

虚拟现实展馆中基于手柄交互的 引导设计研究

曾健友, 张昂霄*, 许露, 杨素怡

(中国地质大学 艺术与传媒学院, 武汉 430074)

摘要: **目的** 以用户研究的方式, 总结引导设计原则。根据前期研究, 以大冶铁矿金属矿石为主题搭建虚拟现实 (VR) 展馆, 通过设计实践验证基于手柄交互的虚拟现实设计引导原则。**方法** 基于用户研究与实践设计的方法, 搭建 VR 展馆并进行 VR 交互引导的设计与实现。通过邀请用户进行测试, 评估本次引导设计的有效性与方案的可行性, 最后依据测评结果进行设计优化。**结果** 最终提出了实时引导附加操作帮助面板的整体方案, 并对引导流程优化与人性化引导方案提出了下一步的研究思路。**结论** 经实验证明, 设计方案能以直观的、高效的方式帮助新手用户快速熟悉 VR 应用的交互操作, 降低学习成本, 提高 VR 应用产品的可用性、易用性, 以及满意度, 从而提升用户体验。

关键词: 虚拟现实; 虚拟博物馆; 引导设计; 手柄交互

中图分类号: TB482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)18-0120-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.18.015

Guide Design Based on Handle Interaction in Virtual Reality Pavilion

ZENG Jian-you, ZHANG Ang-xiao*, XU Lu, YANG Su-yi

(School of Arts and Communication, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

ABSTRACT: The work aims to summarize the guide design principles through user research, build a VR pavilion based on the theme of metal ore in Daye Iron Ore based on the previous research, and verify the virtual reality design guide principle based on handle interaction through design practice. Based on the method of user research and practical design, the design and implementation of VR interactive guidance was carried out by building a VR exhibition hall. The user was invited to conduct a test to evaluate the effectiveness of the pilot design and the feasibility of the plan, and finally the design was optimized according to the evaluation results. Finally, the overall scheme for real-time guide of additional operation help panel was proposed, and the next research idea was proposed for the optimization of the guide process and the humanized guide scheme. Experimental results show that the design scheme can help novice users quickly familiarize themselves with the interactive operation of VR applications in an intuitive and efficient way, reduce learning costs, thereby improving the usability, ease of use and satisfaction of VR application products and upgrading user experience.

KEY WORDS: virtual reality; virtual museum; guide design; handle interaction

虚拟现实 (VR) 是通过计算机模拟生成的三维虚拟世界^[1]。传统的博物馆展示设计理念早已无法满足时代的需要。因此, 基于 VR 技术的虚拟博物馆建设对博物馆的推广至关重要^[2]。RALPH 等^[3]基于手柄交互设计, 开发了皇家不列颠哥伦比亚博物馆中的淘金热 VR 展览; 黄若佳^[4]通过手柄与凝视这两种交互方式的组合, 搭建了楚王宫 VR 体验场景, 丰富了用

户的交互体验; 金晓明等^[5]通过虚拟现实技术构建了八大山人实感交互纪念馆。然而, 由于 VR 设备的价格和相关硬件配置的要求较高, 且市场上的 VR 应用内容具有局限性, 目前虚拟现实的普及程度仍然较低。大多数用户通常是在商场、影院等娱乐场所付费, 并在工作人员的指导下进行体验。多样的硬件设备能带来丰富的交互方式。因硬件各有优劣, 在不同功能

定位的 VR 系统中, 会产生各不相同的效果^[6-9]。新兴的 VR 市场伴随的是新颖的人机交互方式。因此, VR 环境中的交互引导必不可少。

1 用户研究

1.1 定量研究

为研究当前 VR 应用中引导设计的效果及用户需求, 采用问卷调查的方法, 对 VR 普及现状及用户的实际体验情况进行定量分析, 以初步了解用户对当前 VR 产品中引导设计的满意程度。

1.1.1 问卷调查内容设计

问卷的调查内容分为基本信息、VR 体验现状、对 VR 展馆的看法、对 VR 未来发展的看法四个部分。在第二部分的问卷设计中, 会对有过 VR 体验的用户进行筛选。

1.1.2 问卷调查结果分析

本次问卷调查于 2020 年 10 月 31 日至 2020 年 11 月 12 日通过线上的形式进行发放, 共回收 230 份答卷, 经筛查删除无效问卷 10 份, 问卷有效率为 95.6%。本研究基于 220 份有效问卷的数据进行分析研究。

1.1.3 VR 交互体验分析

本次调研中有 142 人亲身体验过 VR 产品, 达到总人数的 64.5%。在用户的 VR 体验经历中, VR 体验馆是最常见的体验渠道, 其次是博物馆或科技馆等展馆, 少量用户是通过个人的 VR 设备进行体验的。由此可知, 目前国内的 VR 体验环境主要在公共场所, 拥有个人 VR 设备的用户数量较少。而用户使用的设备则主要是移动端、PC 端和一体机这三类主流 VR 设备。

在交互方式方面, 问题选项使用多项选择的形式。使用最多的是手柄控制器, 使用率为 68.3%; 其次是方向盘、操纵杆、弓箭、枪械等仿真设备和 VR 头戴设备上的按键, 使用率分别为 38%和 29.5%; 语音交互和凝视交互的使用率则相对较低, 分别为 11.9%和 16.9%; 此外, 无须交互操作的 VR 体验也占到 35.2%。由此可知, 目前面向一般用户的 VR 应用, 大多通过手柄控制器、仿真实体或头显按键等物理设备提供交互途径, 其中手柄控制器处于主要地位。

对于用户与 VR 环境进行交互的引导方式, 问题选项使用多项选择的形式。占比最多的是他人口头指导的方式 (57%), 这与目前用户主要通过 VR 相关展馆来进行 VR 体验有关; 其次是体验前的操作说明 (54.9%) 和 VR 初始场景中的操作说明 (49.3%); 而 VR 体验中的实时引导, 占比稍少 (27.4%); 也有部分 VR 体验中未提供任何交互方式的引导 (19.7%)。总的来说, 80.9%的用户认为对 VR 交互方式进行引导

有助于在 VR 环境中的操作。

根据调研结果, 依据用户的真实体验感受将现存问题进行了排列, 见表 1。由此可见, 不熟悉且难以适应 VR 设备是当前影响用户在 VR 中顺利进行交互操作的最大原因。而在现有的引导设计中, 存在着引导内容繁杂而难以记忆、表意不清而难以理解等问题。也有少量用户认为在其 VR 体验过程中没有遇到问题, 这种结果可能受 VR 应用的交互程度、交互方式, 以及设备等多种因素的影响。

表 1 现有 VR 交互引导中存在的问题
Tab.1 Problems existing in the existing VR interaction guide

序号	问题描述	被选次数	所占比例/%
1	不熟悉 VR 设备, 难以适应	63	44.37
2	操作提示不够清晰直观, 造成困惑	38	26.76
3	操作提示消失速度太快, 来不及理解	36	25.35
4	操作说明表意不清, 存在歧义	35	24.65
5	操作说明过于复杂, 难以记忆	33	23.24
6	操作说明仅出现在 VR 环境初始场景, 无法便捷地回顾查看	33	23.24
7	VR 中的操作说明与视野距离不合适, 造成一定的阅读障碍	31	21.83
8	未提供操作说明, 难以查找	30	21.13
9	操作说明过于简单, 难以理解	20	14.08
10	操作说明设置在 VR 环境中的固定位置, 查看不便	18	12.68
11	没有问题	15	10.56
12	真实设备与 VR 环境中对应显示的设备不一致, 造成混乱	13	9.15
13	其他问题	3	2.11

1.1.4 VR 用户期望分析

由本问卷第三部分的调查结果可知, 本次调研中有 31.36%的人亲身体验过博物馆或艺术馆等任意类型的 VR 展馆; 60.45%的调查对象仅听说过 VR 展馆, 没有体验经历。与传统博物馆相比, 用户认为 VR 观展方式与体验能加强对展品的印象, 具有可近距离接触展品且不产生损耗等优点。用户期望在 VR 展馆中体验到更为丰富的系统交互功能, 同时也期望系统的可操作性更强、自由度更高。对系统容易上手, 可操作性强的期望达到 68.64%。可见当前 VR 应用的引导设计在用户需求中占有着重要地位。

1.2 定性研究

为了更深入地了解当前用户在 VR 环境的交互体验中遇到的引导及操作问题, 采用了用户访谈的方式进行定性研究。

1.2.1 访谈材料准备

研究选取了 SteamVR 平台上两款具有不同引导方案的 VR 应用程序,以供受访者进行体验。分别是“艺术博物馆”(Infinite Art Museum)和“沙漠巴士”(Desert Bus VR)。“艺术博物馆”中关于交互操作的引导内容置于馆内的导视牌处,“沙漠巴士”的交互引导则直接呈现在虚拟手柄上。

本次研究邀请受访者分别对两款 VR 应用程序进行体验。由于以上两款 VR 应用都属于漫游体验的类型,不存在“游戏结束”的设定,因此允许用户自由进行体验,并且可按照自身意愿随时退出,以还原用户独自体验的场景。访谈分为两步:在正式体验前,先了解受访者的 VR 经验背景;体验后,则针对以上两款应用的体验感受、引导效果、遇到的操作问题等进行访谈。具体访谈提纲,见表 2。

表 2 用户访谈提纲
Tab.2 Outline of user interview

分类	序号	问题
VR 经验背景	1	您体验过哪些类型的 VR 应用
	2	您的 VR 体验中,使用过哪种或哪些交互方式
	3	您的 VR 体验中,是否得到了操作上的引导或提示?具体是什么形式?遇到过什么问题?
艺术博物馆&沙漠巴士	1	您是否能顺利进行该应用的体验?
	2	您尝试过哪些操作?实现了哪些交互效果?
	3	您认为该应用的引导形式效果如何?
	4	您认为该应用的引导形式是否存在问题?您遇到了哪些问题?

1.2.2 访谈结果及分析

本次研究邀请并访谈的对象共计 6 人,年龄在 24~35 岁,均有过 VR 体验的经历,且体验的类型主要集中在 VR 游戏方面。其中两位从事 VR 相关领域工作的访谈对象经验丰富;其余四位则主要通过娱乐场所的 VR 体验区或体验馆获得体验,体验次数均为 1~2 次。在 VR 体验的交互方式方面,多以手柄控制器及按钮等硬件操作为主,部分应用会使用凝视交互。在过往 VR 体验的引导形式方面,VR 经验较少的用户基本上是由 VR 体验馆工作人员通过口头指导的形式进行引导。通过访谈发现,这种方式的引导,可能存在双方的表达与理解差异的问题,虽然现实世界中的引导可以促进新手玩家的信心,但从实际任务来说虚拟世界中的引导效果最佳^[10]。此外,体验馆的顾客多是初次接触 VR,因此馆内提供的 VR 应用也较为简单,可交互的操作少、难度小,应用内也少有引导性的操作说明或提示,部分体验场所甚至还存在不提供任何交互引导的情况。但对于经验较为丰富的 VR 用户而言,其表示在体验中可能会跳过操作引导,基于既有的经验进行自主尝试与探索,直到有需要时

才会选择回过头去查看相关说明或指导。

在“艺术博物馆”中相关的引导内容通过图文形式呈现在艺术馆中心位置的导视牌上。呈现于导视牌上的引导信息,见图 1。用户的初始位置是在旁边的展厅中,用户最初并不能发现引导内容。在六位受访者中,两位经验丰富的受访者自然地通过手柄按键进行交互,实现了位置传送的功能。四位经验较少的受访者中,两位有使用过手柄的经验并通过尝试,逐渐发现、适应了操作方法。最后两位首次使用 VR 手柄的受访者在经过访谈者的提示后开始摸索,花费了较长的时间去适应手柄的操作。三位受访者在整个体验中并没有发现引导内容,而另外三位则是在摸索使用之后才发现了引导内容。

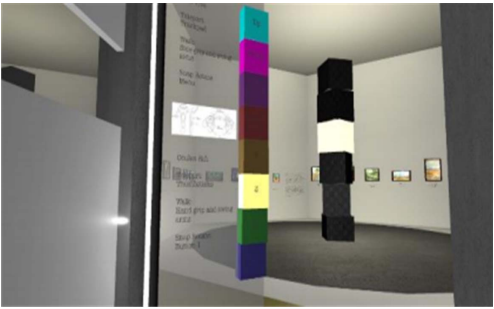


图 1 呈现于导视牌上的引导信息
Fig.1 Guide information presented on the sign

“沙漠巴士”中采用的是基于手柄的引导,见图 2。用户进入场景便能看到手柄上的引导信息,并在第一时间了解操作方式。但在实际体验中,受访者均反馈引导信息展示时间过短,经验较少的受访者需要较长的时间阅读并理解操作,不利于用户接下来的交互体验。同时,想要查看引导内容,需要重新进入游戏,严重影响用户体验的流畅性与沉浸度。在后面的体验中,游戏场景内有大量的陈设,缺乏交互引导信息,受访者表示不知道可以与哪些对象进行何种交互操作,多次尝试失败后,选择退出游戏。

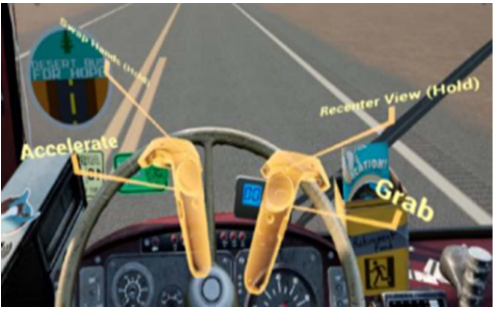


图 2 呈现于手柄上的引导信息
Fig.2 Guide information presented on the handle

在以往的文献研究中同样强调了引导的重要性。JEFFREY^[11]通过 VR 地下采矿模拟系统,从新手用户的绩效变化与情境感知两个角度,证明了用户在 VR

环境中需要操作教程的引导; NICKEL 等^[12]在其 VR 应用的自动化可用性评估研究中, 发现 VR 应用程序中如果缺少引导, 会导致行为低效; HARMS^[13]则在 VR 海洋寻宝系统中, 通过视觉搜索任务, 从心流和任务绩效的角度, 证实了视觉引导的重要性; SANTOS-TORRES 等^[14]通过实验证实, 在选择任务中使用控制器花费的时间更少、错误率更低、性能更高, 且在感知可用性方面, 用户更喜欢控制器。

整体而言, 无论是经验丰富还是经验较少的受访者都表示需适当的交互引导, 使用户能够明确当前应该或可以进行的交互操作及效果, 并且需要在合理的时间及时引导。这对 VR 新手用户而言尤其必要。虚拟现实环境中交互引导的设计, 需要考虑多方面的问题, 针对不同 VR 应用类型, 应根据操作方式的难易程度选择最合适的引导设计形式。引导信息的出现时机也不可忽视, 可分为三种情况: 用户首次操作时必要的新手引导及相关说明; 体验过程中实时操作的引导提示; 用户遇到困难时可自行查看的引导手册。

1.3 引导设计原则

依据用户研究结果, 发现当前 VR 应用中的引导设计虽形式多样, 但在引导效果上并不尽如人意, 存在引导操作说明复杂、操作信息难以发现、硬件设备不匹配等问题。目前的 VR 产品开发设计, 没有遵循以用户为中心的思想, 未重视交互引导对产品可用性与易用性的影响。本文结合尼尔森可用性原则, 从虚拟现实的特性出发, 对 VR 交互引导的设计原则进行探究, 提出了目的性原则、易视性原则与一致性原则。

1) 目的性原则: 在进行 VR 应用中的引导设计时, 应根据 VR 应用的类型来明确引导目的。VR 产品的定位决定了交互功能与操作的复杂程度。对于功能丰富的 VR 应用, 需要明确交互引导是以重点功能为导向还是以基础操作为导向, 考虑功能间的主次性问题。应当在有限时间内, 对产品的核心功能或操作方式进行引导, 既能让用户快速了解产品核心、学会如何使用, 也能避免用户因接收大量信息而产生的认知负荷问题。对于功能单一或较少的 VR 应用, 可在引导设计中涵盖所有的交互功能, 使用户对产品产生一个清晰完整的认知。

2) 易视性原则: 引导内容应当是易视的, 即能够被用户轻松捕捉到。在 VR 环境中, 用户的可视范围不再局限于有限的屏幕大小, 而是 360°全方位可视, 且用户可以自由决定视角方向。然而用户自由性的提升, 大大地减弱了信息接收的强制性, 也就降低了信息的有效传递。所以 VR 应用内除了首次进入时呈现的引导内容, 还应当提供常设的操作帮助, 且设计在用户易于查找的地方, 以便用户在任何需要的时候都能方便、及时地进行查看。在 VR 的虚拟环境中,

当存在遮挡情况时, 可通过添加轮廓高亮、提示文本等动态的引导设计形式来主动引导用户的注意力。

3) 一致性原则: 在设计领域, 一致性原则是指相同功能在不同界面表现一致, 相似功能在不同界面表现相似。但 VR 市场尚未形成规范, 导致当前缺少规范的用户交互习惯作为一致性原则的设计依据。因此在设计时, 需要更多地遵循硬件设备本身的基础操作方式, 在行为上保持一致性。各类硬件设计的外形和物理按键都存在着差异, 但应当合理分析共同的或相似的硬件设计, 在不同用户可能使用不同设备的背景下, 尽量缩小硬件设备不同所造成的操作方式差异, 规范交互操作, 逐步积累形成 VR 应用的用户交互习惯。同时, 也应该遵循内部设计的一致性, 即视觉一致性。

2 虚拟展馆引导设计实践

依据前文对目标用户的分析和虚拟现实引导设计中原则的研究, 以大冶铁矿中的金属矿石为载体进行 VR 展馆设计, 重点研究其中基于手柄交互的引导设计, 通过设计实践与用户测评, 验证引导方案的可行性与应用效果。

2.1 系统架构

基于分析, 对 VR 矿石展馆进行架构设计, 可将功能分为三个模块 (如图 3 所示): 基础场景、矿石操作、系统菜单。基础场景模块, 用于模拟展馆场景、虚拟漫游; 矿石操作模块针对每个虚拟矿石自身进行设置, 用户可单独与矿石交互; 第三个模块则是系统菜单, 当用户不清楚或遗忘了该系统的交互操作方式时, 可使用该模块查看相关提示与帮助。三个模块的设计, 在功能内容上, 遵循着由核心到次要的原则; 在功能操作上, 遵循着由基础到进阶的原则, 依次展开。

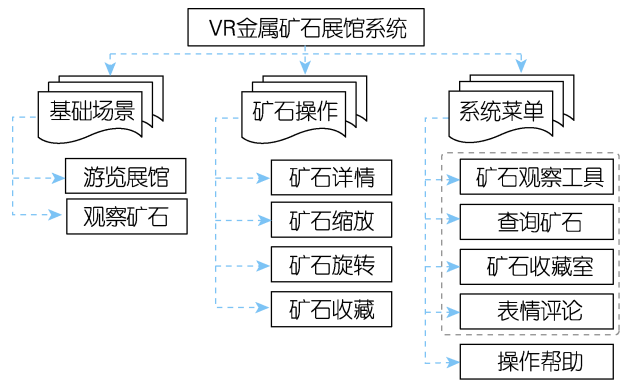


图 3 VR 矿石展馆的系统架构
Fig.3 System architecture of the VR Ore Pavilion

2.2 交互引导设计

首先, 对应用程序类型特征进行分析。本研究的

实践项目属于具有特定主题功能的VR应用程序,即矿石展览。本系统交互功能需要一定的交互操作数量,且具有一定的交互难易度差别。在引导设计的内容范围方面,依据目的性原则,本次引导设计旨在帮助用户掌握该系统中交互功能的操作方式。由于涉及的交互操作数量有限,且操作效果可控。因此,即使在引导阶段涵盖项目涉及的所有功能,也不会产生因引导流程过长而使用户感到疲惫的情况。同时,基于易视性原则,采用实时引导的方式。实时引导相较于静态的单页内容引导,既能通过动态形式减轻用户的记忆负担,也能通过具象化的表现降低理解难度。

手柄交互具有任务选择花费时间少、错误率低,以及性能更强等优点^[15]。根据上文的用户研究及一致性原则,设计实践基于手柄交互的交互形式。本次设计实践尽量涵盖了当前市场上各类VR设备共有且常用的按键——扳机键、抓取键、触摸板、菜单键这四种按键的使用。基于手柄默认的交互原则,符合有经验的用户在VR环境中的认知习惯。

其次,选择引导内容的呈现形式,并进一步规范引导信息的细节样式。综合考虑虚拟场景整体的色调、灯光设计,以及易视性原则。整体上,以蓝色为主要色系,并提高亮度,营造科技感。

在手柄的引导样式中,同样采用按键为蓝色高亮的设计,附加指示性文本,通过短线将高亮按键与说明文本连接起来,相辅相成地帮助用户理解操作,引导用户点击对应的按键。由于按键可能位于手柄后方,被手柄其他部分遮挡。因此,可同时将虚拟手柄的其他部分设置为半透明状态,并保持与高亮按键同样的蓝色系。这样既能突出当前的操作按键,也能保证色彩上的一致性。

对于虚拟矿石、UI面板等可交互对象的引导设计,不宜采用对象整体高亮或轮廓高亮的形式。矿石主要是被观察,而轮廓高光这种类型的引导形式会影响矿石的原貌展示。同时,在引导的辅助补充方面,设计一个静态的“操作帮助”UI面板,主要在用户遗忘交互操作时提供帮助,这也符合易视性原则的要求。

2.3 交互引导效果

具体的引导流程及实现效果如下。

2.3.1 引导开始

在用户首次进入场景后,先停10s供用户适应和观察VR环境。随后自动显示欢迎页,同时开始引导流程,见图4。根据易视性原则可知,欢迎页的延迟出现能够吸引用户注意力,所以等用户进入场景后,再呈现欢迎页面到用户眼前,从而避免“艺术博物馆”中用户难以发现静态引导信息的问题。



图4 开始体验的引导
Fig.4 Guide of starting experience

2.3.2 基础功能模块

基础功能模块基于目的性原则,主要引导用户完成基础的展馆浏览与矿石观察。当用户选择“开始体验”后,欢迎页自动消失,右手柄恢复常态,左手柄激活“位置传送”的交互引导,见图5。通过按键高亮、手柄透明的设计突出目标按键,使用指示性的文本进行解释说明,并用明度较高的蓝色箭头表示目标位置。此外,还应保证引导设计的易视性。当用户激活传送射线并指向目的地后,目标位置会发生样式改变,并显示为绿色以示操作正确。用户释放扳机键,正确完成传送操作后,会自动定向到目标展台前方,以保证用户位于一个良好的观察视角,并做初步的展品浏览。

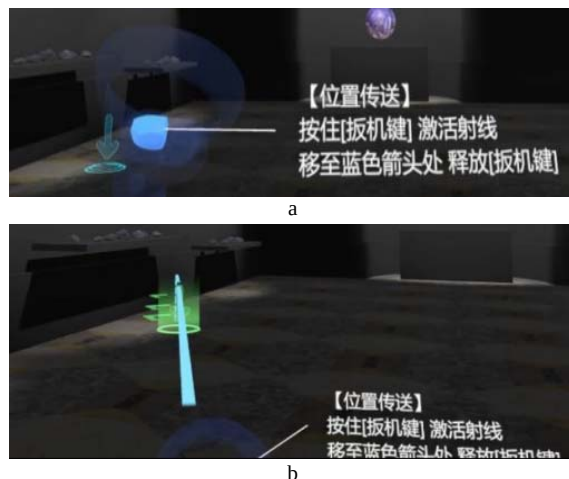


图5 位置传送的引导
Fig.5 Guide for location transfer

2.3.3 主要功能模块

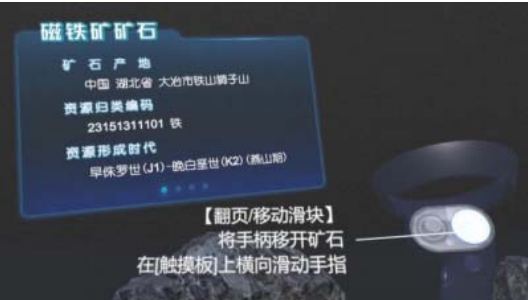
矿石观察是本次VR矿石展馆的主要功能。引导用户观察矿石是主要功能模块设计的目的。为满足观察需求,针对矿石展品设计了可抓取、可缩放的交互功能,以使用户能够近距离且更细致地观察矿石。用户需要双手同时抓取矿石,然后将左右手柄相互靠近或拉远,以实现缩放效果。这种方式能增强VR的体感交互体验,也符合硬件设备的基础操作方式,满足

一致性原则的要求。此外, 由于需要满足右手柄已抓取的前提条件, 因此在右手柄完成抓取操作后, 随即显示左手的抓取提示, 见图 6。这也能较好地与缩放功能的引导做衔接。之后再依次显示“停止缩放”和“释放矿石”的引导信息。



图 6 缩放矿石的引导
Fig.6 Guide of ore scaling

第二个部分是“矿石菜单”。对该模块提供了目标矿石的详情信息和缩放、旋转、收藏的操作, 用于了解矿石, 进行基础观察。“矿石菜单”涉及一个按键的三种操作: 第一种操作是通过手指轻触或远程操作的方式, 激活或隐藏菜单; 第二种是按下单项映射在触摸板上的位置, 以打开或关闭当前菜单项; 第三种操作是在触摸板上左右滑动手指, 实现翻页或移动滑块的交互效果。因此, 在引导设计上, 并没有针对四个菜单项的功能进行一一引导和说明, 而是将相同或相似的操作归类, 进行统一引导, 坚持一致性原则(如图 7 所示)。这样有利于用户对同一交互模块、同样的交互操作, 产生整体的、清晰的认知。



a



b

图 7 矿石菜单的引导
Fig.7 Guide of the ore menu

2.3.4 其他功能模块

本系统的其他辅助功能作为系统引导设计目的性原则中的次要部分, 全部集中在“系统菜单”中。“系统菜单”既提供了进阶的观察工具, 也提供了查询矿石、操作帮助等辅助功能。在菜单的样式设计上遵循传统 UI 界面的设计思路, 见图 8。将相对主要的矿石观察工具放在一级菜单的首位; 将矿石查询、矿石收藏室、用户评价等相对次要或不常用的功能集中在第二个功能菜单项中; 系统相关设置则放置在最后。在引导流程上, 按照菜单项从上到下、从左至右的顺序展开, 对于不同对象的同类操作, 仅在第一次交互时提供完整的引导。



图 8 切换菜单项的引导
Fig.8 Guide of switching menu items

3 用户测评与设计优化

3.1 测评流程

本次测评使用 Windows 10 操作系统和 Dell Visor 的 VR 设备。在正式的测评环节中, 先向被试者介绍本项目的研究内容及目的, 并演示手柄的抓握方式, 再告知被试者如何佩戴以及调整头显, 以保证测试过程中视野清晰。当被试者确定设备调试完毕并准备好后, 开始测试。在测试体验结束后, 邀请被试者填写测评问卷。

3.2 测评结果分析

本次测评共有 30 人参加, 最终获得 30 份答卷, 其中 2 份答卷因前后逻辑不一致被排除, 共收到 28 份有效答卷。其中, 7 人对 VR 比较了解; 14 人对 VR 有着一定的了解; 7 人对 VR 完全不了解。此外, 20 人有过使用 VR 产品的经验, 8 人为第一次体验 VR 产品。由测试前的询问可知, 被试者以往的 VR 体验主要集中在 VR 游览方面, 较少有使用手柄的经验, 且所有被试者都是第一次使用 Dell Visor 的 VR 手柄, 有利于评估首次使用该手柄进行交互的引导效果。在具体的引导设计方面, 24 位(85.71%)被试者认为实时的引导流程有助于熟悉该 VR 系统的操作方式。21 位(75%)被试者认为系统中的引导方式十分直观且易于理解。16 位(57.14%)被试者认为测试中的任务没有难度, 能够顺利完成。22 位(78.57%)被试者认为引导流程较好地串联了系统中各项功能的操作方式。26 位(92.86%)被试者对本次体验感

到满意。21 位（75%）被试者认为系统易用。6 位（27.2%）被试者认为系统易用程度一般。1 位（4.5%）被试者认为该系统不易使用。由此可知，本系统的引导环节在整体流程、形式选取、样式设计上都是合理可行的，对手柄交互的引导效果起着积极作用。但从测评结果来看，也还存在着优化空间。

结合测试中的观察与测试后的访谈发现，除了此次引导设计本身的缺陷以外，以上结果也与被试者的过往经验有关。少数被试者 VR 经验丰富，虽然第一次使用该套 VR 设备，但也能迅速学会使用，因此认为引导流程较为繁琐；部分 VR 经验较少的被试者会认为引导流程过于紧密、难以记忆。但仍然有 26 位（92.86%）被试者认为，引导流程的设计提高了该 VR 系统的可用性和易用性。

根据测评结果，可以认为本次项目实践的引导设计是合理可行的，即在具有特定主题或功能的 VR 应用程序内，采取实时的引导流程，通过按键高亮、手柄透明、指示性文本的设计等形式，动态引导用户的交互操作，帮助用户熟悉手柄交互，从而提升 VR 系统的可用性和易用性。

3.3 设计优化

通过测评结果及测试过程中的观察发现，本系统的引导设计部分可从以下几个方面优化。

3.3.1 关注点引导

通过测试中的观察与测试后的反馈发现，尽管实验前已经说明，但部分用户在进入场景后仍不会主动地查看手柄上的引导提示。用户会将注意力主要集中在虚拟场景中，忽视了虚拟手柄，以至于错过引导信息。为解决这一问题，在引导流程开始时，便在 VR 环境内部进行提示，见图 9。为使该提示语能引起用户注意，将该条引导内容设计成闪烁呈现的形式，通过视觉上“显示—隐藏—显示”的交替变化，吸引用户注意力，从而成功提醒用户“抬起手柄，查看操作提示”，从而顺利进入正式的引导流程。

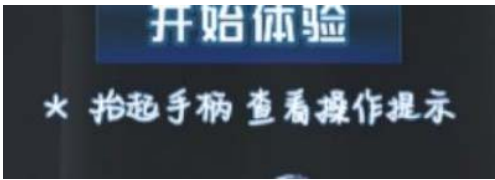


图 9 关注点引导
Fig.9 Guide of focus

3.3.2 手柄引导样式

在测试中发现，当用户保持正常姿势抓握手柄时，扳机键和触摸板会位于用户视线的同一轴向上，由于还未熟悉手柄设备，此时就很容易误以为高亮的扳机键是在触摸板（Touch Pad）的位置。高透明度虽然避免了手柄本身的遮挡，但反之也可能造成用户

对按键位置的认知差异，影响了引导设计的易视性。因此，适当降低手柄部分的透明度（如图 10 所示），保持一定的遮挡效果，可使用户既能轻松查看到位于手柄后方的按键，也能让用户正确理解按键对应的实际位置指向。

此外，在目标按键的引导设计上，也进行了优化。在按键高亮的基础上，使目标按键的材质交替变换（如图 11 所示），形成按键闪烁的动画效果，通过动态的设计形式，引起用户的注意，保证引导设计的易视性。

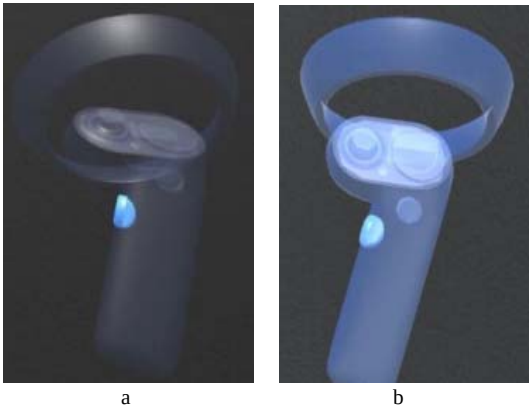


图 10 手柄透明度优化
Fig.10 Handle transparency optimization

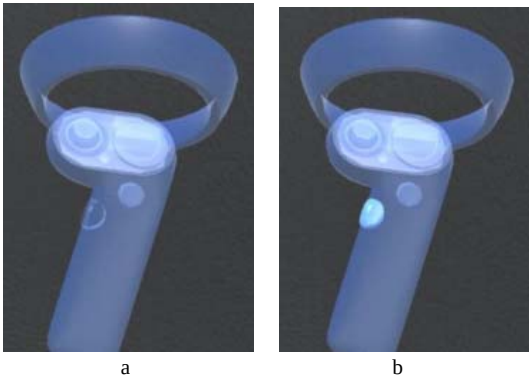


图 11 目标按键动效优化
Fig.11 Dynamic effect optimization of target keys

3.3.3 人性化引导方案

本次测试观察发现，尽管被试者都是第一次使用该套 VR 设备，但学习效率各不相同。通过对被试者的反馈分析可知，这一现象既与用户以往的 VR 经验、VR 体验类型有关，也与其他游戏经验和经验迁移能力有关。例如，其中一位被试者具有较为丰富的 VR 经验，因此尽管是第一次使用 Dell Visor 的 VR 设备，也能很快上手操作，且会认为引导内容过多。由此可以发现，通过对一致性原则的坚持，能够有效地提高引导设计的效果，从而使得有经验的被试者能够快速上手操作。但对于相关经验较少、能力较弱的被试者来说，引导内容的阐述可能还不够清晰，希望有更充

足的时间来适应和学习。因此,可针对不同的用户类型,设计相应的引导模式,以供用户选择,例如:允许经验丰富的用户跳过引导流程;允许有一定经验的用户选择简单的引导模式;而对于无经验的用户则需要提供详细的引导流程。

4 结语

通过对实践项目的测试评估,既证实了本次引导设计的有效性,也发现了设计中存在的不足与优化空间,可由此进行设计迭代,以不断完善设计项目,进一步提升引导效果与VR系统的易用性。

从VR应用程序的体验与开发经验出发,发现当前市场上VR产品对交互引导存在忽视的问题,不符合VR普及程度的现状,不利于VR设备新手用户以及VR程序新用户的体验与使用。一款VR应用难以兼顾所有的硬件设备,同时各厂家的硬件设备按钮功能各不相同,若想尽可能兼顾多款主流设备,就必然导致部分差异性按键失效,这样对用户来说是非常不友好的,也会造成开发成本与认知差异上的问题。VR手柄硬件未来应该逐渐趋于统一,甚至将逐渐被内置的手势或姿势等识别技术所取代,通过凝视、语音、体感等多种更贴合自然交互的方式,提升VR的沉浸感,使虚拟现实的体验更上一层。

参考文献:

- [1] 盖伟. 虚拟现实实时交互方法研究[D]. 济南: 山东大学, 2017.
GAI Wei. Research on Real-time Interaction Method in Virtual Reality[D]. Jinan: Shandong University, 2017.
- [2] 吕屏, 杨鹏飞, 李旭. 基于VR技术的虚拟博物馆交互设计[J]. 包装工程, 2017, 38(24): 137-141.
LYU Ping, YANG Peng-fei, LI Xu. Virtual Museum Interaction Design Research Based on VR Technology[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(24): 137-141.
- [3] RALPH R, JACOBY D, COADY Y, et al. Metrics for Evaluation of Educational Experiences: Will Virtual Reality Have Impact?[C]// IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM). New York: IEEE, 2017.
- [4] 黄若佳. Interactive Design of the VR Project for Chu Culture[D]. 武汉: 华中师范大学, 2019.
HUANG Ruo-jia. Interactive Design of the VR Project for Chu Culture[D]. Wuhan: Central China Normal University, 2019.
- [5] 金晓明, 吴成浩. 基于VR/AR实感交互设计的八大山人纪念馆视觉导览研究[J]. 包装工程, 2019, 40(6): 87-93.
- JIN Xiao-ming, WU Cheng-hao. Visual Guidance Innovation of Eight Shanren Memorial Based on VR/AR Realistic Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(6): 87-93.
- [6] CHOE M, CHOI Y, PARK J, et al. Comparison of Gaze Cursor Input Methods for Virtual Reality Devices[J]. International Journal of Human-computer Interaction, 2019, 35(7): 620-629.
- [7] CAPUTO F M, MENDES D, BONETTI A, et al. Smart Choices for Deviceless and Device-based Manipulation in Immersive Virtual Reality[C]// 25th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (IEEE VR). Germany: Reutlingen, 2018.
- [8] SPEICHER M, FEIT A M, ZIEGLER P, et al. Selection-based Text Entry in Virtual Reality[C]// CHI Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI). Canada: Montreal, 2018.
- [9] BOLETIS C, CEDERGREN J E. VR Locomotion in the New Era of Virtual Reality: An Empirical Comparison of Prevalent Techniques[J]. Advances in Human-Computer Interaction, 2019, 4: 1-15.
- [10] FROMMEL J, SONNTAG S, WEBER M. Effects of Controller-based Locomotion on Player Experience in a Virtual Reality Exploration Game[C]// 12th International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG). Massachusetts: Cape Cod, 2017.
- [11] JEFFREY C F. Practice in Reality for Virtual Reality Games: Making Players Familiar and Confident with a Game[C]// 16th IFIP TC 13 International Conference on Human-computer Interaction (INTERACT). Switzerland: Springer, 2017, 10514: 147-162.
- [12] NICKEL C, KNIGHT C, LANGILLE A, et al. How Much Practice is Required to Reduce Performance Variability in a Virtual Reality Mining Simulator?[J]. Safety, 2019, 5(2): 18.
- [13] HARMS P. Automated Usability Evaluation of Virtual Reality Applications[J]. ACM Transactions on Computer-human Interaction, 2019, 26(3): 112-117.
- [14] SANTOS-TORRES A, ZARRAONANDIA T, DIAZ P, et al. An Empirical Comparison of Interaction Styles for Map Interfaces in Immersive Virtual Environments[J]. Multimedia Tools and Applications, 2020, 79: 3-4.
- [15] BIAN Y L, ZHOU C, CHEN Y Q, et al. Explore the Weak Association between Flow and Performance Based on a Visual Search Task Paradigm in Virtual Reality[C]// 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR). New York: IEEE, 2019: 852-853.

责任编辑: 蓝英侨