

# 基于概念的软件体系结构需求目标描述与识别

杨红, 杨德礼, 林正奎

(大连理工大学系统工程研究所, 大连 116023)

**摘要:** 基于Goal-scenario coupling理念, 提出了一种基于概念属性的结构化目标描述与识别方法, 构造了目标模型, 对目标进行了描述和识别, 该方法可以与目标驱动的软件体系结构建模方法进行平滑集成, 提高了信息系统的开发质量和生产效率。实验结果证明了该方法的有效性。

**关键词:** 目标; 概念属性; 目标驱动; 软件体系结构建模

## Goal Description and Identification of Software Architecture Requirement Based on Conception

YANG Hong, YANG De-li, LIN Zheng-kui

(Institute of System Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116023)

**【Abstract】** Based on goal-scenario coupling and conception attribute, this paper presents a structured method of goal description and identification, constructs goal model, describes and identifies goals. Integrated with the goal-driven software architecture modeling method smoothly, the method improves the development quality and production efficiency of information system. The experimental results shows the method is effective.

**【Key words】** goal; conception attribute; goal-driven; software architecture modeling

近年来, 由于目标能够真实地反映需求工程的工作本质, 便于用户获取和管理真实需求, 因此利用目标识别、获取、描述用户需求的“目标驱动的需求工程方法”<sup>[1-5]</sup>引起了人们的重视。本文通过组织目标分解, 将组织目标与软件系统的功能或非功能性需求相关联, 进而获取系统的需求规约。

### 1 软件体系结构需求目标描述与识别方法

获取系统需求规约的主要任务为: 经过系统风险承担者协商, 确认更为完整的、可用于指导后续软件系统开发工作的目标模型。代表性的方法包括KAOS<sup>[6]</sup>, NFR framework<sup>[7]</sup>, Goal-scenario coupling framework<sup>[8]</sup>等。

目标描述与识别存在的技术问题如下:

(1) 由于目标概念的模糊性和抽象性的影响, 因此关于目标识别与描述方法的研究相对较少。有些面向目标的方法直接回避了目标描述与识别问题, 或假设依靠领域专家可以准确地描述和识别系统目标, 在目标被识别并被准确描述的基础上, 重点考虑目标的分析与建模问题。这些方法大都采用半形式化、采用形式化方式进行目标描述, 缺少能够集成半形式化和形式化方式共同优点的目标描述与识别方法, 如KAOS等方法虽然采用了半形式化、形式化相结合的方式, 但是形式化描述语言过于复杂。

(2) 目标分析与建模问题始终是各类目标驱动需求工程方法研究的重点。这些方法可以将目标分析与建模工作作为一个独立问题。软件系统体系结构建模对于目标模型的特殊要求则考虑较少, 从而导致所创建的目标模型要么不足以指导后续工作, 要么包含过多与软件系统无关的信息, 难以与其他方法或工具进行有效的集成。

通过对各类形式化和半形式化目标描述与识别方法的深入分析, 借助概念获取与识别理论的研究成果, 本文提出了

一种基于概念属性的结构化目标描述与识别方法, 构建了一个面向软件不同类型的功能需求、非功能需求、软件开发不同阶段的综合模型。

#### 1.1 目标的概念属性结构模型

目前, 关于目标的概念属性结构并没有形成统一的定义。各种面向目标方法从各自的使用目的出发, 对于目标的概念属性有着不同的理解。KAOS方法将目标概念理解为代理(agent)、资源(resource)、关系(relation)和操作(operation)等属性的复合体, 目标场景耦合(Goal-scenario coupling)方法将目标概念理解为动作(verb)属性和动作参数(parameter)属性的复合体, 而企业知识开发(enterprise knowledge designing, EKD)方法则把目标概念理解为问题(problem)、原因(cause)、约束(constraint)、机会(oppor)等属性的复合体。

通过对多种面向目标方法关于目标概念属性描述的研究, 本文从概念属性的原语性、一般性和独立性角度出发, 基于Goal-scenario coupling方法所提出的关于目标的概念属性描述, 将目标概念理解为目标的实现动作属性与动作参数属性的集合, 表示为

$$Goal = Verb + Verb.Parameter(s)$$

其中, Goal表示目标; Verb表示用于实现目标的动作属性; Parameter(s)表示与目标实现动作相关的参数属性。

结合目标在开发过程中所处的上下文环境, 通过对

**基金项目:** 国家自然科学基金资助重点项目(70031020); 辽宁省软件产业发展基金、大连市软件产业发展基金共同资助项目(190-10)

**作者简介:** 杨红(1977-), 女, 博士研究生, 主研方向: 软件体系结构分析与评价; 杨德礼, 教授、博士生导师; 林正奎, 博士研究生

**收稿日期:** 2006-12-25      **E-mail:** yh.maggie@163.com

Rolland 所提出的关于目标的概念属性结构进行适应性的裁剪和扩充,增加了一些新的非基要扩充属性,进而利用维度和特征聚类形成了如图 1 所示的层次化目标概念属性结构模型。

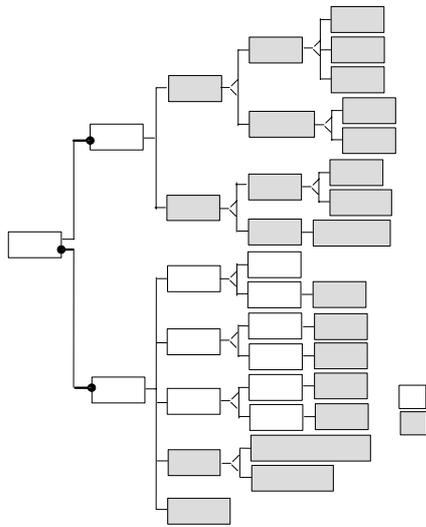


图 1 层次化目标概念属性结构模型

图 1 所定义的目标概念及其属性的相关解释如下：

(1)目标(goal)

目标是指与软件系统及其开发有关的风险承担者(stake holders)期望系统在现在或将来所能完成的任务以及任务期望要完成的程度。目标作为概念实体,可以表示为以目标实现的动作属性和这个动作所附加的一个或者多个参数属性作为基要属性,连同其他“非基要扩充属性”组成的属性集合。

(2)目标的动作(verb)属性

目标的动作属性反映了目标实现过程的行为特征,可以用以下两组维度表示：

1)内容(content)维度

内容维度用于说明一个动作是用于实现功能(functional)目标还是用于实现非功能(non-functional)目标(也称为质量(quality)目标)。由于功能目标一般需要通过执行一系列活动或改变系统内部对象的当前状态来实现,因此用于实现功能目标的动作属性通常与目标陈述中的“完成(achieve)”、“停止(cease)”或者“削弱(impair)”等动词相关联。而非功能目标一般反映了系统实现功能目标时所附加的质量约束条件,用于实现非功能目标的动作属性通常与目标陈述中的“提高(optimize)”、“保持(maintain)”等动词相关联。

2)期望(expectation)维度

期望维度反映了风险承担者期望动作所指向的目标被实现的程度,包括用于实现柔性(soft)目标的动作和用于实现刚性(rigid)目标的动作 2 组备选特征。其中,柔性目标表明虽然该目标是被风险承担者所关注的,但对实现程度并没有强制要求,其动作特征一般与目标陈述中的“关注(concern)”或者“适当的(proper)”等词语有关。而刚性目标则表明该目标必须被完全实现,其动作特征通常与目标陈述中的“最小需求(min requirement)”等词语有关。

(3)目标实现动作的参数(parameter)属性

该属性反映了用于实现某一目标的动作的执行过程所具有的特征,利用对象(target)、方向(direction)、方法(way)、约束(constrains)和受益者(beneficiary) 5 组维度进行描述。

1)对象(target)维度

对象(target)维度用于说明受到目标实现动作所影响的实体或系统特征,即目标实现动作的处理对象,包括实体(entity)和结果(result) 2 组备选特征。其中,“实体”是指存在于目标实现动作完成之前的对象,或者说用于实现目标的动作只是改变了它的某种属性值,对其存在并没有直接影响。而“结果”则存在 2 种情况：

对象存在于目标动作完成之后,是目标实现的结果；

对象虽然存在于目标完成之前,但其存在只是概念意义,只有目标实现动作完成之后才具有了真正的实际意义。通常与目标陈述中的“识别(identify)”等动词相关联。

2)方向维度

方向(direction)维度用于说明在目标实现动作的执行过程中,信息在动作处理对象(target)之间传递的初始位置和结束位置,包括信源(source)和信宿(destination) 2 组特征。通常与目标陈述中的“最初的(initial)”、“最终的(final)”等词语相关联。

3)方法维度

方法(way)维度用于说明实现目标的方法,包括工具(means)和方式(manner) 2 组特征。其中,工具表示实体实现目标采用的手段,方式表示获得目标采用的方式。工具通常与目标陈述中的“提供(provide)”等动词相关联,方式通常与目标陈述中的“采用(adopt)”等动词相关联。

4)约束性维度

约束(constraints)维度用于描述目标实现动作执行所需的约束条件,包括动作完成前或者动作完成后必须满足的前置、后置条件(pre-/post- condition)或者常量条件(invariant) 2 组备选特征。其中,常量条件表示与目标实现动作执行前后无关且需要满足的不变条件。约束维度所提供的信息是用例脚本以及软件控制流信息的重要来源。

5)受益者维度

受益者(beneficiary)维度用于说明系统的风险承担者中谁是目标实现的受益人,风险承担者是对体系结构及根据该体系结构开发的系统有自己的要求的人员。涉及面很广,可能是项目决策者、最终用户、开发人员、项目经理等。

在实践应用的过程中,可以根据实际需要对方图 1 所示的层次化目标概念属性结构模型进行适应性的扩展和修剪,以达到最佳的使用效果。这也是采用结构化方式进行目标描述的主要优点之一。

1.2 目标的描述与识别

目前,在目标描述方面所采用的形式化语言主要包括 Telos 语言、Temporal Logic 语言和各类结构化语言。鉴于结构化语言易于学习、扩充、工具实现、目标检索、回溯和冲突检测、信息交换,根据图 1 所创建的层次化目标概念属性结构模型,本文提出了如下形式的结构化目标描述机制：

GoalName: → action:  
(target,[source,destination,way,constraints],beneficiary,expectation)

其中, GoalName 代表目标标识(名称); action 代表用于目标实现的动作标识,例如完成(achieve)、停止(cease)、削弱(impair)、提高(optimize)、保持(maintain)等; target 代表目标动作的处理对象; beneficiary 代表目标动作的受益者; expectation 代表动作所指向的目标期望被实现的程度; [source,destination,way,constraints]是可选项,分别代表目标执行过程中的信息流向、实现目标的方法以及目标动作执行的

约束条件。

一个目标可分解为多个相关的子目标，为了分析这些子目标，要确定它们之间的关系。2种明显的关系类型为“and”和“or”的目标关系，还有其他关系。

对于软件系统的非功能需求目标，一个柔性目标用这些关系归类、阻止或促成另一个柔性目标的实现<sup>[9]</sup>。由于柔性目标是使其满足没有确定的标准的目标，因此可以认为当该断言有足够的肯定，但几乎没有否定论据时，柔性目标即得到满足；当其可满足性有足够的否定论据，但几乎没有肯定的支持时，柔性目标是不能得到满足的。目标之间的关系如表1所示。

表1 柔性目标之间的关系表示

图例	含义
	非功能需求柔性目标
	充分肯定
	肯定
	否定
	充分否定
	相关
	与
	或

软件体系结构需求目标的描述与识别过程框架见图2。

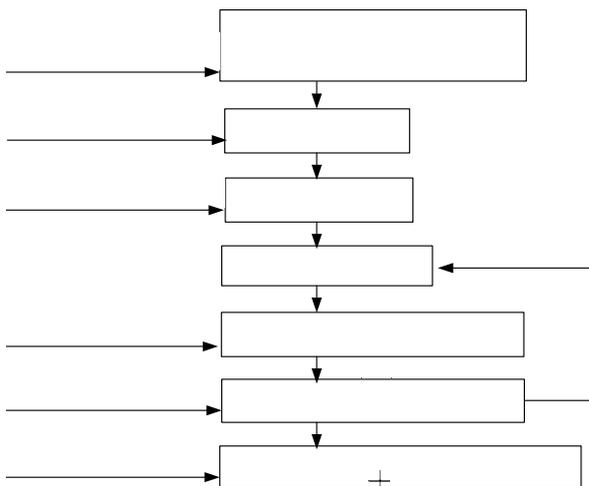


图2 软件体系结构需求目标描述与识别框架

(上接第59页)

#### 4 结束语

通过比较算例中程序代码应用的示例和传统的测试方法，区间代数方法有如下优点：(1)可以发现程序代码中可能的计算异常，而功能测试及结构测试都难以做到；(2)可以给出程序代码输出变量的上限范围，而功能测试及结构测试都难以做到；(3)可以断言程序代码中是否存在不可达的分支，而功能测试无法做到，结构测试只是给出尚未做到的分支信息，不能保证该分支一定能做到。

除此之外，区间代数方法还有其他几个潜在优点：(1)只须输入变量的取值范围，无须设计测试用例；(2)属于静态分析方法，无须真实运行被测程序。基于上述分析，区间代数方法用于计算类软件的测试是十分有效的，对于保证软件可靠性、提高测试效率、实施软件测试自动化有着重要的意义。

专家经验

## 2 目标驱动的软件体系结构建模方法

根据上述方法获得的目标模型，可以与本文提出的形式化描述方法与半形式化描述方法相结合，静态体系结构建模机制与动态体系结构建模机制相结合的基于图形语法的目标驱动的软件体系结构建模方法进行平滑集成。

基于图形语法的目标驱动的体系结构建模方法将体系结构看作一类软件产品，将体系结构建模过程理解为这一软件产品按照在需求分析阶段所获得的目标模型所提出的要求，在一定的生产规则(production rules)约束下进行的动态生产过程，它是一个动态体系结构建模方法，由于篇幅所限，其详细建模过程将在后续的文章中进行说明。

## 3 结束语

本文提出了一种基于概念属性的结构化目标描述与识别方法。该模型可以提高信息系统的开发质量和生产效率，但仍存在不足，需要不断的完善。

### 参考文献

- 1 Lamsweerde A V. Goal-oriented Requirements Engineering: A Guided Tour. Requirements Engineering[C]//Proc. of the 5th IEEE International Symposium. 2001.
- 2 Lamsweerde A V. Managing Conflicts in Goal-driven Requirements Engineering[J]. Requirements Engineering, 1998, 24(11): 908-926.
- 3 Cleland H J, Settimi R, BenKhadra O. Goal-centric Traceability for Managing Non-functional Requirements[C]//Proc. of the 27th International Conference on Software Engineering. 2005-05.
- 4 方德英, 李敏强, 寇纪淞. 目标导向的 IT 项目开发风险影响图模型[J]. 系统工程学报, 2004, 19(6): 601-606.
- 5 姚 剑, 毋国庆. 目标驱动的软件需求模型及应用[J]. 计算机应用研究, 1999, 16(7): 33-36.
- 6 Dardenne A, Lamsweerde A V, Fickas S. Goal-directed Requirements Acquisition[J]. Science of Computer Programming, 1993, 20(1/2).
- 7 Mylopoulos J, Chung L, Nixon B. Representing and Using Non-functional Requirements: A Process-oriented Approach[J]. Software Engineering, 1998, 18(6): 483-497.
- 8 Rolland C, Souveyet C, Achour C B. Guiding Goal Modeling Using Scenarios[J]. Software Engineering, 1998, 24(12): 1055-1071.
- 9 Subramanian N, Chung L. Relationship Between the Whole of Software Architecture and Its Parts: An NFR Perspective[Z]. (2005-05). <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9806/30915/01434884.pdf>.

### 参考文献

- 1 Moore R E. Interval Analysis[M]. New Jersey: Prentice Hall, 1966.
  - 2 Moore R, Yang C. Interval Analysis I[R]. Lockheed Missiles and Space Division, Technical Document: LMSD-285875, 1959.
  - 3 Stahl V. Interval Methods for Bounding the Range of Polynomials and Solving Systems of Nonlinear Equations[D]. Austria: University of Linz, 1995.
  - 4 Alefeld G, Herzberger J. Introduction to Interval Computations[M]. New York: Academic Press, 1983.
  - 5 李福川, 宋晓秋. 软件测试中的新方法——区间代数新方法[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(10): 2576-2578.
  - 6 胡承毅, 徐山鹰, 杨晓光. 区间算法简介[J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(4): 59-62.
- 软件体系结构需求目标分解  
适应性软件体系结构需求目标分解