

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 11 月 28 日 (28.11.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/239286 A1

(51) 国际专利分类号:

G06T 15/00 (2011.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2023/096112

(22) 国际申请日:

2023 年 5 月 24 日 (24.05.2023)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 深圳华大生命科学研究院 (BGI SHENZHEN) [CN/CN]; 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。

(72) 发明人: 蒙张一(MENG, Zhangyi); 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。王少宏(WANG, Shaohong); 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。甘波(GAN, Bo); 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。刘超(LIU, Chao); 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。李胜康(LI, Shengkang); 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。张勇(ZHANG, Yong); 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。黎宇

翔(LI, Yuxiang); 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。陈奥(CHEN, Ao); 中国广东省深圳市盐田区北山工业区综合楼, Guangdong 518083 (CN)。

(74) 代理人: 北京法胜知识产权代理有限公司 (FASHENG INTELLECTUAL PROPERTY COMPANY, LTD.); 中国北京市海淀区悦秀路99号1单元4层401, Beijing 100085 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚

(54) Title: CELL CONTOUR RENDERING METHOD, APPARATUS AND SYSTEM

(54) 发明名称: 细胞轮廓渲染方法、装置及系统

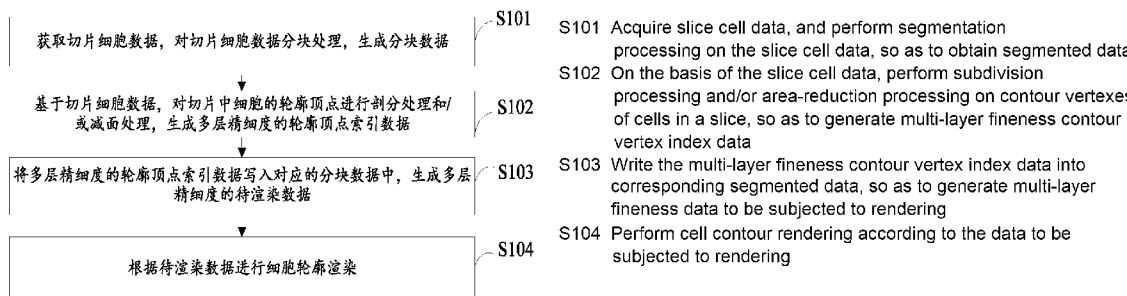


图 1

(57) Abstract: A cell contour rendering method, comprising: acquiring slice cell data, and performing segmentation processing on the slice cell data, so as to obtain segmented data; on the basis of the slice cell data, performing subdivision processing and/or area-reduction processing on contour points of cells in a slice, so as to generate multi-layer fineness vertex index data; writing the multi-layer fineness vertex index data into corresponding segmented data, so as to generate multi-layer fineness data to be subjected to rendering; and performing cell contour rendering according to the data to be subjected to rendering.

(57) 摘要: 一种细胞轮廓渲染方法, 包括: 获取切片细胞数据, 对切片细胞数据分块处理, 生成分块数据; 基于切片细胞数据, 对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理, 生成多层精细度的顶点索引数据; 将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中, 生成多层精细度的待渲染数据; 根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染。

(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

说明书

发明名称: 细胞轮廓渲染方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本公开涉及数据处理技术领域，特别涉及一种细胞轮廓渲染方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 在生物信息技术的科研中，伴随着显微镜技术、图像处理技术的迅速发展，生物切片单片尺寸日益增大。在科研过程中，需要查看单张切片或者是多张连续切片提取出来的巨量细胞的形状以及分布情况。然而科研人员所使用的电脑显卡配置参差不齐，目前图像渲染软件往往对用户的显卡配置有一定要求，难以适用于各种不同的显卡配置，用户体验以及渲染效果较差。

[0003] 发明内容

[0004] 本公开提出了一种细胞轮廓渲染方法、装置及系统，使用多层精细度渲染，可根据用户设置切换不同精细度的渲染表现，且采用分块后使用顶点索引绘制，分块所有精细度数据压缩在同一个文件中，压缩率高，网络请求渲染文件时较快，渲染时占用电脑运行内存以及GPU显存较小，因此可适配多种机器配置，渲染效果更好，用户体验更佳。

[0005] 本公开的第一方面实施例提供了一种细胞轮廓渲染方法，该方法包括：获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据；基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据；将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染。

[0006] 在本公开的一些实施例中，获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据包括：确定切片中细胞所在位置的上边界和下边界，获取包围盒；根据包围盒的宽高以及分块中细胞数量的期望阈值，切分包围盒，得到不同的分块；读取切片中细胞的中心点位置，根据细胞的中心点位置，确定细胞所在的分块，生成分块数据。

- [0007] 在本公开的一些实施例中，基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据包括：基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理，得到第一层精细度的顶点索引数据；对第一层精细度的轮廓点进行减面处理和剖分处理，得到第二层精细度的顶点索引数据，其中，第二层精细度的细胞轮廓点数量小于第一层精细度的细胞轮廓点数量；对第二层精细度的细胞轮廓点进行减面处理和剖分处理，得到第三层精细度的顶点索引数据，其中，第三次精细度的细胞轮廓点数量小于第二层精细度的细胞轮廓点数量。
- [0008] 在本公开的一些实施例中，该方法还包括：生成第四层精细度的数据，其中，第四层精细度的细胞轮廓点数量小于第三层精细度的细胞轮廓点数量。
- [0009] 在本公开的一些实施例中，该方法还包括：当切片中细胞的轮廓点数量超过第一层精细度的轮廓点数量，将细胞拆分。
- [0010] 在本公开的一些实施例中，采用earcut三角剖分算法进行剖分处理。
- [0011] 在本公开的一些实施例中，采用保留有效面积算法进行减面处理。
- [0012] 在本公开的一些实施例中，生成多层精细度的待渲染数据包括：将多层精细度的顶点索引及其对应的分块数据压缩到实例化数组中，获得多层精细度的待渲染数据。
- [0013] 在本公开的一些实施例中，根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染包括：根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度，将待渲染数据按渲染精细度进行细胞轮廓渲染。
- [0014] 在本公开的一些实施例中，根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓点密度确定渲染精细度包括：当待渲染分块的大小不变时，根据设定的轮廓点密度确定渲染精细度，或当设定的轮廓点密度不变时，根据待渲染分块的大小确定渲染精确度。
- [0015] 在本公开的一些实施例中，将待渲染数据按渲染精细度进行细胞轮廓渲染包括：基于第一层精细度的待渲染数据，绘制第一层精细度的细胞轮廓，或基于第二层精细度的待渲染数据，绘制第二层精细度的细胞轮廓，或基于第三层精细度的待渲染数据，绘制第三层精细度的细胞轮廓。

- [0016] 在本公开的一些实施例中，该方法还包括：基于视锥体，确定在可视范围内的分块，对可视范围内的分块进行细胞轮廓渲染。
- [0017] 在本公开的一些实施例中，该方法还包括：对分块中的细胞，按照面积大小进行排序，从面积最大的细胞开始渲染。
- [0018] 本公开第二方面实施例提供一种细胞轮廓渲染装置，该装置包括：分块模块，用于获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据；处理模块，用于基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据；生成模块，用于将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；渲染模块，用于根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓点密度确定渲染精细度，将待渲染数据按渲染精细度进行细胞轮廓渲染。
- [0019] 本公开第三方面实施例提供一种电子设备，包括：至少一个处理器；以及至少一个处理器通信连接的存储器；其中，存储器存储有可被至少一个处理器执行的指令，指令被至少一个处理器执行，以使至少一个处理器能够执行本公开第一方面实施例中描述的方法。
- [0020] 本公开第四方面实施例提供一种计算机存储介质，其中，计算机存储介质存储有计算机可执行指令；计算机可执行指令被处理器执行后，能够实现本公开第一方面或第二方面实施例中描述的方法。
- [0021] 本公开第五方面实施例提供一种计算机程序产品，包括计算机程序，计算机程序在被处理器执行时实现本公开第一方面实施例中描述的方法。
- [0022] 本公开第六方面实施例提供一种芯片，包括一个或多个接口电路和一个或多个处理器；接口电路用于从电子设备的存储器接收信号，并向处理器发送信号，信号包括存储器中存储的计算机指令，当处理器执行计算机指令时，使得电子设备执行本公开第一方面实施例中描述的方法。
- [0023] 根据本公开的细胞轮廓渲染方法，获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据；基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据；将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；根据待渲染数据进

行细胞轮廓渲染。本公开使用多层精细度渲染，可根据用户设置切换不同精细度的渲染表现，且采用分块后使用顶点索引绘制，分块所有精细度数据压缩为同一实例化数组，压缩率高，网络请求渲染文件时较快，渲染时占用电脑运行内存以及GPU显存较小，因此可适配多种机器配置，渲染效果更好，用户体验更佳。

[0024] 本公开附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

附图说明

[0025] 本公开上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

[0026] 图1为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的流程示意图；

[0027] 图2为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的流程示意图；

[0028] 图3为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的示意图；

[0029] 图4为根据本公开实施例的一种切片细胞数据的示意图；

[0030] 图5为根据本公开实施例的一种生成分块文件的示意图；

[0031] 图6为根据本公开实施例的一种细胞轮廓偏移量坐标的示意图；

[0032] 图7为根据本公开实施例的一种第一层精细度三角剖分网格的示意图

[0033] 图8为根据本公开实施例的一种第二层精细度三角剖分网格的示意图

[0034] 图9为根据本公开实施例的一种第三层精细度三角剖分网格的示意图

[0035] 图10为根据本公开实施例的一种文件写入的数据结构的示意图

[0036] 图11为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的效果示意图；

[0037] 图12为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的效果示意图；

[0038] 图13为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的效果示意图；

[0039] 图14为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的效果示意图；

[0040] 图15为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的效果示意图；

[0041] 图16为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的效果示意图；

[0042] 图17为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的效果示意图；

[0043] 图18为根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染装置的示意框图；

[0044] 图19为根据本公开实施例的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0045] 下面详细描述本公开的实施例，实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本公开，而不能理解为对本公开的限制。

[0046] 在细胞渲染技术中，合批渲染按照三维空间对细胞进行分层分块划分，得到的分块数据一次性提交给GPU绘制，来提升逻辑线和渲染线的整体效率。

LOD(Level of Detail层次细节)技术，根据物体模型的节点在显示环境中所处的位置和重要度，决定物体渲染的资源分配，降低非重要物体的面数和细节度，从而获得高效率的渲染运算。

[0047] 当下较为先进的方案有，将分块数据合批后，使用顶点索引进行渲染，每个精细度的分块都需要单独生成对应的渲染数据。渲染时，根据分块在屏幕中的投影大小直接切换不同分块的可见性来做精细度切换。但是对于该方案，一方面每个精细度的分块都需要单独生成对应的渲染数据，文件大小较大，服务器存储压力较大，服务器存储空间将更快占满，渲染时请求的数据量大导致加载速度慢。另一方面，在渲染阶段，各个精细度的数据需要传入到GPU，导致显存占用较大。随着切片尺寸日益增大，细胞数量越来越多，渲染的机器显存会更快占满。

[0048] 还有将分块的数据只分为两种精细度生成渲染数据，精细度高的数据使用顶点索引渲染，精细度低的数据使用实例化渲染。实例化渲染的细胞形状为固定的多边形经过旋转，拉伸变换得到的多边形。但是对于该方案，一方面精细度层级少，低精度细胞轮廓渲染效果差，两种精细度切换时比较突兀。另一方面最粗糙的精细度占用的渲染资源依然较大，当视野中细胞数量大时渲染帧率降低。

[0049] 由此可见，现有方案中存在以下问题，首先，精细度层级少、低精度细胞轮廓渲染效果差、精细度切换时比较突兀。其次，渲染资源文件较大、服务器存储压力较大，渲染时请求的数据量大导致加载速度慢。最后，对机器配置有一定

要求，机器显存占用较大，而且由于渲染资源较大，对显卡要求较高，机器不适配时，会导致渲染帧率降低、渲染效果变差。

[0050] 为此，本公开提出了一种细胞轮廓渲染采集方法、装置及系统，使用多层精细度渲染，用户缩放细胞大小时对切换精细度切换感知较弱，且采用分块后使用顶点索引绘制，分块所有精细度数据压缩在同一实例化数组中，压缩率高，网络请求渲染文件时较快，渲染时占用电脑运行内存以及GPU显存较小，可根据用户设置切换渲染表现，适配多种机器配置。

[0051] 下面结合附图对本申请所提供的细胞轮廓渲染方案进行详细介绍。

[0052] 图1示出了根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的流程示意图。如图1所示，该方法可以包括以下步骤。

[0053] S101，获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据。

[0054] 在本公开的实施例中，切片细胞数据指一个切片中所有细胞的相关数据，至少包括细胞中心点、x、y坐标、细胞面积、细胞轮廓点偏移量，根据具体实施方式的不同也可能包括其他数据，本公开不予限制。

[0055] 在本公开的实施例中，根据预设的分块信息，包括分块大小、分块网格信息如4乘4的形状，对切片进行切分，生成分块。根据细胞中心点在切片中的位置，确定细胞所在的分块，进而将细胞数据写入对应的分块中，获得分块数据，具体采用的分块方式以及分块信息，本公开不予限制。

[0056] 本公开中对切片细胞数据采用分块处理，将得到的分块数据一次性提交给GPU绘制，通过减少CPU向GPU发送渲染命令的次数以及减少GPU切换渲染状态的次数，来提升逻辑线和渲染线的整体效率。

[0057] S102，基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据。

[0058] 应当解释的是，不同精细度层级有不同数量的轮廓点，精细度高代表轮廓点数量多，渲染出的细胞细节更多，精细度低代表轮廓点数量少，渲染出的细胞细节更少。

[0059] 在本公开的实施例中，根据切片细胞数据中细胞中心点、x、y坐标、细胞轮廓点偏移量，可以得到细胞轮廓点相对于细胞中心点的偏移坐标。

- [0060] 在本公开的实施例中，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，获得多层精细度的顶点索引数据，至少包括两层以上的精细度。
- [0061] 进一步的，本公开的实施例基于WebGL绘图协议，物体的基础网格为三角面，根据轮廓点偏移坐标进行三角剖分，可以得到三角划分后的顶点索引，具体可以采用earcut三角剖分算法实现。对细胞轮廓点进行减面处理，可以将一些细胞轮廓点剔除，剩下更少数量的细胞轮廓定点数。具体可以采用保留有效面积(Visvalingam-Whyatt)算法实现。
- [0062] 举例而言，假设有效的轮廓点为16个点，对切片中细胞的轮廓点进行三角剖分可以获取14个三角形，每个三角形需要三个顶点索引，共42个顶点索引。对16个顶点进行减面处理，将其中8个顶点剔除，对剩余的8个顶点进行三角剖分，可以获得18个顶点索引，因此，上述已得到两层精细度的顶点索引数据，继续进行剖分处理和/或减面处理，还可以生成更多层精细度的顶点索引数据，根据实际情况实施，本公开不与限制。
- [0063] S103，将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据。
- [0064] 在本公开的实施例中，根据步骤S101可以找到每个细胞对应的分块，可以将分块编号，在执行步骤S102时每个细胞数据与对应的分块编号捆绑，执行后即可将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，也可以采用其他方法标记，本公开不予限制。
- [0065] 在本公开的实施例中，待渲染数据包括细胞中心点位置、轮廓点偏移坐标、多层精细度的顶点索引数据等。
- [0066] 在本公开的实施例中，每个细胞使用实例化渲染，在渲染之前，将细胞中心点位置、轮廓点偏移坐标、多层精细度的顶点索引数据等压缩为实例化数组存入显存，作为待渲染数据。
- [0067] 本公开将多层精细度的顶点索引数据压缩为实例化数组存入显存，压缩率高，网络请求渲染文件时较快，渲染时，占用电脑运行内存以及GPU显存较小
- [0068] S104，根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染。

- [0069] 在本公开的一些实施例中，在渲染前进行视锥体剔除，根据视锥体计算出在视野范围内的分块，只将在可视区的分块提交给GPU渲染。
- [0070] 在本公开的一些实施例中，根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染包括：根据生成的多层精细度的顶点索引数据绘制细胞轮廓图像，对于一个细胞轮廓可以生成多个层级的精细度图像。
- [0071] 在本公开的一些实施例中，根据细胞面积排序，面积大的放在前，从面积最大的细胞开始渲染，当视野中细胞过多时渲染前部分大细胞，因此丢失的细节比较少且可以提高渲染帧率。
- [0072] 在本公开的一些实施例中，根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染包括：根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度，将待渲染数据按渲染精细度进行细胞轮廓渲染。
- [0073] 具体的，在用户查看渲染效果时，对细胞图像进行缩小或放大，会使视野中分块的大小发生改变，轮廓点密度的高低也随之发生改变。因此，在渲染时，可以根据分块在视野中的大小以及用户设定的轮廓点密度，控制切换渲染时精细度的层级。
- [0074] 综上，根据本公开实施例提供的细胞轮廓渲染方法，获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据；基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据；将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染。本公开多层精细度渲染，用户缩放细胞大小时对切换精细度切换感知较弱，且采用分块后使用顶点索引绘制，分块所有精细度数据压缩在同一实例化数组中，压缩率高，网络请求渲染文件时较快，渲染时占用电脑运行内存以及GPU显存较小，可根据用户设置切换渲染表现，适配多种机器配置。
- [0075] 图2示出了根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的流程示意图。基于图1所示实施例，如图2所示，该方法可以包括以下步骤。为方便理解，图3示出了根据本公开实施例的一种细胞轮廓渲染方法的示意图。

- [0076] 在本公开中，为了便于理解方案，还详细描述了本方法的一种实施方式、过程以及效果，以获取猕猴脑数据为例，将在每个步骤的实施方式中具体展开描述，应该理解的是，该示例不是对方法的限制。
- [0077] 基于图1所示实施例，步骤S201-S203是对步骤S101获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据的进一步公开。
- [0078] 在本公开的一种实施例中，获取切片细胞数据，来源为gef文件，如图4所示，gef文件中包含了一个切片的所有细胞中心点，x、y坐标，细胞面积，细胞轮廓点偏移量。
- [0079] 采用步骤S201-S203的方法将切片细胞数据进行分块处理：
- [0080] S201，确定切片中细胞所在位置的上边界和下边界，获取包围盒。
- [0081] S202，根据包围盒的宽高以及分块中细胞数量的期望阈值，切分包围盒，得到不同的分块。
- [0082] 在本公开实施中，通过根据维度对细胞进行切分，每个维度只从中间切分，使切分后的分块构成空间八叉树，便于视锥体剔除。切分后，分块的列数与行数将是2的次幂。
- [0083] 在本公开实施中，根据包围盒的宽高，将分块切分成接近正方形的尺寸。如果是三维的，切分成接近正方体的尺寸。以二维为例，初始包围盒尺寸为x,y表示宽高，如果x/y大于根号2。那么x维度需要从中心切分。如此循环，直到切分后的分块尺寸x/y小于根号2，且y/x比值小于根号2。
- [0084] 在本公开实施中，可以设置分块中细胞数量的期望阈值，应当理解的是，因为细胞聚集程度是随机的，这个阈值只是一个大概值。
- [0085] 举例而言，设置期望分块中细胞数量小于5千一个切片的细胞总数是100万，经过几次切分后的行列数为4*4且分块的尺寸已经接近正方形，此时每个分块的细胞数量大约为一万六大于5千。所以需要继续切分，因为分块的尺寸已经接近正方形，所以x,y维度都需要再次切分，分块行列数为8*8，每个分块中细胞数量大约为4千，小于5千，此时切分完成。
- [0086] S203，读取切片中细胞的中心点位置，根据细胞的中心点位置，确定细胞所在的分块，生成分块数据。

- [0087] 在本公开的一种实施中，生产的分块保存为文件，首先生成分块文件id如图5所示，其次根据细胞中心点的位置，确定细胞所在的分块，最后将细胞数据写入对应的分块文件中。
- [0088] 基于图1实施例，步骤S204-S206是对步骤S203基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据的进一步公开。
- [0089] 在本公开实施中，基于LOD技术，生成多层级LOD的精细度，应当说明的是，LOD的基本思想是当物体对渲染出图像贡献越少，使用越简单的形式来表达该物体。当一个物体被缩小后，最终在屏幕上渲染出来的尺寸变小，精细的形式和简单的形式表现差异会变小。使用简单的形式来表达该物体在用户看来区别不大，而对GPU的渲染压力会减小。
- [0090] 在本公开的实施例中，生成四层级精细度等级，包括第一层到第三层的不同轮廓点数量的三角面，以及第四层为带面积的正方形点，其中步骤S204-S206为第一层到第三层精细度的生成方法。
- [0091] 在本公开的一些实施例中，该方法还包括：当切片中细胞的轮廓点数量超过第一层精细度的轮廓点数量，将细胞拆分。
- [0092] 举例而言，采用16、8、4个轮廓点的三种三角面精度等级，当切片中细胞的轮廓点数量超过16时，需要将该细胞拆分成两个细胞。
- [0093] 应当说明的是，也可以将LOD各层次的顶点索引数据包装成纹理，顶点着色器Shader中解析纹理数据根据细胞ID获取到对应数据。由此可以减少顶点属性的占用，做到32个细胞轮廓点或者更多的细胞轮廓点细胞的绘制而不需将大细胞切分成多个细胞来渲染。
- [0094] S204，基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理，得到第一层精细度的顶点索引数据
- [0095] 在本公开的一些实施例中，采用earcut三角剖分算法进行剖分处理。
- [0096] 在本公开的实施例中，读取每个细胞的数据，根据细胞中心点，x、y坐标，细胞轮廓点偏移量等获取轮廓点相对细胞中心偏移坐标。细胞轮廓点存储的时候按照顺时针或逆时针存储。

- [0097] 在本公开的一种实施例中，假设有效的轮廓点为16个点，16个点组成的三角网可拆分为14个三角形，每个三角形需要三个顶点索引，共42个顶点索引。将16个点的坐标进行earcut三角剖分算法即可得到三角划分后的顶点索引。以图6所示细胞轮廓为例，轮廓顶点偏移量坐标为[[18,-15],[13,-19],[8,-18],[4,-11],[5,-6],[-2,-3],[-11,-10],[-27,-4],[-28,10],[-23,11],[-14,2],[-4,1],12[9,21],13[18,20],[19,14],[15,6]]。经过earcut三角剖分后得到第一层精细度的顶点索引[1,0,15,15,14,13,13,12,11,10,9,8,8,7,6,4,3,2,2,1,15,15,13,11,10,8,6,4,2,15,11,10,6,5,4,15,11,6,5,5,15,11]，三角剖分后的网格如图7所示。
- [0098] S205，对第一层精细度的轮廓点进行减面处理和剖分处理，得到第二层精细度的顶点索引数据。
- [0099] 在本公开的一些实施例中，采用保留有效面积算法进行减面处理。
- [0100] 其中，第二层精细度的细胞轮廓点数量小于第一层精细度的细胞轮廓点数量。
- [0101] 在本公开的一种实施例中，假设有效的轮廓点为16个点，第一层精细度未经过减面处理为16个轮廓点，用保留有效面积(Visvalingam-Whyatt)算法进行减面处理将16个轮廓点可以剔除8个顶点，留下的8个顶点对应原有的细胞轮廓点下标为0,2,5,7,8,11,12,13。相对细胞中心点的偏移量坐标为：[[18,-15],[8,-18],[-2,-3],[-27,-4],[-28,10],[-4,1],[9,21],[18,20]]。再进行三角剖分，得到第二层精细度的细胞轮廓顶点索引[2,0,13,13,12,11,11,8,7,5,2,13,11,7,5,5,13,11]，三角剖分后的网格如图8所示
- [0102] 应当说明的是，采用保留有效面积算法进行减面处理，产生的面积变化更小，更能保留集合面特征。
- [0103] S206，对第二层精细度的细胞轮廓点进行减面处理和剖分处理，得到第三层精细度的顶点索引数据。
- [0104] 其中，第三次精细度的细胞轮廓点数量小于第二层精细度的细胞轮廓点数量。
- [0105] 在本公开的一种实施例中，假设有效的轮廓点为16个点，进行一次减面处理后第二层精细度的轮廓点为8个，将留下的8个顶点用保留有效面积算法继续减面，留下4个顶点，留下的4个顶点对应原有的细胞轮廓点下标为[0,7,11,13]，相对细胞中心点的偏移量坐标为[[18,-15],[-27,-4],[-4,1],[18,20]]，再进行三角剖

分，得到第三层精细度的细胞轮廓顶点索引[0,13,11,11,7,0]，三角剖分后的网格如图9所示。

[0106] 在本公开的一些实施例中，该方法还包括：生成第四层精细度的数据，其中，第四层精细度的细胞轮廓点数量小于第三层精细度的细胞轮廓点数量。

[0107] 在本公开的一种实施例中，假设有效的轮廓点为16个点，四层精细度分别为16、8、4个轮廓点的三种三角面精度等级，以及带面积的正方形点。

[0108] S207，将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据。

[0109] 在本公开的一种实施例中，通过减面以及三角剖分后，得到多层的LOD顶点索引数据后，将其写入对应分块文件，文件写入的数据结构如图10所示。

[0110] 在本公开的一些实施例中，生成多层精细度的待渲染数据包括：将多层精细度的顶点索引及其对应的分块数据压缩到实例化数组中，获得多层精细度的待渲染数据。

[0111] 具体地，以WebGL(Web Graphics Library)3D绘图协议为例，渲染前将细胞中心点位置、细胞轮廓顶点偏移量坐标、多层的LOD顶点索引数据压缩为实例化数组存入显存，作为待渲染数据，待渲染数据以二进制文件的形式储存。

[0112] 应当说明的是，本公开将用于渲染的数据进行压缩，以减小服务器文件存储压力以及网络传输压力，采用细胞中心点加上float16存储偏移量的方式存储渲染数据，当一个细胞需要绘制的轮廓点越多，轻量化效果越明显。

[0113] 在本公开的实施例中，顶点索引可以使用占用比特小的数据。比如16个顶点的细胞轮廓，每个顶点索引最小只占4比特位。而如果分块合批后使用顶点索引绘制，每个顶点索引需要占用16比特位。分块所有精细度数据压缩在同一个文件中，压缩率高。网络请求渲染文件时较快。渲染时，占用电脑运行内存以及GPU显存较小。

[0114] S208，根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染。

[0115] 在本公开的一些实施例中，该方法还包括：基于视锥体，确定在可视范围内的分块，对可视范围内的分块进行细胞轮廓渲染。

- [0116] 具体地，在渲染前，判断视椎体预分块的包围盒是否有交集，计算出在可视范围内的分块，将在可视区的分块提交给GPU渲染。
- [0117] 在本公开实施中，根据待渲染分块的大小和/或设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度，将待渲染数据按渲染精细度进行细胞轮廓渲染。
- [0118] 在本公开的一些实施例中，根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染包括：根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度，将待渲染数据按渲染精细度进行细胞轮廓渲染。在本公开的一些实施例中，根据待渲染分块的大小确定渲染精细度，当放大待渲染分块时，可视范围内的细胞数量会变少，细胞密度变小、顶点密度变小，可以切换到更粗糙的精细度进行细胞轮廓渲染，例如从第一层级的精细度切换到第二层级的精细度进行细胞轮廓渲染，当缩小待渲染分块时，可视范围内的细胞数量会变多，细胞密度变大、顶点密度变大，可以切换到更精细的精细度进行细胞轮廓渲染，例如从第二层级的精细度切换到第一层级的精细度进行细胞轮廓渲染。
- [0119] 在本公开的一些实施例中，根据设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度，当设定的轮廓顶点密度较小时，可以按照较粗糙的精细度进行细胞轮廓渲染，例如按照第四层级的精细度进行细胞轮廓渲染，反之，当设定的轮廓顶点密度较大时，可以按照较精细的精细度进行细胞轮廓渲染，例如按照第一层级的精细度进行细胞轮廓渲染。
- [0120] 进一步的，根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度还包括：当待渲染分块的大小不变时，根据设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度，或当设定的轮廓顶点密度不变时，根据待渲染分块的大小确定渲染精确度。
- [0121] 应当理解的是，从第一层级到第四层级的精细度，细胞轮廓顶点数减少，渲染表现的细胞细节减少，渲染效果更粗糙。
- [0122] 具体地，当用户设定的轮廓顶点密度不变时，用户放大切片，待渲染分块的大小会变大，顶点数量会变少，视野中的顶点密度会减小，当小于设定的轮廓顶点密度时，切换更精细的精细度渲染，将显示更多的轮廓顶点。相反地，用户缩小切片，待渲染分块的大小会变小，顶点数量会变多，视野中的顶点密度会

增大，当大于设定的轮廓顶点密度时，切换更粗糙的精细度渲染，将显示更少的轮廓顶点。

[0123] 在本公开的实施例中，根据当前待渲染分块的大小计算轮廓顶点密度，根据当前计算出的顶点密度和新设定的轮廓顶点密度之间的关系确定渲染精细度，如若当前计算出的顶点密度大于新设定的轮廓顶点密度时，切换到更精细的精细度渲染，如若当前计算出的顶点密度小于新设定的轮廓顶点密度时，切换到更粗糙的精细度渲染。

[0124] 举例而言，假设切片平均每个分块有5千个细胞。一个分块投影到屏幕上的包围盒为宽80px，高100px。细胞密度为 $5000/(80 \times 100) = 0.625$ (个/px²)，如果使用第一层精细度渲染，每个细胞需要42个顶点渲染，那么顶点密度为 $0.625 \times 42 = 26.25$ (个/px²)。第二层精细度的顶点密度为 $0.625 \times 18 = 11.25$ (个/px²)。第三层 $0.625 \times 6 = 3.75$ (个/px²)。此时用户设置限定顶点密度为20(个/px²)的话，采用第二层精细度渲染。如果用户保持顶点密度设置不变，缩小切片，此时屏幕的顶点密度增大，当超出用户设置的阈值时，切换到粗糙的第三层LOD渲染。反之，如果用户放大切片，视野中的顶点密度会减小，减小到使用第二层LOD渲染的顶点密度也小于用户设置阈值时，切换到第一层LOD渲染。

[0125] 在本公开的一些实施例中，该方法还包括：对分块中的细胞，按照面积大小进行排序，从面积最大的细胞开始渲染。

[0126] 在本公开的实施例中，读取切片细胞数据，获取细胞面积，根据细胞面积大小，对分块中的细胞进行排序。

[0127] 在本公开的实施例中，当用户将切片缩小到很小，LOD渲染已经采用最粗糙的点来渲染时，由于视野中的细胞过多，就可以从面积最大的细胞开始渲染，丢失的细节比较少，且提高渲染帧率。

[0128] 举例而言，假如有5千个细胞，第一个细胞就是面积最大的。如果将绘制的细胞实例数量设置为1，那么就只渲染第一个细胞。如果设置为500，那么就只渲染面积最大的500个细胞。

[0129] 在本公开一些实施例中，还包括：根据设定的待渲染范围，确定在待渲染范围内的细胞，对待渲染范围内的细胞，按照面积大小进行排序，从面积最大的

细胞开始渲染。在本公开的一些实施例中，将待渲染数据按渲染精细度进行细胞轮廓渲染包括：基于第一层精细度的待渲染数据，绘制第一层精细度的细胞轮廓，或基于第二层精细度的待渲染数据，绘制第二层精细度的细胞轮廓，或基于第三层精细度的待渲染数据，绘制第三层精细度的细胞轮廓，或基于第四层精细度的待渲染数据，绘制第四层精细度的细胞轮廓。

[0130] 在本公开的一种实施例中，以有效的轮廓点为16个点，第一层至第三层精细度为16、8、4个轮廓点的三种三角面精度等级为例，给每个分块绘制，绘制第一层精细度的细胞轮廓时，需要绘制14个三角面42个顶点，控制绘制顶点的起始LOD顶点索引为0。在顶点着色器shader代码中通过内置变量gl_VertexID控制顶点偏移，将最终的顶点位置偏移到正确的位置。例如第一个三角面的顶点索引为1,0,15，这些数据存在实例化数组的第一层LOD顶点索引数据中，通过位移操作获取到。细胞中心点位置为(5403,8393)，轮廓顶点偏移量为[[18,-15],[13,-19],[8,-18],[4,-11],[5,-6],[-2,-3],[-11,-10],[-27,-4],[-28,10],[-23,11],[-14,2],[-4,1],[9,21],[18,20],[19,14],[15,6]]，绘制第一个三角面的第一个顶点时gl_VertexID为0，通过0查询LOD第一层顶点索引值为1，通过1拿到轮廓顶点偏移量[13,-19]，最终第一个顶点的位置为(5403+13,8393-19)。

[0131] 相似地，绘制第二层精细度的细胞轮廓时，需要绘制6个三角面18个顶点，控制绘制顶点的起始LOD顶点索引为42。绘制第一个顶点时gl_VertexID为0，gl_VertexID+42=42；通过查询LOD顶点索引下标42拿到第二层精细度顶点索引0,细胞轮廓偏移量下标0为[18,-15]，最终第一个顶点的位置为(5403+18,8393-15)，以此类推，每个实例绘制6个三角面。绘制第三层精细度的细胞轮廓时，需要绘制2个三角面6个顶点，控制绘制顶点的起始LOD顶点索引为60。绘制第一个顶点时gl_VertexID为0，gl_VertexID+60=60；通过查询LOD顶点索引下标60拿到第二层精细度顶点索引0,细胞轮廓偏移量下标0为[18,-15]，最终第一个顶点的位置为(5403+18,8393-15)，以此类推，每个实例绘制2个三角面。

[0132] 最后，绘制第四层精细时，采用gl.POINTS绘制细胞，通过设置gl_PointSize体现细胞面积。此时只用一个顶点绘制细胞，GPU计算量进一步减小。

- [0133] 在本公开的实施例中，当用户的机器配置足够高时，或者当前查看切片的细胞数量较少时，可将渲染效果等级提高，放大查看视野时减面时机推迟减面甚至不减面得到更好的渲染效果。当用户的机器配置较低时，渲染大切片出现卡顿后可调低渲染等级，使同时渲染的细节较少但重要的细胞分布信息不丢失，渲染帧率提高。等到聚焦到切片一个位置时，再渲染出细胞的所有细节。
- [0134] 以下基于图11-17，提供本公开一种实施例的效果展示，其中，切片中细胞总数为57317，chrome104.0.5112.102(正式版本)(64位)，集成显卡：Intel(R)UHD Graphics 630，显示器分辨率1928×1080，全屏状态。
- [0135] 设置渲染精度使用第一层LOD精细度渲染。如图11所示。移动切片时，帧率降到50帧，表示已经出现掉帧的情况。此时，将设置渲染精细度切换到第二层LOD，浏览器满帧运行，且渲染效果良好，如图12所示。
- [0136] 将切片复制25份，设置合适渲染精度模拟百万个细胞的情况。缩小切片时，帧率51，比较顺畅，且细胞分布情况比较清晰，如图13所示。放大切片，切片细节开始清晰，如图14所示，展示了部分切片渲染表现。继续聚焦到一张切片时切片细节更加清晰，且帧率达到57，如图15所示，展示了聚焦单张切片渲染表现。继续聚焦到切片内部，细胞轮廓细节开始出现，细胞轮廓切换为8个顶点绘制，如图16所示。继续聚焦，细胞轮廓使用16个顶点绘制，如图17所示。
- [0137] 由此可知，采用本公开的细胞轮廓渲染方法，可以实现根据用户设置切换精细度，能达到较好的渲染效果。
- [0138] 综上，根据本公开实施例提供的细胞轮廓方法，获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据；基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓顶点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的轮廓顶点索引数据；将多层精细度的轮廓顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染。本公开使用多层精细度渲染，可根据用户设置切换不同精细度的渲染表现，用户缩放细胞大小时对切换精细度切换感知较弱，而且采用分块后使用顶点索引绘制，分块所有精细度数据压缩在同一个文件中，压缩率高，网络请求渲染文件时较快，渲染时占用电脑运行内存以及GPU显存较小，可适配多种机器配置，渲染效果更好，用户体验更佳。

- [0139] 为了实现上述本申请实施例提供的方法中的各功能，网络设备和终端设备可以包括硬件结构、软件模块，以硬件结构、软件模块、或硬件结构加软件模块的形式来实现上述各功能。上述各功能中的某个功能可以以硬件结构、软件模块、或者硬件结构加软件模块的方式来执行。
- [0140] 与上述几种实施例提供的细胞轮廓渲染方法相对应，本公开还提供一种细胞轮廓渲染装置，由于本公开实施例提供的细胞轮廓渲染装置与上述几种实施例提供的细胞轮廓渲染方法相对应，因此细胞轮廓渲染方法的实施方式也适用于本实施例提供的细胞轮廓渲染装置，在本实施例中不再详细描述。
- [0141] 图18为本公开实施例提供的一种细胞轮廓渲染装置300的结构示意图，如图18所示，该装置300可以包括：分块模块310，用于获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据；处理模块320，用于基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据；生成模块330，用于将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；渲染模块340，用于根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染。
- [0142] 在一些实施例中，分块模块310具体用于：确定切片中细胞所在位置的上边界和下边界，获取包围盒；根据包围盒的宽高以及分块中细胞数量的期望阈值，切分包围盒，得到不同的分块；读取切片中细胞的中心点位置，根据细胞的中心点位置，确定细胞所在的分块，生成分块数据。
- [0143] 在一些实施例中，处理模块320具体用于：基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理，得到第一层精细度的顶点索引数据；对第一层精细度的轮廓点进行减面处理和剖分处理，得到第二层精细度的顶点索引数据，其中，第二层精细度的细胞轮廓点数量小于第一层精细度的细胞轮廓点数量；对第二层精细度的细胞轮廓点进行减面处理和剖分处理，得到第三层精细度的顶点索引数据，其中，第三次精细度的细胞轮廓点数量小于第二层精细度的细胞轮廓点数量。
- [0144] 在一些实施例中，处理模块320具体用于：生成第四层精细度的数据，其中，第四层精细度的细胞轮廓点数量小于第三层精细度的细胞轮廓点数量。

- [0145] 在一些实施例中，处理模块320还用于：当切片中细胞的轮廓点数量超过第一层精细度的轮廓点数量，将细胞拆分。
- [0146] 在一些实施例中，采用earcut三角剖分算法进行剖分处理。
- [0147] 在一些实施例中，采用保留有效面积算法进行减面处理。
- [0148] 在一些实施例中，生成模块330具体用于：将多层精细度的顶点索引及其对应的分块数据压缩到实例化数组中，获得多层精细度的待渲染数据。
- [0149] 在一些实施例中，渲染模块340具体用于：根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度，将待渲染数据按渲染精细度进行细胞轮廓渲染。
- [0150] 在一些实施例中，根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度包括：当待渲染分块的大小不变时，根据设定的轮廓点密度确定渲染精细度，或当设定的轮廓点密度不变时，根据待渲染分块的大小确定渲染精确度。
- [0151] 在一些实施例中，渲染模块340还用于：基于第一层精细度的待渲染数据，绘制第一层精细度的细胞轮廓，或基于第二层精细度的待渲染数据，绘制第二层精细度的细胞轮廓，或基于第三层精细度的待渲染数据，绘制第三层精细度的细胞轮廓。
- [0152] 在一些实施例中，渲染模块340还用于：基于视锥体，确定在可视范围内的分块，对可视范围内的分块进行细胞轮廓渲染。
- [0153] 在一些实施例中，渲染模块340还用于：对分块中的细胞，按照面积大小进行排序，从面积最大的细胞开始渲染。
- [0154] 综上，根据本公开实施例提供的细胞轮廓渲染装置，通过获取切片细胞数据，对切片细胞数据分块处理，生成分块数据；基于切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据；将多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染，可根据用户设置切换不同精细度的渲染表现，且采用分块后使用顶点索引绘制，分块所有精细度数据压缩为同一实例化数组，压缩率高，网络请求渲染文件时较快，渲染时占用电脑运行内存以及GPU显存较小，因此可适配多种机器配置，渲染效果更好，用户体验更佳。

- [0155] 上述本申请提供的实施例中，对本申请实施例提供的方法及装置进行了介绍。为了实现上述本申请实施例提供的方法中的各功能，电子设备可以包括硬件结构、软件模块，以硬件结构、软件模块、或硬件结构加软件模块的形式来实现上述各功能。上述各功能中的某个功能可以以硬件结构、软件模块、或者硬件结构加软件模块的方式来执行。
- [0156] 图19是根据一示例性实施例示出的一种用于实现上述细胞轮廓渲染或数据处理方法的电子设备400的框图。例如，电子设备400可以是移动电话，计算机，消息收发设备，游戏控制台，平板设备，医疗设备，健身设备，个人数字助理等。
- [0157] 参照图19，电子设备400可以包括以下一个或多个组件：处理组件402，存储器404，电源组件405，多媒体组件406，音频组件410，输入/输出(I/O)的接口412，传感器组件414，以及通信组件416。
- [0158] 处理组件402通常控制电子设备400的整体操作，诸如与显示，电话呼叫，数据通信，相机操作和记录操作相关联的操作。处理组件402可以包括一个或多个处理器520来执行指令，以完成上述的方法的全部或部分步骤。此外，处理组件402可以包括一个或多个模块，便于处理组件402和其他组件之间的交互。例如，处理组件402可以包括多媒体模块，以方便多媒体组件408和处理组件402之间的交互。
- [0159] 存储器404被配置为存储各种类型的数据以支持在电子设备400的操作。这些数据的示例包括用于在电子设备400上操作的任何应用程序或方法的指令，联系人数据，电话簿数据，消息，图片，视频等。存储器404可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现，如静态随机存取存储器(SRAM)，电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)，可擦除可编程只读存储器(EPROM)，可编程只读存储器(PROM)，只读存储器(ROM)，磁存储器，快闪存储器，磁盘或光盘。
- [0160] 电源组件405为电子设备400的各种组件提供电力。电源组件405可以包括电源管理系统，一个或多个电源，及其他与为电子设备400生成、管理和分配电力相关联的组件。

- [0161] 多媒体组件406包括在电子设备400和用户之间的提供一个输出接口的屏幕。在一些实施例中，屏幕可以包括液晶显示器(LCD)和触摸面板(TP)。如果屏幕包括触摸面板，屏幕可以被实现为触摸屏，以接收来自用户的输入信号。触摸面板包括一个或多个触摸传感器以感测触摸、滑动和触摸面板上的手势。触摸传感器可以不仅感测触摸或滑动动作的边界，而且还检测与触摸或滑动操作相关的持续时间和压力。在一些实施例中，多媒体组件408包括一个前置摄像头和/或后置摄像头。当电子设备400处于操作模式，如拍摄模式或视频模式时，前置摄像头和/或后置摄像头可以接收外部的多媒体数据。每个前置摄像头和后置摄像头可以是一个固定的光学透镜系统或具有焦距和光学变焦能力。
- [0162] 音频组件410被配置为输出和/或输入音频信号。例如，音频组件410包括一个麦克风(MIC)，当电子设备400处于操作模式，如呼叫模式、记录模式和语音识别模式时，麦克风被配置为接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器404或经由通信组件416发送。在一些实施例中，音频组件410还包括一个扬声器，用于输出音频信号。
- [0163] I/O接口412为处理组件402和外围接口模块之间提供接口，上述外围接口模块可以是键盘，点击轮，按钮等。这些按钮可包括但不限于：主页按钮、音量按钮、启动按钮和锁定按钮。
- [0164] 传感器组件414包括一个或多个传感器，用于为电子设备400提供各个方面的状态评估。例如，传感器组件414可以检测到电子设备400的打开/关闭状态，组件的相对定位，例如组件为电子设备400的显示器和小键盘，传感器组件414还可以检测电子设备400或电子设备400一个组件的位置改变，用户与电子设备400接触的存在或不存在，电子设备400方位或加速/减速和电子设备400的温度变化。传感器组件414可以包括接近传感器，被配置用来在没有任何的物理接触时检测附近物体的存在。传感器组件414还可以包括光传感器，如CMOS或CCD图像传感器，用于在成像应用中使用。在一些实施例中，该传感器组件414还可以包括加速度传感器，陀螺仪传感器，磁传感器，压力传感器或温度传感器。
- [0165] 通信组件416被配置为便于电子设备400和其他设备之间有线或无线方式的通信。电子设备400可以接入基于通信标准的无线网络，如WiFi，2G或

3G, 4G LTE、5G NR(New Radio)或它们的组合。在一个示例性实施例中,通信组件415经由广播信道接收来自外部广播管理系统的广播信号或广播相关信息。在一个示例性实施例中,通信组件416还包括近场通信(NFC)模块,以促进短程通信。例如,在NFC模块可基于射频识别(RFID)技术,红外数据协会(IrDA)技术,超宽带(UWB)技术,蓝牙(BT)技术和其他技术来实现。

[0166] 在示例性实施例中,电子设备400可以被一个或多个应用专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理设备(DSPD)、可编程逻辑器件(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现,用于执行上述方法。

[0167] 在示例性实施例中,还提供了一种包括指令的非临时性计算机可读存储介质,例如包括指令的存储器404,上述指令可由电子设备400的处理器520执行以完成上述方法。例如,非临时性计算机可读存储介质可以是ROM、随机存取存储器(RAM)、CD-ROM、磁带、软盘和光数据存储设备等。

[0168] 本公开的实施例还提出了一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质,其中,计算机指令用于使计算机执行本公开上述实施例中描述的细胞轮廓渲染或数据处理方法。

[0169] 本公开的实施例还提出一种计算机程序产品,包括计算机程序,计算机程序在被处理器执行本公开上述实施例中描述的细胞轮廓渲染或数据处理方法。

[0170] 本公开的实施例还提出了一种芯片,该芯片包括一个或多个接口电路和一个或多个处理器;接口电路用于从电子设备的存储器接收信号,并向处理器发送信号,信号包括存储器中存储的计算机指令,当处理器执行计算机指令时,使得电子设备执行本公开上述实施例中描述的细胞轮廓渲染或数据处理方法。

[0171] 需要说明的是,本公开的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本公开的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反,它们仅

是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

- [0172] 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施方式”、“一些实施方式”、“示意性实施方式”、“示例”、“具体示例”或“一些示例”等的描述意指结合实施方式或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施方式或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施方式或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施方式或示例中以合适的方式结合。
- [0173] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为，表示包括一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分，并且本发明的优选实施方式的范围包括另外的实现，其中可以不按所示出或讨论的顺序，包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序，来执行功能，这应被本发明的实施例所属技术领域的技术人员所理解。
- [0174] 在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤，例如，可以被认为用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表，可以具体实现在任何计算机可读介质中，以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理模块的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用，或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言，“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下：具有一个或多个布线的电连接部(控制方法)，便携式计算机盘盒(磁装置)，随机存取存储器(RAM)，只读存储器(ROM)，可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器)，光纤装置，以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外，计算机可读介质甚至可以是可在其上打印程序的纸或其他合适的介质，因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描，接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得程序，然后将其存储在计算机存储器中。

- [0175] 应当理解，本发明的实施方式的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中，多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如，如果用硬件来实现，和在另一实施方式中一样，可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现：具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路，具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路，可编程门阵列(PGA)，现场可编程门阵列(FPGA)等。
- [0176] 本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成，程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，该程序在执行时，包括方法实施例的步骤之一或其组合。
- [0177] 此外，在本发明的各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用，也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。
- [0178] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施方式，可以理解的是，上述实施方式是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施实施进行变化、修改、替换和变型。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种细胞轮廓渲染方法，其特征在于，所述方法包括：
- 获取切片细胞数据，对所述切片细胞数据分块处理，生成分块数据；
- 基于所述切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据；
- 将所述多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；
- 根据所述待渲染数据进行细胞轮廓渲染。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取切片细胞数据，对所述切片细胞数据分块处理，生成分块数据包括：
- 确定所述切片中细胞所在位置的上边界和下边界，获取包围盒；
- 根据所述包围盒的宽高以及分块中细胞数量的期望阈值，切分所述包围盒，得到不同的分块；
- 读取切片中细胞的中心点位置，根据细胞的中心点位置，确定所述细胞所在的分块，生成分块数据。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于所述切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据包括：
- 基于所述切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理，得到第一层精细度的顶点索引数据；
- 对所述第一层精细度的轮廓点进行减面处理和剖分处理，得到第二层精细度的顶点索引数据，其中，所述第二层精细度的细胞轮廓点数量小于所述第一层精细度的细胞轮廓点数量；
- 对所述第二层精细度的细胞轮廓点进行减面处理和剖分处理，得到第三层精细度的顶点索引数据，其中，所述第三次精细度的细胞轮廓点数量小于所述第二层精细度的细胞轮廓点数量，
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

生成第四层精细度的数据，其中，所述第四层精细度的细胞轮廓点数量小于所述第三层精细度的细胞轮廓点数量。

[权利要求 5] 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
当所述切片中细胞的轮廓点数量超过第一层精细度的轮廓点数量，
将所述细胞拆分。

[权利要求 6] 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，采用earcut三角剖分算法
进行剖分处理。

[权利要求 7] 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，采用保留有效面积算法
进行减面处理。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述生成多层精细度的
待渲染数据包括：
将所述多层精细度的顶点索引及其对应的分块数据压缩到实例化数
组中，获得所述多层精细度的待渲染数据。

[权利要求 9] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述待渲染数
据进行细胞轮廓渲染包括：
根据待渲染分块的大小以及设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度，
将所述待渲染数据按所述渲染精细度进行细胞轮廓渲染。

[权利要求 10] 根据权利要求9所述的方法，其特征在于，所述根据待渲染分块的
大小以及设定的轮廓顶点密度确定渲染精细度包括：
当所述待渲染分块的大小不变时，根据设定的轮廓顶点密度确定渲
染精细度，
或当所述设定的轮廓顶点密度不变时，根据待渲染分块的大小确定
渲染精确度。

[权利要求 11] 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述将待渲染数据按所
述渲染精细度进行细胞轮廓渲染包括：
基于第一层精细度的待渲染数据，绘制第一层精细度的细胞轮廓，
或基于第二层精细度的待渲染数据，绘制第二层精细度的细胞轮
廓，

或基于第三层精细度的待渲染数据，绘制第三层精细度的细胞轮廓。

[权利要求 12] 根据权利要求1-11中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

基于视锥体，确定在可视范围内的分块，对所述可视范围内的分块进行细胞轮廓渲染。

[权利要求 13] 根据权利要求1-11中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

对所述分块中的细胞，按照面积大小进行排序，从面积最大的细胞开始渲染。

[权利要求 14] 一种细胞轮廓渲染装置，其特征在于，所述装置包括：

分块模块，用于获取切片细胞数据，对所述切片细胞数据分块处理，生成分块数据；

处理模块，用于基于所述切片细胞数据，对切片中细胞的轮廓点进行剖分处理和/或减面处理，生成多层精细度的顶点索引数据；

生成模块，用于将所述多层精细度的顶点索引数据写入对应的分块数据中，生成多层精细度的待渲染数据；

渲染模块，用于根据待渲染数据进行细胞轮廓渲染。

[权利要求 15] 一种电子设备，其特征在于，包括：

至少一个处理器；以及

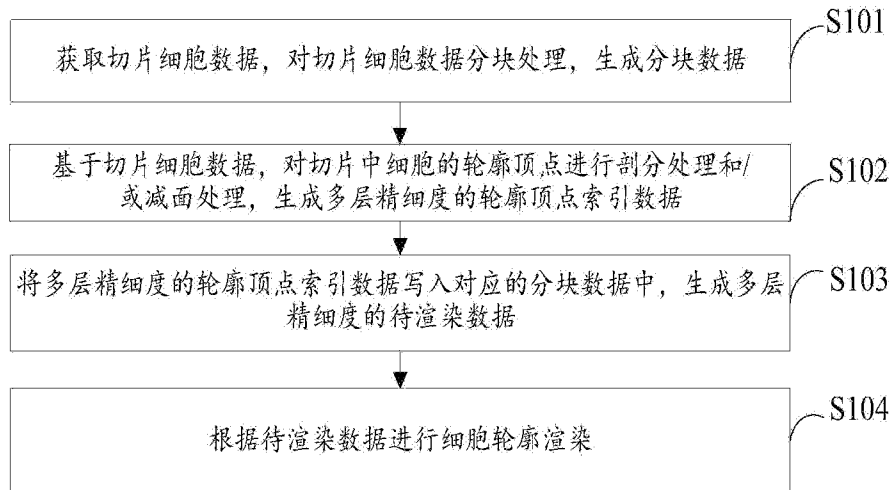
与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行权利要求1-13中任一项所述的方法。

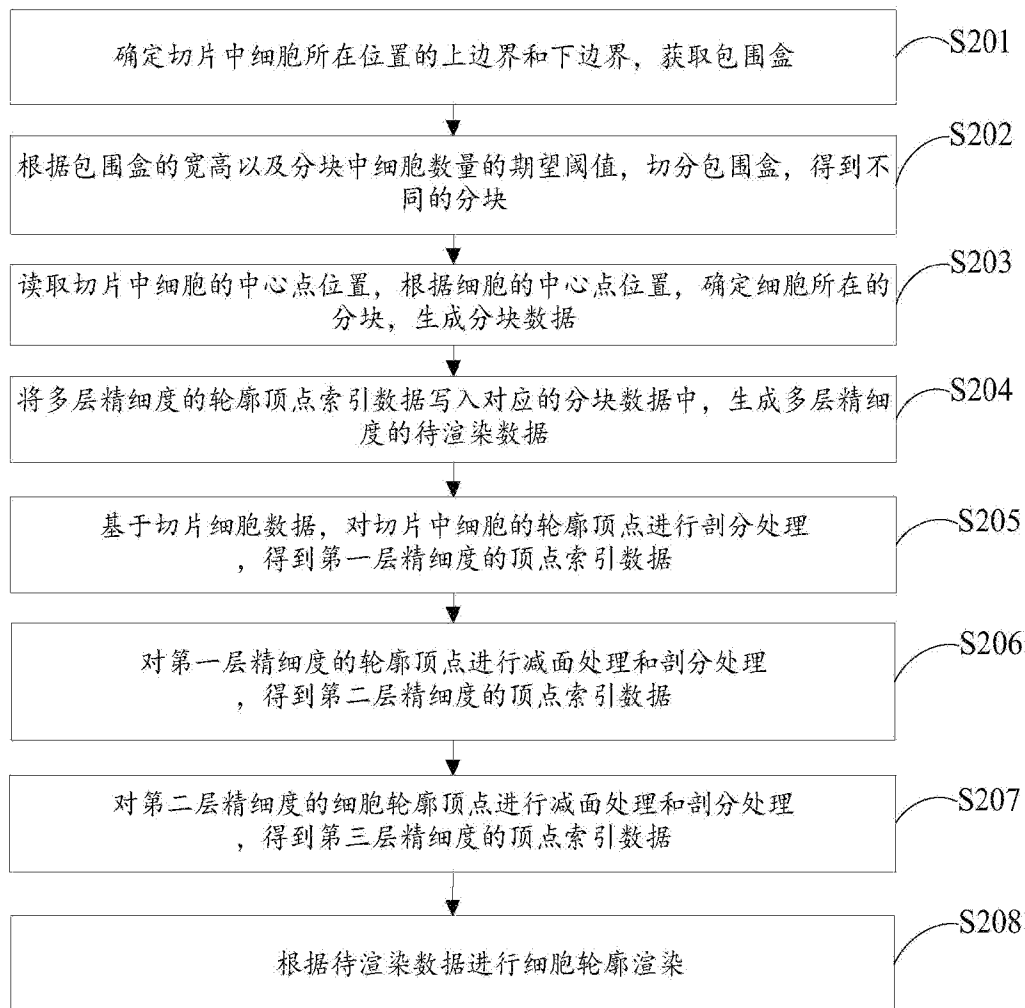
[权利要求 16] 一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令用于使所述计算机执行根据权利要求1-13中任一项所述的方法。

- [权利要求 17] 一种计算机程序产品，其特征在于，包括计算机程序，所述计算机程序在被处理器执行时实现根据权利要求1-13中任一项所述的方法。
- [权利要求 18] 一种芯片，其特征在于，包括一个或多个接口电路和一个或多个处理器；所述接口电路用于从电子设备的存储器接收信号，并向所述处理器发送所述信号，所述信号包括存储器中存储的计算机指令，当所述处理器执行所述计算机指令时，使得所述电子设备执行权利要求1-13中任一项所述的方法。

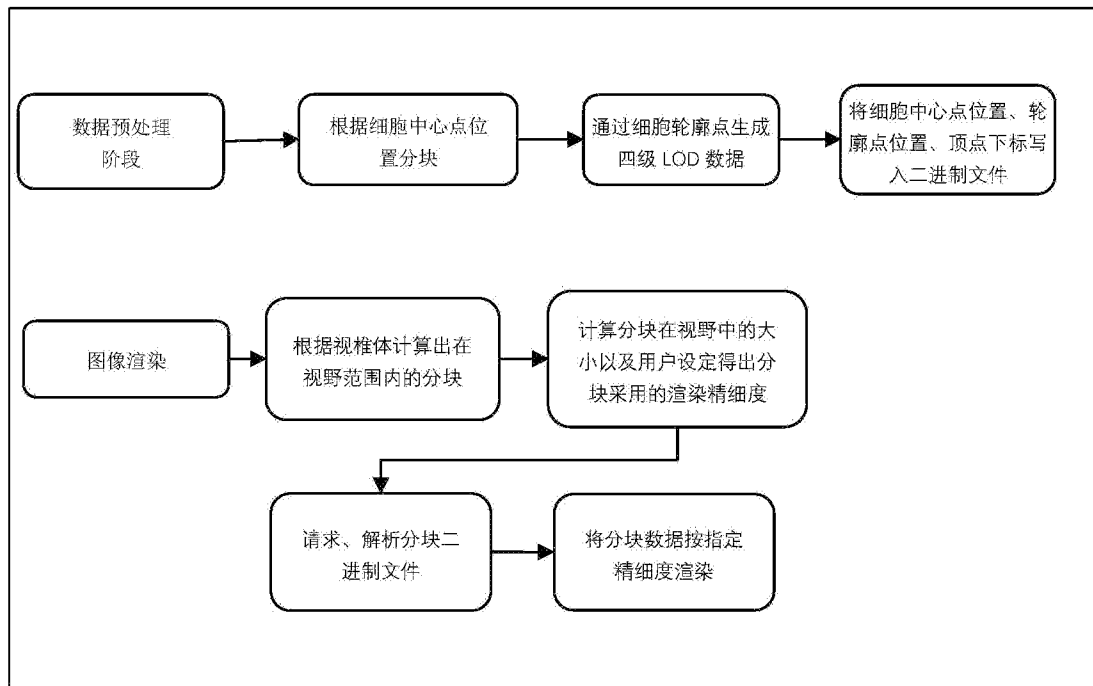
[图 1]



[图 2]



[图 3]



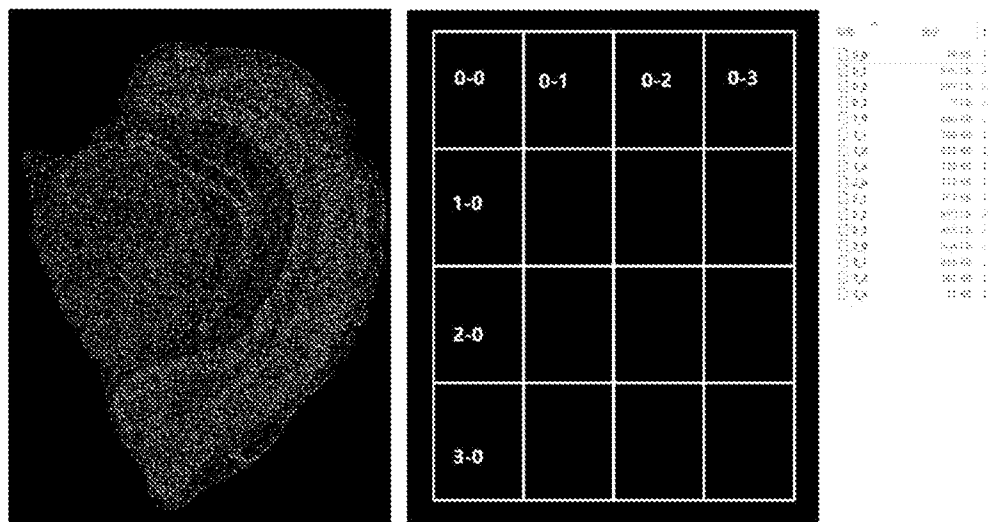
[图 4]

Figure 4 shows two screenshots of data tables. The left screenshot displays a table with columns: id, x, y, offset, zoom, and area. The right screenshot displays a table with columns: id, x, y, offset, zoom, and area, showing a different set of data.

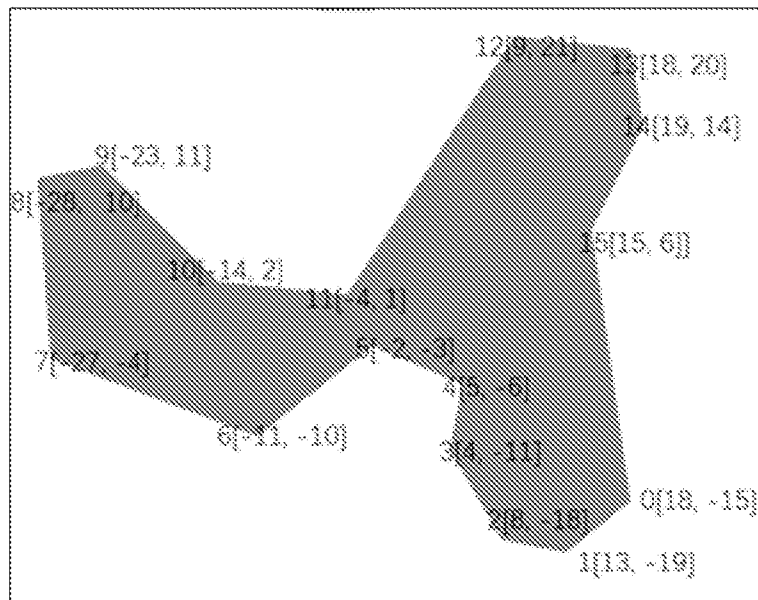
id	x	y	offset	zoom	area
0	25644	2074	0	2	2
1	25642	2076	2	12	18
2	25682	2072	14	11	12
3	25842	2102	25	12	12
4	25727	2157	37	32	51
5	25811	2145	59	104	120
6	25811	2121	172	66	56
7	25721	2184	212	62	66
8	25851	2115	255	81	126
9	25762	2189	278	94	147
10	25862	2152	420	80	92
11	25458	2189	486	14	32

id	x	y	offset	zoom	area
0	25644	2074	0	2	2
1	25642	2076	2	12	18
2	25682	2072	14	11	12
3	25842	2102	25	12	12
4	25727	2157	37	32	51
5	25811	2145	59	104	120
6	25811	2121	172	66	56
7	25721	2184	212	62	66
8	25851	2115	255	81	126
9	25762	2189	278	94	147
10	25862	2152	420	80	92
11	25458	2189	486	14	32

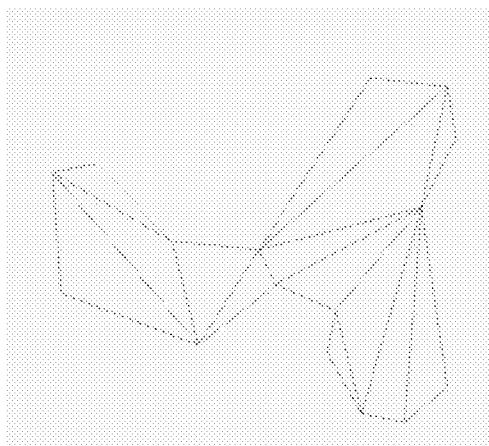
[图 5]



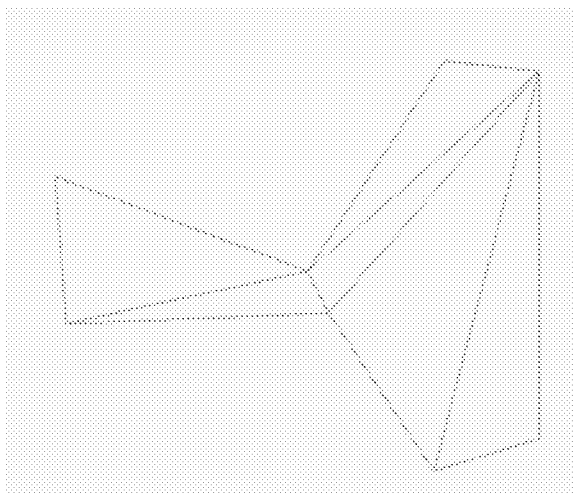
[图 6]



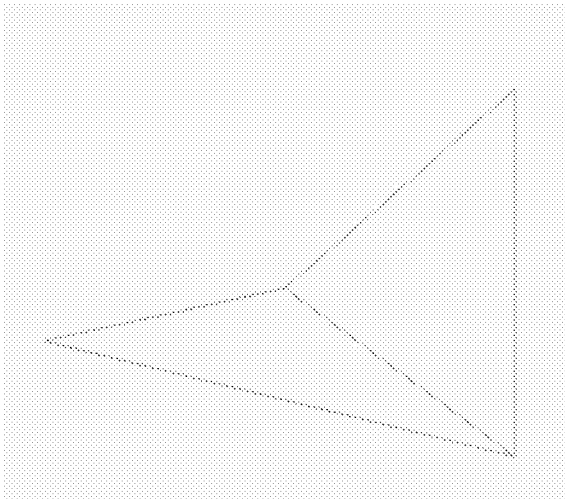
[图 7]



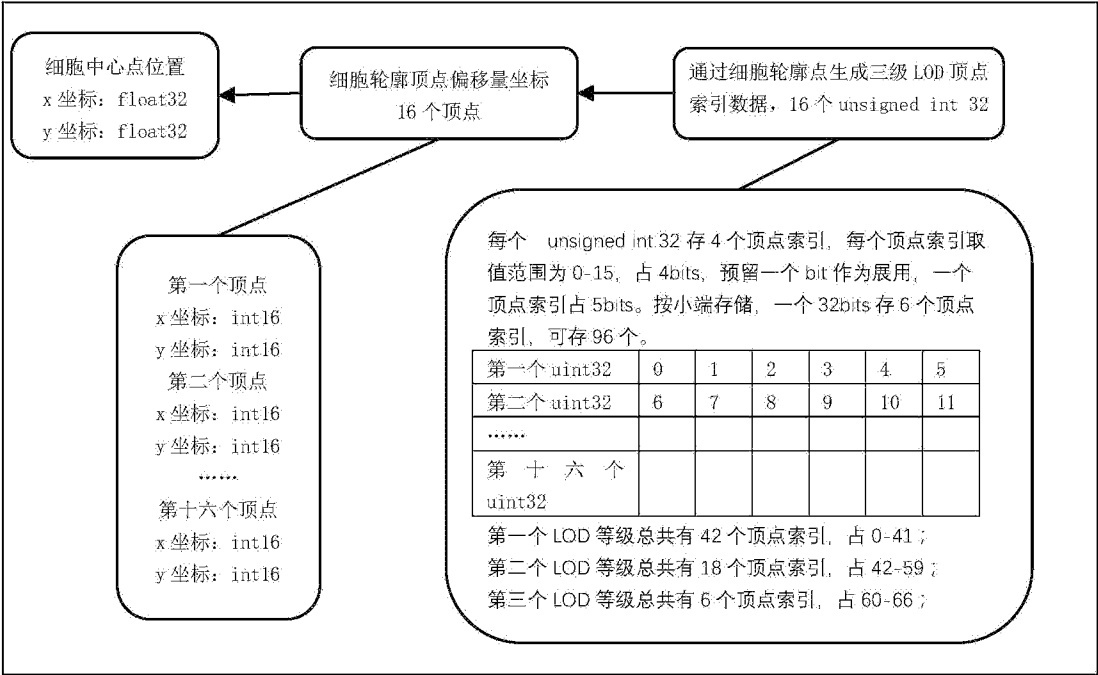
[图 8]



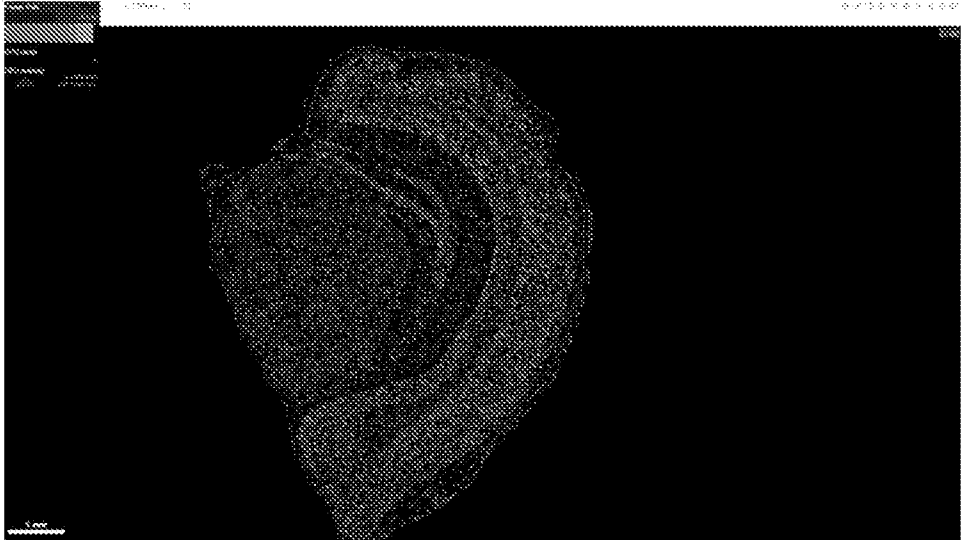
[图 9]



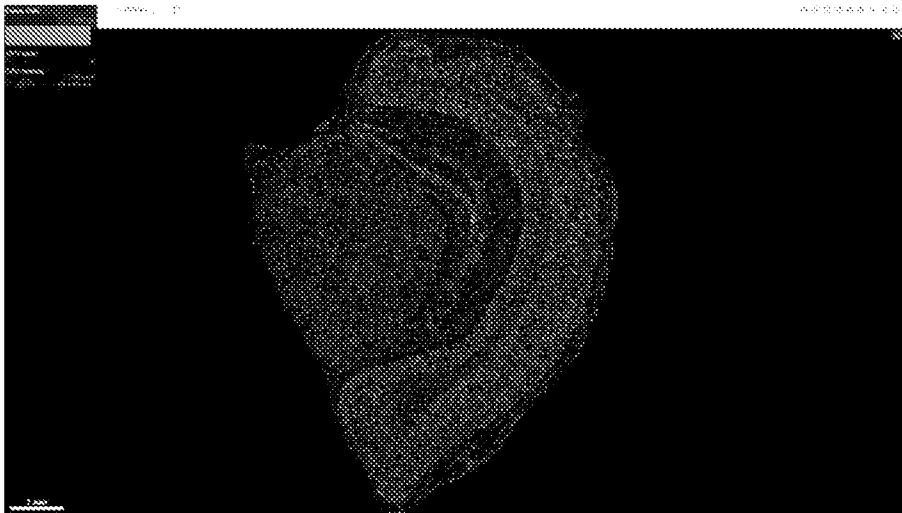
[图 10]



[图 11]



[图 12]



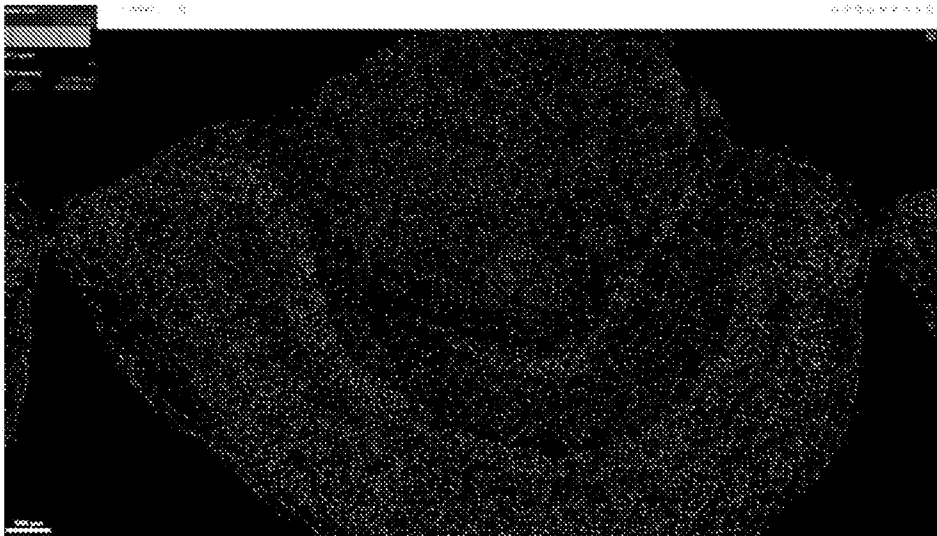
[图 13]



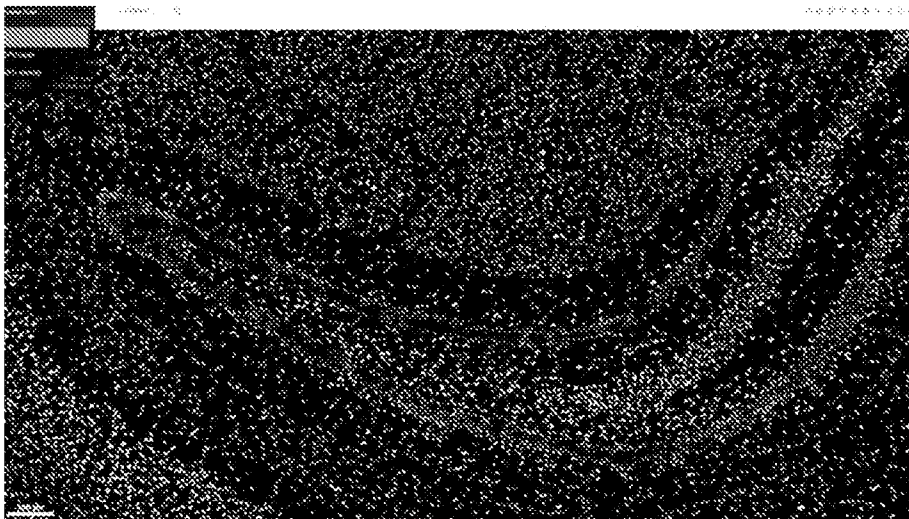
[图 14]



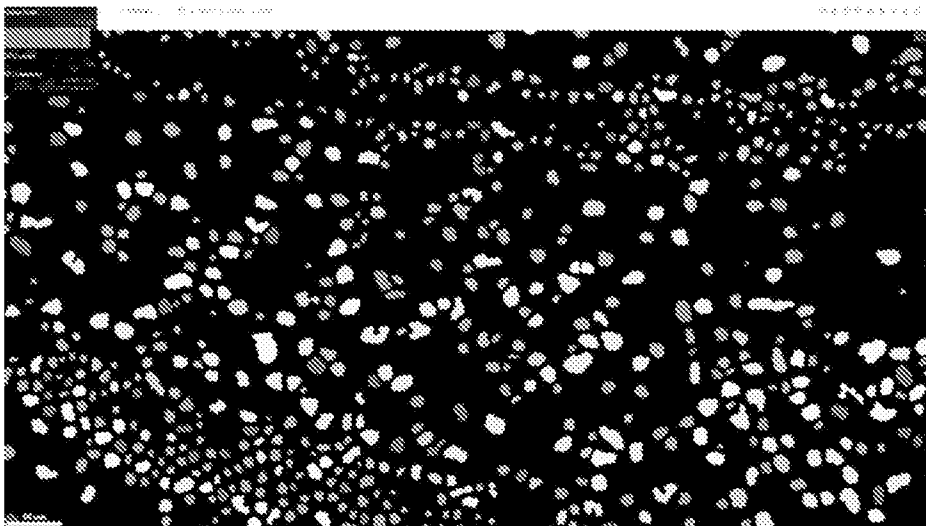
[图 15]



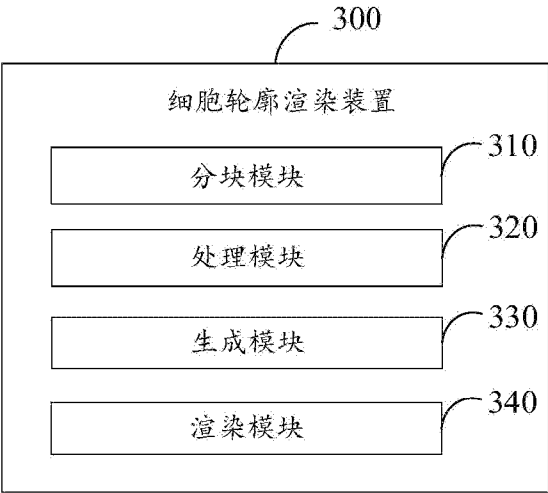
[图 16]



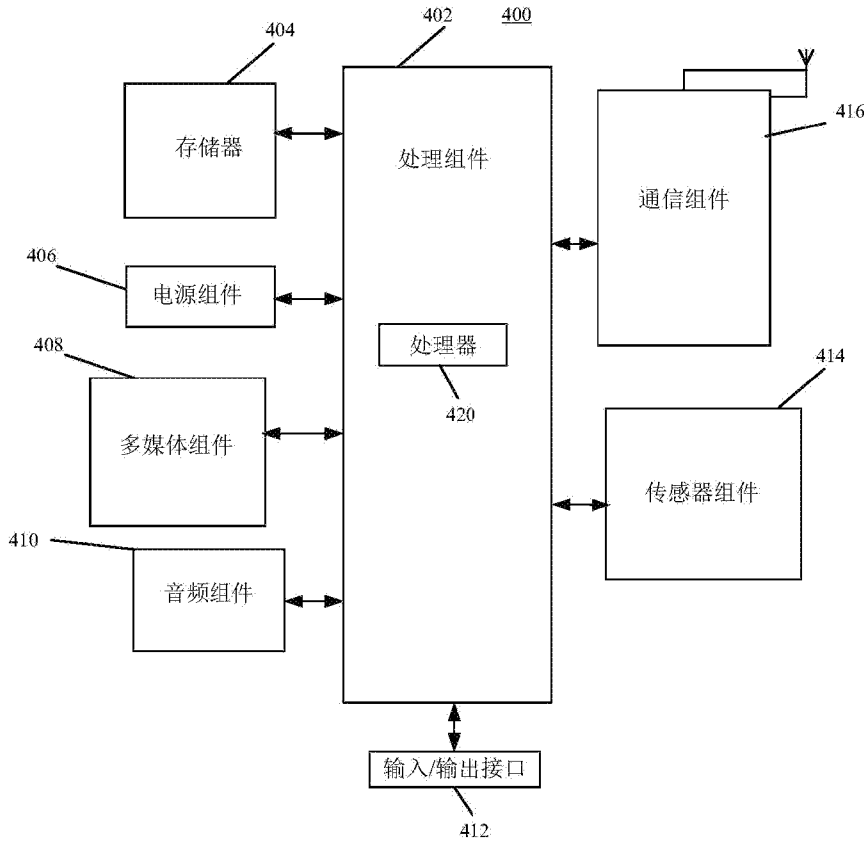
[图 17]



[图 18]



[图 19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/096112

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T15/00(2011.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; IEEE: 细胞, 切片, 渲染, 三维, 模型, 分块, 顶点, 索引, 数据, 多层, cell, section, render, 3D, model, partition, top, index, LOD, level, data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 115904234 A (CHANGSHA MOURUI NETWORK TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 April 2023 (2023-04-04) description, paragraphs [0002]-[0088]	1-18
A	CN 101814193 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 25 August 2010 (2010-08-25) entire document	1-18
A	CN 112113937 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 22 December 2020 (2020-12-22) entire document	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 November 2023

Date of mailing of the international search report

11 December 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/096112

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	115904234	A	04 April 2023	None	
CN	101814193	A	25 August 2010	None	
CN	112113937	A	22 December 2020	None	

A. 主题的分类

G06T15/00(2011.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G06T

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;IEEE: 细胞, 切片, 渲染, 三维, 模型, 分块, 顶点, 索引, 数据, 多层, cell, section, render, 3D, model, partition, top, index, LOD, level, data

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 115904234 A (长沙眸瑞网络科技有限公司) 2023年4月4日 (2023 - 04 - 04) 说明书第[0002]-[0088]段	1-18
A	CN 101814193 A (哈尔滨工业大学) 2010年8月25日 (2010 - 08 - 25) 全文	1-18
A	CN 112113937 A (浙江大学) 2020年12月22日 (2020 - 12 - 22) 全文	1-18

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2023年11月23日

国际检索报告邮寄日期

2023年12月11日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

祝子豪

电话号码 (+86) 0512-88995655

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/096112

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	115904234	A	2023年4月4日	无	
CN	101814193	A	2010年8月25日	无	
CN	112113937	A	2020年12月22日	无	