



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110109534 A

(43)申请公布日 2019.08.09

(21)申请号 201811569314.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.06.11

G06F 3/01(2006.01)

(30)优先权数据

61/833,626 2013.06.11 US

(62)分案原申请数据

201480033405.3 2014.06.11

(71)申请人 意美森公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 克里斯托弗·J·乌尔里希

阿马亚·韦德尔 于画

大卫·比恩鲍姆

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 张伟峰 夏凯

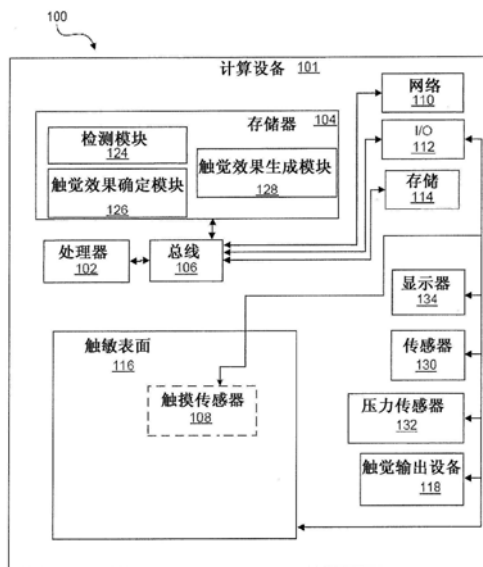
权利要求书1页 说明书19页 附图5页

(54)发明名称

用于基于压力的触觉效果的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及用于基于压力的触觉效果的系统和方法。这里公开的一种说明性系统包括：传感器，被配置为检测用户与触摸表面的交互并且发射包括与用户交互的压力相关联的数据的传感器信号。说明性系统还包括与所述传感器相通信的处理器，所述处理器被配置为：接收所述传感器信号；基于所述传感器信号确定压力水平；至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别；执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能；至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果；至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号；以及发射所述触觉信号。说明性系统进一步包括触觉输出设备，被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。



1. 一种系统,包括:

传感器,所述传感器被配置为检测与触摸表面的用户交互并且发射包括与用户交互的压力相关联的数据的传感器信号;

处理器,所述处理器与所述传感器相通信,所述处理器被配置为:

接收所述传感器信号;

基于所述传感器信号确定压力水平;

至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别;

执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能;

至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果;

至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号;以及

发射所述触觉信号;以及

触觉输出设备,所述触觉输出设备与所述处理器相通信,所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。

2. 一种方法,包括:

从传感器接收传感器信号,其中,所述传感器信号包括与触摸表面的用户交互的压力相关联的数据;

基于所述传感器信号确定压力水平;

至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别;

执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能;

至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果;

至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号;以及

发射所述触觉信号到触觉输出设备,其中,所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。

3. 一种非瞬时计算机可读介质,包括程序代码,当所述程序代码被处理器执行时,所述程序代码被配置为使得处理器:

从传感器接收传感器信号,其中所述传感器信号包括与触摸表面的用户交互的压力相关联的数据;

基于所述传感器信号确定压力水平;

至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别;

执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能;

至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果;

至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号;以及

发射所述触觉信号到触觉输出设备,其中所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。

## 用于基于压力的触觉效果的系统和方法

[0001] 本申请是2015年12月11日提交的国际申请日为2014年6月11日的申请号为201480033405.3 (PCT/US2014/041964) 的,发明名称为“用于基于压力的触觉效果的系统和方法”专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的引用

[0003] 本申请要求2013年6月11日提交的题为“Rendering of Haptic Effects Based on Discrete Pressure Values”美国临时专利申请No.61/833,626的优先权,其完整内容在此通过援引加入进来。

### 技术领域

[0004] 本发明涉及用户接口设备的领域。更具体地,本发明涉及基于压力的触觉效果。

### 背景技术

[0005] 随着基于计算机的系统变得更加流行,人们与这些系统交互的接口的质量正变得愈发重要。由于其直观和交互的特性而愈发流行的一种接口是触摸屏显示器。通过触摸屏显示器,用户可以通过以用户手指来接触触摸屏的区域来执行各种任务。为了创建更直观和增强的用户体验,设计者通常利用物理交互来达到用户体验。这通常是通过视觉、音频和/或触觉反馈来重现与物理世界的交互的一些方面而完成的。触觉反馈通常采取机械振动的形式。存在对用来生成触觉反馈的额外系统和方法的需要。

### 发明内容

[0006] 本公开的实施例包括计算设备,其特征在于基于压力的触觉效果。在一个实施例中,本公开的一种系统可以包括传感器,该传感器被配置为检测与触摸表面的用户交互并且发射包括与用户交互的压力相关联的数据的传感器信号。系统还可包括处理器,该处理器与所述传感器相通信,所述处理器被配置为:接收所述传感器信号;基于所述传感器信号确定压力水平;至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别。所述处理器还可以配置为:执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能;至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果;至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号;以及发射所述触觉信号。系统还可进一步包括触觉输出设备,该触觉输出设备与所述处理器相通信,所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。

[0007] 在另一实施例中,本公开的方法可包括:从传感器接收传感器信号,其中,所述传感器信号包括与触摸表面的用户交互的压力相关联的数据。方法还可包括:基于所述传感器信号确定压力水平,以及至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别。方法可进一步包括:执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能;至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果;至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号;以及发射所述触觉信号到触觉输出设备,其中,所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。又一实施例包括用于实现这样的方法的计算机可读介质。

[0008] 这些说明性实施例被提及并非要限制或定义本主题的限制,而是要提供示例以帮助对其的理解。在详细描述中讨论了说明性的实施例,并且提供了进一步的描述。通过审阅本说明书和/或实践所要求保护的主题的一个或多个实施例可以进一步理解各种实施例所提供的优点。

### 附图说明

[0009] 在说明书的剩余部分中更加具体地阐述完全和可实施的公开。说明书对下面的附图进行引用。

[0010] 图1是根据一个实施例的示出用于基于压力的触觉效果的系统的框图;

[0011] 图2是示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一框图;

[0012] 图3示出用于基于压力的触觉效果的系统的实施例;

[0013] 图4示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例;

[0014] 图5示出用于基于压力的触觉效果的系统的又一实施例;

[0015] 图6示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例;

[0016] 图7示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例;以及

[0017] 图8是根据一个实施例的用于执行用于提供基于压力的触觉效果的方法的步骤的流程图。

### 具体实施方式

[0018] 现在将具体参考各种和替换说明性实施例以及附图。通过解释来提供每个示例,而不作为限制。本领域技术人员将认识到,可以进行修改和变形。例如,被说明或描述为一个实施例的一部分的特征可以用于另一实施例中以得到又一实施例。因此,本公开旨在包括在所附权利要求及其等价物的范围内的修改和变形。

[0019] 基于压力的触觉效果的说明性示例

[0020] 本公开的一个说明性的实施例包括计算设备,诸如智能电话、平板计算机、或电子阅读器。计算设备包括触摸屏显示器、存储器、相机、以及与这些元件中每个元件通信的处理器。

[0021] 在说明性实施例中,触摸屏显示器被配置为输出用户界面。例如,触摸屏显示器可以输出与相机应用相关联的用户界面。用户可以与相机应用交互,例如,以拍摄照片或视频。用户界面包括用户可以交互的多个用户界面级别。每个用户界面级别可以被配置为使得计算设备执行一个或多个功能。例如,第一用户界面级别可以被配置为允许用户聚焦于相机视野内的对象(例如,人物、动物、树木、机动车或建筑物)上。第二用户界面级别可以被配置为拍摄对象的照片。

[0022] 在说明性实施例中,用户可以通过如下与不同用户界面级别交互(或激活不同用户界面级别):将与该级别相关联的压力的量施加到触摸屏显示器。计算设备被配置为检测压力的量且将压力的量归类为多个压力水平之一(即,落入两个压力阈值之间的压力范围)。每个压力水平可以与用户界面级别相关联。例如,没有压力(例如,用户在触摸表面上施加少量压力或不施加压力)可能不与用户界面级别相关联。软压力(例如,用户以低压力接触触摸表面)可以与第一用户界面级别相关联。因此,用户可以通过将软压力施加于触摸

屏显示器而能够将相机聚焦于对象上。强压力(例如,用户以比软压力水平多的压力接触触摸表面)可以与第二用户界面级别相关联。因此,用户可能能够通过将强压力施加于触摸屏显示器来拍摄对象的照片。

[0023] 在说明性实施例中,计算设备也与触觉输出设备相通信。触觉输出设备被配置为从计算设备接收信号并且输出用户可感知的触觉效果。

[0024] 在说明性实施例中,计算设备被配置为至少部分基于用户界面级别,来确定触觉效果以输出。例如,在说明性实施例中,如果计算设备确定用户将少量压力或无压力施加在触摸屏显示器上,计算设备可以确定没有触觉效果。在说明性实施例中,如果计算设备确定用户在触摸屏显示器上施加软压力,计算设备输出触觉效果(例如,触觉效果被配置为模拟相机镜头的运动)。进一步,在说明性实施例中,如果计算设备确定用户对触摸屏显示器加强压力,计算设备输出另一触觉效果(例如,触觉效果被配置为模拟拍摄照片和影片的相机的快门推进到下一帧)。因此,用户可能能够将相机聚焦于对象且拍摄对象照片,而不必从触摸屏显示器上单个位置移动用户的手指。对于用户来说,这可以使得与相机应用的交互更简单。

[0025] 在一些实施例中,与两个或更多用户界面级别相关联的触觉效果可以是相同的。例如,在一些实施例中,与第一用户界面级别和第二用户界面级别相关联的触觉效果可以是相同的(例如,振动)。在其他实施例中,与两个或更多用户界面级别相关联的触觉效果可以不同。例如,在一些实施例中,与第一用户界面级别相关联的触觉效果可以包括振动且与第二用户界面级别相关联的触觉效果可以包括明显区别于第一种振动的第二种振动,或者在可感知的摩擦系数上有改变。

[0026] 上面对说明性实施例的描述仅提供作为示例。这里描述了本发明的各种其他实施例且本领域技术人员将理解这样的实施例的变形。可以通过查看本说明书和/或通过实践所要求保护的主题的一个或多个实施例而进一步理解各种实施例所提供的优点。

[0027] 用于基于压力的触觉效果的说明性系统

[0028] 图1是示出根据一个实施例的用于基于压力的触觉效果的系统100的框图。如图1中所示,系统100包括计算设备101。计算设备101可包括例如移动电话、平板计算机、电子阅读器、笔记本电脑、桌面计算机、车载计算机系统、医疗设备、游戏控制台(game console)、游戏控制器、或便携游戏设备。进一步,在一些实施例中,计算设备101可以包括多功能控制器,例如用于在报摊、机动车、警报系统、恒温器、或其他类型的计算设备中使用的控制器。尽管系统100在图1中被示出为单个设备,在其他实施例中,系统100可以包括多个设备,诸如游戏控制台和一个或多个游戏控制器。

[0029] 计算设备101包括处理器102,处理器102与其他硬件经由总线106通信。存储器104,其能够包括任何合适的有形(且非瞬时)计算机可读介质,诸如RAM、ROM、EEPROM等,体现配置计算设备101的操作的程序部件。在所示实施例中,计算设备101进一步包括一个或多个网络接口设备110、输入/输出(I/O)部件112、和存储器114。

[0030] 网络接口设备110可以代表一个或更多个任何部件,其便于网络连接。示例包括但不限于有线接口,诸如以太网、USB、IEEE 1394,和/或无线接口,诸如IEEE 802.11、蓝牙,或用于接入蜂窝电话网络的无线电接口(例如用于接入CDMA、GSM、UMTS或其他移动通信网络的收发信机/天线)。

[0031] I/O部件112可以用于便于有线或无线连接到诸如一个或多个显示器134、游戏控制器、键盘、鼠标、游戏杆、相机、按钮、扬声器、麦克风的设备和/或用于输入数据或输出数据的其他硬件。存储器114代表非易失存储器,诸如包括在计算设备101中或耦合到处理器102的磁性、光学或其他存储介质。

[0032] 系统100进一步包括触敏表面116,其在示例中被集成到计算设备101。触敏表面116代表被配置为感应用户的触觉输入的任何表面。一个或多个触摸传感器108被配置为当对象接触触敏表面116时检测在触摸区域中的触摸并且提供适合数据以便处理器102使用。任何合适数目、类型或布置的传感器都可被使用。例如,电阻性和/或电容性传感器可以被嵌入到触敏表面116中并用于确定触摸的位置和其他信息,诸如压力、速度和/或方向。作为另一示例,针对(in view of)触敏表面116的光学传感器可以用于确定触摸位置。

[0033] 在其他实施例中,触摸传感器108可以包括LED检测器。例如,在一个实施例中,触敏表面116可以包括安装在显示器134侧面的LED手指检测器。在一些实施例中,处理器102与单个触摸传感器108通信,在其他实施例中,处理器102与多个触摸传感器108,例如第一触摸屏和第二触摸屏,通信。触摸传感器108被配置为检测用户交互,并且基于用户交互,发射信号到处理器102。在一些实施例中,触摸传感器108可以被配置为检测用户交互的多个方面。例如,触摸传感器108可以检测用户交互的速度和压力,并且将该信息结合到接口信号内。

[0034] 取决于系统100的特定配置,触敏表面116可以包括或不包括(或以其他方式对应于)显示器134。一些实施例包括可触摸显示器,其组合了设备的触敏表面116和显示器134。触敏表面116可以对应于显示器134外部或在显示器134上所示的部件上方的一个或多个层的材料。

[0035] 在一些实施例中,计算设备101包括触敏表面116,触敏表面116可以映射到图形用户界面,该图形用户界面设置在包括在系统100中的显示器134中且与计算设备101对接(interfaced to)。例如,如图2中所示,计算设备201包括触敏表面216,其可以映射到设置在包括在计算系统220中的显示器222中的图形用户界面。计算系统220通信耦合到计算设备201。计算设备201可以包括例如鼠标、轨迹板或其他设备。计算系统220可以包括例如笔记本计算机、桌面计算机、机顶盒(例如DVD播放器、DVR、有线电视盒子)或另一计算系统。不管是否与显示器222集成,在这里的示例中对平面触敏表面216的描述并不意味着限制。其他实施例可以包括曲面或不规则的触敏表面216。

[0036] 返回图1,系统100进一步包括压力传感器132。压力传感器132被配置为检测用户对与计算设备101相关联的表面(例如,触敏表面116)所施加的压力量。压力传感器132进一步被配置为发射传感器信号到处理器102。压力传感器132可以包括例如电容性传感器、应变仪、受抑全内反射传感器、或FSR。在一些实施例中,压力传感器132可以被配置为确定用户和计算设备101相关联的表面之间的接触的表面区域。在一些实施例中,触敏表面116或触摸传感器108可以包括压力传感器132。

[0037] 系统100包括一个或多个额外传感器130。在一些实施例中,传感器130可以包括例如相机、陀螺仪、加速计、全球定位系统(GPS)单元、温度传感器、应变仪、力传感器、范围传感器或深度传感器。在一些实施例中,陀螺仪、加速计和GPS单元可以分别检测计算设备101的定向、加速度和位置。在一些实施例中,相机、范围传感器、和/或深度传感器可以检测计

算设备101和外部对象(例如,用户的手、头、胳膊、脚或腿;另一人;机动车;树木;建筑物;或一件家具)之间的距离。尽管图1中所示的实施例描述了传感器130在计算设备101内部,在一些实施例中,传感器130可以在计算设备101外部。例如,在一些实施例中,一个或多个传感器130可以与可穿戴设备(例如,戒指、手镯、套袖、领子、帽子、衬衫、手套、衣物或眼镜)相关联和/或耦合到用户身体。在一些实施例中,处理器102可以与单个传感器130通信,在其他实施例中,处理器102可以与多个传感器130,例如陀螺仪和加速计通信。传感器130被配置为发射传感器信号到处理器102。

[0038] 系统100进一步包括与处理器102通信的触觉输出设备118。触觉输出设备118被配置为响应触觉信号输出触觉效果。在一些实施例中,触觉效果可以包括例如振动、所感知的摩擦系数的改变、模拟的纹理、温度的改变、抚摸的感觉、电触感效果或表面变形中的一种或多种。

[0039] 在图1中所示的实施例中,触觉输出设备118与处理器102通信且在计算设备101内部。在其他实施例中,触觉输出设备118可以远离计算设备101,但通信耦合到处理器102。例如,触觉输出设备118可以在计算设备101外部且经由诸如以太网、USB、IEEE 1394的有线接口和/或诸如IEEE 802.11、蓝牙或无线电接口的无线接口与计算设备101通信。在一些实施例中,触觉输出设备118可以耦合到可穿戴设备,其可以远离计算设备101。在一些实施例中,可穿戴设备可以包括鞋子、套袖、上衣、眼镜、手套、戒指、手表、腕带、手镯、衣物、帽子、头带和/或珠宝。在这样的实施例中,可穿戴设备可以与用户身体的一部分,例如用户的手指、胳膊、手、脚、腿、头或其他身体部分相关联。

[0040] 在一些实施例中,触觉输出设备118可以被配置为输出包括振动的触觉效果。触觉输出设备118可以包括例如压电致动器、电动马达、电磁致动器、音圈、形状记忆合金、电活性聚合物、螺线管、偏心旋转质量马达(ERM)或线性谐振致动器(LRA)。

[0041] 在一些实施例中,触觉输出设备118可以被配置为在与计算设备101相关联的表面(例如触敏表面116)上输出触觉效果,包括感知摩擦系数的变化。在一个实施例中,触觉输出设备118包括超声致动器。超声致动器可以以超声频率振动,例如20kHz,在与计算设备101相关联的表面(例如,触敏表面116)上增加或降低感知的系数。在一些实施例中,超声致动器可以包括压电材料。

[0042] 在其他实施例中,触觉输出设备118可以使用静电吸引,例如通过使用静电致动器,来输出触觉效果。在这样的实施例中,触觉效果可以包括在与计算设备101相关联的表面(例如,触敏表面116)上的模拟的纹理、模拟的振动、抚摸的感觉、或感知的摩擦系数的改变。在一些实施例中,静电致动器可以包括传导层和绝缘层。传导层可以是任何半导体或其他传导材料,诸如铜、铝、金或银。绝缘层可以是玻璃、塑料、聚合物或任何其他绝缘材料。而且,处理器102可以通过施加电信号,例如AC信号到传导层来操作静电致动器。在一些实施例中,高电压放大器可以生成AC信号。电信号可以生成在传导层和靠近或接触触觉输出设备118的对象(例如,用户的手指、头、脚、胳膊、肩膀、腿或其他身体部分、或触针)之间的电容性耦合。在一些实施例中,使对象和传导层之间的吸引水平变化可以改变与计算设备101交互的用户所感知的触觉效果。

[0043] 在一些实施例中,触觉输出设备118可以包括变形设备。变形设备可以被配置为通过使得与触觉输出设备相关联的表面(例如计算设备101的外壳或触敏表面116)变形而输

出触觉效果。在一些实施例中,触觉输出设备118可以包括智能凝胶,其通过改变刚度、体积、透明度和/或颜色来响应于一个或多个刺激。在一些实施例中,刚度可以包括与触觉输出设备118相关联的表面抵抗变形的阻力。在一个实施例中,一个或多个线嵌入或耦合到智能凝胶。随着电流通过线,发射热,使得智能凝胶扩张或收缩,使得与触觉输出设备118相关联的表面变形。

[0044] 在其他实施例中,触觉输出设备118可包括耦合到胳膊的致动器,该致动器使变形部件旋转。致动器可包括压电致动器、旋转/线性致动器、螺线管、电活性聚合物致动器、宏纤维复合材料(MFC)致动器、形状记忆合金(SMA)致动器和/或其他致动器。随着致动器旋转变形部件,变形部件可以移动与触觉输出设备118相关联的表面,使其变形。在一些实施例中,触觉输出设备118可以包括计算设备101的外壳的一部分或计算设备101的部件。在其他实施例中,触觉输出设备118可以容纳在覆盖计算设备101的柔性外壳内或计算设备101的部件的内部。

[0045] 在一些实施例中,触觉输出设备118可以被配置为输出热或电触感触觉效果。例如,触觉输出设备118可以被配置为输出触觉效果,包括与触觉输出设备118相关联的表面的温度的改变。在一些实施例中,触觉输出设备118可以包括导体(例如导线或电极),用于输出热或电触感效果。例如,在一些实施例中,触觉输出设备118可以包括嵌入与触觉输出设备118相关联的表面的导体。计算设备101可以通过发射电流到导体而输出触觉效果。导体可以接收电流并且例如生成热,由此输出触觉效果。

[0046] 尽管这里示出了单个触觉输出设备118,一些实施例可以使用相同或不同类型的多个触觉输出设备来提供触觉反馈。一些触觉效果可以利用耦合到设备外壳的致动器,且一些触觉效果可以按顺序和/或合作使用多个致动器。例如,在一些实施例中,多个振动致动器和静电致动器可以单独或合作使用以提供不同触觉效果。在一些实施例中,触觉输出设备118可以包括螺线管或其他力或位移致动器,其可以耦合到触敏表面116。进一步,触觉输出设备118可以是刚性或柔性的。

[0047] 转到存储器104,程序部件124、126和128被描绘以示出设备如何可以在一些实施例中配置为提供基于压力的触觉效果。在这个示例中,检测模块124将处理器102配置为经由触摸传感器108监视触敏表面116以确定触摸的位置。例如,检测模块124可以对触摸传感器108进行采样,以便追踪触摸的存在或缺失,并且如果触摸存在,就追踪触摸的位置、路径、速度、加速度、压力和/或其他特性中的一个或多个。

[0048] 触觉效果确定模块126表示程序部件,其分析数据以确定要生成的触觉效果。触觉效果确定模块126可以包括用来基于例如与触敏表面116的交互来确定要输出的触觉效果的代码,还包括用来选择一个或多个要提供的触觉效果以便输出该效果的代码。例如,在一些实施例中,触敏表面116的一些或全部区域可以映射到图形用户界面。触觉效果确定模块126可以基于触摸的位置而选择不同触觉效果,以在触敏表面116的表面上模拟特征(例如,虚拟化身、机动车、动物、卡通形象、按钮、控制杆、滑块、列表、菜单、标识或人物)的存在。在一些实施例中,这些特征可以对应于界面上特征的可视表示。但是,即使对应元素未显示在界面中,触觉效果也可以被输出(例如,即使边界未显示,如果界面的边界被跨越也可以提供触觉效果)。

[0049] 在一些实施例中,触觉效果确定模块126可以至少部分基于与虚拟对象相关联的



特性(例如,虚拟大小、宽度、长度、颜色、纹理、材料、轨迹、类型、运动、模式或位置)来选择触觉效果。例如,在一个实施例中,如果与虚拟对象相关联的颜色是蓝色,触觉效果确定模块126可以确定包括振动的触觉效果。在这样的实施例中,如果与虚拟对象相关联的颜色是红色,触觉效果确定模块126可以确定包括温度改变的触觉效果。作为另一示例,如果虚拟对象包括相关联的沙质或粗糙的虚拟纹理,触觉效果确定模块126可以确定被配置为模拟沙的纹理的触觉效果。

[0050] 在一些实施例中,触觉效果确定模块126可以至少部分基于来自压力传感器132的信号而选择触觉效果。也就是,触觉效果确定模块126可以基于用户向与计算设备101相关联的表面(例如触敏表面116)施加的压力的量来确定触觉效果。例如,在一些实施例中,如果用户对表面施加很小或不施加压力的话,触觉效果确定模块126可以输出第一触觉效果或不输出触觉效果。在一些实施例中,如果用户对表面施加低压力的话,触觉效果确定模块126可以输出第二触觉效果或不输出触觉效果。进一步,在一些实施例中,如果用户对表面施加强压力的话,触觉效果确定模块126可以输出第三触觉效果或不输出触觉效果。在一些实施例中,触觉效果确定模块126可以将不同触觉效果与无压力、软压力和/或强压力相关联。在其他实施例中,触觉效果确定模块126可以将相同触觉效果与无压力、软压力和/或强压力相关联。

[0051] 在一些实施例中,触觉效果确定模块126可以包括有限状态机。有限状态机可以包括计算的数学模型。一旦向数学模型施加输入,有限状态机可以从当前状态转换到新状态。在这样的实施例中,有限状态机可以基于状态之间的转换而选择触觉效果。在一些实施例中,这些状态转换可以至少部分地基于来自压力传感器132的传感器信号而驱动。

[0052] 在一些实施例中,触觉效果确定模块126可以包括用来至少部分地基于来自传感器130的信号(温度、环境光的量、加速计测量或陀螺仪测量)而确定触觉效果的代码。例如,在一些实施例中,触觉效果确定模块126可以基于环境光的量来确定触觉效果。在这样的实施例中,随着环境光减少,触觉效果确定模块126可以确定这样的触觉效果,该触觉效果被配置为使计算设备101的表面变形或者改变在与触觉输出设备118相关联的表面上感知的摩擦系数。在一些实施例中,触觉效果确定模块126可以基于温度确定触觉效果。例如,随着温度降低,触觉效果确定模块126可以确定触觉效果,其中用户感知到在与触觉输出设备118相关联的表面上摩擦系数的降低。

[0053] 触觉效果生成模块128表示这样的程序,该程序用于使得处理器102发射触觉信号到触觉输出设备118以生成所选触觉效果。例如,触觉效果生成模块128可以访问存储的波形或命令以向触觉输出设备118发送。作为另一示例,触觉效果生成模块128可以包括用来确定触觉信号的算法。触觉效果生成模块128可以包括用来确定用于触觉效果的目标坐标的算法。这些目标坐标可以包括例如在触敏表面116上的位置。

[0054] 图3示出了用于基于压力的触觉效果的系统的实施例。系统300包括计算设备302。如上所注意到的,在一些实施例中,计算设备302可以包括平板、电子阅读器、车载计算机(例如用于控制诸如立体声系统、HVAC、照明、导航或其他车辆功能的一个或多个机动车系统或设备的计算机)、医疗设备、笔记本计算机、桌面计算机、游戏系统、便携游戏设备、游戏板或另一电子设备。在其他实施例中,计算设备302可以包括多功能控制器,例如,在报摊、机动车、警报系统、恒温器或其他类型计算设备中使用的控制器。在图3中所示的实施例中,

计算设备302包括移动电话,诸如智能电话。

[0055] 在这个示例中,计算设备302还包括触摸屏显示器304,其结合了触敏表面和显示器。触摸屏显示器304输出用户界面(例如游戏)。在一些实施例中,用户界面可以包括一个或多个虚拟对象306。在图3中所示的实施例中,虚拟对象306包括虚拟枪。

[0056] 用户308可以与用户界面交互,例如通过在触摸屏显示器304上敲击、触摸或做手势(例如双手指捏合或划动)。在一些实施例中,用户308可以与用户界面交互以玩视频游戏,例如用虚拟枪射击虚拟目标。

[0057] 如上所讨论的,在一些实施例中,用户界面可以包括多个级别,用户308可与所述多个级别交互。用户308可以通过施加与该用户界面级别相关联的压力水平而与不同界面级别交互。例如,在一个实施例中,用户308可以通过施加软压力而在用户界面中感受与对象相关联的纹理。在这样的实施例中,用户308可以通过施加更硬的压力而选择对象。因此,计算设备302可以提供与虚拟对象306交互的多个层,其可以提高用户体验。

[0058] 在图3中所示的实施例中,用户可以与虚拟对象306交互,例如,从而玩视频游戏。用户308可以通过施加不同量的压力到触摸屏显示器304与虚拟对象306交互,例如,以执行游戏功能。例如,用户可以通过施加软压力到虚拟对象306(例如虚拟枪)来与用户界面的第一级别交互。在一些实施例中,计算设备302可以执行与第一用户界面级别相关联的游戏功能(例如,加载弹匣到虚拟枪中或瞄准虚拟枪)。进一步,在一些实施例中,用户可以通过向虚拟对象306施加强压力来与用户界面的第二级别交互。在一些实施例中,计算设备302可以执行与第二用户界面级别相关联的游戏功能(例如,射击虚拟枪)。在一些实施例中,一旦用户释放在虚拟对象306上的强压力,计算设备306可以执行与第一用户界面级别相关联的另一游戏功能(例如,从虚拟枪退出空弹壳)。因此,用户308可以在不必将手指从虚拟对象306移开的情况下,能够执行多个游戏功能。这可为用户提供更直觉和简化的体验。

[0059] 计算设备302被配置为至少部分基于用户界面级别确定触觉效果。例如,在一些实施例中,如果用户308不对虚拟对象306施加压力,计算设备302可以确定没有触觉效果。如果用户308施加软压力给虚拟对象306,计算设备302可以输出与第一用户界面级别相关联的触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟枪柄或把手的纹理(例如木质或橡胶纹理)。进一步,在一些实施例中,如果用户308施加强压力到虚拟对象306,计算设备302可以输出与第二用户界面级别相关联的触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟枪开火(例如,更短持续时间的高幅度振动)。在一些实施例中,除了触觉效果之外,计算设备302可以输出与用户界面级别相关联的声音(例如,开枪的声音)。因此,用户可以接收与一个或多个用户界面级别相关联的触觉和/或音频反馈。这可以给用户提供增强的游戏体验。例如,用户308可以在不必看着触摸屏显示器304的情况下,能够施加软压力给虚拟武器以确定是什么类型的武器。进一步,用户308可以在不必看着触摸屏显示器304的情况下,能够施加强压力给虚拟武器以操纵或使武器开火。因此,用户可以任意集中用户注意力到其他游戏活动。

[0060] 在一些实施例中,用户界面级别可以与多个功能相关联。例如,在一些实施例中,如果用户308释放强压力,计算设备302可以执行与第一用户界面级别相关联的另一功能。例如,计算设备302可以从虚拟枪虚拟地退出用过的弹药。进一步,多个触觉效果可以与用户界面级别相关联。例如,一旦用户释放强压力,计算设备302可以输出与第一用户界面级别相关联的另一触觉效果。例如,计算设备302可以输出被配置为模拟从虚拟枪退出用过的

弹药的触觉效果(例如,较短持续时间的低幅度振动)。进一步,如果用户308释放软压力,计算设备302可以执行另一功能和/或输出触觉效果。例如,计算设备302可以输出被配置为模拟从武器卸载弹匣的触觉效果(例如,较长持续时间的低幅度振动)。因此,用户308可以通过向用户界面中显示的虚拟对象施加不同水平的压力而执行不同的功能。进一步,计算设备302可以确定和输出与功能和/或压力水平相关联的不同触觉效果。

[0061] 作为另一示例,在一些实施例中,计算设备302可以包括模拟器。模拟器可以被配置为输出虚拟对象306并且模拟与对象的物理交互。例如,模拟器可以输出虚拟碳酸饮料罐(例如苏打或啤酒罐)且被配置为模拟与实际碳酸饮料罐的交互。在一些实施例中,一旦用户308施加软压力给虚拟碳酸饮料罐,计算设备302可以输出与第一用户界面级别相关联的触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟碳酸的释放(例如,较长持续时间的低幅度振动)。在一些实施例中,一旦用户308施加强压力给虚拟对象306,计算设备302可以输出与第二用户界面级别相关联的触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟打开罐子的拉环(例如,较短持续时间的高幅度振动)。一旦用户308释放强触摸,计算设备302可以输出与第一用户界面级别相关联的另一触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟饮料的倒出(例如流动感)。

[0062] 又一示例可包括虚拟对象306,包括虚拟车。用户306可能能够在视频游戏中驾驶虚拟车。在一些实施例中,如果用户308施加软压力给虚拟对象306,计算设备302可以例如启动虚拟车的引擎。计算设备302还可以输出触觉效果,例如配置为模拟引擎启动的轰鸣声(例如,长、低频振动)。在一些实施例中,如果用户308施加强压力给虚拟对象406,计算设备302可以例如加速虚拟车。计算设备302可以输出触觉效果,例如配置为模拟踩压车辆的加速器。在一些实施例中,一旦用户308释放强压力,计算设备302例如可以停车和/或将车熄火。计算设备302还可以输出另一触觉效果,例如配置为模拟将车熄火(例如计算设备302可以停止输出触觉效果)。因此,用户可以在不必将手指从虚拟对象移开的情况下能够玩视频游戏,这可能使得视频游戏更容易玩。

[0063] 在一些实施例中,虚拟对象306可以包括虚拟吉他。用户306可能能够在视频游戏中弹奏虚拟吉他。在一些实施例中,如果用户308施加软压力给虚拟对象306,计算设备302可以例如轻轻地弹奏虚拟吉他。计算设备302还可以输出触觉效果,例如被配置为模拟吉他弦的振动(例如,幅度随时间衰减的振动)。在一些实施例中,如果用户308施加强压力给虚拟对象406,计算设备302可以例如激烈地弹奏虚拟吉他。计算设备302可以输出触觉效果,例如被配置为模拟激烈地弹奏吉他弦。因此,用户可能能够在不必移动手指的情况下进行虚拟调整用户弹奏的强度。这可以使得玩视频游戏更容易。

[0064] 在一些实施例中,用户308可能能够使用与用户界面级别相关联的压力的量而与虚拟对象306的多个部分交互。虚拟对象306的每个部分可以与不同功能相关联。例如,虚拟对象306可以包括水碗。用户308可能能够与虚拟水碗的边缘交互以执行与用户界面级别相关联的功能(例如,选择虚拟水碗)。用户308可能还能够与水碗中的虚拟水交互以执行与用户界面级别相关联的另一功能(例如,泼水,作为视频游戏的一部分)。

[0065] 进一步,计算设备302可以至少部分基于用户正与之交互的虚拟对象306而输出触觉效果。例如,在上述的实施例中,如果用户308施加轻压力给虚拟水碗中的水,计算设备302可以输出与第一用户界面级别和水相关联的触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟水的感觉(例如,模拟的水纹理或触摸屏显示器304的表面上感受到的摩擦系数的降低)。进一

步,如果用户308施加轻压力给虚拟水碗的边缘,计算设备302可以输出与第一用户界面级别和边缘相关联的另一触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟碗的边缘的感觉(例如,模拟的陶瓷或玻璃纹理)。在一些实施例中,如果用户308施加强压力给虚拟水碗中的水,计算设备302可以输出与第二用户界面级别和水相关联的触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟泼洒水(例如,短持续时间的多个高频振动)。在这样的实施例中,如果用户308施加强压力给虚拟水碗的边缘,计算设备302可以输出与第二用户界面级别和边缘相关联的触觉效果。例如,触觉效果配置为模拟玻璃破碎(例如多个短振动)。

[0066] 图4示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例。系统400包括计算设备402,例如智能电话或平板电脑。

[0067] 计算设备402还包括触摸屏显示器404。计算设备402可以在触摸屏显示器404上输出虚拟对象406。虚拟对象406可以包括任何类型或数量的对象,例如按钮、滑块、把手、列表、菜单。例如,在一些实施例中,虚拟对象406可以包括电话号码输入屏幕。电话号码输入屏幕可以包括多个按钮,例如具有数位0-9、星号以及英镑符号。在图4中所示的实施例中,虚拟对象406包括虚拟键盘。用户408可以经由触摸屏显示器404与虚拟对象406交互。

[0068] 如上所讨论的,计算设备402被配置为将用户408对计算设备402施加的压力归类为多个压力水平之一(例如,无压力、软压力或强压力)。任何数量或配置的压力水平是可能的。压力水平可以是离散的(即,分离且区别的)。在一些实施例中,每个压力水平可以与用户界面级别相关联。

[0069] 在一些实施例中,用户界面级别可以与触觉效果相关联,触觉效果被配置为给用户引导信息。例如,在一些实施例中,用户408可以用手指使用与用户界面级别相关联的压力的量来探寻虚拟对象406。例如,用户408可以使用软压力,例如通过用手指在屏幕上轻轻按压,来探索虚拟键盘。一旦用户408与虚拟对象406的边缘交互,计算设备402可以输出触觉效果。例如,一旦用户408与虚拟键盘按键的边缘交互,计算设备402可以输出触觉效果。触觉效果可以被配置为模拟虚拟对象的边缘。例如,计算设备402可以输出触觉效果,触觉效果被配置为通过使触摸屏显示器404的表面变形以生成由用户408感知的到的突起或脊状来模拟键盘按键的边缘。这可以允许用户408确定用户手指的位置。例如,在用户408探索虚拟键盘时,用户408可能能够确定用户的手指是否正在虚拟键盘按键之间转换。

[0070] 在一些实施例中,在用户定位了按键的边缘之后,用户可以按压按键以输入与该按键相关联的字母。在这样的实施例中,用户可以使用不同的用户界面级别,例如与强压力相关联的级别,以便按压按键。因此,在一些实施例中,一个用户界面级别可以用于引导(例如,提醒用户显示器上的位置)且另一用户界面级别可以与选择用于进一步交互的特定虚拟项相关联。

[0071] 进一步,在一些实施例中,一旦用户选择按键,计算设备302可以输出与用户界面级别相关联的触觉效果。例如,触觉效果可以被配置为向用户提供已接收到按键按压的确认(例如短振动)。因此,用户可能能够在不必看着触摸屏显示器404的情况下确定计算设备402是否登记(register)了键盘按压。

[0072] 在一些实施例中,一旦用户408与另一件虚拟对象交互,计算设备402可以输出不同触觉效果。例如,一旦用户与虚拟键盘按键的中心交互,计算设备402可以输出触觉效果。触觉效果可以被配置为模拟键盘按键的纹理,例如塑料纹理。这可以允许用户408确定用户

的手指在虚拟键盘按键的中心上。作为另一示例,在一些实施例中,一旦用户408与虚拟键盘上的一个或多个朝向按键(例如键盘上的按键配置为使用户408朝向键盘上其手指的位置)诸如“F”和“J”按键交互,计算设备402可以输出触觉效果。例如,计算设备402可以以短持续时间输出低幅度振动。这可以允许用户408确定用户手指在虚拟键盘上的位置。

[0073] 在一些实施例中,用户界面可以被配置为模拟与真实世界对象的物理交互。例如,在一些实施例中,虚拟对象406可以包括虚拟砖。用户408可以通过与虚拟对象406交互同时施加软压力而“抓住”(例如,选择)虚拟对象406。一旦用户408抓住虚拟对象406,计算设备402可以输出触觉效果。例如,触觉效果被配置为模拟砖(例如,模拟的砖的纹理)。进一步,例如通过将手指沿着触摸屏显示器404移动同时施加强压力,用户408可以将虚拟对象406拖到新位置。一旦用户408移动虚拟砖,计算设备402可以输出触觉效果。例如,被配置为模拟移动砖(例如,可感知在触摸屏显示器404的表面上的摩擦系数的增加)的触觉效果。用户408可以在新位置放下虚拟对象406,例如通过释放强压力。在一些实施例中,当用户放下虚拟对象时,计算设备402可以输出触觉效果,例如被配置为模拟放下砖(例如,高幅度、短持续时间的振动)的触觉效果。

[0074] 作为另一示例,在一些实施例中,计算设备402可以包括游戏。游戏可以包括虚拟对象406,其包括泡沫包装。随着用户408与触摸屏显示器404交互,计算设备402可以输出触觉效果。例如,触觉效果被配置为模拟泡沫包装的感觉(例如,模拟的塑料纹理)。在这样的实施例中,随着用户408施加附加压力到触摸屏显示器404,用户可以捏破虚拟泡沫包装。在这样的实施例中,计算设备402可以输出被配置为模拟泡沫捏破(高幅度、短持续时间的振动)的触觉效果。在一些实施例中,计算设备402还可以输出泡沫包装捏破的一个或多个图像和/或播放捏破的声音。

[0075] 图5示出用于基于压力触觉效果的系统的另一实施例。系统500包括计算设备502。在这个示例中,计算设备502包括智能电话、电子阅读器或平板电脑。

[0076] 计算设备502还包括触摸屏显示器504。计算设备502可以经由触摸屏显示器504输出用户界面,包括多个虚拟对象。用户510可以与触摸屏显示器504和/或虚拟对象交互。如上所讨论的,计算设备502被配置为将用户510对计算设备502施加的压力归类到多个压力水平之一(例如,无压力、软压力或强压力)。在一些实施例中,每个压力水平可以与用户界面级别相关联。

[0077] 在一些实施例中,用户界面可以被配置为给用户的信息。例如,在一些实施例中,用户510可以与关联于虚拟对象506的超链接交互(例如触摸)。用户510可以使用与用户界面级别相关联的量的压力与超链接交互,例如以执行功能。例如,用户可以使用软压力来与超链接交互,以观看相关网页(例如,在气泡悬浮框中)的预览。作为另一示例,用户可以使用软压力与超链接交互以观看与网页相关联的其他数据(例如HTML或其他代码、网站统计或趋势,或者在网页内容内编码的元数据)。计算设备502可以输出与用户界面级别相关联的触觉效果(例如,中等幅度、中等持续时间的振动)。在一些实施例中,用户510可以使用与另一用户界面级别相关联的另一量的压力与超链接交互,例如以执行另一功能。例如,用户510可以使用强压力与超链接交互。在一些实施例中,强压力可以使得计算设备502打开指向与超链接相关联的网页的浏览器窗口。在这样的实施例中,计算设备502可以输出触觉效果。例如,被配置为模拟按钮按压的触觉效果。

[0078] 在一些实施例中,计算设备502可以输出被配置为简化与用户界面的用户交互的一个或多个触觉效果。例如,在一些实施例中,用户510可以使用软压力沿着触摸屏显示器504划动手指以滚动文本。在一些实施例中,计算设备502可以输出触觉效果,该触觉效果被配置为减小触摸屏显示器504的表面上的摩擦系数。减小触摸屏显示器504的表面上的摩擦系数可以使得用户更容易沿着触摸屏显示器504移动手指以滚动文本。

[0079] 进一步,在一些实施例中,用户510可以使用与另一用户界面级别相关联的压力的量(例如强压力)与虚拟对象506交互以执行另一功能。例如,用户510可以使用强压力与虚拟对象506交互以选择文本。在一些实施例中,计算设备502可以输出触觉效果。例如,被配置为通知用户510文本已被选择的触觉效果(例如,中等幅度、短持续时间的振动)。这可以防止用户510错误选择或修改文本。

[0080] 在一些实施例中,一旦用户以与用户界面级别相关联的压力的量与虚拟对象508交互,计算设备502可以显示一个或多个新的虚拟对象512(或更新虚拟对象508)。例如,在一些实施例中,一旦用户与虚拟对象交互,计算设备502可以输出工具提示(例如,配置为给用户提供信息的悬浮框)。计算设备502还可以输出触觉效果。在一些实施例中,如果用户510施加额外压力,计算设备502可以在触摸屏显示器504上改变或更新虚拟对象508。例如,计算设备502可以在虚拟日历上将月输出从十二月改为一月。在一些实施例中,计算设备502还可以输出触觉效果。

[0081] 在一些实施例中,用户510可能能够使用各种量的压力(例如,无压力、软压力或强压力)与新虚拟对象512(例如工具提示)交互。例如,在一些实施例中,如果用户510使用软压力与工具提示交互,计算设备502可以输出额外文本信息。计算设备502还可以输出触觉效果。在这样的实施例中,如果用户510使用强压力与工具提示交互,计算设备可以播放声音或视频(例如,给用户额外非文本信息)。用户510可能能够使用与任意数量的用户界面级别之一相关联的量的压力与任意数量的虚拟对象交互。

[0082] 图6示出了用于基于压力的触觉效果的系统的又一实施例。系统600包括计算设备602。在此示例中,计算设备602包括桌面计算机。计算设备602与用户输入设备606(例如键盘)通信。计算设备602还与触敏表面608通信。用户可以经由用户输入设备606而与计算设备602交互。进一步,用户可以通过触摸、做手势或与触敏表面608的其它交互来与计算设备602交互。

[0083] 计算设备602进一步包括显示器604。计算设备602可以在显示器604上输出包括虚拟对象610的用户界面。在图6中所示的实施例中,计算设备602正在输出包括桃子的虚拟对象610。

[0084] 在一些实施例中,计算设备602可以被配置为模拟在不同深度与虚拟对象610交互或者与虚拟对象610的不同表面交互。例如,用户可以使用软压力与虚拟桃子交互。作为响应,计算设备602可以输出与软压力相关联的触觉效果。例如,计算设备602可以输出被配置为模拟桃子的绒毛或表皮的触觉效果。进一步,在一些实施例中,用户可以使用强压力与虚拟对象610交互。作为响应,计算设备602可以输出与强压力相关联的触觉效果。例如,计算设备602可输出触觉效果,该触觉效果被配置为模拟随着用户按压到桃子中、桃子内的湿软或柔软质地。这样,用户可以通过使用不同压力与用户界面交互而感受虚拟对象610的不同表面或深度。

[0085] 作为另一示例,在一些实施例中,虚拟对象610可以包括装有钉子的纸板箱。在一些实施例中,用户可以使用软压力与虚拟纸板箱交互。作为响应,计算设备602可以输出触觉效果,配置为模拟纸板箱(例如,纸板箱纹理)。在一些实施例中,用户可以使用强压力而与虚拟的纸板箱的钉子交互。作为响应,计算设备602可以输出被配置为模拟纸板箱内的钉子的触觉效果(例如,金属纹理)。因此,用户可以通过使用不同量的压力与纸板箱交互而感知虚拟纸板箱内部和外部两者。

[0086] 在一些实施例中,虚拟对象610可以包括一个或多个图标。用户可以使用软压力与图标交互。作为响应,计算设备602可以执行功能,例如,计算设备602可以突出显示图标。突出显示图标可以提示用户该图标可以被激活(例如,可点击)。计算设备602还可以输出例如被配置为提示用户该图标可以被激活的触觉效果。在这样的实施例中,用户可以使用强压力与图标交互。作为响应,计算设备602可以执行功能,例如,计算设备602可以打开与图标相关联的程序。计算设备602可以输出与程序相关联的触觉效果或者以其他方式执行与激活图标相关联的命令。例如,计算设备602可以输出被配置为与程序的品牌或制造商相关联的触觉效果。因此,在一些实施例中,用户可能能够在不必观看显示器604的情况下,定位可以被激活的图标。进一步,用户可能能够在不必观看显示器604的情况下打开程序或执行与图标相关联的其他命令。因此,用户可以随意集中到其他活动上而同时与用户界面交互。

[0087] 图7示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例。系统700包括计算设备。在这个示例中,计算设备包括车载计算机(例如,用于控制一个或多个机动车系统或设备的计算机)。系统700包括触摸屏显示器702。计算设备可以经由触摸屏显示器702输出用户界面,该用户界面包括一个或多个虚拟对象。用户可以通过与触摸屏显示器702交互而提供输入给计算设备。系统700还可以包括一个或多个触敏按钮704、游戏杆、换挡器、或者其他用户接口设备。

[0088] 在一些实施例中,计算设备可以输出用户界面,该用户界面被配置为允许用户与用户界面交互而不必可视地聚焦于用户界面。例如,在一些实施例中,计算设备可以输出用户界面,包括地图(例如,用于导航)。在一些实施例中,用户可以使用软压力与地图交互。计算设备可以检测软压力并且将软压力与用户界面级别相关联,所述用户界面级别例如被配置为开启GPS导航。计算设备可以输出相关联的触觉效果。例如,触觉效果被配置为确认计算设备已经开启导航(小幅度、短持续时间的振动)。

[0089] 进一步,在一些实施例中,用户可以使用强压力与虚拟地图上的点交互。计算设备可以检测强压力并且将强压力与用户界面级别相关联,该用户界面级别被配置为输出与该点相关联的信息。该信息可以包括例如附近的加油站、餐馆、电影院、警察局、或医院,或者其他信息,诸如交通状况、限速或城市历史。在一些实施例中,计算设备可以至少部分基于信息的内容输出触觉效果。例如,如果信息包括附近的加油站,计算设备可以输出被配置为模拟机动车引擎的轰鸣声的触觉效果(例如,低幅度、长持续时间的振动)。作为另一示例,如果信息包括糟糕的交通状况,计算设备可以输出被配置为模拟“停停走走”的交通状况的触觉效果(例如,具有短持续时间的四个中等幅度的振动,以相等时间间隔隔开)。这样,用户可能能够与系统700交互且接收信息而不必使用户眼睛离开路面。

[0090] 用于基于压力的触觉效果的说明性方法

[0091] 图8是根据一个实施例用于执行用于提供基于压力的触觉效果的方法的步骤的流

程图。在一些实施例中，图8中的步骤可以由处理器执行的程序代码来实现，处理器例如是通用计算机、移动设备或服务器中的处理器。在一些实施例中，这些步骤可以由处理器组来实现。在一些实施例中，图8中所示的一个或多个步骤可以被忽略或以不同次序执行。类似地，在一些实施例中，可以执行图8中未示出的额外步骤。结合上面关于图1中所示的系统100所述的部件来描述下面的步骤。

[0092] 进一步，结合画图应用来描述下面的步骤。用户可以与画图应用交互以画出虚拟图像。用户可以与画图应用交互，例如通过用手指沿着触敏表面116的表面划动。

[0093] 方法800开始于步骤802，这时处理器102从压力传感器132接收传感器信号。传感器信号可以与用户可以用来与触敏表面116交互的压力的量相关联。例如，用户可以用手指沿着触敏表面116划动以执行与画图应用相关联的功能，诸如画出直线。压力传感器132可以检测与划动相关联的压力的量并且将传感器信号发射到处理器102。

[0094] 方法800继续到步骤804，此时处理器102确定压力水平（例如基于传感器信号）。如上所注意到的，压力水平包括落入两个压力阈值之间的压力的范围。在一些实施例中，处理器102可以确定所检测到的压力是否落入与压力水平（例如，软压力水平或强压力水平）相关联的压力范围内。如果落入的话，处理器102可以确定压力水平。例如，如果所检测到的压力落入到软压力水平的范围内，处理器102可以确定软压力水平。

[0095] 方法800继续到步骤806，此时处理器102至少部分基于压力水平来确定用户界面级别。在一些实施例中，处理器102可以依赖于存储器104中的编程来确定用户界面级别。例如，在一些实施例中，存储器104可以包括查找表。在一些实施例中，处理器102可以使用查找表来将压力水平与特定用户界面级别相关联。例如，处理器102可以查阅查找表并且将软压力水平与第一用户界面级别相关联。

[0096] 在一些实施例中，处理器102可以将单个压力水平与用户界面级别相关联。例如，处理器102可以将软压力与第一用户界面级别相关联，将强压力与第二用户界面级别相关联。在其他实施例中，处理器102可以将多个压力水平与用户界面级别相关联。例如，在一些实施例中，处理器102可以将软压力和强压力与单个用户界面级别相关联。

[0097] 方法继续到步骤808，此时处理器102执行与用户界面级别和/或用户交互相关联的功能。在一些实施例中，功能可以包括输出、去除、改变、更新或删除用户界面中的虚拟对象。例如，如果用户施加软压力到触敏表面116，处理器102可以执行与第一用户界面级别和用户交互相关联的功能。功能可以包括例如在画图应用中通过模仿用户手指沿着触敏表面116移动的路径的形状来画出黑线。如果用户施加强压力到触敏表面116，处理器102可以执行与第二用户界面级别和用户交互相关联的功能。功能可以包括例如擦除与用户交互相关联的虚拟图像的一部分。

[0098] 在其他实施例中，功能可以包括输出音频数据、视频数据或信息（例如，附近的加油站、餐馆、电影院、警察局或医院，或者交通状况或限速）。例如，在一些实施例中，一旦用户施加强压力到触敏表面116，处理器102可以输出音频数据，包括怎样使用画图应用的指令。在一些实施例中，功能可以包括进行电话呼叫；发送文本消息、SMS消息或电子邮件；打开网络浏览器或访问网站；打开应用；执行后台处理；执行前台处理；保存文件；打开文件；执行游戏功能；接收数据；发送数据；或者任何其他数量或配置的计算机功能。例如，在一些实施例中，一旦用户从触敏表面116去除压力，处理器102可以保存虚拟图像。



[0099] 方法继续到步骤810,此时处理器102至少部分基于用户交互改变在显示器上的虚拟对象输出的特性(例如,可视性、类型、大小、形状、宽度、长度、颜色、图案、位置、运动或内容)。例如,一旦用户施加软压力到触敏表面116,处理器102可以将与用户交互相关联的光标图像,从默认图像改变为画笔。这可以向用户表示用户可以使用软压力来画线。进一步,一旦用户施加强压力到触敏表面116,处理器102可以改变光标图像为橡皮擦。这可以向用户表示用户可以使用强压力来擦除虚拟图像的一部分。

[0100] 方法800继续到步骤812,此时处理器102至少部分基于用户界面级别和用户交互来确定触觉效果。在一些实施例中,处理器102可以依赖于包含在触觉效果确定模块126中的编程来确定触觉效果。在一些实施例中,处理器102可以将多个触觉效果与每个用户界面级别或用户交互相关联。

[0101] 在一些实施例中,处理器102可以关联用于各个用户界面级别或用户交互的不同触觉效果。例如,处理器102可以将第一用户界面级别与包括触敏表面116的表面的可感知摩擦系数的减小的触觉效果相关联。这可以使得用户画图更容易,因为用户可能能够更容易地沿着触敏表面116的表面移动手指。处理器102可以将第二用户界面级别与包括振动的触觉效果相关联。这可以提示用户设置已改变,如果与第二用户界面级别相关联的功能包括例如改变绘图设置(例如改变绘图工具的颜色),这可能较为合适。

[0102] 在一些实施例中,处理器102可以基于与用户交互相关联的压力的量来确定触觉效果。例如,在一些实施例中,如果用户在压力阈值以下与触敏表面116交互,处理器102可以确定触觉效果。例如,如果用户以软压力与触敏表面116交互,处理器102可以确定包括静电触觉效果(例如可告知摩擦系数的改变)的触觉效果。进一步,在一些实施例中,如果用户在压力阈值以上与触敏表面116交互,处理器102可以确定触觉效果。例如,如果用户以强压力与触敏表面116交互,处理器102可以确定包括振动的触觉效果。在一些实施例中,处理器102可以基于压力的量输出不同触觉效果,因为用户所感知的触觉效果的质量可以随着压力而改变。例如,如果用户施加更多压力给触敏表面116,静电触觉效果的质量可以被用户感知为较差。

[0103] 在一些实施例中,处理器102可以至少部分基于来自触摸传感器108、传感器130的信号、事件或算法来确定触觉效果。这里所使用的事件是在设备操作期间的任何交互、行为、碰撞或者其他事件,其可以潜在包括相关联触觉效果。在一些实施例中,事件可以包括用户输入(例如,按钮按压、操纵游戏杆、与触敏表面交互、倾斜或导向用户接口设备)、系统状态(例如,低电量、低存储量、或者系统通知,诸如基于系统接收到进入呼叫而生成的通知)、发送数据、接收数据或程序事件(例如,如果程序是游戏,程序事件可以包括爆炸、枪击、碰撞、游戏角色之间的交互、进入新级别或者在颠簸地形上驾驶)。例如,在一些实施例中,处理器102可以将进入呼叫与包括振动的触觉效果相关联。如果在进入呼叫期间用户正以与用户界面级别相关联的量的压力来接触计算设备101,则处理器102可以确定包括低幅度振动的触觉效果。如果在进入呼叫期间用户正以与另一用户界面级别相关联的量的压力来接触电话,处理器102可以确定不同的触觉效果,例如包括高幅度振动的触觉效果。

[0104] 在一些实施例中,触觉效果确定模块126可以包括查找表。在一些实施例中,处理器102可以使用查找表来将事件、用户交互或用户界面级别与特定触觉效果(例如纹理)相关联。在一些实施例中,查找表可以包括与用户界面的特征或用户界面级别以及多个可用

触觉效果相关联的数据。例如,一些实施例中,查找表可以包括以用户界面,诸如在虚拟按钮上滑动用户手指,进行的用户交互以及多个可用触觉效果相关联的数据。例如,在这样的实施例中,响应于用户在虚拟按钮上滑动手指,处理器102可以查阅查找表。基于查找表,处理器102可确定要由触觉输出设备118输出的触觉效果,其中,在触敏表面116上所感知的摩擦系数被增加。在一些实施例中,增加量可以基于用户界面级别。在一些实施例中,多个可用触觉效果可包括多个纹理。例如,多个纹理可以包括以下纹理中的一个或多个:沙、玻璃、冰、橡胶、水或任何其他可用纹理。

[0105] 在一些实施例中,用户可以具有“触觉档案”,其中,用户可以在存储器104中确定并保存用户想要与特定事件、用户交互和/或用户界面级别相关联的触觉效果的“档案”。例如,在一些实施例中,用户可以从可用触觉效果的列表中选择并且将这些触觉效果的一个或多个与用户交互相关联。在一个实施例中,该列表可以包括例如触觉效果,诸如快速流动感觉、缓慢流动感觉、强烈振动、轻微振动、或者诸如颠簸、弹性或光滑的纹理。在一些实施例中,用户可以将多个触觉效果与特定虚拟对象相关联,在一些实施例中,每个触觉效果可以与不同用户交互相关联。处理器102可以查阅用户的触觉档案以确定生成哪种触觉效果。例如,如果用户的触觉档案将沿着虚拟滑块的划动与振动相关联,响应于用户沿着虚拟滑块划动,处理器102可以确定用户感知振动的触觉效果。

[0106] 方法继续到步骤814,此时处理器102确定虚拟对象的特性。在一些实施例中,特性可以包括虚拟对象的可见性、类型、大小、形状、宽度、长度、颜色、图案、位置、运动或内容。在一些实施例中,处理器102可确定虚拟对象的特性,用户与之交互,例如经由触敏表面116。例如,处理器102可以确定与用户所画的虚拟图像相关联的一个或多个颜色。例如,处理器102可以确定,与虚拟图像相关联的颜色是橙色与蓝色。

[0107] 方法继续到步骤816,此时处理器102至少部分基于虚拟对象的特性来确定触觉效果。例如,处理器102可以至少部分地基于虚拟对象的可见性、类型、大小、形状、宽度、长度、颜色、图案、位置、运动或内容来确定触觉效果。在一些实施例中,处理器102可以使用关于步骤812所述的任何方法(例如,算法、触觉档案、或查找表)来至少部分地基于虚拟对象的特性而确定触觉效果。例如,处理器102可以查阅查找表,并且将橙色和蓝色的混合与包括振动的触觉效果相关联。这可以向用户表示橙色和蓝色可能在美学上不合适在一起。

[0108] 方法800继续到步骤818,此时处理器102生成与触觉效果相关联的触觉信号。触觉信号至少部分地基于触觉效果。在一些实施例中,处理器102可以访问存储在存储器104中且与特定触觉效果相关联的驱动信号。在一个实施例中,通过访问存储的算法和输入与触觉效果相关联的参数来生成信号。例如,在这样的实施例中,算法可以输出数据用于基于幅度和频率参数来生成驱动信号。作为另一示例,触觉信号可以包括要由致动器解码的数据。例如致动器自身可以响应于规定诸如幅度和频率的参数的命令。触觉信号可以是模拟或数字的。

[0109] 方法800继续到步骤820,此时处理器102发射触觉信号到触觉输出设备118。触觉输出设备118被配置为接收触觉信号并输出触觉效果。例如,触觉输出设备118可以接收触觉信号并输出触觉效果,所述触觉效果包括例如在触敏表面116上可感知的摩擦系数的减小和/或振动。这些触觉效果可以例如使得用户绘画更为简单,或者提示用户在用户的虚拟图像中的颜色可能在美学上不合适在一起。

[0110] 基于压力的触觉反馈的优点

[0111] 存在许多对于基于压力的触觉效果的优点。这样的系统可以允许用户在不看设备的情况下进行状态确定(例如,确定设备所处于的模式)。这样,用户可能能够保持聚焦于其他任务。例如,用户可能能够在无需可视地聚焦于显示器的情况下进行有关程序中或用户界面上的可用操作的确定。类似地,触觉效果可以充当对于操作可用、已完成、或者为某个重要级别的确认。

[0112] 在一些实施例中,基于压力的触觉效果可以允许更独特、交互和有效的用户界面。例如,在一些实施例中,通过施加不同量的压力到用户界面部件,用户可能能够执行更宽范围的功能,同时与单个用户界面部件交互。进一步,在一些实施例中,用户可能能够使用一个量的压力(例如软压力)来定位用户界面部件的位置以及通过使用另一量的压力(例如强压力)来激活用户界面部件。这样,用户可能能够在不必从用户界面上移除用户手指的情况下,定位用户界面部件且执行相关联的功能。这不像传统用户界面那样——用户必须从用户界面上移除其手指然后执行敲击来激活用户界面部件。例如在运动车辆中,这样的敲击会是挑战,其中环境运动、认知负荷和视觉分心可能使其难以精确在用户界面部件上敲击。

[0113] 在其他实施例中,基于压力的触觉效果可以启用非视觉界面。例如,在一些实施例中,用户可能能够通过用户的手指使用与用户界面级别相关联的量的压力来开拓(explore)非视觉用户界面。一旦用户手指与不可见界面部件(例如,虚拟音量开关)的位置交互,计算设备可以输出触觉反馈。这可以允许用户识别不可见界面部件的位置。一旦识别了界面部件的位置,用户可能能够以与另一用户界面级别相关联的量的压力与界面部件交互(例如按压),例如用于执行与不可见界面部件相关联的功能(例如,增加音量)。作为响应,系统可以执行功能和/或向用户提供触觉反馈,例如,以确认用户输入的接收。

[0114] 在一些实施例中,基于压力的触觉效果可以提供更现实或沉浸式的用户体验。例如,在一些实施例中,用户可以使用与压力水平相关联的量的压力与虚拟对象交互。用户可以接收触觉反馈,该触觉反馈被配置为模拟与虚拟对象相关联的表面(例如,一个水果外)。用户可以进一步使用与另一压力水平相关联的量的压力与虚拟对象交互。用户可以接收被配置为模拟与虚拟对象相关联的不同表面(例如,一个水果内)的触觉反馈。在一些实施例中,这可以使得虚拟对象感觉更加现实和/或三维。进一步,通过将不同触觉效果与不同压力水平相关联,用户可能能够感知多个触觉效果同时与单一的虚拟对象交互。这可以允许更大范围的触觉体验。

[0115] 在一些实施例中,基于压力的触觉效果可以提供更安全的用户体验。例如,通过传统触敏界面,当与触敏表面交互以便计算设备登记用户输入时,用户可能难以确定要施加多少压力(或者用户正在施加多少压力)。这可能使得用户以大量的压力与触敏表面交互,这可能损害触敏表面、弄伤用户、或者引起疲劳或紧张。然而,在一些实施例中,基于压力的触觉效果可能向用户通知计算设备已经接收到用户输入或用户已经以正确量的压力与各种对象交互。因此,用户可以使用更小的整体压力来与触敏表面交互,由此防止用户受伤或对计算设备造成损伤。

[0116] 进一步,在一些实施例中,基于压力的触觉效果可能允许计算设备替换常规开关。这可能允许计算设备操作为多功能控制器和/或用于之前未使用的地方。在一些实施例中,使用计算设备作为多功能控制器或者在之前未使用的地方可能降低价格并增加整体用户

满意度。

[0117] 一般考虑

[0118] 上面讨论的方法、系统和设备都是示例。各种配置可以适当地忽略、替换或添加各种步骤或部件。例如,在可替换配置中,方法可以以不同于所述的次序来执行,和/或各种阶段可以被添加、忽略和/或合并。而且,关于特定配置所述的特征可以被合并在各种其他配置中。配置的不同方面和元素可以以类似方式合并。而且,技术演进以及由此的许多元素都是示例,不限定公开内容或权利要求的范围。

[0119] 在说明书中给出了特定细节以提供对示例配置(包括实施)的透彻理解。但是,配置可以不用这些具体细节而实践。例如,公知的电路、处理、算法、结构和技术已被示出而略去不必要的细节,以便避免模糊配置。该描述仅提供了示例配置,而不限制权利要求的范围、适用性或配置。实际上,在先的配置描述将向本领域技术人员提供用来实现所述技术的使能描述。可以在不背离公开内容的精神或范围的情况下,进行元素的功能和布置上的各种改变。

[0120] 而且,配置可以被描述作为描绘为流程图或框图的处理。尽管每个可以描述操作为顺序处理,许多操作可以并行或同时被执行。此外,操作的次序可以被重新安排。处理可以具有不包括在图中的额外步骤。而且,方法的示例可以由硬件、软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言或其任何组合来实现。当以软件、固件、中间件或微代码实现时,执行必要任务的程序代码或代码段可以被存储在诸如存储介质的非瞬时计算机可读介质中。处理器可以执行所述的任务。

[0121] 已经描述了若干示例配置,可以在不背离公开内容的精神的情况下,使用各种修改、替换构造或等价物。例如,上面的元素可以是更大系统的部件,其中,其他规则可以优先或修改本发明的应用。而且,可以在考虑上面的元素之前、期间或之后进行多个步骤。因此,上面的描述不约束权利要求的范围。

[0122] 这里“适于”或“配置为”的使用意味着开放和包含的语言,其不排除适于或配置为执行额外任务或步骤的设备。此外,“基于”的使用意味着开放和包含,“基于”一个或多个所引条件或值的处理、步骤、计算或其他行为实际上可以基于超越所引的额外的条件或值。这里包括的小标题、列表或编号是仅仅用于解释的便利而不意味着限定。

[0123] 根据本主题的各方面的实施例可以以数字电子电路、计算机硬件、固件、软件或者前述的组合来实现。在一个实施例中,计算机可以包括一个或多个处理器。处理器包括计算机可读介质或可访问计算机可读介质,计算机可读介质诸如耦合到处理器的随机存取存储器(RAM)。处理器执行存储在存储器中的计算机可执行程序,诸如执行一个或多个计算机程序,包括传感器采样程序、选择程序和其他程序来执行上述的方法。

[0124] 这样的处理器可以包括微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、场可编程门阵列(FPGA)和状态机。这样的处理器可以进一步包括可编程电子器件,诸如PLC、可编程中断控制(PIC),可编程逻辑驱动(PLD),可编程只读存储器(PROM)、电可擦写只读存储器(EPROM或EEPROM)或者类似器件。

[0125] 这样的处理可以包括介质,或者可以与介质通信,介质例如有形计算机可读介质,其可以存储指令,当指令被处理器执行时,可以使得处理器执行这里所述由处理器执行或辅助的步骤。计算机可读介质的实施例可以包括但不限于,所有电子、光学、磁性或其他

存储设备,能够向处理器,诸如网络服务器中的处理器,提供计算机可读指令。其他的介质的示例包括但不限于,软盘、CD-ROM、磁盘、存储器芯片、ROM、RAM、ASIC、配置处理器、所有光学介质、所有磁带或其他磁性介质,或者可以计算机处理器可以从中读取的任何其他介质。而且,各种其他设备可以包括计算机可读介质,诸如路由器、专用或公用网络、或者其他传输设备。所述的处理器和处理可以被描述为一个或多个结构,并且可以通过一个或多个结构来传播。处理器可以包括用于执行这里所述一个或多个方法的代码。

[0126] 尽管关于其特定实施例详细描述了本主题,本领域技术人员将认识到,一旦获得前述的理解,可以易于产生对这样的实施例的更改、变形和等价物。因此,应该理解的是,本公开内容已经出于示例的目的而被呈现,而并非限制,并且不排除包括这样的修改、变形和/或对本主题的增添,如本领域普通技术人员将易于认识到的。

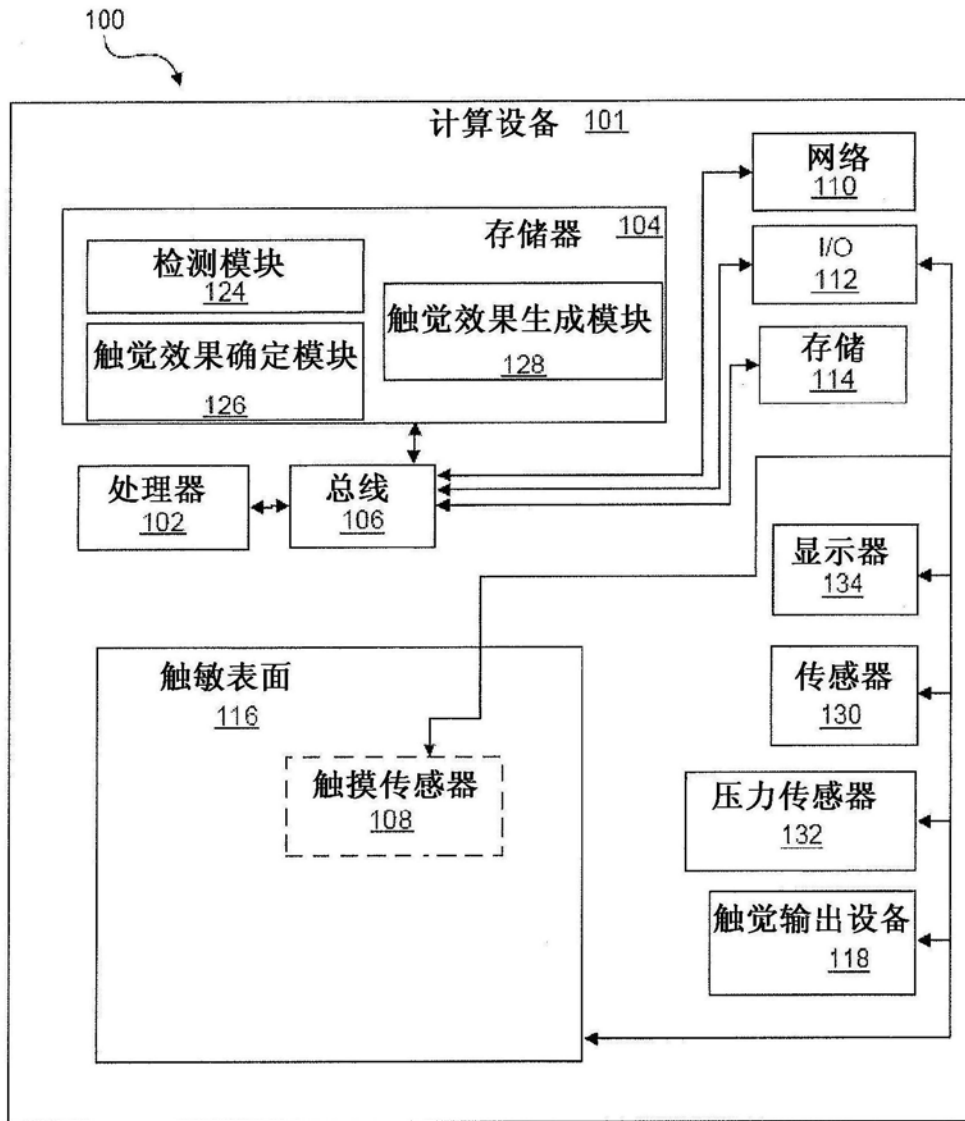


图1

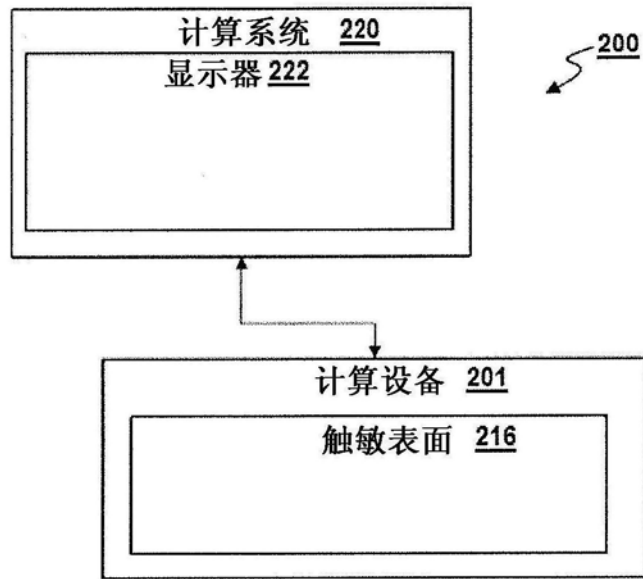


图2

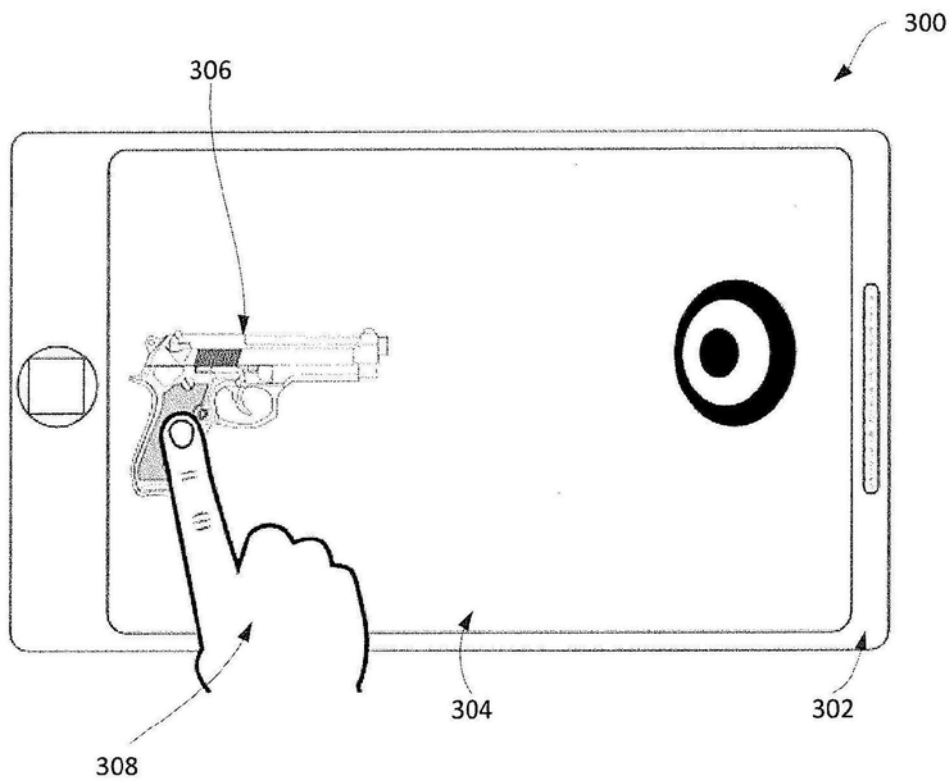


图3

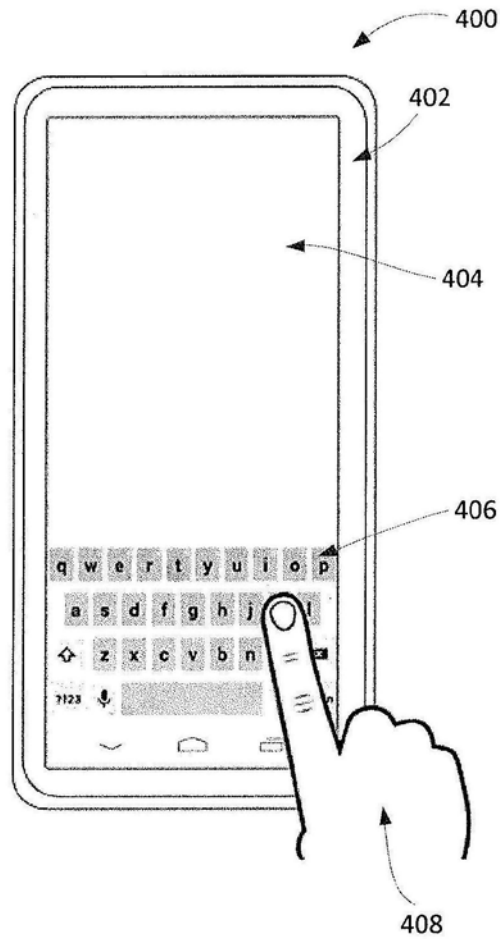


图4

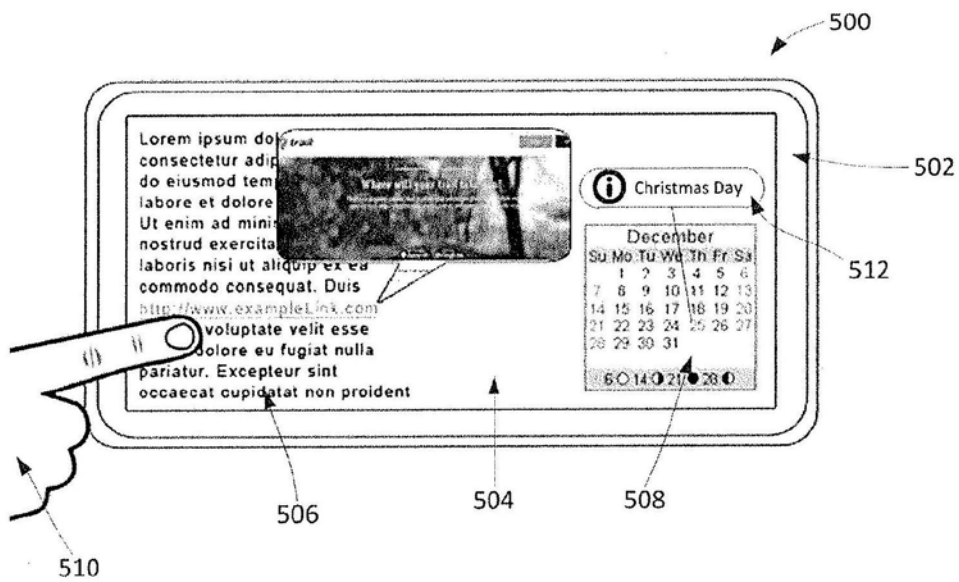


图5



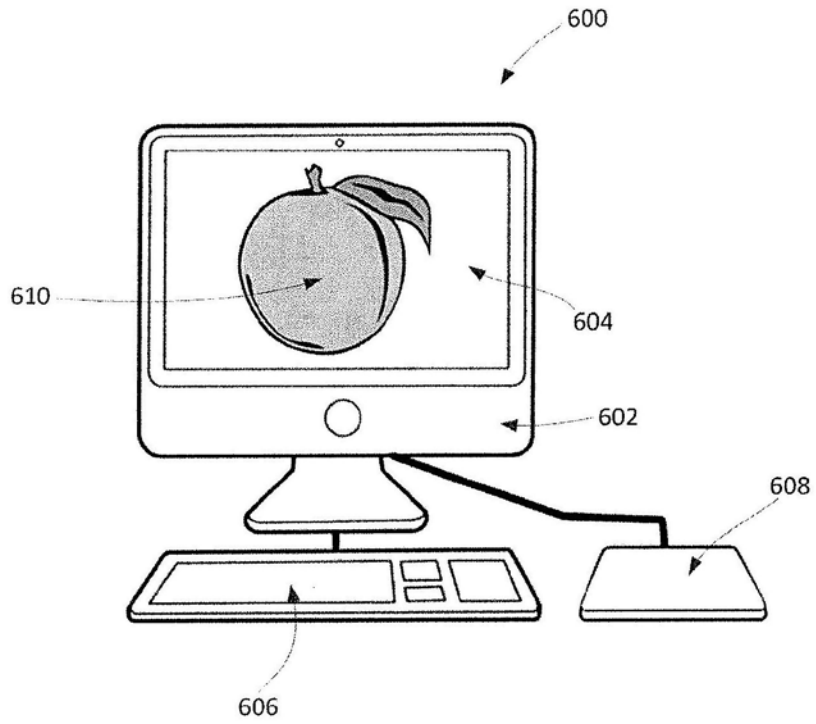


图6

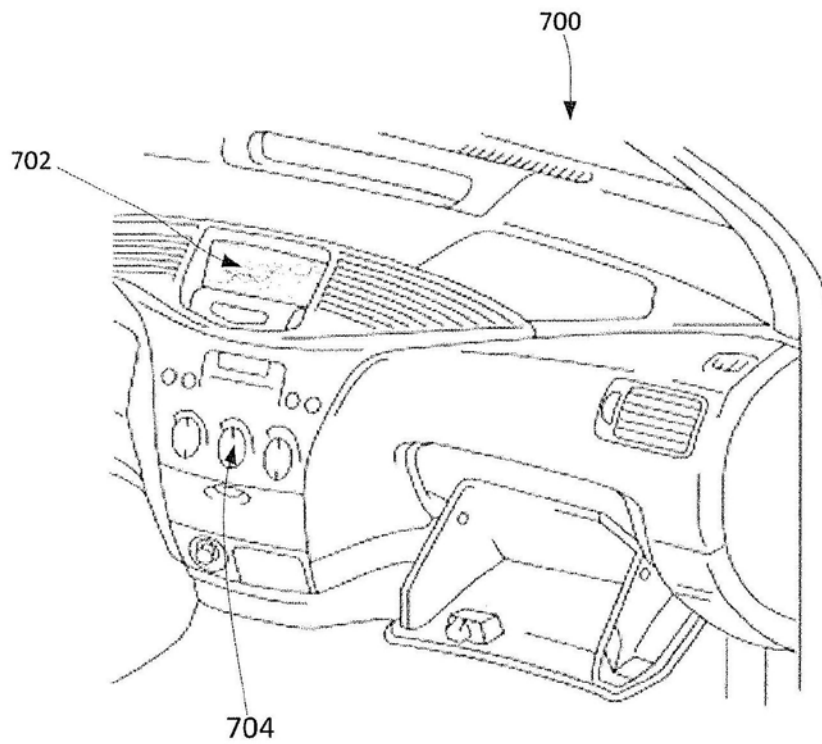


图7

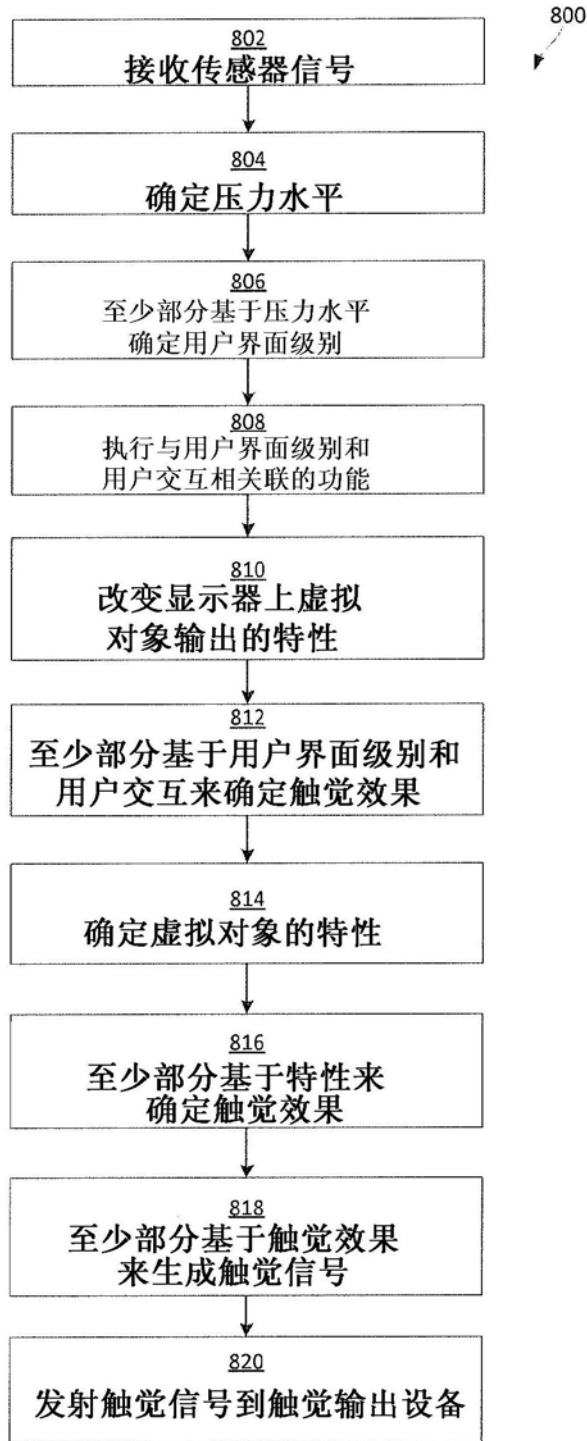


图8