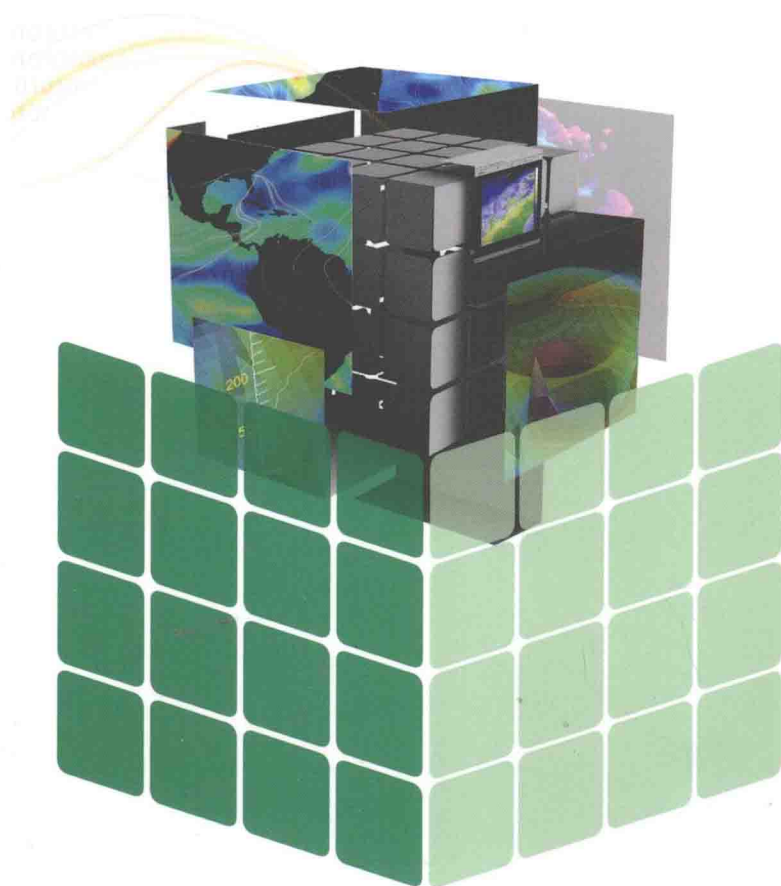


IDL 程序设计

——数据可视化与 ENVI 二次开发

董彦卿 编著



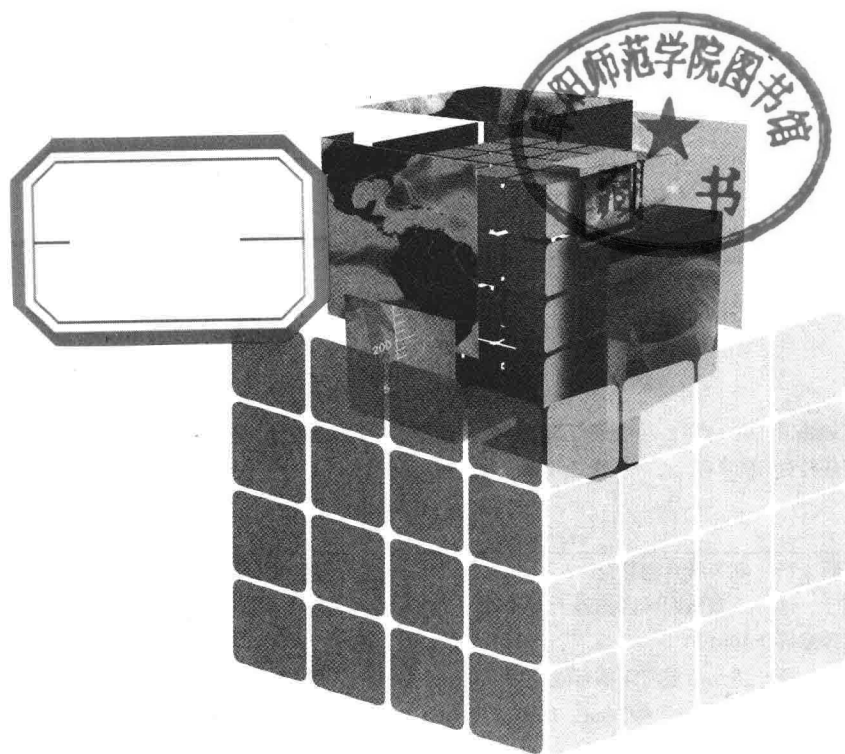
高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

IDL 程序设计

——数据可视化与 ENVI 二次开发

IDL Chengxu Sheji —— Shuju Keshihua yu ENVI Erci Kaifa

董彦卿 编著



高等教育出版社·北京

HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书根据学习编程语言的特点,首先介绍了IDL的编写环境、代码的编写优化与调试、语法和控制基础、输入与输出等基础内容;然后针对IDL的快速、高效可视化特点介绍了直接图形法、对象图形法、快速可视化、智能化编程、界面程序与事件处理、图像处理与分析等内容;对IDL中的数学与统计分析、数据库、小波与信号处理和医学应用等内容进行了描述;最后讲述了IDL与其他语言的混合编程调用和ENVI二次开发。

本书可以作为高校地理信息系统、遥感、计算机、图形图像处理及相关专业本科生和研究生的实验教材,也可以作为计算机软件开发人员的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

IDL程序设计:数据可视化与ENVI二次开发/董彦卿
编著. —北京:高等教育出版社, 2012.9
ISBN 978-7-04-035497-3

I. ①I… II. ①董… III. ①软件工具-程序设计-
高等学校-教材 IV. ①TP311.56

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第184327号

策划编辑 关 焱	责任编辑 关 焱	封面设计 李卫青	版式设计 余 杨
责任校对 杨雪莲	责任印制 朱学忠		

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街4号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	涿州市星河印刷有限公司	网上订购	http://www.landraco.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landraco.com.cn
印 张	30.5	版 次	2012年9月第1版
字 数	740千字	印 次	2012年9月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	86.00元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 35497-00

前 言

交互式数据语言——IDL (Interactive Data Language) 是一门适用于应用程序开发特别是可视化分析应用的编程语言, 它功能强大, 简单易学。作为第四代语法简单、面向矩阵运算的计算机语言, IDL 拥有图像处理、交互式二维和三维图形技术、面向对象编程方式、OpenGL 硬件加速、复杂数据可视化表达、集成数学统计与分析软件包、信号分析、跨平台应用开发 (Windows、Unix、Linux 和 Macintosh 等) 和兼容 ODBC 数据库以及方便地与其他常用语言相互调用等功能。

自 1977 年发布以来, IDL 在地球科学 (包括气象、水文、海洋、土壤和地质等)、医学影像、图像处理、地理信息系统、软件开发、测试、天文、航空航天、信号处理、防御工程、数学统计与分析和环境工程等领域, 得到了广泛而深入的应用。例如, 美国国家航空航天局 (NASA) 在太空飞船中使用 IDL 研究紫外线放射现象, 利用 IDL 编写应用系统来辅助监测海洋和大气; 生物专家利用 IDL 开发的 MRIVIEWER 可用于观察人脑的核磁共振图; 地理学家使用 IDL 开发了 World Topography Viewer 来实现 DEM 构建和飞行观察等功能。1994 年, 使用 IDL 语言编写的遥感软件 ENVI 正式发布。ENVI 具有完整、丰富的遥感图像处理功能, 并提供完善的 IDL 二次开发函数接口。1998 年, IDL 被誉为 NASA 最近 40 年来的“里程碑技术”。

笔者从 2007 年开始接触 IDL, 由于 IDL 相关教材极少, 遇到每一个小问题都需要仔细翻看帮助文档、编写测试代码或与他人探讨分析, 学习起来非常困难。随着对 IDL 的熟悉和使用的深入, 笔者有了编写一本详细而且实用的教材的想法。

本书内容以 IDL 8.2 的基本知识点和应用为主线, 综合笔者在学习和使用 IDL 中的心得, 结合 IDL 培训过程中的素材以及学员的反馈信息, 分析了常见错误。同时, 对 IDL 中直接图形法中的常用函数、对象图形法中的对象类、数学与统计扩展函数以及 ENVI 二次开发函数等进行了归纳列表。

全书共 20 章, 分为三大部分: 第 1~12 章是 IDL 语言的基础部分, 介绍了 IDL 语言的编程环境、代码编写方式、基础语法、数据输入与输出、直接图形法、对象图形法、快速可视化与智能化编程工具、界面构建与事件处理以及图像处理与分析等基础内容; 第 13~18 章介绍了 IDL 中的数学分析函数库、数据库、小波分析、信号处理、医学应用以及混合编程等扩展应用内容; 第 19 章和第 20 章则重点介绍了遥感图像处理软件 ENVI 的功能扩展与二次开发。

在读者学习本书中的示例代码时, 可以手工输入, 也可以使用随书附赠实验数据光盘中的示例代码文件。示例代码中, “;” 为注释符, 即当前行中 “;” 后面的内容均为注释; “\$” 为续行符, 即 “\$” 后面的代码需要与当前行代码一起执行。若代码前为 “IDL>”, 则代码是在 IDL 下运行的; 若为 “ENVI>”, 则需要 ENVI+IDL 环境下运行。

实验数据光盘除了包含本书中所有示例源代码之外, 还提供了一些完整的应用程序源码, 便于读者进一步学习和拓展 IDL 编程思路。

感谢 Esri 中国信息技术有限公司遥感事业部陈秋锦女士、邓书斌先生和徐恩惠女士在

本书的编写和出版过程中给予的支持、鼓励和帮助。在深入学习和研究 ENVI/IDL 中，感谢陈刚、胡显志、屈新原、杨鹤松和李晶晶等人给予的帮助。最后，感谢我的家人在生活上的全力支持。

鉴于作者水平有限，错误之处在所难免，欢迎各位读者批评指正，以进一步提高本书质量。

作 者

2012 年 6 月

目 录

第 1 章 IDL 简介	1	第 4 章 语法基础	26
1.1 IDL 的特点	1	4.1 数据类型	26
1.2 IDL 学习资源	5	4.2 常量与变量	27
第 2 章 IDL 工作台	7	4.2.1 常量	27
2.1 启动工作台	7	4.2.2 变量	27
2.2 工作台组成	8	4.3 数组	31
2.2.1 菜单栏	8	4.3.1 创建数组	31
2.2.2 工具栏	10	4.3.2 存储数组	33
2.2.3 项目资源管理器	10	4.3.3 使用数组	34
2.2.4 代码区域	11	4.3.4 数组运算	35
2.2.5 控制台	11	4.3.5 相关函数	36
2.2.6 状态栏	12	4.3.6 矩阵运算	45
2.2.7 视图	12	4.4 字符串	45
2.3 帮助	12	4.4.1 创建字符串	45
2.3.1 启动帮助	12	4.4.2 字符串连接	46
2.3.2 使用帮助	13	4.4.3 字符串转换	46
第 3 章 代码编写与运行	16	4.4.4 处理函数	47
3.1 批处理模式	16	4.4.5 特殊字符	49
3.2 文件模式	17	4.5 结构体	49
3.2.1 过程	17	4.5.1 创建结构体	49
3.2.2 函数	17	4.5.2 访问结构体	50
3.3 命令行模式	18	4.5.3 结构体操作函数	51
3.4 工程项目模式	19	4.6 指针	51
3.4.1 工作空间	19	4.6.1 创建和访问指针	51
3.4.2 新建工程	20	4.6.2 空指针和非空指针	52
3.4.3 运行工程	21	4.6.3 内存控制	52
3.4.4 导入工程	21	4.6.4 指针有效判断	53
3.4.5 导出工程	22	4.7 对象	53
3.5 符号与快捷键	23	4.7.1 创建对象	53
3.5.1 符号	23	4.7.2 调用对象	54
3.5.2 快捷键	23	4.7.3 销毁对象	55
3.6 断点与调试	24	4.7.4 相关函数	55
3.6.1 断点操作	24	4.8 链表	56
3.6.2 调试步骤	24	4.8.1 创建链表	56

4.8.2	访问链表	56	5.6.1	错误检测	76
4.8.3	链表其他操作	56	5.6.2	数学错误	77
4.8.4	销毁链表	58	5.6.3	程序恢复	78
4.9	哈希表	58	5.7	编译规则	79
4.9.1	创建哈希表	59	5.8	高效编程	79
4.9.2	访问哈希表	59	5.8.1	时间优化	79
4.9.3	哈希表添加	59	5.8.2	空间优化	84
4.9.4	哈希表其他操作	59	5.8.3	程序分析	86
4.9.5	销毁哈希表	61	第6章	输入与输出	87
4.10	运算符	61	6.1	标准输入与输出	87
4.10.1	数学运算符	61	6.1.1	输入与输出函数	87
4.10.2	逻辑运算符	62	6.1.2	格式化输入与输出	87
4.10.3	位运算符	62	6.2	ASCII 码与二进制格式	93
4.10.4	关系运算符	63	6.2.1	打开文件	93
4.10.5	矩阵运算符	65	6.2.2	ASCII 码文件读写	95
4.10.6	其他运算符	66	6.2.3	二进制文件读写	99
4.10.7	运算符优先级	67	6.3	图像格式	103
第5章	程序控制与优化	68	6.3.1	图像信息查询	104
5.1	控制条件	68	6.3.2	JPEG 文件	105
5.2	循环语句	68	6.3.3	BMP 文件	107
5.2.1	For	68	6.3.4	TIFF 文件	108
5.2.2	ForEach	69	6.4	科学数据格式	110
5.2.3	While	69	6.4.1	CDF 文件	110
5.2.4	Repeat	69	6.4.2	HDF 文件	111
5.3	条件语句	70	6.4.3	HDF5 文件	112
5.3.1	If	70	6.5	GRIB 格式	113
5.3.2	Case	70	第7章	直接图形法	115
5.3.3	Switch	71	7.1	显示设备	115
5.4	跳转语句	72	7.2	颜色显示	115
5.4.1	Break	72	7.2.1	索引颜色	115
5.4.2	Continue	72	7.2.2	彩色显示	119
5.4.3	Goto	73	7.3	显示区域	120
5.5	参数及关键字	73	7.4	字体	122
5.5.1	位置参数	73	7.4.1	矢量字体	122
5.5.2	关键字参数	74	7.4.2	设备字体	123
5.5.3	参数继承	74	7.4.3	TrueType 字体	125
5.5.4	参数传递	74	7.5	显示图形和图像	126
5.5.5	相关函数	76	7.5.1	窗体控制	126
5.6	错误检测与程序恢复	76	7.5.2	多图形绘制	128

7.5.3 曲线绘制	128	9.2.7 多图绘制	195
7.5.4 图像显示	137	9.2.8 图像保存	196
7.5.5 绘制曲面	139	第 10 章 智能化编程工具	197
7.5.6 体数据显示	140	10.1 iTTools 使用	197
7.6 地图投影	141	10.1.1 公共关键字	197
7.6.1 创建投影	141	10.1.2 公共操作	199
7.6.2 显示投影	142	10.1.3 iContour	205
7.6.3 投影转换	143	10.1.4 iImage	209
7.7 函数列表	144	10.1.5 iMap	216
第 8 章 对象图形法	146	10.1.6 iPlot	218
8.1 基本操作	146	10.1.7 iSurface	220
8.1.1 类名解析	146	10.1.8 iVector	222
8.1.2 基本操作	146	10.1.9 iVolume	224
8.2 显示图形图像	149	10.2 iTTools 操控命令	226
8.2.1 框架体系	149	10.3 iTTools 开发	228
8.2.2 基础框架类	150	10.3.1 iTTools 对象类	228
8.2.3 二维图形类	160	10.3.2 自定义 iTTools 工具	233
8.2.4 颜色显示	171	第 11 章 界面与事件处理	238
8.2.5 坐标系	171	11.1 界面组件	238
8.2.6 三维显示	174	11.1.1 界面单元组件	238
8.3 对象交互	175	11.1.2 复合界面组件	247
8.3.1 属性修改	175	11.1.3 对话框界面组件	249
8.3.2 对象选择	175	11.1.4 功能界面组件	251
8.4 对象类列表	176	11.2 界面事件	252
8.5 自定义对象类	178	11.3 界面程序编写	254
8.5.1 新对象类	178	11.3.1 界面构建	254
8.5.2 继承类	180	11.3.2 数据传递	257
8.6 源码参考	182	11.3.3 事件关联	258
第 9 章 快速可视化	185	11.3.4 响应事件	259
9.1 可视化函数及应用	185	第 12 章 图像处理与分析	265
9.1.1 可视化函数	185	12.1 图像修改	265
9.1.2 应用举例	185	12.1.1 裁剪	265
9.2 可视化控制	187	12.1.2 填充	266
9.2.1 位置移动	187	12.1.3 重采样	268
9.2.2 颜色设置	188	12.1.4 平移	268
9.2.3 坐标轴	188	12.1.5 翻转	269
9.2.4 标题	189	12.1.6 旋转	269
9.2.5 标注	190	12.2 纹理贴图	271
9.2.6 图例	194	12.2.1 DEM 叠加纹理	271

12.2.2 球体纹理贴图	272	13.2.9 特殊函数	312
12.3 掩膜与透明	274	13.2.10 基础统计与随机数 生成	313
12.3.1 掩膜	274	13.2.11 回归	315
12.3.2 透明	276	13.2.12 相关性与协方差	316
12.4 图像校正	277	13.2.13 方差分析	317
12.5 感兴趣区	278	13.2.14 非数值数据和离散数据 分析	317
12.6 其他图像处理	280	13.2.15 非参数统计	318
第 13 章 数学与统计分析	282	13.2.16 拟合优度	319
13.1 基础数学库	282	13.2.17 时间序列与预测	319
13.1.1 数学类函数	282	13.2.18 多元分析	320
13.1.2 三角函数	283	13.2.19 生存分析	320
13.1.3 特殊数学函数	283	13.2.20 概率分布	320
13.1.4 复数函数	284	13.2.21 随机数生成	321
13.1.5 导数和积分	285	13.2.22 数学统计与函数 常量	322
13.1.6 特征值与特征向量	286	第 14 章 数据库	326
13.1.7 线性代数	287	14.1 数据库操作	326
13.1.8 线性系统	288	14.1.1 创建对象	326
13.1.9 非线性方程	289	14.1.2 连接数据库	327
13.1.10 稀疏矩阵	290	14.1.3 连接表	327
13.1.11 数学错误检测	291	14.1.4 表操作	327
13.1.12 拟合	291	14.1.5 执行 SQL 语句	328
13.1.13 插值	293	14.2 读取 Excel 示例	329
13.1.14 相关分析	294	14.3 函数列表	330
13.1.15 多元分析	295	第 15 章 小波与数字信号处理	332
13.1.16 优化	298	15.1 小波工具箱	332
13.1.17 概率	299	15.1.1 启动小波工具箱	332
13.1.18 假设检验	299	15.1.2 菜单与工具栏	332
13.1.19 统计	300	15.1.3 参数设置	333
13.1.20 时间序列分析	302	15.1.4 数据导入	334
13.1.21 域变换	302	15.1.5 小波函数可视化	335
13.2 IMSL 数学库	303	15.1.6 小波功率谱分析	336
13.2.1 线性系统	303	15.1.7 多分辨率分析	337
13.2.2 特征系统分析	305	15.1.8 降噪处理	337
13.2.3 插值与近似	305	15.1.9 自定义功能	338
13.2.4 积分与导数	307	15.1.10 小波工具函数	338
13.2.5 微分方程	308	15.2 数字信号处理	339
13.2.6 变换	309		
13.2.7 非线性方程组	310		
13.2.8 最优化	311		

15.2.1 信号处理函数	339	19.1.1 波段与波谱运算 表达式	412
15.2.2 信号变换分析	340	19.1.2 波段与波谱运算函数 ...	413
第 16 章 医学应用	346	19.1.3 波段运算表达式举例 ...	414
16.1 DICOM 网络服务	346	19.2 ENVI 功能扩展	414
16.2 DICOM 文件读写	350	19.2.1 编写功能函数	414
第 17 章 混合编程	352	19.2.2 自定义菜单	415
17.1 IDL 功能扩展	352	19.2.3 编写界面	417
17.1.1 调用可执行程序	352	19.2.4 错误处理	419
17.1.2 调用 DLL	352	19.2.5 扩展与应用	420
17.1.3 调用 DLM	355	第 20 章 ENVI 二次开发	430
17.1.4 调用 COM 和 ActiveX ...	359	20.1 二次开发模式	430
17.1.5 调用 Java	363	20.1.1 初始化	430
17.2 其他语言调用 IDL	365	20.1.2 常用关键字	431
17.2.1 Visual C++ 调用 IDL ...	365	20.1.3 文件管理	432
17.2.2 IDLDrawWidget 组件	366	20.1.4 文件读写	433
17.2.3 COM_IDL_CONNECT 组件	375	20.1.5 分块调度	436
17.2.4 Javaidlb 函数包	382	20.1.6 坐标系与投影	437
17.2.5 对象输出助手	385	20.1.7 感兴趣区	444
第 18 章 程序发布与部署	396	20.1.8 矢量处理	446
18.1 程序发布	396	20.1.9 进度条	453
18.1.1 Sav 文件	396	20.1.10 端元波谱收集	455
18.1.2 Exe 文件	402	20.2 开发实例	455
18.2 程序部署	406	20.2.1 海量数据批处理	455
18.2.1 虚拟机方式	406	20.2.2 ArcGIS Engine 与 ENVI 集成	461
18.2.2 Runtime 方式	406	附录 ENVI 二次开发功能函数 列表	467
第 19 章 ENVI 波段运算与 功能扩展	411	主要参考文献	474
19.1 波段与波谱运算	411		

第1章 IDL 简介

交互式数据语言——IDL (Interactive Data Language) 是美国 ExelisVis (原 ITTVis) 公司的产品, 它是进行应用程序开发、科学数据分析与可视化表达的理想工具。

IDL 是基于矩阵运算的计算机语言, 它语法简单, 自带大量的功能函数, 用很少的几行代码就能实现其他语言很难实现的功能。利用 IDL 可以快速地进行科学数据读写、三维数据可视化、数值计算和三维图形建模等。IDL 可以应用在地球科学 (包括气象、水文、海洋、土壤和地质等)、医学影像、图像处理、GIS 系统、软件开发、测试、天文、航空航天、信号处理、防御工程、数学统计与分析以及环境工程等领域。

ExelisVis 公司于 2012 年 5 月推出了当前最新的 IDL 8.2 及其系列产品, 本书主要介绍 Windows 操作系统平台下 IDL 的使用。

1.1 IDL 的特点

IDL 语法简单, 拥有灵活的数据读取和分析、复杂数据的可视化表达和完善的信号分析功能, 集成了图形用户界面工具包、数学分析与统计软件包、与 ODBC 兼容的数据连接工具包, 支持交互式二维和三维可视化技术、OpenGL 硬件图形加速技术以及跨平台大型应用开发等。主要特点简要介绍如下。

1. 语法简单

IDL 是第四代计算机语言, 自身的语法与其他常用语言有着很多相通之处, 简单易学, 容易上手。用户利用内建的数据可视化和分析函数以及成熟完备的开发环境 (IDL 工作台) 可进行科学数据分析和应用程序开发。

2. 支持丰富的数据格式

IDL 提供了大量的数据读写工具, 支持常见数据格式的直接读写, 如通用图像数据格式 (BMP、DCM、JPEG、JPEG2000、GIF、PNG、TIFF/GeoTIFF 等; 图 1.1), 支持在 NASA 和 NOAA (美国国家海洋和大气管理局) 等机构中大量使用的 HDF、HDF5、CDF、HDF-EOS 和 NCDF 等科学数据格式, 以及常见的 ASCII、Binary、DXF、Shapefile、VRML、WAV、XML、GRIB 和 DICOM 等格式。

3. 强大的数据分析功能

IDL 集成了数学分析和统计软件包, 包括工业标准的数学模型算法、内部函数和 IMSL (国际数学/统计学) 函数库, 能够支持强大、复杂的科学计算 (图 1.2)。内置的函数和程序考虑到处理大量数据的情况, 采用了多进程设计, 在多处理器系统上能够充分发挥多处理器效能, 提高处理速度。



图 1.1 图像写出函数

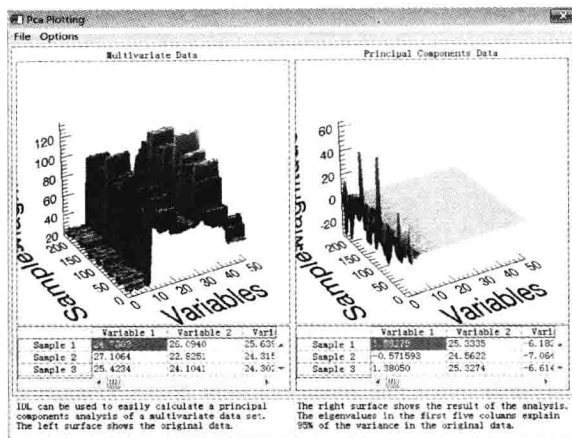


图 1.2 主成分分析

4. 自带小波工具箱

IDL 中的小波工具箱包含了小波可视化工具包和小波变换工具（图 1.3）。小波分析是流行的数据处理和图像分析技术。利用小波函数可以将一幅图像的能量信号分解为功能的空间维数（或时间）和小波尺度（或频率）。很多领域都会用到小波变换，如地球物理（地震事件）、医学（心电图和医学影像学）、天文（图像处理）和计算机科学（物体识别和图像压缩）等。

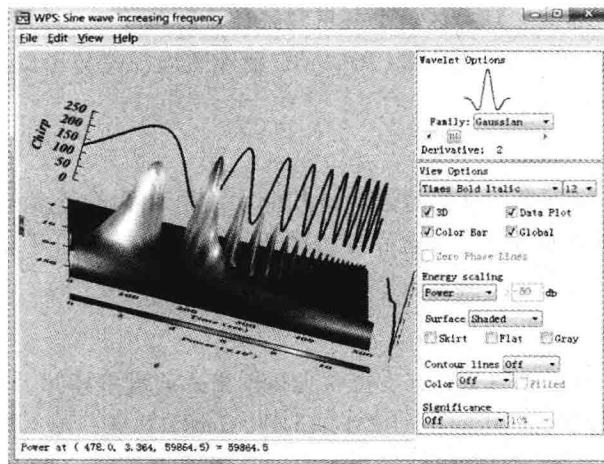


图 1.3 IDL 小波分析工具 (IDL Wavelet Toolkit)

5. 多样的可视化功能

IDL 提供了大量可视化工具，如绘制二维图形、二维图像、三维表面、三维体、等值线图 and 投影地图等，用户只需一条语句就能够对数据进行可视化表达。从简单的二维绘图、多维绘图、图像显示和动画，到利用 OpenGL 硬件加速功能进行交互式的三维图形浏览、GPU 渲染以及多处理器快速进行体数据渲染，使用 IDL 可以获得丰富的可视化效果。

为了方便地进行数据的分析和可视化，IDL 自 8.0 版本起增加了快速绘图函数，它整合了对象图形法和直接图形法的优点，可以快速绘制出高质量的图形。

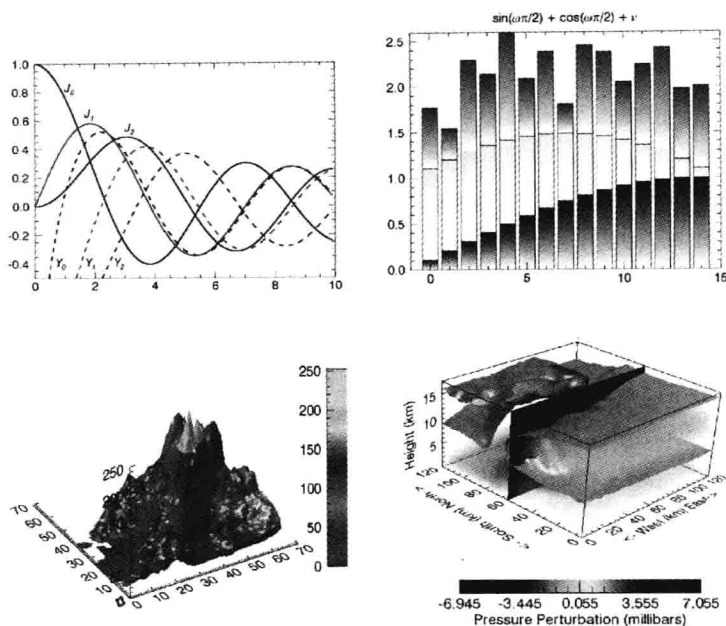


图 1.4 多样的可视化

IDL 提供了智能化工具 (iTools), 用户不需要编写任何代码就能拥有可视化能力。iTools 基于 IDL 对象图形系统, 是结合数据分析和可视化功能的一系列预建的交互式高质量图形显示工具, 既可以用于大型的程序开发, 也可以独立地作为一套完整的应用程序使用。

6. 地图工具

IDL 提供了 30 多种投影类型的地图转换功能, 同时支持自定义投影。这使得 IDL 在处理遥感图像或带坐标的数据时更加方便。利用 iTools 智能工具还可以交互式地显示具有地理信息的图像和等高线数据。

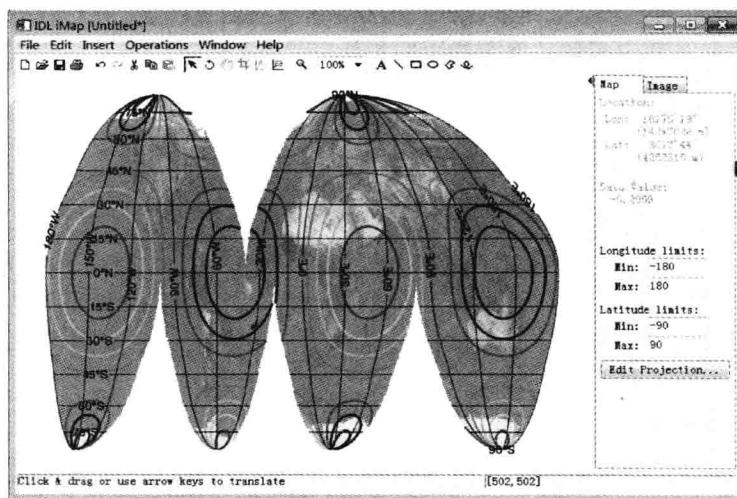


图 1.5 iMap 中的 Interrupted Goode 投影

7. 快速构建项目原型

在 IDL 中只需几条简单的语句就能完成传统语言几百行代码才能完成的任务，从而可快速实现可视化效果或构建应用系统原型，同时可缩短设计、编译和测试的周期。IDL 内置了大量算法和应用模型，且大部分工具都以源代码的形式提供，方便参考使用。同时，IDL 自带的 Demo 程序内容涵盖地球科学、物理、天文、图像处理、医学应用、数学和统计分析等领域（图 1.6）。基于这些 Demo，用户可以在很短的时间内开发出所需的应用程序。

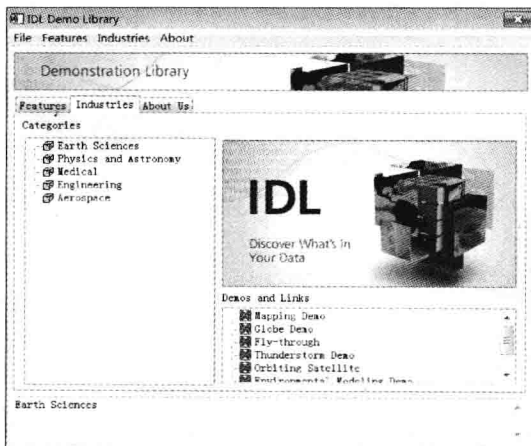


图 1.6 丰富的 Demo

8. 灵活的外部语言接口

IDL 支持动态模块加载（DLM）方式的功能扩展，具备调用 Windows 的控件、Java 代码和 DLL 等功能。利用这些方式可以方便地扩展 IDL 的功能。

利用 IDL 的 ActiveX 技术可以将 IDL 图形图像功能嵌入 VB、VC ++、DotNet 等常用语言编写的应用程序中。通过 IDL - Java/COM Bridge 可以直接将 IDL 代码输出为 Java 类对象或 COM 组件，方便了 IDL 功能在其他系统中的集成。

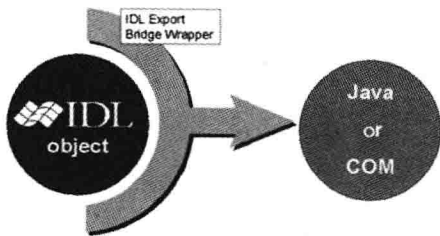


图 1.7 IDL 输出助手支持 Java 和 COM

9. 数据库管理支持

IDL DataMiner 基于开放数据库连接（ODBC）接口，可以以相同的模式连接到不同的数据提供者，使得用户无需了解 ODBC API 和 SQL 的具体细节，仅利用 DataMiner 即可完成对数据库的大部分操作。

10. 医学解决方案

IDL DICOM Network Services 模块是 IDL 医学解决方案的核心，它提供了查询、获取和分发/存储远程 DICOM 文件的能力，使 IDL 与医学影像工作处理流程有机地集成到一起。

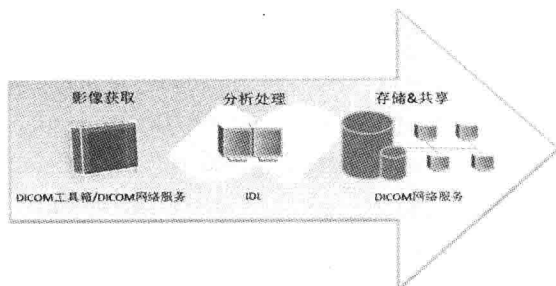


图 1.8 医学影像解决方案

11. 跨平台开发和部署

IDL 支持 Windows、UNIX、Macintosh、Linux 等多种操作平台，代码可以“一次编写，多处运行”，消除了对计算机硬件的依赖性。这种特性使得 IDL 开发在多系统平台环境下的应用程序变得容易，实现了跨平台的程序共享。

IDL 语言支持免费的虚拟机（IDL Virtual Machine）和 IDL Runtime 两种方式发布部署，可根据实际应用需求灵活地部署 IDL 应用程序。

1.2 IDL 学习资源

学习 IDL，可以利用软件帮助、网络视频教程以及其他网上资源。

1. 软件帮助

IDL 的帮助包括帮助搜索系统和独立帮助文档。要启动帮助搜索系统可以单击安装程序菜单或工作台中的帮助菜单。在 IDL 8. * 安装子目录“* \IDL\IDL8 * \help\pdf”中的“Using IDL”系列文档中也包含了丰富的学习资源。

2. ExelisVis 网站资源

ExelisVis 网站上有丰富的资料，包含功能介绍、软件操作、解决方案以及用户使用心得。例如，主页中的 User Community - code Library 提供了一个供 ENVI/IDL 爱好者进行技术交流和资源分享的平台，具有丰富的 IDL 代码和 ENVI 扩展供免费下载。

3. Esri 中国信息技术有限公司资源

通过 ENVI/IDL 中文网站 (<http://www.esrichina.com.cn>)，可以获得最新的产品和技术文档以及市场活动信息。

通过官方技术交流论坛 (<http://bbs.esrichina-bj.cn>) 中的 ENVI/IDL 板块，能够与各地的 ENVI/IDL 爱好者分享各种资源。

此外，还可以通过以下网站获取学习资源：

- <http://dfanning.com>
- http://fermi.jhuapl.edu/slr/idl/slr/lib/local_idl.html

- <http://idlastro.gsfc.nasa.gov/homepage.html>
- <http://idl.tamu.edu/Home.html#>
- <http://michaelgalloy.com/>
- <http://objectmix.com/idl-pvwave/>
- http://ross.iasfbo.inaf.it/IDL/US-VO/miller_idl_tutorial.html
- http://ross.iasfbo.inaf.it/IDL/Robishaw/robishaw_idlnotes.html
- <http://www.acoustics.washington.edu/~towler/IDLviz.html>
- <http://www.astro.virginia.edu/class/oconnell/ast511/IDLguide.html>
- <http://www.eg.bucknell.edu/physics/ASTR201/IDLTutorial/>
- <http://www.iac.es/sieinvens/SINFIN/CursoIDL/cidl.php>
- <http://www.kilvarock.com/>
- <http://www.metvis.com.au/idl/index.html#>
- <http://www.ncnr.nist.gov/staff/dimeo/IDLAppI.html>
- groups.google.com/group/comp.lang.idl-pvwave/topics
- <http://blog.sina.com.cn/enviidl>
- <http://hi.baidu.com/new/dyqwrp>

第2章 IDL 工作台

工作台 (workbench) 是进行代码编写、管理、编译、调试和运行的图形化操作环境，也就是 IDL 的集成开发环境 (IDE)。本章主要介绍 IDL 工作台的启动方式、组件组成和工作台帮助系统的使用。

2.1 启动工作台

IDL 工作台是一个具备代码管理、开发和调试功能的图形化界面工具集。自 IDL 7.0 版本起，IDL 工作台基于 Eclipse 框架运行，因此在各种操作系统如 Windows、Macintosh、Solaris 或 Linux 下均具备同样的操作界面和快捷键，便于在不同操作系统的平台下进行源码开发。

以 Windows 系统下的 IDL 工作台为例，单击菜单 [开始] - [程序] - [IDL *] - [idl] 或 [开始] - [ENVI *] - [IDL *]，选择一个工作空间，即可启动 IDL 工作台。工作台界面如图 2.1 所示。

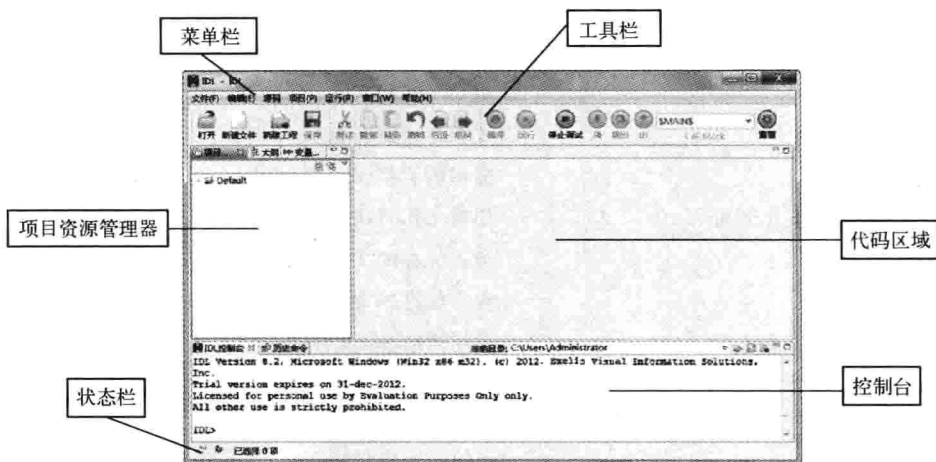


图 2.1 IDL 工作台

单击菜单 [开始] - [程序] - [IDL *] - [Tools] - [IDL Command Line]，启动类似 DOS 界面的命令行界面 (图 2.2)，则可以在命令行提示符下直接输入运行 IDL 命令。

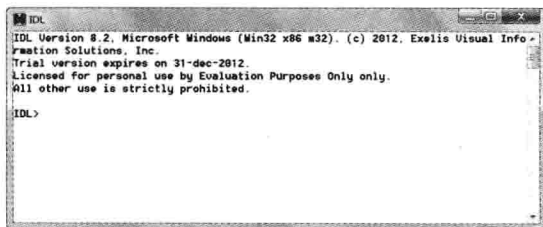


图 2.2 IDL 命令行