



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103366358 B

(45)授权公告日 2017.06.13

(21)申请号 201210389155.X

(22)申请日 2012.09.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103366358 A

(43)申请公布日 2013.10.23

(30)优先权数据

13/436,078 2012.03.30 US

(73)专利权人 NCR公司

地址 美国佐治亚州

(72)发明人 陈萍 何超 加里·罗斯

(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

代理人 脱颖

(51)Int.Cl.

G06T 7/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1525155 A,2004.09.01,

CN 1525155 A,2004.09.01,

US 2009/0324053 A1,2009.12.31,

CN 101964122 A,2011.02.02,

US 2004/0134981 A1,2004.07.15,

付晓全.低分辨率下纸币的识别与污损检测.《中国优秀硕士论文全文数据库》.2006,(第12期),8-38.

付晓全.低分辨率下纸币的识别与污损检测.《中国优秀硕士论文全文数据库》.2006,(第12期),8-38.

审查员 李慧

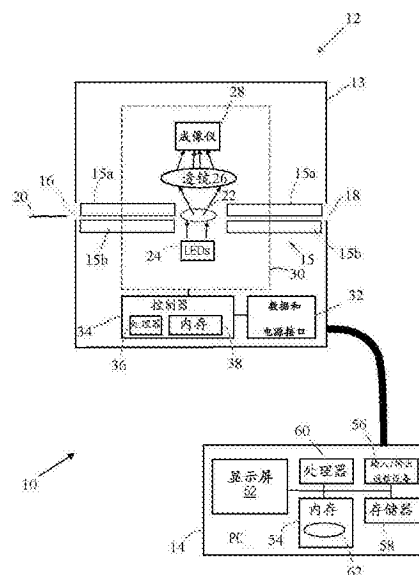
权利要求书3页 说明书12页 附图5页

(54)发明名称

污点检测

(57)摘要

介绍了一种在介质项目上检测污损的方法。该方法包括:接收介质项目的图像,其中图像包括多个在亮度值范围内具有不同亮度值的像素。中心加权被应用到所接收的图像内以扩大亮度值范围的中心部位。阈值被应用到中心加权图像内的每一个像素以便将每一个像素转化为二进制值从而创建包含多个像素的评估图像,每一个像素都具有两个可能值中的一个。通过将评估图像内的像素与二进制参考图像中在相应空间位置处的像素进行比较来创建差分图像,以使差分图像包括(i)在评估图像内的像素具有低亮度像素和在二进制参考图像内相应像素具有高亮度像素的每一个空间位置处的污点像素,以及(ii)在所有其它空间位置处的无污点像素。在差分图像满足污损标准的情况下指示介质项目有污损。



1. 一种在介质项目上检测污损的方法,所述方法包括:

接收所述介质项目的图像,其中所述图像包括多个具有在亮度值范围内不同亮度值的像素;

使用来自具有一定亮度值的图像的像素以创建中心加权图像,所述一定亮度值在亮度值范围的中心部位内,所述中心部位涉及像素亮度而非空间位置;

将阈值应用到所述中心加权图像内的每一个像素以将每一个像素都转化为二进制值从而创建包含多个像素的评估图像,评估图像的每一个像素都具有两个可能值中的一个;

通过将评估图像内的像素与二进制参考图像中在相应空间位置处的像素进行比较来计算出二进制参考图像与评估图像之间的差分图像,以使差分图像包括 (i) 在所述评估图像内的像素具有低亮度像素并且在所述二进制参考图像内相应像素具有高亮度像素的每一个空间位置处的污点像素,以及 (ii) 在所有其它空间位置处的无污点像素;

在差分图像满足污损标准的情况下指示所述介质项目有污损。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述污损标准包括差分图像包含覆盖最大污损区域的连续污点像素。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法包括在接收所述介质项目图像的步骤之前捕获所述介质项目图像的附加步骤。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中捕获所述介质项目图像的步骤进一步包括使用所述介质项目一侧的红外线辐射发射器和所述介质项目另一侧的红外线辐射检测器来捕获所述介质项目的传送图像。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中使用来自具有一定亮度值的图像的像素以创建中心加权图像,所述一定亮度值在亮度值范围的中心部位内,所述中心部位涉及像素亮度而非空间位置的步骤包括:对比度扩展所接收的图像以扩展亮度值范围的中心部位以创建对比度扩展图像,从而使所述中心加权图像包括对比度扩展图像。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中将阈值应用到在所述中心加权图像内每一个像素的步骤进一步包括:从创建所述二进制参考图像的参考图像中确定:

(i) 阈值像素亮度,其中在所述参考图像中所有像素的百分之Y具有低于所述阈值像素亮度的像素亮度,

(ii) 将第一个二进制值赋予具有低于或等于所述阈值像素亮度的像素亮度的中心加权图像中的每一个像素,并且

(iii) 将第二个二进制值赋予具有高于所述阈值像素亮度的像素亮度的中心加权图像中的每一个像素。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中在计算差分图像的步骤之前,所述方法包括附加步骤:

(i) 将所述评估图像的方位和所述二进制参考图像的方位进行比较,并且

(ii) 在所述方位不匹配的地方,实施所述评估图像的几何变换以匹配所述二进制参考图像的方位。

8. 一种介质验证器,可操作用于检测提供给所述介质验证器的介质项目上的污损,所述介质验证器包括:

用于传送介质项目的介质项目传输装置;

图像捕获设备,其与所述介质项目传输装置对齐并且用于捕获对应于所述介质项目的二维阵列像素,每一个像素都具有与介质项目上对应于该像素的空间位置处的介质项目性质相关的像素亮度;以及

处理器,其被编程用于控制所述介质项目传输装置和所述图像捕获设备,同时也被编程用于:

(i)接收二维阵列像素;

(ii)中心加权所接收到的二维阵列像素;

(iii)将阈值应用到在中心加权后的阵列像素中的每一个像素以将每一个像素都转成为二进制值从而创建包含多个像素的评估图像,评估图像的每一个像素都具有两个可能值中的一个;

(iv)通过将所述评估图像中的像素与在二进制参考图像中相应的空间位置处的像素进行比较来计算在所述二进制参考图像和所述评估图像之间的差分图像,以使所述差分图像包括(a)在评估图像内的像素具有低亮度像素并且在二进制参考图像内相应的像素具有高亮度像素的每一个空间位置处的污点像素,以及(b)在所有其它空间位置处的无污点像素;以及

(v)在所述差分图像满足污损标准的情况下指示所述介质项目有污损。

9.根据权利要求8所述的介质验证器,其中所述介质项目传输装置包括一个或多个环形带。

10.根据权利要求8所述的介质验证器,其中所述图像捕获设备包括具有至少像所述介质项目区域一样大的传感器区域的二维传感器。

11.根据权利要求8所述的介质验证器,其中所述图像捕获设备进一步包括位于通向红外线检测器的介质项目路径相对侧的红外线光源。

12.根据权利要求8所述的介质验证器,其中所述介质验证器包括纸币验证器。

13.一种介质存储装置,包括根据权利要求8所述的介质验证器。

14.根据权利要求13所述的介质存储装置,其中所述介质存储装置包括纸币存储区域和检查存储区域。

15.一种在介质项目上检测污损的方法,所述方法包括:

接收所述介质项目的图像,其中所述图像包括多个具有在亮度值范围内不同亮度值的像素;

中心加权所述多个像素以创建中心加权图像;

将阈值应用到所述中心加权图像内的每一个像素以将每一个像素都转化为二进制值从而创建包含多个像素的评估图像,评估图像的每一个像素都具有两个可能值中的一个;

通过将评估图像内的像素与二进制参考图像中在相应空间位置处的像素进行比较来计算出二进制参考图像与评估图像之间的差分图像,以使差分图像包括(i)在所述评估图像内的像素具有低亮度像素并且在所述二进制参考图像内相应像素具有高亮度像素的每一个空间位置处的污点像素,以及(ii)在所有其它空间位置处的无污点像素;

在差分图像满足污损标准的情况下指示所述介质项目有污损。

16.一种介质验证器,可操作用于检测提供给所述介质验证器的介质项目上的污损,所述介质验证器包括:

用于传送介质项目的介质项目传输装置；

图像捕获设备,其与所述介质项目传输装置对齐并且用于捕获对应于所述介质项目的二维阵列像素,每一个像素都具有与介质项目上对应于该像素的空间位置处的介质项目性质相关的像素亮度;以及

处理器,其被编程用于:

(i) 接收二维阵列像素;

(ii) 中心加权所接收到的二维阵列像素;

(iii) 将阈值应用到在中心加权后的阵列像素中的每一个像素以将每一个像素都转成为二进制值从而创建包含多个像素的评估图像,评估图像的每一个像素都具有两个可能值中的一个;

(iv) 通过将在所述评估图像中的像素与在二进制参考图像中相应的空间位置处的像素进行比较来计算在所述二进制参考图像和所述评估图像之间的差分图像,以使所述差分图像包括 (a) 在评估图像内的像素具有低亮度像素并且在二进制参考图像内相应的像素具有高亮度像素的每一个空间位置处的污点像素,以及 (b) 在所有其它空间位置处的无污点像素;以及

(v) 在所述差分图像满足污损标准的情况下指示所述介质项目有污损。

污点检测

技术领域

[0001] 本发明涉及自动化污点检测。具体而非排他性地,本发明涉及自助终端机中的介质项目例如纸币的自动化污点检测。

背景技术

[0002] 一些自助终端机(SST),例如自动柜员机(ATM),可以接收由顾客存入的纸币。一些反盗窃系统包括当纸币盒被未经授权的人抽出或以其他方式操作时将纸币自动染墨。这样的系统使得所述盒释放油墨污点到包含在所述盒内的纸币堆叠上。这种纸币上的油墨污点是非常清晰可见的,并且其被设计用于提醒可能接收到有污点纸币的人该纸币可能是被窃取的。

[0003] 为了避免提醒人们纸币是窃取的,罪犯可能会利用ATM将有污点的纸币存入银行账户以使得没有人现场看到存入的纸币。

[0004] 此外,纸币可能会例如由于油墨、咖啡或某种其它液体的溢出而意外地受到污损。

[0005] 纸币发行机关(例如欧洲中央银行)期望从流通中剔除污损的纸币(不管这些纸币是由于防盗原因而污损还是意外地受到污损),因此当此类纸币被提供给ATM时,期望ATM能够检测出污损的纸币。

[0006] 虽然人们很容易识别出纸币上的污点,但是因为能从四个不同的方向提供纸币,所以识别纸币上的污点对自动化系统而言就困难得多,并且使用单色的可见光将纸币成像可能也不足以检测出污点,原因是污点可能与光源的颜色相同。

发明内容

[0007] 因此,本发明主要提供了用于检测介质项目上污损的方法、系统、装置和软件。

[0008] 除了上文提供的发明摘要和在下文的具体说明中所公开的主题之外,如果需要,这个章节的以下段落意欲为在本申请过程中可能应用的可选择的权利要求用语提供更进一步的基础。如果本申请获得授权,一些方面可能涉及在本申请过程中所增加的权利要求,其它方面可能涉及在申请过程中删除的权利要求,其它方面可能涉及未主张的主题。而且,下文中详细描述的每一个方面都是彼此独立的,除非另有说明。对应于一个方面的任何权利要求都不应当被解释为合并了其它方面的任何元素或特征,除非在那个权利要求中有明确说明。

[0009] 根据第一方面提供了一种在介质项目上检测污损的方法,该方法包括:

[0010] 接收介质项目的图像,其中图像包括多个具有在亮度值范围内的不同亮度值的像素;

[0011] 使用来自具有在亮度值范围中心部位内的亮度值的图像的像素以创建中心加权图像;

[0012] 将阈值应用到中心加权图像中的每一个像素以将每一个像素转化为二进制值从而创建包含多个像素的评估图像,评估图像的每一个像素都表示高亮度或低亮度;

[0013] 通过将评估图像中的像素与二进制参考图像中对应空间位置处的像素进行比较来计算出二进制参考图像和评估图像之间的差分图像,以使该差分图像包括(i)在评估图像内的像素具有低亮度像素并且在二进制参考图像内相应的像素具有高亮度像素的每一个空间位置处的污点像素,以及(ii)在所有其它空间位置处的无污点像素;以及

[0014] 在差分图像满足污损标准的情况下指示介质项目有污损。

[0015] 使用来自具有在亮度值范围中心部位内的亮度值的图像的像素以创建中心加权图像的步骤包括对比度扩展所接收的图像以扩展亮度值范围的中心部位以创建对比度扩展图像,从而使该中心部位延伸穿过几乎整个亮度值范围。

[0016] 可选地,使用来自具有在亮度值范围中心部位内的亮度值的图像的像素以创建中心加权图像的步骤可以包括:(i)忽略具有低于下限值的亮度值的像素,和(ii)忽略具有高于上限值的亮度值的像素。

[0017] 不管使用什么方法来创建中心加权图像,要点是这些具有非常低的亮度或非常高的亮度的像素或者是(a)被忽略,或者就(b)被分别设定为等同于最低亮度或最高亮度。

[0018] 该方法可以包括在接收介质项目图像的步骤之前捕获介质项目图像的附加步骤。该捕获介质项目图像的步骤可以进一步地包括捕获介质项目的传送图像。使用在介质项目一侧的电磁辐射发射器和在介质项目另一侧的电磁辐射检测器即可捕获传送图像。在一个实施例中,所使用的电磁辐射是红外线辐射。使用红外线辐射的优点在于它与介质项目上任何污点的颜色无关。

[0019] 捕获介质项目图像的步骤可以包括使用八位来记录每一个像素的亮度值(提供从0到255的亮度值范围)。可选地,可以使用任何方便的位数,例如16位可以提供从0到65535的亮度值范围。

[0020] 所述方法可以包括调整所收到图像的空间维数的附加步骤从而使所收到的图像符合二进制参考图像的空间维数。这将对边缘部分有缺损、有增加部分(例如胶布)或者有收缩或扩展等等的任何介质项目进行补偿。用于将所捕获的图像与参考图像自动对齐以及随后对所捕获的图像进行修剪或添加以便与参考图像的空间维数相匹配的技术在本领域中是公知的。

[0021] 对比度扩展所接收的图像以扩展亮度值范围中心部位的步骤可以包括在两个低水平和高水平的像素亮度值处为百分之X的饱和度。百分之X可以包括百分之十、百分之五、百分之二或任意其它适当的值。

[0022] 正如本领域技术人员所知,两个低的和高的像素亮度值处百分之五的饱和度意味着当所收到图像中的所有像素都按照像素亮度的顺序排列时,所有像素亮度低于参考亮度(参考亮度为来自正在使用的参考图像的百分之五的值)的像素全都被赋予像素亮度的相同最小值(可以是零),并且(ii)所有像素亮度高于参考亮度(参考亮度为来自正在使用的参考图像的百分之九十五的值)的像素全都被赋予像素亮度的相同最大值(如果每一个像素亮度值都使用八位那就可以是255)。这提高了图像对比度(通过扩展亮度值范围中心部位来覆盖可利用的整个范围)并且降低了介质项目或图像中的孔洞和其它轻微异像的影响。正在使用的参考可以是所收到图像中的像素,或者可选择地,正在使用的参考可以是在二进制参考图像由其创建的图像中的像素。

[0023] 将阈值应用到中心加权图像内每一个像素的步骤可以进一步包括:从创建二进制

参考图像的参考图像中确定(i)阈值像素亮度,其中在参考图像中所有像素的百分之Y具有低于阈值像素亮度的像素亮度,(ii)将第一个二进制值(例如零)赋予具有低于或等于阈值像素亮度的像素亮度的中心加权图像中的每一个像素,并且(iii)将第二个二进制值(例如一)赋予具有高于阈值像素亮度的像素亮度的中心加权图像中的每一个像素。所选Y的值可以是二十(百分比),十(百分比),或者任意其它适当的数值。所选择的Y的值可以取决于介质项目的特征(比如传送特征、所使用的印刷颜色、反射特性等等)。通过使用来源于参考图像中的阈值像素亮度,使用了对真实的介质项目而言是正确的阈值;然而中心加权图像可以不来自真实的介质项目(例如,所提供的介质项目可能是伪造的)。

[0024] 可选地,将阈值应用到中心加权图像内的每一个像素的步骤可以进一步包括:从中心加权图像中进行确定(i)阈值像素亮度,其中在参考图像中所有像素的百分之Y具有低于阈值像素亮度的像素亮度,(ii)将第一个二进制值(例如零)赋予具有低于或等于阈值像素亮度的像素亮度的中心加权图像中的每一个像素,并且(iii)将第二个二进制值(例如一)赋予具有高于阈值像素亮度的像素亮度的中心加权图像中的每一个像素。

[0025] 作为进一步可选地,将阈值应用到中心加权图像内的每一个像素的步骤可以进一步包括:(i)使用预定的阈值像素亮度,(ii)将第一个二进制值(例如零)赋予具有低于或等于预定阈值像素亮度的像素亮度的中心加权图像中的每一个像素,并且(iii)将第二个二进制值(例如一)赋予具有高于预定阈值像素亮度的像素亮度的中心加权图像中的每一个像素。

[0026] 在计算差分图像的步骤之前,该方法可以包括附加步骤:(i)将评估图像的方位和二进制参考图像的方位进行比较,并且(ii)在方位不匹配的地方,实施该评估图像的几何变换以使该评估图像的方位与二进制参考图像的方位相匹配。

[0027] 几何变换可以包括根据需要旋转和/或翻转评估图像。

[0028] 该再定位步骤的优点在于仅仅需要一幅二进制参考图像(而非四幅二进制参考图像,每一个可能的介质项目插入方位各有一幅二进制参考图像)。这使得介质项目能够从四个可能的方位中的任一个方位插入。因此在介质项目可以首先以长边缘或者短边缘进入的系统中就有八个可能的方位。

[0029] 污损标准可以包括差分图像包含连续污点像素覆盖区域超过最大的可接受的污点区域。

[0030] 在差分图像包含连续污点像素覆盖区域超过最大的可接受的污点区域的情况下指示该介质项目是污损的步骤可以包括确定是否A毫米乘B毫米的区域仅仅包括污点像素。例如,如果9毫米乘9毫米的区域仅仅包括污点像素那么根据欧洲中央银行规定的标准这应当被视为提供了污损的纸币。

[0031] 可选地,在差分图像包含连续污点像素覆盖区域超过最大的可接受的污点区域的情况下指示该介质项目是污损的步骤可以包括确定是否A毫米乘B毫米的区域基本上由污点像素组成。换言之,尽管在A毫米乘B毫米的区域内存在一个或两个无污点像素,介质项目也可以被指示为有污损,其中A和B是数字(相同的数字或不同的数字)。

[0032] 该方法可以包括识别介质项目的附加步骤。

[0033] 介质项目可以包括纸币、支票、转账单、汇款凭单(以上的每一项都是财务单据)或者非财务的介质项目(例如用于名牌物品的商标或证书)。

[0034] 应当知道无污点像素聚集在每一个空间位置的差分图像中,其中评估图像中的像素具有(a)低亮度像素以及二进制参考图像中相应的像素具有低亮度像素,或者(b)高亮度像素;以及表示在差分图像满足污损标准的情况下介质项目是污损的。

[0035] 二进制参考图像(和/或最终二进制参考图像)可以被称为无污点模板。

[0036] 根据第二方面,提供一种可操作的介质验证器以检测被提供给介质验证器的介质项目上的污损,该介质验证器包括:

[0037] 用于传送介质项目的介质项目传输装置;

[0038] 图像捕获设备,其与介质项目传输装置对齐并且用于捕获对应于介质项目的二维阵列像素,每一个像素都具有与介质项目上对应于该像素的空间位置处的介质项目性质相关的像素亮度;以及

[0039] 处理器,其被编程用于控制介质项目传输装置和图像捕获设备,同时也被编程用于:接收二维阵列像素;中心加权所收到的二维阵列像素;将阈值应用到像素的中心加权后的阵列像素中的每一个像素以便将每一个像素转成为二进制值从而创建包含多个像素的评估图像,评估图像的每一个像素都具有两个可能值中的一个;通过评估图像中的像素与二进制参考图像中对应的空间位置处的像素的比较来计算在二进制参考图像和评估图像之间的差分图像,从而该差分图像包括(i)在评估图像内的像素具有低亮度像素和在二进制参考图像内相应的像素具有高亮度像素的每一个空间位置处的污点像素,以及(ii)在所有其它空间位置处的无污点像素;以及在差分图像满足污损标准的情况下指示介质项目有污损。

[0040] 介质项目传输装置可以包括一个或多个环形带、滑板、滚轴等等。

[0041] 图像捕获设备可以包括二维传感器,例如CCD接触图像传感器(CIS),其具有至少像介质项目区域一样大的传感器区域。这使得整个二维图像能够及时地在某个时刻被捕获。另外,图像捕获设备可以包括线性传感器(覆盖介质项目的一维,但未覆盖两个维度)当介质项目通过该线性传感器时所述线性传感器捕获一条介质项目,以至于一旦整个介质项已经通过线性传感器那么可以由线性传感器所捕获的图像的序列来构造介质项目的整个二维图像。由于较小的传感区域使得能够使用较低成本的传感器(仅仅像一维介质项目一样大)是足够的。

[0042] 图像捕获设备可以进一步地包括光源。该光源可以包括红外线辐射源。

[0043] 图像捕获设备可以位于介质项目相对于光源的相对侧(当没有提供介质项目时在介质项目路径的相对侧)从而捕获传送图像。可选择地,但较少有利地,所述图像捕获设备可以位于与光源一样的介质项目的相同的一边上从而捕获反射图像。

[0044] 介质验证器可以包括纸币验证器。纸币验证器可以被合并到介质存储处,所述介质存储处可以被合并到自助终端,例如ATM。

[0045] 根据第三方面提供用以执行第一方面的各步骤的计算机程序。

[0046] 根据第四方面提供检测介质项目上污点的方法,该方法包括:

[0047] 接收介质项目的图像,其中图像包括多个具有在亮度值的范围内的不同亮度值的像素;

[0048] 将阈值应用到在所收到的图像内的每一个像素以便将每一个像素都转化为二进制值从而创建包含多个像素的评估图像,每一个像素都具有两个可能值中的一个;

- [0049] 计算二进制参考图像与评估图像之间的差分图像;以及
- [0050] 在差分图像满足污损标准的情况下指示介质项目有污损。
- [0051] 根据第五方面提供创建二进制参考图像用于检测介质项目上的污点的方法,该方法包括:
- [0052] 接收多个图像,每一个都图像涉及相同的类型并在共同方位处,并且每一个图像都包括多个具有在亮度值的范围内的不同亮度值的像素,并且每一个像素都与在介质项目上的空间位置相一致。
- [0053] 对于每一个空间位置,平均来自多个图像的像素值以创建在那个空间位置的单个像素值,并由此创建具有一系列亮度值的单个平均值的图像;
- [0054] 对比度扩展单个平均值的图像以扩展亮度值范围的中心部位;
- [0055] 将阈值应用到在对比度扩展的图像内的每一个像素以将每一个像素都转化为二进制值从而创建包含多个像素的二进制参考图像,每一个像素都具有高亮度或低亮度。
- [0056] 该方法可以包括另外的将基于最小滤波器的邻域应用到二进制参考图像中以创建最终的二进制参考图像的步骤。
- [0057] 应用基于最小滤波器的邻域的步骤可以包括步骤:(i)准备具有与最终的二进制参考图像相同的维数的输出矩阵,(ii)对于在输出矩阵中的每一个像素位置 P_{ij} ,检查在二进制参考图像中的相对应的相同像素位置的 $N \times N$ 邻域,并且从这个邻域获得最低的亮度值,然后(iii)在输出矩阵中为 P_{ij} 设置最低亮度值。这具有的优点在于:在水平和垂直两个方向上在每一个 $N \times N$ 阵列中扩大黑色区域(低亮度)以避免由于在介质项目上印刷等等所带来的任何错误。
- [0058] 可选择地,可以使用任何其它适宜的用于扩大低亮度像素的方法。
- [0059] 基于最小滤波器的 $N \times N$ 邻域的定义在本领域中是公知的。该 $N \times N$ 阵列可以包括 3×3 , 4×4 阵列, 2×4 阵列,或者任何其它适当的阵列尺寸。
- [0060] 根据第六方面,提供用以执行第五方面的各步骤的计算机程序。
- [0061] 为了描述的清楚和简洁,上面所述内容并没有明确列出所有的部件组合。尽管如此,除非在技术上不可能,或者有明确相反的声明,那些技术人员应该能够直接地、毫无疑问地认识到涉及某一方面的一致的句子的目的在于对那些一致的句子可能涉及的其它方面的特征进行一些必要的修改。
- [0062] 通过参考附图以及下面的实施例方式给出的具体描述,这些和其它的方面将更加清楚。

附图说明

- [0063] 图1是根据本发明的一个实施例包括与个人电脑(PC)相连接的介质验证器的污点检测系统的示意图,其中所述系统适于执行检测介质项目上污点的方法;
- [0064] 图2a到图2c示出了为插入图1的介质验证器内的介质项目的特定类型和方位而捕获和处理图像以制作用于检测介质项目上污点的无污点模板的步骤的流程图;
- [0065] 图3a到图3d示出了按照在图2a到2c中所描述的无污点模板创建过程的不同步骤所创建的图像的实物形象图;
- [0066] 图4示出了使用通过图2a到图2c的模板创建过程所制成的无污点模板来检测插入

图1的介质验证模块内的介质项目上污点的步骤的流程图;以及

[0067] 图5a到图5f示出了按照图4中所描述的污点检测过程的不同步骤所创建的图像的实物形象图。

具体实施方式

[0068] 首先参考图1,其是污点检测系统10的简化示意图,根据本发明的一个实施例,所述污点检测系统10包括与个人电脑(PC) 14相连接用于实施检测介质项目上污点的方法的介质项目验证器12(以纸币验证器的形式)。

[0069] 纸币验证器12包括支撑传送机构15的壳体13,所述传送机构15为一系列包含与下部压紧轮15b对齐的上部压紧轮15a的压紧轮的形式,从入口端16延伸到捕获端18。

[0070] 入口端和捕获端16、18为壳体13所限定的开口的形式。

[0071] 在使用时,压紧轮15a、b引导介质项目(在实施例中为纸币) 20的短边缘首先穿过由邻近的成对压紧轮之间的间隙所限定的检测区域22。当纸币20被传送穿过检测区域22时,该纸币20被光源有选择地照明,所述光源包括红外线LEDs 24的下线性阵列,红外线LEDs 24被安排用于穿过纸币20长边缘来照明。该红外线LEDs 24用于传送测量。为了纸币验证器12的其它功能(例如,纸币鉴定、伪钞检测等等)可以提供额外的光源,但是这些光源与本发明无关,所以此处将不进行描述。

[0072] 当红外线LEDs 24照射时,所射出的红外线射线入射在纸币20的底面,并且透镜26聚集了被传送穿过该纸币20到光学成像仪28(在这实施例中为CCD接触式图像传感器(CIS))的光。这里提供了一个来自光学成像仪28的传送红外线的输出通道。在这个实施例中,光学成像仪28包括一组元件,每一个元件提供所检测到的八位值的亮度。在这个实施例中该CIS 28是一个每英寸200点的传感器但是输出是平均的以便于提供每英寸25点。

[0073] 光源24、透镜26和成像仪28包括图像采集组件30。

[0074] 纸币验证器12包括数据和电源接口32用于允许该纸币验证器12将数据传送到外部单元,例如ATM(未示出) 介质存储处(未示出),或PC 14,并且接受来自它们的数据、指令和电源。

[0075] 纸币验证器12也具有包括数字信号处理器(DSP) 36和联合内存38的控制器34。控制器34控制压紧轮15和图像采集组件30(包括给所述光源24提供和中断能量)。控制器34也校对和处理图像采集组件30所捕获的数据,并且通过数据和电源接口32将该数据和/或该数据的任何分析结果传送给外部单元。控制器34接收来自成像仪28的红外线传送数据。

[0076] 如图1所示,纸币验证器12可以与PC 14相连接(同样也可以不连接)。虽然在一些实施例中不需要PC(纸币验证器12完成所有的处理和所需的数据存储),因为PC 14具有比纸币验证器12更好的数据处理和存储,当将要创建二进制参考图像时,在这个实施例中使用PC 14。纸币验证器12可以与PC 14直接连接,如图1所示,或者间接连接(通过网络或外部单元(例如,ATM))。

[0077] PC14是PC的常规型式,包括显示屏52、内存54(以SDRAM的形式)、输入/输出通信设备56(支持USB格式(用于连接键盘、鼠标等等) 以太网等等)、存储器58(以硬盘驱动的形式)、以及处理器(或多个处理器) 60。此外,PC14运行传统的操作系统(未示出) 和无污点模板创建程序62。

[0078] 该无污点模板创建程序62接收来自纸币验证器12的数据(以所捕获的介质项目图像的形式)并且处理该数据以创建无污点模板(也称为二进制参考图像)。然后这些无污点模板(二进制参考图像)可以被传送到纸币验证器12用以查明随后进入的介质项目是否有污损。

[0079] 污点检测系统的操作

[0080] 污点检测系统10能够以两种模式运行。

[0081] 第一种模式被称之为数据采集模式。在数据采集模式中,多个相同类型的介质项目(在这个实施例中为纸币)被装入纸币验证器12中。该纸币验证器12捕获这些纸币的图像并且将图像传送到PC14以允许该PC14针对那种类型和方位的介质项目创建无污点模板(也称为二进制参考图像)。例如,典型的纸币无污点模板可以由,例如,百个无污点样品制造;也就是说,同类型、同系列和同方位的百个不同的纸币(每一个都没有任何污点)可以被插入到纸币验证器12中以创建无污点模板。所使用的样品数量越高,针对那种类型、系列和方位的纸币的无污点模板在统计学意义上将会越平均。

[0082] 污点检测系统10可以按其运行的第二模式被称为污点检测模式。在污点检测模式中,纸币验证器12可以独立于PC14使用。当以污点检测模式运行时,纸币验证器12通常位于在ATM(未示出)中或在另一个自动化的介质验证器中的介质存储处(未示出)。

[0083] 在污点检测模式中,单独一张纸币被装入到纸币验证器12中。纸币验证器12获取纸币的图像并且创建由此获得的二进制图像。然后纸币验证器12使用识别模板来识别纸币(货币和/或面额)。然后纸币验证器12使用之前创建的并局部地存储在纸币验证器12中的相应的无污点模板并且将所创建的纸币的二进制图像与所使用的无污点模板进行比较以确定纸币是被污损超过可接受的程度。

[0084] 这两种操作模式以下将更详细地描述。

[0085] 应该理解的是纸币验证器12也包括软件(被编码到数字信号处理器中),用于:(i)在对纸币是否被污损进行检测之前识别所插入的纸币(即纸币具体的货币类型、面额、系列等等);以及(ii)一旦纸币已经被识别并且被视为没有被污损超过可接受的程度则确认纸币有效。这种纸币验证软件是总所周知的因而此处将不再详细描述。所述纸币验证软件可以包括用于验证介质项目的模板,但是这些验证模板与此处所描述的无污点模板不同。用于介质验证(包括纸币验证)的适当软件和硬件可以向NCR公司购买,它是本申请的受让方,位于美国,佐治亚州30096,德卢斯,卫星大街3097号。

[0086] 无污点模板创建的数据采集模式

[0087] 现在将参考附图2a到图2c对污点检测系统10的运行进行描述,所述附图示出了关于创建用于特定类型和方位的纸币20的无污点模板的步骤的流程图。图2a示出了由PC 14所实施的步骤。图2b示出了在数据采集模式中由纸币验证器12所实施的步骤,以及图2c示出了响应于从纸币验证器12收到的数据由PC14所实施的步骤。

[0088] 首先参考图2a,第一步骤是让用户启动PC 14中的无污点模板创建程序62(下文简称“模板程序”)(步骤102)。这种模板程序62在显示屏52上显示出图解的用户界面要求用户输入关于将要被插入到纸币验证器12中的介质项目的信息(步骤104)。该信息可以从下拉菜单中选取,但却具有给用户输入新信息的性能。在这个实施例中此类信息包括货币类型(例如,美元、英镑、欧元等等),面额(例如,10,20,50,100,200,500,1000等等),系列(例如,

1993到1996,1996到2003,等等),在样品中介质项目的数量(例如,十、二十、五十、一百、一千等等),及等等。货币类型、面额和系列的组合包含了介质项目的类别。一个无污点模板将被创建用于各类纸币验证器12将要接收的介质项目。

[0089] 一旦用户输入信息那么模板程序62将所输入的信息传送到已设定的编码中(步骤106)。例如,美元可能具有代码“USD”,二十美元可能具有代码“20”,等等。在这个例子中,用户将以面朝上的左边的(FULE)短边缘的第一方位插入五十张一百欧元(€100)。

[0090] 然后PC14通过显示屏52通知用户开始插入纸币20,并且等候来自纸币验证器12的数据传送(步骤108)。

[0091] 现在参考图2b,其示出了发生在纸币验证器12中的流程110,第一步骤是让用户在第一方位(在这个实施例中为面朝上的左边缘)插入纸币验证器12接收的第一纸币20(步骤112)。

[0092] 然后控制器34将纸币20传送到检测区域22(步骤114)并且使图像采集组件30去获取纸币20的图像(红外线传送)(步骤116)。

[0093] 应当理解的是图像获取程序可以用于多种不同的目的。例如,被插入用于创建无污点模板的纸币也可以被用于创建识别模板和/或验证模板。因此,可以在这个时候获取额外的信息通道(即,额外的红外线传送通道)。换句话说,纸币验证器12可以包括其它的光源(例如,绿色光源),为了清楚起见未在图1中示出。但是,这些其它模板(识别和验证)对于理解这个发明而言不是必要的,因而此处将不会对它们进行描述。对于技术人员而言已经充分认识到相同纸币验证器可以被用于创建针对所插入的各组纸币的多个不同模板。

[0094] 回到图2b,图像采集组件30将所获取的图像传送到控制器34,所述控制器34将所获取的图像传送到PC14用于处理(步骤118)。

[0095] 然后程序回复到步骤112,在步骤112中用户插入另一张€100纸币。

[0096] 现在将参考图2c,其描述在PC14中处理所获取的图像以创建无污点的模板。图2c是示出了在PC14中的无污点模板创建流程130的流程图。该无污点模板创建流程130包括在通过纸币验证器12传送的图像内由PC14所执行的步骤。

[0097] 当每张纸币20被成像时,PC14接收来自纸币验证器12的各个纸币20的图像(步骤132)。因此,虽然纸币验证器12将会对五十张纸币20进行成像用于无污点模板,但是一旦该图像被捕获,纸币验证器12就会给每一个纸币20传送图像。

[0098] 一旦所有的图像已经通过PC14接收,图像被标准化(被纠偏然后被对齐)和被调正(被剪裁或被添加)(步骤134)。所获取的图像的纠偏(包括边缘和/或角落检测),对齐和调整可以通过本技术领域人员已知的技术来实行。例如,参见公开号为20090324053的美国专利,它也属于本申请的受让方所有。

[0099] 由于对齐和调整步骤,(i)在该组图像中的各个图像包含与在该组中其它各个图像一样数量的像素,并且(ii)在一个图像内的涉及纸币上的特征(例如,数字“2”)的像素位于与在该组中涉及那个特征的任何其它图像内的像素一样的空间位置。

[0100] 在这个实施例中,每一个图像包括大约80像素乘145像素的二维阵列。在这个阵列上的每一个像素都具有表示红外线亮度的亮度值,穿过在那个空间位置的纸币20来传送所述红外线亮度。因此,在图像中的每一个像素都表示在纸币上与在二维阵列中的像素的x和y方位相一致的空间位置(且登记于其上)。

[0101] 然后根据像素原理PC14平均该组图像中的所有图像(步骤136)以创建平均值的图像。这通过如下步骤实现(i)识别像素位置,(ii)平均来自该图像组中所有图像这个像素位置的像素亮度值,(iii)使用平均值图像中像素位置的那个平均的像素亮度值,(iv)以及重复步骤(i)到(iii)直到所有的像素位置已经被创建在平均值图像中。平均值图像200的图像表示显示在图3a中,所述图3a示出了通过平均插入到纸币验证器12中的五十张€100纸币所创建的图像。图3a的图像表示是根据在平均值图像中的像素亮度通过将来自平均值图像的二维阵列的数值像素亮度转变成具有灰度阴影的像素来创建的。

[0102] 然后PC14向平均值图像应用对比度扩展(步骤138)以扩大在平均值图像中的中心部分的像素亮度的范围。对比度扩展是已知技术。

[0103] 在这个实施例中,百分之五(5%)的饱和被应用到两个低的和高的亮度值中。这意味着平均值图像中所有的像素按照像素亮度(即,在一维阵列中)的顺序被安排为线性组并且确定沿着该线性组像素为5%的像素亮度。然后这种像素亮度被用作为下限,从而平均值图像中这些具有少于或等于这个5%下限的像素全部被指定为“0”亮度。同样地,确定沿着该线性组像素为95%的像素亮度。然后这个像素亮度被用作为上限,从而在平均值图像中这些具有大于或等于这个95%上限的像素全部被指定为“255”亮度(具有八位亮度值的最高的可能值)。这些在中心部位的像素(具有在下限和上限之间的亮度)具有它们的已定标的亮度从而现在在中心部位的像素的亮度范围为“1”到“254”。应当理解“中心部位”涉及像素亮度,而非空间位置。

[0104] 对比度扩展提高了图像对比度(通过扩展中心部位的亮度值的范围来覆盖整个可利用的范围)并且降低在纸币上的破洞和其它瑕疵的影响。该对比度扩展平均值图像202的图像表示示出在图3b中。

[0105] 然后PC 14由对比度扩展图像创建初始的二进制参考图像(步骤140)。这通过向在对比度扩展图像内的每一个像素应用阈值以将每一个像素转化为二进制值来实现。因此,创建了包含多个像素的二进制参考图像,每一个像素都具有高亮度(二进制“1”)或低亮度(二进制“0”)。

[0106] 在这个实施例中,所应用的阈值是黑色像素的10%(条件是这至少包括所有的被指定为“0”亮度的像素)。这意味着当在对比度扩展图像中的所有像素被按照像素亮度的顺序排列时,(i)最低的百分之十的像素(依据像素亮度)全部被指定为低亮度(二进制“0”);并且(ii)最高的百分之九十的像素(依据像素亮度)全部被指定为高亮度(二进制“1”)。初始的二进制参考图像204的图像表示示出在图3c中,在图3c中二进制“0”像素显示为黑色而二进制“1”像素显示为白色。

[0107] 然后PC 14通过将基于最小滤波器的邻域应用到初始二进制参考图像以创建最终的二进制参考图像来创建无污点模板(步骤142)。

[0108] 在这个实施例中,应用基于最小滤波器的领域的步骤涉及准备具有所需尺寸的矩阵(所述尺寸与在图像组中的图像的尺寸一样因为所有的图像都已经被标准化-参见上述步骤134)。在这个实施例中,所述所需尺寸大约为80像素乘145像素。

[0109] 通过模板程序62在矩阵中每一个像素位置的值被设定为在初始的二进制参考图像中的相应的同一像素位置的N x N邻域(在这个实施例中为3x3邻域)中的最低的亮度值。因此,如果在初始的二进制参考图像中在像素位置的3x3邻域内存在低亮度(二进制“0”),

在最终的二进制参考图像(该矩阵)中的相同的像素位置将被设定为二进制“0”。这具有在水平和垂直两个方向上在每一个3x3阵列中扩大黑色(低亮度)区域的效果(除非在那个阵列中所有像素已经是低亮度)。这降低了由于在纸币上印刷等等所带来的任何错误的影响。无污点模板206(最终的二进制参考图像)的图像表示示出在图3d中。

[0110] 一旦无污点模板206已经被创建,它被存储在PC14中,并且进一步被转移到纸币验证器12的局部存储器中(例如,内存38)(步骤144)。相关的信息(除包含在无污点模板中的像素值的二进制值之外)也被存储为无污点模板206的一部分。这种相关信息包括像素亮度信息(即,在应用阈值之前的像素亮度)作为二进位图像阈值之用,在下面的污点检测模式中将会更加详细地进行描述。

[0111] 一旦所有所需的无污点模板已经被创建并且被存储(在这个实施例中,用于各个面额的一个无污点模板将通过纸币验证器12来验证),纸币验证器12可以在污点检测模式中运行,这将会参考图4进行描述,所述图4示出了在污点检测模式中由纸币验证器12所执行的流程400的步骤。当以污点检测模式运行时,纸币验证器12不需要与PC14连接(在实际的实施例中通常将不会连接)。

[0112] 污点检测模式

[0113] 现在参考图4,在污点检测模式下,用户在四个可能的短边缘第一位置(在这个例子中为正面朝下的左边缘(FDLE))中任一处插入纸币验证器12接收的纸币20(步骤412)。

[0114] 然后控制器34将所接收的纸币20传送到检测区域22(步骤414)并且使图像采集组件30捕获纸币的图像(红外线传送)(步骤416),连同其它程序(例如,识别和验证)所需要的任何其它图像。所捕获的红外线图像500的图像表示示出在图5a中。

[0115] 图像采集组件30将所捕获的红外线传送图像输送到控制器34(步骤418)。

[0116] 控制器34包括与无污点模板创建程序62(在PC14中)所提供的相同的功能,从而控制器34以一种非常简单的方式使所接收的图像标准化为参考图2c所描述的图像(参见步骤134)。

[0117] 在实际的实施例中,污点检测将与纸币识别、纸币验证和随机纸币质量评估同时进行,但是这些其它的程序是熟知的,所以此处对它们将不进行描述。

[0118] 然后控制器34识别纸币(步骤421),以至于至少货币类型和面额是已知的(其中只有一种货币被接收,只有面额需要被识别)。这种纸币鉴别(识别)程序可以使用标准化的图像来执行,但是在这个实施例中它使用通过此次没有描述的光源捕获的单独的图像来执行。使用类似图1装置的系统识别纸币的适当的技术在公开号为20090324053的美国专利中有描述,所述专利也属于本申请的受让方所有。

[0119] 然后控制器34将对比度扩展应用到标准化的图像(步骤422)使用在两个低的和高的像素亮度值的5%的饱和度(该5%的值从在步骤136所创建的平均值图像中取得,所述值被提供作为存储(或连同)在无污点模板206中的一部分相关信息)。这与在步骤138(图2c)所实施的程序相同。对比度扩展图像502的图像表征在图5b中示出。

[0120] 然后控制器34由对比度扩展图像创建二进制评估图像(步骤424)(使用在步骤140中所描述的程序)。这通过将阈值应用给对比度扩展图像中的每一个像素以将每一个像素转化成二进制值来实现。因此,创建了包含多个像素的二进制评估图像,每一个像素都具有高的亮度(二进制“1”)或低的亮度(二进制“0”)。

[0121] 在这个实施例中,所应用的阈值是来自对比度扩展平均值图像202的黑色像素的10%(即,在图3b中所描述的图像)。这提供了存储在(或连同)无污点模板206中的一部分相关信息。二进制评估图像504的图像表示示出在图5c中。

[0122] 然后控制器34将二进制评估图像504与无污点的模板206(在图3d和5d)的方位进行比较(步骤426)。

[0123] 如果方位不匹配那么二进制评估图像504需要根据需要被旋转和/或翻动(步骤428)。在这个示例中,无污点模板206由使用面朝上的左边缘(FULE)方位插入的纸币来创建;反之,被评估的纸币是以正面朝下左边缘(FDLE)方位插入,因此需要翻动二进制评估图像504。被翻动的二进制评估图像508的图像表示示出在图5e中。

[0124] 这种再定位步骤的优点在于对于每一个面额系列,仅仅只需要一个无污点模板(而非四个无污点模板,一个用于各种可能的纸币插入方位)。这使得不管使用四个可能方位中的哪一个方位插入纸币都能够处理纸币。

[0125] 如果方位匹配(或者不匹配的方位曾经使用几何转换被正确地定位),该程序进入到步骤430,在所述步骤中控制器34计算出在无污点模板206和二进制评估图像508(如果需要重新定位)之间的差分图像(步骤430)。该差分图像510的图像表示示出在图5f中。

[0126] 通过将在(翻转的)二进制评估图像508中的像素和在无污点模板206中在相应的空间位置的像素进行比较来计算这种差分图像510。

[0127] 在这个实施例中,差分图像510在每一个(翻转的)二进制评估图像508具有高亮度像素的地方有聚集有高亮度(无污点)像素(二进制“1”)。

[0128] 将在二进制评估图像508上的每一个低亮度像素与在无污点模板206上的相应的像素进行比较。如果无污点模板206在那个位置具有低亮度像素那么该差分图像510具有高亮度(无污点)像素(二进制“1”)。如果无污点模板206在那个位置具有高亮度像素那么差分图像510具有低亮度(污点)像素(二进制“0”)。换言之,只有来自二进制评估图像508的低亮度像素与来自无污点模板206(高亮度像素全部被转移到差分图像510)的相应的像素进行比较。只有当二进制评估图像508具有低亮度像素时无污点模板206具有高亮度像素的地方是聚集有低亮度像素的差分图像510中的相应的像素位置。

[0129] 在其它实施例中,使用在各对像素上(即,来自二进制评估图像508的像素和来自无污点模板206的相应的像素)的布尔与非功能可以计算差分图像。一个对于与非功能的输入是二进制评估图像像素值(倒转的)。其它的对于与非功能的输入是无污点模板像素值(没有倒转的)。如果来自二进制评估图像508的像素是二进制“0”(低亮度)来自与非功能的输出仅仅是二进制“0”(低亮度),并且来自无污点模板206的相应的像素是二进制“1”(高亮度)。换句话说,差分图像510包括在二进制评估图像508中的像素具有低亮度像素以及在无污点模板206具有高亮度像素处的每一个空间位置处的污点像素的相应像素。差分图像510也包括在二进制评估图像508中的每一个空间位置处具有(a)低亮度像素且在无污点模板206中的相应的像素具有低亮度像素或者(b)高亮度像素的无污点像素。

[0130] 如图5f所示,差分图像510中的每一个高亮度(二进制“1”)像素(也被称为无污点像素)由白色区域来描述并且每一个低亮度(二进制“0”)像素(也被称为污点像素)由在纸币20的图像中的黑色区域来描述。但是,可以使用相反规定。

[0131] 应该注意无污点模板206包括二进制评估图像508上没有出现的黑色区域512(图

5d)。这个黑色区域512在差分图像510上没有出现因为二进制评估图像508没有这种黑色区域。

[0132] 然后控制器34确定纸币是否满足污损标准(步骤432)。

[0133] 在这个实施例中,所述污损标准包括低亮度区域超过最大可接受污点尺寸的条件。在这个实施例中,如果9毫米乘9毫米的区域仅仅包括污点像素(在图5f中的黑色区域),那么纸币就由于污损而被拒绝(步骤434)。根据由纸币验证器12的所有者和/或操作者所设置的参数,可以通过纸币验证器12位于其中的设备来捕获纸币或者将纸币退回给顾客。

[0134] 如果没有低亮度区域超过最大污点尺寸(在这个实施例中为9毫米乘9毫米),那么纸币20就由于没有污损而被接受(步骤436)。但是,由于可能成为纸币验证器的其它功能的一部分的附加程序,纸币可能由于是伪钞或一些其它原因(例如质量差)而被拒绝。

[0135] 现在应当知道上述实施例具有显著的优点。例如,它提供了可靠的检测介质项目上污损的方法。它也是易适用的,因为污损介质项目所要求的将被拒绝的污损区域可以被简易地更新(扩大或减少)。它只要求一束光源(红外线传送)。仅仅要求一个方位,无论使用四个可能方位中的哪一个方位插入介质项目均可。处理和存储要求相对小,并且生成无污点模板和测试所插入的介质项目的过程是快速的(通常能够达到数十毫秒的程度)。

[0136] 在本发明的范围内根据上文描述的实施例可以进行各种变形,例如,其它实施例中光源24可以包括其它光源,例如上部和下部的绿色LED源,以使纸币验证器能够执行其它功能。

[0137] 在其它实施例中,污点检测系统10可以不包括PC14。在此类实施例中,无污点模板创建流程130的步骤可以通过纸币验证器12来实施。但是,使用PC14具有大容量、高处理性能以及易于使用用户界面的优点。

[0138] 在其它实施例中,可以使用不同的介质项目(例如支票)并且介质项目可以首先被插入长边缘,或者以其他方式提供(例如置于槽内或袋内)。

[0139] 在其它实施例中,可以制定不同的污损标准。

[0140] 本文中介绍的方法步骤可以按照任意合适的顺序实施,或者在合适的情况下同时执行。本文中介绍的方法可以在实体存储介质上以机器可读的形式通过软件完成或者作为传播信号。

[0141] 术语“包括”、“包含”、“合并”以及“具有”在本文中被用来叙述一个或多个元件或步骤的开放式列表而非封闭式列表。当使用此类术语时,这些在列表中引用的元件或步骤并不排除可能添加到该列表中的其它元件或步骤。

[0142] 除非在上下文中另有说明,本文中使用的术语“一”和“一个”表示其后提到的至少一个元件、整体、步骤、特征、操作或组件,但是并不排除另外的元件、整体、步骤、特征、操作或组件。

[0143] 在某些示例中给出的拓宽性词语和短语例如“一个或多个”、“至少”、“不限于”或其它类似短语并不意味着而且也不应该被解释为意味着在未使用此类拓宽性短语的示例中意指或要求较窄的情况。

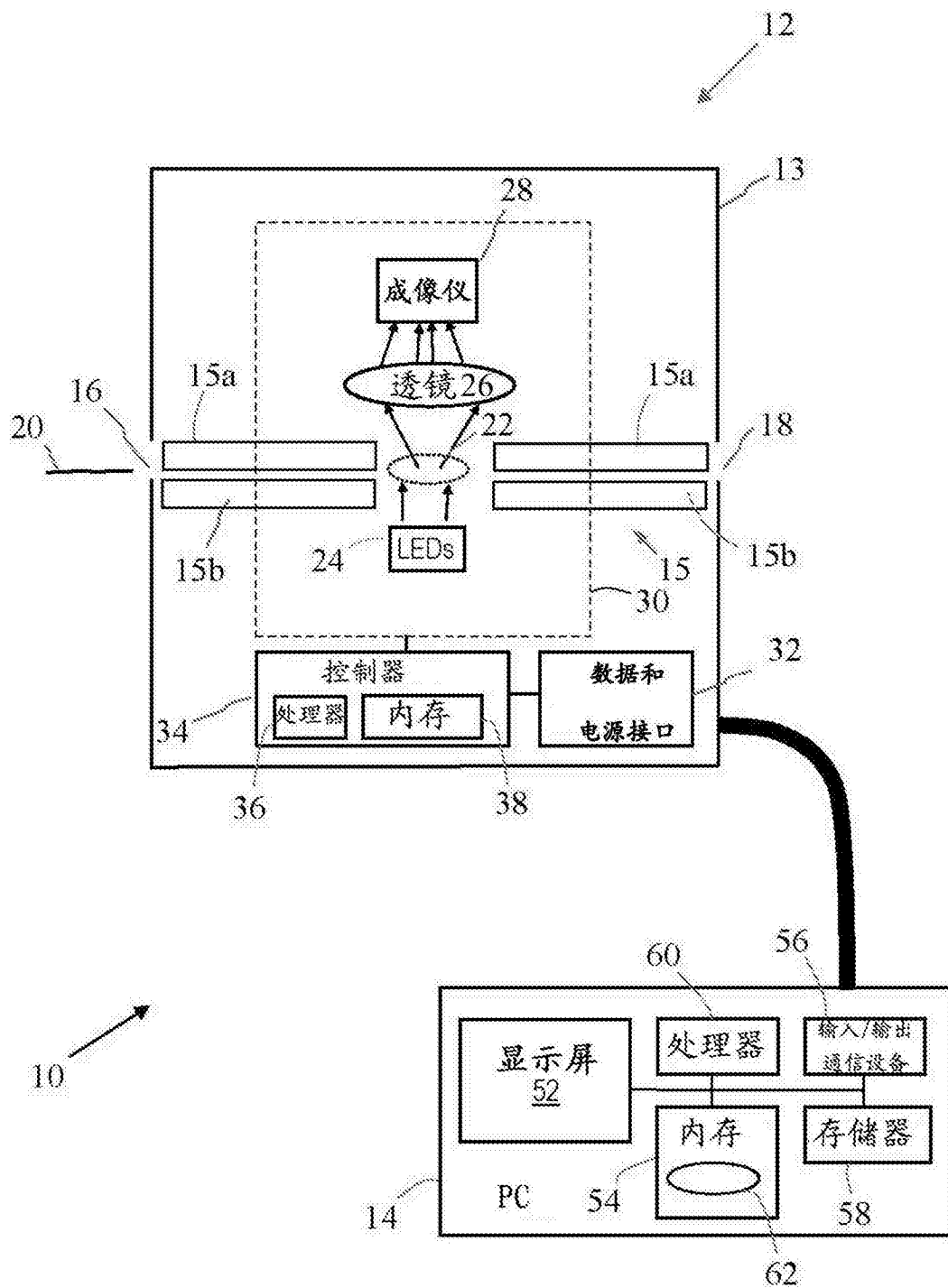


图1

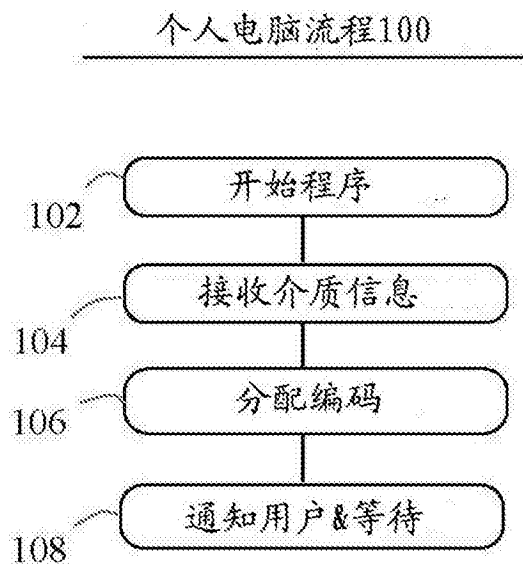


图2a

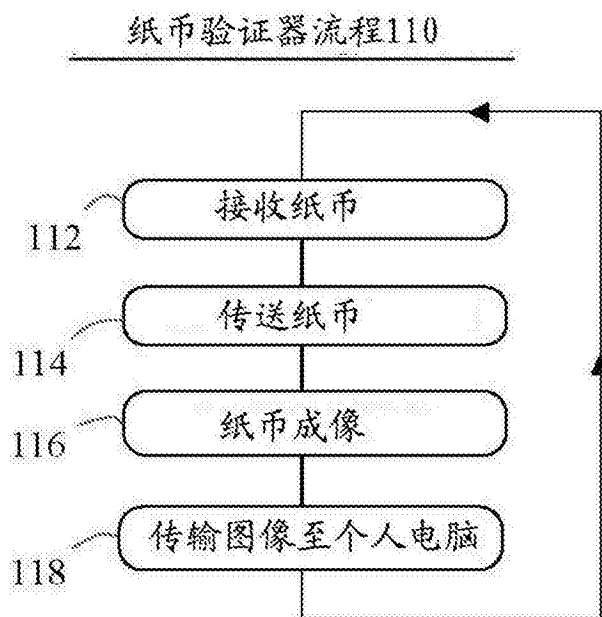


图2b

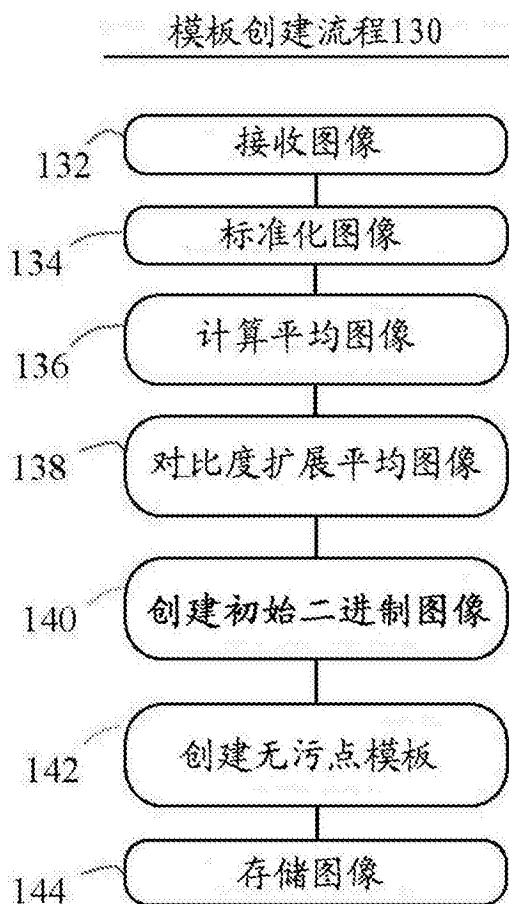


图2c

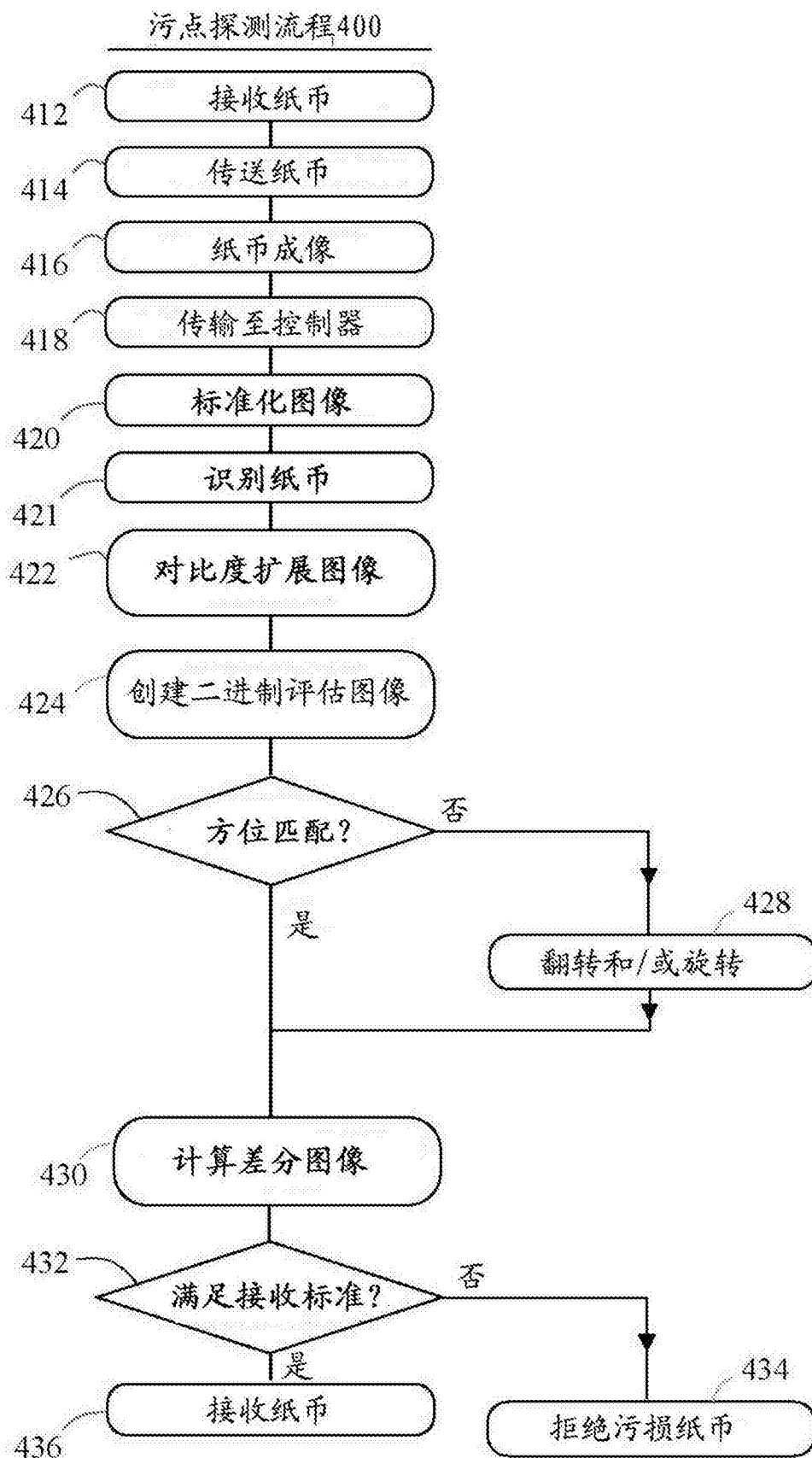


图4

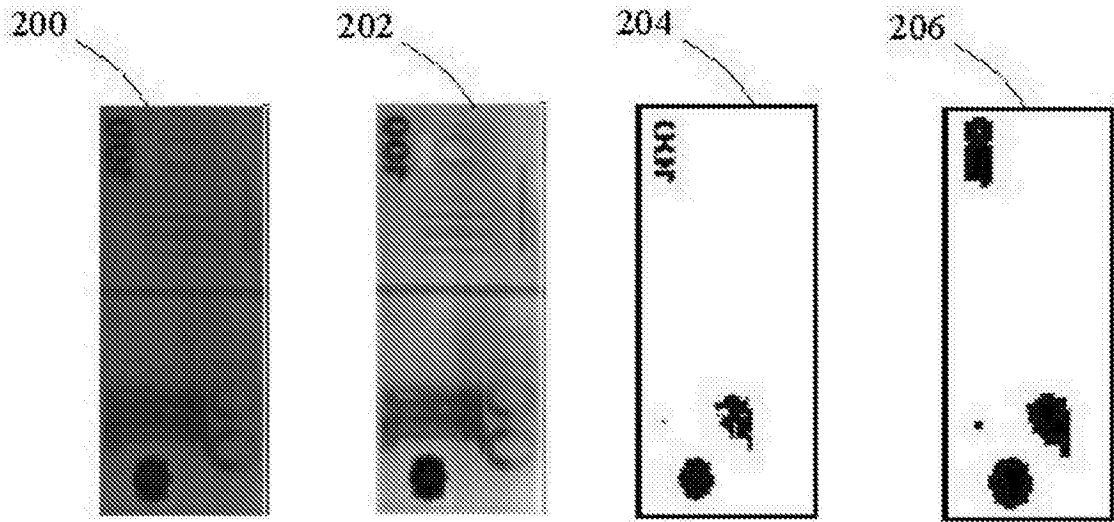


图3a

图3b

图3c

图3d

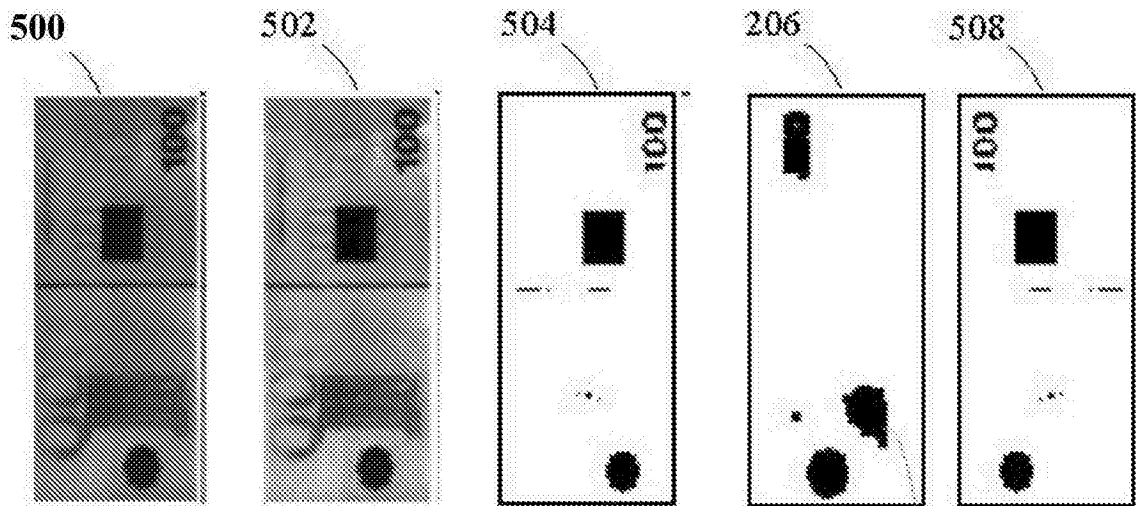


图5a

图5b

图5c

图 5d

图 5e

512

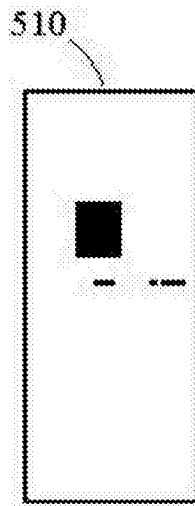


图5f