



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

WUTP

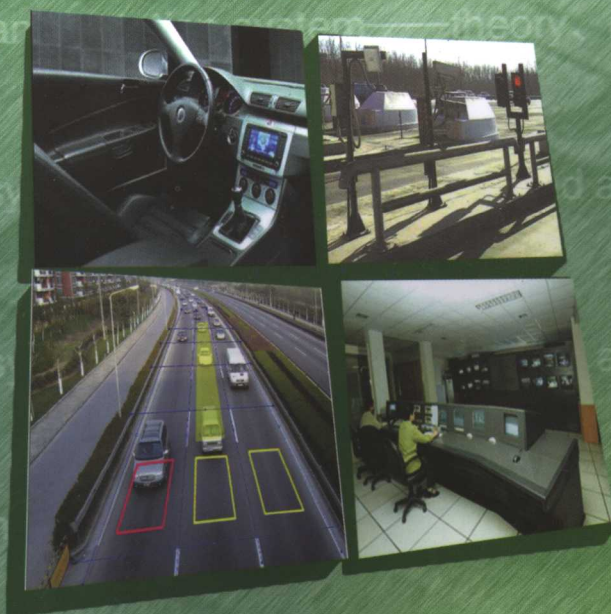
智能运输系统

——原理、方法及应用

Intelligent transportation system

——theory、method and application

严新平 吴超仲 编著 杨兆升 主审



武汉理工大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

智能运输系统

——原理、方法及应用

严新平 吴超仲 编 著
杨兆升 主 审

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 简 介

本书共分为9章,从智能运输系统的概念、体系框架,智能运输系统的关键技术,智能运输系统规划与设计,城市交通信号控制系统,先进的交通管理系统,交通信息服务系统,先进的车辆系统,先进的货运管理系统等方面进行了深入分析和讨论。本书涵盖了智能运输系统的主要内容,是在收集国内外智能运输系统近年来最新成果的基础上,结合该领域的科研和教学实践编写而成的。

本书可作为交通运输类、物流工程、物流管理、自动化等相关专业开设“智能运输系统”课程的教材,也可作为从事智能运输系统的设计、开发与运营等相关人员提供理论、方法和应用案例。

图书在版编目(CIP)数据

智能运输系统——原理、方法及应用/严新平,吴超仲编著. —武汉:武汉理工大学出版社,2006.12

ISBN 7-5629-2459-7

I. 智…

II. ① 严… ② 吴…

III. 公路运输-交通运输管理-自动化系统

IV. U491-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 105752 号

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070

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

E-mail:wutpbook@sohu.com

huangchun@mail.whut.edu.cn

wutpbailh@163.com

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:武汉理工大印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:19.25

字 数:481 千字

版 次:2006 年 12 月第 1 版

印 次:2006 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

定 价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87397097 87394412

序

交通一直在国民经济中占有重要地位。随着社会经济发展和科学技术进步,交通运输对保证社会经济体系及日常生活的正常运转发挥着越来越大的作用,社会对交通运输的需求持续增长促使交通运输业迅速发展。然而,交通发展的同时,也带来了大量的问题,造成了巨大的物质与经济损失,集中表现在交通拥堵、环境污染、交通事故等方面。实践表明,单纯依靠修建道路基础设施和采用传统的管理方式来解决交通问题,不仅成本昂贵、环境污染严重,而且其缓解交通拥堵、减少交通事故、提高交通运输效率的能力也十分有限。为此,需要一些新的技术和手段来从根本上解决交通问题,智能运输系统的出现为解决这一问题提供了可能。

美国、日本和欧盟等发达国家从 20 世纪 90 年代初开始进行智能运输系统的研究,将驾驶员、交通工具、道路、环境作为一体来考虑,将先进的信息技术、传感技术、数据通信技术、自动控制技术、运筹学、图像分析技术、计算机网络技术以及人工智能等有效地综合运用整个交通管理系统。在系统工程综合集成的总体思想指导下,建立起一种在大范围内全方位发挥作用的实时、准确、高效的运输综合体系。这一技术的应用大大缓解了交通拥挤、安全和环保等问题。在总结近年来交通科技成就的基础上,美国联邦运输咨询小组提出了《美国综合运输系统 2050 年发展构想》的报告,明确新的交通系统发展思路将不同于“(20 世纪)50 年代规划修建州际公路系统以增加供给和物理设施能力”的做法,“需要创新的解决方案”,“着眼于新技术和新概念,如信息技术、纳米技术、再生燃料以及高效清洁能源技术等”。美国联邦运输咨询小组的报告特别指出,智能运输技术是交通运输发展中最典型、最活跃和最具潜力的全面应用信息技术的一个技术领域。由此可见,智能运输系统的发展将推动交通运输进入信息时代,是 21 世纪现代化交通运输系统的发展方向。

近十年来,我国加速了智能运输系统的研究,取得了一系列可喜的成绩。但由于我国是当今世界交通基础设施建设发展最快的国家,正处于基础设施建设和智能化建设同时进行的特殊时期,与发达国家开发和应用智能运输系统的条件不同,在某些方面没有经验可以借鉴,还存在很多需要解决的问题。因此,智能运输系统在我国尚处于初级阶段,它在我国交通运输中所起的作用还远远没有被完全挖掘出来,还需要我们长期的努力。

本书由武汉理工大学严新平教授组织编写,他所领导的团队积极开展智能运输系统领域的科学研究和教学实践。2001 年,严新平教授与海峡两岸的学者

共同发起了“海峡两岸智能运输系统学术研讨会”，先后由武汉理工大学、国家智能运输系统工程技术中心、淡江大学(台湾地区)、哈尔滨工业大学、同济大学和中华大学(台湾地区)成功地举办了这一会议，收到了良好的效果。2005年10月，严新平教授又与我国人工智能和交通工程领域的学者发起成立了中国人工智能学会智能交通专业委员会。积极的学术交流活动 and 努力地探索智能交通系统的关键技术的科研工作，使得本书有着丰富的资料和信息来源。因此，本书反应了当前国内外该领域的最新研究成果，被列为国家“十一五”规划教材就是对他们最好的肯定。

我相信，本书的出版对推动我国智能运输系统的研究与应用、促进交通运输业的健康快速发展具有重要作用。

中国科学院院士
中国工程院院士
西南交通大学教授
2006年7月8日

沈志云

前 言

交通是人类社会实现人和物空间位移的最重要的方式之一,是社会体系中的重要组成部分。交通的发达程度始终是衡量一个国家现代化进展、社会文明程度和经济发展水平的重要标志。近年来,我国的交通运输业得到了长足的发展,取得了巨大的成就。不仅在交通基础设施建设方面,而且在交通系统的运输效率和水平方面,都向世人展示了令人振奋的业绩。

智能运输系统既是解决交通供需矛盾、减少事故和改善环境污染的重要途径,也是实现创新型交通系统的具体形式,国内外共同追求的未来交通的发展方向。我国无论在智能运输系统的基础研究和技术实现,还是人才培养和知识更新等诸方面,都始终得到了学者、企业家和政府管理人员的极大关注,他们从不同角度共同推动我国智能运输系统的探索与发展。

本书从智能运输系统的概念、体系框架与标准、智能运输系统的关键技术、智能运输系统规划及设计、城市交通信号控制系统、先进的交通管理系统、交通信息服务系统、先进的车辆系统以及先进的货运管理系统等方面进行了深入分析和论述。全书共分为9章。第1章主要介绍智能运输系统的概念、内涵和起源及国内外发展现状。第2章主要介绍智能运输系统的体系框架与标准,包括体系框架的概念、意义及组成,重点介绍美国、欧盟和日本以及我国的智能运输系统体系框架的主要内容。还包括智能运输系统标准化的国内外现状及趋势,以及我国ITS标准化的重要内容。第3章主要介绍智能运输系统的关键技术,包括交通信息采集技术、信息预处理与融合技术、信息传输技术、交通信息的显示技术、智能运输中的智能控制技术、交通地理信息系统技术等。第4章主要介绍智能运输系统规划及设计。包括ITS规划的目标、意义及其特点,ITS的系统分析方法,以及规划的基本步骤,ITS需求分析基本方法,ITS方案设计的基本思路和方法,ITS近、中、远期发展项目设计方法等。第5章主要介绍城市交通信号控制系统。重点介绍交通信号控制系统的基本概念与系统分类、定时式脱机控制系统的功能原理、感应式联机控制系统的原理及组成、基于多智能体的区域交通控制系统。第6章主要介绍先进的交通管理系统。重点介绍交通监控系统的组成及工作原理、电子警察的基本概念及基本工作原理、国内外典型的公共交通管理系统的应用实例、国内外典型的电子收费系统的应用实例、交通事件管理系统的功能(事件检测、信息处理、应急管理方案决策支持、应急救援管理等)及系统组成。第7章主要介绍交通信息服务系统。重点介绍交通信息服务系统的含义、分类、服务内容、工作原理、关键技术以及国内外典型案例。

第8章主要介绍先进的车辆系统。包括先进的车辆系统的概念、组成和功能,安全辅助驾驶系统、车辆自动驾驶系统及自动公路系统等。第9章主要介绍先进的货运管理系统,包括车辆管理系统和特殊货运系统等。

本书涵盖了智能运输系统的主要内容,是在收集国内外智能运输系统近年来最新成果的基础上,结合我们在这一领域的科研和教学实践而编写的。

本书可作为开设“智能运输系统”课程的教材,也可为从事智能运输系统设计、开发和运营等的相关工作的人员提供理论、方法和应用案例。根据有关专业教学的实际需要,讲解内容可以取舍。由讲解、实验、参观等环节构成的教学过程,更有助于对本书内容的理解。本书所附课件,也是讲授本课程的重要资料。

本书成功地申报为“十一五”国家级规划教材。全书由严新平制订写作提纲、定稿和统稿,吴超仲博士协助做了组织工作。本书共分9章,参加撰写人员为:严新平(第1章),吴超仲(第2章、第8章),初秀民(第3章),徐良杰(第4章),张存保(第5章),刘清(第6章),徐堃(第7章),熊伟、杨家其(第9章)。

在本书的编写过程中,参考了国内外从事智能运输系统研究工作者的有关资料,同时,本书的一些观点也来源于武汉理工大学ITS研究中心、交通、物流、汽车和计算机等学院师生们的学术研讨。特别是本书得到中国科学院院士、中国工程院院士、西南交通大学教授沈志云先生的热情鼓励和肯定,他为本书作了序。吉林大学交通学院杨兆升教授担任了本书的主审。在本书申报“十一五”国家级规划教材和编辑出版的过程中,得到“十一五”国家级规划教材评审专家组和武汉理工大学出版社的积极帮助和大力支持。在此对有关资料的作者们和上述各位人员表示衷心感谢!

智能运输系统正处在不断发展之中,由于学识水平有限,本书肯定有不完善之处,敬请各位读者指正。

编 者

2006年7月28日于武汉理工大学

目 录

1 绪论	(1)
1.1 智能运输系统概述	(1)
1.1.1 智能运输系统的起源	(1)
1.1.2 智能运输系统的内涵	(3)
1.2 国外智能运输系统发展历程与趋势	(4)
1.2.1 美国智能运输系统发展历程	(4)
1.3.2 日本智能运输系统发展历程	(5)
1.2.3 欧盟智能运输系统发展历程	(7)
1.2.4 国际智能运输系统技术趋势分析	(8)
1.3 我国智能运输系统发展历程与现状	(9)
参考文献	(12)
2 智能运输系统的体系框架与标准	(13)
2.1 概述	(13)
2.1.1 智能运输系统体系框架的产生	(13)
2.1.2 智能运输系统体系框架的定义与组成	(14)
2.1.3 智能运输系统体系框架的开发方法与过程	(15)
2.2 国外智能运输系统体系框架	(18)
2.2.1 美国智能运输系统体系框架	(18)
2.2.2 日本智能运输系统体系框架	(20)
2.2.3 欧盟智能运输系统体系框架	(21)
2.3 我国智能运输系统体系框架	(22)
2.3.1 我国智能运输系统体系框架制定的目标与步骤	(22)
2.3.2 我国智能运输系统体系框架的服务定义	(23)
2.3.3 我国智能运输系统体系框架的逻辑框架	(23)
2.3.4 我国智能运输系统体系框架的物理框架	(24)
2.4 智能运输系统的标准化	(27)
2.4.1 国际智能运输系统标准化现状	(27)
2.4.2 我国智能运输系统标准化	(30)
参考文献	(33)
3 智能运输系统技术基础	(35)
3.1 智能运输系统技术特点	(35)
3.2 交通信息采集技术基础	(36)
3.2.1 交通信息采集技术概述	(36)

3.2.2	动态交通信息检测技术	(36)
3.2.3	浮动车技术	(45)
3.2.4	自动车辆识别技术	(49)
3.2.5	车辆定位技术	(51)
3.2.6	气象与道路环境信息采集技术	(53)
3.3	交通信息预处理与融合技术	(56)
3.3.1	交通信息预处理	(56)
3.3.2	交通信息处理方法	(58)
3.4	交通信息传输技术	(61)
3.4.1	通信网络技术简介	(61)
3.4.2	ITS 信息传输设施	(62)
3.5	交通信息的显示技术	(65)
3.5.1	显示技术概述	(65)
3.5.2	显示产品的主要种类	(65)
3.5.3	智能运输系统中信息显示设施	(66)
3.6	交通的智能控制技术	(68)
3.6.1	智能控制概述	(68)
3.6.2	智能控制主要方法	(69)
3.7	交通地理信息系统技术	(77)
3.7.1	交通地理信息系统概述	(77)
3.7.2	交通地理信息系统的技术方法	(81)
3.7.3	交通地理信息系统设计与开发	(84)
	参考文献	(88)
4	智能运输系统规划及设计	(89)
4.1	ITS 规划的原则、方法和步骤	(89)
4.1.1	ITS 规划的原则	(89)
4.1.2	ITS 规划的基本方法和步骤	(89)
4.2	ITS 需求分析与预测	(93)
4.2.1	ITS 需求分析	(93)
4.2.2	ITS 需求分析与预测方法	(94)
4.2.3	ITS 需求分析实例	(95)
4.3	ITS 系统功能分析与设计	(101)
4.3.1	目的和原则	(101)
4.3.2	方法及程序	(101)
4.3.3	ITS 重点项目功能设计简介	(101)
4.4	ITS 方案设计实施及评价	(103)
4.4.1	方案设计	(103)
4.4.2	方案实施	(103)
4.4.3	方案评价	(107)

4.5	规划软件介绍	(110)
4.5.1	Turbo Architecture 软件	(110)
4.5.2	IDAS 软件	(112)
	参考文献	(115)
5	城市交通信号控制系统	(117)
5.1	概述	(117)
5.1.1	发展历程	(117)
5.1.2	系统分类	(117)
5.2	定时式脱机控制系统	(121)
5.2.1	仿真模型	(121)
5.2.2	信号配时优化过程	(124)
5.2.3	系统运行评价	(125)
5.3	感应式联机控制系统	(126)
5.3.1	SCATS 系统	(126)
5.3.2	SCOOT 系统	(130)
5.3.3	RHODES 系统	(137)
5.3.4	SPOT/UTOPIA 系统	(141)
5.3.5	OPAC 系统	(142)
5.4	基于多智能体的区域交通控制系统	(142)
5.4.1	传统交通控制系统的局限	(142)
5.4.2	智能体(Agent)的基本概念	(143)
5.4.3	基于多智能体的区域交通控制系统	(144)
	参考文献	(147)
6	先进的交通管理系统	(149)
6.1	概述	(149)
6.2	交通监控系统	(151)
6.2.1	交通监控系统的构成及工作原理	(151)
6.2.2	电子警察系统	(153)
6.3	公共交通管理系统	(157)
6.3.1	简介	(157)
6.3.2	APTS 的关键技术	(160)
6.3.3	应用实例	(162)
6.4	电子收费系统	(164)
6.4.1	简介	(164)
6.4.2	工作原理	(166)
6.4.3	应用实例	(170)
6.5	交通事件管理系统	(177)
6.5.1	交通事件管理概述	(177)
6.5.2	交通事件管理系统的组成	(180)

6.5.3 交通事件管理系统的功能	(184)
参考文献	(186)
7 交通信息服务系统	(188)
7.1 概述	(188)
7.1.1 交通信息服务系统的含义与发展	(188)
7.1.2 交通信息服务系统的作用、特点与目标	(190)
7.1.3 交通信息服务系统的分类	(191)
7.2 交通信息服务系统的服务内容、组成与工作原理	(193)
7.2.1 交通出行者对交通信息的需求特征	(193)
7.2.2 交通信息服务系统的服务内容	(195)
7.2.3 交通信息服务系统的组成与工作原理	(198)
7.3 交通信息服务系统的关键技术及发展	(201)
7.3.1 交通信息服务系统的关键技术	(201)
7.3.2 交通信息服务系统的技术发展	(205)
7.4 国内外典型交通信息服务系统介绍	(205)
7.4.1 国外典型交通信息服务系统介绍	(206)
7.4.2 国外典型路径导航系统介绍	(220)
7.4.3 我国交通信息服务系统应用实例简介	(222)
参考文献	(231)
8 先进的车辆系统	(233)
8.1 先进的车辆系统概述	(233)
8.2 先进车辆系统的功能	(234)
8.3 安全辅助驾驶系统	(235)
8.3.1 驾驶员监测警告系统	(236)
8.3.2 防撞系统	(237)
8.3.3 巡航控制系统	(238)
8.3.4 驾驶员视觉增强系统	(239)
8.4 车辆自动驾驶系统	(240)
8.4.1 磁道钉导航系统结构	(240)
8.4.2 磁道钉导航系统感知原理	(242)
8.4.3 视觉导航系统的结构	(249)
8.4.4 视觉导航系统感知原理	(249)
8.4.5 车辆自动驾驶系统控制原理	(254)
8.5 自动公路系统	(257)
8.5.1 自动公路系统的概念	(257)
8.5.2 自动公路系统关键技术	(258)
8.4.4 自动公路系统国内外研究现状	(262)
参考文献	(264)
9 先进的货运管理系统	(265)

9.1 先进的货运管理系统概述	(265)
9.2 基本功能	(265)
9.3 车辆管理系统	(266)
9.3.1 商用车辆的监测	(269)
9.3.2 商用车辆的定位	(271)
9.3.3 商用车辆的重量测定	(273)
9.3.4 自动路边安全检查	(273)
9.4 特殊货运系统	(274)
9.4.1 危险品运输	(274)
9.4.2 专用货运系统	(276)
参考文献	(277)
附录 A 我国 ITS 体系框架	(278)
附录 B 智能运输系统通用术语中英文对照表	(286)

1 绪 论

1.1 智能运输系统概述

1.1.1 智能运输系统的起源

随着全球经济的发展,社会对交通运输的需求持续增长,交通运输业得到迅速发展。世界发达国家和地区从 20 世纪 50 年代起大力发展道路基础设施和汽车工业,促进了道路交通的飞速发展。在道路交通发展的同时,也带来了交通事故频发、交通污染严重、交通拥堵等严重的问题。在各种交通方式中,汽车消耗的不可再生能源最多,由此带来的环境污染是其他交通方式的几十倍;交通事故中由道路交通造成的事故也是其他方式的几十倍;交通拥堵更是道路交通特别是城市道路交通特有的现象;交通基础设施的增加依然不能满足交通运输量的增加,道路交通问题成为困扰世界各国的交通难题。

分析一下实际生活中的道路交通状况,例如,在一个十字路口,绿灯亮的路口没有车辆通行,而红灯亮的路口有车辆停在路口不能通行,导致十字路口有车辆等待而无车辆通行的怪现象。人们说,这些红绿灯没有智能,不能根据道路的实际情况动态调整控制策略。人们经常听到关于交通事故的报道,很多原因是人为因素引起的,由于驾驶员生理上的局限或者处于疲劳、分神状态而车辆又没有智能,从而导致了交通事故。

从事交通工程研究的人员很早就想到提高车辆、道路的智能来改善交通系统。如果能够及时地检测到交叉路口的车流信息,并动态显示控制策略,则路口的通行能力将大大提高。研究发现,在交通高峰期,城市道路系统和高速公路系统并不是全都发生交通拥堵,有相当一部分道路仍然很畅通。如果能够及时地将道路网的交通信息告诉驾驶员,并提示他们合理使用那些路段,则道路网的资源就可以得到充分利用。如果汽车能够实时检测周围信息,并能正确地做出决策甚至全自动驾驶,则交通事故将大大减少,而效率会大大提高。这种想法在 20 世纪的 60~70 年代就已经提出。但如何采集交叉路口的车流信息?用什么算法来处理这些信息以得到合理的控制策略?如何采集主要道路上的实时交通状况数据?如何传输和处理这些数据?如何将信息传给交通的参与者?汽车如何实时检测周围信息?汽车如何处理这些数据后做出正确的决策?汽车如何来执行所做出的决策?这些问题都成为当时交通工程研究者的难题。

按照这些想法,人们试图让交通系统具有智能并开展了大量的工作。从国际上智能运输系统的发展历史来看,各国普遍认为起步于 20 世纪 60~70 年代的交通管理计算机化就是智能运输系统(Intelligent Transportation System, ITS)的萌芽。

什么是智能运输系统?要理解智能运输系统,先要理解智能。智能是指事物能认识、辨析、判断、处理和发明创造的能力。工程中的很多系统或产品都具有某种智能,可以称为人工智能系统。人工智能系统就是用传感器、CPU 和执行机构来分别模拟人的五官、大脑和

四肢。智能运输系统广义上说也是一种人工智能系统,是用交通类的传感器、带有交通知识的 CPU 和能执行交通功能的执行机构模拟人的五官、大脑和四肢,达到交通智能化的目的。以智能红绿灯为例来看人的智能、人工智能和智能红绿灯之间的对应关系,如图 1.1 所示。

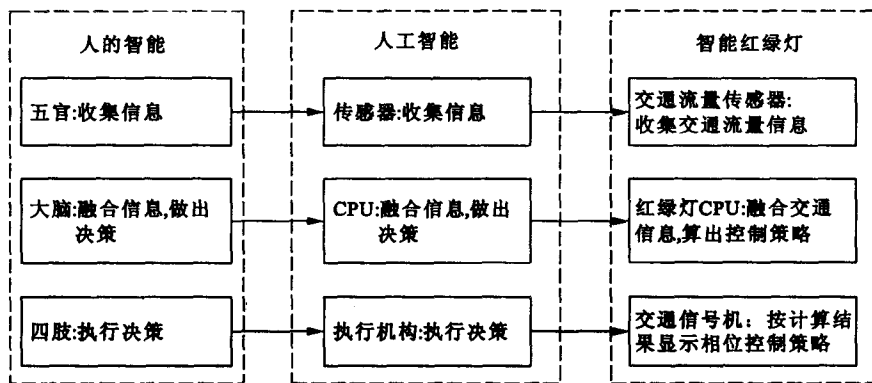


图 1.1 人的智能、人工智能和智能红绿灯之间的对应关系图

关于智能运输系统的准确定义,这是一个引起广泛争论的话题。美国、欧盟、日本及我国的理解都不相同,每个国家内部各方专家的理解也不相同,目前出现的定义和观点五花八门。

对于 ITS 概念和内涵上的争议,天津大学贺国光教授提出的观点:“不必定义,探讨内涵,放弃争论,反对搭车”,具有一定代表性。

“不必定义”是指不必急于下定义。因为 ITS 还处于发展过程当中,人们对它还需要有一个认识的过程。从科学发展史来看,很多名词术语是经过若干年甚至几十年才有明确定义的,有些名词甚至经过几十年也一直没有明确的定义,有的名词随着科学技术的发展,需要重新定义和更新。例如“系统”、“系统工程”、“智能”、“智能技术”、“知识”、“知识工程”、“信息”、“信息技术”等,这些专业人员常用的词,专业人员大概知道其含义,但是,即便是相关领域的权威也很难对其下正确的定义。对于 ITS 这个发展才十多年的概念,还处于发展初期,也许有些现在争论不清的问题,若干年后会不辩自明,因此可以不必急于对 ITS 下定义。“不必定义”并不是不要弄清楚 ITS 是什么,而是应该去积极探讨 ITS 的内涵,界定 ITS 包括哪些技术、哪些产品、哪些系统。

“探讨内涵”必然会有不同的观点。学术上“百花齐放,百家争鸣”有利于科学的进步,也应该允许对 ITS 内涵的理解有差异。探讨内涵应该把主要精力放在研究与开发 ITS 本身的技术产品上。

“放弃争论”,不要把精力放在概念和定义的本身,讨论哪个定义合理哪个定义不合理等问题上。

“反对搭车”,这里的“搭车”是指人们常见的一种社会现象。由于现在时兴“包装”,有些商品什么时髦就叫什么,改头换面往上“靠”或“搭”,特别在时髦词刚刚兴起的时候。这种“搭车”现象在国内外都有,现在往 ITS 上“搭车”的产品就有不少。

1.1.2 智能运输系统的内涵

交通系统的基本要素是人、车、路和环境。人本身是智能的,但人在感知和执行方面存在缺陷,如光线不好的情况下视距不够,在疲劳和分神时的反应能力不够等。如果能增强人在这些方面的能力,同时使车、路和环境也都智能化,那么交通系统的所有要素就都是智能的了。ITS的所有要素都应该是智能的,ITS与传统概念的交通系统之间的差别就在于增强人的感知能力和执行能力及交通工具、环境的智能化。

ITS的内涵是逐步扩大的,这里可以从ITS的一些特点和属性探讨ITS的内涵。

(1) 先进性

无论是美国、欧盟还是日本,他们在ITS的概念还没有形成之前,就在寻求用诸如远程通讯、计算机、电子技术等现代先进技术来改造和装备交通系统,用先进的理论方法来改善交通系统的管理和运营。美国提出的ITS子系统更是明确地在名称上加上“先进的(Advanced)”的定语。“先进性”是一个模糊的概念,从总体上来讲,先进性应该是指用近几年新出现的一些技术来开发产品和系统。

(2) 综合性

ITS涉及的关键技术包括:信息技术、通讯技术、计算机技术、电子技术、交通工程、系统理论、控制理论、人工智能、知识工程等。可以说,ITS是这些技术的交叉和综合,是这些技术在交通系统中的集成应用。

(3) 信息化

人们通过各种手段来获取交通系统的状态信息,为交通系统的用户和管理者提供及时有用的信息,只有具有了信息,才能实现智能化。而且,当交通信息达到一定的程度,就会改变交通出行行为、交通管理方式等,进而引起传统交通理论的改变。因此,信息化是ITS的基础。

(4) 智能化

智能这个词的使用越来越广泛,研究智能的人越来越多,智能技术的应用也越来越多。智能机器人、智能仪器仪表、智能楼宇等名词频繁出现。产品的智能化给众多传统技术带来了生机和活力,其中也包括智能运输系统。智能运输系统中的很多子系统正是因为实现了智能化,才体现出与传统交通系统的差别。电子收费系统(Electronic Toll Collection, ETC)就是一个典型的例子。传统的道路收费系统设立收费站,车辆经过收费站停车、手工交现金,车辆要排队,而且不利于统计。而电子收费系统使用电子结算、车辆自动识别技术、微波通信技术等,可以做到不停车的自动收费,既节约了时间,又提高了准确性,还能提供交通流量统计数据等信息,体现出了智能性。再比如自动公路系统(Automated Highway System, AHS),可以实现车辆全自动驾驶,驾驶员一旦进入到系统,只要输入目的地,就可以安全快捷地到达,体现出了较高的智能性。

ITS的实质就是利用高新技术对传统的交通运输系统进行改造从而形成一种信息化、智能化、社会化的新型交通运输系统。它使交通基础设施发挥出最大的效能,提高服务质量,使社会能够最有效地使用有限的道路交通设施和资源,同时推动与之相关的通讯、计算机、网络等产业的发展,从而获得巨大的经济效益和社会效益。

目前国内外对智能运输系统的理解不尽相同,但不论从何角度出发,有一点是共同的:

ITS 是用各种高新技术,特别是电子信息技术来提高交通效率,增加交通安全性和改善环境保护的技术经济系统。因此,智能运输系统是在较完善的交通基础设施之上,将先进的信息技术、通信技术、控制技术、传感器技术和系统综合技术有效地集成,并应用于地面交通系统,从而建立起来的大范围内发挥作用的,实时、准确、高效的交通运输系统。

1.2 国外智能运输系统发展历程与趋势

1.2.1 美国智能运输系统发展历程

纵观美国智能运输技术研究的发展历程,根据其研究目标、特点和关注的重点大体可以分为两阶段。第一阶段从上世纪 90 年代到上世纪末,主要特点为研究的范围全而广,研究领域涉及交通监控、交通信号智能控制、不停车收费、车路协同及自动驾驶等领域,表现为研究内容宽泛,项目相对分散;第二阶段从本世纪初开始,在战略上进行了调整,由第一阶段的“全面开展研究”转向“重大专项研究,重点关注车辆安全及车路协调技术”战略,并从综合交通运输体系的角度开展智能运输与安全技术的研究,研究内容包括综合运输协调技术、车辆安全技术等,特点是更加注重实效,促进相关技术产业化。

第一阶段:1990 年,美国正式成立智能车辆道路协会(Intelligent Vehicle Highway Society of America, IVHS America),作为美国运输部的咨询机构,协助推动全国道路交通智能化工作。1991 年,美国国会通过了“综合地面运输效率法案”(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act, ISTEA),正式开始智能车路系统(Intelligent Vehicle Highway System, IVHS)研究。由美国运输部负责全国 IVHS 的开发工作,并在 1991 年以后的 6 年中由联邦政府拨款 6.6 亿美元经费用于研究和开发 IVHS 技术。1994 年,根据国际上的共识,美国将 IVHS 改名为 ITS(Intelligent Transportation System),相应的美国 IVHS 协会改名为美国 ITS 协会,这标志着智能运输系统研究不再仅仅限于车辆和道路,而是以推进整个交通系统智能化为目标。1995 年 3 月,美国运输部首次正式发布“国家智能运输系统项目规划”,明确规定了智能运输系统的 7 大领域和 29 个用户服务功能,并确定了到 2005 年的年度开发计划。1996 年,美国运输部长 Federico Pena 宣布实施时间节省行动计划(Operation Time Saver, OTS),10 年内在 75 个都会地区建立智能运输基础结构(Intelligent Transportation Infrastructure, ITI)。美国的 ITS 研究开发在这一时期取得显著的成绩,主要包括:

(1) 在 75 个最大的都会区中,有 50 个已经建立了交通管理中心,这些中心的主要任务是自动监视高速公路的运行状况,并及时进行事故报警;

(2) 交通信号和高速公路匝道信号控制已经大量用于改善交通运行;

(3) 出行信息已经大量地存在于各种媒体之上,出行者可以方便地查询到各种出行信息,以便更好安排自己的出行计划;

(4) 电子收费系统服务已经覆盖了 70% 以上的现有收费道路;

(5) 公共交通系统已经安装了计算机卫星通讯调度系统,能够提供更有效、更安全的公共交通服务,同时能够为出行者提供更准确的公交车辆出行信息;

(6) 车载电子装置已经大大增强了人们处理紧急事态、紧急求救的能力;同时也增强了

车辆的导向性能;

(7) 与驾驶失误相关的交通事故死亡人数已经开始随着车辆行驶里程的增加而减少。

(8) 自动公路系统实验。1997 年美国在 San Diego 到 Los Angeles 之间的 12 公里 I-15 州际公路上进行了验证实验。此次公开演示实验用 10 辆小轿车进行车辆车道自动保持、自动换道、车队编排以及车车、车路通讯等技术的验证。

第二阶段:1997 年美国加州的自动公路系统演示(DEMO'97)结束后,美国运输部认为日益严重的交通事故是最迫切需要解决的问题,于是调整了研发重点。1998 年,美国国会通过《21 世纪交通平等法案》(Transportation Equity Act for the 21st Century, TEA-21),在 1998 年以后的 6 年中由联邦政府拨款 13 亿美元经费用于研究和开发 ITS 技术。1998 年开始组织实施智能车辆(Intelligent Vehicle Initiative, IVI)计划,其基本宗旨和目标为:

(1) 预防交通事故(特别是碰撞事故)及其引起的人员伤亡,提高安全性;

(2) 以人的因素(Human Factors)为基础,防止驾驶员分神;

(3) 促进碰撞防止系统的研发应用。

同时,对轿车(包括追尾警告、偏离车道警告等)、重型卡车(包括驾驶员睡意提醒、电子控制制动系统、车辆侧翻警告及控制、追尾警告、偏离车道警告等)、特殊车辆(包括偏离车道预防系统、交叉路口碰撞预防、信号(停车信号)警告、左转防撞警告等)等进行了研究。

在美国 2002 年颁布的智能运输系统 10 年规划中指出:实现无缝连接的战略目标,包括提供多种运输方式,对不同人群、货物的无缝多式联运;公共政策和私人企业将抓住机遇使 ITS 成为 21 世纪交通的领航者。未来的交通将通过使用综合集成计算机、通信和传感技术的系统提供完整信息,使交通更加可靠、有消费导向和制度创新。该报告指出未来新技术开发与应用的重点领域主要有:

(1) 建立一个全国性的、整体化的交通运输信息网络,使公众出行更加方便、更加省时、更加经济,提高货运效率,更有效地完成货物运输任务;

(2) 开发先进的车辆防撞技术,大量地减少撞车交通事故,将交通安全和运输效率提高到史无前例的水平;

(3) 开发交通事故自动检测、通报和应变技术,使救护人员尽快到达事故现场,争取救护伤员、拯救生命的宝贵时间;

(4) 进一步研发先进的交通管理技术,智能地、自适应地管理各种地面交通。区域性交通网络应当在超越地区界限和运输方式的前提下,无间隙地整合起来,实现一体化的运行目标。先进的交通管理系统还应在保障交通安全、防止交通事故、提供事故救援和快速恢复事故现场的交通秩序等方面发挥功能。

1.3.2 日本智能运输系统发展历程

日本智能运输技术研究的发展历程也经历了两个阶段。第一阶段从上世纪 90 年代到本世纪初,研究领域虽然涉及交通安全辅助驾驶、导航系统、电子收费、交通管理优化、道路管理效率化、公共交通支援、卡车效率化、行人辅助、紧急车辆的运行辅助等方面,但重点集中在导航系统、自动收费系统和先进的车辆系统,并在这些技术上都取得了突破,尤其是导航系统和自动收费系统已经得到广泛应用;第二阶段从本世纪初开始,研究重点转移到道路交通安全性的提高、交通顺畅化及环境负荷的减轻、个人便利性与舒适性的提高、地方活力