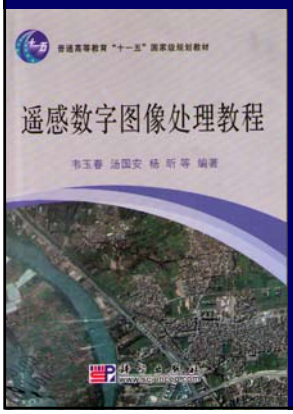
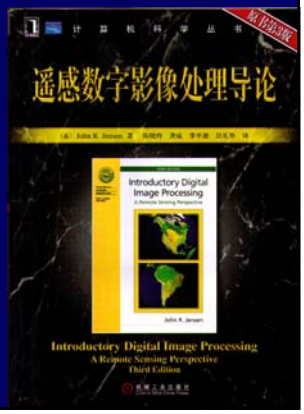
遥感图像数字处理与分析

赵银娣

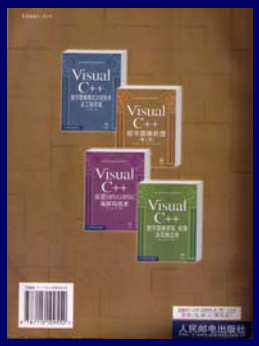
中国矿业大学环境与测绘学院

参考教材





编程实习参考书籍





第一章 绪论

一、数字图形与数字图像
1.图形与图像
2.数字图像的表示
二、模拟图像与数字图像
三、遥感数字图像
1.遥感图像模型
2.通用存储格式
3.数据产品级别
四、遥感图像数字处理与分析
1.图像处理
2.图像分析
3.图像理解

数字图形与数字图像

- 计算机屏幕上显示出来的画面通常有两种描述方法：一种为数字图形，另一种为数字图像。
- 注意：图形、图像在存储结构和表示方法上着根本的区别。

- 数字图形是矢量结构的画面存储形式，是由指令集合组成的描述，这些指令描述构成一幅图的所有直线、圆、圆弧、矩形、曲线等的位置、维数和大小、形状、颜色，显示时需要相应的软件读取这些命令，并将其转变为屏幕上所显示的形状和颜色，图形记录的主要内容是坐标值或坐标值序列，对一般画面内容的颜色或亮度隐含且统一地描述，因此，矢量结构显式地表现画面内容的坐标值。

- 数字图像是以栅格结构存储画面内容，栅格结构将一幅图划分为均匀分布的栅格，每个栅格称为像素，显式地记录每一像素的光度值(亮度或彩色)，所有像素位置按规则方式排列，像素位置的坐标值却是有规则地隐含。
- 图像由数字阵列信息组成，用以描述图像中各像素点的强度与颜色，因此图像适合于表现含有大量细节(如明暗变化、场景复杂和多种颜色等)的画面，并可直接、快速地在屏幕上显示出来。图像占用存储空间较大，一般需要进行数据压缩。

颜　色

- 色度学理论认为，任何颜色都可由红(Red)、绿(Green)、蓝(Blue)三种基本颜色按照不同的比例混合得到。红、绿、蓝被称为三原色，简称RGB三原色。
- 因此，自然界的图像可用基于位置坐标的三维函数来表示，即：

$$f(x,y,z)=\{f_{red}(x,y,z),f_{green}(x,y,z),f_{blue}(x,y,z)\}$$

→ 数字图像的表示

数字图像的矩阵表示

- 在PC的显示系统中，显示的图像是由一个个像素组成的，每一个像素都有自己的颜色属性，每一个像素的颜色由红，绿，蓝三原色组合而成。数字图像是连续图像f(x，y)的一种近似表示，通常用由采样点的值所组成的矩阵来表示：

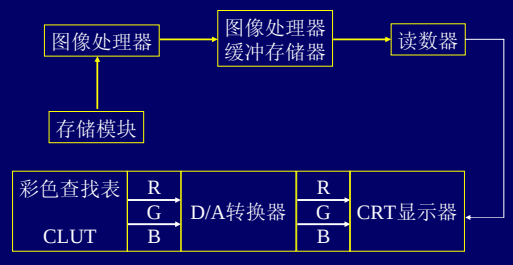
$$\begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1)\ldots. & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1)\ldots. & f(1,M-1) \\ & & \\ f(N-1,0) & f(N-1,1)\ldots. & f(N-1,M-1) \end{pmatrix}$$

- 每一个采样单元叫做一个像素(pixel)，上式中，M、N分别为数字图像在横、纵方向上的像素。在计算机内通常用二维数组来表示数字图像的矩阵。

数字图像的精度

- 图像数字化的精度包括两个部分，即分辨率和颜色深度。
- 分辨率：有显示分辨率和图像分辨率。
- 图像分辨率：是数字化图像时划分图像的像素密度，即单位长度内的像素数，其单位是每英寸的点数DIP（Dots per Inche）。图像分辨率说明了数字图像的实际精细度。
- 显示分辨率：是把数字图像在输出设备（如显示屏或打印机等）上能够显示的像素数目和所显示像素之间的点距。显示分辨率说明了数字图像的表现精细度。
- 具有不同的图像分辨率的数字图像在同一输出设备上的显示分辨率相同。
- 颜色深度：是指表示每一像素的颜色值的二进制位数。颜色深度越大则能表示的像素的颜色数目越多，它们之间的关系取决于数字图像采用的颜色表示法。常用的颜色表示法有RGB、CMYK、YUV等。

CRT阴极射线管(cathode-ray tube)



视频图像的显示过程

颜色深度

颜色深度的不同，就产生不同种类的图像文件，在计算机中常使用如下类型的图像文件:

- ✦单色图像
- ✦灰度图像
- ✦伪彩色图像
- ✦24位真彩色图像

单色图像：只有纯黑和纯白两色

- 单色图像的每一像素值具有如下特征：

  1)图像中每一点的红、绿、蓝颜色分量值都相等，即：

  fred(x，y) =fgreen(x，y)=fblue(x，y)

  2)其值只有两个0或255。

- 单色图像具有比较简单的格式，它一般由黑色区域和白色区域组成，其典型图象格式就是直线图和图表。一旦给定图象的大小，这种格式的内容将十分紧凑.

灰度图像

- 灰度图象的每一象素值具有如下特征：

  1)图象中每一点都不是彩色的，即每一点的红绿蓝颜色分量值都相等，即：

  fred(x，y) =fgreen(x，y)= fblue(x，y)

  2)其值范围从0～255。

- 对于灰度图象，其f(x，y)表示(x，y)位置处的灰度值。
- 在一些单色照片中，经常要用灰度，才能准确的表达图象的真实视觉效果，这种图象被称为灰度图象。当需要在不具备真彩色支持的图象显示卡上显示原始真彩色图象时，一般都要利用相应的灰度图象对其进行近似处理，因此灰度图象是图象技术中涉及范围比较广泛的一种图象表示方法。

伪彩色图像

- 伪彩色图像与灰度图像相似，其存储文件中也带有图像颜色表，伪彩色图像具有如下特征：

  1)图像颜色表中的红、绿、蓝颜色分量值不全相等，即：

  fred(x，y)≠fgreen(x，y)≠ fblue(x，y)

  2)整幅图像仅有256种颜色，要表示256种不同的颜色，像素必须由8位组成，每个像素值不是由每个基色分量的数值直接决定，而是把像素值当作图像颜色表的表项入口地址。把具有256色的图像称为8位彩色图像。

24位真彩色图像

- 具有全彩色照片表达能力的图像为24位彩色图像， 24位真彩色图像存储文件中不带有图像颜色表，其具有如下特征：

  1)图像中每一像素由RGB三个分量组成，每个分量各占8位，每个像素需24位。

  2)f red(x，y)、f green(x，y)、f blue(x，y)取值范围为0~255。

- 由于24位真彩色图像所需的存储空间很大，处理速度较慢，当需要存储空间不大，并且要求实时快速处理图像时，一般都要利用相应的8位位图对其进行近似处理，因此8位位图是图像技术中涉及范围比较广泛的一种图像表示方法。

第一章 绪论

一、数字图形与数字图像
1.图形与图像
2.数字图像的表示
二、模拟图像与数字图像
三、遥感数字图像
1.遥感图像模型
2.通用存储格式
3.数据产品级别
四、遥感图像数字处理与分析
1.图像处理
2.图像分析
3.图像理解

模拟图像与数字图像

- 光学模拟图像——连续的模拟变量

  又称模拟图像，指空间坐标和明暗程度连贯变化的、计算机无法直接处理的图像。

- 数字图像——离散的数字变量

  数字图像指用计算机存储和处理的图像，是一种空间坐标和灰度均不连续，以离散数学原理表达的图像。

模拟图像与数字图像的转换

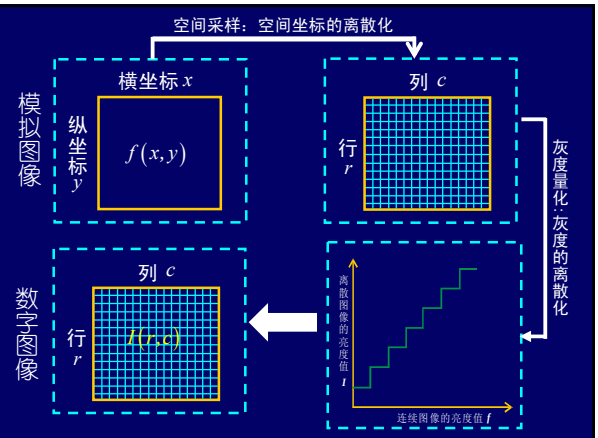
- 把模拟图像转变成数字图像，称为模/数转换，记作A/D转换。*Analog to Digital Converter*
- 把数字图像转变成模拟图像称为数/模转换，记作D/A转换。
- 数字图像最基本的单位是像素。像素是A/D转换中的取样点，是计算机图像处理的最小单元；每个像素具有特定的空间位置和属性特征。

纸质照片与数字图像的差异

纸质照片	数字图像
来自于模拟方式	来自于数字方式
通过摄影系统产生	通过扫描/摄影方式产生
没有像素	基本构成单位是像素
没有行列结构	具有行和列
没有扫描行	可能会观察到扫描行
0表示没有数据	0是数值，不表示没有数据
任何点都没有编号	每个点都有确定的数字编号
摄影受电磁光谱的成像范围限制	可以是电磁光谱的任意范围
一旦获取照片，颜色就是确定的	颜色没有特定的规则，在处理中可以根据需要通过合成产生
具有红、绿、蓝3个通道	多个波段（3~8000）

采样与量化

- 有些遥感图像是通过摄影方式获取的，保存在胶片上。只有对这些图像（或模拟图像）进行数字化，才能产生数字图像。
- 数字化包括两个过程：采样与量化。
- 采样：将空间上连续的图像变换成离散点—像素。

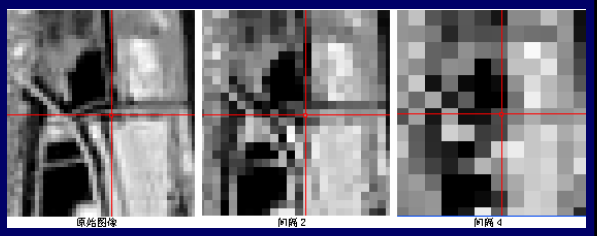


采样与量化

- 采样：将空间上连续的图像变换成离散点—像素。
- 采样间隔影响着图像表示地物的真实性。间隔越小，图像越接近于真实，但采样成本及处理成本越高，图像存储所需的空间也越大。
- 由于图像是二维分布的信息，采样在X轴和Y轴两个方向进行。

采样与量化

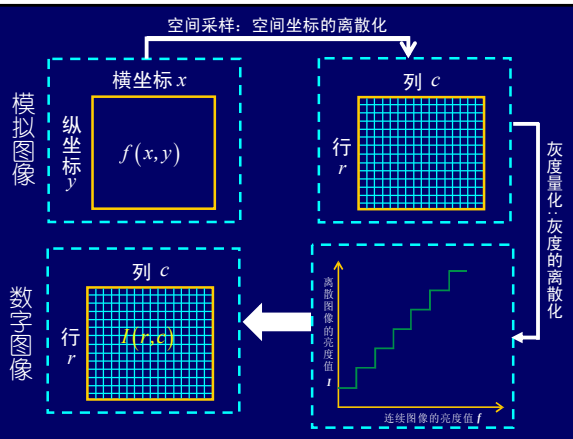
- 采样影响着图像细节的再现程度，间隔越大，细节损失越多，图像的棋盘化效果越明显。



不同采样间隔对遥感图像的影响

采样与量化

- 采样后图像被分割成空间上离散的像素，但其灰度值没有改变。
- 量化：将像素灰度值转换成整数灰度级。
- 一般数字图像灰度级取2的整数幂（量化幂数）。量化级数越大，量化后图像越接近于“真实”，图像占用的存储空间也越大。

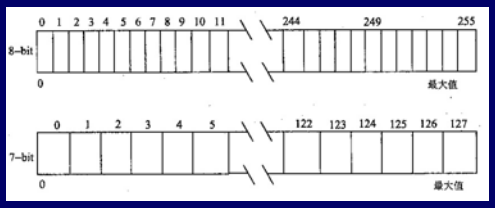


量化前，图像像素值称为数字值（DN值）、灰度值或亮度值

量化后，图像像素的原有灰度值转换为灰度级。

量化前的像素值	1.2	10	20	22.2	25
量化后的灰度级	0	94	201	225	255

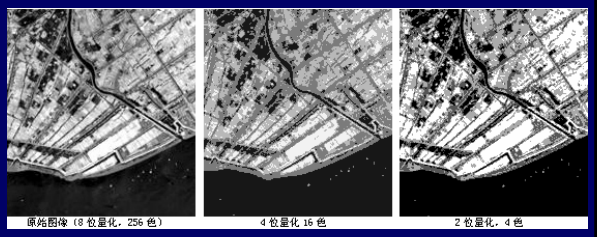
量化前后图像数据的变化



7位量化和8位量化的像素值

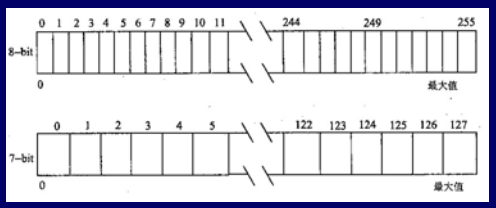
采样与量化

- 量化影响着图像细节的可分辨程度，量化位数越高，细节的可分辨程度越高；保持图像大小不变，降低量化位数减少了灰度级导致假轮廓。



不同量化位数对遥感图像的影响

7位量化和8位量化的像素值



常用的遥感图像，随传感器不同具有不同的量化位数。例如：ASTER图像中，VNIR和SWIR传感器为8位量化，TIR为12位量化；陆地卫星Landsat和SPOT的传感器为8位量化，IKONOS为11位量化

量化级数与遥感辐射分辨率？

第一章 绪论

一、数字图形与数字图像
1.图形与图像
2.数字图像的表示
二、模拟图像与数字图像
三、遥感数字图像
1.遥感图像模型
2.通用存储格式
3.数据产品级别
四、遥感图像数字处理与分析
1.图像处理
2.图像分析
3.图像理解

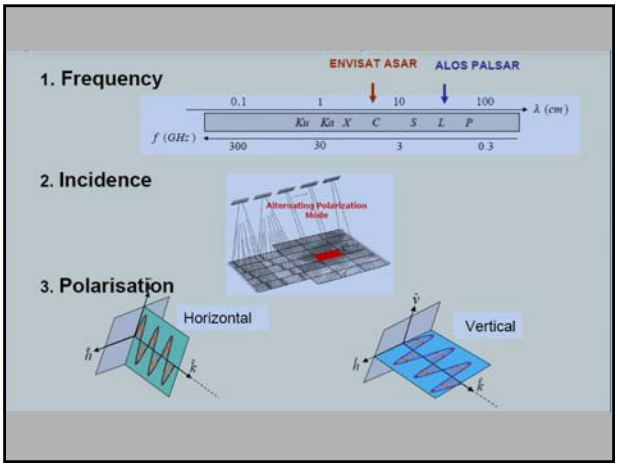
遥感图像模型

- 遥感图像是传感器通过探测地物电磁波辐射能量所得到的图像，反映连续变化的电磁场。
- 从理论角度上，遥感图像可以表示为某一时刻t，在不同波长λ和不同极化方向p，能够收集到的位于坐标(x,y)的目标物所辐射的电磁波能量。
  ——归纳得到一个通用模型

遥感图像模型

$$L(x,y,t,\lambda,p)=\left[1-\beta(x,y,t,\lambda,p)\right]E(\lambda)$$
$$+\beta(x,y,t,\lambda,p)I(x,y,t,\lambda,p)$$

t：成像时间；
λ：波长
p：极化方向，主要用于微波成像



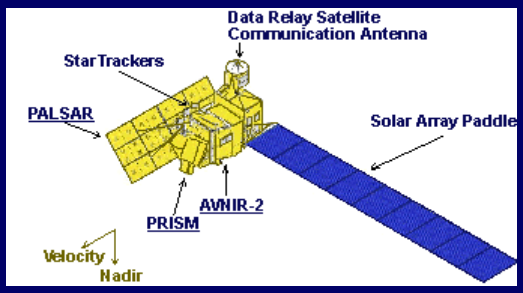
遥感图像模型

- 极化方向指电磁波振动的电磁矢量方向。电场矢量方向不随时间变化的电磁波称为线极化波。
- 极化方向可分解为水平极化和垂直极化。
- 若成像雷达发射和接收的都是水平极化波，则获得的影像是水平同极化HH影像。
  垂直同极化VV……
- 接收的极化方式与发射的极化方式相反的交叉极化HV和VH

ALOS卫星

- 日本地球观测卫星计划主要包括2个系列：大气和海洋观测系列以及陆地观测系列。
- 先进对地观测卫星ALOS于2006年1月24日成功发射，是JERS-1与ADEOS的后继星，采用了先进的陆地观测技术，能够获取全球高分辨率陆地观测数据，主要应用目标为测绘、区域环境观测、灾害监测、资源调查等领域。
- ALOS卫星载有三个传感器：
  （1）全色遥感立体测绘仪（PRISM），用于数字高程测绘；
  （2）先进可见光与近红外辐射计—2（AVNIR—2），用于精确陆地观测；
  （3）相控阵型L波段合成孔径雷达（PALSAR），用于全天时全天候陆地观测。

ALOS卫星



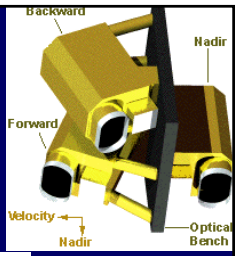
ALOS卫星组成

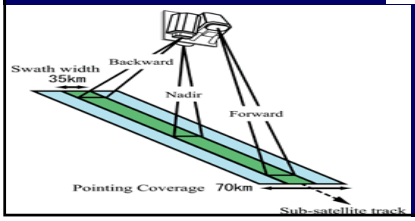
ALOS卫星的基本参数

- ALOS卫星采用了高速大容量数据处理技术与卫星精确定位和姿态控制技术

发射时间	2006年1月24日
运载火箭	H-IIA
卫星质量	约4，000kg
产生电量	约7000W（生命末期）
设计寿命	3-5年
轨道 姿态控制精度	太阳同步轨道
	重复周期: 46天 重访时间: 2 天
	高度: 691.65 km
	倾角: 98.16°
	2.0 x 10^{-4}° （配合地面控制点）
定位精度	1m
数据速率	240Mbps (通过数据中继卫星) 120Mbps (直接下传)
星载数据存储器	固态数据记录仪 (90GB)

- PRISM具有独立的三个观测相机，分别用于星下点、前视和后视观测，沿轨道方向获取立体影像，星下点空间分辨率为2.5m。其数据主要用于建立高精度数字高程模型。





PRISM观测示意图

ALOS卫星－PRISM

波段数	1 (全色)
波长	0.52-0.77 μm
观测镜	3 (星下点成像、前视成像、后视成像)
基高比	1.0 (在前视成像与后视成像之间)
空间分辨率	2.5m (星下点成像)
幅宽	70km (星下点成像模式) 35km (联合成像模式)
信噪比	>70
MTF	>0.2
探测器数量	28000 / 波段(70km幅宽) 14000 / 波段(35km幅宽)
指向角	-1.5 度to +1.5度
量化长度	8 位

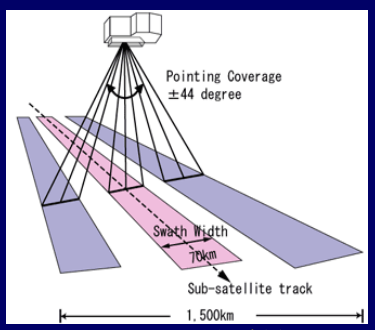
观测模式	
模式 1	星下点、前视、后视(35km)
模式2	星下点(70km) + 后视 (35km)
模式3	星下点 (70km)
模式4	星下点 (35km) + 前视 (35km)
模式 5	星下点(35km) + 后视 (35km)
模式 6	前视 (35km) + 后视 (35km)
模式 7	星下点 (35km)
模式 8	前视 (35km)
模式 9	后视 (35km)

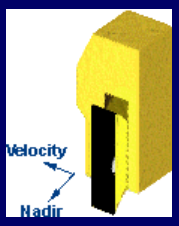
注:
PRISM观测区域在北纬82° 至南纬82° 之间。

ALOS卫星：AVNIR-2

- 新型的AVNIR-2传感器比ADEOS卫星所携带的AVNIR具有更高的空间分辨率，主要用于陆地和沿海地区观测，为区域环境监测提供土地覆盖图和土地利用分类图。为了灾害监测的需要，AVNIR-2提高了交轨方向指向能力，侧摆指向角度为±44°，能够及时观测受灾地区。

ALOS卫星：AVNIR-2





AVNIR-2观测示意图

AVNIR-2基本参数

波段数	4
波长	波段 1 : 0.42 to 0.50μm 波段 2 : 0.52 to 0.60μm 波段 3 : 0.61 to 0.69μm 波段 4 : 0.76 to 0.89μm
空间分辨率	10m (星下点)
幅宽	70km (星下点)
信噪比	>200
MTF	波段1－3 : >0.25 波段4 : >0.20
探测器数量	7000/波段
侧摆指向角	－44 to + 44 °
量化长度	8位

注：AVNIR-2观测区域在北纬88.4度至南纬88.5度之间。

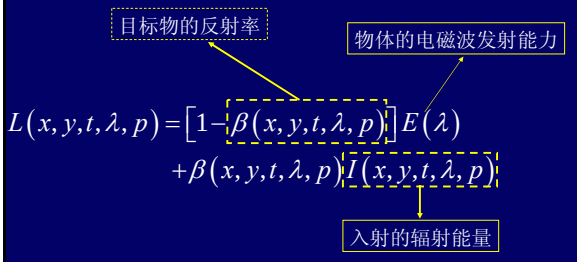
ALOS卫星：PALSAR

- PALSAR是一主动式微波传感器，它不受云层、天气和昼夜影响，可全天候对地观测，比JERS-1卫星所携带的SAR传感器性能更优越。
- 该传感器具有高分辨率、扫描式合成孔径雷达、极化三种观测模式，使之能获取比普通SAR更宽的地面幅宽。

PALSAR传感器的基本参数

模式	高分辨率模式		扫描式合成孔径雷达	极化(试验模式)
中心频率	1270 MHz(L波段)			
线性调频宽度 Chirp Bandwidth	28MHz	14MHz	14MHz,28MHz	14MHz
极化方式	HH or VV	HH+HV or VV+VH	HH or VV	HH+HV+VH+VV
入射角	8 to 60°	8 to 60°	18 to 43°	8 to 30°
空间分辨率	7－44m	14－88m	100m (多视)	24－89m
幅宽	40－70km	40－70km	250－350km	20－65km
量化长度	5位	5 位	5 位	3或5位
数据传输速率	240Mbps	240Mbps	120Mbps,240Mbps	240Mbps

遥感图像模型



遥感图像模型

$$L(x,y,t,\lambda,p)=[1-\beta(x,y,t,\lambda,p)]E(\lambda)$$
$$+\beta(x,y,t,\lambda,p)I(x,y,t,\lambda,p)$$

- 在可见光和近红外波段，白天物体自身发射的辐射量可忽略不计，模型可简化

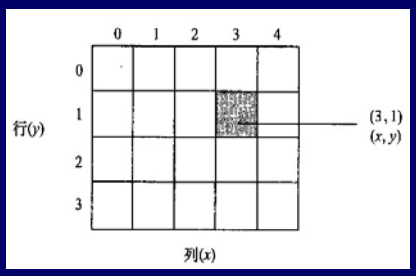
$$L(x,y,t,\lambda,p)=\beta(x,y,t,\lambda,p)I(x,y,t,\lambda,p)$$

- 在热红外波段……成像时间

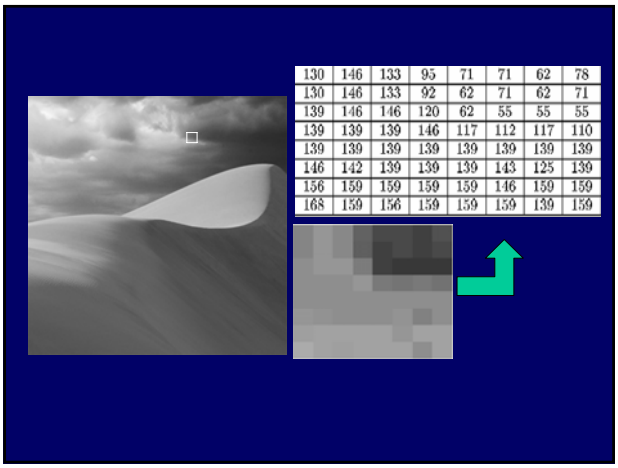
遥感数字图像

- 遥感数字图像是数字形式的遥感图像。
- 遥感数字图像中的像素值称为亮度值（或灰度值、DN值）。亮度值的高低由遥感传感器所探测到的地物电磁波的辐射强度决定。
- 像素的亮度值具有相对意义，仅在图像内才能相互比较。

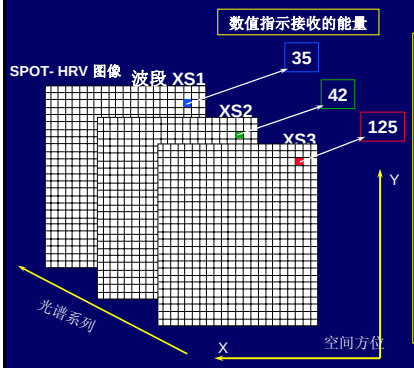
数字图像：数据矩阵



文件坐标指像素在图像中的位置。对于任一波段的图像，左上角像素的坐标一般从0开始，向右向下按整数递增。



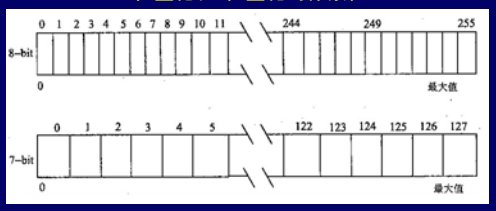
遥感数字图像－用数字表示传感器测量记录的地物表面反射和辐射强度，是一种以二维数组（矩阵）形式表示的图像。



当以数字形式记录图像信息时，在空间位置上取样，产生离散的x值和y值，则每一个由Δx和Δy构成的小方格称为一个像元。像元是数字图像中的最小单位。每一个像元对应一个函数值，即亮度值，它由连续变化的灰度等分得到（即方格内所有连续灰度值的平均值），像元大小取决的采样的分辨率

这样，一幅数字化图像就是由x方向上的N个样点，y方向上M个样点构成的有MN个元素的矩阵函数。

7位量化和8位量化的像素值



常用的遥感图像，随传感器不同具有不同的量化位数。例如：ASTER图像中，VNIR和SWIR传感器为8位量化，TIR为12位量化；陆地卫星Landsat和SPOT的传感器为8位量化，IKONOS为11位量化

量化级数与遥感辐射分辨率

- 辐射分辨率是指遥感传感器感知测试元件在接受光谱辐射信号时对于接受的最小到最大辐射能量之间能够分辨的最小辐射能量级差，或是指对两个不同辐射源或反射源的电磁波能量分辨能力，一般用灰度的分级数，即最暗至最亮灰度值（亮度值）间分级的数目——量化级数，以N个bits表示。
- 能分辨的辐射能量差越小，辐射分辨率就越高。例如Landsat/MSS，起初以6bits（级数范围0—63）记录反射辐射值，经技术处理把其中3个波段扩展到7bits（级数范围0—127）；MODIS数据辐射分辨率可高达12 bits（级数范围0—4196）。

IKONOS

- IKONOS卫星于1999年9月24日发射成功，是世界上第一颗提供高分辨率卫星影像的商业遥感卫星。IKONOS卫星的成功发射不仅实现了提供高清晰度且分辨率达1米的卫星影像，而且开拓了一个新的更快捷，更经济获得最新基础地理信息的途径，更是创立了崭新的商业化卫星影像的标准。
- 代理：北京同天现地空间技术有限公司

发射时间	1999年9月24日
预期寿命	超过8.5年
轨道	倾角98.1°
轨道运行速度(km/s)	7.5
地面运行速度(km/s)	6.8
轨道周期(min/圈)	98
轨道高度/km	681
分辨率	星下点：全色0.82m；多光谱3.2m 26°侧视角：全色1.0m；多光谱4.0m
幅宽	星下点：11.3km 26°侧视角：13.8km
重访周期	北纬40°，1m分辨率约3天
动态范围(bit/像素)	11
波段	全色、蓝、绿、红、近红外

QuickBird

- QuickBird是2001年10月18日在美国发射成功的高分辨率商业遥感卫星，QuickBird在空间分辨率（0.61米），多光谱成像（1个全色通道、4个多光谱通道），成像幅宽（16.5公里*16.5公里），成像摆角等方面具有显著的优势，能够满足更专业、更广泛应用领域的遥感用户，为用户提供更好、更快的遥感信息源服务。
- 代理：北京天目创新科技有限公司

发射时间	2001年10月18日
轨道	倾角97.2°
轨道运行速度(km/s)	7.1
地面运行速度(km/s)	6.8
轨道周期(min/圈)	93.5
轨道高度/km	450
分辨率	星下点：全色0.61m；多光谱2.44m 25°侧视角：全色0.72m；多光谱2.88m
幅宽	星下点：16.5km
重访周期	依据纬度不同平均1-3.5天（30°侧视）
动态范围(bit/像素)	11
波段	全色、蓝、绿、红、近红外

量化级数与辐射分辨率

- 辐射分辨率
  - 辐射分辨率是指遥感器能分辨的目标反射或辐射的电磁辐射强度的最小变化量。是指每一波段的可能值或动态范围，由记录的能量可以划分的位数表示。
  - 部分高分辨率数据的辐射分辨率为11bit，中低分辨率的卫星一般为8bit;
  - 计算机只能识别8bit和16bit,计算机采用二进制数据，每一个数字由0或1来表示，只能采用二进制字符串来表达复杂的数字;
  - 8bit数据：8个二进制数字串，2^8=256个灰度级;
  - 11bit数据：按照16bit存储数据，即16个二进制数字串。 2^{11}=2048个灰度级，由于高分辨率卫星数据的数据量只有11bit，而存储方式是16bit，相当于一个小的物体存储在一个极大的容器中，因此，当用一些不支持16bit自动拉伸功能的软件如photoshop软件打开时，该影像数据显示为黑屏。

量化级数与辐射分辨率

- 11bit转换为8bit,采用数据缩放比例法，如11bit下的最小值转换为8bit下的0，最大值2012则转换为255，其他的DN值按照响应的比例因子赋予相应的值。这种情况下，影像信息是有损的而且是不可逆的。只有当数据的信息量小于8bit时，不存在拉伸和信息损失的问题;
- 11bit转换为16bit,前5位为占位符，其他的值不变。如DN值1089表示为10001000001(11bit),而转换为16bit为0000010001000001，这种情况下，影像保持原有的信息。

遥感数字图像存储格式

- 数字图像数据主要是二进制格式的文件，保存在光盘、磁盘和磁带中。遥感图像包括多个波段，有多种存储格式，基本的通用格式有3种：BSQ、BIL和BIP。

上机实验：

以TM图像为例，在Visual C++环境下实现图像在BSQ、BIL和BIP之间的转换。

非专业遥感使用的图像格式：位图BMP

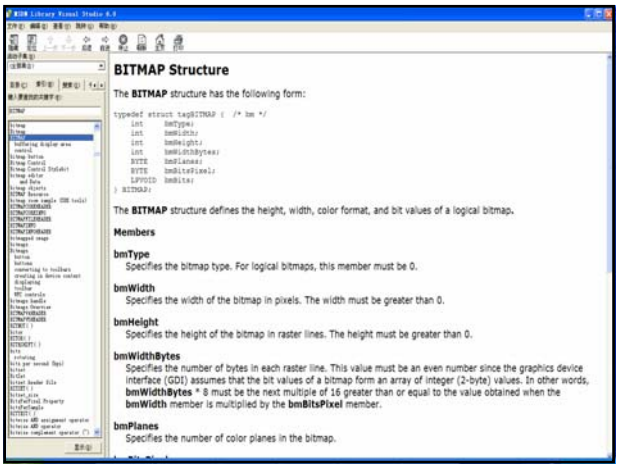
- BMP（Bitmap－File）格式是最常用的图像文件存取格式之一，是微软为其Windows环境设置的标准图像格式，BMP位图文件默认的文件扩展名是“.BMP”或者“.bmp”，有时它也会以“.DIB”或者“RLE”为扩展名。用BMP格式存放的图像几乎可以被所有的图像显示软件读取。
- BMP图形文件是Windows采用的图像文件格式，在Windows环境下运行的所有图像软件都支持BMP图像文件格式。Windows系统内部个图像绘制操作都是以BMP为基础的。Windows3.0以前的BMP文件格式与显示设备有关，因此把这种BMP图像文件格式称为设备相关位图（Device Dependent Bitmap,DDB）文件格式。Windows3.0以后的BMP文件都与显示设备无关，因此把这种BMP文件格式称为设备无关位图（Device Independent Bitmap,DIB）格式。

与设备相关位图（DDB）

- 与设备相关位图DDB是一种内部位图格式,它显示的图像依计算机显示系统的设置不同而不同,因此一般不存储文件。结构BITMAP定义了DDB位图的类型、宽度、高度、颜色格式和像素位值，该结构在Windows.h中定义如下：

与设备相关位图（DDB）

```
typedef  struct  tagBITMAP
{
 int    bmType;          // 位图类型，必须设为0
 int    bmWidth;         // 位图宽度
 int    bmHeight;        //位图高度
 int    bmWidthBytes;    //位图中每一扫描行中的字节数
 BYTE bmPlanes;          //颜色层数
 BYTE  bmBitsPixel;      //每一像素所占的位数
 Void   FAR*  bmBits;//存放像素值内存块的地址
} BITMAP;
```



与设备相关位图（DDB）

- Windows SDK 提供了标准的DDB位图操作函数，MFC中定义了CBitmap类来说明DDB位图，其中封装了与DDB位图操作相关的数据结构和操作函数。

CBitmap类封装的主要函数

函数名	功能
LoadBitmap	从应用程序的资源中装入位图资源，并将其与CBitmap对象连接
CreateBitmap	用指定了宽、高和位模式的内存位图来创建位图，并将其与CBitmap对象连接
CreatCompatibleBitmap	创建与指定设备兼容的位图，并将其与CBitmap对象连接
GetBitmap	从位图中获取信息，并填充BITMAP结构
SetBitmapBits	用指定的图像位来设置位图的位值

与设备无关位图（DIB）

BMP文件组成 →

- BMP文件头
- 位图信息头
- 颜色表
- 位图数据

BMP文件组成

BMP文件由文件头、位图信息头、颜色信息和图像数据四部分组成。位图结构如下所示:

位图文件头结构**BITMAPFILEHEADER**
位图信息头结构**BITMAPINFOHEADER**
位图颜色表**RGBQUAD**
位图像素数据

BMP文件头

BMP文件头数据结构含有BMP文件的类型、文件大小和位图起始位置等信息。结构定义：

```
typedef struct tagBITMAPFILEHEADER
{
  WORD bfType;      // 位图文件的类型，必须为BM
  DWORD bfSize;     // 位图文件的大小，以字节为单位
  WORD bfReserved1;// 位图文件保留字，必须为0
  WORD bfReserved2;// 位图文件保留字，必须为0
  DWORD bfOffBits; // 位图数据的起始位置，以相对于位图文件头的偏移量表示，以字节为单位
}TMAPFILEHEADER;
```

位图信息头

- BMP位图信息头数据用于说明位图的尺寸等信息。

```
typedef struct tagBITMAPINFOHEADER
{
  DWORD biSize;    // 本结构所占用字节数
  LONG biWidth;    // 位图的宽度，以像素为单位
  LONG biHeight;   // 位图的高度，以像素为单位
  WORD biPlanes;   // 目标设备的级别，必须为
  WORD biBitCount;  // 每个像素所需的位数,必须是1(双色), 4(16色),
8(256色)或24(真彩色)之一
  DWORD biCompression;  // 位图压缩类型，必须是 0(不压缩),1(BI_RLE8
压缩类型)或  2(BI_RLE4压缩类型)之一
  DWORD biSizeImage;      // 位图的大小，以字节为单位
  LONG biXPelsPerMeter;   // 位图水平分辨率，每米像素数
  LONG biYPelsPerMeter;   // 位图垂直分辨率，每米像素数
  DWORD biClrUsed;        // 位图实际使用的颜色表中的颜色数
  DWORD biClrImportant;   // 位图显示过程中重要的颜色数
} BITMAPINFOHEADER;
```

颜色表

- 颜色表用于说明位图中的颜色，它有若干个表项，每一个表项是一个RGBQUAD类型的结构，定义一种颜色。RGBQUAD结构:

```
typedef struct tagRGBQUAD
{
BYTE rgbBlue;      // 蓝色的亮度(值范围为0-255)
BYTE rgbGreen;     // 绿色的亮度(值范围为0-255)
BYTE rgbRed;       // 红色的亮度(值范围为0-255)
BYTE rgbReserved; // 保留，必须为0
} RGBQUAD;
```

位图信息

- 位图信息头和颜色表组成位图信息
- BITMAPINFO结构定义如下:

```
typedef struct tagBITMAPINFO {
  BITMAPINFOHEADER bmiHeader;  // 位图信息头
  RGBQUAD  bmiColors; // 颜色表
} BITMAPINFO;
```

结构	数据域	含义
BITMAPFILEHEADER	bfType	字节"BM"
	bfSize	文件总字节数
	BfReserved1	0
	BfReserved1	0
	bfOffBit	位图数据距文件头的偏移量
BITMAPINFOHEADER	biSize	本结构大小的字节数
	biWidth	位图的宽度，单位为像素点
	biHeight	位图的高度，单位为像素点
	biPlanes	1
	biBitCount	像素的位数（1，4，8，24）
	biCompression	压缩方式（0表示不压缩）
	bisizeImage	位图数据的字节数
	biXpelsPerMeter	水平分辨率（像素点/米）
	biYpelsPerMeter	垂直分辨率（像素点/米）
	biClrUsed	图像中使用的颜色数
	biClrImportant	图像中重要的颜色数
RGBQUAD	rgbBlue	蓝色的比例
	rgbGreen	绿色的比例
	rgbRed	红色的比例
	rgbReserved	0