

高速公路交通事件管理智能决策支持系统

郑黎黎¹, 丁同强², 成卫²

(1. 同济大学 道路交通工程系, 上海 200092; 2. 吉林大学 交通学院, 吉林 长春 130022)

摘要: 事件管理是一个非常复杂的非结构化问题, 而智能决策支持系统能够很好地解决非结构化问题, 为决策者提供科学合理的建议, 辅助决策. 讨论了高速公路事件管理的一般过程和内容, 并从事件管理的需要出发, 以智能决策支持系统理论为基础, 从模型库、数据仓库、知识库的设计入手, 给出了高速公路交通事件管理智能决策支持系统的设计方法.

关键词: 事件管理系统; 智能决策支持系统; 模型库; 数据仓库; 知识库

中图分类号: U491 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2004)06 - 0118 - 04

Intelligent Decision Support System of Traffic Incident Management on Free way

ZHENG Li-li¹, DING Tong-qiang², CHENG Wei²

(1. Department of Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. College of Transportation, Jilin University, Changchun 130022, China)

Abstract: Incident management is a complex non-structure problem. The intelligent decision support system (IDSS) can solve the problem effectively. For it offers sound advice for decision-makers. The common process and content of freeway incident management are discussed. According to the demand of incident management, the design method of the IDSS of freeway traffic incident management is put forward by means of a combination of model base, data warehouse and knowledgebase based on IDSS theory.

Key words: incident management system; intelligent decision support system; model base; data warehouse; knowledge base

0 引言

随着我国高速公路交通流量的增大, 交通事件也随之增多, 严重干扰了交通流的运行, 降低了道路网的通行能力, 而且往往导致高速公路长时间拥堵. 为此, 需要有效地对交通事件实施管理, 进而减少事件造成的损失, 保证道路畅通. 事件管理分为事件检测、事件确认、事件响应和事件清除四个阶段, 这期间决策者的决策将直接影响到事件所造成的损失的大小. 面对大量、复杂的相关数据, 采取哪套救援方案、指挥各个部门协同工作, 是一个非常复杂的非结构化问题.

智能决策支持系统能够解决非结构化问题, 为决策者提供定性和定量的建议, 辅助其决策. 本文将从事件管理的需要出发, 讨论高速公路交通事件管理智能决策支持系统的设计方法.

1 高速公路交通事件管理

1.1 交通事件

交通事件是指导致道路通行能力下降或交通需求不正常升高的非周期性发生的情况, 分为可预测的交通事件和不可预测的交通事件:

- 1) 可预测的交通事件: 道路养护、道路修筑、大型活动(体育比赛、音乐会等);
- 2) 不可预测的交通事件: 交通事故、车辆抛锚、恶劣天气(雨、雪、冰、雾)、桥梁或道路的坍塌、货物的

收稿日期: 2004 - 04 - 27. 基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金项目(项目编号: 2000024707).

第一作者简介: 郑黎黎(1975 ~), 女, 在读博士研究生. 主要研究方向: 交通信息工程与控制、交通规划与管理.

E-mail: zlldtq1024@163.com.

散落.

1.2 高速公路交通事件管理的含义

高速公路交通事件管理就是有效地减少事件检测和确认的时间,并采取恰当的事件响应措施,安全地消除事件以及管理受到影响的交通流直至恢复原有的通行能力,最终提高高速公路的运行效率和安全性^[1].

事件管理目标对于不同类型的高速公路、不同的交通管理需求是不同的.对于城市间高速公路,其目标则偏重于对事件参与者的救援;对于城市内高速公路,例如上海市的高架快速干道、北京的环线道路,其目标是尽快恢复交通,特别是交通高峰期.

1.3 高速公路交通事件管理的内容

有效的事件管理包括以下几项内容:

- 1) 事件的检测.融合来自不同检测方法的检测结果,发出事件警报.
- 2) 事件的确认.利用路旁装置、公用电话或车内无线电装置,与巡逻车、有关驾驶员联系,确认事件的性质;或利用闭路电视来确认,并估计其对交通流的影响.
- 3) 对事件的响应(向驾驶员实时发布信息、事件处理、交通流管理).确认事件的存在后首先要通过媒体向事件上游的交通流发布有关的事件信息,并确定事件影响范围,提供相应的管理措施和控制方法;同时根据事件的性质、高速公路管理系统的优先权(对交通参与者的救援和恢复道路的通行能力相比)选定救援方案,进行事件处理.
- 4) 清除事件,并记录相关的数据.记录响应时间、响应直至清除时间、事件的性质、持续时间、事件影响范围等数据,分析事件延误与事件率、事件持续时间等因素的关系,以期不断改进事件管理系统的响应决策功能.

整个事件管理需要涉及公安部门、高速公路管理局、紧急医疗服务部门、媒体、消防局等,只有在正确、果断的决策下,这些部门积极紧密配合,才能达到事件管理的最终目标.

2 高速公路交通事件管理智能决策支持系统

2.1 智能决策支持系统

智能决策支持系统(Intelligent Decision Support System - IDSS)是集成数据仓库、模型库和知识库而形成的,采用OLAP和数据开采等技术,能够对非结构化的问题进行定性和定量的辅助决策^[2],其结构如图1所示.各组成部分的功能:数据仓库能实现决策主题的存储和综合;模型库实现多个广义模型的组合,辅助决策;知识库实现知识推理并进行定性分析;OLAP实现多维的数据分析;数据开采实现对数据库和数据仓库中知识的挖掘,由它们集成的决策支持系统将相互补充、相互依赖、发挥各自的辅助决策优势,实现更有效的辅助决策.

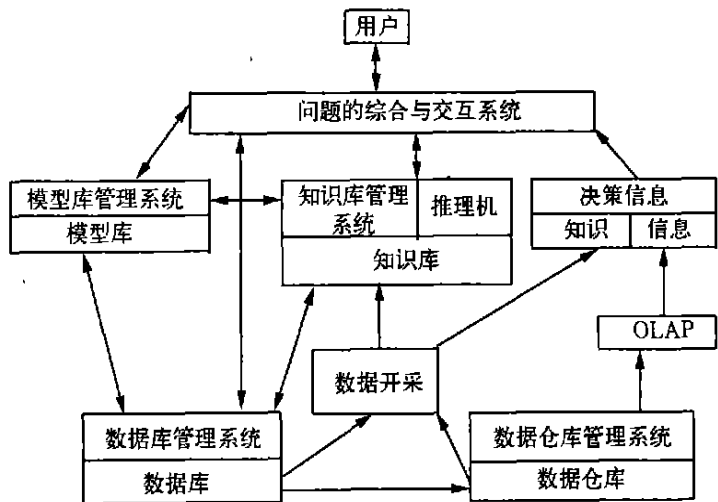


图 1 智能决策支持系统结构图

Fig. 1 Intelligent decision support system structure

2.2 高速公路交通事件管理智能决策支持系统的设计

高速公路交通事件管理智能决策支持系统利用“问题综合与交互系统”将模型库、数据仓库和知识库集成为一个主体,采用数据开采、OLAP技术对数据进行处理,进而为管理者提供决策支持.系统设计的关键

键在于模型库、数据仓库和知识库的设计.

2.2.1 模型库设计

交通事件管理智能决策支持系统的模型库主要包括交通事件检测模型库和交通事件影响范围的确定与分析模型库,而交通事件影响范围的确定主要是指延误计算和排队长度计算.

1) 事件检测模型库主要包括下表中所列较为成熟、实用的模型(见表1)^[3].

2) 交通事件影响范围的确定与分析模型库需完成以下任务:

交通事件影响范围的确定:主要应用高速公路车辆排队模型、车流波动模型和 Boltzman 模型对延误和排队长度进行计算^[4].

延误、排队分析:建立事件延误和排队长度与年平均日交通量、通行能力、事件率(事故率)、事件持续时间、左右路肩宽度等因素的关系.

表1 事件检测模型库

Tab.1 Model base of incident detection

算法类型	具体算法名称	需要采集的主要交通量
比较法	加利福尼亚算法	上、下游线圈占有率
	波动分析算法	上、下游线圈占有率
	多目标事件检测算法	上、下游线圈占有率
	模式识别算法	车辆的行程时间
	莫尼卡算法	连续车辆之间车头视距和速度差
统计法	标准差算法	线圈占有率
	贝叶斯算法	上、下游线圈占有率
时间序列法	时间序列 ARLMA 算法	检测器的占有率
	高占有率算法	检测器的占有率
	单、双指数平滑算法	交通流量、速度、密度和占有率
	低频传递滤波算法	检测器的占有率
交通模型和理论模型法	荷兰算法	整个车道的平均速度
	动态模型算法	交通流量、速度、密度
高级事件检测技术	灾变法	速度、占有率
	模糊算法	相邻两个检测器的速度、密度和占有率
	神经网络	上下游检测器的速度、行程时间、平均流量和密度

以上模型库内模型的运行、增减、修改及与数据的连接处理是由模型库管理系统来完成的.在融合各模型进行辅助决策时,遵循这样一个原则:扬长避短,充分发挥各模型的优点.在不同的检测间距和不同性能指标下,将控制权交给该状况下最好的模型,或者赋予各模型不同的权值来决定最后的结果,以实现模型的优化组合.

2.2.2 数据仓库设计

公认的数据仓库之父 W. H. Inmon 将数据仓库定义为^[4]:数据仓库是支持管理决策过程的、面向主题的、集成的、随时间而变的、持久的数据集,用于支持经营管理中决策制定的过程.因此,数据仓库不是数据的简单堆积,而是从大量的事务型数据库中抽取数据,根据决策目标将其转换为面向主题的格式,则高速公路事件管理智能决策支持系统数据仓库的设计内容主要包括:

1) 数据组织

根据事件管理决策的需求确定数据仓库主题,并对数据仓库的数据进行逻辑结构设计.高速公路交通事件管理智能决策支持系统的数据仓库主要面向两个主题——事件检测、延误和排队长度的计算与分析.

下面就事件检测来说明数据的组织方法:

面向单个检测器的数据.由于所有的事件检测算法都是根据交通流参数进行事件判断的,因此需要建立各个检测器检测到的交通流参数表 Table - O = (date , detector - no , flow , speed , density , occupy rate),其中 date 表示数据的检测日期, detector - no 表示检测器的编号, flow 表示流量, speed 表示通过检测器时的点速度, density 表示密度, occupy rate 表示占有率.

向两个检测器的数据.由于各种检测算法所要求交通流参数的输入形式不同,例如,加利福尼亚算法需要知道上、下游检测线圈各自的占有率及两者之差.因此构造面向两个检测器的数据表, Table - M =

(date, detector1 - no, detector2 - no, (flow1 - flow2), (speed1 - speed2), (density1 - density2), (occupy rate1 - occupy rate2), density1/ density2, occupy rate1/ occupy rate2, time), 其中 time 代表车辆通过两个检测器的行程时间。

统计数据. 统计分析来自各检测器的数据, 统计 ADT (日交通量)、 $AADT$ (年均日交通量)、 $WADT$ (周均日交通量)、 $MADT$ (月均日交通量)、 PHF (高峰小时系数)、 C (道路通行能力)、高峰时段等数据。

综合数据 (包括图和表). 存储模型库模型和其它数据分析工具对源数据分析处理的结果: 交通流模型参数、 $C1$ (事件发生后道路通行能力)、 RT (事件响应时间)、 CT (事件清除时间)、 DT (事件持续时间)、 INO (事件数)、 IR (事件率)、 ANO (事故数)、 AR (事故率)、 DR (检测率)、 FAR (误警率) 等。

元数据是数据仓库的重要组成部分, 要能对源数据进行描述, 反映源数据与数据仓库之间的映射, 方便于主题查找. 因此, 此数据仓库的元数据由如下几部分组成:

- A. 描述源数据物理数据结构: 上述各数据的物理结构、类型、更新频率;
- B. 调用数据分析工具, 并反映源数据与数据仓库之间的映射, 如建立流量、速度和密度之间的关系模型;
- C. 确定关键字方便按主题查找: date, detector - no.

2) 数据仓库工具集

多维分析工具——联机分析处理软件 MS OLAP SERVER, 是数据仓库的用户接口部分;

可视化工具: 提供对数据分析的多维视图和分析, 可以清晰地了解事件延误与年平均日交通量、通行能力、事件率 (事故率)、事件持续时间、左右路肩宽度等因素的关系及其变化趋势;

数据开采工具. 对数据仓库中的数据进行知识发现, 以便挖掘出隐藏的模式和知识, 根据 Table - O、Table - M、统计数据和综合数据对交通事件进行聚类分析及相关参数的预测;

数据分析工具, 包括优化查询工具、统计分析工具、C/S 工具等。

2.2.3 知识库设计

交通事件管理智能决策支持系统知识库的设计侧重于对交通事件处理的支持, 包括三部分:

- 1) 交通事件处理知识库: 存放对各种紧急救援方案的描述, 采用的是框架形式。
- 2) 疏导策略库: 存放对各种交通管理措施和诱导策略的描述, 采用的是一阶谓词逻辑形式。
- 3) 规则库: 采用产生式方法. 推理表达式用模糊产生式规则来表示. 由事件性质、事件的影响范围、事件发生点的交通环境及资源供给情况确定选择某救援方案的概率, 辅助决策者采取措施, 指挥各个部门协同工作。

3 结论

对高速公路的交通状况的研究表明, 高速公路上发生的交通事件是引起高速公路拥挤、周边路网交通流紊乱的主要原因, 交通事件往往会带来巨大的经济损失, 造成了交通延误、阻塞及空气污染等问题, 给现代交通管理系统带来了严峻的挑战. 智能运输系统 (ITS) 的研究和发展, 为解决高速公路的拥挤问题提供了有效的途径, 作为 ITS 的重要组成部分, 高速公路交通事件管理智能决策支持系统通过交通流参数的异常变化, 自动调用模型库事件检测模型检测是否有交通事件发生, 确认事件的存在后, 调用车流波动等模型确定事件的影响范围, 提供相应的管理措施和控制方法, 及以知识库为依托提供救援方案, 以期减小交通事件延误和事件导致的经济损失。

参考文献:

- [1] 姜桂艳, 温慧敏. 高速公路交通事件自动检测系统与算法研究[J]. 交通运输工程学报, 2001, 1(4): 77 ~ 81.
- [2] 张荣梅. 智能决策支持系统研究开发与应用[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003. 1 ~ 20.
- [3] Weil R, Wootton R, Garc á - Ortiz A. Traffic Incident Detection: Sensors and Algorithms[J]. Mathematical and Computer Modelling, 1998, 27(9): 257 ~ 291.
- [4] 撒元功. 高速公路交通流模型与控制方法研究:[博士学位论文][D]. 广州: 华南理工大学控制理论与控制工程, 2002, 1 ~ 30.