

基于MATLAB的透射式电子显微像的三维层叠滤波软件

林芳

20220720

简介

❑ 本软件用于相近的多张图像的同时滤波，相对传统方法，产生更小的artifact，并且能够正确估计背景噪声；包含有对中功能。

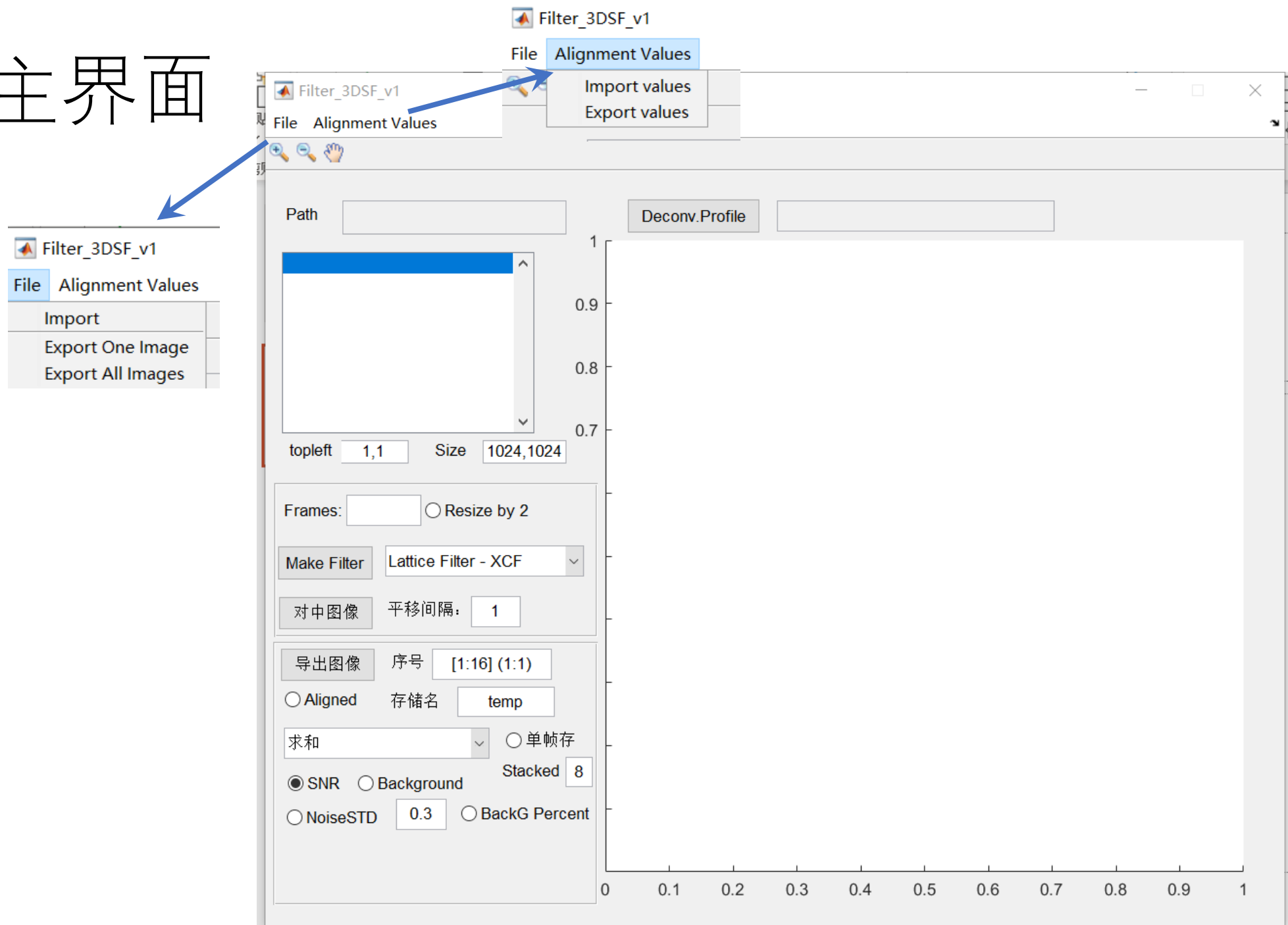
❑ 论文网址：

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304399122000924>

❑ 引用信息：

- Siyuan Huang, Hai Li, Chuanhong Jin, Xinghua Li, Jianglin Wang, Xin Cai, Yu Han, Fang Lin,
 - Three-dimensional stacked filter: A non-linear filter for series images obtained using a transmission electron microscope,
 - Ultramicroscopy, Vol. 240, 2022: 113560
 - <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2022.113560>.
- 论文亮点：观察到MOF的晶格收缩现象。

主界面



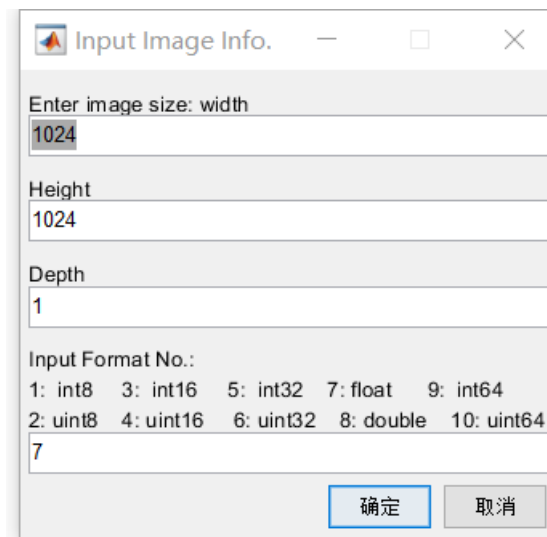
操作说明:

- **1. 导入图像。** 点击import 按钮，可以导入：

➤ 纯二进制的文件，可以是复选后的**多个单帧dat文件**，也可以是**单个包含多帧数据的dat文件**。

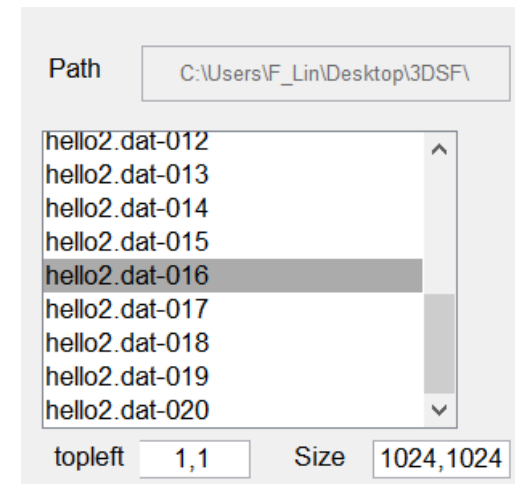
- 需要输入图像的宽、高、深度、存储类型。
(目前软件不支持矩形图像的后期滤波处理)

➤ TIF格式的电镜图片，可以是复选后的**多个单帧TIF文件**，也可以是**单个包含多帧数据的TIF文件**。



A dialog box titled "Input Image Info." with fields for "Enter image size: width" (1024), "Height" (1024), "Depth" (1), and "Input Format No.:" (7). The format list includes: 1: int8, 3: int16, 5: int32, 7: float, 9: int64, 2: uint8, 4: uint16, 6: uint32, 8: double, 10: uint64. Buttons for "确定" (OK) and "取消" (Cancel) are at the bottom.

导入后会显示文件列表
或分帧后的子图列表

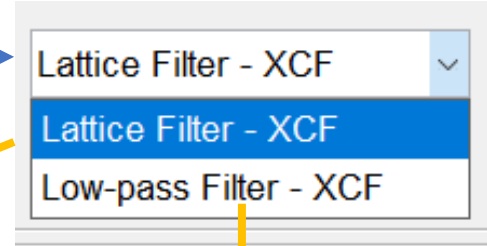
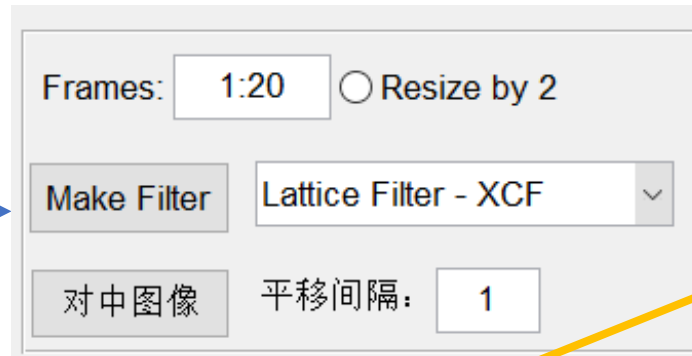


A dialog box showing a file list with the path "C:\Users\F_Lin\Desktop\3DSF\". The list contains files named "hello2.dat-012" through "hello2.dat-020". The file "hello2.dat-016" is selected. At the bottom, there are fields for "topleft" (1,1) and "Size" (1024,1024).

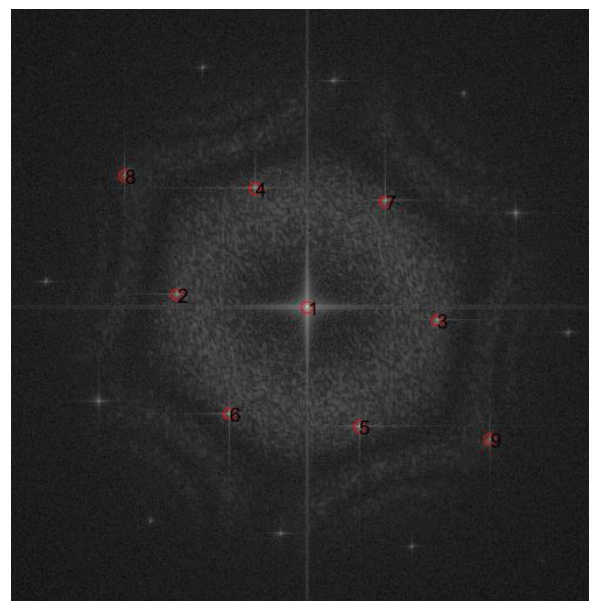
2. 对中功能

1) 制作用于对中的滤波器

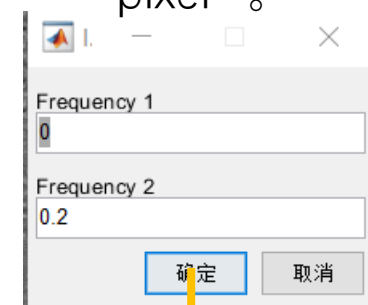
- **Frames** 设置小部分的图像用于构造对中光阑；
- 对中时可以缩小后再对中，不影响精度，但能够提高速度 (**resize by 2**) ；
- 选择低通滤波器或只留下衍射点的滤波器，后者用于剂量低、具有晶格周期性的图像；
- 点击 **Make Filter**。



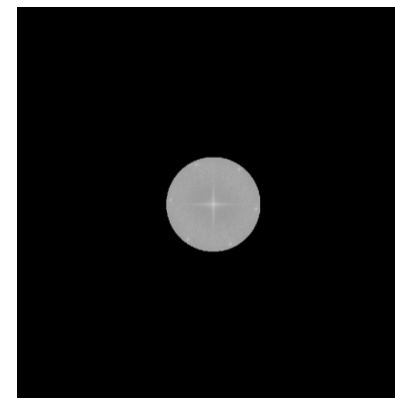
构造衍射点滤波器的结果示意，绝大部分衍射点可以通过程序自动选择出来，之后这些仅选择这些特定频率用于对中



构造低通滤波器，需要输入选择的频率段。单位是 pixel^{-1} 。

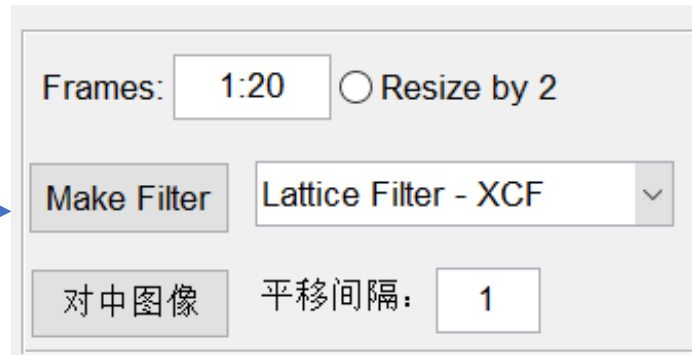


建议高频只选择到最低阶的衍射点，对中效果会较好。



2. 对中功能

II) 对中的执行



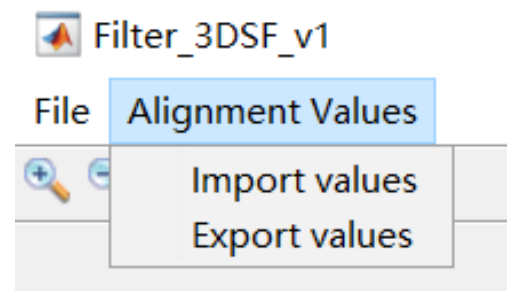
➤ 设定“**平移间隔**”；

➤ 点击“**对中图像**”；

对中的序号对，以及对中的最终结果会在终端显示。

Note1: 可以多次点击，会在前一次的结果上再次对中；

Note2: 可以从菜单导出对中的参数，也可以导入之前的对中参数。



3. 层叠滤波相关功能

1) 公共设置说明

➤ 设定滤波的图像序号;

一般情况[1:最大帧数](1:1)，方括弧是外循环的倍数关系，原括弧是内循环间距例子。

举个复杂例子备着：比如[2:4](1:2:3)表示最后选出来了第4 6 7 9 11 13图。输出结果时，图4与6，7与9，11与13分别叠加输出，只剩下3帧。

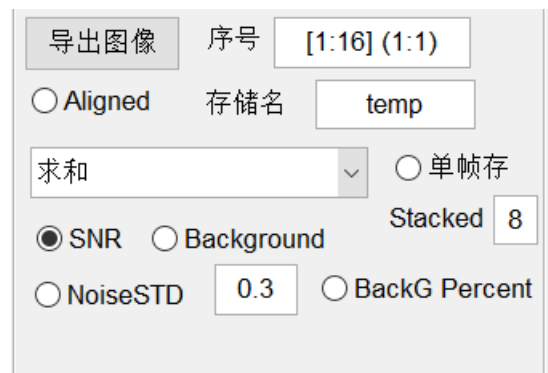
简单的话，可以[1:1](4,6,7,9,11,13)得到一样的挑选结果，但是存的话无法两两相加。

➤ **Aligned**；选中的话，会选择对中后的图像来做滤波，否则就是原图的对中。

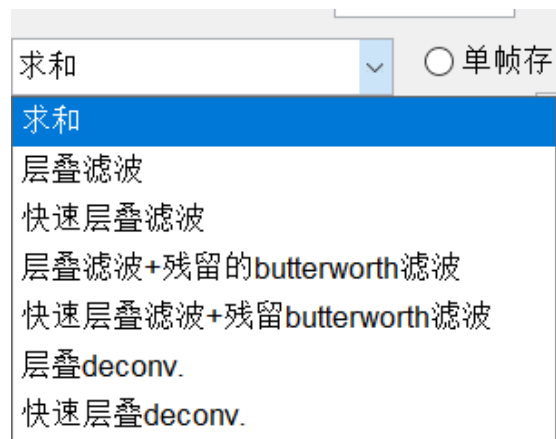
➤ “**存储名**”是存储文件的前缀名，程序还会再添加一个0在前面，避免图像存太大。

目前这个数值kkk是858行，为200张；可根据自己的电脑能力来设。

➤ “**单帧存**”。表示存储的图像以单帧形式存，否则是存为多帧在一个文件的二进制dat格式，默认是real 4（float）格式的存储方式，可在DM软件中import打开。



&



3. 层叠滤波相关功能

II) 滤波方式说明

➤ Stacked设定层叠个数，[以8张为例](#)。

➤ 下拉框选项说明：

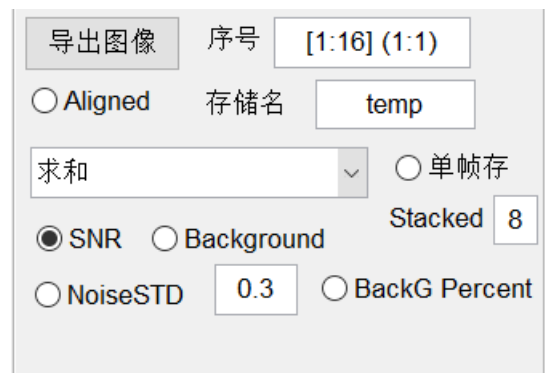
求和：不做任何处理，只是把图像简单叠加，参见前一页**序号**的设定。

层叠滤波，即3DSF。如果有12张图像要做，则1-8，2-9，3-10，4-11，5-12共完成5组滤波，并把相同序号的结果叠加平均，作为最后结果输出。

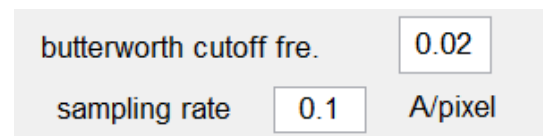
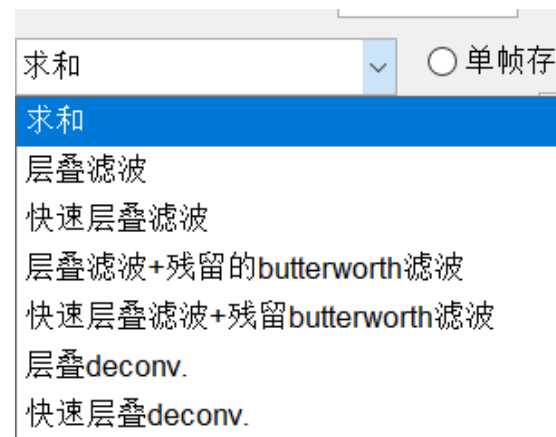
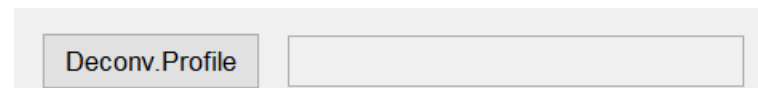
快速层叠滤波。如果有12张图像要做，则1-8，5-12共分两组完成，其1-8图为第一组滤波后的结果，9-12图为第二组滤波后的结果。

+残留的butterworth滤波：上述两种方法滤波后的图像与原图差做butterworth滤波，再叠加到上述两种方法的滤波像上。这种做法通过butterworth滤波器提取图像中的低频信息，补充上述方法中低频信息的损失。(需要输入滤波器的截止频率，要求输入图像的放大率和以 A^{-1} 为单位的截止频率)

+deconv：需要导入deconv. Profile的文件，比如CCD的MTF函数需要去除的话，可以先求解MTF的形式，再用层叠滤波的方法去卷积。(MTF的测定需要beam stopper图像，本组另外有程序可以计算。)



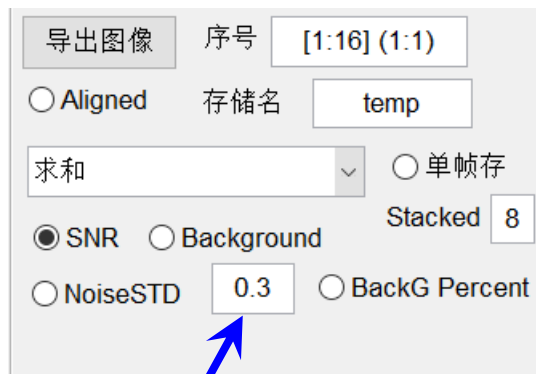
&



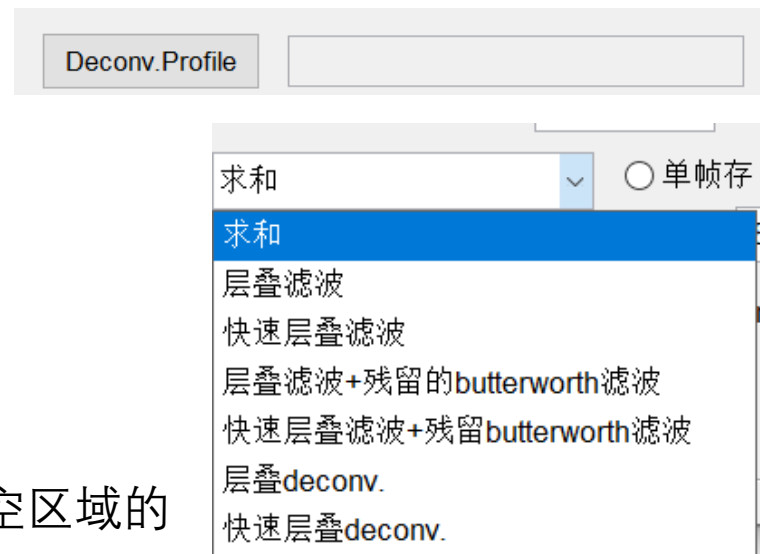
3. 层叠滤波相关功能

II) 噪声估计方法的说明

仅有一个文本框输入参数，噪声有4种方法估计
(核心代码allinone_cryo_2d_deconvolution)



&



- 选择SNR：假定噪声为白噪声，在文本框输入SNR输入值估计噪声功率。
- 选择NoiseSTD：假定噪声为白噪声，在文本框内输入待滤波的单张图像真空区域的STD（标准偏差）数值。
- 选择Background：图像圆域平均后的功率谱，做降序排列，信息信号将主要集中在低频处。将文本框(0-0.707范围)设定的百分数作为特定频率。比这个低的频率，将以该点的功率值来估计强度；比这个频率高的功率，用降序功率谱来估计。（如论文的图3f-g，代码会画第一张图和噪声的功率谱的功能；这个方法一般是最优的）
- 选择BackGPercent：假定噪声为白噪声。图像圆域平均后的功率谱，做降序排列，信息信号将主要集中在低频处。将文本框(0-1范围)设定的百分数作为特定频率，特定频率值到最高频率的功率谱做平均，以这个平均值来估计白噪声的功率。（适用于K3等相机记录的图像，本课题组的小量经验发现这种图像的噪声基本是白的。）

- 配有一个中文解释视频；结果可以通过DM软件的import方式导入，格式默认都是二进制的real 4格式，需要输入正确的长、宽、深度。
- 感谢合作小组提供的数据。
- 感谢各位的关注。
- 有进一步需求或咨询，[请联系flin_rew@163.com](mailto:flin_rew@163.com)