

文章编号: 1002-0268 (2004) 09-0099-04

# UML 在开发公路交通调查数据管理 分析系统中的应用

冯 涵<sup>1</sup>, 徐建闽<sup>2</sup>, 温惠英<sup>2</sup>, 柯建雄<sup>2</sup>

(1. 广东阳茂高速公路有限公司, 广东 阳江 529500; 2 华南理工大学交通学院, 广东 广州, 510641)

**摘要:** 简述面向对象建模语言 UML (Unified Modeling Language, 统一建模语言) 的发展应用情况及其建模机制, 以基于面向对象技术的公路交通调查数据管理分析系统开发为例, 进行一个完整实例的分析、设计及实现过程, 提出在公路交通调查数据管理分析系统设计中引入 UML, 使参与项目的所有人员在一个平台上进行交互, 实现信息的完全共享, 避免在建模过程中产生歧义。模型建立后通过与编程语言结合自动生成程序代码, 减轻开发和管理工作量, 提高软件开发水平和产品的质量。

**关键词:** 面向对象建模; UML; 交通调查; 静态建模; 动态建模

**中图分类号:** U491.1<sup>+</sup>1      **文献标识码:** A

## Application of Modeling by UML in Development of a Highway Traffic Study Data Management Information System

FENG Han<sup>1</sup>, XU Jian-min<sup>2</sup>, WEN Hui-ying<sup>2</sup>, KE Jian-xiong<sup>2</sup>

(1. Guangdong Yangmao Expressway Co., Ltd. Guangdong Yangjiang 529500, China;

2 College of Traffic and Communications South China University of Technology, Guangdong Guangzhou 510641, China)

**Abstract:** Traditional software development method can't match the need of the large transportation software system development. This paper describes the development, application and modeling mechanics of UML. Then, a complete example is presented in which the management information system for traffic survey data is analyzed, designed and realized. In this example, UML modeling mechanics has been introduced, which makes persons involved in the project can share information on a platform and avoid different understandings during the model set up process. When the model has been established, codes of the procedure can be produced automatically by connecting the model with the programming language, which reduces the work of development and management, and at the same time, enhances the development level and quality of the software.

**Key words:** Object-oriented modeling; UML; Traffic study; Static modeling; Dynamic modeling

### 0 引言

随着公路建设的飞速发展, 交通调查 (交通调查在后文简称交调) 数据的管理分析工作作为公路建设和管理的重要基础工作, 对于指导公路规划、建设和交通管理的重要性日益提高, 是公路事业发展的重要

保障。广东省公路各观测站、点长期以来观测到的大量原始资料, 由于缺乏有效、实用、方便的管理分析系统, 在目前的公路网规划、建设和管理中, 这些交通量资料得不到充分利用, 造成了资源浪费。为此, 如何利用现有的科技手段对已有的交通调查资料进行有效的管理、分析和应用是一个亟待解决的问题。目

收稿日期: 2003-07-02

基金项目: 广东省自然科学基金重点资助项目 (020945)

作者简介: 冯涵 (1978-), 女, 广东徐闻人, 华南理工大学交通学院硕士, 主要研究方向为智能交通运输、交通仿真. (E-mail: xiaohan @

前,专门针对公路交通调查数据处理的有效的计算机系统较少,所以当前急需开发一个有效的公路交通调查数据管理分析系统。

UML 日趋成熟,已成为国际上领先的在软件开发中进行对象分析和设计的有效方法和重要工具,在国外得到了广泛的推广应用。1996 年开始, UML 逐渐在我国不同的领域得到流传、研究和应用,但是目前它在交通领域的应用极少,如何恰当地将这种目前国际上先进的具有优越特性的可视化图形建模技术,应用于交通相关软件的开发中是一个值得探讨的问题。本文正是采用面向对象方法,以 UML 在公路交通调查数据管理分析系统开发中的应用为例,运用 UML 进行了一个完整的实例分析、设计及实现过程。

## 1 统一建模语言 UML 的建模机制

建模是为了产生对系统的理解,而 UML 正是一种通用的用于描述系统蓝图的标准建模语言,用户借助 UML 提供的可视元素构件可以设计和表达出复杂的面向对象软件的体系结构。在 UML 表示法中,每个符号都有明确语义,这样,一个开发者可以用 UML 绘制一个模型,而另一个开发者(甚至工具)则可以无歧义地解释这个模型,这意味着用 UML 所建的模型是精确的、无歧义的和完整的,这些是软件密集型系统在开发和部署时所必须的。

UML 可以对任何具有静态结构和动态行为的系统进行建模。其建模机制可以归为静态建模和动态建模两大类。从应用的角度看,采用面向对象技术设计系统时,建模主要有 3 个步骤:首先是描述需求;其次根据需求建立系统的静态模型,构造系统的静态结构;第 3 步是描述系统的行为,反映系统对象之间的动态关系。其中在第 1 步与第 2 步中应用 UML 的静态建模机制,通过用例图、类图(包含包)、对象图、组件图和配置图<sup>[1]</sup> 5 个主要方面来描述系统。第 3 步应用 UML 的动态建模机制,它所建立的模型或者可以执行,或者表示执行时的时序状态或交互关系。主要包括状态图、活动图、顺序图和合作图<sup>[1]</sup> 4 个部分。

此外, UML 还适用于系统开发过程中从需求规格描述到系统测试的不同阶段。在需求分析阶段,可以用用例来捕获用户需求。通过用例建模,描述对系统感兴趣的外部角色及其对系统(用例)的功能要求。分析阶段主要关心问题域中的主要概念(如抽象、类和对象等)和机制,需要识别这些类以及它们之间的关系,这可用 UML 类图来描述。而用例的实

现、类之间的协作,则可以用 UML 动态模型来描述。在分析阶段,只需对问题域的对象(现实世界的概念)建模,而不考虑定义软件系统中技术细节的类(如有关用户接口处理、访问数据库、对象间通讯和并行性处理等问题的类等)。在模型确定后就可到达实现阶段,可以借助相应的支撑软件将模型导出为相关代码,形成编码所需的初步框架。UML 不是一种可视化的编程语言,但用 UML 描述的模型可与各种编程语言直接相连。可把用 UML 描述的模型映射成编程语言,如 Java、C++ 和 Visual Basic 等,甚至映射成关系数据库的表或面向对象数据库的记录。

## 2 公路交通调查数据管理分析系统的 UML 建模

广东省公路交通调查数据管理分析系统是广东省公路管理局组织开发的一个大型 MIS (Management Information System)<sup>[2]</sup> 和 DSS (Decision Support System) 决策支持系统,用于广东省公路交调数据的管理分析,为公路规划、设计、建设、养护、管理等工作提供决策支持。系统结构复杂,牵涉面广,其主要组成部分有:公路数据管理维护、系统管理维护、公路辅助分析(用于辅助公路规划、设计、可行性研究和管理等功能);而每个组成部分又包含多个功能模块;系统还留有与外部系统相连的接口(如交通仿真系统)和 Web 平台发布接口等。为了保证系统结构设计良好,笔者使用 UML 来辅助进行系统分析与设计。选用的建模工具是 Rational 公司新推出的 Rose2000e。

### 2.1 交调数据管理分析系统分析

分析的任务是找出系统的所有需求并加以用例图描述,以定义系统中的关键领域类。

#### (1) 需求分析

在经过仔细分析系统需求和反复调查后,确定系统主要有数据管理维护、查询统计和公路辅助分析的功能需求,为此确立了如下一些主要角色:数据管理员、系统管理员、决策分析者和部分相关外部系统,如交通仿真系统、Web 应用系统等。在确定好角色的基础上,设计出了系统的用例图。由于公路数据维护子系统是该公路交调数据管理分析系统的核心,也是最具代表性的一个模块,所以以它为例来说明用例图的具体含义。其用例图如图 1 所示。在系统中,数据管理员可以启动如下用例:公路交调数据(如交通量、车速等数据)和公路基础数据(如地理背景、观测站等数据)的管理维护。从图 1 的用例图基本可以了解数据管理维护模块的总体功能。

#### (2) 特定领域分析

在公路数据维护子系统中，可以确定交通区域、公路节点、公路路线、路段、交调观测站和交调数据

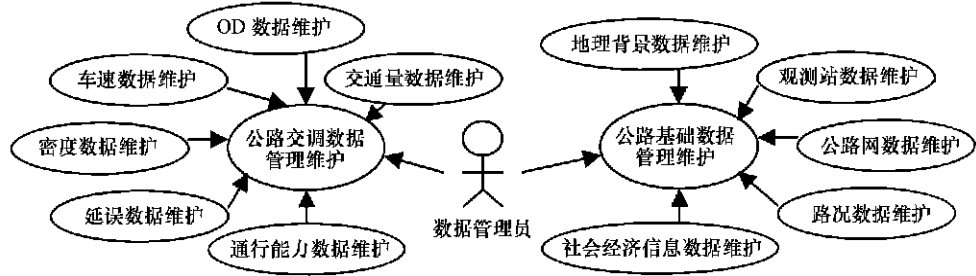


图 1 公路数据维护子系统用例图

(交通量、车速、车流密度等)为特定领域类。公路路线类是公路数据维护子系统的中心点，无论是公路节点、路段、观测站和交调数据等均与特定的公路路线有关，各种类主要通过它进行关联。图 2 即是使用类图描述系统领域类及其关系。需要强调的是，这一阶段对特定领域类的描述具有一定的素描性质，也就是说特定领域类的操作和属性不一定与最终实现时的定义一致。

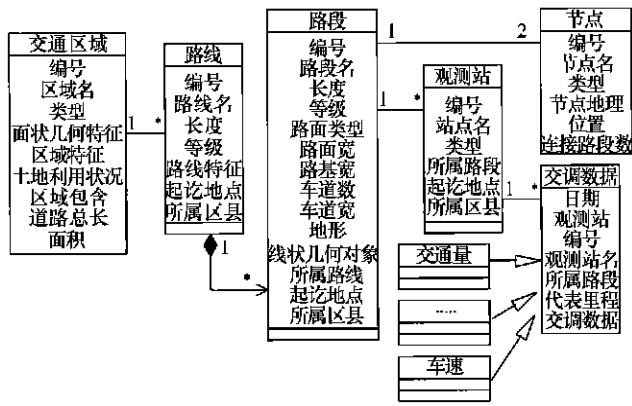


图 2 公路数据维护子系统 UML 类图  
(主要对象及其关系分析图)

如图 2 所示，每条公路路线都属于特定的交通区域，每条路线对应应有编号、名称等属性，每条路线都由多条路段组成，相邻两路段有交点即路线的节点，观测站在路段上，它对应着相应的交通调查数据，具体有交通量数据、车速数据、车流密度数据等。每个特定领域类都有标识它的特定属性。

2 2 设计

设计阶段可以分为两部分：结构设计，其任务是定义包<sup>[3]</sup>，包括包间的依赖性和主要通信机制；详细设计、细化包的内容，使编程人员得到所有类的一个足够清晰的描述。同时使用 UML 中的动态模型，描述特定情况下这些类的实例之间的行为。

2 2 1 结构设计

在交调数据管理分析系统中，存在以下包：

(1) 用户接口包 为用户操作提供可视化接口，允许用户访问系统数据，进行加入新数据等数据管理维护操作和进行公路辅助分析操作。

(2) 交调业务对象包 包括来自分析阶段的特点领域类。在设计阶段，详细设计这些类，以完整定义他们的操作，支持对象数据库的存储。

(3) 通信包、数据库包、查询统计包、空间分析包、模型运算包 为交调业务对象包中的类提供服务。

(4) 例行程序包 包含系统其它包要使用的服务，该包中的类负责处理用户请求，执行业务，包括执行业务规则和数据管理策略等。

它们之间的内在关系如图 3 所示。

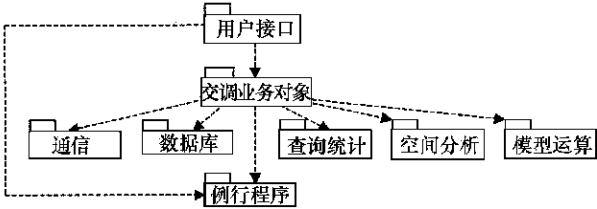


图 3 表示系统结构设计的包图

2 2 2 详细设计

详细设计的目的是通过创建新的类图、状态图和动态图，描述新的技术类，并扩展和细化分析阶段“素描”的交调对象类。其中：

(1) 数据库包 MIS 的实现必须有永久存储即数据库的支持。数据库包中有多个数据库结构，它们为公路基础空间数据库、社会经济信息数据库、公路交调数据库、公路分析模型数据库等。

(2) 交调业务对象包 设计阶段的交调业务对象包即是分析阶段的领域类，需要以实现角度对这些类进行细化，包括任何实现他们之间的关联和行为。

使用状态图可以揭示单个对象在整个系统中的变化细节，一般在项目中，只对那些具有重要的动态行为的类生成状态图，并不针对所有类。下面给出一个交调数据类的状态图作为例子，如图 4。从该状态图

中，可以看到交调数据操作的状态：查询、增加、删除、修改。当交调数据处于增加状态之前，先要查询该交调数据信息，并确认；当其处于被删除、修改状态前，也要先查询该交调数据的基本信息并确认。由此可见，要进行有关交调数据的操作，都要进行交调数据信息的查询，这一逻辑关系的体现很重要。虽然状态图不生成源代码，只描述类的动态行为，但它有助于开发人员更好地了解这个行为，并最终实现其描述的逻辑。

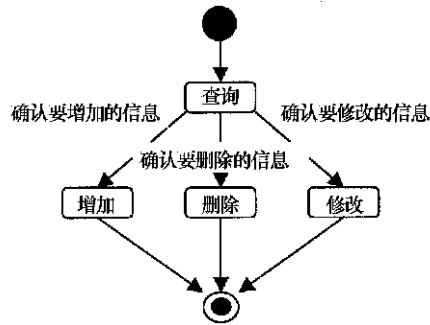


图 4 交通数据类的状态图

(3) 用户接口包 用户接口包在其它包的顶层。在系统中，它为用户提供信息和支持。由于所有与用户的交互都是通过用户接口实现的，因此 UML 的动态模型非常适合对用户接口包的描述。协作图可表示对象的顺序，如图 5 所示。

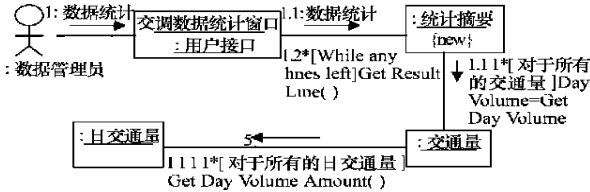


图 5 交调数据统计协作图

如图 5 所示，数据管理员发送统计消息（以交通量数据统计为例）到交调数据统计窗口（消息 1），创建了一个统计摘要对象（1.1），该对象收集统计信息显示在窗口中。当统计摘要对象创建后，它不断地循环得到交调数据中的交通量（1.1.1），交通量对象得到它的所有日交通量数据（1.1.1.1），将它们加在一起。当统计摘要对象收集完所有交通量的数据后，它被创建完成（消息 1.1 返回）。然后，交调数据统计窗口对象从统计摘要对象得到结果行，并将每一行显示在窗口中。当读完所有结果行，交调数据统计窗口的显示操作返回，协作完成。

2 3 实现

实现阶段是对类进行编程的过程，UML 的其中一个很重要的特性是能自动生成代码，将面向对象的分析和设计映射为面向对象的代码部件。本系统利用 UML 的这个特性产生了 SQL server2000 数据库结构和部分 VB6 源程序。首先是数据库包的实现（即数据存储的实现），设计的每个库中存放几十张表，表明彼此关联，而库之间耦合很弱。然后是交调业务对象包的实现，交调业务对象包是由特定类构成的，它的实现即为特定类的实现，类由属性和操作组成。最后是用户接口包，用户接口包即系统界面的组织，把界面格式、尺寸、色彩设计成基类，常用按钮在基类的基础上继承得到扩展类。

3 结束语

(1) UML 以其精确强大的系统描述功能在最大程度上消除了建模的模糊性，使参与系统开发的所有人员都从模型中得到了有用的信息，并在一个平台上进行交互，从而实现信息的完全共享，避免了歧义的发生。

(2) 利用 UML 建模有利于系统形成一个良好的架构，并减轻了开发和管理工作量，具有一定的现实意义。

(3) 该公路交通调查数据管理分析系统，经广东省公路管理局使用，其功能达到了系统设计的要求，在广东省交通调查数据的管理分析工作中发挥着良好的作用，对公路的规划、设计、养护、管理进行决策支持的效果令人满意。

参考文献:

[1] 蒋慧, 吴礼发, 陈卫卫. UML Programming Guide 设计核心技术 [M]. 北京: 希望电子出版社, 2001.  
[2] 薛华成. 管理信息系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1993.  
[3] 麻志毅. UML 系统模型的组织 [J]. 计算机工程, 2002, 28 (4): 287—289.  
[4] G Booch. The Unified Modeling Language [M]. <http://www.rational.com/uml>  
[5] Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson. The Unified Modeling Language User Guide [M]. Addison-Wesley Longman, Inc 1998.