

基于 SMDA 的企业应用系统定制技术^①

祝锡永, 李 婷, 吕美丹

(浙江理工大学 管理科学与工程研究所, 杭州 310018)

摘 要: 针对中小企业业务流程不规范和变化差异大等特点, 指出现有软件定制技术面临的挑战. 在 SOA 和 MDA 基础上, 提出服务模型驱动的架构(SMDA), 阐述服务模型和服务模板的概念, 设计基于 SMDA 的软件定制技术平台框架; 描述服务抽象和服务模板构造过程, 构造一种基于 XML 的服务模板标记语言, 以描述和配置企业应用系统的基本信息需求和个性化定制需求, 并通过具体实例展示 SMDA 架构在软件快速重构与定制中的有效性和实用性.

关键词: 软件定制; SMDA; 服务模型; 服务抽象; 服务模板

SMDA-Based Approach to Enterprise Systems Customization

ZHU Xi-Yong, LI Ting, LV Mei-Dan

(Institute of Management Science and Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: To meet the challenges from less standardized and highly varied business processes in small-to-medium enterprises, limitations of current software customization approaches are pointed out. Based on traditional software customization techniques and methodologies, such as service-oriented architecture and model-driven architecture, the Service Model Driven Architecture (SMDA) is proposed with the concept of service model and service template. A framework of SMDA-based software customization is presented, and the processes to abstract service models and build service templates are discussed in details. An example is finally presented to demonstrate the effectiveness and practicability of the approach by quickly reconfiguring the service templates to generate enterprise systems.

Key words: software customization; service model driven architecture; services abstraction; service template

1 引言

随着中小企业信息化的不断推进, 企业对于应用系统的需求越来越趋于个性化. 如何采用合适的软件定制技术, 实现企业应用系统的快速定制与部署, 降低系统开发周期与运维成本, 以适应企业业务需求的快速变化, 始终是软件工程领域中的一个重要课题.

近年来, 国内外学者在软件定制技术方面进行了大量的尝试. 彭环珂等在领域研究的基础上, 提出了一种面向领域的软件生产平台, 提出了多引擎协作的体系结构和定制化的软件开发方式^[1]. 徐波等从构件组装出发研究软件定制问题, 提出一种功能驱动的构件组装方法, 以用户需求为驱动, 以构件的连通度等

指标为目标约束, 完成构件的自动组装^[2].

与上述采用软构件的定制方式不同, 面向服务架构(Service-oriented Architecture, SOA)被认为是目前较为有效的软件定制技术之一. 曹健等参考制造业中大规模定制的概念, 提出了使用 Web 服务实现客户化定制的思想, 并建立了相应的模型以及实现框架^[3]. 刘强等提出了功能选配和流程定制的思路, 以实现应用服务提供商模式下的服务定制, 满足用户对服务的个性化需求^[4]. 王伟然等着眼于面向服务的业务模型及特点, 以业务服务模型为基础研究企业业务服务的构建与运行^[5].

虽然已有较多的理论研究成果, 但 SOA 方法在业

^① 基金项目:国家自然科学基金(71271192)

收稿时间:2014-07-05;收到修改稿时间:2014-09-19

务层实现系统定制仍然面临较大挑战. 主要表现为: ①现有许多 SOA 应用往往与 Web 服务结合在一起, 主要用于解决异构系统之间的数据共享与传输交换, 以至于把 SOA 与 Web 服务等同起来, 在企业信息系统单个服务开发中应用较多, 而作为一个完整的应用开发平台则比较少; ②对于企业应用而言, 服务粒度的粗细程度、服务组合的灵活性和复杂性之间依然难以找到一个合适的平衡, 对于粗粒度服务, 服务个性化需求的描述往往比较复杂; ③缺乏一种通用简洁的服务识别、调用和配置的描述语言, 在服务封装时, 业务逻辑、功能、数据与界面的定义时, 对普遍缺乏信息化专业知识和人才的中小企业来说, 较难理解和参与系统的定制过程.

针对上述问题, 本文围绕中小企业业务需求, 结合 SOA 和 MDA 方法, 提出服务模型驱动架构(Service Model-driven Architecture, SMDA), 开发一个基于 SMDA 的企业系统定制平台, 构造一系列基于 J2EE 和 ExtJS 的服务模型和服务模板, 并设计一种面向终端用户编程的服务模板标记语言, 实现企业应用系统的快速配置与重构.

2 SMDA 平台总体架构

2.1 SMDA 概念

SOA 是一种可动态扩展、适应能力强的软件体系架构, 它将业务流程封装为标准的软件服务, 并通过编排和组合可复用的服务, 从而支持软件系统的需求变更以及动态集成, 有助于系统的重构和定制^[6]. MDA 以模型为核心, 将业务模型与实现平台相分离, 用户无需关注底层实现技术, 通过模型组合即可灵活调整系统的行为以适应环境和需求的变化.

SMDA 是在 SOA 和 MDA 基础上提出的一种以服务模型和服务模板为核心实现系统定制的技术架构, 其总体思想表述为: 以业务需求为驱动并结合领域分析方法, 将企业应用系统中的业务逻辑分解抽象为各粒度层次的服务模型, 并使用特定开发环境实现为一系列服务模板, 建立服务模板库. 当用户提出业务需求时, 将需求分解为一系列预先定义的服务模型, 以服务为基本单位进行服务的发现、组合和配置; 用户通过编写简单的 XML 语句, 建立业务逻辑模型文件, 参数化调用和配置服务模板, 动态生成可运行的程序, 最终构造出满足个性化业务需求的应用系统. 这种定

制模式将业务流程虚拟化为服务模型, 将软件资源和计算资源封装为服务模板, 屏蔽了技术实现的复杂性, 适宜中小企业的系统开发过程.

2.2 SMDA 平台技术架构

平台总体架构由用户层、服务资源层、业务逻辑层、服务运行层以及基础支撑平台等构成, 覆盖从用户业务需求描述到完成系统定制的主要过程. 其中, 用户层提出系统定制的基本信息需求和个性化需求; 服务资源层从企业典型业务逻辑、业务流程和知识库中的领域本体库和应用实例库中, 抽象得到一系列服务模型和服务模板, 作为构造系统和定制系统的基本单元; 业务逻辑层将用户需求以服务为单位进行分解和转化, 建立服务化的业务逻辑模型文件, 存储个性化定制信息, 并由服务管理引擎对模型文件进行统一维护和管理; 服务运行平台利用服务映射与生成引擎机制, 依据用户配置服务模板的结果, 动态生成可运行程序; 基础支撑平台为系统运行提供操作系统、数据库管理系统、应用服务器和软件开发环境等技术资源. SMDA 平台总体架构如图 1 所示.

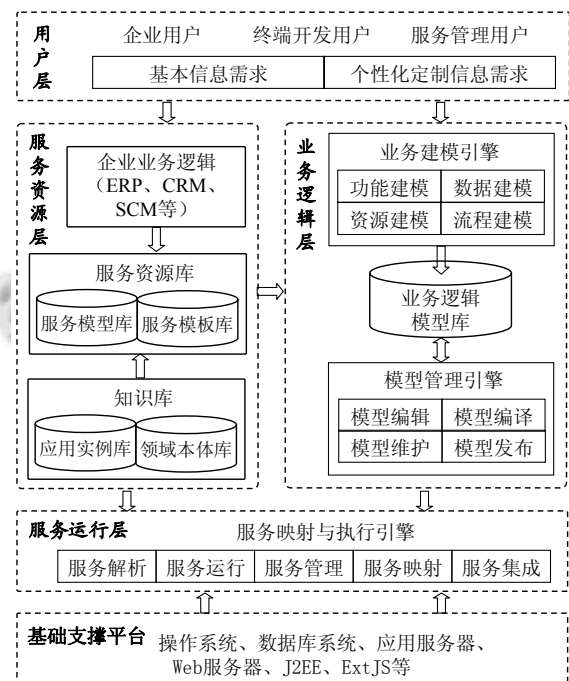


图 1 SMDA 平台总体架构

3 关键技术

3.1 服务模型抽象技术

服务模型是 SMDA 架构的核心之一, 是进行系统

定制的基本单元. 服务模型实现了业务功能和规则的封装, 能够执行指定的业务活动, 具有业务对齐、标准化和可定制重用等基本特性.

模型抽象的目标是将业务逻辑划分为服务模型^[7]. 本文引入领域分析思想, 以用户需求为出发点, 结合对现有企业应用系统的剖析, 从资源、流程、功能、组织结构及业务规则等角度对业务逻辑进行细化、分类和聚类, 将业务流程逐步分解为业务服务、组件服务以及服务模型, 最终得到的服务模型将作为可重用软件资产构成服务模型库. 其中, 业务服务对应于业务流程中一类具体业务活动, 一个完整的业务流程由一定数量的业务服务组合而成; 组件服务由业务服务进一步抽象而成, 用于管理和存储业务运行状态和执行规则; 服务模型用于在技术层面上表述业务活动. 模型的抽象过程如图2所示.

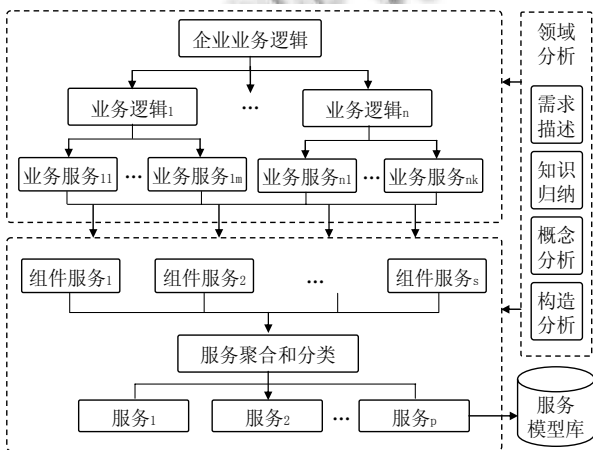


图2 服务抽象过程

抽象而成的服务模型包含了业务逻辑的通用部分和可定制部分. 通用部分包含了该服务模型的主体业务处理逻辑, 表达模型所提供的普适性业务功能, 规定了模型的框架结构、功能特性以及适应范围. 可定制部分表达流程内变化的对象和业务规则, 通过设定配置参数, 使模型能够为不同的功能模块提供服务, 从而支持企业个性化业务需求.

3.2 服务模板

服务模型的程序实现称为服务模板, 本质是依据业务逻辑和规则构造的可定制程序设计框架, 服务模板与程序设计语言相关^[8]. 根据用户操作习惯和模板设计方式的不同, 一个服务模型可以实现为多个服务

模板, 以满足用户多元化和个性化需求.

在 SMDA 架构中, 服务模板是实现企业系统定制的主要手段, 它将业务流程处理逻辑的共性部分封装在模板内部, 屏蔽了内部复杂的技术实现细节, 仅呈现调用和配置接口作为模板个性化的入口, 供用户传递配置参数, 实现模板的自主调配.

服务模板的可定制部分由众多预先定义的配置属性构成, 主要包括模板的类型参数、数据源配置参数以及界面布局配置参数等. 类型参数的作用是向用户提供模板的调用接口; 数据源参数使模板能够处理企业流程中不同的业务对象, 降低数据与功能的耦合度, 利于扩展模板的功能和适用范围; 界面布局参数是实现客户化定制的重要配置对象, 反映了用户对界面样式、功能处理的个性化需求.

以企业应用系统中的单证处理服务模板为例, 通用业务逻辑部分包括单证列表查询、单证记录的新增、修改、删除、查询过滤、导入导出以及打印等功能. 该服务模板包含两个预定义的组件服务: 单证列表查询与单证详细信息编辑(其程序设计样式分别如图3、图4所示). 每个组件服务又包括一系列程序设计控件, 例如工具栏、导航树、标签页、表格、表单及各类输入型控件(包括 textfield、datefield、combo 等).

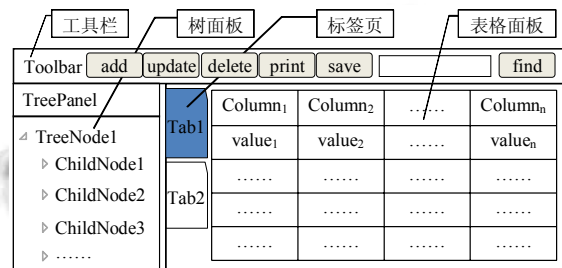


图3 单证服务模板中的数据列表显示样式

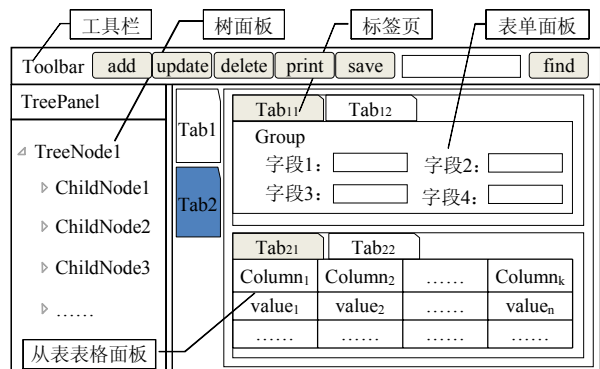


图4 单证服务模板中的数据编辑样式

该服务模板中可由用户自定义的部分包括: ①单证对应的数据库、数据表及主键; ②工具栏按钮及过滤列的设置; ③树面板的标题及其节点对应的列名; ④各个表格面板的列名、列标题、列宽度、列对齐方式; ⑤各个表单面板中的显示的文字及可编辑控件等; ⑥各个标签页的名称; ⑦数据合法性验证规则等。当用户设置这些业务对象和规则后, 最终生成的应用程序即可呈现个性化特点。

3.3 服务模板标记语言

如何将服务模板中可定制的业务对象和规则通过元数据形式加以描述, 这同样是 SMDA 架构的核心问题之一。由于 XML 标记语言具备良好的可读性、可扩展性和可维护性, 允许自行定义元素和属性, 同时拥有良好的结构化数据表示和存储能力, 有助于参数化描述定制信息。为此本文设计一种基于 XML 的服务模板标记语言, 通过 XML 自定义元素、元素的属性和属性值描述服务模板的可定制部分。其中元素代表目标模板中的可配置对象, 而属性和属性值分别表示定制对象的类型和值。

服务模板标记语言的一级标签为 <service>, 用于指定服务描述的开始, 其 type 属性指定服务模板的类型, 其它主要标签和属性见表 1。

表 1 服务模板标签与属性

标签/属性	含义
<table>	指定数据表, 属性 name 指定表的名称, keyfield 指定表的主键
<form>	表单容器, 指定表单内的其他输入输出控件
<tree>	指定树控件
<grid>	指定(主表)表格控件
<detailgrid>	指定从表表格控件
<tab>	指定 tab 标签页控件
<group>	指定表单内字段集分组显示控件
<validation>	指定数据正确性验证规则
<replace>	指定数据自动替换计算公式
datafields	指定表格或树控件中各个列的标题、列名、列宽度、列对其方式等
textfield	定义一个文本输入型控件
datefield	定义一个日期输入型控件
combo	定义一个下拉框控件
pos="y, x"	位置属性, 指定控件显示的起始位置
size="h, w"	大小属性, 指定控件显示的高度和宽度
name	名称属性, 指定标签对象的名称
title	标题属性, 指定 tree、grid、tab 等控件的标题
label	文本属性, 指定控件显示的文本内容
...	...

这种通过 XML 语言建立虚拟化的服务模型来调整系统运行行为的定制模式改变了以往通过修改程序源码来适应需求变化的方式, 具有简单易用、可操作性强等特点, 使终端用户参与系统定制过程成为可能。

4 应用实例

本文以前面所述的单证处理程序的定制为例, 使用 J2EE 和 ExtJS4.2 开发的订单处理服务模板, 编写一个 XML 模型文件如下。

```
<?xml version="1.0"?>
<service type="documents-edit">
  <table name="orders" keyfield="orderid" />
  <tree title=" 订单分组 " align="left" width="220"
datafields="orderdate;orderid" />
  <tab title="订单列表" />
  <tab title="订单详情" />
  <grid size="20,0" datafields="[50]sysrowno/ 序号 ;
[80]orderId/订单编号; [@c][75]orderdate/订单日期;
[@c][75]requireddate/要货日期; [75]customerid/客户编
码; [250]customername/客户名称; [80]invoiceID/发票
号; [@c][75]shippeddate/发货日期; [70]reviewer/审核
人" />
  <form>
    <tab title="订单信息" />
    <tab title="附件信息" />
    <tab title="状态信息" />
    <group title="基本信息" tab="1" pos="10,12" size="
250,550" />
    <group title="下载附件" tab="2" pos="10,12" size="
120,550" />
    <group title="备注信息" tab="2" pos="135,12" size="
125,550" />
    <group title="状态信息" tab="3" pos="10,12" size="
125,550" />
    <textfield name="orderid" label=" 订 单 编 号 "
pos="10,12" size="25,250" group="1" />
    <datefield name="orderdate" label=" 订 单 日 期 "
pos="10,280" size="25,250" group="1"/>
    <textbuttonfield name="customerid" label="客户编码"
pos="40,12" size="25,250" group="1" />
    <linkfield name="customername" label=" 客 户 名 称 "
```

```

pos="70,12" size="25,515" group="1" />
.....
<fileuploadfield label=" 附件名称 " pos="10,12"
size="190,520" group="2" />
<memofield label=" 备注信息 " pos="10,12"
size="90,515" group="3" />
.....
<textfield label=" 审核人 " pos="40,12" size="25,250"
group="4"/>
</form>
<detailgrid title="订单明细" datafields="
sysrown/序号; [#s10][95][btn]productid/商品编码;
[180]productname/商品名称; [95]quantityperunit/
规格型号; [#n6]quantity/数量; [#n10,2]unitprice/
单价; [#n8,2]discount/折扣率%; [#n12,2]amount/
金额" >
<replace>amount=quantity*unitprice*discount
</replace>
</detailgrid>
</service>
    
```

在该模型文件中, <service>元素为 XML 文件的根节点, 其 type 属性值为 documents-edit, 表示调配对象为单证处理服务模板. <tree>、<form>、<grid>以及 <detailgrid>为 <service>嵌套的子元素, 表示该模板分别组装了树面板、表单、表格等组件. 这些组件的定制信息同样采用定义元素内属性和属性值的方式进行描述. 例如, <tree>元素的 title 属性用于定义树面板的标题、align 属性指定树面板在屏幕左侧显示, width 以像素为单位表示树面板的宽度; <grid>和 <detailgrid>元素的 datafields 属性描述表格列信息, 其中[@c]表示列值居中, [50]表示列宽度为 50 像素, [#n10,2]表示该列为数值型数据(长度为 10, 两位小数); <form>元素包含标签页 <tab>、字段集 <group> 和单行文本域 <textfield>等子元素, 用户可设定各子元素的属性值来定制表单字段的标签值、大小、位置、样式等内容; <textfield>元素的 label 属性设置该文本域的标签值, pos 属性表示文本域显示的坐标位置, size 属性设定文本域的高度和宽度; <replace>元素设置订单明细表中销售金额的替换计算公式.

由上述模型文件配置的单证处理服务模板其程序运行界面如图 5 和图 6 所示. 图 5 以表格形式分页显

示<grid>标签指定的订单信息; 图 6 以表单形式显示 <form>标签指定的订单详细信息, 同时以表格显示 <detailgrid>标签指定的订单明细信息.

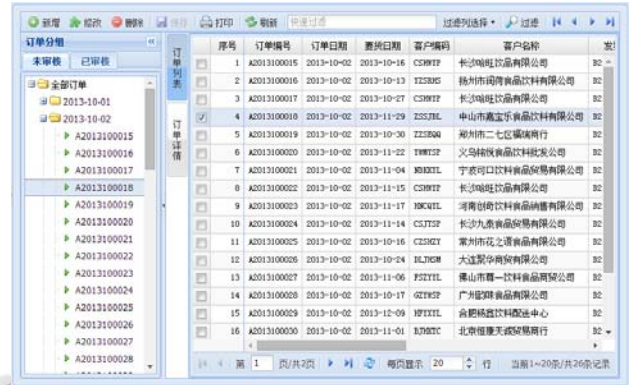


图 5 订单的列表显示程序运行界面



图 6 订单的表单显示程序运行界面

5 结语

本文提出了 SMDA 软件定制架构, 以服务为基本单位对中小企业的业务流程和业务逻辑进行了分析抽象, 构造出一系列基于 J2EE 和 ExtJS 的服务模板, 其中包括编码分类管理、主从表数据关联、数据分级汇总、单证处理、报表查询、图表展示等, 基本涵盖了中小企业信息化系统的主要功能模块. 该技术架构在开发 ERP 系统、CRM 系统和 SCM 系统中得到了充分应用和验证, 可以大大提高软件开发效率和软件的质量. 本文限于篇幅, 对 XML 模型文件的解析过程与可执行程序的生成过程不作具体叙述.

SMDA 提供的是一个开放的技术架构平台, 服务模型和服务模板的功能可以随着企业信息化需求不断变化而进行完善与扩充. 下一步工作的重点是使用云计算中的 SaaS 和 PaaS 技术, 实现基于 SMDA 云端快速搭建和部署企业信息系统.

参 考 文 献

- 1 彭环珂,刘旭东,张文焱.面向领域的软件定制化开发方法研究与应用.计算机工程与应用,2005,41(13):85-87.
- 2 徐俊,王永兴,张元鸣,等.一种利用功能驱动的构件组装方法研究.小型微型计算机系统,2012,33(4):746-750.
- 3 曹健,张申生,李明禄.基于目标驱动和过程重用的 Web 服务客户化定制模型.计算机学报,2005,28(4):721-730.
- 4 刘强,陈新,陈新度,张平.应用服务提供商模式下应用服务定制的机理研究.计算机集成制造系统,2007,13(5):1035-1040.
- 5 王伟然,范玉顺.业务服务配置模型与运行机制.计算机集成制造系统,2011,17(12):2732-2742.
- 6 董登辉,肖刚,张元鸣,陆佳炜,徐俊.基于多粒度服务库的 SOA 参考模型及其应用.计算机应用与软件,2012,29(10):152-155,162.
- 7 Ponnalagu K, Narendra NC. Formalizing service variability modeling in SOA-based solutions. In: Franch X, Soffer P, eds. Lecture Notes in Business Information Processing, Heidelberg, Springer Verlag, 2013, (148): 402-416.
- 8 Wen F, Jun S. A service composition method based on the template mechanism in the service scalable network framework. Proc. of the 8th International Conference on Computer Science and Education. Washington, DC. IEEE. 2013. 845-850.