

培训大纲及软件操作手册

培训流程

1. 看资料 30 分钟；
2. 讲解 30-40 分钟；
3. 指导实际操作 40 分钟；
4. 完成练习。

练习分简单和中等两组数据，各准备了 5 个神经元，每个神经元都需要达到 90 分以上的标准才能开始下一个神经元，直到所有任务完成。大致需要两周时间。

- 1 级/末端分支追错方向，遗漏或多连 -2；
- 成环、2-3 级分支追错方向，遗漏 或多连 -6（2 级分支定义为最长的分支上有两个分支点）；
- 连到其他神经元、4 级以上分支追错方向，遗漏或多连、多胞体等 -11；
- 其他小问题 -2~ -3

资料

1. 网站首页 <http://10.10.48.110>
2. PPT，网站首页->FNT 培训->相关教程(视频上方链接)；
3. 视频，网站首页->FNT 培训->相关教程；

网站 <http://10.10.48.110>；

目录

一、 前言.....3

二、 FNT 软件操作..... 8

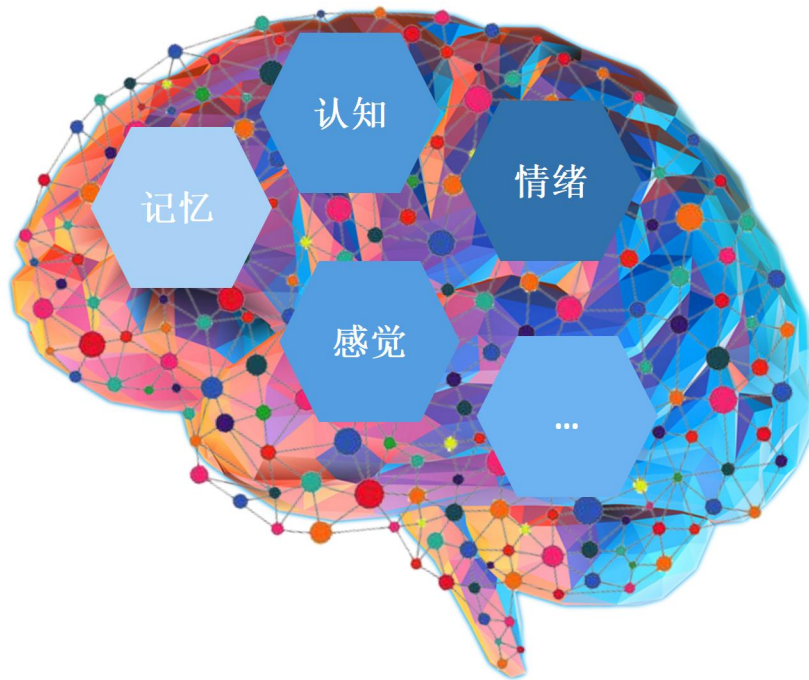
三、 项目管理系统.....15

四、 快速检索.....16

一、前言

（一）研究神经网络的意义

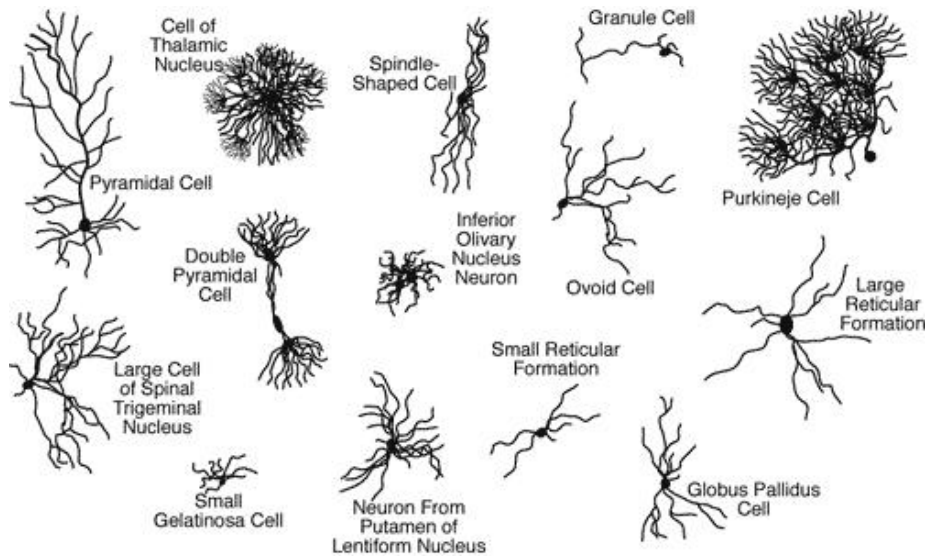
1. 上千亿各类神经元以及每个神经元中数千连接点共同构成了神经网络；
2. 神经网络是大脑行使认知、记忆、感觉、情绪等功能的结构基础；
3. 破解结构基础有望揭示大脑工作原理、为脑疾病的治疗提供有效策略、为类脑人工智能的突破提供理论基础。



我们如何感知世界？思考是一个怎样的过程？智力由先天还是后天因素决定……这些问题的答案就隐藏在我们的大脑中。人类大脑是自然界经过漫长的进化产生的最复杂、精巧的器官，包含至少一千亿个各种类型的神经元，每个神经元又存在数千个连接点。这些神经元通过连接点互相连接，传递、处理信息，构成了庞大的神经网络，成为大脑行使认知、记忆、感觉、情绪等功能的结构基础。因此，只有破解脑内各个功能区域间神经元的联结图谱，才有机会揭示大脑的工作原理，从而为各种脑疾病的治疗提供有效策略以及为类脑人工智能突破目前的技术瓶颈提供理论基础和新思路。

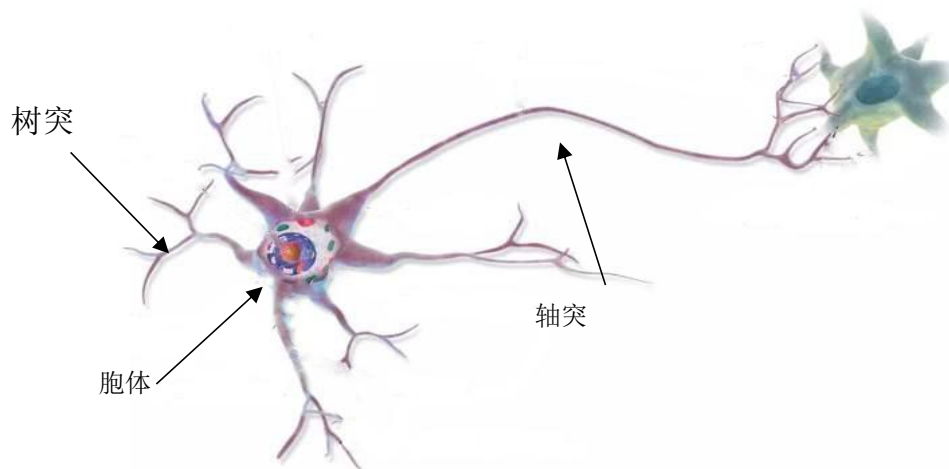
（二）神经元是神经网络的基本组成

神经元具有种类繁多、形态复杂、投射区域广泛的特点



基本结构

树突-接收信息；胞体-信息整合、加工；轴突-传出信息



作为神经网络的基本组成成分，神经元之间差异巨大，具有种类繁多，形态复杂多样、投射区域广泛多变的特点。因此，将其简化后，基本结构如图所示，主要由树突、胞体、轴突构成，树突是接收信息的部位，胞体是整合、加工信息的部位，轴突是传出信息的部位。虽然说神经元间通过连接点联系在一起，但事实上它们彼此独立，依赖于特殊的结构——突触进行信息传递。如果把神经元简单类比成一棵树的话，树突就好比分支茂盛的树枝，轴突就如粗挺直的树干，轴突末梢与其他神经元联系的部位就好比树根。

（三）脑神经联结图谱

第一步：以小鼠为模型绘制特定脑区单个神经元水平的全脑图谱——全脑介观神经联结图谱项目；

初级目标：绘制重要脑区单个神经元水平的联结图谱；

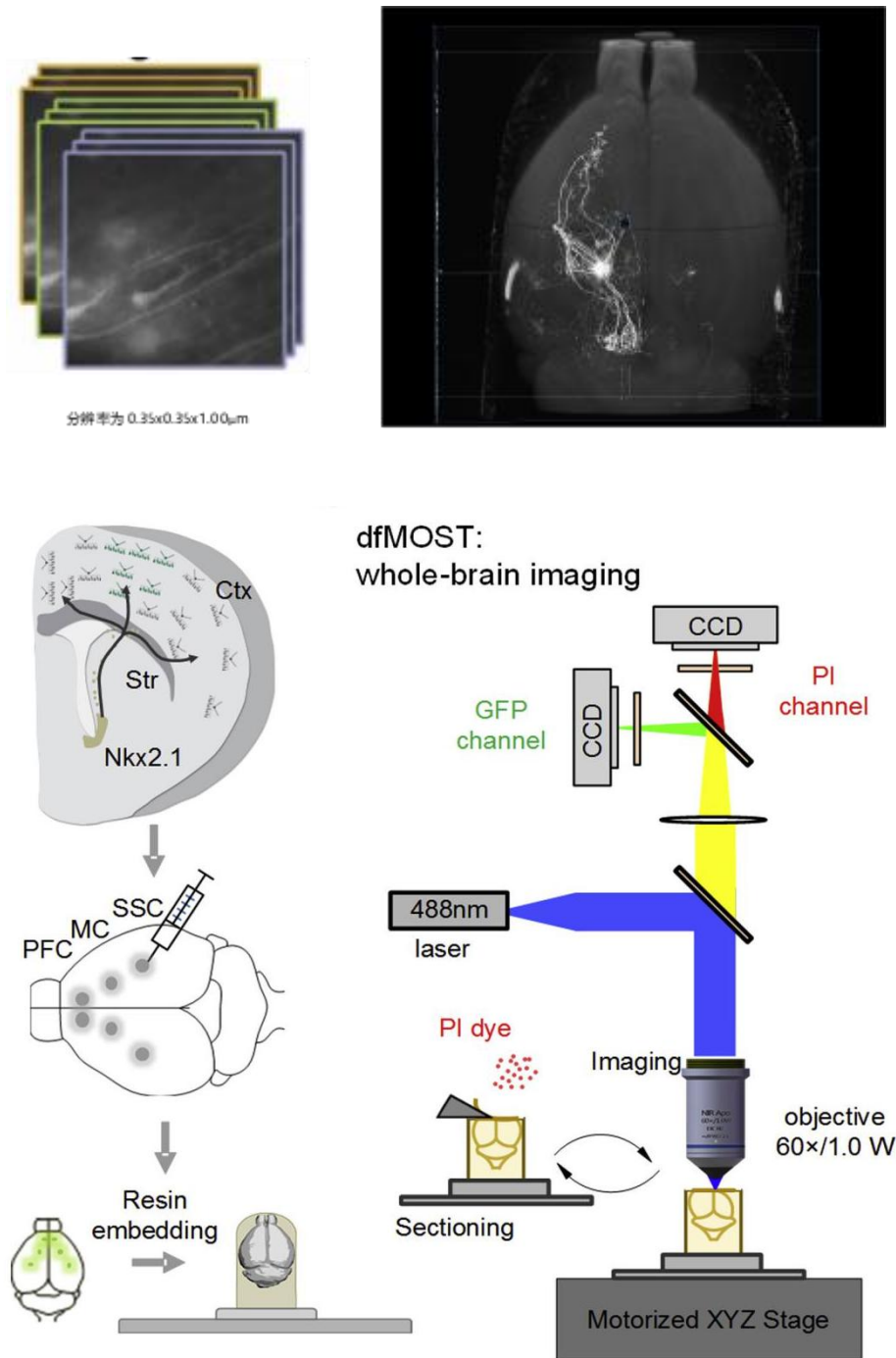
最终目标：完全掌握脑神经联结图谱。

小鼠是应用广泛的模式生物、脑结构相对简单，与人脑高度相似。



因此对脑神经联结图谱的完全破译需要在多个层次和尺度上立体解析其中各种神经元的连接规则和功能特性。而首先实现重要脑区脑单个神经元水平的连接组的描绘则是我们目前的初级目标。由于技术和伦理限制，对于人脑的深度研究尚且遥远。小鼠作为重要的模式动物，应用广泛，脑结构相对简单，且与人有很高保守性。因此，实现初级目标的第一步是以小鼠为模型绘制特定脑区单个神经元水平的全脑图谱，即小鼠介观神经联结图谱。

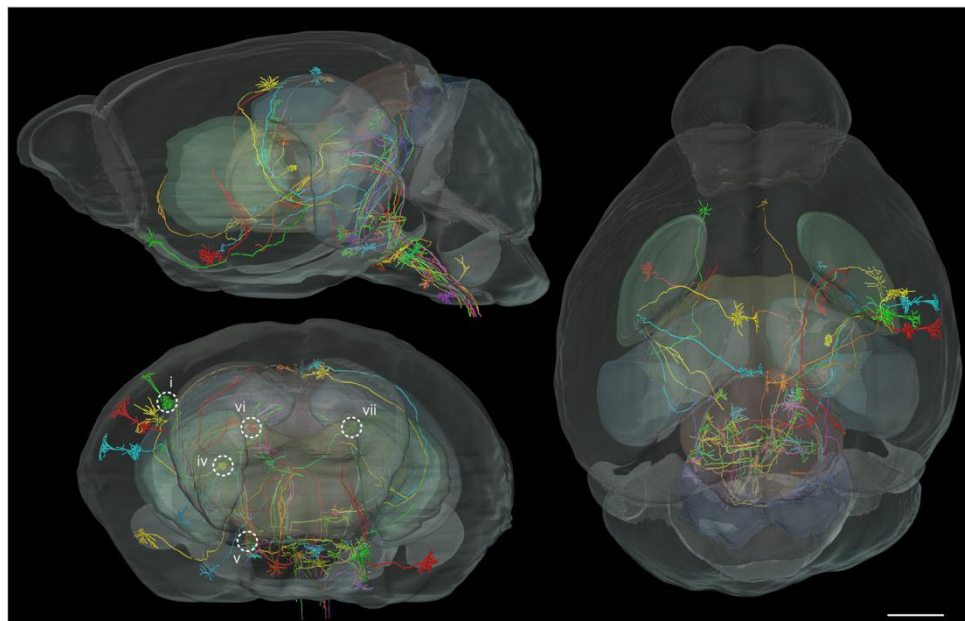
（四）研究方法



该项目的流程大体如图所示，第一步是获得小鼠脑图像数据。首先通过病毒工具使小鼠特定的脑区的少数神经元发光，目前我们选择的是前额叶皮层区域。然后使用 dfMOST 三维全脑成像系统对这些发光的神经元拍照，一个小鼠脑可以获得超过一万张连续的分辨率为 $0.35 \times 0.35 \times 1 \mu\text{m}$ 的图片。通过重构将这些连续图

网站 <http://10.10.48.110>;

片整合后即获得一个小鼠所有发光的神经元在全脑的三维图像，也就是我们的图像数据。

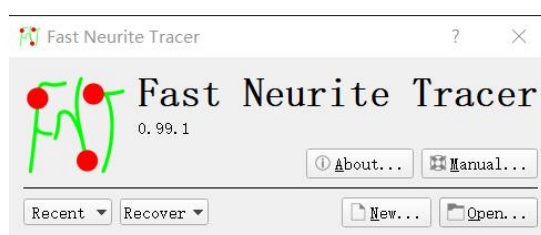


接下来第二步是分析图像数据，这是最关键的一步，需要人工借助软件将图像数据中的每一个单独的神经元分离出来，我们才能进行后续的分析从而真正了解不同的神经元在全脑中的走向以及他们之间的联结情况。在本项目中，由于我们重点关注信息传递的走向，因此主要研究从特定脑区的某一个神经元发出的轴突会投射到哪些脑区。

二、FNT 软件操作

（一）下载安装

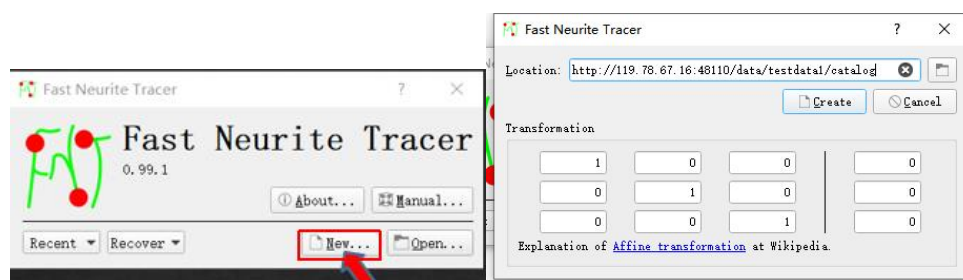
1. 官网首页->软件->详情->FNT-Tracer处选择相应操作系统,找到最新版本下载链接。
2. 解压下载后的文件进入 bin 目录,找到 fnt-tracer.exe（如 windows 版）,双击即可运行 FNT 程序。



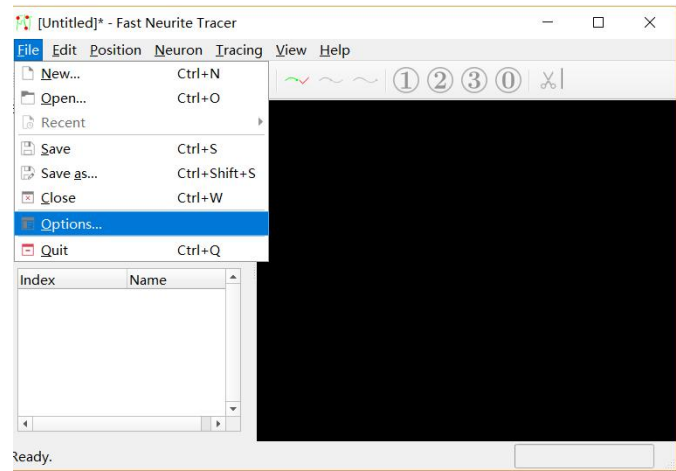
（二）打开图像

(1) 通过 catalog 文件新建*.fnt 文件

1. 进入 官网首页->数据->fMOST->testdata1 目录,看到 catalog 文件,鼠标右键复制链接地址;
2. 双击 fnt-tracer.exe 打开 FNT 软件;
3. 点击 New 按钮;
4. 在弹出框 location 处粘贴地址;
5. 点击 create 按钮;



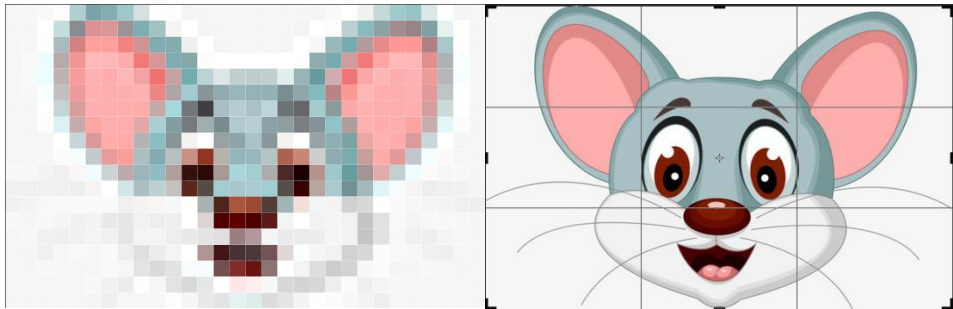
网站 <http://10.10.48.110;>



6. 刚打开为黑色窗口，需要通过 File->options,进入主界面进行软件设置。

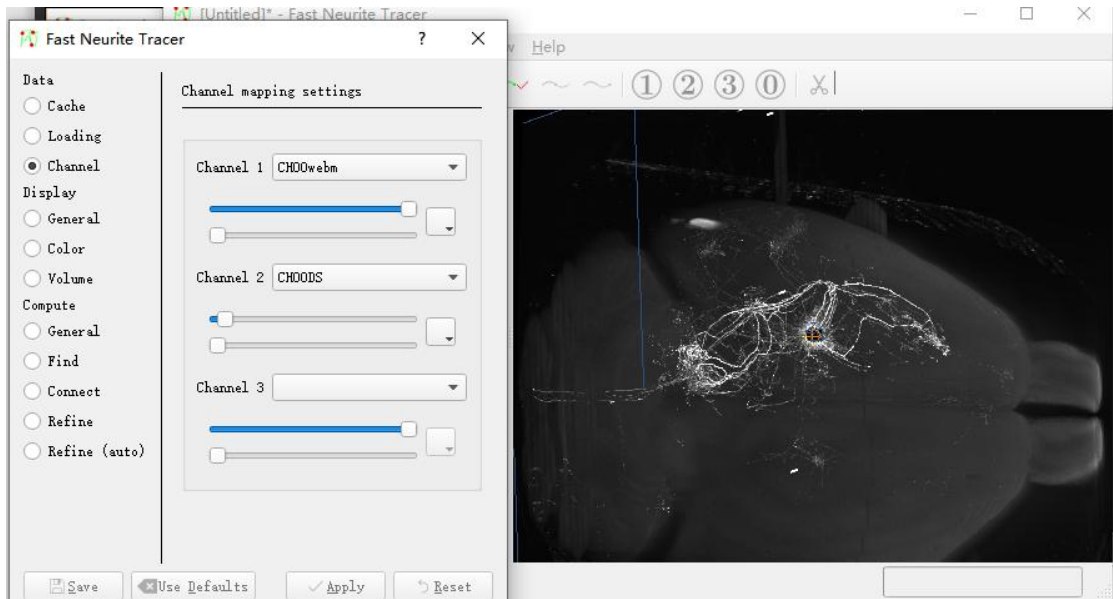
7. File->options->data->channel 选择对应通道，点击 apply 按钮。

在下拉选项中有可能有 CH00,CH00DS,CH00webm,CH00hevc 等选项，其中 DS 为 Down Sample 首字母，意为降采样，是我们用于对整体数据的概况预览，分辨率很低，只能看见大体情况。CH00 是原始数据，因数据量非常大，每次只能加载 CH00 中的一小块原始数据，CH00webm, CH00hevc 是对 CH00 的压缩。**在选择通道时 channel2 选择整体的降采样数据；channel1 选择原始数据，有压缩就选压缩通道，没有就选择 CH00。**

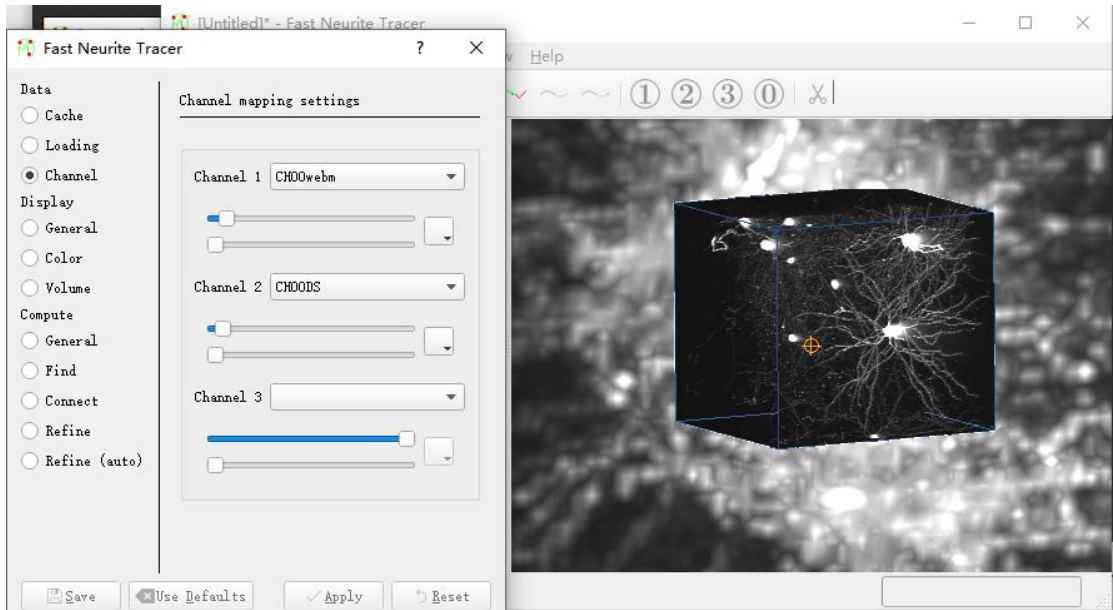


CH00DS

CH00



上图右侧为 channel2 对应的整体降采样数据

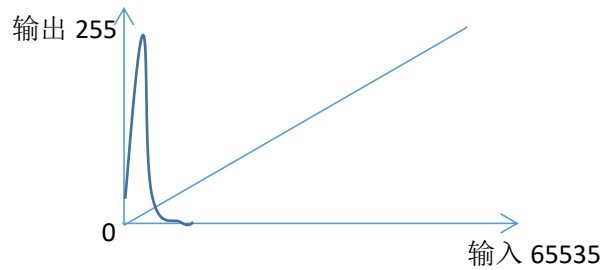


上图右侧为 channel 对应的小块原始数据

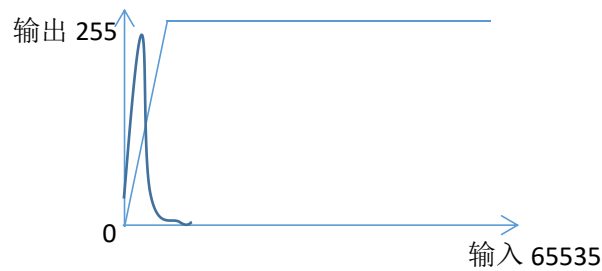
8. 对比度调整（图像窗宽窗位调整）

因普通显示器为 8 位显示器，所以对于灰度图像只能显示 2 的 8 次方即 256 个灰度级，而我们的图像数据采用 16 位表示，有 2 的 16 次方即 65536 个灰度级。远远超过了显示器能够显示的灰度级数，所以需要进行窗宽窗位调整。默认情况下的线性映射将把数据像素只直接除 256 来显示，这样会是的 0-255 的像素值显示为 0，256-511 的像素值显示为 1，丢失大量细节信息。所以需要选择其中的一部分范围内的像素灰度来显示。选择时依赖于像素灰度分布，比如下图中像素灰度分布在 0-5000 的范围内，则可调整映射关系使得 0-5000 内的像素值显示为 0-255。网站 <http://10.10.48.110>;

素值分布在 0-255 的输出灰阶上。大于 5000 的像素用最亮显示，小于 0 的像素用最暗表示。

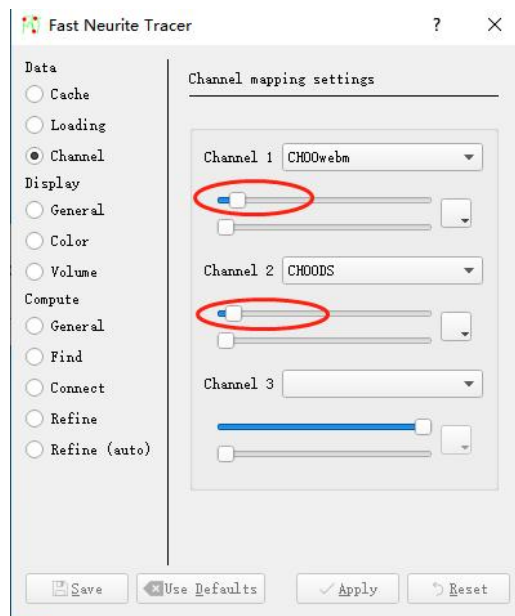


默认情况下的线性映射



调整后的分段映射

根据经验，在实际调整中，只需要调整对应 channel 的上一个滑块即可。



(2) Open *.fnt 文件

实际追踪后的结果可保存为 fnt 文件，fnt 文件记录追踪过程中的所有坐标点、路径等信息，下一次可以直接打开保存的 fnt 文件来恢复到上一次的工作状态。



（三）追踪

（1）选点

1. 小方块会随着圆圈位置自动移动。
2. 在屏幕上点击，出现十字，圆圈会留在原来的位置，十字位置为垂直于当前屏幕的直线上最亮的一点，转动屏幕，出现十字和对应直线，可在直线上调整十字位置。点击鼠标右键，选择 **Go to target**，使圆圈到达十字所在位置。
3. 左击神经元名字，在右侧窗口上右击选择 **Go to target**，可到神经元胞体所在位置。
4. 单击追踪线段上的一点，选择 **Go to target** 可直接选中该点，十字位于追踪线段上时和位于追踪线段外时追踪线段的颜色会有所不同。
5. 右击选择 **Go to position...** 可查看当前位置的坐标，输入坐标值可使圆圈跳到相应的位置。
6. **Pick current** 可使十字到达圆圈所在位置。

（2）新建和删除神经元

1. 选择胞体所在位置且使当前位置位于追踪线段的端点，右键选择 **New neuron**，可新建神经元，左侧窗口将出现神经元名称。
2. 单击神经元名称，右键选择 **Rename Neuron...** 可重命名。
3. 单击神经元名字后右键选择 **Remove neurons** 可移除标记错误的神经元胞体名称，此时原来的追踪线段仍会被保留，但由于不再属于神经元，因而会变成橘黄色细线，称为 **JUNK**。
4. 单击神经元名称，右键选择 **Purge neurons** 可删除神经元。

（3）连接

1. 选择神经上的一点并按 **C** 键，软件会自动给出圆圈和十字间可能的路径，即视频中的橙色线段，如果路径无误需要按空格键确认。
2. 打开 **Tracing** 下的 **Auto Connect** 功能，无需按 **C** 键软件也会自动给出圆圈和十字间可能的路径。
3. 当软件自动寻找的路径有误时，无需按空格，应重新选点。
4. 若圆圈和十字间没有信号，则软件会长时间找不出可能路径，橙色光晕和右下角的蓝色进度条表明软件正在寻找，此时应按 **A** 键或左上角的红色终止按钮及时终止寻找，避免软
网站 <http://10.10.48.110>;

件卡死。

(4) 分叉

1. 遇到神经上出现一枝分叉，先按 C 键连接，再按 B 键确认，再用 Connect 功能找到另一条分叉，按空格键确认。
2. 神经元的分叉通常为锐角分叉，如果追踪过程中从远离胞体的区域逆向追回了胞体附近且出现大量钝角分叉，则极有可能是错追到了其他神经元上。

(5) 删除片段

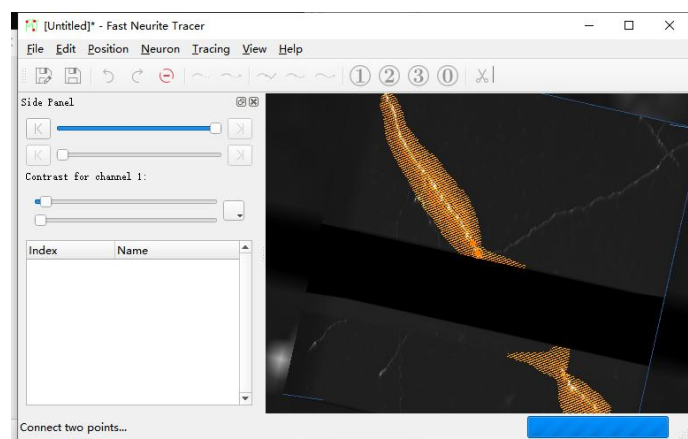
1. 神经元不可能成环，如连成环软件会提示，连成环后线段由绿色变成橙色。当追踪过程中出现追踪错误需要断开时，需要用 X 键的功能对追踪线段进行删除(Delete)。
2. 选中一点按 X 键会在该点处断开。
3. 连续按 X 会从当前位置开始逐段删除。
4. X 键的功能会删除变亮的线段，当十字位于追踪线段端点时会使追踪线段整段变亮，此时按 X 键可整段删除。
5. 先选中要删除的线段的两个端点，即圆圈和十字所处的两个坐标点，按 X 键可删除选定线段。断开的线段如果不属于任何神经元则会显示为橘黄色细线，称为 JUNK。JUNK 可重新与神经元连接。
6. 如有误操作则可按左上角的撤销键撤销操作或者 Ctrl+Z 撤销操作。

(6) 确认已完成点

1. 在任一点按 D 键会跳到距离最近的显示为未完成的点，未完成点显示为橙色。
2. 已找出两支分叉的分叉点需要按 D 键确认已完成，确认后点的颜色会改变。
3. 追踪到末端的末端点需要按 D 键确认已完成。
4. 删除连错分支后会在追踪线段中间出现未完成点，这种未完成点直接按 D 键确认已完成。

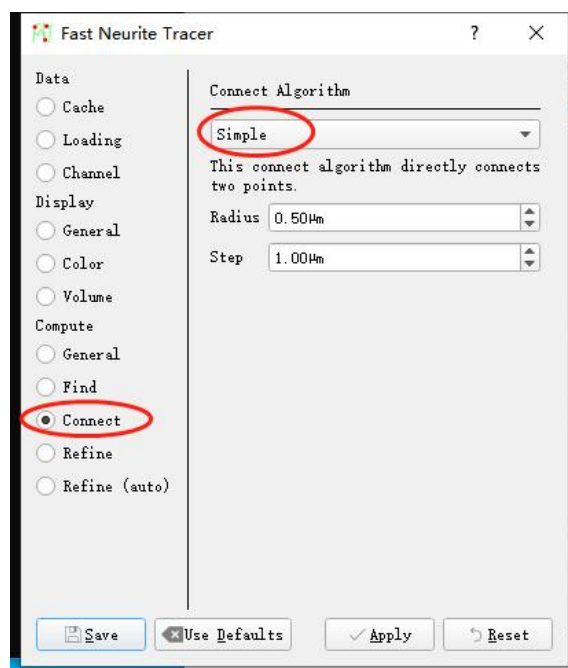
(7) 断层连接

因数据丢失等原因可以存在少量断层处，在断层处如果能够判断出连接，也需要连上，但是使用默认在路径计算算法可能始终无法得到路径。这时需要按 A 终止计算。



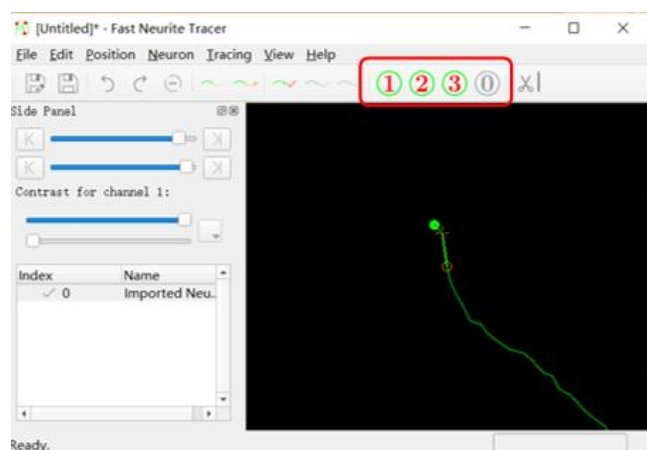
断层处无法找到路径

然后设置 file->options->connect->connect algorithm, 把 AStar 改成 Simple, 然后 apply,此时继续连接,将使用直线对 target 和选点处连接,断层处连接完成后需要改回 AStar。

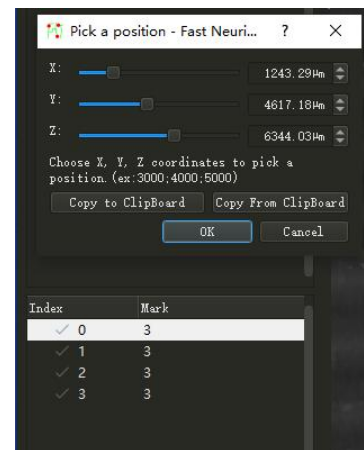


（四）辅助功能

1. 按 G 键可隐藏所有追踪线段, 再按一次可恢复。
2. 按 S 键可切换至 2D 视图, 再按一次可恢复。
3. 追踪不确定处可进行打标签标记 (点击 1 or 2 or 3, 取消标记点击 0)。
4. 软件界面左下角会记录显示所有标记信息, 点击选中可查看及定位对应坐标处。



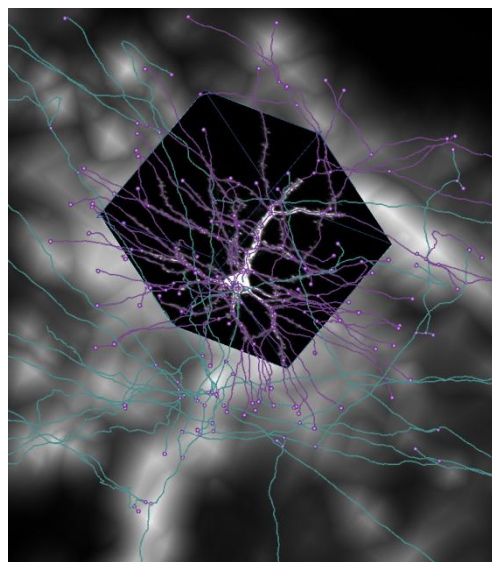
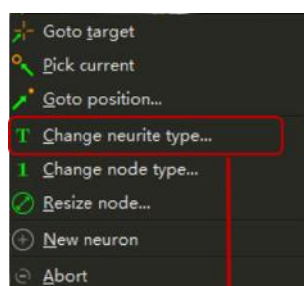
标记



标签信息

（五）神经元分支类型标记

按上述说明熟练使用 FNT 软件，直至追踪出完整的单神经元形态（包含树突和轴突所有分支）。为方便神经元重构文件的可视化及分析，可进一步标记分支类型以区分神经元树突和轴突，操作如下：选中任一分支，此时应为 Undefined 颜色状态，判断 Axon/Dendrite 类型，右击->change neurite type->Axon/Dendrite，分支颜色状态改变。



神经元分支类型标记结果参考

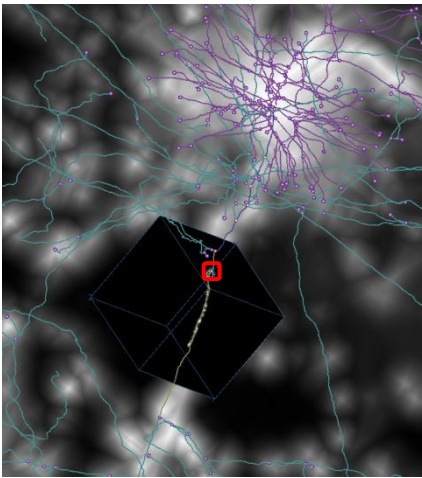
（六）神经元追踪文件质检

由于神经元形态的多样性和复杂性，新用户在独立追踪过程中可能出现遗漏分支、追错分支、多连分支等错误。为了进一步提高神经元追踪文件的准确性和完整性，可根据以下质检步骤核对及修改完善追踪文件：

1. 点击 File->Options->Color->Color Settings->勾选 Display checked state



2. 返回至胞体位置作为质检起点；
3. 从胞体起点出发，按 K 键可在已完成的追踪路径上移动前进，按移动顺序依次对追踪路径进行核对，观察是否出现遗漏分支、追错分支、多连分支等错误，如发现追踪错误可以及时进行修改记录；
4. 正在移动的追踪路径和已完成核对的追踪路径，以每个分支节点为间隔出现颜色变化（颜色如必要也可调整），以区分尚未完成核对的追踪路径，按 K 键直至完成遍历质检整个神经元；
5. 保存已完成的神元追踪文件，待提交至管理员或项目管理系统。



质检中神经元（深紫色：已完成质检；黄色：k 键定位处正在质检；蓝色：未质检；）

网站 <http://10.10.48.110>;

三、项目管理系统

平台项目管理系统用于统一管理培训流程：包含任务分配、下载、上传、记录、检查等；

1. 官网首页->FNT 培训->管理系统->进入新版系统；
2. 新用户可联系平台管理员申请登录账号、密码；初始密码为 123456，可自行设置新密码；
3. 登录之后选择“我的任务”，可以看到分配任务，下载胞体文件压缩包，用 FNT 选择分配胞体文件打开追踪，追踪完成的文件点击记录->选择文件上传。



四、快速检索

所内网址: <http://10.10.48.110>

所外网址: <http://bap.cebsit.ac.cn/>

- Open: 在本地的 fnt 文件;
- New: 从 catalog 开始, 无 fnt 文件;
- File options channel: channel1 (小块原始数据), channel2 (降采样 ch00ds);
- C: 计算路径加空格确认;
- X: 删除;
- G: 隐藏路径;
- A: 停止寻找路径;
- 标记 1、2、3、0: 标记模糊的点 1、2、3, 删除标记 0;
- File options Loading: 调节小方块可视范围;
- File options Connect: simple 直线, astar 默认贴合曲线;
- Edit Import FNT: 导入别的 fnt 文件的数据 ;
- Auto connect 自动连接省去了 C;
- Goto target: 让光标到达指定位置;
- Goto position: 找到光标指定的位置坐标;
- 蓝色、绿色、橙色: 蓝色是默认正常情况下的神经元, 绿色是神经元被选定的状态, 橙色是神经元未新建或者某处连接错误出现环状;
- New neuron: 新建神经元;
- Rename : 神经元重命名、remove : 删除神经元名称留下神经元路径、purge 删除神经元名称与神经元路径;
- Save: 用 xxx.fnt 命名
- K: 追踪文件质检