

数字图像处理



杭电 李黎教授



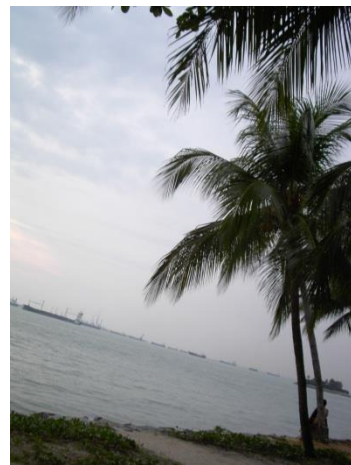


图片处理



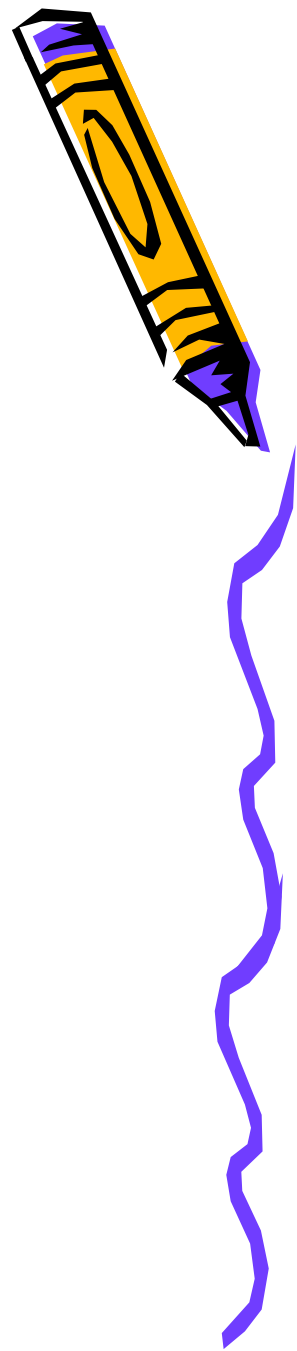
生活空间





课程内容

- 概论
- 数学图像处理基础
- 图像增强与平滑
- 频域处理
- 图像分割和边缘检测
- **MATLAB**在图像处理中应用介绍
- 图像编码
- 最新相关科研动态介绍



考试方法

平时课堂点名,作业占40分。

参考书:

《计算机图象处理》，何东健 等编 西安电子科技大学出版社

《数字图像处理学》，陈传波 等编，机械工业出版社

《**MATLAB** 6.5辅助图像处理》，飞思科技产品研发中心，电子工业出版社

《数字图像处理-应用篇》谷口庆治 编 科学出版社

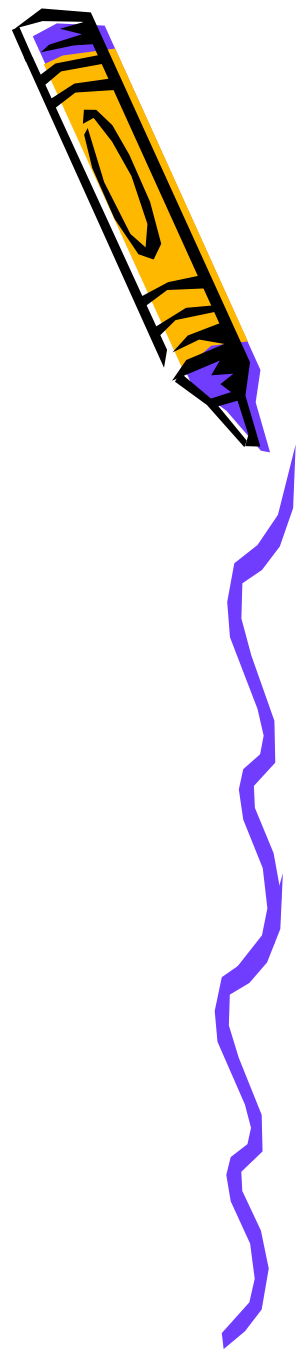
《冈萨雷斯数字图像处理》阮秋琦 等译

《冈萨雷斯数字图像处理（**MATLAB**版）》阮秋琦 等译

联系方式: lili2008@hdu.edu.cn



Reference sources - Journals

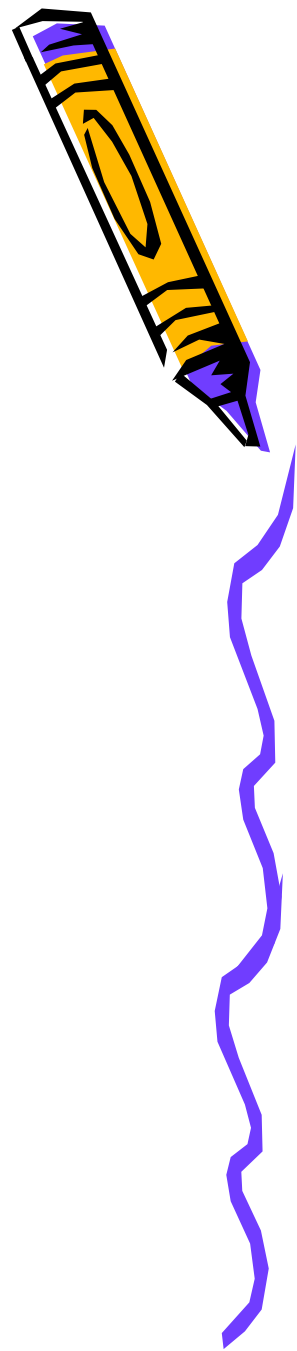


- 国内:
 - 中国图象图形学报
 - 电子学报
 - 软件学报
 - 自动化学报
 - 模式识别与智能计算

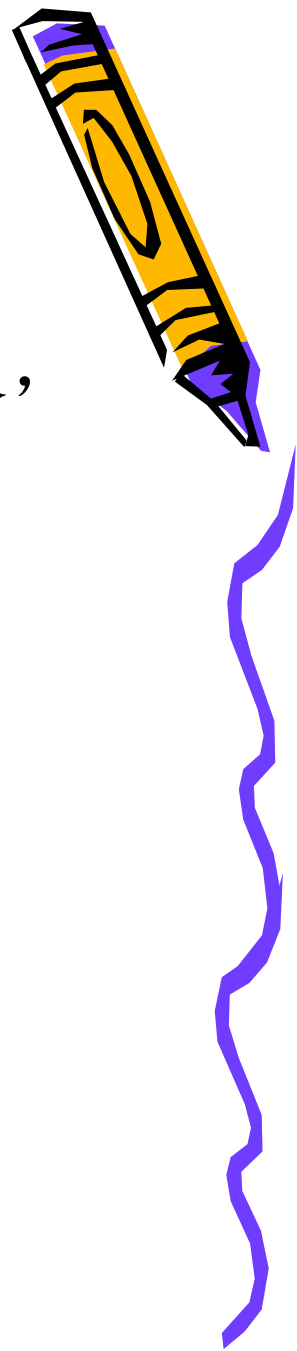


本讲内容-概论

- 一、数字图像处理科学对人类具有重要意义
- 二、图像处理的目的和主要内容
- 三、数字图像处理的特点
- 四、数字图像处理方法
- 五、图象工程与相关学科
- 六、图像处理的应用
- 七、图像处理的概念及术语
- 八、图像及其主要技术参数
- 九、图像处理软件的基本功能



概论

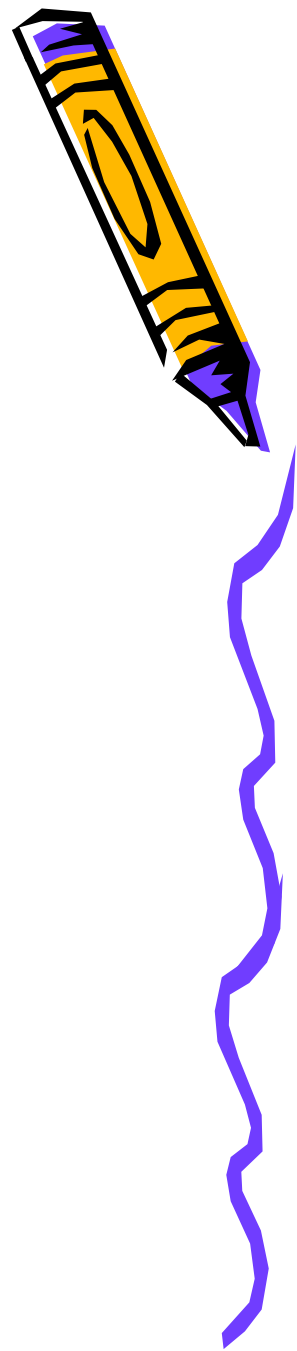


一、数字图像处理科学对人类具有重要意义，表现在：

- (1) 图像是人们从客观世界获取信息的重要来源
- (2) 图像信息处理是人类视觉延续的重要手段
- (3) 图像处理技术对国计民生有重要意义

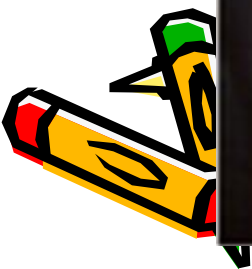
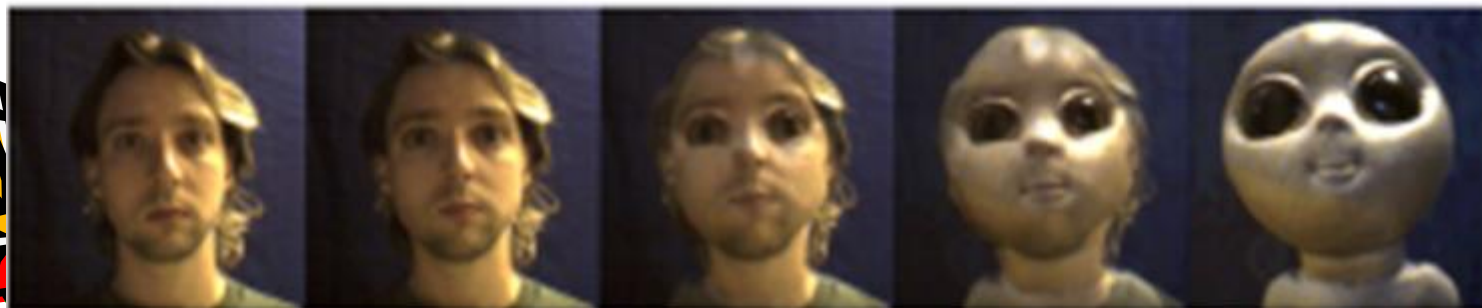
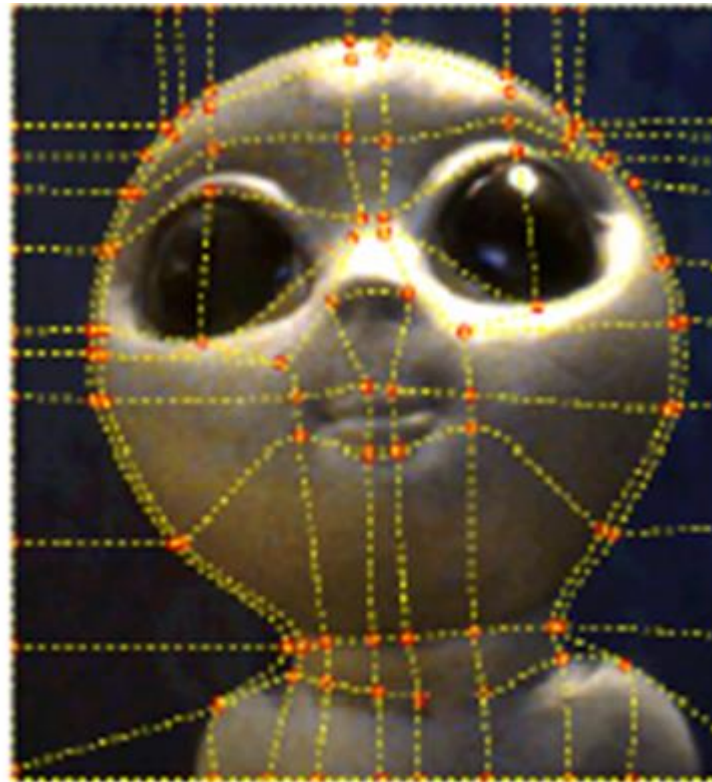
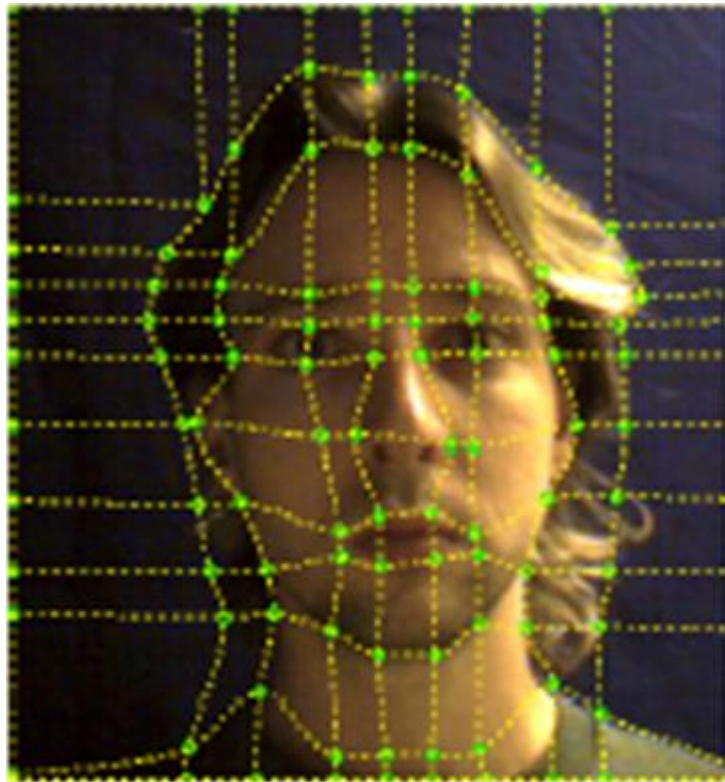


例1 计算机生成的图像



例2 变体图像

变体图像





例3 航拍图像-立体巡查监管 有效疏导船舶



- 6月20日晚，清远北江洪水水位降至警戒水位以下，经请示清远市三防办和广东海事局，清远海事局于6月21日9时解除封航管制。
- 北江白庙河段飞霞风景区峡江下游出口，是北江游江船舶游客上下船的集散地，在建的武广高速铁路北江特大桥就选址此处，船多流急紊乱，安全通航环境严峻。6月15日15时，北江清远水文站出现13.95米的洪峰水位，超过警戒线1.95米，清远北江段实施封航措施，至20日已滞留大小船舶近百艘。
- 为保障滞留船舶有序安全下航和武广高速铁路北江特大桥安全，清远海事局在6月20日晚连夜召开紧急会议制定了四项措施：一是由设在飞来峡大坝上游的水上交通安全检查站对滞留船舶按到达时间先后登记造册排序，安排入闸，并叮嘱下航时注意保持安全距离、服从海事部门指挥、将高频设在16频道守听；二是在飞来峡大坝下游十三坑处派驻海事监督船进行交通管制，确保出闸下航船舶以一定的安全距离通过；三是在白庙水域派驻两艘海事监督船艇在武广高速铁路北江特大桥上下游进行交通管制和指挥疏导船舶，要求上航船和旅游船注意避让下航船舶；四是通知在港锚泊船舶加强值班，密切注意水情变化，采取措施防止船舶发生搁浅事故。同时，广东海事局巡查执法支队积极配合，于21日派出一架直升机巡视北江大堤、芦苞水闸、北江飞霞水库等河段，为清远局提供空中航拍信息，实行空中巡航监管，确保汛期水上交通安全。



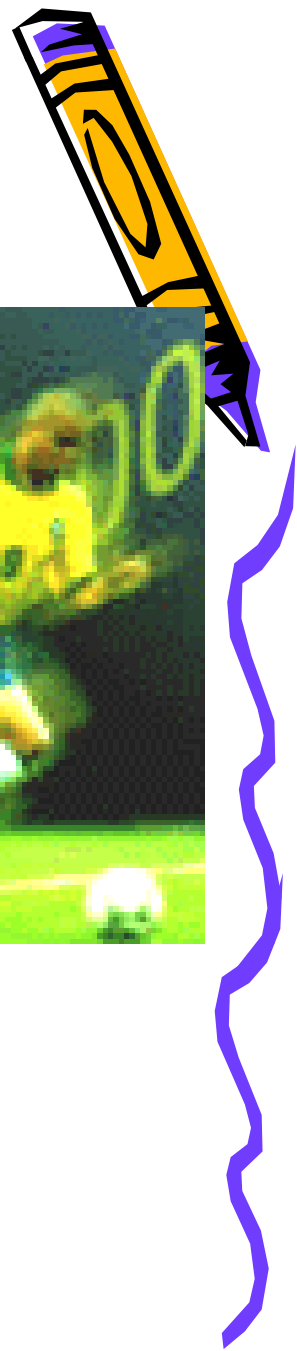
二、图像处理的目的和主要内容

- (1) 提高图象的视觉质量，以达到赏心悦目的目的。如去噪、改变图象亮度颜色等

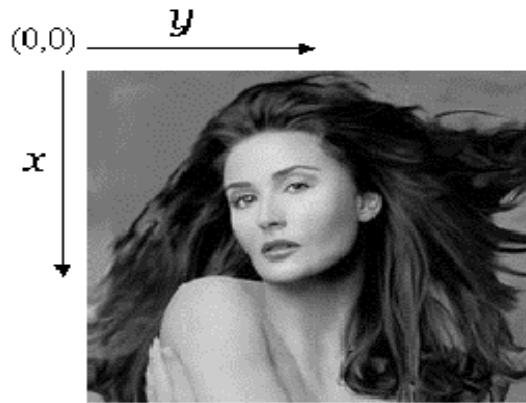




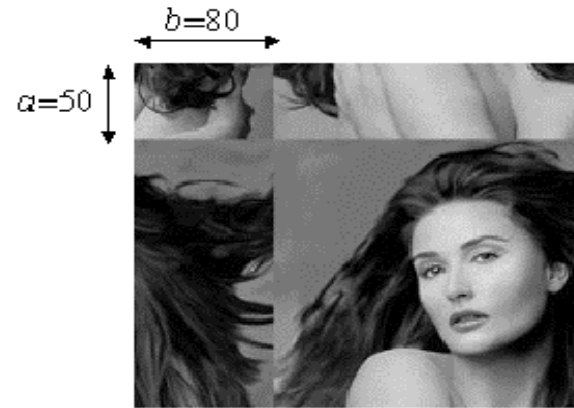
不同亮度和饱和度的同一张图片



(2) 提取图象中所包含的某些特征或特殊信息，以便于计算机分析。如模式识别、计算机视觉的预处理、频域特征、纹理特征等。

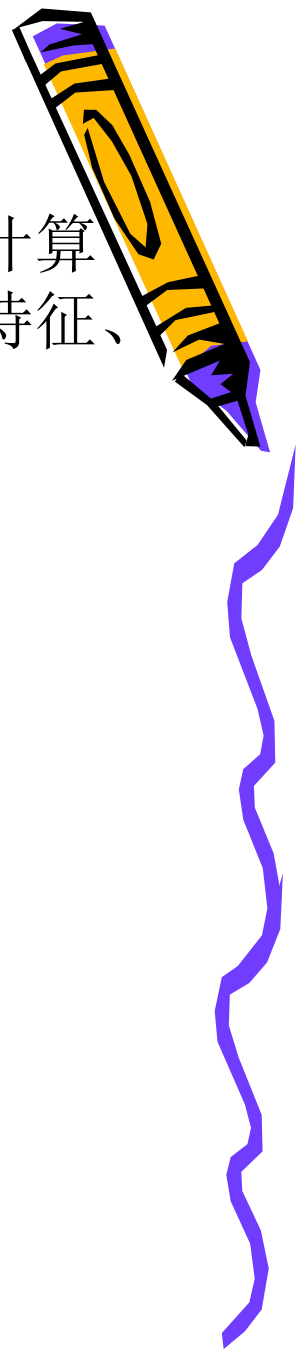


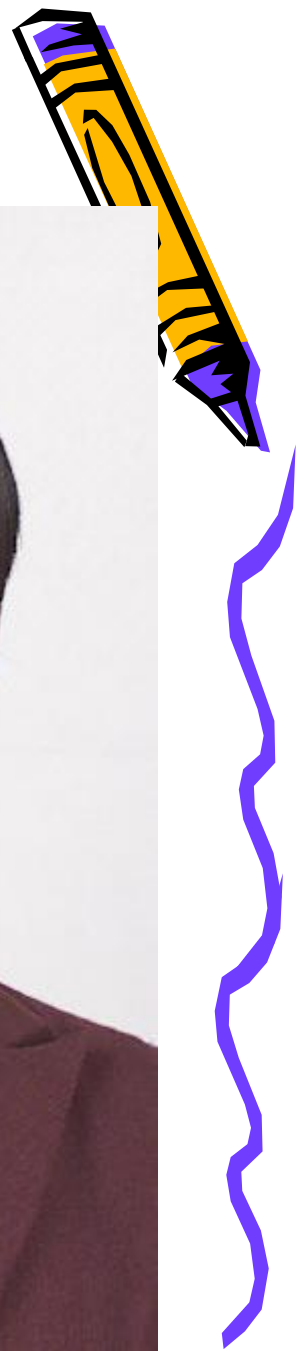
(a)

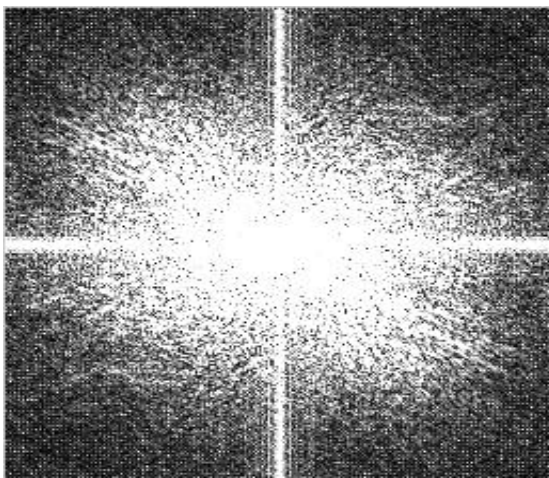
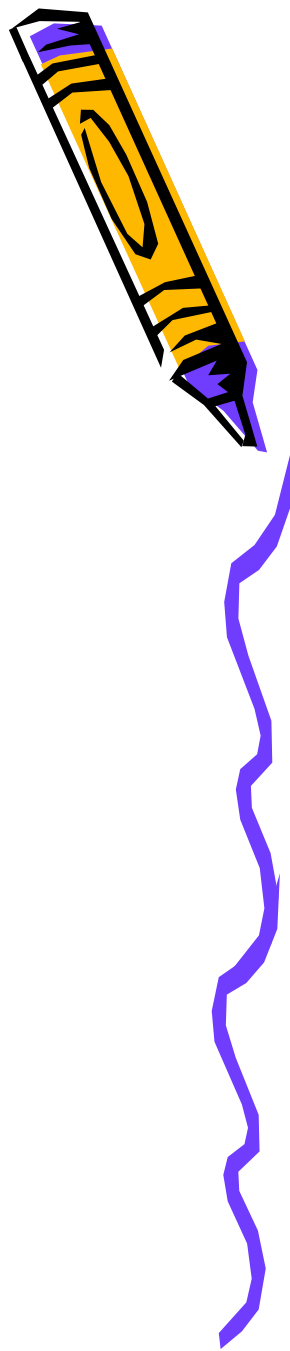


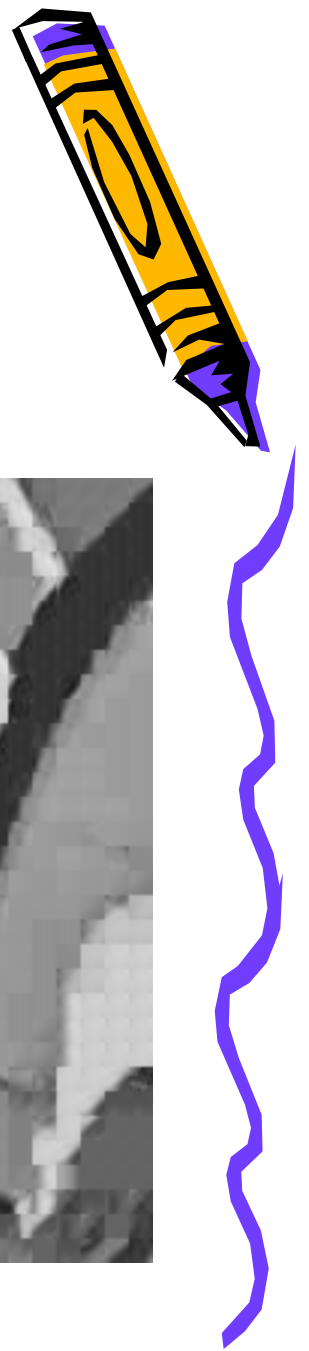
(b)

$(N-1, N-1)$









(3) 对图象数据进行变换、编码和压缩，以便于图象的存储和传输。

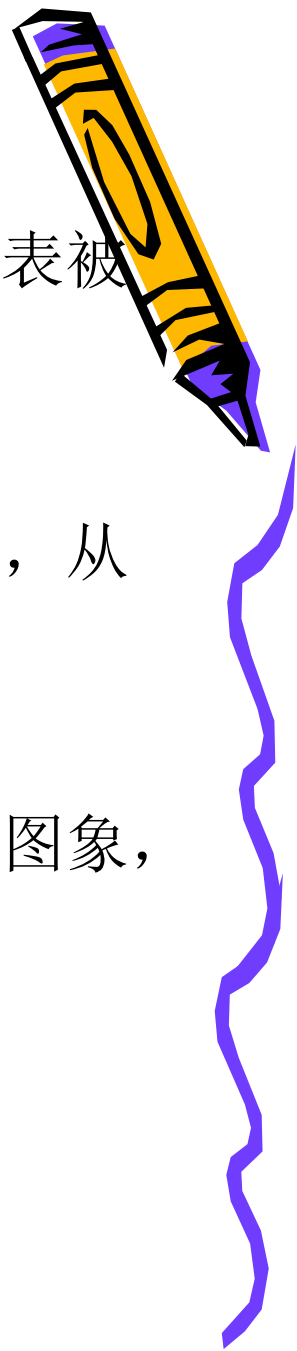


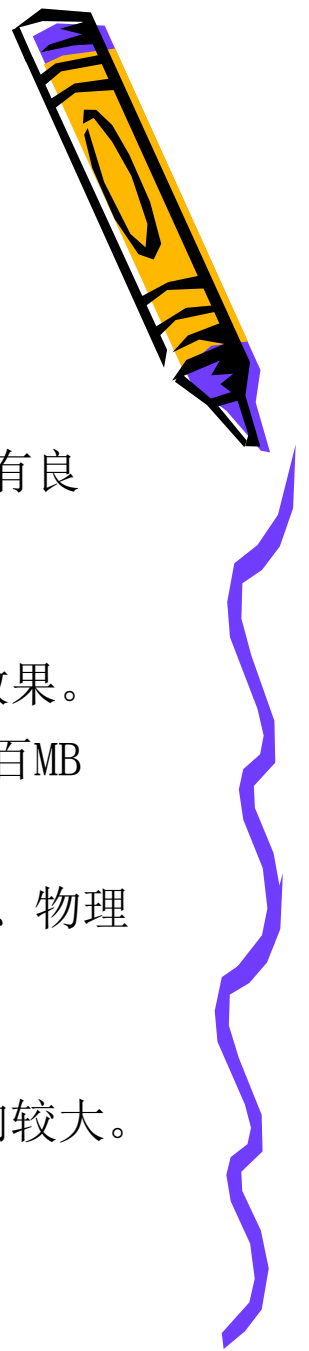
(4) 主要内容

- 图象获取、表示和表现
- 摄取图象、光电转换及数字化等几个步骤
- 图象复原
- 关键是对每种退化都需要有一个合理的模型，如掌握了聚焦不良成像系统的物理特性，便可建立复原模型。
- 图象增强
- 主观地改变图 象质量，通过实验和分析来选择一种合适的方法，来突出重要特征的可观察性



- 图象分割
- 按照一定的规则将图象分割成区域，每个区域代表被成像的一部分。
- 图象分析
- 对图象中的不同对象进行分割、特征提取和表示，从而有利于计算机对图象进行分类、识别和理解。
- 图象重建
- 输入的是某种数据，而经过处理后得到的结果是图象，如CT
- 图象压缩编码
- 存储和传输中占很大的容量和带宽，压缩数据量





三、数字图像处理的特点

(1) 处理精度高，再现性好。

计算机技术的发展保证计算精度和计算的正确性；

同一图象用相同的方法处理多次也可得到完全相同的效果，具有良好的再现性。

(2) 易于控制处理效果。

可以任意设定各种参数，能有效控制处理过程，达到预期处理效果。

(3) 图像信息量大，处理费时。数字信息量大 一幅图可能需要几百MB

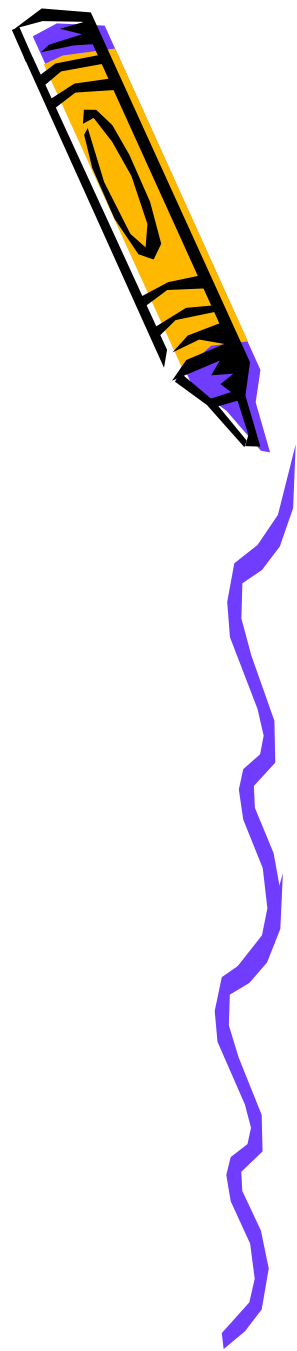
(4) 图像处理技术综合性强

如通信技术、计算机技术、电子技术、电视技术等，当然数学、物理学等更是基础

(5) 数字图像种各个像素是不独立的，其相关性大

数字图像处理的图像是给人观察和评价的，受各种主观因素影响较大。





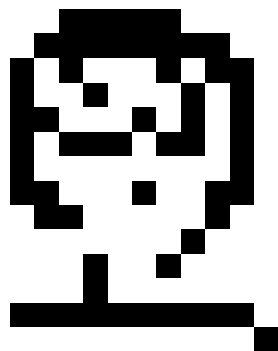
四、数字图像处理方法

(1) 空域法

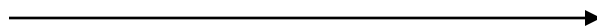
邻域处理法
点处理法



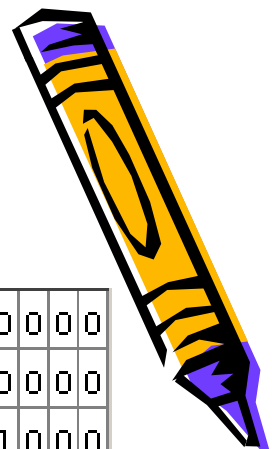
空域法



The pixel matrix of the binary image

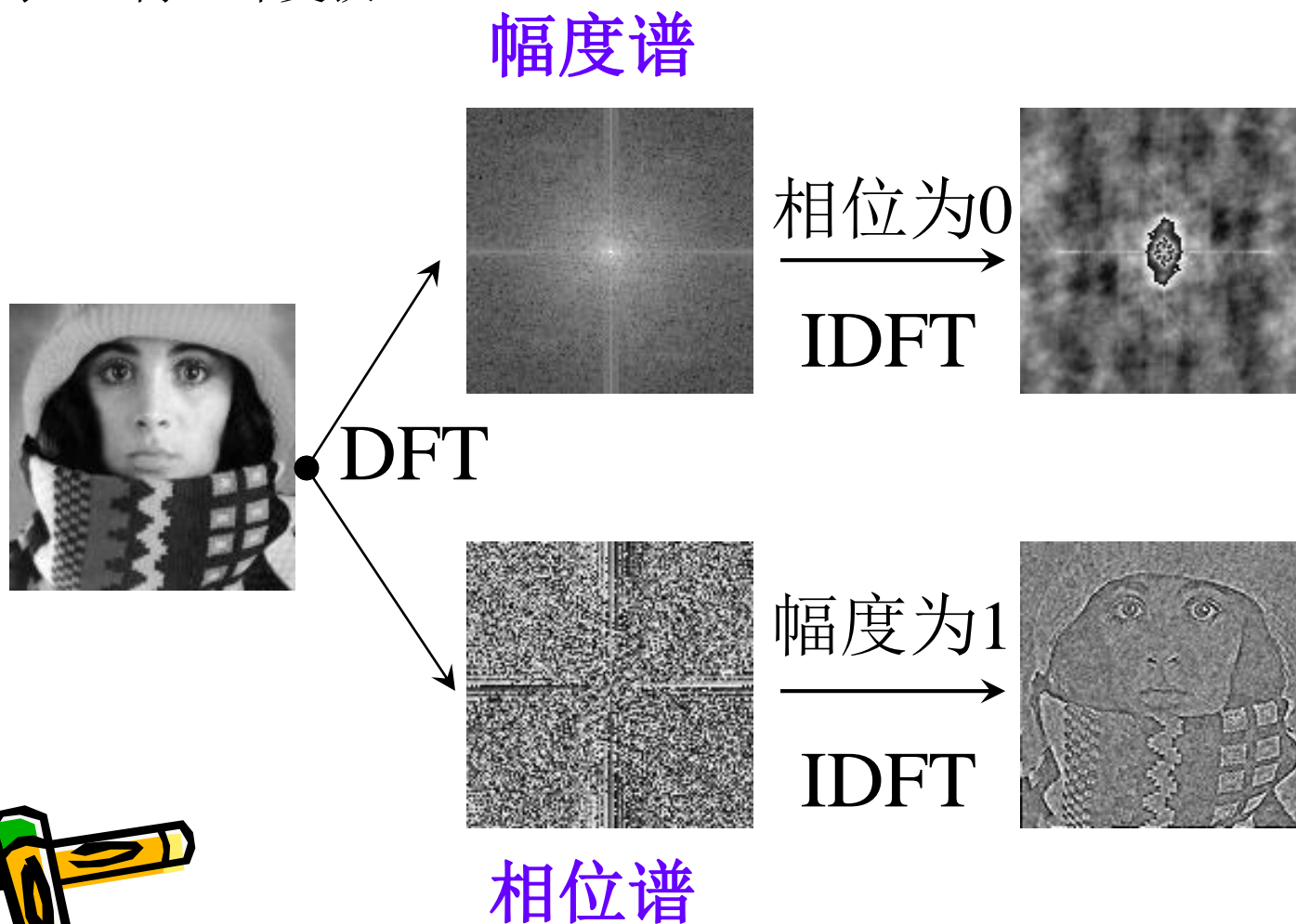


0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

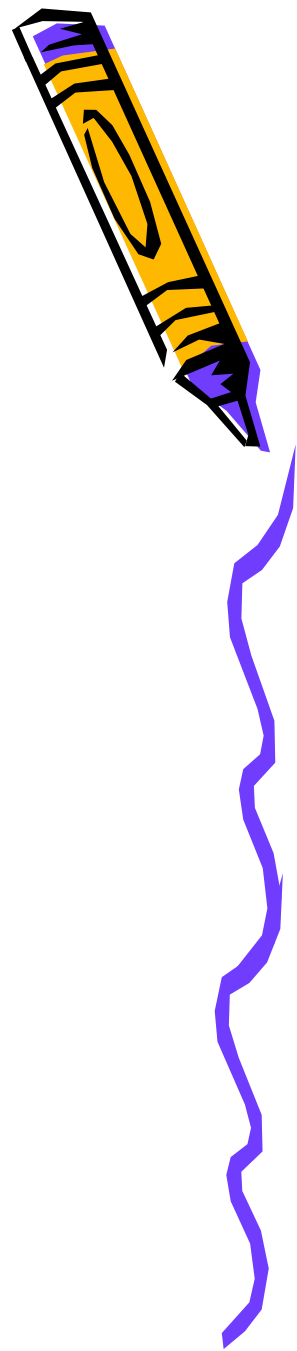
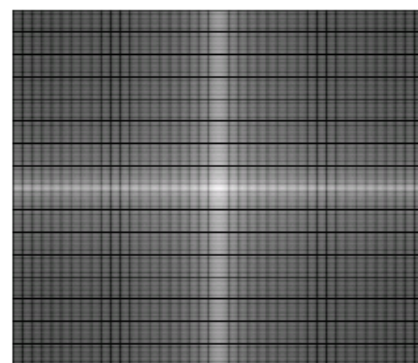
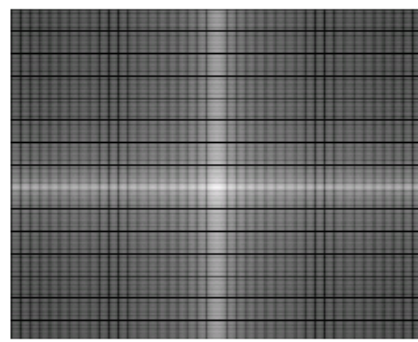


- (2) 变换域法

例子1：傅立叶变换



例子2：傅立叶变换平移性质



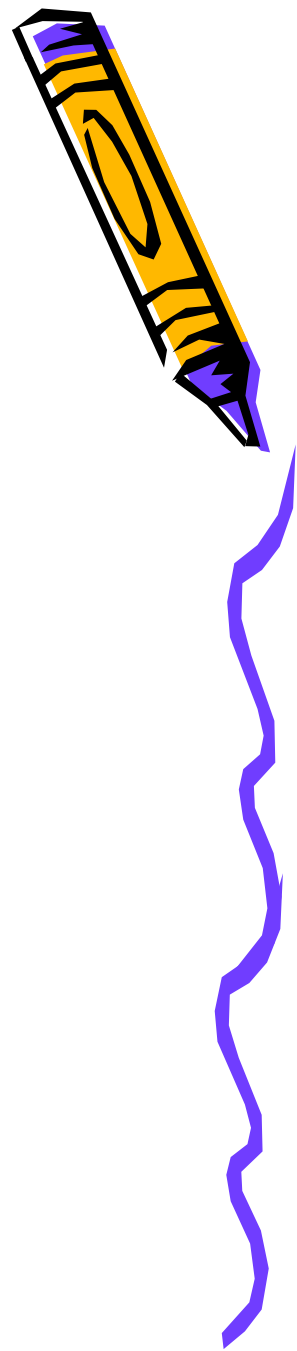


五、图象工程与相关学科

图象工程是**图象处理**、**图象分析**和**图象理解**三者有机结合，还包括它们的工程应用（根据抽象程度和研究方法不同划分）

- **图象处理**的重点是图象之间进行的变换（图象到图象）
- **图象分析**主要是对图象中感兴趣的目标进行检测和测量，以获得他们的客观信息，从而建立对图象的描述（图象到数据）
- **图象理解**的重点是在图象分析的基础上，进一步研究图象中各目标的性质和他们之间的相互联系，并得出对图象内容含义的理解以及对原来客观场景的解释，从而指导决策）





五、图象工程与相关学科

从图像到图像：图像处理

从图像到数据：图像分析

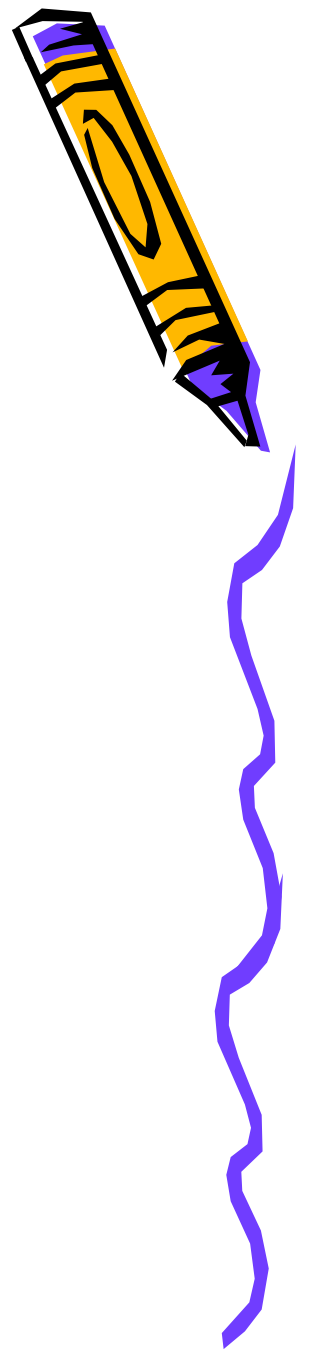
从数据到图像：计算机图形学

从图像到符号：模式识别

从数据或符号得到对景物的解释：

图像理解，计算机视觉

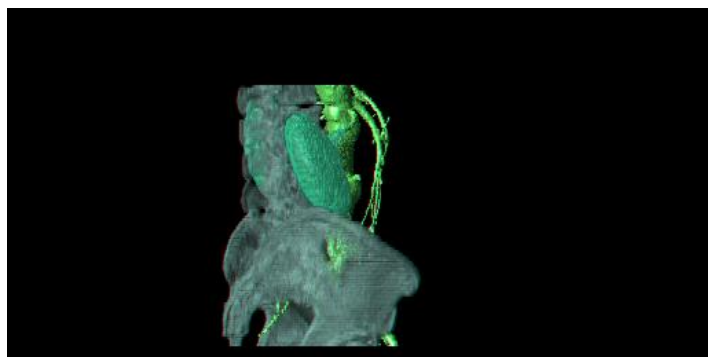




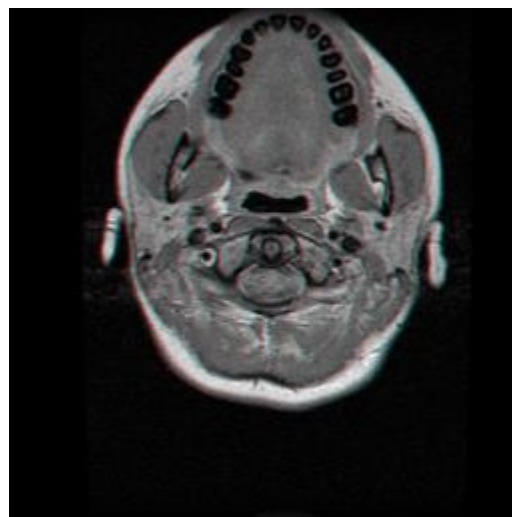
六、图像处理的应用

(1) 生物学中的应用

显微图像处理、DNA显示分析、染色体分析、心脏检查。。。

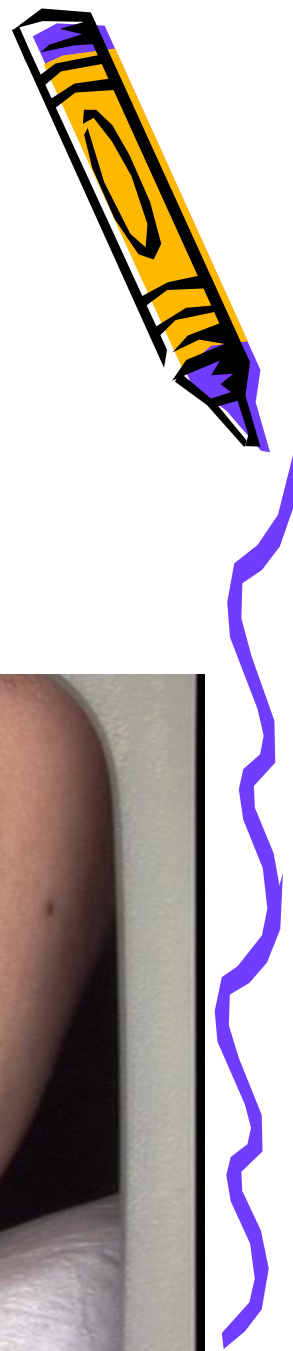


脊柱



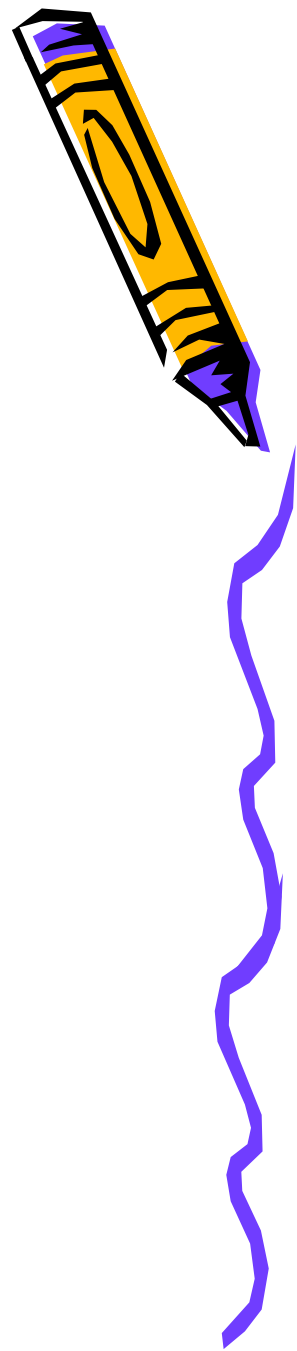
头颅





图象分割在医学图像中的应用

- 三维显示
- 虚拟人
- 电子解剖
- 虚拟内窥镜
- 计算机辅助手术
- 远程手术





THE VISIBLE HUMAN PROJECT®

Color Cryosections

Thorax



Pelvis



gyrus precentralis dext

gyrus postcentralis dext

gyrus frontalis medius dext

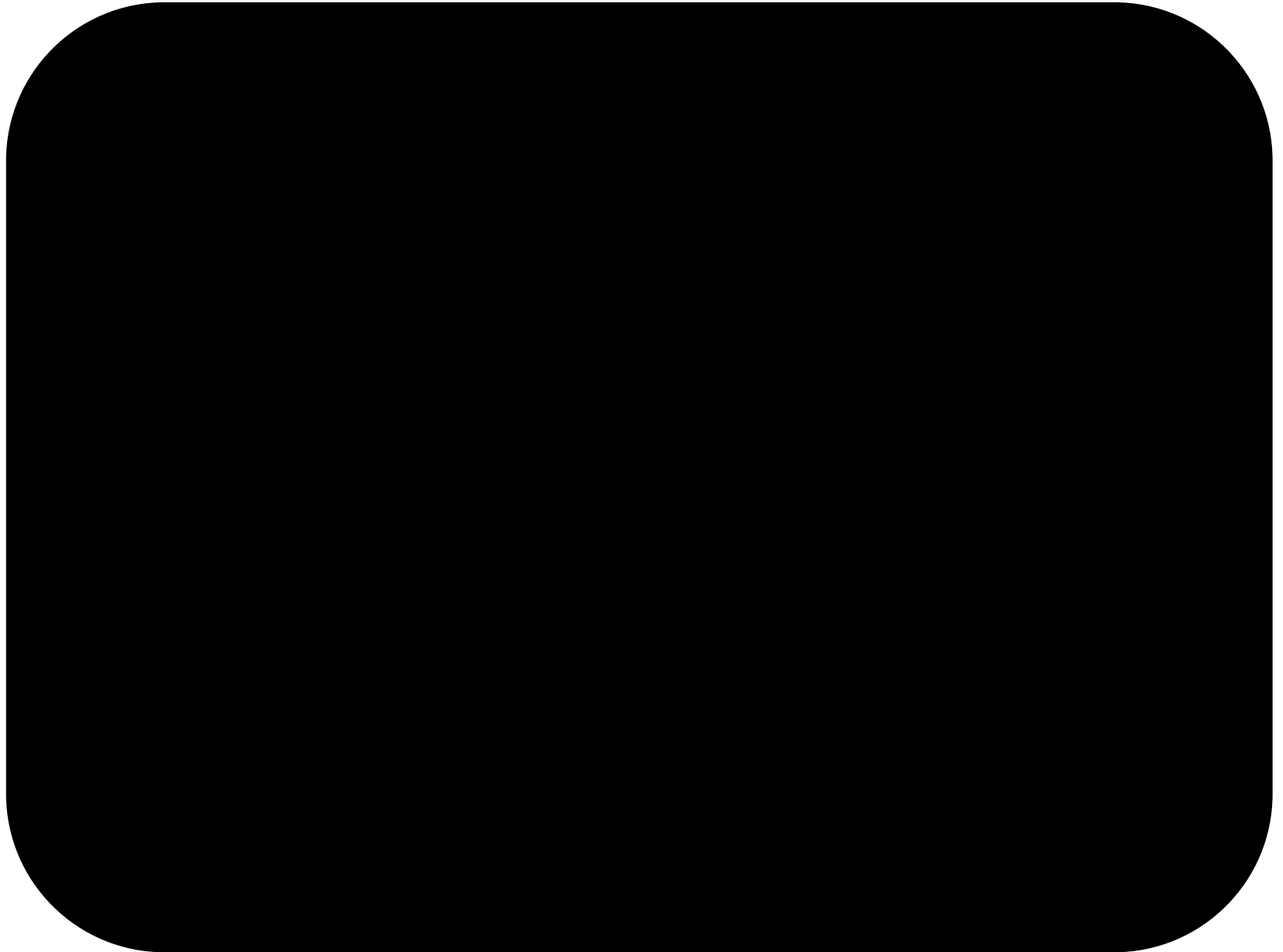
gyrus frontalis superior dext

gyrus temporalis superior dext

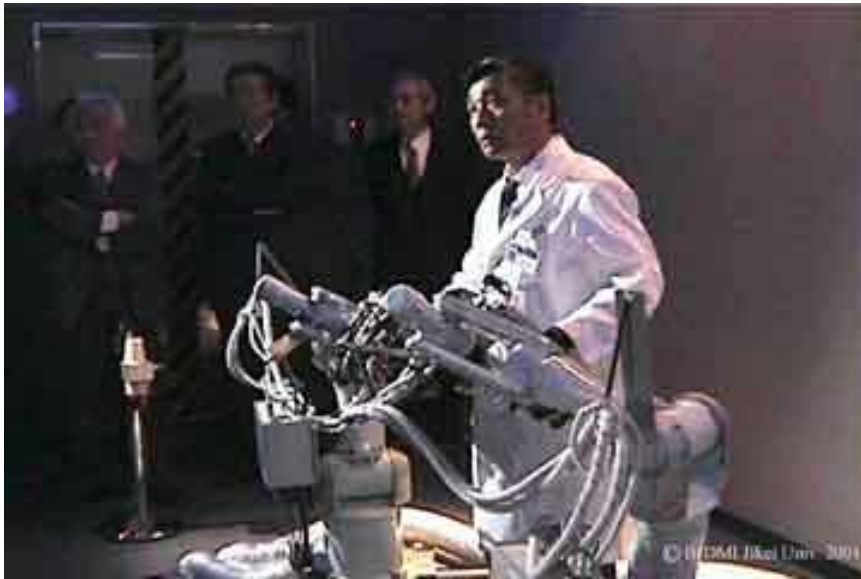
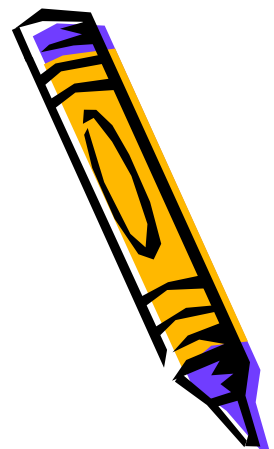
bulbus oculi sin

cornea sin

医学三维模拟

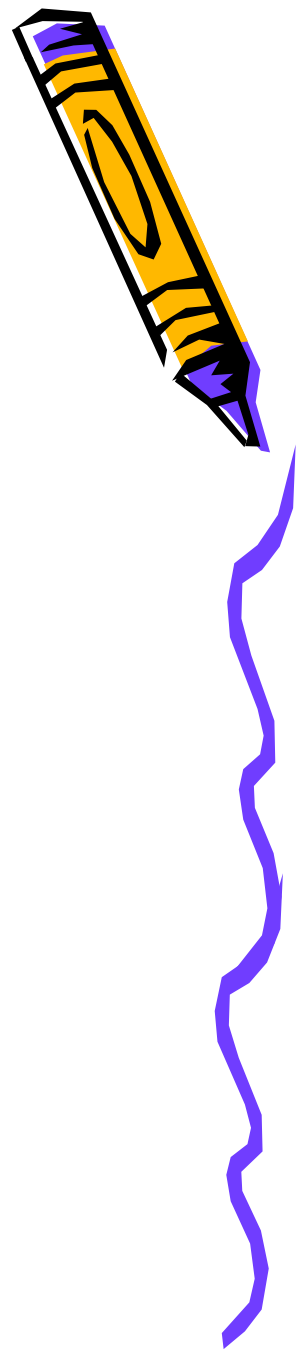
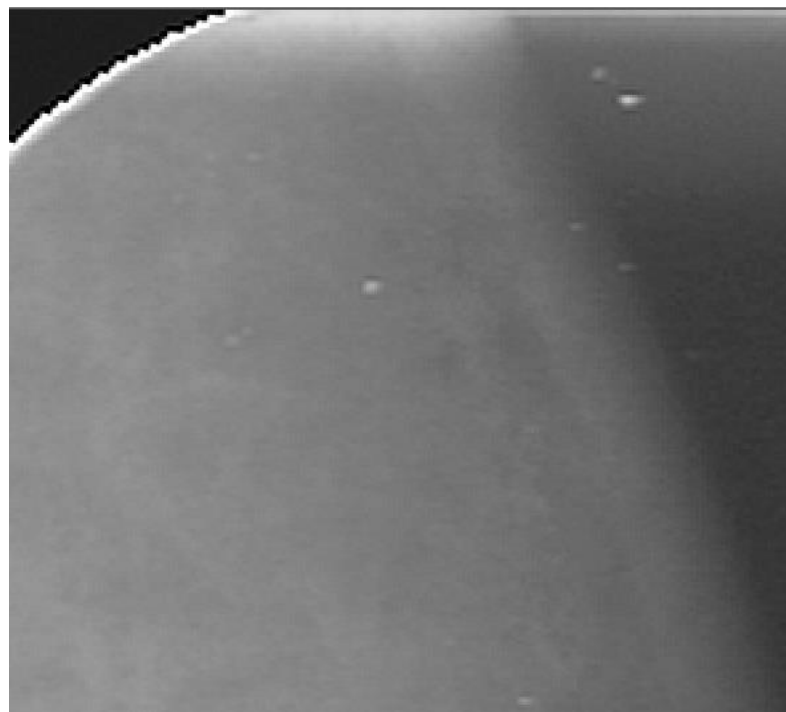


Tele-virtual-surgery



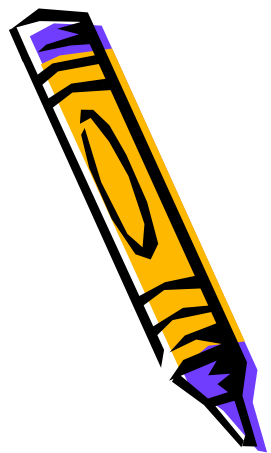
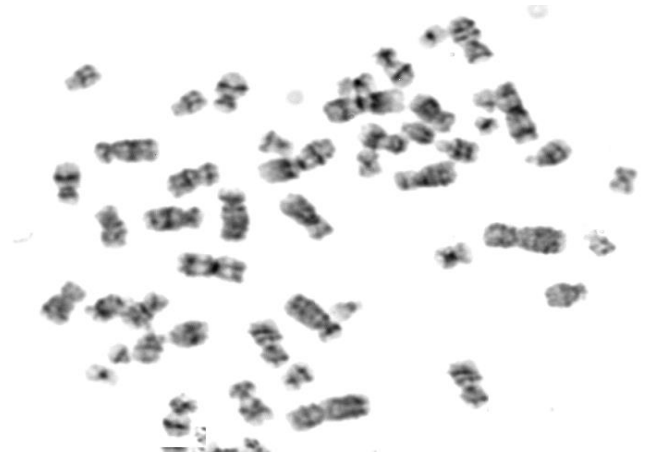
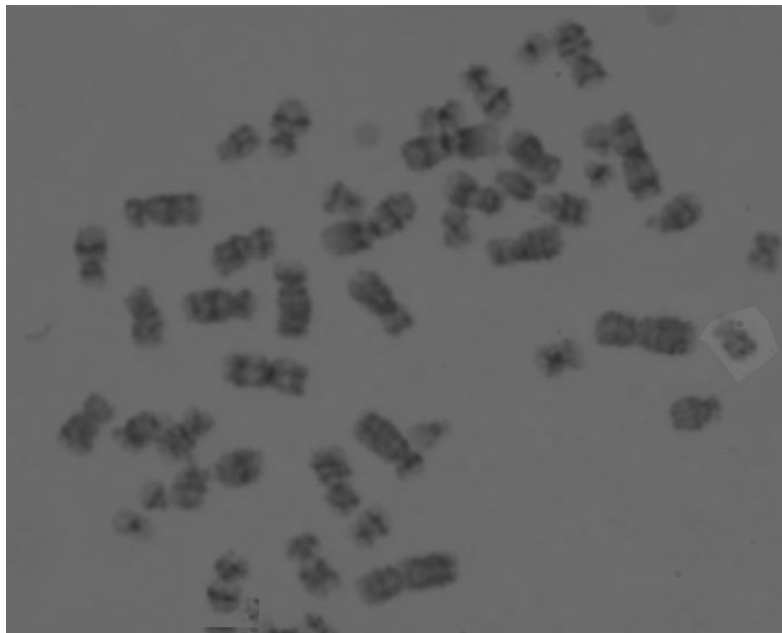
(1) 生物学中的应用

- 乳腺癌诊断图像的一部分（放大6倍）



(1) 生物学中的应用

染色体





(2) 遥感航天中的应用

军事侦察、卫星图像、地图、天气预报图、铁路选线

(3) 工业应用

CAD 和CAM技术用于模具、零件制造、服装、印染业、纺织物图案设计、支票识别及辨伪

ATM 中国工商银行活期储蓄存款凭条 活

日期: 99年5月20日

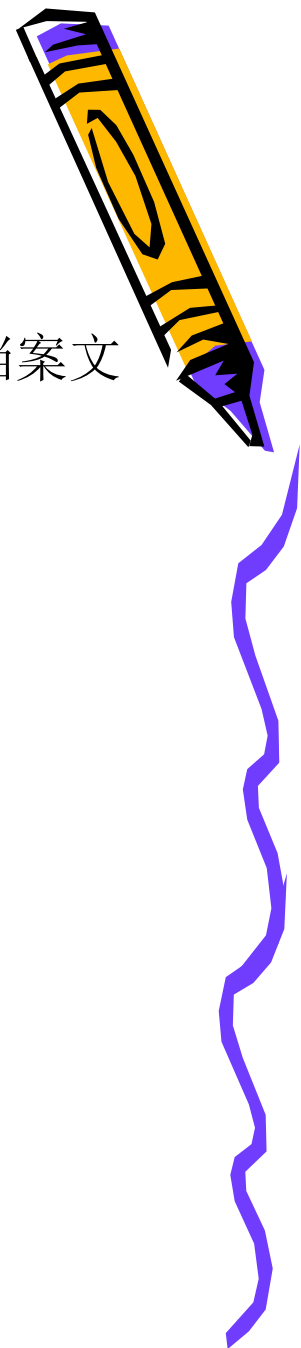
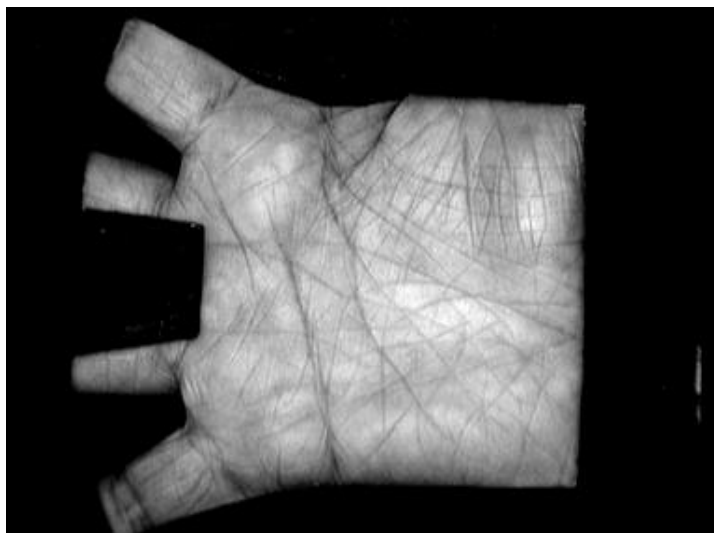
科目 (贷)	帐号	存入日	起息日	存入所	金 额	性 质
银行填写	印密	存入金额	金额	附件	附外	
储户填写	帐号 123456789	户名 尹康	1	个 人	✓	依
存入金额 贰佰圆整	200.00	2	团 体			
新开户填写地址		3	141111			
		4	不付息			
		5	无管户			

事后监督 出纳 复核 柜组



(4) 军事公安领域中的应用

巡航导弹地形识别、指纹自动识别、罪犯脸形的合成、过期档案文字的复原、集装箱的不开箱检查。。。



(5) 其他应用

图像的远距通信、电视电话、电视会议、办公自动化、服装试穿显示

在信息隐藏方面，数字水印技术的发展

数字水印是基于信息隐藏的一种电子水印，有些类似于有线电视节目中表明节目来源的徽标。其实这种徽标就是一种可见数字水印，但通常不可见数字水印具有更大的商业价值。数字水印技术来源于信息隐藏技术，并以具有强壮的嵌入标记为特征。嵌入的标记，又称数字水印，是数字化的数据内容（如音频、视频、图象或文本）中的一段隐藏信息。



应用一：数字水印技术

1 原始图像



隐藏



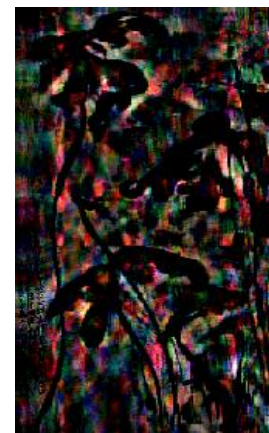
数字水印

=

2 加入水印后的图像

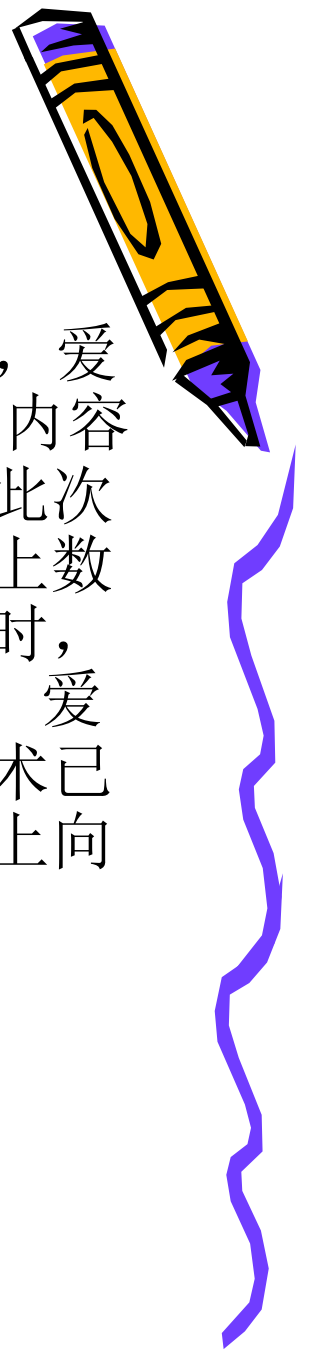


3 差别



例子





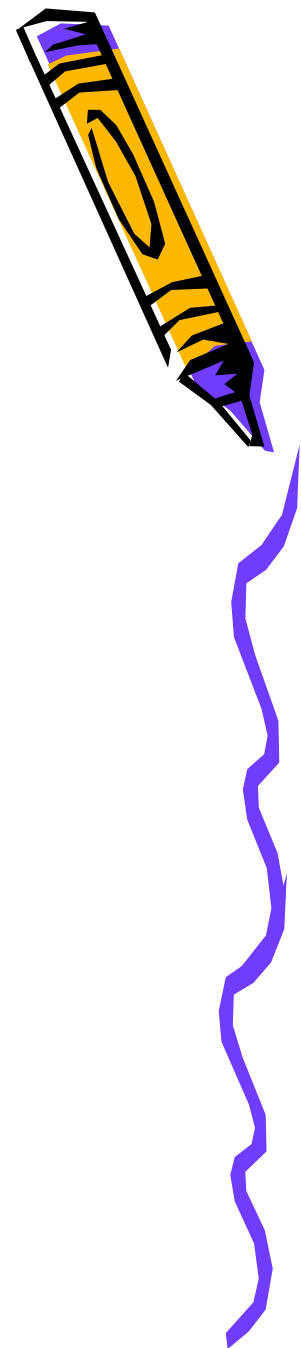
水印技术相关报道

国产数码核心技术受制于人的面貌将改变。近日，爱国者发布了**5款V系列**数码相机和全球第一台具有内容保真和版权保护的数字水印数码相机。据了解，此次推出的数字水印数码相机，能在成像的一瞬间加上数字水印，从而从根本上起到防止修改的效果。同时，该款数字水印数码相机已经列入了国家**863**计划。爱国者负责人表示，不能靠金钱买得的关键核心技术已经被成功突破，这也预示着国产数码相机在技术上向前迈了一大步。





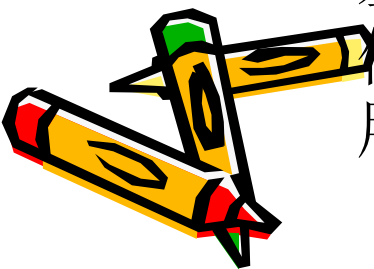
图为：爱国者V80 PLUS





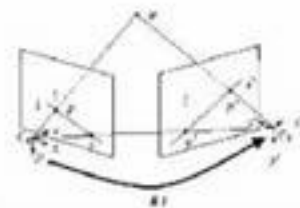
合成图像

- 《杂货店的老伙计》是欧阳星凯的参赛作品之一，也是其在洪江创作的系列作品之一。选材来自洪江的平民生活，杂货店年逾古稀的老伙计戴着厚厚的眼镜，提着秤在给顾客称货品。谈到这次因使用电脑软件修改原始影像被取消获奖资格，欧阳星凯称是“鬼使神差”。在原始作品中，本来有一根扁担。在打印参评作品时，欧阳星凯觉得这根扁担很“突兀”，于是就用电脑给修掉了。

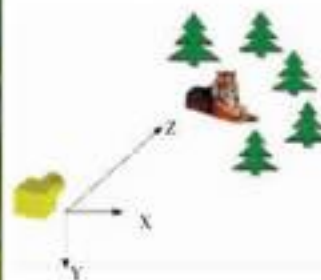




国防科大专家提取了虎体特征点,以进行“三维测虎”。



两视图几何关系示意图。

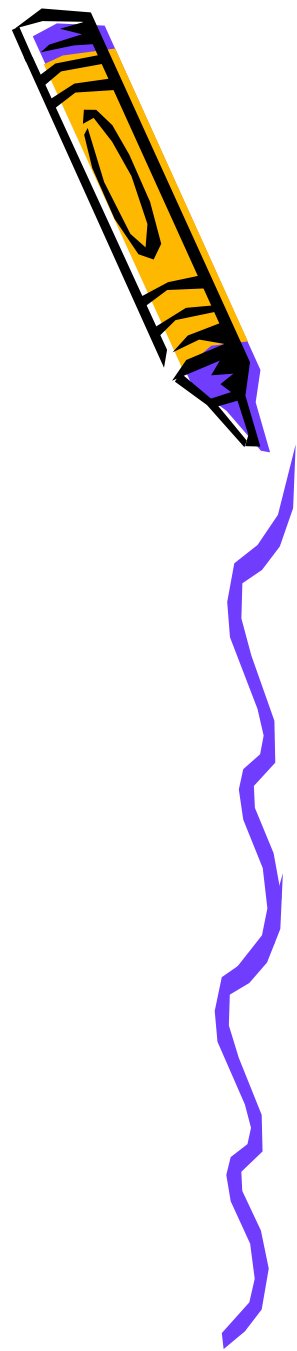
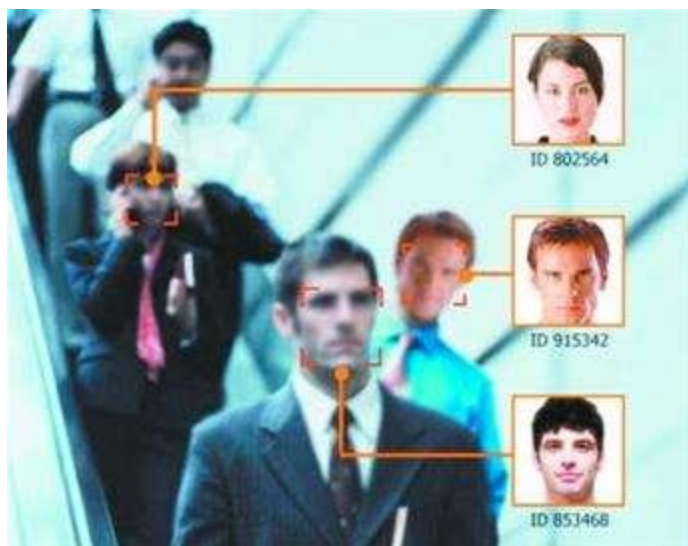


上图表示用正龙拍摄角度的相机坐标系,其中x轴和y轴分别为图像横向和纵向,z轴为光轴指向方向。



应用二：人脸识别

高考信息核对、闯红灯抓拍、门禁系统、刑事侦查



人脸识别技术相关报道

7月6日下午，布局在东湖绿道内的人脸识别系统通过动态比对，自动触发了网上逃犯警报。报警显示：被九女墩驿站人脸抓拍机捕获的一名游客与全国在逃人员库中一名武汉籍诈骗案逃犯肖某人脸相似度达**97.44%**。民警循线追踪，对肖某展开围捕，最终成功将其抓获。这是武汉市公安局布局人脸识别系统，成功运用于实战的案例

市公安局有关负责人介绍，人脸识别系统自**5月28日**上线运行后，在地铁站、东湖绿道等地共协助警方抓获各类犯罪嫌疑人**39**名，破获案件**56**起，串并案件**44**起。据了解，人脸识别系统将作为城市视频监控三期建设的重点项目，**2018**年在全市推广。

让“天眼”拥有“智慧”是三期建设的重点。市委常委、市公安局局长李义龙介绍，三期建设将以城市视频监控平台为基础，与武汉公安云、大数据互联共享，打造全方位立体式智能综合应用平台，形成视频“全警务融合”“全警域渗透”“全警种应用”的新模式。



国务院印发《新一代人工智能发展规划》

国务院近日印发《新一代人工智能发展规划》
明确了我国新一代人工智能发展的战略目标：

到2020年

- ▶ 人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步
- ▶ 人工智能产业成为新的重要经济增长点
- ▶ 人工智能技术应用成为改善民生的新途径

到2025年

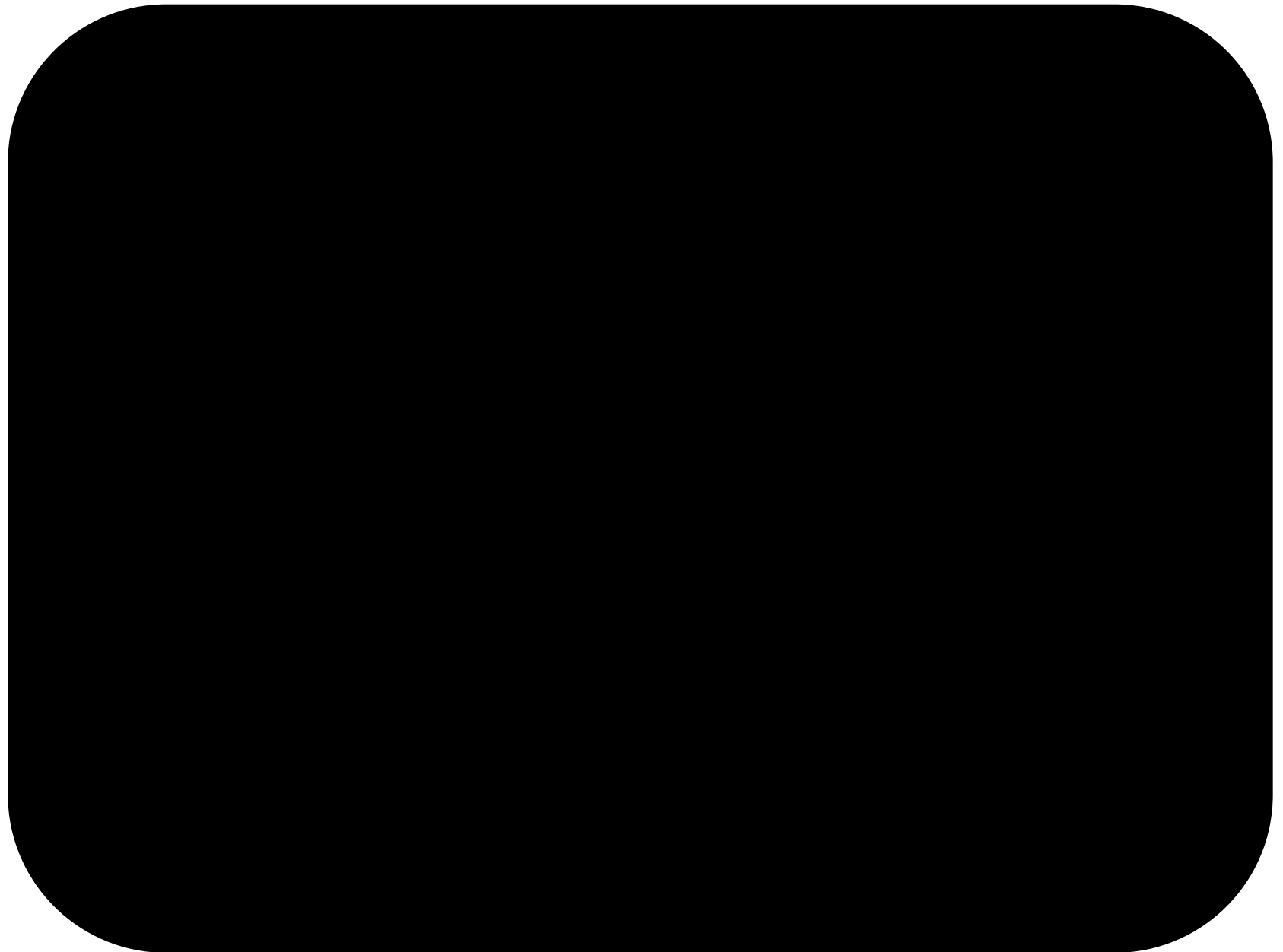
- ▶ 人工智能基础理论实现重大突破
- ▶ 部分技术与应用达到世界领先水平
- ▶ 人工智能成为我国产业升级和经济转型的主要动力
- ▶ 智能社会建设取得积极进展

到2030年

- ▶ 人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，成为世界主要人工智能创新中心



人脸识别



应用三：无人超市

2017年最受关注的话题除了共享单车，另一个毫无疑问是马云的“无人超市”了。近两年来，无人超市从当初的概念到实现线下正式运营，在北京、上海、杭州等发达城市崭露头角，一亮相即吸粉无数，成为继共享单车后资本市场的又一新风口。

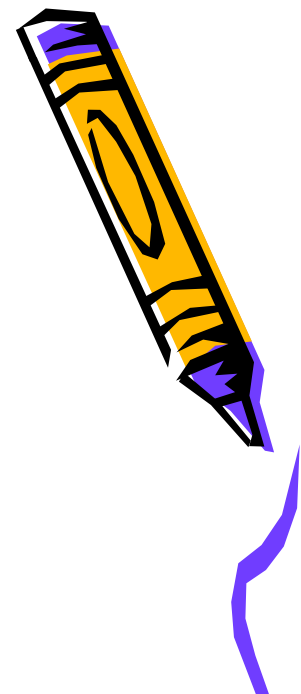
人力、租金成本的上升和互联网电商流量红利的消逝，传统零售业转型迫在眉睫。而移动支付、人工智能、人脸识别技术、大数据技术等的快速发展和普及，为零售创新带来更多可能。作为连接线上线下，融合互联网和实体经济的新零售表现方式，弥补了传统线下零售和线上电商的短板。

“无人超市综合利用了人工智能、图像识别技术、射频感应扫描技术、大数据、云计算、计算机软件等技术，把支付系统集成到门禁系统，把货物软件与支付系统捆绑，如微信、支付宝，进行支付，利用监控系统和人脸系统来保证购物安全，货架区则是用视频信息捕捉来优化运营，帮助结算。利用信用系统约束人们的购买行为，进行商业化运营。”





无人超市

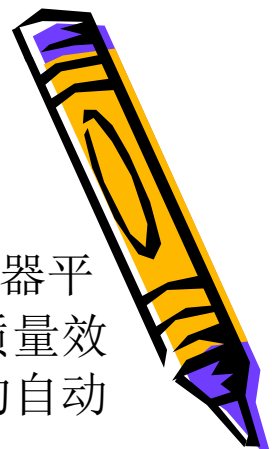


应用四：工业视觉检测

CCD视觉系统广泛应用于电子连接器（冲压）生产制造行业，连接器平整度和正位度检测。在大批量工业生产过程中，用人工视觉检查产品质量效率低且精度不高，用机器视觉检测方法可以大大提高生产效率和生产的自动化程度

简单来说，**CCD**视觉检测系统就是用工业相机代替人眼睛去完成识别、测量、定位、判断等功能。视觉检测是指通过**机器视觉**产品将被摄取目标转换成图像信号，传送给专用的图像处理系统，根据像素分布和亮度、颜色等信息，转变成数字化信号。

图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征，进而根据判别的结果来控制现场的设备动作。是用于生产、装配或包装的有价值的机制。它在检测缺陷和防止缺陷产品被配送到消费者的功能方面具有不可估量的价值
CCD视觉系统广泛应用于电子连接器（冲压）生产制造行业，连接器平整度和正位度检测。在大批量工业生产过程中，用人工视觉检查产品质量效率低且精度不高，用机器视觉检测方法可以大大提高生产效率和生产的自动化程度。随着电子产品市场高速发展，**CCD**视觉检测重要性就越发明显。

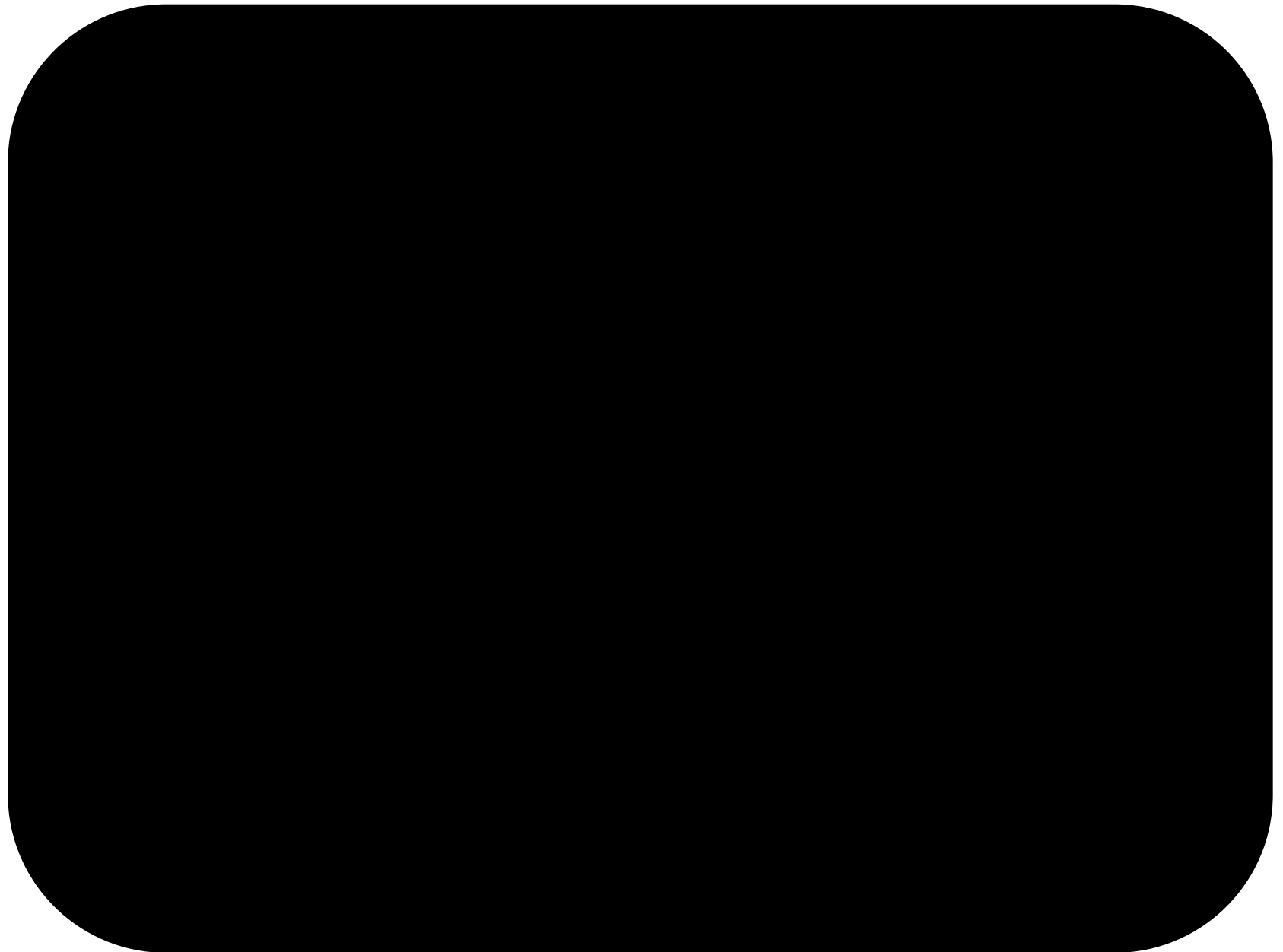




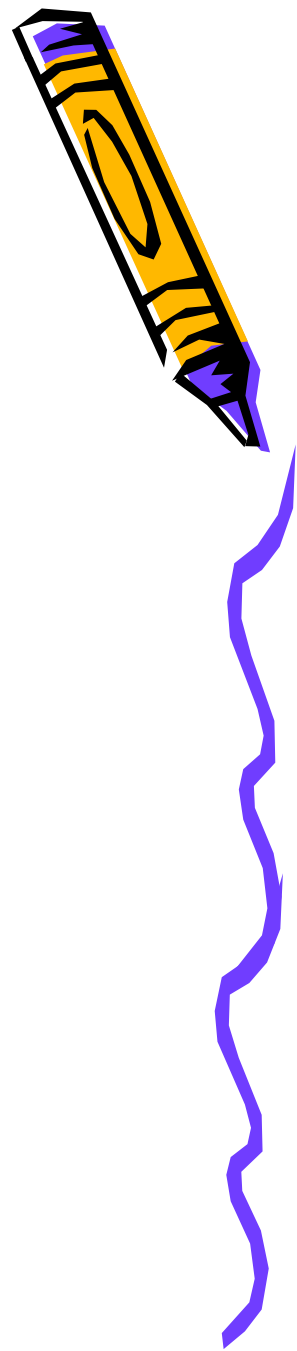
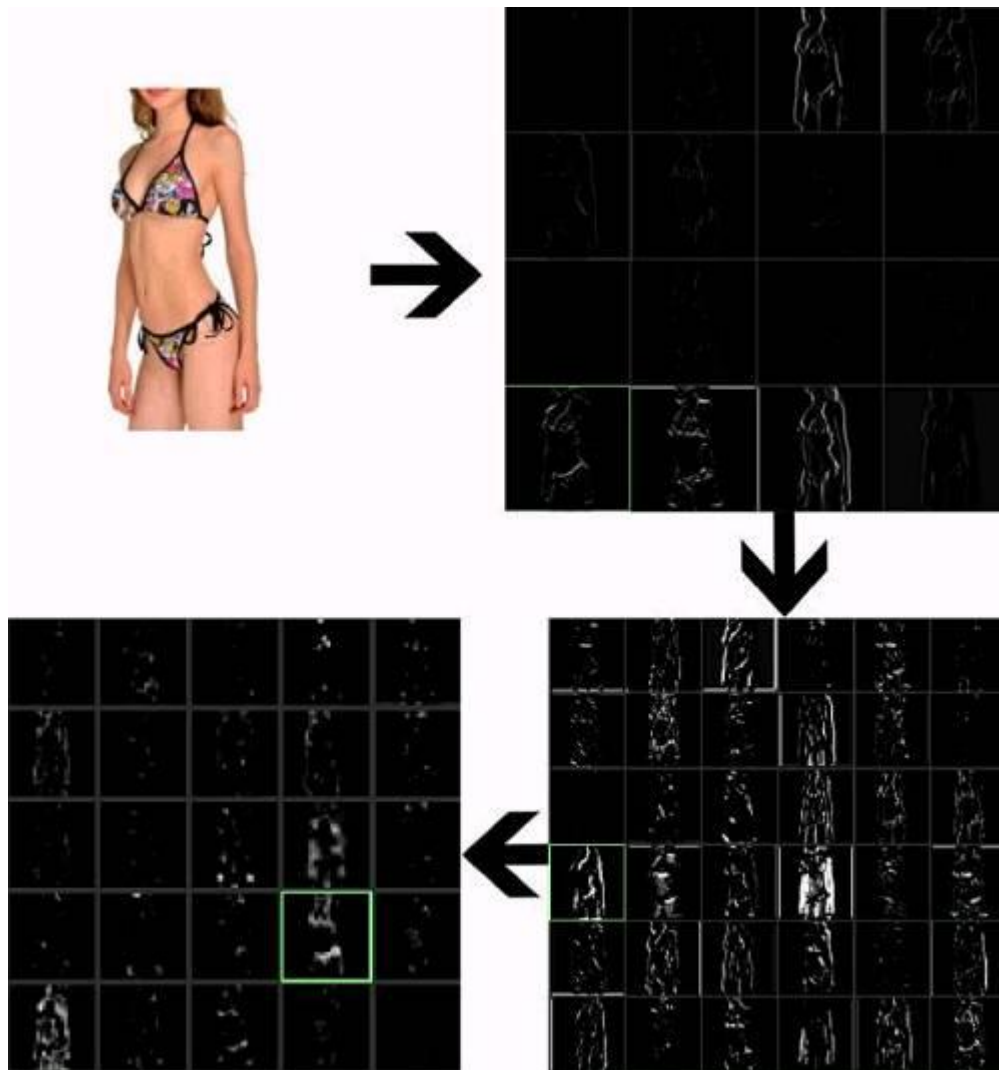
工业视觉检测



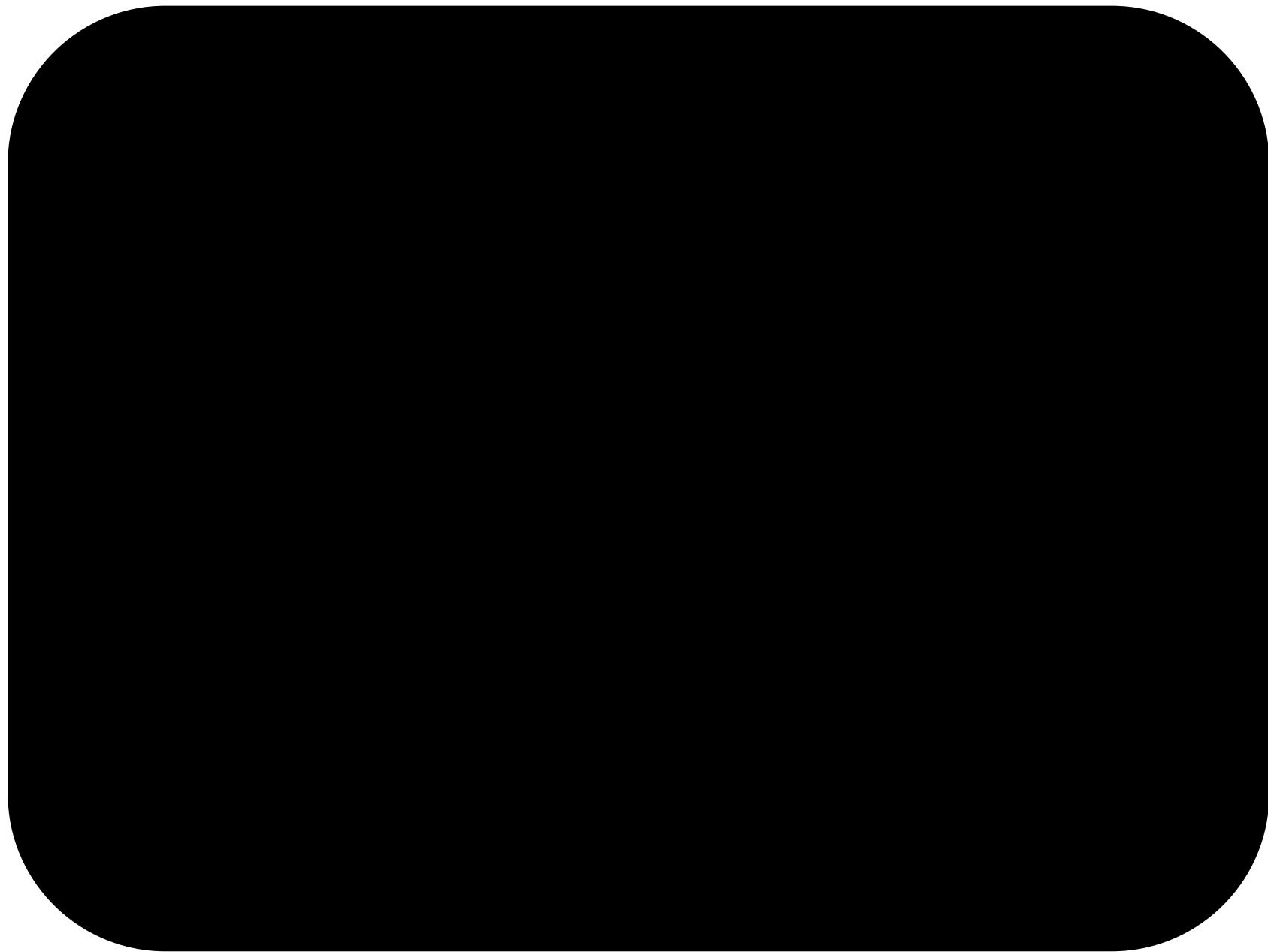
桥梁裂缝检测



不良图检测



马赛克复原





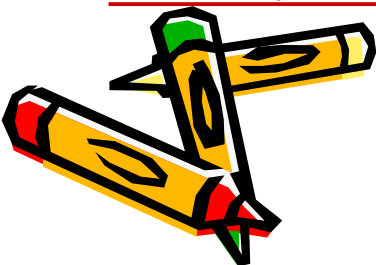
七、图像处理的概念及术语

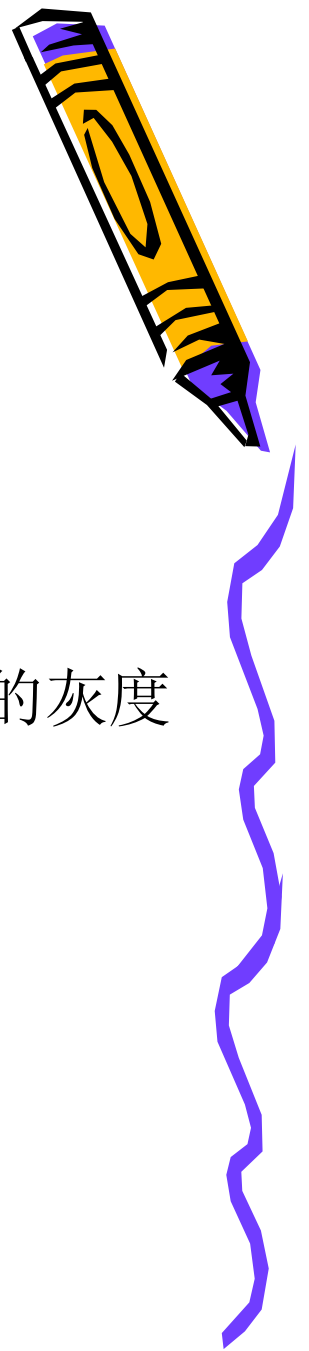
亮度: 指彩色所引起的人眼对明暗程度的感觉，相当于强度

色调: 物体在日光照射下，反射的光谱成分作用到人眼的综合效果，如红、蓝、白等，随波长变化，反映颜色的基本特性

饱和度: 颜色的纯度或称颜色的深浅程度

亮度、色调和饱和度的综合使用，会得到不同的效果





对比度: 指图像中的明暗程度，或光度大小的差别

模糊: 指减少相邻像素的对比度来平滑图像

锐化: 指通过增加像素的对比度来突出图像

色道: 一个图像可以分解成多个单色图像，每一图像的灰度代表一个特定的色道。



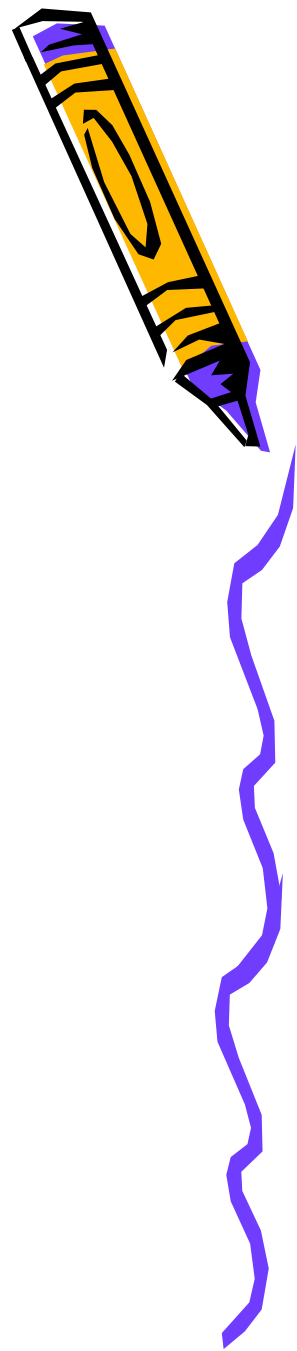
色彩模型：彩色图像所使用的彩色描述方法。

常用：

RGB：计算机显示采用

YUV：彩色电视信号传输使用

CMY：打印输出彩色图像时使用



色彩模型-----RGB模型

自然界常见的颜色都可以由红（R）、绿（G）、蓝（B）3种颜色按不同比例相配而成，同样，绝大多数颜色的光可以分解成红、绿、蓝3种颜色。人眼对这3种颜色最敏感，RGB三种颜色相配得到的颜色范围最广，因此一般选这3种颜色作为基色，这就是色度学的三基色原理。

多媒体计算机彩色监视器采用。





色彩模型-----YUV模型

- 是亮度、色差空间。
- 彩色图像信号经分色棱镜分成RGB3个分量的信号，再经变换电路将彩色信号分解成亮度信号Y和色差信号U、V。
- 在电视发送时, 将YUV3个信号用同一信道发送出去, 单YUV信号之间是相互分离的, 可以单独对有Y、U、V3种图像单独编辑。例如只用亮度Y而不用色差U、V, 则表示的图像就是没有颜色的灰度图像。这就是用黑白电视机能接收彩色电视信号的道理。





色彩模型-----HSL模型

计算机中也使用。

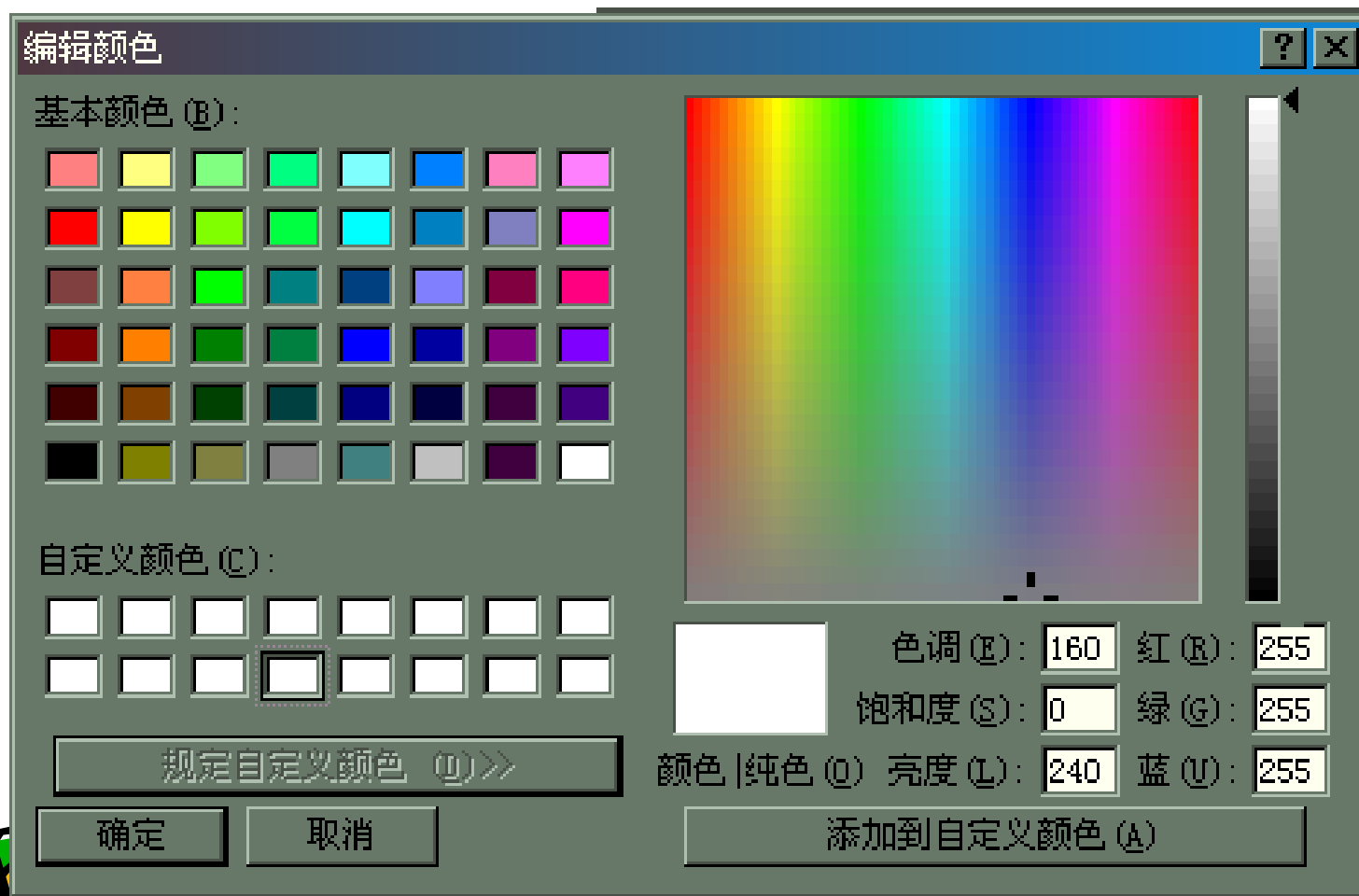
HSL是使用H、S、L的3个参数来生成颜色。

H: 颜色的色调，改变其值可以生成不同颜色表示；S: 颜色的饱和度，改变它可使颜色变亮或变暗；

L: 颜色的亮度参数。

用HSL描述颜色更加自然，符合人眼对颜色的感知。但使用不方便，所以使用时要转换成RGB模式。





Windows中画图软件中HSL和RGB的对应关系。

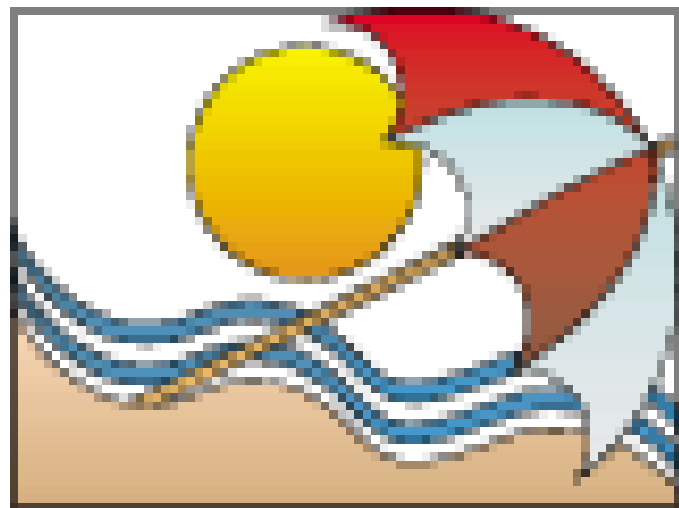


色彩模型-----CMY模型

打印时使用。

CMY是采用青、品红、黄3种基本颜色按一定比例合成的颜色。

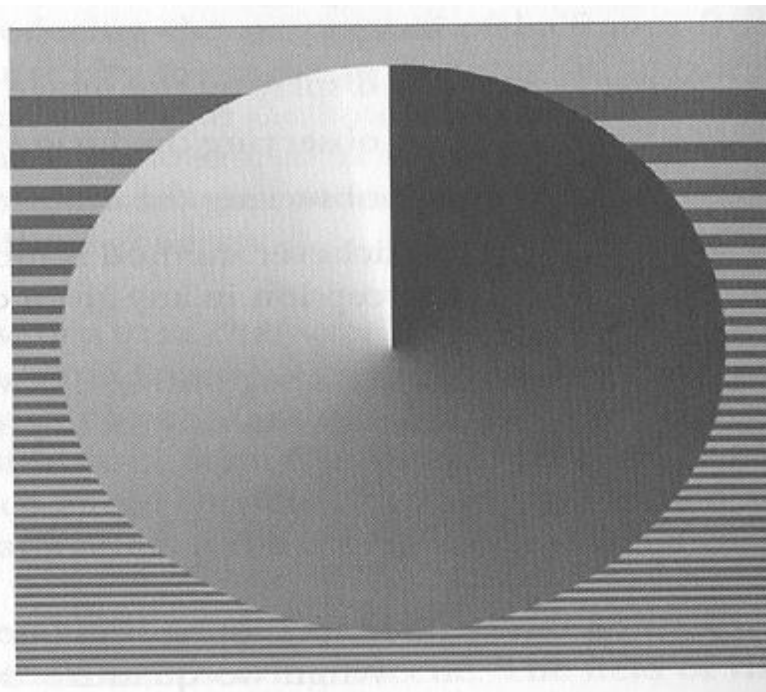
CMY加上K（黑），成为常用的四色印刷模式，实现彩色印刷。

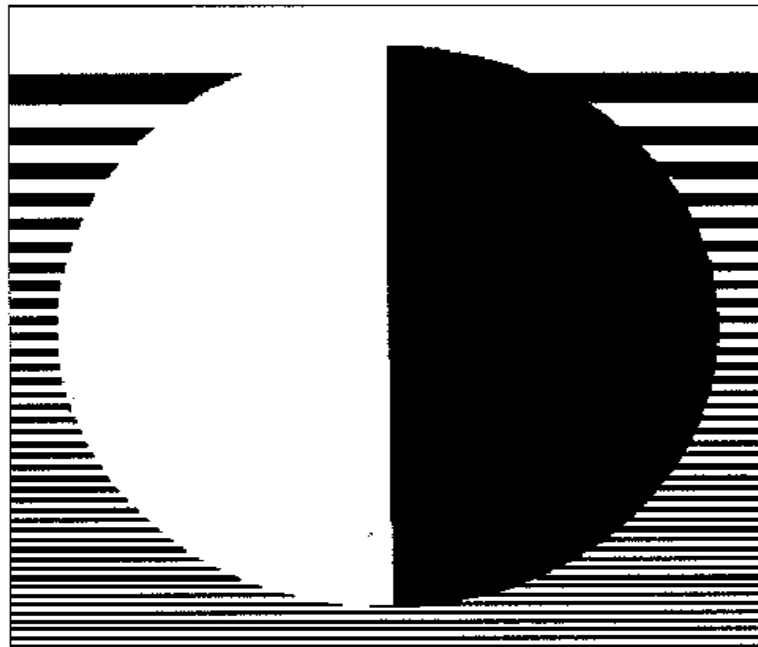


黑白模式---- 用1bit位来表示一个像素，只能有黑或白。

灰度模式---- 用8bit位来表示一个像素，产生256级灰度
模式可以模拟黑白照片的图像效果。







• 颜色深度:

颜色深度指构成图像的颜色总数目:

深度为1bit, 有两种颜色---黑、白 (单色)

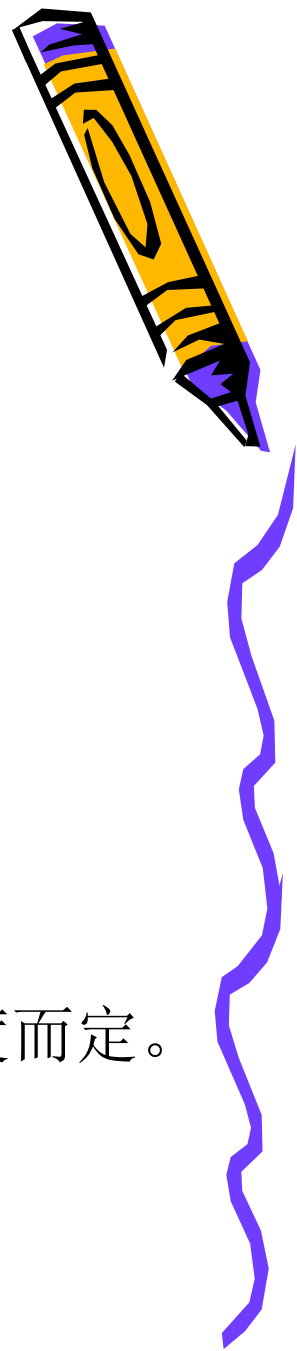
深度为4bit, 有16种颜色

深度为8bit, 有256种颜色

深度为24bit, 有1600万种颜色, 称为真彩色

• 调色板:

包含不同颜色的颜色表, 颜色数依图像深度而定。



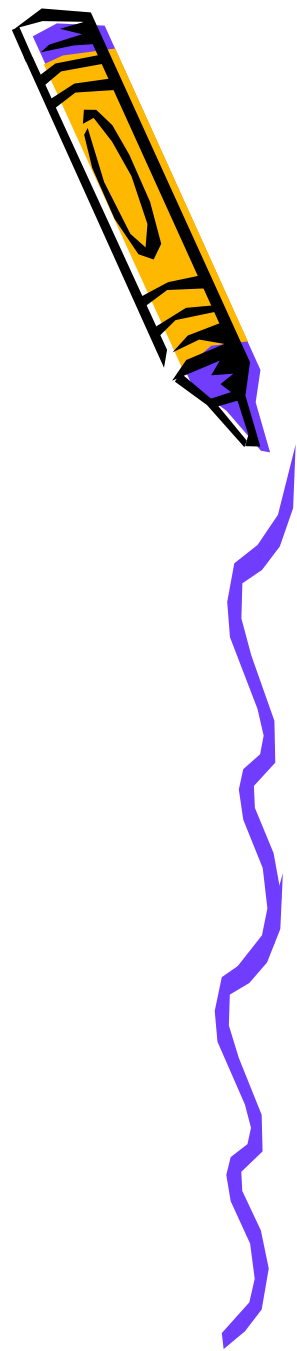
分辨率：影响位图质量的重要因素

分为：显示器分辨率

图像分辨率

打印分辨率

扫描分辨率





- **显示器分辨率：**在某种显示方式下，屏幕上最大的显示区域。以水平和垂直的像素表示，像素越多，分辨率越高。
- **图像分辨率：**数字化图像的大小，以水平和垂直的像素表示。图像分辨率决定了图像的显示质量。

当图像分辨率大于屏幕分辨率时，屏幕上只能显示图像的一部分。反之，图像只占显示器一部分。

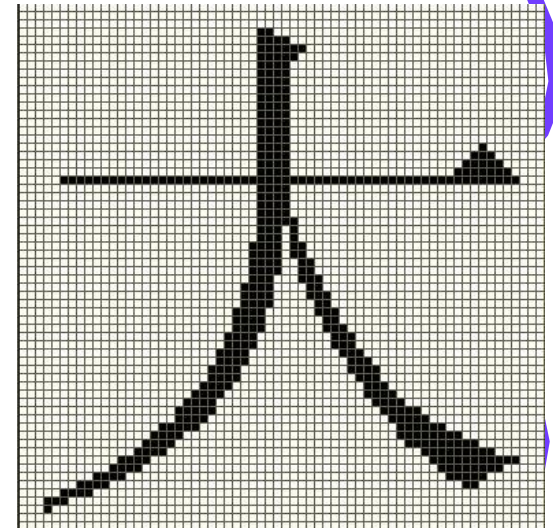




八、图像及其主要技术参数

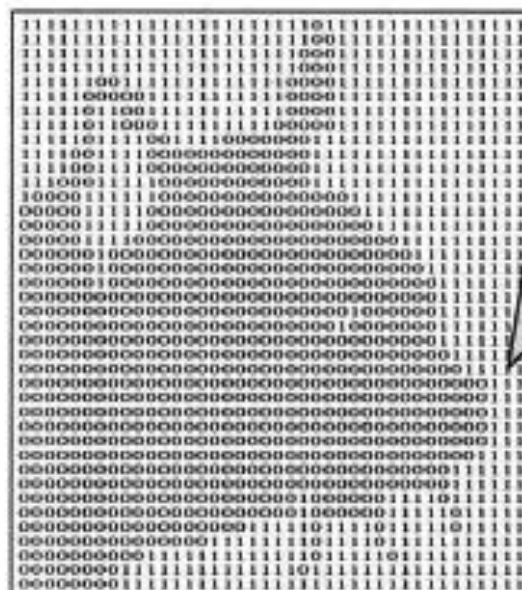
图像及点阵图像

- 人类视觉系统感知的信息形式，图与像的总称
- 点阵图像：位图 bmp, jpg, gif
 - 二值图像：灰度(颜色)仅两个等级
 - 灰度图像：彩色图像
 - 灰度等级越高，图像越逼真





原始图像



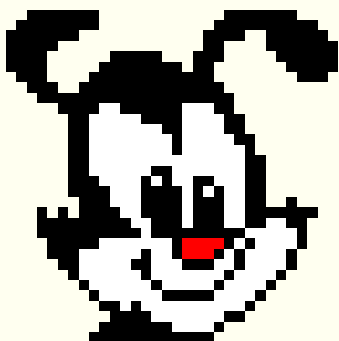
计算机检查矩阵中的每个单元，当单元为白色时，编码为1；当单元为黑色时，编码为0。通过这些0和1，图像存储到了磁盘中。

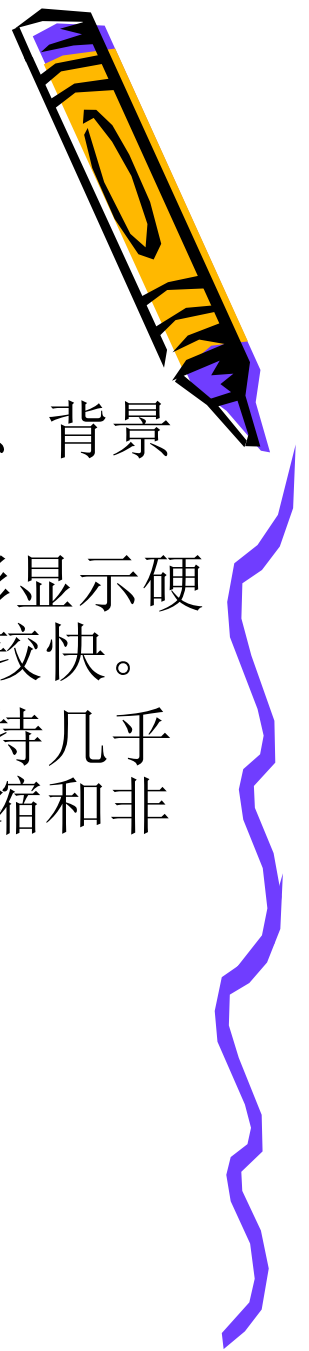
计算机将图像按照屏幕的分辨率分割一个矩阵。这里只可以看到整个矩阵的一部分



位图:

- 放大位图时，增大每个像素，从而使线条和形状参差不齐。缩小位图时，也使原图变形。
- 位图方式下，影响图像质量的关键因素是颜色的数量和图像的分辨率。





图像文件格式

- **BMP文件**：基本的Windows位图格式文件，在图标、背景等中使用。为处理方便，一般不压缩。
- **PCX文件**：广泛使用的图像格式文件之一，与图形显示硬件有关，使用时都经过压缩，压缩和解压缩速度较快。
- **TIFF文件**：最早用于扫描仪和桌面出版系统。支持几乎所有图形类型，被许多图形软件支持。TIFF有压缩和非压缩，压缩后为TIEF。





- **GIF文件：**译为图形交换格式。使用时都经压缩，压缩比较高，文件较小，目前Internet的Web浏览器主页图片的标准格式文件。
- **TGA文件：**在PC机上常用。用于表示色彩较复杂并极富变化的图像，例如相片、3D图形等。由于变化大，重复性低，一般不强调压缩。
- **JPEG文件：**是按图像联合专家组（Joint Photographic Experts Group）制定的标准来压缩存储的图像文件格式，是一种有损压缩算法。JPEG文件在PC机上很流行，文件较小，适用于处理大图像的场所。





九、图像处理软件的基本功能

- 创建、编辑图像
 - 绘制、着色、剪切、复制等
- 图像变换
 - 移动、缩放、拉伸、旋转、亮度/对比度、色度/饱和度等操作
- 图像存储及格式转换
- 卷积和图像滤波

