

基于人-车-路关系模型的 交通事故信息管理研究

袁 泉 颜廷坤 李一兵

清华大学, 汽车安全与节能国家重点实验室, 北京 100084

摘 要: 对复杂而庞大的交通事故信息进行计算机管理, 可以使相关数据的输入、导出、维护、查询及统计变得方便易行。作者结合交通事故统计研究的需求, 对交通事故包含的数据变量进行了论证, 在 Paradox 数据库上建立了人、车、路关系模型, 并在 Delphi 软件平台下开发了数据库的客户端界面, 由此构建了一个交通事故信息管理系统的基本框架。本文的设计实现了数据的录入、浏览、修改、查询、统计等功能, 可用来管理各种交通事故信息, 并为交通安全相关性分析提供基本的、有针对性的数据源, 亦可通过添加功能模块来对程序进行扩展, 用于开展深入的数据分析。

关键词: 交通事故; 信息管理; 数据库; 人-车-路关系模型

中图分类号: U491

文献标识码: A

文章编号: 1672-4747 (2009) 03-0006-08

Research of Traffic Accident Information Management Based on a Human-vehicle-road Relationship Model

YUAN Quan YAN Ting-kun LI Yi-bing

State Key Laboratory of Automobile Safety and
Energy, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract: Managing traffic accident information with computer can do a lot of work,

收稿日期: 2008-12-10.

作者简介: 袁 泉 (1974-), 男, 黑龙江省北安市人, 博士, 清华大学汽车工程系高级工程师, 主要研究方向为交通安全与事故再现分析。

such as input, output, maintenance, query and statistic of the complicated accident data, more easily. Combining with the demand of the statistic research, the variables involved in traffic accidents were demonstrated. A human-vehicle-road relationship model was established based on the Paradox database, and the client interface was designed under the Delphi software. Therefore, a basic frame of traffic accident information management system was developed. With the functions of inserting, browsing, modification, query and statistic, the information management system can be used to administer various information of traffic accidents. The system can be applied to providing a fundamental and directional data source for the related researches on road safety and can be expanded by adding new function modules to carry out in-depth data analysis.

Key words: Traffic accidents, information management, database, human-vehicle-road relationship model

0 引 言

目前, 欧美等发达国家针对交通事故的数据统计已经建立了很多大规模的数据库并进行开发利用, 为交通安全与汽车设计研究提供充分的基础数据。如美国国家公路交通安全管理局 (NHTSA) 建立的交通事故数据库系统 (National Automotive Sampling System, NASS), 对交通事故进行了详细的分类, 可根据需要对各种类型交通事故进行查询。以数据库为基础, 相关研究机构开展了关于人体损伤与车辆类型、碰撞特点等相关因素的统计分析, 内容涉及行人事故损伤与碰撞相关因素分析^[1]、车辆左侧撞事故伤害模式分析^[2]、车辆侧撞乘员伤害模式及其相关因素的分析^[3]等。同类研究还包括德国汉诺威事故研究机构基于事故数据进行的发动机罩几何外形参数与行人安全相关性研究^[4]、英国伯明翰汽车安全中心的事故数据收集与分析^[5]、澳大利亚研究人员的碰撞事故深入数据分析及应用^[6]等。日本在 1992 年设立的交通事故综合分析中心 (ITARDA) 集成了各相关部门如警察厅、国土交通省等关于交通事故的管理数据, 构建了交通事故综合数据库, 提高了事故调查与综合分析的水平。在我国, 公安交通管理部门每年度对交通事故的基本信息进行统计, 其统计数据的深入程度与发达国家

相比差距较大。

对复杂而庞大的交通事故数据进行的统计分析包括大规模数据和深入数据分析两个方面。交通事故的“大规模数据”一般由警察、医院、保险及政府机构调查获得, 主要用于交通事故问题的宏观分析。而深入的碰撞数据则由事故分析专家在“大规模数据”的基础上, 通过分析得到的有关车辆碰撞、车辆性能、人体伤害特征等方面的详细数据而获得, 是对事故再现、汽车安全开发及道路交通安全等方面研究的重要参考信息。总体而言, 我国的交通事故统计分析工作尚处于发展阶段, 现在并未建立开放的、完善的数据库系统, 需借鉴国外成熟的研究模式、成型的数据结构, 整合相关力量构建通用的交通事故数据库及统计分析平台, 提供给交通安全及相关科学研究的查询和使用。由高校科研机构、汽车厂家和公安交通管理部门联合开展交通事故的深入数据分析是今后的发展趋势, 随着交通事故统计分析研究的不断开展, 将会对汽车安全与交通安全的改进研究起到积极的促进作用。

统计分析的前提是获得充足的数据信息。建立结构完善的数据库及其信息管理系统可以提高统计分析的效率。开发人员所在的研究室多年来承担交通事故鉴定分析, 积累了一定规模的案例数据, 这些数据可以用于相关的统计分析研究, 需要一个高

效的数据库系统来进行存储和管理。为此，基于对人-车-路（环境）三者之间关系进行的深入研究，把握人、车、路（环境）的相互联系，利用先进的计算机技术，开发数据库管理系统，力求达到数据结构的完整性、安全性、可延续性、可拓展性等方面性能，为日后的事故统计与再现分析研究提供一个信息管理平台。

1 数据库的基本结构

1.1 关系模型

现实世界事物各种信息之间的联系分为两种：一种是实体集内部的联系，它反映了实体的不同属性之间的联系。比如实体集“车”中，其基本信息中的“车型”和“载重”就是一种内部联系。另一种是实体集之间的联系（或对应关系）。例如：交通事故的基本因素——人、车、路的相互关系。实体集“路”

包含的实体是每一例具体的事故，而某例事故可能涉及到多个“人”、多个“车”。因此，实体集“路”、实体集“人”和实体集“车”三者之间可能的关系包括3种类型：一对一关系（1:1）、一对多关系（1:n）、多对多关系（m:n）。

如图1所示，可以用E-R图来清晰表示这种关系。在E-R图中，用长方形框表示实体集；用椭圆表示各种具体的属性。实体集之间的联系用菱形表示，用直线将实体集和属性连接，并在直线上标注联系形式。由此得出了交通事故各因素之间的关系模型。

其中，实体集“人”的属性包括：基本信息、驾驶因素、交通特征、人体损伤等。实体集“车”的属性有：基本信息、车辆类型、车辆性能、载重情况、车载人员、交通特征、车辆损坏情况等。实体集“路”的属性有：基本信息、时间地点、交通特征、自然环境、道路线形、路面性质、控制条件、路面痕迹等。由此涵盖了交通事故人-车-路及其相关联的各种数据信息。

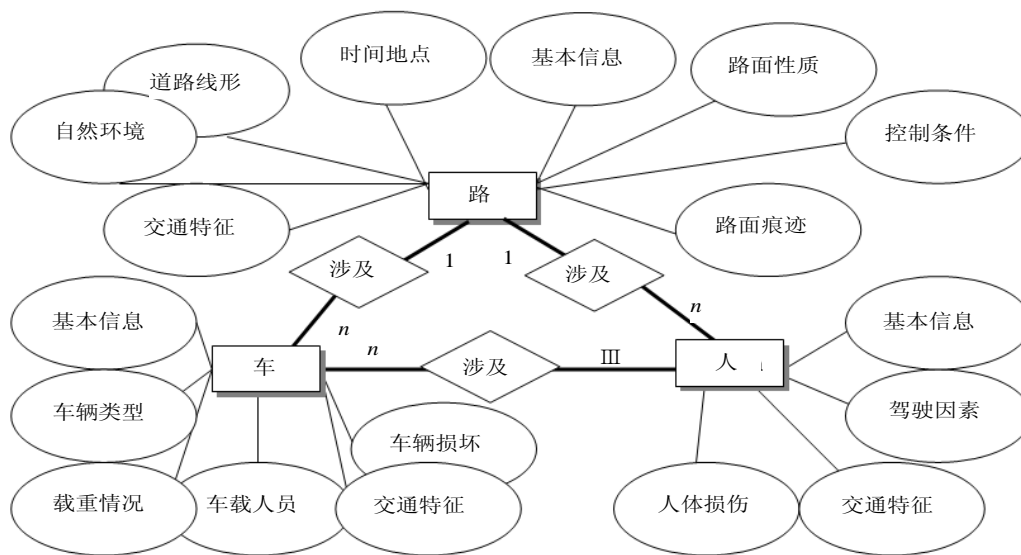


图1 交通事故人-车-路关系模型的E-R图

Fig.1 E-R figure of a traffic accident human-vehicle-road relationship model

1.2 数据存储

二维关系数据库的数据信息以表格的形式存放。按照上述关系模型，基于Paradox数据库建立了人、车、路三个数据表，分别存放相关的各种信

息，各表之间具有一定的对应关系，可实现交通事故人、车、路的相关信息的数据存储。Paradox数据库是Delphi自带的单机数据库，其存储特点是：直接将表以文件的形式存储，方便数据的复制。另

外，也可实现多端口输入。为了防止数据丢失，只需定期将表的文件备份即可。

1.3 数据的输入输出

表中数据的输入不仅可通过所开发的 Delphi 客户端界面进行系统化的数据输入，也可以通过 Database Desktop 直接打开目标表格进行数据输入，另外，在数据格式相同的前提下，还可通过复制相关数据库的表到本地数据库。

开发数据库一方面作为实用的数据存储工具，另一方面也是作为宏观统计和深入分析的数据源。也就是说，要为统计软件提供一个数据接口以便于数据的输入和导出。表格文件是以“.DB”格式存储的，该格式文件可以用 Microsoft 的 access 或 excel 读取，为方便统计研究，也可利用专业统计软件，如 SPSS 来处理数据。

2 用户界面设计

2.1 用户界面的开发原则

图形用户界面可以让用户通过各种图形化的界面元素和可视化的操作来控制和执行程序。设计用户界面时，主要考虑如下方面^[7]。

首先考虑操作一致性，追求界面的规范和统一，易于用户操作。考虑宽容性，在设计界面时，对一些可能会引发问题的操作要设计提示与确认功能，例如，当用户关闭一个窗口或删除一条记录时，尤其对可能具有破坏性的误操作，系统应给出提示并让用户予以确认。用户界面应简洁美观清晰，从视觉角度让用户感到舒适。对象的布局要符合操作顺序，尽量用精练的字句正确地向用户传递信息。

为使输入更简单方便，输入尽可能量化、标准化。对于已有相关标准的内容，为用户提供复选框选择，以此来提高录入效率和降低错误操作。对于无法量化的，提供规范的输入模式，防止用户发生输入错误。另外对于某些逻辑上有关联的统计项，内部应提供检验程序，验证各输入项的逻辑关系是否合理。此外还需考虑数据库链接：Delphi 开发的是一个人机界面客户端，必须要建立和 Paradox 数据库的链接才能正常工作。

2.2 用户界面设计

基于上述原则开发的系统的人机界面简约实用，便于用户进行操作和选择。录入界面分人、车、路三个页面，其中“车”的信息录入界面如图 2 所示。

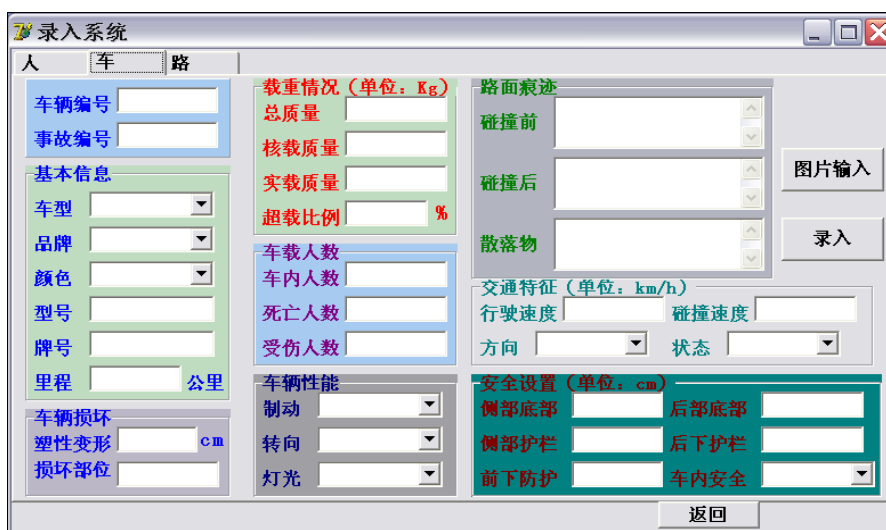


图 2 “车”的信息录入界面

Fig. 2 Input interface of the vehicle information

对应的浏览和查询统计界面也包括三个页面，能分别显示和查询人、车、路的详细信息。另外还

可对部分已录入信息进行修改和添加。“车”的信息浏览界面见图3。



图3 “车”的信息浏览界面

Fig. 3 Browsing interface of the vehicle information

3 实现的功能特点

如图4所示，所构建的交通事故信息管理系统的基本框架包含交通事故人-车-路数据库及对其进行操作的人机交互界面，能实现各种实际交通事故数据信息的录入、浏览、修改、查询和统计等基本操作，还包括以下几方面的综合性能。

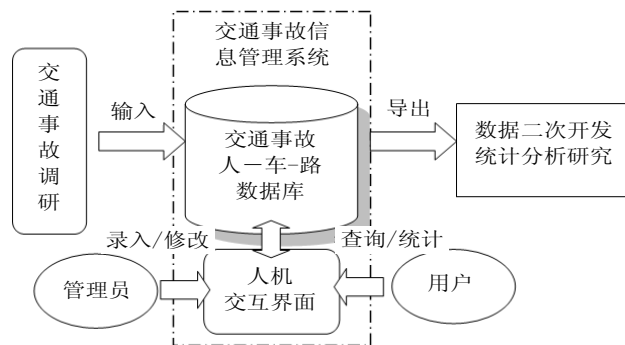


图4 系统的框架及实现的基本功能

Fig. 4 Structure and basic functions of the system

3.1 完整性

数据的完整性约束主要是对数据值的约束和对数据之间联系的约束。Paradox 数据库在这方面的操作简单，对于主码的约束满足非空、唯一。对于其它变量的约束，用户可以根据需求设计数据的最大值、最小值、默认值。但是 Paradox 对非主码列没有非空约束，为此，在客户端界面开发时予以编程实现。

3.2 安全性

为防止非法用户登录，保证系统的安全性，Paradox 数据库可以为表设置密码。Delphi 也可以制作用户名密码验证界面。另外，可以新建一个 SQL 文件，在其中设计一个触发器。当有用户浏览、查询、修改数据库的记录值时，自动记录事件发生时间以及事件形式，将记录保存在表格“safe”中。如：“2006-6-20 22:00 表格‘人’被修改”。该触发器相当于一个“spy”，可实时监测数据库的操作。

3.3 可恢复性

正常的计算机系统常常面对多方面的威胁，如病毒、黑客等。数据库可能随时受到攻击。用户需要定期对数据库进行备份。当遭到破坏时，可以利用备份文件将数据库恢复到最近一个数据节点。由于 Paradox 数据库是以文件形式存储，易于备份操作。

3.4 可扩展性

数据库在满足相应存储和管理工作的前提下，还要为深入统计分析提供数据。由此需要为该数据库增添新的功能模块。如图 5，新增功能模块单独

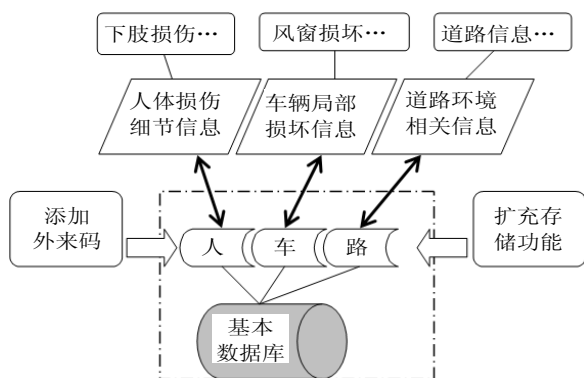


图 5 系统的可扩展性

Fig.5 Expansibility of the system

以表格形式建立，在现有的数据库即人、车、路三张表中对应增添一个外来码。主表中的每一个外来码，对应了功能模块中的一条记录。同时也对客户

参考文献

[1] Jerrett K. L. and Saul R. A. Pedestrian injury-analysis of the PCDS field collision data[C]. Proceedings of The 16th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Paper Number 98-S6-0-04, Windsor, Ontario, Canada, May 31-June 4, 1998.
 [2] Augenstein J., Bowen J., Perdeck E., et

端界面进行一定程度的修改。这样就可以完成功能模块的添加，可根据需要不断丰富该数据库的功能。比如专门为存储车辆的风窗玻璃、保险杠的细节数据和人体的下肢损伤、道路的事故多发信息等添加相应的模块，可以扩充存储更为丰富而深入的数据信息。

3.5 优化性

在开发 Delphi 界面时，对于输入方面，该数据库提供了各种优化形式来保证输入的高效率及准确性，包括列表提供选择的输入项，编程限定输入项目的逻辑关系等。还可根据个人习惯以及输入值的特点，当光标进入编辑框时，自动设置文字输入法。浏览、修改的界面友好，修改数据操作方便。

4 结束语

参考国内外成功数据库范例，结合交通事故信息的具体特点，研究交通事故的信息管理，开发了一个结构较合理的信息管理系统的基本框架。对交通事故统计变量进行了较深入的论证，基于人-车-路关系模型确定了较完善的数据结构，在 Paradox 数据库上实现了人-车-路模型的描述和存储，并用 Delphi 开发出客户端界面。经过测试，客户端界面能够完成基本的数据录入、浏览、修改、查询、统计等功能，可以对交通事故中包含的各种信息进行存储和管理，今后还将对其不断扩充和完善，为相关的统计研究工作提供数据源和基本平台。

al. Injury patterns in near-side collisions [J]. SP-1518, SAE Technical Paper Series, Paper No. 2000-01-0634, 2000.
 [3] Zaouk A. K., Eigen A. M. and Digges K.H. Occupant injury patterns in side crashes[J]. SP-1616, SAE Technical Paper Series, Paper No. SAE2000-01-0723, 2000.

- [9] 王伟, 杨兆升, 李贻武, 等. 基于信息协同的子区交通状态加权计算与判别方法[J]. 吉林大学学报工学版, 2007, 37(3): 524-527.
- [10] 翁小雄, 姚树申, 朱学. 基于交通流颗粒化结构的交通控制模型[J]. 公路交通科技, 2007, 24(2): 99-113.
- [11] 冯蔚东, 贺国光, 刘豹. 交通流自组织及其基于自组织理论的管控模式研究[J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19(9): 1-9.
- [12] 戢晓峰. 城市道路交通状态分析方法回顾与展望[J]. 道路交通安全, 2008, 8(3): 11-15.
- [13] 裴玉龙, 徐大伟. 基于模糊推理的公共交通分担率预测研究[J]. 土木工程学报, 2003, 36(7): 22-26.
- [14] 侯立文, 蒋馥. 城市道路网中路段相对重要性研究[J]. 系统工程理论方法应用, 2004, 13(5): 425-428.
- [15] 戢晓峰, 刘澜, 吴其刚. 区域路网交通信息提取方法[J]. 西南交通大学学报, 2008, 43(3): 422-426.
- [16] 戢晓峰, 刘澜. 基于交通信息提取的区域交通状态判别方法[J]. 三峡大学学报, 2009, 31(1): 94-97.

(中文编辑: 吴继屏)

上接第11页

- [4] Otte D. Influence of the front hood length for the safety of pedestrians in car accidents and demands to the safety of small vehicles[J]. SAE942232: 1923-1933, 1994.
- [5] Guo R., Hasson A. H., Hu Y. Z., et al. Road traffic accident data collection and analysis for road safety research[C]. Proceedings of Infats2005, Changsha, 2005, 58-67.
- [6] Brian F. and David L. The benefits of in-depth crash data in crash & injury prevention [C]. Proceeding++ of Infats2005, Changsha, 2005, 298-309.
- [7] 王行言, 汤荷美, 黄维通. 数据库技术与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.

(中文编辑: 吴继屏)

上接第26页

- Geophys. Res., 1997, 102: 7547-7563.
- [14] Linlin Ge, Eric Cheng, Xiaojing Li, et al. Quantitative Subsidence Monitoring: The Integrated InSAR, GPS and GIS Approach[A]. The 6th International Symposium on Satellite Navigation Technology Including Mobile Positioning & Location Services [C]. Melbourne: 2003(6): 22-25.
- [15] Sandwell D.T., Price E. Sums and differences of interferograms: Imaging the troposphere[C]. Eos Trans. AGU, Fall Meeting Supplement, 1997, F144, 78(46).
- [16] Li, Z., J.P. Muller, Cross. P. Comparison of precipitable water vapor derived from radiosonde, GPS, and moderate-resolution Imaging spectroradiometer measurements[J]. Journal of Geophysical Research, 2003, 108(D20).

(中文编辑: 刘娉婷)