



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 119234216 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 31

(21) 申请号 202380029205.X

(22) 申请日 2023.02.23

(30) 优先权数据

63/269,891 2022.03.24 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2023/077947 2023.02.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/179296 EN 2023.09.28

(71) 申请人 香港大学

地址 中国香港薄扶林道

(72) 发明人 叶嘉安 李茂粟 薛帆

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 牟科

(51) Int.Cl.

G06F 17/10 (2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

用于量化和计算窗口视野开阔度指数的系统和方法

(57) 摘要

提供了一种用于基于窗口视野照片和视野距离来量化和计算窗口视野开阔度指数的方法和系统。该方法包括：由图像捕获设备生成窗口视野图像；计算远视野层比例；测量和计算近距离视野层距离；计算基于视野距离的开阔度调节因子（OAF）；以及计算窗口视野开阔度指数（WVOI）。远视野层比例的计算可以包括提取窗口视野图像的远距离层比例作为测量视野开阔度的基本因子。根据在测量和计算近距离视野层距离的步骤中计算的视野距离来总结OAF。基于远视野层比例和来自近距离视野层距离的OAF来计算WVOI。



1. 一种用于基于窗口视野照片和视野距离来量化和计算窗口视野开阔度指数的方法, 所述方法包括:

由图像捕获设备生成窗口视野图像;
计算远视野层比例;
测量和计算近距离视野层距离;
计算基于视野距离的开阔度调节因子OAF; 以及
计算窗口视野开阔度指数。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述生成窗口视野图像包括定义用于窗口视野图像生成的多组设置。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述多组设置包括一组设置, 所述一组设置包括取向属性, 所述取向属性包括航向、俯仰和倾斜。

4. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述多组设置包括一组设置, 所述一组设置包括视锥体属性, 所述视锥体属性包括视场FoV。

5. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述多组设置包括一组设置, 所述一组设置包括所述图像捕获设备在(x, y, z)坐标系中的位置。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 量化和计算远视野层比例包括提取窗口视野图像的远层的比例作为测量视野开阔度的基本因子。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述测量和计算近距离视野层距离由用户或由计算系统执行。

8. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 根据在测量和计算近距离视野层距离的步骤中计算的视野距离来总结所述OAF。

9. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 基于远视野层比例和来自所述近距离视野层距离的所述OAF来计算所述窗口视野开阔度指数WVOI。

10. 一种其中存储有程序指令的计算机可读存储介质, 所述程序指令在由计算系统的处理器执行时使所述处理器执行用于基于窗口视野图像和视野距离来量化和计算窗口视野开阔度指数的方法, 所述方法包括:

由图像捕获设备生成窗口视野图像;
计算远视野层比例;
测量和计算近距离视野层距离;
计算基于视野距离的开阔度调节因子OAF; 以及
计算窗口视野开阔度指数。

11. 根据权利要求10所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述生成窗口视野图像包括定义用于窗口视野图像生成的多组设置。

12. 根据权利要求10所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述多组设置包括一组设置, 所述一组设置包括取向属性, 所述取向属性包括航向、俯仰和倾斜。

13. 根据权利要求10所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述多组设置包括一组设置, 所述一组设置包括视锥体属性, 所述视锥体属性包括视场FoV。

14. 根据权利要求10所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述多组设置包括一组设置, 所述一组设置包括所述图像捕获设备在(x, y, z)坐标系中的位置。

15.根据权利要求10所述的计算机可读存储介质,其中,计算远视野层比例包括提取所述窗口视野图像的远层的比例作为测量视野开阔度的基本因子。

16.根据权利要求10所述的计算机可读存储介质,其中,测量和计算近距离视野层距离由用户或由计算系统执行。

17.根据权利要求10所述的计算机可读存储介质,其中,根据在测量和计算近距离视野层距离的步骤中计算的视野距离来总结所述OAF。

18.根据权利要求10所述的计算机可读存储介质,其中,基于远视野层比例和来自所述近距离视野层距离的所述OAF计算所述窗口视野开阔度指数WVOI。

19.一种窗口视野开阔度指数量化和计算系统,包括:

图像生成器,生成窗口视野图像;以及

处理器,被配置为:

计算远视野层比例;

测量和计算近距离视野层距离;

计算基于视野距离的开阔度调节因子OAF;以及

计算窗口视野开阔度指数。

用于量化和计算窗口视野开阔度指数的系统和方法

背景技术

[0001] 窗口视野开阔度的重要性及其应用

[0002] 窗口视野开阔度是居住和办公等生活和工作空间的关键属性,它在身心健康和满意度方面显著影响人类的生活质量。通常,具有更远视野元素(例如,建筑物、绿化、水体和天空)的窗口比具有近距离场景的窗口具有更大的开阔度。已经发现,人脑具有识别和检测通常导致放松和舒适的感觉的环境开阔度的特定区域。与近距离的窗口视野相比,城市居民愿意为开阔的远方视野支付额外的费用。窗口视野开阔度较低的城市住宅可导致城市病,诸如抑郁和情绪障碍。因此,窗口视野开阔度的量化在房地产估价以及在舒适、健康和可持续的城市环境的规划和设计中非常重要。

[0003] 窗口视野开阔度及开阔度指数

[0004] 窗口视野开阔度由从窗口到可见元素(诸如天空、建筑物、绿化和水体)的距离确定。具有更多比例的天空和远处的景观层的窗口视野倾向于提供更大的开阔度。与其他视野开阔度(如街道视野开阔度)相比,窗口视野开阔度的量化由于先前在大规模窗口视野数据采集中的困难而没有得到足够关注。通常,窗口视野开阔度指数(WVOI)可以被计算为天空视野的百分比或可见空间的体积。更多的可见天空元素和更大的可见空间指示窗口视野的更大开阔度。

[0005] 以往的调查及其局限性

[0006] 可见性分析和视野摄影是量化和计算窗口视野开阔度的两种方式。

[0007] 窗口视野开阔度的可见性分析旨在测量预定义的景观对象的可见性。例如, Fisher-Gewirtzman(2018年)在用于城市规划和设计的手动3D模型上测量了人类感知的窗口视野开阔度。然而,由于简化了对外部世界的模拟,计算结果是不准确的。为了实现真实世界的高度精细尺度表示,数据准备和大规模3D互视性计算过程往往非常复杂并且成本高昂。

[0008] 相比之下,视野摄影由于采用了成熟的技术(例如,便携式相机传感器和地理空间平台上的轻量级3D可视化),可以以低成本捕获外部世界的现实窗口视野。

[0009] 视野图像的天空和景观层比例的计算已经成为用于表示视野开阔度的主流技术。Gong等人(2018年)提取了街景照片中天空层的比例以计算街道开阔度。Xia等人(2021年)使用摄影进一步提高了街景开阔度的准确性和效率。Chang(2021年)计算了窗口视野照片的天空层和景观层的比例,以表示窗口视野开阔度。然而,影响窗口视野开阔度的到视野对象的量化距离并未被涉及以丰富视野开阔度计算。具有相同比例的天空层但具有到景观层的不同距离的窗口视野不能被区分。因此,缺乏关于使用具有距离信息的窗口视野图像来进行更准确的窗口视野开阔度计算的研究。

发明内容

[0010] 本领域持续需要用于基于窗口视野图像和视野距离来量化和计算窗口视野开阔度指数(WVOI)的系统和方法的改进设计和技术。

[0011] 本发明的实施例涉及一种用于量化和计算窗口视野开阔度指数的系统和方法。该方法包括：由图像捕获设备生成窗口视野图像；计算远视野层比例；测量和计算近距离视野层距离；计算基于视野距离的开阔度调节因子 (OAF)；以及计算窗口视野开阔度指数。生成窗口视野图像包括定义用于窗口视野图像生成的多组设置。多组设置可以包括一组设置，该组设置包括取向属性，该取向属性包括航向、俯仰和倾斜。多组设置可以包括一组设置，该组设置包括视锥体属性，视锥体属性包括视场 (FoV)。多组设置可以包括一组设置，该组设置包括图像捕获设备在 (x, y, z) 坐标系中的位置。此外，计算远视野层比例包括提取窗口视野图像的远层的比例作为测量视野开阔度的基本因子。测量和计算近距离视野层距离由用户或由计算系统执行。根据在测量和计算近距离视野层距离的步骤中计算的视野距离来总结 OAF。此外，基于远视野层比例和来自近距离视野层距离的 OAF 来计算窗口视野开阔度指数 (WVOI)。

附图说明

[0012] 图1示出了根据本发明的实施例的用于量化和计算窗口视野开阔度指数的方法的步骤的流程图。

[0013] 图2是根据本发明的实施例的窗口视野图像生成步骤的示意图。

[0014] 图3是根据本发明的实施例的远视野层比例计算的步骤的示意图。

[0015] 图4是根据本发明的实施例的近距离视野层距离测量和计算的步骤的示意图。

[0016] 图5是根据本发明的实施例的基于视野距离的开阔度调节因子计算的步骤的示意图。

[0017] 图6是根据本发明的实施例的窗口视野开阔度指数计算的步骤的示意图。

[0018] 图7A-图7E示出了根据本发明的实施例的用于量化和计算窗口视野开阔度指数的方法的示例的图像。

[0019] 图8A-图8C示出了根据本发明的实施例的具有相同天空层比例但不同非天空视野距离的示例性窗口视野对的窗口视野开阔度指数的图像，其中图8A示出了具有两个高天空层比例的视野，图8B示出了没有天空层的视野，并且图8C示出了类似的视野。

具体实施方式

[0020] 本发明的实施例示出了一种用于使用窗口视野图像和视野距离来量化和计算 WVOI 的方法和系统，旨在量化窗口视野开阔度，以便于购买者进行住房选择、开发商进行住房评估、以及城市规划者进行可持续规划和设计。该方法和系统基于窗口视野图像的语义和距离信息两者，用于更准确地量化和计算 WVOI。

[0021] 本文使用的术语仅用于描述特定实施例的目的，并不旨在限制本发明。如本文所使用的，术语“和/或”包括一个或多个相关联的所列项目的任何和所有组合。如本文所使用的，单数形式“一”、“一个”和“该”旨在包括复数形式以及单数形式，除非上下文另有明确说明。将进一步理解，当在本说明书中使用时，术语“包括”和/或“包含”指定所述特征、步骤、操作、元件和/或组件的存在，但不排除一个或多个其他特征、步骤、操作、元件、组件和/或其组的存在或添加。

[0022] 除非另有定义，否则本文使用的所有术语（包括技术和科学术语）具有与本发明所

属领域的普通技术人员通常理解的含义相同的含义。将进一步理解,诸如在常用词典中定义的那些术语的术语应当被解释为具有与其在相关领域和本公开的上下文中的含义一致的含义,并且将不以理想化或过度正式的意义来解释,除非在本文中明确地如此定义。

[0023] 当术语“约”在本文中数值结合使用时,应理解该值可以在该值的90%至该值的110%的范围内,即该值可以是所述值的 $\pm 10\%$ 。例如,“约1kg”意指0.90kg至1.1kg。

[0024] 在描述本发明时,应当理解,公开了许多技术和步骤。这些中的每一个具有单独的益处,并且每一个还可以与一个或多个或在一些情况下与所有其他公开的技术结合使用。因此,为了清楚起见,该描述将避免以不必要的方式重复各个步骤的每个可能的组合。然而,应在理解这样的组合完全在本发明和权利要求书的范围内的情况下阅读说明书和权利要求书。

[0025] 参考图1,本发明的用于量化和计算窗口视野开阔度指数的方法包括五个步骤。在第一步骤M1中,靠近窗口的窗口视野的图像由现实世界中的物理相机或由计算系统的虚拟相机捕获。然后,在第二步骤M2中,通过经由用户的手动工作或计算机视觉技术提取远距离层元素(例如,天空)来计算远视野层比例。接下来,在第三步骤M3中,通过借助于测距传感器的手动勘测或自动方法(诸如由具有地理模块的计算系统进行的距离计算)来测量到其余元素(例如,非天空元素)的视野距离。然后,在第四步骤M4中,基于所获得的视野距离来计算开阔度调节因子(OAF)。接下来,基于所获得的远层比例和OAF来计算视野开阔度指数。下面更详细地描述本发明的用于量化和计算窗口视野开阔度指数的方法的这些步骤。

[0026] 步骤1:窗口视野图像生成

[0027] 参考图2,窗口视野图像由诸如真实相机或虚拟相机的图像捕获设备捕获。为图像生成定义多组设置。第一组设置可以包括取向属性,诸如俯仰、倾斜和航向。第二组设置可以包括视锥体属性,诸如视场(FoV)。第三组设置可以包括图像捕获设备在(x,y,z)坐标系中的位置。此外,取向属性和视锥体属性被定义为表示所评估的窗口视野范围。此外,图像捕获设备的位置(x,y,z)和航向由窗口地点信息确定。此外,如图2所示,在真实世界或虚拟环境中的目标窗口位置处捕获窗口视野图像。

[0028] 步骤2:远视野层比例计算

[0029] 参考图3,提取窗口视野图像的远层的比例作为测量视野开阔度的基本因子。远层可以被定义为天空层或包括天空和景观元素的层,例如非常远的建筑物、绿化和水体。以天空层为例,下面的过程描述了如何计算远视野层比例。

[0030] 给定具有 $M \times N$ 个像素的图像 i ,天空层的比例 P_i^{sky} 通过等式(1)定义为比率,

$$[0031] \quad P_i^{\text{sky}} = \frac{|\{p | p \in i, \lambda(p) = \text{sky}\}|}{M \times N}, \quad (1)$$

[0032] 其中 $\lambda(p) = \text{sky}$ (天空)是像素 p 的语义标记,并且 $|\cdot|$ 是指示像素总数的基数运算符。结果, P_i^{sky} 是介于0和1之间的标量值。

[0033] 远景层比例,例如天空比例 P_i^{sky} 可以通过诸如标记的手动方法或诸如计算机视觉技术的自动方法从窗口视野图像中提取。

[0034] 如果提取基于手动方法,则远层中的元素的像素可以由用户直接识别、标记和总结。另一方面,如果提取基于自动方法,例如,设置机器学习,这是流行的计算机视觉技术之

一,则窗口视野图像可以由深度学习模型基于预定义的视野元素标记(诸如天空、水体、建筑物和绿化)进行初始分割。然后,总结远视野层(例如,天空层)中的所标记视野元素的像素以用于面积计算。最后, P_i^{sky} 基于在整个图像i的总面积上的天空层的面积来计算。

[0035] 步骤3:近距离视野层距离测量和计算

[0036] 参考图4,可以在现实世界中测量或由计算系统计算到图像上的其余视野元素(即目标近距离视野层元素,诸如建筑物、绿化和水体)的距离。在现实世界中,目标视野元素与窗口位置之间的距离通过勘测仪器(例如,诸如LiDAR的测距传感器)来测量。另一方面,在通过计算系统的情况下,基于窗口的位置和基于地理位置数据库的目标视野元素来计算距离。然后,距离信息被保存为距离图并与窗口视野图像相关联。

[0037] 步骤4:基于视野距离的开阔度调节因子(OAF)计算

[0038] 参考图5,根据在步骤3中计算的视野距离来总结OAF。OAF可以是来自近距离视野层距离的任何代表性统计值。设置非天空元素(例如,近距离层中的建筑物、绿化和水体)的平均距离作为示例,OAF计算步骤描述如下。

[0039] 给定n个收集的窗口视野图像的非天空平均距离集合D,OAF由等式(2)定义为比率,

$$[0040] \quad I_i^{\text{non-sky}} = \frac{D_i}{\max(D)}, D = \left\{ D_i \mid D_i = \frac{\sum_1^m \text{dist}(p_j)}{m}, i = 1, 2, \dots, n \right\} \quad (2)$$

[0041] 其中 D_i 是图像i中的m个非天空(non-sky)像素的平均视野距离,max和dist是分别计算D的最大值和到像素j上的元素的视野距离的两个函数。因此,示例性 $I_i^{\text{non-sky}}$ 是介于0和1之间的标量值。 $I_i^{\text{non-sky}}$ 越高,它就越能增加开阔度。

[0042] 从步骤3收集的视野距离信息被分配并与非天空像素匹配,以计算 $I_i^{\text{non-sky}}$ 。

[0043] 步骤5:窗口视野开阔度指数计算

[0044] 相较于传统基于图像的开阔度指数仅涉及视野层比例(例如,天空比例),不能充分体现窗口视野开阔度的程度,本发明的实施例的开阔度指数计算基于远视野层比例和来自近距离视野层距离的OAF,如图6所示。

[0045] 通过定义不同的等式,基于视野比例和距离的窗口视野开阔度指数可以具有多种形式。使用步骤2和步骤4中提到的天空比例 P^{sky} 和OAF,非天空元素 $I^{\text{non-sky}}$ 作为示例,示例WVOI由等式(3)定义,

$$[0046] \quad \text{WVOI} = P^{\text{sky}} + (1 - P^{\text{sky}}) \times I^{\text{non-sky}} \quad (3)$$

[0047] 因此,WVOI的所有示例都是介于0和1之间的标量。WVOI越高,窗口具有越大的开阔度。例如,具有50%的天空视野和20%的OAF的窗口的视野开阔度可以计算为 $50\% + (1 - 50\%) \times 20\% = 60\%$ 。

[0048] 材料和方法

[0049] 本发明的实施例的关键技术通过如下所述的示例情况来说明。应当注意,该情况仅说明了本发明的一般构思,因此不应被认为限制其范围。类似的数据和方法也可用于按照如图1所示的一般工作流程计算窗口视野开阔度。

[0050] 步骤1的示例:窗口视野图像生成

[0051] 通过3D照片逼真城市信息模型(CIM)平台上的虚拟相机生成窗口视野图像,以展示如图7A所示的本发明。对于水平视野捕获,包括倾斜和俯仰的相机取向属性都被设置为0,并且FoV被设置为60°。然后,基于目标窗口地点位置(经度、纬度、高度)和航向信息来设置相机位置(x,y,z)和航向。接下来,从地理数据库中提取两种类型的窗口信息。然后,在目标窗口位置处捕获窗口视野并将其保存为图像。

[0052] 步骤2的示例:远视野层比例计算

[0053] 选择天空层来计算窗口视野的基本开阔度比例。天空层由深度学习模型DeepLab V3检测。如图7B所示,通过在图像的整个区域上找到天空层的面积来计算由等式(1)提及的 p^{sky} 。

[0054] 步骤3的示例:近距离视野层距离测量和计算

[0055] 窗口位置与视野上的其余视野元素(即非天空元素)之间的距离由计算系统计算。首先,通过将虚拟相机设置在具有相同参数(诸如参考步骤1的取向和FoV参数)的窗口位置(经度、纬度、高度)处,从呈现的3D CIM返回图像的目标像素位置处的非天空元素的地理位置。然后,计算窗口和视野对象之间的距离。接下来,距离信息被保存为距离图并与视野图像相关联,如图7C所示。

[0056] 步骤4的示例:基于视野距离的开阔度调节因子计算

[0057] 由等式(2)提及的 $I^{\text{non-sky}}$ 用于表示OAF。首先,计算窗口位置和非天空元素之间的平均距离并将其添加到D。然后,将集合D的最大值确定为基准。接下来,使用非天空元素的图像平均视野距离与基准的比率来计算 $I^{\text{non-sky}}$,如图7D所示。

[0058] 步骤5的示例:窗口视野开阔度指数计算

[0059] 由等式(3)提及的示例WVOI用于量化如图7E所示的窗口视野开阔度。图8A-图8C分别示出了三个典型的窗口视野对和量化的WVOI,以分别测试本发明的实施例的可行性。根据图例,蓝色和黄色矩形中的数字分别指示视野图像的天空比例和OAF,而由等式(3)计算的WVOI在灰色矩形中示出。发现与组#2中的视野相比,组#1中的视野具有相同的天空层比例,但是到非天空元素的视野距离更大。并且因此组#1中的视野的WVOI都大于组#2中的视野。计算结果确认,即使对于具有相同比例的天空元素的视野,本发明的系统和方法也可以通过添加视野距离来进一步量化精细尺度视野开阔度差异。

[0060] 本发明利用窗口视野图像的语义和距离信息来有效地计算更准确的WVOI。与传统的基于可见性分析的视野开阔度测量方法相比,利用具有距离信息的窗口视野图像不仅实现了更准确的量化,而且避免了三维数据处理和互视性计算的高成本。与传统的视野-图像-内容开阔度估计方法相比,利用具有距离信息的窗口视野图像可以实现更准确的量化,特别是对于具有相同远层比例的视野而言。

[0061] 与常规技术的比较

[0062] 在一种现有技术(“一种利用互联网街景照片计算城市天空开阔度的方法”,中国专利号CN202010146662.5A)中,计算街道的天空开阔度,基于天际线分析计算开阔度,并且使用街景照片的天空比例来计算天空开阔度,其不涉及视野距离计算。

[0063] 与之相对比,在本发明中,涉及天空和景观层比例以及住宅的视野距离的窗口视野开阔度是从多个层级计算的,并且高层住宅窗口视野不能由街景照片表示。

[0064] 在另一现有技术(“一种基于三维模型的建筑空间开放感的信息处理方法”,中国

专利号CN201911126596.9A)中,提供了一种通过3D模型估计不同建筑物设计的空间开阔度的方法。测量了不同室内布局设计的开阔度,该模型集中在单个建筑物层面上,并使用传统的可见性分析来测量空间开阔度。

[0065] 与之相对比,在本发明中,测量对外界的窗口视野开阔度,测量城市规模的窗口视野开阔度,并使用具有视野距离信息的视野摄影。

[0066] 在又一现有技术(“method and apparatus for automating observer-centered analysis of viewing area in urban center using 3D sensor data(使用3D传感器数据对城市中心的观看区域进行自动以观察者为中心的分析的方法和装置)”,韩国专利No.KR1019739030000*)中,提供了一种从以观察者为中心的视角测量城市中心的观看区域的方法和装置。测量城市中心暴露于天空的面积,并使用传统的可见性分析。

[0067] 与之相对比,在本发明中,分析多级窗口视野开阔度,并使用具有视野距离信息的窗口视野图像。

[0068] 因此,与视野开阔度的传统量化相比,本发明的系统和方法可以更准确地计算开阔度指数以区分各种窗口视野,从而惠及包括房地产估价和可持续城市规划和设计的许多相关学科和领域。

[0069] 本文提及或引用的所有专利、专利申请、临时申请和出版物通过引用整体并入,包括所有附图和表格,只要它们与本说明书的明确教导不矛盾。

[0070] 应当理解,本文所述的示例和实施例仅用于说明目的,并且本领域技术人员被暗示这些示例和实施例的各种修改或改变,并且这些修改或改变包括在本申请的精神和范围内。此外,本文公开的任何发明或其实施例的任何元素或限制可以与本文公开的任何和/或所有其他元素或限制(单独地或以任何组合)或任何其他发明或其实施方式组合,并且所有这些组合都在本发明的范围内,而不限于此。

[0071] 参考文献

[0072] 1.Chang,C.Y.(2021年):Window view quality:investigation of measurement method and proposed view attributes(谢菲尔德大学博士论文)。

[0073] 2.Fisher-Gewirtzman,D.(2018年):“Integrating ‘weighted views’ to quantitative 3D visibility analysis as a predictive tool for perception of space.Environment and planning B:Urban Analytics and City Science,45(2),345-366.doi:10.1177/0265813516676486

[0074] 3.Gong,F.-Y.,Zeng,Z.-C.,Zhang,F.,Li,X.,Ng,E.和Norford,L.K.(2018年):Mapping sky,tree,and building view factors of street canyons in a high-density urban environment.Building and Environment,134,155-167.doi:10.1016/j.buildenv.2018.02.042

[0075] 4.Xia,Y.,Yabuki,N.&Fukuda,T.(2021年):Sky view factor estimation from street view images based on semantic segmentation.Urban Climate,40,100999.doi:10.1016/j.uclim.2021.100999。

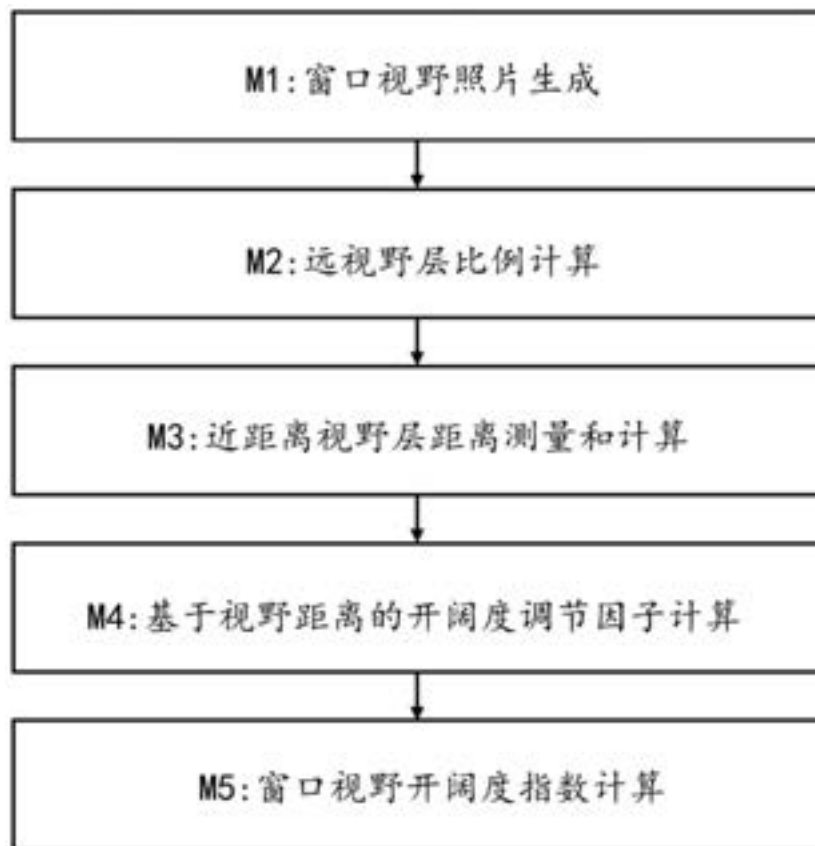


图1

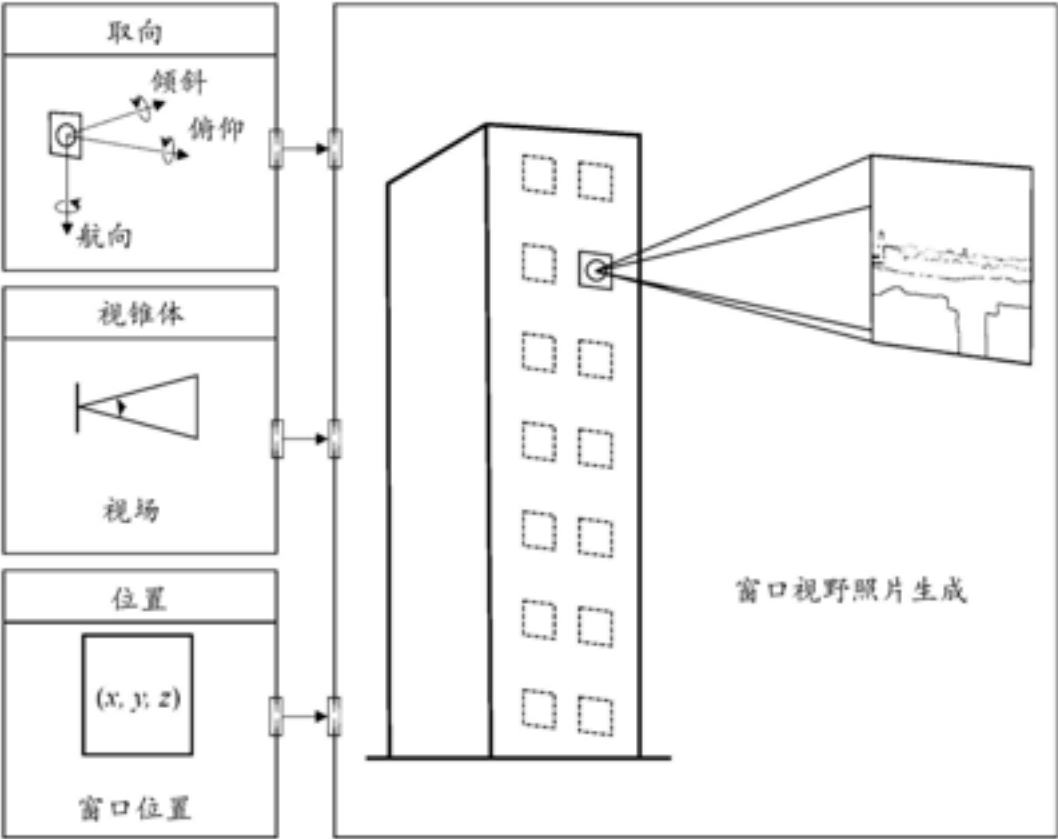


图2

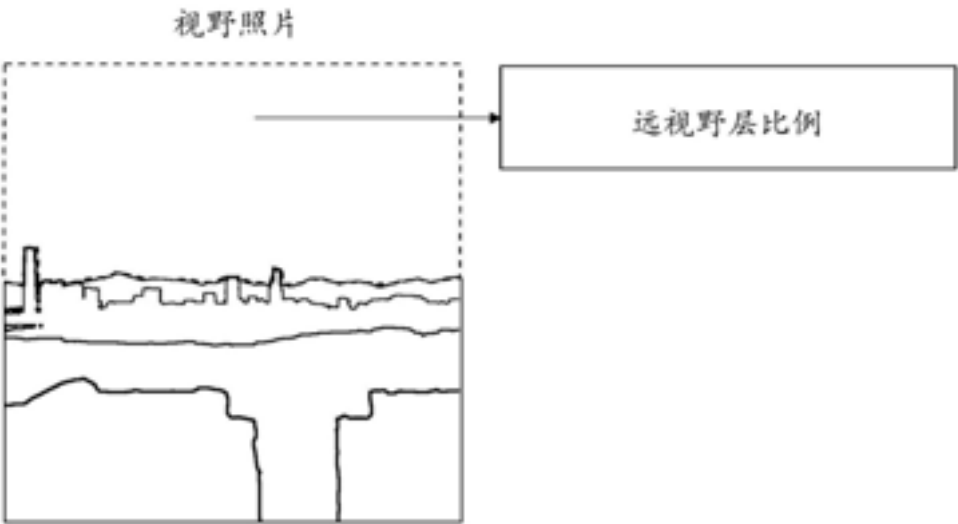


图3

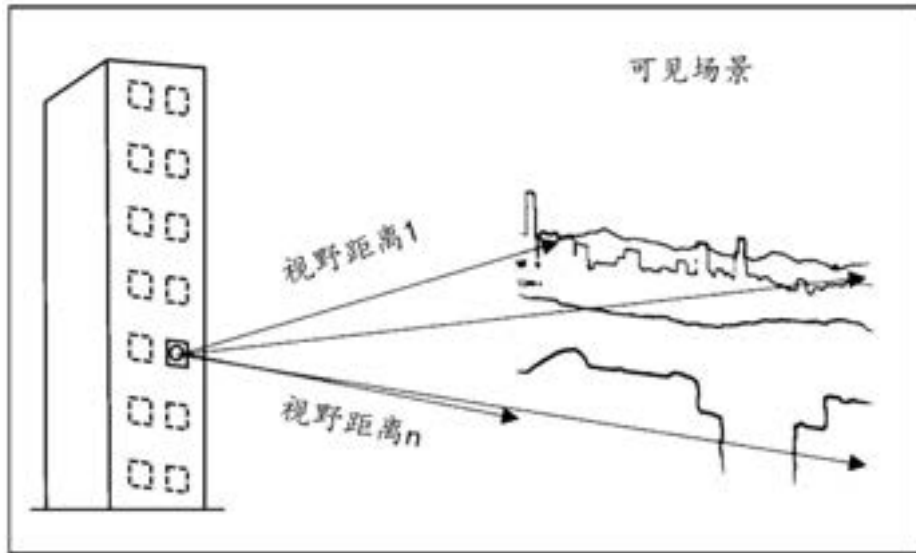


图4

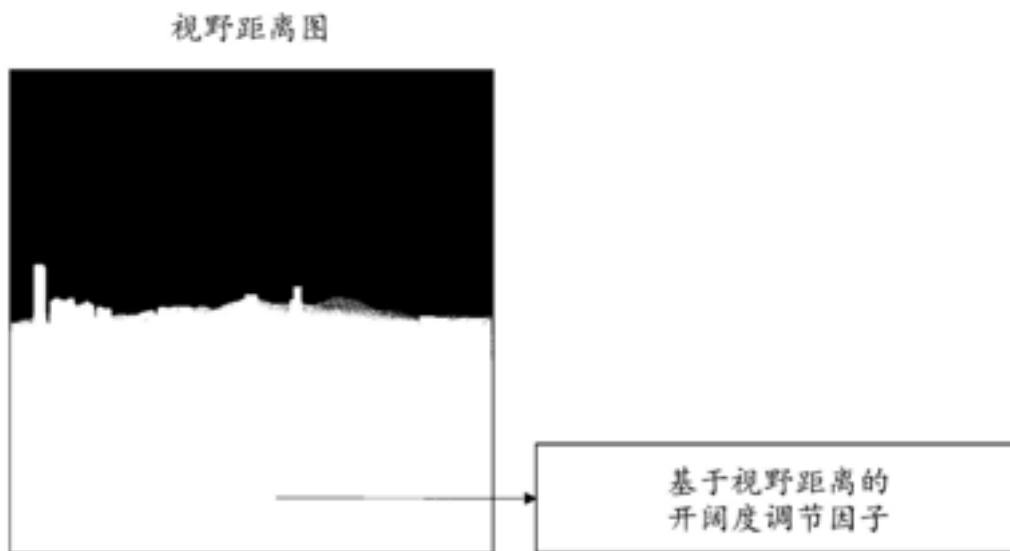


图5

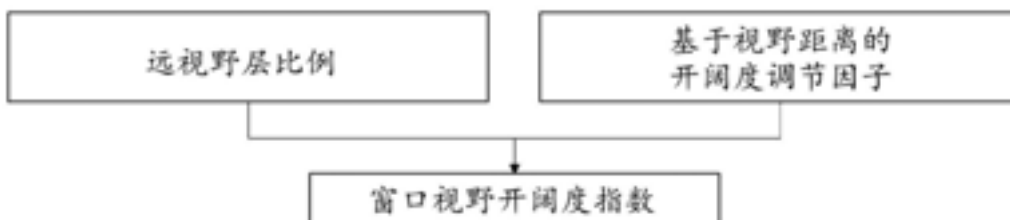


图6

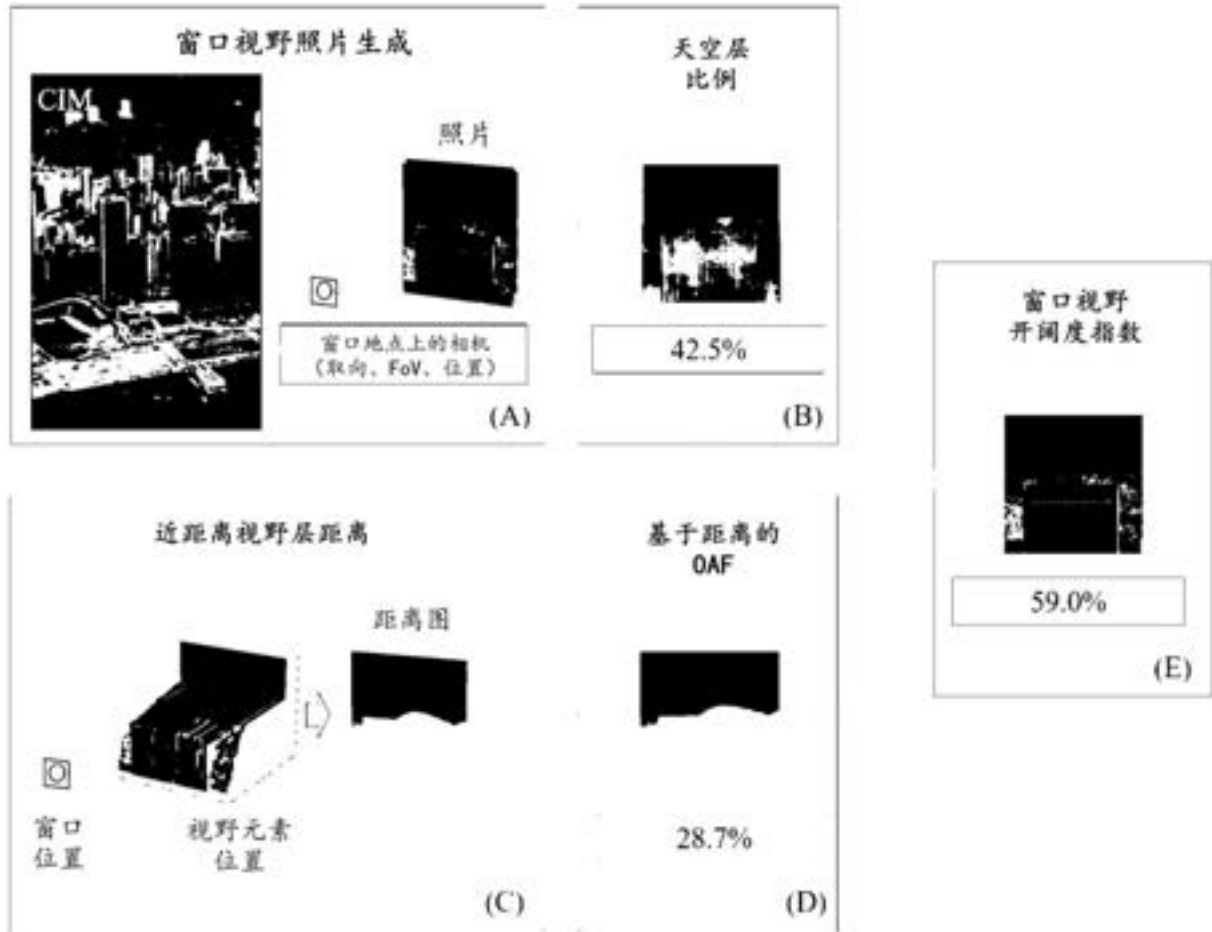


图7A-图7E

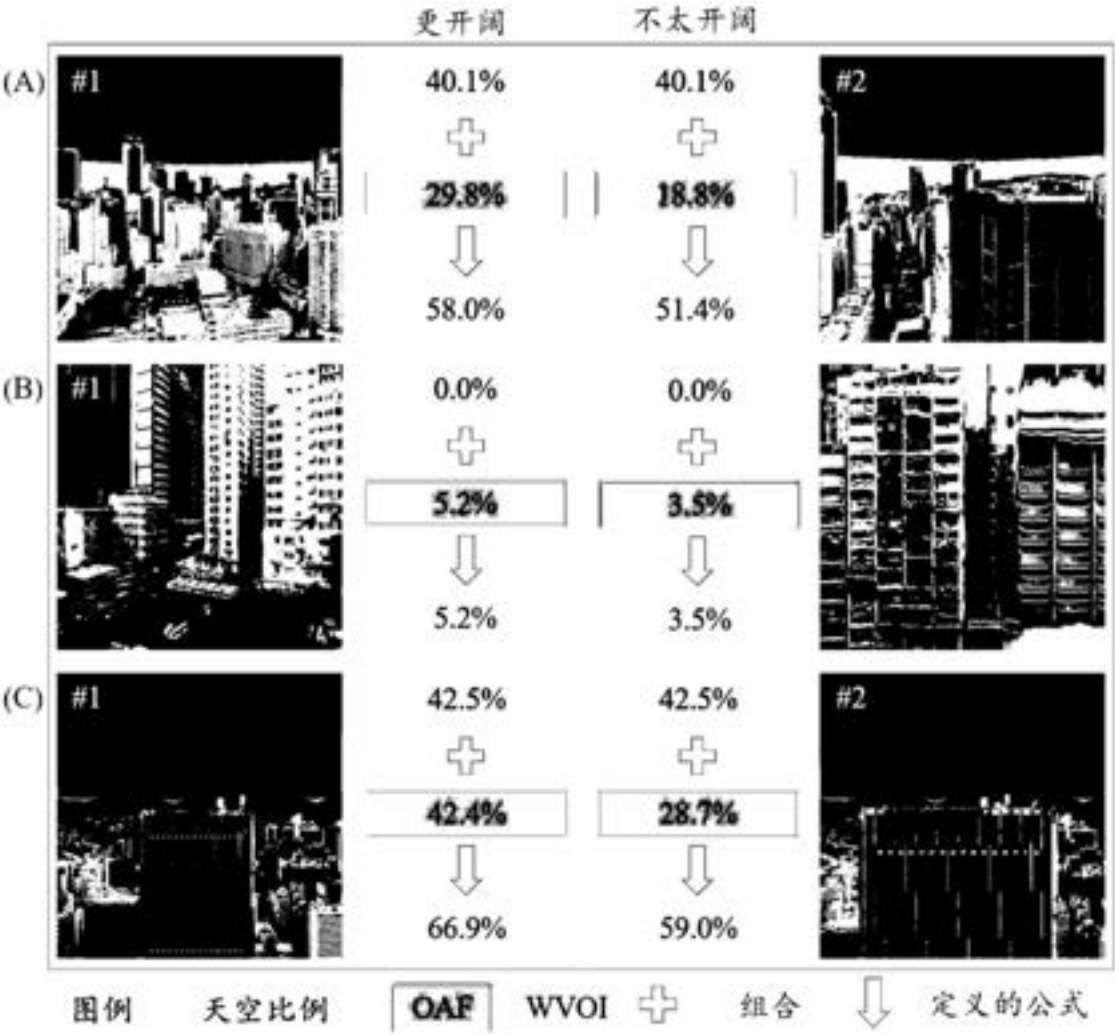


图8A-图8C