

空间信息处理与应用丛书

PCI TUXIANG CHULI
JIAOCHENG

PCI 图像处理教程

赵文吉 胡卓玮 编译
李家存 赵秀怡

- 由加拿大图像处理软件系统的先驱 PCI 公司开发
- 可用于遥感图像处理、地理信息系统分析、摄影测量和制图输出等用途
- PCI 拥有完整的软件模块、丰富的数据支持、广泛的软硬件适应性以及灵活的扩展编程能力，其代表了图像处理系统的发展趋势和技术先导
- 随着图像处理技术的日益成熟和发展，PCI 软件的数据应用领域不断地拓宽，包括石油天然气勘探、矿产资源勘探、林业、农业、土地资源调查评估与管理、自然灾害动态监测、测绘、环保、城市规划、铁路交通、大规模管道工程设计、沙漠治理、工程建设、气象预报、医学光片解析、光谱分析、雷达数据分析等

中国环境科学出版社

空间信息处理与应用丛书
“211 工程”资助

PCI 图像处理教程

赵文吉 胡卓玮

编译

李家存 赵秀怡

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

PCI 图像处理教程 / 赵文吉等编译. —北京: 中国环境科学出版社, 2007.4

(空间信息处理与应用丛书)

ISBN 978-7-80209-338-6

I. P… II. 赵… III. 遥感图像—图像处理—教材
IV. TP751

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 060890 号

责任编辑 沈 建
责任校对 扣志红
封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2007 年 4 月第一版
印 次 2007 年 4 月第一次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 30.25
字 数 676 千字
定 价 66.00 元 (2 张光盘+书)

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前言

空间信息处理与应用课程是空间信息科学相关专业的核心课程。空间信息科学是在卫星遥感、全球定位系统、地理信息系统、数字传输网络等一系列现代信息技术的高度集成,以及信息科学与空间系统科学交叉的基础之上所形成的综合性科学体系。数据获取、数据处理和信息应用是空间信息科学需要解决的三大核心问题。当前,高校中与空间信息科学相关的专业都将空间信息处理与应用技术作为重要授课内容,通过主要遥感图像处理分析、地理信息系统等软件的课堂教学,加深学生对空间信息技术理论的认识与理解。在教学过程中以理论引导应用,以实践巩固理论,将软件操作作为课程的主要内容,逐步培养学生分析问题、解决问题的能力。

但是,到目前为止,我国还没有一套合适的空间信息处理与应用软件配套教材来指导高校空间信息处理与应用课程的课堂教学与实习。为此,我们组织一批具有多年教学经验的高校教师,并联合国内主要空间信息处理与应用软件生产商以及国外著名相关软件代理部门的技术人员,共同编写了这套《空间信息处理与应用》软件教程丛书。

本书以教授应用技能为主,但由于实际问题异常复杂,加之目前国内外遥感与地理信息系统软件较多,因此,我们根据近年地理信息系统本科生与研究生专业课堂教学情况,综合考虑教师与学生的反馈意见,首批选择三个软件作为教材丛书编写对象:遥感图像处理软件 PCI,遥感图像处理软件 ENVI 以及国产著名地图制图出版软件山海易绘(EzMap)。

本册丛书:PCI 图像处理教程。

PCI 软件由加拿大 PCI 公司开发,可用于遥感图像处理、地理信息系统分析、摄影测量和制图输出等用途。PCI 作为图像处理软件系统的先驱,拥有完整的软件模块、丰富的数据支持、广泛的软硬件适应性以及灵活的扩展编程能力,其代表了图像处理系统的发展趋势和技术先导。随着图像处理技术的日益成熟和发展,PCI 软件的数据应用领域不断地拓宽,包括石油天然气勘探、矿产资源勘探、林业、农业、土地资源调查评估与管理、自然灾害动态监测、测绘、环保、城市规划、铁路交通、大规模管道工程设计、沙漠治理、工程建设、气象预报、医学光片解析、光谱分析、雷达数据分析等,其市场占有率保持稳定增长。掌握 PCI 的基本操作技能并运用其解决实际生产问题已经成为广大读者的迫切需求。

鉴于目前关于 PCI 软件的中文书籍较少,经 PCI 公司授权,首都师范大学资源环境与旅游学院、首都师范大学三维信息获取与应用教育部重点实验室与航天量子数码科技有限公司合作编译了这本教材。本书原始版权归 PCI 公司所有。

全书共分四篇:Geomatica 入门与进阶、OrthoEngine 攻略、高光谱数据分析理论与

实践、实用空间分析。“Geomatica 入门与进阶”讲述如何使用 Geomatica 软件进行遥感图像数据和矢量数据的浏览与处理、利用算法库进行高级计算、可视化脚本建模、制图输出和三维场景漫游等。“OrthoEngine 攻略”重点介绍应用 OrthoEngine 的多种数学模型进行多种类型的航空遥感和卫星遥感影像的高精度的正射校正和几何校正、建立 DEM 及 DEM 修正、立体像对三维测图和影像镶嵌等。“高光谱数据分析理论与实践”包括使用 Geomatica 软件进行高光谱数据的预处理、显示与浏览、数据压缩、大气校正、地物识别和信息提取等内容。“实用空间分析”介绍如何应用 Geomatica 软件进行矢量图形编辑、属性编辑、属性管理以及利用可视化脚本进行空间分析等，还安排了大量空间分析实例供读者参考。

本书由赵文吉主持编译和通稿校对，“Geomatica 入门与进阶”由李家存编译，“OrthoEngine 攻略”和“高光谱数据分析理论与实践”由胡卓玮编译，“实用空间分析”由赵秀怡编译。

本书可作为普通高校本科生教学与实习教材，同时可为空间信息技术应用研究工作者提供有关 PCI 软件的第一手参考资料。

作 者

2007 年 1 月

目 录

第一篇 Geomatica 入门与进阶

绪 论	3
第 1 单元 利用 Focus 查看数据	9
第 2 单元 Focus 影像处理过程	28
第 3 单元 Focus 矢量处理过程	50
第 4 单元 Focus 影像分类	72
第 5 单元 应用 Focus 算法	104
第 6 单元 基于 PCI Modeler 的可视化脚本	120
第 7 单元 在 Focus 中进行制图输出	149
第 8 单元 三维可视化飞行	171

第二篇 Ortho Engine 攻略

绪 论	187
第 9 单元 工程设置	192
第 10 单元 传感器模型	228
第 11 单元 DEM 操作	254
第 12 单元 3-D 特征提取	270
第 13 单元 正射校正	289
第 14 单元 镶嵌	297
附录 A IKONOS 和 QuickBird 数据产品	315
附录 B GCP 点最小需求	316

第三篇 高光谱数据分析理论与实践

绪 论	321
第 15 单元 数据准备与浏览	325
第 16 单元 数据处理	336
第 17 单元 运算矢量化法则压缩高光谱数据	346
第 18 单元 简单的大气校正	350
第 19 单元 地物识别技术	356
第 20 单元 波谱信息提取	362
附录 A 影像的元数据支持	373
附录 B 波谱数据的处理方式	376

第四篇 空间分析实用教程

绪 论	381
第 21 单元 基于 Focus 的矢量处理过程	385
第 22 单元 使用 Focus 进行一般空间操作	413
第 23 单元 基于 PCI Modeler 进行空间分析	432
第 24 单元 应用实例——查找加州一座葡萄酒厂的位置	449

第一篇

Geomatica 入门与进阶

绪 论

欢迎学习 PCI Geomatica, 这里将介绍 Geomatica 的各项功能。本篇主要写给初学的和有经验的地理空间信息软件使用者。在这个过程中将掌握 PCI Geomatica 的几个基本应用, 以及新的 Geomatica Focus 技术——高级图形环境下的影像处理。

单元设置

本篇共有 8 个单元, 包含了从影像处理到 3-D 可视化的内容。其中有 6 个单元是基于 Geomatica Focus 的, 另外 2 个是基于 Geomatica 其他的应用程序。

本篇中的单元设置:

- ◆ 第 1 单元 利用 Focus 查看数据
- ◆ 第 2 单元 Focus 影像处理过程
- ◆ 第 3 单元 Focus 矢量处理过程
- ◆ 第 4 单元 Focus 影像分类
- ◆ 第 5 单元 应用 Focus 算法
- ◆ 第 6 单元 基于 PCI Modeler 的可视化脚本
- ◆ 第 7 单元 在 Focus 中进行制图输出
- ◆ 第 8 单元 三维可视化飞行

本教材中的所有课程都提供了例子数据, 例子数据保存在您的安装目录下的 demo 文件夹中。

地理空间数据结构

地理空间研究的数据, 往往以复杂的格式储存在计算机文件中, 其特定的软件包常常和计算机平台不匹配。如果有过处理多种类型的地理空间数据的经验, 就会认识到, 在处理多种文件类型的混合数据的时候可能会出现多种问题。在一个工程项目中的文件得以联系起来之前, 通常用数以百计不同的格式来显示, 并且时常需要相当多的准备或预处理工作。

在一个文件中, 大多数的地理空间格式用影像数据和辅助数据(如位图和矢量多边形)的形式储存, 而在另外的一个文件中, 不同数据类型可能使用不同的文件名。元数据(如文本信息和统计表格), 就常常作为另外的一个文件类型被储存。当向一组数据再添加新的信息时, 需要更多更复杂的文件来存储新数据。更复杂的数据组合处理起来十分困难, 因为它的每一种数据类型都使用不同的文件扩展名。即使在工作中努力维持了正确的文件联系, 还是往往会产生混乱和错误。

PCI Geomatics 已经发展了两种独特技术, 使数据管理变得容易: GeoGateway 和

PCIDSK 文件格式。接下来的部分将解释如何在 Geomatica 中使用 GeoGateway 技术和 PCIDSK 格式。

Geomatica 中的 GeoGateway 技术

GeoGateway, 也称为通用数据库 (Generic DataBase, 简称 GDB) 技术, 是 Geomatica 应用程序的关键技术。与其他的地理空间信息软件相比, GeoGateway 技术使得不同影像格式的地理空间数据的整合可视化变得简单易行。它允许在工作中使用需要的多种数据, 并把各种的数据——不同类型、分辨率和大小的影像整合在一起。甚至在整合了不同的文件格式和数据类型之后, 还可以在一个地理视图使用这些影像文件 (包括附带的原数据)。通过 Geomatica 软件, GeoGateway 能够克服一些文件格式中固有的局限。对于较多的用户格式, Geomatica 提供了一系列通用的工具来处理数据。例如, 大数据量的数据格式 (如 HDF-EOS), 能够被重新投影到超过 25 种的投影系统中。

GeoGateway 所能使用文件格式的列表是经常更新的。当新的格式出现, GeoGateway 将更新 PCI 软件所支持的文件格式。当前有超过 80 种可用的地理空间的文件类型, 对于很多常用的格式, 如 ARC/INFO、ArcView、AutoCAD 和 MicroStation 等, GeoGateway 都是完全支持的。在 Geomatica 中也支持新的和新形成的标准, 如 GeoTIFF。

在 Geomatica 应用程序界面打开之后, 开始执行 GeoGateway 操作。图 1 显示了在 Geomatica Focus 中选择文件的窗口。当单击文件类型的按钮时, 在窗口的中下部, 将看到可以在 Geomatica 应用程序中直接打开的文件格式。

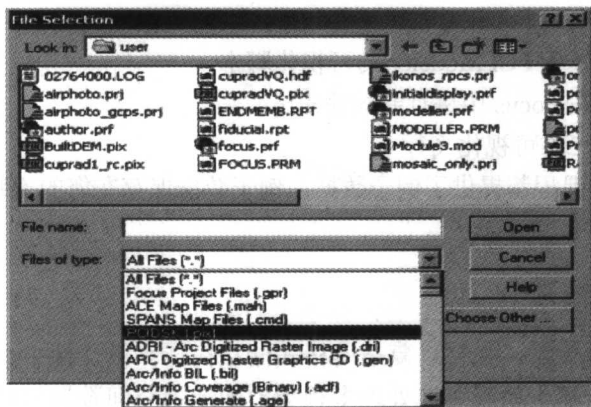


图 1 Geomatica 的 GeoGateway

使用 GeoGateway 技术, 可以不经数据格式转换和预处理, 直接使用来自不同数据源的、多种数据格式的、栅格的和矢量的数据来构筑地图工程。在 Geomatica 的应用程序中, GeoGateway 扮演着为一个数字解读器的角色。当在应用程序中打开数据时, GeoGateway 直接读取文件格式, 然后在 Geomatica 工程中数据会自动地设置。GeoGateway 和 Geomatica 共同来读取、查看和处理数据的原始分发格式, 还可以读取、编辑和存储各种交换格式。

使用 GeoGateway 技术, 可以不用更复杂的地理空间格式来设置数据, 从而能够轻松地整合并且同时处理栅格和矢量数据。

PCIDSK 和 Geomatica

在 20 世纪 80 年代, 加拿大遥感中心 (CCRS) 设计了一个文件格式, 叫 UNIDSK。这个文件格式有些像传统的数据库文件。这个 UNIDSK 格式在一个单独的复合的文件中安排多种数据类型, 而只使用一个文件的扩展名。

PCI 发展并且升华 UNIDSK 数据库格式为 PCIDSK。同 UNIDSK 格式一样, PCIDSK 文件类似数据库, 但是有一些很重要的差异。传统的数据库文件由记录组成, 每一个记录由一组字段加上一组元数据组成, 可以用来的搜索、排序、重组和实现其他功能。

PCIDSK 文件拥有传统的数据库的所有特性并有所突破。它们在复合文件中存储多种数据类型, 只使用单一的文件扩展名。影像数据作为通道被存储, 辅助数据作为段被存储。所有的数据类型被存储在一个扩展名为 .pix 的文件中。由软件应用程序工具决定复合文件的数据类型和格式是否能进行搜索、排序和重组操作。

PCIDSK 文件格式

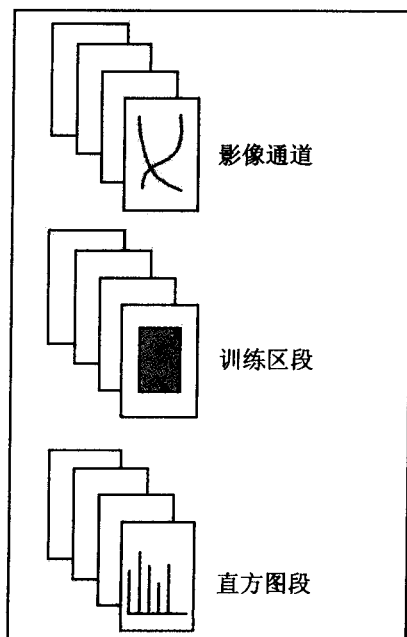
在 PCIDSK 文件中, 影像和相关的被称为段, 存储在一个单独的文件中, 这样使得影像和辅助信息一目了然。

每组数据存于专门的文件中能够简化基本的计算操作。因为所有的数据是相同文件的一部分, 就能轻易地增加或移动这部分数据, 而不用查找、打开和重命名更多的文件。

PCIDSK 文件在所有的操作环境下是相同的, 它不需要进行数据格式重组就能在网络系统中使用。

PCIDSK 文件

另存为一个专门的 DSK 文件, 扩展名为 .pix



传统文件

保存在不同的地方使用不同的文件扩展名

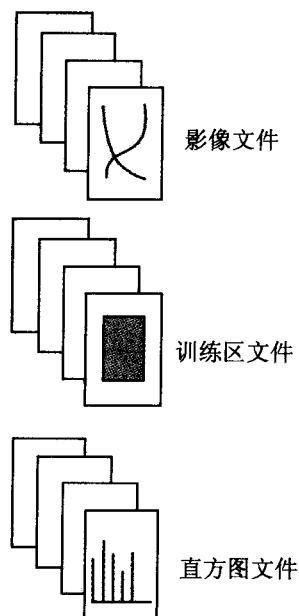


图 2 传统文件和 PCIDSK 文件

利用 Geomatica Focus 进行工作

Geomatica Focus 是 PCI 软件从 9.0 版本以后中新推出的模块。通过 GeoGateway, 它能够支持多种数据格式, 并能更好地运用 PCIDSK 格式的文件。

当运行桌面上的 Geomatica 快捷方式时, Geomatica 工具栏被打开, Focus 的应用程序也自动打开。Geomatica 工具栏能够开启每个 Geomatica 应用程序。

当鼠标在工具栏的各选项上停留时, 在鼠标旁边将显示每个选项的名字。

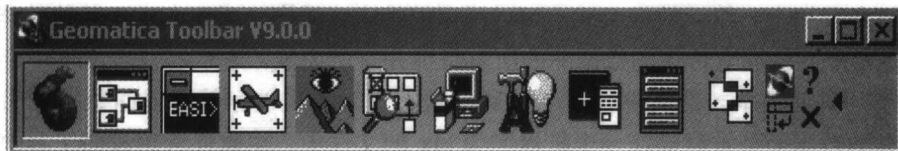
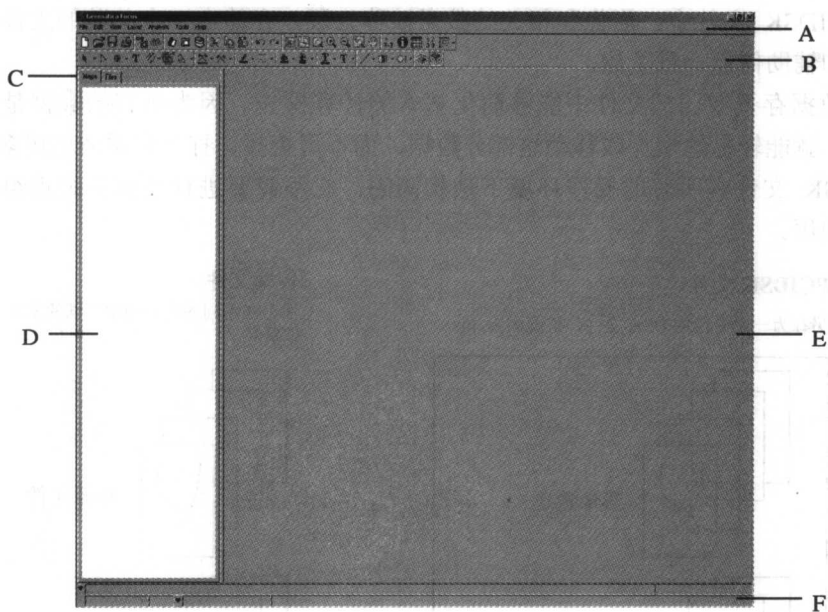


图 3 Geomatica 工具栏

图 4 展示的是 Focus 界面的基本组成部分。



A. 菜单栏 B. 工具栏 C. 地图和文件的树状表 D. 工作区 E. 视图区 F. 状态栏

图 4 Focus 界面

Focus 中的数据管理

图 5 显示的是 Focus 打开的 PCIDSK 格式的文件, 在窗口右边的 Focus 视图区域, 可以看到文件树与地图树列表, 其中列出了通道颜色为红、绿、蓝, 并显示了原图像电磁波谱的频率范围。在窗口左边可以看到在地图树和文件树中的以通道和段的形式表达的图像和辅助数据。



图 5 一个打开的 PCPIDK 文件，在 Focus 树目录中列出了图像的颜色通道

当用 Focus 工作时，地图树列出了组成图像的通道和相关辅助信息。

注释 在 Focus 地图树中出现的通道、段、层将存储在计算机内存中。

图 6 显示了一个 PCI 文件的全部内容，这些内容在 Focus 文件树中以数据类型聚合在一起。

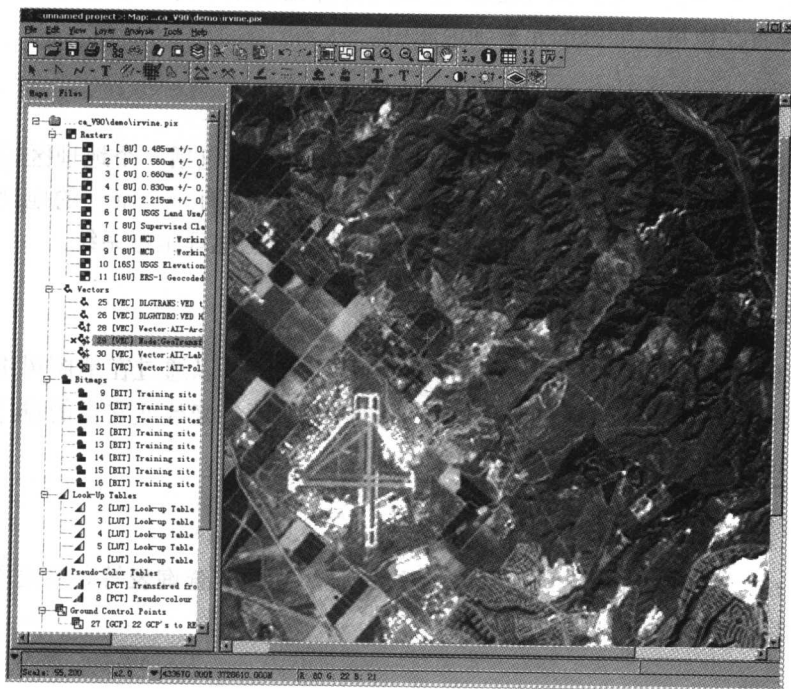


图 6 Focus 文件树列出的辅助数据

Focus 的视图区域可以显示和隐藏在 Focus 地图树中列出的矢量层和位图段。对于 PCIDSK 格式的文件，Geomatica Focus 将图像通道和辅助数据段保存在相同的地方。

注释 文件树中的数据将存储在系统硬盘的源文件中。

在地图树中列出的有些数据类型在图像视图中是不可见的。相同的列表可以包括其他辅助的数据格式，如查找表（LUT）、假彩色表（PCT）和标注。使用者可以通过 Focus 的软件工具和对话框操作这些数据类型。

使用 Geomatica 工程文件

Geomatica 工程文件提供了一种在大文件复杂工程里组织数据的方法。GPR 文件不仅存储地图、范围和层，还包括了所有数据信息的路径、参数选择，如最后处理的缩放比例和所有的地图元素。GPR 文件还包括多样地图、范围和全部层的能力。Geomatica 工程文件是扩展名为.gpr 的 ASCII 文本文件。

理解地图、区域、层和段

在地图树中列出的文件是组成 Geomatica 工程的基本元素。地图树中列出的元素有相同的特征，可以通过地图树、文件树、菜单栏和快捷键来控制这些地图树元素。

地图（Maps）

地图是最高层次的元素。它相当于一个工作站，能够保存文件的所有数据。在一个工程文件中可以有多个地图。同时，地图也记录了工程完成的程度。可以通过调节地图尺寸来控制打印输出的尺寸。当 Focus 在地图可视化模式下时，可以调节图像相对于版面的尺寸和位置，也可以加修饰元素到地图中。

区域（Areas）

区域元素控制着图像层或矢量层的文件边界，它可以包括一个地理区域的多个层和段。在一个工程文件里可以有多个需要的区域，每个区域有一个唯一的地理坐标系统。当新的文件被加到一个区域时它将被自动转化为该区域的地理坐标系统。

图层（Layers）

图层控制着在视图区中显示的数据。它由段组成，可以通过在地图树中重新排列来改变视图区中的图像顺序，也可以通过在地图树中拖动层来改变它们的排序。当移动一个层时，同时也移动了属于这个图层的段。

段（Segments）

段是组成层的所有元素。例如通道，矢量层，位图，查询表等。当这些元素作为层的一部分出现时都叫做段。

开始学习

在这个课程中，将有机会用到几个 Geomatica 应用程序并且用 Focus 完成几个任务。本篇的主要目的是逐渐熟悉这个软件，并知道在工作中怎么使用 Geomatica。

第 1 单元 利用 Focus 查看数据

第 1 单元包括以下内容

- 1.1 添加管理层
- 1.2 使用缩放和浏览工具
- 1.3 使用测量工具
- 1.4 使用可视化工具

查看数据

在当今处理空间数据的市场上，Geomatica Focus 是一款具有最佳交互式功能的软件，Focus 的一个强大功能就是能够很容易地查看和操作数据库。

用 Focus 工作时，会看到影像的结构子目录——区域、层、段，系统内存会把在 Focus 影像子目录出现的层、段存储下来。可以单击复选框来选择显示或隐藏这些信息，还可以在子目录中向上或向下拖动层改变它的优先级。

第 1 单元将讨论 Focus 数据的许多特性包括添加和管理层，使用缩放工具，使用测量工具和可视化工具。学习完这个单元后，就会成功地把数据和 Focus 结合在一起。

1.1 添加管理层

本节中您将学到：

- ❖ 打开文件
- ❖ 使用地图查看模式和区域查看模式
- ❖ 增加层和使用增加层向导
- ❖ 查看管理层
- ❖ 查看层属性
- ❖ 查看文件属性

现在开始学习这节课，先确定 Geomatica 的工具栏是打开的并且 Focus 在桌面运行。从窗口开始菜单打开 Geomatica，在 Geomatica 工具栏单击 Focus 图标，打开 Focus。

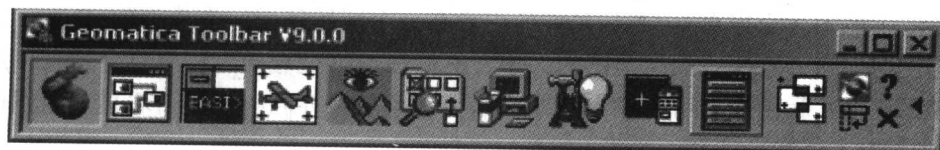


图 1-1 Geomatica 工具栏的 Focus 图标

打开 Focus 的一个图形文件:

1. 在 Focus 文件菜单中, 单击 **Open**;
一个文件选择窗口被打开。
2. 在 Geomatica 程序文件中, 查找、打开 **demo** 文件夹;
3. 在 **demo** 文件夹单击 **irvine.pix**;
4. 单击 **Open**。

在 Focus 视图区中打开资源卫星 Irvine 拍摄的加利福尼亚真彩色影像。

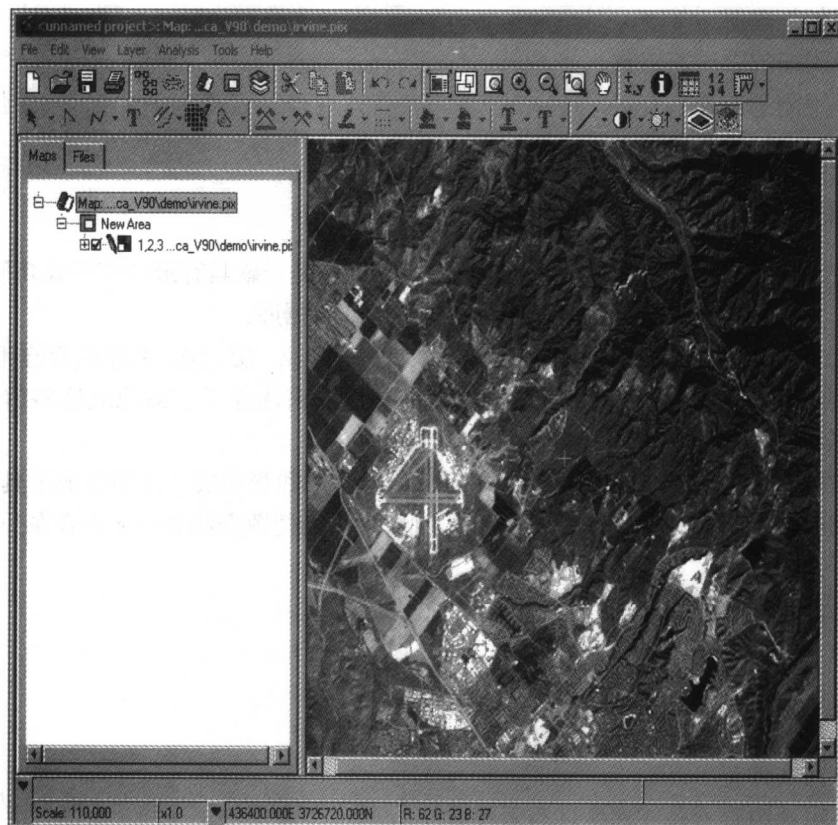


图 1-2 irvine.pix 影像

1.1.1 地图查看模式与区域查看模式

使用 Focus 时可以选择两种模式, 地图查看模式和区域查看模式。地图查看模式允许查看在项目上放置的地图或空白页, 也可以设置页的维数和工程组织元素。而区域查看模式隐藏了地图 (空白页), 并且允许使用者在一个区域使用。在典型的 Focus 工程中, 首先使用地图查看模式规定地图的大小, 然后在数据处理的过程中将会一直使用区域查看模式。在工程结束时可以输出地图, 为了观察效果要回到地图查看模式组织地图元素。