

需求工程的模式复用框架^{*}

郭树行 兰雨晴 金茂忠

(北京航空航天大学计算机学院软件工程研究所 北京 100083)

摘要 近年来需求工程模式复用成为需求工程学科研究焦点之一,但目前尚缺乏需求工程模式的描述规范及其复用指导方法。为此提出了一种包括概要视图、规约视图、数据视图,以及知识视图等的模式四视图表示模型 FVRPEM,用于从模式的角度抽象和表示需求过程方法或技术;并以此为基础定义了需求过程模式复用准则,进而定义了模式复用框架 RPSEA,包含模式选择、评估与确定三个环节。FVRPEM 模型与 RPSEA 复用过程框架为需求过程模式的高层次复用提供了指导,能够为需求过程模式的定义和裁剪提供支持。

关键词 需求工程,需求工程模式,模式复用,复用过程框架

Requirement Engineering Pattern Reuse Framework

GUO Shu-hang LAN Yu-qing JIN Mao-zhong

(Software Engineering Institute, College of Computer, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract In recent years, the reuse of requirement engineering pattern has come into being a focus in RE community. But currently specification model and reuse method of requirement process pattern are still absence. So the thesis firstly brings out a Four View Requirement Process Pattern Expression Model (FVRPEM) for abstraction and encapsulation of requirement process method and technologies, including Pattern General Description (PGD), Pattern Specification Description (PSD), Pattern Data Description (PDD) and Pattern Knowledge Description (PKD). On second thoughts reuse criteria of requirement process pattern is defined based on FVRPEM. Moreover, reuse process method, namely RPSEA, can also be prompted containing selection, evaluation and acknowledgement. The FVRPEM with RPSEA supports the high level reuse of requirement process, which can make a useful contribution to software originations to acquire better RE processes model, including definition and customization.

Keywords Requirement engineering, RE pattern, Pattern reuse, Process framework of reuse

目前为止,需求工程的研究成果包括两类:一是基于活动、角色、产品的需求过程模型,二是描述需求过程活动的执行方法与实施技术^[1],并且不存在通用需求过程模型、需求过程活动的执行方法或实施技术^[5]。但是目前研究较少关注这些方法、技术的使用条件,没有确定需求获取方法、技术的应用环境;提出的需求过程模型也较少给出需求过程活动实施技术或执行方法的选择策略。工业中出现了“尽管拥有 50 年积累的经验,许多软件开发组织仍不得不在收集、编写和管理产品需求工作中疲于奔命”^[3]。因此在需求过程实践中,必须根据项目、问题域的特征及其过程环境选择适当的需求过程方法或技术,这将有助于提高需求过程质量和客户满意度。为此可将需求过程活动的执行方法、实施技术进行“模式”化,形成需求过程模式,然后给出需求过程模式的复用方法。

1 需求过程模式

需求过程领域存在众多需求过程活动的执行方法或实施技术。例如 Maiden 与 Rugg 1996 年汇总了 11 种需求获取方法^[2], Wigger 1999 年总结了 7 类 40 多种需求工程方法或技术^[3], Sawyer 与 Sommerville 归纳了 66 种,并根据这些实践方法的复杂度分为初、中、高三种级别^[10]。面对众多需求过程活动的执行方法或实施技术, Brown 认为需要采用“最佳”

方法来开发和管理需求^[6]。为了进行需求过程的迭代改进, Weiger 提出也需阶段性引入“过程精华”^[3]。随之 2000 年需求工程国际会议,总结提出了需求过程最佳实践的重要性^[7]。2002 年 RALPH 再次提出了为了对需求过程进行规范、改进,将需求过程知识进行抽象、复用的迫切性。

总结得出,为了进行需求过程改进与支持需求过程复用,抽象和表示需求过程活动执行方法或实施技术成为首要解决的问题^[6]。与此同时设计模式在面向对象的软件设计领域已经获得成功。因此可以采用类似的思想,应用到需求过程领域,将需求过程活动的执行方法或实施技术进行模式化。随之,2004 年需求过程模式的专题国际研讨会^[8]上正式将“需求过程模式”概念引入到需求工程领域,作为需求过程建模的可重用组件和需求过程实施的可重用的知识单元。在文献 [8] 基础上,提出了一种四视图需求过程模式的表示模型,能够综合地刻画、描述和辅助复用需求过程模式。

1.1 模式的四视图表示模型

模式复用过程中,使用者需要根据不同的模式属性选择适当的过程模式。例如对于过程建模人员,可能需要了解过程模式的详细定义(规约描述),而对于项目管理人员则可能更关注于过程模式的数据描述,需求工程师可能关注模式的知识需求描述从而确定其对模式的认知度和实施此模式的能力。

^{*} 基金项目:国家科技攻关课题编号:2005BA112A02;863 研究项目编号:2006AA01Z186。郭树行 博士研究生,主要研究领域为需求工程过程;兰雨晴 副教授,硕士生导师,主要研究领域为软件测试、软件项目管理;金茂忠 教授,博士生导师,主要研究领域为软件测试、软件开发环境。

力。

因此需求过程模式表示模型必须综合刻画、描述出影响需求过程模式可复用性因素。为此基于软件构件描述 3C 描述与 REBOOT 刻画表示模型,提出了一个完善的需求过程模式表示框架(Four Views RE Pattern Expression Model) FVRPEM 模型。

FVRPEM 包括四个视图的信息,即:过程模式的概要信息描述(PGD),过程模式的规约信息描述(PSD),过程模式的数据信息描述(PDD)和过程模式的知识需求信息描述(PKD)。如下图 1 所示。

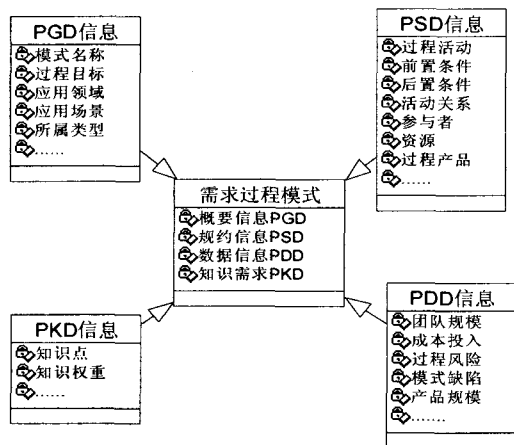


图 1 需求过程模式的四视图表示模型

图 1 中,(1)模式的概要信息描述文档(PGD):面向过程模式的使用者,用于对过程模式的分类检索时使用。主要描述过程模式所实现的目标和一些特征信息,包括①名称(Title):表示为过程模式定义一个简明扼要的命名。②动机(Patient Intent):描述开发或设计当前过程模式的目标动机,例如需求获取、分析与验证和需求仲裁、需求确认与验证等。③类型(Category):说明当前过程模式所属类型。类型可按问题的粒度分为:生命周期模式、阶段模式与活动模式。④相关模式(Related Pattern):描述当前过程模式相互关联的模式与关系类型等。⑤模式用途或应用场景(Known Use /Scene):显示当前模式的用途或可以应用的场景。例如技术评审过程模式可以应用到同行专家评审、代码评审、模型审评和管理评审等。

(2)模式规约描述(PSD):面向过程工程师,用于创建实际的需求过程模型,它描述过程模式的活动(activity)及其相互关系(relation)、过程产品(artifacts/product)、参与者(Participant)、资源(Resource)以及前置条件(Pre-condition)、后置条件(Post-condition)等,所使用的描述语言可以用非形式化或半形式化甚至形式化的语言。

(3)模式的数据描述(PDD):主要面向项目管理员,用于对模式评估与评价,反映的是用模式使用所需投入的人员规模、实施成本,模式实施的风险,模式的缺陷,涉及需求规模与需求状态等信息。

(4)模式的知识需求(PKD):主要面向需求工程师,用于描述执行此需求过程模式所需具备的前提知识集。需求工程师个人对此模式的认知能力(Acknowledge Degree)Ack,可以通过对此知识集的熟悉程度来评估。

FVRPEM 模型支持从多视图角度描述一个完整的过程模式;PGD 的质量将影响使用者对过程模式的检索效果;而

过程模式的数据描述(PDD)将帮助过程管理者特别是项目经理对检索出的模式集进行进一步的模式评估与评价;过程模式的知识需求描述(PKD)能够帮助需求工程师根据个人知识、经验水平确定对此模式的认知程度,作为模式选用的另一个重要因素;过程模式规约的描述(PSD)对于过程工程师使用其进行模式定义、裁剪形成新需求过程模型至关重要。

1.2 基于 FVRPEM 模型的模式复用准则

复用有三个基本的前提:一是必须有可以复用的对象,二是所复用的对象必须是有用的,三是复用者需要知道如何去使用被复用的对象。基于上述条件,对于每一项需求开发任务 Acquire Task—AcT,其选择模式应用到 AcT 的规则可表示为:

$$\text{Reuse Criteria} = \text{IF Agree (PSD) THEN} \\ \text{IF Evaluate (PDD) THEN} \\ \text{IF Acknowledge (PKD) THEN} \\ \text{Reuse (PSD) TO AcT.} \quad (1)$$

该规则表示:可以根据 PGD 通过模式检索过程初步选定可用模式集 Agree(PGD),如果 Agree(PGD)不为空,则转入下一步;然后将 Agree(PGD)作为输入数据输入到利用模式的评估决策过程,此过程首先利用 PDD 视图进行评估,评估时根据组织的特征、项目特征、过程环境确定满足适用度要求的模式集 Evaluate(PDD),然后再利用 PKD 视图,根据需求工程师对模式集 Evaluate(PDD)中每一模式进行认知度评估,选择认知度高的过程模式 Acknowledge (PKD)。将模式 Acknowledge (PKD)的 PSD 复用到需求开发任务 AcT 上。

综上所述,可给出需求过程模式 P 的形式化定义为:

$$P = \langle \text{PGD, PSD, PDD, PKD} \mid \text{Criteria} \rangle \quad (2)$$

2 模式的复用方法

将模式复用与需求过程模型定义相融合,可使需求过程建立在可信、高效的过程模式基础之上。复用方法的作用归纳为这三个方面:(1)通过模式复用能够确定或细化需求过程活动;(2)提高软件组织对已有成熟需求过程模式的掌握程度,帮助缺乏需求分析经验的需求工程师取得同样的需求过程目标;(3)支持软件组织不断积累过程经验形成过程模式,达到过程模式知识的积累、利用与创新。

另外基于模式复用的方法创建过程模型的工作量只是从头创建一个过程模型工作量的十分之一^[9]。因此模式复用应该在一种系统化、有效的方法指导下进行。利用此方法,上层的需求过程活动能够通过模式合理、快捷分解为细粒度任务或步骤。

2.1 复用方法简介

需求过程模式类比于需求开发函数,能够在已知需求信息的情况下,求解未知需求信息或改进需求状态^[4]。不同类型的需求过程模式用于不同类型的需求信息的开发,例如客户需求、系统需求、软件需求或通信系统需求、嵌入式系统需求、管理信息系统需求、产品需求等。因此需要根据模式复用相关的因素,确定适用的需求过程模式进行需求开发。图 2 描述了与需求过程模式复用选择有关因素。这些因素包括:问题、方案和领域特征;需求的状态;需求工程师个人对模式的认知度与项目特征等。

模式复用方法必须建立在模式复用准则(1)之上^[7]。如下给出了基于准则(1)的模式复用过程。

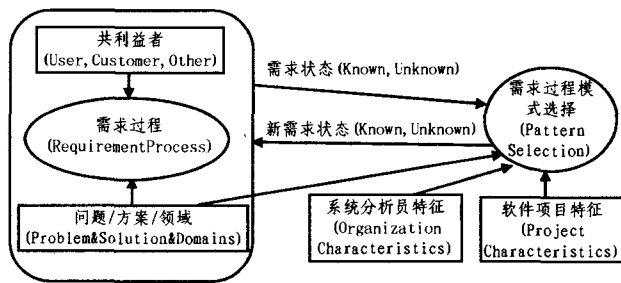


图2 需求过程模式选择

2.2 复用方法的形式化定义

2.2.1 需求过程步骤定义

在任何项目中,需求工程师都要通过执行一系列的需求过程活动来获取目标需求;每一个过程活动的目标都是为了澄清目标需求,或者使项目有关各方逐步达到对目标系统的一致性理解、认可。因此这一系列过程活动可以作为一系列数学函数 ACQUIRE1, ACQUIRE2, …… 的运用。每个函数表示运用一种具体的需求过程模式来改进需求的状态 R_i , 即提高需求质量或信息量。因此,需求过程的每一步骤可以被定义为:

$$ACQUIRE(R_i, S_i, p_i) \rightarrow R_{i+1}, S_{i+1} \quad (3)$$

其中 i 表示过程步骤的序号; R_i 表示当前需求的状态,当过程环境满足条件 S_i 时,可以运用过程模式 p_i ; 执行结果为一种新的需求状态 R_{i+1} 与过程环境 S_{i+1} ; 其中 $p_i \in P, P$ 为所有已知需求过程模式的集合。

2.2.2 需求过程模式检索

每一步的需求过程模式都要根据当前需求状态和过程执行中的具体环境选择。模式的选择可以通过如下的选择函数表示:

$$Agree(R_i, S_i, \chi(P)) \rightarrow \{p | p \in P, p.PSD \cong (R_i, S_i)\} \quad (4)$$

其中 $Agree(R_i, S_i, \chi(P))$ 表示通过将 R_i 与 S_i 作为检索的输入条件与模式的 PGD 属性进行模式匹配检索的过程。 $Agree(R_i, S_i, \chi(P))$ 可以作为准则(1)中 $Agree(PSD)$ 的实现。模式匹配检索过程如下:

(1) 首先查询过程模式库,若存在与 R_i, S_i 等属性信息相一致的过程模式,则作为模式项加入到结果集中;

(2) 若没有完全符合生产需要的过程模式,可检索近似的过程模式,若该模式裁剪(Tailoring)后可用,则作为模式项加入到结果集中;

(3) 在没有相似过程模式的情况下,可以使用粒度更小的底层过程模式,利用模式集成装配技术建立新的过程模式,若新的模式可用,则作为模式项加入到结果集中。

2.2.3 需求过程模式评估

由于 ACQUIRE 函数(3)只需要一种需求过程模式作为输入,而上述选择函数(4)的输出结果可能为一系列可用的需求过程模式集。因此须进一步对 $Agree(R_i, S_i, \chi(P))$ 所确定需求过程模式集进行评估筛选。需求过程模式的评估函数:

$$Evaluate(Agree(R_i, S_i, \chi(P)), AHP(P)) \rightarrow \{p | p \in P, AHP(p) > Cond(P)\} \quad (5)$$

其中 $AHP(P)$ 表示模式 P 的适用度, $Cond(P)$ 表示设定的模式适用度临界值。模式适用度反映了所选需求过程模式满足软件组织当前项目需要的程度。为了解决需求过程活动所需

模式的适用度评估问题, Canada McPhee 与 Eberlein 等人提出了基于准则的等权评估方法,然而评估准则对于不同项目而言其重要性是不相同的,为了便于评估,可将综合、复杂问题的评估分解为若干相关因素的评估。因此可采用一种基于评估准则层次化非等权综合评估方法 AHP(P)。AHP(P) 首先基于模式的 PDD 属性信息定义需求过程模式的层次化评价准则体系,软件组织可以根据项目特征定义出各评价指标的权值,再次根据评价准则对需求过程模式进行评估,最后可采用 AHP 方法综合确定的模式适用度。

具体而言,为了便于利用模式的 PDD 属性进行评价,层次化、操作性强的评价准则集是非常重要的。例如是否有助于缩短项目开发周期,需要细分为:①能够使得需求过程活动更快地执行;②能够缩小需求过程活动的工作量;③能够使得需求过程活动并行开展等评价判定准则。

依据准则评价时,可以对评价价值采用分级制,例如分为不适用、调整后适用、适用等层次,可分别赋予 1, 2, 3 分,然后基于 AHP 方法,得出 $Agree(R_i, S_i, \chi(P))$ 中每一需求过程模式的综合评分。函数(5)可以所作为准则(1)中 Evaluate(PDD)的实现。

2.2.4 需求过程模式确定

评估过程(5)确定了适用度满足要求的模式集。当此模式集存在多种模式时,需求工程师要根据自己的对待选择模式总体认知度 $Total(Ack)$, 选择确定一种可以应用的需求过程模式。表示为:

$$Acknowledge(Evaluate(Agree(R_i, S_i, \chi(P)), AHP(P)), Total(Ack)) \rightarrow P \quad (6)$$

需求工程师作为需求过程的实施者,在过程实施时,过程活动总是要指派给特定的需求工程师,而需求工程师也充当模式实施者的角色。需求工程师对于模式所涵盖的需求过程方法或技术具有不同的熟悉程度及应用能力,即认知度。因此,一般的做法是在过程模式属性说明中引入知识属性,即反映完成该模式所需知识的全集。在定义需求过程模式时,将需求过程模式涵盖的知识点进行归纳,建立模式实施的知识需求模板。模式知识需求模板可以表示为:

$$Tkm = \langle k, Wk \rangle \quad (7)$$

K 为知识项的集合, W 为每一知识项权重的集合。Ack 表示需求工程师对知识项 K 的认知程度,总体认知度的计算函数可表示为:

$$Total(Ack) = Sum(k, Wk, Ack) \quad (8)$$

总结上述内容,可以得出需求过程的每一步骤 step i 可以表示为:

$$\begin{aligned} Step_i = & ACQUIRE_i(\\ & Acknowledge(\\ & Evaluate(\\ & Agree(R_i, S_i, \chi(P)), \\ & AHP(P)), \\ & Sum(k, Wk, Ack)) \end{aligned} \quad (9)$$

这种复合函数(9)综合描述了图3所示的内容。根据步骤 Step 的粒度不同,分别反映了为需求过程、活动、步骤选定适用模式的过程。

3 复用方法的应用

每一需求过程方法 M_j 都包含了若干具有明确特征的步

骤(n steps)。因此 M_j 可表示为:

$$M_j = ACQUIRE_1, ACQUIRE_2, \dots, ACQUIRE_n$$

应用 M_j 后需求的状态为:

$$R_n(M_j) = ACQUIRE_n(\dots(ACQUIRE_2(ACQUIRE_1(R_1, S_1, P_{j1}), P_{j2}), \dots), P_{jm})$$

R_1 表示需求的初始状态, S_1 表示项目的初始环境, 过程 M_j 每一步 step 依次采用的需求过程模式是 $P_{j1}, P_{j2}, \dots, P_{jm}$ 。过程 M_j 的采用, 必须明确满足相应的初始条件。如果过程说明在步骤 step i 需求工程师应该采用需求过程模式 P_i , 那么过程环境条件 S_i 必须为真, 而且需求的状态必须是 R_i 。在人及问题两方面的复杂因素影响下, 每一步的过程环境是不能预先判定 S_i 是否为真。

要定制目前已有的过程方法 M_j , 例如 Robertsons 的 Volere 需求过程方法、Rational RUP 统一过程方法, 详细描述了一个过程模型, 包含一系列过程活动步骤 Step, 每个活动步骤 Step i 描述了它的输入/输出, 及其 Step i 推荐的技术。为满足软件组织开展当前项目的需要, 需要为 M_j 进行定制时, 可在 M_j 的每一步 Step i , 遵循如下算法:

(1) 检查需求的状态 R_i , 包括已知需求信息和未知需求信息两方面。

(2) 检查问题、方案及其项目特征, 确定 S_i 。

(3) 判断建议该过程模型中推荐的模式 P_i 是否属于集合 $Agree(R_i, S_i, \chi(P))$, 如果是将 P_i 作为过程的构造块进行复用;

(4) 如果推荐采用的模式 P_i 不属于集合 $Agree(R_i, S_i, \chi(P))$, 那么将当前模式 P_i 替换为 $Acknowledge(Evaluate(Agree(R_i, S_i, \chi(P)), AHP(P)), Sum(K, W_k, Ack))$ 。

如果为当前项目要创建一个新的过程模型, 并且不考虑利用已有过程进行定制, 那就需要重新定义一有效需求过程方法 M_j 。可在需求过程模型 M_j 的每一步 Step i , 遵循如下算法:

(1) 检查需求的状态 R_i , 包括已知需求信息和未知需求信息两方面。

(2) 检查问题、方案及其项目特征, 确定 S_i 。

(3) 根据需求工程师的个人情况, 从可应用的模式列表中, 选择合适的模式 $P_i = Acknowledge(Evaluate(Agree(R_i,$

$S_i, \chi(P)), AHP(P)), Sum(K, W_k, Ack))$ 。

结束语 软件组织需要进行需求过程的规范化与改进, 过程模式复用是软件过程改进的一条重要途径。本文提出了需求工程领域中过程模式的 FVRPEM 四视图的表示模型与复用准则。然而需求工程领域众多过程模式的存在, 选择适用、可用的过程模式比较困难, 为此给出了一种过程模式的复用方法, 此方法融合需求过程模式库检索技术与基于准则的适用度评估方法, 同时也将基于模式知识需求与需求工程师模式认知度作为模式选择的重要因素。

因此本文提出的基于模式的需求过程复用方法, 是使需求过程的高层次重用成为可能。需求过程模式复用方法的推广, 必将大大加快软件组织需求过程改进的步伐。

参考文献

- [1] Pohl K. Process - Centered Requirements Engineering, Wiley, 1996
- [2] Maiden N, Rugg G. ACRE: Selecting Methods for Requirements Acquisition. Software Engineering Journal, 1996, 11, (5): 183-192
- [3] Wieggers K. Software Requirements, Microsoft Press, 1999
- [4] Davis A. Software Requirements: Objects, Functions and States. Prentice Hall, 1993
- [5] Playle G, Schroeder C. Software Requirements Elicitation: Problems, Tools, and Techniques. Crosstalk, 1996, 9(12): 19-24
- [6] Gaska M, Gause D. An Approach for Cross-Discipline Requirements Engineering Process Patterns// Third International Conference on Requirements Engineering. IEEE Computer Society, 1998: 182-189
- [7] Browne G, Rogich M. An Empirical Investigation of User Requirements Elicitation: Comparing the Effectiveness of Prompting Techniques. Journal of Management Information Systems, 2001, 17(4): 223-249
- [8] International Workshop on Requirements Engineering Patterns - REP'04, September 2004 Kyoto, Japan, In conjunction with RE04, the 12th IEEE International Requirements Engineering Conference
- [9] Hollenbach C, Frakes W. Software Process Reuse in industrial Setting, Florida//Fourth International Conference on Software Reuse Industrial. Orlando, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, 1996
- [10] Sommerville I, Sawyer P. Requirements Engineering. A Good Practice Guide, Wiley, 1997

(上接第 230 页)

```
SessionFactory sessionFactory = createSessionFactory(cfg);
```

得到了全局的 SessionFactory, 就可以从中获取 session, 进行对象的操作, 如: save, update, load, delete, query 等。以查询条件仪器名称和生产日期, 采用 HQL 检索方式为例说明查询方法, 其相应的代码如下:

```
Query query = session.createQuery("from Instrument as i where i. InstrName = : instrName " + " and i. InstrproductDate = : instrproductDate");
query.setString("instrName", 自导测试仪);
query.setDate("instrproductDate", 2006-8-8);
List results = query.list();
```

结束语 Struts 减弱了业务逻辑接口和数据接口之间的

耦合, 而 Hibernate 框架提供了数据持久层的支持, 可以使开发人员专心地实现业务逻辑而不用分心于繁琐的数据库方面的逻辑, 减小出错的机会。本文通过集成 Struts 和 Hibernate 框架技术, 充分发挥了两者的优点, 使得项目开发简洁、结构清晰, 并且通过实例说明了利用 Hibernate 实现数据持久化的可行性。

参考文献

- [1] 孙卫琴. 精通 HIBERNATE: Java 对象持久化技术详解[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005
- [2] 孙卫琴. 精通 STRUTS: 基于 MVC 的 JavaWeb 设计与开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004
- [3] Hibernate 官方网站. [EB/OL]http://www.hibernate.org.
- [4] 宋秀琴, 侯殿昆, 方中纯. 基于 Struts 和 Hibernate 的 Web 应用的构建[J]. 微机计算机信息, 2005, 11(3): 125-127