

现代检测技术 机器视觉应用

精勤求学 敦笃励志 果毅力行 忠恕任事



尺寸测量技术

尺寸测量是机器视觉技术最普遍的应用行业，特别在自动化制造行业中，包括物件的**长度、角度、孔径、直径、弧度**等都是**典型的物件待测几何参数**。

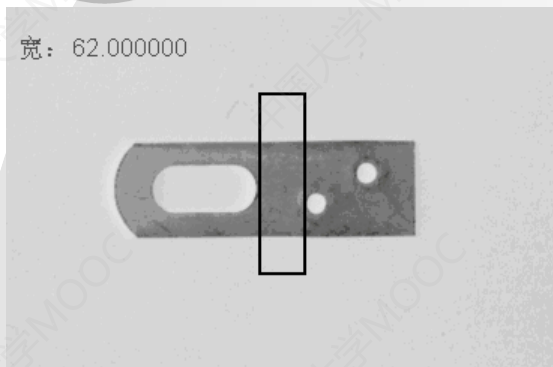
传统尺寸测量精度低、速度慢，无法满足大规模自动化生产的需要。

基于机器视觉的尺寸测量技术属于**非接触性测量**，具有**检测精度高、速度快、成本低、便于安装等优点**。基于机器视觉的尺寸测量技术，不但可以获取在线产品的尺寸参数，同时可对产品做出在线实时判定和分拣，应用十分普遍。

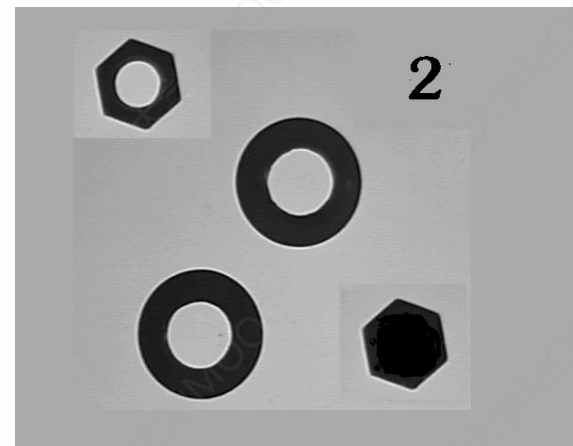


尺寸测量技术

宽: 62.000000

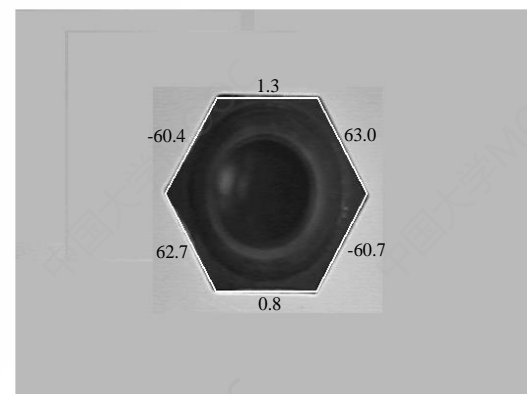
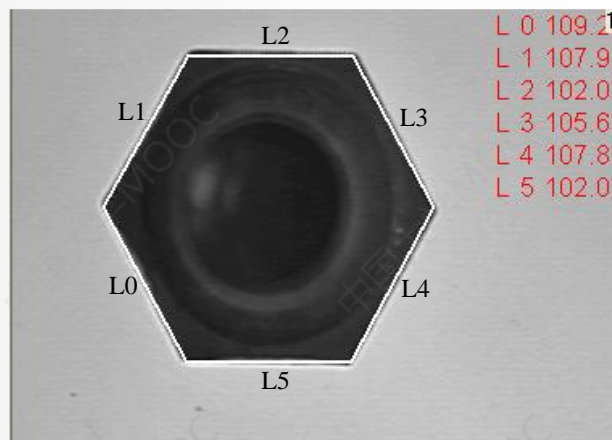
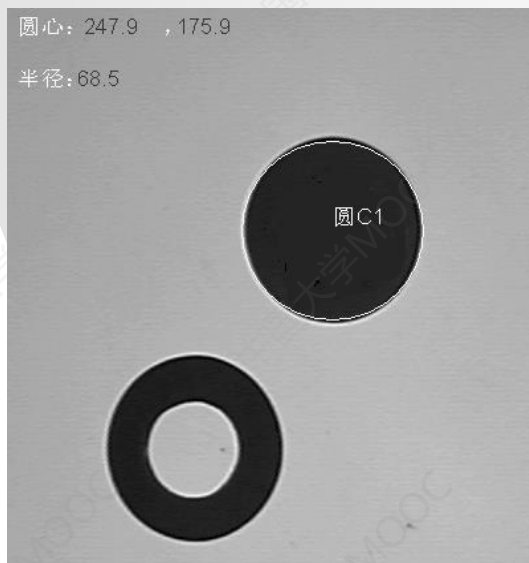


42.0	47.0	44.0	46.0	45.0
44.0	48.0	42.0	49.0	52.0
48.0	47.0	48.0	32.0	48.0
53.0	49.0	54.0	56.0	49.0



圆心: 247.9 , 175.9

半径: 68.5





尺寸测量技术

测量对象

长度
面积
圆
线弧
角度
...



测量方法

最小二乘法
Hough变换
区域标记法
Harris角点
...



尺寸测量技术

➤ 直线拟合的最小二乘法

$$y = ax + b \quad \text{即} \quad \varepsilon_i = y_i - (ax_i + b) \quad \begin{array}{l} \text{反映计算值}y\text{与实际值}y_i \\ \text{的偏差} \end{array}$$

当偏差的平方和最小时，则可以保证每个偏差都不会很大。这时，估计的直线方程应该与实际很接近。于是直线拟合的问题可归结为确定a和b。

$$F(a, b) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2 \quad \text{最小值}$$

$$\frac{\partial F}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n x_i (y_i - ax_i - b) = 0 \quad \frac{\partial F}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b) = 0$$

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - \frac{a}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$



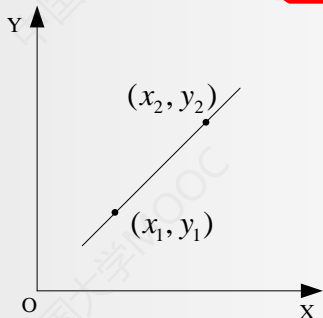
尺寸测量技术

用最小二乘法求解线性方程组既方便又快捷。但这种方法拟合出的用于定位距离的两条直线可能不平行。在这种情况下，一般采用一条直线的多点到另一条直线的距离的平均值来近似计算。



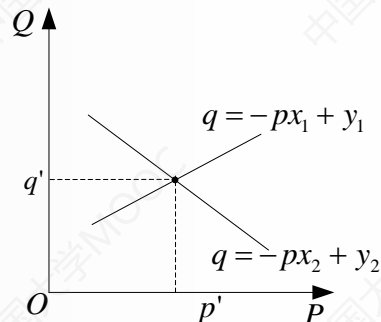
尺寸测量技术

直线拟合的Hough变换方法



$$y = px + q$$

图像空间

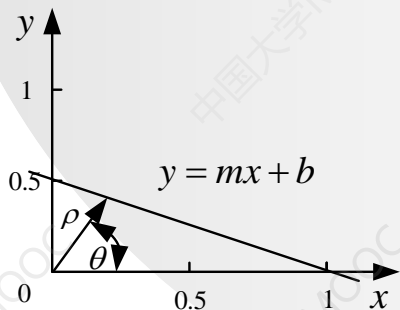


$$q = -px + y$$

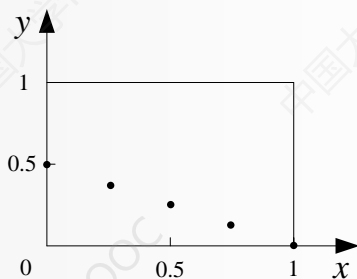
参数空间

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

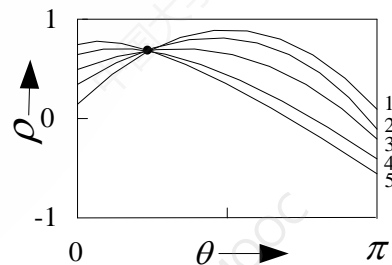
图像空间与参数空间点和线的对偶性



一条直线的极坐标表示



x, y 平面

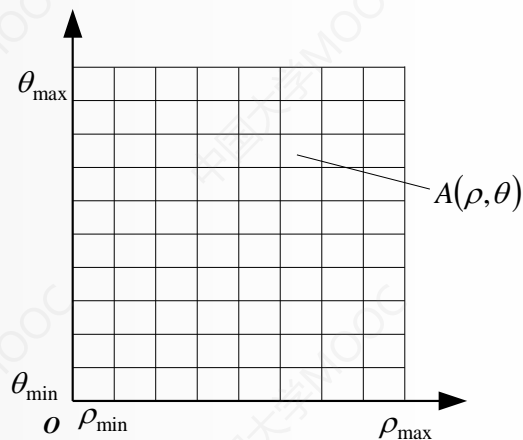


ρ, θ 平面



尺寸测量技术

$$A(\rho, \theta) = A(\rho, \theta) + 1$$



对图像遍历后， $A(\rho, \theta)$ 的值就是在点 (ρ, θ) 处共线点的个数。

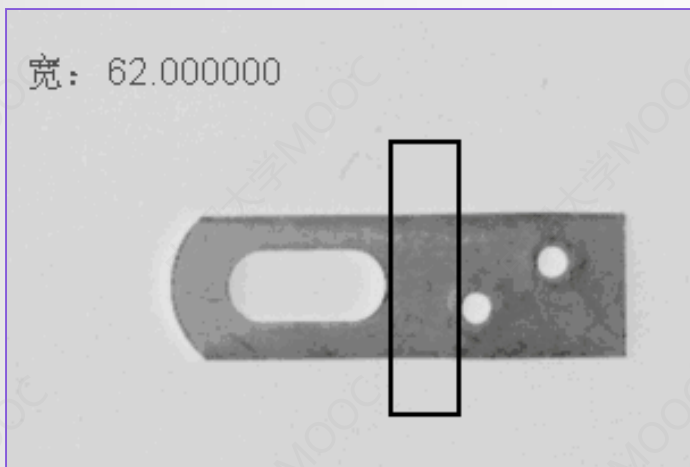
同时 (ρ, θ) 值也给出了直线方程的参数，这样就得到了点所在的线。

Hough变换长度测量：当给定图像空间中的一些共线点时，可以通过Hough变换确定连接这些点的线性方程，从而计算直线之间的距离。



尺寸测量技术

❖ 长度测量——距离测量



可采用最小二乘法、
Hough变换法（稍慢）

1,在工件图中**设置待测工件宽度区域**;

2,~~对区域内的图像进行边缘提取~~;

3,对提取到的边缘进行逐行扫描,分别获得其上、下两条边的边缘点;

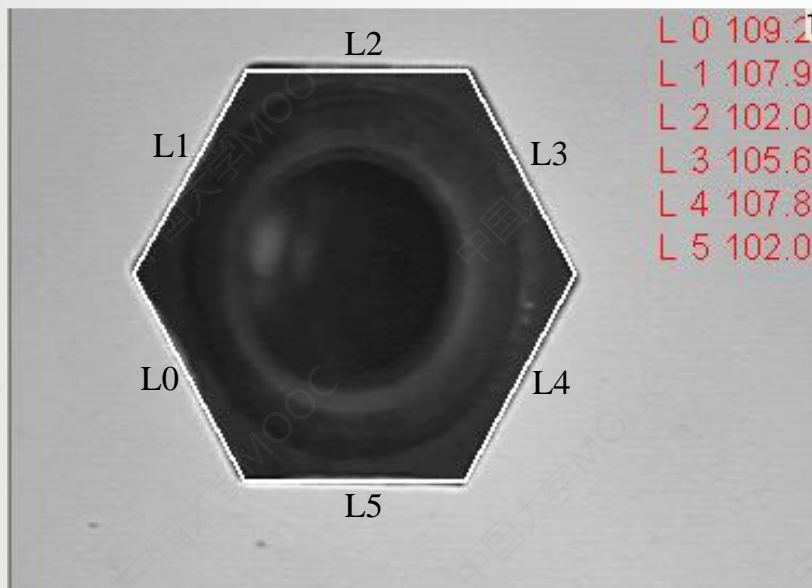
4,根据得到的边缘点分别拟合出上、下两条边的直线;

5,计算两条直线间的距离作为工件宽度结果。



尺寸测量技术

❖ 长度测量——**线段测量**

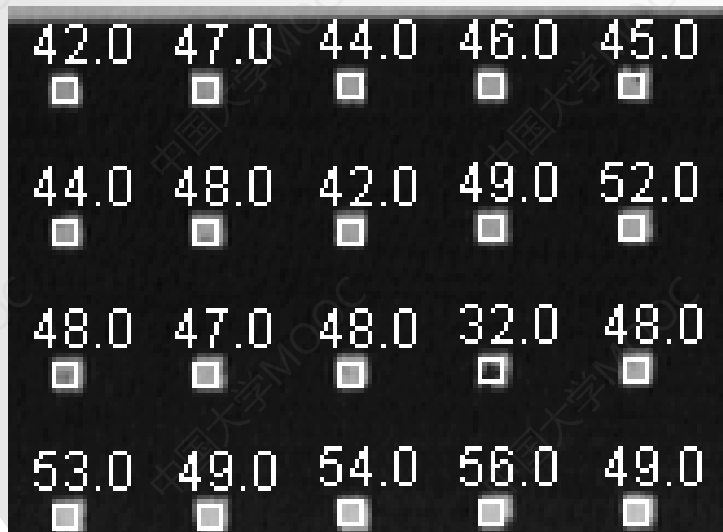


1. 通过Harris角点法确定角点；
2. 通过轮廓提取法得到边缘；
3. 结合轮廓信息对角点精确定位；
4. 计算线段长度。



尺寸测量技术

- ❖ 面积测量——**区域标记法**，给图像中每一个连通区域分配一个唯一的标记值



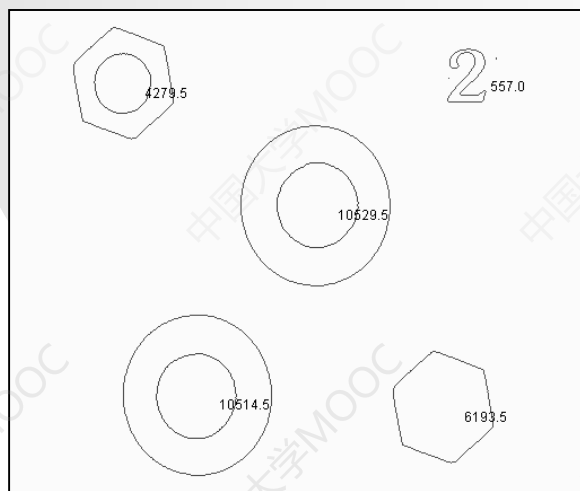
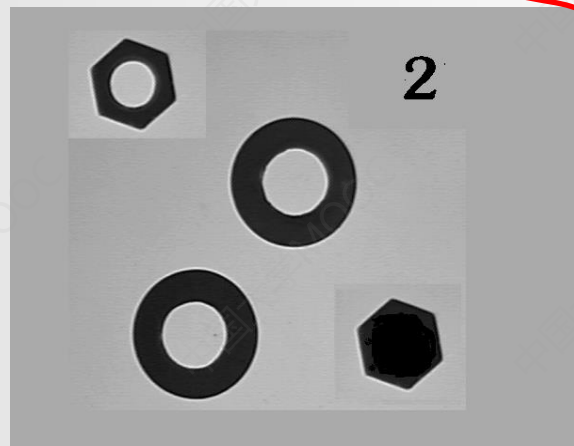
多个漏孔的片状工件

- 判断一个像素点的8个连通像素点是否有某已知区域内的点，如果有则判定其为该区域内的点，如果没有则标记其为新区域内的点；
- 计算各个连通区域的面积及个数等。



尺寸测量技术

❖ 面积测量——**轮廓向量法**，零件面积测量



- 按一定的方向对感兴趣区进行边界跟踪，获得一组有序边界点。

- 外轮廓减去内轮廓的面积，得出各个连通区域的面积及个数等。



尺寸测量技术

- ❖ 圆测量（如轴类工件的直径测量，面板圆孔的直径等）
 - 最小二乘法
 - Hough变换法
 - 圆的方程为： $(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$
 - 参数空间中建立三维的累加数组 $A(a, b, r)$ ，依次变化参数 a 和 b ，并计算出 r ，最后从累计数组中就可得到共圆的点数。

改进Hough变换法：首先通过圆面积测量求出圆半径，这样三维空间又变成了二维空间问题。可用一个二维累加数组进行统计，它的峰值能确定圆的圆心位置。用这种方法可以大大减少计算量，节省运算时间。



尺寸测量技术

- ❖ 圆测量（如轴类工件的直径测量，面板圆孔的直径等）
 - 圆测量：最小二乘法、Hough变换法、改进Hough变换法



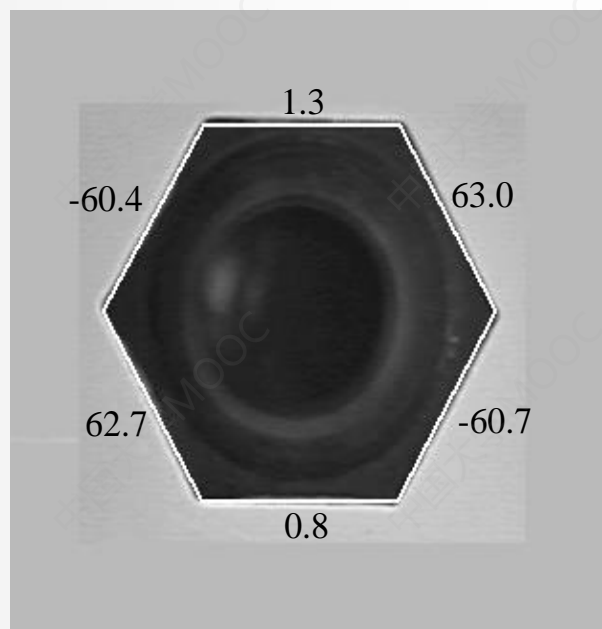
圆的拟合

方法	半径像素值	误差	测量时间
最小二乘法	68.5	0.48%	30ms
Hough变换法	68.9	0.18%	18328ms
改进Hough变换法	68.9	0.18%	531ms



尺寸测量技术

- ❖ **角度测量**——根据前述方法得到每段直线段方程，根据斜率即可得到夹角。

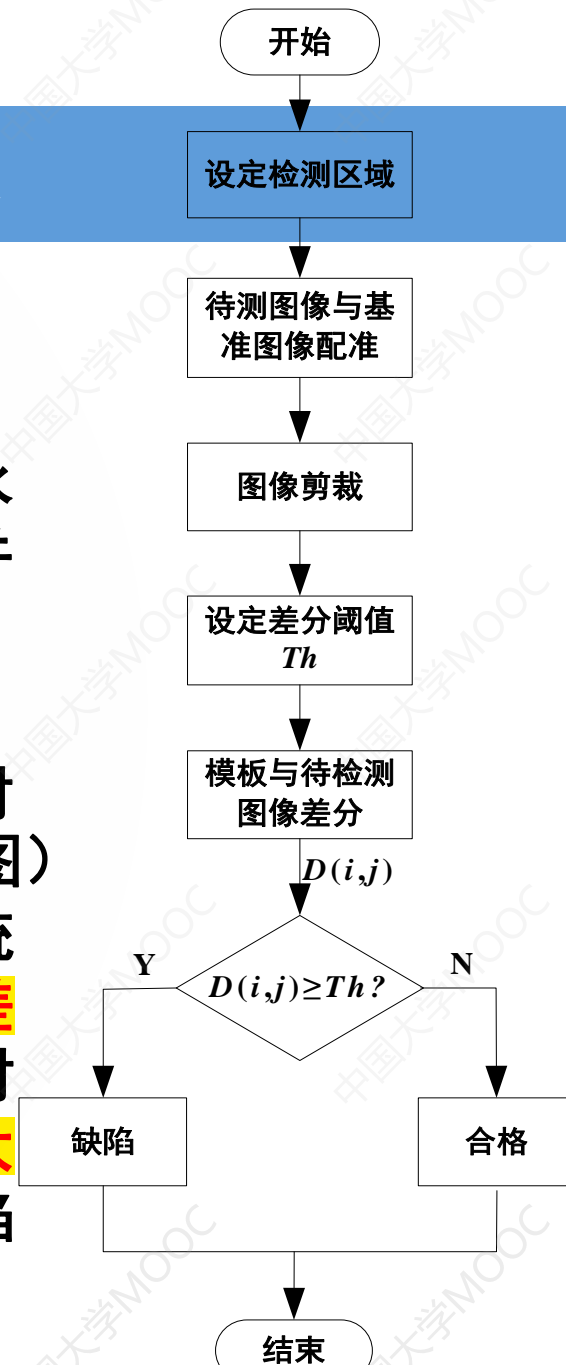




缺陷检测技术

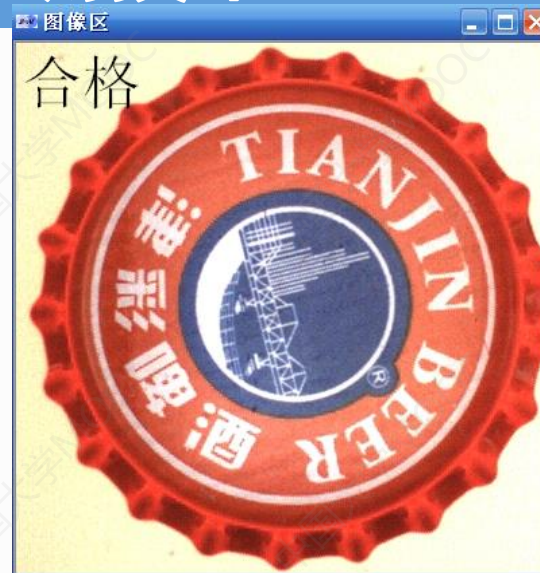
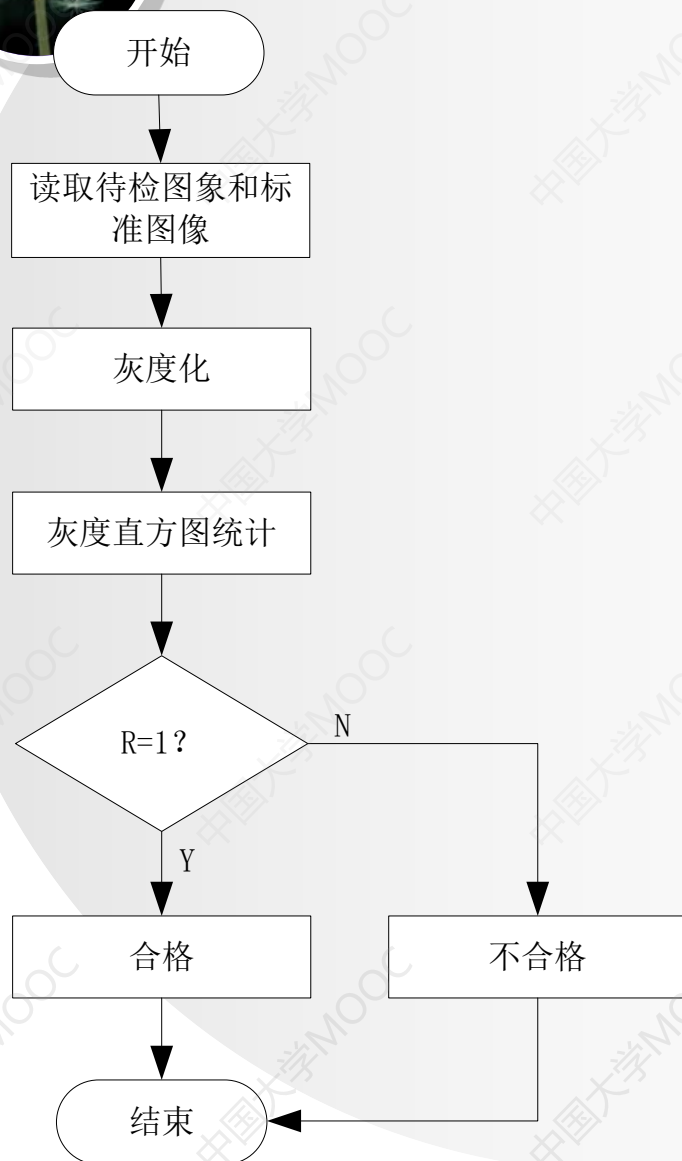
❖ 瑕疵缺陷检测

- 饮料瓶盖的缺陷检测最终要实现生产流水作业上的高速质量判定，要求速度快，并且无须确定缺陷位置。
- 采用基于灰度直方图的特征提取方法，对两幅待对比的RGB图像（标准图与检测图）灰度转换后进行灰度直方图统计，运用统计方法进行对比，得到两幅图像的特征差异值，阈值法判定合格与否。在统计法对比过程中，利用灰度均值截断的技巧放大可能由缺陷引起的灰度差异，提高了缺陷判定的准确度。





缺陷检测技术





作业题

1. 一个典型的视觉系统有哪些硬件部分组成？
2. 编程实现读取压力表、或车速表、或万用表指针的示数。
(可自行搜索相关图片) 如：

