



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105263437 B

(45)授权公告日 2017.10.03

(21)申请号 201480020976.3

(22)申请日 2014.02.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105263437 A

(43)申请公布日 2016.01.20

(30)优先权数据
PA201370077 2013.02.13 DK
61/764,178 2013.02.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.10.13

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/052842 2014.02.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/125037 EN 2014.08.21

(73)专利权人 3形状股份有限公司
地址 丹麦哥本哈根

(72)发明人 B·埃斯本奇 C·R·罗斯贝格
迈克·范德普尔

拉斯马斯·克耶尔 M·温瑟
卡尔-约瑟夫·霍伦贝克

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 武晨燕 迟姗

(51)Int.Cl.
A61C 9/00(2006.01)
G01B 11/25(2006.01)

(56)对比文件
US 2012140243 A1,2012.06.07,
CN 102802520 A,2012.11.28,
US 2005285027 A1,2005.12.29,
CN 102112845 A,2011.06.29,
CN 102402799 A,2012.04.04,
US 2010145898 A1,2010.06.10,
CN 102008282 A,2011.04.13,
W0 2012007003 A1,2012.01.19,
W0 2012083967 A1,2012.06.28,

审查员 刘翠萍

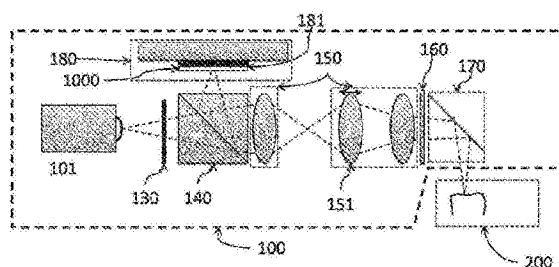
权利要求书2页 说明书15页 附图5页

(54)发明名称

记录颜色的聚焦扫描装置

(57)摘要

公开一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统和方法,并且其中所述图像传感器像素的块的表面几何形状信息和表面颜色信息两者至少部分地从由所述彩色图像传感器记录的一个2D图像导出。



1. 一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的聚焦扫描器系统,所述聚焦扫描器系统通过沿着光轴平移焦平面并且从物体的一个视图捕获2D图像的栈而进行操作,所述聚焦扫描器系统包括:

-多色光源,所述多色光源配置成提供用于物体的照明的多色探测光,

-彩色图像传感器,所述彩色图像传感器包括用于捕获从所述物体接收的光的2D图像的图像传感器像素的阵列,以及

-数据处理系统,所述数据处理系统配置成用于:

i. 从2D图像的记录栈中的至少两个2D图像,导出所述图像传感器像素的块的表面几何形状信息和表面颜色信息两者;以及

ii. 基于从图像传感器像素的多个块导出的表面几何形状信息和表面颜色信息生成物体表面的子扫描,其中,对于对应于图像传感器像素的一个块的生成的子扫描上的点的子扫描颜色是根据从所述至少两个2D图像导出的表面颜色信息来确定的。

2. 根据权利要求1所述的聚焦扫描器系统,其中,所述数据处理系统配置成组合多个子扫描以生成所述物体的数字3D表示。

3. 根据权利要求1所述的聚焦扫描器系统,其中,所述聚焦扫描器系统包括配置成将空间图案包含在所述探测光中的图案生成元件。

4. 根据权利要求1所述的聚焦扫描器系统,其中,导出表面几何形状信息和表面颜色信息包括针对若干2D图像计算由图像传感器像素的所述块捕获的2D图像的部分和加权函数之间的相关度,其中基于空间图案的配置的信息确定所述加权函数。

5. 根据权利要求4所述的聚焦扫描器系统,其中,导出图像传感器像素的块的表面几何形状信息和表面颜色信息包括识别沿着光轴的相应的相关度具有最大值的位置。

6. 根据权利要求4所述的聚焦扫描器系统,其中,生成子扫描包括确定对于图像传感器像素的每个块描述沿着光轴的相关度的变化的相关度函数并且识别沿着光轴的相关度函数对于该块具有最大值的位置。

7. 根据权利要求5或6所述的聚焦扫描器系统,其中,最大相关度值是图像传感器像素的块的最高计算相关度值和/或图像传感器像素的块的相关度函数的最高最大值。

8. 根据权利要求5所述的聚焦扫描器系统,其中,基于对于图像传感器像素的相应块相关度具有其最大值的栈中的2D图像的表面颜色信息来确定对于生成的子扫描上的点的子扫描颜色。

9. 根据权利要求1所述的聚焦扫描器系统,其中,对于生成的子扫描上的点的子扫描颜色通过内插从栈中的所述至少两个2D图像导出的表面颜色信息而确定。

10. 根据权利要求1所述的聚焦扫描器系统,其中,所述数据处理系统配置成计算子扫描的多个点的平滑子扫描颜色,其中,所述计算包括不同点的子扫描颜色的平均。

11. 根据权利要求2所述的聚焦扫描器系统,其中,所述数据处理系统配置成确定所述物体的生成的数字3D表示的至少一个点的物体颜色,使得所述数字3D表示表达所述物体的几何形状和颜色配置两者。

12. 根据权利要求11所述的聚焦扫描器系统,其中,确定物体颜色包括计算针对物体表面的该点处的重叠子扫描中的相应点导出的子扫描颜色值的加权平均值。

13. 根据权利要求1所述的聚焦扫描器系统,其中,所述数据处理系统配置成比较被捕

获2D图像和/或物体的生成子扫描的部分的导出表面颜色信息与牙齿和口内组织的预定颜色范围,并且抑制颜色不在两个预定颜色范围之中的一个范围内的部分的导出表面颜色信息或子扫描颜色的红色分量。

14.根据权利要求1所述的聚焦扫描器系统,其中,所述彩色图像传感器包括颜色过滤器阵列,其包括至少三种类型的颜色过滤器,每个允许已知波长范围W1、W2和W3中的光相应地传播通过颜色过滤器。

15.根据权利要求14所述的聚焦扫描器系统,其中,所述表面几何形状信息从由所述多色光源提供的光谱的选定波长范围中的光导出。

16.根据权利要求15所述的聚焦扫描器系统,其中,颜色过滤器阵列使得它的具有匹配光谱的选定波长范围的颜色过滤器的像素的比例大于50%。

17.根据权利要求16所述的聚焦扫描器系统,其中所述比例等于32/36、60/64或96/100。

18.根据权利要求15所述的聚焦扫描器系统,其中,所述选定波长范围匹配W2波长范围。

19.根据权利要求14所述的聚焦扫描器系统,其中所述颜色过滤器阵列包括6×6颜色过滤器的多个单元,其中在每个单元的位置(2,2)和(5,5)处的颜色过滤器属于W1类型,在位置(2,5)和(5,2)处的颜色过滤器属于W3类型。

20.根据权利要求19所述的聚焦扫描器系统,其中6×6单元中的剩余32个颜色过滤器属于W2类型。

21.根据权利要求3所述的聚焦扫描器系统,其中图案生成元件配置成使得空间图案包括以棋盘状图案布置的交替暗和亮区域。

22.根据权利要求9所述的聚焦扫描器系统,其中,所述至少两个2D图像包括来自栈的相邻2D图像。

23.根据权利要求10所述的聚焦扫描器系统,其中,所述计算包括对子扫描上的周围点的颜色的加权平均。

24.一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的方法,所述方法包括:

- 获得根据前述权利要求中的任一项所述的聚焦扫描器系统,
- 用来自所述多色光源的探测光照明所述物体的表面;
- 使用所述彩色图像传感器捕获所述物体的2D图像的栈;
- 从在2D图像的记录的栈中的至少两个2D图像,导出图像传感器像素的块的表面几何形状信息和表面颜色信息两者;以及
- 基于从图像传感器像素的多个块导出的表面几何形状信息和表面颜色信息生成物体表面的子扫描,其中,对于对应于图像传感器像素的一个块的生成的子扫描上的点的子扫描颜色是根据从所述至少两个2D图像导出的表面颜色信息来确定的。

记录颜色的聚焦扫描装置

技术领域

[0001] 本申请涉及物体的表面几何形状和表面颜色的三维(3D)扫描。特定应用在牙科学中,特别是用于口内扫描。

背景技术

[0002] 3D扫描器在本领域中是众所周知的,并且口内牙科3D扫描器(例如,Sirona Cerec,Cadent Itero,3Shape TRIOS)同样如此。

[0003] 记录表面颜色的能力在许多应用中是有用的。例如在牙科学中,用户可以区分组织的类型或检测现有的修复物。例如在材料检验中,用户可以检测表面异常,如结晶缺陷或褪色。以上一般都不可能仅仅从表面几何形状信息获得。

[0004] W02010145669提到记录颜色的能力。特别地,每个针对不同颜色(典型地,蓝、绿和红)的照明拍摄的若干顺序图像组合以形成合成彩色图像。因此该方法需要改变光源颜色的装置,如颜色过滤器。此外,在手持使用中,扫描器将在照明序列期间相对于被扫描物体移动,减小合成彩色图像的质量。

[0005] US7698068和US8102538(Cadent Inc.)也描述了一种口内扫描器,其用一个或多个图像传感器记录几何形状数据和纹理数据。然而,在颜色和几何形状记录之间分别有微小延迟。US7698068需要不同颜色的顺序照明以形成合成图像,而US8102538提到白光作为一种可能性,然而来自第二照明源或由第二图像传感器记录,第一组用于记录几何形状。

[0006] W02012083967公开了一种扫描器,其用两个独立的照相机记录几何形状数据和纹理数据。当第一照相机关于基于多个图像提供聚焦扫描具有较浅的景度时,第二照相机关于从单个图像提供颜色纹理信息具有较大景深。

[0007] 颜色记录扫描共焦显微镜也从现有技术获知(例如,Keyence VK9700;也参见JP2004029373)。白光照明系统与彩色图像传感器一起用于记录2D纹理,同时激光束形成点,所述点被扫描,即在表面上移动并且由光电倍增器记录,从多个深度测量提供几何形状数据,点的每个位置进行一次深度测量。移动点的原理需要被测量物体在测量期间不相对于显微镜移动,并且因此不适合于手持使用。

发明内容

[0008] 本申请的一个方面将提供一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统和方法,并且其中表面几何形状和表面颜色从相同的被捕获2D图像导出。

[0009] 本申请的一个方面将提供一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统,并且其中所有2D图像使用相同的彩色图像传感器捕获。

[0010] 本申请的一个方面将提供一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统和方法,其中与表面几何形状和表面颜色相关的信息同时被采集使得不需要与被记录表面几何形状相关的数据和与被记录表面颜色相关的数据的对准以便生成表达物体的颜色和几何形状两者的物体的数字3D表示。

[0011] 公开一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统,所述扫描器系统包括:

[0012] -多色光源,所述多色光源配置成提供用于物体的照明的多色探测光,

[0013] -彩色图像传感器,所述彩色图像传感器包括用于捕获从所述物体接收的光的一个或多个2D图像的图像传感器像素的阵列,以及

[0014] -数据处理系统,所述数据处理系统配置成至少部分地从由所述彩色图像传感器记录的一个2D图像导出所述图像传感器像素的块的表面几何形状信息和表面颜色信息两者。

[0015] 公开一种记录物体的表面几何形状和表面颜色的方法,所述方法包括:

[0016] -获得扫描器系统,所述扫描器系统包括多色光源和包括图像传感器像素的阵列的彩色图像传感器;

[0017] -用来自所述多色光源的多色探测光照明所述物体的表面;

[0018] -使用所述彩色图像传感器捕获所述物体的一系列2D图像;以及

[0019] -至少部分地从一个被捕获2D图像导出所述图像传感器像素的块的表面几何形状信息和表面颜色信息两者。

[0020] 在本申请的上下文中,短语“表面颜色”可以指的是物体表面的表观颜色,并且因此在一些情况下,例如对于半透明或部分透明物体(如牙齿),由来自物体表面和/或在物体表面下方的材料(如在物体表面正下方的材料)的光导致。

[0021] 在本申请的上下文中,短语“至少部分地从一个2D图像导出”指的是图像传感器像素的指定块的表面几何形状信息至少部分地从一个2D图像导出并且相应表面颜色信息至少部分地从相同2D图像导出的情形。该短语也涵盖图像传感器像素的指定块的表面几何形状信息至少部分地从一系列被捕获2D图像的多个2D图像导出并且相应表面颜色信息至少部分地从该一系列被捕获2D图像的相同2D图像导出的情况。

[0022] 至少部分地从一个2D图像导出所述图像传感器像素的块的表面几何形状信息和表面颜色信息两者的优点在于可以实现仅仅具有一个图像传感器的扫描器系统。至少部分地从一个2D图像导出表面几何形状信息和表面颜色信息是有利的,原因是这固有地提供同时采集两种类型的信息。因此不需要两个彩色图像传感器的操作的准确定时,当一个图像传感器用于几何形状记录并且另一个用于颜色记录时可能就是这样。尤其不需要解释从其导出表面几何形状信息的2D图像的捕获的定时和从其导出表面颜色信息的2D图像的捕获的定时的显著差异的精密计算。

[0023] 本申请对现有技术的显著改进在于仅仅需要单个图像传感器和单个多色光源,并且物体的至少一部分的表面颜色和表面几何形状可以从相同的一个2D图像或多个2D图像导出,这也意味着颜色和表面几何形状的对准固有地是完美的。在根据本申请的扫描器系统中,不需要考虑在获得表面几何形状和表面颜色之间补偿物体和扫描器系统的相对运动。由于在精确相同时间获得表面几何形状和表面颜色,因此扫描器系统在获得表面几何形状和表面颜色时自动地保持其相对于物体表面的空间布置。这使本申请的扫描器系统适合于手持使用,例如作为口内扫描器,或者适合于扫描移动物体。

[0024] 在一些实施例中,数据处理系统配置成从一系列2D图像,例如从一系列被捕获2D图像中的多个2D图像导出图像传感器像素的所述块的表面几何形状信息和表面颜色信息。

即,数据处理系统能够分析一系列被捕获2D图像中的多个2D图像以便导出图像传感器像素的块的表面几何形状信息并且也从从其导出表面几何形状信息的2D图像中的至少一个导出表面颜色信息。

[0025] 在一些实施例中,数据处理系统配置成从一系列被捕获2D图像的多个2D图像导出表面颜色信息并且从从其导出表面颜色信息的2D图像中的至少一个导出表面几何形状信息。

[0026] 在一些实施例中,数据处理系统配置成从一系列被捕获2D图像的多个2D图像导出表面几何形状信息并且从从其导出表面几何形状信息的2D图像中的至少一个导出表面颜色信息。

[0027] 在一些实施例中,从其导出表面颜色信息的一组2D图像与从其导出表面几何形状信息的一组2D图像相同。

[0028] 在一些实施例中,数据处理系统配置成基于从图像传感器像素的多个块导出的表面几何形状信息和表面颜色信息生成物体表面的一部分的子扫描。子扫描至少表达物体的一部分的几何形状并且典型地一个子扫描从被捕获2D图像的一个栈导出。

[0029] 在一些实施例中,分析被捕获图像的系列的所有2D图像以导出彩色图像传感器上的图像传感器像素的每个块的表面几何形状信息。

[0030] 对于图像传感器像素的指定块,可以分析栈中的被捕获2D图像的相应部分以导出该块的表面几何形状信息和表面颜色信息。

[0031] 在一些实施例中,对于图像传感器像素的该特定块,表面几何形状信息与物体表面相对于扫描器系统坐标系所处的位置相关。

[0032] 本申请的扫描器系统和方法的一个优点在于同时获得用于生成表达物体的几何形状和颜色两者的子扫描的信息(从一个视图看)。

[0033] 针对物体的多个不同视图生成子扫描使得它们一起覆盖表面的一部分。

[0034] 在一些实施例中,数据处理系统配置成组合多个子扫描以生成物体的数字3D表示。物体的数字3D表示然后优选地表达物体的被记录几何形状和颜色两者。

[0035] 物体的数字3D表示可以呈数据文件的形式。当物体是患者的牙齿组时该牙齿组的数字3D表示例如可以用于患者的牙齿组的物理模型的CAD/CAM制造。

[0036] 表面几何形状和表面颜色都从由彩色图像传感器记录的光确定。

[0037] 在一些实施例中,从物体接收的光源自多色光源,即,它是从物体的表面反射或散射的探测光。

[0038] 在一些实施例中,从物体接收的光包括由来自多色光源的探测光激发的荧光,即,由物体表面中的荧光材料发射的荧光。

[0039] 在一些实施例中,第二光源用于荧光的激发,而多色光源提供用于获得物体的几何形状和颜色的光。

[0040] 扫描器系统优选地包括光学系统,所述光学系统配置成朝着待扫描的物体引导由多色光源发射的光并且将从物体接收的光引导到彩色图像传感器使得所述物体的2D图像可以由所述彩色图像传感器捕获。

[0041] 在一些实施例中,扫描器系统包括用于朝着物体传输来自多色光源的探测光的第一光学系统,如透镜装置,和用于在彩色图像传感器处成像从物体接收的光的第二光学系

统。

[0042] 在一些实施例中,单个光学系统优选地沿着相同光轴,但是在沿着光轴的相反方向上将探测光成像到物体上并且将物体或物体的至少一部分成像到彩色图像传感器上。扫描器可以包括位于光路中的至少一个分束器,其中分束器布置成使得它朝着物体引导来自多色光源的探测光,同时它朝着彩色图像传感器引导从物体接收的光。

[0043] 若干扫描原理是合适的,如三角测量和聚集扫描。

[0044] 在一些实施例中,扫描器系统是通过沿着扫描器系统的光轴平移焦平面并且在不同焦平面位置处捕获2D图像使得被捕获2D图像的每个系列形成2D图像的栈而操作的聚集扫描器系统。焦平面位置优选地沿着扫描器系统的光轴移动,使得在沿着光轴的多个焦平面位置处捕获的2D图像形成物体的指定视图(即,扫描器系统相对于物体的指定布置)的2D图像的所述栈。在改变扫描器系统相对于物体的布置之后可以捕获该视图的2D图像的新栈。可以借助于至少一个聚焦元件(例如,移动聚焦透镜)改变焦平面位置。

[0045] 在一些聚焦扫描器实施例中,扫描器系统包括配置成包含所述探测光中的空间图案的图案生成元件。

[0046] 在一些实施例中,图案生成元件配置成提供由扫描器系统投射到物体上的探测光包括由暗部分和具有光的部分组成的图案,所述光具有根据多色光源的波长分布的波长分布。

[0047] 在一些实施例中,多色光源包括宽带光源,如白光光源。

[0048] 在一些实施例中,彩色图像传感器的像素和图案生成元件配置成提供每个像素对应于包含在所述探测光中的空间图案的单个亮或暗区域。

[0049] 对于聚焦扫描器系统,通过识别对于图像传感器像素的该块物体表面在离传感器系统多远的距离处焦点对准而导出图像传感器像素的指定块的表面几何形状信息。

[0050] 在一些实施例中,导出表面几何形状信息和表面颜色信息包括针对若干2D图像,如对于被捕获2D图像的栈中的若干2D图像,计算由图像传感器像素的所述块捕获的2D图像的部分和加权函数之间的相关度。在这里优选地基于空间图案的配置的信息确定加权函数。可以针对栈的每个2D图像计算相关度。

[0051] 扫描器系统可以包括用于评价至少一个图像像素和加权函数之间的每个焦平面位置处的相关度的装置,其中基于空间图案的配置的信息确定加权函数。

[0052] 在一些实施例中,导出图像传感器像素的块的表面几何形状信息和表面颜色信息包括识别相应的相关度具有最大值的沿着光轴的位置。相应的相关度具有最大值的沿着光轴的位置可以与已捕获2D图像的位置重合,但是它更加可能在2D图像的栈的两个相邻2D图像之间。

[0053] 确定表面几何形状信息然后可以涉及针对焦平面的每个位置计算由图案提供的空间结构化光信号和图案本身(我们称为参考)的变化的相关度并且找出2D图像的该栈的极值的位置。在一些实施例中,图案是静态的。这样的静态图案例如可以作为覆铬玻璃(chrome-on-glass)图案实现。

[0054] 用测量结果的离散集合数学地限定相关度的一种方式作为从信号向量 $I = (I_1, \dots, I_n)$ 和参考权重的参考向量 $f = (f_1, \dots, f_n)$ 计算的点积,其中 $n > 1$ 元素表示传感器信号。然后由下式给出相关度A:

$$[0055] \quad A = f \cdot I = \sum_{i=1}^n f_i I_i$$

[0056] 信号向量中的元素上的标引表示典型地在像素的块中的不同像素处记录的传感器信号。参考向量f可以在校准步骤中获得。

[0057] 通过使用在扫描器中使用的光学系统的知识,能够在像素块基础上将相关度的极值的位置(即,焦平面)转换成深度数据信息。这样组合的所有像素块提供深度数据的阵列。换句话说,深度沿着从光学设计获知和/或从校准发现的光路,并且图像传感器上的像素的每个块表示光路的端点。所以,对于一束路径,沿着光路的深度产生扫描器的视场内的表面几何形状,即,当前视图的子扫描。

[0058] 平滑和内插一系列相关度值会是有利的,从而获得最大值的位置的更稳健和精确确定。

[0059] 在一些实施例中,生成子扫描包括确定对于图像传感器像素的每个块描述沿着光轴的相关度的变化的相关度函数并且识别相关度函数对于该块具有它们的最大值的沿着光轴的位置。

[0060] 在一些实施例中,最大相关度值是图像传感器像素的块的最高计算相关度值和/或图像传感器像素的块的相关度函数的最高最大值。

[0061] 例如,对于记录最大值的两侧的若干图像上的像素块,多项式可以拟合到值A,并且可以从拟合多项式的最大值找到推断最大值的位置,其可以在两个图像之间。当从当前视图导出表面几何形状时,即当导出该视图的子扫描时,推断最大值随后用作深度数据信息。

[0062] 在一些实施例中,数据处理系统配置成基于对于图像传感器像素的相应块相关度具有其最大值的系列的2D图像的表面颜色信息确定生成的子扫描上的点的子扫描颜色。颜色例如可以作为图像传感器像素的所述块中的像素的RGB值被读出。

[0063] 在一些实施例中,数据处理系统配置成基于对于图像传感器像素的相应块相关度具有其最大值的系列中的2D图像的表面颜色信息并且基于至少一个附加2D图像(例如来自被捕获2D图像的系列的相邻2D图像)导出生成的子扫描上的点的子扫描颜色。表面颜色信息仍然从从其导出表面几何形状信息的2D图像中的至少一个导出。

[0064] 在一些实施例中,数据处理系统配置成当确定子扫描颜色时内插系列中的至少两个2D图像的表面颜色信息,例如内插系列中的相邻2D图像的表面颜色信息。

[0065] 在一些实施例中,数据处理系统配置成计算子扫描的多个点的平滑颜色,其中计算包括不同点的子扫描颜色的平均,例如子扫描上的周围点的颜色的加权平均。

[0066] 图像传感器像素的块的表面颜色信息至少部分地从从其导出表面几何形状信息的相同图像导出。在最大值A的位置由2D图像表示的情况下,然后颜色也从该相同图像导出。在通过内插到两个图像之间找出最大值A的位置的情况下,然后那两个图像中的至少一个应当用于导出颜色,或使用内插的两个图像也用于导出颜色。也可能平均来自相关度的最大值的位置的确定中所使用的两个以上图像的颜色数据,或者平均来自用于导出表面几何形状的多个图像的子集或超集的颜色。在任何情况下,一些图像传感器像素读数用于导出被扫描物体的至少一部分的表面颜色和表面几何形状两者。

[0067] 典型地,有三个颜色过滤器,因此总体颜色由三个分布组成,如红、绿和蓝,或青、品红和黄。应当注意颜色过滤器典型地允许一定范围的波长通过,并且典型地在过滤器之间有干扰,例如使得一些绿光将有助于用红色过滤器在像素中测量的强度。

[0068] 对于具有颜色过滤器阵列的图像传感器,像素块内的颜色分量 c_j 可以如下获得:

$$[0069] \quad c_j = \sum_{i=1}^n g_{j,i} I_i$$

[0070] 其中如果像素 i 具有针对颜色 c_j 的过滤器则 $g_{j,i}=1$,否则为0。对于类似贝尔图案中的RGB过滤器阵列, j 是红、绿或蓝中的一种。可能需要单独的颜色分量的进一步加权(即,颜色校准)以获得自然颜色数据,典型地补偿变化的过滤器效率、照明源效率和过滤器图案中的颜色分量的不同分数。校准也可以取决于焦平面位置和/或视场内的位置,原因是光源部件颜色的混合可以随着那些因素而变化。

[0071] 在一些实施例中,针对像素块中的每个像素获得表面颜色信息。在具有颜色过滤器阵列或分离颜色的其它装置(如衍射装置)的彩色图像传感器中,取决于用特定像素测量的颜色,获得该颜色的强度值。换句话说,在该情况下特定像素具有仅仅用于一种颜色的颜色值。最近开发的彩色图像传感器允许在相同像素中、在衬底中的不同深度处测量若干颜色,因此在该情况下,特定像素可以产生若干颜色的强度值。总之,能够获得固有地比表面几何形状信息更高的表面颜色数据的分辨率。

[0072] 在导出颜色的分辨率高于物体的生成的数字3D表示的表面几何形状的分辨率的实施例中,当至少近似地焦点对准时图案将是可见的。当导出颜色时优选地就是这种情况。图像可以过滤从而视觉地去除图案,但是损失分辨率。实际上,用户能够看到图案是有利的。例如在口内扫描中,检测预备体的边界线、缘边或边缘可能是重要的。覆盖在该边缘的几何形状上的图案的图像在近似垂直看到的一侧更清晰,并且在成锐角看到的一侧更模糊。因此,与单独地检查表面几何形状相比,在该例子中典型地是牙科医生或牙科技师的用户可以使用清晰度的差异来更精确地定位边界线的位置。

[0073] 物体上的焦点对准图案图像的高空间对比度对于获得彩色图像传感器上的相关度的良好信噪比来说是期望的。可以通过在彩色图像传感器上优先成像从物体的镜面反射改善的空间对比度。因此,一些实施例包括用于镜面反射光的优先/选择成像的装置。如果扫描器还包括用于例如借助于至少一个偏振分束器偏振探测光的装置,则这可以被提供。

[0074] 在一些实施例中,偏振光学器件被涂覆从而优化用于记录表面几何形状的多色光源的光谱的一部分的圆偏振的保持。

[0075] 扫描器系统还可以包括用于改变探测光和/或从物体接收的光的偏振状态的装置。这可以借助于优选地位于光路中的延迟板被提供。在一些实施例中,延迟板是四分之一波长延迟板。

[0076] 尤其对于被扫描物体例如是患者的牙齿组的口内应用,扫描器可以具有长形尖端,具有用于引导探测光和/或成像物体的装置。这可以借助于至少一个折叠元件被提供。折叠元件可以是光反射元件,如反射镜或棱镜。探测光然后沿着至少部分地由折叠元件限定的光轴从扫描器系统出现。

[0077] 对于聚焦扫描技术的更深入描述,参见W02010145669。

[0078] 在一些实施例中,数据处理系统配置成确定物体的生成的数字3D表示的至少一个点的颜色,使得数字3D表示表达物体的几何形状和颜色配置两者。可以针对生成的数字3D表示的若干点确定颜色使得物体的被扫描部分的颜色配置由数字3D表示表达。

[0079] 在一些实施例中确定物体颜色包括计算针对物体表面的该点处的重叠子扫描中的相应点导出的颜色值的加权平均值。该加权平均值然后可以用作物体的数字3D表示中的点的颜色。

[0080] 在一些实施例中,数据处理系统配置成检测被捕获2D图像中的饱和像素并且减轻或去除由像素饱和导致的导出表面颜色信息或子扫描颜色中的误差。

[0081] 在一些实施例中,通过在子扫描的平滑颜色的计算中将低权重分配给饱和像素的表面颜色信息和/或将低权重分配给基于饱和像素计算的子扫描的颜色减轻或去除由饱和像素导致的误差。

[0082] 在一些实施例中,数据处理系统配置成比较被捕获2D图像和/或物体的生成子扫描的部分的导出表面颜色信息和牙齿和口内组织的预定颜色范围,并且抑制颜色不是两个预定颜色范围中的一个的部分的导出表面颜色信息或子扫描颜色的红色分量。

[0083] 这里公开的扫描器系统包括多色光源,例如白光源,例如多晶片LED。

[0084] 从被扫描物体接收的光(如从物体表面返回的探测光或通过激发物体的荧光部分由探测光生成的荧光)由彩色图像传感器记录。在一些实施例中,彩色图像传感器包括颜色过滤器阵列使得彩色图像传感器中的每个像素是颜色特定过滤器。颜色过滤器优选地以规则图案布置,例如其中颜色过滤器根据贝尔颜色过滤器图案布置。这样获得的图像数据用于导出像素的每个块的表面几何形状和表面颜色两者。对于使用相关度的聚焦扫描器,可以从相关度的极值找到表面几何形状,如上所述。

[0085] 在一些实施例中,从由多色光源提供的探测光的光谱的第一部分中的光导出表面几何形状。

[0086] 优选地,颜色过滤器与图像传感器像素对准,优选地使得每个像素具有仅仅用于特定颜色的颜色过滤器。

[0087] 在一些实施例中,颜色过滤器阵列使得它的具有匹配光谱的第一部分的颜色过滤器的像素的比例大于50%。

[0088] 在一些实施例中,表面几何形状信息从由多色光源提供的光谱的选定波长范围中的光导出。其它波长范围中的光因此不用于导出表面几何形状信息。这提供的优点在于扫描器系统的光学系统中的光学元件的色散不影响物体的扫描。

[0089] 仅仅从具有一种或两种类型的颜色过滤器的像素计算表面几何形状会是优选的。单个颜色不需要消色差光学器件并且因此提供制造更容易和更便宜的扫描器。此外,折叠元件通常不会同样好地保持所有颜色的偏振状态。当仅仅一些颜色用于计算表面几何形状时,对于具有用于其它颜色的过滤器的像素,参考向量 f 将包含零。因此,总信号强度通常减小,但是对于足够大的像素的块,它通常仍然是足够的。优先地,像素颜色过滤器适合于一种颜色与另一种的很小干扰。应当注意在仅仅从像素的子集计算几何形状的实施例中,优选地仍然从所有像素计算颜色。

[0090] 在一些实施例中,彩色图像传感器包括颜色过滤器阵列,其包括至少三种类型的

彩色过滤器,每个允许已知波长范围W1、W2和W3中的光相应地传播通过颜色过滤器。

[0091] 在一些实施例中,颜色过滤器阵列使得它的具有匹配光谱的选定波长范围的颜色过滤器的像素的比例大于50%,其中比例等于32/36、60/64或96/100。

[0092] 在一些实施例中,选定波长范围匹配W2波长范围。

[0093] 在一些实施例中,颜色过滤器阵列包括6×6颜色过滤器的多个单元,其中在每个单元的位置(2,2)和(5,5)处的颜色过滤器属于W1类型,在位置(2,5)和(5,2)处的颜色过滤器属于W3类型。在这里W1类型的过滤器是允许已知波长范围W1中的光传播通过颜色过滤器的颜色过滤器,并且W2和W3类型的过滤器是类似的。在一些实施例中,6×6单元中的剩余32个颜色过滤器属于W2类型。

[0094] 在RGB色系中,W1可以对应于红光,W2对应于绿光,并且W3对应于蓝光。

[0095] 在一些实施例中,扫描器配置成导出具有比表面几何形状更高的分辨率的表面颜色。

[0096] 在一些实施例中,通过去马赛克获得更高的表面颜色分辨率,其中像素块的颜色值可以被去马赛克以获得比表面几何形状中存在的明显更高的彩色图像的分辨率。去马赛克可以作用于像素块或单独的像素。

[0097] 在使用多晶片LED或包括物理或光学分离的光发射器的另一照明源的情况下,优选的是针对扫描器中的Köhler类型照明,即,照明源在物体平面处散焦以便对于整个视场获得均匀的照明和良好的颜色混合。在颜色混合不完美并且随着焦平面位置变化的情况下,扫描器的颜色校准将是有利的。

[0098] 在一些实施例中,图案生成元件配置成提供空间图案包括以棋盘状图案布置的交替暗和亮区域。由扫描器系统提供的探测光然后包括由暗部分和具有光的部分组成的图案,所述光具有与多色光源相同的波长分布。

[0099] 为了获得表达物体的表面几何形状和颜色表示两者的数字3D表示,即,物体表面的所述部分的有色数字3D表示,典型地必须组合若干子扫描,即,物体的部分表示,其中每个子扫描呈现物体的一个视图。表达来自指定相对位置的视图的子扫描优选地记录从该相对位置看到的物体表面的几何形状和颜色。

[0100] 对于聚焦扫描器,视图对应于(一个或多个)聚焦元件的一次通过,即,对于聚焦扫描器,每个子扫描是从焦平面位置在其极端位置之间通过期间记录的2D图像的栈导出的表面几何形状和颜色。

[0101] 针对各种视图找到的表面几何形状可以通过本领域中公知的用于拼接和配准的算法被组合,或来自已知的观察位置和取向,例如当扫描器安装在具有编码器的轴上时。颜色可以通过诸如纹理编织的方法,或通过简单地平均表面上的相同位置的多个视图中的相应颜色分量被内插和平均。在这里,解释由于入射和反射的不同角引起的表观颜色的差异会是有利的,由于表面几何形状也是已知的,因此其是可能的。例如在以下文献中描述纹理编织:Callieri M,Cignoni P,Scopigno R.“Reconstructing textured meshes from multiple range rgb maps”,VMV 2002,Erlangen,Nov 20-22,2002。

[0102] 在一些实施例中,扫描器和/或扫描器系统配置成基于获得的表面颜色和表面几何形状生成物体表面的子扫描。

[0103] 在一些实施例中,扫描器和/或扫描器系统配置成组合从不同相对位置获得的物

体表面的子扫描以生成表达物体的至少一部分的表面几何形状和颜色的数字3D表示。

[0104] 在一些实施例中,组合物体的子扫描以获得表达表面几何形状和颜色的数字3D表示包括将每个表面点中的颜色计算为该表面点处的所有重叠子扫描中的相应点的加权平均值。每个子扫描在总体中的权重可以由若干因素确定,例如饱和像素值的存在或当记录子扫描时物体表面相对于扫描器的取向。

[0105] 在一些扫描器位置和相对于物体的取向将提供比其它位置和取向更好的实际颜色的估计的情况下这样的加权平均值是有利的。如果物体表面的照明不均匀,则这也可以在某种程度上通过更高地加权最佳照明部分而被补偿。

[0106] 在一些实施例中,扫描器系统的数据处理系统包括图像处理器,所述图像处理器配置成执行表面几何形状、表面颜色读数或物体的导出子扫描或数字3D表示的后处理。扫描器系统可以配置成例如使用由图像处理器执行的计算机执行算法执行子扫描的组合。

[0107] 扫描器系统可以配置成作为表面几何形状、表面颜色、子扫描和/或数字3D表示的后处理的一部分例如使用由数据处理系统执行的计算机执行算法执行子扫描的组合,即,后处理包括将每个表面点中的颜色计算为该表面点处的所有重叠子扫描中的相应点的加权平均值。

[0108] 饱和像素值应当优选地具有低权重以减小强光对表面颜色的记录的影响。表面的指定部分的颜色应当优选地主要从可以精确地确定颜色的2D图像确定,当像素值饱和时不是这种情况。

[0109] 在一些实施例中,扫描器和/或扫描器系统配置成检测被捕获2D图像中的饱和像素并且减轻或去除由像素饱和导致的获得颜色中的误差。可以通过在加权平均中将低权重分配给饱和和像素减轻或去除由饱和和像素导致的误差。

[0110] 镜面反射光具有光源的颜色而不是物体表面的颜色。如果物体表面不是纯白反射体,则镜面反射因此可以被识别为像素颜色紧密地匹配光源颜色的区域。当获得表面颜色时,因此有利的是将低权重分配给其颜色值紧密地匹配多色光源的颜色的像素或像素组以便补偿这样的镜面反射。

[0111] 当口内扫描患者的牙齿组时镜面反射也可能是问题,原因是牙齿很少是完全白色的。因此可能有利的是假设对于来自彩色图像传感器的读数指示物体的表面是纯白反射体的像素,由该像素组记录的光由从口腔中的牙齿或软组织的镜面反射导致并且因此将低权重分配给这些像素从而补偿镜面反射。

[0112] 在一些实施例中,补偿从物体表面的镜面反射基于从扫描器的校准导出的信息,其中例如呈纯白反射体的形式的校准物体被扫描。彩色图像传感器读数然后取决于多色光源的光谱和例如由光学系统中的反射镜的波长相关反射率导致的扫描器的光学系统的波长相关性。如果光学系统对于多色光源的所有波长同样好地引导光,则当纯白反射体被扫描时彩色图像传感器将记录多色光源的颜色(也称为光谱)。

[0113] 在一些实施例中,补偿从表面的镜面反射基于从基于扫描器的光学系统的波长相关性、多色光源的光谱和彩色图像传感器的波长相关灵敏度的计算导出的信息。在一些实施例中,扫描器包括用于光学地抑制镜面反射光以获得更好的颜色测量的装置。如果扫描器还包括用于例如借助于至少一个偏振分束器偏振探测光的装置,则这可以被提供。

[0114] 当在口腔内部扫描时可能有周围组织(如牙龈、腭、舌或颊组织)的探测光照明所

导致的红环境光。在一些实施例中，扫描器和/或扫描器系统因此配置成抑制被记录2D图像中的红色分量。

[0115] 在一些实施例中，扫描器和/或扫描器系统配置成比较被捕获2D图像和/或物体的子扫描的部分的颜色和牙齿和口内组织的相应预定颜色范围，并且抑制颜色不是两个预定颜色范围中的任意一个的部分的被记录颜色的红色分量。例如可以假设牙齿主要是白色的，具有被记录图像的不同分量的强度之间的一个比率，例如具有RGB配置中的红色分量的强度和蓝色和/或绿色分量的强度之间的一个比率，而口内组织主要是泛红的，具有分量的强度之间的另一比率。当针对口腔的区域记录的颜色显示的比率不同于针对牙齿的预定比率和针对组织的预定比率两者时，该区域被识别为由红环境光照明的牙齿区域，并且通过减小红色信号的记录强度或通过增加图像中的其它分量的记录强度，被记录图像的红色分量相对于其它分量被抑制。

[0116] 在一些实施例中，具有直接朝着扫描器的表面法线的点的颜色比表面法线不朝着扫描器定向的点的颜色更高地加权。这具有的优点是具有直接朝着扫描器的表面法线的点将由来自扫描器的白光而不是由环境光在更高程度上照明。

[0117] 在一些实施例中，如果与镜面反射关联，则具有直接朝着扫描器的表面法线的点的颜色被更低地加权。

[0118] 在一些实施例中，扫描器配置成同时补偿不同效应，例如补偿饱和像素和/或镜面反射和/或表面法线的取向。这可以通过大体上提高2D图像的像素或像素组的选择的权重并且通过减小所述选择的像素或像素组的分数的权重而完成。

[0119] 在一些实施例中，方法包括处理被记录2D图像，子扫描或物体的一部分的生成3D表示，其中所述处理包括：

[0120] -当导出表面颜色时通过省略或减小饱和像素的权重而补偿像素饱和，和/或

[0121] -当导出表面颜色时通过省略或减小其颜色值紧密地匹配光源颜色的像素的权重而补偿镜面反射，和/或

[0122] -通过比较2D图像的表面颜色信息和预定颜色范围，并且如果它不在预定颜色范围内则抑制被记录颜色的红色分量，从而补偿红环境光。

[0123] 公开一种使用公开的扫描器系统来显示物体的生成的数字3D表示上的颜色纹理的方法。有利的是例如在计算机屏幕上显示作为数字3D表示上的纹理的颜色数据。颜色和几何形状的组合是比任一单独类型的数据更有力的信息传送形式。例如，牙科医生可以更容易地在组织的不同类型之间区分。在表面几何形状的绘制中，适当的阴影处理可以帮助传达纹理上的表面几何形状，例如用伪阴影比单独地用纹理更好地显示尖锐边缘。

[0124] 当多色光源是多晶片LED或类似物时，扫描器系统也可以用于检测荧光。公开一种使用公开的扫描器系统来显示表面几何形状上的荧光的方法。

[0125] 在一些实施例中，扫描器配置成通过仅仅用多晶片LED中的LED晶片的子组照明物体激发所述物体上的荧光，并且其中通过仅仅或优先读取具有至少近似地匹配荧光的颜色的颜色过滤器的彩色图像传感器中的那些像素（即，仅仅测量具有用于更长波长的光的过滤器的图像传感器的像素的强度）记录所述荧光。换句话说，扫描器能够选择性地仅仅启动多晶片LED中的LED晶片的子组并且仅仅记录或仅仅优先读取具有在比LED晶片的子组更高的波长处的颜色过滤器的彩色图像传感器中的那些像素，使得从LED晶片的子组发射的光

可以激发物体中的荧光材料并且扫描器可以记录从这些荧光材料发射的荧光。晶片的子组优选地包括在物体中的荧光材料的激发光谱内发射光的一个或多个LED晶片,例如紫外、蓝、绿、黄或红LED晶片。这样的荧光测量产生2D数据阵列,其很像2D彩色图像,但是不同于2D图像,它不能与表面几何形状同时被拍摄。对于缓慢移动的扫描器,和/或通过适当的内插,荧光图像仍然可以覆盖表面几何形状。显示牙齿上的荧光是有利的,原因是它可以帮助检测龋齿和牙斑。

[0126] 在一些实施例中,数据处理系统包括微处理器单元,其配置成从由彩色图像传感器获得的2D图像提取表面几何形状信息并且从相同图像确定表面颜色。

[0127] 数据处理系统可以包括分布在扫描器系统的不同部分中的单元。对于包括连接到固定单元的手持部分的扫描器系统,数据处理系统例如可以包括集成到手持部分中的一个单元和集成到固定单元中的另一单元。当用于将数据从手持单元传送到固定单元的数据连接具有不能处理来自彩色图像传感器的数据流的带宽时这会有利的。手持单元中的初步数据处理然后可以减小必须经由数据连接传送的数据量。

[0128] 在一些实施例中,数据处理系统包括计算机可读介质,用于执行所述后处理的计算机执行算法存储在所述计算机可读介质上。

[0129] 在一些实施例中,数据处理系统的一部分集成在推车或个人计算机中。

[0130] 公开一种使用公开的扫描器系统来平均来自若干视图的颜色和/或表面几何形状的方法,其中每个视图表示扫描器和物体的大致固定的相对取向。

[0131] 公开一种使用公开的扫描器系统来组合来自若干视图的颜色和/或表面几何形状的方法,其中每个视图表示扫描器和物体的大致固定的相对取向,从而获得比在单个视图中更完整的物体的覆盖率。

[0132] 公开一种用于获得物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器,所述扫描器包括:

[0133] -多色光源,所述多色光源配置成提供探测光,以及

[0134] -彩色图像传感器,所述彩色图像传感器包括用于捕获从所述物体接收的光的一个或多个2D图像的图像传感器像素的阵列,

[0135] 其中至少对于所述图像传感器像素的块,所述物体的一部分的表面颜色和表面几何形状两者至少部分地从由所述彩色图像传感器捕获的一个2D图像导出。

[0136] 公开一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统,所述扫描器系统包括:

[0137] -多色光源,所述多色光源配置成提供探测光,以及

[0138] -彩色图像传感器,所述彩色图像传感器包括用于捕获从所述物体接收的光的一个或多个2D图像的图像传感器像素的阵列,

[0139] 其中至少对于所述图像传感器像素的块,所述物体的一部分的表面颜色信息和表面几何形状信息两者至少部分地从由所述彩色图像传感器捕获的一个2D图像导出。

[0140] 公开一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统,所述扫描器系统包括:

[0141] -多色光源,所述多色光源配置成提供探测光,

[0142] -彩色图像传感器,所述彩色图像传感器包括图像传感器像素的阵列,以及

[0143] -光学系统,所述光学系统配置成将从所述物体接收的光引导到所述彩色图像传

感器使得所述物体的2D图像可以由所述彩色图像传感器捕获;

[0144] 其中所述扫描器系统配置成捕获所述物体的一部分的多个所述2D图像并且至少对于所述图像传感器像素的块从所述被捕获2D图像中的至少一个导出所述物体的一部分的表面颜色信息和表面几何形状信息两者,使得由所述扫描器同时获得所述表面颜色信息和所述表面几何形状信息。

[0145] 公开一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统,所述扫描器系统包括:

[0146] -多色光源,所述多色光源配置成提供探测光,

[0147] -彩色图像传感器,所述彩色图像传感器包括图像传感器像素的阵列,其中所述图像传感器布置成捕获从所述物体接收的光的2D图像;以及

[0148] -图像处理器,所述图像处理器配置成从由所述彩色图像传感器捕获的所述2D图像中的至少一个导出所述物体的一部分的表面颜色信息和表面几何形状信息两者。

[0149] 公开一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的扫描器系统,所述扫描器系统包括:

[0150] -根据实施例中的任何一个的扫描器系统,其中所述扫描器系统配置成导出所述物体的表面颜色和表面几何形状,并且可选地生成所述物体的一部分的子扫描或数字3D表示;以及

[0151] -数据处理单元,所述数据处理单元配置成后处理来自所述彩色图像传感器的表面几何形状和/或表面颜色读数,或后处理所述生成的子扫描或数字3D表示。

[0152] 公开一种用于记录物体的表面几何形状和表面颜色的方法,所述方法包括:

[0153] -提供根据实施例中的任何一个的扫描器或扫描器系统,

[0154] -用来自所述多色光源的探测光照明所述物体的表面;

[0155] -使用所述彩色图像传感器记录所述物体的一个或多个2D图像;以及

[0156] -至少对于所述图像传感器像素的块从所述被记录2D图像中的至少一些导出所述物体的一部分的表面颜色和表面几何形状两者,使得由所述扫描器同时获得所述表面颜色和所述表面几何形状。

附图说明

[0157] 图1显示扫描器系统的手持实施例。

[0158] 图2显示现有技术的图案生成装置和关联的参考权重。

[0159] 图3显示图案生成装置和关联的参考权重。

[0160] 图4显示颜色过滤器阵列。

[0161] 图5显示方法的流程图。

[0162] 图6示出如何可以导出表面几何形状信息和表面几何形状信息。

具体实施方式

[0163] 图1显示扫描器系统的手持部分,具有在外壳100内部的部件。扫描器包括可以进入腔体中的尖端,呈多晶片LED 101的形式多色光源,用于包含探测光中的空间图案的图案生成元件130,分束器140,包括图像传感器181、电子器件和可能的其它元件的彩色图像

传感器180,典型地包括至少一个透镜和图像传感器的光学系统。来自光源101的光来回传播通过光学系统150。在该通过期间光学系统将图案130成像到正在扫描的物体200(在这里是患者的牙齿组)上,并且还将正在扫描的物体成像到图像传感器181上。

[0164] 图像传感器181具有颜色过滤器阵列1000。尽管描绘为独立的实体,但是颜色过滤器阵列典型地与图像传感器集成,每个颜色过滤器用于一个像素。

[0165] 透镜系统包括聚焦元件151,所述聚焦元件可以被调节以在被探测物体200上移动图案的聚焦成像平面。在示例性实施例中,单个透镜元件沿着光轴物理地来回移动。

[0166] 作为整体,光学系统提供正被探测的物体上的图案的成像并且从正被探测的物体提供给照相机。

[0167] 装置可以包括偏振光学器件160。偏振光学器件可以用于选择性地成像镜面反射并且阻止来自被扫描物体的内部的表面下散射的非期望漫射信号。分束器140也可以具有偏振过滤性质。光学元件具有防反射涂层会是有利的。

[0168] 装置可以包括折叠光学器件,反射镜170,其在不同于透镜系统的光路的方向上(例如,在垂直于透镜系统的光路的方向上)将光引导到装置之外。

[0169] 在扫描器中可以有附加的光学元件,例如在光源101的前面的一个或多个聚光透镜。

[0170] 在示例性实施例中,LED 101是多晶片LED,具有两个绿晶片,一个红晶片,和一个蓝晶片。仅仅光的绿色部分用于获得表面几何形状。因此,反射镜170被涂覆从而优化绿光的圆偏振的保持,而不是其它颜色。应当注意在扫描期间LED内的所有晶片是工作的,即发射光,因此扫描器将明显白光发射到被扫描物体200上。LED可以以不同强度发射不同颜色的光使得例如一种颜色比其它颜色更强。为了减小彩色图像传感器中的不同颜色信号的读数之间的干扰,这可能是期望的。在例如RGB系统中的红和蓝二极管的强度减小的情况下,由光源发射的明显白光将看上去青白。

[0171] 扫描器系统还包括数据处理系统,其配置成对于彩色图像传感器180的像素的块至少部分地从由所述彩色图像传感器180记录的一个2D图像导出表面几何形状信息和表面颜色信息两者。数据处理系统的至少一部分可以布置在扫描器系统的所示的手持部分中。一部分也可以布置在扫描器系统的附加部分(如连接到手持部分的推车)中。

[0172] 图2显示现有技术的图案生成元件130的一部分,其作为成像到单色图像传感器180上的W02010145669的空间相关实施例中的静态图案被应用。该部分显示所显示的图案的一部分,即一段时期。该时期由6乘6图像像素和2乘2图案场表示。在图2A中以灰色绘制的场实际上是黑色的,原因是图案掩模对于这些场是不透明的;仅仅为了图的可见性和由此的清楚性而选择灰色。图2B示出用于计算像素块的空间相关度A的参考权重f,其中 $n=6 \times 6=36$,使得

$$[0173] \quad A = \sum_{i=1}^n f_i I_i$$

[0174] 其中I是在指定图像的像素块中的36个像素中测量的强度值。应当注意不需要图像传感器像素和图案场之间的完美对准,但是给出表面几何形状测量的最佳信号。

[0175] 图3显示图2中的原理扩展到颜色扫描。图案与图2中的相同并且因此是图像传感

器几何形状。然而,图像传感器是具有贝尔颜色过滤器阵列的彩色图像传感器。在图3A中,标记“B”的像素具有蓝色过滤器,而“G”指示绿色像素过滤器并且“R”指示红色像素过滤器。图3B显示相应参考权重 f 。应当注意仅仅绿色像素具有非零值。这是由于仅仅光谱的绿色部分用于记录表面几何形状信息。

[0176] 对于图3的图案/颜色过滤器组合,像素块内的颜色分量 c_j 可以如下获得

$$[0177] \quad c_j = \sum_{i=1}^n g_{j,i} I_i$$

[0178] 其中如果像素 i 具有针对颜色 c_j 的过滤器则 $g_{j,i}=1$,否则为0。对于类似贝尔图案中的RGB颜色过滤器阵列, j 是红、绿或蓝中的一种。可能需要单独的颜色分量的进一步加权(即,颜色校准)以获得自然颜色数据,典型地补偿变化的过滤器效率、照明源效率和过滤器图案中的颜色分量的不同分数。校准也可以取决于焦平面位置和/或视场内的位置,原因是LED部件颜色的混合可以随着那些因素而变化。

[0179] 图4显示具有比贝尔图案中更高的比例的绿色像素的本发明的颜色过滤器阵列。颜色过滤器阵列包括 6×6 颜色过滤器的多个单元,具有在每个单元的位置(2,2)和(5,5)处的蓝色过滤器,在位置(2,5)和(5,2)处的红色过滤器,以及在单元的所有剩余位置处的绿色过滤器。

[0180] 假设仅仅照明的绿色部分用于获得表面几何形状信息,图4的过滤器将可能以更差的颜色表示为代价提供比贝尔图案过滤器更好质量的获得的表面几何形状。然而更差的颜色表示将在许多情况下仍然是足够的,而改善质量的获得的表面几何形状常常是很有利的。

[0181] 图5示出记录物体的表面几何形状和表面颜色的方法的流程图541。

[0182] 在步骤542中获得根据前述权利要求中的任一项的扫描器系统。

[0183] 在步骤543中用多色探测光照明物体。在使用相关度或相关度函数的聚焦扫描系统中,棋盘状图案可以施加于探测光使得与图案相关的信息可以用于从被捕获2D图像确定表面几何形状信息。

[0184] 在步骤544中使用所述彩色图像传感器捕获所述物体的一系列2D图像。2D图像可以立即被处理或存储在存储单元中以便以后处理。

[0185] 在步骤545中对于图像传感器像素的块至少部分地从一个被捕获2D图像导出表面几何形状信息和表面颜色信息两者。例如可以使用如本文中所述的相关度方法导出信息。在步骤546中组合导出信息以生成物体的子扫描,其中子扫描包括表达从一个视图看到的物体的几何形状和颜色的数据。

[0186] 在步骤547中通过组合若干子扫描生成表达物体的颜色和几何形状两者的数字3D表示。这可以使用用于子扫描对准的已知算法(例如本领域中公知的用于拼接和配准的算法)完成。

[0187] 图6示出如何可以对于图像传感器像素的块至少从一个2D图像导出表面几何形状信息和表面几何形状信息。

[0188] 对于每个焦平面位置的彩色图像传感器上的所有有源图像传感器像素组(即,对

于栈的每个2D图像)确定相关度。通过从栈的一个端部分析2D图像开始,确定所有有源图像传感器像素组的相关度并且存储计算值。通过栈进行,每个像素组的相关度被确定并且与先前存储值(即,用于先前分析的2D图像的值)一起被存储。

[0189] 然后对于每个像素组通过平滑和内插被确定相关度值确定描述沿着光轴的相关度的变化的相关度函数。例如,对于记录最大值的两侧的若干图像上的像素块,多项式可以拟合到值,并且可以从拟合多项式的最大值找到推断最大值的位置,其可以在两个图像之间。

[0190] 像素组的表面颜色信息从从其确定相关度最大值的位置的2D图像中的一个或多个导出,即,来自彩色图像传感器的像素的组的表面几何形状信息和表面颜色信息从栈的相同2D图像导出。

[0191] 表面颜色信息可以从一个2D图像导出。与2D图像的分析一起监视每个像素组的相关度的最大值使得当已分析2D图像时不同像素组的相关度的值可以与先前分析的2D图像的当前最高值比较。如果相关度是该像素组的新的最大值,则至少对应于该像素组的2D图像的部分被保存。下次对于该像素找到更高的相关值,则该2D图像的部分被保存,覆盖先前存储的图像/子图像。由此当栈的所有2D图像已被分析时,2D图像的表面几何形状信息转化为每个像素组的一系列相关度值,其中对于图像传感器像素的每个块记录最大值。

[0192] 图6A示出使用聚焦扫描系统采集的2D图像的栈的一部分661,其中每个2D图像在不同焦平面位置处被采集。在每个2D图像662中对应于图像传感器像素的块的部分663被指示。块对应于坐标 (x_i, y_i) 的集合。聚焦扫描系统配置成对于图像传感器像素的每个块和对于栈中的每个2D图像确定相关度。在图6B中示出块663的被确定相关度664(在这里由“x”指示)。基于被确定相关度664,在这里作为多项式计算相关度函数665,并且找到位置 z_i 的相关度函数的最大值。拟合多项式具有最大值 (z_i) 的 z 值被识别为物体表面的点。针对该块导出的表面几何形状信息然后可以以坐标 (x_i, y_i, z_i) 的形式呈现,并且通过组合图像传感器的若干块的表面几何形状信息,表达物体的一部分的几何形状的子扫描可以被创建。

[0193] 在图6C中示出对于图像传感器像素的每个块从两个2D图像导出表面颜色几何形状的程序。使用上述的程序存储两个2D图像并且针对像素块确定它们的RGB值。在图6C中显示R值666。在 z_i 位置处的平均R值667(以及平均G和B值)然后可以通过内插被确定并且用作该块的表面颜色信息。该表面颜色信息明显地从至少部分地从其导出几何形状信息的相同2D图像导出。

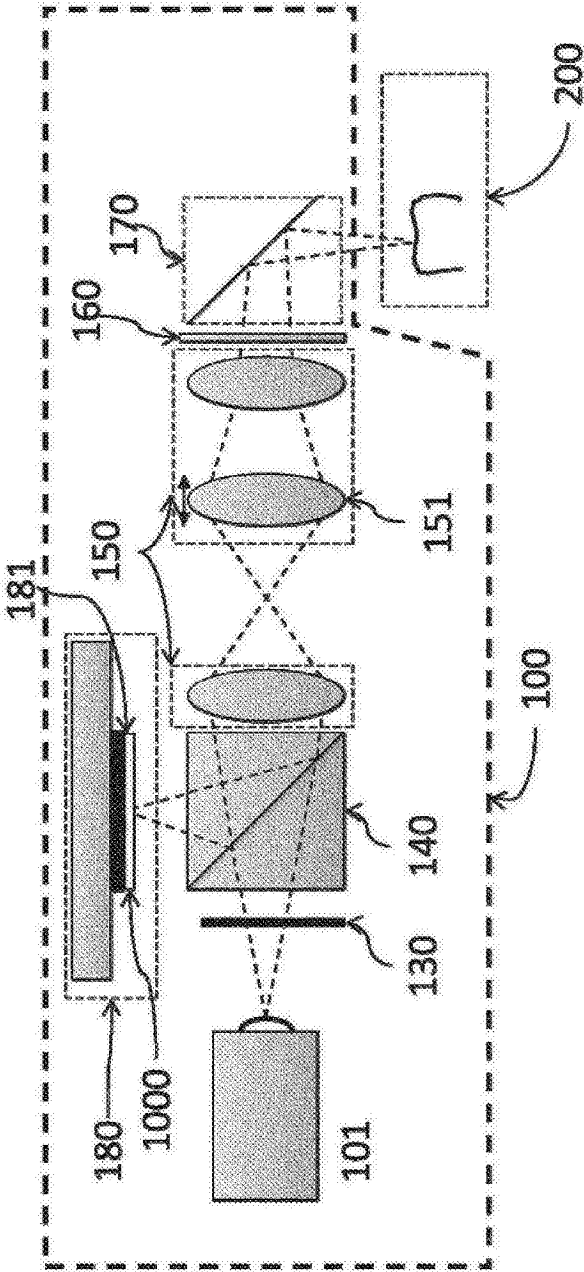


图1

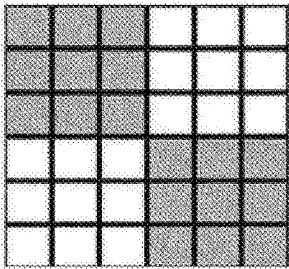


图2A

-1	-1	-1	1	1	1
-1	-1	-1	1	1	1
-1	-1	-1	1	1	1
1	1	1	-1	-1	-1
1	1	1	-1	-1	-1
1	1	1	-1	-1	-1

图2B

R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B

图3A

0	-1	0	1	0	1
-1	0	-1	0	1	0
0	-1	0	1	0	1
1	0	1	0	-1	0
0	1	0	-1	0	-1
1	0	1	0	-1	0

图3B

G	G	G	G	G	G
G	R	G	G	R	G
G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G
G	B	G	G	B	G
G	G	G	G	G	G

图4

541

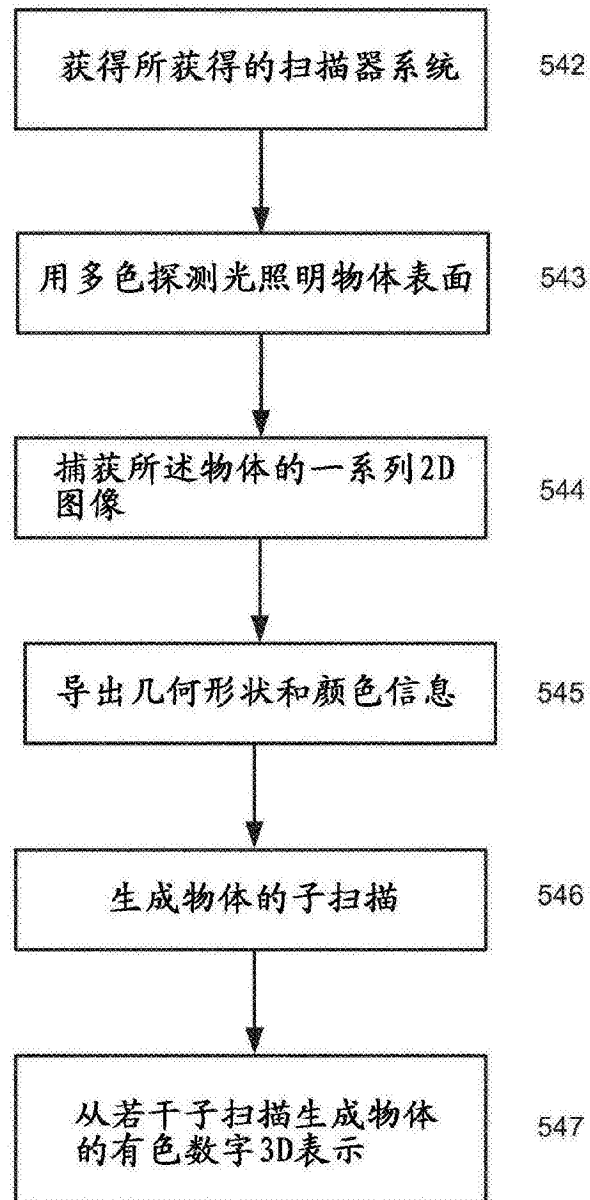


图5

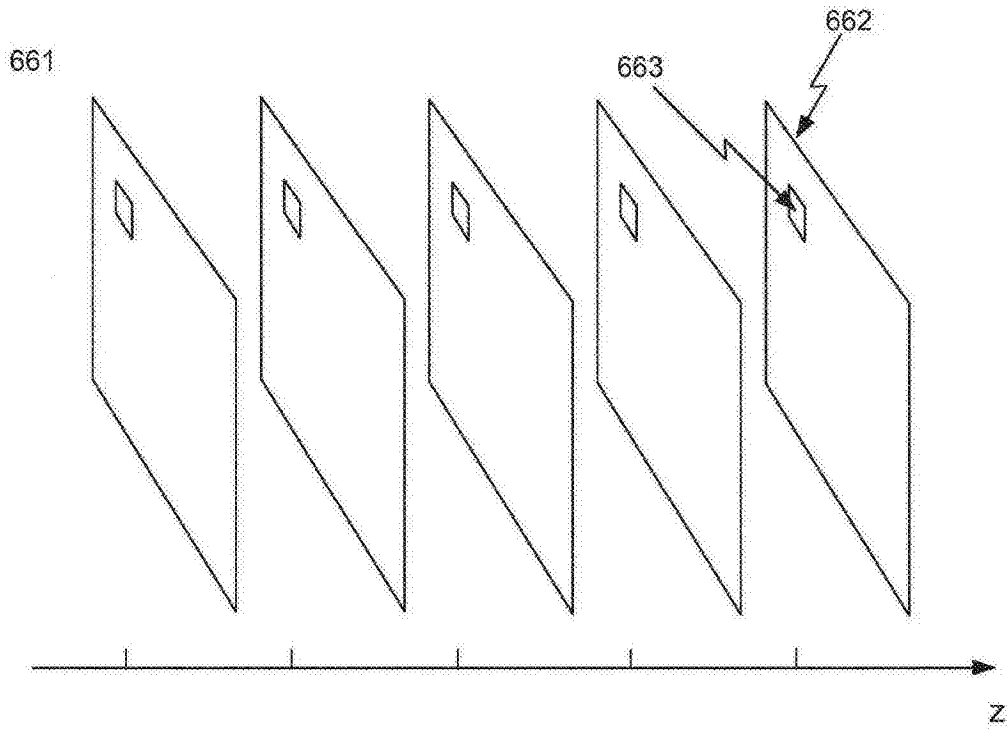


图6A

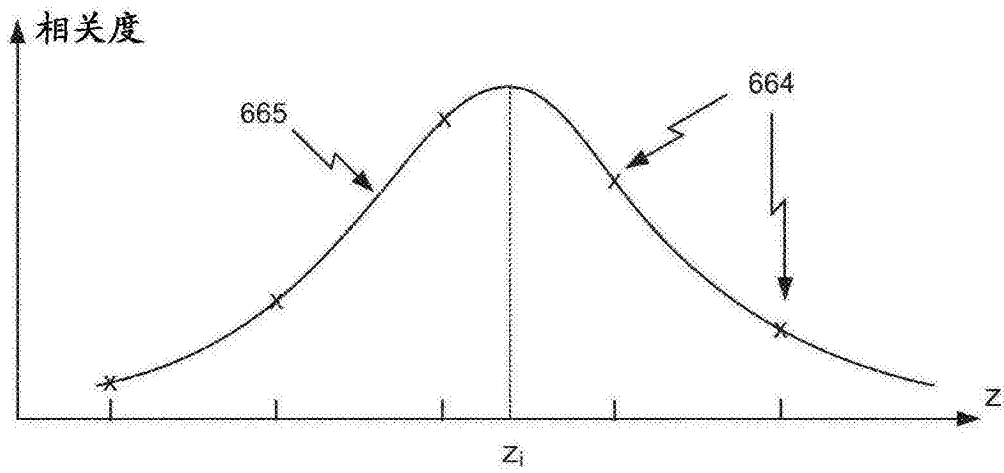


图6B

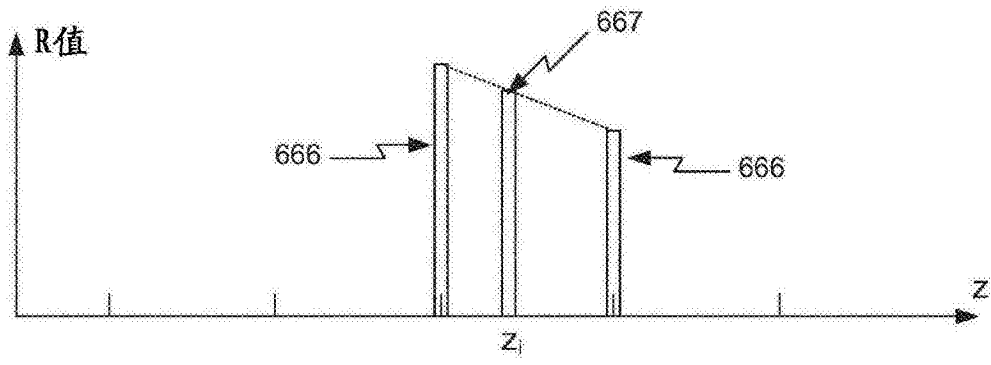


图6C