

文章编号:1674-2869(2015)04-0051-05

目标模型中目标关系的自动发现

何成万^{1,2}, 叶水琴^{1,2}

1. 智能机器人湖北省重点实验室(武汉大学), 湖北 武汉 430205;
2. 武汉工程大学计算机科学与工程学院, 湖北 武汉 430205

摘 要: 为了发现需求工程中层次目标模型的目标关系, 提出了一种利用 XML 文件存储目标模型的目标关系发现方法. 首先从软件系统需求文档中提取目标, 使用 AND/OR 树对目标进行分解, 根据目标之间的关系建立层次目标模型, 将建立好的目标模型存储为 XML 文件; 然后按照规则文件规范给出目标关系规则文件, 使用转换程序将规则文件自动生成目标关系查询文件; 最后在 XML 开发工具中运行查询文件即可得到目标关系查询结果. 通过实例机票预订管理系统详细的描述了目标发现方法的过程, 在 Altova XMLSpy 开发环境中给出了父目标和非功能目标的查询实现. 实验结果表明将层次目标模型保存在 XML 文件中有利于目标模型中信息的提取, 使用 XQuery 能实现对目标模型 XML 文件中目标关系的自动发现.

关键词: 目标模型; 规则; 目标关系

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

doi: 10. 3969/j. issn. 1674-2869. 2015. 04. 011

0 引 言

面向目标的需求分析方法是需求获取和组织的重要方法之一. 在面向目标的需求分析方法中, 使用目标来判断系统需求是否完整^[1]. 如果需求描述能满足目标, 则说明该需求是完整, 否则, 需求不是完整的. 在需求工程领域, 有很多面向目标的分析方法. 最常见的两个目标分析方法是 KAOS 方法^[2]和 I* 框架^[3]. 除了这两个方法, 近年来出现了 GONFR^[4], Goal Process Requirement Net 框架^[5], Hierarchical Goal Model^[6]等目标方法. 这些目标方法首先从需求文档中提取出初始目标, 然后对初始目标进行细化和抽象, 最后构建成目标模型. 随着面向目标需求分析方法的发展, 面向目标的需求分析方法越来越被重视. 为了在需求的后续阶段更方便的使用目标模型, 如何存储目标模型和获取目标模型中的目标关系成为关键问题.

EXtensible Markup Language (XML) 是一套定义语义标记的规范, 可以定义与特定领域有关的结构化标记^[7]. XML Schema 是一种定义和检验 XML 文件格式的模式. XPath 和 XQuery 是标准的 XML 文件查询语言^[8-9], 用来描述选择 XML 文档元素的要求.

针对需求阶段的层次目标模型存储及目标关系发现问题, 本文在分析目标模型^[6,10]的基础上, 使用 XML 文件存储需求阶段的目标模型, 实现了目标模型中目标关系的自动发现.

1 目标模型

文献[6]提出了一种层次目标模型, 并给出了目标模型以及其形式化定义, 该目标模型的最大特点是层次性, 如图 1 所示^[6]. 在该目标模型图中, 功能性目标对应需求中的功能需求, 包括业务目标、用户目标和原子目标. 最高层次的目标称为业务目标, 用六边形表示, 最低层的目标称为原子目标, 即不可再分解的目标, 用矩形表示, 中间层的目标称为用户目标, 用圆角矩形表示. 软目标对应的是非功能需求, 用椭圆形表示.

目标模型呈现出来的是一个层次形状的目标关系图, 为了方便后面对目标模型的处理, 将目标模型存储为一定形式的文件是有必要的. XML 是一套定义语义标记的规范, 也是一种元标记语言, 可以定义与特定领域有关的结构化标记. 目标模型的最大特点是层次性, 树结构的 XML 文档也是树型层次结构, 使用 XML 文件存储目标模型, 目标模型中的层次关系依然清晰可见. XML 支持自

收稿日期: 2015-03-26

基金项目: 国家自然科学基金项目 (61272115, 60873024); 湖北省教育厅重点研究项目 (D20121508); 湖北省教育厅优秀中青年团队项目 (T201206)

作者简介: 何成万 (1967-), 男, 湖北荆门人, 教授, 博士. 研究方向: 软件工程.

定义标签,这一点使得 XML 文件可以准确的描述目标模型的特性.除此之外,树结构的 XML 文档的查询使用 XPath 和 XQuery 很容易实现,即提取目

标模型中的信息很方便.因此,使用 XML 文件存储目标模型是一种比较好的方式.

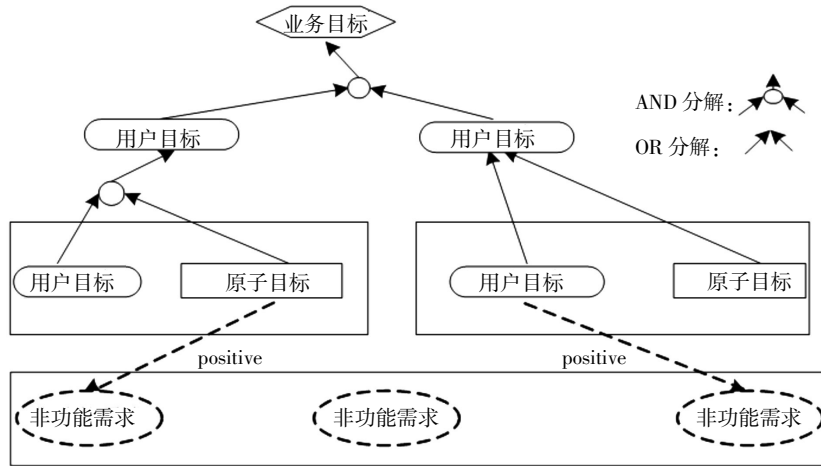


图 1 目标模型
Fig.1 Goal model

将目标模型存储至 XML 文件中,其映射关系如表 1 所示.

表 1 目标模型到 XML 文件的映射
Table 1 Map goal model to XML file

目标模型	XML 文件
功能目标	Goal 元素
非功能目标	Goal 元素的 SoftGoal 属性
功能目标之间的关系	Goal 元素的 DecomposeType 属性
功能目标与功能性目标之间的关系	Goal 元素的 LinkSG 属性

使用 XML 文件存储目标模型,需要先定义目标模型的 XML Schema. 在 XML Schema 文件中,定义了目标<Goal>元素,该目标元素有目标分解 Decompose、目标层次 GoalLevel 和是否与软目标有关联 LinkNFR3 个属性,包含目标名称和目标 2 个子元素. Decompose 属性用来表示目标的分解方式, GoalLevel 属性用来表示目标的层次,LinkNFR 属性表示目标是否与软目标(SoftGoal)有链接. 其中目标分解 Decompose、目标层次 GoalLevel 两个属性是必选的,LinkNFR 属性是可选的. 子元素目标名称用来显示目标名,子元素目标用来表示当前目标包含的子目标.

2 目标关系的自动发现

目标关系的自动发现方法过程如图 2 所示. 开发人员首先要为系统需求建立目标模型,然后将建立好的目标模型存储为 XML 文件,按照给出目标关系的查询规则文件使用转换程序自动生成 XQuery 查询程序,通过该查询文件对 XML 目标模

型进行信息处理,得到目标关系查询结果,实现目标关系的自动发现.

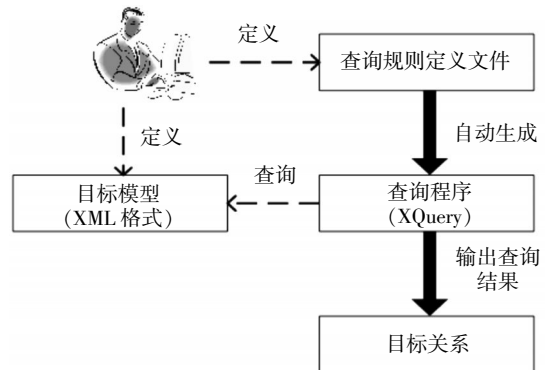


图 2 目标关系的发现过程

Fig.2 The process of discovery of goal relation

其中,查询规则文件 goalquery.rules 的格式定义如下:

```
[model.xml]
Name of goal model
[rule]
Relation rule of goals
```

为了避免重复的编写目标查询文件,给出了查询文件的自动生成算法. 根据规则文件生成目标查询文件,其过程算法描述如下:

Procedure: RuleFile-To-QueryFile

Input: File ruleFile

Output: File queryFile

Precondition: ruleFile and queryFile

Postcondition: queryFile

Begin

goal model = Name of goal model

```

rule = Relation rule of goals
return queryFile;
End

```

本文使用 Java 语言实现了该算法,通过读取规则文件中的目标模型和规则信息,和查询文件框架组合成完整的查询文件。

表 2 给出了几种常见目标关系。

表 2 目标关系
Table 2 Goal relation

Relation rule of goals	含义描述
SubGoals (goalName)	查询某特定目标 goalName 的所有子目标
Parent Goals (goalName)	查询某特定目标 goalName 的所有父目标
NFR Goals()	查询所有的非功能目标
Link NFR (goalName)	查询某特定目标 goalName 是否与非功能目标
Number Of SubGoal (goal Name)	查找某特定目标 goalName 的子目标个数
Number Of Parent Goal (goal Name)	查找某特定目标 goalName 的父目标个数

Altova XMLSpy 是一个 XML 编辑工具^[11],使用它可以对 XML 及其相关文件进行编辑、调试和运行。根据规则文件生成的关系查询文件可以直接在 Altova XMLSpy 中运行,并得出结果。

3 实例应用

通过机票预订管理系统描述上述方法的应用。该系统通过机票预订服务商为用户提供机票查询和预订服务^[12]。功能需求包括:支持客户查询机票、订票与退票;实现客户积分管理;机票销售的统计分析报表;自动完成与航空公司及银行间的清算;软目标主要包括:审计、安全性、易用性与可靠性。

3.1 目标模型的建立与存储

Altova XMLSpy 是一个英文的 XML 集成开发工具,为了避免出现字符编码的问题,使用英文来描述机票预订管理系统目标模型。

根据机票预订管理系统需求描述,提取出初步目标,包括功能性目标与非功能性目标。功能性目标有:机票管理,银行清算,航空公司清算,退票,积分管理,机票查询,订票,销售报表统计;非功能性目标有:审计,安全性,易用性,可靠性。

然后,对初步目标进行抽象或者分解,确定目标之间的关系,根据目标之间的关系建立机票预订管理系统目标模型。建立的目标模型如图 3 所示^[6]。

使用 XML 文件存储目标模型时,机票管理作为 XML 文件根元素,依次存储每个目标。每个目标 Goal 的信息包括目标名称,目标层次,分解关系,非功能目标的关联和子目标。例如银行清算 Bank account settled 目标的 XML 标记描述,从中可以知道银行清算 Bank account settled 是一个用户目标,其分解属性为 AND,子目标有发送银行请求 Request sent to bank、银行确定支付金额 Count settle amount of bank、转账 Transfer、异常提示 Exception prompted 和日志记录 Log。同银行清算 Bank account settled 目标一样,其子目标也有完整的信息描述。

3.2 实验结果

上一节中给出了几种常见的目标关系,事实上目标之间有很多有意义的关系,如相同语义的目标,这些目标是可以相互替换的。下面介绍父目标和非功能目标关系的自动发现。

(1) 父目标

查询目标模型文件 GoalModel.xml 中目标 Log 的所有父目标。其规则文件 goal.rules 描述如下:

```

[model.xml]
GoalModel.xml
[rule]
ParentGoal(Log)
使用规则转换程序把 goal.rules 规则文件转换成 goal.xquery 文件,生成的代码如下所示:
xquery version "1.0";
declare function local:function() as element()
*
{
let $doc:=doc("GoalModel.xml")
for $goalName in distinct-values ($doc//Goal/GoalName)
let $goalNameText:=data($goalName)
for $result in ($doc//Goal[@GoalLevel!= "Business"]/GoalName[text()=$goalNameText]/../../Goal/GoalName)
where $goalNameText="Login"
return
<Goal>
<GoalName>{$result}</GoalName>
</Goal>
};
<results>
{

```

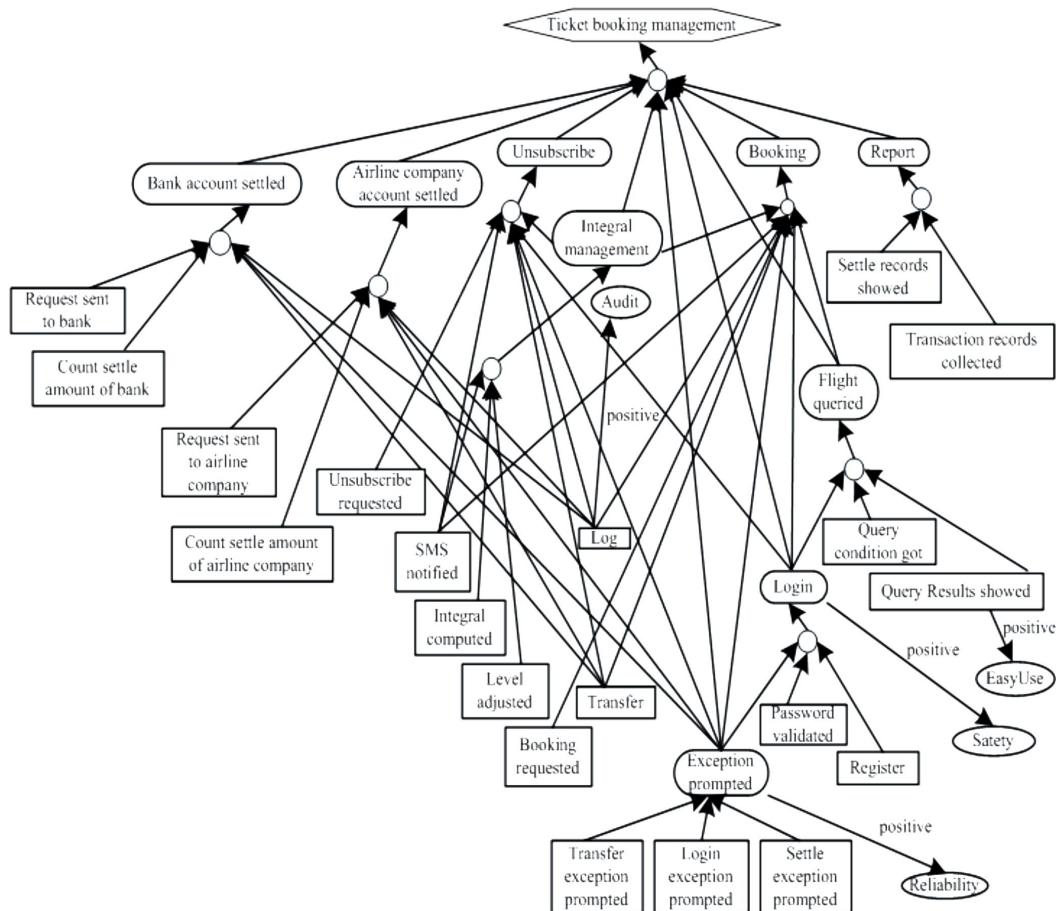


图 3 机票预订管理系统

Fig.3 The ticket booking management system

```

let $doc:=doc("GoalModel.xml")
for $goalName in local:function()
return
<Goal>
<GoalName>{data($goalName)}</GoalName>
</Goal>
}
</results>

```

在 Altova XMLSpy 中运行 goal.xquery 文件，得到的结果有 Bank account settled、Airline company account settled、Unsubscribe 和 Book。

(2) 非功能目标

查询目标模型文件 GoalModel.xml 中的所有非功能目标。其规则文件 goal.rules 描述如下：

```

[model.xml]
GoalModel.xml
[rule]
NFR()

```

使用规则转换程序把 goal.rules 规则文件转换成 goal.xquery 文件，运行 goal.xquery 文件，得到的结果有 Exception prompted、Log、Login 和 Query re-

sults showed 四个。

4 结 语

通过对需求阶段的目标模型的存储和目标之间的关系进行研究和实验，结果表明：使用 XML 文件存储目标模型能体现目标之间的层次关系，存储为 XML 文件的目标模型提取信息很方便。使用 XQuery 能实现目标模型中目标关系的自动发现。

现阶段目标模型到 XML 文件的转换是人工完成的，如果模型比较复杂，这将很耗费时间。目标模型到 XML 文件的自动转换将是以后的研究方向。

致 谢

感谢国家自然科学基金委员会、湖北省教育厅对本研究的支持和资助。

参考文献：

- [1] 王守信, 张莉, 王帅, 等. 一种目标可满足性定性、定量表示与推理方法[J]. 软件学报, 2011, 22(4): 593-608. WANG Shou-xin, Zhang Li, WANG Shui, et al. Quali-

- tative and quantitative representing and reasoning for goal satisfiability [J]. Journal of Software, 2011, 22(4): 593-608
- [2] 涂成茂, 何成万. 一种基于 KAOS 和 XML 的横切关注点识别方法 [J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(9): 101-104.
- TU Cheng-mao, HE Cheng-wan. Method based on KAOS and XML for identification of crosscutting concern[J]. Journal of Wuhan Institute of technology, 2011, 33(9): 101-104.(in Chinese)
- [3] 管彪. 基于 i* 的面向目标的需求分析方法的研究 [D]. 合肥:合肥工业大学计算机与信息学院, 2005.
- GUAN Biao. Research on goal-oriented requirement analysis methodology based ON i* [D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2005.(in Chinese)
- [4] 郑丽伟. NFROnto: 一种非功能需求本体元模型 [J]. 北京信息科技大学学报, 2012, 27(6): 78-83.
- ZHENG Li-wei. NFROnto: An ontology meta model of software non-functional requirement [J]. Journal of Beijing Information Science and Technology University, 2012, 27(6): 78-83.(in Chinese)
- [5] HE C W, TU C M. GPRN: a hierarchical framework for aspect-oriented requirement modeling [J]. International Journal of Digital Content Technology and its Applications, 2011, 5(2): 165-172.
- [6] HE C W, TU C M. AspectQuery: a method for identification of crosscutting concerns in the requirement phase [J]. The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2013, E96-d(4): 897-905.
- [7] 何成万, 焦素廷, 李健. 支持协同工作的加解密系统设计与实现 [J]. 武汉工程大学学报, 2009, 31(3): 74-75.
- HE Cheng-wan, JIAO Su-ting, LI Jian. Design and realization of encryption [J]. Journal of Wuhan Institute of technology, 2009, 31(3): 74-75.(in Chinese)
- [8] ZHANG S Q, LIU S L, GAO B, et al. Research of Web Information Automatic Extraction Based on XPATH [C]//2011 4th IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, Chengdu: Published by Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2011: 161-164.
- [9] JU J J, WEI Y S. An Effective Strategy of XQuery on Relational Database [C]//2011 International Conference on Computer, Electrical, and System Sciences, and Engineering. Wuhan: Published by Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2011: 35-38.
- [10] GIL A, ARAUJO J. AspectKAOS: Integrating Early-Aspects into KAOS [C]//Proceedings of the 15th Workshop on Early Aspects, EA '09, Colocated with the 8th International Conference on Aspect-Oriented Software Development. AOSD '09 Charlottesville: Published by Association for Computing Machinery, 2009: 31-36.
- [11] Altova. XMLSpy [EB/OL]. <http://www.altova.com/>. 2015-03-26. (in Chinese)
- [12] 谭庆平, 毛新军, 董威. 软件工程实践教程 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- TAN Qing-pin, MAO Xin-jun, DONG Wei. Practical tutorial for software engineering [M]. Beijing: Higher Education Press, 2009.(in Chinese)

Automatic discovery of goal relationship in goal model

HE Cheng-wan^{1,2}, YE Shui-qin^{1,2}

1. Hubei Key Laboratory of Intelligent Robot (Wuhan Institute of Technology), Wuhan 430205, China;

2. School of Computer Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China

Abstract: To discover the relationship between goals in hierarchical goal model in requirements engineering, a method for discovering goal relationship using XML file to store goal model was proposed. First, the goals were extracted from requirements document of a software system and were decomposed using AND/OR tree; hierarchical goal model was established based on the relation among goals. Second, a rule file of goal relation was given according to the specification of rule file and was transformed into a query file using conversion program. Finally, the query result of goal relation was obtained by running the query file in XML development tool. The process of the proposed method was illustrated by a case study of a ticket booking management system. The query realization of father goal and non-functional was got in Altova XMLSpy development environment. The results indicate that storing goal model into XML file is beneficial to get information in goal model, and using XQuery can realize the discovery of goal relationship in goal model.

Keywords: goal model; XML; rule file; goal relationship

本文编辑: 陈小平