

46-49,6

空间对象管理系统

结构模型 (11)

计算机科学1993Vol.20No.3

空间对象管理系统结构与模型

肖伟器 吴恒山 冯五才

TP311.13

(华中理工大学计算机系 武汉430074)

摘 要

This paper proposed a MD3 model of spatial objects based on expanding of traditional relational data model. The new model is also called "hierarchical-relation" model. We described the concept of the MDB model in detail and discussed how to construct a model of spatial objects.

近年来数据库技术迅速地进入了空间信息处理领域,如地理信息系统、地图数据管理、交通、航运系统等,这些领域涉及很多空间对象,包括大量的图形、图象、文字以及拓扑关系等复杂对象,传统的DBMS如Oracle、Informix、Unify以及dBase系列,都只能处理整型、实型、字符、字符串和布尔量等常规信息,无法直接而自然地描述空间对象实体以及它们之间的联系。另外,无论是系统定义的各类操作还是存贮管理和存取方法,都不能满足空间对象应用环境的要求,为适应空间对象管理,建立面向空间对象管理系统势在必行。我们研制的MDB系统能对图形图象等非常规数据与常规数据进行一体化描述,一体化存贮,一体化检索与一体化编辑处理,实现了复杂对象与常规信息的物理级的紧密耦合。因为系统结构、数据模型以及数据类型三者之间存在紧密的关系,所以下面将主要从这三个方面讨论怎样将关系模型扩充为空间对象MDB模型。

一、系统结构

目前,研制空间信息管理系统已成为数据库领域的一个热门课题,人们采用的研制方法多种多样,一般来说不同的方法决定了不同的系统结构。在研制空间信息管理系统的众多方法中,大致可以分为以下三种策略:

A. 采用OODB方法^[1],从零开始建立一个全新的DBMS系统。

B. 采用基于语义层次的数据模型方法。

C. 利用现有的DBMS进行研制。

第一方案将面向对象程序系统与数据库技术结合起来,引入对象标识、封装、类与超类以及重载等概念。整个面向对象模式为一有根的有向无环图,次类可以从所有超类,按照一定优先度继承性质。因此系统具有一定的可扩充性,适应于图象、图形等复杂空间对象的特点。目前已有一些原型系统,如AIM-P, DAMOKLES, VBASE, GemStone, ORION等^[4]。采取这一途径,必须从支持对象存储管理器开始构造,才能较好地实现对面向对象特点的支持。这一方案的难度较大,研制周期往往很长。除此之外,可归于这一范畴的还须构造一个满足可扩充要求的对象服务器核心,然后,可由用户自行扩充其他功能。目前OODB不象关系系统那样具有坚实的数学基础,无论在理论上还是技术上都很不成熟,还没有实际商用的OODB系统。

第二方案主要采用实体-联系模型、函数数据模型、语义网络数据模型以及超图数据模型等。这些模型侧重于表达数据模拟的语义,而不是结构。语义模型有以下优点:
a) 在高层次上直接表达数据模型的语义,增

加了系统模式的可理解性。b)可在语义层次控制数据约束及检索导航，大大减少了在低层次操作的计算复杂度。语义模型的主要弱点在于过分侧重语义，不便于描述空间对象的结构层次。

第三方案的优势在于可以最大限度地利用现有的数据库理论与技术的成果。传统的DBMS技术已经相当成熟。关系数据模型以集合论、关系代数为基础，在数据模拟和操作方面具有坚实的理论基础，提供高度非过程化的语言与数据独立性，非常适合于常规信息的处理。很显然，即使再复杂的空间对象都具有许多常规信息，所以新系统应该继承关系系统的这些优点。事实上，高级DBMS功能委员会提出的开发第三代DBMS的三条原则和十三个命题^[6]中就包括以下两点：第三代DBMS必须包含第二代DBMS，不论好坏，SQL是一种星际数据语言，是当今表达查询的最好方法。当然在处理复杂空间对象上传统关系DBMS显得不足，但若对它加以改造与扩充，则可能达到比较满意的结果，这是一条有效的途径。

如何用现有的关系DBMS来构造一个满足处理空间对象应用的数据库管理系统呢？我们采用了第三方案，同时也吸收了面向对象的许多思想与方法，在传统的DBMS的基础上加上空间信息管理前端机，提供常规数据、文字、拓扑关系、图形图象数据操纵的用户接口，如图1所示：



图1 传统的关系DBMS加空间信息管理前端机

然而，由于常规数据与非常规数据分别组织，图形图象等复杂对象与常规数据无法在物理级实现紧密耦合，经过多层次映射后，系统提供的操作效率必然大大降低，因此，

构造一个有效的DBMS必须从改造DBMS本身入手。我们改造与扩充了原有标准关系数据库管理系统CRDS^[5]，系统结构如图2所示。

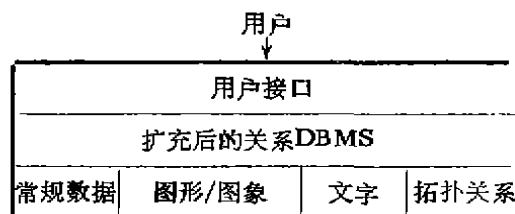


图2 扩充传统的关系DBMS为空间对象管理系统

数据模型在很大程度上决定了DBMS及系统结构，关系DBMS的扩充，其核心就在于数据模型的扩充。

二、空间对象MDB模型

复杂空间对象不同于传统的数值、字符以及布尔量等数据，它有如下三个主要的特点：

1. 层次结构

空间对象可以嵌套。复杂对象往往可以分解为结构上更为简单的子对象。如一幅地图可以分解为道路、水系、植被、居民地等。而道路又可分为铁路、公路、乡村小路等。水系又可分为河流、湖泊、水库等。植被又可分为森林、稻田等。居民地又分为城市、村庄等。图象实体的这种层次结构在规范关系中是不允许的，这就要求新的方法支持空间对象的这种层次结构。

2. 数据量大且变化幅度也大

在计算机中，空间对象的表示是以它们的数字化形式为基础的。若图象以光栅扫描形式表示，则它就是一个象素阵列。如果象素阵列尺寸是1024×1024，灰度值以一字节表示，则所需空间为1兆字节。因此，空间开销十分惊人，这要求新的表示方法必须节省存贮空间。另一方面，我们也发现图象数据的信息量变化幅度也很大。如大河与小河的长度之比，有可能是几十倍，甚至上百倍，湖泊面积数据量的变化更大，其倍数甚至相

差成千上万倍。常规的数据模型只适应定长信息，根本不适应数据量大小不可预测的图象实体。这要求新的方法能有效地处理变长信息。

3. 关系复杂

图象实体之间多数是多对多关系，种类繁多，既有确定型的，又有模糊型的。例如：确定型有包含关系：武汉市位于湖北省；邻接关系：湖北省与湖南省邻接；关联关系：北京、广州通过京广铁路明确关联。模糊型有包含关系：位于亚热带地区的城镇；邻接关系：某城市与邻近的居民地；关联关系：交通线沿线或两侧的居民地。传统的数据模型不能自然而高效地对拓扑关系进行模拟。

从空间对象的特点来看关系模型难以适应空间信息管理的需要，而我们原有的CR-DS就是一个标准的关系系统，那么怎样解决这个矛盾呢？

客观世界的个体抽象为数据类型时，往往不满足第一范式，关系数据库接纳这样的个体前，须将这些个体类型加以分解，而用户操纵数据库时，常常又要通过连接运算把若干个关系合成。

NF²模型(Non-First-Normal-Form)^[2]是能自然地反映客观事物的模型中最有名的，它的特点是允许关系作为属性值。虽然NF²在理论上有些价值，但对于已有的关系型DBMS，若引入NF²，则不仅要修改数据模型，而且要较大地改动关系型DBMS中的其它许多部分，如存储结构、存取方法等，这在实现上很困难。如果在关系型DBMS中单纯地加进NF²而不对其它算法修改，那么至少在存储方面就会遇到许多问题，因为原系统中每个属性值都是不可再分的，而现在有的属性值却是关系。如何存放才能使这种属性值与其它常规的属性值区分开来而表明是一个关系呢？在检索时能否用此类属性的值作为谓词条件项呢？等等。这些问题都是我们必须考虑和解决的。因此，我们在考虑

地图数据库MDB的设计策略时，没有照搬NF²模型，不把关系作为某个属性的域值，而让它作为一个相对独立的关系来处理。不过在属性域中有指向该关系的指针，表示它们之间的层次关系，所以我们称之为“层次-关系”模型而不是“嵌套关系”模型(即NF²模型)，图3给出这种模型的结构。

这种模型的设计完全依照地图管理中要求的类和亚类划分，可以满足地图数据库对

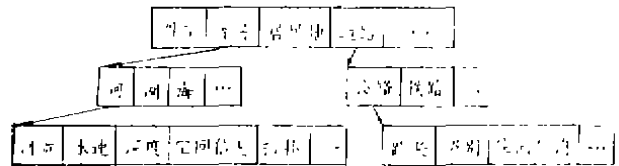


图3 空间对象MDB模型

地图内容进行分类(包括亚类)存储和检索。

定义1 模型中最上层关系只有一个，称之为根关系，最下层关系称为叶关系，内部各层次的关系称为内关系，层次数目为模型的度数。

定义2 设 R_2 为 R_1 的下一层关系，同时 R_1 是 R_2 的父关系， R_2 是 R_1 的子关系。其中 R_2 不为根关系。

MDB数据模型层次数目不限，可依据具体应用对象的固有性质来划分。一般来说层次较多未必较好，多层次的模型尽管可以比较自然地描述一些复杂对象的结构，但同时也带来了多层次之间的变换，无形中降低了系统效率。事实上，具体应用中一些内关系往往可以归并到父关系中去，这样就减少了模型的层次，系统效率也随之增高。

定义3 当层次数目为二时(即度数=2)，根关系称为上层关系，叶关系称为下层关系。

图3中，同层之间还通过拓扑属性来表达空间对象之间的联系；空间信息作为特殊属性以描述变长信息。很显然，这种模型既保留了关系模型的特点，又适应空间对象的层次结构、信息变长以及关系复杂的特点。

三、MDB数据类型的扩充

为了适应空间信息处理,我们在扩充关系模型的基础上,在属性类型方面作了相应的扩充。MDB的数据类型不仅具有常规属性类型,而且还具有一些适应地图信息管理多种扩充数据类型。下面是用BNF范式定义的数据类型。

```

<数据类型> ::= <整数类型> | <实数类型> | <字符串类型> | <布尔类型> | <文字类型> | <扩充类型>
<整数类型> ::= INTEGER
<实数类型> ::= REAL
<字符串类型> ::= CHARACTER | CHARACTER <字符串类型>
<布尔类型> ::= BOOLEAN
<文字类型> ::= TEXT
<扩充类型> ::= <图象类型> | <变长点集类型> | <拓扑关系类型> | <地物编号类型> | <独立地物座标类型> | <下属图类型> | <邻接图类型> | <比例尺类型> | <经纬度类型>
<图象类型> ::= P
<变长点集类型> ::= V
<拓扑关系类型> ::= L
<地名类型> ::= N
<地物编号类型> ::= S
<独立地物座标类型> ::= Z
<下属图类型> ::= X
<邻接图类型> ::= A
<比例尺类型> ::= E
<经纬度类型> ::= J

```

下面对几个扩充的数据类型分别加以讨论与说明

1. P属性 用于描述空间对象之间的层次,实际上是指向其子对象的一个指针。用地图管理的例子来说,P类对象是地图中的典型地物,如居民地、道路、水系、地貌、境界、独立地物和植被等。为了对道路、水系进行更精细的处理,P类对象中还包 括道路和水系的五类,即道路分为铁路、公路和其它路,水系分为河、湖、海、水库等。

2. V属性 解决线型地物和面型地物可变座标点个数。图3中,叶关系中的空间位置就是一个V属性,它是用来描述地物的座标点的有序集合。

3. L属性 解决存贮地物之间的拓扑关系。

4. N属性 解决地物名的存贮与显示,

这里所指的地物名是指地图上地物名称的标识,这些汉字都有它各自的空间分布位置,无论大小、颜色和方向还是字体都是多样的。

5. S属性 解决空间对象的分类,因为系统在显示地物图象时必须知道地物类型,如果将地物类型看作普通属性类型,则系统无法从众多的普通属性类型中分辨出地物类型。

6. Z属性 表示独立地物的座标。座标本来可用普通类型表示,但系统处理时同样不能将它与普通属性区别开来。

7. X属性 表示一幅地图在下一级比例尺地图中对应的地图(即下属图)。X属性有效地表示了下属图的组成与分布,支持地图的分幅要求。

8. A属性 表示一幅地图的邻接图,主要用于图幅的拼接,如漫游等,A属性满足了存贮接图表的要求。

9. E属性 表示地图比例尺。比例尺本来可以用字符串类型来表示,如“1:10000”。以字符串表示虽然直观表象,但不便于计算,而且字段长度较大,因此,宜设置为特殊属性。

10. J属性 表示地图、地物的经纬度。经纬度一般以“度分秒”来表示,无法用单一的常规属性来描述。若以字符串表示,如 $116^{\circ}28'35''$,则不但字段过大,而且不便于计算,属性类型也不好区分。因此,也宜设置为特殊属性。

四、总结

我们认为,扩充关系DBMS为面向空间对象的DBMS,还有许多工作要做,包括空间对象定义、空间对象存贮结构与存取方法、空间对象查询语言等等,这些已不属于本文讨论的范围,在研制了MDB系统中,我们都完成了这些工作,该系统能很好地对图形图象等非常规数据与常规数据进行一体化描述,一体化存贮,一体化检索与一体化编辑处理,实现了复杂空间对象与常规信息的物理级的紧密耦合。因此,我们可以说,继承传统DBMS的优点并加以扩充是一条研制空间对象管理系统的有效途径。(参考文献见P.6)

式识别领域中的一些困难问题,如手写数字识别与手写汉字识别。

3.1 手写数字识别系统HWNR

自由手写数字识别要求书写无限制、识别速度快、识别率高,因此难度较大。目前国内外基于传统模式识别方法的手写数字识别都对书写有较严格限制,识别率低(误识率大于5%)。为了降低误识率,不得不扩大拒识率(一般可达20%),并采用人机交互式,因而降低了识别效率。

我们将机器学习方法引入手写数字识别。具体做法是从十多万样本中挑选两万多做为训练样本,并将另外一万多样本用来测试。然后用AQ19在SUN4工作站上产生每类样本的描述规则,并用这些规则进行测试。测试结果表明系统HWNR误识率低于0.1%,拒识率低于3%,对书写无限制并具有自学习功能,达到了实用化水平。

目前我们同大庆开源应用技术开发公司合作,已做成数据表格自动录入卡(包括表格、印刷汉字与数字、手写数字与符号识别等部分),即将投入市场。我们现在正进一步提高HWNR的识别率,以使之用于信函自动分拣。

3.2 脱机手写汉字识别系统HWCR

脱机手写体汉字识别由于汉字多、变体

多、写法因人而异,因此难度极大。十多年来国内集聚一个庞大的科研队伍攻坚,取得了许多重大成果。但92年经国家科委评比测试表明,离实用水平尚有一段距离,看来这个问题完全靠传统模式识别的方法可能很难解决。我们的HWCR系统就是企图探索一条新路。整个系统将模式识别同机器学习与自然语言理解结合起来,机器学习在四个层次上进行,决策规则与决策树归纳协同使用,采用传统的四角号码检字法做分类,后台处理基于语法与语义分析。可以证明,这种识别方法对训练样本的识别率为100%。目前该系统已经基本完成。

四、在其他领域的应用

我们研制的知识自动获取系统在医学^[3],大规模集成电路等领域有重要应用,在布尔函数化简方面,我们将机器学习方法同传统方法相结合,达到了国际上报导的最好结果^[14]。

五、结论

机器学习是人工智能中的核心领域和带头学科,基于机器学习的知识自动获取将推动人工智能实用化的进程。我们在知识获取方面一系列研究工作和商品化努力,展示了知识获取首先在中国商品化与产业化的美好前景。(参考文献共13篇略)

(接第49页)

参考文献

- [1] O. M. Nierrstrasz "An Object-oriented System", Office Automation System, 1986
- [2] P. Dadam, et al., A DEMS prototype to support extended NF² relations: An integrated view on flat tables and hierarchies, Proc. of ACM-SIGMOD 88 Intl. Conf. on Management of data, Washinton, D, C, 1986
- [3] Jack A. et al., PROBE Spatial Data Modeling and Query Processing in An Image Database Application, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 14, No. 5, 1988
- [4] 施伯乐等,数据库理论及新领域,高等教育出版社,1990
- [5] 冯玉才,汉字关系数据库管理系统CRDS,软件产业,1988
- [6] "第三代数据库宣言",计算机科学,1991, 1