

国家自然科学基金重点项目
上海市科学技术委员会重点项目

ZHINENG JIAOTONG YUNSHU

智能交通运输 系统体系结构

XITONG TIXI JIEGOU

杨佩昆 编著

同济大学出版社

国家自然科学基金重点项目
上海市科学技术委员会重点项目

智能交通运输系统体系结构

杨佩昆 编著



A0996448

同济大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

智能交通运输系统体系结构/杨佩昆编著. —上海:
同济大学出版社, 2001.5

ISBN 7-5608-2266-5

I. 智… II. 杨… III. 交通运输—智能控制
IV. U491.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 16585 号

智能交通运输系统体系结构

作 者 杨佩昆 编著

责任编辑 司徒妙龄 责任校对 徐春莲 装帧设计 陈益平

出 版 同济大学出版社
发 行

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 江苏丹阳教育印刷厂印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 8.75

字 数 224000

版 次 2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5608-2266-5/U·30

定 价 16.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换

前 言

集信息、计算机、通信、自动控制、电子等高新科技应用于一体的智能交通运输系统(ITS),因其能有效地提高交通运输效益,且有庞大产业规模的前景而成为当前交通运输领域科技竞争的热点与21世纪交通运输发展的历史潮流。

欧盟、日本、美国研发ITS前期都制订庞大的研究计划,他们把ITS分成六(或九)大领域分别独立进行研究。到1993年,美国最先着手用系统结构化方法来研究制订其“国家ITS体系结构(NIA)”,共投资2500万美元,历时33个月,于1996年公布了《美国国家ITS体系结构(UNIA)》第一版;同时,提出要全国70多个大城市,根据其《UNIA》开发建立“智能交通运输系统基础设施III”,希望这些城市于10年内能节省交通旅行时间15%。根据应用实况,1998年美国又修改公布了《UNIA》第二版,按其《UNIA》制订ITS研究计划、技术路线、技术标准和相应的产业计划,组织全国各有关部门与学者在统一的计划下研究开发美国ITS,取得了卓著的成效。日本虽早已于1995年提出了ITS的“用户服务项目”,但在美国公布其《UNIA》后,于1998年开始研订其“国家ITS体系结构”。欧盟于1998年成立SATIN工作组,提出KAREN计划,研订其地区ITS体系结构。接着国际标准化组织、韩国等都纷纷先后研订其ITS体系结构。由此可见“国家ITS体系结构”对于研发ITS的重要作用。可以说,它是研发全国统一ITS的技术纲领。

1997年,当时尚未闻有关部门已在或计划组织研订我国的“国家ITS体系结构”,上海市科委在理解研订“国家ITS体系结构”的重要意义的基礎上,立项研究“上海市智能交通运输系统体系结构”;接着,1998年,在国家自然科学基金重点项目“城市交通流控制与诱导系统研究”中列入了“中国ITS体系结构研究”分项,把“上海ITS体系结构”的研究成果扩大为“国家ITS体系结构”。希望能在短时间内为“中国ITS体系结构”建立一个框架,为进一步组织系统分析、交通、计算机、信息、通信领域的专家学者制订“中国ITS体系结构”打一点基础;希望我国能在“中国ITS体系结构”的技术路线统筹下,组织各方高效低耗地研发我国的统一ITS,在ITS的研发上能早日赶上国际水准,在ITS产业领域早日跻身国际市场。

本书就是综合以上这两项课题的研究成果编写而成的。在此衷心感谢国家自然科学基金会和上海市科学技术委员会的立项资助研究。这两项课题的完成,主要得力于课题组成员杨超的博士论文、蒋金勇的硕士论文、徐爱功博士后与蒋金勇合作发表的论文和徐爱功的协助整稿工作。衷心感谢美国JMW工程咨询公司黄瑞迎先生帮助提供了大量的参考文献。同时,也感谢王荣和郁朝鸣两位的大力帮助;感谢杨东援教授、陈小鸿教授对出版本书的鼓励与帮助。

杨佩昆

2000.12 于同济大学

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 智能交通运输系统	1
1.2 智能交通运输系统体系结构初步	8
1.3 美国国家智能交通运输系统体系结构	11
1.4 我国智能交通运输系统体系结构	15
1.5 本书内容简介	17
2 ITS 用户服务	18
2.1 引言	18
2.2 国外 ITS 用户服务	18
2.3 中国 ITS 基本考虑	21
2.4 中国 ITS 用户服务的确定	22
3 ITS 用户服务要求	33
3.1 引言	33
3.2 开发方法	33
3.3 中国 ITS 用户服务要求	33
4 国家智能交通运输系统体系结构	68
4.1 需求模型	68
4.2 构架模型	85
5 交通控制与导行子系统体系结构	87
5.1 交通控制与导行子系统体系结构建立方法	87
5.2 子系统用户服务要求	87
5.3 子系统需求模型	88
5.4 子系统构架模型	97
附录 1 欧洲 ERTICO ITS 服务	103
附录 2 过程定义	104
附录 3 数据字典	120
附录 4 模块定义	129
附录 5 信息流字典	131
附录 6 信息通道定义	132
参考文献	133

1 绪 论

1.1 智能交通运输系统

1.1.1 智能交通运输系统与交通运输问题

智能交通运输系统(Intelligent Transportation System—ITS),有别于传统的交通改善技术,它是国际上对运用当代高新科技(计算机、信息、通信、自动控制、电子、系统工程等)提高交通运输效率、增强交通安全性的一系列先进技术或技术集成系统(交通控制与线路导行系统、车辆行驶安全控制系统、交通运输信息服务系统等)的一个统称。“ITS”这一国际术语正式被认定于1994年。在此之前,美国曾称这类技术或其研究项目为“智能车辆道路系统”(Intelligent Vehicle Highway System—IVHS)。在其他国家或地区,对ITS也有相应的、但名称不同的研究计划或研究项目,如欧盟的DRIVE、PROMETHEUS、RTT、PROMOTE等;日本的CACS、RACS、UTMS、VICS等,都是ITS范畴的科研计划或研究项目;国际标准化组织ISO为ITS设定的专项叫ISO/TC-204,其使用的术语是TICS(Transport Information and Control System)。

作为基础设施,道路交通运输支撑着人们的日常生活和经济活动,对社会发展起着十分重要的作用;然而,不断发生的交通事故、持续的交通拥挤以及交通发展所引起的空气污染和环境破坏也逐渐成为倍受关注的严重社会问题。智能交通运输系统被认为是缓解这一问题的极具潜力的方法^[1-3]。发达国家从20世纪60年代就开始在这一领域从事研究和开发,取得了不少有价值的成果^[4,5];进入90年代以来,随着交通问题的深化,ITS相关技术特别是信息技术的发展以及ITS所具有的应用与产业上的广阔前景逐渐为人们所重视,不少国家和地区纷纷投巨资加紧在这一领域展开全面的研发与试验,并相继出台国家ITS发展战略或计划,推动和协调本国或地区ITS的开发和实施,力图在20~30年内实现ITS的主要目标^[1,6]。尽管每个国家或地区发展ITS的初衷并不完全相同,但最终大家都意识到发展ITS可以达到以下一些目的:改善运输系统面貌;促进相关产业的发展和科技成果的应用;保护和改善环境。可以预见,随着科学技术的进步和人们观念的转变,以信息化社会为背景的智能交通运输系统将是21世纪交通运输发展的历史性潮流。

1.1.2 智能交通运输系统研究开发的历程

探索交通发达国家研究开发ITS的历程,可有利于我们正确制订研究开发ITS的技术政策、技术路线与管理、组织方法。

自1960年以来,随着科学技术的新发展,美、日、德、英、澳等国即开始研究高新技术在道路交通上的应用。他们希望运用计算机、通信及控制技术(所谓3C技术)来解决交通阻塞、事故频繁、能源浪费及交通污染严重等问题,开发了不少先进的交通信号控制系统以及与之配套的智能交通电子设施,形成了一种新型的交通治理措施与一个新生的交通管理器材产业。到80年代,已有大量城市使用这些信号控制系统,以英国的SCOOT系统、澳大

利亚的 SCAT 系统等为代表的自适应信号控制系统,对改善城市交通取得了良好的效果,它一般可提高车速 20%、降低停车与延误时间 20% 左右。在交通信号控制系统的基础上,这些国家又进一步研究交通路线导行系统(称之为主动的交通管理系统),已在试运行的试验性路线导行系统有美国的 PATHFINDER、英国的 AUTOGUIDE、日本的 VICS、德国的 ALI-SCOUT 等系统。从 80 年代开始,在上述成果的基础上,各国又提出了庞大的综合运用高新科技成果改善道路交通的研究计划,并已取得了不少成果。

1.1.2.1 欧盟

80 年代初期,德、英、法等国纷纷先后各自研究自己的路线导行系统:德国的 LISB,英国的 AUTOGUIDE,瑞典的 ARISE,法国的 MARATHON 等。经济合作与发展组织(OECD)对此做了调查,并对各国的研究成果作了评价。1988 年发行了《路线导行与车内通讯系统》(Route Guidance and In-Car Communication System)的调研报告,认为应用现代信息与通信技术等高科技的路线导行系统,将会使道路交通状况发生显著的变化。基于这样的认识,OECD 将努力促进这一领域的研究开发;但是考虑到现在各国都在各自研究自己的导行与通信系统,采取了不同的技术方案,结果将形成各自互不相容的独立系统,在联合使用时不能都是最优的系统;将对跨境车辆和道路管理机构造成极大的不便;且由于技术的不相容,还造成设备上的互不通用,而只能各自生产少量的设备,达不到大规模生产的程度,使设备费用昂贵并造成设备市场的混乱。所以,OECD 决定协调已在研究各类导行通信系统的国家的高科技技术力量,进行有效的全欧国际协作,研究建立全欧统一的路线导行系统。

(1) DRIVE 计划(从 DRIVE 到 TELEMATICS)

DRIVE(Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe)计划是欧盟由政府组织主持的一个研究开发计划。在欧共体主持下,1987 年欧共体运输部长联席会议开始筹划,1988 年开始执行 DRIVE 计划。他们组织了 12 个国家的高校、研究中心、企业等各方面的人员,累计有 70 多个单位参加合作研究,其研究目标是:降低道路交通事故,加强道路交通安全,提高原有道路交通设施的运行效率,降低交通对环境的污染,改善道路交通环境。

① DRIVE-I

计划的初始阶段为 1988 ~ 1991 年。研究内容集中于基础研究与标准研究,分成四个方面——总体问题和建模、人因行为分析和交通安全、交通控制以及服务、通信与数据库。

第一阶段 DRIVE-I 计划已于 1991 年告一段落,取得了移动无线通信的动态路线导行系统、交通事故自动检测系统、数字地图、交通控制与管理知识库系统、交通控制新策略新算法、交通控制与路线导行集成系统、全欧出行规划系统等主要成果。

② DRIVE-II

继 DRIVE-I,1992 年开始实施第二阶段 DRIVE-II 计划,命名为 OPERATION 1992,预期三年完成,参加研究单位达 500 多个。

DRIVE-II 研究基本目标如下:

- a. 使 DRIVE-I 研究成果付之实用;
- b. 建立通用系统规范。

DRIVE-II 研究交通需求管理、出行交通信息系统、城市交通管理集成系统、城际交通管理集成系统、驾驶员援助系统、货运与车队管理、公共交通管理等七个方面,包括 56 个项目。

③ 从 DRIVE-II 到 TELEMATICS

DRIVE 计划第三阶段 DRIVE-III,或称“交通运输信息通信技术”(TELEMATICS for

Transport),是一个五年计划(1994~1998年),是欧盟“第四骨干计划”的一部分,是一项环绕道路交通运输、航空运输、铁路和水路运输、多方式联合运输的综合性研究计划。其中,道路交通运输信息通信技术(Road Transport TELEMATICS—RTT)专业委员会以下列项目计划通过专题研究组推进智能化交通运输系统的研究。

交通运输信息通信技术研究项目及其研究工作组如下:

- a. 交通管理与控制;
- b. 交通与旅行信息;
- c. 交通需求管理;
- d. 公共交通;
- e. 货运交通及其车队管理;
- f. 车辆控制。

(2) PROMETHEUS 计划

① PROMETHEUS(Program for Europe Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety)

1986年14家欧洲汽车制造商联合提出 PROMETHEUS 计划,作为欧洲 EUREKA 联合开发项目的一个组成部分。

PROMETHEUS 计划研究工作从 1986 年开始“定义阶段”,目的是探清这项研究的必要性,确定研究方向和研究内容,并拟订研究计划;1987 年为“准备阶段”,目的是评价此项目的实用意义,并作成本效益分析;着手进行 PRO-ART 等四项基础研究,即车载微处理机人工智能技术、实时交通状况识别与信息采集处理、数据通信技术、系统综合运用与评价模型;PRO-CAR 等三项应用研究,即防止冲突、障碍检测等助驾技术与助驾信息支持系统、车-车通信及路线导行系统-路车通信系统。此计划预计六年完成。

PROMETHEUS 规定的研究开发和现场测试项目的研究成果分成九类,包括视觉支持、车辆抗滑稳定性监测、车速维持监测、司机状态监测、防止冲突、自适应稳定行驶控制、自动紧急报警、货车运行管理、路线导行、旅行交通信息等项目。这些成果已于 1994 年 10 月巴黎举行的'94 智能车辆学术会上展示。

② 从 PROMETHEUS 到 PROMOTE

上述展示标志 PROMETHEUS 结束,由 PROMOTE(Program for Mobility in Transportation in Europe)继续。PROMOTE 从 1995 年开始,计划四年完成。PROMOTE 环绕各种不同的交通方式研究其智能化措施。

PROMOTE 并非 PROMETHEUS 的简单继续,二者区别如下:

- a. 研究内容从车辆技术移向交通管理系统与安全系统;
- b. 参与者不仅是汽车制造商,也包括电子公司和道路管理者;
- c. 课题范围缩小;
- d. 引进新财源。

(3) KAREN 计划

欧盟于 1996 年开始成立 SATIN 工作组,提出 KAREN 计划,着手研究制订其地区 ITS 体系结构。

(4) 研究 TELEMATICS 的组织机构

随着美国 ITS-America 的成立,欧盟于 1992 年筹组成立与 ITS-America 相当的 ERTICO(European Road Transport TELEMATICS Implementation Organization)机构,统一协调 TELEMATICS 的研究。

1.1.2.2 美国

美国在 20 世纪 60 年代末就已研究开发电子路线导行系统(Electronic Route Guidance System—ERGS),后来因故中断研究。1989 年,由联邦运输部(DOT)正式向国会提出了一个研究开发运用高科技成果改善道路交通的长达 30 年的战略计划,定名为“智能车辆道路系统”(Intelligent Vehicle Highway System—IVHS)。

(1) IVHS 战略计划

1) 1989 年 IVHS 战略计划

1989 年,美国研究 IVHS 30 年战略计划,制定了 IVHS 的研究总目标、研究的分系统及研究内容等。

① 研究目标

a. 使用信息技术、计算机、自动控制等高新技术的先进交通管理系统,提高城市道路与城际高速道路网的运输效率。

b. 用车内、车外信息系统,给驾驶员提供交通状况及驾驶所需各项有关信息及行驶路线导行信息,使车辆可以在最短时间内到达目的地。

c. 用车内安全报警系统以提高驾驶员的驾车注意力,可提高交通安全性。

d. 用安全报警系统、辅助驾驶系统、车辆辨识系统等提高货车等商用车的运行效率、安全与可靠性。

e. 用出行信息系统给旅行者提供各类交通信息,提高出行的交通服务水平,使出行交通方便、畅通、舒适。

f. 改善车辆在道路上的运行状态,降低车辆交通对环境的污染。

g. 发展交通运输系统智能化、信息化设施新产业。

② 研究的分系统及内容

战略计划中起初按用途或对象把 IVHS 分成四个分系统:先进交通管理系统(Advanced Traffic Management System—ATMS)、先进交通信息系统(Advanced Traveller Information System—ATIS)、商用车运行管理系统(Commercial Vehicle Operation System—CVOS)、先进车辆控制系统(Advanced Vehicle Control System—AVCS)。四个分系统的研究内容分别为:ATMS 有检测技术、通信技术、控制技术和路线导行技术等;ATIS 有人为因素、最佳信息内容、效益分析、出行前出行方案优选技术、公交信息和调度技术等;CVOS 有动态称重、自动车辆分类、识别、定位、载货辨识、驾驶员辨识等;AVCS 有车距车速自动控制、驾驶员视野扩大、避撞技术、系统可靠性分析等。

2) 1991 年 ISTEA

1991 年,美国又提出新一轮(1992~1997 年)的道路交通建设法案(美国每六年修改一次全国道路交通建设法案),名为 ISTEA(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act)《陆上综合交通运输效率化法案》,被美国交通运输界誉为确立美国交通运输新政策的一部划时代的交通运输建设新法案。在这部法案中,他们把 IVHS 的研究开发置于道路交通建设政策的中心项目的位置,并规定了研究开发 IVHS 的巨大投资计划。

3) 1992 年 IVHS 战略计划

1992 年,美国再次提出的 IVHS 开发研究战略计划,把四大分系统的研究课题分为两大类,“研究开发(Research and Development)”与“运行测试(Operation Test)”。“研究开发”是 IVHS 的基础研究,“运行测试”是把基础研究成果推向实际应用前的论证阶段。战略计划把两大类课题的研究内容按技术类别分为人为因素、通信、信息、传输、系统结构、法律制度、社

会经济、效益分析、软件、模拟仿真、数据库、故障分析、安全系统、系统监测、车辆性能、传感器、规划等 16 类课题。

从美国 IVHS 战略计划所研究的内容可见: IVHS 不仅研究涉及开发 IVHS 所需的高新技术的研究,还涉及实施运行 IVHS 后的 IVHS 对社会、经济、法律、土地使用及人们出行行为的影响以及所需采取的运行规章及管理制度的建立等研究。由此可见,IVHS 不仅使交通运输建设与运行管理走上高科技之路,使交通运输产业划时代地改变,而且将对社会、经济、法律、土地使用都将产生深远的影响。

4) 研究 IVHS 的组织机构

1989 年,美国有一个民间组织——Mobility-2000 自发展开有关促进协调研究 IVHS 的工作。他们提出 IVHS 战略计划后,考虑到这样庞大的研究计划——涉及学科包括交通科学、电子科学、计算机科学、信息科学、自动控制、通信、检测技术、人类因素,甚至包括社会学、经济学、法律、科研管理等社会科学;因此,美国于 1990 年成立 IVHS 研究工作的组织、管理与协调专门机构,组织来自全国各部门(包括政府部门、高等院校、研究机构、企业单位、咨询公司等有关部门)各学科的专家、学者、管理人员共同协作完成 IVHS 研究开发任务。这个组织机构开始时取名为 IVHS-America(Intelligent Vehicle Highway Society-America)。

(2) 1994 年从 IVHS 到 ITS

1994 年,美国根据 IVHS 的实际在研项目,认为 IVHS 的名称已不能覆盖其全部内容,因而把 IVHS 改名为 ITS(Intelligent Transportation System——智能交通运输系统)。在原 IVHS 四大分系统基础上再增加两个分系统——APTS(Advanced Public Transit System)和 ARTS(Advanced Rural Transportation System),形成了以后 ITS 研究的构架。在此同时,原组织机构 IVHS-America 也随之更名为 ITS-America。在 ITS-America 中,比原来相应增加了两个专题技术委员会,即 APTS 与 ARTS。

(3) 1993 ~ 1996 年研订《国家智能交通运输系统体系结构》到“时间节约战略计划”的提出

IVHS 计划分成四个子系统,ITS 增加到六个分系统;当时对各分系统都是各自独立展开研究的。实践中,发现这种各分系统独立研究的技术路线不但耗时费钱,而且,各分系统相互之间在技术上还会发生矛盾,无法相互协调,信息不能共用,系统难于更新发展,可以说是一种高新技术研究的“手工业式”的技术路线。

ITS 是一个涉及交通、信息、计算机、通信、自动控制、汽车等跨学科的复杂大系统,只有运用系统结构分析方法来组织实施研究,才能经济高效地取得理想的研究成果。因此,美国于 1993 年开始着手组织用系统结构分析方法来研订《国家 ITS 体系结构》(National ITS Architecture—N.ITS. A)。研究历时 33 个月,于 1996 年初公布了《美国国家 ITS 体系结构》(UNIA)第一版。

1996 年初,美国联邦运输部又发布“交通运行时间节约战略计划”。在这个“计划”中,提出了“智能交通运输基础设施”(Intelligent Transportation Infrastructure—ITI)的新概念。这战略就是要通过美国 70 多个大城市根据其研订的《UNIA》建立“智能交通运输基础设施”——在今后 10 年内,实现旅行时间缩短 15% 的一项计划。即在这 70 多个大城市中,把有关 ITS 的设施建设看作同道路、桥梁一样,成为道路交通基础设施的一个组成部分,凡新扩建道路交通基础设施必须建有 ITS 的有关设施,藉以加强 ITS 研究成果的实施,推进 ITS 设施产业的发展。

根据应用状况,1998 年美国又修订公布了《UNIA》第二版。《UNIA》及“智能交通运输基础设施”概念的提出及其在美国 70 多个大城市中的实施,加上日本在全国推广 VICS 及其 ITS 设施建设的响应与国际上 ITS 研究的激烈竞争表明:新世纪的交通运输基础设施已不再

是传统的单纯土建设施,而是土建与 ITS 设施的综合,这是对传统交通运输基础设施观念的一个划时代的更新。

1.1.2.3 日本

(1) 研究 ITS 发展简历

1) 1971 年日本就开始研究开发 CACS(Comprehensive Automobile Control System),1979 年完成;1984 年建设省研究开发 RACS(Road Automobile Communication System),1991 年完成;1987 年警视厅研究开发 AMTICS(Advanced Mobile Traffic Information and Communication System),1991 年完成,但均未能实施。

2) 1991 年,在上述系统基础上,警视厅、建设省、邮电省联合开发 VICS(Vehicle Information and Communication System),1993 年完成,1994 年开始在东京试运行,获得成功。1996 年在东京一都三县开始服务,1997 年组织全国推广。

3) 1993 年,提出 UTMS(Universal Traffic Management System)计划,全面展开研究 ITS。UTMS 包括六个分系统:

- a. ITCS(Integrated Traffic Control System)集成交通控制系统;
 - b. AMIS(Advanced Mobile Information System)先进车辆信息系统;
 - c. MOC(Mobile Operation Control System)车辆运行控制系统;
 - d. DRGS(Dynamic Route Guidance System)动态路线导行系统;
 - e. PTSP(Public Transportation Priority System)公共交通优先系统;
 - f. EPMS(Environment Protection Management System)环境保护管理系统。
- 4) 1995 年,在横滨召开的第二届世界 ITS 会议后,把所有研究项目也统称为 ITS。

(2) 从日本“基本方针”到“实施方针”到“推进 ITS 总体构想”

1) “基本方针”

1995 年 2 月,日本政府制定了“推进实施高度信息通信社会的基本方针”;6 月,日本内阁会议正式通过。在“基本方针”五个研究领域之一的“公共分野情报化”中,道路交通情报化研究被列在首位。

2) “实施方针”

1995 年 8 月,在“基本方针”的基础上,由研究 ITS 有关的四省一厅(建设省、警视厅、通产省、运输省以及邮电省)联合制定并宣布了“在道路、交通、车辆领域实施信息化的方针”,“实施方针”向国内外表明了日本政府对于推进研究开发 ITS 的积极姿态。

① “实施方针”的目的

组织推进政府、产业界与学术界联合开发研究 ITS,并于 21 世纪初把各种开发的系统陆续投入实用,构成 ITS 的体系。

② “实施方针”施策措施

“实施方针”提出 11 条施策措施:

- a. 制定总体构想
- b. 基础设施布设
- c. 系统的兼容适应性
- d. 组织研究管理机构
- e. 开发 ITS 的实用化
- f. 国际合作

- g. 研究与开发项目
- h. 法制、制度的配合考虑
- i. ITS 国际会议
- j. 实施测试内容
- k. 标准化

③ “实施方针”研究领域

“实施方针”计划研究开发以下 9 个领域：

- a. 导行系统
- b. 公共交通优先
- c. 自动收费系统
- d. 商用车辆高效化
- e. 安全驾驶系统
- f. 行人
- g. 交通管理最优化
- h. 紧急车辆运行
- i. 道路管理高效化

3) “ITS 总体构想”

1996 年 7 月,在“实施方针”基础上,日本有关四省一厅(建设省、警视厅、通产省、运输省以及邮电省)联合制定并出版了“推进 ITS 总体构想”。

① “总体构想”的目的

使国民深化理解 ITS 的必要性和通过统一产、学、管各界目标,推进 ITS 实用化的研究开发。

② “总体构想”研究计划

“总体构想”研究计划在“实施方针”9 个开发领域的基础上,进一步明确 20 项为用户服务项目。

(3) 1997 年实施计划

1997 年,日本根据《ITS 总体构想》,计划加强推进综合研究开发及促进在全国范围展开基础设施的建设工作。

① 综合研究开发

以加强自动道路系统的研究开发为主,同时展开对 ITS 总体调查,着手进行系统之间标准化的调查研究,对实施国际标准化机构(ISO,ITU)提出方案。

② 促进建设 ITS 基础设施

扩充不停车自动收费系统(ETC)的试验应用和推进 VICS 在全国范围的推广,并建设相关的基础设施,包括在全国高速公路上推广 VICS 服务,在全国开展一般国道通行限制区间信标等基础设施建设以及在全国建立交通信息收集设施等。

(4) 国家 ITS 体系结构

日本早已于 1996 年提出了 20 项“ITS 用户服务项目”。在美国公布其《美国国家 ITS 体系结构》后,日本于 1998 年也开始在其所提“用户服务项目”基础上研究制订其《国家 ITS 体系结构》。

(5) 研究 ITS 的组织机构

为研究开发 ITS,日本政府及民间曾成立不少组织机构,主要有以下几个:

① HIDO

1984年,日本就已成立HIDO(Highway Industry Development Organization)财团法人“道路新产业开发机构”,专门资助ITS研究成果的开发应用及产业化。

② UTMS-JAPAN

1993年,配合UTMS的提出,日本成立UTMS-JAPAN(Universal Traffic Management Society of Japan)“日本通用交通管理系统研究促进协会”。

③ VERTIS

1994年开始,四省一厅(建设省、通产省、运输省、邮电省、警视厅)联合组织成立全国统一的研究开发ITS的组织机构——VERTIS(Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society)“车辆、道路、交通、智能化促进协议会”。

1.2 智能交通运输系统体系结构初步

1.2.1 体系结构(System Architecture—SA)^[7,11]

体系结构确定并描述为实现用户服务所需的系统组件、各组件的功能、组件之间及其与外部环境之间的关系和连接形式;体系结构不同于系统设计,它高于系统设计,对于同一体系结构可以有許多不同系统设计方案。任何系统都具有一定的结构,对于简单的系统,体系结构往往在工程师构思设计方案的过程中不经意地形成;而对于复杂的大系统,特别是集成系统(例如ITS),则一般要先专门开发其体系结构,然后再进行系统设计。

体系结构对于复杂大系统,特别是集成系统的开发具有重要的意义。ITS作为复杂的大系统,是大量的功能、技术和信息的集成;通信需求无所不在,数据的获取途径和处理方法多种多样,产品和服务的开发具有阶段性,所有这些都要求有一个框架来赖以建立高效、灵活而经济的系统。系统体系结构通过确定系统组件、组件的功能以及各组件之间的关系来向设计人员和产品开发者提供所需的框架和基本指导;而全国范围内ITS的互操作性/兼容性、可扩展性以及IT建设经济性,则有赖于建立统一的国家ITS体系结构。开发国家ITS体系结构的意义还在于,它能确定为实施ITS服务而需要开发的产品/设备,需要建设的基础设施,从而指导ITS的研发与展开。

1.2.2 智能交通运输系统体系结构开发方法

世界各国开发ITS体系结构采用的方法主要有两种,一种称为结构化方法(Structured Method),一种称为面向对象方法(Object Oriented Method)。

结构化方法以功能的抽象与分解为主要手段,按功能之间的连接关系组织数据。结构化方法简单易行,流行已久,能被大多数工程师理解和接受,便于交流;但用结构化方法开发的系统修改或扩展比较困难^[3,7]。

面向对象的方法首先确定对象或实体及其与其他对象之间的关系,然后确定每个对象执行的功能,围绕数据对象或实体组织功能,形成单一的相互关联的视图。用面向对象方法开发的系统易于扩展和修改,但该方法操作起来比较复杂,而且可读性不强,不利于交流和讨论。此外,作为一种软件工程方法,面向对象方法所开发出的只是软件结构,并不能代替完整的体系结构^[6]。

国家ITS体系结构作为一种指导全国ITS设计的框架,必须得到全国工程师和投资者的

广泛认同才能真正发挥作用。因此,国家 ITS 体系结构必须具有较强的可读性,以便让更多的人能理解之,进而讨论之。此外,如果用面向对象方法来开发 ITS 逻辑结构,在确定“对象”集时将遇到很大的麻烦,因为 ITS 是一个复杂的大系统,可能的“对象”太多,“对象”的抽象程度也很难一致。基于这一考虑,美国联邦运输部(U.S. DOT)在建立《美国国家 ITS 体系结构》(UNIA)时,规定用结构化方法。国际标准化组织 ISO/TC204/WG1 采用面向对象的方法对《UNIA》进行改写,开发出 TICS 参考结构(Reference Architecture)建议稿,但美国、欧洲和日本的代表审查后认为其在一致性(Consistency)和可读性(Readability)方面欠佳,有人还建议成立新工作组,用面向功能的方法对 TICS 参考结构进行描述^[8]。

1.2.3 结构化方法简介

结构化方法首先由 Tom DeMarco 提出^[9],后来由 Hatley, Pirbhai 等人扩展至对实时系统的分析^[10],成为广为流行的 Hatley - Pirbhai 方法(后文简称 H-P 方法)。

用 H-P 方法开发体系结构,其主要流程简图如图 1-1 所示。

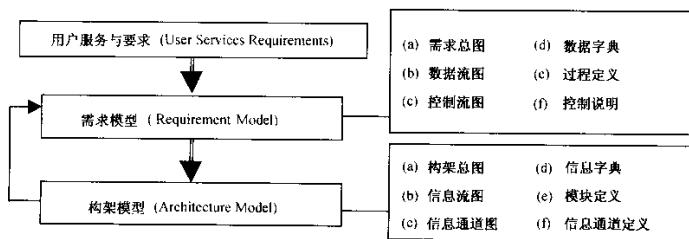


图 1-1 H-P 方法开发体系结构流程简图

(1) 所谓“用户服务”是从用户的角度要求系统所能做的事情。ITS 用户服务的实质是 ITS 提供的服务或产品;提出 ITS 用户服务项目,也就提出了 ITS 开发的范围或发展的目标。

(2) 用户(服务)要求(User (Service) Requirements)

“用户要求”是用户对系统的要求,通常包括功能要求、性能要求、可靠性要求、安全保密要求以及开发费用、开发周期以及可使用资源等方面的限制,其中功能要求是最基本的用户要求。功能要求可以用多种形式表达,用户服务与用户服务要求是美、日等国在开发国家 ITS 体系结构时采用的表达形式,它们陈述的是用户希望接受的服务以及接受服务的方式。

(3) 需求模型(Requirement Model)

需求模型描述系统应该做什么,是系统功能要求的模型化。需求模型主要任务是定义系统的信息处理行为和控制行为。在构架模型开发阶段主要考虑系统的功能要求。

需求模型由“需求总图”、一系列分层次的“数据流图”与“控制流图”及其相应的“过程定义”与“控制说明”以及“数据字典”、“需求字典”组成。

“需求总图”定义系统的边界,即哪些元素属于系统内部,哪些元素位于系统外部。

数据流图和过程定义描述系统执行的功能。

控制流图和控制说明描述系统执行这些功能的条件或环境。

数据字典对在数据流图、控制流图中出现的数据流、控制流、存储器和终端进行描述和定义。

(4) 构架模型(Architecture Model)

构架模型描述系统设计应如何组织,是系统设计的模型化。构架模型的主要任务是:
① 确定组成系统的物理实体;② 定义物理实体之间的信息流动;③ 说明信息流动的通道。
在构架模型开发阶段不仅要考虑功能要求,而且要考虑性能要求、可靠性要求、安全保密要求以及开发费用、开发周期、可用资源甚至市场条件等方面的问题。

构架模型由“构架总图”、“信息流程图”、“模块定义”、“信息通道图”、“信息通道定义”和“信息字典”组成。

构架总图建立系统与其运行环境之间的信息边界,是系统的最高级视图。

信息流程图和模块定义描述组成系统的物理模块以及模块之间的信息流动。

信息通道图和信息通道定义描述模块间信息流动的渠道。

信息字典定义信息通道中所有的数据和元素以及数据字典中未出现的其他物理信息。

(5) H-P方法的变通

上面给出的是标准 H-P 方法。实际上,随着应用的深入和系统分析工具的发展,特别是计算机辅助系统工程(Computer Aided System Engineering—CASE)软件的出现,人们在使用 H-P 方法进行实时系统分析时并不完全照搬“标准”H-P 方法,而是根据自身的经验和条件对其加以变通。

1.2.4 国家智能交通运输系统体系结构

国家 ITS 体系结构就是一个能提供国家规划的全部 ITS 用户服务功能的系统的体系结构。

实现 ITS 用户服务可以有多种选择,如果不进行适当的引导,不同的城市(地区)设计(实施)的系统可能不具有互操作性(Interoperation);ITS 产品和服务的开发具有阶段性,实施当前系统时必须考虑将来可能的扩展或更新;发展 ITS 还必须考虑各地区(各部门)ITS 资源的共享,尽量避免重复建设。所有这些,都要求有一个指导性文件来统筹 ITS 在全国范围内的开发和实施,以建立高效、灵活而经济的系统^[3,12,15]。

《国家 ITS 体系结构》就是这一指导性文件。国家 ITS 体系结构确定和描述提供了全部 ITS 用户服务所必须执行的功能(如收集交通信息或咨询路径),这些功能依附的物理实体或子系统(如放在路边单元或车上),各子系统之间及其与外部环境之间的接口和信息流动,以及信息流对通信的要求(如有线通信或无线通信)等,为 ITS 系统设计提供共同的结构。系统开发者只需对其略加裁剪,即可获得满足其特定需要的体系结构,按这一体系结构进行系统设计,有利于维持系统的互操作性和可扩展性。

国家 ITS 体系结构从总体上考虑合理分配各系统的功能,有利于资源的优化配置,同时,人们也可从它了解已建系统或设备在整个 ITS 系统中的位置,从而避免重复建设。

国家 ITS 体系结构与地方 ITS 体系结构或 ITS 子系统体系结构的区别在于,前者考虑的是全部 ITS 用户服务,而后者考虑的是本地或本领域(如公路交通或城市交通)需要实现的 ITS 用户服务。因此,国家 ITS 体系结构是完整的 ITS 系统结构,而地方 ITS 体系结构或 ITS 子系统体系结构是局部或部分 ITS 体系结构。

开发国家 ITS 体系结构的意义还在于,它能确定为实施 ITS 服务而需要开发的产品/设备,需要建设的基础设施,从而指导 ITS 硬件设备研发与展开。此外,在制定保证 ITS 产品兼容性的国家/国际标准之前,也需要先定义 ITS 体系结构;促进国内 ITS 相关标准的建立以及争取在国际 ITS 标准中反映本国的需要,这也是各国纷纷开发国家 ITS 体系结构的原因之一。

1.3 美国国家智能交通运输系统体系结构

1.3.1 开发过程

美国是最早开发完整的 ITS 体系结构的国家,美国国家 ITS 体系结构开发计划(National ITS Architecture Development Program—NIADP)分为两个阶段:第一阶段称之为“思路竞争阶段”,由四个美国国家 ITS 体系结构开发小组(简称“Architecture Team”,由 Hughes Aircraft Co., Loral Federal System, Westinghouse Electric 和 Rockwell International 四单位主持)分别独立开发出体系结构初步方案;经过方案评审和比较,两个开发小组(Loral 小组和 Rockwell 小组)获准进入第二阶段。第二阶段可称为“联合开发阶段”,由获准的两个小组联合开发,吸收各初步方案的优点,经过整理与合并,合作开发统一的、唯一的国家 ITS 体系结构。

建立美国国家 ITS 体系结构(UNIA)的方法,US DOT 规定采用 H-P 法。但从最后的成果来看,UNIA 所包含的文本(见下节)与 H-P 方法并不完全一致。主要变通包括:UNIA 称需求模型为“逻辑结构”(Logical Architecture),构架模型为“物理结构”(Physical Architecture);在 UNIA 逻辑结构中无控制流图与控制说明;UNIA 将控制流作为数据流加入数据流图,同时,在过程定义和数据字典中对控制行为进行说明。这一做法增加了数据流图和过程定义的复杂性,但由于开发数据流图有 CASE 软件支持,因此,总体上反而比“标准”H-P 方法简单。

典型的体系结构开发过程实质上包括在第一阶段的工作中,Loral 小组在第一阶段采用了反复修改(Iterative Refinement)的开发程序^[14]。首先从用户服务要求(User Service Requirements)出发,开发出运营要求(Operational Requirements)或系统要求,进而开发出运营概念(Operational Concept)(体系结构的目标以及用户如何与之交互);接着,开发包含一系列详细功能要求的逻辑结构;将逻辑结构中的过程(Processes)分配到物理实体/子系统,就产生了物理结构,一个在 2012 年时间框架内提供所有用户服务的体系结构也就被开发出来了;发展部署(Evolutionary Deployment)确定导入某些功能(或服务)的时间框架和背景;体系结构的确认(Validation)体现在追溯矩阵(Traceability Matrix)中,追溯矩阵将用户服务要求追溯至逻辑结构中的过程(Processes)、物理结构中的子系统(Subsystems),以保证所有的用户服务都被体系结构所包含;然后对体系结构进行评价(Evaluation),包括接受来自投资者意愿(Stakeholder Consensus)的反馈信息;最后利用来自评价和确认过程的反馈结果进一步改进系统要求和体系结构。

1.3.2 美国国家智能交通运输系统体系结构简介^[11]

美国国家 ITS 体系结构开发计划主要成果分为:体系结构(Architecture Definition)、评价(Evaluation Documents)、实施策略(Implementation Strategy)和相关标准(Standards Documents)等四部分内容。有关体系结构的内容主要包含在 Architecture Definition 中,下文将以其为蓝本,分用户服务与用户服务要求、逻辑结构和物理结构,介绍美国国家 ITS 体系结构概貌。

1.3.2.1 用户服务与用户服务要求

满足用户服务和用户服务要求是对 ITS 体系结构的基本要求,UNIA 覆盖了 30 项 ITS 用户服务(见第二章表 2-1)及相应的 1000 多条用户服务要求。

1.3.2.2 逻辑结构

UNIA 之逻辑结构相当于 H-P 需求模型。UNIA 逻辑结构通过需求总图、数据流图、过

程定义和数据字典来体现前述用户服务和用户服务要求;UNIA 没有使用专门的控制流程图、控制说明等模型元素,而是将控制流作为数据流加入数据流图,同时,在过程定义和数据字典中对控制行为(Control Behavior)和实时性要求(TR)进行说明。

UNIA 确定的美国 ITS 需求总图如图 1-2 所示,图中圆圈代表 ITS 功能性“过程”,矩形代表从 ITS 过程接收信息或者将信息传递给 ITS 过程的“外部终端”。图 1-3 是简化了的 UNIA 顶层数据流图,图中箭头表示“数据流”,圆圈表示“过程”,直线段表示“文件”,矩形表示“外部终端”。

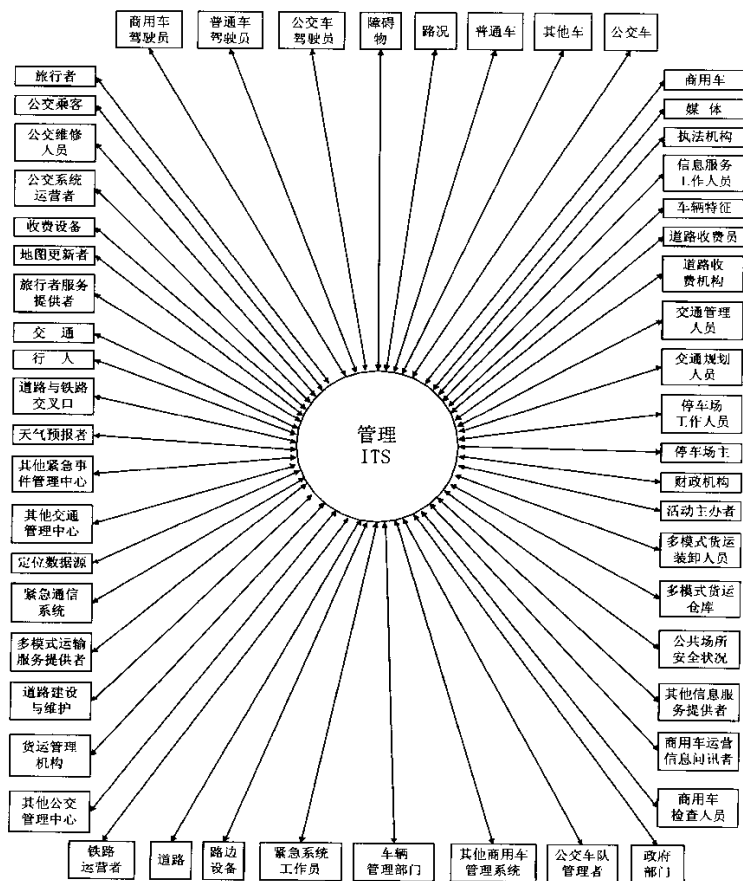


图 1-2 美国 ITS 逻辑结构需求总图