

基于模板、模块、约束的 BOM 可配置模型

Configurable Model of BOM based on Templates, Modules, Rules

李大伟 苏翔 杨艳艳 (江苏科技大学 经济管理学院 江苏 镇江 212003)

摘要: 本文提出基于模板、模块、约束的 BOM 可配置模型。该模型根据成组技术把复杂产品“分割”成“相对固化”的产品族模板,利用模板特征属性、模块选项来配置产品的结构,同时通过约束的配置实现产品变型和 BOM 的快速生成。

关键词: 模板 模块 约束 BOM 可配置模型

1 引言

传统产品的设计是将产品的几何信息和结构信息标注同一张图纸上,BOM 系统从中提取产品结构数据,形成 BOM 和图纸结合与配对。当用户对 BOM 某一层的零部件提出个性化需求时,BOM 上层的所有产品数据都需要更改,从而导致了所有的图纸需要更改;同时由于大量选择配件和替代材料使得 BOM 维护难度大大增加^[1]。如果将每个个性化产品建立一个独立的 BOM,BOM 数目将急剧增加,并且由于 BOM 结构相似度很高,造成信息大量冗余。当今,大型产品都由单件小批生产模式向大规模客户化定制生产模式转变,如果在多变的环境下采用少量配置工作响应产品的更改,自动生成准确的部件、组件、构件、零件。这对整个产品 BOM 的产生将是十分有吸引力的。

版表主要字段;同时可根据实际需要,增加或者删除某些可选字段诸如数量、单价、总价等。BOM 模板配置主要是用来完成对产品族特征参数的设定,并按规定的行列顺序存入 SQL Server 中模板库的新建表里;在调用或者修改该模板时,可按规定的行列顺序从此表中将模板参数依次读出。此外,BOM 模板的容量随产品族种类的增加而增大,选择了模板中某些可选的特征参数就构成了一种新的产品品种。BOM 模板除了生产商原有的产品种类以外,新产品也可及时地添加到 BOM 模板中,不必更新全部 BOM、占用大量资源。模板设置后,各项参数被保存并传递给 SQL Server 中特定的存储过程,通过调用执行存储过程就可实现对模板 BOM 数据库数据输出的控制^[3]。

表 1 模板表

模板 ID
模板名称
模板编码
特征属性 1
特征属性 2
……
数量
单价
总价

2 BOM 模板、模块和规则约束的配置

2.1 BOM 模板配置

BOM 配置模板可以看作是对产品产品族结构的抽象描述,对于不同分类的产品族可单独构造各自的配置模板。BOM 模板配置把成组技术融入产品开发设计中,根据企业已有产品族的分类特性建立多个具有特定功能的产品结构配置模板,根据不同需求,输入配置模板所需要的技术参数值,从而快速配置出最接近需求的产品雏形^[2]。

从数据库角度上说,BOM 配置模板是一种特殊的表,称之为模板表。表 1 是模板表的一种常用结构。模板 ID、模板编码、模板名称、模板特征属性等项是模

2.2 BOM 模块配置

BOM 配置模块对应于产品族(模板)中的某个具体型号产品。为适应不同的具体某型号产品设计要

求,产品模块的某些功能与性能属性具有多个可选的选项值,将这些选项设为变量,根据变量的取值组合决定具体的产品模块结构。其中的变量体现为选项,选项定义了可描述的特征,如设计特征(功能接口、结构尺寸参数、结构型式等)、制造特征(加工工艺要求、材质、外观等)、装配特征(装配数量关系、装配接口等)、其他特征(包装、价格、交货期等)等。

模块由多个选项组成,当模块的某些选项具有多个取值时,并且这些选项的取值是确定该模块所必须的,可以将这些选项视为模块变量,即该模块配置设计中的变量,用 $C = (C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{ij}) (i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3)$ 表示,其中 $C = C_{ij}$ 是第 i 个模块的第 j 个选项变量。当产品的个性化需求变化时,实际上就是对模块“选项”的更新,采用划分好的选项规则,将不同选项值映射到各模块选项(模块变量)。这种快速模块配置的过程是一个给选项重新赋值的过程,选项可以取一组连续的值,供配置人员或约束确定其数值;也可取一组间断的值,供配置人员进行选择。选项可以具有公共选项、私有选项、呈现选项、全局选项和外部选项等类型,以适应不同的配置需求。模块选项的取值分为可选参数和默认参数,参数值有可量化和不可量化之分,可量化的参数值一般为数值,不可量化的为其它形式。

BOM 模块配置是针对各种选项变化,通过搜索预定义的模块模型,来确定模块选项的取值,找出满足需求的模块,并按照一定的规则组合、输出模块 BOM 的过程。

2.3 约束配置

约束是限制模板、模块、选项取值的组合关系。在模板、模块、选项的选配过程中,并不是所有的组合都是合理的,需要建立互斥约束,屏蔽不合理的组合。不同模板、模块、选项之间可能存在依赖关系,需要建立共存约束,以保证两个同时选择。模板、模块中往往中包含多个可选件和必选件,约束配置的过程就是对这些可选件和必选件进行组合的过程。一个约束通常包括三方面内容:一组变量;每个变量的值域;对变量取值的约束。约束满足问题的解,就是从值域中取值分配给相应的变量,使所有约束被满足。

约束配置就是使用变量条件来配置模板、模块使其生效。变量条件由选项及其取值组成的多个判定,通过逻辑运算符 and, or 组成一个逻辑表达式,每个判

定的格式为:选项名 + 运算符 + 选项值。在所有选项都赋值后,模板、模块配置会计算逻辑表达式的值,如果为真,则当前配置方案有效,反之,则当前方案无效。随着配置内容的丰富和完善,需要对模板特征参数、模块选项参数进行增加、移出等;同时在数据库中对配置知识进行修改,如添加新的选项、为已有选项添加新的取值、增加约束、设置变量条件等。图 1 所示的是约束对象和模板、模块对象在关系数据库中的实现结构。模板、模块配置时,系统根据已选择对象和约束条件自动筛选可选和不可选的模板、模块,生成预期的产品 BOM。

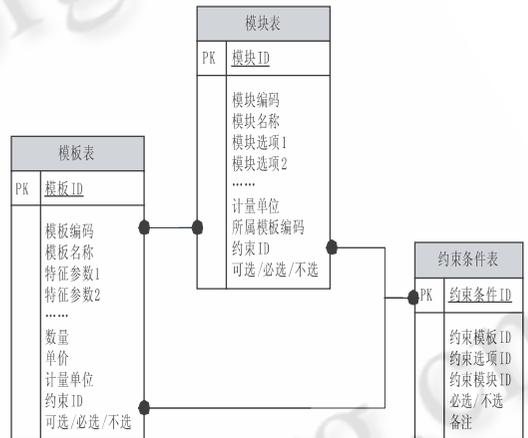


图 1 规则对象和模板、模块对象

2.4 以模板、规则、模块为基础的 BOM 配置模型

产品配置是根据预定义的零部件集合以及它们之间的相互间的约束关系,通过合理的组合,形成满足特定要求产品的过程。根据模板、模块、约束理论以及关系,产品的结构可以形式化表示为二元组:

$$PR = \{MP, C\} \tag{1}$$

式中 PR 表示产品;MP 表示产品下属的各产品族模板集合;C 表示配置约束规则集合。

$$MP = \{MP_ID, MP_attr, type, MP_V, MP_T, MP_O, C\} \tag{2}$$

式中 MP_ID 表示模板的标识;MP_attr 表示模板的特征属性集合;type 为模板的类型;MP_V 为模板的版本号;MP_T 为模板的创建时间;MP_O 表示对模板的各中操作;C 表示配置约束规则集合。

$$SP = \{SP_ID, MP_ID, SP_attr, SP_T, SP_V, SP_O, C\} \tag{3}$$

SP_ID 表示模块的标识;MP_ID 表示模块所属模板的标

识;SP_attr 表示模块选项的集合。SP_T 表示模块的时间属性集合;O 表示对模块的各种操作;C 表示配置约束规则集合。

$$SP_attr = \{ ID, s_type, d_type, v_type, b_r, result \} \quad (4)$$

ID 表示选项的标识;s_type 为选项值来源类型;d_type 为数据类型;v_type 为选项值取值类型(包括连续类型和离散类型);b_r 为选项取值范围;result 为取值结果。

$$SP_T = \{ PS, PE, AS, AE \} \quad (5)$$

PS 表示模块计划开始时间;PE 表示模块计划结束时间;AS 模块实际开始时间;AE 表示模块计划结束时间。

$$C = \{ ID, condition, result \} \quad (6)$$

ID 为约束的标识号。condition 表示将多个配置选项的变量限制条件采用与、或运算连接起来所构成的复合条件。

$$condition = \{ key_attr, comp, comp_value, logic \} \quad (7)$$

其中,key_attr 表示满足该条件的属性;comp 为比较符,包括“等于 =、大于 >、大于等于 > =、小于 <、小于等于 < =、不等于 < >、LIKE”等;comp_value 是输入的关键属性应该满足的比较值;logic 由“AND(且)”、“OR(或)”组成。result 是运行该规则得到的结果。

$$result = \{ select_obj, logic \} \quad (8)$$

其中,select_obj 是指满足条件的选择结果;logic 由“AND(且)”、“OR(或)”组成^[4]。

那么产品可变配置部分就是:

$$V(PR) = MP(MP_ID, MP_attr, C) \times SP(SP_ID, MP_ID, SP_attr, C) \quad (9)$$

可配置部分 BOM 就是:

$$VBOM(PR) = f[MP(MP_ID, MP_attr, C), SP(SP_ID, MP_ID, SP_attr, C)] \quad (10)$$

f 为 VBOM 与 MP,SP 的函数映射关系。

该模型针对产品中某一产品族(模块)或者模块中某选项的变化,运用参数变量(MP_attr 和 SP_attr)、版本变量(MP_V 和 SP_V)来更新特定的内容,同时通过建立相应模板、模块、选项的标识变量,达到快速配置产品,高效产生 BOM 的目的。同时该配置模型能表示一系列的产品结构和关系,涵盖产品所有可能的变型,不仅包括已经预定义的产品结构变型,而且也涵盖未完

全定义的产品变型。

3 产品配置产生 BOM 过程

产品配置产生 BOM 过程就是基于产品配置模型,根据客户需求、设计、制造、成本等约束条件,把产品结构实例化产生 BOM 的过程,该过程的步骤主要如下:

- (1) 提取产品的产品族特征参数 MP_attr、具体产品选项参数 SP_attr 等信息发送到配置模型。
- (2) 从产品数据实例库中进行匹配。
- (3) 如没有匹配产品实例,则按照产品族特征参数 MP_attr 固化模板,进行模板配置。
- (4) 划分归属于各模板的模块,根据 SP_attr 配置模块,为各模块的选项赋值。
- (5) 当前的选项中无有符合要求的值,将该选项相关的约束、选项值和变量条件添加到配置知识库,更新配置模型;
- (6) 规则约束库对各选项值进行约束检查,若当前选项值违背了约束,则进行合理的赋值。
- (7) 固化当前模块,把模块配置存入模块库保存。
- (8) 检查模板的下层是否有模块没有配置,如果有,返回到步骤(4)。
- (9) 检查配置结果,如果没有问题,保存和打印配置结果;否则,返回步骤(3)修改配置。
- (10) 产品配置完成,生成 BOM。

图 2 显示了产品配置产生 BOM 过程的流程图。

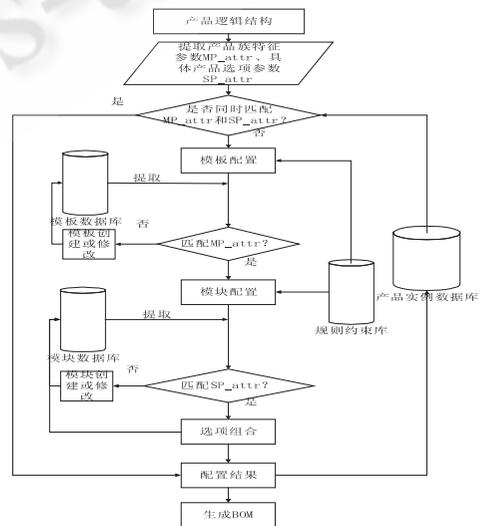


图 2 产品配置产生 BOM 过程

(下转第 93 页)

4 结语

复杂产品企业的经营运行多为订单设计方式,且其订单产品多为大成套、专用、单件、小批、多品种^[5]。面临顾客化的市场需求,企业往往采用大规模订制地缩短产品的设计和开发周期,使企业能够对市场的变化做出快速反应,达到提高企业竞争能力,提高经济效益的目的。本文提出的基于模板、模块、规则约束的产品配置模型,是采用参数化产品模型的方法建立的,它利用“模板、模块固化,产品族属性、具体产品特征属性参数化”的方式,能够快速、方便地得到具体产品的结构信息,大大方便了产品 BOM 的配置,对企业实施大规模定制有一定借鉴意义。

参考文献

- 1 刘武贵,孙建雄,黄智敏.支持产品配置的 BOM 管理技术的探讨.计算机应用,2006,29(2):54-55.
- 2 林相华,谭建荣,裘乐淼.基于配置模板的快速配置设计系统研究.机械,2006,3:4-6.
- 3 袁建国.基于 BOM 的制造信息系统集成关键技术研究.计算机应用研究,2004,4:39-40.
- 4 陈继忠,川凌,童秉枢.面向协同设计的产品结构与配置管理系统.清华大学学报(自然科学版),2005,45(8):1044-1047.
- 5 Hansen K, Rush H. Hotspots in Complex Product System: Emerging Issue in Innovation Management. Technovation, 1998, 18(9):555-561.