

面向交通领域构件的特征建模方法

王 凡, 谭国真, 王 皓, 何钦来

(大连理工大学计算机科学与工程系, 大连 116024)

摘 要: 将领域工程应用于智能交通系统, 对交通领域内变化性需求进行封装、隔离和抽象, 指导交通构件的设计与实现。解决交通领域内可复用信息的识别、组织和利用, 满足交通领域内软件复用、资源共享与协同的要求。基于 FODA 领域工程分析方法, 扩展其面向特征的建模方法。结合交通领域工程的交通信息发布服务应用实例, 说明面向特征领域建模方法的可行性。

关键词: 领域工程; 特征建模; 构件

Feature Modeling Method Oriented to Traffic Domain Component

WANG Fan, TAN Guo-zhen, WANG Hao, HE Qin-lai

(Department of Computer Science and Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024)

【Abstract】 Applying domain engineering to intelligent transportation system, carrying on the seal, the isolation and abstraction in variability-requirements of transportation domain better, instructing design and realization of transportation components, it can solve the problem of identification, organization and utilization of reusable information in transportation domain, and meet the demands of software reuse, resource sharing and collaboration in traffic domain. Basing on the engineering analysis in FODA domain, this paper extends its feature-oriented modeling method, implements traffic engineering, publishes service application example combined with the transportation information of traffic engineering, and illustrates the feasibility of modeling method in feature-oriented domain.

【Key words】 domain engineering; feature modeling; component

1 概述

交通是国民经济发展的支柱产业, 随着出行人口和车辆的日益增多, 交通问题愈加突显。智能交通技术的研究与发展在很大程度上缓解了交通拥挤, 保证城市交通快捷有效地运行。目前全国许多省市、地区、部门都根据自身的需要, 开发了相应的交通管理系统, 但在这些软件系统中, 有很多功能是相同或相似的。由于受传统软件开发方法的限制, 不仅在不同单位、部门之间进行大量重复开发设计工作, 即便是在同一单位同一部门内部, 针对不同的任务环境或不同的计算机软硬件环境也在不断重复着自己或别人多次做过的相似的软件开发工作, 这就造成了大量的人力、财力和时间资源的浪费。

为解决这一问题, 在城市交通领域中采用构件化方法进行软件开发, 将功能进行提炼分解, 将相应的软件设计为软件构件, 使其应用于不同部门、不同环境和不同类型的任务中, 成为了提高软件开发效率、保障软件质量的有效途径。

2 领域分析与特征建模方法

为提高构件的复用性, 构件必须具有一定的面向领域的通用性。软件复用实践表明, 在 1 个成熟的应用领域内进行软件复用到会收到良好的效果, 在 1 个成熟的应用领域进行构件所得到的软件构件将具有较大的复用价值。可以先对这个领域进行领域工程的实施, 领域工程有助于解决可复用信息的识别、组织和利用问题, 从而对软件复用提供有力支持。领域分析是领域工程中的 1 个阶段, 是系统地获取领域需求的阶段, 这一阶段输出的产品是领域模型^[1-2]。

领域分析是在对领域中若干典型系统的需求进行分析的基础上, 考虑预期的需求变化、技术发展及客观限制等因素,

确定合适的领域范围, 识别领域中的共性和变化性, 获取一组具有足够复用性的领域需求, 并对其进行抽象形成领域模型。目前存在许多领域分析方法, 有 Organization Domain Modeling(ODM), Feature Oriented Domain Modeling(FODA), DSSA Domain Analysis, JIAWG Object-Oriented Domain Analysis(JODA)等^[3]。

本文在 FODA 方法的基础上扩展了新的特征模型来描述特征与特征之间的关系, 为构件刻画了其中的共性部分和可变部分, 从而更好地支持变化性需求的隔离、封装和抽象。

2.1 FODA 方法

FODA 方法是由卡内基·梅隆大学软件工程研究所提出的领域工程方法, 已经应用于电信和军队移动领域。FODA 的分析过程分为 3 个步骤:

(1)上下文分析: 定义领域的范围。在这个阶段要分析领域与外部元素间的关系(如异质的操作环境, 不同的数据需求等), 还要对可变性进行评价。

(2)领域建模: 领域的范围确定后, 在领域建模阶段提供了一些步骤来分析领域中的应用表现出的共性和差异性, 并产生一些领域模型。领域建模阶段主要包含 3 种行为: 特征分析(feature analysis), 信息分析(information analysis), 操作分析(operational analysis)。

(3)架构建模: 开发出体系结构模型, 即领域中应用的高

基金项目: 国家“973”计划基金资助项目(2005CB321904)

作者简介: 王 凡(1975 -), 女, 讲师、博士研究生, 主研方向: 智能交通系统; 谭国真, 教授、博士生导师; 王 皓, 博士研究生; 何钦来, 硕士

收稿日期: 2008-04-19 **E-mail:** wangfan@dlut.edu.cn

层设计，为领域中的应用提供软件解决方案。

FODA方法最大的贡献是将特征及特征模型的概念引入到领域分析中，这已被后来的众多领域分析方法接受和借鉴，但其也存在不足，特别在特征模型方面，特征的捕获是通过上下文模型和文字性描述，缺乏更为直观、有效的手段；特征模型虽然能体现领域需求的变化性，但在表现用户与系统交互行为的变化性上存在一定局限性^[4]。

FODA 领域建模过程由于缺乏标准和工具的广泛支持，不能被更广泛地应用，因此本文在分析 FODA 领域建模过程的基础上，对其中的特征模型方法进行扩展。

2.2 领域建模方法扩展

本文采用一种新的特征模型组织框架来描述特征与特征之间的关系，特征模型的组织框架如图 1 所示。

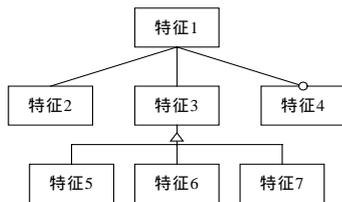


图 1 特征模型的组织框架

该组织框架简单明了，能清晰地表现特征之间的部分与整体的关系以及特征的可变性。该框架使用层次方式来组织特征，各层特征之间以整体-部分的关系组织在一起，主要用来表现 2 种类型的语义：(1)整体特征对部分特征的控制和协调；(2)整体特征和部分特征在逻辑上的紧密结合性。

该组织框架提供 2 种表现领域变化性的机制：(1)特征的可选性，例如图 1 中“特征 4”是 1 个可选的特征；(2)特征的自身变化性，是指 1 个特征由于封装了不同细节而体现出不同行为特点的特征，例如图 1 中“特征 3”可以在“特征 5”、“特征 6”、“特征 7”中选择 1 个或多个进行封装，而表现不同的行为；这种特征自身变化性的组织方法，称为“维度-值”机制，能够更好地支持变化性的隔离、抽象和封装。

功能一般都是针对某一服务出现的，而行为是针对功能的约束。面向特征的领域建模过程，可分为服务分析、功能分析、行为特征分析 3 个主要子过程。

3 交通领域的特征分析

交通地理信息服务是交通领域中非常有代表性的一种服务，主要处理的对象是交通地理信息，交通地理信息是指与交通运输相关的各种地理信息^[5]，它表述了各种交通网络的空间分布、运动在其上的人或物质的空间移动以及交通运输网络的管理。在交通地理信息系统领域中，交通信息服务是其中 1 个基础服务，该服务通过交通信息构件来提供。

本文在 FODA 方法的基础上，采用扩展的面向特征模型组织框架，为交通地理信息服务构件建立特征模型。这些特征模型针对交通地理信息服务，为构件刻画了其中的共性部分和可变部分，并使用 J2EE 规范中的分布式构件模型实现相应的构件。

3.1 交通地理信息服务领域分析

(1)服务分析：信息的本质就是各种数据，是所有系统的

基础，是所有处理和运算的基础。同样，交通地理信息是交通地理信息系统的基础，是系统控制、分析、处理的核心。交通地理信息系统的各种功能都是以信息为中心展开的，如何获取、存储和发布各种静态、动态交通数据是交通地理信息系统急需解决的问题。

(2)功能分析：交通地理信息服务包括动态交通信息服务、静态交通信息服务和基础的地理信息服务 3 个主要服务。动态交通信息服务主要是通过直接或间接的手段从交通控制系统或其他系统中获取实时交通流、交通流预测等信息，并以统一的格式向外提供。静态交通信息主要是各种交通设备的相应的属性数据。基础地理信息是交通系统所需的各种地物特征的数据。这 3 个服务包括一系列的子特征，与其子特征之间是“维度-值”的关系，是可变的，子特征可以根据具体的情况添加或删除。

(3)行为分析：每种交通信息服务的功能特征都具有一些可变的特征。信息数据的存储是信息服务的必要行为，信息数据的存储可以采用特定的文件格式和数据库系统 2 种方式或其中 1 种方式存储。对外提供信息的方式有请求/应答和订阅/通知 2 种，用户使用服务时只能选其一。动态信息数据获取的方式包括直接获取和间接获取 2 种方式。

3.2 交通地理信息服务领域建模

采用面向特征的领域分析方法对交通地理信息系统进行分析，建立交通信息服务的特征模型，如图 2 所示。

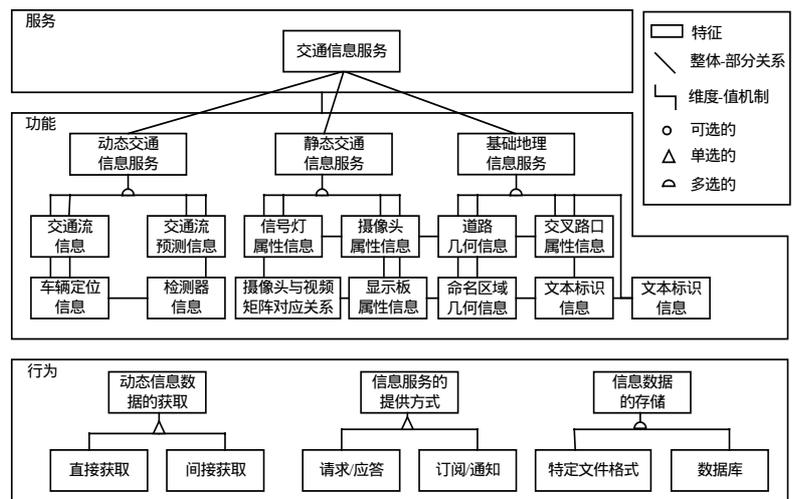


图 2 交通地理信息服务特征模型

图 2 表示交通地理信息服务是由动态交通信息服务、静态交通信息服务和基础的地理信息服务 3 个特征所构成的，3 个子特征又分别封装了各自的细节特征，并且对服务的行为进行了分析，定义了各种行为可采用的方式。

3.3 交通地理信息服务构件的实现

在对服务建立了特征模型后，可以根据特征模型，采用具体的分布式构件实现模型来实现相应的构件。本文以实时交通流预测信息构件介绍构件的具体实现。

实时交通流预测首先通过从交通控制系统中的各个检测器获得各个交叉路口的实时交通流数据，然后通过高性能计算机进行大规模路网的实时交通流预测计算，在信号灯周期时间内得出下一个时段的交通流预测数据。因为实时交通流预测的数据是随时间变化的，所以实时交通流预测信息构件要考虑如下 2 个方面问题：

(1)数据的接收。实时交通流预测信息构件采用 TCP/IP 的连接方式与交通流预测系统相连接,预测系统得到新的预测数据后,将数据按预先定义的格式发送给实时交通流预测信息构件。

(2)数据解析与存储。接收到的实时的预测数据后,按预先定义的格式将其解析并放入数据缓存中,对外提供数据读取服务。并且按预测的时间,将预测结果存储到数据库中。

实时交通流预测信息构件的实现采用 J2EE 规范中 Session Bean 的构件实现模型。图 3 显示了该构件的主要类图。构件实现后,将其部署在支持 J2EE 规范的中间件平台上,并且与交通流预测系统连接上后,就可以对外提供交通流预测信息服务。支持 J2EE 规范的中间件平台有很多,本文选取北京大学的 PKUAS 平台。

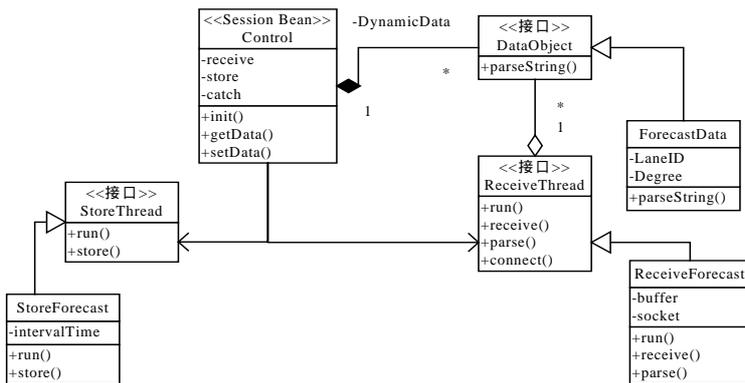


图 3 实时交通流预测信息构件类图

4 交通流预测信息服务开发实例

该应用通过 Internet 向公众发布城市大规模路网实时的交通流预测信息。交通流信息发布的目的是让交通管理人员能直观地了解当前城市各个路口交通流可能出现的变化,对可能发生拥堵、拥塞的路口进行关注。另外,也能让出行人员更好地了解城市的交通状况。

4.1 体系结构

交通流实时预测信息发布服务从总体架构上可分为 3 个层次:客户端,Web 服务器层和信息服务层。图 4 描述了各个构件的部署层次。

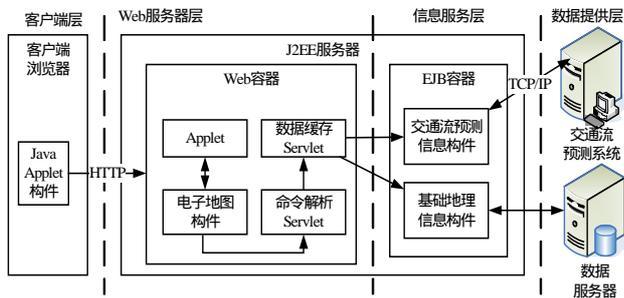


图 4 交通流预测信息发布总体架构

4.2 应用与部署

将应用部署在针对 Internet 的 Web 服务器上,用户就可以通过浏览器来观察每个交叉路口的拥挤等级。目前该服务每隔 1 min,客户端程序自动从服务器获取 1 次新的交通流预测信息,并在电子地图上更新。在电子地图上通过有颜色的箭头表示各个路口的拥挤状况,总共分为 4 个等级(红,橙,黄,绿),它们分别代表严重拥挤、拥挤、轻度拥挤和畅通。预测信息显示结果如图 5 所示。

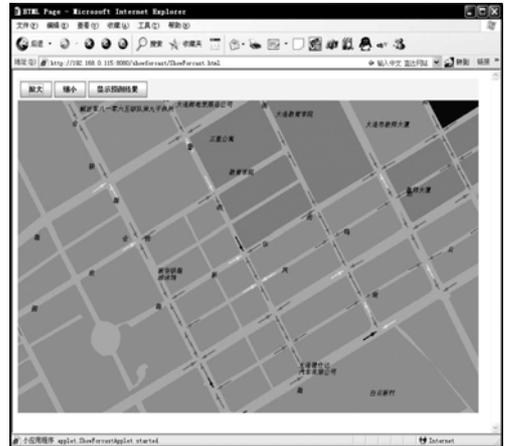


图 5 预测信息显示结果

5 结束语

软件复用技术能够很好地解决软件开发中软件规模和复杂度日益增加的困境,基于构件的软件开发是软件复用的一种有效方法。通过领域分析,建立服务的特征模型能够更好地对特定领域内变化性需求进行封装、隔离和抽象,从而指导构件的设计与实现,提高构件复用性。本文基于 FODA 领域工程分析方法,对特征模型进行了扩展,通过对交通地理信息系统进行领域分析与建模,得到相应服务的特征模型,并实现和部署提供相应服务的分布式构件,不仅为基于构件的交通领域软件开发建立了必要的可复用基础设施,也为系统化的软件复用和基于构件技术的软件开发提供了借鉴,具有重要的现实意义。

参考文献

- [1] 王千祥, 吴琼, 李克勤, 等. 一种面向对象的领域工程方法[J]. 软件学报, 2002, 13(10): 1977-1984.
- [2] 张伟, 梅宏. 一种面向特征的领域模型及其建模过程[J]. 软件学报, 2003, 14(8): 1345-1356.
- [3] 林正奎, 杨德礼. 领域分析方法研究综述[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(4): 593-596.
- [4] 曹晓兰, 焦海星, 王祥宗. 领域分析方法研究及应用[J]. 科学技术与工程, 2006, 6(17): 2666-2667.
- [5] 刘学军, 徐鹏. 交通地理信息系统[M]. 北京: 科学出版社, 2006.

(上接第 279 页)

- [5] 李魁, 程学旗, 郭岩, 等. WWW 论坛中的动态网页采集[J]. 计算机工程, 2007, 33(6): 80-82.
- [6] 曾义聪, 杨贵中. 基于概念树的主题搜索机器人系统研究[J]. 科学技术与工程, 2006, 6(16): 2458-2463.

- [7] Troy W. Automating the Extraction of Domain-specific Information from the Web—A Case Study for the Genealogical Domain[D]. Provo, Utah, USA: Brigham Young University, 2004.