

文章编号:1000-582X(2003)09-0126-05

# 高速公路紧急事件与安全系统探索\*

黄同愿<sup>1,2</sup>, 黄席樾<sup>2</sup>, 袁荣棣<sup>2</sup>, 李刚<sup>1,2</sup>, 刘卫红<sup>2</sup>

(1. 重庆工学院 计算机学院, 重庆 400050; 2. 重庆大学 自动化学院, 重庆 400044)

**摘要:**随着社会的发展,高速公路在人们的日常生活中越来越占据了重要的位置。由于交通事故引起的人员伤亡和经济损失非常巨大,高速公路行车安全更是日益受到人们的关注。笔者对智能交通系统和高速公路的发展进行了概述,同时对高速公路紧急事件与安全系统的构成进行了探讨。着重讲述了事故预测模型的建立、事故自动定位、事故救援工作的展开以及事故管理等几个子系统。通过对高速公路紧急事件与安全系统的研究,能最大限度地发挥我国当前公路资源的功效,为我国的高速公路运输事业起到一定的推动作用。

**关键词:**智能交通系统(ITS);高速公路交通安全;紧急事件;系统模型

**中图分类号:**U 698.6;TP 202\*.4

**文献标识码:**A

## 1 智能交通系统(ITS)概述

近年来,随着经济的发展,交通需求日益增加,城市交通拥堵、交通事故频发、交通环境恶化以及能源短缺等成为当前世界各国面临的共同问题。据美国有关部门预测,到2020年,美国因交通事故造成的经济损失每年将会超过1500亿美元<sup>[1]</sup>。解决交通问题的传统办法是修建或扩建道路,但是,随着人口的增长,城市人均居住面积日益减少,可供修建道路的空间也越来越少。同时,交通系统是一个复杂的综合性系统,单独从道路或车辆的角度来考虑,都将很难解决交通问题。在这种背景下,把人、车辆和道路综合起来系统地解决交通问题的思想就油然而生,这就是智能交通系统(Intelligent Transportation System)。

ITS在早期曾被称为智能车辆道路系统(Intelligent Vehicle-Highway System,简称IVHS),是目前世界各国交通运输领域竞相研究和开发的热点。ITS是指将先进的信息技术、电子通讯技术、自动控制技术、计算机技术以及网络技术有效地综合地运用于整个交通运输管理体系而建立起的一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效的交通运输综合管理和控制系统。它是由若干子系统所组成的,通过系统集成将道路、驾驶员和车辆有机地结合在一起,加强了

三者之间的联系,以达到充分利用交通资源的目的。

## 2 中国高速公路的发展状况

我国高速公路建设始于1988年,1989年10月31日,我国第一条高速公路:上海——嘉定高速公路建成通车<sup>[2]</sup>。之后相继建成了沈大、京津塘、济青、成渝、京石、沪宁、太旧等高速公路。

据最新统计,至2001年底,我国高速公路总里程已达19764公里,居世界第二位,仅次于美国。根据国家规划,我国拟于2010年前建成12条国家主干线组成的高速公路网络,干线总长3.5万公里,建设累计投资将达1500亿美元。高速公路作为现代交通的骄子,是衡量国民经济现代化的重要标志之一,其综合经济效益十分显著。美国、德国高速公路仅占公路总里程的1.4%和1.72%,但承担的运输量却是25%左右<sup>[2]</sup>。高速公路的发展不仅改善了我国公路网结构,缓解了交通拥挤的状况,提高了公路运输效益和服务水平,更重要的是促进了我国经济的发展。

与此同时,我们应该看到,在高速公路交通中,安全问题越来越成为束缚其发展的制约因素。根据有关部门统计,我国高速公路交通事故每百公里发生率是普通公路发生率的3至4倍。政府和有关部门对此给予了极大关注。在某些高速公路路段安装紧急电话,

\* 收稿日期:2003-04-03

作者简介:黄同愿(1975-),男,湖北麻城人,硕士研究生,主要研究方向为智能交通系统(ITS)。

视频摄像机等设施,但并未得到充分利用<sup>[3]</sup>。由于交通事故发生的随机性和突发性,更多的交通事故又是难以预防的,所以有必要在高速公路运营管理中采取一些新的 ITS 技术,提高公路设施的使用率,缩短紧急救援对策的响应时间,提高救援的有效性和可靠性、尽快恢复高速公路的通行能力,进而提高管理水平,在保证社会效益的同时,最终增加运营公司的通行费收入。

而重庆由于其独特的地理因素,更易发生交通事故。重庆的高速公路区别于其他大城市的一个特点就是弯道多,坡道多,路面情况比较复杂,车道相对比较窄。另外由于重庆是有名的雾都,所以天气因素也是一个影响交通的重要原因。在成渝高速公路上去年就发生了数十量汽车追尾的特大交通事故,造成了巨大的人员和经济损失,这也是我们开发高速公路紧急事件与安全系统的原因。

### 3 高速公路紧急事件与安全系统构成

事故是产生交通阻塞的主要原因,交通阻塞导致巨大的财产损失,我们必须认真考虑如何才能减少交通损失。通过对高速公路事故原因的分析,人们发现我们可以利用先进的科学技术来尽量降低交通事故的危害。减少突发事件造成损失的一个方法就是降低各种交通事件对交通流的影响,而本论文所提出的紧急事件与安全系统就具有这个功能。事实上,交通事件是不可避免的,因而交通阻塞和车辆延误也是必不可少的道路交通现象,紧急事件与安全系统通过现有技术的合理应用及各相关单位的有效协调组织可以有效地降低交通事故造成地损失。

科学的事故预测、准确地事故定位、妥善的现场处理、先进的管理都将为高速公路的突发事故减少损失。本论文提出的高速公路紧急事件与安全系统结构如图 1 所示系统包括以下部分:

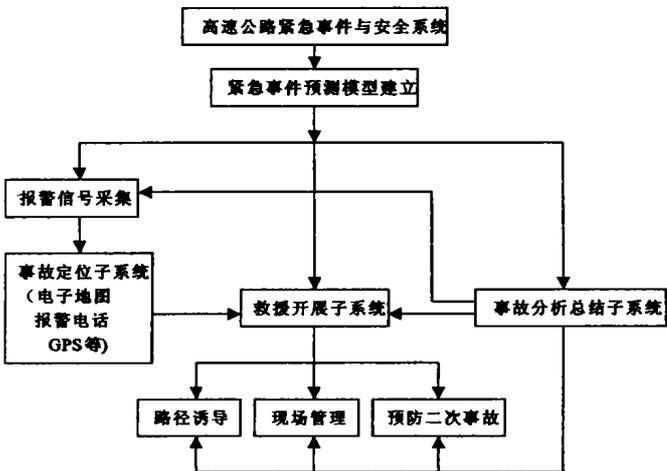


图 1 高速公路紧急事件与安全系统结构图

### 3.1 紧急事件预测模型的建立

系统模型的建立和安全系统软件的设计是本项目的关键,也是我们研究的主要方向。模型是现在国际上研究的重点,由于紧急事件的发生属于随机不可知事件,所以必须采用新型的方法和手段进行建模。模型的建立是依托协助单位提供的相关数据,分时段、地段对紧急事件发生的情况进行深入分析,确定模型优化过程。

交通事故预测,是在对已发生事故的资料统计、分析和处理的基础上,以事故发生的原因和发展变化规律为依据,对目前尚未发生或还不明确的事故预先做出合乎逻辑的推测判断。这种推测和判断不是来自主观臆断,而是建立在对交通事故的科学分析上,来自于科学的逻辑推断。因此,我们可以运用系统的观点、联系的观点、变化的观点,正确地进行交通事故的预测分析。

系统的观点是指:由于交通运输系统涉及人、机、环境等因素的影响作用,是一个人一机—环境系统,各因素对系统的影响作用部分已知、部分未知,但所有的数据都是满足一定阈值的信息,所以该系统可看作是灰色系统。联系和变化的观点是指:我们将利用各个不同时间段的原始数据并根据其变化的一些规律对事故进行预测。下面建立一种灰色马尔可夫预测模型,预测交通事故<sup>[4]</sup>。

1. 规定一个特定的阈值  $\tau$ ,把原始数据中那些大于  $\tau$ (或小于等于  $\tau$ ) 的数据,构成一个序列  $\{x^{(0)}(t)\}$ ,即:

$$x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n) \quad (t = 1, 2, \dots, n)$$

2. 对  $\{x^{(0)}(t)\}$  作指数加权方法处理,生成新序列  $\{y^{(0)}(t)\}$ 。

$$y^{(0)}(t) = \alpha y^{(0)}(t-1) + (1 - \alpha) x^{(0)}(t)$$

3. 对新序列  $\{y^{(0)}(t)\}$ ,应用“原始”的灰色马尔可夫预测模型,得预测序列  $\{\hat{y}^{(0)}(t)\}$ 。

4. 按公式  $\hat{x}^{(0)}(t) = [\hat{y}^{(0)}(t) - \alpha \hat{y}^{(0)}(t-1)]/\beta$  ( $t = 1, 2, \dots, n, n+1, \dots, n+1$ ),将  $\{\hat{y}^{(0)}(t)\}$  还原成序列  $\{\hat{x}^{(0)}(t)\}$ 。

5. 调整  $\alpha, \beta$  的值,控制预测结果和精度。

通过人一机对话,运用专家的知识 and 经验,可较好地解决动态问题的预测分析。

由于事故的发生是随机的,人们往往倾向用概率统计的方法来对已有的数据进行处理,不过概率统计

的方法计算工作量大,且可以解决和处理的问题较少。我们采用了灰色系统理论,将一切随机变量看作是在一定范围内变化的灰色量,将随机过程看作是在一定范围内变化的、与时间有关的灰色过程<sup>[5]</sup>。

### 3.2 事故定位子系统

事故的准确定位对于安全系统的设计是首要前提。一般情况下,高速公路发生紧急事件时,求助电话多来自手机、路边设置的紧急电话、巡逻车,其中,手机报警占总量的1/3左右。手机报警的优势是明显的,当急救人员还未能到达现场时,即可方便地指导周围的旁观者正确地照顾伤员。但是手机报警最大的缺点是难以确定事故的确切位置,而且重复报警较多,容易造成出警时的混乱。

有别于传统的定位系统,我们将根据报警电话、电子地图、GPS系统来对事故进行自动定位,为准确实施救助提供第一手资料。事故自动定位系统(AAL)能够提供更进一步的信息。一旦了解了事故严重程度,急救人员就能初步判定伤亡情况。如受伤的严重程度及受伤的性质,并能估计到急救过程中将会遇到的问题及障碍。在美国,自动报警系统的广泛运用将私营电话公司与公共服务机构联系起来。我国暂时还没有提供这种服务的私营电话公司,不过这将是以后发展的一种趋势。

### 3.3 救援开展子系统

在接到报警后,系统立即开展工作,协调各个职能部门进行救助。对救援线路的选择能保证救援人员以最快捷的方式到达事故地点,先进的现场管理能保证救援工作顺利地开展,二次事故的预防包括发生事故路段的车流控制、现场清理、交通疏通等。高效的救援开展工作是系统成功的关键。

#### 3.3.1 救援路线选择

争取时间是急救行动的关键。交通事故最终的伤亡程度在很大程度上取决于救护人员与设备是否能及时到达现场。争取时间不仅能缓解事故的严重程度,及时护理伤员,还能尽快地使事故现场的交通恢复控制。在急救行动开始之前,获取尽可能多的信息,如事故地点的确切位置、事故车辆与人员的数量、附近医院的确切位置、最近的消防设施以及其它现场与急救途中可用的设备等,将为成功的施救提供极大的方便。为此,我们将采用遗传算法进行路径寻优。

#### 3.3.2 现场管理

现场必须妥善管理,防止由于不同部门的协调和

分工而造成混乱。严重的交通事故常常要求许多部门共同参与处理。救护人员、消防人员、警察以及司法人员同时参与事故处理,提供救护、交通疏导、清理现场等服务。对这些,事故现场管理有很大帮助。根据以往的经验,人们已经注意到:救援机构之间相互联系的障碍主要来自于机构之间不同的电讯系统。因此统一管理是非常重要的。统一管理不仅要在各个机构之内进行,而且各部门,如警察,消防,急救中心,交通及社会服务中心之间都应该协调工作,以期达到最高效率。

#### 3.3.3 预防二次事件

由于高速公路车速较快,所以要充分做好二次事故的预防工作。容易发生二次事故的路段多在弯道、坡道、隧道等处,另外,雨雪天和大雾也容易引起二次事故的发生。在这些自然条件下,对突发事件的救助本身就有很大的困难,所以对于二次事故的预防尤其重要。在高速公路事故统计中,二次事故造成的损失占总损失的30%左右,而且事故的发生往往是在现场比较混乱的情况下。二次事故发生后的救助也比原先发生事故的救助要复杂和困难得多。必要时应由入口处控制事故路段的车辆数目,减小其他因素对救助工作的影响。

### 3.4 事故管理子系统

在救援工作开展后,相关部门要进行现场调查。事故现场调查结束后,事故处理人员可初步分析事故原因,如酒后驾车、违章操作等。但在调查过程中,可能会遇到诸如参数计算等问题,需要有经验的事故处理人员查阅有关的资料进行数据处理,这样就需要对以前的事故处理比较熟悉。事故统计数据库的建立,对发生的事故进行分类管理和提供一些事故处理经验有很大的帮助。对事故发生的原因、预防工作、可行的救助措施等进行总结和分类。利用KDD技术研究对数据进行有序化的加工处理,从大量的数据中发现潜在规律,提取有用信息,对预防交通事故和进行现场调查处理提出指导。

本系统具有事故分析功能和文档管理功能。事故分析是本系统的一个核心部分。它给事故处理人员在现场调查后一个快速计算一些重要参数的自动功能,还可以查阅一些典型案例,给现场案件提供一些思路帮助,还可以提醒现场调查还遗漏哪些参数;同时它还是一个不断完善系统,可以将不断出现的新交通事故案例添加到相应的模块。文档管理可以实现事故案

件查阅、统计、打印等功能,如能联网,还能实现区域范围那的管理网络。

事故管理子系统力求能尽量满足事故处理人员的一些基本要求,它能完成的功能包括:数据采集、现场事故图像采集、事故原因分析、文档管理等。同时进一步还可以扩展系统功能,比如开发出事故分析专家系统、实现适时数据通讯功能等<sup>[6]</sup>。随着功能的进一步完善,本系统将大大地提高交通事故处理部门管理的科学化和高效化。

#### 4 结束语

在对高速公路紧急事件和安全系统的研究中,我们发现目前国内在高速公路的硬件设施上投资比较大,而相对的管理还比较落后。如何充分利用现有条件,最大限度地发挥高速公路交通运输的特长是需要深入研究的课题。作为智能交通的分支之一的安全系统在高速公路交通运输中的地位尤其重要,本系统的

开发可望对促进我国的高速公路交通运输安全的发展起到一定的推动作用。

#### 参考文献:

- [1] 赵恩荣. 国外公路交通安全[J]. 公路交通科技,1999,16(1):54-56.
- [2] 郭志勇. 高速公路经营管理体制改革初探[J]. 现代高速,2000,8:38-39.
- [3] 高速公路丛书编委会. 高速公路交通工程及沿线设施[M]. 人民交通出版社,1999.
- [4] 吴翔,吴孟达,成礼智. 数学建模的理论与实践[M]. 国防科技大学出版社,1999.
- [5] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武汉华中理工大学,华中理工大学出版社,1986.
- [6] 王文贵,胡建平,黄敏. 深圳智能交通技术应用与研究文集[M]. 人民交通出版社,2000.

## Discussion of Emergencies and Safety in Highway Transportation

HUANG Tong-yuan<sup>1,2</sup>, HUANG Xi-yue<sup>2</sup>, YUAN Rong-d<sup>2</sup>, LI Gang<sup>1,2</sup>, LIU Wei-hong<sup>2</sup>

(1. Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China;

2. College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** With the development of society, highway becomes more and more important in our daily life. Because of the enormous loss of human lives and money in the transportation accidents, people have taken more attention of safety in highway transportation. This article summarizes ITS and the development of highway and discusses the structure of highway emergency accidents and safety system. The establishing of accidents forecast model, accident auto-locating, the progressing of rescue planning and accidents management system are emphasized. Through the research of highway emergency accidents and safety system, we can use highway furthest and give some help for the development of highway transportation in our country.

**Key words:** intelligent transportation system (ITS); safety of highway transportation; emergency accidents; system model

(编辑 吕赛英)