



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104662491 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 27

(21) 申请号 201380049477. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 08. 15

G06F 3/01(2006. 01)

G06F 3/0488(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/684, 039 2012. 08. 16 US

13/967, 314 2013. 08. 14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 03. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/067098 2013. 08. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/029691 EN 2014. 02. 27

(71) 申请人 微晶片科技德国第二公司

地址 德国吉尔兴

(72) 发明人 阿克塞尔·海姆 欧根·罗特

罗兰·奥博尔

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 沈锦华

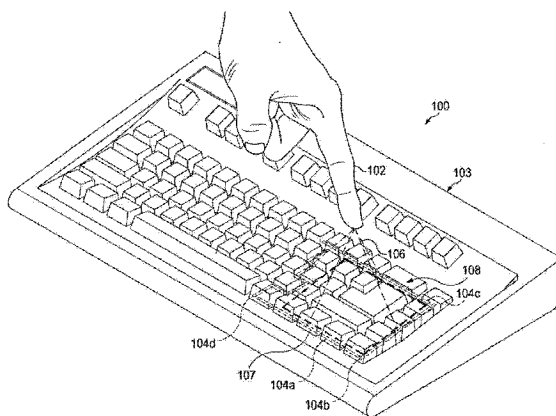
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

用于传感器系统的自动手势辨认

(57) 摘要

本发明揭示一种用于手势辨认的方法,其包含:使用相关联的多个检测传感器来检测一或多个手势相关信号;及使用自动辨认技术来评估从所述一或多个手势相关信号检测的手势以确定所述手势是否对应于预定组的手势中的一者。



1. 一种用于手势辨认的方法,其包括:
使用相关联的多个检测传感器来检测一或多个手势相关信号;及
使用自动辨认技术来评估从所述一或多个手势相关信号检测的手势以确定所述手势是否对应于预定组的手势中的一者。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中评估所述手势包含:确定手势的开始及停止。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中评估所述手势包含:确定手势的停止。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中在确定所述手势的开始时,如果目标物体与至少一个传感器之间的距离减小及所述目标物体与至少一个传感器之间的所述距离增大,且预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,那么确定开始。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中如果在给定时间处所述目标物体与所有传感器之间的距离减小,及/或预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,及/或在所述给定时间之后预定多个信号样本内的信号变化量小于预定阈值,那么确定所述手势的停止。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中由一或多个隐藏式马尔可夫模型 HMM 表示每一手势。
7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中评估手势包含:评估一或多个 HMM 的概率量度。
8. 根据权利要求 6 所述的方法,其中与所述 HMM 的观测矩阵相关联的特征为非量化或量化传感器信号电平、x/y/z 位置、距离、方向、方位、角度及/或这些特征相对于时间的一阶、二阶或二阶以上导数或其任何组合。
9. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述特征为量化为两个量化电平的所述传感器信号电平的所述一阶导数。
10. 根据权利要求 7 所述的方法,其中针对每一新信号样本或特征而更新每一隐藏式马尔可夫模型的所述概率。
11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中如果隐藏式马尔可夫模型的所述概率超过预定义阈值,那么停止所述辨认。
12. 一种使用由一传感器布置及相关联检测电极产生的交变电场来进行手势辨认的系统,其中使用隐藏式马尔可夫模型来评估电极信号,其中确定手势的开始及停止确定准则。
13. 根据权利要求 12 所述的系统,其中用于评估所述隐藏式马尔可夫模型的概率的特征序列为量化为两个量化电平的传感器信号电平的一阶导数。
14. 一种用于手势辨认的系统,其包括:
传感器布置,其使用相关联的多个检测传感器来检测一或多个手势相关信号;及
模块,其使用自动辨认技术来评估从所述一或多个手势相关信号检测的手势以确定所述手势是否对应于预定组的手势中的一者。
15. 根据权利要求 14 所述的系统,其中如果目标物体与至少一个传感器之间的距离减小及所述目标物体与至少一个传感器之间的所述距离增大,且预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,那么确定所述手势的开始。
16. 根据权利要求 14 所述的系统,其中如果在给定时间处所述目标物体与所有传感器之间的距离减小,及/或预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,及/或在所述给定时间之后预定多个信号样本内的信号变化量小于预定阈值,那么确定所述手势的

停止。

17. 根据权利要求 14 所述的系统,其中由一或多个隐藏式马尔可夫模型表示每一手势。

18. 根据权利要求 17 所述的系统,其中评估手势包含:评估一或多个隐藏式马尔可夫模型的概率量度。

19. 根据权利要求 17 所述的系统,其中与所述 HMM 的观测矩阵相关联的特征为非量化或量化传感器信号电平、x/y/z 位置、距离、方向、方位、角度及 / 或这些特征相对于时间的一阶、二阶或二阶以上导数或其任何组合。

20. 根据权利要求 17 所述的系统,其中所述特征为量化为两个量化电平的所述传感器信号电平的所述一阶导数。

21. 根据权利要求 18 所述的系统,其中针对每一新信号样本或特征而更新每一隐藏式马尔可夫模型的所述概率。

22. 根据权利要求 21 所述的系统,其中如果隐藏式马尔可夫模型的所述概率超过预定义阈值,那么停止所述辨认。

23. 一种计算机可读媒体,其包含用于以下每一者的一或多个非暂时性机器可读程序指令

使用多个检测传感器来接收一或多个手势相关信号;及

使用自动辨认技术来评估从所述一或多个手势相关信号检测的手势以确定所述手势是否对应于预定组的手势中的一者。

24. 根据权利要求 23 所述的计算机可读媒体,其中如果目标物体与至少一个传感器之间的距离减小及所述目标物体与至少一个传感器之间的所述距离增大,且预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,那么确定手势的开始。

25. 根据权利要求 23 所述的计算机可读媒体,其中如果在给定时间处所述目标物体与所有传感器之间的距离减小,及 / 或预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,及 / 或在所述给定时间之后预定多个信号样本内的信号变化量小于预定阈值,那么确定所述手势的停止。

26. 根据权利要求 23 所述的计算机可读媒体,其中由一或多个隐藏式马尔可夫模型 HMM 表示每一手势。

27. 根据权利要求 26 所述的计算机可读媒体,其中评估手势包含:评估一或多个 HMM 的概率量度。

28. 根据权利要求 26 所述的计算机可读媒体,其中与所述 HMM 的观测矩阵相关联的特征为非量化或量化传感器信号电平、x/y/z 位置、距离、方向、方位、角度及 / 或这些特征相对于时间的一阶、二阶或二阶以上导数或其任何组合。

29. 根据权利要求 26 所述的计算机可读媒体,其中所述特征为量化为两个量化电平的所述传感器信号电平的所述一阶导数。

30. 根据权利要求 27 所述的计算机可读媒体,其中针对每一新信号样本或特征而更新每一隐藏式马尔可夫模型的所述概率。

31. 根据权利要求 30 所述的计算机可读媒体,其中如果隐藏式马尔可夫模型的所述概率超过预定义阈值,那么停止辨认。

用于传感器系统的自动手势辨认

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案主张 2012 年 8 月 16 日申请的第 61/684,039 号美国临时专利申请案的优先权,所述临时专利申请案的全文以引用的方式如同在本文中完全陈述般并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于传感器系统的方法及系统,且特定来说,本发明涉及用于此类系统的自动手势辨认。更特定来说,本发明涉及一种不因手势的转化及 / 或调整而变动且用于手 / 手指与传感器系统之间的相对较大距离的手势辨认系统。

背景技术

[0004] 用于手势的无触式检测及辨认的系统是已知的。此类系统可基于电容式(例如表面电容式、投射电容式、互电容式或自电容式)、红外线、光学成像、扩散信号、超声波或音波脉冲辨认传感器技术。

[0005] 可(例如)通过产生交变电场且测量所述电场内的传感器电极处所获得的电势差(即,电压)而实现电容式传感器系统。根据实施方案,可使用单一电极,或可使用发射电极及一或多个接收电极。(若干)传感器电极处的电压为传感器电极与其电环境之间的电容的量度。即,所述电压受如人的手指或手等物体(特定来说,其可在由电极布置提供的检测空间内执行手势)影响。此外,可从此电压推断(例如)手指的距离或所述手势。此信息可用于人机接口。

[0006] 就三维定位系统来说,手势检测的易懂且最高水平的方法是采用 x/y 位置估计值作为到自动手势辨认系统的输入且将 z 轴距离用于开始 / 停止准则。由于位置估计值为其中处理传感器数据的一或多个阶段的结果(校准、经校准传感器值与距离的非线性关系,位置为距离的三角函数)且每一阶段引入额外不确定性,所以使用 $x/y/z$ 估计值会比使用来自较早处理阶段的数据更易出错。

发明内容

[0007] 结合以下描述及附图考虑时将更好地了解及理解本发明的这些及其它方面。然而,应了解:尽管以下详细描述指示本发明的各种实施例及其许多特定细节,但其仅具说明性而非限制性。可在不背离本发明的精神的情况下在本发明的范围内进行许多取代、修改、添加及 / 或重新布置,且本发明包含所有此类取代、修改、添加及 / 或重新布置。

[0008] 根据实施例的一种用于手势辨认的方法包含:使用相关联的多个检测传感器来检测一或多个手势相关信号;及使用自动辨认技术来评估从所述一或多个手势相关信号检测的手势以确定所述手势是否对应于预定组的手势中的一者。在一些实施例中,如果目标物体与至少一个传感器之间的距离减小及目标物体与至少一个传感器之间的距离增大,且预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,那么确定所述手势已开始。在一些实施例中,如果在给定时间处目标物体与所有传感器之间的距离减小,及 / 或预定多个信

号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,及/或在所述给定时间之后信号变化量小于预定多个信号样本的预定阈值,那么确定所述手势已停止。

[0009] 在一些实施例中,每一手势由一或多个隐藏式马尔可夫模型(HMM)表示。在一些实施例中,评估手势包含:评估一或多个HMM的概率量度。在一些实施例中,与HMM的观测矩阵相关联的特征为非量化或量化传感器信号电平、x/y/z位置、距离、方向、方位、角度及/或这些特征相对于时间的一阶、二阶或二阶以上导数,或其任何组合。在一些实施例中,所述特征为量化为两个量化电平的传感器信号电平的一阶导数。

[0010] 根据实施例的一种用于手势辨认的系统包含:传感器布置,其用于使用相关联的多个检测传感器来检测一或多个手势相关信号;及模块,其用于使用自动辨认技术来评估从所述一或多个手势相关信号检测的手势以确定所述手势是否对应于预定组的手势中的一者。

[0011] 在一些实施例中,如果目标物体与至少一个传感器之间的距离减小及目标物体与至少一个传感器之间的距离增大,且预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,那么确定手势已开始。在一些实施例中,如果在给定时间处目标物体与所有传感器之间的距离减小,及/或预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,及/或在所述给定时间之后信号变化量小于预定多个信号样本的预定阈值,那么确定手势已停止。

[0012] 根据实施例的一种计算机可读媒体包含一或多个非暂时性机器可读程序指令以用于:使用多个检测传感器来接收一或多个手势相关信号;及使用自动辨认技术来评估从所述一或多个手势相关信号检测的手势以确定所述手势是否对应于预定组的手势中的一者。

[0013] 在一些实施例中,如果目标物体与至少一个传感器之间的距离减小及目标物体与至少一个传感器之间的距离增大,且预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,那么确定手势已开始。在一些实施例中,如果在给定时间处目标物体与所有传感器之间的距离减小,及/或预定多个信号样本内的短期变异数或等效量度小于阈值,及/或在所述给定时间之后信号变化量小于预定多个信号样本的预定阈值,那么确定所述手势已停止。

附图说明

[0014] 包含构成本说明书的一部分的附图以描绘本发明的某些方面。应注意,图式中所说明的特征未必按比例绘制。可通过参考结合附图的以下描述而获取对本发明及其优点的更完全理解,附图中相同参考数字指示相同特征,且其中:

[0015] 图1为示意性说明包含示范性电容式感测系统的键盘的图式。

[0016] 图2为说明示范性电容式感测系统的电极布局的图式。

[0017] 图3说明手指到电极的距离与电极信号的测量值之间的关系。

[0018] 图4说明示范性经界定手势。

[0019] 图5A说明检查手势的示范性隐藏式马尔可夫模型观测概率矩阵。

[0020] 图5B说明示范性检查手势。

[0021] 图6A说明开始事件的示范性确定。

[0022] 图6B说明示范性顺时针圆形手势。

[0023] 图7说明示范性停止准则。

- [0024] 图 8 说明示范性线性及圆形隐藏式马尔可夫模型的状态图及状态转移概率矩阵。
- [0025] 图 9 说明示范性线性及圆形隐藏式马尔可夫模型的初始状态分布及转移矩阵。
- [0026] 图 10 为说明根据实施例的过程流程的流程图。
- [0027] 图 11 说明示范性圆形手势及所得特征向量。
- [0028] 图 12 说明根据实施例的手势辨认的示范性测试结果。
- [0029] 图 13 说明根据实施例的示范性系统。

具体实施方式

[0030] 参考附图中所说明及以下描述中所详述的示范性及因此非限制性实施例而更完全地解释本发明及其各种特征及有利细节。然而,应了解:尽管详细描述及特定实例指示优选实施例,但其仅具说明性而非限制性。可省略已知编程技术、计算机软件、硬件、操作平台及协议的描述以免不必要地使本发明的细节不清楚。所属领域的技术人员将从本发明明白基本发明概念的精神及 / 或范围内的各种取代、修改、添加及 / 或重新布置。

[0031] 根据实施例,系统具有对在具有两个或两个以上传感器电极的传感器系统前方执行的预定义手势的可靠自动辨认以提供所述手势的测量数据。根据实施例,所述辨认不因所述手势的转化及 / 或调整而变动且用于手指 / 手与相应传感器系统之间的大范围的 z 轴距离。根据各种实施例,可提供用于手势辨认的具有改进的特征提取及手势检测的隐藏式马尔可夫辨认器。

[0032] 尽管为方便起见,在电容式传感器系统的上下文中描述实施例,但可采用可提供距离或深度信息的任何合适的传感器系统。此外,尽管在三维 ($x/y/z$) 传感器系统的上下文中描述实施例,但用于手势辨认的所提出的方法也适用于二维传感器系统 ($z = 0$)。合适的传感器系统的实例包含 (但不限于) 那些基于电阻式、电容式 (例如表面电容式、投射电容式、互电容式或自电容式)、表面声波、红外线、光学或视频成像、一或多个光二极管、扩散信号、超声波及音波脉冲辨认传感器技术的传感器系统。因此,图式仅具示范性。

[0033] 现转到图式且尤其关注图 1,由参考数字 100 展示及大体上识别传感器配置。更特定来说,图 1 说明具有内建传感器系统 (例如电容式传感器系统) 的 PC 键盘 103 上方的用户输入物体 (例如人的手指 102)。区域 104a 到 104d 识别键下方的传感器电极的位置。手指 102 与矩形区域 104a 到 104d 之间的线 106 指示从指尖到传感器电极的最短路径。在 x/y 维度中由区域 104a 到 104d 限定的矩形区域 107 被标示为“作用区域”,且作用区域 108 上方的立方空间被标示为“作用空间”。

[0034] 应注意:尽管实施例被说明为嵌入在独立键盘中的传感器系统,但可采用具有与电子装置相关联的传感器系统的实施例,所述电子装置本身为用户接口或包括用户接口,例如移动电话、mp3 播放器、PDA、平板计算机、计算机、远程控制、无线电设备、计算机鼠标、触敏显示器及电视机。用户输入物体可为如触控笔 (例如小的笔形仪器) 或数字笔等任何事物。就此来说,用户输入物体也可为用户的手或手指。

[0035] 图 2 说明更详细地展示传感器系统的其中已移除一些键的键盘 103。特定来说,图中展示承载具有底部电极 (EB) 104a、左侧电极 (EL) 104d、顶部电极 (ET) 104c 及右侧电极 (ER) 104b 的传感器系统的下伏印刷电路板。

[0036] 图 3 定性地展示作为传感器电极与指尖之间的距离 (水平轴) 的函数的传感器的

测量值的量值（垂直轴）。距离越大，则测量值越小。对于本发明的等效实施例，传感器值可随距离而增大。距离朝向无穷大增长时的渐近偏移 302 一般为未知的且也会随时间而改变。

[0037] 在一些实施例中，传感器系统依预定取样速率 f_s 提供每一传感器电极的离散时间测量值。通常，在预处理阶段中，使传感器信号进行低通滤波以与手势的频率范围匹配，根据应用，所述频率范围通常高达 $f_{max} = <15\text{Hz}$ 到 20Hz ，其中 $f_s > 2 * f_{max}$ 。给定一或多个电极的这些信号，目标为提供在键盘或作用区域上方分别执行的手势的可靠自动辨认。

[0038] 图 4 中，根据实施例，界定 8 个特定实例性手势。然而，根据其它实施例，可界定其它手势。在所说明的实例中，手势为四个“拂动 (flick)”，即，沿四个主方向的快速线性手指移动（右 402、左 404、上 406、下 408）、圆形顺时针手势 410 及圆形逆时针手势 412、‘确认’或‘检查’手势 414、及取消手势 416（其为一序列的连续的短暂左右移动）。

[0039] 图案辨认（例如自动语音辨认及手写辨认）的常见方法为：使用隐藏式马尔可夫模型 (HMM) 及格子计算来分别估计预定义组的音素、字语或字母的最有可能者。HMM $\lambda := (A, B, \pi)$ 为具有 N 种状态的有限随机状态机，其可产生 M 个输出符号或“特征”。所述有限随机状态机由三个参数描述：大小为 $N \times N$ 的状态转移概率分布矩阵 A ； $N \times M$ 符号概率分布矩阵 B ，其含有每一状态 - 特征映像的概率；及 $N \times 1$ 初始状态分布向量 π 。格子为将时间维度添加到状态图且允许有效率计算的曲线图。尽管本文中所讨论的实施例涉及一阶 HMM，但在其它实施例中可使用更高阶 HMM。

[0040] 在手势辨认时，举例来说，每一 HMM 表示一手势。手势可被分成手势片段，所述手势片段的特征由所述手势的所指定 HMM 中的状态表示。通常在等距离散时间点从执行手势时所检测的传感器信号提取特征。此类特征包括（例如）非量化或量化信号电平、 $x/y/z$ 位置、距离、方向、方位、角度及 / 或这些特征相对于时间的一阶、二阶或二阶以上导数，或其任何组合。如果（例如）所利用的特征为 x/y 位置相对于时间的一阶导数（即， x/y 速度），那么检测手势时所获得的特征序列为一序列的 x/y 速度向量。此序列的长度取决于所述手势的持续时间。当不同人执行相同手势（例如传感器系统前方的“检查”手势）时，所述手势的持续时间、移动的速度及 / 或所述手势的形状可略微不同。因此，对应特征序列中也将存在变动。

[0041] HMM 可并入有这些变动，这是因为在每一时间点，所述 HMM 不仅表示单一特征，而且表示所有可能特征向量上的概率分布。为获得这些概率分布矩阵 B 以及 HMM 的状态之间的转移概率，每一 HMM 需要以所谓的训练手势组的特征序列来训练。在训练期间，HMM 概率分布经优化以最大化在给定此 HMM 的情况下训练序列的条件概率。因此，HMM 表示其训练所依据的所有手势的特征序列。HMM 所需的数目 N 尤其取决于对应手势的复杂性。关于每一状态，其属于单一观测概率分布（矩阵 B 中的行），手势的特征序列中存在的不同特征越多，则表示 HMM 所需的数目越多。可在标题为“System and Method for Multidimensional Gesture Analysis (用于多维手势分析的系统及方法)”的共同转让的第 8, 280, 732 号美国专利中找到与手势辨认中的隐藏式马尔可夫模型的使用有关的额外细节，所述专利的全文以引用的方式如同在本文中完全陈述般并入本文中。

[0042] 根据应用，不同 HMM 模型拓扑是可能的，例如线性模型（通常用于语音辨认，具有仅到当前或下一状态的状态转移）或圆形模型（通常用于图像处理；最后状态具有到第一

状态的非零转移概率),如图 8 中所展示。

[0043] 根据实施例,对于具有不同的起点及终点的手势(如拂动 402、404、406、408 及确认手势 414(图 4)),线性模型为优选的。对于具有非不同的起点及终点的手势(如圆形手势 410、412 及取消手势 414),圆形模型为优选的。另外,所有状态之间具有非零转移概率的完全连接模型可(例如)用于应被拒绝的手势的所谓的“废弃”HMM。

[0044] 图 9 中展示训练之前的常用 HMM 初始化,其展现状态转移矩阵 A 中的线性及圆形特性。在 HMM 训练期间,A 矩阵及 B 矩阵的非零条目将改变。然而,零条目将保持不变且模型拓扑因此也将保持不变。

[0045] 到训练算法(其优化每一手势的矩阵 A 及矩阵 B)及辨认算法两者的输入为特征的时间序列,其中每一序列对应于手势的一次执行。

[0046] 手势的开始及停止时间的了解对辨认性能来说可能很重要。接着,各种实施例使用开始/停止准则与信号特征的组合,其非常简单,不因调整及转化而变动,且因此与(但不限制于)HMM 一起使用时非常稳健。

[0047] 图 5A 及图 5B 展示“检查”手势的特征序列及示范性传感器 EB、EL、ET、ER 的实例,其中特征向量由指尖与四个传感器电极之间的距离相对于时间的一阶导数组成。图 5A 中的特征序列矩阵中的每一列对应于一离散时间点。例如,矩阵的位置 (2, 2) 处的值“-4.1”指示在时间点 2 处远离电极 E2 的相对快速移动,且同时行 4 中的值“0.4”指示朝向电极 E4 的相对缓慢移动。

[0048] 对于手势的开始及停止的检测,可做出以下工作假定:A) 手势在从外部进入作用空间(或作用区域(在 $z = 0$ 的情况中))时开始或在休止周期之后在作用空间内开始移动(即,手指不必在手势之间离开作用空间)时开始;B) 手势在在作用空间内休止时终止,或在离开作用空间时终止,或在待成为预定义手势组中的一者的所执行手势的概率超过阈值时终止。

[0049] 如上文提及,从这些假定直接推导开始及停止检测的准则。

[0050] 开始检测:

[0051] A1) 指尖与至少一个传感器之间的距离增大及指尖与至少一个传感器之间的距离减小(或至少一个电极的信号电平增大及至少一个其它电极的信号电平减小)。(在 z 轴高度恒定时,手在作用空间内的移动总是导致到至少一个电极的距离增大及到至少一个其它电极的距离减小)。当 $Z = 0$ 时,3D 辨认问题为 2D 触控手势辨认问题。检测增大或减小可包含:检测阈值距离或信号电平变化量。

[0052] A2) 传感器信号在(例如)10 个信号样本内的短时变异数或类似量度必须超过阈值(手指正足够快速地移动)。如果同时满足两个准则,那么认为检测到手势的开始。可通过在检测到手势开始之后不久再次检查上述(或类似)准则而验证所述开始检测。如果验证为否定的,那么手势辨认失败。

[0053] 停止检测:

[0054] B1) 在(例如) $nD = 10$ 个样本中,对于所有电极,手到电极的距离增大(或所有传感器的信号电平减小)。(在 z 轴距离恒定时,这对于作用空间内的移动来说是不可能的。)

[0055] B2) 传感器信号在(例如) $nV = 10$ 个信号样本内的短时变异数或类似量度不能超过阈值(手指正足够缓慢地移动)。

[0056] B3) 如果在离散时间点 T_E 处满足准则 B1) 或 B2), 那么分别在时间 T_E-nD 或 T_E-nV 处检测到手势终止。

[0057] 如果手势的开始与停止之间的时间不在预定义时间间隔内, 那么可从可能手势组排除所述手势。

[0058] 图 6A 展示图 6B 中所展示的顺时针圆形手势的开始事件的确定, 其中应用以下准则: A1) ≥ 1 个电极的信号电平增大及 ≥ 1 个其它电极的信号电平减小 (其对应于手指在作用空间内移动)。A2) 传感器信号的短时变异数或类似量度超过阈值 (手指正足够快速地移动)。

[0059] 图 7 展示当应用准则 B1) 时的手势停止检测: 所有电极的信号电平减小 (此对应于手指离开作用空间)。

[0060] 图 10 为说明包含开始 / 停止检测的总体手势辨认过程的流程图 1000。在过程的开始 1004 之后, 对于每一传入信号样本 (由来自所有电极的传感器值组成), 首先检查具有 HMM 概率计算的手势辨认已运行 (ACTIVE 为肯定) 还是尚未运行 (ACTIVE 为否定) (步骤 1004)。在后一情况中, 评估开始准则 (步骤 1008)。如果满足开始准则 (如步骤 1022 处所确定), 那么将 ACTIVE 旗标设定为“肯定” (步骤 1024) 且实际手势辨认开始 (步骤 1016)。确定超过阈值的概率 (步骤 1020); 如果满足准则, 那么输出所辨认的手势 (步骤 1014) 且将 ACTIVE 设定为否定 (步骤 1018)。否则, 过程终止 (步骤 1026)。

[0061] 如果传入样本的 ACTIVE 为肯定 (步骤 1004), 那么评估停止准则 (步骤 1006)。如果满足停止准则 (步骤 1010), 那么完成手势辨认, 评估手势辨认的结果 (步骤 1012) 及输出手势辨认的结果 (步骤 1014), 且将 ACTIVE 设定为否定 (步骤 1018)。否则, 手势辨认继续进行 (步骤 1016)。

[0062] 图 11 展示手指在 z 轴距离恒定时在作用区域上方绘制顺时针圆形及所得特征向量 (其为所有电极的信号电平的的变化量) 的实例。在时阶 1 中, 手指朝向电极 ER 及 EB 且远离电极 EL 及 ET 移动。

[0063] 这导致电极 ER 及 EB 的信号电平增大及电极 EL 及 ET 的信号电平减小。在时阶 3 中, 手指仍远离 ET 且朝向 EL 移动, 但此时远离 ER 且朝向 EL 移动。这导致电极 EB 及 EL 的信号电平增大及电极 ET 及 ER 的信号电平减小, 等等。

[0064] 根据一些实施例, 对于性能评估, HMM (即, 每一手势) 以来自执行每一手势达所界定次数的一组人的数据训练。对于 HMM 的训练, 参考 L. R. 拉宾纳 (L. R. Rabiner): “隐藏式马尔可夫模型教程及语音识别中的选定应用 (A tutorial on Hidden Markov Models and selected applications in speech recognition)”, 《电气与电子工程师协会会议记录 (Proceedings of the IEEE)》, 第 77 卷, 1989 年 2 月第 2 期。

[0065] 为客观地评估辨认率, 从另一组无关人获取额外测试手势数据库。图 12 中展示所实现的手势辨认率 (以百分比为单位)。矩阵的行展示所执行的手势且列展示所辨认的手势。列“被拒绝 (Rejected)”展示被拒绝的手势。废弃模型表示所有非所希望及未经界定的手移动。所述废弃模型以第一组人的所有人的所有训练数据 (即, 所有他们的手势) 训练。列“总和 (Sum)”展示所有所辨认手势的概率的总和且因此必须为 100。对于所有经界定手势, 可实现至少 95% 的辨认率。拒绝未被辨认的手势中的许多者为有利的, 这是因为不同手势的错误检测被视为比拒绝更不便。

[0066] 所提出的方法并非仅受限于如同图 1 或图 2 的恰好具有四个电极 / 传感器或电极布局的传感器系统。所述方法也适用于具有任何数量 (即, 2 个到无穷大) 的传感器的系统。例如, 其也可为仅具有两个圆形或另一形状的电极 (左侧电极 EL 及右侧电极 ER) 的系统。

[0067] 还可比较这些变异数的加权和与单一阈值或使用表示有源移动的信号的任何其它量度, 而非比较传感器信号的短时变异数与每一信道的阈值。

[0068] 各种实施例可应用于其传感器提供距离相依测量数据的任何传感器系统。此类系统包含电容式及电阻式触控传感器、超声波传感器、雷达、表面声波传感器。所揭示的实施例不受限于使用 HMM 的手势辨认, 而是可与动态时间归整、神经网络或其它自动辨认技术一起使用。

[0069] 现转到图 13, 框图说明根据实施例的用于包含开始 / 停止检测的手势辨认的传感器系统 1300 的特定实施方案。图 13 的系统可尤其用于电容式感测系统中。系统 1300 包含感测控制器 1301、感测电极 1302 及主机系统 1303。感测电极 1302 可实施例如图 1 中所展示的配置。主机 1303 可为可利用触控传感器信号的任何系统, 例如蜂窝式电话、膝上型计算机、I/O 装置、灯开关、咖啡机、医疗输入设备及类似物。

[0070] 在所说明的实例中, TX 信号产生器 1304 将发射器信号 V_{TX} 提供到发射电极 TXD。在用于实施滤波等等的信号调节模块 1306 处接收接收电极 RX0 到 RX4。信号调节的输出被提供到 ADC 1307 且经由总线 1308 而提供到信号处理单元 1308。信号处理单元 1308 可实施手势辨认的功能性。所得输出可经由 IO 单元 1318 而提供到主机 1303。

[0071] 系统可进一步包含各种额外模块, 例如内部时钟 1309、存储器 (例如快闪存储器 1312)、电压参考 1310、电力管理 1314、低电力唤醒 1316、复位控制 1322 及通信控制 1320。

[0072] 以下参考文献提供与隐藏式马尔可夫模型的使用有关的额外信息:

[0073] L. E. 鲍姆 (L. E. Baum) 等人“马尔可夫链的概率函数的统计分析中出现的最大化技术 (A maximization technique occurring in the statistical analysis of probabilistic functions of Markov chains)”, 《数学统计年刊 (Ann. Math. Statist.)》, 第 41 卷, 1970 年第 1 期第 164 页到第 171 页。

[0074] E. 贝伦兹 (Behrends): 《马尔可夫链引论 (Introduction to Markov Chains)》, 菲韦格出版社 (Viehweg Verlag), 2000。

[0075] L. R. 拉宾纳 (L. R. Rabiner): “隐藏式马尔可夫模型教程及语音识别中的选定应用 (A tutorial on Hidden Markov Models und selected applications in speech recognition)”, 《电气与电子工程师协会会议记录 (Proceedings of the IEEE)》, 第 77 卷, 1989 年 2 月第 2 期。

[0076] A. J. 威特比 (A. J. Viterbi): “卷积码的误差界及渐进最佳解码算法 (Error bounds for convolutional codes and an asymptotically optimum decoding algorithm)”。《关于信息理论的电气电子工程师协会会报 (IEEE Transactions on Information Theory)》, 第 13 卷, 1967 年 4 月。

[0077] 韦尔奇 (Welch): “隐藏式马尔可夫模型及鲍姆 - 韦尔奇算法 (Hidden Markov Models and the Baum-Welch Algorithm)”。《电气电子工程师协会信息理论学会通讯 (IEEE Information Theory Society Newsletter)》, 2003 年 12 月。

[0078] 尽管已关于本发明的特定实施例而描述本发明,但这些实施例仅说明而非限制本发明。本文对本发明的所说明实施例的描述(其包含摘要及发明内容中的描述)不希望为穷尽的或将本发明限制于本文中所揭示的精确形式(且特定来说,摘要或发明内容内包含任何特定实施例、特征或功能不希望将本发明的范围限制于此实施例、特征或功能)。而是,所述描述希望描述说明性实施例、特征及功能以给所属领域的一般技术人员提供上下文以理解本发明且并不将本发明限制于任何特定描述的实施例、特征或功能(其包含摘要或发明内容中所描述的任何此类实施例、特征或功能)。尽管本文中仅出于说明的目的描述本发明的特定实施例及实例,但各种等效修改可落于本发明的精神及范围内,如相关领域的技术人员将认知及了解。如所指示,可鉴于本发明的所说明实施例的先前描述而对本发明做出这些修改且这些修改将包含于本发明的精神及范围内。因此,尽管本文中已参考本发明的特定实施例而描述本发明,但在先前揭示内容中希望进行大量修改、各种改变及取代,且应了解:在一些例子中,将在不背离如所陈述的本发明的范围及精神的情况下采用本发明的实施例的一些特征且无需对应地使用其它特征。因此,可做出许多修改以使特定情形或材料适应本发明的基本范围及精神。

[0079] 贯穿本说明书中,参考“一个实施例”、“一实施例”或“特定实施例”或类似术语意味着:结合所述实施例而描述的特定特征、结构或特性包含于至少一个实施例中且可能未必存在于所有实施例中。因此,词组“在一个实施例中”、“在一实施例中”或“在特定实施例中”或类似术语在贯穿本说明书中各处的相应出现未必是指相同实施例。此外,任何特定实施例的特定特征、结构或特性可依任何合适方式与一或多个其它实施例组合。应了解:本文中所描述及所说明的实施例的其它变动及修改鉴于本文中的教导是可能的且将被视为本发明的精神及范围的一部分。

[0080] 在本文的描述中,提供许多特定细节(例如组件及/或方法的实例)以提供对本发明的实施例的完全理解。然而,相关领域的技术人员将认识到:可能能够在无所述特定细节中的一或多者的情况下或通过其它设备、系统、组合件、方法、组件、材料、部件及/或类似物而实践实施例。在其它例子中,未特别详细地展示或描述众所周知的结构、组件、系统、材料或操作以避免使本发明的实施例的方面不清楚。尽管可通过使用特定实施例而说明本发明,但此非必然且并不将本发明限制于任何特定实施例,且所属领域的一般技术人员将认知:额外实施例是易于理解的且为本发明的一部分。

[0081] 任何合适的编程语言(其包含 C、C++、Java、汇编语言等等)可用于实施本文中所描述的本发明的实施例的例程、方法或程序。可采用不同编程技术,例如过程或面向对象。可在单一计算机处理装置或多个计算机处理装置、单一计算机处理器或多个计算机处理器上执行任何特定例程。数据可存储于单一存储媒体中或通过多个存储媒体而分布,且可驻留于单一数据库或多个数据库中(或其它数据存储技术)。尽管可以特定次序呈现步骤、操作或计算,但在不同实施例中可改变此次序。在一些实施例中,就本说明书中展示为循序的多个步骤来说,可在替代实施例中同时执行此些步骤的某一组合。本文中所描述的操作序列可由另一过程(例如操作系统、核心等等)中断、暂停或以其它方式控制。例程可在操作系统环境中操作或作为独立例程操作。可在硬件、软件、固件或其任何组合中执行本文中所描述的功能、例程、方法、步骤及操作。

[0082] 可在软件或硬件或两者的组合中以控制逻辑的形式实施本文中所描述的实施例。

控制逻辑可存储于信息存储媒体（例如计算机可读媒体）中作为适于引导信息处理装置执行各种实施例中所揭示的一组步骤的多个指令。基于本文中所提供的揭示内容及教导，所属领域的一般技术人员将了解实施本发明的其它方式及 / 或方法。

[0083] 以软件编程或代码实施本文中所描述的步骤、操作、方法、例程或其部分的任何者也落于本发明的精神及范围内，其中这类软件编程或代码可存储于计算机可读媒体中且可由处理器操作以允许计算机执行本文中所描述的步骤、操作、方法、例程或其部分的任何者。可通过在一或多个通用数字计算机中使用软件编程或代码、通过使用专用集成电路、可编程逻辑设备、现场可编程门阵列等等而实施本发明。可使用光学、化学、生物、量子或纳米工程的系统、组件及机构。一般来说，本发明的功能可由此项技术中已知的任何构件实现。例如，可使用分布式或联网式系统、组件及电路。在另一实例中，数据的通信或传送（或依其它方式从一个位置移动到另一位置）可为有线的、无线的或通过任何其它方式。

[0084] “计算机可读媒体”可为可含有、存储、传送、传播或输送供指令执行系统、设备、系统或装置使用或与指令执行系统、设备、系统或装置结合使用的程序的任何媒体。所述计算机可读媒体可为（仅举例来说但不限于）电子、磁性、光学、电磁、红外线或半导体系统、设备、系统、装置、传播媒体或计算机存储器。此计算机可读媒体一般应为机器可读的且包含人类可读（例如原始码）或机器可读（例如目标码）的软件编程或代码。非暂时性计算机可读媒体的实例可包含随机存取存储器、只读存储器、硬盘、数据匣、磁带、软盘、快闪存储器驱动器、光学数据存储装置、光盘只读存储器及其它适当计算机存储器及数据存储装置。在说明性实施例中，一些或所有软件组件可驻留于单一服务器计算机上或驻留于分离服务器计算机的任何组合上。所属领域的技术人员应了解：实施本文中所揭示的一实施例的计算机程序产品可包括存储在计算环境中可由一或多个处理器转译的计算机指令的一或多个非暂时性计算机可读媒体。

[0085] “处理器”包含处理数据、信号或其它信息的任何硬件系统、机构或组件。处理器可包含具有通用中央处理单元、多个处理单元、用于实现功能性的专用电路或其它系统的系统。处理无需受限于地理位置或具有时间限制。例如，处理器可“实时”、“脱机”、或在“批次模式”中等等执行其功能。可在不同时间及不同位置由不同（或相同）处理系统执行部分处理。

[0086] 如本文中所使用，术语“包括”、“包含”、“具有”或其任何其它变形希望涵盖非排除包含。例如，包括元件列表的过程、产品、对象或设备未必仅限于那些元件，而是可包含未明确列出的或此类过程、产品、对象或设备固有的其它元件。

[0087] 此外，除非另外指示，否则如本文中所使用的术语“或”一般希望表示“及 / 或”。例如，条件 A 或 B 满足以下的任何者：A 为肯定（或存在）且 B 为否定（或不存在）；A 为否定（或不存在）且 B 为肯定（或存在）；及 A 及 B 两者为肯定（或存在）。如本文中（包含所附权利要求书）所使用，除非权利要求书内另外明确说明（即，涉及项“一”明确地指示仅为单数或仅为复数），否则前面加上“一”（及“所述”，前提为前文已出现过“一”）的术语包含此术语的单数形式及复数形式两者。此外，如本文的描述中及所附权利要求书中所使用，除非上下文另外明确说明，否则“在…中”的含义包含“在…中”及“在…上”。

[0088] 应了解：图式 / 图中所描绘的元件中的一或多者也可以更分离或更集成的方式实施，乃至被移除或在某些情况中呈现为无法操作，如根据特定应用所使用。另外，除非另外

特别说明,那么图式 / 图中的任何信号箭头应被视为仅具示范性而非限制性。

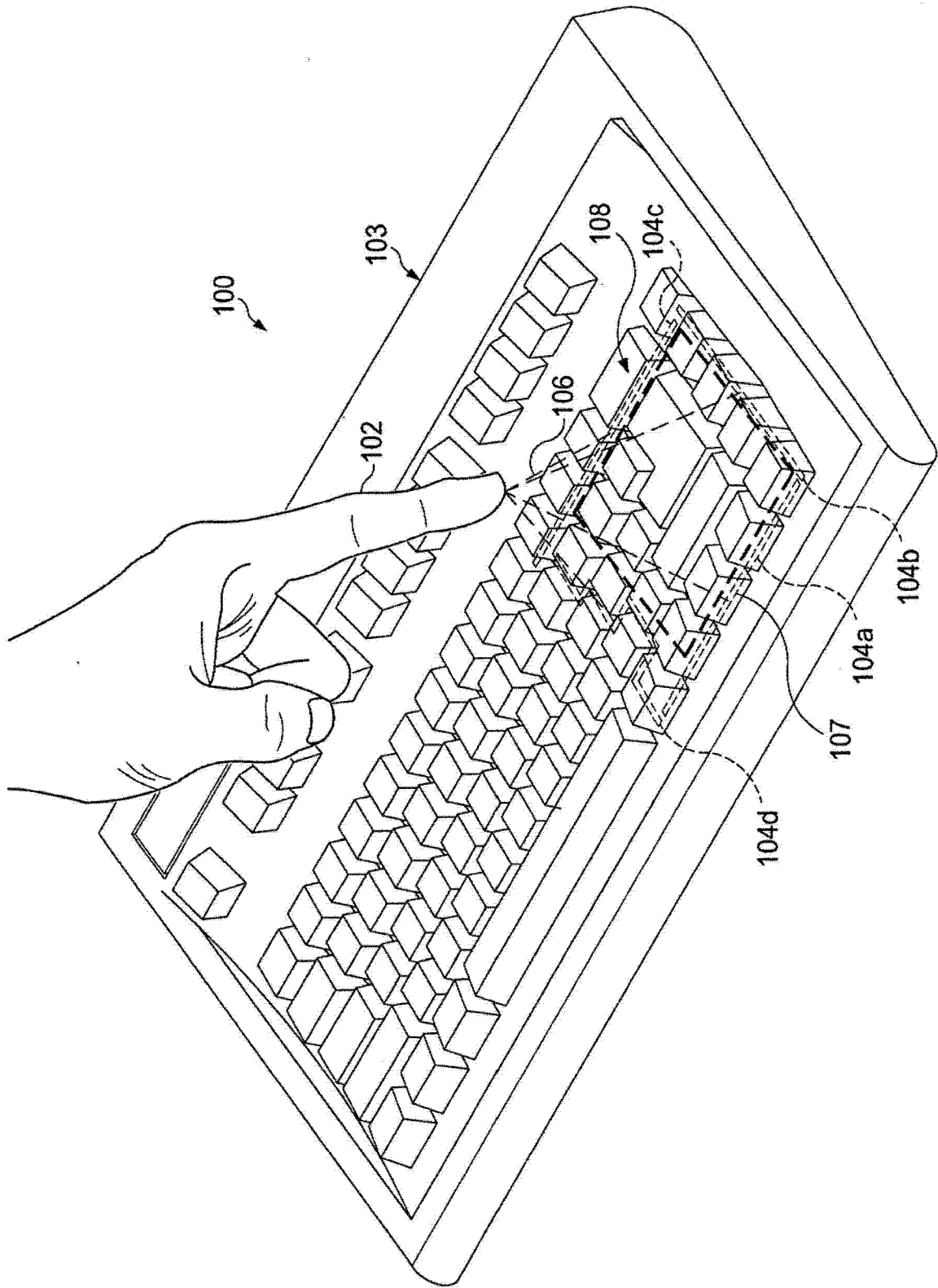


图 1

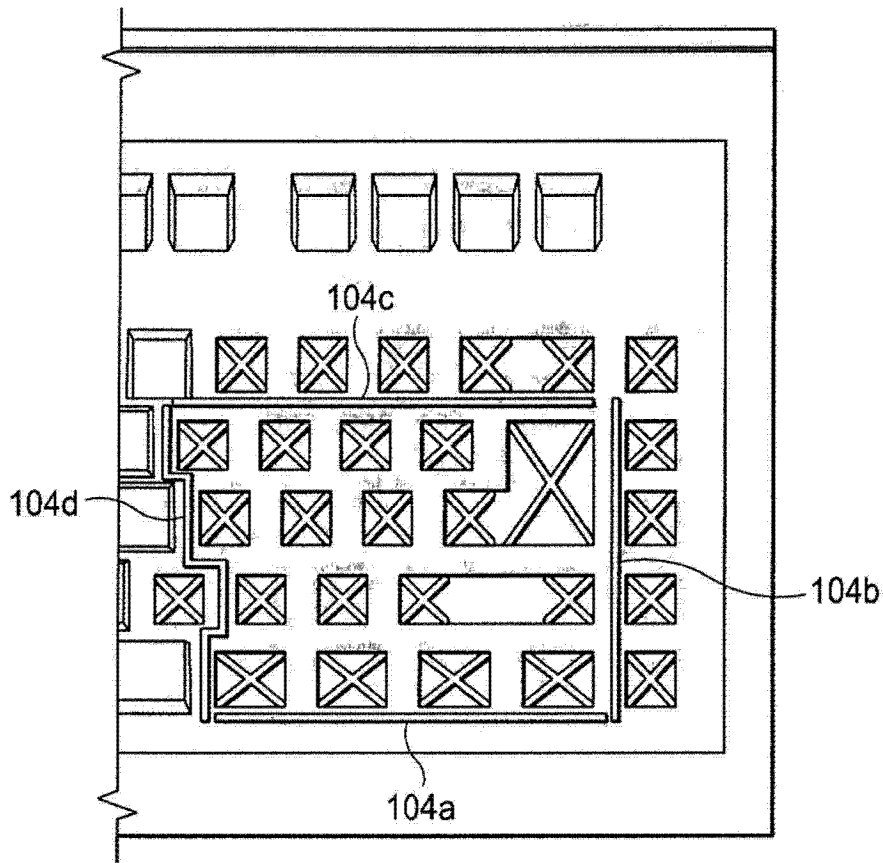


图 2

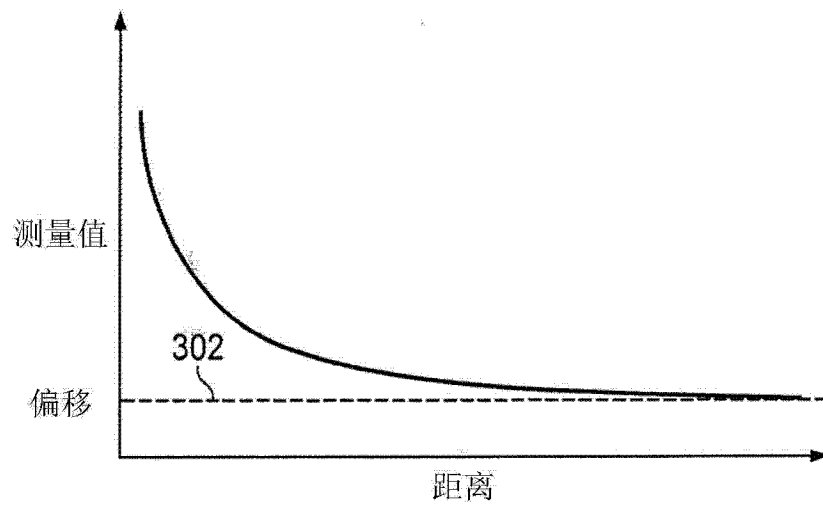


图 3

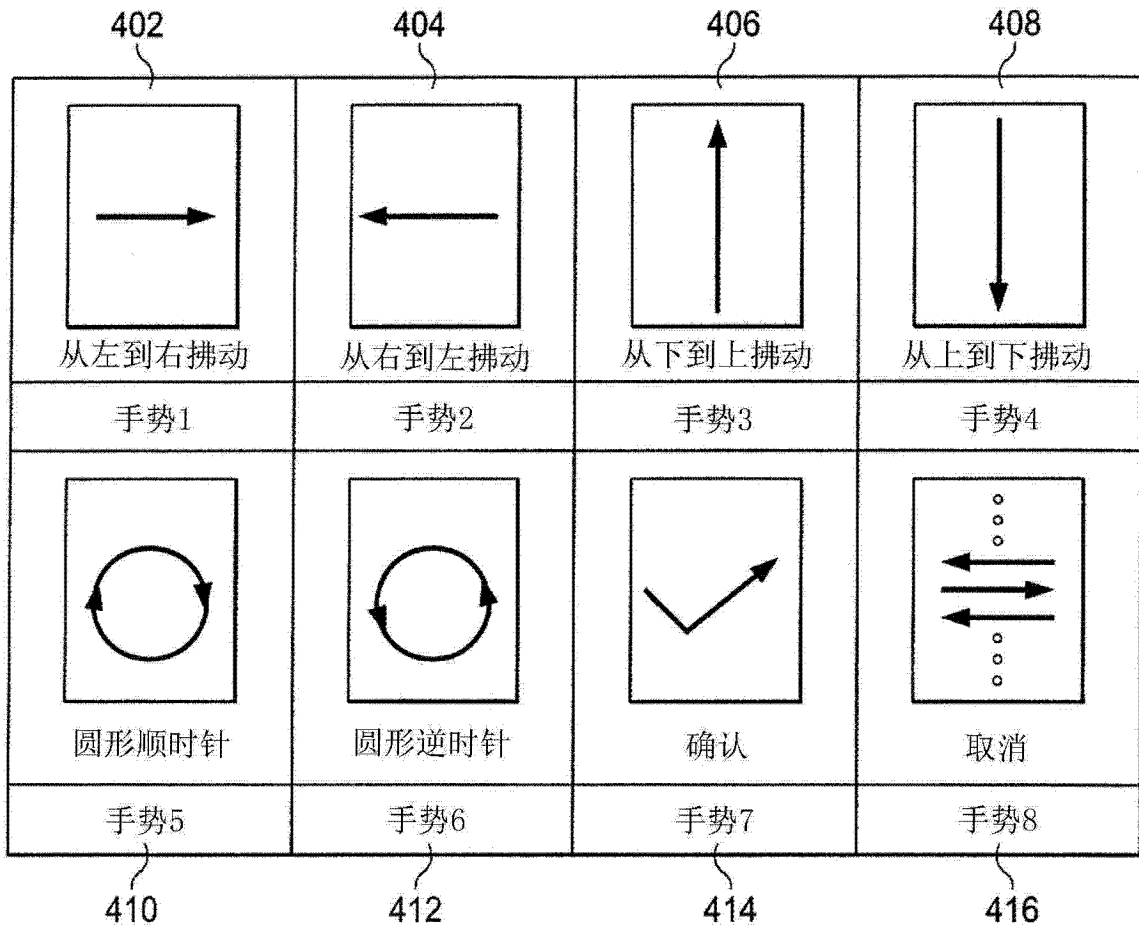


图 4

EB	1.5	2.3	0.9	-0.4	-1.9	-1.2	-0.5
EL	-3.4	-4.1	-1.3	-2.1	-1.8	-1.1	-0.2
ET	-0.5	-0.2	-0.1	0.2	0.8	1.2	1.5
ER	0.2	0.4	0.7	1.3	2.1	3.0	4.2

图 5A

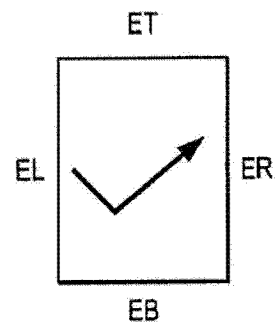


图 5B

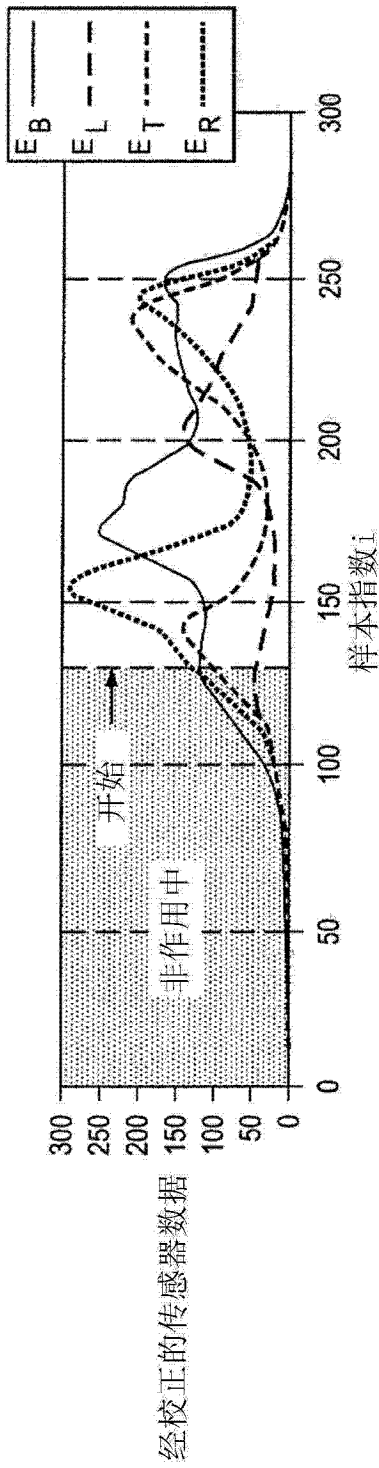


图 6A

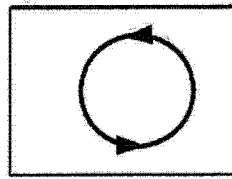
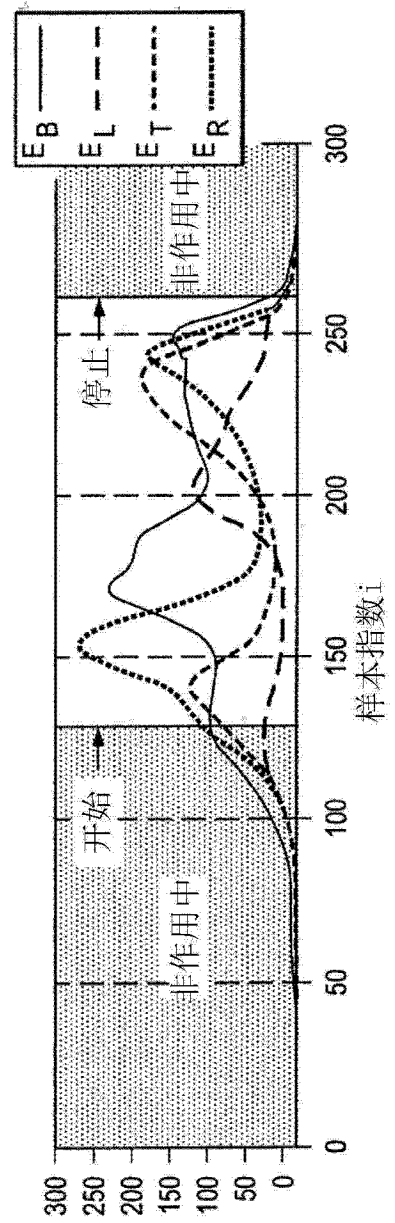


图 6B



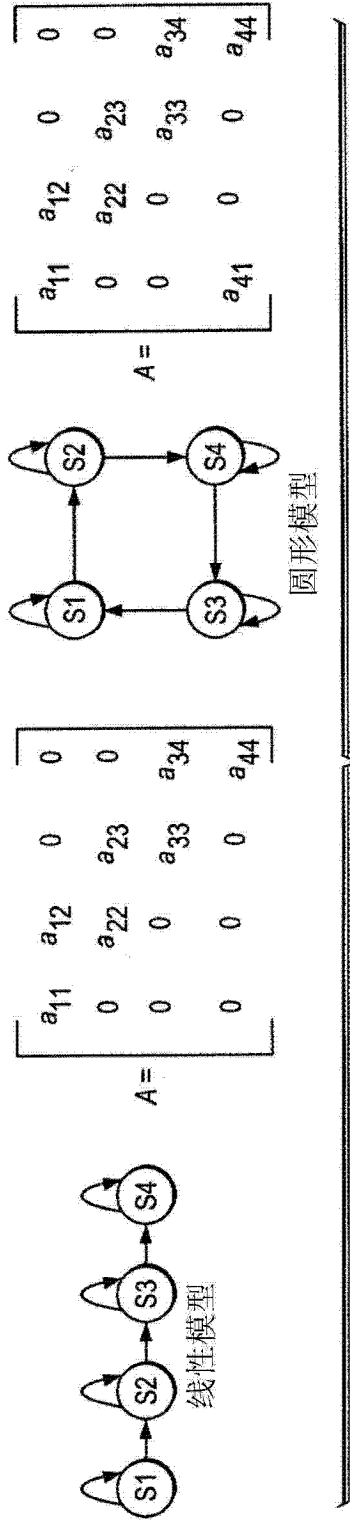


图 8

<p>线性隐藏式马尔可夫模型</p>	$\pi = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}; A = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0.0 & \vdots & 0.0 \\ 0.0 & 0.9 & 0.1 & \vdots & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.9 & \vdots & 0.0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & \vdots & 1.0 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} b_{jm} \end{bmatrix} \quad 3XM' b_{jm} = \frac{1}{M}$
<p>圆形隐藏式马尔可夫模型</p>	$\pi = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}; A = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0.0 & \vdots & 0.0 \\ 0.0 & 0.9 & 0.1 & \vdots & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.9 & \vdots & 0.0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & \vdots & 0.9 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} b_{jm} \end{bmatrix} \quad 4XM' b_{jm} = \frac{1}{M}$

图 9

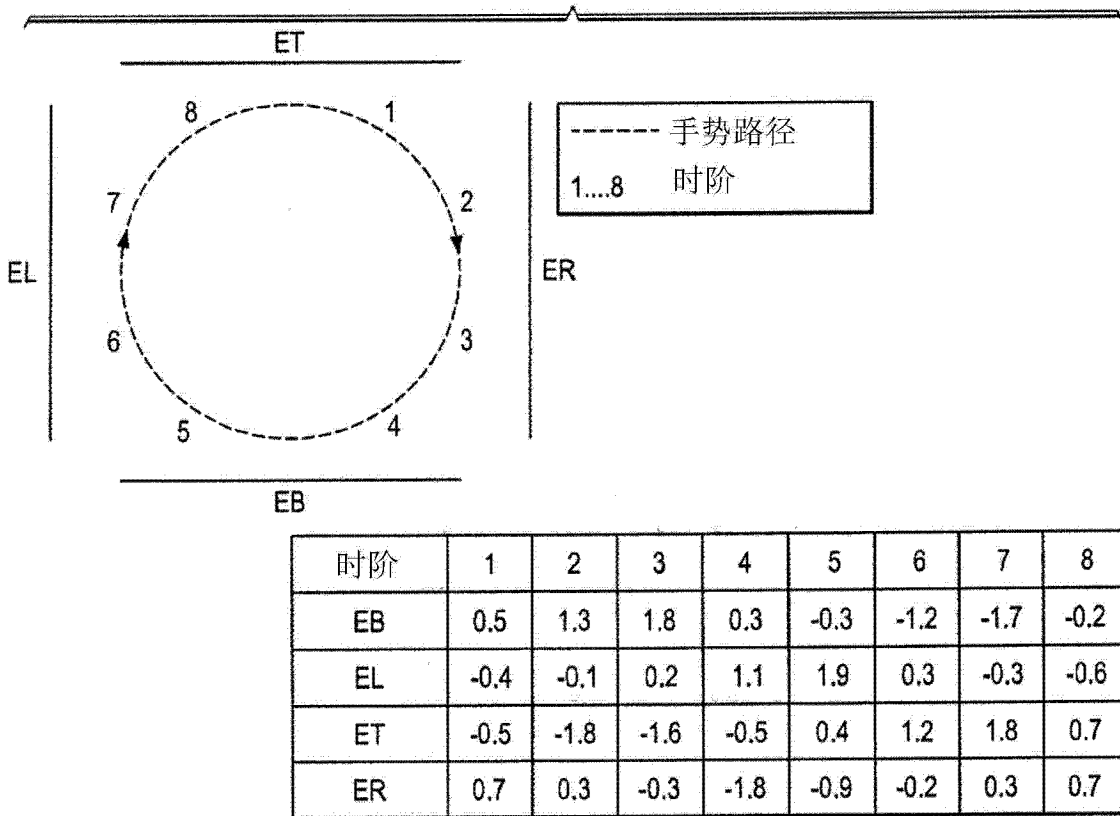


图 11

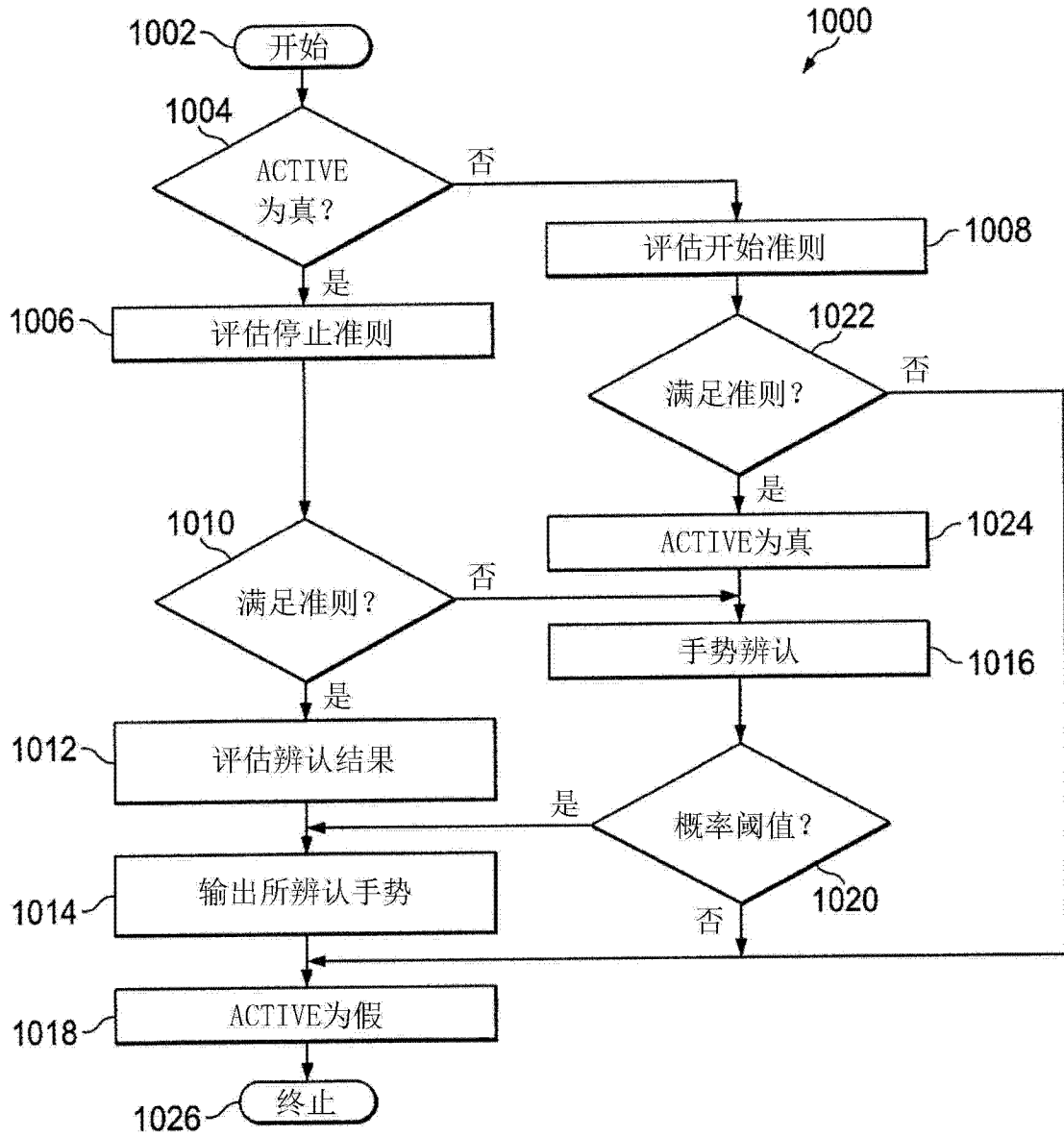


图 10

所执行的手势	↑	↓	←	→	↺	↻	↗	↕	被拒绝	总和
	↑	0	0	0	0	0	100	0	0	100
	↓	100	0	0	0	0	0	0	0	100
	←	0	0	96	0	0	0	0	3	100
	→	0	0	0	95	1	0	0	3	100
	↺	0	0	0	0	97	0	0	2	100
	↻	0	0	0	0	0	95	0	0	100
	↗	0	0	0	0	0	0	95	0	100
	↕	0	0	0	0	0	0	0	3	100
%	↑	↓	←	→	↺	↻	↗	↕		
↑	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
↓	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100
←	0	0	96	0	0	0	0	0	0	100
→	0	0	0	95	1	0	0	0	0	100
↺	0	0	0	0	97	0	0	0	0	100
↻	0	0	0	0	0	95	0	0	0	100
↗	0	0	0	0	0	0	95	0	0	100
↕	0	0	0	0	0	0	0	3	0	100
↕	0	0	0	0	0	0	0	0	96	100

图 12

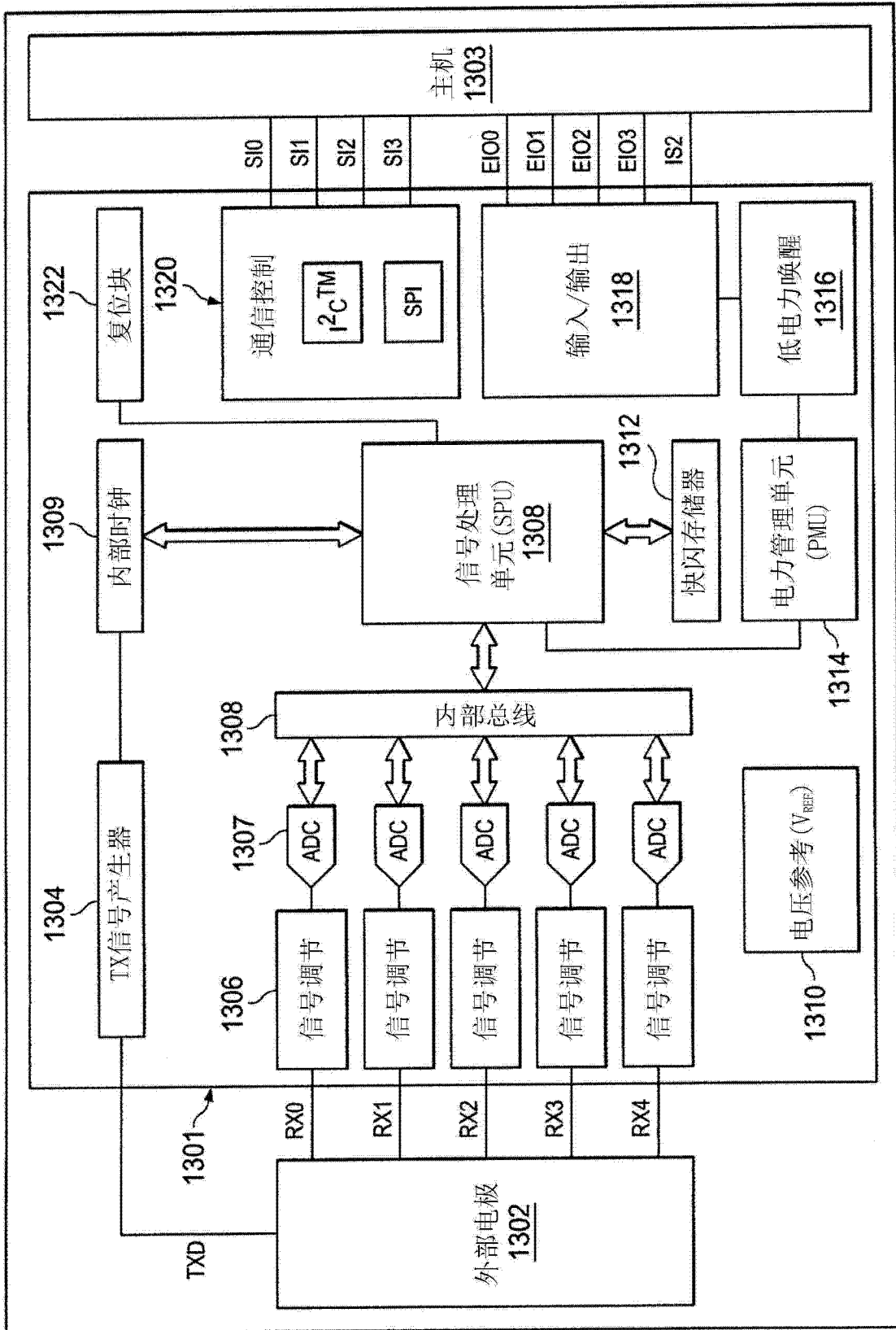


图 13