

基于 UML 城市道路交通状态判别技术应用研究^{*}

关志超¹, 杨东援²

(1. 深圳市城市交通规划研究中心 // 交通信息与交通工程重点实验室, 广东 深圳 518040

2. 同济大学, 上海 200092)

摘 要: 面向对象的方法是开发新的信息系统的首选方法, 在业界, 统一建模语言 UML 已成为在构建面向对象系统的分析与设计所使用的标准语言。深圳城市道路交通拥挤自动判别系统, 是通过拥挤状态下交通特性进行分析和对 ACI 算法的适用性条件与需求进行研究, 应用 MVS 设计模式和 LEE 设计模式对软件基本功能进行设计。通过典型的用例实现阐述软件的实际工作方式, 解释不同的详细设计模型元素如何促成功能的实现。用层次化的结构逐一说明重要的设计包及其依赖关系, 详细列出设计包中重要设计类的基本属性、主要操作及协作者, 并对核心操作进行具体说明。

关键词: 道路交通; 状态识别技术; 面向对象; ACI 算法; UML

中图分类号: TP319 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2007) S2-0204-06

在城市交通仿真 (宏观、中观、微观) 体系的总框架下, 交通状态与交通参数数据之间实质上是一种映射关系, 采用交通拥挤自动判别 AC 算法, 进行短期交通控制措施的规划, 需要对现状交通网络状况有全面的认识与评价。如果可以预测未来 15 min 到 30 min 交通状况的情况, 则将对决策过程技术支持水平有一个大幅的提升。在城市内部道路交通网络中, 主要以采集基于移动型交通检测器 FCD 的经度、纬度、车辆的瞬时速度、路段行程时间与行程车速等交通信息为主, 完成常规交通检测器无法提供的、但又能更好地体现交通状态变化过程以及交通拥挤程度的参数; 通过采用地感电磁线圈、红外检测器、微波检测器、摄像检测器等为辅采集车速、流量、占有率等交通状态参数。深圳城市道路交通拥挤自动判别系统设计采用 5000 辆 FCD 浮动车数据, 600 个左右定点采集数据。

深圳城市道路交通状态判别技术研究和应用思路是: 高速公路和城市快速路的交通状态判别以自动技术为主, 三四级公路和城市次干道的交通状态判别以人工技术为主, 一二级公路和城市主干道的交通状态则采用自动技术和人工技术相结合的方法进行判别。交通状态的自动判别技术以及与其相关的动态交通数据的采集与预处理技术是本系统的核心所在^[1-7]。

1 AC 算法模型

对基于行程时间的实时值 AC 算法, 我们认为路段的行程时间是表征交通拥挤状态的一个最直观、有效的交通流参数; 由于交通拥挤的本质是车辆的实际行程时间超过了人们期望的 (合理) 行程时间, 因此, 在能够可靠地获得交通流平均行程时间数据的情况下, 通过将其与预定的期望行程时间进行比较, 实现对道路交通状态的判别。FCD 浮动车采集直接获得路段的行程时间数据, 因此在确定了期望行程时间 (或期望行程速度、期望延误) 的情况下, 根据当前的行程时间数据判断出目标路段所处的交通状态, 而且通过分析同一路段相邻时段的行程时间数据和不同路段在相同时段的行程时间数据, 对所发生的拥挤类型进行判别。

(1) 数据准备, 对所获得平均行程时间数据预处理, 去除随机成分, 形成第 i 路段行程时间序列 $T_i(t)$ 。

(2) 针对每个路段, 确定期望行程时间 T_{i0} 。

(3) 计算每个路段行程时间的延误 $\Delta T_i(t)$,
 $\Delta T_i(t) = T_i(t) - T_{i0}$ 。

(4) 拥挤状态判别, 如果 $\Delta T_i(t)$ 大于既定的阈值 K_1 , 则认为第 i 路段有拥挤发生。

^{*} 收稿日期: 2007-07-09

基金项目: “十一·五”国家科技支撑计划重点资助项目 (2006BAG02B02); 建设部科技计划项目 (建科验字 2006-096 号), 2007 年建设部华夏建设科技一等奖 (华夏奖字 2007-008 号); 深圳市 2004 年政府投资计划重点工程项目 (深发改 2004-481, 2005-814 号)

作者简介: 关志超 (1959 年生), 男, 博士 / 副总工、高工; E-mail: sz_zhichaoguan@126.com

(5) 拥挤性质的判别, 如果 $\left| \frac{T_i(j)}{T_i(t-k)} \right| \geq$

K_2 (K 为分析时间窗口的宽度), 则认为路段 发生了偶发性拥挤, 否则认为发生了常发性交通拥挤。

对基于行程时间与侧值 AC算法, 我们利用第 路段行程时间的预测值与实际值比较判别是否有拥挤发生, 其工作过程如下:

①数据准备, 对所获得的平均行程时间数据预处理, 去除随机成分, 形成第 路段行程时间实际数据序列 T_{ij} 和预测数据序列 $\overline{T_{ij}}$ 。

②计算每个路段行程时间实际值和预测值的差值 ΔT_{ij} , $\Delta T_{ij} = T_{ij} - \overline{T_{ij}}$ 。

③拥挤状态判别, 如果 ΔT_{ij} 大于 K_3 , 则认为第 路段有拥挤发生。

④拥挤性质的判别, 如果 $\left| \frac{T_i(j)}{T_i(t-k)} \right| \geq K_4$,

则认为路段 发生了偶发性拥挤, 否则认为发生了常发性交通拥挤。

对基于行程速度的拥挤判别过程与基于行程时间的判别过程相似, 不过增加了一个由路段的平均行程时间估计路段平均行程速度的步骤, 此处不再累述。

“深圳城市道路交通拥挤自动判别系统”为连续记录实测数据进行输入和处理提供强大功能, 这些数据用于建立交通流模型, 显示和评估当前的交通状况, 预测和评估计算。系统模型运算步骤:

- ①处理输入的在线数据,
- ②建立当前网络状况模型 (数据完整),
- ③当前网络状况的可视化和评估,
- ④预测网络的交通流量。

在系统运行中, 输入的在线数据是“深圳城市道路交通拥挤自动判别系统”关键之一, 交通流的信息通过多种途径获得, 现有的设备如自适应交通控制设备、专用交通监控装置, 浮动车 FCD (车辆上装备 AV) 成为系统的数据源。系统在路网模型中连续计算实时交通流特征, 并用图形和数字显示预测的交通流量和出行时间; 在实时路网交通状况的基础上, 预测短期的交通流状况, 并用同样的方式计算和发布输出。系统提供各种交通数据, 其中最重要的是交通网络模型, 它包括道路几何数据、道路和交叉口的参数; 这些数据在提供的图形网络编辑器中进行编辑。还有需求矩阵, 它描述的是城市路网中的出行需求; 在系统运行期间, 这些 OD矩阵不断更新, 作为当前测量值运算结果

输出, 作为城市动态交通信息发布信息源。

2 用例实现中的交互设计

在深圳道路交通状态判别系统面向对象分析与设计中, 将顺序图和协作图统称为交互图, 用于分析刻画用例实现中对象间的动态交互和消息传递, 帮助识别类、职责, 并在协作者之间分配职责, 还可以用于识别接口和抽象类。

2.1 系统的顺序图设计

本系统中顺序图显示对象如何通过交互来执行部分或全部用例的行为, 一个或多个顺序图可以阐述用例的对象交互, 顺序图典型的组织方式是: 一个顺序图用于主要的事件流, 一个顺序图用于用例的每个独立子流程或备选流。顺序图对于设计人员而言尤其重要, 因为顺序图阐明了对象在流程中的角色, 为确定类职责和接口提供了基础输入信息。与协作图不同, 顺序图包括了按时间排定的序列, 而不包括对象关系。顺序图和协作图表达相似的信息, 但显示方式不同。顺序图显示了消息的明确序列, 需要对消息的时间排序进行可视化建模时, 顺序图尤其适用。如果需要分析交互中的实例之间的结构关系感兴趣, 则使用协作图。本文使用顺序图设计用例, 主要识别系统相关的设计类、属性和方法。

以查看交通拥挤地图用例为例, 说明用户通过页面请求查看交通拥挤地图。QueryTrafficMapAction向 MapProcessor发出地图绘制请求信息, MapProcessor首先用 SEConnection连接 GEODatabase获取地图绘制基本信息, 然后调用 ArcInS 的一些 API将地图绘制出来并显示在 display_map.jsp页面上。用户可以通过放大缩小来查看某一路段的详细信息, 也可以通过选定某一路段查看详细信息。如果通过选定某一路段来查看, 则 MapProcessor根据所选位置的 X Y坐标通过用 SEConnection连接 GEODatabase来进行 LinkID的匹配, 然后 QueryTrafficMapAction通过 ServiceLocator获取对应 EJB 的 Home接口, 由该 Home接口产生 Remote实例, 调用该实例的某一方法即: 根据该 LinkID得到和所选路段所有相关的 Link 通过某算法计算该路段的当前平均车速、标准车速和预测车速。最后, MapProcessor通过 ArcMS将所选路段详细信息在 display_road_detailed_info.jsp上发布出来, 其基本流顺序图如图 1所示。

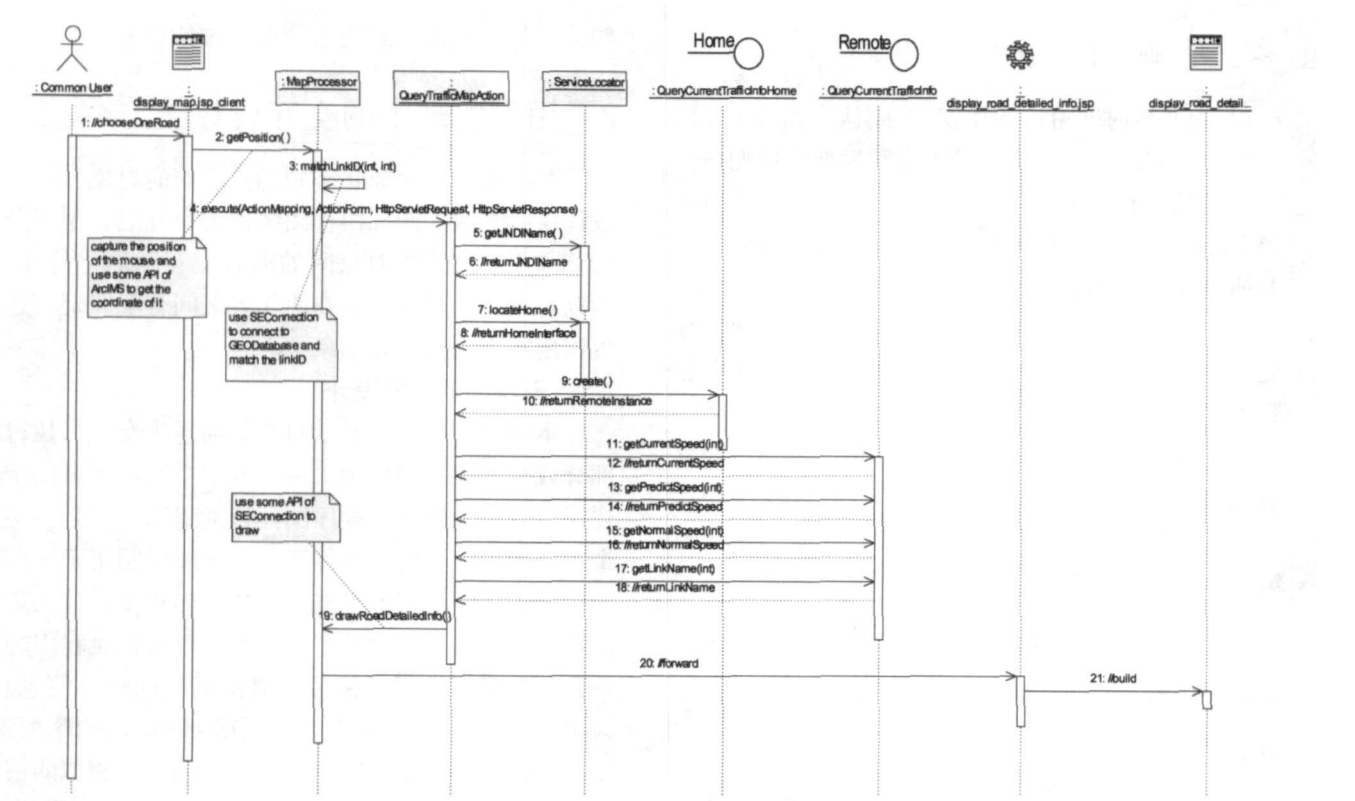


图 1 发布城市道路交通拥挤地图的基本流顺序图

Fig 1 Sequence diagram of basic flow in publishing urban traffic congestion map

2.2 系统的协作图设计

在本系统协作图中可以有对象和参与者实例，以及链接和消息（描述对象是如何相关和交互的），协作图描述对象如何通过互相发送消息进行通信，描述参与的各对象的行为，在用例实现中通常为用例的事件流的每个变体设计一个协作图。

协作图用于显示对象如何交互以执行特定用例或部分用例的行为，设计者使用协作图和序列图来定义和阐明对象角色，这些对象执行特定的用例事件流，它们用于确定类职责和接口的主要信息源。与序列图不同，协作图显示了对象之间的关系，序列图和协作图表达了类似的信息，但以不同方式显示这些信息。协作图显示了对象之间的关系，更适用于理解给定对象上的所有效果，更适用于过程设计。由于协作图的形式，它更适用于分析活动，适用于描述较少量对象的较简单交互。

本系统设计主要采用协作图识别类、属性、方法和关系，在协作者之间分配职责，具体设计职责的实现方式，识别关键接口并进一步设计出对应业务组件。以查看交通拥挤地图用例实现为例，用户直接访问交通拥挤地图页面，通过 Action Service 访问 Map Processor 接口，发布拥挤地图，需要查询动态交通信息时，通过 Service Locator 对象，查找

到交通拥挤地图业务组件的 Home 接口，进行初始

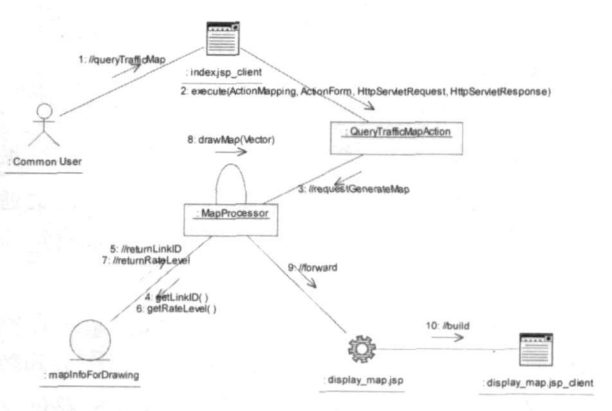


图 2 发布城市交通拥挤地图系统设计的协作图

Fig 2 Collaboration diagram of publishing urban traffic congestion map

2.3 用例实现中的类图

对于每个用例实现，可能有描绘其参与类的一个或多个类图，本系统设计对每个用例实现识别出了具体的类和接口，并按照 MVC 设计模式，对各个参与类定义属性和方法，结合具体实现技术对类

的属性和操作进行了定义。类图显示为一组（静态的）声明的模型元素（例如类、包以及它们的关系），以图的方式互相连接。可以将类图组织成包（并由包所拥有），显示特定包中的相关内容。

除了表示类、属性和职责，类图中还必须对类之间的关系加以描述。以查看交通拥挤地图为例，经过具体设计，得到该协作的主要相关类如图 3所示：

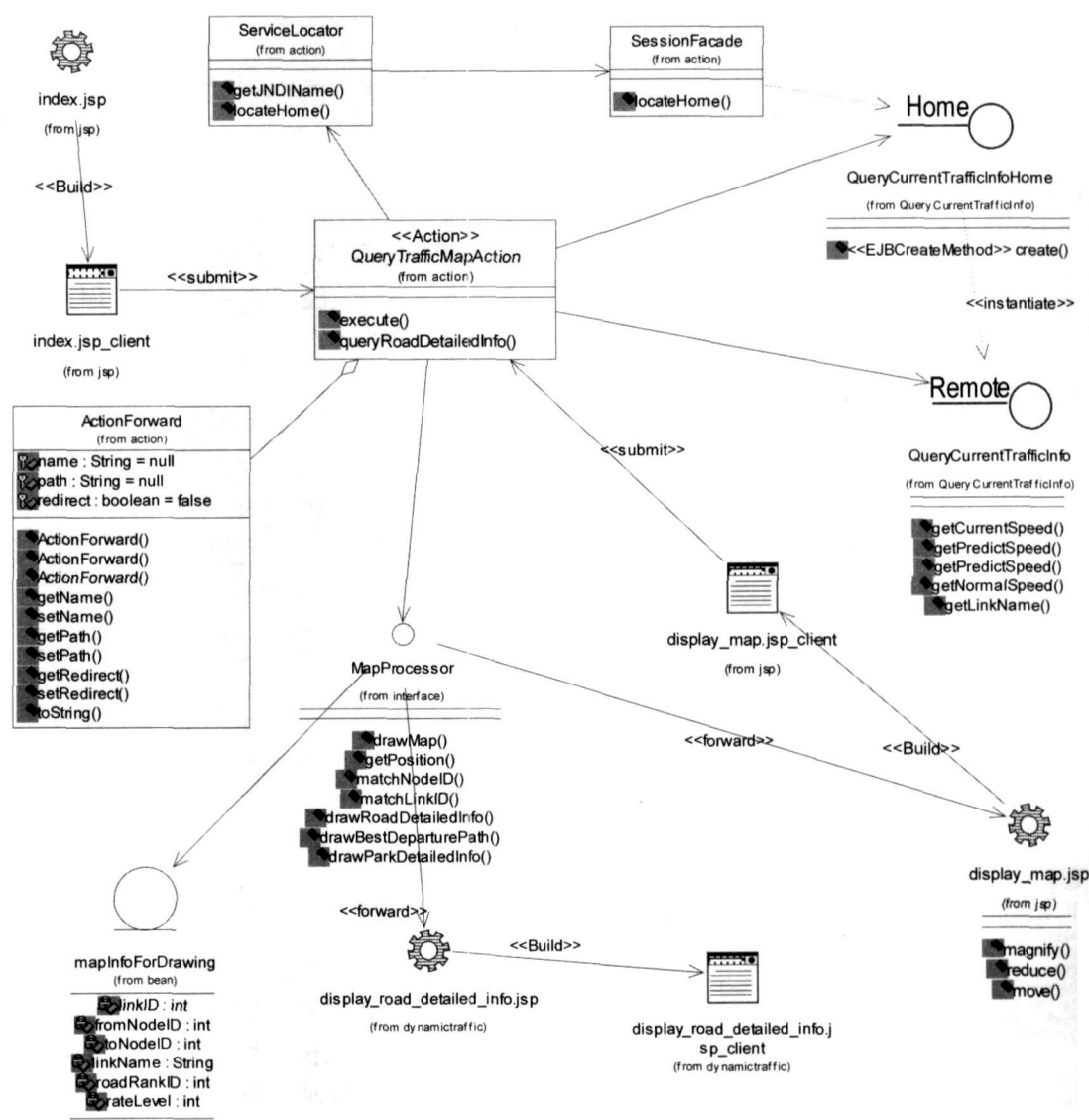


图 3 查看城市交通拥挤地图设计类图

Fig 3 Class diagram of viewing urban traffic congestion map

其中主要的类、接口和组件如下：

(1) 页面：交通拥挤地图显示页面（`display_map.jsp`）和路段详细信息显示页面（`display_road_detailed_info.jsp`）。前者显示实时地图，后者显示用户选择的某一路段的详细信息。

控制类：查看交通拥挤地图控制类（`QueryTrafficMapAction`）。通过 `ServiceLocator` 类得到相应 `Home` 接口，从而访问 EJB 方法从数据库中获取所选路段详细信息。最后通过 ArcMS 显示出来。

EJB：`QueryCurrentTrafficInfoEJB` 实现 `Query`

`CurrentTrafficInfo` 接口，访问数据库得到车速信息和路段名称。

(2) 接口：`QueryCurrentTrafficInfoHome` 接口、`QueryCurrentTrafficInfo` 接口和 `MapProcessor` 接口。前者产生 `QueryCurrentTrafficInfoEJB` 实例，`QueryCurrentTrafficInfo` 接口为外界访问数据库提供接口方法，`MapProcessor` 接口通过调用 ArcMS 中的 AP 来处理地图信息，包括地图的绘制，所选点位置的捕获，该位置和 `LinkNode` 的匹配，以及用户请求的信息在地图上的显示。

实体类: mapInfo For Drawing 对应 GEODatabase 中存放的地图信息表, 为 Map Process 绘制地图提供了地图信息来源。

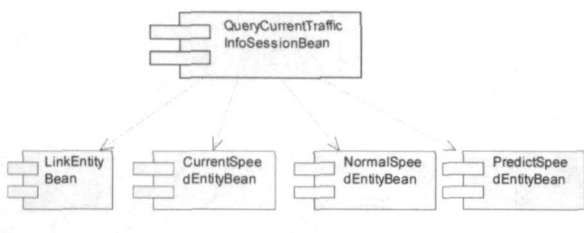


图 4 QueryCurrentTrafficInfo 相关组件关系图
Fig 4 Relationship diagram of QueryCurrentTrafficInfo component

其中 Query Current TrafficInfo 会话 Bean 可以通过相关实体 Bean 获取相关节点或路段的基本属性信息和交通状态信息。Query Current TrafficInfo 的内部具体实现如图 5 所示。

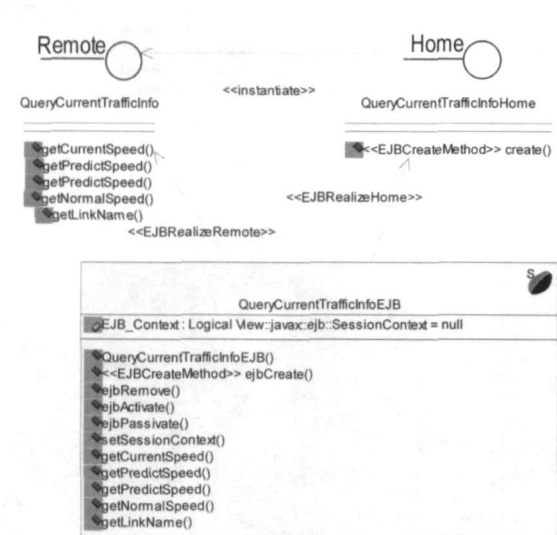


图 5 QueryCurrentTrafficInfo EJB 的设计
Fig 5 Design of QueryCurrentTrafficInfo EJB

3 实践结果

深圳市城市道路交通状态判别技术应用设计与实践中, 交通运行规划与管理是 ITS 的核心功能, 而城市道路交通拥挤、交通事件的判别又是交通运行规划与管理的关键步骤之一, 通过实践证明计算机信息技术的综合运用可以大大地提高道路交通规划与管理, 特别是高速公路和城市主干路交通管理的效率和效果。2006 年 6 月, 深圳城市道路交通状态判别的实时动态信息正式发布测试, 图 6 是 2006 年 6 月 16 日早上 6 时的城市道路交通拥挤状态。

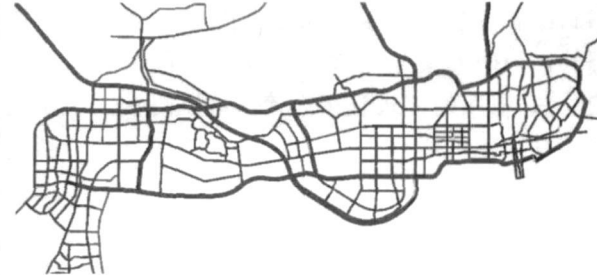


图 6 深圳特区实时道路交通拥挤状态信息
Fig 6 Real time traffic status of Shenzhen urban area

通过对上述系统的实际测试, 总结出符合深圳城市道路交通实际情况和管理特点的交通状态监控效率、效果以及经济性与可靠性等因素。具体速度指标如下表所示。

表 1 深圳特区实时道路交通状态
信息速度指标 (单位: km/h)
Tab 1 Speed division of Shenzhen urban
real time traffic status (unit: km/h)

序号	道路设计 车速	设计 标准	实际发布速度色标			实测 结果
			红色	黄色	绿色	
1	高速路车速	70—110	< 20	20—40	> 40	85
2	快速路车速	60—80	< 20	20—40	> 40	70
3	主干道车速	30—60	< 15	15—35	> 35	48
4	次干道车速	20—50	< 15	15—35	> 35	37
5	支路车速		< 12	12.5—35	> 35	8

4 结 论

通过对深圳城市道路交通状态判别技术应用研究和对经典 AC 算法的实践比较, 在对城市交通拥挤状态下交通流特性进行分析和 AC 算法适用条件与需求进行研究的基础上, 以基于 UML 的面向对象分析与设计技术为手段, 采用数据挖掘、数据融合和人工智能技术为工具, 有效地对深圳城市道路交通状态进行判别与分析, 实现了城市道路交通动态信息的实时发布, 有效地提高了城市道路交通运输的总体效率和良好的社会效益。

实践证明, 城市道路网络并不是在全部时间和空间上都是满负荷运转的, 若能够及时获得网络上的动态交通信息、准确地掌握路网的交通状态, 并依此进行交通规划、管理决策和出行决策, 充分利用交通系统的时空资源, 则可在不增加道路的情况下, 通过提高城市道路的使用效率 and 安全性来满足不断增长的交通运输需求, 在这种大背景下, 深圳城市智能交通系统建设实践受到了广泛的关注和政府的高度重视。

参考文献：

[1] 杨东援. 交通规划决策支持系统 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1997.

[2] 朱照宏, 杨东援, 吴 兵. 城市群交通规划 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2007.

[3] 邹智军. 道路交通仿真研究 [D]. 上海: 同济大学博士学位论文, 2001

[4] ROBERT V Sumpf, LAVETIE C Teague. 面向对象的系统分析与设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005

[5] BUBAK Marjan, Przemyslaw. Traffic simulation using cellular automata and continuous models [J]. Computer Physics Communications, 1999, 395—398

[6] LDA Y, UNON, YAMADA T. Experimental Analysis Approach to Analyze Dynamic Route Choice Behavior of Driver with Travel Time Information [J]. VNIS, Yokohama, 1994

[7] NATHAN Garner, CARROLL JMesser, AJAY KRathi. Traffic Flow Theory [J]. Transportation Research Board, 1998

UML Based on Research of Technologies Applications
in the Identification of Urban Road Traffic Conditions

GUAN Zhichao, YANG Dongyuan

(1. Shenzhen Urban Transport Planning Center// Key Laboratory of Transport Information & Transport Engineering, Shenzhen 518040, China; 2. Tongji University of China, Shanghai 200092, China)

Abstract: Nowadays, object oriented methodology is the most popular for developing information systems, and the Unified Modeling Language becomes a standard language for the analysis and designing phase in developing an object oriented system. The ShenZhen Urban Road Traffic Condition Identification System, which focuses on the analysis of the characteristics in traffic congestion, and the applicability of the ACI algorithm. In this paper, we apply MVS Pattern and JEE technology into the design of this system, and explain the working process of the software by typical use cases. We also illustrate the model elements for the key functions, and present the hierarchy of important packages and the dependencies, including the basic properties, operations and collaborators of the classes.

Key words: road traffic; status identification technologies; object oriented; ACI algorithm; UML