

# 湖光秋月两相和

5G+云VR研究报告

2020年





- 清晰度、流畅性与交互感是影响VR体验的三大因素。
- 相较于本地VR，云VR将业务部署在云端，降低了对设备性能的要求使设备更加轻量化，也有效降低了用户的消费门槛。但云VR引入了编解码及传输时延导致整体时延增加，VR体验受到更高的挑战。



- 大带宽、高可靠低时延的网络是云VR良好体验的保障。5G与千兆光纤均能满足云VR的发展需要。
- 基于5G网络的云VR传输方案，传输环节长，时延高，能满足云VR初期发展需求；基于5G MEC的云VR解决方案，传输节点少，时延低，能更好的满足云VR的发展需求，将成为主流的云VR解决方案，但成熟时间晚。



- 5G云VR降低用户消费门槛，提升用户体验，将助力VR应用发展。
- 云VR视频内容较丰富，且基于5G的传输方案能满足其体验需求，发展速度快；VR云游戏需要基于5G MEC的解决方案才能保障用户良好的体验，且现在内容单一，用户爆发式增长需要较长时间；在教育领域中，视频教学类场景体验易保障，内容开发难度低，发展速度较快；在医疗领域中，示教、探视及简单的操作训练会先发展起来。



- 5G与云VR相互促进，将助力运营商5G业务及云VR业务的发展。
- 除内容外，体验是影响云VR发展及用户决策的主要因素。在终端下降的前提下，体验与内容将影响云VR细分应用场景的发展速度。在体验优势的加持下，运营商云VR平台有可能改变现在视频、云游戏等应用的市场格局，尤其是对时延要求严格的云游戏，但受体制影响的团队素质及运营能力是其成功的主要阻碍。
- 运营商应加快部署5G SA网络，充分发挥其云网优势，积极布局云VR业务，并与上下游企业共同推动云VR的发展。

概述：VR概述

1

方案：基于5G的云VR解决方案

2

应用：5G+云VR应用场景

3

展望：5G+云VR发展趋势

4

## 基于头戴显示器的沉浸式VR系统是目前发展的主流

虚拟现实是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统，通过计算机生成的、可交互的三维环境为用户带来沉浸感。按照用户交互形式和沉浸感的程度不同，虚拟现实系统可以分为桌面式VR系统、分布式VR系统、增强型VR系统及沉浸式VR系统。桌面式VR是最早期的VR类型，主要利用计算机进行仿真并通过计算机屏幕显示虚拟环境、通过鼠标与虚拟环境进行交互，沉浸感弱。沉浸式VR是目前消费者最常见的VR类型，主要利用各类输入与输出设备为用户带来极致的沉浸体验。沉浸式VR包括基于头戴显示器的沉浸式VR与投影式VR，其中基于头戴显示器的沉浸式VR系统是目前发展的主流。按照设备类型分类，基于头戴显示器的沉浸式VR又可以分为基于PC的VR、基于手机的轻量级VR及VR一体机三大类型。PC VR沉浸感强，用户体验效果好，但是对PC高性能的要求导致用户成本高，有线连接导致用户自由度低。基于手机的轻量级VR与一体机VR性能低，支持的业务有限，但是成本低，无线连接自由度高。下面以PC VR为例，介绍沉浸式VR系统的组成及其交互方式。PC VR主要由输入/输出设备与计算机软硬件系统组成，其中输入/输出设备主要负责用户姿态的识别，并生成反馈信息，计算机主要负责内容存储、计算与画面的实时渲染等，两者通过有线进行信息交互。

### PC VR系统组成及其交互方式



来源：公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

# VR业务分为强交互VR与弱交互VR

## 与弱交互VR相比，强交互VR要实时渲染，对设备性能要求高

2016年被称为VR元年，虽然近几年VR发展阻力重重，但已经实现在直播、游戏、教育等多个领域的应用。按照用户交互体验分类，VR业务可分为强交互VR业务与弱交互VR业务。强交互VR业务是指VR用户通过交互设备与虚拟环境中的物体进行实时互动，使用户感受到虚拟环境的变化。计算机需要根据用户的姿态信息进行逻辑计算与实时渲染，对设备性能要求高。弱交互VR业务是指VR用户与虚拟环境中的物体无交互行为，用户通过头部运动与已经设定好的虚拟环境进行互动，感受虚拟环境的变化。用户体验的内容已提前完成，头显只需呈现即可，无需计算与实时渲染，因此，相较于强交互VR，弱交互VR对设备的性能要求较低。

### VR业务分类及其对设备性能的要求

VR业务	典型应用	业务特点	设备性能
弱交互VR业务	 VR视频/直播	<ul style="list-style-type: none"><li>● 体验内容是预先规划的，用户与虚拟环境交互是被动的。</li><li>● 用户通过头部运动切换视点，但视线范围有限。</li><li>● 用户与虚拟环境中的物体无交互行为。</li></ul>	视频内容已经提前制作完成，传送至头显呈现即可。用户可通过头部运动转换视角与虚拟环境进行交互，但不与虚拟环境中的物体进行实时交互，因此，无需逻辑计算与实时渲染， <b>对设备性能要求低。</b>
强交互VR业务	 沉浸式游戏	<ul style="list-style-type: none"><li>● 用户可以与虚拟环境、用户自身及其他用户进行交互。</li><li>● 用户与虚拟环境中的物体进行实时互动。</li><li>● 通过交互设备，使用户具有很强的沉浸感。</li></ul>	用户通过交互设备与虚拟环境中的物体进行实时交互。计算机需要根据用户姿态信息进行逻辑计算与实时渲染。实时渲染需要高性能的GPU完成，因此强交互VR <b>对设备的性能要求高。</b>

来源：华为VR白皮书及其他公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

# 影响VR体验的主要因素

## 不断提升清晰度与流畅性、增强交互感以保证良好的VR体验

清晰度、流畅性及交互感是影响VR体验的三大因素。清晰度主要受视频内容与显示屏分辨率的影响，低分辨率的视频内容或显示屏将导致视频的清晰度低，容易使用户产生疲劳感，难以沉浸其中。流畅性主要受帧率与刷新率的影响，高帧率与高刷新率可以使画面更加流畅，用户体验更好。交互感主要受时延的影响。对于强交互业务来说，业界认为，MTP要控制在20ms以内，否则用户将产生眩晕感。

### 影响VR体验的三大因素



清晰度

人眼在一度视角内所能看到的像素数被称为PPD(Pixels Per Degree)。业界认为，人眼视网膜分辨率的极限是60PPD，在60PPD以下，PPD越大，清晰度越高。

显示屏PPD=显示屏单眼分辨率/单眼FOV（视场角）。双眼4K分辨率，100度视场角的显示器PPD只有19。与普通视频不同，VR全景视频会先把画面投影到一个空间球面上，因此，视频内容的PPD=视频分辨率/360。4KVR全景视频内容的PPD只有11，远低于视网膜的极限，也远低于手机的清晰度。可见，当用户使用4KVR头显观看4K分辨率的VR全景视频时，视频清晰度要低于屏幕的分辨精度。因此，为提升用户观看VR视频的清晰度，需要同时提升头显设备与视频内容的分辨率，尤其是视频内容的分辨率。



流畅性

刷新率一般指的是显示屏的垂直刷新率，即每秒钟屏幕刷新的次数。刷新率低于60Hz，屏幕会出现明显抖动，一般要求高于72Hz。

帧率是指1秒钟内传输帧的数量。在GPU支持的情况下，帧率越高，画面越流畅。VR的帧率一般要求在90FPS以上。

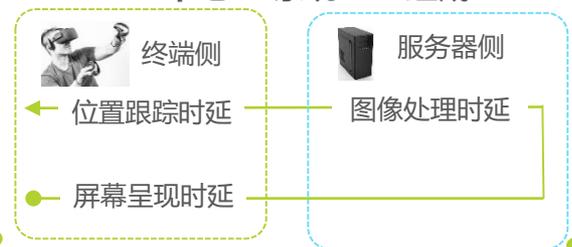
可见，刷新率与帧率均会影响画面的流畅性。但是若刷新率低于帧率，将导致某些帧未能显示，造成有效帧减少，影响流畅性。因此，VR需要高性能的GPU来保证稳定的、比较高的帧率，同时还要不断提高显示器的刷新率。



交互感

MTP ( Motion-to-photons ) 是运动到成像的时延，业界认为MTP应小于20ms，否则将产生眩晕感。对于本地VR来说，从输入设备采集用户姿态信息、将姿态信息传送至计算机到计算机根据用户信息进行计算与画面渲染后，再发送至用户显示器显示整个交互过程的时延要低于20ms，否则将产生眩晕感。因此，要不断降低各环节处理时间，以降低整体时延，保证用户体验。

#### 本地VR系统MTP组成



来源：公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

# 本地VR与云VR对比

## 云VR成本低且轻量化，助力VR普及，但体验指标挑战度更高

按照业务运行的位置分类，VR可分为本地VR与云VR两大类。本地VR的内容存储与图像渲染均在用户侧进行。从头显设备形态来看，本地VR进行内容存储及图像渲染的设备有PC、手机及VR一体机。高性能的PC虽能够带来良好的VR体验，但成本高。手机与VR一体机成本较低，但性能差，支持的业务类型有限，无法提供良好的VR体验。若提升手机与一体机性能又将导致成本增高。可见，成本与性能是两个相互矛盾且影响本地VR发展的因素。云VR将内容存储及图像渲染迁移至云端，VR头显设备只需具备解码、呈现及网络接入能力。因此，云VR大大降低了对头显设备的性能要求，有效降低头显设备成本的同时，也将促进头显设备向轻量化发展，助力VR加速普及。但云VR交互感与流畅性受网络影响，实现难度增大，挑战度高。在交互方面，云VR引入了编解码及传输时延，导致整体时延增加，要实现MTP<20ms，挑战度高。在流畅性方面，网络传输会带来画面卡顿的风险，要有高可靠低时延的网络做保障，挑战度高。

### 本地VR与云VR对比



来源：公开资料，由艾瑞研究院自主研究绘制。

# 云VR系统组成与端云异步渲染技术

## 端云异步渲染技术使云VR满足MTP<20ms，保障用户体验

云VR由终端、网络、平台及内容四部分组成，利用云平台强大的计算能力将计算与渲染放在云端，经过处理的画面编码后通过网络传输至用户VR终端上。可见，相对于本地VR，云VR引入了编解码及传输时延导致整体时延增加，若按照传统渲染技术将难以实现MTP<20ms的要求。端云异步渲染技术是将画面渲染与终端刷新显示这两个过程从串行处理分离成并行处理。在平台根据用户最新的姿态信息进行计算与渲染的同时，VR终端将上一次平台传送回来的画面作为基础进行二次投影。可见，此时MTP由终端决定，不依赖于网络和云渲染，从而满足MTP<20ms。

### 云VR系统组成与渲染技术

VR系统组成	功能	传统渲染技术	端云异步渲染技术
内容 	负责向平台层提供VR内容。		
平台 	负责云渲染、流化、转码、编码及存储。 不同业务类型，功能不同。	逻辑计算、实时渲染及 编码压缩等	逻辑计算、实时渲染及 编码压缩等 → 第n+1帧 处理

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

[https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1\\_20927](https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_20927)

