

虚拟现实购物的交互设计研究

Interactive design for Virtual Reality Shopping



清华大学
Tsinghua University



清华大学未来实验室
The Future Laboratory, Tsinghua University

目录

01

项目总览

02

问题调研

03

用户实验

04

设计标准范式

05

Demo优化

06

Q&A

目录

01

项目总览

3min

02

问题调研

5min

03

用户实验

5min

04

设计标准范式

15min

05

Demo优化

7min

06

Q&A

7min

项目总览

- 1.项目概述
- 2.项目背景
- 3.研究意义



项目概述



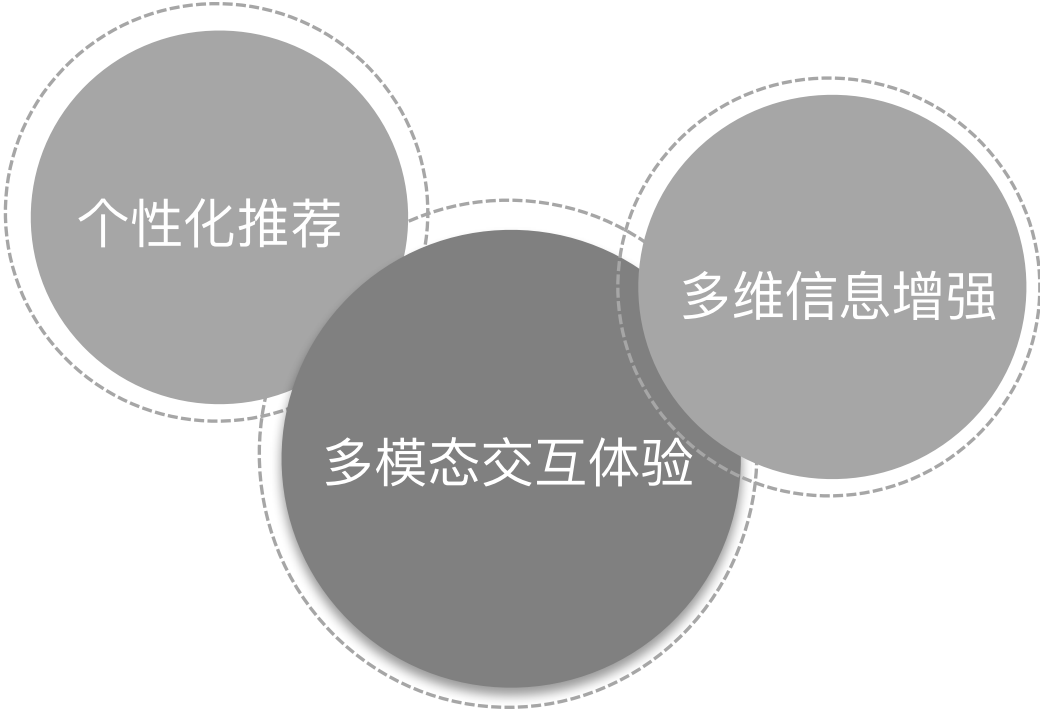
线上
方便 快捷



线下
真实 自由

本实验室主要负责分析用户在基于三维重建的全景漫游虚拟商城系统下的感知体验和消费行为，通过融合数字商城和线下门店的各自优势，探索实景商城应用中的交互技术及信息表达模式，旨在为消费者提供临场感更强、操作性更舒适的交互体验，也为商家提供更精准的营销策略指导。

为电子商务平台开辟了新的途径，虚实融合的展视互动方式有助于消费者购物体验的提升，可以激发客户购买欲望，提高交易量，具有理论意义和应用价值。



本实验室主要负责分析用户在基于三维重建的全景漫游虚拟商城系统下的感知体验和消费行为，通过融合数字商城和线下门店的各自优势，探索实景商城应用中的交互技术及信息表达模式，旨在为消费者提供临场感更强、操作性更舒适的交互体验，也为商家提供更精准的营销策略指导。

为电子商务平台开辟了新的途径，虚实融合的展视互动方式有助于消费者购物体验的提升，可以激发客户购买欲望，提高交易量，具有理论意义和应用价值。

交互情境建模

针对虚拟商城的情境式分析结果，建立领域相关的数据集，收集用户需求，总结用户在虚拟购物场景下的基本交互流程。

基于全景视图的虚拟信息增强方式研究

根据领域相关数据集，提出商品增强信息的展示方法，实现多媒体信息在三维场景下的融合算法，完成虚拟商城从导览到购物流程的闭环。

基于全景视图的漫游系统研究

探索多视点空间的平滑漫游技术，并结合用户的空间认知及心理因素，提出一套全景图系统下视点、视域及视角的设计准则及相应的交互界面原型。

虚拟商城的用户消费行为模型

针对交互原型进行多轮可用性测试及迭代，在了解商城规划的模式、消费者的购物意向的基础上提出虚拟商城的用户消费行为模型。



研究
内容

调研分析

- 相关研究
- 案例分析
- 特征提取
- 问题发现



02

虚拟购物设计准则

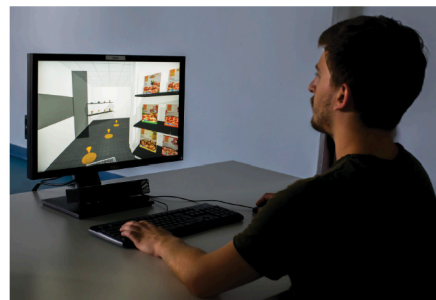
常用手机屏幕设计指南：

- Universal Design,
- Universal Usability,
- the Guideline for Handheld Mobile Devices,
- Golden Rules of Interface Design;

实体店促销手段同样可以应用于虚拟购物；

VR领域更多关注3D交互和HMD；

相比于学术领域，商业市场对于手机屏幕移动全景更加感兴趣；



界面设计中的视觉显著性因素

研究指出了几个重要的视觉显著性因素：**颜色、亮度、深度、设计和阈下运动刺激**；所有因素都可作为阈下视觉刺激应用于设计中，即使是相当微小的变化也可以影响人类在模糊和复杂任务情境中的决策；

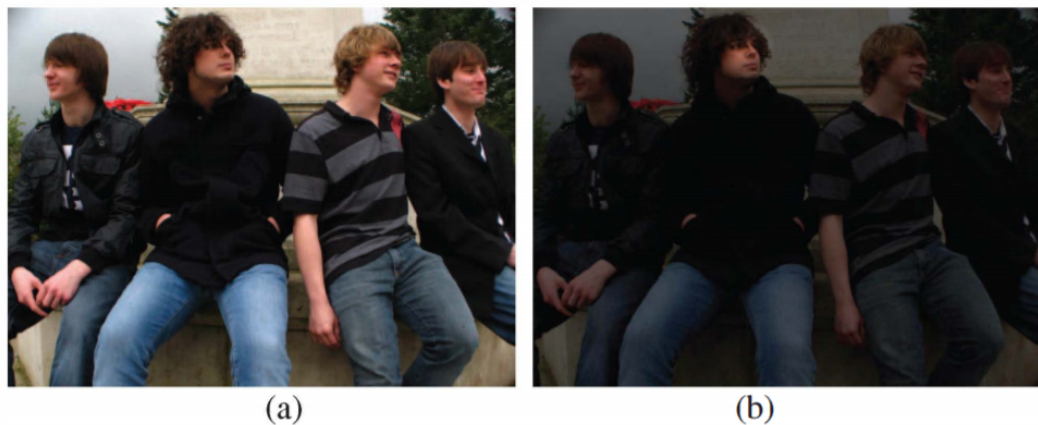


Fig. 5. An example of a free viewing frame (a) and its corresponding cue frame (b). In the cue frame, the face of the second person from left serves as cue.

影响购物体验的因素

- 实证研究表明享乐主义和功利主义是购物动机类型中两个核心因素，当体验同时满足这两个因素时购物频率和购买率都会提高；
- 顾客的购物体验与环境再造、个体价值实现、锻炼运动、社交以及社区关系发展相关；
- 愉快的虚拟购物体验应该满足消费者的享乐主义倾向；
- 设计全景VR购物指南应首先考虑主要功能因素，然后考虑支持性因素；

我们选择了6个有代表性的产品进行分析：

- 京东全景商城
- Obsess Online Mall
- Qbit 3D Virtual Store
- 贝壳
- Dcar,
- Bikeconfig

Aspects	Questions	JD	Obsess mall	Qbit 3D store	Ke Holdings	Dcar	Bikeconfig
Architecture and navigation	Is the system easy to learn ?	√	√	√	√	√	√
	Can users identify their current position in the system?	√	×	×	√	√	√
	Is the relation between pages clear enough?	√	√	√	√	√	√
	Can users go back to the home page quickly?	√	×	√	×	√	√
Layout and design	Does the link correspond to the page?	√	√	√	√	√	√
	Is there a " help " function?	×	×	√	√	×	×
	Is the UI familiar to users?	√	√	√	√	√	×
	Is the UI identifiable and consistent ?	√	√	√	√	√	√
	Is the mapping from UI to functions correct?	√	√	√	√	√	√
	Are the sightlines of the reading area smooth ?	√	√	√	√	×	√
Content and readability	Is the text consistent ?	√	√	√	√	√	√
	Is the text content user-oriented ?	√	√	√	√	√	√
	Is the text easy to understand ?	√	√	√	√	√	√
	Does the content express the correct meaning ?	√	√	√	√	√	√
Behavior and interaction	Does it highlight important content?	√	√	√	√	√	×
	Whether the necessary information is provided when needed?	×	√	√	×	√	×
	Is there something that confusing ?	×	×	×	×	×	×
	Can users customize their own content?	×	√	√	√	×	√
	Does it guide users on what they can do?	√	√	√	√	×	×
	Does it have instruction on operation steps?	×	×	×	×	×	×
	Is it informed what to do in the first step ?	√	√	√	√	×	×
	Is the necessary feedback available?	√	√	√	√	√	√
	Are undo operations allowed?	√	√	√	√	√	×
	Has the number of operations been reduced to a minimum?	√	√	√	√	√	√
	Does it prevent users from making mistakes ?	×	×	√	√	×	×
	Does it help users understand the cause of errors when they occur?	×	×	×	×	×	×

通过以上分析，我们得出了移动全景购物中常见且亟待改进的五个属性：

1. Navigation (导航)

导航是一个不可缺少的功能。虚拟购物的导航信息包括当前位置、区域内商品类型、产品的划分和定位、方向标志、特殊区域的位置（折扣、促销、季节性等）。

3. Information (信息)

产品的全面信息对购买起决定性作用。相比传统网购，全景VR购物的优势在于产品图像的真实性和空间维度。信息设计应充分利用全景商城可支持的多种信息形式，分层组合。

5. Interactions (交互)

全景虚拟环境需要更多自然的交互，需要进一步整合在线和实体的互动习惯。

2. Guidance (引导)

不同于探索性全景VR，用户更看重一个购物系统的效率和支持性引导。无法轻松找到想要的产品会促使用户转回使用传统平台。

4. Space (空间)

舒适清晰的空间感会极大地影响体验。营造身临其境的体验是案例中的关键激励因素之一。

在案例分析中，我们发现了各个model在这些关键属性中存在的问题：

1. Navigation (导航)

不显示用户当前位置；
缺乏方向和产品标志；
缺乏透明高效的目录；
一个好的导航应该是明显的、直接的、层次明显的并且容易遵循的。

3. Information (信息)

目前全景商城往往使用静态平面图像来提供产品信息，相对于传统网购来讲没有发挥长处建立信息优势，浪费了系统的潜力。

5. Interactions (交互)

案例只是普通地嵌入了全景VR的互动操作而没有为虚拟商店购物设计自然的交互行为。需要基于产品类型和客户需求提出更多样和自然的交互方式，例如结合交互手势与自然眼动进行交互。

2. Guidance (引导)

全景商城功能的缺少（如缺乏步骤说明、菜单后退按钮、快速访问、清晰的产品结构、支持助手等）降低了用户的体验度，甚至可能误导用户。案例往往只是延用了传统的网络设计准则或者仅仅只是重建了实体店的视觉效果。全景商城需要一种能使购物过程高效而富于体验的引导。

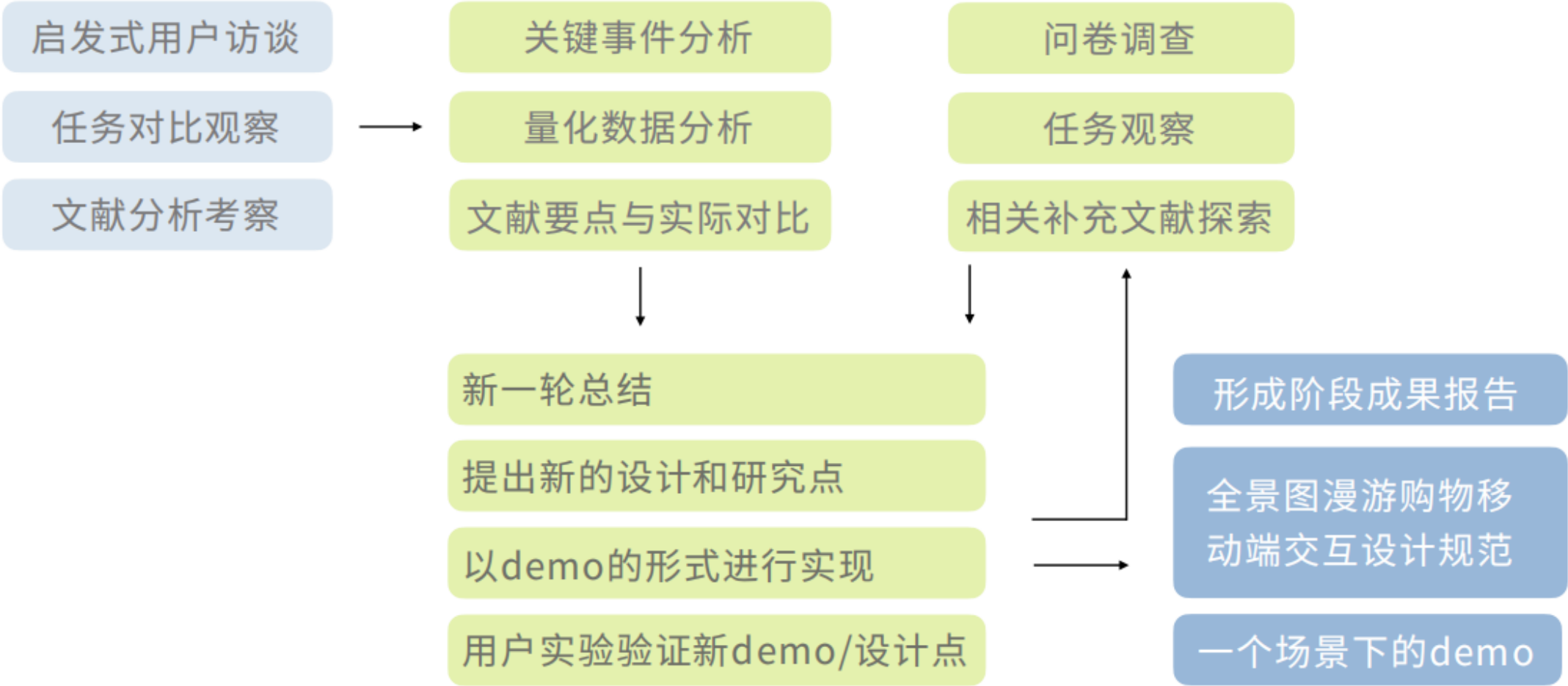
4. Space (空间)

购物场景使用户既关注公共空间，也关注每一个具体的细节。用户需要更多立体的细节来重建身临其境的感觉。

用户实验

- 实验设计
- 实验过程
- 实验结果
- 问题总结





- System Usability Scale (SUS)
- Single Easy Question (SEQ)

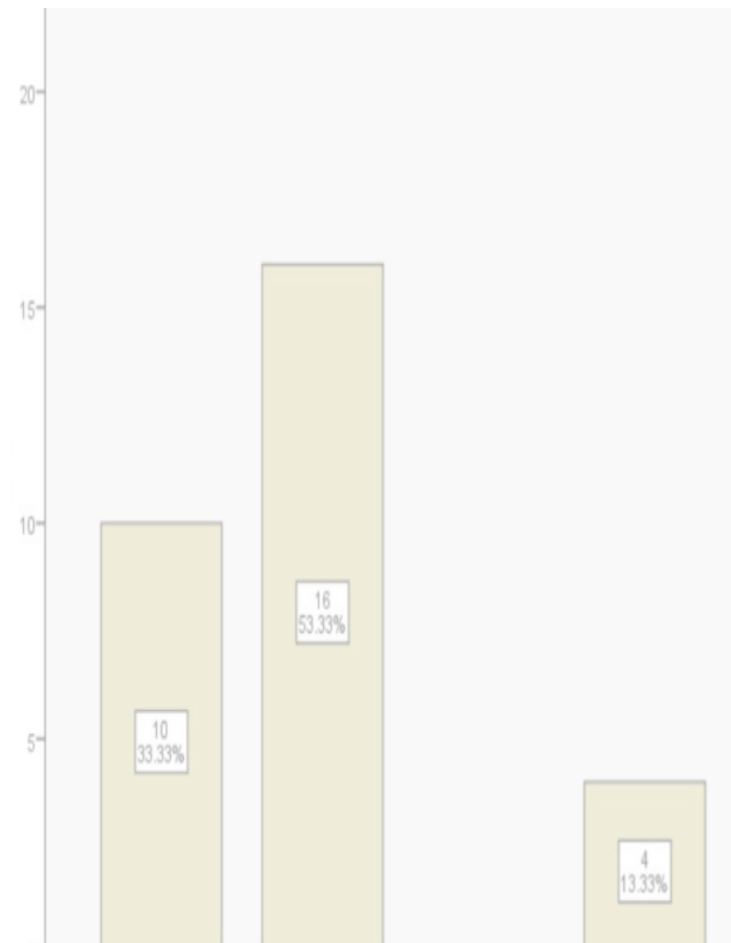
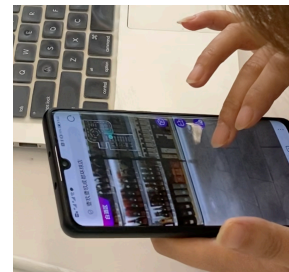
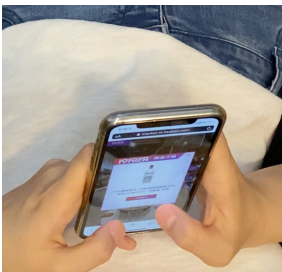
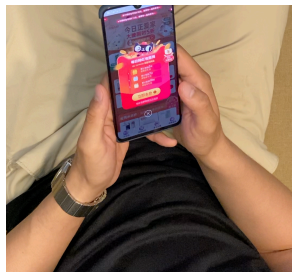
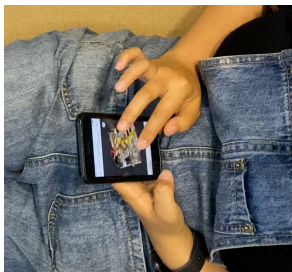
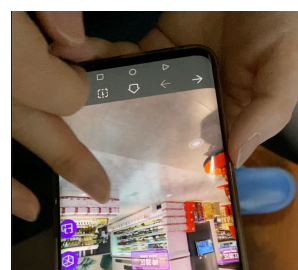
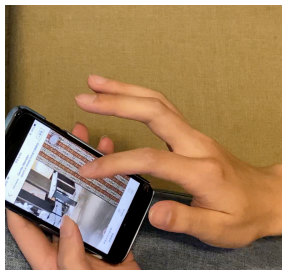
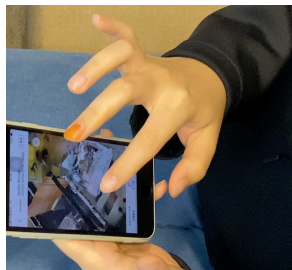
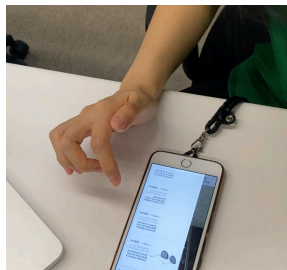
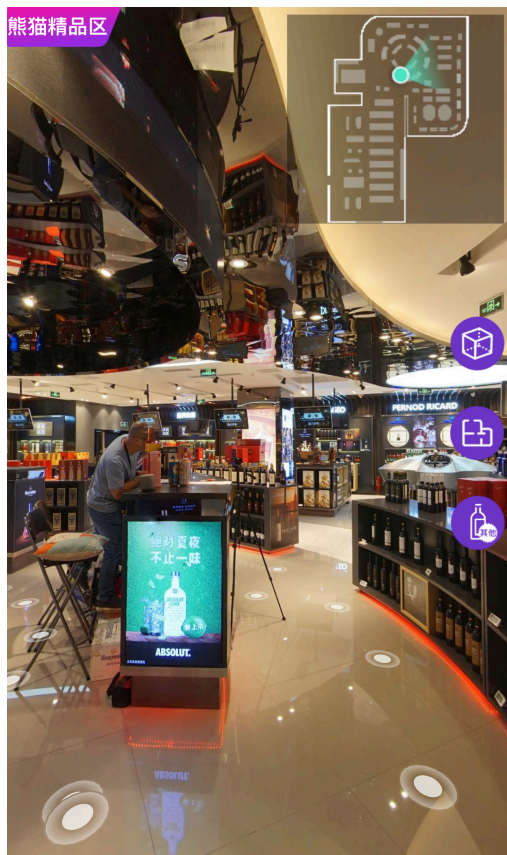


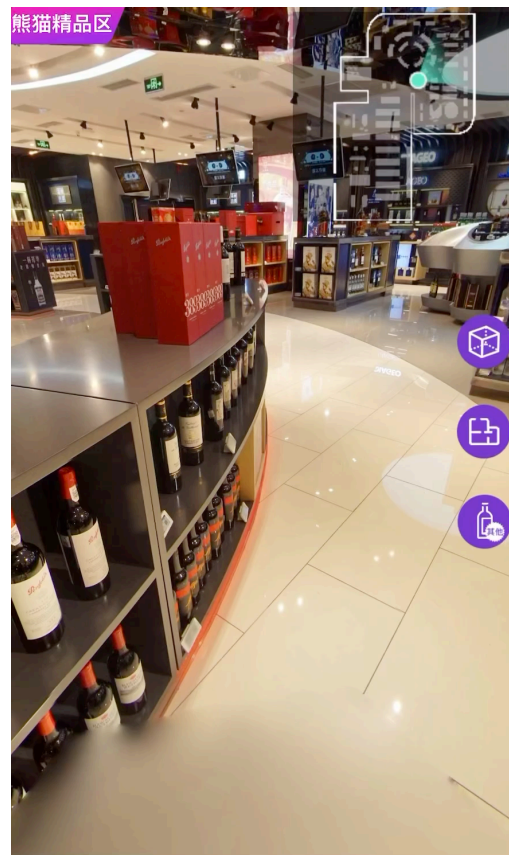
Table 2 The heuristic study results of SEQ and SUS

Attributes	Interaction	M	SD	Mdn
Move	Forward	4.67	1.41	4.50
	Back			
	Rotate			
Self-locating	Switch to 3D view	4.97	1.03	4.94
	Return to the mall from the 3D view			
Guide index	Go to the shop web page	5.62	1.43	6.00
	Back to Virtual Mall			
	Search for products by catalogue			
Outreach	Share with	5.40	1.38	5.75
	View Brand Events			
Information viewing	Zoom	4.99	0.95	5.00
	Select product			
	View product details			
SUS		53.75	14.42	55.63

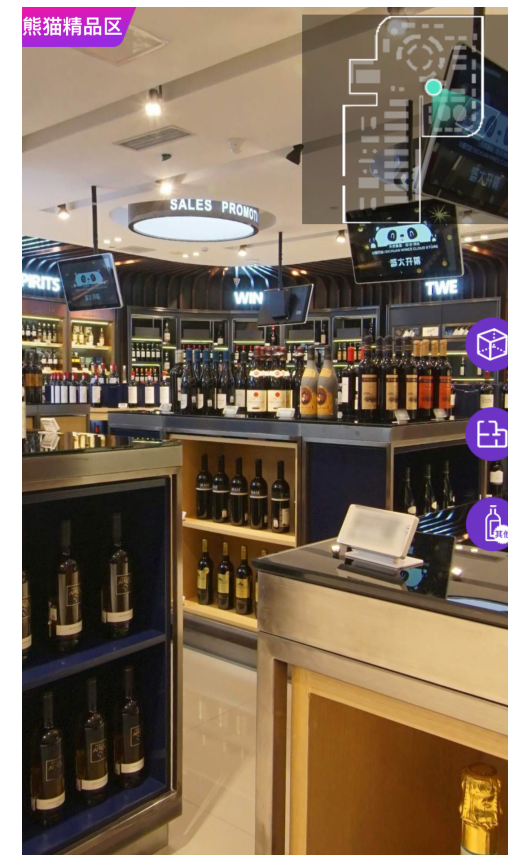
信息呈现和空间导航最影响虚拟购物的整体体验



冗杂空间信息



可点商品不明确且错误率高上

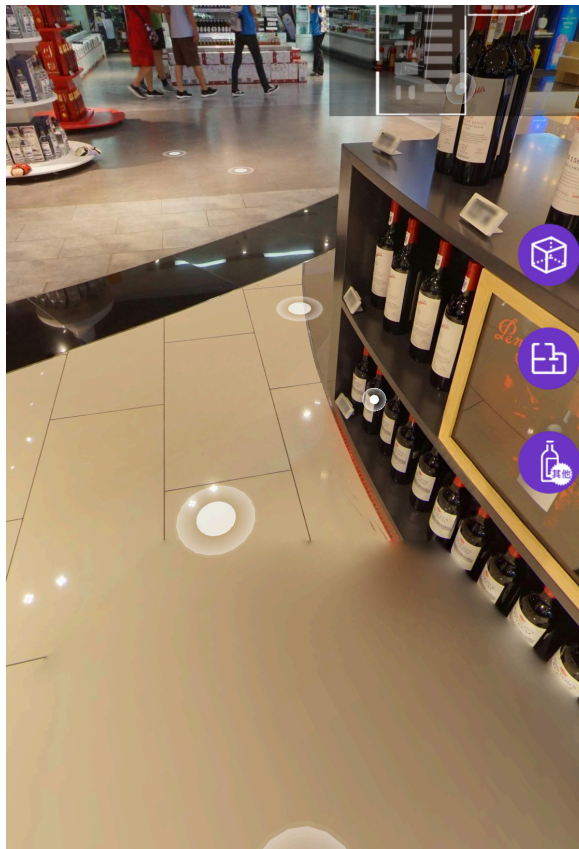


商品不突出且信息少

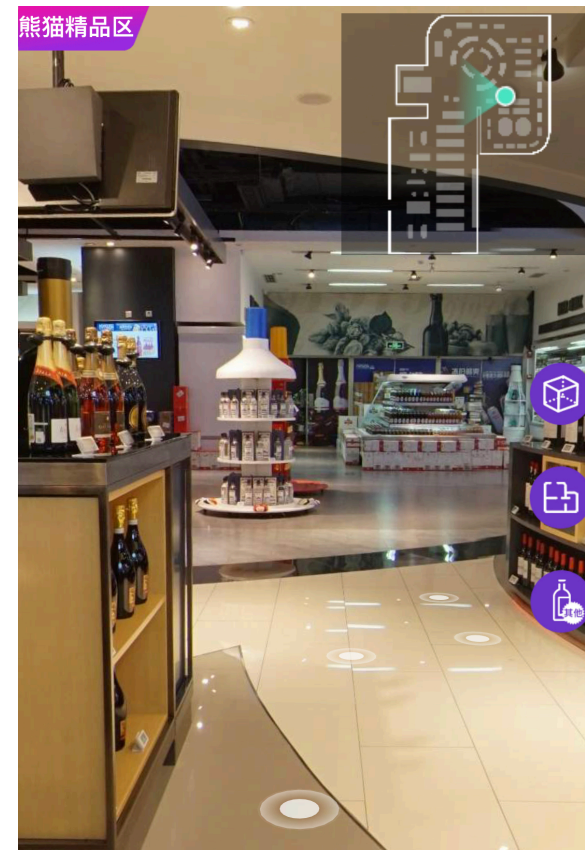
信息呈现和空间导航最影响虚拟购物的整体体验



小地图没有分区及有效信息



视线都在路面错过很多信息



行进中没有自我定位和导航标识

选中商品不止是一次点击而已

10%



66.7%

- 打标不在商品上
- 可选择商品和不可选择商品靠太近
- 商品融在复杂背景上不能准确点击
- 商品离用户太远或太低/高
- 点击商品和点击移动的手势没有区分容易被误识别

空间定位和商品信息呈现最影响用户体验

63.33%

迷失方位



60%

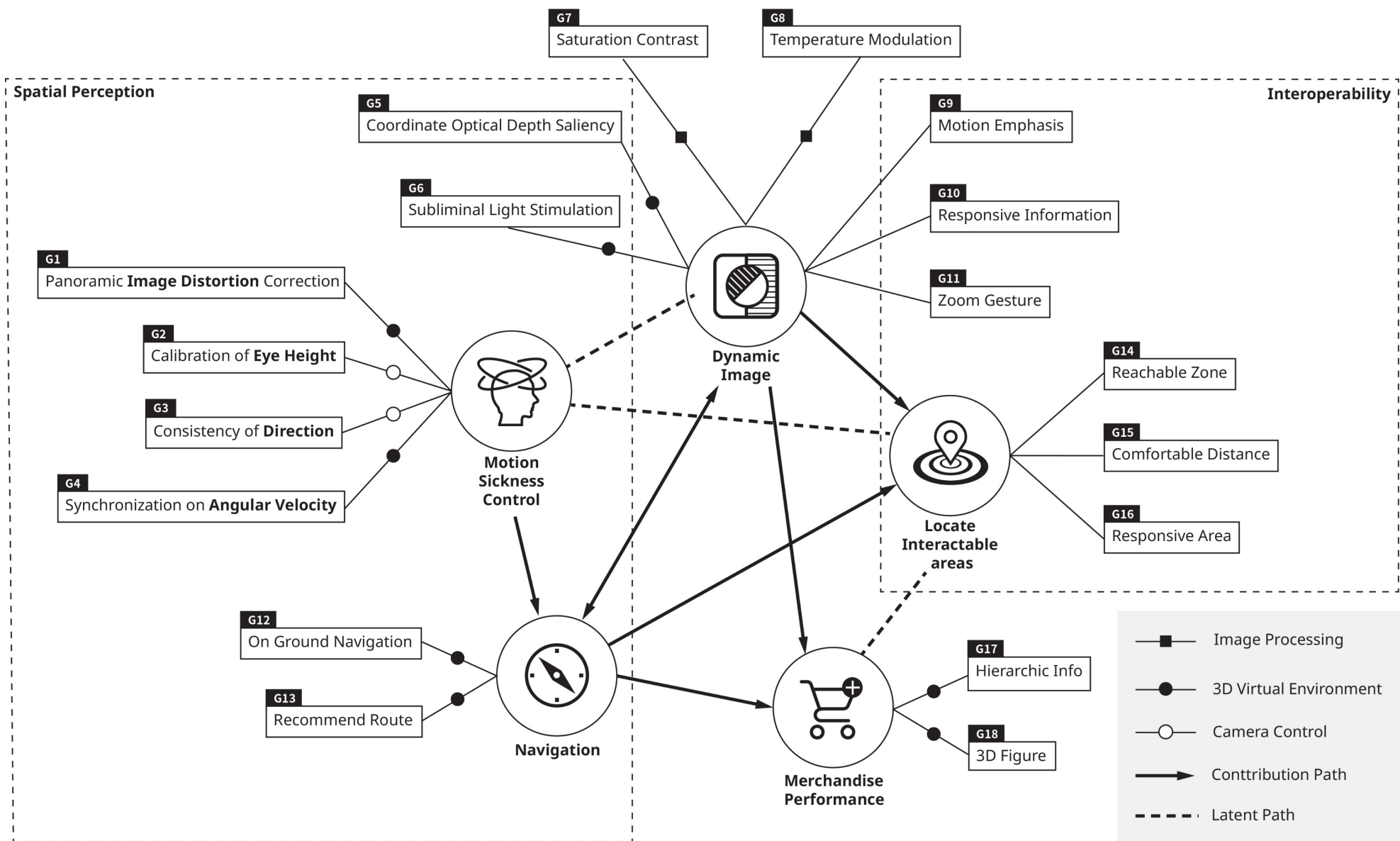
感到眩晕

交互设计范式

- 晕动控制
- 动态图像
- 导航
- 交互区域定位
- 商品表现



04



晕动控制

超过一半的参与者表示，他们在移动全景VR购物中出现了晕动病症状，这种不适使他们失去兴趣并不愿进一步浏览。这些症状损害了他们对系统的整体体验，降低了购买意愿。影响晕动病的八个基本设计因素是“模拟器类型、视场、显示对齐、图像分辨率、图形更新和刷新率、运动系统、眼高校准和传输延迟”^{*}。通过对比目前手机全景虚拟商店和以往的用户研究结果，我们归纳出三个需要优先考虑的重点。

^{*} Donald L. Fisher, Matthew Rizzo, Jeffrey Caird and John D. Lee. 2011. Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology. CRC press. Florida, USA

01

全景图像失真校正

- 全景VR图像经常被扭曲和缩放，设计人员应在视场内矫正变形的水平和垂直边缘；
- 图像应调整到适当的规模，使虚拟商店中的远平面等于实体商店中的远平面；
- 虚拟商店和现实世界之间的不协调将影响视觉；
- 与单纯的空间探索相比，密集的商品和货架更容易反映出失真。

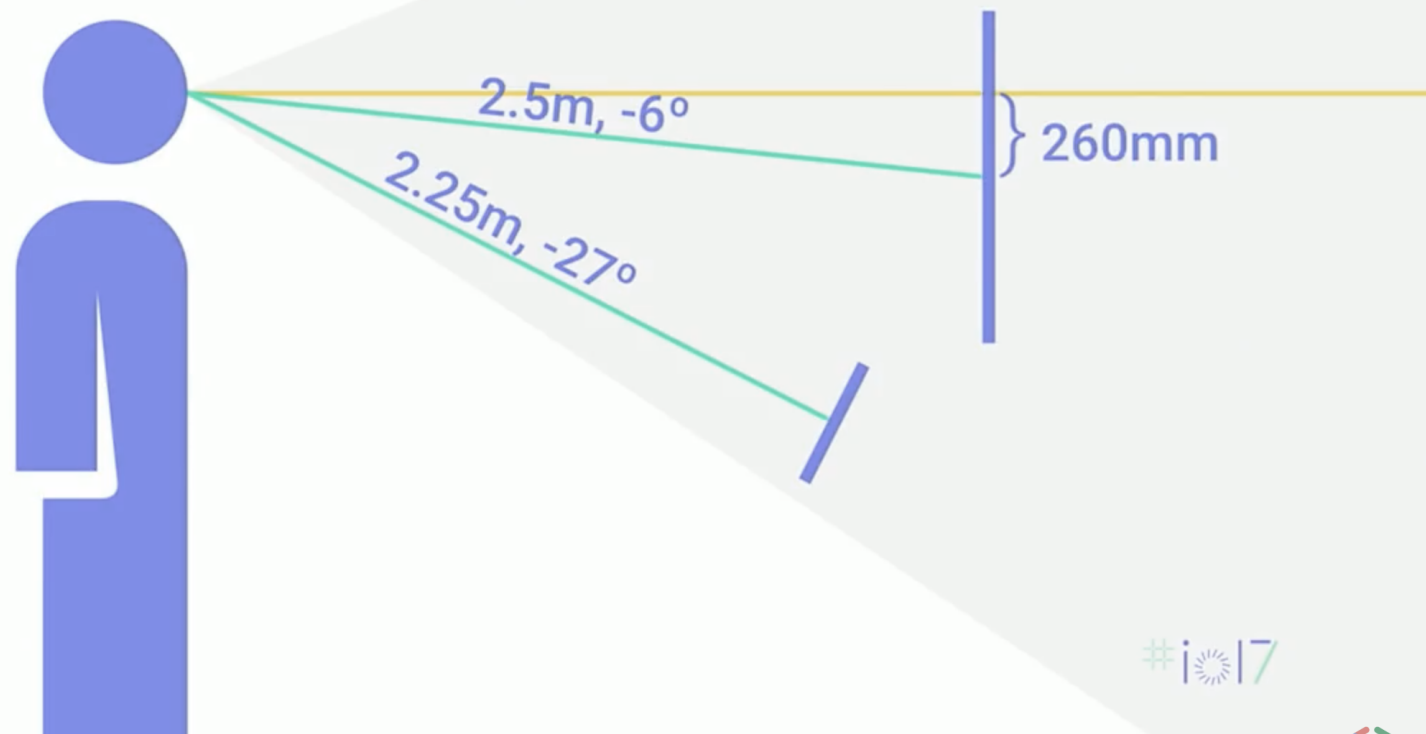
用原有的截图做个对比（尽量有货架和商品在边角。我记得我实验室电脑里有，不行我就回来找找） / 网上全景图像矫正的对比图

02

眼高校准

放置于与身体高度相对应或稍低的摄像头位置，可以提高身临其境感，同时避免刺激感官协调；

购物场景的高度决定了互动区域、观看角度和标识位置的选择，这些难以察觉的细节将影响感官协调；

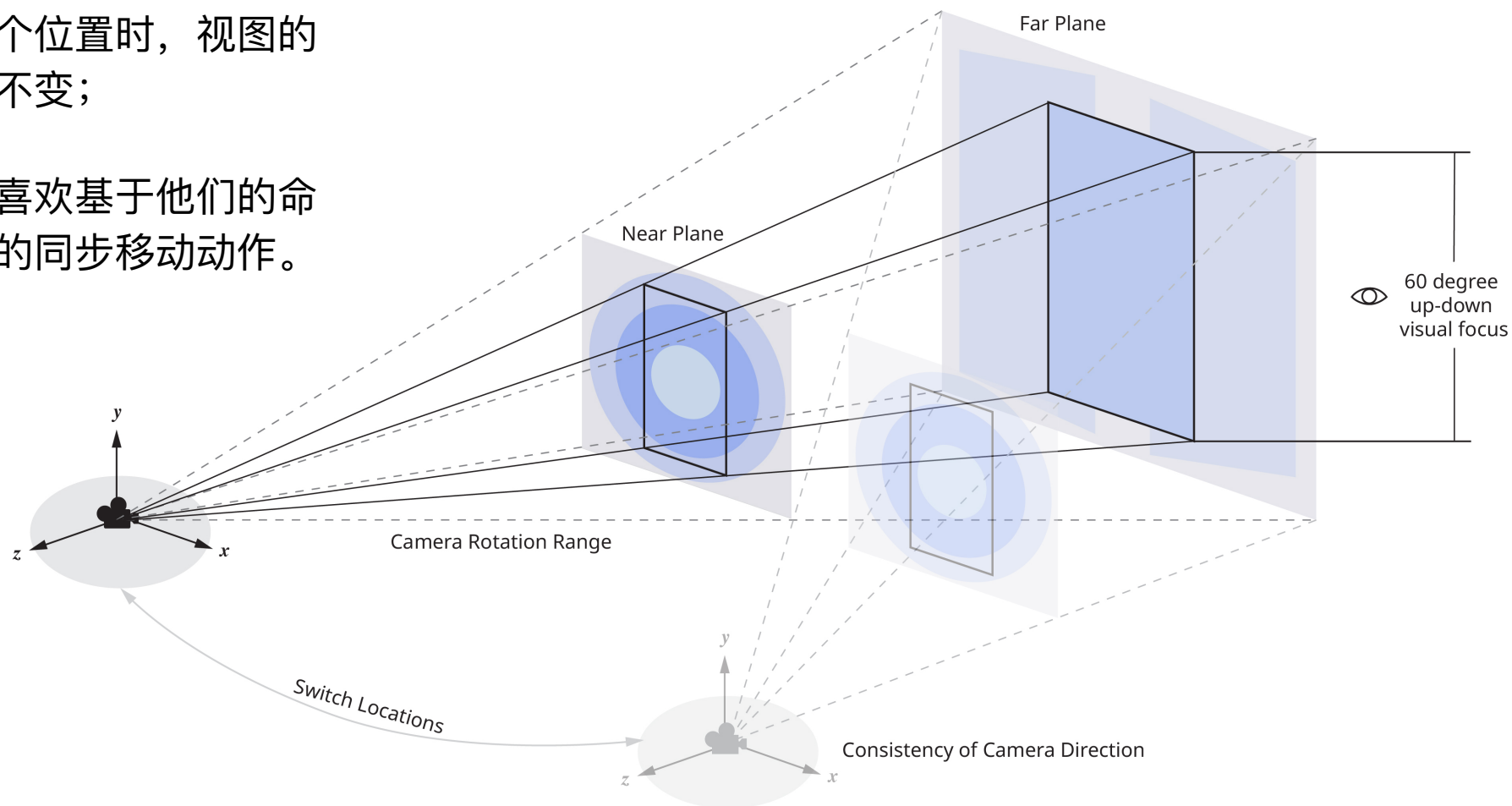


03

方向一致性

当用户移动到下一个位置时，视图的方向应该始终保持不变；

在移动中，用户更喜欢基于他们的命令而不是附加动作的同步移动动作。



04

角速度同步

角速度的一致性与动作、图像和附加内容单元有关：

- 1.将输入动作(旋转，缩放，点击移动)和视觉反应同步；
- 2.保持附加内容单元(导航标识、小图标、3D图形、指南高光等)与全景图像共享相同的视角和角速度；

动态图像

【通过响应式动态全景让商品信息呈现更佳提高浏览效率】

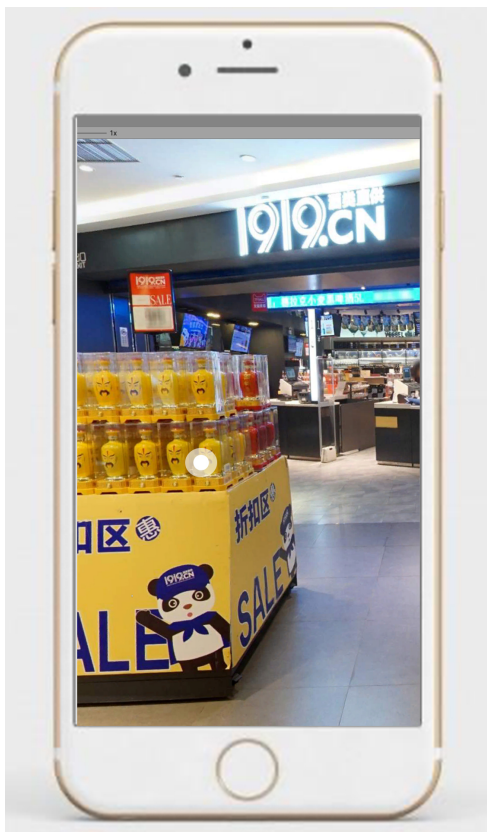
- 图本是静态，但购物环境本身是动态的
- 商品被压缩后，实物的质感被弱化，和用户的购物需求相悖。
- 商品在复杂购物环境中被弱化，环境即带来了大量干扰，但又必不可少提供了环境信息（氛围/空间）

05-08

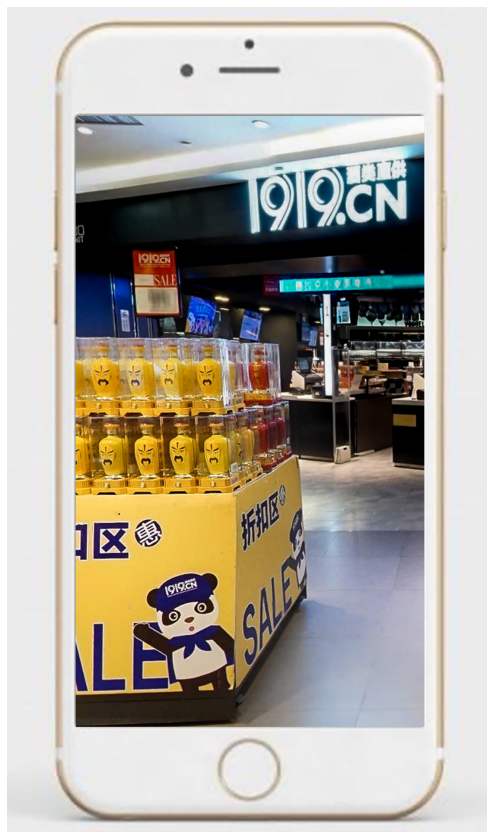
阈下刺激：亮度/ 景深/ 饱和度/ 色温

+ 所选内容的亮度（商品和信息展示等）

- 调暗干扰视觉源（屋顶上的灯光、广告灯海报、地板反射、装饰灯箱等）



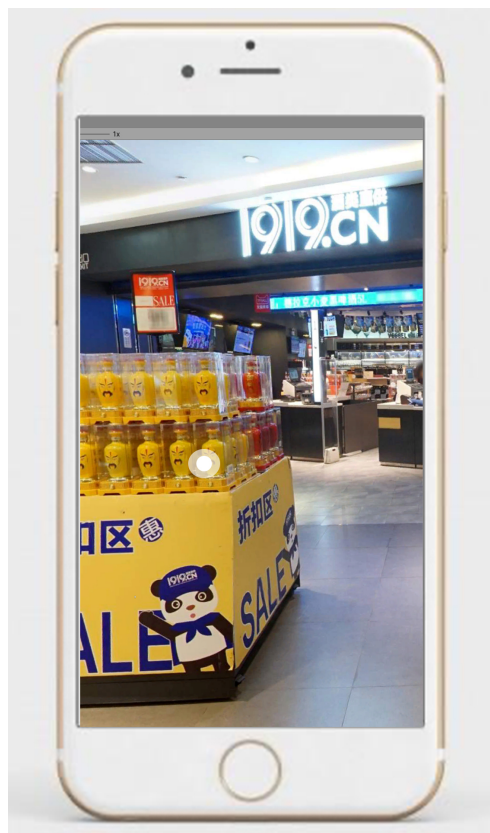
original



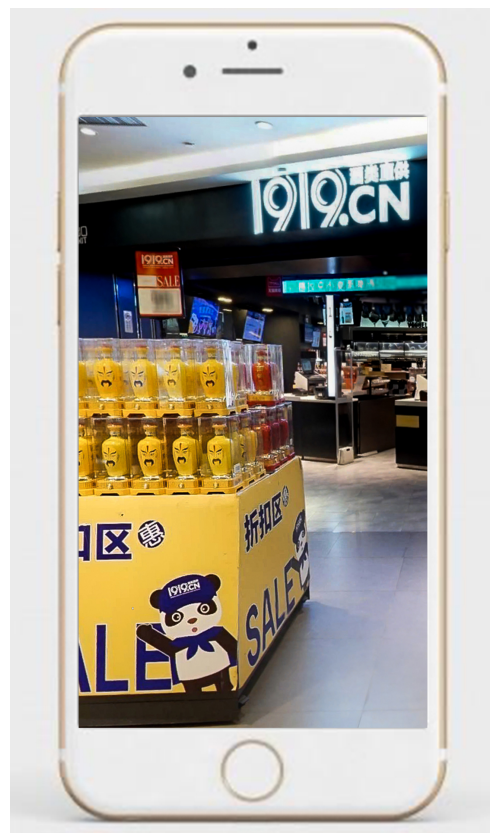
+brightness

05-08

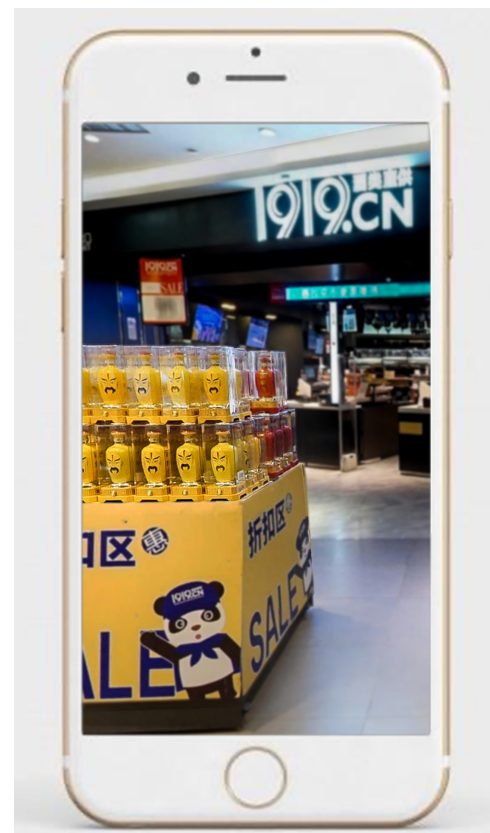
阈下刺激：亮度/ 景深/ 饱和度/ 色温



original



+brightness



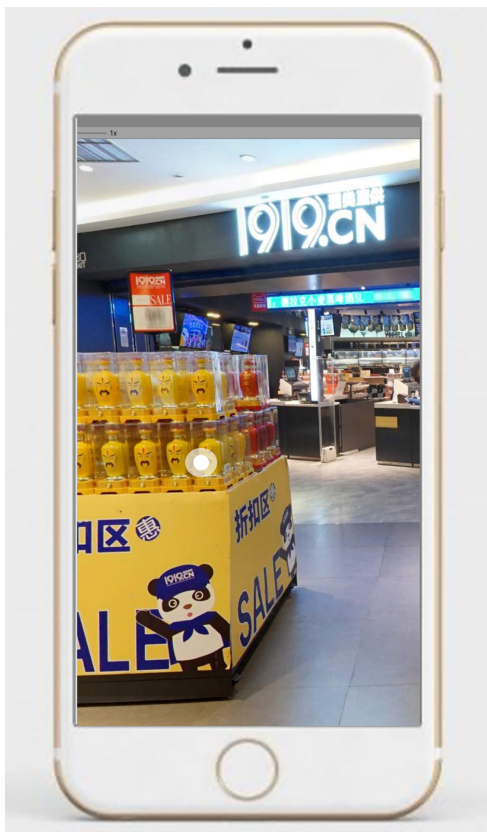
+depth

-响应式焦距变化

-荧屏景深(DOF)

05-08

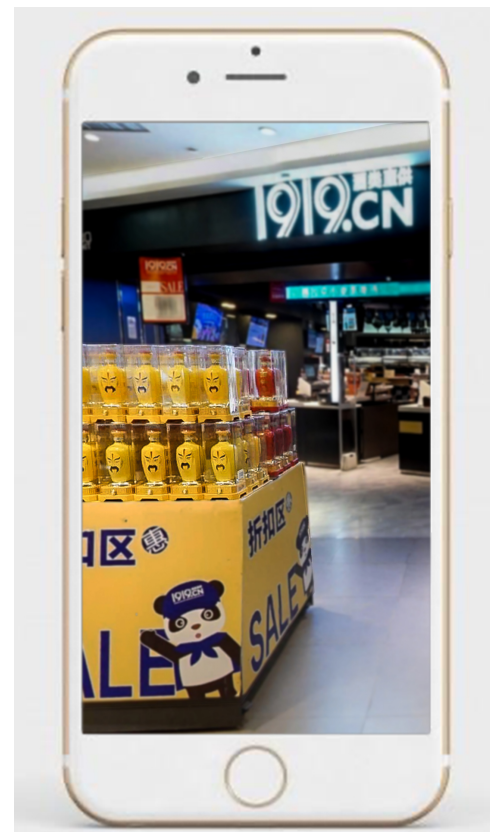
阈下刺激：亮度/ 景深/ 饱和度/ 色温



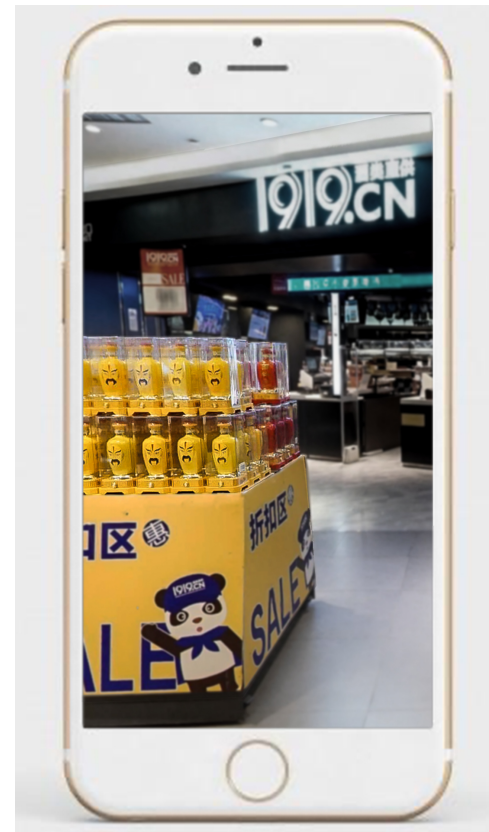
original



+brightness

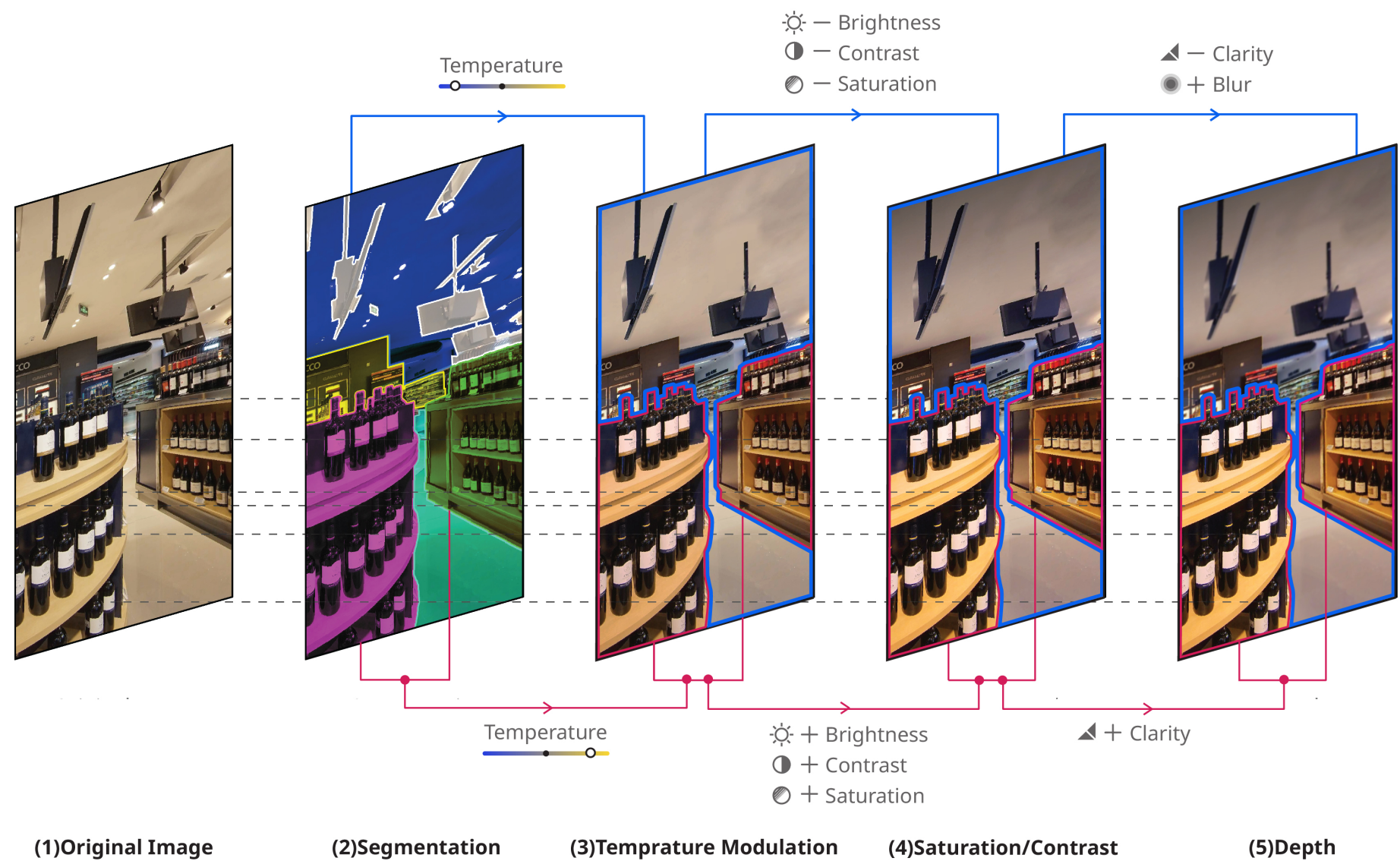


+depth



+saturation& temperature

05-08



09

运动强调

通过不抢眼的运动效果来刺激对非文字内容的注意，特别是对中心视野范围内的商品。

运动效果不局限于呼吸点，轮廓光，小闪光，还可以是3D动画。在区分可互动点和不可互动区域方面，运动提示比静止提示表现得更好。

运动效果也可以用于衔接交互过程。当用户选择商品时，它可以带着扩展的信息飞到他们面前，模拟用户拿起商品并查看标签的动作。

10

响应信息

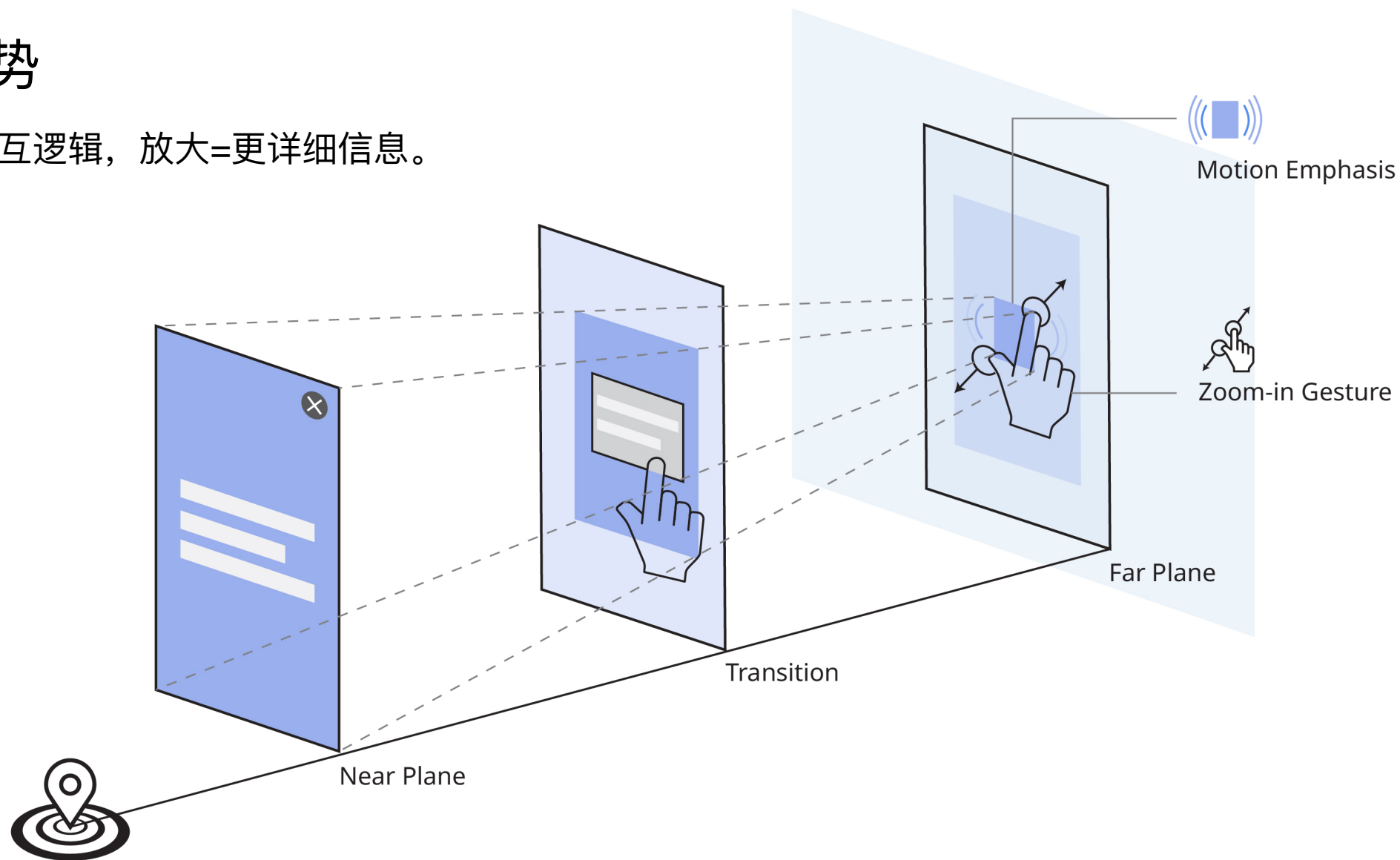
所有线索的变化和动作的激活都应响应用户视线的移动。

随着视线和位置的移动而变化的场景再现了聚焦流（focus flow）。用户不再需要浏览固定的全景图像，而是可以在屏幕上真正走过虚拟商店。

信息只有在达到中心视图圈时才活跃。用户不会想看到到处都是闪烁的动作。

放缩手势

重构缩放交互逻辑，放大=更详细信息。



2

导航下置

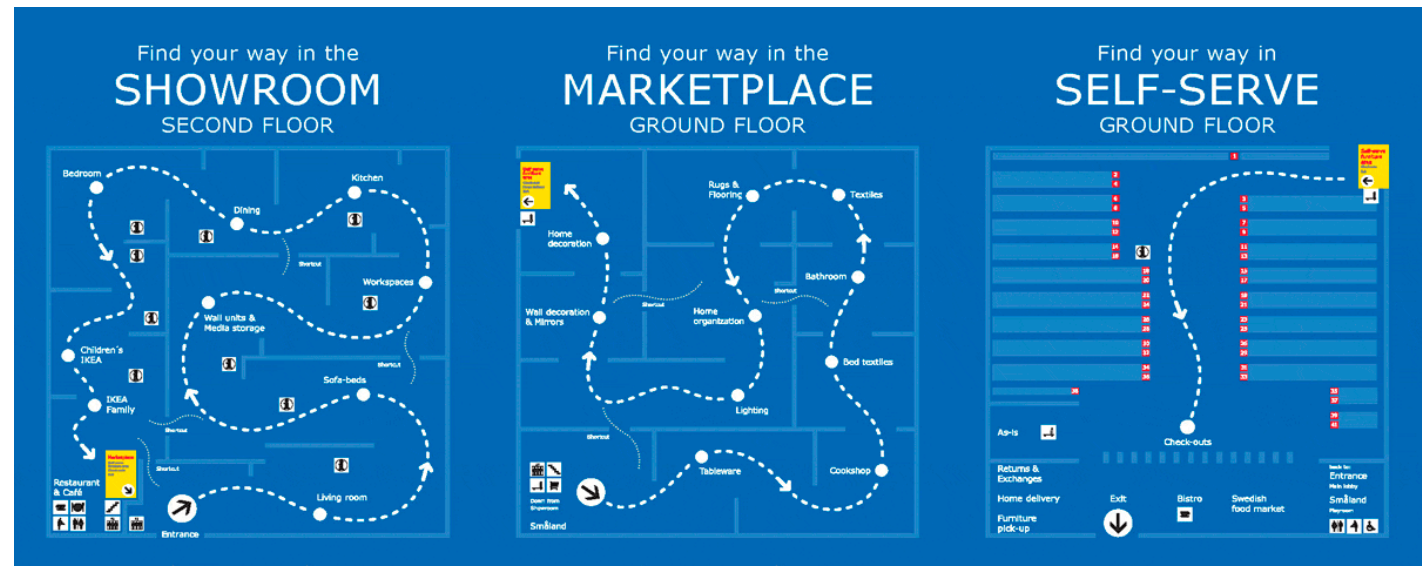
当导航标志保持在较低的位置（甚至是在地面上）时能够更好地引导用户。



3

推荐路线

导航系统可以引导用户遵循零售商的建议路线。推荐的路线不应强迫用户遵循，而应当只作为提示和建议。系统应该动态规划用户的漫游路线，引导用户到新的地方以观看更多的产品，并不断用新的场景吸引引导用户。



合理定位交互区域

总体上，主界面的设计仍然遵循移动设备系统的交互原则。然而，全景VR和购物场景中的空间维度需要设计师考虑更加舒适合理的运动、符合人体工学的距离控制、以及组织合理的2D和3D点击区域。

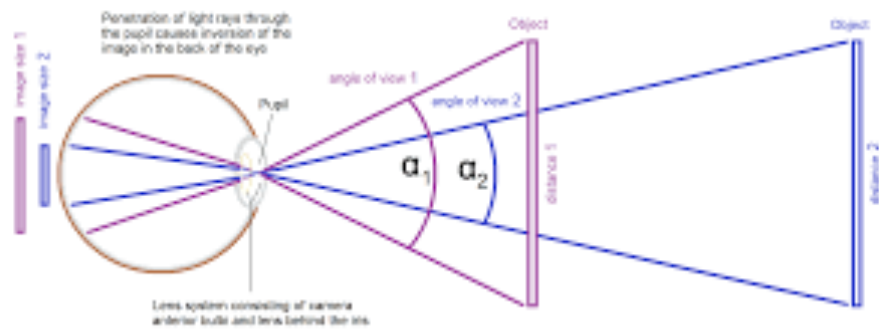
4

可达区域

可交互的内容放在手指易触区域和原则上站着触手可及、实现无遮挡的区域。



人体工程学将从视线中心开始的水平和垂直方向的动态外观范围限制在30 - 35度。



5

舒适距离

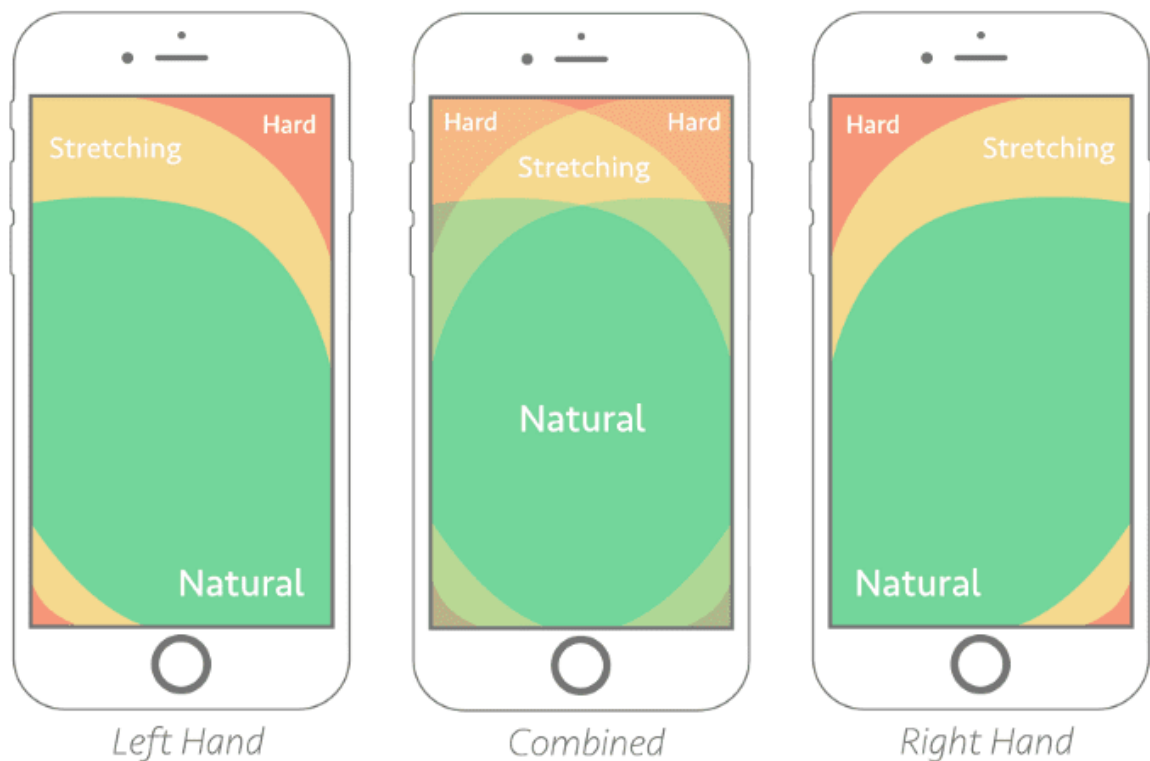
- 站立位置远离建筑本体（墙之间的角落、广告牌、柱子、楼梯等）；
- 站立位置与商品和信息内容保持距离；

6

响应区域

建议考虑将响应区域与移动屏幕尺寸的空间因子挤压和叠加，以应对响应区域的冲突；

设定区域的优先级，位于前面或靠近视图中心的内容应该具有更高的优先级；



7

为决策提供丰富有的层次信息

与响应信息相关联，根据用户的距离、视角和动作，在不同的层次上展开适当的、足够的信息。用户只需要看到足以让他们做出决定的特定级别的信息。信息的缺失和淹没都会降低效率和购买兴趣。

8

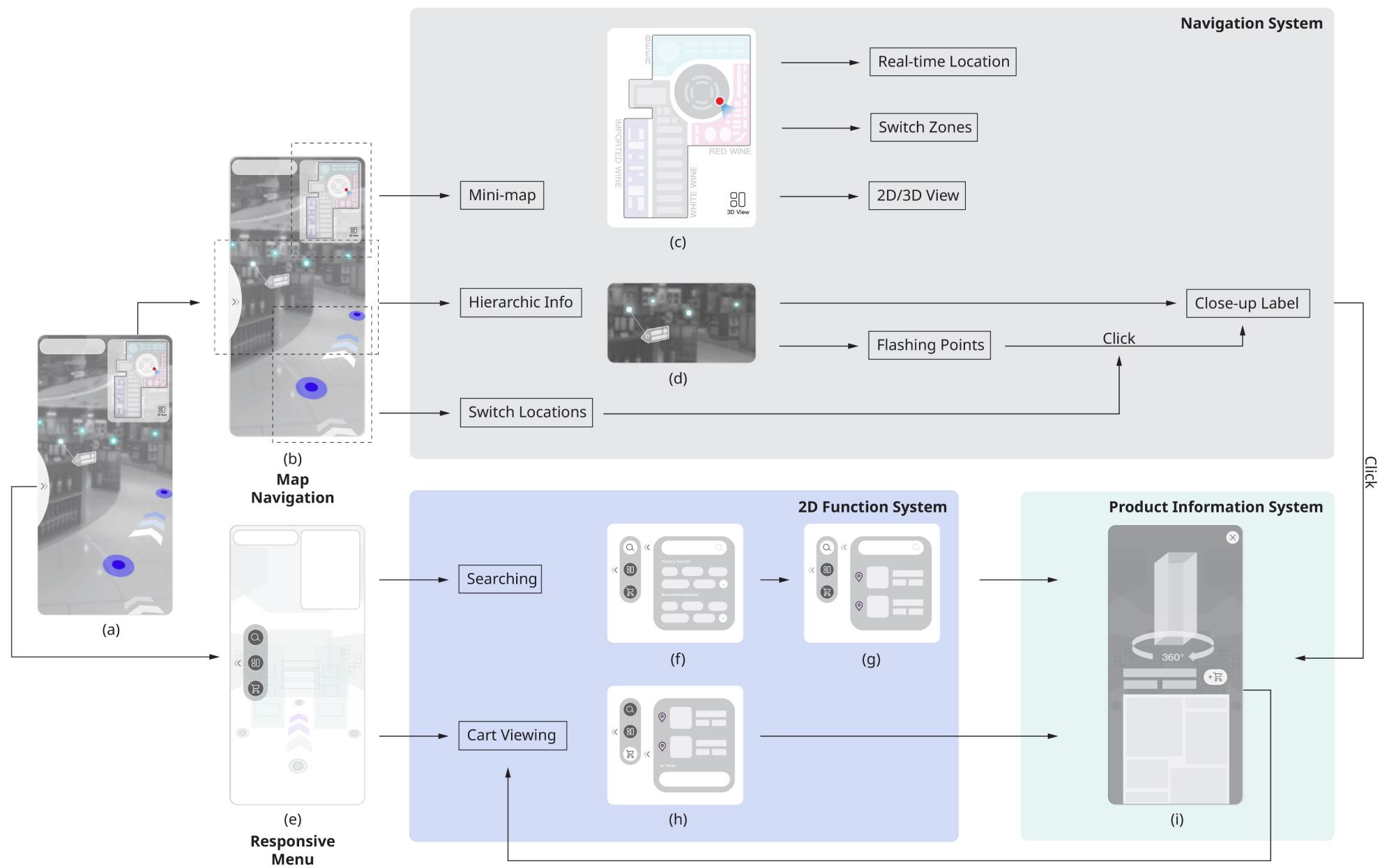
立体呈现商品

在详细页面中，系统应该呈现一个生动的、交互式的商品三维立体图像。平台可与移动设备上的重量传感器和手势检测器相关联来控制运动。



Demo优化





Verification

我们使用优化后的Demo进行了第二轮线下用户实验。我们根据新demo的优化特性，将第一轮用户实验中的SEQ问卷调整为8个主题，分别是旋转、缩放、选择商品、查看商品详细信息、使用目录查看商品、添加购物车、购买和搜索商品。SUS问卷与之前相同。第二轮实验共招募31名没有全景VR购物经验的新被试(14名男性，17名女性)，年龄范围为18~35岁。

Table 3 Analysis results for the comparison of heuristic study and verification user study

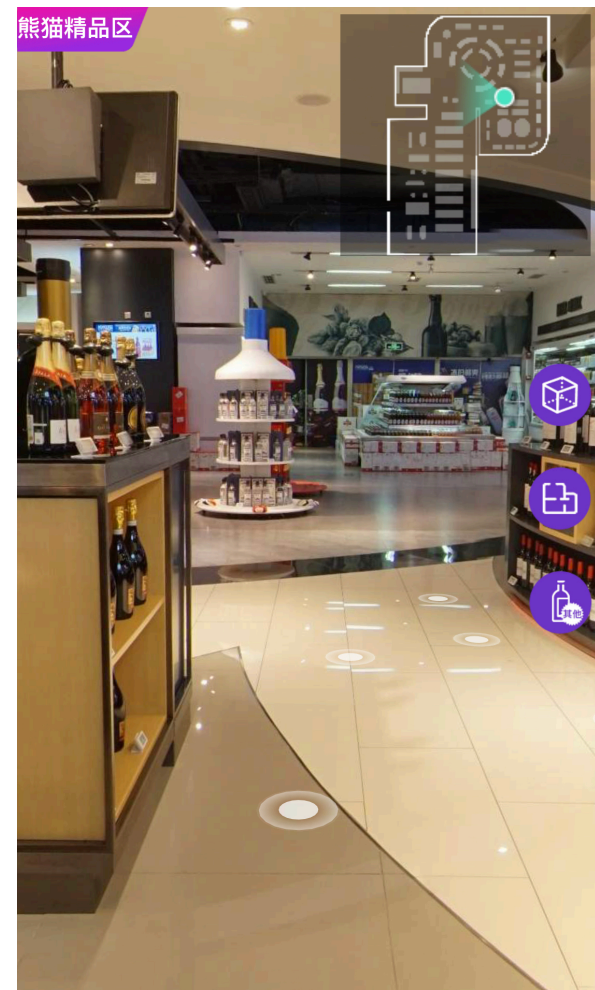
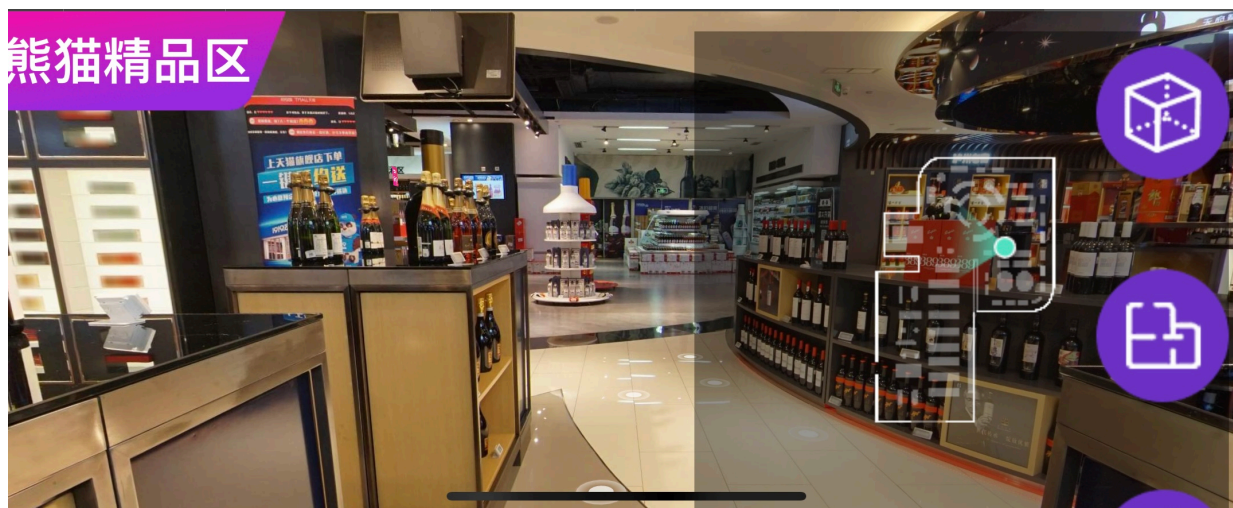
	Heuristic study	Verification user study	Improvement	T	P
(DV1) Information Viewing	4.99±0.95	5.47±0.62	15.90%	-2.72	0.01
(DV2) Self-locating	4.97±1.03	5.76±0.79	9.62%	-2.17	0.04
(DV3) SUS	53.75±14.42	61.47±1.3.32	14.36%	-2.14	0.04
(DV4) Dizzy feelings	18	7	-61.11%	-	-
(DV5) Ease of product selection	10	23	130.00%	-	-
(DV6) Accuracy of roaming	11	22	100.00%	-	-
(DV7)Ease of task of T2-1	16	12	-25.00%	-	-
(DV8) Ease of task of T2-2	6	22	266.67%	-	-

横屏

1. 横屏。
2. 虚拟智能助手。
3. 商品更新。
4. 游戏化。

大家更爱横屏操作

- 长时间的漫游操作单手会疲惫
- 更接近于本身210度的视角



虚拟智能助手

个性化及咨询服务

定制助手风格及个性化的推荐

提升社交愉悦感

实体店的白噪音
模拟远处的消费者
产品共享功能
在线社区

.....

商品更新的解决方案

空货架

在开始的时候设置一个特定的空货架区域，以便未来使用3D图形进行更新，这给了设计师更多的设计可能性，也给了客户一个继续光顾的理由。

图像补丁

用新图像对陈旧区域进行修补。这种方法更经济、高效。

游戏化

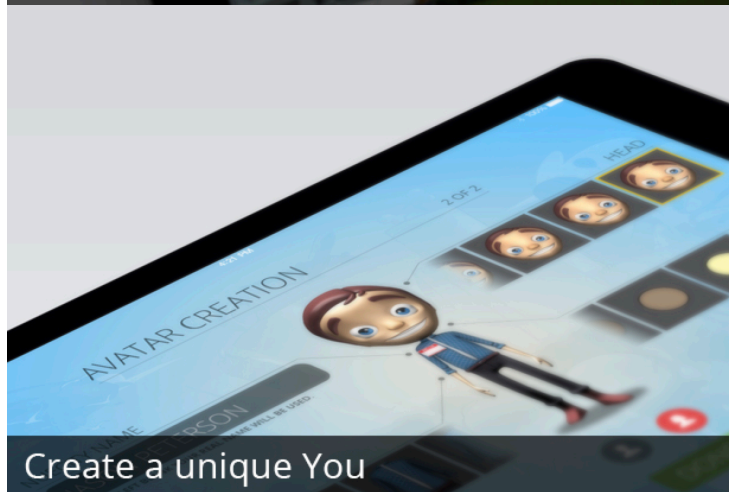
来自第一个用户研究的11名参与者和来自评估的4名参与者希望获得类似游戏的体验，包括个性化虚拟角色、奖励系统、寻宝模式、社交渠道和游戏风格界面；相反，P2-17和P2-31希望设计能少一点娱乐性，但更适合老年人。他们指出，全景VR商店应该包括老年人作为核心用户，他们不熟悉网上购物，外出有困难。



Location based shopping



Reward based shopping



Create a unique You



Shop with your friends

谢谢！



清华大学
Tsinghua University



清华大学未来实验室
The Future Laboratory, Tsinghua University