



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116725473 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 202311013450.X

(22) 申请日 2023.08.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116725473 A

(43) 申请公布日 2023.09.12

(73) 专利权人 北京大学第三医院(北京大学第三临床医学院)

地址 100191 北京市海淀区花园北路49号

(72) 发明人 李远婷 李学民 王岳鑫 江晓丹

(74) 专利代理机构 北京中和立达知识产权代理有限公司 11756

专利代理师 张攀

(51) Int. Cl.

A61B 3/08 (2006.01)

A61B 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102525398 A, 2012.07.04

CN 113425243 A, 2021.09.24

CN 112053781 A, 2020.12.08

CN 115886719 A, 2023.04.04

CN 214073252 U, 2021.08.31

JP H03228731 A, 1991.10.09

JP H1156780 A, 1999.03.02

审查员 林中琳

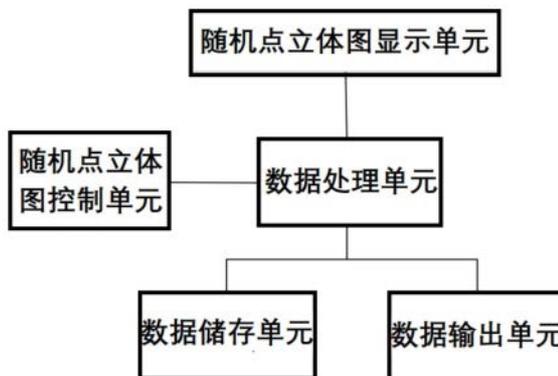
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

一种动态立体视觉检测装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种动态立体视觉检测装置和方法,该装置包括动态随机点立体图测试设备、视差恒定的动态立体视觉检测系统和视差变化的动态立体视觉检测系统,动态随机点立体图测试设备包括测试用的电脑、屏幕以及判定器、控制面板和红绿眼镜;视差恒定的动态立体视觉检测系统用于进行视差恒定的动态随机点立体图检测;视差变化的动态立体视觉检测系统用于进行视差大小变化的动态随机点立体图检测。



1. 一种动态立体视觉检测装置,其特征在于,所述的动态立体视觉检测装置包括动态随机点立体图测试设备、视差恒定的动态立体视觉检测系统和视差变化的动态立体视觉检测系统,所述的动态随机点立体图测试设备包括测试用的电脑、屏幕以及判定器、控制面板和红绿眼镜;其中屏幕与电脑相连,用于显示动态随机点立体图;判定器与电脑和屏幕相连,被试者在判定器上按下的按键信息会传输到电脑,由电脑自动判定正误;控制面板与电脑相连,用于调整视标的视差大小或变化视差大小、运动速度或视差的变化速度;电脑用于运行检测程序显示动态随机点立体图,接受判定器按下的方向判断或视标选择的正确还是错误,接受控制面板的控制信息;所述的视差恒定的动态立体视觉检测系统用于进行视差恒定的动态随机点立体图检测;所述的视差变化的动态立体视觉检测系统用于进行视差大小变化的动态随机点立体图检测;

所述的视差变化的动态立体视觉检测系统具有测试结果自动储存功能,测试全过程中的数据都会被自动记录下来,包括被试者ID、随机点大小、随机点密度、视标大小、背景图视差,不同视标类型、变化视差、视差变化速度下按照顺序展示过的所有视差,以及被试者判断的正误;

所述的视差变化的动态立体视觉检测系统在完成一次测试后,按照视标类型、视差、变化视差和视差变化速度的格式自动将结果输出到结果界面上。

2. 根据权利要求1所述的动态立体视觉检测装置,其特征在于,所述的动态立体视觉检测装置还包括随机点立体图显示单元、随机点立体图控制单元、数据处理单元、数据存储单元和数据输出单元;所述的随机点立体图显示单元能够在屏幕上展示不同视差大小、不同运动速度、不同图形形状和不同运动方向的随机点立体图;所述的随机点立体图控制单元用于实现视差切换、视标的运动速度切换、视标的运动方向切换、视标类型切换和视标方向及图形形状切换;所述的数据存储单元用于实现测试结果的自动储存,将测试全过程中的数据自动记录下来;所述的数据输出单元用于在完成一次测试后,按照视标类型、运动速度、运动方向、视差的格式自动将结果输出到结果界面。

3. 根据权利要求2所述的动态立体视觉检测装置,其特征在于,所述的数据存储单元自动记录的数据包括被试者ID、随机点大小、随机点密度、视标大小、背景图视差、不同视标类型、运动速度、运动方向下按照顺序展示过的所有视差,以及被试者判断的正误。

4. 根据权利要求1所述的动态立体视觉检测装置,其特征在于,所述的视差变化的动态立体视觉检测系统具有动态随机点立体图显示功能、视差快速切换功能、运动速度快速切换功能、自动测试功能、测试数据自动存储功能和测试结果自动输出功能。

5. 根据权利要求1所述的动态立体视觉检测装置,其特征在于,所述的控制面板用于显示参数设置界面,在参数设置界面中,能够设置随机点大小、密度、视标大小、背景图视差和检查距离。

6. 根据权利要求1所述的动态立体视觉检测装置,其特征在于,所述的控制面板用于显示视差恒定测试模式参数设置界面,在视差恒定测试模式参数设置界面中,能够设置视差大小、运动速度、运动方向、图形和视标方向。

7. 根据权利要求1所述的动态立体视觉检测装置,其特征在于,所述的控制面板用于显示视差变化测试模式参数设置界面,在视差变化测试模式参数设置界面中,能够设置视差大小、变化视差大小和视差变化速度。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的动态立体视觉检测装置的检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、测试前准备:打开并连接电脑、屏幕、判定器和控制面板;在电脑上运行动态随机点立体图检测程序,跳转到被试者信息输入界面,输入被试者ID、年龄;调整被试者座椅高度或屏幕高度使被试者能够平视屏幕中央;点击“确定”跳转到预训练设置界面,设置内容包括是否进行预训练,预训练视差恒定和视差变化模式;选择视差恒定或视差变化模式后颜色加深,点击“确定”进入参数设置界面;若点击“否”则直接跳转到参数设置界面;

在参数设置界面选择恒定或变化模式,首先设定检查距离,随机点大小、随机点密度、背景图视差和视标大小;进入视差恒定测试模式设置界面,设置图形类型、初始视标方向、初始视差、初始运动速度、视差切换间隔、速度切换间隔和视标运动方向;

设置完成后点击“确定”进入预训练界面,若设置不进行预训练则直接进入测试界面;按照预训练设置内容,手动按下控制面板方向控制模块的按键显示随机点立体图,指导被试者观察并充分了解视标运动的模式及如何使用判定器,完成预训练后点击“确定”进入测试界面;

S2、正式测试:

按照初始值设置界面的设定值开始测试,按下测试界面中的“开始测试”按钮开始正式测试,嘱咐被试者看到屏幕上显示的单个或多个随机点立体图后,按下与其判断的相对应的按键,电脑会自动判定被试者识别的对错;达到测试终点后,按照视标类型、运动速度、运动方向、视差的格式自动将结果输出到结果界面,或按照视标类型、视差、变化视差、视差变化速度的格式自动将结果输出到结果界面,成功输出后测试界面上即会弹出“已完成输出”对话框提示已成功输出;输出完成后,通过控制面板上的按键调整视标类型、视标运动方向、视标运动速度,或通过控制面板上的按键调整视标类型、视差变化速度和变化视差,从而测试不同条件下两种测试模式下的动态立体视锐度;

S3、测试完成后退出测试界面进入结果界面,能够查看所有输出结果。

## 一种动态立体视觉检测装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械技术领域,具体涉及一种动态立体视觉检测装置和方法。

### 背景技术

[0002] 立体视觉是人类双眼视觉的高级视功能。人体通过立体视觉判断物体距离的远近、物体的凹凸形态。生活中的3D电影、虚拟现实技术均需使用者拥有良好的立体视觉。立体视觉还是从事精细操作相关职业,如航天员、飞行员、显微手术操作的医师的必要条件。斜视等疾病常与立体视觉异常相关,研究表明,立体视觉异常发生在约5%的人群中。由于双眼之间存在约60-65mm的间距,双眼分别从不同位置观看相同的视觉场景,与观察者不同距离的点在距离双眼中央凹不同距离处产生图像,因而产生双眼视差。当双眼视差在一定范围内时,可通过视觉皮层形成单一的有深度的像,即立体视觉。立体视觉可准确地做外物定位和在外界环境中的自身定位。目前通常通过偏振成像、随机点图等不同技术向双眼展示稍有不同的图像,从而在大脑中形成立体视觉。目前临床常用的立体视觉检测方法包括Fribisy测试、Titmus测试、随机点立体图、同视机等方式。这些检查方式因其便捷性在临床得到广泛应用。但仍存在单眼线索、固定图案、仅可定性筛查立体盲,可重复性低等问题。

[0003] 有研究表明,在静态立体视锐度检查中表现为立体盲的患者仍可识别目标深度的变化。目前临床上立体视觉检测方式均限于静态立体视锐度检测,尚缺乏便捷的动态立体视锐度检测工具。但无论在现实生活还是3D娱乐中,双眼的深度信息通常以动态形式出现。

[0004] 在视觉信号转导过程中,信号经视网膜识别后传导大脑形成图像。视网膜神经节细胞包括M和P神经节细胞,其中高时间频率、低空间频率信号主要经M细胞相关的背侧通路传导入大脑,该通路主要处理“where”信息,包括深度、运动及位置信息。该通路的损伤与深度及运动视觉的识别能力下降相关。研究表明,由于跨突触变性的发生,青光眼患者可出现视网膜后的颅内神经病变,特别是外侧膝状体中的M细胞,在青光眼中更易发生损伤。因此,对该通路所涉及的深度及运动信号异常的检测,对青光眼患者的筛查及随诊具有重要意义。而动态立体视觉的检测包含深度及运动信息,该种检测方法可能对青光眼患者的筛查及诊断具有重要意义。

[0005] 目前少数可用的动态立体视觉检测方法仅用于科学研究,尚无法应用于临床患者的评估,目前缺乏规范、便捷的检测方案,测试存在低可重复性、对目标疾病的敏感性和特异性偏低等问题。因此,设计针对动态立体视觉的检测手段,为临床应用提供规范、可重复性高动态立体视觉检测方式是非常必要的。

[0006] 目前临床应用于测试立体视觉的Titmus等方法存在单眼线索,可重复性较低。近距离及远距离立体视觉常需使用不同检测方法,二者之间需采用不同的评估方式,可比性较差。

[0007] 此外,目前动态立体视觉检测方式尚在科学研究阶段,视标移动方式有限,缺乏较规范的参数设置,如随机点大小、视标大小等,其临床应用受到限制。

## 发明内容

[0008] 为解决上述问题,本发明旨在提供一种动态立体视觉检测装置和方法,所要解决的技术问题至少包括如何为临床应用提供规范、便捷、可重复性高的动态立体视觉检测方式。

[0009] 为了实现上述目的,本发明提供一种动态立体视觉检测装置,包括动态随机点立体图测试设备、视差恒定的动态立体视觉检测系统和视差变化的动态立体视觉检测系统,所述的动态随机点立体图测试设备包括测试用的电脑、屏幕以及判定器、控制面板和红绿眼镜;其中屏幕与电脑相连,用于显示动态随机点立体图;判定器与电脑和屏幕相连,被试在判定器上按下的按键信息会传输到电脑,由电脑自动判定正误;控制面板与电脑相连,用于调整视标的视差大小或变化视差大小、运动速度或视差的变化速度;电脑用于运行检测程序显示动态随机点立体图,接受判定器按下的方向判断或视标选择正确还是错误,接受控制面板的控制信息;所述的视差恒定的动态立体视觉检测系统用于进行视差恒定的动态随机点立体图检测;所述的视差变化的动态立体视觉检测系统用于进行视差大小变化的动态随机点立体图检测。

[0010] 优选地,所述的动态立体视觉检测装置还包括随机点立体图显示单元、随机点立体图控制单元、数据处理单元、数据存储单元和数据输出单元;所述的随机点立体图显示单元能够在屏幕上展示不同视差大小、不同运动速度、不同图形形状和不同运动方向的随机点立体图;所述的随机点立体图控制单元用于实现视差切换、视标的运动速度切换、视标的运动方向切换、视标类型切换和视标方向及图形形状切换;所述的数据存储单元用于实现测试结果的自动储存,将测试全过程中的数据自动记录下来;所述的数据输出单元用于在完成一次测试后,按照视标类型、运动速度、运动方向、视差的格式自动将结果输出到结果界面。

[0011] 优选地,所述的数据存储单元自动记录的数据包括被试ID、随机点大小、随机点密度、视标大小、背景图视差、不同视标类型、运动速度、运动方向下按照顺序展示过的所有视差,以及被试判断的正误。

[0012] 优选地,所述的视差变化的动态立体视觉检测系统具有动态随机点立体图显示功能、视差快速切换功能、运动速度快速切换功能、自动测试功能、测试数据自动存储功能和测试结果自动输出功能。

[0013] 优选地,所述的控制面板用于显示参数设置界面,在参数设置界面中,能够设置随机点大小、密度、视标大小、背景图视差和检查距离。

[0014] 优选地,所述的控制面板用于显示视差恒定测试模式参数设置界面,在视差恒定测试模式参数设置界面中,能够设置视差大小、运动速度、运动方向、图形和视标方向。

[0015] 优选地,所述的控制面板用于显示视差变化测试模式参数设置界面,在视差变化测试模式参数设置界面中,能够设置视差大小、变化视差大小和视差变化速度。

[0016] 优选地,所述的视差变化的动态立体视觉检测系统具有测试结果自动储存功能,测试全过程中的数据都会被自动记录下来,包括被试ID、随机点大小、随机点密度、视标大小、背景图视差,不同视标类型、变化视差、视差变化速度下按照顺序展示过的所有视差,以及被试判断的正误。

[0017] 优选地,所述的视差变化的动态立体视觉检测系统在完成一次测试后,按照视标

类型、视差、变化视差、视差变化速度的格式自动将结果输出到结果界面上。

[0018] 本发明还提供一种动态立体视觉检测方法,包括以下步骤:

[0019] S1、测试前准备:打开并连接电脑、屏幕、判定器和控制面板;在电脑上运行动态随机点立体图检测程序,跳转到被试信息输入界面,输入被试ID、年龄;调整被试座椅高度或屏幕高度使被试能够平视屏幕中央;点击“确定”跳转到预训练设置界面,设置内容包括是否进行预训练,预训练视差恒定和视差变化模式;选择视差恒定或视差变化模式后颜色加深,点击“确定”进入参数设置界面;若点击“否”则直接跳转到参数设置界面;

[0020] 在参数设置界面选择恒定或变化模式,首先设定检查距离,随机点大小、随机点密度、背景图视差和视标大小;进入视差恒定测试模式设置界面,设置图形类型、初始视标方向、初始视差、初始运动速度、视差切换间隔、速度切换间隔和视标运动方向;

[0021] 设置完成后点击“确定”进入预训练界面,若设置不进行预训练则直接进入测试界面;按照预训练设置内容,手动按下控制面板方向控制模块的按键显示随机点立体图,指导被试观察并充分了解视标运动的模式及如何使用判定器,完成预训练后点击“确定”进入测试界面;

[0022] S2、正式测试:

[0023] 按照初始值设置界面的设定值开始测试,按下测试界面中的“开始测试”按钮开始正式测试,嘱被试看到屏幕上显示的单个或多个随机点立体图后,按下与其判断的相对应的按键,电脑会自动判定被试识别的对错;达到测试终点后,按照视标类型、运动速度、运动方向、视差或视标类型、视差、变化视差、视差变化速度的格式自动将结果输出到结果界面,成功输出后测试界面上即会弹出“已完成输出”对话框提示已成功输出;输出完成后,通过控制面板上的按键调整视标类型、视标运动方向、视标运动速度或视标类型、视差变化速度和变化视差,从而测试不同条件下两种测试模式下的动态立体视锐度;

[0024] S3、测试完成后退出测试界面进入结果界面,能够查看所有输出结果。

### 有益效果

[0025] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0026] 本发明所述的动态立体视觉检测装置能够将动态视力和立体视觉检测结合起来,从而得到动态随机点立体图检查,并设置多种可变参数,以扩展其应用场景。本发明可检测不同距离下双眼动态立体视觉,同时该方法仅需红绿眼镜,无需其他特殊检查设备,便于携带,有利于降低成本,便于在临床上广泛普及。

### 附图说明

[0027] 附图用来提供对本发明技术方案的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请的具体实施方式一起用于解释本发明的技术方案,并不构成对本发明技术方案的限制。

[0028] 图1是本发明所述的判定器的结构示意图。

[0029] 图2是本发明中参数设置的界面示意图。

[0030] 图3是本发明中视差恒定测试模式参数设置的界面示意图。

[0031] 图4是本发明中视差变化测试模式参数设置的界面示意图。

- [0032] 图5是本发明中不同单元模块之间的连接方式示意图。
- [0033] 图6是本发明中视差恒定随机点立体图的示意图。
- [0034] 图7是本发明中视差恒定模式结果输出界面的示意图。
- [0035] 图8是本发明中已完成输出界面的示意图。
- [0036] 图9是本发明中视差变化随机点立体图的示意图。
- [0037] 图10是本发明中视差变化模式结果输出界面的示意图。
- [0038] 图11是本发明中被试信息输入的界面示意图。
- [0039] 图12是本发明中预训练设置界面的示意图。

### 具体实施方式

[0040] 在下文中更详细地描述了本发明以有助于对本发明的理解。

[0041] 动态视力是指被试与视觉目标之间存在相对运动时,观察者辨别视觉目标细节的能力。目前临床上对视觉功能的检测(如视力、立体视觉等)主要是评估受检者的静态视功能,对于动态视觉的评估相对较少。然而,由于日常生活中的视觉目标主要是运动的,且随着医疗水平的不断提高,人们越来越注重实际生活中的视觉质量。目前常用的视功能检查无法全面了解患者在日常生活中的实际视觉状态,单纯静态视力的评估已远远无法满足临床需要,还需要辅以动态视力检测以了解受检者的视功能对生活能力的影响。

[0042] 此外,视觉通路上不同类型的神经细胞在传递不同类型的视觉信号上有倾向性:M通路主要传导低空间频率、低对比度、高时间频率的视觉信号,随着视觉信号时间频率的增加,M通路传递信号所占的百分比逐渐增加,因此M通路主要负责运动视觉信息的传导;相较之下,P通路主要传导高空间频率、低时间频率的视觉信号,主要负责物体形态细节的识别。研究表明,早期青光眼患者M通路会选择性受损,因此动态视力的异常可能会早于其他异常的出现,评估动态视力可能具有早期诊断价值。

[0043] 动态视力的评估手段主要分为:视标静止和视标运动的动态视力检测。

[0044] (1) 视标静止的动态视力检测:此种方法主要用于评估前庭功能,在临床眼科的应用相对较少,仅限于用于初步鉴别视疲劳及前庭功能受损引起的头晕。

[0045] (2) 视标运动的动态视力检测,此种方法主要用于临床眼科评估被试的动态视敏度,目前已研发出多种此类型的测试系统,主要可分为机械法显示视标以及计算机显示视标。

[0046] ①机械法显示视标:此方法优点为更接近现实,不受电脑显像中刷新频率和相应速度的影响;但缺点为需要特定的设备。

[0047] 驱动装置与视标整体运动:按照LogMAR视力表自制视标,以动力模型车作为驱动装置,装载车上每次运载不同大小并以自左向右逐渐缩小排列的多个视标,使装载车以一定速度在被试正前方自左向右运动,嘱受试者在保持头部不动的情况下自左向右辨认装载车上运动中的视标。

[0048] 驱动装置不动仅视标运动:如KOWA HI-10(Kowa company,Ltd.,Japan)系统。此系统包括一垂直固定于转盘上的镜子,转盘的旋转速度可通过一变速电动机控制,一投影仪可投射Landolt-C视标至镜子上,镜面反射视标至屏幕上。通过镜子以不同速度旋转实现视标从左至右以不同速度水平运动,并设定视标运动速度逐渐减缓。嘱受试者辨认视标。

[0049] ②计算机显示视标:通过计算机软件生成可调节大小、运动速度、运动模式的动态视标,将视标直接显示在屏幕上或利用投影仪将视标放映至幕布上,嘱受试者辨别视标的开口方向,以一定速度下能辨别的最小视标记录试验结果。该方法无需特定的检查设备,便于临床广泛普及。但缺点为受屏幕刷新频率和响应时间的限制。

[0050] 立体视觉是指双眼对目标物在空间深度坐标定位的视觉感知功能,又称深度视觉,是双眼视觉的最高形式。双眼视网膜像上微小的水平位差引起的深度知觉是立体视觉形成的基础。立体视觉信息处理涉及多个中枢视觉处理部位。临床上立体视检测包括近距离立体视和远距离立体视。

[0051] 近距离立体视检测常用方法包括Titmus检查图、Frisby检查法、随机点检查图。

[0052] Titmus检查图是应用偏振光原理分离双眼图像,由苍蝇筛查定性图、动物定量图、环形定量图三部分组成,视差从 $800''-40''$ ,分为9级,用于检测粗糙的局部立体视。其优势在于操作便捷、受检者易于理解,可用于低年龄儿童立体视检测。但Titmus检查图存在单眼线索及暗示信号等人为因素影响,易记忆,答案可以猜测,因此其假阴性率较高,可重复性较差。

[0053] Frisby立体测试图是目前精度最高的立体测试卡,无需佩戴红绿眼睛或偏振光眼睛,适用于低龄儿童、语言障碍、智力障碍等特殊患者。Frisby立体测试图由三块厚度不同的立体检测板组成。每块立体检测板印有四幅图案,其中一为立体图,立体图的背景图和前景图分别印制在检测板的两面,因此二者之间存在物理深度差异。通过调换检查板厚度、调整被检查者与检测板的距离,可检测 $20-600''$ 的视差。

[0054] 随机点立体图是由随机点构成,用于检测精细高级的整体立体视觉功能。在临床上常应用的是红绿随机点立体图,患者佩戴红绿眼镜用于分离双眼图像。随机点立体图由随机分布的点构成,双眼视差单一,没有单眼线索,具有较高的准确性和可重复性。此外,第三代颜氏随机点立体图应用电子光栅载体技术,不佩戴3D载体眼镜即可进行立体视觉检测,该方法可重复性高,不需佩戴眼镜,在临床上应用方便,但其仅可进行近距离立体视检测。

[0055] 远距离立体视检测常用同视机画片、远距离随机点立体图。同视机画片检测立体视时,经平行光由光源射入被检眼中,目镜焦面上的存在微量位移的两张画片经双眼观察,形成视网膜上微小的水平视差,调整对画片水平位移的大小,即可对立体视觉进行检测。同视机是一种多功能检查和治疗两用的综合诊疗仪器,并非立体视觉检查的专项仪器,因此存在不易携带、价格昂贵的问题。此外,同视机画片检测立体视过程较为繁琐,需要患者的理解和配合,在低年龄儿童中应用存在较大局限性。远距离随机点立体图同样由随机点构成,无单眼线索存在,临床研究表明,远距离随机点图与同视机画片检查结果之间无显著差异。由于其使用的便捷性,其在临床工作中快速筛查立体盲、监测立体视觉变化均有重要意义,尤其适用于低年龄儿童立体视的检测。

[0056] 动态立体视觉检测原理:

[0057] 动态立体视觉包含运动及立体视觉两方面信息。其检测过程涉及视标生成方式、视标展示方式、双眼视差形成方式、被试者任务等。

[0058] 1) 视标生成方式:视标通常由随机点组成或由虚拟现实技术生成。

[0059] 2) 视标展示方式:包括展示录制视频、计算机生成两种方式。录制视频通过计算机

软件生成包含动态立体视觉的视频,根据视差的不同,制作多个视频,其缺点在于视标变化恒定,检测过程中不可调整,视频制作完成后仅可在固定检测条件下使用。计算机生成是利用计算机软件生成随机点图像,其优点在于可由检查者根据不同测试条件调整检查参数,适用于多种检测条件。

[0060] 3) 双眼视差形成方式:①通过计算机生成随机点,分别构成具有微视差的两幅图像,两幅图像可位于同一张图中,受试者佩戴红绿眼镜或偏振光眼镜,双眼观察,在视网膜上形成具有水平视差的图形;②通过虚拟现实技术生成立体图像,受试者佩戴偏振光眼镜,形成双眼视。

[0061] 4) 被试者任务:一次任务中,屏幕上的图形可展示为单个或多个视标。展示单个视标时,被试者被要求识别视标特征,如视标的形状、E视标的方向、圆形缺少部分的方向,图形是突出还是凹陷。展示多个视标时,被试者被要求识别不同于其他的视标,如突起方向不同、形状不同、视差不同的视标。

[0062] 目前动态立体视检测方式分为两类:视差恒定的动态立体视检测及视差变化的动态立体视觉检测。

[0063] 1) 视差恒定的动态立体视检测:此种方法利用计算机软件生成可调节图像大小、视差、运动速度的红绿随机点立体图,在屏幕上生成圆形、正方形、三角形的规则图形。检测时被试者佩戴红绿眼镜,辨别屏幕上视标的形状,以一定速度下能辨别的最小视差记录为试验结果。此方法利用随机点立体图生成图形,无单眼线索,无需特定检查设备,便于临床普及。其缺点是受屏幕刷新率及响应时间限制,目前已有的该类设计中,视标运动方向有限,随机点参数、视标大小尚缺乏规范标准。视差变化多为固定视差大小,跨度较大,检测精度较低。

[0064] 2) 视差变化的动态立体视检测:通过计算机软件生成随机点立体图或利用虚拟现实技术生成图像,视标大小、形状相同,各个视标的视差随时间由初始状态增加,增加到最大值后匀速减小。其中一个视标与其他视标间存在视差大小差异。检测结果即为两类视标的视差的差值。

[0065] 鉴于现有技术存在的问题,本发明提供过一种能够在眼科临床诊疗过程中便于测试动态立体视觉的检测系统。本系统包括视差恒定及视差变化的动态立体视觉检测系统两种测试模式。

[0066] 动态随机点立体图测试设备及测试环境:

[0067] 测试设备包括测试用电脑、屏幕以及判定器、控制面板和红绿眼镜。其中屏幕与电脑相连,用于显示动态随机点立体图。判定器与电脑和屏幕相连,被试按下的按键信息会传输到电脑,程序会自动判定正误。控制面板与电脑相连,用于调整视标的视差大小或变化视差大小、运动速度或视差的变化速度等测试参数。电脑与其他各个组件相连,用于运行检测程序显示动态随机点立体图,接受判定器按下的方向判断或视标选择正确还是错误,接受控制面板的控制信息。红绿眼镜又称红绿滤光片,其颜色与屏幕上所显示的红绿随机点一致,检测时一眼前为红色镜片,另一眼前为绿色镜片,同色图形透过镜片无法被观察。如通过红色镜片观察屏幕,红色随机点与镜片颜色一致,仅绿色随机点可被观察到,另一佩戴绿色镜片眼仅可观察红色随机点。两眼观察到具有一定视差的相同图形,从而形成立体视觉。

[0068] 测试用屏幕的要求根据视标的运动速度或视差变化速度来选择:若视标运动速度

或视差变化速度小于50度/秒(低速测试)则可选择刷新频率60Hz的屏幕,市面上大多数屏幕均能满足测试需求;若需进行更高速的测试,则需要更高刷新频率的屏幕支持,如144Hz或200Hz。测试屏幕的响应时间应小于4ms,对于测试高速运动的视标,建议测试屏幕响应时间小于1ms。

[0069] 判定器(见图1)上共四个按键,分别画有上、下、左、右的箭头,分别对应垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个E视标开口方向,垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个圆形缺口方向,或对应圆形、正方形、三角形的图形(右箭头不使用),判定器由被试拿在手中,在被试看到屏幕上面显示的视标后,按下与其判断的相对应的按键,再由电脑程序自动判定被试辨认的对错。

[0070] 在图2示出的参数设置界面中,可以设置随机点大小、密度、视标大小、背景图视差、检查距离。

[0071] 在图3示出的视差恒定测试模式参数设置界面中,可以设置视差大小、运动速度、运动方向、图形(E/圆形),图形方向(视标方向)。

[0072] 在图4示出的视差变化测试模式参数设置界面中,可以设置视差大小、变化视差大小、视差变化速度。

[0073] 在测试界面中点击设置,分别切换至参数设置界面、视差恒定测试模式参数设置界面、视差变化测试模式参数设置界面中。参数设置界面中的大小调节需手动输入。

[0074] 视差恒定测试模式中,视差设定模块中上下按键点击后,会根据预设的参数分别增加/减少相应的视差。速度设定模块中上下按键点击后,会根据预设的参数分别增加/减少相应的视标移动速度。运动方向设定模块中点击水平(左/右)、垂直(上/下)、左(上/下)、右(上/下)后,会分别设置视标水平运动、垂直运动及沿对角线移动,括号中内容为视标移动的起始点,如左(上),视标沿左上到右下的对角线移动。点击图形类型按钮,切换视标为“E”视标、缺少60°的圆或规则图形。视标方向中上下左右按键点击后,分别设置垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个E视标开口方向,垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个圆形缺口方向,或对应圆形、正方形、三角形的图形(右箭头不使用)。

[0075] 视差变化测试模式中,视差设定模块中上下按键点击后,会根据预设的参数分别增加/减少相应的视差。变化视差设定模块中上下按键点击后,会根据预设的参数分别增加/减少相应的变化视差。视差变化速度设定模块中点击上下键后,会根据预设的参数分别增加/减少相应的视差变化速度。点击图形类型按钮,切换视标为“E”视标、缺少60°的圆或规则图形。视标方向中上下左右按键点击后,分别设置垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个E视标开口方向,垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个圆形缺口方向,或对应圆形、正方形、三角形的图形(右箭头不使用)。

[0076] 测试环境照度控制在170-180lux,避免强光直射屏幕,环境温度以患者感到舒适为宜。

[0077] 显示的视标E的形状按照国际标准视力表进行绘制,即视标的每一笔以及每一笔的间隔具有相同的粗细。

[0078] 显示的包含上、下、左、右方向信息的圆形,为一缺少60°的圆,其缺少部位分别以0°、90°、180°及270°为中心,上下各缺少30°。

[0079] 视标大小由设定视角及测试距离决定。圆形直径与正方形边长、三角形边长等长。

圆直径=2\*检查距离\*arctan(视角/2/60),检查距离单位为mm,视角单位为arcminute。

[0080] 视差恒定的动态随机点立体图检测:

[0081] 视差恒定的动态立体视觉检测系统具有动态随机点立体图显示功能、视差快速切换功能、运动速度快速切换功能、运动方向快速切换功能、自动测试功能、测试数据自动存储功能、测试结果自动输出功能。相应地,视差恒定的动态立体视觉检测系统包括随机点立体图显示单元、随机点立体图控制单元、数据处理单元、数据存储单元和数据输出单元,不同单元模块之间的连接方式见图3。

[0082] 动态随机点立体图显示功能:

[0083] 随机点立体图显示单元能够在屏幕上展示不同视差大小、不同运动速度、不同图形形状和不同运动方向的随机点立体图,图6为四种不同方向的静态示意图,箭头表示视标运动方向。视标呈不同方向的“E”字形、缺少60°的圆或规则图形(圆形、正方形、三角形)。视标大小根据不同测试距离及视角大小设置。该系统可自动随机显示亦可通过点击控制面板上图形切换(视标方向)控制中的按键人为控制显示四种不同开口方向或图形形状。其中,视标方向中上、下、左、右分别对应垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个开口方向的E视标,垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个圆形缺口方向,或对应圆形、正方形、三角形的图形(右箭头不使用)。并可通过控制面板上的方向控制切换视标的运动方向。视差大小在10-1500"之间变化。运动速度在10-100dps之间变化。

[0084] 视差快速切换功能:

[0085] 视差快速切换功能可以快速切换视标的视差,切换策略为在相邻的视差之间快速进行切换,实现方式为通过点击控制面板上视差控制模块中的上下按键实现。本系统预先在程序中设置了一系列视差,范围为10-1500"。在测试开始前预先在设置界面中设置每次按键增减的视差值,例如,设定每次按键增减的视差为30",则切换间隔为30",按上方向键能够增加30"视差,按下方向键可以减少30"视差,从而实现在相邻的视差之间快速切换。当前的视差可以在测试界面(见图6)的状态栏中呈现。

[0086] 视标运动速度快速切换功能:

[0087] 视标运动速度快速切换功能可以快速切换视标的运动速度,切换策略为在相邻的运动速度之间快速进行切换,实现方式为通过点击控制面板上速度控制模块中的上下按键实现。在测试开始前预先在设置界面中设置每次按键增减的速度,例如,设定每次按键增减的运动速度值为5度/秒,则切换间隔为5度/秒,按上方向键能够增加5度/秒,按下方向键可以减少5度/秒,从而实现在相邻的运动速度之间快速切换。当前的运动速度可以在测试界面的状态栏中呈现。

[0088] 运动方向快速切换功能:

[0089] 运动方向快速切换功能可以快速切换视标的运动方向,切换策略为在水平、垂直及对角线方向间进行快速切换,实现方式为在控制面板上点击水平(左/右)、垂直(上/下)、左(上/下)、右(上/下)后,会分别设置视标水平运动、垂直运动及沿对角线移动,括号中内容为视标移动的起始点,如左(上),视标沿左上到右下的对角线移动。

[0090] 视标类型快速切换功能:

[0091] 视标类型快速切换功能可以快速切换视标类型,切换策略为在“E”视标、缺少60°的圆或规则图形间进行快速切换,实现方式为在控制面板上点击图形类型按钮,切换视标

为“E”视标、缺少60°的圆或规则图形。

[0092] 图形切换(视标方向)快速切换功能:

[0093] 视标方向快速切换功能可以快速切换视标方向或图形形状,切换策略为在垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个E视标开口方向,垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个圆形缺口方向,或在圆形、正方形、三角形的图形间进行快速切换,实现方式为点击控制面板上的上下左右按键,分别设置为圆形、正方形、三角形的图形(右箭头不使用)或开口方向分别为垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右的E视标或缺少60°的圆形。

[0094] 测试数据自动存储功能:

[0095] 动态随机点立体图测试系统具有测试结果自动储存功能,测试全过程中的数据都会被自动记录下来,包括被试ID、随机点大小、随机点密度、视标大小、背景图视差,不同视标类型、运动速度、运动方向下按照顺序展示过的所有视差,以及被试判断的正误。以上测试过程中的原始数据会自动储存在本地文件夹中,自动命名为testID(N)的文件(N为测试前输入的被试ID)。

[0096] 测试结果自动输出功能:

[0097] 输出功能即在完成一次测试(即测试完某一视标类型、某一运动速度、某一运动方向下的视差)后,系统即可按照(视标类型,运动速度,运动方向,视差)的格式自动将结果输出到结果界面(见图7),成功输出后测试界面上即会弹出“已完成输出”对话框提示已成功输出(见图8),完成后即可进行不同视标类型、不同运动速度、不同运动方向的测试。所有测试完成后按下ESC按钮即可退出测试界面自动进入结果界面,所有输出的结果都会显示在结果界面上。

[0098] 视差大小变化的动态随机点立体图检测:

[0099] 视差变化的动态立体视觉检测系统具有动态随机点立体图显示功能、视差快速切换功能、运动速度快速切换功能、自动测试功能、测试数据自动存储功能、测试结果自动输出功能。

[0100] 动态随机点立体图显示功能:

[0101] 动态随机点立体图显示功能是指视差变化的动态立体视觉检测系统能够在屏幕上展示不同视差大小、不同视差变化速度的随机点立体图,图9为视差变化的随机点立体图的示意图,图形包括4个大小、形状相同的视标,其中视标1(位置随机)与其他视标的视差不同,视差为视标1与其他视标之间的视差的差值。各视标的视差由“0”开始(视标1由“视差”开始)匀速增加“变化视差”(视标1为“视差+变化视差”),后逐渐减小到“0”(视标1为“视差”),循环至切换下一视差为止。视标呈不同方向的“E”字形、缺少60°的圆或规则图形(圆形、正方形、三角形)。可通过点击控制面板上图形切换控制中的按键人为控制显示不同的图形形状或四种不同开口方向。其中,视标方向中上、下、左、右分别对应垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个开口方向的E视标,垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个圆形缺口方向,或对应圆形、正方形、三角形的图形(右箭头不使用)。视标大小根据不同测试距离及视角大小设置。视差可通过点击控制面板上的视差模块进行调控。视差变化可通过点击控制面板上的变化视差模块进行调控。

[0102] 视差快速切换功能:

[0103] 视差快速切换功能是指视差变化的动态立体视觉检测系统可以快速切换视标的

视差,切换策略为在相邻的视差之间快速进行切换,实现方式为通过点击控制面板上的视差控制模块中的上下按键实现。本系统预先在程序中设置了一系列视差,范围为-3000到3000"。在测试开始前预先在设置界面中设置每次按键增减的视差值,例如,设定每次按键增减的视差为30",则切换间隔为30",按上方向键能够增加30"视差,按下方向键可以减少30"视差,从而实现在相邻的视差之间快速切换。当前的视差可以在测试界面(见图9)的状态栏中呈现。

[0104] 变化视差快速切换功能:

[0105] 变化视差快速切换功能是指视差变化的动态立体视觉检测系统可以快速切换视标的变化视差,切换策略为在相邻的视差之间快速进行切换,实现方式为通过点击控制面板上的变化视差控制模块中的上下按键实现。本系统预先在程序中设置了一系列视差,范围为-3000到3000"。在测试开始前预先在设置界面中设置每次按键增减的视差度值,例如,设定每次按键增减的视差为30",则切换间隔为30",按上方向键能够增加30"视差,按下方向键可以减少30"视差,从而实现在相邻的视差之间快速切换。当前的变化视差可以在测试界面(见图9)的状态栏中呈现。

[0106] 视差变化速度快速切换功能:

[0107] 视差变化速度快速切换功能是指视差变化的动态立体视觉检测系统可以快速切换视标的视差变化速度,切换策略为在相邻的视差变化速度之间快速进行切换,实现方式为通过点击控制面板上的视差变化速度控制模块中的上下按键实现。在测试开始前预先在设置界面中设置每次按键增减的速度,例如,设定每次按键增减的运动速度值为5度/秒,则切换间隔为5度/秒,按上方向键能够增加5度/秒,按下方向键可以减少5度/秒,从而实现在相邻的视差变化速度之间快速切换。当前的运动速度可以在测试界面的状态栏中呈现。运动速度在5-100dps之间变化。

[0108] 视标类型快速切换功能:

[0109] 视标类型快速切换功能是指视差变化的动态立体视觉检测系统可以快速切换视标类型,切换策略为在"E"视标、缺少60°的圆或规则图形间进行快速切换,实现方式为点击图形按钮,切换视标为"E"视标、缺少60°的圆或规则图形。

[0110] 图形切换(视标方向)快速切换功能:

[0111] 图形切换(视标方向)快速切换功能是指视差变化的动态立体视觉检测系统可以快速切换图形形状(视标方向),切换策略为在垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个E视标开口方向,垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右四个圆形缺口方向或在圆形、正方形、三角图形间进行快速切换,实现方式为点击上下左右按键,分别设置为圆形、正方形、三角形的图形(右箭头不使用)或开口方向分别为垂直向上、垂直向下、水平向左、水平向右的E视标或缺少60°的圆形。

[0112] 测试数据自动存储功能:

[0113] 视差变化的动态立体视觉检测系统具有测试结果自动储存功能,测试全过程中的数据都会被自动记录下来,包括被试ID、随机点大小、随机点密度、视标大小、背景图视差,不同视标类型、变化视差、视差变化速度下按照顺序展示过的所有视差,以及被试判断的正误。以上原始数据会自动储存在本地文件夹中,自动命名为testID(N)的文件(N为测试前输入的被试ID),文件会自动储存在文件夹中。

[0114] 测试结果自动输出功能:

[0115] 测试结果自动输出功能即视差变化的动态立体视觉检测系统在完成一次测试(即测试完某一视标类型、某一视差变化速度、某一变化视差下的视差)后,程序即可按照(视标类型,视差,变化视差,视差变化速度)的格式自动将结果输出到结果界面(见图10),成功输出后测试界面上即会弹出“已完成输出”对话框提示已成功输出(见图8),完成后即可进行不同视标类型、不同视差变化速度、不同变化视差的测试。所有测试完成后按下ESC按钮即可退出测试界面自动进入结果界面,所有输出的结果都会显示在结果界面上。

[0116] 动态随机点立体图检测流程:

[0117] (1) 测试前准备:打开并连接电脑、屏幕、判定器和控制面板。在电脑上运行动态随机点立体图检测程序,跳转到被试信息输入界面(见图11),输入被试ID、年龄。调整被试座椅高度或屏幕高度使被试能够平视屏幕中央。点击“确定”跳转到预训练设置界面(见图12),设置内容包括是否进行预训练,预训练视差恒定和视差变化模式。在是否进行预训练项目中,若点击“是”,其余设置内容的文本框会由灰色变为浅蓝色,提示可设定其余内容,选择视差恒定或视差变化模式后颜色加深,点击“确定”进入参数设置界面;若点击“否”则直接跳转到参数设置界面。

[0118] 参数设置界面选择视差恒定或变化模式,首先设定检查距离、随机点密度、随机点大小、视标大小、背景图视差。进入视差恒定测试模式设置界面,设置图形类型、初始视标方向、初始视差、初始运动速度、速度切换间隔、视差切换间隔和视标运动方向。随机点大小一般设置为1.1 arcminutes,随机点密度设置为60%,背景图视差设置为2.2 arcminutes,视标大小设置为171.6 arcminutes,初始视差设置为15 arcminutes,初始速度设置为10dps,视差切换间隔设置为0.5和2.5 arcminutes,速度切换间隔设置为10dps。视差变化的动态立体视检测初始值设置界面设置内容包括设置图形类型、视标方向、初始视差、初始变化视差、初始视差变化速度,视差切换间隔,速度切换间隔,变化视差间隔。视标大小设置为85.8 arcminutes,初始视差设置为15 arcminutes,初始变化视差设置为18 arcminutes,初始速度设置为1dps,视差切换间隔设置为0.5和2.5 arcminutes,速度切换间隔设置为1dps,变化视差间隔设置为1 arcminutes。

[0119] 设置完成后点击“确定”进入预训练界面(若设置不进行预训练则直接进入测试界面)。按照预训练设置内容,手动按下控制面板方向控制模块的按键显示随机点立体图,指导被试观察并充分了解视标运动的模式及如何使用判定器,完成预训练后点击“确定”进入测试界面。

[0120] (2) 正式测试:

[0121] ①程序按照初始值设置界面的设定值开始测试,按下测试界面中的“开始测试”按钮开始正式测试,嘱被试看到屏幕上显示的一个或多个随机点立体图后,按下与其判断的相对应的按键,电脑会自动判定被试识别的对错(如果视标运动了5秒后被试仍未按下判定器或直接进入下一测试值,电脑自动判定为被试判断错误)。程序自动测试的逻辑为:从初始视差开始,被试者成功判定2个,减小视差为当前的1/2,错误1个,增大视差为当前的2倍,达到第一次反转后改为 $\sqrt{2}$ 倍转换,测试次数达76次或9个循环后达到测试终点,根据最大似然法计算阈值。达到测试终点后,程序按照(视标类型,运动速度,运动方向,视差)或(视标类型,视差,变化视差,视差变化速度)的格式自动将结果输出到结果界面,成功输出

后测试界面上即会弹出“已完成输出”对话框提示已成功输出。输出完成后,通过控制面板上的按键调整视标类型、视标运动方向、视标运动速度或视标类型、视差变化速度、变化视差,从而测试不同条件下两种测试模式下的动态立体视锐度。

[0122] (3) 测试完成后按下ESC即可退出测试界面进入结果界面,可查看所有输出结果。

[0123] (4) 按下Q退出程序。

[0124] 在上述实施例的基础上,本发明提供一种动态立体视觉检测装置,包括动态随机点立体图测试设备、视差恒定的动态立体视觉检测系统和视差变化的动态立体视觉检测系统,所述的动态随机点立体图测试设备包括测试用的电脑、屏幕以及判定器、控制面板和红绿眼镜;其中屏幕与电脑相连,用于显示动态随机点立体图;判定器与电脑和屏幕相连,被试在判定器上按下的按键信息会传输到电脑,由电脑自动判定正误;控制面板与电脑相连,用于调整视标的视差大小或变化视差大小、运动速度或视差的变化速度;电脑用于运行检测程序显示动态随机点立体图,接受判定器按下的方向判断或视标选择正确还是错误,接受控制面板的控制信息;所述的视差恒定的动态立体视觉检测系统用于进行视差恒定的动态随机点立体图检测;所述的视差变化的动态立体视觉检测系统用于进行视差大小变化的动态随机点立体图检测。

[0125] 优选地,所述的动态立体视觉检测装置还包括随机点立体图显示单元、随机点立体图控制单元、数据处理单元、数据存储单元和数据输出单元;所述的随机点立体图显示单元能够在屏幕上展示不同视差大小、不同运动速度、不同图形形状和不同运动方向的随机点立体图;所述的随机点立体图控制单元用于实现视差切换、视标的运动速度切换、视标的运动方向切换、视标类型切换和视标方向及图形形状切换;所述的数据存储单元用于实现测试结果的自动储存,将测试全过程中的数据自动记录下来;所述的数据输出单元用于在完成一次测试后,按照视标类型、运动速度、运动方向、视差的格式自动将结果输出到结果界面。

[0126] 优选地,所述的数据存储单元自动记录的数据包括被试ID、随机点大小、随机点密度、视标大小、背景图视差、不同视标类型、运动速度、运动方向下按照顺序展示过的所有视差,以及被试判断的正误。

[0127] 优选地,所述的视差变化的动态立体视觉检测系统具有动态随机点立体图显示功能、视差快速切换功能、运动速度快速切换功能、自动测试功能、测试数据自动存储功能和测试结果自动输出功能。

[0128] 优选地,所述的控制面板用于显示参数设置界面,在参数设置界面中,能够设置随机点大小、密度、视标大小、背景图视差和检查距离。

[0129] 优选地,所述的控制面板用于显示视差恒定测试模式参数设置界面,在视差恒定测试模式参数设置界面中,能够设置视差大小、运动速度、运动方向、图形和视标方向。

[0130] 优选地,所述的控制面板用于显示视差变化测试模式参数设置界面,在视差变化测试模式参数设置界面中,能够设置视差大小、变化视差大小和视差变化速度。

[0131] 优选地,所述的视差变化的动态立体视觉检测系统具有测试结果自动储存功能,测试全过程中的数据都会被自动记录下来,包括被试ID、随机点大小、随机点密度、视标大小、背景图视差,不同视标类型、变化视差、视差变化速度下按照顺序展示过的所有视差,以及被试判断的正误。

[0132] 优选地,所述的视差变化的动态立体视觉检测系统在完成一次测试后,按照视标类型、视差、变化视差、视差变化速度的格式自动将结果输出到结果界面上。

[0133] 本发明将立体视觉与动态视力结合起来从而得到动态随机点立体图来进行动态立体视测试。本发明一方面可以高效、标准化、便利、有效地检测被试观察动态随机点立体图的能力,从而更好地了解患者在实际生活中的视觉状态;另一方面,由于其无需特殊的检查设备,有利于降低成本,在临床上广泛普及。

[0134] 以上描述了本发明优选实施方式,然其并非用以限定本发明。本领域技术人员对在此公开的实施方案可进行并不偏离本发明范畴和精神的改进和变化。

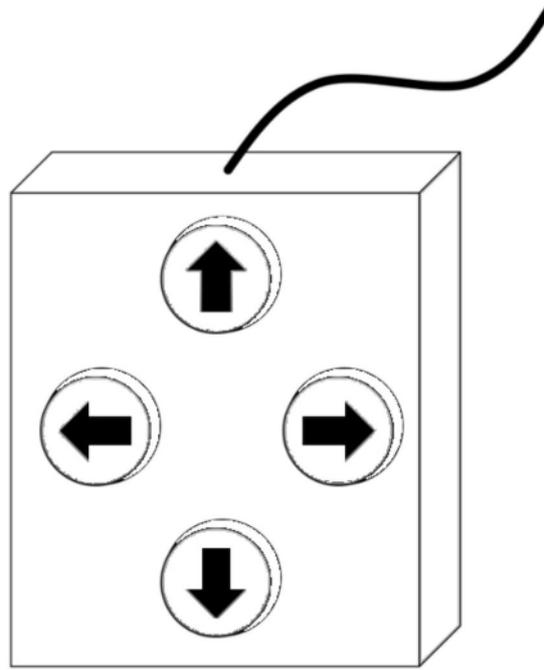


图1



图2



图3



图4

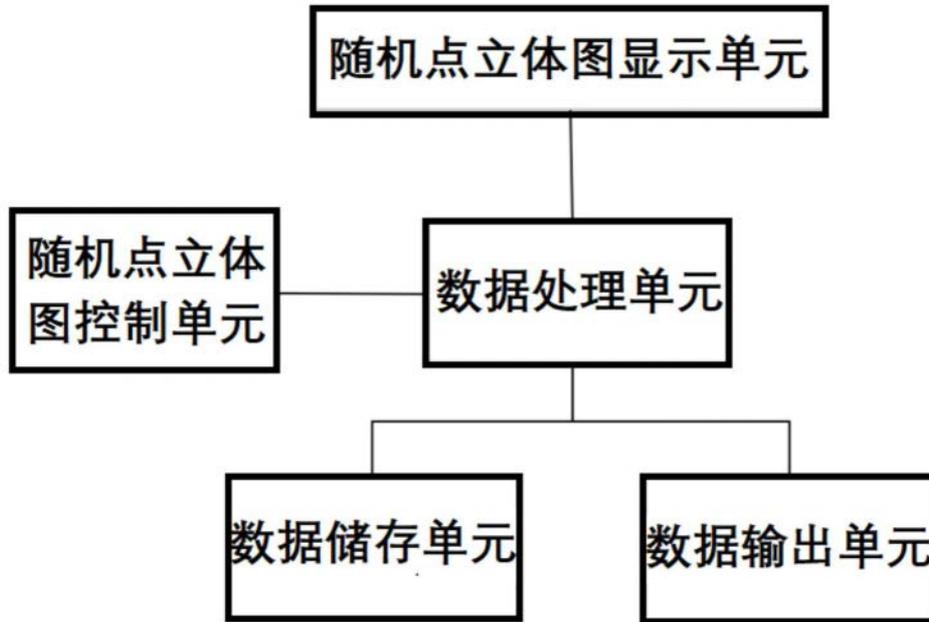


图5

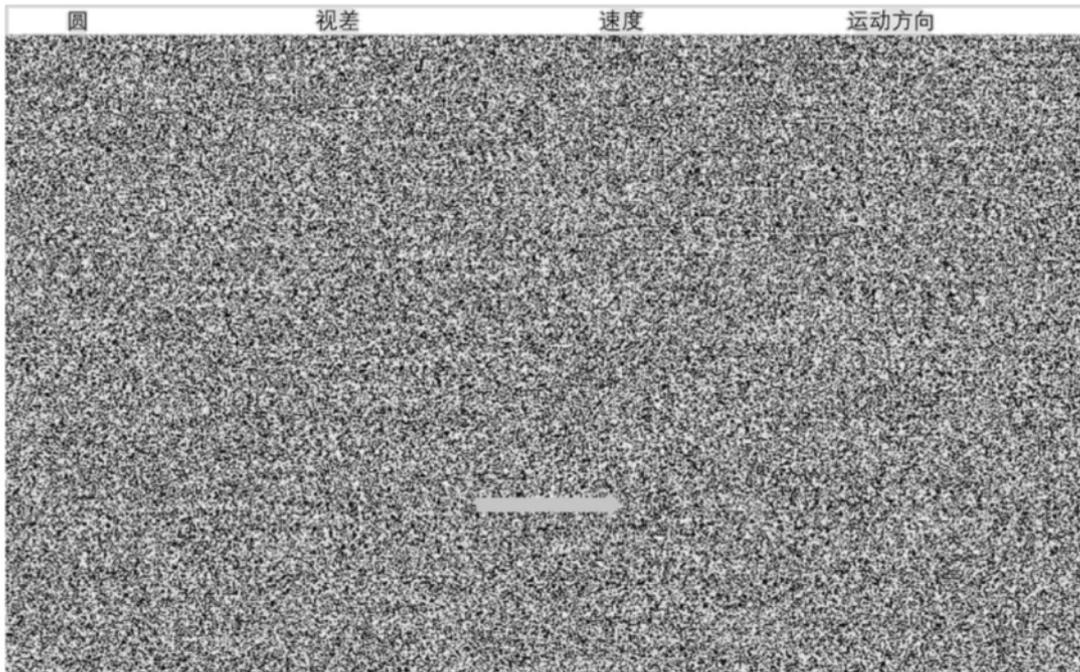


图6

视标类型	运动速度dps	运动方向	视差
E	20	左→右	0.5 arcminute
圆	40	左上→右下	1 arcminute
图形	60	上→下	1.5 arcminute
.....			

图7

已完成输出

图8

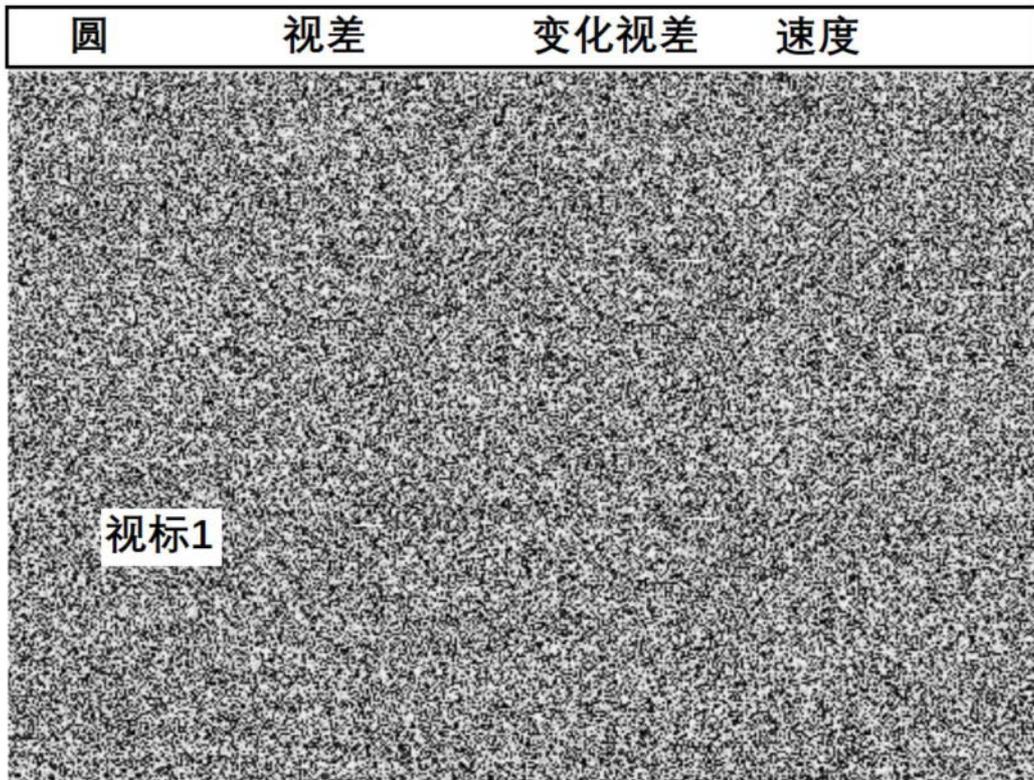


图9

视标类型	视差	变化视差	视标变化速度dps
E	0.5 arcminute	18 arcminute	1 dps
圆	1 arcminute	18 arcminute	2 dps
图形	1.5 arcminute	18 arcminute	3 dps
.....			

图10



图11



图12