出现有效地缓解了交通问题。本章围绕 ITS 首先介绍了 ITS 的定义、特点等相关内容,还重点介绍了中国 ITS 的发展战略,最后介绍了 ITS 中几项关键技术的研究现状。

1.1 ITS 的定义

ITS 是一种集成先进的信息技术、通讯技术、传感技术、控制技术以及计算机技术的实时、准确、高效的智能化交通网络管理系统,是解决交通运输安全和交通拥堵问题的有效手段。通过建立和使用网络化智能交通系统,加强对交通资源的高效管理和对交通信号的有效控制,在现有的路网规模下缓解交通拥堵问题,是目前各个国家都普遍关注的焦点。世界各国都投入了大量资源,建立了各种科研部门进行智能交通的开发研究,取得了不少科研成果。

交通拥堵使道路通行能力降低、行车速度下降、交通延误增大、燃油消耗量增加,降低了城市通行效率和生活质量,还会造成巨大的经济损失和严重的环境污染。交通拥塞已成为困扰世界各大城市的主要社会问题,制约着经济和社会的发展。在促进城市经济发展的同时,交通拥挤已成为全球面临的共同问题,出行难已成为困扰人类社会生活的重要问题。

交通问题每年给世界各国造成了巨大的经济损失。美国德州

运输研究所对美国 39 个主要城市的交通状况进行了研究,估计美国每年因交通阻塞造成的经济损失约为 410 亿美元,12 个最大的城市每年的损失均超过 10 亿美元;由于交通阻塞,日本东京的专业运输成本 1985 年与 1980 年相比,年度成本增加 842 亿日元,每年因交通拥挤造成交通参与者的时间损失相当于 123000 亿日元;而欧洲每年因交通事故,交通拥挤造成的经济损失分别为 500 亿欧元和 5000 亿欧元。

在国外,特别是西方国家,由于经济发展较快,早在 20 世纪 60 年代,交通问题便日渐突出,就已经开始采取各种现代化技术解决交通问题,形成了交通智能化体系的雏形;我国由于经济发展相对较晚,汽车拥有量相对较少,在改革开放的初期这一问题并不严重,但随着我国经济的飞速发展,随着机动车辆的不断增多,高速公路里程的延长和城市立交桥的功能的增加,在 20 世纪 80 年代中期,特别是进入 20 世纪 90 年代以来,我国的交通状况日渐恶化,交通拥挤日益严重,特别是像北京、上海等大城市,交通拥挤已成为制约城市经济发展的瓶颈^[1]。

智能交通系统是在传统的交通工程基础上发展起来的新型交通系统。由于各国、各地区具体情况不同,智能交通的发展重点和研究内容存在很多不同,因此,目前国际上对 ITS 还没有一个完整的定义。综合各个观点可归纳为:它是将先进的信息技术、数据通讯传输技术、电子传感技术、控制技术及计算机技术等有效地集成运用于整个地面交通管理系统而建立的一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效的综合交通运输管理系统,是未来交通系统的发展方向。它充分开发现有交通道路设施的潜能,提高交通效率,降低环境污染,保障交通安全,减少交通拥挤,同时也推动了高新技术产业的应用及发展。