



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101730500 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 18

(21) 申请号 200880015167. 8

(22) 申请日 2008. 03. 07

(30) 优先权数据

60/893, 800 2007. 03. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 11. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CA2008/000472 2008. 03. 07

(87) PCT申请的公布数据

W02008/106802 EN 2008. 09. 12

(73) 专利权人 北英属哥伦比亚大学

地址 加拿大英属哥伦比亚省

专利权人 香港理工大学

(72) 发明人 卢新发 陈亮 杜嗣河

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51) Int. Cl.

A61B 3/113(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6367932 B1, 2002. 04. 09, 说明书第 3 栏第 57 行 - 第 4 栏第 54 行, 附图 1.

US 6367932 B1, 2002. 04. 09, 说明书第 3 栏第 57 行 - 第 4 栏第 54 行, 附图 1.

US 4813779, 1989. 03. 21, 说明书第 3 栏第 24 行 - 第 6 栏 21 行, 附图 1-5.

CN 2441437 Y, 2001. 08. 08, 全文.

US 6290357 B1, 2001. 09. 18, 全文.

审查员 杨德智

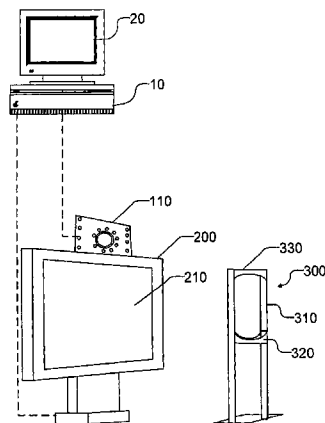
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

用于客观地测试视野的设备和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于测试对象视野的设备, 包括可以由通用计算机提供的数据处理器, 并与瞳孔跟踪系统相连接。数据处理器受程序控制而在显示屏的不同位置产生要显示的目标, 并从瞳孔跟踪系统判断对象的瞳孔是否响应目标的显示位置而进行了移动。在一些实施例中, 瞳孔跟踪系统包括红外照相机。



CN 101730500 B

1. 一种客观地测量对象眼球视野的方法,其特征在于,所述方法包括:
以组合形式提供眼球跟踪装置、计算机装置和一个或多个连接到显示装置的显示屏;
当对象使用被测眼球观看显示屏时,在所述一个或多个显示屏中的一个上依次显示目标,与第一红外照明件和第二红外照明件的启动同步,交替拍摄偶数帧和奇数帧的照相机图像,所述第一红外照明件和所述第二红外照明件发射人眼基本不可见而照相机能够探测到的光线;以及
记录被测眼球是否响应目标的出现而进行了移动;
其中所述方法进一步包括:
对应于对象观看的显示装置上的屏幕网格,创建被测眼球的眼球网格;在显示装置上的不同位置显示目标;
从照相机图像中确定眼球网格的位置,以及其在屏幕网格上的对应位置;
从上述位置中判断对象眼球是否响应目标的出现而进行了移动;
存储每个目标的位置以及瞳孔是否响应所述目标的出现而进行了移动;以及分析存储的数据来提供眼球的视野测量。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,包括仅对对象眼球的视野的中心部分进行测试。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述中心部分包括在眼球注视方位的 15° 、 20° 、 25° 、 30° 、 40° 、 50° 、 60° 或 70° 的位置。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,记录被测眼球是否响应目标的出现而进行了移动包括:确定第一角度和距离,对象的眼球正在注视的显示屏上的点在所述第一角度和距离上,将第一角度和距离与第二角度和距离进行比较,其中第二角度和距离是指当前目标和前一目标之间的角度和距离。
5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的方法,其特征在于,显示目标包括开始将每个目标显示为单个小点,然后扩大目标直至眼球发生响应。
6. 一种客观地测量对象眼球视野的设备,其特征在于,所述设备包括:
显示装置,用于供所述对象观看;
注视检测系统,用于检测和跟踪被测眼球的瞳孔,所述系统包括红外照相机和联合的第一红外照明件和第二红外照明件,所述第一红外照明件和所述第二红外照明件发射人眼基本不可见而照相机能够探测到的光线,其中所述注视检测系统进一步包括与所述第一红外照明件和所述第二红外照明件的启动同步,交替拍摄偶数帧和奇数帧的照相机图像的元件;
所述第一红外照明件比所述第二红外照明件靠近照相机光轴设置;
用于从所述照相机图像中检测出被测眼球的瞳孔位置的元件;
目标生成器,用于在所述显示装置上生成和显示一系列目标;
存储装置,用于存储每个目标的位置并判断眼球是否响应这些目标而进行了移动;以及
处理存储的目标数据来提供眼球视野测量的元件。
7. 根据权利要求6所述的设备,其特征在于,所述第一红外照明件和所述第二红外照明件包括红外发光二极管。

8. 根据权利要求 6 所述的设备,其特征在于,所述第一红外照明件包括环绕在照相机透镜孔径周围的发光二极管环。

9. 根据权利要求 8 所述的设备,其特征在于,所述第一红外照明件中的环绕在照相机透镜孔径周围的发光二极管环产生明亮瞳孔图像,所述第二红外照明件的发光二极管产生暗色瞳孔图像。

10. 根据权利要求 6 所述的设备,其特征在于,所述目标生成器用来在被测眼球的眼球网格中某处选择目标,并判断所选目标是否位于屏幕网格内,如果是则使用所选目标为下一目标。

11. 一种客观地测量对象眼球视野的设备,其特征在于,所述设备包括:

计算设备;供对象在测试中观看的显示装置,所述显示装置与所述计算设备相连,用来在所述显示装置上的屏幕网格内显示目标;

红外照相机,与所述计算设备相连,且在使用时朝向被测眼球,用来拍摄对象眼球的图像并传输所述图像到计算设备;

第一和第二照明件,用来照明被测眼球;

与所述第一和第二照明件的启动同步,交替拍摄偶数帧和奇数帧的照相机图像的元件;

所述计算设备在所述显示装置的不同点显示一系列的目标;所述计算设备在每一个目标显示后,从所述图像中确定被测眼球的方位及注视点;

所述计算设备存储每个目标的位置以及被测眼球响应目标的出现而进行了移动或未移动。

12. 根据权利要求 11 所述的设备,其特征在于,所述计算设备确定被测眼球的视野测量。

13. 根据权利要求 11 所述的设备,其特征在于,所述照明件包括近红外光源,而所述照相机可感光所述光源的波长。

14. 根据权利要求 13 所述的设备,其特征在于,所述照明件包括分布在两个同心圆环上的 16 个红外发光二极管,其中每个圆环上有 8 个发光二极管,圆环的轴与照相机的光轴共轴,且内环的直径与照相机透镜的直径近似相等,外环的直径大于内环的直径。

15. 根据权利要求 13 所述的设备,其特征在于,所述照明件包括分布在圆环和一对平行直线上的 16 个红外发光二极管,其中圆环上有 8 个发光二极管,平行线上有 8 个发光二极管,圆环的轴与照相机的光轴共轴,且圆环的直径与照相机透镜的直径近似相等,平行线在圆环外彼此间隔。

16. 根据权利要求 11 至 15 中任意一项所述的设备,其特征在于,所述显示装置具有表面大致平坦的屏幕。

17. 根据权利要求 11 至 15 中任意一项所述的设备,其特征在于,所述计算设备包括个人电脑。

用于客观地测试视野的设备和方法

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本申请要求申请日为 2007 年 3 月 8 日、申请号为 60/893,800 的美国专利申请的优先权。对于在美国的申请,本申请基于 35U. S. C. § 119, 受益于申请日为 2007 年 3 月 8 日、申请号为 60/893,800 的美国专利申请,并在此将该美国专利申请的全文引用入本申请中。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于视野测试的设备和方法。

背景技术

[0004] “视野 (visual field)”是指对象可观察的视觉感知的空间排布。“视场 (field of view)”是指映射到对象视网膜上的外部世界中的物理物体和光源。换句话说,视场是(在给定的时间内)使光线落到视网膜上的一切物体。视场通过视觉系统进行处理,该视觉系统计算出视野作为输出。在验光和眼科学中,视野测试被用来研究对象的视野。

[0005] 有许多病理原因导致视觉恶化。可以包括眼睛本身、视神经或大脑中视神经通路的病变。对视野和其它眼科特性的认知有助于定位病变的可能位点。某些疾病会引起局部暗点或大范围的视力丧失。视野测试可用于判断对象的视野是否受到疾病的影响。除了眼球的各种病变,视野测试还有助于诊断神经系统疾病,如垂体腺瘤(很常见的脑肿瘤)、脑膜瘤、海绵状血管瘤、前部缺血性视神经病变、动脉瘤和中风。

[0006] 视野测试可以由技术员直接进行,或者技术员在机器的协助下进行,或者由自动化机器来完成。视野测试被称为视野测量法 (perimetry)、正切暗点计屏检查、自动视野检查、高曼 (Goldmann) 视野检查或汉弗莱 (Humphrey) 视野检查。“视野测量法”是通过检测背景上显示的测试目标来区分视野中光敏感度的系统化测量方法。

[0007] 视野测量法的技术包括:

[0008] ● 反视野检查——检查者要求对象闭上一只眼睛并盯着检查者。检查者随后将手移出对象视野,然后又移回视野中。对象在手回移到可以被看得见时发信号给检查者。

[0009] ● 正切暗点计屏检查或高曼 (Goldmann) 视野检查——对象被要求坐在中心有一目标的屏幕前。闭上未在测试的眼睛。当对象盯着目标时,检查者朝着对象的视野移动物体。对象在物体可以被看得见时发信号给检查者。这种检查可以绘制出对象的视野。

[0010] ● 自动视野检查——对象坐在中心有一目标的凹入光罩 (concave dome) 前。闭上未在测试的眼睛。给予对象一个用于在检查中使用的按钮。对象被要求坐在光罩前,并集中注视目标。然后,计算机控制光线照亮的内部,当对象看见光线时按下按钮。计算机随后自动绘制和计算对象的视野。

[0011] 人类的视觉感知是动态的。其能够很好地响应移动的目标。目前用于视野测试的仪器通常在测试暗点(盲点)中采用静止或运动(移动)的点。

[0012] 目前用于视野测试的仪器一般具有一定程度的主观性。当许多目标(通常是一样大小)出现在对象视野的不同区域时,它们要求对象的眼睛凝视特定的不动物体,该物体

通常是位于屏幕的中心。对象需要按下按钮或以其它方式来特意表明其观测到了目标。凝视的要求往往会迅速引起疲劳。此外,测试往往是漫长的,这也加剧了疲劳。由于将引发的疲劳而导致凝视难以维持,再结合所需的主观反应测试的准确性将受到限制。一般来说,目前的仪器的显示屏是弯曲的,这使得在屏幕上各个位置显示的目标与被检查眼睛距离都大致相等。

[0013] 以下美国专利公开了眼球测试的相关技术:

[0014] ● 3718386

[0015] ● 3883235

[0016] ● 4059348

[0017] ● 4392725

[0018] ● 5220361

[0019] ● 5319398

[0020] ● 5459536

[0021] ● 5491757

[0022] ● 5880812

[0023] ● 5953102

[0024] ● 6494578

[0025] ● 6527391

[0026] ● 6736511

[0027] ● 6783240

[0028] 已有各种基于不同原理和目的的装置能够跟踪眼睛的视觉方向。近来对于基于主动照明的方法的研究表明,同步的多红外线源或主动式红外照相机能够在不同的照明条件下从相当远的距离有效定位人类(甚至是戴着眼镜的人类)的瞳孔。

发明内容

[0029] 本发明具有多个方面。一些方面提供了用于视野测试的方法。一些方面提供了用于视野测试的设备。一些方面提供了承载机器可读指令的程序产品,通过数据处理器来执行这些指令可以将该数据处理器用于视野测量。

[0030] 本发明的一个方面提供了一种用于客观地测试对象眼球的视野的方法。所述方法包括:提供可与具有一个或多个显示屏的个人电脑或其他数据处理装置进行数据通信的眼球跟踪装置;当对象使用被测眼球观看显示屏时,在所述一个或多个显示屏中的一个上依次显示目标;以及记录被测眼球是否移动以响应目标的出现。

[0031] 本发明的另一方面提供了一种用于视野测试的设备,包括:与个人电脑或其它数据处理设备进行数据通信眼球跟踪装置,所述个人电脑或其它数据处理设备与显示目标的显示屏连接。。在实施例中,显示屏是充分平坦的。在一些实施例中,显示屏包括连接到数据处理装置的计算机监视器。所述数据处理装置设置成执行视野测试。

[0032] 在一些实施例中,眼球跟踪装置包括主动式红外照相机。计算机使用从红外照相机获得的数据来确定眼睛注视的方位。

[0033] 在本发明的一个方面中,计算机监视器或类似显示装置的屏幕上的物体最初显示

为单个小点,随后动态扩大直到响应发生。可以控制其扩大的方向和速度。当初始目标位于真正的暗点范围内时,扩大的目标将最终突破暗点的边界并引起响应。对于暗点相当大的情况,如偏盲症(脑中风患者丧失一半视野),本技术可以节省大量测试需要的时间。可以进行优化的测试以确定视野的完整确切的区域。

[0034] 除了上述各方面的示例和实施例,通过参考附图以及对下面详细说明了的研究将了解更多的方面和实施例。

[0035] 附图简要说明

[0036] 下面参照附图对具体实施例进行说明。此处的实施例和附图是用于说明性,而非限制的:

[0037] 图 1 是根据一个实施例中的设备的透视图;

[0038] 图 2 所示为图 1 的实施例可用的红外照相机;

[0039] 图 3 所示为图 1 的实施例中的主监视器的屏幕;

[0040] 图 4 所示为计算主监视器上的注视点所采用的梯形;

[0041] 图 5 所示为代表视网膜的网格;

[0042] 图 6 所示为代表主监视器的网格(屏幕网格);

[0043] 图 7 所示为响应新目标的眼球移动;

[0044] 图 8 所示为根据一个实施例的方法中的逻辑程序流程图。

具体实施方式

[0045] 为了本领域技术人员能更加透彻地理解本发明,在下列的整个描述中,提出了具体的细节。。然而,为了避免本公开产生不必要的含糊,就没有示出或详细描述一些众所周知的要素。相应地,描述和附图都被视为说明而非限制性的。

[0046] 参考图 1 至图 8,根据一个实施例的设备 11 包括个人计算机 10。计算机 10 可以包括通常与个人计算机相连的组件和外围设备。计算机 10 连接并控制主显示器 200 和第二可选监视器 20。计算机 10 不局限于个人计算机。计算机 10 可以包括任何合适的数据处理装置,如嵌入式处理器、微处理器、应用服务器、网络计算机或类似的装置。

[0047] 在图示的实施例中,显示器 200 包括计算机监视器。该监视器可具有平面屏幕。该监视器可包括例如 LCD 显示器、等离子 CRT 显示器或类似的设备。

[0048] 注视检测系统 13 用来判断对象注视的方位。注视检测系统可包括合适的瞳孔跟踪系统。在图示的实施例中,注视检测系统 13 包括照相机 110,用于拍摄对象眼球的图像,并基于从照相机 110 获得的图像数据判断对象注视的方位。在一些实施例中,从照相机 110 获得的图像数据被传输到计算机 10,并在计算机 10 上进行处理来跟踪对象注视的方位。作为替代,注视检测系统 13 可以设置专用的系统来处理从照相机 110 获得的图像数据。

[0049] 在一些实施例中,照相机 110 包括例如图 2 所示的红外照相机。由该红外照相机来检测对象的瞳孔的运动。

[0050] 在图示的实施例中,设备 11 包括头枕(head rest)300。该头枕 300 用来将对象的头部保持在相对主显示器 200 理想的位置上,并可相对主动式红外照相机 110 自由地活动。待测对象的眼睛可以与屏幕 210 或主显示器 200 保持任何合适的距离。例如,对象的眼睛可以离屏幕 210 大约 50cm 左右。当屏幕 210 较大时,从对象的眼睛到屏幕 210 的距离

可以更大,当屏幕较小时,对象的眼睛则应该更靠近屏幕 210。屏幕 210 的合适尺寸可以大于 50cm 左右(对角线测量)。

[0051] 头枕 300 包括框架 310、腮托 320 和前额托 330。头枕 300 是可选的。使用合适的注视检测器件,无需使用头枕,就可以检测到对象注视的方位,从而确定主显示器 200 上注视点的位置。使用高背椅子(图中未显示)也有助于减少对象头部的运动。

[0052] 设备 11 可适用于通过在显示器 200 上显示目标和跟踪由此导致的对象的眼球运动来辨别盲点或盲区。在本发明的一个方面中,对象被指示将正在测试的眼睛看向任何出现在主显示器 200 上的目标。在计算机 10 的控制下,目标呈现在主显示器 200 的不同位置点。计算机 10 利用从主动式红外照相机 110 获取的数据来确定被测眼球的注视的方位。已知注视的方位以及眼球相对于主显示器 200 的位置后,下面进一步说明如何计算主显示器 200 上注视点。

[0053] 当视觉是正常时,眼球将自然趋向于跟着显示器 200 上呈现的新目标移动。这将强化眼球向新的目标移动的指令。当呈现在显示器 200 上的目标位于对象视野中视觉严重受损的区域内时,将检测不到新目标,同时眼球也不会移到新物体的位置。通过计算机 10 来记录响应新目标出现时眼球运动或者运动缺失。

[0054] 在图 1 所示的实施例中,设备 11 的运行相关信息可以显示到第二监视器 20 上。第二监视器是可选的。可配置设备 11 以在适当的时间在主显示器 200 上显示设备 11 的运行相关信息。可以根据成本、便携性或其它原因的需要来选择。

[0055] 例如,个人计算机 10 可以是一台笔记本电脑,在这种情况下,第二监视器 20 可以和所有的通用组件以及外围设备如键盘、鼠标、中心处理单元、大容量存储设备等一起内置到电脑中。

[0056] 如图 2 所示,瞳孔检测和跟踪系统 13 包括两个照明件 112 和 114。为了便于使用,照明件 112 和 114 可包括近红外光源,其发出人眼不可见或几乎不可见的波长的光线。例如,照明件 112 和 114 可发出波长在大约 875nm 的光线。照相机 110 能够感光照明件 112 和 114 发出的波长。

[0057] 安装照明件 112 是用来提供明亮瞳孔图像,而安装照明件 114 是用来提供暗色瞳孔图像。在图示实施例中,这是通过将照明件 112 的光源放置在照相机 110 的透镜 122 的光轴 120 的附近来实现的。照明件 114 的光源被放置在远离光轴 120 的位置。在图 2 所示的实施例中,照明件 112 和 114 分别包括 8 个红外发光二极管(LED) 116。这些 LED 排布在两个同心环 112A 和 114A 上。圆环的中心 118 在照相机光轴 120 上。

[0058] 在一个实施例中,两个圆环都在同一平面上。内环 112 充分靠近照相机光轴 120 来产生明亮瞳孔图像。外环 114A 的直径足够大(LED116 远离照相机光轴 120 设置来产生暗色瞳孔图像)且足够明亮来产生与内环 112 近乎相等的照明。在示例的实施例中,内环 112A 的直径与透镜 122 的直径(15mm) 大约相同,外环 114A 的直径大约为 90mm。这些是获得的经验值,取决于照相机的特性。在另一实施例中,外环 114A 被两条 LED 116 的平行线 114B 代替,这两条平行线与离图 1 所示的照相机透镜 122 大约 75mm。第一和第二照明件 112 和 114 可以包括其它光源排布。

[0059] 注视跟踪系统控制照明件 112 和 114,使得照相机 110 能够在照明件 112 的照明下获取一些对象眼球的图像,并在照明件 114 的照明下获取另一些对象眼球的图像。例如,照

明件 112 和 114 的开和关可以与照相机 110 的操作同步,从而使得照相机分别在照明件 112 和 114 的照明下获取偶数帧和奇数帧。例如,当内环 112A 的 LED 点亮时,抓取偶数帧图像,而在外环 114 的 LED 点亮时,抓取奇数帧图像。

[0060] 已经有多项瞳孔定位技术被公开且为本领域技术人员所熟知。任何适用于瞳孔定位或其它判断对象注视方位的技术可以应用到本发明的实施例中。用于在从照相机 110 获取的图像中定位对象瞳孔的算法的基本实施例如下。定义以下参数:

[0061] ● F_e 为偶数帧的数据, F_o 为奇数帧的数据,偶数帧和奇数帧都用灰度表示,或可以转换为灰度表示。

[0062] ● $E_{i,j}$ 为偶数帧中第 i 列第 j 行的像素, $O_{i,j}$ 为奇数帧中第 i 列第 j 行的像素。

[0063] ● F_d 为两帧之差。

[0064] F_d 计算如下:

$$[0065] \quad D_{i,j} = \text{ABS}(E_{i,j} - O_{i,j}) \quad (1)$$

[0066] 在此, $D_{i,j}$ 为 F_d 的第 i 列第 j 行的像素。

[0067] 计算 F_d 中每个第 i 列的像素值的和。定义 colMax 为这些和的最大值。计算出 F_d 中每个第 j 行的像素值的和。定义 rowMax 为这些和的最大值。瞳孔的中心位于 $(\text{rowMax}, \text{colMax})$ 。也可以使用其它适合的算法。

[0068] 这里有三种与瞳孔跟踪和眼球测试相关的不同的坐标空间:照相机坐标、屏幕坐标和眼球坐标。照相机坐标用于辨别从照相机 110 获取的图像中对象瞳孔的位置。例如可以使用前述算法来确定对象眼球的照相机坐标。

[0069] 屏幕坐标用于辨别对象的眼球正在注视的主显示器 200 上的位置。可以通过从照相机 110 的照相机坐标中瞳孔的特定位置以及变换函数来确定屏幕坐标。

[0070] 眼球坐标用于辨别观看当前目标 620 的对象眼球的区域(如图 5 所示)。如图 6 所示,可以从对象当前注视的位置(一般是对象看到的在前目标 610 的位置)和当前目标 620 的相关屏幕坐标前一来确定眼球坐标。

[0071] 假定对象直接位于照相机 110 的前面,并且主显示器 200 是矩形的,照相机坐标上的梯形 t 对应于屏幕坐标中主显示器 200 的区域。可以通过确定已知屏幕坐标的三个非线性的点的对应照相机坐标来建立照相机坐标与屏幕坐标间对应关系的变换函数。在一个实施例中,照相机坐标中的瞳孔位置建立在主显示器 200 的四个角中的每一个上,同时生成建立代表屏幕坐标的矩形和在照相机坐标中产生的梯形之间的映射的数学函数。

[0072] 在图 3 中所示为主显示器 200 的屏幕 210, w 和 h 分别为屏幕 210 宽度和高度的像素值。定义 (x_s, y_s) 为主显示器 200 上瞳孔当前观看的点 710。

[0073] 图 4 详细描绘了梯形 t , 其具有上底边 y_1 和下底边 y_2 , 以及 x 坐标分别为 x_1, x_2, x_3, x_4 的左上顶点, 右上顶点, 左下顶点和右下顶点。 (x_c, y_c) 为照相机坐标中瞳孔的位置, (x_s, y_s) 为主显示器 200 上眼球正在观看的位置 710(显示器 200 上的注视点 710)。

[0074] 为了找出 (x_c, y_c) 和 (x_s, y_s) 之间的映射关系,定义 $d(x, y)$ 为从点 (x, y) 到梯形左侧边的距离, $w(y)$ 为梯形在 y 轴方向上的宽度。可以表示如下:

$$[0075] \quad d(x, y) = x - x_1 + \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} (x_3 - x_1) \quad (2)$$

$$[0076] \quad w(y) = x_2 - x_1 + \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} (x_3 + x_4 - (x_1 + x_2)) \quad (3)$$

$$[0077] \quad x_s = \frac{d(x_c, y_c)}{w(y_c)} w \quad (4)$$

$$[0078] \quad y_s = (y_c - y_1) \frac{h}{(y_1 - y_2)} \quad (5)$$

[0079] 等式 (4) 和 (5) 可以用于确定对象瞳孔的照相机坐标对应的屏幕坐标。

[0080] 眼球坐标

[0081] 如图 6 所示, 图 5 中所示的看到当前目标 620 的眼球区域可以基于前一目标 610 和当前目标 620 的相应位置来确定 (假设对象仍然注视着前一目标 610)。如 5 所示为代表视网膜的网格 (眼球坐标)。图 6 所示为代表主显示器的网格 (屏幕坐标)。

[0082] 屏幕至眼球

[0083] 使前一目标 610 位于眼球网格的中心 (图 5)。从前一目标 610 到当前目标 620 的相对距离在图 5 所示的视网膜网格和图 6 所示的屏幕网格上都是相等的。

[0084] 眼球至屏幕

[0085] 眼球网格中心的相对距离与前一目标 610 和新目标 620 的相对距离相等。

[0086] 瞳孔运动匹配

[0087] 如图 7 所示, 由注视检测系统 13 确定的对象眼球的动作, 可以用来判断对象是否觉察到了主显示器 200 上给定位置的当前目标 620。这可以通过将眼球相对于前一目标出现时其位置 710 的当前位置 720 与显示器 200 上当前目标 620 和前一目标 610 之间的相对距离相比较来完成。

[0088] 图 7 所示为如何获得用来表示两个眼球位置 710 和 720 的相对位置的 θ 和 d 。 θ 和 d 可以通过如同计算两个目标 610 和 620 的相对位置的方式来获取。然后这样获得的两组 θ 和 d , 可以进行比较看其是否在允许的误差幅度内。如果是, 则对象很可能确实觉察到了位于对应眼球网格位置 720 的新目标 620。如果对象在允许的时间 (例如大约 1 至 2 秒钟) 内没有改变注视方向到新目标的位置, 则可以认为对象没有看到新目标。

[0089] 目标生成器

[0090] 设备 11 包括目标生成器, 其产生目标在屏幕 210 上显示的位置以测试对象视野。目标生成器可以包括例如在计算机 10 上执行的计算机软件指令。目标生成器开始在眼球网格 (图 7) 中没有被充分测试的区域选择目标位置。目标生成器检查该目标位置是否与屏幕 210 上的位置相对应 (即屏幕网格内的位置 - 图 6)。如果不是, 则目标生成器将选择其它目标位置。或, 目标生成器生成总是与屏幕网格上的位置相对应的目标位置。

[0091] 如果对象的视野中未被充分测试的区域都不能对应屏幕 210 的位置, 则目标生成器可以选择已经被充分测试但是能够对应屏幕 210 上位置的位置。例如, 目标生成器可以在前一目标 610 和在目标 610 的前一刻显示的目标之间的一直线上, 设置下一目标的位置。例如, 下一目标可以设置在前一目标 610 和目标 610 前一刻显示的目标之间的线段的中点。

[0092] 新目标可以通过合适的时间间隔显示, 例如每几秒钟, 例如每 1 或 2 秒钟等等, 直到测试完成。可以在对象看到前一目标后显示新目标 (通过对象注视方向移动到前一目标

来判断),或者对象观看不到前一目标(通过对象的注视方向在一个阈值时间段内没有移动到前一目标)。显示连续的目标之间的时间可以稍有不同,例如可以随机地显示。

[0093] 目标可以为圆形。例如,目标可以为显示到主显示器 200 的屏幕 210 上的圆环。这并不是强制性的。在一些实施例中,目标可以包括其它形状或图像,如小的图标或图片。例如,图标或图片可以是一群活泼的儿童,用来在他们出现时尝试看到新的目标。目标可以适当的具有颜色,从而与屏幕 210 上显示的背景区分开来。例如,目标可以是白色或红色,而背景可以是黑色。然而,这些并不是强制性的。在一些实施例中,可以通过操作人员或者自动地调节目标和背景之间的对比度。每个显示目标可以包括主显示器 200 上的多个像素,在运行时这些像素的能够显示出与显示器 200 的背景不同的效果。

[0094] 测试会一直持续直到显示的目标数量足够对需要测试的对象视野进行充分的测试。在一些实施例中,对象的视野被分为多个区域,而测试会一直持续到至少两个目标已经显示在对应视野的每个区域的位置上。可持续测试直到每个区域的结果都得到证实。例如,在一些实施例中,如果某一区域内的两个目标,对象都能够成功看到或观看不到,则该区域被认为经过充分测试了。如果某一区域内对象只成功看到一个目标,而观看不到第二个目标,则结果被认为是不确定的,且需要在该区域对应的位置显示更多的目标。为了节省一次测试的时间,可将一个区域内目标显示次数限制在一个合理的数值。例如,在一些实施例中,每个区域被测试的次数不超过三次。

[0095] 视野可以被划分为任何合理数量的区域。这些区域可以但不限于大小相等。在一些实施例中,视野被分为 9 至大约 150 个区域。例如,视野可以被分成区域阵列,其尺寸为 3×3 , 7×7 , 12×12 等类似大小。

[0096] 医学上的暗点往往影响到相当大的视觉区域,因此,在许多应用中,没必要在太高的分辨率进行测试。例如,可以在将单眼的视野划分为 4×4 的网格的基础上做出重要的诊断,即视野仅被分为 16 个部分。如果将视野更精细地划分为,例如 5×5 网格 (25 小块), 5×4 网格 (20 小块), 5×6 网格 (30 小块),或者甚至 6×6 网格 (36 小块),则可获得更有效的数据。

[0097] 光路上受损程度不同的暗点(盲点)通常开始于视野的不同区域。青光眼最先在中心区域的普通盲点周围出现,这里是视神经从眼睛发出的地方,因此不是光线接收区。然而沿着视神经的脑损伤往往影响更广泛而不限于中心位置。因此目标生成器可以设置成集中在多个区域。在一些实施例中,设备 11 的使用者可以指定视野的具体区域来集中测试。在一些实施例中,目标生成器可以着重于这些区域或者专门集中在这些区域。

[0098] 在一些实施例中,屏幕 210 上的目标最初显示为一个小点,然后动态扩大直到响应发生。例如,目标可以先显示为一个直径较小的圆环,例如为 0.5 厘米。可以控制其扩大的方向和速度。当最初的目标在真正的暗点范围内时,不断扩大的目标将最终突破暗点的边界并引起响应。可以进行优化的测试来确定对象视野的完整确切的区域。

[0099] 优化测试

[0100] 在一些实施例中,可以进行优化的测试。优化的方式可以有多种。例如,如果对象在眼球网格的特定位置观看不到目标,目标生成器将仍然在同一区域内稍微不同的位置上进行测试,来判断对象能否在这个不同的位置观看到目标。在一个可选实施例中,如果对象在眼球网格的某一位置观看不到目标,则将在该位置或邻近位置显示较前一目标稍大和/

或稍亮的附加目标。该步骤是可以重复的,直到目标足够大到对象观测到目标。并不需要均匀地扩大目标。可以通过调整计算机程序,使得目标优先朝着视野中需要更多数据的区域扩大。

[0101] 在一些实施例中,对计算机 10 进行编程,通过显示分散在被测视野周围的位置的目标从而筛选所有或选择的部分对象视野。随后,可以在筛选过程中,向对象观看不到目标的区域提供扩大的目标。

[0102] 在一些实施例中,设备 11 包括扩展元件,用于扩展可以使用显示器 200 进行测试的视野。这些元件可包括固定光源 17、显示器 200 外的其它固定目标(图未示)、能够显示目标的附加显示器 201 等类似元件。这些扩展元件可通过计算机 10 控制。

[0103] 许多病症如青光眼,一般体现在视野外围部分的视觉衰退。许多病症,如黄斑变性和许多神经系统病症,则体现在视野的更中心部分的视觉衰退。为了帮助诊断这一类病症,可能需要仅测试视野的中心部分。其可能仅仅需要测试中心 15° 、 20° 、 25° 、 30° 、 40° 、 50° 、 60° 或 70° ,来帮助诊断特定的病症。然而其它情况下,则需要测试整个视野。设备 11 可以设置成仅测试视野的选定部分。

[0104] 图 8 为测试眼睛视野的一个示例方法的流程图。图 8 同时示出了计算机 10 上运行的软件执行的以及给与对象指令的步骤。在一些实施例中,可以通过将指令显示在主显示器 200 上,以及以语音合成器、预先录制的音频指示等类似的方式给与对象指令。

[0105] 在步骤 801 中,设备 11 初始化,装配好硬件系统。指示对象将他/她的下巴放在合适的位置(例如腮托 310 上)。指示对象闭上一只眼睛,或者使用例如眼罩这样的物理器件来遮挡住另一只眼睛的视线,从而一次仅测试一只眼睛。

[0106] 在步骤 802 中,目标相继显示在屏幕 210 上足够多的位置来进行校准。例如在屏幕 210 的每个角上显示目标。指示对象移动眼睛来观看屏幕上显示的目标。

[0107] 在步骤 803 中,记录下眼球在步骤 802 中观看显示目标时的位置。在此,目标位于屏幕 210 的四个角上,可以获得方程 (2) 至 (5) 中的参数 x_1, x_2, y_1, y_2 。

[0108] 在步骤 804 中,使用从步骤 803 获得的参数 x_1, x_2, y_1, y_2 来建立方程 (2) 至 (5)。

[0109] 在步骤 805 中,在规定的位置 (x'_{s2}, y'_{s2}) 显示目标,该位置位于屏幕 210 的中心或者其它位置,并将其设为目标 t2。要求对象看向目标 t2,尽管眼球会自然地为目标所吸引,该项要求并不是必需的。随后系统在照相机 110 上找到眼球的位置,并利用该位置根据方程 (4) 和 (5) 找到显示器上的对应位置 (x_{s2}, y_{s2}) 。然后将其与目标 t2 (x'_{s2}, y'_{s2}) 相比较,来判断对象的眼球是否看向目标 t2 了。重复上述步骤直到确定对象的眼球看向目标 t2。

[0110] 在步骤 806 中,设定 t1 等同 t2,并因此设定 (x_{s1}, y_{s1}) 等同 (x_{s2}, y_{s2}) , (x'_{s1}, y'_{s1}) 等同 (x'_{s2}, y'_{s2}) 。现在原始 t2 就是固定的目标 t1 了。当对象的眼球看向 t1,可以判断眼球是否响应到屏幕上某处出现的新目标 t2,从而对对象视野的某一位置进行测试。

[0111] 在步骤 807 中,在屏幕 210 上生成新目标 t2 (x'_{s2}, y'_{s2}) 来测试对象是否将注意新目标。

[0112] 在步骤 808 中,在屏幕 210 上显示新目标 t2。

[0113] 在步骤 809 中,等待预定长的时间,在这段时间内不断测试眼球是否朝向新目标 t2 移动。注意步骤 809 和步骤 810 有部分同时进行。

[0114] 在步骤 810 中, 监测照相机 110 拍摄的眼球的位置 (x_c, c_y) , 并根据等式 (4) 和 (5) 计算显示器 210 上眼球停留的位置 (x'_{s2}, y'_{s2}) 。屏幕 210 上的位置 $t1(x'_{s1}, y'_{s1})$ 和 $t2(x'_{s2}, y'_{s2})$ 已知。计算 (x'_{s2}, y'_{s2}) 和 (x_{s2}, y_{s2}) 之间的距离, 并判断眼球是否在预定的误差幅度内已经重新看向 $t2$ 。

[0115] 在步骤 811 中, 如果在预定的时间内, 眼球没有移动到 $t2$, 系统将其记录为失败点, 视野中的该点也记录为潜在的盲点。

[0116] 在步骤 812 中, 如果眼球已经在预定的误差幅度内移动到位置 $t2$, 则假设眼睛已经观测到 $t2$ 位置的目标, 视野中的这点也被记录为可能具有视觉功能。

[0117] 优选对视野中的潜在盲点和可能具有视觉功能的区域都进行多次检查, 从而减小随机误差。

[0118] 在这里描述的一些实施例中, 计算机 10 可以显示、存储或进一步处理代表视野测试结果的数据。例如, 计算机 10 可以绘制图画来表示对象的眼球敏感和不敏感的位置, 创建表格或其它数据结构来表明对象眼球的每个区域的成功率, 或完成类似的工作。

[0119] 前述实施例减少且通常省去了需要由对象提供任何口头回应或肢体反应来表明目标是可见或不可见要。仅要求对象听从简单的指令: “当你看到一个新的目标出现在屏幕上时, 看向新目标”, 并且即使是这些也是非必要的, 因为眼睛会自然的被突然在视野中出现的新目标所吸引。

[0120] 一些实施例可以用于测试非言语的对象的视野, 这些对象可能并没有用敏捷的手动操纵按钮来表明响应, 但当对象被正确指示直到新目标出现才改变注视时, 其注视的改变则已经表明了响应。不同于中心固定的设计, 这减少了对对象在经过长时间的乏味冗长的测试中盯住单一目标而产生的厌倦。

[0121] 此外, 为了增强视野测试的客观性, 本发明的不同实施例能够减少进行视野测试的时间。特定的实施例也可以大大降低用来进行视野测试的设备的成本。一些实施例特别适用于为神经系统问题的诊断提供信息。

[0122] 虽然这里所述的实施例直接在屏幕前进行测试, 但是没有任何理由限制必须如此。相同的硬件、算法和思想可用于各种应用。例如, 正常的视觉范围在眼前的水平方向上可以达到近 200° 。通过使对象将视线集中到显示器外的某些点, 测试对象是否观看到显示器上的目标, 这可以测试到视野的整个区域, 而限于显示器显示的有限区域。

[0123] 对本领域技术人员来说, 采用其它标准、或非标准视野测试来使用该设备是显而易见的。可以在不脱离本发明构思的情况下进行各种改变, 也可以通过至少一些其它测量视野的装置来进行“扩大的目标”的测试。

[0124] 在一些实施例中, 设备包括数据处理器, 其执行软件指令使其以这里所述的一般方法进行视野测试。软件指令可以存储在数据处理器可读存储器内。本发明的各方面可以以软件产品的形式来提供。软件产品可以包括任何装载了一套计算机可读的指令的介质, 这些指令通过数据处理器执行来实施本发明的方法。根据本发明的软件产品可以包括例如物理介质如磁性数据存储介质 (包括软盘和硬盘驱动器)、光学数据存储媒体 (包括 CD 光盘和 DVD 光盘)、电子数据存储媒体 (包括光盘、闪存、内存) 或类似产品。软件产品上的计算机可读指令可以经过压缩或加密。

[0125] 上面提到的组件 (如软件模块、处理器、配件、装置和电路等), 除非另有说明外,

所指的组件（包括所提到的“方法”）应该被理解为包括像该组件的等价物的任何能够执行所述组件功能的组件（即功能上相等），包括完成本发明图示实施例中公开的功能但在结构上不不同的组件。

[0126] 虽然上面讨论了大量的示例方面及实施例，但是本领域技术人员知悉，可以对其进行某种修改、置换、补充和对其子集进行组合。因此，后面提供的未决的权利要求应该被理解为包括所有这些在其本质精神和范围内的修改、置换、补充和子集组合。

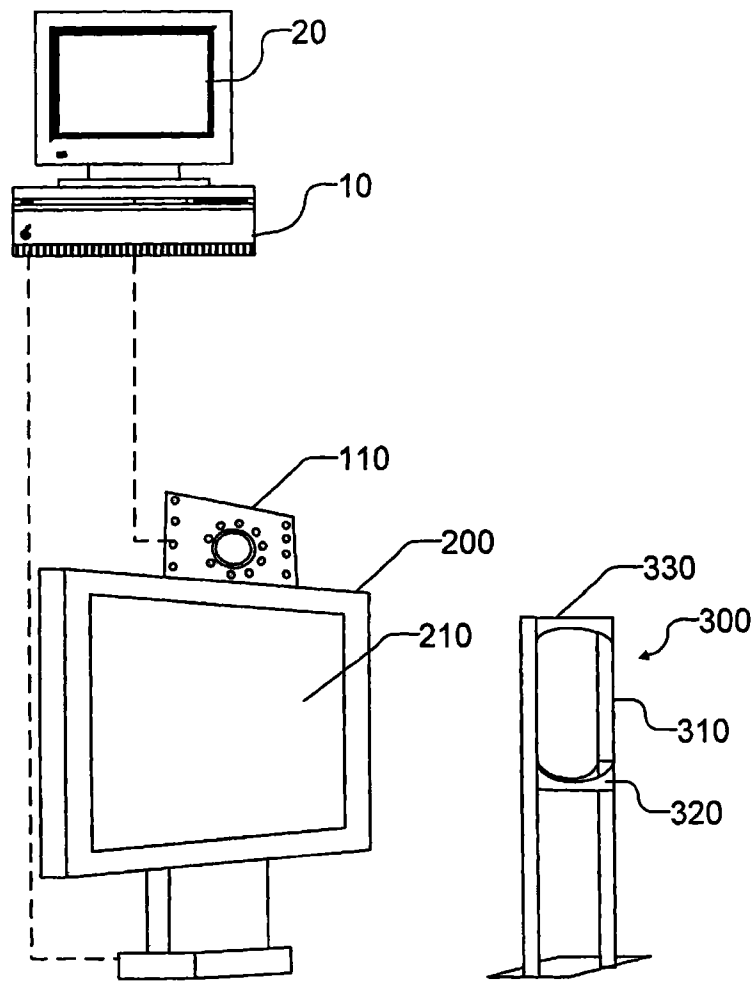


图 1

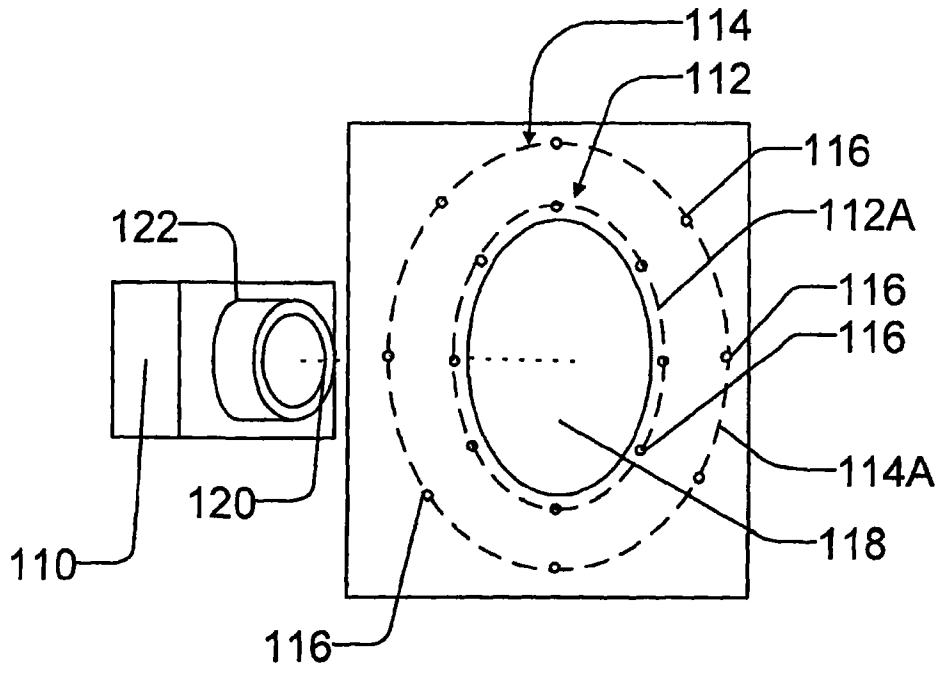


图 2

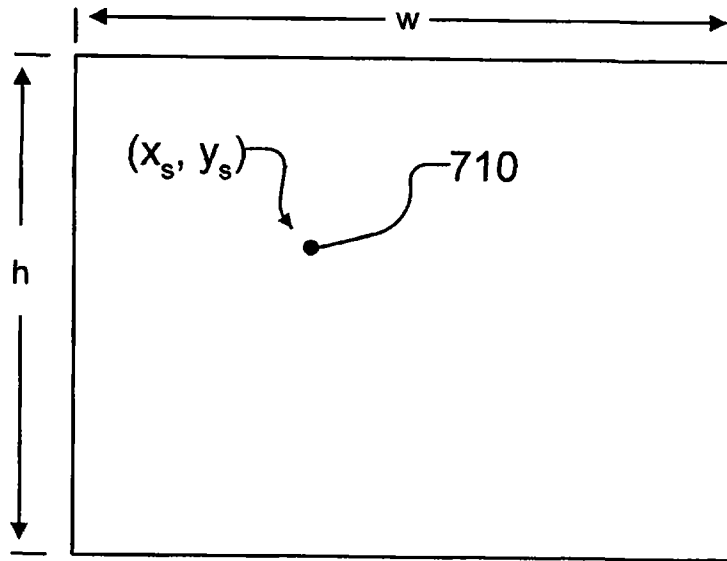


图 3

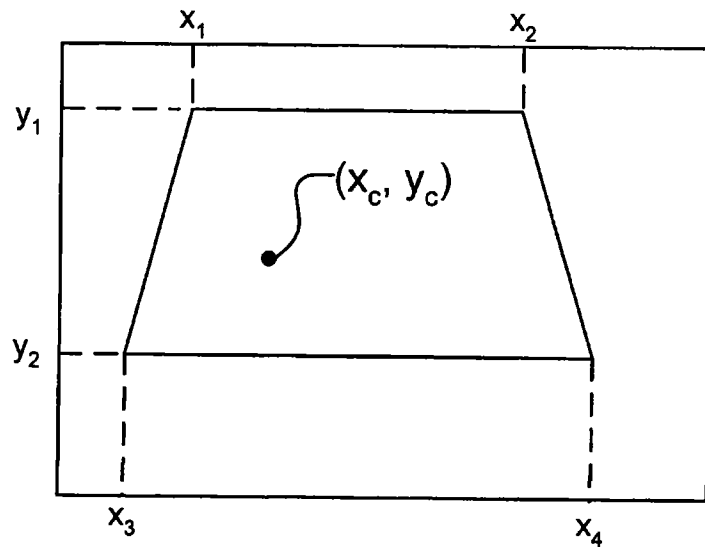
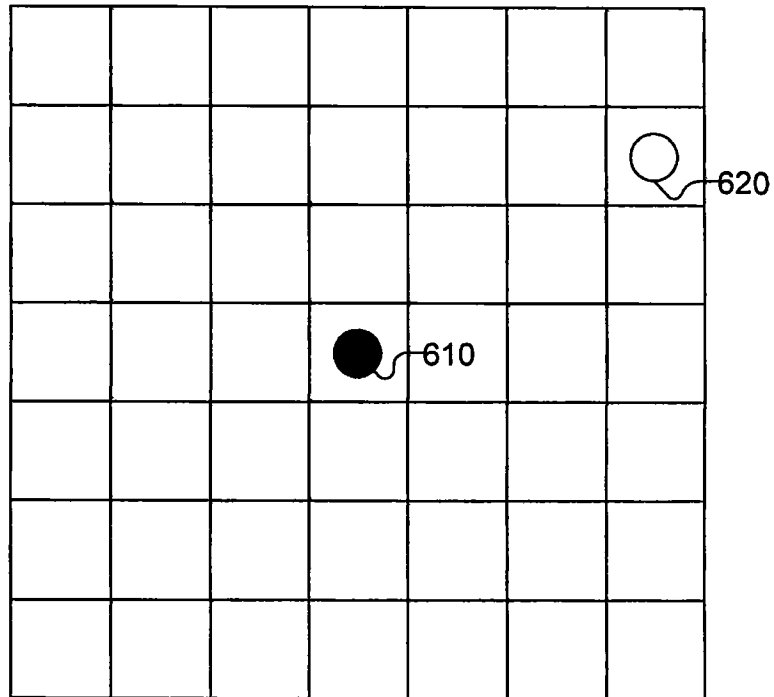
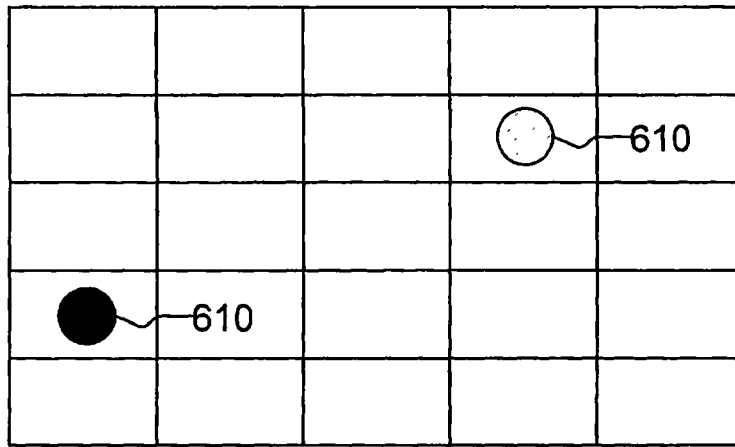


图 4



代表对象视网膜的网格

图 5



代表显示屏的网格

图 6

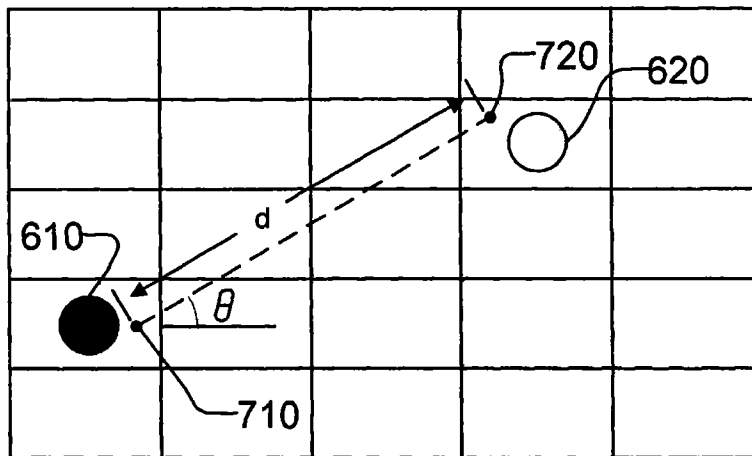


图 7

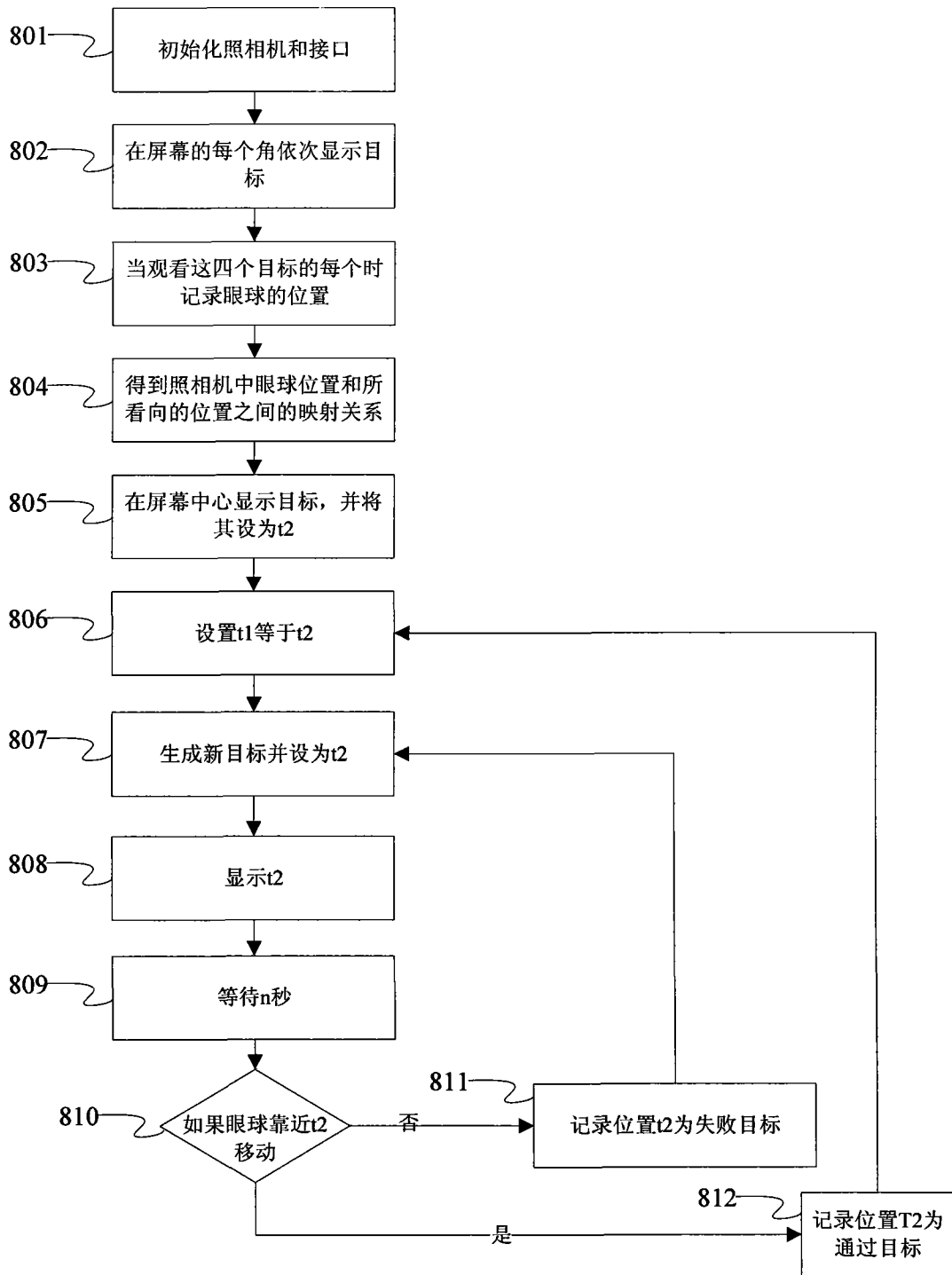


图 8