

imFluxes-3D[®]

-- 揭示活体生物离子分子流速的动态立体原貌

王洋¹，陆旭⁵，杨鑫⁵，李雪晶⁵，许越^{1,2,3,4*}

¹ 旭月（北京）科技有限公司，北京，中国 10080；² 旭月生物功能研究院，北京，中国，100080；³ 中关村旭月非损伤微测技术产业联盟，北京，中国，100080；⁴ 国际 NMT 联盟，19 Research Drive, Suite 6 Amherst, MA 01002, USA；⁵ 北京医院，北京，中国 100730

摘要： 本文介绍了一项创新性的程序——imFluxes-3D[®]，该程序将流速数据的三维矢量特性以图形方式完整呈现，不仅展示了数据的大小，还清晰地呈现了三维空间方向信息。相较现有系统生成的图形，imFluxes-3D[®] 填补了流速数据三维空间方向信息缺失的空白，为科研人员提供了全新的三维流速数据可视化方法。本文将探讨 imFluxes-3D[®] 的原理、优势以及对科学研究的潜在影响。

关键词： 非损伤微测技术，流速数据，三维可视化

1. 引言

流速数据的可视化在科学研究中具有重要意义，然而传统图形呈现往往无法全面展示数据的特性，尤其是三位空间方向信息。本文将介绍一种 NMT-3D 动画在线互动应用程序——imFluxes-3D[®]，它在流速数据的三维可视化方面取得了突破，为科研人员提供了新的方法来描述流速。

imFluxes-3D[®] 能够展示流速数据的完整三维矢量信息，包括大小和方向。通过专门设计的绘图算法，该程序将流速数据转化为图形，使得数据的三维空间方向信息得以直观展示。相较于现有系统生成的图形，imFluxes-3D[®] 的优势在于其能够随时随地将流速数据的三维特性完整呈现，还包含了改变背景色、材料颜色、比例、显示或隐藏部分内容等互动功能；手动或自动旋转、录制视频等动画功能，帮助科研人员更全面地分析和理解被测材料的生理功能。

2. 方法与应用实例

主要工作流程

用户通过浏览器打开程序前端页面，通过上传符合要求的 JSON 格式文件到后端，后端将存储并分析 JSON 文件内容，返回模型结果与数据结果给前端，前端渲染并展示模型与 3D 流速数据。

技术栈

前端：主要使用了 HTML 5、CSS 3、Javascript ES5 语言完成，同时主要利用 three.js WebGL 引擎完成 3D 渲染展示部分的功能。

后端：基于 Linux 服务器，利用 PHP 7 与 MySQL5.1 完成数据的存储、分析与处理。

收稿日期：2023-07-04

* 通讯作者 E-mail: xuyue_xulei@126.com

doi:10.5281/zenodo.8245778

应用实例

肿瘤组织表面并非是均一的组织，通过立体位点 H^+ 和 Ca^{2+} 的 3D 流速扫描，得到肿瘤组织对氢离子，钙离子的吸收与释放，直观的判断肿瘤组织区域的具体分布情况。该实例中，使用了旭月（北京）科技有限公司的非损伤微测系统（NMT300 系列），采样规则为 XYZ-30 情况下测得的流速数据，肿瘤组织模型使用简单长方体演示。实际样品来自北京医院某科研项目，包含肿瘤组织附近的正常组织。本次实验的检测指标为 H^+ 和 Ca^{2+} ，检测位点为样品中心表面 $3 \times 3 \times 3$ 的立体位点，相邻检测点间距 250um。

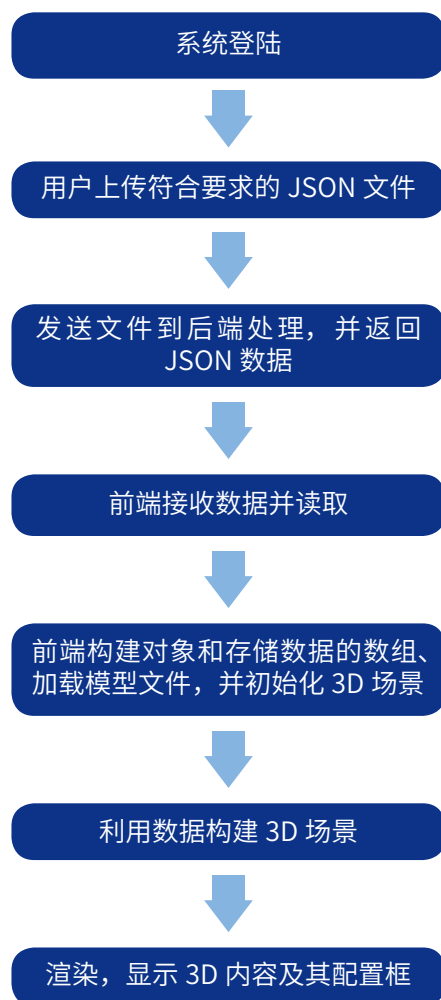


图 1 主要工作流程图简单示例

图 2 展示了通过 imFluxes-3D[®] 得到的流速数据可视化图形，从图中可以清晰地看出流速的大小和三维空间方向，这为科研人员提供了更多信息，有助于深入研究和分析。

图 2 左侧提供了动画、交互功能的操作区域，提供了手动旋转、缩放、平移可视化图形的操作说明，并且提供了对可视化图形以下功能的控制选项：自动围绕单独 x 轴、y 轴或 z 轴以及自由组合旋转功能；离子、分子流速动画展示功能；录制并下载视频；以及恢复到图形默认状态的页面初始化功能。

图 2 中部展示该实例的可视化图形，下方提供了图例、比例尺与基础单位信息。

图 2 右侧提供了动画显示设置的控制区域，提供了对可视化图形以下显示设置的选项：背景色设置、显示内容设置、离子分子比例设置、材料颜色与透明度设置。

有关更多实际案例，可前往：<http://imomics.org/3D/> 查看，如需申请使用 imFluxes-3D[®] 或有其它问题，可拨打电话 010-8262 2628 咨询。

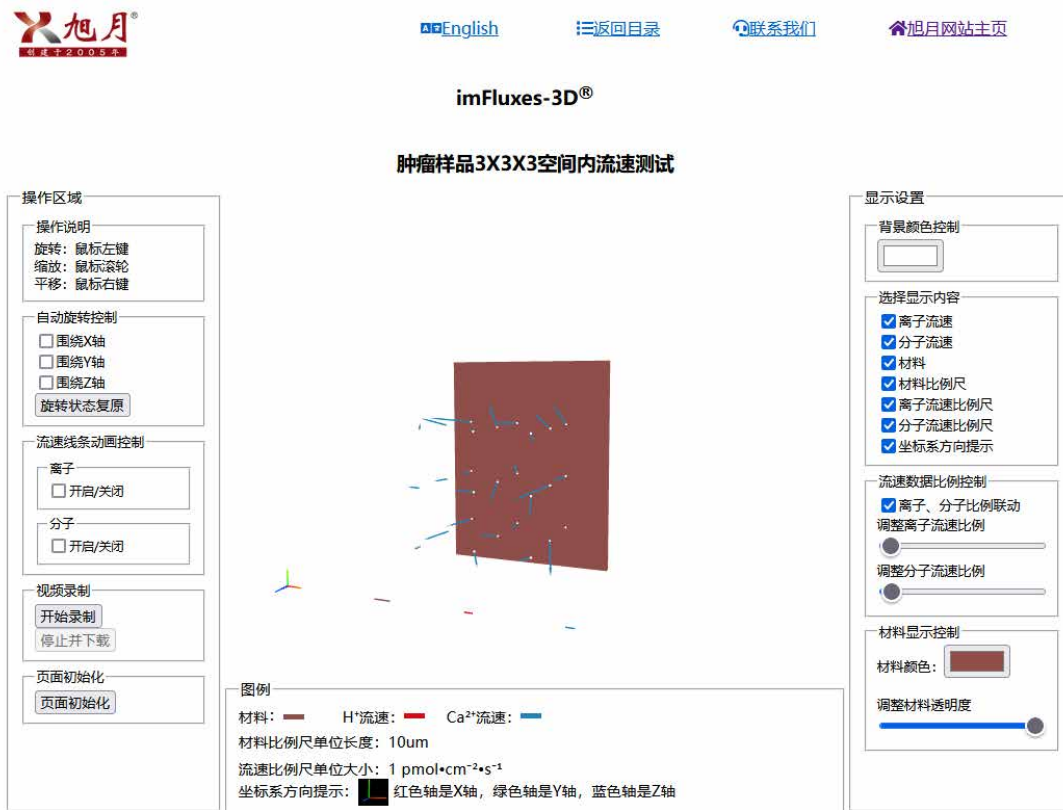


图 2: 肿瘤样品 3X3X3 空间内流速测试, 实际样品来自北京医院某科研项目。

3. 总结与展望

imFluxes-3D[®] 通过呈现流速数据的完整三维矢量信息, 填补了现有图形无法展示三维空间方向信息的不足, 为非损伤微测技术在更多科研领域的应用提供了有力工具, 为科研人员提供了一种更全面、准确地理解流速数据的方式。随着技术的进一步发展、研究进一步深入, 我们可以期待 imFluxes-3D[®] 在更多领域带来新的突破和应用, 在未来推动科学研究取得更深入的认识。

参考文献

- [1] 许越. 非损伤微测技术—2022[J].NMT 通讯, 2023(01):3-9.DOI:10.5281/zenodo.8227586.
 [2] 宋瑾, 唐勇, 许越. 用非损伤微测技术研究

肿瘤细胞的耐药性与其胞外 H⁺ 流变化的相关性 [J]. 生物物理学报, 2008(03):191-197.

[3] Kunkel JG, Cordeiro S, Xu YJ, Shipley AM, José A, Feijó JA. The use of non-invasive ion-selective microelectrode techniques for the study of plant development[J]. Plant Electrophysiol, 2006:109-137. https://doi.org/10.1007/978-3-540-37843-3_5.

[4] Xu Y, Sun T, Yin L-P. Application of Non-invasive Microsensing System to Simultaneously Measure Both H⁺ and O₂ Fluxes Around the Pollen Tube[J]. J Integr Plant Biol, 2006(48):823-831. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2006.00281.x>.

(责任编辑: 李雪霏)