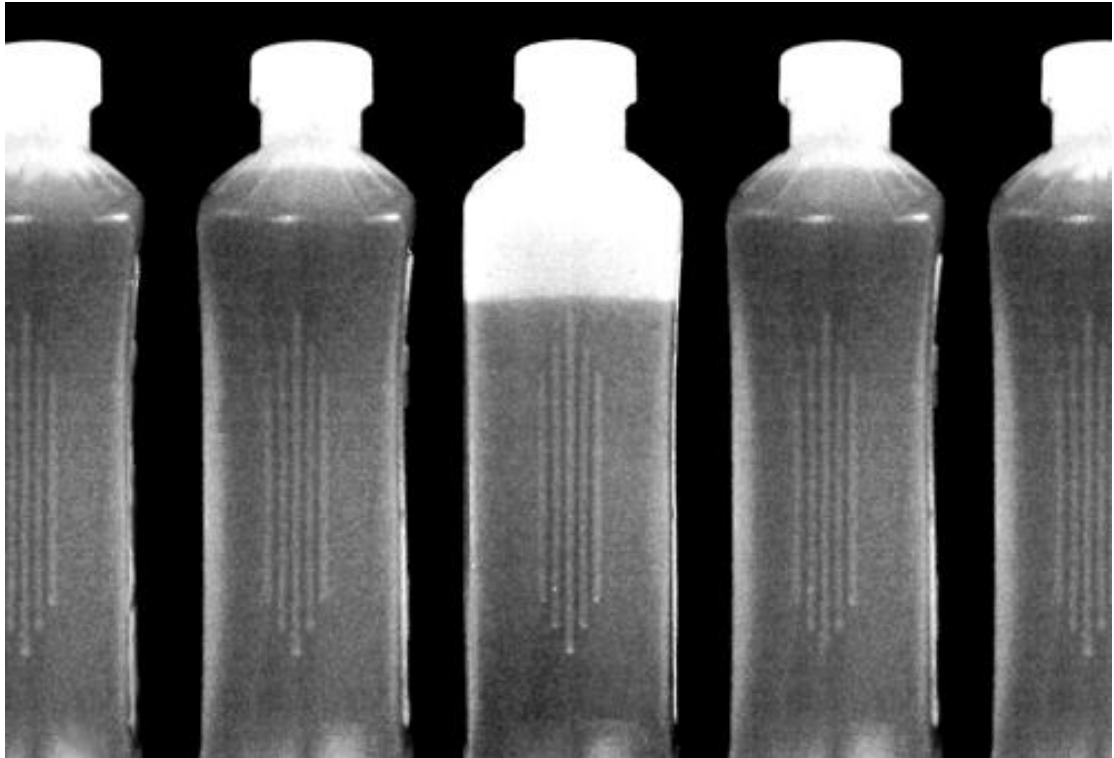


## 方案设计+影响因素分析

**习题 11.38** 装各种工业化学品的瓶子在传送带上运动，并通过自动装填机和封盖机。当液体平面低于瓶颈底部和瓶子肩部的中间点时，认为瓶子未装满。图像由闪光摄像系统获取。请提出你的检测瓶子未装满的方案，并清楚表述可能对你所提方案产生影响的所有假设。



### 一、图像特点

- (1) 背景均匀，深黑。
- (2) 多个目标；高亮。

(3) 液体部分灰色，但伴有白色或白灰色干扰。

## 二、增强方案

- (1) 平滑滤波方法；
- (2) 形态学滤波方法。

## 三、分割方案

- (1) 边缘检测。
- (2) 基于 Otsu 算法的双阈值分割+形态学处理（开运算）。
- (3) 区域生长算法（背景生长、瓶子空出部分生长）；
- (4) 分水岭算法。
- (5) 其他方法。

## 四、测量方案

- (1) 中间部分的高度；
- (2) 平均的高度。

## 五、判别方案

- (1) 与给定的阈值比较；
- (2) 相关判别方法。

## 六、一种参考方案设计

这个问题有四个主要部分。(1)在图像中检测单个瓶子；(2)找到每个瓶子的顶部；(3)找到每个瓶子的颈部和肩部；(4)确定颈部和肩部之间区域的液位。

(1) 找到单独的瓶子。请注意，样本图像中的背景比瓶子要深得多。我们假设在所有的图像中都是如此。然后，找到单个瓶子的一个简单方法是在图像中找到垂直的黑色条纹，其宽度由瓶子之间的平均分离决定，这个数字很容易从操作过程中代表实际设置的图像中计算出来。我们可以通过各种方式找到这些条纹。一种方法是平滑图像以减少噪声的影响（我们假设，比如说，一个  $3 \times 3$  或  $5 \times 5$  的平均掩模就足够了）。然后，我们在图像的中间运行一个扫描扫描线。扫描线中的低值将对应于黑色或接近黑色的背景。每个瓶子将产生一个显著的起伏灰度扫描线的宽度。完全在相机视野内的瓶子将具有预定的平均宽度。只有部分在视野内的瓶子会有更窄的轮廓，可以从进一步的分析中消除（但我们需要确保在下一张图像中分析后面的完整瓶子；据推测，前面的部分瓶子已经加工过了）。

(2) 找到每个瓶子的顶部。一旦确定了每个瓶子（完整或接近完整）的位置，我们再次可以使用瓶子和背景之间的对比来找到瓶子的顶部。一种可能的方法是计算一个梯度图像（只对水平边缘敏感），并在梯度图像的顶部附近寻找一条水平线。一种更简单的方法是在上一步中发现的位置的中心运行一条垂直扫描线。扫描线中灰度（从图像顶部）的第一个主要转变将很好地指示瓶子顶部的位置。

(3) 找到一个瓶子的脖子和肩膀。在没有其他信息的情况下，我们假设所有的瓶子都是相同的大小，如样本图像所示。然后，一旦我们知道瓶子的顶部，脖子和肩膀的位置与瓶顶有固定的距离。

确定液体的液位。由颈部底部和肩部顶部所定义的区域是唯一需要检查的区域，以确定在一个给定的瓶子中可接受和不可接受的填充水平。事实上，正如样本图像所示，一个瓶子中没有液体的区域在图像中看起来很明亮，所以我们有各种选择。我们可以再次运行一条垂直的扫描线，但请注意，瓶子上的反射区域可能会混淆这种方法。这种计算是这个系统的设计目标的核心，因此应该使用一种更可靠的方法。一种方法是确定颈部、肩部和瓶子两侧的矩形区域。然后，我们计算在这个矩形的中点上方的白色像素的数量。如果这个数字大于一个预先确定的值，我们知道缺少足够的液体，并声明瓶子灌装不当。一种稍微复杂一点的技术是实际找到液体的水平。这包括在瓶子内寻找瓶子区域的水平边缘，以及在肩膀和脖子底部之间的一条线。如第 10.1 节和第 10.2 节所述的梯度架连接方法将是合适的。但是，请注意，如果没有发现边缘，该区域要么被填充（区域为暗值），要么完全没有液体（区域为白色或接近白色值）。如果系统不能找到一个边缘，就必须进行一个计算来解决这两个可能的条件。