

# 数字图像处理

## 第1章 绪论 (2)

信息科学研究所

### (6)、图像编码

图像编码的研究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学及心理学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降低数据率以减少传输带宽；
- 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、 $\Delta M$ 、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，五十多年的研究已有多种成熟的方法得到应用。随着多媒体技术的发展已有若干编码标准由ITU-T制定出来。如JPEG、H. 261、H. 263、MPEG1、MPEG2、MPEG4、MPEG7。

JBIG(二值图像压缩) (Joint Bi-level Image Coding Expert Group)、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；
- 句法结构模式识别法；
- 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，这一独特性的识别方法目前正处于研究阶段，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。该处理输入的是图像，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。图像理解有时也叫景物理解。在这一领域还有相当多的问题需要进行深入研究。

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。



#### E、图像的输出与显示

图像处理的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 $256 \times 256$ 、 $512 \times 512$ 、 $1024 \times 1024$ 等，发展到至今 $5120 \times 2880$ 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。目前，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。

目前，分辨率为 $1280 \times 1024$ 、行频64KHz、点频110MHz的CRT已很普遍，高分辨率的可达到 $1920 \times 1035$ ，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不到30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 (Plasma Display Panel——PDP)

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。

它的工作原理有两个基本过程：

- 1)、气体放电，惰性气体受电信号的作用放电发射真空紫外线；
- 2)、紫外线激发荧光粉发光。

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，最新报道日本sony和日立公司已推出亮度达到1000cd/m<sup>2</sup>的平板电视机。
- 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，目前在以上。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(Field Effect Display —— FED)

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。

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，抗电磁辐射干扰和辐射，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。在实际应用中，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 $\pm 10\text{m}$ 。)

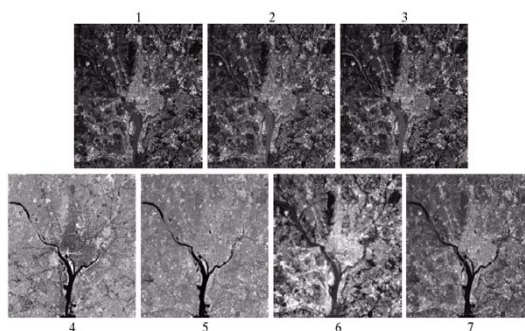


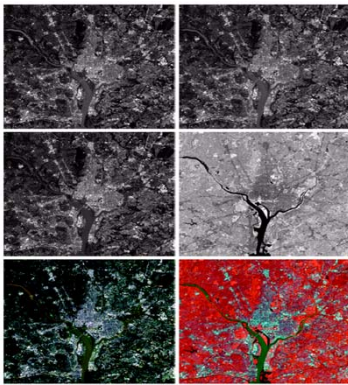
FIGURE 1.10 LANDSAT satellite images of the Washington, D.C. area. The numbers refer to the thematic bands in Table 1.1. (Images courtesy of NASA.)





**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。

如：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，无论是在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。其主要应用可举出众多的例子，

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。

其中主要研制者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。



**G. N. Hounsfield**

Central Research  
Laboratories, EMI  
London



**A. M. Cormack**

Tufts University  
Medford, MA, USA

类似的设备目前已有多种，如：

核磁共振CT(NMRI: Nuclear Magnetic Resonance Imaging)，

电阻抗断层图像技术(EIT: Electrical Impedance Tomography)或阻抗成像(Impedance Imaging)，这是一种利用人体组织的电特性（阻抗、导纳、介电常数）形成人体内部图像的技术。

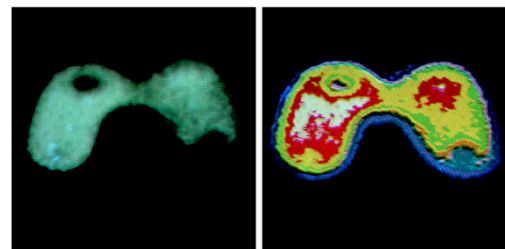
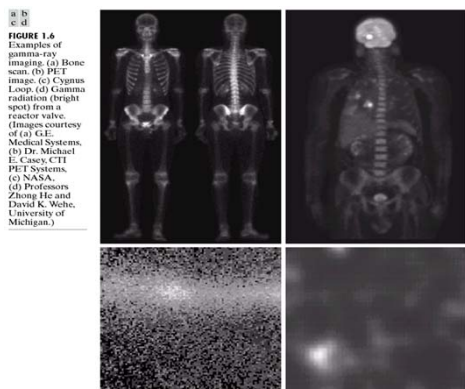
由于不同组织和器官具有不同的电特性。因此，  
这些电特性包含了解剖学信息。更重要的是人体组织的电特性随器官功能的状态而变化，因此，  
EIT可望绘出反应与人体病理和生理状态相应功能的图像。

目前，EIT已发展了一些相应的算法（图像重建算法），并在临床应用中也正在探索（如：中枢系统、呼吸系统、心血管系统、消化系统）。

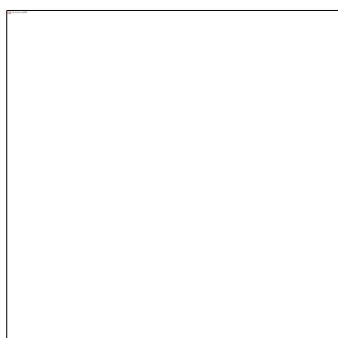
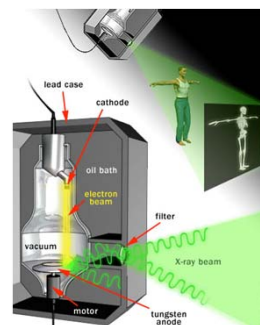
当前的主要问题是分辨能力差，原因是入射电流进入人体组织后呈三维分布发散，因此，指向性不强，并且电流在人体组织中的分布规律复杂，未知因素多。

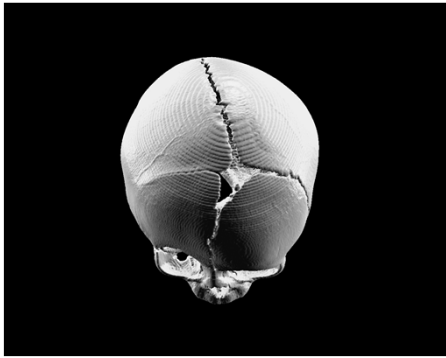
虽然EIT分辨率不高，但是生物阻抗技术提取的组织 and 器官的电特性信息对血液、气体、体液和不同组织成份有独特的鉴别能力，对血液的流动分布，肺内的气血交换，体液含量与流动等非常敏感，

以此为基础，可进行心、脑、肺及相关循环系统的功能评价及血液动力学与流变学的研究。该技术对肺癌的早期发现显示出很大优越性，这一点是现有的其他成像技术无法比拟的。



**FIGURE 6.20** (a) Monochrome image of the Picker Thyroid Phantom. (b) Result of density slicing into eight colors. (Courtesy of Dr. J. L. Blankenship, Instrumentation and Controls Division, Oak Ridge National Laboratory.)





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：

可视人计划 (VHP)



- (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。

按美国Mayo研究所的Robert Rob教授的划分，把虚拟人划分为五代：

第一代，特征（properties）是几何解剖（Geometric Anatomy），如3D器官形状；

第二代，特征是物理动态建模（Physical Dynamic Modeling）；

第三代，生理特征（Physiologic Characteristics）；

第四代，显微解剖（Microscopic Anatomy）；

第五代，生化系统（Biochemical Systems）。

总之这是一个长期的庞大的，涉及多学科的计划，所以重建技术在医学中占有十分重要的地位。

(3)、图像处理技术在通信中的应用：

图像通信如按业务性能划分可分为：

电视广播（点对面通信）、

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。

如按图像变化性质分：

可分为静止图像和活动图像通信。

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。

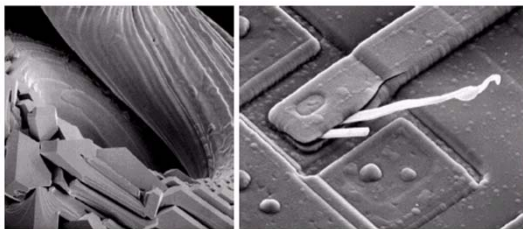
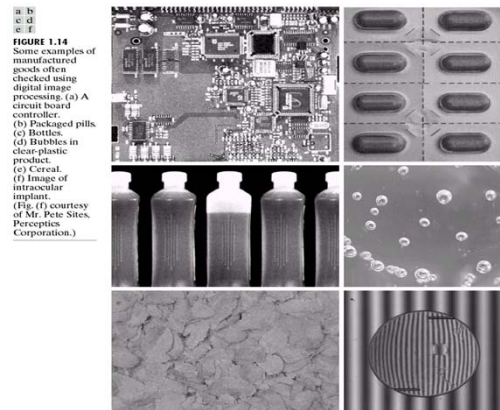
如：图像编码标准H. 261、H. 263等，会议电视的H. 320标准，在专用通信网中用PCM一次群传输，速率为2048Kbit/s。桌面型系统遵循H. 323标准。

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：

在生产中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广泛的应用领域。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和筛选，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。另外铁谱分析也是一个典型的应用。



**FIGURE 1.21** (a) 250× SEM image of a tungsten filament following thermal failure. (b) 2500× 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.)

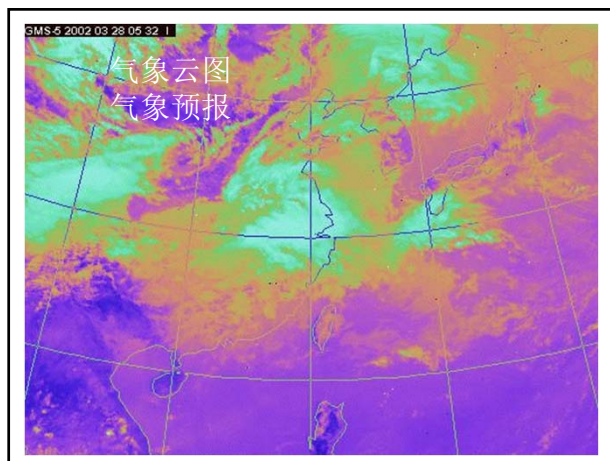
#### (5)、安全保障、公安等方面的应用：

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，远程培训及教学也将大量使用图像处理技术的成果。

(7)、当前呼声甚高的电子商务中，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；







### 军事应用 隐形飞机、定位轰炸



### 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，不外乎如下四个方面：

- (1)、在进一步提高精度的同时着重解决处理速度问题。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，将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

(4)、新理论与算法研究

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, 如: Wavelet 、Fractal 、Morphology、遗传算法、神经网络等。

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在各个领域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,

而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。