



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107850939 A

(43)申请公布日 2018.03.27

(21)申请号 201680026221.3

(22)申请日 2016.03.02

(30)优先权数据

62/130,637 2015.03.10 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.11.06

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2016/050235 2016.03.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/142933 EN 2016.09.15

(71)申请人 艾弗里协助通信有限公司

地址 以色列特拉维夫市

(72)发明人 莎伊·里肖尼 塔尔·凯尔纳

伊泰·科恩伯格 奥尔·雷茨金

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 杨明钊 陆建萍

(51)Int.Cl.

G06F 3/01(2006.01)

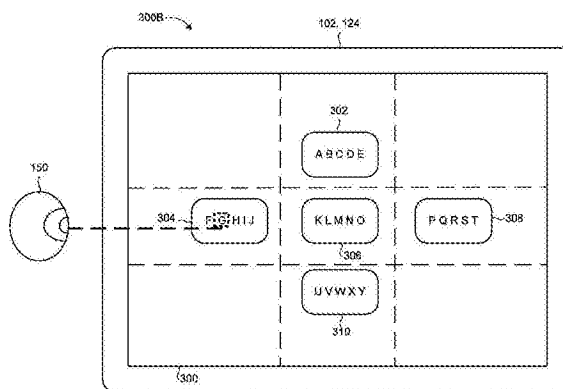
权利要求书3页 说明书16页 附图9页

(54)发明名称

用于通过眼睛反馈实现通信的系统和方法

(57)摘要

用于使用户能够利用基于眼睛的反馈进行通信的系统和方法。选择界面选择性地向用户呈现一系列通信选项。传感器检测从用户的眼睛反射的光并提供相关信号,该相关信号被处理以确定包括瞳孔相对于用户的头部定向的相对定向的相对眼定向。眼睛可由光源或环境照明照射。传感器可以检测从由红外光源照射的眼睛反射的红外光。可以通过处理由图像传感器捕获的图像来确定相对眼定向。可以通过检测瞳孔的瞬时相对定向或通过检测瞳孔的瞬态变化来确定相对眼定向。基于所确定的相对眼方向,确定并实现所选择的通信选项。



1. 一种用于使用户能够利用基于眼睛的反馈进行通信的系统,所述系统包括:
选择界面,其被配置为向所述用户选择性地呈现一系列通信选项;
至少一个相对眼定向传感器,其被配置为检测从所述用户的眼睛反射的光并提供相关信号;
处理器,其与所述相对眼定向传感器和所述选择界面通信地耦合,所述处理器被配置为接收和处理所述相关信号以确定所述用户的相对眼定向,所述相对眼定向包括至少所述眼睛的瞳孔相对于所述用户的头部定向的相对定向,并且所述处理器还被配置为基于所确定的相对眼定向来确定选择的通信选项,并且提供用于实现所述选择的通信选项的指令。
2. 根据权利要求1所述的系统,还包括被配置为照射所述用户的眼睛的至少一个光源。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述光源包括发光二极管(LED)。
4. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述光源包括红外(IR)光源,并且其中所述相对眼定向传感器被配置为检测从所述眼睛反射的IR光。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述选择界面从由下列项组成的列表中选择:
视觉界面;
听觉界面;以及
触觉界面。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述光源和所述相对眼定向传感器中的至少一个与由所述用户佩戴的可穿戴头部装置耦合。
7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述选择界面在移动计算设备上操作。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述相对眼定向传感器包括被配置为捕获所述用户的眼睛的图像的至少一个图像传感器,其中所述处理器被配置为通过对所捕获的图像的图像处理来确定所述相对眼定向。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述处理器被配置为通过检测所述瞳孔的瞬时相对定向来确定所述相对眼定向。
10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述处理器被配置为通过检测所述瞳孔的瞬态变化来确定所述相对眼定向。
11. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述处理器与所述相对眼定向传感器和所述选择界面中的至少一个无线地通信地耦合。
12. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述通信选项中的至少一个从由下列项组成的列表中选择:
听觉警报;
菜单选择;
语言选择;
确认消息;
句子;
短语;
词;
音节;
字母;

移动计算设备激活选择；
视觉界面去激活选择；
发送电子邮件/SMS/MMS的指令；以及
实现计算应用的指令。

13. 根据权利要求5所述的系统，其中，所述视觉界面被配置为以从由下列项组成的列表中选择的方式来显示至少一个通信选项：

颜色协调；
形状协调；以及
符号图像。

14. 一种用于使用户能够利用基于眼睛的反馈进行通信的方法，所述方法包括以下步骤：

利用选择界面向所述用户选择性地呈现一系列通信选项；
检测从所述用户的眼睛反射的光并且利用至少一个相对眼定向传感器提供相关信号；
处理所述相关信号以确定所述用户的相对眼定向，所述相对眼定向包括至少所述眼睛的瞳孔相对于所述用户的头部定向的相对定向；
基于所确定的相对眼定向确定所选择的通信选项；以及
提供实现所述选择的通信选项的指令。

15. 根据权利要求14所述的方法，还包括利用至少一个光源照射所述用户的眼睛的步骤。

16. 根据权利要求15所述的方法，其中，所述用户的眼睛被用IR光照射，以及其中所述相对眼定向传感器被配置为检测从所述眼睛反射的IR光。

17. 根据权利要求14所述的方法，其中，所述选择界面以从由下列项组成的列表中选择的方式呈现所述通信选项中的至少一个：

在视觉上；
在听觉上；以及
触觉地。

18. 根据权利要求14所述的方法，其中，检测从所述用户的眼睛反射的光的所述步骤包括利用至少一个图像传感器捕获所述眼睛的图像，其中通过对所捕获的图像的图像处理来确定所述相对眼定向。

19. 根据权利要求14所述的方法，其中，通过检测所述瞳孔的瞬时相对定向来确定所述相对眼定向。

20. 根据权利要求14所述的方法，其中，通过检测所述瞳孔的瞬态变化来确定所述相对眼定向。

21. 根据权利要求14所述的方法，其中，所述通信选项中的至少一个从由下列项组成的列表中选择：

听觉警报；
菜单选择；
语言选择；
确认消息；

句子；
短语；
词；
音节；
字母；
移动计算设备激活选择；
视觉界面去激活选择；
发送电子邮件的指令；
发送SMS/MMS的指令；以及
实现计算应用的指令。

22. 根据权利要求18所述的方法,还包括通过以下操作来执行校准的步骤:
比较连续的所捕获的图像以检测在所述眼睛中的所述瞳孔的相对变化;
标记在所述捕获的图像中的所述瞳孔以跟踪表示所述瞳孔的位置的感兴趣区域;
将参考点设置为2D网格的中心,并且将眼运动转换为所述网格上的坐标;
当确定所述瞳孔在所述网格的中心处时,选择用于构建参考点坐标系的参考点;以及
确定所述用户的运动范围。

用于通过眼睛反馈实现通信的系统和方法

发明领域

[0001] 本发明涉及眼跟踪以及接口和用户通信平台。

[0002] 发明背景

[0003] 变性疾病的特征在于身体组织的结构或功能的退化。变性疾病常常导致失去对肌肉的控制和运动机能的下降,这损害人的运动能力。作为结果,个体可能会经历对口头上和/或经由手运动进行沟通的严重困难或甚至完全无能力。变性疾病完全不会以与运动机能的降低相同的速率降低人的心智和认知功能。以这种方式,具有完全的认知活动的人可能丧失与他的环境在身体上和口头上交互的能力。人的心智可以被认为在本质上陷入或者被锁到他的身体内。

[0004] 变性疾病的一些示例包括:杜氏肌营养不良症(DMD)、马查多-约瑟夫(Machado-Joseph)病(MJD)、多发性硬化症(MS)、肌营养不良(MD)、帕金森症和肌萎缩性侧索硬化症(ALS)。也被称为葛雷克氏症(Lou Gehrig's disease)和沙尔科病(Charcot disease)的肌萎缩性侧索硬化症(ALS)是涉及神经元的死亡的疾病且特征在于僵硬的肌肉、肌肉抽搐以及由于肌肉萎缩而引起的逐渐恶化的虚弱。ALS通常导致说话、吞咽和呼吸困难。ALS患者代表逐渐失去他们的言语和他们的上肢的使用的具有完全起作用的认知能力的人的子群体。

[0005] 除了患有变性疾病的人以外,人的其他群体也可能经历身体能力的丧失,同时保留他们的精神能力(即,在保持完全的认知能力的同时有口头沟通上的困难)。例如,患有闭锁综合征(LIS)或神经变性疾病(如帕金森氏症或亨廷顿舞蹈症)、中风的人和其他事故受害者(例如交通事故)、由于有插入他们喉咙中的呼吸管而不能讲话的连接到呼吸机的患者(机械地吸取氧气的患者)、太弱或不能移动四肢的人、瘫痪的人或已达到即使他们的大脑正常运作但他们也由于技术限制而不能与其环境相互作用的状态的那些人。因此,这样的个体在与他们的环境中的其他人沟通的能力方面受到严重限制。沟通的这个缺乏可触发脱离和隔离的感觉以及导致患者痛苦且不能有效地转告基本需要或得到重要的帮助(这在一些情况下可能是危及生命的)的情况。

[0006] 一种可能的方法是基于与他们的眼睛相关的特征来为这样的个体启用可选形式的沟通。例如,人的视线的方向或焦点可以用于提供指令或以其他方式将信息传递到他们的周围。存在用于帮助这种可选的非口头沟通形式的工具,但是它们通常是相对昂贵的、笨重的和/或固定的(固定在适当的位置上)。这些工具常常需要使用专用计算机,并且取决于使用该工具的人的稳定姿势。这些工具可以跟踪相对于屏幕上的显示器的眼位置,并转换眼运动以模拟鼠标光标在屏幕上的操作。因此,患者的焦点被转换为指针(或光标)的地理位置,并且人可以通过他/她的眼睛控制计算机,类似于计算鼠标的操纵。例如,瞳孔被识别为空间中的点,并且允许人利用他们的眼睛控制计算机,类似于他们控制计算鼠标的方式。鼠标控制并不总是准确的,且被锁定的患者通常例如由于附着的医疗设备(例如呼吸机)而没有头部(或其它身体部分)的移动的完全自由。依赖于确定用户的确切的眼睛注视位置的这样的工具一般也需要相对频繁的重新校准,需要主动的用户参与。校准过程通常需要在多个位置上在屏幕前面的用户的准确固定,并且因此是相对麻烦和耗时的。校准过程也可

能常常需要第三方帮助,这可能是昂贵的或不方便的。

[0007] Bouvin等人的标题为“Eye Tracker with Visual Feedback”的US 8,120,577公开了响应于在图形显示器上的凝视点的眼跟踪器检测到的移动顺序而将控制命令输入到计算机中。

[0008] Na等人的标题为“Mobile Terminal and Control Method Thereof”的US 2013/0293488公开了一种移动终端,其包括被配置为捕获用户的眼动作(eye gesture)的摄像机和被配置为基于在显示器上的所捕获的眼动作来显示眼跟踪模式指南并且基于所捕获的第二眼动作来选择被包括在眼跟踪模式指南中的特定功能的控制器。

[0009] Maltz的标题为“Eye Gaze User”的US 8,593,375公开了一种用于眼凝视控制的设备的软件控制的用户界面,其被设计成适应对于眼凝视方向传感器的角度精度与时间平均折衷。

[0010] Maltz的标题为“Eye Gaze User”的US 8,593,375公开了一种用于眼凝视控制的设备的软件控制的用户界面,其被设计成适应对于眼凝视方向传感器的角度精度与时间平均折衷。

[0011] Bell的标题为“Microdisplay with Eye Gaze Detection”的US 6,456,262公开了一种微型显示器,其中可通过注视所显示的图像元素来选择它。

[0012] Min等人的标题为“Apparatus and Method for Inputting Keys Using Biological Signals in Head Mounted Display Information Terminal”的US 2006/0061544公开了一种头戴式显示器,其中用户输入根据通过生物信号感测单元感测的用户的生物信号而选择的密钥,该生物信号感测单元具有EOG(眼电图)输入单元和用于感测和接收生物信号作为密钥输入的EMG(肌动电流图)输入单元。

[0013] 使用眼跟踪来操作的系统的示例是“EyeWriterTM”(notimpossiblelabs.com或<http://www.eyewriter.org/>)。EyeWriterTM是开发用于遭受ALS的涂鸦艺术家的利益。

[0014] 发明概述

[0015] 根据本发明的一个方面,由此提供了一种使用户能够使用基于眼睛的反馈进行通信的系统。该系统包括相对眼定向传感器、选择界面和处理器。选择界面被配置为向用户选择性地呈现一系列通信选项。相对眼定向传感器被配置为检测从用户的眼睛反射的光并提供相关信号。处理器与相对眼定向传感器和选择界面通信地耦合。处理器被配置为接收和处理相关信号以确定用户的相对眼定向,该相对眼定向包括至少眼睛的瞳孔相对于用户的头部定向的相对定向。处理器还被配置为基于所确定的相对眼定向来确定所选择的通信选项,并且提供用于实现所选择的通信选项的指令。该系统还可以包括用于照射用户的眼睛的至少一个光源。光源可以是红外(IR)光源,并且相对眼定向传感器可以检测从眼睛反射的IR光。选择界面可以包括视觉界面、听觉界面和/或触觉界面。光源和/或相对定向传感器可以与用户佩戴的可穿戴头部装置耦合。选择界面可以在移动计算设备上操作。相对眼定向传感器可以包括被配置为捕获用户的眼睛的图像的至少一个图像传感器,其中处理器通过对所捕获的图像的图像处理来确定相对眼定向。处理器可以通过检测瞳孔的瞬时相对定向或者通过检测瞳孔的瞬态变化来确定相对眼定向。处理器可以与相对眼定向传感器和/或选择界面无线地通信地耦合。通信选项可以包括:听觉警报、菜单选择、语言选择、确认消息、句子、短语、词、音节、字母、移动计算设备激活选择、视觉界面去激活选择,发送电子邮

件/SMS/MMS的指令和/或实现计算应用的指令。视觉界面可以通过颜色协调、形状协调和/或符号图像来显示至少一个通信选项。

[0016] 根据本发明的另一方面,由此提供了一种用于使用户能够使用基于眼睛的反馈进行通信的方法。该方法包括以下步骤:使用选择界面向用户选择性地呈现一系列通信选项,以及检测从用户的眼睛反射的光并且使用相对眼定向传感器提供相关信号。该方法还包括处理相关信号以确定用户的相对眼定向的步骤,该相对眼定向包括至少眼睛的瞳孔相对于用户的头部定向的相对定向。该方法还包括基于所确定的相对眼定向确定所选择的通信选项以及提供实现所选择的通信选项的指令的步骤。该方法还可以包括用至少一个光源照射用户的眼睛的步骤。眼睛可以被IR光照射,且相对眼定向传感器被配置为检测从眼睛反射的IR光。选择界面可以在视觉上、听觉上和/或以触觉方式呈现通信选项。检测从用户的眼睛反射的光的步骤可以包括用至少一个图像传感器捕获眼睛的图像,其中通过对所捕获的图像的图像处理来确定相对眼定向。可以通过检测到的瞳孔的瞬时相对定向或通过检测瞳孔的瞬态变化来确定相对眼定向。通信选项可以包括:听觉警报、菜单选择、语言选择、确认消息、句子、短语、词、音节、字母、移动计算设备激活选择、视觉界面去激活选择、发送电子邮件/SMS/MMS的指令和/或实现计算应用的指令。该方法还可以包括通过以下操作来执行校准的步骤:比较连续的所捕获的图像以检测瞳孔在眼睛中的相对变化;标记在所捕获的图像中的瞳孔以跟踪表示瞳孔的位置的感兴趣区域;将参考点设置为2D网格的中心并且将眼运动转换为网格上的坐标;当确定瞳孔在网格的中心处时,选择用于构建参考点坐标系的参考点;以及确定用户的运动范围。

[0017] 附图简述

[0018] 根据结合附图的下面的详细描述将更全面地理解和认识到本发明,其中:

[0019] 图1是根据本发明的实施方式构建和操作的用于使用户能够使用基于眼睛的反馈进行通信的系统的示意图;

[0020] 图2是在图1的显示器上显示的设置菜单和词菜单的图示;

[0021] 图3A是在图1的显示器上显示的字母组菜单的图示;

[0022] 图3B是图3A的字母组菜单的图示,其中待显示在显示器上的图像被划分成不同的部分,并且选择正在被做出;

[0023] 图4是在图1的显示器上显示的字母子菜单的图示;

[0024] 图5A是由图1的摄像机捕获的具有在上象限中的瞳孔的用户眼睛的图像的图示;

[0025] 图5B是由图1的摄像机捕获的具有在下象限中的瞳孔的用户眼睛的图像的图示;

[0026] 图5C是由图1的摄像机捕获的具有在左象限中的瞳孔的用户眼睛的图像的图示;

[0027] 图5D是由图1的摄像机捕获的具有在右象限中的瞳孔的用户眼睛的图像的图示;

[0028] 图5E是由图1的摄像机捕获的没有瞳孔的用户眼睛的图像的图示;

[0029] 图5F是由图1的摄像机捕获的具有在中心中的瞳孔的用户眼睛的图像的图示;以及

[0030] 图6是根据本发明的实施方式操作的用于使用户能够使用基于眼睛的反馈进行通信的方法的流程图。

[0031] 实施方式的详细描述

[0032] 本发明通过提供用于允许用户借助于基于眼睛的反馈进行通信的系统和方法来

克服现有技术的缺点。特别地,用户可以通过使用以操纵他/她的眼睛的相对定向以指示他/她正在看的大致方向的形式的非常基本的眼动作来选择经由视觉/听觉和/或触觉界面呈现给他/她的通信选项。该系统通过检测来自眼睛的红外光(或其他光)的反射(诸如通过使用IR光源和IR摄像机或其它传感器)来确定用户的相对眼定向,其表示瞳孔相对于眼窝或头部定向的定向。因此,本发明帮助提高以难以或不能口头地和/或手动地通信为特征的个体(诸如闭锁综合征(LIS)的患者、诸如ALS患者)的生活质量,同时通过提供优雅的、可接近的、相对不昂贵的、移动的可选形式的通信来保持他们的认知意识。更一般地,本发明可由任何个体(包括不以另外方式展示在通信方面的限制的人)使用。此外,当用户以另外方式参与时,系统允许设备的通信和操作。

[0033] 现在参考图1,其是根据本发明的实施方式构建和操作的用于使用户能够使用基于眼睛的反馈进行通信的系统的示意图,该系统总体上标有参考数字100。系统100包括主显示器102、图像处理器104、光源106、摄像机108、音频单元112和具有辅助显示器124的计算设备114。处理器104与主显示器102、摄像机108、音频单元112和计算设备114通信地耦合。计算设备114可以通过有线或无线通信链路116(例如双向蓝牙连接)与处理器104通信地耦合。

[0034] 光源106被配置为发射光118以照射用户150的至少一只眼睛。光源106可以被配置为发射不可见光,诸如在红外(IR)光谱中的光。IR光是特别合乎需要的,因为它甚至在具有差照明条件的暗室中也可以被有效地使用,并且允许对眼睛的有效照射。可选地,可以使用其他光波长(非IR光)来照射用户150的眼睛。光源106通常发射人眼安全光(例如在可见光或红外波长中)。人眼安全光可以通过在期望光路中的系统100的各种光学元件(即,在期望方向上通过光学元件透射或从光学元件反射),而不干扰所显示的图像的可见光路径。作为示例,光源106可以由布置在阵列中的四个IR LED灯(例如,在正方形图案中,LED中的每一个在正方形的相应角落中)体现。可选地,光源106可以由诸如太阳辐射或室内照明的环境光体现。

[0035] 摄像机108被配置为捕获用户150的至少一只眼睛的图像。摄像机108的视线(LOS)朝着用户150正面向的大致方向对准。摄像机108的视场(FOV)与用户150的头部运动的可能范围相关,同时将眼睛保持在图像帧内。系统100可以包括具有不同FOV的多个摄像机108,允许比对单个摄像机108可能的更宽的总体FOV的成像。

[0036] 摄像机108可以是能够获取真实世界场景的图像表示(包括在任何波长范围(例如,在可见光或不可见光谱中的光、紫外线、红外线、雷达、微波、RF等)处的任何形式的电磁辐射的获取)的任何类型的设备。例如,摄像机108可以是在可见光到近红外(NIR)光谱中操作的互补金属氧化物半导体(CMOS)或电荷耦合器件(CCD)摄像机。通常,摄像机108在与光源106的操作波长范围对应或至少部分地重叠的光谱区中操作。摄像机108的主要部件是:滤波器111、图像传感器110、透镜(未示出)和电子电路(未示出)。图像传感器110可以被配置为仅检测在所选择波长处的光(即,窄带传感器)。可选地,滤波器111可以被配置为阻挡在期望波长之外的光到达图像传感器110(例如使用带通滤波器)。

[0037] 传感器110可以是例如光电二极管、CCD或另一类型的光检测元件。摄像机108通常可操作以获取至少一个图像帧,诸如表示视频图像的一序列连续图像帧,其可被转换成电子信号用于随后的处理和/或传输。作为示例,摄像机108可以由修改的网络摄像机、数字摄

像机和/或蜂窝电话摄像机体现。因此,如本文所使用的术语“图像”是指来自前面提到的图像传感器的任何形式的输出,包括在任何光谱区处获取的场景的任何光学或数字表示,并且包含单个图像帧和一序列图像帧(即,“视频图像”)。

[0038] 虽然摄像机108被提供为用于确定用户150的相对眼定向的示例性类型的传感器,但是系统100可以可选地包括不同类型的传感器而不是摄像机108。例如,系统100可以可选地包括相对于用户150以适当的配置(诸如传感器阵列)或单独地布置的至少一个分立光传感器。可以基于对由这样的分立传感器检测到的反射光的分析而不是基于摄像机图像的图像分析来确定用户150的相对眼定向,如在下文中将进一步讨论的。

[0039] 主显示器102和辅助显示器124被配置为显示由用户150可观看的视觉信息。所显示的信息可以包括诸如以包含字母数字字符和/或符号的图形菜单或表格的形式的具有可选择选项的图形控制元素(如将在下文中进一步详细说明了)。主显示器102可以是能够使用任何合适的格式或基本技术来呈现视觉信息的任何设备或机构,包括但不限于:计算机监视器、电视监视器、平板电脑或移动电话显示器、等离子体或LCD屏幕、发光二极管(LED)显示器、三维表示显示器(例如全息显示器)等。主显示器102可以由嵌在由用户150佩戴的穿戴式装置(诸如头盔、头巾、面罩、眼镜、护目镜等)内的头戴式显示器(HMD)。除了或代替主显示器102和辅助显示器124,系统100还可以可选地包括听觉界面和/或触觉界面,用于呈现以听觉和/或触觉格式的信息。

[0040] 处理器104接收来自各种系统部件的指令和数据。处理器104还被配置为对由摄像机108捕获的图像帧执行图像处理和分析,并且从图像特征中提取信息。处理器104可以位于远离系统100的其它部件的远程位置处。例如,处理器104可以是通过通信介质或网络可访问的服务器(诸如远程计算机或远程计算系统或机器)的一部分。可选地,处理器104可以位于与用户150相邻处和/或集成在系统100的其他部件内。处理器104可以由具有足够的计算能力的低成本处理器(例如,Odroid U3或Raspberry pi2)体现,并可包括文本到语音引擎和蓝牙能力。

[0041] 音频单元112被配置为生成听觉输出。听觉输出可以包括变化音调或强度的不同类型的声音,其范围从简单的哔哔声或报警型音频通知到更复杂的语音模式。系统100通常可以包括多个音频单元112,其可被配置为产生多种形式的听觉输出。音频单元112可以由诸如一对耳机的至少一个扬声器体现。

[0042] 计算设备114可以由诸如智能电话、平板电脑和/或数字音乐播放器的移动计算设备或诸如台式计算机的固定计算设备体现。

[0043] 系统100可以包括用于支撑在用户150附近的系统100的元件的支撑框架(未示出)或与支撑框架一起使用。支撑框架可以由眼镜(spectacle)或眼镜(eye-glasses)体现。支撑框架可以使用强牢固且柔性的可移动臂支撑光源106和摄像机108。柔性可移动臂可以由弹性的和足够刚性的以支撑摄像机108且然而足够柔性的以弯曲来调整摄像机108的成像范围、位置和/或视角的材料制成。为了减小在用户150上的重量和压力,可以使用轻质材料。例如,摄像机108可以经由电线附接到由用户150的脸佩戴并指向用户150的脸的头部装置,使得摄像机108对用户150的至少一只眼睛成像。可以自动地或手动地重新调整该对准,以在用户150的移动头部运动期间维持眼睛的对准或者适应用户150的其他身体要求。由于ALS患者可以固定到呼吸机或其他医疗设备,因此支撑框架的可操纵性可允许这样的患者

方便地利用系统100,同时最小化如果系统100被完全固定在位置上而产生的干扰或约束。支撑框架也可以是可调整的和/或适合于满足特定用户150的需要,诸如具有不同类型的呼吸机的人可接近。用于提供稳定性和支持的可选技术是通过将系统100的元件附接到相邻的柜台、车辆或轮椅。

[0044] 系统100的部件和设备可以基于硬件、软件或其组合。应当认识到,与系统100的设备或部件中的每个相关联的功能可以分布在可以驻留在单个位置处或多个位置处的多个设备或部件当中。例如,与处理器104相关联的功能可以分布在多个处理单元(诸如用于图像处理功能的专用图像处理器)之间。系统100可以可选地包括用于使所公开的主题的实现成为可能的在图1中未示出的额外部件和/或与额外部件相关联。例如,系统100可以包括用于向各种部件提供电力的电源(未示出),并且还可以包括用于临时存储图像帧或其他类型的数据的存储器或储存单元(未示出)。

[0045] 现在将为了示例性目的在以难以或不能口头地通信为特征的用户150(诸如LIS患者)的上下文中讨论系统100的操作。用户150观看呈现在主显示器102和/或辅助显示器124上的视觉信息,诸如多个命令选择。摄像机108捕获由光源106照射的用户150的眼睛的图像,且处理器104接收并处理所捕获的图像以确定用户150的相对眼定向。相对眼定向表示用户150相对于他/她正面向的、通常相应于头部的定向的方向正在看的大致方向(例如“向上”、“向下”、“向左”、“向右”、“直线向前”)。相应地,相对眼定向可被视为在眼窝内的瞳孔的定向或相对于用户的头部定向的瞳孔定向。例如,处理器104比较眼睛的所捕获的图像与至少一个以前捕获的图像,以确定瞳孔(相对于用户150的眼窝或头部定向)的瞬时相对定向和/或检测在瞳孔定向中的瞬态变化。可选地,处理器104处理由分立光传感器(诸如分立IR传感器)检测的来自用户150的眼睛的反射信号,而不是由摄像机108捕获的图像。例如,处理器104可比较布置在用户的眼睛周围的不同位置处的多个分立传感器(例如,围绕眼睛周边均匀地分布的四个传感器)的相应检测,并基于传感器检测的特性(例如,哪些传感器检测到从眼睛反射的光;检测到的反射的强度和/或到达角)以及瞳孔到相应传感器的相对接近度来确定用户150的相对眼定向。

[0046] 显示器102经由选项选择表格或菜单来呈现多个选项。用户150通过执行眼动作来指示要选择的选项,使得他/她的相对眼定向与如在显示器102上呈现的那个选项的相对方向关联。相应地,处理器104确定用户150的相对眼定向,并基于所确定的相对眼定向来确定由用户150选择的选项。例如,如果相对眼定向被确定为“右”(即,瞳孔定向在用户150的眼窝内的右侧处),则在菜单的右侧处显示的选项被视为被选择。注意,只基于相应于用户150正看的非常大致(不精确)的方向(例如“向左”、“向右”、“向上”、“向下”、“直线向前”)的相对眼定向来确定用户选择,而不需要确定用户的精确注视方向或视线(即,不确定用户150正在看的与特定的参考帧相关的特定点或空间坐标,诸如确定在显示器102上的唯一坐标位置)。

[0047] 处理器104向显示器102、音频单元112和/或计算设备114提供指令,以基于用户150的所确定的选择来执行至少一个行动。这些行动可以是例如:听觉地输出词、字母、短语、句子或警报警笛;显示不同的菜单屏幕或不同的菜单选项;显示文本;生成并发送短信或电子邮件消息;和/或执行在计算设备114上的特定应用。

[0048] 现在将参考图2至图4进一步描述系统100的选择过程。在图2所描绘的示例性显示

屏200S中,示出了两个单独的菜单部分。上菜单部分200是“设置菜单”,其被布置为允许用户150选择或更改系统100的设置参数。下菜单部分202是“词菜单”,其被布置为允许用户150从预定的关键词和短语集合中选择特定的词或一系列词(短语)。一个或更多个设置选项200A、200B、200C、200D、200E以及一个或更多个词选项202A、202B、202C、202D、202E在给定的时刻显示在显示器102、124上。选项的选择可以提示具有待显示的附加选项的子菜单。

[0049] 在所示例中,选项200A表示导向从中选择的不同语言的子菜单的“语言选项”。选项200B表示“待机选项”,其将系统100切换到待机(即,休眠或低功率)操作模式内,直到由用户150诸如通过执行特定的眼动作或指示来重新激活为止。选项200C表示“帮助选项”,其导向设计成帮助用户150的不同选项的子菜单(例如,如何使用系统100的某些方面或元件的解释)。选项200D表示当选择时触发音频单元112发出警告或警报信号的“警报选项”。当用户150处于困境和/或危及生命的情况时,选项200D特别有用。警告或警笛也可以由用户150执行特定的眼动作或指示诸如通过快速连续地眨四次眼来激活。选项200E表示“连接到移动设备选项”,其在处理器104和计算设备114之间建立通信链路116,允许用户150执行在计算设备114上的程序应用。

[0050] 参考词菜单部分202,选项202A表示词:“你好”;选项202B表示词:“再见”;选项202C表示词:“谢谢”;以及选项202D表示词:“帮助”。例如,与设置选项200D类似,选项202D的选择可能使音频单元112发出警告信号或警笛。选项202E表示词:“应用”。例如,选项202E的选择可以指示处理器104建立与计算设备114的通信链路116,以允许用户执行在计算设备114上的程序应用,类似于设置选项200E。

[0051] 在示例性实施方式中,在显示器102、124上在给定时间仅显示来自“设置”菜单部分200或“词”菜单部分202的单个选项,允许用户150选择当前显示的菜单选项或继续通过实现合适的眼运动或动作来观看其他可用的菜单选项。例如,可以根据用户150的相对眼定向以循环的方式顺序地呈现来自每个菜单部分200、202的单独选项。特别是,用户150可以最初通过在向上方向(U)上看而选择“设置菜单”200。随后,通过向左(L1)看,用户150可以以第一连续顺序循环通过在呈现在显示器102、124上的“设置选项”,而通过向右(R1)看,用户150可以以相反连续顺序循环通过在“设置选项”。例如,显示器102、124最初仅呈现设置选项200A和202A。通过向上(U)且然后向左(L1)看,用户150可以指示系统100显示设置选项200E(例如,代替设置选项200A)。可选地,通过向上(U)且然后向右(R1)看,用户150可以指示系统100显示选项200B(例如,代替选项200A)。类似地,通过最初向下(D)看,用户150可以选择“词菜单”202。随后,用户150可以连续地循环通过在显示器上的“词选项”,诸如通过向左(L2)看以第一连续顺序循环通过词选项,或通过向右(R2)看以第二连续顺序循环通过词选项。例如,通过向下(D)且然后朝向左(L2)看,用户150可以指示系统100显示词选项202E(例如,代替选项202A)。可选地,通过向下(D)且然后向右(R2)看,用户150可以指示系统100显示选项202B(例如,代替选项202A)。应注意,可选的方向配置同样是可适用的。例如,用户150可以通过向上和向下而不是向左和向右引导他的眼注视来可选地顺序地循环通过菜单选项,并且显示器102、124可以并排地而不是在顶部和底部配置中呈现不同的菜单部分200、202。

[0052] 用户150可以使用预定的基于眼睛的动作或指示,诸如闭合他们的眼睛(眨眼示意(winking)/眨眼(blinking))或者在指定方向上(诸如在相对于前向眼定向的对角线或倾

斜角度(例如45°角))下注视,以从菜单200、202之一选择选项。用户150可以选择在系统100的初始化过程期间使用的合适的基于眼睛的动作,以便确保他/她能够成功地实现选择过程(例如,一些用户可能难以眨眼,且因此可选择可选的动作)。所选择的动作可以是预选的默认选项,以便排除在使用之前对系统100的预备设置或初始化的需要。例如,用户150可以向下(D)且然后向左(L2)和/或右(R2)看以循环通过词菜单202的不同选项,直到他/她到达期望的选项(例如选项202C)为止,且然后向下(D)看和做示意动作(例如,眨眼示意)以选择选项202C(词“谢谢”)。在词菜单202中的词的选择将引导音频单元112提供所选择的词的听觉指示。例如,选择选项202C将使在用户150附近的人听到从音频单元112在听觉上发出的词“谢谢”。

[0053] 临时视觉指示(诸如,加亮的或加粗的文本或彩色框架)可以被应用于所选择的选项,诸如以指示选项已经最初或暂时被选择,但尚未被用户150证实。然后可能需要确认眼相关的动作或指示(诸如眨两次眼),以便在实现与所选择的选项相关联的相关功能之前证实用户选择。此外,可以使用形状或颜色来帮助区分在所呈现的菜单中的不同选项。可选地,可以诸如通过将部分音频输出引导到用户150来在听觉上指示暂时用户选择。例如,最初(暂时地)选择的菜单选项仅通过用户150佩戴的音频耳机的单通道被广播,提供单声道声音再现(例如,仅通过广播到耳机的右耳/右通道)。当用户150想要使词被他的周围环境听到时,所选择的词通过附加的眼相关指示或动作(例如眨眼)来被证实,这使与所选择的选项相关联的适当声音(或多个声音)通过音频单元112以及可选地通过在用户150佩戴的耳机的另一音频通道(例如耳机的左耳/左声道)被广播。通过选择性地引导在不同音频单元112之间(例如,在仅由用户可听到的耳机和由整个周围环境可听到的扬声器之间)以及在单个音频单元(即,单声道广播)的不同音频通道之间的部分听觉指示,用户150可以识别和控制由系统100广播的听觉反馈。

[0054] 代替(或除了)由显示器102、124做出的视觉呈现以外,音频单元112还可以可选地向用户150呈现以听觉格式的可用选择选项。例如,可以通过耳机向用户150广播设置菜单200的设置选项和/或词菜单202的词选项的列表,使得用户150结合与每个选项相关联的不同的眼相关的动作的听觉指示来听到可用选项。例如,用户150可以听到以下音频序列以提示用户选择:“向左-你好,向右-再见,向上-是,向下-否,眨眼-重复菜单”。可选地,用户150可以只听到单个选项,例如“语言”。选项可以仅被广播给用户150。用户150可以移动通过不同的选项菜单,或者通过实现指定的眼相关动作来选择选项。例如,用户150可以使用向任一侧(例如向左或向右、向上或向下)的一瞥来在不同的词选项之间循环,并使用眨眼或眨眼示意动作来指示选择。在用户选择之后,相关联的音频输出可公开地被广播到周围环境。

[0055] 因此,系统100的选择界面可以是视觉界面(在显示器102、124上呈现的视觉菜单)和/或听觉界面(由处理器104和音频单元112提供的听觉菜单)和/或触觉界面(未示出)。因此,系统100可以甚至在没有显示器102、124的情况下呈现相应于设置菜单200和词菜单202(图2)的选择菜单。应当认识到,显示器的消除在医疗机构的背景中可能是特别有利的,通过允许恢复的患者(例如在手术之后)请求护士或与家人通信,类似于可以放置在患者床旁边的求救设备。此外,显示器102、124的消除用来减少系统100的部件数量,这可以降低总成本并提供更大的移动性和可访问性。

[0056] 参考示例性显示屏200S(图2),显示器102、124可以可选地在给定时刻仅选择性地

显示单个菜单部分200、202,同时在菜单200、202的每个上呈现可选择的选项,其替代地允许显示另一菜单200、202(或者当前未显示的可选的可用菜单)。例如,设置菜单200可以包括“切换到词菜单”选项(未示出),并且相应的词菜单202可以包括“切换到设置菜单”选项(未示出),允许在两个相应的菜单200、202之间切换。这样的显示配置可以用来通过将用户150的眼运动限于仅向左或向右方向(并且消除对向上和向下眼运动的需要)来简化选择过程。将进一步认识到,通过仅仅将他/她的注视移向大致方向(例如,向左或向右)来顺序地循环通过所显示的菜单200、202的能力允许用户150相对容易和快速地访问所有可用的菜单选项。例如,如果特定菜单由十(10)个可能的选项组成,则可以在菜单的五(5)个“循环”内达到任何一个选项(例如,在词菜单202包括五个选项的图2的示例中,于是从选项202A开始通过向左循环两次或向右循环三次,可以到达选项202D)。在词菜单202中提供的词汇可以被限制为被发现对于所讨论的目标听众或用户具有高重要性和高发生率的某个数量的预定词。给定词菜单202的可用词选项也可以由用户150部分地或全部预先选择和/或编辑。与词菜单202的词汇相关联的相应音频输出可以在系统100的操作之前(例如,通过预先记录与口语词和/或短语对应的各种音频文件)以前生成,或者可以(例如,经由文本到语音或语音转录语音合成器)实时地生成。

[0057] 如上面提到的,给定的菜单选项可以表示可以被显示的不同子菜单,诸如包括表示字母组菜单的菜单选项的词菜单202。可选地,与词菜单202上的移动选项200E、202E的连接的选择可以提示处理器104形成与计算设备114的通信链路116,计算设备114正在执行包括不同菜单或子菜单(例如字母组菜单)的应用。

[0058] 现在参考图3A,图3A是在呈现通常标有参考数字300的示例性字母选项菜单的显示器102、124上的示例性显示屏300A的图示,示例性字母选项菜单包括不同的字母组选项302、304、306、308、310,用于选择。字母组菜单300可用于撰写书面文本或消息,或用于拼写出要传达或添加到词菜单202的词。在图3A的所示示例中,选项302表示字母组:“ABCDE”;选项304表示字母:“FGHIJ”;选项306表示字母:“KLMNO”;选项308表示字母:“PQRST”;以及选项310表示字母:“UVWXY”。字母组选项302、304、306、308、310以十字配置呈现,每个字母组位于显示器102、124的单独区(即,顶部、底部、左侧、右侧或中部)上。类似于之前参考图2描述的菜单选项的选择,用户150可以仅使用相对眼定向和/或眼相关动作来选择字母组菜单300的可用选项。例如,当在显示器102、124上观看字母组菜单300时,用户150可以向上(U)注视以选择选项302;可以向左(L)注视以选择选项304;可以向右(R)注视以选择选项308;或者可以向下(D)注视以选择选项310。用户150可以通过执行预定的眼相关示意动作或指示(诸如闭合一一只或两只眼睛(眨眼示意/眨眼))或在相对于前向相对眼定向的对角线或倾斜角(例如,45°角)中注视来选择中间选项306。也可以经由通知前述字母的音频单元112来传达选项。

[0059] 参考图3B,其为在呈现被分成不同部分的图3A的示例性字母组菜单300的显示器102、124上的示例性显示屏300B的图示,其中做出字母“G”的选择。

[0060] 然后,字母组菜单300的字母组选项(例如302或304)的选择可以导致显示另一个子菜单,其表示所选择的字母组(即,400)的单个字母。例如,如果用户150向上注视以选择字母组选项302(字母ABCDE),则显示器102、124显示相关联的ABCDE字母子菜单。现在参考图4,图4是在呈现一般标有参考数字400的ABCDE字母子菜单的显示器102、124上的示例性

显示屏400A的示意图,该ABCDE字母子菜单包括不同的单个字母选项402、404、406、408、410用于选择。字母子菜单400对应于所选择的字母组选项302(图3A)。在菜单400的所示示例中,选项402表示字母“A”;选项404表示字母“B”;选项406表示字母“C”;选项408表示字母“D”;以及选项410代表字母“E”。类似于字母组菜单300,个体字母选项也以十字配置呈现,每个字母组位于显示器102、124的单独区(即,顶部、底部、左侧、右侧或中部)上。用户150可以使用相对眼定向和/或眼相关动作来选择个体字母子菜单400的可用选项。例如,用户150可以向上(U)注视以选择选项402;可以向左(L)注视以选择选项404;可以向右(R)注视以选择选项408;并且可以向下(D)注视以选择选项410。用户150可以通过执行预定的眼相关动作或指示(诸如闭合一一只或两只眼睛(眨眼示意/眨眼)来选择中间选项406。

[0061] 然后,子菜单400的单个字母的选择可以导致在显示器102、124上显示的所选择的字母的视觉指示(例如,通过加亮或呈现围绕所选择的字母的视觉边框),其可能需要由用户150确认。可选地或另外地,所选择的字母的音频指示可以由音频单元112生成。所选择的字母还可以被添加到由用户150撰写的文本消息或基于文本的指令。例如,向上看并选择选项402引导音频单元112发出字母“A”的声音,同时在显示器102上提供所显示的字母“A”的视觉指示,以及在由用户150撰写的消息的文本中输入字母“A”。可以将完成的词添加并保存到词菜单202。

[0062] 注意,字母组菜单300或单个字母菜单400可以可选地配置为显示任何数量的选项(并且不一定是五个选项)。例如,如果用户150在实现适当的眼动作以指示“中间”选项的选择时经历困难,则只有四个选项可以被显示。以这种方式,在视觉上呈现的菜单可以被配置为仅基于相对眼定向(例如,向上、向下、向左或向右)的更标准的选择来获得用户选择,同时排除对任何额外的眼相关动作的需要。仅包括4个选项的菜单的中间区可以保持空,或者可以显示菜单的标题(即,不是可以被选择的选项)。可选地,系统100可以指定四个对角线方向(右上、左上、右下、左下)和可选的直线方向(例如直下)以诸如为难以控制他们的眨眼或经历无意识的眨眼的人指示选择。

[0063] 还可以以独特的视觉效果或特征显示不同的菜单选项,以便除了它们在显示器102、124上的不同的相对位置之外还为每个所显示的菜单选项提供额外的视觉差异。例如,每个菜单选项可以以不同的颜色形状或边框样式显示,使得用户150可以更容易地认出、识别和区分不同的选项。菜单可以包括“返回选项”以使用户150能够返回到先前选择的选项、到先前显示的菜单或预设的所确定的行动。可选地,系统100可以被配置为使得用户150可以在菜单选项的最终选择之后自动返回到先前的菜单或默认菜单。如上面提到的,可以向所选择的选项提供指示以指示选项已经最初被选择。指示可以是例如加亮或加粗的文本、彩色框架和/或在用户150佩戴的耳机的至少一个耳朵中发射的听觉指示。然后,系统100可以等待所指定的确认动作(诸如眨两次眼)以证实或确认所选择的选项的选择,从而提供通知用户150选项已经被选择和/或哪个选项被选择的视觉和/或音频指示。

[0064] 用于实现由用户150对选项的选择的眼相关动作可以包括一序列单独行动或动作。这样的序列还可以允许与所呈现的菜单相关联的子菜单中的可用选项的直接选择,同时绕过子菜单的呈现。例如,用户150可以通过在观看图3A的“字母组菜单300”的同时执行两个连续的预定眼相关动作来选择单个字母,而不显示图4的“单个字母子菜单”400。第一动作将选择特定的字母组(例如字母组308),然后可以基于字母组内的单个字母的颜色或

位置的第二个动作选择特定字母(例如字母“S”),从而绕过单个字母子菜单400的显示。例如,在每个所显示的字母组302、304、306、308、310内的单个字母可以被颜色编码以对应于相应的方向,其可以由在相关方向上显示的颜色指示符指示。例如,每个字母组的第一个字母:“A”、“F”、“K”、“P”和“U”可以都以一种颜色(例如橙色)来描绘,并且橙色颜色指示符可以显示在显示器102、124上,由面向某个方向(例如向上)的箭头表示。因此,通过首先向左(L)看,用户150选择选项304(即,整个字母组:“FGHIJ”),并且通过随后向上(UP)看(即朝着橙色指示符方向),用户150从字母组304中选择特定字母(例如字母“F”)。用于显示所选择的菜单选项的颜色可以是容易辨别且高度显眼的特定颜色,以确保它们即使是由以受损的视觉或感知能力为特征的用户150来感知。注意,由显示器102、124显示的菜单项目的图形元素不限于文本或字母数字字符,但还可以包括例如表示各种行动或可选择的选项的各种类型的符号、图标或图像,诸如:“空格键图标”、“退格/删除图标”、“回到或返回主菜单图标”等。对于视觉输出,可以给用户150提供具有多个图像、符号或立体图的选项菜单,例如一盘食物、一杯水、汽车、轮椅等。所选择的图形可以在诸如辅助显示器124的外部屏幕上显示给用户的周围环境,或者在消息中被发送到另一设备(例如,到朋友或护士的移动电话)。可选地,图形的选择可以导致适当的音频输出,例如一盘食物的图形的选择将导致词“食物”的听觉输出。

[0065] 系统100可以包括词预测应用,以帮助基于由用户选择的前几个字母来预测和建议完整词。例如,如果用户150选择下面的字母序列:“HEL”,系统100可以通过在显示器102、124上或经由音频单元112呈现所建议的词来建议词:“help”或“hello”。系统100甚至可以基于由处理器104确定的上下文来利用整个词或句子补全。用户150可以诸如通过向左或向右看来循环通过显示器上的不同的所建议的完整词。可以用合适的眼相关动作或指示来执行由用户150对所建议的词的选择。以这种方式,可以加速用户150对词的选择,并且提高准确度(通过排除用户150继续选择附加字母的需要并避免随后用户的不经意的不正确字母选择)。补全的词可以在听觉上或在视觉上被指示,并在适用时作为音频文件和/或文本文件被存储或传送。词预测特征可以基于语言建模和词汇库,并且可以是自适应的,诸如通过学习用户的语言习惯来改进与该用户相关联的未来建议词补全。

[0066] 不是通过拼写出单个字母来指示词,而是用户150可以将期望词直接定位在所显示的“词菜单”上。这样的菜单可以包括表示按照话题或主题(例如“食物”、“服装”、“颜色”等)分类的实际词或词的类别的不同选项。最初显示的词选项的选择可以导致具有由最初选择的词得出的逻辑词选项的子菜单的显示。例如,词菜单可以最初呈现五个不同的类别。当选择特定类别时,将呈现在该类别内的五个新词的字菜单。这些新词中的每个可能导致进一步的子类别等(例如“服装”-“衬衫”-“礼服衬衫”)。以这种方式,潜在词的相当大量的词汇对用户150变得可用。例如,假设每个词菜单屏幕呈现总共5个选项,则用户150可以潜在地只使用五(5)个眼相关动作(即,当在前四个菜单屏幕上的每个选项表示词选项的子类别时)来访问超过三千(3000)个不同的词。

[0067] 用户150可以保存优选的频繁词或句子,允许在将来的操作会话中直接访问这样的词/句子。系统100还可以自适应地学习用户150的偏好和习惯,并相应地修改或更新不同菜单屏幕的可用词或选项。通过优先考虑先前由用户选择的优选或频繁的词或选项,系统100的操作可以变得更有效和更直观。系统100还可以包括诸如经由互联网的接口(未示

出)、与处理器耦合的输入设备或计算设备114的应用,以允许特定用户(或管理员)定制对于该用户的特定菜单。这样的菜单定制允许单独用户或特定用户组从更相关或更可能由这样的用户/组频繁地访问的词中选择。该定制还可以用来适应具有各种类型的特殊需要的一系列不同的用户。

[0068] 现在参考图5A至5F。图5A至5F是由图1的系统100的摄像机108捕获的用户150的眼睛的示例性图像的示意图。每个图像(500A、500B、500C、500D、500E、500F)被分成四个象限:对应于用户150向上看的上象限502;对应于用户150向下看的下象限504;对应于用户150向右看的左象限506;以及对应于用户150向左看的右象限508。处理器104确定在所捕获的图像中的眼瞳孔的粗略或大致位置。例如,处理器104可以确定瞳孔最可能位于哪个区或象限(即,瞳孔的大部分位于其中),或者是否瞳孔在图像的中心或附近。如果没有瞳孔定位,则处理器104可以确定眼睛正在眨眼或眨眼示意。

[0069] 基于瞳孔的大致位置和/或瞳孔的方向的变化(例如,朝着左、右、上或下的运动),处理器104确定在显示器102、124上的对应位置(上、下、左、右或中心),且因此菜单(200、300、400)的选择/期望选项被显示。例如,在图像500A(图5A)中,瞳孔P位于上象限502中,其对应于单个字母菜单400(图4)的选项402。在相应的图像500B、500C、500D(图5B、5C、5D)中,瞳孔P分别位于下象限504、左象限506和右象限508中,对应于单个字母菜单400的相应的字母选项410“E”、404“B”和408“B”(位于左象限506中的瞳孔P对应于向右看的用户,并且位于右象限508中的瞳孔P对应于向左看的用户(即所捕获的图像反映用户的动作))。如在图像500E(图5E)中所示的,如果处理器104无法检测图像中的瞳孔P(的至少最小部分)或贯穿连续图像的最小序列,则处理器104可以确定用户150正在眨眼示意(或眨眼),这可以对应于在菜单屏幕上的在中央显示的选项(例如菜单400的选项406)的选择或选项(例如字母410“E”)的选择或确认。如果处理器104检测到瞳孔P在图像的中心或附近或者贯穿连续图像的最小序列,如图500F(图5F)所示,则处理器104可以确定用户150正向前(不朝着任一上面提到的方向)看,这可以对应于系统100等待直到用户150在方向上看或执行眼动作为止的待机模式。划分的实际数量可能改变,且不限于象限。

[0070] 可选地,不是将图像500划分成象限,图像可以在用于识别瞳孔位置(和相对眼定向)的图像处理期间被划分为额外的或更少的部分。例如,处理器104可以将所捕获的眼图像分成仅两个部分(例如由中央垂直分割器划分的左部分和右部分),以仅确定瞳孔的左和右位置。可选地,处理器104可以将所捕获的眼图像划分为上和下部分(即,经由中央水平边界),以仅确定瞳孔的上和下位置。另外可选地,眼图像可以被分成八(8)个部分(类似于井号标签或数字符号),以需要瞳孔的角定位和/或运动以及相应的相对眼定向的更准确确定。当处理以识别瞳孔位置时将图像划分成许多部分可以改善在相对于用户的向前注视的各种对角线或倾斜角处(例如,在相对于用户150的向前注视方向的45°角处)的瞳孔位置/相对眼定向的确定。

[0071] 更一般地,处理器104可以将眼图像划分成与显示器102、124的特定区段或部分关联的不同区段、部分或片段,特定的菜单选项呈现在显示器102、124上。例如,字母组菜单300和单个字母菜单400在“十字”形状的配置中呈现相应的菜单选项,且因此处理器104可以以类似十字形的方式划分每个经处理的图像,以便便于确定瞳孔位置,其表示用户150正在观看哪个菜单选项。处理器104还可以跟踪或定位除了眼瞳孔P之外或代替眼瞳孔P的其

他相关的眼参数(例如,角膜),用于确定用户150的相对眼定向。

[0072] 处理器104还可以跟踪在一序列所捕获的图像上的瞳孔P的位置。例如,处理器108可以利用参考图像(500REF),且然后将后续图像(或一序列后续图像)与参考图像500REF进行比较,以确定瞳孔P的位置是否相对于它在参考图像500REF中的位置移动,以及所测量的运动量。这种处理可以基于计算的图像滤波器来检测和测量与原始参考图像和后续图像的差异。进一步注意,仅确定用户150的相对眼定向方向以及跟踪在一序列所捕获的图像上的眼瞳孔位置用于减小对稳定或补偿摄像机108的运动(例如,摄像机相对于在图像之间的用户眼睛的运动)或补偿背景中的变化的需要。因此,可能不需要校准过程。

[0073] 虽然不要求系统100的校准,但是几种校准方法可能是可用的,包括:一般或工厂校准、自动校准和手动校准。

[0074] 示例性一般校准过程如下。第一步是比较连续图像以通过在眼睛的地理区域(包括瞳孔区)上执行屏幕运动检测来检测相对变化。根据源自图像的形状的启发法,可以假设在图像中变化的区域表示感兴趣的区域。第二步是将瞳孔圆圈标记为在所捕获的图像中的空间中的点,以跟随表示瞳孔P的位置的感兴趣区域。第三步是将参考点设置为二维(x-y)轴网格的中心,并将眼运动转换为网格上的(x,y)坐标。一旦校准过程以足够高的概率确定瞳孔P在中间(即,靠近网格的中心[0,0]),则参考点就被选择,参考点坐标系(网格)根据该参考点被构建。(x,y)坐标表示眼瞳孔P在四个方向(向上、向下、向左、向右)中的每个上的移动。第四步可以确定用户的运动范围。校准过程可以自适应地学习与不同用户相关联的运动的特定范围。不同的用户以不同的身体特征(包括不同的眼睛和面部特征)为特征。

[0075] 此外,摄像机108相对于每个用户的面部和眼睛的位置和定向将可能在系统100的不同操作会话期间变化。作为结果,系统100的校准过程可以针对每个用户自适应地学习瞳孔P在x-y轴(网格)上的运动的范围,并且在必要时调整范围设定阈值(在该阈值之上,发送对于瞳孔运动的某一方向的信号)。在最小持续时间(例如几毫秒)期间瞳孔P的未检测到被认为表示用户的眨眼示意或眨眼。可以调整时间量,以防止对选择(诸如基于用户的自然眨眼的选择)的无意识的识别。还应注意的是,系统100的自动校准过程(不提示用户)避免了对每次校准的外部(第三方)帮助的需要。此外,系统(算法)识别瞳孔P并且理解相对眼定向。瞳孔检测能力包括识别和比较运动的位置和范围以及在图像500中的瞳孔P的存在/不存在的可靠检测。为此,可以使用多个对象检测算法及其组合来处理清晰性问题和相对繁重的计算要求。专用的校准算法允许系统自动校准自己。可选地,可以使用不使用任何对象识别工具(特征检测)的非自动校准算法。也就是说,该算法不能识别眼睛(瞳孔P)的确切位置,而是将在系统操作期间捕获的图像与在手动校准期间捕获的图像进行比较。

[0076] 系统100可以操作一般工厂校准,在系统100的操作会话之前执行单个初始化过程。校准(或初始化)可以使用针对在整个操作会话期间的常规使用期间需要被识别的潜在的相对眼定向(例如,向上、向下、向左、向右和中心)中的每个设计的不同滤波器或预定照片来自动实现。处理器104可以将滤波器应用于图像500,并且确定当前处理的图像500与参考图像500REF可比较的可能性。参考图像500REF对应于每个基本情况或状态。系统可以基于参考图像500REF来对所捕获的图像进行分级,并选择具有最高等级的选项。

[0077] 系统100还可以使用自校准或“自动校准”来操作,即,其不需要提示用户来发起,而是在用户没有意识地知道的情况下在操作会话的过程期间被自动执行。系统100可以根

据相关标准来确定何时和多久一次自动执行校准过程。当满足预定条件时,诸如当系统能够识别图像中的瞳孔时,可以执行自动校准。

[0078] 通过在捕获参考图像500REF之前提供音频或视觉指令(例如,“请向右看”),系统100也可以使用用户150的用户校准或手动校准来操作。可以在图像被捕获之后提供音频指示,诸如类似于摄像机快门的点击,以通知用户150图像已被捕获。类似地可以分析参考图像500REF以定位瞳孔并确定用户150的眼睛的相对边界或当从一个位置移动到另一个位置(即,从“向左看”到“向右看”)时瞳孔将接近的所确定的边界区域。当瞳孔被观察或测量为跨越边界时,该边界区域可以进一步用于触发用户150的相对的眼定向响应,导致处理器104相应地提供适当的响应。

[0079] 所捕获的图像(信号)可以被馈送到噪声滤波器(例如,马尔可夫信号噪声滤波器),以减少噪声并提高图像处理的质量。对于每个图像500的输出被确定为:向右、向左、向上、向下、闭合的眼睛、中心或无标识。最终输出(在这种情况下,五种不同选项之一)可以基于额外的标准,诸如定时规则。例如,如果在比阈值持续时间长的时间(诸如大于约0.2秒)期间没有识别出瞳孔,则确定是“眨眼”或闭合眼睛,并且该确定可以被维持直到下一图像帧为止,其中瞳孔被再次定位或识别(即,瞳孔的运动被检测到)或被登记为如前所提到的独特行动。

[0080] 根据本发明,用户指令只从相应于不精确的大致眼方向(例如“向右”、“向左”、“向上”、“向下”、“直线向前”)的他/她的相对眼定向而不是精确的注视方向或视线确定。与通过确定相对于特定参考系的精确坐标来识别用户的确切视线所需的更昂贵和耗时的处理比较,这样的确定通常涉及相对基本和快速的处理。因此,系统100可以被认为是以与操纵杆的方式类似的方式操作,这应用不精确的大致方向确定以提供用户选择的指示,与需要精确位置的屏幕相关的鼠标跟踪机构相反。

[0081] 现在参考图6,图6是用于使用户能够利用基于眼睛的反馈通信的方法的流程图。在可选步骤601中,执行校准。系统部件的校准可以仅执行一次(例如,在系统100的初始操作之前),或者可以根据需要以规则的间隔(在系统100的操作期间)执行。可以仅使用由摄像机108捕获的单个眼反射图像或者通过比较和分析大量这样的图像来执行校准。此外,校准可以唯一地适合于特定用户(即,对于当前使用系统100的特定用户),或者可选地可以实现适用于大量不同用户的一般校准(例如,在系统100的早期初始化阶段期间)。

[0082] 在步骤602中,一系列通信选项利用选择界面被选择性地呈现给用户。参考图1和图3,显示器102(和/或显示器124)显示具有各种视觉菜单选项302、304、306、308和310的菜单300,用于供用户从中选择。可以可选地经由音频或触觉界面来呈现通信选项。

[0083] 在可选步骤604中,用光源照射用户的至少一只眼睛。参考图1,光源106向用户150的眼睛发射IR光118。

[0084] 在步骤606中,检测从眼睛反射的光,并由相对眼定向传感器提供相关信号。参考图1,图像传感器110接收从用户150的眼睛反射的IR光118并将相关信号中继到处理器104。眼定向传感器可以可选地由非图像传感器(诸如由一个或多个分立传感器或传感器阵列)体现。参考图5A,图像传感器110生成在用户150的眼睛周围的区的图像500A,其中瞳孔P位于图像500A的上象限区中。

[0085] 在步骤608中,相关信号被处理以确定包括瞳孔相对于用户的头部定向的相对定

向的相对眼定向。参考图1和图5A,处理器104基于由图像传感器110捕获的图像(或通过使用由非图像传感器捕获的其他眼反射数据)来确定用户150的相对眼定向。所确定的相对眼定向表示瞳孔相对于用户150的头部定向的相对定向(其中头部定向表示用户150正面向的大致方向)。例如,参考图5A,处理器104根据图像500A确定瞳孔P位于上象限区502中,且因此用户150的相对眼定向是“向上”位置。处理器104可以通过检测瞳孔P的瞬时相对定向或通过检测瞳孔P的瞬态变化来确定用户150的相对眼定向。

[0086] 在步骤610中,基于用户的所确定的相对眼定向来确定所选择的通信选项。参考图1、图5A和图3A,处理器104根据用户150的所确定的相对眼定向来选择在显示器102上(和/或由音频单元112)呈现的选项。例如,如果处理器104根据图像500A确定用户150的相对眼定向是“向上”位置,则处理器104选择在菜单300上呈现的通信选项302(“ABCDE”)。

[0087] 在步骤612中,提供了实现所选择的通信选项的指令。参考图1,处理器104指示音频单元112提供与所选择的通信选项相关联的听觉指示。例如,音频单元112广播由用户150选择的词,诸如与词菜单202的词选项202A相关联的词“hello”。此外,处理器104可以指示显示器102呈现与所选择的通信选项相关联的视觉指示。例如,显示器102加亮所选择的菜单选项,诸如“hello”词选项202A。可选地,处理器104可以指示计算设备114实现所选择的应用或执行与所选择的通信选项相关联的行动。例如,计算设备114发送消息或者电子邮件,诸如在词菜单202的“电子邮件应用”选项202E的选择之后。

[0088] 如上面提到的,处理器104可以通过无线链路(例如蓝牙)将眼运动和广播操作转移到存在于该区域中的计算设备114(例如智能手机),并且能够操作可以由用户150使用来与他/她的环境通信的不同应用。计算设备114可以用于发送文本消息,执行不同的应用和/或控制计算机(使用被设计成使用选择表或菜单进行控制的程序)。在用户选择操作在计算设备114上的应用之后,处理器104可以继续通过通信链路116将数据传送到计算设备114/从计算设备114接收数据。

[0089] 根据本发明的实施方式,系统100可用于对诸如电动轮椅或计算机化家用电器的外部设备或装置施加控制。例如,用户可以通过使用他/她的相对眼定向(例如向上、向下、向左、向右)指示所选择的方向(例如向前、向后、向左、向右)来指挥或操纵电动轮椅。用户可以通过朝着在显示器102、124上呈现的“电动轮椅导航”菜单的特定菜单选项看来提供指示。系统100确定所指示的选择(例如向左转动轮椅),并且触发电动轮椅执行所选择的选项。系统100可以经由无线通信链路(例如通信链路116)与这样的外部设备通信地耦合。

[0090] 进一步注意,用户150可以可选地是由视力受损或缺乏完全的眼视力能力的个体,因为系统100通过仅确定用户150的相对眼定向来提供基于眼睛的通信,这不需要归因于用户150的视力的完全使用或甚至眼视力的令人满意的水平。

[0091] 因此,本发明提供了具有容易和直观的操作的相对负担得起的且可达到的解决方案,该操作通过提供与其环境有效地通信的手段来帮助提高具有特殊需要的个体的生活质量。该系统是移动的、便携式的并适合于在许多情况和位置中使用:躺、坐、头垂下等。此外,本发明的系统不需要第三方辅助来校准。

[0092] 将认识到,本发明的系统和方法不限于以闭锁综合征(LIS)为特征的个体,而是同样适用于也由其他类型的人(包括视力受损的人)使用。本发明的系统和方法可以与诸如智能电话、平板计算机或数字音乐播放器的计算设备上的应用集成,该计算设备至少包括

用于检测来自眼睛的光反射的传感器(诸如嵌入式摄像机)。因此,本发明可以只基于由用户借助于与他/她的相对眼定向有关的眼动作提供的指令通过计算设备来促进并发起各种通信行动,诸如撰写并发送消息或发起与第三方的电话对话。

[0093] 虽然描述了所公开的主题的某些实施方式,以便使本领域中的技术人员能够实践本发明,但是前面的描述被规定为仅仅是示例性的。它不应用于限制所公开的主题的范围,该范围应通过参考下面的权利要求来确定。

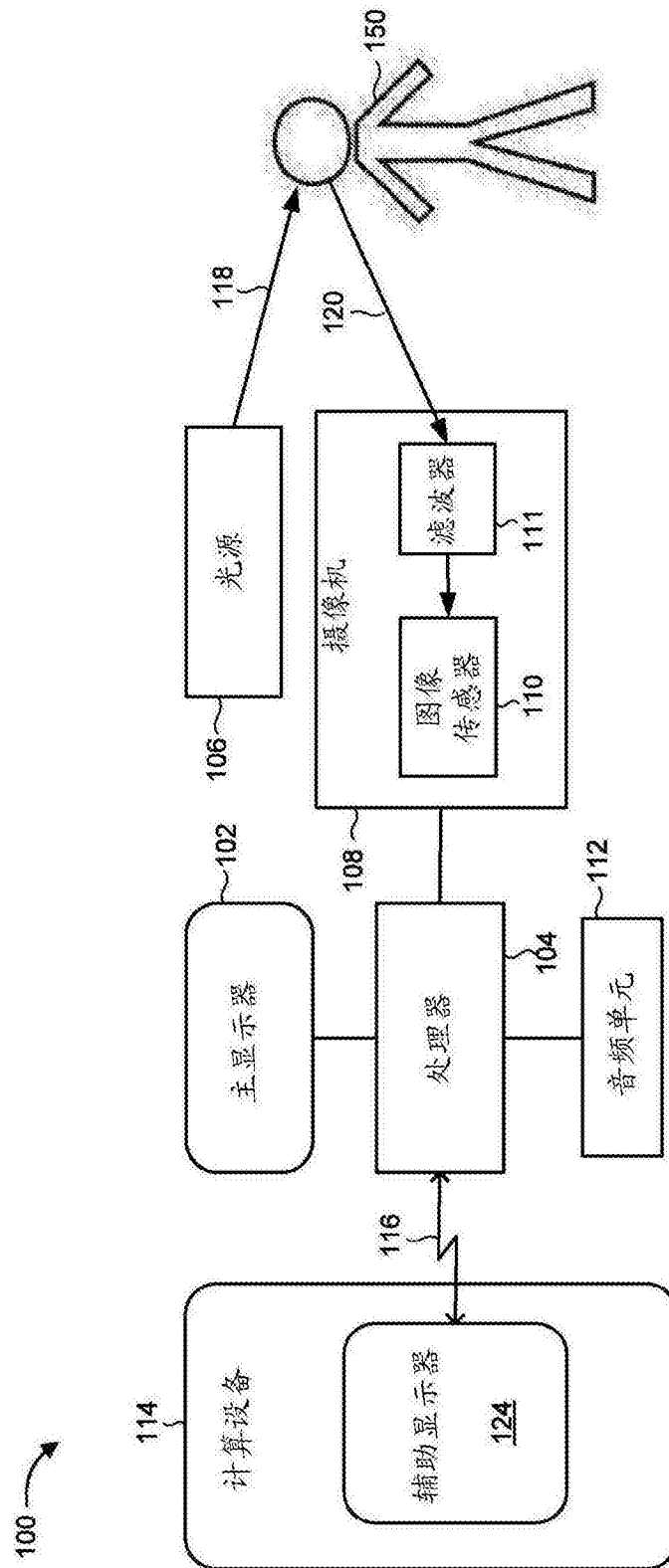


图1

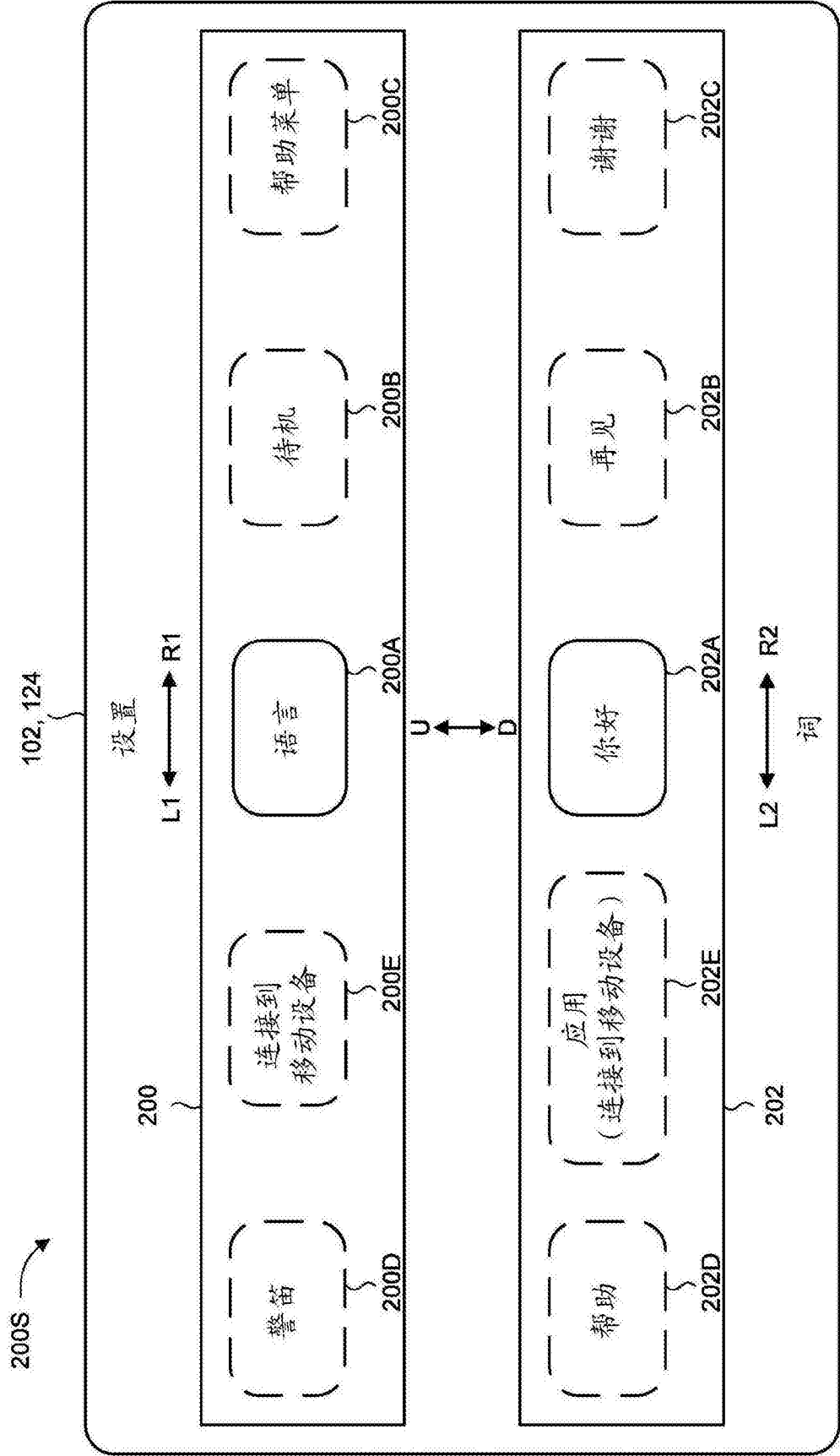


图2

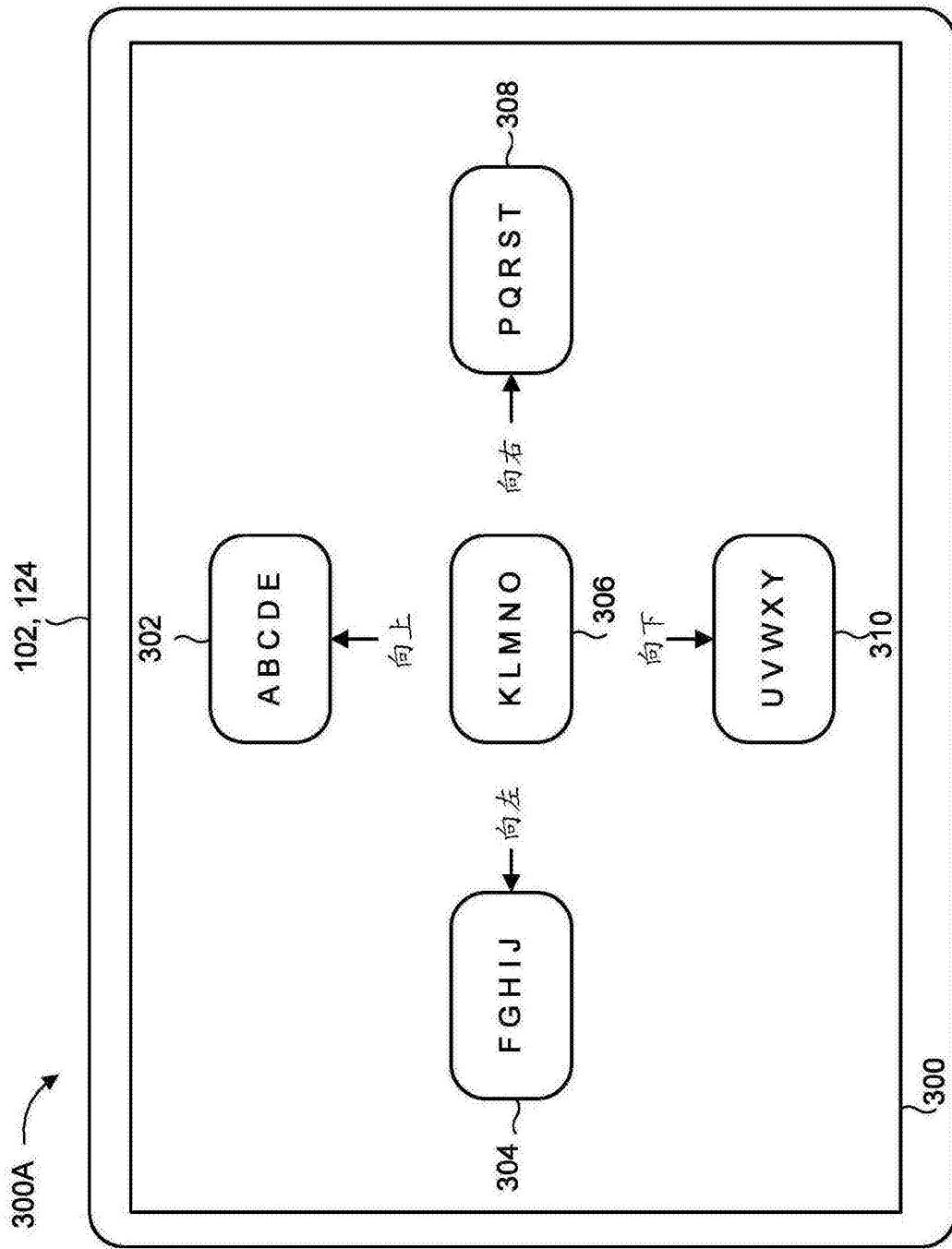


图3A

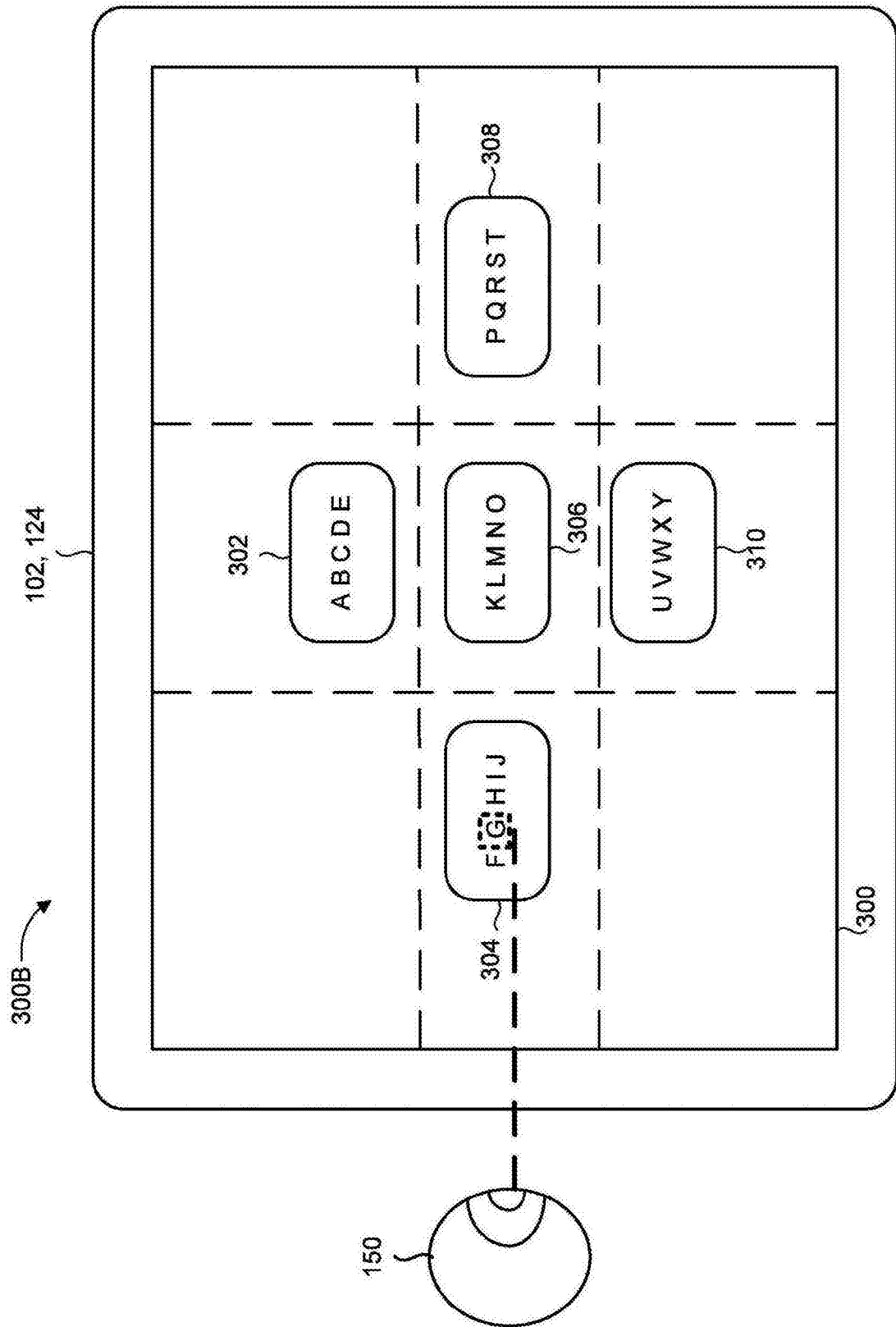


图3B

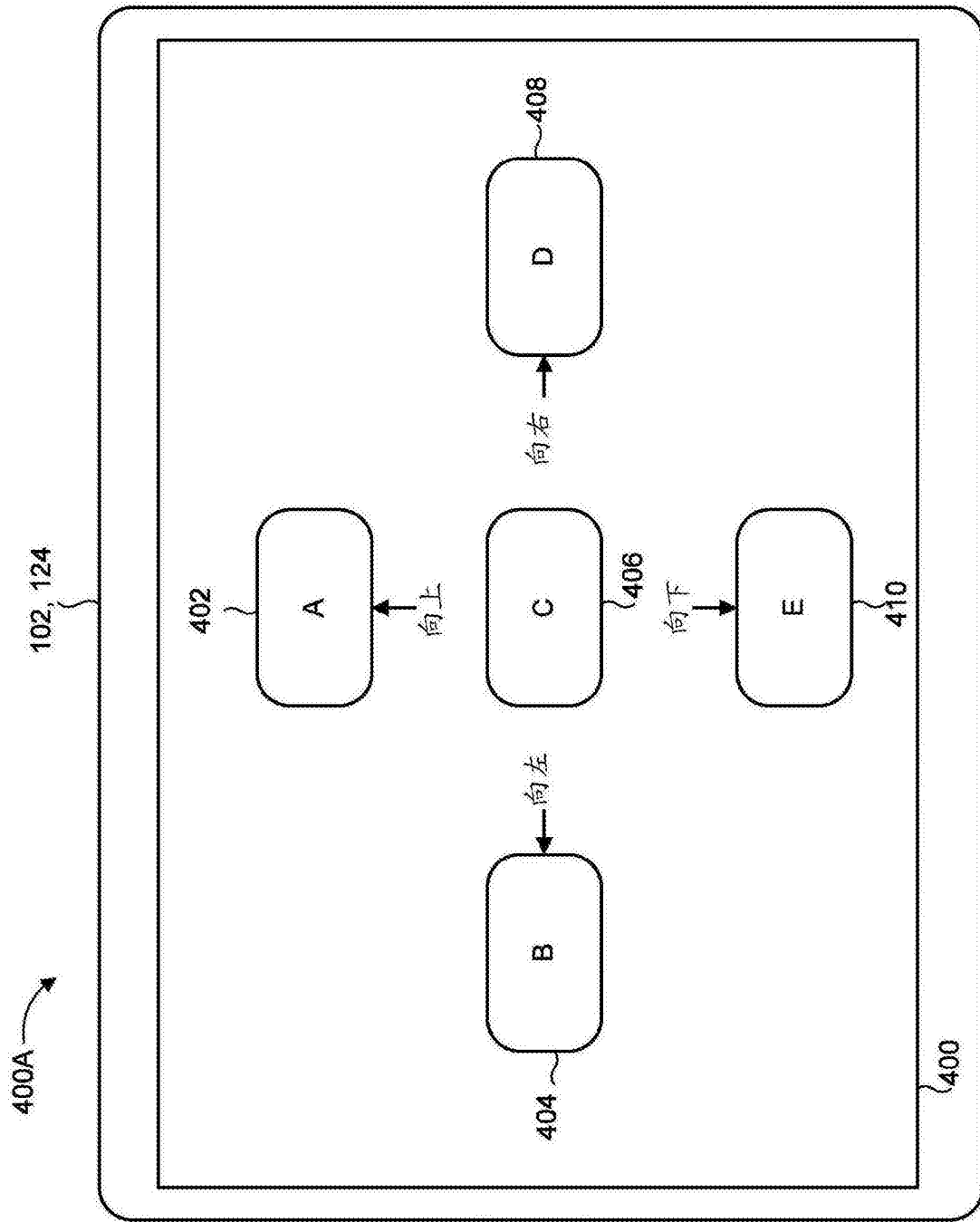


图4

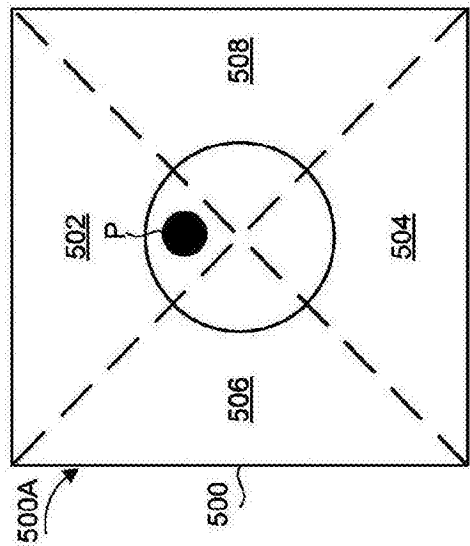


图5A

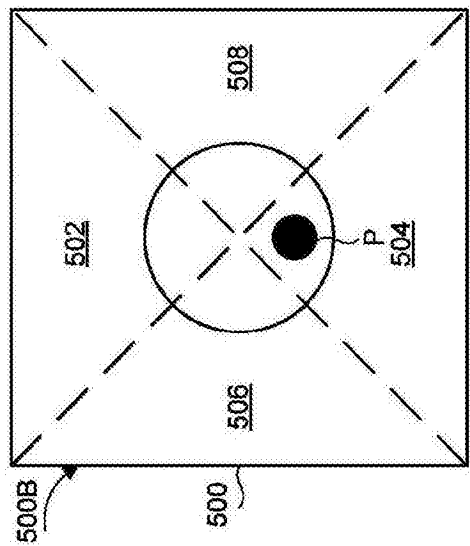


图5B

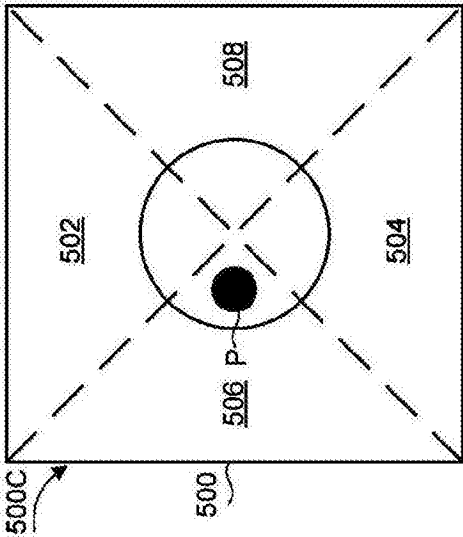


图5C

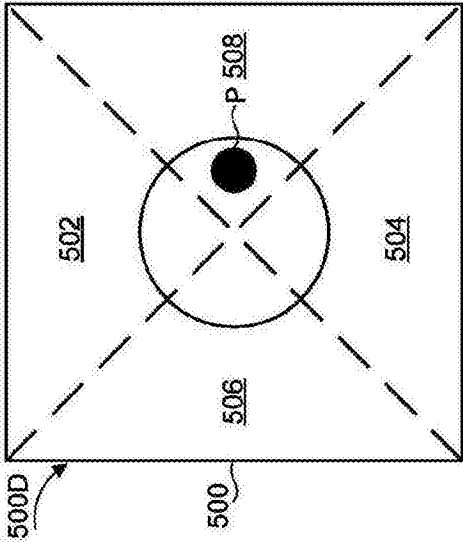


图5C

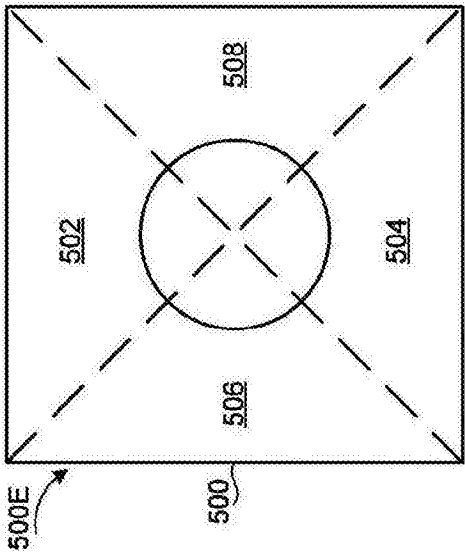


图5D

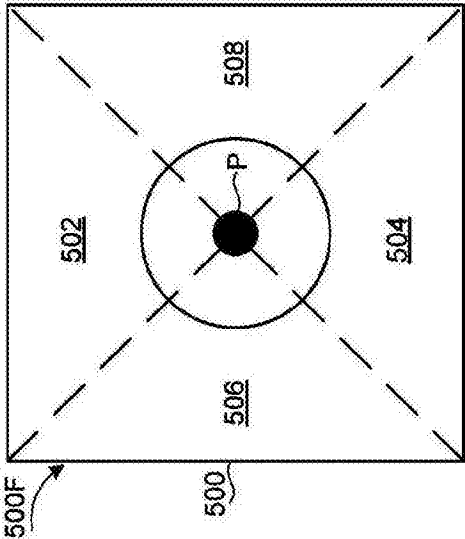


图5E

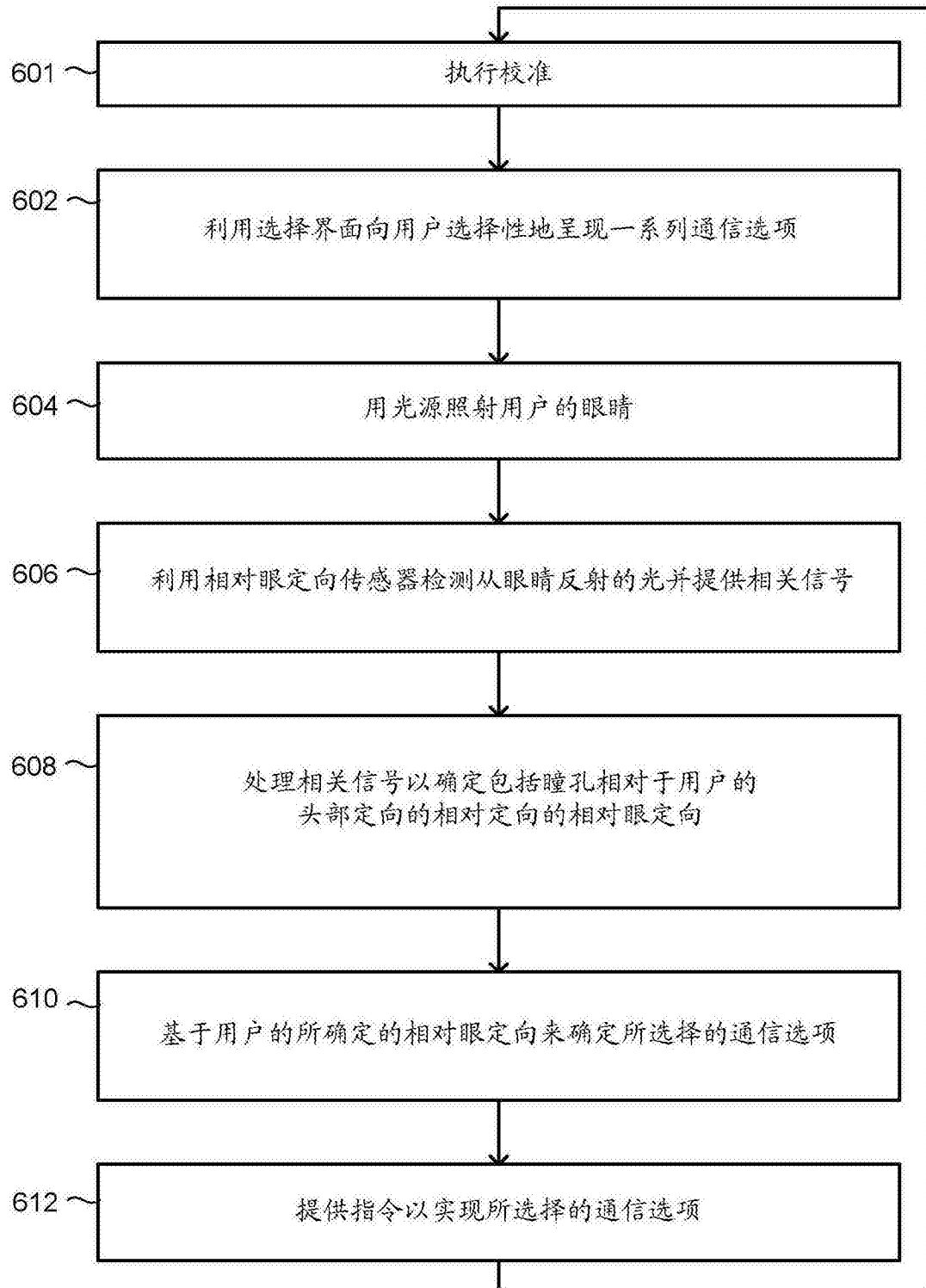


图6