

2021年扩展现实(XR)热点回眸

范丽亚¹, 于文江², 韦骞³, 缪相林¹

1. 西安交通大学城市学院, 西安 710018

2. 中国虚拟现实技术与产业创新平台, 北京 100043

3. 南京维赛客网络科技有限公司, 南京 210012

摘要 2021年,元宇宙概念引爆扩展现实(XR)产业新一轮的快速发展,XR产业在硬件侧、软件侧、内容及应用侧均取得了重大突破。XR作为元宇宙的重要入口,面临新的机遇和新的挑战。通过分析中国扩展现实产业发展过程中面临的主要问题,提出了加大底层核心零部件降本量产的创新研发支持、打破系统软件和开发工具的技术成果转化壁垒、夯实网络新基建、增强内容生产能力等建议。

关键词 元宇宙;扩展现实;产业热点

以扩展现实(extended reality, XR)技术^[1]为核心的“Metaverse(元宇宙)”概念在2021年热度空前高涨。Metaverse是由Meta(超前,元)和Universe(宇宙)中的verse演化而来,表达人类对宇宙本源的探索和互联网“终极形态”的向往^[2]。元宇宙并非2021年的一个新概念,其起源可追溯到第二次世界大战前后提出的Cybernetics概念。钱学森将Cybernetics与传统控制论(Engineering)相结合,于1954年提出“工程控制论”概念。1953年,美国军方将Cybernetics与Space理论结合提出Cyberspace概念,设计了视觉耦合机械模拟器,1984年公开后,形成“虚拟现实”(virtual reality, VR)概念。

1990年,钱学森认为虚拟现实技术处理的环境,可以称之为“灵境”,虚拟现实技术也可以称为“灵境技术”,这样更贴近中国文化。钱学森提出,灵境技术是继计算机技术革命之后的又一项技术革命,它将引发一系列震撼全世界的变革,一定是人类历史中的大事。1991年出版的《镜像世界》(*Mirror World*)可称之为元宇宙的技术源头,而1992年《雪崩》一书可以说是元宇宙的文化源头^[3]。1999年的《黑客帝国》和2018年的《头号玩家》则把人们对于元宇宙的解读和想象搬到了大银幕上,2021年元宇宙概念被Roblox引爆。

中国、美国、日本和韩国等国在元宇宙产业发

收稿日期:2021-12-27;修回日期:2021-12-31

基金项目:陕西省教育科学规划课题(SGH21Y0398);西安交通大学城市学院实践教学专项教学改革与研究项目(SJJG01005)

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:fanliya_xjtucc@163.com

引用格式:范丽亚,于文江,韦骞,等. 2021年扩展现实(XR)热点回眸[J]. 科技导报, 2022, 40(1): 184-195; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.

2022.01.013

展中表现出了较高的政策支持度和资本活跃度,苹果、脸书(Meta)、微软、谷歌、华为、腾讯、字节跳动等国内外科技巨头都在争相布局和探索元宇宙产业链,战略卡位“下一代计算平台”,使得2021年成为元宇宙高速发展的“元年”^[4]。XR设备作为用户进入“元宇宙”的通道,在这一年里,软硬件技术都实现了突破性进展,元宇宙的场景将更加丰富^[5]。

1 硬件侧

硬件设备是元宇宙搭建的基础,用户通过XR设备感知元宇宙世界。XR硬件设备主要包括微显示器、GPU芯片等零部件,XR整机设备及交互设备等。

1.1 微显示器技术取得突破性进展

微显示器作为XR设备内容呈现和自然交互的重要载体,成为轻型化、沉浸感XR设备的关键核心零部件。目前主流的微显示器技术主要包括快速响应液晶(Fast-LCD)、硅基液晶(Liquid crystal on silicon, LCoS)、硅基有机发光二极管(Micro OLED)和微型发光二极管(Micro LED)4种。目前Fast-LCD微显示器量产稳定,性价比高,是多个品牌消费级VR头盔的首选^[6]。1~2英寸(1英寸=25.4 mm)的Fast-LCD显示器可以消除纱窗效应,响应时延低于5 ms、分辨率达到4K、刷新率达到70~90 Hz。2021年发布的6DOF VR一体机Pico Neo3、奇遇3等都采用了4K高清Fast-LCD液晶屏,比4K更清晰、更真实,沉浸感大大增强。LCoS和Micro OLED是目前增强现实(AR)终端的主流显示解决方案。Micro OLED微显示器具有自发光、薄、轻、视角大、响应时间短、发光效率高等特性,更容易实现高PPI、体积小、易于携带、功耗低等应用效果,是近眼显示系统的核心器件,被认为是下一代微显示技术趋势^[7]。Micro LED被认为是显示领域的一种前沿解决方案,与前3种方案相比,具有超薄、低功耗、高亮度、高对比、反应速度快等优点, Micro LED像素点之间的差距缩小到了微米级,使其能够在有着超高分辨率的同时适应各种尺寸的屏幕,微秒级的响应时间使其能够实现画面的快速切换,这就让Micro LED成为了最适合AR眼镜的

显示技术^[8]。上海显耀显示科技(JBD)有限公司在2021年6月11日发布了适用于AR终端的0.13英寸Micro LED微显示器(图1)。因其极小的体型、超高的亮度,像素级的微光学结构及完美的像素级均匀性校正,使得该微显示器被增强现实系统开发厂商视为AR智能眼镜的一个突破性的核心器件,有望促进轻便型、全天可穿戴智能眼镜的发展^[9]。

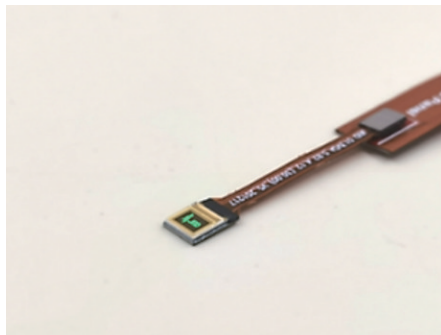


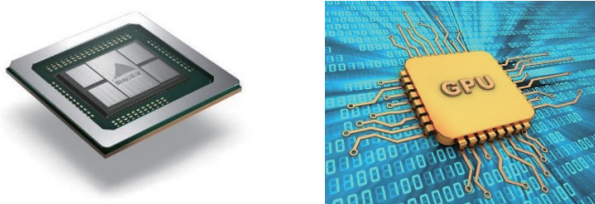
图1 JBD J013X01VGA Micro LED显示器
(图片来源于公司网站)

1.2 国产GPGPU芯片取得重大突破

图形处理器(graphics processing units, GPU)是为图形渲染任务而专门设计的处理器,可进行超高效率的数据并行计算,被称作是显卡的核心部件,广泛应用于手机、电脑、家用电器、航天航空等电子设备领域。由于技术壁垒高、人才相对短缺,GPU芯片一直都是NVIDIA、Intel和AMD占据全球主要消费市场,中国GPU产业一直处于“卡脖子”状态,直到2014年景嘉微公司成功研发出首款国产高性能、低功耗GPU芯片JM5400,打破了国外产品长期垄断市场的局面。2021年7月以来,登临科技、珠海芯动力、壁仞科技、天数智芯、景嘉微、摩尔线程等多家GPU厂商相继发布通用图形处理器(general-purpose graphics processing units, GPGPU)芯片的研发和商用情况,在国产GPGPU领域迈出重大一步。GPGPU芯片是一种利用GPU处理图形渲染之外通用计算任务的高性能芯片,因其强大的并行处理能力和存储带宽,为人工智能和高性能计算市场提供重要的算力引擎。

登临科技公司在2021年7月14日宣布其首款GPU产品已成功回片通过测试^[10];同月,珠海芯动

力第一款应用于边缘服务器的芯片 R8 已经流片, 采用三星 14 nm 工艺, 算力达到 32 TOPS, 功耗小于 14 W^[11]; 壁仞科技于 2021 年 10 月宣布其首款 7 nm GPGPU——BR100 已正式交付台积电流片, 预计 2022 年面市发布^[12]。同月, 上海天数智芯半导体有限公司全部自主研发的 7 nm GPGPU 芯片“天垓 100”(图 2(a)) 已正式进入试量产, 率先迈入商业化进程, 未来将为业界提供领先、强劲的 AI 算力^[13]。这是国产 GPU 赛道从实验室走向落地的一个关键点, 也是中国高端 GPGPU 领域的又一重大突破。摩尔线程智能科技(北京)有限责任公司于 2021 年 11 月宣布首颗国产全功能 GPU 芯片研制成功, 该芯片内置有自主研发的 3D 图形计算、AI 训练与推理计算、高性能并行计算、超高清编解码计算等关键核心^[14]。摩尔线程公司成立于 2020 年 10 月, 在不到一年的时间内成功研制出国产第一代全功能 GPU 产品(图 2(b)), 开创了国产 GPU 研发速度的先河, 目前芯片已经开始适配国产主流 CPU 和操作系统, 为消费者和企业级客户提供最佳用户体验。11 月, 景嘉微宣布 JM9 系列已经完成流片、封装、初步测试工作^[15]。



(a) 天垓 100 GPGPU 芯片 (b) 摩尔线程 GPU 芯片
图 2 GPGPU 芯片(图片来源于公司网站)

1.3 VR 一体机体验感提升, 价格亲民, 销量突破奇点

随着 XR 核心技术的突破, 终端设备显示分辨率、帧率、自由度、延时、交互性能、重量、眩晕感等性能指标日趋优化, 用户体验感不断提升, 开发成本趋于下降。2021 年 VR 一体机全球出货量达到行业发展拐点。据 IDC 数据显示, 2021 年 Q2VR 硬件市场中, Meta 保持领先地位, 市场占有率达到 75%。Meta 以每台补贴 150 美元的方式销售 Oculus 系列 VR 终端设备, 用户数量大幅上升, 截至

2021 年 11 月份, Quest 2 的销量已达到 1000 万台^[16]。此外苹果 AR/VR 头显将于 2022 年上半年发布, 其希望 AR/VR 头显 10 年内取代 iPhone。

国产 VR 一体机中, 小鸟看看、爱奇艺(后更名为“梦想绽放科技有限公司”)、大朋、北京凌宇智控科技有限公司(NOLO)等厂商在 2021 年也相继推出 VR 一体机设备, 国产 VR 品牌在中国市场越来越具影响力。2021 年 5 月, Pico 发布 6DOF VR 一体机 Pico Neo 3(图 3(a)), 搭载高通骁龙 XR2, 头盔部分重 395 g, 采用 4K 高清 Fast-LCD 液晶屏, 屏幕刷新率 90 Hz, 视场角 98°, 电池容量 5399 mAh, 续航可达 3 h, 售价 2499~2999 元人民币, 开售 24 h 销售额便破千万。Pico Neo 3 手柄较上一代产品有了较大升级, 外观上在顶部多了一个包含 32 个光学传感器的圆环, 使得高速挥动手柄时也能实现更精准的定位^[17]。爱奇艺凭借其强大的用户基础和丰富的内容平台优势, 也积极布局 XR 硬件端设备。2021 年推出的奇遇 36DOF VR 一体机(图 3(b)), 搭载高通骁龙 XR2, 采用 4K 高清 Fast-LCD 液晶屏, 屏幕刷新率 90 Hz, 全新的六自由度“追光”手柄, 具有超强的定位能力和追踪技术, 能够达到毫米级的定位精度、毫秒级的初始化和延迟速度, 并加入接触行程感应和震动反馈功能, 每一次交互都能更加真实和及时, 并且对 Steam、Quest 和 VIVEPORT 3 大内容生态进行匹配^[18]。12 月, 梦想绽放发布了更名后的首款“国民级”VR 一体机奇遇 Dream VR(图 3(c)), 拥有骁龙 XR2 芯片、双手 6DoF 手柄、8+128G 大存储配置, 价格却杀入千元消费级水平(1999 元), 在 2021 年 12 月 8 日预售活动中, 预约人数达 3 万^[19]。NOLO 的 Sonic 是以游戏为主要功能的 6DOFVR 一体机(图 3(d)), 搭载高通骁龙 845, 4K 分辨率, 视场角 101°, 电池容量 4500 mAh, 售价也在 1999 元消费级^[20]。此外, NOLO 在 VR 手柄形态轻小型“交互戒指”的研究中取得新突破(图 4), 使用戒指形态的交互手柄代替传统的手持手柄是全球第一次大胆尝试^[21]。

1.4 光波导+Micro LED 成为轻薄化 AR 眼镜积极探索的方向

AR 眼镜目前的主流显示解决方案包括 LCoS



图3 VR一体机(图片来源于公司网站)

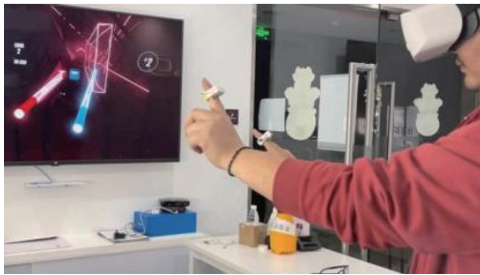


图4 NOLO 戒指交互手柄(图片来源于公司网站)

和 Micro OLED, 而 Micro LED 是显示领域的一种前沿解决方案, 尤其是光波导+Micro LED 被认为是远期最佳解决方案^[16]。但 Micro LED 产业成熟度不及 LCoS 和硅基 OLED, 成本较高、良率较低, 尚未进入大规模量产阶段, 处于产业初期探索阶段, 尤其是 Micro LED 芯片在全彩化、降本量产上仍面临技术瓶颈, 成为 AR 设备商业化落地道路上的阻碍^[22]。光波导(optical waveguide)技术可以解决光线在传输过程中的泄露和损失问题, 让眼镜中 Micro LED 屏幕上的图像通过反射和扩散, 精准传递到人眼当中, 并且整个过程能够在单边镜片内完成, 使得 AR 眼镜能够实现轻量化, 接近传统眼镜的形态而被认为是消费级 AR 眼镜的必选光学方案^[23]。小米于 2021 年 9 月发布的概念产品“小米智能眼镜探索版”采用的就是光波导+Micro LED 方案。但由于红、绿、蓝三色 Micro LED 通常不能在同一基板上同时生长, 因此在如此小的面积上实现彩色显示是非常困难的^[24]。小米也正是由于无法突破这一瓶颈, 才妥协性地选择单色显示方案, 即只能保证蓝色和绿色的发光效率, 而红光的发光量明显不足,

因此眼镜显示的所有画面都是绿色(图 5)。2021 年 9 月, 晶能光电有限公司成功制备红、绿、蓝三色硅衬底 GaN 基 Micro LED 阵列, 在 Micro LED 全彩芯片开发上前进了一步^[25]。

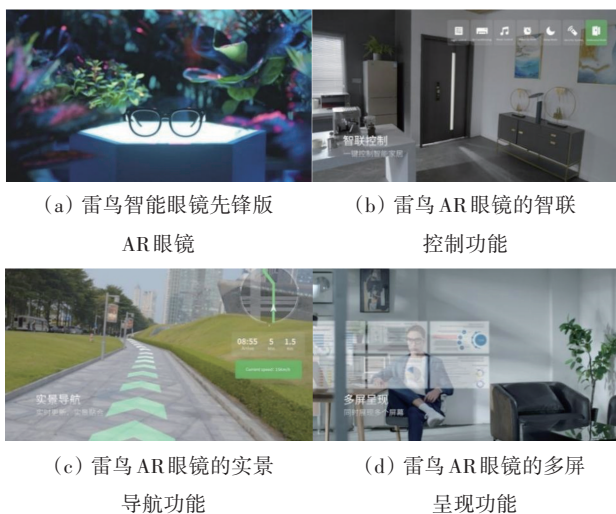
图5 小米智能眼镜显示的绿色信息
(图片来源于公司网站)

光波导分为阵列光波导和衍射光波导两种技术路线。衍射光波导是公认目前最适合 AR 眼镜的显示方案。在衍射光波导技术中, 目前主要是利用纳米压印技术制造的表面浮雕光栅波导及基于全息干涉技术制造的全息体光栅波导^[26]。微软公司的 HoloLens、Magic Leap 的 Magic Leap One 均采用了表面浮雕光栅波导技术, 并成功实现量产和商业应用, 加上 DigiLens、耐德佳、灵犀微光等 AR 光学模组厂商的技术推动, 使得光波导+Micro LED 成为 2021 年轻薄化 AR 眼镜积极探索的方向^[27]。小米智能眼镜探索版就是采用了单色 Micro LED+单色表面浮雕光栅衍射光波导显像技术, 使眼镜结构体积大幅度减少, 形态酷似普通眼镜, 整机重量只有 51 g, 显示屏如芝麻大小, 可完美地隐藏在镜架中^[28](图 6)。



图6 小米智能眼镜探索版(图片来源于公司网站)

而全息波导的衍射效率和衍射角对于光波长非常敏感,极易造成亮度不均、彩虹纹等问题,多数公司都选择了利用多层波导技术解决该问题,这也就是HoloLens等产品体积如此巨大的原因^[29]。2021年10月,雷鸟公司发布的概念新品“雷鸟智能眼镜先锋版”AR眼镜则采用了全息光波导+全彩Micro LED技术路线,大幅减小了全反射临界角,让大角度光线也能够进行波导传输,最终实现单层波导架构,为实现AR眼镜的轻量化迈出了关键一步^[9](图7(a))。在功能和场景方面,雷鸟智能眼镜先锋版除了能够实现基础的信息提示、拍照分享、拍照翻译、智联控制(图7(b))外,还将上线实景导航(图7(c))、多屏呈现(图7(d))、实景翻译、车镜联动等功能。



(a) 雷鸟智能眼镜先锋版
AR眼镜

(b) 雷鸟AR眼镜的智联
控制功能

(c) 雷鸟AR眼镜的实景
导航功能

(d) 雷鸟AR眼镜的多屏
呈现功能

图7 雷鸟AR眼镜(图片来源于公司网站)

2021年11月以来,南京芯视元、JBD、镭昱半导体(Resolve)等Micro LED芯片厂商都在为全彩Micro LED微显示芯片的研发迭代和小批量生产进行战略融资,有望突破元宇宙物理层交互的一道道技术瓶颈,实现高亮度、轻薄化、全彩化的消费级XR智能设备。

2 软件例

软件是元宇宙场景和内容搭建的基础,用户通过软件系统或开发工具创造元宇宙世界。元宇宙产业链中的软件主要包括OS、SDK、API等。

2.1 国产XR OS即将开源

操作系统蕴含了巨大的生态能量,但XR OS目前仍主要被苹果、谷歌、微软、Magic Leap等国外科技巨头垄断^[1]。对中国XR产业来讲,迫切需要一个优质、开放、自主化的XR操作系统。国内华为公司和南京睿悦信息(Nibiru)公司在OS系统领域不断深耕和布局。2019年8月9日,华为正式发布操作系统鸿蒙OS 1.0,2020年9月10日,升级至华为鸿蒙OS 2.0版本;2021年10月,系统更新为鸿蒙OS 3.0,截至2021年12月,鸿蒙系统用户已超过1.5亿,将成为继安卓、iOS之后的全球第三大系统^[30]。2021年,Nibiru公司面向XR领域自主研发了国内实时操作系统Nibiru XR OS(图8),高效稳定的性能、强大的芯片兼容性、完善的引擎体系、成为国内目前AR/VR专用操作系统中性能稳定、功能强大、市场行业应用的主流系统。Nibiru公司于11月宣布即将开源Nibiru XR OS(Android),Nibiru XR OS(Linux)也将于2022年第一季度实现全面量产。开源后的Nibiru XR OS(Android)底层创新能力对生态上所有的合作伙伴、开发者、客户都将予以强大的支撑^[31]。



图8 Nibiru XR OS(图片来源于93913虚拟现实网)

2.2 XR SDK向简单化、轻量化、模块化和可视化方向发展

XR开发工具包(software development kit, SDK)是指利用XR开发框架、通用开发引擎等,实现各种XR应用的逻辑编程、图形渲染和定位操控等开发工作的工具总和^[32]。XR SDK可分为专业内容生产(PGC)工具和用户原创内容(UGC)工具。

专业内容生产工具具有较高的学习门槛。目前市场上PGC工具主要是Unity的U3D、Epic Games的Unreal Engine。国内睿悦信息推出了VR/AR内容开发引擎、VR/AR系统和内容制作系列软

件。2021年5月,Epic Games推出虚幻引擎5(U5)体验版,依托OpenXR的开放性和通用性,U5支持多个VR平台开发,无需针对特定配置进行内容制作。华为移动XR开发平台AR/VR Engine推出3.0版本,AR交互、AR建模等能力业界领先,全球下载安装量达到10亿次,覆盖106款终端,支撑第三方应用开发2000多款^[33]。2021年8月,雅基软件发布开源一体化游戏开发工具Cocos Creator 3.3版本(图9),该版本具备易于上手的内容生产 workflow 及功能强大的开发者工具套件,可用于实现游戏逻辑和高性能游戏效果,支持各大主流平台,游戏可以快速发布到Web、iOS、Android、Windows、Mac,以及字节跳动、支付宝、百度、华为等小游戏平台^[34]。



图9 Cocos Creator 3.3(图片来源于Cocos Creator官网)

2021年开放式、简单化、模块化的“无代码”UGC开发工具获得青睐,将用户从元宇宙的体验者转变为内容生产者,有助于打破PGC工具在VR内容制作方面的技术壁垒。Roblox是目前最接近元宇宙概念的游戏开发平台,拥有700万地图创作者^[35]。2021年3月Roblox被Facebook收购。Roblox平台的开发工具Roblox Studio是一款沉浸式创作引擎,可支持零编程基础3D内容开发(图10)。Roblox的核心优势是其开放的玩家创作机制、丰富的内容生态、丰厚的创作激励机制、多样化的游玩题材,进而实现GUC模式闭环生态^[36]。Core Games是一款基于虚幻引擎的“无代码”游戏开发工具,也是第一款基于UE4打造的UGC平台(图11)。该平台目前仍处于测试阶段,但已经拥有了100万玩家以及开发者用户群体。相较于Roblox Studio和MC Studio,Core Games游戏的画面表现力更丰富,

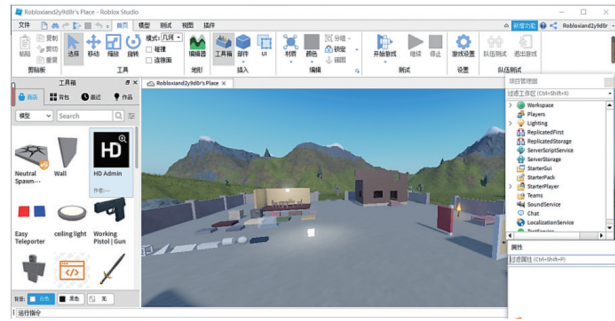


图10 Roblox Studio开发界面



图11 Core Games 工具开发界面(图片来源于公司网站)

画面质量更高。在游戏开发中,开发者仅仅只需要在丰富的预设资源中进行拉取与调整,并最终将它们组合到一起便可以完成游戏的开发工作^[37]。

2021年4月,字节跳动以近1亿元的金額投资中国版Roblox——代码乾坤,开启其进军元宇宙的序幕。代码乾坤的拳头产品《重启世界》和Roblox类似,是沉浸式3D互动创造和体验社区(图12),采用搭建平台、激发UGC的策略来吸引玩家。玩家可以使用多种基础模块,或变形或拼接制作样式各异的角色、物品及场景,而组装好的素材可以获得与真实世界相似的物理特性^[38]。此外,Nibiru于2021年12月发布面向非专业XR内容创作者的三维交互式内容创作工具Nibiru Creator 5.9.0版本,



图12 重启世界开发界面

图形化的界面支持图片、视频、图集、图文、文本、超链接、音频等多种格式素材,通过拖拉拽方式编辑并输出交互式XR内容。

2.3 国产XR标准API正式发布

内容的匮乏已经是目前掣肘XR产业发展的最大因素,其主要原因就在于:基于不同平台开发的XR应用程序,由于没有一个共同的标准,必须移植到每个硬件供应商的API才能在相应的XR设备上运行。这意味着每个XR设备只能运行已经移植到其SDK的应用程序,而大量的跨平台应用程序移植不仅需要耗费高昂的开发成本,还造成了行业分割,限制了市场的增长和行业的发展。因此,亟需一个统一的行业标准,降低XR软硬件适配难度。国外Khronos Group一直致力于发展开放标准的应用程序接口API,其2019年推出的OpenXR 1.0旨在为跨平台XR应用程序提供开放的标准接口,通过该标准使应用程序能够在任何兼容的头显上使用,无需开发人员进行冗长且昂贵的更改^[39]。2021年4月,中国信息通信研究院和中国移动主导的中国XR通用标准GSXR1.4.0(GSXR, general standard for XR)正式对外发布,该标准将构建起中国的XR跨平台互通体系。行业参与者基于该标准开展硬件、平台和软件的研发,即可确保跨平台开发的应用程序均可运行在该标准做过适配的硬件上。作为构建中国内容生态的最关键一环,标准的正式施行将会从根本上解决XR内容开发成本高、适配难度大的难题,吸引更多开发者入局,推动生态更健康、更快速地发展。目前支持该标准的成员单位有华为、高通、HTC、Pico、NOLO、爱奇艺智能、百度、3Glasses、OPPO、影创科技等数十家XR产业链的代表性企业^[40]。

3 内容及应用侧

3.1 游戏内容丰富度提升,向综合化、多元化方向发展

游戏是元宇宙的雏形。终端设备体验升级、价格不断下探,为VR游戏的发展提供了强有力的硬件支持。终端厂商以补贴销售形式售卖终端设备

后,通过游戏内容实现盈利的商业模式,促使游戏内容数量上涨。截至2021年上半年,主流游戏平台Steam上VR游戏数量已达到5878款,其中VR独占(仅能用VR设备)为4934款,加上Oculus和Vive、Pico等平台,主流游戏平台上VR内容已超过万款。相较于《2020年Steam VR游戏畅销榜》的游戏类型分布,FPS(first-person shooting game)与RPG(role-playing game)的比例降低,融合冒险元素以及解谜元素的VR游戏在2020年的榜单中占比提升。VR游戏类型逐渐从FPS和RPG类转向综合化、多元化方向发展^[33]。

3.2 元宇宙概念落地社交应用

虚拟社交成为疫情非常态化下的应用热点。美国VR内容工作室Rec Room自2016年发布其同名社交游戏应用以来,吸引了大量用户使用,截至2021年初已有超过1500万用户,每月有超过100万活跃用户通过XR设备参与自定义构建游戏场景与内容^[41]。Meta依托其庞大的用户群体,积极打造元宇宙社交平台。在2019年,Meta就创建了社交中心和创作工具Facebook Horizon,现被称为Horizon Worlds,包括Horizon Venues和Horizon Workrooms。2021年8月Meta推出Horizon Workrooms,可以为企业提供几种标准形式的虚拟会议协作空间(图13(a)),让VR用户和视频用户(非VR参会用户)能够连接到同一个地方进行线上会议。据UploadVR 2021年12月报道,Horizon Worlds公测版(图13(b))已对美国及加拿大用户开放(图13(c))^[42]。

第七届中国虚拟现实产学研大会商业应用展览会于2021年12月5日在VSWORK元宇宙展馆召开(图14(a)),推动元宇宙概念落地,成为元宇宙历史上一件里程碑事件。大会由南京维赛客网络科技有限公司提供技术支持,当日有近2000人通过VR眼镜、PC、手机等方式在大会元宇宙虚拟空间内自由探索、交流(图14(b)),既有网络游戏的交互性、趣味性,又具有沉浸感及人机交互功能的VR体验,可以实时面对面的视觉、语音的交互(图14(c)、(d))。本次大会采用VSWORK元宇宙虚拟现实线上展厅形式,突破传统展览不能跨越时



(a) 会议室 (b) 公测版 (c) 社交场景

图13 Horizon Workrooms平台(图片来源于93913虚拟现实网)



(a) VSWORK 元宇宙展馆 (b) 元宇宙虚拟展厅 (c) 元宇宙虚拟空间内面对面交互 (d) 元宇宙虚拟空间多人交互

图14 VSWORK元宇宙虚拟现实线上展厅(图片来源于CVRVT)

间、空间的会展交流限制,实现多人异地沉浸式协同,展商与观众在虚拟现实空间内完成技术、产品、解决方案的展示、讲解、交流等事务,实现企业市场、销售、技术支持等一条龙的数字化服务^[43]。据Tech星球报道,字节跳动在研发元宇宙社交APP“Pixsoul”,计划打造沉浸式虚拟社交平台。

3.3 5G+线上直播成为疫情常态化热门方式

在疫情常态化背景下,5G+线上直播成为线下直播的替代方式之一,晚会、发布会、演唱会、电竞赛事等大型活动纷纷推出线上VR直播。广州大剧院于2021年1月29日开始全球第一套剧院8K 3DVR直播系统部署与常态化使用。2021年央视春节晚会节目《牛起来》借助5G传输,通过实时抠

像与渲染合成、实时跟踪与空间计算等技术,将远在香港的演员虚拟成像至直播现场,完成了云制作。2021年2月25日,在上海MWC移动通信展华为分会场,华为联合行业伙伴发布了基于5G毫米波的8K 3DVR FOV采编播解决方案,解决了传统生产方式下3DVR的技术障碍,全面提升了5GVR视频的生产效率和观感体^[33]。艾迪普科技融合创新中心(简称“艾迪普”)依托自研三维图形图像引擎支撑,构建了从底层引擎到应用工具的安全可信链条,实现国产化数字内容的智能生产,升级了于2021年12月5日召开的第七届中国虚拟现实产学研大会的直播观看体验,当天有1万多人线上观看和参与该次大会论坛活动^[44](图15)。



(a) 大会论坛直播 (b) 大会圆桌会议直播

图15 第七届中国虚拟现实产学研大会(图片来源于腾讯网)

4 建议

4.1 加大底层核心零部件降本量产的创新研发支持

国内核心元器件研发力量较为薄弱,微显示

器、交互设备等硬件技术仍存在较多瓶颈,需要长时间的科研投入和强大的资金支持;国内尚未推出成熟的虚拟现实专用芯片,对国外芯片、传感器的依赖程度较高,具有领先自主技术、国际市场竞争

力产品的龙头企业少。因此,可通过以下措施加大底层核心零部件降本量产的创新研发支持。

1) 构建核心零部件技术攻关协同创新平台,加快推动技术瓶颈的突破和应用迭代。依托企业和重点科研院所组织成立核心零部件技术攻关协同创新平台,加快突破基础零部件及元器件等技术瓶颈,制定卡脖子技术首次(批)应用支持政策,完善风险补偿机制,推动核心技术和关键产品在应用中的迭代完善,帮助相关企业打牢基础零部件、基础工艺、关键基础材料等产业链基础环节。

2) 鼓励整机企业与核心器件企业联合开展降本量产技术攻关研究。建立重大技术联合攻关机制,使配套企业主动对接整机企业需求,整机企业及时反馈产品应用数据,构建技术攻关良性循环;鼓励整机企业优先使用国内自主基础零部件、基础材料、软件等配套产品,提供较多的国产零部件市场应用机会,为底层核心器件降本量产创新研发提供实践环境。

4.2 打破系统软件和开发工具的技术成果转化壁垒

2021年,XR国产系统软件、开发工具产品有一定突破,但围绕领军企业的产业创新生态体系尚未形成,难以取代国外软件的市场地位,成为严重制约中国XR产业发展的“卡脖子”问题。例如XR操作系统,常用的三维建模工具3DMAX、MAYA、Substance3D,影视渲染工具VRay、Arnold,3D影视/游戏引擎Unreal和Unity3D,仿真模拟工具PhysX、Havok、Bullet等都是国外企业主导的产品。虽然腾讯、网易等企业也自研了部分优质的自用引擎,出现了类似于Cocos Creator等通用型游戏引擎工具,但在动画效果、影视渲染、物理及光影效果上,与国外游戏引擎仍有较大差距,其主要原因有3点:(1)国内技术厂商起步较晚,与世界优质企业存在“卡脖子”距离。虚幻引擎Unreal于1996年发布,Unity于2005年发布,截至目前2款软件都有15~25年的发展历程,在层层换代和更新之中,2款软件的成熟程度自然高于后来者。中国国产游戏引擎技术企业起步时间较晚,需要深厚的技术和长时间的生态积累。(2)国内商业环境未建立付费习惯。游戏引擎编辑器高度依赖终端GPU、硬盘,与

Photoshop、3DMax类似,很难在3~5年内做成云端操作的模式来收费,更难以License授权的方式进行正版软件的销售。(3)计算机图形学人才缺乏。中国计算机图形学人才整体较少,相比于人工智能、大数据、计算机视觉等大热行业,其就业环境更为狭窄,这部分人才在毕业后多数会选择去游戏大厂工作,会针对一款游戏或公司内自研引擎而服务,而不是去做一款通用引擎。

1) 搭建XR产学研协同创新联合体,构建XR产业融合创新生态体系。整合国家重点实验室、国家级创新平台等单位搭建XR产学研协同创新联合体,建立产学研协同创新机制,集聚产业创新资源,突破软件和工具关键共性技术,促进产业创新生态体系的构建。

2) 发挥产业投资基金引导作用,突破科技成果转化壁垒。鼓励地方举办XR相关博览会、体验馆活动,丰富消费者体验,培养消费者使用习惯,加速相关产品服务渗透。统筹利用国家级基金,引导社会资本投入,吸引高端人才回归,提高资金使用的靶向性和效率,在资金源头保障技术创新的有效进行。完善基金支持创新体系,促进新技术产业化规模化应用,推动科研成果迅速转化为生产力,围绕创新链和产业链打造资金链,形成资金、科技和产业良性循环,突破科技成果转化壁垒^[33]。

4.3 夯实网络新基建,促进端管云协同发展

网络技术是元宇宙最为底层的构建基础之一。近年来,中国通信技术高速发展,在固网通信和移动通信等领域不断创新,很多技术实现从空白到领先的跨越式发展。在移动通信领域,中国经历了1G空白、2G跟随、3G突破、4G同步、5G引领的崛起历程。中国自主研发的4G技术标准TD-LTE被国际电联确定为4G国际标准之一^[45]。5G时代,无论是标准制定还是实验进程,中国走在世界前列。但目前中国在元宇宙通信技术方面高昂的5G资费(200元/月人民币以上)限制了消费者群体,致使千兆网络整体普及率低(约为1.8%)^[46],不足以支撑流畅的元宇宙运行。

1) 大力发展5G/6G技术,实现网络传输的低延迟。实现高沉浸式的元宇宙环境需要成熟的

5G/6G网络作为支撑。目前,5G只能勉强满足现代多媒体应用的延迟需求,而对于未来的AR或VR等应用来说,5G的延迟过高^[47]。元宇宙中需对大量数据进行迅速传输,需依赖强大的通信基础设施。受限于基站数量,5G实际传输速率或难以达到其设计水平,6G时延有望缩短至5G的1/10,传输速率可能达到5G的50倍,有望真正实现元宇宙低延迟的关键特征^[48]。

2) 大力发展边缘计算、云计算新基建,促进端管云协同发展。边缘计算常被认为是元宇宙的关键基建,通过在数据源头附近采用开放平台,就近直接提供最近端的服务,从而帮助终端用户补足本地算力,提升处理效率,尽可能降低网络延迟和网络拥堵风险^[38]。元宇宙还要求用户可使用任何设备登录,随时随地沉浸其中,要求实时监测数据并进行大量计算,单个或少数服务器难以支撑元宇宙的庞大运算量。云计算作为分布式计算的一种,其强大的计算能力有望支撑大量用户同时在线,实现随时随地接入元宇宙。

4.4 增强内容生产能力,加速行业融合应用落地

目前虚拟现实行业内容生产普遍存在生产效率低、制作方式复杂、离线渲染时间长、需要编写代码、非实时工程级软件学习难度大等问题,内容供给不够丰富,无法满足消费者高品质消费升级需求和行业客户大规模应用需求。搭建元宇宙需从内容起步,从内容走向平台,逐渐形成元宇宙。

1) 大力推进中国特色UGC内容制作工具的应用,增强全面内容生产能力。目前消费端内容以游戏为主,国内XR游戏平台内容数量、更新周期等尚不能与国外Steam等主流平台相媲美;并且国内专业内容制作工具学习难度大、软件版权价格高,制约大众化内容创作工作;行业端应用种类繁杂,场景同质化问题相对严重,亟需有轻量级、简单易用的低成本方案促进全民内容创作。虽然Roblox在诸多方面达到行业领先,但其本质上只是一个UGC游戏平台,尚未满足元宇宙的沉浸感、虚拟社交身份的条件;中国市场缺乏UGC平台成长的基因,用户的内容付费意愿低,Roblox的UGC模式不一定适合中国市场。因此,采取以奖代补、政府与

社会资本合作、政府引导基金等方式打造有中国特色UGC内容制作工具的应用,增强全面内容生产能力。

2) 加速推进重点行业和特色领域融合应用落地。推进重点行业应用示范,围绕工业制造、医疗健康、文教娱乐等重点行业和特色领域应用需求,创新应用种类和服务内容:面向工业制造领域,推进XR技术在研发设计、检测维护、流程管理等环节的应用,提升工业制造全流程智能化和一体化水平;面向文教娱乐领域,打造明星级、标志性应用产品;面向医疗领域,加强XR与超高清视频、5G、人工智能技术融合发展,满足医疗应用低延迟、大带宽、高解析度的需求,实现优质医疗资源下沉。

5 结论

2021年,元宇宙概念引爆XR产业新一轮的快速发展。中国面临战略新兴产业的难得机遇,在XR产业链的硬件侧、软件侧、内容及应用侧均有所突破,但在核心零部件、关键技术、系统软件和开发工具等方面仍存在“卡脖子”问题,仍需强化基础研究,加大核心零部件和关键技术的重大技术联合攻关机制;搭建XR产学研协同创新联合体,突破系统软件和开发工具的技术成果转化壁垒;夯实5G/6G、边缘/云计算等网络新基建,促进端管云协同发展;推进中国特色内容制作工具的应用,加速行业融合应用落地,实现XR产业链、价值链、创新链的三链融合发展。

参考文献(References)

- [1] 范丽亚, 侯守明, 张克发, 等. 2020年扩展现实(XR)热点回眸[J]. 科技导报, 2021, 39(1): 220-232.
- [2] Lee L H, Braud T, Zhou P, et al. All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda[J]. arXiv, 2021, doi:10.13140/RG.2.2.11200.05124/8.
- [3] CVRVT2021专家报告: 王飞跃——回到未来的平行智能: 影子、孪生、镜像、灵境、元宇宙的智能科技[EB/OL]. (2021-12-17)[2021-12-22]. <https://mp.weixin.qq.com/s/>

- I7UG75g2G3G1TRH26GWRNw.
- [4] 20202021年元宇宙发展研究报告[R]. 北京: 清华大学新媒体研究中心, 2021.
- [5] Ning H S, Wang H, Lin Y J, et al. A Survey on Metaverse: The state-of-the-art, technologies, applications, and challenges[J]. arXiv e-prints, 2021: 2111.09673.
- [6] 元宇宙背后,是游戏行业的修复[EB/OL]. (2021-09-09) [2021-12-24]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1710385-005095334742&wfr=spider&for=pc>.
- [7] 张积梅, 吴玉琦, 刘畅. 硅基OLED微显示技术的优势与发展现状[J]. 集成电路应用, 2012(9): 20-22.
- [8] Wang Z, Shan X Y, Cui X G, et al. Characteristics and techniques of GaN-based micro-LEDs for application in next-generation display[J]. Journal of Semiconductors, 2020, 41(4): 81-86.
- [9] JBD面向全球发布AR应用核心器件0.13英寸Micro LED微显示器[EB/OL]. (2021-06-11) [2021-12-20]. <https://www.hangjianet.com/topic/1623411541154>.
- [10] 登临科技完成A+轮融资, 首款GPU+产品送样[EB/OL]. (2021-02-11) [2021-12-24]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1691362396384115680&wfr=spider&for=pc>.
- [11] 从边缘注入“芯”动力, 国产GPGPU需要脚踏实地[EB/OL]. (2021-10-20) [2021-12-21]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1714100366663395497&wfr=spider&for=pc>.
- [12] 壁仞科技: 首款高端通用GPU国产芯片BR100交付流片, 采用7 nm工艺[J]. 世界电子元器件, 2021(10): 4.
- [13] 程飞驰. 国产GPU“天玑100”正式试量产[J]. 计算机与网络, 2021, 47(21): 10.
- [14] 首颗国产全功能GPU研制成功, 摩尔线程完成20亿人民币A轮融资[EB/OL]. (2021-11-30) [2021-12-25]. http://news.sohu.com/a/504563028_121239677.
- [15] 景嘉微最新公告: 公司JM9系列图形处理芯片已完成流片[EB/OL]. (2021-11-16) [2021-12-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1716570411663685833&wfr=spider&for=pc>.
- [16] 高通CEO引用第三方报告称Quest 2销量已超1000万[EB/OL]. (2021-11-17) [2021-12-20]. <https://weibo.com/ttarticle/p/show?id=2309404704438819356945>.
- [17] 林蔓. 歌尔股份: 春天或即将到来[J]. 股市动态分析, 2021(18): 44-45.
- [18] 杨赞. 引爆科技圈的“元宇宙”[J]. 方圆, 2021(21): 66-67.
- [19] 爱奇艺奇遇Dream VR一体机正式发布[EB/OL]. (2021-12-02) [2021-12-05]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1718004337177711041&wfr=spider&for=pc>.
- [20] NOLO Sonic VR一体机发布, 1999元起VR普及革命[EB/OL]. (2021-05-25) [2021-12-24]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1700726960684163941&wfr=spider&for=pc>.
- [21] NOLO展示VR交互戒指, 它会是通往元宇宙的魔戒吗?[EB/OL]. (2021-12-06) [2021-12-06]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1718365126399045604&wfr=spider&for=pc>.
- [22] 季洪雷, 张萍萍, 陈乃军, 等. Micro-LED显示的发展现状与技术挑战[J]. 液晶与显示, 2021, 36(8): 1101-1112.
- [23] 史敏娜, 郭学军, 梁明明, 等. 微型发光二极管(Micro LED)显示技术的专利分析[J]. 科技视界, 2021(34): 162-163.
- [24] Vázquez-Martin I, Marín-Súez J, Gómez-Climente M, et al. Full-color multiplexed reflection hologram of diffusing objects recorded by using simultaneous exposure with different times in photopolymer Bayfol HX[J]. Optics & Laser Technology, 2021, 143: 107303.
- [25] 全彩化关键突破! 晶能光电实现硅衬底红光Micro LED[EB/OL]. (2021-09-06) [2021-12-16]. <https://xueqiu.com/8457709645/196843766>.
- [26] Rogers W, Smalley D. Simulating virtual images in optical trap displays[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 7522.
- [27] 燕良. 智能眼镜: 十年迭代之路[J]. 中国工业和信息化, 2021(7): 76-80.
- [28] 重量仅有51 g! 小米推出智能眼镜, 包含各种功能[EB/OL]. (2021-09-14) [2021-12-21]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1710873045787597506&wfr=spider&for=pc>.
- [29] 史晓刚, 薛正辉, 李会会, 等. 增强现实显示技术综述[J]. 中国光学, 2021, 14(5): 1146-1161.
- [30] 华为鸿蒙明年正式出海将成全球第三大操作系统[EB/OL]. (2021-12-07) [2021-12-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1718445824229825421&wfr=spider&for=pc>.
- [31] Nibiru操作系统即将开源/Nibiru Linux版本操作系统2022年第一季度量产[EB/OL]. (2021-11-08) [2021-12-08]. <http://www.93913.com/66310.html>.
- [32] 范丽亚, 张克发. AR/VR技术与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2020.
- [33] 虚拟现实产业发展白皮书(2021年)[R]. 北京: 中国电子信息产业发展研究院, 2021.
- [34] 性能翻倍?! Cocos Creator 3.3的小游戏升级优化之路[EB/OL]. (2021-09-06) [2021-12-12]. <https://blog.csdn.net/6346289/article/details/120148041>.
- [35] 刘艳. 众星捧月下的元宇宙究竟是真火还是虚火[J]. 中国商界, 2021(10): 30-31.

- [36] Chi N. Games that inspire learning, part 3: building the future with roblox[J]. Information Today, 2020, 37(8): 12-13.
- [37] Core Games 打造新型 UGC: 无需编程, 玩家轻松做 UE 网游[EB/OL]. (2020-07-27)[2021-11-27]. <http://www.gamelook.com.cn/2020/07/392212>.
- [38] 郭全中. NFT 及其未来[J]. 新闻爱好者, 2021(11): 36-40.
- [39] 郭璐, 王晓磊, 周荣庭. OpenXR 技术标准下增强现实出版物的融合创新[J]. 科技与出版, 2019, 4: 71-75.
- [40] 中国信通院发布 GSXR 标准 NOLO 携手中国移动助推行业发展[EB/OL]. (2021-09-01)[2021-12-21]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1709683462868527945&wfr=spider&for=pc>.
- [41] Adolf J, Kón P, Outram B, et al. Juggling in VR: Advantages of immersive virtual reality in juggling learning[C]. 25th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, Parramatta: ACM, 2019.
- [42] Horizon Worlds 公测版已对美国及加拿大用户开放[EB/OL]. (2021-12-10)[2021-12-18]. <http://www.93913.com/67667.html>.
- [43] 推动元宇宙概念落地 第七届中国虚拟现实产学研大会于虚拟会场召开[EB/OL]. (2021-12-06)[2021-12-18]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=171836472734672-3008&wfr=spider&for=pc>.
- [44] 虚拟与现实!艾迪普三维引擎技术助力第七届中国虚拟现实产学研大会升级直播观看体验[EB/OL]. (2021-12-05)[2021-12-19]. <https://new.qq.com/omn/20211205/20211205A098HU00.html>.
- [45] 陆正丰, 周立军, 杨静, 等. 全球移动通信标准合作发展变迁研究——以 4G 为例[J]. 标准科学, 2021(8): 42-48.
- [46] 陈丹艳. 5G 网络驻留比提升策略研究[J]. 数字通信世界, 2021(9): 46-48.
- [47] Yushan S, Pawani P, Madhusanka L, et al. A survey on mobile augmented reality with 5G mobile edge computing: Architectures, applications, and technical aspects [J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2021, 23(2): 1160-1192.
- [48] 周易, 陈艳. 未来 6G 的多维度通信技术[J]. 现代雷达, 2021, 43(9): 113-114.

Review on the hot spots of extended reality(XR) in 2021

FAN Liya¹, YU Wenjiang², WEI Qian³, MIAO Xianglin¹

1. City College, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710018, China
2. China Virtual Reality Technology and Industry Innovation Platform, Beijing 100043, China
3. Nanjing Visaike Network Technology Co., Ltd., Nanjing 210012, China

Abstract In 2021, the concept of metaverse sparked a new stage of rapid development of the extended reality industry. Over the past year, the extended reality (XR) industry has made significant breakthroughs in hardware, software, contents and applications. XR as an important entrance to metaverse is facing new opportunity and challenge. Corresponding suggestions and countermeasures are put forward through the analysis of the main problems in the development process of China's XR industry, such as increasing innovative R & D support for cost reduction and mass production of bottom core parts, breaking the barrier to transform technical achievement of system software and development tool, consolidating new network infrastructure, and enhancing content production capacity.

Keywords metaverse; extended reality; industry hot spot ●



(责任编辑 徐丽娇)