

领域特征分析建模的研究及应用

Research and Applications of Domain Feature Analysis and Modeling

曹晓兰 (湖南农业大学信息科学技术学院 长沙 410128)

焦海星 (中科院软件所 北京 100080)

摘要:文中详细探讨了特征和特征的表现机制、特征模型的建立,介绍了面向特征的领域分析方法,并将这种方法应用在集团化企业供应物流领域建模中,通过对集团化企业供应物流的详细分析,建立了供应物流领域的特征模型。

关键词:领域分析 面向特征分析 特征模型 供应物流 零库存

1 特征及其表现机制

1.1 特征的组织结构

特征模型主要是描述领域中一组相对稳定的特征及特征之间的关系,一般由特征图和附加信息组成。特征图通常是一个分层的树型结构(如图1所示),有且仅有一个根节点 **root**,代表一个主题或概念(**concept**);特征是树中的节点,通过唯一的特征标识(**ID**)来识别,叶子节点称为原子特征,非叶子节点称为复合特征^[4];特征间的关系一方面可以通过树中各种符号、连线来表现,一方面也可用附加信息进行补充说明——附加信息包含一些存在于特征或特征之间,但没有在特征图中表现的语义,如特征定义与描述、组合规则或约束、绑定时间、问题和解决方案(**Issues and Decisions**)、属性、参与者以及特征目录等。

一个领域完整的特征模型通常由若干特征树组成,每个特征树代表一个子领域的主题。特征建模遵循聚合/分解、一般化/特殊化、参数化、信息隐蔽,局部化功能、分层等工程原则^[1],使用抽象和细化的机制对领域中不同应用的所有特征进行分类,从而提供了关于领域体系结构和可重用构件的高层视图。当开发应用系统时,根据实际需要再对特征模型进行适当裁剪,得到应用系统具有的特征集合及这些特征之间存在的关系。

1.2 特征的分类

特征可从不同角度分类。**FODA**按特征的内容将其分为能力特征、环境特征和技术特征^[1]。**FORM**在

FODA的基础上对这四类特征进行了较为详细的说明:

①能力特征指领域中的系统应该具有的能力,包括能够为用户提供的服务;为实现这些服务而应该具备的基本功能;用户与系统交互时的操作方式。②环境特征指操作或使用系统时的环境属性,如硬件属性、操作系统属性、网络属性、数据库和文件属性等。③技术特征指与实现相关的,在较低层次上的技术细节,包括领域技术和通用技术两种——领域技术只适用于某个特定领域,体现此领域的业务流程或算法;通用技术是适用于不同领域的技术,如计算机技术中各种通用算法和数据结构、通信方法等。^[2]为更好地体现这四种特征,**FORM**定义的特征图分四个层次,每层由一个或多个特征树组成,分别对应四种特征。

1.3 特征变化性及表现机制

特征变化性主要有两方面^[3]:

(1)特征的可选性。指子特征相对于父特征的可选性,分为必选特征、可选特征和选择特征三种。图1表现了一个特征模型的片断,其中,父特征“**F0**”由三个子特征“**F1**”、“**F2**”、“**F3**”组成;“**F1**”和“**F3**”是必选特征,“**F2**”是可选特征;而“**F3**”又由“**F31**”、“**F32**”等子特征组成,这些子特征属于选择特征,通过标识说明“1...*”表示至少选一项。特征的可选性体现了父、子特征之间的“**has a**”关系,是一种聚合关系。

(2)特征自身的变化性。表示特征在不同环境下可能的取值,本文采用“维度-值”的概念描述这种变化性,特征自身的一个变化点称为一个“维度”,在这

一个变化点上特征不同的取值称为该维度上的“值”，一个特征可能具有多个维度的取值。如图 2 中，a 图是“采购计划”特征以“生成方式”为变化点；而 b 图以“采购类型”为变化点。这种变化性相当于父、子特征之间“is kind of”或“is a”关系，是泛化和扩展关系。

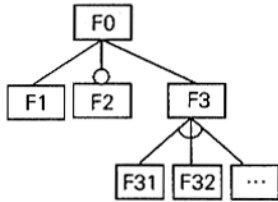


图 1 特征模型片断

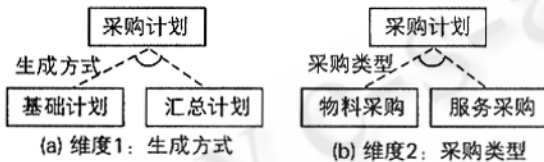


图 2 “采购计划”特征模型

1.4 特征关系类型

特征之间的关系可以用面向对象思想和 UML 的描述，常见的关系除了上面提到的聚合与泛化之外，还有：

(1) 依赖 (dependency)。指如果特征 A 的变化可能会影响到特征 B，但反之未必，则称特征 B 依赖特征 A，记为 A→B。依赖关系有很多变种，为表现这种复杂性，借鉴 UML 构造型 (stereotype) 机制^[5]，归纳出常见的特征之间依赖关系构造型有：绑定 (bind)、导出 (derive)、精化 (refine)、使用 (use)、时序 (scheduling)、共享 (share) 等；两个相对独立的特征树之间的依赖关系的构造型有访问 (access) 和引入 (import)，即只有建立了访问和引入关系，一个特征树才能引用另一个特征树中的特征。

(2) 互斥 (mutex)：两个特征由于语义或逻辑上的矛盾不能同时出现。

(3) 实现 (realization)：一个特征指定了由另一个保证执行的契约。

2 领域特征模型的建立

2.1 面向特征的领域分析

领域分析一般由领域界定、领域分析及建模等过程组成。领域界定由领域工程参与者通过搜集和识别专家经验、现有系统分析设计文档、用户调查等各种信息，从整体上了解领域，确定领域范围、交互者、与外部领域的关系，划分内部子领域，采用文字、顶层领域用例图和结构图等多种方式表现界定结构，并建立领域词典。

领域分析及建模是区分需求的共性和特性，建立领域模型从多个角度进行描述。最早的面向特征领域分析方法 FODA 建立的领域模型包括特征模型、实体关系模型和功能模型^[1]，而后来的 FeatuRSEB^[6]等方法将特征技术、面向对象技术与 UML 技术结合起来，以特征模型为中心，作为领域需求的“目录”和“索引”，起着联结作用，辅以其他 UML 模型 (如用例和对象模型)，为从用户角度理解领域提供一个高层的描述。值得注意的是，要通过特征模型表现领域需求的所有细节是不现实的，特征模型也不是其他模型的替代品，必须要与其他模型结合起来使用。

此外，随着领域模型的建立，领域词典也应进行相应的更新和补充。整个过程是并发和迭代的，通过反复创建，逐步求精，最后得到准确的领域模型。

2.2 特征的捕获

特征捕获过程其实就是对领域内用户需求的捕获和描述，将其分类、分解，映射成具有分级层次的领域特征图。用户需求的来源可以是客户和领域专家的描述、具有代表性现存系统、各类文档等，另外一个重要的来源是领域用例模型，通过分析领域内各应用系统的用例，运用抽象、泛化、扩展等机制将这些分析结果体现在领域用例模型中，成为获得特征变化性的重要依据之一，它是对在领域界定中建立的顶层领域用例模型的细化。

特征建模是一个反复创建的过程。在分析阶段，通过领域用例模型得到能力特征；设计阶段，在细化其他模型时才能显现环境特征和技术特征，再添加到特征模型中来。同时，在特征建模过程中，可能会发现其他领域模型的不完整，需要对其进行修改、补充。

3 举例说明

3.1 制造型集团化企业供应物流领域边界

与单一企业不同，集团化企业是一种以母子公司

为主体、多层次组织结构的大型法人企业联合体,从主营项目看,企业可分为制造型、流通型、服务型等,本文的主要研究对象是制造型集团化企业。

供应物流在集团层和成员企业层都存在,不同之处在于集团供应一般是对外采购,采购品种和数量根据集团库存和各成员企业采购需求汇总而定,数量较大;成员企业供应是与生产活动直接相关,所供应的物资或者是集团层调配,或者来源于集团内产业链上游企业,小宗物资也可以直接对外采购。若将供应物流领域当成一个整体,其顶层用例如图 3 所示,在图中:采购机构和供应机构分别指集团内外各层次上,所有处于采购或供应方的人、机构或中间商;决策机构指对业务(如采购计划、价格等)进行最终审批的人或机构;关联者分为支持者和被服务者,指供应物流正常运行中,与其发生数据或业务往来的机构或系统,值得注意的是,同一个关联者,在不同情况下有时是支持者,有时是被服务者。

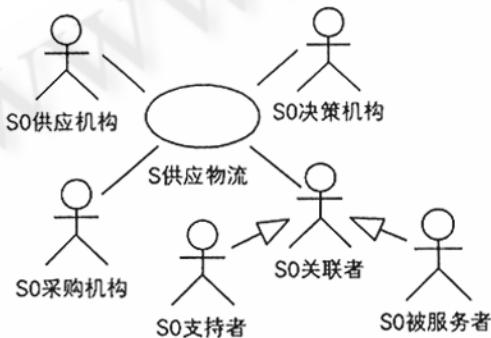


图 3 集团化企业供应物流顶层用例图

3.2 集团化企业供应物流需求分析

普通采购流程一般是制定采购计划;选择物资和供应商;与供应商衔接,组织采购物流;将采购物资入库;分配到各成员企业或各部门。集团化企业供应物流除上述普通采购以外,常采用一种称为“寄售制零库存采购”的模式——供应方将集团所需的、一定数量的物料存放在集团的采购仓库中,由集团代为管理、发放;成员企业需要物料时,到集团仓库中取用;集团定期(通常是每月)按照实际领用物料的数量与供应方进行结算。这种采购方式将普通采购方式中物料进厂即入库结算,改为成员企业领用后再办理结算,保持集团在仓库账、财务账上的物资储备资金为零。

无论是普通采购还是寄售制零库存采购,一般都包括采购计划管理、采购合约管理、采购询价等基本业务功能,其 1 层领域用例模型如图 4 所示。二者在业务功能上存在的异同点如表 1 所示,说明如下。

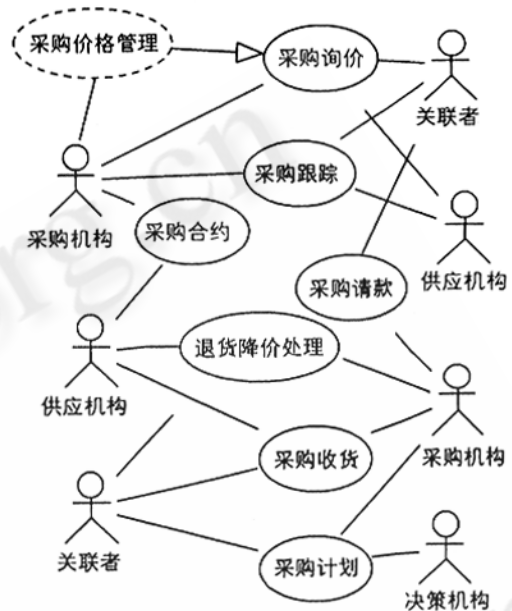


图 4 集团化企业供应物流领域 1 层用例模型

(1) 采购计划中,计划生成方式有两种:一种是基层生产部门根据生产线的物料需求计划而产生,称为基层采购计划;另一种是上级部门统计下级部门上报的采购计划,综合考虑资金分配、库存物资调配等因素汇总而成,称为汇总生成。采购项目分物料采购和服务采购两类——物料采购是指物理上实际存在的原材料、设备等物资;服务采购指购买他人的服务、劳动,如委外加工,是一种特殊内容的采购。

(2) 采购合约中,对应不同采购项目制定的合约也不同,此外寄售制零库存采购中委托方与受委托方之间还要签订“委托采购合约”。

(3) 采购入库中,“供应商库存”指受委托方管理供应方寄放在仓库中的物料,物料所有权属供应方,转入委托方库存之后,物料所有权转为委托方,因此供应商库存中“出库”和委托方库存中“采购入库”应同步进行。

(4) 采购结算时,普通采购只有采购方与供应方的结算,结算依据为采购合同或到货单。零库存采购存在受委托方与供应方的结算、委托方与受委托方的

结算, 结算依据为委托方领取物料时产生的“委托方入库单”或“供应商库存管理的出库单”。

3.3 集团化企业供应物流特征模型

以上面分析为基础建立的特征模型, 模型结构采用 FORM 定义的四层结构, 分别对应集团化企业供应物流的功能、环境、领域技术和实现技术四类特征。值得注意的是, 特征“入库管理”应属于“库存管理”领域, 在“供应物流”特征模型应是引用关系; 而供应商入库管理和委托方入库管理存在依赖的关系, 图中同样存在依赖关系的还有“采购合约”依赖于“采购计

划”的制定。

4 结论

基于特征的领域分析能较好地体现复杂领域的各种需求, 特别是对领域共性和特性的表现机制, 为下一步领域设计和实现提供坚实的基础。文中详细介绍了特征分析及建模的基本思路, 并将这种方法应用在集团化企业供应物料领域建模中, 通过对集团化企业供应物流的详细分析, 建立了供应物流领域的特征模型。

表 1 普通采购与零库存采购需求的共性、异性特征分析

基本功能	共性分析	异性分析	
		普通采购	寄售制采购(委托方、受委托方)
采购计划	包括计划生成、删改查、打印、提交转发。	基层采购计划和汇总生成; 物料和服务采购; 定期和临时计划	只有物料采购; 无定期和临时之分; 受委托方采购只有汇总生成方式
采购合约	包括合约生成、删改查、打印、提交转发	包括物料采购和服务采购	受委托方只有物料采购和委托采购合约; 委托方只有“委托采购合约”
采购询价	确定供应商和价格。	必选特性	委托方和受委托方任一执行或二者同时执行。
采购请款	——	有	无
采购跟踪	——	有	委托方: 无
采购入库	采购到货, 质检, 到货确认单(可选项)。入库	有。指供应商的物品入集团库存。	受委托方将供应方物料入“供应商库存”; 委托方从受委托方领料, 物料从供应商库存转入“委托方”库存。
退货、降价处理	三种情况: 未入库、入库未结算、入库已结算	与供应方进行。	委托方与受委托方进行; 受委托方与供应方进行
价格管理	——	有	有
采购结算	货到即结算, 或者定期结算。	直接与供应方结算; 结算依据为采购合同或到货单。	一般定期结算, 依据委托方入库单或受委托方出库单; 委托方与受委托方结算; 受委托方还要与供应方结算。

参考文献

- 1 Kang KC, Cohen SG, Hess JA, Novak WE, Peterson AS. Feature - Oriented domain analysis (FODA) feasibility study. Technical Report, CMU/SEI - 90 - TR - 21. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, 1990. 1 ~ 52.
- 2 Kang. K, Kim. S, Lee. J, Kim. K, Shin. E, Huh. M.: FORM: A Feature - Oriented Reuse Method with Domain - Specific Reference Architectures, Annals of Software Engineering, 5 (1998) 143 - 168.
- 3 张伟、梅宏, 一种面向特征的领域模型及其建模过程, 软件学报[J], 2003. 8, 45 ~ 56.
- 4 王忠杰、徐晓飞、战德臣, 基于特征的构件模型及其规范化设计过程[J], 北京: 软件学报, 2006. 1, 39 ~ 47.
- 5 Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson, The Unified Modeling Language User Guide, UML 用户指南[M], 机械供应出版社.
- 6 Griss, M. L., Favaro, J., d' Alessandro, M.: Integrating Feature Modeling with the RSEB, Proc. Fifth International Conference on Software Reuse, Victoria, BC, Canada (1998) 76 - 85.