

# workflow 驱动、面向服务的构件组装平台

马 华 (湖南涉外经济学院 计算机学部 湖南 长沙 410205)

**摘 要:** 通过分析基于构件组装的网构软件开发流程,设计了一种 workflow 驱动、面向服务的构件组装平台 CCP-I,该平台在 workflow 引擎的支持下,可以实现服务构件的动态装配以及构件和 Web 表单间的松耦合。最后,介绍了基于开源项目的 CCP-I 平台的实现方案。该平台能够为网构软件支撑平台的研究提供参考和借鉴。

**关键词:** 组装;网构软件;面向服务计算;workflow

## Service-Oriented Component Composition Platform Driven by Workflow

MA Hua

(Department of Computer, Hunan College of International Economics, Changsha 410205, China)

**Abstract:** In this paper, the development process of Internetware software based on component composition is analyzed. A service-oriented component composition platform for Internetware (CCP-I) driven by workflow is designed, which can achieve dynamic assembly of service components and loose coupling between component and web form. Finally, the implementation scheme of CCP-I is introduced on the basis of those extended open source projects. CCP-I can provide reference for development of Internetware supporting platform in the open, dynamic and uncertain Internet.

**Keywords:** component composition; internetware; service-oriented computing; workflow

### 1 引言

当前,计算机软件构件的发展已经进入了 Internet 时代,随之产生的新的软件形态被称之为“网构软件”(Internetware)<sup>[1]</sup>。Web 服务由于具有标准化和松耦合等优点,已经成为了迄今为止一种最适应网构软件开发的分布式构件技术。网构软件的开发过程主要就是一个基于 Internet 中丰富的基础构件资源进行构件组装的过程<sup>[2]</sup>。基于软件体系结构的方法已经成为了构件组装研究的主要方向,并且已经取得了一定的进展,如 ABC 方法<sup>[3]</sup>,但是,现有研究对基于软件体系结构的构件组装在实现层的构件映射以及构件粘接过程中的数据交互控制的研究相对较少。基于 workflow 引擎的构件组装体系结构的引入,可以为解决以上问题提供参考和借鉴<sup>[4]</sup>。

针对开放、动态、难控的 Internet 环境下网构软件的特点,本文分析了基于构件组装的网构软件开发流程,设计了一种 workflow 驱动、面向服务的构件组装平台 CCP-I,基于该平台,可以实现服务构件的动态装配以及构件、Web 表单间的松耦合,从而开发出柔性的网构软件应用程序。最后,本文给出了基于开源项目的 CCP-I 平台的实现方案。

### 2 基于构件组装的网构软件开发流程

网构软件的开发过程实质上是一个基于领域特征分析的构件组装过程,如图 1 所示。当获取了新的客户需求后,需求分析人员将负责提炼相应的需求规约。在领域分析阶段,系统分析人员依据需求规约,对已有的领域特征模型加以裁减和扩充,从而定制出新的

基金项目:湖南省教育厅资助科研项目(07C425);湖南省教育科学“十一”五规划课题(XJK08CXJ001)

收稿时间:2009-08-01;收到修改稿时间:2009-08-27

网构应用。领域特征体现了特定系统具有的能力或特点，是一种功能性的需求或对系统质量属性的要求<sup>[5]</sup>。在领域特征模型的指导下，可将 Internet 中的丰富基础构件资源组织成相应的领域构件库。借助于构件发现工具，在领域分析过程可以得到新应用所需的候选构件集，这些构件均满足基本的功能需求。在构件装配阶段，则由构件组装工具实现进一步的构件组合优化，最终从领域构件库中选定所需的目标构件。网构软件开发时，通常使用表单建模工具创建网构应用的表现层界面，在工作流业务建模工具的支持下，粘贴应用界面和目标构件，定制应用程序的业务流程，从而开发出新的网构应用。网构软件在运行过程中，表单数据由表单引擎负责解析，工作流引擎负责驱动 Web 表单和服务构件，以实现特定的业务逻辑功能。

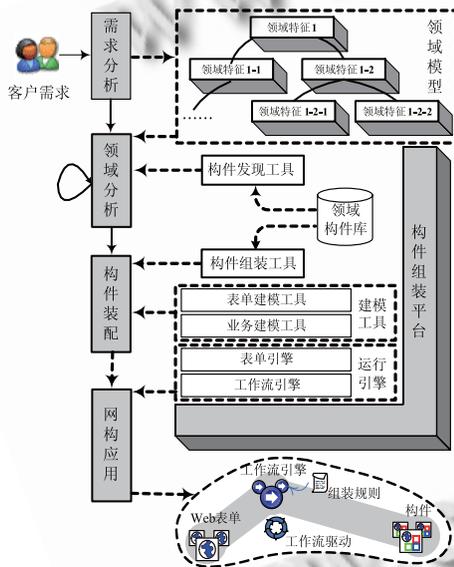


图 1 基于构件组装的网构软件开发流程

网构软件不是“一次成型”的，基于构件组装平台发布的网构软件应该可以感知外部网络环境的变化，并进行功能指标、性能指标和可信性指标的静态调整和动态演化<sup>[2]</sup>。可见，构件组装平台不仅是网构软件设计和开发的重要工具，同时也是网构软件部署、运行和演化的支撑环境。

### 3 工作流驱动、面向服务的构件组装平台 Web 应用快速开发框架 WADF-Workflow<sup>[6]</sup>实现

了基于工作流驱动的 Web 应用模型，支持 Web 应用的页面流控制、数据流控制和业务逻辑处理的分离，由此可应用于网构软件的构件装配过程。基于 WADF-Workflow，本文设计了网构软件构件组装平台 CCP-I(Component Composition Platform for Internetware)，如图 2 所示。

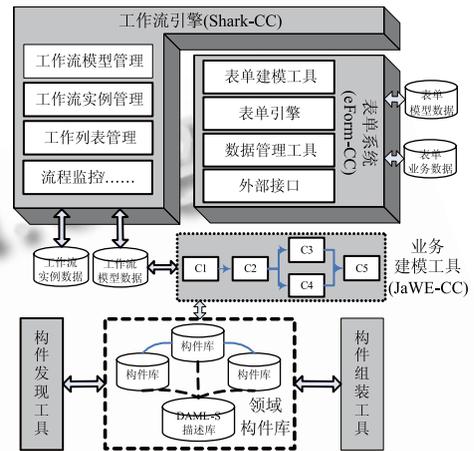


图 2 构件组装平台 CCP-I 的总体结构

CCP-I 平台由以下六大组件构成：

1) 表单系统(eForm-CC)：由表单建模工具、表单引擎、数据管理工具和外部接口等构成。根据实际的应用需求，使用基于 Web 的可视化表单绘制工具，可以定制出不同的表现层界面，在程序运行过程中，由表单引擎负责解析表单和推送数据。业务用户直接使用表单系统创建的 Web 表单，可以实现数据的输入和接收。

2) 业务建模工具(JaWE-CC)：这是一个基于 Web 的可视化流程定义工具，用于定义构件间的组装规则，包括 I/O 参数的映射关系和流程的流转关系等。同时，通过 JaWE-CC 也可以定义 Web 表单与构件的映射关系，并且允许在运行时修改这种映射关系，显然，这是一种松耦合关系。以上各类建模信息均将以 SoXPDL<sup>[7]</sup>形式保存在工作流模型库中。

3) 工作流引擎(Shark-CC)：这是一个支持服务协作的工作流引擎，可以根据 SoXPDL 文件中定义的建模信息，对已建立装配关系的构件进行调度和数据流转，通过给定的工作流相关数据，可以实现与表单引擎的协同。工作流引擎 Shark-CC 是实现服务构件的动态装配以及构件、Web 表单间松耦合的重要组

件。

4) 领域构件库：实现对散布于 Internet 中的构件资源的有序化，基于领域特征组织与管理这些构件资源。为了提高构件搜索的准确性，可采用本体知识描述特定特征的构件资源信息，比如使用 DAML-S 描述这些 Web 服务化构件的功能参数和服务质量指标。

5) 构件发现工具：解析用户对符合特定领域特征的单个构件的需求信息，从领域构件库中搜索出候选构件集合。

6) 构件组装工具：基于服务质量(QoS)指标，如服务代价、响应时间等，对由构件发现工具返回的候选构件集进行优化，获得构成业务流程的多个构件的全局优化组合方案。

## 4 平台的实现

### 4.1 表单系统(eForm-CC)

CCP-I 平台的表单系统 eForm-CC 通过扩展开源 eForm 工具<sup>[8]</sup>实现。eForm 提供了 Web 方式下定制动态表单的强大功能，但缺乏对工作流的灵活支持。CCP-I 平台通过外部接口适配将其集成到业务建模工具中，以实现构件组装时表单页面与构件的动态绑定。同时，在网构软件运行时通过数据库接口直接读取表单列表信息和表单参数信息，以提供给 workflow 引擎驱动业务流程流转。集成在 CCP-I 平台中的表单系统 eForm-CC 的运行界面如图 3 所示。



图 3 表单系统 eForm-CC 的运行界面

eForm-CC 定制的 Web 表单在逻辑上由字段组成，字段之间可包含子字段，其逻辑结构用 XML 文件描述。表单定制工具生成的表单模板既可以文件的形式保存在本地脱机使用，也可通过表单定制接口上传到服务器集中维护。在网构软件运行时，用户提交 Web 表单后，表单数据将被表单引擎解析后，由 workflow 引擎转发给底层的相关构件，处理结果再由其推送给表

单引擎，从而推进业务流程。

### 4.2 业务建模工具(JaWE-CC)

面向服务计算环境下，Web 服务是实现网构软件的主要分布式构件技术。SoXPDL 是一种支持服务协作的工作流建模语言<sup>[7]</sup>，工作流建模工具 JaWEPlus 提供了对 SoXPDL 的全面支持<sup>[9]</sup>。为了实现基于 Web 环境的构件组装建模功能，CCP-I 平台通过应用 Applet 技术封装 JaWEPlus 实现了 JaWE-CC 的功能，新增了关键类 JaWEApplet 用于 Applet 程序界面的初始化，其主要内容如下：

```
public class JaWEApplet extends Applet {
    public void init() { //Applet 的初始化
        //获取待编辑的 SoXPDL 文件的参数信息
        String filename=getParameter("filename");
        //SoXPDL 文件名
        String xpddir=getParameter("soxpdlurl");
        //SoXPDL 文件路径
        String cbase=getParameter("cbase");//将文件保存到服务器的回调地址
        String olddir=filename; xpddir=bufferstr(soxpddir);//初始化 JaWEPlus
        org.enhydra.jawe.JaWE.getInstance().main(null);
        org.enhydra.jawe.JaWE.getInstance().oldfilename=olddir;
        org.enhydra.jawe.JaWE.getInstance().cbase=cbase;
        if(soxpddir!=null && !"".equals(soxpddir)) //检查文件的有效性
            org.enhydra.jawe.JaWE.getInstance().checkNameAndOpenDocumentIfPossible(soxpddir);
        org.enhydra.jawe.JaWE.getInstance().openPackageFlow();//打开主界面
    }
    public void start() { } //Applet 的启动
    public void stop() { } //Applet 的终止
    .....
}
```

通过获取特定的 SoXPDL 文件信息，JaWEApplet 类将自动打开 JaWE 并进入该文件的编辑状态，同时，在无输入参数信息时，则进入新建文件状态。对 JaWE-CC 的 Applet 数字签名和配置命令如下：

```
jar cvf jawecc.jar *. * //将所需程序打包到一个 jar 文件中
```

```
keytool -genkey -keystore jawecc.keystore-alias
jawecc//创建私钥和公钥
jarsigner -keystore jawecc.keystore jawecc.jar
jawecc//用密钥对文件签名 //导入公钥,生成认证文件
keytool -export -keystore jawecc.keystore -alias
jawecc -file jawecc.cer
```

在 JSP 或 HTML 页面中引用 JaWE-CC 的方法如下：

```
<body>
  <applet codebase="." archive="jawecc.jar"
code="com.chinacreator. applet.JaWEApplet.class"
name="JaWEApplet" .....>
  <param name="filename" value="internet-
wareapp1">
  <param name="soxpdurl" value="http://
172.16.168.163:8000/AppletJSP/ testnew.soxpdl">
  <param name="cbase" value="http://172.
16.168.163:8000/AppletJSP/save.jsp?filename=inter
netwareapp1">
  </applet>
</body>
```

对于政府行政办公系统中的一个“发文处理”功能，使用 JaWE-CC 定制该业务的界面如图 4 所示。图中每一个活动结点(Activity)映射了一个使用 eForm-CC 绘制的 Web 表单，表单提交后的处理逻辑则由 Activity 的 service 属性绑定相应的服务构件。

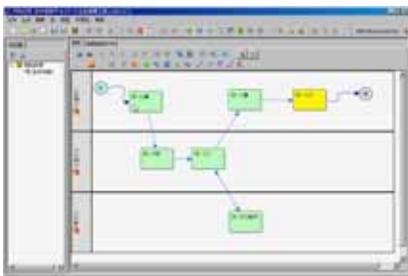


图 4 JaWE-CC 的运行界面

为实现 JaWE-CC 与 eForm-CC 的有效集成，JaWE-CC 需要扩展两部分接口，第一部分是传递控制参数的接口，第二部分是传递权限参数的接口。其中，控制参数用于定义允许用户在表单中任意修改数据的控件 ID。权限参数则定义了用户对特定控件的

读、写、可读且可写权限类型。控制参数和权限参数均由业务用户使用 eForm-CC 工具定制 Web 表单时直接设定，保存在表单模型数据库中。JaWE-CC 通过外部接口调用方式从数据库直接获取控制参数和权限参数，这些接口将由 eForm-CC 封装后提供给 JaWE-CC 使用。

根据以上与 eForm-CC 集成的各项需求，对 JaWE-CC 的扩展内容主要包括：

1) 在 StandardPanelGenerator 类中的 getPanel() 方法中增加打开 eForm-CC 表单面板的代码，如下所示：

```
case 6:
  if (!hidden.contains(el.getForms()))
  p = this.getFormParametersPanel(el.get-
FormParameters());
  break;
```

2) 在 StandardPanelGenerator 类中增加 XMLPanel getFormParametersPanel (ExtendedAttributes cl) 方法，以获得表单相关的面板。

3) 在 XMLTabbedPanel 类的 XMLTabbedPanel 方法中设置 tab 面板的标题，代码示例如下：

```
String t=pnl.getTitle();
```

4) 重载 XMLBasicTablePanel 的构造器，新增参数 isFormParams，用以表明是否表示表单相关内容：

```
XMLBasicTablePanel(InlinePanel ipc,.....,
Boolean isFormParams)
```

5) 更改 XMLBasicTablePanel 中的 createToolbar 方法，通过判断 isFormParams 的值，生成不同的面板内容。

### 4.3 工作流引擎(Shark-CC)

CCP-I 中的工作流引擎(Shark-CC)是通过扩展 SharkPlus<sup>[10]</sup>实现的，扩展工作主要分为两部分，第一部分是 JaWE-CC 的集成，以实现 Applet 形式的 JaWE-CC 远程客户端修改完毕并保存了网构软件业务应用模型(即 SoXPDL 文件)后，位于服务器端的 CCP-I 可自动将其动态装载到工作流模型库。第二部分是表单引擎的集成，以实现网构应用表现层与后台业务逻辑构件的交互功能。与 JaWE-CC、表单引擎集成后的 Shark-CC 的工作过程如图 5 所示。图中用虚线箭头说明了在一次 JaWE-CC 客户端修改(或新建)SoXPDL 文件的过程中，各相关实体间的调用关系。

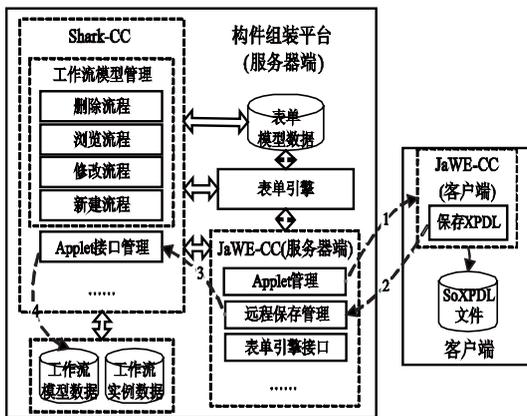


图 5 Shark-CC 的工作过程

#### 4.4 其它组件

CCP-I 平台中的领域构件库基于开源项目 JUDDI 实现,通过扩展标准的 UDDI 接口,增加描述服务特性的数据结构,包括服务操作接口、输入输出参数和服务质量属性等,从而可以提高服务发现的准确性。同时,通过扩展开源项目 UDDI4J 的相关接口,可以实现对基于 DAML-S 描述的服务构件资源的客户端查询支持。构件发现工具的实现可以应用面向领域特征的聚类方法,构件组装工具的实现则可以应用基于动态规划的优化方法,见参考文献[10],本文不再赘述。

#### 5 结论

构件组装平台 CCP-I 在湖南省教育厅资助科研项目“工作流驱动、面向服务的构件组装”原型系统的

研发过程中得到了应用,该平台综合了已有研究成果,并充分发挥了多个开源项目的优势,技术成熟、实用性强,可以提供基于构件组装的网构软件的设计和开发支持,同时,也可作为网构软件部署、运行和演化的支撑环境。因此,CCP-I 平台能够为网构软件支撑平台的研究提供参考和借鉴。

#### 参考文献

- 1 杨芙清.软件工程技术发展思索.软件学报, 2005, 16(1):1 - 7.
- 2 杨芙清,吕建,梅宏.网构软件技术体系:一种以体系结构为中心的途径.中国科学 E 辑, 2008,38(6):818 - 828.
- 3 梅宏,陈峰,冯耀东,等.ABC:基于体系结构、面向构件的软件开发方法.软件学报, 2003,14(4):721 - 732.
- 4 李海波,战德臣,徐晓飞.基于工作流引擎的构件组装体系结构.软件学报, 2006,17 (6):1401 - 1410.
- 5 张伟,梅宏.一种面向特征的领域模型及其建模过程.软件学报, 2003,14(8):1345 - 1356.
- 6 马华,张红宇,陈振.工作流驱动的 Web 应用快速开发框架研究.计算机系统应用, 2008,17(3):2 - 6.
- 7 马华,张红宇,李建华.支持服务协作的工作流模型和建模语言.计算机应用, 2007,27(2):409 - 412.
- 8 FCSOft. eform. [http://www.fcsoft.com.cn/e\\_intro.htm](http://www.fcsoft.com.cn/e_intro.htm)
- 9 马华,张红宇.一个支持服务协作的工作流管理系统.计算机系统应用, 2007,16(6):5 - 8.
- 10 马华.面向领域特征聚类的构件组装优化方法.计算机工程与应用, 2009,45(21):197 - 200.