

— 目 录 —

1 软件功能介绍	1
1.1 操作界面概览	1
1.2 功能模块介绍	2
1.3 软件安装指南	2
2 功能模块操作说明	4
2.1 菜单栏模块	4
File	4
Tool	4
Help	17
2.2 文件列表和文件信息模块	19
2.3 图形可视化与渲染模块	23
2.4 图像基本处理模块	26
Image	26
Adjustment	26
Denoising	27
Background	28
3D View	28
Resolution Measurement	29
2.5 传统 SIM 重建模块	31
2.6 深度学习图像增强模块	32
rDL Denoising/Deconvolution for SIM	33
rDL Denoising/Deconvolution for WF	33
SR Inference for WF	34
Batching	34
Model Finetuning	35
2.7 深度学习图像分析模块	39
BioSAM	39

Counting & Tracking	40
2.8 操作日志模块	43
3 常见问题解答	44
3.1 常见问题.....	44
传统 SIM 重建相关问题	44
深度学习图像增强相关问题	44
3.2 联系方式.....	45

1 软件功能介绍

DeepInsight 是一款用于对光学显微图像进行渲染、增强和分析的 AI 软件。它将传统显微图像处理算法（解卷积、去背景等）和最前沿的深度学习图像处理分析算法（如去噪、超分辨、分割神经网络等）相结合，打造极致的显微图像处理与分析体验。

DeepInsight 集成了多通道高维图像渲染、图像去噪、图像去背景、图像超分辨、图像分割等功能模块，广泛适配不同种类的光学显微成像模态（包括共聚焦显微镜、光片显微镜、多模态结构光照明显微镜等）、不同种类的生物样本和不同信噪比水平的显微图像，旨在为科研用户提供高保真、高分辨率的成像结果和简便、高效的户操作体验。

1.1 操作界面概览

DeepInsight 软件操作界面如图 1.1 所示。

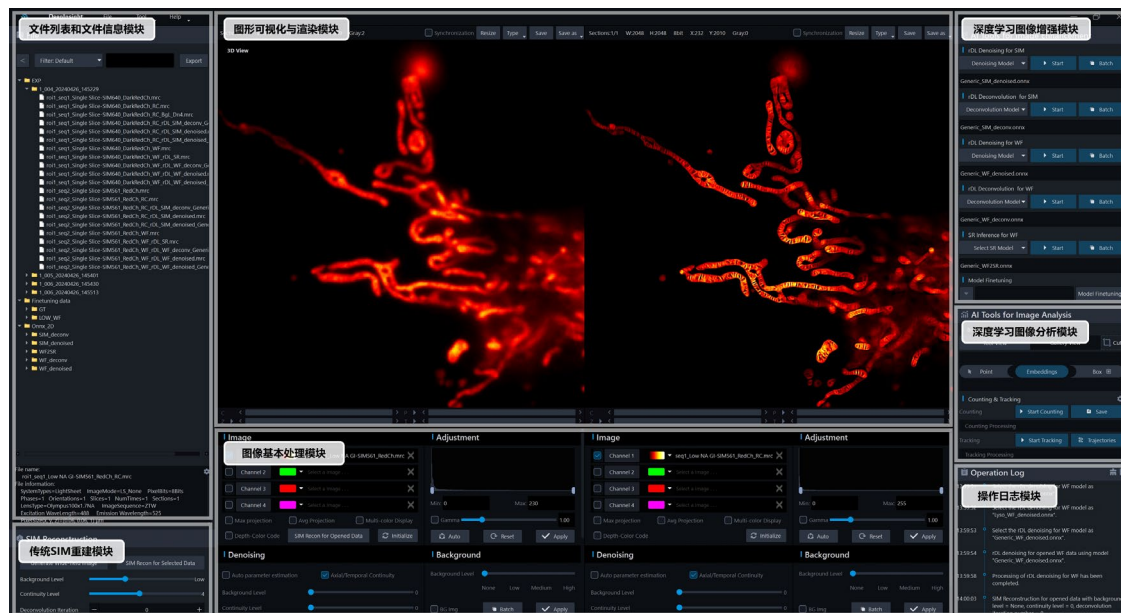


图 1.1 DeepInsight 软件操作界面

1.2 功能模块介绍

DeepInsight 软件主要分为以下八个功能模块：

- **菜单栏模块**：提供直观的功能导航，可方便地执行文件访问、功能编辑和参数设置操作；
- **文件列表和文件信息模块**：多级文件列表，可快速浏览、筛选和定位相关文件，并展示文件多尺度信息；
- **图形可视化与渲染模块**：支持多通道高维图像数据的显示、渲染与导出，支持图像对比度的快速调节，双窗口分别显示原图与处理图，提供更直观的视觉对比；
- **图像基本处理模块**：提供多种图像基本处理功能，包括多通道图像显示，图像亮度、对比度、Gamma 值调整，连续性约束去噪、去卷积，去除图像离焦背景等功能；
- **传统 SIM 重建模块**：多模态结构光照明显微图像的二维和三维传统重建，一键式重建和定制化重建相结合，为用户提供多种重建方案；
- **深度学习图像增强模块**：提供宽场图像去噪、宽场图像去卷积、SIM 图像去噪、SIM 图像去卷积和宽场超分辨 5 大深度学习功能，提供一键式批量处理和定制化的微调式处理方案，广泛适配用户的不同生物样本数据；
- **深度学习图像分析模块**：提供包括显微图像智能分割、细胞计数与细胞/单分子追踪功能，为显微图像定量分析提供便捷工具；
- **操作日志模块**：记录用户软件使用操作，如执行传统 SIM 重建、修改 AI 模型、保存处理结果等。

1.3 软件安装指南

DeepInsight 软件安装包如图 1.2 所示，包括 DeepInsight 环境配置包、补充文件包、程序可执行文件 (DeepInsight_setup1.1.0.exe) 和 DeepInsight 安装说明。其中，DeepInsight 环境配置包内文件如图 1.3 所示。下述为安装步骤，详细教程请参考 DeepInsight 安装说明。

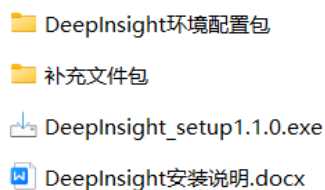


图 1.2 软件安装包

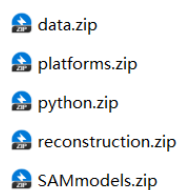


图 1.3 DeepInsight 环境配置包

- 安装可执行文件：双击程序可执行文件进行安装。选择安装路径（如图 1.4 所示）后，点击 Next。勾选 Create a desktop shortcut 创建软件桌面快捷方式（如图 1.5 所示）后，点击 Next。点击 Install，等待安装完成。

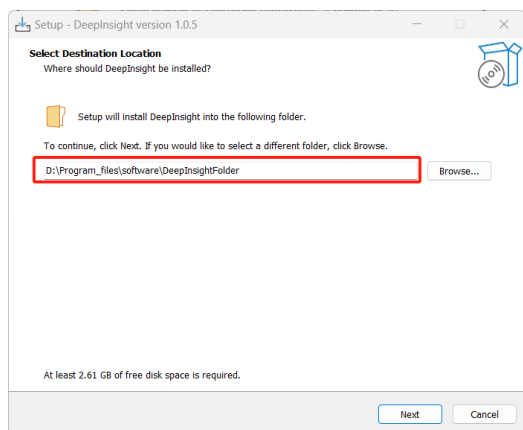


图 1.4 选择安装路径

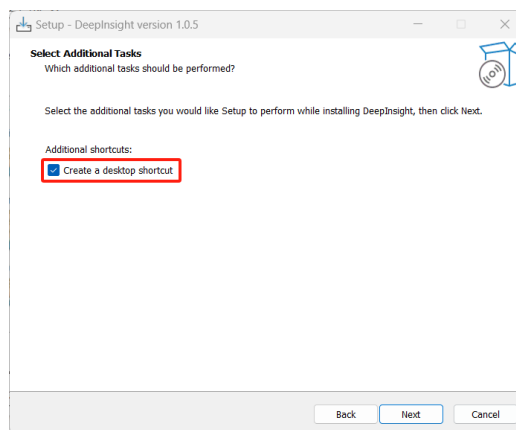


图 1.5 创建桌面快捷方式

- 配置环境：打开 DeepInsight 环境配置包，将该文件夹下的五个压缩包（data.zip, platforms.zip, python.zip, reconstruction.zip, SAMmodels.zip）解压到程序可执行文件所在文件夹，即 DeepInsight 安装目录中。
- 添加补充文件：参考补充文件包中的操作说明文档（必读操作说明.txt），将补充文件添加到对应位置即可。

2 功能模块操作说明

2.1 菜单栏模块

File

File 子菜单用于文件路径导入。点击 File 子菜单中的 Open Folder 选项，可选择目标文件夹；也可通过点击界面的 File 图标，如图 2.1 所示，快速打开文件夹选择窗口，实现快速加载目标文件夹。

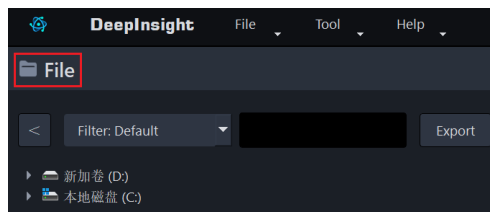


图 2.1 File 图标

Tool

Tool 子菜单如图 2.2 所示，包含 Channel Alignment 子菜单、SIM Parameters Setting 子菜单、AI Tools 子菜单、Scale Bar 子菜单、Windows 子菜单、3D View 子菜单、Time-series Merge 子菜单、Image Stitching 子菜单、Intensity Adjustment 子菜单、Bleach Correction 子菜单。

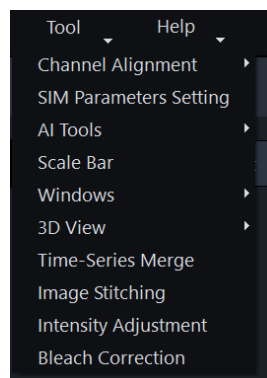


图 2.2 Tool 子菜单

Channel Alignment 子菜单包含 Enable Channel Alignment、Set Channel Alignment File 和 Channel Calibration 三个子选项。Enable Channel Alignment 允许用户选择是否在传统重建过程中启用通道对齐功能。点击 Set Channel Alignment File 打开通道对齐设置窗口 (如图 2.3 所示)。点击 Select MRC File 可根据所选 MRC 文件导入对应参数, 点击 Browse 选择通道矫正所需的 T 矩阵 txt 文件, 点击 Save 按钮保存设置。

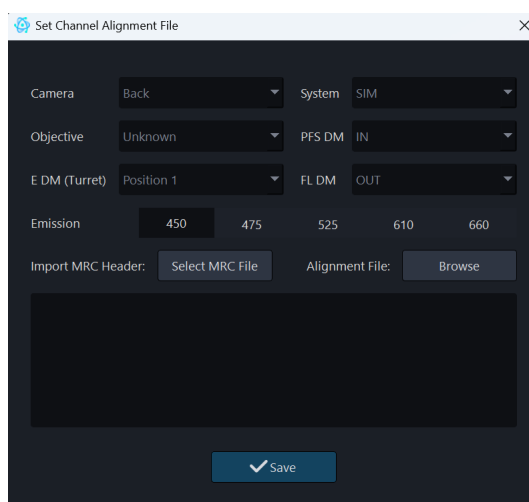


图 2.3 Set Channel Alignment File 窗口

下述参数通常无需修改, 系统会根据所选 MRC 文件和所选 T 矩阵文件自动解析并填充至对应位置。

- Camera: 相机位置, 包括上置 (Eye)、左置 (Left)、右置 (Right)、后置 (Back);
- System: 系统类型, 包括 SIM、SMT (Single Molecule Tracking)、SDM (Spinning Disk)、ISM、LSM (Light Sheet);
- Objective: 物镜类型;
- PFS DM: 包括 IN 和 OUT, 可见光 (350-780nm) 对应状态为 IN, 不可见光 (小于 350nm 或大于 780nm) 对应状态为 OUT;
- E DM (Turret): 二向色镜的位置, 显示 Turret 的位号;
- FL DM: 二向色镜的状态, 包括 IN 和 OUT。SDM 系统为 IN, 其它系统均为 OUT。
- Emission: 荧光波段中心波长;

Channel Calibration 窗口如图 2.4 所示, 分为计算 T 矩阵、通道校准、校准参数文本框、日志文本框四个部分。

- 计算 T 矩阵 (Deformation Matrix Calculation): 点击 Select target image 选择目标图像, 点击 Select source image 选择待配准原始图像, 点击 Calculate deformation matrix (T)后, 会在目标图像所在文件目录下生成校准变形矩阵 T, 并以 Calibration 字样开头保存为 txt 文件。同时, 还会生成两个以 CalibrationPreView 字样开头的配准预览 MRC 文件, 可用来看配准结果是否准确。当输入目标图像或待配准原始图像存在多个 Section 时, 会默认使用内存中第一个 Section 计算;
- 通道校准 (Channel Calibration): 点击 Select calibration file 选择目标图像, 点击 Select deformation matrix (T)选择 T 矩阵 txt 文件, 点击 Start channel calibration, 会在目标图像所在文件目录下生成校准后的图像, 以 Calibration 字样开头保存为 MRC 文件。勾选 Batch 按钮可实现批量图像校准, 选择目标文件夹和多组 T 矩阵 txt 文件后, 点击 Start channel calibration, 会遍历目标文件夹下所有 MRC 文件, 并在多组 T 矩阵文件中自动找到与之匹配的校准矩阵, 对其进行通道校准;
- 校准参数文本框 (Input Parameter): 显示当前的操作类型 (Get T Matrix/Channel Calibration/Batch Channel Calibration, 和选择的文件路径。该文本框可手动修改其中的文件路径, 实际执行处理时将根据文本框中的设置执行计算和校准工作;
- 日志文本框 (Log): 显示计算过程的输出信息和结果。

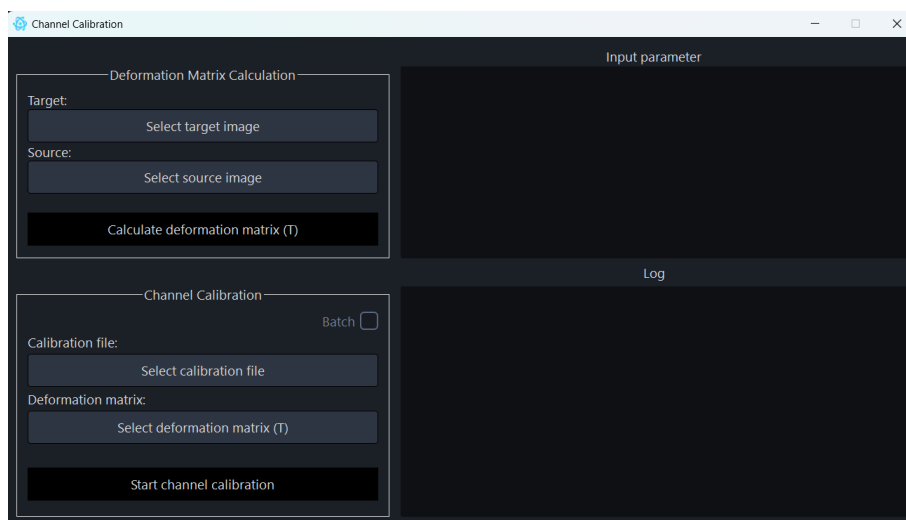


图 2.4 Channel Calibration 窗口

SIM Parameters Setting 子菜单如图 2.5 所示, 用于设置传统重建相关参数。该面板可通过选择镜头类型和激发波长显示对应的 INI 配置文件的参数。当用户修改某个参数时, 该

参数框将高亮显示，重建将使用修改后的参数，而未修改部分则采用 INI 文件中的默认值。

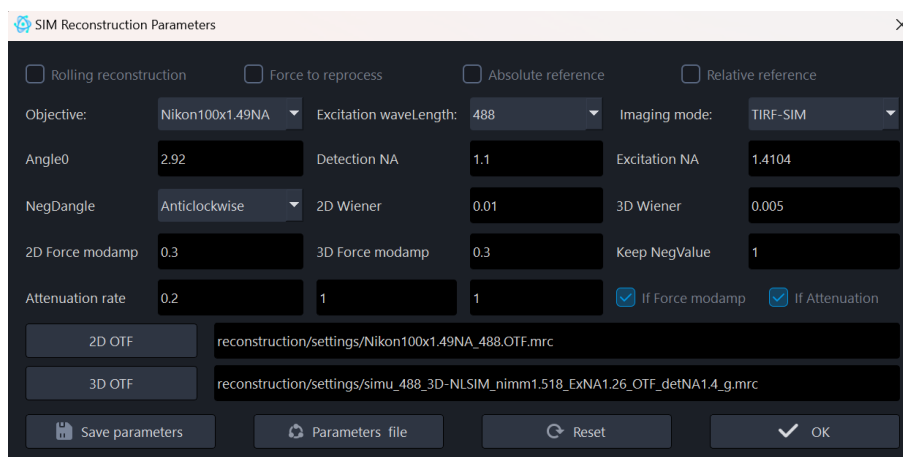


图 2.5 SIM Parameters Setting 面板

- Rolling reconstruction: 滚动重建功能。用于提高时间分辨率，适用于 2D 长时程 SIM 数据。当对 n 个时间点的数据执行重建后，重建的帧数将由普通重建的 n 帧增加到 $3n-2$ 帧。例如一个待重建数据有 10 个时间点，共 90 帧原始 SIM 图像，普通 SIM 重建将以 1-9, 10-18, 19-27.....每间隔 9 帧重建一张 SIM 超分辨图像，最终可重建 10 帧 SIM 超分辨图像。而滚动重建将以 1-9, 4-12, 7-15.....滚动重复利用 SIM 原始图像进行重建，最终可重建 28 帧 SIM 超分辨图像。此功能仅对 2D 长时程 SIM 数据有效，并且仅适用于没有时间间隔 (cycle time = 0) 的数据，默认不勾选；
- Force to reprocess: 强制重建功能。启用后，系统将重新处理所有已完成重建和去噪处理的数据，并覆盖原有文件。若未勾选此项，系统默认跳过已处理数据，默认不勾选；
- Absolute reference: 绝对参考重建功能。点击后弹出文件选择窗口，选择一个高信噪比的已重建文件作为参考，之后对所有数据的重建都将基于该文件拟合的参数进行。再次点击该选项可关闭绝对参考重建功能，默认不勾选；
- Relative reference: 相对参考重建功能。点击后弹出文件选择窗口，选择一个高信噪比的已重建文件。所有待重建的数据将根据与当前待重建文件路径相同、文件名与参考文件相同的数据来拟合参数进行重建。再次点击该选项可关闭相对参考重建功能，默认不勾选；
- Objective: 物镜类型。需根据该参数和 Excitation waveLength、Image mode 设置不同的 INI 配置文件；

- Excitation waveLength: 激发波长。需根据该参数和 Objective、Image mode 设置不同的 INI 配置文件;
- Image mode: 成像模态。需根据该参数和 Objective、Excitation waveLength 设置不同的 INI 配置文件
- Angle0: 显微系统的初始角度, 该值由显微系统决定, 对于不同系统拍摄的 SIM 数据, 该值可能会存在差异, 需匹配待处理数据对应的系统, 通常不需要调节;
- Detection NA: 探测物镜的数值孔径, 默认值为 1.1;
- Excitation NA: 激发物镜的数值孔径, 默认 TIRF 为 1.41, high NA GI 为 1.37, low NA GI 为 1.35;
- NegDangle: 条纹结构光的角度变化方向。Anticlockwise 表示角度逐渐增加, Clockwise 表示角度逐渐减小。该值与系统相关, 需匹配待处理数据对应的系统, 通常不需要调节;
- 2D Wiener: 二维 SIM 维纳滤波中的维纳系数, 默认值为 0.01。该值越大, 去除的重建伪影越多, 重建图像越平滑, 但会牺牲更多分辨率; 该值越小, 重建图像分辨率越高, 但可能会引入更多的重建伪影;
- 3D Wiener: 三维 SIM 维纳滤波中的维纳系数, 默认值为 0.005。与 2D Wiener 参数的作用效果一致, 仅适用于 3D SIM 数据的重建;
- 2D Force modamp: 二维 SIM 强制约束最小调制度 (三维 SIM 一阶调制度), 默认值为 0.3。在对数据做条纹结构光参数估计时, 若估计的调制度值小于 0.3 时, 将强制置为 0.3;
- 3D Force modamp: 三维 SIM 二阶强制约束最小调制度, 默认值为 0.3。与 2D Force modamp 参数的作用效果一致, 仅适用于 3D SIM 数据的重建;
- Keep NegValue: 是否保留重建后图像负值, 0 为不保留, 1 为保留, 默认值为 1。当重建后图像保留负值时, 进行 AI SIM 处理时会有更好的效果;
- Attenuation rate: 重建图像的零频抑制衰减率, 默认值为 (0.2, 1.0, 1.0), 第 1 个数值对应 0 阶频谱衰减率, 第 2 个数值对应 1 阶频谱衰减率, 第 3 个数值对应 2 阶频谱衰减率 (针对 3D-SIM)。该值越大, 重建图像的零频背景越小;
- If Force modamp: 是否使用强制约束最小调制度, 默认使用;
- If Attenuation: 是否使用设定的衰减率进行重建图像的零频抑制, 默认使用;
- 2D/3D OTF: 可选择 OTF 文件, 默认时该路径为空, 此时根据数据的物镜类型和激发

波长加载对应 OTF 文件;

点击 Save parameters 可将当前面板参数保存为 INI 配置文件; 点击 Parameters file 可导入 INI 或 MRC 文件并加载对应参数; 点击 Reset 可重置参数为默认值; 点击 OK 完成参数设置并关闭参数窗口。

AI Tools 子菜单如图 2.6 所示, 用于配置 AI Tools for Image Enhancement 模块相关参数。其中, Tile window 和 Tile overlap 是影响大图推理质量的主要参数。每个 rDL 推理模型的显存消耗不同, 因此软件内部设有默认的分块参数。如需缩小重叠区域提高推理速度, 或增大重叠区域缓解分块问题, 可自定义分块大小 (Tile window) 和重叠区参数 (Tile overlap), 然后点击 OK 按钮, 即可使用自定义参数进行分块推理。

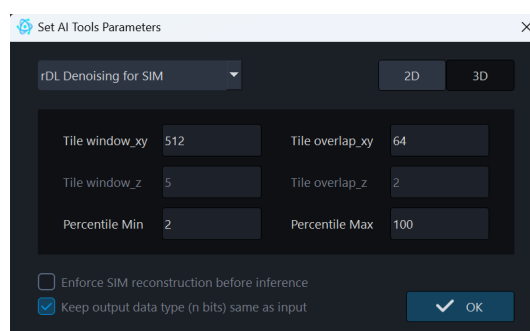


图 2.6 Set AI Tools Parameters 窗口

- Tile window: 指定在处理大幅图像时每块图像 (tile) 的大小;
- Tile overlap: 指定相邻图块之间重叠区域的大小。其最大值为 Tile window 的一半;
- Percentile min: 表示像素值显示范围的下限。通过计算像素值的直方图累计分布中, 位于指定百分比位置的像素值确定下限。直方图中小于该值的像素被映射为图像中的黑色;
- Percentile max: 表示像素值显示范围的上限。通过计算像素值的直方图累计分布中, 位于指定百分比位置的像素值确定上限。直方图中大于该值的像素被映射为图像中的白色;
- Enforce SIM reconstruction before inference: 是否在推理前进行强制 SIM 重建。若勾选, 在 Raw SIM 数据存在的情况下, 即使已存在重建文件, 也会强制再次进行 SIM 重建, 默认不勾选;
- Keep output data type (n bits) same as input: 是否保持推理的输入与输出数据位数一致。例如若勾选, 输入数据为 16 bits, 则经过推理后的输出数据仍为 16 bits。默认勾选。

Scale Bar 子菜单如图 2.7 所示, 用于在显示的图像上添加比例尺, 支持 3D 显示。

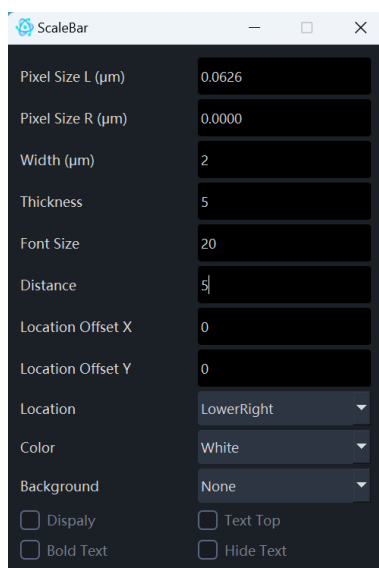


图 2.7 Scale Bar 参数设置面板

- Pixel Size L: 用于设置左边图像显示窗口图像的 Pixel Size; 当左边窗口加载图像时, 其默认值为图像头信息中记录的 Pixel Size。每次加载新文件时, 需重新打开 ScaleBar 窗口刷新默认值;
- Pixel Size R: 用于设置右边图像显示窗口图像的 Pixel Size; 当右边窗口加载图像时, 其默认值为图像头信息中记录的 Pixel Size。每次加载新文件时, 需重新打开 ScaleBar 窗口刷新默认值;
- Width: 设置比例尺的实际物理长度;
- Thickness: 设置比例尺的线宽;
- Font Size: 设置比例尺标注文字的大小;
- Distance: 设置比例尺与标注文字的距离;
- Location Offset X: 设置比例尺与起始位置 X 方向的偏移;
- Location Offset Y: 设置比例尺与起始位置 Y 方向的偏移;
- Location: 设置比例尺的初始位置, 可分别选择图像的四个角的位置;
- Color: 设置比例尺的颜色;
- Background: 设置比例尺背景颜色;
- Display: 选择是否显示比例尺;
- Text Top: 选择比例尺标注文字是否在比例尺的上方;
- Bold Text: 选择是否加粗比例尺标注文字;

- Hide Text: 选择是否隐藏比例尺标注文字。

Windows 子菜单用于控制软件各个模块的显示与隐藏。如图 2.8 所示，分别列有软件各模块的名称，名称左侧的勾选框可控制对应模块的显示与隐藏。

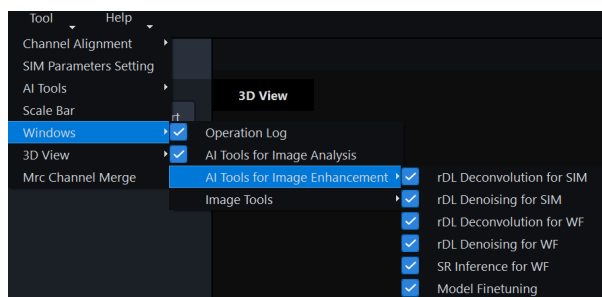


图 2.8 Windows 子菜单

3D View 子菜单包含三个子选项：Animation、Setting 和 Preferences。

Animation 子选项允许用户交互式创建 3D 动画，如图 2.9 所示。可以添加和删除关键帧，每个关键帧保存属性、时间、方位等信息，可以预览显示过渡帧动画，并支持最长 1000 帧动画以及 AVI、MP4 和 TIF 多种视频格式。底部 Rotations 和 Translations 可以根据用户设置实现 3D 显示窗口的定量旋转和平移等操作。并且该模块支持多通道长时程 3D 数据的动画制作和视频导出功能。

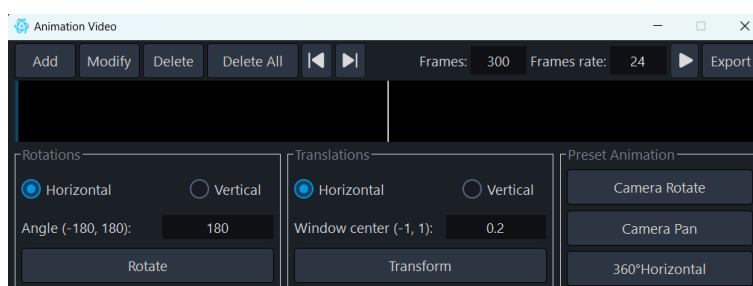


图 2.9 Animation Video 窗口

- Add: 在当前游标位置添加当前显示状态的关键帧；
- Modify: 将当前选中帧修改为当前显示状态；
- Delete: 删除选中的关键帧；
- Delete All: 删除全部关键帧；
- : 切换到选中帧的前一帧；

- : 切换到选中帧的后一帧;
- Frames: 设置导出的总视频帧数;
- Frames rate: 视频导出的帧率;
- : 点击后, 从当前选中帧开始循环播放动画, 再次点击后停止播放;
- Export: 导出设计的动画, 可保存为 AVI、MP4、TIF 等格式;
- Rotations & Translations
 - ✧ Horizontal: 水平方向执行动画指令;
 - ✧ Vertical: 竖直方向执行动画指令;
 - ✧ Angle (-180, 180): 用户设置 3D 数据的旋转角度, 从-180°到 180°;
 - ✧ Rotate: 根据设置参数执行数据旋转指令;
 - ✧ Window center (-1, 1): 用户设置 3D 数据在窗口平移的尺度, 中心位置为 (0, 0), 移动范围从-1 到 1;
 - ✧ Transform: 根据设置参数执行数据平移指令;
- Preset Animation
 - ✧ Camera Pan: 添加相机云台摆动的预设关键帧, 即镜头左右上下摆动后回到初始位置;
 - ✧ Camera Rotate: 添加相机云台旋转的预设关键帧, 即镜头绕物体正面旋转一周;
 - ✧ 360°Horizontal: 添加相机横向旋转 360°的预设关键帧, 即镜头水平方向绕物体一周。

Setting 子选项分为 Extent、Axes marker 和 Cube line | Axis label 三个部分, 如图 2.10 所示。Extent 可以手动设置 3D 数据每个方向的数据显示范围。Axes marker 用来设置小坐标轴控件的各种属性, 包括字号、线宽、显示方位、每个轴的颜色。Cube line | Axis label 模块负责数据坐标轴和外轮廓线的属性, 包括颜色、标签字号、线宽、轴标签以及部分显示控制等功能。

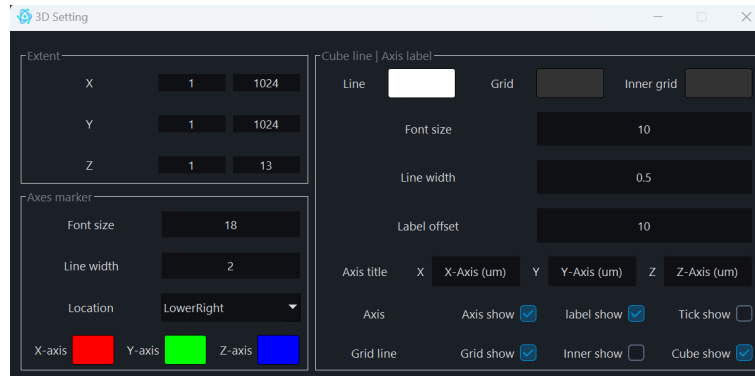


图 2.10 3D Setting 窗口

- Extent
 - ✧ X: 3D 数据的 X 方向显示范围;
 - ✧ Y: 3D 数据的 Y 方向显示范围;
 - ✧ Z: 3D 数据的 Z 方向显示范围;
- Axes marker
 - ✧ Font size: 3D 方向坐标轴的字号;
 - ✧ Line width: 3D 方向坐标轴的轴线宽度;
 - ✧ Location: 3D 方向坐标轴的显示方位, 分为 (UpperLeft, UpperRight, LowerRight, LowerLeft) 四个方位;
 - ✧ X-axis: 3D 方向坐标轴的 X 轴颜色;
 - ✧ Y-axis: 3D 方向坐标轴的 Y 轴颜色;
 - ✧ Z-axis: 3D 方向坐标轴的 Z 轴颜色;
- Cube line | Axis label
 - ✧ Line: 外轮廓线和数据坐标轴的线条颜色;
 - ✧ Grid: 数据坐标轴的 Grid 网格颜色;
 - ✧ Inner grid: 数据坐标轴的内部 Grid 网格颜色;
 - ✧ Font size: 数据坐标轴的标签字号;
 - ✧ Line Width: 外轮廓线和数据坐标轴的线宽;
 - ✧ Label offset: 数据坐标轴的轴标签与轴的距离;
 - ✧ Axis title: 数据坐标轴的轴标签文字设置;
 - ✧ Axis show: 数据坐标轴是否显示;

- ✧ Label show: 数据坐标轴的轴标签是否显示;
- ✧ Tick show: 数据坐标轴的轴刻度是否显示;
- ✧ Grid show: 数据坐标轴的 Grid 网格是否显示;
- ✧ Inner grid: 数据坐标轴的内部 Grid 网格是否显示;
- ✧ Cube show: 数据的外轮廓线是否显示;

Preferences 子选项如图 2.11 所示, 可预设 3D View 显示的属性, 勾选 Apply setting to 3D view 后, 3D 数据加载时会以该窗口设置参数显示。点击 Import from display 可从当前 3D 显示中提取属性参数更新该窗口内参数值, 点击 Load preference file 可将预设参数保存为 txt 文件, 点击 Save preference file 可从 txt 文件中加载参数到窗口界面中。其中, Camera view up 可设置相机的向上方向, 用于调整相机姿态。

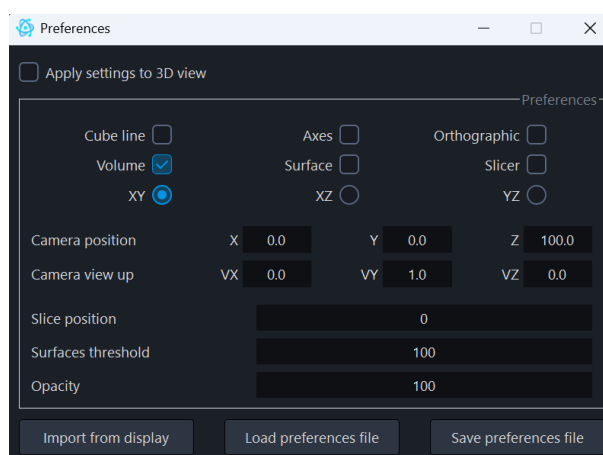


图 2.11 Preferences 窗口

Time-Series Merge 子菜单如图 2.12 所示, 主要功能为合并多个 MRC 数据的时间轴, 分为两种合并方式 (文件夹合并和文件选择合并)。Select folder 选择需要合并的文件夹, 会遍历该文件夹中所有 MRC 文件最后文件名默认导出第一个文件名加_MG 结尾。Select files 支持弹窗内文件多选功能, 选择的文件路径会显示在右侧文本框内 (可手动修改), 合并方式与 Select folder 一致。

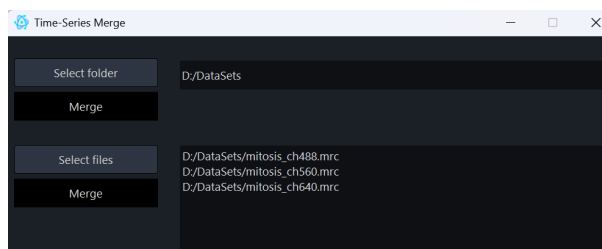


图 2.12 Time-Series Merge 窗口

Image Stitching 子菜单如图 2.13 所示，提供图像拼接功能，支持双通道数据拼接。点击 Channel 1 Folder/Channel 2 Folder 选择待拼接数据文件夹，可通过在 File Filter 中键入关键字筛选目标文件，点击 Save File Path 选择拼接后图像的存储路径。点击 Start Stitch 开始图像拼接处理。

如需对两个通道的数据进行拼接及融合，可分别将两个通道的数据置于 Channel 1 Folder 和 Channel 2 Folder 中，并执行拼接操作。如需对超过两个通道的数据进行拼接及融合，可将标准通道数据置于 Channel 1 Folder 中，将其余通道数据依次置于 Channel 2 Folder 中，分别点击 Start Stitch 执行拼接操作。

- Cols Number：拼接大图中每行排列的子图数量。选择第一个通道文件目录后，会根据文件数量自动计算并显示该值；
- Overlap：相邻子图间的重叠区域比例，默认为子图宽度的 15%。该值越大，拼接效果越好，配准准确性越高，但所需计算时间越长；该值越小，计算速度越快，但拼接时边缘匹配准确度越低；
- Stitch Method：配准方法。Sift 为基于特征点的配准方法，通过检测图像中的关键点进行匹配；Cross-correlation 为基于互相关的配准方法，通过比较图像重叠区域的像素强度相似性进行对齐；
- Enforce dark corner removal：是否启用暗角补偿功能，默认为启用。

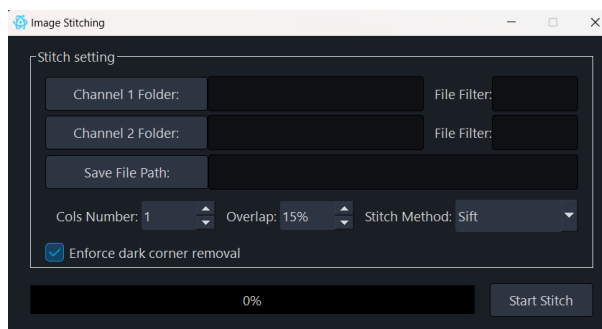


图 2.13 Image Stitching 窗口

Intensity Adjustment 子菜单如图 2.14 所示，提供强度调整功能，是一种图像预处理方法：将目标图像的均值和方差调整为与参考图像一致，从而实现亮度和对比度的一致性。点击 Select reference file 选择参考图像，点击 Select input file 选择目标文件，点击 Apply 执行强度调整处理。

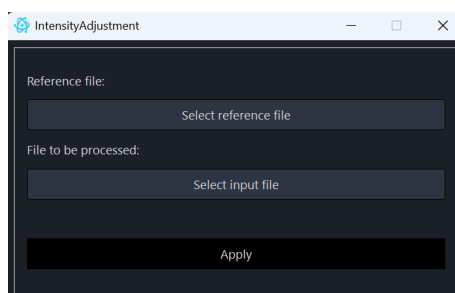


图 2.14 Intensity Adjustment 窗口

Bleach Correction 子菜单如图 2.15 所示，采用 Simple Ratio 方法，支持对单张或图像序列进行漂白矫正处理，不支持对多 Phase 图像进行处理。如需选择单张数据，点击 Process Single File 选择目标数据。如需处理图像序列，点击 Process Image Sequence 选择目标文件夹。如需筛选文件夹中含特定关键字的文件，在 File Name Contains 中键入关键字，若该项为空，则对文件夹内全部文件进行处理。在处理图像序列模式下，会将选中文件根据文件名进行排序，然后根据第一个文件的第一个 Timepoint 为基准进行漂白矫正。点击 Start 开始漂白矫正处理，所得结果以_BC 为后缀，保存在选中文件同目录或选中文件夹中。

- **Percentile-based Intensity Correction**: 如需根据百分位数进行漂白矫正处理，以排除噪声或异常值干扰，则点击勾选该项，再次点击后取消。默认值为 1.0%，即使用前 1.0% 像素进行漂白矫正处理。该值越小，对噪声越敏感，整体图像越亮；该值越大，越稳健，

但可能低估真实亮度；

- Background Intensity: 如需在漂白矫正前减去背景强度值，以减弱背景强度影响，则点击勾选该项，再次点击后取消。默认值为 100.0。该值过小，可能保留过多背景，影响矫正准确性；该值过大，则减去背景过多，易导致图像过暗；
- 如上述二者同时启用，则先进行背景强度去除，然后再根据百分位数进行漂白矫正处理。

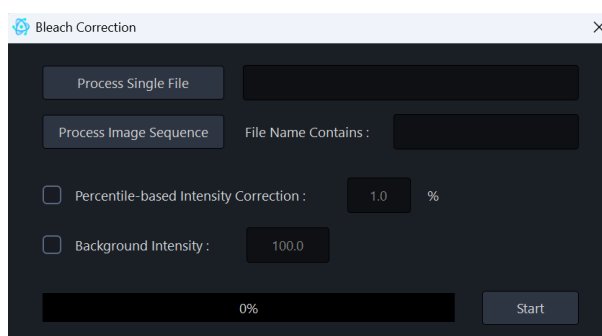


图 2.15 Bleach Correction 窗口

Help

Help 子菜单如图 2.16 所示，About DeepInsight 子菜单、Assistant 子菜单、Feedback 子菜单 Update 子菜单。

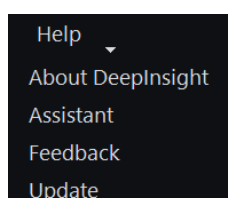


图 2.16 Help 子菜单

About DeepInsight 子菜单如图 2.17 所示，提供了软件当前版本号和对应更新信息，以及技术支持的联系方式等。



图 2.17 About DeepInsight 窗口

Assistant 子菜单如图 2.18 所示，提供了基于 LLM 的智能问答助手功能。如有与软件相关的疑问，可在输入框内键入并点击发送按钮发送。在智能问答助手思考及回复过程中，可点击停止按钮中止回复。如需复制对话文本，点击 Copy 按钮。如需修改已发送对话，点击 Edit 按钮，修改完毕后点击 Send 按钮再次发送，如需取消本次修改点击 Cancel 按钮。



图 2.18 Assistant 窗口

Feedback 子菜单如图 2.19 所示，如有任何需要反馈的内容，可通过该功能提交。首先选择反馈类型：Product Suggestion（产品建议）、Feature Issue（功能问题）、Other Issues（其他问题）。然后键入反馈内容，如需同时上传反馈数据，点击 Upload Image 下方加号，支持 MRC、TIF、PNG、JPG 等格式。可选填联系方式，以便后续了解更多详情。

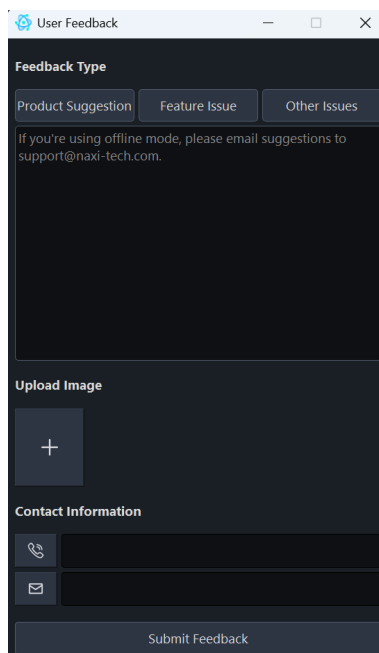


图 2.19 User Feedback 窗口

Update 子菜单如图 2.20 所示，提供了软件在线更新功能，以及最新版本软件对应的更新信息。点击后，如提示“This is the latest version.”，则当前版本已为最新版本。如需更新到最新版本软件，可点击 Yes 按钮，开始下载相应文件。如需保持当前版本，点击 No 按钮。下载完成后，可点击 Yes 按钮重启软件以应用最新版本。如需暂不重启，点击 No 按钮。

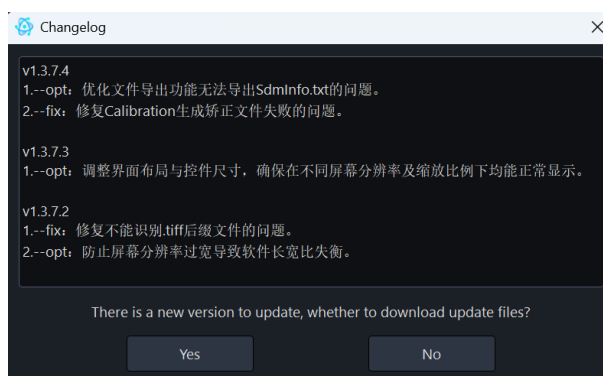


图 2.20 Change Log 窗口

2.2 文件列表和文件信息模块

文件列表和文件信息模块如图 2.21 所示，用于管理与文件系统相关的操作，包括文件浏

览、选择、读取、信息展示和过滤等功能。

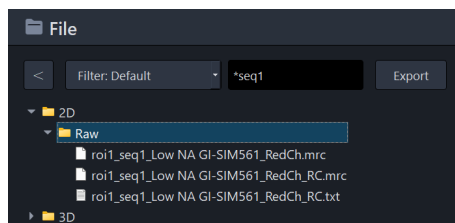


图 2.21 文件列表和文件信息模块

- 后退：点击“<”按钮返回当前位置的上一级目录；
- 文件筛选：在文件列表中，用户可点击目标文件夹（支持按住 Ctrl 多选），然后点击 filter 按钮选择筛选条件进行筛选。此外，用户还可通过设置“* + 筛选条件”的方式（如“*seq1”），手动添加自定义筛选条件；
- 文件导出：选择目标文件夹，点击 Export 打开设置窗口（如图 2.22 所示）。勾选需要导出的文件类型，点击 Browse 选择保存路径，点击 OK 完成文件导出。

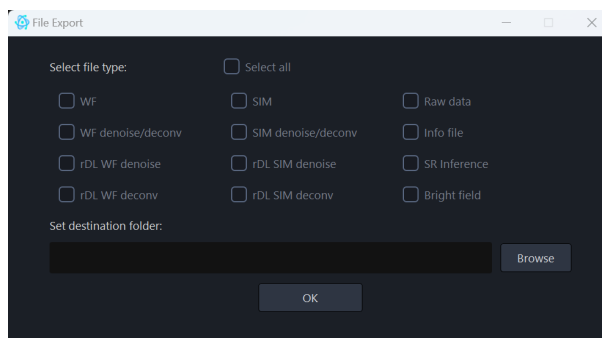


图 2.22 File Export 窗口

双击指定 MRC 文件，将根据头信息中记录的发射波长，自动将其加载到对应通道（Channel 1: 450-蓝色，Channel 2: 525-绿色，Channel 3: 610-红色，Channel 4: 660-品红）。若双击导入其它显微数据格式文件（TIF, CZI, ND2, OIR, LIF），将弹出 Import options 窗口，如图 2.23 所示，可根据文件的具体信息选择合适的参数。

- Number of phases: Raw SIM 数据单个结构光方向的相位数，通常线性 SIM 为 3，3D-SIM 为 5，NL-SIM 为 5，非 SIM 数据为 1；
- Number of orientations: Raw SIM 数据结构光方向个数，通常线性 SIM 为 3，3D-SIM

为 3, NL-SIM 为 5, 非 SIM 数据为 1;

- Emission wavelength: 发射波长, 单位为 nm;
- Excitation wavelength: 激发波长, 单位为 nm;
- dx: 数据横向的 pixel size 尺寸, 单位为 μm ;
- dy: 数据纵向的 pixel size 尺寸, 单位为 μm ;
- dz: 三维数据轴向间距, 单位为 μm ;
- Image type: 数据类型;
- Lens type: 物镜类型。

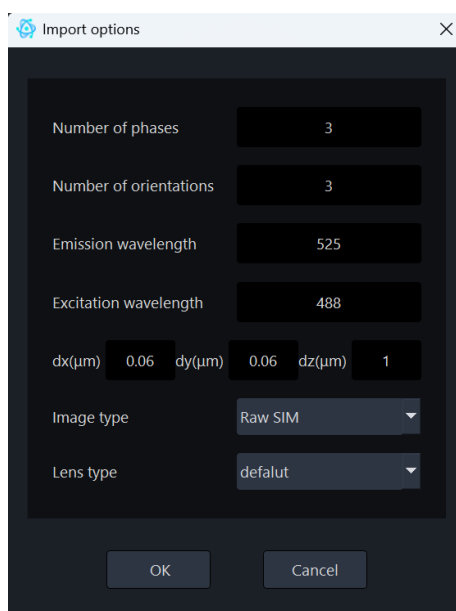


图 2.23 Import options 窗口

Header Parameters 窗口如图 2.24 所示, 该功能可修改 MRC header 信息。在文件列表中, 点击目标文件, 修改相关参数后, 点击 OK 应用修改。

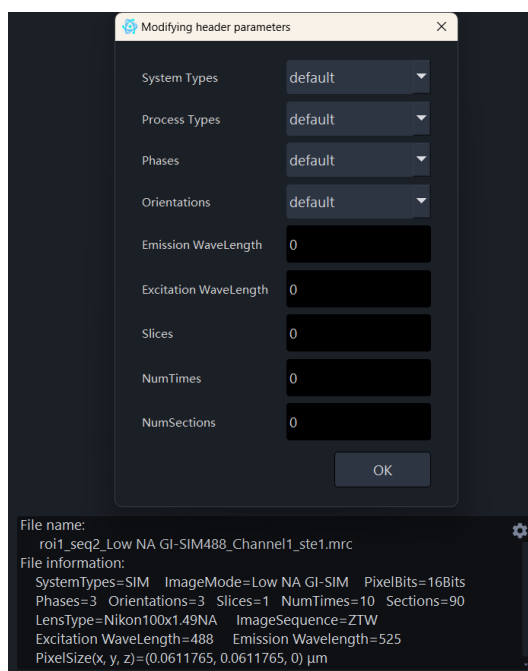


图 2.24 Header Parameters 窗口

- System Types: 设置系统类型, 支持 Light Sheet、SIM、ISM、Wide Field、SMT(Single Molecule Tracking)、SDM(Spinning Disk) 等, default 则不修改;
- Process Types: 修改文件的处理步骤, 用于重置 Process 类型, 支持 None、WideField、SIM Reconstruction;
- Phases: 设置照明光相位个数, 建议 Raw data 修改为 5 或者 3, WideField 和 SIM Reconstruction 类型的数据修改为 1;
- Orientations: 设置照明光入射方向个数, 建议 Raw data 修改 3, WideField 和 SIM Reconstruction 类型的数据修改为 1;
- Emission WaveLength: 设置发射波长, 建议修改为 450、475、525、610、660、521、522, 若设置为 0 则不修改;
- Excitation WaveLength: 设置激发波长, 建议修改为 405、445、488、561、640、808、980, 若设置为 0 则不修改;
- Slices: 设置切片数, 若设置为 0 则不修改;
- NumTimes: 设置时间点数, 若设置为 0 则不修改;
- NumSections: 设置 MRC 文件的总帧数, 其计算公式为 $\text{NumSections} = \text{Phases} \times \text{Orientations} \times \text{Slices} \times \text{NumTimes}$, 若设置为 0 则不修改。

2.3 图形可视化与渲染模块

图形可视化与渲染模块如图 2.25 所示，分为左右两个窗口，通常在左侧窗口显示原始数据，在右侧窗口显示传统 SIM 重建或深度学习重建结果。左上角依次显示图像当前帧/总帧数、宽、高、位数、鼠标位置处图像坐标以及对应灰度值。当鼠标停留在图像上时，滚动鼠标滑轮可放大或缩小图像视野，按住鼠标左键可实现图像拖拽。

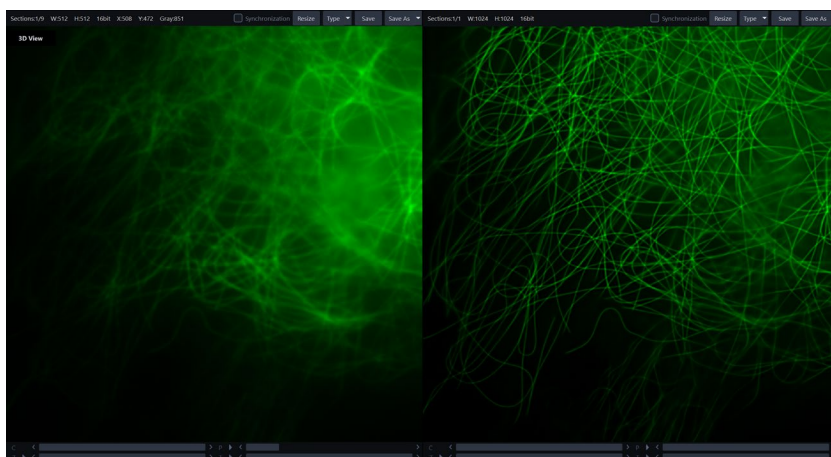


图 2.25 图形可视化与渲染模块

可执行操作如图 2.26 所示：

- Synchronization: 勾选后可实现左右两窗口图像显示的大小和位置同步；
- Resize: 点击 Resize 选项，若当前窗口有图像数据加载，则会弹出 Resize 窗口（如图 2.27 所示）。可通过修改 Scale 设置图像插值倍数，或自定义插值后图像的目标宽和高。可在 Interpolation 下拉菜单选择插值方式；

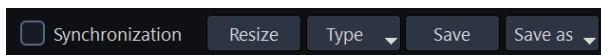


图 2.26 图形可视化与渲染模块操作按钮

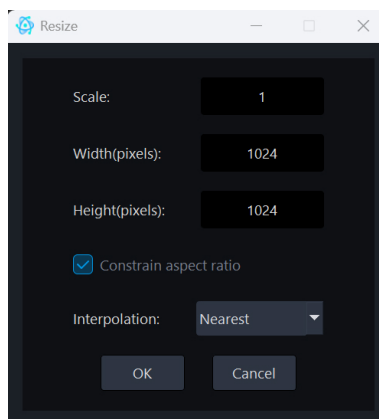


图 2.27 Resize 窗口

- Type: 可进行图像数据的位数转换;
- Save: 将已完成的图像处理操作应用于当前图像, 实现图像数据磁盘上的替换;
- Save as: 保存窗口显示数据, 可设置文件名、保存格式 (TIF、MRC 或 JPG) 和保存路径。video 格式能够以默认方式导出 3D 长时程数据视频, 同时也可导出 2D 长时程数据视频, 视频帧率可由 T 轴对应的 Animation Options 窗口进行设置。

当勾选 ROI 时, 保存当前窗口显示视野大小范围的 ROI 数据。

点击左侧窗口左上角 3D View, 可在 3D 坐标系渲染 3D 数据, 如图 2.28 所示。滚动滑轮可放大或缩小图像视野, 按住左键拖动可实现图像偏航角和俯仰角旋转, 按住 Ctrl 加左键可实现图像横滚角旋转。按住右键可实现图像拖拽。再次点击可切换回 2D View 模式。

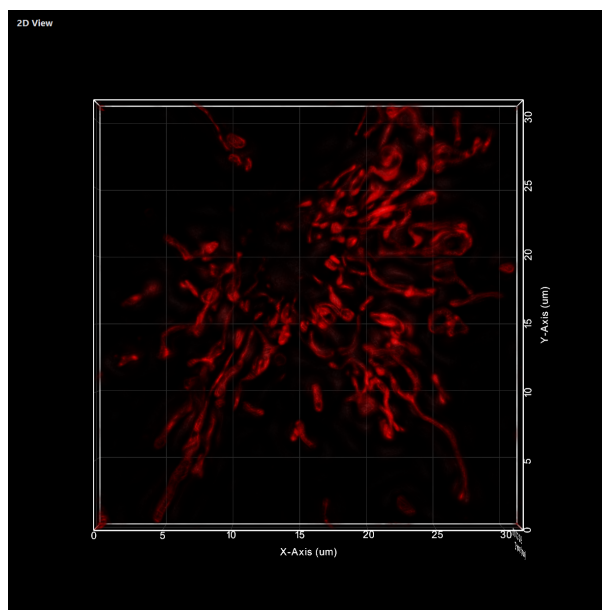


图 2.28 3D 数据渲染

图像下方有 4 个滑动条，如图 2.29 所示，其中 C 滑动条可切换通道，P 滑动条可切换相位，Z 滑动条可切换图像三维层数，T 滑动条可切换图像时间点。其中，鼠标左键点击滑动条左侧播放按钮，可实现对应维度的图像自动切换；鼠标右键点击滑动条左侧播放按钮，将弹出 Animation Options 窗口，如图 2.30 所示，可设置播放的起始位置和速度。



图 2.29 滑动条

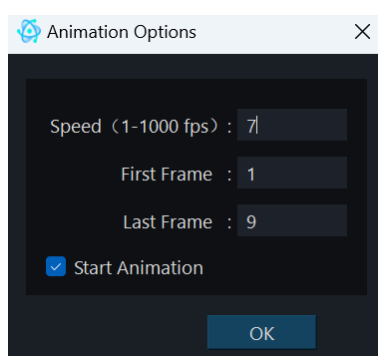


图 2.30 Animation Options 窗口

2.4 图像基本处理模块

Image

Image 组件如图 2.31 所示。点击 Channel x 选项选中当前通道后，在文件列表中双击目标文件，即可将其加载到该通道上。可在色块下拉框中更换当前通道图像显示的伪彩色，内置有 23 种伪彩色。点击文件名右侧的 X 可删除当前通道加载的文件数据。

- Max Projection: 对所选图像序列进行最大强度投影处理，结果显示在当前窗口；
- Avg Projection: 对所选图像序列进行平均强度投影处理，结果显示在当前窗口；
- Multi-color Display: 对多通道图像进行颜色融合处理，结果显示在当前窗口；
- Depth-Color Code: 将数据的深度或时间信息，压缩到一张 2D 图像中，具体原理为给不同深度或时间点的图像添加不同的颜色，再将所有图像相加。因此该操作不适用于纯色伪彩色，建议使用颜色跨度明显的伪彩色；
- SIM Recon for Opened Data: 进行传统 SIM 重建，结果显示在右侧窗口；
- Initialize: 初始化图像基本处理模块。

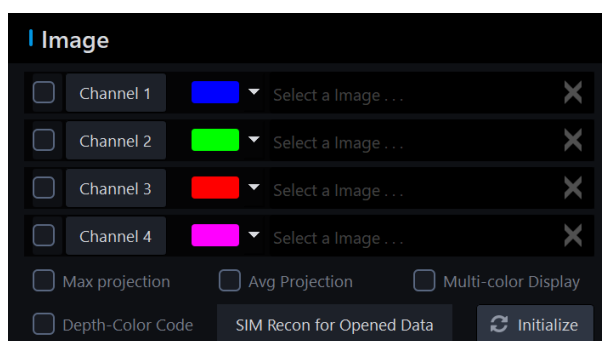


图 2.31 Image 组件

Adjustment

Adjustment 组件如图 2.32 所示。显示当前图像的灰度直方图，可通过拖动灰度直方图中的滑块或直接键入数值两种方式设置 Min、Max 值，实现当前图像的对比度调节。同时，可对当前图像进行 Gamma 值调节，在 Gamma 选项勾选状态下，可实现 Gamma 值调节处理预览。

- Auto: 自动调节图像对比度，即自动设置适合当前图像的 Min、Max 值；
- Reset: 恢复图像初始状态对比度；

- Apply: 将设置的 Min、Max、Gamma 值应用于当前图像，即实现内存上的替换。

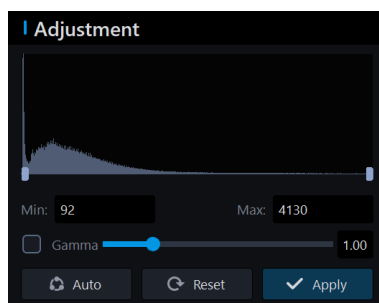


图 2.32 Adjustment 组件

Denoising

Denoising 组件如图 2.33 所示，即图像传统去噪/去卷积处理。可先勾选 Auto parameter estimation 进行去噪超参数自动估计，在此基础上进行进一步参数调节。参数调节策略为：优先根据图像的细胞结构选择合适的 Continuity Level，再调节 Background Level 去除背景噪声，最后设置 Deconvolution Iteration 进一步对图像进行增强。

- Auto parameter estimation: 是否根据图像质量使用自动估计去噪超参数（超参数包括 Background Level 和 Continuity Level）；
- Axial/Temporal Continuity: 3D 数据或时间序列数据是否使用轴向或时间连续性，默认勾选。勾选时将利用 3D 数据的轴向连续性，或时间序列数据的时间连续性，进行去噪优化；不勾选时，将数据视为 2D 图像逐帧处理；
- Background Level: 去噪级别，数值越高去噪时去除的背景越多，可置为 0-10；
- Continuity Level: 连续性级别，数值越高则结构越连续，即越平滑，可置为 0-30；
- Deconvolution Iteration: 去卷积迭代次数，可置为 0-31。迭代次数越大，处理时间越长，一般情况下设为 5；
- Start: 对通道上加载的文件进行去噪/去卷积处理，生成结果并将其展示在当前窗口；
- Batch: 对文件夹列表中所选数据进行批量去噪/去卷积处理，处理后的结果保存为源文件名+_denoise 后缀的 MRC 格式文件。批量处理时会跳过 Raw SIM 类型数据。

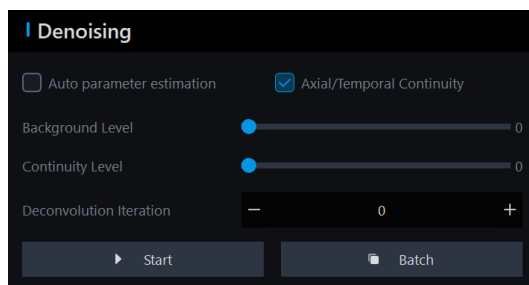


图 2.33 Deconvolution 组件

Background

Background 组件如图 2.34 所示，用于去除图像背景，可实时预览背景去除结果和所去除背景，支持应用于全部数据或单帧数据。

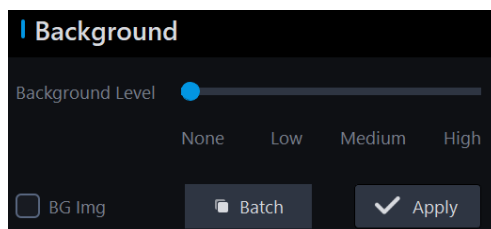


图 2.34 Background 组件

将待去背景数据导入当前通道后，点击或滑动鼠标滚轮至 Low/Medium/High 选项，预览背景去除结果。选择 None 即取消预览，恢复至原图。Low/Medium/High 分别对应背景去除程度低/中/高（所去除背景少/中/多）。

点击 BG Img，可在弹出窗口中预览当前处理下所去除背景。

在文件夹列表中选中待去背景数据，选择去背景程度，点击 Batch，可对选中数据进行批量去背景处理，所得结果保存在选中数据同目录中。

点击 Apply，应用当前处理。若为多帧数据，则弹出提示询问是否对全部数据应用当前处理，如需对全部数据应用则选择 Yes 选项，如只需对当前帧应用则选择 No 选项，如需取消本次应用则选择 Cancel 选项。如需保存所应用处理，可点击对应窗口右上角 Save（替换当前数据）或 Save As（另存为）。

3D View

3D View 组件如图 2.35 所示。点击 Channel x 选项选中当前通道后，可以设置当前通道 3D 数据显示组件和属性，支持 Volume、Surface、Slicer 三种显示模式，以及其他附加功能

如坐标轴、透明度、截图、透视转换等。

- View Widget: 设置坐标轴和方向控件是否显示;
- Display Object: 切换 3D 数据的显示模式;
- Slice Orientation: 切换 3D 切片的移动方向;
- Slice Position: 设置切片沿 X、Y、Z 三个方向的移动位置;
- Surface Threshold: 设置等值面提取阈值;
- Opacity: 设置多通道 Volume 和 Surface 的显示透明度。默认值 100%;
- : 捕获当前 3D 显示窗口并保存为 TIF 文件;
- : 切换 3D 窗口的显示视角 (透视、平行)。

3D view 视图操作: 支持 2D、3D 模式下导入数据, 点击 3D View 按钮显示 3D 渲染视图, 支持颜色、直方图、Gamma 等修改, 以及兼容 2D Scale bar 的添加操作 (2D、3D 模式会有不同), 左键拖动旋转 3D 对象, 右键单击 reset 返回初始显示位置, shift+右键/右键拖动移动 3D 对象, ctrl+shift+左键/鼠标滑轮缩放 3D 对象, ctrl+左键水平旋转 3D 对象。

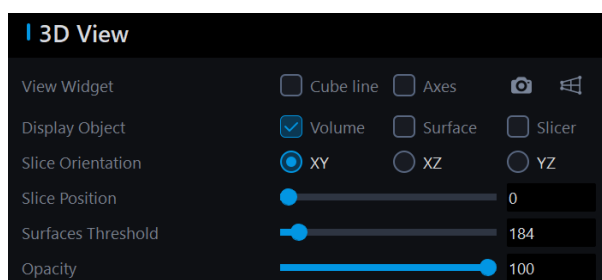


图 2.35 3D View 组件

Resolution Measurement

Resolution Measurement 组件如图 2.36 所示。包含两个子模块, FWHM 和 Decorrelation。其中, FWHM 用于对显示图像用直线工具获取图像荧光强度 Profile, 再进行高斯拟合获取半高宽; Decorrelation 基于去相关算法计算图像分辨率。

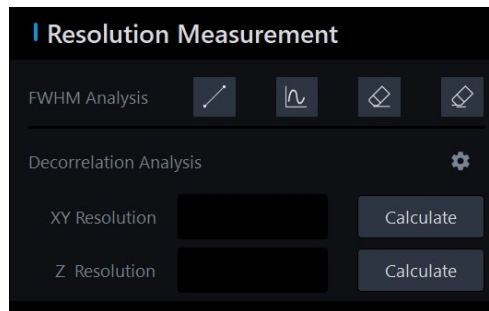


图 2.36 Resolution Measurement 组件

FWHM 如图 2.37 所示。

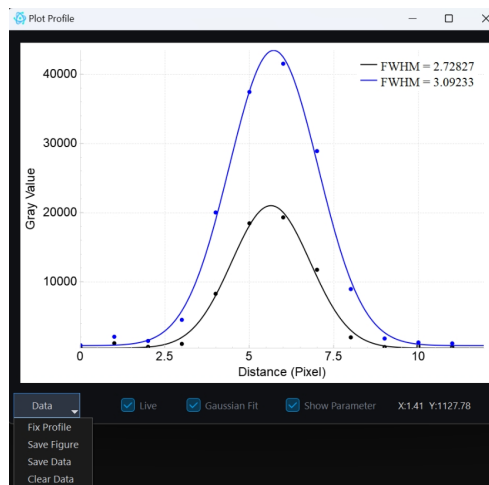


图 2.37 FWHM 计算结果示意

- : 切换是否使用直线工具，勾选后可在图像显示窗口长按鼠标进行直线绘制；
- : 对直线区域绘制荧光强度 Profile，弹出绘制 Profile 的子窗口；
- Live: 实时绘制所选直线区域的荧光强度 Profile；
- Gaussian Fit: 对 Profile 进行高斯拟合；
- Show Parameter: 显示高斯拟合的半高宽数值；
- Fix Profile: 保存当前 Profile，更改直线区域后可实现多个荧光强度曲线的高斯拟合；
- Save Figure: 保存当前绘制图为 jpg 格式；
- Save Data: 保存荧光强度 Profile 的原始数据和高斯拟合后的数据为 csv 格式；
- Clear Data: 清除当前绘制的所有 Profile 数据；
- : 删除当前所选直线；

- : 删除图像显示窗口的所有绘制直线。

Decorrelation 如图 2.38 所示。

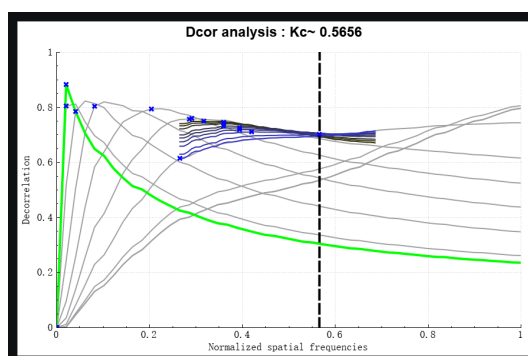


图 2.38 Decorrelation 计算结果示意

- XY Resolution: 显示 XY 方向的分辨率计算结果;
- Z Resolution: 显示 Z 方向的分辨率计算结果;
- : 高级设置, 可设置 Decorrelation 计算的超参数 Rmin、Rmax、Nr、Ng。

2.5 传统 SIM 重建模块

传统 SIM 重建模块如图 2.39 所示, 用于批量重建或生成宽场图像。在 File 列表中选择目标文件夹, 点击 Generate Wide-field Image 执行宽场任务, 或点击 SIM Recon for Selected Data 执行重建任务。在批量处理过程中, 该模块不会使用 Background Level、Continuity Level 和 Deconvolution Iteration 参数, 这些参数仅适用于 Image 模块的重建功能 (详见 Image 模块中 SIM Recon for Opened Data 操作说明)。

- Background Level: 去背景处理程度, 包含 None、Low、Medium、High 四个级别;
- Continuity Level: 连续性级别, 可置为 0-9, 数值越高则结果越连续, 即越平滑;
- Deconvolution Iteration: 去卷积迭代次数, 可置为 0-9, 常置为 1-5。

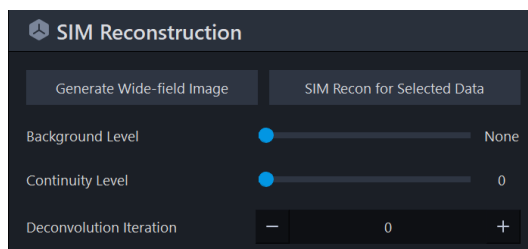


图 2.39 传统 SIM 重建模块

2.6 深度学习图像增强模块

深度学习图像增强模块（如图 2.40 所示）包括二维数据和三维数据的 SIM 图像去噪与去卷积模型（rDL Denoising/Deconvolution for SIM）、宽场图像去噪与去卷积模型（rDL Denoising/Deconvolution for WF）、宽场图像超分辨预测模型（SR Inference for WF）以及模型微调（Model Finetuning）功能。在处理前，应先确认相关参数设置（详见 2.1 菜单栏 AI Tools 部分说明）。

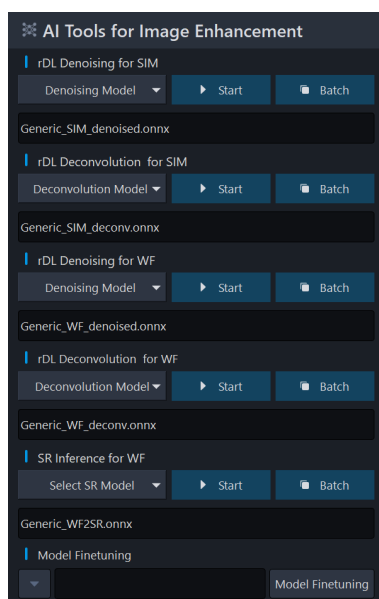


图 2.40 深度学习图像增强模块

点击 Denoising Model、Deconvolution Model 或 Select SR Model 选择结构对应模型（如图 2.41 所示）。若当前结构对应模型未单独列出，则选择 Generic model 进行处理。如需导入已有模型，则点击 Other model，导入 ONNX 文件进行处理。

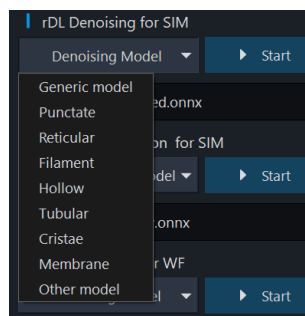


图 2.41 结构类型

点击 Start 开始处理，将自动识别二维或三维数据，并导入对应模型。待进度条加载完毕后，所得处理结果将显示在右侧图像显示区。

rDL Denoising/Deconvolution for SIM

当选中数据为 SIM 图像时，可进行 SIM 图像去噪与去卷积模型处理。SIM 图像原始数据及其去噪与去卷积处理结果如图 2.42 所示。

若选中数据为 SIM 重建文件或当前文件夹中存在对应 SIM 重建文件，则直接读取该重建文件。若不存在，则先进行 SIM 重建。且去噪与去卷积处理均使用传统重建结果。



(1) SIM 图像

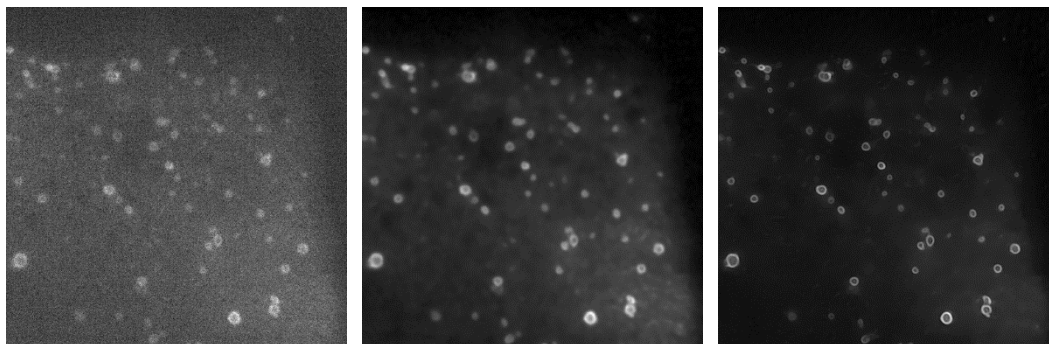
(2) 去噪处理结果

(3) 去卷积处理结果

图 2.42 SIM 图像去噪与去卷积结果

rDL Denoising/Deconvolution for WF

当选中数据为 WF 图像时，可进行 WF 图像去噪与去卷积模型处理。WF 图像原始数据及其去噪与去卷积处理结果如图 2.43 所示。



(1) WF 图像

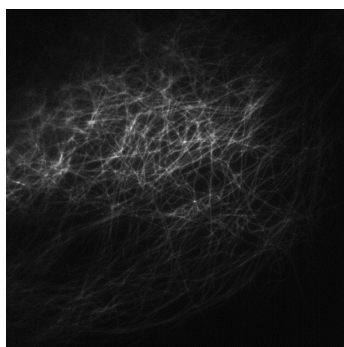
(2) 去噪处理结果

(3) 去卷积处理结果

图 2.43 WF 图像去噪与去卷积结果

SR Inference for WF

当选中数据为 WF 图像时，可进行 WF 图像超分辨预测模型处理。WF 图像原始数据及超分辨预测结果如图 2.44 所示。



(1) WF 图像



(2) 超分辨预测结果

图 2.44 WF 图像超分辨预测结果

Batching

如需对文件夹内数据进行批量操作，则在文件列表中点击待处理文件夹，如图 2.45 所示。选择对应操作和对应结构模型后，点击 Batching 选项，将自动识别该目录下符合处理条件的所有数据，并对其进行批量处理。待进度条加载完毕后，所得结果将自动生成在该目录下，如图 2.46 所示。

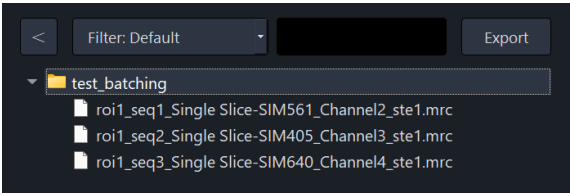


图 2.45 选中待批量处理文件夹

名称	修改日期	类型	大小
☐ roi1_seq1_Single Slice-SIM561_Channel2_ste1.mrc	2024/8/6 16:04	MRC 文件	30,721 KB
☐ roi1_seq1_Single Slice-SIM561_Channel2_ste1_RC.mrc	2024/9/6 15:29	MRC 文件	16,385 KB
☐ roi1_seq1_Single Slice-SIM561_Channel2_ste1_RC.txt	2024/9/6 15:29	文本文档	6 KB
☒ roi1_seq1_Single Slice-SIM561_Channel2_ste1_RC_rDL_SIM_denoised.mrc	2024/9/6 15:29	MRC 文件	8,193 KB
☐ roi1_seq2_Single Slice-SIM405_Channel3_ste1.mrc	2024/8/6 16:04	MRC 文件	30,721 KB
☐ roi1_seq2_Single Slice-SIM405_Channel3_ste1_RC.mrc	2024/9/6 15:29	MRC 文件	16,385 KB
☐ roi1_seq2_Single Slice-SIM405_Channel3_ste1_RC.txt	2024/9/6 15:29	文本文档	7 KB
☒ roi1_seq2_Single Slice-SIM405_Channel3_ste1_RC_rDL_SIM_denoised.mrc	2024/9/6 15:30	MRC 文件	8,193 KB
☐ roi1_seq3_Single Slice-SIM640_Channel4_ste1.mrc	2024/8/6 17:24	MRC 文件	69,121 KB
☐ roi1_seq3_Single Slice-SIM640_Channel4_ste1_RC.mrc	2024/9/6 15:29	MRC 文件	36,865 KB
☐ roi1_seq3_Single Slice-SIM640_Channel4_ste1_RC.txt	2024/9/6 15:29	文本文档	6 KB
☒ roi1_seq3_Single Slice-SIM640_Channel4_ste1_RC_rDL_SIM_denoised.mrc	2024/9/6 15:30	MRC 文件	18,433 KB

图 2.46 批量处理结果

Model Finetuning

如需使用已有数据进行模型微调,则点击 Model Finetuning 模块下拉列表选择模型类型,如图 2.47 所示。点击 Model Finetuning 按钮,弹出模型微调窗口,如图 2.48 所示。在该窗口中,亦可更改去噪或去卷积模型。支持对 2D 和 3D 模型进行微调。

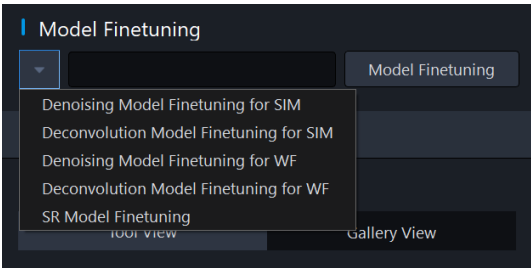


图 2.47 模型微调类型选择

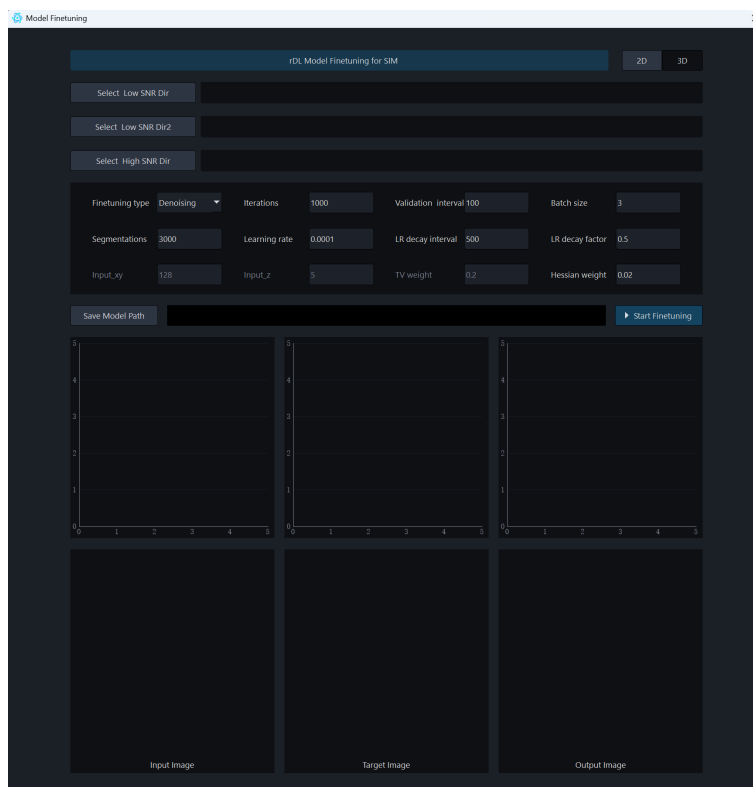


图 2.48 Model Finetuning 窗口

当选择对宽场图像去噪与去卷积模型进行模型微调时，可选择弱监督（Weakly-supervised Finetuning）或自监督模式（Self-supervised Finetuning），SIM 图像去噪与去卷积模型和宽场图像超分辨预测模型默认为弱监督模式。

弱监督微调指的是使用高质量图像作为参考来指导模型学习，适合高信噪比图像和低信噪比图像配对的数据。自监督微调无需清晰图像作为参考，适合只有低信噪比图像的情况。如果已有高信噪比图像和低信噪比图像配对的数据，则推荐选择弱监督微调，微调效果通常会更优。但如果只有低信噪比图像，选择自监督微调，仍能提升模型效果。

模型微调功能仅支持 MRC 格式数据，其中宽场图像去噪与去卷积模型支持 WF 数据输入，全部模型支持 SIM 数据输入。

分别点击 Select Low SNR Dir/Select Low SNR Dir2/Select High SNR Dir 按钮，选择低/中/高信噪比数据路径。其中，中信噪比数据为选填项。

模型微调参数包括：

- Finetuning type: 选择去噪（Denoising）或去卷积模型（Deconvolution）；
- Hessian weight: 网络训练时损失函数中的正则化项，代表输出图像的二阶导数的

权重，默认值为 0.02。该值增加，输出图像会更加平滑；该值减小，则图像更加锐化；

- Segmentations: 图像扩增数量，即把提供的大图像分割，喂给神经网络训练的小图像数量，默认值为 3000；提供的大图像数量越多，该值也应设置得更大；
- Iterations: 迭代次数，即神经网络的训练次数。该值过小会导致模型未充分学习，过大会导致过拟合，默认值为 1000；建议图像扩增数量增加时，相应迭代次数也相应增加；
- Validation interval: 验证间隔，默认值为 100，即每隔 100 次迭代进行一次验证，便于实时查看当前训练状态，避免模型过拟合；
- Batch size: 批次大小，即每次训练喂给神经网络的样本数量，其数值会影响模型收敛速度和稳定性。小批次会导致收敛曲线波动更大，需要更多迭代次数到达收敛状态；大批次使得收敛曲线更加平滑，收敛更稳定，但也容易使得网络陷入局部最优。默认值为 3；
- Learning rate: 学习率，决定参数更新步长，该值过大会导致训练不稳定；该值过小会导致训练过程缓慢。默认值为 $1e-4$ ；
- LR decay factor: 学习率衰减因子，默认值为 0.5，即每次衰减为原值的 0.5 倍；
- LR decay step: 学习率衰减步长，默认值为 500，即每隔 500 次迭代进行一次学习率衰减；建议该值随迭代次数的增加而增加，避免学习率衰减太快导致网络无法进行有效学习更新；
- Rot flag: 训练图像扩增方式，即把提供的大图扩增为小图时涉及的图像旋转方式。置为 0 代表不旋转，置为 1 代表水平竖直翻转，置为 2 代表以任意角度旋转，默认值为 2；
- FFT weight: FFT 损失权重，即输出图像和标签图像的频谱损失权重，默认值为 0.5。该值越大，输出图像的频谱和标签图像的频谱越相近；
- SSIM weight: SSIM 损失权重，即输出图像和标签图像的结构相似度损失权重，默认值为 0.1。该值越大，输出图像和标签图像结构、亮度和对比度等特征越相近；
- TV weight: 网络训练时损失函数中的正则化项，代表输出图像的一阶导数的权重。可提升图像的平滑度和质量。该值越大，图像越平滑，细节损失越多。取值范围为 0~1，默认值为 0.2；

- Input_xy: 训练图像扩增时, 大图分割成小图, 小图在水平 x 和竖直 y 方向的尺寸, 建议取值 48~128。该值越大, 网络在推理大图时性能更优, 但会减慢网络训练速度, 同时在训练中占用更多显存;
- Input_z: 训练图像扩增时, 大图分割成小图, 小图在纵向 (z 方向) 的尺寸, 默认值为 5。

点击 Save Model Path 选择结果保存路径后, 点击 Start Finetuning 按钮开始模型微调, 所得结果如图 2.49 所示。在输出结果显示中, 第一排从左至右分别为训练损失曲线、验证损失曲线和学习率曲线。第二排从左至右分别为低信噪比分块图像、高信噪比分块图像和输出结果分块图像。



图 2.49 模型微调结果

所得结果生成于所选目录下, 如图 2.50 所示。其中, ONNX 文件为微调后输出模型, 可通过在结构类型选择时, 选择 Other model 选项导入该 ONNX 文件进行后续处理。

240906_1136_rdl_SIM_denoised.onnx	2024/9/6 11:44	ONNX 文件	11,169 KB
240906_1136_rdl_SIM_denoised_loss.txt	2024/9/6 11:44	文本文档	7 KB
240906_1136_rdl_SIM_denoised_val_input.tif	2024/9/6 11:36	TIF 文件	65 KB
240906_1136_rdl_SIM_denoised_val_output_denoised.tif	2024/9/6 11:37	TIF 文件	65 KB
240906_1136_rdl_SIM_denoised_val_target.tif	2024/9/6 11:36	TIF 文件	65 KB

图 2.50 模型微调生成文件

2.7 深度学习图像分析模块

BioSAM

BioSAM 是基于大规模生物数据集微调的 SAM 模型，可根据用户的提示进行交互式图像分割。

点击 Tool View 选项，进入提示分割视图，如图 2.51 所示，主要包括 3 个功能：

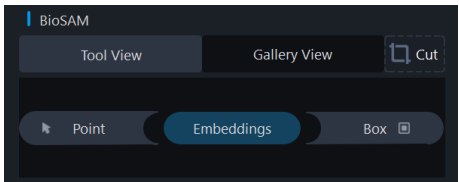


图 2.51 Tool View 操作面板

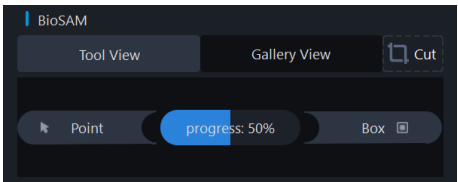


图 2.52 特征嵌入的计算进度

- 嵌入计算：每当导入新图像时，SAM 模型需要对当前图像生成特征嵌入。点击 Embeddings 按钮，程序开始计算特征嵌入，并在按钮上显示计算进度，如图 2.52 所示。当该进程结束后，可进行后续操作。
- 点选分割：点击 Point 所处的按钮，在图像窗口中鼠标左键点击需要分割的区域，图中会出现标注点与分割结果，如图 2.53 所示。再次点击其他位置可更新此结果。
- 框选分割：点击 Box 所处的按钮，在图像窗口中左键点击并拖动鼠标以选定区域，图中会出现标注框与分割结果，如图 2.54 所示。再次选定其他位置可更新此结果。

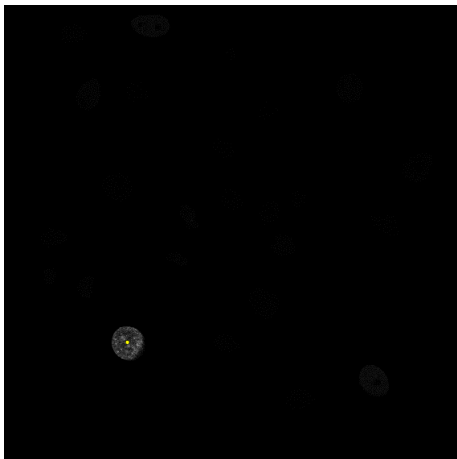


图 2.53 点选分割

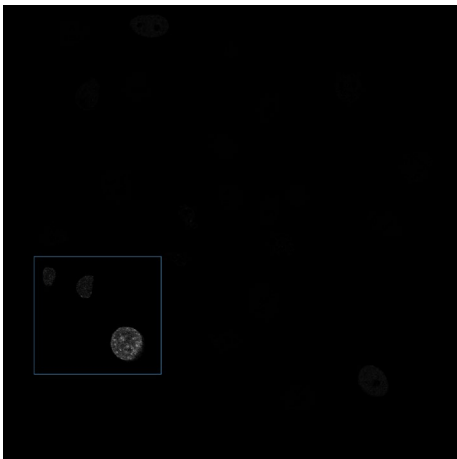


图 2.54 框选分割

点击 Cut，缓存当前分割结果至缩略预览视图。

点击 Gallery View 选项，进入缩略预览视图，如图 2.55 所示，主要包括 3 个功能：

- 选中保存：首先点击每张缩略图的左/右上角图标来选中/删除缓存结果，然后点击 Save 按钮，在弹出窗口中选择保存路径，将分割结果保存至本地，如图 2.56 所示。
所有分割图像均为透明背景，格式为 PNG；
- 全保存：点击 Save All 按钮，将所有的缩略图全部保存；
- 全清除：点击 Clear 按钮，将所有的缩略图全部清除。

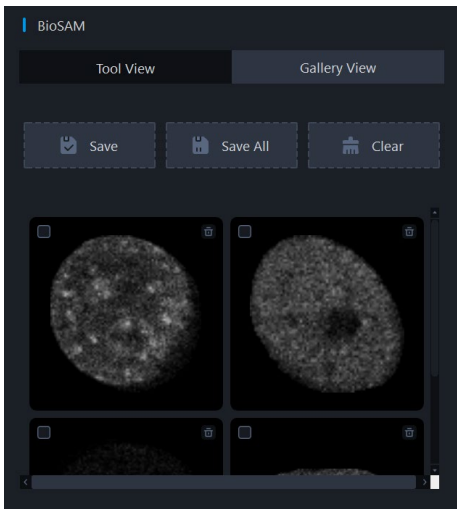


图 2.55 Gallery View 操作面板

	image_0.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	12 KB
	image_1.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	10 KB
	image_2.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	9 KB
	image_3.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	9 KB
	image_4.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	7 KB
	image_5.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	10 KB
	image_6.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	5 KB
	image_7.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	12 KB
	image_8.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	10 KB
	image_9.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	3 KB
	image_10.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	6 KB
	image_11.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	6 KB
	image_12.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	8 KB
	image_13.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	5 KB
	image_14.png	2024/9/13 17:01	PNG 文件	5 KB

图 2.56 分割结果

Counting & Tracking

Counting & Tracking 组件如图 2.57 所示，用于计数和追踪。执行此模块前需在右侧图

像显示窗口加载目标文件。

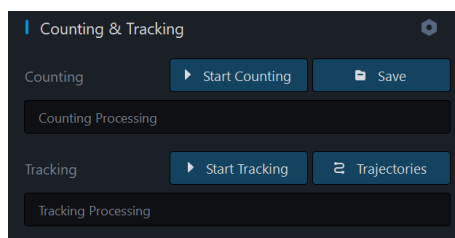


图 2.57 Counting & Tracking 组件

鼠标点击右上角的设置图标，将弹出 Set up 窗口，如图 2.58 所示，如需自定义参数，点击 Custom parameter。其中，Estimated object diameter 适用于细胞计数功能，三个参数均适用于细胞追踪功能。

- Estimated object diameter: 对细胞直径的估计值（以像素为单位），该值越准确，计数效果越好；该值偏小可能导致一个细胞被识别为多个；该值偏大可能导致多个相邻细胞被识别为一个；
- Maximum frame gap: 允许细胞消失的最大帧数。在追踪过程中，细胞可能会短暂地在若干帧中无法被检测到，该值代表允许细胞消失多少帧后再次出现时，仍将其当作原先的细胞继续追踪。该值过大可能导致两帧中实际并不是同一细胞的两个细胞被视为同一细胞，放入同一条追踪路径中；该值过小可能导致细胞短暂消失后再出现时，被误认为是一个新的细胞；
- Maximum distance: 允许细胞在两帧之间位置变化的最大值（以像素为单位），也即对细胞最大移动速度的估计。在追踪过程中，如果在相邻帧之间发现了两个相似的、可能为同一细胞的细胞，需依据该值进行匹配的排除。该值过大可能导致两个相似但并非同一细胞的细胞被误识别为同一细胞；该值过小可能导致移动速度快的细胞在下一帧中被识别为一个新的细胞。

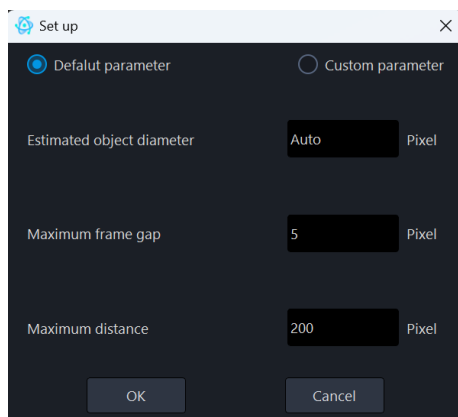


图 2.58 Set up 窗口

- Start Counting: 进行计数分析，完成后将在图像右下角显示计数结果，如图 2.59 所示。

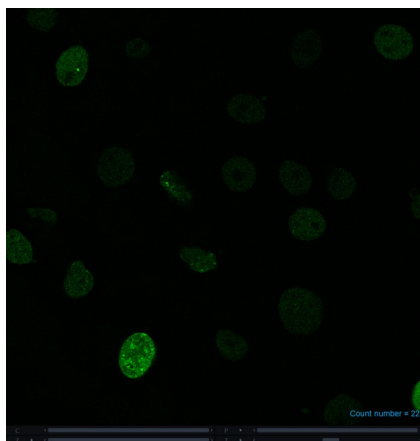


图 2.59 计数结果

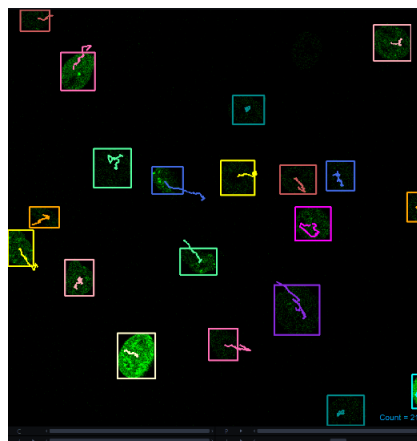
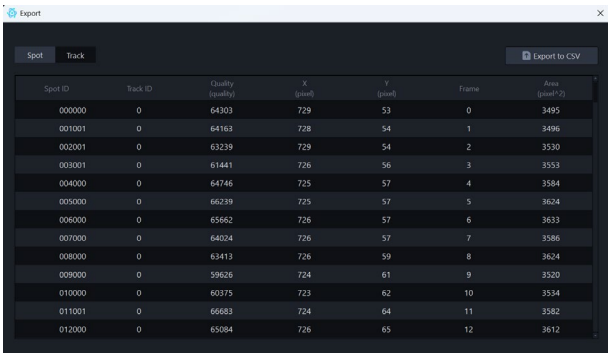


图 2.60 追踪结果

- Save: 保存计数结果为 csv 文件，每一帧图像对应一个计数结果；
- Start Tracking: 进行轨迹追踪，完成后将在图像上显示轨迹，如图 2.60 所示；
- Trajectories: 打开轨迹追踪结果参数显示面板，如图 2.61 所示，并可将结果参数导出为 csv 文件。



Spot ID	Track ID	Quality (quality)	X (pixel)	Y (pixel)	Frame	Area (pixel*2)
000000	0	64303	729	53	0	3495
001001	0	64163	728	54	1	3496
002001	0	63239	729	54	2	3530
003001	0	61441	726	56	3	3553
004000	0	64746	725	57	4	3584
005000	0	66239	725	57	5	3624
006000	0	65662	726	57	6	3633
007000	0	64024	726	57	7	3586
008000	0	63413	726	59	8	3624
009000	0	59626	724	61	9	3520
010000	0	80375	723	62	10	3534
011001	0	66683	724	64	11	3582
012000	0	65084	726	65	12	3612

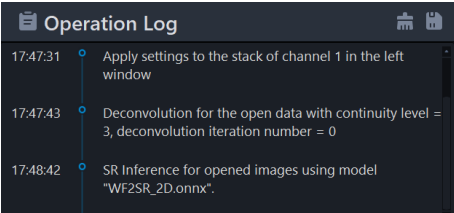
图 2.61 轨迹追踪结果参数显示面板

2.8 操作日志模块

操作日志模块如图 2.62 所示，记录软件执行的相关操作信息，主要包括图像处理操作，文件替换，文件保存等。

点击右上角清空图标（右二）清空操作日志显示面板。

点击右上角保存图标（右一）保存操作日志显示的信息为 txt 文件。



Operation Log	
17:47:31	Apply settings to the stack of channel 1 in the left window
17:47:43	Deconvolution for the open data with continuity level = 3, deconvolution iteration number = 0
17:48:42	SR Inference for opened images using model "WF2SR_2D.onnx".

图 2.62 操作日志模块

3 常见问题解答

3.1 常见问题

传统 SIM 重建相关问题

- Q: 如 SIM 重建时出现提示"File 'xxx' format does not meet processing requirements."。
A: 表示该数据系统不是 SIM 类型，目前只能对系统类型为 SIM 的数据进行传统重建。
- Q: 如 SIM 重建时出现提示"The file 'xxx' is invalid."。
A: 表示数据重建失败。常因该文件无效导致数据未正常读取，可修正文件后再次重建。
- Q: Image 组件的 SIM Recon for Opened Data 按钮和 SIM Reconstruction 模块的 SIM Recon for selected Data 按钮均用于传统 SIM 重建，二者有何差异？
A: 二者的区别主要有两点。其一，处理数据数量不同：SIM Recon for Opened Data 只能处理 Image 组件中加载的少量数据，处理受通道数量限制；SIM Recon for Selected Data 则可批量处理目标文件夹内数据，适合单次处理大量数据。其二，参数使用不同：SIM Recon for Opened Data 支持使用 Background Level、Continuity Level 和 Deconvolution Iteration 等参数，用户可以通过这些参数对数据进行进一步处理；SIM Recon for Selected Data 在批量处理过程中，上述参数将不会被调用。

深度学习图像增强相关问题

- Q: 如深度学习图像增强处理时出现提示"Please select a raw SIM image or a reconstructed image in the left or right window."。
A: 表示该数据系统类型与操作类型不符。例如当前处理图像为 SIM 图像时，无法使用宽场图像去噪与去卷积模型进行处理，需先将 SIM 图像转为宽场图像，再进行后续处理。
- Q: 如深度学习图像增强处理时，大图推理效果不佳，出现分块问题，或推理速度过慢。
A: 可到菜单栏-Tool-AI Tools 子菜单修改 Tile window 和 Tile overlap 参数进行优化。当出现分块问题时，可以增大 Tile overlap 参数。随着 Tile overlap 增加，分块问题会逐渐缓解。该参数的最大值为 Tile window 的一半。当出现推理速度过慢的问题时，可以增大 Tile window 参数，使推理时总分块数减少，提高推理速度。

- Q: 深度学习图像增强处理时, 对于存在高曝光点的数据, 过曝区域处理效果不佳。
A: 其原因在于输入图像动态范围过大, 可到图像基本处理模块-Adjustment 组件中, 优先降低 Gamma 值, 再进行深度学习处理。
- Q: 深度学习图像增强处理时, SIM Denoise 和 SIM Deconvolution 的处理效果不佳, 部分结构出现异常。
A: 建议在进行 SIM Denoise 和 SIM Deconvolution 处理前, 优先确认: 1.根据当前数据所在文件夹中产生的重建 txt 文件判断 SIM 是否重建成功; 2.是否在重建时保留了负值, 通常在保留负值的情况下进行 rDL 处理, 结果才能达到最佳。

3.2 联系方式

邮箱: support@naxi-tech.com