

时态对象结构的代数模型*

舒红 陈军 杜道生 樊启斌

(武汉测绘科技大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉市珞喻路129号, 430079)

摘 要 论文引入元组、集合、序列和时态4个基本构造子来建立时态对象结构的代数模型, 同时例证了各种传统时态关系模型向时态对象模型的转化。研究表明, 时态对象模型在复杂结构和时态语义建模方面比时态关系模型更具优势。

关键词 构造子; 时态关系; 时态对象

分类号 O 189; TP 311.12; P208

空间数据库、时态数据库、工程数据库等数据库应用领域的出现给传统关系数据库管理系统在体系结构、性能、功能和语义建模方面提出了严峻的挑战。复杂对象模型是面向对象数据库或第三代数据库的一个必备特征, 复杂对象模拟成为空间和工程数据库语义建模必须解决的一个突出问题。在时空数据库应用领域, 复杂对象呈现出层次、变长、有序等共同的结构特点。如多边形由不定数量弧段序列构成; 弧段由不定数量坐标点序列构成; 变化着的地理实体由一序列不同时间的有效状态来表现。

目前, 数据库系统对复杂对象建模的支持主要有以下3种办法:

1) 扩展关系数据模型。从关系代数理论和实现技术两方面同时研究非第一范式关系模型NF²和嵌套关系模型。这种方法具有坚实的理论基础——扩充的关系代数, 实现技术也有所突破, 但语义建模手段仍只限于元组和集合循环嵌套, 难以支持多媒体等复杂数据建模。

2) 扩充数据类型。重点突破复杂数据的存储、存取等管理的实现技术, 其理论基础仍为关系代数。各个厂家采取不同管理技术提供不同的基本数据类型或自定义数据类型机制(又称用户自定义类型或数据插片技术 Datablade), 在系统数据交换时存在不一致问题, 基于SQL92开发的ODBC API 提供了连接各种不同类型数据源数据的公共平台。发展扩充数据类型的数据模型又称为对象关系模型, 即在关系代数支持的核心数据库模型上开发前端的对象类库。

3) 面向对象模型。在数据库管理系统里支持

各种程序设计里的对象建模技术。究竟对象数据模型应支持哪些数据建模手段, 如何实现它, 其理论基础是什么等问题还处在一个探索阶段。尽管人们相信对象数据模型应具有丰富的语义建模手段, 但是, 目前对象数据模型在概念标准、理论、实现技术三方面都还不成熟, 有待深入研究。

Snodgrass 举例证明时态语义建模应在代数层解决^[5], 并作为ISO SQL3 标准制定专家研究加进时态语义的关系代数理论扩充——时态关系代数。然而, 关系模型在复杂对象建模方面表现出极大的局限性, 时态关系代数作为时空数据库的理论基础是不适合的。本文的时态对象结构的代数模型, 正是想在对象结构的代数模型基础上加入时态语义, 发展时态对象代数的雏形。在对象代数层支持部分时态语义建模, 在时态对象代数基础上定义各种时空应用对象是解决时空数据建模的基本思路。

1 时态对象结构的代数模型

Pistor 等人提出增加Set、Tuple、List 属性字段值来扩充关系^[6], 陈其明提出使用Set、Tuple、List 构造子进行复杂对象结构的代数定义^[1]。在他们工作的基础上, 笔者提出在使用Set、Tuple、List 构造子构造复杂对象的同时, 使用时态构造子Temporal 构造时态对象, 即Set、Tuple、List 和Temporal 为时态对象的4个基本构造子。

假设存在一个属性名的有限集 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, 其中属性名可无二义性地相互区分。

定义1 时态数据库中的基本对象递归定义

如下:

a. 原子对象,指在概念上不可再分割的数值、字符、逻辑值、日期、时间等。原子对象可独立存在。

b. 元组对象,表示为 $O=[a_1:O_1, a_2:O_2, \dots, a_n:O_n]$,其中 O_1, O_2, \dots, O_n 表示有限个对象, a_1, a_2, \dots, a_n 表示可区分的有一定独立意义的属性名, O_i 亦记作 $O \cdot a_i$,如图 1 所示, $[]$ 为元组构造子。使用元组构造子构造的对象称为元组对象。

应注意,有效时间维持其特定含义。状态存在的有效时间不能单独存在,而用户定义时间则由用户赋予具体涵义,可以独立存在。

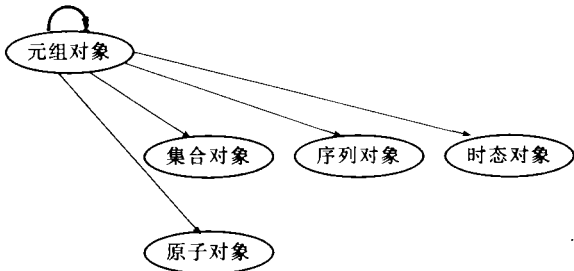


图 1 元组对象的构成
Fig. 1 Structure of a Tuple Object

c. 集合对象,表示为 $O=\{O_1, O_2, \dots, O_n\}$,其中 O_1, O_2, \dots, O_n 为有限个对象,如图 2 所示, $\{ \}$ 为集合构造子。使用集合构造子构造的对象称为集合对象。

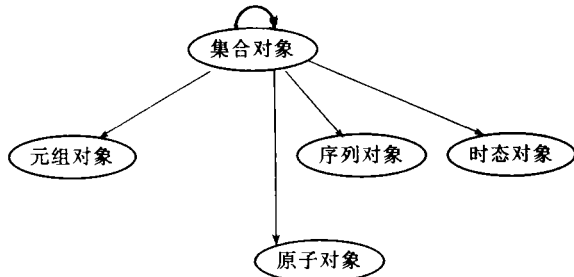


图 2 集合对象的构成
Fig. 2 Structure of a Set Object

d. 序列对象,表示为 $O=\langle O_1, O_2, \dots, O_n \rangle$,其中 O_1, O_2, \dots, O_n 为有限个对象,如图 3 所示, $\langle \rangle$ 为序列构造子。使用序列构造子构造的对象称为序列对象。

e. 时态对象,表示为 $O=[o, T]$,其中 o 为值对象, T 为时间对象(称为有效时间标记), T 不能独立存在,它具有特定涵义: o 存在的有效时间,如图 4 所示, $[]$ 为时态构造子。使用时态构造子构造的对象称为时态对象。

f. “不相容”是一特殊对象,表示为 \top ,“无定

义”是另一特殊对象,表示为 \perp 。

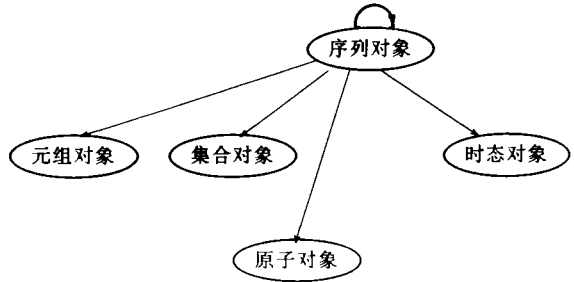


图 3 序列对象构成
Fig. 3 Structure of a List Object

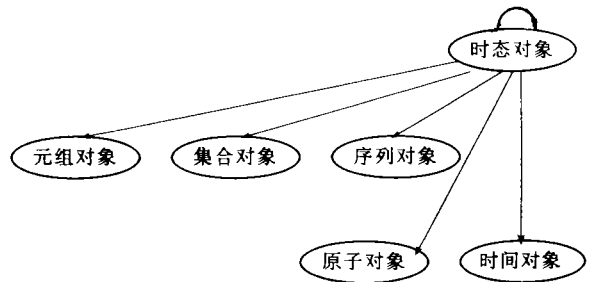


图 4 时态对象构成
Fig. 4 Structure of a Temporal Object

g. \emptyset 是唯一能同时作为原子对象、元组对象、集合对象、序列对象和时态对象的对象,也可记作 $\emptyset, [], \{ \}, \langle \rangle$ 或 $[]$ 。

定义 2 原子对象或仅使用元组构造子、集合构造子、序列构造子构造的对象称为静态对象(根据最上层构造子的名称相应称其为静态原子对象、静态元组对象、静态集合对象和静态序列对象);构造过程中使用了时态构造子的对象称为时态对象(根据值对象使用的构造子名称相应称其为时态原子对象、时态元组对象、时态集合对象和时态序列对象)。

定义 3

a. 对具有属性集 S 的元组对象 $O, \forall x[x \in S \Rightarrow O.x = \perp]$;

b. $\langle O_1, \dots, \perp, \dots, O_n \rangle = \perp$;

c. $\{O_1, \dots, O_n, \perp\} = \{O_1, \dots, O_n\}$;

d. $[\perp, T] = \perp$;

e. $[\dots, a_i: \top, \dots] = \top$;

f. $\{\dots, \top, \dots\} = \top$;

g. $\langle \dots, \top, \dots \rangle = \top$;

h. $[\top, \emptyset] = \top$ 。

2 传统时态关系模型向时态对象模型的转化

根据上述时态对象结构的代数模型定义,不难得出如下推论:

推论 1 传统关系模型、非第一范式 关系模型、嵌套关系模型、属性时间标记时态关系模型、元组时间标记时态关系模型均为时态对象模型的特例。

具体转化解释如下：

1) 传统关系为元组的集合，元组的属性为一原子值，传统关系数据库为关系的集合。传统关系模型向时态对象模型的转化如图 5 所示。

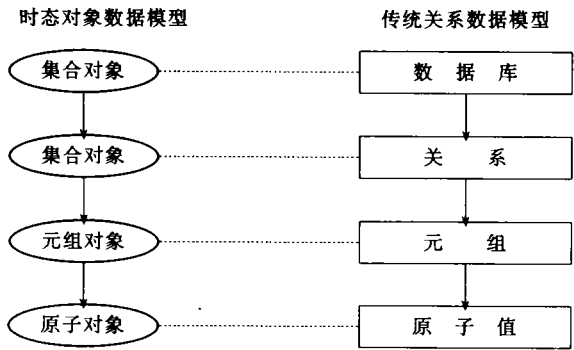


图 5 传统关系模型向时态对象模型转化
Fig. 5 Transformation from the Traditional Relational Model to the Temporal Object Model

2) 非第一范式 关系为元组的集合，元组的属性可为原子或原子值属性形成的元组的集合，NF²关系数据库为 NF²关系的集合。传统关系模型可视作元组的属性取原子值的非第一范式关系模型。非第一范式关系模型向时态对象模型的转化如图 6 所示。

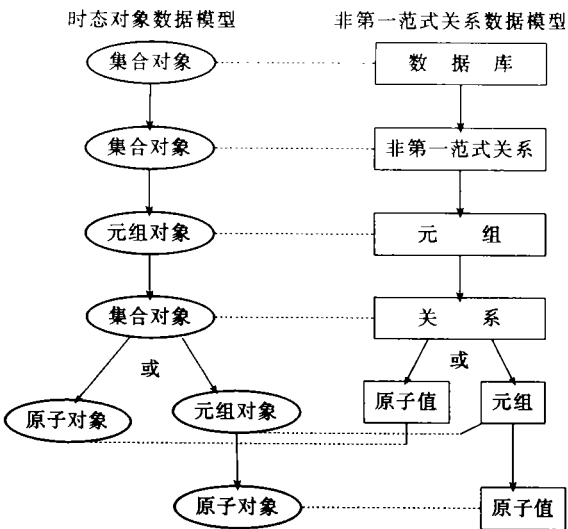


图 6 非第一范式关系模型向时态对象模型转化
Fig. 6 Transformation from the NF² Relational Model to the Temporal Object Model

3) 嵌套关系为元组的集合，元组的属性可继续为元组的集合，嵌套深度无限制，NF²关系数据库为 NF²关系的集合。非第一范式关系模型可视作嵌套深度为 1 的嵌套关系模型，其嵌套关系为元组构造子和集合构造子交替使用构造出的对

象。嵌套关系模型向时态对象模型的转化如图 7 所示。

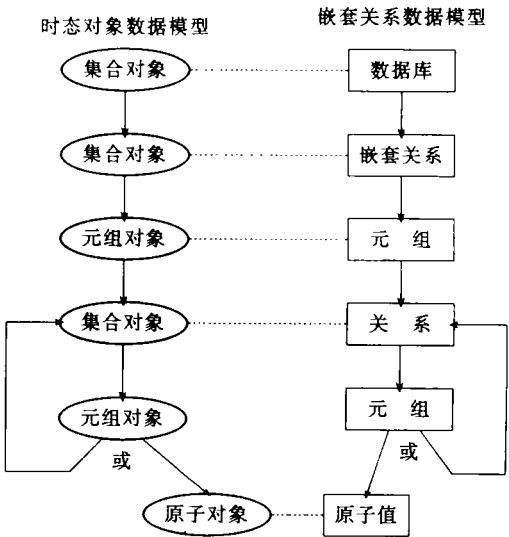


图 7 嵌套关系模型向时态对象模型转化
Fig. 7 Transformation from the Nested Relational Model to the Temporal Object Model

4) 属性时间标记时态关系为元组的集合，元组的属性为带有有效时间标记的原子属性值的集合。此模型是一特殊的 NF²关系模型。属性时间标记时态关系模型向时态对象模型的转化如图 8 所示。

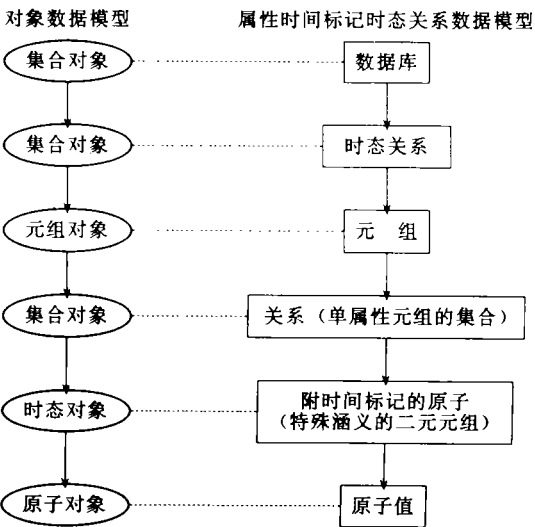


图 8 属性时间标记时态关系模型向时态对象模型转化
Fig. 8 Transformation from the Field-Timestamped Temporal Relational Model to the Temporal Object Model

5) 元组时间标记时态关系为单属性元组的集合，属性值为带有有效时间标记的元组。此模型是一特殊的传统关系模型。元组时间标记时态关系模型向时态对象模型的转化如图 9 所示。

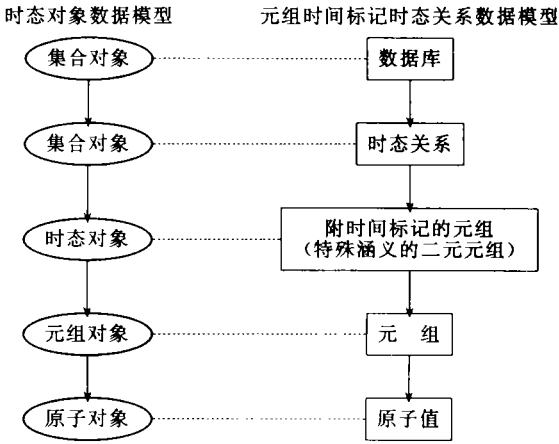


图 9 元组时间标记时态关系模型向
时态对象模型转化
Fig. 9 Transformation from the Tuple-
Timestamped Temporal Relational Model
to the Temporal Object Model

3 结束语

时态关系代数的研究已有近 10 年的历史,而支持复杂对象时态特征建模的时态对象代数(包括时态对象结构和操作的代数定义)为初次提

出^[7]。作为时空数据库的一种新的理论基础,时态对象代数在支持复杂结构数据和时态语义建模方面具有较大的优势。

参 考 文 献

- 1 陈其明. 工程数据库原理. 北京:测绘出版社,1992.
- 2 舒 红. 面向对象的时空数据模型. 武汉测绘科技大学学报,1997, 22 (3): 229~233
- 3 The Committee for Advanced DBMS Function. Third-Generation Database System Manifesto, 1991.
- 4 Atkinson M, Bancilhon F, Dewitt D, et al. Object-oriented Database System Manifesto, 1990.
- 5 Sondgrass R F, Ahn I, Ariav G, et al. The TSQL2 Temporal Query Language. Kluwer Academic Publishers, 1995.
- 6 Pistor P, Traunmueller R. A Database Language for Sets, Lists and Tables. Information Systems, 1984, 11 (4): 323~336
- 7 Shu H, Chen J. A Temporal Object Algebra to Support Spatio-Temporal Data Mateling. In: Proceedings of International Workshop on Dynamic and Multi-dimensional GIS. Hong Kong, 1997.

An Algebraic Model of Structure of Temporal Objects

Shu Hong Chen Jun Du Daosheng Fan Qibin

(National Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing,
WTUSM, 129 Luoyu Road, Wuhan, China, 430079)

Abstract In this paper, four constructors, i. e. , tuple, set, list and temporal constructors were introduced to construct an algebraic model of structure of temporal objects. Transformations from various traditional temporal relational data models to the temporal object model were illustrated. The study has shown that the algebraic model of structure of temporal objects has more advantages over temporal relational models in complex structures and temporal semantics modeling.

Key words constructors; temporal relations; temporal objects