

Web 平台无关模型到 J2EE 平台模型的转换

侯金奎, 万建成, 冯仕红

(山东大学计算机科学与技术学院, 济南 250061)

摘要: 平台无关模型到平台相关模型的转换是 OMG 提出的模型驱动架构 (MDA) 中的关键技术。综合当前 J2EE 平台下广泛使用的多种应用框架, 提出了一种包括静态模型、行为模型和展示模型 3 个部分的 J2EE 平台相关模型, 将其作为目标模型并按结构定义、映射规则实现模型转换。该文描述了一种 Web 平台无关模型到 J2EE 平台模型的转换, 体现了模型驱动开发的优点, 提升了开发层次, 由于受目标应用领域和特定技术对该模型限制较小, 因此其具有较好的通用性。

关键词: 模型驱动架构; 平台无关模型; 平台相关模型; 模型映射规则

Transformation from Web Platform Independent Model to J2EE Platform Model

HOU Jinkui, WAN Jiancheng, FENG Shihong

(College of Computer Science and Technology, Shandong University, Ji'nan 250061)

【Abstract】 The transformation from PIM to PSM plays a key role in OMG's MDA. Referring to the Web application frameworks on J2EE, this paper provides a platform specific model composed of three parts (static model, action model and presentation model). Then we consider it as the target model and defines mapping rules according to its structure to realize model transformation. It provides the mapping rules in a formalized way to support mapping from a kind of platform independent model for Web application to PSM. The resolution represents the advantages in MDA and abstracts the development level. It can be used widely for suffering little from the domain and techniques of target applications.

【Key words】 Model driven architecture(MDA); Platform independent model; Platform specific model(PSM); Model mapping rule

通过抽象分析, 本文形式化地建立了源模型系统和目标应用系统模型, 对比了组成元素及其语义, 定义了映射规则, 再通过辅助工具自动完成转换。目前国内外的研究人员提出了一些模型转换的方法。基于过程图的转换方法^[2]使用图的理论来分析过程图, 把图分解成结构信息流, 实现模型的转换。它用丰富的语义信息来描述过程结构, 但大多数的业务建模没有提供足够的精确语义信息来支持这种方法。MIDAS^[3]采用了一种基于PIM分层(概念层、导航层、表示层)的结构映射方法, 用于开发使用XML和具有对象关系技术的Web信息系统。

本方法对目标系统的实现技术作了较强的限制。文献[4]使用了一种基于元模型标记的转换方法, 按照软件体系结构标记为 PIM, 再将带标记的 PIM 转换成特定平台的 PSM。本方法缺乏相应的模型存储和交换工具的支持, 其标记的建立过程也局限于基于 XML 的体系结构描述, 难以通用。其他的如基于 Atlas Transformation Language 的模型转换方法、基于模式的转换方法和 ODAC 方法等, 都只是提出了一个转换框架, 模型转换的自动化程度较低, 而且目标应用系统大多局限于特定的应用领域。

1 模型映射的源端 FMP-PIM

Function Model Presentation模型^[5]是在传统应用系统模型的基础上, 加入了界面模型的描述, 本模型的描述不是界面元素具体形式及属性的列举, 而是对界面中抽象数据及行为元素的描述, 同时也描述了界面元素与展示对象之间的对应关系。从而使得界面元素与具体应用平台无关, 数据元素、

行为元素与具体界面展示元素相分离。使用FMP模型作为模型映射的源端, 可以为Web应用建立平台无关的模型。一个 FMP-PIM 包括以下 5 个部分, 如图 1 所示。

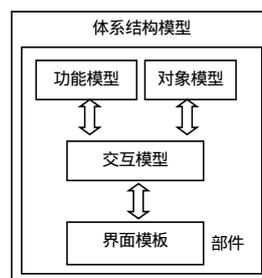


图 1 FMP-PIM 的整体结构

体系结构模型定义了应用系统的上层结构, 为系统提供宏观部件的划分。功能模型是对体系结构模型中部件的功能描述, 包括提供给用户使用的系统功能和系统功能的分解关系。对象模型描述了应用系统中需要使用到的类, 对领域概念进行建模。交互模型是用户与系统交互的详细描述, 即用户引发系统行为的前因与后果。它也是用户界面行为的抽象描述, 提供了用户界面行为与系统功能的内在关联。界面模板是交互模型的界面展示, 提供了抽象界面元素与交互模型

基金项目: 山东省科技厅科技发展基金资助项目“基于体系结构和模型驱动的 Web 应用建模及其系统生成”(011090301)

作者简介: 侯金奎(1976-), 男, 博士生, 主研方向: Web 信息技术与应用工程; 万建成, 教授、博导; 冯仕红, 博士生

收稿日期: 2006-02-24 **E-mail:** houjk@mail.sdu.edu.cn

元素的绑定关系。

2 目标应用框架的分析研究

在特定框架的基础上建立 Web 应用是当前 J2EE 平台应用开发的主流, Struts、Spring、Cocoon、JSF、Axis 和 Xalan 等框架都得到了广泛的应用。通过对这些框架的总结与分析, 可以发现它们是依据 MVC 模式将应用系统的展示部分与业务逻辑部分相分离, 以任务处理作为系统业务流程的主线。通过对任务的灵活配置, 完成对系统任务的处理及确定处理结果的导航目标。本文提取并抽象上述相似框架的共同特征, 建立了 Statics Action and Presentation-oriented Platform Specific Model 模型(SAP-PSM), 不仅具有 J2EE 平台的特性信息, 还便于向多种结构的框架进行转换。

SAP-PSM 模型是一个三元组: <静态模型, 行为模型, 展示模型>, 其宏观结构如图 2 所示。

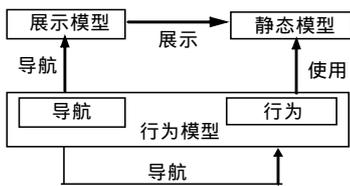


图 2 SAP-PSM 的宏观结构

2.1 静态模型

SAP-PSM 静态模型是在 PIM 模型中加入了 J2EE 平台信息的相关细节。如图 3 所示, 主要包括 Web 应用程序中的接口(Interface)、类(JavaClass)、属性(Attribute)、方法(Method)以及类之间的继承关系、关联关系和聚合关系。

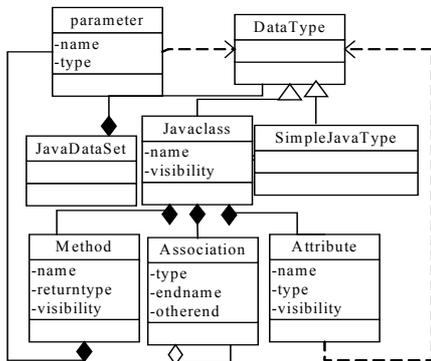


图 3 SAP-PSM 静态模型定义

2.2 行为模型

SAP-PSM 行为模型是以系统的任务处理为核心, 从动态层面上反映系统信息。系统行为元素(Action)分为 2 种: (1) 系统与用户交互的接口, 用户可以直接触发; (2) 系统内部行为元素, 由第(1)种行为元素间接触发。导航目标是功能请求处理完成后系统的进一步动作。行为参数对象代表在系统进行某种行为处理的过程中需要引入的参数。行为操作目标对象表示在系统进行行为处理过程中需要进行操作的数据集合。

导航关联表示导航源发端到导航目标端的关联关系。调用关联是行为处理过程中对系统中实体对象方法的调用关系。参与关联表示了参数与行为处理之间的参与关系。

行为模型的基本语义是: 用户向系统发出任务请求, 并且传递 ActionPara 参数。系统识别请求类型找到对应的 Action, 由 Action 调用相应的 Invoke 对象的方法进行任务处理。Action 根据不同的处理结果, 将进一步转发请求, 转发

的目标根据 Navigation 的条件和目标确定。

本模型以用户与系统的功能交互为依据, 根据系统对用户请求的处理进行组织, 其结构如图 4 所示。

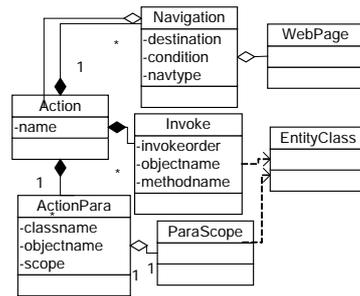


图 4 SAP-PSM 行为模型定义

2.3 展示模型

SAP-PSM 展示模型通过树型层次关系反映 Web 应用所特有的界面元素之间的关系, 其构成如图 5 所示。页面区域(Web Area Node)以树型结构表示区域布局的划分, 含有布局策略(Layout), 用户可以在区域中嵌套划分子区域。界面部件(Web UI Component)是区域中包含的界面展示部件, 如数据表格、表单、图形、数据树、行为触发点等。界面部件还要指定其与数据元素及行为触发的绑定关系。界面元素(Web UI Element)是组成某些部件的界面控件。例如表单中可能是由 text、radio、combox 等组成。

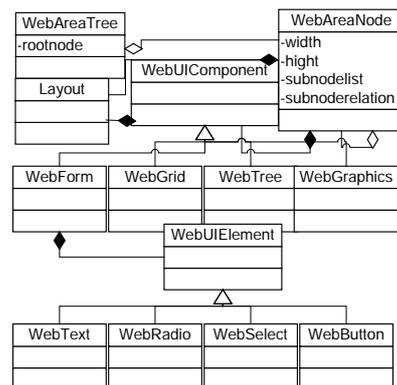


图 5 SAP-PSM 展示模型定义

3 FMP-PIM 到 SAP-PSM 的映射方案

按照 SAP-PSM 的组成元素制定映射规则, 将 J2EE 平台的细节描述信息添加到相应的 FMP-PIM 元素中从而将其转换为目标模型元素。本文扩充并修改文献[6]中规则的形式化表示方法, 限于篇幅, 这里只列出用例的转换规则。

```

Transformation UCTransformation(FMP-PIM,SAP-PSM)
{
    Source
        PIMUC : FMP-PIM::UC;
    Target
        PSMAction :SAP-PSM::Action;
    Mapping
        PIMUC.name [->] PSMAction.name;
    Condition
        Exist(PIMUC.participateobject);
    Mapping
        ParticipateTransformation(PIMUC.participateobject
        PSMAction.ActionPara);
    Condition
        Exist(PIMUC.invokeobject);
}
    
```

```

Mapping
  InvokeTransformation(PIMUC.invokeobject,PSMAction.invoke);
Condition
  Exist(PIMUC.navigation);
Mapping
NavigationTransformation(PIMUC.navigation,PSMAction.navigation);
}

```

模型映射的整体方案如图 6 所示。

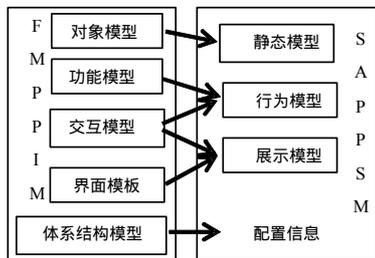


图 6 FMP-PIM 到 SAP-PSM 映射

在映射规则中，Source 标记表示映射的源端，Target 标记表示映射的目标端，Exist()/NotExist()判断括号内对象是否存在，Condition 标记表示映射的条件，Mapping 标记表示映射，二者的组合表示在 Conditionexpression 满足的情况下发生 Mappingexpression 映射。这里首先将 FMP-PIM 中用例的名称映射为 SAP-PSM 中 Action 的名称。依据 3 个条件转换，分别对应用例是否存在参与对象、目标调用对象和导航目标的情况，进行映射转换。

ParticipateTransformation、InvokeTransformation、NavigationTransformation 分别表示为对应的 3 种子转换规则，需要预先定义。

4 模型转换的一个实例

4.1 转换后的 SAP-PSM 实例

图 7 是开发一个人力资源管理系统的 PIM 实例的组成部分。图 7(a)是对象模型，定义了部门、员工和用户登录信息 3 个类。图 7(b)表示用户添加员工信息时的交互模型信息。用户请求添加员工(AddEmployee)时，需要提供一个 NewEmployee 参数对象。如果操作成功就进入 EMPLOYEE 界面显示结果，否则进入 ERRORPAGE 界面显示错误信息。界面模板如图 7(c)所示，为添加员工信息的界面模板。展示区域由 3 个子区域组成。

FMP-PIM 中定义的对象模型映射成为 SAP-PSM 中的类及属性和方法。类 Employee 的结构如表 1 所示。

表 1 SAP-PSM 静态模型

类名		Employee		
属性	名称	ID	name	...
	可见性	private	private	...
	类型	int	string	...
方法	名称	getID	setID	...
	可见性	public	public	...
	返回值类型	int	void	...
	参数列表		int ID	

表 2 SAP-PSM 行为模型

Action	AddEmployee
Invoke	EmployeeCollection.AddNewEmployee
Para	NewEmployee
Navigation	true:EMPLOYEE;false:ERROR

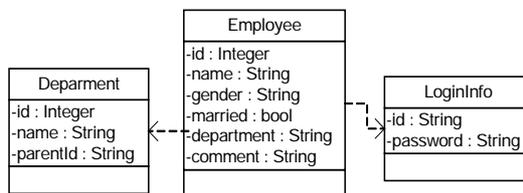
表 2 表示了 SAP-PSM 中行为模型的信息，模型以任务 AddEmployee 为线索将对象方法调用、请求参数和导航目标

有效地联系在一起。

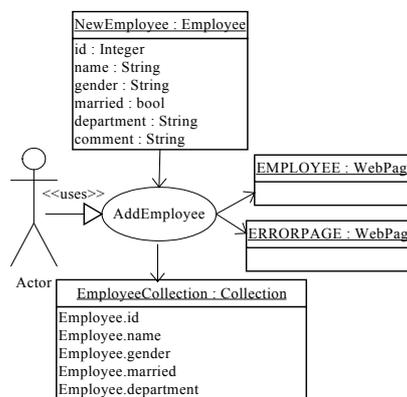
表 3 为图 7(c)所表示的界面模板转换而成的 SAP-PSM 展示模型。此模型表示区域 0 中包含 3 个子区域，以及各个区域中的界面部件。

表 3 SAP-PSM 展示模型

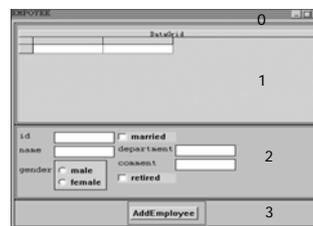
区域	父区域	布局	区域内界面部件	界面元素布局
0	Null	Vertical	Null	Null
1	0	Null	Datagrid	Null
2	0	Null	Freeform	Mulcol/2
3	0	Null	Buttongroup	Vertical



(a) 对象模型



(b) 交互模型-添加员工



(c) 界面模板-添加员工

图 7 一个 FMP-PIM 的实例

4.2 使用 Struts 验证的转换

选用 Struts 作为目标应用框架，相应的代码生成器根据 SAP-PSM 的静态模型生成实体类代码，根据其展示模型生成 JSP 代码，根据其动态模型生成系统配置文件和控制器类。图 8 是由上述模型实例生成的应用系统在 Struts 框架下运行时，添加员工的界面。通过此实例可以看出，SAP-PSM 模型和相关的模型映射方法可以为 J2EE 平台下 Web 应用代码的自动生成提供支持。



图 8 运行实例——添加员工页面

(下转第 84 页)