**《介绍》**

python学习笔记：<https://github.com/TWK2022/notebook>

查看简易目录：工具栏->视图->导航窗格

快速搜索：CTRL+F

**《环境》**

**环境变量**

windows环境变量：系统->系统信息->高级系统设置。里面包含用户变量和系统变量，通常安装东西修改系统变量。系统变量中的Path为系统路径，python加载库会在其中查找；其他系统变量通常由大写英文+路径组成，只有对应软件才会识别

PYTHONUSERBASE D:\anaconda3：设置pip安装库的路径

CMD：windows命令行终端，可以执行命令

**PowerShell**

PowerShell：更高级的命令行终端，支持跨平台、高级语言，兼容CMD命令

ls env:：查看所有环境变量，与windows环境变量一致

setx PATH "$env:PATH;D:\..."：添加环境变量

**显卡驱动**

下载地址：<https://www.nvidia.cn/Download/index.aspx?lang=cn>

显卡安装的版本要与显卡型号对应

nvidia-smi：查看显卡版本、支持的最大cuda版本(不是当前cuda版本)、GPU情况

watch -n 0.1 nvidia-smi：实时显示GPU使用情况。CTRL+C退出

**cuda**

下载地址：<https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit-archive>

GPU驱动程序。cuda安装的版本要与显卡驱动对应(nvidia-smi查看，显卡驱动版本向下兼容https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-toolkit-release-notes/index.html)。cuda可以安装多个版本并切换，安装和卸载最好搜索一下教程。windows安装可以放到非C盘并创建子文件，安装包下载后要解压，注意解压位置要单独创建不要有其他文件，因为cuda安装完后整个文件夹会全部自动删除

完整的cuda包括cunda驱动和cuda工具cuda toolkit，不需要cuda toolkit也能使用cuda，但无法使用nvcc -V。官网下载cuda会自动带上cuda toolkit

nvcc -V：查看cuda版本

**cudnn**

下载地址：https://developer.nvidia.com/rdp/cudnn-archive

神经网络加速库。cudnn安装的版本要与cuda对应。下载的cudnn压缩包中的bin、include、lib(linux版没有bin)是所需要的文件。windows复制放到cuda的development中的bin、include、lib中。linux同样放到对应的cuda文件下，如果使用时提示没找到dll，则使用[sudo ldconfig lib位置]添加到环境变量中。卸载时删除其中cudnn的文件即可

**conda**

conda是适用于任何语言的软件包、依赖项和环境管理系统。安装miniconda3或anaconda3会自带conda。安装之后要重启

conda -V：查看conda版本

conda info -e：查看所有环境

conda activate 环境名：进入环境

conda create -n 环境名称 python=3.X：创建环境

conda env remove -n 环境：删除环境

conda install python==3.X：更换python版本

conda clean -a：删除从未使用的库、索引缓存、tar包

**Miniconda3**

下载网址：https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/anaconda/miniconda/

比Anaconda3小很多，相当于简化版的Anaconda3

linux安装时使用'sh 安装包位置.sh'安装，之后一直按回车，再输入yes。安装后需要重启服务器才能使用conda

linux中如果安装后找不到conda，需要添加环境变量，然后重新打开终端

echo 'export PATH="$HOME/miniconda3/bin:$PATH"' >> ~/.bashrc

echo 'export PATH="$HOME/miniconda3/bin:$PATH"' >> ~/.zshrc

source ~/.bashrc

**Anaconda3**

下载网址：https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/anaconda/archive/

python环境管理软件，通常python的库和包都安装在Anaconda3下，使用编程软件如pycharm时直接选用Anaconda3中的python.exe

环境变量：安装后，系统通过系统变量Path中的D:\anaconda3、D:\anaconda3\Scripts、D:\anaconda3\Library\bin来识别python、库的终端启动、库

python -m site：查看pip默认安装位置，默认c盘用户下。在环境变量中，添加：PYTHONUSERBASE为D:\anaconda3，然后anaconda3目录->属性->安全->users权限全开。之后pip会安装到anaconda3下

echo %PATH%：查看系统变量

setx PATH "$env:%PATH%;D:\anaconda3"：如果没有自动添加环境变量，使用setx添加

**Anaconda3 Jupyter Notebook**

Jupyter打开后会在网页中编辑(pycharm中也可以编辑)。Jupyter的特点是运行过的函数会一直存在，因此可以把程序叉开来运行，适用于小的demo展示。CTRL+P导出为PDF

Anaconda3\Lib\site-packages:安装的库位置

Jupyter:后缀.ipynb

Pycharm:文件路径和Anaconda3一致，Python3路径使用Anaconda3的

Jupyter中使用history查看所有运行记录

Jupyter中cell>>All Output>>Clear只清楚记录

conda--version:查看anaconda版本

XX.\_\_version\_\_:查看版本

XX.\_\_path/file\_\_:查看文件位置(file位置更细)

**Anaconda Prompt**

anaconda版的终端命令框

python:查看python版本并进入python编译。exit()/CTRL+C:退出环境

pip/conda --version:查看版本

pip/conda list：查看所有安装的包

**Pycharm**

环境推荐使用anaconda3中的环境，在页面右下角->添加新的解释器->添加本地解释器->选择现有->选择anaconda3下的python.exe

pycharm使用久后可能会产生几个G的文件在用户/AppData/Local/JetBrains中，最好搜索教程修改缓存路径

左下的terminal是pycharm的命令终端

简单的语法错误会显示红色波浪线，拼写函数时会智能的跳出存在的函数

代码左侧打上断点可调式，右键可拖动断，运行到断点处时并未执行程序

在pycharm中更改文件名时可以启用引用搜索，同步更改代码相关文件名

pycharm中VCS菜单->git->clone复制远程库地址可以克隆项目

pycharm每次启动时都会更新环境和库的路径信息

ctrl+altl：使整个页面的程序格式规范。Pycharm有规范的代码格式，格式不规范时会出现波浪线(但不影响运行)。可能与QQ的快捷键相冲突

ctrl+alt++/-：展开或折叠所选代码

ctrl+f：在当前文档中搜寻关键词，可按↑↓按钮快速寻找

ctrl+b：快速转到函数所在位置。但遇到@abstractmethod抽象函数会失效

ctrl+alt+b：查看@abstractmethod抽象函数的所有实现函数

terminal终端：等同于cmd。如果有时安装库后无法识别，需要重启pycharm

**vscode**

vscode的优点是比pycharm更小更快，对其他语言如c++支持更好。缺点是操作界面、画图界面等没有pycharm好用

环境配置：在插件中下载python插件，会自动搜索并选择anaconda中已有的环境。进入项目后，可以在右下角查看并更改环境

Chinese插件：中文翻译插件

Remote-SSH插件：ssh远程连接服务器插件。安装后需要配置一下服务器的信息

PyCharm Theme 插件：将vscode风格换成pycharm

JetBrains IDE Keymap插件：将vscode快捷键换成pycharm

**pip**

pip用于管理和维护python包。安装anaconda3会包含pip库。要注意pip安装位置，通常情况下默认位置不在anaconda3而是在c盘用户下

添加清华源：-i https://pypi.tuna.tsinghua.edu.cn/simple

python -m site：查看pip默认安装位置，默认c盘用户下。在环境变量中，添加：PYTHONUSERBASE为D:\anaconda3，然后anaconda3目录->属性->安全->users权限全开。之后pip会安装到anaconda3下

pip --version：查看pip版本

pip install 库(==版本号)：安装库。会自动寻找和系统对应的型号，不指定版本时安装最新版本。已安装该库后，指定版本再次安装可更换版本

pip install --U 库：更新库

pip uninstall 库：删除库(可以删除pip库)

如果直接pip安装失败，可以去官网下载要安装的版本的.whl文件到本地，然后使用pip install 文件位置.whl。pypi网站中可以搜到很多库：<https://pypi.org/>

pip install git+https://github.com/作者名/项目名.git：等同于git clone ...+cd 项目+python setup.py install --user。setup.py用于安装环境和包，其中包括一些不能直接pip install安装的特殊的包

pip install numpy pandas matplotlib tqdm pyyaml wandb opencv-python scikit-learn transformers onnxruntime-gpu -i <https://pypi.tuna.tsinghua.edu.cn/simple>

**cmake**

安装包：<https://cmake.org/download/>

windows安装：下载.msi安装包直接安装

cmake用来安装c++编写的库，需要有GCC等编译器环境，比如安装vs2022或MinGW

**huggingface**

开源模型的存放网站

sudo apt-get install git-lfs：linux安装git-lfs。windows安装git时自带

git lfs install：启用lfs。不使用lfs无法下载大文件

git clone https://huggingface.co/项目名：克隆项目到本地。可以使用国内镜像网站的网址：<https://hf-mirror.com>

git clone [文件连接]：下载单个文件，鼠标右键目标文件获得[文件连接]

wget -O 文件名 下载链接：git clone大文件容易出错时使用wget下载

**c++**

python中的很多库都是有c++写的，需要c++环境安装和运行

c++标准：c++语言规范，国际标准化组织制定，c++标准和编译器都在不断更新

c++库安装：由于c++的编译器没有统一的标准，导致很多库不通用，没有像python的conda一样的库管理工具，要手动下载和管理c++的库

编译器：c++语言需要编译器转换为对应系统的可执行文件，比如windows上编译后为.exe文件。常见的编译器有GCC、Clang、MSVS等。常用的编译器为GCC，支持多种系统和最新c++标准。windows上可以用vs2022(自带环境)或下载MinGW开发工具(包含GCC编译器)来配置c++环境，linux上通常自带GCC编译环境

GCC：GCC编译器有gcc、g++两种，gcc针对c，g++针对c++

cmake：用来安装c++编写的库，需要有GCC等编译器环境

编译模式：编译器会将代码编译为可执行语言，有debug编译和release编译两种方式。前者包含调试信息，后者是经过大量优化的最终版本

静态库：.a或.lib。程序使用静态库时，会复制静态库的内容到系统上。优点是效率高，跨系统时不依赖环境；缺点是占用空间大，每次调试代码时要重新编译静态库

动态库：.so或.dll。动态库存在于程序外部，供程序调用

**《linux》**

**基础知识**

**基础命令**

ifconfig -a：查看IP和MAC地址，默认eth0中inet后为IP，ether后为MAC地址。Windows：ipconfig/all

htop：实时显示CPU使用情况

watch -n 0.1 nvidia-smi：实时显示GPU使用情况

watch -n 1 "echo '==== CPU ===='; top -bn1 | head -5; echo '==== GPU ===='; nvidia-smi | grep -A 1 Util"：实时显示CPU和GPU使用情况

mv 文件 目标目录：移动文件到目标目录下

**安全组**

授权对象：可以连接服务器的端口类型。尽量避免使用0.0.0.0/0开放所有对象

服务器连接端口：22。源：IPv4(0.0.0.0/0)

服务器连接协议：ICMP(IPv4)。端口：-1。源：IPv4(0.0.0.0/0)

数据传输端口：3389。源：IPv4(0.0.0.0/0)

http端口：80。源：IPv4(0.0.0.0/0)

https端口：443。源：IPv4(0.0.0.0/0)

**tmux**

(sudo apt install tmux)

tmux ls：查看所有存在的窗口(要在主页面使用)

tmux new -s 窗口名：新建窗口。窗口中的程序只要不暂停会一直在服务器后台运行，即使关闭操作的页面。窗口中的程序和主页面中程序的可以同时运行

CTRL+B+D：从窗口返回主页面(窗口仍在)

tmux a -t 窗口名：从主页面进入一个窗口

tmux kill-window -t 窗口名：删除一个窗口

**git**

**设置**

用户名和邮箱名只需设置一次，不需要真实存在。设置后在C盘用户文件夹下会生成.gitconfig文件记录信息，不设置无法提交代码

git config --global user.name 用户名：设置用户名

git config --global user.email 邮箱名：设置用户邮箱名

**本地操作**

git init：初始化本地库，让git获取当前目录的管理权限(会显示分支名)

git status：查看本地库状态。只在工作区的文件为红色，添加到暂存区的文件为绿色，已经提交到本地库的文件不显示

git add 文件名：将文件添加到暂存区(当文件名为.时为当前整个目录名)

git commit -m “日志信息” 文件名：将暂存区文件提交到本地库

git reflog：查看历史记录，有简略版本号和日志信息

git log：更详细的版本号和更多信息

git reset -mixed 版本号：回退指定版本，但不修改当前文件，不加版本号某认上一个

git reset --soft：撤销commit操作

git reset --hard 版本号：版本切换，会清除当前所有的修改，不加版本号某认上一个

**分支**

git branch 分支名：创建分支

git branch -v：查看分支。带\*为当前所在分支

git checkout 分支名：切换分支

git checkout -b 分支名：切换分支，如果没有该分支则从当前分支复制创建新分支

git merge 分支名：把指定的分支合并到当前分支上

git branch --delete 分支名：删除本地仓库的分支

git push origin --delete 分支名：删除远程仓库的分支

**远程操作**

在github/gitlab中有HTTPS链接和SSH链接，HTTPS链接是公开的，一般用于github上公开项目的分享，使用时需要登陆密码，只能从网站上下载代码，但不能修改代码上传网站。SSH链接只有管理员和所有者可以使用，可以修改代码上传网站，需要设置密钥，一般公司的私人仓库只用SSH链接

ssh-keygen -t rsa -C 用户邮箱：生成ssh私钥和公钥。连按三个回车后生成密钥在用户目录下的.ssh中，将公钥复制粘贴到github/gitlab网站自己账户下的ssh公钥存放处，就可以对自己管理的项目可以使用ssh链接

git remote -v：查看所有建立的链接

git remote add 别名 远程库链接：用别名(一般为origin)替代链接

git remote rename 别名1 别名2：更改别名1为别名2

git remote rm 别名：删除别名

git config --global http.sslVerify "false"：第一次克隆时如果显示证书不合格，使用此设置

git clone 远程库链接(不能用别名)：将远程库复制到本地库，同时会自动创建别名origin建立链接(如果已经创立相同链接的别名则不动)。一般本地文件夹/项目名要和远程库中项目名一致

git clone -b 分支名 远程库链接：复制远程库分支到本地

git push 别名 本地库分支：将本地库分支更新到远程库(需要登陆，如果远程库是他人的，需要在github上加入远程库管理团队)

git pull 别名 远程库分支：将远程库分支更新到本地库(第一次用clone)

**.gitignore**

可以在项目中创建.gitignore文件写入不需要推送到仓库的文件。空文件夹不推送

修改.gitignore后可能不会立马生效，可以删除.gitignore文件后再撤销来刷新

\*.jpg：不会推送以.jpg结尾的文件

file：不会推送所有名称为file的文件夹/文件

file/：不会推送所有名称为file的文件夹

!文件名：不忽略该文件

!文件夹/\*：不忽略该文件夹下1级目录的所有文件

!文件夹/\*\*：不忽略该文件夹下2级目录的所有文件

\*.\*：忽略所有的\*.\*文件

**git-lfs**

sudo apt-get install git-lfs：linux安装git-lfs。windows安装git时自带

git lfs install：启用git-lfs，可以下载大文件

git lfs uninstall：关闭git-lfs

**《python基础》**

conda install python==3.X：更换python版本

**基础知识**

python文件运行：.py→python解释器→.pyc。再次运行时若源代码没变python解释器直接运行.pyc，若源代码改变先生产.pyc再运行

python效率：python文件也可以编译为exe文件，会提高运行效率，但依然是使用内嵌解释器的方式运行，相比c++编译为机器码的运行效率依然低。python文件还可以转换为c++或机器码，这样效率最高。但涉及深度学习等矩阵运算时，c++的eigen、numcpp和python的numpy库相差不大，单纯矩阵计算eigen>numcpp>numpy，动态矩阵计算(矩阵大小经常改变)numpy>numcpp>eigen

python中所有None共用一个内存地址，用if A is None来判断是否为None

python是线程安全的，全局变量在多线程中修改不影响

python中有一些自动优化的算法，比如B=A或A传入函数为B时，B只是引用A，只有对B做改变时，才会额外创造一份B的内存。但注意有的库中的数据会同时改变

python库有串行计算和并行计算。速度通常GPU并行>CPU并行>CPU串行

部分python库是由c++写的，只是可以通过python调用，库中的python文件的函数只是个占用的空壳，只有个pass

python的部分库需要c++环境，可以安装visual studio，安装时只需选C++桌面开发

下标从0开始，A[2]为A第三个元素，A[0:2]表示A[0]和A[1]，左闭右开

若列表list\_=[1,2,3]，可以直接用a,b,c=list\_进行对应取值，numpy数组等其他数据结构同理

不需要定义常量或变量，单双引号没有区别。如果字符串中有双引号，外面可为单引号

句子结尾不需加';'，函数结尾加':'

变量自带内置属性(不同类型的变量自带属性不一样)，在Pycharm中使用调试时可以看到，比如tensor.device：查看张量所在的设备

**导入库**

import 库：导入库。部分库在运行时会在用户目录下生成'.库名'的临时文件，甚至下载一些模型文件

import 库.函数 as A：之后A就代表[库.函数]

from 库 import 函数：调用库中的某函数

运行路径：导入库时会从sys.path路径和运行代码的目录为起点寻找函数。假设A目录下有文件a.py、B目录/b.py、B目录/c.py。运行from时会以其实路径为基础，比如在b.py中可以使用[from c import 函数]。但在a.py中调用b.py文件时，b.py中的[from c import 函数]会报错，要改为[from .c import 函数]，'.'代表相对路径。如果让代码同时可以直接运行、被上级调用，可以在\_\_init\_\_.py文件中用sys.path.append添加B目录路径

\_\_init\_\_.py文件：解决导入路径问题，将文件夹变为库。如果在B目录下有\_\_init\_\_.py文件，B目录外的代码调用B目录功能时会提前运行\_\_init\_\_.py文件。如果写入from . import b后，可以从外部使用import B，可以使用[B.b.b中函数]。要从外部import B的前提是B的根目录要在系统路径列表sys.path中，pycharm会自动将项目根目录加入，但命令行不会

\_\_all\_\_=['库名']：写在\_\_init\_\_.py中以声明哪些函数可用。不包含的函数在隐式导入[from B import \*]不可用，但显示导入[import B.函数]依然可用，因此使用\_\_all\_\_的意义更在于方便维护。不使用\_\_all\_\_时会声明所有非\_开头的私有函数

\_\_file\_\_：当前文件的绝对路径

有的库分CPU/GPU版，CPU版要小很多，但GPU版在CPU和GPU上都可以使用

**运行程序**

python 路径/文件名.py：运行python文件。会以执行命令所在的目录为根目录

python 路径/文件名.py 传入参数：部分库如argparse需要传入参数

python -O 路径/文件名.py：程序会忽略assert等测试用的语句

tasklist | findstr 'python'：查看所有运行的python程序

**日志**

日志有debug、info、warning、error、critical五种级别

debug：调试代码时使用

info： 记录一般事件信息

warning：记录告警信息

error：记录报错信息

critical：记录最严重的错误

**相关知识**

/[文件位置]：从最上级目录开始查找

./[文件位置]：从当前目录开始查找

../[文件位置]：从上级目录开始查找

[代码] # [注释内容]：为代码添加注释

'''[//内容段]'''：添加长注释

[CTRL+/]：将选中的代码段快速注释

**基本操作**

A,B,C=a,b,c：连续赋值

A,B=B,A：交换数值

a=a+1等同于a+=1。a-=1、a/=1等类似

del A：删除变量A

len(列表/数组)：得到的是第一个维度(0维)的长度

with A() as B:：相当于B=A()，只是with执行完后会自动关闭B

max/min(a,b,c)：求最大值/最小值。如果只有两个比较时，用if判断+赋值略快一点

next(可迭代对象)：获取可迭代对象的下一个值，每次使用之后都会累加。第1次使用会获取第1个值，第2次使用会获取第2个值

raise：结束程序并提示异常。raise str\_打印错误信息；raise e抛出异常信息

exit()：结束整个python进程。exit(str\_)：结束并打印信息str\_='a=3' // exec(str\_)：执行a=3。exec比eval功能更全面

**字符串str**

定义字符串后对其中的元素更改实际上是重新定义一个新的字符串。不需要定义常量或变量。单双引号没有区别，如果字符串中有双引号，外面可为单引号

**创建**

str(A)：将A转化为字符串。A可以是数字、列表、字典等

str2=str1：不同于列表，字符串可以直接赋值

str\_='A'\*3：结果为'AAA'

'12{}34{}56'.format(A,B)：将A、B加入字符串中

'12{A}34{B}56'.format(A=A,B=B)：将A、B加入字符串中

A.join(B)：在B的每个字符间插入A组成新字符串。A为分隔符如' '，B为列表

str\_.rjust(a,'A')：在str\_左边填充A达到a长度

**取值**

字符串取值后不能直接修改，比如str\_[i]=A会报错

str\_[i]：第i个字符

str\_[a:b]：按下标截取字符串

**操作**

str\_+='A'：添加元素到字符串中

str\_.split('A')：以str\_中A划分字符返回列表；'A'不填为去掉所有空格来划分(所有类型的空格)。如果'A'在首位或A连续出现时，每个A的旁边视为一个空字符。如果字符串中有连续空格且A为空格时，会划分为空字符

str\_.strip('A')：去除字符串两边的A字符。'A'为空时可去除空格和'\n'

str\_.insert(a,'A');：在下标为a的字符前插入字符A

str\_.replace('A','B',a)：将字符串中的A替换为B，a为替换前a个匹配的A，不指定a则全替换

str\_.upper():全转化为大写。str\_.isupper()：判断字符串是否全为大写

str\_.lower()：全转化为小写。str\_.islower()：判断字符串是否全为小写

str\_.isalpha()：判断字符是否全由大小写字母组成

str\_='function(...)' // eval(str\_)：将字符串变为表达式，执行function(...)

**元组tuple**

元组是长度固定、元素类型不需相同的特殊数组，元素不可变，元组定义后不可再对其中的元素修改。改变元素的值实际上是重新定义了一个新的元组。静态的元组比动态的列表初始化速度更快、占用空间更少，在确定是常量时，尽量用元组代替列表

tuple\_=(1,2,'A')：创建元组。可不加括号。如果是单独数字要加逗号区分如(1,)或1,

tuple1=(1,) // tuple2=(2,) // tuple3=tuple1+tuple2：元组相加，tuple3=(1,2)

tuple1=(1,) // tuple2=tuple1\*3：复制以创建元素，tuple2=(1,1,1)

**列表list**

列表是动态数组，内存中不连续存放，相比元组读写效率较低、占内存大。列表中存放的是对应数值的内存地址。列表中可以存放元组、字典、np数组、tensor张量等

创建N个元素的列表实际会分配N+1个元素的内存，第一个元素存储列表长度等信息。使用list\_.append()会按一定规律扩充列表的内存空间(之后使用append时如果内存够将不再扩充，直到不够时会重复扩充列表)。使用list\_.append()后内存地址不变，内存大小可能会改变

**创建**

list\_=[1,2,”A”]：创建列表

list\_=['A']\*3：结果为['A','A','A']，但此时所有元素共用内存，会同时改变

list(str\_)：把字符串拆分为单个字符并组成列表

list(dict\_)：将字典的键转化为数列表

list2=list1：只是对list1引用，列表内存地址一样，对列表更改时同步

list2=list1.copy()/list1[:]：浅层复制list1(list1只能为一级列表)。import copy // list2=copy.deepcopy(list1)：深层复制，完全复制一份新的list1

list1==list2：判断两个列表是否完全一致，返回True或False

list2=[\_ for \_ in list1]：同list1.copy()

list\_=[0 for \_in range(a)]：创建长度为a的全0列表

list\_=[[]for \_in range(a)]：创建二维列表

list\_=[[0] \* n for \_in range(a)]：创建二维列表，每个维度长度为n

**取值**

list\_[a]和list\_[a:b]：取值。如果list1是一级列表则，list2和list1不共用内存，如果是二级及以上时共用内存，会同时改变。

list\_[a:b][c:d]：相当于先执行list\_[a:b]再对其结果使用[c:d])，不能使用list\_[a:b,c:d]切片

list\_[::i]：间隔为i显示。list\_[::-1]：列表倒序

list\_[a:]：索引为a之后的所有元素组成的列表，a超过边界时为空列表

list\_[-i]：倒数第i个元素。list\_[-i:]：最后i个元素组成的列表

list\_.index(A)：A元素在列表中的索引

**修改**

list\_[i]=a：改变列表元素的值

list\_[i:j]=[]：删除原[i:j]的值

list\_[i:j]=[a,b,c]：删除原[i:j]的值，再插入a,b,c

list\_+=[A,B]：添加元素A和B

list\_+=str\_：等同于list\_+=list(str\_)

list\_.append(A)：增加一个元素A。for循环时如果增加元素会动态增加循环元素

list\_.extend(A)：将A中每个元素分别增加进去

list\_.insert(i,A)：在列表的第i个下标处插入A

list\_.remove(A)：删除列表中元素A,如有相同元素，则只删除一个元素A

list\_.pop(a)：删除列表中a+1个元素。list\_.pop()：删除最后一项

del list\_[a]：删除列表中a+1个元素。等同于list\_.pop(a)

'A'.join(list\_)：list\_元素都为str时，将每个元素用A连接成一个str

**排序**

random.shuffle(list\_)：将元素打乱，会直接更改list\_，没有返回值

list\_.reverse()：倒序排列

list\_.sort()：按升序排列。sort函数会根据数据情况自动选择合适的排序方法

sorted(list\_,key=function,reverse=False)：排序。如果list\_是二维则排序根据一维的第一个数大小，key是根据function(list\_)的值排序,reverse=True倒序排列。sorted使用Timsort排序方法，排序稳定，当排序长度小于32/64时使用二分插入排序，大于时使用归并排序，同时使用了节约内存和加速合并的方法

sorted(list\_,key=lambda x:x[0],reverse=False)：假如列表为嵌套列表，则根据二级列表的第1个值排序。key=lambda x:(x[0],-x[1])：先按第1个值，再按第2个值的倒序

sorted(list1,key=lambda x:list2[list1.index(x)],reverse=False)：根据list2列表的值排序。list2[list1.index(x)]表示list2中对应list1的x索引的值

function1=lambda x:功能：匿名函数。使用：function1(a)时a传入到x中，并执行后面的功能

import natsort // natsort.natsorted(list\_)：windows排序算法

**其他**

enumerate(list\_,start=0)：将列表中元素扩充索引。enumerate([A,B])得到[(0,A),(1,B)]

list(map(int,list\_))：将列表中字符的转化为数字

list\_.count(A)：统计A在list\_中出现的次数

list\_=[function(\_) for \_ in list\_]：对list\_中每个元素进行操作

map(function,list\_)：将list\_中每个元素执行function，返回map格式。function可以为int、lambda等

**集合set**

集合set和字典dict都是基于哈希表建立的数据结构，set无序，dict有序

集合中元素不能重复,set\_={1,2,'A'}，集合中元素没有顺序之分

set\_=set('122A')：创建集合{'1','2','A'}。会打乱顺序

set\_=set([a,b,c,a])：创建集合{a,b,c}。会打乱顺序

set\_.pop()：去除并返回任意一个元素

A in set\_：判断元素是否在集合中。跟字典一样使用哈希表效率高

set\_.add(A)增加元素A。set\_.update('AB')分别增加字符A和B。注意不可增加数字

set\_.remove(A),删除元素A,若A不存在会报错,set\_.discard(A),删除元素A，若A不存在不会报错,set\_.pop()删除第一个元素,set\_.clear()删除所有元素

set3=set1-set2求差集,|求并集,&求交集,^求非交集

set0.intersection(set1)：求两个元组的交集

set0.difference(set1)：求两个元组的差集

set0.union(set1)：求两个元组的并集

**字典dict**

字典是散列表(哈希表)，由键和值组成,字典的键不能重复,字典一般嵌套在列表里用列表操作，字典可以嵌套。python3.6之后的字典元素是有序的

**创建**

dict\_={}：创建空字典。dict\_={A:[A,1],B:2}：创建字典

dict\_={zip(list1,list2)}：创建字典，list1中元素与list2中元素一一对应

len(dict\_)：查看字典中的键数

**取值**

dict\_[A]：查询A键对应的值，若无A键则报错

dict\_[A][0]：查询A键中的第一个值

dict\_.get(A)：查询A键对应的值，若无A键则返回None

dict\_.keys()：所有关键字(特殊对象，可用list转化)。注意dict\_.keys()与字典是共用内存的，会同时改变，可用tuple/list转化一下

dict\_.values():所有值

dict\_.items()：将字典中的键和值全部列出。数据结构为dict\_items([(key1,value2),(key2,value2)...])，list(dict\_.items())将其变为列表

key,value=next(iter(dict\_.items()))：取出字典中的第一个键和值

**修改**

dict\_[A]=a：改变键A对应的值，没有A则创建一个键A并赋予值a

key in dict\_.keys()：判断字典中是否存在键，返回True或False

dict\_.pop(key)：移除字典中键为key的元素，返回值为该键对应的值

dict1.update(dict2)：添加字典dict2到dict1中，没有返回值。有相同键时，dict2会覆盖dict1中的

dict(sorted(dict\_.items(),key=lambda x:x[0]))：按键给字典排序

dict(sorted(dict\_.items(),key=lambda x:x[1]))：按值给字典排序

**数值变换**

abs(a)：求a的绝对值

round(a,0)：将a四舍五入，结果为浮点数。0为保留到个位，-1为保留到十位

**进制转换**

bin(a)：将a转换为二进制表达式。bin(5)=0b101，结果为字符串

hex(a)：将a转换为16进制表达式。hex(17)=0x11，结果为字符串

int(str\_)：将字符串转换为整型

int(str\_,a)：将其他进制转为10进制。比如16进制时用标准的0x1a或者1A都行

**ascii码**

ord('A')：字符转为ascii码。字符与ascii码对应关系：0-9:48-57，A-Z:65-90，a-z:97-122

chr('A')：ascii码转字符

**二进制**

byte=str\_.encode('UTF-8')：将字符串转换为二进制。若str\_='abc'，则str\_.encode('UTF-8')为b'abc'

str\_=byte.decode('UTF-8')：将二进制转换为字符串

**输入输出**

input('提示信息')：输入一个字符串，按回车确认(回车不会输进去)

print(A,end=''):连续输出不换行

print(f'abc{A:.4f}def')：将待输出的值A插入输出信息中

print('abc{}def{3:.4f})'.format(A,B))：将A,B对应填入{}中。3:.4f表示保留3位整数和4位小数

**读写文件**

f=open(文件路径,读取模式,encoding='utf-8')：打开文件，如果文件不存在则会创建新文件。读取模式'r'读取为字符串，'rb'读取为二进制(图片读取选用)，'w'清空重写(如果该文件不存在会创建一个空的文件)，'wb'写入二进制数据，'a'接着最后一行写入数据；encoding='utf-8'为读取编码方式。结束要使用f.close

with open(文件路径/新文件路径,读取模式,encoding='utf-8') as f：等同于f=open()，结束之后会自动调用f.close()，如果忘记用close会占用系统资源

f.read(i)：读取i个字符内容

f.read()：读取整个文件。对于大文件不要使用

f.readline()：读取一行，包括\n。\n可加.strip()去除

[\_.strip() for \_ in f.readlines()]：将txt文件中所有行变为列表元素

f.readlines()：读取所有行到列表中，包括\n。如果最后一行什么都没有则不会读取，转行符号算作上一行的内容

f.write(str\_)：将字符串写入文件。如要转行可写入转行符'\n'；如果要写入列表，要先将列表序列化f.write(json.dumps(list))，或直接用json.dump(list,f)便捷写入。对于元素都为list的列表，使用f.write('\n'.join(label\_list)+'\n')快速写入

f.writelines(list)：将list中元素合并后一起写入。如果要把每个元素作为一行，要在每个元素后加上\n

f.truncate()：清空文件

**语句**

系统会先运行and/or前面的条件语句，如果此时已经可以得出判读结果，就不会再运行后面的条件语句了。False、None、0、[]、{}等为否；True、非零值、非空值等为是

**条件语句**

优先级not>and>or>大小比较

if [条件1] end(or) [条件2]:：条件语句。后面可以加elif、else

x=True if [条件] else False：满足条件时x=True，否则x=False

if 0<a<2<b<4:：大小比较语句可以合在一起

if A (not) in list\_:：判断A是否在list\_中

if a==b:：判断a和b的值是否相等

if a is b:：判断a和b是否共用内存

**循环语句**

for i in [0,1,2]:：遍历，i会依次为0,1,2

for (a,b,c) in [[0,1,2],[3,4,5]]:：多个值同时遍历

for i in range(10):：遍历0,1,..,9。等同于range(0,10)、range(0,10,1)。range(9,-1,-1)表示遍历9,8,...,1,0

for i,j in zip(A,B):：并行遍历

for index,value in enumerate(list\_):：同时遍历索引和值

while A<B:：while循环。ctrl+d强行结束循环

while True: // try:[内容] // except EOFError: // break：编程题不断读取输入

yield：用于循环时的取值。写在函数中替代return的位置，当for循环调用函数时才执行函数中的内容。比如用for i in result\_list时要先得到列表占用空间，如果先定义一个使用yield的函数，函数的内容是生成result\_list的一个值，就可以一边循环一边生成下一个要循环的值。如果定义了函数A，函数中先写入其他代码，再写入for循环返回yield，此时在外部使用for i in A()时，其他代码只在首轮执行一次，其他轮次只执行for中的

**异常检测**

try:... // except (错误类型,...) as e: // except:... // finally:...：异常检测。如果try中代码报错则会根据错误类型执行[except (错误类型,...) as e:]中内容，print(e)可以查看错误类型，raise e可以查看原始报错信息。如果找不到对应的[except (错误类型,...) as e:]，会执行except中内容。无论有没有报错最终都会执行finally中内容。[except (错误类型,...) as e:]和finally可不加

OSError：文件读取失败。包含FileNotFoundError文件不存在等错误

KeyError：字典的键不存在

ImportError:文件导入失败

ZeroDivisionError：除以零报错

**判断语句**

assert 条件,'提示'：检查条件是否错误，如果错误停止程序。使用[python -O 路径/文件名.py]运行程序时，会忽略assert等测试语句，因此不在生产版本的业务代码中使用

isinstance(A,type)：判断A的数据类型是否为type，返回布尔值。type为单个类型如int或集类型合如(int,str,list)，type可以为某个函数

hasattr(A,B)：判断A中是否有内置参数B，返回True或False。A.B存在返回True

**函数**

函数需先定义后调用，def需写在调用代码前面

def 函数名(参数1=默认值，参数2=默认值...):：定义一个函数。若参数没有赋值则使用默认值，如果没有return返回None。函数可以不传入参数：def 函数名():

函数参数的默认值不要使用可变对象，因此参数的默认值共用内存：比如def function(list\_=[]) // list\_.append('A')，不传入参数时会使用默认值[]，但这个默认值共用内存，当多次调用函数时，默认值就会改变为['A','A'...]

global n：让全局变量n可以在函数中使用，加在函数内部的开头。使用global n后使用n=a会同时改变外部变量n，如果先使用n=a再使用global n则会报错。实际上不使用global，但在函数内没有定义n的情况下也会使用外部变量n，只是此时使用n=a是定义函数内变量n。多层函数嵌套时global n指都的是全局变量n

nonlocal n：只能在函数内部的嵌套函数中使用。假如外层函数中定义了变量n，则嵌套函数中使用nonlocal n后可以使用n，此时n也会同步改变。注意如果外层函数中使用了global，则嵌套函数不能再使用nonlocal

**装饰函数**

def decorator(function): // def template(\*args,\*\*kwargs):... // return result // return template：定义装饰函数。与普通函数的区别是外层函数的参数为函数function，内层函数的参数为function的参数。装饰函数需要嵌套2层，第1层传入函数本身，第二层传入函数的参数，(\*args,\*\*kwargs)表示可以传入任意参数

@decorator // def function(...)：使用装饰函数。使用function(...)时，会将function本身作为参数传入到decorator得到template函数，再将function的参数传入到template中，原function函数的return忽略。装饰函数相当于模版，通常function为功能函数，template中包含一些通用的前后处理操作

**类**

类相当于把多个函数集成在一起，同一个类中的函数可以共用内部变量。通常为了方便函数管理会更多的使用类而不是直接用def函数。一个小功能的代码合为一个小类，一个大功能又将多个小类合为一个大类

类在程序运行前会提前初始化，可以写在调用代码后面

**类的定义**

类结构规范：\_\_init\_\_、@classmethod、@staticmethod、函数、\_函数(私有函数)

class 类名(继承类):：定义一个类。(继承类)可以不加。在类中可以添加内部变量、内置函数、自定义函数。类定义后即使不使用也会初始化，初始化会执行直接写入类中的内容，不会执行函数中的内容。因此通常不会在类中直接写入内容，而是写入\_\_init\_\_函数，\_\_init\_\_函数会在实例化A=类名(\_init\_\_参数)时执行，\_init\_\_参数不包括self，self就是实例化后的A本身

内部变量：在类中直接写入如value=0、function=XX等可以得到内部变量，类中可以通过self.value、self.function来使用内部变量。但通常会在内置函数\_\_init\_\_中使用self.value=0、self.function=XX来定义，因为\_\_init\_\_更灵活。内部变量还可以在实例化后使用A.value从外部添加

内置函数：定义类时自带的函数，形式如’\_\_A\_\_’，比如\_\_init\_\_、\_\_call\_\_等

自定义函数：相比单独的函数，可以通过self.XXX来使用类的内部变量和内部其他函数，因此要多传入一个参数：def A(self,...)。使用时需要先实例化类：A=类名(...)，再使用A.function(...)。代码规范中只在类内部使用的函数名称前加上’\_’如’\_A’，会在外部使用的函数不加’\_’

继承类：加入继承类A后，定义的子类B可以直接获得父类A中直接写入的内部变量、内置函数、定义的函数，但当B中的函数和A中的重名时，则只使用B的函数。省去了冗余的代码

def \_\_init\_\_(self,value): // super().\_\_init\_\_() // self.value=value：内置初始化函数。\_\_init\_\_中可以使用self.value=value来定义内部变量。\_\_init\_\_函数会在实例化时执行，super().\_\_init\_\_()可不加，加入时会执行并获得继承类\_\_init\_\_中的内容。代码规范中所有的内部变量都应该在\_\_init\_\_中定义好，即使不确定值也要赋个值占个位置

def function(self,参数):：在类中添加自定义函数。self必带且不算做传入的参数

@staticmethod // def function(参数):：静态方法函数。由于加了@staticmethod，function虽然写在类中但不需要实例化(实例化后也可以)就可以使用：类名.function(...)。此时不需要self参数，但类内部依然可以用self.XX调用，代码规范中当自定义函数不使用self.XX时要加上@staticmethod

@classmethod // def function(cls,参数):：类方法函数。与@staticmethod类似，只是多了一个cls参数，cls等同于类名，可以在函数中用A=cls(...)实例化类。通常使用@classmethod函数是需要对传入类的参数进行前处理，处理后并在函数中实例化类

**类的使用**

A=类名(\_\_init\_\_参数)：初始化类

A.value：如果\_\_init\_\_中定义了self.value，可以在类外面使用和改变内部变量

A.function(参数)：使用在类中自定义的function函数

A.function(\*\*dict)：传入字典作为函数的参数。如果函数的变量名正好与字典的键一致，可直接将键的值传入对应的参数

**常用内置函数**

\_\_slots\_\_=('value',...)：只读内部变量限制，直接写在类中。只有写在\_\_slots\_\_申明中的变量才可以从外部定义或改变，比如number变量没有申明，使用A.number会报错。\_\_slots\_\_在继承类中时，不会被子类继承

def \_\_call\_\_(self,参数):：实例化后，直接调用类本身会执行\_\_call\_\_函数：A(参数)

def \_\_str\_\_(self):：实例化后，print类本身会执行\_\_str\_\_函数，print(A)

def \_\_add\_\_(self,other):：实例化后，两个类相加会执行\_\_add\_\_函数：A+B。其中self代表A，other代表B

**print结果**

类本身：<class '\_\_main\_\_.demo'>

实例化：<\_\_main\_\_.demo object at 0x0000024A9306A990>

type(类本身)：<class 'type'>

type(实例化)：<class '\_\_main\_\_.demo'>

**性能分析**

pip install cProfile

python -m cProfile -o analysis.prof 检查的程序.py：运行代码并生成分析数据

pip install snakeviz

snakeviz analysis.prof：在网站中打开视图

pip install tuna

tuna analysis.prof：在网站中打开视图

**进程与线程**

主进程：python运行代码时，运行的代码就是主进程

多线程：每个进程中可以有多个线程，但由于python有GIL锁，因此除了文件读写和非python语言库如numpy、torch、onnx等，实际都是python解释器串行执行，包含post请求也会阻塞，很多场景下多线程的提升有限

线程安全：python是线程安全的，python部分库numpy、torch、onnx等是线程安全的，paddleocr是不安全的

多进程：python主进程中可以创建多个子进程，进程之间的解释器完全隔离

**其他**

**时间与内存**

python采用分离式结构动态数组

id(A):查看对象A的内存地址

import sys // sys.getsizeof(A)：查看对象A的内存大小

不同的对象内存地址不一样：A=[1]，B=[1]，id(A)!=id(B)。但通常每个对象中具体的某个数值在系统中只有一份：A=[1]，B=[1]，id(A[0])=id(B[0])

创建任意对象时系统会随机分配一个合适的内存地址，系统中有一个计时器记录该对象被引用的次数，每次有新的对象引用该对象，计数器+1，用del释放一个引用时-1，当垃圾回收机制发现某对象引用次数为0时将其内存删除

合并大量字符串：使用list\_.append(str\_) + 'A'.join(list\_)的方式时间更短；使用result+=str\_的方式内存占用更少

元组与列表：在确定是常量时，用元组比用列表更节省空间

列表大量追加元素：使用list\_=[\_ for \_ in range(len\_list)] + list\_[i]=a的方式比使用list\_.append()时间更短、内存占用更少

及时关闭资源：比如文件读取等操作，使用完毕后要及时加上.close()，推荐直接用[with ... as ...:]的方式打开，会自动加上.close()

**信息安全**

eval和exec：不要对不可信的表达式直接使用eval和exec。可以使用import ast // ast.literal\_eval(...)替代。ast.literal\_eval对输入表达式有限制

os.system：不要对不可信的命令直接使用os.system

SQL注入：与eval和exec类似，比如在登录密码后面加入[or '1'='1']等额外语句，如果不对输入进行校验则存在安全风险

XML拼接：对于加入XML的外部数据要进行检验，如果数据中带有一些格式性的东西会破坏XML文档，可以使用defusedxml库处理数据

ReDos攻击：使用正则表达式要检验外部输入文本的长度、减少使用过于复杂的表达式、尽量不动态构建表达式(需要加黑白名单检验)

yaml加载：pyyaml库加载不可信yaml文件时，要加上Loader=yaml.SafeLoader检验yaml文件，尽量保证pyyaml库为最新版本

json序列化：对不可信数据进行序列化和反序列化时推荐使用json库

os.chmod：如果需要修改文件权限，要紧跟在打开或创建文件后，防止中间出现风险

日志记录：不可信数据要经过处理后再记录到日志中。不要记录敏感信息，不可信数据中可能存在很长的垃圾信息

**特殊情况**

lambda公式覆盖：当用循环for i in range(4): // append(lambda x:x+i)时，列表中的lambda公式虽然内存地址不同，但公式内容会被最后一次覆盖，最终列表元素为4个lambda x:x+3

函数参数的默认值共用内存：比如def function(list\_=[]) // list\_.append('A')，正常传入参数不会有影响，如果不传入参数就会使用默认值[]，但这个默认值共用内存，当多次调用函数时，默认值就会改变为['A','A'...]

**《python常用库》**

**import logging**

实时记录日志信息，有info、debug、warning、error、critical五个等级

logging.basicConfig(filename,level=logging.WARNING,encoding,format)：设置日志记录。filename为保存位置如'log.log'；level为记录日志等级，logging.WARNING只记录warning及以上的信息；需要显示中文时设置encoding='utf-8'；format为日志的格式如'%(asctime)s | %(levelname)s | %(message)s'

logging.info(text)：记录信息，等级为info

logging.debug(text)：记录信息，等级为debug

logging.warning(text)：记录信息，等级为warning

logging.error(text)：记录信息，等级为error

logging.critical(text)：记录信息，等级为critical

**import math**

math.pi：代表pi(3.1415...)，三角函数中的角度范围为0-2pi

math.sin(a)：sin函数，math.sin(math.pi/2)=1。math.cos()、math.tan()同理

**import copy**

list2=copy.deepcopy(list1)：深度复制，完全复制一份新的

**import time**

time.time()：当前系统时间

time.sleep(1)：让代码在此等待一秒

**import tqdm**

for i in tqdm.tqdm(range(n)):：显示循环的进度条

for i,j in enumerate(tqdm.tqdm(list\_)):：显示循环的进度条

tqdm\_show=tqdm.tqdm(iterable=None,total,mininterval=0.1)：定义显示方法。iterable为可迭代对象；或者使用total指定长度；mininterval为最小显示间隔

//tqdm\_show.set\_postfix({'当前loss':loss\_batch.item()})：实时添加显示信息

//tqdm\_show.update(1)：更新进度条，进度条总长度为设定的total，1为更新的进度

list(tqdm.tqdm(多线程,total=len(长度)))：对于多线程等情况如果不显示进度条要加total参数，加list是让进度条会显示加载进度

**import random**

random.seed(999)：设置随机种子为999。之后使用random函数得到的结果会一致

random.randint(a,b)：生产a到b区间的随机整数

random.choice([...])：随机选取列表中一个数

**import sys**

sys.path：存放系统路径的列表，系统导入库函数等会遍历列表中的路径寻找

sys.path.append(path)：添加路径到系统路径中

for line in sys.stdin：可以不断读取输入(输入为一行或多行，多行时处理较为复杂)

**import os**

os.listdir(文件夹路径)：读取文件夹中所有文件的相对路径(带格式)。在windows下读取的文件路径是自动排序好的，但linux中顺序是乱的。windows中读取路径可以用r'\'，linux不能识别

os.getcwd()：当前系统所在的路径

os.path.dirname(\_\_file\_\_)：文件所在目录的位置

os.path.dirname(path)：获取文件所在目录的路径

os.path.basename(path)：除去目录只取出文件名

path,extension=os.path.splitext(path)：将路径中.后的扩展名分开

os.path.relpath(path,start\_path)：计算path-start\_path的相对路径

os.makedirs(path,exist\_ok=False)：创建目录，可以为嵌套目录。如果已存在且exist\_ok=False会报错

os.chdir(path)：改变当前目录到path。注意在函数中使用后也会改变全局的路径

os.remove(path)：删除位置为path的文件。删除文件夹要用shutil.rmtree

os.rmdir(path)：删除位置为path的空目录，不能嵌套。删除非空目录会报错

os.rename(path,更改后名称)：更改文件名

os.path.abspath('')：当前文件所在目录。'../'上级目录

os.path.join(A,B,C)：将A,B,C路径拼接起来，会自动加/

os.path.exists(path)：判断路径是否存在返回布尔值

os.path.isdir(path)：判断路径是否为目录

os.path.isfile(path)：判断路径是否为文件

os.environ：获取系统当前的环境变量，返回一个字典，键为环境变量名

os.system('cd /usr/local')：将字符串转化为命令并执行。会等待命令执行结束

os.getuid()：获取当前用户的id

for root\_dir, dir\_list, file\_list in os.walk(dir\_path):：获取目录下包括嵌套的所有文件。root\_dir是目录，dir\_list是root\_dir下的所有目录，file\_list是root\_dir下的所有文件。[os.path.join(root\_dir,\_) for \_ in file\_list]为root\_dir下所有文件

**import shutil**

shutil.rmtree(path)：删除文件

shutil.move(path,new\_path)：移动文件

shutil.copyfile(path, new\_path)：复制文件

**import pathlib**

pathlib.Path类似os.path的路径操作，但操作类型是WindowsPath

pathlib.Path(str\_)：将路径转换为WindowsPath类型

pathlib.Path.cwd()：当前文件所在目录(需要用str()转换为字符串类型)

pathlib.Path.home()：用户的home根目录

pathlib.Path.exists(WindowsPath1)：判断路径是否存在返回布尔值

WindowsPath1 // WindowsPath2：相当于str1+'/'+str2

WindowsPath1.mkdir(parents=False)：创建路径文件。parents=True时会依次创建路径中间缺少的文件夹

文件名.rename(新文件名可带路径)：如果不带路径则直接更改文件名，如果带路径则是移动到目标路径下再更改文件名

**import subprocess**

subprocess在os.system()的基础上实现了更多的功能

popen=subprocess.Popen('命令',shell=False,stdout=None,stderr=None)：创建一个子线程并在服务器上运行命令，不会等待子进程完成。shell=True用shell语言运行，stdout=subprocess.PIPE可以得到子进程的返回结果，stderr=subprocess.PIPE可以得到子进程的报错信息

popen.stdout.read().decode()：得到子进程的输出(字符串)，会在此等待子进程完成。结果会加上/r/n，可以用.strip()去除

popen.stderr.read().decode()：得到子进程的错误信息(字符串)，会在此等待子进程完成。没有报错时为空字符串，报错结果会加上/r/n

popen.pid：子进程号

popen.poll()：判断子进程是否结束。已结束返回0，未结束返回None

popen.wait()：会在此等子进程结束

**import multiprocessing**

进程>线程>协程：进程是一个大任务，线程是进程中并行的分任务，协程是分任务中串行的小任务，但协程可以根据实际情况在做A任务的空隙完成一点B任务。进程相比线程占更多的资源，但各进程之间不会相互影响。线程相比进程占更少的资源，但各线程之间会相互影响，一个线程出问题会导致整个进程出问题

process=multiprocessing.Process(target=function, args=(x,))：创建一个进程。function为执行的函数，args传入函数的参数。当进程创建好后，传入的变量就被固定了

process.start()：执行进程。执行后主程序不会在此等待，而是执行后面的代码

process.join()：程序会在此等待该进程执行结束，然后才执行后面的代码

**import threading**

注意list、dict、set传入时可能会共享内存，线程不安最好复制传入

thread=threading.Thread(target=function,args...)：创建一个线程。function为执行的函数；args...表示按顺序传入函数参数。当线程创建好后，传入的变量就被固定了

thread.start()：执行线程。执行后主程序不会在此等待，而是执行后面的代码

thread.join()：程序会在此等待该线程执行结束，然后才执行后面的代码

**线程锁**

lock=threading.Lock()：进程全局线程锁，锁中内容会串行，只有线程都调用锁中内容才会生效，不竞争锁中内容时不会停下。虽然python有GIL机制，但onnx模型等会并行运行，不加锁会导致显存暴增

with lock:：启动线程锁

**from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor**

ThreadPoolExecutor多线程与threading.Thread功能一致，但可以自动分配线程数，将参数自动划分并传入线程

def function(x,y):...：创建函数

with ThreadPoolExecutor(a) as executor:：创建多线程。a为线程个数，不指定a时会自动采用最大值。如果实际使用的线程大于线程数，新的线程会自动排队

future=executor.submit(function,args...)：在线程中执行函数。代码执行到使用future.result()获取函数结果时才会阻塞(等待线程完成)

**import multiprocessing**

创建多进程

**from concurrent.futures import ProcessPoolExecutor**

**import numpy as np**

numpy是python中最基本的库之一，串行计算但速度也较快

numpy数据在内存中连续存放，CPU中计算，默认float64和int32

numpy中比较数值大小时使用=符号时，容易因为float64计算精度问题出错

numpy中切片取值时共用内存

numpy运算时如果数组最后的维度相同会扩展，比如A.shape=(2,3)，B.shape=(3,)，A与B之间可以进行运算。但如果A.shape=(3,2)则不会扩展

numpy数组很大的情况下，使用连续取值array[screen][index]=a时，赋值可能会失败

**取值**

如果使用a=np.array([1,2,3])，b=a，此时a和b公用内存，使用b[0]=4时a[0]和b[0]会同时改变(如果是b=1则只是b重新赋值)，可以使用b=a.copy()新建内存。

可以使用array[a:b][c:d]或array[a:d,c:d]切片

若a=array([0,1,2,3])，a[0]会直接取出结果0；a[0:1]会保留原形状，得到(1,)形状的np数组，a[[0,3]]会取第0和第3个数组成新的数组array([0,3])

array[...,a]：取出最后一维第a+1个元素

array=np.delete(array,delete\_index,axis=0)：去除索引对应的元素，需要加axis

**属性**

array.shape：查看形状。array.dtype：查看数据类型

array.size：查看元素数。array.ndim：查看维度

array.dtype：显示数组类型如float64。

array.item()：如果取出array对象中的值

array=array.astype(np.float32)：转换np数据类型

str(array.dtype)：将array转化为字符串

type(data)==np.ndarray：判断数据是否是numpy数组，用if data会报错

**创建和转换**

array.tolist()：将array变为列表，不能用list(array)。浮点数可能会有精度误差

array.copy()：复制一个array

np.array([[1,2],[3,4]])：创建数组([[1,2],[3,4]])

np.arange(a,b,间距)：创建从a到b的数组，末尾不一定有b。如果a>b则间距为负数

np.linspace(a,b,c)：从a起始到b结束，创建c个间隔均匀的数组

np.zeros((a,b),dtype)：创建a行b列全0数组。dtype=bool创建全为False的数组

np.ones((a,b),dtype)：创建a行b列全1数组。dtype=bool全True数组

np.full((a,b),value,dtype)：创建a行b列全value数组

**随机操作**

np.random.seed(种子号)：设置随机种子,相同种子的随机值一致

np.random.rand(a,b)：创建a行b列随机0-1均匀分布的数组

np.random.randint(a,b,(c,d))：创建形状为(c,d)值为a到b的随机整数

np.random.choice(array,size,replace)：从array中随机抽取元素组成形状为size的数组。replace=True/False表示抽取元素是否可以相同

np.random.normal(loc=0.0,scale=1.0,size=None)：创建正态分布数组。loc为均值；scale为标准差，scale越大效果越明显，可为0.05；size为生成数组的形状

np.random.shuffle(array)：打乱array中各元素的顺序，会直接改变array中的元素，没有返回值

**基本操作**

array[array==a]=b：将数组中元素a替换为b

bool\_opposite=~bool：布尔数组取反

array2=array1[np.newaxis]：增加维度。[np.newaxis]在0维增加；[:,np.newaxis]在1维增加；[...,np.newaxis]加在最后

np.around(array,decimals=0)：四舍五入，结果为浮点数。decimals为保留小数点后位数，0为保留到个位，-1为保留到十位

np.append(array,[...],axis)：添加元素

np.where((array<a)&/|(array>b))：返回array中满足条件的元素下标。如果array的维度为a，则返回包含a个等长数组的tuple，每个数组代表元素在每个维度的下标。np.where会并行遍历array中所有元素，效率高，常用于数组元素的筛选

np.where((array<a)&/|(array>b),A,B)：返回与array相同形状的数组。满足条件时数组元素为A，否则为B

np.argmin/argsmax(array,axis=0)：取array最小值/最大值下标的索引

np.clip(input,min,max)：将input中的值压缩到min到max之间

np.sort(array,axis=0)：根据axis维度的值从小到大排序

np.argsort(array,axis=0)：根据axis维度的值从小到大排序，返回下标

np.round(a,decimals=0)：近似数，结果为浮点数。decimals为保留小数点后位数，0为保留到个位，-1为保留到十位

np.isnan(array)：判断array是否为nan值，返回同等大小的True或False数组

np.isnan(array).any()：判断array中是否存在nan值，返回一个True或False

np.ascontiguousarray(array)：将数组的内存变为连续存储

np.linalg.norm(vector)：求向量的模长

**数据转换**

np.frombuffer(byte,dtype=None)：从二进制解码为一行np.array。需要指定np数组的数据类型dtype，比如图片dtype=np.uint8

array.tobytes()：将np数组转为二进制

**维度变换**

array.reshape(a,b)：改变数组形状，如果array(a,b).reshape(a,b,1)表示变成三维。reshape(c,-1)表示变成c行，列数自动分配

array.flatten()：将数组变成一维

np.squeeze(array)：压缩所有单层的维度

np.append(array1,array2,axis=0)：将两个数组在axis维合并

np.stack([array1,array2],axis)：在axis维度上叠加数组，增加维度

np.vstack([array1,array2])：上下堆叠数组，不增加维度

np.hstack([array1,array2])：左右堆叠数组，不增加维度

np.concatenate((array1,array2),axis)：在当前的axis维度叠加数组，不增加维度。axis=0时相当于np.vstack，axis=1时相当于np.hstack

np.delete(array,(a,b,...),axis=0)：删除axis维上下标为a...的元素

array.repeat(a,axis=0)：在axis维度复制a倍，必须设置axis

array.transpose(0,2,1)：更改维度，0,2,1表示将原来的1,2维换位

np.stack([A,B]).reshape(-1)：实现A、B数组中元素交叉

np.flip(array,axis=0)：翻转。二维数组axis=0时为上下翻转、axis=1时为左右翻转

list\_=np.meshgrid(x,y,indexing='xy')：根据坐标轴生成网格坐标，list\_中为[x轴网格坐标,y轴网格坐标]。假设x=np.arange(20)、y=np.arange(10)，则list返回为[(10,20),(10,20)]，indexing='ij'时，结果为[(20,10),(20,10)]

**计算**

np.diff(array)：求array差分

np.argmax(array)：求array中最大元素的索引

np.square/exp(array)：求每个元素的平方/e的平方，返回数组

np.maximum/minimum(A,B)：逐位比较A,B中的每个元素，保留最大/小值

np.max/min/sum/mean/var/std(array,axis)：求axis维度的最大值/最小值/和/均值/方差/标准差(不指定axias时求所有值的)。若array形状为(2,3,4)，axis=0，则结果形状为(3,4)，若axis=1，则结果形状为(2,4)

np.unique(array)： 将array展平后去除重复的元素并从小到大排序

np.intersect1d(array0,array1)：取两个1维数组的交集

np.union1d(array0,array1)：取两个1维数组的并集

np.setdiff1d(array0,array1)：取array0-array1的差集

**三角函数**

np.pi：代表pi(3.1415...)，三角函数中的弧度范围为0-2pi

np.sin(array)：sin函数，np.sin(np.pi/2)=1。np.cos()、np.tan()同理

np.arcsin(array)：反sin函数。np.arccos()、np.arctan()同理

np.degrees(radian)：弧度转为角度

**矩阵运算**

array.T：转置

np.linalg.inv(array)：求逆

np.dot(a,b)：求a和b的点积(矩阵相乘)

**函数拟合**

array=np.polyfit(x,y,deg)：用线性拟合曲线。array为多项式的系数。deg=1,2...为拟合的多项式阶次

np.polyval(array,x)：使用拟合的函数

**np格式保存**

np.savetxt(path+name,array)：保存1维/2维数据到TXT文件

np.savez(path+name,array)：保存多维数组到np专用npz文件中

np.load(path,array)：读取npz文件(numpy专用二进制文件)

**import pandas as pd**

Pandas基于numpy库编写，切片取值时共享内存，可以使用.copy()复制

Pandas包中数据结构：序列series、数据框dataframe

Pandas将Nan和None都处理为np.nan

**序列(Series)**

序列由标签(索引)和值组成。可以用值的下标找值，也可以用值对应的标签找值，相当于列表和字典的结合

pd.Series(dict,dtype)：将字典转化为序列。dtype为数据类型如np.float32

pd.Series([0,1],index=['A','B'],dtype)：创建series结构,可以由list或numpy创建。index=自定义标签,不指定时自动生成标签0,1,...

series.index：查看所有标签

series.values：查看所有值

series.sort\_index；按标签升序排序。标签可为字符

series.sort\_values:按值升序排序

series.loc[A]：按值的标签找值。series.loc[A:B]：按值的标签切片，左闭右闭

series.iloc[a]：按值的下标找值。series.iloc[a:b]：按值的下标切片，左闭右开

series.loc[A]/series.iloc[a]=b：按值的标签/值的下标将值改b。如果没有A标签则会创建新的标签和值

series1.add(series2,fill\_value)：按照标签相加序列。fill\_value不指定时，两个序列不一致标签的结果为NaN。fill\_value=0表示先把相互缺失的标签扩充为0再相加

series2=series1.dropna()：去除NaN值。有返回值，不共用内存

series2=series1.fillna(a)：填充NaN为a。有返回值，不共用内存

**数据框(DataFrame)**

数据框由索引、列名、内容组成。数据框的0维度对应内容长度，1维度对应列名

DataFrame相当于把相同的Series放在一起并加上列名

DataFrame中每列元素的数据类型一致，不同列之间可以不一样

pd.DataFrame(dict,index,dtype)：将字典转化为数据框,字典的键对应列名,值对应内容。不指定index时索引从0开始自动生成，index=None不加索引。当传入包含多个键一致的字典的列表时，会依次生成多行

pd.DataFrame(array/list1,columns=list2,index=list3,dtype)：将列表/数组转为数据框。若list1是一维，则list2中只有一个列名，list3等于array长度；若array是二维，则list2列名数应等于array列数，list3等于array行数

pd.read\_csv(r'文件位置.csv',header=0,index\_col=None,encoding='utf-8',dtype=np.float64)：导入csv。前面加r是为了把文件位置中的\转化为/，否则会报错。header=0时会将第一行读取作为表头，=None时不需要表头；index\_col=None时生成新的索引，=0时将一列作为索引；encoding为解码方式，csv文件在WPS打开后可能会变为'gbk'编码

pd.read\_excel(r'文件位置.xls(xlsx)',sheet\_name):导入表格。sheet\_name指定读入的工作表，'sheet1'读取'sheet1'为df，[A,B]读取A、B为字典{A:df1,B:df2}，None读取所有的工作表为字典

df.to\_csv(r'A.csv',index=True,header=True)：保存为scv文件。index=True时会把数据框的索引作为第1列保存到csv中；header=True时会把列名保存到csv中

df.to\_excel(r'A.xls/xlsx')：保存为xls/xlsx文件

df2=df1.copy():复制一份df1给df2

df.index：索引

df.columns：列名

df.columns=[A,B,...]：更改列名

df.values：将数据结构转为numpy数组

df[列名]:选择列(结果为Series)。df[列名]=[...]：更改/添加列

df[[A,B,...]]:选择多列(结果为DataFrame)

df.iloc[a,b]：选择a行b列。可以取值和赋值

df.columns.get\_loc(列名)：找到列名的在列中的索引

df.mean(axis=0)：求axis维度的平均值，返回Series

df.sum(axis=0)：求axis维度的和，返回Series

pd.concat([df1,df2],axis=0,join='outer',ignore\_index=False)：合并df1和df2。axis=0时按行合并，列名要一致；join='outer'取并集，'inner'取交集；ignore\_index=True时合并后索引重新排序；axis=1时按列合并,索引要一致

df.T：转置，索引和列名也会互换

df.isnull().values.any()：判断是否存在Nan，返回True或False

np.where(pd.isna(df[列名].values))：得到所有nan值的索引

pd.isna(A)：判断df中的元素是否为nan

df.drop(columns=A)：删除名为A的列。返回新的df

df.drop(index=0)：删除行。返回新的df

df.fillna(A)：将所有空白(nan)的地方填充为A

df.dropna(axis=0,how='any')：删除所有含Nan的行。axis=1时为列操作；how='all'时只删除全部为Nan的行

df.sort\_index(axis=0)：按索引从小到大排序。axis=1时按列名

df.sort\_values(by='列名')：按某一列的值从小到大排序

df.rename(columns={'A': 'B'},inplace=True)：将列名A换为B。inplace=True时没有返回值

df.insert(index,'列名',值)：在列索引index插入列。无返回值

**时间处理**

DatetimeIndex=pd.DatetimeIndex(list/array)：创建DatetimeIndex对象。list/array为时间，可以为类似2000/12/24或2000-12-24的形式。创建后精确为秒，但使用to\_csv保存时如果分和秒都为0，只会保存精度到日

DatetimeIndex=df.dt：转为DatetimeIndex对象

str(DatetimeIndex[i])：取出时间如'2000-12-24 00:00:00'

pd.date\_range(start,end,periods,freq='D')：创建pd时间数组。start和end为开始和结束时间；periods为总长度，使用periods时不使用end；freq为间隔默认为1天，可以为'1h20min'等其他间隔

DatetimeIndex.normalize()：去除时分秒

DatetimeIndex.second/minute/hour/day/month/year/dayofweek：取出DatetimeIndex中某一时间的值

df['2000-12']：当数据库索引为DatetimeIndex对象时，可以取出该月的所有天

df.resample('M')：将数据取样为月，得到一个resample对象。在其基础上操作时，索引会变为这个月的最后一天，df.resample('MS')将索引变为这个月的第一天

df.resample('M').mean()：计算每个月的平均值，索引变为每个月的最后一天

df.resample('M').first()：得到这个月的第一天的值，但索引依然为最后一天

**import datetime**

time\_now=datetime.datetime.now()：当前系统时间(年月日时分秒)。datetime数据

time\_now.date()：当前时间的年月日。date数据

time\_now.time()：当前时间的时分秒。time数据

time\_now.weekday()：获取当日是一周中的第几天(0-6)

time\_now.total\_seconds()：将当前时间转换为秒

time=datetime.datetime.combine(time\_now.date(),time\_now.time())：合并为datetime数据

time=datetime.datetime(2000,1,1,9,30,00)：创建datetime时间数据。支持加减运算

time=datetime.time(9,30,00)：创建time时间数据。不支持加减法

**import matplotlib.pyplot as plt**

import matplotlib // matplotlib.use('Agg')：设置纯渲染方式，可以在非主线程中保存图片，但要设置在import matplotlib.pyplot as plt前

plt.figure(figsize=(10,10))：设置画布大小，10对应1000的像素长，画图时多余的地方会填充空白，不加时figure会自动调整图大小。高清图可以为(20，20)

plt.imshow(image)：在image的基础上画图

plt.rcParams['font.sans-serif']=['SimHei']：设置可以显示中文。linux需要下载字体到matplotlib库位置下的mpl-data/fonts/tff，然后清除.cache中matplotlib缓存

plt.rcParams['axes.unicode\_minus']=False：使用字体时让坐标轴正常显示负号

plt.rcParams['font.size']=10：设置字体大小，默认为10

plt.xlabel('X')/plt.ylabel('Y')：添加x/y轴标签

plt.axis('off')：不显示坐标轴

plt.grid()：自动加上网格

plt.title('标题')：创建图像标题

plt.text(x,y,label)：在坐标位置添加标签

plt.savefig(保存的文件夹位置.jpg)：保存结果。要放到plt.show()前否则为空白

plt.show()：显示图片到窗口，同时清空画布

plt.close()：清空画布

**曲线图**

plt.plot(x,y,linestyle='-',color='blue',label='')：画曲线图。x轴自动取等间距。linestyle为线形，'-'是线，'o'是点，''是点加线；color还有black、green、cyan、yellow、orange、red等

plt.legend()：当plt.plot中label不显示时，加上此设置

**散点图**

plt.scatter(x,y,s=20,c='blue',cmap=None,alpha=None,marker='o')：画散点图。s为点的大小；c为颜色，c可以为列表或numpy数组，数据可以为'red'等具体颜色，也可以为数值代表渐变色；cmap只有c为列表时才生效，比如'RdYlBu'代表数值从小到大时颜色从红变黄变蓝，'RdYlBu\_r'反之；alpha为透明度0-1，三维散点图时默认远的点透明度低；marker为点的形状，比如'o'为圆，'+'为+号

plt.colorbar()：散点图设置c和cmap时可以显示颜色条

**三维散点图**

ax=plt.subplot(projection='3d')：创建三维画布

ax.set\_title(name)：设置标题

ax.scatter(x,y,z,s=20,c='blue')：画散点图。s为点的大小；c为颜色

ax.set\_xlabel('x')：设置x坐标名称

ax.set\_xlabel('y')：设置y坐标名称

ax.set\_xlabel('z')：设置z坐标名称

**合并图**

plt.subplot(2,2,1)：分割图。2,2表示分割为2行2列共4个区域，1表示在第一块区域画图，此设置后的操作都只在第1个区域，同理plt.subplot(2,2,2)表示画在第2个区域

**坐标轴间隔**

**from matplotlib.pyplot import MultipleLocator**

plt.gca().xaxis.set\_major\_locator(MultipleLocator(a))：将x坐标轴间隔设置为a。同理yaxis设置y坐标轴。a推荐设置为len(data)//20以内

plt.xlim(a,b)：设置x坐标轴范围为a-b。同理xlim设置y坐标轴

**图片显示**

**import matplotlib.image as mpimg**

plt.imshow(image)：将图片显示到画布中，注意此后在画布中画点和线时，改为使用以左上角为原点的(x,y)图片索引坐标

**import PIL**

image=PIL.Image.open(路径)：读取图片为PIL.Image格式。当图片为rgba时，透明部分值为(0,0,0,0)

image=image.convert('RGB')：将RGBA图片转为RGB格式

image.size：图片尺寸(w,h)

image.mode：图片通道格式('RGBA'/'RGB')

image\_array=np.array(image)：将图片从PIL.Image格式变为np数组

image=PIL.Image.fromarray(image\_array)：将图片从np数组变为PIL.Image格式

image=PIL.Image.open(io.BytesIO(image\_byte))：二进制图片转PIL.Image格式

image.save(路径)：保存图片

image.format：看格式；image.size：看尺寸；image.mode：看色彩模式

plt.show(image对象/numpy数组)：显示图片

image.convert(色彩模式)：1是二值，L是灰度，P是8位彩色，RGB是24位彩色，RGBA是32位彩色，CMYK是CMYK彩色，YCbCr是YCbCr彩色，I是32位整形灰度，F是32位浮点灰度

image.crop((x1,y1,x2,y2))：裁剪图像

image.resize((w,h))：改变图片大小

np.array(PIL.Image.fromarray(image).resize((w,h)))：np改变图片大小

image.rotate(90,expand=True)：将图片顺时针旋转90度

image1.paste(image2,(x,y))：将image2粘贴到image1上面，没有返回值。(x,y)为左上坐标

**画图**

draw=ImageDraw.Draw(image)：画图对象。画图会改变原图

draw.rectangle((x1,y1,x2,y2),outline='green',width=1)：画矩形框

draw.text(xy=(x1,y1),text=str(index),fill='red',font)：画标签。xy为文字左上角；font=PIL.ImageFont.truetype('arial.ttf',20)设置字体

draw.ellipse((x1,y1,x2,y2),outline='red',width=1)：画圆圈

**import cv2**

(pip install opencv-python安装)

cv2中读取图片、运算使用的是np数组组成的BGR通道(h,w,3)。cv2的HSV通道中H通道0-360简化为0-180。cv2中数据类型为np.uint8。np.array([-1], dtype=np.uint8)结果为255

cv2.\_\_version\_\_:查看版本；cv2.\_\_path\_\_:查看位置

opencv的读取RGB图片时，读取的顺序为BGR，转化的numpy数组类型为uint8，形状为(高,宽,通道)，内存要连续存储，对图像的操作通常会改变原图，最好复制内存

np.ascontiguousarray(image)：将数组的内存变为连续存储

cv2.imread(路径,flags):读取图片为BGR格式的numpy数组(英文路径)。flags：默认为cv2.IMREAD\_COLOR，当图片为png时忽略A通道；cv2.IMREAD\_GRAYSCALE/0读入灰度图；cv2.IMREAD\_UNCHANGED如果是png时包括A通道，如果是jpg还是3通道

image=cv2.imdecode(np.fromfile(image\_path,dtype=np.uint8),cv2.IMREAD\_COLOR)：读取中文路径的图片，imdecode读取后也是BGR通道

cv2.cvtColor(image,flag)：通道转换。flag：cv2.COLOR\_BGR2GRAY将BGR转为gray，cv2.COLOR\_BGR2RGB将BGR转为RGB，cv2.COLOR\_BGR2HSV将BGR转为HSV

capture=cv2.VideoCapture(路径):读取视频文件。路径为0时打开电脑摄像头，按S键保存图片

capture.isOpened():判断是否能打开，返回True或False

bool,image=capture.read():按顺序读取一帧(如果是摄像头则实时获取一帧)，返回bool值和图片

cv2.imwrite(路径,image):保存图片到指定位置，路径中包括名称。如果保存出的图片是黑色的，可能是因为image归一化的原因，此时需要image\*255

**显示图片**

cv2.imshow('name',image)：将numpy数组显示成图片，显示通道为BGR

cv2.waitKey(0)：0为一直显示(按任意键退出)，可改为任意的时长(毫秒)

cv2.destroyAllWindows()：关闭所有窗口并释放内存(最好加上)

cv2.namedWindow(名称)：创建一个一直存在的窗口，然后使用cv2.imshow(名称要一致，否则会单独创建一个显示)和cv2.waitKey显示图片，最后再用cv2.destroyAllWindows()

**基本操作**

image2=image1：引用image1。image2=image1.copy()：复制image1

image[a:b,c:d]:选取图像的某个区域；image[:,:,0]:选取B通道

B,G,R=cv2.split(image1):取出每个颜色通道

image=cv2.merge((B,G,R)):通道合成

cv2.addWeighted(image,a,img2,b,c):融合图。a,b为融合比例，c为0

thresh,image=cv2.threshold(image,thresh,maxval,type):转化为二值图,返回阈值和图像两个值，注意不一定是黑白图，可能是红绿蓝图。thresh为阈值，maxval执行的操作一般为255，type：cv2.THRESH\_BINARY低于阈值设为0，高于阈值为maxval，cv2.THRESH\_BINARY\_INV与之相反

cv2.inRange(image,a,b):将image中a到b的值变为255，其余变为0，当image为BGR时，a和b也为BGR三通到。把图像直接进行inRange操作的效果比转化为灰度图再做好

cv2.resize(image,(w,h),interpolation):将图像拉伸为指定形状(w,h)(注意与一般的r eshape是反着的)。interpolation：cv2.INTER\_LINEAR双线性插值(默认，速度快效果较好)，cv2.INTER\_NEAREST最近邻插值，cv2.INTER\_AREA使用像素区域关系重采样，cv2.INTER\_CUBIC为像素邻域的双3次插值，cv2.INTER\_LANCZOS4为像素邻域的Lancaos插值

cv2.copyMakeBorder(image,a,b,c,d,borderType):扩充边界。a,b,c,d为上下左右边界的扩充宽度，borderType为填充类型：cv2.BORDER\_REPLICATE复制边缘像素，cv2.BORDER\_REFLECT反射镜象，cv2.BORDER\_REFLECT\_101以边缘为轴反射镜像，cv2.BORDER\_CONSTANT,value=a填充常数a

cv2.dnn.blobFromImage(image,size=(a,a),swapRB,mean,scalefactor=1)：将图片如(640,640,3)转为如(1,3,640,640)的形状并做预处理，数据类型也转为方便训练的float32。a为转换后图片的形状；mean=[r,g,b]为每个通道减去的均值，如果图片是BGR的，swapRB=True，不指定mean时不减均值；scalefacteor一般为1/255做归一化(减均值后)

cv2.dnn.blobFromImages([image,...])：处理多张图片时更快

cv2.pointPolygonTest(contour,(x,y),False) ：判断某点是否在多边形内并返回最短距离，在多边形内部返回正数，在外部返回负数，在边框上返回0.0。输入数据要为整数，contour为包含多组坐标的np.array，坐标顺序要按顺时针填入

**旋转**

cv2.rotate(image,rotateCode)：简单图片旋转。rotateCode为旋转模式；cv2.ROTATE\_90\_CLOCKWISE顺时针90度；cv2.ROTATE\_180旋转180度；cv2.ROTATE\_90\_COUNTERCLOCKWISE逆时针90度

cv2.flip(image,a)：翻转图像。a：1为水平翻转，0为垂直翻转，-1为水平垂直翻转

cv2.transpose(image)：转置。效果上为图片先左右翻转，再逆时针转90度

**数据转换**

cv2.imencode('.jpg',image)：将图片用'.jpg'编码方式转为一行np.array数组

cv2.imdecode(np.array,cv2.IMREAD\_COLOR)：将一行np数组转换为BGR图片数组

**画图**

画图时共用内存会直接改变原图，可以使用image.copy()备份

cv2.line(image,point1,point2,color)：在image中画直线。point1/2为直线起始/终点坐标；color单通道为a，BGR通道为(a,b,c)

cv2.rectangle(image,point1,point2,color=(0,255,0),thickness=2)：在image中画矩形框。point1、point2为矩形左上(x,y)、右下(x,y)坐标，以图片左上角为原点，必须为整数型；thickness为框的宽度，必须为整数，推荐min(w,h)//256

cv2.circle(image,(w,h),radius=3,color=(0,255,0),thickness)：画圆。radius为圆半径，推荐min(w,h)//256；thickness为边的粗细，thickness=-1时为实心圆

cv2.putText(image,text,org=(x1,y1),fontFace=cv2.FONT\_HERSHEY\_SIMPLEX,fontScale=1,color=(0,255,0),thickness=1)：画标签注释。x1,y1为标签左下坐标；fontFace为字体类型；fontScale为字大小，一般为1以内；color为颜色；thickness为字粗细，必须为整数，一般为1或2

cv2.fillConvexPoly(image,points,(a,b,c))：在image上根据points中的坐标画实心图案，(a,b,c)为颜色。points要为np.array

cv2.fillPoly(image,[point],color)：画实心多边形。point形状为(n,2)

cv2.polylines(image,[point],isClosed,color)：画多边形边框。isClosed为True

**形态学运算**

cv2.bitwise\_and/or/add/subtract(image1,image2):与/或/加/减运算。越界时值为边界值

kernel=np.ones((a,a),np.uint8)：全为1的卷积核

cv2.erode(image,kernel,iterations):腐蚀，凹的地方变钝，凸的地方变尖。iterations为迭代次数

cv2.dilate(image,kernel,iterations):膨胀，凹的地方变尖，凸的地方变钝

cv2.morphologyEx(image,op,kernel):利用腐蚀和膨胀运算。kernel同上；op：cv2.MORPH\_OPEN开运算，先腐蚀再膨胀消除黑点；cv2.MORPH\_CLOSE闭运算，先膨胀再腐蚀消除小孔；cv2.MORPH\_TOPHAT顶帽，原图-开运算，突出亮的部分；cv2.MORPH\_BLACKHAT黑帽，闭运算-原图，突出暗的部分

cv2.calcHist([image],[channels],mask,[histSize],[ranges]):计算图像直方图，返回存放含histSize个元素的一维数组。channels为图像的通道；mask：一般为None处理全图；histSize表示使用多少柱子一般为256；ranges是像素的范围一般为[0,256]

cv2.equalizeHist(image):将image(单通道)直方图均衡化，返回图像

clahe1=cv2.createCLAHE(clipLimit=a,tileGridSize=(b,b)):定义一个clahe模板。clipLimit可为2，tileGridSize=(b,b)为划分的区域数量，分别对各个区域进行直方图均衡化，然后把区域边界额外处理后合成

clahe1.apply(image):将clahe1模型应用到image中，会改变image

**卷积运算与边缘检测**

cv2.filter2D(image,ddepth,kernel):对图像进行卷积。ddepth：-1表示输出与原图像深度相同

cv2.blur(image,(a,a)):均值滤波。(a,a)为卷积核，一般卷积核较大

cv2.GaussianBlur(image,(a,a),sigmaX,sigmaY):高斯滤波，比均值效果好。(a,a)为卷积核，sigmaX/Y为x和y轴上的高斯核标准偏差，偏差越大越模糊

cv2.medianBlur(image,a):中值滤波，适合去除噪音点。a为方框大小

cv2.Sobel(image,ddepth,dx,dy,ksize):用Sobel算子计算，会有负数。ddepth一般为cv2.CV\_64F；dx,dy为0/1，选用横或竖算子，同时为1时计算横和竖边缘，但效果不如分别计算再相加好，ksize=a为卷积核边框大小

cv2.convertScaleAbs(image):将image取绝对值并转换为8位数

(cv2.addWeighted(sobelx1,1,sobely1,1,)

cv2.Scharr(image,ddepth,dx,dy,ksize):用Scharr算子计算，会有负数

cv2.Laplacian(image,ddepth):用Laplacian算子计算，会有负数

cv2.pyrDown(image):高斯下采样。图像变为1/4(与高斯核卷积后去除偶数行和列)

cv2.pyrUp(image):高斯上采样，图像扩大4倍(先将图像每个像素点的右、右下、下三个方向填充0，然后使用高斯核卷积获得近似值)

image-cv2.pyrUp(cv2.pyrDown(image)):利用高斯下、上采样进行边缘提取。下采样后再上采样与原图相比略缩小

cv2.Canny(image,minval,maxval)：Canny边缘提取。minval和maxval(0-255)越小保留的细节越多

cv2.HoughLines()：霍夫变换。利用边缘提取和霍夫变换可以使倾斜图片摆正

**轮廓检测**

contour,hierarchy=cv2.findContours(image,mode,methde)：检测二值图的物体轮廓。contour为((点数,1,2)...)，xy坐标。mode：cv2.RETR\_EXTERNAL检测外轮廓；methode：cv2.CHAIN\_APPROX\_NONE存储轮廓上所有的点，其他还有cv2.CHAIN\_APPROX\_SIMPLE、cv2.CHAIN\_APPROX\_TC89\_L1、cv2.CHAIN\_APPROX\_TC89\_KCOS，四种方法的轮廓点数依次减少

cv2.contourArea(contour[0])：轮廓的面积

rectangle=cv2.minAreaRect(contour[0])：轮廓的最小外接矩形

box=cv2.boxPoints(rectangle)：矩阵的4个点坐标(4,2)

**模板匹配**

list,array=cv2.findContours(image,mode,method):轮廓提取。list为所有轮廓组成的列表，包括很多没用的轮廓和图像边界框；array为每条轮廓对应的属性，image应先用处理为二值图。mode：cv2.RETR\_EXTERNAL只检测外轮廓，cv2.RETR\_TREE检索所有轮廓并重构嵌套轮廓的层次；method：cv2.CHAIN\_APPROX\_SIMPLE对于直线轮廓只保留轮廓终点

cv2.drawContours(image,contours,q,(a,b,c),w):将轮廓绘制到image中，会改变image。列表contours为轮廓信息；q为-1时显示所有轮廓；(a,b,c)为BGR通道表示绘制轮廓的颜色；w表示绘制线条的粗细

cv2.contourArea(list[a]):计算轮廓list[a]的面积

cv2.arcLength(list[a],True/False):计算轮廓list[a]的周长，True时曲线是封闭的

x,y,w,h=cv2.boundingRect(list[a]):用矩形边框包含第a个轮廓

arrary1=cv2.matchTemplate(image,template1,method):模板匹配，返回各板块数组。method：cv2.TM\_SQDIFF平方差匹配法，值越接近0越好；cv2.TM\_CCORR相关匹配法，数值越大越好；cv2.TM\_CCOEFF 相关系数匹配法，1最好，-1最差；cv.TM\_SQDIFF\_NORMED归一化平方差匹配法；cv2.TM\_CCORR\_NORMED归一化相关匹配法；cv2.TM\_CCOEFF\_NORMED归一化相关系数匹配法

cv2.TM\_SQDIFF\_NORMED归一化平方差匹配，cv2.TM\_CCORR\_NORMED归一化相关匹配，cv2.TM\_CCOEFF\_NORMED归一化相关系数匹配

min\_val,max\_val,min\_loc,max\_loc=cv2.minMaxLoc(arrary1):得到arrary1中最小值、最大值和其位置，min/max\_loc中存放模板左上角的(列，行)

**获取关键点**

sift=cv2.xfeatures2d.SIFT\_create()：调用sift特征提取

keypoints=sift.detect(image)：获取图像的关键点(建议用灰度图)

img2=cv2.drawKeypoints(image,keypoints,img2)：用彩色小圆圈绘制关键点，image为原图，img2为绘制关键点的图

**坐标变换**

M=cv2.getAffineTransfrom(points1,points2)：得到Affine类型变换矩阵。Points1/2要至少3组对应的坐标

cv2.warpAffine(image,M)：将image进行仿射变换

M=cv2.getAffineTransfrom(points1,points2)：得到仿射变换矩阵。Points1/2要至少3组对应的坐标

cv2.warpAffine(image,M)：将image进行M仿射变换。可实现旋转，平移，缩放；变换后的平行线依旧平行

M=cv2.getPerspectiveTransform(points1,points2)：得到透视变换矩阵。Points1/2要至少4组对应的坐标

cv2.warpPerspective(image,M)：将image进行M透视变换。可保持直线不变形，但是平行线可能不再平行

**import albumentations**

图片处理与增强库，需要opencv库

<https://albumentations.ai/docs/getting_started/image_augmentation>

transform=albumentations.Compose([...])：定义转换的框架。将其他执行的函数依次放入框架中

//image=transform(image=image)['image']：执行框架

albumentations.LongestMaxSize(max\_size)：等比缩放，指定最大边长

albumentations.SmallestMaxSize(min\_size)：等比缩放，指定最小边长

albumentations.Normalize(max\_pixel\_value=255.0,mean=(0.485,0.456,0.406),std=(0.229,0.224,0.225))：归一化、减均值、除以方标准差。默认为BGR

albumentations.PadIfNeeded(min\_height=320,min\_width=320,border\_mode=cv2.BORDER\_CONSTANT,value=(126,126,126))：向图片四周填充value

albumentations.GaussianBlur(blur\_limit=(3,3),sigma\_limit=0,p=0.5)：高斯模糊。blur\_limit为卷积核大小；sigma\_limit为标准差；p为使用的概率

albumentations.GaussNoise(var\_limit=(10,50),p=0.5)：高斯噪声。var\_limit为噪声方差范围；p为使用概率

**import sklearn**

(pip install scikit-learn)

机器学习库

sklearn.metrics.explained\_variance\_score(A,B)：期望方差

sklearn.model\_selection.train\_test\_split()：划分数据集

**K近邻**

model=sklearn.neighbors.KNeighborsClassifier(n\_neighbors,weights,algorithm,leaf\_size,metric,p)：初始化。n\_neighbors是KNN的k值默认为5：k值较小时训练误差小但泛化误差大，容易受噪声影响，k值较大时反之，可以采用交叉验证法选取k值；weights是权重：uniform均等权重，distance距离近的点权重影响较；algorithm：auto自动选择，brute是线性扫描,训练集大时很耗时，kd\_tree构造kd数存储数据，维数小于20时效率高，ball\_tree克服了kd树高纬失效；leaf\_size默认30：构造kd树和ball树的大小，这个值会影响树构建的速度和存储大小；P默认为2：p=2是欧氏距离，P=1是曼哈顿距离，曼哈顿距离一般会比欧氏距离长,但计算速度快,不会有误差

model.fit(train\_x,train\_y):训练模型

model.predict(test\_x):用模型预测

model.score(test\_x,test\_y):求准确率

**K均值**

model=sklearn.cluster.KMeans(n\_clusters=8,max\_iter=300,n\_init=10)：初始化。n\_clusters是生成聚类数；max\_iter是执行一次算法最大迭代数；n\_init是用不同聚类中心运行的次数，最终用inertia指标选出最优结果

model.fit(train\_x)：拟合模型

model.labels\_：显示聚类结果

**PCA主成分分析法**

**from sklearn.decomposition import PCA**

利用PCA可以将数据降维度。比如对空间中均匀分布的3维数据降1维后会得到均匀的二维数据，但将均匀的二维数据逆变换后在空间会是一个斜面

model=PCA(n\_components,copy)：初始化。基于方差最大化。n\_components是要变成的维度,用'mle'表示采用mle算法自动决定变成的维度；copy默认为True,表示训练数据时使用备份,若为False会改变原始数据

model.fit(train\_x)：拟合模型

model.explained\_variance\_：降维后各主成分方差,越大证明越重要

model.explained\_variance\_ratio\_：降维后各主成分方差占比

model.transform(train\_x)：使用模型，得到降维后的数据

model.inverse\_transform(result)：将降维后的数据还原

**支持向量机分类**

model=sklearn.svm.SVC(C=1.0,kernel='rbf',cache\_size=200,max\_iter=-1,)：创建模型。C为惩罚参数：C越大准确度越高但泛化能力越弱；kernel为核函数：'linear'线性核函数，'poly'多项式核函数，'rbf'高斯核函数；'sigmoid'sigmoid核函数；cache\_size为指定训练需要的内存；max\_iter为最大迭代次数：-1表示无限制。

model.fit(train\_x)：训练模型

model.predict(test\_x):用模型预测

**线性回归(LR)**

**from sklearn.linear\_model import LinearRegression**

输入形状(batch,feature\_in)，输出形状(batch,feature\_out)，线性拟合

model=LinearRegression()：创建模型

model.fit(train\_input,train\_output)：拟合模型

model.predict(data)：使用模型

**全连接层(MLP)**

**from sklearn.neural\_network import MLPRegressor**

model=MLPRegressor(hidden\_layer\_sizes=(64,128,256,512),activation='relu',solver='adam',max\_iter=200,random\_state=1)：创建模型。hidden\_layer\_sizes为层数；max\_iter为最大训练次数；random\_state为随机种子

model.fit(train\_input,train\_output)：拟合模型

model.predict(data)：使用模型

**高斯过程回归(GPR)**

**from sklearn.gaussian\_process import GaussianProcessRegressor**

输入形状(batch,feature\_in)，输出形状(batch,feature\_out)，通常对于表格数据能完全拟合。高斯过程的内核之间可以相加，也可以直接加上数值来实现偏移

model=GaussianProcessRegressor(kernel=None,alpha=1e-10)：创建模型。kernel为协方差函数的核，None时默认平方指数核RBF(径向基函数)；alpha为拟合时在核矩阵对角线上增加的值，较大的值对应于观测中噪声水平的增加

model.fit(train\_input,train\_output)：拟合模型。train\_input形状为(batch,feature\_in)，train\_output形状为(batch,feature\_out)

model.predict(val\_input)：使用模型

kernel：高斯核。常用RBF+0.1\*DotProduct或Matern

**from sklearn.gaussian\_process.kernels import RBF**

kernel=RBF(length\_scale=1)：平方指数核(径向基函数核)。length\_scale为核的长度尺寸，调整几乎没有影响，如果显示警告无法聚合等，在不影响结果时可以调整此参数

**from sklearn.gaussian\_process.kernels import Matern**

kernel=Matern(length\_scale=1,nu=1.5)：Matern内核，这类矩阵核是径向基函数RBF的推广。length\_scale为核的长度尺寸；nu控制学习函数的平滑性，nu越小越不光滑，nu=0.5为绝对指数核，nu=1.5为1次可微函数，nu=2.5为二次可微函数，nu=np.inf等价于RBF核

**from sklearn.gaussian\_process.kernels import DotProduct**

kernel=DotProduct(sigma\_0=1.0)：点积核，降低拟合能力增强泛化能力。sigma\_0控制核的不均匀性，sigma\_0=0时内核是同质的。通常RBF+0.1\*DotProduct配合使用

**from sklearn.gaussian\_process.kernels import RationalQuadratic**

kernel=RationalQuadratic(length\_scale=1.0,alpha=1.0)：有理二次核。有理二次核可以看作是具有不同特征长度尺度的RBF核的尺度混合物(无穷和)。length\_scale为核的尺度；alpha为混合参数

**from sklearn.gaussian\_process.kernels import ExpSineSquared**

kernel=ExpSineSquared(length\_scale=1.0, periodicity=1.0)：sin平方核。允许对完全重复的函数建模。length\_scale为核的尺度；periodicity为核的周期性。注意GaussianProcessRegressor的alpha要改为4以上

**from sklearn.gaussian\_process.kernels import WhiteKernel**

kernel\_add=WhiteKernel(noise\_level=1.0)：白噪声核，模拟噪声，通常与其他核相加后使用。noise\_level为噪声的方差

**import base64**

二进制加密传输格式。json类型数据传输时要转为字符串，需要通过base64，但转为base64格式后会变大。要高效传输二进制格式可以使用pickle(有安全风险)等其他方式

如果传输的数据是嵌套在字典中的，则还需要使用json.dumps()和json.loads()将字典变为字符串

data\_base64=base64.b64encode(data\_byte)：二进制转为base64

data\_byte=base64.b64decode(data\_base64)：base64转为二进制

data\_base64\_str=data\_base64.decode()：base64转为字符串

data\_base64=data\_base64\_str.encode()：字符串转为base64

**编码**

1，image\_array=cv2.imencode('.jpg/.png',image)[1]：图片数组转为一行np数组

2，image\_byte=image\_array.tostring()：一行np数组转为二进制

3，image\_base64=base64.b64encode(image\_byte)：二进制转为base64

4，image\_base64\_str=image\_base64.decode()：base64转为字符串

5，image\_dict={'image':image\_str}：数据放到字典中

6，dict\_str=json.dumps(image\_dict)：字典转为字符串

**解码**

1，image\_dict=json.loads(dict\_str)：字符串转为字典

2，image\_base64\_str=image\_dict['image']：从字典中取出数据

3，image\_base64=image\_base64\_str.decode()：字符串转为base64

4，image\_byte=base64.b64decode(image\_base64)：base64转为二进制

或者with open(图片位置,'rb',encoding='utf-8') as f: // image\_byte=f.read()

5，image\_array=np.frombuffer(image\_byte,dtype=np.uint8)：二进制转为np数组

6，image=cv2.imdecode(image\_array,cv2.IMREAD\_COLOR)：一行np数组转为BGR图片

**import re**

正则表达式测试网站：<https://c.runoob.com/front-end/854/>

regex=re.compile('正则表达式')：定义正则匹配函数

search=regex.search('字符串')：找到到第一个匹配的值返回特殊对象，没找到返回None。search.group(0)匹配到的所有内容；search.group(1)匹配到的第一个对象，在加括号时有效，比如a(b)c时返回b；a(b)?c匹配到ac没有b时group(1)为None；a((b)c)的group(1)为bc；search.regs[0]得到元组(起始字符下标，结束字符下标+1)

search=regex.findall('字符串')：找到所有匹配的值返回到列表中。当字符串中有括号时，只会匹配括号中的，成为捕获组，加入?:在括号中表示非捕获组以完整匹配

search=list(regex.finditer('字符串'))：找到所有匹配的值的索引，没有找到为空列表。search[0].regs[0]得到元组(起始字符下标，结束字符下标+1)

search=regex.match('字符串')：只检测字符串的开头是否匹配，用法与search一致

result=re.sub(regex,'\*',text)：将匹配到的内容替换为一个\*号

(^| )(13|15|18)\d{9}($| )：电话号码正则表达式(会带空格)。优先级：()、其他、|；|表示或；^表示字符前面不能有其他字符；$表示字符后面不能有其他字符；(^| )表示除了空格不能有其他字符。如果前后的空格不加进去要使用(13|15|18)\d{9}($|(?= ))

1或[1]：表示该位置为1。普通字符加不加[]都可以，但特殊字符和表达式要加，比如[\*]

[abc]：表示该位置可以为abc中任意一个

[0-9]或[\u0030-\u0039]：表示该位置为0-9中的数字。[0-9]+表示任意个数字

[A-Z]或[\u0041-\u005a]：A-Z

[a-z]或[\u0061-\u007a]：a-z

[a-zA-Z]或[\u0041-\u007a]：大小写字母

[^a-zA-Z]：除了大小写字母

[\u4e00-\u9fa5]：汉字

.：匹配任意个除\n外的字符，不能为0个

.{m,n}：匹配任意m-n个除\n外的字符但m不能为0。.{m,}匹配m及以上字符

.+：匹配任意个除\n外的字符，不能为0个

.\*：匹配任意个除\n外的字符，可以为0个，会匹配满足的最长字符串

\d：匹配1个数字

\D：匹配除数字以外的字符

\w：匹配大小写英文字符、数字或下划线的组合

\W：匹配除\w以外的字符

\s：匹配空白字符，包括空格、制表符、换行符、回车符等

\S：匹配除\s以外的字符

a?：匹配可能存在的1个a字符

a(.\*)b：匹配最长的a...b字符

a(.\*?)b：匹配第1个a和第1个b及之间的字符，可能为ab

.\*a(.\*?)b：匹配最短的a...b字符

\n：匹配换行符

**import json**

json无法编码numpy格式，要转为列表

json.loads('{"text": [0,1,2]}')：将字符串解析为字典或列表，会去除\n。注意字典里面是双引号，外面是单引号，因此要使用json.dumps(字典)得到字符串而不用str(字典)

json.dumps(字典)：将字典或列表变为为字符串。用于数据传输

json.load(json\_path)：读取json文件。如果保存时用过json.dumps，需要用json.loads

json.dump(字典,f,ensure\_ascii=True)：将字典(可以先经过json.dumps)保存为json。ensure\_ascii=True会把汉字转为ascii码

with open(path,'r',encoding='utf-8') as f: // load\_dict=json.load(f)：读取json

with open(path,'w',encoding='utf-8') as f: // json.dump(字典, f, ensure\_ascii=True)：转字典为json文件并保存。ensure\_ascii=True时会将中文转换为ascii码(占用更少空间，但不便于阅读)

标准COCO数据集格式为json，在数据转换为json格式前也需要变成对应的标准字典格式，COCO中annotations保存的坐标为xmin,ymin,w,h：

{'info','categories','images','annotations'}

info{'year','version','description','contributor','url','date\_created'}

categories[{'id','name'}]

images[{'id','file\_name','width','height'}]

annotations[{'id','category\_id','image\_id','box':[xmin,ymin,w,h],'area'}]

**import yaml**

(pip install pyyaml安装)

标注：# 内容

字典格式：名称: 内容

多级嵌套：1级名称:// 2级名称: 内容...

列表：1级名称://- 元素1//- 元素2...

注意当名称为'01'时可能识别为int也可能为str

with open('文件位置.yaml','r',encoding='utf-8')as f:

//yaml\_dict=yaml.load(f,Loader=yaml.SafeLoader)：加载yaml中内容为字典。等同于yaml.safe\_load(f)

with open('文件位置.yaml','w',encoding='utf-8') as f:

//yaml.dump(字典,f,allow\_unicode=False,sort\_keys=True)：保存。allow\_unicode=True显示中文；sort\_keys=True先给内容按键排序再写入

**import trimesh**

github：<https://github.com/mikedh/trimesh>

官方文档：<https://trimesh.org/>

trimesh的操作对象有网格trimesh和场景scene(用于简单渲染)，trimesh格式会把导入的模型合并再转为三角形网格，所有材质合并到一张纹理贴图上，scene格式会保持原样。模型由多个分开部分组成时，可以用scene格式加载和保存，对各部分可以单独转为trimesh格式进行修改，再合入scene。scene只支持窗口渲染查看，在后台渲染要使用pyrender库

trimesh在顶点着色时会将所有材质合到一张由颜色点组成的纹理贴图上，顶点的UV坐标会指向这些颜色点，导出后也会保留改变

trimesh中的数据使用时可以转换为numpy，但修改数据时可以直接=numpy数组

trimesh中对面mesh.faces修改时，其他面属性比如mesh.face\_normals会自动改变

trimesh中对顶点mesh.vertices改变值时，其他顶点属性比如mesh.vertex\_normals会自动改变。但对顶点添加和删除时，需要手动对mesh.visual.uv、mesh.faces等修改

pyrender渲染后端：Pyglet(默认)、OSMesa、EGL。Pyglet需要显示管理器(linux上没有)；OSMesa为cpu软件渲染器；EGL为GPU加速渲染器。OSMesa和EGL的安装比较麻烦

**创建网格**

mesh=trimesh.load(path,force=None)：加载3D文件。force设置为'mesh'或'scene'，设置为mesh时会合并为一个网格；设置为scene时可以单独取出每个网格

visual=trimesh.visual.TextureVisuals(uv,material=None,image=None)：创建纹理，至少需要material或image其中一个

mesh=trimesh.Trimesh(vertex,face,vertex\_normals=None,face\_normals=None,visual=None,process=True,validate=False)：创建Trimesh网格对象。face传入非三角形时，会让第1个点与其他所有顶点组成三角形。vertex\_normals和face\_normals没传入时会自动创建，面的顶点索引的逆时针为正面；visual为包含材质纹理信息的TextureVisuals对象，注意visual中包含顶点、面的信息时，process和validate会失效；process=True时会删除错误、合并顶点；validate=True时会更改有问题的面

trimesh.PointCloud(point)：创建点云对象

mesh.copy()：复制全新的mesh。mesh传入函数后内存不变

**网格属性**

mesh.metadata['name']=name：网格命名

np.array(mesh.vertices)：顶点坐标(顶点数,3)

np.array(mesh.vertex\_normals)：顶点法线(顶点数,3)

np.array(mesh.faces)：面索引(面数,3)

np.array(mesh.triangles)：面的顶点坐标(面数,3,3)

mesh.edges：所有边的顶点索引(包括没有面的孤立边)。形状(边数,2)

np.array(mesh.face\_normals)：面法线(面数,3)

np.array(mesh.visual.uv)：顶点UV坐标

mesh.vertex\_neighbors：每个点相连的其他点索引(顶点数,n)

mesh.face\_adjacency：相邻面的索引。形状(边数,2)

mesh.face\_adjacency\_angles：相邻面的法线弧度夹角。形状为(边数,)。如果是平整的面弧度接近0，注意面的法线方向可能相反

mesh.face\_adjacency\_edges：相邻面的顶点索引。形状(边数,2)

mesh.area：网格表面积

mesh.volume：网格体积

mesh.center\_mass：网格中心坐标

mesh.visual.material.image：加载obj文件时的纹理贴图(PIL.Image的png)

mesh.visual.material.baseColorTexture：加载glb文件时的纹理贴图

**基本操作**

mesh.update\_faces(face\_mask)：删除面，自动更改面法线等，但不会改变顶点和UV等。face\_mask为bool组成的numpy数组

mesh.update\_vertices(vertex\_index)：删除顶点，自动更改UV等，原来在面中的顶点会替换为相近的顶点，面数不变。通常需要先使用mesh.update\_faces去除面

mesh.process()：删除错误顶点、合并顶点

mesh.split(only\_watertight=True)：分割为多个网格。only\_watertight=True时只保留封闭网格，剩余的丢弃

mesh.show()：显示渲染网格

mesh.export(save\_path)：保存网格文件

mesh.subdivide()：网格细分加密

vertex\_color=trimesh.visual.uv\_to\_color(uv,image)：从纹理贴图上找到每个顶点的颜色(v,4)，最后一个通道为alpha，一般为255

visual=trimesh.visual.TextureVisuals(uv,material=None,image=None)：创建纹理，至少需要material或image其中一个

near\_vertex,distance,near\_face=mesh.nearest.on\_surface(point)：求point到模型表面的最近顶点坐标、最近面距离、最近面索引

location,ray\_index,face\_index=mesh.ray.intersects\_location(origin,direction)：射线检测(投影)，输入二维数组。origin为射线原点；direction为射线方向；location为交点坐标；ray\_index为射线对应的原点索引；face\_index为投影到的网格面索引。Location、ray\_index和face\_index的结果对应，会有没射线到的点和一个点射线到多个面的情况

**包裹**

cylinder=mesh.bounding\_cylinder：网格最小包裹圆柱。cylinder.show()显示

cylinder.volum：体积

cylinder.centroid：中心点坐标

cylinder.direction：中心轴方向

box=mesh.bounding\_box：网格最小包裹长方体。box.volume为体积

mesh.bounding\_sphere：网格最小包裹球体

**创建场景**

scene=trimesh.Scene(base\_frame='world')：创建场景。base\_frame为场景名称

scene.add\_geometry(mesh)：添加网格到场景中

scene.delete\_geometry(name)：删除网格

scene.geometry[name]：选择网格

scene.show()：显示渲染场景

image\_byte=scene.save\_image(resolution=None)：打开窗口渲染并返回二进制图片。resolution=[w,h]设置图片大小

image\_array=np.frombuffer(image\_byte,dtype=np.uint8)：转为一行numpy数组

image=cv2.imdecode(image\_array,cv2.IMREAD\_COLOR)：转为图片

**import pyrender**

github：<https://github.com/mmatl/pyrender>

官方文档：<https://pyrender.readthedocs.io/en/latest/examples/index.html>

pyrender是一个支持后台渲染的库，通常配合trimesh库使用，注意pyrender的mesh和scene数据格式与trimesh的不一样，需要转换

mesh=pyrender.Mesh.from\_trimesh(trimesh\_mesh)：转换为pyrender格式的网格

light=pyrender.DirectionalLight(color=[1.0,1.0,1.0],intensity=1.0)：设置环境灯光，环境灯光不需要设置位置。intensity为光强度，设置为20时比较正常

camera=pyrender.OrthographicCamera(xmag=1.0,ymag=1.0)：设置相机类型

camera\_pose=[[a,0,0,0],[0,a,0,0],[0,0,a,z],[0,0,0,1]]：相机位置矩阵。修改a提高相机的视角广度，通常a=1；修改z提高摄像机位置的z轴高度

scene=pyrender.Scene()：创建场景

scene.add(mesh)：添加网格

scene.add(light)：添加灯光

scene.add(camera,pose=camera\_pose)：添加相机

pyrender.Viewer(scene)：在窗口中渲染场景。没有灯光时是黑色的，可以不设置相机

render=pyrender.OffscreenRenderer(viewport\_width,viewport\_height)：创建后台渲染器。需要设置渲染视角的图片大小

image,depth=render.render(scene)：得到渲染视角的图片np数组。

image=PIL.Image.fromarray(image)：转为PIL.Image图片

**import open3d**

**创建网格**

mesh=open3d.io.read\_triangle\_mesh(path,enable\_post\_processing=False)：加载网格。enable\_post\_processing=True时显示纹理

mesh=open3d.geometry.TriangleMesh()：创建空的open3d网格

mesh.vertices=open3d.utility.Vector3dVector(vertex)：添加顶点

mesh.triangles=open3d.utility.Vector3iVector(face)：添加面索引

mesh.vertex\_normals=open3d.utility.Vector3dVector(vertex\_normal)：添加顶点法线。使用mesh.compute\_vertex\_normals()自动计算顶点法线

mesh.triangle\_uvs=open3d.utility.Vector2dVector(uv)：添加顶点UV坐标

mesh.textures=[open3d.geometry.Image(image\_array)]：添加纹理图片

**网格属性**

vertex=np.array(mesh.vertices)：顶点坐标(v,3)

face=np.array(mesh.triangles)：面索引(f,3)

vertex\_normal=np.array(mesh.vertex\_normals)：顶点法线

face\_normal=np.array(mesh.triangle\_normals)：面法线(通常不需要)

uv=np.array(mesh.triangle\_uvs)：顶点UV坐标

vertex\_color=np.array(mesh.vertex\_colors)：顶点颜色(可能没有)

image=np.array(mesh.textures[0])：纹理图片(可能没有)

**基本操作**

open3d.visualization.draw\_geometries([mesh])：显示渲染网格

**import schedule**

定时任务的设置和执行库。基于python解释器运行，程序本身存在运行时间误差，不是高精度的定时器，误差在秒级以内。schedule的时间参考电脑本地的系统时间

while True://schedule.run\_pending()//time.sleep(1)：每隔1秒(实际会有误差)检查一次schedule中的定时任务，满足条件的任务会执行

schedule.every(a).seconds.do(function,param1=A)：每a秒执行一次function函数。param1为function传入的参数。此外还有minutes、hours、days、weeks等

schedule.every().second.do(function)：每1秒执行一次。同理minute、hour、day、week等

schedule.every(a).days.at('09:30').do(function)：每隔a天在当日的9:30执行一次。.weeks为每隔a周在该周的第一天执行

schedule.every().day.at('09:30').do(function)：每天9:30执行一次。.week为每周的第一天

**import openpyxl**

excel表格处理库，用于处理xlsx格式。如果是提取数据使用pandas的效率更高

workbook=openpyxl.load\_workbook(xlsx\_path)：加载xlsx表格

worksheet=workbook.active：获取工作表

worksheet.max\_row：最大行数

worksheet.max\_column：最大列数

[cell.value for cell in worksheet[a]]：第a行的所有数据。索引从1开始

cell=worksheet.cell(row=row,column=column,value=value)：在单元格row行column列写入值value，单元格不能为合并单元格。内容默认无格式、宋体

'A1' in worksheet.merged\_cells：判断单元格是否为合并单元格

cell.alignment=openpyxl.styles.Alignment(horizontal='center',vertical='center')：单元格水平居中

cell.font=openpyxl.styles.Font(name='宋体',size=11,bold=False)：设置字体。bold=True字体加粗

line=openpyxl.styles.Side(border\_style='thin',color='000000')：黑色细线

cell.border=openpyxl.styles.Border(left=line,right=line,top=line,bottom=line)：单元格设置细线边框

worksheet.add\_image(image,'A1')：将图片左上沿'A1'插入到表格中

workbook.save(save\_path)：保存xlsx表格。原有的表格格式不会变

**批量设置单元格**

for row in worksheet.iter\_rows(min\_row=1,max\_row=3,min\_col=1,max\_col=3):

for cell in row:

cell.alignment = alignment

cell.font = font

cell.border = border

**《其他库》**

**import warnings**

warnings.filterwarnings('ignore')：忽略此条语句之后的警告信息

**import heapq**

优先队列通过最小堆实现，最小堆是一个完全二叉树，每个父节点的值都小于或等于子节点的值。循环查找列表的最值时，时间复杂度为O(n\*m)，使用优先队列时为0(log n)

heapq.heapify(list\_)：将list\_的数据结构转为最小堆，初次转换后按从小到大排序，没有返回值。转换后list\_依然为列表，但使用append等非heapq函数会破坏数据结构。如果为多层列表：[[0,1,2],[0,2,1]]，会依次根据子列表中的第1、2、3个值排序

heapq.heappop(list\_)：弹出并返回最小堆最上面的父节点(最小值)

heapq.heappush(list\_,A)：将元素插入到列表中，没有返回值。插入之后列表元素的顺序会打乱，不一定按照从小到大排序，但第1个元素一定是最小值

**import itertools**

list(itertools.permutations(list\_,a))：去重排列组合。list\_为所有元素的列表，a为选出其中的a个数进行排列，返回[(...),(...)...]

**import fitz**

(pip install pymupdf)

pdf、word等文档处理库。注意pdf的旋转记录会保留，坐标系始终为最初的左下角，因此不确定坐标系原点就画图时会产生混乱

document=fitz.open(path)：读取文档。fitz.open()创建空白pd

len(document)：pdf页数

page=document.new\_page(width,height)：创建空白页

page=document[n]：文档第n页。page.rect.width/height为宽和高

page.rotation：初始旋转角度

page.set\_rotation(90)：将旋转设置为顺时针旋转90度。多次使用会覆盖

page.clean\_page()：清空页面

document.save(save\_path)：保存pdf。不能覆盖源文件。不会影响图片分辨率

**图片**

image=page.get\_pixmap(matrix=None)：渲染页面为图片。保存的图片会有压缩，matrix=fitz.Matrix(n,n)提高分辨率为n倍，通常n为2或精确计算

image.save(save\_path)：保存图片

array=np.frombuffer(image.samples,dtype=np.uint8).reshape(image.height,image.width,image.n)：转为numpy数组

rect=fitz.Rect(x0,y0,x1,x1)：创建矩形区域。左上右下坐标

pil\_image=PIL.Image.fromarray(image)

image\_byte=io.BytesIO()

pil\_image.save(image\_byte,format='PNG')

page.insert\_image(rect,stream=image\_byte.getvalue(),width=w,height=h)：放图片

page.draw\_rect(rect,color=None,fill=(1, 1, 1))：画矩形。颜色为0-1；color=None时没有边框。注意旋转pdf不会改变坐标系，还是会按照原坐标系画图。注意画图只是创建一个可编辑图层覆盖

**文本**

page.get\_text()：获取所有文本信息。如果是图片pdf文字信息会很少，返回字符串'文本1\n文本2\n...文本n\n'

page.get\_text('blocks')：获取所有文本块的详细信息。返回[(x0,y0,x1,y1,text,索引,类型)...]，类型中：0文本块、1图片块、2矢量图形、3空白

page.add\_redact\_annot(frame)：标记要删除的区域，frame为(x0,y0,x1,y1)

page.apply\_redactions()：删除区域中的内容

rect=fitz.Rect(x0,y0,x1,x1)：创建矩形区域。左上右下坐标

page.insert\_textbox(rect,text,fontsize,fontname='helv',color=(0,0,0),align=1)：在矩形区域插入文本。fontsize为字体大小

**import xml.etree.ElementTree as ET**

root=ET.parse(文件路径.xml).getroot()：定义文件对应的root工具

root.find/findall('标签')：读取xml文件中的/所有的'标签'

root.find('标签').text：将读取的标签以正常形式显示

for object in root.findall('object')：遍历xml文件中所有的'object'标签，并定义object工具(同root)，可以继续使用object.find('标签')

object[i][j].text：读取标签object中第i个子标签的第j个内容

**import psutil**

psutil.cpu\_times()：获取CPU情况

psutil.cpu\_count()：获取CPU逻辑个数

psutil.cpu\_count(logical=False)：获取CPU物理个数

psutil.virtual\_memory()：获取内存的使用情况

**import scipy**

scipy库基于numpy实现了更高级的数学计算功能

face=scipy.spatial.Delaunay(point\_2d).simplices：三角形剖分。得到三角形网格的顶点下标

**from scipy import ndimage**

可以处理插值、积分、优化、图像处理、常微分方程数值解的求解、信号处理等问题

ndimage.rotate(image,角度,reshape=False)：逆时针旋转图片，图像大小不变，超出原边框的地方被裁减，多出来的地方用黑色补充

**KD树**

kd\_tree=scipy.spatial.KDTree(point1)：构建KD树，可以是3维点

\_,near\_index=kd\_tree.query(point2)：point2中离point1中最近点的索引

**from mpl\_toolkits.mplot3d import Axes3D**

Axes3D.scatter(x,y,z):三维散点图

Axes3D.plot\_surface(x,y,z):三维表面图

Axes3D.plot\_wireframe(x,y,z):三维线框图

**import thop**

可以计算模型的FPS

in\_=torch.rand(1,3,640,640,dtype) ：创建输入张量

flops, params=profile(model, inputs=(in\_,))：计算FPS和参数量

**import psycopg2**

建立和操作数据库PostgreSQL

(pip install psycopg2-binary安装)

connect=psycopg2.connect：建立一个数据库connect

cursor=connect.cursor()：建立一个光标执行数据库操作

**import obs：华为云从网站上下载数据**

(pip install esdk-obs-python安装)

obs=obs.ObsClient(access\_key\_id,secret\_access\_key,server)：配置

obs.getObject(容器名称,图片服务器路径,保存位置,loadStreamInMemory=False)：从服务器下载图片

image=obs.getObject(容器名称,图片服务器路径,保存位置,loadStreamInMemory=True)：从服务器下载图片到本地缓存而不直接保存，此时会自动忽略保存位置

image=image.body.buffer：得到图片的二进制数据

image=np.frombuffer(image,dtype=np.uint8)：将二进制一行数组

image=cv2.imdecode(image,cv2.IMREAD\_COLOR)：将一行数组转为BGR图片

**blender**

语言设置：左上角[编辑] -> [偏好设置] -> [语言]

blender可以保存.blender文件，注意完整模型还包括同目录下的纹理等文件

blender中红色线为X轴、绿色为Y轴、蓝色为Z轴，Z轴向上、Y轴向前。模型导出时需要注意更改坐标轴方向、颜色等选项

**物体**

全选：点击物体按A键，可以选择物体的所有点和面

移动：G键+XYZ键或左上[移动图标]，再点击左下[移动]输入移动距离

旋转：R键+XYZ键或左上[旋转图标]，再点击左下[旋转]输入旋转角度

缩放：S键+XYZ键或左上[缩放图标]，再点击左下[缩放]输入缩放比例

游标：shift+鼠标右键或[游标图标]选中游标，shift+C键游标居中。选择物体后使用shift+S并选择游标可以让物体回到游标

隐藏：H键或右上[隐藏图标]，alt+H键取消隐藏

删除：X或delete键

隐藏侧边栏：N键

编辑：TAB键或左上角可以切换物体模式和编模式

**视角**

坐标轴：绿线是Y轴，红线是X轴，蓝线是Z轴

视角选择：tab上面的键或右上[视角图标]

视角移动：鼠标中键旋转视角、shift+鼠标中键平移视角、shift+C视角对齐物体

**基础**

编辑器窗口：所有编辑器窗口的左上角都可以选择编辑器的类型，鼠标移动到窗口的最边缘处，通过拖动来新建或合并窗口

视图着色方式：在布局右上角可以选择线框、实体、材质预览、渲染的视图着色方式。实体可能有颜色，但即使有颜色也不准确；材质预览是模型上色后的样子；渲染是加上环境光线等最终呈现出的样子

属性编辑器：默认页面的右下为属性编辑器，里面有很多常用的模块

修改器模块：属性编辑器中选择修改器模块，能够快速改变模型形状，比如把模型的边变圆滑

材质模块：属性编辑器中选择材质模块，可以新建和保存材质

世界环境模块：属性编辑器中选择世界环境模块，表(曲)面中可以选择世界颜色，通常选背景和白色

渲染模块：视图着色方式选择渲染后可以看到模型的最终效果，在右侧[属性编辑器]的[渲染]中可以进行一些设置，通常[渲染引擎]选择cycles

**UV编辑**

UV编辑器中可以编辑UV的展开方式，展开后的UV贴图是透明的框架。背景中的图片是纹理贴图，可以自定义，背景图片的尺寸会改变UV贴图的展开方式

UV贴图：进入属性编辑器中的数据模块中的[UV贴图]，可以新建多个UV贴图，但只能应用一个UV贴图。烘焙的时候，原来UV贴图右边的渲染要点亮，并选择要烘焙的新UV贴图

**着色**

着色编辑器中可以对每个材质添加节点以实现复杂的着色方案。选择一个材质后，会出现相连的节点流程图，初始有[原理化BSDF]和[材质输出]模块。1个物体可能有多个材质，但只能应用1个UV图，每个材质都有自己的节点流程图，如果要导入纹理贴图等需要对每个材质做相同的修改

创建纹理贴图：选择一个材质，添加[纹理]中的[图像纹理]，然后导入图片或新建空白图片。新建时可以设置白底、透明、32位浮点格式

烘焙：将材质按UV展开方式放到空白纹理贴图上。选择要烘焙的物体；世界环境模块背景设置为白色；选择要烘焙的UV贴图，原来的贴图开渲染；选择1个材质创建空白纹理贴图并选中，如果有多个材质则复制过去，烘焙结果会显示到空白纹理贴图上；进入渲染模块，[渲染引擎]推荐cycles，[采样]中修改视图采样为图片尺寸、渲染采样为64的倍数；在烘焙中点击[烘焙]

**编程模块**

blender中的scripting模块中可以使用代码进行操作，新建文本可以输入代码，代码中需要先import bpy。对物体的操作会转换成代码并显示到左下区域。文本的右上角可以使用文本换行功能。很多代码操作的前提是用鼠标选中目标物体

object\_list=bpy.context.selected\_objects：鼠标选择到的物体列表，object\_list会随鼠标选择的物体实时变动。len(...)查看物体数量

object=object\_list[i]：选择其中一个物体

object.name：物体名称

**import FreeCAD**

下载freecad软件，然后在python中调用。最好使用其自带的python环境运行：'D:\free\_cad\FreeCAD 1.0\bin\python.exe py文件'

**《深度学习库》**

**labelme**

(pip install labelme PyQt5 PyQt5-sip)

比labelimg更完善的标注程序，使用json格式。需要指定图片目录和标签目录，注意json格式的标签中会保存图片的相对路径，因为标签目录改变时，加载会报错，要修改路径。保存为json时可以选择是否保存图片的base64格式到json中，默认保存

注意存储的坐标标注时两个点的坐标，不一定为左上和右下

打开目录：打开存放图片的文件夹

文件->更改输出路径：设定标注存放的地址

Ctrl+J：选择鼠标

Ctrl+R：矩形框标注

**import fiftyone**

目标检测数据集可视化工具

官方教程：https://docs.voxel51.com/index.html

可以选择本地数据(图片分类、目标检测)并后以浏览器的方式查看，会自动去除空标注的图片和找不到图片的标注，数据缓存为文件.fiftyone。需要pycocotools库

(pip install fiftyone)

(pip uninstall fiftyone fiftyone-brain fiftyone-db)

dataset=fiftyone.Dataset.from\_dir(name,labels\_path,data\_path,dataset\_type=fo.types.COCODetectionDataset)：查看数据。name为自定义名称，默认为当前的时间日期；labels\_path为coco标签位置(为空时也可正常运行)，如果设定了data\_path，coco标签可以为相对路径否则要为绝对路径

dataset.persistent=True：保存缓存，方便之后查看(可以设置为False并直接加载空标签，以快速启动fiftyone)

/ session=fiftyone.launch\_app(dataset)：启动fiftyone查看dataset

/ session.wait()：让网页等待，才能看到。如果网页关了要重新启动

如果在A服务器上启动程序，则网址为”A服务器公网地址:端口号”，端口号会在运行程序后给出，一般为5151

**import doccano**

文本分类标注工具

github：<https://github.com/doccano/doccano>

**import argparse**

python自带的命令行参数解析包

parser=argparse.ArgumentParser(description='提示')：创建参数解析器

parser.add\_argument('--参数名',default,type,choices=[],action,required,help)：添加参数。default为不传入参数时的默认值；type是命令行参数会被转成的类型如type=str；有choices时固定选用的参数；action='store\_true'时如果命令行传入参数如--A，则A的值为True，否则默认为False，'store\_false'与之相反；required=True时必须从命令行传入参数；help为提示信息

args=parser.parse\_args()：解析参数。args中包含所有定义的参数，args的类型为namespace。parser.parse\_args([])不获取外部传入的参数

args,\_=parser.parse\_known\_args()：与parser.parse\_args()功能一样，但是可以避免参数冲突，比如用gunicorn启动代码时，它们的参数传入会有冲突

在终端使用'cd'命令进入文件所在目录，输入'python 文件名.py --参数名 值 --参数名 值...'传入参数并运行程序

python -m torch.distributed.launch --master\_port 9999 --nproc\_per\_node 2 文件名.py --device 0,1 --参数名 值...：启用pytorch的分布式训练。master\_port为随意一个未被占用的端口即可，nproc\_per\_node为使用GPU数，device为使用的GPU编号

**import wandb**

Weights & Biases是一个类似于tensorboard的在线模型训练可视化网站，wandb是Weights & Biases的辅助库，放到代码中可实时上传到网站观看。除此之外还会保存日志信息到当前目录wandb下。使用时wandb库时用VPN可能会影响

使用教程：<https://docs.wandb.ai/guides>

先注册Weights & Biases账号：<https://wandb.ai>

安装wandb库后在命令终端使用wandb login，复制Weights & Biases网站个人账户中的API key粘贴到命令终端指定位置就可以完成登录。Project Defaults中可以设置保存到哪个项目中(个人/小组的)

wandb\_run=wandb.init(project,name,config)：初始化，在网页中可看到。project为网站中项目的名称；name是单次训练的名称，一个项目中的所有单次训练可以合在一起观察；config是记录一些配置信息，定义了argparse后可以直接config=args

wandb\_run.log({'metric/val\_loss':val\_loss},...)：添加数据，'/'前面的'charts'为网页中的集合名。一般放在每轮循环中，在wandb网址上会自动生成图像。CPU和GPU的使用信息会自动获取。每一次使用log时所有图x轴都会+1，因此一轮中只能有一个log

wandb\_image=wandb.Image(image,boxes=None)：将图片变为可添加的对象。image为rgb通道的numpy数据

//boxes={"predictions":{"box\_data":[box1,box2,...],"class\_labels":wandb\_class\_name}}：记录所有的边框。用于给图片添加目标边框

//box1={"position":{"minX":0.1,"minY":0.2,"maxX":0.3,"maxY":0.4},"class\_id":0,"box\_caption":wandb\_class\_name[0],"score":{"score":b}}：每个边框的格式。position为相对坐标；class\_id和box\_caption用于给边框加标签；wandb\_class\_name={ 0:'name0',1:'name1',... }为类别；有score时可以根据数值筛选框

//使用wandb\_run.log可添加wandb\_image或列表[wandb\_image1,wandb\_image2,...]，添加多张图片会加上筛选功能和index筛选项，每一次wandb\_run.log上传都为一个step

**import tensorboard**

原本是tensorflow的配套训练可视化工具，但pytorch1.2版本以后也可以使用，需要安装pytorch

**from torch.utils.tensorboard import SummaryWriter**

tensorboard\_run=SummaryWriter('tensorboard')：初始化。'tensorboard'为保存路径

**import tensorflow**

(pip install tensorflow：CPU版本)

(pip install tensorflow-gpu：GPU版本，要有对应的cuda版本)

与cuda版本对应：<https://www.tensorflow.org/install/source#gpu>

默认动态图机制，tf.tensor引用方式和数组一样

tf.tensor张量：可以运行在GPU和TPU上，小数默认32位浮点，当运行在CPU时和numpy数组共用内存，运行在GPU时从内存中复制一份到GPU上，多维张量在内存中以一维数组存储

tf.config.experimental.list\_physical\_devices('CPU'/'GPU')：查看CPU/GPU

tf.config.experimental.set\_memory\_growth(GPUS[0],True)：允许运行时分配更多内存

tf.constant(value,dtype):创建tf.tensor常量张量，value可为数字、列表、numpy数组。dtype=tf.float/int...；张量显示时带<>

tensor.numpy():将tensor张量变为numpy数组

tf.shape(a):看形状；tf.size(a):看元素数；tf.rank(a):看维度

tf.cast(tensor,dtype=tf.float32)转换数据类型

tf.reshape(tensor,(m,n,k...)):转换tensor形状

tf.zeros(shape,dtype):全0张量 | tf.ones(shape,dtype):全1张量

tf.fill(shape,a):全a张量

tf.random.normal(shape,mean,stddev):根据正态分布随机初始化值。shape是初始化形状，mean是均值默认0；stddev是标准差默认1

tf.reshape(tensor,shape):改变形状

tf.expand\_dims(tensor,axis):增加维度

tf.gather(tensor,axis,indices):按索引值提取张量

tf.equal(A,B)分别比较两个矩阵各数是否相等,返回True/False矩阵

tf.matmul(A,B)将两个矩阵相乘

tf.add(A,B):逐元素相加。tf.subtract(A,B):逐元素相减

Variable1.assign\_sub(A):逐元素相减，更新梯度时使用

tf.multiply(A,B):逐元素相乘，tf.divide(A,B):逐元素相除

tf.pow(A,B):逐元素求幂，tf.square(A):逐元素求平方

tf.sqrt(A):逐元素开平方，tf.exp(A):逐元素计算e的A次方

tf.one\_hot(indices,depth):创建深度为depth的独热编码，独热编码使取值不具有偏序性

tf.where(array<a,b,c):array中元素小于a返回b，否则返回c

tf.square(A)：求A中每个元素的平方

tf.argmax(A,axis),axis=0:求每列最大值的索引(axis默认为零)

tf.reduce\_mean(A,axis)：axis=0求每列的均值(不指定求所有的均值)

tf.reduce\_sum(A,axis)：axis=0求每列的和(不指定求所有的和)

tf.reduce\_max(A,axis)：axis=0求每列的(不指定求所有的最大值)

with GradientTape as GT://loss=...//grads=GT.gradient(loss,[w,b]):求w,b的损失值

**tf.keras：Tensorflow的标准高阶API，keras也有单独用的库**

keras:开源人工神经网络库，安装tensorflow时自动安装kera

compose(A,B,C):依次执行A,B,C4层，前一个输出作为后一个输入

**方式1：**model=tf.keras.Sequential()

/ model.add(layer1)：添加层，但Sequential不能构建复杂的结构

或者：model=tf.keras.Sequential(layer1,layer2...)

tf.keras.Sequential(\*(layer1 for i in range(n)))：构建相同层

**方式2：**input\_shape=tf.keras.layers.Input(...)

/ x=tf.keras.layers...(...)(input\_shape)

/ x=tf.keras.layers...(...)(x)：不断叠加层，第一层必须为输入层。

/ model=tf.keras.Model(input\_shape,[x1,x2,...],name=''):组合

**方式3：**class model(tf.keras.layers.Layer) // def \_\_init\_\_(self,...) // self.layer1=layer1...：初始化A=model(\_\_init\_\_中参数)时会搭建好模型结构，因此\_\_init\_\_中要把所有用到的层按顺序传入self(tf.keras.layers.Layer为搭建模型的继承类库函数)

// def call(self,input1) // return x：调用A(input1)会直接执行call函数，此时才会确定模型内部的连接方式。对于复杂的网络定义多个类模块嵌套，类中可以使用Sequential函数

**基础网络**

tf.keras.layers.Flatten()：将多维数据变成一维。输入(batch,...)，输出(batch,n)

tf.keras.layers.Dense(a,activation,name)：全连接层，输入(batch,in\_features)，输出(batch,out\_features)。activation有'relu''softmax''sigmoid'等；input\_shape=(b,)中b是输入一维数据个数

tf.keras.layers.Dropout(0.2,name)：丢弃层，输入/输出(batch,n)

**二维网络**

tf.keras.layers.Input(shape=(a,a,b),name))：指定输入形状

tf.keras.layers.Conv2D(filters,kernel\_size,strides=1,padding='valid',activation=None,name)：二维卷积层。filters是卷积核数；kernel\_size=(n,n)/n是卷积核大小；strides为步长；padding是扩充边界方式，'same'为不够时扩充0(步长为1时使输入和输出一致，优先扩充右和下)、'valid'不够时舍弃；activation是激活函数(可不加):softmax,sigmoid,tanh,relu,softplus等经典激活函数

tf.keras.layers.BatchNormalization(name)：批归一化层

tf.keras.layers.Activation(...)：经典激活函数。mish函数可通过叠加softplus和tanh激活函数实现

tf.keras.layers.LeakyReLU(alpha=0.05)：LeakyReLU激活函数

tf.keras.layers.MaxPool2D(pool\_size,strides,padding,name)：二维最大池化层。pool\_size=(n,n)，strides为步长

tf.keras.layers.AveragePooling2D(pool\_size,strides,padding,name)：二维平均池化层

tf.keras.layers.concatenate([A,B],axis=3/-1,name)：合并分支

def inception1(x,...)//branch1=...(...)(x)//branch2=...(...)(x)//branch2=...(...)(branch2)//x=...concatenate(...)//return x

input1=...Input(...)//x=...(...)(input1)//x=inception1(x,...)：把分支加入网络

tf.keras.layers.add([A,B],name)：将两个完全一样的层参数相加

tf.keras.layers.UpSampling2D(size=a)：复制上采样层。扩大为a倍

tf.keras.layers.Conv2DTranspose(filters,kernel\_size,strides=1,padding='valid',name)：反卷积上采样层。stride决定放大的倍数；output\_padding为输出后每条边填充0

**二维损失：**

tf.keras.losses.categorical\_crossentropy(A,B):求A,B每行的交叉熵

**一维网络：**

tf.keras.layers.LSTM()：创建LSTM模块

tf.keras.layers.Conv1D(filters,kernel\_size,strides,padding,activation,name)：卷积层

**设置**

tf.random.set\_seed(a)：设置全局随机种子a，使实验结果一样

**模型训练**

model.summary():查看模型摘要。model.compile(loss,optimizer,[metrics1,metrics2]):配置模型；loss有均方差：'mse'，多分类交叉熵：'categorical\_crossentropy'(标签独热编码)，'sparse\_categorical\_crossentropy'(标签自然顺序码)，'binary\_crossentropy'(二分类交叉熵)；optimizer有'sgd''adagrad'，'adadelta'，'adam'；metrics有'accuracy'(标签数值，预测数值)'binary\_accuracy'(二分类，标签数值，预测概率)，'categorical\_accuracy'(多分类，标签独热编码，预测独热编码)，'sparse\_categorical\_accuracy'(多分类，标签数值，预测独热编码)

model.fit(train\_x,train\_y,batch\_size,epochs,shuffle,validation\_split,validation\_freq,verbose):训练模型，可反复运行。batch\_size是把总数据分成几份，一般取；epoch是训练次数；shuffle默认True是每次训练前打乱数据；validation\_split=0-1是分配测试集百分比默认为0；validation\_freq是训练几轮显示一次默认为1；verbose是显示方式：0为不显示，默认为1方式显示。

model.history.history:查看训练时记录的各指标。model.history.history['loss']得到损失函数历史列表

model.evaluate(test\_x,test\_y,,batch\_size,verbose):用测试集评估

**模型保存与加载**

模型保存时要保存model，不用保存moedl.eval()

model.predict(x,batch\_size,verbose):使用模型

model.load\_weights(path.h5)：读取网络参数

model.save\_weight(path.h5)：保存网络参数

model.save(filepath,overwrite,include\_optimizer,save\_format):保存模型；filepath是保存路径默认当前路径；overwrite默认为Ture表示保存的文件名相同时覆盖原文件；include\_optimizer默认为True表示保存优化器当前状态(训练时间过长时，下次可以接上断点继续训练)；save\_format默认为None,None保存为HDF5格式，文件后缀.h5，'tf'保存为Tensorflow特有格式，会出现多个子文件

tf.saved\_model.load(model\_file):加载保存的模型文件。model\_file为一个特殊格式的文件夹

**import torch**

pytorch官网：<https://pytorch.org/get-started/previous-versions/>

(pip install torch：cpu版本，GPU版本详见官网，需要有对应的cuda)

torch中tensor是并行计算。默认float32和int64，CPU上支持float32，GPU支持float32和float16(部分GPU只支持float32，用float16不报错，但实际是转化为float32计算)。tensor中的运算要比np快

.cuda()/.cpu()/.to('cpu'/'cuda'/'cuda:0'/torch.device(...),non\_blocking=False)：将数据/模型放到GPU/CPU上计算。'cuda:0'代表放入的GPU设备号，单卡时cuda和cuda:0等效；non\_blocking为是否放到锁存上(主机内存够时放到锁存上会快一点，但第一次放入gpu锁存会比较慢，因此在预测时不启用)。np数组只能在CPU上运算，张量能在CPU/GPU上运算。对模型的操作都会共用一个模型，除非使用copy.deepcopy(model)得到新的模型，新模型的设备等信息完全一致，要注意显存消耗

torch中tensor1=tensor2是共用内存的，会共同改变

torch大部分函数的用法与numpy一致，区别在于numpy中的axis对应torch中的dim，numpy中的keepdims对应torch中的keepdim

**属性**

tensor.shape：张量形状

tensor.device：张量所在的设备

**创建和转换**

tensor1=tensor2.clone()：复制张量。torch中张量直接用=是共用内存的

tensor.to(torch.float32)：数据类型转换

tensor.type(torch.int32/float32)：转换数据类型为int32/float32

torch.tensor(array,dtype=torch.float32,device='cpu')：创建torch.tensor张量，value可为列表、numpy数组等，建议将对象转为np再转为张量更快速。device='cuda'为在GPU上创建tensor

torch.from\_numpy(array)：将numpy数组转化为torch.tensor张量

tensor.tolist()：转换为列表

tensor.repeat(a,b)：在0维复制a倍，在1维复制b倍，(a,b)个数要与tensor一致

tensor.numpy():将tensor张量变为numpy数组。当tensor放到模型中计算后，转为numpy需要阻断反向传播：tensor.detach().cpu().numpy()

torch.rand(a,b,dtype)：创建形状为(a,b)、0-1均匀分布的随机张量

torch.randn(a,b,dtype)：创建形状为(a,b)、0-1标准正态分布的随机张量

torch.randperm(a)：相当于torch.arrange再打乱顺序

torch.zeros\_like(tensor)：类似torch.zeros，但是创建张量的形状、dtype和device与tensor一致。torch.ones\_like、torch.full\_like同理

**基本运算**

tensor[mask]：mask为布尔张量，可以筛选出mask中为True的值

torch.concat/cat([tensor1,...],dim=0)：不增加维度的方式合并张量

torch.stack([tensor1,tensor2...],dim=0)：增加维度的方式合并张量

torch.chunk(tensor,2,dim=0)：拆分张量。torch.concat的逆过程

torch.clamp(input,min,max)：将input中的值压缩到min到max之间

tensor.sigmoid()：进行sigmoid函数运算

torch.argsort(tensor,axis=0,descending)：根据axis维度的值排序，返回下标

torch.norm(tensor,dim=0)：求tensor在dim维度的模长

torch.sign(tensor)：小于0的值变为-1，大于0的值变为1，0不变

torch.abs(tensor)：取绝对值。tensor.abs()同理

torch.pow(tensor,a)：次方运算。a为次方数

torch.square(tensor)：平方运算

torch.sqrt(tensor)：开方运算

torch.rsqrt(tensor)：对tensor开根号后再求倒数

np.max/min/sum/mean/var/std(array,axis,keepdims=False)：求axis维度的最大值/最小值/和/均值/方差/标准差(不指定axias时求所有值的)。若array形状为(2,3,4)，axis=0，则结果形状为(3,4)，keepdims=True时为(1,3,4)

torch.nonzero(tensor==1).squeeze(1)：找到符合条件的元素下标

value,index=torch.sort(tensor,dim=0,descending=False)：根据dim维度的值排序，返回元组(排序后的值,对应的索引)。descending=True时为降序排序

torch.matmul(tensor1,tensor2)：矩阵相乘。当tensor1为3维时将0维当成batch；torch.matmul((batch,a,m),(batch,m,b))结果为(batch,a,b)；torch.matmul((batch,n,a,m),(batch,n,m,b))结果为(batch,n,a,b)

torch.ne(tensor1,tensor2)：逐元素比较是否相等，返回同样大小的布尔张量。tensor2可以只为一个数字

torch.nn.utils.rnn.pad\_sequence(label\_list,batch\_first=True,padding\_value=0)：填充、合并标签、转为张量。batch\_first=True时批量才会在0维，默认False；padding\_value为在短的标签后面填充的值，默认0

torch.fft.rfft(x,dim=0)：傅里叶变换。返回元素长度为dim//2+1

torch.fft.rfftfreq(a)：计算采样频率。a为整数，返回列表长度为a//2+1

boll\_tensor=torch.tensor((tensor<a)&/|(tensor>b))：返回布尔张量

torch.nonzero(boll\_tensor).squeeze()：返回元素为真的张量索引

**维度转换**

tensor.reshape(a,b)：变换张量形状。为(-1,)时变一维。与reshape类似的是view函数，通常reshape和view的效果一致，不需要额外内存，但某些需要额外内存的情况下view不能使用，而reshape依然可以使用

tensor.permute(0,2,1)：更改维度，0,2,1表示将原来的1,2维换位

tensor.unsqueeze(a)：在a维添加一个维度

tensor.squeeze(a)：当a维度大小为1时去掉

tensor.T：转置

**torch.nn：搭建神经网络**

对于网络需要输入形状时，输入形状后系统会把batch理解为批量，然后并行计算。网络搭建时最好不用if判断选择网络结构，后续转为onnx模型时容易出错

**方式1：**model=torch.nn.Sequential()

//model.add\_module('name',layer1)：添加层。但不能构建复杂结构

或者：model=torch.nn.Sequential(layer1,layer2...)：名字自动生成

torch.nn.Sequential(\*(layer1 for i in range(n)))：构建相同层

**方式2：**class model(torch.nn.Module) // def \_\_init\_\_(self,...) // self.layer1=layer1...：初始化A=model(\_\_init\_\_中参数)时会搭建好模型结构，因此\_\_init\_\_中要把所有用到的层按顺序传入self(torch.nn.Module为搭建模型的继承类库函数)

//def forward(self,x) // return x：调用A(x)会直接执行forward函数，此时才会确定模型内部的连接方式。对于复杂的网络定义多个类模块嵌套，类中可以使用Sequential函数。forward中用if可能导致onnx导出失败

self中定义的参数分为会更新、不更新和会保存、不保存，会保存是指使用torch.save等保存模型时会记录的信息，有的参数只是训练时用就不需要保存。self.linear这样网络层会更新会保存，使用self.name=value定义的参数不更新不保存，使用self.register\_buffer(name,value)定义的参数不更新会保存

self.register\_buffer(name,value)：定义不更新但会保存的参数，使用self.name调用定义的参数。register\_buffer是继承类中自带的函数

self.training：判断模型是否在训练。默认情况下为True(对应model.train)，使用model.eval()后变为False。training为继承类中自带的参数

**基础网络**

torch.nn.Parameter(tensor)：将张量转换为可训练的参数

torch.nn.Tanh/ReLU/LeakyReLu/SiLU/...(inplace=False)：添加激活函数.inplace=True时，节约内存但会修改原来的数值，比如：x1=function(x)，执行完后x的值也被修改了

torch.nn.Flatten()：将多维数据变成一维。输入(batch,...)，输出(batch,n)

torch.nn.Linear(in\_features,out\_features,bias=True)：全连接层。输入(batch,in\_features)时，输出(batch,out\_features)。输入(batch,n,in\_features)时，输出(batch,n,out\_features)，此时各变量n之间没有交互，但共用一个linear权重

torch.nn.Dropout(0.2)：丢弃层，输入/输出(batch,n)

torch.nn.Sigmoid(dim)：将输出结果归一化。不能连续使用，连续两个会压缩值到+-0.73

torch.nn.Softmax(dim)：将输出结果归一化。dim是进行归一化的维度。如果是单类别不能用softmax而要用sigmoid。softmax前不能加sigmoid，sigmoid会压缩数据导致softmax的值无法接近0或1。softmax函数之后再加网络输出层可能会出错

torch.nn.Upsample(scale\_factor=a)：上采样层。a为扩大多少倍

torch.nn.LayerNorm(normalized\_shape)：归一化。通常在自然语言处理和时序预测中使用。输入为(batch,dim...,feature)，当normalized\_shape=(dim...,feature)时对batch中每个样本分别进行归一化，当normalized\_shape=feature时对batch中每个样本的每个最后维度分别进行归一化

**一维网络**

torch.nn.Conv1d(in\_,out\_,kernel\_size,stride=1,padding=0,dilation=1,bias=True)：卷积层。输入(batch,channel,n)，in\_/ou\_为输入/输出维度，对应channel；stride和padding对应n，stride为卷积步长(卷积后四周会缩短stride//2)；padding=a在序列首尾填充a个0；dilation为卷积时卷积核各点的距离(形成空洞卷积)；bias=True在输出添加可学习偏差

output,(h\_n,c\_n)=torch.nn.LSTM(input\_size,hidden\_size,num\_layers,dropout=,bidirectional=False)：创建LSTM模块。input\_size为输入的长度；hidden\_size为输出的长度；num\_layers为层数数；dropout为在除最后一层外都加丢弃层；bidirectional为是否双向传播。LSTM加在卷积后效果很差

torch.nn.BatchNorm1d(in\_,track\_running\_stats=True)：批归一化层。输入(batch,in\_,feature)或(batch,n)，会对1维进行归一化。in\_为输入的维度；track\_running\_stats=True时会根据所有训练数据进行归一化，False时只会根据当前输入数据，如果训练数据差别比较大时建议设为False

torch.nn.MaxPool1d(kernel\_size,stride,padding)：最大池化层

torch.nn.Embedding(num\_embeddings,embedding\_dim)：将词索引向量编码成词向量，输入(batch,n)，输出(batch,n,embedding\_dim)。num\_embeddings为词表总数，输入词索引的值要<词表总数，词索引向量(batch,n)可以是任意长度；embedding\_dim为编码后单个词向量的长度

transformer=torch.nn.Transformer(d\_model=512,batch\_first=True,num\_encoder\_layers=6,num\_decoder\_layers=6,nhead=8,dim\_feedforward=2048,activation='relu',dropout=0.1,custom\_encoder,custom\_decoder)：定义transformer结构，包含编码器和解码器。注意要单独加入词向量编码层、位置编码层、词向量解码层。d\_model为输入词向量的长度embedding\_dim；batch\_first=True要手动设置，默认False，代表输入的0维度为批量；num\_encoder\_layers和num\_decoder\_layers为编解码层中的编解码模块堆叠数，默认6；nhead为编解码模块中多头注意力层MultiheadAttention中的并行注意力层数，默认8；dim\_feedforward为编解码模块中注意力层后面的全连接层长度，默认2048；activation为全连接层的激活函数，默认relu，建议用gelu；dropout为丢弃概率，默认0.1；custom\_encoder和custom\_decoder可以指定自定义的编码器和解码器

transformer(src,tgt,tgt\_mask,src\_key\_padding\_mask,tgt\_key\_padding\_mask)：使用网络。src和tgt为编码器和解码器的输入，形如(batch,n,size)，输出也为(batch,n,size)，预测时只取(batch,-1,size)作为输出，训练时有掩码矩阵因此可以批量计算损失；tgt\_mask为解码器的掩码矩阵；src\_key\_padding\_mask和tgt\_key\_padding\_mask为编解码器的掩码向量。输出为(batch,n-1,channel)。通常tgt=label[:,-1]，tgt\_lable=label[:,1:]

memory=transformer.encoder(src,src\_key\_padding\_mask)：单独使用编码器

output=transformer.decoder(tgt,memory,tgt\_mask,tgt\_key\_padding\_mask)：单独使用解码器。memory不变的情况下单独使用可以避免重复计算

torch.nn.Transformer.generate\_square\_subsequent\_mask(a)：创建a\*a的掩码矩阵。掩码矩阵左下边和对角线为0，右上边为-torch.inf，之所以用-inf是因为经过softmax时会得到0

torch.nn.MultiheadAttention(embed\_dim,num\_heads,batch\_first=False,dropout=0., bias=True)：多头注意力机制。d\_model为输入词向量的长度embedding\_dim；nhead为并行的注意力层数；batch\_first=True要手动设置，默认False，代表输入的0维度为批量

**二维网络**

torch.nn.Conv2d(in\_,out\_,kernel\_size,stride=1,padding=0,dilation=1,bias=True)：卷积层。输入(batch,channel,m,n)，in\_/out\_为输入/输出维度，对应channel；stride和padding对应m、n，stride为卷积步长(卷积后四周会缩短stride//2)；padding=a在图片周围填充a个0；dilation为卷积时卷积核各点的距离(形成空洞卷积)；bias=True在输出添加可学习偏差

torch.nn.BatchNorm2d(in\_,eps=1e-05,momentum=0.1,track\_running\_stats=True)：批归一化层。输入(batch,in\_,feature1,feature2)，会对1维进行归一化。in\_为输入的维度；eps为防止分母为零的小值，推荐0.001；momentum为原均值和标准差的占比，推荐0.03，new=(1-momentum)\*new+momentum\*last。track\_running\_stats=True时会根据所有训练数据进行归一化，False时只会根据当前输入数据，如果训练数据差别比较大时建议设为False

torch.nn.MaxPool2d(kernel\_size,stride,padding,dilation=1)：最大池化层。stride默认为kernel\_size的值，dilation>1为空洞卷积

torch.nn.ConvTranspose2d(in\_,out1,kernel\_size,stride=1,padding=0,output\_padding=0)：反卷积上采样层。stride决定放大的倍数；output\_padding为输出后每条边填充0

torch.nn.AdaptiveAvgPool2d(n)：将尺寸进行平均变为1。如n=1时输入(batch,16,20,20)，输出(batch,16,1,1)

**损失**

通常时间序列预测任务用mse损失；分类任务中，单标签二分类、多标签多类别使用BCEWithLogitsLoss，多标签单类别、多模态的特征损失中使用CrossEntropyLoss。交叉熵损失相比mse的梯度有利于收敛，只追求分布(归一化后数值)相同

torch.nn.L1Loss()(a,b)：平均误差。预测值和真实值绝对误差和的平均

torch.nn.MSELoss()(a,b)：均方误差。预测值和真实值误差平方和的平均

torch.nn.BCELoss()(pred,true)：交叉熵损失(Binary Cross Entropy)。pred,true为0-1的值，独热编码。输入的weight为权重，要和标签形状一致；reduction：'mean'返回损失的平均值

torch.nn.BCEWithLogitsLoss()(pred,true)：先进行sigmoid归一化再进行交叉熵，推荐使用。如果已经使用过sigmoid要使用BCELoss，两个sigmoid容易导致不稳定。混合精度训练时必须使用BCEWithLogitsLoss否则会报错

torch.nn.CrossEntropyLoss()(pred,true)：先进行softmax归一化再进行交叉熵损失。单标签时不能使用，因为不能进行softmax。输入为pred=(batch,n)，true=(batch,n)，dtype=torch.float32；当true为独热编码序号(如词索引向量)时，true可以直接传入([a,b,...])，dtype=torch.int64，不用先变为独热编码

**模型网络层操作**

for module in model.modules():：遍历模型所有的网络结构。比如网络为CBS，会依次遍历“CSB总结构、Conv2d、BatchNorm2d、SiLU”四个模块

if isinstance(module,torch.nn.BatchNorm2d):：判断当前模块是否为BatchNorm2d。其他网络层同理

Conv2d层参数：module.weight.data

BatchNorm2d层参数：module.weight.data、module.bias.data、module.running\_mean、module.running\_var。BatchNorm2d层module.weight.data参数大小可作为模型剪枝的依据，剪枝模型赋值时后面要加.clone()

Linear层参数：module.weight.data

**数据处理**

使用Dataset-Dataloader方法，训练时一边训练一边取数据、预处理、合成批量，CPU数据处理和GPU模型推理并行，节约数据处理时间

一般在数据合并时启用pin\_memory=True，for循环取出数据后再放到GPU上。也可以在collate\_fn中将数据统一放到GPU上，但使用多个num\_workers时会比较麻烦

class torch\_dataset(torch.utils.data.Dataset) // def \_\_init\_\_(self,参数) // def \_\_len\_\_(self) // return len(训练数据长度) // def \_\_getitem\_\_ (self,index) // ... // return image,label：通过继承定义数据集类。\_\_len\_\_为数据集的长度。\_\_getitem\_\_中写入数据读取和处理的函数，返回结果，index为系统参数，会自动在\_\_len\_\_长度内选取一个索引。在\_\_getitem\_\_中只对单个的数据处理，实际调用时DataLoader函数会用多个线程在模型训练时提前并行处理多个数据，最终合成一个批量

dataset=torch\_dataset(参数)：定义数据集的处理方式

dataloader=torch.utils.data.DataLoader(dataset,batch\_size,shuffle,drop\_last,num\_workers,pin\_memory=False,sampler=None,collate\_fn)：根据Dataset批量划分训练数据。batch\_size为批量大小；shuffle=True每次取数据前打乱数据；drop\_last=True时如果最后一批数据不满足批量时舍弃，False时把剩余数据当作一个批量；num\_workers为有几个线程处理数据，0为所有数据加载到主线程，可以开多个以保证数据预处理的效率，预测时一般只用一个；pin\_memory=True把数据放到CPU锁存上，之后再放到GPU上的时间会加快(此时\_\_getitem\_\_或collate\_fn中不能先把数据放到GPU上)；sampler为取数据的方式，一般只在分布式训练时设置sampler=torch.utils.data.distributed.DistributedSampler(dataset)，同时设置shuffle为False，否则各GPU会运行相同的dataloader，设置sampler会让各个GPU取的index错开；collate\_fn为合成数据的方式，默认将每个\_\_getitem\_\_返回的结果合在一起并转为张量(增加在0维上)

//自定义collate\_fn：def collate\_fn(getitem\_list): // return train\_batch,true\_batch。当执行完batch个\_\_getitem\_\_后，每个\_\_getitem\_\_返回的值会合成元组，所有\_\_getitem\_\_返回的值会合成列表作为getitem\_list传入函数。可以定义在torch\_dataset类中：def collate\_fn(self,getitem\_list)，使用方式为collate\_fn=dataset.collate\_fn

//使用多个num\_workers时，相当于把dataloader分为num\_workers份，每个线程中在每轮训练时都会重新进行self的初始化

for item,(train\_batch,true\_batch...) in enumerate(dataloader)：取出准备好的数据(自动转为张量),每次for循环都是新的一轮。加enumerate时前面一定要带()区分item

**训练设置**

os.environ["CUDA\_VISIBLE\_DEVICES"]='1,2,3'：放在import os后、import torch前，指定哪些GPU可以使用，指定后GPU的本地编号为0、1、2

torch.cuda.is\_available()：判断cuda是否可用返回True或False

torch.manual\_seed(种子号)：为CPU设置随机种子

torch.cuda.manual\_seed(种子号)：为当前GPU设置随机种子

torch.cuda.manual\_seed\_all(种子号)：为所有GPU设置随机种子

torch.backends.cudnn.deterministic=True：固定每次返回的卷积算法

torch.backends.cudnn.enabled =True：cuDNN使用非确定性算法

torch.backends.cudnn.benchmark=True：在训练前cuDNN会先搜寻每个卷积层最合适实现它的卷积算法，加速运行；但对于复杂变化的输入数据，可能会有过长的搜寻时间，对于训练比较快的网络建议设为False

**模型文件**

.pt/.pth/.pkl：pytorch模型权重文件，3者只是文件后缀不同，是同一种文件。需要注意权重文件通常是一个字典，只包含网络权重参数和一些辅助信息，要加载完整的模型还需要模型结构的代码，代码可以是本地自定义或导入模型库中的，但代码中的网络和名称需要与保存模型时完全一致才能合在一起

.safetensors：pytorch模型权重文件，额外包含用于验证数据完整性的元素，在huggingface中的很多大模型都使用.safetensors格式传输

.bin：二进制格式权重文件，需要处理后才能在pytorch中使用，在huggingface中的很多大模型会使用.bin格式传输

**加载和保存模型**

分布式训练时会在模型外面套一层结构，保存模型时使用model=model.module取出

model\_dict={'model':model,...}：将模型和其他各类信息放到模型字典里

torch.save(model\_dict,save\_path)：保存模型搭建信息(不是真正的模型)、模型参数。torch.save本质是让目标序列化，可以保存包含模型、学习率等信息的字典，此时torch.load加载后就是一个字典。直接保存的方式适合快速实验时保存不同参数但代码相同的模型

torch.load(model\_path,map\_location='cpu'/'gpu',weight\_only=False)：加载模型，需要目录下有保存模型时的代码。map\_location等同于.to(device)；如果保存的模型为一个嵌套的字典等，weight\_only要为False

torch.save(model.state\_dict(),save\_path)：只保存模型参数、不保存搭建信息。使用state\_dict更安全，并且加载模型不依赖代码目录等环境信息，加载时需要创建一个相同结构的模型

model.load\_state\_dict(torch.load('state\_dict.pt'))：加载模型参数

**模型状态**

model.train()：启用训练模型。会开启dopout；影响BatchNorm计算方式，相同输入在train和eval下会有所不同

model.eval()：启用推理模式。会关闭dropout；影响BatchNorm计算方式

with torch.no\_grad():：取消梯度计算，不存储梯度参数减少内存，加快推理速度。使用这种方式时，即使只在局部使用也会阻断整个模型的梯度计算，无法用于冻结训练

for param in model.parameters() // param.requires\_grad\_(False)：长期关闭所有参数层的梯度，可以选择性关闭参数层实现冻结训练

BatchNorm：train模式会根据输入数据动态归一化，eval模式会使用固定的值

训练数据太少时归一化也会过拟合，train和eval的区别会很大，会出现train很准但eval很差。训练批量减少为1可以改善归一化的问题

**模型训练**

torch.optim.SGD(model.parameters(),lr)：SGD优化器。model.parameters()为模型的网络参数；lr为学习率一般为0.01

torch.optim.Adam(model.parameters(),lr,betas=(0.9,0.999),eps=1e-08,weight\_decay=0)：Adam优化器。model.parameters()为模型参数；lr为学习率一般为0.001；betas为计算梯度以及梯度平方的运行平均值的系数；eps为防止分母为0；weight\_decay为L2正则化的衰减权重，不填则不使用L2正则化，L2正则化会加在损失函数中使用，但不显示在损失结果中。调参时weight\_decay可以从0.0001开始逐渐增加，直到找到最佳值。yolov7中betas=(0.937,0.999)，weight\_decay=0.0005。大语言模型中weight\_decay=0.0001

model.train().float()：加在训练前，启用批归一化层和丢弃层

optimizer=torch.optim.Adam(model.parameters(),lr)：优化器

1，pred=model(data)：将数据传入到模型中进行运算，会自动求导

2，loss\_value=loss(pred,true)：根据输出计算损失。train\_loss.item()：损失的值

3，loss\_value.backward()：将损失反向传播，计算当前梯度

4，optimizer.step()：根据梯度更新参数

5，optimizer.zero\_grad()：将梯度设为0。每次计算的梯度会积累，需要梯度清零

**学习率保存和加载：继续训练模型**

optimizer=torch.optim.Adam(model.parameters(),lr)：优化器

model\_dict['optimizer\_state\_dict']=optimizer.state\_dict()：记录优化器参数

optimizer.load\_state\_dict(model\_dict['optimizer\_state\_dict'])：加载优化器参数，但此时的优化器optimizer要和之前的优化器保持一致

**混合float16精度训练**

使用混合精度时，很小的数值会被截断为0，如果网络中有log(0)会导致输出全为nan，使用sigmoid等归一化需要注意。使用混合精度训练时，要使用BCEWithLogitsLoss，不能使用BCELoss。在windows上使用混合精度可能会出现nan，但在linux上正常

amp=torch.cuda.amp.GradScaler()：自动使用混合精度训练装置

with torch.cuda.amp.autocast():：使用混合精度训练

amp.scale(loss\_value).backward()：替代原来的loss\_value.backward()

amp.step(optimizer)：替代原来的optimizer.step()

amp.update()：装置本身也需要更新

optimizer.zero\_grad()：梯度清零

**指数移动平均(EMA)：给予近期数据更高权重的平均方法**

指数移动平均(EMA)：将原模型复制一份作为ema模型，在训练中平滑的记录原模型参数，减少极端值的影响，关闭梯度，不影响模型训练，只影响最终结果。训练中每次原模型更新参数后，ema模型会根据原模型更新自己的参数。分布式时只在主机上创建和更新ema模型

ema=model\_ema(model)：model\_ema为自定义的类

ema.update\_total=0：新模型训练时设置为0，每次迭代后使用ema.update(model)时会自动+1，继续训练时赋值为之前保存的update\_total

ema.update(model)：每次原模型更新参数后，调整ema模型参数

model=ema.ema.eval()：验证和保存模型时，使用ema模型

**分布式训练：只有多卡下能使用**

分布式训练时，会自动把代码复制到各GPU上运行(模型也会创建多份)，只有local\_rank有区别，0为主设备，因此日志、模型验证和保存等只在0时才运行。不同GPU上的代码独立运行，但在特定地方会有改变：在loss\_batch.backward()时会自动汇总所有模型的梯度并计算平均值，再返回给各GPU更新自己的模型；在dataloader中要传入DistributedSampler，会自动把传入的总批量拆分给各GPU，但验证时只在主设备上运行，总批量要除以设备数

torch.nn.DataParallel：单机多卡数据并行训练(训练效率无法达到最高)

torch.nn.parallel.DistributedDataParallel：多机多卡数据并行训练(推荐)

torch.cuda.device\_count()：统计使用的GPU数

1，local\_rank=int(os.environ["LOCAL\_RANK"])：当前GPU在服务器的GPU排号

int(os.environ["RANK"])：当前GPU在所有服务器的GPU排号

2，torch.distributed.init\_process\_group(backend)：分布式训练初始化。backend为GPU上模型同步更新参数时通信使用的后端，一般为'ncll'

3，dataloader中设置sampler=torch.utils.data.distributed.DistributedSampler(dataset)，同时shuffle=False

3，model=model.to('cuda')：将模型放到当前设备上，n为GPU排号。或者torch.cuda.set\_device(local\_rank)

4，torch.nn.parallel.DistributedDataParallel(model,device\_ids=[local\_rank], output\_device=local\_rank,find\_unused\_parameters=False))：对模型进行封装。放在ema前。device\_ids是指定设备的id，output\_device是指定设备的位置，通常都是local\_rank；find\_unused\_parameters=True时会找出模型中没有梯度的参数，在更新参数时会加快速度，如果网络中有很多没有梯度的参数时应开启，否则反而会略微降低速度

5，torch.distributed.barrier()：每轮训练结束后同步设备，比如主进程的GPU要进行验证需要等待。训练时的更新参数会自动同步

6，在命令行传入参数来使用分布式多线程：python -m torch.distributed.launch --master\_port 9999 --nproc\_per\_node 2 文件名.py。master\_port为各GPU之前的通信端口(不被占用就行)，nproc\_per\_node为使用的GPU数。使用args时可以留有参数--local\_rank，执行命令后会自动分配每个GPU的local\_rank给每个GPU的代码

**清理显存空间**

del ...：删除一些无用但还在显存上的变量

torch.cuda.empty\_cache()：释放一些没用的显存占用，有较明显的效果

**模型测试**

torchvision.ops.nms(boxes,scores,iou\_threshold)：官方非极大值抑制，返回索引index组成的张量,使用boxes[tensor]取出结果。boxes为(x\_min,y\_min,x\_max\_y\_max)。torchvision为pytorch辅助库

model.eval()：训练的时候归一化层是动态的，如果有丢弃层也是启用的。使用model.eval()可以固定归一化层参数，关闭丢弃层。但也会导致模型精度下降，训练时的批量越小，影响越明显

1，model.eval().float()/.half()：转为测试时的精度(需要GPU且支持float16)

2，with torch.no\_grad()：测试模型时关闭反向求导

3，pred=model(data).detach().cpu()：阻断反向传播并放到cpu上

4，val\_loss=loss(pred,true)

**模型部署：**

详见onnx和tensorrt库

**import torchvision：pytorch辅助库**

安装要与torch版本对应

**import timm：集成了很多pytorch的图像模型**

github：<https://github.com/rwightman/pytorch-image-models>

运行后下载的模型文件位置在本地用户中

timm.list\_models(pretrained=False)：查看所有模型名称，返回列表。pretrained=True时只查看可传入训练参数的模型，大部分都可传入

timm.list\_models('\*resnet\*')：搜索名称中带有resnet的所有模型，返回列表，没有搜到为空列表

timm.create\_model('模型名',pretrained=False,features\_only=False,in\_chans,num\_classes,exportable)：创建模型。pretrained=True时会下载模型预训练权重参数到本地，可以加快训练速度；features\_only为True时只提取特征；in\_chans指定输入维度，num\_classes指定输出类别数(features\_only=False才生效)，模型输出没有经过归一化；exportable=True方便导出onnx

**import torch\_geometric**

API文档：<https://pytorch-geometric.readthedocs.io/en/latest/notes/installation.html>

dataset=torch\_geometric.datasets.数据集名()：下载并加载官方数据集。torch\_geometric.datasets库中收录了所有开源的数据集

dataset=torch\_geometric.datasets.KarateClub()：加载俱乐部成员数据集。dataset.data里面包含数据(x=(34, 34),edge\_index=(2,156),y=(34,), train\_mask=(34,))，x为特征矩阵，edge\_index为邻接关系，y为分类标签，train\_mask为需要计算损失的掩码

data=torch\_geometric.data.Data(x,edge\_index)：创建标准格式的数据

dataloader=torch\_geometric.loader.DataLoader(data,batch\_size,shuffle=True)：简便的使用dataloader

**网络：**

torch\_geometric.nn.GCNConv(in\_channels,out\_channels,bias=True)：定义图卷积层。in\_channels为输入通道数；out\_channels为输出通道数；bias=True在输出添加可学习偏差。权重矩阵为(in\_channels,out\_channels)

torch\_geometric.nn.GCNConv(...)(x,edge\_index)：使用网络。x为特征矩阵(n,channel)；edge\_index为邻接关系(2,n)，形如([[0,0,1...],[1,2,2...]])，前后两列不能互换位置，比如0认识1但1不一定认识0，0与0本身默认有关系不用列出

torch\_geometric.nn.SAGEConv(in\_channels,out\_channels，aggr='mean'，bias=True)：定义图采样聚合层。in\_channels为输入通道数；out\_channels为输出通道数；aggr为聚合方式默认为'mean'，还有'max'、'lstm'；bias=True在输出添加可学习偏差

torch\_geometric.nn.SAGEConv(...)(x,edge\_index)：使用网络。x为特征矩阵(n,channel)；edge\_index为adj\_t格式数据

torch\_geometric.nn.TopKPooling()

**import pytorch3d**

github：<https://github.com/facebookresearch/pytorch3d>

pip install "git+https://github.com/facebookresearch/pytorch3d.git"

pytorch3d是Facebook Research开源的基于PyTorch框架的3D计算机视觉任务的库

pytorch3d使用obj文件格式，需要obj文件和mtl材质文件(可没有)

pytorch3d中的面都为三角形，非三角形的面会被拆分为三角形

pytorch3d中的基本操作单位为mesh(批量网格)，类似于将多个张量合到一起得到(batch,...)，mesh批量网格的属性为pytorch3d.structures.meshes.Meshes。mesh网格可视化：可以先采样为点数据，再用plt函数画三维点图；或者创建视角得到某一视角的渲染2D图

pytorch3d中有3种纹理对象：纹理顶点TexturesVertex、纹理图集TexturesAtlas、顶点的纹理图片坐标TexturesUV

**from pytorch3d.io import ...**

vertex,face\_information,aux=load\_obj(obj\_path,create\_texture\_atlas=False,texture\_atlas\_size=4,device='cpu')：加载obj模型。vertex(v,3)为顶点坐标；face\_information中包含：面的3个顶点索引verts\_idx(f,3)、法线索引normals\_idx(f,3)、纹理索引textures\_idx(f,3)、材质索引materials\_idx(f,)，顶点索引必须有，其他索引不存在时张量的值全为-1；aux为渲染信息(可能有)，aux.verts\_uvs为顶点uv；create\_texture\_atlas=True时会创建aux.texture\_atlas纹理图集；texture\_atlas\_size为纹理图集尺寸

mesh=load\_objs\_as\_meshes(obj\_path\_list,create\_texture\_atlas=False,device=None)：加载多个obj模型为mesh。device指定设备

save\_obj(save\_path,vertex,face)：保存为obj文件

**from pytorch3d.renderer import ...**

texture\_vertex=TexturesVertex([])：创建批量纹理顶点

texture\_atlas=TexturesAtlas([aux.texture\_atlas])：创建批量纹理图集

texture\_uv=TexturesUV([])：创建批量顶点的纹理图片坐标

**from pytorch3d.ops import ...**

point=sample\_points\_from\_meshes(mesh,num\_samples=10000)：通过均匀采样将mesh转换成点数据，结果为(batch,num\_samples,3)。num\_samples为采样出的点数

**from pytorch3d.structures import ...**

mesh=Meshes(verts=[vertex],faces=[face],texture=None)：建立mesh。texture为纹理信息，可传入TexturesAtlas([aux.texture\_atlas])。通常会先对vertex进行减均值+除以方差的归一化

texture=mesh.textures：mesh中的批量纹理对象

vertex=mesh.verts\_list()[index]：mesh中的第index批量的顶点坐标

face\_verts\_idx=mesh.faces\_list()[index]：mesh中的第index批量的面索引

mesh=join\_meshes\_as\_batch(mesh\_list,include\_textures=True)：将多个mesh合并成批量mesh。mesh\_list为mesh对象列表；include\_textures=True时，如果mesh对象有纹理，则纹理类型要一致，False时忽略纹理

mesh=join\_meshes\_as\_scene(mesh\_list,include\_textures=True)：将批量mesh合并成单个mesh。mesh\_list为mesh对象列表；include\_textures=True时，如果mesh对象有纹理，则纹理类型要一致，False时忽略纹理

**import OCC**

github：<https://github.com/tpaviot/pythonocc-core>

教程：<https://blog.csdn.net/weixin_42755384/article/details/87893697>

安装包：<https://anaconda.org/conda-forge/pythonocc-core/files>

(conda install --use-local 安装包)

pythonocc是opencascade的python封装版本

**import deepspeed**

github：<https://github.com/microsoft/DeepSpeed>

2023年微软发布DeepSpeed训练框架，解决了小显存无法训练大语言模型的问题，并提高大语言模型的训练效率。需要先安装pytorch。windows可能不支持部分功能

**import transformers**

集成了很多pytorch的自然语言处理模型

github：<https://github.com/huggingface/transformers>

模型：https://huggingface.co/models

使用transformers库中的模型时，会自动从huggingface网站下载模型到本地用户/.cache/huggingface/hub中，也可以手动下载后加载。transformers库中的模型为hf格式

**模型加载**

模型加载有很多函数，同一个模型有不同加载方式，有的大模型还有自己专门的加载函数。比如AutoModel是最通用基础的函数，pipeline整合了模型和输入输出处理

model=transformers.AutoModel.from\_pretrained(model\_dir).to(device)：加载模型

model=transformers.pipeline('任务类型',model=model,tokenizer=tokenizer,device,...)：将编解码与模型组合到一起，直接传入句子，每个模型会有自己的自定义参数

model.save\_pretrained('文件夹位置')：保存模型，会得到config.json和pytorch\_model.bin等文件。用这种方式保存的模型需要用.from\_pretrained的方式加载

torch.save(train\_dict,'last.pt')：保存训练信息。训练时可能要保存训练轮次、学习率参数、ema参数等以便继续训练。使用torch.load加载

**文本编码器**

文本编码器：将文本放入固定模版中，再编码为词索引。通常需要tokenizer\_config.json和vocab.txt等配置文件。不同模型的配置文件不同，不同编码器的内置属性会有区别

tokenizer=transformers.AutoTokenizer.from\_pretrained(官方模型名称/本地模型文件夹位置,padding\_side='right')：加载模型的文本预处理。padding\_side为批量处理时在左侧或右侧填充字符，通常模型训练右填充(已经包含答案)，预测时左填充(不能和答案隔开)

tokenizer.add\_tokens([词语])：添加编码组合。比如默认每个字编码单独编码，加入词后会将整个词一起编码

special\_tokens：特殊字符。比如开始符、结束符、其他自定义符号。bos\_token：开始符；eos\_token：结束符；pad\_token：填充符

text\_dict=tokenizer([text1,text2...],return\_tensors='pt',padding=False,max\_length,truncation,add\_special\_tokens=True)：对文书进行预处理。返回字典{'input\_ids':[...],'token\_type\_ids':[...],'attention\_mask':[...]}；input\_ids为字符串编码后的词索引向量；attention\_mask长度等于input\_ids，有值对应的地方为1，后面填充的地方为0。return\_tensors='pt'使返回字典的列表合成torch的张量；padding=True在后面填充0直到与列表中的最长序列相等，padding='max\_length'填充为max\_length；truncation=True将太长的序列截断为max\_length长度；add\_special\_tokens=True会加上开始、结束符。注意不同模型的tokenizer会有变化，开始、结束、填充符等也可能有变化

tokenizer.encode(text,add\_special\_tokens=True)：对文本进行预处理，等同于tokenizer(...)['input\_ids']，很多参数也与tokenizer一致

tokenizer.decode(dict['input\_ids'][i],skip\_special\_tokens=False)：解码为句子(一次只能解码一句)。skip\_special\_tokens=True忽略特殊符号

tokenizer.save\_pretrained('文件夹位置')：保存文本编码器。通常会得到tokenizer\_config.json和vocab.txt等文件

**处理器**

transformers.AutoProcessor.from\_pretrained(model\_dir)：加载整合处理器。集成了tokenizer和更多功能，用于多模型的输入输出处理

**训练**

参考文档：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/363670628>

transformers.Trainer(args,tokenizer,model,train\_dataset,eval\_dataset,data\_collator)：简洁化的训练方式。args中要定义很多的训练设置；train\_dataset和eval\_dataset为数据；data\_collator类似torch.utils.data.DataLoader中的collate\_fn

**大语言模型**

提示词模版：[开始符][任务]\n[内容][结束符]\n。不同模型的提示词模版不同，但通常有系统、用户、回答(可能包括思维链)共3个模版。加入历史对话时，只需将历史中用户、回答的内容堆叠在一起。输入模型时，最后一个回答只需要提示内容，比如[...]assistant\n，模型会回答剩下的内容

模型训练：input\_ids在后面填充pad\_token\_id，attention\_mask在后面填充0，label在后面填充忽略符(-100)

transformers.AutoModelForCausalLM.from\_pretrained(model\_path,trust\_remote\_code,torch\_dtype,device\_map,attn\_implementation)：加载大语言模型。trust\_remote\_code要设为True；torch\_dtype和device\_map可以使用'auto'自动分配，但要安装accelerate库；attn\_implementation启用flash加速库，安装时默认使用v1版本，'flash\_attention\_2'使用v2版本；4位量化模型加载使用load\_in\_4bit=True和bnb\_4bit\_compute\_dtype=torch.bfloat16。适用于大部分模型

prompt=template.format(system=system,input=input\_)：将内容放入提示模版中。system为系统提示，input为用户输入

prompt=prompt+template\_history.format(...)+template\_think.format(...)：多轮对话时追加历史信息，有思维链时可以加入思维链信息

tokenizer.apply\_chat\_template(message,...)：将固定格式的历史消息处理为prompt

input\_ids=self.tokenizer.encode(prompt,add\_special\_tokens=False,return\_tensors='pt').to(self.device)：编码为词索引向量

pred=self.model.generate(input\_ids=input\_ids,generation\_config)：模型推理

result=self.tokenizer.decode(pred[0][len(input\_ids[0]):],skip\_special\_tokens=True)：模型输出

**流式输出**

self.stream=transformers.TextIteratorStreamer(self.tokenizer)：流式输出器

kwargs={'input\_ids': input\_ids, 'generation\_config': self.generation\_config, 'streamer': self.stream}：输入参数

thread=threading.Thread(target=self.model.generate, kwargs=kwargs)：定义输入

thread.start()：执行推理

for str\_ in self.stream: // yield str\_：不断获取模型输出。第一个str\_为模型的输入，剩下的str\_会多个字连在一起输出，可能输出空字符

**大语言模型训练**

input\_ids在后面填充pad\_token\_id，attention\_mask在后面填充0，label在后面填充忽略符(-100)

qwen3的数据准备代码如下：

self.system = '' # 默认系统提示

self.template = ('<|im\_start|>system\n{system}<|im\_end|>\n<|im\_start|>user\n{input}<|im\_end|>\n'

'<|im\_start|>assistant\n') # 单轮对话提示模版

self.template\_think = '<think>\n\n<think>\n\n' # 思维链

self.template\_output = ('{output}<|im\_end|>\n') # 多轮对话追加的提示模版

self.bos\_token\_id = 151644 # <|im\_start|>

self.eos\_token\_id = 151645 # <|im\_end|>

self.pad\_token\_id = 151643 # <|endoftext|>

self.ignore\_index = -100

system = self.system + data\_dict['system'] if 'system' in data\_dict.keys() else self.system # 系统提示

input\_ = data\_dict['input'] # 问题

output = data\_dict['output'] # 回答

prompt\_input = self.template.format(system=system, input=input\_) + self.template\_think

prompt\_output = self.template\_output.format(output=output)

encode\_input = self.tokenizer.encode(prompt\_input, add\_special\_tokens=False)

encode\_output = self.tokenizer.encode(prompt\_output, add\_special\_tokens=False)

input\_ids = torch.tensor(encode\_input + encode\_output, dtype=torch.int64)

attention\_mask = torch.full\_like(input\_ids, 1)

label = torch.full\_like(input\_ids, self.ignore\_index)

label[len(encode\_input):] = input\_ids[len(encode\_input):]

input\_ids = input\_ids[:self.max\_length]

attention\_mask = attention\_mask[:self.max\_length]

label = label[:self.max\_length]

**import flash\_attn**

(pip install flash-attn --no-build-isolation)

transformer推理加速库(训练和推理)，有v1(2022)、v2(2023)、v3(2025)多个版本，高版本仅支持高版本cuda和部分GPU。加载大模型时选用相关参数来启用

**clip(2021)**

github：<https://github.com/openai/CLIP>

clip\_base(600M)：<https://huggingface.co/openai/clip-vit-base-patch32>

clip\_large(1.7G)：<https://huggingface.co/openai/clip-vit-large-patch14>

2021年openai发布的基于对比学习的多模态模型(pytorch)，用于将文字描述和图片匹配。由一个图片编码模型和一个文本编码模型组成。图片(224,224)经过图片模型+投影层的特征向量和描述经过文本模型+投影层的特征向量会相近，通过计算余弦相似度判断相似性

图片模型输出为768，经投影层为512,；文本模型输出为512，经投影层为512

transformers.CLIPVisionModelWithProjection.from\_pretrained(model\_path)：图片模型。WithProjection表示原本输出(n,768)会经过投影层变为(n,512)。如果不需要对齐可以使用CLIPVisionModel

transformers.CLIPImageProcessor.from\_pretrained(model\_path)：图片处理器

transformers.CLIPTextModelWithProjection.from\_pretrained(model\_path)：文本模型。WithProjection表示原本输出(n,512)会经过投影层变为(n,512)。如果不需要对齐可以使用CLIPTextModel

transformers.CLIPTokenizer.from\_pretrained(model\_path)：文本编码器

**图片编码**

image=PIL.Image.open(image\_path)：加载图片

input\_dict=image\_process(images=image,return\_tensors='pt')：图片处理

feature=image\_model(\*\*input\_dict).image\_embeds.detach().numpy()：图片特征

**文本编码**

input\_dict=text\_tokenizer(text,return\_tensors='pt',padding=True)：文本处理

feature=text\_model(\*\*input\_dict).text\_embeds.detach().numpy()：文本特征

**相似度计算**

feature=feature/np.linalg.norm(feature,axis=1)：归一化

similarity=feature1@feature2.T：相似度计算

**模型训练**

少量数据微调时，可以只训练图片或文本模型的投影层，其他网络关闭梯度(冻结训练)

**onnx模型**

input\_one=torch.randn(1,3,224,224)：导出时输入

torch.onnx.export(image\_model,input\_one,'image\_model.onnx',input\_names=['pixel\_values'],output\_names=['image\_embeds'],dynamic\_axes={'pixel\_values':{0:'batch\_size'},'image\_embeds':{0:'batch\_size'}})：图片模型导出为onnx

input\_one=(input\_dict['input\_ids'],input\_dict['attention\_mask'])：导出时输入

torch.onnx.export(text\_model,input\_one,'text\_model.onnx',input\_names=['input\_ids','attention\_mask'],output\_names=['text\_embeds'],dynamic\_axes={'input\_ids':{0:'batch\_size',1:'seq\_len'},'attention\_mask':{0:'batch\_size',1:'seq\_len'},'text\_embeds':{0:'batch\_size'}})：文本模型导出为onnx

**onnx模型简化**

model=onnx.load(save\_path)：加载onnx模型

onnx.checker.check\_model(model)：检测onnx模型，不报错就是没问题

model,check=onnxsim.simplify(model)：简化onnx模型

onnx.save(model,save\_path)：保存模型

**nllb(2022)**

github：<https://github.com/facebookresearch/fairseq/tree/nllb/examples/nllb/modeling>

facebook大型语言翻译模型，能够在200种语言之间翻译

tokenizer=transformers.AutoTokenizer.from\_pretrained(r"D:\model\nllb-200-distilled-600M")

model=transformers.AutoModelForSeq2SeqLM.from\_pretrained(r"D:\model\nllb-200-distilled-600M")

model=transformers.pipeline("translation",tokenizer=tokenizer,model=model,truncation, max\_length,src\_lang,tgt\_lang)：加载nllb模型。src\_lang为输入语言，tgt\_lang为输出语言，zho\_Hans为中文简体，zho\_Hant为中文繁体，eng\_Latn为英文

**model.generate**

generation\_config文档：<https://blog.csdn.net/muyao987/article/details/125917234>

语言生成模型控制输出的集成函数，预测时取代model(...)。大模型预测时不是简单的使用argmax，而是可以用很多复杂的选取方式，这些方式都集成在model.generate中

model.generate(input\_ids=input\_ids,attention\_mask=attention\_mask,generation\_config=generation\_config)：使用模型并得到处理后的最终结果。可以使用generation\_config参数，也可以直接把其中的参数传入model.generate

generation\_config=transformers.GenerationConfig(eos\_token\_id,pad\_token\_id,max\_new\_tokens=None,do\_sample=False,temperature=1,num\_beams=1,top\_k=50,top\_p=1,repetition\_penalty=1)：控制模型生成内容的配置。不同的参数设置会使用不同的搜索算法，默认贪婪搜索一次。do\_sample=True启用随机概率采样，优先级最高也最常用；通常只需调节temperature

generation\_config变化：eos\_token\_id=2,pad\_token\_id=32000

eos\_token\_id：指定模型结束符(有的模型tokenizer没有eos\_token\_id元素)

pad\_token\_id：指定模型填充符，与eos\_token\_id同时使用

max\_new\_tokens：最大生成字词数

do\_sample：根据概率来随机采样选词，默认False为不使用

temperature：影响do\_sample的效果，默认1。值越小则softmax后的数值差距越小，结果越确定

num\_beams：beam search搜索深度，默认1为不使用。使用时可能会出现重复的现象

top\_k：筛选结果中top\_k个概率最高的词，然后再进行采样，默认50

top\_p：筛选结果中概率之和刚好大于top\_p的几个词，默认1。与temperature效果类似，值越小则输出越稳定，值越大则输出越随机，不建议和temperature同时调整

repetition\_penalty：防止模型输出重复的惩罚权重，默认1为不惩罚

**llama2(2023)**

github：<https://github.com/ymcui/Chinese-LLaMA-Alpaca-2>

2023年Meta发布LLaMa2模型，有1.3B、7B、13B三个型号。词表长度：55296

tokenizer变化：开始符为1和<s>，结束符为2和</s>，填充符为32000和<pad>。保存的文件为tokenizer\_config.json、tokenizer.model、special\_tokens\_map.json

tokenizer=transformers.LlamaTokenizer.from\_pretrained(model\_path)：文本预处理

model=transformers.LlamaForCausalLM.from\_pretrained(model\_path,device\_map='auto',low\_cpu\_mem\_usage=True,torch\_dtype=torch.float16,load\_in\_4bit=False,load\_in\_8bit=False)：加载模型。device\_map指定模型使用设备，'auto'为自动分配；low\_cpu\_mem\_usage常为True；load\_in\_4bit和load\_in\_8bit根据情况定

generation\_config变化：eos\_token\_id=2,pad\_token\_id=0

model=model.eval()|.to(device)|.half/float()：模型状态设置

len(tokenizer)：文本预处理的词表长度

model.vocab\_size：模型词表长度

with torch.no\_grad():：模型验证设置

system='You are a helpful assistant. 你是一个乐于助人的助手。'：默认系统提示。用户输入的提示加在system后

template='<s>[INST] <<SYS>>\n{system}\n<</SYS>>\n\n{input} [/INST]'：提示模版

prompt=template.format(system=system,input=input\_)：在输入中加入提示模版。system为系统提示，input为输入问题

template\_history=' {output\_add}</s><s>[INST] {input\_add} [/INST]'：多轮对话时追加的历史信息模版(3个空格)。output\_add为上一轮的回答，input\_add为下一轮的输入

prompt=prompt+template\_history.format(output\_add=output\_add,input\_add=input\_add)：多轮对话时追加历史信息

input\_ids=tokenizer.encode(prompt,add\_special\_tokens=False,return\_tensors='pt').to(device)：模型输入

pred=model.generate(input\_ids=input\_ids,generation\_config=generation\_config)：使用模型预测

result=tokenizer.decode(pred[0])：解码。此时result内容为：输入+回答+结束符

**模型训练**

模型输入长度通常为1024个词索引。input\_ids、attention\_mask、label长度一致。最终合成批量时：input\_ids在后面填充pad\_token\_id，attention\_mask在后面填充0，label在后面填充-100

prompt\_encode=tokenizer.encode(prompt,add\_special\_tokens=False)：提问数据

output\_encode=tokenizer.encode(output,add\_special\_tokens=False)：回答数据

input\_ids=torch.tensor(prompt\_encode+output\_encode+[eos\_token\_id],dtype=torch.int64)：模型输入

attention\_mask=torch.full\_like(input\_ids,1)：掩码

label=torch.full\_like(input\_ids,-100)：不需要的地方变为-100

label[len(prompt\_encode):]=input\_ids[len(prompt\_encode):]

input\_ids=input\_ids[:max\_length]

attention\_mask=attention\_mask[:max\_length]

label=label[:max\_length]

pred\_batch=model(input\_ids=input\_ids\_batch,attention\_mask=attention\_mask\_batch,labels=label\_batch)：模型推理

loss\_batch=pred\_batch.loss：当传入labels时模型内部会自动计算损失

**chatglm3(2023)**

github：<https://github.com/THUDM/ChatGLM3>

2023年智谱AI和清华大学实验室联合发布chatglm3模型，有6B、6B-32K、6B-128K三个型号。词表长度：64798

tokenizer变化：add\_special\_tokens=True时会在前面加入64790,64792([gMASK],sop)。用户问题标志为64795和<|user|>，模型回答标志为64796和<|assistant|>

提示词注入：提示词中通常有开始符和结束符等，如果用户在问题中输入这些内容，可能会干扰模型的理解。如果用户输入一些规则，可能让模型回答违规内容

**baichuan2(2023)**

github：<https://github.com/baichuan-inc/Baichuan2>

2023年百川智能发布baichuan2模型，有7B、13B两个型号。词表长度：125696

tokenizer变化：'{system}'为系统提示词标志，'<reserved\_106>{input}'为用户输入标志，'<reserved\_107>{assistant}</s>'为模型回答标志，模型回答的结束标志为</s>

tokenizer=transformers.AutoTokenizer.from\_pretrained(model\_path,trust\_remote\_code=True,use\_fast=False)：文本预处理

model=transformers.AutoModelForCausalLM.from\_pretrained(model\_path,device\_map='auto',trust\_remote\_code=True,torch\_dtype=torch.float16)：加载模型。device\_map指定模型使用设备，'auto'为自动分配

model=model.eval()|.to(device)|.half/float()：模型状态设置

with torch.no\_grad():：模型验证设置

system=''：默认系统提示。用户输入的提示加在system后

template='{system}<reserved\_106>{input}<reserved\_107>'：提示模版

prompt=template.format(system=system,input=input\_)：在输入中加入提示模版。system为系统提示，input为输入问题

template\_history='{output\_add}<reserved\_106>{input\_add}<reserved\_107>'：多轮对话时追加的历史信息模版。output\_add为上一轮的回答，input\_add为下一轮的输入

prompt=prompt+template\_history.format(output\_add=output\_add,input\_add=input\_add)：多轮对话时要追加历史信息

input\_ids=tokenizer.encode(prompt,return\_tensors='pt')：模型输入

pred=model.generate(input\_ids=input\_ids,generation\_config=generation\_config)：使用模型预测

result=tokenizer.decode(pred[0])：解码。此时result内容为：输入+回答+结束符

**模型训练**

模型输入长度通常为1024个词索引。input\_ids、attention\_mask、label长度一致。最终合成批量时：input\_ids在后面填充pad\_token\_id，attention\_mask在后面填充0，label在后面填充-100

prompt\_encode=tokenizer.encode(prompt,add\_special\_tokens=False)：提问数据

output\_encode=tokenizer.encode(output,add\_special\_tokens=False)：回答数据

input\_ids=torch.tensor(prompt\_encode+output\_encode+[eos\_token\_id],dtype=torch.int64)：模型输入

attention\_mask=torch.full\_like(input\_ids,1)：掩码

label=torch.full\_like(input\_ids,-100)：不需要的地方变为-100

label[len(prompt\_encode):]=input\_ids[len(prompt\_encode):]

index=torch.nonzero(input\_ids==195).squeeze(1)：对应<reserved\_106>

label[index]=eos\_token\_id：变为eos\_token\_id，采用这种做法的好处是template\_history中的{output\_add}后不需要加</s>，节省一个字符

input\_ids=input\_ids[:max\_length]

attention\_mask=attention\_mask[:max\_length]

label=label[:max\_length]

pred\_batch=model(input\_ids=input\_ids\_batch,attention\_mask=attention\_mask\_batch,labels=label\_batch)：模型推理

loss\_batch=pred\_batch.loss：当传入labels时模型内部会自动计算损失

**qwen(2023)**

github：<https://github.com/QwenLM/Qwen>

2023年阿里发布qwen模型，有1.8B、7B、14B、72B四个型号。词表长度：151851

tokenizer变化：'<|im\_start|>system\n{system}<|im\_end|>\n'为系统提示词标志，同理将system改为user为用户输入标志，改为assistant为模型回答标志，模型回答的结束标志为<|im\_end|>\n

generation\_config变化：eos\_token\_id=151643或151645，pad\_token\_id=151643

tokenizer=transformers.AutoTokenizer.from\_pretrained(model\_path,trust\_remote\_code=True,use\_fast=False)：文本预处理

model=transformers.AutoModelForCausalLM.from\_pretrained(model\_path,device\_map='auto',trust\_remote\_code=True,torch\_dtype=torch.float16)：加载模型。device\_map指定模型使用设备，'auto'为自动分配

model=model.eval()|.to(device)|.half/float()：模型状态设置

with torch.no\_grad():：模型验证设置

system='You are a helpful assistant.\n'：系统提示

template='<|im\_start|>system\n{system}<|im\_end|>\n<|im\_start|>user\n{input}<|im\_end|>\n<|im\_start|>assistant\n'：提示模版

prompt=template.format(system=system,input=input\_)：在输入中加入提示模版。system为系统提示，input为输入问题

template\_history='{output\_add}<|im\_end|>\n<|im\_start|>user\n{input}<|im\_end|>\n<|im\_start|>assistant\n'：多轮对话时追加的历史信息模版。output\_add为上一轮的回答，input\_add为下一轮的输入

prompt=prompt+template\_history.format(output\_add=output\_add,input\_add=input\_add)：多轮对话时要追加历史信息

input\_ids=tokenizer.encode(prompt,return\_tensors='pt')：模型输入

pred=model.generate(input\_ids=input\_ids,generation\_config=generation\_config)：使用模型预测

result=tokenizer.decode(pred[0])：解码。此时result内容为：输入+回答+结束符

**模型训练**

模型输入长度通常为1024个词索引。input\_ids、attention\_mask、label长度一致。最终合成批量时：input\_ids在后面填充pad\_token\_id，attention\_mask在后面填充0，label在后面填充-100

prompt\_encode=tokenizer.encode(prompt,add\_special\_tokens=False)：提问数据

output\_encode=tokenizer.encode(output,add\_special\_tokens=False)：回答数据

input\_ids=torch.tensor(prompt\_encode+output\_encode+[151645]+[198],dtype=torch.int64)：模型输入

attention\_mask=torch.full\_like(input\_ids,1)：掩码

label=torch.full\_like(input\_ids,-100)：不需要的地方变为-100

label[len(prompt\_encode):]=input\_ids[len(prompt\_encode):]

index=torch.nonzero(input\_ids==im\_start\_id).squeeze(1)：对应<|im\_start|>

label[index]=im\_start\_id：变为im\_start\_id

index=torch.nonzero(input\_ids==im\_end\_id).squeeze(1)：对应<|im\_end|>

label[index]=im\_end\_id：变为im\_end\_id

index+=1：<|im\_end|>后的\n对应的地方

label[index]=198：变为198

input\_ids=input\_ids[:max\_length]

attention\_mask=attention\_mask[:max\_length]

label=label[:max\_length]

pred\_batch=model(input\_ids=input\_ids\_batch,attention\_mask=attention\_mask\_batch,labels=label\_batch)：模型推理

loss\_batch=pred\_batch.loss：当传入labels时模型内部会自动计算损失

**aiXcoder(2024)**

github：<https://github.com/aixcoder-plugin/aiXcoder-7B>

2024年硅心科技发布aiXcoder-7B模型，侧重于代码生成。词表长度：49152

**llama3(2024)**

github：<https://github.com/LlamaFamily/Llama-Chinese>

github：<https://github.com/ymcui/Chinese-LLaMA-Alpaca-3>

Meta发布LLaMa3模型，有8B、70B两个型号。此后中文团队训练出中文模型版本。llama3的提示模版与llama2的不同。词表长度：128256

tokenizer变化：'<|start\_header\_id|>system<|end\_header\_id|>\n\n{system}<|eot\_id|>'为系统提示词标志，同理将system改为user为用户输入标志，'<|start\_header\_id|>system<|end\_header\_id|>\n\n{assistant}<|end\_of\_text|>'为模型回答标志，模型回答的结束标志为<|end\_of\_text|>

tokenizer=transformers.AutoTokenizer.from\_pretrained(model\_path,trust\_remote\_code=True,use\_fast=False)：文本预处理

model=transformers.AutoModelForCausalLM.from\_pretrained(model\_path,device\_map='auto',trust\_remote\_code=True,torch\_dtype=torch.float16)：加载模型。device\_map指定模型使用设备，'auto'为自动分配

model=model.eval()|.to(device)|.half/float()：模型状态设置

with torch.no\_grad():：模型验证设置

system='You are a helpful assistant. 你是一个乐于助人的助手。'：默认系统提示。用户输入的提示加在system后

template='<|start\_header\_id|>system<|end\_header\_id|>\n\n{system}<|eot\_id|><|start\_header\_id|>user<|end\_header\_id|>\n\n{input}<|eot\_id|><|start\_header\_id|>assistant<|end\_header\_id|>\n\n'：提示模版

prompt=template.format(system=system,input=input\_)：在输入中加入提示模版。system为系统提示，input为输入问题

input\_ids=tokenizer.encode(prompt,return\_tensors='pt')：模型输入

pred=model.generate(input\_ids=input\_ids,generation\_config=generation\_config)：使用模型预测

result=tokenizer.decode(pred[0])：解码。此时result内容为：输入+回答+结束符

**qwen2(2024)**

github：<https://github.com/QwenLM/Qwen2>

阿里发布qwen2模型，有0.5B、1.5B、7B、14B、72B五个型号。词表长度：151646

除了词表长度151646与qwen的151851不一致外，其余的特殊字符、提示词模版、训练方法等完全一致。qwen2相比qwen在网络结构方面将解码模块的堆叠数减少，增加了mlp网络的中间隐藏层数。72B能处理128k长度输入，安全测试得分与GPT4差不多

tokenizer变化：'<|im\_start|>system\n{system}<|im\_end|>\n'为系统提示词标志，同理将system改为user为用户输入标志，改为assistant为模型回答标志，模型回答的结束标志为<|im\_end|>\n。填充符为<|endoftext|>对应151643，<|im\_start|>对应151644，<|im\_end|>对应151645

generation\_config变化：eos\_token\_id=[151645,151643]，pad\_token\_id=151643

**qwen2.5-vl(2025)**

github：<https://github.com/QwenLM/Qwen2.5-VL>

阿里开源的视觉语言模型：qwen2.5-vl(3B、7B、32B、72B)，在qwen2.5的基础上进行训练。输入图片和文字，生成文字。

注意批量预测时，图片的形状不一致(有填充)会影响效果

model=transformers.AutoModelForImageTextToText.from\_pretrained(model\_dir,torch\_dtype='auto').eval()：加载模型。可以用Qwen2\_5\_VLForConditionalGeneration加载

processor=transformers.AutoProcessor.from\_pretrained('Qwen2.5-VL-3B-Instruct',use\_fast=True)：加载输入输出处理器

input\_prompt='<|im\_start|>system\n{You are a helpful assistant.}<|im\_end|>\n<|im\_start|>user\n<|vision\_start|><|image\_pad|><|vision\_end|>{input\_text}<|im\_end|>\n<|im\_start|>assistant\n'：提示词模板。有几张图片就输入几个<|vision\_start|><|image\_pad|><|vision\_end|>

input\_image=PIL.Image.open(image\_path)：输入图片

input\_dict=processor(text=[input\_prompt],images=[image],padding=True,return\_tensors='pt').to('cuda')：输入处理。包含文本和图片的完整输入。不传入images=[image]和<|vision\_start|><|image\_pad|><|vision\_end|>为正常对话模型。可以传入多个文本和多张图片，图片会根据<|image\_pad|>数依次填入到批量文本中

input\_dict内容：input\_ids、attention\_mask、pixel\_values、image\_grid\_thw。pixel\_values为图片处理后的张量(n,1176)；image\_grid\_thw为尺寸张量(1,3)。文本预测时不需要pixel\_values、image\_grid\_thw

pred=model.generate(\*\*input\_dict,max\_new\_tokens=128,do\_sample=True)：模型预测

pred = [\_[len(\_\_):] for \_, \_\_ in zip(pred, input\_['input\_ids'])]：回答内容

result = processor.batch\_decode(pred, skip\_special\_tokens=True, clean\_up\_tokenization\_spaces=False)：输出解码

**模型训练**

input\_ids：输入的问题要用processor处理，输出的回答可以用processor.tokenizer.encode处理，然后拼接为input\_ids

attention\_mask：torch.full\_like(input\_id,1)

labels：torch.full\_like(input\_id, self.ignore\_index)，label[len(encode\_input):]=input\_id[len(encode\_input):]

pixel\_values、image\_grid\_thw：torch.concatenate(...,dim=0)

批量合并：torch.nn.utils.rnn.pad\_sequence(...)

**qwen3(2025)**

github：<https://github.com/QwenLM/Qwen3>

阿里发布qwen3模型，有0.6B、1.7B、4B、8B、14B、32B、30B-A3B、235B-A22B共8个型号。词表长度：151936 qwen3模型加入了思维链，提高了模型的推理能力，通过enable\_thinking参数控制，训练时如果要调整思维链，需要加入思维链的标签

提示词模版：'<|im\_start|>system\n{system}<|im\_end|>\n<|im\_start|>user\n{user}<|im\_end|>\n<|im\_start|>assistant\n<think>\n{think}\n\n{assistant}<|im\_end|>\n'

不启用思维链：模型输入加上'<think>\n\n<think>\n\n'

多轮对话：拼接历史中的user和assistant对话模版

bos\_token\_id：<|im\_start|>，151644

eos\_token\_id：<|im\_end|>，151645

pad\_token\_id：<|endoftext|>，151643

**import peft**

官方文档：<https://huggingface.co/docs/peft/index>

大模型微调库。只需要微调模型的少量参数就能取得很好效果

lora：低阶适应微调技术。冻结模型原来的权重参数，加入额外的可训练参数，在训练时不需要计算原模型的梯度，缩短训练时间。具体是在某些结构旁加入一个并行的分支网络，最终网络输出结果为：原网络输出+分支网络输出

基本原理：若原模型某层结构为y=w\*x，权重w维度为a\*b，输入x维度为b\*c，输出y维度为a\*c。加入lora后y=w\*x+A\*B\*x，A维度为a\*r，B维度为r\*c。原模型的b非常大，所以参数很多，而lora的r相比b很小，因此参数很少。除此之外还有lora\_alpha、q、v等调节参数

peft模型、lora模型、分支模型是同一个意思

peft\_config=peft.LoraConfig(r,lora\_alpha,lora\_dropout,inference\_mode=False,task\_type=peft.TaskType.CAUSAL\_LM,target\_modules)：分支网络配置，不同模型的配置差别很大。r为基本原理中的r，控制分支网络的大小，太大容易过拟合；lora\_alpha控制网络对模型的影响程度，越大微调影响越小，通常为2倍r以上；lora\_droput防止过拟合；inference\_mode=False；task\_type='CAUSAL\_LM'；target\_modules为要调节的结构名称

qwen3最小数据微调：(r=8,lora\_alpha=32,lora\_dropout=0.05,inference\_mode=False,task\_type=peft.TaskType.CAUSAL\_LM,target\_modules=['q\_proj','k\_proj','v\_proj','o\_proj','gate\_proj','up\_proj','down\_proj'])。target\_modules参数分别代表对查询、键、值、输出、门控、上、下的模型微调

model=peft.get\_peft\_model(model,peft\_config).float()：创建新的分支网络加入到模型中，关闭原来模型的梯度(冻结训练)。分支网络的初始权重为0。连续嵌套使用函数并不会加入多个分支模型，只会加一次。使用.float()以确保float32精度

model.print\_trainable\_parameters()：输出当前可训练参数和总参数对比，无返回值

model.save\_pretrained(save\_peft\_dir)：只保存分支模型。文件夹下会有文件adapter\_config.json、adapter\_model.safetensors。使用torch.save保存模型会很大，torch.save可以用来保存优化器等信息

model=peft.PeftModel.from\_pretrained(model,perf\_model\_path,is\_trainable=Fales)：加载原模型和分支模型并组合(并不是真正的合并)。is\_trainable=True可以继续训练

model=model.merge\_and\_unload()：合并基础模型和peft模型。此时使用model.save\_pretrained()将保存合并后的完整模型。但不包括文本处理器等

**import autoawq**

大语言模型量化库。需要注意版本兼容性要求。大模型微调训练peft模型时，可以在原模型上训练peft模型，然后用原模型量化的AWQ模型加载peft模型推理

quant\_config = {'zero\_point': True, 'q\_group\_size': 128, 'w\_bit': 4, 'version': 'GEMM'}：量化设置。w\_bit为4位或8位量化；version为量化内核版本

model.quantize(tokenizer, quant\_config=quant\_config)：模型量化

model.save\_quantized(save\_dir)：保存量化模型

**import diffusers**

Hugging Face推出的用于推理和训练diffusion扩散模型的库

**StableDiffusion(2022)**

github：<https://github.com/Stability-AI/StableDiffusion>

Stable Diffusion主要由clip的文本编码+unet去噪生成+vae变分自编码3个模型组成，实际应用中还会加入图片编码模型、控制模型、各类风格lora模型等，是一类模型的集成。在Hugging Face的开源模型中，通常会提供合在一起的完整模型和拆分开的各模块模型，只是加载方式不同。可以在diffusers库中灵活的加载和替换各模块

扩散(diffusion)：图片的加噪或去噪

文本编码模型(500MB以内)：输入的文本先经过tokenizer编码，再输入到文本编码模型中得到特征向量，然后将特征向量输入unet模型

unet去噪生成模型(5G以内)：图片生成的核心结构，在unet去噪生成过程中，需要很多轮次的迭代，将上1轮的结果输入到下一轮中，迭代次数越多细节越丰富

scheduler采样器：scheduler会对上1轮unet的结果进行处理，再作为下一轮unet的输入，不同的scheduler配置会影响模型生成的结果和时长

vae变分自编码模型(500MB以内)：对最后一轮unet生成的结果进行处理和放大，得到最终的图片

**通用部分**

传入模型的图片可以使用PIL.Image、[PIL.Image]、torch.tensor格式

model.scheduler=diffusers.EulerAncestralDiscreteScheduler.from\_config(model.scheduler.config)：自定义采样器

model.enable\_model\_cpu\_offload()：智能GPU加载。完整模型由很多模块串联组成，智能GPU加载只将需要的部分放到GPU上、推理过的部分放回CPU中，增加CPU和GPU之间的少量转移时间，显著节约显存。注意使用后就不要在用model.to('cuda')

model.enable\_xformers\_memory\_efficient\_attention()：加速注意力层计算速度，需要安装xformers库

**文生图**

model=diffusers.StableDiffusionPipeline.from\_pretrained(模型名称/文件夹位置,torch\_dtype)：加载模型。文件夹结构需要与Hugging Face网站中的保持一致。当本地不存在模型时会自动从Hugging Face网站中下载

model=diffusers.StableDiffusionPipeline.from\_single\_file(safetensors文件,torch\_dtype)：加载模型。这种方式只需要一个完整的safetensors文件

image=model(prompt=None,negative\_prompt=None,ip\_adapter\_image=None,height,width,num\_inference\_steps=50,guidance\_scale=7.5).images[0]：输入文本生成图像。prompt为真相提示词(字符串)；negative\_prompt为负向提示词；ip\_adapter\_image可以传入提示图像(PIL.Image的RGB)，但需要加载额外模型，参考后面的IP-Adapter；height和width指定生成图片的大小，一般为512或1024；num\_inference\_steps为unet网络重复生成次数，次数越多细节越丰富但时间越长；guidance\_scale略微影响图像的质量，大于7.5时质量更好但多样性降低，反之同理

**文+图生图**

github：<https://github.com/tencent-ailab/IP-Adapter>

IP-Adapter(2023)是一个主要针对人像的图片编码插件(100MB以内)，需要配合Stable Diffusion模型、clip图片编码模型(2.5G)使用，可以将提示图片信息融入到文生图模型中，实现文+图生图的功能

model=文生图模型

model.image\_encoder=transformers.CLIPVisionModelWithProjection.from\_pretrained(文件夹位置,torch\_dtype)：加载clip图片编码模型

model.load\_ip\_adapter('IP-Adapter/models',subfolder='models',weight\_name='ip-adapter-plus\_sd15.safetensors')：加载图片编码插件模型。IP-Adapter为下载到本地的文件夹，文件夹结构需要与Hugging Face网站中的保持一致；subfolder为模型所在子目录，weight\_name为具体的模型，有很多版本

**文+图+控制生图**

生成控制模型，可以控制图片的生成区域，从而实现风格替换或细节完善等效果。生成控制模型是插入在unet模型中的神经网络，可以多个生成控制模型一起使用

边缘控制模型：<https://huggingface.co/lllyasviel/sd-controlnet-canny>

controlnet=diffusers.ControlNetModel.from\_pretrained(模型名称/文件夹位置,torch\_dtype)：加载控制模型。

model=diffusers.StableDiffusionControlNetPipeline.from\_pretrained(模型名称/文件夹位置,controlnet=controlnet,torch\_dtype)：加载带控制器的Stable Diffusion模型，替代StableDiffusionPipeline。controlnet可以传入包含多个控制模型的列表

image=model(...,image=None,controlnet\_conditioning\_scale=1.0)：使用模型。相比StableDiffusionPipeline会多出几个参数：image为传入的控制图片，sd-controlnet-canny中为经过cv2.Canny得到的轮廓图片，多个控制模型时传入列表；controlnet\_conditioning\_scale为控制模型的叠加权重，多个控制模型时传入列表

**图生图**

可以生成一张图片的相关图片，在3D建模中可以用于生成物体的多视角图

model=diffusers.StableDiffusionImageVariationPipeline(模型名称/文件夹位置)：加载图生图模型

image\_list=model(image,width,height,num\_inference\_steps=50,guidance\_scale=7.5,num\_images\_per\_prompt=1).images：使用模型。num\_images\_per\_prompt为生成图片数

**import paddle**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/Paddle>

(pip install paddlepaddle/paddlepaddle-gpu)

百度飞桨库。paddle模型分为静态图和动态图。静态图先定义好网络再计算，速度快；动态图边计算边构建网络，计算速度较慢但便于调试。一般模型导出和转换时才用静态图

动态图模型文件：.pdmodel、.pdparams

静态图模型文件：.pdmodel、.pdiparams、.pdiparams.info

**基本操作：大部分和numpy一致**

paddle.to\_tensor(A)：转换为张量

**paddle.nn：搭建神经网络(和pytorch大体一致)**

对于网络需要输入形状时，输入形状后系统会把batch理解为批量，然后并行计算。网络搭建时最好不用if判断选择网络结构，后续转为onnx模型时容易出错

**方式1：**model=paddle.nn.Sequential()

//model.add\_sublayer('name',layer1)：添加层。但不能构建复杂结构

或者：model=paddle.nn.Sequential(layer1,layer2...)：名字自动生成

paddle.nn.Sequential(\*(layer1 for i in range(n)))：构建相同层

**方式2：**class model(paddle.nn.Layer) // def \_\_init\_\_(self,...) // self.layer1=layer1...：初始化A=model(\_\_init\_\_中参数)时会搭建好模型结构，因此\_\_init\_\_中要把所有用到的层按顺序传入self(paddle.nn.Layer为搭建模型的继承类库函数)

//def forward(self,x) // return x：调用A(x)会直接执行forward函数，此时才会确定模型内部的连接方式。对于复杂的网络定义多个类模块嵌套，类中可以使用Sequential函数。forward中用if可能导致onnx导出失败

**基础网络**

paddle.nn.Sigmoid/Tanh/ReLU/LeakyReLu/...()：添加激活函数

paddle.nn.Flatten()：将多维数据变成一维。输入(batch,...)，输出(batch,n)

paddle.nn.Linear(in\_features,out\_features)：全连接层。输入(batch,in\_features)，输出(batch,out\_features)。多变量预测时可(batch,n,in\_features)，输出(batch,n,out\_features)，但此时各dim之间是没有关系的

paddle.nn.Dropout(0.2)：丢弃层，输入/输出(batch,n)

**一维网络**

paddle.nn.Conv1D(in\_,out\_,kernel\_size,stride=1,padding=0,dilation=1)：卷积层。输入(batch,dim,n)，in\_/out\_为输入/输出维度，对应dim；stride和padding对应n，stride为卷积步长(卷积后四周会缩短stride//2)；padding=a在序列首尾填充a个0；dilation为卷积时卷积核各点的距离(形成空洞卷积)

**二维网络**

paddle.nn.Conv2D(in\_,out\_,kernel\_size,stride=1,padding=0,dilation=1)：卷积层。输入(batch,dim,m,n)，in\_/out\_为输入/输出维度，对应dim；stride和padding对应m、n，stride为卷积步长(卷积后四周会缩短stride//2)；padding=a在图片周围填充a个0；dilation为卷积时卷积核各点的距离(形成空洞卷积)

paddle.nn.AdaptiveAvgPool1D(output\_size)：平均池化。output\_size=1时，输入(batch,dim,n)，输出(batch,dim,1)

**数据处理**

使用Dataset-Dataloader方法，训练时一边训练一边取数据、预处理、合成批量，CPU数据处理和GPU模型推理并行，节约数据处理时间

paddle.io.Dataset：类似torch.utils.data.Dataset

paddle.io.DataLoader：类似torch.utils.data.DataLoader

**推理框架设置**

config=paddle.inference.Config('model.pdmodel','model.pdiparams')：创建配置器

config.enable\_use\_gpu(200,0)：初始化200M显存，使用的gpu\_id为0

config.switch\_ir\_optim(True)：使用GPU时开启IR优化

config.disable\_gpu()：使用cpu

config.set\_cpu\_math\_library\_num\_threads(a)：设置cpu线程数为a

config.disable\_glog\_info()：推理时不会输出log信息

config.enable\_memory\_optim()：可以分享内存

config.switch\_use\_feed\_fetch\_ops(False)

model=paddle.inference.create\_predictor(config)：创建推理器

input\_name=model.get\_input\_names()：获取要输入的信息，返回[...]。一般列表中有'image'，不同的模型会有不同的信息

input\_tensor=model.get\_input\_handle('image')：input\_tensor为输入接口。其他需要输入的东西同理

**推理框架使用**

input\_tensor.copy\_from\_cpu(image)：输入图片(RGB)，形状类似np.array(batch,3,640,640)，数据类型一般为np.float32。其他需要输入的东西同理

model.run()：模型执行推理

output\_name=model.get\_output\_names()：获取输出的信息

output\_tensor=model.get\_output\_handle(output\_name[0])：获取输出结果

pred=output\_tensor.copy\_to\_cpu()：转换为numpy数组

**import paddle2onnx**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/Paddle2ONNX>

paddle2onnx --model\_dir 模型文件夹 --model\_filename .pdmodel/.json --params\_filename .pdiparams --save\_file best.onnx --opset\_version 17：将paddle静态图模型转换为onnx模型

**import paddleocr**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/PaddleOCR>

OCR图片文字检测库，需要安装paddle库。包含文字区域检测、文字方向检测、文字内容识别、文本图片矫正等。通常会把模型转为onnx

**文本图片矫正**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/PaddleOCR/blob/main/docs/version3.x/module_usage/text_image_unwarping.md>

**文字区域检测**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/PaddleOCR/blob/main/docs/version3.x/module_usage/text_detection.md>

model=paddleocr.TextDetection(model\_name='PP-OCRv5\_mobile\_det',model\_dir=本地模型位置)：加载模型

output=model.predict([image/image\_path])：批量检测图片。结果为字典[{input\_path...,dt\_polys...,dt\_scores...}]；dt\_polys(n,4,2)为所有检测框的4个点坐标；dt\_scores为每个框的置信度

**onnx**

命令行导出：paddle2onnx --model\_dir ppocrv5\_detection\_max --model\_filename inference.json --params\_filename inference.pdiparams --save\_file ppocrv5\_detection\_max.onnx --opset\_version 18

命令行简化：onnxsim ppocrv5\_detection\_max.onnx ppocrv5\_detection\_max.onnx

输入处理：需要手动处理为RGB的(image / 255 - mean) / std，mean = [0.485, 0.456, 0.406]，std = [0.229, 0.224, 0.225]，array(1,3,w,h)，长边尺寸640，短边32的倍数

输出处理：输出(1,640,640)的0-1分割掩码矩阵，使用cv2.findContours提取区域，cv2.contourArea筛选太小值，cv2.minAreaRect和cv2.boxPoints获取坐标，边框放大1.5

**文字方向检测**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/PaddleOCR/blob/main/docs/version3.x/module_usage/textline_orientation_classification.md>

model=paddleocr.TextLineOrientationClassification(model\_name='PP-LCNet\_x1\_0\_textline\_ori',model\_dir=本地模型位置)：加载模型

output=model.predict([image/image\_path])：批量检测图片。结果为字典[{input\_path...,class\_ids...,scores...}]；class\_ids为图片方向，0为正，1为倒；scores为置信度。对单个数字进行识别时，可以将其复制拼接后再检测

**onnx**

命令行导出：paddle2onnx --model\_dir PP-LCNet\_orientation --model\_filename inference.json --params\_filename inference.pdiparams --save\_file PP-LCNet\_orientation.onnx --opset\_version 18

命令行简化：onnxsim PP-LCNet\_orientation.onnx PP-LCNet\_orientation.onnx

**文字识别**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/PaddleOCR/blob/main/docs/version3.x/module_usage/text_recognition.md>

model=paddleocr.TextRecognition(model\_name='PP-OCRv5\_mobile\_rec',model\_dir=本地模型位置)：加载模型

output=model.predict([image/image\_path])：批量检测图片。结果为字典[{input\_path...,rec\_text...,rec\_scores...}]；rec\_text识别内容；rec\_score置信度

**onnx：**

命令行导出：paddle2onnx --model\_dir ppocrv5\_recognition\_max --model\_filename inference.json --params\_filename inference.pdiparams --save\_file ppocrv5\_recognition\_max.onnx --opset\_version 18

命令行简化：onnxsim ppocrv5\_recognition\_max.onnx ppocrv5\_recognition\_max.onnx

输入处理：需要手动处理为(RGB/255-0.5)/0.5，array(1,3,w,h)，尺寸高度必须为48，宽度<320时，归一化后在右侧填充0直到宽为320，还有480、640等长度，图片横向压缩比例不要超过0.8

输出处理：输出(1,n,词表长度+2)，去除前后两个数值后与词表对应，要除去字符重复出现的情况

**pphuman(2022)**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/PaddleDetection/blob/release/2.6/deploy/pipeline/docs/tutorials/pphuman_mot.md>

行人检测模型。下载模型后使用推理框架即可运行。模型有'image'、'scale\_factor'两个参数。image(RGB)为直接resize为(640,640,3)再转为np.array(batch,3,640,640)，scale\_factor为(h,w)的缩放的比例(零点几)，形状为np.array([[h,w]])。结果为所有的box(np.float32)

input\_tensor=model.get\_input\_handle('image')

input\_tensor=model.get\_input\_handle('scale\_factor')

input\_tensor.copy\_from\_cpu(image)

input\_tensor.copy\_from\_cpu(scale\_factor)

**reid(2022)**

github：<https://github.com/PaddlePaddle/PaddleDetection/blob/release/2.6/deploy/pipeline/docs/tutorials/pphuman_mtmct.md#使用方法>

行人重识别模型。下载模型后使用推理框架即可运行。模型有'x'一个参数，x代表裁剪后的图片(RGB),直接resize为(256,128,3)，再除以255、减均值和除以方差(mean=[0.485, 0.456, 0.406]，std=[0.229, 0.224, 0.225])，然后转为np.array(batch,3,256,128)。结果feature(np.float32)形状为(1,256)。

input\_tensor=model.get\_input\_handle('x')

input\_tensor.copy\_from\_cpu(image)

feature=feature/np.linalg.norm(feature, axis=1)：需要归一化再进行相似度匹配

**import modelscope**

阿里魔搭社区，包含许多开箱即用的模型、简洁的API接口

网址：<https://modelscope.cn/models?page=1>

ocr图片文字检测:

<https://www.modelscope.cn/models/iic/cv_convnextTiny_ocr-recognition-general_damo>

识别效果一般，难以识别多行文字，速度很快，onnx模型在cpu上每次约0.04s

**import openai**

登录openai和使用API时要全程使用VPN，选新加坡，可用google账号登录

网址：https://platform.openai.com/docs/models

提示：https://platform.openai.com/examples

剩余额度：https://platform.openai.com/usage

限制规则：https://platform.openai.com/account/limits

计费规则：https://openai.com/pricing

2023年3月1日起，发送的API数据会被官方保留30天，但不使用数据改进模型。计费按照每1000个词索引计费，约等于750个单词或500个汉字。temperature越小则回答越简短。假设高质量的中文回答长度在700-900，假设输入价格为0.001美元/千词索引，输出价格0.002美元/千词索引，1美元可以单轮对话约600次

API接口与网页版的GPT有区别，通常网页版的效果更好、回答更长。使用API时要适当调整系统提示，比如[你是一个乐于助人的知识专家，你的回答要尽量丰富和全面，回答中的小标题要带\*\*号]

对话模型的输出中小标题可能会带上“\*\*”号，这是markdown格式的加粗，因为训练时的数据中就带有\*\*号。通常回答中的换行处为\n\n，偶尔会出现\n \n或\n等，除此之外多个空格、小标题格式等都需要注意，因此模型的输出还需进行一定的处理

API=openai.OpenAI(api\_key='API密钥')：初始化API接口

response=API.chat.completions.create(model,max\_tokens,temperature=1,messages)：使用API，以post方式发送信息。model为使用的模型(详见网址)；max\_tokens为最大生成词数，超过部分会直接截断，不建议设置；temperature较高时输出更加随机，较低时输出更加稳定且简短；messages为发送的信息[{'role':'system','content':'提示词'}, {'role':'user','content':'问题1'}, {'role':'assistant','content':'上轮回答'}, {'role':'user','content':'问题2'}...]

result=response.choices[0].message.content：得到结果

**import llama\_cpp**

github：<https://github.com/ggml-org/llama.cpp>

2024年使用c++实现的替代pytorch进行高效推理的库，提供将模型量化为float16、int8、int4的方法，针对不同平台进行了优化，在cpu上的优化效果最好。需要先将模型转为gguf格式，gguf是一种包含了模型本身和所有配置文件的二进制格式。llama.cpp需要c++环境运行，安装时用cmake构建，安装后可以从python中的llama\_cpp\_python库调用

安装：git clone -> cd llama.cpp -> cmake -B build -DLLAMA\_CURL=OFF -> cmake --build build --config Release。安装完后，会生成main文件

模型转换为gguf：python llama.cpp/convert\_hf\_to\_gguf.py --model qwen3\_0.6b --outfile qwen3\_0.6b.gguf --outtype f16

llama.cpp/build/bin/Release/llama-cli.exe -m 模型.gguf：在终端运行模型。可以多轮对话，会自动处理历史输入

**代码调用**

model=llama\_cpp.Llama(model\_path,n\_gpu\_layers=0,n\_ctx=512)：加载模型。n\_gpu\_layers=0使用cpu，大于1将前n\_gpu\_layers层放到GPU上，-1时全部放到GPU上；n\_ctx为上下文窗口(输入和输出)最大token长度

pred=model.create\_completion(text,max\_tokens,temperature,stream)：模型推理。启用stream后，可以使用for循环不断获取流式输出

**import ollama**

github：<https://github.com/ollama/ollama>

下载：<https://ollama.com/download>

大模型部署程序，相当于把llama.cpp和flask进行了集成，使用gguf模型推理

windows开机启动：任务管理器->ollama。默认开机启动

ollama serve：启动ollama服务，不会加载模型，代码中调用模型时才会加载，调用不同模型时会替换加载。调用地址为http://localhost:11434/api/generate。

ollama create 模型名 -f 模型名.mf：配置mf文件并导入ollama中

ollama list：查看所有加载的模型

ollama run 模型名：在终端运行模型。可以多轮对话，会自动处理历史输入

mf配置文件

mf配置文件中不能加注释

FROM 模型绝对路径：模型位置

PARAMETER num\_ctx 4096：上下文窗口(输入和输出)最大token长度

PARAMETER stop "<|im\_end|>"：模型结束符

PARAMETER stop "<|endoftext|>" ：模型填充符或停止符

PARAMETER temperature 0.6：随机生成温度

TEMPLATE """

<|im\_start|>system

{{ .System }}<|im\_end|>

<|im\_start|>user

{{ .Prompt }}<|im\_end|>

<|im\_start|>assistant

"""：输入提示词模版

代码调用

response=ollama.generate(model,prompt,options)：模型推理。model为ollama中模型名；prompt为用户输入；options为控制参数字典{'temperature':...}

response=ollama.generate(model,messages,options)：模型推理。messages格式为{'role':'user','content':...,'role':'assistant','content':...}。相比generate可以更方便的传入历史数据

**import llama\_index**

官方文档：<https://docs.llamaindex.ai/en/stable/>

llama\_index是2023年推出的数据检索库，专注于高性能的检索和rag构建，包含文本编码模型使用(需额外下载)、对数据库的高效检索和管理，注意它与llama2模型没有关系。llama\_index是一个大的框架，里面集成了很多其他的库，会略为杂乱当知识库庞大的时候，暴力搜索的性能会下降，llama\_index有多种优化措施。

FAISS(Facebook AI Similarity Search)：Facebook开源的向量相似性搜索库，支持近似最近邻搜索(ANN)，支持多种索引类型：IVF、HNSW、PQ

HNSW：基于图结构的ANN算法o(log n)，通过多层导航图加速搜索，需要额外内存占用，可以直接构筑索引，适合动态增删数据。适用于中等大小的知识库

IVF：先对特征使用聚类(如k-means)，搜索时只查询聚类子集。有两个变种：IVFFlat存储原始特征；IVFPQ乘积量化压缩特征，会降低精度。适用于庞大的知识库

元数据过滤：通过关键词查找需要的集合，只在需要的集合中查找数据

llama\_index数据结构为：[document文本块集合(逻辑管理)] --> [node文本块(实际单位)] --> [编码后以node为单位存储的特征数据库(又叫索引index)]。引入document集合的作用是方便管理，同文档中的文本块可以共用属性，可用于元数据过滤

准备阶段：[加载数据(划分文档、链接其他数据库)] --> [加载编码模型] --> [将文本块编码为特征] --> [存储特征]

使用阶段：[加载编码模型] --> [编码用户问题] --> [搜索向量库] --> [将文本块与用户问题合并] -- > [输入大语言模型]

0.10版本：数据库的最小存储单位是node，但最小操作单位是document。不建议直接对node进行增加和删除，而是对document进行操作

**from llama\_index.core import SimpleDirectoryReader**

document\_list=SimpleDirectoryReader(input\_dir).load\_data()：加载数据。input\_dir为txt文件目录

**from llama\_index.core import Document**

document=Document(text,id\_)：加载数据为document文本

document.id\_：更改id

document.metadata：字典metadata中包含更多详细信息

**from llama\_index.core.schema import TextNode**

node=TextNode(text,id\_)：加载数据为node文本块。没有document归属

node.id\_：更改id

node.metadata：字典metadata为空

**from llama\_index.core.node\_parser import SentenceSplitter**

split=SentenceSplitter(separator,chunk\_size,chunk\_overlap)：文本分割器

node\_list=split.get\_nodes\_from\_documents(document\_list)：划分文本块(node对象)。node会继承它原属于的document的metadata，同时会给出id\_和ref\_doc\_id，ref\_doc\_id的值为node归属的document的id\_

**from llama\_index.embeddings.huggingface import HuggingFaceEmbedding**

(pip install llama-index-llms-huggingface llama-index-embeddings-instructor)

model=HuggingFaceEmbedding(model\_name,device)：加载文本块编码模型。text2vec-base-chinese模型下载：<https://huggingface.co/shibing624/text2vec-base-chinese>

feature=model.get\_text\_embedding(text)：使用模型将文本编码为特征向量

**from llama\_index.embeddings.huggingface\_optimum import OptimumEmbedding**

(pip install transformers optimum)

(pip install llama-index-embeddings-huggingface-optimum)

OptimumEmbedding.create\_and\_save\_optimum\_model(model\_name\_or\_path,output\_path)：转换为onnx模型

model=OptimumEmbedding(folder\_name,device)：加载onnx模型

**from llama\_index.core import VectorStoreIndex**

feature\_database.docstore.docs中可以看到所有的node文本块。node中的ref\_doc\_id是它的document归属。feature\_database.ref\_doc\_info中可以看到所有document集合

feature\_database=VectorStoreIndex.from\_documents(document\_list,embed\_model=model)：从document\_list制作特征数据库

feature\_database=VectorStoreIndex(node\_list,embed\_model=model)：从node\_list制作特征数据库。注意node可能没有document归属

feature\_database.insert(document)：添加新的文本块集合。document的id\_作为ref\_doc\_id，document中node的id\_随机

feature\_database.insert\_nodes(new\_node\_list)：添加新的文本块。如果node所属document集合和node的id\_重复时不会添加或覆盖

feature\_database.delete\_ref\_doc(ref\_doc\_id)：删除文本块集合

**from llama\_index.core import StorageContext, load\_index\_from\_storage**

feature\_database.storage\_context.persist(persist\_dir)：保存数据库

storage=StorageContext.from\_defaults(persist\_dir)：加载数据库为storage

feature\_database=load\_index\_from\_storage(storage,embed\_model=model)：将storage转化为数据库

**from llama\_index.core.retrievers import VectorIndexRetriever**

retriever=feature\_database.as\_retriever()：配置搜索器。返回最相似的2个

result\_list=retriever.retrieve(input\_text)：搜索知识库。input\_text为要搜索的内容。result\_list[0].score为相似度，result\_list[0].text为内容

**import langchain**

官方文档：<https://js.langchain.com.cn/docs/>

langchain是2022年10月开源的一个项目，后来成为一家初创公司。langchain是一个大的框架，里面集成了很多其他的库。可以调用ollama、llama\_index等库

langchain用于智能助手的构建，包括多个模型、知识库、用户历史等整个系统的管理

**import faiss**

(pip install faiss-cpu/faiss-gpu)

github：<https://github.com/facebookresearch/faiss>

faiss是高效相似性搜索和密集向量距离库，使用np数组。底层使用c++编写，有CPU和GPU两个版本，比如IndexFlatL2函数的GPU版本为GpuIndexFlatL2，会自动处理GPU与CPU的内存复制，支持单GPU和多GPU使用

faiss.normalize\_L2(feature\_database)：归一化。形状(n,feature\_len)，无返回值

search=faiss.IndexFlatL2(feature\_len)：欧氏距离。feature\_len为特征长度

search=faiss.IndexFlatIP(feature\_len)：点积(余弦相似度)

search=faiss.IndexHNSWFlat(feature\_len,node)：图搜索(HNSW)。构建时间长但搜索速度快，适合高维度和1百万以内数据。node为节点数16-64，越大精度越高但内存越大

search.add(database)：添加特征到搜索器

search.ntotal：搜索器中的特征数

similarity,index=search.search(feature\_batch,k)：对批量特征进行搜索。k为搜索最相似的个数。similarity和index的形状都为(batch,k)

**搜索优化**

在原来搜索器的基础上嵌套，通常与IndexHNSWFlat结合使用，通过聚类实现分层搜索

search=faiss.IndexIVFFlat(search,feature\_len,nlist)：倒排索引(IVF)，先聚类再查找。nlist为聚类中心数，通常为4\*sqrt(数据量)。适合1千万以内数据，精度略微下降

search=faiss.IndexIVFPQ(search,feature\_len,nlist,M,bits,nprobe)：倒排文件(IVF)+乘积量化(PQ)。nlist为聚类中心数，通常为4\*sqrt(数据量)；M通常为特征长度的1/4；bits为每个子空间的比特数1-16，通常为8，越大精度越高，内存越大。适合1千万以上数据，精度略微下降

search.nprobe=n：在最相似的n个聚类中查找，默认为1，越大精度越高

search.train(database)：构建搜索器。IndexIVFFlat和IndexIVFPQ需要数据来构建

search.add(database)：添加特征到搜索器。分配到离聚类向量更近的聚类中

similarity,index=search.search(feature\_batch,k)：对批量特征进行搜索

**特征数据库**

qslite3+faiss：适合1百万以内数据。适合本地部署

PostgreSQL+pgvector：适合1亿以内数据。内置faiss算法，无需faiss库

milvus：适合1亿以上数据。内置faiss算法，无需faiss库

**import qslite3**

qslite3用于在本建立1百万以内的小型数据库。底层用c语言实现，数据操作使用sql语言，可以在python中调用

数据库文件为.db；数据库称为表，每行数据都有唯一的id。基础存储单元是page(默认4kb)；表数据和索引的存储结构为B-tree；还会产生临时的日志文件用于回退。存储的数据类型为空值(NULL)、整数(INTEGER)、浮点数(REAL)、字符串(TEXT)、二进制数据(BLOB)

database=sqlite3.connect('database.db')：加载数据库。不存在时会创建空的

cursor=database.cursor()：数据库操作器

cursor.execute(f'''sql语句''')：执行sql语句

result=cursor.fetchall()：获取已执行的cursor.execute结果

database.commit()：提交操作修改。此时会保存到数据库.db文件中

cursor.close()：关闭数据库

**sql语句**

CREATE TABLE IF NOT EXISTS {表明} (id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,created\_time TIMESTAMP DEFAULT CURRENT\_TIMESTAMP,name TEXT NOT NULL)：如果不存在则创建表。created\_time、name等为自定义可增加的列名；INTEGER PRIMARY KEY表示id为唯一的整数，AUTOINCREMENT表示会自动递增不重复；TIMESTAMP DEFAULT CURRENT\_TIMESTAMP表示会自动填入时间

cursor.execute('''INSERT INTO {表明} (name) VALUES (?)''',(name,))：插入数据。id自动递增时无需传入id。(name,)传入[(name1,),(name2,)]时可以批量插入

SELECT id,name FROM {表明}：查询所有的id和name(没有返回)

SELECT {列名1},{列名2} FROM {表明}：从表中取出列。如果列中为固定长度的二进制向量，需要：target=[\_[i] for \_ in result]、np.frombuffer(b''.join(target),dtype).resize(-1,feature\_len)

**import ultralytics**

(pip install ultralytics)

github：<https://docs.ultralytics.com/zh/>

ultralytics库中整合了所有yolo系列的模型

model=ultralytics.YOLO(model\_path)：加载yolo系列预训练模型

result=model.train(data='dataset/ultralytics.yaml',epochs=50,imgsz=640,pretrained=True,resume=True)：模型训练。训练时会保存中间状态到runs中，加载本地模型时pretrained要为False；resume会加载最近的状态继续训练，轮次满后依然会停止

model.export(format='onnx',dynamic=True,imgsz=640,half=True,simplify=False)：导出onnx

**GOT-OCR2.0**

github：<https://github.com/Ucas-HaoranWei/GOT-OCR2.0>

2024年OCR检测库，能够检测数学中的特殊符号，模型较大需要GPU

**improt pytesseract**

ocr识别。pytesseract只是python的调用接口，要安装tesseract并导入系统变量

pytesseract的识别效果不如ppocr，但可以识别指定字符

windows安装：下载安装包安装后，需要添加系统环境变量，在powershell中使用：setx PATH "$env:PATH;D:\D:\tesseract\_ocr"。然后重启pycharm

information=pytesseract.image\_to\_osd(image,config)：识别图片旋转方向。其中'Rotate: n'字段代表顺时针旋转n度'Orientation confidence: n'代表置信度为n

text=pytesseract.image\_to\_string(image,config)：内容识别。text为识别内容+\n

config：'--psm 6'识别单行文本块；'--psm 10'识别单个字符；'--oem 3'默认最优模式，可以与psm一起使用；'-c tessedit\_char\_whitelist='可以指定识别的字符白名单

**import rembg**

去除图片背景的库

image=PIL.Image.open(image\_path)：读取图片

image=rembg.remove(image,session=None)：去除图片背景。session可以加载自定义模型。image可以为RGB或RGBA格式，返回结果为RGBA格式

**import prophet**

github：<https://github.com/facebook/prophet>

facebook基于加法模型的时间序列预测框架，将序列分为趋势、周期、季节、随机值，适合具有季节性影响和多个季节历史数据的时间序列

model=prophet.Prophet()：创建模型

model.fit(df)：用模型学习数据。df中只能有两列，时间列ds和数据y

model.changepoint\_prior\_scale=a：设置拟合参数，越大拟合性越强，默认0.05

future=model.make\_future\_dataframe(periods)：设置预测长度，periods为长度

df\_pred=model.predict(future)：预测未来数据。df\_pred中有时间列ds、预测值yhat、预测下限yhat\_lower、预测上限yhat\_upper、趋势trend、趋势下限trend\_lower、趋势上限trend\_upper、周趋势weekly、年趋势yearly等

figure=model.plot\_components(df\_pred)：画出trend、weekly、yearly的图，可以使用figure.savefig(path)保存或figure.show()显示

**《模型部署库》**

**import netron**

netron可以看onnx模型结构，netron有还有专门的软件，可以直接打开.onnx文件查看网络结构

netron.start(onnx)：在跳出的网页中查看onnx模型的网络结构

**import onnx**

onnx是模型加速推理库，将tensorflow/pytorch模型转换为onnx可以与代码分离(pt模型加载需要代码)、减少大小、提高速度。后续还可以转为tensorrt。onnx模型可以用netron软件查看。onnx模型转出后输入输出的形状就固定了，只能将torch代码、基础结构(如列表)转换为onnx，数据处理等通常要分离，尽量不要在模型forward中用if判断，容易导致onnx模型运行出错。转出的onnx模型数据类型和pt模型一致，建议都为float16(cpu运行即使不支持也不会报错)

torch.onnx.export(model\_pt,input\_one,save\_path,input\_names,output\_names,dynamic\_axes)：将pytorch模型转为onnx。input\_one如torch.randn(1,3,640,640).to(device)，用于确定输入形状和执行一次推理以确定模型连接方式；input\_names为输入的名称如['input']，NLP多个输入时为['input\_ids','attention\_mask']；output\_names为输出的名称如['output']；dynamic\_axes={'input':{0:'batch\_size'},'output':{0:'batch\_size'}}指定数据的维度为动态，0表示input的batch\_size(0维度)为动态，没有指定的默认固定，如(3,640,640)等图片形状不会改变，会根据input\_one的形状来固定

onnx模型服务化部署时，默认没有线程锁，多线程时会并行计算出现显存暴增的情况，因此要加线程锁

**import onnxruntime**

(pip install onnxruntime：安装cpu版本)

(pip install onnxruntime-gpu：安装gpu版本，cpu和gpu都可以用)

onnx模型推理库。在电脑支持的情况下，CPU/GPU上都可以使用float32/float16推理。输入数据为np.array。版本要与cuda和cudnn对应

onnx模型在linux的GPU上运行时，可能出现显存暴增的不稳定现象，需要多跑几轮显存才会稳定，建议单独作为一个flask功能

session=onnxruntime.InferenceSession(onnx位置,providers)：加载模型和框架。providers=['CPUExecutionProvider']/['CUDAExecutionProvider']使用CPU/GPU推理

input\_name=session.get\_inputs()[0].name：获取输入名称。[0].name为第1个输入的名称

output\_name=session.get\_outputs()[0].name：获取输出名称

input\_type=session.get\_outputs()[0].type：获取输入数据类型。结果为字符串

pred=session.run([output\_name],{input\_name: np数据})：推理

**import onnxsim**

(pip install onnx-simplifier)

自动简化onnx模型，比如常量折叠、冗余节点消除、算子融合等优化

命令行使用：onnxsim model.onnx sim\_model.onnx

model=onnx.load(model\_onnx\_path)：加载onnx模型

onnx.checker.check\_model(model)：检测onnx模型，不报错就是没问题

model,check=onnxsim.simplify(model)：简化onnx模型

onnx.save(model,save\_path)：保存模型

**import tensorrt**

下载：https://developer.nvidia.com/nvidia-tensorrt-8x-download

github：<https://github.com/NVIDIA/TensorRT>

使用函数：<https://docs.nvidia.com/deeplearning/tensorrt/archives/tensorrt-840-ea/api/c_api/index.html>

(安装要从NVIDIA官方下载对应cuda、cudnn版本的压缩包)

需要先安装cuda和cudnn，下载tensorrt版本要对应，只需要压缩包中的bin、include、lib文件，然后添加lib文件路径到系统路径中(windows为：系统->高级系统设置->环境变量->系统变量->Path中加入。linux为：sudo ldconfig lib位置)，然后找到对应版本的whl文件使用pip install .whl。bin中是官方提供的onnx转trt程序

tensorrt是英伟达官方针对自己的硬件设备面向AI工作者推出的一种部署方案，可以改善网络的延迟、吞吐量以及效率。对于trt模型，批量预测相对单张预测只有在小模型上有一点优势，大模型上差不多，甚至单张预测更快，反而单张预测占显存更少

**onnx转trt：使用bin中的trtexec**

linux需要添加环境变量export LD\_LIBRARY\_PATH=$LD\_LIBRARY\_PATH:lib位置。命令终端输入trtexec：会看到使用的提示信息

trtexec --onnx=best.onnx --saveEngine=best --useCudaGraph ...

转换过程中有很多提示信息，可以解决大多数问题。转换后会进行速度测试。不指定输入形状时默认为单批量预测(推荐)

# --onnx=onnx模型位置

# --saveEngine=trt模型保存位置

# --noTF32：禁用float32精度

# --fp16：启用float16精度(通常使用fp16)

# --int8：启用int8精度(精度下降较为严重)

# --best：开启所有精度(有的模型是混合精度的)

# --device=0：使用的GPU号码，默认为0

# --useCudaGraph：尝试使用cuda图

**使用tensorrt推理：**



input为输入、h\_input为锁存、d\_input为显存；output同理

使用cuda延迟加载能够提升性能，但需要较高的cuda版本

**import pycuda.driver as cuda：**python的cuda接口，cuda由c和少量c++组成，python要通过pycuda接口来使用cuda计算

**import pycuda.autoinit**：导入后会自动进行一些数据初始化和内存管理

logger=tensorrt.Logger(tensorrt.Logger.WARNING)：创建日志记录器

with open(model\_path, "rb") as f,tensorrt.Runtime(logger) as runtime: // model=runtime.deserialize\_cuda\_engine(f.read())：读取模型

model.num\_bindings：模型的接口总数(输入口和输出口)

for binding in model:：binding为模型接口的字符串名称

//model.get\_tensor\_mode(binding)：判断接口是否为输出返回bool值

//tuple(model.get\_tensor\_shape(binding))：获取接口的形状

//tensorrt.nptype(model.get\_tensor\_dtype(binding))：获取接口的数据类型并转为np的字符串格式

tensorrt.volume(形状:model.get\_tensor\_shape(binding))：计算该形状的一维长度。如输入(1,3,640,640)得到

h\_input=np.zeros(长度:(tensorrt.volume(model.get\_tensor\_shape(binding))),dtype=np.float32)：获取输入的形状(一维)。h\_output同理

h\_input.nbytes：获取h\_input的字节数。float32为，16为2

d\_input=cuda.mem\_alloc(h\_input.nbytes)：分配显存空间。d\_output同

stream = cuda.Stream()：创建cuda流

bindings=[int(d\_input), int(d\_output)]：绑定显存输入输出

context = model.create\_execution\_context()：创建模型推理器

cuda.memcpy\_htod\_async(d\_input, h\_input, stream)：将输入数据从CPU锁存复制到GPU显存。h\_input为输入的数据(一维)

context.execute\_async\_v2(bindings=bindings,stream\_handle=stream.handle)：执行推理

cuda.memcpy\_dtoh\_async(h\_output, d\_output, stream)：将输出数据从GPU显存复制到CPU锁存。h\_output为推理输出的结果(一维)

stream.synchronize()：同步线程

**import gradio**

官方API：<https://www.gradio.app/guides/quickstart>

gradio可以生成可视化的页面用于展示。gradio.Interface快速配置，gradio.Blocks()高级配置。如果遇到gradio没报错但浏览器页面空白，可能是版本问题

gradio\_app=gradio.Interface(fn,inputs=[...],outputs=[...],examples=[[...],...])：快速配置。fn为运行的程序，fn的参数与inputs中的内容对应，return中的内容与output对应；inputs中指定传入的内容，如['number','text','image']表示可以在页面传入数值(包括小数)、字符串、一张图片(RGB)，此时fn中也要有对应的参数；outputs为输出显示，与inputs同理；examples=[[0,'内容',image],...]会显示到页面中以供选择，内容要与输入对应。inputs和outputs可传入自定义模块来实现更多功能

gradio\_app.queue(max\_size=1)：设置线程数，在每个线程中执行函数

gradio\_app.launch(server\_name='127.0.0.1',server\_port=7860,share=False)：启动服务，启动后本地可在http://127.0.0.1:7860访问。修改server\_name='0.0.0.0'局域网可在http://192.168.x.x:7860访问，具体地址为ipconfig中的IPv4地址。share=True时可在外部访问，但只有24小时的免费，超过的要在gradio官方购买云服务

**高级配置：**

with gradio.Blocks(theme,title,css) as gradio\_app: // 自定义模块：高级配置。theme为主题颜色；css可自定义页面。页面默认按照自定义模块的写入顺序从上到下排序渲染。配置好后使用gradio\_app.launch启动服务。为了更灵活的调整页面，部分模块可以在外部提前定义好如text=gradio.Textbox，然后在gradio.Blocks()中使用text.render()渲染，与直接写入的效果一致，注意部分模块不支持提前定义要写入gradio.Blocks()内部

theme=gradio.themes.Base(primary\_hue,secondary\_hue,neutral\_hue)：自定义主题。primary\_hue为用户点击框等颜色默认orange；secondary\_hue为选择按钮的颜色默认blue；neutral\_hue为文本等颜色默认gray。推荐primary\_hue和neutral\_hue同色。颜色有暗灰slate、亮灰zinc、琥珀黄amber、翡翠绿emerald、天蓝sky、紫罗兰紫violet、粉紫fuchsia、玫瑰红rose

**自定义模块：**

部分自定义模块也可以在gradio.Interface中使用，主要用于gradio.Blocks。部分模块可以提前在gradio.Blocks外面定义，使用.render()渲染，但部分模块不可以

text=gradio.Textbox(placeholder,label,value=None,lines=1)：定义文本输入/输出框。placeholder为框中提示；value为默认值；label为框上方的提示，默认值为fn参数名；lines为框的高度。不同的输入和输出要分开定义

image=gradio.Image(label='Image',value=None)：定义图片输入/输出框number=gradio.Number(value,label,precision=None)：定义数字输入/输出框。value为框中提示；label为框上方的提示，默认值为fn参数名；precision=0时输入数字的类型会转为整数。不同的输入和输出要分开定义

mesh=gradio.Model3D(label='网格模型')：定义glb模型展示区。输入为glb路径

path=gradio.File(label)：上传任意文件，返回临时文件在服务器上的绝对路径

option=gradio.components.Radio(choices,value,label)：定义输入单选项。choices传入选项列表如['A',1,]，或者带标签的[(名称,'A'),(名称,1)]；value为默认值选项；label为提示

option=gradio.CheckboxGroup(choices,label)：定义输入多选项。choices为选项列表；label为提示

gradio.Markdown(value)：用Markdown格式写入一段话

gradio.Examples(examples,inputs,label)：添加示例。examples=['A', 'B']；inputs是提前定义好的模块名称。无法使用render()，在排版位置直接定义

gradio.ClearButton(components,value)：清除模块的历史记录。components传入模块列表，value为按钮名称

button=gradio.Button(value)：自定义按钮。value为按钮名称

button.click(fn,inputs,outputs)：点击按钮后的操作，需要写入gradio.Blocks内部

button.click(...).then(fn,inputs,outputs)：执行玩click后继续执行then中任务

with gradio.Tab(label):：创建一个标签页模块，可以在页面中选择。比如将图片功能写入一个Tab，文本功能写入一个Tab。label为标签页名称

with gradio.Accordion(label,open=True):：创建一个折叠页模块，可以隐藏其中的内容。label为折叠页名称；open为默认是否展开

with gradio.Row():：里面的内容在页面中水平排列。默认所有模块等宽度，要调整宽度可在各模块中加入参数scale，如果A的scale=2，B的scale=1，则A是B的两倍宽。Row中可以嵌套Column，因此Column中也有scale参数

with gradio.Column():：里面的内容在页面中垂直排列

**对话机器人：**

chatbot=gradio.Chatbot(value=[],height=400,bubble\_full\_width=True)：定义对话框，刷新网页后重置。height为对话框高度；bubble\_full\_width=False时聊天消息长度会自动调整。inputs=['text','chatbot']，outputs=['chatbot']，返回使用yield代替return，函数中的参数首次使用value的值，后续使用上次yield的值，数据格式为[[用户输入,模型输出]...]，当内容为None时会输出省略号

流式输出：需要将函数中的return改为循环+yield，每次循环将一个字加入到输出中

**import flask**

flask是一个用Python编写的Web应用程序框架，可以将python程序包装成一个可以随时调用的服务，存放到服务器上。如果要支持多进程和多线程等，最好使用gunicorn，使用gunicorn时，flask的端口变为本地端口，外面使用gunicorn的端口访问。注意云服务器的端口要对外开放，需要在网站上的安全组中手动开放，然后服务器上也要设置开放

同步阻塞：当flask收到很多请求时，会按照顺序依次执行

sudo firewall-cmd --list-ports：查看已开放的端口(本地访问不需要开放端口)

sudo firewall-cmd --zone=public --add-port=9999/tcp --permanent：开放指定端口

sudo firewall-cmd --zone=public --remove-port=9999/tcp --permanent：关闭端口

sudo firewall-cmd --reload：重启防火墙

ps aux | grep flask：查看所有的flask服务

kill 服务号：关闭服务

**启动服务**

app=flask.Flask(\_\_name\_\_)：创建一个服务框架

@app.route('/name',methods,strict\_slashes=True) // def function():...：初始化服务，指定调用执行的函数。methods=['GET', 'POST']表示只可以使用post请求

app.add\_url\_rule('/detection', methods=['GET', 'POST'], view\_func=function)：初始化服务，指定调用执行的函数

request=flask.request.get\_data()：接收任意格式请求，转为二进制格式。写在def function()中。浏览器访问时request为b''。如果是json格式，可以使用 json.loads(request.decode('utf-8'))得到字典

request=flask.request.get\_json()：接收json格式请求，其余会报错。Content-Type要设置为application/json

return result：必须要返回结果，写在def function()中。如果返回的结果是字典，如果忘记用json.dumps()则函数会自动使用

app.run(host='127.0.0.1',port=5000,debug=False,threaded=True)：启动服务。host为监听主机名，设为'0.0.0.0'时使服务可以通过局域网访问(此时内网也可)，公网访问：http://公网ip:port/name；port为监听端口，可以设为2000-9999；debug=True时提供调试信息；threaded=False只有一个线程排队接收请求，True时默认线程数量4\*cpu核，多个线程接收请求并不一定能并行执行函数，由于python的GIL锁导致很多地方还是串行计算。运行后可通过http://host:port/name访问服务。app.run的方式启动是单线程的

如果后续要使用gunicorn多线程等启动flask，为了避免传入参数时args冲突，需要用args,\_=parser.parse\_known\_args()替代常用的args=parser.parse\_args()

**发送数据**

flask.send\_file(file\_path,as\_attachment=False)：接收请求后发送数据。attachment=True时浏览器不打开只下载，用于传输文件。浏览器从服务器下载压缩包时，会显示不安全，因为使用http协议，需要服务器购买和配置SSL证书，使用https协议

**post请求**

import requests

response=requests.post(url,data)：post访问服务器。response.status\_code为状态码：200传输正常，500服务器内部错误

result=response.json()：将字符串解码

**get请求**

每搜索一次http://服务器IP:port/name就会执行一次函数def flask\_app()中的内容

download\_file = requests.get(load\_path)：下载压缩包

binary\_stream = io.BytesIO(download\_file.content)：将字节内容转为二进制流

**合并请求**

将短时间内的多个请求合并成批量可以提高AI模型的计算效率

from concurrent.futures import Future

self.lock=threading.Lock()：全局线程锁

self.request\_queue=[]：全局请求队列

future=Future()：用于异步返回结果。写入请求函数中

with self.lock:：在线程锁中执行任务

self.request\_queue.append(...)：追加请求和future

if len(self.request\_queue) 0: // threading.Timer(interval=0.5,function=self.\_flask\_batch).start()：定时执行函数。定时函数不阻塞，所有定时期间锁不会生效，其他线程的请求会进入队列

future.set\_result(result)：返回结果到请求函数中。写入批量预测函数中

future.result()：获取返回的结果。写入请求函数中

**忽略信息**

flask返回请求时会输出信息，使用logging可以只输出指定级别以上的信息

import logging

werkzeug\_log=logging.getLogger('werkzeug')

werkzeug\_log.setLevel(logging.ERROR)

**zip压缩包解压**

import zipfile

with zipfile.ZipFile(binary\_stream, 'r') as f:：读取二进制流文件

f.extractall(path=None)：解压文件保存在本地。不设置path时会把内容解压出来(会去除外壳)，设置时设置的路径作为外壳

**保存为zip压缩包**

如果保存的name中带目录，则压缩包中也会带目录

with zipfile.ZipFile('save.zip', 'w', zipfile.ZIP\_STORED) as f:

for path in path\_list:

name = os.path.relpath(path, dir\_path)

f.write(path, name)

**tar类压缩包解压**

import tarfile

with tarfile.open(binary\_stream, 'r:\*') as f:：读取二进制流文件

f.extractall(path=None)：解压文件保存在本地

**rar类压缩包解压**

linux上如果使用的unrar版本落后会有问题。windows需安装winrar

下载地址：<https://www.rarlab.com/download.htm>

windows安装：安装后在系统环境变量的path中添加安装位置D:\winrar

import rarfile

with rarfile.RarFile(binary\_stream) as f:：读取二进制流文件

f.extractall(path=None)：解压文件保存在本地

**7z类压缩包解压**

import py7zr

with py7zr.SevenZipFile(binary\_stream, 'r') as f:：读取二进制流文件

f.extractall(path=None)：解压文件保存在本地

**gunicorn**

(pip install gunicorn)

gunicorn是一个 python的WSGI接口协议下的HTTP 服务器，可以创建多个进程，只能安装在linux中

gunicorn -c gunicorn\_config.py flask\_start:app：用gunicorn启动flask启动

ps aux | grep gunicorn：查看gunicorn程序

pkill -f gunicorn：终止所有gunicorn程序

curl -X POST 服务器地址：验证能否访问服务器，会得到flask的return的内容。加上-X是post请求

**参数**

bind='0.0.0.0:9999'：设置端口，外部访问端口也会从http://host:port/name变为http://公网ip/name。linux使用curl ifconfig.me查看公网ip

workers=3：设置进程数。推荐核数\*2+1发挥最佳性能

worker\_connections=1000：客户端最大连接数，默认1000

worker\_class='sync'：设置工作模型。有sync(同步)(默认)、eventlet(协程异步)、gevent(协程异步)、tornado、gthread(线程)。sync根据请求先来后到处理；eventlet需要安装库：pip install eventlet；gevent需要安装库：pip install gevent；tornado需要安装库：pip install tornado；gthread需要指定threads参数

threads=1：设置线程数。指定threads参数时工作模式自动变成gthread(线程)模式

timeout=60：启动程序时的超时时间(s)

reload=False：当代码有修改时会自动重启，适用于开发环境，默认False

accesslog='gunicorn\_log/access.log'：设置日志的记录地址。需要提前创建gunicorn\_log文件夹

errorlog='gunicorn\_log/error.log'：设置错误信息的记录地址。需要提前创建gunicorn\_log文件夹

loglevel='info'：设置日志的记录水平。有debug、info(默认)、warning、error、critical，按照记录信息的详细程度排序

**docker**

基于go语言的开源容器引擎，可以将代码和环境放到一个可移植的容器中，方便部署到其他的linux机器上。docker容器轻量化，内存需求极低

镜像：包含程序运行环境的压缩包。包含操作系统、cuda版本、python版本、库等，但不包含cuda驱动等底层东西。一台新的机器只需要cuda驱动等满足条件，就可以加载镜像来创建程序运行环境

容器：使用镜像后创建的程序运行环境。即使在同一个服务器上，各容器之间也是互不干扰的，每个容器都有自己独立的空间

仓库：存放镜像的地方。仓库的管理方法和git很相似

docker镜像保存在本地的var文件中

sudo apt-get install docker：linux中下载docker

systemctl restart docker：重启docker

docker version：查看docker版本

docker pull 镜像源：下载镜像

docker images：查看已有镜像

docker image rm 镜像id：删除docker images中的镜像

docker save -o 保存名称.tar 镜像名/id：保存镜像为.tar文件。id可以不是完整的

docker load -i .tar包：加载镜像。加载后的镜像没有repository和tag

docker tag 镜像id repository:tag：给镜像打标签，id可以不是完整的。repository要按照镜像仓库的格式，tag一般为版本号

docker push repository:tag：上传镜像至镜像仓库。需要事先连接镜像仓库

**Dockerfile：**

Dockerfile：直接创建镜像的配置文件，构建镜像时会运行文件中的命令

FROM 其他镜像：加载其他镜像，以其他镜像为模板。此行必须要有且作为第一个

WORKDIR 路径：进入某个路径中，之后的操作也会在这个路径下执行

RUN 命令1 && 命令2：构建镜像时会执行的命令。RUN指令会产生缓存以便下次创建，使用--no-cache不保存缓存。如果一行太长写不下时，加入’ \’换行。可以把命令放到一个RUN后，也可以拆分为多个，多个时会略微增加大小

CMD 命令：构建容器后、启动容器时会执行的命令

**《数据库与爬虫》**

**基础知识**

**客户端/浏览器：**

客户端会向服务器发送http请求。服务器收到请求后,会解析请求，根据请求信息生成html文档。然后服务器向客户端返回一个http响应，并将html文档作为响应的一部分。客户端解析服务器的http响应，再解析响应中的html文档显示在屏幕上

浏览器网页中右键可以选择查看该网页的html代码，html代码通过浏览器的解析和渲染变成网页页面。浏览器的内核会影响代码解析和渲染的速度和质量

**网页Web：**

html：构建页面的结构，写入内容

css：网页内容的外观和位置

Javascript：网页的动态效果

**http协议：**客户端和服务器通信的数据传输协议

get请求：从服务器获取数据，请求字符串限制1024个字节，比post请求更加高效

post请求：可以向服务器发送数据

**数据库：**

数据库给服务器提供数据，服务器反馈数据显示到网站上

DB(database)：数据库。存储数据

DBMS：数据库管理系统(mysql)。存储数据和管理数据

SQL：绝大多数数据库支持的查询语言

**网址url：https://www.baidu.com/s?ie=...**

http/https：协议(https更加安全)

www.baidu.com：域名

/s：路径

ie=...：参数

**html：**

url、href、src：url为网页链接；url+href为网页内置链接；url+src为一些可替换元素的链接，比如头像等

**爬虫：**

网页源代码：服务器发送到浏览器的代码。静态内容

检查元素中的代码：源代码+动态渲染的内容，最终显示的html。动态内容

静态内容：网页的静态内容基本不变，被请求时会一次性返回内容，不需要连接后台数据库，比如网页中不变的框架和文字。requests发起请求时会获得网页的静态数据

动态内容：网页的动态内容需要服务器调取数据库加载，在加载静态内容后进行，数据内容也是经常变动的，比如淘宝界面的商品。requests发起请求时不会获得网页的动态数据，需要找到动态内容链接再次发起请求

AJAX(Asynchronouse JavaScript And XML)：异步JavaScript和XML。动态网页通过ajax来实现，可以在不重新加载整个网页的情况下，对网页的某部分进行更新

机器人协议：使用robots协议后，爬虫访问站点时会先检查根目录下是否存在robots.txt，该文件可以指定爬虫的抓取范围，如果存在会按照文件中的规则抓取

**爬虫框架：**selenium、scrapy、DrissionPage等，selenium可以模拟用户在浏览器中的操作，等网页渲染后再爬取数据，比较稳定但速度较慢，针对不同浏览器版本要下载不同的驱动；scrapy可以渲染JavaScript从而获取网页的动态数据，异步、协程、速度快、功能齐全；DrissionPage相当于selenium的优化升级版

**Mysql**

数据库。安装需搜索安装教程，安装时注意更改安装位置和数据存放位置，默认安装在C:\Program Files\MySQL，每个模块的安装位置都要单独选择，选不了时用ALT+TAB刷新。卸载时搜索卸载教程。windows右键此电脑、管理、服务、mysql属性中可以关闭开机启动

MySQL Workbench：可以远程连接服务器中的数据库

MySQL Server：数据库，如果本机要作为数据库才下载

windows启动和关闭：可以在任务管理器的服务中启动和关闭mysql

service mysql start：linux启动mysql

service mysql restart：linux重启mysql

service mysql stop：linux关闭mysql

**Navicat**

mysql的可视化管理软件。在navicat中可以连接到mysql，注意连接时可以点击高级选项更改设置位置。Navicat中可以创建新的数据库，设置数据类型等

**import pymysql**

建立python程序与mysql数据库的连接

connect=pymysql.connect(host,port,user,password, database)：建立连接

cursor=connect.cursor()：执行操作的函数

cursor.execute(sql语句)：执行sql操作

cursor.clone()：关闭函数

**import requests**

互联网上的数据传输格式遵循http协议

headers={'User-Agent':...,...}：可以在浏览器中找到本机的headers以伪装成正常的客户端。右键网页、检查、Network、按F5键、任意文件的headers，headers中的信息并非都要填。User-Agent为客户端浏览器类别

**get请求：**

response=requests.get(url,headers=None,params=None；timeout=None,verify=True)：get访问服务器。headers(字典)不加时请求方的User-Agent默认为requests库，里面包含服务器会检查的信息，在API调用时headers中需要包含秘钥信息；params={'参数1'：内容1,'参数2'：内容2}为url的后缀参数，比如'url?参数1=内容1?参数2=内容2'表示网站中的子网页；timeout为请求超时时间；verify=True时只能访问有安全证书的网站。response.status\_code为200时传输正常，response.text为字符串格式的网页内容，response.content为二进制的网页内容，response.request.headers为请求时的headers

headers={'User-Agent':...,...}：可以在浏览器中找到本机的headers以伪装成正常的客户端。右键网页、检查、Networ`k、按F5键、任意文件的headers，headers中的信息并非都要填。response.request.headers查看请求时完整的headers。User-Agent为客户端浏览器类别

**post请求：**

response=requests.post(url,data)：post访问服务器。response.status\_code为200时传输正常

**from lxml import etree**

html=etree.HTML(html\_str)：将字符串解析为html网页的xpath格式

search\_list=html.xpath('/html/head/title/text()')：用路径的方式搜索html中head下title中的文本内容返回到列表中。title/@属性名：返回title中的属性内容；title[@]/text()：只搜索带有限制的title文本内容，限制形式如class="..."；

search\_list=html.xpath('//title/text()')：直接搜索html中的所有的title中的文本内容返回到列表中

**import scrapy**

scrapy框架可以渲染JavaScript从而获取网页的动态数据，异步、协程

scrapy startproject scrapy\_start：创建scrapy项目文件

cd scrapy\_start：进入代码文件。不用再进入子目录scrapy\_start

scrapy genspider example example.com：创建example.py示例文件，会生成在scrapy\_start/spiders中。example.py中可以写入自定义的内容和操作

scrapy genspider 文件名 allowed\_domains：新建文件。 文件类中的name具有唯一性，最好与文件名保持一致；allowed\_domains=["allowed\_domains"]为允许爬取的域名，通常可以删除；start\_urls=["http://allowed\_domains/"]为爬取的url

def parse(self,response):：执行后返回的响应。有response.status\_code等内容

scrapy crawl 文件名：开始爬取网页。文件名不加.py

ROBOTSTXT\_OBEY = True：在settings.py中可以开启或关闭机器人协议

LOG\_FILE = 'scrapy\_log.log'：在settings中加入，可以将信息写入日志

from scrapy.cmdline import execute：

execute(['scrape','crawl','example'])：等同于执行[scrapy crawl 文件名]命令

**xpath：**

scrapy中集成了etree.HTML的xpath用法，但写法有一些变动

response.xpath('//title/text()').getall()：等同于html.xpath('//title/text()')

**import DrissionPage**

使用文档：<https://g1879.gitee.io/drissionpagedocs>

github：<https://github.com/g1879/DrissionPage>

DrissionPage使用 9222 端口，会自动搜索到本地的google浏览器

**基本操作：**

page.title：网页的标题

page.html：网页的html

page\_search=page.s\_ele()：page的静态副本，仅搜索用法一致。page会根据网页动态内容改变，创建静态副本后内容不变，搜索速度加快

element=page.ele('xpath://a[@class="title"]')：查找第一个满足的元素

element\_list=page.eles('xpath://a[@class="title"]')：查找所有满足元素

element.link：链接

element.text：文本内容

page.download(url, r'save.jpg')：下载图片

**操控浏览器：**

操控浏览器等同于用户使用浏览器，共用页面和缓存

page=DrissionPage.ChromiumPage()：接管google浏览器并获取当前页面信息，如果没打开浏览器会自动打开到首页。接管之后不要再用鼠标操作浏览器。page中的内容是动态的，会随着网页动态内容的加载和函数操作而改变

page.get('https://gitee.com/login')：转跳到网页。示例网页需要账号密码登录

page.wait.load\_start(timeout=0.8)：让程序等待所有的动态内容加载完，受网络影响。实际中全部加载完会非常慢，只需0.8左右就可以加载出完整的html，剩下的时间大多浪费在浏览器显示图片等上面

page.ele('#user\_login').input('账号')：定位到账号输入口，并输入账号

page.ele('#user\_password').input('密码')：定位到密码输入口，并输入密码

page.ele('@value=登 录').click().left()：找到登录按钮，并点击

.click().left()/.right()：模拟鼠标左/右键点击

page.quit()：关闭浏览器

page.tab\_id：当前标签页的id

page.process\_id：浏览器进程id

page.refresh()：刷新当前页面

page.back(1)：按浏览器历史回退1个网页

page.forward()：按浏览器历史前进1个网页

page.scroll.to\_bottom()：滚动页面到底部

page.scroll.to\_top()：滚动页面到顶部

image\_byte=page.get\_screenshot(as\_bytes='jpg',left\_top=(0,0),right\_bottom=(1400,700))：页面截图，as\_bytes='jpg'时返回.jpg格式的二进制图片；不指定left\_top和right\_bottom时截全图

page.tab\_id：当前标签页的id

page.tabs：所有标签页id组成的列表

page.to\_tab(id)：切换控制的标签页

page.new\_tab(url)：新建标签页。此时控制对象仍为原标签页。page.wait.load\_start(timeout=0.9)

tab=page.get\_tab(page.latest\_tab)：新建一个tab对象控制刚创建的页面，tab对象的功能类似page，但权限比page低

page.close\_tabs()：关闭当前标签页

page.close\_other\_tabs()：关闭除当前标签页外的所有标签页

**访问网页：**

page=DrissionPage.SessionPage()：创建页面对象

page.get('http://www.baidu.com')：访问网页

page.response：等同于requests库的response

**测试：**

element\_list=page.eles('xpath://a[@class="title"]')：查找所有商品

element\_list[0].link：第一个笔记的链接

element\_list=page.eles('xpath://a[@class="author"]')：查找所有商品

element\_list[0].link：第一个用户的链接

element=page.ele('xpath://meta[@name="description"]')：笔记的内容

element.html：取出字符串内容，还需要进一步处理

**笔记：**

page.title：笔记标题

regex\_keyword=re.compile('keywords="(.\*?)"')：关键词正则表达式

keyword\_list=re.findall(self.regex\_keyword, element.html)[0].split(', ')：关键词

regex\_content=re.compile('content="(.\*?)#')：内容正则表达式

content\_list=re.findall(self.regex\_content, element.html)[0].split()：内容

**《金融》**

**import tushare**

官网：<https://tushare.pro/>

需要先在官网注册账号，获取密钥

tushare.set\_token('...')：设置密钥

pro=tushare.pro\_api()：初始化接口

df=pro.daily(ts\_code='000001.SZ',start\_date='20240101',end\_date='20240201')：获取股票数据。时间格式为20240101，不能为2024-01-01

**import WindPy**

需要先在wind金融终端购买账号才能使用其API，每日和每周的数据导出额度都有限定。先在wind金融终端内部使用'修复python接口'选项，并查看选用的python环境是否正确；然后使用命令'python wind安装位置/installWindPy.py wind安装位置'安装WindPy

wind金融终端中的代码生成器可以自动生成代码

WindPy.w.start()：启动WindPy接口

WindPy.w.isconnected()：判断WindPy接口是否启动成功

wind\_data=WindPy.w.wsd(股票号,变量名,起始日期,结束日期,options)：从wind金融终端获取股票数据。股票如'600004.SH'；变量名可为列表，如开盘价(open)、技术指标(ADTM)等；日期可以为字符、pandas时间数据；options可为"Currency=CNY;PriceAdj=F"，可以不填，Currency=CNY转换为人民币显示，PriceAdj=F为前复权，PriceAdj=B为后复权，不填则不复权，如果变量中有技术指标还需在options中设定一些周期参数，对于有多条线的指标会有\_IO参数用于选择是哪条线，如果此时如果要获取全部的线只能多次用函数。有如果结束日期超过了上限，会得到Nan

wind\_data.Data：取出获取到的数据，格式为二维列表，每行为每个变量的数据

wind\_data.Fields：取出变量名

wind\_data.Times：取出时间序列列表

**import finta**

github：<https://github.com/peerchemist/finta>

finta是计算股票技术指标的库，支持80多种指标的计算

df\_count=pd.read\_csv(...)：用于计算指标的数据，必须有['open', 'high', 'low', 'close', 'volume']，也可以自己加入其他变量

finta.TA.SMA(df\_count,a,column='close')：计算a日均线。返回DataFrame

finta.TA.EMA(df\_count,a,column='close')：计算a日指数均线

finta.TA.DEMA(df\_count,a,column='close')：计算a日双指数均线

**import ctypes**

ctypes.windll.kernel32.SetThreadExecutionState(0x80000000 | 0x00000001 | 0x00000002)：防止息屏。程序结束后会失效

ctypes.windll.kernel32.SetThreadExecutionState(0x80000000)：恢复息屏

**import pyperclip**

python自带的剪切板操作库

pyperclip.copy(text)：将text内容复制到剪切板。支持中文

text=pyperclip.paste()：获取剪切板中的内容

**import pyautogui**

使用文档：<https://pyautogui.readthedocs.io/en/latest/>

针对windows的GUI自动化库。可以模拟鼠标和键盘进行操作

图形用户界面GUI：采用图形方式显示的计算机操作用户界面

坐标轴：x轴为平面从左到右，对应w；y轴为平面从上到下，对应h

**鼠标操作**

w,h=pyautogui.size()：获取屏幕分辨率的宽和高

x,y=pyautogui.position()：获取当前鼠标位置

pyautogui.onScreen(x,y)：判断坐标是否在屏幕坐标系中，返回True或False

pyautogui.moveTo(x,y,duration=0)：将鼠标移动到(x,y)。duration为移动速度(秒)

pyautogui.move(x,y,duration=0)：将鼠标在原位置上移动(x,y)距离，x、y可为负数

pyautogui.dragTo(x,y,duration=0,button='left')：按住鼠标并拖动至(x,y)然后放开。button='left'时使用鼠标左键

pyautogui.drag(x,y,duration=0,button='left')：按住鼠标并拖动(x,y)距离

pyautogui.click(button='left',clicks=1,interval=0)：点击鼠标。clicks为点击次数，interval为点击间隔

pyautogui.mouseDown(button='left')：按住鼠标

pyautogui.mouseUp(button='left')：放开鼠标

pyautogui.scroll(a)：鼠标中键滚动。a通常为几百，正数为向上滚动

**键盘操作**

pyautogui.write(message,interval=0)：写入message文本内容

pyautogui.keyDown(key)：按住键盘中的key键

pyautogui.keyUp(key)：松开键盘中的key键

pyautogui.press(key,presses=1,interval=0)：按下键盘中的key键。key可以传入列表为依次按下；presses为按下次数，会先按完列表中的再重复列表

pyautogui.hotkey('A','B',interval=0)：依次按下'A'、'B'键再松开

**图片匹配**

image=pyautogui.screenshot(path,region=(x1,y1,w,h))：截取当前屏幕。path填入时会保存到本地；region不填时截取整个屏幕。image为PIL图片

x,y=pyautogui.locateCenterOnScreen(image/path,confidence=1)：在当前屏幕中匹配图片并返回中心点坐标。可以传入上一步的image或图片位置；confidence为置信度，建议0.8-0.85。没有匹配到会返回异常pyautogui.ImageNotFoundException。图片匹配的依据是像素，当匹配图片和目标图片分辨率不一致时基本无法匹配

**import pywinauto**

github：<https://github.com/pywinauto/pywinauto>

跨平台的GUI自动化库。可以对软件应用进行操作，软件可以是单进程或多进程。pywinauto的原理是先将软件解析为层级嵌套的窗口，然后通过解析出的窗口信息进行操作。软件更新可能导致解析出的信息变化。可以使用工具查看窗口信息(各工具解析结果会有差别)：https://github.com/blackrosezy/gui-inspect-tool

UISpy.exe：可以查看所有软件的窗口和控件信息，要在程序运行后启动软件

ViewWizard.exe：可以点击查看已启动窗口的各部位信息

Inspect.exe：在UI Automation中可以查看窗口中的控件信息

app=pywinauto.application.Application(backend='uia').start(exe\_path)：启动软件，exe\_path为启动程序的位置。很多软件启动后需要等待一会time.sleep(1)

app=pywinauto.application.Application(backend='uia').connect(process=a)：连接到已有程序，a为进程号(PID)

app.process：查看进程号

app.windows()：查看当前程序的主窗口名称。名称可以有多个，它们是等效的

window=app[窗口名称]：选择窗口

window.print\_control\_identifiers()：打印窗口中的所有子窗口信息。列表中为等效的窗口名称，child\_window中的信息也可以用来选择窗口

window1=window.child\_window(best\_match=窗口名称)：根据名称选择窗口

window1=window.child\_window(...)：根据详细信息选择窗口。'...'为打印出的信息

window.texts()：获取文本信息，返回列表

image=window.capture\_as\_image()：根据窗口的坐标位置截图。注意只是根据坐标位置截取桌面，需要截取的窗口要在最上方

image.save(path)：保存图片

**窗口类型**

Dialog：对话框

Pane：窗格

StatusBar：状态栏

Button：按钮。使用window.click()点击按钮

**import itchat**

github：<https://itchat.readthedocs.io/zh/latest/#itchat>

微信聊天机器人

itchat.auto\_login(hotReload=True)：登录微信。hotReload在一定时间登录不用扫码

itchat.logout()：退出登录

itchat.send(text,toUserName='filehelper')：给文件传输助手发消息

**《未归类》**

**libredwg**

DWG是autoCAD软件的专有格式，可以使用开源库libredwg(linux)转换。需要git克隆后从源码安装，可以搜安装教程

dwg2dxf dwg文件 dxf文件：将dwg文件转为dxf格式，不指定dxf位置时默认同名