

# FDO Provider for SuperMap 的设计与实现

周 旭<sup>1,2,3</sup>, 梁 军<sup>1,3</sup>, 石伟伟<sup>3</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101 ;2. 中国科学院研究生院, 北京 100039 ;3. 北京超图软件股份有限公司, 北京 100085)

**摘 要:** 针对在 CAD 环境中无法直接访问和编辑 GIS 系统中空间数据的问题, 研究开源要素数据对象(FDO)空间数据访问引擎中的数据提供者(PDO Provider)的 4 个关键部分的实现技术: 数据连接, 数据模型之间的映射, 坐标系统的识别以及数据的读写访问操作。设计并实现 FDO Provider for SuperMap。结果表明, 该系统可以使在 AutoCAD Map 3D 等 CAD 软件中直接访问和编辑国产主流的 SuperMap GIS 软件中的数据。

**关键词:** 要素数据对象; 空间数据引擎; 超图; 计算机辅助设计

## Design and Implementation of FDO Provider for SuperMap

ZHOU Xu<sup>1,2,3</sup>, LIANG Jun<sup>1,3</sup>, SHI Wei-wei<sup>3</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039; 3. Beijing SuperMap Software Co., Ltd., Beijing 100085)

**【Abstract】**Aiming at the problem that it can not access and edit spatial data of GIS system directly in CAD environment, the four key technologies of realizing open source Feature Data Objects(FDO) Provider are studied, including data connection, mapping between the data models, recognition of coordinate systems and read/write data access operation. It designs and implements FDO Provider for SuperMap. The results show the CAD software such as AutoCAD Map 3D has the capability to access and edit the SuperMap GIS data directly based on the system.

**【Key words】** Feature Data Objects(FDO); spatial data engine; SuperMap; CAD

### 1 概述

要素数据对象(Feature Data Objects, FDO)空间数据访问引擎作为开源地理空间基金会下的一个开源项目<sup>[1]</sup>, 已经逐步得到了越来越多的空间信息软件的支持(支持 FDO 的软件产品列表详见文献[2])。

FDO 包含应用程序接口 FDO API 和用于支持各种具体空间数据源的数据提供者(FDO Provider)2 个部分<sup>[1,3]</sup>, 其基本思想是通过一套统一和开放的接口 API 以一种公共的方式来获取、查询、编辑、分析和存储隐藏在后台的各种地理空间数据<sup>[3]</sup>, 而通过不同的数据提供者来实现针对这些不同数据格式的具体访问操作, 从而使应用程序能够通过一套 FDO API 直接访问各种空间数据而不受具体存储格式的束缚。其中, FDO Provider 是 FDO API 的一个具体实现, 实际上就是一个用于连接和处理特定 GIS 空间数据源的动态链接库<sup>[3]</sup>。例如, 本文实现的 FDO Provider for SuperMap, 就使应用程序可以通过开源的 FDO API 直接处理 SuperMap 格式的 GIS 数据。

### 2 FDO API 接口

FDO API 为处理存储在数据库和数据文件中的地理数据提供了一个公共的抽象层。从某种意义上说, FDO API 就是这个抽象层的接口规范<sup>[1]</sup>。因此, 要使应用程序可以通过 FDO API 来连接、识别、读取、编辑(修改、插入、删除)SuperMap 格式的 GIS 数据并基于正确的地理坐标位置进行显示, 就必须在 FDO 引擎的 SuperMap Provider 中正确实现对应的 FDO API 接口。

由于本文篇幅有限, 仅讨论与以上基本的空间数据访问

功能相对应的 FDO API 接口类, 如表 1 所示。FDO API 类的具体函数接口可参见 FDO 源代码(<http://fdo.osgeo.org>)。

表 1 基本空间数据访问功能对应的 FDO API 接口类

基本功能	FDO API 接口类
连接	FdoIConnection FdoIConnectionInfo
识别	FdoIDescribeSchema
读取	FdoISelect
(矢量)	FdoIFeatureReader
(栅格)	FdoIRaster FdoIStreamReader
修改	FdoIUpdate
插入	FdoIInsert
删除	FdoIDelete
显示(基于正确的地理位置)	FdoIGetSpatialContexts FdoISpatialContextReader

### 3 FDO Provider for SuperMap 的设计与实现

FDO 引擎的 SuperMap 数据提供者基于 SuperMap 共相式 GIS 内核(Universal GIS Core, UGC)底层开发库进行开发实现。UGC 作为超图公司新一代基础类库, 全部采用标准 C++ 开发, 具有跨平台和高性能的特点。FDO 本身也支持 Windows 和 Linux 操作系统<sup>[4]</sup>, 使用 UGC 来实现该 Provider 也能保证其在 FDO 支持的各种操作系统上正确运行。

本文将论述如何在 FDO Provider 中设计和实现相关 FDO API 接口, 使应用程序可以通过开源 FDO 引擎来完成对

**作者简介:** 周 旭(1984 - ), 男, 硕士研究生, 主研方向: GIS 与 CAD 集成, GIS 软件开发; 梁 军, 副研究员; 石伟伟, 博士  
**收稿日期:** 2009-10-20 **E-mail:** zhouxu@supermap.com

SuperMap 的 SDB 文件和 SDX+空间数据库的基本访问和处理功能。

### 3.1 数据连接的实现

由表 1 可知,实现 FDO 对 SuperMap 数据的连接需要在 Provider 中利用 UGC 实现 2 个 FDO API: FDOConnection 和 FDOConnectionInfo。具体实现过程中主要存在 2 个问题:

(1)由于文件和数据库的连接属性的差异,连接 SDB 文件只需要一个正确的文件全路径名,而连接 SDX+数据库就需要数据库引擎类型、服务器地址、数据库名、用户名、密码等多个连接属性<sup>[5]</sup>。因此,必须考虑如何在一个 Provider 中以统一的方式来获取和设置这两者的连接属性。

(2)由于文件型数据源的独占性,上层软件通过 FDO 打开多个到同一 SDB 文件的连接时,将只能在第一个连接中对数据进行编辑,并且关闭其中一个连接会导致其他连接均不可用。通过在 Provider 中利用 Singleton 模式建立连接池的技术可以有效解决这一问题,同时还可以提高对数据库访问的性能。

#### 3.1.1 统一 SDB 文件和 SDX+数据库的连接属性设置

在 FDO API 中与连接属性设置相关的具体函数接口主要由 2 个:FDOConnectionInfo::GetConnectionProperties()和 FDOConnection::SetConnectionString()(省略返回值和参数)。前者负责告诉 FDO 连接 SuperMap 数据源需要哪几个连接属性,后者设置具体连接参数。

为了兼容 SDB 文件和 SDX+数据库的连接属性设置,采取只要一个 FDO 连接字符串属性,然后在 Provider 内部对该字符串进行解析的方法。即在第 1 个接口中告诉 FDO 本 Provider 只需要一个连接属性,在第 2 个接口中再对这个字符串属性进行解析。这就需要对接字符串的格式进行规定,比如,连接 C 盘根目录下的 world.sdb 数据源,连接字符串为 type=sdb;database=c:\world.sdb 连接一个后台为 SQL Server 的 SDX+空间数据库,字符串格式为 type=sql;server=192.168.1.76;database=test;user=sa;password=123。

#### 3.1.2 连接池设计

连接池的设计主要由 2 个目的:(1)避免多次打开同一 SDB 文件数据源引起的并发问题。(2)提高数据库型的 SDX+数据源的连接使用效率,将已经打开过的 SDX+数据源保存在连接池中,如果用户需要使用之前已经打开过的数据源时,直接在连接池中取出返回即可,从而避免网络传输等带来的性能损耗。

连接池 SuperMapConnectionPool 类的实现方法有:

(1)采用 Singleton 模式设计连接池,保证程序运行时内存中只会存在一个连接池,通过它来管理上层软件通过 FDO 连接上的所有 SuperMap 数据源。

(2)利用 STL 的 map 容器来管理连接上的所有数据源。在 SuperMapConnectionPool 中定义一个包含数据源连接参数信息和数据源指针的 ConnectionInfo 成员类,对第一次连接上的数据源,根据其连接参数组装成 session 字符串,字符串与 ConnectionInfo 对象使一一对应的关系,放入 map 容器中。

(3)在 ConnectionInfo 中再定义一个使用计数变量来表示 map 中数据源的使用情况。

当需要通过 FDO 连接并打开一个 SuperMap 数据源时,先在连接池的 map 容器中找数据源连接参数对应的 session 字符串,如果找不到就打开该数据源,并将其对应的 session 字符串和 ConnectionInfo 对象放入 map 中;如果找到就直接

返回该数据源,并使其 ConnectionInfo 中的使用计数加 1。当池中某个数据源的使用计数为 0 时,则在池中移除该数据源。

### 3.2 数据模型映射

FDO 中主要通过模式、要素类、属性的概念来描述和组织空间数据<sup>[3]</sup>。需要在 Provider 中实现 FDO 的描述模式命令接口类 FdoIDescribeSchema,利用 UGC 库将 SuperMap 的逻辑数据模型映射为 FDO 的模型,使应用程序可以通过 FDO 识别 SuperMap 数据源。FDO 与 SuperMap 概念对照描述见表 2。

表 2 FDO 与 SuperMap 概念对照描述

FDO	SuperMap	描述
模式	数据源	一个模式是一系列相关的要素类的集合。比如,用来对城市街道布局建模的一个模式拥有一个叫“道路”的类,并且这个类又有一个属性叫“名字”。“道路”和它的这些相关类的定义就构成了这个模式 <sup>[3]</sup> 。
要素类	数据集	描述同一类真实世界对象的模式元素 <sup>[3]</sup> 。它包括一个类名和一系列特性定义,常被用来指代具有同一类属性的一群要素。例如要素类“道路”。
属性	字段信息	一个类是被一组属性定义的 <sup>[3]</sup> 。举个例子,一个“道路”要素类可以具有多个“属性”：“名称”,“道路编号”,“长度”等。

FDO 与 SuperMap 组织 GIS 数据的逻辑结构都类似于一个 3 层的层次嵌套模型。在实现 Provider 时,FDO 的数据模型是逻辑结构,因为使用 FDO API 的上层软件都是针对 FDO 的数据模型来操纵 SuperMap 数据的,而 SuperMap 本身的数据模型是被屏蔽在 Provider 内部的,可看成是物理结构。通过设计 3 个逻辑物理转换类来完成 3 个层次的映射,如图 1 所示。

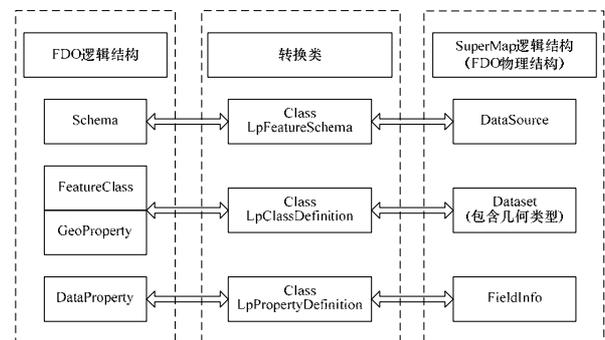


图 1 3层映射模型的设计

在 SuperMap GIS 中 FieldInfo 单指数据属性,而 FDO 中要素类的属性包括几何属性和数据属性 2 个部分。因此,对要素类的几何属性的相关映射应放在 LpClassDefinition 中。

### 3.3 FDO 识别 SuperMap 数据坐标系统的实现

FDO 为了使其对空间语义的表达方式具有兼容性和开放性,采用了 OGC(Open Geospatial Consortium, Inc.)中的 WKT(Well-Known Text)格式来描述空间数据的坐标系统<sup>[2]</sup>。上层软件要通过 FDO 按照正确的地理坐标位置显示连接的 SuperMap 数据,必需要能正确地通过 FDO API 识别数据的坐标信息。

FdoISpatialContextReader 中的 GetCoordinate-SystemWkt() 接口通过返回一个 WKT 串来描述所连空间数据的坐标信息。

实现方法是通过 UGC 获取所连数据源坐标系统的具体参数:包括椭球体,基准面,投影名称及相关投影参数等,然后通过字符串组装的方式构成 WKT 文本格式在 FDO 接口中返回。

具体转换分数据源是地理坐标系或投影坐标系 2 种情况处理：若数据源是地理坐标系，以“北京 54 经纬度坐标系”为例，组装成如下 WKT 文本格式(粗体以外部分为具体参数)：

**GEOGCS**["GCS\_Beijing\_1954",**DATUM**["D\_Beijing\_1954",**SPHEROID**["Krasovsky\_1940",6378245.000000,298.300000]],**PRIMEM**["Greenwich",0],**UNIT**["Degree",0.01745329]]

若数据源是投影坐标系，以“北京 54 基准面的高斯-克吕格第 23 带”投影坐标为例，组装成如下 WKT 文本格式：

**PROJCS**["Beijing\_1954\_GK\_Zone\_23",**GEOGCS**["GCS\_Beijing\_1954",**DATUM**["D\_Beijing\_1954",**SPHEROID**["Krasovsky\_1940",6378245.000000,298.300000]],**PRIMEM**["Greenwich",0],**UNIT**["Degree",0.01745329]],**PROJECTION**["Gauss\_Kruger"],**PARAMETER**["False\_Easting",23500000.000000],**PARAMETER**["False\_Northing",0.000000],**PARAMETER**["Central\_Meridian",135.000000],**PARAMETER**["Latitude\_Of\_Origin",0.000000],**PARAMETER**["Standard\_Parallel\_1",0.000000],**PARAMETER**["Standard\_Parallel\_2",0.000000],**PARAMETER**["Scale\_Factor",1.000000],**PARAMETER**["Azimuth",0.000000],**PARAMETER**["Latitude\_Of\_1st\_Point",0.000000],**PARAMETER**["Latitude\_Of\_2nd\_Point",0.000000],**UNIT**["METER",1.0]]

### 3.4 数据读写操作的实现

对于矢量几何类型，FDO 遵循 OGC 的 Simple Features 简单要素模型，主要包括点(Point)、线(LineString)、多边形(Polygon)、多点(MultiPoint)、多线(MultiLineString)、多重多边形(MultiPolygon)等<sup>[3]</sup>。而 SuperMap GIS 中的几何类型要比这个模型丰富，两者几何类型之间的映射关系如表 3 所示。

表 3 FDO 与 SuperMap 中几何类型的映射关系

SuperMap 中几何类型	FDO 中几何类型
GeoPoint 点	FdoPoint
GeoText 文本	
GeoMultiPoint 多点	FdoMultiPoint
GeoLine 线	
GeoArc 圆弧	
GeoCurve 曲线	
GeoBSpline 贝叶斯曲线	FdoLineString
GeoCardinal Cardinal 曲线	FdoMultiLineString
GeoEllipticArc 椭圆弧	
GeoRect 矩形	
GeoRectRound 圆角矩形	
GeoCircle 圆	FdoPolygon
GeoEllipse 椭圆	FdoMultiPolygon
GeoRegion 多边形	
GeoPie 椭圆扇面	

从表 3 中的对应关系可以看出，在大多数情况下并不是 1:1 的对应关系，这时在具体转换过程中应该根据用户的选择来确定转换的目标类型。比如：如果用户需要创建一个对象(SuperMap 数据源中的一条记录)，但包含多个线几何图形时，就应该使用 FdoMultiLineString(多线)类型，否则通常都使用 FdoLineString(单线)类型。

上层软件通过 FDO 引擎来读写 SuperMap 数据源中数据的过程及相关 FDO 接口如图 2 所示，采用 UGC 实现其中的

FDO 接口类即可。

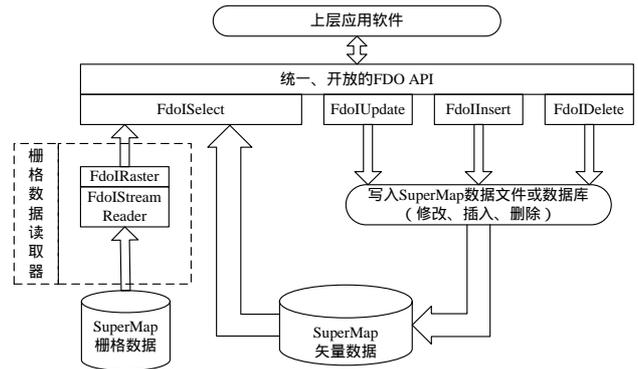


图 2 FDO 中读写 SuperMap 数据的实现

### 3.5 实现效果

本 FDO Provider 在 AutoCAD Map 3D 2008 中经过了严格的测试，能够实现对 SuperMap SDB 文件和 SDX+数据库的正确访问和处理。Map3D 2008 中通过 FDO 访问 SuperMap GIS 数据的界面如图 3 所示。

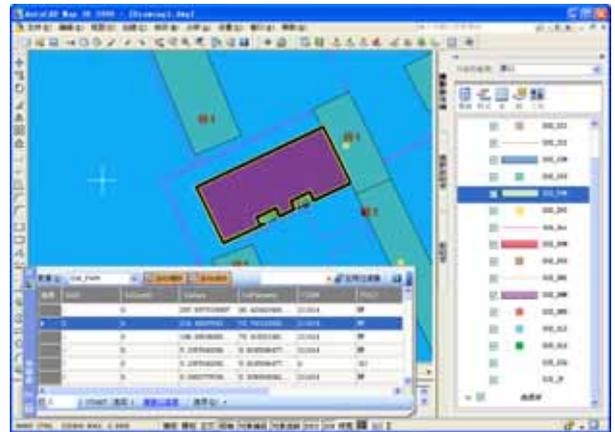


图 3 Map3D 2008 中通过 FDO 访问 SuperMap GIS 数据的界面

## 4 结束语

本文研发的 FDO Provider for SuperMap，不仅为 CAD 软件共享主流国产 GIS 数据格式提供了解决方案，也提高了 SuperMap GIS 数据格式的开放性，其他系统可以通过开源的 FDO 引擎来支持 SuperMap 的数据，并将其与其他各种主流 GIS 格式的数据进行集成使用。

### 参考文献

- [1] Autodesk Inc.. The Essential FDO[EB/OL]. (2008-01-09). [http://fdo.osgeo.org/files/fdo/docs/FET\\_TheEssentialFDO.pdf](http://fdo.osgeo.org/files/fdo/docs/FET_TheEssentialFDO.pdf).
- [2] Products Using FDO[EB/OL]. (2008-01-09). <http://fdo.osgeo.org/content/products-using-fdo>.
- [3] Autodesk Inc.. Feature Data Objects Developer's Guide[EB/OL]. (2008-01-09). [http://fdo.osgeo.org/files/fdo/docs/FDG\\_FDODevGuide.pdf](http://fdo.osgeo.org/files/fdo/docs/FDG_FDODevGuide.pdf).
- [4] Autodesk Inc.. FDO 数据访问技术一览[Z]. (2007-03-04). [http://images.autodesk.com/apac\\_grtrchina\\_main/files/fdo\\_at\\_a\\_glance.pdf](http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/fdo_at_a_glance.pdf).
- [5] SuperMap Inc.. 理解 SuperMap GIS[EB/OL]. (2007-08-11) [http://www.supermap.com.cn/downloadcenter/download.asp?cur\\_page=18](http://www.supermap.com.cn/downloadcenter/download.asp?cur_page=18).

编辑 金胡考