

面向主动对象的工程数据库系统*

Active Object-Oriented Engineering Database System

何 东 李陶深
He Dong Li Taoshen

(广西大学计算机与信息工程学院 南宁 530004)
(College of Comp. & Info. Eng., Guangxi Univ., Nanning, 530004)

摘要 描述面向主动对象的工程数据库系统模型, 探讨面向主动对象的数据库技术在工程数据库系统中的应用, 给出利用该技术来建立 CAD 实体模型的一些方法。

关键词 面向主动对象 工程数据库系统 数据库系统模型 ECA 规则

中图法分类号 TP 311.13

Abstract The active object-oriented engineering database system model is described. The application of the active object-oriented database technology in engineering database system is discussed. Some methods of creating CAD object model by using active object-oriented database technology is given.

Key words active object-oriented, engineering database system, database system model, ECA rules

面向主动对象的数据库系统是在用面向对象技术构造工程数据库系统中, 融入主动数据库思想重新构造一种新的数据库系统模型。近年来, 主动数据库技术一直是人们研究的热点, 因为主动数据库具有很多传统数据库无法比拟的特性。一般说来, 传统数据库系统是被动的, 就是说数据对数据库周围的条件或数据库内部的值不进行主动反应。例如主动提出警告, 主动检索信息, 主动实现某些动态修改甚至主动提供设计方案和优化设计方案等等。近年来提出的主动数据库概念提出了让数据库系统主动进行服务的思想, 即系统能自动识别操作者当前所需的信息, 并从数据库中找找到并提供给操作者。这可以通过在数据库之外预先嵌入一些被称作 ECA 规则 (即事件-条件-动作规则) 来实现。这些规则的含义是: 当某事件发生后, 将引发数据库管理系统去检测数据库当前状态, 检查是否满足设定条件, 若条件满足, 便触发规定动作的执行。因此, 主动的数据库管理系统不仅知道如何完成操作, 完成什么操作, 而且知道何时去完成操作。这些特性, 正是我们构造一个智能化、人性化的工程数据库系统所必需的。

1 工程数据库系统主动性的实现途径

在原有的工程数据库系统中实现主动的功能有以下几种实现途径:

(1) 扩展法:即在原有数据库系统的基础上,增加实现主动功能的代码。一般由程序员判断在哪里需要主动功能,并在该处增加相应的监控和操作代码。由于系统的环境随着设计者所进行的操作不同而不断变化,很多情况是难以意料的,所以利用这种方法设计的工程数据库系统,其主动性只能是比较简单和有限的。

(2) 改造法:通过对原有的程序语言进行改造,使它变成一种主动的程序设计语言,然后按传统的方法进行设计,并把数据库的主动服务功能嵌入其中。应该注意的是,原有的程序设计语言不一定支持这种改造,因为一些过程化的语言都是以被动的命令方式执行的。

(3) 重新设计程序设计语言:它通过重新设计一种完全不同的、以主动服务思想为基础的程序设计语言,将主动服务所进行的操作和应用程序完全融合在一起,以最自然的方式来构造系统。

比较以上3种途径,我们发现,要使工程数据库系统具有主动服务的性能,第1种方法是最简单的,但是只能实现一些有限的主动性,实现的效果并不理想。第3种方法是一种效果最好、但实现难度很大的方案,因为不仅其设计与实现工作量大,而且目前对于主动数据的研究还处在一个开始的阶段,还有很多问题没有解决。第2种途径是一种折衷的方案,关键在于寻找一种合适的程序设计语言,使我们不需要作很大的改动,却能把主动服务的功能嵌入其中,从而在原有系统的基础上,实现我们所需的主动特性。

2 面向主动对象的工程数据库系统 (ACOODBS)

2.1 面向对象技术

我们认为,面向对象的程序设计语言是实现工程数据库系统主动性的一种比较理想的语言。利用面向对象语言,我们不仅可以很好地描述复杂的工程数据,而且我们还可以很方便地对所定义的对象加以改造,增加所需的功能。因为面向对象语言具有以下一些特点:

(1) 面向对象的方法符合人们对事物认识的习惯,它把任何事物都当做一个整体的“对象”来处理,每个对象都有属于自己的数据类型和定义在其上的各种操作或者称为方法。利用这一特性,可以把各种复杂的工程数据封装在一个对象中。无论工程数据的类型有多复杂,经过面向对象方法处理后,我们可以获得一个统一的简单的外部接口。只要外部接口形式不变,内部方法的具体实现可以随意改变,且不会影响其他对象对它的操作和使用。

(2) 面向对象技术支持对象的继承,重载。通过这一机制,可以用简单的对象组合成比较复杂的对象,由此不断组合,就可形成一个十分复杂的对象世界。这种过程和我们进行设计时所经历的过程是十分相似的。

(3) 面向对象方法支持滞后联编,对象之间只以互传消息进行联系,一个对象不能直接对另外一个对象的私有成员进行操作。通过这样的机制,不仅保证了对象数据的完整性、正确性,而且对于处理那些事先无法确定的动态的工程数据十分合适。

(4) 面向对象的数据和实现的方法是分开的,所以可以很方便的对一个对象的数据类型进行扩充和增加所需的功能。这就为我们把被动的对象改造成主动对象提供了基础。

2.2 主动对象类

一个对象可以抽象成以下的三元组:

$$\text{Object} = \{E, M, P\},$$

其中 E 代表一个对象中各种组成元素, M 是一个可操作的方法的集合, P 是该对象的父类对象集合。一个主动对象可以抽象为以下四元组:

$$\text{AO} = \{E, M, ECA, P\},$$

其中 ECA 就是我们嵌入对象中的、附属于方法 M 的一组“事件-条件-动作”规则的集合。在方法 M 中, 还可以定义另外一类特殊的方法(称作“监视器”), 用于监视系统环境的变化和操作者当前所进行的操作。每当对象被激活时, 这些监视器就自动执行, 监视系统环境的变化, 并根据系统环境的变化动态改变对象的状态。当系统环境的参数附合 ECA 规则时, 就激活相应的规则序列和执行相应的操作。所以 M 中不仅仅设有被动接受命令的方法, 还设有主动捕获系统环境变化和操作者意图的监视器。我们甚至可以定义一个对象的状态位, 通过监视器监视一些非法操作。当发现有非法操作时, 监视器调用相应的操作将另一对象的状态位置为非活动状态, 从而防止非法操作的发生。我们知道, 要实例化一个对象, 首先要调用一个类的构造函数来进行初始化, 如果没有定义构造函数, 所调用的就是系统默认的构造函数。这一思想为我们设计监视器提供了很好的基础, 而允许多个构造函数的存在使我们可以根据一定的规则来动态设置和改变对象的初始状态。

对于所用的 ECA 规则, 我们可以这样来定义:

```

RULE <规则名> [ (<参数>, ...)]
WHEN <事件表达式> [ (<事件-条件耦合式>)]
IF <条件表达式> [ (<条件-动作耦合式>)]
THEN <动作序列>
[WHERE <约束>]
[EXCEPTION <例外动作处理>]
END [<规则名>]

```

在这里所定义的规则名, 在编程时就是方法名, 所用的参数也就是方法中的参数。

从上述定义可见, 对于主动对象的存取或操作都有可能激活一个“事件监视器”去检测所定义的规则组, 从而主动执行一些预先定义的动作。因此, 这样定义的对象是一种主动的对象, 它不仅可以根据环境的变化改变自身的状态, 还能改变其它对象的状态, 而且可以根据一定的规则进行推理, 捕捉设计者的意图, 自动为设计者提供所需的数据库信息。因为我们把监视器和 ECA 规则作为一类特殊的方法来处理, 要实现这样的功能, 并不需要对所用的编程语言做太大的改动。

2.3 ACOODBS 的技术实现

下面给出如何利用 ACOODBS 思想实现当前 CAD 系统中一些比较流行的建模技术。

2.3.1 动态导航技术

动态导航技术是当前一些 CAD 系统在几何建模时所采用的一项智能化的先进技术。利用动态导航技术, 系统能自动捕捉设计者的设计意图, 自动将光标定位到所需位置, 并进行相关的操作。运用该技术, 可以大大提高作图的效率, 节省大量的辅助操作时间。其原理是: 在进行平面的三视图作图时, 根据三视图的作图规则, 只要确定其中两个视图或一个视图的

数据, 另外视图的数据可以根据已知视图的数据, 结合三视图作图规则, 全部或部分生成。同时, 对作图中将要用到的数据, 经过智能化处理后主动提供给设计者。

实际上, 动态导航技术的思想和 ACOODBS 系统的主动思想是完全相同, 它是根据三视图的作图规则, 实时检测当前光标所在位置, 当光标与某特征点重合或接近时, 激发相应的 ECA 规则, 根据规则自动定位到另一视图对应于特征点的位置, 并执行相应的作图操作。因此, 利用 ACOODBS 思想来实现动态导航技术是简单易行的。只要在原有数据库数据模型的基础上, 集成主动概念即可。

2.3.2 变量化设计技术

参数化 CAD 技术在产品图形设计中已经获得广泛的应用, 它的主要特点是: 基于特征, 全尺寸约束, 全数据相关, 尺寸驱动设计修改。充分体现了在许多标准件、零部件上简便易行的优势。但参数化技术尚有许多不足之处, 首先, “全尺寸约束” 的规定制约了设计者创造力和想象力的发挥; 其次, 必须严格通过尺寸的改变来驱动形状的改变; 其三, 当所设计的部件形状过于复杂时, 如何改变尺寸参数达到所需的形状就很不直观。

鉴于参数化技术存在的不足, SDRC 公司提出了一种先进、实用的实体造型技术——变量化设计技术。其主要指导思想是: 设计者可以采用先形状后尺寸的设计方式, 草图设计采用概念设计, 允许采用不完全的尺寸约束, 允许设计者对设计对象的修改存在较大的自由度, 设计者可以充分发挥自己的创造力和想象力, 图形元素的关系可根据设计意图更改, 最后, 通过求解一组约束方程来确定产品的尺寸和形状。这里, 关键的技术问题是: 如何检查约束的完备性? 欠约束和过约束情况下能否进行约束方程的联立求解及数学处理?

这些问题可以利用基于 ACOODBS 集成主动概念的方法来解决, 即在原来变量化技术的基础上, 增加一个层次用于检测约束的完备性, 并对欠约束和过约束的情况进行处理。设有约束 A 和基变量的未知数集合 B , 根据约束方程关系, 在 A 、 B 集合中进行匹配。具体的约束完备性检查的规则为: 若 A 中元素均被匹配到集合 B 中, 而 B 集合元素也均被匹配到 A 集合中, 则该约束为完备性约束; 若 A 中有元素未被匹配到 B 集合中, 则该约束为欠约束; 若 B 中元素未被匹配到 A 集合中, 而 A 集合元素均被匹配到 B 集合中, 则该约束为过约束。

欠约束的处理规则是: 首先确定所有变量的约束方程, 然后程序根据变量化技术的基本规则, 由基变量的优先级以及图形数据库中存储的当前值, 自动给未定的约束变量赋予一组初始值, 再进行约束方程求解即可。对于给予的一组初始值, 还可以充分利用附加层进行优化设计。过约束的处理规则是: 首先对基变量的优先级进行比较, 顺序选取优先级大的变量, 直到变量个数恰好满足完备性条件, 则解由这些变量确定约束方程即可。

从上述的规则我们可以看到, 利用 ACOODBS 思想实现的变量化设计, 综合了变量化设计技术和人智能方法的优点, 在原有变量化技术的基础上, 设计师可以采用更灵活的设计方法, 根据产品设计的需要, 任意给定一组参数, 便可自动产生其相应的精确作图, 从而设计师可以专注于基本设计目标的实现。

2.3.3 行为建模技术

行为建模技术是这样一种技术: 它在设计产品时, 综合考虑产品所要求的功能行为、设计背景和几何图形。它采用知识捕捉和迭代求解的智能化方法, 使工程师可以面对不断变化的要求, 追求高度创新的、能满足行为和完美要求的设计。

行为建模的功能主要体现在以下 3 个方面:

(1) 智能模型。利用 ACOOD 定义的智能模型能捕捉设计和过程信息,以及定义一件产品所需要的各种工程规范。它是一些智能设计,提供了一组远远超过传统核心几何特征范围的自适应过程特征。这些特征有 2 个不同的类型,一个是行为特征,它包括工程和功能规范。另一个是应用特征,它封装了产品和过程的信息。自适应过程提供了大量信息,进一步详细确定了设计意图性能,是产品模型的一个完整部分,它们使得智能模型具有高度灵活性,从而对环境的变化反应迅速。

(2) 目标驱动式设计。能优化每件产品的设计,以满足使用自适应过程特征从智能模型中捕捉的多个目标和不断变化的市场需求。同时,它还能解决相互冲突的目标问题,采用传统方法不可能完成这一工作。由于规范是 ACOOD 定义的智能模型中固有的,所以模型一旦被修改,工程师就能快速和简单地重新生成和重新校验是否符合规范,即用规范来实际地驱动设计。由于目标驱动式设计能自动满足工程规范,所以工程师能集中精力设计更高性能、更多功能的产品。

(3) 开放式可扩展环境。ACOOD 面向对象技术的特点,提供了良好的扩展性,程序员可随时增加适应于新技术和环境的规则和功能,而不必重新构造整个系统。另一方面,遗传和继承技术,避免了重复和冗余。开放式可扩展环境通过在整个独特的工程中提供连贯性,从而增强了设计的灵活性。

3 结语

如上所述,在已有的面向对象数据库数据模型上实现 ACOODBS 是简单易行的,运用 ACOODBS 数据模型,能使系统的整体功能大大加强,朝着智能化的方向靠近一大步,因此,基于 ACOODBS 技术的工程数据库模型是一种很有前途的数据模型。

国外已经在研制和开发一些 ACOODBS,但尚未达到实用的阶段。在国内,进行 ACOODBS 研究的还不多。从目前技术发展趋势分析,面向对象数据库技术和主动数据库技术正在成为数据库技术的主要发展方向。

参考文献

- 1 宛延. 工程数据库系统. 北京:清华大学出版社,1999. 7.
- 2 兰 箭,张荣成等. 基于图的参数化设计方法. 计算机辅助设计与图形学报,1997, 9.
- 3 杨艳芳. 智能数据库与 CAD. 计算机辅助设计与制造,2000, 2.
- 4 罗 浩,陈立平,周 济. 几何约束满足问题的归约分治算法. 计算机学报,1996, 19 (2).
- 5 沈 剑,董金祥. HyCAD: 一个基于结构化变分几何的变参设计系统. 计算机学报,1996.

(责任编辑:蒋汉明)