



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108211419 B

(45)授权公告日 2019.06.04

(21)申请号 201611197294.7

G06T 7/10(2017.01)

(22)申请日 2016.12.22

G06T 5/00(2006.01)

G06T 7/13(2017.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108211419 A

(56)对比文件

CN 103344583 A,2013.10.09,

CN 106053479 A,2016.10.26,

CN 102253979 A,2011.11.23,

CN 105701476 A,2016.06.22,

JP 6047651 B2,2016.12.21,

EP 0672831 B1,2003.05.21,

US 2003147780 A1,2003.08.07,

(43)申请公布日 2018.06.29

(73)专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所

地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街  
114号

(72)发明人 陈月玲 赵吉宾 隋春平 夏仁波

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

审查员 严小妹

代理人 许宗富

(51)Int.Cl.

B01D 11/04(2006.01)

G06T 7/00(2017.01)

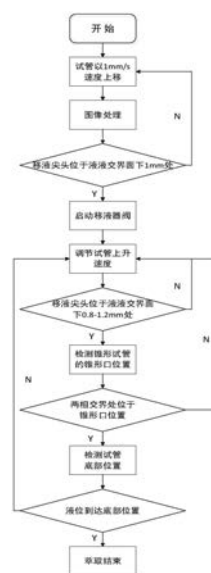
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于视觉的自动液-液萃取方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于视觉的自动液-液萃取方法。其步骤为：机械臂夹持试管向上移动，相机实时采集图像，利用图像处理算法检测液液分界面的位置，借助于模板匹配方法计算移液器移液头的位置，当移液器移液头的位置处于液液分界面位置下方，启动移液器开始移液，调节试管上升的速度，使得移液器移液头一直与液液分界面下方，当液液分界面处于锥形试管的锥形口时，降低移液器速度，使得移液器移液头仍然位于液液分界面下方，检测试管底部位置，当移液器移液头到达试管底部时，停止试管的运动，移走剩余液体，结束移液，一次液液萃取结束。本发明实现了液液自动萃取，代替了繁重的人工试验作业。



1. 基于视觉的自动液-液萃取方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:将N级移液器置于一排放置,主控计算机发出指令控制相机和光源移动并对准第一级移液器;开启相机和光源,采集移液器图像并保存为移液器模板;

S2:主控计算机控制机械臂夹持开盖的锥形试管放置于第一级移液器下方,设定机械臂以预设速度C上移,相机实时采集图像从而检测锥形试管中两相液体交界面位置和移液器尖头位置;

S3:当检测到移液器尖头位置处于两相液体交界面位置下方达到预设值A时,启动移液器阀以预设的移液速度开始移液,并且设定夹持试管的机械臂以预设速度B向上移动,使得移液尖头始终处于两相液体交界面位置下方达到预设值A+X;所述X为设置的误差范围;

S4:当利用相机检测到两相液体交界面位置处于锥形试管的锥形口时,降低移液器移液速度,保持移液尖头处于两相液体交界面位置下方达到预设值A+X;

S5:当检测到移液尖头位置到达锥形试管底部时,停止夹持试管的机械臂向上运动;利用相机检测两相液体交界面位置,当两相液体交界面位置距离试管底部的距离小于预设值D时,主控计算机关闭移液器阀停止移液,从而完成第一级液-液萃取;

S6:重新返回步骤S1进行下一级萃取,直到完成N级试管液液萃取。

2. 按照权利要求1所述基于视觉的自动液-液萃取方法,其特征在于,所述相机和光源分别搭载在两个滑台上,所述滑台分别置于N级移液器两侧,并且滑台上设置有能够控制相机或光源移动模块;所述相机和移液器的距离可调,所述光源和移液器的距离可调。

3. 按照权利要求2所述基于视觉的自动液-液萃取方法,其特征在于,所述相机为微型工业相机。

4. 按照权利要求2所述基于视觉的自动液-液萃取方法,其特征在于,所述光源为蓝色背光光源,用于补偿图像采集过程中的光源。

5. 按照权利要求1所述基于视觉的自动液-液萃取方法,其特征在于,所述两相液体交界面位置的获取包括以下步骤:

对采集的图像采用平滑方法去除噪声;所述图像中包含背景、锥形试管、移液器、两相液体交界面;

将去除噪声后的图像转换到频域,先后采用离散傅里叶变换和高通滤波器对图像进行高频提升滤波,增强图像边缘信息;

对增强后的图像选取双阈值法对图像进行阈值分割;获取包含试管外侧、移液器、两相液体交界面的图像边缘;所述双阈值法中阈值的选取根据背景、试管、移液器和两相液体交界面的灰度值确定;

将图像边缘中的8连通区域合并,再利用方向性阈值和面积大小阈值剔除试管外侧边缘和移液器边缘,保留两相液体交界面的图像边缘;

对两相液体交界面的图像边缘,采用形态学中的膨胀算法合并断裂的相邻区域,获取两相液体交界面位置。

6. 按照权利要求1所述基于视觉的自动液-液萃取方法,其特征在于,所述移液器尖头位置的获取包括以下步骤:

将相机采集的移液器图像与移液器模板进行比对,获取移液器区域,从而确定移液器下方的尖端为移液器尖头位置。

7. 按照权利要求1所述基于视觉的自动液-液萃取方法,其特征在于,所述锥形试管的锥形口位置、锥形试管底部位置的获取包括以下步骤:

预先采集锥形试管的图像,将锥形试管锥形口到试管底部的区域图像作为模板,将相机实时采集的锥形试管图像与该区域图像模板进行比对寻找匹配区域,匹配区域上端位置为锥形试管锥形口位置,底端位置为锥形试管底部位置。

## 基于视觉的自动液-液萃取方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及计算机视觉技术领域,具体的说是一种基于视觉的自动液-液萃取方法。

### 背景技术

[0002] 液液萃取是将两个因溶解度差而互不相溶的液相进行分离的过程,待分离的相称为萃取相,萃取后的溶剂称为萃余相。液液萃取试验是核工业中常用的重要试验之一,该实验中经常会用到一些具有一定放射性或腐蚀性的试剂,萃取试验操作繁杂,重复性强,持续时间长,而且具有连续性要求。如果完全人工完成这一系列复杂的试验操作,一方面对人体伤害较大,另一方面长时间试验会导致注意力下降,随着试验级数的增加,误操作率也同时增加。

[0003] 目前现有的液液萃取的方法仍然采用人工进行萃取,为了避免放射性或腐蚀性的试剂对人体的伤害以及对环境的污染,本发明采取在手套箱借助于控制平台和机器视觉进行液液萃取,自动完成一系列复杂试验流程。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的上述不足之处,本发明要解决的技术问题是提供一种基于视觉的自动液-液萃取方法,实现核工业中有机相的多级分离,实现串级萃取试验的自动化作业。

[0005] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:基于视觉的自动液-液萃取方法,包括以下步骤:

[0006] S1:将N级移液器置于一排放置,主控计算机发出指令控制相机和光源移动并对准第一级移液器;开启相机和光源,采集移液器图像并保存为移液器模板;

[0007] S2:主控计算机控制机械臂夹持开盖的锥形试管放置于第一级移液器下方,设定机械臂以预设速度C上移,相机实时采集图像从而检测锥形试管中两相液体交界面位置和移液器尖头位置;

[0008] S3:当检测到移液器尖头位置处于两相液体交界面位置下方达到预设值A时,启动移液器阀以预设的移液速度开始移液,并且设定夹持试管的机械臂以预设速度B向上移动,使得移液尖头始终处于两相液体交界面位置下方达到预设值A+X;所述X为设置的误差范围;

[0009] S4:当利用相机检测到两相液体交界面位置处于锥形试管的锥形口时,降低移液器移液速度,保持移液尖头处于两相液体交界面位置下方达到预设值A+X;

[0010] S5:当检测到移液尖头位置到达锥形试管底部时,停止夹持试管的机械臂向上运动;利用相机检测两相液体交界面位置,当两相液体交界面位置距离试管底部的距离小于预设值D时,主控计算机关闭移液器阀停止移液,从而完成第一级液-液萃取;

[0011] S6:重新返回步骤S1进行下一级萃取,直到完成N级试管液液萃取。

[0012] 所述相机和光源分别搭载在两个滑台上,所述滑台分别置于N级移液器两侧,并且滑台上设置有能够控制相机或光源移动的模块;所述相机和移液器的距离可调,所述光源和移液器的距离可调。

[0013] 所述相机为微型工业相机。

[0014] 所述光源为蓝色背光光源,用于补偿图像采集过程中的光源。

[0015] 所述两相液体交界面位置的获取包括以下步骤:

[0016] 对采集的图像采用平滑方法去除噪声;所述图像中包含背景、锥形试管、移液器、两相液体交界面;

[0017] 将去除噪声后的图像转换到频域,先后采用离散傅里叶变换和高通滤波器对图像进行高频提升滤波,增强图像边缘信息;

[0018] 对增强后的图像选取双阈值法对图像进行阈值分割;获取包含试管外侧、移液器、两相液体交界面的图像边缘;所述双阈值法中阈值的选取根据背景、试管、移液器和两相液体交界面的灰度值确定;

[0019] 将图像边缘中的8连通区域合并,再利用方向性阈值和面积大小阈值剔除试管外侧边缘和移液器边缘,保留两相液体交界面的图像边缘;

[0020] 对两相液体交界面的图像边缘,采用形态学中的膨胀算法合并断裂的相邻区域,获取两相液体交界面位置。

[0021] 所述移液器尖头位置的获取包括以下步骤:

[0022] 将相机采集的图像与移液器模板进行比对,获取移液器区域,从而确定移液器下方的尖端为移液器尖头位置。

[0023] 所述锥形试管的锥形口位置、锥形试管底部位置的获取包括以下步骤:

[0024] 预先采集锥形试管的图像,将锥形试管锥形口到试管底部的区域图像作为模板,将相机实时采集的图像与该区域图像模板进行比对寻找匹配区域,匹配区域上端位置为锥形试管锥形口位置,底端位置为锥形试管底部位置。

[0025] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0026] 1. 本发明所述的液液萃取方法将试验人员从危险、繁重的人工作业中解放出来,可自动完成串级萃取试验。

[0027] 2. 本发明所述的液液萃取方法效率高,误操作率低。

[0028] 3. 本发明所述的液液萃取方法取代了现有的人工试验方法,在液液萃取方面取得了巨大的进步。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明方法流程图。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0031] 参照附图1,本发明所述基于视觉的自动液-液萃取方法的具体步骤如下:

[0032] 步骤一:将N级移液器置于一排放置,微型工业相机和用于增强图像对比度的蓝色背光光源分别搭载在两个滑台上,两个滑台分别置于N级移液器两侧,并且滑台上设置有能

够控制相机或光源移动的模块；相机和移液器的距离 $D_1$ 可调，光源和移液器的距离 $D_2$ 可调，主控计算机发出指令控制相机和光源移动并对准第一级移液器；开启相机和光源，采集移液器图像并保存为移液器模板，实验中 $N=24$ ， $D_1=40\text{mm}$ ， $D_2=20\text{mm}$ 。

[0033] 步骤二：主控计算机控制机械臂夹持开盖的锥形试管放置于第一级移液器下方，设定机械臂以预设速度 $C$ 上移，相机实时采集图像从而检测锥形试管中两相液体交界面位置和移液器尖头位置，实验中 $C=2\text{mm/s}$ ；

[0034] 两相液体颜色相近，对比度较低，液-液交界位置不明显，利用蓝色背光光源去除环境光的干扰，增强了两相交界面灰度值对比度。

[0035] 利用微型工业相机实时采集图像，为了避免图像在生成或传输过程中各种噪声的干扰和影响，采用图像平滑的方法减弱、抑制或消除这类噪声而引起的图像质量下降的问题；

[0036] 将去除噪声后的图像转换到频域，先后采用离散傅里叶变换和高通滤波器对图像进行高频提升滤波，增强图像边缘信息；

[0037] 对增强后的图像选取双阈值法对图像进行阈值分割；获取包含试管外侧、移液器、两相液体交界面的图像边缘；所述双阈值法中阈值的选取根据背景、试管、移液器和两相液体交界面的灰度值确定；

[0038] 将图像边缘中的8连通区域合并，再利用方向性阈值和面积大小阈值剔除试管外侧边缘和移液器边缘，保留两相液体交界面的图像边缘；

[0039] 由于移液器进入液体容易形成张力，得到的两相液体交界面的图像边缘出现断裂的现象，因此采用 $10 \times 1$ 的矩形结构对图像边缘进行膨胀合并断裂的边缘，获取两相液体交界面位置；

[0040] 将相机采集的图像与移液器模板进行比对，获取移液器区域，从而确定移液器下方的尖端为移液器尖头位置。

[0041] 步骤三：当检测到移液器尖头位置处于两相液体交界面位置下方达到预设值 $A$ 时，启动移液器阀以预设的移液速度开始移液，并且设定夹持试管的机械臂以预设速度 $B$ 向上移动，使得移液尖头始终处于两相液体交界面位置下方达到预设值 $A+X$ ，所述 $X$ 为设置的误差范围，实验中 $A=1\text{mm}$ ， $B=1\text{mm/s}$ ， $X=\pm 0.2\text{mm}$ 。

[0042] 步骤四：当利用相机检测到两相液体交界面位置处于锥形试管的锥形口时，降低移液器移液速度，保持移液尖头处于两相液体交界面位置下方达到预设值 $A+X$ ；

[0043] 预先采集锥形试管的图像，将锥形试管锥形口到试管底部的区域图像作为模板，将相机实时采集的图像与该区域图像模板进行比对寻找匹配区域，匹配区域上端位置为锥形试管锥形口位置，底端位置为锥形试管底部位置。

[0044] 步骤五：当检测到移液尖头位置到达锥形试管底部时，停止夹持试管的机械臂向上运动；利用相机检测两相液体交界面位置，当两相液体交界面位置距离试管底部的距离小于预设值 $D$ 时，主控计算机关闭移液器阀停止移液，从而完成第一级液-液萃取，实验中 $D=0.1\text{mm}$ ；

[0045] 步骤六：重新返回步骤一进行下一级萃取，直到完成 $N$ 级试管液液萃取。

[0046] 为了验证本发明方法的有效性和正确性，采用德国basler工业微型相机（分辨率： $1624 \times 1234$ ），相机配置了Computar公司的16mm精工镜头，相机帧率为30fps，所有的仿真实

验均在Windows 7操作系统下采用Visual Studio 2008软件实现。分相之后,两相夹带精度高于3%,满足实际萃取需求,实现了自动化液液萃取,避免了两相交叉污染。

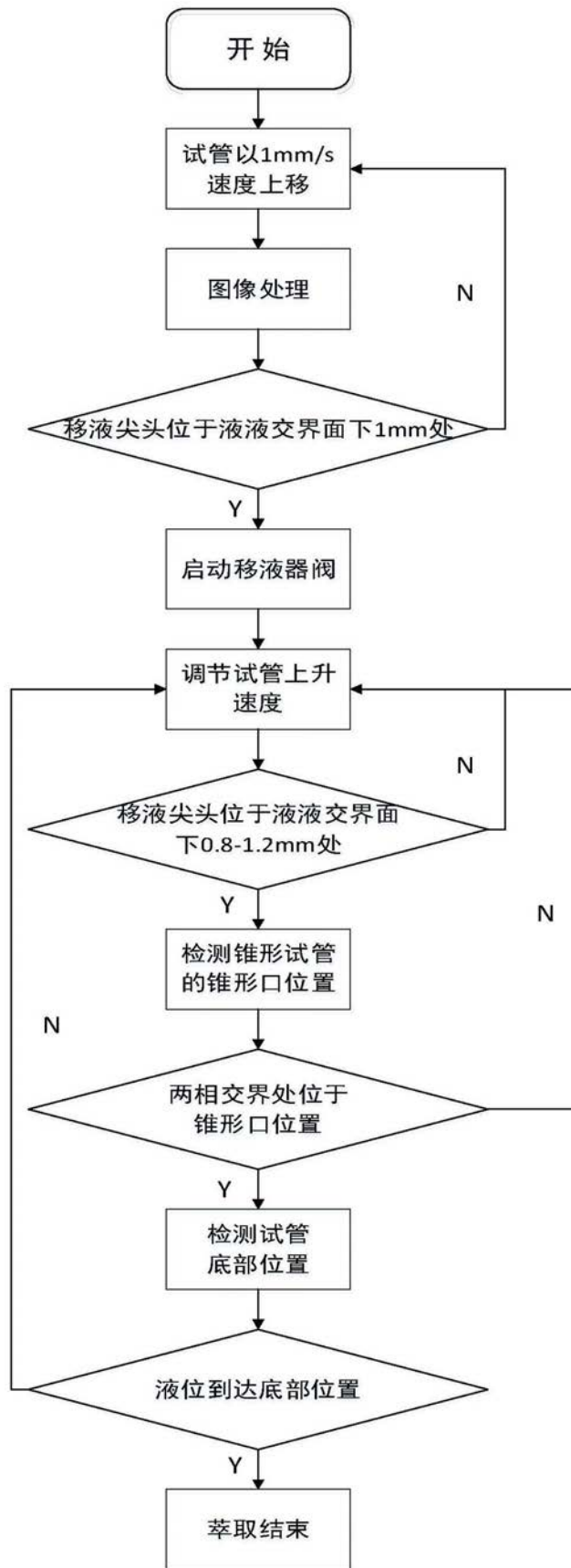


图1