

基于特征组合的软件需求建模

谢仲文^{1,2} 李彤^{1,2} 代飞^{1,2} 卢萍^{1,2} 王剑³ 刘金卓^{1,2} 高提雷^{2,4}

(云南大学软件学院 昆明 650091)¹ (云南省软件工程重点实验室 昆明 650091)²

(昆明理工大学信息与自动化学院 昆明 650093)³ (云南大学信息学院 昆明 650091)⁴

摘要 需求建模在需求工程中起着重要的作用。为了提高软件需求建模的效率和质量,提出一种基于特征组合的软件需求建模方法。首先,将特征分为功能性特征和非功能性特征;其次,形式化定义功能性特征的各个部件,包括原子功能性特征和复合功能性特征;第三,把功能性特征之间的特征组合抽象为特征运算,并提出了 23 条特征运算的公理;第四,形式化定义非功能性特征并通过其作用域把功能性特征和非功能性特征统一为软件需求模型;最后,给出了基于特征组合的软件需求建模过程。

关键词 需求工程,特征,功能性特征,非功能性特征,特征组合

中图分类号 TP311.5 **文献标识码** A

Approach to Modeling Software Requirements Based on Feature Combination

XIE Zhong-wen^{1,2} LI Tong^{1,2} DAI Fei^{1,2} LU Ping^{1,2} WANG Jian³ LIU Jin-zhuo^{1,2} GAO Ti-lei^{2,4}

(School of Software, Yunnan University, Kunming 650091, China)¹

(Key Laboratory in Software Engineering of Yunnan Province, Kunming 650091, China)²

(School of Information and Automation Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)³

(School of Information, Yunnan University, Kunming 650091, China)⁴

Abstract Software requirement modeling has a great effect on software requirements engineering. This paper offered a new theory of software requirements modeling based on the combination of software features, to improve the efficiency and quality of software requirements modeling process. To be started, software features were classified into functional features and non-functional features. Secondly, we made a formal definition of all the feature components in these functional features, including atomic and composite functional features. Thirdly, to support the formalization process, the feature combination process of functional features was abstracted as feature operations, and we proposed 23 operation axioms. Then a formal definition of non-functional features was brought up, also a scope analysis was built to integrate functional and non-functional features as the ultimate software requirement model. At the end of this paper, a detailed software requirement modeling process was proposed based on the concept of software feature combination, which is also the innovation of this paper.

Keywords Requirement engineering, Feature, Functional feature, Non-functional feature, Feature combination

1 引言

需求工程是软件工程的一个重要研究方向,需求建模是需求工程过程中的一个关键活动^[1,2]。需求建模主要有以下几种方法^[3,4]:面向目标的方法、面向主体和意图的方法、基于情景的方法、问题框架方法、基于 UML 的方法、面向特征的方法等。其中,面向特征的方法在学术界和工业界都受到广泛的关注^[5-8],其不仅在领域工程和需求工程中发挥着重要作用,而且在体系结构设计和构件模型中也发挥着重要作用^[9,10]。

随着网络式软件^[3]、网构软件^[11]等概念的兴起,软件工程渐入面向服务和动态演化^[12]的时代;同时,需求工程占据有史以来最重要的位置^[2,3,13]。通过规模化定制^[3]、服务组合^[12,14]等方式生产可动态演化的软件系统成为迫切追求,同时也对需求工程提出了新的要求:首先,为支持规模化定制,应存在大量可复用的需求部件;其次,与服务组合相适应,应可通过组合需求部件的方式快速生成系统的需求模型;第三,为支持软件的动态演化,应建立需求和服务之间的高度可追踪机制。

考虑到面向特征的方法在领域工程和应用工程中的广泛

到稿日期:2011-02-24 返修日期:2011-06-03 本文受国家自然科学基金项目(60963007),云南省软件工程重点实验室开放基金项目(2010KS01),云南省自然科学基金项目(2007F008M,2010CD026),云南大学软件学院学科建设基金项目(2010KS01),云南大学理工(工)校级级科研项目(2009F36Q),云南大学研究生科研课题重点项目(yunuy201030)资助。

谢仲文(1982-),男,博士生,CCF 学生会会员,主要研究方向为软件工程和形式化方法,E-mail: xiezww56@126.com;李彤(1963-),男,博士,教授,博士生导师,CCF 高级会员,主要研究方向为软件工程和形式化方法。

应用,以及该方法在需求和设计两个阶段产生的积极作用,本文以特征作为需求的基本部件,通过特征组合的方式建模软件需求。针对面向特征的方法在形式化、特征概念的不统一和非功能性需求建模等方面的不足,本文将特征分为功能性特征和非功能性特征;在此基础上,形式定义特征及其相关部件:对于功能性特征,将特征组合抽象为特征之间的运算;对于非功能性特征,通过作用域规定其作用范围,进而把功能性特征和非功能性特征统一为需求模型;最后,提出基于特征组合的软件需求建模过程。

2 基础知识

面向特征的方法把特征作为软件问题空间的基本元素,使用特征及特征之间的关系来组织问题空间^[15]。目前关于特征尚无统一的定义,且其定义多为非形式化定义,下面给出其两个典型定义。文献[9]认为特征是描述客观世界知识的本体,表现为描述特定应用领域所提供服务的术语或概念。文献[15]从内涵和外延给出特征的定义:就内涵而言,特征是一组紧密联系的需求;就外延而言,特征是具有客户/用户价值的软件特点。

特征之间具有层次性,两个或两个以上的原子特征可以组合成一个新的特征;进一步,两个或两个以上的特征(原子特征或组合而成的特征)又可组合成颗粒度更大的特征。相对于被用于组合的子特征而言,新组合而成的特征是其父特征。由于子特征组合成父特征的组合方式差异,不同子特征在父特征中扮演不同角色。根据父特征被选定时子特征是否必须被绑定,可分为3种:必选子特征、可选子特征和可选子特征。

3 特征总览

为了建立本文对特征的理解并形式定义特征的各个部件,首先非形式地描述特征:特征包括功能性特征和非功能性特征。功能性特征可以分为原子功能性特征和复合功能性特征,两个或多个原子功能性特征组合成复合功能性特征;同时,两个或多个复合功能性特征可以进一步组合成更粗粒度的复合功能性特征。每个原子功能性特征由其前断言和后断言描述其功能,前断言和后断言的描述以及与其它断言之间的关系来自断言知识库。每个非功能性特征包括非功能属性和属性作用域,非功能属性用来描述非功能性需求,与之对应的属性作用域规定该非功能属性对哪些功能性特征起作用。所有的特征都是建立在断言知识库和特征库的基础上的,如图1所示。

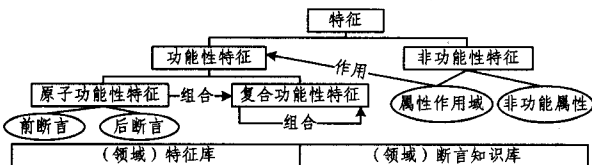


图1 特征总览图

需要说明的是,一般而言,要建立具有普适性的断言知识库和特征库难度极大,考虑到面向特征的方法本来就重点关注领域工程,因此可以先就某个特定领域建立断言知识库和特征库。关于断言知识库和特征库的建立、生长和维护方法,将另文阐述。下面形式定义特征的各个部件。

4 功能性特征

4.1 功能性特征定义

定义1(原子功能性特征) 原子功能性特征 A 是一个四元组, $A = \langle aid, \{Q_1\}, \{Q_2\}, D \rangle$, 满足以下几个条件:

(1) aid 是一个原子功能性特征的标识, 在每个特征库中是唯一的;

(2) Q_1 、 Q_2 和 D 均为一阶谓词公式。 $\{Q_1\}$ 称为前断言, 用于定义原子功能性特征 aid 执行功能前必须满足的状态; $\{Q_2\}$ 称为后断言, 用于定义 aid 执行功能后的状态; D 称为依赖断言, 用于定义 aid 执行功能前必需通过其它特征来满足的状态, 实质上是描述 aid 对其它特征的依赖;

(3) $\langle \{Q_1\}, \{Q_2\} \rangle$ 是一个 2-断言, 用于定义原子功能性特征 aid 的功能。

需要说明的是, 要使原子功能性特征 A 的功能得到执行, 必须使其前断言 $\{Q_1\}$ 得到满足, 而要使 $\{Q_1\}$ 得到满足可能有几种情况: 第一, 软件系统内部的因素, 即其它特征功能的执行使得 $\{Q_1\}$ 成立; 第二, 系统外部的因素, 即与系统交换的其它系统(包括人)促使 $\{Q_1\}$ 成立; 第三, 系统内部和外部的共同作用, 才能使得 $\{Q_1\}$ 成立。而 D 描述的就是系统内部的因素。

内部因素和外部因素的分离有利于将主动原子功能性特征区分出来, 这一点对软件的动态演化有重要意义。

定义2(主动原子功能性特征) 原子功能性特征 $A = \langle aid, \{Q_1\}, \{Q_2\}, D \rangle$ 是一个主动原子功能性特征, 当且仅当满足: $D = \text{True}$ 。

由定义可知, 由于 D 恒为真, 因此主动原子功能性特征可由系统外部直接驱动。

定义3(复合功能性特征) 复合功能性特征 C 是一个四元组, $C = \langle cid, N, U, R \rangle$, 满足以下几个条件:

(1) cid 是一个复合功能性特征的标识, 在每个特征库中是唯一的;

(2) N 是必选子特征集合, N 中每个元素是 cid 的一个必选子特征;

(3) U 是可选子特征集合, U 中每个元素是 cid 的一个可选子特征;

(4) $N \cap U = \emptyset$;

(5) R 是特征关系集合, R 中每个元素描述其子特征间的一种组合关系。

N 和 U 集合中的元素, 既可以是原子功能性特征, 也可以是复合功能性特征。

定义4(功能性特征) 复合功能性特征和原子功能性特征统称为功能性特征。

定义3中的复合功能性特征的概念易于理解, 但同一个特征可能存在多种不同的表达形式(原因也正是因为 N 和 U 集合中既可以是原子功能性特征也可以是复合功能性特征), 因此本文在定义13中给出一个更为形式化的递归方式的功能性特征定义。

为了便于建模, 有必要设计一些特殊的功能性特征以支持特性组合。首先给出一个特殊性的功能性特征的定义: 虚功能性特征。

定义5(虚功能性特征 ϵ) 虚功能性特征 ϵ 是一个特殊

性的功能性特征;该特征不包含任何功能。

虚功能性特征 ϵ 虽然不包含任何功能,但在特征组合的时候可以发挥作用;此外,虚功能性特征 ϵ 在下文将要介绍的特征的抽象运算中表现出许多良好的性质。

4.2 功能性特征的一元运算

本文将功能性特征的组抽象成运算,作为二元运算和多元运算的基础,本文将特征的3种绑定状态抽象成3种一元运算。

定义 6(一元必选运算, \bullet) 对功能性特征 a 的一元必选运算记为 $\bullet a$,表示 a 是必选的。通常情况下, $\bullet a$ 省略运算符,简记为 a 。

通过一元必选运算,可以将运算对象(即定义 6 中的 a 特征)封装成运算结果的子特征,且该子特征是运算结果(即父特征)的必选子特征。

公理 1 多次对一个功能性特征 a 进行必选运算还是等于特征 a 本身,即 $\bullet(\bullet a) = \bullet a = a$ 。

定义 7(一元可选运算, \circ) 对功能性特征 a 的一元可选运算记为 $\circ a$,表示 a 是可选的。

与一元必选运算类似,一元可选运算将运算对象封装成运算结果的可选子特征。

公理 2 多次对一个功能性特征 a 进行可选运算其结果还是 $\circ a$,即 $\circ(\circ a) = \circ a$ 。

公理 3 一元可选运算和一元必选运算具有可交换性,即 $\circ(\bullet a) = \bullet(\circ a) = \circ a$ 。

定义 8(一元不选运算, $!$) 对功能性特征 a 的一元不选运算记为 $!a$,表示 a 是不可选的。

一元不选运算实际上是给运算结果施加一个约束条件,即运算结果作为运算对象的父特征,其必定不能绑定运算对象这个子特征,因此,该一元运算蕴含着一种互斥的特征约束条件(运算对象与运算结果这两个特征是互斥关系)。

公理 4 一元不选运算满足双重否定率,即 $!(!a) = a$ 。

公理 5 一元不选运算和一元必选运算具有可交换性,即 $!(\bullet a) = \bullet(!a) = !a$ 。

公理 6 一元不选运算和一元可选运算具有可交换性,即 $!(\circ a) = \circ(!a) = \circ a$ 。

4.3 功能性特征的二元组合

功能性特征可通过组合形成粒度更大的特征。由两个功能性特征组合成一个新特征的方式称为二元组合,由多于两个功能性特征组合成一个新特征的方式称为多元组合。由于多元组合可以通过多次的二元组合来形成,因此,本文只讨论二元组合。

本文将功能性特征的组抽象成运算。具体而言,二元组合(运算)有以下几种。

定义 9(二元自然组合, $*$) 功能性特征 a 和 b 通过二元自然组合得到功能性特征 c ,则 a 和 b 都是 c 的必选子特征,即若 c 被绑定,则 a 和 b 都必须被绑定,记为 $c = a * b$ 。

二元自然组合描述两个子特征的叠加,父特征同时具有两个子特征的功能,且父特征依赖于其子特征。

公理 7 二元自然组合满足交换律; $b * a = a * b$ 。

a 和 b 自然组合等同于 b 和 a 自然组合。

公理 8 二元自然组合满足结合律; $(a * b) * c = a * (b * c)$ 。

a 和 b 自然组合后再与 c 自然组合,等同于 a 和组合特征(b, c 自然组合而成)的自然组合。

公理 9 任意一个功能性特征 a 和虚功能性特征 ϵ 的二元自然组合是其本身,即 $a * \epsilon = a$ 。

定义 10(矛盾功能性特征 τ) 矛盾功能性特征 τ 是一个特殊性的功能性特征;该特征存在矛盾,无法实现。

公理 10 任意一个功能性特征 a 和对其进行不选运算后得到的特征 $!a$ 的二元自然组合是一个矛盾功能性特征,即 $a * (!a) = \tau$ 。

公理 11 任意一个功能性特征 a 和其自身的二元自然组合还是其自身,即 $a * a = a$ 。

公理 12 任意一个功能性特征 a 和对其进行可选运算后得到的特征 $\circ a$ 的二元自然组合还是 a 本身,即 $a * (\circ a) = a$ 。

公理 13 任意一个功能性特征 a ,对其进行可选运算后得到的特征 $\circ a$ 与对其进行不选运算后得到的特征 $!a$ 的二元自然组合结果是 $!a$,即 $(!a) * (\circ a) = !a$ 。

公理 14 任意一个功能性特征 a 和矛盾功能性特征 τ 的二元自然组合是 τ ,即 $a * \tau = \tau$ 。

定义 11(二元选择组合, $+$) 功能性特征 a 和 b 通过二元选择组合得到功能性特征 c ,则 a 和 b 都是 c 的可选子特征,且满足若 c 被绑定,则 a 和 b 中有且只有一个特征被绑定,记为 $c = a + b$ 。

二元选择组合描述两个子特征的互斥选择,父特征必须且只能具有其中一个子特征的功能。

公理 15 二元选择组合满足交换律; $b + a = a + b$ 。

a 和 b 选择组合等同于 b 和 a 选择组合。

公理 16 二元选择组合满足结合律; $(a + b) + c = a + (b + c)$ 。

无论是 $(a + b) + c$ 或是 $a + (b + c)$ 实质都是从 a, b, c 中选择一个。

公理 17 二元自然组合对二元选择组合满足分配律,即满足以下两条:(1) $(a + b) * c = a * c + b * c$;(2) $c * (a + b) = c * a + c * b$ 。

公理 18 一元可选运算的一种等价表示: $\circ a = a + (!a)$ 。

a 是可选的,等价于 a 的必选运算与 a 的不选运算的二元选择组合。

公理 19 任意一个功能性特征 a 和矛盾功能性特征 τ 的二元选择组合是其本身,即 $a + \tau = a$ 。

公理 20 任意一个功能性特征 a 和其自身的二元选择组合还是其自身,即 $a + a = a$ 。

公理 21 任意一个功能性特征 a 和对其进行可选运算后得到的特征 $\circ a$ 的二元选择组合结果是 $\circ a$,即 $a + (\circ a) = \circ a$ 。

公理 22 任意一个功能性特征 a ,对其进行可选运算后得到的特征 $\circ a$ 与对其进行不选运算后得到的特征 $!a$ 的二元选择组合结果是 $\circ a$,即 $(!a) + (\circ a) = \circ a$ 。

定义 12(二元扩展组合, \perp) 功能性特征 a 通过二元扩展运算与功能性特征 b 组合得到功能性特征 c ,则 a 是 c 的必选子特征, b 是 c 的可选子特征,记为 $c = a \perp b$ 。

公理 23 二元扩展运算的一种等价表示; $a \perp b = a + (a * b)$ 。

由于二元扩展运算可用二元自然组合和二元选择组合表示,因此,二元扩展运算的其它性质可以通过推导得出。

需要注意:与二元自然组合、选择组合运算不同,二元扩展运算不满足交换律和结合律。

4.4 功能性特征的递归定义

通过对功能性特征之间运算的定义,可以给出特征的递归形式定义。

定义 13(功能性特征的递归定义) 功能性特征由以下规则生成:

- (1)所有的原子功能性特征都是功能性特征;
- (2)特殊性功能性特征 ϵ 和 τ 是功能性特征;
- (3)一个功能性特征通过 3 种基本的一元运算 \bullet 、 \circ 和 $!$ 运算得到的还是功能性特征;
- (4)两个功能性特征通过二元运算 $+$ 、 $*$ 和 \perp 运算得到的还是功能性特征;
- (5)功能性特征通过有限次合法地使用一元运算和二元运算得到的还是功能性特征。

由于功能性特征可以递归定义,因此一个软件系统的功能性需求模型最终可以用一个功能性特征的表达式来表示;但是,考虑到最后得到的功能性需求的表达式中含有其依赖的子特征,因此功能性需求模型还应包括其子特征的描述,若其子特征是原子特征,则用原子功能性特征的定义来描述;若其子特征是复合特征,还需进一步描述其后代特征,直到可以用原子特征描述为止。即软件系统的功能性需求模型可以由其特征表达式和其子孙特征来表示。这样,一个软件系统的功能性需求模型可以组织成一棵树,其根结点是需求对应的特征表达式,除根结点外的其它结点都是根结点的子孙特征,叶子结点是原子功能性特征。

定义 14(功能性需求模型) 功能性需求模型是一个二元组 $M_C = \langle T, Leaf \rangle$, 当且仅当满足以下条件:

- (1) T 是一棵树,且其根结点是功能性需求模型对应的特征表达式, T 称为该功能性需求模型的特征树;
- (2) $Leaf$ 是一个原子功能性特征的集合,其中每个元素是一个原子功能性特征的定义;
- (3) T 的每个叶子结点都对应原子特征集合 $Leaf$ 中的一个元素;
- (4) T 的所有非叶子结点都可以由其叶子结点通过抽象运算组合而成,且对应着一个特征表达式;
- (5) T 的所有非根结点都是根结点的子孙特征;
- (6) T 的每个结点都对应着一个唯一的特征标识符。

5 非功能性特征

特征包括功能性特征和非功能性特征。每个非功能性特征包括非功能属性和属性作用域,非功能属性用来描述非功能性需求,与之对应的属性作用域规定该非功能属性对那些功能性特征起作用。非功能性特征的定义如下。

定义 15(非功能性特征) 非功能性特征 F 是一个三元组, $F = \langle fid, S, Dom \rangle$, 满足以下几个条件:

- (1) fid 是一个非功能性特征的标识,在每个特征库中它是唯一的;
- (2) S 是非功能属性,是一个 n 元谓词 ($n \geq 1$); 当 $n=1$ 时, S 用于表示性质;当 $n>1$ 时, S 用于表示 n 个功能性特征

之间的某种关系约束;

(3) Dom 是一个集合或一个 n 元序列;当 $n=1$ 时, Dom 是一个集合且集合中的每个元素是一个功能性特征的标识,表明该功能性特征必需满足对应的 S 性质;当 $n>1$ 时, Dom 是一个 n 元序列,其中每一元是一个功能性特征的标识,表明这 n 个功能性特征之间满足 S 关系约束。

需要说明的是,当 $n=1$ 时, Dom 可以是一个特殊的集合 U , 表示该非功能性特征是一个全局特征,即一旦该非功能性特征被绑定,则所有功能性特征都必须满足其约束。

在定义了非功能性特征之后,可以通过其作用域来统一功能性需求模型,最终得到软件系统的需求模型。

定义 16(需求模型) 需求模型是一个二元组 $M_R = \langle M_C, M_F \rangle$, 当且仅当满足以下条件:

- (1) M_C 是该需求模型的功能性需求模型;
- (2) M_F 是一个非功能性特征的集合,其中每个元素是一个非功能性特征 F 。

对于一个需求模型而言,在绑定一个非功能性特征时,应注意保证其 Dom 中的所有功能性特征已被绑定,即对非功能性特征 Dom 集合中的任意一个元素,在其对应的功能性特征模型的特征树中存在一个结点与其对应,否则需求模型将丧失完整性。

6 基于特征组合的软件需求建模过程

在前文所述的特征模型的基础上,本节给出基于特征组合的软件需求建模过程。由于目前尚无法建成具有普适性的特征库和断言知识库,因此本方法更适用于特定领域内的软件需求建模。下面简要阐述此过程中的主要活动。

活动 1: 需求划分。 依据领域术语,对软件需求进行划分,将其分为功能性需求和非功能性需求。

活动 2: 功能性特征选择。 依据功能性需求,从特征库中选择相关的特征,建立该软件需求的功能性特征集合。

活动 3: 功能性特征组合。 通过分析功能性需求间的关系,运用特征的一元和二元运算对功能性特征进行组合。

活动 4: 功能性特征化简和一致性检查。 依据提出的功能性特征的 23 条公理,对组合后的特征进行化简,使得功能性特征的表达形式尽量简洁。若化简的结果是矛盾特征,则说明需求本身存在矛盾或者在特征选择和组合中出现错误。此外,对特征化简的中间过程中出现的矛盾特征,也应予以重点分析。因为这些矛盾特征或者隐含着可协调的局部矛盾,或者隐含着可能出现的错误,因此对矛盾特征的分析,在需求中对决策起到重要的作用。

活动 5: 功能性特征的完整性检查。 检查功能性特征化简结果是否覆盖了全部的功能性需求。若有遗漏,则需要判断遗漏的特征是否存在于特征库中。若是由于特征库中不存在该特征,那么需要对该特征进行建模和规范化,之后将其补充到特征库之中,并相应地对断言知识库进行扩展。

活动 6: 非功能性特征选择。 依据非功能性需求,从特征库中选择相关的特征,建立该需求的非功能性特征集合。

活动 7: 非功能性特征作用域调整。 依据非功能性需求的实际情况,对非功能性特征的作用域进行适应性调整。

活动 8: 非功能性特征到功能性特征的参照完整性检查。

(下转第 141 页)

法,包括预处理、中文分词、主题词检测、话题聚类步骤。在主题词检测中,构造了权值 w 来综合考虑词频和增长速度,以决定其是否为新闻主题词;根据上下文相关性定义相似度,以增量聚类来建立新闻话题。最后,整个过程用程序实现并在真实的新浪微博数据集上进行了实验,验证了方法的有效性。

同时,实验所得结果的查准率和查全率有相当大的改进空间,而且检测效果容易随计算参数值的选取而浮动。因此进一步提高算法速度和精度,增强稳定性或者引入自适应特性,是后续研究工作的重点方向。

参 考 文 献

[1] 曹鹏,李静远,满彤,等. Twitter 中近似重复消息的判定方法研究[J]. 中文信息学报,2010,25(1):20

[2] Kwak H, Lee C, Park H, et al. What is Twitter, a Social Network or a News Media? [A]// WWW'10 Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web, 2010[C]. Raleigh, North Carolina, USA: ACM, 2010:591-600

[3] 蔡晓婷. 突发事件中的微博客传播[J]. 新闻爱好者(上半月), 2010,(6):78-79

[4] Liu Zi-tao, Yu Wen-chao, Chen Wei, et al. Short Text Feature Selection for Micro-blog Mining[A]// Computational Intelligence and Software Engineering, 2010[C]. Wuhan, China: Wuhan University, 2010:1-4

[5] 崔争艳. 基于语义的微博短信息分类[J]. 现代计算机(专业版), 2010,(8):18

[6] Pak A, Paroubek Pa. Twitter as a Corpus for Sentiment Analysis and Opinion Mining[A]// Proceedings of LREC, 2010[C]. Valletta, Malta; European Language Resources Association (ELRA). 2010:1320-1326

[7] 洪宇, 张宇, 刘挺. 话题检测与跟踪的评测及研究综述[J]. 中文信息学报, 2007, 21(6):71-85

[8] Allan J, Carbonell JG, et al. Topic Detection and Tracking Pilot Study Final Report[A]// Proceedings of the DARPA Broadcast News Transcription and Understanding Workshop, 1998[C]. 1998:194-218

[9] Sakaki Ti, Okazaki M, Matsuo Y. Earthquake Shakes Twitter User; Real-time Event Detection by Social Sensors[A]// Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web, 2010[C]. Raleigh, North Carolina: ACM Press, 2010:851-861

[10] Petrovi S, Osborne M, Lavrenko V. Streaming First Story Detection with application to Twitter[A]// Proceedings of HLT-NAACL, 2010 [C]. Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics. 2010:181-189

[11] Zhang H P, Yu H K, Xiong D Y, et al. HHMM-based Chinese lexical analyzer ICTCLAS [A] // Proceedings of the second SIGHAN workshop on Chinese language processing-Volume 17, 2003 [C]. Sapporo, Japan: Association for Computational Linguistics, 2003:184-187

[12] 路荣, 项亮, 刘明荣, 等. 基于隐主题分析和文本聚类的微博客新闻话题发现研究[A]// 第六届全国信息检索学术会议, 2010 [C]. 2010:291-298

(上接第 133 页)

检查每个非功能性特征的作用域是否是功能性特征集合的一个子集。

通过多次对以上 8 个活动的反复迭代, 最终得到一个一致的、完整的需求模型。

结束语 本文将特征分为功能性特征和非功能性特征, 并分别对其进行详细的讨论和分析, 以支持通过特征组合的方式建模软件需求; 并在此基础上, 提出基于特征组合的软件需求建模过程。本文提出的方法可以通过特征运算的方式来建模功能性特征的组合, 从而建模软件的功能性需求, 并通过定义非功能性特征的作用域的方式把功能性特征和非功能性特征统一成整体。下一步将研究特征的形式语义, 并在此基础上证明本文提出的 23 条公理的可靠性, 建立关于特征运算的公理系统。

参 考 文 献

[1] Pressman R S. Software Engineering; a Practitioner's Approach (Fifth Edition)[M]. McGraw Hill, New York, 2000

[2] 金芝, 何克清, 王青. 软件需求工程: 部分研究工作进展[J]. 中国计算机学会通讯, 2007, 3(11): 25-34

[3] 何克清, 彭蓉, 刘玮, 等. 网络式软件[M]. 北京: 科学出版社, 2008

[4] 陈小红, 尹斌, 金芝. 基于问题框架的需求建模: 一种本体制导的方法[J]. 软件学报, 2011, 22(2): 177-194

[5] Kang KC, Cohen S G, Hess J A, et al. Feature-Oriented domain analysis (FODA) feasibility study[R]. CMU/SEI-90-TR-21. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1990

[6] Zhang Wei, Mei Hong, Zhao Hai-yan, et al. Transformation from CIM to PIM: A Feature-Oriented Component-Based Approach [C]// Proceedings of the 8th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems. Heidelberg: Springer Berlin, 2005:248-263

[7] Zhang Wei, Mei Hong, Zhao Hai-yan. A Feature-Oriented Approach to Modeling Requirements Dependencies [C] // 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering. 2005:273-284

[8] Schobbens P Y, Heymans P, Trigaux J C, et al. Feature Diagrams; A Survey and a Formal Semantics[C]// Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Requirements Engineering(RE' 06). 2006:136-145

[9] 王忠杰, 徐晓飞, 战德臣. 基于特征的构件模型及其规范化设计过程[J]. 软件学报, 2006, 17(1): 39-47

[10] 张俊, 刘淑芬, 姚志林. 一种基于角色的特征模型构件化方法[J]. 电子学报, 2011, 39(2): 304-308

[11] 吕建, 马晓星, 陶先平, 等. 网构软件的研究与进展[J]. 中国科学 E 卷, 2006, 36(10): 1037-1080

[12] 李长云, 李莹, 吴健, 等. 一个面向服务的支持动态演化的软件模型[J]. 计算机学报, 2006, 29(7): 1020-1028

[13] 王璞巍, 金芝, 刘红岩. 网构软件实体的功能描述及其发现[J]. 中国科学 F 辑: 信息科学, 2009, 39(12): 1271-1287

[14] 吴映波, 王旭. 一种面向服务的领域特征模型[J]. 计算机科学, 2011, 38(6): 180-182, 194

[15] 张伟, 梅宏. 面向特征的领域建模技术研究[J]. 中国计算机学会通讯, 2008, 4(3): 34-42