

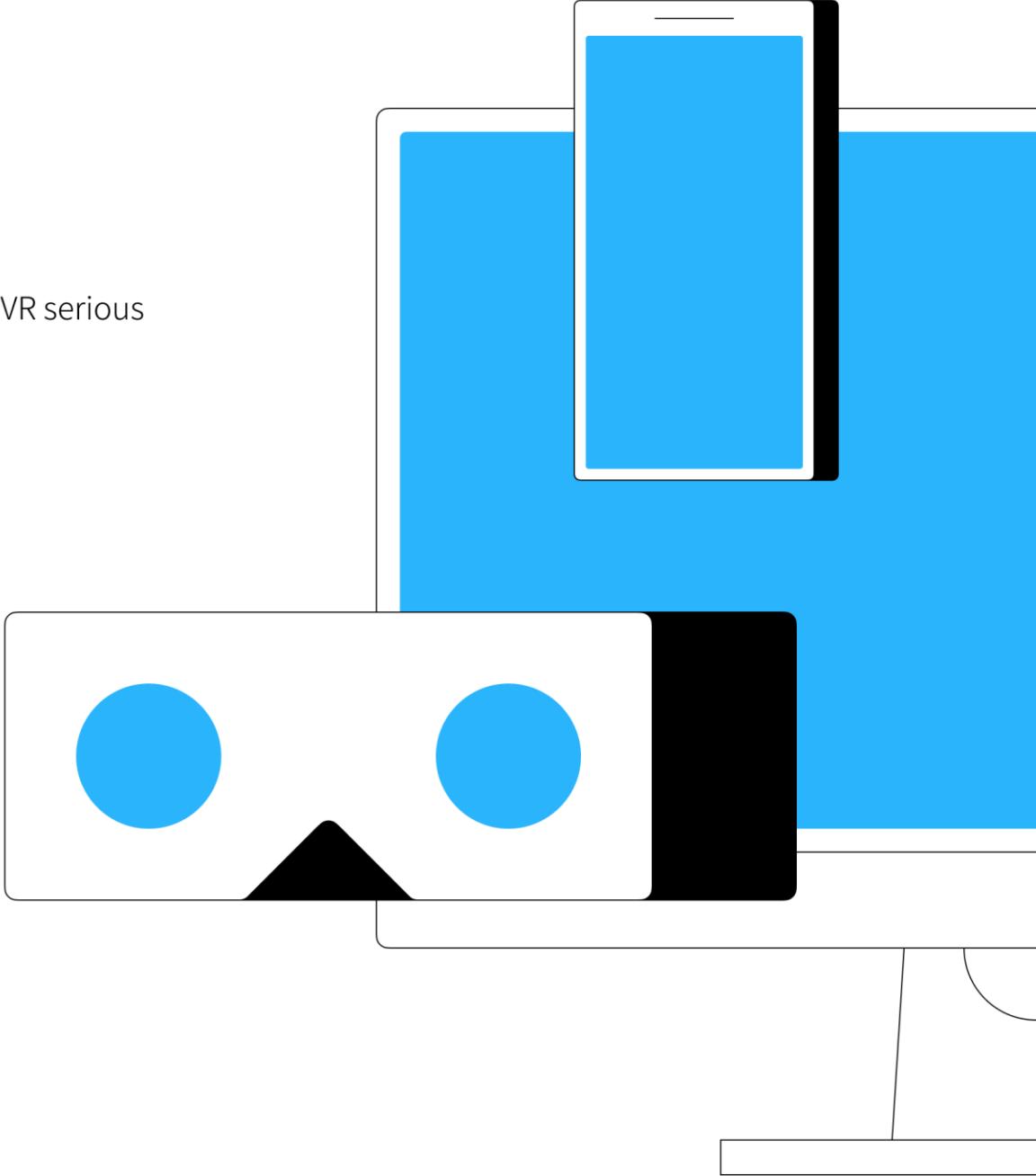
跨VR多设备应用的用户体验一致性研究 —以VR严肃游戏《镜头语言虚拟实验》为例

A study on the consistency of UX in multi-device applications including VR – take a VR serious game "Virtual Experiment of Film Language" as example

答辩人 谢天

学号 1933641

导师 柳喆俊



研究背景

理论框架

设计实践

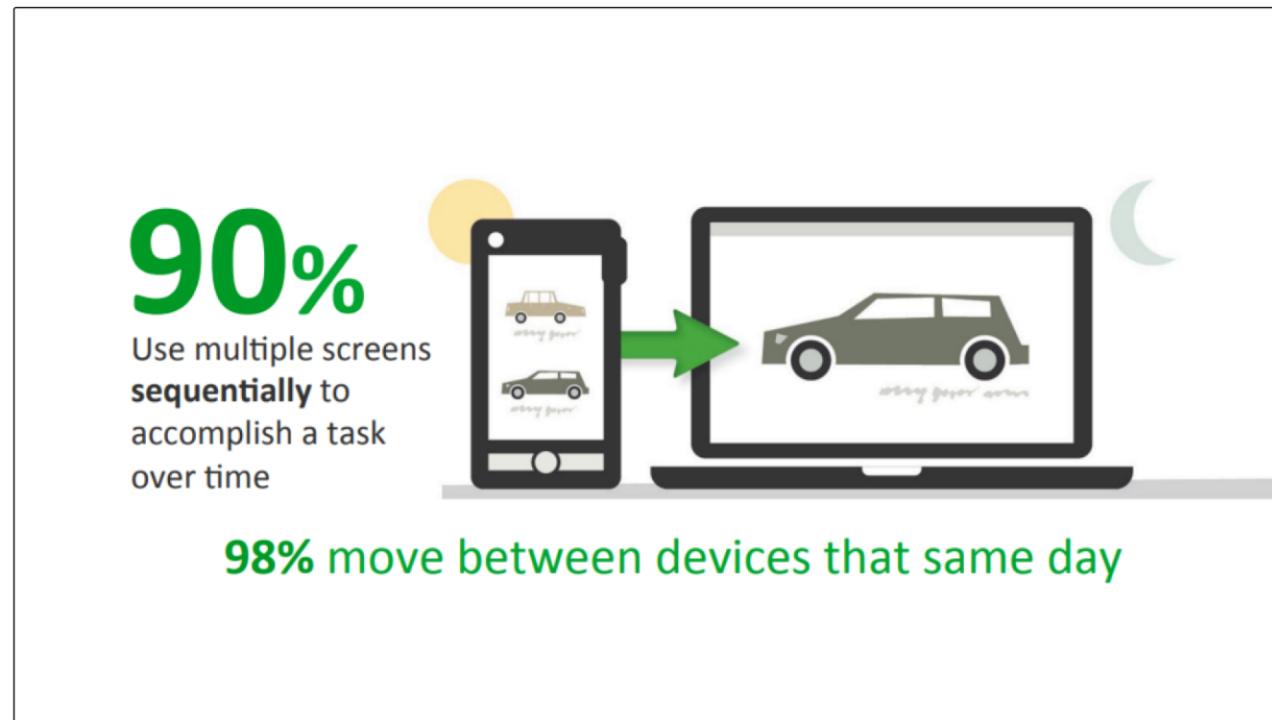
实验评估

总结与展望

研究背景

RESEARCH BACKGROUND

多设备的时代



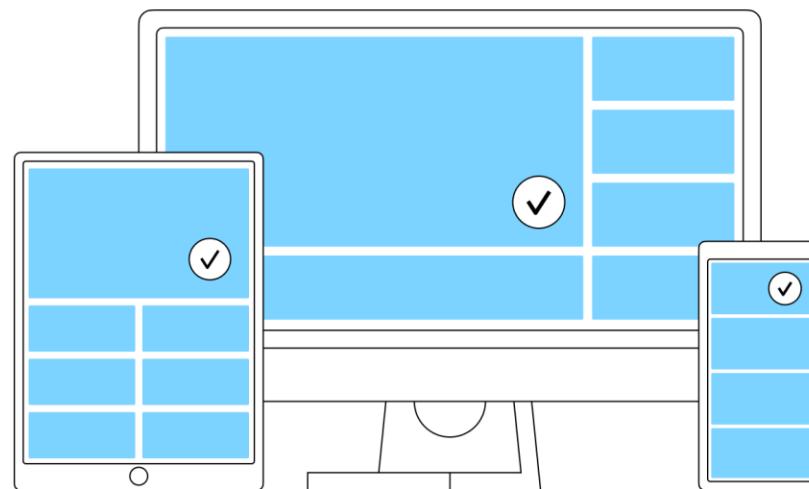
我们的生活充满一系列与多种数字设备的互动。根据谷歌在2012年的调查，90%的消费者会使用多种设备来完成同一项任务^[1]。

[1]: The New Multi-Screen World, Google/Ipsos/Sterling, US, Aug 2012
(thinkwithgoogle.com)

研究背景

RESEARCH BACKGROUND

一致性



多设备情境下一致性设计的含义：

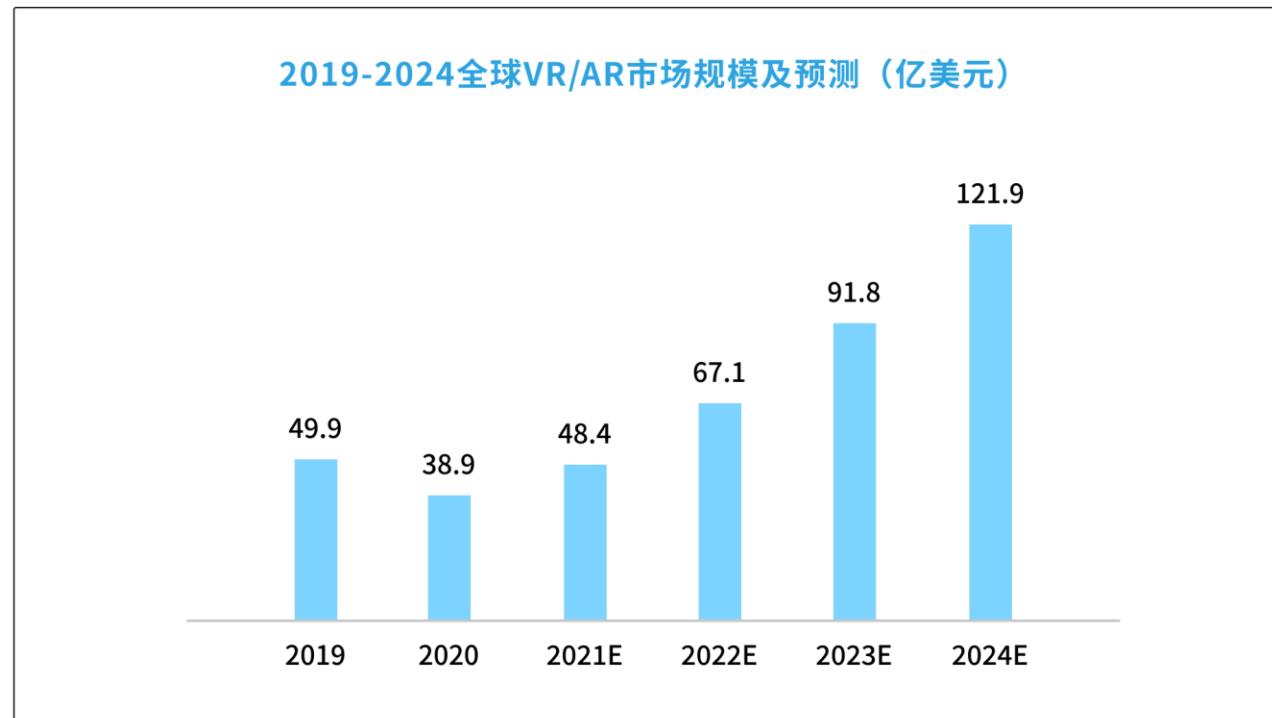
相同的基本体验在不同设备之间被复制，保证各个设备的内容、流程、结构和核心功能集的一致性^[2]。

[2] Levin M. Designing multi-device experiences: An ecosystem approach to user experiences across devices[M]. " O'Reilly Media, Inc.", 2014.

研究背景

RESEARCH BACKGROUND

VR的兴起



2016年VR元年之后，VR技术日益普及并被广泛运用到生产生活与教学之中。

但是，针对VR设备的设计与传统的针对屏幕的设计有着很大的不同。而先前的一致性研究很少将VR端设计考虑在内。

图片来于<https://chuangkr.china.com.cn/p/1589251428387586?column=%E5%88%9B%E6%8A%95&navId=25>

研究背景

RESEARCH BACKGROUND

研究问题

如何通过交互设计达成应用在多设备（含VR）之间用户体验的一致性？

关注场景：

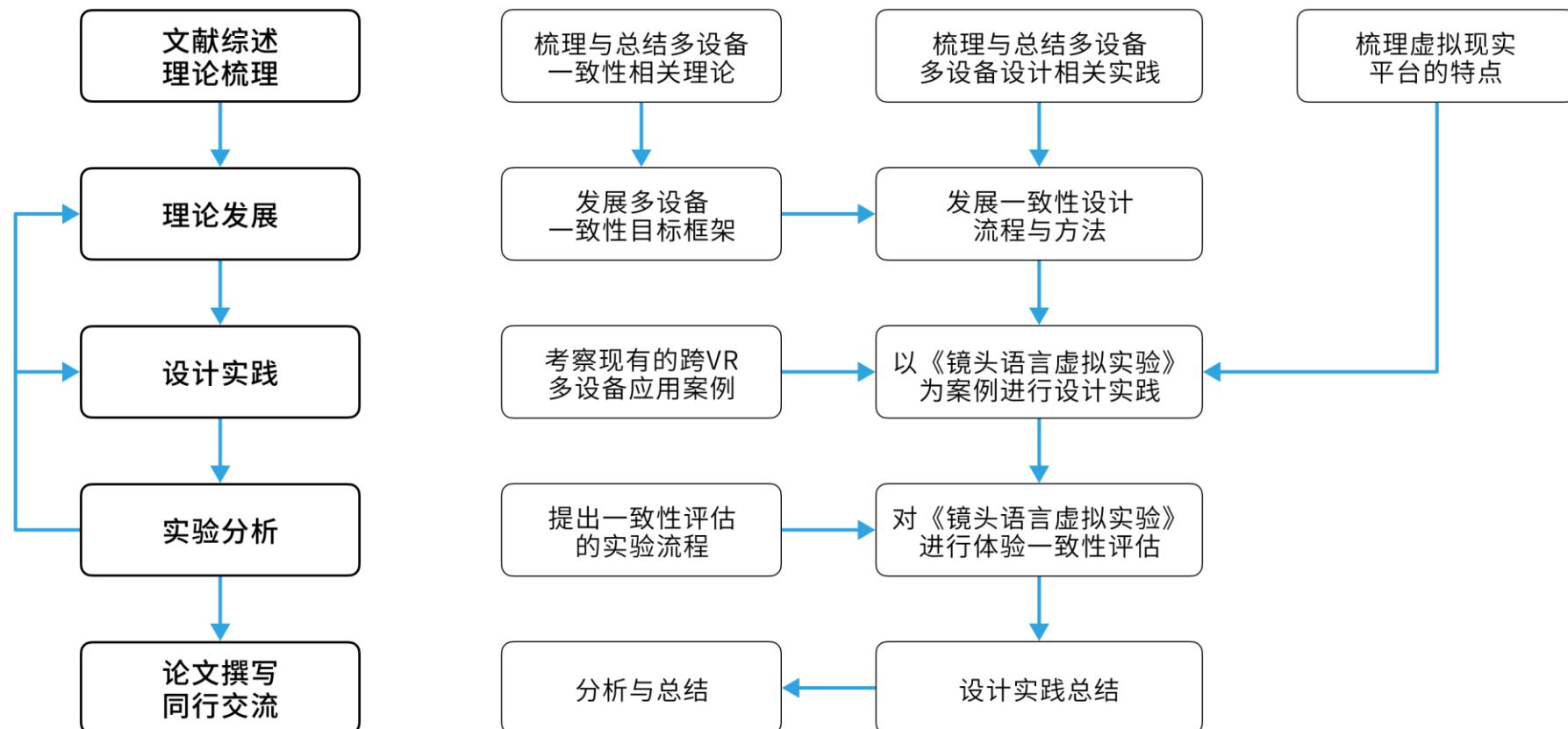
“不相关的平行使用模式”^[3]，就是每一个设备上的应用都有完整的功能，用户只会在同一时间使用同一个设备，而不会在设备之间频繁切换。

[3] Jokela T, Ojala J, Olsson T. A diary study on combining multiple information devices in everyday activities and tasks[C]//Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. 2015: 3903-3912.

研究背景

RESEARCH BACKGROUND

研究路径



研究背景

理论框架

设计实践

实验评估

总结与展望

理论框架

THEORETICAL FRAMEWORK

文献综述

感知一致性

在可能的情况下，信息的外观和结构应该在不同的设备上是相似的。

词法一致性

用户界面的对象在不同的设备上应该有相同的标签。

句法一致性

为了达到一个特定的目标，在不同的设备上应该执行相同的操作。

语义一致性

功能和数据在设备之间应该是冗余的，操作的效果应该在不同的设备之间尽可能的相似。

Charles Denis和Laurent Karsenty在2004年的研究中关于一致性的分层作为一致性目标框架的基础^[4]。

[4]: Denis C, Karsenty L. Inter-usability of multi-device systems: A conceptual framework[J]. Multiple user interfaces: Cross-platform applications and context-aware interfaces, 2004: 373-384.

理论框架

THEORETICAL FRAMEWORK

一致性目标框架

语义一致性

多设备应用在不同设备上应具有相同的核心内容和功能，其所提供的服务在不同设备间应是相似的。跨平台的数据、功能和特性需尽可能的相同，对于完成给定任务较重要的关键内容在不同的平台上应保持一致。

句法一致性

为了达成一个给定的目标，不同的设备上应使用相同的步骤或相同效率的操作；无论输入和输出的模态如何，对于同样含义的操作，用户都应能得到达到相同的结果或相同的信息。

感知一致性

多设备应用程序在不同设备上整体的视觉表现应是一致的，要有一致的外观和美学设计。即使部分视觉表现需要针对设备特点而进行调整，基本的信息结构、组织在不同的设备上应保持一致。

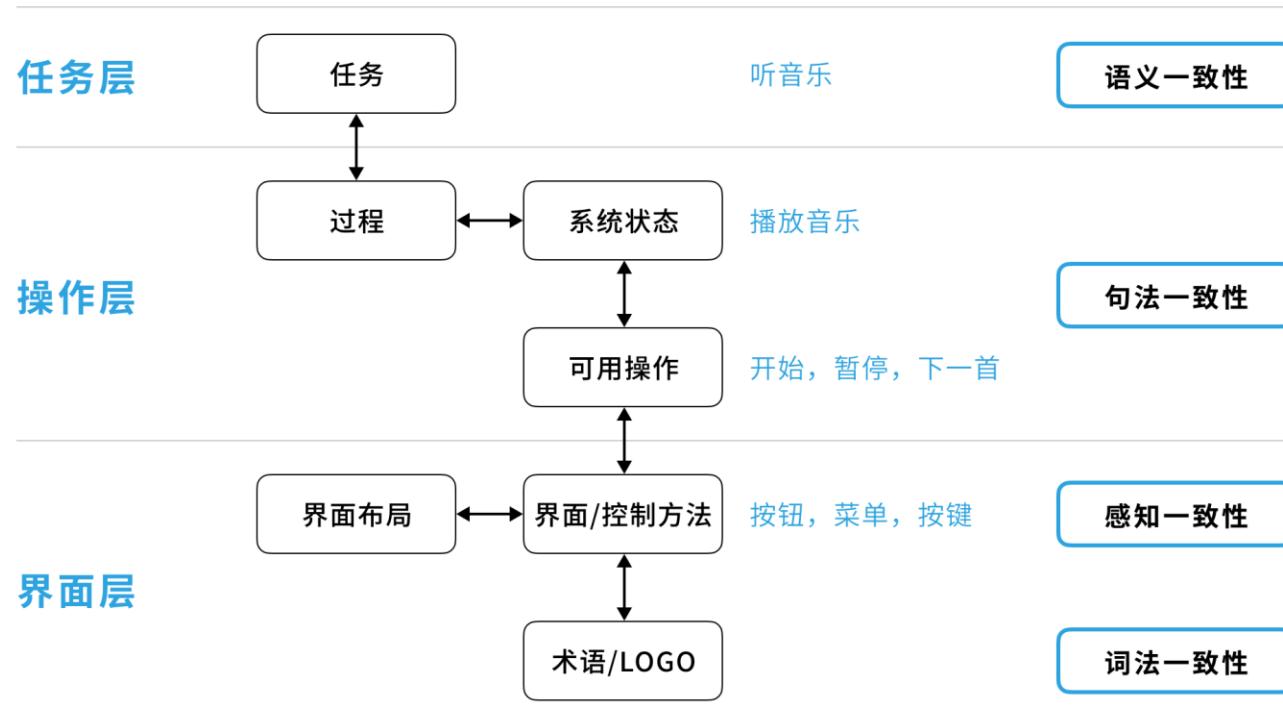
词法一致性

针对相同的功能或者界面，每一个设备上的应用都应使用相同的标签、术语和图标。在不同的展示模态下，这些应尽可能地分享共同的特征。

理论框架

THEORETICAL FRAMEWORK

设计方法



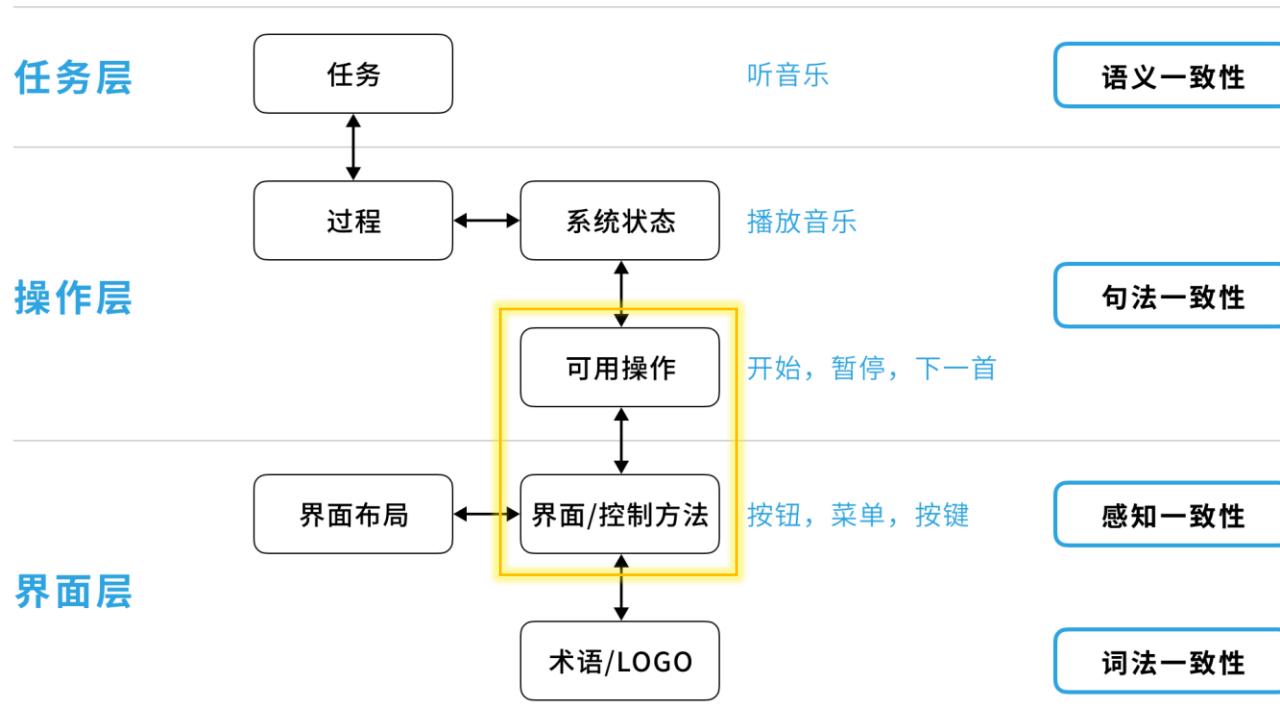
将^[5]的分层与一致性目标框架结合。

[5]:San Kim D, Yoon W C. A method for consistent design of user interaction with multifunction devices[C]//International Conference on Human Centered Design. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009: 202-211.

理论框架

THEORETICAL FRAMEWORK

设计方法



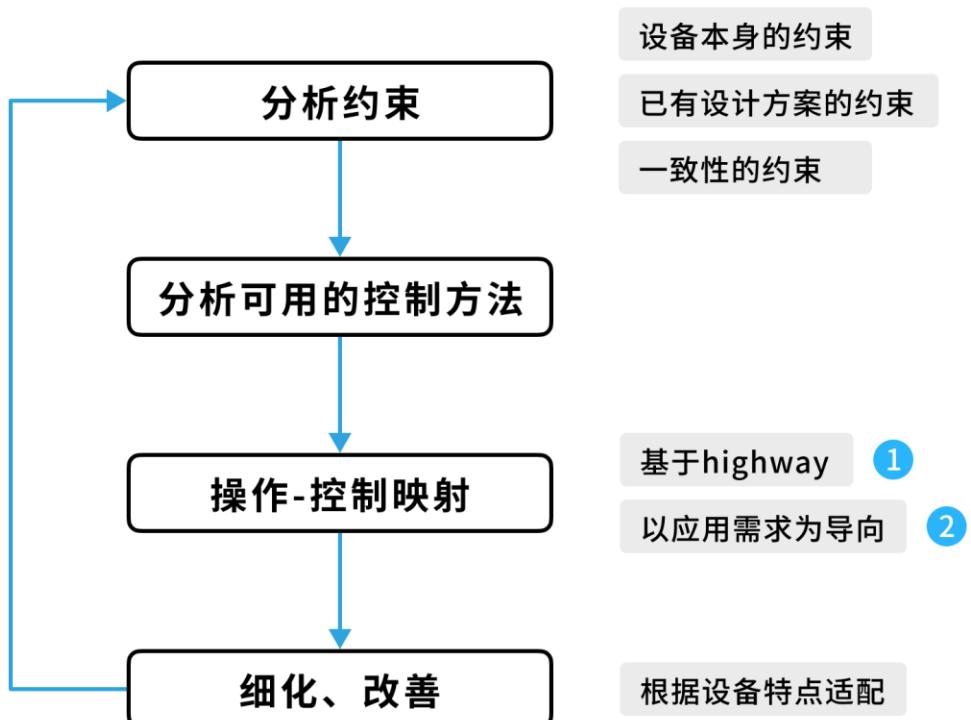
将^[5]的分层与一致性目标框架结合。

[5]:San Kim D, Yoon W C. A method for consistent design of user interaction with multifunction devices[C]//International Conference on Human Centered Design. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009: 202-211.

理论框架

THEORETICAL FRAMEWORK

基于约束的设计



约束也可以被认为是在帮助设计师进行对于设计解决方案空间的探索。

- ① **highway**操作：会被先行选出来进行控制映射的操作^[5]。
- ② 可以根据应用的需求，来考虑优先满足用户体验、可用性或者操作效率等，基于这些要求来形成新的约束继续尝试进行交互方案的选择。

[5]:San Kim D, Yoon W C. A method for consistent design of user interaction with multifunction devices[C]//International Conference on Human Centered Design. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009: 202-211.

研究背景

理论框架

设计实践

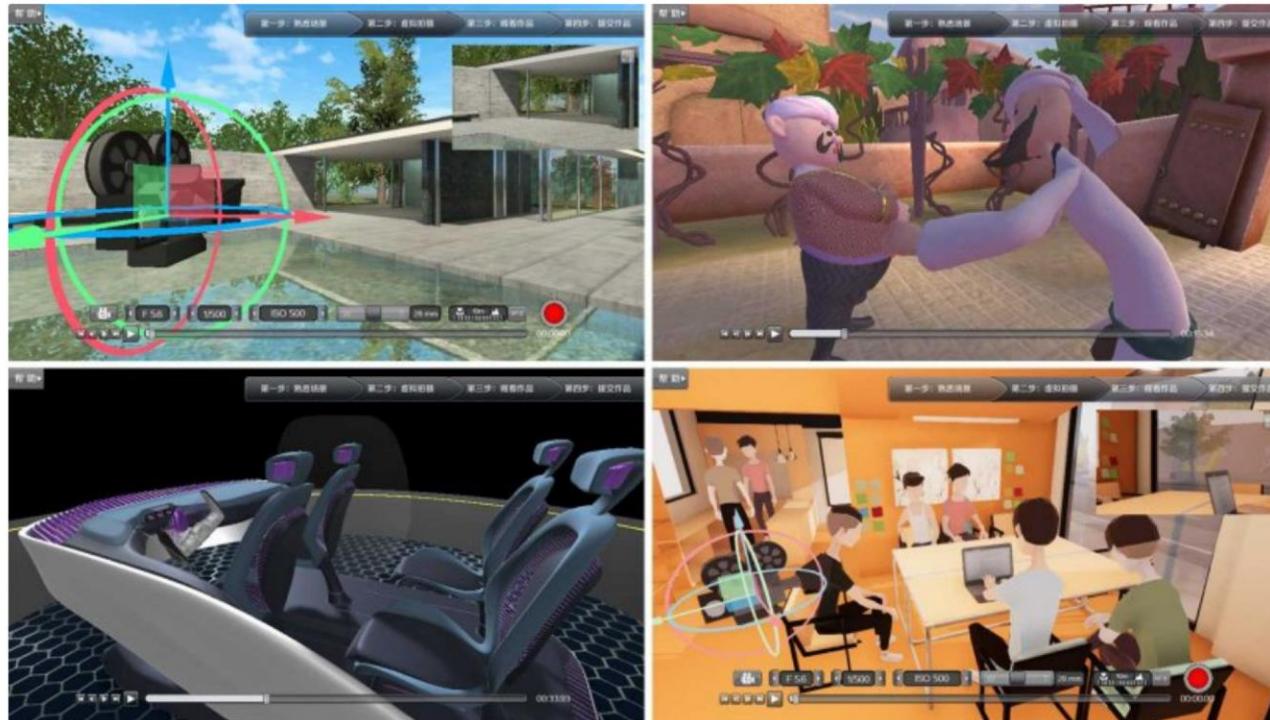
实验评估

总结与展望

设计实践

DESIGN PRACTICE

研究载体《镜头语言虚拟实验》

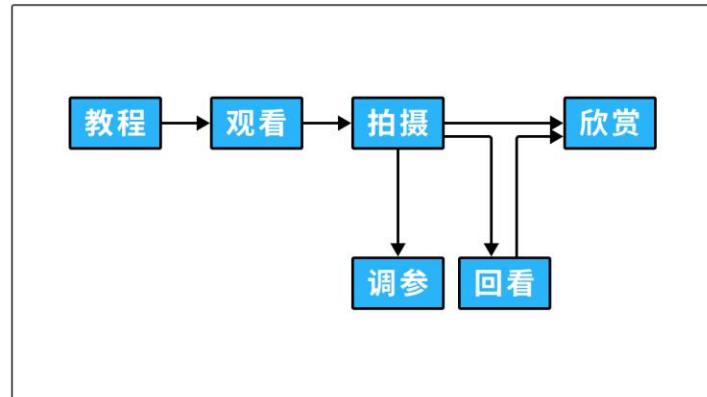


- 严肃游戏，国家级虚拟仿真一流课程，有多设备使用需求
- 主要功能：在虚拟空间中作为导演针对给定的动画做出相应的拍摄
 - 场景漫游
 - 虚拟拍摄
 - 相机调参
 - 动画控制

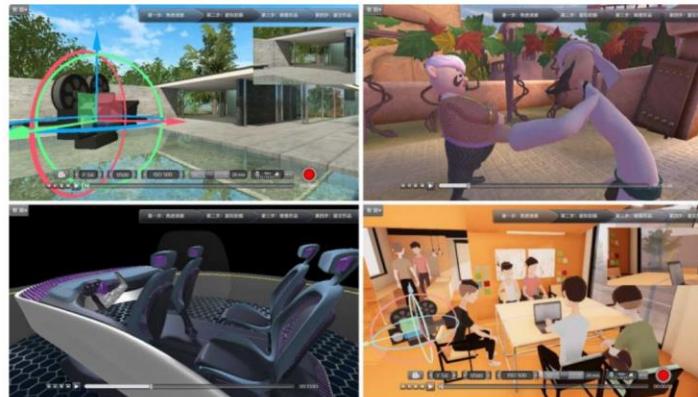
设计实践

DESIGN PRACTICE

语义一致性



核心功能



内容

《阿凡提的故事》
《流动空间》
《Tiention 汽车内饰设计》
《NICE 2035》

```
public class HandCamRecord
{
    // 时间
    public float time;
    // 对应时间的空间位置
    public Vector3 HandCamPos;
    // 对应时间的旋转角度
    public Vector3 HandCamRot;
    // 参数
    public int ApertureLevel;
    public int ISOlevel;
    public int ShutterSpeedLevel;
    public float FocalLength;
    public float FocusDistance;
}

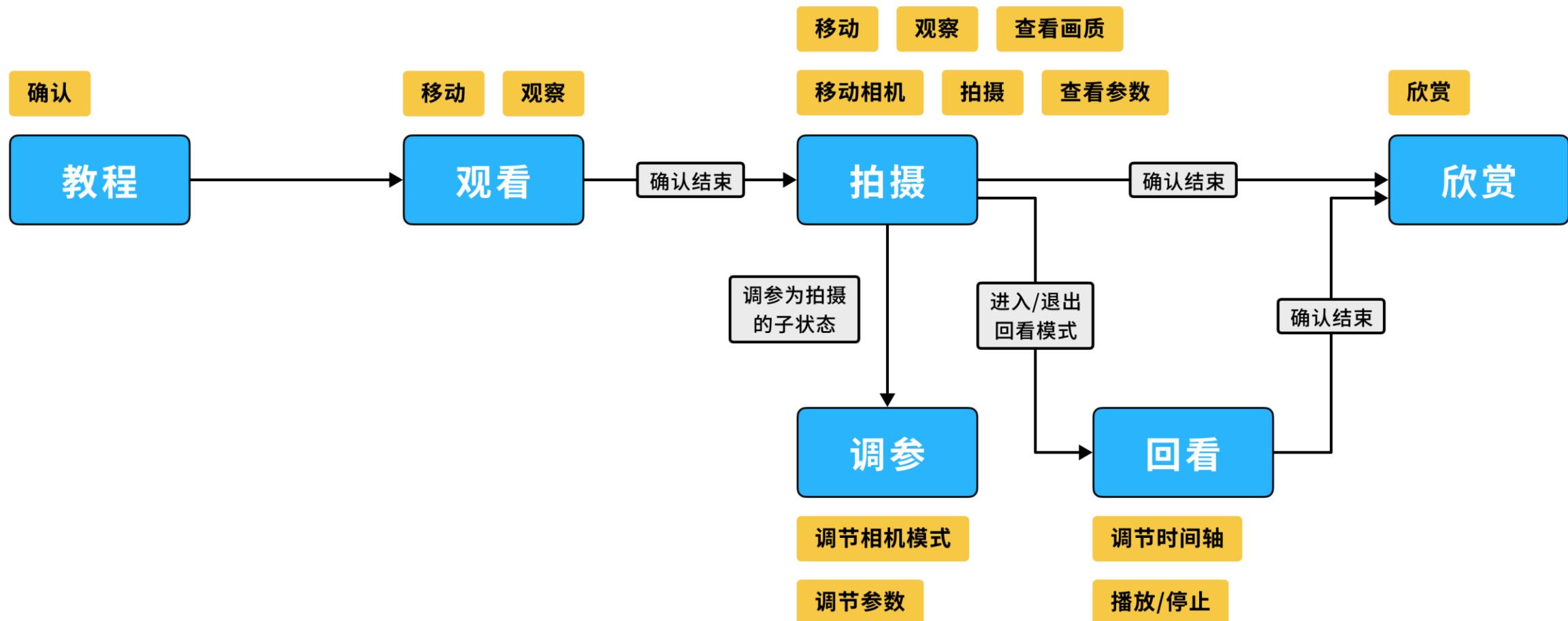
public class DataToSerialize
{
    public string sceneName;
    public float duration;
    public List<HandCamRecord> HandCamRecArray;
}
```

数据格式

设计实践

DESIGN PRACTICE

句法一致性 流程一致性



设计实践

DESIGN PRACTICE

句法一致性 操作一致性举例

			
平台	PC	VR	Mobile
移动自身	WASDQE/鼠标	行走/按下左板机传送 /使用左AB上下移动	手势操作/摇杆
移动相机	Gizmos/第一人称	移动右手	Gizmos/第一人称，陀螺仪

设计实践

DESIGN PRACTICE

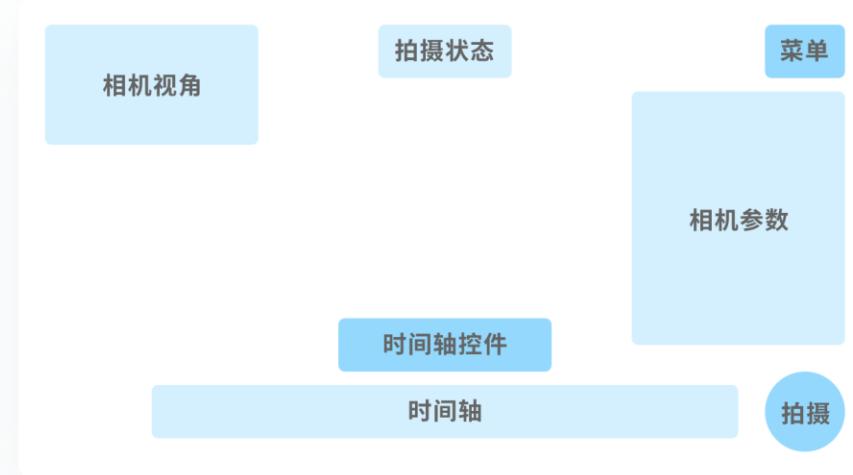
句法一致性 快捷方式一致性举例

平台	PC	VR	Mobile
快捷变焦	滚动鼠标滚轮	右摇杆上下推动	双指捏合
快捷对焦	点击屏幕任意处	射线点击相机界面任意处	点击屏幕任意处

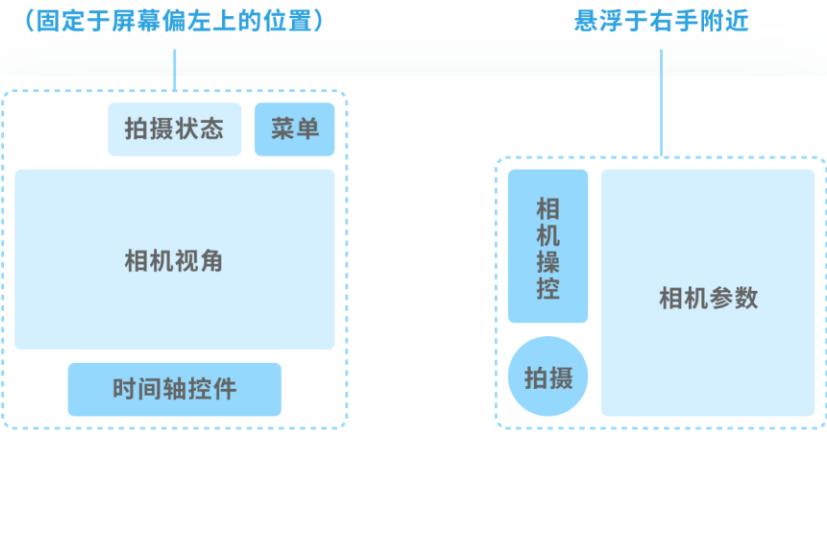
设计实践

DESIGN PRACTICE

感知一致性 布局



PC/Mobile



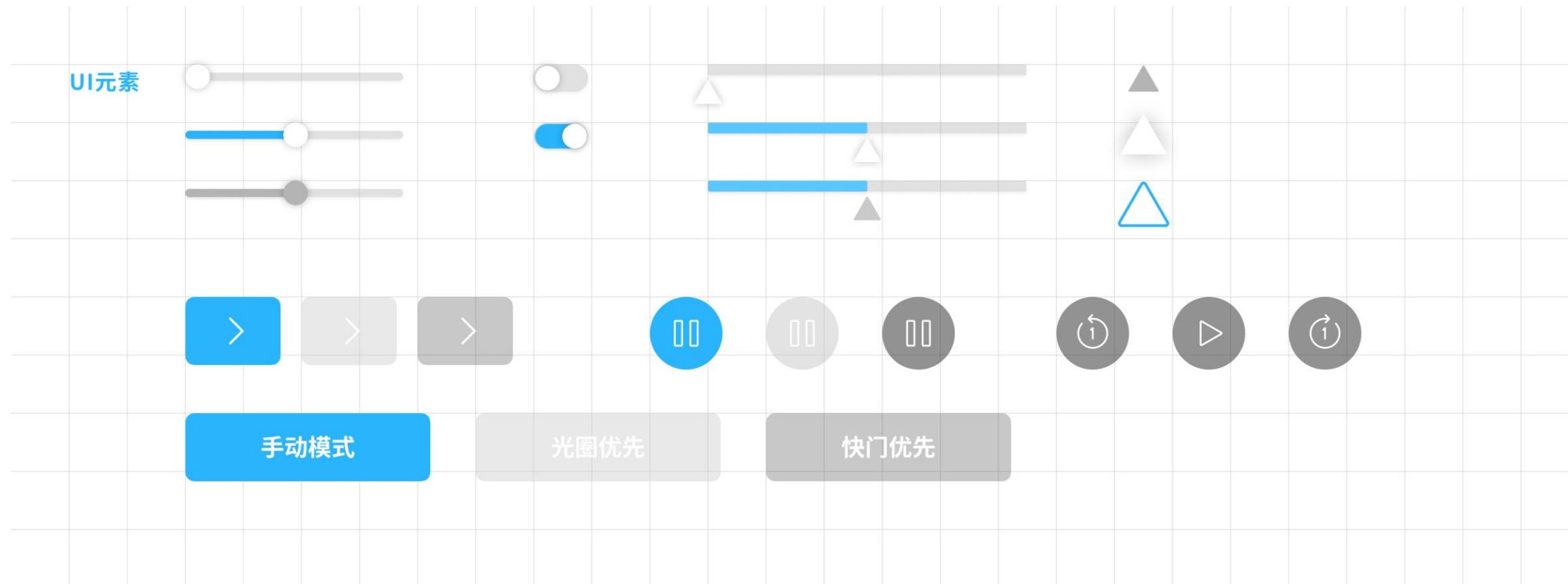
VR

相机参数都在相机附件，时间轴等在悬浮的屏幕附近

设计实践

DESIGN PRACTICE

感知一致性 UI 控件的视觉风格



设计实践

DESIGN PRACTICE

感知一致性 组件的视觉风格（以相机参数该组件为例）



PC



VR



Mobile

设计实践

DESIGN PRACTICE

词法一致性

相机参数



光圈



快门



感光度



变焦



对焦

相机模式



光圈优先



快门优先



手动模式

拍摄状态

录制中

已暂停

回放中

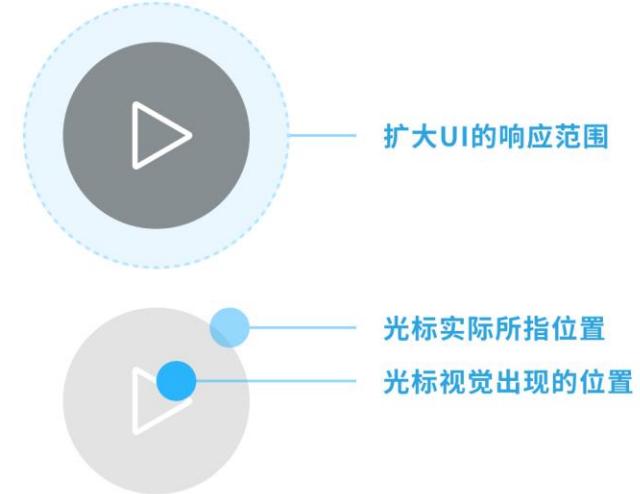
设计实践

DESIGN PRACTICE

VR的特殊优化



点击流程优化：



配合稳定器等

设计实践

DESIGN PRACTICE

研究载体

《镜头语言虚拟实验》PC、VR、安卓版展示

VR版

研究背景

理论框架

设计实践

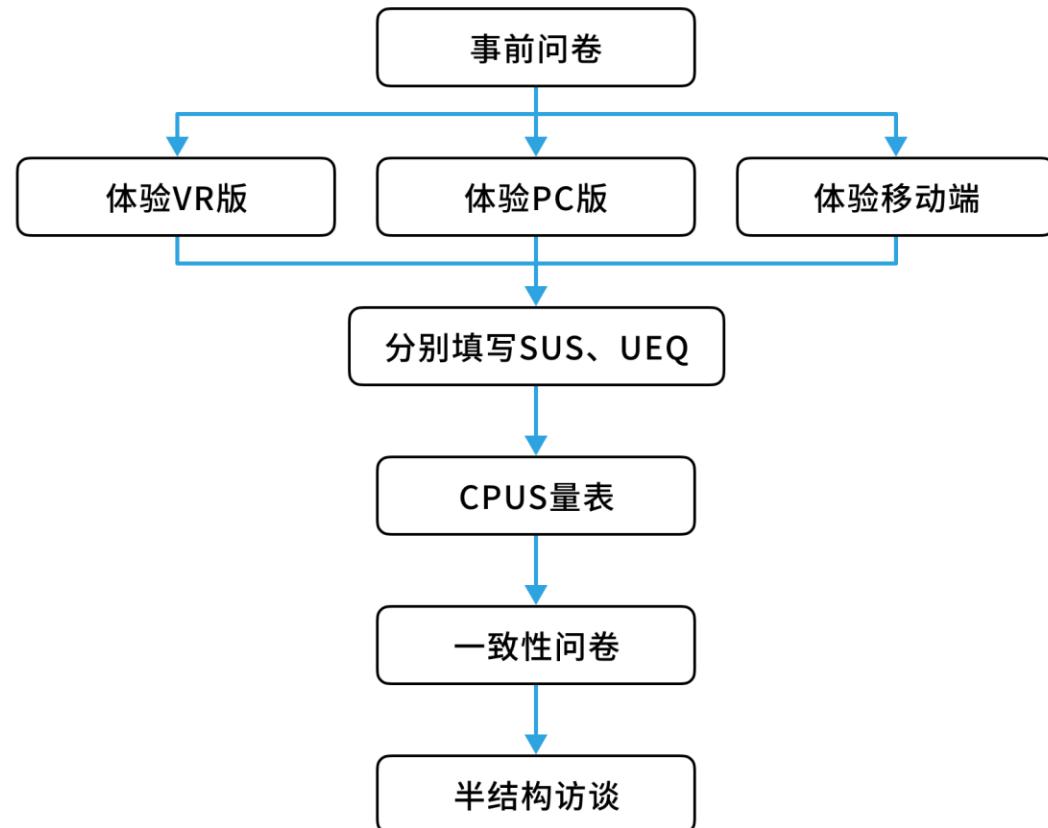
实验评估

总结与展望

实验评估

EXPERIMENTAL EVALUATION

实验流程



实验目的：评估多设备一致性

人数：20

实验评估

EXPERIMENTAL EVALUATION

实验者信息统计

序号	性别	年龄	职业	体验顺序
1	男	25	学生	1
2	女	24	学生	1
3	女	22	学生	1
4	男	26	学生	2
5	男	25	学生	2
6	女	25	学生	2
7	男	27	学生	2
8	女	24	学生	3
9	女	25	学生	3
10	男	25	学生	3
11	男	23	学生	4
12	男	26	学生	4
13	女	27	学生	4
14	男	25	学生	5
15	男	25	学生	5
16	女	24	学生	5
17	女	22	学生	6
18	女	26	学生	6
19	男	23	学生	6
20	女	25	学生	6

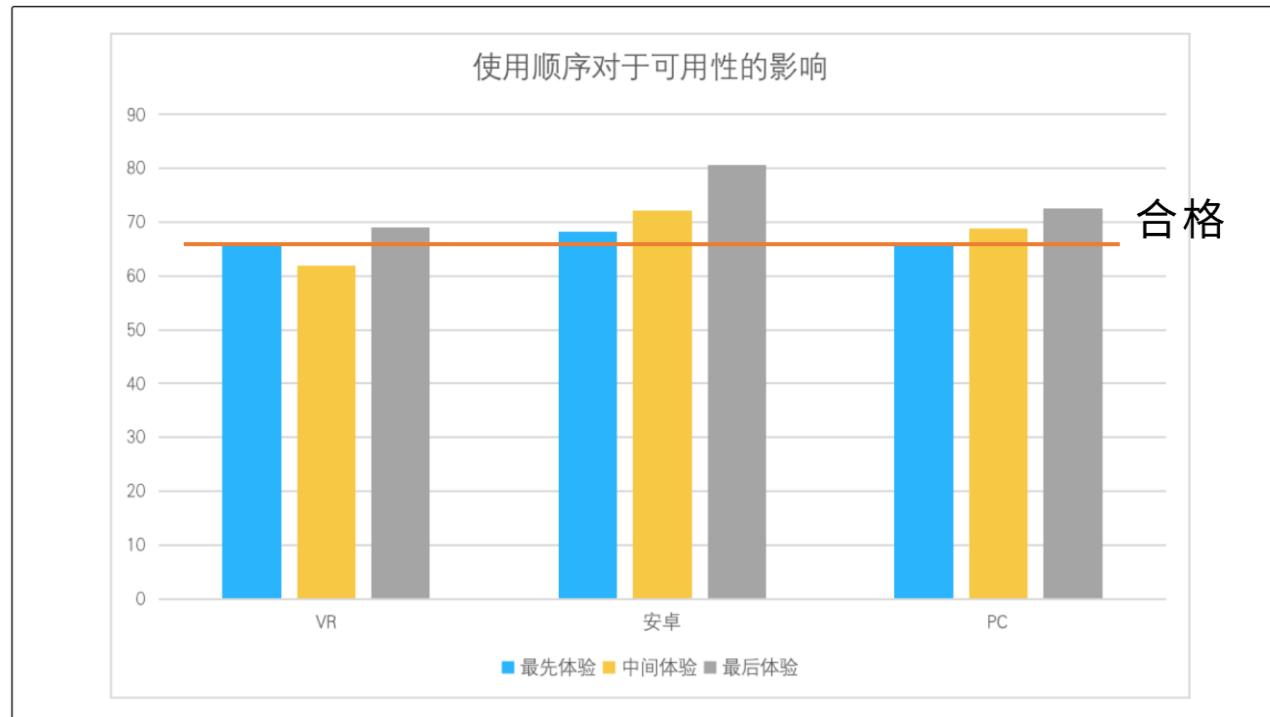
体验顺序备注

- ① VR-PC-移动
- ② VR-移动-PC
- ③ PC-移动-VR
- ④ PC-VR-移动
- ⑤ 移动-VR-PC
- ⑥ 移动-PC-VR

实验评估

EXPERIMENTAL EVALUATION

SUS



可用性平均分：

VR: 66.125

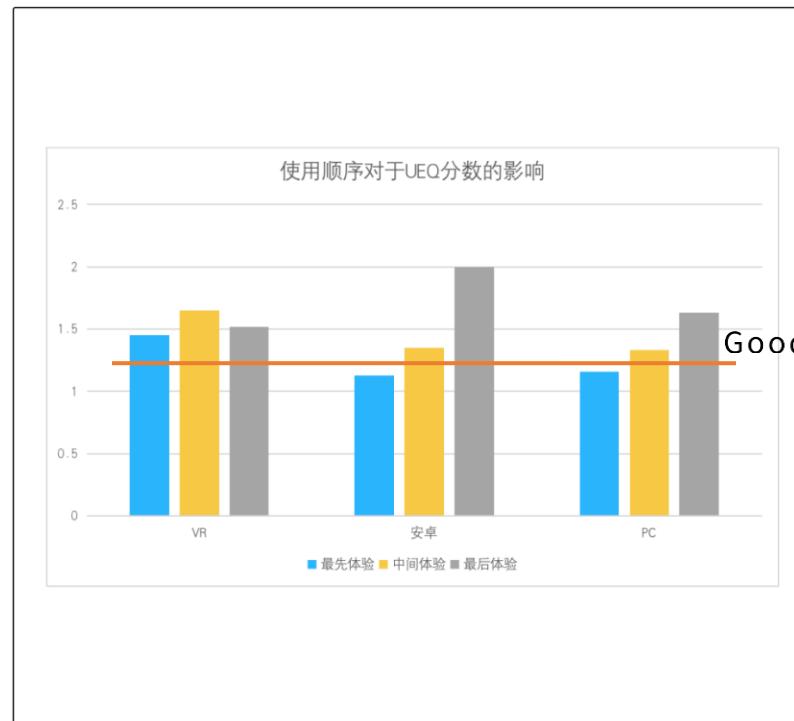
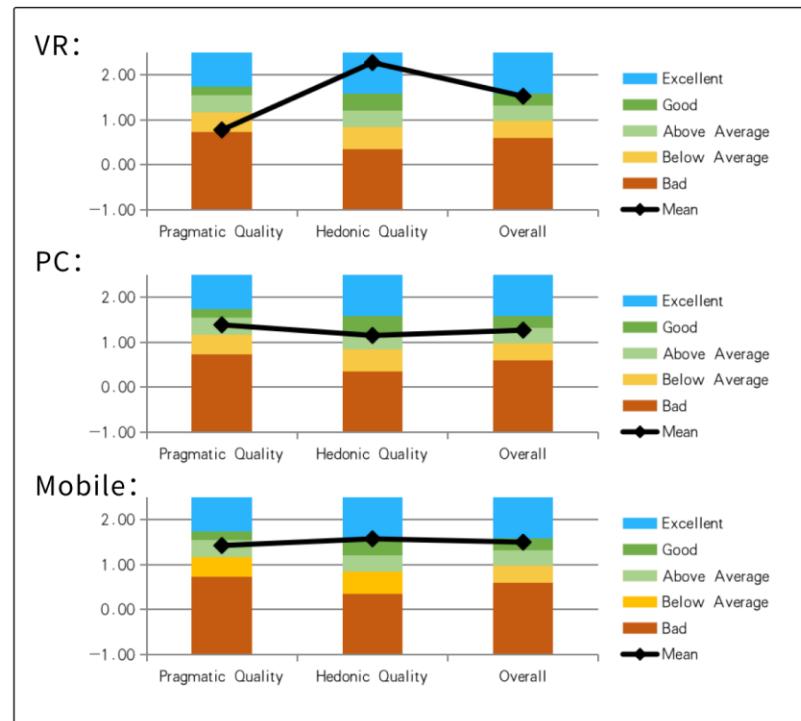
PC: 69.125

Mobile: 73.125

实验评估

EXPERIMENTAL EVALUATION

UEQ



UEQ平均分：

VR: 1.53

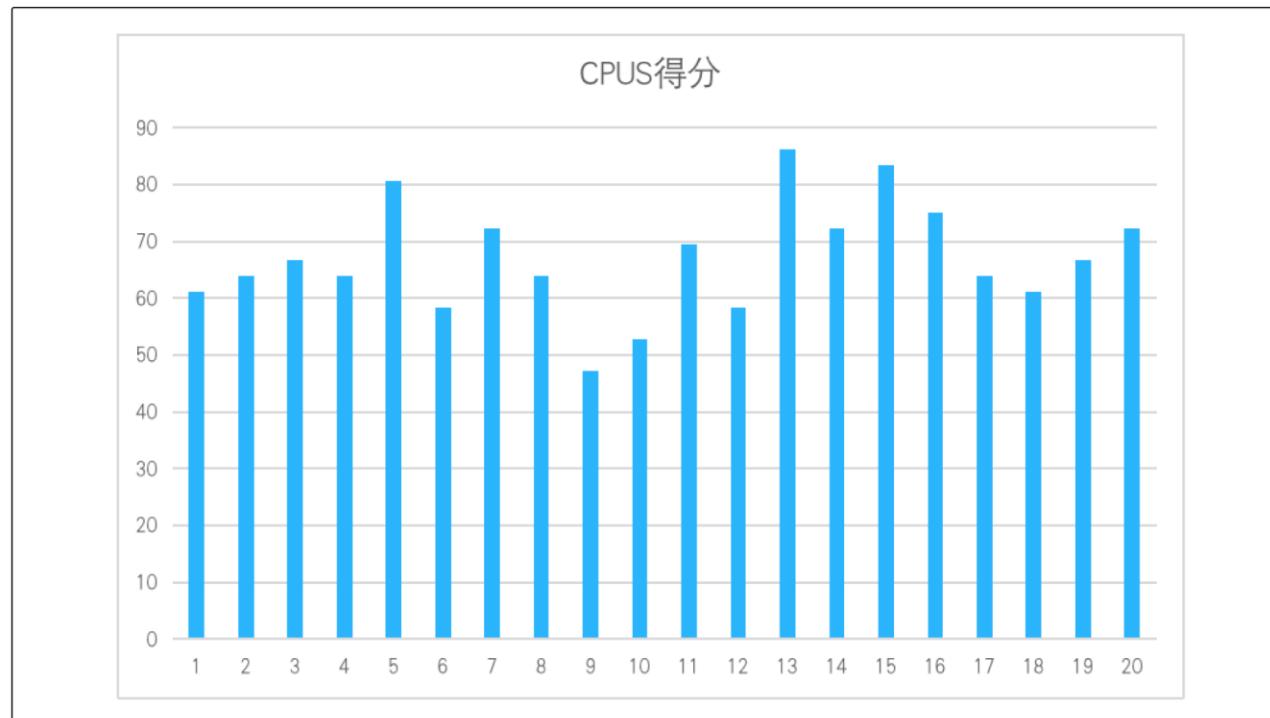
PC: 1.425

移动端: 1.3875

实验评估

EXPERIMENTAL EVALUATION

跨设备可用性量表 CPUS



融合了^[6]所提出的两个量表（分别用来测试跨平台可用性和无缝迁移的满意度）并且删除了3个无关项来形成本文所使用的量表。

CPUS得分：

Real Estate得分26.8

Trip Advisor得分为31.8

TED得分为64.5

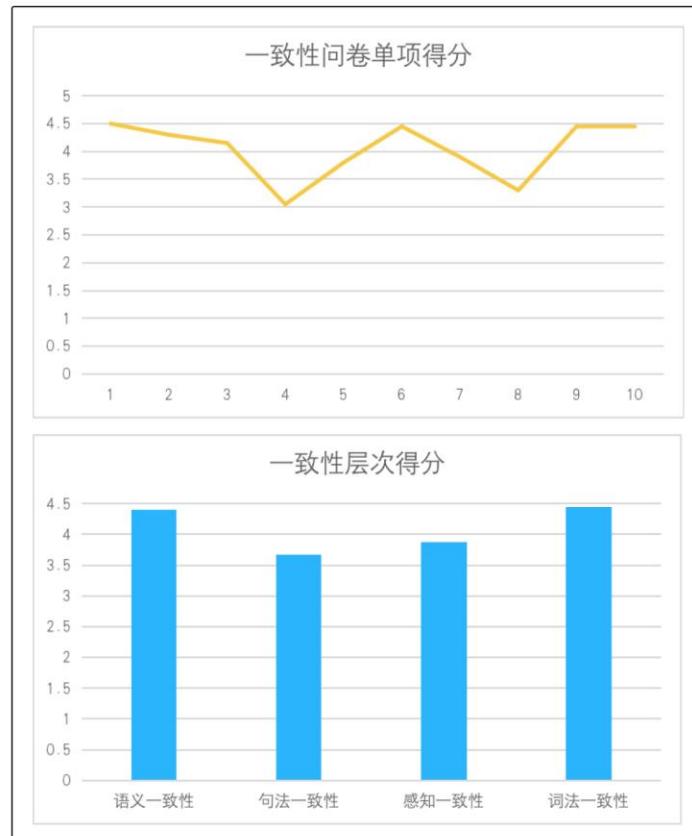
本案例得分为70.0

[6]: Majrashi K, Hamilton M, Uitdenbogerd A L, et al. Cross-platform usability model evaluation[J]. Multimodal Technologies and Interaction, 2020, 4(4): 80.

实验评估

EXPERIMENTAL EVALUATION

一致性问卷



平均分80.7，最低分72。

问卷（根据理论框架得来）：

1. 我认为每个平台上的服务所提供的内容和功能是大体相同的。
2. 我可以单独在每个平台上都完成拍摄任务，而不用借助其他平台的信息。
3. 我认为为了达成拍摄目的，每个平台的服务所需要的操作步骤是大体一致的。
4. 我觉得在各个平台上拍摄时使用相机功能的体验是一致的。
5. 我认为每个平台上的交互操作都有着清晰且一致的反馈。
6. 我认为各个平台总体的视觉外观是一致的。
7. 我不会因为各个平台不同的界面和信息分布感到困惑。
8. 在每个平台上，我总是能知道去哪里找我需要的功能/信息。
9. 我认为每个平台的服务所使用的图标等是一致的。
10. 我认为每个平台的服务所使用的术语、文字等是一致的。

实验评估

EXPERIMENTAL EVALUATION

行为数据和用户访谈

整体

大部分的用户都同意，“整体的体验是比较**有趣、流畅的**”。也有几位有动画背景的测试者提到，“还挺希望有动画的课程上能够运用《镜头语言虚拟实验》”。

大部分测试者都觉得三个版本使用起来**没什么“太大的差异”**，而且“使用PC版将会**帮助我理解VR、手机等版本**”。

PC版和移动版十分有一致性，但是VR的确实感觉上会离这俩更远一些。

语义

“能明显感觉到他们是有**相同的目的**，能完成相似的功能”，或者换一个说法，“在**宏观上**这三个版本已经是很一致的”。

词法

“我会倾向于认为是一个应用的不同版本，是因为它们的**使用流程特别像**”。

视觉

“至少从视觉上来说，那些**UI都是一样的**，看起来都是没有什么太大的区别”。

实验评估

EXPERIMENTAL EVALUATION

结论

1. 用户使用本案例的顺序对于SUS和UEQ得分有影响，越晚体验分数越高，说明体验者能够从前面体验的版本中学到一些东西。
2. CPUS量表的得分为70分，超过了论文中其他例子，而跨平台可用性包含了跨平台的一致性。
3. 从一致性问卷问卷结果来看，每一位用户都对《镜头语言虚拟实验》的跨设备一致性较为满意。
4. 三个平台上的《镜头语言虚拟实验》在SUS和UEQ上的得分十分相近。
5. 大部分用户在用户访谈时都提到了他们对于各个层次上体验一致性的认同。

研究背景

理论框架

设计实践

实验评估

总结与展望

总结与展望

SUMMARY AND PROSPECT

结论

本研究所提出的一致性目标框架和设计方法是可以指导应用的多设备设计的，设计产出是具有多设备一致性的。

贡献

1. 本研究将VR这一平台考虑在内，进一步推进了关于多设备体验一致性设计的认识，扩充了一致性设计理论。
2. 本次设计实践的经验和设计方案可以作为案例提供给有需求的高校和企业，从而帮助其降低设计与开发的成本，帮助使用者提升体验的一致性。

展望

进一步扩充设计框架适用的范围，进一步发展一致性问卷，使其更通用。

研究成果

RESEARCH RESULT

Consistency in Multi-device Service including VR : A Case Study

Tian Xie¹, Zhifeng Jin², Zhejun Liu^{1(✉)}, and Entang He¹

¹ Tongji University, Shanghai, People's Republic of China
(1933641,wingeddreamer,1933635)@tongji.edu.cn

² Shanghai Academy of Spaceflight Technology, 3888 Yuanjiang Road,
Shanghai 201109, People's Republic of China
397446509@qq.com

Abstract. Nowadays, we have entered a world of multi-device experiences. This phenomenon poses a significant challenge because we have to deploy applications to different platforms, with a consistent UX for each targeted device preferably. Consistency provides users with a stable framework in similar contexts and helps to improve multi-device usability. Many previous studies focus on maintaining consistency among traditional platforms like smartphones apps and websites. However, with the rapid development of VR, it is crucial to add it to the spectrum because the design for VR differs from that for traditional 2D screens a lot. Therefore, this paper proposes a series of design principles to ensure the consistency across multiple devices including HMD-VR, along with four dimensions of consistency worth considering. We use *Virtual Experiment of Film Language*, a multi-device serious game as an example. Twelve participants were recruited to experience the VR and WebGL versions of the game to spot inconsistency issues. After that, the game was modified according to the survey results and evaluated by the participants again. The evaluation result showed that consistency was improved. We proposed three consistency design principles based on our findings. They can help multi-device applications improve consistency across devices so as to enhance inter-usability and user experience.

Keywords: Consistency, Multi-device, Virtual reality

论文

Xie T, Jin Z, Liu Z, et al. Consistency in Multi-device Service Including VR: A Case Study[C]//International Conference on Human-Computer Interaction. Springer, Cham, 2021: 147-159.

谢谢

