

基于 SysML 的需求分析研究

赵立军

(装备指挥技术学院 信息装备系, 北京 101416)

摘要:现在的系统一般都包括软件和硬件,需求分析在系统的生命周期中是非常重要的阶段。如果需求分析做的不好,会带来诸如项目失败、成本超出预算、延后等一系列问题。系统越复杂,需求分析活动就越重要和困难。针对需求工程,提出了基于 SysML 进行需求分析的方法。该方法的主要优点是用户需求以图形化建模的方式表示,需求的关系被显示映射,系统分解在系统开发活动的早期就可以被考虑。最后,针对可信系统的用户需求,使用该方法进行了演示。

关键词:需求分析;系统建模语言;需求工程

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)12-0139-03

Research on Requirement Analysis Based on SysML

ZHAO Li-jun

(Department of Information Equipment, Academy of Command and Technology
of Equipment, Beijing 101416, China)

Abstract: The system always contains software and hardware. Requirement analysis is a very important phase in a system life cycle. Poor requirement analysis will often lead to project failure, cost increase or delay, etc. The more complex a system is, the more difficult and important the requirement analysis is. Give a method of doing requirement analysis based on SysML. The advantage of the method is to represent user requirement as diagram, and the requirement relations are explicitly mapped. Requirement analysis on trusted system design is illustrated as an example with this method.

Key words: requirement analysis; SysML; requirement engineering

0 引言

现在的系统一般同时包含软件和硬件,需求分析在这样一个系统的生命周期中是一个非常重要的阶段。如果需求分析做的不好,会带来诸如项目失败、成本超出预算、延后等一系列问题。系统越复杂,需求分析活动就变得越发重要和困难。系统的需求是用户要求的集合,是系统运行的约束。在系统和软件产品的开发生命周期中,对需求进行收集、分析、文档化和管理的过程叫需求工程(Requirement Engineering, RE)^[1]。

RE 可以分成两组主要的活动^[2]:第一,需求开发活动,这组活动所包括的内容有引用、文档化、分析和确认需求;第二,需求管理活动,该活动包括了与管理相关的活动,例如跟踪和变更需求管理。文中重点讨论需求工程的第一个活动,即需求开发活动,主要考虑对系统进行需求分析中涉及的文档和活动。

传统的需求分析方法,一般是从用户调查问卷开始,然后需求工程师根据问卷利用专业知识与用户进行沟通,从而得到需求规格说明书^[3]。这种方法的核心是对需求的描述。传统的描述方法还是用自然语言来描述,一些形式化的方法一般是对软件的需求进行描述^[4-6],而且这些形式化的方法缺乏通用性。文中针对包含软件和硬件的系统,在进行需求分析时采用了基于 SysML 的方法。

1 基于 SysML 的需求分析方法

1.1 SysML 介绍

SysML 是系统建模语言,支持很多复杂系统的规范说明、分析、设计、验证和确认^[7-9]。SysML 是 UML 2.0 的进化,应用于包括硬件、软件、信息、处理和个人等系统中。利用 SysML 便于开发系统的不同团队之间进行沟通。该语言可以有效地表示需求、结构、行为到模型的元素分配。

在系统生命周期期间, SysML 可以用于很多重要的活动,例如:

(1)与用户的沟通:需求通常是用自然语言呈现

收稿日期:2011-04-16;修回日期:2011-07-23

基金项目:国家自然科学基金(60904082)

作者简介:赵立军(1967-),男,河北人,副教授,CCF 会员,研究方向为软件工程、数据库。

给用户的。SysML 为需求工程提供了两个图:用例图和需求图。这两个图用图形元素提高了需求可视化。

(2)改进了系统知识:在系统工程开发期间使用可视化模型,便于对系统的理解、使用以及复用标准和模式。

(3)模型执行和验证:SysML 半形式化图(顺序图、状态机图、活动图)转换成形式化方法,例如 Petri 网,不仅允许形式化的验证,也允许使用仿真进行模型执行。这些实践帮助人们尽早发现设计问题。表 1 给出了系统分析过程与 SysML 的图形表示。

表 1 系统分析过程与 SysML 图形表示

步骤	SysML 图
1. 创建系统环境图	块定义图
2. 捕获需求	需求图
3. 识别功能	用例图
4. 识别环境假设	参数图
5. 创建系统的结构模型	块图, 内部块图, 参数图
6. 创建系统的行为模型	顺序图, 活动图, 状态机图

1.2 SysML 中对需求表示的支持

SysML 为进行精确的需求分析提供了可能,对需求表示提供了多种支持。在 SysML 中,需求图允许许多个方法来表示需求关系,这些关系共有五种类型,分别是:

(1)层次关系。在复杂系统中,层次需求是很普通的,例如,高层的需求可能逐渐地分解成更详细的需求,形成了层次。SysML 允许分解复杂需求,得到更简单的需求,形成相关的需求层次。这样的好处是系统的复杂需求可以在开发的早期进行处理,分解复杂需求。

(2)导出关系。导出关系将一个导出的需求与其源需求关联起来。在 RE 活动期间,新的需求从原来的需求创建。一般而言,导出的需求在层次上位于源需求之下。在一个需求图中,导出关系是用关键字 deriveReq 表示的。

(3)满足关系。满足需求描述了一个模型如何满足一个或者多个需求。它表示了需求和模型元素之间的依赖关系,该关系用关键字 satisfy 来表示。

(4)验证关系。验证关系定义了一个测试用例如何验证一个需求,包括标准的验证方法,如审查、分析、演示或者测试。例如,给出一个需求,验证的必要步骤可以用状态机图来汇总。关键字 verify 表示了该关系。

(5)精炼关系。精炼关系描述了一个模型元素(或者一组元素)如何用来精炼后来的需求。例如,在 SysML 需求图中,一个用例可以表示一个需求。在图

中这种关系是用关键字 refine 来表示的。

1.3 基于 SysML 的需求分析过程

书写良好的用户需求文档是最基本的,对后续的阶段有很大的方便,不仅是 RE, 而且是整个系统的生命周期的各个阶段都有很大的帮助。文中应用模型驱动的需求工程方法,该方法使用了 SysML 需求和用例图,如图 1 所示。

首先,针对每个原子需求提出一种分类,防止混淆。然后,采用 SysML 需求图来图形化地表示每个用户需求及其关系。思想是用户需求在用自然语言书写之后被建模。SysML 需求图规定了已定义的语义,需求根据其语义可能会合并。在系统生命周期期间这种表示便于跟踪,当有关的需求发生变化或者删除时,可以增加可追踪性。最后,使用 SysML 用例图来表示相关的行为角色及其用例,给出描述系统的环境图。然后,用例与 SysML 需求相关,使用前面介绍的需求关系。

当使用 SysML 需求图和用例图来结构化和图形化表示用户需求之后,用户需求可能详细成系统需求,使用其他模型来说明,例如其他的 UML/SysML 图或者形式化方法。

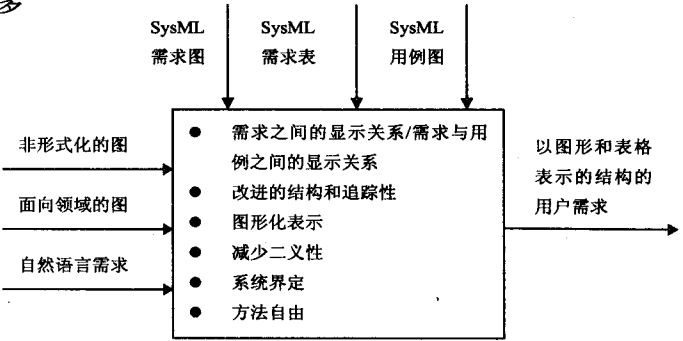


图 1 基于 SysML 的需求分析研究

2 案例研究

可信系统包括安全 CPU、可信平台模块、可信嵌入式控制器、可信软件栈 TSS、可信操作系统、安全管理、可信应用等具体内容^[10-12]。针对这样一个系统,描述其需求则需要复杂冗长的自然语言。利用 SysML,可以对构建这样一个可信系统进行需求描述。图 2 给出了可信系统的组成环境。

图 3 和图 4 利用 SysML 对可信系统的需求进行了具体描述。图 3 是一个组合需求,形式化地描述了可信系统的状态需求、验证需求和访问需求。图 4 是可信系统的用例图,表明可信系统的具体操作。

3 结束语

一个系统的需求通常是复杂的,需求工程在捕获

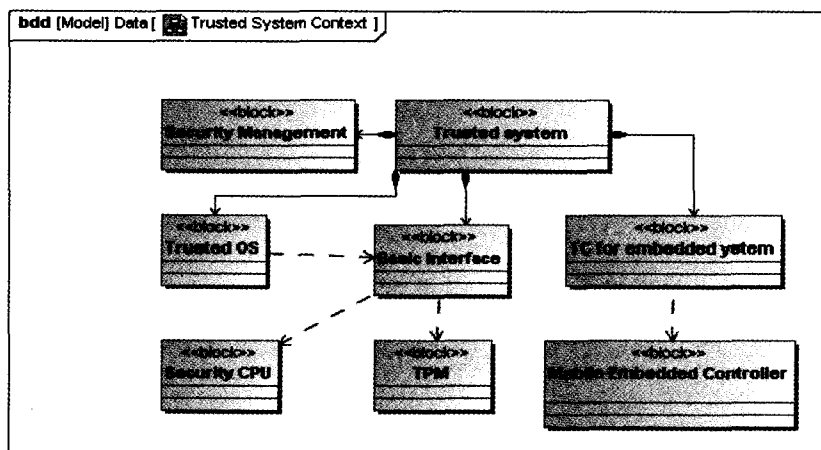


图 2 可信系统组成环境

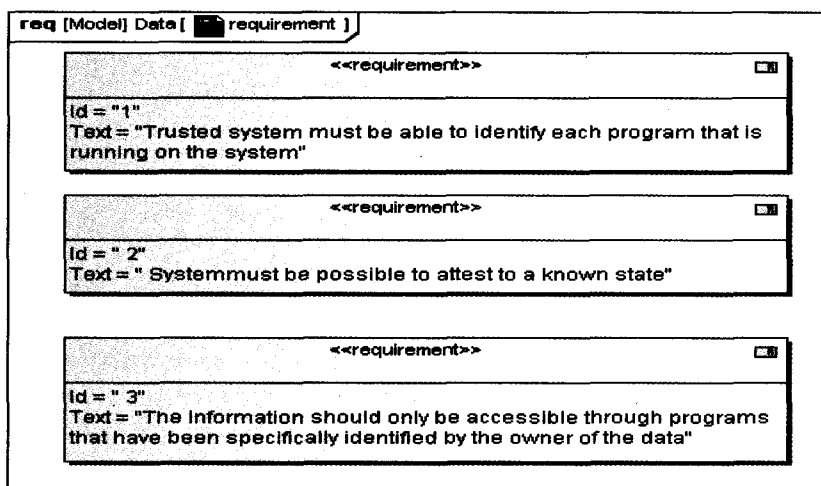


图 3 可信系统组合需求

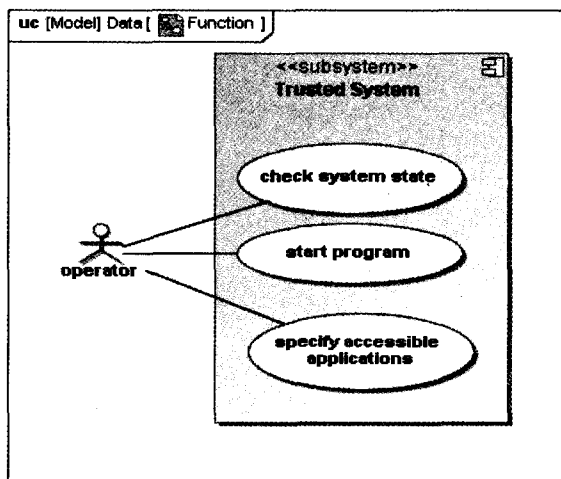


图 4 可信系统用例需求

各种需求的同时,还必须捕获需求之间的各种关系。在传统的需求分析中,通常使用自然语言来表示,自然语言本身存在二义性,因此对需求的把握容易出现模糊的地方。从系统开发的早期,自然语言依然是非常重要的,因为自然语言是与相关人员沟通的主要媒介。但是,自然语言有存在二义性、不直观、修改复杂

等天然缺陷。

准确描述包含软件和硬件的系统对系统成败至关重要。SysML 提供了形式化描述需求的可能。形式化描述需求有如下优点:避免了自然语言的二义性、需求描述更加简洁直观、与相关人员的沟通有统一的格式、对于系统的后来的演示验证提供了形式化的基础。因此, SysML 正在成为系统建模的标准语言,在需求、演示验证等方面起着重要作用。文中对基于 SysML 的需求描述进行了研究,并通过一个可信系统需求描述的案例,给出了这种方法的可行性。

参考文献:

- [1] Sommerville I. Software Engineering: (Update) (International Computer Science) [M]. 8th ed. Boston, MA, USA: Addison - Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2006.
- [2] Soares M D S, Vrancken J. Model-Driven User Requirements Specification Using SysML [J]. Journal of Software, 2008, 3 (6): 57-68.
- [3] 王继成,高 珍. 软件需求分析的研究 [J]. 计算机工程与设计, 2002 (8): 18-21.
- [4] 梁正平. 软件需求形式化技术的分析与比较 [J]. 计算机科学增刊, 2004, 31: 20-23.
- [5] 许海燕,张小东. 软件需求分析中的用例建模研究与应用 [J]. 计算机工程与设计, 2007 (18): 4504-4506.
- [6] 侯丽珍,蔡小娟,邹恒明. 软件需求的形式化转换模型 [J]. 计算机工程, 2007 (5): 73-75.
- [7] OMG. Systems Modeling Language (SysML) [EB/OL]. 2007. <http://www.omg.org/technology/documents/formal/sysml>.
- [8] 蒋彩云,王维平,李 群. SysML: 一种新的系统建模语言 [J]. 系统仿真学报, 2006 (6): 1483-1487.
- [9] 张学波,赵立军,王 斌. 基于 SysML 的 TacSat-3 建模技术研究 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2009 (2): 92-96.
- [10] 侯方勇,周 进,王志英,等. 可信计算研究 [J]. 计算机应用研究, 2004 (12): 1-4.
- [11] 秦中元,胡爱群. 可信计算系统及其研究现状 [J]. 计算机工程, 2006, 32 (14): 111-113.
- [12] 陈建勋,侯方勇,李 磊. 可信计算研究 [J]. 计算机技术与发展, 2010, 20 (9): 1-4.