缺陷检测

# 物体表面的缺陷是如何被看出来的？

## 物体表面无纹理或者纹理均匀

对于表面无纹理或者纹理均匀的物体图像，将其划分为若干子图后。缺陷所在的子图肯定与其他子图有较大差异。

之所以能够看到，是因为缺陷色像素集中在某个区域内。单独的一个缺陷色像素，只能认为是噪声点，且很难肉眼看出来的。

缺陷区域与正常区域会存在这边缘的。

在划分子图时，子图的大小可以采用折半查找发，找到合适的最小外接就行（如果两个异色像素点距离在一定范围内，则认为它们相邻）。

## 物体表面的纹理不均匀

先记录正常区域对应的每种颜色，即记录正常色。缺陷区域所在的子图的颜色与其他子图的颜色有较大差异。

## 通过与正常样板进行对比方可看出来

含有缺陷的样本与正常样本相比，仅部分区域不同，即部分区域发生了变化。

# 缺陷检测数据集

## MVTec AD

<https://blog.csdn.net/qq_36560894/article/details/110727751>

# 传统图像特征

一般图像特征可以分为四类：直观性特征、灰度统计特征、变换系数特征与代数特征。

针对正常样本设计人工特征提取器。例如，通过高斯混合模型GMM建模特征分布，对于提取出来的特征在GMM获得较低概率的样本将会被认为是缺陷样本。

## 已有的传统方法

通过查文献，得知一共有5大类方法：  
基于统计（GLCM，LBP，MEAN-STD），基于模型（GMM，MRF等，分数维），基于频域（FFT，Wavelet Transform）,基于滤波器（Sobel,Gabor等）  
基于纹理单元（自相似性计算等），还没有一种方法可以可靠地、快速的、简单的检测出所有的瑕疵（断经，断纬，粗结，破洞，断疵，异纤等）。  
要么是计算过于复杂，十几秒计算一张图，需要针对不同的材质，修改参数（Gabor,Wavelet），要么对材质的一些变化过于敏感，鲁棒性差（GLCM，LBP）。

## 颜色特征

### 颜色直方图

颜色直方图是最常用的表达颜色特征的方法，其优点是不受图像旋转和平移变化的影响，进一步借助归一化还可不受图像尺度变化的影响，基缺点是没有表达出颜色空间分布的信息。

### 缺陷ROI的颜色均值与整图的颜色均值

对于颜色均匀的物体，之所以能够看到缺陷，是因为缺陷区域的颜色与正常区域的不同。

## 纹理特征

纹理特征常具有旋转不变性，并且对于噪声有较强的抵抗能力。但是，纹理特征也有其缺点，一个很明显的缺点是当图像的分辨率变化的时候，所计算出来的纹理可能会有较大偏差。另外，由于有可能受到光照、反射情况的影响，从2-D图像中反映出来的纹理不一定是3-D物体表面真实的纹理。

### 灰度共生矩阵

<https://blog.csdn.net/qq_37059483/article/details/78292869>

1）能量：是灰度共生矩阵元素值的平方和，所以也称能量，反映了图像灰度分布均匀程度和纹理粗细度。如果共生矩阵的所有值均相等，则ASM值小；相反，如果其中一些值大而其它值小，则ASM值大。当共生矩阵中元素集中分布时，此时ASM值大。ASM值大表明一种较均一和规则变化的纹理模式。

（2）对比度：反映了图像的清晰度和纹理沟纹深浅的程度。纹理沟纹越深，其对比度越大，视觉效果越清晰；反之，对比度小，则沟纹浅，效果模糊。灰度差即对比度大的象素对越多，这个值越大。灰度公生矩阵中远离对角线的元素值越大，CON越大。

（3）相关：它度量空间灰度共生矩阵元素在行或列方向上的相似程度，因此，相关值大小反映了图像中局部灰度相关性。当矩阵元素值均匀相等时，相关值就大；相反，如果矩阵像元值相差很大则相关值小。如果图像中有水平方向纹理，则水平方向矩阵的COR大于其余矩阵的COR值。

（4）熵：是图像所具有的信息量的度量，纹理信息也属于图像的信息，是一个随机性的度量，当共生矩阵中所有元素有最大的随机性、空间共生矩阵中所有值几乎相等时，共生矩阵中元素分散分布时，熵较大。它表示了图像中纹理的非均匀程度或复杂程度。

（5）逆差距：反映图像纹理的同质性，度量图像纹理局部变化的多少。其值大则说明图像纹理的不同区域间缺少变化，局部非常均匀。

其它参数:中值<Mean>、协方差<Variance>、同质性/逆差距<Homogeneity>、反差 <Contrast>、差异性<Dissimilarity>、熵<Entropy>、二阶距< Angular Second Moment>、自相关<Correlation>

### LBP特征

  LBP描述的是图像在局部范围内对应的纹理信息；

### Haar特征

Haar描述的是图像在局部范围内像素值明暗变换信息；

### HOG特征

HOG描述的则是图像在局部范围内对应的形状边缘梯度信息

### 统计学特征

#### 集中趋势的测度

众数、中位数、分位数、均值、几何平均数、切尾均值

#### 离散程度测度

极差、内距、方差和标准差、离散系数

#### 偏态与峰度测度

偏态及其测度、峰度及其测度

## 缩小、放大、差分法

cvSub()函数，一个是cvAbsDiff()函数

缩小时的方法：1）Resize

放大时的方法：1）对面法。2）resize法。3）邻居法

不同的缩放比例，可以得到不同尺寸的缺陷。

## 颜色差异+边缘检测

1. 逐像素点获取ROI，在ROI中使用max(上下、左右、斜角)+HSV颜色差异法。

# 基于AI的缺陷检测

## 无监督

### 卷积自编码器

这是无监督异常检测中用的最多的方法。训练时自编码器通过潜在空间(latent space)重构正常样本，在测试时如果测试样本与训练样本分布不同，那么无法重现样本，这样可以检测出样本是否异常。然后通过对比输入样本与重构样本的像素级差异可以发现异常区域。

## 有监督

### 基于预训练神经网络特征

### 生成对抗模型

训练时生成器生成假图像，以对抗的方式欺骗鉴别器。对于异常检测，模型在潜在空间中搜索样本(可迷惑鉴别器的样本，满足训练集分布)，如果能找到一个合适的匹配即为正常，反之异常。对于异常分割，将重建图像与原始输入逐像素进行比较即可。

论文《Unsupervised Anomaly Detection with Generative Adversarial Networks to Guide Marker Discovery》，参考：<https://www.cnblogs.com/aoru45/p/12262507.html>，其中含义代码。

<https://blog.csdn.net/dhaiuda/article/details/102882786>

# 分割算法

## OpenCV中的分割算法

### OTSU算法分割

<https://blog.csdn.net/weixin_40647819/article/details/90179953>

### 自适应阈值分割

<https://blog.csdn.net/weixin_40647819/article/details/90213858>

## Halcon中分割算法（重点了解下）

<https://blog.csdn.net/Vichael_Chan/article/details/102576060>

# 算法思路

第一步：计算颜色距离，找出缺陷像素点，得到新的灰度图，灰度值为颜色距离（可放到一定倍数）。

第二步：判定是否存在一定数量的缺陷点。如果存在，则说明存在缺陷区域在当前帧中。获取连通区域：从最大灰度值对应的点开始寻找其对应的缺陷区域。

第三部：