



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101883520 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 06

(21) 申请号 200880103944. 4

(22) 申请日 2008. 08. 14

(30) 优先权数据

07114781. 3 2007. 08. 22 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 02. 22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/053268 2008. 08. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02009/024904 EN 2009. 02. 26

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 S·瓦曼 J·博斯曼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 龚海军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

A61B 5/103(2006. 01)

G01B 11/24(2006. 01)

G01B 11/30(2006. 01)

G01N 21/88(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4912336 , 1990. 03. 27, 说明书第 1 栏第 16-21 行、第 3 栏第 23 行至第 8 栏第 32 行及图 1、3.

US 2006/0239547 A1, 2006. 10. 26, 说明书第 [0002]、[0022]-[0032] 段及图 1-4.

GB 2387731 A, 2003. 10. 22, 说明书第 5 页第 1-10 行、第 21 页第 21-31 行及图 16.

US 4912336 , 1990. 03. 27, 说明书第 1 栏第 16-21 行、第 3 栏第 23 行至第 8 栏第 32 行及图 1、3.

审查员 谢楠

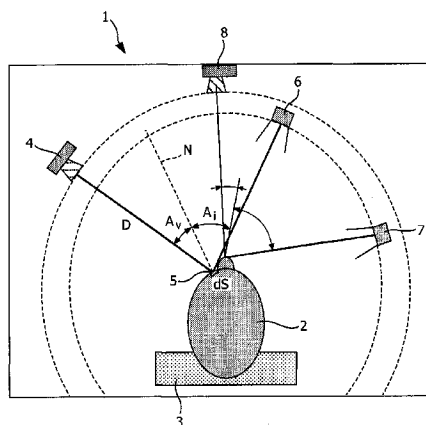
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于表面的光学表征的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于三维表面的光学表征的方法和设备。该方法和设备是对已知的光电测角仪和 Parousiameter 的改进,因为它使得能够实现三维形状的表面的更加可靠的表征。该技术对于表征诸如人的皮肤之类的具有复杂光学外观的表面特别有用。



1. 用于三维表面的光学表征的方法,包括如下步骤:
 - A. 提供具有三维表面的物体 (2,10),
 - B. 将所述表面的至少一部分三维映射为互连的表面部分 (5,11),其中针对每个待表征的表面部分确定法线方向 (N),
 - C. 将至少一个光源 (6,7) 相对于所述待表征的表面部分定位在预定的位置处,以相对于所述表面部分的所述确定的法线方向的来自光源的光的预定照射角 (A_i) 朝所述表面部分对准,以及
 - D. 相对于所述表面部分以预定观察角 (A_v) 定位至少一个光学记录装置 (4,8),所述预定观察角 (A_v) 是来自该光源的被该表面部分朝向光学记录装置反射的光与所述确定的法线方向之间所形成的角,
 - E. 光学记录来自所述光源的被所述表面部分反射的光。
2. 根据权利要求 1 的方法,其特征在于:
针对许多预定的照射角和 / 或观察角重复步骤 E。
3. 根据权利要求 2 的方法,其特征在于:
所述预定的照射角保持不变并且所述观察角是变化的。
4. 根据权利要求 2 的方法,其特征在于:
所述预定的观察角保持不变且所述照射角是变化的。
5. 根据权利要求 1-4 中任一项的方法,其特征在于:
在至少一个光学记录期间,观察角与法线方向一致。
6. 根据权利要求 1-3 中任一项的方法,其特征在于:
观察角从 0° 变化到 45° 。
7. 根据权利要求 1-2 和 4 中任一项的方法,其特征在于:
所述照射角相对于法线方向介于 90° 度和 80° 度之间。
8. 根据权利要求 1-4 中任一项的方法,其特征在于:
针对许多相邻的表面部分重复步骤 C、D 和 E。
9. 根据权利要求 1-4 中任一项的方法,其特征在于:
所述三维表面被分成多边形表面部分。
10. 根据权利要求 9 的方法,其特征在于:
所述多边形表面部分为三角形表面部分。
11. 根据权利要求 1-4 中任一项的方法,其特征在于:通过以不同的照射角和观察角重复步骤 E 多次来收集第一组光学记录,随后是步骤 F:组合表面部分的第一组光学记录以产生该表面部分的第一组合的图像表征。
12. 根据权利要求 11 的方法,其特征在于:
所述表面部分的组合的图像表征被投射到所述物体的数字化三维模型 (10) 的相应表面部分上。
13. 根据权利要求 11 的方法,其特征在于:
在自于步骤 F 中记录第一组光学记录的预定时间间隔之后,随后执行步骤 G,包括记录第二组光学记录和组合表面部分的第一组光学记录以产生该表面部分的第二组合的图像表征。

14. 根据权利要求 13 的方法,其特征在于:

在步骤 G 的时间间隔期间,所述物体经受表面处理。

15. 根据权利要求 14 的方法,其特征在于:

在步骤 G 之后是步骤 H,该步骤 H 将第一组合的图像表征与第二组合的图像表征进行比较。

16. 根据权利要求 1-4 中任一项的方法,其特征在于:

所述三维表面是人的皮肤。

17. 用于表面的光学表征的设备 (1),包括:

- 物体支架 (3),用于将物体 (2) 支持在预定方位上的预定位置处,
- 至少一个光源 (6,7),用于以照射角 (A_i) 将光引导于物体处,
- 至少一个光学记录装置 (4,8),用于以观察角 (A_o) 捕获从物体反射的光,
- 定位装置,用于改变所述物体、所述光源和所述光学记录装置的相互位置和方位,以及
- 控制装置,其连接到所述至少一个光源 (6,7)、所述光学记录装置 (4,8) 和所述定位装置,所述控制装置被编程以执行根据权利要求 1-16 中任何一项的方法。

18. 根据权利要求 17 的设备,其特征在于:

所述设备还包括用于观察所述捕获的观察装置。

用于表面的光学表征的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于三维表面的光学表征的方法和设备。

背景技术

[0002] 照相机能够捕获由光源照亮的对象的图像。所形成的图像的类型取决于照射的方向和照相机的观察角 (viewing angle)。黄色光束以照射角 (illumination angle) 照射样本并且照相机以视角 (viewing) 捕获样本的图像, 捕获由表面反射和分散的光。观察角和照射角都可以用高度 θ 和方位角值 ϕ 来表征, 高度 θ 和方位角值 ϕ 是相对于从对象的表面突出的法线方向测量的角度。

[0003] 为了表征表面的光学属性, 必需的是, 在测量的区域上很好地控制照射角 (θ_{in} , ϕ_{in}) 和观察角 (θ_{out} , ϕ_{out})。在这个意义上, 表面的 BRDF 可以用光电测角仪 (photogoniometer) 和 Parousiameter (Parousia 仪) 来确定, 但是这要求测试的表面基本上是平坦的, 因为任何起伏 (undulation) 都将在两个观察角中形成不确定性。如果样本被扭曲 (warped) 或者它具有真正的三维形式, 则存在大范围的照射角和观察角, 从而使得控制观察角和照射角非常困难。在样本的表面设有不规则的、不确定的表面 (比如人的皮肤) 的情形下, 情况甚至更复杂并且已知技术 (特别是光电测角仪和 Parousiameter) 被发现是有缺陷的。

[0004] 本发明的目的是改进三维形状表面的光学表征。

发明内容

[0005] 本发明提供一种用于三维表面的光学表征的方法, 包括以下步骤: A) 提供具有三维表面的物体, B) 将该表面的至少一部分三维映射为互连的表面部分, 其中对于每个要被表征的表面部分确定法线方向, C) 将至少一个光源相对于所述表面部分定位在预定的位置处, 以相对于法线方向的来自光源的光的预定照射角朝该表面对准, D) 相对于表面部分以相对于来自该光源的被该表面部分朝向光学记录装置反射的光的法线方向的预定的观察角定位至少一个光学记录装置, 以及 E) 光学记录来自光源的被所述表面部分反射的光。因此, 可以对三维表面进行光学记录, 同时控制照射角和观察角。该照射角由相对于法线方向测量的两个垂直的角度限定, 这两个垂直的角度是照射高度和照射方位角。可比较地, 观察角由观察高度和观察方位角限定。物体的位置优选地由物体的支架 (holder) 确定, 允许控制三维表面的位置。该表面的三维映射可以由例如激光测量仪器来完成, 该仪器以数字形式存储三维模型以确定表面部分。更小的表面部分将给出法线方向的更准确的确定, 但也要求更大的处理能力。表面部分本身被认为是平坦的, 但是被选择为足够小以匹配弯曲的三维表面。光源和光学记录装置相对于物体的定位可以通过将该物体保持在固定的位置同时移动光源和 / 或光学记录装置来完成, 但是也可以移动和 / 或旋转该物体。

[0006] 光源可以是任何优选的光源, 并且优选地具有方向且仅仅显示出很小的会聚性或发散性。典型的光学记录装置包括连接到数字存储装置的数码照相机, 该数字存储装置被

编程为存储数字记录的图片以及所使用的参数、特别是物体、光源和照相机的相对位置。

[0007] 优选地,针对许多预定的照射角和/或观察角重复步骤E)。因此,以各种角度采集更多的关于表面的光学属性(比如反射率、颜色和纹理)的信息。这允许更可靠地数字再现经记录的表面。

[0008] 在优选实施例中,预定的照射角保持不变并且观察角是变化的。因此,容易确定光学参数。

[0009] 可替代地,预定的观察角保持不变且照射角是变化的。这具有工作流程更快的优点,因为照相机不需要重新聚焦并且光源可以被更快速地重新定位。更优选地,代替移动单个光源,在相对于物体的多个位置处使用多个光源。不移动单个光源,而是开启一个光源,记录图像,关闭该光源且开启不同位置处的另一个光源以用于对该图像完成另一个记录,但处于另一个照射角。该方法对于透明的或半透明的表面(比如人的皮肤)特别有利。

[0010] 优选地,在至少一个光学记录期间,观察角与法线方向一致。这给出特定表面部分的最大区域。

[0011] 在优选实施例中,观察角从 0° 变化到 45° 。这给出最多的从表面部分反射的信息。

[0012] 如果照射角处于相对于法线方向的 90° 和 80° 之间,则这是有利的。以掠射角的这种照明给出最多的纹理细节,特别是如果观察角接近法线方向。根据所选择的轴,介于 -90° 和 -80° 之间的角等效于介于 90° 和 80° 之间的角。优选地,观察角近似地与法线方向一致,但是可以关于法线方向从 45° 变化到 -45° 。

[0013] 优选地,针对许多相邻的表面部分重复步骤C、D和E。因此,可以针对覆盖多个相邻表面部分的区域确定可靠的纹理。

[0014] 优选地,所述表面被分成多边形表面部分。多边形表面部分有助于更容易地计算并模型化纹理。

[0015] 最优选地,所述表面被分成三角形表面部分。三角形表面部分使得纹理计算相对容易。

[0016] 在优选实施例中,通过以不同的照射角和观察角重复步骤E)多次来收集第一组光学记录,随后是步骤F):组合表面部分的第一组光学记录以产生该表面部分的第一组合的图像表征。因此,可以从所述组合的图像表征计算并再现非常可靠的纹理。可以例如通过叠加光学记录、优选地加权叠加光学记录(其中对于每个光学记录,表面部分的令人感兴趣的特定区域被赋予相对较强的权重)来组合光学记录。所组合的图像可以例如用于表面的分类。

[0017] 优选地,在步骤F)中,表面部分的所组合的图像表征被投射到物体的数字化三维模型的相应表面部分中。这产生了所记录物体的三维表面的非常逼真的再现,并且可以例如用于获得人的数字模型上的非常逼真的皮肤纹理。

[0018] 在另一个优选实施例中,在自于步骤F)中记录第一组光学记录的预定时间间隔之后,随后执行步骤G),包括记录第二组光学记录和组合表面部分的第一组光学记录以产生该表面部分的第二组合的图像表征。优选地,第二组光学记录以基本上与第一组相同的照射角和观察角执行,并且然后被组合以产生该表面部分的第二组合的图像表征,其使得能够实现表征的可靠比较。因此,可以记录表面随时间的变化。可以例如在许多小时、天、

星期或月后收集光学记录组。例如由于磨损 (wear), 可以有规律地重复看到表面随时间的变化。当从还随时间改变几何形状的物体 (例如活人或动物的皮肤) 获取图像表征时, 有利的是针对 3D 几何形状校正图像表征。例如, 如果所述表面是人的皮肤, 则该人在数星期、数月或数年以上取得的图像表征之间可以变得更胖或更苗条。

[0019] 如果在所述时间间隔期间物体经受处理, 这是有利的。因此, 通过该方法, 所述处理对表面外观的影响变得清楚。该处理可以例如是表面处理 (将某种物质涂覆 (application) 至所述表面部分), 并且可以例如暴露表面的磨损 (wear) 或退化。该方法特别适合用于研究难对付的表面, 例如人的皮肤, 并且可以例如用于研究涂覆到皮肤的某些化妆品的效果。

[0020] 有利地, 在步骤 G 之后是步骤 H), 该步骤 H) 将第一组合的图像表征与第二组合的图像表征进行比较。以此方式, 可以比较时间间隔之前和之后的表面之间的差异。这可以定性地完成, 但也可以例如使用本领域已知的数字图像减法方法定量地完成。

[0021] 在优选实施例中, 三维表面是人的皮肤。通过已知的方法表征人的皮肤的表面 (以及其他活生物的类似的皮肤) 特别难, 但是根据本发明的方法产生了非常好的结果并且产生了本领域已知的方法所不能取得的表面信息。

[0022] 本发明还提供一种用于表面的光学表征的设备, 包括用于将物体支持在预定方位上的预定位置处的物体支架、用于以照射角将光引导于物体处的至少一个光源、用于以观察角捕获从物体反射的光的至少一个光学记录装置以及用于改变物体、光源和光学记录装置的相互位置和方位的定位装置, 其中光源、光学记录装置和定位装置连接到被编程以执行根据前述权利要求中任何一项的方法的控制装置。所述物体支架可以例如是可调节的头支持装置。所述预定位置和预定方位可以由物体支架的位置和方位确定, 但是也可以由光学或声学装置确定。所述光源可以是任何合适的灯, 例如摄影中常用的灯。可以使用多个灯以加速该过程, 因为代替移动光和 / 或物体, 各种角度也可以通过打开和关闭不同位置中的不同灯来获得。所述光学记录装置典型地是能够以高分辨率以分离拍摄或连续拍摄记录的数码照相机。所述光学记录装置可以包括不止一个照相机, 其中可以同时使用处于不同位置的照相机以便加速该过程。所述定位装置可以包括能够移动或旋转光源、照相机和 / 或物体的任何机械装置或电气装置。所述控制装置典型地包括一个或多个微处理器。

[0023] 在优选实施例中, 所述设备还包括用于观察光学记录的观察装置。该观察装置可以是任何屏幕或投影装置。

附图说明

[0024] 图 1 示出根据本发明的设备。

[0025] 图 2 示出根据本发明的模型化的三维形状。

具体实施方式

[0026] 图 1 示出根据本发明的设备 1, 包括物体 2 (在该情况下为人的头), 其位置由物体支架 3 固定。通过例如 US5870220 中描述的传统激光方法来预先确定该头的三维形状并且该三维形状被存储在设备 1 的控制装置中。安装在机器人臂 (未示出) 上的照相机 4 被定位在确切已知的距离 D 和确切已知的观察角 A_v 处, 观察角 A_v 是从将通过比较所存储的模

型而确定的表面部分 5 的法线方向 N 测量的。光源 6 (也安装在机器人臂上) 以照射角 A_i 定位在距离 I 处, 反射将被照相机 4 捕获的来自物体 2 的表面 5 的光。可选地, 可以采用第二光源 7 和 / 或第二照相机 8, 以便加速该过程。

[0027] 将物体 2 的表面的至少一部分三维映射为互连的表面部分 5 (每个表面部分具有它自己的法线方向 N) 确定了定位照相机 4 和光源 7 的观察角和照射角。以不同观察角 A_o 和照射角 A_i 取得每个表面部分 5 的多个图像。所记录的图像被组合以产生每个表面部分 5 的详尽的光学表征。各种算法可以用于组合这些图像。所述表征可以用于比较头 2 的皮肤部分。已知方法相比, 在例如将护肤霜涂覆在头 2 之前和之后取得表征, 可以更详尽地确定所述护肤霜或将皮肤晒成褐色的辐射对皮肤光学外观 (特别是皱纹颜色和反射率) 的影响。

[0028] 图 2 示出被分成三角形皮肤部分 11 的三维模型 10, 每个三角形皮肤部分定义了它自己的法线方向。针对这些皮肤部分的每一个, 根据图 1 所描述的方法取得光学表征。因此, 任何皮肤处理的影响可以容易地通过比较在处理之前和之后的令人感兴趣的皮肤部分来确定。

[0029] 此外, 应当理解, 如上所述的方法在被适当编程时可以以计算机程序产品的形式在市场上销售。存储在其上的程序在处理器件 (例如个人计算机或 PDA 的 CPU) 上执行时可以实现如上所述的方法。

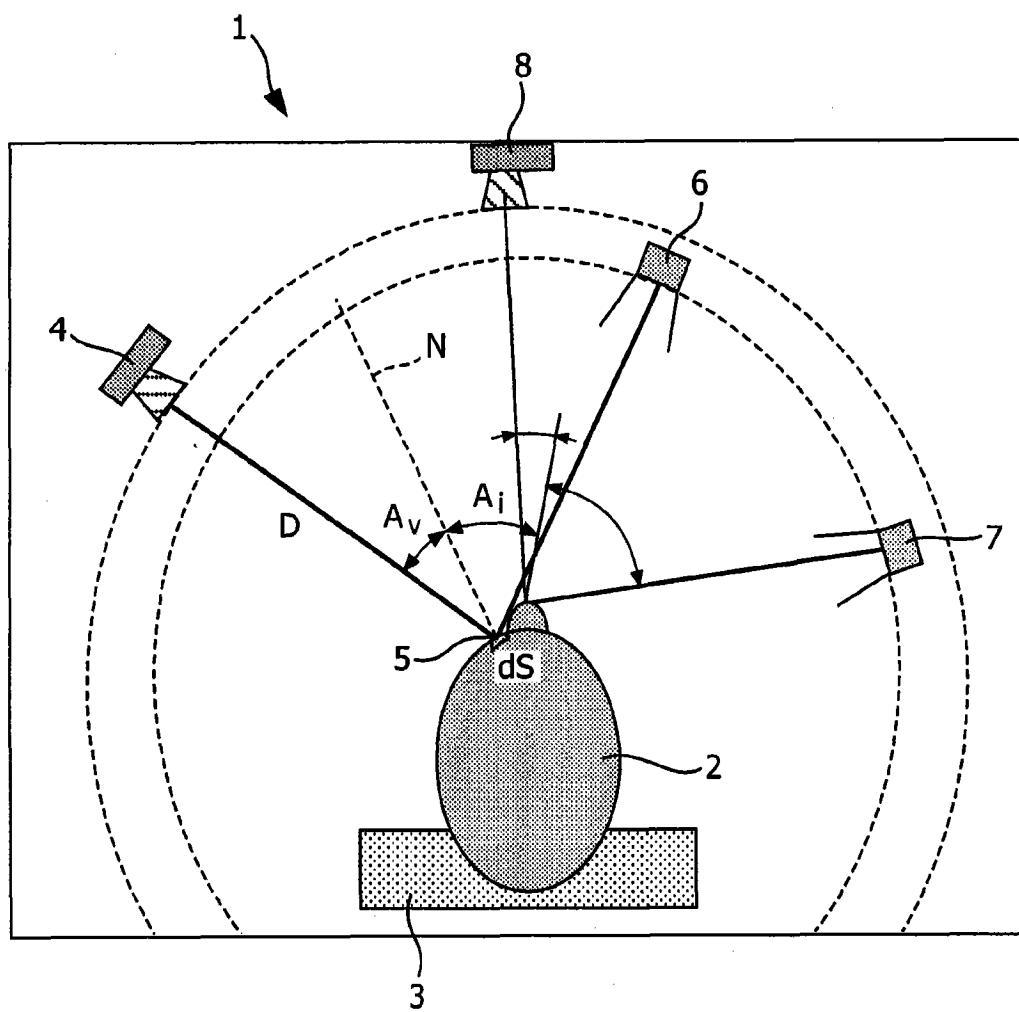


图 1

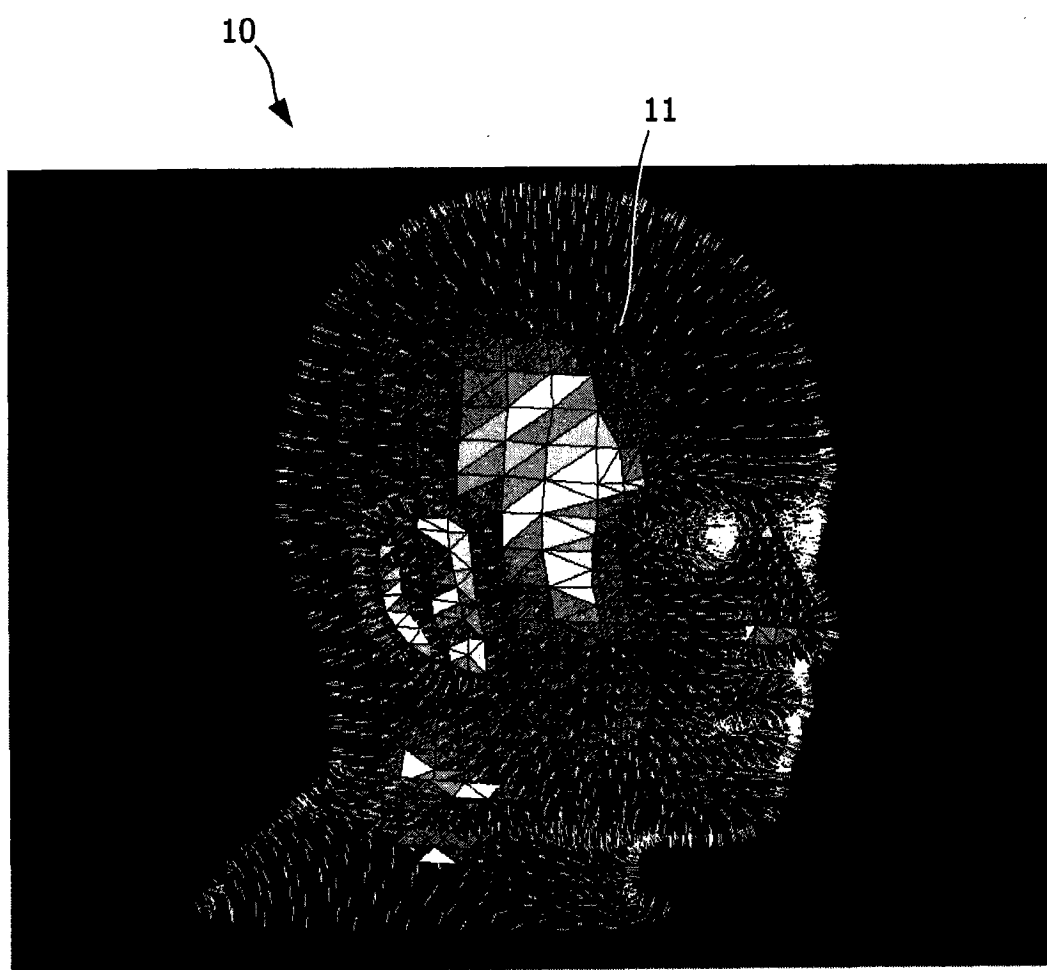


图 2