



杭州电子科技大学
HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY

Digital Image Processing

数字图像处理

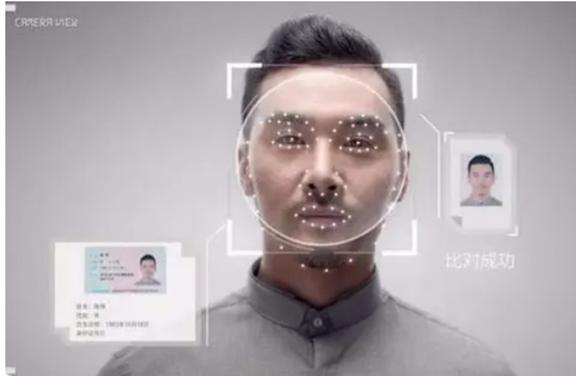
杭州电子科技大学自动化学院
周晓飞





杭州电子科技大学
HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY

Digital Image Processing





杭州电子科技大学
HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY

Digital Image Processing



<http://www.lenna.org/>



课程要求

□ 教材

R.C.Gonzalez, Digital Image Processing

□ 课程作业与考试

共8章，作业以程序形势完成

□ 考试

作业占40% 笔试60%

□ 参考资料

冈萨雷斯，阮秋琦译.《数字图像处理》(Matlab版)，电子工业出版社，2013

章毓晋.《图像工程(第三版)》，清华大学出版社，2013

何东健.《数字图像处理（第三版）》，西安电子科技大学出版社，2015





第1章 绪论

- 1.1 数字图像处理的概念
- 1.2 数字图像处理的起源
- 1.3 数字图像处理应用实例
- 1.4 数字图像处理的基本步骤
- 1.5 数字图像处理系统的组成
- 未来发展



1.1 数字图像处理的概念

□ 图像的概念:

- 以某一技术手段再现于二维画面上的视觉信息
- 图: 光的折射或反射光的分布
- 像: 人的视觉系统对图的感知

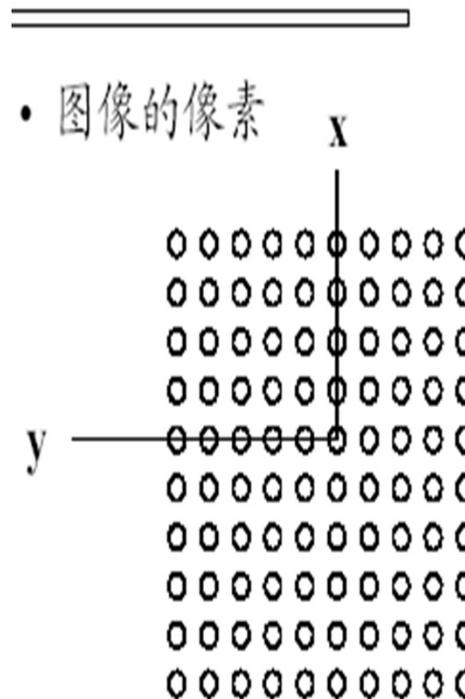
□ 图像的表达

二维函数 $f(x,y)$: x,y 是坐标, f 是强度或灰度

□ 图像处理

用计算机对图像进行处理

- 低级: 图像处理, 输入输出都是图像
- 中级: 图像分析, 分割, 输入图像 输出特征
- 高级: 图像理解, 识别, 输入图像 输出理解



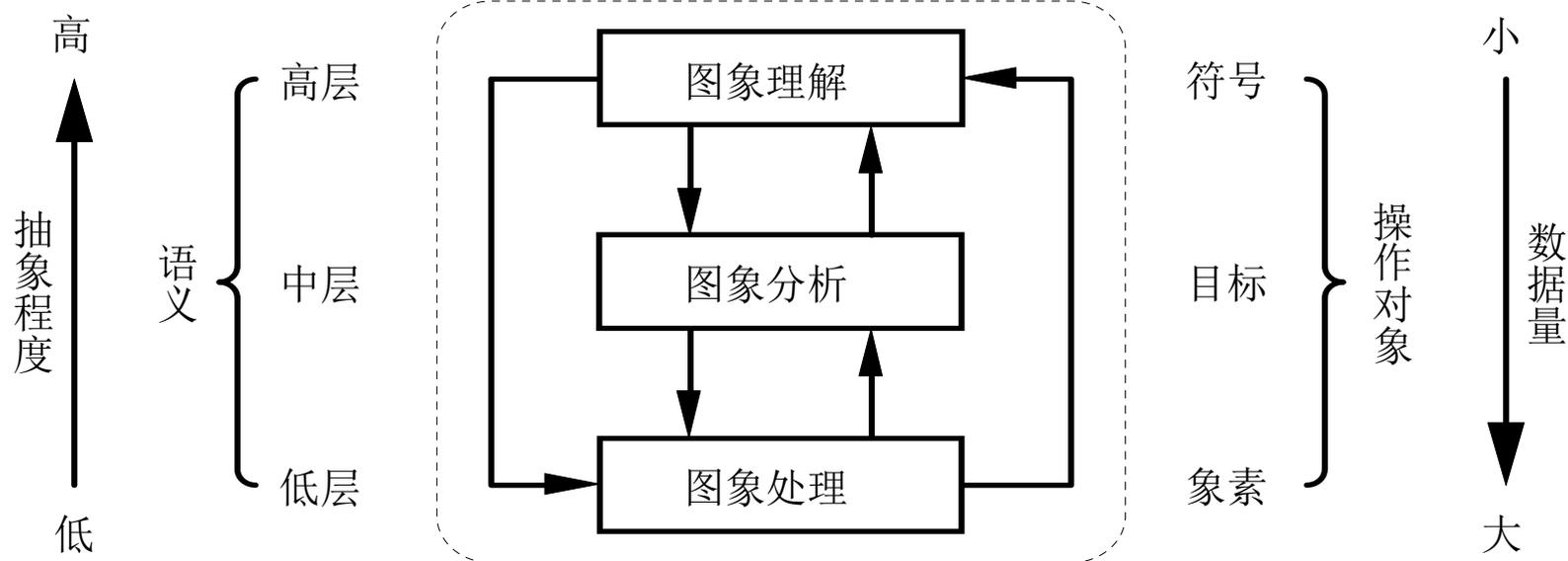
• 图像是像素的二维排列



1.1 数字图像处理的概念

图像工程三层次：

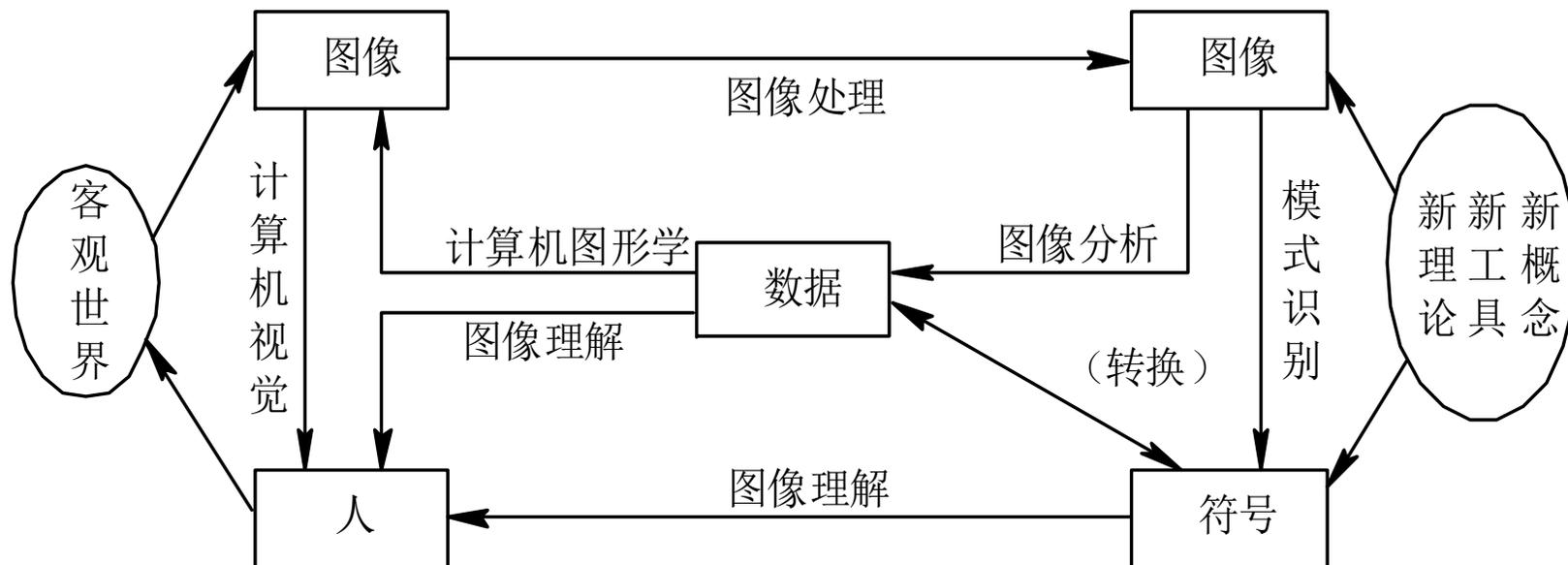
- 图像处理（包括增强、复原、编码、压缩等）
- 图像分析（包括检测、分割、分类、识别等）
- 图像理解（包括建模、解释、推理等）





1.1 数字图像处理的概念

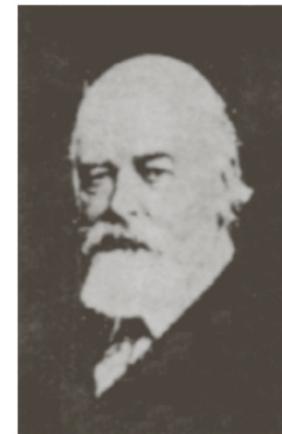
- 图像工程与相关学科的联系与区别





1.2 数字图像处理的起源

- ▶ 二十世纪二十年代：图象远距离传输（巴特兰电缆图片传输系统）
- ▶ 1922年 信号两次穿越大西洋，由穿孔纸带得到的数字图片
- ▶ 1929年，采用15级色调设备通过电缆传输照片





1.2 数字图像处理的起源

- ▶ 1964年：美国喷气推进实验室用计算机对“徘徊者七号”太空船发回的大批月球照片进行处理。数字图象处理应用从空间研究计划扩展到生物医学，工业生产，军事侦察等领域。





1.2 数字图像处理的起源

- ▶ 20世纪60年代末和70年代初，数字图像处理技术开始应用于医学成像、地球资源观测和天文学等领域。



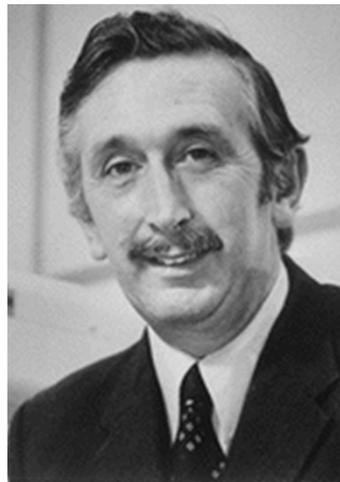
1895，伦琴因发现X射线获得首届诺贝尔物理学奖。





1.2 数字图像处理的起源

- ▶ 20世纪60年代末和70年代初，数字图像处理技术开始应用于医学成像、地球资源观测和天文学等领域。



Hounsfield和Cormack因发明CT获得1979年诺贝尔医学和生理学奖。

两项发明差100年，可今天仍然引领着图像处理某些最活跃的应用领域。



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

- 1.3.1 伽马射线成像
- 1.3.2 X射线成像
- 1.3.3 紫外波段成像
- 1.3.4 可见光 红外波段成像
- 1.3.5 微波成像
- 1.3.6 无线电波成像
- 1.3.7 其他成像模式



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

1、伽马射线成像

■ 医学：

- 骨骼扫描
- 正电子放射断层扫描 (Pet)

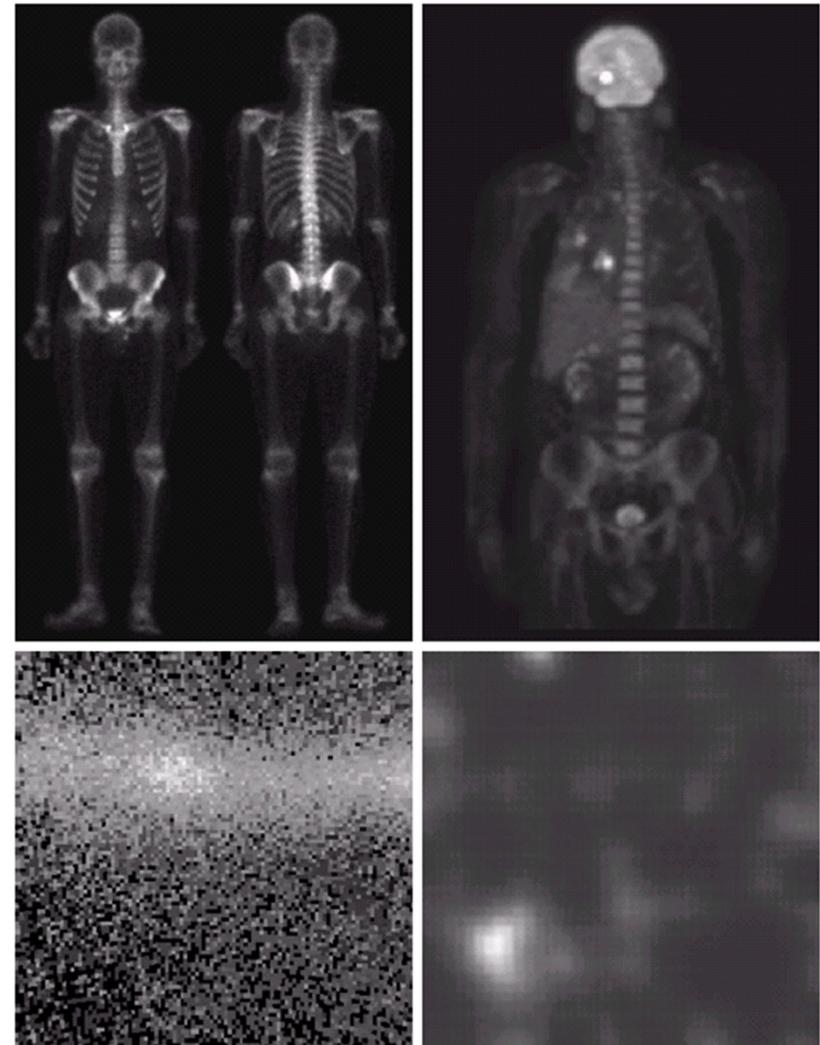
■ 天文：

- 天鹅星座环

■ 核反应电子管

- 伽马辐射图像

a b
c d
FIGURE 1.6
Examples of gamma-ray imaging. (a) Bone scan. (b) PET image. (c) Cygnus Loop. (d) Gamma radiation (bright spot) from a reactor valve. Images courtesy of (a) G.E. Medical Systems, (b) Dr. Michael E. Casey, CTI PET Systems, (c) NASA, (d) Professors Zhong He and David K. Wehe, University of Michigan.)





1.3 数字图像处理技术应用领域实例

2、X射线成像

■ 医学：

- 胸透
- 血管造影术
- CT

■ 工业：

- 电路板：缺陷诊断

■ 天文：

- 天鹅星座环

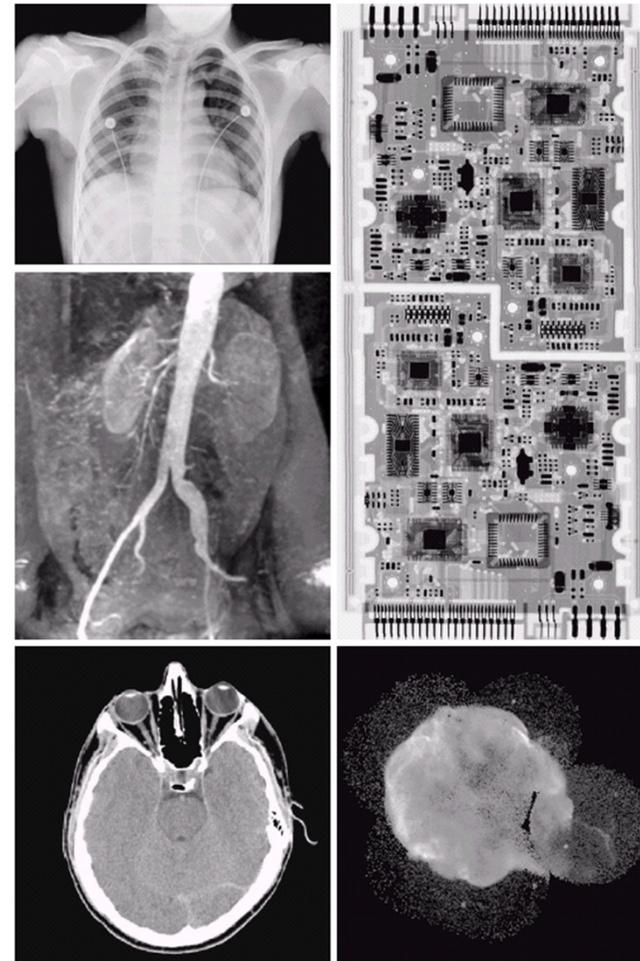


FIGURE 1.7 Examples of X-ray imaging. (a) Chest X-ray. (b) Aortic angiogram. (c) Head CT. (d) Circuit boards. (e) Cygnus Loop. (Images courtesy of (a) and (c) Dr. David R. Pickens, Dept. of Radiology & Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center, (b) Dr. Thomas R. Gest, Division of Anatomical Sciences, University of Michigan Medical School, (d) Mr. Joseph E. Pascente, Lixi, Inc., and (e) NASA.)



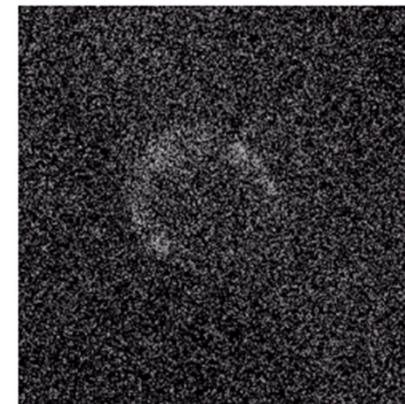
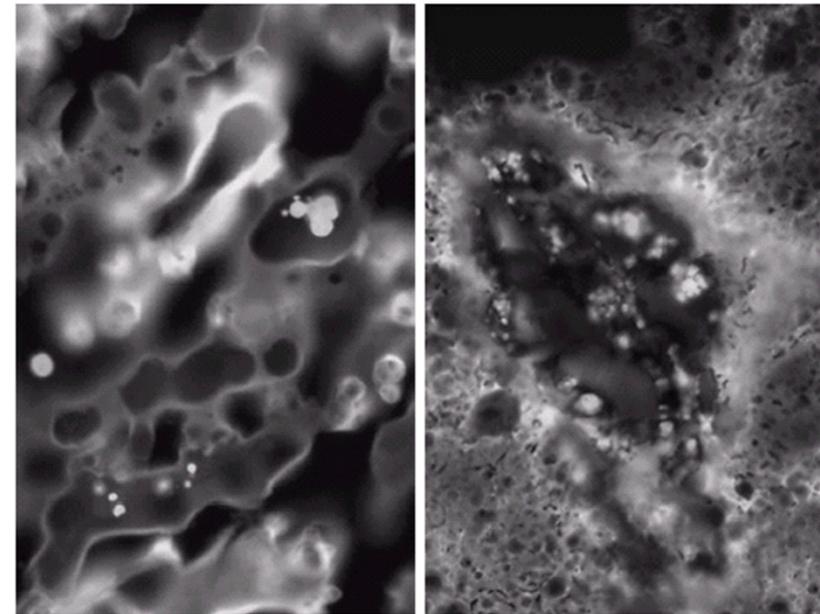
1.3 数字图像处理技术应用领域实例

3、紫外波段成像

- 荧光显微镜
 - 谷物感染“真菌”
- 天文
 - 天鹅星座环

a b
c

FIGURE 1.8
Examples of
ultraviolet
imaging.
(a) Normal corn.
(b) Smut corn.
(c) Cygnus Loop.
(Images courtesy
of (a) and
(b) Dr. Michael
W. Davidson,
Florida State
University,
(c) NASA.)



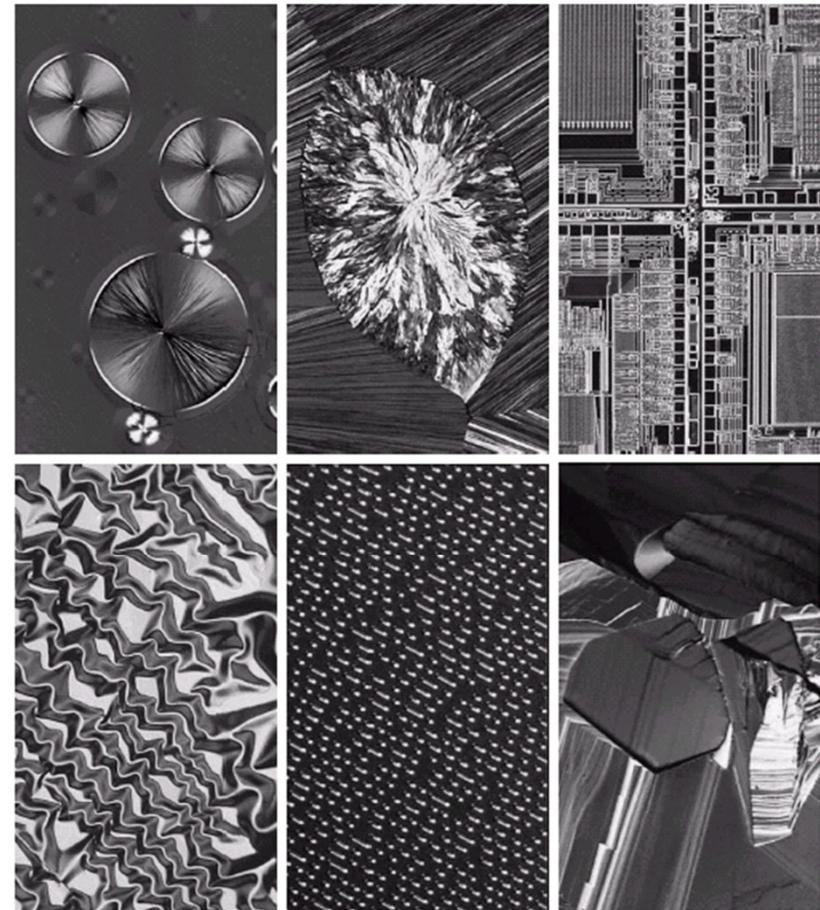


1.3 数字图像处理技术应用领域实例

4 可见光和红外波段成像

■ 显微方法

— 药物到材料的显微检测



a b c
d e f

FIGURE 1.9 Examples of light microscopy images. (a) Taxol (anticancer agent), magnified 250 \times . (b) Cholesterol—40 \times . (c) Microprocessor—60 \times . (d) Nickel oxide thin film—600 \times . (e) Surface of audio CD—1750 \times . (f) Organic superconductor—450 \times . (Images courtesy of Dr. Michael W. Davidson, Florida State University.)



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

■ 遥感成像波段

TABLE 1.1
Thematic bands
in NASA's
LANDSAT
satellite.

Band No.	Name	Wavelength (μm)	Characteristics and Uses
1	Visible blue	0.45–0.52	Maximum water penetration
2	Visible green	0.52–0.60	Good for measuring plant vigor
3	Visible red	0.63–0.69	Vegetation discrimination
4	Near infrared	0.76–0.90	Biomass and shoreline mapping
5	Middle infrared	1.55–1.75	Moisture content of soil and vegetation
6	Thermal infrared	10.4–12.5	Soil moisture; thermal mapping
7	Middle infrared	2.08–2.35	Mineral mapping



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

■ 遥感成像波段

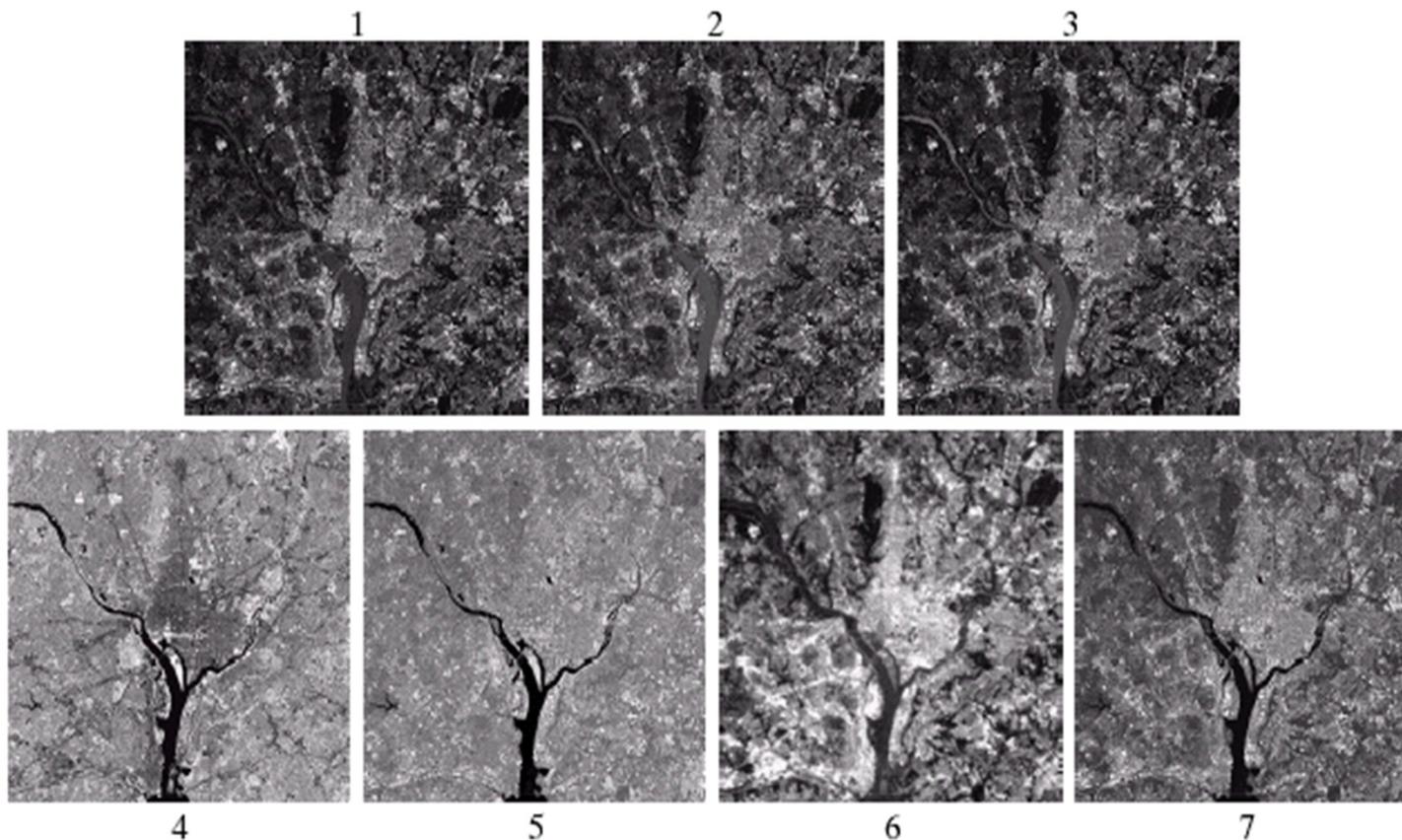


FIGURE 1.10 LANDSAT satellite images of the Washington, D.C. area. The numbers refer to the thematic bands in Table 1.1. (Images courtesy of NASA.)



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

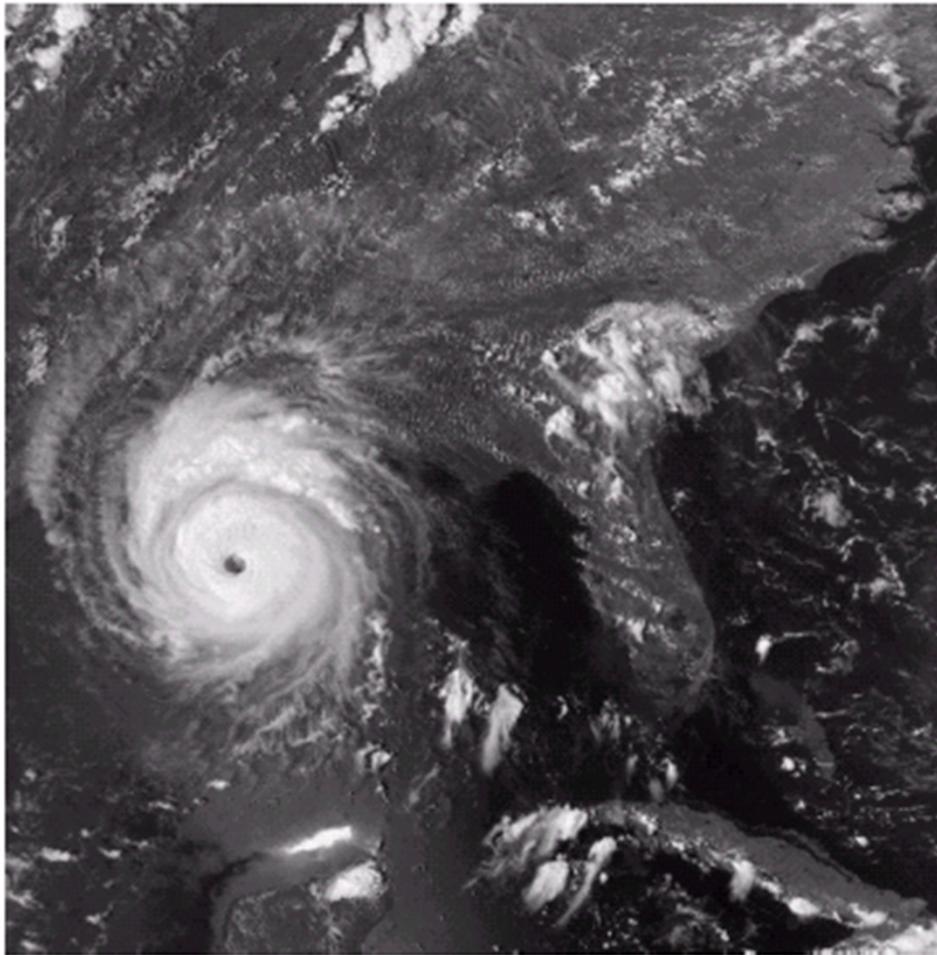


FIGURE 1.11
Multispectral
image of
Hurricane
Andrew taken by
NOAA GEOS
(Geostationary
Environmental
Operational
Satellite) sensors.
(Courtesy of
NOAA.)

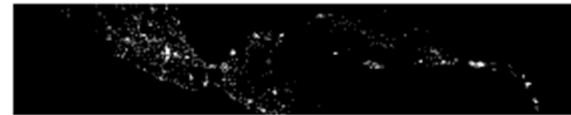
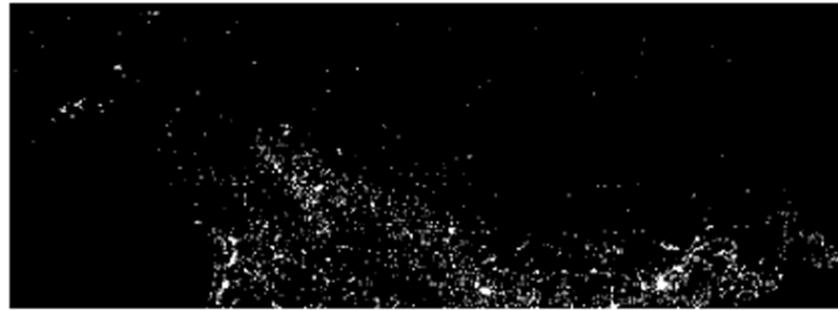
卡特里娜飓风多光谱图像



杭州电子科技大学
HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY

1.3 数字图

FIGURE 1.12
Infrared satellite
images of the
Americas. The
small gray map is
provided for
reference.
(Courtesy of
NOAA.)

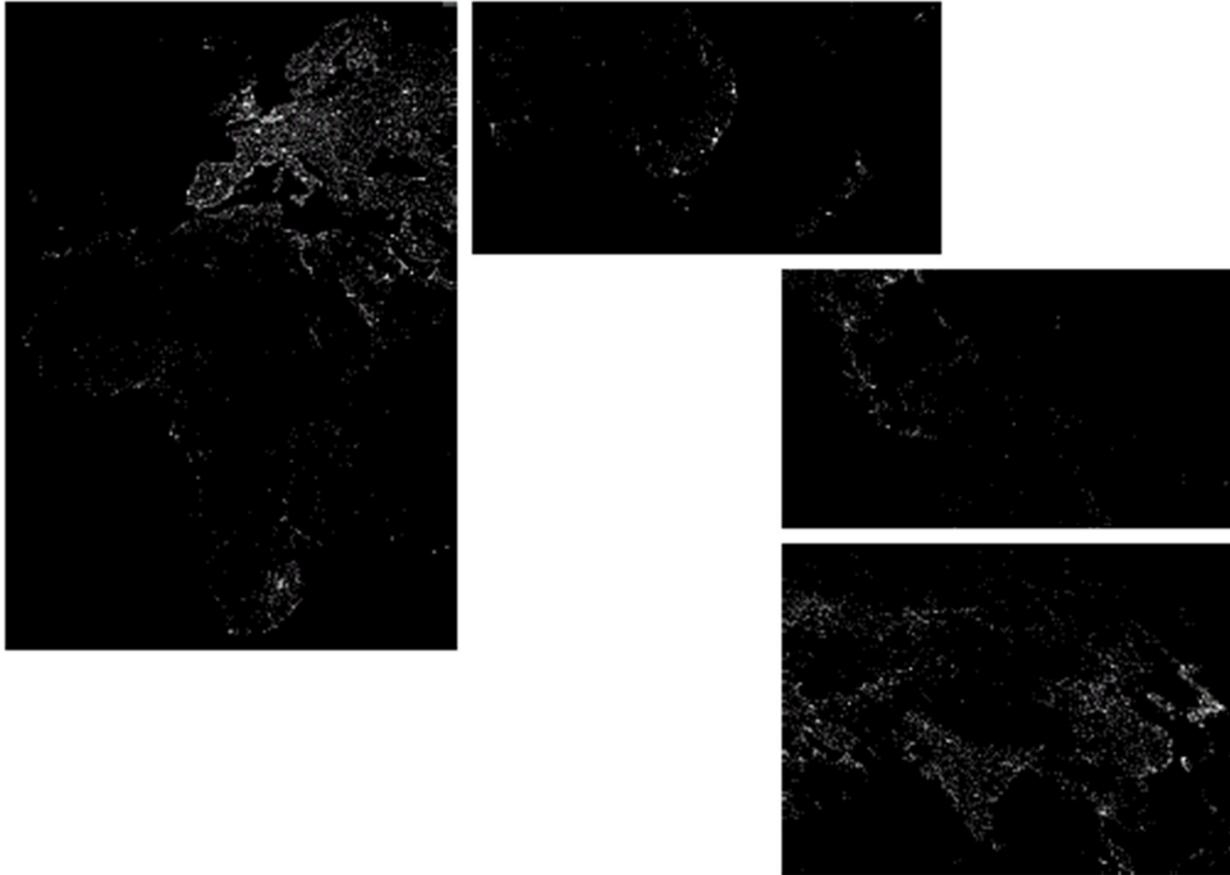


美洲红外卫星图像



FIGURE 1.13
Infrared satellite
images of the
remaining
populated part of
the world. The
small gray map is
provided for
reference.
(Courtesy of
NOAA.)

ing



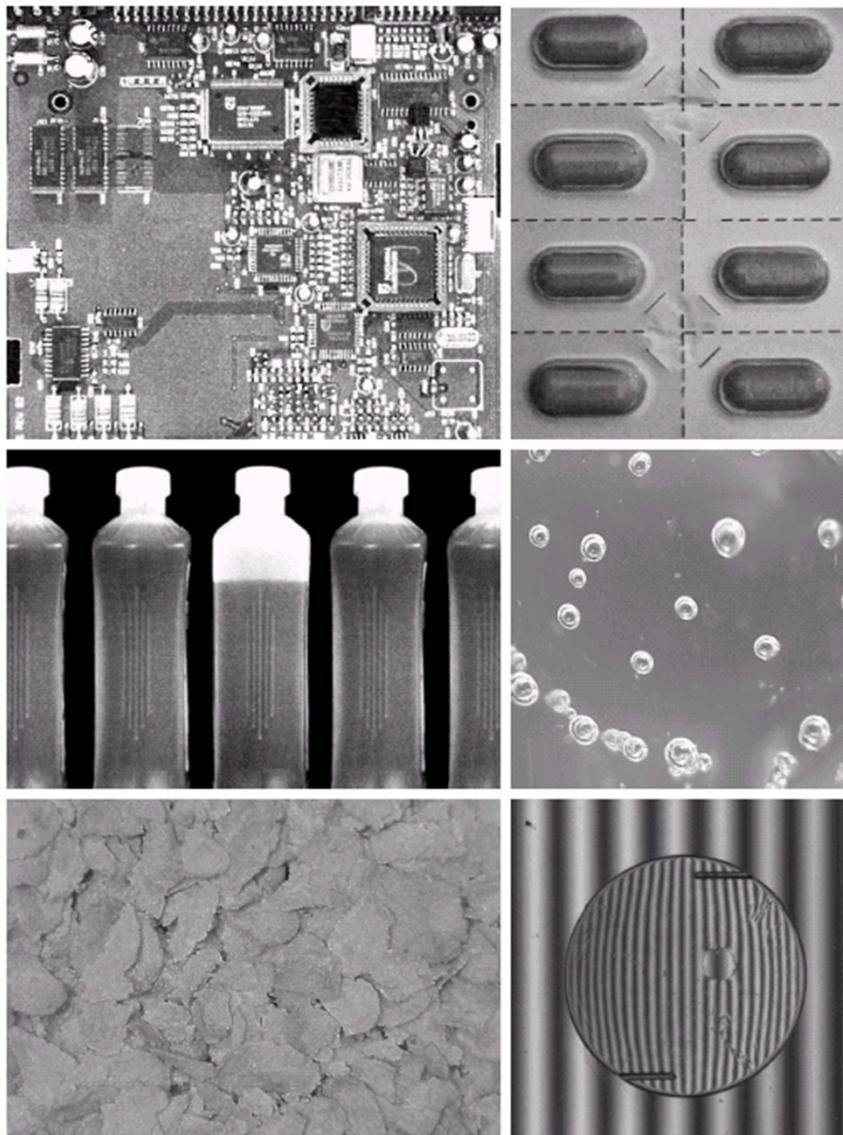
世界常住人口聚居区的红外卫星图像



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

a b
c d
e f

FIGURE 1.14
Some examples of manufactured goods often checked using digital image processing. (a) A circuit board controller. (b) Packaged pills. (c) Bottles. (d) Bubbles in clear-plastic product. (e) Cereal. (f) Image of intraocular implant. (Fig. (f) courtesy of Mr. Pete Sites, Perceptics Corporation.)



异常检测



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

指纹识别、纸币、车牌检测识别



a b
c d

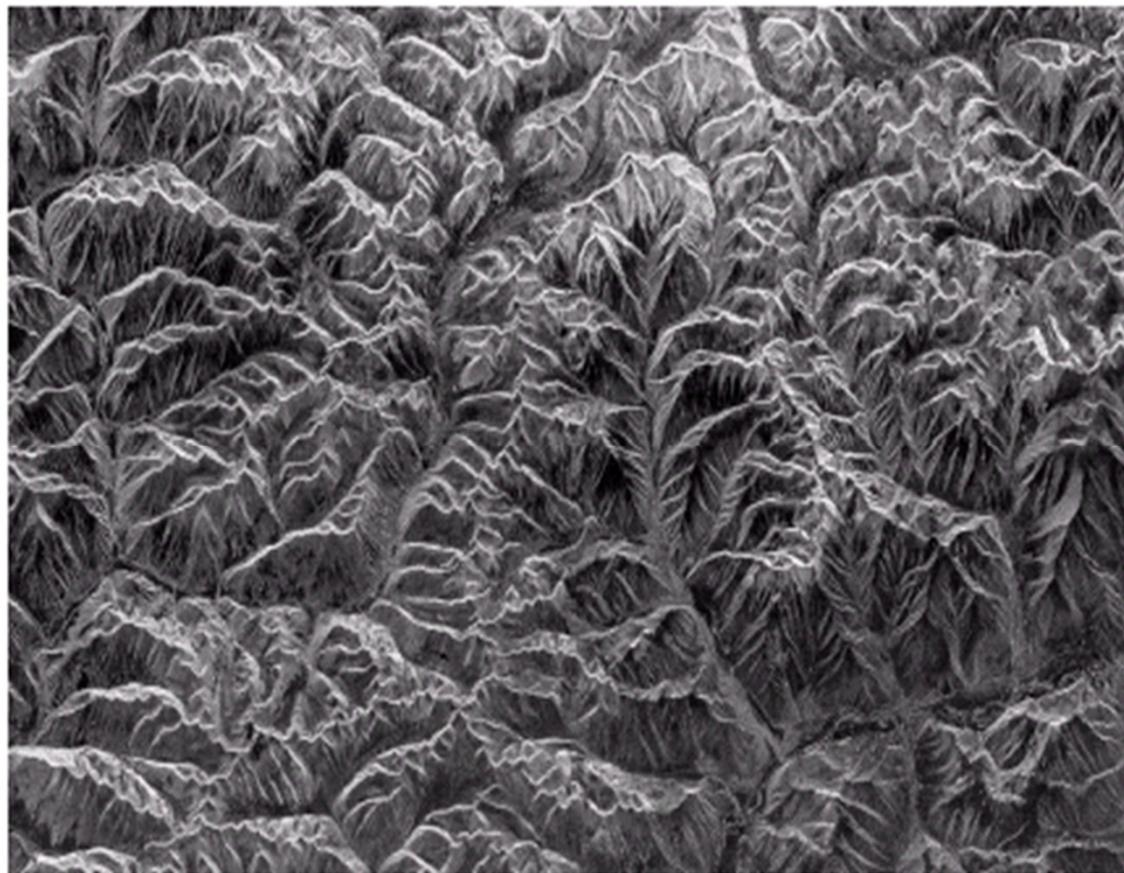
FIGURE 1.15 Some additional examples of imaging in the visual spectrum. (a) Thumb print. (b) Paper currency. (c) and (d). Automated license plate reading. (Figure (a) courtesy of the National Institute of Standards and Technology. Figures (c) and (d) courtesy of Dr. Juan Herrera, Perceptics Corporation.)



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

■ 5 微波成像（雷达）

FIGURE 1.16
Spaceborne radar
image of
mountains in
southeast Tibet.
(Courtesy of
NASA.)



西藏东南山区的雷达图像



1.3 数字图像处理技术应用领域实例

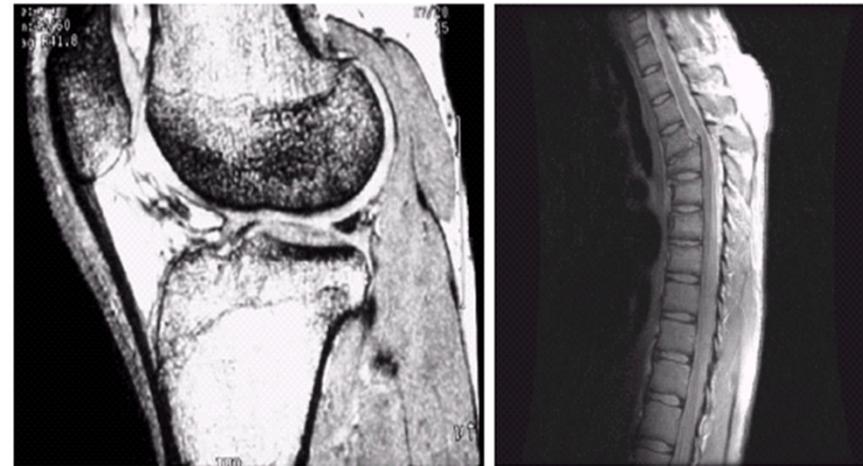
■ 6 无线电波段成像

➤ 医学:

– 核磁共振图像MRI

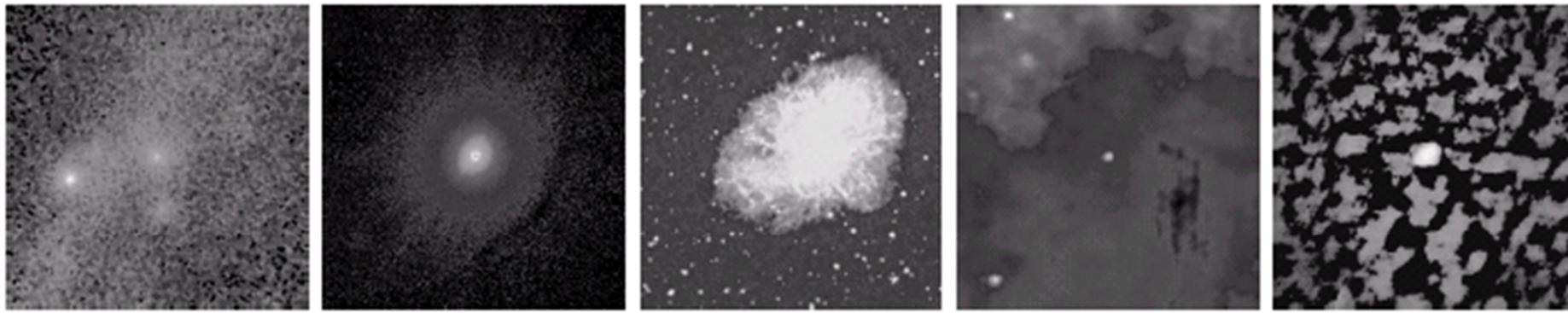
➤ 天文:

– 蟹状脉冲星



a b

FIGURE 1.17 MRI images of a human (a) knee, and (b) spine. (Image (a) courtesy of Dr. Thomas R. Gest, Division of Anatomical Sciences, University of Michigan Medical School, and (b) Dr. David B. Dickson, Department of Radiology and Radiological Sci.



Gamma

X-ray

Optical

Infrared

Radio

FIGURE 1.18 Images of the Crab Pulsar (in the center of images) covering the electromagnetic spectrum. (Courtesy of NASA.)

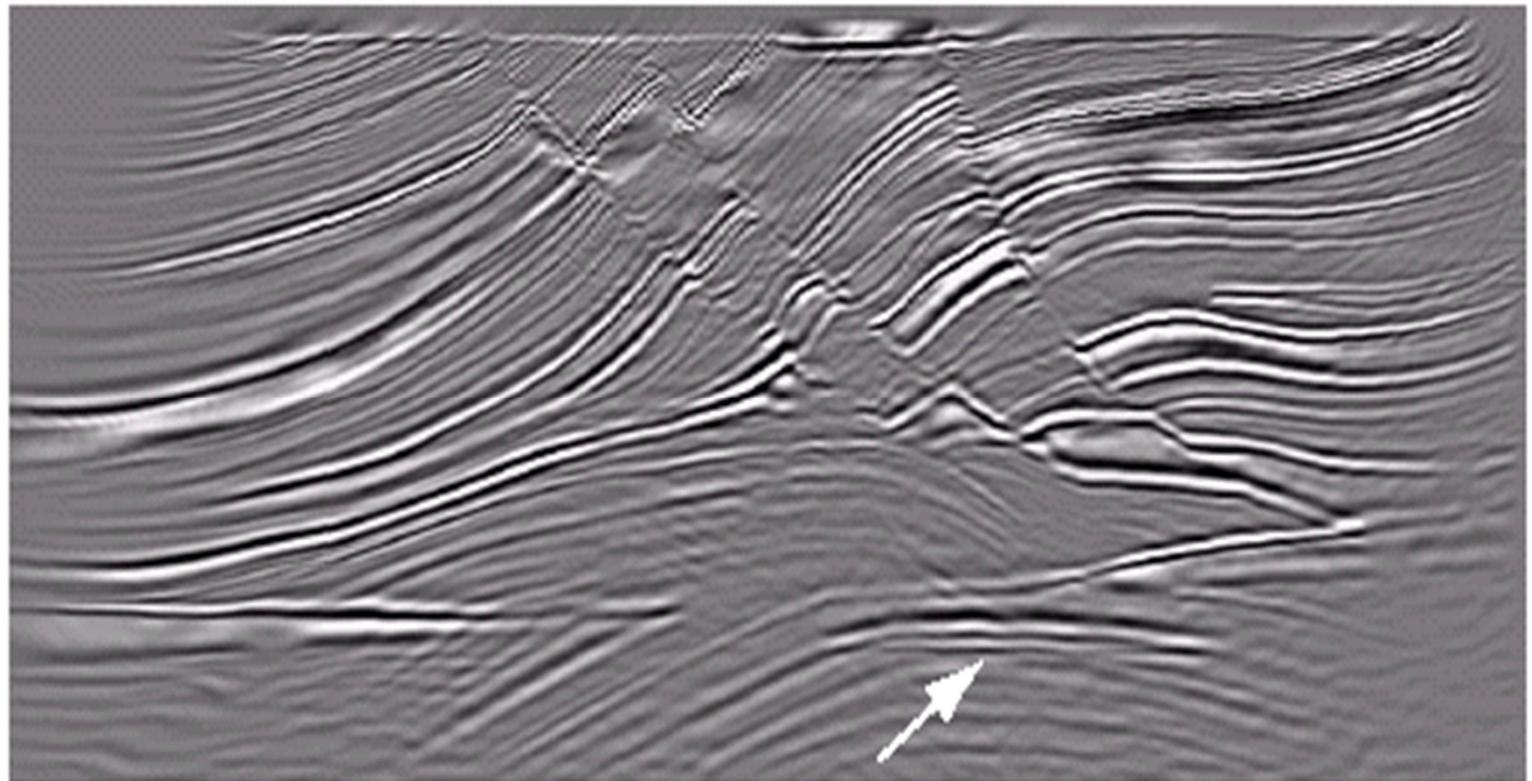


1.3 数字图像处理技术应用领域实例

■ 7 其他成像模式

FIGURE 1.19

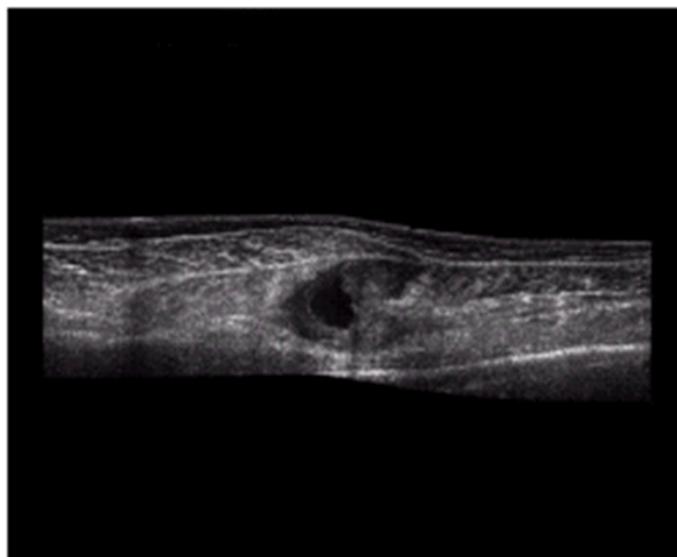
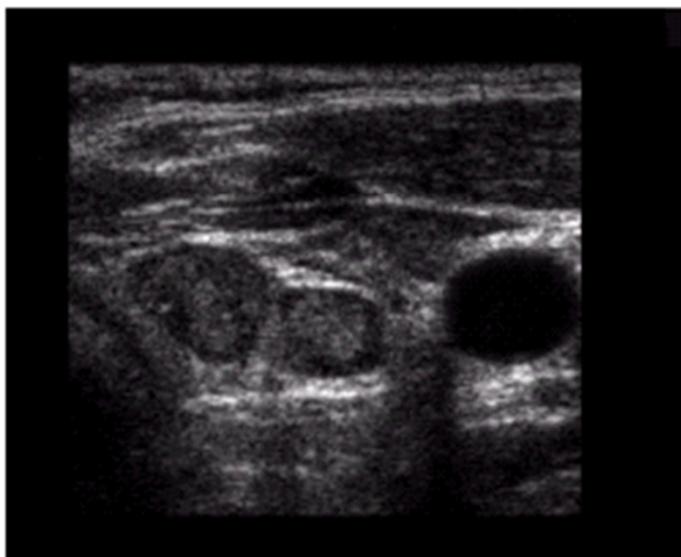
Cross-sectional image of a seismic model. The arrow points to a hydrocarbon (oil and/or gas) trap. (Courtesy of Dr. Curtis Ober, Sandia National Laboratories.)



- 声波成像



1.3 数字图像处理技术应用领域实例



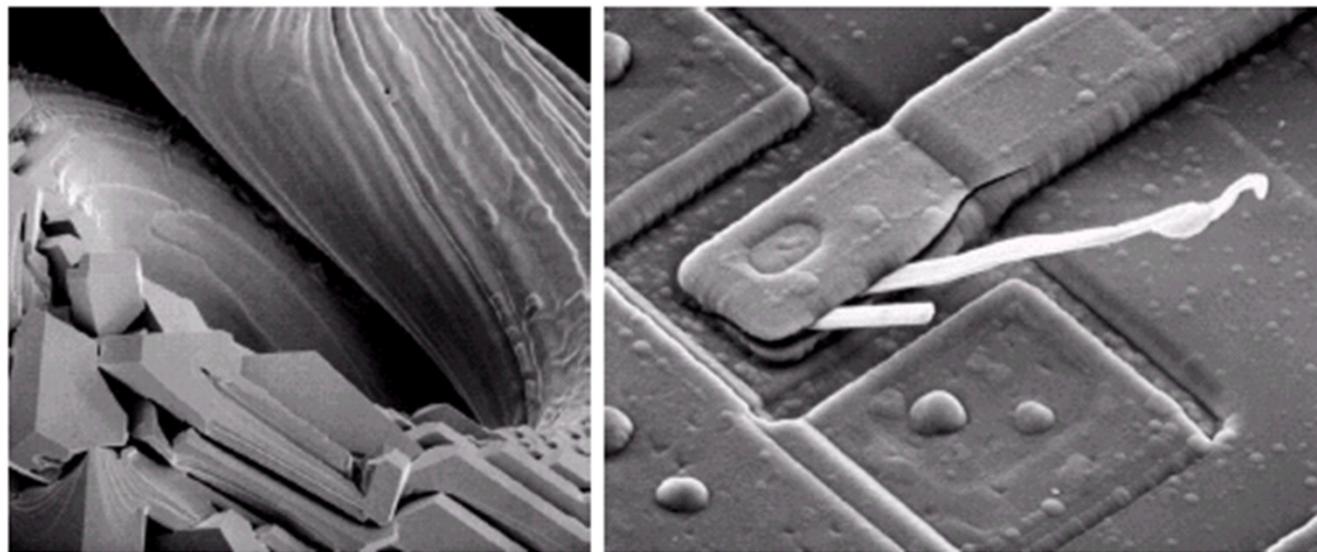
a	b
c	d

FIGURE 1.20
Examples of ultrasound imaging. (a) Baby. (2) Another view of baby. (c) Thyroids. (d) Muscle layers showing lesion. (Courtesy of Siemens Medical Systems, Inc., Ultrasound Group.)

超声图像



1.3 数字图像处理技术应用领域实例



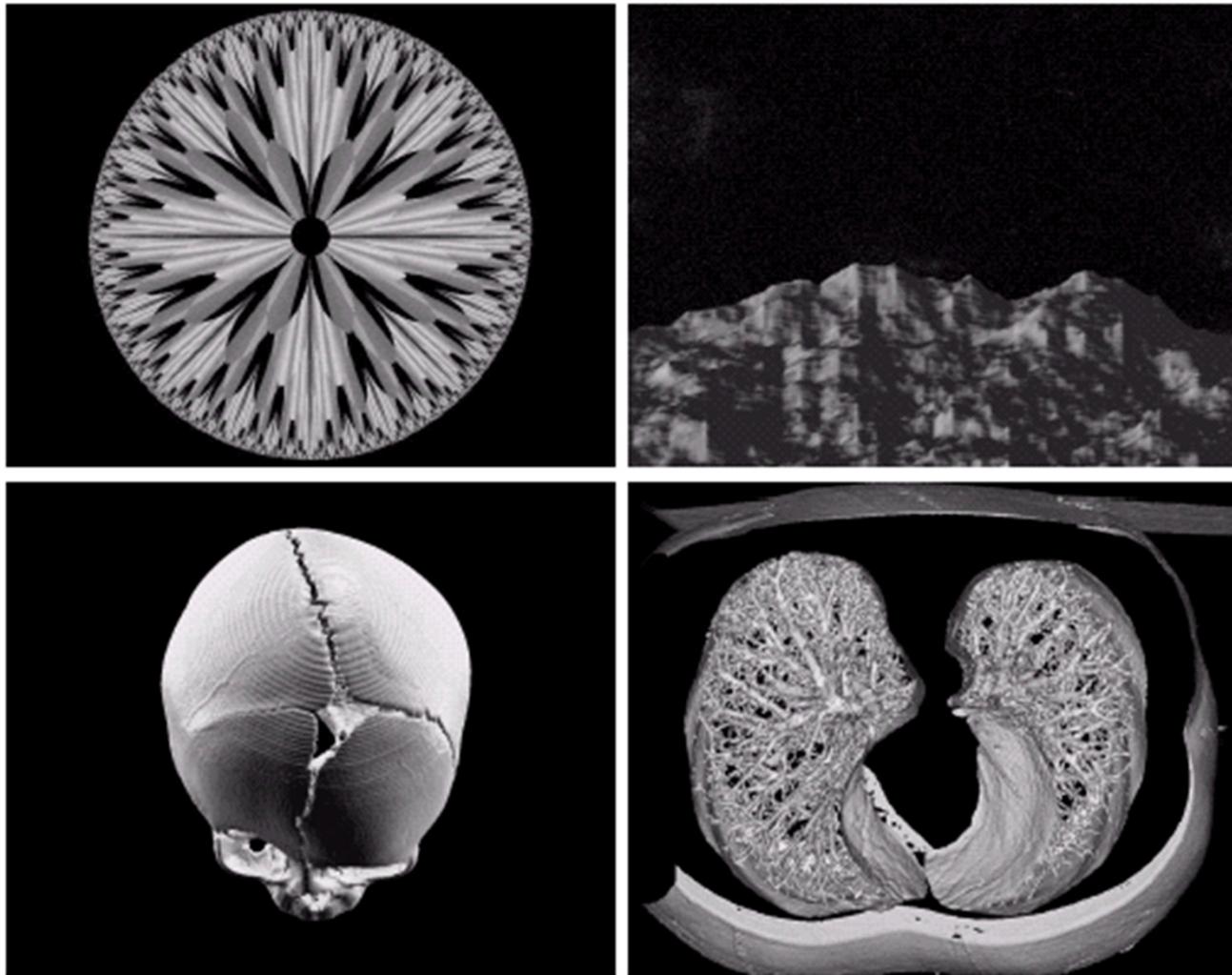
a b

FIGURE 1.21 (a) $250\times$ SEM image of a tungsten filament following thermal failure. (b) $2500\times$ SEM image of damaged integrated circuit. The white fibers are oxides resulting from thermal destruction. (Figure (a) courtesy of Mr. Michael Shaffer, Department of Geological Sciences, University of Oregon, Eugene; (b) courtesy of Dr. J. M. Hudak, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada.)

电子显微镜



1.3 数字图像处理技术应用领域实例



a	b
c	d

FIGURE 1.22
(a) and (b) Fractal images. (c) and (d) Images generated from 3-D computer models of the objects shown. (Figures (a) and (b) courtesy of Ms. Melissa D. Binde, Swarthmore College, (c) and (d) courtesy of NASA.)

分形图像



图像处理应用

航天和航空技术方面的应用



图像的修复（1990年发射的“哈勃”号太空望远镜拍摄超远距离的物体，借助于图像处理技术进行修复。）



图像处理应用

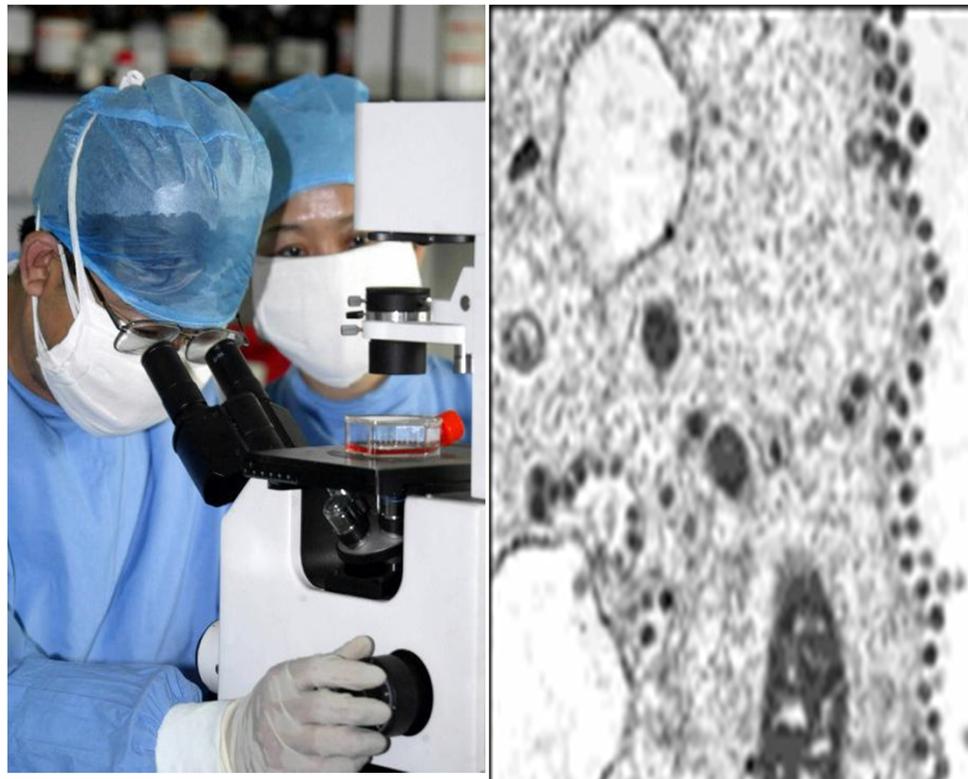


遥感图像监测 (森林火灾监护)



图像处理应用

- 生物医学工程方面的应用



SARS冠状病毒图像



图像处理应用

- 医学超声成像





图像处理应用



红外体温检测图像



图像处理应用



(a) 网裂



(b) 龟裂

路面破损图像识别



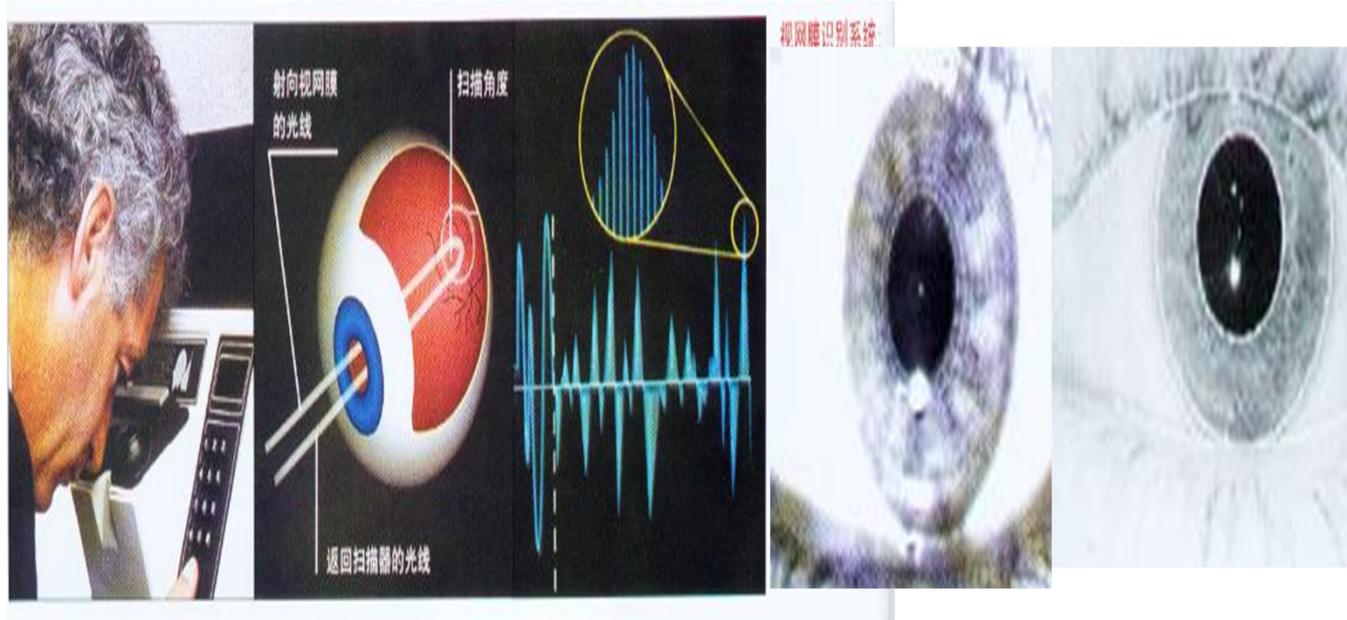
图像处理应用



交通监控



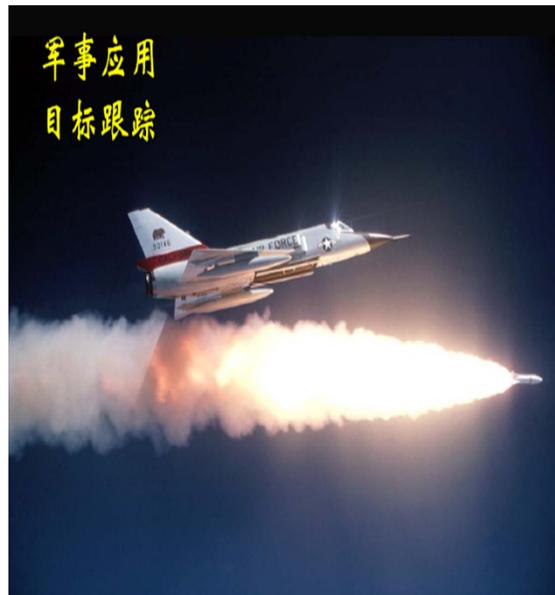
图像处理应用



人眼虹膜识别系统



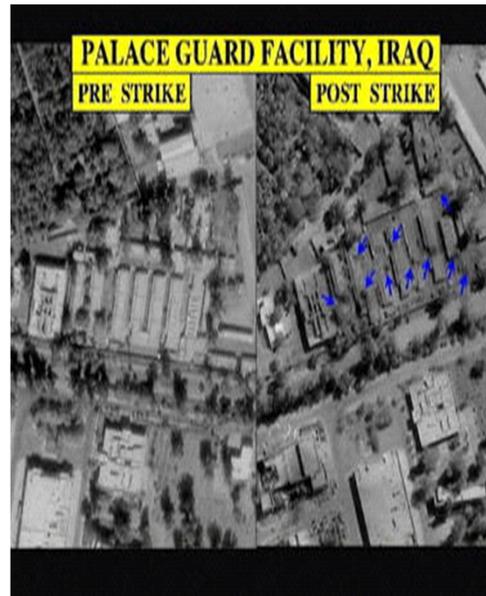
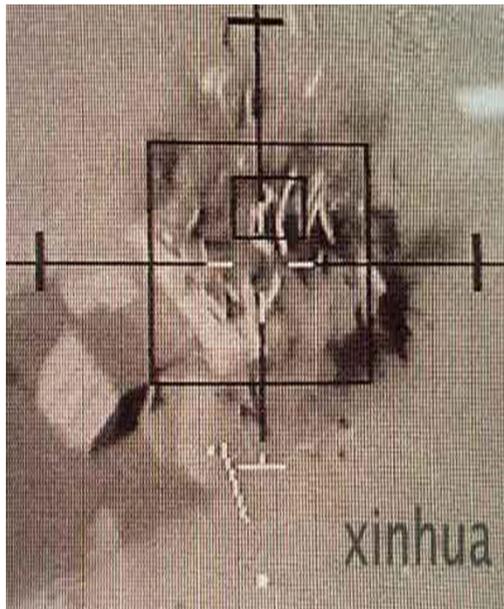
图像处理应用



军事目标跟踪



图像处理应用

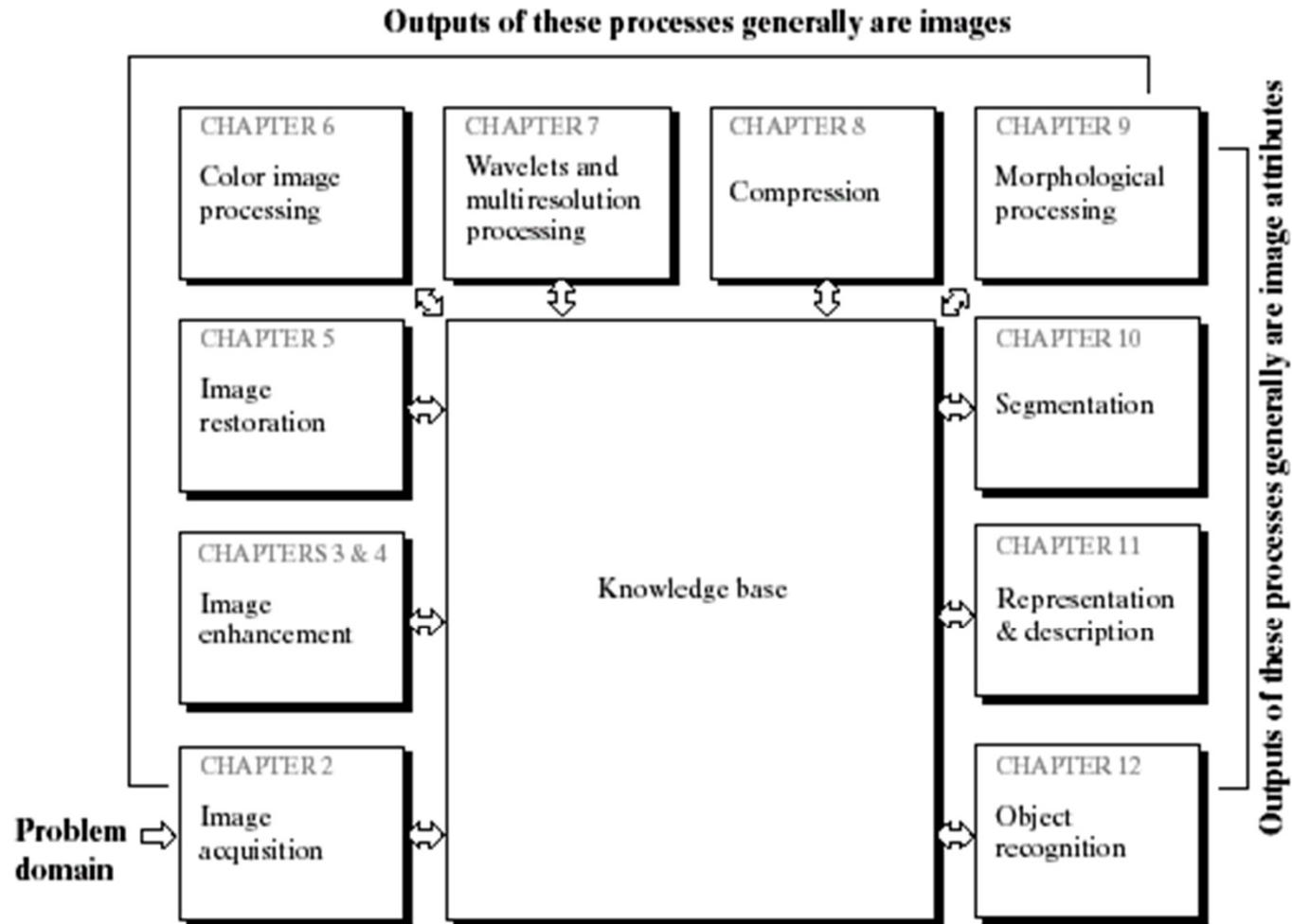


军事目标跟踪



1.4 数字图像处理的基本步骤

FIGURE 1.23
Fundamental
steps in digital
image processing.





1.4 数字图像处理的基本步骤

- 第2章 数字图像基础：（图像获取）
- 第3章 空间域图像增强 图像操作、特定应用
- 第4章 频率域图像增强 较好的增强效果、主观偏好
- 第5章 图像复原 改进图像外观、图像退化数学模型，客观
- 第6章 彩色图像处理
- 第7章 小波变换 多分辨率下描述图像的基础
- 第8章 图像压缩 减少图像存储量
- 第9章 形态学处理 表现和描述形状
- 第10章 图像分割 划分成组成部分和目标物
- 第11章 特征提 特征检测与特征描述
- 第12章 图像模式分类 基于目标的描述给目标赋予标记的过程



1.5 数字图像处理系统的组成

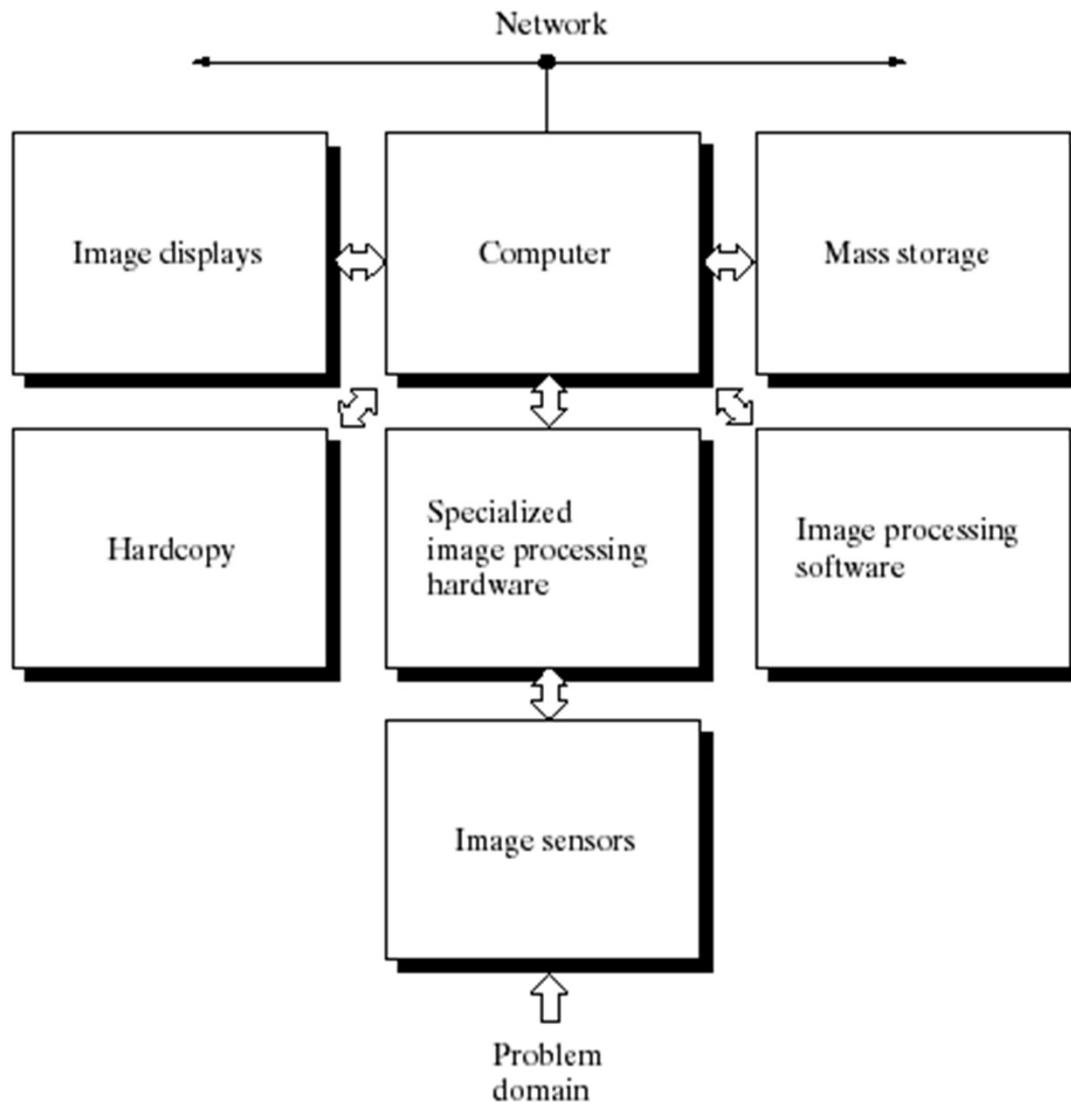
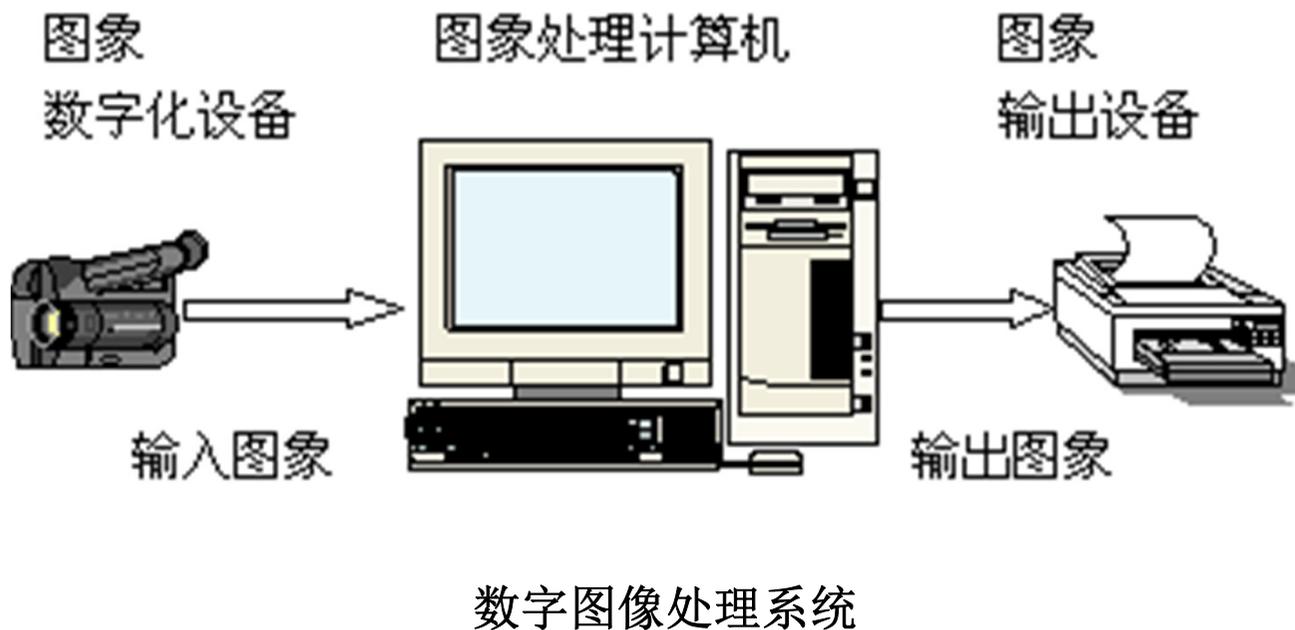


FIGURE 1.24
Components of a
general-purpose
image processing
system.

- 通用图像处理系统的组件



1.5 数字图像处理系统的组成





1.5 数字图像处理系统的组成

- 图像获取需要两个子系统：1) 物理传感器；2) 数字化仪
- 专用图像处理硬件数字化仪、算术逻辑单元
- 计算机：通用计算机或超级计算机等
- 图像处理软件：Matlab
- 大容量存储：存储空间、短期存储（内存）、专用存储板（帧缓冲存储器）、在线存储
- 显示器：彩色平面监视器
- 硬拷贝设备：打印机等



未来发展趋势

- 图像处理的发展将向着**高速、高分辨率、立体化、多媒体化、智能化和标准化**方向发展。
- 图像、图形相结合朝着**三维成像或多维成像**的方向发展。
- 结合多媒体技术，**硬件芯片**越来越多，把图像处理的众多功能固化在芯片上将会有更加广阔的应用领域。
- 在图像处理领域近年来引入了一些新的理论并提出了一些新的算法。



杭州电子科技大学
HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY

Digital Image Processing

谢谢！