

# 2019年虚拟现实热点回眸

范丽亚<sup>1</sup>, 马介渊<sup>2\*</sup>

1. 西安交通大学城市学院, 西安 710018

2. 西安高新技术产业开发区创业园发展中心, 西安 710077

**摘要** 通过综述2019年虚拟现实领域在硬件、软件平台、内容、应用服务等方面取得的重要研究进展和发生的热点事件, 展望了虚拟现实硬件小型化、移动化、无线化、长续航的发展趋势, VR内容场景丰富化、生产规模化、流程规范化、品牌化的发展方向, 以及应用服务价值化、纵深化、个性化的发展趋势。

**关键词** 虚拟现实; 硬件产品; 软件平台

虚拟现实(VR)产业在2019年发展迅速, 进入虚拟现实3.0时代<sup>[1]</sup>。这一年里, 虚拟现实产业在软硬件研发、内容研制和应用服务方面取得重大进展。从5G系统级芯片(system on chip, SoC)的推出, 到显示屏分辨率和延迟时间的突破, 再到无线化难题和交互方式的推进, 虚拟现实设备眩晕感、便携性和交互性存在的痛点正在被逐个击破。5G、云VR等热门技术的应用助推虚拟现实内容和硬件的联动发展, 也促使应用服务更加多元化, 2019年虚拟现实产业取得了里程碑式的发展。

## 1 硬件研发取得突破性进展

### 1.1 零部件的研发

#### 1.1.1 5G芯片四强争霸

2019年是5G的商用元年, 日韩、欧美及中国等

10多个国家开始5G商用进程。芯片作为VR重要的零部件, 受到广泛的关注。芯片厂商争相推出融合5G技术的SoC以彰显企业实力, 将5G基带集成于SoC已成为5G芯片发展的一大趋势。与4G时代“高通独大”的局面不同, 5G时代先后有三星、华为、联发科、高通公司发布支持智能手机的5G芯片。这些芯片产品各具特色, 5G时代芯片市场的“四强争霸”赛拉开序幕。

在消费级VR设备大规模普及前, 智能手机作为一类重要的VR产品, 成为国内厂商竞争的焦点。研发能够提升手机性能的5G SoC芯片成为2019年芯片竞争的核心热点。手机的SoC芯片可以看作一个微型的主板, 其上集成多种重要的元器件模块, 比如中央处理器(central processing unit, CPU)、基带芯片(baseband chip)、图像处理器(graphics processing unit, GPU)、神经网络处理器

收稿日期: 2019-12-15; 修回日期: 2020-01-05


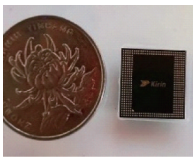
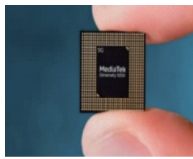

作者简介: 范丽亚, 副教授, 研究方向为VR/AR技术, 电子信箱: fanliya\_xjtucc@163.com; 马介渊(通信作者), 高级工程师, 研究方向为VR/AR硬件产品开发, 电子信箱: majieyuan@163.com

引用格式: 范丽亚, 马介渊. 2019年虚拟现实热点回眸[J]. 科技导报, 2020, 38(1): 158-169; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.01.014

(neural network processing unit, NPU)等。高集成度的SoC更易放入狭小的空间中,各模块间的协作也能有效降低功耗。2019年9月4日,三星公司推出集成5G的芯片Exynos 980。2019年9月6日,华为公司正式发布全球首款旗舰5G SoC芯片麒麟

990 5G<sup>[2]</sup>。11月,联发科公司推出5G SoC芯片天玑1000<sup>[3]</sup>,高通公司则于12月发布仍采取基带外挂形式的5G芯片骁龙865。各芯片在SoC方案、组网模式、工艺制程、上下行峰值速率、无线连接等方面的性能参数对比如表1所示。

表1 4大厂商5G芯片性能参数对照

企业	三星	华为	联发科	高通
发布时间	2019年9月4日	2019年9月6日	2019年11月26日	2019年12月3日
芯片	Exynos 980	麒麟990 5G SoC	天玑1000 5G	骁龙865
基带	内置基带	集成5G Modem 巴龙5000	集成5G Modem Helio M70	外挂X55基带
NPU	内置NPU	自研达芬奇架构的双大核NPU+微核NPU计算架构	APU3.0	Qualcomm AI Engine
SoC方案				
CPU	ARM Cortex-A77	2个大核(ARM Cortex-A76)+ 2个中核(ARM Cortex-A76)+ 4个小核(ARM Cortex-A55)	4个大核(ARM Cortex-A77)+ 4个小核(ARM Cortex-A55)	1个超级大核(ARM Cortex-A77)+ 3个大核(ARM Cortex-A77)+ 4个小核(ARM Cortex-A55)
GPU	16 Core Mali-G76 MP5	16 Core Mali-G76 MP5	9 Core ARM Mali-G77 MC9	Adreno 650
组网模式	NSA/SA 双架构	NSA/SA 双架构	NSA/SA 双架构	NSA/SA 双架构
工艺制程	8 nm FinFET	7 nm FinFET+ EUV	7 nm FinFET	7 nm FinFET
下行峰值速率/ Gbps	2.55	2.3	4.7	7.5
上行峰值速率/ Gbps	1.28	1.25	2.5	3.0
无线连接	WiFi6	5G网络连接	WiFi6/蓝牙5.1+	WiFi6/蓝牙5.1
产品				

资料来源:各公司官网

### 1) SoC方案。

5G芯片需要全新的SoC架构设计方案,目前4大厂商均采用了“基带+CPU+GPU+NPU”为主的架构设计方案。

(1) 基带芯片。基带芯片指用来合成即将发射的基带信号,或对接收到的基带信号进行解码的芯片,是手机芯片里的制高点,也一直是国际巨头的必争之地<sup>[3-4]</sup>。对5G手机来说,有了基带芯片才

能实现5G通信。而设计一款通用的5G基带芯片不仅需要长期研发的积累,在设计上也要克服多模兼容和多频段兼容等问题。5G基带芯片不仅支持5G,还需要同时支持2G/3G/4G和WiFi等多种网络制式,还要兼容不同国家和地区几十个频段的需求。此外,还要攻克包括系统散热、架构和高速率低时延等在内的多个难关。

麒麟990集成了5G Modem巴龙5000到SoC芯

片中,因此无需外挂即可使用5G网络,实现在Sub-6GHz频段下可实现2.3 Gbit/s的下行峰值速率和1.25 Gbit/s的上行峰值速率。Exynos 980则在芯片内集成5G基带,既节省了芯片面积,又可降低5G带来的高功耗,在Sub-6GHz频段下可实现2.55 Gbit/s的下行峰值速率和1.28 Gbit/s的上行峰值速率。该芯片还支持最新的WiFi6无线连接,在4G-5G双连接状态下,下载速率最高可达3.55 Gbit/s。天玑1000则集成了联发科的5G Modem Helio M70,支持先进的5G双载波聚合(2CC CA)技术,可在Sub-6GHz频段达到4.7 Gbit/s的下行峰值速率和2.5 Gbit/s上行峰值速率,支持2G到5G的各代蜂窝网络连接,还支持最新的WiFi6和蓝牙5.1+标准,下行与上行速度方面均提供超过1 Gbps的网络吞吐量。骁龙865采用外挂骁龙X55基带芯片的形式,支持Sub-6GHz频段、动态频谱共享(DSS)、载波聚合,还向下兼容2G/3G/4G网络,下行峰值速率可达7.5 Gbit/s,远高于华为麒麟990、三星Exynos 980和联发科的天玑1000芯片。

(2) CPU。麒麟990采用了2个Cortex-A76大核+2个Cortex-A76中核+4个Cortex-A55小核的3档CPU能效架构,最高主频可达2.86 GHz。Exynos 980采用ARM新一代的Cortex-A77 CPU架构。天玑1000则采用主频为2.6 GHz的4个ARM Cortex-A77大核+4个主频为2.0 GHz的ARM Cortex-A55小核。骁龙865的CPU基于高通最新的Kryo585架构,采用8核心设计,包括1颗2.84 GHz的Cortex-A77超级大核、3颗2.42 GHz的Cortex-A77大核和4颗1.8 GHz的Cortex-A55小核,并且每个大核都有自己的二级缓存,相比上一代性能提升25%。

(3) GPU。麒麟990和Exynos 980均采用16核的GPU芯片Mali-G76 MP5。天玑1000采用了9核的ARM Mali-G77 MC9,骁龙865则使用的Adreno 650, GPU性能较上代提升达25%,还支持CPU硬件融合,性能再度提升2倍。

(4) NPU。NPU是通过电路模拟人类神经元和突触结构的学习过程,用习得的知识解决特定问题的人工智能(artificial intelligence, AI)芯片<sup>[5]</sup>。随

着5G的普及,手机芯片要处理更多的数据,这对芯片的AI算力提出了更高的要求。AI计算单元的引入,也成为芯片厂商竞争的关键。麒麟990采用自主研发达芬奇架构的双大核NPU+微核NPU计算架构。Exynos 980则通过内置高性能的NPU实现。天玑1000搭载了全新架构的联发科独立AI处理器——APU3.0,拥有高达4.5 TOPS的AI算力,比上一代APU2.0性能提升两倍以上,可为终端带来强劲的AI动力。骁龙865搭载第五代高通AI引擎。

## 2) 组网模式。

目前5G独立组网(standalone, SA)尚不成熟,全球大部分国家都会从非独立组网(non-standalone, NSA)逐步过渡到独立组网<sup>[3,6]</sup>。因此,4大厂商的5G芯片均支持NSA/SA双架构,确保智能手机在SA制式前的过渡。

## 3) 工艺制程。

Exynos 980采用8 nm 鳍式场效应晶体管(fin field-effect transistor, FinFET)工艺制程。天玑1000和骁龙865均采用了面积更小、功耗更低、效能更大的7 nm FinFET工艺制程。而麒麟990则采用了更为复杂的7 nm FinFET+极紫外光刻(extreme ultra-violet, EUV)工艺制程。

以下分别从工艺层面、参数表现、产品特点3个方面对4大厂商的5G芯片进行对比分析。从工艺层面看,Exynos 980表现一般,处于中高端水准,落后7 nm FinFET+EUV和7 nm工艺两代。麒麟990 5G芯片采用了台积电的7 nm FinFET+EUV(极紫外光刻)工艺,制程更先进,性能更强大;又集成了巴龙5000 5G调制解调器芯片,是真正5G SoC芯片的开端,此前市场上发售的5G芯片,大多是传统4G芯片加5G基带外挂。麒麟990 5G是第一代可称为5G手机SoC的标杆型产品,也是业内最小的5G手机芯片方案,面积更小、功耗更低,对提升手机性能有巨大帮助。从参数表现上看,联发科公司的天玑1000表现优异,在5G吞吐量上领先竞争对手很多。从产品特点来看,华为公司在时间节点上领先其他竞品较多,也是首个集成5G基带的手机系统芯片。天玑1000从数据表现上来看刷新了多项纪录,基带采用双载波技术,5G吞吐量速率翻

倍,在图形处理上表现突出,支持 120 Hz 刷新率,对未来用户观感体验做了很大提升<sup>[7]</sup>。骁龙 865 不但增强了 PC 级别的光源和画质后期,还可直接在手机商城里更新 GPU 驱动,旨在全面向电脑显卡的性能标准看齐,配置比上代提升 2 倍的 AI,并且支持 2 亿像素相机等。目前来看,华为公司的麒麟 990、三星公司的 Exynos 980 和联发科公司的天玑 1000 在性能上都不是骁龙 865 的对手,2020 年 5G SoC 芯片的竞争或许更加激烈。

### 1.1.2 显示屏延迟时间降至 5 ms

VR 设备理想的响应速度(延迟时间)应在 19.3 ms 以内,如果超过该指标,会造成用户的眩晕感,这也是 2018 年 VR 硬件普遍存在的一大难题<sup>[8]</sup>。从硬件上讲,延迟时间与显示屏技术直接相关。VR 屏幕显示技术目前主要有 TFT-LCD、OLED 和 AMOLED 技术 3 种,前 2 种的响应速度在毫秒级别,AMOLED 可实现微秒级别响应速度<sup>[9-10]</sup>。

2019 年,京东方(BOE)、华星光电等面板厂商在显示屏技术上不断革新,打破了三星公司在 VR 显示屏领域的垄断。2019 年 7 月 15 日,京东方第 6 代柔性 AMOLED 生产线量产出货(图 1),代表着中国 OLED 屏幕最高生产水平,作为全球领先的触控一体化柔性显示生产线,为全球的全面屏手机、折叠手机和笔记本提供更高品质的柔性显示屏。苹果公司已将京东方加入其 OLED 显示屏产品供应商名单,华为也与京东方达成合作意向,彰显国内厂商在 OLED 屏幕的进步<sup>[11]</sup>。



图 1 京东方量产的首款 6.47 英寸水滴曲面柔性屏

在新型显示方面,京东方还推出了响应时间小于 5 ms 的高分辨率 Fast LCD 面板,在华为、Oculus、小米、爱奇艺等企业高端一体机中得到应用<sup>[12-13]</sup>。把延迟时间降低到 5 ms 成为 2019 年 VR 显示屏技术的一项重大突破。与 AMOLED 相比,

京东方的 Fast LCD 具有较大的成本优势,例如 3Glasses X1VR 眼镜,采用了 2 块京东方 2.1 英寸的 Fast LCD 屏幕,使整机响应时间降至 6 ms<sup>[14]</sup>。

屏幕分辨率也是与显示屏技术直接相关的技术指标。理想的显示屏分辨率应达到 2560×1440 以上。2019 年 7 月 9 日,合肥视涯科技公司正式推出一款 1.03 寸、分辨率为 Real RGB 2.5 K×2.5 K 的高亮度半导体显示产品,是全球最大尺寸、最高分辨率的硅基 OLED 显示屏,可有效解决 VR 显示应用中的纱窗效应、拖尾及眩晕等问题,适用于近眼显示设备对大视场角(field of view, FOV)的需求,配合光学透镜可以实现 100°以上的 FOV<sup>[14]</sup>。2019 年 11 月 21 日,视涯科技公司在合肥竣工投产全球最大的硅基 OLED 生产工厂。硅基 OLED 微型显示器件具有高分辨率、高集成度、低功耗、体积小、重量轻等优势,广泛应用于 AR、VR、可穿戴设备等高分辨率的近眼显示行业<sup>[15]</sup>。

## 1.2 整机的产品升级

2019 年 VR 设备进入硬件迭代周期。国外主流厂商 Oculus、HTC 等发布硬件升级产品。中国虚拟现实企业一改以大朋、小派等初创企业为主的格局,联想、创维、vivo、华为、小米等企业分别依托自身硬件品牌优势进行 VR 头显的生产,爱奇艺等内容提供商也推出了对应的头显产品。新一代产品的屏幕分辨率取得了重大突破,达到了 4 K,视场角超过 100°,用户获得的沉浸感越来越强。像素数高达 1058 PPI、佩戴重量 65 g 的产品使眩晕感、便携性等痛点被逐个击破,大幅提高用户硬件体验感。

### 1.2.1 分体机眼镜重量接近技术标准

传统的 VR 头显受制于体积及重量,难以让用户获得最佳的沉浸体验。国内外厂商在 2019 年陆续推出 VR 分体机。从产品形态来看,VR 分体机是将显示部分与计算部分相分离,计算部分通常是 PC、便携式迷你主机或智能手机,显示部分各大厂商都采用了类似普通眼镜的设计,统称为 VR 眼镜,可细分为 VR 眼镜、增强现实(AR)眼镜和混合现实(MR)眼镜 3 类。

VR 眼镜通常是不透明的,只能通过眼镜看到虚拟的物体、模型或场景。从最佳体验角度来讲,

VR眼镜重量应该与普通眼镜重量相当(约45 g以内),分辨率达到2560×1440以上,刷新率在100~120 Hz以上,响应时间在19.3 ms以内,视场角达到136°以上<sup>[8]</sup>。2019年4月,硬件厂商3Glasses发布的消费级超薄VR眼镜3Glasses X1(图2(a)),拉开了2019年VR分体机战争的序幕。X1眼镜部分重量小于150 g,分辨率2400×1200,视场角为105°,响应时间低至6 ms,刷新率为90 Hz。X1还自带屈光度调节功能,兼顾近视人群,调节范围可达600°。X1的主机部分3Box A2采取脖挂式设计,重量约400 g。X1眼镜还可适配PC和智能手机<sup>[16]</sup>。VR&AR初创公司平行现实(Pareal)正式发布Pareal VR Glasses(图2(b)),可折叠收纳,98 g的佩戴重量远远低于同类VR眼镜。Pareal VR眼镜的极化超短焦显示技术也被称为第二代VR显示技术,该技术完美解决了VR显示产品厚和重的问题。Pareal计划用这种技术颠覆传统VR头显,发起一

场VR显示的技术革命。Pareal VR眼镜拥有90 Hz的刷新率和双目3200×1600的分辨率,高达1058的PPI,避免了画面模糊带来的晕眩感,是VR眼镜硬件难题的又一项技术突破。90°的大视场角使用户在观看时不会看到屏幕边缘,容纳更广阔的视野空间<sup>[17]</sup>。华为发布的全新外观设计新品VR Glass(图2(c))重166 g,支持折叠,可在0°~700°近视范围内调节,55~71 mm瞳距自适应,透气遮光面罩,佩戴欣赏内容时更加舒适自如。显示方面,HUAWEI VR的分辨率为3200×1600,PPI高达1058,90°的视场角,70/90 Hz刷新率,支持3D音效、IMAX巨幕、VR手机投屏<sup>[18]</sup>。

VR眼镜与智能手机的结合成为2019年分体机的主流,例如HUAWEI VR Glass与华为5G手机的搭配。2019年各大厂商推出的VR眼镜在重量上有所降低,在刷新率和视场角参数上均有所提高(表2),使用户能够佩戴得更久、看得更清楚。



(a) 3Glasses X1 VR眼镜

(b) Pareal VR Glasses

(c) HUAWEI VR Glass

图2 3款VR眼镜

表2 VR眼镜性能参数对比

企业	产品	分辨率/p	刷新率/Hz	响应时间/ms	视场角/(°)	重量/g
3Glasses	3Glasses X1	2400×1200	90	6	105	<150
Pareal	Pareal VR Glasses	3200×1600 (3K)	90	—	90	98
华为	HUAWEI VR Glass	3200×1600 (3K)	70/90	17~19	90	166
VR眼镜技术标准		2560×1440	100~120	19.3	136	45

AR眼镜通常是透明的,既可以看到现实世界中的物体,也可以看到虚拟物体叠加到真实场景后的效果。从最佳体验角度来讲,AR眼镜的重量应该约60 g以内,分辨率达到1280×1720以上,视场角65°以上<sup>[19]</sup>。2019年,AR眼镜的研发在重量上取得重大进展,达到65 g。北京的混合现实眼镜开发

商太若科技(nreal)发布的nreal light是一款轻量化的AR眼镜(图3(a)),采用分体式设计,眼镜重量85 g,外观小巧,体积和太阳镜一样,支持折叠,拥有52°的视场角和1080 p高清分辨率,支持5G技术和6 DoF(六自由度,即前、后、左、右、上、下)跟踪,配备3 DoF手柄。支持与智能手机、PC连接,允许

将智能手机中、PC的内容无缝传输到眼镜中,用户可以在其中查看内容,真正实现“即戴即用”<sup>[20]</sup>。美国电子厂商 Cleer 的 AR 眼镜原型机采用分体式设计(图 3(b)),眼镜部分重量约 65 g(接近技术标准),视场角为 40°,分辨率为 1920×1080<sup>[21]</sup>。



(a) nreal light (b) Cleer AR眼镜

图3 2款AR眼镜

MR眼镜与AR眼镜类似,可以同时看到虚拟物体和真实世界叠加后的效果,但MR眼镜看到的虚拟物体的相对位置会随着用户头部的转动而改变。2019年8月,Oglasses发布全球首款C端AR智能眼镜 RealX(图 4(a)),且在10月17日实现量产。RealX分辨率为 1920×1080、FOV 为 50°,整机重量 70 g,支持 6 DOF,镜腿支持折叠,配有 0~600°视力矫正镜片,能长时间舒适地佩戴,适配华为、三

星、小米等智能手机。RealX拥有配备高通骁龙芯片的计算模块,体型上和大屏智能手机类似,配备一小块屏幕,底部拥有大块触控滑动区,并支持 Micro SD卡。关于交互,除了计算模块的触控板也支持手机触控,同时还支持语音交互。随着 5G 的普及商用,5G 的大宽带级低延迟特性结合边缘运算,可以让算例不用倚靠终端设备,而可以从云端获取,进一步降低消费者尝鲜 AR 眼镜的成本。Oglasses 同时推出了一款 B 端 AR 眼镜 Danny 2(图 4(b)),整体硬件规格和设计方案都与消费级 AR 眼镜 RealX 类似,镜腿可拆,兼容安全帽版<sup>[22]</sup>。

2019年5月,Rokid发布双屏异显的Rokid Vision MR眼镜(图 4(c)),整个机身仅重 120 g,支持 6 DoF 技术,用户可以通过连接安卓手机、电脑或平板使用<sup>[23]</sup>。2019年11月,影创与中国移动联合发布分体式新型MR眼镜即墨 Air(JIMO Air),如图 4(d)所示,该款产品眼镜部分重量仅 70 g,FOV 达 60°,1080 P 超高清 OLED 屏幕搭配自由曲面光学,整体延迟低于 16 ms,不会产生眩晕感。具有 SLAM 空间定位功能,通过 5G 网络为用户提供手机与智能眼镜搭配使用的科幻般体验<sup>[24]</sup>。



(a) 首款C端AR眼镜RealX (b) B端AR眼镜Danny2 (c) Rokid Vision MR眼镜 (d) JIMO Air MR眼镜

图4 4款MR眼镜

分体式设计可以使 AR/MR 眼镜的重量极大的降低。2019 年各大厂商推出的 AR/MR 眼镜(表 3)<sup>[19-24]</sup>在重量和视场角上取得重大进展,重量最小

为 65 g(接近技术标准 60 g),视场角最大的达 60°(接近技术标准 65°)。因此,AR/MR 眼镜外形的轻量化、小型化,视野的清晰化、无界化将会是未来的

表3 分体式AR/MR眼镜设计性能参数对比

类型	企业	产品	分辨率/p	视场角/(°)	重量/g
AR眼镜	nreal	nreal light	1080	52	85
	Cleer	Cleer AR Glass	1920×1080	40	65
MR眼镜	Oglasses	RealX	1920×1080	50	70
	Rokid	Rokid Vision	720(单眼)	40	120
	影创	JIMO Air	1080	60	70
AR/MR眼镜技术标准			1280×1720	65	60

发展趋势。

### 1.2.2 一体机屏幕分辨率突破4K

一体机是VR硬件整机产品的另一个发展方

向。目前主流的一体机产品主要包括VR一体机产品和MR眼镜两大类,2019年主要一体机产品性能比较如表4所示。

表4 一体机产品性能参数

	企业	产品	分辨率/ppi	刷新率/Hz	视场角/(°)	重量/g
VR 一体机	Oculus	Oculus Rift S	2560×1440	80	100	390
		VR一体机Oculus Quest	1600×1440 (单眼)	72	100	571
	HTC	Vive Cosmos	2880×1700	90	110	651
	创维	VR一体机S801	2560×1440	73	105	392
		VR一体机V901	3840×2160 (4K)	72	105	392
		VR一体机V901C	2560×1440	73	105	392
	Pico	G2 4K VR一体机	3840×2160 (4K)	75	101	276
		VIVE Pro EYE	2880×1600	90	110	-
大朋	DPVR P1 Pro 4K	3840×2160 (4K)	-	100	400	
MR 眼镜	微软	HoloLens2	单眼 2k	-	52	566
	ThirdEye	ThirdEye X2	720 (单眼)	60fps	42	<170
	影创	JIMO	1920×1080	-	55	150

2019年3月,小鸟看看(Pico)发布VR一体机G2 4K(图5),双目分辨率达到3840×2160(4K),画面清晰细致;276g的重量也可以舒适佩戴;FOV 101°,无需视力调节,可自适应瞳距,还具有TUV低蓝光认证的“护眼模式”。G2 4K配备的是3 DoF手柄,支持手机投屏和多人影院等功能<sup>[25]</sup>。



图5 Pico发布的VR一体机G2 4K

2019年4月,创维推出3 DoF设计的VR一体机V901(图6),屏幕分辨率也达到了4K,FOV达到105°。创维V901 VR一体机设备是当下VR行业里唯一支持8K视频硬解码4K超高清显示的VR一体机,目前的8K全景视频已经基本告别纱窗感,用户的视频体验感极度舒适<sup>[26]</sup>。5G网络配合8K硬解码技术,外加4K超高分辨率,能够让超高清8K画质内容的远距离实时传输成为可能,细节更加突

出。2019年5月,Facebook旗下Oculus发布升级版VR一体机产品Oculus Quest(图7)。新产品在交互能力方面取得大的进展,突破VR主流一体机“头6手3”或“头3手6”的交互限制,采用6 DoF追踪技术,摆脱了以往传统的VR设备对于操控手柄的严重依赖性。Oculus Quest配备的6 DoF的手柄采用了摇杆式设计,极大地增加了手柄的空间。



图6 创维VR一体机V901



图7 Oculus Quest

Quest 屏幕单眼分辨率为  $1600 \times 1440$ , 相对于 Oculus Rift  $1200 \times 1080$  的分辨率, 在观感上有着明显的提升, 但仍有一定的纱窗效应。Quest 视场角约为  $100^\circ$ , 但  $571 \text{ g}$  的头显重量仍是一个严重的问题<sup>[27]</sup>。

一体机 MR 眼镜可谓是 AR/MR 眼镜中的高端机型, 技术难度系数高, 价格昂贵。2019 年 1 月, ThirdEye 发布采用一体式设计的 X2 MR 眼镜(图 8), 视场角  $42^\circ$ , 整机重量不到  $170 \text{ g}$ ,  $720 \text{ ppi}$  单眼分辨率和  $60 \text{ fps}$  刷新率, 采用开源的 Android 操作系统, 无需缆线或系留套件, 内置的 VisionEys SLAM 系统可以实现精确的环境追踪<sup>[28]</sup>。2019 年 2 月, 微软发布 HoloLens 2 MR 眼镜(图 9), 单眼分辨率可达到 2 K, 视场角为  $52^\circ$ , 重量  $566 \text{ g}$ , 支持 3 DoF 或 6 DoF 侦测。



图8 ThirdEye X2 MR眼镜



图9 HoloLens 2 MR眼镜

2019 年 5 月, 影创科技推出全新的 MR 眼镜即墨(JIMO)(图 10 所示)采用一体机设计, 搭载高通骁龙 845 处理器, 视场角高达  $55^\circ$ , 配备了 3 颗摄像头, 可以实现完整的 6 DoF 追踪。即墨的分辨率为  $1920 \times 1080$ , PPI 为  $3400$ , PPD(Pixels Per Degree)达到了 35。当 PPD 超过 30 时, 用户就看不见任何像素点, 因此也不会有纱窗效应, 可以实现 Retina 级别的显示效果。另外, 即墨采用了可替换磁吸电池这一创造性设计, 使整机重量保持在  $150 \text{ g}$  的同时续航时间可长达  $2 \text{ h}$ 。在操作系统方面, 即墨搭载了影创科技自主研发的操作系统 Blue Cat, 可兼容



图10 JIMO MR眼镜

安卓应用<sup>[29]</sup>。

未来一体机产品的设计也会更加贴近普通眼镜, 向大视场角、轻量化、无线化趋势发展。从无线化发展角度来看, 华为推出的云 VR 通过与运营商合作, 可以推动 VR 头显的便捷化和低价值, 解决无线化的技术难题。从显示像源上讲, Sony、BOE 等 MicroOLED 厂商都在 2019 年推出了新的高亮显示器件, 亮度普遍都在  $1000 \text{ cd/m}^2$  以上, 这对于 VR 一体机设备进一步小型化和户外使用提供了显示基础<sup>[30-31]</sup>。此外, 3 DoF 一体机产品屏幕分辨率突破 4K, 与 5G 的结合成为 2019 年 3 DoF 一体机产品的亮点。4K 显示因此成为 3 DoF 一体机的主流配置, 在这方面的效果还要优于 6 DoF 一体机。而微软、Oculus 和 HTC 都在头显中使用了 6 DoF Inside-out 追踪技术, 使 6 DoF 成为 VR 一体机产品领域事实上的追踪标准, 也是未来发展方向之一。

## 2 平台化趋势加速, 软件薄弱环节得以缓解

大型技术研发公司、内容制作企业、互联网巨头等在 2019 年加速布局 VR 产业链软件及平台环节, 加速了 VR 的平台化趋势, 使软件薄弱环节得以缓解, 促进了应用的快速落地和发展。

开发平台是 AR 产业链的重要部分, 苹果、Mojo Vision、Unity、商汤科技等国内外企业在 2019 年陆续推出 AR 开发平台, 为开发者提供更多平台功能和跨平台解决方案。2019 年 3 月, 谷歌、惠普、摩托罗拉等公司参投 Mojo Vision 的融资, 共同推进全新 AR 平台的开发。该平台志在构建一个“隐形计算(Invisible Computing)”平台, 使人们能够在不

需要现有移动设备介入的情况下随时随地地访问重要信息。2019年5月,商汤科技公司推出 SenseAR 2.0 平台(包含 SenseAR 特效引擎和 AR 开发者平台),加入了对 SenseAR Glass(AR 眼镜)、SenseAR Colud(AR 云)等技术的支持,实现跨平台、跨场景的解决方案。2019年6月,苹果公司推出新一代 AR 开发平台 AR kit3.0,有力地推动了 AR 在 C 端特别是游戏娱乐方面的应用。Unity 公司已经宣布对 ARKit3 的支持。同时,苹果公司也推出了 2 款全新的 AR 开发工具 Reality Kit 和 Reality Composer。2019年8月,Unity 公司推出新版 AR Foundation,为开发者提供更多平台功能和使用程序支持,加速 AR 内容生态构建<sup>[12,31]</sup>。

百度、亮风台等国内企业在新型算法方面取得突破性进展,达到国际领先水平。2019年6月,百度 AR(即百度大脑 DuMix AR 平台)宣布推出轻量级 3D 体感互动算法。该算法兼容 iOS、安卓、PC 等多平台,使得移动端设备摆脱专用 3D 传感器的硬件束缚,即使用普通手机也能实现 3D 体感互动,大大降低了开发成本和产品使用成本,有力地推动了移动端体感应用的快速落地与发展<sup>[32]</sup>。2019年9月,亮风台基于可变形表面的单目图像跟踪的问题,提出了一种基于图形匹配的可变形表面跟踪算法,能够充分探索可变形表面的结构信息,以提高跟踪性能和效率。美图-亮风台联合实验室的黄兵姚和凌海滨公布了投影 AR 算法的最新成果,提出了一种端到端的投影仪光学补偿算法,主要用深度学习解决光照补偿问题,即当投影屏幕不是理想的白色漫反射时,尽可能消除投影面上的图案。该成果被 2019 年 IEEE 国际计算机视觉与模式识别会议(IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR)收录<sup>[33]</sup>。

### 3 内容供给不断丰富,爆款效应初步显现

2019 年软硬件企业纷纷加入内容聚合平台建设行列,内容供给不断丰富,爆款效应初步显现。大朋、创维、小米等硬件生产商均在构建自己的聚

合平台,通过打造内容生态吸引用户;腾讯、爱奇艺、优酷等互联网视频平台均设有 VR 专区,制作了定制化的内容。爱奇艺在内容领域不断深入布局,将剧集、综艺、影视等 IP 内容与 VR 深度结合。2019 年上线了《仙剑奇侠传 4VR》《神探蒲松龄 VR》《神探蒲松龄之鬼魅聊斋 VR》(大空间版)《哪当曼 VR 奇遇记》等多部内容。其中《哪当曼 VR 奇遇记》为 8 月正式上线的国内首部加入手部识别及语音交互的 VR 卡通动画影片(图 11(a))。2019 年,爱奇艺上线超 100 部剧集,覆盖 1000+ 线下 VR 体验场馆,成为中国目前最大的线上内容分发平台之一。游戏方面,VR League、WCG、NEST 等 VR 电竞大赛的布局更加精细,奖金额度也更大,推动了优质游戏内容的推广及游戏产业生态的形成。VR 视频方面,交互式体验《神秘博士:逃离》《咕噜米的眼睛》,大空间体验版《浮生一刻》等优质内容相继推出。直播方面,中央广播电视总台利用 VR 技术对中华人民共和国成立 70 周年国庆阅兵、春节联欢晚会进行实时直播,花椒、映客、微鲸等互联网平台也开通了 VR 直播<sup>[12]</sup>。福州机场开通了 AR 导航,帮助游客在真实环境中找到准确路线,实现三维立体空间的精确导览。当红齐天公司通过 VR 技术再现敦煌的盛大辉煌(图 11(b)),为保护和传承世界文化遗产做出新的探索与思路。目前体验共提供了 3 个洞窟的场景探索与相关解说,方便观众融入其中,可自主选择,并且有触发互动,增加乐趣<sup>[34]</sup>。



(a) VR 卡通动画影片

(b) VR 技术展现敦煌盛景

图 11 VR 视频

### 4 5G 技术促使 VR 应用服务多元化发展

5G 能解决虚拟现实产品由于带宽不够或延时

长带来的图像渲染能力不足、终端移动性差、互动体验不强等问题。2019年,5G的商用开启了5G技术与VR/AR的融合,催生出新的业态和服务,使虚拟现实的应用领域更加多元化,在电视直播、教育、医疗等领域已开展了应用<sup>[2]</sup>。

电视直播方面,在广播电视采集制作过程中使用全景摄像技术对内容进行录制,使影视剧、纪录片、体育赛事、综艺节目等内容在设备上呈现,让观众获得人与内容场景互动的体验效果。2019年,中国电信与中央电视台实现春节联欢晚会5G+4K超高清视频实时回传直播模式,用户可通过VR设备观看直播,在视线上超越了平面范围,视野更加宽大和立体化。江西卫视采用5G+360°8K VR模式直播超清全景VR春节联欢晚会。教育方面,2019年3月28日,中国移动和成都产业研究院联合威爱教育于全球首次开展5G+VR智慧教育系统,用于支持四川凉山贫困地区的师生与成都市泡桐树小学师生同步课堂教学和学习。远程医疗方面,通过VR/AR现场直播,基层医生可以与专家进行远程咨询和信息交流,促进医疗资源的下沉。2019年7月,医微讯在瑞金医院实现国内首次5G+4K/8K+VR的腹腔镜手术直播。这台手术使用DELL和大朋VR提供的硬件设备,中国电信提供的5G微基站,从手术室的布置、医生的站位,到病人腔内的手术操作、血管细节等都十分清晰,分毫毕现;图像更清晰且镜头有更好的景深与立体感,腹腔内组织可以被轻易辨认,有助于术者操作,低年资医师与医学生也能以第一视角观看手术,可以快速成长、掌握顶尖医生的手术技法。2019年3月12日,清华大学长庚医院和深圳市人民医院共同完成了一例肝胆外科的AR/VR+5G协同远程手术,该手术由睿悦信息Nibir与合作伙伴提供AR/VR设备操作系统、远程仿真渲染Nibiru Remote Rendering等技术支持。2019年3月29日,东华软件携手南昌大学第二附属医院共同完成了国内首个基于5G+VR+MR的多机位远程手术直播,同时重点推出了“5G+VR医学指导及受教平台”,心胸外科医师和学生们在大屏幕前观看了手术直播的全过程。2019年8月14日,山东省立医院联合海信医

疗、奥林巴斯及中国移动使用HoloLens设备,首次实现“5G+4K+3D+MR”的腹腔镜手术直播。术前通过海信计算机辅助手术系统(CAS)、混合现实技术(MR)对患者进行手术规划,手术实现了精细、精准的腹腔镜手术操作,画面视野大、清晰、声音无卡顿,不仅提高了手术的安全性,促进了年轻外科医生快速成长,还使超高清腹腔镜技术转播示教、实现远程手术成为可能。南京举办了5G+VR高清直播的心脏瓣膜修复手术暨国际医术观摩交流现场教学活动,进行场外临床操作技能培训<sup>[2]</sup>。

## 5 Cloud 技术助推内容与硬件联动发展

内容和硬件是相辅相成的,好的内容一定会拉动硬件的销量。VR内容正处于稳健发展阶段,但消费级的VR设备没有大规模量产,加之VR设备不够轻量化,VR内容对硬件的带动能力还没有完全释放<sup>[30-32]</sup>。Cloud技术可以将图像渲染、建模等耗能、耗时的数据处理功能云化,大幅度降低对VR终端的续航、体积、存储能力的要求,有效降低终端成本和对计算硬件的依赖性,推动终端轻型化和移动化。

2019年1月,华为公司推出5G Cloud VR服务,涵盖Cloud VR开发套件、华为云Cloud VR连接服务和Cloud VR开发者社区,解决Cloud VR基础设施及广域网适配问题。在2019世界移动大会(MWC)上,中国联通联合中兴通讯重磅发布5G MEC Cloud VR业务,将5G新空口技术与Cloud VR结合,引入MEC边缘云计算节点,将VR视频服务器下沉至MEC边缘云节点,实现传统的“端”和“云”两层架构到“端”“边”“云”3层架构演进升级,打破传统VR终端要求高、价格贵、设备沉重佩戴不方便、移动性较差等瓶颈,实现了“瘦终端”和“零等待”,使得Cloud VR效果更加优异,带来更加震撼的用户体验。2019年10月,四川电信携手华为公司推出面向家庭普及能力的云VR业务,标志着云VR业务技术正式进入商用阶段,打开VR直播、VR全景视频、3D影院、VR游戏等场景。据华为公

司预测,2025年全球VR个人用户将会达到4.4亿,将会孕育达到2920亿美元的云VR市场<sup>[12]</sup>。

## 6 结论

2019年虚拟现实硬件领域在5G芯片、显示屏、分体机、一体机等方面均取得了阶段性的研究进展,对硬件设备的舒适化和轻便化起到了重要的推动作用。随着5G的普及应用,移动端VR将成为突破口,小型化、移动化、无线化、长续航成为发展方向。虚拟现实平台化的发展趋势,促使VR内容向着场景丰富化、生产规模化、流程规范化、品牌化方向发展。虚拟现实与云VR、人工智能等热门技术的结合将更为紧密,VR技术向细分垂直领域渗透,VR行业价值转化加速。VR应用将由以发展B端企业用户为主、逐渐扩展到C端消费者用户,从泛娱乐向深度化的生活服务拓展,从标准化内容到个性化定制服务拓展,实现硬件、内容与应用服务的联动发展,形成一个更完善的VR生态系统<sup>[35]</sup>。

### 参考文献(References)

- [1] 2019年的VR 3.0时代沉浸自由式正值"盛夏"[EB/OL]. 2019-08-02[2019-12-12]. [http://www.chinaamuse.com/v/video/show?art\\_id=20198214204645](http://www.chinaamuse.com/v/video/show?art_id=20198214204645).
- [2] 中国新闻网. 华为发布全球首款旗舰5G SoC芯片-麒麟990 5G[EB/OL]. 2019-09-06[2019-12-22]. <http://www.chinanews.com/cj/2019/09-06/8949566.shtml>.
- [3] 许英博,陈俊云. 天玑1000: 联发科宣布新一代5G单芯片[R]. 深圳: 中信证券, 2019.
- [4] 详细解说移动终端基带芯片[EB/OL]. 2019-02-25 [2019-12-15]. <http://www.elecfans.com/d/874981.html>.
- [5] 深度学习中, CPU、GPU、NPU、FPGA 如何发挥优势?[EB/OL]. 2019-04-08[2019-12-15]. [http://www.sohu.com/a/306478336\\_412370](http://www.sohu.com/a/306478336_412370).
- [6] NSA和SA组网有何不同? 5G网络建设有门道[EB/OL]. 2019-07-15[2019-12-24]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1639087627010669971&wfr=spider&for=pc>.
- [7] 四大5G巨头竞争 谁能拔得头筹[EB/OL]. 2019-12-03 [2019-12-25]. <http://mini.eastday.com/mobile/19120300-2600996.html#>.
- [8] 范丽亚, 马介渊, 张克发, 等. 虚拟现实硬件产业的发展[J]. 科技导报, 2019, 37(5): 81-88.
- [9] 汪国华. 显像争霸——OLED与LCD显示屏性能对比[J]. 个人电脑, 2011(5): 110-112.
- [10] 童振霄. 高分辨率AMOLED显示屏源极驱动电路的研究与设计[D]. 西安: 电子科技大学, 2014.
- [11] 国货之光! 京东方第6代柔性AMOLED屏生产线量产[EB/OL]. 2019-07-17[2019-10-27]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1639298458421183340&wfr=spider&for=pc>.
- [12] 2019年虚拟现实产业发展白皮书[R]. 南昌: 赛迪智库电子信息研究所, 2019.
- [13] 刘莎, 王丹, 杨照坤, 等. TFT-LCD技术发展趋势浅析[J]. 液晶与显示, 2018, 33(6): 457-463.
- [14] 视涯科技开发出目前全球最大尺寸、最高分辨率的硅基OLED显示屏[EB/OL]. (2019-07-11) [2019-12-28]. <http://www.elecfans.com/d/991579.html>.
- [15] 中国新闻网. 全球最大的硅基OLED生产工厂正式投产[EB/OL]. (2019-11-21) [2019-12-28]. <http://baijiahao.baidu.com/s?id=1650815415232651788&wfr=spider&for=pc>.
- [16] 3Glasses X1 发布: 号称全球首款消费级超薄VR眼镜[EB/OL]. (2019-04-11) [2019-12-30]. [http://www.sohu.com/a/307231991\\_465976](http://www.sohu.com/a/307231991_465976).
- [17] VR陀螺超轻薄的VR眼镜Pareal VR Glasses正式发布[EB/OL]. (2019-12-13) [2019-12-28]. <http://www.elecfans.com/vr/1134923.html>.
- [18] 华为VR Glass解决痛点问题产业链有望迎来爆发[EB/OL]. (2019-09-27) [2019-12-29]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1645798423366255779&wfr=spider&for=pc>.
- [19] 范丽亚, 马介渊, 张克发, 等. 增强现实硬件产业的发展与展望[J]. 科技导报, 2019, 37(15): 114-124.
- [20] 重量仅85g, MWC上最值得关注的AR眼镜—nreal light[EB/OL]. (2019-03-11) [2019-12-02]. [https://www.sohu.com/a/300459935\\_549351](https://www.sohu.com/a/300459935_549351).
- [21] CES2019: Cleer展示AR眼镜原型, 采用珑璟光电光波导模组[EB/OL]. (2019-01-09) [2019-12-29]. [http://www.sohu.com/a/287740371\\_395737](http://www.sohu.com/a/287740371_395737).
- [22] OlglassesAR首款消费级AR眼镜RealX发布, 重量仅70g[EB/OL]. (2019-08-29) [2019-12-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1643171542501151991&wfr=spider&for=pc>.
- [23] Rokid发布了最新款的MR眼镜Rokid Vision[EB/OL]. (2019-06-02) [2019-12-27]. <http://www.elecfans.com/d/950136.html>.
- [24] 中国移动与影创联合发布新型MR眼镜—即墨Air[EB/OL].

- OL]. (2019-11-18)[2019-12-12]. <https://www.vrtuoluo.cn/515399.html>.
- [25] Pico G2 4K上手: 攻破虚拟和现实的界线, 真正的4k体验[EB/OL]. (2019-05-15)[2019-12-30]. [http://www.sohu.com/a/314156896\\_609210](http://www.sohu.com/a/314156896_609210).
- [26] 创维发布4K VR一体机V901, 支持8K硬解码, 售价2599元[EB/OL]. (2019-04-21)[2019-12-19]. <http://www.elecfans.com/d/915719.html>.
- [27] 评测|最强VR一体机Oculus Quest登场[EB/OL]. (2019-05-28)[2019-12-25]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1634707811782249961&wfr=spider&for=pc>.
- [28] CES 2019: ThirdEye展出第二代MR眼镜X2, 售价1950美元[EB/OL]. (2019-01-09)[2019-12-31]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1622147261909013576&wfr=spider&for=pc>.
- [29] 影创发布全新MR混合现实智能眼镜-即墨(JIMO)[EB/OL]. (2019-05-17)[2019-12-01]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1633773846074895247&wfr=spider&for=pc>.
- [30] 展望2019 5G+VR的春晚都要来了, VR的春天还会远吗?[EB/OL]. (2019-02-02)[2019-12-23]. [http://www.sohu.com/a/292965132\\_100284165](http://www.sohu.com/a/292965132_100284165).
- [31] 张良卫, 王平阳. 5G助力VR\_AR崛起, 产业链公司机遇将至[R]. 苏州: 东吴证券, 2019.
- [32] 百度AR推出轻量级3D体感互动算法[EB/OL]. (2019-09-16)[2019-12-30]. <http://www.lshi.com.cn/alzx/3004.html>.
- [33] 亮风台提出基于图形匹配的可变形表面跟踪新算法[EB/OL]. (2019-09-10)[2019-12-30]. <http://www.arin-china.com/article-10567-1.html>.
- [34] "为经济赋能, 为生活添彩"当红齐天集团携SoReal Cube亮相智博会[EB/OL]. (2019-08-27)[2019-12-31]. <http://finance.sina.com.cn/roll/2019-08-27/doc-ihyt-cern3939529.shtml>.
- [35] 2019年VR发展的五大痛点和八大趋势[EB/OL]. (2019-09-23)[2019-12-31]. [http://www.sohu.com/a/342954327\\_732038](http://www.sohu.com/a/342954327_732038).

## Review on hotspots of virtual reality in 2019

FAN Liya<sup>1</sup>, MA Jieyuan<sup>2\*</sup>

1. City College, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710018, China

2. Xi'an Pioneering Park Development Center, Xi'an 710077, China

**Abstract** This paper summarizes the important research progress and hot events in hardware & software platforms, content and application service in the field of virtual reality in 2019, and looks into the development trend of virtual reality hardware miniaturization, mobility, wireless and long endurance. Moreover, the development direction of VR content scene enrichment, production scale, process standardization and branding are discussed, as well as the development trend of application service value, vertical deepening and individuation.

**Keywords** virtual reality; hardware products; software platform ●



(责任编辑 徐丽娇)