



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113139982 B

(45) 授权公告日 2023.03.14

(21) 申请号 202110431901.6

G06T 19/20 (2011.01)

(22) 申请日 2021.04.21

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104951752 A, 2015.09.30

申请公布号 CN 113139982 A

CN 111932688 A, 2020.11.13

CN 105844629 A, 2016.08.10

(43) 申请公布日 2021.07.20

CN 110795978 A, 2020.02.14

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

US 2020364929 A1, 2020.11.19

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街

CN 111210501 A, 2020.05.29

道高新技术产业园南区粤兴一道18号

Shi, Wenzhong et al. Semantic

香港理工大学产学研大楼205室

Geometric Modelling of Unstructured

(72) 发明人 史文中 吴柯

Indoor Point Cloud.《ISPRS INTERNATIONAL

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事

JOURNAL OF GEO-INFORMATION》.2019, 第8卷(第

务所(普通合伙) 44268

1期),
许佳宾. 建筑物室内SLAM点云的分割与分

专利代理师 朱阳波

类.《中国优秀博硕士学位论文全文数据库(硕

(51) Int. Cl.

G06T 7/136 (2017.01)

G06T 5/30 (2006.01)

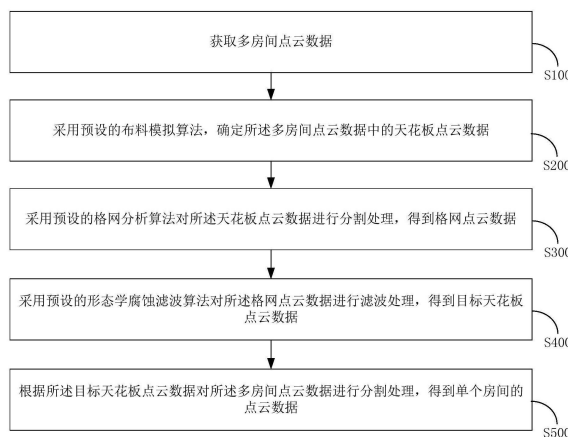
审查员 岑乾
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

一种室内房间点云的自动分割方法

(57) 摘要

本发明公开了一种室内房间点云的自动分割方法,所述方法通过首先确定采集到的多房间点云数据中的天花板点云数据,由于一个房间通常对应一个天花板,因此根据确定天花板点云数据可以准确地将多房间点云数据分割成单个房间的点云数据,分割后得到的单个房间点云数据即可直接于现有的模型重建算法,解决了现有技术中采集到的建筑室内多个房间的点云数据,难以应用于现有的基于单个房间的模型重建算法的问题。



1. 一种室内房间点云的自动分割方法,其特征在于,所述方法包括:
 - 获取多房间点云数据;
 - 采用预设的布料模拟算法,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据;
 - 采用预设的格网分析算法对所述天花板点云数据进行分割处理,得到格网点云数据;
 - 采用预设的形态学腐蚀滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到目标天花板点云数据;
 - 根据所述目标天花板点云数据对所述多房间点云数据进行分割处理,得到单个房间的点云数据;
 - 所述采用预设的形态学腐蚀滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到目标天花板点云数据,包括:
 - 获取所述格网点云数据中各个格网分别对应的邻域格网状态信息,根据所述邻域格网状态信息在所述各个格网中确定目标格网;
 - 获取所述各个格网对应的格网总数量以及所述目标格网对应的格网数量,根据所述格网总数量和所述格网数量,确定所述格网点云数据的分割状态信息,并根据所述分割状态信息确定所述目标天花板点云数据;
 - 所述根据所述格网总数量和所述格网数量,确定所述格网点云数据的分割状态信息,并根据所述分割状态信息确定所述目标天花板点云数据,包括:
 - 当所述格网总数量和所述格网数量相等时,确定所述目标格网对应的所述分割状态信息为分割完毕状态,将所述目标格网中的点云数据作为所述目标天花板点云数据;
 - 当所述格网总数量和所述格网数量不相等时,确定所述目标格网对应的所述分割状态信息为未分割完毕状态,采用预设的邻域滤波算法对所述目标格网中的点云数据进行滤波处理,得到所述目标天花板点云数据;
 - 所述采用预设的邻域滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到所述目标天花板点云数据,包括:
 - 将所述天花板点云数据输入预设的分类模型中,获取所述分类模型基于所述天花板点云数据输出的边界点云数据;
 - 根据所述边界点云数据确定掩膜的位置信息,并根据所述掩膜的位置信息,将位于所述掩膜内的所述格网点云数据作为第一格网点云数据,将位于所述掩膜外的所述格网点云数据作为第二格网点云数据;
 - 采用预设的邻域滤波算法对所述第一格网点云数据进行滤波处理,得到滤波格网点云数据;
 - 对所述滤波格网点云数据进行边界修复处理,得到修复点云数据,将所述修复点云数据和所述第二格网点云数据作为所述目标天花板点云数据。
2. 根据权利要求1所述的一种室内房间点云的自动分割方法,其特征在于,所述获取多房间点云数据,包括:
 - 获取多房间区域采集的原始点云数据,采用预设的体素降采样算法对所述原始点云数据进行降采样处理,得到初始点云数据;
 - 获取预设的距离阈值和最小聚类阈值,根据所述距离阈值和所述最小聚类阈值对所述初始点云数据进行空间聚类处理,得到若干类聚类点云数据;

获取所述若干类聚类点云数据分别对应的点云数量,将所述点云数量最大的所述聚类点云数据作为所述多房间点云数据。

3. 根据权利要求1所述的一种室内房间点云的自动分割方法,其特征在于,所述采用预设的布料模拟算法,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据,包括:

获取预设的格网分辨率数据,根据所述格网分辨率数据确定布料模拟计算点;

将所述多房间点云数据和所述布料模拟计算点投影到预设平面中,并在所述预设平面中确定所述多房间点云数据中与距离所述布料模拟计算点最近的对应点;

获取所述多房间点云数据和所述布料模拟计算点在所述预设平面中的相交位置信息,根据所述相交位置信息确定所述对应点的高度值,并将所述对应点的高度值作为所述布料模拟计算点对应的最小高度值;

根据预设的重力公式确定所述布料模拟计算点的实际高度值,根据所述最小高度值和所述实际高度值,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据。

4. 根据权利要求3所述的一种室内房间点云的自动分割方法,其特征在于,所述根据所述最小高度值和所述实际高度值,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据,包括:

将所述最小高度值与所述实际高度值进行比较,当所述最小高度值与所述实际高度值相等时,在所述预设平面中将所述布料模拟计算点移动至所述相交位置,移动完毕后得到固定点;

在所述预设平面中获取所述多房间点云数据与所述固定点之间的距离值,将所述距离值与预设的距离阈值进行比较,当所述距离值小于所述距离阈值时,确定所述多房间点云数据为所述天花板点云数据。

5. 根据权利要求1所述的一种室内房间点云的自动分割方法,其特征在于,所述采用预设的格网分析算法对所述天花板点云数据进行分割处理,得到格网点云数据,包括:

对所述天花板点云数据进行格网分割处理,得到初始格网点云数据;

采用预设的八向连通域算法,删除所述初始格网点云数据中的离散点云数据,并对所述初始格网点云数据进行分割处理,得到若干类聚类格网点云数据;

获取所述若干类聚类格网点云数据分别对应的格网个数,根据所述格网个数对所述若干类聚类格网点云数据进行排序,并获取相邻两类所述聚类格网点云数据之间对应的格网面积的比值,并将所述比值的最大值作为聚类阈值;

将所述格网个数大于所述聚类阈值的所述聚类格网点云数据作为所述格网点云数据。

6. 根据权利要求1所述的一种室内房间点云的自动分割方法,其特征在于,所述获取所述格网点云数据中各个格网分别对应的邻域格网状态信息,根据所述邻域格网状态信息在所述各个格网中确定目标格网,包括:

获取所述格网点云数据中各个格网分别对应的邻域格网状态信息,所述邻域格网状态信息包括:有点云状态和无点云状态;

将所述各个格网中,所述邻域格网状态信息均为所述有点云状态的格网作为所述目标格网。

7. 根据权利要求3所述的一种室内房间点云的自动分割方法,其特征在于,所述对所述滤波格网点云数据进行边界修复处理,得到修复点云数据,包括:

获取所述多房间点云数据对应的法向量数据,根据所述法向量数据的朝向与所述预设

平面的夹角值确定夹角阈值；

根据所述夹角阈值，确定所述多房间点云数据中的垂直平面点云数据；

将与所述滤波格网点云数据相邻的格网作为相邻格网，将存在所述垂直平面点云数据的所述相邻格网作为目标邻域格网；

对所述目标邻域格网中的点云数据与所述滤波格网点云数据进行聚类处理，得到修复点云数据。

一种室内房间点云的自动分割方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数据分析领域,尤其涉及的是一种室内房间点云的自动分割方法。

背景技术

[0002] 随着室外激光雷达点云采集的成熟与小尺寸激光雷达制造水平的提高,越来越多的研究人员将研究方向转移到了建筑室内点云采集。固定站扫描仪与移动扫描仪等被应用于建筑施工监理、室内定位与导航和制作室内建筑的三维模型等领域。其中,移动扫描仪类似推车扫描仪与背包扫描仪,凭借其动态采集的特性能够在一次采集过程中可以获取建筑室内多个房间的点云数据,相较于固定站扫描仪提高了采集效率。

[0003] 然而由于目前针对点云数据进行模型重建的算法,较多是针对单个房间点云数据进行的,因此采集到的建筑室内多个房间的点云数据,难以应用于现有的基于单房间的模型重建算法。

[0004] 因此,现有技术还有待改进和发展。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种室内房间点云的自动分割方法,旨在解决现有技术中采集到的建筑室内多个房间的点云数据,难以应用于现有的基于单房间的模型重建算法问题。

[0006] 本发明解决问题所采用的技术方案如下:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供一种室内房间点云的自动分割方法,其中,所述方法包括:

[0008] 获取多房间点云数据;

[0009] 采用预设的布料模拟算法,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据;

[0010] 采用预设的格网分析算法对所述天花板点云数据进行分割处理,得到格网点云数据;

[0011] 采用预设的形态学腐蚀滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到目标天花板点云数据;

[0012] 根据所述目标天花板点云数据对所述多房间点云数据进行分割处理,得到单个房间的点云数据。

[0013] 在一种实施方式中,所述获取多房间点云数据,包括:

[0014] 获取多房间区域采集的原始点云数据,采用预设的体素降采样算法对所述原始点云数据进行降采样处理,得到初始点云数据;

[0015] 获取预设的距离阈值和最小聚类阈值,根据所述距离阈值和所述最小聚类阈值对所述初始点云数据进行空间聚类处理,得到若干类聚类点云数据;

[0016] 获取所述若干类聚类点云数据分别对应的点云数量,将所述点云数量最大的所述聚类点云数据作为所述多房间点云数据。

[0017] 在一种实施方式中,所述采用预设的布料模拟算法,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据,包括:

[0018] 获取预设的格网分辨率数据,根据所述格网分辨率数据确定布料模拟计算点;

[0019] 将所述多房间点云数据和所述布料模拟计算点投影到预设平面中,并在所述预设平面中确定所述多房间点云数据中与距离所述布料模拟计算点最近的对应点;

[0020] 获取所述多房间点云数据和所述布料模拟计算点在所述预设平面中的相交位置信息,根据所述相交位置信息确定所述对应点的高度值,并将所述对应点的高度值作为所述布料模拟计算点对应的最小高度值;

[0021] 根据预设的重力公式确定所述布料模拟计算点的实际高度值,根据所述最小高度值和所述实际高度值,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据。

[0022] 在一种实施方式中,所述根据所述最小高度值和所述实际高度值,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据,包括:

[0023] 将所述最小高度值与所述实际高度值进行比较,当所述最小高度值与所述实际高度值相等时,在所述预设平面中将所述布料模拟计算点移动至所述相交位置,移动完毕后得到固定点;

[0024] 在所述预设平面中获取所述多房间点云数据与所述固定点之间的距离值,将所述距离值与预设的距离阈值进行比较,当所述距离值小于所述距离阈值时,确定所述多房间点云数据为所述天花板点云数据。

[0025] 在一种实施方式中,所述采用预设的格网分析算法对所述天花板点云数据进行分割处理,得到格网点云数据,包括:

[0026] 对所述天花板点云数据进行格网分割处理,得到初始格网点云数据;

[0027] 采用预设的八向连通域算法,删除所述初始格网点云数据中的离散点云数据,并对所述初始格网点云数据进行分割处理,得到若干类聚类格网点云数据;

[0028] 获取所述若干类聚类格网点云数据分别对应的格网个数,根据所述格网个数对所述若干类聚类格网点云数据进行排序,并获取相邻两类所述聚类格网点云数据之间对应的所述格网面积的比值,并将所述比值的最大值作为聚类阈值;

[0029] 将所述格网个数大于所述聚类阈值的所述聚类格网点云数据作为所述格网点云数据。

[0030] 在一种实施方式中,所述采用预设的形态学腐蚀滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到目标天花板点云数据,包括:

[0031] 获取所述格网点云数据中各个格网分别对应的邻域格网状态信息,根据所述邻域格网状态信息在所述各个格网中确定目标格网;

[0032] 获取所述各个格网对应的格网总数量以及所述目标格网对应的格网数量,根据所述格网总数量和所述格网数量,确定所述格网点云数据的分割状态信息,并根据所述分割状态信息确定所述目标天花板点云数据。

[0033] 在一种实施方式中,所述获取所述格网点云数据中各个格网分别对应的邻域格网状态信息,根据所述邻域格网状态信息在所述各个格网中确定目标格网,包括:

[0034] 获取所述格网点云数据中各个格网分别对应的邻域格网状态信息,所述邻域格网状态信息包括:有点云状态和无点云状态;

[0035] 将所述各个格网中,所述邻域格网状态信息均为所述有点云状态的格网作为所述目标格网。

[0036] 在一种实施方式中,所述根据所述格网总数量和所述格网数量,确定所述格网点云数据的分割状态信息,并根据所述分割状态信息确定所述目标天花板点云数据,包括:

[0037] 当所述格网总数量和所述格网数量相等时,确定所述目标格网对应的所述分割状态信息为分割完毕状态,将所述目标格网中的点云数据作为所述目标天花板点云数据;

[0038] 当所述格网总数量和所述格网数量不相等时,确定所述目标格网对应的所述分割状态信息为未分割完毕状态,采用预设的邻域滤波算法对所述目标格网中的点云数据进行滤波处理,得到所述目标天花板点云数据。

[0039] 在一种实施方式中,所述采用预设的邻域滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到所述目标天花板点云数据,包括:

[0040] 将所述天花板点云数据输入预设的分类模型中,获取所述分类模型基于所述天花板点云数据输出的边界点云数据;

[0041] 根据所述边界点云数据确定掩膜的位置信息,并根据所述掩膜的位置信息,将位于所述掩膜内的所述格网点云数据作为第一格网点云数据,将位于所述掩膜外的所述格网点云数据作为第二格网点云数据;

[0042] 采用预设的邻域滤波算法对所述第一格网点云数据进行滤波处理,得到滤波格网点云数据;

[0043] 对所述滤波格网点云数据进行边界修复处理,得到修复点云数据,将所述修复点云数据和所述第二格网点云数据作为所述目标天花板点云数据。

[0044] 在一种实施方式中,所述对所述滤波格网点云数据进行边界修复处理,得到修复点云数据,包括:

[0045] 获取所述多房间点云数据对应的法向量数据,根据所述法向量数据的朝向与所述预设平面的夹角值确定夹角阈值;

[0046] 根据所述夹角阈值,确定所述多房间点云数据中的垂直平面点云数据;

[0047] 将与所述滤波格网点云数据相邻的格网作为相邻格网,将存在所述垂直平面点云数据的所述相邻格网作为目标邻域格网;

[0048] 对所述目标邻域格网中的点云数据与所述滤波格网点云数据进行聚类处理,得到修复点云数据。

[0049] 本发明的有益效果:本发明实施例通过首先确定采集到的多房间点云数据中的天花板点云数据,由于一个房间通常对应一个天花板,因此根据确定天花板点云数据可以准确地将多房间点云数据分割成单个房间的点云数据,分割后得到的单个房间点云数据即可直接于现有的模型重建算法,解决了现有技术中采集到的建筑室内多个房间的点云数据,难以应用于现有的基于单个房间的模型重建算法的问题。

附图说明

[0050] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,

还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0051] 图1是本发明实施例提供的室内房间点云的自动分割方法的流程示意图。
- [0052] 图2是本发明实施例提供的布料模拟滤波的示意图。
- [0053] 图3是本发明实施例提供的格网分析算法的示意图。
- [0054] 图4是本发明实施例提供的形态学腐蚀滤波的示意图。
- [0055] 图5是本发明实施例提供的邻域滤波算法的示意图。
- [0056] 图6是本发明实施例提供的邻域滤波阈值为3时对应的滤波示意图。
- [0057] 图7是本发明实施例提供的邻域滤波阈值为4时对应的滤波示意图
- [0058] 图8是本发明实施例提供的VGG神经网络模型示意图。
- [0059] 图9是本发明实施例提供的室内房间点云的自动分割方法的详细流程示意图

具体实施方式

[0060] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0061] 需要说明,若本发明实施例中有涉及方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……),则该方向性指示仅用于解释在某一特定姿态(如附图所示)下各部件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0062] 随着室外激光雷达点云采集的成熟与小尺寸激光雷达制造水平的提高,越来越多的研究人员将研究方向转移到了建筑室内点云采集。固定站扫描仪与移动扫描仪等被应用于建筑施工监理、室内定位与导航和制作室内建筑的三维模型等领域。其中,移动扫描仪类似推车扫描仪与背包扫描仪,凭借其动态采集的特性能够在一次采集过程中可以获取建筑室内多个房间的点云数据,相较于固定站扫描仪提高了采集效率。

[0063] 然而由于目前针对点云数据进行模型重建的算法,通常是针对单个房间点云数据进行的,因此采集到的建筑室内多个房间的点云数据,难以应用于现有的基于单个房间模型重建算法。

[0064] 针对现有技术的上述缺陷,本发明提供了一种室内房间点云的自动分割方法,通过获取多房间点云数据;采用预设的布料模拟算法,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据;采用预设的格网分析算法对所述天花板点云数据进行分割处理,得到格网点云数据;采用预设的形态学腐蚀滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到目标天花板点云数据;根据所述目标天花板点云数据,将所述多房间点云数据分为若干类房间点云数据。本申请通过首先确定采集到的多房间点云数据中的天花板点云数据,由于一个房间通常对应一个天花板,因此根据确定天花板点云数据可以准确地将多房间点云数据分割成单个房间的点云数据,分割后得到的单个房间点云数据即可直接于现有的模型重建算法,解决了现有技术中采集到的建筑室内多个房间的点云数据,难以应用于现有的基于单个房间模型重建算法的问题。

[0065] 如图1所示,本实施例提供一种室内房间点云的自动分割方法,所述方法包括如下步骤:

[0066] 步骤S100、获取多房间点云数据。

[0067] 为了获得多个房间单独的点云数据,同时也为了提高采集效率,首先本实施例要先将多个房间共同作为一个目标采集区域,然后通过移动扫描仪对目标采集区域进行点云数据采集,一次性采集到多个房间的全部点云数据,即得到多房间点云数据。

[0068] 在一种实现方式中,所述步骤S100具体包括如下步骤:

[0069] 步骤S101、获取多房间区域采集的原始点云数据,采用预设的体素降采样算法对所述原始点云数据进行降采样处理,得到初始点云数据;

[0070] 步骤S102、获取预设的距离阈值,根据所述距离阈值对所述初始点云数据进行空间聚类处理,得到若干类聚类点云数据;

[0071] 步骤S103、获取所述若干类聚类点云数据分别对应的点云数量,将所述点云数量最大的所述聚类点云数据作为所述多房间点云数据。

[0072] 由于多房间采集到的原始点云数据的数据量过大,为了减小后续的计算量,本实施例需要先对原始点云数据进行降采样处理,从而减小原始点云数据的数据量。具体地,本实施例采用的是体素降采样算法对原始点云数据进行处理,首先将原始点云数据根据其对应的位置信息放入预设的若干个三维规则体素中,并检测每一个三维规则体素中的点云数量,若点云数量大于预设阈值,则计算该三维规则体素中所有的点云数据的重心点,并通过该重心点来代替该三维规则体素中所有的点云数据,从而完成该三维规则体素的降采样处理,直至每一个三维规则体素都完成类似的降采样处理后,即得到初始点云数据。

[0073] 由于得到初始点云数据中还可能存在一定数量的离群点,这些离群点可能是由于三维激光扫描仪产生的系统误差,多帧点云匹配误差,或者激光透过室内结构中的窗户和处于打开状态的门而采集到的不属于室内结构的室外点云,因此还需要对这些离群点进行剔除。本实施例采用的是基于距离聚类的离群点去除方法,原理是噪声点或者室外结构反射的离群点一般都与房间主体结构存在一定距离,因此根据该特点可以筛除初始点云数据中的离群点。具体地,首先本实施例设置了一个距离阈值和最小聚类阈值,并根据该距离阈值和该最小聚类阈值对初始点云数据进行空间聚类处理,其中基于距离阈值的空间聚类处理过程的原理如下:

[0074] 从初始点云数据中随机选择一个种子点,并计算该种子点周围、距离阈值范围内的其他点云数据的点云数量,并将该点云数量与最小聚类阈值进行比较。当该点云数量大于或者等于最小聚类阈值时,将该种子点周围、距离阈值范围内的其他点云数据加入该种子点对应的聚类里,并将该种子点周围、距离阈值范围内的其他点云数据作为下次循环的种子点,直至该聚类不再增加新的点云数据。当该点云数量小于最小聚类阈值时,将该种子点分类为离群点。

[0075] 最后,初始点云数据全部完成空间聚类处理以后,会得到若干类聚类点云数据,通过比较这些聚类点云数据中的点云数量,将点云数量最大的聚类点云数据保留作为后续进行运算的多房间点云数据,其他聚类点云数据分类为离群点。

[0076] 如图1所示,所述方法还包括如下步骤:

[0077] 步骤S200、采用预设的布料模拟算法,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据。

[0078] 为了对多房间点云数据进行正确分割,本实施例首先需要采用布料模拟算法确定多房间点云数据中的天花板点云数据。可以理解的是,每一个房间均对应一个天花板,因此

如果能正确分割出多房间点云数据中的天花板点云数据,再通过该天花板点云数据即可正确将多房间点云数据分割为单个房间点云数据。

[0079] 在一种实现方式中,所述步骤S200具体包括如下步骤:

[0080] 步骤S201、获取预设的格网分辨率数据,根据所述格网分辨率数据确定布料模拟计算点;

[0081] 步骤S202、将所述多房间点云数据和所述布料模拟计算点投影到预设平面中,得到投影点云数据和投影计算点数据;

[0082] 步骤S203、在所述投影点云数据和所述投影计算点数据中,分别确定目标投影点云数据和目标投影计算点数据;所述目标投影点云数据和所述目标投影计算点数据为所述投影点云数据和所述投影计算点数据中相距最近的一对点数据;

[0083] 步骤S204、获取所述投影点云数据与所述投影计算点数据在所述预设平面中的相交位置信息,根据所述相交位置信息确定所述目标投影计算点所对应的最小高度值;

[0084] 步骤S205、根据预设的重力公式确定所述目标投影计算点数据的实际高度值,根据所述最小高度值和所述实际高度值,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据。

[0085] 本实施例基于一般情况下室内天花板部分因为高度原因受到较少的家具等物件的遮挡,采集的点云可以覆盖整个室内环境,进而能够完整描述整个房间的范围这一特点,采用预设的布料模拟算法来提取多房间点云数据中的天花板点云数据。具体地,如图2所示,布料模拟算法的原理如下:

[0086] (1) 根据预设的格网分辨率数据,生成模拟布料计算点。

[0087] (2) 将多房间点云数据和模拟布料计算点都投影到二维平面,在平面中,找到多房间点云数据中距离模拟布料计算点最近的对应点。

[0088] (3) 对应点的高度值由模拟布料与点云数据相交的高度值确定,代表了计算点最小高度值。

[0089] (4) 由预设的重力公式计算得到模拟布料计算点的实际高度值。

[0090] (5) 根据模拟布料计算点的最小高度值和实际高度值,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据。

[0091] 在一种实现方式中,上述步骤(5)具体包括如下步骤:

[0092] (6) 将模拟布料计算点的实际高度值与相交的高度值的大小进行比较,当现高度值小于等于相交高度时,将模拟布料计算点移动到相交的位置,并将其设定为固定点,其中,可以。

[0093] (7) 进行多次模拟布料循环,直到所有模拟布料计算点的高度变化的最大值小于用户设定阈值或者模拟次数超过用户设定阈值。

[0094] (8) 运算多房间点云数据与模拟布料计算点之间的距离,根据距离阈值来区分地面点与非地面点,其中当多房间点云数据与模拟布料计算点之间的距离小于距离阈值时,确定该多房间点云数据为非地面点,即天花板点云数据,当多房间点云数据与模拟布料计算点之间的距离大于或者距离阈值时,确定该多房间点云数据为地面点。

[0095] 如图1所示,所述方法还包括如下步骤:

[0096] 步骤S300、采用预设的格网分析算法对所述天花板点云数据进行分割处理,得到格网点云数据。

[0097] 具体地,由于获取到天花板点云数据以后,还需要对该天花板点云数据进行分割,得到各个房间分别对应的天花板点云数据。本实施例中采用的是格网分析算法对天花板点云数据进行分割。如图3所示,格网分析算法会采用类似于图像栅格的数据组织,通过规则的格网将天花板点云数据切分为规则的格网单元,使得每一个格网单元中包括部分的天花板点云数据,并将位于格网内的点云数据作为格网点云数据。

[0098] 在一种实现方式中,所述步骤S300具体包括如下步骤:

[0099] 步骤S301、对所述天花板点云数据进行格网分割处理,得到初始格网点云数据;

[0100] 步骤S302、采用预设的八向连通域算法,删除所述初始格网点云数据中的离散点云数据,并对所述初始格网点云数据进行分割处理,得到若干类聚类格网点云数据;

[0101] 步骤S303、获取所述若干类聚类格网点云数据分别对应的格网个数,根据所述格网个数对所述若干类聚类格网点云数据进行排序,并获取相邻两类所述聚类格网点云数据之间对应的所述格网面积的比值,并将所述比值的最大值作为聚类阈值;

[0102] 步骤S304、将所述格网个数大于所述聚类阈值的所述聚类格网点云数据作为所述格网点云数据。

[0103] 具体地,本实施例首先采用规则的格网对天花板点云数据进行分割,得到初始格网点云数据,然后采用预设的八向连通域算法确定并删除初始格网点云数据中存在离散点云,同时对初始格网点云数据进行分割处理,得到若干类聚类格网点云数据。在一种实现方式中,所述八向连通域算法的原理如下:

[0104] (1) 获取所有天花板点云数据的坐标数据,根据每一个天花板点云数据的坐标将其分类进行对应的格网中。

[0105] (2) 对于格网中存在点云数据的格网单元,将其格网值设置为1,对于格网中不存在点云数据的格网单元,将其格网值设置为0。

[0106] (3) 然后选择一个格网值为1的格网单元作为种子格网,寻找该种子格网邻近八个方向(东、南、西、北、东南、东北、西南、西北)中的非0值格网将入该种子格网对应的聚类中,并将这些非0值格网作为新的种子格网进行下一轮八向连通域判定,直到该聚类中无新增格网,将该聚类作为第一个聚类。

[0107] (4) 从未经过处理的剩余非零格网中随机找到一个格网单元作为第二个聚类的种子格网,重复上述过程直到所有的非零格网均经过处理,最后得到若干类聚类格网点云数据。

[0108] 虽然经过基于距离阈值的空间聚类过程已经初步去除了点云数据中的,但是可能存在少部分靠近天花板结构的离群点未能去除。因此本实施例还需要获取若干类聚类格网点云数据分别对应的格网个数,按格网个数从小至大对这些聚类格网点云数据进行排序,排序以后获取相邻两类所述聚类格网点云数据之间对应的所述格网面积的比值。举例说明,假设有四个聚类格网点云数据A、B、C、D分别对应的格网数量为A,3个;B,6个;C,5个;D,9个,则排序后的顺序为A-C-B-D,相邻两类所述聚类格网点云数据之间对应的所述格网面积的比值则依次为 $\frac{5}{3}$, $\frac{6}{5}$, $\frac{3}{2}$ 。然后将比值的最大值作为聚类阈值,并将格网个数大于该聚类

阈值的聚类格网点云数据作为格网点云数据。格网个数小于或者等于该聚类阈值的聚类格网点云数据则作为噪声聚类,不选择采用。在一种实现方式中,为了避免出现格网中不存在

离群点聚类而错误将较小的天花板结构分类为离群点,因此本实施例需要加上一个格网大小设定为2的模拟噪声聚类。

[0109] 如图1所示,所述方法还包括如下步骤:

[0110] 步骤S400、采用预设的形态学腐蚀滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到目标天花板点云数据。

[0111] 为了隔断不同聚类的格网点云数据之间的细小连接,本实施例还需要采用预设的形态学腐蚀滤波算法对格网点云数据进行滤波,消除格网点云数据中的凸起边缘,突出有效的格网点云数据的轮廓/边界。可以理解的是,格网点云数据的边界清晰,将有助于后续对多房间点云数据进行分割。

[0112] 在一种实现方式中,所述步骤S400具体包括:

[0113] 步骤S401、获取所述格网点云数据中各个格网分别对应的邻域格网状态信息,根据所述邻域格网状态信息在所述各个格网中确定目标格网;

[0114] 步骤S402、获取所述各个格网对应的格网总数量以及所述目标格网对应的格网数量,根据所述格网总数量和所述格网数量,确定所述格网点云数据的分割状态信息,并根据所述分割状态信息确定所述目标天花板点云数据。

[0115] 简单来说,本实施例中采用形态学腐蚀滤波算法的目标是将格网点云数据中在边界凸起的格网消除,保留下来的格网即为目标格网。具体地,为了消除边界凸起的格网,本实施例需要获取所述格网点云数据中各个格网分别对应的邻域格网状态信息,其中,所述邻域格网状态信息包括:有点云状态和无点云状态。然后将所述各个格网中,所述邻域格网状态信息均为所述有点云状态的格网作为所述目标格网。举例说明,如图4所示,图4中左边部分是未经过形态学腐蚀滤波算法处理前的格网点云数据,右边部分是经过形态学腐蚀滤波算法处理之后剩余的目标格网,可以很明显地看出经过形态学腐蚀滤波算法处理之后的格网十分规整,其边界部分没有任何凸起的格网,从而使得目标格网的边界更加清晰。

[0116] 确定了目标格网以后,还需要获取形态学腐蚀滤波算法处理之前的格网数量,即格网点云数据对应的格网总数量,将格网总数量与目标格网对应的格网数量进行比较,从而确定是否存在受离群点影响的欠分割状态,进而确定最终用于分割多房间点云数据的目标天花板点云数据。在一种实现方式中,当所述格网总数量和所述格网数量相等时,确定所述目标格网对应的所述分割状态信息为分割完毕状态,将所述目标格网中的点云数据作为所述目标天花板点云数据。当所述格网总数量和所述格网数量不相等时,确定所述目标格网对应的所述分割状态信息为未分割完毕状态,采用预设的邻域滤波算法对所述目标格网中的点云数据进行滤波处理,得到所述目标天花板点云数据。

[0117] 简言之,对于形态学腐蚀后不存在欠分割的聚类,即相当于目标格网为分割完毕状态时,可以直接将目标格网中的点云数据作为最终分割出来的天花板点云数据,来分割多房间点云数据。而对于存在欠分割的聚类,即相当于目标格网为未分割完毕状态时,由于进行形态学腐蚀前后存在格网数量的差别,因此需要进一步进行分割处理。具体地,需要采用邻域滤波算法进行进一步的分割处理,分割后得到目标天花板点云数据。在一种实现方式中,本实施例采用的邻域滤波算法为一种自适应参数的邻域滤波算法,如图5所示,该自适应参数的邻域滤波算法的原理如下:在目标格网中,统计每个非空格网的八邻域格网中非空格网的数量作为属性值进行存储,并且按照形态学腐蚀后的目标格网的数量进行自适

应设置数量阈值。例如,首先将数量初始阈值设定为3(如图6所示),将属性值大于阈值的目标格网进行提取,并重新根据八向连通域算法进行处理,并判断新产生的目标格网的数量是否等于原先的目标格网,如果不相等则将阈值加1进行下一次循环,即将阈值设定为4(如图7所示)。直到当前新产生的目标格网的数量等于前一次产生的目标格网的数量或者下一循环的阈值达到预设阈值,则终止循环。

[0118] 在一种实现方式中,由于使用邻域滤波算法不可避免的会影响天花板边界处的格网,从而造成房间点云误删除的情况。因此在本实施例还需要对邻域滤波算法的处理范围进行限定。具体地,本实施例首先将所述天花板点云数据输入预设的分类模型中,在一种实现方式中,所述分类模型可以采用VGG神经网络模型(如图8所示)。然后获取所述分类模型基于所述天花板点云数据输出的边界点云数据。然后根据所述边界点云数据确定掩膜的位置信息,并根据所述掩膜的位置信息,将位于所述掩膜内的所述格网点云数据作为第一格网点云数据,将位于所述掩膜外的所述格网点云数据作为第二格网点云数据。之后采用预设的邻域滤波算法对所述第一格网点云数据进行滤波处理,得到滤波格网点云数据。最后对所述滤波格网点云数据进行边界修复处理,得到修复点云数据,将所述修复点云数据和所述第二格网点云数据作为所述目标天花板点云数据。

[0119] 在一种实现方式中,对滤波格网点云数据进行边界修复处理的具体过程如下:首先获取所述多房间点云数据对应的法向量数据,根据所述法向量数据的朝向与所述预设平面的夹角值确定夹角阈值。根据所述夹角阈值,确定所述多房间点云数据中的垂直平面点云数据。将与所述滤波格网点云数据相邻的格网作为相邻格网,将存在所述垂直平面点云数据的所述相邻格网作为目标邻域格网。对所述目标邻域格网中的点云数据与所述滤波格网点云数据进行聚类处理,得到修复点云数据。举例说明,判断滤波格网点云数据的东、南、西、北、东南、东北、西南、西北,八个方向的相邻格网中是否存在垂直平面点云,如果是就将该相邻格网加入聚类,从而完成边界修复处理。

[0120] 如图1所示,所述方法还包括如下步骤:

[0121] 步骤S500、根据所述目标天花板点云数据对所述多房间点云数据进行分割处理,得到单个房间的点云数据。

[0122] 由于目标天花板点云数据可以清楚明确地反映各个房间的天花板结构,因此根据该目标天花板点云数据对所述多房间点云数据进行分割,即可准确得到每一个房间的点云数据,然后存储各独立房间的点云数据(如图9所示)。由于最后得到的是单个房间的点云数据,因此可以直接应用于现有的模型重建算法。

[0123] 综上所述,本发明公开了一种室内房间点云的自动分割方法,通过获取多房间点云数据;采用预设的布料模拟算法,确定所述多房间点云数据中的天花板点云数据;采用预设的格网分析算法对所述天花板点云数据进行分割处理,得到格网点云数据;采用预设的形态学腐蚀滤波算法对所述格网点云数据进行滤波处理,得到目标天花板点云数据;根据所述目标天花板点云数据,将所述多房间点云数据分为若干类房间点云数据。本申请通过首先确定采集到的多房间点云数据中的天花板点云数据,由于一个房间通常对应一个天花板,因此根据确定天花板点云数据可以准确地将多房间点云数据分割成单个房间的点云数据,分割后得到的单个房间点云数据即可直接于现有的模型重建算法,解决了现有技术中采集到的建筑室内多个房间的点云数据,难以应用于现有的基于单个房间的模型重建算法

的问题。

[0124] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

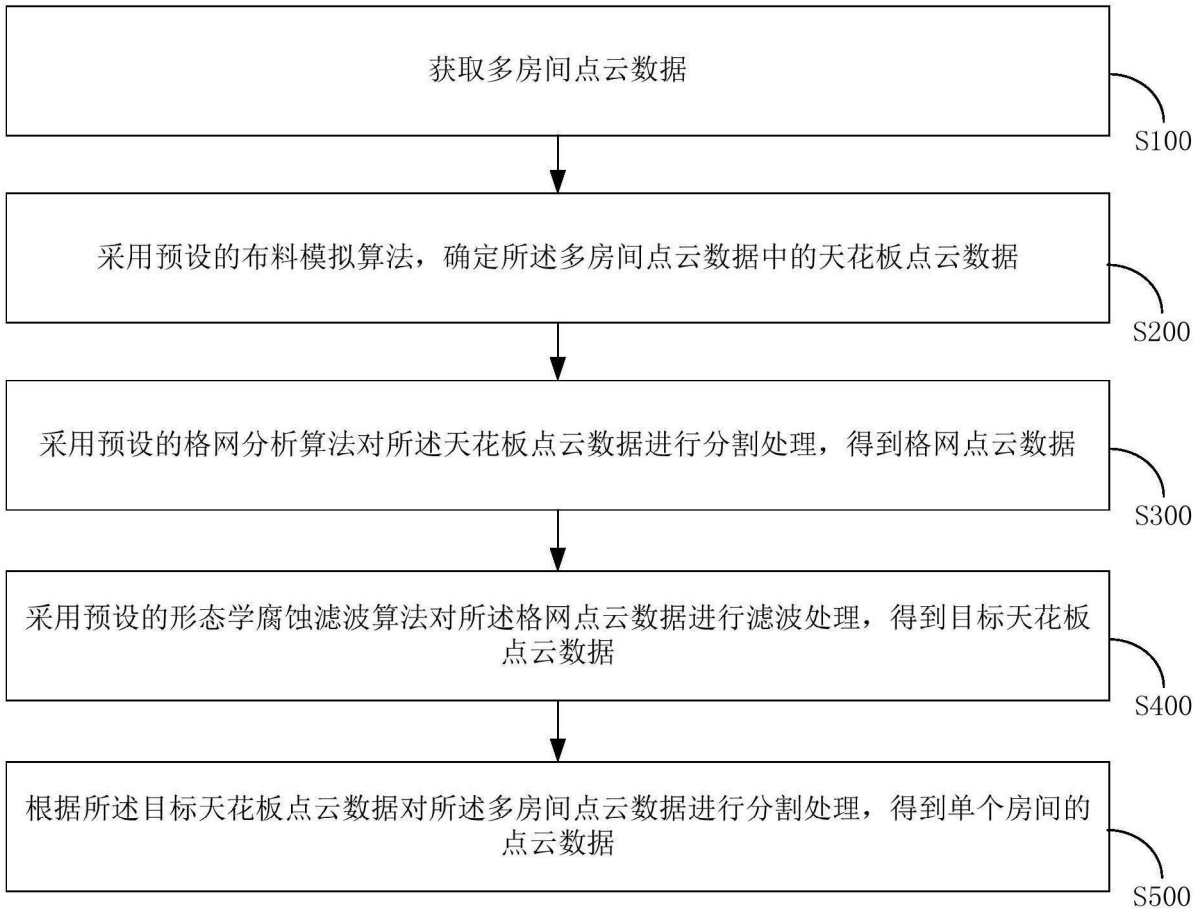


图1

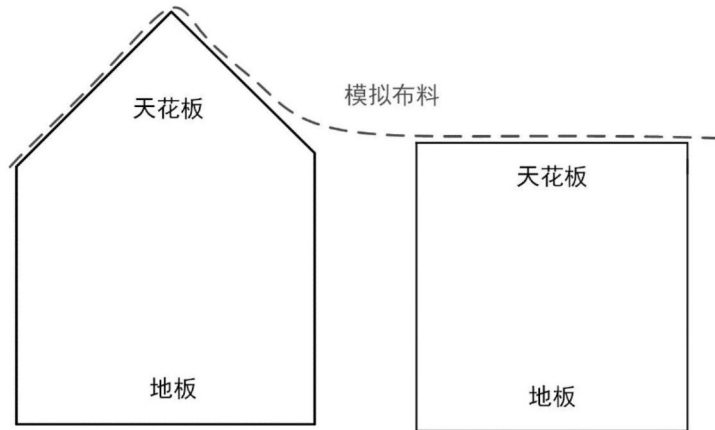


图2

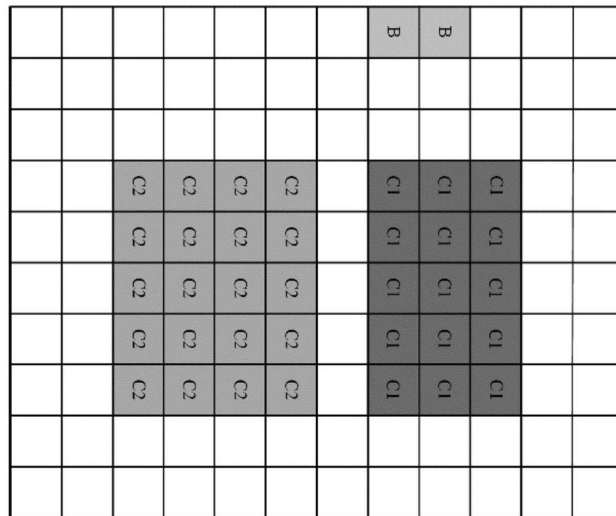
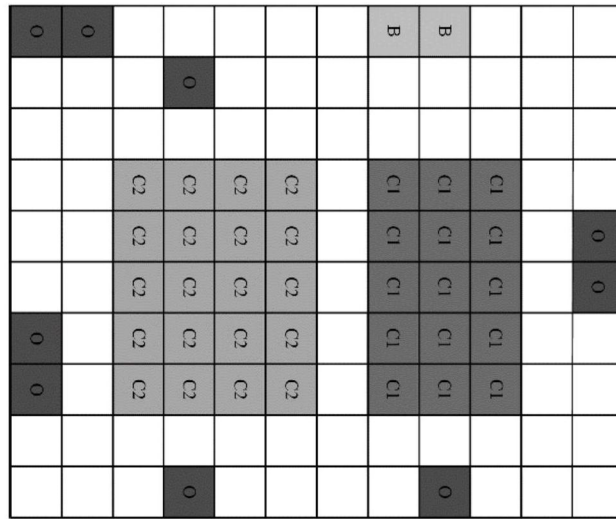


图3

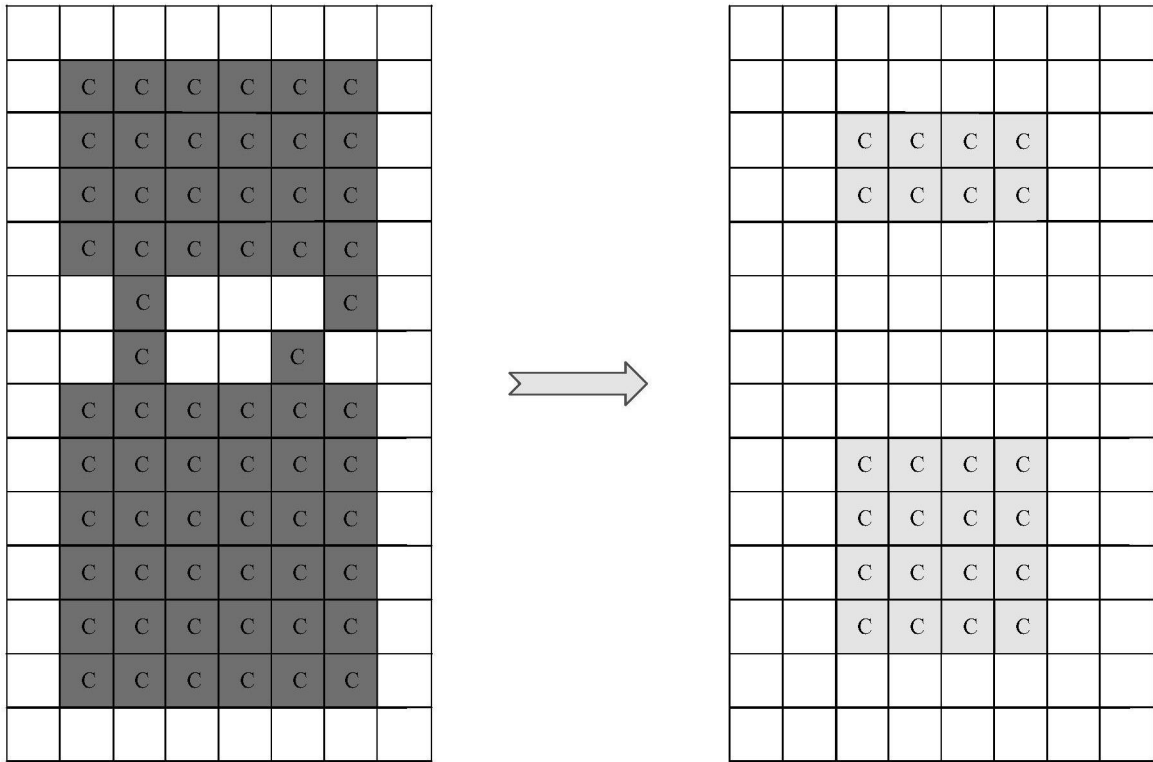


图4

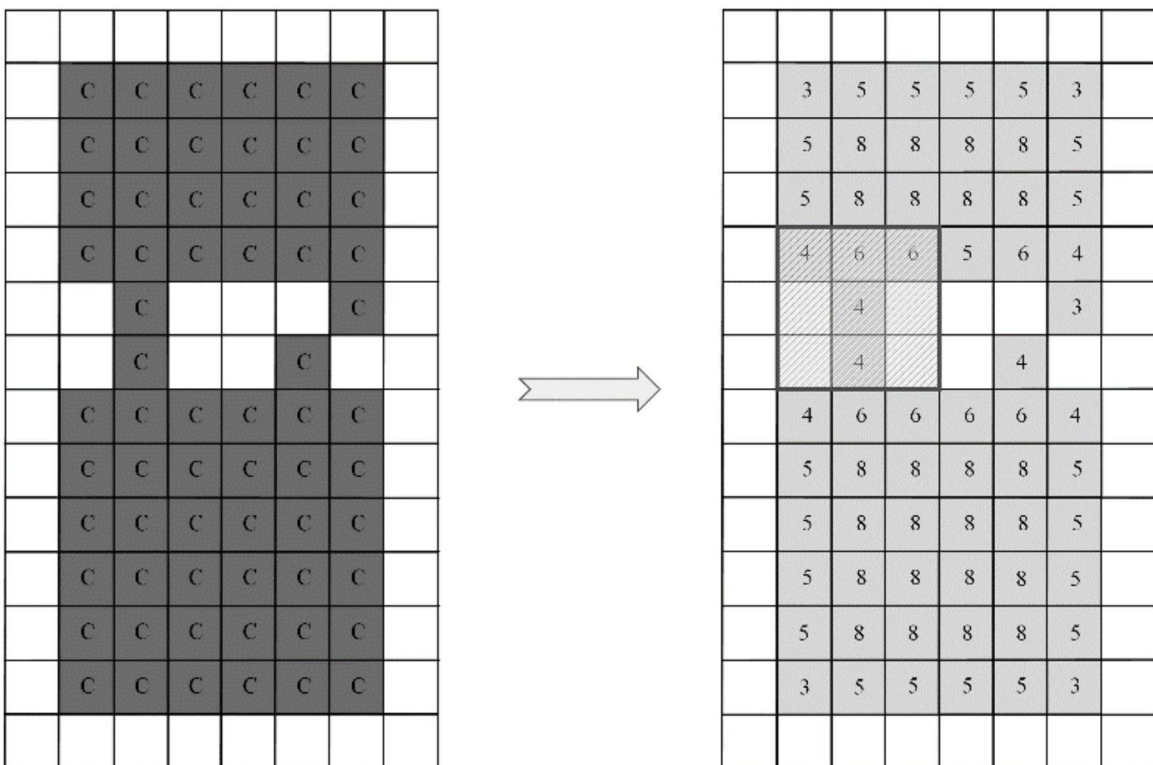


图5

		5	5	5	5		
	5	8	8	8	8	5	
	5	8	8	8	8	5	
	4	6	6	5	6	4	
		4					
		4			4		
	4	6	6	6	6	4	
	5	8	8	8	8	5	
	5	8	8	8	8	5	
	5	8	8	8	8	5	
	5	8	8	8	8	5	
		5	5	5	5		

图6

		5	5	5	5		
	5	8	8	8	8	5	
	5	8	8	8	8	5	
		6	6	5	6		
		6	6	6	6		
	5	8	8	8	8	5	
	5	8	8	8	8	5	
	5	8	8	8	8	5	
	5	8	8	8	8	5	
		5	5	5	5		

图7

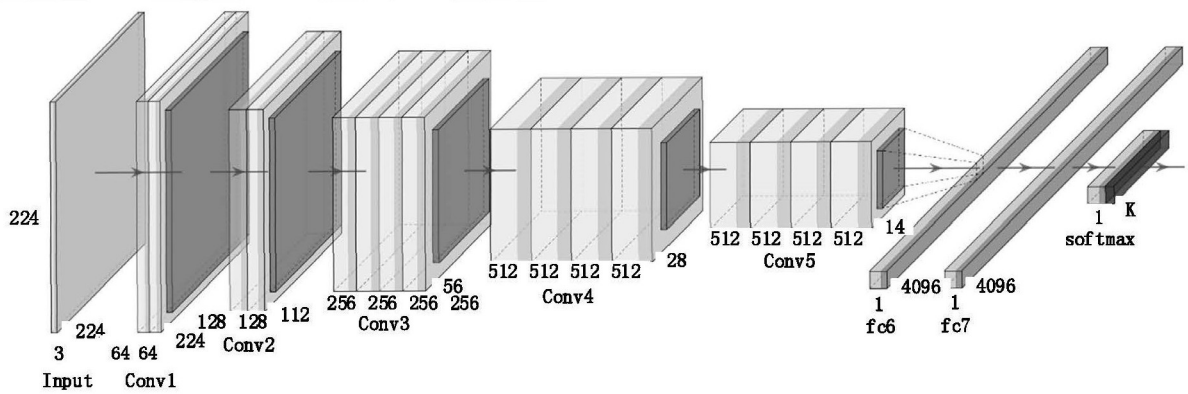


图8

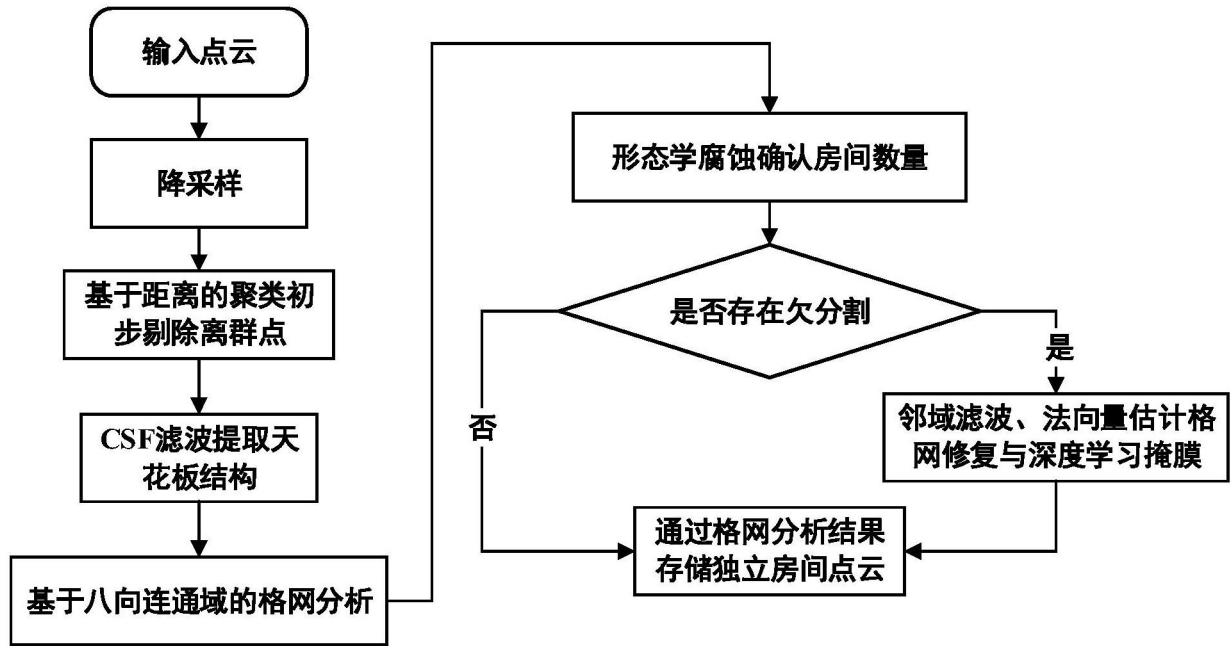


图9