

# 智能交通系统综述

赵娜 袁家斌 徐晗

(南京航空航天大学计算机科学与技术学院 南京 210016)

**摘要** 交通堵塞、环境污染等交通问题本质上可以看作是人、车、路的矛盾,智能交通系统是解决这一矛盾的一种途径。对目前国内外智能交通系统的研究与发展进行了全面的介绍和分析,重点总结了我国目前智能交通系统的发展情况。在此基础上,分析我国交通现状,探讨我国智能交通系统发展所面临的问题与挑战。最后,讨论符合我国国情的智能交通系统发展思路,提出在智能交通系统中引用物联网、云计算、数据挖掘等技术,鼓励政府、企业及高校共同参与来加强标准化工作。通过建立产业联盟促进我国智能交通系统产业链整合,并将智能交通系统与物流业相结合来提高我国智能交通系统水平。

**关键词** 智能交通系统,发展现状,存在问题,发展思路

**中图分类号** TP399 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2014.11.002

## Survey on Intelligent Transportation System

ZHAO Na YUAN Jia-bin XU Han

(College of Computer Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

**Abstract** Traffic problems such as traffic congestion, environmental pollution can be regarded as the contradiction among people, vehicle and road, and the Intelligent Transportation System (ITS) is the only solution to this contradiction. Based on current comprehensive research of the ITS at home and abroad, this paper emphatically summarized the ITS development and further discussed the facing problems and challenges in our country. According to our national circumstances, we proposed the ITS by introducing technologies such as Internet of things, cloud computing and data mining, to strengthen the standardization by encouraging the government, enterprises and universities to work together. The level of national ITS can be improved by establishing the industry alliance to promote Chinese industrial chain integration and combining the ITS with logistics industry.

**Keywords** Intelligent transportation system, Current development, Existing problems, Development approach

## 1 引言

交通是人类社会生产、生活以及经济发展的必要环节。随着时代的发展和科技的进步,人们在对交通产生强烈依赖的同时也对交通提出了更多的需求。现有的先进立体的交通体系(包括以公路、铁路和城市轨道交通为主的陆地交通,以地铁为主的地下交通,以江河海洋为主的水上交通和以航空航天为主的空中交通)为人们提供了快捷、舒适与安全的交通服务。然而社会经济的发展、城市化进程的不断深入、快速增长的人口对交通需求的加深,直接导致机动车数量随之呈爆炸式增长,无论是在诸如欧美等发达国家和地区,还是在诸如中国等发展中国家,各国政府道路的建设速度永远赶不上机动车增长的速度,因此,交通堵塞、环境污染、交通事故频发等问题都随之而来。交通堵塞直接导致人们出行时间增加,更会导致花费在工作上的时间延长而使整个社会生产力下降。同时由于拥堵,车辆启动和停止次数增加,在路上耗能时间延

长,因此能源消耗也会大幅上升,进而加剧环境污染(包括空气污染和噪声污染)。比如现今逐渐被人们重视的PM<sub>2.5</sub>(细颗粒物,大气中粒径小于或等于2.5 $\mu\text{m}$ ,即PM<sub>2.5</sub>的颗粒物),其来源分为自然源和人为源两种,造成其超标并危害人类正常生活的主要是人为源中的流动源,流动源主要是来自各类交通工具在运行中使用燃料时向大气排放的尾气。中国民用航空局2009年调查发现,我国166个机场有噪声问题,40多个机场噪声污染严重,随着民航在国家运输体系中的比重显著上升,噪声问题也日益严重。此外,车辆剧增导致交通事故频发,20世纪全世界因交通事故而死亡的人数达2585万,这个数字远超过第一次世界大战死亡人数(约1500万)。

实质上,现存的交通问题可以看作是人、车与路之间的矛盾,解决这一矛盾的办法有:

1. 控制交通需求,即控制车辆使用量的增加。如今国内多地实行车牌限购和机动车尾号限行策略,是为了减少道路车辆使用的数量。但从社会经济发展角度,这并非长远之计。

到稿日期:2013-06-25 返修日期:2013-08-16 本文受国家自然科学基金重点课题(61139002),无锡市智能交通物联网工程技术研究中心,南京航空航天大学基本科研业务费专项科研项目(NS2010231)资助。

赵娜(1988-),女,硕士生,主要研究领域为智能交通系统、物联网、信息安全,E-mail: zn@nuaa.edu.cn;袁家斌(1968-),男,博士,教授,博士生导师,主要研究领域为物联网、高性能计算、量子密码;徐晗(1990-),女,硕士生,主要研究领域为智能交通系统、数据挖掘。

2. 增加道路基础设施。但是由于已有的道路规划不合理、现存的修路空间少及政府财力有限等原因,这种办法也存在着各方面严重的制约。

3. 加强交通的管理,即通过控制交通信号灯、加强交通法规建设、制定合理完善的交通规划等措施来加强交通管理。但是每个措施都有各自的局限性:控制城市交通信号灯局限于控制红绿灯或一些可变标识来控制车流,无法更有效地缓解拥堵;加强交通法规建设的办法通常是强制性的;制定合理完善的交通规划需要进行大量前期调研,耗资大时间长,规划方案难以评价优劣,只能治标不能治本。

4. 实施智能交通系统。随着自动控制技术、信息技术和计算机等技术的进步而提出的智能交通系统是对传统交通系统的一次革命。在现有路况条件下,智能交通系统把人、车、路综合起来考虑,利用高新科术手段,使个体交通行为更加合理,其可以提高交通管理部门的决策能力、减少驾驶人员的操作失误、提高交通运输系统的运行效率和服务水平、增强交通系统的安全可靠性、降低交通带来的环境污染等。

可见,智能交通系统是解决以上矛盾的必然选择。智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS)<sup>[1]</sup>,指的是在较完善的基础设施(包括道路、港口、机场和通信)之上将先进的信息技术、数据通讯传输技术、电子传感技术、电子控制技术以及计算机处理技术等有效地集成运用于整个交通运输管理体系,从而建立起一种在大范围、全方位发挥作用的实时、准确、高效的综合运输和管理系统。ITS使得交通系统中三大主体“人、车、路”之间的相互作用关系以新的方式呈现。ITS的提出和大力发展能够提高道路使用效率,大幅降低汽车能耗,使交通堵塞减少、短途运输效率提高、现有道路的通行能力提高。经过十几年的推广、试行和发展,ITS目前已在经济发达国家和经济较为发达国家的一些都市及高速公路系统中实施。实践证明,ITS是解决目前经济发展所带来的交通问题的理想方案。

## 2 ITS 国内外发展状况

ITS起源于20世纪60年代,它的概念于1990年由美国智能交通学会(ITS America,曾名IVHS America)提出,并在世界各国大力推广。20世纪80年代中期以来,ITS得到了突破性进展,经过十几年的研究与应用,目前国际ITS领域已经形成以美国的“智能车辆-公路系统”、欧洲的“尤里卡”联合研究开发计划和日本的“先进的动态交通信息系统”为代表的三强鼎立局面。其他一些如韩国、澳大利亚等国家的ITS研究和发展也已初具规模。下面分别介绍这些国家的ITS发展状况,并介绍我国ITS的发展,分析目前我国发展ITS所存在的问题。

### 2.1 国外 ITS 发展状况

#### 2.1.1 美国

从1976年至1997年的二十年间,美国每年车辆公里数平均上升77%,而同期道路建设里程仅增长2%,在交通高峰期,54%的车辆发生堵塞。为了解决这一困境,美国从80年代开始开展智能交通系统的研究与规划。1990年,“IVHS(Intelligent Vehicle-Highway System) America”项目成立。1991年美国国会通过“综合地面运输效率方案”。1994年,

“IVHS America”正式更名为“ITS America”,即美国智能交通协会。1995年美国交通正式出版了“国家智能交通系统项目规划”,明确规定了ITS的7大领域。1996年亚特兰大市交通局运用已有的智能运输系统的技术成果开发了Olympic交通控制管理系统,为第26届奥运会提供了有效服务。2001年美国运输部和ITS America联合编制了《美国国家智能交通系统10年发展规划》<sup>[2]</sup>,明确了区域间作为一个整体系统发展建设的主题。在已有的规划下,美国的ITS建设不断完善,缓解了日益恶化的交通拥挤和无力继续扩展交通基础设施形成的突出矛盾。目前,在美国ITS的应用已覆盖了80%以上的交通设施,ITS体系结构较为完善,美国ITS体系由7个子系统及各自的分系统构成,如图1所示。

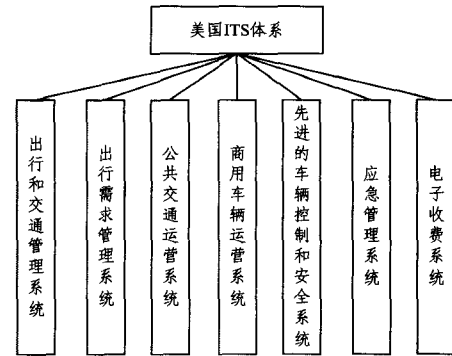


图1 美国ITS体系

#### 2.1.2 欧洲

欧洲大部分国家都很小,因此欧洲ITS的研究采取整个欧洲一体化的方针,经济合作与发展组织为了促进ITS的发展并有效地协调整个欧洲的国际合作,将ITS纳入了始于1986年的“尤里卡”联合研究与开发计划,旨在建立跨欧的智能化道路网。1973年SCOOT系统由英国运输研究所开始研发,1975年研制成功,1979年正式投入使用,目前已被世界170多个城市采用,并衍生出许多新版本,包括:支持公交优先、自动的SCOOT交通信息数据库(ASTRID)系统、INGRID事故检测系统以及车辆排放物的估算等。1991年,欧洲道路运输通信技术实用化促进组织(ERTICO)成立,目的是协调和支持全欧洲的ITS活动。1994年,瑞典实施了全国性覆盖的RDS-TMC(Radio Data System-Traffic Message Channel),1995年德国和荷兰、1996年法国巴黎、1997年法国、瑞士、奥地利、意大利等国也先后实施了RDS-TMC,目前欧洲已有18个国家实施了RDS-TMC项目。1996年欧盟正式通过了《跨欧交通网络(TEN-T)开发指南》<sup>[3]</sup>,标志着欧盟开始致力于通过交通信息促进信息社会的发展。1997年制订了《欧盟道路交通信息行动计划》,作为欧洲ITS总体实施战略的一部分,该行动计划涉及到研究开发、技术融合、协调合作和融资及立法等多个方面。2000年制订了《电子欧洲行动计划》<sup>[3]</sup>,目的是在交通等关键领域推动欧洲向信息社会发展。2001年9月欧盟制定了《2001—2006各年指示性计划》<sup>[4]</sup>,用来加大实现跨欧交通网络的投资力度,道路交通ITS和大型基础设施项目、空中交通管理、伽利略卫星导航定位系统计划均纳入优先投资部分,其中的TEMPO(Trans-European Intelligent Transport Systems Projects)计划部分专门协调道路交通ITS相关的项目。2001年欧盟在其未来10年的交通政策白皮书

《欧洲 2010 交通政策:决策的时刻》中纳入了 ITS 计划,提出了实现 ITS 一体化市场的建议。2002 年 3 月 26 日伽利略计划由欧盟 15 国交通部长会议正式启动。2002 年约克市成为第一个成功使用城市交通管理和控制系统(UTMC)的城市,UTMC 是为了满足经济有效的城市交通管理的需求,它使得 ITS 系统在功能体系上成为了一种标准组件模式。2005—2009 年,为迎接 2012 年伦敦奥运会,伦敦交通局投入了总额为 100 亿英镑的公共交通基础设施投资规划,在政府长期政策的支持下,目前伦敦已建成地上与地下、轨道交通与公路交通相交,集地铁、火车、轻轨、公共汽车、出租车于一体的立体化交通网络,并建立起了先进的智能交通系统。

### 2.1.3 日本

日本是一个土地稀少人口众多的国家,而每天却有上亿辆机动车在路上行驶,引发的交通拥堵、环境污染等交通问题更为严重,依靠建设新的道路网来解决此类问题对日本而言更加困难,因此发展智能交通系统、有效利用现有道路资源,是解决问题的关键和必经之路。

日本是发展 ITS 较早的国家,1973 年日本提出了“综合汽车交通控制系统”,研制出一套道路导航系统并进行了试验。20 世纪 80 年代,日本实施了“道路-汽车通信系统”和“先进机动车交通信息和通信系统”(后经改进,这两个系统合并为“车辆信息和通信系统”)。20 世纪 80 年代末到 90 年代,日本建立了“先进道路运输系统”,在该项目的建设形成了以道路车辆一体化来改善道路的概念。同期研发的其它项目包括:超级智能车辆系统、先进安全车辆系统、通用交通管理系统等。1994 年 1 月日本成立了“道路-交通-车辆智能化推进协会”,该协会进行了一系列与 ITS 有关的活动,ITS 逐渐在私营领域形成了市场,基于数字地图的 GPS 汽车导航系统以及其他技术实现了商业化。至 1995 年,日本安装导航系统的汽车总量已经超过了 100 万。1995 年 2 月,由日本首相直接领导的“具有先进通信与信息社会筹划组”提出了“促进先进通信与信息社会的基本指导方案”。1995 年 8 月,提出“在道路、交通、车辆领域实现先进通信与信息技术的政府指导方针”<sup>[5]</sup>,并开始进行 ITS 的研究与实际应用。1994 年 11 月进行了 5 个月的电子不停车收费系统(ETC)的野外试验,并同时进行了全国范围内的电磁场测试,为选择 5.8GHz 作为日本 DSRC 频率提供了科学依据,并于 1996 年 8 月出版了“共同研究报告”。1997 年 1 月,日本 TC204 委员会完成了 DSRC 标准制定工作,目前日本 ETC 用户已经超过 3300 万,到 2005 年,日本不停车收费系统使用率达 50%,高速公路收费站的拥堵现象基本消失,二氧化碳的排放减少 13 万吨,近两年 ETC 的使用率已超过 85%,每年二氧化碳排放减少 19 万吨至 20 万吨。1998 年横滨冬季奥运会实际验证了基于 UTMS(Universal Traffic Management System)的车辆运行管理系统。1996 年开始试行道路情报通信系统(Vehicle Information and Communication System, VICS)<sup>[6]</sup>,至 1998 年,计划扩展至东京圈、大阪地区等所有高速公路,2001 年 9 月全国 32 个县全部使用 VICS。根据日本 VICS 中心的数据显示,到 2010 年,VICS 车载机保有量达 3000 万台,这是世界上有动态导航最大的系统,累计创造产值 600 亿美元。

日本 ITS 体系框架细分为 10 个子系统,如图 2 所示。

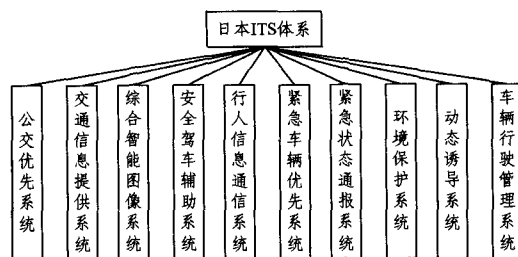


图 2 日本 ITS 体系

### 2.1.4 其他国家<sup>[7]</sup>

在国际上,美国、欧洲和日本走在 ITS 研究和发展的前列,此外,韩国、新加坡、马来西亚和澳大利亚等地的 ITS 发展也初具规模。

韩国的光州市是 ITS 示范工程地点,耗资 100 亿韩元,其建设应用选取了交通感应信号系统、公交车乘客信息系统、动态线路引导系统、自动化管理系统、及时播报系统、电子收费系统、停车预报系统、动态测重系统、ITS 中心等 9 项内容。

马来西亚 ITS 集中在多媒体超级走廊,从国油双峰塔开始,至雪邦新国际机场,达 750 平方公里。目标是利用兆位光纤网络,把多媒体资讯城、国际机场、新联邦首都等大型基础设施联系起来。

新加坡 ITS 建设集中在先进的城市交通管理系统方面,该系统除了具有传统功能,如信号控制、交通检测、交通诱导外,还包括用电子计费卡控制车流量。在高峰时段和拥挤路段还可以自动提高通行费,尽可能合理地控制道路的使用效率。

澳大利亚从事智能交通控制技术研究较早,其建设包括先进的交通控制系统(SCATS)、远程信号控制系统(Vic Roads)、微机交通控制系统(BLISS)、道路信号系统、车辆监控系统和公共信息服务系统等。最著名的最优自动适应交通控制系统(SCATS)在澳大利亚几乎所有的城市都有使用。在悉尼市,其能够控制悉尼市及其周围主干公路的 2200 多个路口及 3000 个交通信号,监控覆盖面积达 3600 平方公里。

## 2.2 中国 ITS 发展现状及存在的问题

我国 ITS 起源可追溯到 20 世纪 70 年代末的城市交通信号控制试验研究,其在 20 世纪 90 年代中后期开始迅速发展。1995 年,交通部 ITS 工程研究中心进行了“全球卫星定位系统(Global Position System, GPS)与导驾系统”和“基于 GPS 的路政车辆管理系统”等项目的研究,此外,交通部与各省厅联合开展了“网络环境下不停车收费系统”的攻关工作。1999 年 1 月,广州市“一卡通”不停车收费系统投入运行,到目前(2013 年 6 月)全国已开通不停车收费车道 600 余条。同期,交通监控、汽车智能导航等系统以及大量 ITS 科研成果和技术产品得到了实际应用。1999 年 11 月,交通部和科技部等十多个相关部门组成了国家智能交通系统工程技术研究中心。2001 年科技部正式推出《中国智能交通系统体系框架》(第一版)<sup>[8]</sup>。2002 年正式启动的国家“十五”科技攻关计划专项中,设立了《智能交通系统体系框架及支持系统开发》项目<sup>[8]</sup>,该项目于 2005 年基本完成。同时,国家计划委员会(现更名为国家发展和改革委员会)制定了《“十五”综合交通体系发展规划》,规划中明确提出以市场经济为导向,以可持续发展为前提,建立客运快速化和货运物流化的智能型综合交通运输体系的发展目标,这是 ITS 首次以国家文件的形式列入我国政府的发展规划。2002 年 4 月科技部正式批复“十五”

国家科技攻关“智能交通系统关键技术开发和示范工程”重大项目正式实施,将北京、上海等十个城市作为试点城市,这些城市陆续制定并出台了 ITS 发展规划。2007 年 10 月,第十四届智能交通世界大会在北京举行,大会展示了中国近年来各部门、各地区在 ITS 领域所取得的成就,并加强了中国在 ITS 领域与国外的交流与合作。此外,城市和城间道路交通管理的 ITS 关键技术研究更加深入,交通信息采集设备、专用短程通讯设备、车载信息装置等硬件设施也都取得了不同程度的发展和应用。我国智能 ITS 已进入快速发展期,在软件和终端产品开发上也取得了相当大的进展,如数字地图和车载导航设备具备了一定的水平,得到了广泛应用。随着经济的快速发展,我国对 ITS 的研究和应用将会越来越快,特别是随着我国“五纵七横”国道主干网的建成,到 2015 年将全面建成以高速公路为主体的公路运输主骨架。我国即将掀起 ITS 建设的新热潮,ITS 将给我们的生活带来极大的变化。

电信研究机构(Strategy Analytics)认为,中国在全球汽车销量市场的领导地位以及本土车厂实施最新技术的强烈愿望,都将不可避免地推动 ITS 的采用,以解决中国汽车产业面临的汽车尾气、道路拥堵和高速公路死亡率的问题。随着汽车销售和生产向中国转移,全球主要车厂的实验室正将他们的研发和设计工作转移到中国。中国有望成为世界领先的智能交通系统和安全系统“创新的试验场”。2008 年我国 ITS 市场规模超过 220 亿,此后 5 年仍以 25% 的年增长率高速增长。仅 2011 年一季度,我国 ITS 项目的数量为 825 个,市场规模 76 亿元。其中城市智能交通市场项目的数量为 621 个,市场规模 23.5 亿元,同比增长 32.8%,高出 2010 年平均增长率一倍。

然而,相对于美日欧等发达国家和地区,我国 ITS 尚处于起步阶段,交通运输增长的主要模式还是增加基础设施,即建设道路网络、水运通道以及铁路和航空基础设施,这种增长模式不能从根本上满足我国日益增长的交通需求,同时也不利于资源和环境的可持续发展。从区域发展情况看,北京、上海、广州等经济发达城市的 ITS 建设已初具规模,但不能提供深层次的信息服务,中西部地区的 ITS 发展主要集中在高速公路收费系统,城市内部的 ITS 有待于继续建设和完善。我国 ITS 仍面临诸多不足与挑战,比如已有城市规划不合理,很难靠增加道路基础设施来解决城市交通拥堵难题;人们出行方式多样,典型的包括道路上大量的电动车、自行车;市民安全交通意识不高,比如现在棘手的闯红灯问题;ITS 发展上,关键核心技术问题过分依赖国外,技术的标准化尚不成熟,“信息孤岛”现象等制约着 ITS 的发展。从产业方面看,我国 ITS 参与企业多、品牌杂,企业规模小、成立时间短、产品和服务性价比低,顾客满意度低等。从行业规模来看,目前我国 ITS 行业的收入尚不足 400 亿人民币,而美国 ITS 行业的收入已达到 1118 亿美元,日本 ITS 行业的市场份额也达到了 377 亿美元。另外,目前我国以硬件投入为主,而欧美发达国家的 ITS 投入主要集中于软件与服务方面。

### 3 我国 ITS 发展思路

2012 年 11 月 8 日中国共产党第十八次全国代表大会(中共十八大)在北京召开,会议宣示将生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设并列,“五位一体”地建设中国特色社会主义。把生态文明建设列入“五位一体”总布

局,为建设美丽中国、实现中华民族永续发展明确了奋斗方向。在交通方面,ITS 发展的重点之一是解决环境污染等问题,与生态文明建设的要求契合。因此,为满足十几亿人民日益增长的交通需求,平衡经济发展与环境保护的双重要求,我们迫切需要走出一条中国特色社会主义的新型交通发展道路,从而利用现有的道路交通基础设施,结合高速发展的科学技术,在确立我国 ITS 体系框架的基础上,提高关键技术创新能力,加强技术标准化工作,促进产业链整合,以实现现代化交通建设的战略目标。

#### 3.1 我国 ITS 体系架构

ITS 体系框架是对 ITS 这一复杂大系统的整体描述。通过 ITS 体系框架来解释 ITS 中所包含的各个功能域及其子功能域之间的逻辑、物理构成及相互关系。同时,ITS 体系框架是我国 ITS 发展的纲领性和宏观指导性技术文件,是 ITS 实现的载体。我国政府高度重视 ITS 体系框架的相关工作,自 1999 年以来,国内 ITS 领域的权威科研机构和专家一直不懈地开展中国 ITS 体系框架的编制、修改完善、方法研究、工具开发和应用推广工作。2001 年科技部正式推出《中国智能交通系统体系框架》(第一版),解决了 ITS 体系框架“从无到有”的问题。2002 年正式启动国家“十五”科技攻关计划 ITS 专项,设立了由国家智能交通系统工程技术研究中心承担的《智能交通系统体系框架及支持系统开发》项目,2005 年完成了《中国智能交通系统体系框架》(第二版),其在规范化、系统化、实用化等方面取得了实质性的进展。图 3 所示为《中国智能交通系统体系框架》(第二版)中确定的我国目前 ITS 的体系框架。

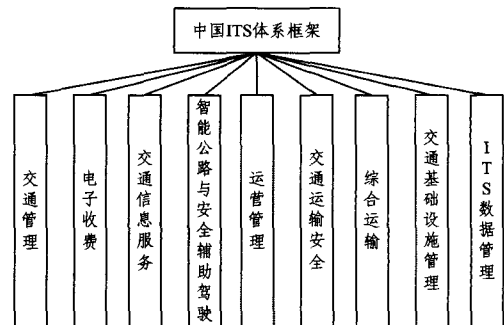


图 3 中国 ITS 体系框架

交通管理用户服务领域包括交通动态信息监测、交通执法、交通控制、需求管理、交通事件管理、交通环境状况监测与控制、勤务管理、停车管理、非机动车和行人通行管理等 9 项用户服务;电子收费用户服务领域仅包括电子收费 1 项用户服务;交通信息服务用户服务领域包括出行前信息服务、行驶中驾驶员信息服务、旅途中公共交通信息服务、途中出行者其它信息服务、路径诱导及导航、个性化信息服务等 6 项用户服务;智能公路与安全辅助驾驶用户服务领域包括智能公路与车辆信息收集、安全辅助驾驶、自动驾驶、车队自动运行等 4 项用户服务;交通运输安全用户服务领域包括紧急事件救援管理、运输安全管理、非机动车及行人安全管理、交叉口安全管理等 4 项用户服务;运营管理用户服务领域包括运政管理、公交规划、公交运营管理、长途客运运营管理、轨道交通运营管理、出租车运营管理、一般货物运输管理、特种运输管理等 8 项用户服务;综合运输用户服务领域包括客货运联运管理、旅客联运服务、货物联运服务等 3 项用户服务;交通基础设施管理用户服务领域包括交通基础设施维护、路政管理、施工区

管理等3项用户服务;ITS数据管理用户服务领域包括数据接入与存储、数据融合与处理、数据交换与共享、数据应用支持、数据安全等5项用户服务。

### 3.2 提高关键技术创新能力

关键核心技术的创新能力直接影响我国ITS竞争力。而目前我国关键核心技术对国外进口依赖严重,市场上的高端ITS产品大部分来自国外或者对国外芯片进行二次开发,核心技术的匮乏会使ITS被动地受国外扼制,同时发展过程中也需要付出昂贵的技术成本。因此,为了促进我国ITS发展,提高我国ITS在国际的竞争力,无疑需要提高ITS关键技术的创新能力。

提高我国ITS关键技术创新能力,需要结合已有技术和基础,同时在ITS领域引入物联网<sup>[10]</sup>、云计算<sup>[11]</sup>、数据挖掘等技术及应用,发展新一代的智能交通系统。ITS领域是物联网重要的应用领域,在ITS中引入物联网,有助于ITS突破发展瓶颈,取得快速而实质性的进步。比如物联网强大的数据采集功能可以为ITS提供全面的底层交通数据;物联网可为交通数据的传输提供良好的渠道,为交通信息的发布提供广阔平台。另外,ITS由各个分系统组成,在物联网应用的基础上引入云计算,可以帮助ITS整合现有数据资源,通过云计算平台数据的融合、挖掘和分析,建立交通动态信息处理和管理控制平台,使海量交通数据得到更加高效及时的处理和发布,帮助交通管理部门更加宏观地调控包括陆路、水路、航空等系统在内的整个交通体系。由于目前我国ITS尚处于各系统单一发展的阶段,比如还没有做到对地铁、公交等公共交通的总体统筹,进行交通流诱导,因此可以引入数据挖掘、人工智能等技术解决这一需求,实现更高水平的智能交通系统,提供更完善的交通服务。

但是目前存在多项关键技术需要攻克,如物联网感知层拓展、物联网中间件技术、云计算综合应用与研究、复杂环境交通融合分析技术、地理地图信息匹配技术等。其次,需要衔接智能交通、物联网产业链的中间环节,以带动上下游产业共同发展,通过建立基于物联网的城市智能交通平台,提升设备制造商在移动终端载体上的研发、制造水平。

### 3.3 加强技术标准化工作

ITS标准体系主要对全国或区域内有兼容性要求的术语、编码、接口、产品和服务制定标准。2003年9月16日,国家标准化委员会批准成立“全国智能运输系统标准化技术委员会”(TC-ITS),制定了“中国智能运输系统标准体系”,为规范我国ITS的发展和基础标准的制定奠定了基础。2007年,委员会对第一版标准体系进行了修订,增加了数据管理等部分,形成第二版ITS标准体系。截止2011年底,我国已发布及正在制定的ITS标准有91项,其中已发布27项,具体情况如表1所列<sup>[9]</sup>。

表1 我国ITS标准数量统计表(截止2011年底)

领域/标准数/状态	已发布的标准数量	已发布及正在制定的标准数量
基础类	6	9
交通专用短程通信类	5	5
电子收费类	2	11
交通信息服务类	4	21
交通与紧急事件管理类	7	24
综合运输机运输管理类	1	14
车辆辅助驾驶与自动公路类	2	7
小计	27	91

虽然标准化的发展滞后于ITS的发展,但是随着ITS规模的扩大,标准化建设逐渐引起了各国政府和企业的重视。我国地广人多、地形复杂,为保证ITS快速高质量的发展,需要政府、企业及高校科研团队加强技术标准化研究、更新和实施工作。今后我国ITS的标准化研究工作重点应集中于基础性标准和应用标准等方面,比如ITS标识、基于交通专用短程通信的宽带无线通信、交通及车辆运行的安全性车路协同、生产线及相应的模拟环境监测线和品控程序等。

### 3.4 促进产业链整合

我国大力发展智能交通产业以来,相关企业数量迅速增长,其在已有技术条件的基础上积极研制ITS产品,市场上涌现出大量具有价格优势的ITS产品,在盈利的同时也为我国ITS的发展做出了很多贡献。然而,目前我国的ITS企业产品仍无法满足日益增加的交通需求和ITS迅猛发展的步伐,其关键问题主要是各企业仍然各自为政,孤军奋战,导致企业现有的专业化生产程度不高。比如我国GPS导航方面,各运营商为了降低成本,将硬件研发、软件开发集于一体进行研究与生产,进而进行运营销售,这样的各自为政的产业模式会导致产品在从研发到销售的任何一个环节中专业性都不足。这也是我国终端产品价格虽然低,但却存在严重的质量问题,多数品牌产品返修率高,用户满意度低的一个重要原因。并且按照目前的生产模式,其最终会导致我国整个ITS产业竞争力不足。

上述问题的形成主要是由于我国ITS产业内部上下游企业协作性不足,并且缺乏各方面的带头企业,而每个企业一般都不具备充足的资源,依靠市场交易会导成本上升,进而产品昂贵。因此,我国亟需在政府的引导与支持下,调度各专业机构进行组织与协调,大力促进我国ITS产业链整合。比如积极引导建立产业联盟机构<sup>[12]</sup>,让其作为中间组织,既可以降低市场交易成本和组织管理成本,又能够协调各企业共同投入资源,以达到有效解决上述问题的目的。

此外,可以将ITS引入物流业作为新的创新点。物流业近年来迅猛发展,同时也增加了更多的交通压力,因此需要从总体上对陆路运输与航空、水运等进行协调,充分利用航空、水运等资源,减少路面压力,提高运输效率。

**结束语** ITS的产生与发展是人类交通史上的一次变革。随着经济的增长、社会的进步,为满足人们日益增长的交通需求,大力开展ITS研究与应用是世界各国解决现有交通问题的必经之路。我国ITS的起步虽然落后于美、日、欧等发达国家和地区,但是利用后发优势,目前我国的ITS也取得了不俗的成就,在很大程度上缓解了路少车多的矛盾。然而根据我国现在的交通状况,交通拥堵和环境污染等问题仍需要更有效的解决方法,因此我们迫切需要走出一条中国特色社会主义的新型交通发展道路,进而在解决交通问题的同时,提高我国ITS产业竞争力,带动未来交通发展,促进国家经济整体增长,为早日实现中华民族伟大复兴的“中国梦”做出应有的贡献。

### 参考文献

- [1] Masaki I. A Brief History of ITS[M]. Massachusetts Institute of Technology, 1999

(下转第45页)

## 6 相关工作

上下文一致性错误检测方面有两个比较重要的工作。其中一个是我们前面提到的 xlinkit 方法<sup>[6]</sup>,另一个是 C. Xu 等<sup>[11]</sup>提出的通过有效增量计算来提高检测效率的方法。

上下文一致性错误处理方面,有一些工作是有关约束间干扰的。其中 C. Nentwich 等<sup>[7]</sup>在未来工作中提到过约束间干扰,但没有给出具体的解决方法。Y. Xiong 等<sup>[9]</sup>对这个问题有深入的研究,并提出了 3 种不同的策略。第一种是直接忽略,在约束间干扰比较严重的场景中这是行不通的。第二种是在计算的过程中完全避免生成会造成约束间干扰的解。这个策略存在大量空解,有效性不好。第三种是通过复杂的计算,利用增删改 3 种操作得到一个不会造成约束间干扰的解。这种方法最大的缺点是非常耗时<sup>[9]</sup>,另外在普适计算环境中,导致一致性错误发生的原因是非常复杂的,增加和修改操作很难保证有效性。相比而言,我们的方法能够保证每次都会产生一个接近最优的解,保证了有效性。同时还利用了新的增量计算方法,保证了效率。至于副作用,相关的工作不多,C. Xu 等<sup>[12]</sup>提出了这个问题,并提供了一个解决方法。在每次执行操作时,从几种传统方法中选取副作用最小的一个真正执行,能有效地降低副作用。与这个方法相比,我们的方法优化的范围更大(从所有可行的解中选取一个较优解),时间开销上稍微大一点,但效果会更好。同时,我们的方法还能降低约束间干扰。

搜索方法在软件测试、需求分析等软工方向已经得到了广泛的应用<sup>[4]</sup>。在上下文一致性管理领域,目前还没有相关的工作。一个重要原因是,上下文感知程序对一致性错误处理的时效性要求严格,而语法树的真值计算十分耗时,导致打分效率低,难以进行有效的搜索。我们通过新的增量计算方法提高了效率,使搜索方法得以应用。

**结束语** 在本文中,我们提出了一种基于搜索的上下文一致性错误处理方法,它能够同时降低约束之间的相互干扰和处理操作本身对程序正常运行造成的影响。同时,我们设计了一种新的增量计算方法,显著提高了计算的效率。实验表明我们的方法可以在较短的时间内达到接近最优的效果。在系统方面,我们实现了一个上下文管理模块,用户可以很方便地用它来解决上下文一致性错误。

当然,我们的方法还有几个方面有待完善:首先,我们只考虑了利用删除操作来处理上下文一致性错误,在未来的工作中可以试着加入增加和修改操作;其次,评估上下文一致性错误处理操作本身对程序正常运行所造成的影响,我们只考

虑了两个方面的未来可以加入其它的方面;最后,在系统实现方面我们还要做进一步的完善。

## 参考文献

- [1] Bu Y, Gu T, Tao X, et al. Managing quality of context in pervasive computing[C]// Sixth International Conference on Quality Software, 2006. QSIC 2006. IEEE, 2006: 193-200
  - [2] Chen C, Ye C, Jacobsen H A. Hybrid context inconsistency resolution for context-aware services[C]// 2011 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom). IEEE, 2011: 10-19
  - [3] Demsky B, Rinard M C. Goal-directed reasoning for specification-based data structure repair[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2006, 32(12): 931-951
  - [4] Harman M, Mansouri S A, Zhang Y. Search based software engineering: A comprehensive analysis and review of trends techniques and applications[R]. Tech. Rep. TR-09-03. Department of Computer Science, King's College London, 2009
  - [5] Julien C, Roman G C. Egospaces: Facilitating rapid development of context-aware mobile applications[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2006, 32(5): 281-298
  - [6] Nentwich C, Capra L, Emmerich W, et al. xlinkit: A consistency checking and smart link generation service[J]. ACM Transactions on Internet Technology (TOIT), 2002, 2(2): 151-185
  - [7] Nentwich C, Emmerich W, Finkelstein A. Consistency management with repair actions[C]// Proceedings. 25th International Conference on Software Engineering, 2003. IEEE, 2003: 455-464
  - [8] Sullivan L. RFID implementation challenges persist, all this time later[J]. Information Week, 2005, 1059: 34-40
  - [9] Xiong Y, Hubaux A, She S, et al. Generating range fixes for software configuration[C]// 2012 34th International Conference on Software Engineering (ICSE). IEEE, 2012: 58-68
  - [10] Xu C, Cheung S C, Chan W K, et al. Heuristics-based strategies for resolving context inconsistencies in pervasive computing applications[C]// 28th International Conference on Distributed Computing Systems, 2008(ICDCS'08). IEEE, 2008: 713-721
  - [11] Xu C, Cheung S C, Chan W K, et al. Partial constraint checking for context consistency in pervasive computing[J]. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM), 2010, 19(3): 9
  - [12] Xu C, Ma X, Cao C, et al. Minimizing the Side Effect of Context Inconsistency Resolution for Ubiquitous Computing[M]// Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking, and Services. Springer Berlin Heidelberg, 2012: 285-297
- 
- (上接第 11 页)
- [2] National Intelligent Transportation Systems Program Plan: A Ten-Year Vision[M]// The Intelligent Transportation Society of America and U. S. Department of Transportation, 2002
  - [3] [http://europa.eu.int/comm/transport/themes/network/english/its/html/vision\\_policy.html](http://europa.eu.int/comm/transport/themes/network/english/its/html/vision_policy.html)
  - [4] [http://www.ertico.com/its\\_basi/eu\\_polic.htm](http://www.ertico.com/its_basi/eu_polic.htm)
  - [5] 杨冰,等. 智能运输系统[M]. 北京:中国铁道出版社,2000
  - [6] Japan ITS Hand Book[M]. Supervised by Road Bureau, The Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2001
  - [7] 陈桂香. 国外智能交通系统的发展情况[J]. 中国安防, 2012(6): 103-108
  - [8] 张可, 齐彤岩, 等. 中国智能交通系统(ITS)体系框架研究进展[J]. 交通运输系统工程与信息, 2005, 5(5): 5-11
  - [9] 杨琪. 智能运输系统标准化状况及发展趋势综述[J]. 交通标准化, 2011(24): 8-10
  - [10] 孙其博, 刘杰, 等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(3): 1-9
  - [11] 陈全, 邓倩妮. 云计算及其关键技术[J]. 计算机应用, 2009, 29(9): 2562-2567
  - [12] 岳建明. 我国智能交通产业的发展及技术创新模式探讨[J]. 中国软科学, 2012(9): 188-192