



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105706111 B

(45)授权公告日 2019.07.09

(21)申请号 201580002541.0

(22)申请日 2015.06.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105706111 A

(43)申请公布日 2016.06.22

(30)优先权数据

1450892-3 2014.07.14 SE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.05.09

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/SE2015/050760 2015.06.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/010470 EN 2016.01.21

(73)专利权人 指纹卡有限公司

地址 瑞典哥德堡

(72)发明人 拉尔斯·普高·博吉尔德·克里斯  
藤森

莫滕·罗勒·汉森

汉斯·特恩布卢姆

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 朱胜 李春晖

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

G06K 9/40(2006.01)

G06K 9/46(2006.01)

(56)对比文件

US 2014015774 A1, 2014.01.16,

US 2012300988 A1, 2012.11.29,

CN 1511300 A, 2004.07.07,

审查员 齐智超

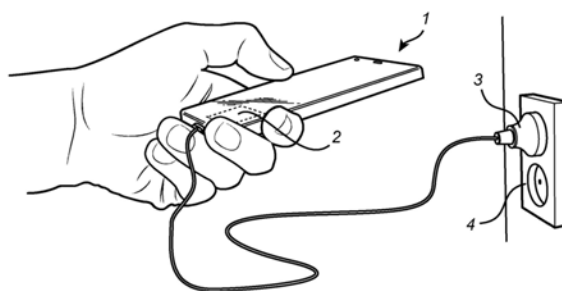
权利要求书2页 说明书14页 附图8页

### (54)发明名称

用于噪声减轻的方法及电子装置

### (57)摘要

本发明一般有关于一种用于移除在通过指纹传感器所捕获的图像中的干扰的方法,并且明确地说是有关于在获取的指纹图像中通过将感测原理纳入用于噪声减低所施加的方法内的噪声的减低,其中经噪声减低的图像被使用于确定指纹图案的表示。使用本发明的优点包含从使用指纹传感器所捕获的指纹图像的指纹图案的增强的确定。本发明还有关于一种对应的电子装置以及一种计算机程序产品。



1. 一种确定使用指纹传感器所捕获的手指的指纹图案的表示的方法,其中所述指纹传感器包括多个感测元件,所述方法包括以下步骤:

选择取样矩阵,其中所述取样矩阵代表用于使用所述指纹传感器来获取指纹图像的、与要同时被取样的多个感测元件对应的取样模式;

根据所述取样矩阵,使用所述指纹传感器来获取所述指纹图像;

施加线性滤波器至所获取的指纹图像,其中所述线性滤波器的设定依据所选的取样矩阵的取样模式的空间分布而定,并且所述线性滤波器被设置用于在所获取的指纹图像内的噪声减低;以及

基于所滤波后的指纹图像来确定所述指纹图案的所述表示,

其中所述指纹传感器是二维的指纹传感器,并且所述取样矩阵对应于所述多个感测元件的所选的部分。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个感测元件的所选的部分被选择为相邻布置的感测元件组。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个感测元件的所选的部分在所述指纹传感器上是空间上分开的。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述取样矩阵被选择以对应于在所获取的指纹图像内的最小化的噪声量。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法进一步包括以下步骤:

对于存在于所述指纹图像内的噪声确定对数似然比;

比较所述对数似然比与预定的阈值;以及

只有在所述对数似然比在所述预定的阈值之上时,才执行所述指纹图像的滤波。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中确定对数似然比的步骤包括对于噪声并不存在的假设来估计可能性函数,并且根据所述取样矩阵以对于噪声是存在的假设来确定所述可能性函数。

7. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括施加非线性映射函数至所获取的指纹图像的步骤。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述非线性映射函数是对数函数。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述线性滤波器是维纳滤波器。

10. 一种便携式电子装置,其包括:

具有像素阵列的指纹传感器,以及

电连接至所述指纹传感器的控制单元,

其中所述控制单元被配置用于:

选择取样矩阵,其中所述取样矩阵代表用于使用所述指纹传感器来获取指纹图像的、与要同时被取样的多个感测元件对应的取样模式;

施加线性滤波器至所获取的指纹图像,其中所述线性滤波器的设定依据所选的取样矩阵的取样模式的空间分布而定,并且所述线性滤波器被设置用于在所获取的指纹图像内的噪声减低;以及

基于所滤波后的指纹图像来确定指纹图案的表示,

其中所述指纹传感器是二维的指纹传感器,并且所述取样矩阵对应于所述多个感测元

件的所选的部分。

11. 根据权利要求10所述的便携式电子装置,其中所述指纹传感器采用电容性感测技术。

12. 根据权利要求10或11所述的便携式电子装置,其中所述指纹传感器包括至少 $160 \times 160$ 像素,更优选的是 $192 \times 192$ 像素,并且最优选的是 $208 \times 80$ 像素。

13. 根据权利要求10或11所述的便携式电子装置,其中所述便携式电子装置是移动电话。

14. 根据权利要求12所述的便携式电子装置,其中所述便携式电子装置是移动电话。

## 用于噪声减轻的方法及电子装置

### 技术领域

[0001] 本发明一般有关于一种用于移除在通过指纹传感器所捕获的图像中的干扰的方法,并且明确地说是有关于在获取的指纹图像中通过将感测原理纳入用于噪声减低所施加的方法内的噪声的减低,其中经噪声减低的图像被使用于确定指纹图案(pattern)的表示。本发明还有关于一种对应的电子装置以及一种计算机程序产品。

### 背景技术

[0002] 各种类型的生物识别(biometric)系统越来越多地被使用,以便于提供用于存取电子装置之增高的安全性,藉此提供增强的使用者便利性。尤其,指纹传感器已经成功地被整合在这种装置中,例如是归功于其小的形状因子、高的效能以及使用者的接纳。在各种可使用的指纹感测原理(例如电容性、光学、热等等)中,电容性感测是最普遍使用的,尤其是在其中尺寸及功率消耗是重要的应用中。

[0003] 所有的电容性指纹传感器提供一种指出在数个感测元件与被置放在指纹传感器的表面上的手指之间的电容的测量。指纹图像的获取通常是使用包括多个以一种二维的方式配置的感测元件之指纹传感器来加以执行,并且一种区块(block)为基础的技术可被施加至指纹传感器以用于获取指纹图像,其中感测元件的区块依序地被取样。举例而言,相邻地被配置在一列中的八个感测元件的区块可以同时加以取样。

[0004] 噪声在传感器中的存在对于当取样每个区块的感测元件时所读取的数据值带来误差。此误差表现为从某一例如是接地的零点偏移的参考潜在变化的偏移。因为这些区块的感测元件被依序地扫描,而且因为在传感器中的噪声量可能随着时间过去而变化,因此不同的误差可能会发生在每个区块的感测元件中。

[0005] 此噪声问题传统上已经通过配置指纹传感器的硬件来加以补偿。然而,一种软件或固件的方法可以是有利的,因为补偿量可以弹性地加以控制。此外,该软件或固件的方法并不消耗额外的硅面积或是硅开发的时程,并且在计算上是相当价格低廉的。

[0006] 一种用于噪声减低之示例的软件实施方式被揭示在US 2014/0015774 A1中,其中所获取的传感器数据被调整以便于补偿由指纹传感器所带来的噪声。根据US 2014/0015774 A1,冗余感测元件关于指纹传感器的区块为基础的取样而被引入,其中相同的冗余感测元件将会通过两个依序取样的区块的每一个来加以取样。偏移根据在相同的取样元件的冗余取样之间的差值而被计算出,并且第二区块根据计算出的差值来加以调整。

[0007] 即使US 2014/0015774 A1对于当应用区块为基础的感测技术时的噪声减低引入一种令人关注的方法,但是该公开的方法将会大部分依赖在每个行上首先获取的样本,并且因此整体结果将会大部分根据此第一样本的有效性而定。因此,看起来是有空间以用于进一步改善关于待被应用至指纹图像的软件为基础的噪声减轻技术。

### 发明内容

[0008] 考虑到现有技术之上述的缺点以及其它缺点,本发明的目的是提供一种用于处理

在使用指纹传感器所捕获的指纹图像中的噪声的改良的方法。尤其,本发明人已经发现到最优选化的取样模式的选择是所期望的,其中关于所选的取样模式的认知包括在所获取的指纹图像的进一步处理中。

[0009] 根据本发明的一个方面,因此提出一种确定使用包括多个感测元件的指纹传感器所捕获的手指的指纹图案的表示的方法,该方法包括以下步骤:选择取样矩阵,其中取样矩阵代表用于使用指纹传感器以获取指纹图像的取样模式;使用指纹传感器并且根据取样矩阵以获取指纹图像;施加线性滤波器至所获取的指纹图像,其中线性滤波器的设定依据取样矩阵而定,并且线性滤波器被设置用于在所获取的指纹图像内的噪声减低;以及根据滤波后的指纹图像以确定指纹图案的表示。

[0010] 本发明是基于了解到包括指纹传感器的系统的典型的实现一次只容许整个传感器的所选的部分被取样。使用指纹传感器的指纹图像的典型的获取包括连续地获取指纹图像的部分,并且将这些部分组合成为指纹图像。由于这种顺序的获取设计,因而对于指纹图像的每一个部分而言,在获取指纹图像的每一个部分时可能存在的时变或随机的噪声可能会稍微不同。因此,假影(artifact)可能会被引入到图像中。

[0011] 然而,根据本发明,一种计算机实施的方法可被应用于指纹图像的后处理,其中用于获取指纹图像的取样策略被考虑。明确地说,根据本发明,线性滤波器将会被施加至指纹图像,其中线性滤波器以其考虑取样策略的这种方式来加以设定。根据本发明,取样策略被实现为取样矩阵,取样矩阵是代表用于使用指纹传感器以获取指纹图像的取样模式。

[0012] 于是,使用本发明的优点是包含指纹图像的改善的形成、以及因此关于将被用在通常包括指纹传感器的系统中的指纹图案的确定之更优选效能的可能性。由于根据本发明的滤波设计是密切依赖指纹图像事实上是如何已经获取的,因而这明确地被实现。此外,由于该方法是一种计算机实施的后处理设计,因此没有调整指纹传感器的硬件(一种用于噪声减轻之常见的现有技术方法)的必要性。反而,本发明的方法可被插入作为在用于获取指纹图像的典型的流程中的构成要素。本发明的方法通常将能够处理任意类型的噪声,而如同将会在以下进一步详细描述,其相关于共模噪声(CMN)是明确有用的。

[0013] 即使本发明的方法通常是被实施为通过控制指纹传感器或是和一种其中指纹传感器构成元件的系统分开配置的处理器所执行的代码,但是本发明的概念可以替代地(或是部分地)被实施例如是ASIC或类似者的功能区块。这种实施方式的任意组合都是可能的,并且在本发明的范畴内。

[0014] 通常,取样矩阵将会具有一种根据指纹传感器的空间实现而定的结构。取样矩阵的确切结构以及取样矩阵的最优选化选择将会进一步在以下论述。

[0015] 在本发明的可能的替代实施例中,指纹传感器是一个二维的指纹传感器,并且取样矩阵对应于多个感测元件的所选的部分。如上所指出的,指纹传感器可以使用任何种类的目前或未来的指纹感测原理来加以实施,其包含例如是电容性、光学、或是热感测技术。然而,目前电容性感测是最优选的。此外,一维的传感器也是可行的,并且在本发明的范畴内。

[0016] 类似地,根据本发明,相关于指纹图像的多重捕获来应用本发明的方法是可能的,其中多个图像被组合以用于进一步增强确定指纹图案的可能性。于是,由本发明的方法所提出的滤波设计除了用在获取单一指纹图像的取样模式之外,也将会顾及多个指纹图像之

后续的取样。

[0017] 在本发明的可能的实施例中并且相关于指纹图像的多重捕获,取样矩阵可以针对于之后被捕获的指纹图像来加以改变。通过改变在之后被捕获的指纹图像中的同时被取样的那些像素将会给予重迭的信息,其可以符合本发明的滤波设计而被使用。

[0018] 取样矩阵例如可以将多个感测元件的所选的部分界定为相邻配置的群组的感测元件。或者是,多个感测元件的所选的部分在二维的传感器上可以是在空间上分开的。通过散开取样的像素将会给予和同时取样更多的像素类似的结果。若足够大的区域被取样的像素所覆盖,则易于从指纹图像移除干扰,因为平均的像素和应该几乎是固定的。

[0019] 在本发明的较佳实施例中,取样矩阵被选择以对应于在获取的指纹图像内的最小化的噪声量。取样矩阵的选择可以用一种迭代的 (iterative) 方式来进行,其中在所获取的指纹图像内的感知的噪声量被降低到最小值。选择可以替代地根据相关于指纹传感器的结构的预设的假设而被计算出。这将会相关于本发明的详细说明来进一步加以详细描述。

[0020] 较佳的是,该方法进一步包括如下的步骤:对于存在于指纹图像内的噪声确定对数似然比 (log-likelihood ratio);比较对数似然比与预定的阈值;以及只有在对数似然比超过预定的阈值时才执行指纹图像的滤波。通过引入一种用于确定噪声是否可能存在于图像内之设计,其可能是可以进一步改善适当的指纹图像的获取,并且因此改善指纹图案的判断。在本发明的可能的实施方式中,其可能是可以在执行任何滤波之前“率直地”引入以上之额外的步骤,也即若噪声的可能性低于预定的阈值,则如上所论述的滤波设计将不会加以执行。然而,可能是可以作为一替代方案的是“独立地”使用噪声可能性判断的概念,以用于在噪声水平被判断为高于一所要的水平时,重新获取指纹图像。应注意到的是,关于包括多个行的二维的指纹传感器之对数似然比可以例如是逐行地加以计算,并且接着在数个行之上(例如,使用滑动窗口平均滤波器)加以滤波(例如是加以平均)。

[0021] 在本发明的可能的替代实施例中,判断对数似然比的步骤包括对于噪声并不存在的假设来估计可能性函数,并且根据取样矩阵以对于噪声是存在的假设来估计可能性函数。当取样矩阵也在噪声并不存在的假设的情形中被考虑时,此实施方式可以具有额外的优点。然而,这种实施方式被提供作为其中取样矩阵只关于噪声是存在的假设而被考虑的情形的替代方案。

[0022] 在本发明的较佳实施例中,该方法进一步包括施加非线性映射函数至所获取的指纹图像的步骤,其中非线性映射函数例如可以是对数函数。施加非线性映射函数至所获取的指纹图像具有使得乘法性 (multiplicative) 的影响变为加性的 (additive) 的优点。

[0023] 根据本发明的另一方面,其提供有一种便携式电子装置,其包含一种便携式电子装置,该便携式电子装置包括具有像素阵列的指纹传感器以及电连接至指纹传感器的控制单元,其中控制单元被配置用于:选择取样矩阵,其中取样矩阵代表用于使用指纹传感器以获取指纹图像的取样模式;施加线性滤波器至所获取的指纹图像,其中线性滤波器的设定依据取样矩阵而定,并且线性滤波器被设置用于在所获取的指纹图像内的噪声减低;以及根据滤波后的指纹图像以确定指纹图案的表示。

[0024] 本发明的此方面提供类似如上相关于本发明的先前的方面所论述的优点。此外,本发明提供电子装置的改善的可靠度,例如是在其中诸如共模噪声 (CMN) 的噪声可能会轻易地被引入的使用案例中。如同在以上所提及的,这种情节例如可能是在电子装置连接至

切换模式的电源时。

[0025] 根据本发明,控制单元较佳的是ASIC、微处理器或是任何其它类型的用于控制指纹传感器的操作的计算装置。就此而论,控制单元可以形成第二使用者输入装置的一体的部分。然而,控制单元也可以是包括于便携式电子装置中之一般的控制单元,其例如是被配置以用于控制电子装置的整体操作。

[0026] 如上所指出的,指纹传感器可以使用任何种类的目前或未来的指纹感测原理来加以实施,其例如包含电容性、光学、或是热感测技术。然而,目前,电容性感测是最优选的。

[0027] 如上所论述的,任意类型的指纹传感器都可被采用,也即可采用一维及二维的指纹传感器两者。在本发明的可能的实施方式中,指纹传感器包括至少 $160 \times 160$ 像素,更优选的是 $192 \times 192$ 像素,并且最优选的是 $208 \times 80$ 像素。另外的分辨率也是可行的,并且在本发明的范畴内。便携式电子装置例如可以是移动电话或是平板计算机。

[0028] 滤波可以在模拟或数字信号上加以实行,并且可以在指纹传感器部件上、或是在指纹传感器部件之外(例如是在移动电话或计算机等等中的主机处理器内)加以执行。

[0029] 根据本发明的另一方面,其提供有一种包括计算机可读取介质的计算机程序产品,计算机可读取介质具有储存于其上的用于控制单元的计算机程序装置,控制单元适配于控制便携式电子装置,便携式电子装置包括指纹传感器以及控制单元,其中计算机程序产品包括:用于选择取样矩阵的代码,其中取样矩阵代表用于使用指纹传感器以获取指纹图像的取样模式;用于使用指纹传感器并且根据取样矩阵以获取指纹图像的代码;用于施加线性滤波器至所获取的指纹图像的代码,其中线性滤波器的设定依据取样矩阵而定,并且线性滤波器被设置用于在所获取的指纹图像内的噪声减低;以及用于根据滤波后的指纹图像以确定指纹图案的表示的代码。此外,本发明的此方面提供类似于如上相关于本发明的先前的方面所论述的优点。

[0030] 如同在以上所提及的,控制单元较佳的是ASIC、微处理器或是任何其它类型的计算装置。类似地,通过用于操作本发明的系统的控制单元所执行的软件可被储存在计算机可读取介质上,其为任意类型的内存装置,其包含可拆卸的非易失性随机存取内存、硬盘驱动器、软盘、CD-ROM、DVD-ROM、USB内存、SD记忆卡、或是此项技术中已知的类似的计算机可读取介质。

[0031] 总之,本发明一般有关于一种用于移除在通过指纹传感器所捕获的图像中的干扰的方法,并且明确的是有关于在获取的指纹图像中通过将感测原理纳入用于噪声减低所施加的方法中的噪声的减低,其中经噪声减低的图像被使用于确定指纹图案的表示。使用本发明的优点包含从使用指纹传感器所捕获的指纹图像进行指纹图案的增强的判断。

[0032] 本发明的进一步方面及优点在研读所附的权利要求与以下的说明时将会变得明显。本领域技术人员会意识到本发明的不同特征可加以组合来产生除了那些在以下所叙述的实施例之外的实施例,而不脱离本发明的范畴。

## 附图说明

[0033] 本发明的包含其特定特征及优点的各种方面从以下的详细说明以及所附的附图来看将会轻易地理解,其中:

[0034] 图1概要地描绘根据本发明的示例实施例的指纹感测系统的应用;

- [0035] 图2是来自切换式电源的共模噪声的代表性的图示；
- [0036] 图3a概要地展示根据本发明的指纹感测系统的第一实施例；
- [0037] 图3b概要地展示根据本发明的指纹感测系统的第二实施例；
- [0038] 图4描绘有噪声的指纹图像；
- [0039] 图5a至图5e描绘不同的取样配置；
- [0040] 图6是公开根据本发明的目前较佳实施例的本发明的示例的步骤的流程图；以及
- [0041] 图7a至图7e提供在图6中所示的流程图的的功能性的图示。

## 具体实施方式

[0042] 本发明现在将会在以下参考所附的附图更完整地加以描述，其中本发明的目前的较佳实施例被展示。然而，本发明可以用许多不同的形式来加以体现，因而不应该被解释为受限于在此阐述的实施例；而是，这些实施例是为了彻底及完整性而被提供，并且完整地传达本发明的范畴给本领域技术人员。相同的附图标记在整篇指相似的元件。

[0043] 现在转到附图而且尤其是图1，其以具有整合的指纹感测系统2的移动电话1的形式，概要地描绘有根据本发明的实施例的指纹感测系统的示例的应用。指纹感测系统2例如可被使用于解锁移动电话1且/或用于授权使用移动电话所实行的交易等等。

[0044] 如同在图1中所展示的，移动电话1正在使用连接至AC电源插座4的充电器3而被充电。电话的充电可能会带来共模噪声，其使得移动电话1依循共模噪声的电位，也即移动电话1将会电性地“上下跳动”。

[0045] 从移动电话1的观点来看，共模噪声将会使得使用者看起来是电性有噪声的。此可能会影响移动电话1的依赖在移动电话1与使用者之间的电位差的评估的使用。这种使用例如是包含电容性触摸屏幕的使用以及指纹感测系统2的使用。

[0046] 较佳而且对于本领域技术人员明显的是，在图1中所示的移动电话1可以进一步包括用于WLAN/Wi-Fi通信的第一天线、用于电信通信的第二天线、麦克风、扬声器、以及电话控制单元。当然，另外的硬件元件也可能包括于移动电话中。应该进一步注意到的是，本发明可以是可相关于任何其它类型的便携式电子装置来加以应用，便携式电子装置例如是膝上计算机、遥控器、平板计算机、或是任何其它类型的现有或未来的类似配置的装置。

[0047] 图2是来自图1中的充电器3的共模噪声代表性的图示。如同在图2中可见的，共模噪声可以具有带有相对高振幅的低频成分(根据AC电源频率的50/60Hz)、以及带有较低振幅的高频切换模式成分(图2之放大的部分)。尤其，共模噪声的高频成分可能会对于指纹感测系统造成问题。在以下将会描述本发明的各种实施例是如何至少部分减轻这种问题。

[0048] 首先，根据本发明的指纹系统的两个实施例(也即，一种触摸传感器为基础的系统以及一种触击传感器(swipe sensor)为基础的系统)将会参考图3a-3b来加以描述。

[0049] 图3a概要地展示一种触摸传感器为基础的指纹感测系统，其具有封装的触摸传感器部件9的形式，较佳的是包括二维的传感器阵列10以及例如导电的边框(bezel)或框架11以用于提供激励信号至使用者的手指。尽管未明确展示在图3a中，但是传感器部件9也包括电源接口以及通信接口。

[0050] 传感器阵列10包括大量的感测元件12(这些感测元件中只有一个是已经使用附图标记来加以指出，以避免使得附图凌乱)，每个感测元件12是可控制以感测介于包括在感测



元件12中的感测结构(顶板)与接触传感器阵列10的顶表面的手指的表面之间的距离。在图3a的传感器阵列10的放大的部分中,第一组13的感测元件被标记'S'以用于感测,其中第一组的感测元件全部一次一起被感测。

[0051] 图3b概要地展示一种触击传感器为基础的指纹感测系统,其具有封装的触击传感器部件19的形式,传感器部件19包括传感器阵列20以及导电的条带21a及21b以用于提供激励信号至使用者的手指。尽管未明确展示在图3b中,但是传感器部件19也包括电源接口以及通信接口。

[0052] 传感器阵列20包括一行或数行的感测元件12(这些感测元件中只有一个是已经使用附图标记来加以指出,以避免使得附图凌乱),每个感测元件12是可控制以感测介于包括在感测元件12中的感测结构(顶板)与接触传感器阵列20的顶表面的手指的表面之间的距离。在图3b的传感器部件19的放大的部分中,组23的感测元件以关于指出一种以组为基础的感测策略的图3a类似的方式,被标记'S'以用于感测。

[0053] 在图3a-b中的指纹传感器部件9、19可以有利的的是使用CMOS技术来加以制造,但是其它技术及制程也可以是可行的。譬如,绝缘基板可被使用且/或薄膜技术可被使用于制造过程中的某些或全部的制程步骤。

[0054] 现在转向图4,其描绘使用应用电容性测量原理的指纹传感器所捕获的有噪声的指纹图像400。如同在以上所提及的,一种可能发生的噪声类型是CMN的类型,其是被注入到所要的信号以及所要的信号被测量所对照的参考信号两者上的噪声。若所要的信号的理想差动测量对照参考信号来加以实行,则CMN因此将会完美地抵消,并且因此不劣化所要的信号的测量。然而,由于例如是不完美的抵消以及至其它不受到相同的CMN影响的信号之寄生电容,因此要实现CMN之良好的拒斥实际上可能是非常具有挑战性的。一个例子是至大地的电容并不依循CMN信号,并且因此直接显露出绝对的CMN水平。

[0055] 如上所论述的,在使用电容性测量原理的例如是用于指纹传感器或电容性触摸屏之系统中尤其是一项问题。再者,相较于被供应至例如是指纹感测系统中的边框的驱动电压,来自例如在充电器中的某些切换模式的电源的CMN的信号水平可能是非常大的,例如40V的波峰至波峰值。于是,CMN的大信号水平因此可能是在所产生的指纹图像中的主要的干扰。

[0056] 由于CMN影响测量的方式的关系,噪声通常可以被建立模型为乘法性的,也即CMN的量随着指纹的值而缩放。应该强调的是,根据本发明的方法也支持例如是加性噪声的其它类型的噪声耦合,并且非线性的映射函数(例如是对数函数)可被施加至输入信号,以使得乘法性的影响变成加法性。

[0057] 当相较于现有的解决方案时,根据本发明的方法的主要的优点是其导引所使用的感测原理的配置,以便于改善CMN的减轻并且接着之后能够将此认知纳入CMN检测、估计以及拒斥中。

[0058] 在本发明的可能的实施方式中,一种三个步骤的过程被提出,其包含:1) 设定取样以改善CMN的减轻、2) 检测CMN是否存在、以及若存在的话,则3) 提供用于通过滤波来拒斥其的手段。

[0059] 由于检测是依赖和滤波类似的技术,因此滤波将会首先加以叙述,接着叙述噪声检测。滤波通常是由CMN的1维或2维的线性最小均方误差(LMMSE)估计、接着明确或隐含的

是CMN估计从输入的抵消所组成的。

[0060] CMN估计已经被导出,以使得其将取样过程的特征以及噪声列入考虑,同时其使用所关注的信号的结构。这具有如下优点:取样过程的影响可以被评估及最优化,以便于提供噪声的最优化的拒斥。在指纹传感器系统的例子中,所关注的信号将会是指纹的图像。用于LMMSE滤波的相同的结构被再使用于接着叙述的广义似然比测试(GLRT)中。

[0061] 由于CMN可被假设为在空间的取样维度上(也即在图像中的像素之间)是恒定的,因此取样程序是重要的因素,以便于分开所要的(指纹)信号与CMN。因此,在空间及时间上的取样程序是用以实现噪声的良好的减轻的关键。这种空间时间的取样配置的例子(其可以根据需要来加以组合)是进一步参考图5a-5e为:

[0062] 个别的取样,其中所有的样本是独立地加以收集,参见图5a,

[0063] 区块取样,其中局部的空间的区域同时被取样,参见图5b,

[0064] 重迭的取样,其中空间的样本的重迭区块一次一区块地被取样,参见图5c,

[0065] 平行的取样,其中非重迭的空间的区块独立地被取样。这些区块例如可以在空间上被分散,参见图5d,以及

[0066] 时变的空间的取样程序,参见图5e。

[0067] 提供在所用的取样程序与滤波之间的联系详细的数学上的说明如下所述。在此整个说明中,粗体小写的字母(例如 $\mathbf{x}$ )是表示列向量,而粗体大写的字母是表示矩阵(例如 $\mathbf{X}$ )。转置矩阵被表示为 $(\cdot)^T$ ,并且 $\mathbf{X}_{i,j:k}$ 是在 $\mathbf{X}$ 中的包含元素 $[(i,j), (i,j+1), \dots, (i,k)]$ 的向量。单位矩阵被表示为 $\mathbf{I}$ ,并且0或1是向量(或矩阵),其中所有的元素都具有0或1的值。矩阵迹数(trace)通过 $\text{tr}\{\cdot\}$ 来加以指出,并且 $\mathbb{R}$ 表示实数值域。

[0068] 在确定取样以改善CMN的减轻中,令 $\tilde{\mathbf{Y}} \in \mathbb{R}^{M \times N}$ 来表示通过感测系统所捕获的图像,其中 $M$ 是在图像中的行的数目并且 $N$ 是列的数目。图像的平均值

$$[0069] \quad \mu_y = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^{MN} \tilde{y}_i \quad (\text{方程式 1})$$

[0070] 可以从所捕获的图像中减去,以得到具有零平均的图像 $\mathbf{Y}_{i,j} = \tilde{\mathbf{Y}}_{i,j} - \mu_y$ 。由于这种映射总是可行的,因此 $\mathbf{Y}$ 将会是在以下的推导中之所关注的图像。矩阵 $\mathbf{Y}$ 的“向量化的”版本被给出为 $\mathbf{y} \triangleq \text{vec}(\mathbf{Y}) = [\mathbf{Y}_{1,1:N}, \mathbf{Y}_{2,1:N}, \dots, \mathbf{Y}_{M,1:N}]^T$ ,其意指在 $\mathbf{Y}$ 中的所有的行向量的转置逐行地彼此堆栈起来。这意指 $\mathbf{y} \in \mathbb{R}^{MN}$ ,并且系统可以通过以下的线性模型来加以描述

$$[0071] \quad \mathbf{y} = \mathbf{S}\mathbf{c} + \mathbf{f} \quad (\text{方程式 2})$$

[0072] 其中 $\mathbf{S} \in \mathbb{R}^{MN \times \frac{MN}{B}}$ 是空间的取样矩阵,其描述CMN向量 $\mathbf{c} \in \mathbb{R}^{\frac{MN}{B}}$ 是如何影响图像 $\mathbf{Y}$ ,其中 $B$ 是空间的取样区块尺寸。因此,空间的取样区块尺寸指定有多少所要的(指纹)样本是同时加以获取的,并且因此共享相同的CMN的实现。向量 $\mathbf{f} \in \mathbb{R}^{MN}$ 表示所要的(指纹)信号以及任何的额外的噪声。众所周知的是,在方程式2中的线性模型的LMMSE估计可被计算为

$$[0073] \quad \hat{\mathbf{c}}_{\text{LMMSE}} = (\mathbf{S}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{S} + \Sigma_c^{-1})^{-1} \mathbf{S}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{y} = \Sigma_c \mathbf{S}^T (\mathbf{S} \Sigma_c \mathbf{S}^T + \Sigma_f)^{-1} \mathbf{y} \quad (\text{方程式 3})$$

[0074] 其中 $\Sigma_f$ 表示指纹的空间的协方差(covariance)矩阵,并且 $\Sigma_c$ 是这些CMN样本的协方差矩阵,两者都被假设是零平均的。若在时间上多个样本被执行,则该模型可以直接加以

延伸,以通过设定S为空间时间的取样矩阵以及协方差矩阵  $\Sigma_f$  及  $\Sigma_c$  分别为指纹及CMN的空间时间的协方差矩阵,并且藉此产生总数超过MN的样本,涵盖此方面。若指纹在图像之间只有稍微的改变,则这种空间时间的滤波可以是有利的。

[0075] 在确定良好的取样程序中同样关注的是估计  $\hat{\mathbf{c}}_{LMMSE}$  的后验 (posterior) 协方差矩阵  $\mathbf{P}_\varepsilon$ , 其被给予为

$$[0076] \quad \mathbf{P}_\varepsilon = (\mathbf{S}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{S} + \Sigma_c^{-1})^{-1} = (\mathbf{I} - \Sigma_c \mathbf{S}^T (\Sigma_c \mathbf{S}^T + \Sigma_f)^{-1} \mathbf{S}) \Sigma_c \quad (\text{方程式 4})$$

[0077] 理想上,在CMN估计中并没有误差,也即  $\mathbf{P}_\varepsilon = \mathbf{0}$ , 但是这一般而言是不可能的。因此,确定S的取样程序对于拒斥CMN的能力而言是非常重要的,并且如何取样的设计/选择因而是此项非常重要的方面。在  $\Sigma_c$  及  $\Sigma_f$  是事先完美已知的理想的假设下,选择取样以例如最小化通过  $\text{tr}\{\mathbf{P}_\varepsilon\}$  所给出的后验误差是合理的选择,但是其它最优化化的目标也可被使用。由于取样的区块尺寸以及硬件的相关限制也在此最优化化上有所作用,因而这是一项重要的设计问题,其中例如是  $\text{tr}\{\mathbf{P}_\varepsilon\}$  的最优化化测量可被使用于导引。

[0078] 作为此导引的一个例子的是,同时取样整个图像的特殊情况(也即  $S=1$ ) 是一个全部为1的向量,同时假设  $\Sigma_f$  并不跨越此取样空间,其直接产生  $\mathbf{P}_\varepsilon = \mathbf{0}$ , 因为  $\mathbf{1}^T (\mathbf{1}\mathbf{1}^T + \Sigma_f)^{-1} \mathbf{1} = 1$ 。这展示完美的估计的特殊情况以及因此CMN的后续的抵消是可以通过具有特定的取样设计而实现的,特定的取样设计被最优化化以使用指纹之假设的协方差结构,并且实际上实施起来可能是高度具有挑战性的。然而,一般性的原理是最优化化取样程序,以便于通过使用指纹及CMN的先前的协方差的知识来提供用于后续的抵消的最优化的CMN估计。

[0079] 在此所述的一般性的LMMSE滤波器可被使用于估计CMN,但是此实现的复杂度通常将会是大的,因而此完全的解决方案的一个可行的近似可以通过在例如水平及/或垂直的维度上使用一种Kronecker结构来加以获取。若所要的信号以及CMN可被假设成只有局部关联的,则LMMSE滤波器的一种(区块)滑动窗口的近似也可单独被使用、或是和Kronecker结构一起被使用,以使得实现变得容易。

[0080] 令CMN向量是通过  $\mathbf{c} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, P_c \mathbf{I})$  所给出,其中  $P_c$  表示CMN驱动信号的功率,并且  $\mathcal{N}$  表示正态分布(normal distribution)。此意指在方程式3中的LMMSE解决方案是

$$[0081] \quad \hat{\mathbf{c}}_{LMMSE} = (\mathbf{S}^T P_f^{-1} (\Sigma_{f,y}^{-1} \otimes \Sigma_{f,x}^{-1}) \mathbf{S} + P_c^{-1} \mathbf{I})^{-1} \mathbf{S}^T P_f^{-1} (\Sigma_{f,y}^{-1} \otimes \Sigma_{f,x}^{-1}) \mathbf{y} \quad (\text{方程式 5})$$

[0082] 其中也已经假设指纹向量通过  $\mathbf{f} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, P_f (\Sigma_{f,y} \otimes \Sigma_{f,x}))$  所给出。在方程式5中,  $P_f$  代表来自指纹的信号功率,而  $\Sigma_{f,y}$  表示指纹在垂直的方向上的协方差,并且  $\Sigma_{f,x}$  是在水平的方向上的协方差。若CMN在图像Y上的影响可以通过  $\mathbf{S} = \mathbf{s}_y \otimes \mathbf{s}_x$  来加以表示,则方程式5变成

$$\hat{\mathbf{c}}_{LMMSE} = \left( (\mathbf{s}_y^T \otimes \mathbf{s}_x^T) \mathbf{P}_f^{-1} (\boldsymbol{\Sigma}_{f,y}^{-1} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_{f,x}^{-1}) (\mathbf{s}_y \otimes \mathbf{s}_x) + \mathbf{P}_c^{-1} \mathbf{I} \right)^{-1} (\mathbf{s}_y^T \otimes \mathbf{s}_x^T) \mathbf{P}_f^{-1} (\boldsymbol{\Sigma}_{f,y}^{-1} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_{f,x}^{-1}) \mathbf{y}$$

(方程式 6)

[0084] 其意指整体CMN将会被限制为具有分别通过 $\mathbf{S}_y$ 及 $\mathbf{S}_x$ 来加以表示的在垂直及水平的方向上的噪声成分。

[0085] 传感器系统可被设计成使得图像Y是通过同时取样数个像素来加以建构,并且此可被纳入在S的结构中。

[0086] 不同的捕获方法的例子被列出于此:

[0087] 水平的取样,其中在Y的行中的 $B = L_x$ 个像素已经同时被捕获,这导致  $\mathbf{S} = \mathbf{I}_y \otimes (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1})$ 。

[0088] 垂直的取样,其中在Y的列中的 $B = L_y$ 个像素已经同时被捕获,此导致  $\mathbf{S} = (\mathbf{I}_y \otimes \mathbf{1}) \otimes \mathbf{I}_x$ 。

[0089] 局部的2D取样,其中在图像中的局部的区块的 $B = L_y \times L_x$ 个像素已经同时被捕获,此导致  $\mathbf{S} = (\mathbf{I}_y \otimes \mathbf{1}) \otimes (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1})$ 。

[0090] 一般的2D取样,其中如同通过一般的矩阵S所指出的,在图像中的数量B个像素已经同时被捕获。

[0091] 其中向量1的尺寸通过同时被捕获的像素数目所给出。在方程式6中插入以上所展示的S的特殊情况产生使用取样结构的解决方案。根据预期的CMN的类型以及有关可实现的取样结构的硬件限制,适当的取样结构以及相关的S矩阵接着可以根据例如是由方程式4所给予的最优化标准来加以选择。作为指出取样结构是如何可以在设定滤波器时被使用的例子,水平的取样的例子给出

$$\hat{\mathbf{c}}_{LMMSE} = \left( (\mathbf{I}_y \otimes (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1}^T)) (\boldsymbol{\Sigma}_{f,y}^{-1} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_{f,x}^{-1}) (\mathbf{I}_y \otimes (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1})) + \frac{P_f}{P_c} (\mathbf{I}_y \otimes \mathbf{I}_x) \right)^{-1} (\mathbf{I}_y \otimes (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1}^T)) (\boldsymbol{\Sigma}_{f,y}^{-1} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_{f,x}^{-1}) \mathbf{y}$$

(方程式 7)

[0093] 此表示式可被改写成为

$$\hat{\mathbf{c}}_{LMMSE} = \left( \boldsymbol{\Sigma}_{f,y}^{-1} \otimes (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1}^T) \boldsymbol{\Sigma}_{f,x}^{-1} (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1}) + \frac{P_f}{P_c} (\mathbf{I}_y \otimes \mathbf{I}_x) \right)^{-1} (\boldsymbol{\Sigma}_{f,y}^{-1} \otimes (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1}^T) \boldsymbol{\Sigma}_{f,x}^{-1}) \mathbf{y}$$

(方程式 8)

[0095] 通过定义  $\tilde{\mathbf{s}}_x \triangleq \boldsymbol{\Sigma}_{f,x}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{s}_x$ , 其对于水平的取样而言是意指  $\tilde{\mathbf{s}}_x = \boldsymbol{\Sigma}_{f,x}^{-\frac{1}{2}} (\mathbf{I}_x \otimes \mathbf{1})$  并且



$\tilde{\mathbf{y}} \triangleq \left( \mathbf{I}_y \otimes \Sigma_{f,x}^{-1} \right) \mathbf{y}$ , 在方程式8中的表示式可以被简化成为

$$[0096] \quad \hat{\mathbf{c}}_{LMMSE} = \left( \Sigma_{f,y}^{-1} \otimes (\tilde{\mathbf{S}}_x^T \tilde{\mathbf{S}}_x) + \frac{P_f}{P_c} \mathbf{I} \right)^{-1} (\Sigma_{f,y}^{-1} \otimes \tilde{\mathbf{S}}_x^T) \tilde{\mathbf{y}} \quad (\text{方程式 9})$$

[0097] 通过执行  $\tilde{\mathbf{S}}_x = \mathbf{U}_x \mathbf{D}_x \mathbf{V}_x^T$  的奇异值分解 (SVD) 以及协方差矩阵  $\Sigma_{f,y}^{-1} = \mathbf{V}_{f,y} \mathbf{D}_{f,y}^{-1} \mathbf{V}_{f,y}^T$  的特征值 (eigenvalue) 分解, 在方程式9中的表示式变成

$$[0098] \quad \begin{aligned} \hat{\mathbf{c}}_{LMMSE} &= \left( (\mathbf{V}_{f,y} \mathbf{D}_{f,y}^{-1} \mathbf{V}_{f,y}^T) \otimes (\mathbf{V}_x \mathbf{D}_x^T \mathbf{D}_x \mathbf{V}_x^T) + \frac{P_f}{P_c} \mathbf{I} \right)^{-1} ((\mathbf{V}_{f,y} \mathbf{D}_{f,y}^{-1} \mathbf{V}_{f,y}^T) \otimes (\mathbf{V}_x \mathbf{D}_x^T \mathbf{U}_x^T)) \tilde{\mathbf{y}} \\ &= (\mathbf{V}_{f,y} \otimes \mathbf{V}_x) \left( \mathbf{D}_{f,y}^{-1} \otimes \mathbf{D}_x^T \mathbf{D}_x + \frac{P_f}{P_c} \mathbf{I} \right)^{-1} (\mathbf{D}_{f,y}^{-1} \otimes \mathbf{D}_x^T) (\mathbf{V}_{f,y} \otimes \mathbf{U}_x)^T \tilde{\mathbf{y}} \end{aligned} \quad (\text{方程式 10})$$

[0099] 由于Kronecker结构存在于方程式10中, 因而这可以通过使用在水平及垂直的空间的维度之间的分开而有效率地被实施。在水平或垂直的方向上的一维的处理的特殊情况是以上的表示式之特殊情况, 其中  $\mathbf{S}_x$  及  $\Sigma_{f,x}$  或是  $\mathbf{S}_y$  及  $\Sigma_{f,y}$  分别是对角矩阵。

[0100] 在方程式3的一般LMMSE表示式中, 协方差矩阵  $\Sigma_c$  代表先前有关共模噪声的信息。在以上的Kronecker建构的表示式中,  $\Sigma_c$  到目前为止已经被视为缩放的单位矩阵, 因为这简化表示式并且在实现上导致较低的复杂度。然而, 有关于CMN之事先的认知可能是可供使用的, 并且这于是可以被纳入  $\Sigma_c$  中以用于改善的估计正确性。然而, 当Kronecker结构是为了有效率的实现而被使用时, 若对数可能性的项  $\mathbf{S}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{S}$  以及先前的  $\Sigma_c$  共享共同的基础, 则该Kronecker结构将只可能直接使用。这可能是难以实现的, 并且可能使得有效率地纳入先前有关CMN的信息是困难的。

[0101] 对于此问题的可能的解决方案是使用来自对数可能性的项的基底来近似先前者、或是反之亦然。该例子是限制先前者为具有  $\Sigma_c = (\mathbf{V}_y \otimes \mathbf{V}_x)(\mathbf{D}_y \otimes \mathbf{D}_x)(\mathbf{V}_y \otimes \mathbf{V}_x)^T$  的形式, 其中  $\mathbf{V}_x$  及  $\mathbf{V}_y$  分别是水平及垂直的基底, 并且  $\mathbf{D}_x$  及  $\mathbf{D}_y$  是近似CMN的事先的信息的相关的频谱。所用的基底接着可以从对数可能性的项  $\mathbf{S}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{S}$  被抽取、或是共同的基底可以针对于对数可能性以及先前的项来加以实施, 例如固定的DCT基底。

[0102] 现在转到广义似然比测试 (GLRT) 的实现的概念, 其可以通过检查数据的多变量 (multivariate) 分布是否更可能包含CMN来加以进行。这可以通过评估CMN的假设相对于没有CMN的反假设的可能性而被实现。给定假设可被建立模型为零平均的多变量正态分布, 这产生  $H_{\text{cmn}}: \mathbf{y} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, P_{f+c} \Sigma_{f+c})$ , 其中  $P_{f+c} \Sigma_{f+c}$  是指纹及CMN的总信号协方差矩阵, 其中  $P_{f+c}$  是一般未知的功率水平。类似地, 对于没有CMN的反假设, 这产生  $H_{\text{no-cmn}}: \mathbf{y} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, P_f \Sigma_f)$ , 其中  $P_f \Sigma_f$  是指纹的总信号协方差矩阵, 其中  $P_f$  是一般未知的功率水平。给定多变量高斯可能性函数, GLRT可被写成为

$$\begin{aligned}
[0103] \quad LLR &= \ln \left( \frac{\max_p p_{f+c} |2\pi p_{f+c} \Sigma_{f+c}|^{-\frac{1}{2}} \exp \left( -\frac{1}{2p_{f+c}} \mathbf{y}^T \Sigma_{f+c}^{-1} \mathbf{y} \right)}{\max_p p_f |2\pi p_f \Sigma_f|^{-\frac{1}{2}} \exp \left( -\frac{1}{2p_f} \mathbf{y}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{y} \right)} \right) \\
&= \ln \left( \frac{\left| \frac{2\pi}{MN} \mathbf{y}^T \Sigma_{f+c}^{-1} \mathbf{y} \Sigma_{f+c} \right|^{-\frac{1}{2}} \exp \left( -\frac{MN}{2} \right)}{\left| \frac{2\pi}{MN} \mathbf{y}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{y} \Sigma_f \right|^{-\frac{1}{2}} \exp \left( -\frac{MN}{2} \right)} \right) \\
[0104] \quad &= -\frac{1}{2} \ln \left( \frac{|\mathbf{y}^T \Sigma_{f+c}^{-1} \mathbf{y} \Sigma_{f+c}|}{|\mathbf{y}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{y} \Sigma_f|} \right) \\
&= -\frac{MN}{2} \ln \left( \frac{\mathbf{y}^T \Sigma_{f+c}^{-1} \mathbf{y}}{\mathbf{y}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{y}} \right) - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{|\Sigma_{f+c}|}{|\Sigma_f|} \right) \quad (\text{方程式 11})
\end{aligned}$$

[0105] 其中若对数似然比分数LLR超过给定的阈值,则将会宣告CMN是存在的。

[0106] 通过假设指纹及CMN是加性的而且独立的,这导致  $\Sigma_{f+c} = \Sigma_f + S \Sigma_c S^T$ , 方程式11的实现复杂度可以通过使用矩阵求逆引理 (inversion lemma)  $\Sigma_{f+c}^{-1} = \mathbf{C}_f \mathbf{C}_f^T - \mathbf{C}_f \mathbf{C}_{f+c} \mathbf{C}_{f+c}^T \mathbf{C}_f^T$  而被降低,其中Cholesky因素被定义为

$$\begin{aligned}
&\mathbf{C}_f \mathbf{C}_f^T \triangleq \Sigma_f^{-1} \\
[0107] \quad &\mathbf{C}_{f+c} \mathbf{C}_{f+c}^T \triangleq \mathbf{C}_f^T \mathbf{S} (\Sigma_c^{-1} + \mathbf{S}^T \Sigma_f^{-1} \mathbf{S})^{-1} \mathbf{S}^T \mathbf{C}_f \quad (\text{方程式 12})
\end{aligned}$$

[0108] 这容许方程式11改写成为:

$$\begin{aligned}
[0109] \quad LLR &= -\frac{MN}{2} \ln \left( \frac{\mathbf{y}^T (\mathbf{C}_f \mathbf{C}_f^T - \mathbf{C}_f \mathbf{C}_{f+c} \mathbf{C}_{f+c}^T \mathbf{C}_f^T) \mathbf{y}}{\mathbf{y}^T \mathbf{C}_f \mathbf{C}_f^T \mathbf{y}} \right) - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{|\Sigma_{f+c}|}{|\Sigma_f|} \right) \\
&= -\frac{MN}{2} \ln \left( 1 - \frac{\|\mathbf{C}_{f+c}^T \mathbf{C}_f^T \mathbf{y}\|^2}{\|\mathbf{C}_f^T \mathbf{y}\|^2} \right) - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{|\Sigma_{f+c}|}{|\Sigma_f|} \right) \quad (\text{方程式 13})
\end{aligned}$$

[0110] 一种用于计算针对CMN检测的LLR的替代的方法是使用标准化的协方差矩阵来直接估计对数似然比为

$$\begin{aligned}
[0111] \quad LLR &= -\frac{1}{2} \mathbf{y}^T \mathbf{Q}_{f+c}^{-1} \mathbf{y} - \frac{1}{2} \mathbf{y}^T \mathbf{Q}_f^{-1} \mathbf{y} - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{|\mathbf{Q}_{f+c}|}{|\mathbf{Q}_f|} \right) \\
&= -\frac{1}{2} \mathbf{y}^T \underbrace{(\mathbf{Q}_{f+c}^{-1} - \mathbf{Q}_f^{-1})}_{\mathbf{F}} \mathbf{y} - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{|\mathbf{Q}_{f+c}|}{|\mathbf{Q}_f|} \right) \quad (\text{方程式 14})
\end{aligned}$$

[0112] 其中  $\mathbf{Q}_{f+c} \triangleq \frac{MN}{\text{tr}[\Sigma_{f+c}]} \Sigma_{f+c}$  并且  $\mathbf{Q}_f \triangleq \frac{MN}{\text{tr}[\Sigma_f]} \Sigma_f$ 。计算被选择的LLR所需的矩阵可以离线的预先加以计算并且置入滤波器组中、或是可以响应于  $\Sigma_{f+c}$  及  $\Sigma_f$  的更新的估计而在线被计算出。若为所要的话,在替代的方法中的矩阵F的低阶的近似可被使用以使得实现变得容易。

[0113] 在本发明的实施例中,其中取样是在水平(或垂直)的方向上被完成,一个选项是

以通过独立地处理每个行(或列)来执行CMN的GLRT以及1D的LMMSE估计。这种处理的优点是此将会降低LMMSE估计的计算的复杂度。对于水平的取样而言,图像Y的每个行被挑出,这意指 $y=Y_{i,1:N}$ ,其中 $i=[1,\dots,M]$ ,其意指向量y现在是只有N维的。

[0114] 同样地,对于垂直的取样而言,图像的每个列被挑出,这意指 $y=Y_{1:M,j}$ ,其中 $j=[1,\dots,N]$ ,其意指向量y现在是只有M维的。

[0115] 在这种1D设定中,广义似然比测试(GLRT)可以逐行地(或是逐列地)加以执行,其意指对于水平的取样的M个对数可能性值(或是对于垂直的取样的N个值)可以针对于整个图像而被计算出。

[0116] 对于每个行(或列)计算对数可能性值(也即执行GLRT)也可以是可行的,并且这些值接着可被使用于CMN检测。在本发明的一个实施例中,GLRT每一行(或列)而输出一个对数可能性值,并且这些值在它们与被使用于CMN检测的阈值相比较之前可以先在数个行(或列)上加以滤波/平均。再者,对数可能性值的滤波也可以通过执行滑动窗口的平均来加以完成,并且其输出可以与阈值相比较。

[0117] 现在转向关联的图6及7a-7e,其中图6是展示根据本发明的用于使用指纹传感器以判断指纹图案的基本步骤的流程图。图7a-7e提供这些方法步骤中的某些步骤的对应的功能图示。相关于图7a所设置的指纹传感器是二维的传感器,其被例示为具有 $8\times 8$ 像素。应注意到的是, $8\times 8$ 像素的使用只是用于提供本发明的方法的简化的说明。因此,任意数目的像素都可被使用。如上相关于图3a所论述的,这种指纹传感器包括多个感测元件,每个感测元件具有用于提供像素信号的输出,像素信号指出在对应的感测元件与手指之间的电容性耦合。再者,其它类型的指纹传感器也可被使用,其例如包含一维的传感器以及采用不同的感测技术之传感器。

[0118] 在指纹传感器的设置之后,指纹( $\Sigma_f$ )以及噪声(CMN)( $\Sigma_c$ )的协方差矩阵被选择。根据所选的协方差矩阵,取样程序通过如同在图7b中所示的取样矩阵(S)而被确定及指明。取样矩阵(S)的尺寸通过指纹传感器的尺寸以及用于这些感测元件中的一些所选的元件的取样的区块尺寸所界定。在所提供的图示中,取样尺寸被选择为四个(也即,一次取样四个像素)。根据相关于方程式2所提出的讨论,取样矩阵(S)被定义为 $S \in \mathbb{R}^{MN \times \frac{MN}{B}}$ ,其中M指出指纹传感器的行的数目,N指出指纹传感器的列的数目,并且B是一次取样的像素的数目。根据此定义以及这些例示的指纹传感器的尺寸/一次取样的像素的数目,取样矩阵(S)被定义为包括64列以及16行。

[0119] 于是,在图7b中所示的取样矩阵的每一列将会代表每个传感器取样。在图7b中,取样模式被选择以对应于在图5b中所示的取样策略,也即 $2\times 2$ 像素的方形的区块为基础的图案,其从传感器的左上滑动到传感器的右下。在图7b中所示者是指出对于每个顺序的样本待被取样的像素;0被展示为未被正在取样的像素。如同相关于图5a-5e所指出的,其它的取样策略也可被选择,较佳的是以在所获取的指纹图像内的噪声量被最小化的这种方式来加以选择。

[0120] 在设定取样矩阵/取样策略之后,指纹传感器依此加以取样,并且指纹图像被获取。如同在图7c中所示,指纹图像是有噪声的图像,其中噪声模式根据以上论述的区块为基础的顺序的取样策略而定。

[0121] 根据本发明,如上相关于方程式11所论述并且根据所选的取样矩阵的噪声检测方案被施加,以用于判断存在于所获取的指纹图像中的噪声的可能性。可能性通过设定两种竞争的模型而被判断出,其中第一模型是根据噪声是存在的假设,并且另一模型是根据噪声不存在的假设。根据本发明,至少所用的其中噪声被假设是存在的模型考虑到所选的取样矩阵。相关于所用的其中噪声被假设是不存在的模型以考虑到所选的取样矩阵也可能是可行的。

[0122] 对数似然比被判断出,并且和预定的阈值相比较。若判断出噪声的可能性(相较于阈值)“过高”,则该过程继续到使用以上相关于方程式5-10所论述的LMMSE滤波器来估计例如是CMN的噪声的步骤。

[0123] 此外,若噪声已经被判断为存在的,则设定将被使用于噪声减轻的(线性)滤波器将会考虑到所选的取样矩阵。所获取的有噪声的指纹图像接着使用“取样矩阵相依的滤波器”(通常是维纳(Wiener)滤波器)来加以滤波,并且包括较少噪声之“干净的”图像被形成,即如同在图7d中所展示。如同可以从图7d看出的,这些“区块假影”已经被移除。一旦较少噪声的指纹图像已经被形成后,可以更优选的判断如同在图7e中所示的指纹图案,其包含以熟悉技术的读者已知的任何方式来找出形成例如是弓形纹(arch)、箕形纹(loop)、等等的凸纹线(ridge)。用于指纹图案的判断的进一步的后处理也是可行的,并且在本发明的范畴内。

[0124] 本公开内容的控制功能可以使用现有的计算机处理器、或是通过用于适当的系统为此目的或另一目的而被纳入的特殊用途的计算机处理器、或是通过固线的系统来加以实施。在本公开内容的范畴的实施例包含有包括机器可读取介质的程序产品,该介质用于载有或具有储存于其上的机器可执行的指令或数据结构。这种机器可读取介质可以是任何可使用的介质,其可以通过一般用途或是特殊用途的计算机或其它具有处理器的机器而被存取。例如,这种机器可读取介质可包括RAM、ROM、EPROM、EEPROM、CD-ROM或是其它光盘储存、磁盘储存或是其它的磁性储存装置、或是任何其它可被使用以载有或储存具有机器可执行的指令或数据结构的形式的所要的程序代码并且可通过一般用途或特殊用途的计算机或是其它具有处理器的机器而被存取的介质。当信息在网络或是另一通信连接(固线、无线、或是固线或无线的组合)上被传送或提供至机器时,机器适当地将连接视为机器可读取介质。因此,任何这种连接都适当地被称为机器可读取介质。以上的组合也包括在机器可读取介质的范畴内。机器可执行的指令例如是包含使得一般用途的计算机、特殊用途的计算机、或是特殊用途的处理机器执行某功能或是功能组的指令及数据。

[0125] 尽管这些图可能展示序列,但是这些步骤的顺序可以不同于所描绘的顺序。此外,两个或多个步骤可以同时或是部分同时地加以执行。这种变化将会是依据所选的软件及硬件系统以及设计者的选择而定。所有这种变化都是在本公开内容的范畴内。同样地,软件实现可以使用具有规则式逻辑及其它逻辑的标准程序化的技术来加以实现,以实现各种的连接步骤、处理步骤、比较步骤以及决策步骤。此外,即使本发明已经参考其特定的例示实施例来加以叙述,但是许多不同的改变、修改与类似者对于熟习此项技术者而言将会变成是明显的。

[0126] 此外,所公开的实施例的变化可以被从附图、公开内容以及所附的权利要求的研读而实施所主张的发明之熟悉技术的读者所理解及实现。再者,在权利要求中,字词“包括”



并不排除其它元件或步骤,并且不定冠词“一”或是“一个”并不排除多。

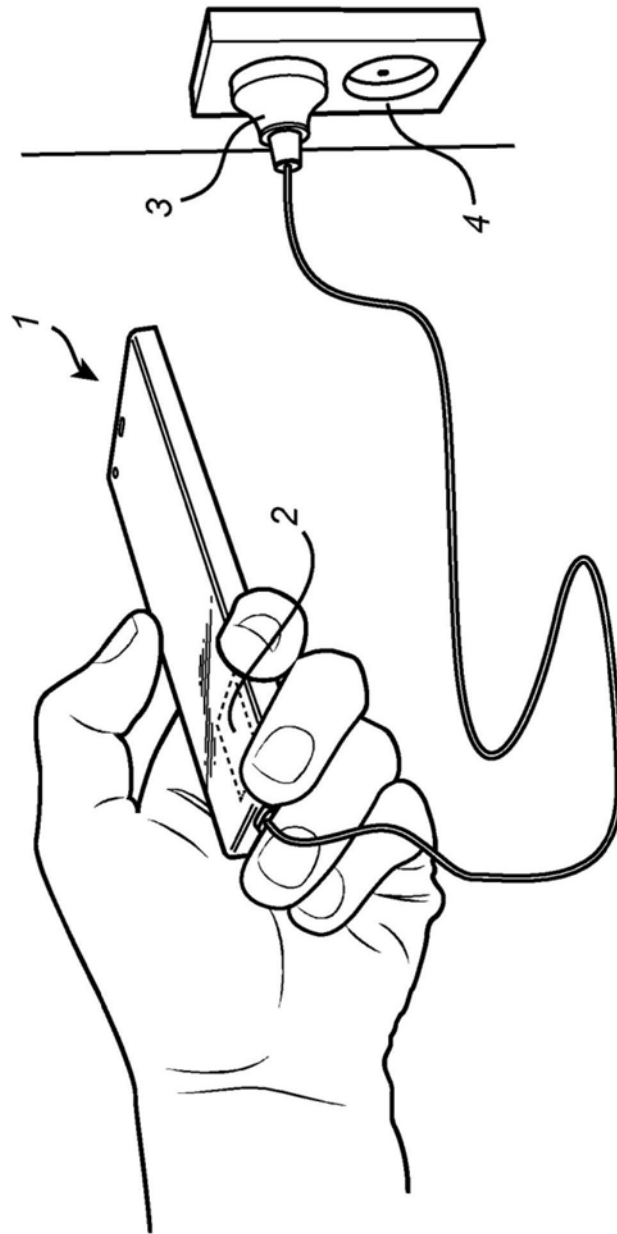


图1

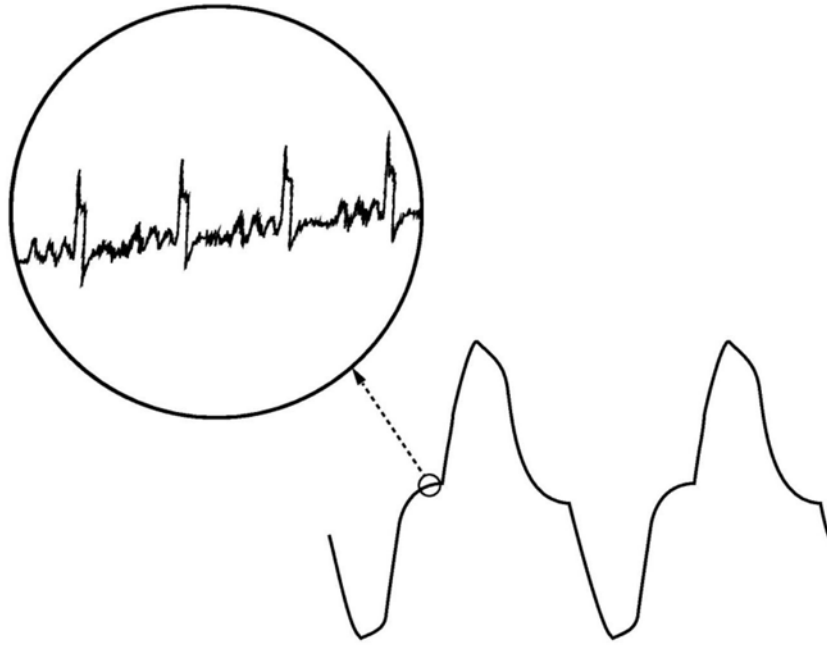


图2

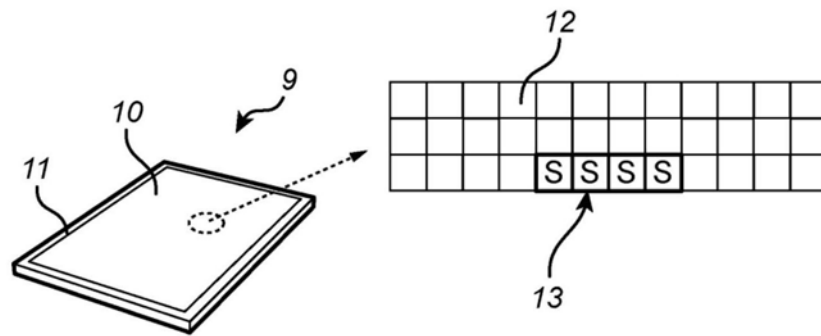


图3a

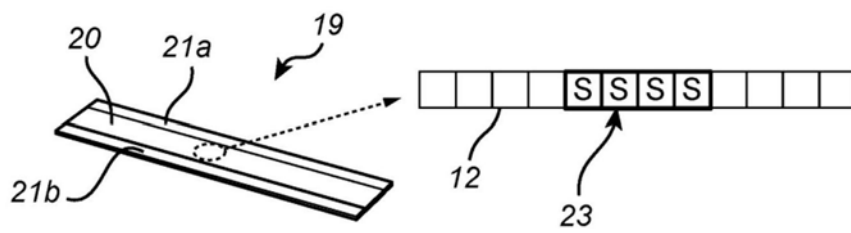


图3b

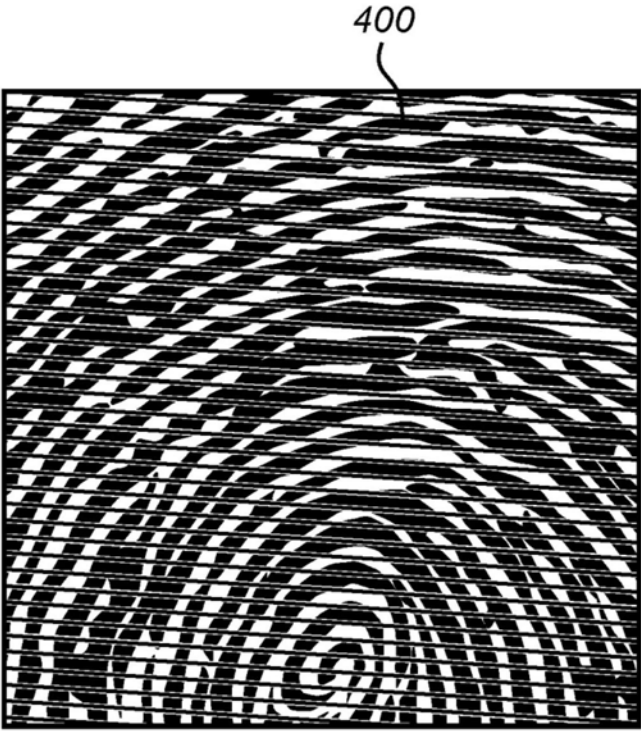


图4

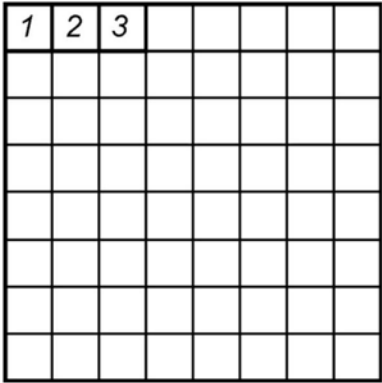


图5a

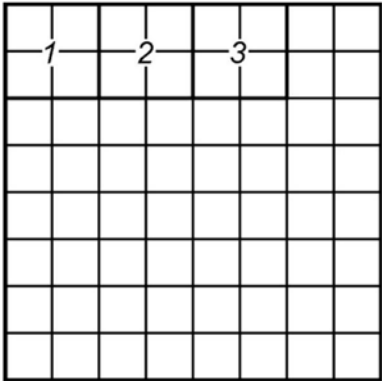


图5b

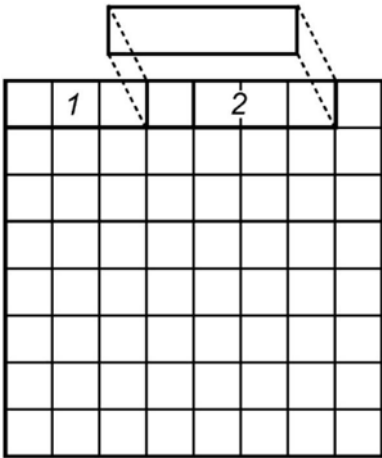


图5c

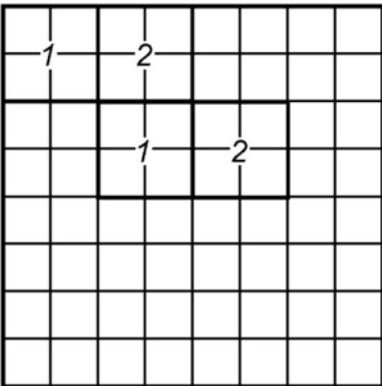


图5d

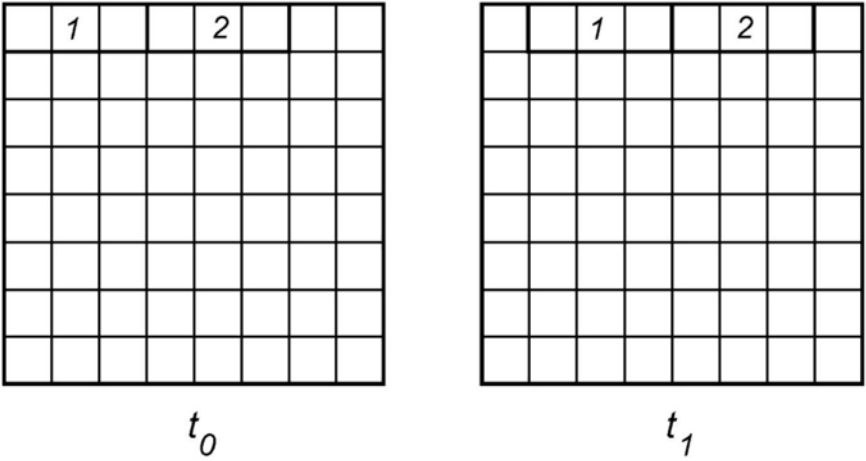


图5e



图6

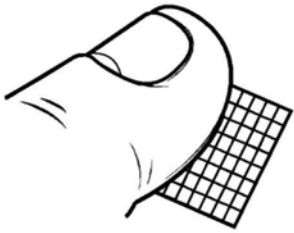


图7a

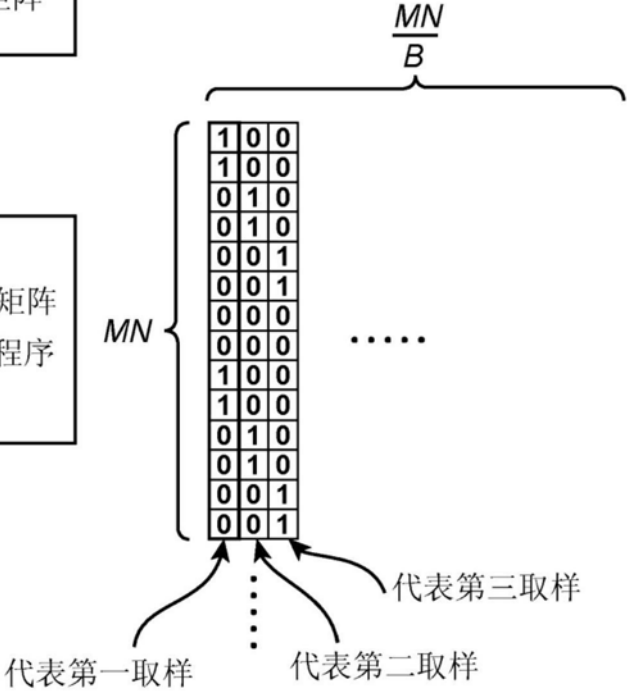


图7b



图7c

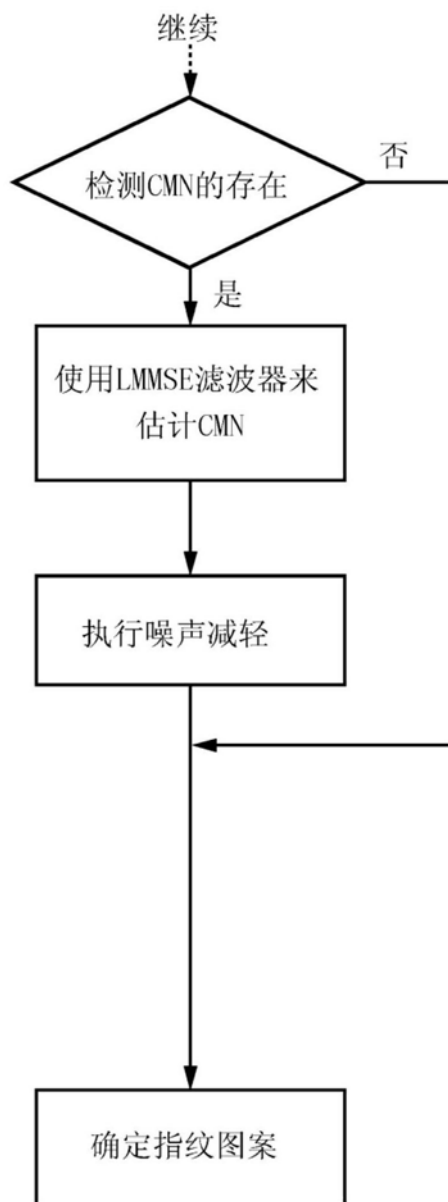


图6



图7d





图7e