



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104820819 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201510055693. 9

(22) 申请日 2015. 02. 03

(30) 优先权数据

14/50834 2014. 02. 04 FR

(71) 申请人 摩如富公司

地址 法国伊西莱穆利诺

(72) 发明人 A·蒂埃博特 B·索伊

J-F·布朗热 J·杜布莱

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 吕俊刚 刘久亮

(51) Int. Cl.

G06K 9/00(2006. 01)

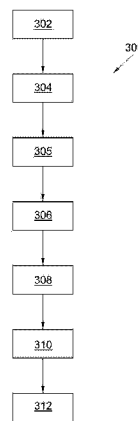
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

验证使用真手指作为指纹的载体的方法

(57) 摘要

验证使用真手指作为指纹的载体的方法。该方法包括：设置步骤(302)，放置载体，使其承载于捕捉面；捕捉步骤(304)，捕捉纹路的所称的捕捉图像；滤波步骤(306)，通过经过低通滤波器将捕捉图像变换为所得图像；定位步骤(308)，在所得图像上定位原点0，该原点0的像素的强度表示施加在载体上的最大压力；证实步骤(310)，证实所得图像上，对于从原点0发出的多个半径，以及对于所述半径中的每个，对于多个点M，该半径的每个点M的像素的强度表示施加在载体上的压力随着从原点0到点M的距离增加而减小；以及判定步骤(312)，根据证实步骤(310)的结果做出与载体的真实性相关的判定。



1. 一种由验证装置 (100) 实现的、对使用真手指作为指纹的载体 (10) 的验证方法 (300), 该验证装置 (100) 包括承载所述载体 (10) 的捕捉面 (102)、用于捕捉指纹的图像 (200) 的传感器 (104)、处理模块 (106) 和判定模块 (108), 该验证方法 (300) 包括以下步骤:

- 设置步骤 (302), 放置所述载体 (10), 使其承载于所述捕捉面 (102),
- 捕捉步骤 (304), 所述传感器 (104) 捕捉所述纹路的所称的捕捉图像 (200),
- 滤波步骤 (306), 所述处理模块 (106) 通过经过低通滤波器将所述捕捉图像 (200) 变换为所得图像 (400), 所述低通滤波器的截止频率比所述纹路的脊的频率低得多,
- 定位步骤 (308), 所述处理模块 (106) 在所述所得图像 (400) 上定位原点 0, 该原点 0 的像素的强度表示施加在所述载体 (10) 上的最大压力,
- 证实步骤 (310), 所述处理模块 (106) 证实所述所得图像 (400) 上, 对于从所述原点 0 发出的多个半径 (402), 以及对于所述半径 (402) 中的每个, 对于多个点 M, 所述半径 (402) 的每个点 M 的像素的强度表示施加在所述载体 (10) 上的压力随着从所述原点 0 到所述点 M 的距离增加而减小, 以及
- 判定步骤 (312), 所述判定模块 (108) 根据所述证实步骤 (310) 的结果做出与所述载体 (10) 的真实性相关的判定。

2. 根据权利要求 1 所述的验证方法 (300), 其中, 所述截止频率是 0.1 至 1 周期每毫米的量级。

3. 根据权利要求 1 所述的验证方法 (300), 其中, 所述证实步骤 (310) 由以下组成: 证实从所述原点 0 开始并且在从所述原点 0 发出的每个半径 (402) 上, 每个点 M 的强度梯度都是负的。

4. 根据权利要求 3 所述的验证方法 (300), 其中, 所述判定步骤 (312) 基于被标记为 $\text{Dis}(P, 0)$ 且表示实际强度分布 P 与以真手指的 0 为中心的理论强度模型的强度分布偏差的累积准则, 并且基于该偏差 $\text{Dis}(P, 0)$ 与阈值的比较。

5. 根据权利要求 4 所述的验证方法 (300), 其中, 所述偏差 $\text{Dis}(P, 0)$ 由下式给出:

$$\text{Dis}(P, 0) = \frac{1}{\text{Area}(P)} \int_0^{2\pi} \int_0^{R_{\max}} L(\nabla_r^0 P(r, \theta)) \cdot dr \cdot d\theta \quad (3)$$

其中,

- $\nabla_r^0 P(M)$ 是所得图像 (400) 的具有极坐标 (r, θ) 的点 M 处的强度梯度在 M 处的关于 0 的径向局部基上的投影,
- L 在 \mathbb{R}^- 上为零函数并且在 \mathbb{R}^{+*} 上为增函数,
- R_{\max} 为原点 0 和所得图像 (400) 的任一点 M 之间的最大距离, 并且
- $\text{Area}(P)$ 是被认为是在点 M 附近的区域的面积。

6. 根据权利要求 1 所述的验证方法 (300), 其中, 该验证方法 (300) 在所述捕捉步骤 (304) 和所述滤波步骤 (306) 之间包括旨在改善所述所得图像 (400) 的再现的预处理步骤 (305)。

7. 根据权利要求 6 所述的验证方法 (300), 其中, 所述预处理步骤 (305) 由以下组成: 对所述捕捉图像 (200) 的像素 (x, y) 应用由下式限定的函数 $F(x, y)$:

$$F(x, y) = (255 - p(x, y)) \cdot \frac{R_r(x, y)}{R_{ir}(x, y)} \quad (7)$$

其中,当所述像素 (x, y) 不属于所述脊的像素时, $R_r(x, y)$ 等于包括像素的谷的任一侧的相邻脊的局部宽度在该像素的水平处的平均值,并且其中,当所述像素 (x, y) 属于所述脊的所述像素时, $R_r(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的脊的局部宽度,

其中,当所述像素 (x, y) 不属于所述谷的像素时, $R_{ir}(x, y)$ 等于包括该像素的脊的两侧上的相邻谷的局部宽度在该像素的水平处的平均值,并且其中,当所述像素 (x, y) 属于所述谷的所述像素时, $R_{ir}(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的谷的局部宽度。

8. 根据权利要求 6 所述的验证方法 (300), 其中, 所述预处理步骤 (305) 由以下组成: 对所述捕捉图像 (200) 的像素 (x, y) 应用由下式限定的函数 $F(x, y)$:

$$F(x, y) = (255 - p(x, y)) \cdot \frac{R_r(x, y)}{R_{ir}(x, y)} \quad (7)$$

其中,当所述像素 (x, y) 不属于所述脊的基干时, $R_r(x, y)$ 是零,并且其中,当所述像素 (x, y) 属于所述脊的所述基干时, $R_r(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的脊的局部宽度,

其中,当所述像素 (x, y) 不属于所述谷的基干时, $R_{ir}(x, y)$ 是零,并且其中,当所述像素 (x, y) 属于所述谷的所述基干时, $R_{ir}(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的谷的局部宽度。

9. 根据权利要求 6 所述的验证方法 (300), 其中, 所述预处理步骤 (305) 由以下组成: 对所述捕捉图像 (200) 的像素 (x, y) 应用由下式定义的函数 $F(x, y)$:

$$F(x, y) = (255 - p(x, y)) \cdot \frac{R_r(x, y)}{R_{ir}(x, y)} \quad (7)$$

其中, $R_r(x, y)$ 是以所述像素 (x, y) 为中心的区域中的脊的像素的数目, 并且

其中, $R_{ir}(x, y)$ 是以所述像素 (x, y) 为中心的区域中的谷的像素的数目。

10. 根据权利要求 1 所述的验证方法 (300), 其中, 所述定位步骤 (308) 由以下组成: 选择所述原点 0 作为所述所得图像 (400) 的呈现最高强度的点。

11. 一种验证装置 (100), 该验证装置 (100) 包括:

- 捕捉面 (102), 载体 (10) 承载在该捕捉面 (102) 上,
- 传感器 (104), 其旨在捕捉指纹的图像 (200),
- 处理模块 (106), 该处理模块 (106) 包括:
 - 滤波装置, 其旨在通过经过低通滤波器将捕捉图像 (200) 变换为所得图像 (400), 所述低通滤波器的截止频率比纹路的脊的频率低得多,

- 定位装置, 其旨在在所述所得图像 (400) 上定位原点 0, 所述原点 0 的像素的强度表示施加在所述载体 (10) 上的最大压力, 以及

- 证实装置, 其旨在证实在所述所得图像 (400) 上, 对于从所述原点 0 发出的多个半径 (402), 以及对于所述半径 (402) 中的每个, 对于多个点 M, 所述半径 (402) 的每个点 M 的像素的强度表示施加在所述载体 (10) 上的压力随着从所述原点 0 到所述点 M 的距离增大而减小; 以及

- 判定模块 (108), 其旨在根据由所述证实装置发送的结果做出与所述载体 (10) 的真实性相关的判定。

验证使用真手指作为指纹的载体的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及验证使用真手指作为指纹载体的方法和执行这种方法的验证装置。

背景技术

[0002] 用于通过指纹来识别个体的设备由传感器、比较装置、判定装置构成。

[0003] 传感器呈现出捕捉面,手指承载在该捕捉面上并且通过该捕捉面捕捉手指指纹的图像。比较装置将捕捉到的图像或从该图像得到生物特征模板与包含先前在识别装置中记录的人的图像或模板的数据库的图像或生物特征模板进行比较。判定装置旨在借助于比较结果做出关于个体识别的判定。

[0004] 在用于捕捉与采集面接触的手指的图像的指纹传感器的领域中通常存在几种技术,特别是光学技术、电容技术、电、热、超声场的测量或压力测量。

[0005] 某些恶意的人试图通过利用诱饵诱使识别设备犯错而欺骗地识别他们。

[0006] 已知的用于验证承载指纹的手指是真手指的事实的验证方法有多种。

[0007] 特别是,已知的是使用手指在传感器上的变形来证实该变形是否确实对应于皮肤(其弹性特性与用于制造诱饵的材料的弹性特性不同)。

[0008] 特别是,已知的是在捕捉面上旋转手指以引起图像失真,从而使得能够分析皮肤的弹性或者支撑欺骗体的材料的弹性。

[0009] 但是这样的方法不是非常符合人体工程学,因为必须向希望被识别的个体说明这样的运动,这是不可想象的,例如在不在监测的识别设备的情况下。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提出一种使得能够验证使用真手指作为指纹的载体的验证方法,该验证方法不存在现有技术的缺点,并且就个体而言特别符合人体工程学。

[0011] 为了这个目的,提出了一种由验证装置实现的对使用真手指作为指纹的载体的验证方法,该验证装置包括承载所述载体的捕捉面、用于捕捉指纹的图像的传感器、处理模块和判定模块,该验证方法包括以下步骤:

[0012] - 设置步骤,放置所述载体,使其承载于所述捕捉面,

[0013] - 捕捉步骤,所述传感器捕捉纹路的所称的捕捉图像,

[0014] - 滤波步骤,所述处理模块通过经过低通滤波器将所述捕捉图像变换为所得图像,所述低通滤波器的截止频率比所述纹路的脊的频率低得多,

[0015] - 定位步骤,所述处理模块在所述所得图像上定位原点 0,该原点 0 的像素的强度表示施加在所述载体上的最大压力,

[0016] - 证实步骤,所述处理模块证实在所述所得图像上,对于从所述原点 0 发出的多个半径,以及对于所述半径中的每个,对于多个点 M,所述半径的每个点 M 的像素的强度表示施加在所述载体上的压力随着从所述原点 0 到所述点 M 的距离增加而减小,以及

[0017] - 判定步骤,所述判定模块根据所述证实步骤的结果做出与所述载体的真实性相

关的判定。

[0018] 有利地,所述截止频率是 0.1 至 1 周期每毫米的量级。

[0019] 有利地,所述证实步骤由以下组成:证实从所述原点 0 开始并且在从所述原点 0 发出的每个半径上,每个点 M 的强度梯度都是负的。

[0020] 有利地,所述判定步骤基于被标记为 $\text{Dism}(P, 0)$ 且表示实际强度分布 P 与以真手指的 0 为中心的理論强度模型的强度分布偏差的累积准则,并且基于该偏差 $\text{Dism}(P, 0)$ 与阈值的比较。

[0021] 有利地,所述偏差 $\text{Dism}(P, 0)$ 由下式给出:

$$[0022] \quad \text{Dism}(P, 0) = \frac{1}{\text{Area}(P)} \int_0^{2\pi} \int_0^{R_{\max}} L(\nabla_r^0 P(r, \theta)) \cdot dr \cdot d\theta \quad (3)$$

[0023] 其中,

[0024] $-\nabla_r^0 P(M)$ 是所得图像的具有极坐标 (r, θ) 的点 M 处的强度梯度在 M 处的关于
[0025] 0 的径向局部基上的投影,

[0026] $-L$ 在 \mathbb{R}^- 上为零函数并且在 \mathbb{R}^+ 上为增函数,

[0027] $-R_{\max}$ 为原点 0 和所得图像 (400) 的任一点 M 之间的最大距离,并且

[0028] $-\text{Area}(P)$ 是被认为是在点 M 附近的区域的面积。

[0029] 有利地,所述验证方法在所述捕捉步骤和所述滤波步骤之间包括旨在改善所得图像的再现的预处理步骤。

[0030] 根据特定实施方式,所述预处理步骤由以下组成:对捕捉图像的像素 (x, y) 应用由下式限定的函数 $F(x, y)$:

$$[0031] \quad F(x, y) = (255 - p(x, y)) \cdot \frac{R_r(x, y)}{R_{ir}(x, y)} \quad (7)$$

[0032] 其中,当所述像素 (x, y) 不属于所述脊的像素时, $R_r(x, y)$ 等于包括像素的谷的任一侧上的相邻脊的局部宽度在该像素的水平处的平均值,并且其中,当所述像素 (x, y) 属于所述脊的所述像素时, $R_r(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的脊的局部宽度,以及

[0033] 其中,当所述像素 (x, y) 不属于所述谷的像素时, $R_{ir}(x, y)$ 等于包括该像素的脊的两侧上的相邻谷的局部宽度在该像素的水平处的平均值,并且其中,当所述像素 (x, y) 属于所述谷的所述像素时, $R_{ir}(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的谷的局部宽度。

[0034] 根据另一个特定实施方式,所述预处理步骤由以下组成:对捕捉图像的像素 (x, y) 应用由下式限定的函数 $F(x, y)$:

$$[0035] \quad F(x, y) = (255 - p(x, y)) \cdot \frac{R_r(x, y)}{R_{ir}(x, y)} \quad (7)$$

[0036] 其中,当所述像素 (x, y) 不属于所述脊的基干 (skeleton) 时, $R_r(x, y)$ 是零,并且其中,当所述像素 (x, y) 属于所述脊的所述基干时, $R_r(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的脊的局部宽度,

[0037] 其中,当所述像素 (x, y) 不属于所述谷的基干时, $R_{ir}(x, y)$ 是零,并且其中,当所述像素 (x, y) 属于所述谷的所述基干时, $R_{ir}(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的谷的局部宽度。

[0038] 根据另一个特定实施方式,所述预处理步骤由以下组成:对捕捉图像的像素(x, y)应用由以下公式定义的函数F(x, y):

$$[0039] \quad F(x, y) = (255 - p(x, y)) \cdot \frac{R_r(x, y)}{R_{ir}(x, y)} \quad (7)$$

[0040] 其中, $R_r(x, y)$ 是以所述像素(x, y)为中心的区域中的脊的像素的数目,并且

[0041] 其中, $R_{ir}(x, y)$ 是以所述像素(x, y)为中心的区域中的谷的像素的数目。

[0042] 有利地,所述定位步骤由以下组成:选择所述原点0作为所述所得图像的呈现最高强度的点。

[0043] 本发明还提供了一种验证装置,该验证装置包括:

[0044] - 捕捉面,载体承载在该捕捉面上,

[0045] - 传感器,其旨在捕捉指纹的图像,

[0046] - 处理模块,该处理模块包括:

[0047] - 滤波装置,其旨在通过经过低通滤波器将捕捉图像变换为所得图像,所述低通滤波器的截止频率比纹路的脊的频率低得多,

[0048] - 定位装置,其旨在在所得图像上定位的原点0,所述原点0的像素的强度表示施加在所述载体上的最大压力,以及

[0049] - 证实装置,其旨在证实在所得图像(400)上,对于从所述原点0发出的多个半径,以及对于每个所述半径的多个点M,所述半径的每个点M的像素的强度表示施加在所述载体上的压力随着从所述原点0到所述点M的距离增大而减小;以及

[0050] - 判定模块(108),其旨在根据由所述证实装置发送的结果做出与所述载体的真实性相关的判定。

附图说明

[0051] 在阅读示例性实施方式的下列描述之后,本发明的上述特征以及其它特征将会更加明了,所述描述是结合附图给出的,其中:

[0052] 图1是根据本发明的验证装置的示意性表示,

[0053] 图2是根据本发明的由验证装置捕捉的指纹的图像,

[0054] 图3是根据本发明的验证方法的算法,

[0055] 图4是如在验证方法的过程中修改的、图2的指纹的图像,以及

[0056] 图5示出了用作对计算的支持的图。

具体实施方式

[0057] 真手指表现出特定的弹性,这意味着当其压住捕捉面时,它表现出由最大压力区域构成的均匀变形,和随着逐渐远离这一区域的压力下降。这个区域的唯一性源于这样的事实:只能对整个手指施加恒定的压力,手指的圆柱形状意味着随着接近手指边缘压力会减小。

[0058] 当手指覆盖有诱饵或当手指是假的时,诱饵的弹性与真手指的弹性不同,且当诱饵压住捕捉面时,它不会均匀变形并且会存在由低压力区隔开的若干个高压区。

[0059] 本发明的原理因此在于寻找高压力的原点,并且证实压力从该原点起减小。

[0060] 图 1 示出了验证装置 100,它旨在验证使用真手指作为指纹的载体 (bearer)。

[0061] 验证装置 100 包括:

[0062] - 捕捉面 102,其上放置有承载了指纹的载体 10 使其承载,

[0063] - 传感器 104,其旨在透过捕捉面 102 来捕捉指纹的图像,

[0064] - 处理模块 106,其旨在接收由传感器 104 捕捉的指纹的图像,并进行如下面描述的处理,以及

[0065] - 判定模块 108,其旨在借助于由处理模块 106 发送的信息做出与载体 10 是真手指还是假手指的事实相关的判定。

[0066] 图 2 是纹路的捕捉图像 200,例如由传感器 104 捕捉并发送到处理模块 106。通常,纹路呈现出脊和谷。此处,捕捉图像 200 是灰度级图像,并且脊在这里表现为白色背景上的黑色。

[0067] 图 4 示出了将捕捉图像 200 通过滤波步骤 (306,图 3) 得到的图像 400。脊和谷不再可辨别。图像 400 表示施加在载体 10 的所有点上的压力,并且以下被称为所得图像 400。在本发明的这里所提供的实施方式中,所得图像 400 的区域越亮,在该区域中所施加的压力就越大。

[0068] 图 3 是由验证装置 100 实现的验证方法 300 的算法。

[0069] 验证方法 300 包括:

[0070] - 设置步骤 302,放置承载纹路的载体 10,使其承载于捕捉面 102,

[0071] - 捕捉步骤 304,传感器 104 捕捉纹路的捕捉图像 200,

[0072] - 滤波步骤 306,处理模块 106 通过经过低通滤波器将捕捉图像 200 变换为所得图像 400,该低通滤波器的截止频率比纹路的脊的频率低得多,

[0073] - 定位步骤 308,处理模块 106 在所得图像 400 上定位原点 0,该原点 0 的像素的强度表示施加在载体 10 上的最大压力,

[0074] - 证实步骤 310,处理模块 106 证实在所得图像 400 上,对于从原点 0 发出的多个半径 402,以及对于所述半径 402 中的每个,对于多个点 M,所述半径 402 的每个点 M 的像素的强度表示施加在载体 10 上的压力随着从原点 0 到点 M 的距离增加而减小,以及

[0075] - 判定步骤 312,判定模块 108 根据证实步骤 310 的结果做出与载体 10 的真实性相关的判定。

[0076] 因此,验证方法 300 允许呈现他们的手指 10 的人进行无限制的使用。

[0077] 该低通滤波器例如是高斯滤波器、中值滤波器、平均滤波器或能够仅保持捕捉图像 200 的低频信息的任何其它滤波器。

[0078] 定位步骤 308 由选择原点 0 作为所得图像 400 的表现出最高强度的点组成。处理模块 106 包括:

[0079] - 滤波装置,其旨在通过经过低通滤波器将捕捉图像 200 变换为所得图像 400,该低通滤波器的截止频率比纹路的脊的频率低得多,

[0080] - 定位装置,其旨在在所得图像 400 上定位原点 0,该原点 0 的像素的强度表示施加在载体 10 上的最大压力,以及

[0081] - 证实装置,其旨在证实在所得图像 400 上,对于从原点 0 发出的多个半径 402,以及对于所述半径 402 中的每个,对于多个点 M,所述半径 402 的每个点 M 的像素的强度表示

施加在载体 10 上的压力随着从原点 0 到点 M 的距离增加而减小。

[0082] 判定模块 108 旨在根据所述证实装置发送的结果做出与载体 10 的真实性相关的判定。

[0083] 纹路通常呈现 1.5 到 3 周期每毫米的量级的脊频率,以获得在滤波步骤 306 之后可利用的图像,在该滤波步骤 306 期间所应用的截止频率是 0.1 到 1 周期每毫米的量级,并且更具体地为 0.5 周期每毫米。

[0084] 在所得图像 400 上,每个像素的强度表示施加在载体 10(其图像是所述像素)的点上的压力。

[0085] 根据本发明的特定实施方式,证实步骤 310 由以下组成:使用所得图像 400 内的像素的强度梯度,以及证实从原点 0 起并且在从原点 0 发出的每个半径 402 上,每个点 M 的定向在方向 OM 上的强度梯度都是负的。如果该梯度在移开原点 0 时为正,则这是载体 10 可能是假手指的事实指示。强度梯度与被施加在载体 10 上的压力梯度对应。

[0086] 只要可能发生,即使用真手指,在半径 402 的一部分上梯度略微升高,例如由于手指的特定特征(疤痕等)或者由于杂散照明,判定步骤 312 优选地基于被标记为 $\text{Dis}(P, 0)$ 并表示实际强度分布 P 与以真手指的 0 为中心的理论强度模型的强度分布偏差的累积准则,并且基于该偏差与阈值的比较。

[0087] 如果偏差 $\text{Dis}(P, 0)$ 大于阈值,则载体 10 被认为是假手指,如果偏差 $\text{Dis}(P, 0)$ 低于阈值,则载体 10 被认为是真手指。阈值与偏差 $\text{Dis}(P, 0)$ 之间的比较结果用作判定步骤 312 的过程中的基础。

[0088] 过程由以下组成:以所得图像 400 的各点 M 处的径向局部基进行工作。M 点处的关于 0 的径向局部基是基 (\vec{r}, \vec{t}) , 使得 $\vec{r} = \frac{\vec{OM}}{\|\vec{OM}\|}$ 并且 \vec{t} 是垂直于 \vec{r} 的单位向量,使得 $(0, \vec{r}, \vec{t})$ 是右手参考系。

[0089] M 是所得图像 400 上的点,并且 $\vec{\nabla}(M)$ 标记了在 M 处的强度梯度。在图像参考系中表示的这个梯度可以被投影在 M 处的关于 0 的径向局部基上,并且这个梯度在 M 处的关于 0 的径向局部基上的投影在矢量 \vec{r} 上可以写作 $\nabla_r^0(M)$ 。

[0090] 在真手指的情况下,也就是在理想强度分布的情况下,强度分布通常包括标记为 0 的单个局部最大值,并且投影到其在 M 处的关于 0 的径向局部基上的任何局部梯度然后并且因此满足算式:

$$[0091] \quad \forall M, \nabla_r^0 P(M) \leq 0 \quad (1)$$

[0092] 其中, P(M) 是点 M 处的强度。

[0093] $\nabla_r^0 P(M)$ 因此是所得图像 400 的点 M 处的强度梯度在 M 处的关于 0 的径向局部基上的投影。

[0094] 考虑以 0 为中心的极坐标参考系,点 M 在该参考系中的坐标为 (r, θ) , 并且算式 (1) 可以写作:

$$[0095] \quad \forall M(r, \theta), r > 0, \theta \in [0, 2\pi], \nabla_r^0 P(r, \theta) \leq 0 \quad (2)$$

[0096] 这对应于强度梯度分布从原点 0 起沿着任何半径 402 都在减小的事实。

[0097] 我们选择一个实函数 L, 使得它在 \mathbb{R}^- 上为零并且在 \mathbb{R}^+ 上增大。

[0098] 例如, 函数 L 可以被选择成:

[0099]

$$L(x) = \begin{cases} x & \text{如果 } x > 0 \\ 0 & \text{如果 } x \leq 0 \end{cases}$$

[0100] L 是用于选择正梯度的函数, 但是另一个函数可以使能够根据它们的强度对梯度进行加权。

[0101] 偏差 $\text{Dis}_m(P, 0)$ 然后由下式给出:

$$[0102] \quad \text{Dis}_m(P, 0) = \frac{1}{\text{Area}(P)} \int_0^{2\pi} \int_0^{R_{\max}} L(\nabla_r^0 P(r, \theta)) \cdot dr \cdot d\theta \quad (3)$$

[0103] 其中, R_{\max} 为原点 0 与所得图像 400 中的任一点 M 之间的最大距离, 并且其中, $\text{Area}(P)$ 是被认为在点 M 周围的区域的且在此处为像素的面积。

[0104] 若干种过程可以被用于计算偏差 $\text{Dis}_m(P, 0)$ 。每个计算过程都提供了计算速度与计算精确性之间的折衷。换句话说, 可以选择所有的点 M 以具有偏差 $\text{Dis}_m(P, 0)$ 的非常准确的值, 但是在这种情况下计算是冗长的, 或者可以限制点 M 的数目以具有快速的计算, 但是对计算准确性不利。

[0105] 为了精确地计算积分, 对于所得图像 400 的每个像素 M, 计算出局部强度梯度并且将其投影在关于原点 0 的径向基上。

[0106] 对严格为正的梯度 $\nabla_r^0 P(r, \theta)$ 的所有局部投影进行求和。在笛卡尔坐标中并且通过取所得图像 400 的宽度 W 和高度 H, 式 (3) 可以写成:

$$[0107] \quad \text{Dis}_m(P, 0) = \frac{1}{\text{Area}(P)} \sum_{x=0}^W \sum_{y=0}^H \text{Area}(M(x, y)) \cdot L(\nabla_r^0 P(x, y)) \quad (4)$$

[0108] 其中 L 是在上文所定义的并且仅保留正值的函数。

[0109] 这相当于计算整个所得图像 400 上的局部梯度, 并对在为正的局部径向基上的这些投影进行求和。

[0110] $\text{Area}(M(x, y))$ 为以在其上计算了梯度的点 $M(x, y)$ 为中心的每个区域的面积。这里, 这个面积等于像素, 但是可以使计算欠采样, 以便不考虑所有像素而加速计算, 并且在这种情况下, 面积大于 1。

[0111] 另一个过程由以下组成: 对积分的角度进行采样, 并仅沿所选半径计算梯度。沿着每个半径, 利用插值过程计算局部梯度, 然后计算正梯度的总和。每个梯度可以根据它表示的环扇区的面积进行加权。例如, 在以 1 个像素的步长均匀地对用于计算梯度的点进行采样并且我们选择在区间 $[0, 2\pi]$ 上均匀采样的 Θ 个角 (通常是 8 或 16 个) 的情况下, 式 (3) 近似为下式:

$$[0112] \quad \text{Dis}_m(P, 0) \approx \frac{1}{\text{Area}(P)} \sum_{\theta=0}^{\Theta-1} \sum_{j=1}^{R_{\max}} \text{Area}(R_j) \cdot \text{Pos}(\nabla_r^0 P(r, \theta)) \quad (5)$$

[0113] 并且因为平均半径 j 、厚度 l 和角度 $\frac{2\pi}{\Theta}$ 的环扇区的面积等于 $\frac{2\pi}{\Theta} \times 2j$ ，式 (5) 变为：

$$[0114] \quad \text{Dism}(P, O) \approx \frac{4\pi}{\Theta \cdot \text{Area}(P)} \sum_{\theta=0}^{\Theta-1} \sum_{j=1}^{R_{\max}} j \cdot L(\nabla_r^O P(r, \theta)) \quad (6)$$

[0115] 偏差 $\text{Dism}(P, O)$ 是无界限的并表示与理论模型的散度 (divergences)，于是可以定义针对偏差 $\text{Dism}(P, O)$ 的阈值，超过该阈值，判定模块 108 会将载体 10 视为假手指，小于该阈值，判定模块 108 会将载体 10 视为真手指。此阈值将能够借助于表示真手指的基部或者借助于假手指的基部或真手指的基部来确定。将例如使用神经网络或 SVM。

[0116] 判定阈值是借助于在真手指的代表基部上限定的测量而限定的。

[0117] 在捕捉步骤 304 和滤波步骤 306 之间，可以在适当的位置设置预处理步骤 305，以改善所得图像 400 的再现。

[0118] 处理模块 106 于是包括旨在实现该预处理步骤 305 的预处理装置。

[0119] 借助于捕捉图像 200，处理模块 106 确定表示脊的基干和表示谷的（脊间的 (inter-ridges)）基干的图像 S 。这样的确定例如在文档 [Alessandro Farina, Zsolt M. Kovacs-Vajna, Alberto Leone, "Fingerprint Minutiae Extraction from Skeletonized Binary Images," Pattern Recognition, Vol. 32, pp. 877-889, 1999] 中有描述。

[0120] 在脊的基干的每个点处，处理模块 106 计算脊的局部宽度，并且在谷的基干的每个点处，处理模块 106 计算谷的局部宽度。在图 5 中例示了这些计算，该图按照灰度级示出了脊 502 的基干和谷 504 的基干。对于脊 502 的基干的每个点 P ，沿着对基干的法线测量相应脊的宽度“ d ”， d_1 和 d_2 是谷的宽度。

[0121] 处理模块 106 然后构建谷的矩阵（标记为 R_r ）和脊的矩阵（标记为 R_{ir} ）。矩阵 R_r 和矩阵 R_{ir} 具有与捕捉图像 200 相同的尺寸，行 x 和列 y 的每个系数对应于所述捕捉图像 200 的行 x 和列 y 的像素（标记为 (x, y) ）。

[0122] 根据一个实施方式，对于不属于脊的基干的每个像素 (x, y) ，脊矩阵 R_r 的相应系数 $R_r(x, y)$ 是零，并且对于属于脊的基干的每个像素 (x, y) ，脊矩阵 R_r 的相应系数 $R_r(x, y)$ 等于该像素 (x, y) 中的脊的局部宽度。

[0123] 对于不属于谷的基干的每个像素 (x, y) ，谷矩阵 R_{ir} 的相应系数 $R_{ir}(x, y)$ 是零，并且对于属于谷的基干的每个像素 (x, y) ，谷矩阵 R_{ir} 的相应系数 $R_{ir}(x, y)$ 等于该像素 (x, y) 中的谷的局部宽度。

[0124] 用于定义 $R_r(x, y)$ 和 $R_{ir}(x, y)$ 的另一个过程由限定像素 (x, y) 周围的脊（相应地，谷）的密度组成。 R_r 因此可以被定义为以像素 (x, y) 为中心的区域中的脊的像素的数目，而 $R_{ir}(x, y)$ 可以被定义为以像素 (x, y) 为中心的区域中的谷的像素的数目。 R_r 和 R_{ir} 因此不再像在第一过程中所描述的被定义为距离，而是由密度的概念来定义。

[0125] 对于捕捉图像的每个像素 (x, y) ，用于定义 $R_r(x, y)$ 和 $R_{ir}(x, y)$ 的另一个过程如下：

[0126] - 当所述像素 (x, y) 不属于所述脊的像素时， $R_r(x, y)$ 等于包括像素的谷的任一侧上的相邻脊的局部宽度在该像素的水平处的平均值，

[0127] - 当所述像素 (x, y) 属于所述脊的所述像素时, $R_r(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的脊的局部宽度,

[0128] - 当所述像素 (x, y) 不属于所述谷的像素时, $R_{ir}(x, y)$ 等于包括该像素的脊的两侧上的相邻谷的局部宽度在该像素的水平处的平均值, 以及

[0129] - 当所述像素 (x, y) 属于所述谷的所述像素时, $R_{ir}(x, y)$ 等于在该像素 (x, y) 中的谷的局部宽度。

[0130] 函数 F 是这样的函数: 将捕捉图像 200 变换为预处理图像 (标记为 IP), 是捕捉图像 200 的像素 (x, y) 的强度的单调函数, 并且使得对于捕捉图像 200 的属于两个基干之一的任一像素 (x, y) , 该预处理图像 IP 的像素 (x, y) 取正的强度值, 并且对于捕捉图像 200 的不属于两个基干之一的任一像素 (x, y) , 该预处理图像 IP 的像素 (x, y) 取零强度值。

[0131] 例如, 能够采用由下式定义函数 $F(x, y)$:

$$[0132] \quad F(x, y) = (255 - p(x, y)) \cdot \frac{R_r(x, y)}{R_{ir}(x, y)} \quad (7)$$

[0133] 随后能够对预处理图像 IP 执行过滤步骤 306。

[0134] 另外, 也能够同时执行预处理步骤 305 和滤波步骤 306。例如, 能够使用由下式定义的函数 $F(x, y)$:

$$[0135] \quad F(x, y) = G_{\Sigma} * \left(\alpha(255 - p(x, y)) + \beta \frac{R_r(x, y)}{R_{ir}(x, y)} \right), \text{ 其中 } \alpha + \beta = 1 \quad (8)$$

[0136] 也就是说, 函数 F 是捕捉图像 200 的加权和与脊宽度对谷宽度的比的图像的加权和的卷积, 具有协方差矩阵高斯分布。在实践中, 在 0 至 0.5 之间选择 α 。

[0137] 获得的图像然后能够被直接视为所得图像 400。

[0138] 可能发生的是所得图像 400 表现出多个点, 并且这些点的每个都具有表示最大压力的像素的强度。所得图像 400 于是包括多个原点 0。

[0139] 随后使用由每个原点 0 周围的局部最大压力的概念。原点 0 的搜索区域的地点可以例如由此原点与所有其它原点之间的最小距离来限定。这个距离可以用系数来修改, 使得该区域与其它原点隔开。该系数的实际值是 2。

[0140] 在定义了若干个原点 0 的情况下, 可以通过针对每个原点 0 执行偏差计算若干次来限定偏差。通过分析关于每个原点 0 的各种结果 (例如最小值、最大值、平均值等) 来进行巩固。通过对该巩固后限定的偏差进行阈值化来做出最终的判定。

[0141] 当然, 本发明并不限于所描述和表示的示例和实施方式, 而是可以涵盖本领域技术人员能够想到的多种变型。

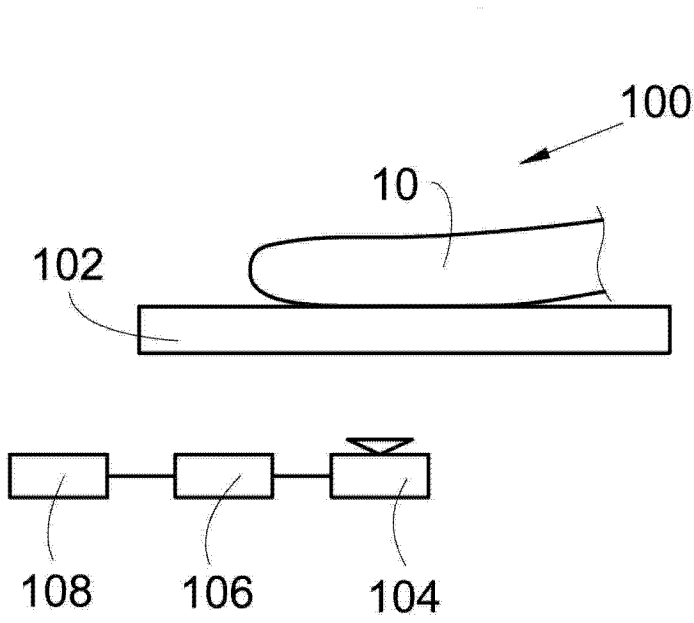


图 1



图 2

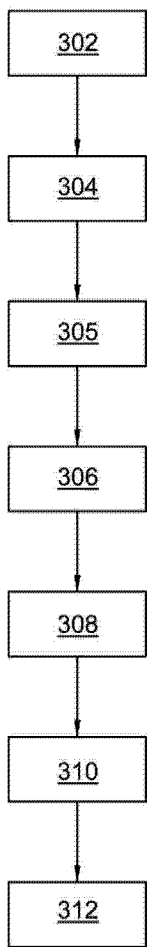


图 3

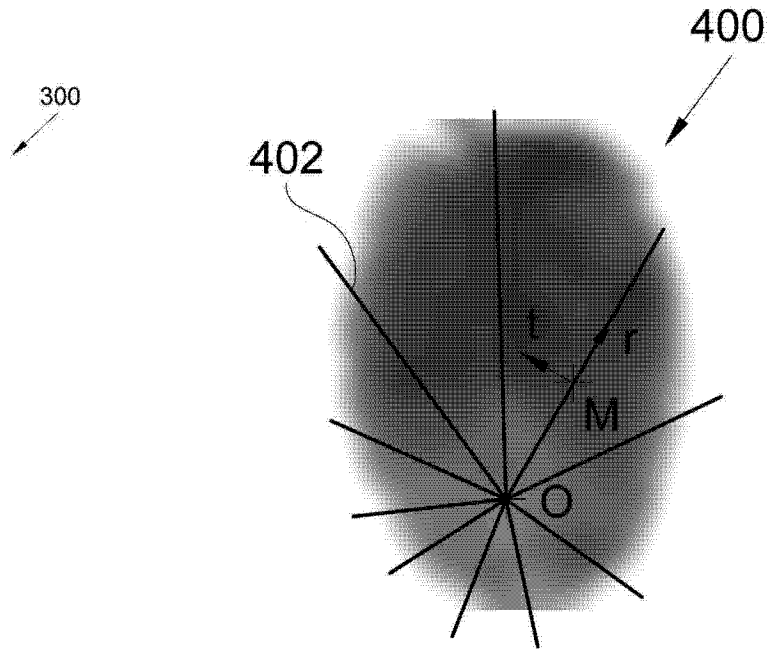


图 4

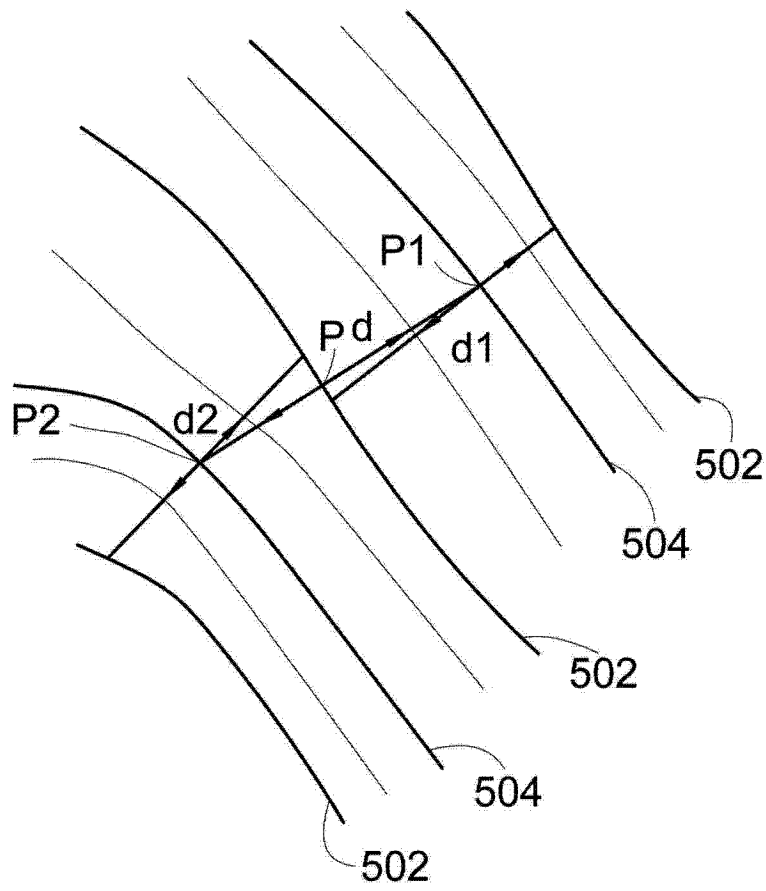


图 5