

基于 IDL 和 .NET 的可视化程序设计^{*}

阚瑗珂^{1,2}, 朱利东³, 张瑞军⁴, 王绪本¹, 罗丽萍³, 罗 虹³, 王成善⁵

(1. 成都理工大学 地球探测与信息技术教育部重点实验室, 成都 610059; 2. 西华师范大学 国土资源学院, 四川南充 637002; 3. 成都理工大学 沉积地质研究院, 成都 610059; 4. 成都市国土规划地籍事务中心, 成都 610031; 5. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘 要: 介绍了基于 IDL 和 .NET 集成的可视化程序设计方法。通过在 VB.NET 中集成 IDLDrawWidget 控件, 方便、高效地建立了可视化系统原型。实践表明, 在可视化应用领域中, IDL 和 .NET 结合编程实现了优势互补, 具有较高的实用性。

关键词: 交互式数据语言; .NET; 可视化; 对象图形系统

中图分类号: TP311 文献标志码: A 文章编号: 1001-3695(2007)09-0149-03

Visualization programming based on IDL and .NET

KAN Ai-ke^{1,2}, ZHU Li-dong³, ZHANG Rui-jun⁴, WANG Xu-ben¹, LUO Li-ping³, LUO Hong³, WANG Cheng-shan⁵

(1. Key Laboratory of Earth Exploration & Information Technology for Ministry of Education, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. College of Land Resources, China West Normal University, Nanchong Sichuan 637002, China; 3. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 4. Chengdu National Territory Plan Cadastre Business Center, Chengdu 610031, China; 5. School of Earth Sciences & Resources, China University of Geology, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper introduced the visualization programming method based on integration of IDL and .NET. Through integrating IDLDrawWidget control in VB.NET, it established the visualization system prototype highly effective and conveniently. The practice indicates, that in visualization application domain, IDL and .NET union programming realizes the superiority supplementary, and has the high usability.

Key words: IDL(interactive data language); .NET; visualization; object graphics system

科学计算可视化(visualization in scientific computing)概念提出后, 可视化技术作为一门学科得到了长足发展。作为可视化技术的核心, 数据可视化技术的应用最为活跃。当前数据可视化的核心研究问题包括三维空间数据场及多元数据的建模、计算及表示技术, 面绘制和体绘制的理论与算法, 以及在一些专业领域的应用研究等。针对数据可视化的应用需求, 可视化软件平台也不断推出, 如 IDL、AVS/Express 开发版、PV-WAVE 以及 CTech 等公司的产品^[1]。其中, 以交互式数据分析和数据可视化特色的第四代计算机语言——IDL 在国内外的应用最为普遍, 已被广泛应用于海洋、气象、医学、生物、空间科学、地球科学、天文学和商业开发等各个领域。

IDL 既是便捷的软件工具, 也是高效的开发平台, 它拥有强大的编译环境和与其他语言集成的能力。IDL 可以调用其他语言编写的程序或算法, 或从其他语言调用 IDL 程序, 利用 ActiveX 技术可以将 IDL 的图形功能嵌入到其他 Windows 应用程序中; 利用 IDL-Java Bridge 功能可以在 IDL 代码中访问 Java 对象; 通过 DLL 方式可以在 IDL 中调用 C 和 Fortran 程序; 通过链接外部程序或将 IDL 作为其他语言的图形引擎, 可以使 IDL

成为现有开发工具的有力补充^[2]。目前, 基于 IDL ActiveX 控件的多语言混合编程已成为 IDL 可视化开发的一大趋势^[3~5]。然而, IDL(Research System Inc.) 尚未正式宣称对微软公司新一代 Windows 开发平台 Microsoft .NET 的支持, 但 Microsoft 设计了 Assembly(程序集)兼容 ActiveX 的机制, 通过封装 ActiveX 与控件的交互来实现基于 COM 的 ActiveX 控件应用方式, 这使得在 .NET 环境中集成 IDL 成为可能^[6]。

1 IDL 与 .NET 的集成

1.1 ActiveX 控件与 .NET 的集成机制

.NET 提供了对 COM 和 ActiveX 组件的互操作机制。.NET 应用程序可以调用 COM 组件, 包括 ActiveX DLL(本地和 DCOM)或 ActiveX 控件;.NET 也可以为 .NET 组件提供 COM 接口。因此 .NET 程序集能够通过基于 COM 的应用程序实现双向访问。当将 COM DLL 导入 .NET 中时, 在 .NET 中创建了一个可以用来引用组件的 runtime-callable wrapper(RCW, 运行库可调用的包装器程序)。RCW 提供了在 COM 组件周围的一个 .NET 接口, 并委托对

收稿日期: 2006-06-07; 修返日期: 2006-09-20 基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2004BA810B05); 国家“973”计划资助项目(2006CB701401); 现代古生物学和地层学国家重点实验室资助项目(063110)

作者简介: 阚瑗珂(1980-), 男, 四川什邡人, 博士研究生, 主要研究方向为地球探测与信息技术(kanaike@gmail.com); 朱利东(1965-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 教授, 博士, 主要研究方向为第四纪地质学和沉积学; 王瑞军(1980-), 男, 山西太原人, 助理工程师, 硕士, 主要研究方向为测绘与地理信息系统; 王绪本(1956-), 男, 安徽阜阳人, 教授, 博导, 主要研究方向为地球探测与信息技术; 罗丽萍(1981-), 女, 四川中江人, 硕士研究生, 主要研究方向为第四纪地质学; 罗虹(1982-), 女, 四川自贡人, 硕士研究生, 主要研究方向为第四纪地质学; 王成善(1951-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 教授, 博导, 主要研究方向为地质学。

ActiveX 控件所有方法的调用,而实际上 RCW 保存了对 COM 对象的引用。包装器类是基于 AxHost 类的。AxHost 类提供了 ActiveX 控件,使控件好像在 ActiveX 容器中运行一样。当控件被添加到开发环境中的工具箱中后,就可以像使用其他预定义控件一样使用它。默认情况下,为与 Windows forms 控件相区别,ActiveX 控件被加载到窗体中时,其名字均以 Ax 开始,如 AxIDLDrawWidget(IDL ActiveX 控件)。由于 RCW 是一个 .NET 对象,当不再需要引用对象时,RCW 由 .NET 销毁,而在 .NET 包装器对象终止前 COM 组件不会被释放。

1.2 IDLDrawWidget 控件在 .NET 中的初始化

IDL 的 Windows 版本提供了称为 IDLDrawWidget 的 IDL ActiveX 控件,该控件提供了在 Windows 应用程序中以 ActiveX 组件形式集成 IDL 的机制,以此来为外部程序提供数据分析和可视化的功能。

当在 .NET 应用程序中添加 IDLDrawWidget 控件后,对其进行初始化设置。以 VB.NET 为例,首先在程序窗体中添加命名为 IDLDrawWidget1 的 IDL ActiveX 控件,然后设置控件的各种属性。在 VB.NET 中可通过调用 IDLDrawWidget1 的 ExecuteStr 方法实现对 IDL 的操作。该操作包括两部分:执行 IDL 内部命令、函数或过程;调用自定义的 IDL 函数或过程。具体程序如下:

```
获取 idl32.dll 文件目录
Me.IDLDrawWidget1.IdlPath = "C:\IDL6.2\IDL62\bin\bin.x86\idl32.dll"

设置 DrawWidgetName 属性,以创建名为 IDLDrawWidget1 的 IDL 变量,该变量将包含 IDLDrawWidget 的 ID
Me.IDLDrawWidget1.DrawWidgetName = "IDLDrawWidget1"

应用程序窗体句柄作为参数初始化 IDLDrawWidget 的实例,并返回一整型值,若为 1,则初始化成功;若为 0,则初始化失败
dim intInit as Integer, n as Integer
intInit = Me.IDLDrawWidget1.InitIDL( Me.Handle.ToInt32)
if intInit = 0 then
    MsgBox( "IDL 初始化失败", MsgBoxStyle.Exclamation + MsgBoxStyle.OKOnly, "信息")
    exit sub
end if

设置 IDLDrawWidget 为对象图形窗口方式,当 GraphicsLevel = 1 时为直接图形窗口方式
Me.IDLDrawWidget1.GraphicsLevel = 2

调用 CreateDrawWidget 方法,在 ActiveX 控件框架内创建 IDLDrawWidget
Me.IDLDrawWidget1.CreateDrawWidget()

以 VB.NET 文本显示控件(如名为 IDL_Output 的 RichTextBox)为 IDLDrawWidget1 的信息输出窗口,可实时监测 IDL 程序运行状态
Me.IDLDrawWidget1.SetOutputWnd( IDL_Output.Handle.ToInt32)

设置 IDL 工作区目录,编译运行 IDL 程序(如 Main.pro)
dim WorkingDirectory as String = "CD, " + System.Windows.Forms.Application.StartupPath + " "
Me.IDLDrawWidget1.ExecuteStr( WorkingDirectory)
n = Me.IDLDrawWidget1.ExecuteStr( ".COMPILE Main.pro")
if n < 0 then
    MsgBox( "IDL 文件未找到", MsgBoxStyle.Exclamation + MsgBoxStyle.OKOnly, "错误")
    exit sub
end if
```

1.3 IDLDrawWidget 控件在 .NET 中的事件响应机制

当 IDLDrawWidget 控件嵌入到 .NET 窗体后,将通过“自动事件(autoevent)”属性响应用户的交互操作。它以独占形式管

理用户的鼠标事件,并在其控件区域内屏蔽了 .NET 的标准鼠标事件,如 MouseUp、MouseDown、MouseMove 等。IDL 共提供了六个自动事件属性,包括 OnInit、OnExpose、OnButtonPress、OnButtonRelease、OnDblClick 和 OnMotion。系统设计时需要在 IDLDrawWidget 控件的属性栏中依次为自动事件指定用 IDL 程序编写的响应过程。其中:OnInit 用于设置系统初始化时被自动编译的 IDL 项目文件名;OnExpose 事件一般在窗体激活或需要强制窗口重画时发生,在 .NET 中可通过 IDLDrawWidget 的 DoExpose() 方法调用 OnExpose 属性指定的响应过程;其余四个事件分别对应发生在控件上的鼠标事件,即 OnButtonPress(鼠标按下事件)、OnButtonRelease(鼠标释放事件)、OnDblClick(鼠标双击事件)、OnMotion(鼠标拖拽事件)。

2 应用实例

2.1 三维可视化系统设计

利用成都金沙遗址的考古地层数据,笔者设计了一个三维可视化系统原型。系统主要目的是对遗址地层的三维空间数据场进行可视化再现,实现地层的三维交互浏览和断面切割,并生成地层空间数据的统计图。系统总体结构如图 1 所示。



图 1 系统总体结构

- a) 地层界面数据库由 IDL 对地层界线样点内插建立,通过数据库接口 ADO.NET 与系统连接,提供地层体三维建模的基础数据源。
- b) 地层体模型由 IDL 内置的体素模型(voxel)及内插函数进行空间建模后生成,按地层层号划分层位并渲染。
- c) 地层交互浏览功能在 IDLDrawWidget 控件中实现,浏览场景内嵌在基于 VB.NET 构建的系统主界面中。
- d) 地层断面切割模块,按照体素的矩阵索引和空间坐标位置对地层进行各方向和各空间卦限的切割,以显示地层体在不同方向的断面视图。
- e) 空间坐标定位模块用户可选择任意空间坐标记录(x, y, z),在地层体内部以相应地层的颜色指示其空间位置。
- f) 空间数据挖掘模块主要提取了地层的空间几何特征和空间分布规律。由 IDL 计算地层面的最大值、最小值、平均值和标准差,地层的体积,以及地层厚度的最大值、最小值、平均值,并得出地层厚度极值(最大值、最小值)出现的空间位置。
- g) 图形打印输出模块将地层各种形态的三维视图或统计图输出到打印机。

2.2 三维可视化功能实现

系统通过 IDL 6.2 编程实现前六个模块,打印功能由 VB.NET 实现。应用程序从 VB.NET 执行 IDL 命令驱动 IDL 过程或函数,并传递相关参数,同时,IDLDrawWidget 控件接收用户在系统上交互操作激发的事件,并予以响应。

系统的核心功能为地层的三维建模和断面切割,主要由 IDL 的对象图形系统实现。不同于直接图形系统(direct graphics system),对象图形系统采用了面向对象思想,提供了大量的对象类,并支持用户创建自己的对象类。对象图形法支持

GB 级数据的渲染和操作, 通过对象图形法可以实现三维曲面的旋转和飞行、多光源的阴影或光照处理、观察实体内部的复杂细节以及从各个不同视角对空间对象进行可视化分析。图形对象必须按层次结构来创建图形场景, 层次结构用于描述各种图形对象在类库中的层次关系, 是应用各对象类实现三维可视化的关键, 如图 2 所示。

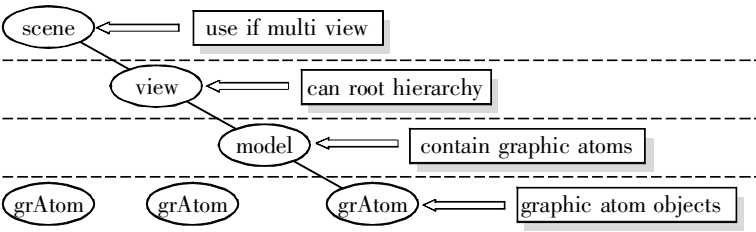


图 2 对象图形的层次结构

依据以上层次结构, 系统开发过程中创建了下列图形对象, 如图 3 所示。

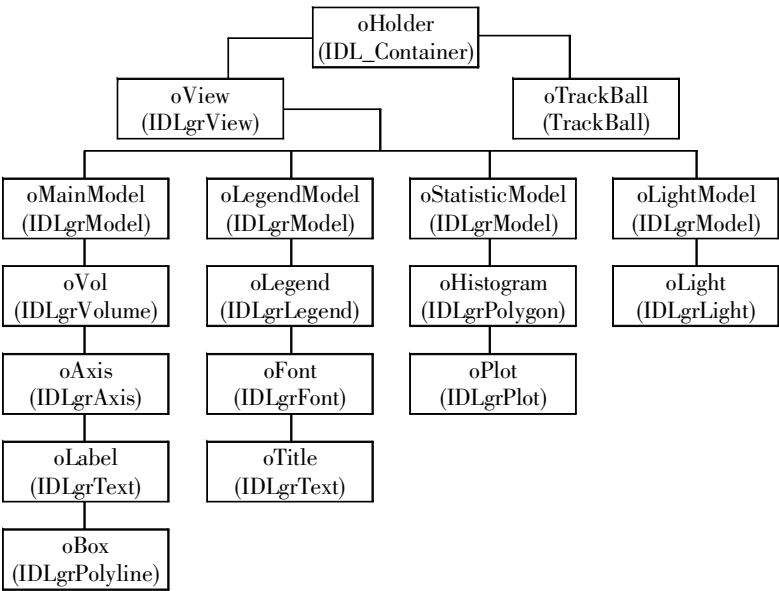


图 3 系统创建的图形对象

- a) oHolder(容器对象), 将所有实例化后的对象, 如原子图形对象, 添加到容器中, 显示在输出设备上。
- b) oView(视图对象), 将所有实例化后的对象模型添加到视图。
- c) oTrackBall(轨迹球对象), 用于用户在三维场景中使用鼠标对地层体进行交互操作。
- d) oMainModel(主体对象), 包含 IDLgrVolume 体对象、IDLgrAxis 坐标轴对象、IDLgrText 文本对象、IDLgrPloyine 构造的盒框对象。
- e) oLegendModel(图例对象), 包含 IDLgrLegend 图例对象、IDLgrFont 字体对象、IDLgrText 文本对象。
- f) oStatisticModel(统计图对象), 包含 IDLgrModel 统计图

模型对象、IDLgrPloygon 构造的直方图对象、IDLgrPlot 曲线图对象。

g) oLightModel(光照对象), 包含 IDLgrModel 光照模型对象、IDLgrLight 光照对象。

上述图形对象创建后, 依次被添加到 IDLDrawWidget 控件的图形窗口中, 最后与 VB.NET 建立的应用程序一起发布。系统运行主窗体如图 4 所示。

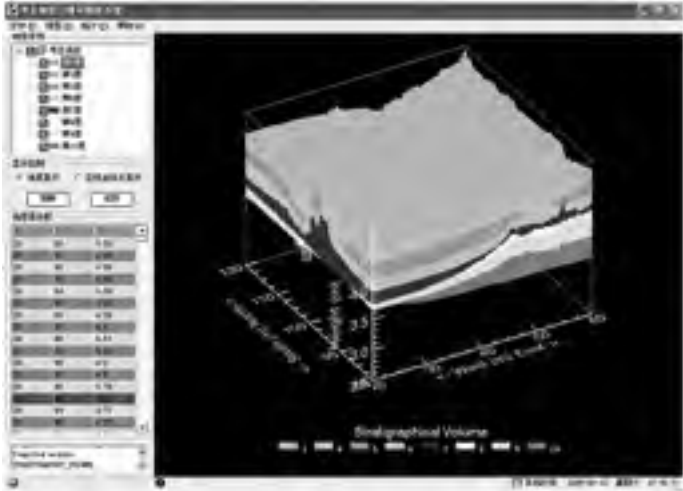


图 4 系统主窗体

3 结束语

基于 IDL 与 .NET 平台构建的三维可视化系统综合了两种开发工具的优势。IDL 面向数组操作的特性使三维建模变得更加容易, 同时 IDL 提供的对象图形系统使可视化场景的建立也较之基于 OpenGL 的底层开发更加快捷; 而 .NET 作为主流 Windows 应用程序开发平台, 对系统界面设计及数据库操作的支持更加完善。实践表明, 在可视化应用领域中, IDL 与 .NET 结合编程实现了优势互补, 具有较高的实用性。

参考文献:

[1] 阚璆珂. 考古地层的三维可视化及应用研究——以成都金沙遗址为例 [D]. 成都: 成都理工大学, 2006.

[2] IDL 6.2 功能介绍白皮书 [EB/OL]. [2006-05]. <http://www.imagestekinfo.com/Download/>.

[3] 阎磊, 曹俊兴. Delphi 调用 IDL 接口混合编程技术研究 [J]. 河北工业大学学报, 2005, 34 (1) : 85-88.

[4] 黄修东, 刘立民, 曹君涉. VB 调用 IDL 接口混合编程技术 [J]. 微型电脑应用, 2006, 22 (2) : 34-36.

[5] 朱玉伟, 拾兵, 黄勇, 等. 基于 IDL 与 VB 的遥感数据提取 [J]. 计算机应用研究, 2006, 23 (3) : 181-182, 201.

[6] 盖迎春, 冯敏, 郭建文, 等. IDL 与 .NET 环境通信机制研究 [J]. 遥感技术与应用, 2005, 20 (3) : 350-354.

(上接第 148 页) 说明采用基于知识的方法的必要性, 并构建了基于知识的箱位分配模型。实例结果表明, 用该方法进行的箱位分配计划有利于堆场的后续作业, 并可减少设备作业的移动距离。

参考文献:

[1] AVIES A. BISCHOFF P, EBERHARD E. Weight distribution considerations in container loading [J]. European Journal of Operational Research, 1999, 114 (3) : 509-528.

[2] KIM K H, PARK Y M, RYU K R. Deriving decision rules to locate export containers in container yards [J]. European Journal of Operational Research, 2000, 124 (1) : 89-101.

[3] KIM K H, BAE J W. Re-marshaling export containers in port container terminals [J]. Computers and Industrial Engineering, 1998, 35 (3-4) : 655-658.

[4] 郝聚民, 纪卓尚, 林焰. 混合顺序作业堆场 BAY 优化模型 [J]. 大连理工大学学报, 2000, 40 (1) : 102-105.

[5] 赵莉香, 殷国富, 陈田. 基于知识的平面组合体 CAI 二求三系统研究与开发 [J]. 计算机应用研究, 2003, 20 (4) : 67-69.

[6] 杨小献, 赵云娣, 谢自美. 基于规则的柔性综合统计报表技术 [J]. 计算机应用研究, 2005, 22 (12) : 54-56.

[7] 田锋, 李人厚. 基于知识的协同设计工作过程建模 [J]. 计算机应用研究, 2003, 20 (7) : 10-12, 48.