



上海大学

Shanghai University

脑神经图像数据的 可视分析与交互处理

专
学
姓
导

业
号
名
师

软件工程
16721600
王文斌
王宜敏

2018年6月8日



上海大学

Shanghai University

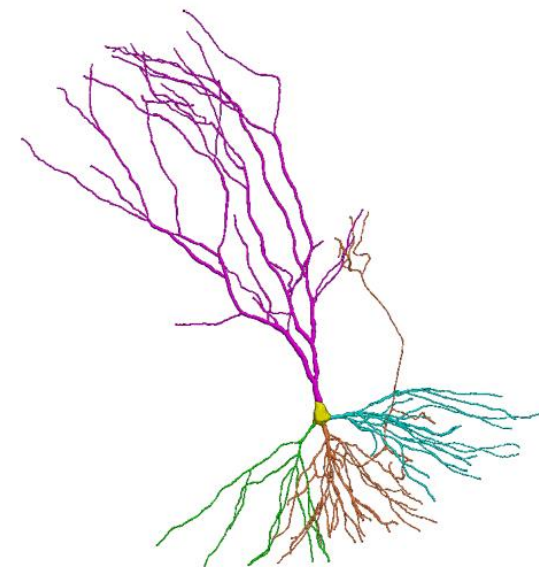
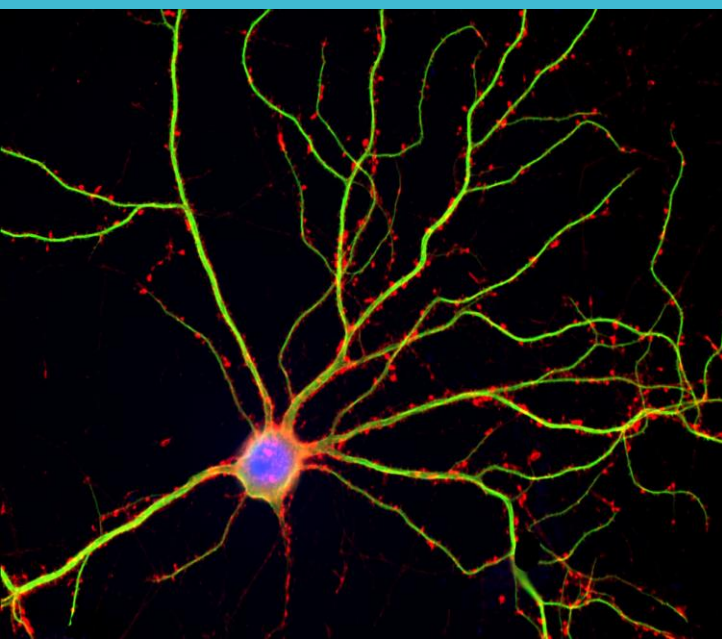
内容提纲：

- 选题背景与意义
- 关键技术及关键工具介绍
- 基于虚拟现实的显示与交互
- 系统与成果展示
- 结论与展望



选题背景 与意义

- **选题背景：**神经元在人类及其他哺乳类动物的大脑系统中起到了至关重要的关键作用。神经科学的最终目标是了解神经系统的工作机制，这就需要提取神经网络中各个神经元的形态结构，进而得到真实的神经网络形态学结构。
- **神经元重建(Neuron Reconstruction)：**从三维显微镜图像数据中提取出计算机可处理的神经元数字形态结构。
- **研究现状：**
大多数自动/半自动神经元重建算法都存在不同的缺陷。



选题背景 与意义

- **虚拟现实技术**为人们提供了一种全新的显示方式，从传统的 **2D** 屏幕显示改变为能给人身临其境感觉的 **3D** 显示。目前虚拟现实技术已经广泛应用在诸如游戏，电影，医疗，培训等多个方面。



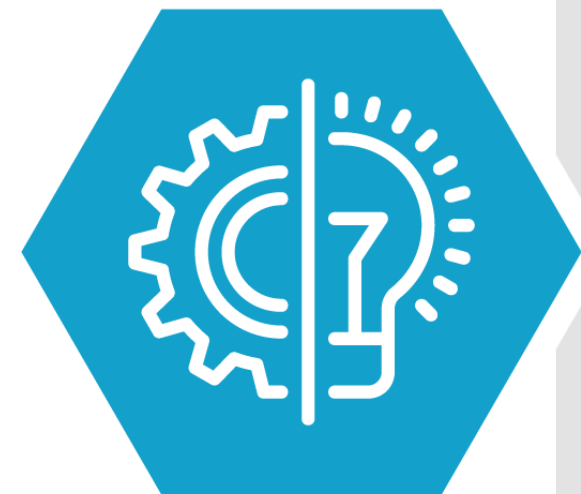
- 本论文预期设计一套基于虚拟现实的神经元图像的可视化分析系统，以实现一套完整的在VR环境下的神经元几何形态重建工作流程。



上海大学
Shanghai University

关键技术及工具

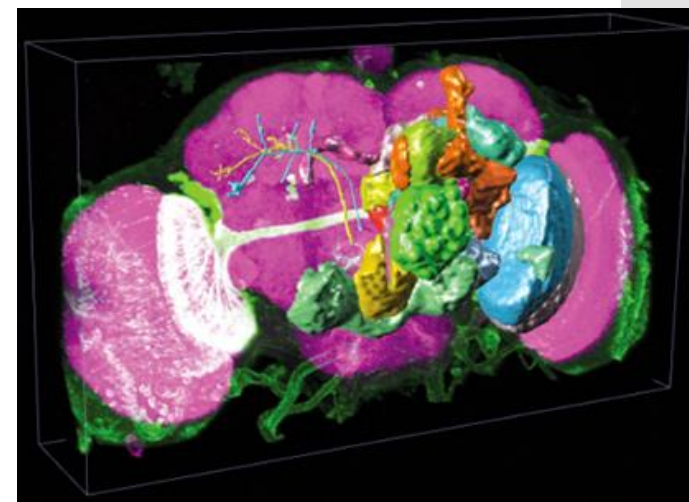
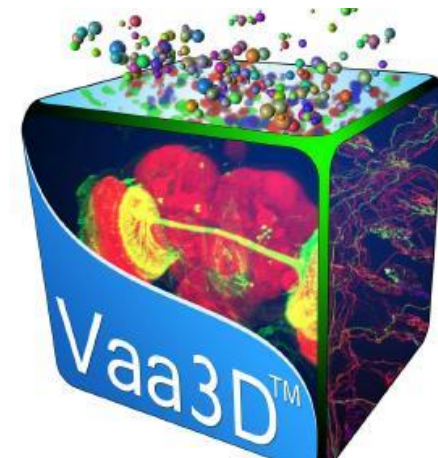
- Vaa3D平台
- 虚拟现实设备





Vaa3D平台

- 3D可视化分析工具(3D Visualization-assisted analysis), 英文简称为Vaa 3D, 中文简称为挖三维, 是一个方便, 快速, 多功能的3D / 4D / 5D 图像可视化 和分析系统。
- Vaa 3D的主要目标是提供一个跨平台的开源的图形界面平台, 可以用于大规模多维度的图像数据的可视化和定量分析。



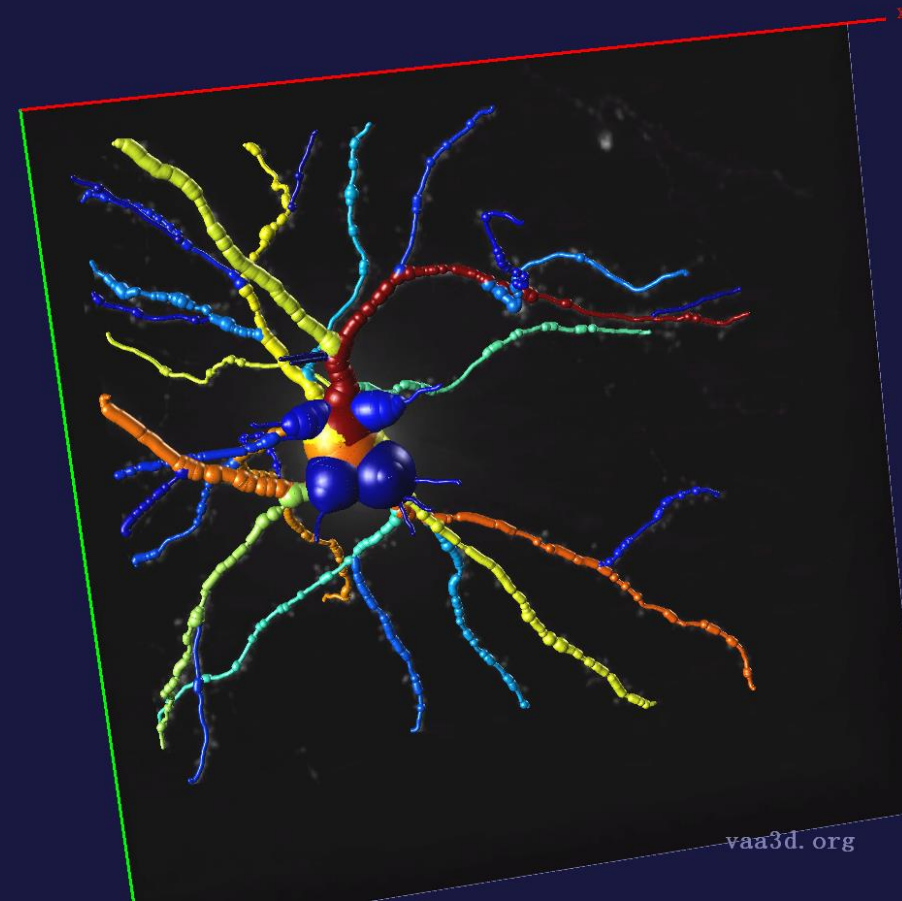


上海大学
Shanghai University

神经元重建结果



三维显微镜神经元图像





虚拟现实设备

- 虚拟现实技术为人们获取信息方式提供了一次极大的更新，区别于移动互联网和手机让人们可以随时随地地获取外界信息，而是让人们更进一步身历其境地获取信息。
- 虚拟现实应用现在已经涵盖了我们生活的方方面面，包括
 - 培训教育
 - 运动健身
 - 游戏娱乐
 - 电影，广告，直播等等。
- 目前市面上主流的虚拟现实设备有：
HTC Vive, Oculus Rift, PS VR等。



HTC Vive

- **HTCVive** : 由 HTC 公司和 Valve 公司合作在 2016 年推出的一款虚拟现实硬件显示设备, 它的主要特色是能进行较大范围的移动, 而且具有低延时, 高精度的特点。

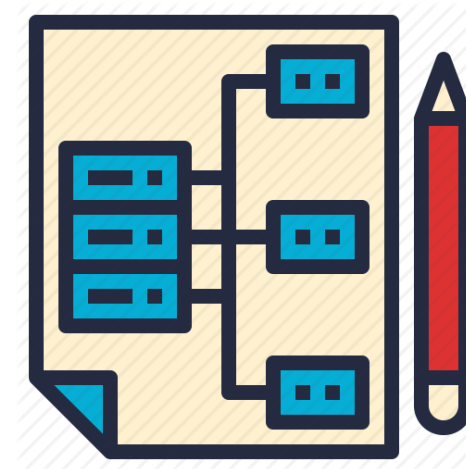




上海大学
Shanghai University

基于虚拟现实的显示与交互系统

系统设计



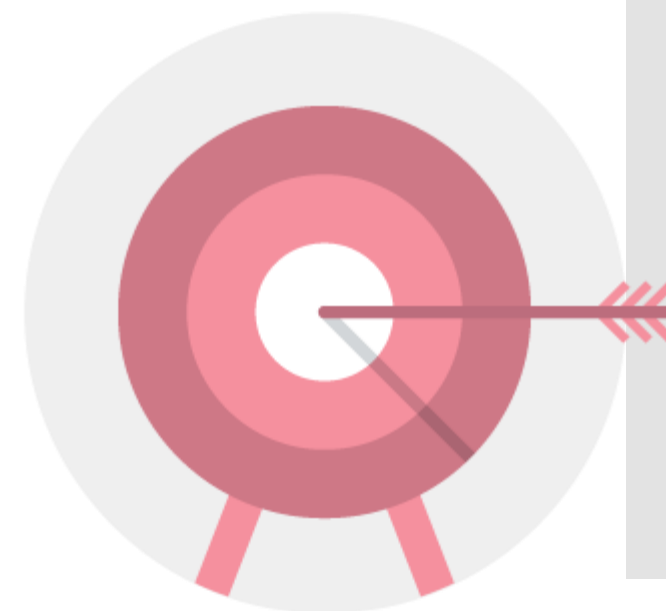
系统展示

#120225438



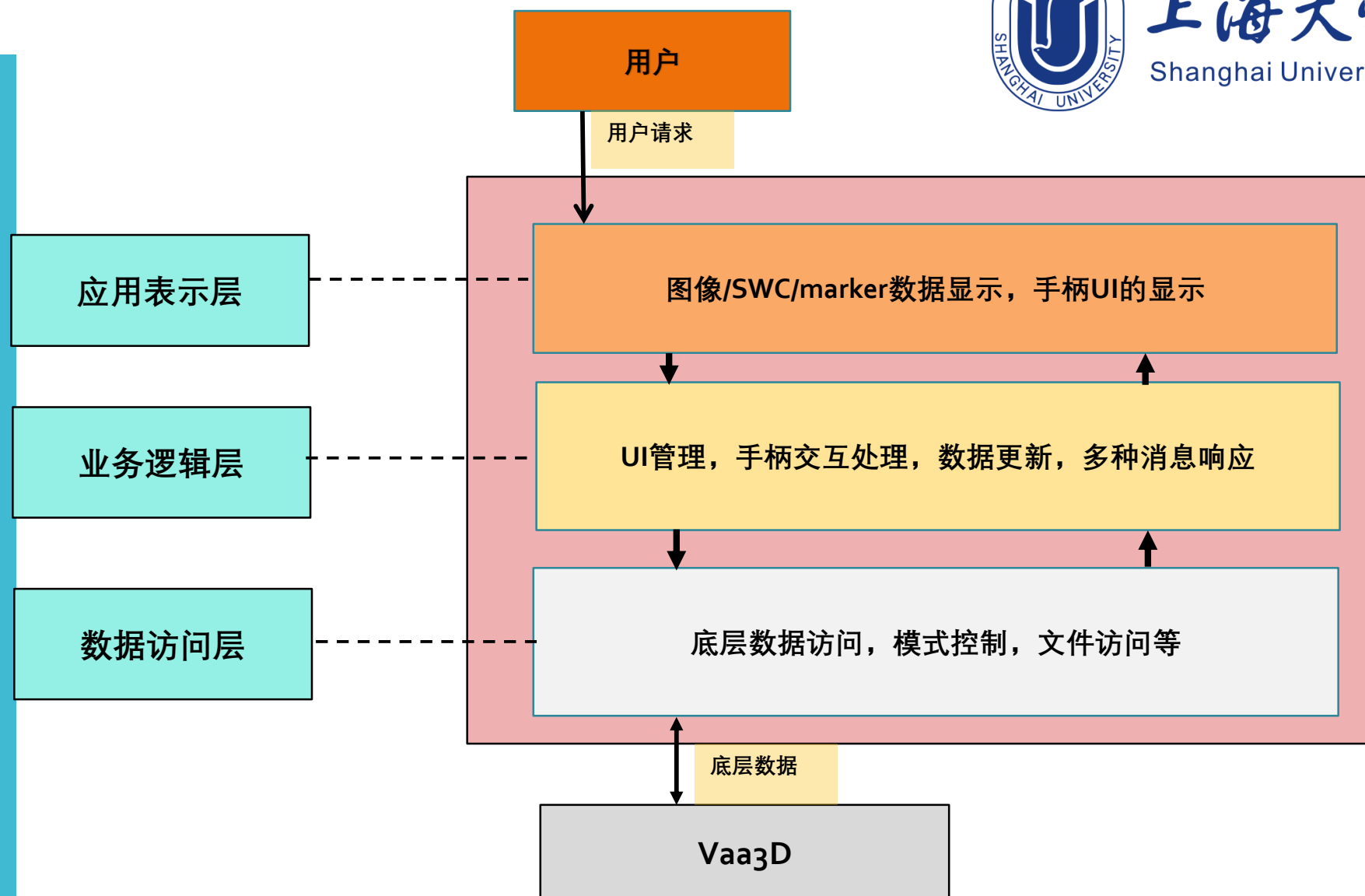
系统设计目标

1. 为 Vaa 3D 平台引入新型的显示方式。
2. 在VR中直接对 3D 图像进行各种直观交互操作。
3. 在VR中引入新型的交互方式。



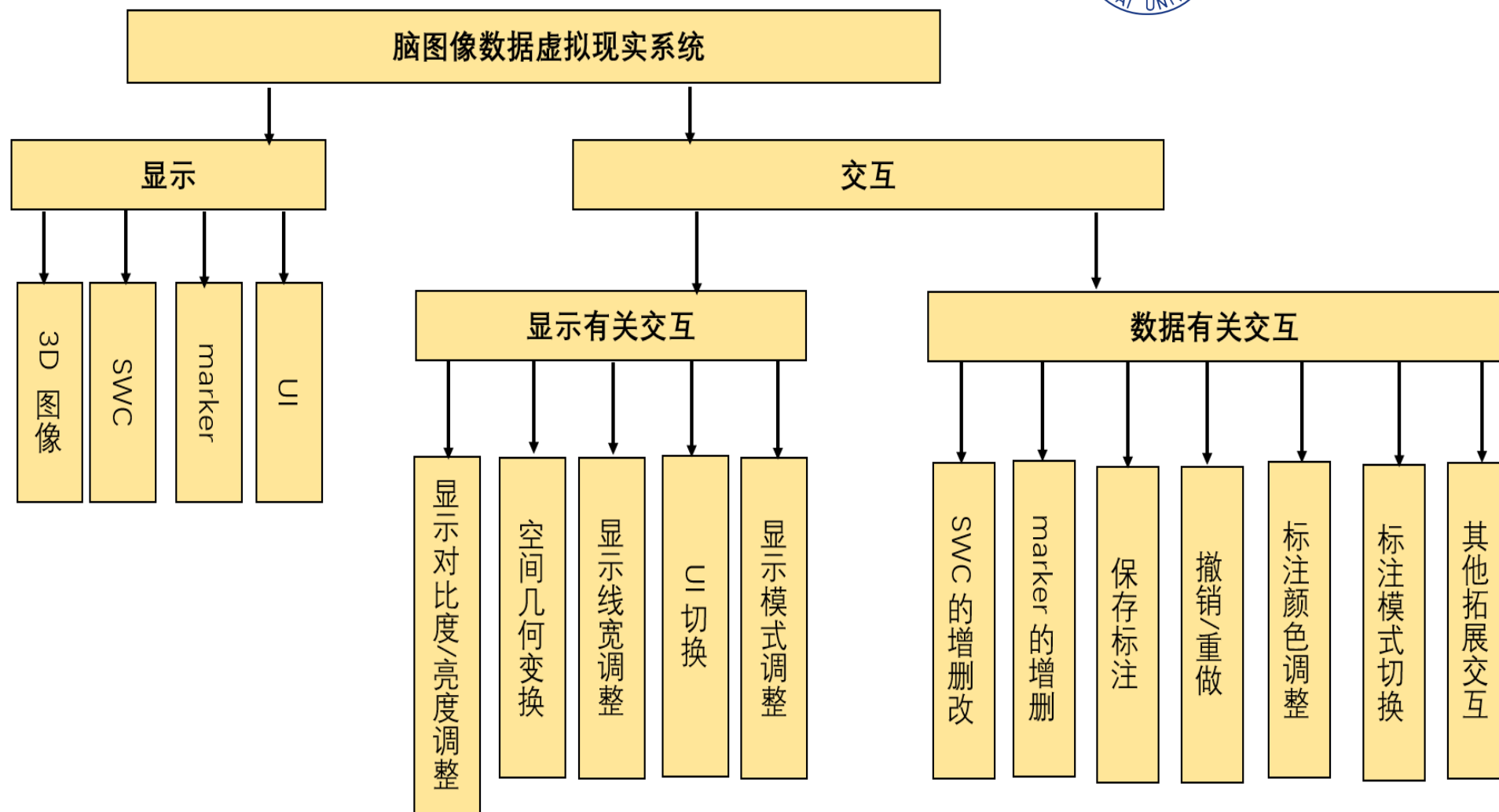


系统设计架构





系统功能模块





系统设计

表 3.1 与显示有关功能简介

功能编号	功能名称	功能简介
1	图像平移	将整体图像（包含所有标注信息）平移至新位置
2	图像旋转	将整体图像（包含所有标注信息）旋转至新角度
3	图像缩放	将整体图像（包含所有标注信息）缩放
4	快捷图像变换	使用手柄 B 扳机快捷地对图像整体进行平移旋转变换
5	对比度调整	调整图像显示的对比度
6	亮度调整	调整图像显示的亮度
7	显示模式切换	切换显示模式 Skeleton/Surface
8	显示线宽调整	调整 Skeleton 模式下曲线的显示宽度



系统设计

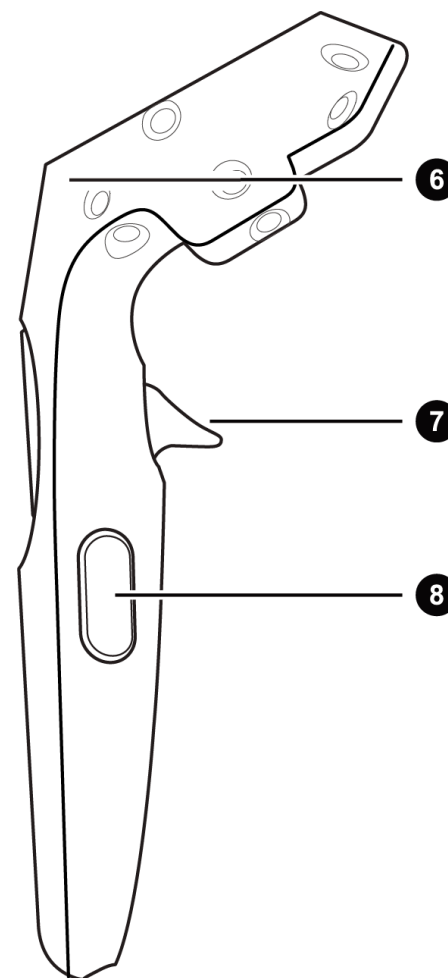
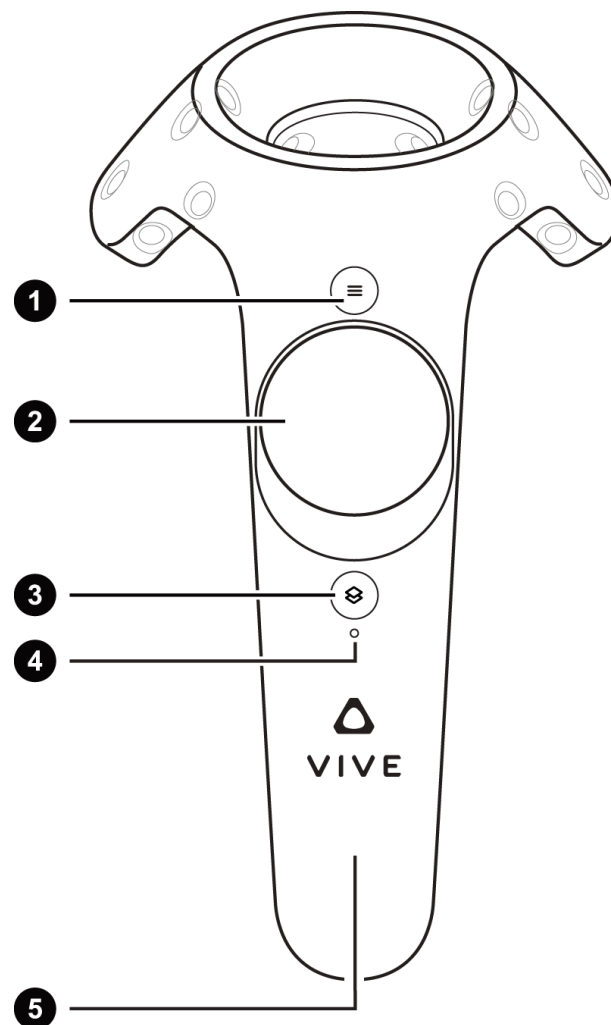
表 3.2 与数据有关功能简介

功能编号	功能名称	功能简介
9	SWC 标注添加	根据手柄轨迹画出连续曲线表示 SWC
10	SWC 标注删除	删除特定 SWC（即某条特定曲线）
11	SWC 标注修改	修改 SWC 中单个节点的位置
12	Marker 标注添加	在手柄 A 中心处生成 marker
13	Marker 标注删除	删除特定 marker
14	标注颜色切换	切换之后生成的标注的颜色
15	标注模式切换	切换当前标注模式自动模式/手动模式
16	保存	保存所有生成的标注（SWC, marker）至本地文件
17	撤销/重做	撤销/重做之前的 SWC 标注操作
18	其他拓展功能	其他的与 Vaa3D 平台模块、插件进行交互的拓展功能

系统设计



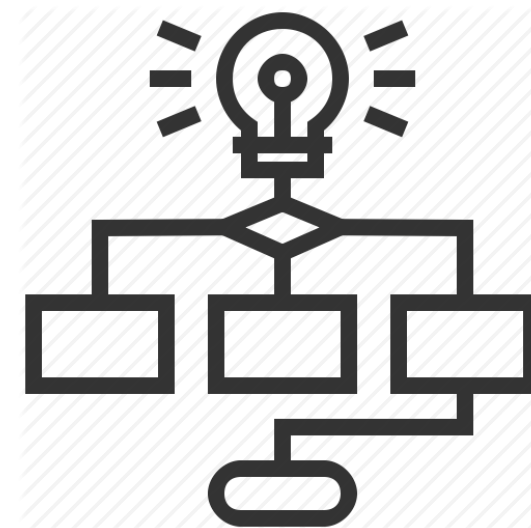
上海大学
Shanghai University





基于虚拟现实 的智能交互方式

- 神经元重建的三种交互方式
- Virtual Finger算法
- 在VR中拓展并改进的Virtual Finger算法





传统重建的三种交互方式

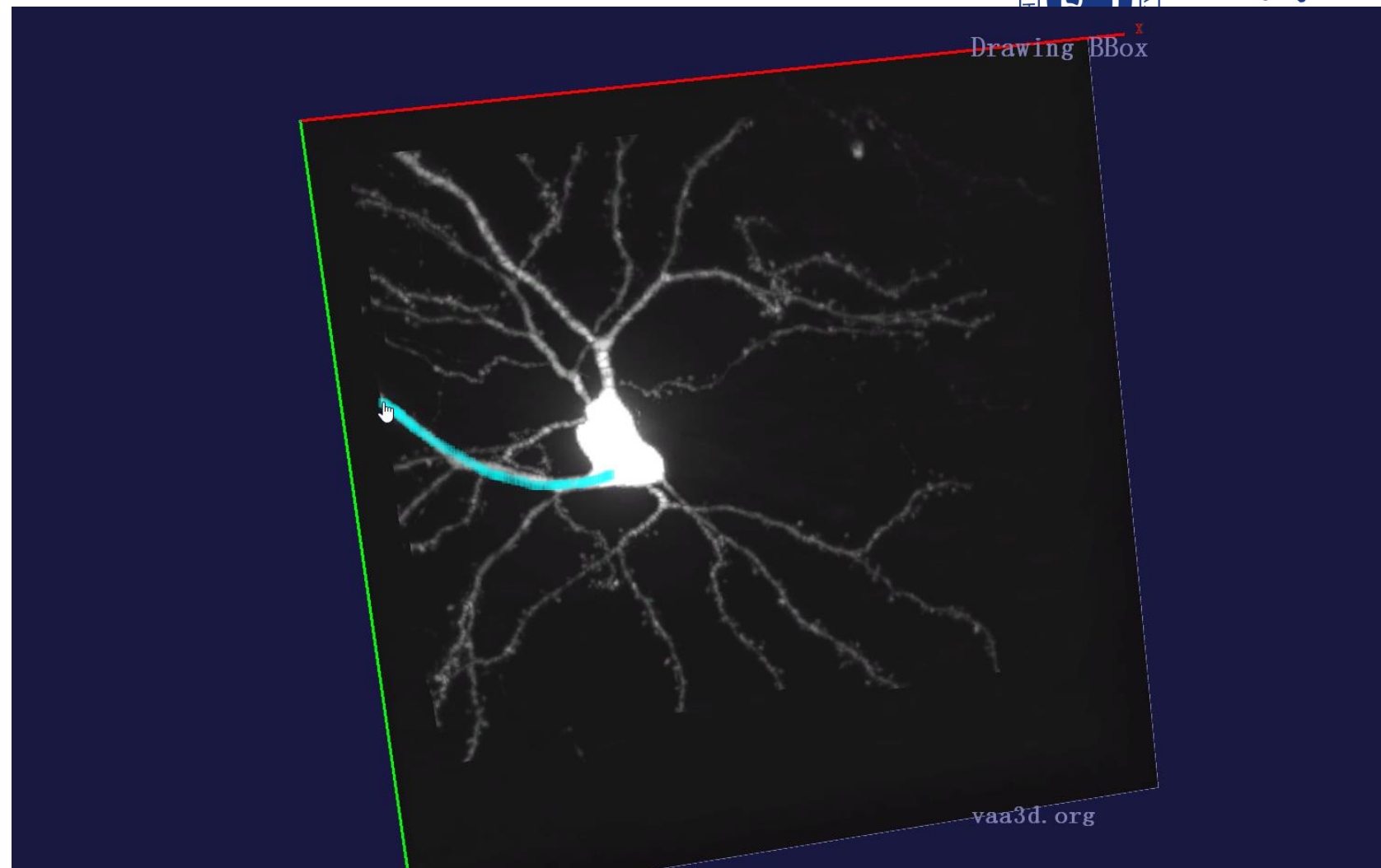
1. **手动重建方法**指的是完全依靠生物专家或研究者在屏幕上根据所见到的图像信号进行追踪与标注的方法。
2. **自动重建方法**指的是完全不依赖任何人工干预和操作，基于计算机的自动重建算法，自动地根据图像信号来进行神经元形态重建的方法。
3. **半自动重建方法**指的是在计算机自动计算重建结果的输入，输出以及计算过程中施以一些人为的干预的重建方法。



Virtual Finger 算法

- Virtual Finger 算法以鲁棒有效的方式利用**2D**屏幕的输入生成三维空间中的点，曲线和感兴趣区域（ROI, Region of Interest）。
- 重建步骤(概述):
 - 1. 将用户在屏幕上输入的曲线采样为**N**个点，并在每个点处作出一条从屏幕向图像射出的射线；
 - 2. 通过计算得到每条射线与图像信号相交的的 K_i * **N**个体素(voxel)；
 - 3. 根据fast marching算法计算得到从第一条射线到最后一条射线的全局最短路径。

Virtual Finger 算法



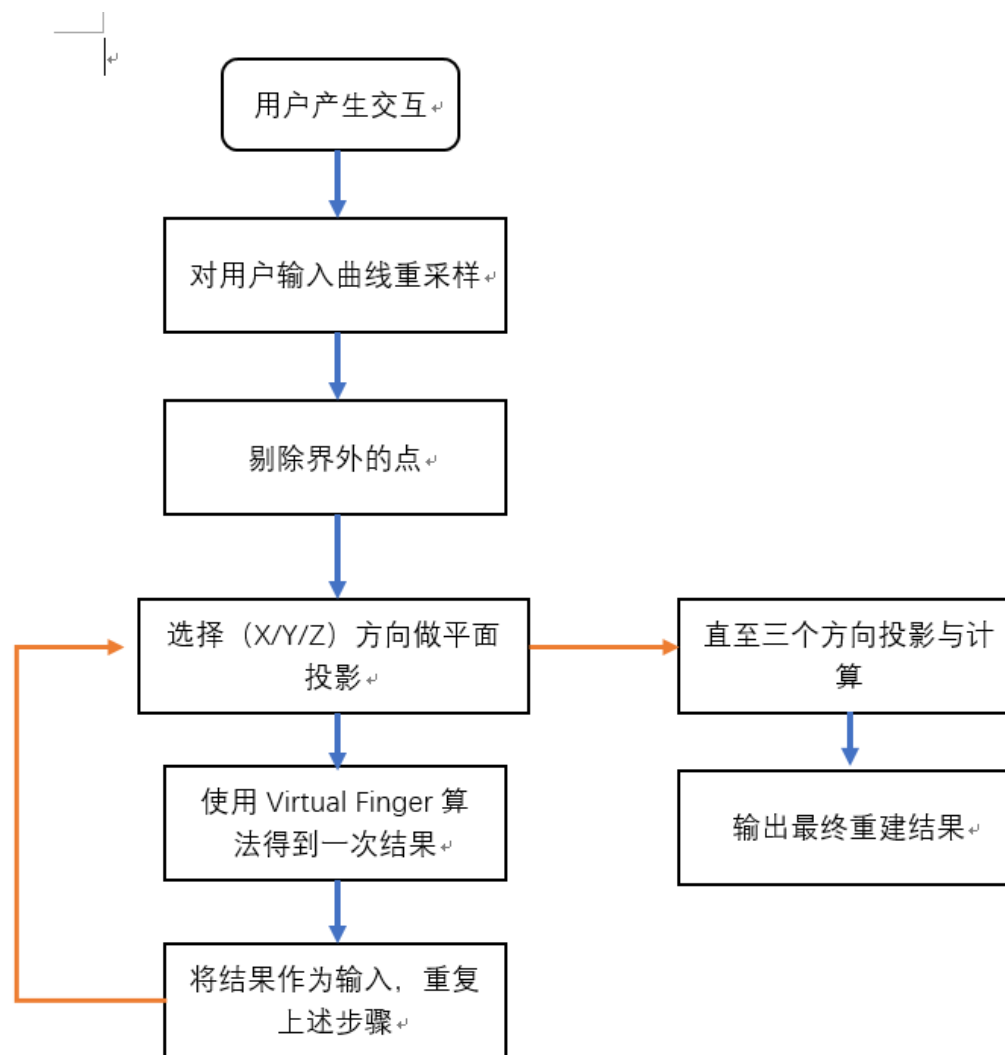


改进的 Virtual Finger 算法

- 改进的Virtual Finger算法的目标：
 1. 将传统**2D**屏幕上的Virtual Finger算法拓展至虚拟现实环境中；
 2. 针对虚拟现实环境的特性做出改进。
- 改进的Virtual Finger算法的关键问题：
 1. 用户的输入不再是多个**2D**坐标点，而是一系列**3D**空间坐标中的点；
 2. 用户的输入与真实图像信号的误差可能是任意方向；
 3. 用户的输入可能不在图像信号内部。



改进的 Virtual Finger 算法



算法流程图



上海大学
Shanghai University

系统展示

- [VR Demo with VF.mp4](#)





上海大学
Shanghai University

系统展示

- VR Demo without VF.mp4 (as the MR one)

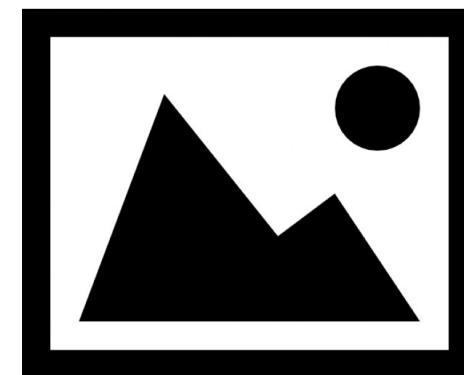




上海大学
Shanghai University

系统展示

- 专家使用本系统重建得到的结果.jpg





研究中遇到即 解决的问题

1. 当前的虚拟现实应用多基于游戏引擎(Unity, Unreal等)制作, 直接基于OpenGL的虚拟现实应用资料较少, 开发过程中的许多问题需要花费较长时间摸索;
2. 开发初期阶段, 由于缺少与神经形态学研究领域的专家交流, 很难掌握研究专家们实际的需求与使用环境, 直到中后期与专家交流增多, 邀请他们实际体验本系统并提出意见后, 开发过程明显更加流畅顺利。





上海大学

Shanghai University

结论与展望

结论：

本毕业设计针对神经元几何形态重建领域，结合前沿的虚拟现实技术，设计并实现了基于Vaa 3D平台的脑神经图像数据在虚拟现实环境中的可视化分析与交互系统。

该系统能够对多种格式不同规模的三维神经元图像数据进行虚拟现实环境中的可视化分析，并且给用户提供了方便高效的交互方式，帮助用户直观，高效，便捷地进行神经元几何形态重建的工作。





结论与展望

改进点：

1. 缺乏更简洁有效的 UI 界面；
2. 使用过程中缺少有效的提示信息；
3. 由于虚拟现实技术本身的技术瓶颈，用户难以长时间的在虚拟现实环境中工作、观察。





上海大学
Shanghai University

Q&A

感谢您的聆听！

欢迎提问！

2018.06.08

