



慕乐网络科技（大连）有限公司

基于计算机视觉的 AI 滴定装置

& 注射泵、蠕动泵、电位测量模块

Mlabs AI Titration v1

安装及使用说明书

www.mools.net

moolsnet@126.com

0411-83010751

目录

第一部分 免责条款	4
一、 联系我们	4
二、 严正申明	4
三、 售后服务	4
第二部分 硬件安装说明	6
一、 硬件清单	6
二、 硬件安装	7
三、 软件安装	10
第三部分 装置运行与程序说明	14
一、 MATv1.2.应用程序	14
二、 图片训练程序	23
三、 滴定控制程序	25

第一部分 免责条款

一、联系我们

制造商：慕乐网络科技（大连）有限公司

联系电话：0411-83010751

地址：大连市 西岗区 同庆街 57A(大工西岗科创产业园 606)

邮编：116014

网址：www.mools.net

公司邮箱：moolsnet@126.com

使用中遇到的大部分问题都可以从我们的在线文档中获取解决方案：
<https://docs.qq.com/doc/DWmxGckJNdU1yTWWhC>。如果还有更多问题，可以联系我们，我们将实时更新此文档。

二、严正申明

用户进行了被禁止的操作，本装置的硬件供应方免除相关部分的维护责任。所有对计算机及精密仪器所禁止的操作都适用于本装置软件所安装的计算机、服务器、存储阵列和专用显示器，其中包括但并不局限于以下项目：

高空坠落、暴力振荡、水或其他液体渗入、使用大于 220V 的工作电压、自行拆卸或更换非指定组件、未经我公司工程师参与或自行与其它系统的连接、在非指定地点使用本设备、未经我公司工程师参与下自行带电挪动设备。

三、售后服务

本装置自交付合格后，本公司提供半年期的免费维护,免费维护的含义如下：

1、软硬件安装：

供应商仅提供线上安装指导，若线下安装需额外支付技术服务费 2000 元/工

作日。

2、硬件质保：

非人为损坏原因电机保修一年，控制器等其他配件保修六个月。质保期内维修费用我们承担，超期维修为有偿服务。

由于用户操作不当或恶意行为造成的系统问题故障等，不含在免费维护之内，如需维修，为有偿服务。

3、软件维护：

自验收合格后，本公司提供半年期的免费维护

免费维护项目包括由于软件设计问题而出现的系统故障、软件运行错误。

如当时无法分辨软硬件故障或是否为软件设计问题，本公司负责先解决问题，后分析问题原因，如果是硬件问题或非法操作等非软件设计运行问题，相关费用由最终用户支付。

因本装置具有扩展性，若使用本装置改做非推荐的滴定项目导致的软件错误不在免费维护范围内。

第二部分 硬件安装说明

本章详细介绍了基于计算机视觉的酸碱滴定装置的硬件安装方法。

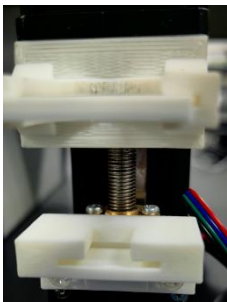
一、硬件清单

1、滴定管版本：

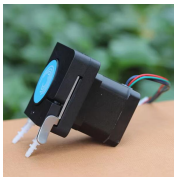
装置名称	装置图片	数量
电机控制模块		1
12V 电源适配器		1
USB 摄像头		1
TTL 通讯模块		1
电机驱动线		1

磁力搅拌器		1
-------	--	---

2、注射泵模块：在滴定管版本基础上添加

装置名称	装置图片	数量
42 步进电机丝杆滑台		1
注射器固定装置		1
滴定拓展套组		1
20mL 注射器及管路套组		1

3、蠕动泵模块：在滴定管版本基础上添加

装置名称	装置图片	数量
42 步进电机蠕动泵		1

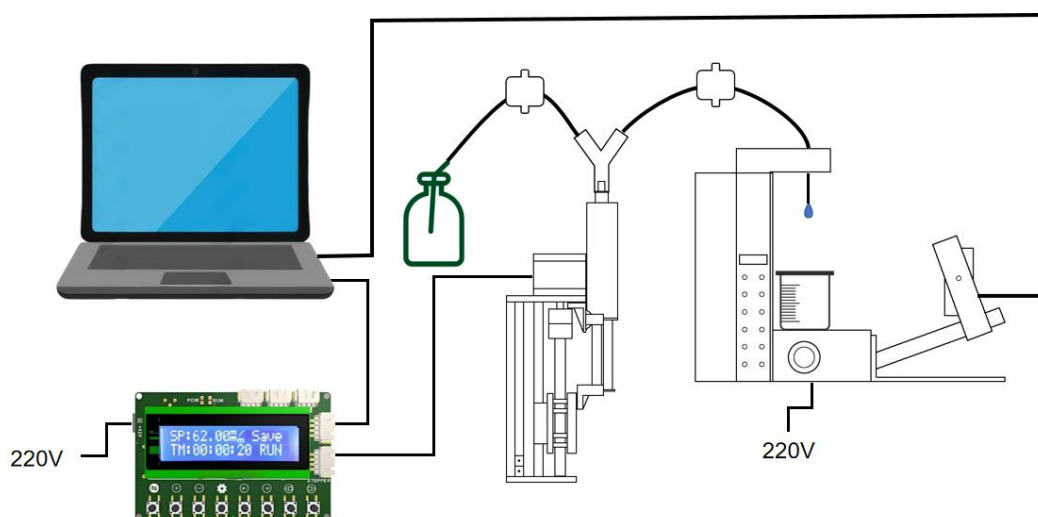
硅胶管		2 米
-----	---	-----

4、电位测量模块：在注射泵或蠕动泵版本基础上添加

装置名称	装置图片	数量
电位测量模块		1

二、硬件安装

1. 装置安装环境：本装置为化学反应仪器配套装置，请在符合化学实验要求的实验室内安装，并在使用时有化学相关专业专职教师或工程师在场以保证实验安全。



2. 电机控制装置的安装和连接：将 12V 电源连接到电机控制器电源插座上，另一端连接 220V 交流电源。将 TTL 通讯模块的 4p 插头插入电机控制器的通讯接口，将电机驱动线的 4p 插头插入电机控制器的电机接口。（如下图）



注意：步进电机的接口顺序会影响电机能否正常驱动，请注意接线方向不要弄错，若自行换用其他步进电机或是电机驱动线，可能会导致设备损坏。因为 TTL 串口线连线错误极易导致设备损坏，我们换用了 4P 接口，以避免接线错误，若自行使用其他 TTL 串口线，连接前请一定找的针脚定义，尤其是 GND 一定不能接在有电压的针脚上，而且 RX 和 TX 端也不要接在 VCC 针上了。

3. 注射泵模块的安装

(1) 滴定拓展套组的安装：首先将相机支架粘贴在磁力搅拌器的一侧适当位置，将滴定架通过定位孔固定在滴定背景板上，并调节至适当高度。将相机从原厂支架上拆卸下来，并安装到摄像机套壳上。最后将摄像机套壳套到相机支架上。



(2) 20mL 注射器及管路套组的安装：20mL 注射器及管路套组在发货时将会提前安装好，只需将 20mL 注射器分别安装到滑台对应位置上，将软针头安装到滴定架上对应孔位中即可。需要注意的是，自行维修或安装使，单向阀的方向请注意不要弄错（单向阀上有小箭头用于标明方向）。

4. 蠕动泵模块的安装

(1) 蠕动泵模块比较适用于需要长时间运行、对实验精度要求不高的情况。

将硅胶管适当裁剪为两段，分别接到蠕动泵头的两端，将其中一端连接到滴定管出液口或原料瓶中，另一端接到待滴定的锥形瓶中即可。

三、软件安装

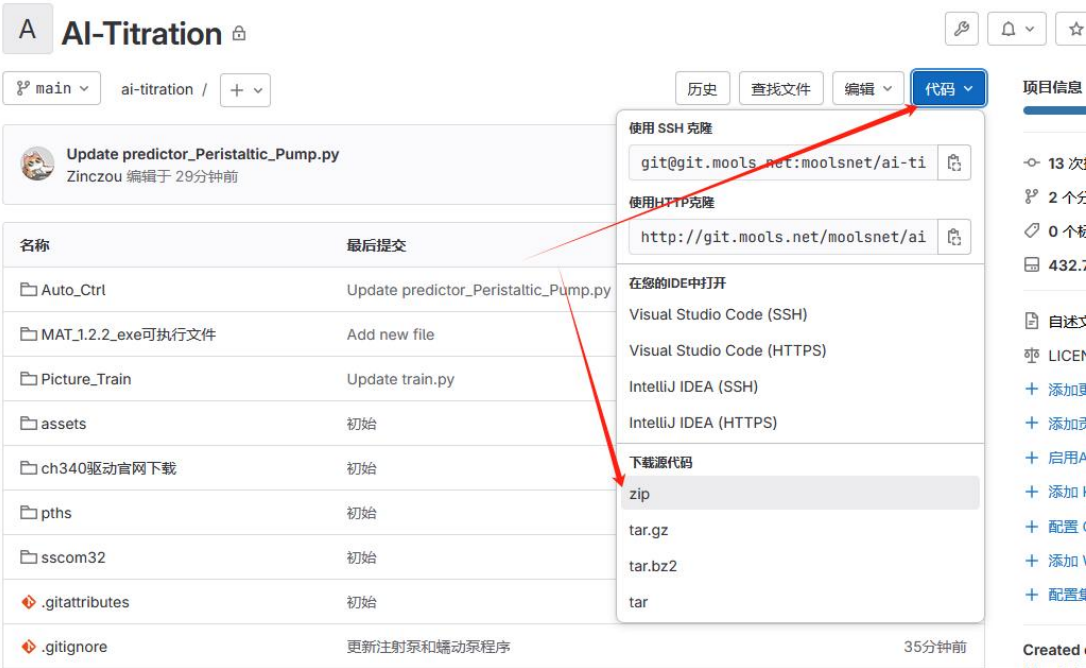
1. exe 版本软件安装：

EXE 版本程序为压缩包形式，相关依赖项也一并压缩在其中，解压缩后运行 MATv1.2.exe 即可。



2. Python 源代码版本安装：

git.mools 介绍：登录 <https://git.mools.net>（用户名及密码请咨询您的客户经理获取），里面有一个项目 AI_Titration（如图）您可以使用代码-下载源代码的方式获取源代码。其中包含的文件和文件夹为：



名称	修改日期	类型	大小
.idea	2024/4/7 20:54	文件夹	
assets	2024/3/22 15:04	文件夹	
Auto_Ctrl	2024/4/7 17:59	文件夹	
ch340驱动	2024/3/22 14:53	文件夹	
Input	2024/3/22 16:01	文件夹	
Picture_Train	2024/3/22 16:08	文件夹	
sscom32	2024/3/22 14:53	文件夹	
init.py	2024/3/22 8:39	Python 源文件	0 KB
LICENSE	2024/3/22 10:25	文件	10 KB
ReadMe.md	2024/3/22 16:09	Markdown 源文件	3 KB
setup.py	2024/4/11 14:52	Python 源文件	3 KB

1) Auto_Ctrl

Auto_Ctrl 文件夹里面包含的是 滴定控制程序 和依赖项。本软件包中使用的是 COM 串口接电机控制板，电机控制滴定管开度的“致敬经典”方案。详情参见此文件夹中的`README.md`文件。

2) Picture_Train

Picture_Train 文件夹里面包含的是 权重训练程序 、训练集、测试集以及依赖项。本软件包中使用的是 Resnet34 网络的训练程序。详情参见此文件夹中的`README.md`文件。

3) LICENSE

LICENSE 此文件包含了项目的许可协议。这告诉用户和其他开发者他们如何使用、修改和分发代码。Python 包通常使用开源许可协议，如 MIT、BSD、Apache 2.0 或 GPL 等。在 LICENSE 文件中，包含完整的许可协议文本，确保用户明确了解他们使用代码的权利和义务。

4) README

README 此文件是项目的文档说明，它向用户提供了关于项目的详细信息。README 文件通常以 Markdown 格式编写（文件扩展名为 .md），这样它可以在 GitHub 等平台上以易于阅读的格式呈现。在 PyPI 上发布包时，README 文件的内容也可以作为项目的长描述显示。

5) pths

pths 文件夹包含了现有的神经网络模型训练后得到的权重文件，后续新增的权重文件也会逐步更新，文件名将尽量以实验内容+Net 命名

6) requirements.txt

requirements.txt 文件在 Python 项目中扮演着非常重要的角色。它主要用于列出项目运行所需的所有外部 Python 包及其版本号。这个文件的主要目的是确保项目的依赖环境可以在不同的环境中被一致地重现，无论是开发环境、测试环境还是生产环境。

当你使用 pip（Python 的包管理工具）时，可以通过 requirements.txt 文件来安装项目所需的所有依赖包。详情请参见：[【腾讯文档】MAT1 常见问题汇总](https://docs.qq.com/doc/DWmxGckJNdU1yTWhC)
<https://docs.qq.com/doc/DWmxGckJNdU1yTWhC>

7) 最后介绍一下软件包里附带的两个驱动

ch340 驱动官网下载

ch340 驱动官网下载 文件夹里放的 exe 文件是 USB 转 TTL 串口工具的驱动，安装完成后重启电脑，即可在设备管理器里面查看该通讯模块的串口号

sscom32

sscom32 文件夹里面是串口调试工具

视频教程可以参考 assets 文件夹内的两个视频

2.2 需预先安装的软件：

1) 解释型、面向对象、动态数据类型的高级程序设计语言：Python

推荐版本：Python3.10（不同版本的 python 可能支持的库不同，3.10 是我们试过所需库都可以使用的版本）

安装教程：

[Python 安装教程（新手）-CSDN 博客](#)

备注：不建议使用 Python2

2) 高效的 Python 集成开发环境（IDE）：PyCharm

推荐版本：所有能用的都行，社区版即可

安装教程：

[pycharm 安装教程，超详细-CSDN 博客](#)

备注：如果你有其他习惯的 IDE，如 VS Code，Jupyter Notebook 等也可以，以用着顺手为主

3) 强大的 python 工具包和环境管家：Anaconda

推荐版本：所有能用的都行

安装教程：

[最新 Anaconda3 的安装配置及使用教程（附图文）-CSDN 博客](#)

[在 PyCharm 中配置使用 Anaconda 环境 pycharm 使用 anaconda 环境-CSDN 博客](#)

备注：Anaconda 最大的优势是他的图形化界面，不在意的同学也可以不用。Anaconda 集成大多数常用的 Python 包，但是明显不是全部，如果有 anaconda 库之外的包也可以使用 pip 安装，安装后也可以在 anaconda 内管理。强烈建议先设定环境再配置 python 包。如何在 PyCharm 中使用 Anaconda 环境可以参考前面所列出的第二条链接。

4) 利用显卡提高运算能力：CUDA

推荐版本：适合你电脑配置的版本

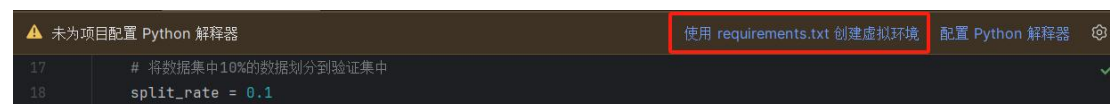
安装教程：

[CUDA 安装教程（超详细）-CSDN 博客](#)

备注：CUDA 是 NVIDIA 推出的并行计算平台和应用程序编程接口，没有独显没关系，我们的示例程序用 cpu 也可以跑得动

2.3 Python 环境及软件包配置：

首先我们建议将上面提到的 AI_Titration 文件夹移动至电脑的本地目录下，建议不要使用中文路径。然后使用 Pycharm（或其他编译器）将整个文件夹作为 Python 项目打开。因为有 requirements.txt 文件存在，编译器可能会提醒你使用 requirements.txt 文件创建虚拟环境（如图），点击即可自动配置环境。



如果编译器没有弹出相关弹窗或是安装失败，你仍可使用 Anaconda、编译器自带的解释器管理器或是命令行安装所需的扩展包。

本装置所需的软件包均已在 requirements.txt 文件中列出，这里仍作简要说明：

所需软件包包括：

'tensorflow','numpy','torch','Pillow','scikit-learn','opencv-python','pyautogui','pys

erial'

请注意：'Pillow', 'scikit-learn', 'opencv-python',这几个软件包的 install 名称与 import 名称不一致

'serial'包在不同环境管理器中的设置不完全一致，如果有报错：

```
module 'serial' has no attribute 'Serial'
```

请卸载 'serial'包（如有必要请也卸载 'pyserial'包），并重新安装 'pyserial'包

3. 串口驱动安装：

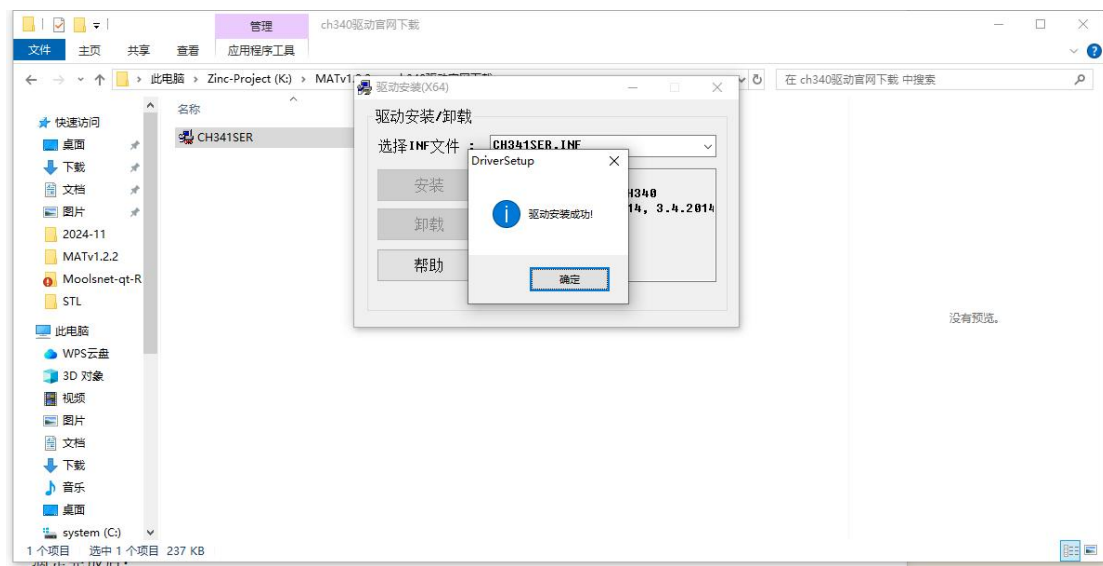
如上所述，ch340 驱动文件夹里放的 exe 文件是 USB 转 TTL 串口工具的驱动，安装完成后重启电脑，即可在设备管理器里面查看该通讯模块的串口号。

完成上述软硬件安装后即完成了设备的安装工作，接下来就可以来尝试使用本装置了

第三部分 装置运行与程序说明

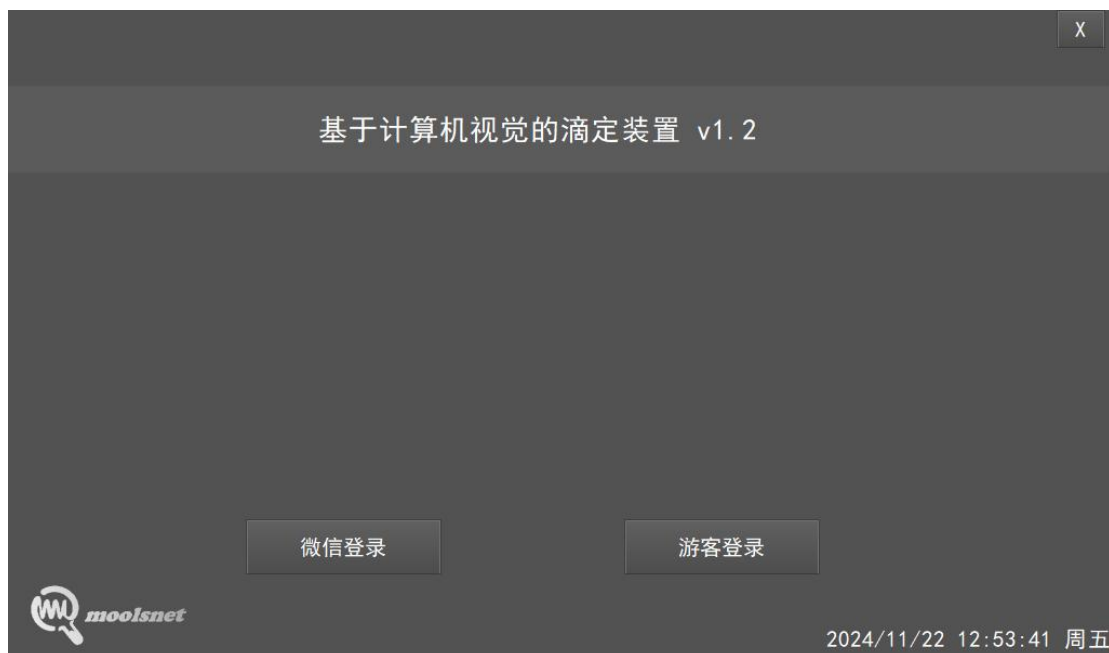
一、MATv1.2.应用程序

请注意，首次使用前请安装 CH340 串口驱动。



1. 开始前的设定：

双击开启 MAT 智能滴定软件，选择微信或游客登录



开始实验：

!!! 重要!!!

完成一次滴定开始新的滴定之前，请先手动将注射泵复位！

每次实验开始前，请先手动将注射泵推送至接近 0 刻度的位置（程序会自动抽取液体，所以须保留足够的行程），并保证进液管深入溶液液面之下，避免气泡导致实验误差

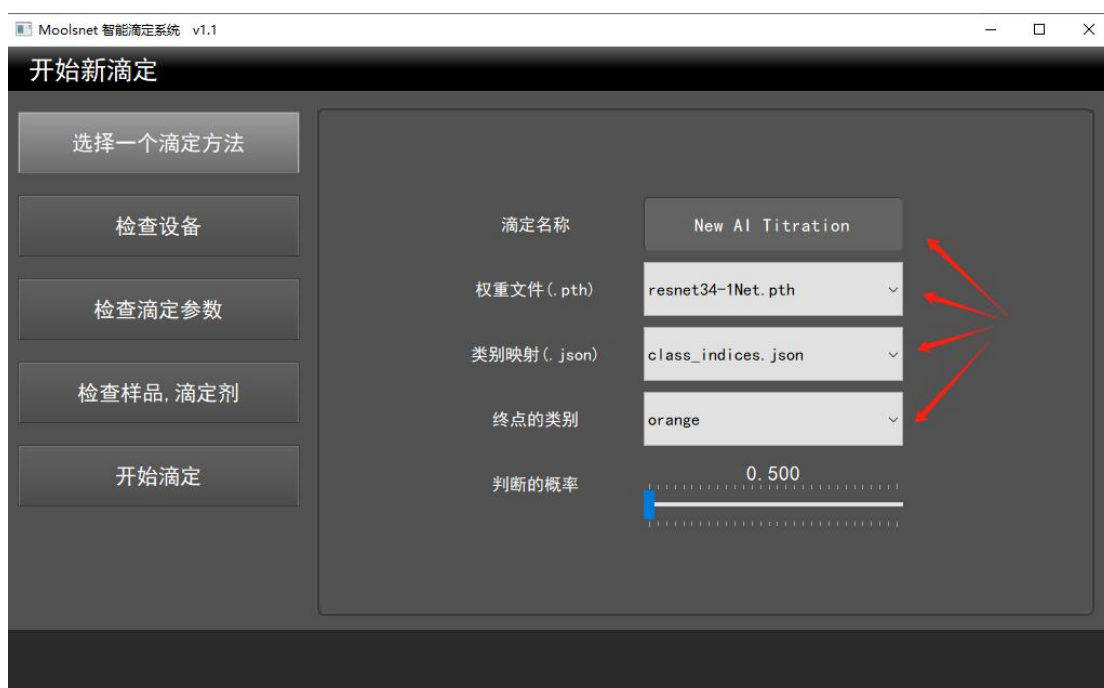


选择“开始新滴定”按键



选择本次实验所使用的权重文件（.pth）、分类依赖文件（.json）、滴定终点类别。输入本次滴定的名称。

注：上述文件均保存在 PyTorchModels 文件夹下，如后续有计划训练新的实验或分类权重，均可保存在这个文件夹下



选择本次实验所使用的摄像头和 COM 串口（请选择 USB-SERIAL CH340 串口）

注：若下拉选项中没有此类串口，请检查 TTL 串口线是否正确连接到电脑上，以及串口驱动是否正确安装

（注：在 v1.2.2 的更新中上述两个列表将会默认选择最靠后的一个摄像头和串口）



设置滴定的速度等参数



设置本次实验试剂参数方便计算结果（可选）



检查参数设置并开始滴定

（注意：开始滴定前有一系列参数检查，可能需要一点时间，请耐心等待，请不要多次点击开始滴定）



2. 滴定过程中:

程序会自动采集照片，记录体积，并判断滴定情况



当程序判断已到达滴定终点时，程序会进行多次拍照，以验证是否达到滴定终点，若判断到达滴定终点，则会自动记录终点体积



并且，会继续滴定一段时间和体积，以避免终点误判导致无法获得有效的数据



若实验过程中点击了终止按键，滴定过程将会强制结束。如此时已经达到自动判定的终点，则将会展示滴定终点照片和体积，其余步骤与其自动结束时相同；如此时未达到自动判定的终点，则将会展示最后一张照片和对应体积。

3. 滴定完成后：

程序将会展示自动判断的滴定终点图片及对应体积数字



可以手动点击上下张按键，人工检查视觉滴定终点

视觉滴定 - 颜色识别

滴定参数：

终点体积： 0.875 mL

滴定开始时间： 2024/11/22 13:07:55

滴定结束时间： 2024/11/22 13:11:41

样品名称： Sample ID

样品量： 10 mL

滴定剂名称： Tittant 1

滴定剂浓度： 1.0000 mol/L

上传实验记录

滴定结果： 0.07 mol/L

上一张 人工校准 下一张

返回

若已进行微信登录，则可以将数据上传至 moolsnet 平台

视觉滴定 - 颜色识别

滴定参数：

终点体积： 0.875 mL

滴定开始时间： 2024/11/22 13:07:55

滴定结束时间： 2024/11/22 13:11:41

样品名称： Sample ID

样品量： 10 mL

滴定剂名称： Tittant 1

滴定剂浓度： 1.0000 mol/L

上传实验记录

滴定结果： 0.07 mol/L

上一张 人工校准 下一张

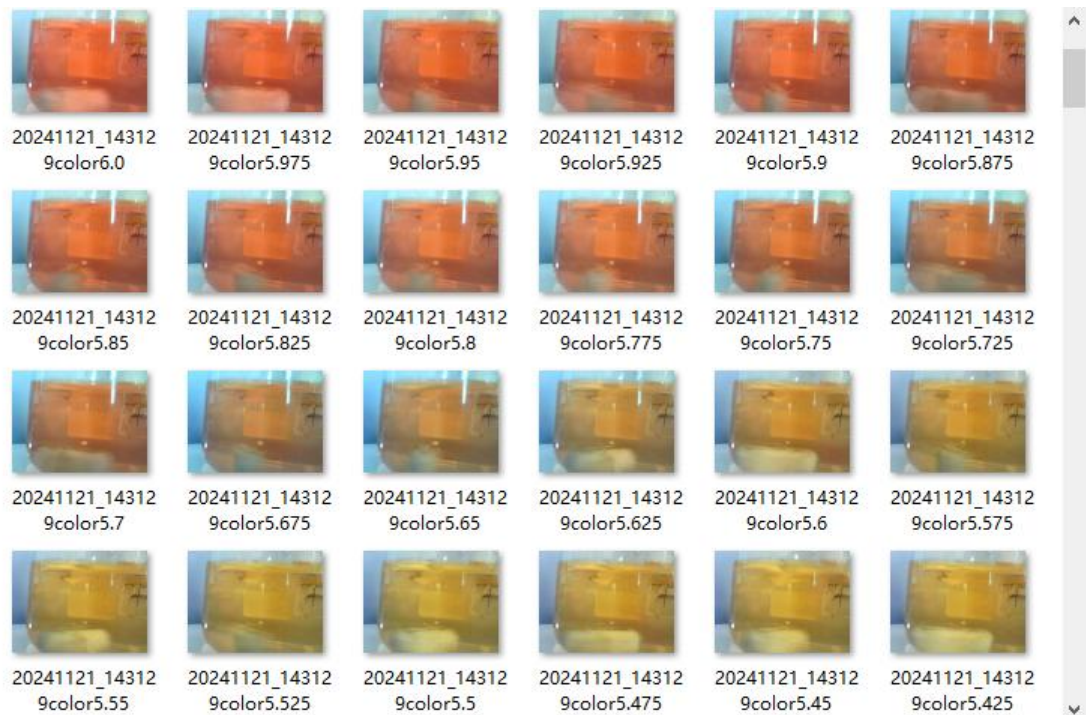
返回

!!! 重要!!!

完成一次滴定开始新的滴定之前，请先手动将注射泵复位！

如需检查原始图片和数据，可以到 Auto_Ctrl 文件夹下查找

Input 子文件夹下保存有所有的原始照片，照片命名方式为：时间戳+vol+对应体积数



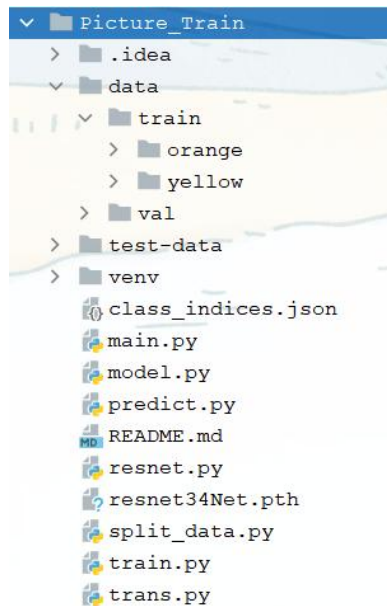
Output 子文件夹下保存有实验数据的 json 文件，json 文件的命名方式为时间戳，即同一时间戳的 json 文件与图片文件对应同一次实验。

文件内容为字典形式分别对应三个列表

Volume_list 对应本次实验的体积数列表

image_list 对应本次实验每个体积数所对应的图片文件的路径和名称

color_list 对应本次实验的自动判断结果与概率列表

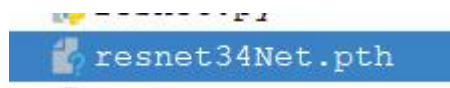


1. **Data 文件夹：**`data` 文件夹中放置的是用来进行 AI 训练的图片，其中分为两个文件夹：`train` 为训练用图片（即训练集），`val` 为验证用图片（即验证集）。其下分别有两个子文件夹：`orange` 和 `yellow`，如名称所示，这两个文件夹中分别放有橘色和黄色的图片。

2. **Train.py 训练程序：**运行此程序即可利用当前训练集进行 100 次循环的训练程序，并将最佳结果权重保存为 `.pth` 文件，文件名在程序中进行设置（如图）。



备注：保存出来的权重文件会带有 `Net.pth` 的后缀。



3. 其他文件的简单说明：

`model.py`： 是模型文件

`train.py`： 是调用模型训练的文件

`predict.py`： 是调用模型进行预测的文件

`split_data.py`： 是用来将图片划分训练集和验证集的文件

`class_indices.json`： 是训练数据集对应的标签文件

注意：训练完别忘了把生成的权重文件复制到控制程序中使用

三、滴定控制程序

1. 滴定控制前的准备

在正式使用滴定控制前需要先确认两件事：

1) 将摄像头连接到电脑上并根据本机情况调整 Auto_Ctrl/predictor_burette.py 中的摄像头编号。

```
90 videoSourceIndex = 1 # 摄像机编号, 请根据自己的情况调整
91 cap = cv2.VideoCapture(videoSourceIndex, cv2.CAP_DSHOW) # 打开摄像头
92 name = get_picture() # 获取照片
```

一般来说，如果您的电脑已经有内置摄像头，新接入的摄像头编号为 1（Python 中计数是从 0 开始的）。如果没有内置摄像头，则这个新接入的摄像头编号为 0。

2) 将 TTL 线连接到电脑 USB 接口上，如果没有安装驱动的话，请先安装驱动并重启。然后打开电脑的设备管理器，找到 COM 串口，查看 CH340 的串口号，并将 Auto_Ctrl/predictor_burette.py 中的串口号进行修改。

```
84 count = 0
85 port = "COM5" # 串口名, 根据实际情况修改
86 baudrate = 9600 # 波特率, 根据实际情况修改
87 # # 快速滴加过程, 这里请自己根据滴加量优化
```

3) 优化滴定管的流速：

优化滴定管的流速功能通过 Auto_Ctrl/burette_velocity.py 程序实现，我们简单介绍一下这个程序，也借此说明如何利用串口通讯控制电机。

```

port = "COM5" # 串口名,根据实际情况修改
baudrate = 9600 # 波特率,根据实际情况修改

ser = serial.Serial(port, baudrate)
data = b"q1h14d" # 转速整数位
ser.write(data)
time.sleep(0.01)
data = b"q2h90d" # 转速小数位
ser.write(data)
time.sleep(0.01)
# 以上是逆时针旋转的速度参数,可以反复调节,以达到逐滴滴定的效果
|
data = b"q5h1d" # 转1秒
ser.write(data)
time.sleep(0.01)

data = b"q6h3d" # 逆时针
ser.write(data)
time.sleep(5.01) # 这里的等待时间决定了阀门开启时间,不能小于1秒(也就是阀门转开的时间)

```

首先,这里的串口号也需要根据自己的情况进行调整。默认模式下,控制器的转速单位为圈每分钟,如上图所示,当前程序将逆时针(从传动轴方向,下同)转速设定为每分钟 14.90 圈,以旋开阀门。等待 4 秒(程序中是 5 的原因,这里包括了需要旋开阀门的 1 秒钟)后执行后续程序。

```

data = b"q1h15d" # 回转的速度参数,建议与主程序中慢滴的速度一致,保证正反转角度一致
ser.write(data)
time.sleep(0.01)

data = b"q2h0d"
ser.write(data)
time.sleep(0.01)

data = b"q6h2d" # 顺时针
ser.write(data)

ser.close()

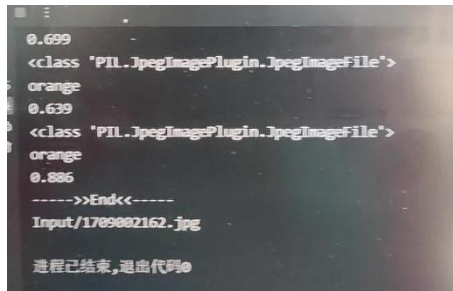
```

然后,将转速设置为与 Auto_Ctrl/predictor_burette.py 中慢滴程序一致的转速(为的是保证主程序执行的时候,可以准确的开到想要的开度),并顺时针将阀门关闭。

更多的驱动器控制指令请查看 README.md 文件

2. 运行滴定控制程序

运行即可执行接近滴定终点情况下的滴定控制程序，程序运行过程中，将循环拍照，并将当前判断结果和概率显示出来，当程序判断当前颜色为“orange”时，将会自动关闭滴定管阀门，显示当前照片的文件名并结束程序。

A screenshot of a terminal window with a dark background and light-colored text. The text shows the output of a program, including probability values, class names, and a file path. The output is as follows:

```
0.699
<class 'PIL.JpegImagePlugin.JpegImageFile'>
orange
0.639
<class 'PIL.JpegImagePlugin.JpegImageFile'>
orange
0.886
----->>End<<-----
Input/1709002162.jpg
进程已结束,退出代码0
```

注意：新采集的照片将会放置到 Auto_Ctrl/Input 文件夹中，可以用作后续优化的训练集。