



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111563950 B

(45) 授权公告日 2023.04.21

(21) 申请号 202010379743.X

(22) 申请日 2020.05.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111563950 A

(43) 申请公布日 2020.08.21

(73) 专利权人 如你所视(北京)科技有限公司
地址 100085 北京市海淀区上地六街弘源
首著大厦一号楼8层

(72) 发明人 程谟方 赵靖

(74) 专利代理机构 北京思源智汇知识产权代理
有限公司 11657
专利代理师 毛丽琴

(51) Int. Cl.
G06T 15/04 (2011.01)

(56) 对比文件

CN 104574501 A, 2015.04.29

CN 104732577 A, 2015.06.24

CN 105261064 A, 2016.01.20

CN 106204710 A, 2016.12.07

CN 108062788 A, 2018.05.22

US 2004036692 A1, 2004.02.26

US 2006197760 A1, 2006.09.07

姜翰青等. 面向复杂三维场景的高质量纹理
映射. 2015, 第38卷卷(第12期), 第2349-
2360页.

审查员 章英

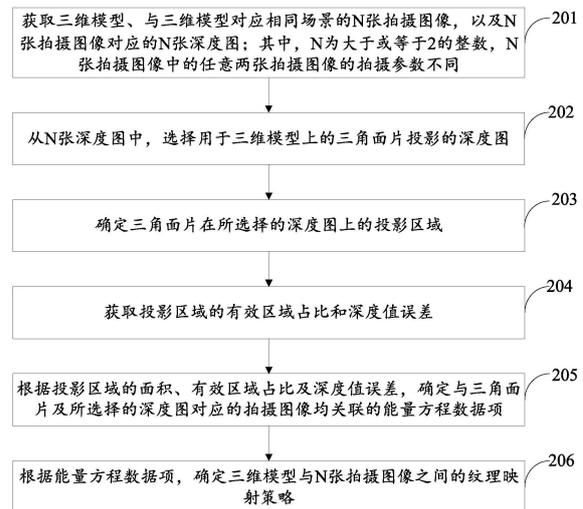
权利要求书3页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

纹理映射策略确定方法、装置及计算机可读
存储介质

(57) 摘要

本公开的实施例公开了一种纹理映射策略
确定方法、装置及计算机可读存储介质。该方法
包括：获取三维模型、与三维模型对应相同场景
的N张拍摄图像，以及N张拍摄图像对应的N张深
度图；其中，N张拍摄图像中的任意两张拍摄图
像的拍摄参数不同；从N张深度图中，选择用于
三维模型上的三角面片投影的深度图；确定三角
面片在所选择的深度图上的投影区域；获取投影
区域的有效区域占比和深度值误差；根据投影区
域的面积、有效区域占比及深度值误差，确定与
三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均
关联的能量方程数据项；根据能量方程数据项，
确定三维模型与N张拍摄图像之间的纹理映射
策略。本公开的实施例能够提升纹理映射精度和
纹理映射效果。



1. 一种纹理映射策略确定方法,其特征在于,包括:

获取三维模型、与所述三维模型对应相同场景的N张拍摄图像,以及所述N张拍摄图像对应的N张深度图;其中,N为大于或等于2的整数,所述N张拍摄图像中的任意两张拍摄图像的拍摄参数不同;

从所述N张深度图中,选择用于所述三维模型上的三角面片投影的深度图;

确定所述三角面片在所选择的深度图上的投影区域;

获取所述投影区域的有效区域占比和深度值误差;

根据所述投影区域的面积、所述有效区域占比及所述深度值误差,确定与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项;

根据所述能量方程数据项,确定所述三维模型与所述N张拍摄图像之间的纹理映射策略。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

所述能量方程数据项与所述投影区域的面积正相关;

所述能量方程数据项与所述有效区域占比正相关;

所述能量方程数据项与所述深度值误差负相关。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述投影区域的面积、所述有效区域占比及所述深度值误差,确定与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项,包括:

计算所述深度值误差与预设数值的和值;其中,所述预设数值为非零值;

计算所述投影区域的面积与所述有效区域占比的乘积;

计算所述乘积与所述和值的比值;

将所计算的比值作为与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取所述投影区域的有效区域占比和深度值误差,包括:

确定所述投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点;

根据所述三角面片的顶点在所述三维模型中的真实深度值,对所述投影区域中的像素点进行深度值插值处理,以得到插值处理结果;

从所述插值处理结果中,获取所确定的像素点的真实深度值;

根据所确定的像素点的真实深度值和测量深度值,计算所述投影区域的深度值误差。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取所述投影区域的有效区域占比和深度值误差,包括:

确定所述投影区域中的像素点的总数量;

确定所述投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点的数量;

计算所述记录有测量深度值的像素点的数量与所述总数量的比值;

将所计算的比值作为所述投影区域的有效区域占比。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述从所述N张深度图中,选择用于所述三维模型上的三角面片投影的深度图,包括:

从所述N张拍摄图像中,给所述三维模型上的三角面片选择拍摄图像;其中,所述三角

面片对应于所选择的拍摄图像是可见的；

确定所述N张深度图中的，与所选择的拍摄图像对应的深度图；

将所确定的深度图作为给所述三角面片选择的深度图。

7. 一种纹理映射策略确定装置，其特征在于，包括：

第一获取模块，用于获取三维模型、与所述三维模型对应相同场景的N张拍摄图像，以及所述N张拍摄图像对应的N张深度图；其中，N为大于或等于2的整数，所述N张拍摄图像中的任意两张拍摄图像的拍摄参数不同；

选择模块，用于从所述N张深度图中，选择用于所述三维模型上的三角面片投影的深度图；

第一确定模块，用于确定所述三角面片在所选择的深度图上的投影区域；

第二获取模块，用于获取所述投影区域的有效区域占比和深度值误差；

第二确定模块，用于根据所述投影区域的面积、所述有效区域占比及所述深度值误差，确定与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项；

第三确定模块，用于根据所述能量方程数据项，确定所述三维模型与所述N张拍摄图像之间的纹理映射策略。

8. 根据权利要求7所述的装置，其特征在于，

所述能量方程数据项与所述投影区域的面积正相关；

所述能量方程数据项与所述有效区域占比正相关；

所述能量方程数据项与所述深度值误差负相关。

9. 根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述第二确定模块，包括：

第一计算单元，用于计算所述深度值误差与预设数值的和值；其中，所述预设数值为非零值；

第二计算单元，用于计算所述投影区域的面积与所述有效区域占比的乘积；

第三计算单元，用于计算所述乘积与所述和值的比值；

第一确定单元，用于将所计算的比值作为与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项。

10. 根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述第二获取模块，包括：

第二确定单元，用于确定所述投影区域中，在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点；

第一获取单元，用于根据所述三角面片的顶点在所述三维模型中的真实深度值，对所述投影区域中的像素点进行深度值插值处理，以得到插值处理结果；

第二获取单元，用于从所述插值处理结果中，获取所确定的像素点的真实深度值；

第四计算单元，用于根据所确定的像素点的真实深度值和测量深度值，计算所述投影区域的深度值误差。

11. 根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述第二获取模块，包括：

第三确定单元，用于确定所述投影区域中的像素点的总数量；

第四确定单元，用于确定所述投影区域中，在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点的数量；

第五计算单元，用于计算所述记录有测量深度值的像素点的数量与所述总数量的比

值；

第五确定单元,用于将所计算的比值作为所述投影区域的有效区域占比。

12. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述选择模块,包括:

选择单元,用于从所述N张拍摄图像中,给所述三维模型上的三角面片选择拍摄图像;
其中,所述三角面片对应于所选择的拍摄图像是可见的;

第六确定单元,用于确定所述N张深度图中的,与所选择的拍摄图像对应的深度图;

第七确定单元,用于将所确定的深度图作为给所述三角面片选择的深度图。

13. 一种计算机可读存储介质,所述存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序用于执行上述权利要求1至6中任一所述的纹理映射策略确定方法。

14. 一种电子设备,其特征在于,包括:

处理器;

用于存储所述处理器可执行指令的存储器;

所述处理器,用于从所述存储器中读取所述可执行指令,并执行所述指令以实现上述权利要求1至6中任一所述的纹理映射策略确定方法。

纹理映射策略确定方法、装置及计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本公开涉及纹理映射技术领域,尤其涉及一种纹理映射策略确定方法、装置及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 在一些情况下,为了提高三维模型的展示效果,可以进行对应相同场景的三维模型和多张拍摄图像之间的纹理映射。为了实现纹理映射,需要先确定具体的纹理映射策略,即确定三维模型上的每个三角面片具体利用多张拍摄图像中的哪张拍摄图像进行映射。目前,确定纹理映射策略的方式为:将三角面片投影到拍摄图像上,在该拍摄图像上的投影区域内进行梯度幅值的积分,以得到与该三角面片和该拍摄图像均关联的能量方程数据项,在得到大量的能量方程数据项后,通过对能量方程的求解,得到最终的纹理映射策略。

[0003] 然而,根据实践经验,上述纹理映射策略往往并不合适,容易出现纹理映射错误的情况,例如出现图1中的方框中所示的,楼梯的纹理被错误映射到墙壁上的情况,因此,相关技术中的纹理映射效果较差。

发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题,提出了本公开。本公开的实施例提供了一种纹理映射策略确定方法、装置及计算机可读存储介质。

[0005] 根据本公开实施例的一个方面,提供了一种纹理映射策略确定方法,包括:

[0006] 获取三维模型、与所述三维模型对应相同场景的N张拍摄图像,以及所述N张拍摄图像对应的N张深度图;其中,N为大于或等于2的整数,所述N张拍摄图像中的任意两张拍摄图像的拍摄参数不同;

[0007] 从所述N张深度图中,选择用于所述三维模型上的三角面片投影的深度图;

[0008] 确定所述三角面片在所选择的深度图上的投影区域;

[0009] 获取所述投影区域的有效区域占比和深度值误差;

[0010] 根据所述投影区域的面积、所述有效区域占比及所述深度值误差,确定与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项;

[0011] 根据所述能量方程数据项,确定所述三维模型与所述N张拍摄图像之间的纹理映射策略。

[0012] 在一个可选示例中,

[0013] 所述能量方程数据项与所述投影区域的面积正相关;

[0014] 所述能量方程数据项与所述有效区域占比正相关;

[0015] 所述能量方程数据项与所述深度值误差负相关。

[0016] 在一个可选示例中,所述根据所述投影区域的面积、所述有效区域占比及所述深度值误差,确定与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项,包括:

- [0017] 计算所述深度值误差与预设数值的和值;其中,所述预设数值为非零值;
- [0018] 计算所述投影区域的面积与所述有效区域占比的乘积;
- [0019] 计算所述乘积与所述和值的比值;
- [0020] 将所计算的比值作为与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项。
- [0021] 在一个可选示例中,所述获取所述投影区域的有效区域占比和深度值误差,包括:
- [0022] 确定所述投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点;
- [0023] 根据所述三角面片的顶点在所述三维模型中的真实深度值,对所述投影区域中的像素点进行深度值插值处理,以得到插值处理结果;
- [0024] 从所述插值处理结果中,获取所确定的像素点的真实深度值;
- [0025] 根据所确定的像素点的真实深度值和测量深度值,计算所述投影区域的深度值误差。
- [0026] 在一个可选示例中,所述获取所述投影区域的有效区域占比和深度值误差,包括:
- [0027] 确定所述投影区域中的像素点的总数量;
- [0028] 确定所述投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点的数量;
- [0029] 计算所述数量与所述总数量的比值;
- [0030] 将所计算的比值作为所述投影区域的有效区域占比。
- [0031] 在一个可选示例中,所述从所述N张深度图中,选择用于所述三维模型上的三角面片投影的深度图,包括:
- [0032] 从所述N张拍摄图像中,给所述三维模型上的三角面片选择拍摄图像;其中,所述三角面片对应于所选择的拍摄图像是可见的;
- [0033] 确定所述N张深度图中的,与所选择的拍摄图像对应的深度图;
- [0034] 将所确定的深度图作为给所述三角面片选择的深度图。
- [0035] 根据本公开实施例的另一个方面,提供了一种纹理映射策略确定装置,包括:
- [0036] 第一获取模块,用于获取三维模型、与所述三维模型对应相同场景的N张拍摄图像,以及所述N张拍摄图像对应的N张深度图;其中,N为大于或等于2的整数,所述N张拍摄图像中的任意两张拍摄图像的拍摄参数不同;
- [0037] 选择模块,用于从所述N张深度图中,选择用于所述三维模型上的三角面片投影的深度图;
- [0038] 第一确定模块,用于确定所述三角面片在所选择的深度图上的投影区域;
- [0039] 第二获取模块,用于获取所述投影区域的有效区域占比和深度值误差;
- [0040] 第二确定模块,用于根据所述投影区域的面积、所述有效区域占比及所述深度值误差,确定与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项;
- [0041] 第三确定模块,用于根据所述能量方程数据项,确定所述三维模型与所述N张拍摄图像之间的纹理映射策略。
- [0042] 在一个可选示例中,
- [0043] 所述能量方程数据项与所述投影区域的面积正相关;
- [0044] 所述能量方程数据项与所述有效区域占比正相关;

- [0045] 所述能量方程数据项与所述深度值误差负相关。
- [0046] 在一个可选示例中,所述第二确定模块,包括:
- [0047] 第一计算单元,用于计算所述深度值误差与预设数值的和值;其中,所述预设数值为非零值;
- [0048] 第二计算单元,用于计算所述投影区域的面积与所述有效区域占比的乘积;
- [0049] 第三计算单元,用于计算所述乘积与所述和值的比值;
- [0050] 第一确定单元,用于将所计算的比值作为与所述三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项。
- [0051] 在一个可选示例中,所述第二获取模块,包括:
- [0052] 第二确定单元,用于确定所述投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点;
- [0053] 第一获取单元,用于根据所述三角面片的顶点在所述三维模型中的真实深度值,对所述投影区域中的像素点进行深度值插值处理,以得到插值处理结果;
- [0054] 第二获取单元,用于从所述插值处理结果中,获取所确定的像素点的真实深度值;
- [0055] 第四计算单元,用于根据所确定的像素点的真实深度值和测量深度值,计算所述投影区域的深度值误差。
- [0056] 在一个可选示例中,所述第二获取模块,包括:
- [0057] 第三确定单元,用于确定所述投影区域中的像素点的总数量;
- [0058] 第四确定单元,用于确定所述投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点的数量;
- [0059] 第五计算单元,用于计算所述数量与所述总数量的比值;
- [0060] 第五确定单元,用于将所计算的比值作为所述投影区域的有效区域占比。
- [0061] 在一个可选示例中,所述选择模块,包括:
- [0062] 选择单元,用于从所述N张拍摄图像中,给所述三维模型上的三角面片选择拍摄图像;其中,所述三角面片对应于所选择的拍摄图像是可见的;
- [0063] 第六确定单元,用于确定所述N张深度图中的,与所选择的拍摄图像对应的深度图;
- [0064] 第七确定单元,用于将所确定的深度图作为给所述三角面片选择的深度图。
- [0065] 根据本公开实施例的再一个方面,提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序用于执行上述纹理映射策略确定方法。
- [0066] 根据本公开实施例的又一个方面,提供了一种电子设备,包括:
- [0067] 处理器;
- [0068] 用于存储所述处理器可执行指令的存储器;
- [0069] 所述处理器,用于从所述存储器中读取所述可执行指令,并执行所述指令以实现上述纹理映射策略确定方法。
- [0070] 本公开的实施例中,为了实现纹理映射,可以获取三维模型、与三维模型对应相同场景的N张拍摄图像,以及N张拍摄图像对应的N张深度图,将三维模型上的三角面片向合适的拍摄图像对应的深度图上投影,以确定相应的投影区域,并根据投影区域的面积、有效区域占比和深度值误差,确定相应的能量方程数据项。由于投影区域的面积与图像分辨率关

联,有效区域占比能够体现图像受强光影响的程度,深度值误差可以体现三角面片与投影至的深度图所对应的拍摄图像的适配性,利用投影区域的面积、有效区域占比和深度值误差三者确定出的能量方程数据项,能够有效地预测利用投影至的深度图所对应的拍摄图像对三角面片进行映射时的映射效果(例如是否存在遮挡,遮挡是否严重、分辨率的高低等),依据能量方程数据项,能够确定出合适的纹理映射策略,依据该纹理映射策略,能够选择分辨率较高的图像区域进行映射,避免选择强光区域进行映射,且避免选择深度信息错误的图像区域进行映射,这样,依据该纹理映射策略,进行三维模型与N张拍摄图像之间的纹理映射,能够有效地保证纹理映射精度和纹理映射效果。

[0071] 可见,本公开的实施例中,通过引入投影区域的面积、有效区域占比及深度值误差,进行能量方程数据项的确定,能够使能量方程数据项更加合理,以保证确定出的纹理映射策略的可靠性,从而能够有效地提升纹理映射精度和纹理映射效果,即使在三维模型不准确的情况下(例如模型缺失或者深度缺失的情况),本公开的实施例也能够达到良好的纹理映射效果。

[0072] 下面通过附图和实施例,对本公开的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0073] 通过结合附图对本公开实施例进行更详细的描述,本公开的上述以及其他目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本公开实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本公开实施例一起用于解释本公开,并不构成对本公开的限制。在附图中,相同的参考标号通常代表相同部件或步骤。

[0074] 图1是相关技术中的纹理映射效果示意图。

[0075] 图2是本公开一示例性实施例提供的纹理映射策略确定方法的流程示意图。

[0076] 图3是本公开的实施例中的纹理映射效果示意图。

[0077] 图4是用于构建能量方程的图的示意图。

[0078] 图5是纹理映射策略示意图。

[0079] 图6是本公开一示例性实施例中确定能量方程数据项的流程示意图。

[0080] 图7是本公开一示例性实施例提供的纹理映射策略确定装置的结构示意图。

[0081] 图8是本公开一示例性实施例提供的电子设备的结构图。

具体实施方式

[0082] 下面,将参考附图详细地描述根据本公开的示例实施例。显然,所描述的实施例仅仅是本公开的一部分实施例,而不是本公开的全部实施例,应理解,本公开不受这里描述的示例实施例的限制。

[0083] 应注意到:除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本公开的范围。

[0084] 本领域技术人员可以理解,本公开实施例中的“第一”、“第二”等术语仅用于区别不同步骤、设备或模块等,既不表示任何特定技术含义,也不表示它们之间的必然逻辑顺序。

[0085] 还应理解,在本公开实施例中,“多个”可以指两个或两个以上,“至少一个”可以指

一个、两个或两个以上。

[0086] 还应理解,对于本公开实施例中提及的任一部件、数据或结构,在没有明确限定或者在前后文给出相反启示的情况下,一般可以理解为一个或多个。

[0087] 另外,本公开中术语“和/或”,仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本公开中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0088] 还应理解,本公开对各个实施例的描述着重强调各个实施例之间的不同之处,其相同或相似之处可以相互参考,为了简洁,不再一一赘述。

[0089] 同时,应当明白,为了便于描述,附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。

[0090] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。

[0091] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0092] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0093] 本公开实施例可以应用于终端设备、计算机系统、服务器等电子设备,其可与众多其它通用或专用计算系统环境或配置一起操作。适于与终端设备、计算机系统、服务器等电子设备一起使用的众所周知的终端设备、计算系统、环境和/或配置的例子包括但不限于:个人计算机系统、服务器计算机系统、瘦客户机、厚客户机、手持或膝上设备、基于微处理器的系统、机顶盒、可编程消费电子产品、网络个人电脑、小型计算机系统、大型计算机系统和包括上述任何系统的分布式云计算技术环境,等等。

[0094] 终端设备、计算机系统、服务器等电子设备可以在由计算机系统执行的计算机系统可执行指令(诸如程序模块)的一般语境下描述。通常,程序模块可以包括例程、程序、目标程序、组件、逻辑、数据结构等等,它们执行特定的任务或者实现特定的抽象数据类型。计算机系统/服务器可以在分布式云计算环境中实施,分布式云计算环境中,任务是由通过通信网络链接的远程处理设备执行的。在分布式云计算环境中,程序模块可以位于包括存储设备的本地或远程计算系统存储介质上。

[0095] 示例性方法

[0096] 图2是本公开一示例性实施例提供的纹理映射策略确定方法的流程示意图。图2所示的方法包括步骤201、步骤202、步骤203、步骤204、步骤205和步骤206,下面对各步骤分别进行说明。

[0097] 步骤201,获取三维模型、与三维模型对应相同场景的N张拍摄图像,以及N张拍摄图像对应的N张深度图;其中,N为大于或等于2的整数,N张拍摄图像中的任意两张拍摄图像的拍摄参数不同。

[0098] 这里,N可以为5、8、10、12或者其他数值,拍摄参数可以包括拍摄角度、拍摄距离或者其他参数,在此不再一一列举。

[0099] 在步骤201中,可以利用三维软件进行建模,以得到三维模型,也可以利用深度获取设备获取物理空间的真实尺寸,并通过三维建模的方式利用获取的真实尺寸,生成物理

空间的模型。本公开对于三维模型的生成方式不做限定。具体地,三维模型可以为图1或图3中所示的三维房屋模型。

[0100] 需要说明的是,三维模型与N张拍摄图像对应相同场景可以理解为:在三维模型为图1或图3中所示的三维房屋模型的情况下,N张拍摄图像均可以为对三维房屋模型对应的真实房屋进行室内实景拍摄后得到的图像。

[0101] 可选地,N张拍摄图像均可以为彩色图像,每张拍摄图像可以利用位于真实房屋内的不同位置处的彩色摄像头拍摄得到,以保证不同拍摄图像的拍摄角度和/或拍摄距离不同;其中,彩色图像可以为RGB图像,R的全称是Red且代表红色,G的全称是Green且代表绿色,B的全称是Blue且代表蓝色。

[0102] 可选地,可以配置与各彩色摄像头一一对应的深度摄像头,每个深度摄像头与相应彩色摄像头之间预先进行标定和对齐。在利用每个彩色摄像头得到相应拍摄图像时,可以利用相应深度摄像头得到相应深度图,从而得到N张深度图。

[0103] 步骤202,从N张深度图中,选择用于三维模型上的三角面片投影的深度图。

[0104] 需要说明的是,三维模型上可以有很多个三角面片,本公开的实施例中提及的三角面片可以是很多个三角面片中的任意三角面片。

[0105] 在步骤202中,从N张深度图中选择的深度图的数量可以为一张、两张、三张、四张等,在此不再一一列举。

[0106] 步骤203,确定三角面片在所选择的深度图上的投影区域。

[0107] 这里,三角面片在所选择的深度图上的投影区域可以为一三角形区域。

[0108] 在步骤203中,可以先从三维模型中,获取三角面片的三个顶点的三维坐标,然后进行由三维至二维的坐标转换,以确定三个顶点在所选择的深度图上的投影点的二维坐标(其也可以称为投影坐标)。在三个顶点对应的三个投影点的二维坐标均确定好的情况下,整个投影区域即可随之确定。

[0109] 可选地,为了得到三个投影点的二维坐标,可以确定用于得到所选择的深度图的深度摄像头的内参矩阵,通过将任一顶点的三维坐标与获取到的内参矩阵相乘,即可得到相应投影点的二维坐标。

[0110] 步骤204,获取投影区域的有效区域占比和深度值误差。

[0111] 需要说明的是,由于深度摄像头的硬件设备和使用环境的影响,通过深度摄像头得到的深度图上往往会存在深度缺失,且深度图上体现的深度信息(即后文中的深度测量值)可能与实际情况并不完全符合,因此,在步骤204中,可以获取投影区域的有效区域占比和深度值误差。这里,有效区域占比可以表征投影区域中不存在深度缺失的区域占比;深度值误差可以表征深度图上体现的深度信息与实际情况的差异,深度值误差具体可以为深度值均方根误差。

[0112] 步骤205,根据投影区域的面积、有效区域占比及深度值误差,确定与三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项。

[0113] 这里,投影区域的面积可以表示为project_area,投影区域的面积可以依据三角面片的三个顶点对应的三个投影点的二维坐标计算得到。另外,能量方程数据项可以表示为data_term,能量方程可以表示为energy function。

[0114] 在一种具体实施方式中,

[0115] 能量方程数据项与投影区域的面积正相关；

[0116] 能量方程数据项与有效区域占比正相关；

[0117] 能量方程数据项与深度值误差负相关。

[0118] 可选地,根据投影区域的面积、有效区域占比及深度值误差,确定与三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项,包括:

[0119] 计算深度值误差与预设数值的和值;其中,预设数值为非零值;

[0120] 计算投影区域的面积与有效区域占比的乘积;

[0121] 计算乘积与和值的比值;

[0122] 将所计算的比值作为与三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项。

[0123] 这里,预设数值可以为0.0001、0.0002、0.0005或者其他不为零的数值,在此不再一一列举。

[0124] 假设深度值误差表示为 $rmse$,预设数值表示为 δ ,投影区域的面积表示为 $project_area$,有效区域占比表示为 $valid_ratio$,与三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项表示为 $data_term$,则有:

[0125] $data_term = project_area * valid_ratio / (\delta + rmse)$

[0126] 可见,利用深度值误差、预设数值、投影区域、有效区域占比进行简单的运算,即可便捷地计算出能量方程数据项,并保证能量方程数据项与投影区域的面积和有效区域占比的正相关,以及能量方程数据项与深度值误差的负相关。

[0127] 当然,确定能量方程数据项的方式并不局限于此,深度值误差、预设数值、投影区域、有效区域占比之间还可以进行其他运算,只需保证能量方程数据项与投影区域的面积和有效区域占比的正相关,以及能量方程数据项与深度值误差的负相关即可。

[0128] 步骤206,根据能量方程数据项,确定三维模型与N张拍摄图像之间的纹理映射策略。

[0129] 需要说明的是,在步骤202中选择的,用于三角面片投影的深度图的数量为至少两张的情况下,通过执行步骤205,可以得到该至少两张深度图对应的至少两个能量方程数据项。按照类似的方式,可以分别针对三维模型上的每个三角面片,得到与其对应的若干个能量方程数据项。

[0130] 接下来,可以构建下面的图4,图4可以表示为 $G = \{V, E\}$ 。 V 代表顶点,顶点可以分为两类,分别是三角面片集合(即三维模型上的各个三角面片组成的集合)和拍摄图像集合(即N张拍摄图像组成的集合,每张拍摄图像可以用标签表示,拍摄图像集合也可以称为标签集合);其中,三角面片集合可以记为 $v_i^j (i=1, 2, \dots, p)$,标签集合可以记为 $v_i^j (j=1, 2, \dots, m)$,图4中的每个小矩形代表一个三角面片,图4中的每个圆圈代表一个标签。 E 代表边,边可以分为两类,分别是相邻三角面片之间的边(其可以记为 $n-link$)和三角面片与标签之间的边(其可以记为 $t-link$)。具体地,图4中的标签1与三角面片1之间的 $t-link$ 对应着目标能量方程数据项,目标能量方程数据项为与三角面片1及标签1对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项。

[0131] 另外,可以建立与图4相应的能量方程,能量方程可以表示为:

$$[0132] \quad E(I) = \sum_{F_i \in \text{faces}} E_{\text{data}}(F_i, I_i) + \sum_{(F_i, F_j) \in \text{Edges}} E_{\text{smooth}}(F_i, F_j, I_i, I_j)$$

[0133] 其中, $E_{\text{data}}(F_i, I_i)$ 为能量方程数据项, $E_{\text{smooth}}(F_i, F_j, I_i, I_j)$ 为能量方程平滑项。

[0134] 可选地, 能量方程平滑项可以选取potts模型(其是一种通用的多相图像分割的变分模型), 即:

$$[0135] \quad E_{\text{smooth}} = \begin{cases} a(I_i \neq I_j, a > 0) \\ 0(I_i = I_j) \end{cases}$$

[0136] 再之后, 可以依据图割的方式最小化能量方程, 以得到三维模型与N张拍摄图像之间的纹理映射策略, 纹理映射策略用于指示针对三维模型上的每个三角面片, 具体利用N张拍摄图像中的哪张拍摄图像对其进行映射。

[0137] 假设纹理映射策略与图5对应, 则纹理映射策略指示的是: 针对 P_1 中的四个三角面片, 采用标签1对应的拍摄图像对其进行映射; 针对 P_2 中的一个三角面片采用标签2对应的拍摄图像对其进行映射; 针对 P_3 中的三个三角面片, 采用标签3对应的拍摄图像对其进行映射; 针对 P_k 中的一个三角面片, 采用标签k对应的拍摄图像对其进行映射。

[0138] 根据实践经验, 可以确定依据本公开的实施例中的纹理映射策略进行纹理映射时的映射效果, 具体可以见图3。容易看出, 图3中的方框中并不会出现楼梯的纹理被错误映射到墙壁上的情况, 也即, 本公开的实施例能够提高纹理映射精度, 保证纹理映射效果。

[0139] 本公开的实施例中, 为了实现纹理映射, 可以获取三维模型、与三维模型对应相同场景的N张拍摄图像, 以及N张拍摄图像对应的N张深度图, 将三维模型上的三角面片向合适的拍摄图像对应的深度图上投影, 以确定相应的投影区域, 并根据投影区域的面积、有效区域占比和深度值误差, 确定相应的能量方程数据项。由于投影区域的面积与图像分辨率关联, 有效区域占比能够体现图像受强光影响的程度, 深度值误差可以体现三角面片与投影至的深度图所对应的拍摄图像的适配性, 利用投影区域的面积、有效区域占比和深度值误差三者确定出的能量方程数据项, 能够有效地预测利用投影至的深度图所对应的拍摄图像对三角面片进行映射时的映射效果(例如是否存在遮挡, 遮挡是否严重、分辨率的高低等), 依据能量方程数据项, 能够确定出合适的纹理映射策略, 依据该纹理映射策略, 能够选择分辨率较高的图像区域进行映射, 避免选择强光区域进行映射, 且避免选择深度信息错误的图像区域进行映射, 这样, 依据该纹理映射策略, 进行三维模型与N张拍摄图像之间的纹理映射, 能够有效地保证纹理映射精度和纹理映射效果。

[0140] 可见, 本公开的实施例中, 通过引入投影区域的面积、有效区域占比及深度值误差, 进行能量方程数据项的确定, 能够使能量方程数据项更加合理, 以保证确定出的纹理映射策略的可靠性, 从而能够有效地提升纹理映射精度和纹理映射效果, 即使在三维模型不准确的情况下(例如模型缺失或者深度缺失的情况), 本公开的实施例也能够达到良好的纹理映射效果。

[0141] 在一个可选示例中, 获取投影区域的有效区域占比和深度值误差, 包括:

[0142] 确定投影区域中的像素点的总数量;

[0143] 确定投影区域中, 在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点的数量;

[0144] 计算数量与总数量的比值;

[0145] 将所计算的比值作为投影区域的有效区域占比。

[0146] 在确定出投影区域之后,可以确定投影区域中的像素点的总数量(假设为 S_1),并对这 S_1 个像素点进行遍历,以确定出这 S_1 个像素点中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点的数量(假设其为 S_2)。之后,可以利用公式 $\text{valid_ratio} = S_2/S_1$ 计算得到 valid_ratio ,并将 valid_ratio 作为有效区域占比。

[0147] 本公开的实施例中,通过计算投影区域中,具有测量深度值的像素点的数量的占比,能够便捷可靠地计算出有效区域占比。

[0148] 当然,确定投影区域的有效区域占比的方式并不局限于此,例如,在投影区域明显划分为两个子区域,其中一个子区域中的各像素点均具有测量深度值,另一个子区域中的各像素点均不具有测量深度值的情况下,可以计算该另一个子区域的面积与投影区域的面积的比值,并将该比值作为有效区域占比。

[0149] 在一个可选示例中,获取投影区域的有效区域占比和深度值误差,包括:

[0150] 确定投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点;

[0151] 根据三角面片的顶点在三维模型中的真实深度值,对投影区域中的像素点进行深度值插值处理,以得到插值处理结果;

[0152] 从插值处理结果中,获取所确定的像素点的真实深度值;

[0153] 根据所确定的像素点的真实深度值和测量深度值,计算投影区域的深度值误差。

[0154] 这里,在确定出投影区域之后,可以确定投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点。

[0155] 这里,在确定出投影区域之后,还可以获取三角面片的三个顶点在三维模型中的真实深度值,并将三个顶点的真实深度值作为对应的三个投影点的真实深度值。在三个投影点的真实深度值已知的情况下,可以采用双线性内插值、三次内插法等插值算法进行深度值插值处理,以得到插值处理结果,插值处理结果中可以包括投影区域中的每个像素点的真实深度值。

[0156] 之后,可以从插值处理结果中,获取所确定的像素点的真实深度值,并从所选择的深度图中,获取所确定的像素点的测量深度值,在所确定的像素点的真实深度值均已知的情况下,即可进行深度值误差的计算,例如进行深度值均方根误差的计算。

[0157] 举例而言,投影区域中共有100个像素点,这100个像素点中仅前80个像素点具有测量深度值,且这80个像素点的测量深度值依次为 D_1 、 D_2 、……、 D_{80} ,则在进行深度值插值处理后,可以从插值处理结果中,获取这80个像素点的真实测量值,这80个像素点的测量深度值依次为 D_1' 、 D_2' 、……、 D_{80}' 。需要指出的是, D_1 、 D_2 、……、 D_{80} 这80个测试深度值,以及 D_1' 、 D_2' 、……、 D_{80}' 这80个真实深度值之间为一一对应的关系,后续可以利用这80个测试深度值、这80个真实深度值以及均方根计算公式,计算得到深度值均方根误差 rmse , rmse 即可作为投影区域的深度值误差。

[0158] 当然,深度值误差也可以不为深度值均方根误差,而为其他类型的误差,例如为深度值均方根值等,在此不再一一列举。

[0159] 本公开的实施例中,利用深度图中记录的测量深度值,以及依据三维模型中的真实深度值插值得到的真实深度值,能够便捷可靠地计算出投影区域的深度值误差,以有效地表征深度图上体现的深度信息与实际情况的差异。

[0160] 在一个可选示例中,从 N 张深度图中,选择用于三维模型上的三角面片投影的深度

图,包括:

[0161] 从N张拍摄图像中,给三维模型上的三角面片选择拍摄图像;其中,三角面片对应于所选择的拍摄图像是可见的;

[0162] 确定N张深度图中的,与所选择的拍摄图像对应的深度图;

[0163] 将所确定的深度图作为给三角面片选择的深度图。

[0164] 本公开的实施例中,可以获取得到每张拍摄图像的彩色摄像头的内外参数。针对任一拍摄图像,可以依据获取其的彩色摄像头的内外参数,判断从三角面片的三个顶点发射射线时,该射线是否会被物体遮挡,如果判断结果为是,则可以判定三角面片对应于该拍摄图像是不可见的;否则,可以判定三角面片对应于该拍摄图像是可见的。按照这种方式,可以从N张拍摄图像中,给三维模型上的三角面片选择满足可见性要求的拍摄图像。接下来,可以根据拍摄图像与深度图之间的对应性,从N张深度图中,确定出与所选择的拍摄图像对应的深度图,并将所确定的深度图作为用于三角面片投影的深度图。

[0165] 一般而言,只有三角面片对应于某一拍摄图像可见,才有必要判断利用该拍摄图像对三角面片进行映射是否合适,有鉴于此,本公开的实施例中,可以依据三角面片的可见性,进行拍摄图像的选择,并据此选择合适的深度图用于后续运算,以避免不必要的运算资源消耗。

[0166] 在一个可选示例中,如图6所示,可以先输入与彩色图像一一对应的深度图。接下来,可以获取三维模型上的三角面片的三个顶点的真实深度值,以及三个顶点在可见的深度图(相当于上文中选择出的、用于投影的深度图)上的投影坐标。

[0167] 之后,可以获取三角面片在深度图上的投影区域中的像素点的测量深度值,以及利用三个顶点的真实深度值进行深度值插值处理,以获取投影区域中的像素点的真实深度值,从而计算投影区域内的测量深度值和真实深度值之间的深度值均方根误差,记为rmse。另外,还可以记录投影区域内有效深度面积占比(相当于上文中的有效区域占比),记为valid_ratio,以及计算投影区域的面积,记为project_area。

[0168] 再之后,可以按照 $data_term = project_area * valid_ratio / (\delta + rmse)$,计算能量方程数据项data_term,并进行能量方程的求解,从而得到最终的纹理映射策略。

[0169] 需要说明的是,映射错误主要是因为模型缺失或深度采集缺失,导致将三维模型上错误深度的三角面片对应到了拍摄图片上,所以本公开的实施例中,能量方程数据项的设计引入深度的误差项,深度误差与数据项负相关。三角面片投影区域的大小直接决定了选择图片的分辨率,所以本公开的实施例中,投影面积与能量方程数据项正相关。另外,由于硬件设备和扫描环境的原因,深度图上会有深度缺失,所以投影区域的有效深度占比与能量方程数据项正相关。通过采用这种方式设计能量方程数据项,使得能量方程数据项更为合理,从而能够有效地提升纹理映射精度和纹理映射效果。

[0170] 本公开的实施例提供的任一种纹理映射策略确定方法可以由任意适当的具有数据处理能力的设备执行,包括但不限于:终端设备和服务器等。或者,本公开实施例提供的任一种纹理映射策略确定方法可以由处理器执行,如处理器通过调用存储器存储的相应指令来执行本公开实施例提及的任一种纹理映射策略确定方法。下文不再赘述。

[0171] 示例性装置

[0172] 图7是本公开一示例性实施例提供的纹理映射策略确定装置的结构示意图。图7所

示的装置包括第一获取模块701、选择模块702、第一确定模块703、第二获取模块704、第二确定模块705和第三确定模块706。

[0173] 第一获取模块701,用于获取三维模型、与三维模型对应相同场景的N张拍摄图像,以及N张拍摄图像对应的N张深度图;其中,N为大于或等于2的整数,N张拍摄图像中的任意两张拍摄图像的拍摄参数不同;

[0174] 选择模块702,用于从N张深度图中,选择用于三维模型上的三角面片投影的深度图;

[0175] 第一确定模块703,用于确定三角面片在所选择的深度图上的投影区域;

[0176] 第二获取模块704,用于获取投影区域的有效区域占比和深度值误差;

[0177] 第二确定模块705,用于根据投影区域的面积、有效区域占比及深度值误差,确定与三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项;

[0178] 第三确定模块706,用于根据能量方程数据项,确定三维模型与N张拍摄图像之间的纹理映射策略。

[0179] 在一个可选示例中,

[0180] 能量方程数据项与投影区域的面积正相关;

[0181] 能量方程数据项与有效区域占比正相关;

[0182] 能量方程数据项与深度值误差负相关。

[0183] 在一个可选示例中,第二确定模块705,包括:

[0184] 第一计算单元,用于计算深度值误差与预设数值的和值;其中,预设数值为非零值;

[0185] 第二计算单元,用于计算投影区域的面积与有效区域占比的乘积;

[0186] 第三计算单元,用于计算乘积与和值的比值;

[0187] 第一确定单元,用于将所计算的比值作为与三角面片及所选择的深度图对应的拍摄图像均关联的能量方程数据项。

[0188] 在一个可选示例中,第二获取模块704,包括:

[0189] 第二确定单元,用于确定投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点;

[0190] 第一获取单元,用于根据三角面片的顶点在三维模型中的真实深度值,对投影区域中的像素点进行深度值插值处理,以得到插值处理结果;

[0191] 第二获取单元,用于从插值处理结果中,获取所确定的像素点的真实深度值;

[0192] 第四计算单元,用于根据所确定的像素点的真实深度值和测量深度值,计算投影区域的深度值误差。

[0193] 在一个可选示例中,第二获取模块704,包括:

[0194] 第三确定单元,用于确定投影区域中的像素点的总数量;

[0195] 第四确定单元,用于确定投影区域中,在所选择的深度图中对应记录有测量深度值的像素点的数量;

[0196] 第五计算单元,用于计算数量与总数量的比值;

[0197] 第五确定单元,用于将所计算的比值作为投影区域的有效区域占比。

[0198] 在一个可选示例中,选择模块702,包括:

[0199] 选择单元,用于从N张拍摄图像中,给三维模型上的三角面片选择拍摄图像;其中,三角面片对应于所选择的拍摄图像是可见的;

[0200] 第六确定单元,用于确定N张深度图中的,与所选择的拍摄图像对应的深度图;

[0201] 第七确定单元,用于将所确定的深度图作为给三角面片选择的深度图。

[0202] 示例性电子设备

[0203] 下面,参考图8来描述根据本公开实施例的电子设备。该电子设备可以是第一设备和第二设备中的任一个或两者、或与它们独立的单机设备,该单机设备可以与第一设备和第二设备进行通信,以从它们接收所采集到的输入信号。

[0204] 图8图示了根据本公开实施例的电子设备80的框图。

[0205] 如图8所示,电子设备80包括一个或多个处理器81和存储器82。

[0206] 处理器81可以是中央处理单元(CPU)或者具有数据处理能力和/或指令执行能力的其他形式的处理单元,并且可以控制电子设备80中的其他组件以执行期望的功能。

[0207] 存储器82可以包括一个或多个计算机程序产品,所述计算机程序产品可以包括各种形式的计算机可读存储介质,例如易失性存储器和/或非易失性存储器。所述易失性存储器例如可以包括随机存取存储器(RAM)和/或高速缓冲存储器(cache)等。所述非易失性存储器例如可以包括只读存储器(ROM)、硬盘、闪存等。在所述计算机可读存储介质上可以存储一个或多个计算机程序指令,处理器81可以运行所述程序指令,以实现上文所述的本公开的各个实施例的纹理映射策略确定方法以及/或者其他期望的功能。在所述计算机可读存储介质中还可以存储诸如输入信号、信号分量、噪声分量等各种内容。

[0208] 在一个示例中,电子设备80还可以包括:输入装置83和输出装置84,这些组件通过总线系统和/或其他形式的连接机构(未示出)互连。

[0209] 例如,在电子设备80是第一设备或第二设备时,该输入装置83可以是麦克风或麦克风阵列。在电子设备80是单机设备时,该输入装置83可以是通信网络连接器,用于从第一设备和第二设备接收所采集的输入信号。

[0210] 此外,该输入装置83还可以包括例如键盘、鼠标等等。

[0211] 该输出装置84可以向外部输出各种信息。该输出装置84可以包括例如显示器、扬声器、打印机、以及通信网络及其所连接的远程输出装置等等。

[0212] 当然,为了简化,图8中仅示出了该电子设备80中与本公开有关的组件中的一些,省略了诸如总线、输入/输出接口等等的组件。除此之外,根据具体应用情况,电子设备80还可以包括任何其他适当的组件。

[0213] 示例性计算机程序产品和计算机可读存储介质

[0214] 除了上述方法和设备以外,本公开的实施例还可以是计算机程序产品,其包括计算机程序指令,所述计算机程序指令在被处理器运行时使得所述处理器执行本说明书上述“示例性方法”部分中描述的根据本公开各种实施例的纹理映射策略确定方法中的步骤。

[0215] 所述计算机程序产品可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本公开实施例操作的程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言,诸如Java、C++等,还包括常规的过程式程序设计语言,诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算设备上执行、部分地在用户设备上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算设备上部分在远程计算设备上执行、或者完全在远程计算设备

或服务器上执行。

[0216] 本公开的实施例还可以是计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,计算机程序指令在被处理器运行时使得所述处理器执行本说明书上述“示例性方法”部分中描述的根据本公开各种实施例的纹理映射策略确定方法中的步骤。

[0217] 所述计算机可读存储介质可以采用一个或多个可读介质的任意组合。可读介质可以是可读信号介质或者可读存储介质。可读存储介质例如可以包括但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。

[0218] 以上结合具体实施例描述了本公开的基本原理,但是,需要指出的是,在本公开中提及的优点、优势、效果等仅是示例而非限制,不能认为这些优点、优势、效果等是本公开的各个实施例必须具备的。另外,上述公开的具体细节仅是为了示例的作用和便于理解的作用,而非限制,上述细节并不限制本公开为必须采用上述具体的细节来实现。

[0219] 本说明书中各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其它实施例的不同之处,各个实施例之间相同或相似的部分相互参见即可。对于系统实施例而言,由于其与方法实施例基本对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0220] 本公开中涉及的器件、装置、设备的方框图仅作为例示性的例子并且不意图要求或暗示必须按照方框图示出的方式进行连接、布置、配置。如本领域技术人员将认识到的,可以按任意方式连接、布置、配置这些器件、装置、设备。诸如“包括”、“包含”、“具有”等的词语是开放性词汇,指“包括但不限于”,且可与其互换使用。这里所使用的词汇“或”和“和”指词汇“和/或”,且可与其互换使用,除非上下文明确指示不是如此。

[0221] 可能以许多方式来实现本公开的方法和装置。例如,可通过软件、硬件、固件或者软件、硬件、固件的任何组合来实现本公开的方法和装置。用于所述方法的步骤的上述顺序仅是为了进行说明,本公开的方法的步骤不限于以上具体描述的顺序,除非以其它方式特别说明。此外,在一些实施例中,还可将本公开实施为记录在记录介质中的程序,这些程序包括用于实现根据本公开的方法的机器可读指令。因而,本公开还覆盖存储用于执行根据本公开的方法的程序的记录介质。

[0222] 还需要指出的是,在本公开的装置、设备和方法中,各部件或各步骤是可以分解和/或重新组合的。这些分解和/或重新组合应视为本公开的等效方案。

[0223] 提供所公开的方面的以上描述以使本领域的任何技术人员能够做出或者使用本公开。对这些方面的各种修改对于本领域技术人员而言是非常显而易见的,并且在此定义的一般原理可以应用于其他方面而不脱离本公开的范围。因此,本公开不意图被限制到在此示出的方面,而是按照与在此公开的原理和新颖的特征一致的最宽范围。

[0224] 为了例示和描述的目的已经给出了以上描述。此外,此描述不意图将本公开的实施例限制到在此公开的形式。尽管以上已经讨论了多个示例方面和实施例,但是本领域技术人员将认识到其某些变型、修改、改变、添加和子组合。

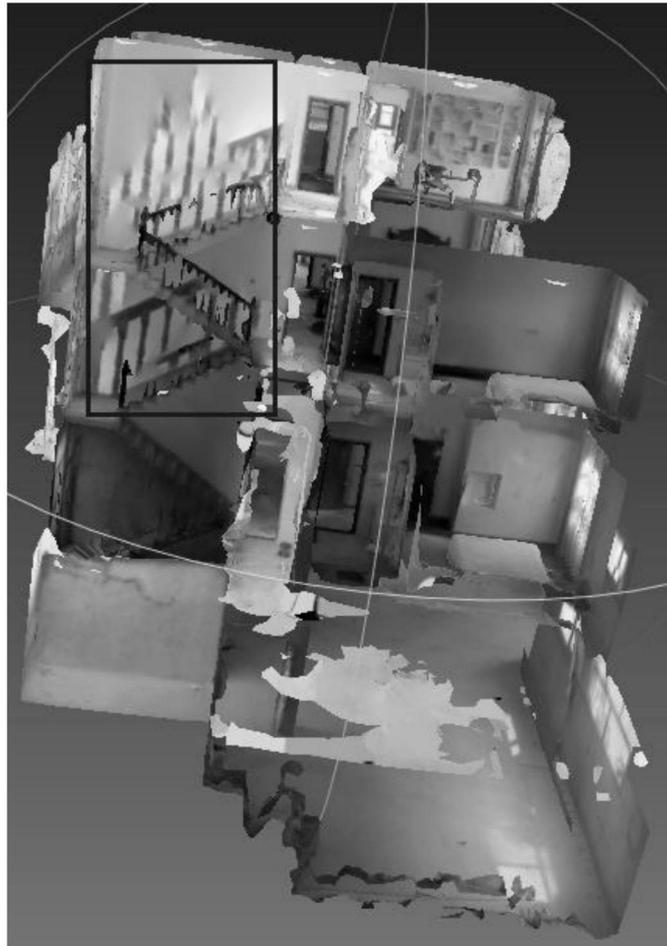


图1

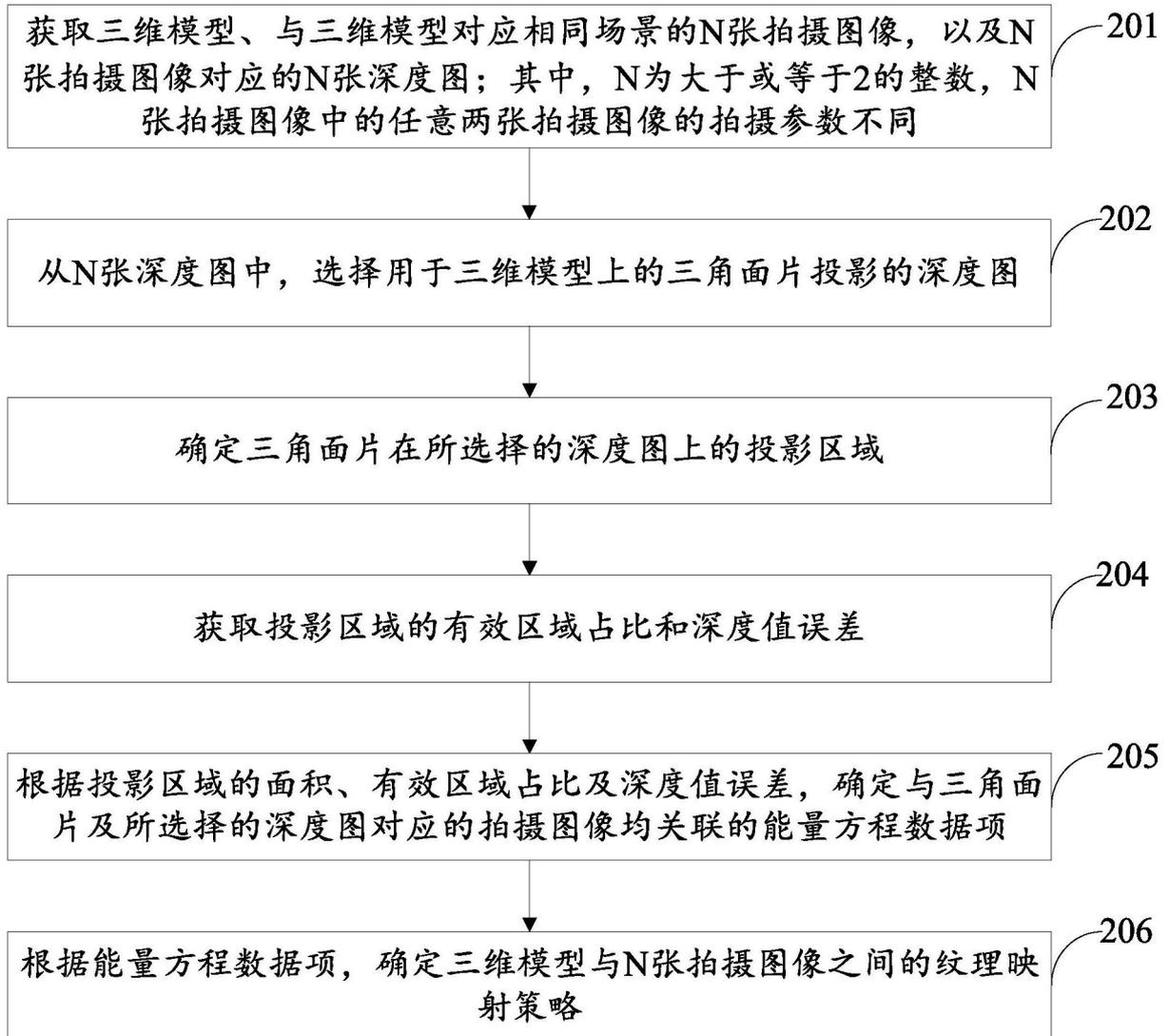


图2

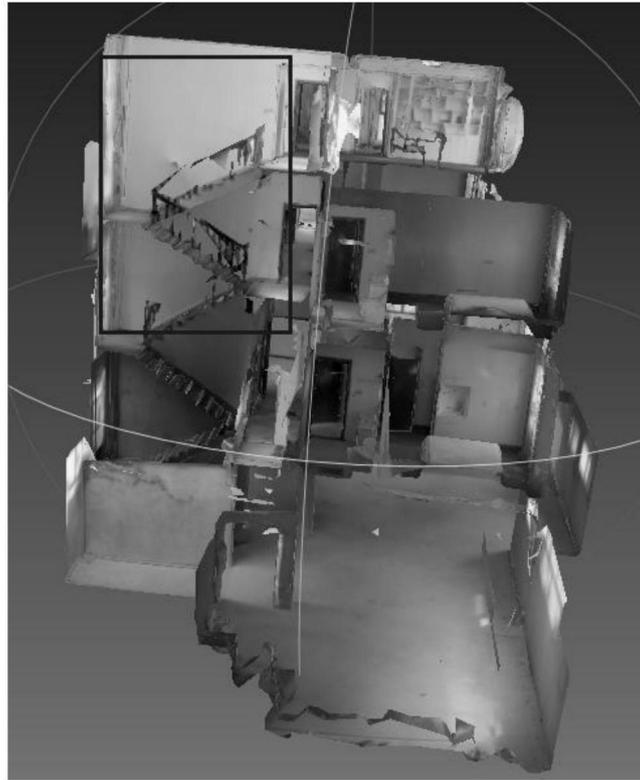


图3

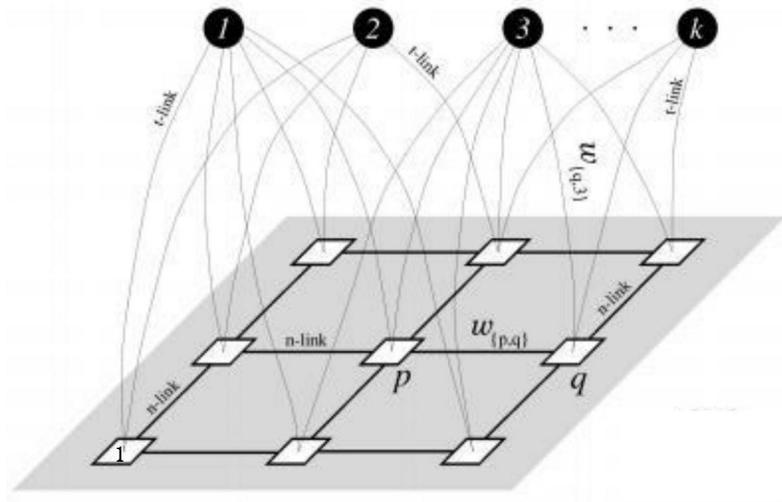


图4

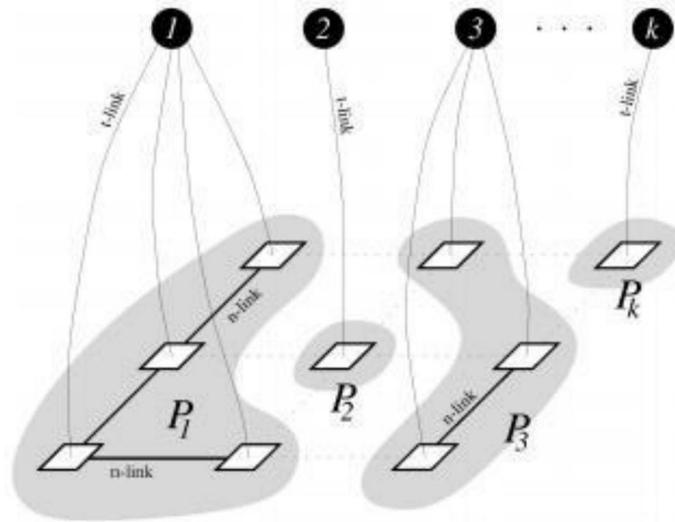


图5

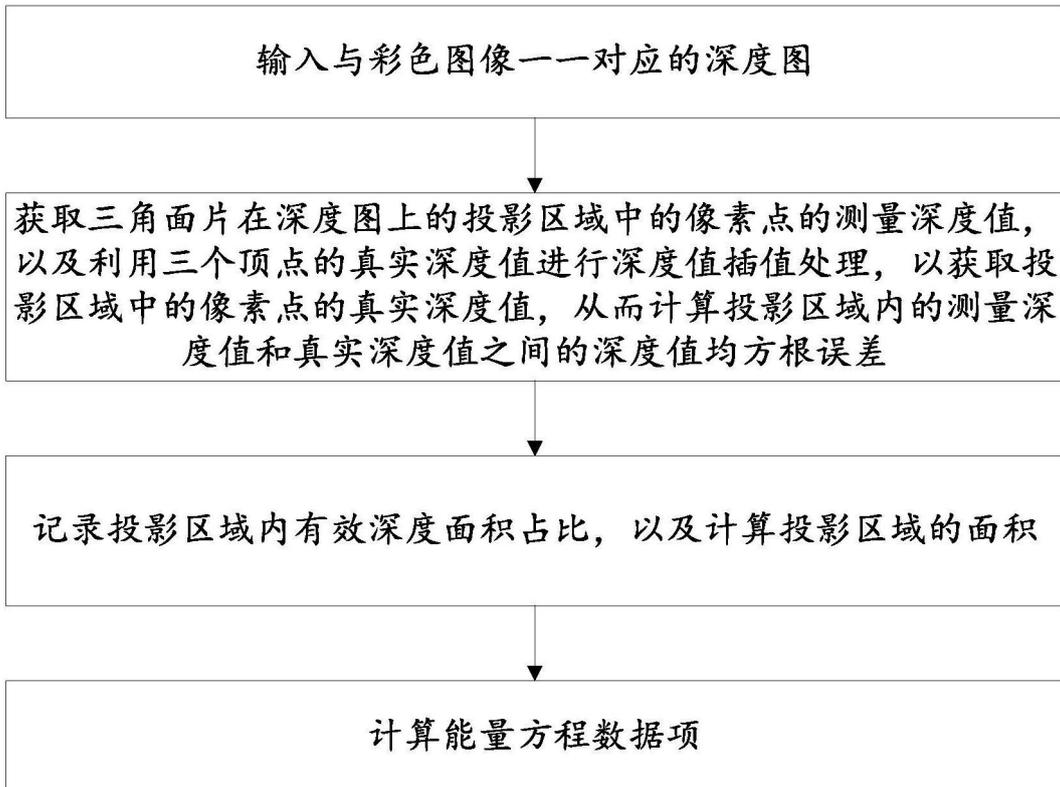


图6

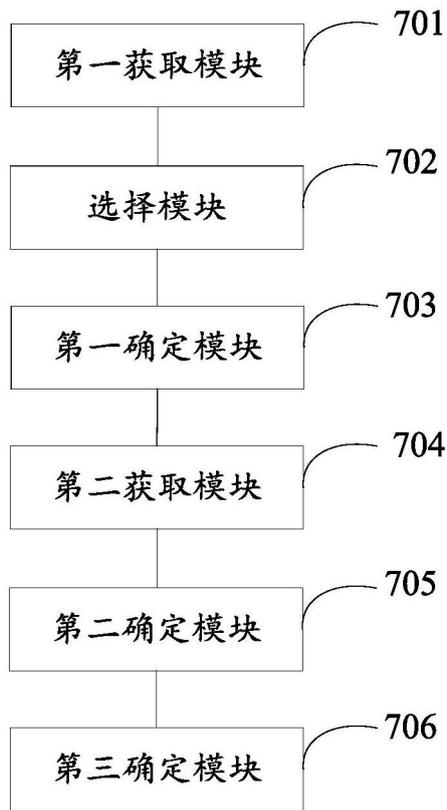


图7

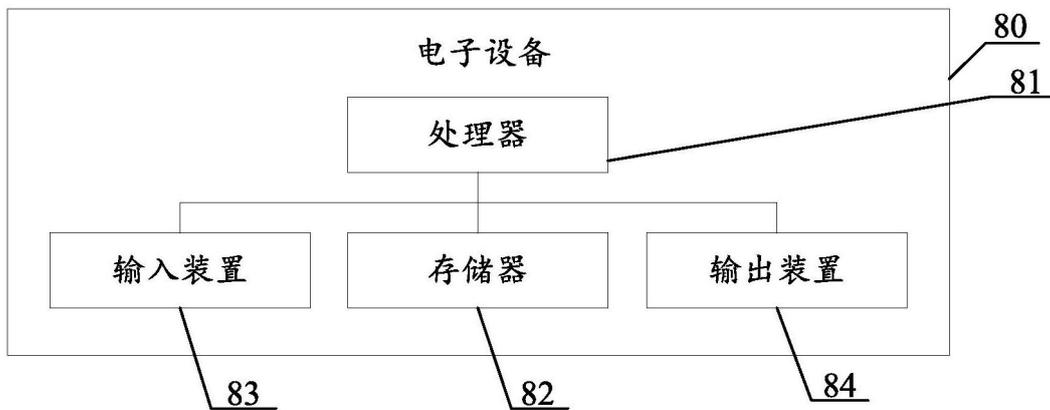


图8