

基于特征领域模型的精确建模过程研究

胡 燕,崔 华

(武汉理工大学计算机科学与技术学院,武汉 430070)

摘 要：平台无关模型是模型驱动架构(MDA)中关键模型之一,它的精确性直接关系到待发系统的质量。在介绍 MDA 的开发过程中模型的划分后,建立基于特征的领域模型,引入决策模型,提出了一种平台无关模型的精确建模过程。

关键词：模型驱动架构；特征；决策模型；平台无关模型

中图分类号：TP311

文献标志码：A

文章编号 1671-4431(2006)05-0116-04

Research on Process of Precise Modeling Based Feature Domain Model

HU Yan, CUI Hua

(School of Computer Science & Technology, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: Platform Independence Model is one of key models in Model Driven Architecture (MDA), and the quality of under development system is decided by PIM's accuracy. In this paper, introduces the model category in MDA development process at first, then creates feature based domain model, imports deciding model to build a precise modeling process of Platform Independent Model.

Key words: model driven architecture; feature; deciding model; platform independence model

MDA 是国际对象管理组织(Object Management Group, OMG)为应对业务和技术的快速变化提出的一种开放、中立的系统开发方法和一组建模语言标准的集合,其最终目的是构建可执行模型,实现软件的工厂化生产。为了实现这一目标,MDA 从不同抽象层次和不同视角对系统进行准确的描述,在提供各种技术和规范的同时,定义了2 个关键模型^[1]:平台无关模型(Platform Independent Model, PIM)和平台相关模型(Platform Special Model, PSM)。但是 MDA 中的模型仅仅区分了PIM 和PSM,这种简单的二分法无法支持对复杂的软件系统的描述,同时 MDA 本身并没有对开发方法进行严格的说明和限制,要实现模型到代码的百分百自动转换,就必须提供一个完整、细致、规范的建模方法和过程保证模型的精确性。

1 MDA 中的开发过程和模型

模型是从特定视点以特定的抽象级别对系统和上下文进行的描述,是系统和上下文的抽象表现,它可以为某目的而捕获一组和主题相关的观点和概念,提供了对物理系统的抽象,让开发者通过忽略无关的细节而把注意力从整体上考虑系统。MDA 是以模型为核心并由模型映射驱动开发的过程,精确模型的构建是整个开发过程的焦点和核心。

MDA 环境下的系统开发方式就是在开发活动中通过创建各种模型精确描述不同的问题域,并利用模型转换来驱动包括分析、设计和实现等在内的整个软件开发过程^[1]。建模是 MDA 的主要活动,它是在更高抽象层次上对系统的描述,建模的结果——模型不仅能够自动地生成有效的可执行代码,而且将设计模式应用到了具体的实现过程中去,简化了对具体问题域分析过程。

MDA 的开发过程中 ,仍然包含了系统测试、部署这些阶段 ,但是分析、底层设计和编码以及需求描述这几个关键部分却发生了变化 ,开发的关注点从具体的实现技术转向了高层抽象的模型。MDA 的实现方法是基于PIM 程序自动生成技术。在MDA 中PIM、PSM 是软件开发生命周期中的工件 ,它们从不同的视角描述目标系统 ,代表系统不同层次的抽象 ,通过四个相互独立又紧密联系的模型让开发人员将焦点从实现转移到系统架构上来。

在MDA 开发的分析阶段要抽象出与实现技术无关、并能够完整描述业务功能的核心模型——PIM ,然后再根据某些特定的实现技术和环境制定多种映射规则 ,通过编制规则利用辅助工具将PIM 转换成PSM ,最后根据具体需要和特定的实现技术将PSM 转换成能够在特定平台上的可运行的代码 ,这一过程可以通过图1 描述。

PIM 是一系列元建模过程的结果 ,是对系统业务流程和用户需求的描述 ,后续开发过程是在PIM 基础之上通过制定变换规则利用模型映射工具进行模型映射 ,所以PIM 是实现MDA 的关键 ,它的精确建立是软件系统成功实现的基点。

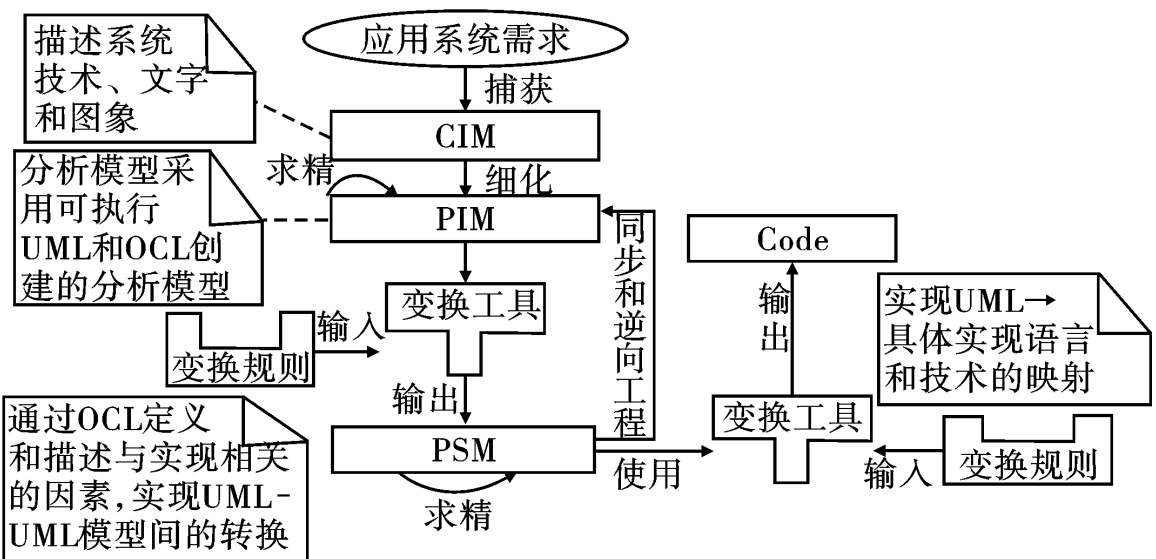


图1 MDA的开发过程

PIM 基础之上通过制定变换规则利用模型映射工具进行模型映射 ,所以PIM 是实现MDA 的关键 ,它的精确建立是软件系统成功实现的基点。

2 基于特征模型的领域需求

模型是对系统机构、功能和行为的形式化规约。在任何一个系统的开发过程中 ,需求都是软件开发的基石 ,也是MDA 中计算无关模型(Computation Independence Model ,CIM)的来源 ,它可以通过多种方法进行表述 ,为了进一步规范化MDA 中的模型 ,可以通过领域工程建立需求模型(又称为计算模型)。

领域工程是为一组相似或相近系统通过应用工程建立基本能力和必备基础的过程 ,它对领域中的系统进行分析 ,识别这些应用的共同特征和可变特征 ,对刻画这些特征的对象和操作进行选择 and 抽象 ,形成领域模型^[2-3]。领域模型的创建过程由领域分析、领域设计和领域实现3 个阶段组成。

领域分析阶段的任务是获得领域模型(Domain Model) ,也是领域建模的关键所在^[3]。领域分析在对领域中若干典型系统的需求进行分析的基础上 ,考虑预期的需求变化、技术发展及客观限制等因素 ,确定合适的领域范围 ,识别领域中的共性和变化性 ,获取一组具有足够复用性的领域需求 ,并对其进行抽象 ,形成领域模型。领域设计阶段建立设计领域构架、逻辑体系结构、主题数据库、提炼领域构件。

领域模型包括业务模型、业务过程和应用系统需求 ,但不描述过程和功能的实现。领域的需求规约模型来自领域知识 ,它具有相对的稳定性 ,由于外部因素的影响 ,领域知识也会逐渐变化和发展 ,具有可剪裁性和可扩展性的领域模型能够支持领域知识的演化 ,所以现阶段的领域工程研究活动中 ,大都采用面向特征的领域需求组织方式。

特征是从用户角度对系统的感知 ,是从用户角度对系统的认识 ,能够充分体现用户的需求 ,减少用户和软件开发者之间存在的期望差异 ,因此在领域需求组织中可以将特征作为领域需求空间的一阶实体 ,以特征模型为中心 ,由多种相关模型(用例模型、需求对象模型)构成领域模型。

在面向特征的领域建模过程中 ,特征提供了一种对需求的分割和组织方式 ,是贯穿软件生命周期和跨越问题空间与解空间的一阶实体 ,引入特征减少了用户和开发组织间存在的差异^[3]。从需求的角度来看 ,一个特征体现了系统具有的能力和特点 ,反映了需求获取的参与者对系统的理解和要求 ;从需求的类型上看 ,特征可以是功能需求、质量需求、性能需求或者外部环境对系统的约束条件^[3]。

在领域工程中区分了通用领域知识和特定企业的业务知识 ,基于特征的领域模型是一种面向特征的领域需求规约模型 ,通过记录领域具有的一组相对稳定的特征以及特征之间的关系反映整个领域的软件需求 ,并将这组特征分属给共性特征和变化性特征^[3]。共性特征存在于领域内的每个成员系统中 ,是领域的主要复用源泉 ;变化性特征只存在于领域内的某些系统成员中 ,其作用域的可控性决定了领域中应用系统的生产成本。同一个应用系统中不同应用称为框架领域(Framework Domain) ,它们可以从一个框架创建出来 ,其中不同应用的区别取决于如何填充框架的可变属性 ,在特征领域建模中 ,可以用共性特征填充冷点子系统 ,

用变换性特征填充热点子系统,并且将变化性因素从变换性绑定和变化性限制2个方面进行约束,严格控制变化性个体的作用域,提高需求规约的质量,减少开发成本。

由于冷点子系统其特征是通用领域知识的一种表达,可以通过领域知识有效地描述,而热点子系统其特征具有特殊性,它的识别和组织决定了软件系统的适应能力,所以要对热点系统中的变化性特征进行约束和规范。在文献[3]中采用纬度和值对特征及其变化性进行描述,并将自身具有变化性的特征称为一个纬度,把它所封装的不同细节的变化性特征称为该纬度上的一个值,通过维度-值机制对变化性的隔离、抽象和封装进行支持,实现变化性的隔离,减少变化性对其他部分的影响。每一个值则封装了不同的变化性,当新的变化性产生时可以把它作为一个值添加到维度中,实现了模型的可扩展性。

图2描述了从应用系统需求到领域特征模型建立的整个过程,和常规领域建模的区别在于,特征领域建模将业务模型进一步细化,利用热点子系统描述纬度代表的动态性变化,然后对热点子系统输入领域需求中提出的变化性约束和变化性绑定,进一步精确热点子系统,最后将通过公共领域知识得到的冷点子系统与热点子系统组合/裁减得到领域特征模型。

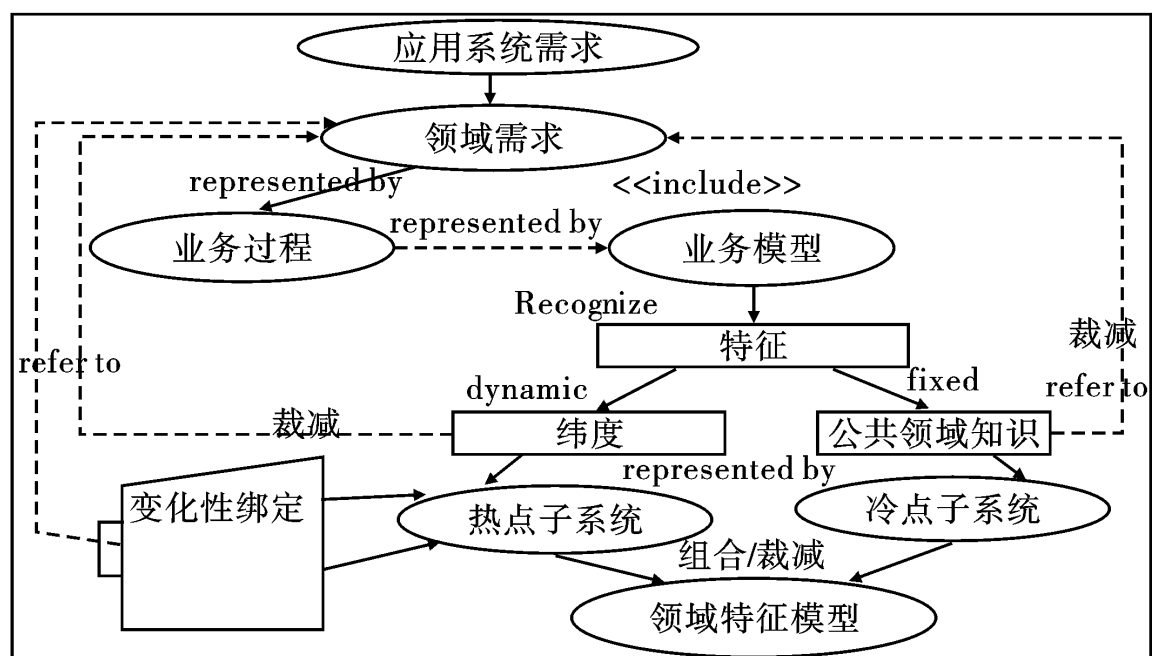


图2 基于特征的领域建模

3 基于特征领域模型的PIM建模过程

在领域分析中被确定的公共部分将形成一般的领域PIM的基本结构,而动态变化部分将决定那个一般的领域PIM的动态可变点^[4]。这些动态可变点将以特殊值的方式解决,同时将为一个特殊用户需求产生一个特殊系统PIM。为了应对用户特殊需求,可以在领域模型中引入决策模型,它包含所有与用户需求相关的决策因素,这些决策因素是用户持有的,也是根据PIM的需要捕获的最终用户需求,它必须在PIM被灵活实现。

决策模型是在领域分析中所有用户的需求定义和相关的规则约束集,根据规则集的特点,可以用树状结构表示决策模型结构^[4]。决策模型定义了不同类型的决策,这些决策将在XML Schema实现相关的映射^[4]。决策结构在XML Scheme中,通过决策名、默认值、决策类型、最大/最小值,指定每一个描述领域可变因素的决策,实现了变化性表现和对绑定时间的约束,提高了需求模型的可度量性和有效性。

如果说领域模型是从用户角度出发对系统的认识,那么PIM则是从开发者的视角对需求的进一步精化和规范。通过领域分析,确定描述系统的公共部分(静态属性)和动态变化部分(可变属性),在PIM中可以灵活地通过决策模型捕获用户需求,即用XML Data文档描述的PIM灵活的原始接口来捕获客户需求^[5]。PIM的灵活性是用XSL(XML Stylesheet documents)定义和描述客户需求(决策)实现的,XML Stylesheets中描述的功能是必须在PIM中实现的可变点。PIM可变点是用一组XSL文件来实现的,这组XSL用于根据客户需求(决策)产生不同的XML文件,这些XML文件符合使用UML定义的PIM,而UML中PIM的定义用户需求需要的客观描述和表达。在PIM中,公共部分(通用领域知识即领域框架模型)是UML元模型描述的。

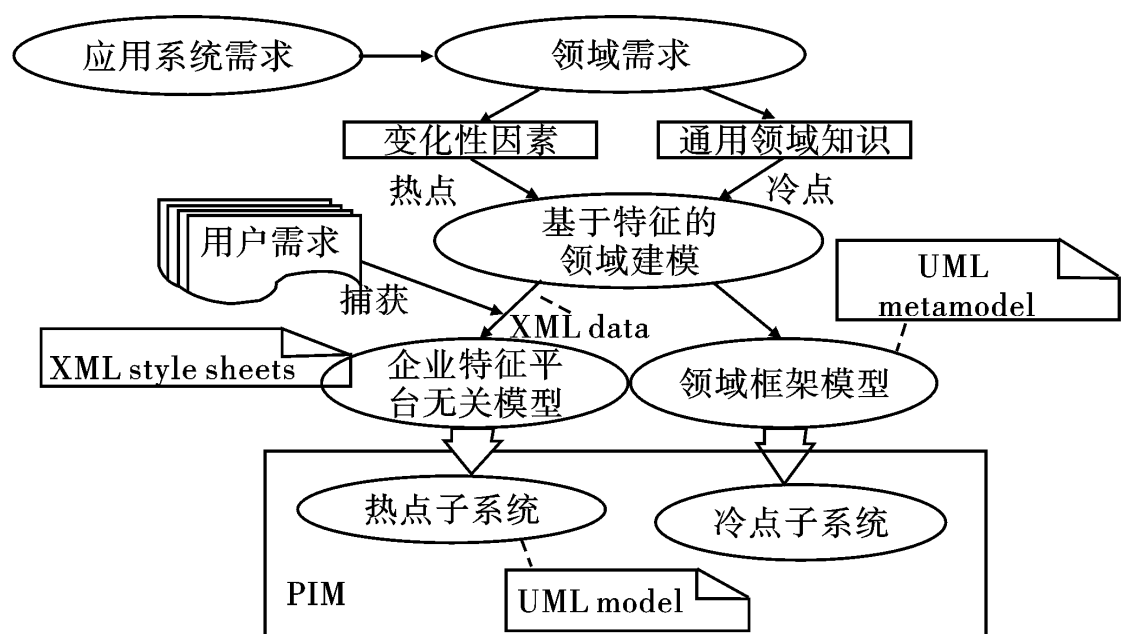


图3 完整的PIM建立过程

图3给出了完整的PIM建立过程。由CIM到PIM的转变是人工的一种迭代过程,它们的基础都是应用系统需求,是从不同视角对系统的不同层面的同一描述。计算无关模型中,给出的特征特别是变化性特征是必须在PIM中实现的。具体来说,领域分析中引入框架分出了热点子系统和冷点子系统,对于动态变化

性特征,当新的变化性产生时可以把它作为一个值添加到维度中,实现了模型的可扩展性。图2描述了从应用系统需求到领域特征模型建立的整个过程,和常规领域建模的区别在于,特征领域建模将业务模型进一步细化,利用热点子系统描述纬度代表的动态性变化,然后对热点子系统输入领域需求中提出的变化性约束和变化性绑定,进一步精确热点子系统,最后将通过公共领域知识得到的冷点子系统与热点子系统组合/裁减得到领域特征模型。

部分——热点子系统中描述的各种模型元素将在PIM 中被灵活实现 ,对于公共部分——冷点子系统 ,它与最终PIM 的公共部分一致 ,因此热点子系统在决策模型中定义来描述在领域分析过程中所有可能的用户需求定义和规则集和相互联系的约束。

MDA 的主导思想是模型复用^[5] ,而模型复用是针对特定应用领域而言的 ,实际应用中无法给出一个适合任何平台任何领域理想、通用模型 ,但任何实际可运行的系统都具有特定的领域。通过引入领域工程可以分解出变换性因素和通用领域知识 ,将领域知识进行合理划分 ,严格限制可变性因素的作用域 ,减少变化性因素的负面效应 ,不仅提高了PIM 的描述能力 ,而且为领域知识的复用也提供了有力保证 ,体现了MDA 的主导思想。

4 结 语

MDA 开发的关键和焦点是对系统的建模 ,由于MDA 正处于发展阶段 ,不仅缺乏实际的应用经验 ,而且许多相关理论和方法都不成熟 ,要让MDA 走向应用 ,就必须分析和解决MDA 中的关键问题 ,为精确可执行模型的建立提供实际可行的方法。文中提出的精确建模方法只是从需求和设计过程上对建模方法的一种规范 ,要构建可执行模型还必须从元建模理论和方法上对建模的实现技术进行数学高度的形式化规约。

参考文献

[1] Anneke Kleppe Jos Warmer .Wim Bast .MDA Exploained the Practice and Promise of the Model Driven Architecture [M] . Pearson Education Asia Limited and Posts & Telecom munications Press 2003 .
[2] 李克勤 ,陈兆良 ,梅 宏 ,等 .领域工程概述[J] .计算机科学 1999 26 (5) 21 ~25 .
[3] 张 伟 ,梅 宏 .一种面向特征的领域模型及其建模过程[J] .软件学报 2003 16 (8) 1345 ~1355 .
[4] Ana Belen Garcia Jason Masell David Sellier From Customer Requirements to PIM Necessary and Reality [EB /OL] European Software Institute 2002 .
[5] Shane Sendall ,Wojtek Kozaczynski .Model Transformation the Heart and Soul of Model-driven Software Development [J] . IEEE Software 2003 20 (5) 42 ~50 .

(上第94 页)

从固有振型的形态上看 ,网格越细得到的板或者加筋板的局部振动越多 ,而且粗网格模型得到的振型都为前2 种振型的结果所包含。

3 结 论

- a .对于薄壁、加筋结构 ,由于板、梁结构在刚度方面的差异 ,局部振动的效应是普遍存在的 ,它们对于结构的动力响应、安全性和正常使用的影响不能被忽略。
- b .如果需要对一个复杂结构的动力特性进行精确的计算分析 ,需要采用比较精细的网格模型。因为 1) 细网格模型可以对结构的实际构造和细节进行较为精确与符合实际情况的模拟和描述 ,而这些构造和细节对方舱结构的动力性能是有影响的。2) 细网格模型中 ,板单元的形状(四边形单元的长宽比、单元歪斜程度 ,以及三角形单元的锥度等)可以更好 ,从而避免由于单元歪斜或者其他不好的性状而造成的误差。

参考文献

[1] CCS .船上振动控制指南[S] 北京 :人民交通出版社 2000 10 ~12 .
[2] 张永昌 .MSC Nastran 有限元分析理论基础与应用[M] 北京 :科学出版社 2004 337 ~338 .