

面向对象系统分析方法的研究

刘培玉 刘法胜 张家重 潘建平 (山东师范大学计算机科学系 250014)

摘要:本文首先给出了一种用于信息建模的层次式面向对象的系统分析模型,包括静态模型和动态模型,其次还讨论了需求分析模型的正确性及一致性问题。利用这种层次方法建立的需求分析模型,易于理解和维护,又便于图形描述,因而,支持需求分析建模的辅助软件工具也易于开发实现。

关键词:系统分析 面向对象 层次模型 静态模型 动态模型 一致性

一、引言

由于传统的系统开发方法存在一些不足,仍没解决“软件危机”问题,因此出现了一种新的系统分析方法,即面向对象的系统分析方法,利用这种方法建立的需求分析模型与现实世界相吻合,使得系统分析和求解过程变得比较简单。近来, J. Rumbaugh 提出了一种面向对象系统分析方法,叫做面向对象建模技术(OMT)。它利用三种模型(对象模型、动态模型和变换模型)来描述需求分析。由于 OMT 中缺乏层次概念,使得对系统不同抽象层次的描述比较困难。

本文给出了一种层次式面向对象的系统分析模型(HOOAM),用层次方法描述需求分析模型,使得模型容易理解和维护。该模型包括静态模型和动态模型两部分。静态模型和动态模型既简单清晰又易于图形表示,因此,该模型为系统需求分析提供了一个有效的工具,同时支持需求分析建模的辅助软件工具也易于开发实现。

二、面向对象系统分析层次模型

建立系统模型的目的就是识别问题领域的对象,描述它们之间的关系。对象间的关系表现在两个方面:一是对对象间的概述关系,二是对对象间的交互作用。它们分别通过静态模型和动态模型来描述。

1. 几个基本概念

(1)对象(类):对象是现实世界中的一个物理存在或是一个概念,它由若干表示其特征的属性和实现特征变化的动作组成,对象有唯一的标识符。具有共同性质(有相同的属性和动作)对象构成对象类,属于某个对象类的对象称为该对象类的实例。各种属性和动作都隐蔽在对象中,只有通过“消息”传递(触发条件)才能访问对象。

(2)属性:描述对象的某一特征或性质称为属性,属性既可以是简单的,也可以是组合的。

(3)动作:实现对象状态变化的操作或方法称之为动作。

(4)关系:对象类间的静态关系就是相应实例间同类关系的集合。我们把对象类间的静态关系归为五类:① 1:1 关系,表示两个或两个以上相对独立的对象类中实例间 1:1 的联系(类同 E-R);② 1:M 关系,表示两个或两个以上相对独立的对象类中实例间 1:M 的联系(类同 E-R);③ M:N 关系,表示两个或两个以上相对独立的对象类中实例间 M:N 的联系(类同 E-R);④子/父类关系,表示一个对象类都具有另一对象类的所有特征和动作(子类)或反之(父类);⑤组合/部分关系,表示一组对象类被抽象组合为一个复杂对象类(组合)或反之(部分),这种关系下对象类之间一般只能部分继承。

2. 静态模型

(1)对象关系图。下面介绍对象关系图的画法:

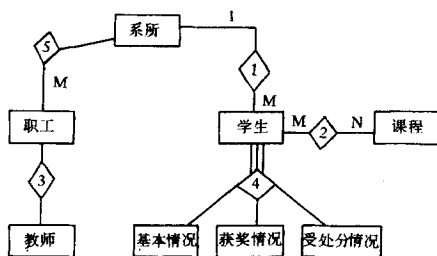


图 1

①对象类:用矩形框表示,其中写上对象类的唯一名字或编号,对象类的属性和动作描述及约束定义另外进

行;

②关系:用菱形框表示,其中写上关系的唯一名字或编号,并注明关系的类型,对子/父类关系和组合/部分关系可以在菱形框上加一些特别标志(见图1)。

上面的例子是描述的学校中职工、教师、系所、学生和课程及其之间的关系,其中教师和职工之间是子/父类关系,学生和基本情况、获奖情况、受处分情况之间是组合/部分关系。

对象类及其间的关系也可以用形式化语言来定义和描述。对给定的对象类 C , 其对应的集合(对象集)记为 Sc , 则 Sc 定义为:

$Sc = \{O_i: O_i \text{ 是 } C \text{ 中的实例}\}$ (注每个实例均包括属性和动作)

定义 N 元关系集 R 如下:

$R(C_1, C_2, \dots, C_n)$ (C_i 不必各不相同), 其含义是 R 由若干个形如 $(O_1, O_2, \dots, O_n)$ 的元组构成的集合, 其中 $O_i \in C_i (1 \leq i \leq n)$

所有对象类及其间的所有关系集构成对象关系图, 它是系统静态模型的图形表示, 对象关系图本身也可以作为一个对象类, 该对象类的实例即是该图所描述的概念的实例。

(2)约束条件。约束条件规定对象类和关系集所必须满足的条件, 约束条件可以按规定形成给出, 也可以用一阶谓词或自然语言给出。例如: 对象类的约束条件, 规定一个对象类的实例的取值范围和个数范围; 对象参与关系的约束条件, 对关系集 $R(C_1, C_2, \dots, C_n)$, 规定每个 C_i 中任意对象实例 O_{ij} 允许在 R 中出现的元组 $(\dots, O_{ij}, \dots)$ 的个数范围。还可定义共现约束条件和其他约束条件等。

3. 动态模型

状态图是动态模型的成份, 它表示对象类的行为。对每个对象类都对应一个状态图。对象类间动态交互关系表示对象类中实例之间的交互作用。所有对象类的状态图及它们之间的交互作用构成动态模型。

(1)状态图。对每个对象类都有相关的动作, 对每个动作是针对某一对象类的动作(对象类可能是组合对象类或复杂对象类)。对象类的实例在不同的时刻可能处于不同的状态, 状态转换是通过触发条件完成动作来实现的。我们将其定义为四元组:

$\langle ST_1, TR, ACT, ST_2 \rangle$

其含义是: 当对象处于先导状态 ST_1 时, 若转换触

发条件 TR 满足, 则对象转化为后继状态 ST_2 , 同时执行动作 ACT 。

TR 可以是逻辑表达式, 也可以是系统预先定义的事件, 或者是复合条件。

ACT 可以用各种处理逻辑、结构化英语、判定树/表、自然语言或预先给定的方式描述的动作。

ST_1, ST_2 是对象(类)所处的特定状态, 如其中的各种取值。 ST_1, ST_2 可缺省。

每个对象类的所有状态以及定义的所有状态转换组成状态图。

(2)对象间的交互作用。交互作用表示对象中实例间可能发生的作用, 它也可用一个四元组表示:

$\langle \text{ACTOR}, \text{ACTEE}, \text{ACT}, \text{MESSAGE} \rangle$

其中 ACTOR 表示作用施方对象所属的对象类; ACTEE 表示作用受方对象所属的对象类; ACT 即为动作描述; MESSAGE 表示对象间传递的信息(一般是对象)。

三、HOOAM 模型的层次概念

对同一个对象系统可以建立抽象程度不同的多个模型, 即层次模型。且每一层次上的模型都是完整的。模型的层次是由“抽象”和“精化”两个互逆操作来实现的, 其定义如下:

对任意给定的静态模型 M_i , 将其中的一个或多个分量(对象类)分解为更多的分量, 得到一个新的静态模型 M_{i+1} , 则 M_i 的抽象级比 M_{i+1} 高一层。从 M_i 到 M_{i+1} 的转化过程称之为“精化”。反之, 若将 M_i 中若干个互不相交的分量子集分别合并为一个单独的分量得到 M_{i-1} , 则 M_i 的抽象级比 M_{i-1} 低一层。从 M_i 到 M_{i-1} 的转化过程称之为“抽象”。

1. “精化”操作

对任意给定的静态模型 M_i , 施行有限次“精化”步, 得到模型 M_{i+1} 。一个精化步包括:

(1)选择要精化的对象类 O ;

(2)给出 O 精化后的得到的分量集, 构造该分量集内部关联关系;

(3)对原与 O 关联的各个关系进行分解, 分解原则如下:

我们用 $R(O_1, O_2, \dots, O_n)$ 表示 R 与 $O_1, O_2, \dots, O_n$ 关联的 N 无关系, 各个 O_i 允许相同。对任给的关系 $R_k(O_1, O_2, \dots, O_n)$, 诸 O_i 中至少有一个是 O , 则可定义新

关系 $Rk_1, Rk_2, \dots, Rk_m$, 使得每个 Rk_j 为 $Rk(O_1, O_2, \dots, O_n)$ 中出现的 O 替换为特定的一个 O_i' 所得, O_i' 是由 O 精化得到的新对象类中的一个。

对每个满足上述条件的 Rk , 至少可定义一个新关系 Rk_j , 每个新关系关联于由 O 精化所得到的不同的新对象类或对象类集, 与该对象类或对象类集关联的元数等于 Rk 与 O 关联的元数。

2. “抽象”操作

对任意给的静态模型 M_i , 施行有限次“抽象”步, 得到新模型 M_{i-1} 。一个抽象步包括:

- (1) 选定要抽象的子模型 $S-M$;
- (2) 删除 $S-M$ 中所有分量以及仅与这些分量相关的关系;
- (3) 建立新的对象类 O' (用新对象类 O' 代替 $S-M$);
- (4) 建立 O' 与模型中其他对象类之间的关系, 建立关系的规则如下:

对原模型中尚未删除的任一关系 $Rk(O_1, O_2, \dots, O_n)$, 若诸 O_i 中包含已被删除的对象类, 则建立新关系 $Rk'(O_1', O_2', \dots, O_n')$, 并保留约束条件。其中若 O_i 未被删除, 则 $O_i' = O_i (1 \leq i \leq n)$, 若 O_i 已被删除, 则 $O_i' = O' (1 \leq i \leq n)$ 。

(5) 合并同类关系。对任意两个关系 $Rk_1'(O_{11}', O_{12}', \dots, O_{1n}')$ 与 $Rk_2'(O_{21}', O_{22}', \dots, O_{2n}')$, 若诸 O_{1j}' 与 O_{2j}' 逐项相同且 Rk_1' 与 Rk_2' 有相同的约束条件, 则二者合并为一个关系。

很明显, 若 M_{i+1} 是由 M_i 施行有效的“精化”步得到, 则 M_i 可以由 M_{i+1} 施行有效的“抽象”步得到, 在这种意下, “精化”与“抽象”互为逆操作。

3. 动态模型的层次

对每一个抽象级上的静态模型, 可以相应地构造分量集——对应的动态模型。动态模型的抽象级依赖于相应的静态模型。动态模型的精化与抽象处理看作是对静态模型精化与抽象的修改编辑过程。

四、HOOAM 模型的一致性问题的

在信息系统的分析过程中, 必须保证开发模型的有效性, 即必须保证静态模型和动态模型及各不同抽象级模型的有效性, 即模型的一致性。包括:

(1) 模型内部一致性: 规定 HOOAM 模型 (包括静态模型和动态模型) 内部应满足的条件和各种约束;

(2) 模型不同层次间的一致性: 对同一工程项目的不同抽象级上模型之间一致性是指不同层次模型是否满足抽象和精化关系;

(3) 动态模型与静态模型间的一致性: 静态模型、动态模型和状态图反映同一对象系统的不同侧面, 因此, 必须保证他们之间的一致性。信息模型完整性与一致性的详细定义略。

五、结束语

上述模型为解决需求分析提供了一个有效的图形化的方法, 它有如下的特点:

(1) 由于该分析方法支持面向对象概念, 分析模型的分量与问题域中的成份的直接对应, 使得需要分析工作变得容易理解和实施;

(2) 由于层次式需求分析的支持, 对系统分析来讲, 模型可以描述系统解空间, 而且还可以通过不同抽象级来描述系统;

(3) 由于模型可以用图形描述, 使得模型更直观易维护;

(4) 信息模型的正确性可以通过模型的一致性得到保证, 而且模型的一致性可以由支持的软件系统来完成。

进一步的工作包括模型的改进, 模型中系统需求的形式化描述等。目前, 我们正在开发支持该系统分析模型 CASE 工具。本文得到山东省科委资助。

参考文献

- [1] Meger, B. Object-oriented Software Construction, Prentice Hall, International, Canbridge, England, 1988.
- [2] Liu Peiyu et al. A hierachical model -- HOOAM of object-oriented systems analysis & CASE tools supporting HOOAM. ICYCS'95 1995.7
- [3] 李芳芸 柴耀廷, 计算机软件新技术, 清华大学出版社, 1992 年。

(来稿时间: 1996 年 3 月)