

数字图像处理

第1章 绪论

信息科学研究所

教学安排

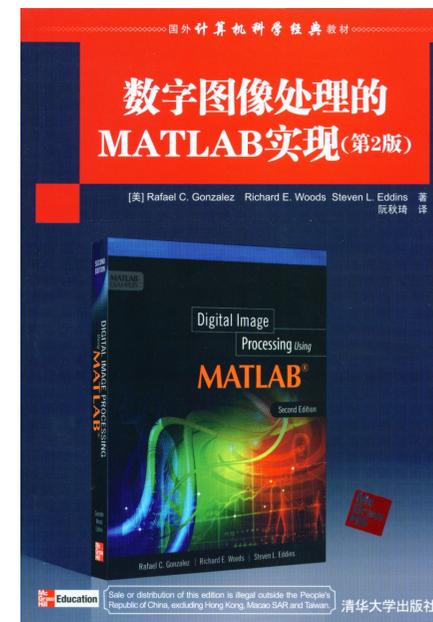
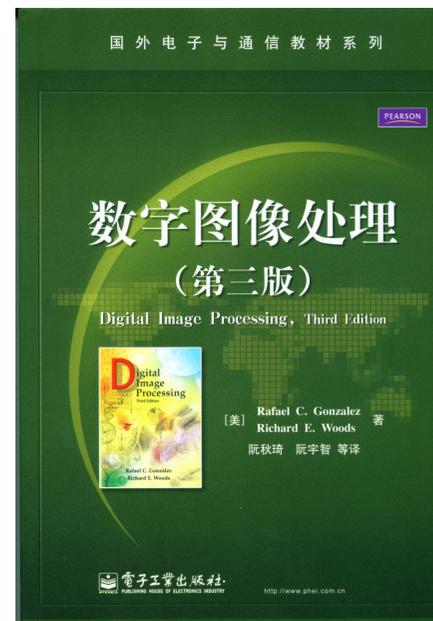
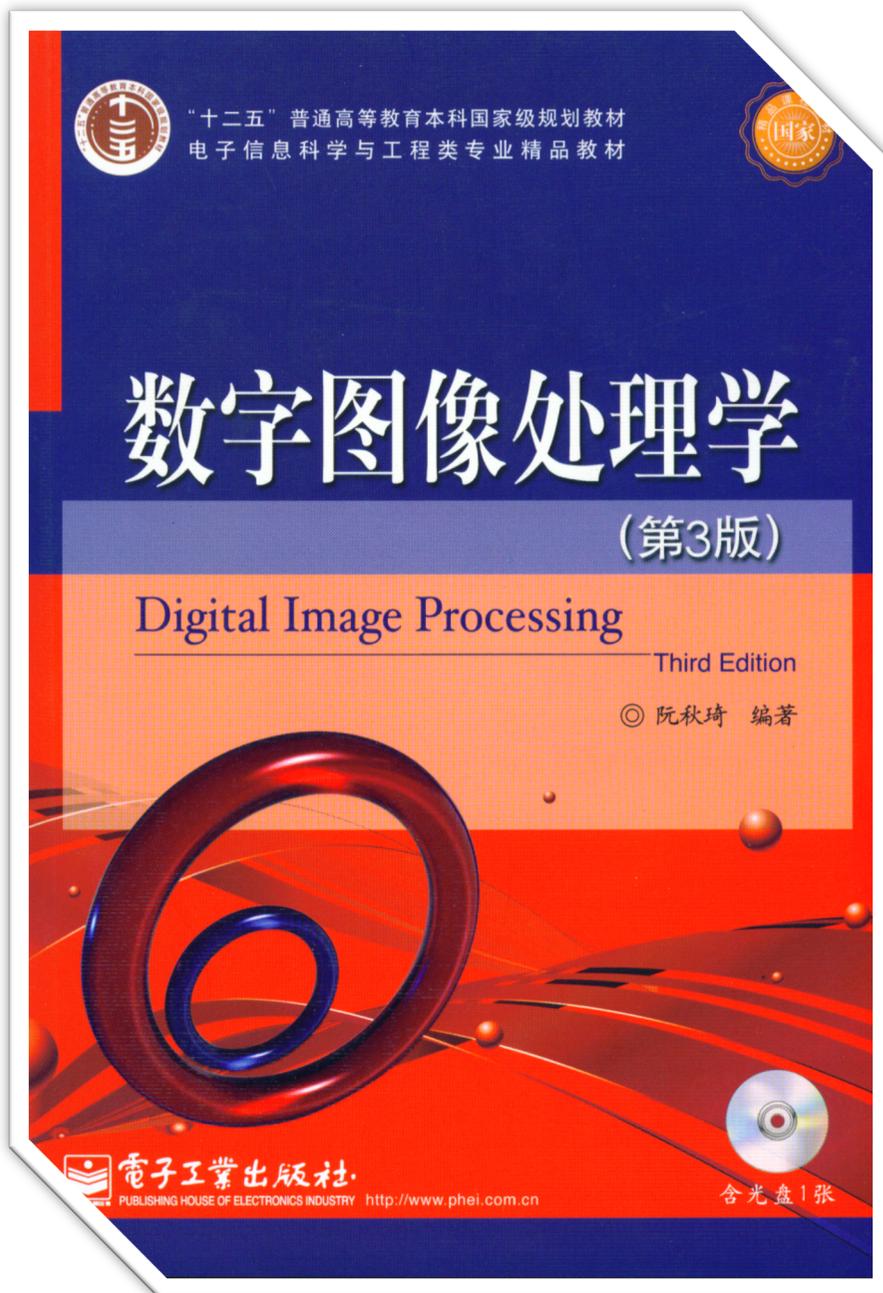
- ◎ 24学时理论 + 8学时实验及答疑
- ◎ 课后练习（作业）：课堂讲的例题为主，书后习题为辅
- ◎ 闭卷考试（考试时间？第16或17周，大家第10周定）

教材

数字图像处理学（第三版） 阮秋琦 编著 电子工业出版社

参考书

- 1、 **Digital Image Processing (Third Edition), R.C.Gonzalez, R.E.Woods**
- 2、 **Digital Image processing using MATLAB. (Second Edition) (原版), Rafael C. Gonzalez. Richard E. Woods. Steven L. Eddins**
- 3、 数字图像处理（第三版）， 电子工业出版社， 阮秋琦译（中译本）
- 4、 数字图像处理**MATLAB**版（第二版） 阮秋琦(中译本) 清华大学出版社



前言

人类传递信息的主要媒介是语音和图像。据统计，在人类接受的信息中，听觉信息占20%，视觉信息占60%，其他味觉、触觉、嗅觉等总共不过占20%。所以，作为传递信息的重要媒体和手段，图像信息是十分重要的，俗话说“百闻不如‘一见’”

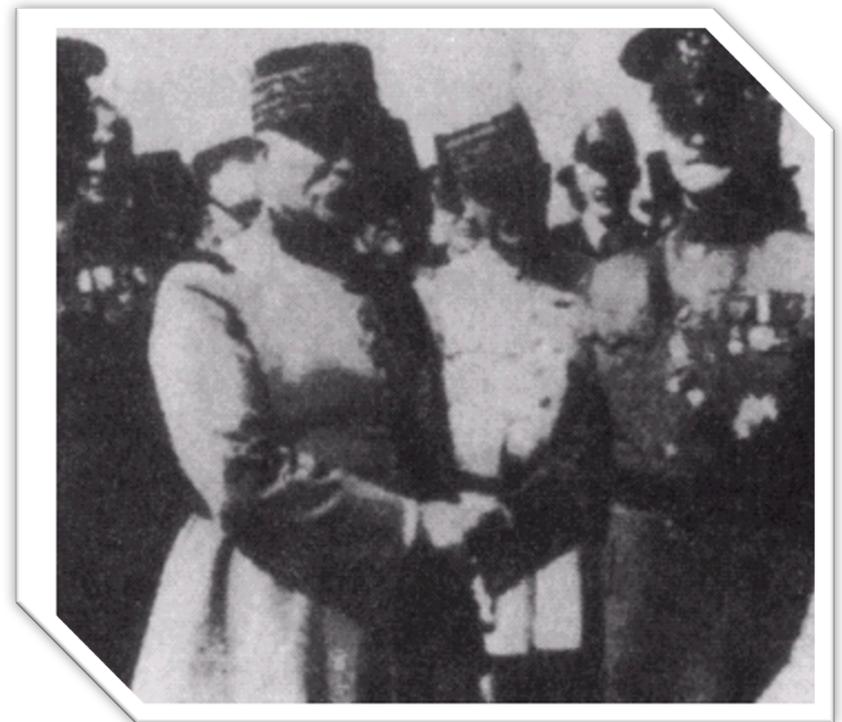
一、数字图像处理的起源

公认的世界**上第一幅照片**是法国尼埃普斯在**1827**年拍摄出来，**1839**年法国科学与艺术学院宣布盖尔获得摄影术专利。



数字图像处理的历史可追溯至二十世纪二十年代。

最早应用之一是在报纸业(传媒, ‘自媒体’), 当时, 通过巴特兰电缆图片传输系统, 第一次通过海底电缆横跨大西洋从伦敦往纽约传送了一幅图片。



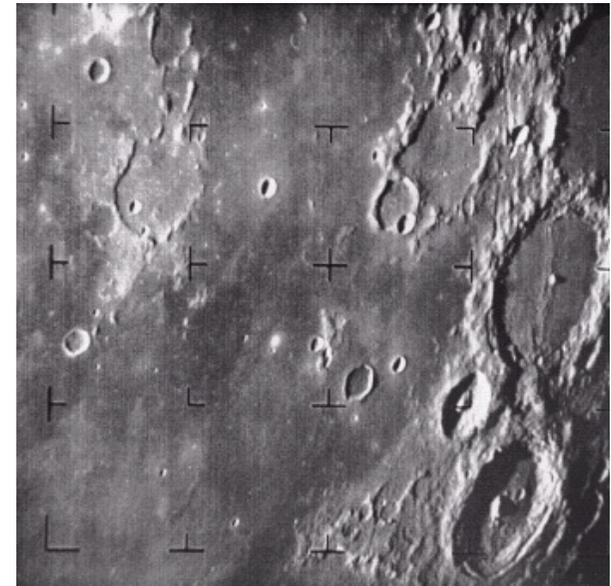
为了用电缆传输图片，首先进行编码，然后在接收端用特殊的打印设备重现该图片。按照20世纪20年代的技术水平，如果不处理(压缩)，需要一个多周，压缩后传输时间减少到3个小时。

数字图像处理的历史与数字计算机的发展紧密相连。事实上，数字图像要求如此之大的存储和计算能力，以致于图像处理必须依靠数字计算机、数据存储及传输方面的支撑技术的发展。

第一台能够进行图像处理的大型计算机出现在20世纪60年代。数字图像处理的起源则可以追溯至利用这些大型机开始的空间研究项目，可以说大型计算机与空间研究项目也是数字图像处理发展的原动力之一。

利用计算机技术改善空间探测器拍摄图像质量的工作开始于1964年：美国加利福尼亚的喷气推进实验室对太空船“徘徊者7号”传送的月球图像进行了处理，以校正飞行器上电视摄像机中各种类型的图像畸变。

下图为徘徊者7号在1964年7月31日上午9点09分
在光线影响月球表面约17分钟时摄取的第一张
月球图像，这也是美国航天器取得的第一幅月球
图像。



与此同时，数字图像处理技术在20世纪60年代末和70年代初也开始用于医学图像、地球遥感监测和天文学领域。

20世纪70年代的计算机轴向断层(CAT)、简称计算机断层(CT)是图像处理在医学诊断应用中重要事件之一。

如图所示，这些CT切片组成了物体内部的再现图像。断层技术是Godfrey N. Hounsfield和Allan M. Cormack教授发明的，他们共同获得了1979年诺贝尔医学奖。



CT中的X射线则是1895年由威尔霍姆·康拉德·伦琴发现的，由于他的发现，他获得了1901年诺贝尔物理学奖。



1895年11月8日傍晚，伦琴教授在研究阴极射线时发现了X射线。他发现的X射线可穿透千页书、2~3厘米厚的木板、几厘米厚的硬橡皮、15毫米厚的铝板等，但1.5毫米的铅板几乎就完全把X射线挡住了。

他偶然发现X射线可以穿透肌肉照出手骨轮廓，于是有一次他夫人到实验室来看他时，他请她把手放在用黑纸包严的照相底片上，然后用X射线对准照射15分钟，显影后，底片上清晰地呈现出他夫人的手骨像，手指上的结婚戒指也很清楚。



这是一张具有历史意义的照片，它表明人类可借助X射线，隔着皮肉去透视骨骼。1895年12月28日伦琴向维尔茨堡物理医学学会递交了第一篇X射线的论文“一种新射线——初步报告”，报告中叙述了实验的装置、做法、初步发现的X射线的性质等。

X射线和采用X射线的CT这两项发明相差近100年。

一个是科学发现，一个是技术创新，他们引领着图

像处理**某些**最活跃的应用领域。

从20世纪60年代至今，数字图像处理技术发展迅速，目前已成为工程学、计算机科学、信息科学、统计学、物理、化学、生物学、医学甚至社会科学等领域中各学科之间学习和研究的对象，已给人类带来了巨大的经济和社会效益。

二、图像处理对人类具有重要意义

1)、图像是人们从客观世界获取信息的重要来源:

人类是通过感觉器官从客观世界获取信息，即借助耳、目、口、鼻、手通过听、看、味、嗅和触摸的方式获取信息。在这些信息中，视觉信息占60%~70%。

视觉信息的特点是信息量大，传播速度快，作用距离远，有心理和生理作用。其次是人的视觉十分完善，人眼灵敏度高，鉴别能力强，不仅可以辨别景物，还能辨别别人的情绪，由此可见，图像信息对人类来说十分重要。

2)、图像信息处理是人类视觉延伸的重要手段:

人眼只能看到可见光部分，但就目前科技水平看，能够成像的并不仅仅是可见光，一般来说可见光的波长为 $0.38\sim 0.8\mu\text{m}$ ，而迄今为止人类发现可成像的射线已有多种，如：

γ 射线: $0.003 \text{ nm} \sim 0.03 \text{ nm}$;

x射线: $0.03 \text{ nm} \sim 3 \text{ nm}$;

紫外线: $3 \text{ nm} \sim 300 \text{ nm}$;

红外线: $0.8 \text{ }\mu\text{m} \sim 300 \text{ }\mu\text{m}$;

微波 $0.3 \text{ cm} \sim 100 \text{ cm}$;

3)、图像处理技术对国计民生有重要意义

图像处理技术发展到今天，许多技术已日趋成熟。

在各个领域的应用取得了巨大的成功和显著的经济效益。如在工业、军事、医学以及科学研究中的应用已十分普遍。

如：通过分析资源卫星得到的照片可以获得地下矿藏资源的分布及埋藏量；利用红外线、微波遥感技术可侦查隐蔽的军事设施；*X-ray* CT已广泛应用于临床诊断，它可得到人体内部器官的断层图像，为诊断和治疗疾病带来极大方便。

在工业生产的设计自动化及产品质量检验中更是大有可为；在安全保障及监控方面图像处理技术更是不可缺少的基本技术；在通信及多媒体技术中图像处理更是重要的关键技术。因此，图像处理技术在国计民生中的重要意义是显而易见的。

三、图像处理技术的分类

模拟图像处理

数字图像处理

1) 模拟图像处理(Analog image processing);

模拟处理包括：光学处理（利用透镜）和电子处理，如：**照相**、遥感图像处理、传统电视信号处理等。传统电视图像是模拟信号处理的典型例子，它处理的是活动图像，**25帧/秒**。

优点:

模拟图像处理的特点是速度快，一般为实时处理，理论上讲可达到光的速度，并可同时并行处理。

缺点:

模拟图像处理的缺点是精度较差，灵活性差，很难有判断能力和非线性处理能力。

2) 数字图像处理(*Digital Image processing*):

数字图像处理一般用计算机处理，因此也称之为计算机图像处理（*Computer Image processing*）。

优点:

处理精度高，处理内容丰富，可进行复杂的非线性处理，有灵活的变通能力，一般来说只要改变软件就可以改变处理内容。

缺点:

处理速度还是一个问题，特别是进行复杂的处理更是如此。一般情况下处理静止画面居多，如果实时处理一般精度的数字图像至少需要具有100Mips的处理能力;

分辨率及精度的提高，所需处理时间将显著增加。

如，一般精度图像是 **$512 \times 512 \times 8\text{bits}$** ，分辨率高

的已达 **$2048 \times 2048 \times 12\text{bits}$** ，甚至更高。

四、 数字图像处理的特点

- 1) 图像信息量大、数据量也大；
- 2) 图像处理技术综合性强；
- 3) 图像信息理论与通信理论密切相关。

1) 图像信息量大、数据量也大;

在数字图像处理中，一幅图像可看成由图像矩阵中的像素 (pixel) 组成，每个像素的灰度级至少要6bit (单色图像) 来表示，一般采用8bit (彩色图像)，高精度的可用12bit或16bit。

例如: $256 \times 256 \times 8 = 64\text{Kbytes}$

$512 \times 512 \times 8 = 256\text{Kbytes}$

$1024 \times 1024 \times 8 = 1\text{Mbytes}$

$2048 \times 2048 \times 8 = 4\text{Mbytes}$

**X光照片一般用64Kb~256Kb的数据量，一幅
遥感图像 $3240 \times 2340 \times 4 = 30\text{Mbits}$ ，因此，大数
据量给存储、传输和处理都带来巨大困难。**

2) 图像处理技术综合性强;

数字图像处理涉及的基础知识和专业技术相当广泛。一般来说涉及通信技术、计算机技术、电子技术、电视技术，甚至涉及数学、物理等方面的基础知识。

当今的图像处理的理论大多是通信理论的推广，是把通信中的一维问题推广到二维，在此基础上，逐步发展自己的理论体系。因此，图像处理技术与通信技术休戚相关。

在图像处理工程中的信息获取和显示技术主要源于电视技术，其中摄像、显示、同步等各项技术是必不可少的。

计算机已是图像处理的常规工具，涉及到软件、硬件、网络、接口等多项技术，特别是并行处理技术在实时图像处理中显得十分重要。

图像处理技术的发展涉及越来越多的基础理论知识，雄厚的数理基础及相关的边缘学科知识对图像处理科学的发展有越来越大的影响。总之图像处理科学是一项涉及多学科的综合性科学。

3) 图像信息理论与通信理论密切相关。

早在1948年Shannon发表了“*A mathematical Theory of Communication*”（通信中的数学理论）一文，奠定了信息论的基础。此后，信息论已渗透到各领域。图像信息论也属于其中的一个分支。

从当今的理论发展看，我们可以说，图像信息论是在通信理论的基础上发展起来的。图像理论是把通信中的一维问题推广到二维空间来研究的，也就是说，通信研究的是一维时间信息；图像研究的是二维空间信息；

总之，通信中的一维问题都可推广到二维，尽管有些理论尚不完全贴切，但对图像自身理论体系的形成有极大的借鉴意义。

五、 数字图像处理的主要方法及内容

A、空域法：

这种方法是把图像看作是平面中各个像素组成的集合，然后直接对这个二维数据进行相应的处理。

空域处理法主要有两大类：

(1)、邻域处理法，包括：

梯度运算 (Gradient algorithm)

拉普拉斯算子运算 (Laplacian operator)

平滑算子运算 (Smoothing operator)

卷积运算 (Convolution algorithm)

**(2)、点处理法，如灰度处理（grey processing），
面积、周长、体积、重心运算等。**

B、变换域法：

首先对图像进行正交变换，得到变换域系数阵列，然后再施行各种处理，处理后再反变换到空间域，得到处理结果。

这类处理包括：滤波、数据压缩、特征提取等。

数字图像处理的主要内容：

完整的数字图像处理工程大体上可分为如下几个内容：

- ① 图像信息的获取；
- ② 图像信息的存贮；
- ③ 图像信息的传送；
- ④ 图像信息处理；
- ⑤ 图像信息的输出和显示。

1、图像信息的获取：

主要是把一幅图像转换成适合输入计算机或数字设备的数字信号，这一过程主要包括摄取图像、光电转换及数字化等几个步骤。图像获取的方法有如下几种：

(1) 电视摄像机:

这是目前使用最广泛的图像获取设备。早期主要有光电摄像管、超正析摄像管等。近年来，主要是采用CCD摄像设备。

特点：设备小巧、速度快、成本低、灵敏度高。

目前CCD摄像机在分辨率、灵敏度等方面已做到较高水平，如：5760×3840的高分辨率的CCD摄像机已很成熟。



(2) 飞点扫描器:

这是一种以光源做扫描的图像获取设备。

其特点是：精度较高、图像清晰、可透射成像亦可反射成像，但是其体积略显庞大。



(3) 扫描鼓：这是一种高精度的滚桶式的图像摄取设备。

特点：精度高、分辨率高，可以输入也可以输出。

缺点：价钱昂贵、速度低、维护要求高。多用于静止图像的输入、输出设备。



(4) 扫描仪：

特点：精度和分辨率中等，4800DPI精度的扫描仪已常见。扫描仪的成本很低，近几年尤其降价显著，一般台式的已有不足一千元的产品。所以是当今应用最为广泛的图像信息获取设备。

缺点：速度较慢，非实时设备。



(5) 显微光密度计，精度较高，速度低。

(6) 遥感中常用的图像获取设备也有多种，如：

光学摄影：摄像机、多光谱像机等。

红外摄影：红外辐射计、红外摄影仪、多通道红外扫描仪。

MSS：多光谱扫描仪。

微波：微波辐射计，侧视雷达、真实孔径雷达、合成孔径雷达(SAR)。

2、信息的存贮:

图像信息的突出特点是数据量巨大。一般作档案存贮主要采用磁带、磁盘或光盘。为解决海量存贮问题主要研究数据压缩、图像格式及图像数据库、图像检索技术等。

3、图像信息的传送：

图像信息的传送可分为系统内部传送与远距离传送。内部传送多采用DMA技术(Direct Memory Access) 以解决速度问题，外部远距离传送主要解决占用带宽问题。目前，已有多种国际压缩标准来解决这一问题。

4、数字图像处理

数字图像处理主要包括如下几项内容：

- ①. 几何处理(**geometrical processing**)
- ②. 算术处理(**Arithmetic processing**)
- ③. 图像增强(**Image Enhancement**)

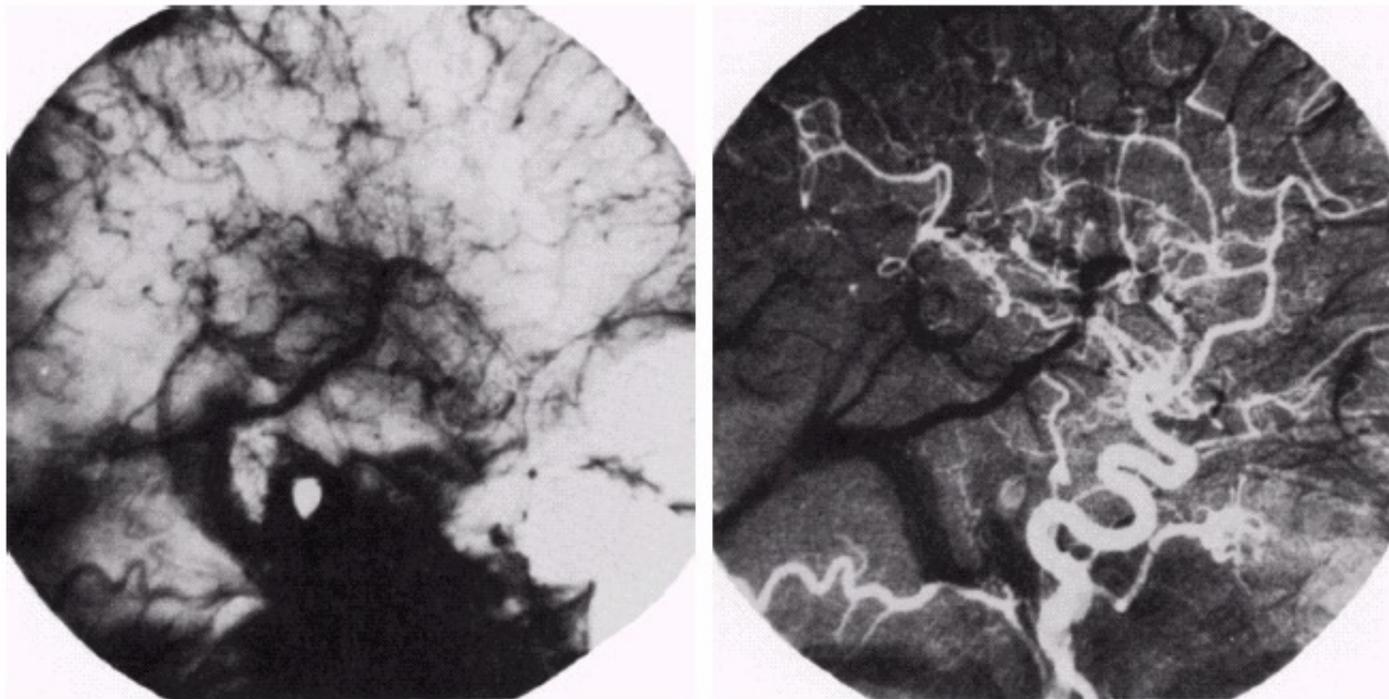
- ④. 图像复原 (Image Restoration)
- ⑤. 图像重建 (Image Reconstruction)
- ⑥. 图像编码 (Image Encoding)
- ⑦. 图像识别 (Image Recognition)
- ⑧. 图像理解 (Image Understanding)

1)、几何处理

几何处理主要包括坐标变换，图像的放大、缩小、旋转、移动、多个图像配准，全景畸变校正，扭曲校正，周长、面积、体积计算等。

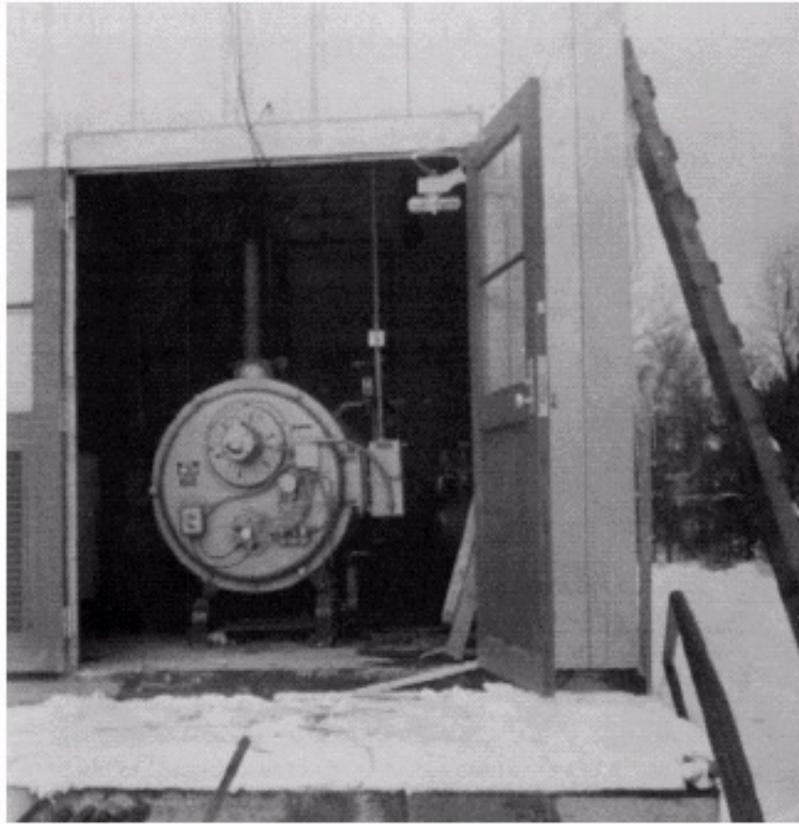
2)、算术处理

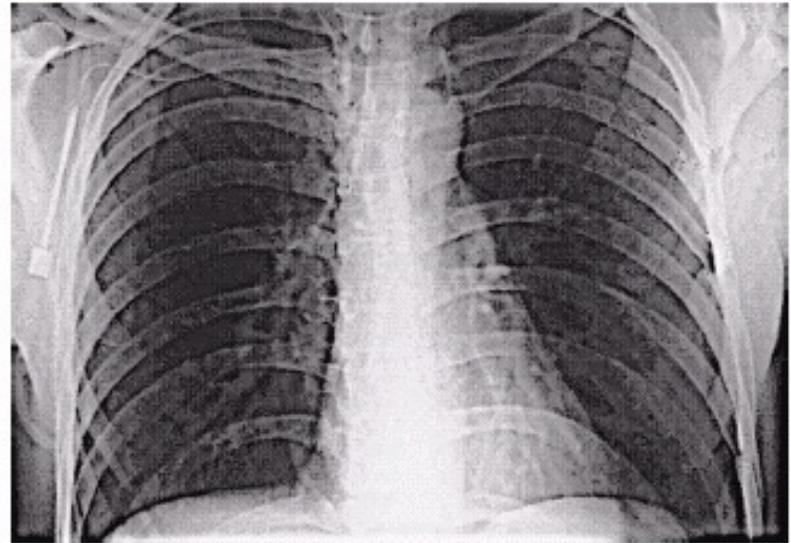
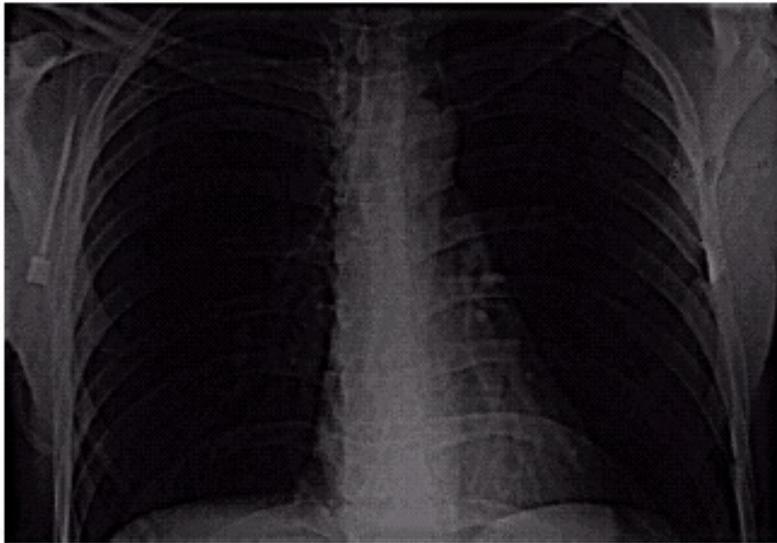
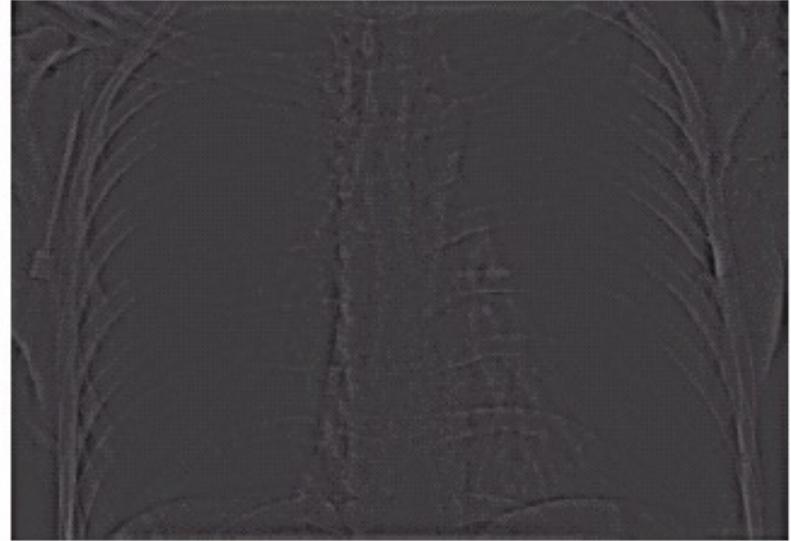
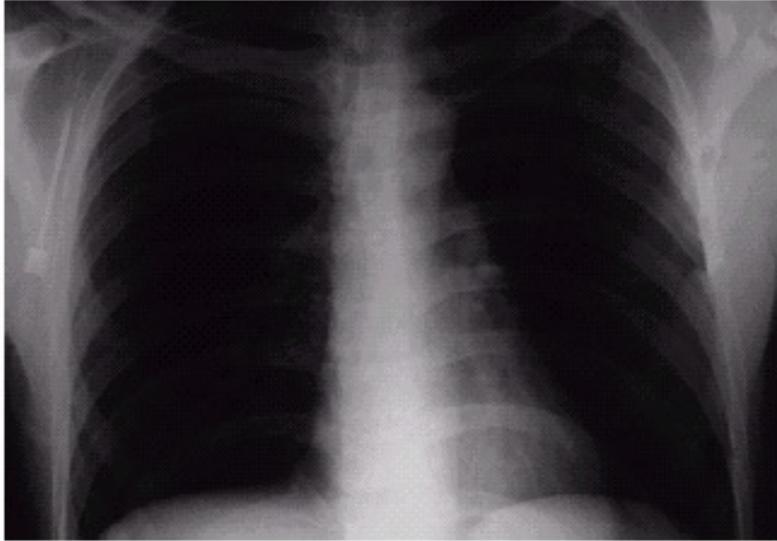
算术处理主要对图像施以 $+$ 、 $-$ 、 \times 、 \div 等运算，虽然该处理主要针对像素点处理，但非常有用，如医学图像的减影处理就有显著的效果。

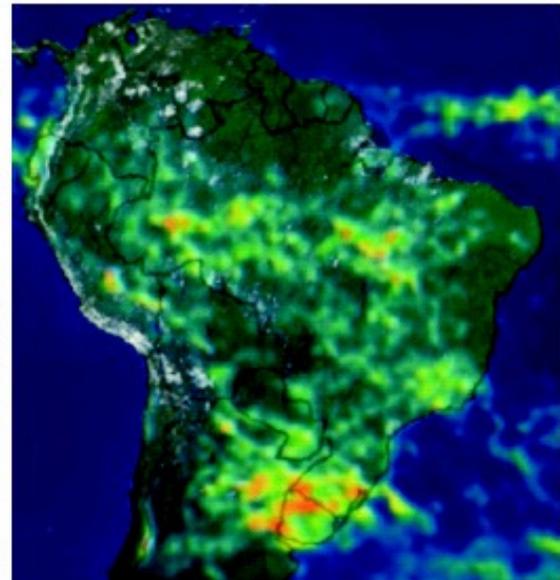
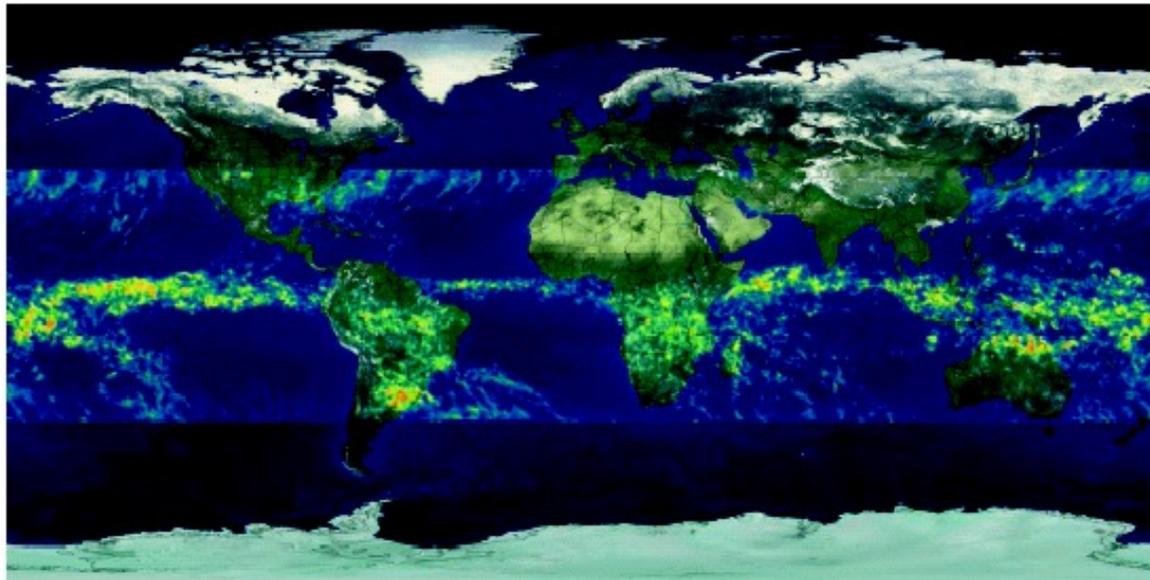
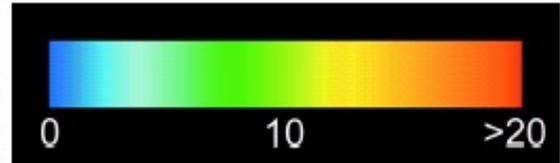
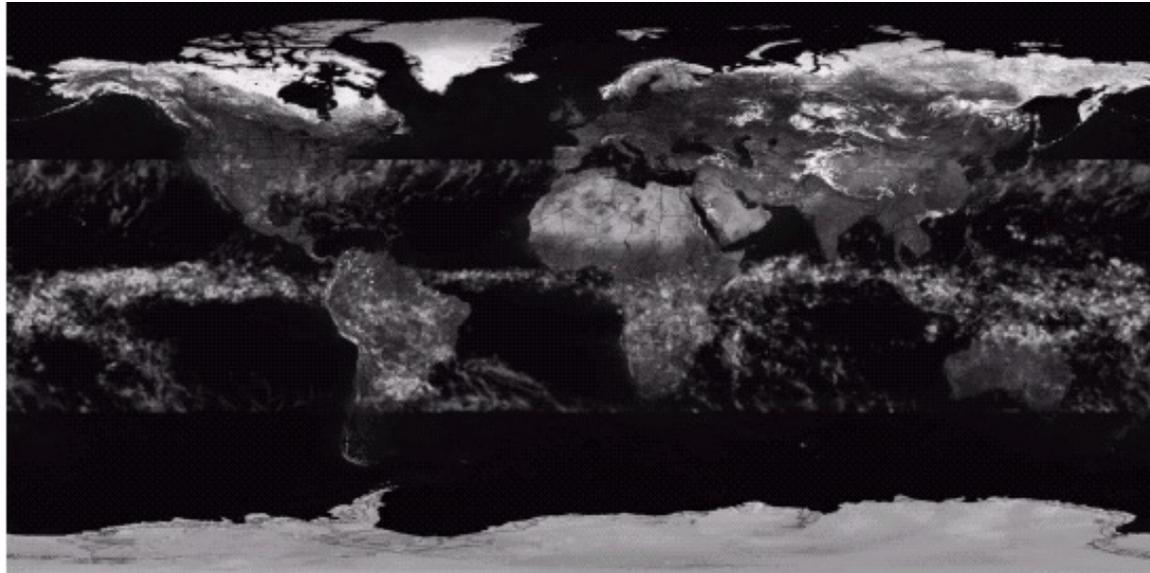


3)、图像增强

图像增强处理主要是突出图像中感兴趣的信息，而减弱或去除不需要的信息，从而使有用信息得到加强，便于区分或解释。主要方法有直方图增强、伪彩色增强和灰度窗口等技术。







4)、图像复原

图像复原的主要目的是去掉干扰和模糊，恢复图像的本来面目。去噪就属于复原处理。图像噪声包括随机噪声和相干噪声，随机噪声表现为麻点干扰，相干噪声表现为网纹干扰。

去模糊也是复原处理的任务，这些模糊来自透镜散焦、相对运动、大气湍流、云层遮挡等。这些干扰可用维纳滤波、逆滤波、同态滤波等方法加以去除。



5)、图像重建

几何处理、图像增强、图像复原都是**从图像到图像的处理**，即输入的原始数据是图像，处理后输出的也是图像，而重建处理则是**从数据到图像的处理**。也就是说输入的是某种数据，而处理结果得到的是图像。

该处理的典型应用就是CT技术，CT技术发明于1972年，早期为X光CT，后来发展的有ECT、超声CT、核磁共振（NMR）等。

图像重建的主要算法有代数法、迭代法、傅里叶反投影法、卷积反投影法等，其中以卷积反投影法运用最为广泛，因为它的运算量小、速度快。

值得注意的是三维重建算法发展很快，而且由于与计算机图形学相结合，把多个2D图像合成3D图像，并加以光照模型和各种渲染技术，能生成各种具有强烈真实感及纯净的高质量图像。

三维图形的主要算法有线框法、表面法、实体法、彩色分域法等，这些算法在计算机图形学中都有详尽的介绍。三维重建技术也是当今颇为热门的虚拟现实和科学可视化技术的基础。

6)、图像编码

图像编码属于信息论中信源编码范畴，其主要宗旨是利用图像信号的统计特性及人类视觉的生理及心理特性对图像信号进行高效编码，即研究数据压缩技术，以解决数据量大的矛盾。

一般来说，图像编码目的有三个：

① 减少数据存贮量；

② 降低数码率以减少传输带宽；

③ 压缩信息量，便于特征抽取，为识别作准备。

M. Kunt提出第一代、第二代编码的概念：

Kunt把1948年至1988年这四十年中研究的以去除

冗余为基础的编码方法称为第一代编码。

如：PCM、DPCM、 ΔM 、亚取样编码法；变换编码中的DFT、DCT、Walsh-Hadamard变换等方法以及以此为基础的混合编码法均属于经典的第一代编码法。

而第二代编码方法多是二十世纪八十年代以后提出的新的编码方法，如金字塔编码法、Fractal 编码、基于神经网络的编码方法、小波变换编码法、模型基编码法等。

现代编码法的特点是：

- ① 充分考虑人的视觉特性；
- ② 恰当地考虑对图像信号的分解与表述；
- ③ 采用图像的合成与识别方案压缩数据率。

图像编码是经典的研究课题，七十多年的研究已
有多种成熟的方法得到应用，如JPEG、H. 261、
H. 263、H. 264、MPEG1、MPEG2、MPEG4、MPEG7、
JBIG、JPEG2000等。相信经广大科技工作者的不
懈努力，在未来会有更多、更有效的编码方法问
世，以满足多媒体信息处理及通信的需要。

7)、模式识别

模式识别是数字图像处理的又一研究领域。当今，

模式识别方法大致有三种，即：

统计识别法；

句法结构识别法；

模糊识别法。

统计识别法侧重于特征，句法结构识别侧重于结构和基元，模糊识别法是把模糊数学的一些概念和理论用于识别处理。在模糊识别处理中充分考虑人的主观概率，同时也考虑了人的非逻辑思维方法及人的生理、心理反映，这一独特的识别方法目前仍处于研究阶段，方法尚未成熟。

8)、图像理解

图像理解是由模式识别发展起来的方法，输入的是图像，输出的是一种描述。这种描述并不仅是单纯的用符号作出详细的描绘，而且要利用客观世界的知识使计算机进行联想、思考及推论，从而理解图像所表现的内容。在这一领域还有相当多的问题需要深入研究。

以上所述的八项处理任务是图像处理所涉及到的主要内容。总的说来，经多年的发展，图像处理经历了从静止图像到活动图像；从单色图像到彩色图像；从客观图像到主观图像；从二维图像到三维图像的发展历程。

特别是与计算机图形学的结合已能产生高度逼真、非常纯净、更有创造性的图像。由此派生出来的虚拟现实技术的发展或许将从根本上改变我们的学习、生产和生活方式。



5、图像的输出与显示

图像处理的最最终目的是为人或机器提供一幅更便于解译和识别的图像。因此，图像输出也是图像处理的重要内容之一。图像的输出有二种，一种是硬拷贝，另一种是软拷贝。

其分辨率随着科学技术的发展从 256×256 、 512×512 、 1024×1024 等，发展到至今 5120×2880 的5K高分辨率的显示设备也已问世。

通常的硬拷贝方法有照相、激光拷贝、彩色喷墨打印等几种方法。软拷贝方法有以下几种：

1)、CRT显示

自二十世纪六十年代以来，在显示技术中，**CRT**几乎独霸天下。彩色显像管（**CPT**）和彩色显示管（**CDT**）技术已相当成熟。九十年代后期平板显示器件才相继问世。



CRT优点：显示质量好、亮度高、电子束寻址方式简单、制造成本低等。尤其采用微形滤光条(Microfilter)工艺，加之动态聚焦技术的出现，使得**CRT**在对比度、色纯及光点大小方面都得到了改进。

分辨率为 1280×1024 、行频 64KHz 、点频 110Mz 的CRT已很普遍，高分辨率的可达到 1920×1035 ，行频达 80KHz ，视频带宽达 140MHz 。

进一步提高分辨率的主要困难在于显像管的制造和刷新存贮器的速度。

2)、液晶显示器LCD

液晶的发现已有100多年的历史，但真正用于显示技术的历史近30余年。但其发展势头之大，发展速度之快却令人刮目相看。

LCD的突出性能是极吸引人的，

- ① 体积小，重量轻；
- ② 低功耗，低电压；
- ③ 无软X射线；
- ④ 全色显示及相当的亮度。

它的主要缺点是：

- ① 视角较窄；
- ② 寻址复杂；
- ③ 亮度不及CRT。

近年来的最新产品已大有改善。

3) 彩色等离子显示技术

这是利用气体放电原理实现的一种发光平板显示技术。它发明于20世纪60年代。1993年首次批量生产。



等离子显示技术有如下特点：

- ① 易于大面积显示，可达到80英寸；
- ② 全色显示，显示器可显示256级灰度和1670万种颜色；
- ③ 伏安特性非线性强，可寻址2000线以上；

- ④ 可实现高亮度显示。
- ⑤ 对比度高；
- ⑥ 视角在所有的平板显示器中是最大的，可达到160度；
- ⑦ 色纯度好，与CRT相当；

⑧ 寿命长，可达3万小时以上；

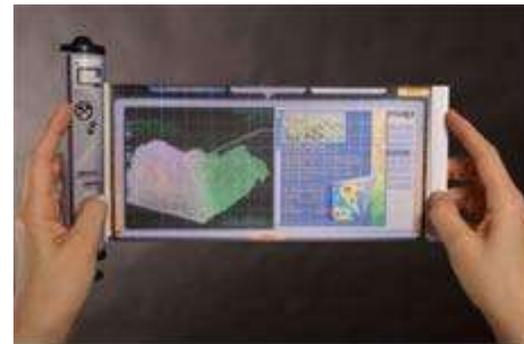
⑨ 工作电压低，一般小于200伏；

⑩ 易于批量生产。

其主要缺点是功耗较大。此外，在亮环境下对比度有待提高。其最大的弱点是价格偏高。

4) 场致发光显示器

场致发光显示 (FED) 具有光明的前途。FED是最新发展起来的彩色平板显示器件。SID95' 会议上展出的产品6英寸方形的全色FED分辨率已达到 512×512 。



基于无机场致发光材料柔性电子纸显示器

其显著优点是：

- ① 薄型，无需加背光源，一般比LED还要薄；
- ② 易于拼接，可做成大屏幕；
- ③ 可高度集成做成高清晰度显示器；

④ 电压低，功耗小，寿命长，一般如：LCD加背光源功耗为13W，而相同尺寸的FED在高对比度下只有5W；

⑤ 图像质量好，分辨率可达到1024X768，无视角限制，响应速度快，一般小于2微秒；

⑥ 发光亮度起伏小，成品率高；

- ⑦ 不需要偏转线圈，无X射线，抗电磁辐干扰和辐射，工作温度宽，一般可达到-40--+85；
- ⑧ 生产工艺简单，FED有数百个阴极，有几个不工作没有影响。

但目前要解决的是大面积的FED需要改善发光的均匀性和提高低压荧光粉的发光效率。在实用中，封接、排气、真空维持等工艺尚有困难，这些问题解决后FED大有前途。

新型显示设备---E-Paper (电子纸, 数码纸)



将来会有更多的新型器件和原理制成新的显示器，
如：碳纳米管制成的显示器（日本），铁电液晶
显示器（韩国），Sharp公司甚至做出了能卷曲
的显示器。

六、数字图像处理的应用

数字图像处理的应用越来越广。它的应用已渗透到了工程、工业、医疗保健、航空航天、军事、科研、安全保卫等各个方面，在国计民生及国民经济中发挥越来越大的作用。

学 科 应 用 内 容

物理、化学

结晶分析、谱分析

生物、医学

细胞分析、染色体分类、

血球分类、X光照片分析、CT

环境保护

水质及大气污染调查

地 质

资源勘探、地图绘制、GIS

农 林 植被分布调查、农作物估产

海 洋 鱼群探查、海洋污染监测

水 利 河流分布、水利及水害调查

气 象 云图分析等

通 信 传真、电视、多媒体通信

工业、交通 工业探伤、铁路选线、机器人、产品质量监测

经	济	电子商务、身份认证、防伪
军	事	军事侦察、导弹致导、电 子沙盘、军事训练
法	律	指纹识别、人脸识别等
安	全	加密、信息隐藏、数字水印等

1) 遥感: (Remote Sensing)

在遥感的发展和大事纪中，我们可以看到大量的与图像处理密切相关的技术。

1839年 世界上出现第一幅照片——最简单的图像处理；

1858年 有人在巴黎上空乘热气球拍摄第一张照片；

1909年 意大利人乘飞机拍摄了第一张照片；

1924年 MANNER 首次制成彩色照片；

1937年 世界上出现彩色航空照片；

1957年 前苏联发射第一颗人造地球卫星；

1958年 美国发射第一颗人造地球卫星等

都为遥感技术的发展奠定了坚实的基础。

1959年 前苏联发射月球一号；

1962年 国际上正式使用遥感一词
(Remote Sensing);

1972年 美国发射第一颗资源探测卫星
LANDSAT- I ——四个波段,
地面分辨率 $59 \times 79\text{m}$

1975年 LANDSAT- II,

1978年 LANDSAT-III 分辨率 $40 \times 40\text{m}^2$ 。

1982年 LANDSAT-IV 分辨率 $30 \times 30\text{m}^2$ ，

在这颗卫星上配量了GPS系统

(Global positioning System)，定位

精度在地心坐标系中为 $\pm 10\text{m}$ 。)

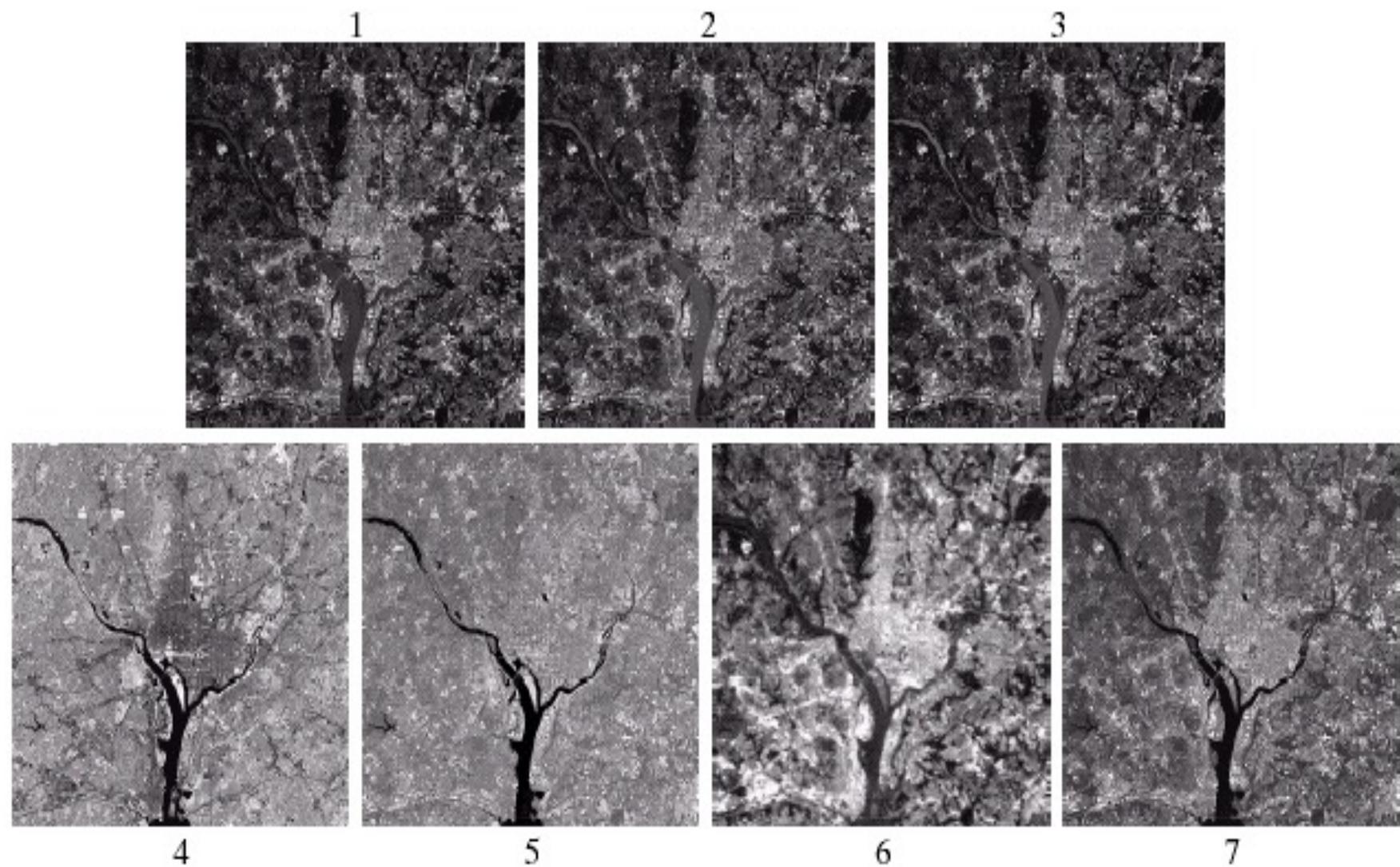


FIGURE 1.10 LANDSAT satellite images of the Washington, D.C. area. The numbers refer to the thematic bands in Table 1.1. (Images courtesy of NASA.)

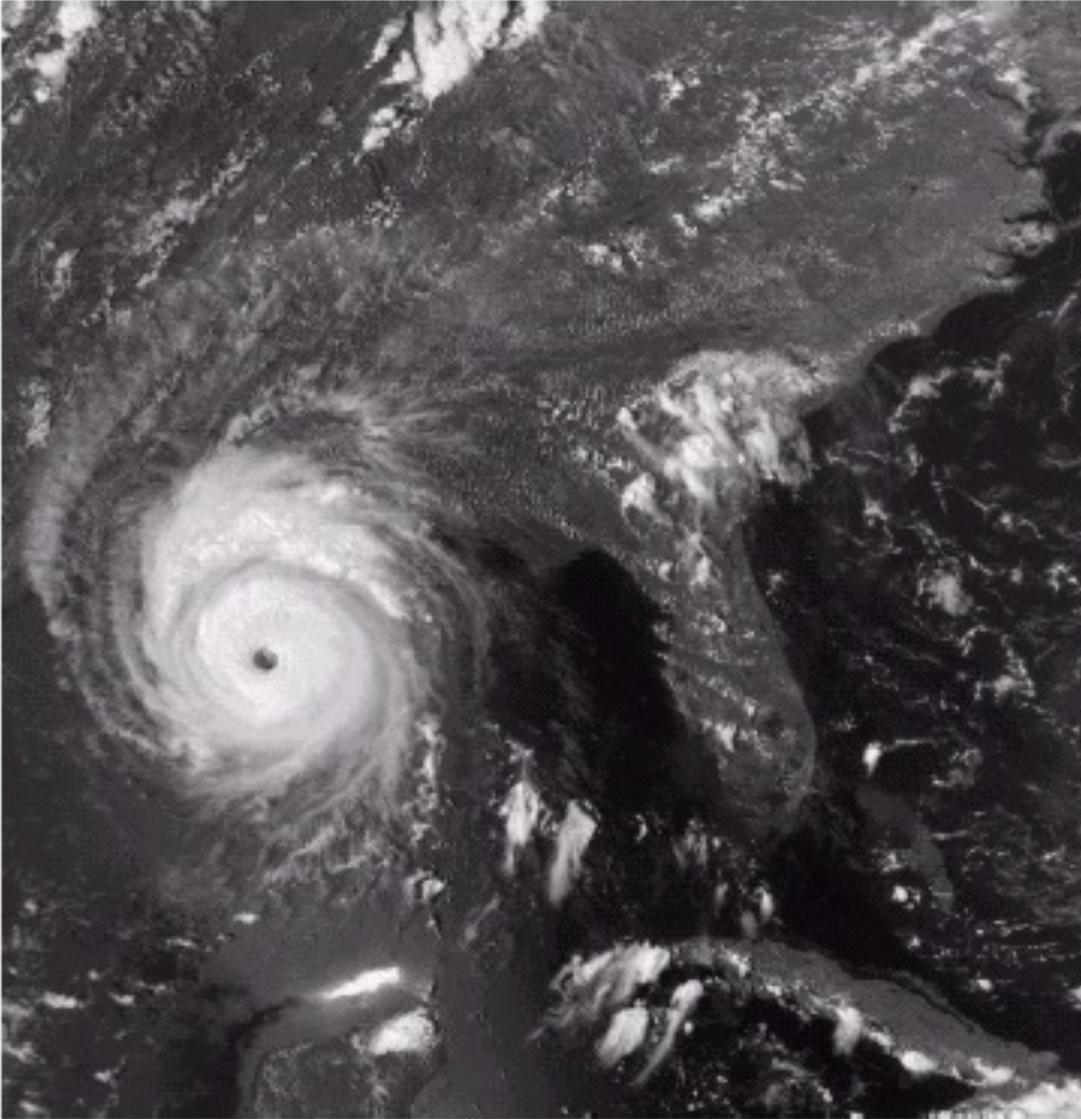
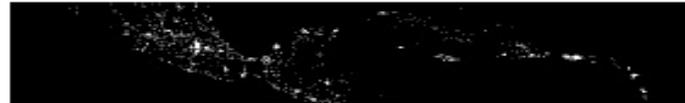
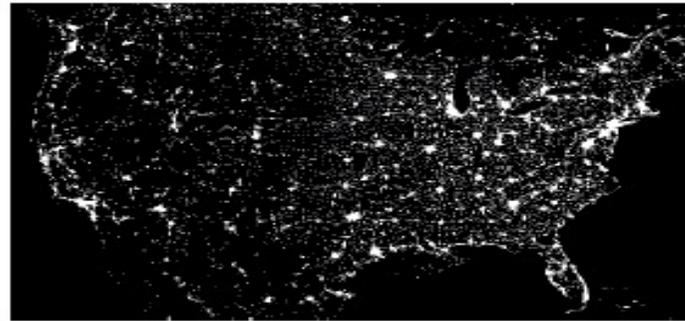
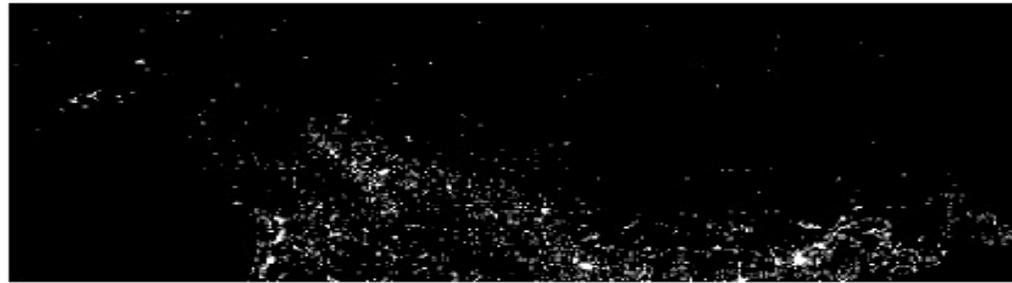
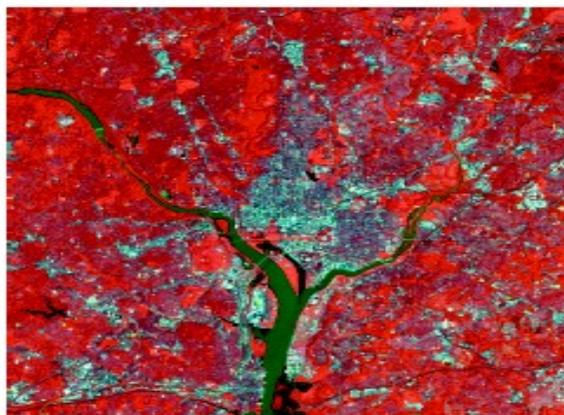


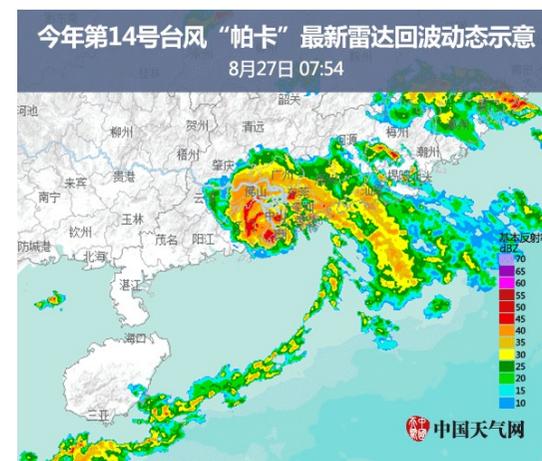
FIGURE 1.11
Multispectral
image of
Hurricane
Andrew taken by
NOAA GEOS
(Geostationary
Environmental
Operational
Satellite) sensors.
(Courtesy of
NOAA.)

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





遥感图像处理的用处越来越大，效率及分辨率也越来越高。如：土地测绘、资源调查、气象监测，环境污染监测、农作物估产、军事侦察等。



我国国土普查，用航片要**50**万张，用卫片，**600**张就可以了，**18**天就可以普查一次。

当前，在遥感图像处理中主要解决数据量大和处理速度慢的矛盾。

2) 医学应用:

图像处理在医学界的应用非常广泛，无论临床诊断还是病理研究都大量采用图像处理技术。它的直观、无创伤、安全方便的优点受到普遍的欢迎与接受。其主要应用例子，如X光照片的分析，血球计数与染色体分类等。目前广泛应用于临床诊断和治疗的各种成像技术，如超声波诊断等都用到图像处理技术。

有人认为计算机图像处理在医学上应用最成功的例子就是X光CT (X-ray Computed Tomography)。

在1968~1972年英国的EMI公司的G. N. Hounsfield研制了头部CT，1975年又研制了全身CT。70年代下半年美、日、法、荷兰相继生产CT。

其研制者G. N. Hounsfield（英）和 A. M. Cormack（美）获得了79年的诺贝尔生理医学奖。这足以说明CT的发明与研究对人类贡献之大、影响之深。



在生物医学领域的重要计划就是“数字化虚拟人”。该计划最早由美国国立图书馆支持的VHP（Visible Human Project）。1989年立项，1994，1995年相继推出高精度的一男一女的高精度，高分辨率组织切片光学照片，CT和MRI断层图像数据集。这一举动在美国及全世界医学界产生了巨大影响。其意义体现在四方面：

- (1) 实现了人体解剖信息的数字化，影响深远。**
- (2) 大大提高了人体解剖的可视化水平，使人类在认识自身结构方面前进了一步。**
- (3) 开辟了医学研究的虚拟环境。提供了医生的训练机会，对提高医疗水平有重要意义。**
- (4) 作为高质量，高水平的基础医学数据集，将人体解剖信息资源为全人类共享。**

3)、图像处理技术在通信中的应用:

图像通信如按业务性能可分为: 电视广播(点对点通信)、传真、可视电话(点对点通信)、会议电视(点对多点)、图文电视、可视图文以及有线电视等。

1)、传真:

从历史上看，早在1865年在法国试验成功传真通信（巴黎至里昂），但后来由于技术及经济原因发展一直非常缓慢。70年代后，图像通信逐渐成为人们生活中常用的通信方式，随着大规模集成电路的发展，使得图像通信中所需的关键技术逐步得到解决，推动了图像通信的发展。

传真是把文字、图表、照片等静止图像通过光电扫描的方式变成电信号加以传送的设备。

1980年CCITT为三类传真机和公共电话交换网上工作的数字传真建立了国际标准，即：

一类机— 不压缩，4线 / 毫米，A4文件
传6分钟；

二类机— 采用频带压缩技术（残留边带
传输）4线/毫米，传A4文件需
3分钟；

三类机— 在传送前采用去冗余技术，在
电话线上以1分钟传A4文件；

四类机— 在三类机的基础上发展的采用
去冗余技术的传真设备，采用
去冗余、纠错码技术在公用数
据网上使用的设备，加Modem
也可以在公用电话网上使用。

经过多年发展，传真技术不断进步，现在已有仅数秒钟就可传送一幅A4文件的传真机，分辨率高达16点 / 毫米。

1984年CCITT提出了ISDN的建议，以及当今基于IP的多媒体通信都意味着非话业务通信方式已在通信中占有重要位置。

2)、电视广播：单色电视广播1925年在英国实现。
1936年BBC开始电视广播。目前出现的彩色电视有三种制式，即NTSC(美国、日本等)、PAL(中、西欧、非洲等)和SECAM(法国、俄罗斯等)。

3) 、可视电话和会议电视：1964年美国国际博览会展出了Picture-phone MOD-I可视电话系统，带宽为1MHz。目前的可视电话/会议电视均采用数字压缩技术，也出现了相应的国际标准。

如：图像编码标准H. 261、H. 263等，会议电视的H. 320标准，在专用通信网中用PCM一次群传输，速率为2048Kbit/s。桌面型系统遵循H. 323标准。

4) 、图文电视和可视图文:

图文电视 (Teletext) 和可视图文 (Videotex) 是提供可视图形文字信息的通信方式。图文电视是单向传送信息, 它是在电视信号消隐期发送图文信息, 用户可用电视机和专用终端收看该信息; 可视图文是双向工作方式, 用户可用电话向信息中心提出服务内容或从数据库中选择信息。

5) 、 有线电视(CATV):

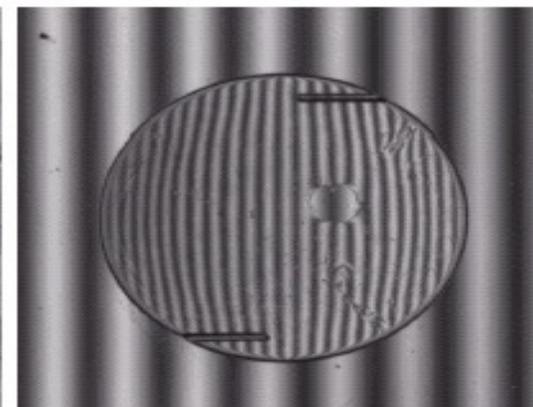
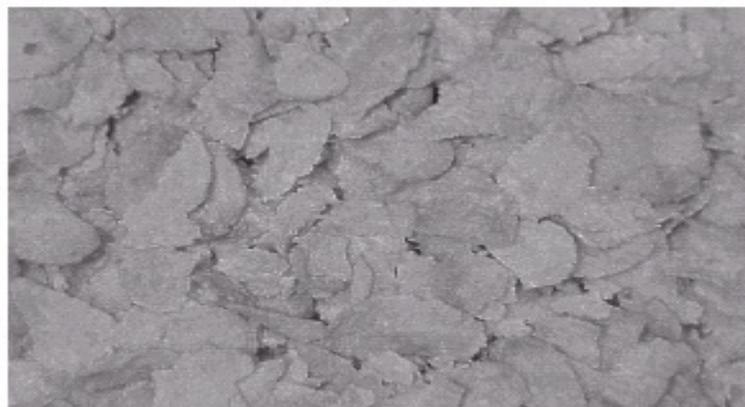
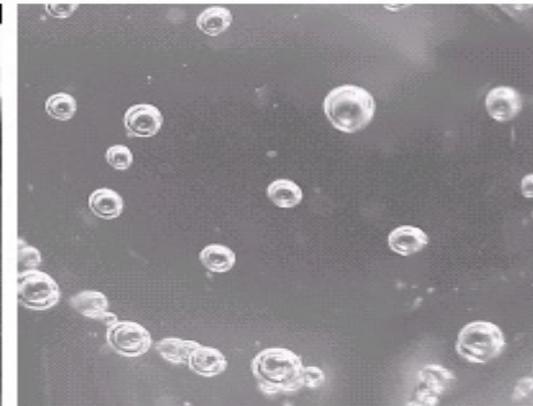
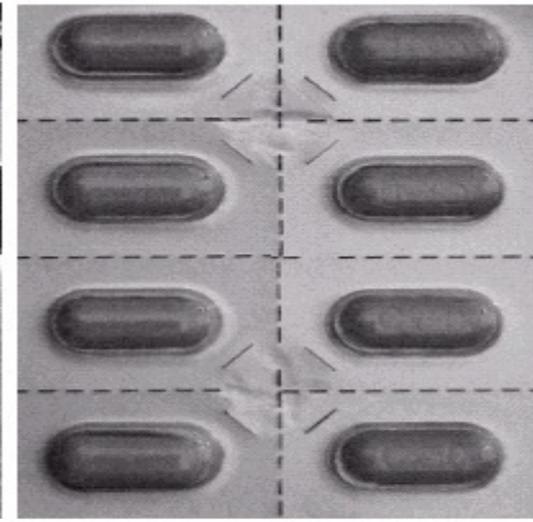
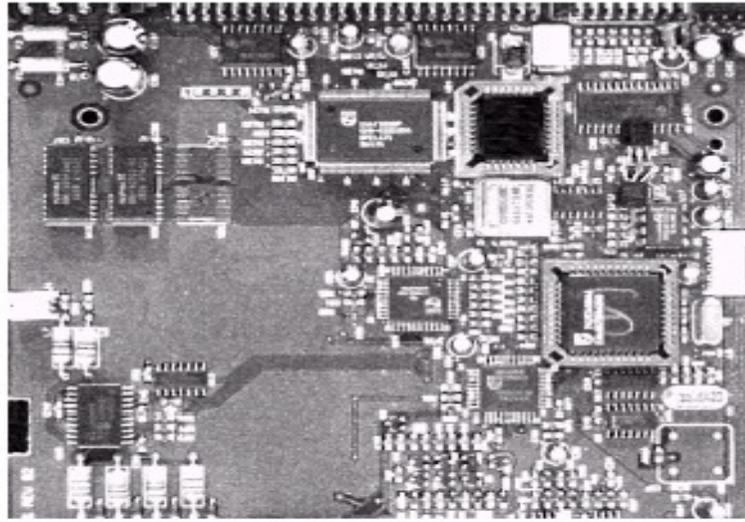
是通过电缆或光缆传送的电视节目。第一个有线电视系统于1949年安装在美国，采用光缆实现的CATV 是1977年后的事情。

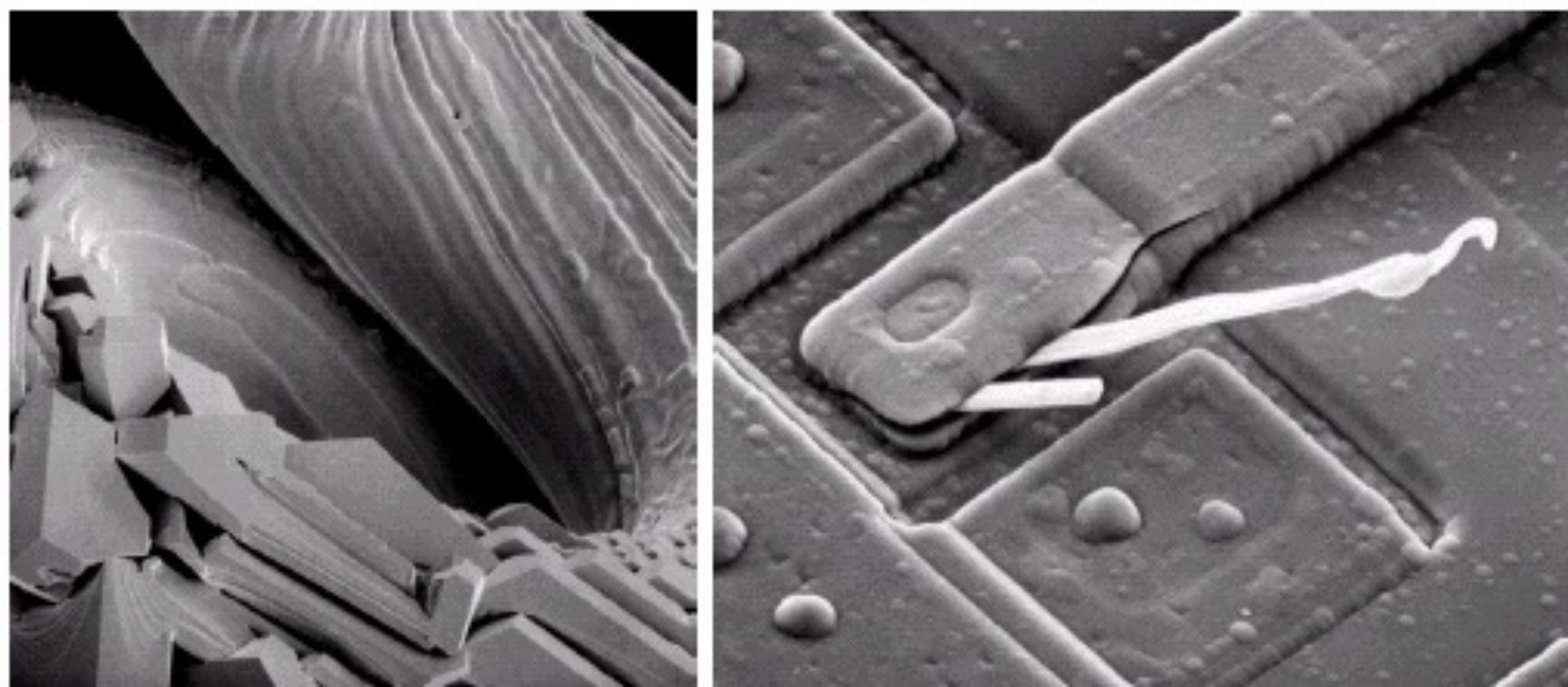
4)、工业生产的质量控制:

在生产线上对生产的产品及部件进行无损检测也是图像处理技术的一个应用领域。如食品包装出厂前的质量检查，浮法玻璃生产线上对玻璃质量的监控，甚至在工件尺寸测量方面也可以采用图像处理的方法加以自动实现。

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.)





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.)

5)、安全保障、公安等方面的应用:

该领域将采用模式识别等方法实现监控、指纹档案、案件侦破、交通管理等。

6)、教学及科研领域中也大量应用图像处理技术。

如科学可视化技术，远程培训及教学也大量使用图像处理技术的成果。

7)、电子商务中，图像处理技术也大有可为。

如：身份认证、产品防伪、水印技术、虚拟试衣间等；

8)、**游戏、电影娱乐等**

七、数字图像处理领域的发展动向

自六十年代第三代数字计算机问世以后，数字图像处理技术出现了空前的发展，其形势可谓是方兴未艾。

在该领域中需进一步研究的问题，不外乎如下五个方面：

1)、提高精度的同时解决处理速度问题。如在航天遥感、气象云图处理方面，巨大的数据量和处理速度仍然是主要矛盾之一。

2)、加强软件研究、开发新的处理方法，特别要注意移植和借鉴其他学科的技术和研究成果，创造新的处理方法。

3) 、加强边缘学科的研究工作，促进图像处理技术的发展。如：人的视觉特性、心理学特性等的研究如果有所突破，对图像处理技术的发展会有极大的促进作用。

4) 、加强理论研究，逐步形成图像处理科学自身的理论体系。

5)、时刻注意图像处理领域的标准化问题。图像的信息量大、数据量大、故而图像信息的建库、检索和交流是一个极严重的问题。就现有的情况看，软件、硬件种类繁多，交流和使用极为不便，这成了资源共享的严重障碍。应及早建立图像信息库，统一存放格式，建立标准子程序，统一检查方法。

图像处理技术未来发展大致可归纳如下四点：

1)、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。

围绕着HDTV（高清晰度电视）的研制将开展实时图像处理的理论及技术研究。

2)、图像、图形相结合朝着三维成像或多维成像的方向发展；

3)、硬件芯片研究；

4)、新理论与算法研究

图像处理特别是数字图像处理科学经初创期、发展期、普及期及广泛应用几个阶段，如今已是各个学科竞相研究并广泛应用的一门科学。今天，随着科技事业的进步以及人类需求的多样化发展，多学科的交叉、融合已是现代科学发展的突出特色和必然途径。

图像处理科学又是一门与国计民生紧密相联的一门应用科学，它的发展与应用与我国的现代化建设联系之密切、影响之深远是不可估量的。图像处理科学无论是在理论上还是实践上都存在着巨大的潜力。