

LOGO

基于视频的输液瓶异物检测方法

哈尔滨工业大学

姓名：王莅尘

学号：1090420128

指导教师：屈桢深



Contents

1

简述

2

硬件部分设计与实现

3

图像算法设计与实现

4

实验结果与展望

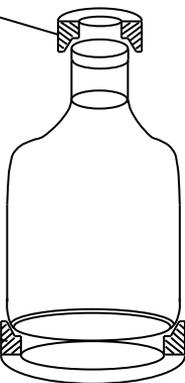
课题来源及研究的目的和意义



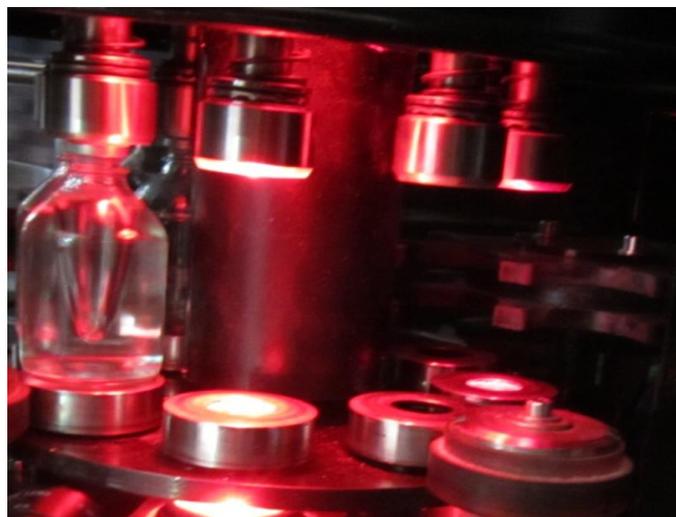
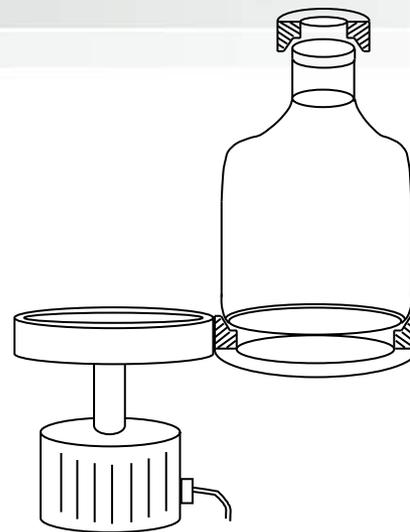
医用注射剂瓶由于生产工艺或生产环境等方面的原因，少量输液成品中可能混入玻璃碎屑、铝屑、橡皮屑、毛发、纤维和不溶药质等微小异物。这些异物可能随输液进入人体，导致血管堵塞，造成囊肿现象，严重危及病人的生命与健康。

硬件设计与实现

上压紧装置

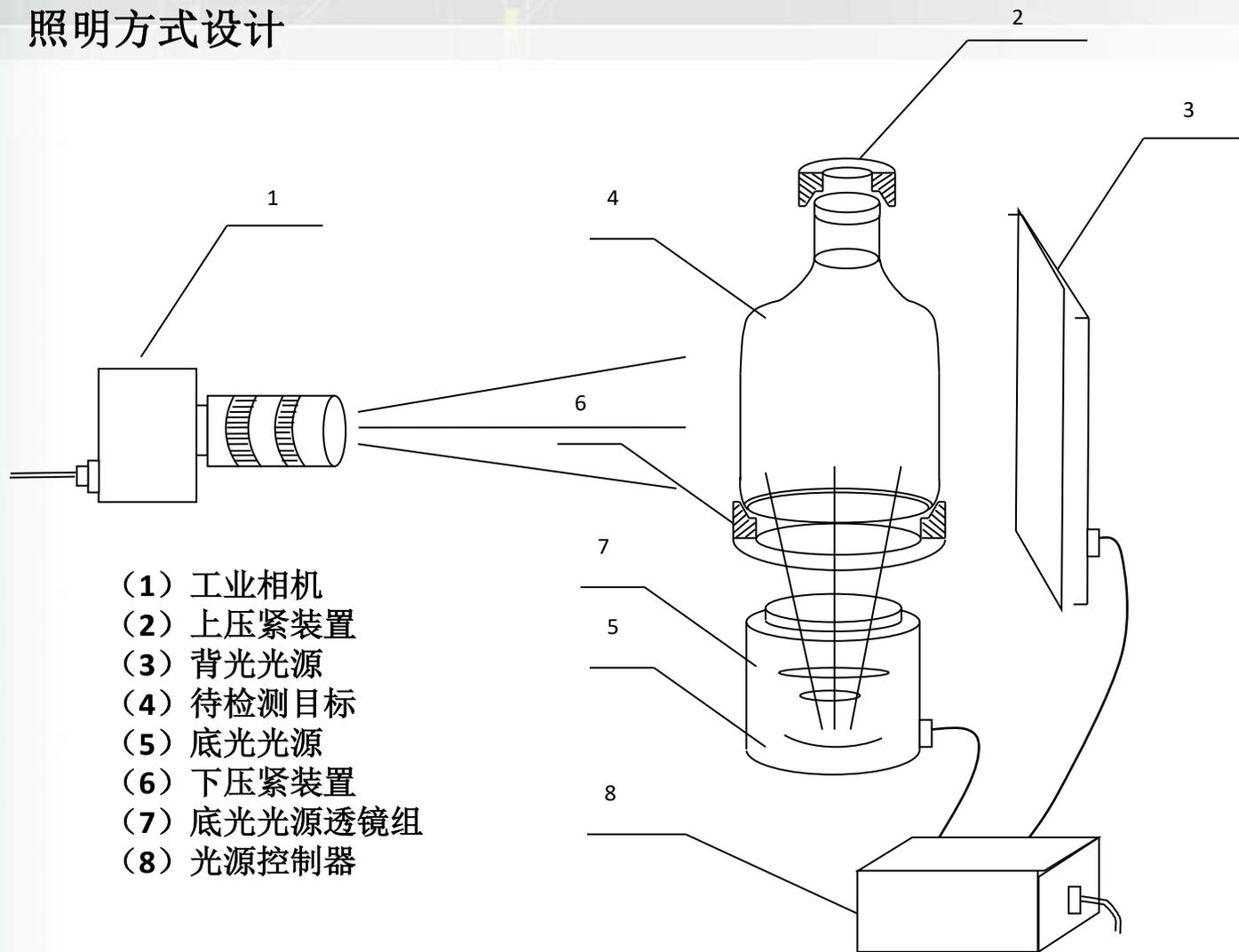


下压紧装置



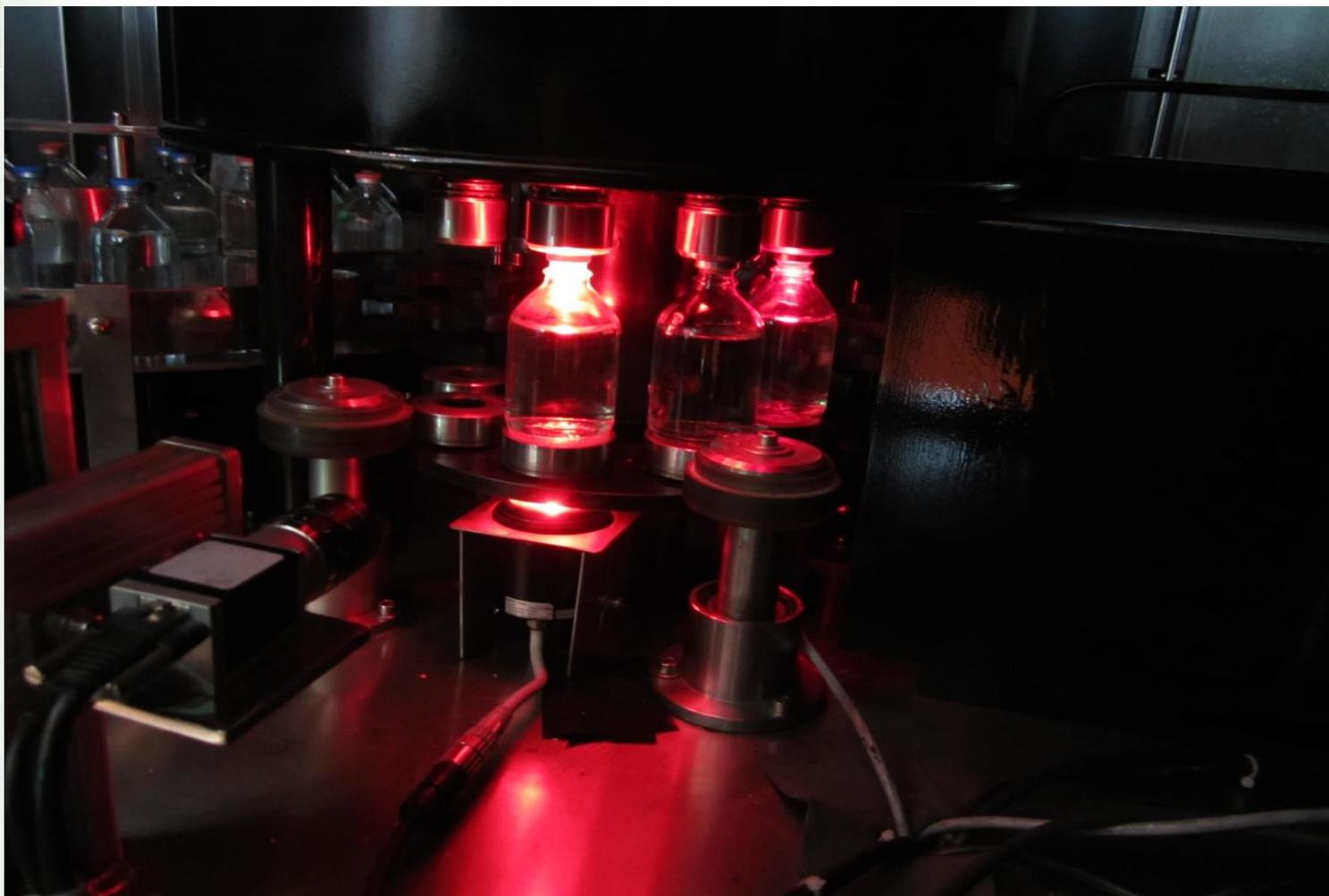
硬件设计与实现

照明方式设计

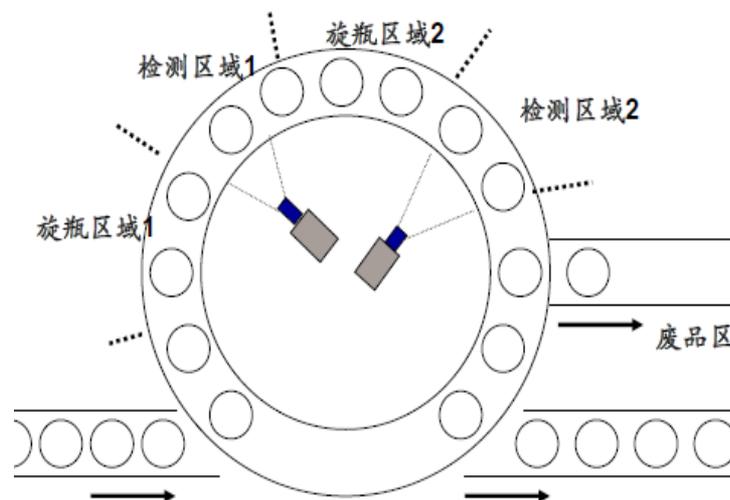


硬件设计与实现

照明方式设计

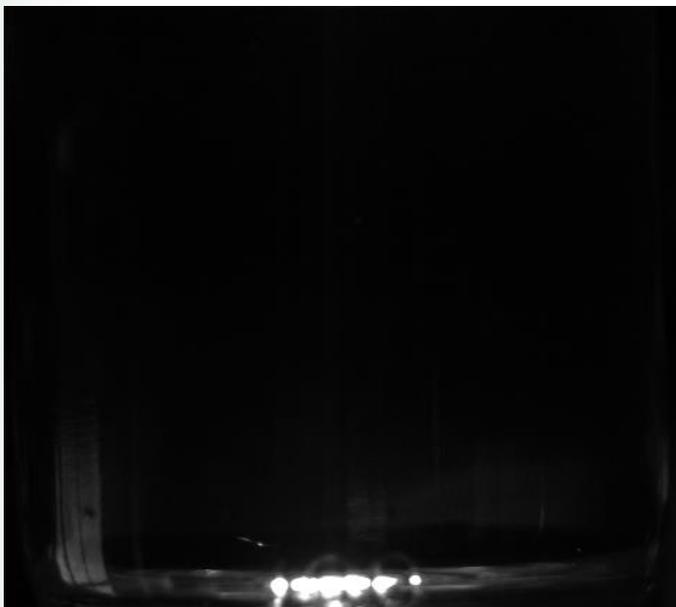


硬件设计与实现



视觉算法设计与实现

图像采集系统设计



由于待检测的异物主要存在两种光学特性分别是吸光特性和反光特性，因此在进行异物检测过程中使用背光光源和底光光源的光照环境。在异物吸光特性较强时使用背光光源检测。反光特性较强时使用底光光源检测。同时通过调节相机和光源、待检测目标之间的相对距离和夹角等几何参数，找到最佳的配合方式。最大限度的避免杂散光线的干扰，提高异物检测的准确性。



视觉算法设计与实现

图像的预处理

平滑空间滤波器

$$R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i$$

傅里叶变换

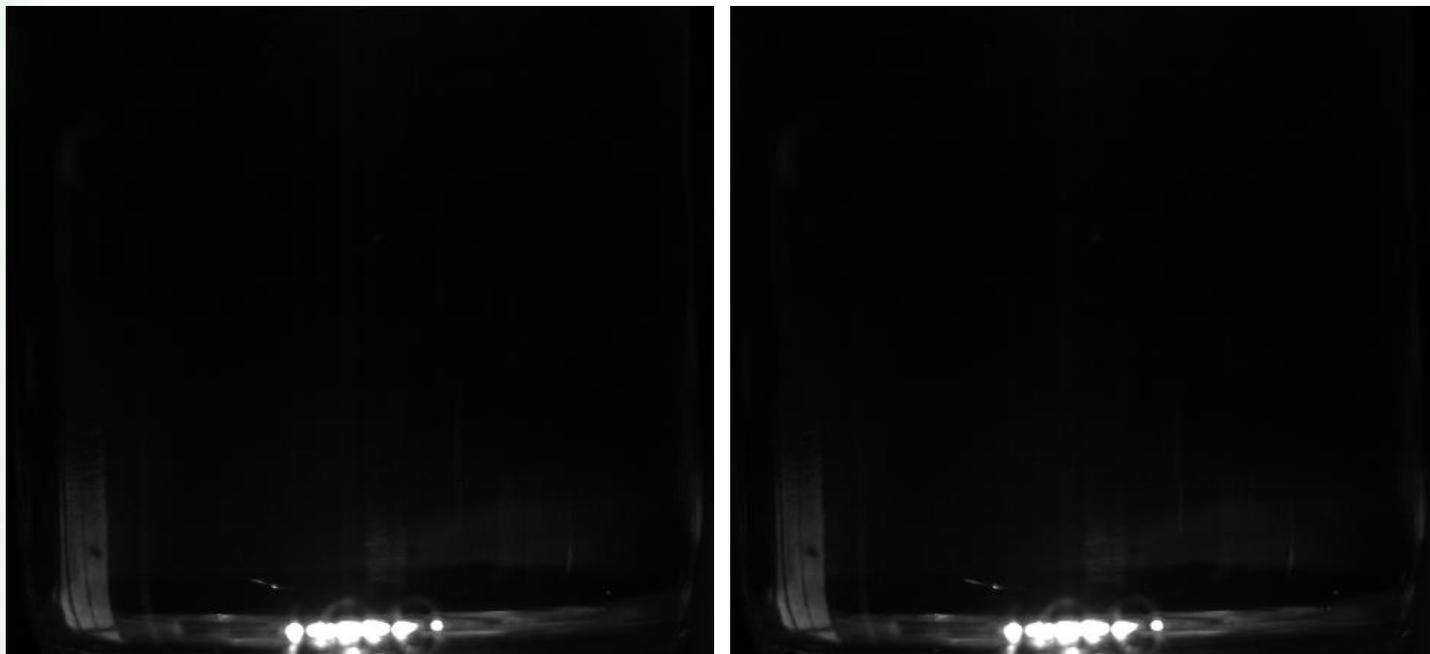
$$F(\omega) = \int_{t=0}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

二维傅里叶变换

$$F(\omega) = \sum_{k=0}^{n-1} f(k) e^{(-\frac{2\pi j}{n})(\omega k)} f(k) = \sum_{k=0}^{n-1} \text{pre}[\omega k \bmod(n)] f(k)$$

视觉算法设计与实现

图像的预处理



图像的边缘和其他尖锐的变化（如噪声）在图像的灰度级中主要出于傅里叶变换的高频部分。因此，平滑（模糊）可以通过衰减指定图像傅里叶变换中高频成分的范围来实现。

视觉算法设计与实现

图像背景提取

高斯的背景建模

$$p(\mathbf{x}) = \sum_{q=1}^k w_q G(\mathbf{x}; \boldsymbol{\mu}_q, \boldsymbol{\Sigma}_q)$$

中值法背景建模

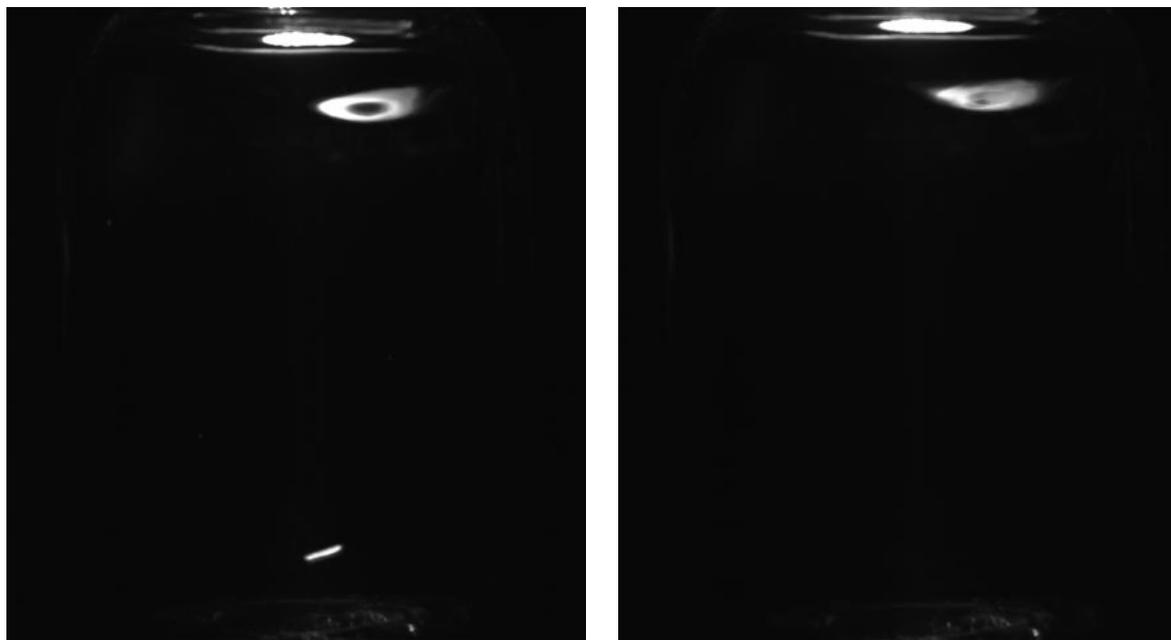
$$I_{Med}(x, y, k) = Med(I(x, y, k-1), I(x, y, k-2), \dots, I(x, y, k-N))$$

基于核函数背景建模

$$P_r(x_t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{(2\pi)^{\frac{d}{2}} |\boldsymbol{\sigma}|^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{1}{2}(x_t - x_i)^T \boldsymbol{\sigma}^{-1} (x_t - x_i)}$$

视觉算法设计与实现

图像背景提取



图像的边缘和其他尖锐的变化（如噪声）在图像的灰度级中主要出于傅里叶变换的高频部分。因此，平滑（模糊）可以通过衰减指定图像傅里叶变换中高频成分的范围来实现。

视觉算法设计与实现

直方图均值化与直方图匹配

$$\frac{ds}{dr} = \frac{dT(r)}{dr} = \frac{d}{dr} \left[\int_0^r p_r(\omega) d\omega \right] = p_r(r)$$

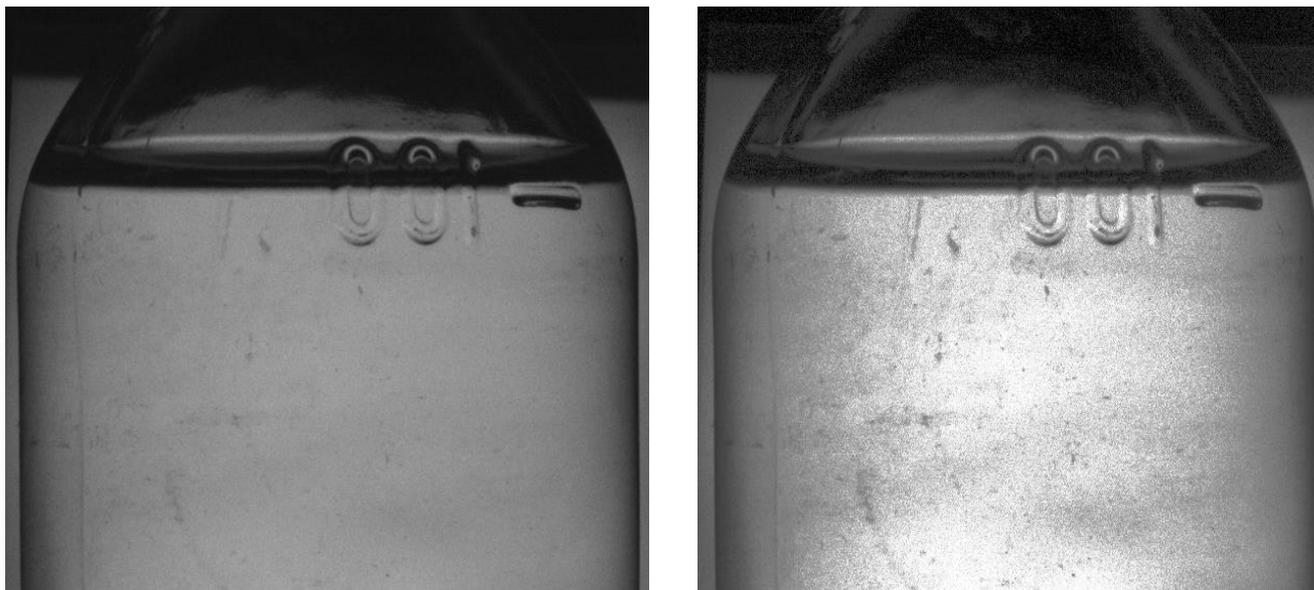
$$P_s(s) = p_r(r) \left| \frac{dr}{ds} \right| = p_r(r) \left| \frac{1}{p_r(r)} \right| = 1$$

$$S_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} \quad k = 0, 1, 2, \dots, L - 1$$

$$V_k = T(z_k) = \sum_{i=0}^k p_z(z_i) = s_k \quad k = 0, 1, 2, \dots, L - 1$$

视觉算法设计与实现

直方图均值化



图像的边缘和其他尖锐的变化（如噪声）在图像的灰度级中主要出于傅里叶变换的高频部分。因此，平滑（模糊）可以通过衰减指定图像傅里叶变换中高频成分的范围来实现。

视觉算法设计与实现

运动目标检测

差分方法

$$D_k(x, y) = |I_{k+1}(x, y) - I_k(x, y)|$$

$$T_k(x, y) = \begin{cases} 1 & D_k(x, y) \geq T \\ 0 & D_k(x, y) < T \end{cases}$$

双差分方法

$$D_{k-1}(x, y) = |I_k(x, y) - I_{k-1}(x, y)|$$

$$D_k(x, y) = |I_{k+1}(x, y) - I_k(x, y)|$$

$$T_k(x, y) = \begin{cases} 1 & D_k(x, y) \geq T \cap D_{k-1}(x, y) \geq T \\ 0 & D_k(x, y) < T \end{cases}$$

视觉算法设计与实现

运动目标分割



在成像应用领域，运动时由于感觉系统和视觉场景之间的相对位移而形成的，比如机器人应用、自主导航和动态视觉分析等等方面都是如此。在此处使用空间技术对运动目标进行分割。

视觉算法设计与实现

形态学去噪



由于本身噪声的孤立点面积较小，通过一次腐蚀基本已经完全消失，所以此时可以再次使用形态学的膨胀算法，将原有的面积缩小的运动目标进行膨胀，最终去除其中的噪声信号

视觉算法设计与实现

运动目标的识别与标记

包围矩形

$$x_t = \min_i \{x_i\}, \quad y_t = \min_i \{y_i\}$$

$$x_b = \max_i \{x_i\}, \quad y_b = \max_i \{y_i\}$$

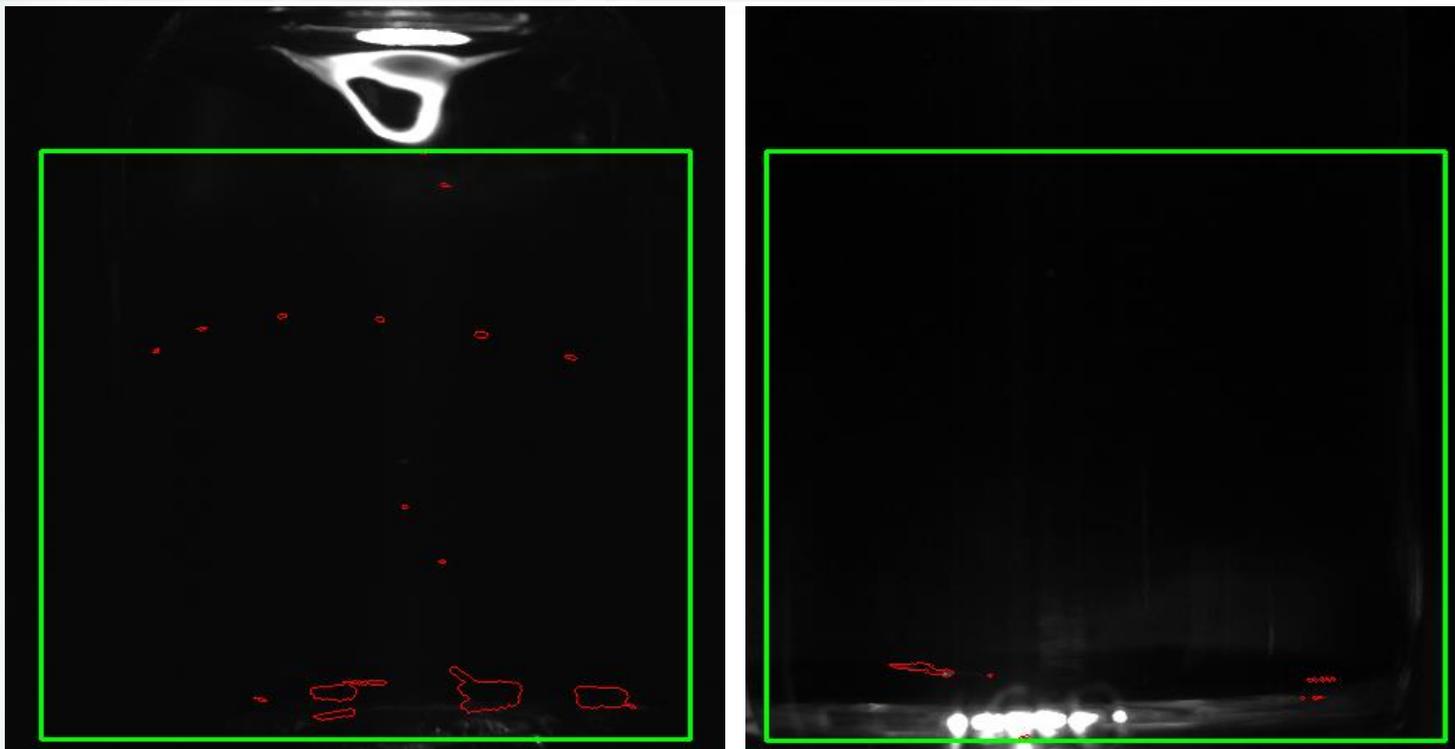
重心与形心

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}, \quad y_c = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}$$

$$x_{c1} = \frac{x_t + x_b}{2}, \quad y_{c1} = \frac{y_t + y_b}{2}$$

视觉算法设计与实现

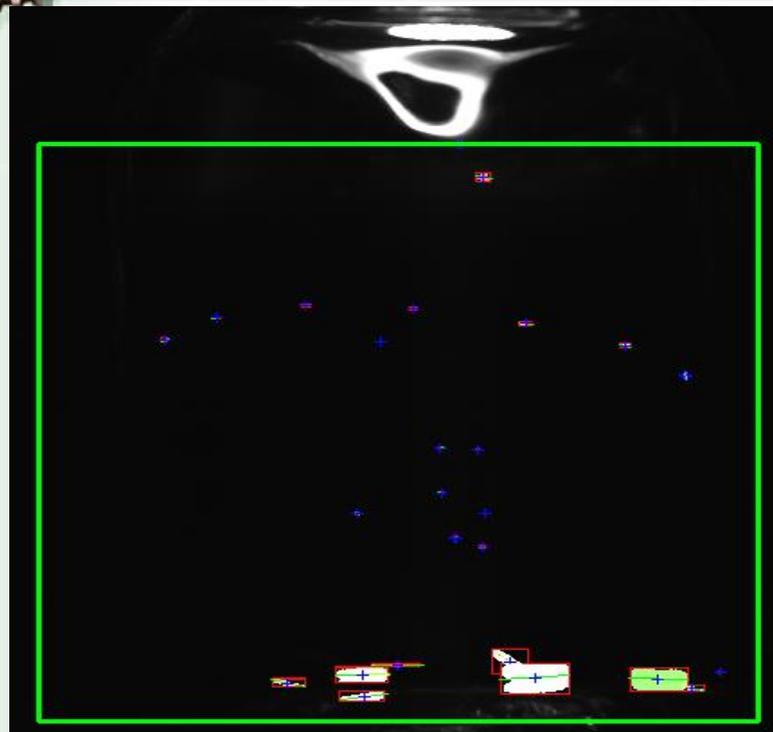
运动目标轮廓提取



在连通性分析中，当图像被分割为目标像素和背景像素后，必须进行连通性分析，以便将目标图像聚合为目标像素或斑点的连接体。

视觉算法设计与实现

运动目标的识别与标记



通过相应的目标分割算法可以从多帧序列图像中找出其中的运动目标。之后就需要确定其中的运动目标的具体运动过程和大小。此时需要对图像进行团块分析，其中包含了图像中的轮廓检测、面积检测、重心检测、形态检测等内容。



视觉算法设计与实现

形态学腐蚀与膨胀

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

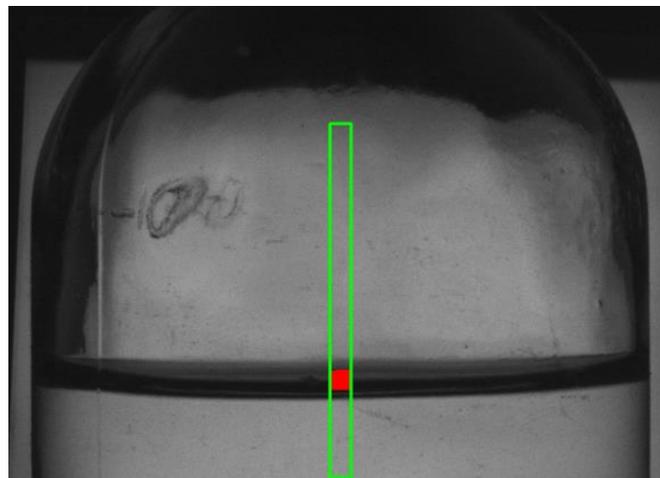
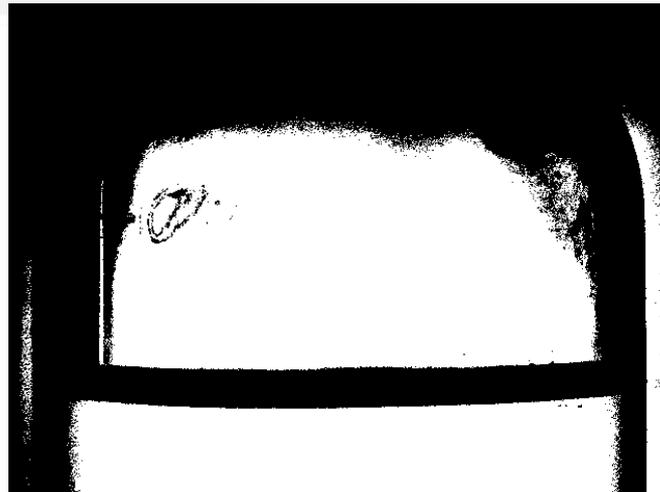
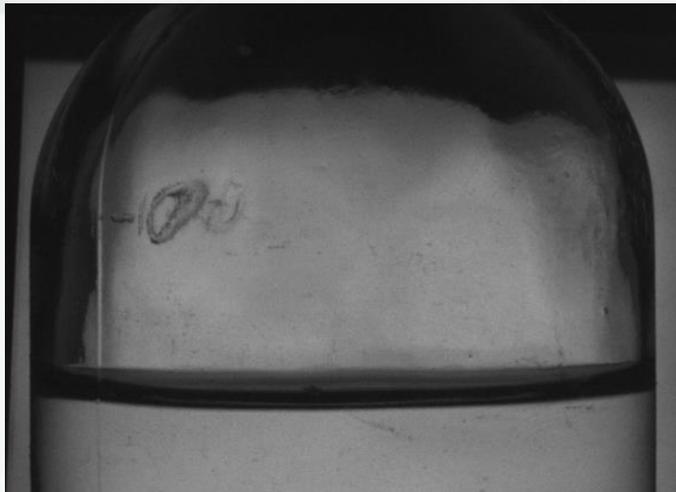
$$(A \ominus B)^c = \{z | (B)_z \cap A^c = \emptyset\}^c$$

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\}$$

$$A \oplus B = \{z | [(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\}$$

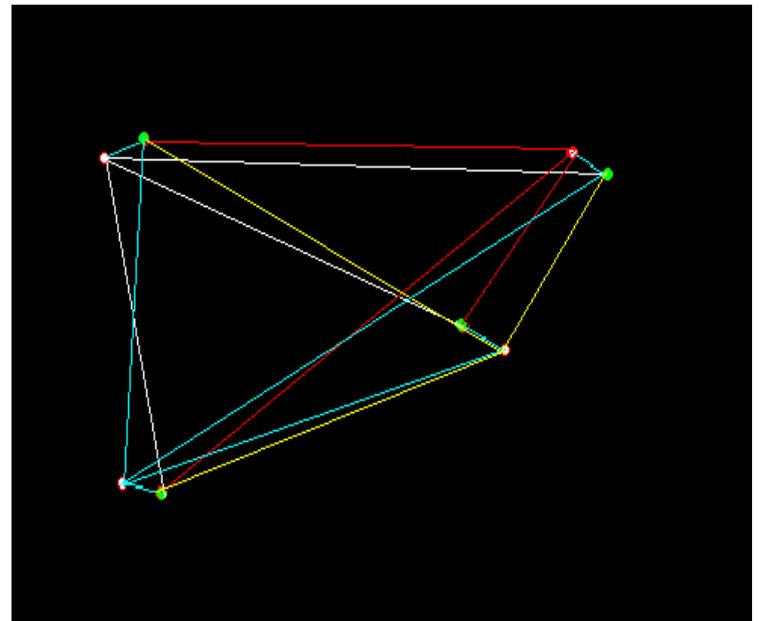
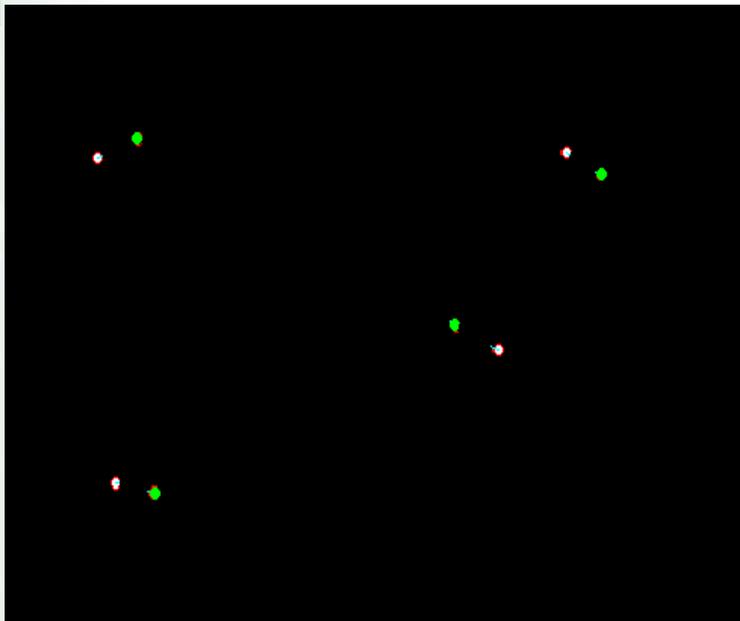
视觉算法设计与实现

液位高度检测



视觉算法设计与实现

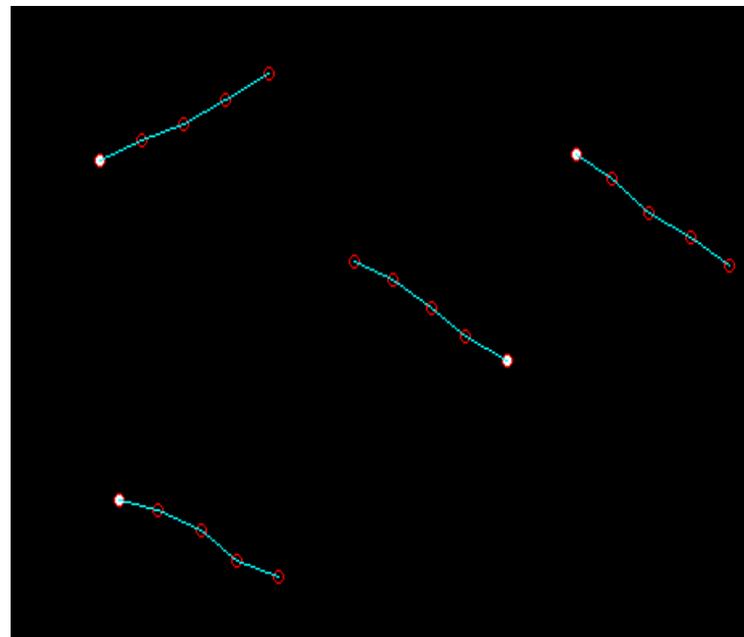
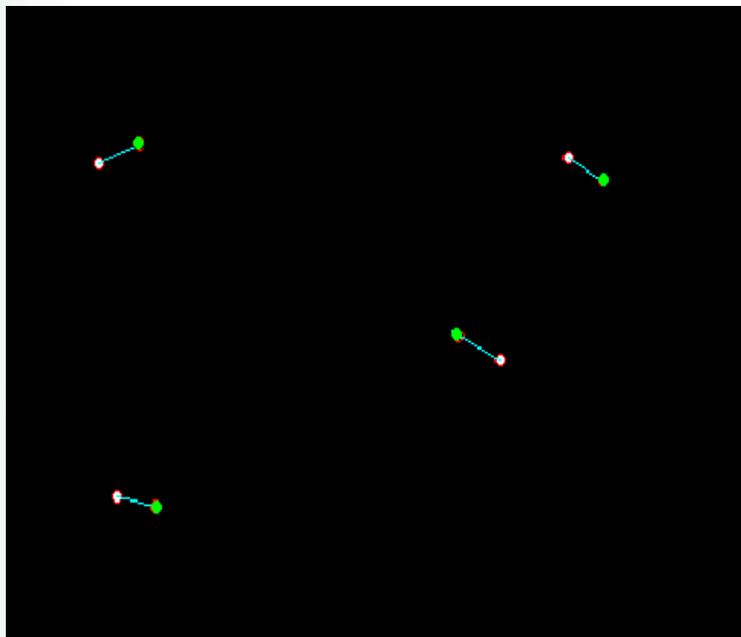
运动目标的轨迹跟踪



运动目标的识别主要通过轨迹跟踪，并确定对应的运动目标是不是气泡。由于微小异物几何形态和特征除了面积大小以外没有非常明显的特征。因此需要单纯通过位置关系确定相应的轨迹

视觉算法设计与实现

运动目标的轨迹跟踪



如上图所示为单帧匹配结果和**5**帧连续帧的匹配结果，从结果中可以看出匹配过程达到了预期的效果，可以比较理想的寻找到相应的目标运动关系。



实验结果与结论

山东省药监所检测结果

异物尺寸	5微米	10微米	20微米	50微米
1	12	6	3	0
2	18	10	5	0
3	8	11	6	0
4	10	8	4	0
5	7	6	6	0

实验结果与结论



通过前期与合作单位的技术合作，现阶段已经生产出了相应的异物检测设备样机。并通过在实际情况下进行了测试。测试的结果，对于误检率大约为**20-30%**，漏检率**5%**，达到了初步的效果。

从工程实际上进行应用，**30%**的误检率可以节省**70%**的人力，所以已经有了初步的使用价值。漏检率较高，正常情况下在漏检率减低到**2%**左右的时候，误检率上升明显，大约有**40%**，因此，针对于提高检测正确率部分还有很多的工作需要进行。

LOGO

Thank You !

哈尔滨工业大学

姓名：王莅尘

学号：1090420128

指导教师：屈桢深