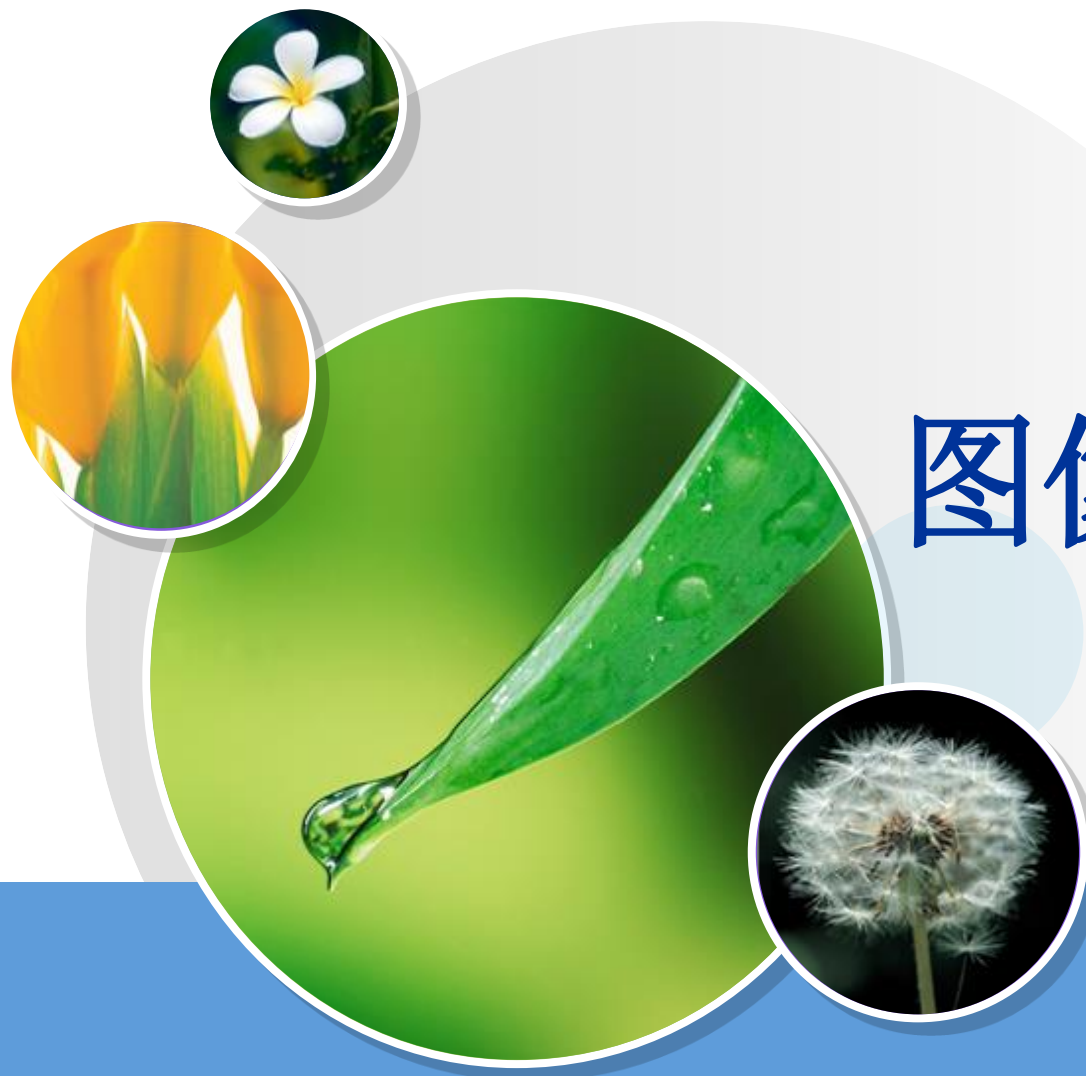


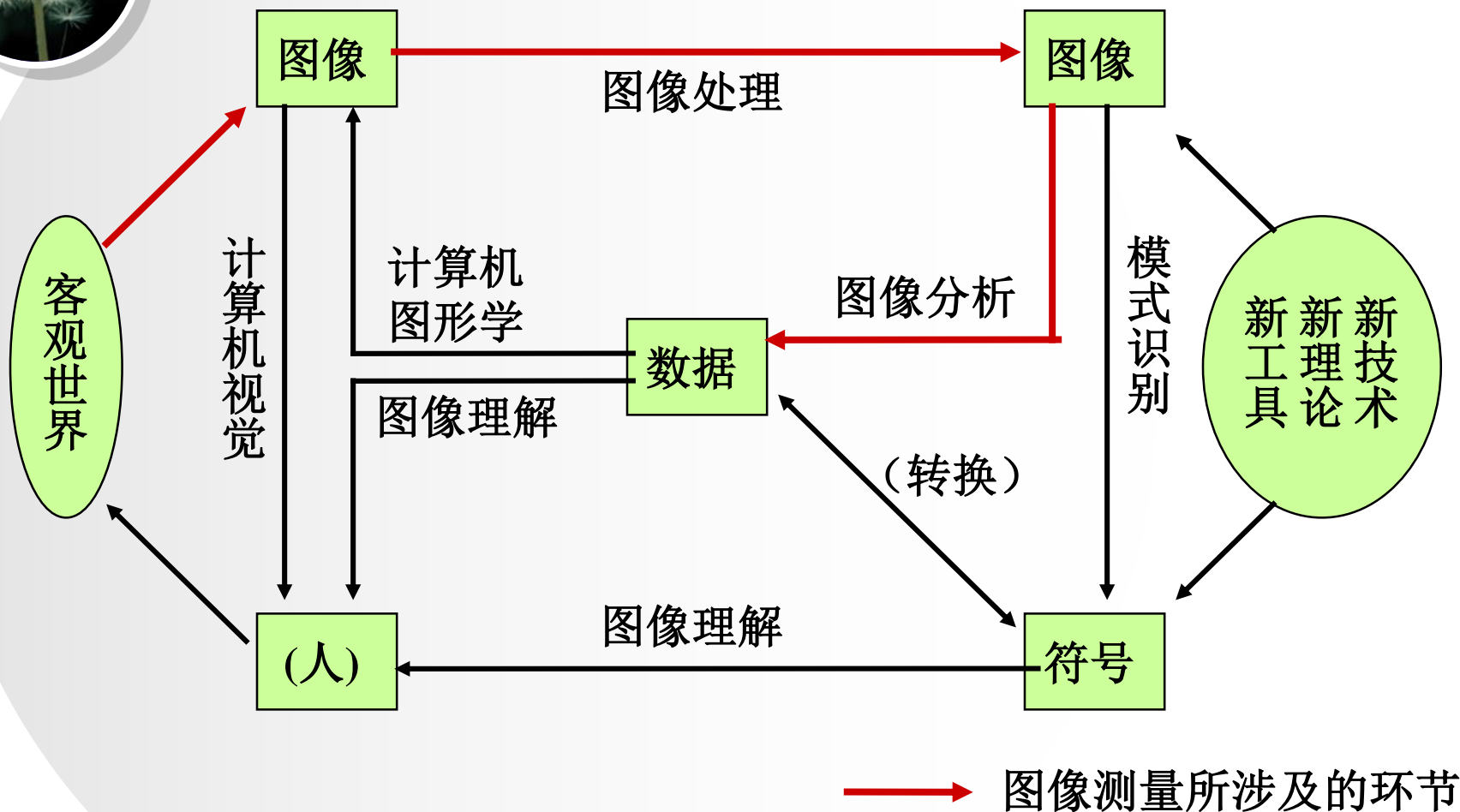
现代检测技术 图像测量技术



精勤求学 敦笃励志 果毅力行 忠恕任事



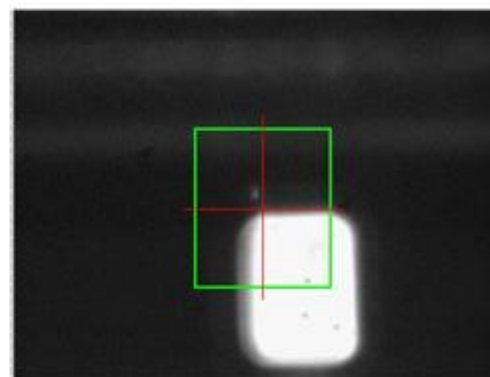
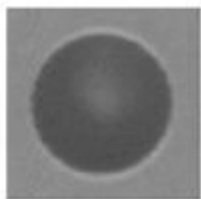
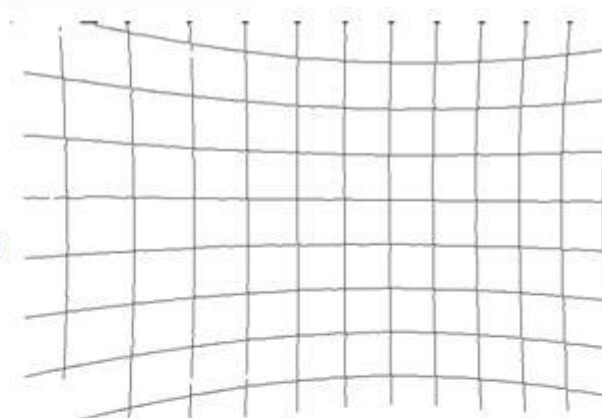
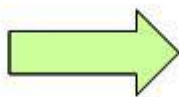
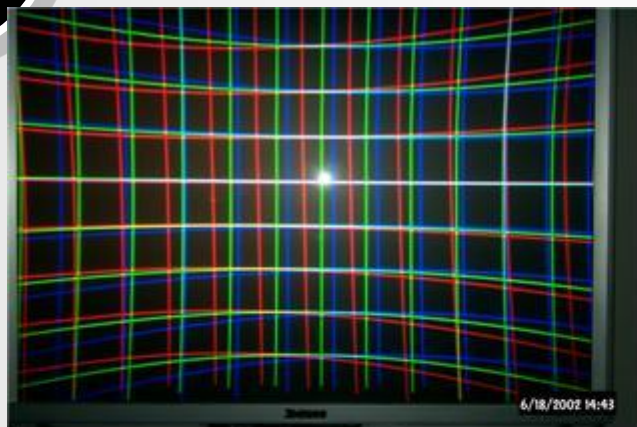
概述



图像工程与相关学科和领域的联系与区别



概述



通过对图像的分析处理，提取其中的有用信息，求出被测量或与之相关的中间参量。



图像处理和分折基础

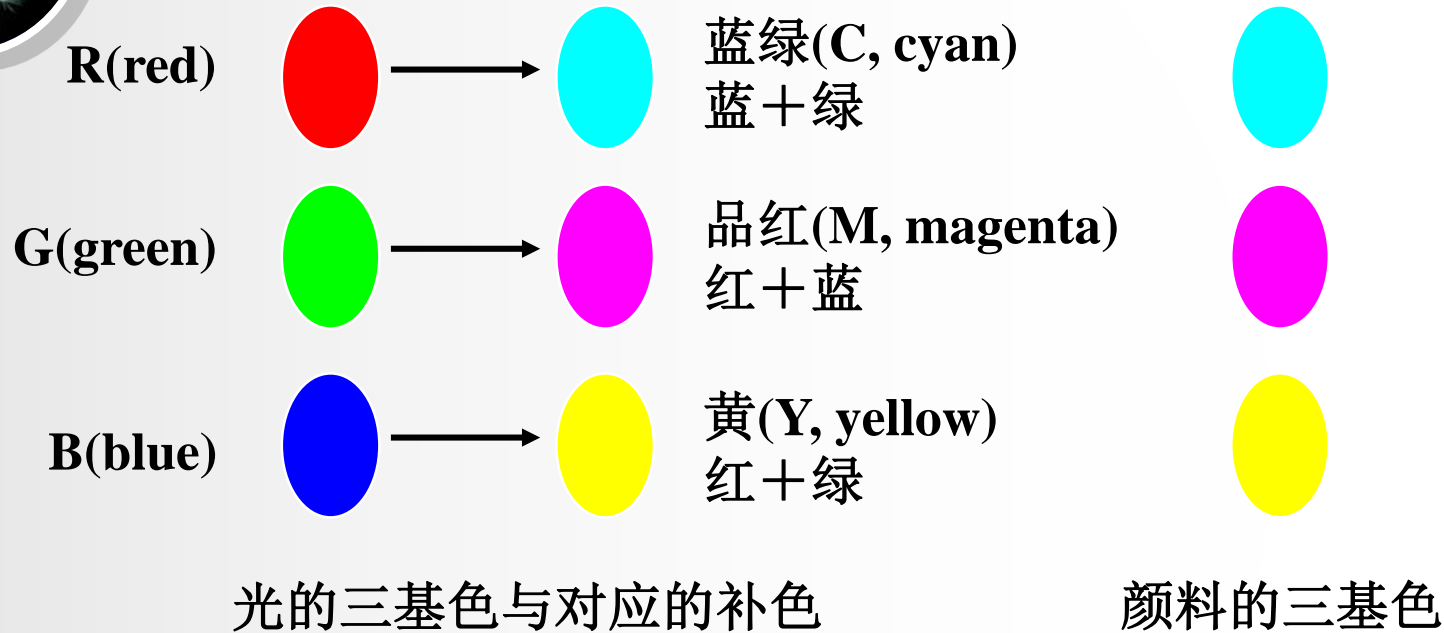
图像基础: 颜色基础、RGB模型、HSL模型
数字图像文件格式

图像增强: 去除噪声、增强对比度等

图像分析: 边缘检测、区域分割、目标提取
二值形态学运算、配准定位等



图像基础



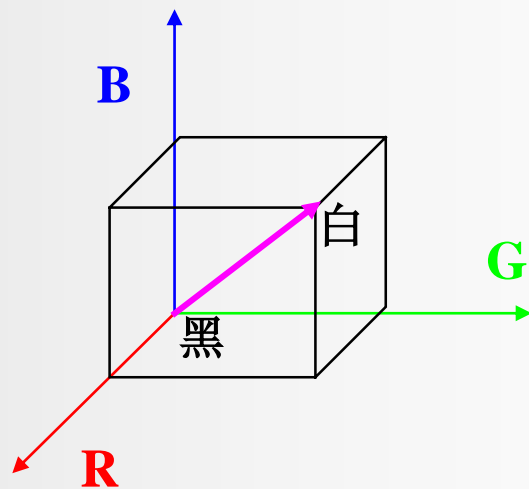
颜料的基色是指吸收1种光基色并让其它2种光基色反射的颜色，所以颜料的3基色正是光的3补色；

将光的3基色按照一定比例混合或者将1个补色与相对应的基色混合就可以产生白色。

将颜料的3基色按照一定比例混合或者1个补色与相对应的基色混合就可以得到黑色。



图像基础



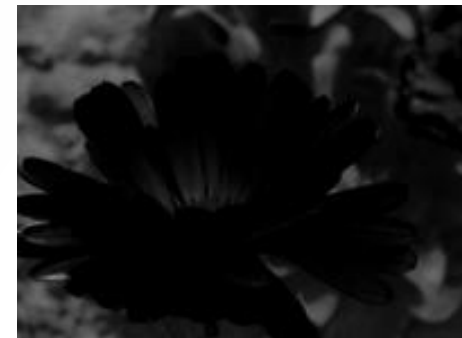
RGB颜色模型
(归一化为单位立方体)



R 通道



G 通道



B 通道



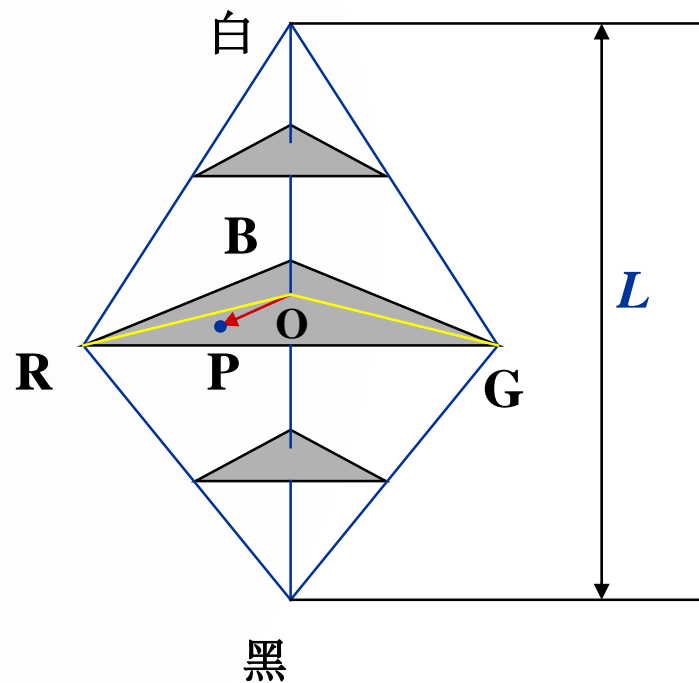
图像基础

HSL颜色模型:

色调 (Hue) —— 对应于混合光谱中的主要光波长。向量 **OP** 与 **R** 轴的夹角。

饱和度 (Saturation) —— 色调的纯度，纯光谱色完全饱和，随着白光的加入饱和度逐渐减少。向量 **OP** 的长度。

亮度 (Lightness) —— 成像亮度和图像灰度，与物体的反射率成正比，与彩色信息无关。三角形在 **L** 之间的高度位置。





图像基础



H分量
色调
变化



S分量
饱和度
变化



L分量
亮度
变化



原图



图像基础

HSL 模型多用于彩色图形图像处理，如photoshop里面的色调、亮度、饱和度调节命令；**RGB**颜色模型用于彩色显示器等硬件设备。

RGB与HSL转换关系，设取值范围为[0,1]：**RGB→HSL**

$$L = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B} [\min(R, G, B)]$$

$$H = \arccos \left\{ \frac{[(R - G) + (R - B)] / 2}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$



图像基础

RGB模型与HSL模型转换关系： HSL \rightarrow RGB

$$H \in [0^\circ, 120^\circ]: B = L(1 - S), R = L \left[\frac{1 + S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right], G = 3L - (B + R)$$

$$H \in [120^\circ, 240^\circ]: B = L(1 - S), R = L \left[\frac{1 + S \cos(H - 120^\circ)}{\cos(180^\circ - H)} \right], G = 3L - (B + R)$$

$$H \in [240^\circ, 360^\circ]: B = L(1 - S), R = L \left[\frac{1 + S \cos(H - 240^\circ)}{\cos(300^\circ - H)} \right], G = 3L - (B + R)$$



图像基础

由图像采集系统采集来的图像排列为**矩阵形式**，每一个采样点称为一个**像素（pixel）**，在计算机内通常采用**二维数组**来表示。

把像素按不同的方式进行组织和存储，就得到各种格式的图像文件，如**位图文件（*.bmp）**、**GIF文件（*.gif）**、**TIFF文件（*.tiff）**等。在Windows操作系统中最常用的图像格式是位图格式，文件以**BMP**为扩展名。



图像基础



位图文件的结构



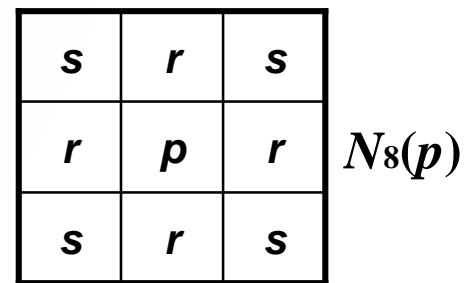
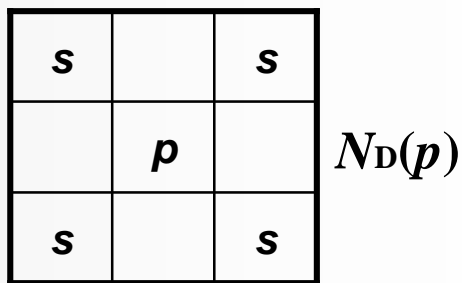
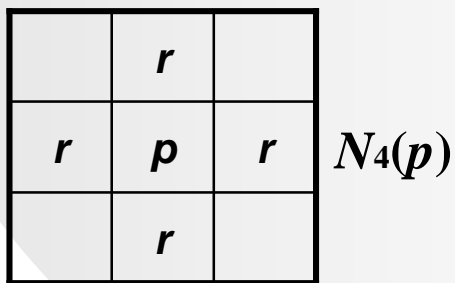


图像增强

(一) 准备知识

采样和量化：一幅图像必须在空间和灰度上都离散化才能进行计算机处理。空间坐标的离散化称为空间采样，它确定了图像的尺寸 $M \times N$ ，灰度值的离散化称为灰度量化，它确定了每个像素的灰度级 $G (2^k)$ 。 G 一般都用2的整数幂表示，一幅BMP数字图像约需 $M \times N \times K$ 个bit的存储空间。

像素的邻域： 对一个坐标为 (x, y) 的像素 p ，它的邻域可以表示为：



若 p 在图像边缘，其邻域内若干点可能在图像外。



图像增强

距离度量： 给定2个像素点 $p(x,y)$ 、 $q(s,t)$ ：

1, 欧氏距离: $D_E(p, q) = \left[(x-s)^2 + (y-t)^2 \right]^{1/2}$

2, 城区 (city-block) 距离:

$$D_4(p, q) = |x-s| + |y-t|$$

3, 棋盘 (chessboard) 距离:

$$D_8(p, q) = \max(|x-s|, |y-t|)$$

		2		
	2	1	2	
2	1	0	1	2
	2	1	2	
		2		

2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2



图像增强

模板运算:

图像处理中的许多运算都由模板来完成，其思想是将赋予某个像素的值表示为它本身的灰度值和相邻像素灰度值的函数。

		...		
	p₁	p₂	p₃	
...	p₄	p₅	p₆	...
	p₇	p₈	p₉	
		...		

w₁	w₂	w₃
w₄	w₅	w₆
w₇	w₈	w₉

$$p = w_1 p_1 + w_2 p_2 + \cdots + w_9 p_9 = \sum_{i=1}^9 w_i p_i$$

将模板中心与**p₅**重合，将下式计算结果重新赋**p₅**。



图像增强

内容包括：**在空间域对图像进行点处理或模板处理；**
在频域进行各种滤波处理；
对彩色图像的特殊处理。

空域增强方法是直接作用于像素的增强方法，假定 $f(x,y)$ 和 $g(x,y)$ 分别为增强前后的图像， EH 表示增强操作，空域增强操作可以表示为：

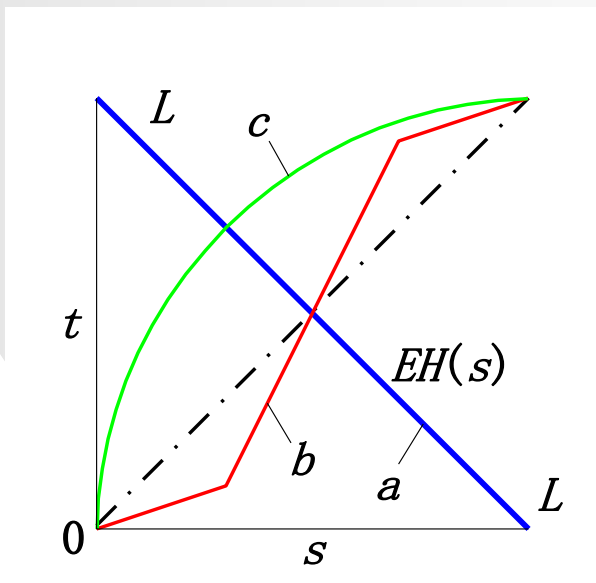
$$g(x, y) = EH[f(x, y)] \begin{cases} \text{若 } EH \text{ 为点操作: } t = EH(s) \\ \text{若 } EH \text{ 为模板操作: } t = EH[s, n(s)] \end{cases}$$

基于点操作的空域增强方法也叫灰度变换，常见的包括**直接灰度变换、直方图变换和图像间的代数运算等。**



图像增强

- 1, **直接灰度变换**: 设 s 和 t 的取值范围为 $0 \sim L$,
 - a. 图像求反: 将原图灰度值翻转, $t=L-s$
 - b. 增强对比度: 增大原图中某两个灰度值之间的动态范围。
 - c. 动态范围压缩: 对原图进行灰度压缩, 常用方法为: $t = C \log(1+s)$ 。
 - d. 灰度切分: 将原图某个灰度值范围变得突出, 而降低其它灰度值。



原图



b



a



c



图像增强

2, **直方图处理**: 灰度统计直方图给出了原图灰度分布情况。

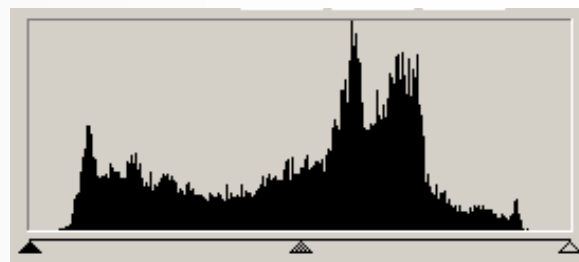
$$p(s_k) = n_k / n \quad k = 0, 1, \dots, L$$

n_k 为原图中具有灰度值 s_k 的像素个数, n 为像素总数。

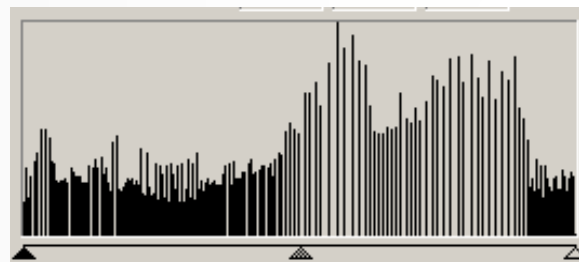
直方图均衡化: 将原始图的直方图变换为近似均匀分布的形式。



原图



均衡化





图像增强

设有一幅 64×64 ，8级灰度图像， $n = 4096$ ，其直方图均衡化过程如下：

运算	步骤和结果							
s_k	0	1	2	3	4	5	6	7
n_k	790	1023	850	656	329	245	122	81
n_k / n	0.19	0.25	0.21	0.16	0.08	0.06	0.03	0.02
累积直方图 t_k (注1)	0.19	0.44	0.65	0.81	0.89	0.95	0.98	1.00
取整 t_k (注2)	1	3	5	6	6	7	7	7
灰度级映射 ($s_k \rightarrow t_k$)	0 \rightarrow 1	1 \rightarrow 3	2 \rightarrow 5	3,4 \rightarrow 6		5,6,7 \rightarrow 7		

注1: t_k 为原直方图的累积分布函数，
$$t_k = \sum_{i=1}^k \frac{n_k}{n} = \sum_{i=1}^k p(s_k)$$

注2: $t_k = \text{int} \left[(N-1)t_k + 0.5 \right]$ ，N为灰度级数



图像增强

3, 图像代数运算

1) **图像加运算**: 对所获取的同一场景的多幅图像求平均, 常常用来有效地消弱图像的加性随机噪声。

$$C(x, y) = A(x, y) + B(x, y)$$

2) **图像减运算**: 又称减影技术, 是指对同一景物在不同时间拍摄的图像或同一景物在不同波段的图像进行相减。

差值图像提供了图像间的差异信息, 能用以指导动态监测、运动目标检测和跟踪、图像背景消除及目标识别等工作。

常见应用包括监测森林火灾、洪水泛滥及灾情变化, 估计损失, 监测河口、河岸的泥沙淤积及江河、湖泊、海岸等的污染; 在医学造影技术中利用减影技术消除图像背景, 帮助疾病诊断等。



图像增强

3) **图像乘运算**: 用于遮住图像的某些部分。例如使用一个掩膜图像（对需要被完整保留下来的区域，掩膜图像上的值为1，而对被抑制掉的区域则值为0）去乘图像，可以抹去图像的某些部分，即使该部分为0。在PS工具中大量应用。

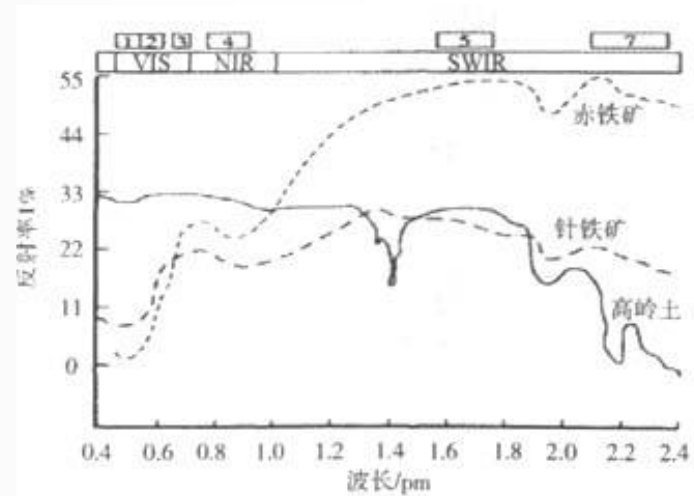
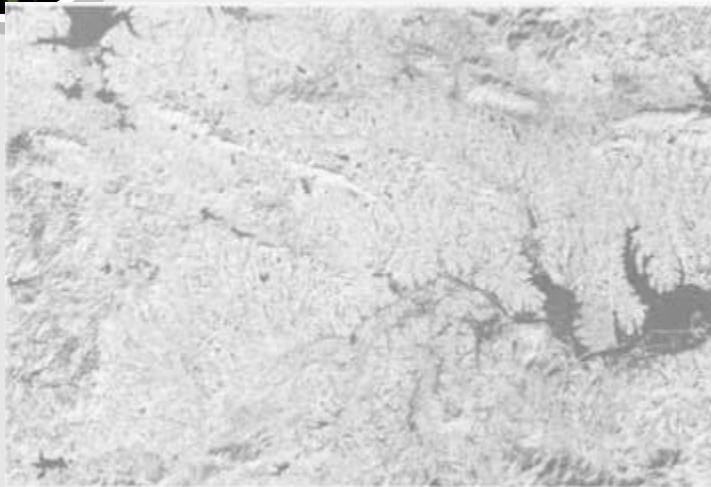
4) **图像除运算**: 又称比值处理，是遥感图像处理常用的方法。

图像的亮度可理解为是照射分量和反射分量的乘积。对多光谱图像而言，各波段图像的照射分量几乎相同，而反映地物细节的反射分量不同，对不同波段图像作比值处理，就能把照射分量去掉，经过比值后能把差异扩大，有利于地物的识别。

比值处理可以用于消除山影、云影及显示隐伏构造。若与彩色合成技术相结合，增强效果将更佳。目前国内外已将比值彩色合成法成功地用于找铁、铀、铜等矿床。



图像增强



参考文献：基于比值法的假彩色图像增强效果对比研究，谌进波等，北京测绘，2009.1



图像增强

4, 空域滤波增强——根据功能分为平滑和锐化。

平滑滤波器削弱图像中的高频分量，是低通滤波器。它分为：

- 1) 模糊——去除小的细节或连接目标内小的断点；
- 2) 消除噪声。

锐化滤波器削弱图像中的低频分量，是高通滤波器，增强被模糊的细节。

在空域利用模板卷积实现这些功能，步骤如下：

- (1) 将模板在图中漫游，并将模板中心与图中某个像素位置重合；
- (2) 将模板上系数与模板下对应像素相乘；
- (3) 将所有乘积相加；
- (4) 将和（模板的输出响应）赋给图中对应于模板中心位置的像素。



图像增强

A) 线性平滑滤波器（邻域平均）与非线性平滑滤波器

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1^* & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4^* & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} :$$

中值滤波器（非线性）——既消除噪声，又保持了图像细节。

工作步骤：

- (1) 将模板在图中漫游，并将模板中心与图中某个象素位置重合；
- (2) 读取模板下各对应像素灰度值；
- (3) 将这些灰度值从小到大排成一列，并找出排在中间的灰度值；
- (4) 将这个中间值赋给对应模板中心位置的像素。



图像增强



原图



线性平滑



中值滤波

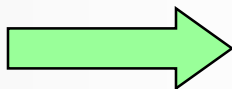


图像增强

B) 锐化滤波器——模板的中心系数为正，周围系数为负。并通过变换将输出灰度值限定在 $0 \sim L$ 之间。

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

拉普拉斯算子（线性滤波器）





图像增强

5, **对彩色图像的特殊处理**: 彩色显示器和打印机之类的硬件设备都是以RGB模型工作, 因此在显示图像时要采用RGB模型, 但HSL模型在许多处理中有其独特的优点: 在HSL模型中, 亮度分量与色度分量是分开的; 色调与饱和度的概念与人的感知紧密相连。因此如果要改变一幅图的亮度, 可以采用下面的方法:

- (1) 将R,G,B分量图转化为H,S,L分量图;
- (2) 利用对灰度图增强方法增强其中的L分量;
- (3) 再将结果转换为R,G,B分量图进行显示。

与直接调整R,G,B分量相比, 该方法的物理意义更为明确。





图像分析

目的：提取图像中感兴趣的目标，以一定的方式进行描述，并对其进行分析，达到测量或识别等目的。

图像分割——把图像分成各具特性的区域并提取出感兴趣目标的技术和过程，是由图像处理到图像分析的关键步骤。

分割算法有：

利用区域间灰度不连续性的**边界**算法；

利用区域内灰度相似性的**区域**算法（不作介绍）。

目标表达和描述——表达是直接具体的表示目标，侧重数据结构；描述是比较抽象的表示目标，侧重区域特性和不同区域间的联系和差别。

表达又分为边界表达和区域表达，描述包括边界描述、区域描述和关系描述。



图像分析

(一) 边缘检测

常见的边缘检测算子

一阶算子（梯度算子）

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

水平边缘

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

垂直边缘

Prewitt算子

Sobel算子

二阶算子

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

Laplacian算子模板



图像分析

Sobel算子

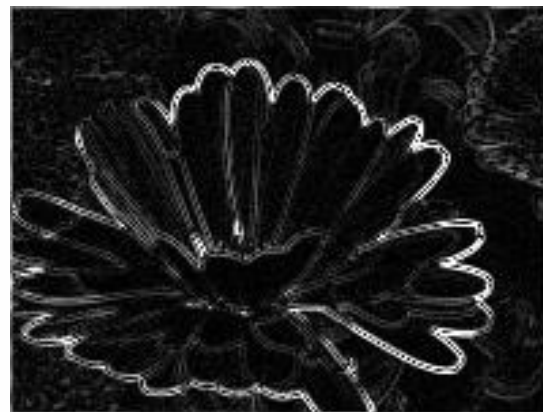
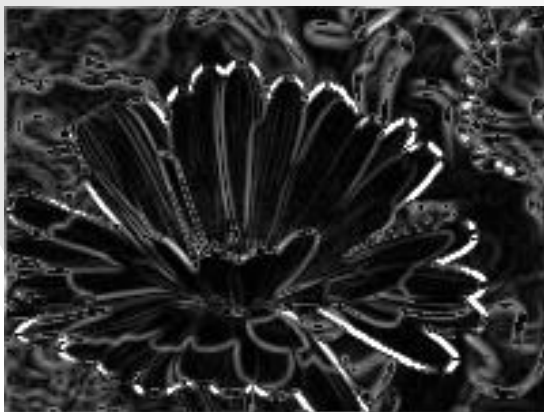
-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Prewitt算子

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

Laplacian算子

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1





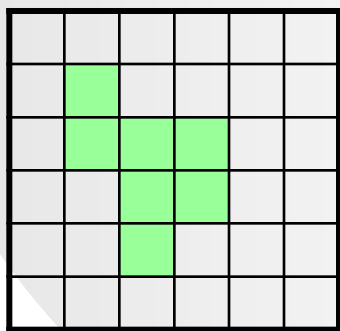
图像分析

(二) 边界闭合

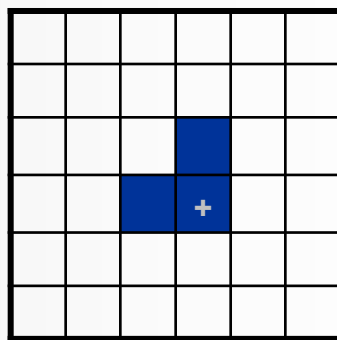
1, 利用二值形态学运算完成边界连接或闭合

形态学基本运算包括膨胀和腐蚀。

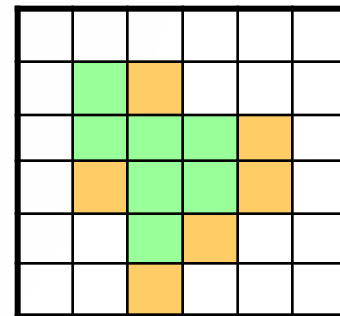
膨胀——将膨胀因子B在原图中漫游，只要B结构与A的交集不为空，则将B结构原点所在位置作以标记，所有标记点的集合称为A被B膨胀的结果。



原图(A为目标区域)



膨胀因子B
(+为原点)

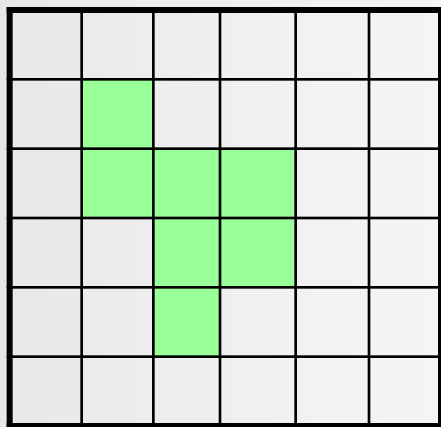


膨胀结果

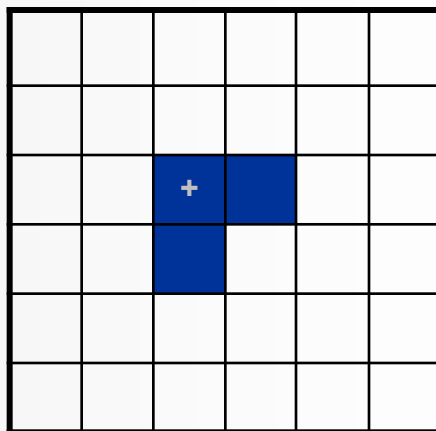


图像分析

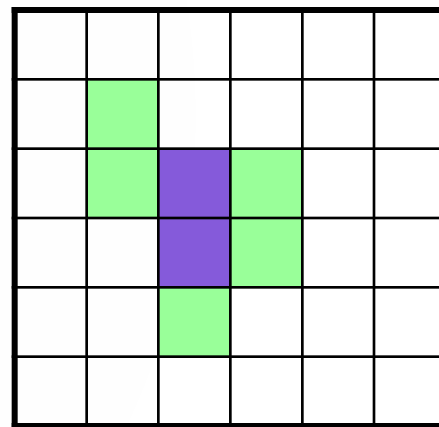
腐蚀——将腐蚀因子B在原图中漫游，只有当A区域完全包含B结构时，将B结构原点所在位置作以标记，所有标记点的集合称为A被B腐蚀的结果。



原图(A为目标区域)



腐蚀因子B
(+为原点)



腐蚀结果



图像分析

对图像进行腐蚀然后膨胀其结果的运算称为**开启运算**，它可以把比结构元素小的突刺滤掉，切断细长搭接而起到分离作用；

对图像进行膨胀然后腐蚀其结果的运算称为**闭合运算**，它可以把比结构元素小的缺口或孔填充上，搭接短的间断而起到连通作用。

开启和闭合运算都可以除去比结构元素小的细节，同时保证不产生全局几何失真。

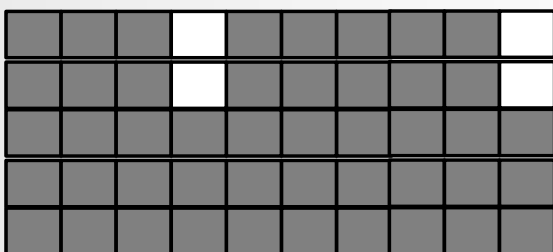


图像分析

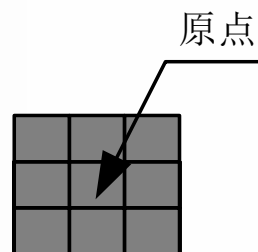
用膨胀运算实现区域填充 →



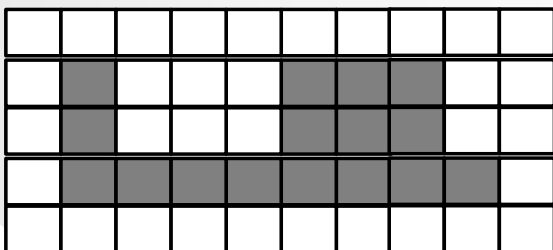
用腐蚀运算实现边界提取



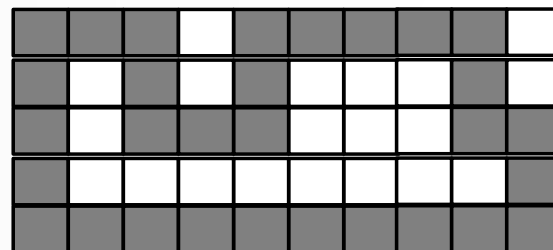
(a) 集合A



(b) 结构元素B



(c) 对A腐蚀 $A \ominus B$



(d) A减去腐蚀的结果 $\beta(A)$



图像分析

目标和背景分离：



Laplacian边缘检测



二值化（反色）



膨胀



腐蚀



滤波



图像分析

2, 利用哈夫(Hough)变换完成边界闭合

Hough变换: 在预知区域形状的条件下, 利用图像全局特征, 将不连续的边缘像素点连接起来, 得到边界曲线。

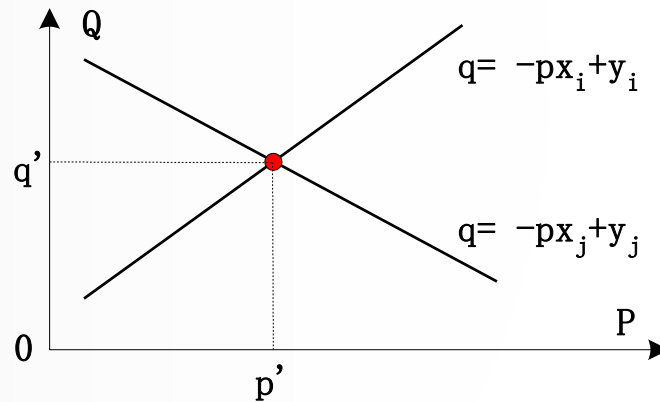
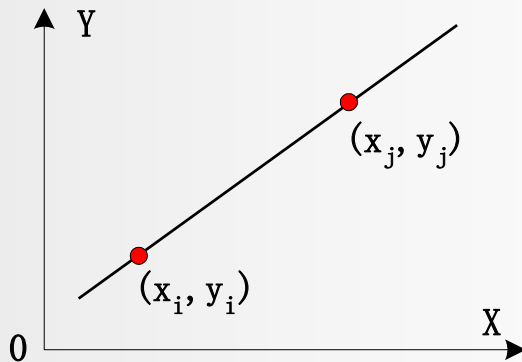
可检测直线、圆以及满足解析式为 $f(x,c)=0$ 形式的各类曲线, 并把曲线上的点连起来。受噪声和曲线间断影响较小。



图像分析

以直线检测为例：

在图像空间 XY 里，所有过点 (x, y) 的直线都满足方程： $y=px+q$
或者写成： $q = -px+y$ ，可理解为参数空间 PQ 里过点 (p,q) 的一条直线。



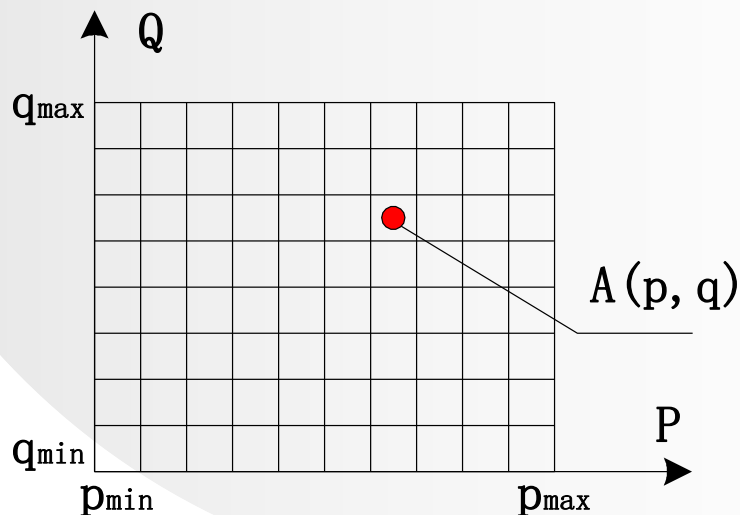
在图像空间 XY 里过点 (x_i, y_i) 和 (x_j, y_j) 的直线上的每个点都对应应在参数空间 PQ 里的一条直线，这些直线相交于点 (p', q') 。



图像分析

在参数空间PQ里建立一个2D累加数组，设为 $A(p,q)$ ，如图所示。
 $[p_{\min}, p_{\max}]$ 和 $[q_{\min}, q_{\max}]$ 分别为预期的斜率和截距的取值范围。

- 1, 置数组A为零;
- 2, 对XY空间中每一个给定点，让p取遍P轴上所有可能值，并计算相对应的q值(p、q值都已取整)，对A累加： $A(p,q)=A(p,q)+1$ 。
- 3, 累加结束后，数组中的最大值即为XY空间共线点个数，它对应的p,q值即为XY空间直线参数。



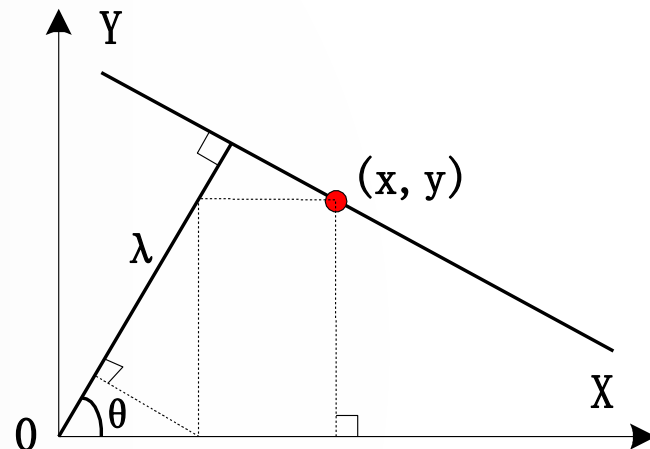
空间点共线统计的准确性与累加数组的尺寸关系密切。在p,q值较大时，累加数组尺寸会很大，故常用直线的极坐标方程解决这个问题。



图像分析

直线的极坐标方程:

$$\lambda = x \cos \theta + y \sin \theta$$



建立一个关于 λ 、 θ 的累加数组 $A(\lambda, \theta)$ ，其它计算与前面的方法类似，该方法保证 λ 、 θ 的取值范围总是有限区间。

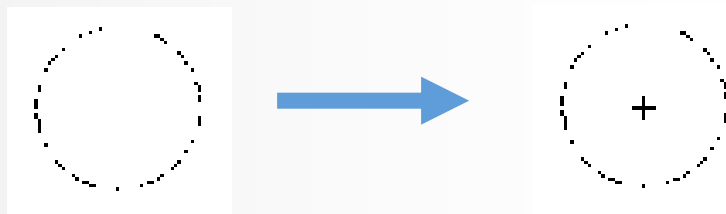


图像分析

哈夫变换可以检测满足解析式为 $f(x,c)=0$ 形式的各类曲线。例如圆：

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

由于圆方程有三个参数，需要建立3D的累加数组 $A(a,b,r)$ 。对图像中每一个给定点，让 a 和 b 在取值范围内依次变化，并计算出相应的 r ，令 $A(a,b,r) = A(a,b,r) + 1$ 。累加结束后，数组元素最大值对应的 (a,b) 即为圆心， r 为半径。

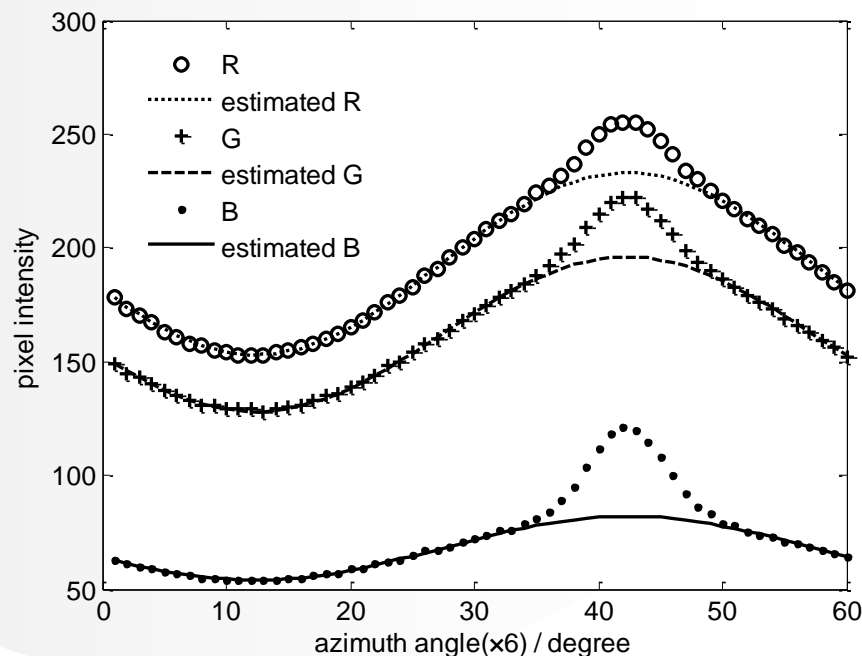




图像分析

正弦曲线: $I = A\sin(\theta + B) + C$

由于方程有三个参数, 需要建立3D的累加数组 $M(A,B,C)$ 。对图像中每一个给定点, 让 A 和 B 在取值范围内依次变化, 并计算出相应的 C , 令 $M(A,B,C)=M(A,B,C)+1$ 。累加结束后, 数组元素最大值对应的 A 即为正弦的模, B 为初相位, C 为直流分量。

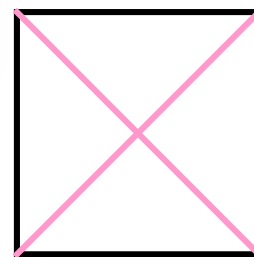
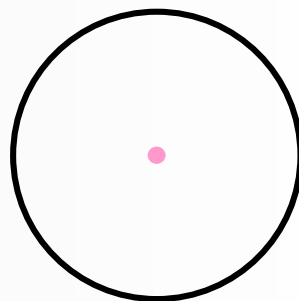
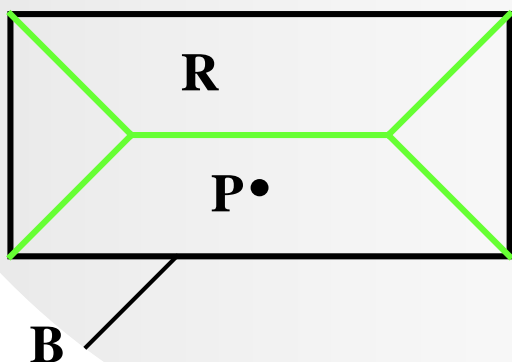




图像分析

(三) 目标表达方法——骨架提取（细化）

用中轴变换（**medial axis transform, MAT**）细化技术得到物体骨架。它的定义如下：对于具有边界**B**的区域**R**，对**R**中的每个点**P**，在**B**中搜寻与它最近的点，若对**P**能找到多于1个这样的点，则认为**P**为**R**的一个骨架点。其中的距离度量可以是欧式、城区或棋盘距离。





图像分析

实际计算中常采用逐次消去边界点的迭代细化算法。它有三个原则：

- (1) 不消去线段端点；
- (2) 不中断原来连通的点；
- (3) 不过多侵蚀区域。

P_9	P_1	P_3
P_8	P_1	P_4
P_7	P_6	P_5

设已知目标点标记为1，背景点标记为0，边界点定义为本身标记为1，其8连通邻域内至少有1个标记为0的点。

考察以边界点为中心的8-邻域，记中心点为 P_1 ，邻域点如上图所示。然后作下面的处理。



图像分析

(1)首先标记同时满足下列条件的边界点:

$$\begin{cases} 2 \leq N(p_1) \leq 6 \\ S(p_1) = 1 \\ p_2 \times p_4 \times p_6 = 0 \\ p_4 \times p_6 \times p_8 = 0 \end{cases}$$

其中 $N(p_1)$ 是 p_1 的非零邻点的个数, $S(p_1)$ 是指以 $p_1, p_2 \dots p_9$ 点为序时, 这些值从0到1变化的次数。 $p_2 \times p_4 \times p_6 = 0$ 表示三个像素点中有一个为0值, 即背景。当对所有边界点都检验完毕后, 将所有标记了的点除去。

(2)标记同时满足下列条件的边界点并除去所有标记点:

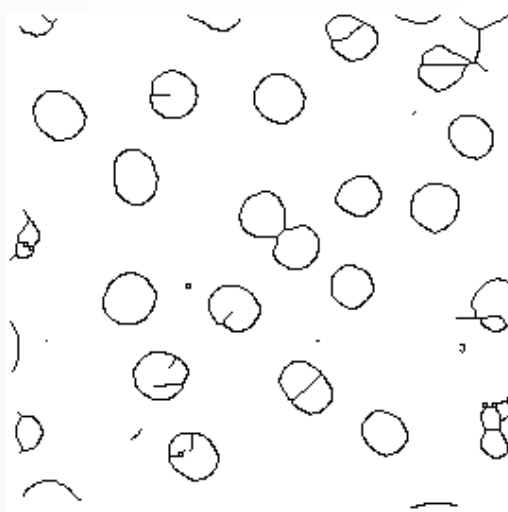
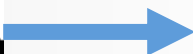
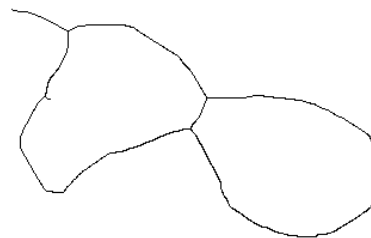
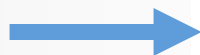
$$\begin{cases} 2 \leq N(p_1) \leq 6 \\ S(p_1) = 1 \\ p_2 \times p_4 \times p_8 = 0 \\ p_2 \times p_6 \times p_8 = 0 \end{cases}$$

以上两步操作构成一次迭代, 算法反复迭代直至没有其它点满足标记条件, 这时剩下的点为区域的骨架。



图像分析

骨架提取举例



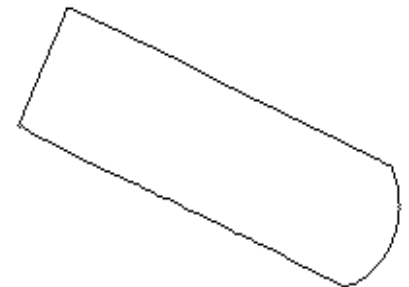
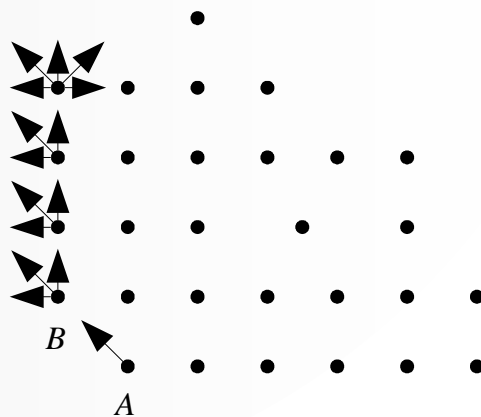
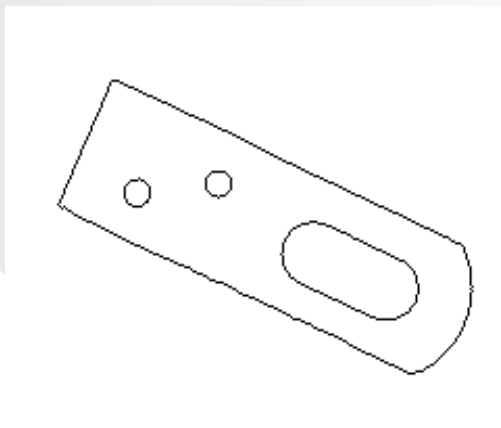


图像分析

(四) 目标特性提取

1, 轮廓提取

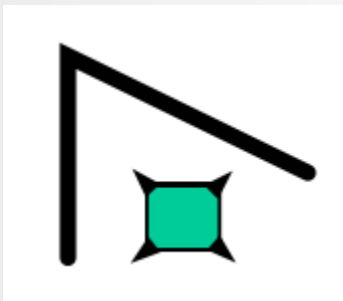
- 1) **边缘提取**: 针对二值图像, 运用内部腐蚀算子, 删除内部点。
- 2) **差影法**: 用腐蚀运算使目标区域缩小一个像素的宽度, 再与原图作减法运算。
- 3) **轮廓跟踪法**: 按照一定的“探测准则”和“跟踪准则”找出物体轮廓上的像素。



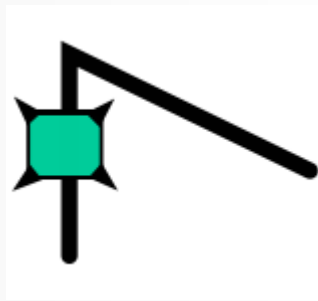


图像分析

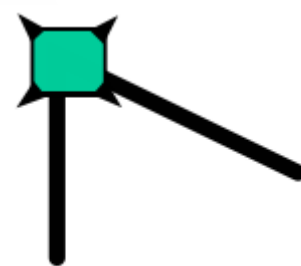
2, 角点提取 —— 基于Harris方法的角点标定



(a) 平滑区域



(b) 边缘区域

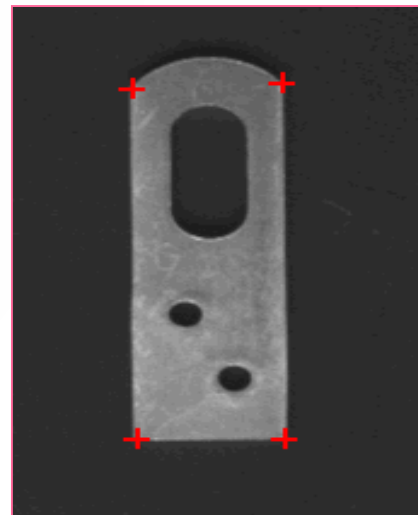


(c) 角点区域

① **平滑区域**: 该区域中, 无论窗口如何移动, 图像强度均无显著变化。

② **边缘区域**: 该区域中, 沿着边缘方向灰度值无明显变化。

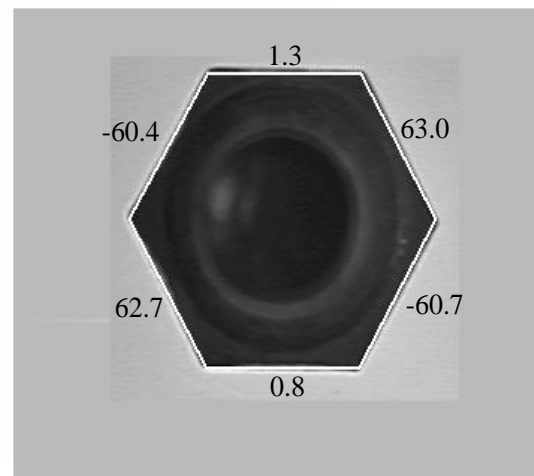
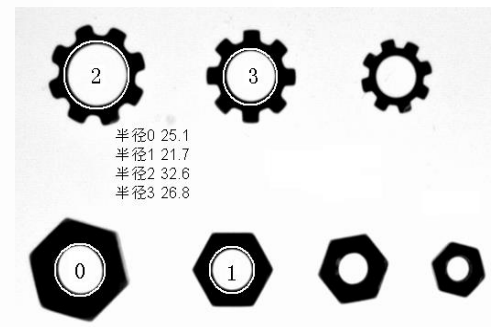
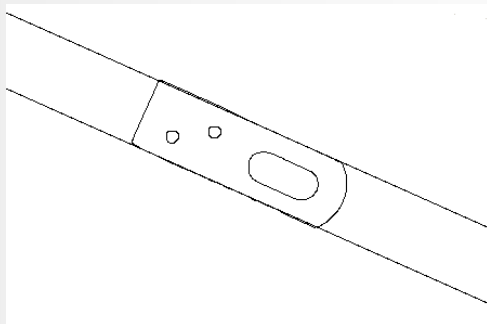
③ **角点区域**: 该区域中, 无论超哪个方向移动, 均会产生灰度值的剧烈变化。





图像分析

3, 直线、圆、椭圆、角度等提取





图像分析

(五) 图像配准

图像配准是将不同传感器所采集得到的同一场景的多光谱、多波段或同一传感器在不同时间、不同方位、不同条件下（天候、照度、摄像位置和角度等）获得同一场景的两幅（或多幅图像进行匹配或叠加的过程。





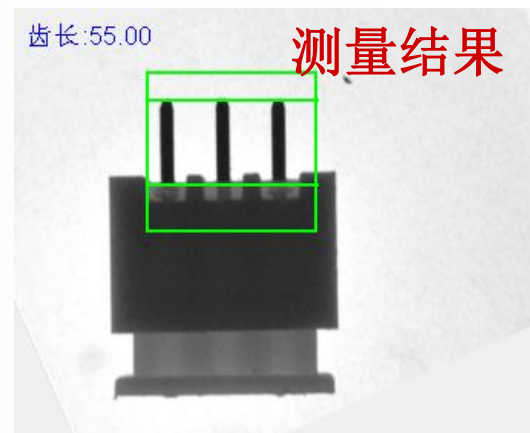
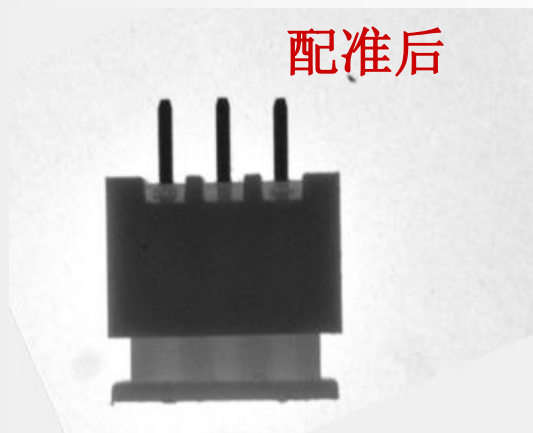
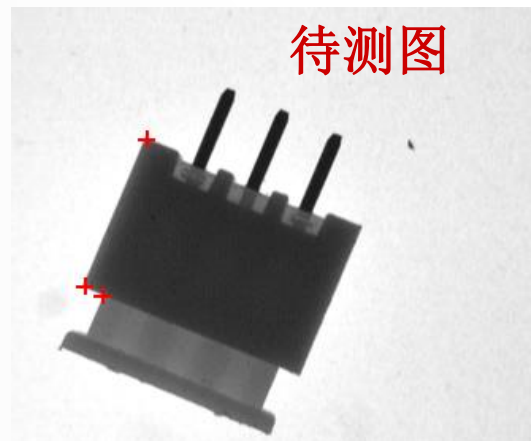
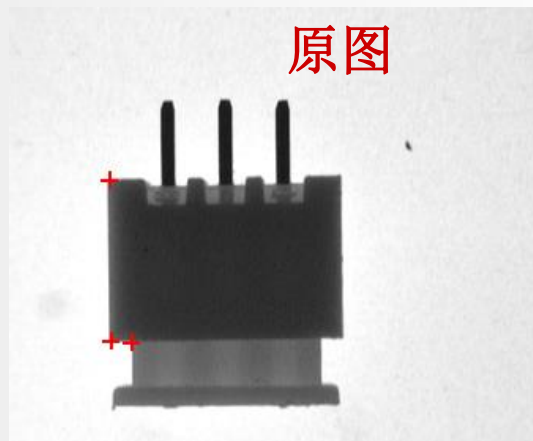
图像分析

❖ 图像配准方法一般由以下四个步骤构成：

- 第一步，检测特征。
- 第二步，匹配特征。建立特征间的空间对应关系。
- 第三步，估计变换模型。
- 第四步，图像重采样与变换。



图像分析



图像配准用于尺寸测量



图像分析

电子枪扭弯曲特性智能检测系统





图像分析

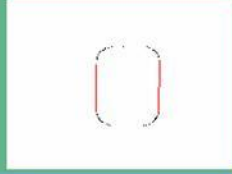


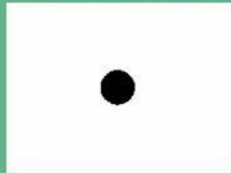


电子枪扭弯曲特性智能检测系统——用户界面

电子枪扭弯曲检测系统

合格

弯曲特性
+ -


扭曲特性
+ -



项目	合格	修补	结果
弯度(mm)	0.50		0.15
扭度(分)	30		0

X方向偏差: 0.00 mm
Y方向偏差: 0.15 mm
扭曲度: 0 分

日期: 2002年12月24号 班次: 操作员:
总数: 128 合格数: 109 不合格数: 19



保存

检测

打印

校准

月底汇总

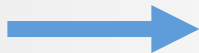
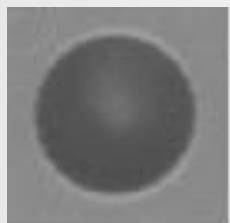
退出

西安交通大学自动控制研究所

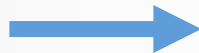
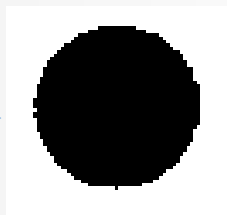


图像分析

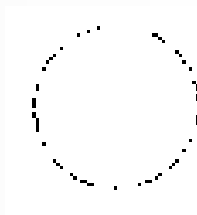
处理过程



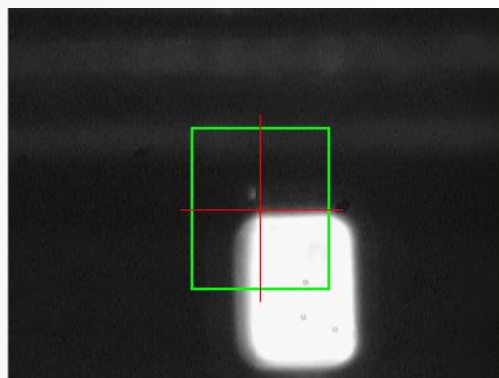
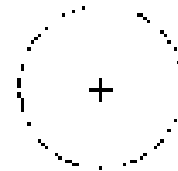
二值化



边缘检测
骨架提取



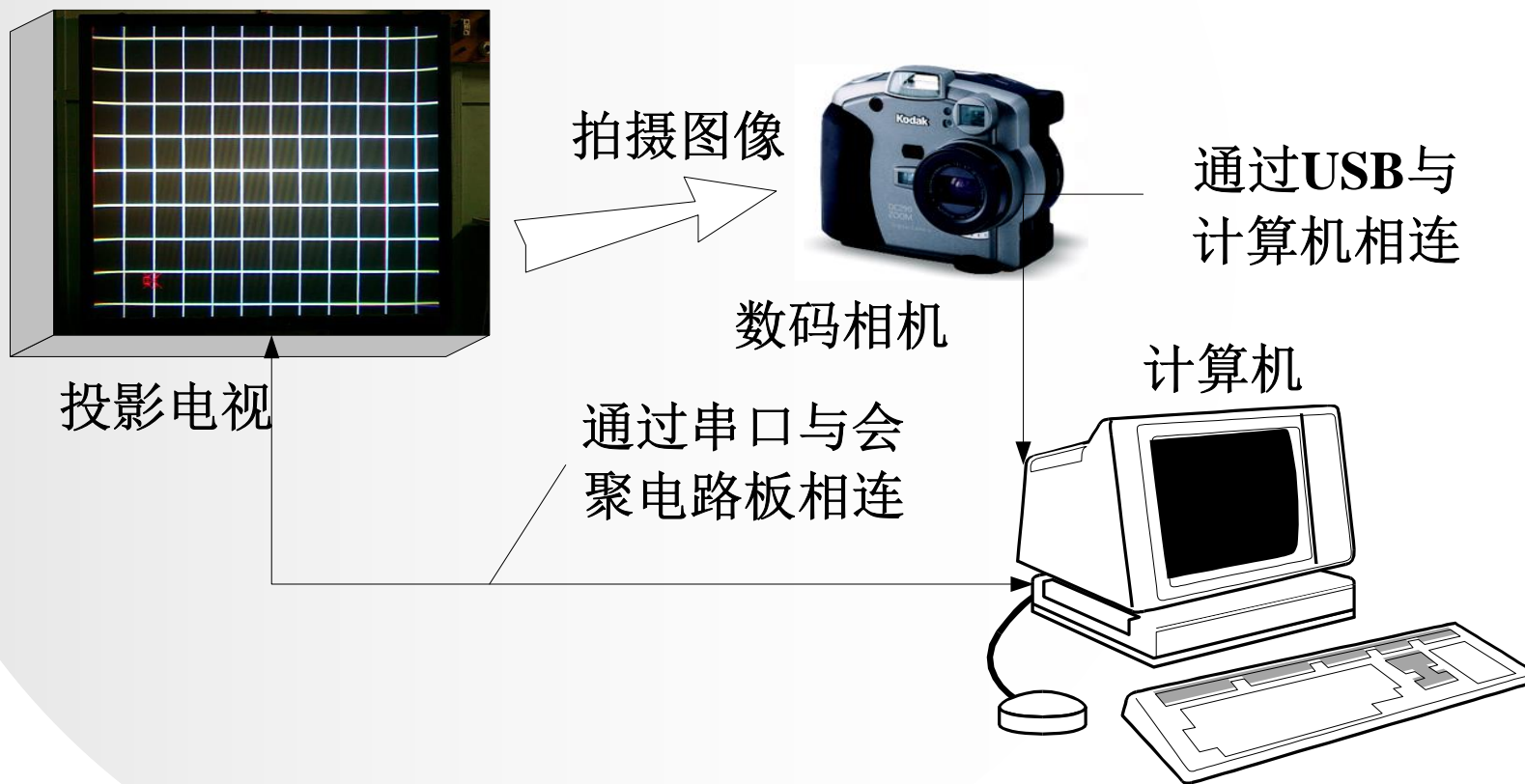
Hough变换





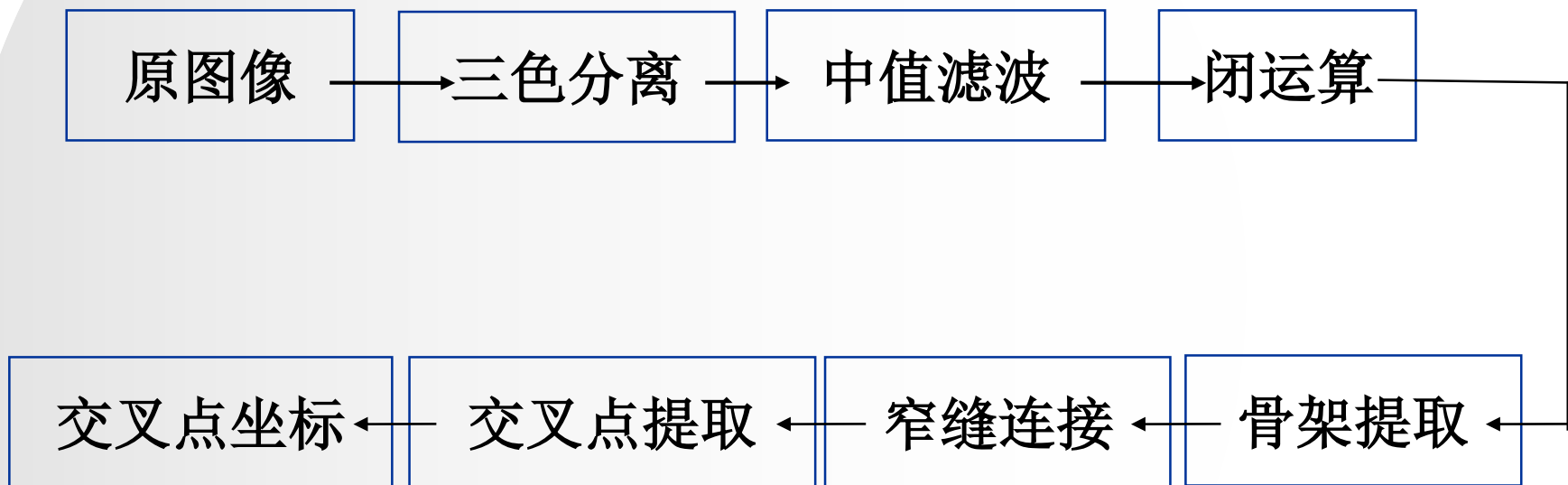
图像分析

背投电视自动会聚校正系统





图像分析



处理过程



图像分析

三色分离——局部阈值分割法

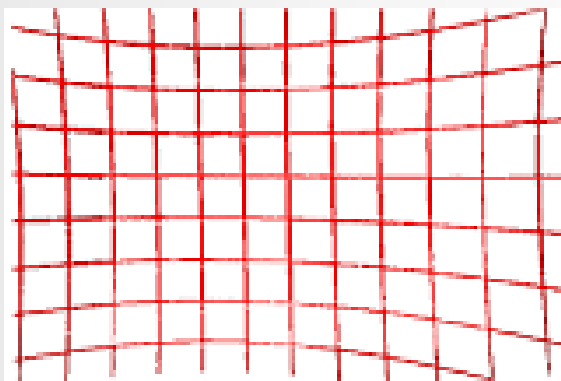
所谓三色分离，就是把红、绿、蓝三种格栅从会聚图像中分别分离出来。手工调整需要人为的将红、绿、蓝3个投影CRT管分别开闭，以保证电视屏幕上只显示一色格栅，这不能满足生产线的速度要求，因此需要首先对图像进行三色分离。

由于CCD采集图像时各色光的相互干扰，使得每色格栅都不是纯色，如红色格栅中包含有蓝、绿色分量，而且三种格栅还有交叉重合，再则由于外照光线的影响，造成中间的亮度明显比四周高，甚至中心部分的背景比边缘部分的格栅还亮。因此采用彩色图像的局部阈值分割法进行阈值分割。

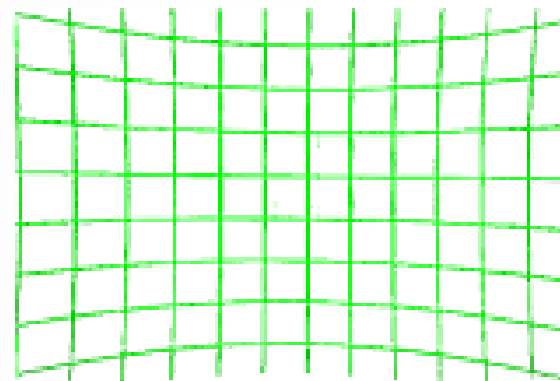


图像分析

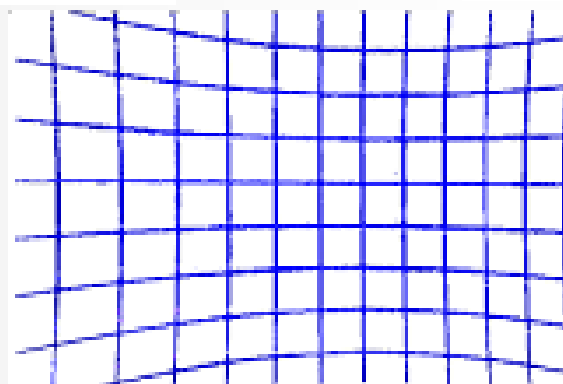
三色分离结果



红



绿



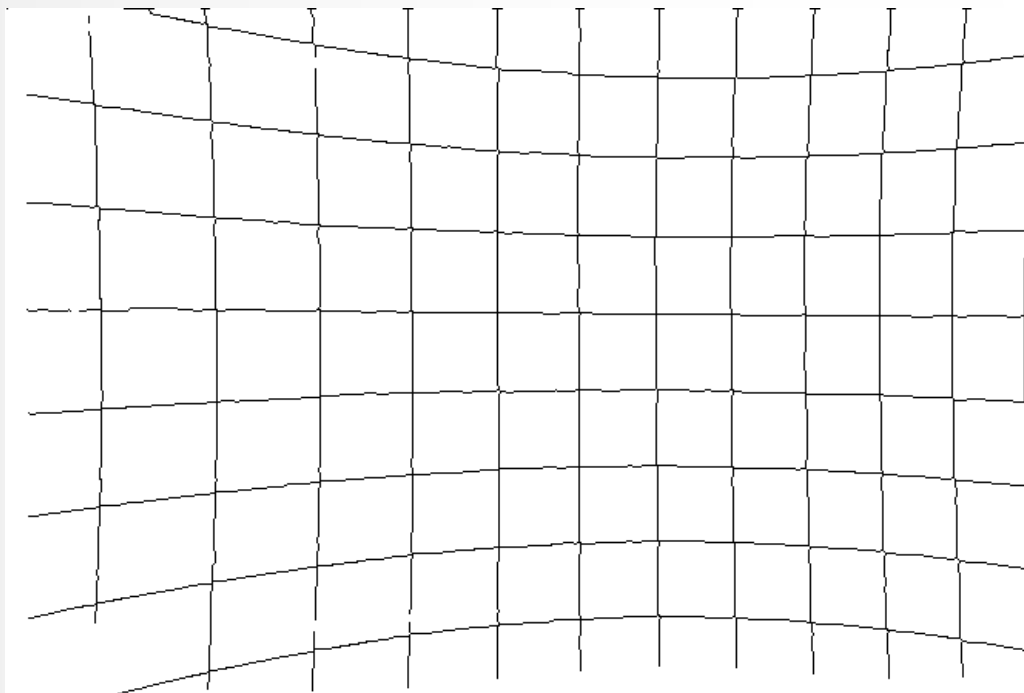
蓝



图像分析

骨架提取（细化）

将格栅图像细化为宽度为单像素的格栅骨架图像。





图像分析

交叉点提取

一般根据目标点八邻域中其他目标点的个数判断该点的类型，决定是否取消或保留。其它目标点数采用式 $S(p_1)$ 来判断，纯线点、线端点和孤立点的 $S(p_1)$ 值都小于3。

在特殊情况下，会出现两个或四个目标点共同表示一个交叉点，如图所示。图中1代表目标点，0代表背景点，所有带阴影的点共同表示一个交叉点。此时若只采用 $S(p_1)$ 判断，则会将所有的目标点均视为可擦除点，但事实上这些点都应当保留，正确的判断条件为：

$$\begin{cases} S(p_1) < 3 \\ N(p_1) < 5 \end{cases}$$

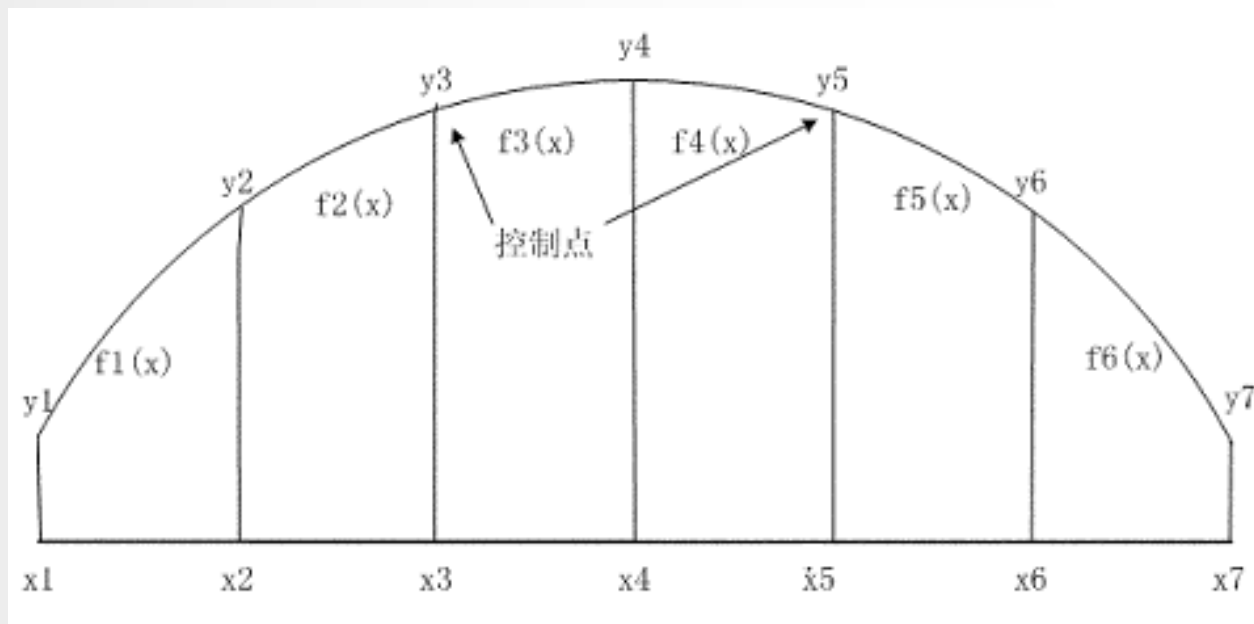
0	1	0	0
0	1	1	1
1	1	1	0
0	0	1	0

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



图像分析

曲线拟合

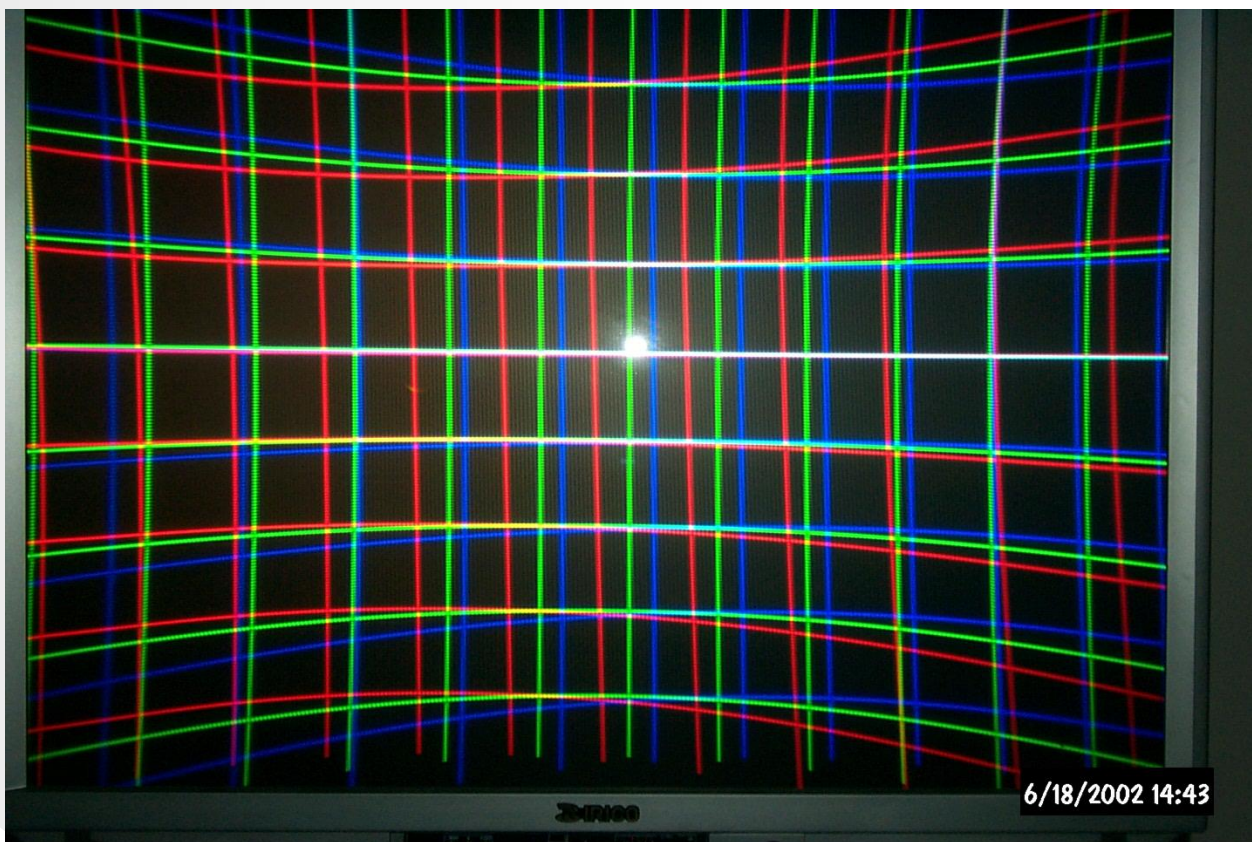


通过图像处理得到各控制点的位置坐标后，与标准的位置坐标相减，即为各交叉点的校正量，做横向及纵向格栅的曲线拟合，就可求得每个投影点的校正量。



图像分析

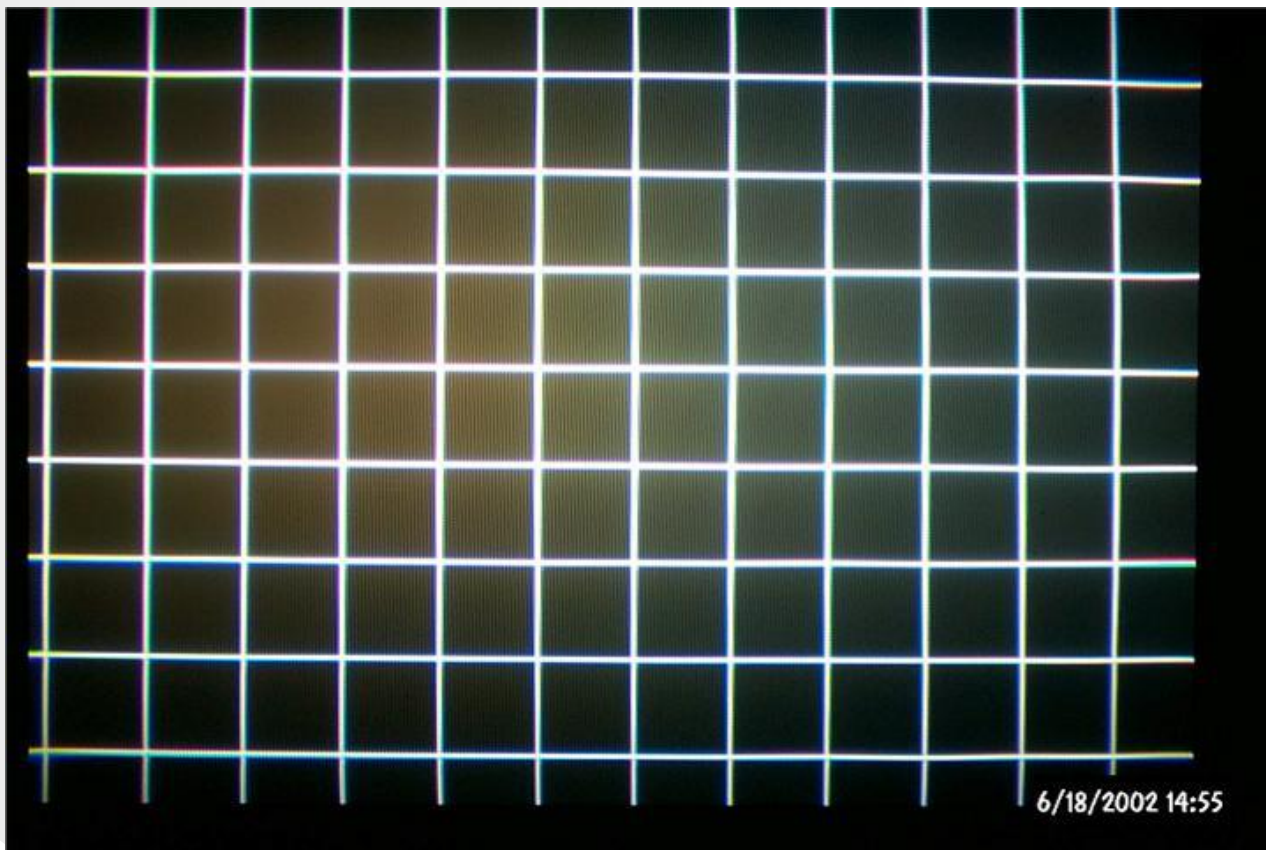
调整前图像





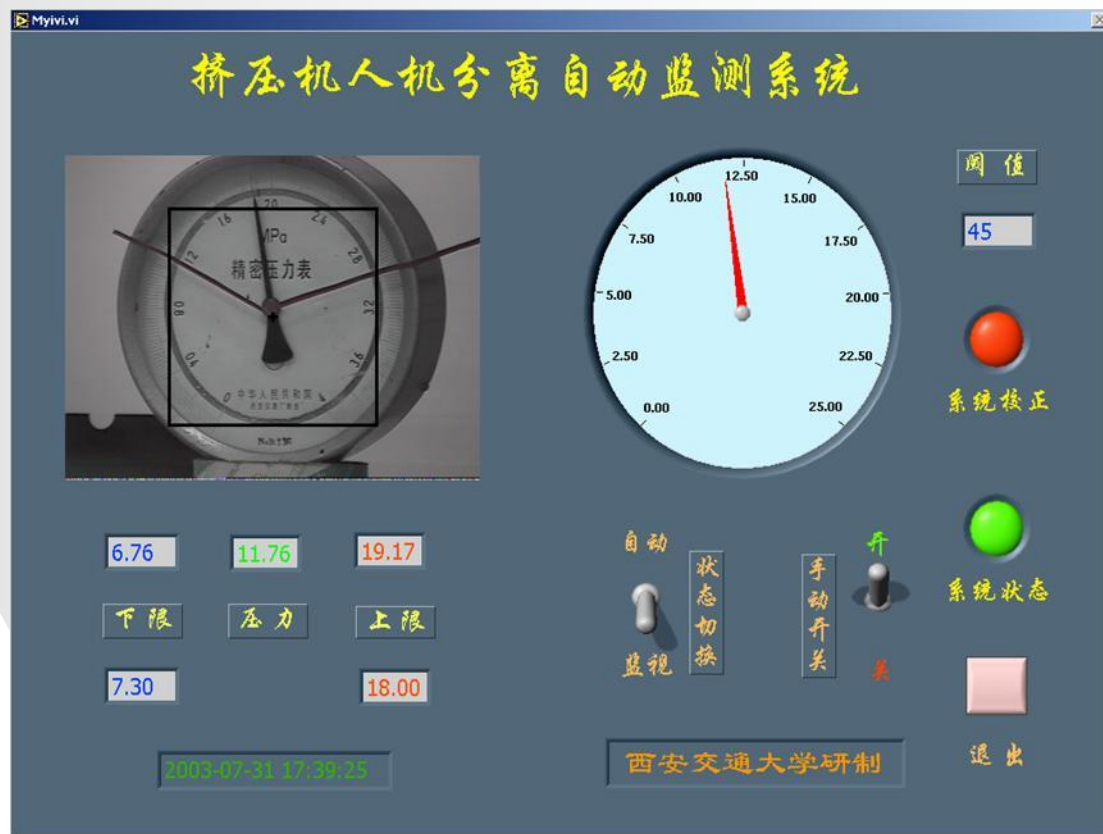
图像分析

调整后图像





作业1



如何用图像处理的方法得到左图中压力表的示数及它与压力上限和下限的差值？

作业2



?



如何用机器视觉的方法提取左图中的一维条码？
不作识别。

Thank You !

