

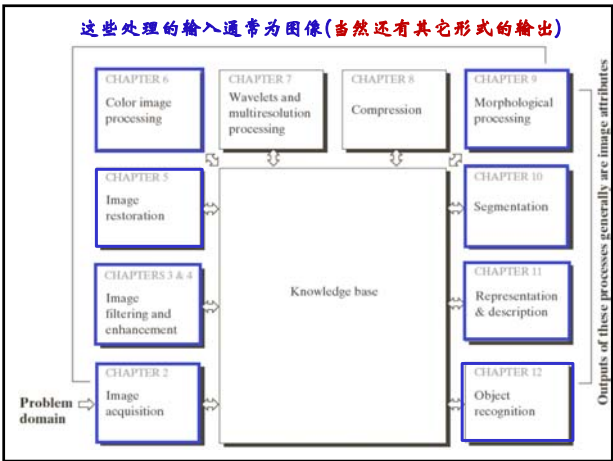


数字图像处理

Digital Image Processing

第01章 绪论

张朝晖
河北师范大学
2020年9月16日



课程介绍

***教材与参考资料**

Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods 著，
阮秋琦、阮宇智等译，数字图像处理（第三版），
电子工业出版社，2012年。

Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods,
Digital Image Processing(Third Edition), Prentice
Hall, 2003。

课程目的与要求

掌握数字图像处理的基本概念、原理和方法；

初步运用所学知识解决实际问题；

结合编程语言(如：Python/Matlab)实现基本算法；

为进一步图像处理及相关领域的研究打下基础。

本课程基本内容

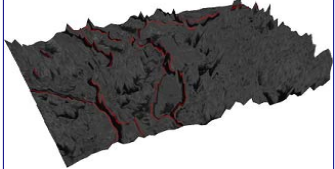
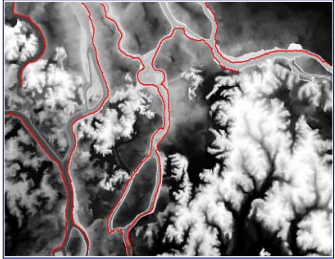
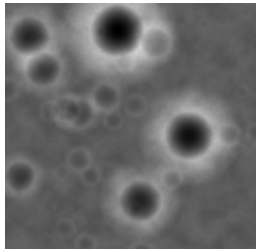
- 数字图像处理的基本内容
 - 图像的几何变换
 - 图像的灰度变换
 - 图像的平滑与锐化
 - 图像的复原
 - 图像的边缘检测、图像分割
 - 图像的特征提取、表示、描述
- 扩展部分
 - 机器学习+图像处理

数字图像处理的相关领域

- 图像处理 image processing
- 计算机视觉 computer vision
- 基于内容的图像、视频检索 content-based image/video retrieval
- 图像分类/目标识别/目标检测/图像理解 ...
 - image classification/object recognition
 - 人脸识别、指纹识别、掌纹识别、虹膜识别
 - 图像分类、图像和视频的语义概念检测、.....
- image caption 计算机视觉+机器学习+自然语言理解

第一章 绪论
1.1 什么是数字图像处理
图像、数字图像、像素
1.2 数字图像处理起源
1.3 数字图像处理的应用领域
1.4 数字图像处理基本步骤
1.5 图像处理系统的组成

数字高程模型 (DEM)




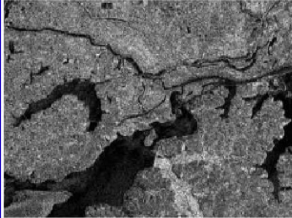
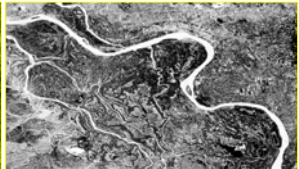
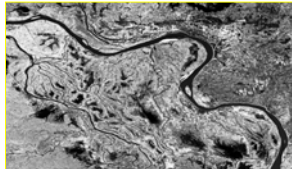
上图：嫦娥三号距离月球2400m观察到的月面数字高程图
右图：某地区高程图的二维及三维可视化





客观世界 (3D) → 观测系统 → 实体 (图像 - 2D)
直接或间接作用于人眼，产生视觉

人类获取外界信息：
知觉系统 (感官：视、听、嗅、味、触)
75%~90% 为来自图像的视觉信息
百闻不如一见、一图值千言、一图胜千言

广义图像
--记录在纸上、拍摄在照片上、显示在屏幕上等，
具有视觉效果的画面

遥感图像 (多光谱图像的不同波段、SAR图像、全色光学图像)







京师大學農學部師範合影 (1903)

(1) 图像 (image)

----二元函数 $f(x,y)$
 x,y 为空间坐标, $f(x,y)$ 是图像在坐标 (x,y) 处的幅值 (灰度值、强度值、亮度值) 或颜色值。

----灰度图像可表示为一个二元标量函数 $f(x,y)$



$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f_R(x,y) \\ f_G(x,y) \\ f_B(x,y) \end{bmatrix}$$

----多通道图像可表示为一个有 **多个** 二元标量函数组成的 **向量函数** $f(x,y)$
RGB 彩色图像就是一个由三个二元标量函数构成 **向量函数** $f(x,y)$

(2) 数字图像(digital image)、像素(pixel)

----二元离散函数 $f(x,y)$

- > 一幅数字图像是有限数目像素的二维排列
- > 像素是构成数字图像的基本单元
- > 每个像素含两部分基本信息: 像素坐标, 像素取值

空间采样(图像的空间分辨率)
幅值量化(图像的颜色深度)

n 行 \times m 列的 L 级灰度图像

$$\begin{cases} (x,y) \in \{0,1,\dots,n-1\} \times \{0,1,\dots,m-1\} \\ f(x,y) \in \{0,1,\dots,L-1\} \end{cases}$$

n 行 \times m 列的RGB三通道彩色数字图像

$$\begin{cases} (x,y) \in \{0,1,\dots,n-1\} \times \{0,1,\dots,m-1\} \\ f_R(x,y), f_G(x,y), f_B(x,y) \in \{0,1,\dots,L-1\} \\ f(x,y) = [f_R(x,y) \ f_G(x,y) \ f_B(x,y)]^T \end{cases}$$

通常 $L=256$

> 人类分析

- ☐ 图像在传输过程后的更好复原
- ☐ 空间应用: 图像增强、图像复原
- ☐ 医学图像.....
- ☐

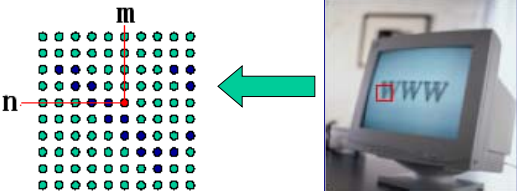
作用: 通过图像增强、图像复原等技术, 增强或复原模糊或损毁的图像

> 机器感知

- ☐ 自动字符识别OCR
- ☐ 人脸识别
- ☐ 指纹识别, 生物特征识别

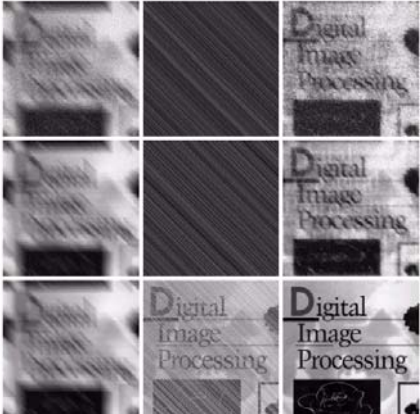
.....

n 行 \times m 列



$$\begin{cases} \forall (x,y) \in \{0,1,\dots,n-1\} \times \{0,1,\dots,m-1\} \\ f_R(x,y), f_G(x,y), f_B(x,y) \in \{0,1,\dots,255\} \end{cases}$$
$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f_R(x,y) \\ f_G(x,y) \\ f_B(x,y) \end{bmatrix}$$

运动模糊图像的复原



第一章 绪论

- 1.1 什么是数字图像处理
- 1.2 数字图像处理起源
- 1.3 数字图像处理的应用领域
- 1.4 数字图像处理基本步骤
- 1.5 图像处理系统的组成

第一章 绪论

- 1.1 什么是数字图像处理
- 1.2 数字图像处理起源
- 1.3 数字图像处理的应用领域
 - 图像处理的成就;
 - 图像处理应用举例
- 1.4 数字图像处理基本步骤
- 1.5 图像处理系统的组成

1. 数字图像处理的主要成就

(1) 电磁波谱：可见光谱→各波段

遥感图像的高光谱/多光谱处理

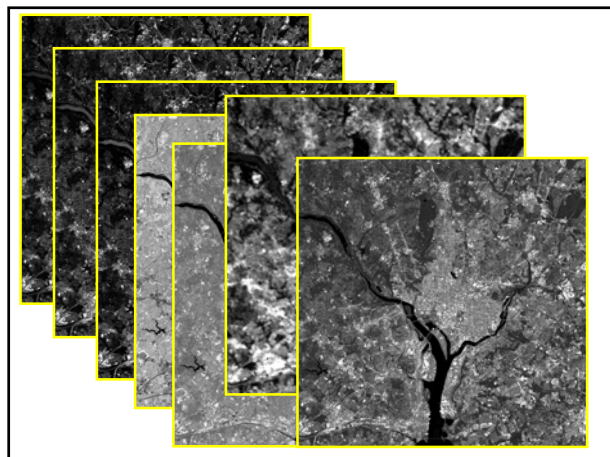
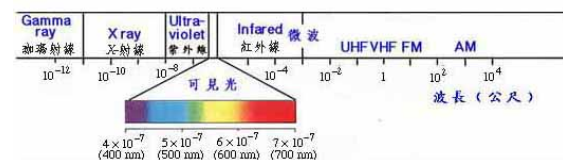
例：波长范围415~950nm, 118波段

合成孔径雷达(SAR)图像处理

红外波段的图像处理(如：夜视仪、热像仪等)。

超声图像处理。

X光图像处理(如：青少年骨龄测评)。



伽马射线成像 核医学、天文观测

X射线成像 医学诊断

紫外波段成像 工业检测、生物成像、荧光显微镜等

可见光波段及红外成像



微波波段

无线电波 MRI核磁共振成像

(2) 静态图像→运动图像

运动模糊图像的恢复

心脏搏动序列图像的处理

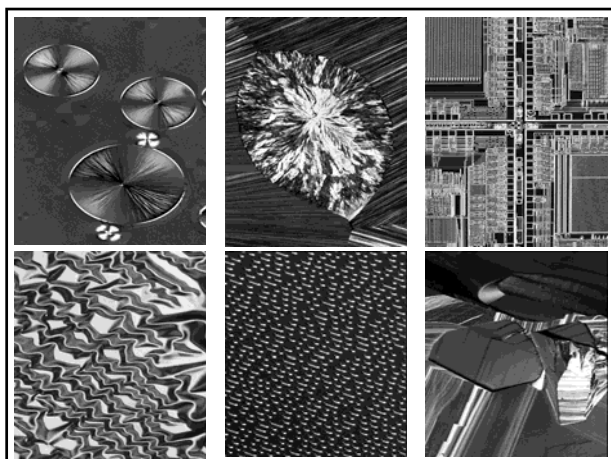
运动目标的跟踪

巡航导弹的地形识别及瞄准等

(3) 整体→局部图像 (AOI技术: area of interest)

有选择性地对人类感兴趣的局部图像进行处理, 如:

空间、灰度、颜色、频域都可以开窗口进行加工处理



(4) 成像目标的外部→目标的内部

人体的无损检测设备:

CT(计算机断层扫描, 需要X射线源)

MRI(磁共振成像, MRI对软组织的分辨率比CT高, 是一种可使人体免受X射线损害的新新的扫描技术)

宇航用密封零件的无损检测(CT、激光、红外、超声波成像技术)

海关用的集装箱不开箱检查(利用高能X射线扫描集装箱内的货物并生成图像; 基于数字辐射成像技术的钴-60集装箱检测系统)

探地雷达进行地下非金属材料无损探测的研究和应用(浅层目标的高分辨率检测, 地下较深层目标的探测, 广泛用于军事和民用领域)

2. 数字图像处理的应用

➤生物医学：

显微图像处理、红/白血细胞分析计数、
癌细胞识别、组织切片分析
整容
医疗诊断
(CT,MRI,PET脑图分析：图像配准、融合)、
手术规划
心脏活动动态分析
生物进化

应用举例 例1.图像拼接(image mosaicing)



可视人计划 (Visible Human Project, VHP)
- 人体数据的数字化、可视化

中国数字化可视人体

<http://www.chinesevisiblehuman.com>

2002年10月：男，身高1.70米；新层间距：
头和颈0.5 mm，颅底0.1 mm，其它
1.0 mm；共计2 518 个断面；数码图像的
分辨率3072×2048像素。

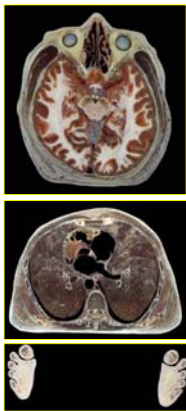
“中国数字化可视人”意义：

人体解剖信息可视化、数字化；

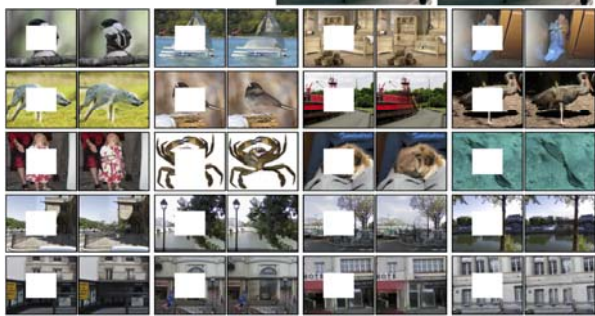
开辟医学研究虚拟环境；

高质量、高水平的基础医学数据集

头部、胸部、足底部横断面



例2.图像修复
(image inpainting)



CVPR2016-Context Encoders: Feature Learning by Inpainting

➤遥感航天：资源探测、灾情监测、考古、军事
(目标识别、巡航制导、地形侦察)

草场火灾害遥感监测预警技术系统

洪涝灾害遥感监测评估系统

遥感“科技眼”穿越时空——考古

红外和远红外探测器、微波测地雷达，特别是
声雷达和新层扫描(CT)等技术的发展和应用

国际：丝绸之路、成吉思汗陵、埃及金字塔、
东南亚吴哥王朝遗址

国内：秦始皇陵，秦岭地宫

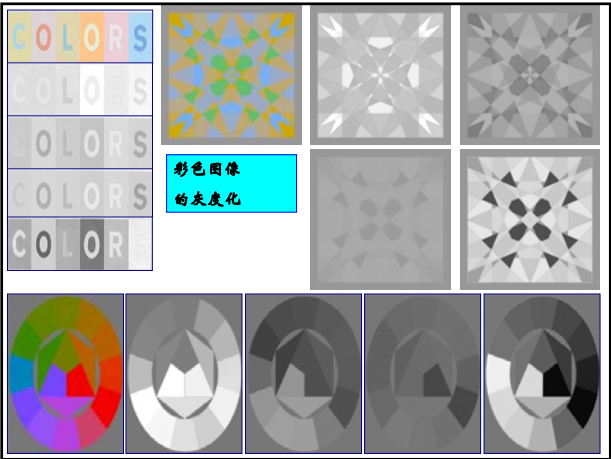
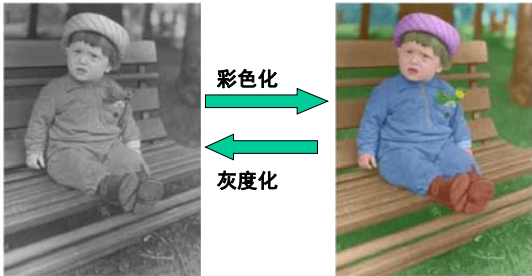


例3.数字图像的信息隐藏

例：基于LSB的多幅灰度/彩色图像隐藏
源图像(1800*3000)



例4.图像的彩色化/去彩色



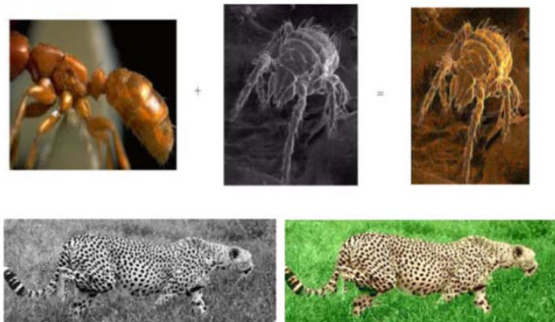
信息隐藏后的输出图像



图像的颜色传递



基于颜色传递(color transfer)的灰度图像彩色化



图像去雾

Haze Removal



图像处理+机器学习(甚至深度学习)

图像去雨(Image De-raining)

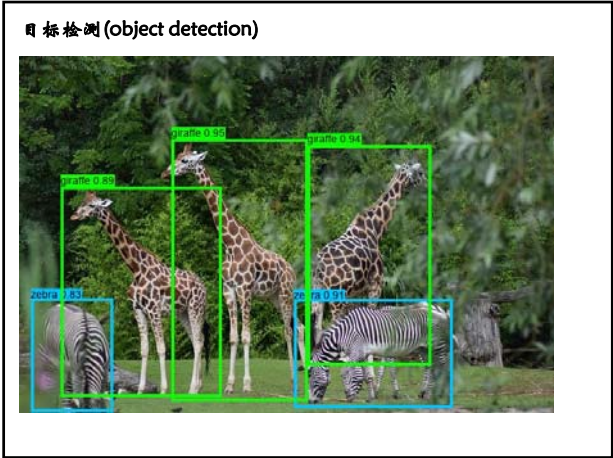
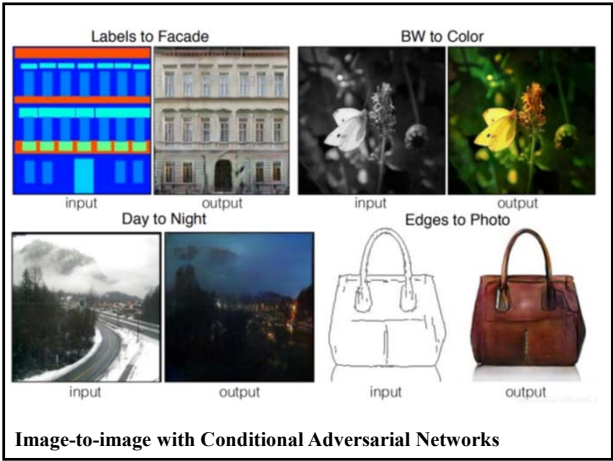
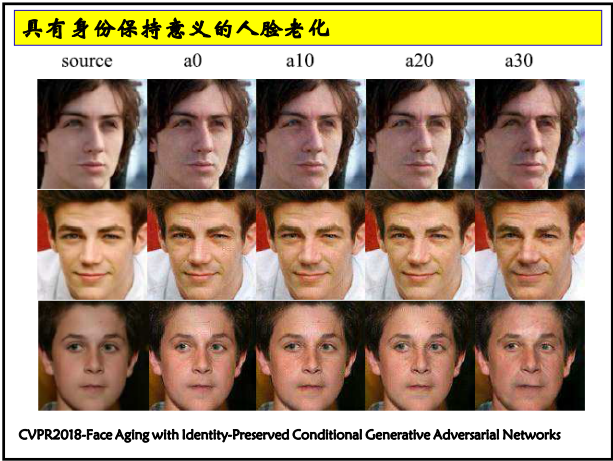
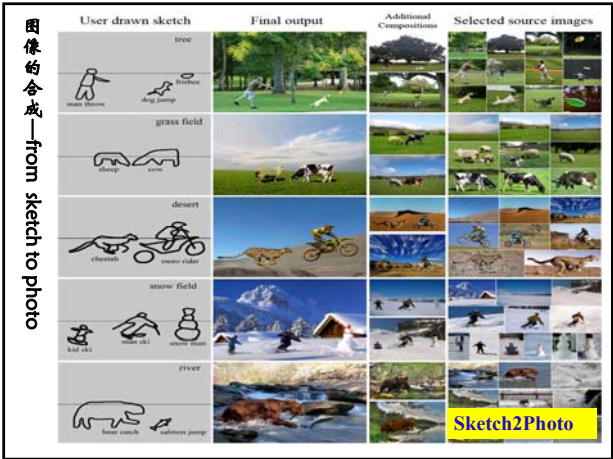
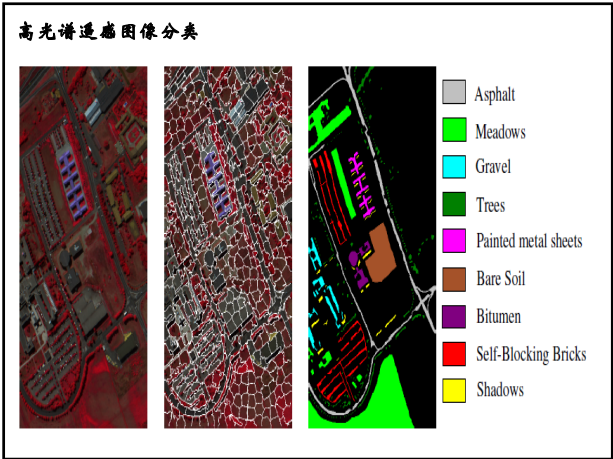


例5. 图像风格的传递(Neural Style Transfer)



图像去雪(Image De-snowing)





From Text To Images: 基于语言描述的图像合成

Text descriptions (content)

Images (style)

The bird has a **yellow breast** with grey features and a small beak.

This is a large **white** bird with **black wings** and a **red head**.

A small bird with a **black head** and **wings** and features grey wings.

This bird has a **white breast**, brown and white coloring on its head and wings, and a thin pointy beak.

A small bird with **white base** and **black stripes** throughout its belly, head, and feathers.

A small sized bird that has a cream belly and a short pointed bill.

This bird is **completely red**.

This bird is **completely white**.

This is a **yellow** bird. The wings are **bright blue**.



ICML2016-Generative Adversarial Text to Image Synthesis

行人检测



字母与数字识别





提取到的车牌






Face Detection







A face partially occluded by a pair of glasses.



A face partially occluded by a hand.

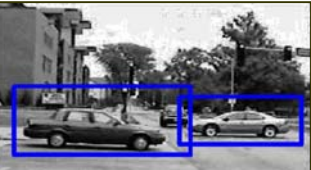





A face partially occluded by a hat.



A face partially occluded by a black object.

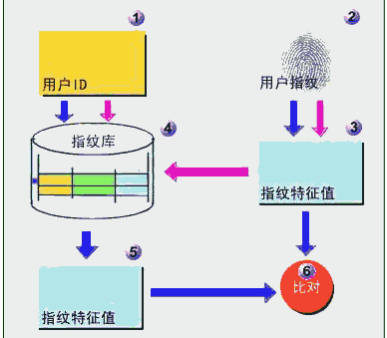
Car Detection

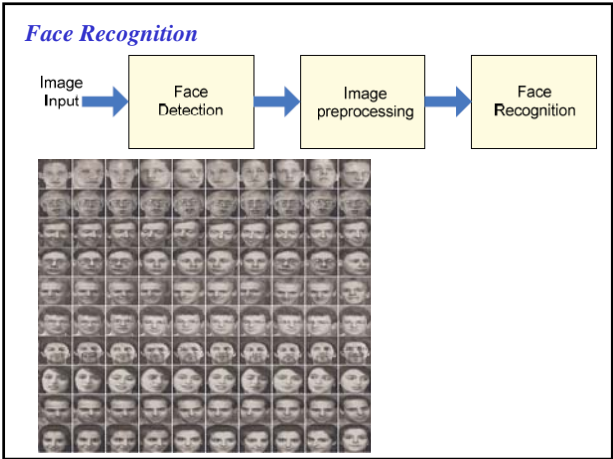


基于生物特征的模式识别

声音、人脸、虹膜、指纹、掌纹、步态,...

➤ 指纹识别





图像处理-- 图像到图像的变换。像素级的处理。

图像的几何变换（几何校正）

灰度变换、噪声抑制、图像的锐化；

图像的编码与传送；图像合成；...

图像分析-- 图像到数据的过程。

如：获取、描述图像的客观信息

图像理解-- 基于图像分析，研究图像各目标间联系，最终完成场景的语义解释。

第一章 绪论
1.1 什么是数字图像处理
1.2 数字图像处理起源
1.3 数字图像处理的应用领域
1.4 数字图像处理基本步骤
1.5 图像处理系统的组成

(2)图像处理与其它学科关系

计算机图形学

用计算机将由概念或数学模型表示的物体（不是实物）进行处理，并显示成图像。

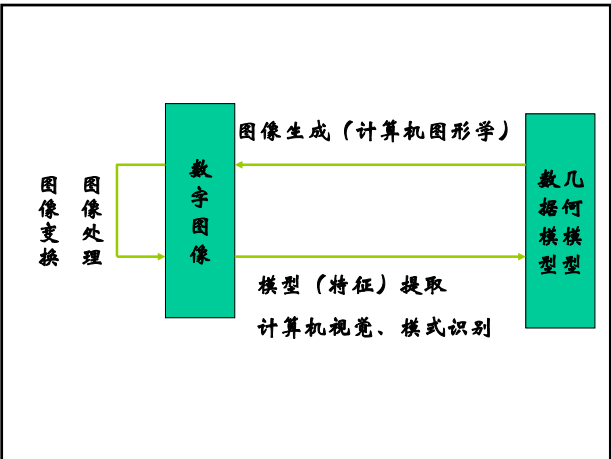
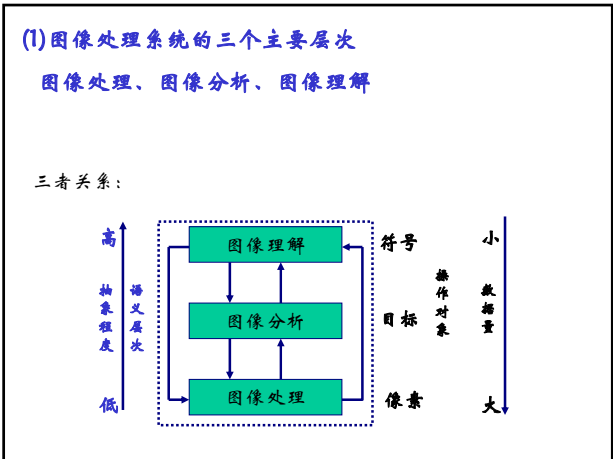
非图像形式的数据信息→图（逼真的图像）

机器学习(模式识别)

图像数据→抽象描述（符号、语义）

计算机视觉 研究模拟人眼功能的理解自然景物的系统。

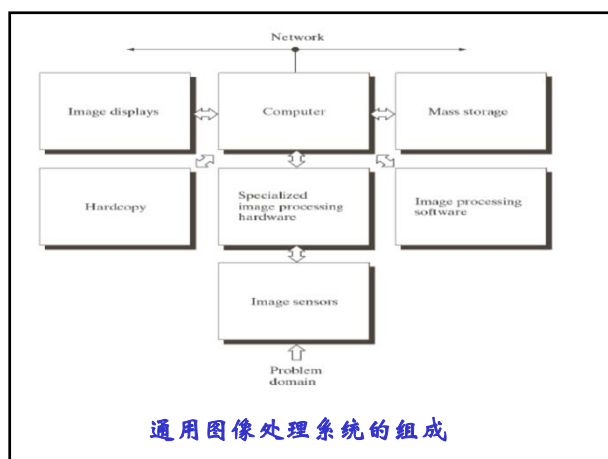
图像数据→二维、三维模型→近似人体视觉



(3) 图像技术

各种与(数字)图像相关技术总称。如:

- 图像的采集、获取、存储、传输、显示、输出;
- 图像的压缩、信息隐藏;
- 图像的变换、增强、恢复与重建;
- 图像的合成、绘制、生成;
- 图像的分割、特征提取与描述;
- 图像的集成: 几何集成, 如 配准、拼接;
信息集成, 如 融合、变化检测
- 图像数据库的建立、检索;
- 图像的分类、表示和识别;
- 图像/视频流的理解等。



通用图像处理系统的组成

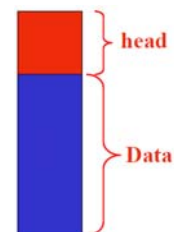
第一章 绪论

- 1.1 什么是数字图像处理
- 1.2 数字图像处理起源
- 1.3 数字图像处理的应用领域
- 1.4 数字图像处理基本步骤
- 1.5 图像处理系统的组成

数字图像的文件存储格式

图像文件通常涉及两个主要部分

- 文件头--图像信息的描述
包括图像宽度、高度、颜色信息
存储顺序等
- 图像数据--按照特定顺序存储的图像



常见图像文件格式

- 国际标准: BMP、TIF、JPG
- 印刷: TIF、JPG、TAG、PCX
- 互联网: GIF、JPG

图像处理系统的基本组成结构

主要由三大部分组成

- 图像数字化设备, 包括数码相机、数码摄像机、带照相和/或摄像功能的手机等
- 图像处理设备, 包括计算机和存储系统
- 图像输出设备, 包括打印机, 也可以输出到Internet上的其它设备

思考题

- 什么是图像、数字图像?
- 组成数字图像的基本单元
- 列出几种典型的图像文件格式
- 理解教材1.3节不同成像方式

课后编程作业

➤ 获取指定文件夹中图像文件列表，实现该列表中
数字图像的读取、显示、保存

数字图像基本信息的获取
不同格式数字图像的转存