

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 3/033 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480014936.4

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100432907C

[22] 申请日 2004.5.21

[21] 申请号 200480014936.4

[30] 优先权

[32] 2003.5.31 [33] GB [31] 0312516.8

[86] 国际申请 PCT/IB2004/001778 2004.5.21

[87] 国际公布 WO2004/107157 英 2004.12.9

[85] 进入国家阶段日期 2005.11.29

[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 C·范伯克

[56] 参考文献

US6025726A 2000.2.15

CN1339136A 2002.3.6

WO02103621A2 2002.12.27

审查员 何怀燕

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 吴立明 王忠忠

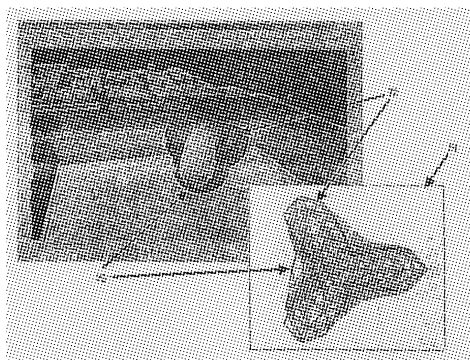
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称

物体形状确定方法及其系统

[57] 摘要

描述了一种使用处理装置(12)和静电感测器设备(20)的系统,所述系统运行一种方法,其中根据对预定形状物体(42,70)重复迭代(56)静电计算(44,46)以及所感测的静电测量(40)来计算未知物体形状。在所述方法的每次迭代中,预定物体形状(70)向未知物体形状(72)变形,直到确定了(60,74)物体形状。形状的变形是基于计算静电势的零等值线的,其取决于应用于所述预定形状的电荷分布。



1. 一种用于确定在从感测器设备(20)延伸的静电感测区域中所放置的未知物体形状的方法,所述感测器设备(20)包括多个静电接收装置(21a, b, c)和至少一个静电发送装置(31a),所述方法包括:

- 测量由所述未知物体在每个接收装置上所感应的电荷变化,并且把测量的所述电荷作为第一电荷图像数据集 C_f 存储(40),

- 获取用于表示点坐标的预定形状数据集(PSD),所述点坐标定义了所述预定形状(42),

- 对于第一电荷图像数据集 C_f 确定表示所述预定形状上所要求的电荷分布的电荷分布数据集 q' (44),就所测量的第一电荷图像数据集 C_f 而言该电荷分布满足所述预定形状上电荷分布的方程式,

- 计算在对应于所述电荷分布数据集 q' 的感测区域中的静电势分布(46),

- 产生具有对应于感测区域中点的坐标的新的形状数据集,在所述感测区域中所述静电势分布接近于零(48),并且

- 通过依据预定的阈值标准将所述新的形状数据集和所述预定形状数据集相比较,将所述新的形状数据集确定为表示在感测区域中的未知物体的形状(60)。

2. 如权利要求1所述的方法,其中确定所述电荷分布数据集 q' 包括对于预定形状计算:

M, 即是包括用于描述在预定形状的每个点坐标和接收装置的每个点坐标之间静电交换电势的元素的矩阵数据集,

G, 即是包括用于描述在预定形状的每个点坐标和预定形状的每个其它点坐标之间静电交换电势的元素的矩阵数据集,

t, 即是用于描述在预定形状的每个点坐标和发送装置的点坐标之间静电交换电势的向量数据集, 并且

其中预定形状上的满足 $t = Gq_0$ 的电荷分布 q_0 用于根据 $C_f = Mq'$ 来规则化对 q' 的所述确定。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述比较步骤包括对于新的形状数据集来计算第二电荷图像数据集 $C_{f'}$, 并且其中所述阈值标准包括将第二电荷图像数据集 $C_{f'}$ 与第一电荷图像数据集 C_f 之间平

方差的和与预定阈值进行比较。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其中所述预定形状数据集 (PSD) 的点坐标定义了将所述预定形状的表面划分成三角形。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其中通过外插静电电势并确定将感测区域中的每个三角形元素移动到外插静电电势分布为零的对应点所作的移动量来产生新的形状数据集。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其中所述预定阈值是 5%。

7. 一种用于控制装置的方法，包括：

依照如权利要求 1 到 6 中任何一个所述的方法来确定物体形状 (62)，

从与预定义形状相关联的控制动作列表中选择与所确定的物体形状相关联的控制动作 (64, 66)，并且

执行所选择的控制动作 (68)。

8. 一种用于确定在从感测器设备 (20) 延伸的静电感测区域中所放置的未知物体形状的系统，所述感测器设备 (20) 包括至少一个静电发送装置 (31a) 和多个静电接收装置 (21a, b, c)，用于存储预定形状数据集的存储装置 (14, 16)，和用于执行如权利要求 1 到 6 中任何一个所述方法的处理装置 (12)。

9. 如权利要求 8 所述的系统，还包括：

选择装置 (12)，用于从所存储的 (16) 与预定义形状相关联的控制动作列表中选择与所述确定的物体形状相关联的控制动作，和控制装置，用于执行所选择的控制动作。

物体形状确定方法及其系统

技术领域

本发明涉及用于根据静电感测来确定物体形状的方法，用于根据所确定的形状来控制装置或设备的方法，以及包括处理装置和静电感测元件，用于执行所述方法的设备。本发明特别而并非仅仅应用于计算机系统、显示器、消费者电子装置及其它交互式装置，其中物体形状确定例如可以用于姿势识别，借此提供无接触的控制和交互。

背景技术

已知许多与诸如计算机、自动售货机或电话亭、显示器、移动电话和个人数字助理或便携计算机之类的装置相交互的技术。例如，经由键盘/小键盘和“鼠标”的直接输入为大部分计算机用户所熟知。特别地是，图形用户接口在指示装置（鼠标）的控制下利用指针使用“指向和点击”意象（metaphor），所述指示装置图形表示在显示器上的位置和动作。随着塑料“笔”被用于便携计算机来提供直观的交互作用，基于压力或电容感测技术的触摸屏技术逐渐变得通用。

可以向用户交互作用提供装置的另一技术是电场感测，有时被称为准静电感测。通常，通过施加交流电压来激励第一发送电极，所述交流电压由于电容耦合利用第二接收电极设立电场线并且由此在第二电极中感应位移电流。当物体被放置在电极附近并且进而位于扩展的场线中时，物体截止了一些场线，这导致电容性电流减小。从而，如果监视电流的话，那么可以感测到非常接近于电极的物体的存在。

专利 US6, 025, 726 公开了一种意在用于计算机及其它应用的电场感测器设备。取决于所打算的应用，可以感测用户手指或手或全身的位置。如 US6, 025, 726 所述的电路和设备有些庞大且复杂，这使它不能很好地集成到膝上计算机或具有显示器的小型手持装置中。此外，例如，用于确定物体近似位置的，所公开的方法是基于由偶极子场来描述在发送和接收电极之间电场的不正确物理假定，以及基于此场不会被物体的存在而干扰的不正确假定的。对这种系统和方法来说，分析物体的 3D 形状或轮廓是成问题的。

因此，需要一种电场感测方法和设备，能够确定物体的三维形状以便能够例如经由姿势识别来进行控制。

发明内容

依照本发明的第一方面，提供了一种用于确定在从感测器设备延伸的静电感测区域中所放置的未知物体形状的方法，所述感测器设备包括多个静电接收装置和至少一个静电发送装置，所述方法包括测量由所述未知物体在每个接收装置上所感应的电荷变化并且把所述电荷测量作为第一电荷图像数据集 C_r 存储，获取用于表示点坐标的预定形状数据集 (PSD)，所述点坐标定义了所述预定形状，对于第一电荷图像数据集 C_r 确定电荷分布数据集 q' ，以便基本上产生所测量的电荷图像 C_r ，所述电荷分布数据集 q' 用于表示在预定形状上所要求的电荷分布，计算在对应于所述电荷分布数据集 q' 的感测区域中的静电势分布，产生具有对应于感测区域中点的坐标的新的形状数据集，在所述感测区域中静电势分布接近于零，并且通过把新的形状数据集和预定形状数据集之间的差异与预定阈值相比较，来把新的形状数据集确定为用于表示在感测区域中未知物体的形状。进一步地，确定所述电荷分布数据集 q' 包括对于预定形状计算： M ，即是包括用于描述在预定形状的每个点坐标和接收装置的每个点坐标之间静电交换电势的元素的矩阵数据集； G ，即是包括用于描述在预定形状的每个点坐标和预定形状的每个其它点坐标之间静电交换电势的元素的矩阵数据集； t ，即是用于描述在预定形状的每个点坐标和发送装置的点坐标之间静电交换电势的向量数据集，并且其中预定形状上的满足 $t = Gq_0$ 的电荷分布 q_0 用于根据 $C_r = Mq'$ 来规则化对 q' 的所述确定。

依照本发明的第二方面，提供了一种用于控制装置的方法，包括依照如上所述的第一方面来确定物体形状，从与预定义形状相关联的控制动作列表中选择与所确定的物体形状相关联的控制动作，并且执行所选择的控制动作。

依照本发明的第三方面，公开了一种用于确定在从感测器设备延伸的静电感测区域中所放置的未知物体形状的系统，所述感测器设备包括至少一个静电发送装置和多个静电接收装置，用于存储预定形状数据集的存储装置，和用于按照上述第一方面来确定在静电感测区域

中所放置的未知物体形状的处理装置。

上述的方法方面通常通过根据所计算的静电势等值线来逐渐地修改预定已知物体的形状，而确定未知物体的形状。通过计算预定形状（假想）的电荷分布来指导修改所述预定形状，通过把预定物体认为是接地导体来指导所述计算，这使得可以使用诸如 Tikhonov 规则化之类的规则化过程。

然后计算由于此假想电荷分布所导致的静电势分布，并且修改预定形状以在 3-D 空间中更接近地对准零静电势等值线的位置。利用这种方法把静电势等值线=零用作未知形状的下一最佳猜测，来逐渐地修改预定已知的假想物体形状。

在一个实施例中，所述设备包括计算机系统，所述计算机系统具有可操作来执行上述方法方面的微处理器，所述处理器和计算机链接到包括几个接收电极和几个发送电极的静电感测板。

还提供了用于以外围点坐标的形式来存储预定形状的存储装置，其中把三角形元素映射到所述外围点坐标上。当物体被接收器电极感测时（通过输出电流的变化来表示），处理器按照规则化过程的指导，监视在每个接收器上所接收的电荷，把适当的假想或设想的电荷分布映射到在存储器中所存储的已知物体形状上，计算零静电势等值线并且修改朝着等值线的每个三角形元素的位置，直到已经找到满意的适合配置（satisfactory fit）。

所述处理器确定所述适合配置是满意可通过比较在感测器板所测量的电荷和由于假想电荷数据集所产生并因此而被测量的电荷之间的平方差的和，并且当这个和在例如 5% 的预定阈值差异以下时终止所述过程来完成。

因此，逐个元素地修改预定形状（例如球体）直到它近似于在所述设备附近所放置的未知形状（例如翘拇指的手势）。

从而，获得迭代收敛过程，其能够在电场感测器设备中确定未知物体的形状。

另外，设备可以包括显示装置和图形用户接口，其中当确定所述形状时执行与所确定的形状相关联的控制动作。

依照本发明的另一方面，提供了包括指令的程序代码，所述指令指示处理器执行上述方法，还提供了其上具有所述指令的程序代码载

体。

依照本发明的又一方面，提供了一种控制装置的方法，所述控制取决于如第一方面所述的对物体形状的确定。

在所附权利要求中列举了本发明的进一步特征和优点，通过引用在此结合权利要求所公开的内容，并且现在向读者展示。

附图说明

现在将仅以举例形式并且参考附图来描述本发明，其中：

图 1 示出了与电场感测感测器板链接的个人计算机；

图 2 更详细地示出了感测器板；

图 3 是举例说明依照本发明方法步骤的流程图；和

图 4 是举例说明依照本发明控制方法步骤的流程图。

图 5 是用于执行依照本发明方法的计算机的显示器屏幕快照。

应当注意，附图是图示的而不是按比例绘制的。为了在附图中清楚且方便，部分这些图的相对尺寸和比例被放大或缩小。通常在修改的和不同的实施例中，相同的附图标记用于指代相应或类似的部件。

具体实施方式

稍后要描述的实施例包括具有 IBM™ 可兼容个人计算机 (PC) 的系统，所述个人计算机 (PC) 连接到以电场感测板形式的感测器设备，所述电场感测板集成了场感测电极和电路组件。通常样式的 PC 具有通用微处理器形式的处理装置。提供了以磁性硬盘驱动器、存储器和光盘驱动器的形式的存储装置来用于存储程序，所述程序当被载入存储器并由微处理器执行时能够执行本发明的各方面。应当注意，PC 可以位于电场感测板远处，之间只有为所述 PC 提供所感测的测量而必须的连接链路。可以由直接装置（例如串行、USB 或电线实施方式）或间接装置（诸如经由以太网的网络链路，有线或无线）来提供所述链路。

那些本领域内技术人员应当容易地理解：系统的精确配置将取决于所想要的应用方案。例如，本地直接连接将足以至少部分地根据物体形状确定来满足基于家庭 PC 的用户交互和控制，而网络链路可能更适于安全和访问控制应用。此外，那些本领域内技术人员应当认识到：具有存储装置和处理装置以及感测器设备的消费者电子装置、手持装

置等也可以使本发明具体化。

图 1 是使本发明具体化的系统的示意图。所述系统包括由串行 RS232 数据链路 11 连接到电场感测器设备 (S) 20 的 PC 10。PC 10 具有 Intel™ Pentium 级的微处理器 12 (或者另一适当的备选, 如由 AMD™ 所生产的微处理器), 所述微处理器 12 经由数据总线 13 连接到存储装置 14 (RAM)、硬盘驱动器 (HDD) 16 和光盘驱动器 17。本发明的方法特征被具体化为最初在光盘介质 17a 上所提供的软件代码 17b。代码 17b 被拷贝到硬盘驱动器 16 以便本地存储并执行。当然, 所述代码可以在诸如闪速 ram 卡或软盘之类的其它载体介质上提供, 或可以被作为因特网上的信号携带, 并在用户要求时下载到 PC。所述代码 17b 一旦被提供给 PC 10, 典型情况下将被安装到硬盘驱动器 16 上以便由微处理器 12 执行。还提供了诸如 Microsoft Windows XP™ 之类的操作系统代码以便能够正常操作所述 PC。如图所示还提供了显示器 18。

图 2 更详细地举例说明了感测器设备 (S) 20。板 20 包括许多排电场接收电极 (R) 21a、21b、21c... 和发送电极 (T) 31a、31b、31c..., 所述电极依照棋盘格或交替图案布置。感测器可以在矩阵中布置多达 800×600 个单个电极。为了清楚起见, 在图中只示出了几行和列。选择性地, 构成这种具有感测阵列的感测板 20 的配置、线路布置和电路构造可以被集成到例如基于聚硅的薄膜晶体管液晶显示器中, 电极与单个显示像素结合。感测板技术和示例性感测板设备和电路在 2002 年 12 月 27 日公布的、相同发明人的、申请人的一并待决的国际申请 WO 02/103621 中更完整地描述, 在此将其内容结合, 现在向读者给出。

操作中, 板 20 测量由物体存在而在接收电极上所感应的电荷变化, 所述电荷变化经由串行链路 11 被提供给 PC 10 以便经由程序 17b 分析, 所述程序具有与感测板的配置和类型有关的几何信息, 所述感测板的配置和类型由用户在最初安装时附加或输入, 或在程序/PC 10 和感测器板 20 之间初始即插即用类型的交换中被自动检测。

现在转到确定放置在上述区域中并且接近于感测板 20 的物体的形状。一般地说, 交变电势电压 (在这种情况下 $V=20V$, $f=100kHz$) 被施加到每个发送电极 31a、b、c。这在由感测器板 20 所定义的接地面上的感测区域中所放置的导电物体 (人手可以被认为是导体

$f=100\text{kHz}$) 的表面上感应出电势。此电势随后在物体的表面上感应电荷, 以致由此电荷分布所产生的电势等于发送器电势, 但是符号与之相反, 以便在物体表面的净电势为零。最后, 在所述物体上感应的电荷导致在感测器板 20 上的电荷分布变化, 此变化由接收电极(R) 21a、b、c 来测量。在电场或静电(电容)感测的技术领域中, 在感测平面所感应的电荷变化有时被称为“电荷图像”。

原则上, 人们可以监视所述电荷图像并且据此使用静电理论来计算电势分布, 并且认为零电势等值线与物体形状是一致的。然而, 在实践中, 由板 20 所测量的电荷变化通常的数量级为每个接收电极几个到一个毫微微法拉(1fF), 由此固然对噪声敏感。以发明人看来, 由噪声引入到所测量电荷图像中的不确定性妨碍了任何算法(由此妨碍了计算机实施这种算法)收敛到有意义的解, 该有意义的解用于确定在感测区域中物体可能形状。

在数学家的语言中, 支配并描述在物体和发送器/接收器之间电场感测交互的静电方程设立了不适定的矩阵方程。从而, 很少保证矩阵方程的解收敛, 并且在其中获得解收敛的有限情况中, 产生非物理上的物体形状或电荷分布。

然而, 申请人认识到, 以数学术语来说, 可以通过假定在作为绝缘体的已知假设物体上的电荷分布将与在被当作为导体的已知物体上产生的电荷分布类似, 来使所述问题规则化。

此外, 所述规则化使得能够估计在感测板 20 上 3D 区域中的静电势分布。至关重要地, 该假定暗示了在所述区域中零静电势等值线在形状上将接近于生成图像电荷的实际物体。从而, 等值线可以用来构成新的假设物体, 其在形状上更接近于干扰系统并且创建所测量电荷变化的实际物体。

现在将参考图 3 描述以上所述, 图 3 举例说明了在图 1 的计算机系统实施例中执行的依照本发明方法方面的步骤。

图 3 在步骤 40 开始, 其中计算机 10 监视由板 20 所输出的电荷。然后例如用户把诸如手之类的物体放置在板 20 上, 并且电荷变化被从每个接收电极 21a、b、c 提供到计算机, 所述计算机把所述电荷作为第一电荷图像数据集 C_1 存储在存储器 14 中。

然后程序 17b 使处理器 12 接下来执行步骤 42, 其中从存储器中获

取用于表示预定形状的数据。在此实施例中，申请人选择把形状作为具有位置信息的三角形序列来存储，其中使所述位置信息与感应器板相关。从而，如在 3D 图形领域中所公知的那样，可以通过移动所述形状的各个三角形来操纵所述形状。起始形状例如可以是悬吊在由感测板所定义的平面上几厘米的球体，并且其具有在所述板的 x 和 y 限制内的尺寸（例如假定 20 x 20 厘米）。

三角形元素被映射到物体表面以便形成 3D 预定形状，由此所述预定形状被存储在硬盘驱动器 16 中，作为用于描述组成所述形状的元素的数据集。

从存储装置 16 获取预定形状数据集（PSD）并且将其传送到存储器 18 以便处理，然后所述程序使处理器移到步骤 44，其中计算在预定形状上所要求用来产生所测量电荷图像 C_r 的电荷分布 q' 。

这通过对于预定形状（其不是导致电荷图像 C_r 的形状/物体）建立 N 个线性方程系统来实现：

$$Gq=t \quad (1)$$

其中 G 是在计算机存储器中所存储的矩阵数据集，包括用于描述在预定形状的每个点坐标和所述预定形状的每个其它点之间静电交换电势的元素，而 t 是用于描述在预定形状的每个点坐标和发送电极 31a、b、c 的点坐标之间静电交换电势的向量数据集。

计算机程序例如根据考虑像发送器之类的磁盘并且把形状表面本身划分为具有中点 ρ_i 、 ϕ_i 和 z_i 的 N 个三角形元素并且定义向量 t 来产生 N 线性方程系，其中每个中点具有恒定的电荷 q_i ，定义向量 t 是按

$$t_i = \frac{V_t z_i}{2\pi} \int_0^{\alpha_i} \int_0^{2\pi} \frac{\rho' d\phi' d\rho'}{(\rho_i^2 + \rho'^2 - 2\rho_i \rho' \cos(\phi') + z_i^2)^{3/2}} \quad (2)$$

照下面的方程式（2）：

同样地由下面方程式（3）给出了元素 G：

从而，计算机程序使用诸如由 NAG™ 或 MATLAB™ 所提供的数值计算技术来在存储器中产生对应于 G 和 t 的数据集。

$$G_{i,j} = \frac{1}{4\pi} \int_{\delta 0_j} \left[\frac{1}{\sqrt{\rho^2 + \rho_i^2 - 2\rho\rho_i \cos(\phi - \phi_i) + (z - z_i)^2}} - \frac{1}{\sqrt{\rho^2 + \rho_i^2 - 2\rho\rho_i \cos(\phi - \phi_i) + (z + z_i)^2}} \right] d\delta \quad (3)$$

为了描述在感测器板 20 的电容变化, 所述板被分为段 δR_i , 每个

$$M_{i,j} = -\epsilon \frac{1}{2\pi V_i} \int_{\partial R_i} \int_{\partial O_j} \frac{z}{(\rho^2 + \rho'^2 - 2\rho\rho' \cos(\phi - \phi') + z^2)^{3/2}} ds ds' \quad (4)$$

段具有电容 c_i 并且其中具有元素 $M_{i,j}$ 的矩阵被定义为:

这给出一组线性方程,

$$C = Mq \quad (5)$$

描述了在已知物体上的电荷分布 q 和在接地面上 (在感测器板) 的电容变化 (电荷图像)。

通常, 给出来自未知物体的所测量的电荷图像 C_f , 原则上可以计算在预定物体 (PSD) 上的电荷分布 q' , 其中 q' 产生所测量的电荷图像数据集 C_f 。即, q' 是 $C_f = Mq'$ 的最小二乘解, 其中对于已知物体 (PSD) 计算 M 。不幸地是, 如先前所公开, C_f 值对噪声的敏感度意味着在实践中很难找到方程式 (5) 的实际且合理的唯一解。

然而, 认识到如果导体允许定义规则化参数 q_0 , 其中 q_0 是由方程式 1 (即 $t = Gq_0$) 所定义的线性方程组的解, 那么在绝缘体预定形状上的电荷分布 q' 将与已知物体上的类似。由于假定电荷分布 q' 不会与分布 q_0 有太大不同, 所以可以通过接受与 q_0 类似的 q' 值来约束 q' 的解。从而方程式 (5) 变得可解。

从而, 尽管如前所述 M 是情况糟糕的 (不适定的), 通过例如使用 Tikhonov 规则化还是可以确定 q' 的收敛解, 在这种情况下所述规则

$$q' = (M^T M + P)^{-1} (M^T C_f + P q_0) \quad (6)$$

化要求 q' 值必须满足以下方程式:

其中 P 是用于定义标准 $q^T P q$ 的惩罚项。从而, 应用上述方程式, 计算机程序在步骤 44 根据 $t = Gq_0$ 和 $C_f = Mq'$ 来确定 q' 值, 其中通过把 q' 设置为近似等于 q_0 来约束所述值。

然后所述程序使处理器移到步骤 46, 其中依照下式来计算在接地

$$\Psi(r') = \Psi_t(r) - \int_{\partial O} G \frac{\partial \Psi}{\partial n} ds \quad (7)$$

面以上空间中的电势分布:

按照电势分布的估算,所述程序然后在步骤 48 修改组成预定形状的三角形元素的位置,以便使它们更紧密地对准对应于零电势等值线的位置坐标。从而产生新的形状。

由处理器来计算零电势等值线和三角形元素重新定位(步骤 46 和 48)的有益高效方法如下。按照对零电势等值线进行电势线性外插的方法来计算在预定形状的每个三角形元素表面上的电势。例如,由下式给出在每个三角形元素 i 上的电势 v_i :

$$\frac{1}{2}v = t - Gq' \quad (8)$$

系数 $1/2$ 确保在表面的电势有适当量的近似。然后由 $-v_i/q_i'$ 给出每个三角形元素 i 必须移动的量 δx_i ,随后可以由处理器依照下式估算所述量 δx_i :

$$\delta x_i = \lambda \frac{2 \sum_j G_{i,j} q_j - t_i}{q_i} n_i \quad (9)$$

其中 λ 是引入以避免过冲 (overshoot) 的衰减系数。

从而重新定位每个三角形元素以便更接近对应于在感测区域中零电势等值线的位置,借此在步骤 48 产生新的形状。

然后在步骤 50,可以用各种阈值准则来把新的形状与预定形状相比较 (COM),以便决定在存储器 14 中是否用新的形状来替换预定形状 (步骤 54 SET),并且在步骤 56 (REP) 重复步骤 42 到 50,或者决定是否从步骤 50 确定新的形状紧密对应于未知物体,由此停止经由路径 58 的迭代并且在步骤 60,所述新的形状被确定 (DET) 为用于表示所述未知物体的形状。

例如在步骤 50,可以把新的形状元素位置与预定或先前的形状元素数据集相比较,并且如果差异小于差异阈值 (假定 5%),那么所述程序移到步骤 60,在那里把新的形状数据集确定为未知物体形状的数据集。

可以编程更复杂的阈值计算,其中感测器板读数 (电荷图像) C_i'

被计算, 该读数是由具有电荷分布 q' 的新形状生成的。然后把此数据集 C_r' 与所测量的电荷图像数据集 C_r 相比较, 并且如果在对应值之间的最小二乘方差在假定的阈值 0.1% 以下, 那么确定满意的适合配置, 并且处理移到步骤 60, 其中新的形状数据集被作为未知物体形状返回, 并且迭代过程结束。

在第一实施例中, 参数 q_0 依照方程式 (1) 来计算并且随后用于根据方程式 (5) 来对 q' 的确定进行规则化。在候选实施例中, 应用用于确定 q_0 的试探性方法。对于图 1 的系统, 此方法包括模拟或测量为各种类似大小且不同形状的物体所获得的实际电荷分布。然后对于感测区域中的每个位置来平均这些电荷分布, 并且如前所述那样产生的数据集被用作 q_0 以便根据方程式 (5) 来对 q' 的确定进行规则化 (即应用方程式 (6))。

在又一实施例中, 在系统 (图 1) 中使用上述的方法方面以便依照所确定的物体形状来进行控制。例如, PC 10 存储了 16 一个诸如手姿势 (例如翘拇指, 拳头等) 之类的预定物体形状 of 列表, 所述姿势与控制动作相关联。例如, 翘拇指姿势的手形状可以与确认或赞成控制动作相关联, 而握拳的手形状可以与停止或不赞成控制动作相关联。从而, 与系统相交互的用户可以接收来自系统的询问。想要做出肯定响应的用户, 通过把他的手以翘拇指的外形放在感测区域中来表示。然后处理器 12 如上所述确定物体形状, 从列表中选择与最接近于所确定形状的形状相关联的控制动作, 并且执行所述控制动作。从而实现了能够用于进行控制的姿势识别。

图 4 举例说明了依照此实施例的步骤, 其中在步骤 62 (DETOS) 确定物体形状, 此后在步骤 64 (RCL) 获取控制列表并且在步骤 66 (SELCA) 查阅所述控制列表以便选择要执行的控制动作, 此后在步骤 68 (EXCA) 执行所选择的控制动作。

图 5 是上述用于确定未知物体形状的示例性计算机实施方式的屏幕快照。利用在感测区域 20 中央的单个发送器 31a 以及 16x16 阵列的接收电极 21a、b 来执行方法计算, 所述接收电极分布在感测区域 20 的矩形网格中。参数 λ 是 0.02。预定形状是球形物体 70, 而为了清楚起见, 在图中只示出了实际未知物体 72。在该图中的插图所示出的是只在六十次迭代之后的结果 74。如插图所示, 预定形状 (球体) 已经

变得近似于未知物体的形状，借此表明依照上述方法有效地重构了形状信息。

以上描述了使用 PC 和感测板的系统，所述系统运行依照本发明方面的方法，其中根据对预定形状物体的静电计算以及所感测的测量来计算未知物体形状。预定物体在每次迭代都朝着未知物体形状变形，直到确定了物体形状。有益地是，所述系统能够控制装置并且与装置进行交互。虽然上述实施例描述了基于 PC 的系统，然而那些本领域内的技术人员应当认识到可以使用其它变化。

例如，诸如电视显示器、机顶盒、高保真音频装置和汽车之类的消费者装置可以配备有处理装置、程序代码和感测器设备，以便能够根据依照本发明对物体形状的确定来控制所述装置。类似地可以配备安全和访问控制系统，例如手姿势的交互作用用来获得访问。

根据阅读本公开内容，进行其它修改对所属技术领域的技术人员来说是显而易见的。这种修改可以包括其它特征，所述特征在设计、制造和使用静电感测系统及其构成部分中是已知的，并且在不脱离本发明的精神和范围的情况下，所述特征可以被用来代替或加入这里已经描述的特征。

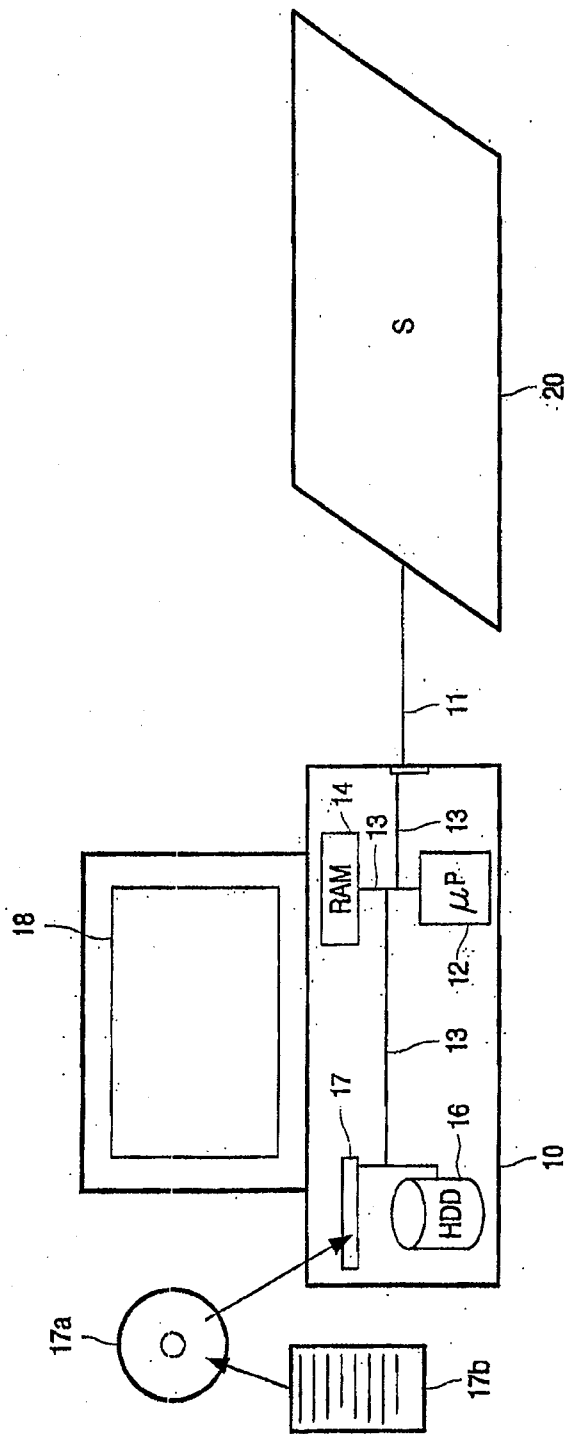


图 1

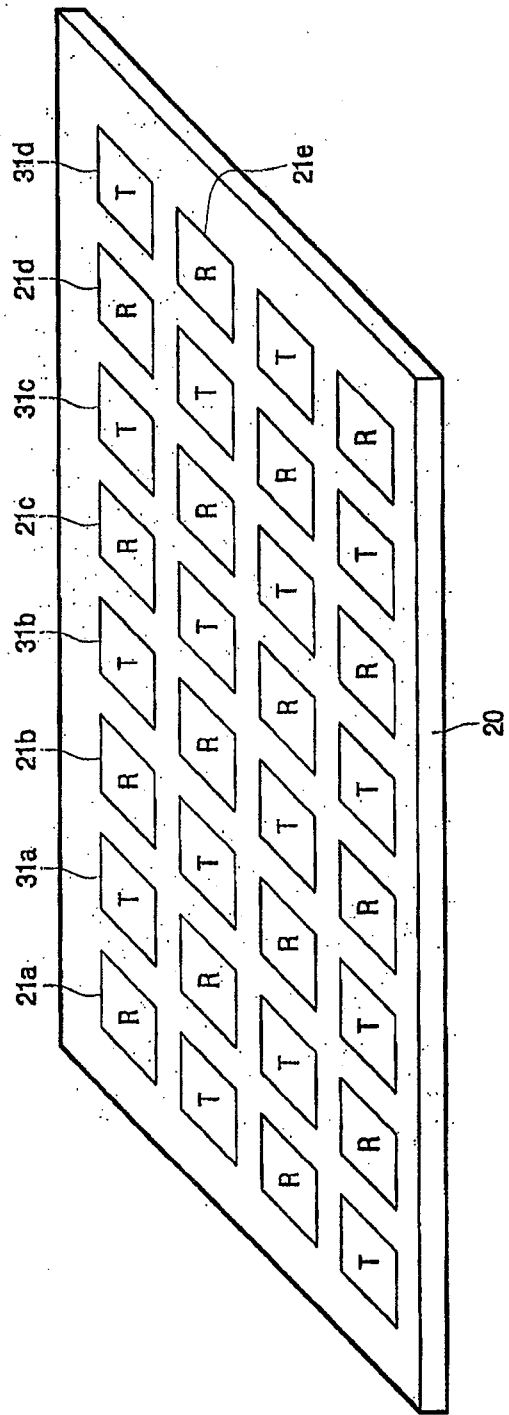


图 2

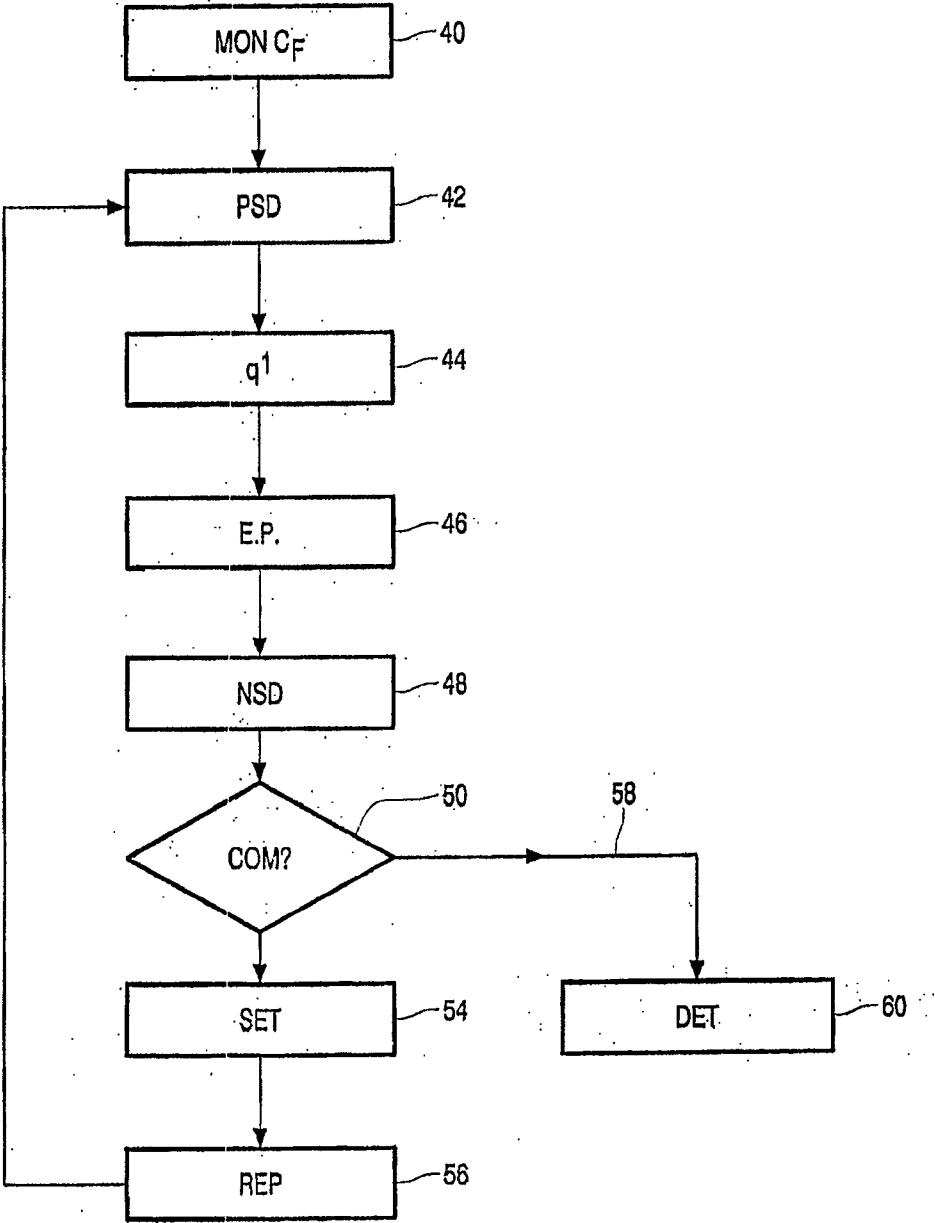


图 3

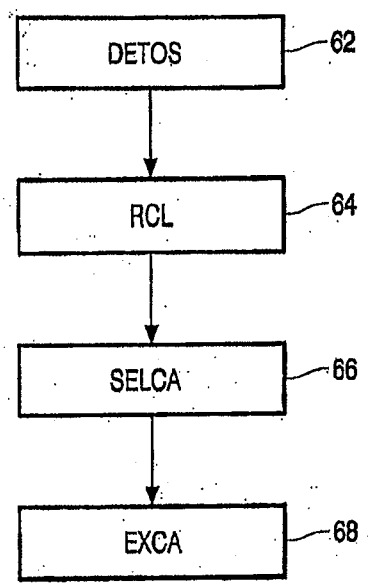


图 4

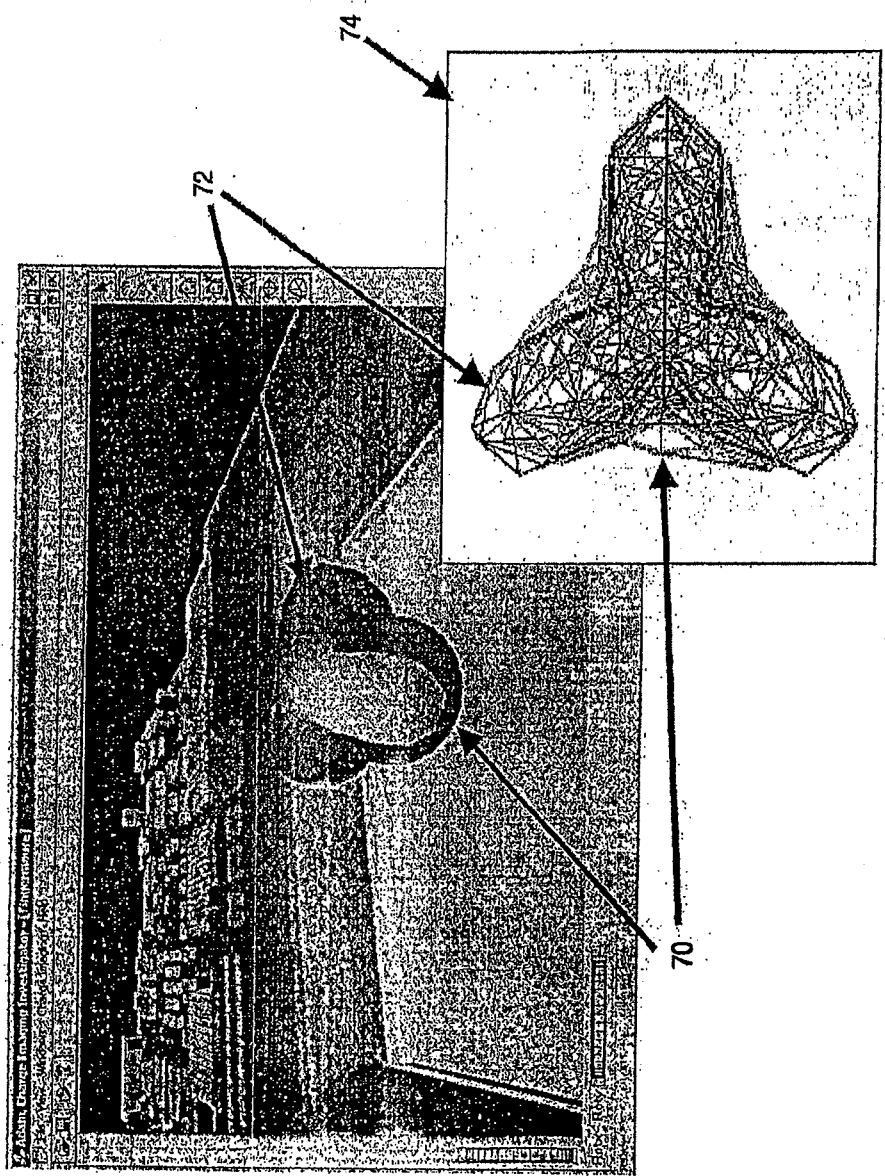


图 5