

文章编号: 100026893(2003)012007204

一种基于 UML 的面向对象需求分析方法

孙昌爱, 金茂忠, 刘超, 田丽从

(北京航空航天大学 计算机科学与工程系, 北京 100083)

Object2Oriented Requirements Analysis Based on UML

SUN Chang2ai, JIN Mao2zhong, LIU Chao, TIAN Li2cong

(Department of Computer Science & Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

摘要: 提出一种实用的基于 UML 的需求分析及其建模方法, 以活动图模型来表达业务模型, 以概念层的对象图、状态图及交互图模型表达系统的结构逻辑及行为逻辑, 以用例表达系统需求, 讨论了需求分析及其建模的过程概念, 方法实施的构造算法。该方法已经在空间天文望远镜系统需求分析中得到成功应用。

关键词: 需求分析; 面向对象分析; UML; 面向对象方法; 软件工程

中图分类号: TP31111 **文献标识码:** A

Abstract: Requirements analysis is an extreme important step of software development. A pragmatic approach to requirements analysis and its modeling is proposed in the paper, namely, UML Activity Diagram is used to model business workflow, UML Object Diagram in conceptual layer, UML State Diagram and UML Object Interactive Diagram are used to respectively model structural and behavioral Logic, and UML Use Case Diagram is used to model functional requirements, maps from requirements to activities in UML Activity Diagram, and maps from requirements to objects in UML Object Diagram. At the same time, the important process concepts in the requirement analysis and constructing algorithm are discussed in detail. The approach presented in the paper has got successful application in the requirement analysis of SST, namely Space Solar Telescope satellite system.

Key words: requirements analysis; OOA; UML; object2oriented methodology; software engineering

现有的面向对象方法中, 提出了多种有关需求发现与描述的方法。如 Yourdon 的 OOA/OOD 提出了有关主题和对象发现方面的一些技巧^[1], UML 则提出了用例(Use Case)的概念, 使用用例图可视化地表达系统的需求, 并建议基于用例图进行系统的开发^[2]。相比较而言, 以用例表达系统需求具备直观、规范等优点, 克服了系统需求的纯文字性说明的不足之处, 是面向对象开发方法中系统需求表达的一种有效手段。但在开发人员不深入了解业务领域的情况下, 提取用例、精确描述用例之间关系、用例的粒度如何确定等问题难以解决。因而, 基于 UML 用例图的需求驱动缺乏可操作性。

针对上述需求分析的不足, 提出了一种基于 UML 的面向对象需求分析框架。该方法从 3 个不同的角度分析与构造系统需求, 可以有效地构造系统的领域模型, 并从中提炼出系统用例模型, 考虑了需求分析的过程和角色, 具有较强的可操作性。

1 需求分析及其建模的角色

在基于 UML 的需求分析中, 应该由领域专家、建模专家、建模工程师三类角色构成。他们应该具备的技能及其职责分配如表 1。

表 1 需求分析及其建模的角色
Table 1 The roles in requirement analysis

角色名称	所需技能	职 责
领域专家	丰富的领域知识, 能精确阐述领域需求	提供领域知识, 并对需求分析的结果的正确性进行验证
建模专家	熟悉多种面向对象方法, 尤其熟悉 UML 与 RUP, 并且有丰富的 UML 分析与建模经验	针对系统的特点, 提出需求分析的指导原则、实施方案、需求建模的文档规范, 对需求分析及建模的进度实施必要的控制等指导性工作
建模工程师	深入了解具体的领域知识, 并在建模专家的指导下用 UML 进行建模工作	充分挖掘需求, 并提出一些初步的方案, 形成最终的需求分析文档

2 需求分析及建模的视图

通常情况下, 领域专家和建模专家不熟悉对

方领域知识,建模工程师往往既不熟悉具体的领域知识,也不精通需求分析及建模技术。传统的需求分析方法难以实施,提出的基于UML的需求分析及建模方法中,不从用例图开始进行需求分析及建模过程,而采用分别从业务流程、结构逻辑与行为逻辑、系统需求3个方面考虑系统的需求分析,即:

(1)以系统工作流程为序,用UML活动图对其进行分析与建模,得出系统业务流程的活动图模型。

(2)针对业务活动图模型中每个活动与活动迁移,考虑其结构逻辑及行为逻辑。具体说来,分析每个活动与活动迁移所涉及的对象、对象之间的关系、为完成这个活动或活动迁移的对象状态变化、对象交互,得出活动图模型所对应的对象图模型、状态图模型、对象交互图模型。

(3)在了解系统的业务流程、各个业务所涉及的对象及其之间的关系后,从系统与外界交互、以及完成这些交互的内部需求两个角度建立用例图模型、用例图模型与对象图模型、用例图模型与活动图模型之间的映射关系。

3 需求分析及建模的过程

一般说来,用UML进行大系统需求分析及建模需要经过多次反复,从不同的侧面进行分析,每个侧面分析及建模同样需要多次才能完成。本文提出了由版本、遍、节组成的3级需求分析及建模的过程单元概念,不同过程单元完成的分析及建模任务的粒度是不同的。

(1)版本 将某个系统的完整需求分析及建模的过程称为一个版本。随着系统需求的变化,需求分析及建模相应地生成一系列版本,即版本演化。

(2)遍与局部遍 从不同侧面对整个系统的分析与建模称为遍。在基于UML的需求分析及建模中,采用了3种类型的遍,即活动图遍、逻辑图遍、用例图遍。其中,逻辑图遍分解为表示结构逻辑的对象图遍、表示行为逻辑的状态图遍和对象交互图遍。

需求分析与建模的每一个遍是由多个部件或子系统的局部遍构成的。以活动图遍为例,一个大规模系统的业务流程由多个子业务流程构成,而每个子业务流程都可以建立相应的局部活动图遍,再由所有的活动图局部遍复合生成系统的活动图遍。

(3)节 在遍或局部遍的构造过程中,往往由多个顺序的活动构成,将这些活动称为节。在基于UML的需求分析及建模中,采用了6种类型的节,即提交、组内初评、初次修改、讨论式评审、修改、正式评审。其中,提交、组内初评和初次修改是在建模工程师小组内部进行的。建模工程师对某个部件或子系统从某个侧面进行分析建模并提交建模小组讨论。建模小组对提交的分析建模结果进行组内初评。对有分歧意见的内容进行初次修改,以达成小组意见一致,并提交由建模专家和领域专家在内的评审小组进行讨论式评审,并产生相应的分析建模讨论日志。根据日志,建模小组进行修改,并提交正式评审。如通过评审,则进行下一个部件或子系统的局部遍构造,如系统遍构造完成则进入其它遍的构造过程;如果没有通过评审,则重复修改,直至通过正式评审。

基于UML的需求分析及建模过程中,1个遍要经过6个节的处理,而1个版本则是由5个遍构成。需要指出的是,在构造逻辑图遍的过程中,对象图遍、状态图遍和交互图遍往往是并行交叉的。

4 基于UML的面向对象需求分析框架

基于UML的需求分析及其建模方法中,不同的角色在需求分析及其建模过程的指导下,从不同视图分析系统的需求,并采用UML可视化表示需求。考虑了不同领域知识互补的必要性,以演化的观点来考虑系统的需求分析。

基于UML的面向对象需求分析及其建模方法的框架如图1所示。基于UML的面向对象需求分析及其建模的方法中,涉及到3种角色:领域专家、建模工程师、建模专家。在领域知识和建模方法培训后,实施基于UML遍的需求分析及其建模。分别从业务流程、逻辑(包括结构逻辑与行为逻辑)、系统需求3个角度进行分析建模,并以UML活动图遍、对象图遍、状态图遍、交互图遍和用例图遍5种模型为中心。在实施顺序上,采用先构造活动图遍,后构造对象图遍、状态图遍、交互图遍,最后提取用例图遍,并进行用例和对象及交互、活动之间的映射。最终得到用例图模型作为需求分析输出,当前版本的需求分析及其建模工作结束。在基于UML的需求分析及其建模方法中,主要活动就是完成5个遍的构造,且每个遍的过程基本相似。

在基于UML的需求分析及其建模方法中,

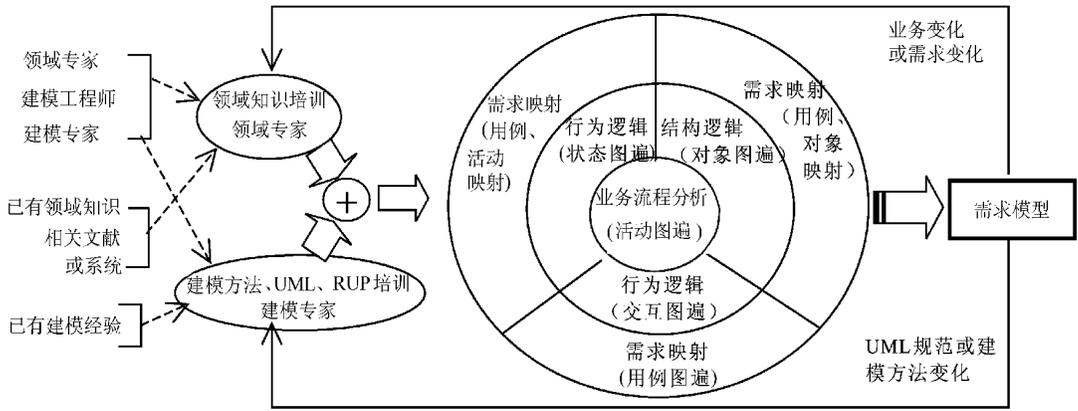


图 1 基于 UML 的面向对象需求分析方法架构

Fig 1 The framework of object-oriented requirement analysis based on UML

由于领域业务/需求变化或者建模方法改变等因素可能导致的需求分析演化,即在当前需求分析的基础上,进行下一个版本的需求分析及其建模。

5 基于 UML 的面向对象需求分析的实施

(1)业务流程分析建模 此阶段的目标是,从概念上描述系统的业务框架与过程,并以 UML 活动图表达系统业务的工作流程。一般认为,系统的业务流程是由若干个场景构成的。因此,活动图的构造是基于这些场景的,其构造过程如下:

输入: 业务流程的场景集

输出: 活动图集合

构造算法:

1 对场景集中的每个场景实施工作流程分析,即重复实施步骤⁰~^¼;

⁰ 将场景中的每个步骤(任务)作为活动图中的一个活动,步骤名即为活动名称;

» 考虑活动之间关系: 如果场景中 2 个步骤是顺序的,则活动之间是顺序关系;如果两个步骤是并发的,则活动之间是并发关系;步骤之间的选择关系,对应于判定活动;

^¼ 创建活动之间转移的条件与事件;

^½ 考虑场景交互,修改或合并相应的活动图模型。

(2)逻辑分析与行为分析建模 对活动图模型中的每个活动进行详细地刻画,包括:参与的对象、对象的职责、对象之间的关系(对象图模型)称为逻辑分析;在完成活动过程中对象的状态变化(状态图模型);完成活动的过程中多个对象之间的协作关系(交互图模型)。在每个活动详细刻画的基础上,可以得到每个活动的对象图和交互图。活动图的逻辑分析与行为分析可以采用如下过

程:

输入: 业务分析阶段得到的活动图集合

输出: 对象图模型、交互图模型、状态图模型

构造算法:

1 对活动图集合中的每个活动图进行逻辑分析与行为分析,即重复实施步骤⁰~^¼;

⁰ 对给定活动图的每个活动,按照活动规格说明进行详细地描述;

» 根据每个活动的描述,按照上文讨论的方法对每个活动进行对象图分析、交互图分析和状态图分析,得到活动的对象图、交互图和状态图描述;

^¼ 选择活动图中的某个复杂活动的对象图、交互图以及状态图作为基线,进行相应 3 个活动图的合并处理,从而得到活动图所对应的对象图、交互图和状态图模型;

^½ 考虑多个活动图之间的依赖关系,修正相应活动图的对象图,状态图,交互图。

(3)构造用例模型 业务流程分析得到的活动图模型和逻辑分析与行为分析得到的对象图模型、交互图模型和状态图模型一起构成了系统的领域模型。在领域模型的基础上,实施功能需求并以 UML 用例模型来表达。在功能需求分析时,首先必须划清系统的边界。任何构成系统的部件都作为该系统的内部要素,而与之存在交互的其它子系统,或者要求该系统提供服务、或者向该系统提供服务。在系统领域模型基础上,用例模型构造过程如下:

输入: 领域模型,包括活动图模型(业务流程分析得到),对象图模型和交互图模型(逻辑分析与行为分析得到)

输出: 用例模型

构造算法:

¹ 根据领域模型,划清系统的界限。

^o 获取并描述系统的交互角色:依据活动图和对象图,或者交互图,考虑与子系统交互的其它系统。

» 获取系统的用例:依据活动图和对象图,或者交互图,并针对上述的各个角色与系统的交互,获取用例。

¼ 创建 Use Case 模型:根据¹ ~ »得到的系统界限、与系统交互的角色、用例,并按照 UML 用例模型规范构造系统用例模型:

l 创建系统的边界;

m 针对每个角色,进行如下操作:创建角色;创建用例及其与角色的关联;

n 构造任意两个用例之间的关系:扩展或继承;

o 描述用例模型。

需求分析及建模结束的标志:所有的系统需求都有相应的用例刻画,而且每个用例都存在相应的活动与对象/对象交互协作来完成。

6 结论

提出的基于 UML 的面向对象需求分析及其建模方法,涵盖领域知识学习、建模方法培训、系统需求分析构造(包括概念领域模型和需求用例模型)、需求演化等环节,并从实施的角度考虑了角色构成及其职责分配、实施过程与框架。该方法采用 UML 的活动图和对象图等构造领域模型,从而使得领域模型和功能需求模型具有高度的 UML 一致性,便于后期的设计与实现。采用本文提出的基于 UML 三维需求分析及其建模方

法,成功地构造了空间天文望远镜卫星系统领域模型和需求用例模型^[3]。

参 考 文 献

- [1] Coad P, Yourdon E. Object-oriented analysis[M]. New York: Prentice-Hall, 1991.
- [2] Booch G, Rumbaugh J, Jacobson I. The unified modeling language user guide[M]. MA: Addison-Wesley, 1999.
- [3] 中国科学院国家天文观测中心,北京航空航天大学软件工程研究所. SST 需求分析文档[R]. 北京:中国科学院国家天文台. 2001.
(National Astronomical Observatory of Chinese Academy of Science, Software Engineering Institute of Beijing University of Aeronautics & Astronautics. Requirement Analysis for Space Solar Telescope[R]. Beijing: NAC of CAS, 2001.)

作者简介:



孙昌爱(1974-) 男,江苏盐城人,博士研究生,研究方向为软件体系结构、软件测试、面向对象技术。



金茂忠(1941-) 男,上海人,北京航空航天大学计算机科学与工程系教授,博士生导师,主要从事软件测试、面向对象技术研究。

刘超(1958-) 男,北京人,北京航空航天大学计算机科学与工程系教授,主要从事软件测试、面向对象技术研究。

田丽从(1975-) 女,河北石家庄人,博士研究生,研究方向为软件过程、UML 及其支持环境。

(责任编辑:俞敏)