

团 体 标 准

T/INFOCA 5-2024

虚拟现实头戴式显示设备立体显示效果主观评测 方法

Methodology for the subjective assessment of stereoscopic display effect of virtual
reality head mounted display

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2024 年 3 月 25 日)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中关村现代信息消费应用产业技术联盟 发布

目 次

前 言	1
引 言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 略缩语	3
5 测试原理	3
6 测试条件	4
7 受试人员	4
8 测试素材	4
9 测试仪器设备	4
10 测试步骤	5
11 测试数据处理	7
12 评测报告	9
参考文献	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件中的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中关村现代信息消费应用产业技术联盟提出并归口。

本文件起草单位：中国传媒大学、河南广播电视台、哈尔滨工业大学、中国科学院大学、中兴通讯股份有限公司、广东南方新媒体股份有限公司。

本文件主要起草人：叶龙、张地、吴琪、韩科、朱光华、张斌、盛志华、范晓鹏、王兴涛、张新峰、安泓宇、李欢洋、刘群、陶长标、刘成刚、王兵、周海亮、刘珂伶。

引 言

虚拟现实头戴式显示设备是一种创新性的技术,通过嵌入式显示屏、传感器和定位技术,为用户提供全沉浸式的虚拟体验。这些设备常用于游戏、教育、医疗和培训领域,将用户带入计算机生成的三维环境。随着技术的不断进步,现代虚拟现实头戴式显示设备越来越轻巧、分辨率越来越高、并具有更强大的计算能力。这一技术的迅速发展正在推动虚拟现实在各个领域的广泛应用。

随着虚拟现实技术的广泛应用,立体显示效果成为评估头戴式显示设备的关键方面。因此本文件制定了适用性强、可操作性高的立体显示效果主观评测方法。此评测方法通过定量数据分析和用户反馈,量化了设备的三维呈现性能和用户体验的逼真度,形成具备全面性、规范性、系统性、科学性的指导意见。该方法可供企业依据进行虚拟现实头戴式显示设备性能的规范化测试和评估。

为满足实际应用需求,完善相应评测体系,促进基于虚拟现实头戴式显示设备立体显示效果的主观评测方法可以标准化建设和规范化发展,特制定此标准。

虚拟现实头戴式显示设备立体显示效果主观评测方法

1 范围。

本文件描述了虚拟现实头戴式显示设备立体显示效果主观评测方法的测试原理、测试条件、受试人员、测试素材、测试仪器设备、测试步骤、测试数据处理以及评测报告。

本文件适用于对虚拟现实头戴式显示设备的立体显示效果进行主观评测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 38259-2019 虚拟现实头戴式显示设备通用规范

ISO/IEC 8859（所有部分）信息技术 8位单字节编码图形字符集（Information technology-8-bit single-byte coded graphic character sets）

ITU-R BT.500 电视图像质量的主观评测方法(Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures)

ITU-R BT.1788 对多媒体应用中视频质量的主观评估方法(Methodology for the subjective assessment of video quality in multimedia applications)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.

立体感知 stereoscopic perception

人对三维空间内物体的觉察

3.2

立体方向感知 Stereoscopic direction perception

人对三维空间内物体运动方向的觉察

3.3

视差 disparity

同一物体在两个视网膜上的像之间的水平距离差

3.4

视觉舒适度 visual comfort

观看显示信息时眼睛主观的舒适感受

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

VR: 虚拟现实 (Virtual Reality)

5 测试原理

立体显示效果主观评测方法旨在评测虚拟现实头戴式显示设备的立体显示情况，为了使立体显示情况具象化，因此本评测方法设计了静态搜索（立体感知）和动态方向判断（立体方向感知）任务，静态搜索任务是受试者浏览测试文本（以字符块形式呈现的带有视差的文本）并识别每个目标字符，动态方向判断任务是受试者判断运动中的球状目标物体的方向并手动拦截运动中的目标球体，将两测试任务收集到的数据进行处理，计算静态平均搜索速度和动态判断正确率，并与受试人员的主观视觉舒适度相结合，从而可以评估虚拟现实头戴显示设备的立体显示效果。

6 测试条件

测试具体条件如下：

- a) 所有测试均在室内;
- b) 声音保持在35至55分贝之间;
- c) 光照保持在 150lux 至 300lux 之间;
- d) 温度保持在 18 摄氏度至 26 摄氏度之间。

7 受试人员

本次测试需要 15 人, 受试人员应均为 VR 头显用户群体, 具体要求如下:

- a) 年龄应在18岁到45岁之间;
- b) 双眼近视程度应在 400 度以下;
- c) 体验各种 VR 设备的时间应超过 10 小时以上。

8 测试素材

立体显示效果主观评测方法的测试任务分为静态立体感知测试和动态立体方向感知测试。静态立体感知测试中, 应使用按照 ISO/IEC8859(所有部分)生成的测试素材。静态素材要求如下:

- (a) 测试文本应由通过空格来分隔的大小写字母字符串块组成;
- (b) 测试文本中的字符总数应为 400, 固定行数 20, 每行字符数固定 20 个;
- (c) 测试文本块的大小应确保, 在定位中心块时, 使测试文本的中间字符大致位于显示设备活动区域的中心。将文本放在显示设备的四角时, 测试文本应紧靠显示设备边角。
- (d) 目标字符数应为文本中字符总数的 2%~3%;
- (e) 目标字符的位置应随机。

动态立体方向感知测试中, 应使用按照 ITU-R BT. 500-13 和 ITU-R BT. 1788 生成的测试素材。

9 测试仪器设备

9.1 待测仪器设备的性能要求应不低于 GB/T 38259-2019 中 6.9、6.10、6.11 部分相对应类型所规定的要求。

9.2 测试范围包括外接式虚拟现实头戴式显示设备、一体式虚拟现实头戴式显示设备、外壳式虚拟现实头戴式显示设备。

10 测试步骤

10.1 静态立体感知测试

10.1.1 概述

在显示设备左上角、右上角、左下角、右下角和中间这5个位置将带有视差的测试文本以字符块的形式随机呈现, 视差范围在人眼可接受范围内符合随机分布, 测试素材如图1所示, 测试人数为15人, 受试者的任务是浏览文本并识别每个目标字符, 目的是评估显示设备所呈现图像的立体显示效果, 静态立体感知测试流程见图2。

NBGJCBiKyskFvxQWOZTW
 saLNDuOSydPnmpQSPITs
 JIEuSSCFdjZNIafXbCVj
 sAQNSRwlwtfSYcimVhdL
 UJwykSnZuYcVLCHssFOo
 iKddrmvrHQZDVJDdMaAb
 glXxtRZXQdOWHWKXhHZI
 fEHxsESTdkwejfwgJEYw
 RdDwhYEVJuggcuzThaWC
 CQOvCisjnvBlwokWHpMA
 YaSgLXkGDWciwQRgWptd
 gKSmEFQEVOeJEsrgqbea
 xjCoMLpnAKvbLFyKgbFd
 dkoQRvukqRzKPzqzvwys
 kmBCqHRnNdMCvcFFWveP
 znDhtKCAymweLNSntqdP
 snNLqHvAUoPqHTrbFPbt
 YECqoLRZTOjFkucKXbrs
 dmzcYvzheZgnPiEsAdly
 iGRcKYntypTVDidetfwf

图1 静态立体感知测试素材

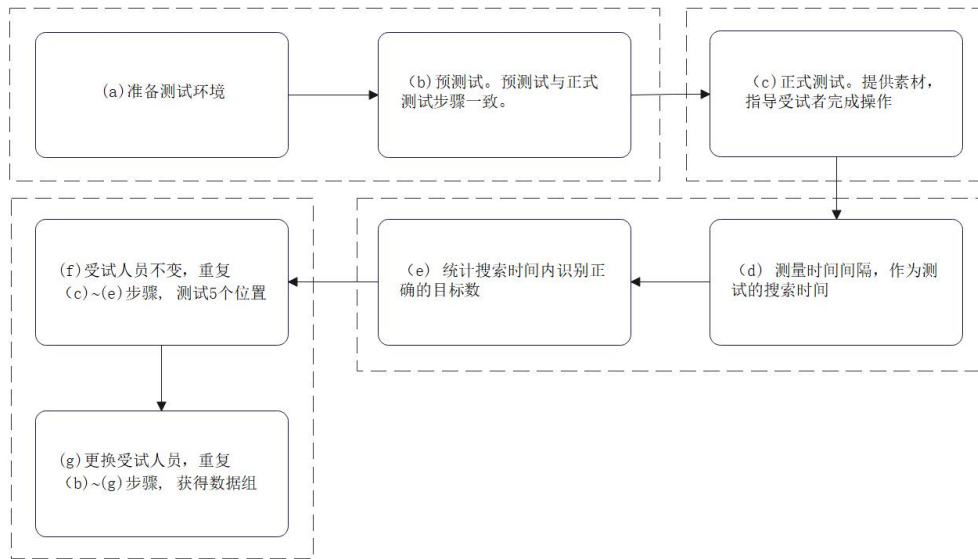


图2 静态立体感知测试流程图

10.1.2 静态立体感知测试步骤

静态立体感知测试步骤如下：

- a) 准备测试环境，确保与测试条件一致性；
- b) 预测试阶段。预测试阶段与正式测试阶段步骤一致，受试者需进行 1 次的字符识别任务；
 - 注：预实验阶段应将测试文本放在显示设备中间位置。
 - 注：预测试阶段是为了克服初始的学习效应。
 - 注：评估显示器的立体显示效果不能使用预测试中收集到的数据。

- c) 正式测试阶段。提供静态立体感知测试素材，在显示屏上的中间位置将测试文本以字符块的形式呈现，使用键盘或其他适当的输入设备，指导受试者按预定义键进行开始测试/停止测试操作，开始测试后，每个受试者需从上到下浏览测试素材，并用预定义键记录发现目标字符。
- d) 测量开始测试和停止测试之间的时间间隔，作为该次测试的搜索时间；
- e) 统计搜索时间内受试者识别正确的目标数；
- f) 受试人员不变，重复（c）～（e）步骤，测试文本依次出现在显示设备左下角、右下角、左上角、右上角，确保每个受试者总计测试 5 次且测试文本在 5 个位置都有呈现。
- g) 更换受试人员，重复（b）～（f）步骤，获得总计 75 组识别正确的目标数、目标字符总数与搜索时间的数据组。

10.2 动态立体方向感知测试

10.2.1 概述

在空间中的某个位置将出现正在进行运动的球状目标物体，受试者的任务是判断目标物体的运动方向，然后移动参考球体对目标球体进行拦截。测试人数为15人，目的是评估显示设备所呈现的动态立体显示效果。动态立体方向感知测试操作如图3所示，动态立体方向感知测试流程图如图4所示。

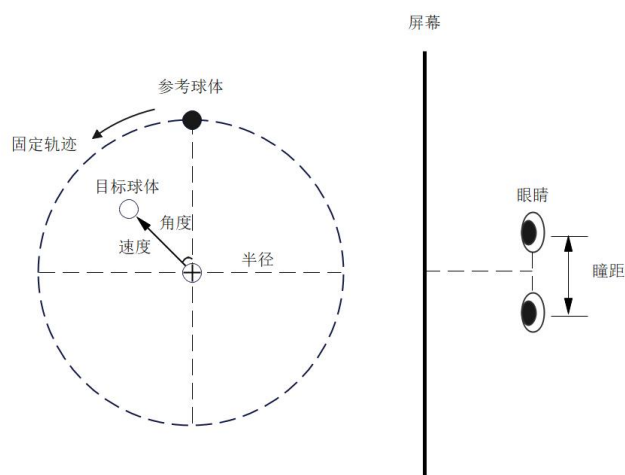


图3 动态立体方向感知测试操作图

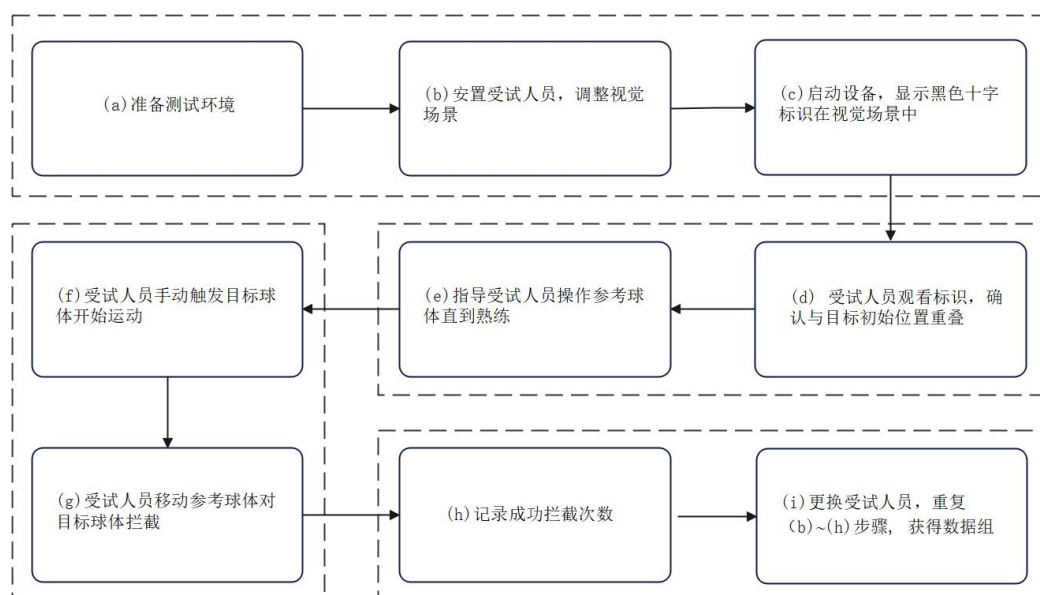


图4 动态立体方向感知测试流程图

10.2.2 动态立体方向感知测试步骤

动态立体方向感知测试步骤如下：

- a) 准备测试环境，确保与测试条件一致性；
- b) 将受试人员安置于适当的位置，并调整视觉场景至合适高度和角度；
- c) 启动虚拟现实头戴式显示设备，显示黑色十字（如图 3）标识在视觉场景中；
- d) 要求受试人员观看空间中的黑色十字标识，确认目标初始位置与十字标识位置重叠；
- e) 指导受试人员操作参考球体，直到完全熟练为止；
- f) 受试人员手动触发目标球体（空心黑边圆）（如图 3）开始运动
注：目标球体的出射角度随机分布在 0° 至 360° 之间。
注：目标球体的速度需均匀且缓慢，速度要求为受试人员经过判断后有足够的时间去移动参考球体拦截。
- g) 受试人员通过移动外围固定轨迹的黑实心球参考球体（如图 3）对目标球体进行拦截，参考球体与目标球体完全重叠即为拦截成功；
- h) 对于每个受试人员，共触发目标球体 5 次，记录成功拦截次数；
- i) 更换受试人员，重复（b）～（h）步骤，总计获得 75 组成功拦截次数数据集。

11 测试数据处理

11.1 测试结果的计算

11.1.1 静态数据计算

静态立体感知状态下错误率的计算公式见公式（1）：

$$E = \frac{|n_0 - n_c|}{n_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

n_0 ——呈现给受试者的测试文本中的目标字符总数

n_c ——受试者发现的目标字符总数

静态立体感知状态下平均搜索速度的计算公式见公式（2）：

$$v_s = n_t \times 400 \times \left[\sum_{i=1}^{n_t} t_i \right]^{-1} \quad (2)$$

式中：

n_t ——受试者执行的有效实验次数

n_i ——记录的有效实验（ $E < 10\%$ ）的搜索时间

11.1.2 动态数据计算

动态立体方向感知状态下的方向判断正确率的计算公式见公式（3）：

$$V_d = \frac{n_{dc}}{N} \quad (3)$$

式中：

n_{dc} ——受试者成功拦截目标的数目

N ——发出小球的总次数

11.2 评测标准

11.2.1 静态数据评测标准

静态立体感知测试后，将每个受试者的数据按照公式（1）计算错误率，统计筛选出错误率小于10%的有效实验次数，并查询有效实验的搜索时间，根据公式（2）计算平均搜索速度，采用5个等级来评价该显示设备静态立体显示效果，评价标准见表1：

表1 静态显示评价表

单位为次/秒

优秀	良好	一般	差	极差
----	----	----	---	----

11.2.2 动态数据评测标准

动态立体方向感知测试后，统计15位受试者总共成功拦截的数目，按照公式（3）计算判断正确率，采用5个等级来评价该显示设备动态立体显示效果。评价标准见表2：

表2 动态显示评价表

优秀	良好	一般	较差	极差
----	----	----	----	----

11.2.3 视觉舒适度评价

使用虚拟现实头戴式显示设备完成两项测试任务后，要求每个受试者根据主观感受采用5个等级来评价该显示设备视觉舒适性，1分表示最差，5分表示最好。应向受试者告知视觉舒适性是指在测试过程中观看显示设备感受到的舒适程度。评价标准见表3：

表3 视觉舒适度评价表

5	4	3	2	1
非常舒适	舒适	一般	不舒适	非常不适

将15位受试者的评价分数收集统计，计算平均值，采用5个等级来评价显示设备平均舒适性，评价标准见表4：

表4 平均舒适性评价表

5(含)-4.2(含)	4.2-3.4(含)	3.4-2.6(含)	2.6-1.8(含)	1.8-1(含)
优秀	良好	一般	较差	极差

11.2.4 总体质量评价

根据最终得到的静态显示评价等级、动态显示评价等级和平均舒适性评价等级，当这三个评价等级都为优秀时，测试的虚拟现实头戴式显示设备立体显示效果即为“优秀”，当这三者评价任意有一个小于“一般”等级时，测试的虚拟现实头戴式显示设备立体显示效果即为“不合格”，其余情况时，测试的虚拟现实头戴式显示设备立体显示效果即为“合格”。

12 评测报告

评测报告应包括下列内容：

- 虚拟现实头戴式显示设备规格及性能参数；
- 测试具体条件与受试者详细特征；
- 所使用测试素材的具体情况；
- 静态立体感知测试和动态立体方向感知测试具体操作情况
- 测试任务后得到的数据记录，并对以上数据进行统计处理的记录
- 根据评测标准对测试设备的分析与总结；
- 本标准编号；
- 测试单位及检测操作人员签字；
- 测试日期。

参考文献

- [1] GB/T 18978.304 — 2021/ISO 9241-304: 2008 人 - 系统交互工效学 第304部分: 电子视觉显示器的用户绩效测试方法
- [2] YD/T 4198-2023 虚拟现实(VR) 服务中用户沉浸体验评估算法及参数