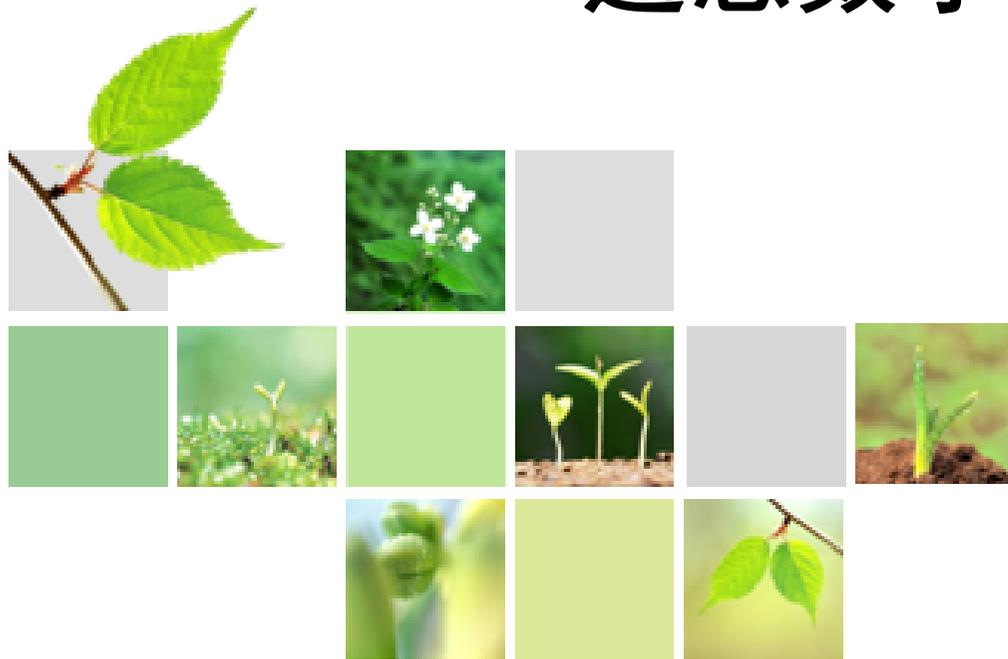


# 遥感数字图像预处理



黄铁兰

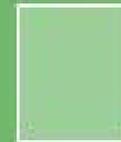
测绘遥感信息工程系



- **遥感数字图像处理**
  - 对遥感图像进行一系列的操作，以达到预期目的的技术。
- **遥感数字图像处理分类**
  - **图像转换**：傅里叶变换、小波变换等
  - **图像校正**：正射校正，几何校正
  - **图像增强**：对比度增强；空间滤波，彩色变换，多光谱运算等
  - **多源信息复合**：遥感信息与非遥感信息
  - **图像解译**：计算机自动解译、人机交互解译



- **概念**
  - 以**计算机**为核心，处理和**分析**遥感数字图像的系统。
- **要求**
  - 存储容量大
  - 处理速度快
  - 人机交互方便
- **发展趋势**
  - 多功能
  - 小型化
  - 普及化



- 组成

- 硬件

- 输入设备
    - 输出设备
    - 电子计算机及存贮设备
    - 系统操作台（已被鼠标、键盘取代）

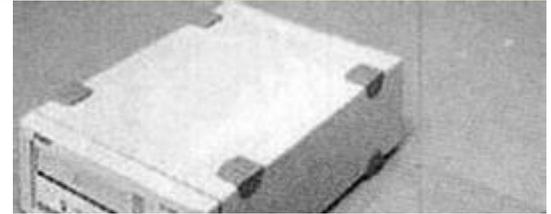
- 软件

- PCI
    - ENVI
    - ERDAS



### • 输入设备

- 常用输入设备有磁带机、磁盘机（光盘）、胶片扫描仪、析像器、数字化仪等。
- 输入设备主要完成**遥感数据输入计算机**的功能。根据遥感数据类型的不同，输入设备也不相同。
- **磁带机**，磁盘机直接将存贮在磁带、磁盘或光盘上的遥感数字图像输入计算机；
- **胶片扫描仪、析像器**主要将光学遥感图像转换成数字遥感图像，然后输入计算机进行处理；
- **数字化仪**将线划地图变换成数字形式输入计算机进行处理。





### • 输出设备

- 遥感图像处理系统常用的输出设备有磁带机、磁盘机（包括光盘）、彩色显示器、绘图仪和打印机等。
- 磁带机、磁盘机将处理结果以**数字形式**存贮在磁带、光盘上。
- 彩色显示器、绘图仪和打印机完成数字图像向光学图像的转换，处理结果以**光学图像**形式直观表现出来。同时**显示器**还作为人机交互的工具实现人对计算机遥感图像处理的控制。





### • 电子计算机

- 电子计算机是遥感图像处理系统的**核心**，性能的高低决定了处理的**速度及效果**。
- 遥感图像处理系统中电子计算机的选用了以下几个阶段：

第一阶段为1960年代到70年代上半期。通常是在已有**大、中型计算机**上配备必要的（如输入输出设备），利用**图像处理**。

第二阶段为1970年代下半期到80年代，还配备**专用图像处理机**，将**算法**固化。

第三阶段是1980年代初到90年代初，位**超小型机**，处理速度进一步提高。

第四阶段是1990年代初至今。按照不同类型的计算机。一方面朝**巨型级计算机**；另一方面，体积小，功能也迅猛发展。基于微型机的处理系统介于两者之间的有**工作站**。





## • 存储设备

- 常用的存储设备有**硬盘**（移动硬盘）、**光盘**、**U盘**。
- 大数据量存储一般采用**磁盘阵列**。





- 主要功能:

- 图像文件管理

- 包括各种格式的遥感图像或其它格式的输入输出，存储以及图像文件管理等功能。

- 图像处理

- 影像增强，如分段线性拉伸、对数变换、指数变换、直方图均衡、直方图规定化和正态化等。
    - 图像滤波，空间域滤波如锐化，平滑等，频率域滤波如带通滤波，高通滤波，低通滤波等。
    - 纹理分析及目标检测，如纹理能量提取、基于边缘信息的纹理特征提取、线性算子检测、霍夫变换等。

- 图像校正

- 辐射校正：太阳高度角校正，大气校正，传感器成像误差校正等。
    - 几何校正：粗纠正，精纠正、图像匹配、图像镶嵌等。



### — 多影像处理

- **图像运算**：逻辑运算、逻辑比较运算和代数运算等。
- **图像变换**：付立叶变换及逆变换、彩色变换及逆变换、主分量变换、穗帽变换、阿达玛变换、生物量指标变换等。
- **信息融合**：加权融合、**HIS**变换融合等。

### — 图像信息获取

- **图像直方图统计**
- **多波段图像的信息量分析**
- **多波段图像**的相关系数矩阵、协方差矩阵、特征值和特征向量计算
- **图像分类的特征统计**
- **最佳波段组合分析**



### — 图像分类

- 分类前的样区分析
- 训练样区合并
- 非监督分类：ISODATA聚类法，K-均值聚类法等)
- 监督分类：最大似然法，最小距离法等
- 分类后处理：类别合并，类别统计，面积统计，边缘跟踪等) 等。

### — 遥感专题图制作

- 黑白正射影像图
- 彩色正射影像图
- 基于影像的线划图制作
- 真实感三维景观图
- 其它类型的遥感专题图：土地利用分类图，植被分布图，洪水淹没状况图，水土保持状况图等



- 常用的遥感图像处理软件
  - ERDAS
  - PCI
  - ENVI
  - ER Mapper
  - eCo



## 常用的遥感图像处理软件



- ERDAS





### • ERDAS

- ERDAS IMAGINE是美国ERDAS公司开发的专业遥感图像处理与地理信息系统软件。
- ERDAS IMAGINE是以模块化的方式提供给用户的，可根据用户自己的应用要求，资金情况合理选择不同功能模块及其不同组合，对系统进行剪裁，充分利用软件硬件资源，并最大限度地满足用户的专业应用要求。
- ERDAS IMAGINE分为低、中、高三档产品架构，分别为IMAGINE Essentials、IMAGINE Advantage、IMAGINE Professional。



### • ERDAS

#### (1) IMAGINE Essentials级

- 包括有制图和可视化核心功能。可以完成二维/三维显示，数据输入，排序与管理，地图配准，专题制图以及简单的分析。可以集成使用多种数据类型。
- 可扩充的模块包括：
  - **Vector模块**——可以建立、显示、编辑和查询Arc/Info数据结构Coverage,完成拓扑关系的建立和修改，实现矢量图形和栅格图像的双向转换。
  - **VirtualGIS模块**——可以完成实时3D飞行模拟，建立虚拟世界，进行空间视域分析，矢量与栅格的三维叠加，空间GIS分析等。
  - **Developer's Toolkit模块**——ERDAS IMAGINE的C语言开发工具包，包含了几百个函数。



### • ERDAS

#### (2) IMAGINE Advantage级

- 是建立在IMAGINE Essentials级基础之上的，增加了丰富的栅格图像GIS分析和单张航片正射校正的功能。可用于栅格分析，正射校正、地形编辑及图像拼接工具。
- 可扩充的模块包括：
  - **Radar模块**——完成雷达图像的基本处理，包括亮度调整，斑点噪声消除，纹理分析，边缘提取等功能。
  - **OrthoMAX模块**——依据立体像对进行正射校正，自动DEM提取，立体地形显示及浮动光标和正射校正。
  - **OrthoRadar模块**——可对RadarSat, ERS雷达图像进行地理编码，正射校正等处理。
  - **SteroSAR DEM模块**——从雷达图像数据中提取DEM。
  - **INSAR DEM模块**——采用干涉方法从雷达图像数据中提取DEM。
  - **ATCOR模块**——用于大气因子校正和雾曦清除。



- **ERDAS**

- **(3) IMAGINE Professional 级**

- 除了Essentials和Advantage 中包含的功能以外，IMAGINE Professional还提供了空间建模工具，参数/非参数分类器，知识工程师和专家分类器，分类优化和精度评定，以及雷达图像分析工具。
    - 可扩充模块有：
      - **Subpixel Classifier模块**——子象元分类器和用先进的算法对多光谱图像进行信息提取。

- **(4) IMAGINE动态连接库**

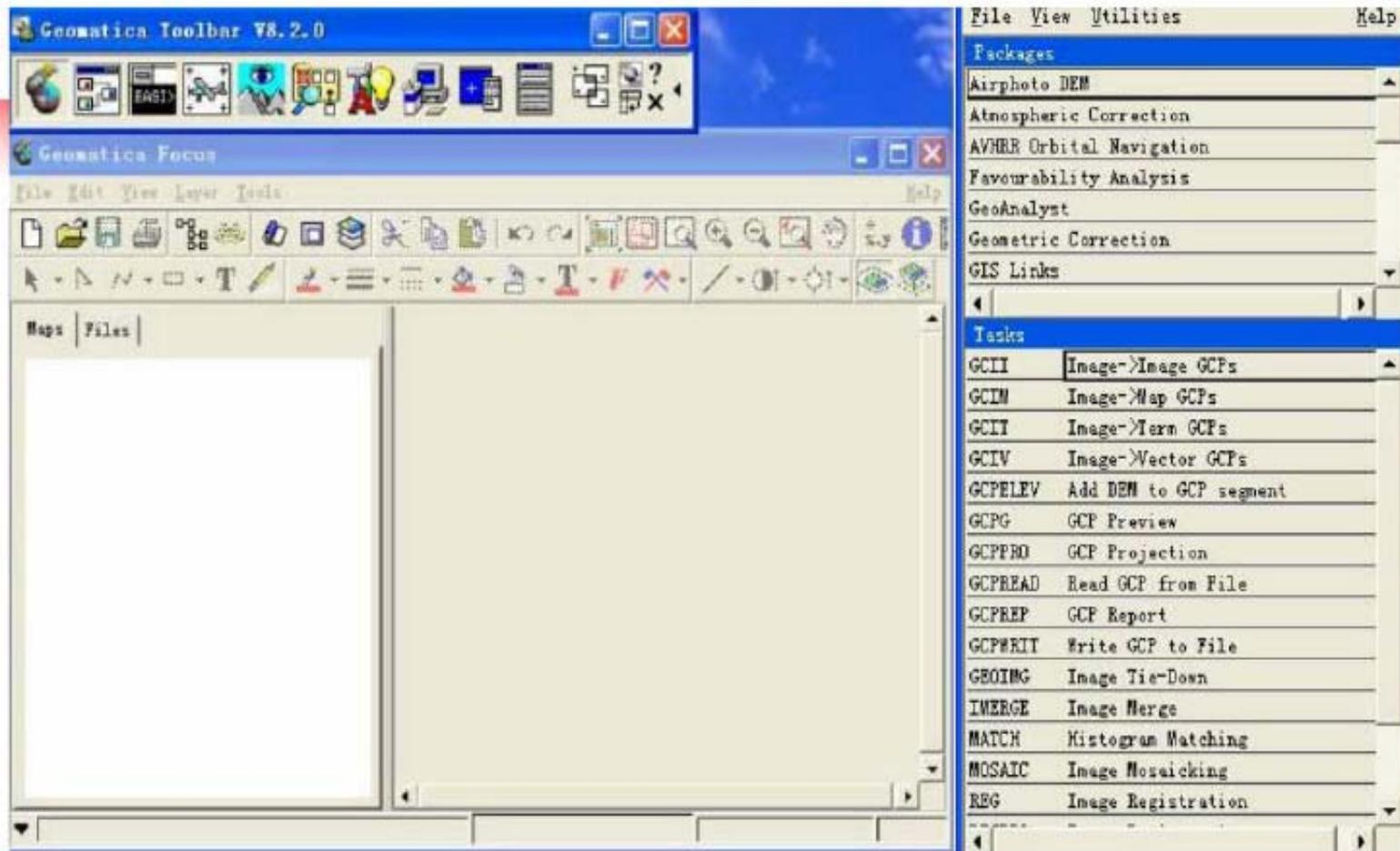
- ERDAS IMAGINE中支持**动态连接库 (DLL)**的体系结构。它支持目标共享技术和面向目标的设计开发，提供一种无需对系统进行重新编译而向系统加入新功能的手段，并允许在特定的项目中裁剪这些扩充的功能。



## 常用的遥感图像处理软件



- **PCI**





### • PCI

- PCI软件是加拿大PCI公司开发的用于图像处理，几何图像，GIS，雷达数据分析以及资源管理和环境监测的软件系统。
- PCI拥有比较全的功能模块：常规处理模块，几何校正、大气校正，多光谱分析，高光谱分析，摄影测量，雷达成像系统，雷达分析，极化雷达分析，干涉雷达分析，地形地貌分析，矢量应用，神经网络生成，区域分析，GIS联接，正射影象图生成及DEM提取（航片，光学卫星，雷达卫星），三维图像生成等。
- PCI专业遥感图像处理系统分为三个软件包及五个专业扩展模块，这三个软件包中是向上包含的。



- **PCI**

- 第一软件包**IMAGE WORKS**,该软件包主要由三个部分组成

- **(1) IMAGEWORK/Multispectral classification**

- 用于**显示图像，位图和矢量数据**。包含了基本的**图像处理功能**：反差调整，图象增强，拉伸，图像滤波，多种监督与非监督分类方式，矢量编辑，伪彩色编辑，**DEM编辑**，图形注释，矢量——栅格转换，图像算术运算及建模，投影设置，高光谱数据的可视化，散点图，数据库的查询统计，感兴趣区（**ROI**）操作能力；用户自定义任意形态的**ROI**，并可以在**ROI内或ROI外**运算所有的图像处理功能。

- **(2) GCPWORKS**

- 专门的**几何校正工具**，可作图像—图像，图像—地图，图像—矢量，图像—**CHIP**数据库的几何配准和图像镶嵌。校正方法有多项式和小样条法。图像镶嵌时支持不规则接边，自动进行颜色匹配。



- **PCI**

- **(3) GEOGATEWAY**

- PCI能够直接读取**60多种**图像，栅格及矢量数据格式，并对其中**30多种**数据可直接写入。PCI采用了所谓的**类数据库技术 (GENERIC DATABASE)**，使得用户可以直接不经转换直接读写，操作多种格式数据。也不必关心数据格式细节。

- 第二软件包 **EASI/PACE Image Processing Kit\*w/Visual Modeller**

- 该软件包在包含第一软件包功能的基础上又增加了**可视化建模**，**XPACE**核心程序，影像处理，几何校正，多层栅格模型，矢量工具，**ACE**专业制图，地形分析，航片立体像对**DEM**提取，磁带输入输出的功能。

- 第三软件包 **EASI/PACE IMAGEPRO**

- 该软件包除包含上一软件包全部功能外，还具有**多光谱分析**，**雷达分析**，**AVHRR**轨道领航者，**大气校正**，**高光谱分析**，**神经网络分类器**，**地面控制点图像库**，**三维可视化飞行模拟**。

- 第四软件包 (**五个专业扩展模块**)

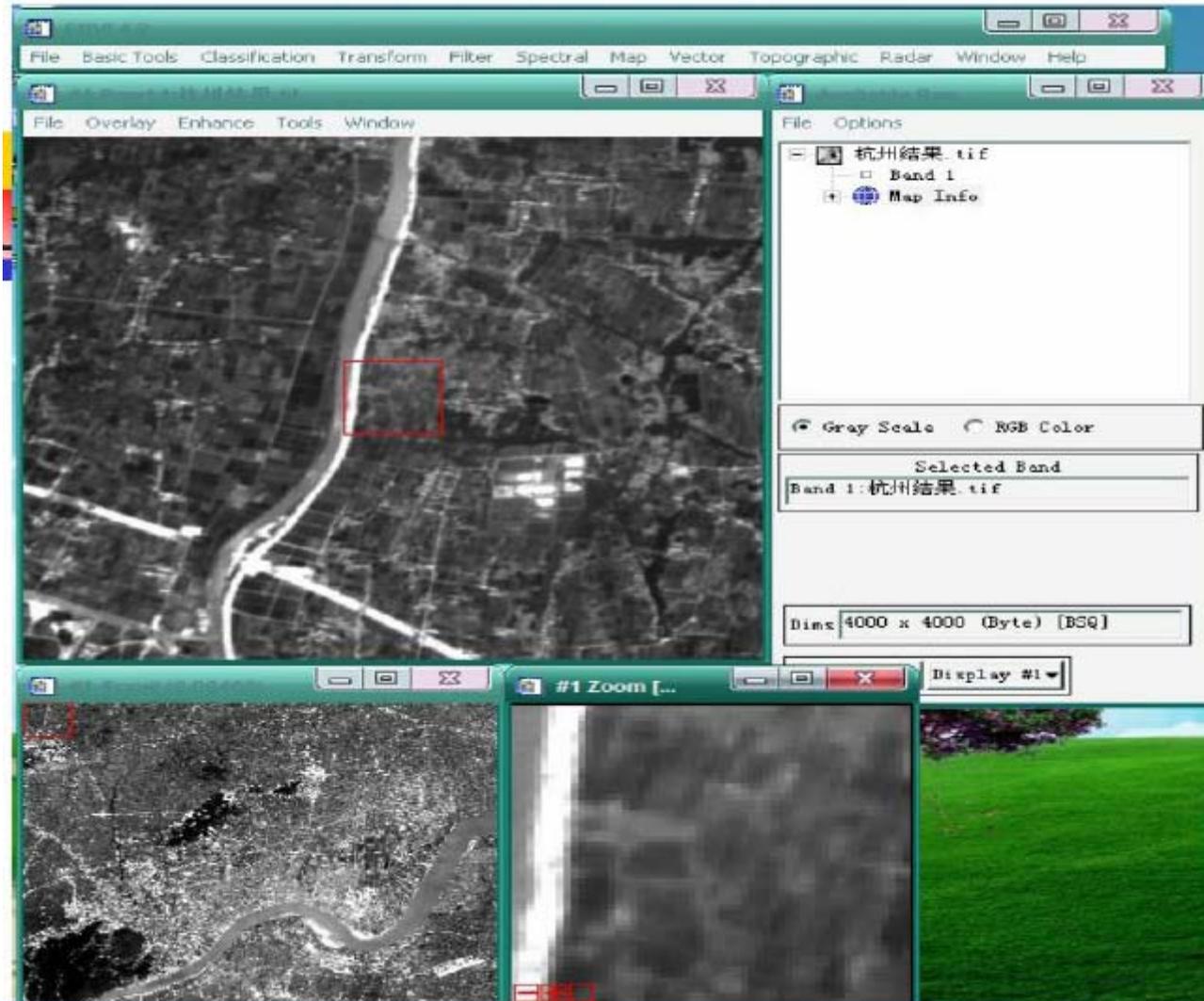
- 分别为**大气校正**，**图像锁数据融合**，**极化雷达**，**PCI作者及软件工具箱目标库**，这些模块可以单独地与第二或第三软件包配合用。



## 常用的遥感图像处理软件



- ENVI





### • ENVI

- ENVI (The Environment for Visualizing Images) 是一套功能齐全的遥感图像处理系统，是处理、分析并显示多光谱数据、高光谱数据和雷达数据的高级工具。获2000年美国权威机构NIMA遥感软件测评第一，强大的影像显示、处理和分析系统。
- ENVI包含齐全的**遥感影像处理**功能：常规处理、几何校正、定标、多光谱分析、高光谱分析、雷达分析、地形地貌分析、矢量应用、神经网络分析、区域分析、**GPS**联接、正射影象图生成、三维图像生成、丰富的可供二次开发调用的函数库、制图、数据输入/输出等功能组成了图像处理软件中非常全面的系统。
- ENVI对于要处理的图像波段数没有限制，可以处理最先进的卫星格式，如Landsat7、IKONOS、SPOT, RADARSAT, NASA, NOAA, EROS和TERRA，并准备接受未来所有传感器的信息。



### • ENVI

- 强大的**多光谱影像处理**功能，ENVI能够充分提取图像信息，具备全套完整的遥感影像处理工具，能够进行文件处理、图像增强、掩膜、预处理、图像计算和统计，完整的分类及后处理工具，及图像变换和滤波工具、图像镶嵌、融合等功能。ENVI遥感影像处理软件具有丰富完备的投影软件包，可支持各种投影类型。同时，ENVI还创造性地将一些高光谱数据处理方法用于多光谱影像处理，可更有效地进行知识分类、土地利用动态监测。
- 更便捷地**集成栅格和矢量数据**，ENVI包含所有基本的遥感影像处理功能，如：校正、定标、波段运算、分类、对比增强、滤波、变换、边缘检测及制图输出功能，并可以加注汉字。ENVI具有对遥感影像进行配准和正射校正的功能，可以给影像添加地图投影，并与各种GIS数据套合。ENVI的矢量工具可以进行屏幕数字化、栅格和矢量叠合，建立新的矢量层、编辑点、线、多边形数据，缓冲区分析，创建并编辑属性并进行相关矢量层的属性查询。



- **ENVI**

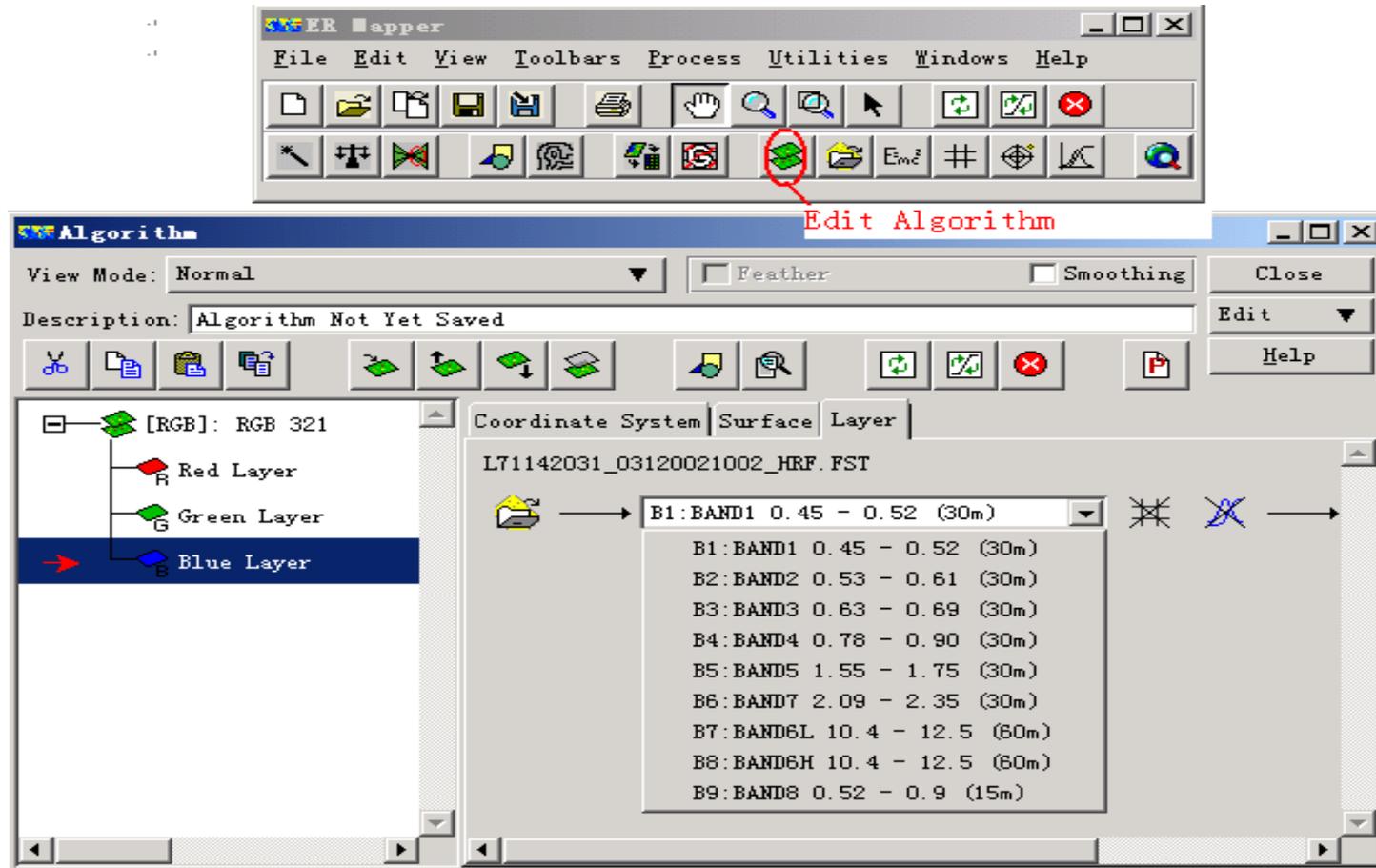
- ENVI的**集成雷达分析工具**可以快速处理雷达SAR数据,提取CEOS信息并浏览RADARSAT和ERS-1数据,提高数据的利用率。纹理分析功天线阵列校正、斜距校正、自适应滤波功能还可以分段分析SAR数据。ENVI还可以处理极化雷达数据,用户可以从SIR-C和AIRSAR压缩数据中选择极化和工作频率,用户还可以浏览和比较感兴趣区的极化信号,并创建幅度图像和相位图像。
- **地形分析工具**, ENVI具有三维地形可视分析及动画飞行功能,能按用户制定路径飞行,并能将动画序列输出为MPEG 文件格式,便于用户演示成果。



## 常用的遥感图像处理软件



### •ER Mapper





### •ER Mapper

✓ER Mapper是由澳大利亚EARTH RESOURCE MAPPING公司（以下简称ERM）开发的，ER Mapper除了具有传统图像处理功能外，它在**开发起点和设计思想**等方面完全区别于早期的传统图像处理系统，在GIS、CAD、图像、办公和网络应用等领域得到广泛应用，在图像增强和处理方面有了非常大的改进。

•ER Mapper基本功能介绍：

#### •1、独特的软件设计思想

•**算法**概念贯穿整个图像处理过程，更适用于大型工程的图像处理作业。ER Mapper算法的概念是区别于其它图像处理软件的主要特征之一。

•ER Mapper已不再是简单地把各个处理功能堆积起来，而是将一系列的处理过程，有效地纺织起来形成一个**处理流程**。用户可以按自己设想的处理方案，将若干个处理功能组织成一个处理流程，并可以将这个流程以算法方式存储起来。该处理流程可以作为一种功能，供自己或他人引用。



- ER Mapper

- 2、遥感、GIS、数据库全面集成

- ER Mapper通过先进的**动态连接**技术，实现了遥感、GIS、数据库全面集成。
    - ER Mapper可直接读取、编辑、增加、存储**GIS数据**，并且可以利用卫星影像、航空影像数据对**GIS数据**进行更新，可支持的GIS系统：ARC/INFO、ArcView、MapInfo、AutoCAD MAP、Autodesk World等。
    - 与**大型数据库**的动态连接，如Oracle，ER Mapper可直接读取Oracle的数据加入到图像中。
    - GIS用户通过先进的**插件技术**可在GIS系统中**处理图像**，使GIS用户不再局限于GIS提供的仅有的图像处理功能。



### •ER Mapper

#### •3、数据高比例压缩算法的应用，最大幅度的节约用户硬件投资

•ER Mapper公司在图像压缩方面有了重大突破，即小波压缩技术（ECW），压缩比可达10: 1 到50: 1，大大的降低图像存储空间，而仍保持图像的高质量，ER Mapper6.0以上版本可以直接显示和处理压缩图像。

#### •4、全模块设计，满足用户各方面需求：

•ER Mapper是全模块设计，除了具有空间滤波、影像增强、波段间运算、几何变换、几何纠正、影像配准、镶嵌、影像分类等传统图像处理功能外，更具有以下高级功能：

##### •1) 航片的正射校正

•ER Mapper正射校正主要功能：自动计算输出边界和像元大小；从DEM中提取地面控制点；对任何支持的投影做正射校正；精确纠正比例尺和地形的变形，并生成无缝镶嵌；采样成需要的像元大小。

##### •2) 等高线生成

•在 ER Mapper中你可以交互的从影像中直接生成等高线，并可把等高线直接存储为矢量文件，且可对每条等高线进行标注和加粗。



## 常用的遥感图像处理软件



- ER Mapper
- 3) 强大的镶嵌与数据融合能力
  - ER Mapper可以将不同空间分辨率的数据镶嵌、融合，进行综合分析，如 TM、SPOT、航片、航磁、重力、地震等数据的融合。
- 4) 镶嵌图像的颜色平衡
  - 镶嵌图像往往有残留的接缝及图像颜色不匹配的问题。颜色平衡向导能自动的除去“热点”和接边，实现真正的无缝拼接。
- 5) 地理配准
  - 地理配准有以下类型: Polynomial 、 Triangulation 、 Map to map 、 Rotation 、 Known point registration 、 Orthorectification (GCP based) 等
- 6) 数据的栅格化
  - 可从下面的数据源读取数据生成多波段栅格图像: 通用的 ASCII XYZ、 DXF 、 USGS 等高线格式 (DLG-3) 、 任何 ER Mapper 支持的数据格式。
- 7) 雷达图像处理
  - 雷达图像处理是一个综合性雷达图像纠正和分析产品，雷达部分把 ER Mapper 分析和可视功能扩展到 SAR 领域中。



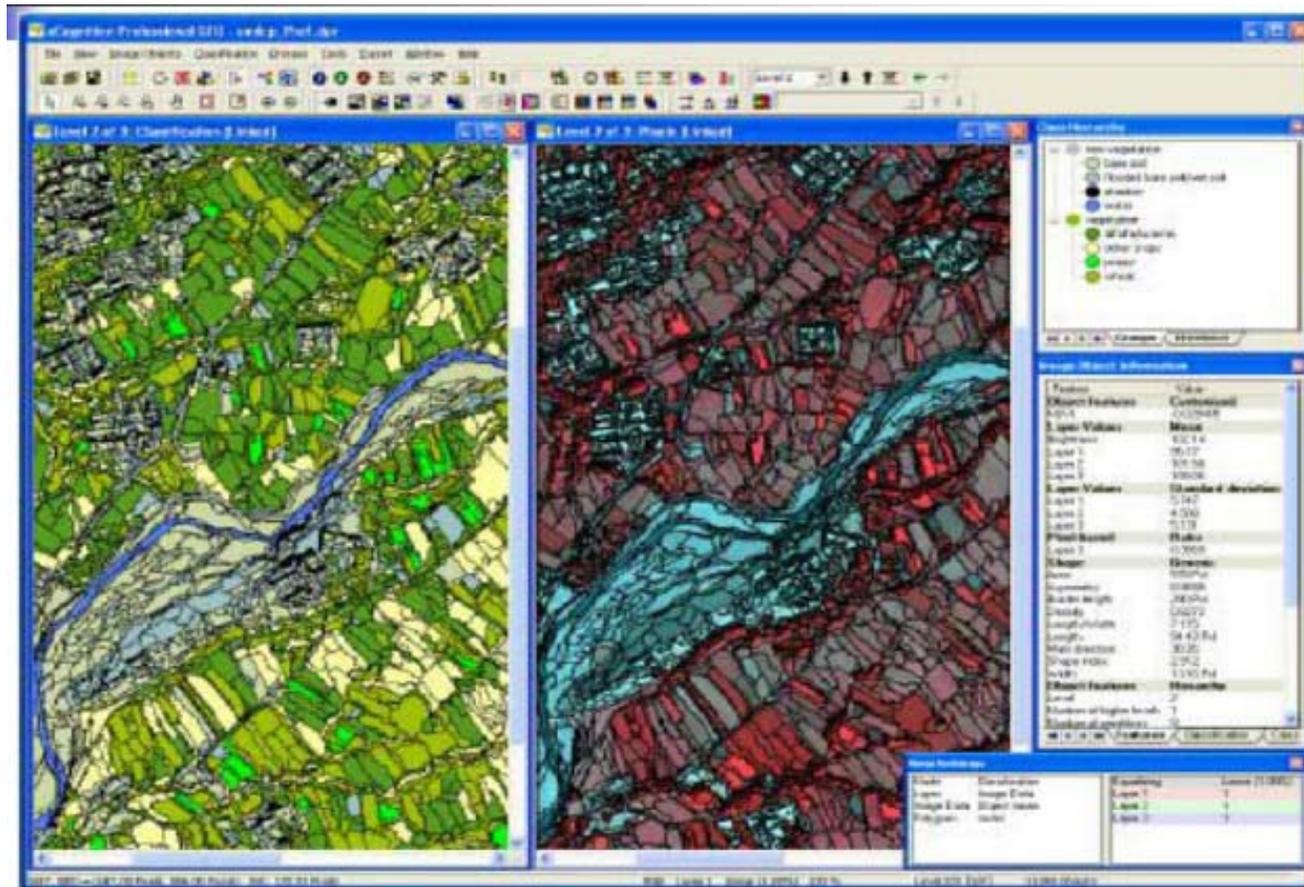
- ER Mapper
- 8) 三维可视化及贯穿飞行
  - 可从任意角度观察、在三维影像上叠加矢量数据、在一个观察窗中同时分层显示多个三维影像、沿任意路线贯穿飞行、高质量三维打印输出。
- 9) 支持各种流行数据格式
  - 不仅支持遥感数据格式，而且还来自地球物理勘探的各个领域的格式，如地震、航磁、重力等等，因而形成了综合地学信息分析的基础。
  - ER Mapper可直接存取如TIFF, GeoTIFF, BMP, ESR IBSL, SPOT View、UDF、UDF、JPEG、ESRI BIL、SPOTView等数据格式。
- 10) 持各种输出设备
  - 支持240多种硬拷贝输出的图像格式，几乎包括了当前国际上流行的所有设备和数据格式。
- 11) 先进的制图系统
  - ER Mapper中丰富的图形和文字编辑、注记、地理信息和其它数据的动态连接，使用户可以将传统制图中的各种要素和图元迅速、灵活地编排成图，并使用漂亮的动态图例库及边框图案自动整饰技术来修整全图，配合丰富的外设接口种类，实现专题制图的全自动化。



## 常用的遥感图像处理软件



- eCognition





### • eCognition

- eCognition是由德国Definiens Imaging公司开发的智能化影像分析软件。
- eCognition是目前所有商用遥感软件中第一个**基于目标信息**的遥感信息提取软件，它采用**决策专家系统**支持的模糊分类算法，突破了传统商业遥感软件单纯基于光谱信息进行影像分类的局限性，提出了革命性的分类技术——**面向对象的分类方法**，大大提高了高空间分辨率数据的自动识别精度，有效地满足了科研和工程应用的需求。
- 以单个像素为单位的常规信息提取技术过于着眼于局部而忽略了附近整片图斑的几何结构情况，从而严重制约了信息提取的精度。eCognition所采用的**面向对象**的信息提取方法，针对的是对象而不是传统意义上的像素，充分利用了**对象信息**（色调、形状、纹理、层次），**类间信息**（与邻近对象、子对象、父对象的相关特征）。



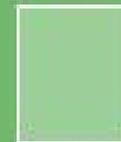
- **eCognition**
- eCognition的主要特点：
  - 1、独特的面向对象分类方法；
  - 2、模拟人类大脑的认知过程；
  - 3、将计算机自动分类和人工信息提取相结合；
  - 4、可以分析纹理和低对比度数据；
  - 5、针对不同的影像数据和分类任务，进行不同尺度的影像分割；
  - 6、快速简单的监督分类；
  - 7、容易表达和分析复杂的语义任务；
  - 8、模糊逻辑分类算法



- **eCognition**

- **专业分类工具:**

- **1.多数据源融合:** 可以用来融合不同分辨率的对地观测数据和GIS数据, 如QuickBird、Landsat、SPOT、IKONOS、SAR、LIDAR、航片等, 不同类型的影像数据和矢量数据同时参与对象分割与分类。
- **2.多尺度分割:** 用来将任何类型的全色或多光谱数据以选定尺度(粗、中、细)分割为均匀影像对象, 形成影像对象层次网络。
- **3.基于样本的监督分类:** 小尺度分割图像 一个简单、快速强大的分类工具, 影像对象是通过点击训练样本来定义, 形象的称为“一点就分(Click and Classify)”。
- **4.基于知识的模糊分类:** 中尺度分割图像用户运用继承机制、模糊逻辑概念和方法以及语义模型, 可以建立用于分类的知识库。



- **eCognition**
- **5. 人工分类**: 大尺度分割图像
- **6. 自动分类**: eCognition允许用户定制宏, 进行自动影像分析。
- **7. 基于样本的监督分类**
- **8. 基于知识的模糊分类**
- **9. 面向对象的特征描述**
- **10. 面向对象的遥感信息提取过程**

**Thank You!**

