



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105264566 B

(45)授权公告日 2018.06.12

(21)申请号 201480031260.3

(72)发明人 山本治美 直原肇

(22)申请日 2014.05.30

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105264566 A

代理人 刘新宇

(43)申请公布日 2016.01.20

(51)Int.Cl.  
G06T 1/00(2006.01)

(30)优先权数据  
2013-115400 2013.05.31 JP

(56)对比文件

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.11.30

US 2005177350 A1, 2005.08.11,  
CN 101551916 A, 2009.10.07,  
CN 101887597 A, 2010.11.17,  
US 2006061566 A1, 2006.03.23,  
CN 101034208 A, 2007.09.12,  
CN 1945213 A, 2007.04.11,

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2014/002895 2014.05.30

审查员 温兰兰

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/192316 JA 2014.12.04

(73)专利权人 松下知识产权经营株式会社  
地址 日本大阪府

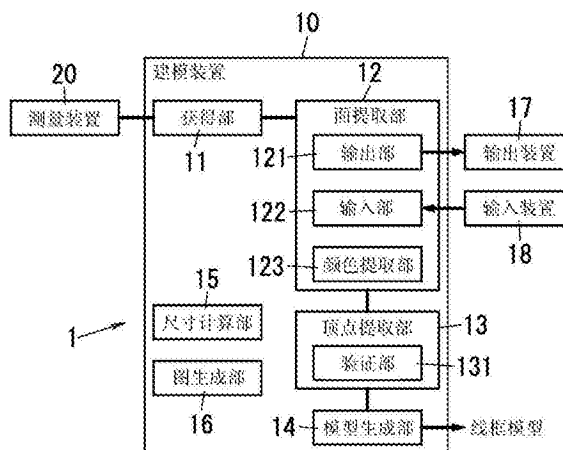
权利要求书3页 说明书15页 附图6页

## (54)发明名称

建模装置、三维模型生成装置、建模方法和布局模拟器

## (57)摘要

建模装置从用于对具有多个面的立体物进行三维测量的测量装置获得三维坐标值,以生成该立体物的模型的信息。建模装置配备有面提取部、顶点提取部和模型生成部。面提取部基于属于面的各测量点的坐标值来生成表示面的平面表达式。顶点提取部提取同时满足分别表示面中的邻接的多个面的平面表达式的点作为在这邻接的多个面之间共用的顶点。模型生成部基于平面表达式和顶点来生成表示立体物的模型的信息。面提取部通过基于从候选平面起的预定距离的范围内所存在的测量点进行重新计算,来确定平面表达式。



1. 一种建模装置,其特征在于,包括:

获得部,其被配置为从被配置为对具有多个面的立体物进行三维测量的测量装置获得与属于所述立体物的多个测量点有关的三维坐标值作为第一数据;

面提取部,其被配置为针对所述多个面的各面,基于与属于该面的测量点有关的第一数据来生成表示该面的平面表达式;

顶点提取部,其被配置为计算同时满足分别表示所述多个面中的邻接的多个面的平面表达式的点,以提取出所述点作为所述邻接的多个面之间共用的顶点;以及

模型生成部,其被配置为基于所述平面表达式和所述顶点来生成表示所述立体物的模型的信息,

其中,所述面提取部被配置为进行以下操作:

将基于属于一个面的三个测量点的坐标值获得的平面表达式所表示的平面定义为候选平面,以及

通过基于从所述候选平面起的预定距离的范围内所存在的多个测量点进行重新计算来确定平面表达式。

2. 根据权利要求1所述的建模装置,其中,

所述立体物是由地板面、天花板面和多个墙面包围的房间,

所述面提取部被配置为生成分别表示所述地板面、所述天花板面和所述墙面的平面表达式,

所述顶点提取部被配置为分别提取在所述地板面、所述天花板面和所述墙面中邻接的三个面之间共用的顶点,以及

所述模型生成部被配置为确定在所述地板面、所述天花板面和所述墙面中邻接的两个面之间共用的边界线。

3. 根据权利要求1所述的建模装置,其中,

所述测量装置具有被配置为输出拍摄所述立体物所得到的图像的像素值作为各自与所述测量点对应的第二数据的功能,以及

所述面提取部包括:

输出部,其被配置为将所述第二数据显示在输出装置的画面上;以及

输入部,其被配置为针对在所述输出装置上所显示的图像,经由输入装置以对话方式输入用于指定属于面的测量点的信息。

4. 根据权利要求3所述的建模装置,其中,

所述第二数据包含颜色信息,

所述获得部具有被配置为从所述测量装置获得所述第二数据的功能,以及

所述建模装置还包括颜色提取部,所述颜色提取部被配置为从所述获得部所获得的所述第二数据中提取具有预设范围内的颜色信息的第二数据,以显示在所述输出装置的画面上。

5. 根据权利要求2所述的建模装置,其中,

所述测量装置具有被配置为输出拍摄所述立体物所得到的图像的像素值作为各自与所述测量点对应的第二数据的功能,以及

所述面提取部包括:

输出部,其被配置为将所述第二数据显示在输出装置的画面上;以及  
输入部,其被配置为针对在所述输出装置上所显示的图像,经由输入装置以对话方式输入用于指定属于面的测量点的信息。

6. 根据权利要求5所述的建模装置,其中,  
所述第二数据包含颜色信息,  
所述获得部具有被配置为从所述测量装置获得所述第二数据的功能,以及  
所述建模装置还包括颜色提取部,所述颜色提取部被配置为从所述获得部所获得的所述第二数据中提取具有预设范围内的颜色信息的第二数据,以显示在所述输出装置的画面上。

7. 根据权利要求3至6中任一项所述的建模装置,其中,所述顶点提取部被配置为进行以下操作:

在所述输出装置上显示图像的状态下,经由所述输入装置以对话方式输入共用顶点的多个面,以及

通过求出包括所述平面表达式的联立方程式的解,来计算与经由所述输入装置所输入的面之间共用的顶点有关的三维坐标值。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的建模装置,其中,所述顶点提取部被配置为针对各自包括三个面的各组合求出包括所述平面表达式的联立方程式的解,由此计算与三个面之间共用的顶点有关的三维坐标值。

9. 根据权利要求8所述的建模装置,其中,还包括验证部,所述验证部被配置为针对所述顶点提取部所提取的各顶点,在共用该顶点的面的至少一个面中不存在测量点的情况下将该顶点排除。

10. 根据权利要求2所述的建模装置,其中,  
所述第一数据是一个坐标轴与所述地板面垂直的正交坐标系的坐标值,以及  
所述面提取部被配置为进行以下操作:  
针对沿着所述坐标轴分割得到的各个区间,计算所述测量点的出现频数,以及  
在区间中的出现频数超过预定基准值并且该区间满足所述地板面的条件的情况下,判断为该区间中所包括的测量点属于所述地板面。

11. 根据权利要求10所述的建模装置,其中,  
所述房间具有所述天花板面与所述地板面平行的结构,以及  
所述面提取部被配置为在区间中的出现频数超过预定基准值、该区间在满足所述地板面的条件的区间的上方、并且该区间满足所述天花板面的条件的情况下,判断为该区间中所包括的测量点属于所述天花板面。

12. 根据权利要求1至6、10、11中任一项所述的建模装置,其中,还包括:  
尺寸计算部,其被配置为计算模型的顶点之间的距离;以及  
图生成部,其被配置为生成用于描述应用所述尺寸计算部针对所述立体物所计算出的各距离的图的信息。

13. 根据权利要求7所述的建模装置,其中,还包括:  
尺寸计算部,其被配置为计算模型的顶点之间的距离;以及  
图生成部,其被配置为生成用于描述应用所述尺寸计算部针对所述立体物所计算出的

各距离的图的信息。

14. 根据权利要求8所述的建模装置, 其中, 还包括:

尺寸计算部, 其被配置为计算模型的顶点之间的距离; 以及

图生成部, 其被配置为生成用于描述应用所述尺寸计算部针对所述立体物所计算出的各距离的图的信息。

15. 根据权利要求9所述的建模装置, 其中, 还包括:

尺寸计算部, 其被配置为计算模型的顶点之间的距离; 以及

图生成部, 其被配置为生成用于描述应用所述尺寸计算部针对所述立体物所计算出的各距离的图的信息。

16. 一种三维模型生成装置, 其特征在于, 包括:

根据权利要求1至15中任一项所述的建模装置, 以及  
所述测量装置。

17. 一种建模方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

通过获得部从被配置为对具有多个面的立体物进行三维测量的测量装置获得与属于所述立体物的多个测量点有关的三维坐标值作为第一数据;

接着, 通过面提取部针对所述多个面的各面, 基于与属于该面的测量点有关的第一数据来生成表示该面的平面表达式;

之后, 计算同时满足分别表示所述多个面中的邻接的多个面的平面表达式的点, 以提取出所述点作为所述邻接的多个面之间共用的顶点; 以及

通过模型生成部基于所述平面表达式和所述顶点来生成表示所述立体物的模型的信息,

其中, 所述面提取部进行以下操作:

将基于属于一个面的三个测量点的坐标值获得的平面表达式所表示的平面定义为候选平面, 以及

通过基于从所述候选平面起的预定距离的范围内所存在的多个测量点进行重新计算来确定平面表达式。

18. 一种布局模拟器, 其特征在于, 包括:

显示控制部, 其被配置为基于根据权利要求1至15中任一项所述的建模装置所生成的模型的信息, 将作为所述立体物的计算机图形的虚拟空间显示在监视装置的画面上;

物品配置部, 其被配置为将具有三维信息的三维物品配置在所述虚拟空间的期望位置;

质感表现部, 其被配置为在所述虚拟空间中向所述面附加质感的信息; 以及

属性调节部, 其被配置为调节包括所述三维物品和所述质感的位置的属性。

## 建模装置、三维模型生成装置、建模方法和布局模拟器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及被配置为基于通过对立体物进行三维测量所得到的测量结果来生成该立体物的模型的建模装置。本发明还涉及用于生成真实空间中的立体物的模型的三维模型生成装置、用于生成立体物的模型的建模方法、用于实现该建模装置的程序和利用该建模装置的布局模拟器。

### 背景技术

[0002] 传统上,例如文献1(日本专利申请公开编号1992-133184)提出了用于生成对象空间中的三维模型的技术。文献1所述的该技术将格子状的光投影到对象空间上以拍摄投影图像,由此基于该投影图像中的格子的交叉点的位置关系来求出各平面的位置和倾斜。

[0003] 在文献1中,通过基于平面的位置和倾斜将平面的各邻接关系分类成褶皱、斜面边界或面内边界、然后计算平面边界以获得交叉线,来计算室内的结构线。也就是说,文献1所述的结构提取褶皱、斜面边界或面内边界,以提取包括对象空间中所配置的物体的室内的结构线。

[0004] 为了这样提取结构线,文献1还描述了恢复被小物体遮挡并且根据图像不能检测到的结构线。

[0005] 在将室内壁纸改变为新壁纸的情况下或者在安装绝热材料的情况下,测量可能需要移除室内所配置的物体。

[0006] 文献1公开了即使在噪声或小的障碍物等而导致区域的一部分缺失的情况下,也可以稳定地恢复结构线。然而,由于文献1所述的技术提取诸如桌子等的大型物体作为三维模型的组成元素,因此文献1所述的技术无法生成在为了改变室内壁纸或安装绝热材料而移除室内物体之后的立体物的模型。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供即使在作为立体物的一部分被相对较大的物体遮挡的结果而存在测量装置无法测量的区域的情况下、也能够生成该立体物的模型的建模装置。本发明的另一目的是提供被配置为生成真实空间中的立体物的模型的三维模型生成装置、用于生成立体物的模型的建模方法、用于实现该建模装置的程序和利用该建模装置的布局模拟器。

[0008] 根据本发明的一种建模装置,其特征在于,包括:获得部,其被配置为从被配置为对具有多个面的立体物进行三维测量的测量装置获得与属于所述立体物的多个测量点有关的三维坐标值作为第一数据;面提取部,其被配置为针对所述多个面的各面,基于与属于该面的测量点有关的第一数据来生成表示该面的平面表达式;顶点提取部,其被配置为计算同时满足分别表示所述多个面中的邻接的多个面的平面表达式的点,以提取出所述点作为所述邻接的多个面之间共用的顶点;以及模型生成部,其被配置为基于所述平面表达式和所述顶点来生成表示所述立体物的模型的信息,其中,所述面提取部被配置为进行以下

操作:将基于属于一个面的三个测量点的坐标值获得的平面表达式所表示的平面定义为候选平面,以及通过基于从所述候选平面起的预定距离的范围内所存在的多个测量点进行重新计算来确定平面表达式。

[0009] 根据本发明的一种三维模型生成装置,其特征在于,包括所述建模装置和所述测量装置。

[0010] 根据本发明的一种建模方法,其特征在于,包括以下步骤:通过获得部从被配置为对具有多个面的立体物进行三维测量的测量装置获得与属于所述立体物的多个测量点有关的三维坐标值作为第一数据;接着,通过面提取部针对所述多个面的各面,基于与属于该面的测量点有关的第一数据来生成表示该面的平面表达式;之后,计算同时满足分别表示所述多个面中的邻接的多个面的平面表达式的点,以提取出所述点作为所述邻接的多个面之间共用的顶点;以及通过模型生成部基于所述平面表达式和所述顶点来生成表示所述立体物的模型的信息,其中,所述面提取部进行以下操作:将基于属于一个面的三个测量点的坐标值获得的平面表达式所表示的平面定义为候选平面,以及通过基于从所述候选平面起的预定距离的范围内所存在的多个测量点进行重新计算来确定平面表达式。

[0011] 根据本发明的一种程序,其能够使计算机用作建模装置,其中,所述建模装置包括:获得部,其被配置为从被配置为对具有多个面的立体物进行三维测量的测量装置获得与属于所述立体物的多个测量点有关的三维坐标值作为第一数据;面提取部,其被配置为针对所述多个面的各面,基于与属于该面的测量点有关的第一数据来生成表示该面的平面表达式;顶点提取部,其被配置为计算同时满足分别表示所述多个面中的邻接的多个面的平面表达式的点,以提取出所述点作为所述邻接的多个面之间共用的顶点;以及模型生成部,其被配置为基于所述平面表达式和所述顶点来生成表示所述立体物的模型的信息,其中,所述面提取部被配置为进行以下操作:将基于属于一个面的三个测量点的坐标值获得的平面表达式所表示的平面定义为候选平面,以及通过基于从所述候选平面起的预定距离的范围内所存在的多个测量点进行重新计算来确定平面表达式。

[0012] 根据本发明的一种布局模拟器,其特征在于,包括:显示控制部,其被配置为基于建模装置所生成的模型的信息,将作为所述立体物的计算机图形的虚拟空间显示在监视装置的画面;物品配置部,其被配置为将具有三维信息的三维物品配置在所述虚拟空间的期望位置;质感表现部,其被配置为在所述虚拟空间中向所述面附加质感的消息;以及属性调节部,其被配置为调节包括所述三维物品和所述质感的位置的属性。

[0013] 本发明的结构获得具有多个面的立体物中的各个测量点的三维坐标值,基于各坐标值来针对各面生成表示面的平面表达式,针对多个面中的各邻接面提取在这些面之间共用的顶点,并且生成作为连结这些顶点的边界线的集合的模型。因此,即使立体物的一部分被相对较大的物体遮挡并且不能利用测量装置进行测量,也通过平面表达式的计算来估计顶点的位置。结果,可以生成对无法测量的区域进行补偿的立体物的模型。在定义了候选平面之后,通过基于从该候选平面起的预定距离的范围内存在的测量点进行重新计算来确定平面表达式。因此,可以针对立体物的形状实现高精度的模型再现。

## 附图说明

[0014] 图1是示出实施例的框图。

- [0015] 图2A和2B是说明实施例的操作示例的概念的图。
- [0016] 图3是作为实施例中的测量对象的立体物的示例的立体图。
- [0017] 图4是示出实施例中测量装置所生成的图像的示例的图。
- [0018] 图5是说明实施例中用于自动提取一部分的面的原理的图。
- [0019] 图6是示出实施例中的立体物的示例的立体图。
- [0020] 图7A和7B是说明实施例中的用于验证顶点的原理的图。
- [0021] 图8是示出布局模拟器的结构示例的框图。
- [0022] 图9是示出实施例中的虚拟空间的示例的立体图。

### 具体实施方式

[0023] 如图1所示,以下说明的三维模型生成装置1包括:测量装置20,其被配置为对具有多个面3(参见图2)的立体物30(参见图2)进行三维测量;以及建模装置10,其被配置为生成与立体物30的模型有关的信息。

[0024] 在本实施例中,如图3所示,例示出建筑物内的房间作为具有多个面3的立体物30。也就是说,本实施例关注于房间的内面。然而,立体物30可以是建筑物的内部或外部。另外,以下要说明的技术还可应用于除建筑物以外的立体物30。

[0025] 在图1中,被配置为进行三维测量的测量装置20是所谓的3D激光扫描器。该3D激光扫描器被配置为三维地扫描脉冲激光束以输出这些脉冲激光束照射的部位的三维坐标值。为了获得这些三维坐标值,测量装置20发射强度随时间的经过而周期性地发生改变的强度调制光,以接收来自该强度调制光发射到的空间的反射光。然后,测量装置20检测所发射的强度调制光和所接收到的强度调制光之间的相位差,以根据该相位差获得强度调制光的飞行时间。以下将脉冲激光束简称为“激光束”。

[0026] 本实施例中的3D激光扫描器包括测量部(未示出),其中该测量部被配置为在与其安装面平行的面内进行转动。该测量部还被配置为针对各转动位置使激光束在与安装面垂直的面内扫描(扫描)。

[0027] 在将3D激光扫描器安装在地板面上的情况下,在测量部正在与地板面平行的面内进行转动时,3D激光扫描器在除地板面的一部分外的所有范围内照射激光束。因此,在以测量部为中心的各个方向上照射激光束。也就是说,三维地扫描激光束。然而,将向着支撑测量部的构件的方向从激光束的照射方向中排除。因此,测量部在地板面的安装有3D激光扫描器的部位内没有照射激光束。

[0028] 3D激光扫描器测量在所照射的激光束被立体物30反射而返回至测量装置20的情况下的相位差。3D激光扫描器将所测量到的相位差换算成直到立体物30的作为激光束的各个反射点的各个部位为止的距离。3D激光扫描器还基于激光束的照射方向和直到激光束的各个反射点为止的距离来识别立体物30的作为激光束的各个会聚点的各个位置。基于激光束的照射方向和直到激光束的各个反射点为止的距离所识别出的各个位置利用极坐标系的坐标值(即,球坐标值)来表示。

[0029] 测量装置20输出针对激光束的各个会聚点的坐标值。也就是说,从立体物30离散地获得坐标值。以下还将利用坐标值所确定的各位置称为“测量点”。另外,将与要从测量装置20输出的三维坐标值有关的数据称为第一数据。如上所述,测量装置20发射脉冲激光束,

以输出测量点的三维坐标值,所述测量点为立体物30中的作为脉冲激光束的反射点的部位。

[0030] 由于利用极坐标系的坐标值来表示各测量点,因此近距离范围内的集合在密度方面较高,而远距离范围内的集合在密度方面较低。在示例中,在测量点与二维平面上所设置的正方形格子的格子点相关联的情况下,邻接的测量点之间的距离关于近距离范围内的测量点集合而扩大,并且关于远距离范围内的测量点集合而缩小。

[0031] 测量装置20不仅进行三维测量,而且还包括被配置为对立体物30进行摄像的功能。因此,测量装置20包括诸如CCD图像传感器或CMOS图像传感器等的固态图像感测装置、以及配置在该固态图像感测装置的前方的广角光学系统。例如,测量装置20被配置为使测量部在与安装面平行的面内转动两周,同时在第一周转动期间获得立体物30的部位的三维坐标点并且在第二周转动期间对立体物30进行摄像。

[0032] 测量装置20包括广角光学系统,因此具有深的景深,并且即使直到立体物30为止的距离发生改变,也可以在无需调节光学系统的焦点的情况下获得聚焦的图像。然而,一个图像无法覆盖与第一数据相同的范围。因此,测量装置20在测量部正在移动时拍摄多张(例如,约100个)图像,然后将所拍摄图像合成。

[0033] 所拍摄图像可以是单色的灰度图像,但在输出红色、绿色和蓝色的各亮度数据的以下示例中是彩色图像。以下将彩色图像数据称为彩色信息。另外,将要从测量装置20输出的图像数据称为第二数据。此外,除上述的3D激光扫描器外,已知有Kinect(注册商标)作为被配置为输出各第一数据和各第二数据的这种测量装置20。

[0034] 测量装置20具有被配置为使包括彩色图像的像素值的第二数据与第一数据相关联的功能。换句话说,测量装置20的功能被配置为使各测量点与相应的颜色信息相关联。测量装置20基于来自测量部的激光束的照射方向和拍摄彩色图像时的视野来识别与各测量点相对应的彩色图像的像素,并且使该像素的颜色信息与相应测量点的坐标值相关联。

[0035] 例如,这样获得的图像如图4所示发生失真。如上所述,这些失真图像是由于测量点配置在二维平面上所引起的,由此分别使近距离范围内和远距离范围内的邻接的各测量点之间的距离扩大和缩小。

[0036] 因而,测量装置20生成与立体物30的三维形状有关的第一数据和与立体物30的部位的各颜色信息有关的第二数据。如上所述,各第二数据与作为相应的第一数据的测量点的三维坐标值相关联。也就是说,构成图4所示的二维图像的像素与测量点一一相对应,并且这些像素各自具有与三维坐标值有关的信息和颜色信息。换句话说,从彩色图像中选择像素等同于选择相应的测量点,并且要提取与该像素相对应的第一数据。

[0037] 测量装置20不限于照射脉冲激光束的结构,而且可以是投影线状、条纹状或格子状图案的结构。测量装置20可以是被配置为经由区域图像传感器接收所反射的强度调制光,以根据该区域图像传感器的输出生成各像素值是距离值的距离图像的距离图像传感器。可选地,测量装置20可被配置为测量从发射除强度调制光以外的光起直到接收到该光为止的飞行时间。代替飞行时间,测量装置20可以具有基于诸如立体图像法等三角测量法的原理的结构。

[0038] 在测量装置20被配置为利用立体图像法测量各第一数据的情况下,可以将根据用于计算第一数据的灰度图像或彩色图像所获得的像素值设置为相应的第二数据。在测量装



置20被配置为利用强度调制光进行测量的情况下,可以响应于各受光强度来根据灰度图像获得各第二数据。在该结构中,在强度调制光的一个或多个周期内对各反射光强度进行积分,以使得可以随着时间的经过减小反射光强度的变化。

[0039] 测量装置20可被配置为仅输出各第一数据。测量装置20可以具有被配置为将极坐标系的坐标值换算成针对测量装置20所设置的正交坐标系的坐标值的功能。测量装置20的坐标系是在无需依赖于立体物30的配置的情况下所设置的。例如,将垂直方向作为z轴进行处理,并且将其基准点设置为海平面以上的0米。可选地,可以将安装有测量装置20的平面作为xy平面进行处理。

[0040] 在测量装置20被配置为不仅输出基于激光束的飞行时间所获得的测量点的各个坐标值、而且还输出激光束的各个受光强度的情况下,可以从测量点的各个坐标值获得第一数据并且从激光束的各个受光强度获得第二数据。激光束的各个受光强度依赖于激光照射的部位的诸如激光束的吸收率、扩散性和飞行距离等的特性。然而,通过生成根据激光束的各个受光强度来获得像素值的图像,可以生成与上述灰度图像相似的灰度图像。也就是说,在测量装置20被配置为输出与激光束的各个受光强度有关的信息的情况下,可以采用该信息作为第二数据。

[0041] 使各第一数据与相应的第二数据相关联的处理可以不是由测量装置20来进行、而是由后面要说明的建模装置10来进行。建模装置10还可以具有被配置为将极坐标系的坐标值转换成正交坐标系的坐标值的功能。简言之,使各第一数据与相应的第二数据相关联的处理和进行从极坐标系向正交坐标系的坐标转换的处理可以由测量装置20和建模装置10中的任意来进行。以下说明关于立体物30的在获得正交坐标系的坐标值之后的处理。

[0042] 在测量装置20输出与激光束的各个受光强度有关的信息并且采用该信息作为第二数据的情况下,可以从获得坐标值时的激光束的各个信息获得与激光束的各个受光强度有关的信息。因此,不必获得第二数据并且还可以使各第二数据与相应的第一数据相关联。

[0043] 在本实施例中,由于房间具有立体物30,因此如图3所示,立体物30由地板面31、天花板面32和墙面33构成。因此,测量装置20用于输出与立体物30的内部空间有关的第一数据和第二数据。假定利用正交坐标系的坐标值来表示各第一数据,并且各第二数据与相应的第一数据(测量点)相关联。在下文,在没有彼此区分地板面31、天花板面32和墙面33的面的情况下,将这些面简称为面3。天花板面32不必与地板面31平行,但在本实施例中,天花板面32与地板面31平行。

[0044] 测量装置20具有相对较宽的视野(测量范围),但通过进行一次测量无法测量立体物30的内部空间整体。然而,在根据测量目的而仅将立体物30的内部空间的一部分作为关注空间进行测量的情况下,可以通过仅进行一次测量来实现该目的。

[0045] 在本实施例中,要测量立体物30的内部空间整体。因此,测量装置20在改变其配置和方向的情况下进行测量。没有详细说明测量装置20的功能,但测量装置20具有被配置为基于测量点的属性在无重复的情况下将通过多次测量所获得的第一数据和第二数据组合的功能。如果测量装置20在进行多次测量时被配置于适当位置,则从测量装置20所输出的第一数据和第二数据包括与立体物30的所有面有关的信息。

[0046] 建模装置10基于从测量装置20所获得的数据来生成立体物30的模型。例如,立体物30的模型是线框模型。该线框模型具有利用线段将立体物30的表面上的点连结以表示立

体物30的表面形状的数据结构。然而,该模型可以是表面模型。建模装置10可以具有被配置为基于该模型来提取与立体物30有关的不同信息的功能。建模装置10可被配置为在配备有被配置为改变利用计算机图形的立体物30中的面3的表面属性的功能以及被配置为将物品34配置在虚拟空间中的功能等的情况下,用作布局模拟器。后面说明这些功能。

[0047] 为了实现建模装置10的功能,建模装置10包括根据程序进行工作的计算机。期望该计算机包括键盘和指示装置作为输入装置18,并且包括显示装置作为输出装置17。该计算机可以是一体地包括作为输入装置18的触摸面板和作为输出装置17的显示装置的平板终端或智能电话。

[0048] 代替这些通用计算机,计算机可以是专用设备。计算机可以是计算机服务器或云计算系统。可以利用使得使用者能够与计算机服务器或云计算系统进行通信的终端装置来提供以下要说明的功能。

[0049] 上述程序可以由计算机可读存储介质或诸如因特网等的电信线路来提供。该程序使得计算机能够用作包括以下功能的建模装置10。

[0050] 如图1所示,建模装置10包括获得部11,其中该获得部11被配置为从测量装置20获得第一数据和第二数据。获得部11期望地被配置为获得第二数据,但还可被配置为仅获得第一数据。建模装置10包括模型生成部14,其中该模型生成部14被配置为基于获得部11所获得的与立体物30有关的第一数据来生成立体物30的模型。

[0051] 在本实施例中,由于房间具有立体物30,因此在从测量装置20观看到面3的一部分隐藏在家具或设施等的后方的情况下,无法测量所隐藏的部位。因此,根据本实施例的建模装置10基于通过测量面3的一部分所获得的信息和与面3有关的知识(即,规则或法则)来估计面3的整体形状,由此根据面3的整体形状估计立体物30的整体形状。

[0052] 与面3有关的知识包含与面3的形状有关的知识与不同的面3的配置有关的知识。采用“建筑物的房间被平面的集合包围”的知识作为与面3的形状有关的知识。在面3不是平面的情况下,可以采用相对简单的曲面(截面U字形或者半球形等)。然而,在本实施例中,假定面3是平面。采用“邻接的面3之间的边界线包括在邻接的面3之间的相交线中”的知识作为与不同的面3的配置有关的知识。另外,由于面3是平面,因此采用“在三个面3之间共通地共用作为边界线的一端的顶点”的知识。

[0053] 根据上述各个知识,识别出利用作为构成立体物30的平面的角的顶点和各自连结两个顶点的线段来表示立体物30的模型。为了生成立体物30的模型,需要基于来自测量装置20的第一数据或第二数据来识别面3。也就是说,建模装置10包括面提取部12,其中该面提取部12被配置为识别各个面3,以针对各个面、基于所识别出的面3的多个(三个以上)测量点的各个第一数据来生成表示所识别出的面3的表达式。在本实施例中,面3是平面,并且表示面3的表达式是后面要说明的平面表达式。

[0054] 建模装置10还包括顶点提取部13,其中该顶点提取部13被配置为基于面提取部12所生成的表达式来针对每三个面3提取在这三个面3之间共用的顶点。针对建模装置10所设置的模型生成部14被配置为基于面提取部12所生成的表达式和顶点提取部13所提取的顶点来生成与表示立体物30的模型有关的信息。模型生成部14被配置为基于面提取部12所生成的表达式来针对邻接的每两个面3提取在这两个面3之间共用的交叉线作为这两个面3之间的边界线。也就是说,模型生成部14将在邻接的两个面3之间共用的各交叉线上的两个顶

点定义为端点,并且将这两个端点之间的线段定义为邻接的两个面3的边界线。

[0055] 在这种情况下,模型生成部14生成利用边界线的集合所表示的模型的信息。也就是说,模型生成部14被配置为存储该模型的各顶点的坐标值与包括该顶点作为端点的边界线相关联的线框模型。模型生成部14可被配置为不仅生成利用顶点和边界线所表示的线框模型,而且还基于表示面3的各个表达式和各面3的顶点来表示立体物30的模型。

[0056] 如果将模型生成部14中所存储的信息传递至用于在显示装置的画面上显示图像的程序,则立体物30的模型将显示在显示装置的画面上。由于模型是基于三维坐标点所形成的,因此利用计算机图形来形成立体物30的虚拟空间。

[0057] 针对面提取部12采用以下结构至少之一,其中这些结构其中之一是使用者经由输入装置18指示所有面3的结构,并且另一结构是通过关注各第一数据的属性来自动识别诸如地板面31或天花板面32等的一部分面3的结构。

[0058] 使用者指示面3的结构由以下功能来实现:被配置为将利用第二数据形成的彩色图像显示在作为输出装置17的显示装置上的功能、以及被配置为将彩色图像中的经由输入装置18所指示的区域识别为包括面3的区域的功能。

[0059] 注意,输出装置17的画面上所显示的彩色图像是如上所述失真相对较大的图像(参见图4)。在这些图像中,面3之间的各边界线产生倾斜或失真,这使得不熟练者难以区分面3。在本实施例中,将彩色图像显示在输出装置17的画面上。因此,使用者可以基于与各面3有关的颜色信息作为用于区分面3的类型的判断信息来相对容易地区分面3。

[0060] 在输出装置17的画面上显示了示出立体物30整体的彩色图像的状态下,输入装置18使得能够识别彩色图像的期望区域。期望如下:在使用者指示面3时,将具有适当形状的选择框显示在输出装置17的画面上,以使得能够在包括要指示的面3的范围内移动该选择框。选择框可以具有各种形状,但优选为诸如四角形、三角形或椭圆形等的简单形状。

[0061] 如上所述,使用者经由输入装置18在包括面3的范围内设置选择框,由此针对输出装置17上所显示的图像利用该选择框以对话方式输入面3的测量点的提取范围。也就是说,使用者能够通过观看输出装置17的画面上所显示的图像的情况下对输入装置18进行操作,来针对房间的所有面3(地板面31、天花板面32和墙面33)中的任何面设置选择框。

[0062] 面提取部12关于与选择框的轮廓的相对位置预先设置在选择框的范围内的三个测量点提取各个第一数据。由于各第一数据是三维坐标值,因此获得同一平面中的三个坐标值,由此唯一地确定包括利用选择框所设置的三个测量点的平面的表达式。简言之,获得表示包括这三个测量点的平面的表达式。

[0063] 然而,在面提取部12中,不必设置选择框以获得三个测量点。例如,在采用诸如鼠标或触摸笔等的指示装置作为输入装置18的情况下,可以经由输入装置18顺次选择三个以上的测量点。

[0064] 通过平面表达式 $ax+by+cz+d=0$ 来表示描述面3的表达式。将平面表达式的参数定义为如下所述:

[0065]  $a = (By - Ay)(Cz - Az) - (Cy - Ay)(Bz - Az);$

[0066]  $b = (Bz - Az)(Cx - Ax) - (Cz - Az)(Bx - Ax);$

[0067]  $c = (Bx - Ax)(Cy - Ay) - (Cx - Ax)(By - Ay);$  以及

[0068]  $d = -(Ax + bAy + cAz),$

[0069] 其中,面提取部12为了定义一个面3所提取的三个测量点A、B和C各自的坐标值为 $(A_x, A_y, A_z)$ 、 $(B_x, B_y, B_z)$ 和 $(C_x, C_y, C_z)$ 。

[0070] 通过上述计算,使用面提取部12所提取的三个测量点A、B和C各自的坐标值来获得平面表达式,但存在各坐标值包含测量误差的可能性。因此,期望代替所提取的三个测量点A、B和C各自的坐标值,面提取部12针对三个测量点A、B和C各自求出包围测量点A、B或C的预定范围中所包括的测量点的中间坐标值(中值)或平面坐标值(点)作为用于定义该表达式的坐标值。

[0071] 然后,通过将这样获得的平面表达式所定义的平面设置为候选平面、以基于从该候选平面起的预定距离的范围内所存在的测量点来确定面3的表达式,可以更精确地定义面3的表达式。可以设置用于确定面3的表达式测量点的存在范围,以使得从候选平面起的距离在 $\pm 10\text{mm}$ 的范围内,但期望设置为 $\pm$ 数mm以下。采用包括获得部11所获得的所有测量点的集合中的、从候选平面起的预定距离的范围内所存在的测量点作为用于确定面3的表达式测量点。然而,由于如果采用获得部11所获得的所有测量点作为集合、则有可能包括引起误差的测量点,因此仅采用上述选择框内所存在的测量点作为这种集合。

[0072] 面提取部12基于稳健估计来计算满足从集合中所提取的测量点的平面表达式的参数 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 和 $d$ ,以确定面3的表达式。采用稳健估计,以在基于最小二乘方法确定表达式时减小作为残差大的异常值的影响的结果而产生的大间隙。在该示例中,采用Turkey的双权法作为稳健估计的方法。

[0073] 也就是说,在确定面3的表达式的情况下,对残差为预定值以下的测量点应用比针对残差超过预定值的测量点的加权系数大的加权系数,然后基于最小二乘方法来确定平面表达式。例如,将该加权系数设置为2(即,相对于其它测量点为两倍大的加权系数)。简言之,通过将针对面3的表达式贡献度相对应的加权系数应用于测量点,可以防止面3的表达式由于残差大的不期望值而大幅偏移。结果,可以进行稳健的平面估计。

[0074] 然而,代替稳健估计,面提取部12可以基于其它方法确定平面表达式。例如,面提取部12可以通过针对各个测量点进行基于三个测量点确定平面表达式的处理来获得多个平面表达式,然后将这多个平面表达式的平均值确定作为要采用的平面表达式。也就是说,面提取部12可以计算多个平面表达式各自的参数 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 和 $d$ 以确定具有所计算出的参数的各个平均值的平面表达式。可选地,面提取部12可以在不使用加权系数的情况下,基于最小二乘方法来确定平面表达式。

[0075] 在上述结构示例中,使用者利用输出装置17和输入装置18,由此以对话方式设置平面中要包括的测量点的提取范围。如以下所述,即使使用者没有指示测量点的提取范围,也可以基于第一数据来自动提取地板面31和天花板面32的测量点。

[0076] 假定将三维正交坐标系的 $z$ 轴定义为垂直方向或与测量装置20的安装面垂直的方向。地板面31被安装成除形成斜面的情况以外,通常与垂直方向垂直。因此,在将测量装置20安装在地板面31上的情况下,与地板面31垂直的方向等同于垂直方向。另外,在本实施例中,假定天花板面32与地板面31平行。

[0077] 在上述条件下,与地板面31或天花板面32相对应的测量点在 $z$ 轴方向上的坐标值相等。也就是说,如果计算出 $z$ 轴方向上的坐标值相等的测量点的频数,则如图5所示,预料到与地板面31或天花板面32相对应的测量点的频数与其它测量点的频数相比显著要高。

[0078] 因此,面提取部12针对沿着z轴所分割的各个预设区间计算这些测量点的频数,并且在频数超过预定基准值的情况下检测到地板面31或天花板面32。也就是说,通过适当地设置基准值,仅检测到两个区间作为频率超过基准值的区间。因此,可以认为这两个区间其中之一表示地板面31的z坐标值的范围并且另一区间表示天花板面32的z坐标值的范围。实际上,这两个区间在真实空间中的下侧区间和上侧区间分别与地板面31和天花板面32相对应。

[0079] 由于存在在地板面31或天花板面32存在高度差的情况下或者在配置有家具的情况下、地板面31或天花板面32的频数减小的可能性,因此存在在三个以上的区间中频数超过基准值的可能性。因此,面提取部12将各自的频数超过基准值的区间中的z轴方向上区间中的最下侧区间判断为满足地板面31的条件的区间,并且判断为最下侧区间中所包括的各第一数据与地板面31相对应。

[0080] 面提取部12还被配置为在各自的频数超过基准值的区间中的在地板面31上侧的区间满足天花板面32的条件的情况下,判断为该上侧区间中所包括的各第一数据与天花板面32相对应。例如,天花板面32的条件包括从满足地板面31的条件的区间起的距离在容许范围内的条件、以及在天花板面32的候选中频数最大的条件。可以采用真实空间中各自的频数超过基准值的区间中的最上侧区间作为天花板面32的条件。

[0081] 如果获得地板面31和天花板面32的各第一数据,则与地板面31和天花板面32之间的坐标值相对应的各个第一数据是墙面33的各个第一数据的候选。可以通过评价作为墙面33的候选的各第一数据来将墙面33与其它物品区分开。这里没有进行详述,而是评价各第一数据是否属于同一平面,针对各平面计算各第一数据的频数,并且采用从测量装置20起的距离作为辅助信息。结果,可以将墙面33与家具等区分开。墙面33具有各种形状,因此可能难以如地板面31和天花板面32那样进行自动提取。因此,使用者可以经由输入装置18指示墙面33的面3。

[0082] 地板面31可以设置有地板下方储存室的盖、地板下方检查孔的盖、地毯、家具和观叶植物等。照明器具等可以在天花板面32上。窗帘和窗等可以存在于墙面33侧。也就是说,在一些面3的各侧,存在提取面3的遮蔽物,并且在翻新等时,可以配置引起注意的构件。期望地,由于面提取部12不能将这些遮蔽物和构件的测量点用作面3的测量点,因此将这些遮蔽物和构件的测量点从测量点的提取范围中排除。

[0083] 因此,期望建模装置10包括颜色提取部123,其中该颜色提取部123被配置为提取具有所指示的范围内的颜色信息的各第二数据,以将所提取的各数据显示在输出装置17的画面上。颜色提取部123被配置为设置要提取的颜色信息的范围,使得将与上述遮蔽物和构件的颜色有关的特定颜色信息从获得部11所获得的第二数据中排除,以提取地板面31、天花板32和墙面33。

[0084] 颜色提取部123可被配置为定义颜色信息的范围,以使得将地板面31、天花板32和墙面33单独显示在输出装置17上。期望地,利用颜色提取部123要提取的颜色信息的范围是预先设置的。然而,颜色提取部123可被配置为提取光标所处的部位的颜色信息。期望可以提取不同的面3的各个测量点的颜色信息,并且可以针对各个测量点提取色差在预定范围内的颜色信息。如果颜色提取部123是这样配置成的,则可以整体提取具有与地板面31、天花板32或墙面33相对应的颜色信息的测量点,并且排除具有其它颜色信息的测量点。

[0085] 颜色提取部123被配置为指示要提取的各测量点的颜色信息,但还可被配置为指示要排除的各测量点的颜色信息。

[0086] 如上所述,颜色提取部123可以基于从各第二数据所获得的颜色信息来大致区分与地板面31、花板32和墙面33不同的物体或构件的测量点。例如,如果诸如家具和观叶植物等的物体与地板面31、花板32和墙面33在颜色方面不同,则颜色提取部123可以基于颜色信息来排除这些物体或构件的测量点。

[0087] 结果,在使用者经由输入装置18指示测量点的提取范围时,使用者可以容易地确定选择框的位置。可以在输出装置17的画面上立即确认在翻新房间时要注意的场所,因此可以在供应翻新所用的构件时引起注意。

[0088] 如果对输入装置18进行操作以使得将包围诸如窗或出入口等的开口部的框显示在输出装置17的画面上、并且调节该框的大小以使得该框与开口部一致,则可以将该开口部添加至模型。通过手动进行仅框的设置,可以使用于使框与开口部一致的后续处理自动化。可以以与一般的绘制图形软件相同的方式进行用于使框与开口部一致的作业。例如,在矩形框显示在画面上的情况下通过鼠标点击选择该框的状态下,可以通过拖动框整体来将该框移动至画面上的开口部的位置。在通过鼠标点击选择框的状态下,还可以通过拖动该框的一部分来调节大小,以使得该框纵横伸缩以与开口部一致。

[0089] 如上所述,如果面提取部12生成表示地板面31、天花板面32和墙面33的各个表达式,则顶点提取部13例如提取在地板面31和两个墙面33之间共用的每个顶点以及在天花板面32和两个墙面33之间共用的每个顶点。在天花板面32倾斜并且天花板面32的一部分与地板面31相接触的情况下,顶点提取部13提取在地板面31、天花板面32和墙面33之间共用的每个顶点。如果地板面31具有高度差,则顶点提取部13提取在形成高度差的两个面和墙面33之间共用的每个顶点。也就是说,顶点提取部13被配置为针对立体物30的每三个面提取在这三个面3之间共用的顶点。

[0090] 用于在顶点提取部13针对每三个面3提取在这三个面3之间共用的顶点的情况下、选择所关注的三个面3的方法包括基于使用者的手动操作的方法和自动选择方法。

[0091] 在使用者手动指示面3的情况下,顶点提取部13被配置为在将利用第二数据的图像显示在构成面提取部12的输出装置17的状态下,经由输入装置18以对话方式接收作为提取顶点所用的对象的面3。在这种情况下,使用者需要将光标定位在具有要求出的顶点(坐标值)的三个面3各自中,然后进行面3的选择操作(点击鼠标或按下返回键等)。

[0092] 在选择三个以上的测量点以使得面提取部12能够生成平面表达式的情况下,通过针对用于指示测量点的面3的顺序制定规则,可以省略经由输入装置18输入具有要提取的顶点的面3的处理。也就是说,通过制定这种规则,可以与指示测量点同时进行用于指示具有要提取的顶点的面3的作业。例如,可以设置规则,以使得按地板面31、天花板面32和墙面33的顺序依次指示用于获得平面表达式的测量点,并且可以沿顺时针方向指示各墙面33的测量点。

[0093] 顶点提取部13将分别表示所选择的三个面的三个表达式作为联立方程式来进行处理,并且计算这些表达式的解。所计算出的解是在三个面3之间共用的顶点的三维坐标值。通过重复上述处理、直到获得立体物30的各顶点为止,可以计算出立体物30的各顶点的三维坐标值。

[0094] 在针对每三个面3自动选择面3的情况下,顶点提取部13进行面提取部12所获得的所有面3中的各自包括三个面3的组合,并且将针对各个组合所获得的三个表达式作为联立方程式来进行处理以计算这些联立方程式的解。在立体物30具有诸如长方体等的简单形状的情况下,在上述示例中所获得的解是立体物30的顶点的三维坐标值。该简单形状表示要求解的组合的数量与顶点的数量一致的形状。例如,长方体由于解为各自包括三个面的20个组合的组合数量是8个并且其顶点的数量是8个,因此是简单形状。

[0095] 在立体物30不是诸如长方体等的简单形状的情况下,解的数量与顶点的数量可能不一致。例如,假定从具有图6所示的形状的墙面33的房间获得立体物30。也就是说,房间成形为如图7A所示的L字状,并且不是具有四个而是具有六个墙面33。在这种情况下,顶点的数量为12个,但各自包括三个面3的组合的数量为56个,其中求解的组合的数量为18个。也就是说,所获得的解中的6个解表示不存在的坐标点。因而,可以计算出不与立体物30的顶点相对应的坐标点。

[0096] 为了排除这些不存在的顶点,图1所示的建模装置10包括验证部131。验证部131被配置为验证顶点提取部13所提取的各顶点是否是真实顶点,然后排除每个不存在的顶点。作为验证处理,验证部131针对顶点提取部13所提取的各个顶点来判断在要共用的三个面3中是否存在任何测量点,并且如果在这些面3至少之一中不存在测量点,则排除相应的顶点。

[0097] 然而,存在由于各测量点的误差因而在面3中不存在测量点的可能性。因此,针对与在面3中是否有测量点有关的判断设置容许范围。具体地,验证部31基于与该容许范围相对应的距离范围,并且如果在从面3起的距离范围内存在测量点,则判断为在面3中存在这些测量点。

[0098] 在如图7A所示、地板面31呈L字状的房间(立体物30)的情况下,从表示墙面33的表达式所获得的解不仅与房间中真实存在的顶点35相对应,而且还与虚拟顶点36和37相对应。顶点36是在从房间的相应墙面33向外侧延伸的位置处根据计算所获得的,而顶点37是在从房间的各相应墙面33向内侧延伸的位置处根据计算所获得的。

[0099] 验证部131被配置为针对根据计算所获得的所有顶点35、36和37各自,判断在共用顶点的三个面3各自中是否存在测量点。在例示示例中,共用房间外侧的各个虚拟顶点36的面仅是房间外侧的虚拟面38,并且在这些面38中不存在测量点。因此,排除了顶点36。共用房间内侧的各个虚拟顶点37的面是真实存在的面33和房间内侧的虚拟面39,并且在虚拟面39中不存在测量点。因此,排除了各顶点37。

[0100] 模型生成部14被配置为生成表示立体物30的由如下的边界线的集合构成的模型,其中这些边界线各自是连结顶点提取部13所获得的顶点的直线和沿着邻接的两个面之间的交叉线的直线。模型生成部14还被配置为将与各顶点的三维坐标值和利用相应的边界线所连结的各顶点对有关的信息存储为模型的信息。

[0101] 监视装置41用于基于模型生成部14中所存储的模型的信息,利用计算机图形的技术,通过将立体物30显示在监视装置41(参见图8)的画面上来显示具有三维信息的虚拟空间。期望地,监视装置41兼用作输出装置17,但监视装置41还可以是与输出装置17分开设置的。

[0102] 模型生成部14存储模型的信息,因此可以计算模型中的各边界线上的顶点之间的

距离。也就是说,由于基于作为利用测量装置20针对立体物30进行三维测量的结果的第一数据来计算边界线的各顶点的三维坐标值,因此可以基于各顶点的坐标值来容易地计算出真实空间中的顶点之间的各距离。也就是说,期望建模装置10包括尺寸计算部15,其中该尺寸计算部15被配置为基于各顶点的坐标值来计算各个边界线的尺寸。还期望建模装置10包括图生成部16,其中该图生成部16被配置为生成应用了尺寸计算部15所计算出的立体物30的尺寸的图信息。将尺寸计算部15所计算出的尺寸的值反映在图生成部16所生成的图中。

[0103] 期望地,图生成部16形成立体物30的展开图,所述展开图是包括尺寸计算部15所计算出的尺寸的尺寸图。在房间具有立体物30并且在墙面上火墙面中附加安装墙纸、绝热片材和隔音板等的情况下,可以生成包括施工构件的尺寸的分配图。在分配图中,考虑到要安装的构件的厚度尺寸,还说明构件的安装位置。在要生成的分配图中,可以使面3与属性相关联以包含如后面所述的各构件的质感或色调。

[0104] 在上述示例中,基于面3中确实包括的测量点来获得表示面3的表达式,并且根据基于这些表达式的计算来生成立体物30的模型。因此,模型生成部14所生成的模型不包括除立体物30以外的其它物体以及立体物30的开口部等。分配图需要这种信息,因此期望图生成部16允许使用者经由(输入装置18可以兼用作的)操作装置来对图进行加工。

[0105] 在上述示例的情况下,假定天花板面32与地板面31平行,但在经由输入装置18指示面3的情况下,天花板面32不必与地板面31平行。例如,在天花板面是无吊顶板的暴露阁楼的情况下,天花板面32包括相对于地板面31倾斜的部分。在房间的另一示例中,天花板面32沿着屋顶的坡度倾斜,并且天花板面32的下端和地板面31形成边界线。地板面31很少倾斜,但在地板面31具有高度差的情况下,可以在地板面31和一个墙面33之间形成三个以上的顶点。

[0106] 即使在具有上述形状的房间的情况下,顶点提取部13也可以提取在地板面31、天花板面32和墙面33的邻接的三个面之间共用的顶点。因此,模型生成部14可以基于平面表达式和顶点来生成表示立体物30的模型信息。也就是说,由于即使天花板面32倾斜、模型生成部14也可以生成模型,因此图生成部16可以生成在将绝热材料安装在天花板面32中的情况下的分配图。

[0107] 可以基于建模装置10所生成的模型的信息来向根据立体物30所获得的计算机图形的虚拟空间添加各种改变。也就是说,如果如图8所示提供基于3D图形的技术的布局模拟器40,则可以通过经由布局模拟器40向模型赋予各种属性来向虚拟空间添加改变。

[0108] 针对虚拟空间的改变的期望示例包括向虚拟空间的其它物品的配置、以及面3的质感或色调的调节等。布局模拟器40可以具有被配置为模拟照明的功能、以及被配置为改变视点的位置的功能等。

[0109] 由于例示了房间作为立体物30,因此期望地,布局模拟器40包括物品配置部43,其中该物品配置部43被配置为在房间中配置诸如家具等的物品。物品配置部43被配置为基于与诸如家具等的物品34(参见图9)有关的已知三维数据来将物品34配置在虚拟空间中。布局模拟器40包括显示控制部42,其中该显示控制部42被配置为使得监视装置41能够将虚拟空间显示在其画面上。显示控制部42将物品34配置于其上的虚拟空间立即反映在监视装置41的画面上的显示中。

[0110] 布局模拟器40还包括:质感表现部44,其被配置为向模型的面3提供质感信息;以



及属性调节部45,其被配置为调节包括物品34和质感的位置的属性。期望地,属性调节部45具有被配置为调节物品34和面3的色调的功能。

[0111] 布局模拟器40不仅可以模拟地板面31、天花板面32和墙面33各自的质感和颜色,而且还可以模拟物品34的种类或配置。在存在翻新房间的计划的条件下,可以提供翻新之后的模拟结果。结果,可以提高针对顾客的说服力。

[0112] 布局模拟器40可以通过共通地使用构成建模装置10的计算机来实现,并且还可以利用与构成建模装置10的计算机不同的计算机来实现。与建模装置10相同,布局模拟器40的功能可以由计算机服务器或云计算系统来实现。

[0113] 在上述示例中,建模装置10采用第二数据,但第二数据并非必须的。如通过上述技术可以看出,可以仅根据第一数据来生成模型。

[0114] 如上所述,根据本发明的建模装置10包括获得部11、面提取部12、顶点提取部13和模型生成部14。获得部11被配置为从测量装置20获得立体物30的各个测量点的三维坐标值作为第一数据。面提取部12被配置为针对多个面3各自基于与面3的各个测量点有关的第一数据来生成表示面3的平面表达式。顶点提取部13被配置为针对多个面中的邻接的各面,计算同时满足表示邻接的面的各个平面表达式的点,由此提取出该点作为在邻接的面之间共用的顶点。模型生成部14被配置为基于各平面表达式和各顶点来生成表示立体物30的模型的信息。面提取部12被配置为将利用基于一个面的三个测量点各自的坐标值所获得的平面表达式表示的平面定义为候选平面,并且通过基于从该候选平面起的预定距离的范围内所存在的测量点进行重新计算来确定平面表达式。

[0115] 在该结构的情况下,如图2A所示,即使在立体物30的一部分隐藏在其它遮蔽物30A的后方的情况下,也可以估计隐藏于遮蔽物30A的后方的面3的边界线。结果,如图2B所示,可以生成移除了遮蔽物30A的模型。面提取部在定义了候选平面之后,还通过基于从该候选平面起的预定距离的范围内所存在的测量点进行重新计算来确定平面表达式。因此,可以针对立体物的形状实现高精度的模型再现。特别地,作为在重新计算期间面提取部进行稳健估计的结果,可以确定高精度的平面表达式。

[0116] 例如,由地板面31、天花板面32和墙面33包围的房间具有立体物30。期望地,面提取部12被配置为生成表示地板面31、天花板面32和墙面33的各个平面表达式。期望地,模型生成部14被配置为针对地板面、天花板面和墙面中的邻接的每三个面提取在这三个面之间共用的顶点。期望地,模型生成部14被配置为针对地板面、天花板面和墙面中的邻接的每两个面提取在这两个面之间共用的边界线。

[0117] 在该结构中,模型可以由各自连结地板面31、天花板面32和墙面33中的两个顶点的线段构成。也就是说,可以形成具有与作为立体物30的房间相同的形状模型。

[0118] 期望地,测量装置20具有被配置为输出从立体物30所拍摄到的图像的像素值作为与测量点相对应的各个第二数据的功能。在测量装置20被配置为输出第二数据的情况下,期望地,面提取部12包括输出部121和输入部122。输出部121被配置为使得输出装置17能够将第二数据显示在输出装置17的画面上。输入部122被配置为经由输入装置18以对话方式输入用于在输出装置17上所显示的图像中指示面3的测量点的信息。

[0119] 在该结构中,使用者可以通过在观看输出装置17的画面上所显示的图像的情况下对输入装置18进行操作,来针对构成立体物30的所有面3手动设置选择框。

[0120] 期望地,各第二数据包含颜色信息。期望地,获得部11具有被配置为从测量装置20获得第二数据的功能,并且建模装置还包括颜色提取部123,其中该颜色提取部123被配置为从获得部11所获得的第二数据中提取各自具有预设范围内的颜色信息的第二数据,以显示在输出装置17的画面上。

[0121] 在该结构中,使用者可以基于输出装置17的画面上所显示的图像的颜色来确定生成表示面3的平面表达式的所依据的测量点的提取范围。换句话说,可以基于颜色信息来排除在生成表示面3的平面表达式的情况下要去除的测量点。

[0122] 期望地,顶点提取部13被配置为在输出装置17上显示图像的状态下,经由输入装置18以对话方式输入共用顶点的面。在这种情况下,期望顶点提取部13被配置为通过求出作为平面表达式组的联立方程式的解来计算在经由输入装置18所输入的面之间共用的顶点的三维坐标值。

[0123] 在该结构中,使用者经由输入装置18指示共用顶点的面。因此,与顶点提取部13将从立体物30所提取的面组合以自动求出顶点的结构相比,可以减轻顶点提取部13的处理负荷。也就是说,可以容易地求出用于生成模型的各个顶点的坐标值。

[0124] 顶点提取部13可被配置为针对各自包括三个面3的各个组合,求出作为平面表达式组的联立方程式的解,由此计算在这些面之间共用的顶点的三维坐标值。期望地,该结构配备有验证部131,其中该验证部131被配置为针对顶点提取部13所提取的各个顶点,在共用顶点的面3至少之一中不存在测量点的情况下,排除该顶点。

[0125] 在该结构中,在顶点提取部13自动组合面3并且求出联立方程式的解的情况下,可以自动求出这些解作为顶点。另外,验证部131验证顶点提取部13自动提取的顶点是否真实存在,因此可以减轻使用者的负担。

[0126] 期望各第一数据是一个坐标轴与地板面31垂直的正交坐标系的坐标值。期望地,面提取部12被配置为针对沿着该坐标轴所分割的各个区域计算测量点的存在频数,并且在区间的存在频数超过预定基准值、且该区间满足地板面的条件的情况下,判断为该区间中所包括的测量点与地板面对应。

[0127] 在该结构中,由于自动确定构成房间的面3的地板面31,因此可以基于地板面31来容易地提取天花板面32和墙面33。

[0128] 假定房间具有天花板面32与地板面31平行的结构。在这种情况下,面提取部12期望地被配置为在区间的存在频数超过预定基准值、并且该区间在满足地板面31的区间的上方且满足天花板面32的条件的情况下,判断为该区间中所包括的测量点与天花板面32相对应。

[0129] 在该结构中,可以自动确定构成房间的面3中的地板面31和天花板面32。因此,通过将其余的面作为墙面33进行处理,可以容易地生成房间的模式。

[0130] 期望地,根据本实施例的建模装置10还包括:尺寸计算部15,其被配置为计算模型中的各自连结顶点的距离;以及图生成部16,其被配置为生成用于描述尺寸计算部15根据立体物30计算出的距离所应用的图的信息。

[0131] 这样配置成的建模装置10可以自动生成立体物30的图并且向该图添加尺寸。在该结构中,在房间的翻新等的情况下,可以自动作出具有房间的尺寸的图,由此例如便于供应翻新所用的构件。

[0132] 根据本发明的建模方法提供用于基于通过经由测量装置20对具有面3的立体物30进行三维测量所获得的第一数据来生成模型的处理。因此,根据建模方法,获得部11从被配置为对具有面3的立体物30进行三维测量的测量装置20获得立体物30的各个测量点的三维坐标值作为第一数据。根据建模方法,面提取部12针对各个面3来基于面3的各个测量点的第一数据生成表示面3的平面表达式。顶点提取部13针对面3中的邻接的各面计算同时满足表示邻接的面的各个平面表达式的点,由此提取出该点作为在邻接的面之间共用的顶点。模型生成部14基于平面表达式和顶点来生成表示立体物30的模型。面提取部12将利用基于一个面的三个测量点各自的坐标值所获得的平面表达式所表示的平面定义为候选平面,并且通过基于从该候选平面起的预定距离的范围内所存在的测量点进行重新计算,来确定平面表达式。

[0133] 在该结构中,即使在立体物30的一部分隐藏在其它遮蔽物的后方的情况下,也可以估计隐藏在该遮蔽物的后方的面部的边界线。结果,如图2B所示,可以生成除遮蔽物30A以外的模型。通过在确定候选平面之后、基于从该候选平面起的预定距离的范围内所存在的测量点通过稳健估计确定平面表达式,可以针对立体物的形状实现高精度的模型再现。

[0134] 如图8所示,根据本实施例的布局模拟器40包括显示控制部42、物品配置部43、质感表现部44和属性调节部45。显示控制部42被配置为使得监视装置41能够基于建模装置10所生成的模型信息将立体物30的利用计算机图形的虚拟空间显示在监视装置41的画面上。物品配置部43被配置为将具有三维信息的三维物品34(参见图9)配置在虚拟空间的期望位置。质感表现部44被配置为向虚拟空间中由边界线包围的区域提供质感信息。属性调节部45被配置为调节包括物品34和质感的位置的属性。

[0135] 这样配置成的布局模拟器40向表示立体物30的模型的表面提供质感信息,因此可以向虚拟空间中立体物30的外观赋予改变。可以基于在虚拟空间中所模拟的结果来浏览对房间的翻新。

[0136] 上述实施例是本发明的示例。因此,本发明不限于该实施例,而且可以是除该实施例以外的示例。可以在没有背离本发明的真实精神和范围的情况下考虑到设计等来进行多种修改。

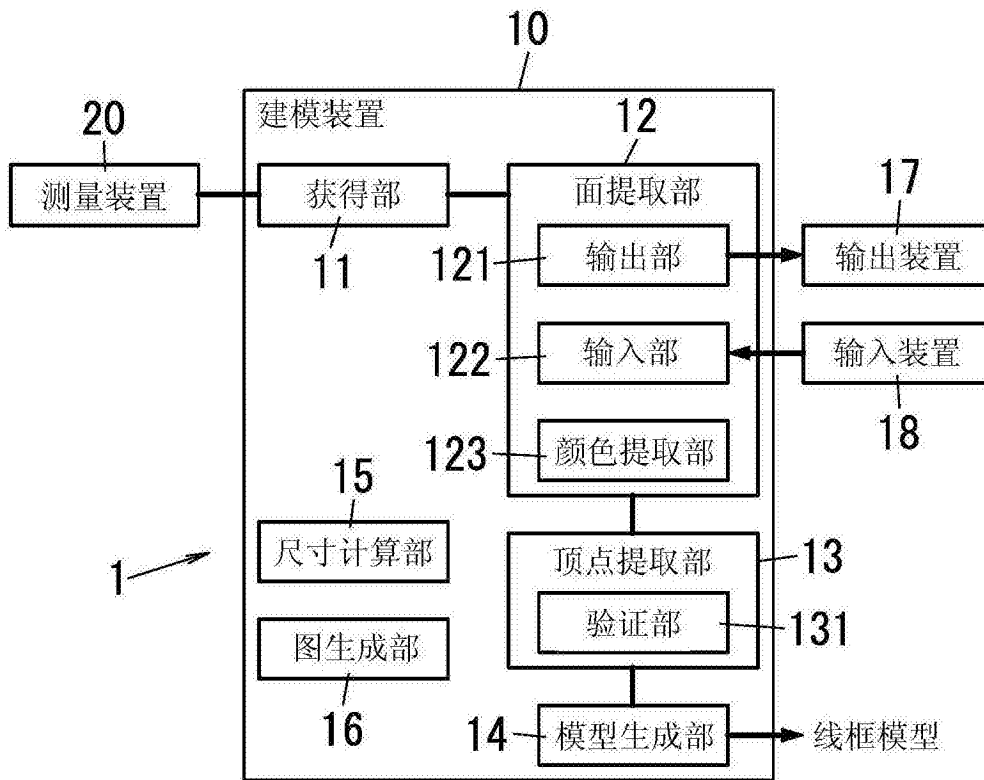


图1

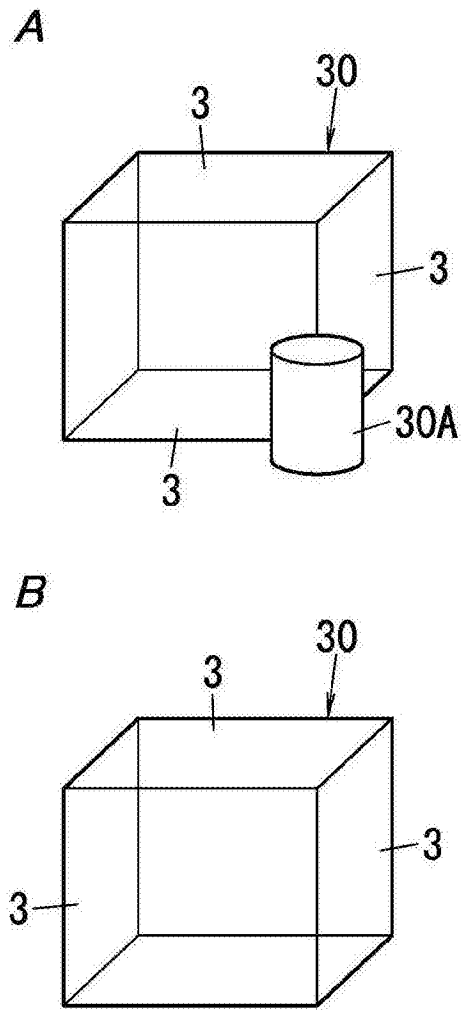


图2

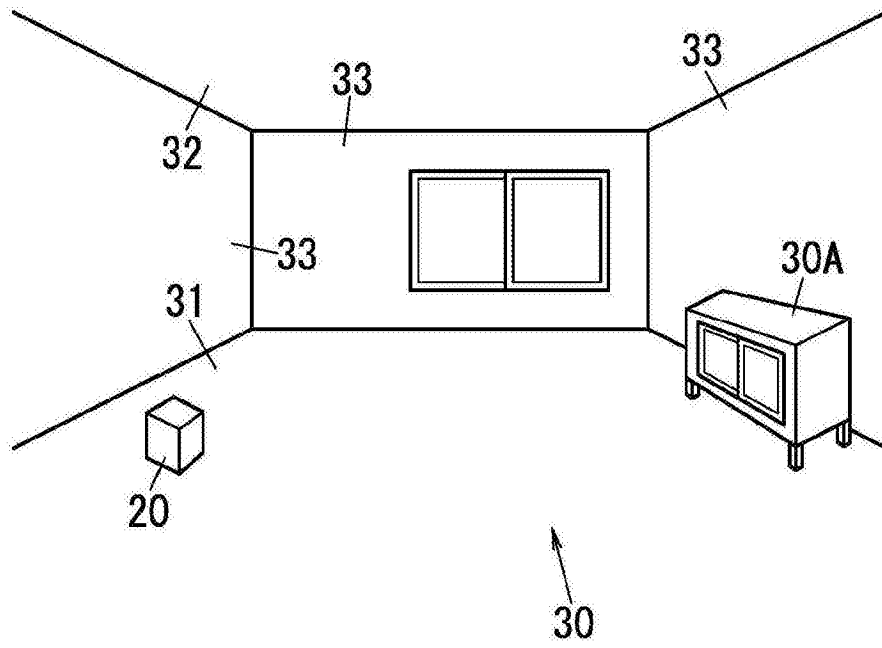


图3

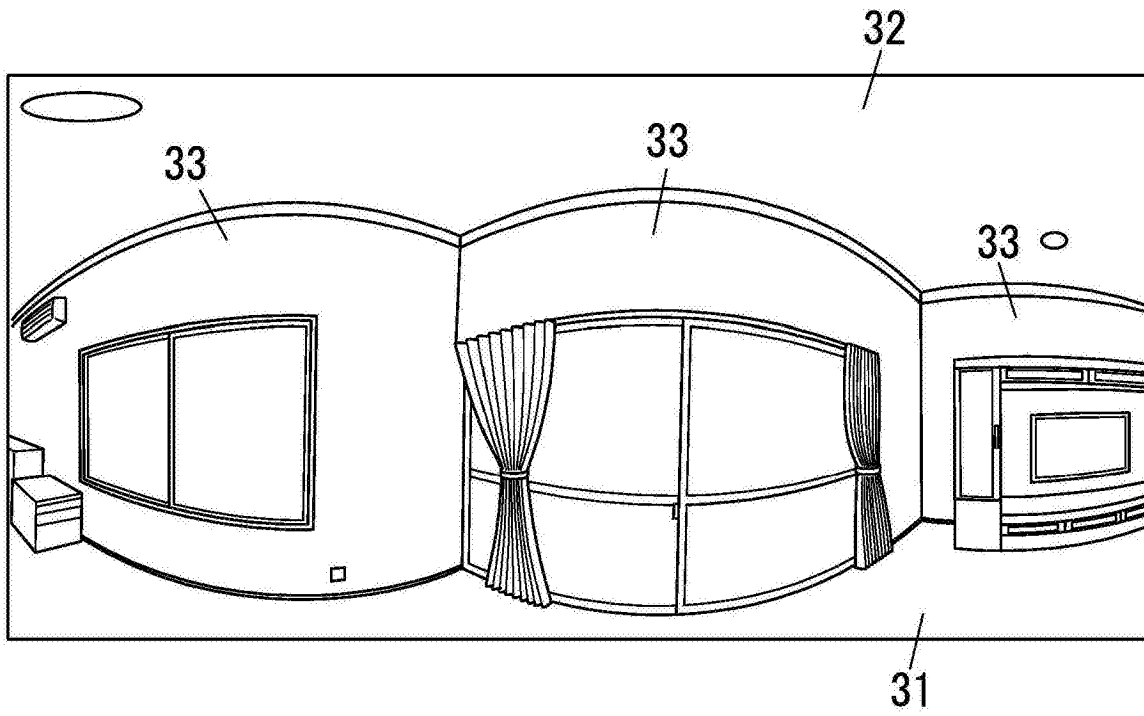


图4

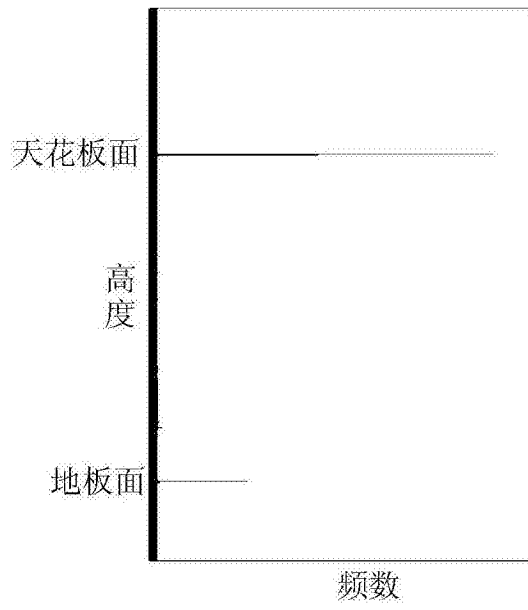


图5

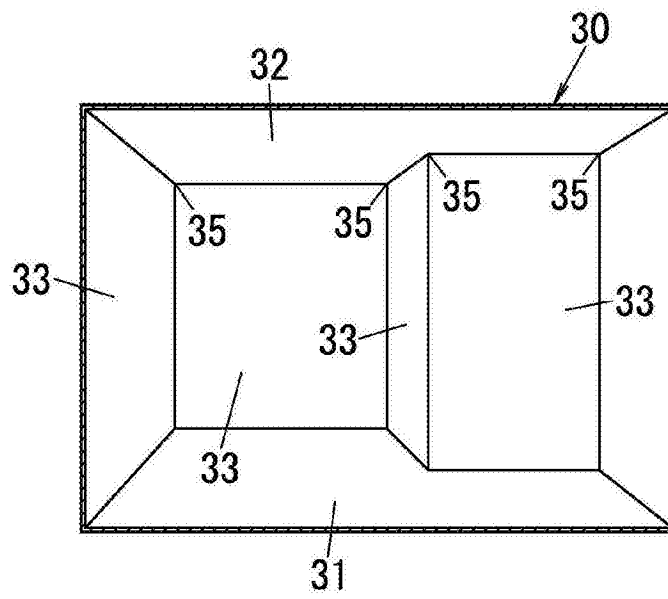
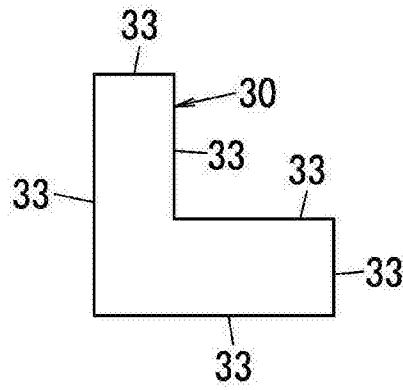


图6

A



B

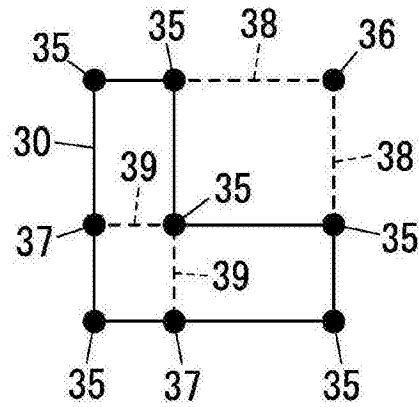


图7

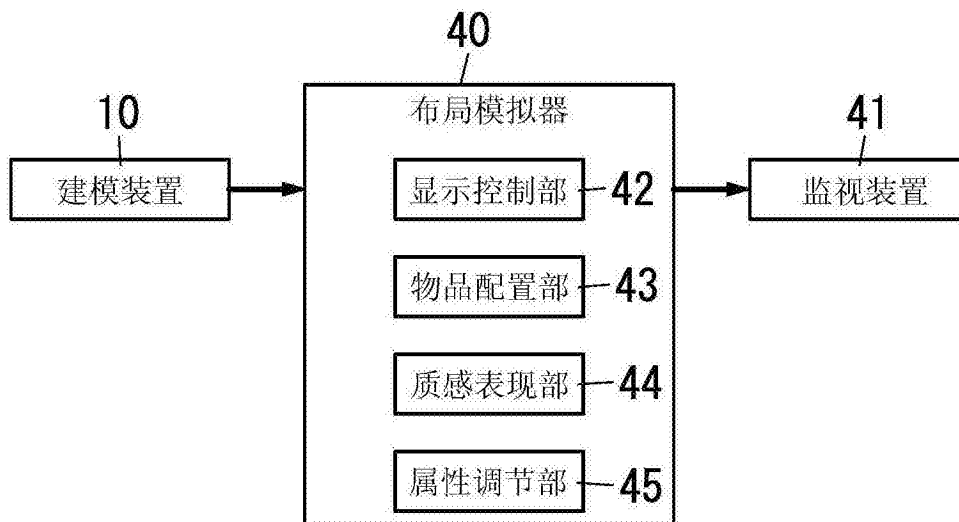


图8



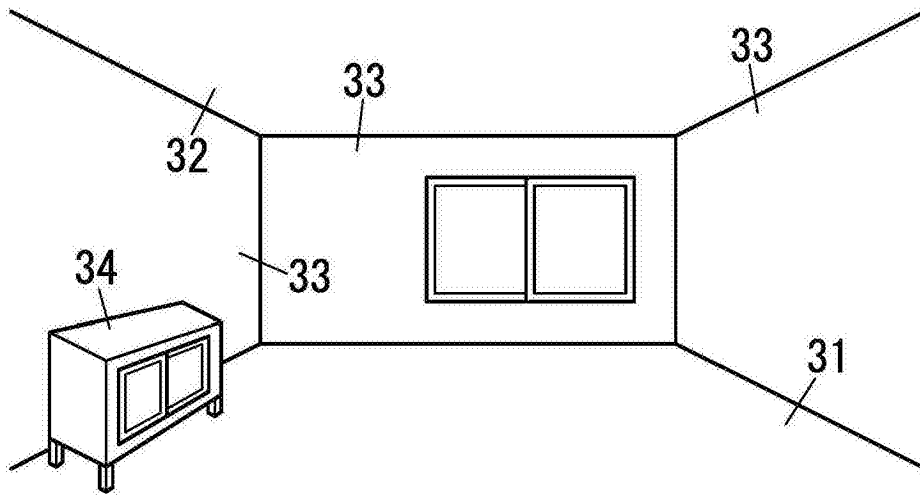


图9