

# 管理信息系统开发的通用建模框架<sup>①</sup>

赵聪辉<sup>1</sup> 冯秀兰<sup>1,2</sup> 王国柱<sup>3</sup> (1.北京林业大学 信息学院 北京 100083;2.北京林业大学  
期刊编辑部 北京 100083;3.北京林业大学 研究生院 北京 100083)

**摘要:** 为解决管理信息系统开发中的复杂性以及维护困难的问题,提出了一种基于 Eclipse 平台建模框架 (Eclipse Modeling Framework, EMF) 的管理信息系统应用建模方法,并形成了一套通用的建模开发框架,以高校教务管理系统为例,实现了从平台无关模型到 J2EE 平台上平台相关模型的自动转换,验证了这一开发框架具有提高开发效率、扩展性强、维护成本低等优势。

**关键词:** MDA; EMF; 平台无关模型; 平台相关模型; 建模

## Generic Modeling Framework of Management Information System Development

ZHAO Cong-Hui<sup>1</sup>, FENG Xiu-Lan<sup>1,2</sup>, WANG Guo-Zhu<sup>3</sup>

(1.School of Information Science & Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083,China; 2. Editorial Department, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3.Graduate School, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** To deal with the complexity and difficult maintenance on management information system development, a management information system modeling method based on Eclipse Modeling Framework (EMF) is proposed and a common modeling and development framework is formed. Taking the college educational management system for example, this paper realizes the auto change from platform independent model to platform specific model on J2EE platform. It also validates that this development framework has advantages in improving development efficiency, expansibility and low maintenance cost.

**Keywords:** MDA; EMF; platform independent model; platform specific model; modeling

管理信息系统 (Management Information System, MIS) 的开发和维护中存在大量的重复性和通用性工作,如数据访问、权限分配等<sup>[1]</sup>;需求的频繁变更带来大量重复性劳动和人力成本。如何将这些共性操作抽象出来,形成具有良好维护性和可移植性的模型组件,是业界广泛关注的研究热点之一。模型驱动架构 (Model Driven Architecture, MDA) 是国际对象管理组织 2001 年 7 月正式发布的,它基于 UML 以及相关工业标准,将软件建立在模型的基础上,通过模型的变换来驱动系统的开发。本文以 MDA 的开发思想为指导,研究基于 EMF 的 WEB 平台 MIS 应用的建模方法的实现。

## 1 MDA软件体系结构

### 1.1 概述

MDA 定义了一种 IT 系统描述方法,将系统功能描述从特定技术平台的功能实现描述中分离出来。其核心思想是抽象出与实现技术无关、完整描述业务功能的平台无关模型 (Platform Independent Model, PIM),针对不同实现技术制定多个映射规则,然后通过这些映射规则及辅助工具将 PIM 转换成与具体实现技术相关的平台相关模型 PSM (Platform Specific Model, PSM),最后,在一定程度上将 PSM 自动转换成代码。

<sup>①</sup> 收稿时间:2010-01-05;收到修改稿时间:2010-02-10

## 1.2 MDA 的优势

采用 MDA 开发方法较传统软件开发方式,具有明显的优势:①提高了开发效率。MDA 将开发人员的注意力转移到开发 PIM 上使开发人员免于陷入具体的实现细节当中,可以使用现有的 PIM 模型来产生新的实现,并迅速地将 PIM 转换为新的 PSM 和代码;开发多个功能相似的系统时只需对 PIM 模型进行少量的修改。③增加了互操作性。MDA 不仅从 PIM 生成 PSM,还生成连接 PSM 的桥接器。④延长系统生命周期。需求变更或者修改功能时可以迅速反映。

## 1.3 EMF

EMF<sup>[2]</sup>是 Eclipse 的一个重要的子项目,是 Eclipse 软件工程环境下对 MOF、XMI 和 OCL 等规范的实现<sup>[3]</sup>。具体来说,它定义了一套名为 Ecore 的元模型,用 Ecore 定义的模型可以被 EMF 转换为运行在 Eclipse 平台上的 Java 代码,这些代码实现了一套消息通知机制,是构造一个可靠应用不可缺少的基础。使用 EMF 构造一个应用程序的模型层有 2 步:①构造模型;②生成代码。前者可以通过 UML 类图、Java 接口、XML Schema 等多种方式定义,后者可以选择只生成模型部分的代码,也可以同时生成编辑器部分的代码,对这个编辑器做一些定制就可以得到符合需求的应用程序。

## 2 基于EMF的MIS建模框架结构及应用

### 2.1 框架主体流程

目标建模框架由一个基于 EMF 的 Ecore 元模型文件来建立 PIM,通过建立基于 JET 的模板机制生成基于 J2EE 平台的 PSM,最终生成目标代码,通过完善前端交互和后台逻辑功能结构,使由框架生成的代码能够实现系统功能。图 1 展示了本建模框架的主要结构和流程设计。

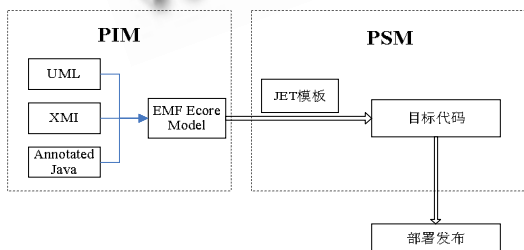


图 1 基于 EMF 的建模框架总体结构

整个框架主要分两部分,第一部分为 PIM。这里的

Ecore 文件对应 MDA 规范中的 PIM,它是一个高度抽象的模型,此部分主要工作在于模型的建立、描述和转化。本文所实现的教务系统的所有工作都是在模型基础上展开的。

第二部分是 PSM,是最接近代码级的模型,用于表述某种特定技术对软件系统功能的实现,也是工具的最终目标。PSM 在本文中主要运用 JET 的模板来实现。

### 2.2 框架的模型结构

模型是已经具体存在的某个东西的抽象。在本文中,针对建模模型的简单分类如下:①数据实体模型。例如,学生信息模型,包括学号、姓名、班级等信息,其中的班级属性又是一个基本的模型,这样就出现了模型之间的相互关系,数据实体模型也是系统的出发点。②UI 模型。用户界面上的具体表现。如本文所述的教务系统中表现在浏览器中的各个界面,可以细化到一个个的表单控件,如输入框、下拉框等。如果将要展现的形式合理地建立在一个 UI 相关的模型中,就可以直接指导最终的 UI 界面生成了。③业务逻辑模型。此层模型也是 MDA 最困难的部分,业务逻辑往往是很复杂,也是最难定义的部分。例如,学生选课,一个具体业务操作过程可以定义成一个模型。

### 2.3 利用 Ecore 模型生成持久化对象

本文所提出的建模框架是以 EMF 为核心,要将其它模型的表现形式转化到 EMF 中的形式中来。我们不再是仅仅关心各种系统相关的数据如何在数据库表中存储等内容,更多的是关注模型本身的内容,包括模型的描述、转化和处理等。

用来描述 EMF 模型的模型(元模型)叫做 Ecore,图 2 显示了 Ecore 元模型的结构关系。Ecore 模型的主要组成部分有:①EClass:代表一个类,通常有自己的名字,0 个或者多个属性、引用。②EAttribute:代表一个属性,有自己的名字和类型。③EReference:代表两个类之间的关联关系的一端。有名字和代表是否聚合的 Boolean 类型的标志,以及目标类的类型。④EDatatype:代表属性的类型,可以是 int 或者 float 等原子类型,也可以是 java.util.Date 等对象类型。

本文中,我们的目的是将它们生成 Java Bean 持久化文件,EMF 提供了快速的模型自动生成工具,可以根据建立的模型结构,可视化生成所需的 Java Bean 等文件。

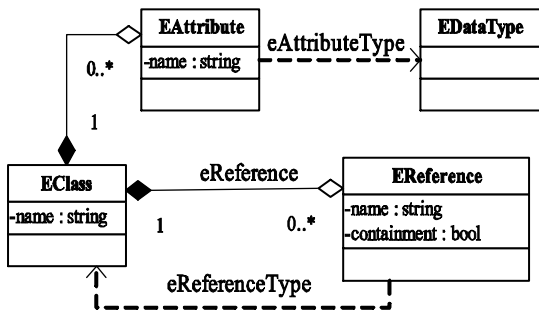


图 2 Ecore 元模型的结构关系

### 2.4 模型的完整和有效性约束处理

模型文件中所包含的信息毕竟有限，模型中应尽可能的多包含一些信息。本文通过实现 EMF 中的 Annotation 功能，解决了这个问题。每个对象或属性，都可以包含多个注释，注释不影响模型本身的表达。

在本文的建模应用中，专门为每个属性添加了一个名为“args”的 Annotation 属性。在 args 结点之下，设置多个属性，以键值对的形式存储。以学生信息模型为例，在模型中它的名字为“Student”，希望它的班级属性字段在 WEB 页面上显示“班级”，只要添加一个注释属性。如“displayName=班级”

### 2.5 表现层模型

B/S 的软件结构模式已经让越来越多的人体会到了其相对 C/S 模式的便利、易扩充性和良好的移植性。本文将 Google Web Toolkit (GWT) 技术应用于文章提出的建模框架的 WEB 端模型构建当中，建立了一套针对 MIS 的自定义元控件，并与 EMF 建模框架结合起来，实现了一种在 WEB 端的 MVC 结构模式。其主要实现结构如图 3 所示：

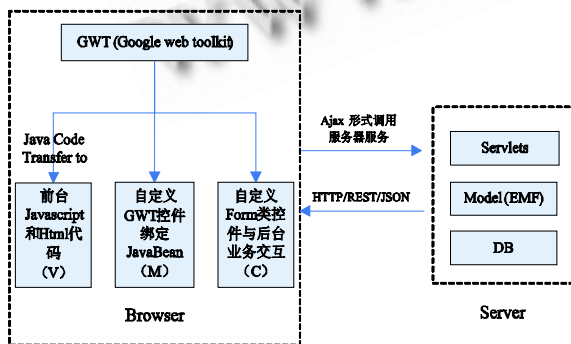


图 3 目标应用 WEB 端 MVC 模式实现结构

### 2.6 建模框架整体架构

图 4 展示了本文提出的建模框架的整体架构，下面对主要部分做出介绍：①建模的最终产出系统基于 Java 运行环境开发，具备跨平台运行特性。②应用采用 Equinox 平台架构，符合 OSGI 软件规范，为将来的架构扩展奠定基础。③数据层的相关操作服务采用 Hibernate 和 Teneo 组件共同完成。④模型的描述和转化基于 EMF 描述，用 Servlet 实现一组通用的业务逻辑。⑤扩展 FlexJSON 类库，实现 EMF 对象到 JSON 数据的序列化。⑥WEB 端采用 GWT 建立上文所述的 MVC 架构，丰富的 AJAX 功能可带来良好的用户体验。⑦Server 与 Web 的请求与响应是基于 HTTP/REST，以 JSON 为主要的数据传递格式。

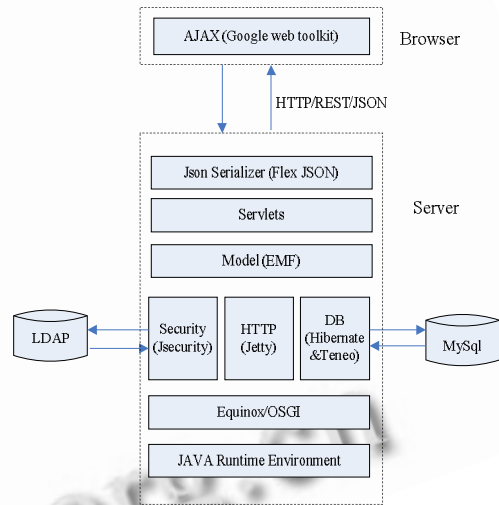


图 4 建模框架整体结构

### 2.7 目标 WEB 应用的主要模块设计与实现

#### 2.7.1 数据层模块

对象关系映射(Object Relational Mapping, ORM)是一种为了解决面向对象与关系数据库存在的互不匹配的现象的技术。目标应用使用了 Hibernate 作为数据层的主要实现，可以让我们只需关注模型本身的维护，不用维护数据库中各个表的创建，修改和操作，使得模型可以发挥更多的优势。

#### 2.7.2 EMF 模型到 Hibernate 的整合

EMF 模型和 Hibernate 的整合需要将 EMF 中的各个模型配置到 Hibernate 的映射文件中。此配置文件包含 EMF 对象信息和对应数据库中各表结

构的信息。为了将 EMF 对象与 Hibernate 结合在一起，目标应用采用 Teneo 组件实现。Teneo 是 eclipse 的开源项目之一，它是一种桥梁式的组件，为 EMF 对象提供了一个持久化的解决方案，目前支持 Hibernate 和 JDO 的实现方式。

### 2.7.3 WEB 层模块

目标应用的 WEB 层主要采用 GWT 开发实现。使用 GWT，可以使用选择的 Java 开发工具以 Java 语言开发和调试 AJAX 应用程序。在部署应用程序时，GWT 编译器会将 Java 应用程序转换为与浏览器兼容的 JavaScript 和 HTML。

GWT 本身已经提供了功能强大的 UI 组件，但是大多数都是一些基础的 UI 控件，本文在原有控件的基础之上进行扩展，编写了一系列的控件，可以减少大量的基础操作，如数据列表的显示、Form 表单的定制等一些 WEB 应用中常见的功能。表 1 列出了在本应用中开发的部分主要控件。

表 1 自定义 GWT 控件列表

名称	主要功能描述
TableView	表格形式展现数据，支持数据显示、分页、查询、移动等功能。
TabFolder	同一页中的页面切换。
FormView	Form 表单相关的操作。
ToolBar	工具栏，添加、编辑按钮的事件。
ResoureCache	统一处理 WEB 的 Ajax 请求。
JSONUtil	处理 json 对象的工具箱。

### 2.7.4 模型转换实现

模型驱动软件开发模式的主要任务是实现 PIM 到 PSM 的转化，本文采用 JET 模板技术来实现。

JET 是一个用来在 EMF 中生成代码的开源工具。使用 JET 可以使用类似 JSP 一样的语法编写模板来表示用户希望生成的代码形式。JET 是一个通用模板引擎，可以生成 SQL、XML、Java 代码以及其它类型的文件。JET 的实现过程如图 5 所示，类的模版→Class Generate 类→Java 源代码文件。

编写模板是 MDA 过程中的最重要的一部分，也是最能体现 MDA 特点的功能之一，因为 MDA 的目标就是生成高质量的目标代码，减少重复工作量。笔者在

充分分析了目标应用系统的特点之后，编写了一系列模板，表 2 是主要模板文件列表。

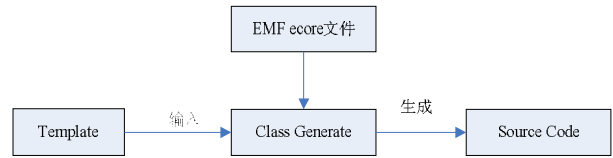


图 5 JET 实现流程

表 2 模板文件列表

文件名	模板文件主要描述
main.jet	负责模型映射和文件输出。
MainGwtXml.jet	控制 GWT 调试的配置文件。
plugin.jet	控制服务器端 Servlet 映射。
GWT.jet	Web 端页面展示。
servlet.jet	控制服务器端 Servlet 逻辑。
DDL.jet	控制生成的 SQL 建表语句。

程序从 main.jet 入口，与一般程序的 main 函数类似。在 main.jet 文件中定义生成代码所需的模板和对应生成文件的名称。

### 2.7.5 目标应用主要模型

教务管理系统包含学生信息、老师信息、课程信息、成绩管理、教学计划管理等众多信息管理功能，我们取其中的部分模块来建立其相关的 PIM 和 PSM。简化后的目标系统的功能结构如图 6 所示：

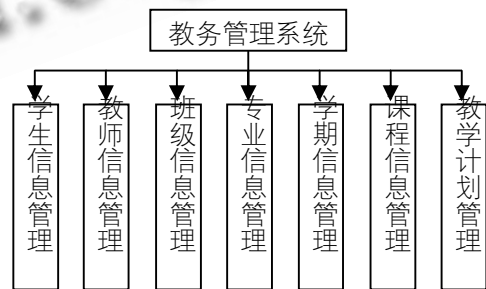


图 6 目标应用 WEB 端 MVC 模式实现结构

从面向对象的思想来考虑，一个学生就是一个模型，包含一些必要的属性，如姓名、学号、所属班级等。各个模型之间存在着不同的关系，如学生模型中存在班级信息，而班级同时也是一个对象模型。图 7 展示了教务系统的主要对象模型结构图。



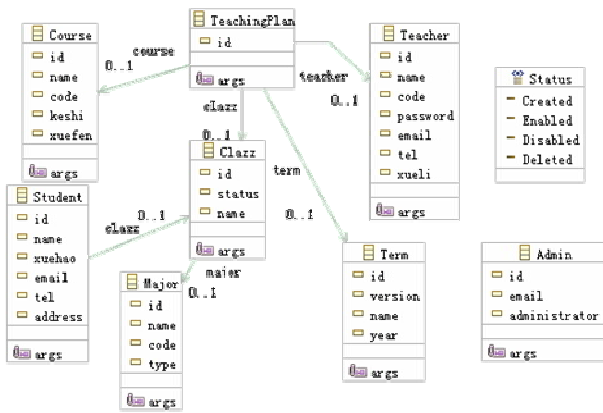


图7 对象模型结构图

各实体对象分别对应各有各的 PIM 模型，以一个学生实体模型为例，其结构如图 8 所示：

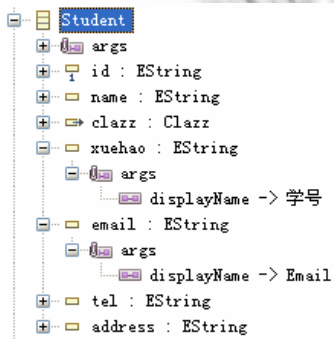


图8 学生对象模型结构图

### 2.7.6 目标应用运行效果展示

建立模型和基于 JET 的平台相关模型(模板)建模和设计完成以后，可以调用 IDE 环境中的工程整合工具，来打包生成所有的相应的代码，经过调整后后生

成的最终系统运行如图 9 所示：



图9 最终生成的教务系统运行界面

### 3 结论

本文分析了传统的软件开发方法的缺点，在深入研究 MDA 软件方法学的基础上，提出了一种实现模型驱动开发的建模框架，实现从 PIM 到 J2EE 平台上的 PSM 自动转换，并以实际开发教务管理系统为例，验证了其可行性。本文建立的一整套基于 WEB 的 MIS 系统的建模框架，可用于开发具有类似功能划分的 MIS 系统，并大大提高软件开发效率。

#### 参考文献

- 1 李成严,左修玉.构件化 MIS 系统通用开发框架研究.计算机系统应用,2009,18(5):9-12.
- 2 宋威.关注 Eclipse 计划(之八)—EMF 子项目.开放系统世界, 2005, (10): 98-100.
- 3 常浩浩,覃征.基于 EMF 和 OCL 的 MDA 软件工程方法研究.计算机科学,2007,34(1):268-271.