

机器视觉与图像处理

第7讲 彩色与多光谱图像

汪凯巍
2019-04-9

部分资料取自互联网，版权归原作者所有

回顾

第1讲 绪论

机器视觉的定义、系统组成、价值与作用

第2讲 图像的获取

图像传感器、镜头、光照，“好的图像成功一半”

第3讲 图像的基础变换

点处理及灰度直方图、代数变换、几何变换

第4讲 图像的空间域增强

图像的平滑、图像中值滤波、图像锐化，相关与卷积

第5讲 图像的频域增强

图像空域到频域的转换，变换结果的理解，频域滤波（低通 高通 带通 带阻）

第6讲 图像的退化与复原

图像的退化模型，图像退化与噪声模型的判断，滤波复原（空域与频域）、逆滤波复原

第7讲 彩色图像与高光谱图像

概要

1.彩色图像

- 彩色图像模型：色度图，色彩模型
- 彩色图像增强：伪彩色增强，真彩色增强，RGB-HSI 颜色空间变换

2.多光谱图像

- 多光谱图像定义
- 多光谱图像的作用和价值

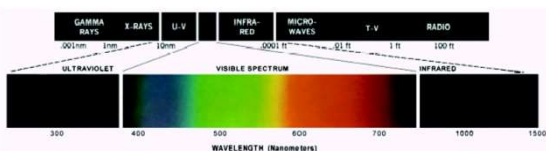
人对彩色的分辨能力和敏感程度比灰度强

彩色图像：比灰度图像包含更多的信息。人类只能分辨数十种灰度级，却可以分辨上千种颜色变化！

彩色图像增强技术分为两类：

- 伪彩色增强技术：对不同的灰度或灰度范围赋予不同的颜色。
- 真彩色增强技术：对彩色的不同分量区别对待。

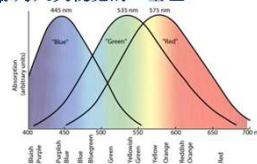
颜色模型



- ✓ 可见光波长范围为：400nm~760nm (380nm~780nm)，能使人产生视觉，感到明亮和颜色

人眼对颜色敏感的视锥细胞

- 每只眼睛中大约有600万到700万个锥状细胞
- 每个锥状细胞都连接一个神经末梢，对光有较高的分辨力，能充分识别图像的细节。
- 锥状细胞既可以分辨光的强弱，也可以辨别色彩。
- 锥状细胞有三种，分别对红、绿、蓝颜色敏感，因此红绿蓝称为人类视觉的三基色。

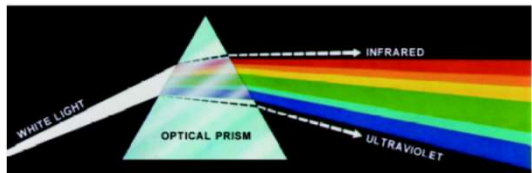


三种锥状细胞的光谱敏感曲线

来源：<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/concon.html#c1>

颜色模型

- ✓ 英国人Newton, 三棱镜实验
- ✓ 证明了白光是所有可见光的组合。

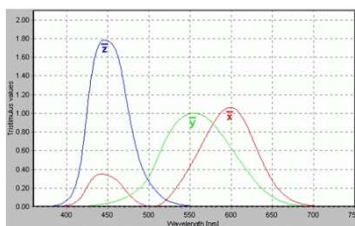


颜色模型

- ✓ 1931年, 国际照明委员会 (CIE) 规定用700nm、546.1nm、435.8nm的单色光作为红(R)、绿(G)、蓝(B)三原色
- ✓ R代表红光, 为大红色相, 红中具有黄味;
- ✓ G代表绿光, 为比较香嫩的绿色色相
- ✓ B代表蓝紫光, 色相为蓝中带有紫味
- ✓ 根据三原色原理, 任意彩色的颜色方程为:
 - ✓ $F = \alpha(R) + \beta(G) + \gamma(B)$
 - ✓ 其中 $\alpha\beta\gamma$ 是红绿蓝三色的混合比例, 称为三系数
- ✓ 颜色模型指的是某个三维颜色空间中的一个可见光子集, 它包含某个色彩域的所有色彩

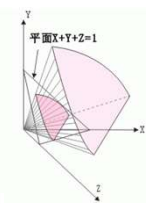
CIE色度图

- ✓ CIE (国际照明委员会)
- ✓ 1931年, CIE规定了三种标准原色 x, y, z 用于颜色匹配, 三种对应的颜色匹配函数如下:



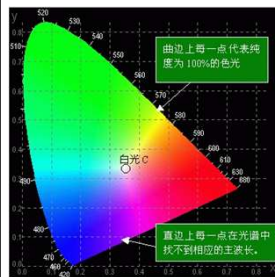
CIE色度图

- ✓ 对于可见光谱中的任意一种颜色C, 可以找到一组权 (X, Y, Z) , 使得: $C = xX + yY + zZ$ 即用CIE原色匹配C, 下图为XYZ空间中包含所有可见光的锥体
- ✓ 整个锥体落在第一象限, 从原点引一条任意射线穿过该锥体, 则射线上任意两点代表的色光具有相同的主波长和纯度
- ✓ 在每条射线上各取一点即可代表所有的可见光。
- ✓ 习惯上, 这一点取做射线与平面 $X+Y+Z=1$ 的交点, 其坐标称为色度值,
 - $x = \frac{X}{X+Y+Z}$, $y = \frac{Y}{X+Y+Z}$, $z = \frac{Z}{X+Y+Z}$



CIE色度图

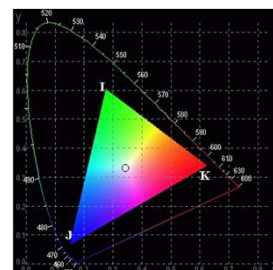
- ✓ 可以把与平面 $X+Y+Z=1$ 相交的色度值 (x, y, z) 中的 (x, y) 绘制成CIE色度图。



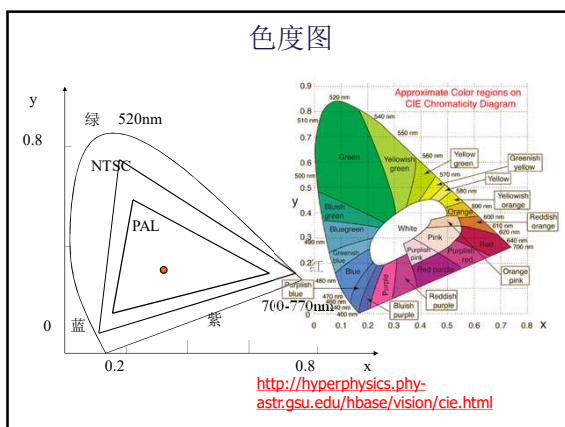
- ✓ 边界和内部代表了所有可见光的色度值, $z=1-x-y$
- ✓ 边界弯曲部分上的每一点, 对应光谱在某种纯度为百分之百的色光 (光谱单色光), 线上标明的数字为对应的主波长
- ✓ 中央一点C代表白光, C点接近于 $x=y=z=1/3$

CIE色度图

- ✓ CIE色度图主要有两种用途:
 - ✓ 定义颜色域(Color Ranges)以便显示叠加颜色的效果



- ✓ I和J按不同比例叠加, 可产生其连线上的任意一种颜色
- ✓ I, J和K按不同比例叠加, 可产生三角形内的任意一种颜色



色彩模型

- 常见的色彩模型有：
 - RGB模型
 - CMYK模型
 - HSI模型
 - YIQ模型

每种模型都有它自己的特点和适用范围
可以根据需要相互转换。

色彩模型

颜色模型的设计通常是为了便于**硬件实现**或便于**对颜色的控制**。

- RGB模型**：在**彩色显示器**、**彩色摄像机**中广泛使用
- CMY / CMYK模型**：用于**彩色打印**
- HSI模型**：与人描述和解释颜色的方式最接近，便于人为指定颜色；同时该模型将颜色和灰度信息分开，便于**应用灰度图像处理技术来处理彩色图像**。

15

RGB模型

- 最常见的色彩模型
- 由R(红)、G(绿)、B(蓝)三个分量组成，三维空间中的三个轴分别与红、绿、蓝三基色相对应。
- 原点对应于黑色，离原点最远的顶点对应于白色。
- 从黑到白的灰度值分布在这两个点的连线上，该线称为**灰色线**。其他颜色则落在三维空间中由红、绿、蓝三基色组成的彩色立方体中。
- 通常情况下以RGB色彩模型为基础描述其它色彩模型，将其它色彩模型描述为RGB三色的线性或者非线性函数。
- RGB模型在视频和显示器中广泛使用。

显示器中的显示点

RGB模型

RGB模型单位立方体

- RGB颜色模型构成的颜色空间是CIE原色空间的一个真子集，通常用于显示器
- RGB三原色是加性原色

CMY和CMYK模型

- C(Cyan 青)M(Magenta 品红)Y(Yellow 黄)是颜料的三原色。
- 青色颜料：吸收红光
- 品红颜料：吸收绿光
- 黄色颜料：吸收蓝光
- 例如：当白光照射到青色颜料上，红光被吸收，返回绿光和蓝光，所以呈现青色。
- CMY / CMYK模型主要用于打印设备

18

CMY和CMYK模型



图 6.6 CMY 减色系统混色效果示意图

青 (C) = 白色光 - 红色光
品红 (M) = 白色光 - 绿色光
黄 (Y) = 白色光 - 蓝色光

19

RGB与CMY之间的转换

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- ✓ C=255-R
- ✓ M=255-G
- ✓ Y=255-B

RGB与CMY之间的转换



RGB空间的彩色图像

CMY空间的彩色图像

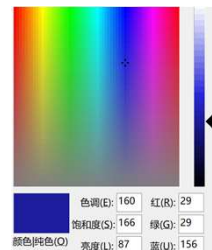
RGB与CMY空间的转换

21

HSI彩色模型

- RGB及CMY适合颜色的生成和显示，但不适合人为指定颜色。
- HSI模型与人眼对颜色的描述很相似，如淡紫、深红等等。

H: Hue 色度, 色调
S: Saturation 饱和度
I: Intensity 强度/亮度/灰度



HSI彩色模型

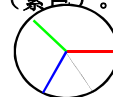
I: 表示光照强度或称为**亮度**，它确定了像素的整体亮度，而不管其颜色是什么。



23

HSI彩色模型

H: 表示**色度**，由**角度表示**。反映了该颜色最接近什么样的光谱波长（即彩虹中的哪种颜色）**0°为红色，120°为绿色，240°为蓝色**。**0°到240°**覆盖了所有可见光谱的颜色，**240°到300°**是人眼可见的非光谱色（紫色）。



24

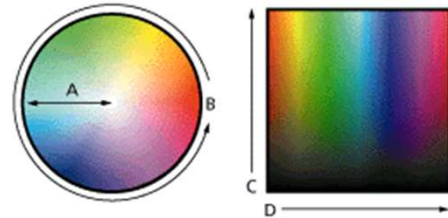
HSI彩色模型

- **S**: 表示饱和度, 饱和度参数是色环的原点到彩色点的半径长度。
- 在环的外围圆周是纯的或称饱和的颜色, 其饱和度值为**1**。在中心是中性(灰)色调, 即饱和度为**0**。
- 表示颜色浓淡的物理量。通常用混入白光量的比例来度量



25

HSI彩色模型

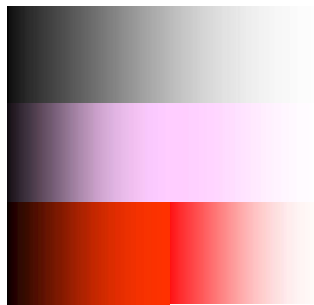


A. 饱和度 B. 色度 C. 亮度 D. 所有色度

26

HSI彩色模型

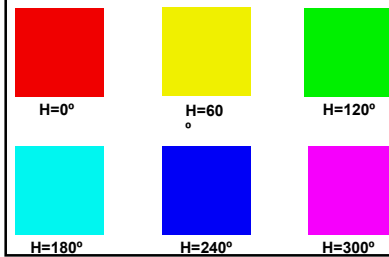
- 亮度I变化



27

HSI彩色模型

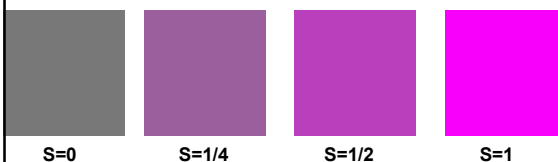
- 色度H变化



28

HSI彩色模型

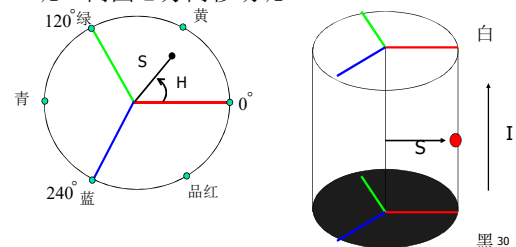
- 饱和度S变化



29

HSI模型

- 思考问题: 在这个圆柱体上, 红色的点顺(逆)时针旋转会改变哪个值? 上下移动呢? 向圆心方向移动呢?



30

RGB 转换到HSI

对任何3个 $[0, 1]$ 范围内的 R 、 G 、 B 值，其对应HSI模型中的 I 、 S 、 H 分量的计算公式为

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)]$$

$$H = \arccos \left\{ \frac{[(R - G) + (R - B)] / 2}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

HSI到RGB

$$0^\circ \leq H \leq 120^\circ, R = \frac{I}{\sqrt{3}} \left[1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right],$$

$$B = \frac{I}{\sqrt{3}} (1 - S), G = \sqrt{3}I - R - B;$$

$$120^\circ \leq H \leq 240^\circ, R = \frac{I}{\sqrt{3}} \left[1 + \frac{S \cos(H - 120^\circ)}{\cos(180^\circ - H)} \right],$$

$$B = \frac{I}{\sqrt{3}} (1 - S), G = \sqrt{3}I - R - B;$$

$$240^\circ \leq H \leq 360^\circ, R = \frac{I}{\sqrt{3}} \left[1 + \frac{S \cos(H - 240^\circ)}{\cos(300^\circ - H)} \right],$$

$$B = \frac{I}{\sqrt{3}} (1 - S), G = \sqrt{3}I - R - B$$

YIQ模型

YIQ模型是美国国家电视系统委员会（NTSC）定义用于电视广播的颜色系统
Y代表亮度信息，I表示色调，Q表示饱和度。

从RGB到YIQ的变换关系如下：

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.7689 & 1.7518 & 1.1302 \\ 1.0002 & 4.5907 & 0.0600 \\ 0.0000 & 0.0565 & 5.5943 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4185 & -0.1587 & -0.0828 \\ -0.0912 & 0.2524 & 0.0157 \\ 0.0009 & -0.0025 & 0.1786 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

彩色增强技术

➤ **真彩色增强**：把彩色图像处理成彩色图像，满足观察的需求

➤ **伪彩色增强**：把黑白图像处理成伪彩色图像。

真彩色图像处理

35

彩色图像增强

平滑滤波

$$\bar{c}(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{1}{K} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} R(s, t) \\ \frac{1}{K} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} G(s, t) \\ \frac{1}{K} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} B(s, t) \end{bmatrix}$$

对图像中的像素（三基色）进行邻域平均

36

彩色图像增强

平滑滤波




原图 平滑滤波结果图

37

彩色图像增强

锐化增强




原图 锐化结果图

Laplacian滤波模板

38

彩色图像复原

前面讨论的单色图像复原技术可直接推广到彩色图像，即分别作用于R、G、B图像上。





原图 退化彩图 维纳滤波复原

运动模糊+高斯噪声

39

彩色变换

回顾之前讨论过灰度变换：

- 灰度反转 $s = L - 1 - r$ —— 彩色反转
- 对数变换 $s = c \log(1 + r)$
- 指数变换 $s = c r^r$
- 分段线性变换
- 直方图均衡化

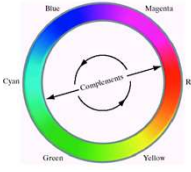
这些能否分别处理RGB分量的方式处理？

40

彩色变换


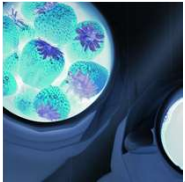
- 彩色反转(求补色)(底片效果)

补色：彩色环中相对的颜色为补色。
一种颜色和它的补色相加等于白色。



41

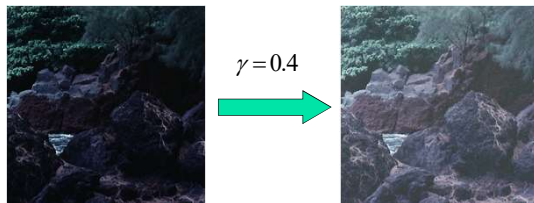
彩色变换

$$g(x, y) = L - 1 - f(x, y) = \begin{bmatrix} 255 \\ 255 \\ 255 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R(x, y) \\ G(x, y) \\ B(x, y) \end{bmatrix}$$



42

彩色变换

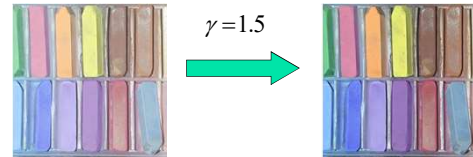
■ 指数变换



43

彩色变换

■ 指数变换



44

彩色变换

■ 彩色切分

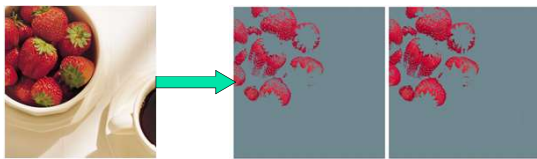


FIGURE 6.34 Color slicing transformations that detect (a) reds within an RGB cube of width $W = 0.2541$ centered at $(0.0663, 0.1668, 0.1921)$, and (b) reds within an RGB sphere of radius 0.1765 centered at the same point. Pixels outside the cube and sphere were replaced by color $(0.5, 0.5, 0.5)$.

45

彩色变换

直方图处理

- 直方图处理方法(如直方图均衡、直方图拉伸等)针对每幅灰度图自动计算灰度变换函数。
- 如将彩色图像作为三幅灰度图来处理, 则RGB通道的变换函数不同
- 上述操作对同一像素的RGB分量做了不同处理, 会引起色彩失真。

46

彩色变换

将彩色图像看成3幅灰度图(分别对应RGB分量)的处理结果:



□ 怎么办?

47

彩色变换

彩色图像的直方图处理方法:


- 将图像从RGB空间转到HSI空间
 - 针对HSI模型中的I分量(对应一幅灰度图)进行直方图处理, H分量和S分量保持不变
 - 将处理后的HSI值转为RGB值
- 由于仅修改了I分量, 即亮度分量, 色调和饱和度未改变, 图像的色彩能得到保持。

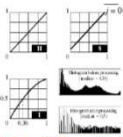
48

彩色变换

HSI颜色空间下的直方图均衡化 $s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$


原图






处理前，大量暗彩色
处理后的直方图

直方图均衡亮度分量的结果，色调、饱和度没有变



彩色变换

正确的处理结果：



50

彩色变换

- 平滑和锐化



5×5均值滤波





51

彩色变换

使用模板：

可对RGB分量分别处理。

$$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 12 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



拉普拉斯锐化





52

彩色图像的中值滤波方法

由于排序无法不能将灰度图像的中值滤波方法直接用于RGB分量图像

正确做法：

- 保存邻域像素的RGB值,并将RGB值转为HSI值
- 根据HSI值的I分量进行排序
- 将排序后的中值所对应的HSI值转为RGB值

53

彩色图像的中值滤波方法

简化方法：

- 保存邻域像素的RGB值,并计算其灰度值(彩色转灰度)
- 根据灰度值进行排序
- 将排序后的中值所对应的RGB值作为当前像素值

注意：排序时要保留RGB值与灰度值的对应关系。可将RGB值存放到RGBQUAD型数组中，灰度值存放到rgbReserved中，根据灰度值对RGBQUAD型数组进行排序。

54

伪彩色增强

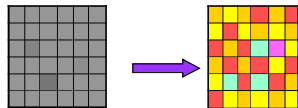
伪彩色增强

伪彩色(Pseudo coloring)增强是把一幅灰度图像的每个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色得到一幅彩色图像。

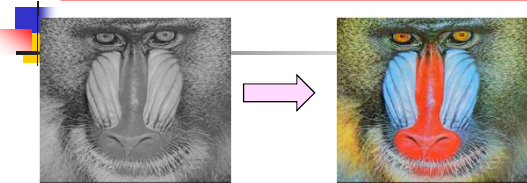
- 什么叫伪彩色图像处理?
 - ✓ 也叫假彩色图像处理
 - ✓ 根据一定的准则对灰度值赋以彩色的处理
 - ✓ 区分：伪彩色图像、真彩色图像、单色图像
- 为什么需要伪彩色图像处理?
 - ✓ 人类可以辨别上千种颜色和强度
 - ✓ 只能辨别二十几种灰度

伪彩色增强基本目的

- 由于人眼分辨不同彩色的能力比分辨不同的灰度级的能力强，因此，把人眼无法区别的灰度变化，施以不同的彩色来提高识别率，这便是伪彩色增强的基本目的。



- 人眼分辨不同彩色的能力比分辨不同的灰度级的能力强。



B超图像的伪彩色增强

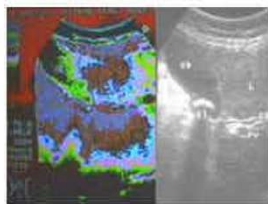
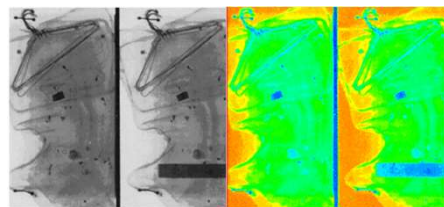


图 8 B 超诊断胆石症。右为原黑白片，左是伪彩色所见

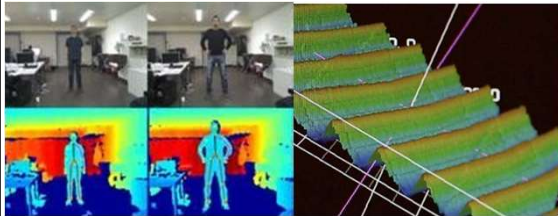
X光图像的伪彩色增强



(a) X光扫描原图

(b) 伪彩色变换图

深度（高度）数据的伪彩色



伪彩色图像处理

- 应用
 - ✓ 为人们观察和解释图像中的灰度目标
- 怎样进行伪彩色图像处理？
 1. 强度分层技术
 2. 灰度级到彩色转换技术
 3. 频域滤波

灰度到彩色的变换

将黑白图像或者单色图像的各个灰度级匹配到彩色空间中的一点，从而使单色图像映射成彩色图像。黑白图像中不同的灰度级赋予不同的彩色。

黑白图像 $f(x,y)$ \rightarrow $R(x,y), G(x,y), B(x,y)$

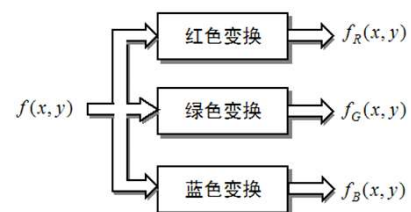
$$R(x,y) = f_R[f(x,y)]$$

$$G(x,y) = f_G[f(x,y)]$$

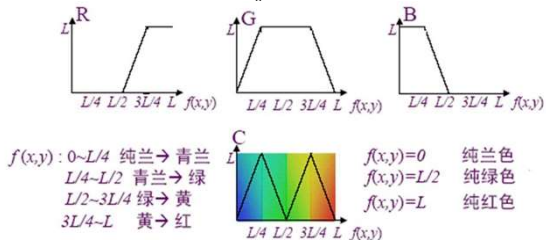
$$B(x,y) = f_B[f(x,y)]$$

不同的映射函数
就能将灰度图像
转化为不同的伪
彩色图像。

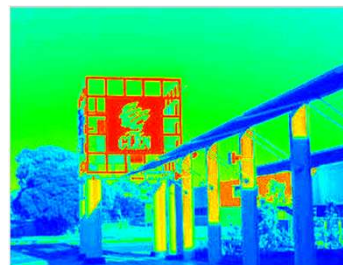
灰度级-彩色变换法



将每一个像素的灰度值通过三个独立变换分别产生红、绿、蓝三个分量图像，然后将其合成为一幅彩色图像，例如深度图的伪彩色表示。

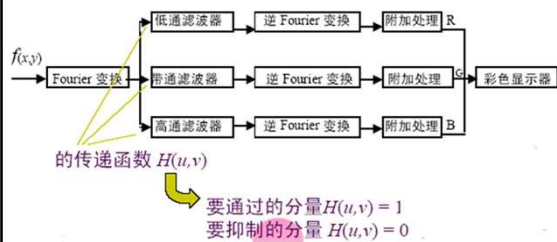


灰度级-彩色变换法



频域滤波法

在不同的频率分量与颜色之间经过一定的变换建立一种对应关系。



频域滤波法

频域滤波法输出图像的伪彩色与原图像的灰度级无关，而是取决于灰度图像中不同的频率成分。

- 如果为了**突出图像中高频成分**（即图像的细节）而将其变为蓝色，则只需要将蓝通道滤波器设计成高通滤波器。
- 如果要**抑制图像中某种频率成分**，可以设计一个带阻滤波器来达到目的。

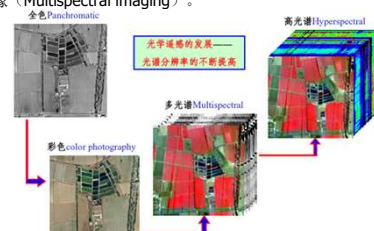
多光谱图像

多光谱遥感

成像技术:

全色（黑白）→ 彩色摄影（三色）→ 多光谱成像（ $10^{-1}\lambda$ ）→ 高光谱（ $10^{-2}\lambda$ ）→ 超光谱（ $10^{-3}\lambda$ ）

- 1960年，成像就成为人造地球卫星研究地球的有利工具。
- 对地球成像时，选择一些颜色的滤光片成像对于提高对特殊农作物、研究大气、海洋、土壤等的辨别能力大有裨益。这就是人类最早的多光谱成像（Multispectral imaging）。



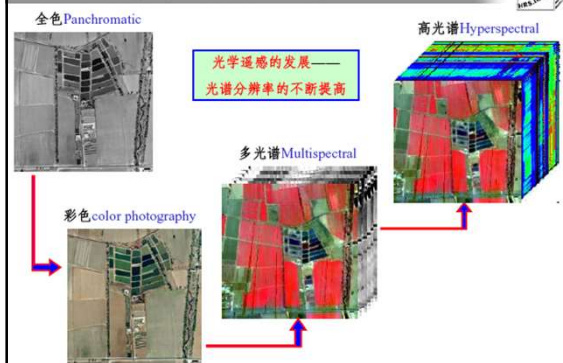
70

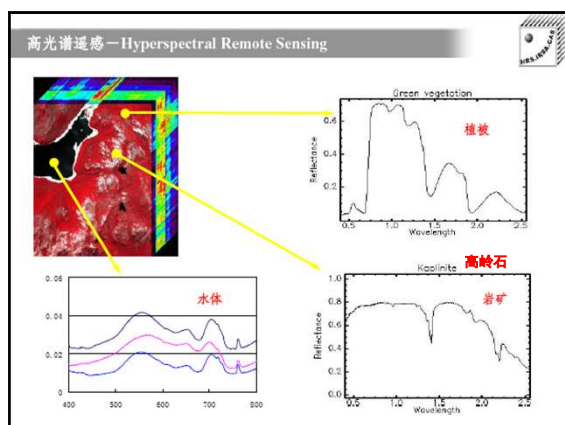
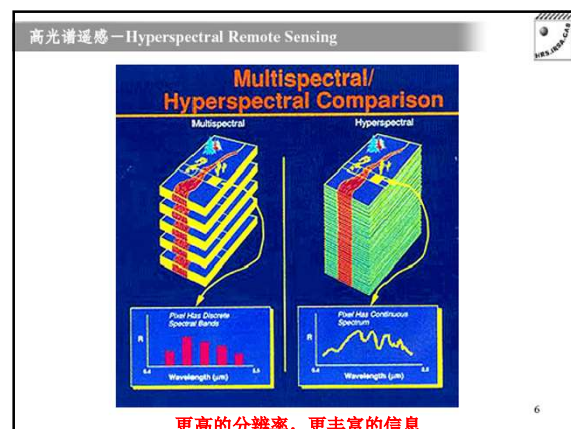
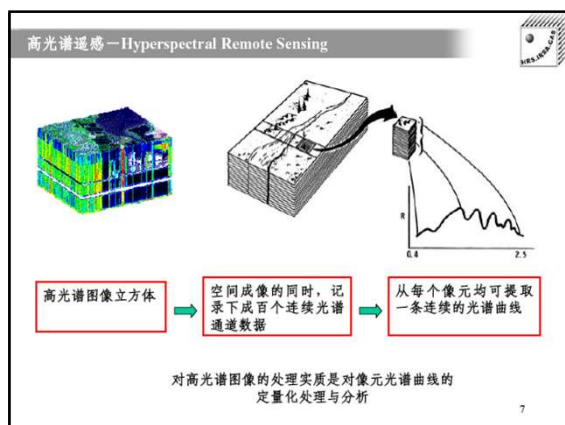
多光谱遥感

- 1980年高光谱成像技术（Hyperspectral Imaging）诞生了，它最早是机载的成像光谱仪（Airborne Imaging Spectrometer），如今已拓展到先进的可见和红外成像光谱仪（AVIRIS），这两种最早都诞生在NASA的JPL中心（NASA：美国国家航空航天管理局）。
- 仪器发展：从多光谱到高光谱遥感技术需要仪器的同步发展。使用200个连续的波段，每个波段的光谱分辨率在10nm左右，这就是高光谱的成像技术。
- 现在光谱成像技术已经发展到超光谱时代（Ultraspectral Imaging），比如，它使用的是空间发射光谱仪（Atmospheric Emission Spectrometer, AES），这个超光谱成像仪在红外波段就能产生数千个波段。

71

高光谱遥感—Hyperspectral Remote Sensing





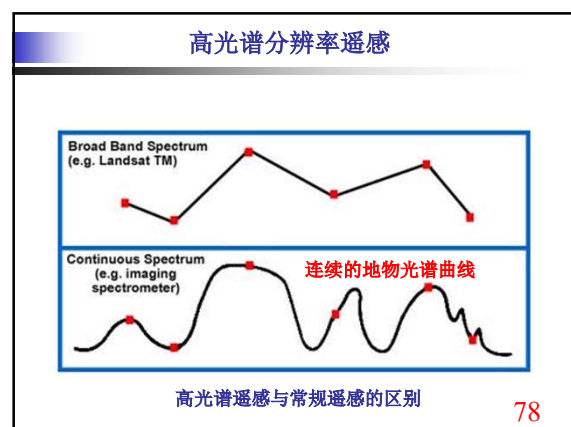
高光谱遥感—Hyperspectral Remote Sensing

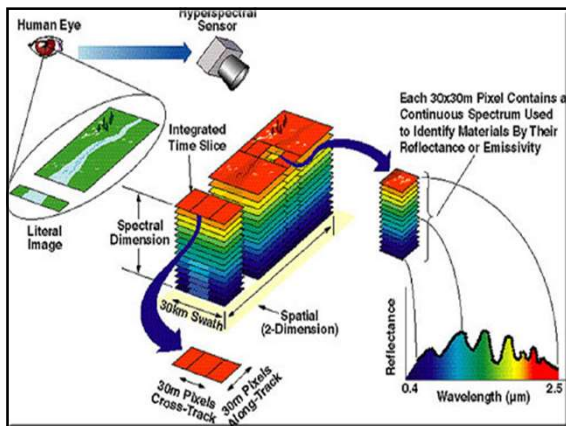
Beginning in the 1980s, Dr. Alexander F.H. Goetz and his colleagues at the Jet Propulsion Laboratory began a revolution in remote sensing by developing a powerful new instrument called **AVIRIS** (for Airborne Visible-Infra Red Imaging Spectrometer). This instrument took advantage of new detector technology to extend ground-based spectrometers into the air on moving platforms. Thus, the distinct value of obtaining **hyperspectral** curves has made it possible to acquire detailed data on the materials and classes present on the Earth's (or other planets) surfaces.

——THE REMOTE SENSING TUTORIAL, NASA

高光谱分辨率遥感

- 基本概念：高光谱分辨率遥感是利用成像光谱仪获得感兴趣的物体很窄的（通常波段宽度 <10nm）、完整而连续的光谱数据。
- 高光谱遥感技术，始于成像光谱仪(Imaging Spectrometer)的研究计划，它的发展得益于卫星技术、传感器技术以及计算机技术的高速发展。
- 成像光谱仪为每个像元提供数十个至数百个窄波段的光谱信息，每个像元都能产生一条完整而连续的光谱曲线。这就是高光谱遥感与常规遥感的主要区别。





图像数据处理

- 高光谱遥感影像数据的一个重要特征是超多波段和大数据量，对它的处理也就成为其成功应用的关键问题之一。
- 硬件技术的发展远远超前于遥感信息的处理，海量光谱遥感信息远没有被充分挖掘和处理，信息处理还远不能满足现实需要。
- **空间遥感获取的遥感数据，经过计算机处理的还不足5%。**因此，遥感信息处理方法与技术有待于深入研究和开发。

80

高光谱的应用

- 由于高光谱图像具有很高的光谱分辨率，因而能够提供更为丰富的地物细节，有利于地物物理化学特性的反演。
- (1) 海洋遥感方面。
- 由于中分辨率成像光谱仪具有光谱覆盖范围广、分辨率高和波段多等许多优点，因此已成为海洋水色、水温的有效探测工具。
- 不仅可用于海水中叶绿素浓度、悬浮泥沙含量、某些污染物和表层水温探测，也可用于海冰、海岸带等的探测。

81

(2) 植被研究方面。

- 植被中的非光合作用组分用传统宽带光谱无法测量
- 用高光谱对植被组分中的非光合作用组分进行测量和分离则较易实现。
- 通过高光谱遥感定量分析植被的化学成分，监测由于大气和环境变化引起的植物功能的变化。植被应用方面还有许多成功的实例，如**作物类型识别（Collins等，1978），森林树种识别（宫鹏等，1998），植被荒漠化研究（叶荣华等，2001），等等。**

82

(3) 精细农业方面。

- 土壤的水分含量、有机质含量、土壤粗糙度等特性是精细农业中重要的信息
- 传统遥感技术无法提供这些信息。
- 高光谱遥感凭借其极高的光谱分辨率为精细农业的发展提供了技术保障和数据来源。
- 高光谱遥感应用于精细农业已经有许多成功的例子，例如
- 刘卫东（2002）利用高光谱提取了土壤信息。
- 利用高光谱遥感技术，可以快速精确地获取作物生长状态以及环境胁迫下的各种信息，从而相应调整投入物资的施入量，达到减少浪费、增加产量，保护农业资源和环境质量的目的。
- 高光谱遥感是未来精准农业和农业可持续发展的重要手段。

83

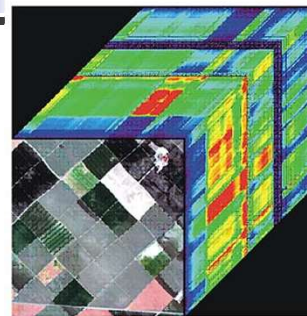
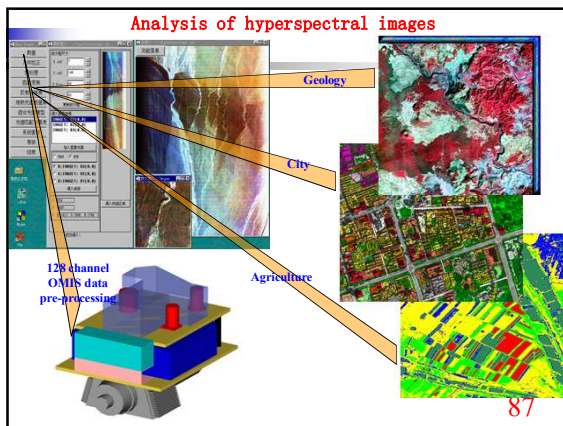
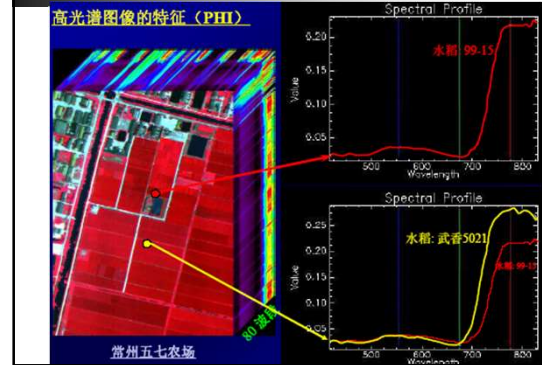
(4) 在地质调查方面。

- 地质是高光谱遥感应用中最成功的一个领域。
- 如利用航空高光谱数据进行地质填图和岩石鉴别，可以识别出地表不同矿物质的诊断性特性。
- 因为一般矿物质的光谱吸收峰宽度为30nm左右，只有利用光谱分辨率小于30nm的传感器才能够识别出来。
- 高光谱遥感已经在地质领域扮演了重用角色。
- 可以**借助高光谱丰富的光谱信息，依据实测的岩石矿物波谱特征，对不同岩石类型进行直接识别**，达到直接提取岩性的目的。

84

- (5) 在大气和环境遥感方面。
- 大气中的分子和粒子成分在太阳反射光谱中有强烈反应，这些成分包括水汽、二氧化碳、氧气、臭氧、云和气溶胶等。常规宽波段遥感方法无法识别出由于大气成分的变化而引起的光谱差异，高光谱由于波段很窄，能够识别出光谱曲线的细微差异。
- (6) 在军事侦察、识别伪装方面。
- 根据目标光谱与伪装材料光谱特性的不同，利用高光谱技术可以从伪装的物体中自动发现目标。在调查武器生产方面，超光谱成像光谱仪不但可探测目标的光谱特性、存在状况，甚至可分析其物质成分。根据工厂产生烟雾的光谱特性，直接识别其物质成分，从而可以判定工厂生产武器的种类，特别是攻击性武器。

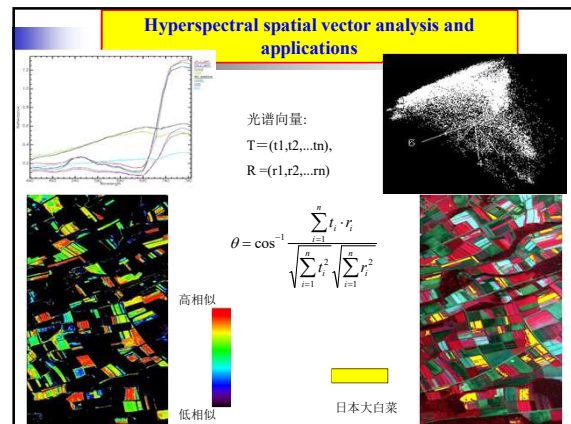
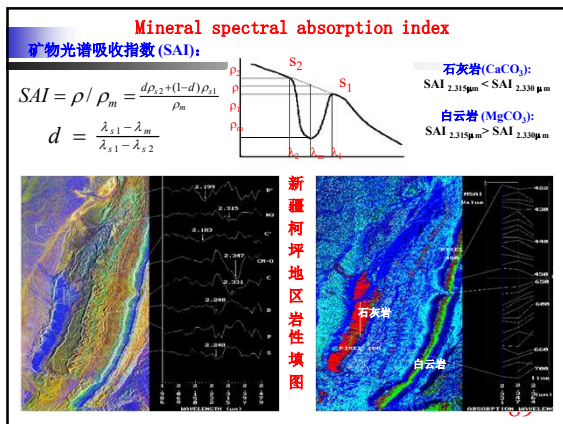
85



AVIRIS, 6/13/99
Sheely Farm
Lemoore, CA

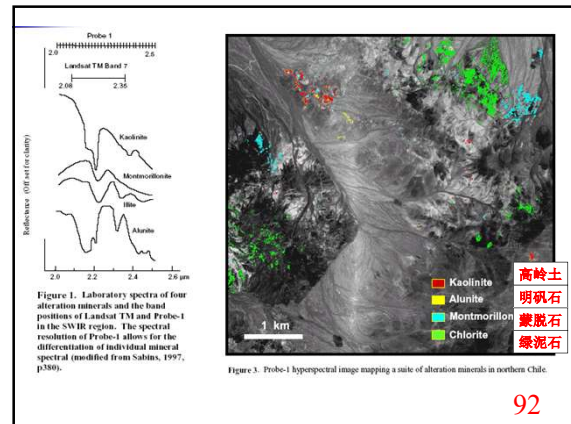
Figure 4. Hyperspectral cube.

88

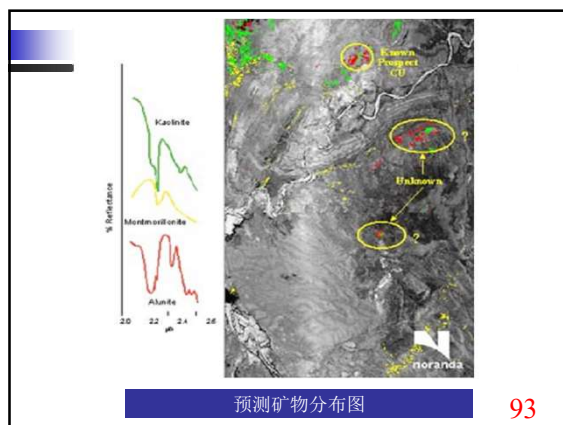


成矿预测

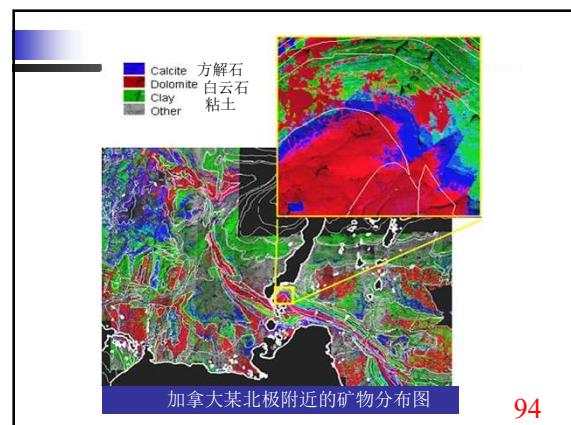
91



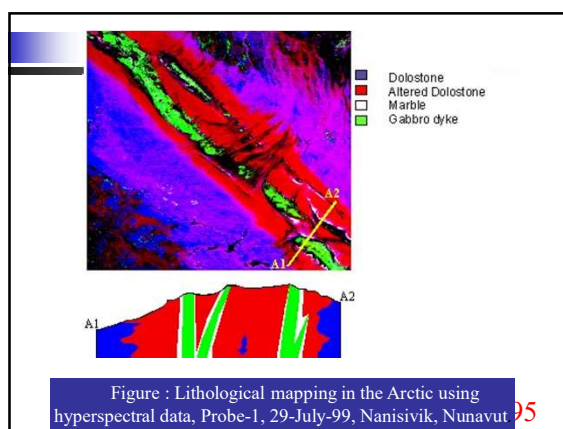
92



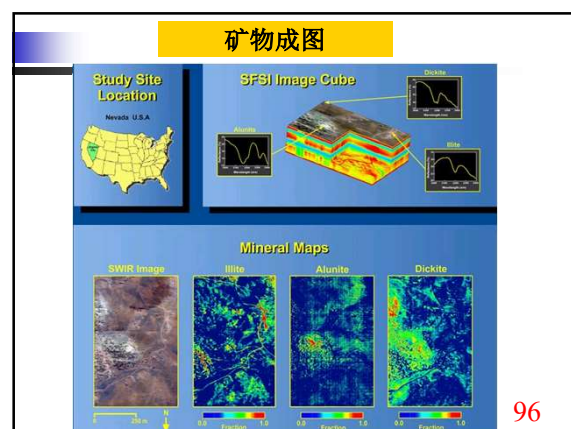
93



94

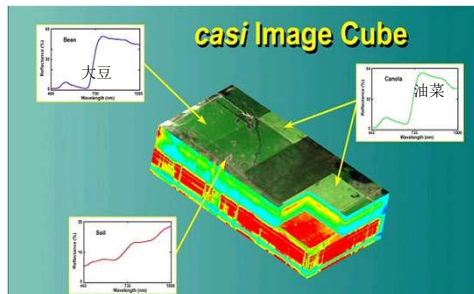


95

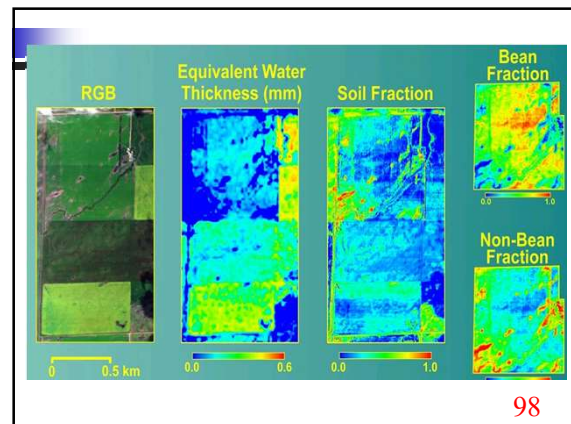


96

精细农业

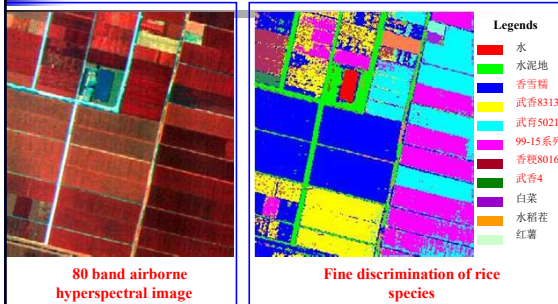


97



98

超光谱分辨水稻种类



Discrimination precision of rice samples : 94.9%

99

讨论

旧照片如何增强为彩色照片



- 夜视系统给出的原始图像看久了很累，分辨困难，有没有好办法？
- 拍照过程中，有的照片眼睛是红的，如何实现人像中去红眼？

有关考试

内容：前7次课
形式：有限开卷（允许带A4纸一张）
占总评：30分（30%）。