



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106575200 A

(43)申请公布日 2017. 04. 19

(21)申请号 201580039463.1

(22)申请日 2015.05.26

(30)优先权数据

14305801.4 2014.05.28 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.20

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/061577 2015.05.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/181159 EN 2015.12.03

(71)申请人 汤姆逊许可公司

地址 法国伊西莱穆利诺

(72)发明人 基兰·瓦拉纳西

帕特里克·佩雷斯

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 潘剑颖

(51)Int.Cl.

G06F 3/0488(2013.01)

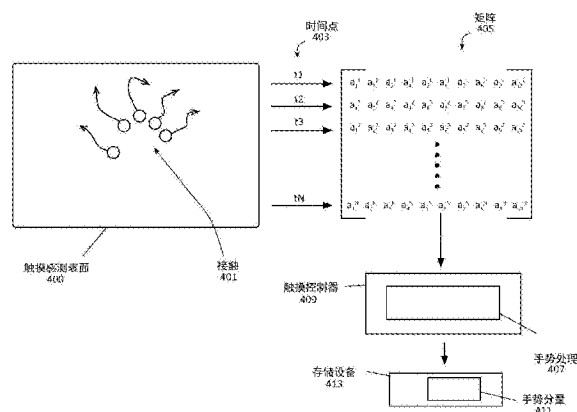
权利要求书3页 说明书10页 附图14页

(54)发明名称

用于触摸输入的方法和系统

(57)摘要

提供了用于确定触摸输入的手势分量集合的各种系统和方法。可以获得(301)触摸数据,并且可以选择(302)要生成的手势分量的数量。可以基于触摸数据和数量来生成(303)手势分量集合。例如,稀疏矩阵分解可以用于生成手势分量集合。该手势分量集合可以存储(304)在非暂时性计算机可读介质中。



1. 一种方法,包括:
获得 (301) 触摸数据;
选择 (302) 要生成的手势分量的数量;
基于所述触摸数据和所述手势分量的数量来生成 (303) 手势分量集合;以及
在非暂时性计算机可读介质中存储 (304) 所述手势分量集合。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,获得触摸数据包括:在触摸感测表面上感测触摸接触。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中,获得触摸数据还包括:以预定时间间隔周期性地获取所述触摸数据。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中,获得触摸数据还包括:接收用户的指示并且基于所述指示获取所述触摸数据。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述触摸数据包括以下中的至少一项:绝对运动、相对运动、绝对位置、相对位置、绝对接近度、相对接近度、接近度的变化、绝对大小、相对大小或大小的变化。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,要生成的手势分量的数量基于所述计算系统的控制输入的数量。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述触摸数据存储于矩阵中,并且生成所述手势分量集合包括:对所述矩阵执行稀疏矩阵分解。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述手势分量是非正交的。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述手势分量的数量大于用于感测所述触摸数据的触摸感测系统能够检测到的自由度的数量。
10. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
获得第一触摸输入集合;
基于所述手势分量,将每个第一触摸输入与计算系统的样本控制输入进行配对;
获得第二触摸输入;以及
基于所述第二触摸输入对所述第一触摸输入集合进行插值,以确定所述计算系统的运行时控制输入。
11. 一种系统 (1500),包括:
处理器 (1505);以及
存储指令的存储器 (1507),所述指令被配置为使所述处理器执行以下操作:
获得 (301) 触摸数据;
选择 (302) 要生成的手势分量的数量;
基于所述触摸数据和所述手势分量的数量来生成 (303) 手势分量集合;以及
在非暂时性计算机可读介质中存储 (304) 所述手势分量集合。
12. 根据权利要求11所述的系统,还包括:
触摸感测表面,其中,获得触摸数据包括:在触摸感测表面上感测触摸接触。
13. 根据权利要求12所述的系统,其中,获得触摸数据还包括:以预定时间间隔周期性地获取所述触摸数据。
14. 根据权利要求12所述的系统,其中,获得触摸数据还包括:接收用户的指示并且基

于所述指示获取所述触摸数据。

15. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述触摸数据包括以下中的至少一项:绝对运动、相对运动、绝对位置、相对位置、绝对接近度、相对接近度、接近度的变化、绝对大小、相对大小或大小的变化。

16. 根据权利要求11所述的系统,其中,要生成的手势分量的数量基于计算系统的控制输入的数量。

17. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述触摸数据存储在矩阵中,并且生成所述手势分量集合包括:对所述矩阵执行稀疏矩阵分解。

18. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述手势分量是非正交的。

19. 根据权利要求11所述的系统,其中,手势分量的数量大于用于感测所述触摸数据的触摸感测系统能够检测到的自由度的数量。

20. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述指令还使所述处理器执行以下操作:

获得第一触摸输入集合;

基于所述手势分量,将每个第一触摸输入与计算系统的样本控制输入进行配对;

获得第二触摸输入;以及

基于所述第二触摸输入对所述第一触摸输入集合进行插值,以确定所述计算系统的运行时控制输入。

21. 一种非暂时性计算机可读介质(1509),存储计算机可执行指令,所述计算机可执行指令能够运行以执行包括以下操作的方法:

获得(301)触摸数据;

选择(302)要生成的手势分量的数量;

基于所述触摸数据和所述手势分量的数量来生成(303)手势分量集合;以及

在非暂时性计算机可读介质中存储(304)所述手势分量集合。

22. 根据权利要求21所述的计算机可读介质,其中,获得触摸数据包括:在触摸感测表面上感测触摸接触。

23. 根据权利要求22所述的计算机可读介质,其中,获得触摸数据还包括:以预定时间间隔周期性地获取所述触摸数据。

24. 根据权利要求22所述的计算机可读介质,其中,获得触摸数据还包括:接收用户的指示并且基于所述指示获取所述触摸数据。

25. 根据权利要求21所述的计算机可读介质,其中,所述触摸数据包括以下中的至少一项:绝对运动、相对运动、绝对位置、相对位置、绝对接近度、相对接近度、接近度的变化、绝对大小、相对大小或大小的变化。

26. 根据权利要求21所述的计算机可读介质,其中,要生成的手势分量的数量基于所述计算系统的控制输入的数量。

27. 根据权利要求21所述的计算机可读介质,其中,所述触摸数据存储在矩阵中,并且生成所述手势分量集合包括:对所述矩阵执行稀疏矩阵分解。

28. 根据权利要求21所述的计算机可读介质,其中,所述手势分量是非正交的。

29. 根据权利要求21所述的计算机可读介质,其中,手势分量的数量大于用于感测所述触摸数据的触摸感测系统能够检测到的自由度的数量。

30. 根据权利要求21所述的计算机可读介质,所述方法还包括:
获得第一触摸输入集合;
基于所述手势分量,将每个第一触摸输入与计算系统的样本控制输入进行配对;
获得第二触摸输入;以及
基于所述第二触摸输入对所述第一触摸输入集合进行插值,以确定所述计算系统的运行时控制输入。

31. 一种计算机程序,包括程序代码指令,所述程序代码指令能够由处理器运行以执行根据权利要求1至10中至少一项所述的方法。

用于触摸输入的方法和系统

技术领域

[0001] 本公开大体上涉及用于触摸输入的方法和系统。

背景技术

[0002] 许多类型的输入设备目前可用于在计算系统中执行操作,诸如按钮或键、鼠标、跟踪球、操纵杆等。触摸感测设备(例如触控板和触摸屏)由于其操作的简易性和通用性以及其降低的价格而变得越来越受欢迎。触摸屏可以允许用户通过使用手指、手写笔或其他对象在可以由触摸屏正在显示的用户界面(UI)所指示的位置处触摸触摸屏来执行各种功能。一般来说,触摸感测设备可以感测设备的触摸表面上或附近的触摸事件以及触摸事件在触摸表面上的位置,并且计算系统然后可以解译触摸事件以基于触摸事件执行一个或多个动作。

发明内容

[0003] 本文描述了用于确定触摸输入的手势分量集合的各种系统和方法。在各种实施例中,可以获得触摸数据,并且可以选择要生成的手势分量的数量。可以基于触摸数据和数量来生成手势分量集合。该手势分量集合可以存储在非暂时性计算机可读介质中。在一些实施例中,获得触摸数据可以包括:感测触摸感测表面上的触摸接触,其可以包括例如:以预定时间间隔周期性地捕获触摸数据;接收用户的指示并基于指示捕获触摸数据等。在一些实施例中,触摸数据可以包括例如绝对运动、相对运动、绝对位置、相对位置、绝对接近度、相对接近度、接近度的变化、绝对大小、相对大小、尺寸的变化等。在一些实施例中,要生成的手势分量的数量可以基于计算系统的控制输入的数量。在一些实施例中,触摸数据可以存储在矩阵中,并且生成手势分量集合可以包括:对矩阵执行稀疏矩阵分解。在一些实施例中,手势分量可以是非正交的,并且在一些实施例中,手势分量的数量可以大于用于感测触摸数据的触摸感测系统能够检测到的自由度的数量。

附图说明

[0004] 图1示出其中可以实现本公开的各种实施例的系统的一些示例。

[0005] 图2A和图2B示出了可以包括要由触摸输入控制的更复杂的功能的计算机应用的示例。

[0006] 图3是示出了根据各种实施例的确定手势分量的方法的示例的流程图。

[0007] 图4示出了根据各种实施例的用于确定手势分量的系统的示例。

[0008] 图5示出了根据各种实施例的可以使用手势分量的声音混合软件应用的示例。

[0009] 图6是根据各种实施例的训练触摸输入集合并使用训练的触摸输入集合来确定控制输入的方法的示例的流程图。

[0010] 图7至图10示出了根据各种实施例的训练触摸输入集合的系统的示例。

[0011] 图11示出了根据各种实施例的使用训练的触摸输入集合来确定控制输入的运行

时环境的示例。

[0012] 图12示出了根据各种实施例的基于预定手势分量来训练触摸输入集合并使用训练的触摸输入集合和手势分量来确定控制输入的方法的示例。

[0013] 图13是根据各种实施例的基于触摸输入来确定多个控制输入的一般方法的示例。

[0014] 图14是根据各种实施例的基于触摸输入来确定多个控制输入的一般方法的另一示例。

[0015] 图15是根据各种实施例的示出了一个实现的计算系统的示例的框图。

[0016] 应当理解,附图是为了说明本公开的构思的目的,而不一定是用于说明本公开的唯一可能的配置。

具体实施方式

[0017] 触摸感测可以为输入提供直观的平台。触控板和触摸屏可以感测在触摸感测表面上或附近移动的多个接触,例如手指、手写笔等。本文公开的技术可以在能够处理触摸输入的任何类型的设备中实现,例如具有触控板的个人计算机、具有触摸屏的智能手机或平板计算机等。例如,图1示出了其中可以实现本公开的各种实施例的系统的一些示例。图1示出了计算机100,计算机100可以包括内部触摸感测表面,例如内部触控板103。外部触摸感测表面(例如外部触控板105)可以经由有线连接(如图1所示)或者经由无线连接连接到计算机100。图1还示出了平板计算机150,平板计算机150可以包括触摸感测表面,例如触摸屏153。

[0018] 在传统的手势处理中,触摸感测表面感测接触的运动,并且触摸感测系统通过将接触运动分解成各种运动分量来处理接触运动。换句话说,触摸感测系统从接触运动中提取各种运动分量。如本领域技术人员将容易理解的,这些运动分量与触摸感测系统能够针对触摸感测表面上的多个接触进行感测的运动的自由度相关联。在传统的手势处理中,提取的运动分量的数量通常等于触摸感测系统能够检测到的运动的自由度的数量。在典型的触摸感测系统中能够检测的自由度包括针对每个接触的水平平移分量和垂直平移分量(即,在x和y方向上的运动)、针对每对接触的旋转分量、以及针对每对接触的缩放分量(即,“捏合”和“反捏合”,即,扩大)。如本领域技术人员将理解的,可以在更先进的触摸感测系统中检测其他自由度。例如,除了检测每对接触的旋转方位之外,一些触摸感测系统还可以检测单独的接触的旋转方位。在这种情况下,可提取的运动分量将包括针对每个单独接触的附加旋转分量。同样,一些先进的触摸感测系统可以区分整个手的旋转(例如当手指的延伸保持相对恒定而手腕旋转时,如同旋开大罐的盖一样)以及更精细的指尖旋转(例如当拇指和手指围绕彼此卷曲而手腕保持相对静止时,如同旋开松动的瓶盖或旋转旋钮一样)。在这种情况下,可提取的运动分量将包括基于由触摸感测系统检测到的这两个附加自由度的分量。如本领域技术人员将理解的,可提取的运动分量的数量是每个特定触摸感测系统的已知参数。

[0019] 一旦提取了运动分量,它们然后就可以用于确定针对计算系统的各种功能、控制等的手势输入。例如,垂直和水平平移分量的组合可以用于移动鼠标光标。在另一示例中,垂直平移分量可以用于滚动网页。例如,滚动网页涉及在显示器上向上和向下移动网页的动作,并且将滚动动作的垂直控制运动与垂直平移分量匹配可以使用垂直运动分量的相应

的上下方向的滚动来提供对滚动的直观控制。例如,将两个手指放在触控板上并且在触控板上沿向上方向滑动手指是用于向上滚动动作(或对于网页在与触摸输入运动相同的方向上移动的所谓的“自然滚动”,是向下滚动动作)的典型且直观的触摸输入。一些手势可以被定义为等同于单个运动分量,例如在被定义为用于滚动的手势的两个手指的垂直平移的情况下。其他手势可以被定义为两个或更多个运动分量的组合,例如在被定义为用于鼠标光标移动的手势的单个手指的水平和垂直平移的情况下。

[0020] 应当理解,与运动的自由度相关联的运动分量的数量受到由触摸感测系统感测的自由度的数量的限制。有限的运动分量的数量进而可以限制可以通过触摸输入以直观方式合理地执行的同时输入的数量。一些系统尝试通过例如基于接触的数量来区分手势(例如,区分单指垂直平移(即,鼠标光标移动)与双指垂直平移(即,滚动))从而增加手势的数量。然而,使用有限数量的运动分量作为手势的基础仍然可以对系统施加限制。例如,使用手指的数量以基于有限数量的运动分量来区分手势可能导致不能以直观的方式同时执行一些手势的不期望的结果。例如,单指鼠标光标移动不能与两指滚动同时执行,这是因为难以以一种合理且直观的方式在鼠标移动和滚动之间划分两个手指的运动或者决定应该使用两个手指中的哪一个进行鼠标移动。

[0021] 在典型的触摸感测系统中提取的运动分量的数量受限于自由度的数量的一个原因是典型的触摸感测系统提取正交运动分量,例如,垂直和水平平移、旋转和缩放。如本领域技术人员将理解的,正交运动分量是彼此垂直的运动分量。在二维实空间和三维实空间中,当且仅当两个向量 v 和 w 的点积等于零,即 $v \cdot w = 0$ 时,这两个向量 v 和 w 才是正交的。应当注意,不满足该条件的任何两个向量是非正交的,即,如果 $v \cdot w \neq 0$,则向量 v 和 w 是非正交的。更一般地,如果内积空间 E 的两个元素 v 和 w 的内积为0,则 v 和 w 是正交的。同样,如果内积空间 E 的两个元素 v 和 w 的内积不为0,则 v 和 w 是非正交的。因为运动分量是正交的,所以每个提取的运动分量与其他提取的运动分量线性无关。

[0022] 在手势处理的传统常识中,将接触运动分离成正交分量被认为是期望的,并且事实上,努力防止一个运动分量“渗透”到另一个运动分量。例如,用户可以在触控板上并排使两个手指向下触摸,然后向上滑动(即,朝向触控板的上边缘)左手手指。传统的手势处理系统必须快速地决定运动意图是左手手指的垂直平移还是沿顺时针方向的两指旋转的开始。如果运动意图是垂直平移,则用户可能希望移动例如鼠标光标。另一方面,如果运动意图是顺时针旋转,则用户可能期望旋转例如文档中的当前查看页面。如果当实际上用户希望运动是旋转的开始时触摸系统将左手手指的运动误解为垂直平移,则一些旋转分量被认为已经“渗透”到垂直平移分量中。为此,在允许使用多个触摸输入同时(例如,交叠)控制多个功能的系统中,基于正交运动分量的提取的手势处理可能变得相当复杂。如在上面的示例中一样,如果系统允许触摸输入同时控制鼠标光标的运动和文档页面的旋转,则系统可能必须快速确定左手手指的运动中的多少应该被分配给垂直平移分量以及该运动中的多少应该被分配给旋转分量。换句话说,传统的手势处理系统频繁地(如果不是不断地)需要解决这样的问题:“接触的运动中的多少意味着是水平平移,多少意味着是垂直平移,多少意味着是旋转,以及多少意味着是缩放?”因为人类触摸的运动是流动的并且通常不精确,所以关于用户想要什么触摸输入的问题经常出现模糊性。为了保持反应灵敏的且直观的触摸输入,传统的系统必须快速且正确地解决这些模糊性。

[0023] 使用正交运动分量也可能具有其他缺点。例如,依赖于正交运动分量可能使得更难以以为计算系统的更复杂的功能、控制等创建直观手势。例如,虽然将滚动网页的向上和向下运动映射到垂直平移分量可能是直观的,但是其他功能可能需要与正交运动分量不具有这种直接对应关系的更复杂的运动。

[0024] 例如,图2A和图2B示出了可以包括要由触摸输入控制的更复杂的功能的计算机应用的示例。图2A示出了根据各种实施例的具有由用于对面部表情进行动画化的计算机软件应用显示的计算机生成的面部201的计算机显示器200。软件应用可以允许触摸输入来调整面部201的各种特征,例如眉毛、眼睛、嘴等,这可以在面部上创建各种面部表情。应当理解,人脸是包括42个肌肉和结缔组织的复杂结构,42个肌肉和结缔组织共同地操作以使得一系列人类情绪的表达成为可能。图2B包括仅示出面部201的表面上的各个点的可能运动(例如变形)的小样本的箭头。例如,眉毛的各个部分可以半独立地上下移动,眼睑可以打开和关闭,鼻孔可以张开,脸颊可以向上皱紧,并且嘴唇可以执行大量复杂的变形,如通过人类语言的复杂性显现的。

[0025] 如果有可能,基于从触摸数据提取的有限数量的运动分量来确定将提供面部201的众多复杂变形的直观控制的手势集合将是困难的。如果触摸数据的运动分量被约束为正交运动分量,例如水平和垂直平移、旋转和缩放,则该任务甚至可能更困难。

[0026] 总而言之,基于将接触运动分解成有限且固定数量的正交基本运动的触摸系统可以被限制为可以用作针对相对简单的功能、控制等的小集合的输入的相对简单的手势的小集合,例如轻敲、挥击、捏合(pinch in)、展开(pinch out)等。虽然这些运动分量可能与某些计算机功能、控制、动作等良好匹配,但是更复杂的计算机功能可能难以与从传统触摸系统中的触摸数据提取的有限数量的运动分量匹配。事实上,甚至简单的功能也可能需要大量的扭捏、过滤等,以便以保持用户的直观感觉的方式将触摸输入与功能匹配。

[0027] 本公开的各种实施例可以帮助减少或消除上述的一些问题。图3至图5示出了根据各种实施例的确定手势分量的方法和系统的示例。手势分量可以是例如可以从触摸数据提取并随后用于处理触摸输入的特定接触运动、位置、配置(即,相对位置)等。在某种意义上,一旦已经确定了手势分量集合,手势分量就可以用于与上述运动分量类似的目的。在各种实施例中,例如,可以通过将接触运动分解成预定的手势分量来处理触摸输入,并且分解的接触运动可以用于确定计算系统的控制输入。应当注意,可以从触摸数据提取手势分量,触摸数据可以包括但不限于接触运动、接触位置、接触接近度(例如,压力)、接触尺寸等。另外,应当理解,各种实施例可以基于绝对运动、相对运动、绝对位置、相对位置、绝对接近度、相对接近度、接近度的变化、绝对尺寸、相对尺寸、尺寸的变化等。

[0028] 在一些实施例中,手势分量的数量可以大于触摸感测系统能够检测的自由度的数量。在其他实施例中,手势分量的数量可以与触摸感测系统能够检测的自由度的数量相同或更小。例如,触摸感测表面的二维空间中的接触运动、位置等可以被参数化,并且可以学习从该空间到用于控制输入的参数空间的映射。可以选择参数空间的维度(并且因此手势分量的数量),例如以对应于期望的控制输入的数量。以这种方式,例如,手势分量的数量可以被选择为大于、小于或等于触摸感测系统能够检测的自由度。

[0029] 在一些实施例中,手势分量可以是非正交的,并且在其他实施例中,手势分量可以是正交的,如下面将更详细地解释的。

[0030] 图3是示出了根据各种实施例的确定手势分量的方法的示例的流程图,图4示出了根据各种实施例的用于确定手势分量的系统的示例,并且图5示出了根据各种实施例的可以使用手势分量的声音混合软件应用的示例。

[0031] 首先参考图3的方法,可以获得(301)触摸数据。例如,用户可以在触摸感测表面上自由移动他或她的手指,即独立于任何特定功能、控制、动作等的自由形态的触摸,并且触摸数据可以在不同时间被捕获和存储。在各种实施例中,例如,可以以预定时间间隔周期性地捕获触摸数据。在各种实施例中,可以从用户接收指示,例如指定的图形用户界面(GUI)按钮上的鼠标点击,并且可以基于该指示捕获触摸数据。捕获和存储自由形态触摸数据可以例如允许基于触摸感测表面上的接触的自然运动来确定手势分量。

[0032] 参考图4,可以使用触摸感测表面400,并且用户可以在触摸感测表面上移动他的手指。触摸感测表面400可以检测与用户的手指相对应的接触401。在各个时间点403,接触数据可以存储在数据结构(例如矩阵405)中。

[0033] 参考图3,可以选择数量“n”(302)。该数量可以表示要根据触摸数据确定的手势分量的数量。在各种实施例中,要确定的手势分量的数量可以对应于将由触摸输入控制的的同时的计算机功能、控制、动作等的数量。例如,图5示出了包括12个滑块501的GUI 500。滑块501可以同时移动,并且可以控制例如由软件应用执行的声音混合的各个方面。用于在具有12个同时控制的应用(例如图5的声音混合软件应用)中处理触摸输入的手势分量可以通过在图3的方法中选择数量 $n=12$ 来确定。

[0034] 参考图3,可以基于所存储的触摸数据和要确定的手势分量的数量来生成(303)手势分量。在各种实施例中,可以基于对存储的触摸数据的矩阵(例如矩阵405)的稀疏矩阵分解来生成手势分量。下面更详细地解释这种稀疏矩阵分解的示例。以这种方式,例如,可以生成对于用户的手指移动是局部化且独特的并且可以有效地跨越一系列用户移动的手势分量集合。

[0035] 举例说明,在各种实施例中,可以获得五指触摸数据。在每个时间点获得的触摸数据可以包括10个值,例如每个接触的x和y坐标,即绝对位置,以表示触摸在触摸感测表面上的位置。例如,矩阵405中的每行中的值 a_1 至 a_{10} 可以是每个时间点403处五个接触401的x和y坐标的10个值(其中矩阵中的每个“a”的上标表示对应的行,即时间点)。在其他实施例中,如上所述,矩阵中的值可以是例如绝对运动、相对运动、绝对位置、相对位置、绝对接近度等。

[0036] 现在将描述基于稀疏矩阵分解来生成手势分量的方法的示例。令“N”是矩阵405的行的总数,即,捕获和存储的触摸数据的“快照”的数量。所得矩阵A具有维度 $N \times 10$,其可以被分解如下:

$$[0037] \quad A_{N \times 10} = W_{N \times n} C_{n \times 10}$$

[0038] 其中C表示将每个手势投影到“n”维基础中的手势分量,并且W表示该基础上的各种手势的量。可以基于成本函数来优化方程以获得分解。在各种实施例中,可以使用稀疏矩阵分解,例如,

$$[0039] \quad \text{Argmin}_{W,C} \|A - WC\|_F + \|C\|_1 \quad (1)$$

$$[0040] \quad \text{使得 } W \text{ 的每个元素 } \geq 0 \text{ 并且 } \max(W_{:,k}) = 1$$

[0041] 来学习稀疏分量集合。

[0042] 基于要确定的手势分量的数量“n”，方程(1)可以在C和W上交替最小化。应当注意，W可以用于对解进行约束，使得C是适当受制约的且是有意义的。还应当注意，在其他实施例中，其他优化是可能的，例如主分量分析(PCA)、诸如内核PCA的非线性嵌入等。本领域技术人员将理解，优化的类型可以用于例如产生正交或非正交的手势分量C。例如，稀疏矩阵分解方法可以用于产生非正交手势分量，而PCA可以用于产生正交分量。手势分量C可以表示手势的多个(n个)直观选择。

[0043] 参考图4，矩阵405可以由触摸控制器409中的手势分量处理模块407处理。手势分量处理模块407可以获得矩阵405和与要确定的手势分量的数量相对应的数量“n”。在各种实施例中，可以例如根据用户经由键盘或其他输入设备的输入获得数量“n”。手势分量处理模块407可以基于要确定的手势分量的数量“n”来对矩阵405执行稀疏矩阵分解。

[0044] 参考图3，手势分量可以存储(304)在非暂时性计算机可读存储介质中。例如，图4示出了在存储设备413中存储手势分量411的手势分量处理模块407。

[0045] 例如，可以使用手势分量集合C将任意触摸输入集合 A^j 转换为等同参数化的权重向量 W^j ，其是C的手势分量的加权组合。

$$[0046] \quad A^j = \sum W_i^j C_i \quad (2)$$

[0047] 换句话说，可以通过经由分量矩阵C的伪逆对 A^j 进行投影来根据 A^j 估计权重向量 W^j 。

$$[0048] \quad W^j = (CC^T)^{-1} C^T A^j \quad (3)$$

[0049] 使用基于稀疏度的分解可以有一些优点。例如，基于稀疏度的分解可以沿着数据群集布置分量。因此，手势分量可以表示对于用户更直观的手势。此外，群集可以趋向于使手势分量更独立，同时仍允许使用比触摸感测系统的自由度的数量更多的手势分量，这可以有助于避免先前讨论的具有有限数量的固定运动分量的缺点。

[0050] 在各种实施例中，可以基于例如要执行的不同数量的同时功能、控制、动作、不同手尺寸、不同触摸表面尺寸、不同触摸表面形状等生成不同组的手势分量集合。例如，触控板制造商可以在触控板上生成与小、中和大的手尺寸相对应的三个手势分量集合。触控板可以存储手势分量集合并且被编程以检测用户的手尺寸，并且将相应的手势分量集合提供给主处理器以用于手势处理。

[0051] 在各种实施例中，可以确定手指标识并将其用作另一参数。例如，可以将接触聚集成一个或两个群集(取决于正在使用一只手还是两只手)，并且可以确定距群集最远的接触，并且如果该距离超过阈值，则将其表示为拇指。剩余的接触可以按照外观的顺序识别为食指、中指、无名指和小指。

[0052] 下面将描述使用手势分量连同训练触摸输入集合以及使用训练的触摸输入集合来确定控制输入的方法的更详细的示例。

[0053] 图6至图11示出了根据各种实施例的训练触摸输入集合并使用训练的触摸输入集合来确定控制输入的方法和系统的示例。在各种实施例中，用户可以提供用户想要对应于计算机的控制输入的示例性触摸输入集合。以这种方式，用户可以将触摸输入到控制输入的处理个性化，使得触摸输入可以适合于特定的应用任务。在运行时阶段期间，可以获得任意触摸输入(即，不是用户在训练期间提供的示例触摸输入之一的触摸输入)，并将其转换为可以对应于针对计算系统的多个控制输入的连续值集合。

[0054] 图6是根据各种实施例的训练触摸输入集合并使用训练的触摸输入集合来确定控制输入的方法的示例的流程图。图7至图10示出了训练触摸输入集合的系统的示例,并且图11示出了根据各种实施例的使用训练的触摸输入集合来确定控制输入的运行时环境的示例。

[0055] 转向图6,在训练阶段期间,可以获得(601)触摸输入集合作为训练的触摸输入,并且每个训练的触摸输入可以与针对计算机系统的样本控制输入集合配对(602)。

[0056] 参考图7,触摸感测表面700可以用于获得训练的触摸输入以与针对软件应用的样本控制输入配对。在该示例中,软件应用可以是用于对面部表情进行动画化的软件应用,例如上面关于图2A和图2B描述的软件应用。在图7的示例中,软件应用可以允许触摸输入调整显示在显示器703上的面部701的各种特征。样本控制输入可以存储在矩阵705中。例如,样本控制输入可以是面部表情软件应用中的样本面部表情。对于“m”个控制 S_i 中的每一个,每个样本面部表情可以具有对应的样本控制输入集合 P^j 。样本控制输入可以存储在矩阵P(例如矩阵705)中。例如,每个面部表情可以由具有“m”个融合形状(其可以被认为是控制)的集合描述。这些融合形状 S_i 中的每一个可以是来自处于自然表情(例如图7中所示的面部表情)的面部701的静止姿态的3维(3D)顶点偏移(Δx 、 Δy 、 Δz)集合。可以通过将这些偏移堆叠到大小为 $3 \times n$ 的向量来简洁地描述每个融合形状 S_i ,其中n是用于生成面部701的3D网格中的顶点的数量。这些向量本身可以被堆叠以形成融合形状矩阵S。可以通过线性地组合这些融合形状来生成面部表情 F^j 。

[0057] 可以在显示器703上显示与第一样本控制输入集合 P^j (例如,矩阵705中的具有“p”个值的第一行)相对应的第一样本面部表情,并且用户可以在触摸感测表面700上执行触摸输入,触摸输入可以作为训练的触摸输入 A^j (例如,矩阵707中的具有“a”个值的第一行)被存储在矩阵707中。因此,训练的触摸输入可与对应的控制输入集合配对。

[0058] 图8至图10示出了显示的附加样本面部表情以及存储在矩阵707中的对应的训练的触摸输入,以将训练的触摸输入与矩阵705的对应控制输入配对。

[0059] 参考图6,在运行时阶段期间,训练的触摸输入和采样控制输入的配对对应关系可以用于根据任意触摸输入确定控制输入。例如,可以获得触摸输入(603)作为运行时触摸输入,并且可以基于运行时触摸输入对训练的触摸输入进行插值(604),以确定计算系统的控制输入,即任意面部姿态。

[0060] 例如,可以通过线性映射函数L提供插值,线性映射函数L可以例如通过下式来确定:

$$[0061] \quad L = \text{Argmin}_L ||P - L \cdot A||_F$$

[0062] 应当注意,如本领域技术人员将容易理解的,可以使用其他映射函数,例如,应用非线性内核回归、使用神经网络等。

[0063] 图11示出了运行时阶段的示例,其中映射函数L 1100可以应用于任意触摸输入1101以生成面部701的新的面部表情。

[0064] 如上所述,通过关于图3至图5描述的方法确定的手势分量可以与训练触摸输入集合以及使用训练的触摸输入集合来确定控制输入的方法一起使用。在这点上,图12示出了基于预定手势分量来训练触摸输入集合并使用训练的触摸输入集合和手势分量来确定控制输入的方法的示例。在训练阶段期间,可以获得(1201)触摸输入集合作为训练的触摸输

入。可以基于预定的手势分量集合来分解 (1202) 训练的触摸输入, 并且每个分解的训练触摸输入可以与针对计算机系统的类似分解的样本控制输入集合配对 (1203)。在运行时阶段期间, 可以获得 (1204) 触摸输入作为运行时触摸输入, 并且可以基于该手势分量集合来分解 (1205) 运行时触摸输入。可以基于分解的运行时触摸输入来对分解的训练触摸输入进行插值 (1206), 以确定计算系统的分解控制输入, 即任意面部姿态。分解的控制输入可以投影 (1207) 回到控制输入的空间中。

[0065] 例如, 基于手势分量集合分解每个训练的触摸输入 (即, 投影到该手势分量集合) 以获得权重向量 W^j , 其可以与样本面部表情 F^j (由其权重向量 T^j 给出, 因为假设融合形状 S_i 是已知的) 配对。每一对 (W^j, T^j) 给出了训练示例。这些列可以被堆叠以形成矩阵 W 和 T 。在各种实施例中, 例如, 可以在训练期间引导用户执行哪些手势。这些示例可以用于学习映射函数 L 。在各种实施例中, 线性映射函数可以通过下式来确定:

$$[0066] \quad L = \text{Argmin}_L ||T - L \cdot W||_F$$

[0067] 应当注意, 如本领域技术人员将容易理解的, 可以使用其他映射函数, 例如, 应用非线性内核回归、使用神经网络等。

[0068] 如本领域技术人员将理解的, 使用例如由矩阵 C 表示的手势分量将触摸输入 A 投影到“手势空间”中可以具有诸如允许使用较少的交互式训练样本和帮助使插值以更自然的方式表现的益处。

[0069] 以这种方式, 例如, 使用上述自由形态手势学习过程确定的手势分量的 n 维空间可以由用户通过稀疏训练示例集合“注释”。每个示例可以在 n 维手势空间中注释针对用户有意义的控制设置。任何非明确定义的对对应关系可以基于这些明确定义的对对应关系通过插值来确定。每个给定的示例与控制的 m 维空间中的点相关联。

[0070] 图13是根据各种实施例的基于触摸输入来确定多个控制输入的一般方法的示例。可以从触摸感测表面获得 (1301) 触摸输入, 并且可以确定 (1302) 触摸输入的非正交手势分量。可以基于非正交手势分量来确定 (1303) 计算系统的多个控制输入。在各种实施例中, 图13的一般方法可以通过诸如上面关于图12所述的方法来实现, 其中预定手势分量是非正交的。如本领域技术人员将理解的, 可以使用其他方法来获得可以在图13的一般方法中使用的非正交手势分量。如上所述, 使用非正交手势分量可以提供相对于传统的手势处理显著的益处, 例如提供复杂控制输入运动的更直观的触摸控制。

[0071] 图14是根据各种实施例的基于触摸输入来确定多个控制输入的一般方法的另一示例。可以从触摸感测表面获得 (1401) 触摸输入, 并且可以确定 (1402) 触摸输入的手势分量的数量, 其中手势分量的数量大于触摸感测系统能够检测到的自由度的数量。可以基于手势分量确定 (1403) 计算系统的多个控制输入。在各种实施例中, 图14的一般方法可以通过诸如上面关于图12所述的方法来实现, 其中预定手势分量的数量大于触摸感测系统能够检测到的自由度的数量。如本领域技术人员将理解的, 可以使用其他方法来获得手势分量集合, 其数量超过可以在图14的一般方法中使用的触摸感测系统的自由度。如上所述, 通过使用比触摸感测系统能够检测到的自由度的数量更多的手势分量, 触摸输入可以更直观地与控制输入匹配, 特别是在涉及能够同时控制的大量控制输入的情况下。

[0072] 图15是示出了根据各种实施例的一个实现的计算系统1500的示例的框图。在各种实施例中, 计算系统1500可以包括在例如智能电话、数字媒体播放器、计算机100、平板计算

机150等中。在各种实施例中,计算系统1500可以具有包括触摸表面1501和触摸控制器1503的触摸感测系统。在各种实施例中,触摸表面1501可以是例如触摸屏、触控板等。

[0073] 触摸感测系统可以是例如电容型触摸感测系统。例如,触摸表面1501可以包括触摸感测电路,其可以包括具有驱动线和感测线(未示出)的电容感测介质,驱动线和感测线可以交叠以形成电容感测节点的阵列。可以利用来自触摸控制器1503的刺激信号来对驱动线进行驱动,并且在感测线中产生的所得感测信号可以由触摸控制器接收。感测信号可以由触摸控制器1503处理以获得关于每个电容感测节点处的电容的信息。诸如手指、手写笔等的导电触摸对象可以随着导电物体接近节点而改变在该节点处感测到的电容。以这种方式,在每个节点处感测到的电容可以提供关于触摸对象的接近的信息。在任何给定时刻,由阵列中的所有节点感测到的电容可以提供触摸对象到阵列的接近度的“画面”,即,触摸画面。为此,节点可以被认为触摸画面元素或触摸像素。

[0074] 虽然本文描述的示例涉及基于电容的触摸感测,但是应当理解,触摸表面1501可以是任何类型的触摸感测表面。例如,在各种实施例中,触摸表面1501可以是光学型触摸传感器、压力型触摸传感器、表面声波(SAW)触摸传感器等。

[0075] 计算系统1500还可以包括主处理器1505,主处理器1505可以从触摸控制器1503接收输出并且可以基于输出执行动作。例如,主处理器1505可以连接到存储器1507和程序存储设备1509,程序存储设备1509可以存储可以实现根据各种实施例的功能的计算机可执行指令(例如,计算机程序、操作系统等)。计算系统1500还可以包括诸如LCD驱动器、触摸屏显示器驱动器等的显示控制器1511,其可以控制显示器以生成诸如图形用户界面(GUI)、电影等的图像。在各种实施例中,触摸表面1501可以是包括显示器的触摸屏,并且显示控制器1509可以驱动触摸屏以显示图像。在其他实施例中,计算系统1500可以包括与触摸表面1501分离的显示器,例如液晶显示器(LCD)、有机发光二极管(OLED)显示器等,显示控制器1511可以控制该显示器以生成图像。计算系统1500还可以包括外围设备1513。外围设备1513可以包括但不限于打印机、诸如计算机鼠标、键盘等的其他输入设备、看门狗定时器等。

[0076] 在触摸表面1501上感测到的触摸输入可以由存储在程序存储设备1509中的计算机程序使用,以执行可以包括但不限于以下各项的动作:移动诸如光标或指针的对象、滚动或平移、调整控制设置、打开文件或文档、查看菜单、进行选择、执行指令、操作连接到主机设备的外围设备、接听电话呼叫、拨打电话呼叫、终止电话呼叫、改变音量或音频设置、存储与诸如地址、频繁拨号、已接收呼叫、未接呼叫等电话通信有关的信息、登录到计算机或计算机网络、允许授权个人访问计算机或计算机网络的受限区域、加载与计算机桌面的用户优选安排相关联的用户简档、允许访问网络内容、启动特定程序、对消息进行加密或解码、与虚拟世界交互、玩电脑游戏等。

[0077] 还应当理解,虽然本文已经详细地示出和描述了各种实施例的各种示例,但是本领域技术人员可以容易地设计仍然保持在本公开的范围内的其他变化的实施例。

[0078] 本文记载的所有示例和条件语言预期用于教导目的,以帮助读者理解本公开的原理和发明人为促进现有技术而贡献的构思,并且应解释为不限于这些具体记载的示例和条件。

[0079] 此外,本文对本公开的原理、方面和实施例及其特定示例做出引述的所有声明意

在包括本公开的结构和功能等同物。附加地,这种等同物旨在包括当前已知的等同物以及将来研发的等同物,即,执行相同功能的所研发的任何元件,而无论其结构。

[0080] 因此,例如,本领域技术人员将理解,本文呈现的框图表示体现本公开的原理的说明性电路、电子组件、光学组件等的概念视图。类似地,将理解,任何流程、流程图、状态转移图、伪代码等表示实质上可以在计算机可读介质中表示的、并且因此由计算机或处理器执行的各个过程,无论是否明确示出该计算机或处理器。

[0081] 可以通过使用专用硬件以及能够与合适软件相关联地执行软件的硬件来提供图中示出的各个元件的功能。当由处理器来提供时,这些功能可以由单个专用处理器、单个共享处理器、或多个单独的处理器来提供,其中一些可以是共享的。此外,对术语“处理器”或“控制器”的显式使用不应理解为专门指能够执行软件的硬件,而是可以隐式地非限制地包括数字信号处理器(“DSP”)硬件、用于存储软件的只读存储器(“ROM”)、随机存取存储器(“RAM”)以及非易失性存储设备。

[0082] 还可以包括常规和/或定制的其他硬件。类似地,附图所示的任何开关都仅是概念性的。其功能可以通过程序逻辑的操作、通过专用逻辑、通过程序控制和专用逻辑的交互、或甚至手动地实现,实施者可以选择的具体技术可以从上下文中得到明确的理解。

[0083] 在权利要求中,被表达为用于执行指定功能的装置的任意元件意在包括执行该功能的任何方式,包括例如执行该功能的电路元件的组合、任何形式的软件(因而包括固件、微代码等)与用于运行该软件来执行该功能的适当的电路的组合等。由这种权利要求限定的本公开在于由各种记载的装置提供的功能以权利要求所要求的方式组合并集合在一起。因此,将可以提供这些功能的任何装置认为是等同于本文所示的装置。

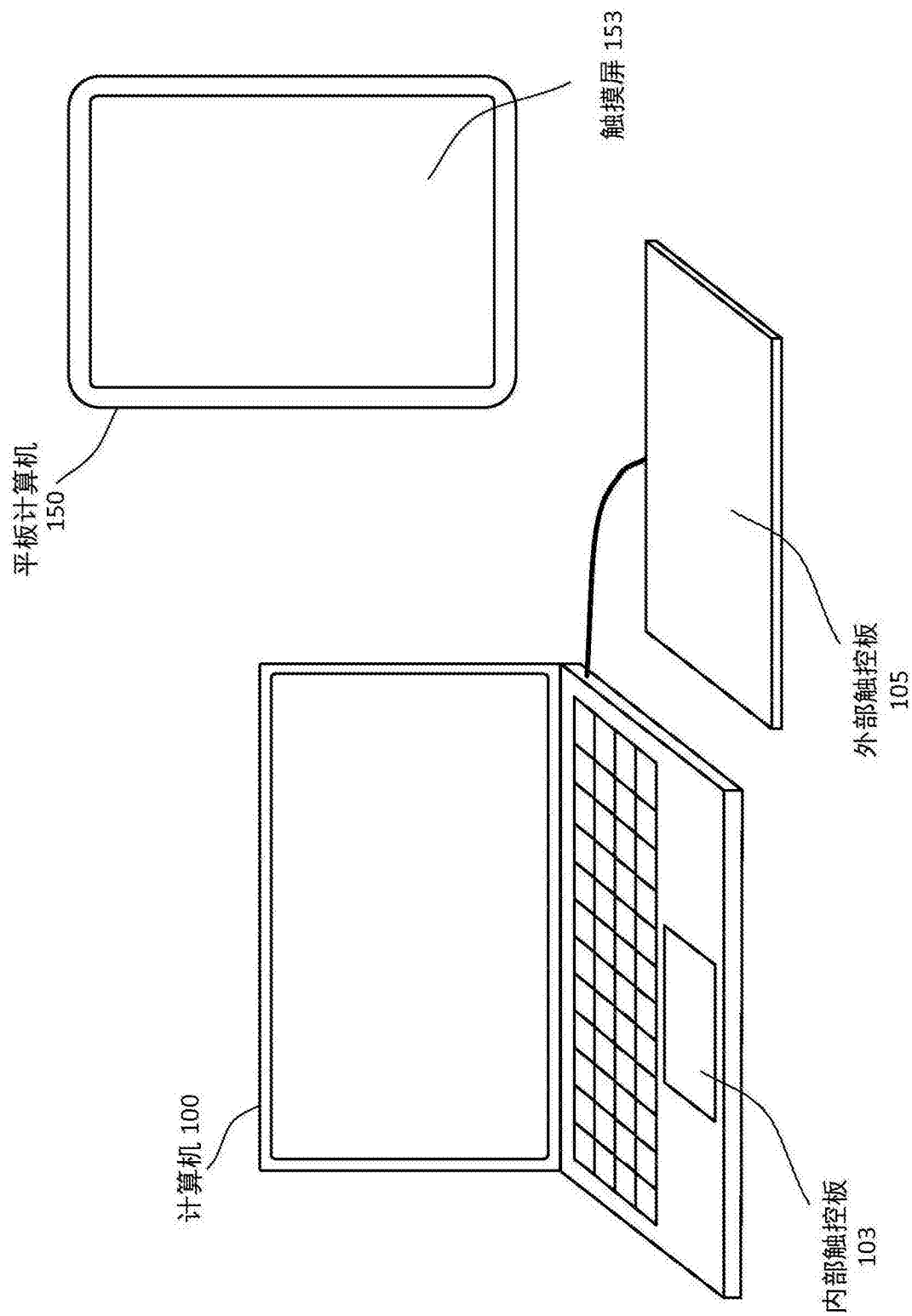


图1

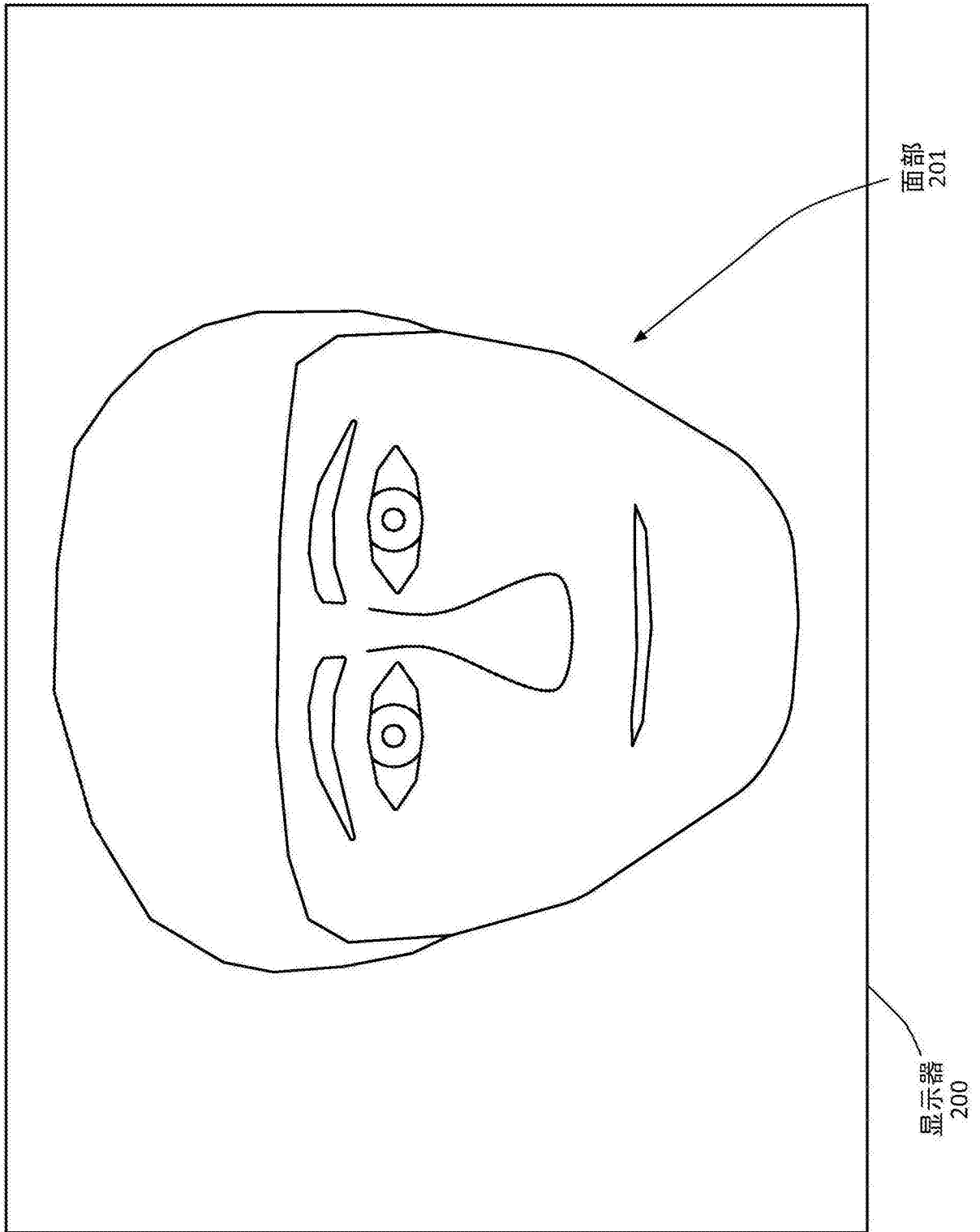


图2A

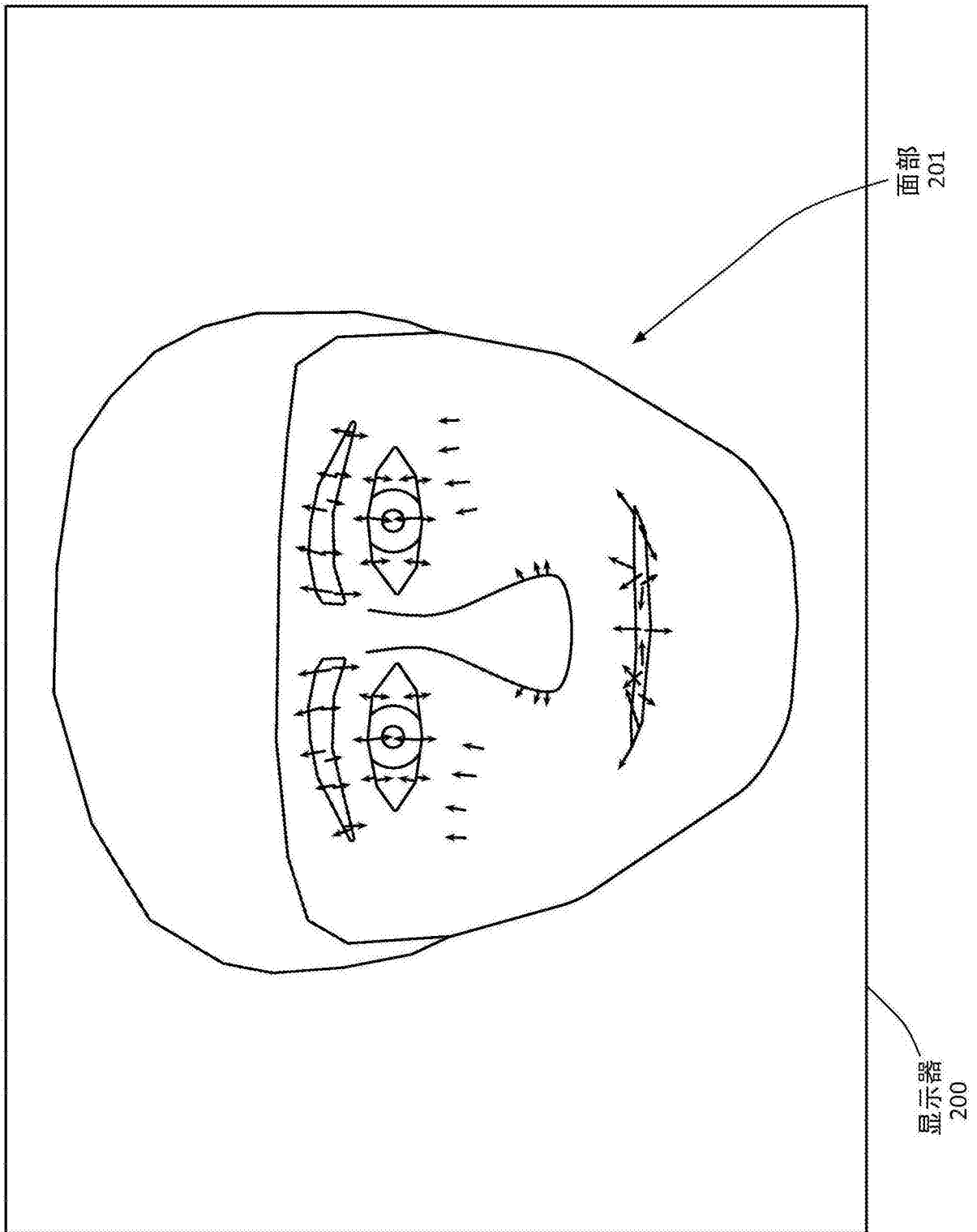


图2B

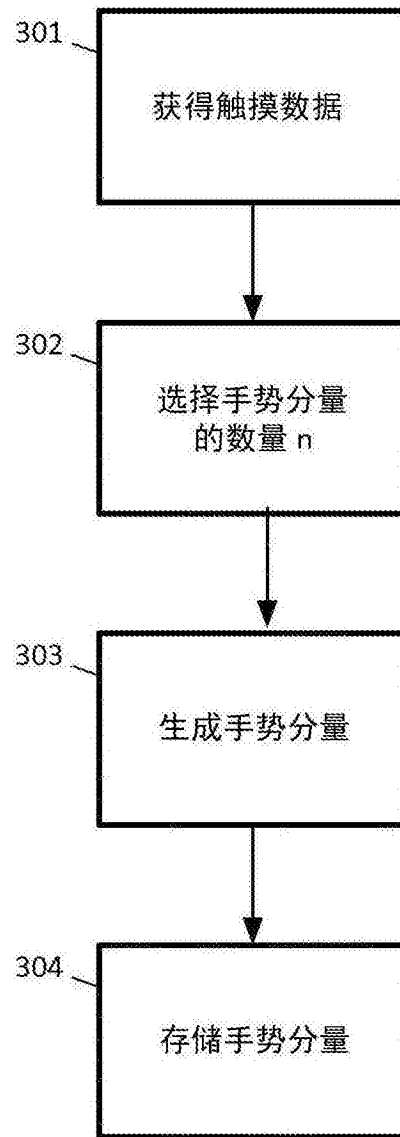


图3

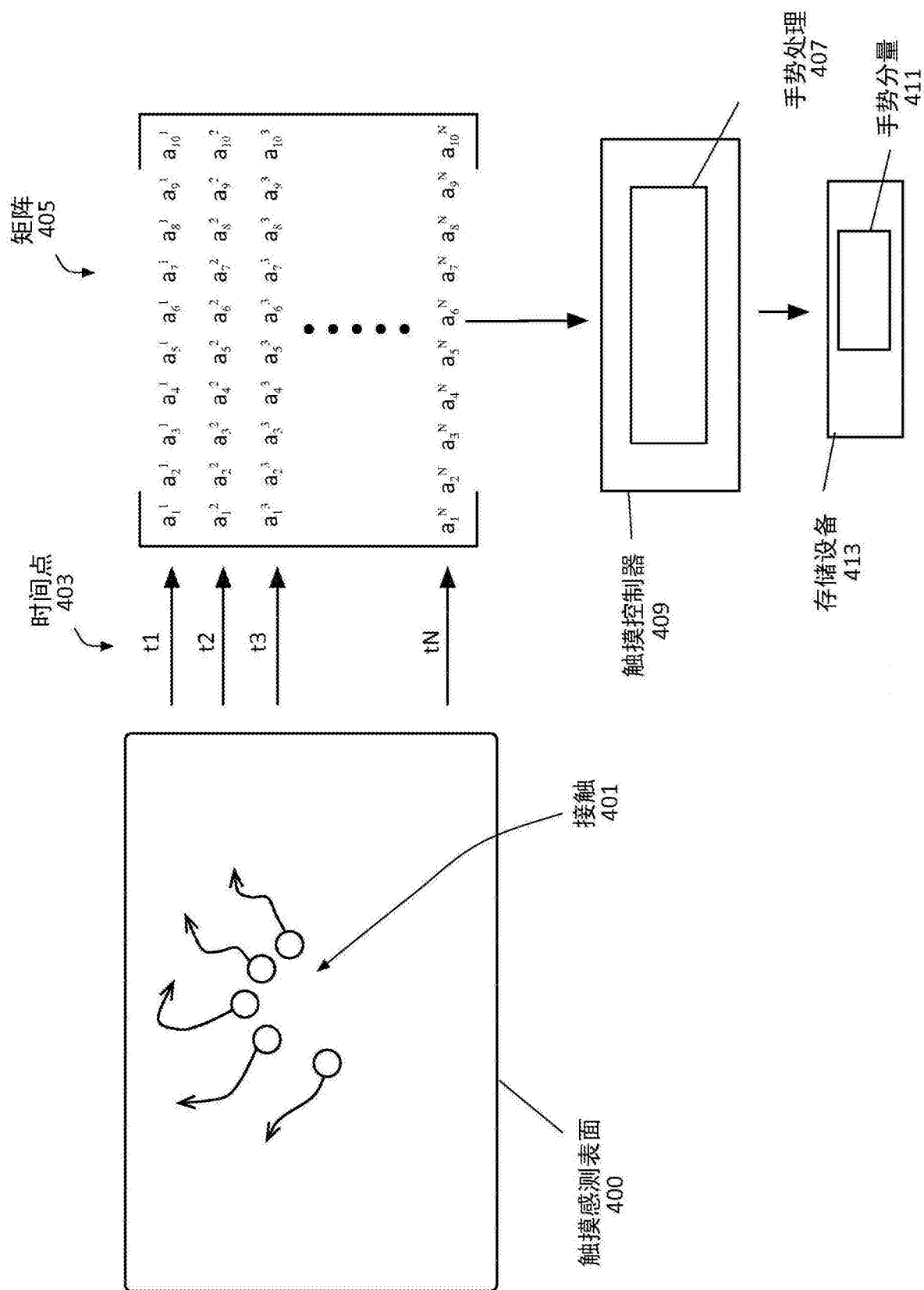


图4

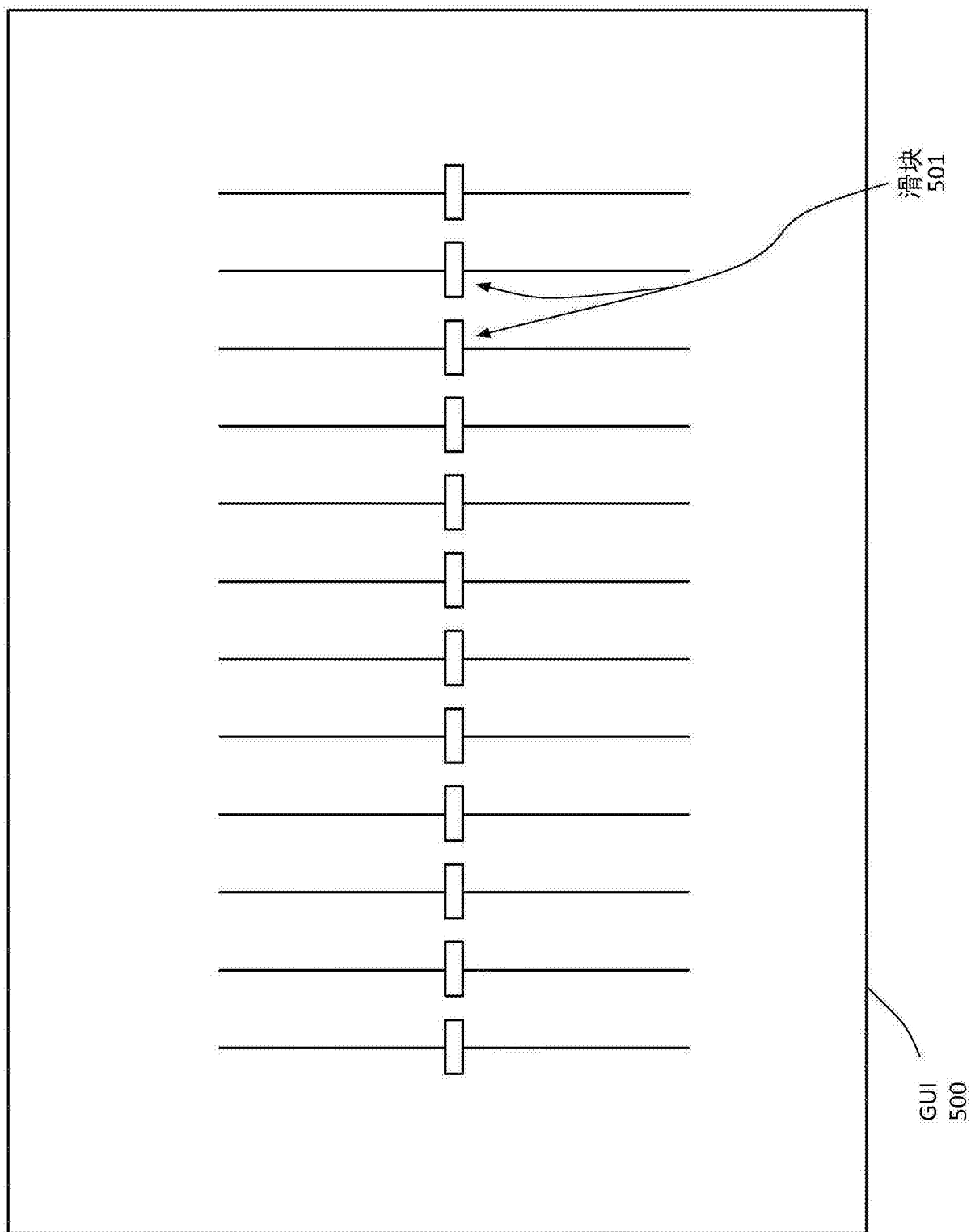


图5

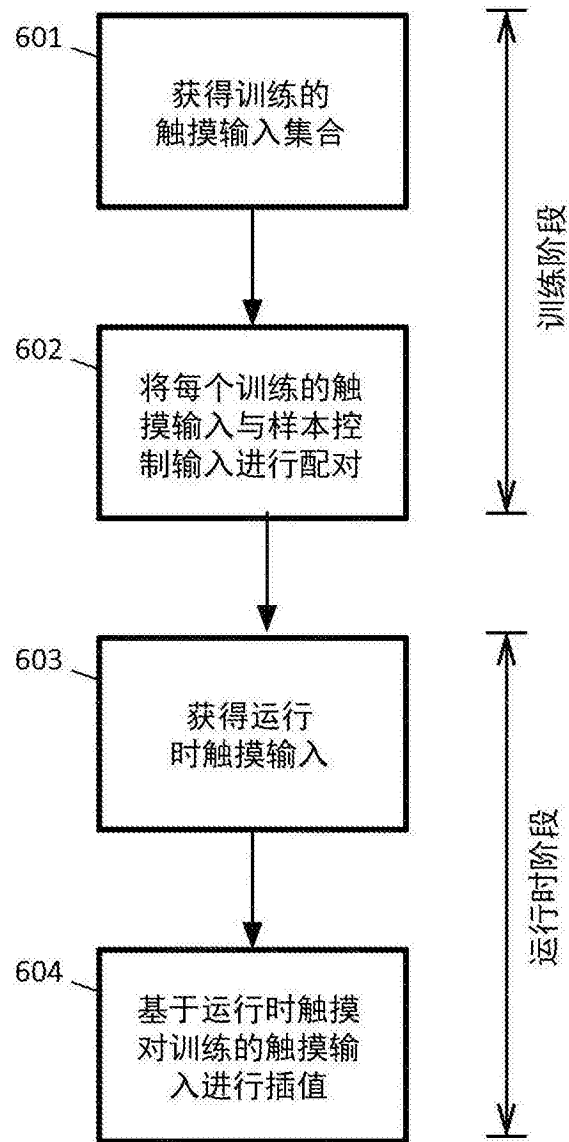


图6

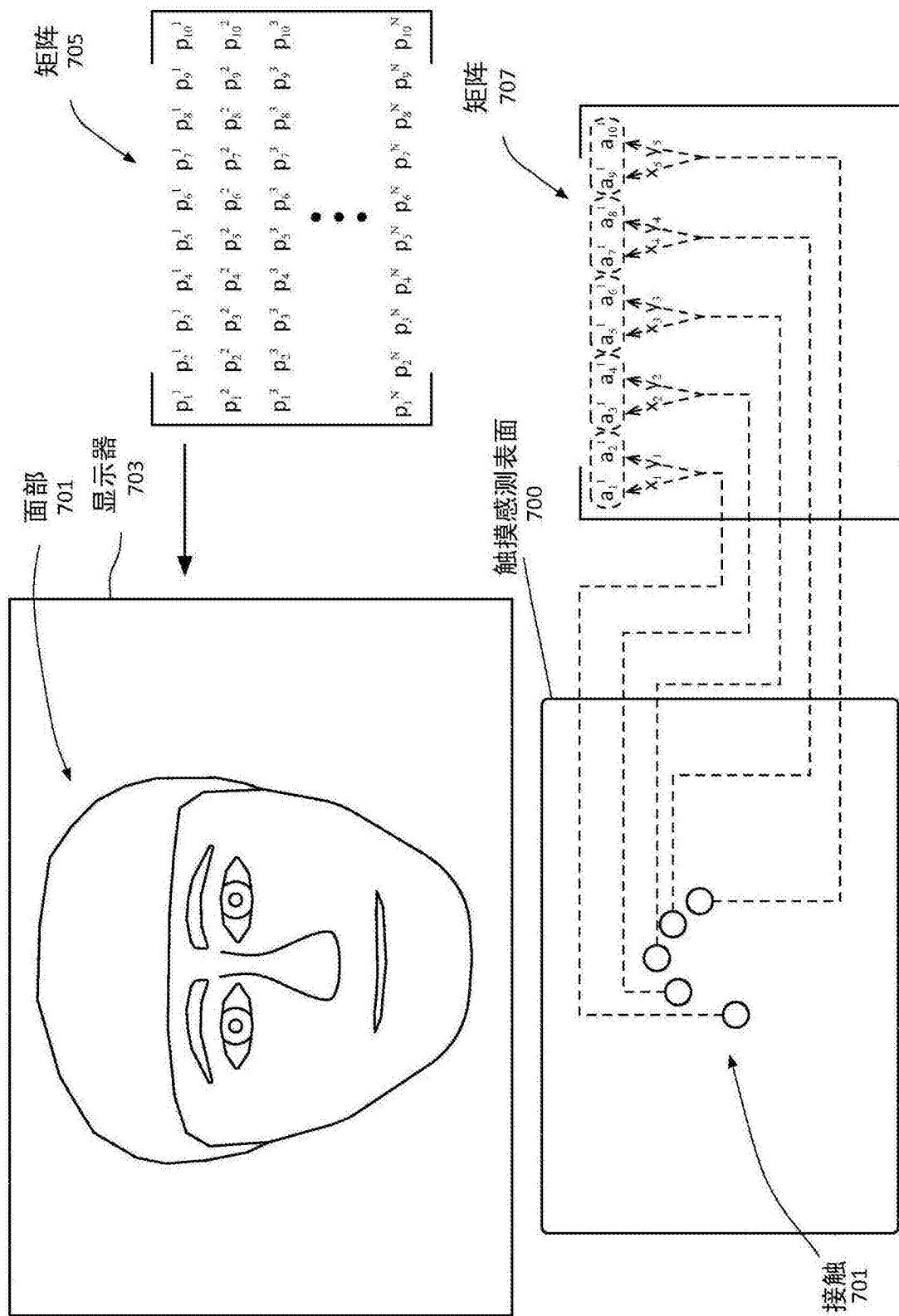


图7

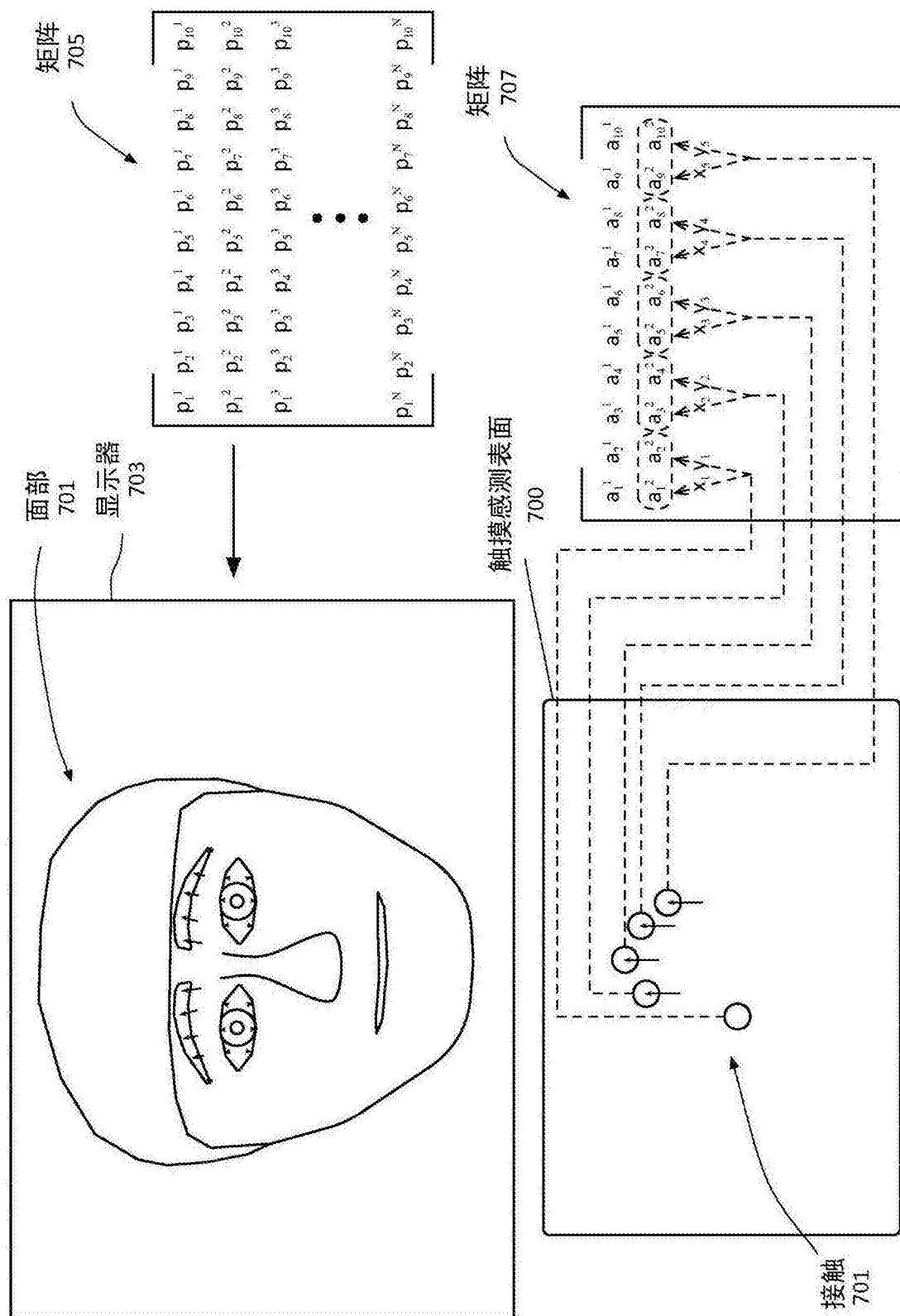


图8

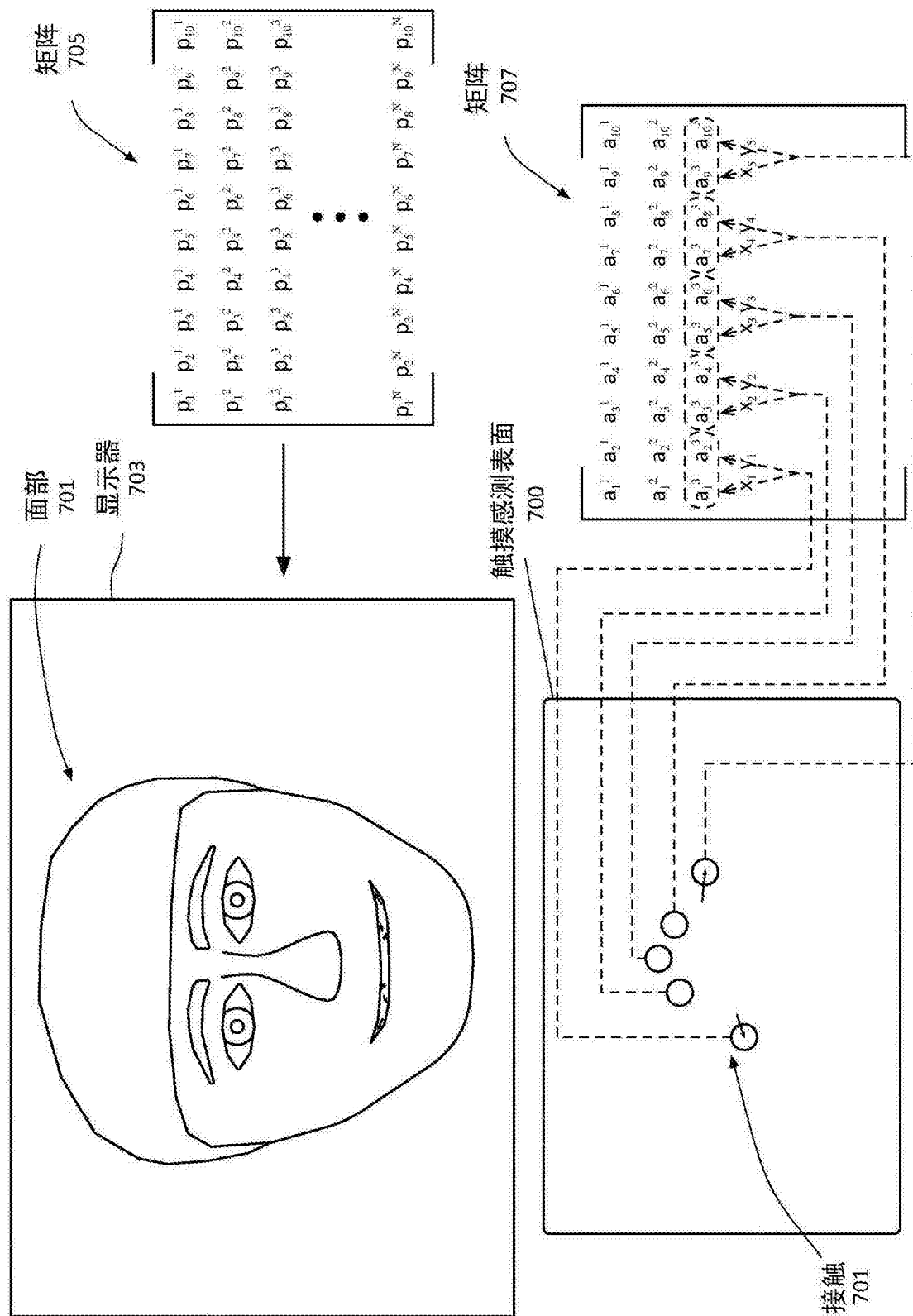


图9

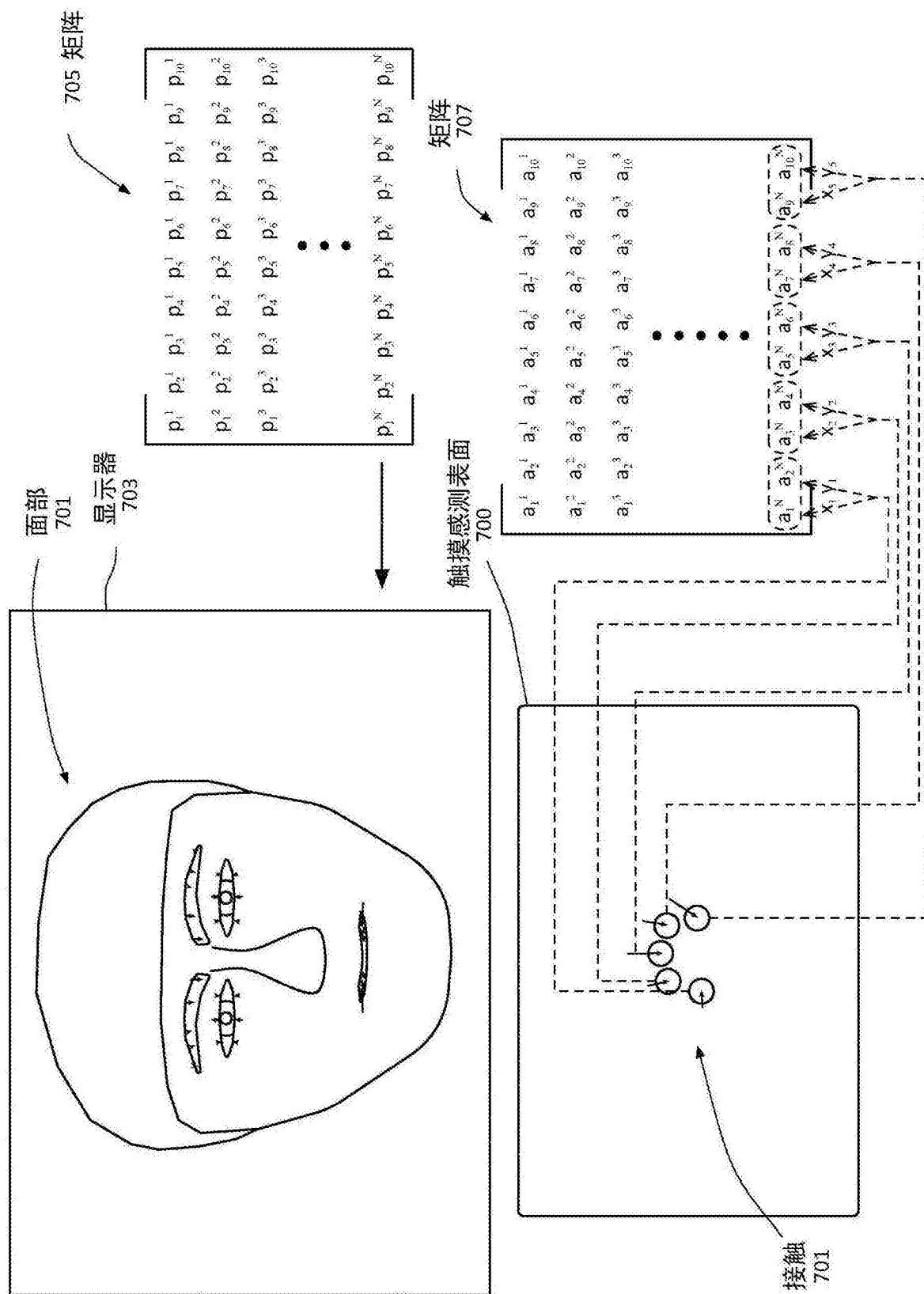


图10

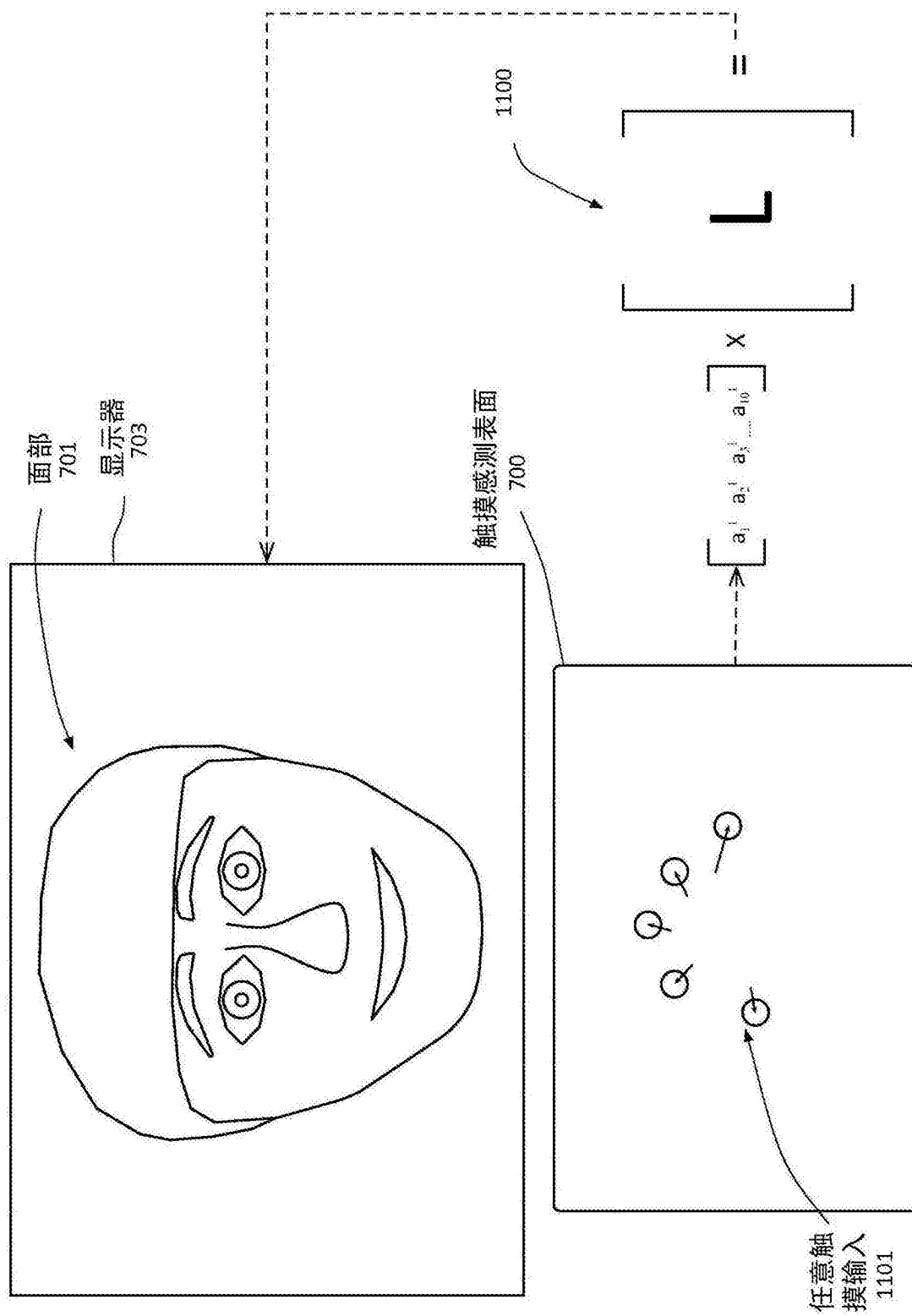


图11

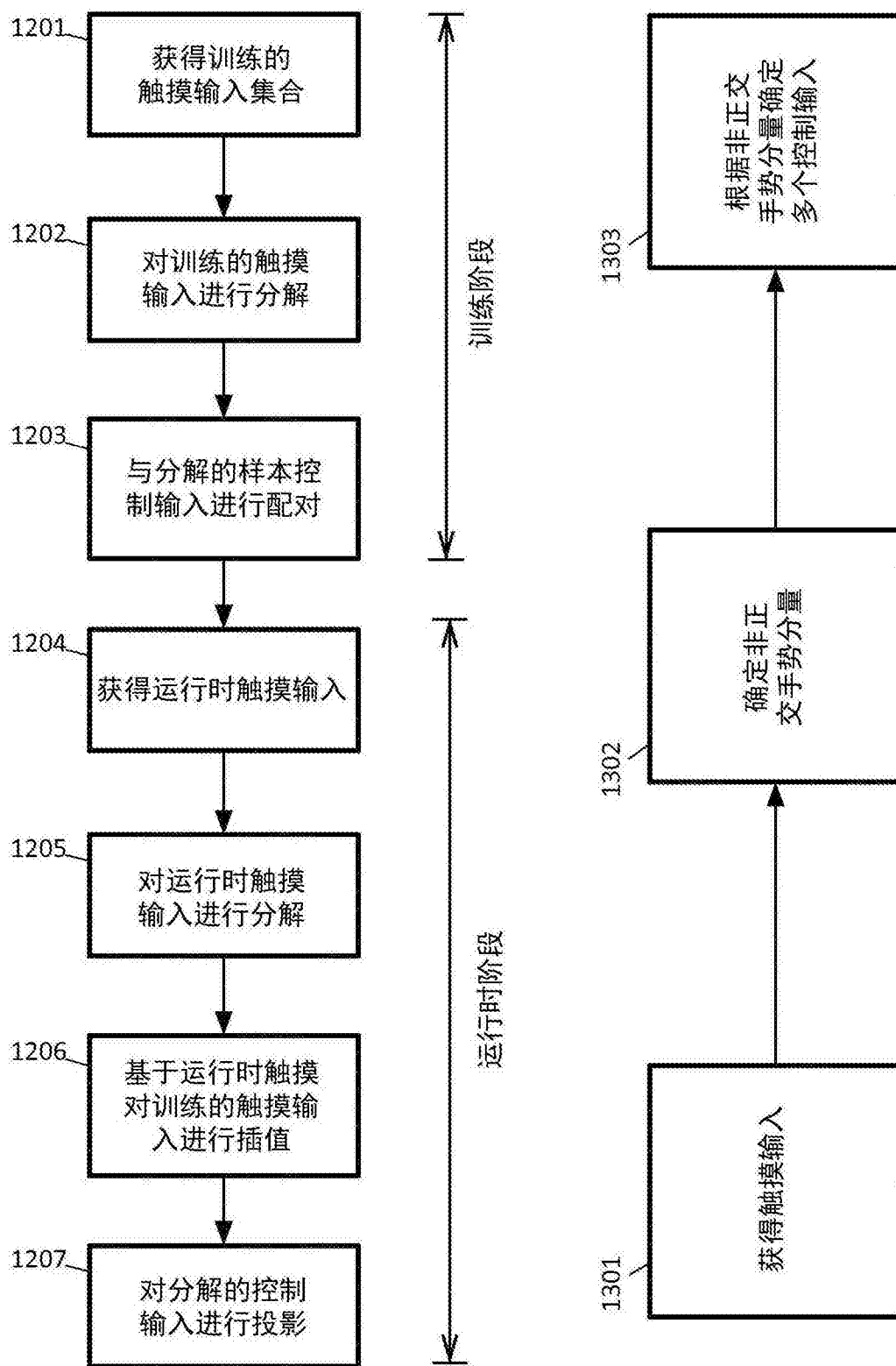


图13

图12

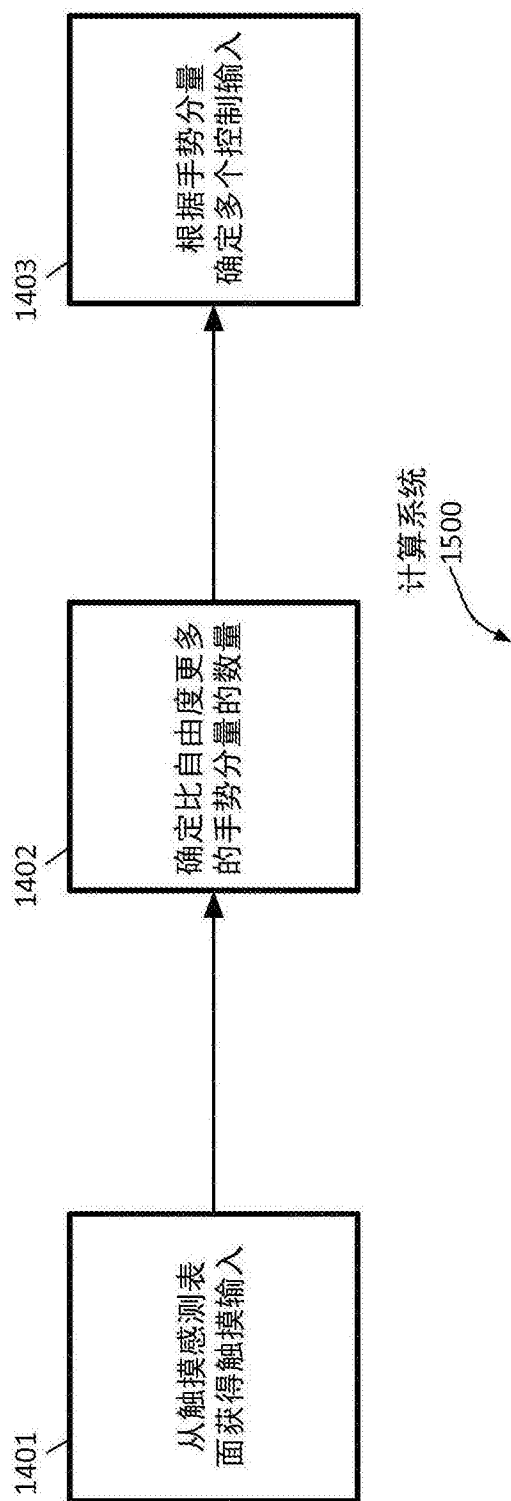


图14

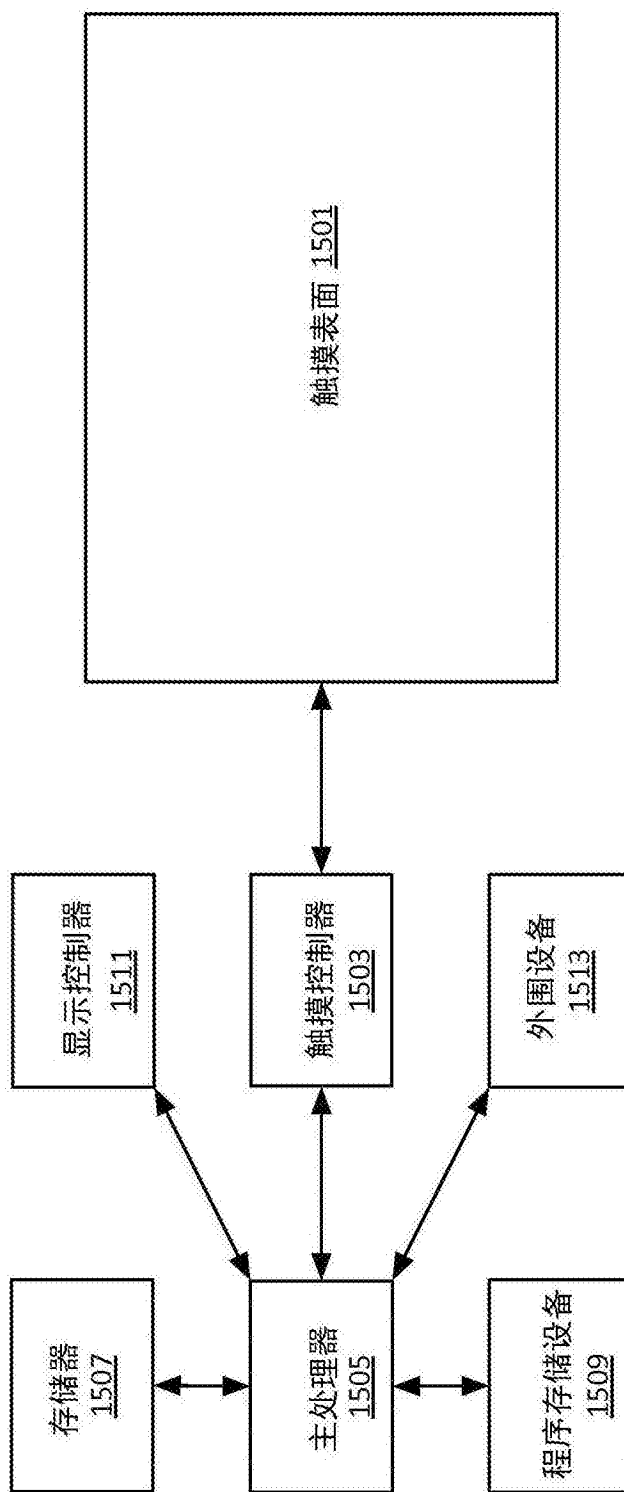


图15