

文章编号:1001-9081(2006)02-0385-03

## 基于对象关系数据库的移动对象数据库管理系统的研究

李 鹏,祝承武,谢 强

(南京航空航天大学 信息科学与技术学院,江苏 南京 210016)

(lipengexporter@hotmail.com)

**摘 要:**基于对象关系数据库设计了一个移动对象的数据模型,查询语言和相应的数据库管理系统。此系统结合 GIS 数据库系统能够表述移动物体和支持对运动物体的查询,从而实现基于位置的服务。本系统支持不确定性和复杂可扩展的空间结构,最后描述了这个系统的执行与实现。

**关键词:**对象关系数据库;移动对象数据库管理系统;基于位置的服务;GIS 数据库系统

**中图分类号:** TP311 **文献标识码:** A

## Research on moving objects DBMS based on ORDB

LI Peng, ZHU Cheng-Wu, XIE Qiang

(College of Information Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics,  
Nanjing Jiangsu 210016, China)

**Abstract:** The moving objects DBMS based on OPDB was researched and designed. The system involved a data model, query language, database system for location-based service. Now, GIS was required to represent moving objects and to support querying on the motion properties of objects for location-based services. Such as advanced CRM applications may require to store and query the trajectories of mobile terminal users. But, the system design and processing motion-specific queries were challenging problem. A data model and data types for moving objects that includes complex evolving spatial structure and indeterminacy were defined, and then the system implementation was described.

**Key words:** ORDB; moving objects DBMS; location-based Services; GIS

### 0 引言

现实世界的物体都是运动的,即物体在空间中的位置会随着时间的改变而变化。随着计算机技术的进步,先进的软硬件技术正在逐渐支持对时空中运动物体的管理。随着无线网络技术、定位技术和使用软件管理移动的技术的发展,已经有条件开展基于位置的服务<sup>[1,2]</sup>。当前,基于位置的服务是一个正在成长的技术领域,其焦点是结合 GIS 通过无线网络提供定位和地理信息给移动对象和对移动对象进行管理。

在管理移动物体方面传统的关系数据库系统有两个主要的问题:其一,不支持移动对象的数据模型和查询语言;其二,针对移动对象常规的数据库系统对处理大量位置信息的操作性能不高。为了解决以上两个问题,本文基于对象关系数据库(ORDB)设计了移动对象 DBMS 的结构、移动对象数据模型和查询语言,还基于连续移动对象特性设计了移动对象的数据模型和移动对象的 SQL。在基于位置的应用程序中,支持时序和连续移动对象的特性是非常重要的和有用的。本文所提出的移动对象 DBMS 能够应用到各种各样的基于位置的服务系统中,如城市交通管理、物流跟踪管理、车载导航、手机增值服务、警察特勤等。

### 1 整个应用系统的总体构架

在无线网络中基于位置服务的核心技术已经开发出来。

例如在 CDMA 技术中,韩国电子通信研究院(ETRI)已经开发了 LBS(Location-Based Services)平台、地理信息和动态服务。同地理信息管理一样,这个系统存储管理现在的和过去的移动对象的位置数据。图 1 展示了整个应用系统的总体构架。整个结构可分为四层:数据存储层、查询管理层、网络服务层和应用程序层。

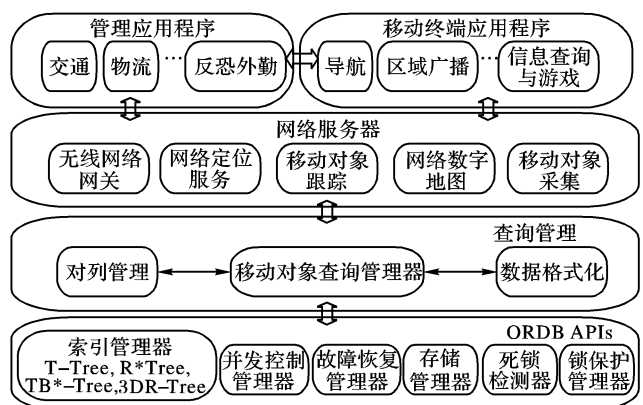


图 1 整个应用系统的总体构架

本文所研究的是系统的核心,即数据存储层和查询管理层。移动对象的数据库与普通数据库有移动对象构件、移动对象的 SQL 处理器和移动对象索引三个方面的不同。与传统的 DBMS 一样,本 ORDBMS 包括以下服务:索引管理、并发控制、故障恢复,视图、保护、复制、并行、分布式支持等。并

收稿日期:2005-08-26;修订日期:2005-10-31

作者简介:李鹏(1980-),男,河南郸城人,硕士研究生,主要研究方向:知识工程、信息系统与信息安全; 祝承武(1972-),男,江苏江阴人,经济师,网络设计师,硕士研究生,主要研究方向:信息系统与信息安全、大型分布式系统; 谢强(1972-),男,四川自贡人,讲师,博士,主要研究方向:知识工程、信息系统与信息安全、人机交互。

且,由于 ORDB 支持基本数据类型扩充和复杂对象,它可以创建支持移动对象特性的数据类型,从而支持即时的位置索引和过去的移动对象索引,同时通过对对象关系型优化器,这将增加对移动对象有效访问的性能。移动对象是由一整套的时间的,几何的和移动对象的数据模型和操作组成。移动对象查询处理器的结构如图 2 所示。

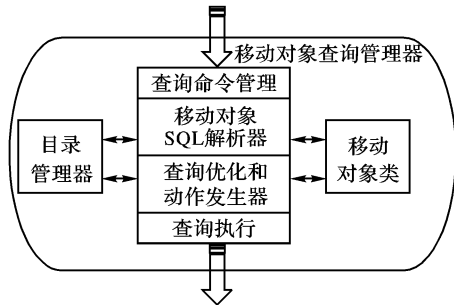


图 2 对象查询处理器的结构

移动对象 SQL 处理器将处理和执行多样的和强大的移动对象查询。这种扩展的查询语言与 SQL3 兼容。通过应用程序中标准的技术如 JDBC, ODBC 和 OLEDB, 这种查询语言支持对移动对象数据的采集和客户关系管理等应用系统。

## 2 移动对象模型

本文使用 UML 来描述移动对象构件的结构和类之间的关系。这些模型支持时序操作也支持连续移动对象操作。

### 2.1 移动对象类的组成

相对于传统关系数据库软件,移动对象 DBMS 需要更复杂的数据结构和操作才能提供基于位置的服务。在时间尺度上,因为移动物体会随时改变位置和形态,所以我们应该首先设计时空构件。时空构件中有四个主要的部分,分别是时间类、几何类、OGIS 几何类和移动对象几何类。时间类构件是一组支持时间类和响应操作的类;几何类构件针对空间类,OGIS 几何类构件针对开放式 GIS;移动对象几何类构件针对移动对象。几何类和 OGIS 几何类有 Point, LineString, Polygon, GeometryCollection 等,已经给出设计,本文中的模型采用开放 GIS 协会国际标准(International Standard of Open GIS Consortium)给出的设计<sup>[1,3]</sup>。

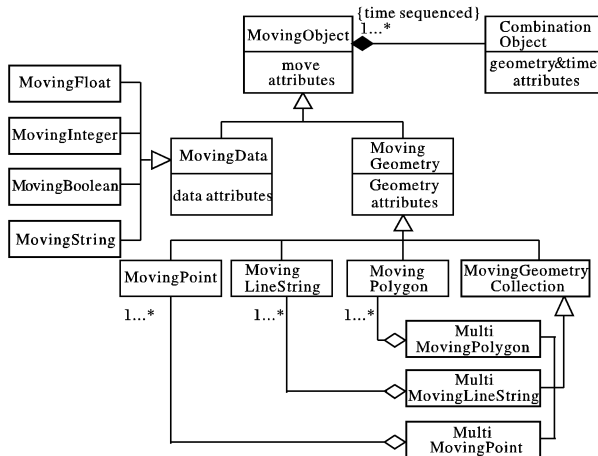


图 3 移动对象类的结构

移动对象类的结构如图 3 所示。由 CombinationObject,

MovingObject, MovingData, MovingGeometry 等类组合而成<sup>[1]</sup>。MovingObject 是所有移动对象类中的超父类。CombinationObject 是单元素类,用来组织移动对象,例如一个 < geometry | instant > 元组。

MovingData 是一个超父类,使用在非空间的移动对象上,如移动的浮点型、移动的整数型、移动的字符型和移动的布尔型数据。例如移动的浮点类型能够次序的表达随时改变的两个移动对象的距离,如 [ < 4.5km | 12:50pm >, < 3.5km | 13:10pm >, ..., < 0.9km | 14:00pm > ]。MovingGeometry 也是一个超父类,使用在空间的移动对象上,例如移动的点、移动的线条、移动的多边形类等。例如移动的点的类可以用来管理移动对象在 GIS 中的坐标(三维 x, y, z 坐标),如 [ < (0,0,0) | 12:00pm >, < (100,110,3) | 13:00pm >, ..., < (300,900,-1) | 14:00pm > ]。

按照系统的需求和时间的特性,时间类可以由即时点时间、周期、间隔时间和时间采集四个部分组成。

### 2.2 ORDB 对移动对象的支持

ORDB 与传统关系型数据库不同的特性有:1) ORDB 支持基本数据类型的扩充;2) 使用类型构造器支持复杂对象;3) 拥有数据继承和函数继承;4) 拥有强大而灵活的规则系统。这些特性可以很容易实现 ORDB 对移动对象的支持。在 ORDBMS 中,创建一个新的基本数据类型需要指明类型名、类型的存储信息和把该数据类型同 ASCII 来回转换的子程序<sup>[5]</sup>。创建移动对象新的基本类型语法基本相同,下面给出了数据类型 movingpoint 数据类型的例子:

```
create type movingpoint_t (
    internallength = 16,
    input = movingpointInput,
    output = movingpointOutput
);
```

这里使用的是 Illustra 系统,语句中 internallength 指明存储该类的实例时分配给它 16 个字节,用来创建表时在相应的域中分配空间。另两个函数 movingpointInput 和 movingpointOutput,分别在该数据类型的实例同 ASCII 之间来回转换时调用。

另外很多传统的关系型数据库开发商也部分的引入对象关系特性,如在 Oracle 系统中可以在 Oracle Spatial 中,在引入 GIS 空间数据库时抽象的几何对象类型 MDSYS. SDO\_GEOMETRY 定义如下<sup>[6]</sup>:

```
CREATE TYPE SDO_GEOMETRY AS OBJECT (
    SDO_GTYPE NUMBER,
    SDO_SRID NUMBER,
    SDO_POINT SDO_POINT_TYPE,
    SDO_ELEM_INFO MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY,
    SDO_ORDINATES MDSYS.SDO_ORDINATE_ARRAY
);
```

SDO\_GTYPE 是一个 NUMBER 类型,用以表示所存储对象的类型。SDO\_SRID 是一个 NUMBER 类型,表示所存储几何对象的空间坐标系的标识。SDO\_POINT 是一个点类型,仅当 DO\_ELEM\_INFO 以及 SDO\_ORDINATES 为 NULL 时,它才有效。它含有 X、Y、Z 三个分量,用于表示一个三维点坐标。

SDO\_ELEM\_INFO 是一个变长数组类型,是一个三元组序列,这个三元组是  $\langle \text{offset}, \text{elemtype}, \text{interpretation} \rangle$ , 其中 offset 表示子元素的坐标起始序号, elemtype 表示子元素类型, interpretation 表示对象数据的性质。SDO\_ORDINATES 是一个变长数组类型,里边存储的就是空间实体的所有坐标数据。

在 ORDBMS 中,用户可以自定义函数和操作符。自定义函数时必须指明函数名、参数、返回值类型以及函数的执行代码。在 Illustra 系统中,用 create operator 命令来登记操作符<sup>[5]</sup>,下面给出针对移动对象即时操作的一个操作符创建的例子:

```
create operator
binging last(s, k) = ek
to GetFirstLast;
```

在 ORDBMS 中,传统的优化器扩充为对象关系型优化器。其中的一个方面既对 B-树和用户自定义的比较操作符对提高本文设计的移动对象 DBMS 的查询性能有重要意义。如在系统中再配以辅助结构的高速缓冲存储器存储轨迹信息的标识符和轨迹内最新节点等。这些优化后的移动对象索引完全可以满足即时服务等那些很高性能要求的应用。

### 2.3 对移动对象的操作

如前面所描述的,移动对象拥有时序数据的特性。我们可以按如下定义移动对象元素:  $e = \langle t \parallel o \rangle$  这个元素是由时间和对象值所组成的组元。例如,在时间  $t_1$  时对象的值(位置信息)为 1 就可以表示为  $\langle t_1 \parallel 1 \rangle$ , 一个移动对象就是这种元素的一个连续序列。  $S = [e_1, e_2, e_3, \dots, e_{now}]$ 。

本文提出的针对移动对象的时间序列操作符返回对象值  $t$ , 对象值操作符返回对象值  $o$ 。从连续移动对象的特征分析,本文设计了三个操作符,即快照、片段和对对象操作。下面给出针对片段的操作符的例子,限于篇幅其他的操作符的例子本文不在详述。

Slice 相关的操作符如下:

Time || Series Operations

$$\text{slice\_sequence}(s, k_{from}, k_{to}) = s'$$

$$\text{slice\_sequence}(s, t_{from}, t_{to}) = s'$$

Continuous Moving Objects Operations

$$\text{slice\_validtime}(m, t_{from}, t_{to}) = m'$$

$$\text{slice\_value}(m, c_i, x) = m'$$

slice\_sequence 操作符在时间与索引参数限制下返回部分的序列。Slice 操作符通过细节尺度描述返回移动对象片段参数。Slice\_validtime 操作符在特定的时间周期内返回运动对象。相对的, slice\_value 操作符返回移动对象的片段的值。Slice 操作符的返回值明显的来自于快照操作符。在评估尺度上这个模型对移动对象的返回要迟于对快照对象的返回。

### 3 移动对象的 SQL

本系统支持扩展的 SQL 来支持移动对象数据库。这种扩展的 SQL 使用时序和移动对象操作符。移动对象作为数据类型管理时,查询中要使用数据分离模型和索引模型。数据分离模型用来存储移动点,模型有时间、空间和储存三个元素;索引模型是用来为移动点提供索引类型。在这个例子中,

位置属性将通过 3DRTree 索引来管理。

进行时序查询如文中的时序查询操作符,在 SQL 中能够查询移动点。例如得出最近的输入位置、部分序列和在运动变化中的总体变化。例 1 中展示了 3G 手机使用者最近的位置信息。这个查询摘录了在数据表中的最近的插入数据。

例 1: 查询手机号码为 013151069959 的 cp\_user 所在的位置和信息。

```
SELECT last(position, 0), count(position)
FROM cp_user
WHERE cellphone_number = '013151069959';
```

连续移动对象查询由快照、片段、项目和这些方面的联合查询组成。系统使用了一个时间变量“now”,这是数据库在当前所获得的精确位置中手机使用者的最近的值。如果有应用需要,可以用清楚的时间值代替“now”变量用来获取过去的时间内快照。片段查询被用来获取移动对象的历史信息。下面给出了片段查询的例子。

例 2: 查询 cp\_user 在某段时间的轨迹

```
SELECT slice_validtime(position, period
('2005/07/05 - 2005/07/06'))
FROM cp_user
```

如对移动对象的距离的查询也可以使用 SQL。在提取两个移动对象的空间关系中,距离操作符是非常有用的。例 3 给出了基于位置的服务应用程序在移动对象数据库中的查询。

例 3: 查询彼此在 100m 范围内的 cp\_users。

```
SELECT A.cellphone_owner, B.cellphone_owner
FROM gmlc_user A, gmlc_user B
WHERE distance(A.position, B.position) < 100
```

### 4 结语

为了提供基于位置的服务,本文基于 ORDB 提出了移动对象 DBMS。基于位置的服务需要很多不同的系统共同的支持,如 GIS 数据库系统,移动对象 DBMS,无线通讯网络,客户管理系统,Internet 等。而能够表述移动物体和支持对运动物体的查询的移动对象 DBMS 是其中的核心。本文将移动对象数据模型与 ORDB 结合,产生了面向对象的移动对象类型,为在对象关系数据库中存储移动对象数据提供了统一的存储模型。文中还基于 Illustra 系统和 SQL3 给出了基于 ORDB 的移动对象 DBMS 的实现例子。本文所提出的系统可以很好地解决应用中的瓶颈问题,并为将来的技术发展提供了参考。

#### 参考文献:

- [1] Oracle Corporation. Oracle Spatial Users Guide and Reference Release 9.0.1. Oracle Technical White Paper[M]. 2001.
- [2] SEYDIM AY, DUNHAM MH, KUMAR V. Location Dependent Query Processing[A]. Second ACM international workshop on Data engineering for wireless and mobile access[C]. Santa Barbara, CA USA, 2001.
- [3] 何雄,方金云,唐志敏.基于 ORDB 的空间数据库的研究与实现[J]. 计算机工程, 2005, 31(2): 42-44.
- [4] NAM KW, LEE JH, LEE SH, et al. Developing a Main Memory Moving Objects DBMS for High-Performance Location-Based Services[A]. APWeb 2004[C]. LNCS 3007, 2004. 864-873.
- [5] STONEBRAKER M, MOORE D. 对象关系数据库管理系统——下一个浪潮[M]. 杨东清,等译.北京:北京大学出版社, 1997.
- [6] Open GIS Consortium, Inc., OpenGIS Simple Features Specification For OLE/COM Revision 1.1[M]. 1999.