

基于可重构路由单元的软件构件描述语言研究与设计

刘 强^{1,2} 汪斌强¹ 袁庆华²

(国家数字交换工程技术研究中心 郑州 450002)¹ (解放军总后勤部档案馆 北京 100842)²

摘 要 随着路由器的研究重点从对路由器性能的提升发展到对路由器功能的扩展,可重构路由单元成为解决路由器功能扩展方面的一个很好的尝试。可重构路由单元的构件化设计引入了软件构件模型的思想。基于软件模型构件化开发,对可重构路由单元构件模型的管理方法做了研究。软件构件描述语言和描述方法的研究与设计为下一步进行路由器构件化开发也打下了坚实的基础。

关键词 可重构路由单元,构件模型,描述

中图分类号 TP309 **文献标识码** A

Research and Design of Software Component Description Language Based on the Reconfiguration Router Unit

LIU Qiang^{1,2} WANG Bin-qiang¹ YUAN Qin-hua²

(National Digital Switching System Research Center, Zhengzhou 450002, China)¹

(Archives Department, PLA General Logistic Department, Beijing 100842, China)²

Abstract With the research on router from the improving performance to function extension, the reconfiguration router becomes a good sample in the router function-extend field. The design of component of reconfiguration router imported the thinking in software-component. Based on the development of software component model, the paper gave the research on the description and the management of reconfiguration router component model. The research and design of description language and description method of software component have also laid a solid foundation for the next phase of development the router.

Keywords Reconfiguration router unit, Component model, Description

1 引言

随着对路由器“功能”灵活扩展方面的研究逐渐成为路由器研究的热点,各研究机构对传统路由器体系结构提出了挑战。传统路由器在体系结构上都是封闭的,即一个网络设备通常只能由一个厂家生产,其软件和硬件、网络底层技术等都由一个厂家拥有,用户按照厂家提供的软件对设备进行设置的灵活性是有限的,其可编程性和按用户需求配置的可重构性也非常有限。为了打破生产厂家对路由器的垄断,满足多网络、多业务融合的需求,科技部提出了设计可重构路由单元的课题(2008AA01A323)。可重构路由单元的设计思路是通过引入构件化的网络设备设计方法,使原来的设备生产商变为构件开发提供商,网络运营商可以根据所需支持业务的需要,选择或订购相应的业务处理构件,并构建满足上层业务需求的网络设备,使冗长的网络设备生产过程变为类似于搭积木的构件组装过程,从而大大缩短网络设备的开发时间。在构件设计中,通过制定构件化标准,使多方的构件可以互联互通,从而使得原有封闭网络逐步走向开放,并以构件为最小粒度,动态实现构件的更新、添加和删除,从而实现设备功能的可重构性。

可重构路由单元构件描述是可重构路由单元研究和设计过程中的重要组成部分,是开展可重构路由单元开发各项工作的基础。根据可重构路由单元特征,对可重构路由单元构件进行描述,给出可重构路由单元构件的管理模式,以改善构件设计质量,提高复用性能,保证开放性、可编程性和高可重构性。

2 构件描述

构件功能及其行为特征的准确描述是所有构件复用活动的基础。目前,技术规范及文献中提出了多种专门的构件描述语言(Component Description Language),用来全面刻画构件的各种特征。比较典型的有 CORBA 规范中的接口描述语言 IDL^[2]、UML 规范中的对象约束语言 OCL^[3]、北大青鸟构件系统中的青鸟构件描述语言 JBCDL^[4]以及加州理工学院提出的 CDL/KDL^[5]等。这些描述语言是针对不同的应用环境和构件模型提出的,在刻画构件特征方面各有所侧重,如 IDL 侧重于描述构件接口方法的参数和语法格式;OCL 着重描述构件方法或操作的约束条件,包括前件、后件、不变量等;CDL/KDL 除了描述构件接口以外,增加了对构件动态属性的刻画;而 JBCDL 更适合描述面向对象的构件,对构件之间

到稿日期:2009-05-27 返修日期:2009-07-21 本文受 863 国家重点基金项目(2008AA01A323)资助。

刘 强(1982—),男,博士生,主要研究方向为路由器技术、软件构件化设计等,E-mail:lq_strong@163.com;汪斌强(1964—),男,教授,博士生导师,主要研究方向为宽带信息网络等;袁庆华(1963—),女,高级工程师,主要研究方向为档案信息化等。

的继承关系、依赖关系有深入的描述,支持构件的组装、测试。这些构件描述语言为构件功能、行为特征、依赖关系等属性刻画为构件的搜索、获取以及构件功能的理解提供了很好的基础^[6-9]。

由于可重构路由单元的特殊性,可重构路由单元构件描述语言和现有的构件描述方法有很大的不同,在构件描述方面包括了构件模型和构件组装过程的描述。

构件模型是构件本质特征及构件间关系的抽象描述,它是构件组装和相应基于构件的软件开发的基础。在可重构路由器构件模型设计中,引入了3C构件+接口描述的模型,即从概念(concept)、内容(content)、语境(context)3个方面来描述构件。“概念”是关于“构件做什么”的抽象描述,“内容”是概念的具体实现,“语境”是描述构件和外围环境在概念级和内容级的关系,语境刻画构件的业务环境。

构件组装过程的描述包括了构件的实现说明和配置特征,涵盖了简单构件组装成复合构件过程中的接口信息及使用方法说明、核心算法说明、运行环境及运行过程中的限制等方面。

2.1 构件模型描述

可重构路由单元中的构件按照“类-实例”的方法进行管理。构件模型描述符包括3部分,如图1所示。

| |
|---|
| 基本描述: (构件名称、构件厂家、构件大小、构件版本) |
| 构件功能描述: 构件的主要功能 |
| 构件语义描述: 构件上下文描述、构件接口描述、构件运行平台、构件实现语言、构件应用领域 |

图1 构件描述

2.1.1 基本描述信息

该部分指明构件的非行为特征(如构件的名称、作者、版本、厂商、大小等),提供构件的说明性信息。在基本描述信息部分,构件的每个属性用一个属性/值对表示,在需要的时候可以添加新的项来刻画构件的新增特征,保证描述符的可扩展性和灵活性。一般情况下,该部分包括下列条目:ID,构件描述符的全局唯一标识;Name,构件的名称;Author,创建该构件的作者,包括作者的名字、地址及联系信息等;Vendor,提供该构件的厂商或组织,也包括公司名称、地址、联系信息等;Version,构件的当前版本和修订号码;Functional Description,构件所完成功能的文字描述,指明构件的主要特征、功能及其他需要说明的信息,从该描述中可以提取关键词表以支持传统的基于关键词匹配的构件搜索;Date,构件发布和被索引的日期;Size,构件的大小,以K字节为单位。

2.1.2 构件功能信息描述

可重构路由单元中构件功能的描述,包括构件组装过程中对数据流和控制流的处理、简单的报文格式的处理和对路由器其他可能构件的触发情况。由于可重构路由器设计中要求构件组装过程的自动化,因此在生成构件候选集的构建检索过程中需要对构件进行精确检索,构件检索的基础就是对构件功能的准确描述。在构件功能的描述过程中,采用了构件语义描述的方法。

可重构路由单元中,构件按照多侧面分类策略进行组织,每个侧面代表理解构件的一个上下文(Context),在侧面的限定下,构件被进一步细分为多个子类。通常情况下,一个构件可以在多个侧面下归到不同的类别中。分类侧面从不同的角

度为构件目录库建立视图,组织成层次化的多目录树结构。如果有新的一组构件出现,可以在分类树的不同层次随时增加新的表项以扩充目录库,如有必要,还可以增加分类侧面,建立新的目录子树。从构件模型、应用领域、实现语言、运行平台、构件功能5个角度对构件进行分类,每个角度代表目录库的一个侧面,每个侧面由一组基本的术语(term)构成,所有的术语构成该侧面的词表,以进一步确定构件所属的类别。程序挖掘中采用的侧面及其术语词表如表1所列。

表1 侧面词表

| 侧面名称 | 侧面实例 | 侧面说明 |
|-----------------------|--|----------------------|
| 构件运行平台 (平台名称+平台版本) | Linux+2.4.10, Vxworks+5.5, Linux+2.6.10... | 构件使用的操作系统 |
| 实现语言 | C, C++... | 构件实现语言 |
| 应用领域 | 转发模块、主控模块、通信互联模块、接口模块... | 可重构路由单元中使用的模块 |
| 构件接口 | 接口的报文数据类型、接口的报文格式、构件拓扑描述... | 可重构路由单元中各构件之间的交互接口描述 |
| 构件版本 | 构件厂家、构件版本、构件大小... | 第三方厂家构件的基本信息 |
| 构件状态 | 初始化、使用中、候选集... | 构件使用过程中所处的状态 |

从系统集成的角度,构件是被封装的功能单元,具有黑盒性质,其只通过自身的接口与外界发生交互。在路由交换设备中,软件构件的潜在处理对象为输入的分组报文;从构件组装的角度,其只需关心报文在各构件间的流向,即从构件的何输入接口输入,经过该构件处理后,从构件的何输出接口输出,然后又流入另一构件的何输入接口。由于软件构件通过事件触发其内部处理过程,因此,在构件中必须设定其处理发生的触发条件。输入对象必须满足其触发机制才会被处理,即构件的输入必须满足其输入约束才会输出结果;否则,软件构件一直处理空运行状态。根据以上特性,将软件构件定义为一个由输入接口集、触发条件集、功能集和输出接口集组成的五元组,定义其属性为 $SC(Hardware Component)(I, C, F, O, S)$,其黑盒模型如图2所示。其中, I 表示该构件的输入接口的集合,例如,该构件具有3个输入接口; O 表示该构件的输出接口的集合; C 表示该构件的触发条件集,处理对象只有满足其触发条件才会被本构件处理,否则不会被处理; S 表示该构件的功能集合描述信息。

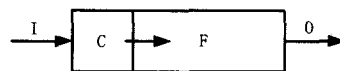


图2 基础构件的四元组定义模型

2.1.3 RRCDL 的组成结构

在2.1节中详细介绍了现有的构件描述方法。下面介绍可重构路由通用构件标识RRUCDL。RRUCDL利用侧面的方法描述构件的组成,其主要组成部分为:Service, 构件ID(构件外部ID, 构件检索ID); Name, 名称; Basicinfo, 基本信息(作者、发布商、版本、大小); Functioninfo, 功能(分层次描述); Resource Location, 资源位置信息(源代码、注释文档、系统评价); Classification, 分类信息(构件模型、编程语言、应用领域、操作系统和构件功能); Interface Specification, 接口规范(构件接口、服务接口、事件方法接口)。

2.2 构件组装描述

