

基于剧本的目标模型开发框架^{*}

The Development Framework for Scenario-based Goal Modeling

林涛 应晶

(浙江大学计算机系 杭州310027)

TP311.52

Abstract Beginning with recent issues in requirement engineering, this paper proposes a development framework for scenario-based goal modeling (SBGMF), which integrates with scenario management to goal modeling successfully, and supports elaboration, analysis, validation and corporation, and stimulates the mechanism of requirement tracing and component reusing. The paper addresses the structure and functions of the framework SBGMF.

Keywords Requirement engineering, Goal model, Scenario

1 引言

传统的需求工程,其目的在于建立一个完全、一致且无二义的在概念层次上定义了期望系统需求的规格说明,这就要求从一定层次的抽象模型(current-state model)出发,经过分析和验证,对该模型实施一系列的变换,如求精、抽象和增减等操作,从而得到理想的期望系统模型(desired-state model),基于该模型进行设计、实现、测试并安装新系统,而且在实施变换的过程中考虑已有的上下文环境以促进重用和避免与系统实现相冲突^[1]。

本文建议在需求工程初始阶段以目标(goal)为中心对系统建模,因为目标可以用于:①作为需求获取和阐述的中心手段;②将系统模型与组织机构和商务背景关联起来;③无须牵涉太多细节即可澄清需求和设计者的目的;④处理设计冲突。

目标建模使我们可以充分利用目标较之于数据、行为和功能描述所特有的良好的抽象性,当关于实现目标模型的更细节知识被获取后,面向数据、行为或功能的模型或面向对象模型即可创建。

软件开发的经验告诉我们,很难让领域专家去处理模糊抽象的目标概念,但确实需要他们去发现目标。因此必须提供一种帮助机制以使发现目标和随后的目标推导活动顺利执行,这种机制应当支持:目标的发现,辅助完成目标推导,解释、阐述整个系统及系统目标模型,分析、验证系统目标模型的复审工作及系统目

标模型的协同开发。

大量证据表明,纯粹基于建模的方法面临的许多问题可以通过引入中等抽象度的剧本得到克服^[1]。首先,剧本侧重于系统的使用和新旧系统的差异,而概念模型或形式化规格说明常常必须考虑一系列上下文信息;其次,由于剧本的非形式化特性和相对低耗费的创建与操作,剧本鼓励所有需求人员在参与的同时趋向于延缓提交,因而有利于快速进化、试验和创新;再次,剧本的直观表达和新成员的加入可更好地促进熟记和重用。

为达到这些目的,需求工程领域通常更多地考虑用户与系统交互剧本。广泛应用于面向对象需求工程中的用例(Use Case)便是这类交互剧本的聚集,也有复杂系统(如内嵌系统)需要内部构件交互剧本,然而目标模型与剧本的精确交互机制的研究仍是目前尚待解决的难点。本文主要考虑用户系统交互剧本,并试图阐述这种交互机制的实现。

2 基于剧本的目标模型开发框架

为了支持目标建模,通过对当前需求工程领域研究成果的研究思考和借鉴,作者提出了基于剧本的目标模型开发框架 SBGMF (Scenario-Based Goal Modeling Framework),该框架较好地目标建模、剧本管理整合在一起,从基于剧本的目标建模出发,并能理想地支持解释、分析、验证和协同开发等需求活动,促进了需求跟踪、构件重用机制的实现。

^{*} 本项目的研究得到国家自然科学基金(N069703005)及浙江省自然科学基金(N0697006)的资助,林涛 硕士生、主要研究领域为软件工程,应晶 博士,副教授,主要研究领域为人工智能,基于知识的软件工程,CASE。

在剧本管理方面已有不少学者作了相关的研究并提出了—些模型,RC模型^[1](Requirement Chunk Model)是其中一个重要的模型。RC模型较好地定义了目标与剧本及其相互关系,并提出了goal discovery的规则集,我们采用RC模型的概念框架,并结合PRIME的实现思想^[2],引入过程监控、构件库等技术,建立了一个基于剧本的目标模型开发框架,以下首先给出该框架的描述。

2.1 框架描述

目标模型的中心是需求块 RC (Requirement Chunk),RC 定义为二元组 (G,SC),其中 G 为目标,SC 为剧本。目标模型由一系列 RC 元素通过合成、选择或求精的关系连接而成,RC 块模型结构如图1所示。

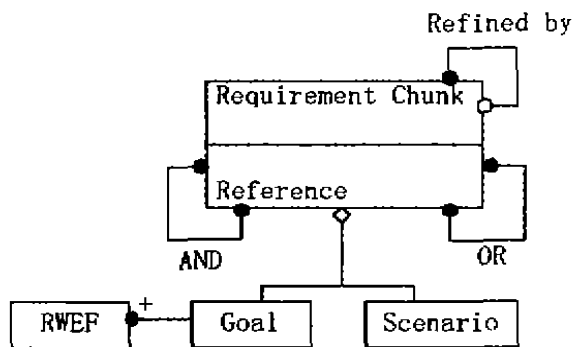


图1 RC模型结构图

下面给出目标(Goal)和剧本(Scenario)的定义:

目标是指“一些设计者期望在预期系统中达到的某件事”。目标被定义为带有一个主动词和若干个参数的子句,参数分为4类:

(1)target 指明被目标影响的实体,分为 object 和 result 两种;

(2)direction 又有 source 和 destination 之分,分别指出所要通信的对象在初始和终止时的位置;

(3)way 分为 means 和 manner,means 专指完成目标的设备,manner 专指方法;

(4)beneficiary 指目标受益者。

以下给出两个目标的实例:

‘Provide(cash)_{Obj}(to our bank customer)_{Dest}(with a finger print based ATM)_{Manner}’

‘Reduce (the work load)_{Obj} (for the book store staff)_{Ben}’

剧本是指“为达到一定目标而使用系统的一次典型样例”。它是“包含于发生在若干代理(agent)之间有目的交互集的可能活动序列”。

个剧本由初始状态、终止状态和 action 序列构成。初始状态定义了该剧本被触发的前置条件,终止状态定义了剧本终止时的状态。

action 序列确定了一条从代理的初始状态到终止状态的路径,正是剧本的组合物描述了一个复杂代理系统的行为。action 有两类:原子的 action 和 action 流。一个原子 action 涉及一个或多个 agent 的交互动作,agent 为 action 的主体,可以是人、机器、组合的或未定义类型,action 流可以有如下几种语义:顺序,可选,重复和并发。

剧本可分为 normal 和 exceptional 两种,分别导致相关目标的成功和失败。

与 RC 块对应存在若干个 RWFF(Real Word Example Fragment),通过 RC-RWEF link 关系与 RC 相连。RWEF 存在于某个 RWE 中,RWE 利用 multimedia 工具从现实中采集并记录,可以通过 RWEF editor 剪辑、播放。框架基于 DBMS 建立一个 RWEF 数据库以存放所有与一定目标相关的 RWEF 文件(包括图像与声音文件)。我们把与目标 g 相关的 RWEF 理解为关于实现目标 g 的证据,并可能同时存在成功的和失败的证据。相应地,RC-RWEF link 也分为 attains-link 和 fails-link 两种类型。

RWEF 有三个用途:(1)根据 RWEF 获取新目标和剧本;(2)利用 RWEF 向用户和新需求人员解释系统模型;(3)利用 RWEF 对 RC 模型进行验证和分析。

RC 块之间的三种类型的关系导致了 RC 模型的层次结构:

●组合或选择关系:导致了 RC 块之间水平的 AND/OR 结构,这是传统的目标结构模型的延伸,RC 间 AND 关系表明为实现同一个父目标这些 RC 缺一不可,RC 间 OR 关系描述了为实现同一个父目标的可选择的几种方案。

●求精关系:抽象是一种为了聚焦于必要方面而隐藏细节的机制。通过求精使我们在不同抽象层次上描述 RC 块。

建立 RC 层次结构模型需要逐层地发现 RC 块及与之相连的 RWEF,建模的核心是目标发现,而目标发现活动是由对 RC 块和 RWEF 的分析活动引导进行的。第2.2小节将着重阐述目标发现过程的方法和策略。在建立 RC 层次模型过程中,我们已经在目标与剧本之间建立了细粒度的对应关系,使模型中的每个目标具有良好的可跟踪性,从而成功地支持了系统模型的解释、分析、验证及协同开发活动。第2.3小节将对此集中阐述。

2.2 目标发现的方法与策略

在 RC 模型中,对应每个目标,都存在一个剧本和

RWEFs. 我们提出两种目标发现的方法, 一种基于新的 RWEF 的获取, 一种基于二元组 (goal, scenario) 的分析。

2.2.1 基于 RWEF 获取的目标发现 设计者对现实世界样例 RWE 观察时, 可能会发现某个片段 RWEF 所关联的目标在当前模型中尚未被考虑过, 该 RWEF 的获取可能是直接来自于现实世界, 也可能从已有 RWE 中剪辑生成。设计者将此 RWEF 解释为对一新目标成功或失败的尝试, 由此发现一个新的目标, 同时也根据该 RWEF 较为直观地获得相应的剧本, 并定义一个 RC-RWEF link。

新目标加入当前模型有四种情形: (1) 该目标以选择或合成关系同本层次上的目标相关联; (2) 该目标作为某个目标的一次求精加入当前模型; (3) 不能确定该目标与现有目标的关系; (4) 如果无法确定该 RWEF 对应什么目标, 将该 RWEF 标识为“目标待定”状态。

2.2.2 基于剧本分析的目标发现 在需求获取阶段, 目标发现和剧本创作是互相补充的两项活动, 二者交替反复进行, 从而以一种步骤流的形式增量地构造了需求块层次结构, 其中“发现”活动控制着“创作”活动。当然, 这里的目标发现是指子目标或兄弟目标而不是父目标的发现。

流控制基于三种策略, 即求精、合成与选择策略, 三种目标发现策略开发出需求块之间的三种类型的关系。亦即, 给定一个二元组 (G, SC): 合成策略寻求与 G 为 AND 关系 (ANDed to G) 的 G_k ; 选择策略寻求与 G 为 OR 关系 (ORed to G) 的 G_k ; 求精策略的目的在于发现抽象层次低于 G 的 G_k 。

目标发现后, 创建一个剧本使它尽可能具体地实现当前目标, 由此生成一个新的需求块, 然后从当前现实世界样本 RWE 集中查询出相应的 attains 片段或 fails 片段, 并定义好 RWEF-RC link。

分别与这三种策略相联系, 框架 SBGMF 提出了一个引导规则集以引导目标发现活动, 引导规则集控制着大规模 RC 块层次模型的构造, 共由六条规则组成。其中, 从每一对 (goal, scenario) 出发, 合成 (选择) 规则引导发现与 G 相与 (或) 的目标, 这些目标与 G 同处于一个抽象层次, 求精规则处理产生抽象层次低于 G 的目标, 这是通过将 scenario 中的每个交互动作都看作一个目标来实现的, 因此 scenario 中有多少个交互动作便产生同等数量的子目标。

规则集中每条规则都由 goal, body 和 comment 部分组成, 且都有各自形式化的描述, 限于篇幅简述如下:

(1) 选择引导规则 (alternative guiding rule) A1:

Goal: Discover (from goal G) G_{or} (goals ORed to

G) G_{or} (in a goal structure driven manner) M_{or}

RCA (requirement chunk author) 标识出目标 G 的所有参数, 并为每个参数提供相关的其他可选值, 规则 A1 自动组合所有的参数值形成与 G 相或的 goals 的所有列表, 供 RCA 提取有价值的新目标。

(2) 选择引导规则 A2:

Goal: Discover (from requirement chunk (G, Sc) G_{or} (goals ORed to G) G_{or} (reasoning on flow conditions of Sc) M_{or}

规则从初始 RC 的剧本, 构造当前 action 路径图。对于当前图中任一控制条件, 应同时存在分别包含它的满足和不满足处理的两条路径, 每条路径代表了与 G 不同的 Manner, RCA 通过权衡选出有价值的 manner 从而生成新的 Goal (其他参数不变), 新的 Goal 与 G 为 OR 关系。

(3) 合成引导规则 (composition guiding rule) C1:

Goal: Discover (from requirement chunk (G, Sc) G_{and} (goals ANDed to G) G_{and} (reasoning on final and initial states of Sc) M_{and}

检查剧本 SC 的初始状态 IS 集是否被包含于终止状态 FS 集中, 若非, 则对于每个不属于 FS 集的 IS, RCA 指出阻止其达到 IS 集的 FS, RCA 创建一个剧本以该 FS 作为初始状态, 并将 IS 包含在其终止状态集中, 从而消除异常。随后 RCA 根据该剧本产生新的与 G 相与的目标。

(4) 合成引导规则 C2:

Goal: Discover (from requirement chunk (G, Sc) G_{and} (goals ANDed to G) G_{and} (reasoning on Sc interactions) M_{and}

对于目标 G 中的每个资源 (resource), 规则 C2 在剧本 Sc 中寻找交互对 (interaction pair): (Consume, Produce), 对每个不完全 pair 创建一个新交互作为新目标提交给 RCA。

(5) 求精引导规则 (refinement guiding rule) R1:

Goal: Discover (from requirement chunk (G, Sc) G_{ref} (goals refined from G) G_{ref} (using every interaction of Sc as a goal) M_{ref}

将剧本 SC 中的任两个代理之间的每个交互动作都看作下一抽象层次的目标, 这些子目标彼此之间都是与关系。

(6) 求精引导规则 R2:

Goal: Discover (from requirement chunk (G, Sc) G_{ref} (goals refined from G) G_{ref} (by completing with actions) M_{ref}

该规则定义了三类动作对 (action pair): (service

require, service provision, (information request, information provision) 和 (condition evaluation action, constrained flow of actions)。RCA 用这些动作对的内部相关性去匹配剧本中的所有 action, 对于每个不完全 pair, 创建另一个 action 作为下一抽象层次的目标。

2.3 RC 模型的分析与验证

我们在模型分析中采用树状模型表示 RC 块层次结构, 目标的抽象层次自上而下递减。缘于 RWEF 与 Goal 之间的良好的跟踪关系, 关于某个目标 g 可建立如下集合 A_g, F_g , 并定义该目标的相关度 R_g 和成功率 S_g , 并根据这些参数对目标 g 进行分析:

Attainment Set $A_g = \{e \in E | e \text{ contain an RWEF } r \text{ which is an attainment evidence for } g\}$

Failure Set $F_g = \{e \in E | e \text{ contain an RWEF } r \text{ which is a failure evidence for } g\}$

$$R_g = (A_g \cup F_g) / |E|$$

$$S_g = |A_g| / (A_g \cup F_g)$$

其中, e 为一个 RWE (Real World Example), e 包含了若干个 RWEF (RWE fragment), E 为系统的 RWE 全集。

$R_g = 0$ 说明在当前系统中没有任何关于解决这个目标的证据。 R_g 越高反映该目标在当前系统模型内的相关度越大。通过对每个目标 R_g 的考察, 可以找到当前目标模型中被考虑较少的那些目标, 以及现实中难以观察到的目标或对于父目标影响不大的目标。 S_g 反映了目标在当前模型所有证据中的成功率。根据 S_g 可以找到在当前已有系统中缺乏成功支持的目标。

对于其子目标之间为 AND 关系的父目标, 若该父目标的成功率 S_g 低于子目标的 S_{g_i} , 则可能存在以下几种可能: 还有其他子目标未被发现, 或某个低成功率的子目标的权值很高。

同时, 还可通过目标树比较多个设计人员之间对系统模型的不同意见, 如对最初设计者 RCA 和审核者 RCA' :

$$\Delta R_g = R_g - R'_g, \Delta S_g = S_g - S'_g$$

$\Delta R_g > 0$ 表明审核者对 g 考虑的证据较少, $\Delta R_g < 0$ 表明审核者发现了关于 g 的新证据。 $\Delta S_g > 0$ 意味着审核者不同意 RCA 对 g 的某些成功证据或发现了新的失败证据。对于 ΔR_g 和 ΔS_g 值较大的那些目标, 可作为需要重新考虑的目标提交给设计者。

分别针对以上参数, 我们选择一种形式可视化地表达整个树结构以及每个树结点; 而且, 由于 Goal 和

RWEF 之间细粒度的连接关系, 在验证目标模型过程中, 对每个目标元素都可显示、播放与其对应的成功或失败证据, 且根据目标之间的关系, 可以从一个目标出发搜索相关目标。所有这些框架应用都直观、准确地支持了目标模型的分析与验证工作。

以上本文对 SBGMF 框架的各模块组成及角色进行了较为详尽的描述, 框架功能结构如图2所示。

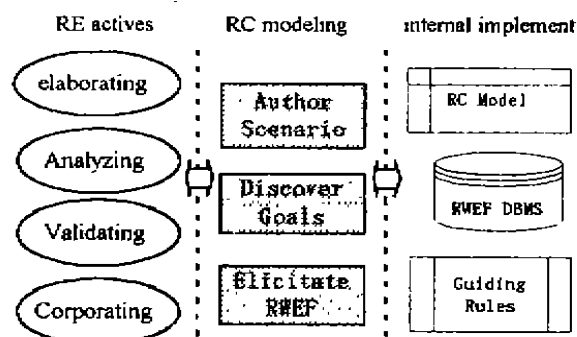


图2 SBGMF 框架功能结构示意图

小结 实践证明, 在整个软件系统生命周期过程中, 剧本的开发和管理需要针对某个可跟踪的目标。需求工程中目标的角色从1990年^[2]以来一直是讨论热点。将剧本与目标相结合的必要性和重要性已被广泛认可。本文正是在这种背景下, 提出一种开发框架 SBGMF, 该框架较好地整合了剧本管理、目标建模等需求活动, 并能理想地支持解释、分析、验证和协同开发等需求活动, 成功地促进了需求跟踪和构件重用机制的实现。

参考文献

- 1 Rolland C, et al. Guiding Goal Modeling Using Scenarios. IEEE Trans. Software Eng., 1998, 24(12): 1055~1071
- 2 Haumer P, Pohl K. Requirements Elicitation and Validation with Real World Scenes. IEEE Trans. Software Eng., 1998, 24(12): 1036~1054
- 3 Mylopoulos J, et al. Representing and Using Non-functional Requirement: A Process-Oriented Approach. IEEE Trans Software Eng., 1992, 18(6): 483~497
- 4 Carroll J M. Scenario-Based Design: Envisioning Work and Technology in System Development. 1995
- 5 应晶, 何志均, 吴朝晖. 支持软件开发的可执行定义方法. 软件学报, 1997(5): 350~359