

一种基于问题框架的视点表示模型

梁正平¹, 毋国庆², 王志强¹

(1. 深圳大学信息工程学院, 深圳 518060; 2. 武汉大学计算机学院, 武汉 430072)

摘要:在多视点需求工程中, 视点表示模型与视点需求信息的获取、描述密切相关, 影响着后阶段视点一致性的检查和集成。鉴于需求工程领域的发展, 该文提出了一种基于问题框架的视点表示模型, 展示了该模型的特点及应用。实践表明, 该模型具有实用性和可操作性。
关键词:需求工程; 视点; 问题框架; 视点表示模型

Viewpoint Expression Model Based on Problem Frame

LIANG Zheng-ping¹, WU Guo-qing², WANG Zhi-qiang¹

(1. College of Information Engineering, Shenzhen University, Shenzhen 518060; 2. College of Computer, Wuhan University, Wuhan 430072)

【Abstract】 The expression model of viewpoint in multiviews-oriented requirements engineering is related to the acquisition and description of requirements information closely, and directly influence the consistency checking and integration of viewpoints. Based on the recent research progress and fruit of software requirements engineering, a new expression model of viewpoint based on problem frame is proposed and its characteristics and application are presented through a case study. Practice shows the model has availability and operability.

【Key words】 requirements engineering; viewpoint; problem frame; expression model of viewpoint

大型、复杂软件系统的开发不可避免地涉及到众多项目相关人员。在系统开发的早期, 为全面获取不同项目相关人员的各种需求信息, 降低需求获取和分析的难度, 确保最终需求规格说明书的完整性和一致性, 学术界提出了面向多视点的需求工程方法, 采用视点形式获取和组织不同用户的需求, 并基于视点间的关系, 分析、处理需求一致性等问题。视点表示模型则是视点的灵魂和关键。

20世纪90年代中期开始, M. Jackson等人对软件需求的本质和已有的软件开发方法进行了一系列的讨论和反思, 提出了问题框架的思想和方法。问题框架是目前国际需求工程界最热门的研究课题, 代表了软件需求工程研究领域的最新成果^[1]。本文结合“多视点需求工程”的特点, 提出了基于问题框架的视点表示模型。

1 相关工作

在现有的多视点需求工程中, 视点表示模型的研究大致可分为非形式化表示模型和形式化表示模型两大类。

非形式化视点表示模型的研究主要有A. Finkelstein^[2]、I. Sommerville^[3]等人的工作。A. Finkelstein以模板的形式作为视点的表示模型, 该视点模板是目前最具影响力的视点表示模型, 存在的问题为: 实际所生成的视点是否合理完全依赖于“所源自的视点模板”, 且完全依赖于视点模板中事先所定义的规则来检查视点间的一致性。I. Sommerville在VORD方法中, 以框架结构的形式作为视点的表示模型, 该模型的特点在于明确考虑对非功能需求的描述, 不足之处为: 模型所包含的内容过于繁杂, 不利于体现“视点根据不同视角对关注点进行划分”的基本思想。在PREview方法中, I. Sommerville采用模板的形式作为视点的表示模型, 不对视点赋加任何特定的表示方式, 而采用一种灵活的形式以适应不同类型的视点和不同用户定义需求的特点和要求, 不足之处为: 在模型定义过程中, 没有为后阶段视点的一致性检查和

集成提供有效的支持。

形式化视点表示模型的研究也有很多, 有代表性的如ISO/IEC的RM-ODP模型^[4]、M. Große的RM-TS模型^[5]等。RM-ODP模型对描述每类视点的语言应具有什么样的特征进行了定义, 其优点在于每类视点均可独自选择最合适的形式化语言作为描述工具, 缺点为: 以不同的形式化语言描述视点不利于视点的一致性检查和集成。M. Große-Rhode等设计了一个变换系统参考模型RM-TS, 并将其作为视点的表示模型, 优点为: 由于支持各种不同形式化程度的规约语言作为视点的描述语言, 因此其适用广泛; 缺点为: 理论基础十分复杂, 难以开发合适的工具辅助多视点需求工程过程的应用。此外, 还有其它很多采用形式化方法作为视点表示模型的讨论, 基本上是围绕某种特定的形式化规约语言展开的。

2 基于问题框架的视点表示模型

2.1 问题框架简介

20世纪90年代中期, M. Jackson等人对软件需求的本质和已有软件开发方法进行了一系列的讨论和反思。他们认为, 软件需求的本质在于从待求解问题的角度考虑待开发软件系统将在与待求解问题相关的域内产生的效果。因此, 与软件需求相关的描述应包括: 问题所处问题域知识的描述(K); 用户期望在问题域中产生的效果, 称为用户需求(R); 此外, 为实现期望的效果, 运行待开发软件系统的计算机必须与问题所处的问题域进行交互, 对这种交互的描述也与软件需求直接相关, 称为规格说明(S)。为使三者构成一个有机的整体, 它们之间还必须满足“ $K, S \Rightarrow R$ ”关系, 意即在K、S、R三者各自描述均正确的前提下, S中所定义的行为能在K所描

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60572100, 60673122)

作者简介:梁正平(1979-), 男, 博士, 主研方向: 软件工程; 毋国庆, 教授、博士生导师; 王志强, 副教授

收稿日期:2006-10-13 **E-mail:** lzp@szu.edu.cn

述的问题域中,产生所期望的效果 R,从而使用户需求得以正确实现。

与此同时,M. Jackson 等提出了软件开发中经常出现的 5 类基本问题,并对它们的性质、所涉及问题域的类型,以及每类问题的问题域、需求、机器域之间的拓扑结构、应满足的关系及相关性质等进行了深入研究,提出了问题的框架思想,如图 1 所示。

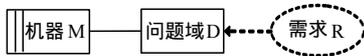


图 1 问题框架的组成元素及其关系

机器 M 即运行待开发软件系统的计算机。除图 1 所示的 3 个部分之外,每个基本问题框架还包括对其框架关注的定义,即机器 M 如何通过与问题域 D 的交互作用来满足需求 R 中所描述的用户期望,从而使每个具体的问题能满足“ $K, S \Rightarrow R$ ”关系。

2.2 基于问题框架的视点表示模型

视点是面向多视点需求工程方法中的核心概念,如何科学、合理地设计视点的表示模型,一直是多视点需求工程研究的一个活跃课题。

视点的表示模型是否科学、合理,主要考虑因素如下:

- (1)模型中定义的信息类型是否充分包含描述软件需求所必要的各类信息,不琐碎和庞杂;
- (2)采用什么样的形式来描述模型中定义的各种信息类型,从而符合实际应用中各类需求信息描述的特点和要求;
- (3)各类型信息之间的关系是否紧凑,使实际所生成的视点能构成一个完整的统一体;
- (4)以何种形式定义视点表示模型,从而有利于直观、明了地生成实际视点;
- (5)模型的定义是否充分考虑了对视点管理、视点一致性检查、不一致处理及视点集成等方面的支持,从而有利于相关工作的开展。

在多视点需求工程中,视点是某个或某类项目相关人员对待开发软件系统某一部分或全部的看法和要求。基于问题框架的思想,可以将整个待开发软件系统及其相关的问题和问题域划分为一系列的问题框架实例,然后以“项目相关人员+问题框架实例”的形式逐一标识各个可能的视点。每个视点均与某一特定问题框架实例对应。与此同时,基于问题框架思想中对需求信息分类的考虑——即需求信息由问题域知识(K)、用户需求(R)和规格说明(S)3类组成,它们对软件需求的描述既是充分又是必要的,同时三者之间还必须满足“ $K, S \Rightarrow R$ ”关系,结合上面所列与视点表示模型定义相关的 5 个考虑因素,该模型所生成的实际视点也必须满足“ $K, S \Rightarrow R$ ”关系,本文的视点表示模型如下:

框架名: <视点代理>

视点名:

视点拥有人: 单位(姓,名)

视点优先级: 范围(H,M,L), 缺省: M

版本信息:

日期: 单位(年,月,日)

执行人: 单位(姓,名)

内容:

所属问题框架实例:

问题域知识:

用户需求:

规格说明:

该模型形式上采用知识工程中的框架表示法进行描述,

采用框架表示法的原因在于:十分直观,有利于简单、明了地对视点中的各类需求信息进行有效的描述和组织,又有利于开发相应的 CASE 工具辅助实际视点的生成和表示,同时,借助知识工程中的相关技术和手段,利于实现对所生成视点集的智能控制与管理。

在视点表示模型中,代表各类信息的相关槽的解释如下:

- (1)视点名:表示视点的名称,在需求工程过程中使用它来“指称”或“引用”某一特定的视点;
- (2)视点拥有人:表示该视点由某个或某类人所提出,用于需求信息的追踪和视点不一致的处理,当两个或多个视点发生不一致需协商或协调时,通过其拥有人之间的协商或协调来解决;
- (3)视点优先级:也用于视点不一致的处理,当两个或多个视点存在冲突,且不能通过协商或协调解决时,可通过选取优先级高的视点作为需求来予以解决,视点优先级也可用于表示所对应用户需求的急迫程度;
- (4)版本信息:用于记录视点的开发历史,包括视点的定义或修改日期、执行操作的人、所涉及的内容等,主要用于视点的管理;
- (5)所属问题框架实例:用于标记视点源自哪个问题框架实例,由于“与同一问题框架实例相关的视点间的内在关系、性质”与“分属不同问题框架实例的视点间的内在关系、性质”可能不同,因此,对应的视点一致性检查和集成方式也可能不同,其主要用于辅助视点的一致性检查和集成。

以上 5 个槽所定义的信息与具体的软件需求无关,总体上可称为视点辅助信息。此外,语法上模型中对于槽“视点拥有人”和侧面“执行人”及“日期”,用“单位”指出了—个填写时的标准限制,要求前面两个必须按先姓后名的顺序填写,后面一个必须按年、月、日的顺序填写,而对于“视点优先级”槽,则将其分为高、中、低 3 档,分别用 H、M、L 表示,假定缺省值为 M。

实际视点中的具体需求信息则由问题域知识、用户需求、规格说明等 3 个槽组成,其中:

- (1)问题域知识:“视点拥有人”对本视点所属问题框架实例中各相关域的功能、性质及相互关系等的描述;
- (2)用户需求:“视点拥有人”对期望在与本视点所属问题框架实例相关的域中应产生效果的描述;
- (3)规格说明:从问题域与机器域接口的角度,描述与本视点所属问题框架实例相关的待开发软件系统的部分行为。

根据问题框架的思想,由问题域知识、用户需求和规格说明 3 类信息构成的整体对软件需求信息的描述而言是充分的,基于问题框架的视点表示模型对于各类需求信息的支持也是充分的。当要求基于该模型所生成的实际视点也必须满足“ $K, S \Rightarrow R$ ”关系时,模型整体上也是完整统一的。

在多视点需求工程方法中,若视点的具体需求信息均以非形式化方式描述,则视点间的一致性检查只能采用人工的方式进行,但人工方式难以确保一致性检查的有效性和严谨性。若完全采用形式化方式描述视点中的需求信息,虽有利于进行严格的视点一致性检查,但对使用者存在较高的要求,难以应用于现实开发当中。为此,考虑到问题域知识和用户需求通过与交流直接从用户处获取,为了便于与用户交流,同时便于用户验证与其相关的问题域知识和用户需求,本模型对二者采用以自然语言或附加简单图表的方式进行非形式化描述。而规格说明由分析员根据用户的需求和问题域的特性进行创建,无需用户直接参与,存在用形式化方法描述的现实可行性,为有效支持对视点进行严格的一致性检查,对模型中的规格说明则采用形式化方式进行描述,同时,为支持模型的灵活性,具体的形式化描述语言由分析员在实际

开发过程中依据其所熟悉语言的类别、待开发软件系统的类型及其特点等进行选择。这样，通过综合运用非形式化和形式化的描述手段，既可使本视点表示模型具有较强的实用性，又有利于视点的一致性检查。

本文的视点表示模型既充分考虑了与现代软件需求研究中最新思潮和理念的结合，又考虑了在面向多视点的需求工程这一特殊环境下，对视点表示模型的各种期望和要求。

3 实例研究

“校园通”是一套用于学校与学生家长进行沟通和联系的计算机系统，在系统开发的需求分析过程中，通过问题框架方法，可标识出如图 2、图 3 所示的问题框架实例。

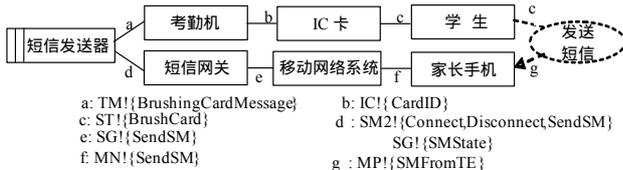


图 2 短信发送：命令式行为问题框架

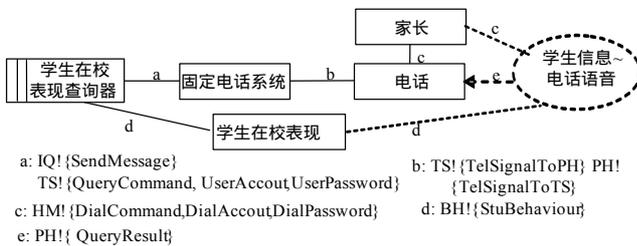


图 3 学生在校表现查询：信息显示问题框架

下一步的任务是标识与各问题框架实例相关的视点，通过实例化所采用的视点表示模型，获取和描述各视点所关注的具体需求信息。下面介绍第 2 节所提出的视点表示模型在校园通中系统的具体应用。限于篇幅，只介绍与图 2、图 3 所示问题框架实例相关的 2 个视点。

对于短信发送问题框架实例，设刘敏对具体的发送过程感兴趣，且有自己的看法和要求，因此，构成一个视点。通过与系统分析员赵强的沟通和合作，采用第 2 节介绍的视点表示模型，生成的视点如下(问题域知识和用户需求采用自然语言描述，而规格说明采用 LOTOS 语言描述)：

视点名：考勤短信发送。视点拥有人：刘敏。视点优先级：H。

版本信息：日期：200*-05-20；执行人：赵强；内容：视点创建，填充各项具体内容。

所属问题框架实例：短信发送问题框架实例。

问题域知识：当刷卡事件出现时，考勤机读取 IC 卡的数据，并发送给短信发送器；短信网关接收短信发送器发送过来的短消息，并反馈接收确认信号 Success 给短信发送器，在合适的时候，依接收的先后顺序依次将接收到的短消息通过移动网络系统发送到指定号码的手机。

用户需求：学生每次在考勤机上刷一次卡，短信发送器 2 给学生的家长发一条对应的短消息。

规格说明：

```
S := hide channel in RC [| channel |] SH
RC := BrushEvent?x:BC;channel!y;RC
SH := channel?y:SM;SendSMtoSG!y;Success;SH
```

对于学生在校表现查询问题框架实例，设李明与之相关，且有自己的看法和要求，因此，也构成一个视点，采用以上类似的方式，可生成视点如下：

视点名：在校表现查询。视点拥有人：李明。视点优先级：H。

版本信息：日期：200*-05-20；执行人：赵强；内容：视点创建，填充各项具体内容。

所属问题框架实例：学生在校表现查询问题框架实例。

问题域知识：用户本地电话通过固定电话系统可与学生在校表现查询器建立连接，并将电话按键命令发送到学生在校表现查询器；学生在校表现查询器将所查询到的信息可通过固定电话系统以语音的形式发送到用户本地电话

用户需求：学生家长通过输入账号和密码，与学生在校表现查询器建立联系，根据输入的按键命令将相关信息以电话语音的形式反馈给学生家长。

规格说明：

```
S := etUserAccount?x:STR;GetAUserPassword?y:STR;Proc(x,y)
```

```
Proc(x:STR,y:STR) := GetQueryCommand?z:NAT;
```

```
([z = 1] →
```

```
Open?grade;Read?grade?x?y!g_message;Close?grade;
```

```
SendtoTS!g_message;Proc(x:STR,y:STR)
```

```
[ ] [z = 2] →
```

```
Open?task;Read?task?x?y!t_message;Close?task;
```

```
SendtoTS!t_message;Proc(x:STR,y:STR)
```

```
[ ] [z = 3] →
```

```
Open?class;Read?class?x?y!c_message;Close?class;
```

```
SendtoTS!c_message;Proc(x:STR,y:STR)
```

```
[ ] [z = 0] → stop )
```

本文所介绍的视点表示模型能有效地应用于多视点需求工程中的实际视点表示和描述。

4 结束语

与其它视点表示模型相比，该模型将视点中的具体需求信息分成问题域知识、用户需求和规格说明 3 类进行描述，同时在模型中明确包含对视点所属问题框架实例的表示，体现了本文基于问题框架来定义视点表示模型的特有方式，又与现代软件需求研究的最新思想完全一致。同时，由于要求三者满足“ $K, S \Rightarrow R$ ”关系，使得每个基于该模型实际所生成的视点能构成一个完整的统一体，且视点与视点间相互独立，从而充分符合多视点需求工程所要求的视点以独立、不受外界因素干扰的方式生成的特点。此外，在模型的设计过程中，笔者充分考虑了在实际应用过程中，各类需求信息描述的特点和要求，对视点管理、视点一致性检查、不一致处理和视点集成等方面的支持，因此，具有良好的应用前景。

参考文献

- 1 Seater R, Jackson D. Problem Frame Transformations: Deriving Specifications from Requirements[C]//Proc. of the 2nd International Workshop on Advances and Applications of Problem Frames. 2006: 71-83.
- 2 Nuseibeh B, Kramer J. A Framework for Expressing the Relationships Between Multiple Views in Requirements Specification[J]. IEEE Trans. on Software Eng., 1994, 20(10): 760-773.
- 3 Bresciani P, Donzelli P. REF: A Practical Agent-based Requirements Engineering Framework[C]//Proc. of the 22nd International Conf. on Conceptual Modeling. 2003: 217-228.
- 4 ISO/IEC D10746-1-1993 Basic Reference Model of Open Distributed Processing[S]. 1993.
- 5 Große M. Semantic Integration of Heterogeneous Formal Specifications via Transformation Systems[R]. Berlin: Technische Universität, 2001.