

2023年扩展现实(XR)热点回眸

范丽亚¹, 马介渊², 刘希涛¹, 王祎银¹, 孙菁雨¹

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 2023年,科技巨头入局带动了扩展现实(XR)产业开启空间计算的全新产业格局。总结了XR产业在硬件形态取得的突破性变革,例如产业重心逐步从硬件向交互方式、内容生态、场景体验转变;协处理芯片、空间计算、透视技术成为提升XR终端性能的风向标;下一代计算平台的交互标准被定义为手眼+语音的多模态交互形式;XR内容实现从3D制作、格式标准化到分享展示的跨平台连接;大空间、大模型的应用在内容侧带动线下产业复苏。新一代计算平台爆发的巨大潜力推动XR产业朝着软硬件系统集成和内容生态协同发展的方向演进,必将形成技术、产品、服务和应用共同繁荣的高质量产业发展格局。

关键词 扩展现实;虚拟现实;空间计算;产业热点;元宇宙

2023年,在科技巨头引领的扩展现实(extended reality, XR)技术升级迭代中,通用个人计算平台正式开启从移动计算时代向空间计算时代的历史跨越。虚拟现实(virtual reality, VR)与增强现实(augmented reality, AR)的边界线正在视频透视(video see-through, VST)、光学透视(optical see-through, OST)技术的高速发展下加速融合,空间计算时代的交互标准被重新定义,3D建模、空间视频等内容的创作与分享展示实现跨平台连接,大空间、大模型的应用在内容侧逐渐带动线下产业复苏。本文选取2023年XR产业相关代表性研究进展,对部分关键技术和未来发展趋势进行分析和展望。

1 硬件侧

1.1 协处理芯片成为XR终端提升性能的风向标

随着用户对产品性能要求的提升,单眼4K分辨率、视频透视、手势追踪和空间拍摄成为2023年VR终端的标配功能^[1]。对主控芯片而言,完成标配功能的同时,还需要处理图像渲染、画面补偿等算法,对芯片性能是一个巨大的挑战。

2023年6月,苹果公司发布的初代混合现实(mixed reality, MR)头显Vision Pro是融合AR与VR技术的一款设备,采用自研M2+R1芯片架构(图1(a)),能在12 ms的低延迟时间内确保画面流

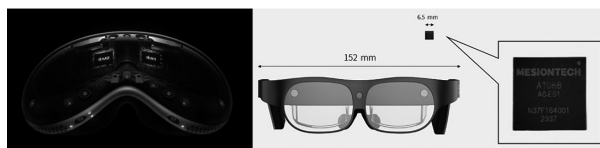
收稿日期:2023-12-31;修回日期:2024-01-08

基金项目:陕西省科技计划项目(2023-YBGY-148);陕西省社会科学基金项目(2022M007)

作者简介:范丽亚,副教授,研究方向为VR/AR技术及产业,电子信箱:fanly@xjtucc.edu.cn

引用格式:范丽亚,马介渊,刘希涛,等. 2023年扩展现实(XR)热点回眸[J]. 科技导报, 2024, 42(1): 296-305; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2024.01.019

畅度,实现数字内容与真实世界的无缝融合。M2 作为主控芯片,用于执行任务、实时交互和运行计算;R1 是独立于 M2 的协处理芯片,用来处理 5 个传感器、12 个视觉摄像头和 6 个麦克风的输入信息,确保空间计算所需的眼动追踪、姿态追踪、3D 环境感知及手势识别等核心功能的实现^[2]。在 Vision Pro 发布之前,几乎所有的国产 XR 终端均为单主芯片架构,没有采用协处理芯片。单主芯片架构在处理 6DoF 低延迟数据、视觉渲染和补偿方面功耗偏高,且能运行即时定位与地图构建(simultaneous localization and mapping, SLAM)的数字信号处理器(digital signal processor, DSP)由极少数芯片大厂垄断,导致 XR 方案单一、价格昂贵。Vision Pro 的发布使协处理芯片成为 XR 终端提升性能的风向标,国内外科技巨头加速自研芯片的趋势,有望打破高通公司长期的芯片垄断地位。2023 年 10 月,南京耀宇视芯科技有限公司发布其自研的空间定位协处理芯片“启明”,成为中国首颗用于 SLAM 定位的国产专用芯片^[1]。“启明”可以提供高精度和极低延迟的 6DoF Pose,通过高性能、低功耗的 SLAM 算法,不仅能提升整个 XR 系统的定位及显示效果,还能够极大降低 XR 系统对核心处理器的资源占用及功耗。“启明”6.5 mm×6.5 mm 的小封装设计(图 1(b)),不仅适用于 XR 头显、眼镜设备的空间定位,还能用于自追踪手柄和机器人视觉定位系统,便于打造轻量化 XR 眼镜。



(a) Vision Pro 的协处理器芯片 R1
(b) 耀宇视芯的自研协处理器芯片“启明”(图片来源:VR 陀螺网站)

(图片来源:CSDN 网站)

图 1 协处理器芯片

1.2 Micro-LED 显示屏技术取得重要突破

随着苹果公司进军 MR 眼镜领域,微显示技术再次受到关注。Micro-OLED 显示方案能做到分辨率高、功耗低、体积小,在很多 AR 设备(Rokid Max Pro、ARknovv A1、XREAL Air 等)和 VR 设备(Vision Pro、Bigscreen Beyond、arpara 5K VR 头显等)

中得到应用,但受限于亮度问题, Micro-OLED 还难以在广泛的户外场景下使用。Micro-LED 技术是将多个可以独立调节的微小发光二极管(LED)芯片集成在一个面板上,形成画面更加清晰而明亮的高分辨率、高亮度的显示屏幕^[3]。雷鸟 X2、魅族 MYVU Discovery、INMO Go、nubia Neo Air 等 AR 设备均搭载 Micro-LED 屏幕。目前,制造 Micro-LED 屏幕仍存在良率低、成本高、像素之间亮度一致性不高、亮度渐变效果差等问题,亮度大于 100 万 nit 的 Micro-LED 大多为单色^[4]。2023 年,一体式 AR 眼镜主要以单绿色 Micro-LED+衍射光波导的技术路径为主,该类眼镜质量轻、价格低。例如,星纪魅族集团发布的 AR 眼镜 MYVU,搭载的单绿色 Micro-LED 仅 0.3 cm³,采用树脂材质的波导片使眼镜整体质量减轻到 43 g,入眼亮度高达 2000 nits,透光率达到 80% 以上,售价 2499 元^[5]。

Micro-LED 的全彩化方案,目前主要可分为 RGB 三色 LED 法、UV/蓝光 LED+发光介质法、光学透镜合成法 3 种类型^[6]。RGB 三色 LED 法是将 3 颗不同的蓝色、绿色和红色 Micro-LED 分别从各自原始晶圆上剥离、转移、组装到同一驱动基板上形成一个独立的全彩像素,每一个蓝色、绿色和红色 Micro-LED 子像素还可以再划分为 256 个灰度等级,共组成 256×256×256 种颜色,能完全满足人眼对显示的视觉要求^[7]。雷鸟 X2 眼镜的全彩 Micro-LED 就是通过 RGB 三色 LED 法所实现的 RGB 彩色。这种方法理论上可以得到最理想的全彩显示效果,也是目前可实现 Micro-LED 全彩量产的最优方案,但现阶段仍存在巨量转移、红光 Micro-LED 发光效率等关键制程技术限制,距离单片全彩仍有一定时间距离^[7]。

根据 RGB 三色芯片的排布方式,RGB 三色 LED 法从最初的水平排列(图 2(a))衍生出垂直堆叠结构。麻省理工学院(MIT)的研究小组通过对 RGB 三色晶圆进行整体剥离并在垂直方向上将它们堆叠在一起(图 2(b)),并且找到了一种方法防止上层的子像素遮挡下层子像素的光线。采用这种新的垂直堆叠方法,不仅使全彩 Micro-LED 像素面积相较水平排列方式减少了 1/3,显示屏还可以

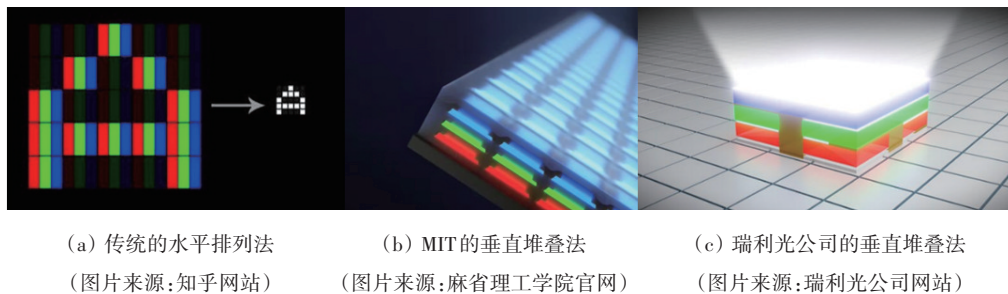


图2 RGB三色LED彩色方案排布方式

达到5000 PPI的像素密度^[8]。Rayleigh Vision(瑞利光)公司研发的双层Micro-LED微显示器也采用了堆叠方法(图2(c)),并且允许每层进行独立的颜色调整。其Micro-LED产品包括0.55英寸的全彩Micro-LED微显示器和0.38英寸的单色显示器,像素密度达到3780 PPI,甚至可以在2.5 mm Micro-LED上实现超过1万PPI的惊人像素密度^[9]。垂直堆叠法不仅具有创造性,还可能重塑整个行业。

1.3 XR头显迈入空间计算时代

空间计算的概念最早由Simon Greenold在2003年提出,被定义为一种可以将用户界面从屏幕上彻底解脱的产品交互体验技术^[10]。空间计算不同于传统个人计算机(PC)/移动计算,不局限于实体屏幕,用户可以摆脱传统键鼠交互方式的束缚,在XR、物联网、环境计算、体感交互、人工智能等技术的加持下,捕获周围环境中的3D数据,并为之实时交互和处理,主要用于人机感知交互和环境理解的新一代智能终端。

苹果公司的Vision Pro用户可以通过头显上的旋钮随时切换VR/AR/MR体验场景,从而实现数字与现实的混合,Vision Pro成为集VR/AR/MR设备为一体的空间计算设备,标志着XR头显进入空间计算时代(图3(a))^[2]。2023年8月,国内AR眼镜厂商Rokid公司发布其首款消费级个人空间计算平台Rokid AR Studio(图3(b))。继续延续其分体式设计思路,Rokid AR Studio由AR空间计算眼镜



(a) Apple Vision Pro (b) Rokid Max Pro

图3 空间计算设备(图片来源:VR陀螺网站)

Rokid Max Pro和AR空间计算主机Rokid Station Pro组成^[11]。Rokid Station Pro采用高通第一代骁龙XR2+,与骁龙XR2平台相比,能提升30%的散热性和50%的续航能力。Rokid Max Pro采用Sony半导体科技公司的Micro-OLED屏幕,分辨率为1920×1200,刷新率90~120 Hz,视场角(field of view, FOV)达到50°,入眼亮度可达600 nit,能带给用户相当于6 m外215英寸超高清大屏的效果^[11]。

苹果Vision Pro从外观上看像滑雪的护目镜,Rokid Max Pro则更像平时佩戴的太阳镜。外观的差距源自底层技术路径不同。Rokid Max Pro采用光学透视(optical see-through, OST)技术,Vision Pro则用的是VST技术。二者是透视技术的2种主要实现方式。OST技术方案是通过一个半透明的光学合成器将计算机生成的虚拟世界图像反射到用户的眼睛里,与直接通过眼镜片进入眼睛中的真实世界光线合成实现的(图4(a))^[12]。采用该技术方案的设备对硬件要求不高,佩戴轻便,价格相对较低,例如Rokid Max Pro的售价为4999元,质量

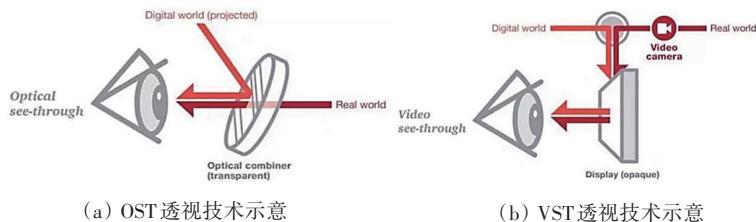


图4 透视技术实现方式示意(图片来源:智东西网站)

为 76 g。VST 技术方案则是通过摄像头实时捕捉到真实世界的图像,再与计算机生成的“虚拟图像”叠加在不透明的显示器上,实现类似透明的效果(图 4(b))^[12]。采用该技术方案的设备对硬件要求高,价格也相对较高,现阶段无法优化硬件的情况下,眼镜佩戴时会感到较为沉重,例如 Vision Pro 质量约为 454 g,售价约 25543 元。

OST 在分辨率、延迟、亮度等方面表现突出,在 FOV、遮挡、信息配准、亮度控制等方面 VST 则更具优势^[13]。目前业界采用 OST 方案的代表是光波导阵营的 HoloLens 系列、Magic Leap 系列、Rokid Glass2、Rokid X-Craft 和 Birdbath 阵营的 Rokid Max Pro/Air Pro、Xreal X 等,属于严格意义上的 AR;采用 VST 方案的代表是 Vision Pro、Varjo XR、Quest2/Pro、PICO 等,更准确地说属于 MR,兼有 AR 和 VR 的体验。尽管 OST 可以做到轻薄、省电,但光路设计复杂,成本高,量产难度高,画面视角有限,并且存在色散、光晕和“彩虹”现象,无法显示纯黑画面,能真正导入 OST 方案量产的厂商少之又少。因此,现阶段以 VR+VST 为核心技术的 MR 产品承担起了空间计算时代通用硬件的重任,以 OST 为核心技术的 AR 眼镜类产品将在垂直细分领域找到合适的发展空间,二者未来将沿着不同的技术路线展开生态系统上的角逐^[14]。

1.4 触觉 VR 手套无线化

触觉手套为实现用户在 3D 环境中的沉浸式体验提供了重要的触觉维度。而目前 HaptX 和 Meta 开发的触觉手套均需要通过大量复杂的管线与笨重的控制单元相连。Fluid Reality 公司目前研发的触觉 VR 手套则提供了完全无线、轻便且独立的装置(图 5(a)和图 5(b))。该装置包含 160 个动态触觉反馈器,可以为用户每个指尖提供高分辨率的触感,当用户佩戴该手套演奏虚拟小提琴时,可以感受到每根琴弦(图 5(c))^[15]。

Fluid Reality 触觉手套每个指尖的触觉阵列中都装有包含流体的气泡状“像素”(图 6),每个像素都是一个厚度为几百微米的专用电控泵。气泡被激活时,流体就会填充并拉伸气泡,电控泵则根据电渗原理吸引流体内的电荷流动,从而栩栩如生地



图 5 Fluid Reality 触觉 VR 手套
(图片来源:Fluid Reality 公司官网)

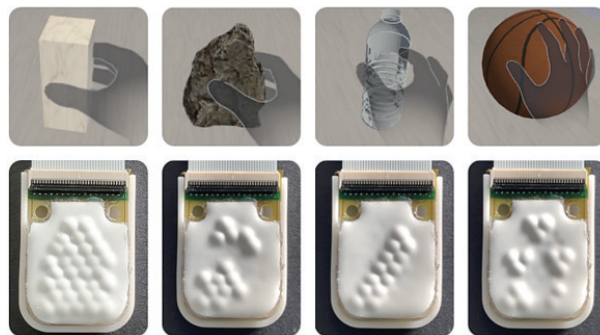


图 6 手套指尖触觉阵列中的气泡状“像素”
(图片来源:Fluid Reality 公司官网)

模拟不同大小、形状和纹理的物体触感。触觉阵列厚度约为 5 mm,运行功耗低至 10 mW/像素。该手套的每个触觉阵列完全独立,不需要有连接到外部设备的管道或接线,续航时间约为 3 h,包括驱动电子设备和电池在内共重约 207 g,仅为 HaptX 手套质量(7700 g)的 2.7%,且价格更便宜^[15]。

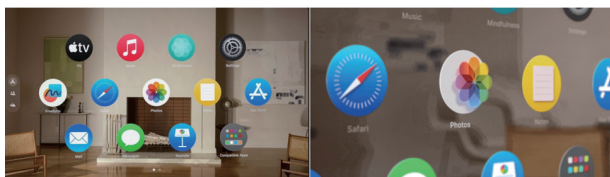
2 软件侧

2.1 AR 操作系统迈向新里程碑

生态系统建设是科技巨头的兵家必争之地,而操作系统则是重要的突破口之一。AR 操作系统作为第三代计算平台的核心软件,它起着支持硬件运行、内容展示和多模态交互的重要作用。目前的 AR 操作系统并非底层操作系统,大多是基于 Android 和 Linux 开发的一种类 AR 平台。

苹果公司的 Vision Pro 基于其最新操作系统 visionOS 运行。visionOS 采用半透明界面,由窗口(windows)、体(volumes)和空间(spaces)3 个基础概念组成。进入 visionOS 后,用户视觉默认出现在类

似 MacOS 桌面的 shared space (公共空间) (图 7 (a)), 但比 macOS/iOS 增加了一个用于交互式视觉效果处理的“实时子系统(real-time subsystem)”。双手和眼部是用户导航 visionOS 界面的方式, 通过手指单击可选定图标, 手指捏合并轻轻拂动可实现滚屏, 双眼注视界面图标即可获取焦点(图 7(b)), 如同在 Mac 上单击图标一样, 画面会从平面转入立体, 即从 Windows 进入 Volumes。VisionOS 的三维界面使应用程序摒弃了传统显示器的边界限制, 图标以不同比例并排出现, 并且界面能够动态响应自然光线和阴影, 给用户传达更精准的规模和距离感^[6]。



(a) 公共空间界面 (b) 获取双眼注视焦点

图 7 VisionOS 界面(图片来源:VR 陀螺网站)

2023 年 8 月, 国内 AR 眼镜厂商 Rokid 公司联合计算机图形引擎技术提供商粒界科技, 在国产 AR 操作系统上获得重大突破。Rokid YodaOS-Master 是一款基于 Android 系统开发的 AR 空间操作系统, 配备了 6DoF、SLAM 能力, 能多方位、精准地检测到实际物理空间的位置, 实现虚拟内容和物理空间的融合渲染和自然交互, 还可以实现基于空间计算的空间多屏、空间搜索和空间巨幕等功能。空间多屏能同时开启多个并列窗口, 每个窗口都带有空间定位功能, 换窗口浏览信息时仅需轻微转头, 信息便一览无余, 并且 32:9 的超大巨幕使信息呈现不再受限于屏幕尺寸(图 8(a))。除了支持全新的 3D 应用, YodaOS-Master 也能完美地兼容 Android 系统生态中的 2D 应用。用户可以通过 Rokid AR Studio 安装并使用手机、Pad、TV 等多个终端的 Android 应用, 享受丰富的内容生态。交互方式上, Rokid 只用眼睛、手势和声音就能实现实时操控, 通过手指捏合进行点击和选中, 左右拨动进行浏览界面的切换(图 8(b)), 特定场景下还能通过抬腕、捏拳、拖拽等进行操控^[17]。



(a) 巨幕模式浏览信息 (b) 多屏模式浏览选择

图 8 YodaOS-Master

(图片来源:Rokid 公司官网)

苹果入局 AR 操作系统, 使下一代计算平台的交互标准被定义为手眼+语音的多模态交互形式。国产 AR 空间操作系统的推出, 标志着中国在 AR 技术领域打破了固有的格局, 使底层技术开发不再受制于外部因素, 真正实现从 AR 底层系统到上层软件的全面闭环与生态发展, 推动“中国制造”向“中国智造”转变^[18]。

2.2 3D 扫描建模工具即将步入“民用”时代

传统 3D 扫描生成需要依赖于专业的扫描设备, 昂贵的扫描仪价格无形中阻碍了很多潜在的用户群体。2021 年苹果全球开发者大会(WWDC)期间, 苹果公司推出了一个名为 Object Capture 的 3D 内容生成解决方案。用户通过 iPhone 手机拍摄物体后形成数张多角度的 2D 照片, 将照片传输到 Mac 电脑建模即可生成该物体的 3D 模型。2023 年 WWDC 期间, 苹果公司进一步改善了 Object Capture 的使用体验, 用户不需依赖 Mac 电脑, 仅通过一部 iPhone 手机即可实现从扫描到 3D 生成的全过程: 首先用手机划定真实物体边界, 再根据可视化提示对物体进行 360°扫描, 最后等待模型生成。整个建模流程操作简单, 从扫描到模型生成只需要花费数分钟的时间(图 9(a))^[19]。伴随着 iPhone 支持 Object Capture, 其年出货量高达数千万台。

Object Capture 生成的 3D 文件格式为 USDZ。USDZ 是专门用于 AR/VR 场景的无压缩打包方式的文件, 内容紧凑, 可以被直接读取和分享, 也可以在苹果自带的邮件、便笺、Safari、iMessage 等应用中快速查看, 还可以将文件放置于真实环境中以构建相应的 3D 模型 AR 体验。2023 年苹果 Vision Pro 发布会现场, 演示了一段通过头显的 iMessage 应用直接接收 3D 文件的场景视频(图 9(b))。USDZ 还得到英伟达、Sketchfab、Adobe、Autodesk、Pixar 等企



(a) Object Capture 扫描建模 (b) 通过 Vision Pro 接收 3D 文件
(图片来源:青亭网网站) (图片来源:VR陀螺网站)

图9 3D扫描建模与文件分享

业应用的支持(安卓设备目前需经过格式转换)。Object Capture 的发布预示着 3D 扫描建模马上步入“民用”时代^[19]。

澳大利亚 JigSpace 公司开发了一款 3D 教学建模平台,能够自动将 3D 模型转换为在 iPad/iPhone 上查看的 AR 对象。2023 年该公司又推出人工智能工具 Spark,使用户能在几秒内通过 CAD 模型创建一个 AR 产品演示,并且能在真实空间背景下查看和调整这个 AR 对象,还能给该对象添加文字说明信息。JigSpace 平台上创建的内容还可以在 Vision Pro 上无缝运行,就像在智能手机上查看一般。如图 10 所示,即为通过 Vision Pro 将阿尔法·罗密欧 F1 赛车的设计及空气动力学原理用逼真的 3D 形式展现出来^[20]。



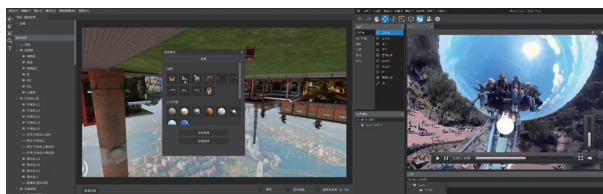
图10 利用 Spark 创建可视化气流等物理现象
(图片来源:93913 虚拟现实网站)

2.3 3D 内容创作工具助力跨平台连接与展示

XR 产业发展的痛点在于内容生态上难以突破。Object Capture 的发布和众多科技巨头的应用支持不仅使智能手机将成为 3D 内容创作的最大生产工具,还将推动 3D 内容从创作、格式标准化、分享与展示方面实现跨平台连接,使 XR 内容产业步入加速发展阶段^[21]。

苹果公司的 iPhone 智能手机用户不仅可通过 Object Capture 快速创建 3D 物体模型并通过 Vision Pro 查看,还可以录制新型 3D 内容形式“空间视频”在 Vision Pro 上播放,还基于 MV-HEVC 编码实现一键分享,使其他用户佩戴 Vision Pro 时感受拍摄现场的体验^[21]。苹果公司还与 Adobe、Autodesk、皮克斯和 NVIDIA 等厂商成立 OpenUSD(AOUSD)联盟,统一影视、动画、建筑业等行业的 3D 模型格式,共同推动通用场景描述技术的标准化、演化和发展,消除不同设备、品牌之间 3D 内容创作、分享和展示的障碍^[21]。

北京灵境世界科技有限公司自主研发的沉浸式 3D 内容创作工具 MRCreator(图 11(a)),以 6DoF 实景场景融合技术为核心构建处理功能,支持多种素材格式输入和交互编辑功能,无需编码就能完成 3D 内容制作,还支持跨平台打包,可以在 PC 端、安卓端及主流 VR 头显上运行生成的内容,从而降低 3D 内容制作成本^[22]。目前 MRCreator 已广泛应用于 VR 教育培训、VR 游戏、VR 影视、VR 文旅文博、VR 工业等多个领域。南京睿悦信息技术有限公司 Nibiru 推出的全自主化三维实时渲染内容创作引擎 Nibiru Studio(图 11(b)),即将完成跨平台 Linux 移植,实现 Windows、Android、Linux、国产系统等跨平台应用,使 Nibiru Studio 赋能更多应用场景。



(a) 3D 内容创作工具 MRCreator (b) Nibiru Studio 三维实时
渲染内容创作引擎
(图片来源:北京灵境世界科技有限公司官网) (图片来源:南京睿悦信息技术有限公司官网)

图11 支持跨平台连接与展示的 3D 内容创作工具

2023 年 10 月,高通公司推出了突破性的跨平台技术 Snapdragon Seamless(图 12),可以实现 Android、Windows 等不同操作系统终端的无缝连接,实现设备之间共享外设和数据。终端生产商和操作系统合作伙伴可基于该技术向消费者提供增强

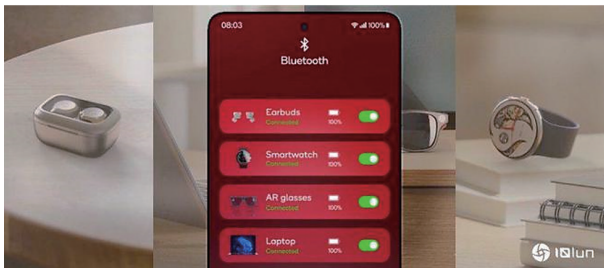


图12 Snapdragon Seamless 跨平台技术
(图片来源:十轮网网站)

和扩展多终端的体验,例如可以在PC端、移动端和平板电脑上无缝使用键鼠、拖放文件和窗口、切换耳机等。该技术目前已集成到高通骁龙8 Gen 3、骁龙X Elite等平台中,未来还将扩展到汽车、物联网等平台。微软、Android、小米、联想等公司都正在携手高通,共同推动Snapdragon Seamless技术的发展^[23]。

3 内容侧

3.1 裸眼3D技术推动移动裸视三维行业发展

裸眼3D是一种不需要佩戴任何辅助工具就能享受到逼真三维立体效果的新兴显示技术^[24]。杭州第19届亚运会开幕式通过裸眼3D技术构建了钱塘江浪潮、拱宸桥、荷叶露珠等形态逼真的画面。拱宸桥的全景立体影像跃然于开幕式现场(图13),桥的一岸通往古代,一岸连接现代,向观众栩栩如生地展示了一场古与今、虚拟与现实的对话^[25]。



图13 杭州亚运会拱宸桥全景立体影像
(图片来源:齐鲁壹点网站)

在数据压缩、机器视觉等技术发展下,3D数据的传输和显示更易于实现。2023年南昌VR产业大会期间就展出了一款京东方公司即将投入商用

的110英寸8K裸眼3D显示屏。为了让裸眼3D更加平民化,在终端侧落地的裸眼3D产品也逐渐增多。华为公司在2023年中国国际信息通信展览会上展示了一款11英寸的3D Pad,该产品不仅支持2D/3D切换,实现2D画质无损,还能实现上下60°,左右90°,前后40~60 cm的移动终端裸眼3D观看。宏碁、Leia等企业也开始布局裸眼3D小屏产品。此外,裸视三维智慧膜的研发也取得突破,覆盖上三维智慧膜的普通智能手机就能实现裸眼3D观看的效果,成本低,覆盖面广,还有助于缓解眼睛疲劳,使移动裸视三维行业的发展迈入新的阶段^[25]。

3.2 VR大空间沉浸式体验重塑文旅消费场景

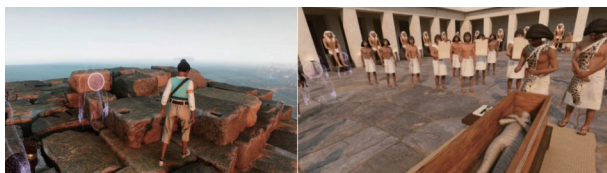
体验经济时代,传统的文旅体验已不能满足新消费的需求。2023年5月,VR大空间沉浸式探索项目《消失的法则——胡夫金字塔沉浸式探索体验展》登陆上海,成为上海首批文旅元宇宙创新示范项目。该项目是全球首个在埃及胡夫金字塔内部及周围环境扫描勘测,并1:1高精度建模还原的新型文旅体验项目,也是元宇宙文旅领域的一次引领式突破。自展出以来,现场接待已超6万人次,相关的抖音词条累计近400万阅读量。2022年6—10月,《消失的法则》在法国巴黎首映的4个月中吸引超过5万名参观者^[26]。

该体验项目由博新元宇宙公司、法国XR内容品牌商Excurio和HTC Vive联合推出,现场体验设备采用HTC Vive Focus 3 VR一体机背包大空间解决方案,保障整个体验的效果与流畅程度。时长45 min的沉浸式虚拟现实体验中,在近500 m²的展厅里,观众穿戴上特制“背包”及VR头显设备(图14),如同现实生活中游览古迹一样,边走边看,实时交流互动,还可以像线下团队游一样,多人组队共同探索体验4500年前的古埃及文明^[26]。



(a) 背包设备 (b) 携带背包和VR头显体验的用户
图14 HTC Vive Focus 3 VR一体机背包大空间
解决方案(图片来源:城市光网)

“游览”过程中,观众可以瞬间穿越到4500年前,登上大金字塔顶俯瞰吉萨高原全景(图15(a)),也可以俯身进入神秘幽暗的密道了解金字塔的内部构造和历史脉络,还可以“看”到法老王死后到祭祀完成,被制作成木乃伊的全过程(图15(b)),甚至还可以探索此前从未向公众开放的区域。VR大空间沉浸式体验将重塑线下文旅消费场景,成为未来中国本土IP沉浸式文旅探索体验的新发力点^[27]。



(a) 登上金字塔顶俯瞰 (b) 观看木乃伊制作过程
(图片来源:新浪网) (图片来源:VR陀螺网站)

图15 《消失的法老》体验场景

3.3 虚拟赛事体验从沉浸式观赛升级到参与跨国界竞技

随着现代科技的发展,大众观看体育赛事的方式不断升级迭代,从“看现场”到“在现场”,从“看直播”到“互动参与”。继卡塔尔世界杯和成都世界大学生夏季运动会后,PICO再一次对杭州第19届亚运会进行全程直播、回放。依托PICO 4系列4K+分辨率、105°视场角,用户可以打破虚拟观赛的空间壁垒,获得更多互动性和氛围感的沉浸式体验:金牌时刻,可以在会场上空欣赏“烟花绽放”(图16(a));休闲时刻,可以创造个人专属的线上观赛社交场,与天南海北的朋友甚至陌生人一同语音畅聊;运动健儿冲刺时刻,可以挥动带有振感反馈装置的互动道具“荧光棒”加油助威(图16(b)),也使用“自拍杆”记录荣耀时刻(图16(c))^[28]。



(a) 沉浸式观看烟花绽放 (b) 使用荧光棒 (c) 使用自拍杆
加油助威 记录荣耀时刻

图16 杭州亚运会沉浸式观赛场景

(图片来源:新浪VR网站)

在全民健身趋势下,越来越多的消费者更注重自身参与感和比赛的娱乐属性。在PICO的“多合一运动亚洲挑战赛”健身场域,用户只需要2~3 m²的空间,便可足不出户与中国、日本、韩国、新加坡、马来西亚、泰国6国参赛选手PK,比赛项目涵盖篮球、乒乓球、排球、壁球、羽毛球、网球、射箭和拳击8项。同台竞技过程中可以实时语音互动,感受跨国界的体育竞技魅力,也提升了居家运动的趣味性^[28]。赛后,用户还能在PICO 4“运动中心”实时查看卡路里消耗数据,让运动效果可视化。从看、互动到全民参与赛事的内容延伸,提升了用户在全民赛事中的参与感和竞技乐趣。

4 建议

4.1 夯实产业高质量发展的新型基础设施和硬件技术底座

XR产业链较长,目前整体技术尚不成熟,单一环节的提升难以撬动全行业的攀升。对中国XR产业而言,夯实产业高质量发展的基础设施和硬件技术底座,加大产业链薄弱环节的技术突破,才能抓住新一代信息技术快速迭代发展的机遇。加快新型基础设施工程建设,提升4G和5G网络基础设施,培育5G+和6G等未来网络形态,加快推进“双千兆”网络建设。建设新型算力中心,推进数据中心从存储型向计算型升级、数据中心与多元算力的协同发展,加快构建“云边超智”多元协同数网融合的算力体系^[29]。加强XR产业核心硬件技术突破的力度,在核心芯片、显示器件、传感器等底层关键技术创新上加快突破,增强产业核心竞争力,助力产业高质量发展^[30]。

4.2 提升软硬件产品系统集成和融合创新能力

2023年,XR产业在3D内容创作与展示形式、内容格式标准化、内容分享平台无缝化连接等方面均取得较大突破,但目前优质的XR内容供给仍不够丰富,有待于提高XR软硬件产品系统集成与融合创新能力。中国XR产业需加强内容生产技术和工具的研发,支持动态三维建模、光场成像等技术的研究,强化视觉捕捉、动作实时生成、3D实时

渲染、手势/眼动追踪等关键技术攻关,重点突破人工智能生成内容(AIGC)技术,探索研发多感知多模态预训练大模型,优化智能算法、大模型在XR产业领域的集成应用,提升沉浸式数字内容生成效率和精度,使软件和工具开发效率赋能更多的行业领域^[31]。

4.3 加快构建扩展现实标准体系,提升中国标准影响力

加快构建涵盖软硬件、内容生产、创新应用等全产业链的XR标准体系,发挥标准对XR产业的引导支撑作用。建立产学研用协同机制,健全XR技术、产品、测试评价工具及评价体系,保障XR产品性能和质量。积极参与XR产业技术标准制定,推动XR产业标准的国际化工作,为全球XR产业发展贡献中国标准,提高中国标准的影响力^[30]。

4.4 加强龙头企业培育,形成具有国际竞争力的产业集群

企业是构建产业链的主体力量,现阶段中国扩展现实企业以中小型企业为主,虽然已基本形成江西省、山东省、北京市、上海市、广东省“五区共生”的产业分布格局,但具有国际市场竞争力的龙头企业数量较少。要加快培育一批产业生态主导能力强、核心竞争力突出、创新水平高、市场前景广阔的龙头企业。坚持市场主导、融合创新、应用牵引、联动发展的原则,促进大中小企业融通发展,培育专精特新新型中小企业和小巨人企业。充分发挥龙头企业作用,带动上下游企业共同成长,促进产业集聚发展,形成具有较强国际竞争力的产业集群。以突破关键技术产品研发和推进行业应用为抓手,打造多元化产品矩阵,引导市场主体,全力构筑XR产业发展新高地^[31]。

5 结论

科技巨头入局带动XR产业开启空间计算的全新产业格局:协处理芯片、空间计算、透视技术成为提升XR终端性能的风向标,下一代计算平台的交互标准被定义为手眼+语音的多模态交互形式,3D内容从制作、格式标准化到分享展示均实现跨平台

连接,大空间、大模型的应用在内容侧带动线下产业复苏。3D内容破局+硬件联动将助力XR产业迎来崭新的发展机遇。中国XR产业在自研协处理芯片、AR空间计算设备、AR操作系统、3D内容创作等方面取得重要突破的同时,也暴露出关键软硬件和场景体验融合发展中的核心难题,仍需夯实新型基础设施和硬件技术底座,提升软硬件产品的系统集成和融合创新能力,加快构建扩展现实标准体系,提升中国标准的影响力,加强龙头企业培育,形成具有国际竞争力的产业集群,实现软硬件系统集成和内容生态协同发展的趋势,打造技术、产品、服务和应用共同繁荣的高质量产业发展格局。

参考文献(References)

- [1] 首颗空间定位协处理芯片发布,耀宇视芯如何助力VR/AR行业破局[EB/OL]. (2023-10-27)[2023-11-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1780897515942158908&wfr=spider&for=pc>.
- [2] Apple Vision Pro 开启“空间计算”时代[N]. 电脑报, 2023-06-12(2).
- [3] 上官质彬. 应用于Micro-LED全彩化显示的钙钛矿量子点合成及光学性质研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2021.
- [4] 卢文胜. LED显示芯片行业现状与发展研究[J]. 中国集成电路, 2023, 32(12): 30-35.
- [5] 2023年回首向前: 30款AR眼镜, 4个维度, 9个趋势[EB/OL]. (2023-12-28)[2023-12-28]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1786518245168194805&wfr=spider&for=pc>.
- [6] 下一代微显示器技术: Micro LED产业化之路还有多远[EB/OL]. (2022-07-01)[2023-11-28]. <http://www.pinevc.com.cn/article/819.html>.
- [7] 王艳. 红光Micro-LED的制备和表征[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2023.
- [8] Shin J, Kim H, Sundaram S, et al. Vertical full-colour micro-LEDs via 2D materials-based layer transfer[J]. Nature, 2023(614): 81-87.
- [9] 瑞利光研发可独立调色双层MicroLED阵列[EB/OL]. (2023-10-18)[2023-12-10]. <https://microled.cn/MicroLED/2702.html>.
- [10] Greenwald S. Spatial computing[D]. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2003.
- [11] Rokid推出AR Studio新套装 轻薄眼镜的元宇宙能力开始觉醒[EB/OL]. (2023-08-27)[2023-12-08]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1775363044600590795&wfr=spider&for=pc>.
- [12] AR交互设计的beta“信息素”推荐[EB/OL]. (2023-10-

- 25)[2023-11-20]. <https://new.qq.com/rain/a/20231025A-03MK200>.
- [13] 空间计算之战开启!苹果店第一台AR眼镜, 开卖了[EB/OL]. (2023-08-16)[2023-10-20]. <https://new.qq.com/rain/a/20230816A04PGK00>.
- [14] 开启全新虚拟现实体验之门[EB/OL]. (2023-08-09)[2023-10-22]. <https://new.qq.com/rain/a/20230809A045-0100>.
- [15] Fluid Reality 推出不受束缚的高分辨率触觉VR手套[EB/OL]. (2023-11-01)[2023-11-22]. <https://vr.sina.com.cn/news/yx/2023-11-01/doc-imztaxhs9033502.shtml>.
- [16] 苹果宣布最新操作系统: VisionOS[EB/OL]. (2023-06-06)[2023-10-21]. <https://www.cnblogs.com/lzhdim/p/174-60938.html>.
- [17] Rokid 发布国内首个轻薄型空间计算平台[EB/OL]. (2023-08-27)[2023-10-21]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1775365232238980332&wfr=spider&for=pc>.
- [18] 国产AR操作系统告别“卡脖子”, 迈向新里程碑[EB/OL]. (2023-12-26)[2023-12-27]. <https://www.vrtuoluo.net/538774.html>.
- [19] FBEC2023工具门槛持续下探, 苹果能否引领3D共创时代[EB/OL]. (2023-11-10)[2023-11-23]. <https://www.vrtuoluo.cn/538259.html>.
- [20] 3D教学建模平台JigSpace推出人工智能工具[Spark][EB/OL]. (2023-11-04)[2023-11-24]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1781601456621081109&wfr=spider&for=pc>.
- [21] 深度*行业*XR行业跟踪: 3D内容破局+硬件联动XR产业链迎新发展机遇[EB/OL]. (2023-12-19)[2023-12-24]. https://stock.finance.sina.com.cn/stock/go.php/vReport_Show/kind/lastest/rptid/756320138346/index.phtml.
- [22] 灵境世界CEO宋阳: 释放3D沉浸式交互内容生产力[让VR火出圈][EB/OL]. (2023-11-18)[2023-11-24]. <https://www.163.com/dy/article/IJQQPMKN0526903G.html>.
- [23] 高通发布Snapdragon Seamless技术, 未来可实现XR、物联网等领域终端设备无缝连接[EB/OL]. (2023-10-25)[2023-11-24]. <https://www.vrtuoluo.cn/538043.html>.
- [24] 裸眼3D技术引领当下全新数字潮流[EB/OL]. (2023-03-13)[2023-10-08]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1760246343435777953&wfr=spider&for=pc>.
- [25] 发展势头强劲, 我们距离裸眼3D自由更近了?[EB/OL]. (2023-11-17)[2023-11-28]. <https://www.vrtuoluo.net/538350.html>.
- [26] 《消失的法老》爆火背后, 暗潮涌动的VR大空间[EB/OL]. (2023-11-22)[2023-11-28]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1783256162202360142&wfr=spider&for=pc>.
- [27] 胡夫地平线金字塔沉浸式探索体验展(北京)[EB/OL]. (2023-12-13)[2023-12-18]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/671981273>.
- [28] 上PICO, 沉浸式观看亚运直播, 参与跨国界游戏竞技[EB/OL]. (2023-09-22)[2023-10-18]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1777715524012859468&wfr=spider&for=pc>.
- [29] 关于深入推进数字经济做优做强“一号发展工程”的意见[EB/OL]. (2022-07-05)[2023-10-19]. <http://www.hfzf.gov.cn/hfxgyz/zcjd/202207/40218ad5480740179f790626-4468b414.shtml>.
- [30] 虚拟现实产业发展白皮书(2023年)[R]. 北京: 中国电子信息产业发展研究院, 2023.
- [31] 江西省元宇宙产业发展指导意见[A/OL]. (2023-08-22)[2023-12-20]. <http://ec100.cn/detail--6631287.html>.

Review on hot spots of extended reality(XR) in 2023

FAN Liya¹, MA Jieyuan², LIU Xitao¹, WANG Yiyin¹, SUN Jingyu¹

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

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

Abstract In 2023 a new industrial pattern of XR industrial spatial computing was formed due to the entry of technology giants. Breakthrough transformation in hardware form of the XR industry was achieved. Meanwhile, the industrial focus was gradually shifting from hardware to interactive methods, content ecology, and scene experience: Vanes for improving XR terminal performance were established, including co-processing chips, spatial computing, and perspective technology; the interaction standard of the next generation computing platform was defined as multimodal forms of gesture interaction, eye tracking, and speech interaction; the cross platform connection of XR content was realized, from 3D production, format standardization to sharing and display; the recovery of offline industries was driven by the application of large space and models on the content side. The XR industry was being driven towards the direction of software and hardware system integration and collaborative development of content ecology, stemming from the enormous potential of the explosion of new generation computing platforms. A mutually prosperous high-quality industrial development pattern would inevitably be promoted, including technology, products, services, and applications.

Keywords extended reality; virtual reality; space calculation; industry hot spot; metaverse ●



(责任编辑 徐丽娇)