

# 面向未来的数字社会一





# 新华三集团

北京总部

北京市朝阳区广顺南大街8号院 利星行中心1号楼邮编:100102

杭州总部

杭州市滨江区长河路466号

邮编:310052

#### www.h3c.com

Copyright © 2022新华三集团 保留一切权利

免责声明:虽然新华三集团试图在本资料中提供准确的信息,但不保证本资料的内容不含有技术性误差或印刷性错误, 为此新华三集团对本资料中信息的准确性不承担任何责任。新华三集团保留在没有任何通知或提示的情况下对本资料的内容进行修改的权利。

CN-203X30-20220331-BR-SD-V1.0



**陈晓红**中国工程院院士
新华三集团首席数字经济科学家

# 建设数字化智慧社会,ICT基础设施先行

在刚刚过去的2021年,有这么一件小事: 弗兰克·奈特的巨著《风险、不确定性和利润》发表100周年,这本书虽然是一部经济学领域的著作,但它提出了一条泛用的理论: "风险"指事先可知概率分部不可度量的风险,人们无法根据过去的经验去推断未来。

同样是2021年,人类对抗新型冠状病毒肺炎疫情已经过去了两个年头,面对这场干禧年以来人类最大的"不确定性"事件,中国交出了一份稳定的答卷: 2021年国内生产总值同比增长8.1%。在新冠疫情肆虐全球、世界经济陷入衰退的环境下,中国仍然能逆风上扬,数字经济在其中发挥了至关重要的引擎作用,并且在国务院印发的《"十四五"数字经济发展规划》中明确,到2025年,数字经济核心产业增加值占GDP比重要达到10%。

这一目标,可以视为中国应对"不确定性"的手段,但所有的宏观目标,都需要落实到具体的产业、技术和人身上,此时新华三发布《面向未来的数字社会 - 2022新华三十大技术趋势白皮书》,从ICT角度解读,如何通过相应的技术和方案,去应对中国乃至人类将要面对的挑战,或者说,面对不可预测的未来,我们需要往什么方向发力,去打造我们想要生活的社会图景?

实际上,在疫情的倒逼催化之下,这样的图景已经初见端倪:新一代的信息技术深度参与了抗疫防疫工作,大数据、云计算、人工智能、物联网、5G等,共同交织

起更具现代化的公共安全应急体系; 政务、环保、能源、医疗、文娱、教育、物流等重点领域的数字 化,又共同集成了新一代智慧城市的雏形。

由此可以推断,具备抗风险能力、抗不确定性能力的社会,一定会带有智慧化的标签。我们认为,智慧社会需要达到五大基本的属性,即高度被感知、高度透明、高度互联互通、高度的智能化、高度的数字化和被计算,如何实现这一点?答案是ICT基础设施的建设,也就是人们认知中的"新基建"。

因此,这本《面向未来的数字社会 - 2022新华三十大技术趋势白皮书》,可以说是新华三针对建设下一阶段智慧社会的某种"剧透":扩展现实技术进一步得到普及,云边协同技术让机器人有着更强的自主性,更强大的通用基础模型支撑更智能的Al应用,确定性、通感-体、全域超宽的网络,为更多数字化应用铺平了道路。这些都显示出,智慧社会2.0版,将会遵循"以人为本"的价值观,优化生产生活的体验。同时,我们也要充分意识到,安全、隐私、绿色,是保障数字经济健康、长远、可持续发展的关键,没有安全保障,数字应用的展开便无从谈起;没有隐私保护,无法保护数字时代的个人权利;绿色低碳更与数字经济息息相关,让人们更充分利用有限的能源,去推动世界往好的一面转变。

从中可见,现代科技发展必然是有的放矢。在2020年9月12日的科学家座谈会上,习近平总书记提出 "四个面向"要求,即"坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生 命健康",指引"十四五"科技创新的方向。新华三对下一阶段场景和技术的趋势预测,也显示出ICT 行业对国家政策的领会和解读,以及对时代需求的回应和服务。

此外,身处"学"和"研"领域,我认为产业方对未来趋势的洞见,也在为高校的专业设立、招生规模、 培育重点,以及研究机构的钻研方向、前瞻思维、成果应用提供重要参考。可以预见,在科技高速发 展的时代,产学研的合作将会更加紧密,在不同的阵地上,发挥科学技术应有的价值。

回到那句话: "中国以数字经济应对'不确定性'",要从资源消耗、人力消耗的粗放式增长,转向以高附加值、智力技术驱动的精细化增长,提升自己的抗打击能力,这本质上也说明了,技术一直是人类赖以应对"不确定性"的有效手段。希望更多从业者,能够从《面向未来的数字社会-2022新华三十大技术趋势白皮书》窥见当下的"技术刚需",响应时代召唤,积极建设经济高质量发展的数字中国。





**何宝宏**中国信息通信研究院
云计算与大数据研究所所长

# 数字化转型有"风向"

数字化浪潮汹涌而至,在云计算、大数据、区块链、元宇宙等各类新技术涌现的同时,远程办公、虚拟现实、智能家居等各类数字化、智能化场景也从曾经的概念,变成今天触手可及的现实,并深刻改变我们的生产和生活方式,正如《面向未来的数字社会-2022新华三十大技术趋势白皮书》探讨和展现的那样。

尤其是在新冠肺炎疫情的冲击下,经济社会加速数字化转型步伐,不仅是每一个行业、每一家企业需要完成数字化这道"必选题",甚至个人也要大力拥抱数字化生活,思考个人的数字化转型。这本书从家庭、园区、城市、公共事业四大维度对未来十年的应用场景进行预测,不仅具有前瞻性,更将促进行业共识,助推应用落地。

应用的繁荣需要技术的有力支撑。在十大场景预测的技术上,《面向未来的数字社会 - 2022新华三十大技术趋势白皮书》对未来十年的技术趋势进行了预测,并给出了相关数据。这些技术预测涉及网络、系统、应用甚至终端等领域,视角上同时具备了"宽度"和"深度",其中的一些分析更是引发了我的思考。

历史告诉我们,任何技术的发展都有规律可循,数字化转型也有"风向"。五年前,我们探讨更多聚 焦数字技术,比如5G、云计算、大数据、物联网、AI和区块链等;今天,大家主要讨论的是新型基础 设施、数据生产要素、隐私保护和数字化转型等。

这意味着什么?业界关注的焦点从之前的技术名词转向数字应用和数字治理等社会性词汇,标志着整个社会已经从数字技术的创新、数字产业的培育为核心,越来越多地转向了数字技术的应用,数字产业的治理,以及全社会的数字化转型。

2022年年初,我整理并发布了十大值得关注的技术趋势,其中一些与本书中的观点不谋而合,比如新型算力构架、隐私计算、元宇宙等。在这里,我想重点谈一谈"隐私计算安全释放数据价值"这一趋势。

今天,所有的新一代数字技术,都是以数据为核心的。比如,5G是传输数据的,云计算是处理和分析数据的,AI是从数据中发掘智能的,物联网是采集物的数据,区块链为数据提供可信存证,隐私计算可在保护数据隐私下进行价值交换,大数据是从海量数据中"翻找"价值等。

显然,数据已经成为关键的生产要素,在经济社会发展中发挥日益重要的作用。而数据真正成为生产要素,实现流通、交易,还需要隐私计算等一系列新技术的支撑。隐私计算实现了"信息不可见,价值可交换",与"信息可见,价值不可得"的区块链技术可谓"天生一对"。本书预测:"未来十年,95%企业将使用一种或多种隐私计算技术"。

当然,我们也需要看到,数据生产要素化才需要一个很长的过程,今天我们还处于比较初期的"男耕女织"的时代。不过,不成熟、不完善,也代表着有机会、有空间。未来十年,更多的新技术、新企业、新产业将在数字经济大潮中崛起。





武连峰 IDC中国副总裁兼首席分析师

# 洞悉未来技术趋势,最大化数字化投入价值

所有组织都将经历历史上前所未有的风浪。我们在2019年中国ICT市场10大预测说明会上曾经讲过一句话:2019年是过去10年中国经济发展最差的一年,但可能是未来10年中国经济发展最好的一年。随着2000年初新冠肺炎疫情的来临及全球政经环境的变化,所有组织都将经历历史上前所未有的风浪,这些风浪将影响每个行业和企业未来10年的发展。组织要充分利用如下的顺风加速发展:中产占比提升促进消费需求持续增长、巨量投资打造优良数字化基础设施、依托软件的数字化创新如火如荼、政府刺激经济发展的举措与计划持续推进。组织也要为应对如下逆风提前做好预案:疫情流行或其它不可抗力造成的中断、产业链与供应链的紧张与重构造成的影响、全球地缘政治风险对业务的影响、高水平数字化技能人才的持续短缺。组织更要采取举措把如下的侧风变成顺风:利益相关者对组织期望值的变化(如社会责任的强化)、数据主权与消费者数据隐私不断强化、网络与信息安全对组织越来越重要、行业生态系统持续颠覆与重构。

践行数字化优先策略是乘风破浪发展的基石。十四五规划明确提出,促进数字技术与实体经济深度融合,加快推进产业数字化转型,加快数字社会建设步伐。今天,数字化转型早已不是选择,而是企业发展的必然。疫情引发的数字化转型已从2020年的数字化适应,到2021年的数字化加速和数字化韧性,再到2022年的数字化优先。根据IDC的调研,疫情大流行是企业转向数字化优先战略的催化剂,全球87%的组织已经开始执行数字化优先战略,中国执行数字化优先的组织占比更是达到94%,数字化优先也在重新定义技术的价值:业务流程重构、用户体验重构、产品服务重构、商业模式重构、社会责任重构。在数字化优先举措方面,组织应该结

合自己的特点从9个方面考虑:无线连接优先、个性客户优先、数字孪生优先、边缘数据优先、领域智能优先、混合工作优先、安全隐私优先、远程运营优先、软件创新优先。IDC预计,2022年,无论全球还是中国,超过50%的经济将建立在数字化的基础上或受到数字化的影响。到2023年,三分之一的公司将从数字化产品和服务创造超过30%的收入,而2020年未超过五分之一。

坚持长期数字化投入努力成为一家有竞争力的科技组 织。数字化转型与数字化优先不是一朝一夕的事,而 是一个至少10年的旅程,制定长期数字化战略,持续 数字化投入则是必须的。根据IDC对全球制造企业5年 的跟踪研究表明,坚持持续投入的数字化制造商 2015-2000销售额年复合增长率为4.0%,利润年复合 增长率为3.5%; 而非数字化的制造商2015-2000销售 额年复合增长率为-0.3%,利润年复合增长率为 -0.1%, 这也意味着数字化的领先者和落后者的差距 将越来越大,其它行业也有同样的规律。根据IDC 2022年中国数字化转型10大预测,中国直接的数字化 转型投资在2022-2025年的复合增长率将增长至 18.9%, 高于2020-2025年18.4%的CAGR。到 2025年底,中国直接的数字化转型投资将占中国整体 ICT投资(含第三平台技术)的51.5%,2022-2025 中国数字化转型总的投资将达到1.74万亿美元。历史 经验告诉我们,长期来看,技术就是第一生产力,所 有组织都将变成一家科技组织,而经济的本质是技术 的一种表达,并随技术的进化而进化。数字技术每隔 10-15年将有一次较大的进化,目前正处于进化的关 键期,超宽带网络、云计算2.0、通用人工智能、增强 现实与虚拟现实、智能电动车、数字能源等都有巨大的

发展空间,元宇宙的理念也将更进一步加速所有行业 的数字化发展。

洞悉未来技术趋势实现长期数字化投入价值。坚持长 期数字化投入也许不难,但选准方向实现应有的数字 化价值则极为困难,这就要求组织深入洞悉未来技术 趋势,并结合行业和企业特点选准技术投资方向。预 测是极为困难的事情,特别是高速发展的数字技术领 域的10年预测,但预测又可以引导未来投资与发展, 让我们今天还不知道的应用场景慢慢长出来,这也是 预测的价值所在。新华三的《面向未来的数字社会 -2022新华三十大技术趋势白皮书》一书就将起到引导 未来投资与发展的作用,全书通过"家庭"、"园 区"、"城市"、"公共事业"四大领域的近百个数 字技术的应用场景做开端, 既有现实的应用, 也有未 来的展望,让每个个人、家庭、企业、政府机构等有 温度的充分认识了数字化的价值,接着给出了支撑这 些应用场景的十大技术趋势, 技术涵盖云与边缘计 算、AI与机器人、扩展现实与元宇宙、隐私计算与分 布式安全、超宽带通信与物联网、新一代计算架构、 绿色低碳与可持续发展等。在每一个趋势中又分别给 出了历史演进、当前挑战、关键技术、发展趋势、应 用场景,并且给出了1-2条未来10年的量化预测。书 中的信息和数据对政府政策制定者、企业管理者、企 业业务领域负责人、企业CTO或CIO、ICT行业从业者 等都具有很大的参考价值,也是帮助组织好实现长期 数字化投入价值的有力支撑。





# **刘新民** 新华三集团副总裁 技术战略部总裁

# 数字经济"脱'虚'向实", 技术爆发"务实向新"

如果要为现在的数字经济寻找一个新的标签,那应该是"脱'虚'向实"。

今年年初,《"十四五"数字经济发展规划的通知》出台,不仅为新阶段的基础设施建设、创新突破领域、产业应用落地指明了方向,更强烈显示出:数字经济已经成为拉动社会经济增长的重要引擎,人们不必再以科幻的心态畅想数字时代的来临,因为我们已身在其中。预计到2025年,数字经济核心产业增加值,就会达到10%的GDP占比,正在催生出成于上万的新业态,为社会生产、国民生活带来前所未有的变革。

这正是"脱'虚'向实"的第一解:可以看到,在"十四五"第二年,数字经济发展宏图已经冲出了预言、规划、图表和畅想,逐渐开始落地并转化为切实可见的生产工具和生活体验。与此同时,更新迭代的人工智能和数字技术正在进入家庭和园区,我们的城市和公共事业也变得更加智能化、协同化、高效化,这得益于5G、光网、云计算等新型数字基础设施的建设。ICT产业的发展,既为数字化创新夯实了地基,也让我们能够推演出下一个十年的"四大"社会图景——虚实相融的家庭、主动服务的园区、生态智能的城市、以及强便利、高精准、个性化的公共服务。

同时,"脱'虚'向实"还有着另一层解释:数字技术应当扮演数字世界与现实世界之间的桥梁,与实体经济深度融合,去解决现实中存在的种种问题,为百行百业寻找转型升级的突破口,为经济发展注入新动能,最终落点到提升国家竞争力、改善民众生活,才能真正体现数字技术的价值。因此,在下一阶段,我们可能看到:大型通用基础模型与新计算架构,将在模型和算力上支撑更加智能化的数字应用;云边协同的发展,会让主动性更强的机器人活跃在生产生活场景;而确定、可控、准时、准确、全域泛在、通感一体的新一代传输网络,将成为保障下一阶段数字应用与创新的"新干线";即使是备受人们关注的"元宇宙"概念,也不能孤立于现实存在——扩展技术、数字孪生、区块链、云边计算、流媒体、数据生产储存等能力,将两个世界连接了起来;同样,隐私计算技术、绿色低碳排放、分布式安全保障的应用,也为数字经济的可持续发展上了一道"保险"。

也正是因为如此,我们认为当前每一次技术的升级和演化,都在往"脱'虚'向实"的方向发力,这是国家需求和社会进步引导下的必然结果。对此,新华三站在中国未来发展角度,结合信息通信行业的技术演进现状,研究归纳之后,认为扩展现实、绿色低碳、云边协同、隐私计算、通用模型、确定性服务、分布式安全、新计算架构、通感一体联网、全域超宽网络十大技术趋势,将会成为影响经济发展和社会图景的关键。

由此,新华三发布《面向未来的数字社会 - 2022新华三十大技术趋势白皮书》,希望从ICT行业角度出发,为从业者挖掘和捕捉更多的创新可能性,更希望立足"十四五"规划,携手社会各界,在进一步发挥ICT价值的基础上,通过技术与产品的革新,加速数字与现实的互联互通,突出数字经济的引擎作用,助力中国经济高质量发展,在高速变化和充满不确定性的"后疫情时代"、"后全球化时代"中,寻找到新的破局之路。





# 趋势

0	趋势一	扩展现实是进入元宇宙的关键	33
0	趋势二	绿色低碳构建可持续发展的数字社会	35
0	趋势三	云边协同促进智能机器人广泛应用	37
0	趋势四	隐私计算安全释放数据价值	41
0	趋势五	通用基础模型集约高效支撑AI规模落地	45
0	趋势六	确定性服务将成为下一代互联网刚需	49
0	趋势七	分布式安全保障业务随时随地接入	53
0	趋势八	新计算架构铸就高效多元算力服务	57
0	趋势九	通感一体为万物互联网络提智增效	59
0	趋势十	全域超宽突破通信时空限制	63





# 家庭

人们的生活与科技发展息息相关,人工智能、扩展现实、机器人等新兴技术,将使得家 庭场景发生革命性的改变。

• 家庭生活

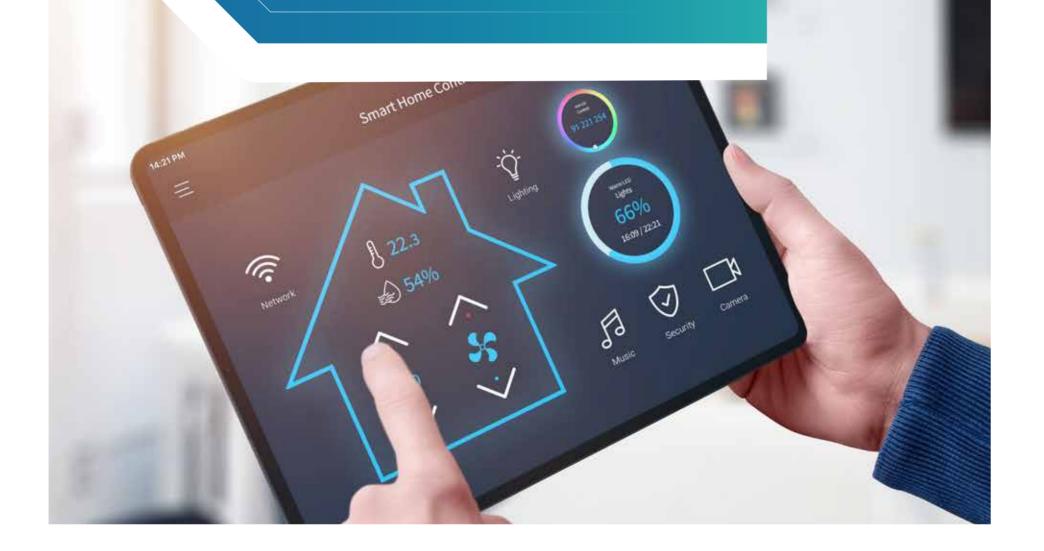
家庭机器人、智能数字助理、家庭健康管理帮助人们生活更加便捷

• 家庭办公

通过办公空间重构,打造安全无缝的协作机制,实现高效居家办公

● 家庭娱乐

在家庭娱乐场景中,虚拟与现实结合,带来全新的游戏、社交、娱乐体验



# 家庭生活

# AI融入生活, 让机器更懂人心

家庭数字基础设施不断完善,带来网络的带宽和服务质量大幅提升,未来将会有更多的数字化设备进入到家庭。同时,在人工智能技术的加持下,机器的智能水平将显著提升,能够更好的理解人类的意图,想你所想,及你所及。各类家庭服务机器人将分担家务、陪伴老人、照顾小孩;家庭数字助理使得各类电器不再沉默不语,而是可与人们进行交流互动;家庭健康管理,时刻关护着人们的身心健康。未来的家庭生活将随着AI的普及变得更加舒适、便捷和健康。



# 家庭服务机器人广泛普及

根据国际机器人联合会(IFR)预测,2023年个人和家用服务机器人的销量将达到4860万台,家庭服务机器人正逐渐成为"家庭新成员"。得益于定位导航、运动控制、人工智能、云边协同等技术的不断增强,家庭服务机器人的智能化水平将显著提升,可以进一步拓宽工作范围。家庭清洁工作如地面清扫、自动擦窗、厨房清洁、垃圾分类等,未来可以由家庭清洁机器人来承担,让人们从繁琐重复的家务劳动中解脱出来,有更多的时间和精力去做更有意义的事情。同时,随着老龄化时代的到来,陪伴机器人不仅可以对老人和小孩的生活起居进行无微不至的关怀照顾,而且还能在情感方面进行互动,使得人们身心更加愉悦。在家庭的安全方面,安防机器人可以与家庭监控、门禁、消防等设备进行联动,对家庭进行全方位的保护,让人们对居住环境更加安心。



# 家庭数字助理交互自然

人工智能技术的持续突破,使得机器的认知水平得到显著提升,结合扩展现实技术,未来在人机交互方面将会表现的更加自然。据预测,到2030年交互式人工智能市场规模将达到326.2亿美元。家庭数字助理将成为家庭的"全能管家",起到了联结人与机器的桥梁作用,通过手势、表情、语言等多种方式与人们进行互动,准确获知人们意图,打理好现实世界和虚拟世界中的事务。在现实世界中,数字助理会统筹管理家庭各类智能设备如空调、冰箱、灯光、机器人等,使其协同工作,时刻营造一个舒适、低碳的生活环境,满足人们的起居、餐饮、娱乐等需求。在虚拟世界中,数字家庭助理可以辅助人们掌控各类场景中的实时动态信息,让人们可以随时穿梭于虚实场景。

# 家庭健康管理全心守护

家庭健康管理系统通过各类家庭健康设备和可穿戴智能设备,时刻监测着环境质量、人体生理指标、睡眠质量等健康数据,成为"家庭健康顾问"。系统基于汇集后的健康传感器数据,利用大数据和人工智能技术进行分析,对环境参数直接进行控制调整,如调整智能床垫软硬、智能座椅高度、空气净化设备的参数等,使家庭环境达到健康和舒适的标准;对于身体健康方面,通过分析生理指标,对常见疾病给出预防提醒,提供健康饮食、健身锻炼的建议;对于精神层面上,系统也可以实时感知人们的情绪波动,通过智能情感互动,在精神上向积极正面方向引导。



# 家庭办公

# 空间重构,激发无限创意

2020年以来的疫情,使得远程办公的需求剧增,目前仍然在三方面差强人意:远程隔着屏幕和网线的交流,不能完全达到面对面交流的效果;家里的环境偏居家生活化,工作气氛与公司有差异;工作产生的成果或者使用的数据资源往往是公司的机密资产,远程办公为公司的安全带来很大的隐患。随着数字化升级和先进安全技术的推动,将来可以实现面对面的远程交流效果和沉浸式办公环境,企业机密资产也能得到动态实时保护。人们居家亦可具有安全无忧的办公环境,处于可重构的自由工作空间中,更易于激发无限工作创意。



# 远程无碍交流

随着全息媒体和多感官通信技术的发展,居家办公交互模式将被重塑。二维可视交互方式将被打破,可实现以人为本的全息体验,使人们感受到的立体感和真实感,打破了距离限制,虽然是远程线上交流,但犹如真人就在眼前。视觉、听觉、触觉等多感官无界融合,人们共同在一个可视的界面中编辑数据、勾画草图或者操作模型,实现顺畅地远程协作。多人参与的远程会议,如同坐在同一个会议室,与会者之间可以面对面无碍交流。2030年后,全息媒体和多感官通信将实现多人远程实时交互,包括协同办公、互动会议、社交互动、远程操控等,从而彻底打破固定工作场所限制,实现移动办公。

# Ů,

# 沉浸式办公环境

有媒体宣称,2025年VR全球销量突破3000万,苹果AR眼镜未来十年销量累计破十亿。扩展现实、全息媒体等技术将促进居家的沉浸式空间重构,使得人们可以不受家居环境的限制,超越物理局限,在工作时间拥有自己最喜欢的办公环境。喜欢清爽现代风格,可以将房间切换为简洁、清新明亮的办公环境,在愉悦的氛围下开始一天的工作;喜欢大自然风格,可以在工作时也能朝碧海暮苍梧,在山水中激发无限工作创意;喜欢传统的大办公室风格,则可以与同事共同打造一个漂亮的虚拟办公室,共享同一个工作空间,家庭办公将与办公室办公相媲美,甚至更美。

# 全方位安全保障

远程办公会带来个人隐私数据和公司数字资产泄露,造成很大的安全隐患。据Risk Based Security报告显示,2020年第一季度,数据泄漏在远程办公增加的情况下同比增长273%。在未来,远程办公的安全性将得到全方位保障。借助于隐私加密传输技术,实现个人隐私保护。通过对终端状态和用户权限持续评估,将所访问的对象采用最小授权原则进行细粒度的授权,实现对资产数据和应用的隐藏和动态实时保护。通过以上技术来保障员工居家随时随地接入办公环境,实现安全无忧的分布式办公。



# 家庭娱乐

# 虚实结合,享受别样人生

家庭娱乐已经和互联网、移动互联网、可移动设备等深度绑定,密不可分。越来越多的新技术新设备将会陆续进入家庭,如裸眼3D大屏、全息透明屏、头盔显示器、触觉手套、可穿戴感应器、多模态终端等。万物皆可"沉浸",娱乐创意将层出不穷。未来的游戏将带来全新的现场感和沉浸感;家庭娱乐也将重新恢复其社会公共属性;人们将更愿意在虚拟宇宙里娱乐、交往、游历。线上虚拟娱乐世界和线下真实物理世界之间的区别将难以分辨。

# 身入其境的竞技游戏

未来游戏不仅是高帧速、高分辨率、宽音域、纯真音质的视听盛宴,还将调动触觉、嗅觉、味觉等多重感官,配合数据手套、体感等更自然的操作和实时反馈,营造出更真实的现场感,将吸引更多人参与游戏竞技。人们可以创造一个宏大的有说服力的世界并沉浸其中,在不同类型的虚拟世界里穿越,这种游戏体验将会是前人所未曾想象到的。

# 网上虚拟的社交聚会

以虚拟身份进入数字世界后,人们将会寻求精神家园和社会认同,娱乐将重新回归到剧场化和社会化。通过扩展现实、数字孪生等技术创建的虚拟剧场,志同道合的人们将会聚集于其中,欣赏虚拟数字人演唱会、观看全景体育比赛、见证历史时刻。也可以在万众瞩目的舞台上展现才艺并赢取掌声。现实世界里的一切都能在虚拟宇宙里得到模拟和重构,虚和实的边界将会打破,所有家庭将会相通相融组成"娱乐宇宙",形成虚实交融的新型社会形态。

# 远端拟真的旅行经历

未来既能在虚拟世界里漫步,也能在真实物理世界里遨游。人们可神游于喜马拉雅山顶、戈壁大沙漠、大洋海底,甚至是月球、火星等异域实地。通过远端部署的可移动机器人、无人机等设备,远端真实世界里的环境影像、声音、温度、湿度、风速等可实时在本地呈现,甚至还能同步现场感知数据,例如伸手触摸视野中的一块岩石,现场机器人即把该岩石的温度、湿度、众理、触感等信息实时传递到我们的数据感知

手套上。人们不用长途跋涉、亲身涉险,也无需拥有运动健将 级的体魄,足不出户即可获得等同于异域实地科学考察级的游 历体验。

# 小结

在新兴ICT技术的支撑下,家庭生活更加智能、家庭办公更具创意、家庭娱乐更为精彩。超宽、低延时的家庭网络和先进的扩展现实技术,将会广泛用于家庭各场景中,带来沉浸式极致体验;人工智能和机器人技术,全面提升家庭数字设备的智能化水平,带来自然流畅的交互体验,并替代人们重复繁琐的工作;安全防护技术全面应对各类网络攻击、守护数字资产,为家庭数字化全面保驾护航。未来,家庭将进入一个人机互动、虚实相融的元字宙新世界。







超宽网络、人工智能、扩展现实与机器人技术的发展,将对未来办公园区产生深远的影响。未来办公园区将在空间、智能、资源多个维度高效协同,开创办公新模式:

- 。高效协同的办公空间使得人们可以获得虽远隔万里如同面对面的交互体验;
- •智能机器人助手的广泛应用让人们可以专注于高价值、创新性工作;
- 。办公设备管理无人化让使用更简单,园区资源协同利用更高效。



# 办公空间高效协同

办公室的工作模式场所固定,办公效率受天气、交通等多种因素影响。未来超宽网络、扩展现实与数字孪生技术将支持人们对办公空间多元化、个性化的需求,让人们突破时间与地理空间的限制。人们可以在办公室、居家或者旅途中办公,并能实时获取所需各种办公资源,提高办公效率。人们可以将所处的办公空间变成一个虚拟会议室,在虚拟会议室中可以和同事的数字化身面对面讨论,激发创造灵感;还可以随时根据需要快速变换虚拟工作场景,例如一起参加面试、一起与客户沟通和建立业务,如同身临其境。无论身处何地,多种办公空间的高效协同让人们获得虽远隔万里却如同面对面的交互体验。

# 智能助手协助办公

智能助手可以协助人们完成辅助性工作。埃森哲在《人工智能红利渗透与爆发》报告中称,未来数智机器人将覆盖人类91%的工作场景。未来感知技术、人工智能技术的运用将推动智能机器人进入园区协助人们办公,智能机器人助手不仅具备听觉能力,更具备包括视觉、触觉等多种感知能力,能够通过先进的人机交互技术保障与人进行流畅的语言、动作交流,通过意图识别随时随地了解人的想法和思维习惯,协助人们安排工作计划、预订资源、语言翻译、会议记录、搬运器材等工作。智能机器人助手将让人们从低价值、重复性的工作得以解脱出来,专注于高级的创造性、决策性工作。

# 园区资源协同利用

当前园区办公设备设施没有互连,利用率不高;园区能源有浪费现象,例如一人上班灯光空调全开。未来办公园区通过超宽网络、通信感知技术、人工智能等技术对园区资源的网络互连、运行监视、操作与控制、综合信息分析、能源利用等实现数字化、智能化管理。未来办公园区设备设施具备感知与智能交互能力,使设备管理更简单,将实现园区资源共享和高效复用。人们可以实时获取办公设备位置、状态信息,语音手势智能交互也让使用更简单快捷。未来办公园区人工智能技术将人与空间、办公设备相关联,采集设备设施运行数据,监测办公设备工作状态,实施精准控制,例如只针对必要区域开启灯光、调节空调到适宜温度,从而让园区资源得到高效利用。





全球以工业4.0为代表的制造业新格局正在形成。在我国,伴随着产业升级的进程,智能制造将成为我国制造业发展的必然趋势。到2035年,规模以上制造业企业全面普及数字化网络化,重点行业骨干企业基本实现智能化。工业园区是制造业发生的重要场所,工业园区的发展是制造业转型升级的前提条件。未来工业园区将能够在熄灯工厂中自动生产,实现低碳高效;根据订单需求、设备和物料状态合理调配资源和产能,实现柔性生产;大量使用绿色能源,做到知碳、算碳,实现数字双碳。

# 1

# 低碳高效的自动化生产

工业园区利用5G/6G、工业互联网等技术获取生产全要 素数据,结合人工智能、数字孪生等技术在工业智能控制平台中构建高精度自动生产模型。基于自动生产模型 定义的流程,生产制造过程中所需的所有生产设备、移动AGV、无人机等群组协同、配合有序,根据指令和流程完成自动生产、物料传递和仓储搬运。对于关键流程,结合扩展现实技术在智能控制平台中进行可视管控,对关键制造过程进行远程操作。对于无人制造环节熄灯生产,有人制造环节合理地调配照明和其他资源,从而实现错峰用电、持续生产,提高生产效率和能源利用率,做到低碳环保、安全高效。

# 定制生产智能调配

工业园区利用超宽带无线通信、人工智能、数字孪生、 大数据等技术实时获知生产制造过程中的各种生产数据 和设备状态,根据客户的个性化定制需求,智能规划产 线,自动添加或移除设备,快速有序地形成新的产线, 生产出定制化产品。在生产的中间环节,结合机器视觉 技术实时监控各流程状态和中间产品的质量,剔除不合格的中间品,实现产品的实时精确质检,提高良品率,保证生产效率。对于生产过程中设备故障和问题,能快速定位问题的根源,引导维修机器人及时对设备进行维修或者替换,快速恢复产线。未来工业园区根据定制化生产需求,合理调配产线、调度产能,实现大规模流水化生产向定制化柔性生产转变。

#### 清洁能源数字双碳

工业园区利用通感一体网络实时获取园区各种能源产出和存储的状态,园区生产、搬运、物流等设备的能源消耗率,在本地边缘计算中心完成数据脱敏后传输到云端中进行综合处理。云端结合大数据和人工智能技术,综合能源输入数据和园区的实时生产数据,进行能源模型训练和数据分析,从而得出碳排放数据预测。根据碳排放指标,合理分配和调度能源,更多地使用绿色能源来进行生产,助力2030年前完成碳达峰,2060年完成碳中和的目标。未来工业园区综合以上技术实现对能源的智能监控、智能调度和管理,做到知碳、算碳,实现数字双碳。



# 未来场馆园区

# 超宽有序, 打造沉浸式互动新体验

场馆园区包括博览馆、展览会、体育馆、机场车站等各种不同类型的园区,传统场馆园区依赖大量的管理人员和人工的决策来提供基本服务功能和处理应急突发情况,成本高效率低。未来场馆园区深刻理解人们对于各种场馆需求和痛点,提供最优质的服务:会场场馆具备高速全连接覆盖,虚实结合沉浸式互动体验;体育场馆拥有精准引导,出入有序优质体验;机场场馆让人们舒适出行,即便发生突发应急情况也能够获得安全无忧的体验。



# 高速体验沟通无碍

传统博览馆、展览会展出形式平淡缺乏科技感;网络资源不能满足人们实时分享互动的需求;不同国家、地域的人们由于语言差异存在沟通障碍。未来场馆利用扩展现实结合云网边端技术,将物理世界与虚拟现实世界有机相结合,从不同维度展现立体视觉、虚实互动等元宇宙应用功能,打造全域超宽沉浸式互动新体验;拥有Wi-Fi 7、6G的高速无线接入能力、将网络的联接遍布场馆的每一个角落,人们可以随时随地和朋友分享和互动;运用AI多语种自动精确翻译,并准确识别观众的语种信息和具体位置,利用音场效果进行推送,让人们无需担心语言差异,从而获得优质体验。

# % 精准引导出入有序

大型体育场馆在举办重大赛事时,人们的出入场时间非常相近,短时间内会产生大量的人员流动。传统的方式是通过专门的工作组进行调度,并安排工作人员在现场进行向导和指引,来保证秩序,然而这种方式消耗了大量人力、物力。未来体育场馆运用举办各种赛事的场次和时间数据,并结合场馆软硬件基础设施数据和实时环境信息,运用大数据、AI等技术进行综合预测分析和模拟演绎,生成精准、有效的人员出入最优方案,无需工作人员参与,按照时间轴通过智能化的屏幕指示和语音播报对人员进行出入指引,使得整个人员流动安全有序,极大地减少了人力、物力消耗,给观众带来了优质的体验。

# 应急感知安全无忧

机场场馆当遭遇突发应急情况时,场馆内的大量的人群将引起恐慌,并容易产生混乱。传统场馆内的应急指挥调度依赖指挥中心的临时人工决策,然后安排现场工作人员进行人员疏散和撤离,这种方式依赖临时调度指引的效率,容易造成场面更加混乱并形成二次伤害。未来机场场馆实时采集和感知场馆内外设备、环境、航班、人员等数据信息,利用数字孪生技术进行建模和分析,并根据各种可能发生应急事件进行应急方案的模拟仿真、推演和优化,形成一系列有效、安全有序的人员撤离应急预案,在应急事件发生时,通过AI视觉精确识别应急来源,精准启动执行最优应急预案,全程掌控应急处置的整个过程,将突发应急情况下造成的伤害降到最低。

# 小结▶

科技的发展深刻影响着园区的未来。办公园区更加协同高效,激发人们创造灵感;工业园区更加自动化、智能化,重塑制造模式;场馆园区体验更精彩,出行更安全。全域超宽网络、大数据、人工智能、数字孪生将广泛应用于园区的各种场景中,极大地提升园区用户的体验和满意度。未来园区将围绕以人为本、主动服务、绿色低碳、高效安全而可持续发展。









# 城市

城市是人类社会活动的重要场所,随着城镇化进程高速发展,常住人口城镇化率不断提升,城市辐射范围及功能不断延伸和叠加。在建设数字政府、智慧社会战略的进一步部署下,未来城市将通过人工智能、大数据、隐私计算、扩展现实等技术手段,以科技创新的方式实现城市间优势互补,资源共建共享,产业协同发展,重塑区域间协同发展;城市内智能化建设以人为本,城市治理更加精细;城市公共服务更加便捷、更加贴心,人们幸福指数倍级提升。





# 融通共治,构建城市共同体

科技进步正在促使一小时城市圈飞速崛起,城市之间相互协同,逐步打造成为智能 城市共同体。未来,城市间将共建共享数字新基建,统一提供云、算、数、网等公 共数字基础设施。城市间将会大力发展绿色产业,利用数字技术完成绿色产业协 同。城市圈自贸服务与管理高度智能化,自贸区无人码头、无人仓库等全面普及, 彻底解放人力,释放产能。



# 数字共建

企业数字化转型离不开数字基础设施的支撑,初创和中小型企业如果重点 投入基础设施建设而无法聚焦自身的业务方向,不利于企业的发展。城市 间共建共享,统一进行云计算、大数据、高速网络等算力基础设施服务建 设,不但符合国家绿色低碳发展战略,更有助于降低企业投资和运营成本, 加快企业数字化转型,提升初创企业存活率。依靠共建的数字基础设施, 可保障城市间数据资源按需共享、异地计算,实现区域城市管理一体化、 服务一体化及产业链条一体化。到2025年,我国政府和企业上云率或将突 破75%;全国算力整体规模将达到1200EFlops;数据作为重要资产流动 将成为常态,数据安全将变的越来越重要,60%的大型企业机构将使用一 种或多种隐私增强计算技术。

15\_\_\_\_\_\_1

# 循环经济

循环经济是相对于传统高消耗、低产出、高污染的经济方式,按资源一产品一再生资源路线,实现资源反复循环使用的发展模式。近年,城市中产生的废物成几何倍数增长,循环经济促使城市废物有效处理,环境状况进一步改善,资源消耗进一步降低,是实现国家绿色低碳发展战略的重要路径之一。

城市集群建设统一信息化流程,数据分享、分工协同,全面实现无废城市集群。资源循环利用产业将全面普及易拆解、易分类、易回收的产品设计方案,绿色设计渗入全产业链条,到2025年,资源循环利用产业产值将达到5万亿元。依托人工智能、无人垃圾车、智能垃圾箱、分拣机器人等设备与技术实现城市废物无人回收、智能分拣、自动运输,整体提升废物利用率。

# ■ 敏捷自贸

敏捷自贸是利用大数据、知识图谱、区块链、人工智能、机器人、车路协同、高清视频等现代技术,加速自贸流程、保障自贸安全,使自贸活动更加便利与自由。管理部门间数据高度共享,实现统一的业务入口,加速通关效率、降低企业成本、优化监管资源。政策图谱实现惠企政策的智能解析与及时推荐,使企业获取最大经济利益。精准金融服务智能甄别企业交易信息,拒绝虚假交易、保障资金安全,大幅提高优质中小企业融资速度。无人码头、无人物流、无人仓库等基础设施,使货物装卸、运输、入仓全面自动化,彻底释放人力,提高工作效率和安全性,操作人员可随时随地通过远程人机协作完成绝大部分的工作,365天贸易运转不打烊。





# 城市运营

# 让城市成为"智慧生命体"

随着城市化发展逐步走向成熟,城市的体量也在逐年增大,如何有效地管理城市的整个运行成为城市管理者所面临的艰巨任务。未来的城市不再是简单的钢筋混凝土的组合,而是向全面数字化和智能化转型,大数据、物联网、人工智能、图像识别等技术与城市运营工作深度融合,城市体检构建健康的城市体魄,智能应急提高城市自身免疫力,智享速达激发城市内在活力,城市将逐渐成为具有高度智能的"智慧生命体"。



#### 城市体检

城市体检通过实时采集遥感大数据、物联网大数据、社会大数据等城市体征数据,结合全息测绘、时空 图谱和虚拟仿真等技术实现城市中建筑、交通、绿化、水系线等各种地理要素全景还原,构建一体化全 息高精度城市信息模型,并对城市运营中生态宜居、健康舒适、安全韧性等涉及社会民生的方方面面进 行"秒级监测"。截止到2021年末,中国已经完成对59个大中城市8大方面56项指标的城市体检工 作。城市管理者可以随时查看城市的体检报告,并及时发现城市运行中存在各类问题和短板,提升城市 运营管理的综合治理能力,全面支撑城市管理"看全面、管到位、防在前"。

# 智能应急

城市智能应急是将人工智能、灾害预测等技术深度融合到城市的日常管理中,采用精准的算法提前预测自然灾害和人为事故的发生时间和发展趋势,建设城市运行管理服务平台"一张网",城市管理各部门通过共享应急指挥信息资源,提升检测预警,指挥调度等综合能力,实现多部门联动的综合治理和协调调度。2021年中国各种自然灾害共造成1.07亿人次受灾,直接经济损失3340.2亿元。当城市中发生煤气泄漏、恶性事件等公共安全事故时,智能应急能够通过大数据分析对事件发展趋势进行预判,统筹城市资源,统一指挥,科学决策,实现高效联动城市应急响应将受灾范围、灾害损失控制在最小程度。

# **留享速达**

交通出行是衡量城市居民生活幸福指数的重要因素,"智享速达"融合多种出行方式,让人们享受高效便捷的交通服务,改善人们的出行体验。预计到2030年,智慧城市的公共交通覆盖率将达到95%以上,航空、轨交、公交等多种出行方式智能融合,速度和班次精确调整、无缝对接,能实现城市内及城市间任意地点快速抵达。L1与L2低阶自动驾驶技术已成熟并广泛应用,到2025年具备L3或L4高阶自动驾驶技术的新车占比将超过20%,汽车从交通工具转变成超级智能移动终端。5G/6G、边缘计算等技术与智能网联汽车融合应用更加深入,车路协同技术将解决信号同步、优化部署等方面的难题,并为车辆提供基于场景的差异化行车服务,道路上将逐步消灭红绿灯,出行效率更高安全性更好。





# 城市服务

# 智慧为民,更"懂"民生

未来大数据、扩展现实、隐私计算、数据安全、生物识别等技术的进步让生活在城市中的人们享受到触手可及的便利服务。数字身份让人们在享受数据融通便利的同时又能保障个人隐私;智慧文旅给人们带来跨时空的文化享受;扩展现实技术在职业培训中广泛应用,人才供需自动匹配,人尽其才。

# 勤 数字便民

数字便民是通过数字化技术赋能公共服务,为市民生活提供极大便利性。通过区块链、隐私计算技术打造的安全可信算力打通各个政府部门的"数据孤岛",各种政务服务共享一套数据,通过个人数字身份牵引实现个人数据的融通汇聚,针对普通市民做到"免卡证"及完全线上办理业务,从"最多跑一次"到"再也不用跑"。数据融通带来巨大便利的同时还能保障数据不被滥用、泄露,数据价值得到合理共享。

# 智慧文旅

智慧文旅是传统文旅产业的升级,扩展现实技术加持的文旅给人们带来了跨时空、沉浸式体验。静态实物展示的历史在数字世界变成活生生的现实,人们一步跨越五千年,实景体验古人的生活和文化;遥不可及的宇宙空间在数字世界里变得近在咫尺,人们坐在家里就实现了星际旅行;书籍是全人类的知识资产,对于广大读者来说,在数字世界里可以拥有全世界的图书资源,随时随地获取,独享的阅读体验。人们徜徉在扩展现实技术构建的数字世界里,跨时空的文旅让人们实景感受世界各地文化,了解宇宙深处的秘密,让历史照进现实。到2030年,全球50%的互联网用户将频繁使用扩展现实技术。

# **无忧就业**

无忧就业依靠精准匹配的职业市场和高效赋能的职业培训使市民人尽其才。通过数据分析实现人才劳务市场供需智能匹配,打通职业供需两端通道,从"人找工作"到"工作找人",人们不再忙于找工作,企业也不再为找不到合适的人才而苦恼。大数据、扩展现实技术加持下的职业教育大发展,会让普通人很容易找到适合自己的职业技能并获得相应培训。虚拟仿真培训作为职场培训工具,使教学活动更加生动形象、直观易懂,最大限度激发被培训者学习兴趣,极大提高学习效率,据普华永道预测,2030年全球VR培训市场份额将达2940亿美元。



# 小结

未来的城市将实现全面的数字化和智能化。通过数字共建、循环经济及敏捷自贸等建设,实现城市间融通共治,打造成为智能化城市共同体;通过建设全方位的智能感知、信息智能共享平台实现精细化的城市运营,使人们生活更安全健康,交通出行更高效便捷;通过大数据、隐私计算、扩展现实等技术应用,为市民提供更加人性化、更加贴心的城市服务。





# 智慧医疗 -

# 让人人都有私人医生

人均预期寿命不断增长,2019年全球人口预期寿命达73.3岁,但预期健康寿命却只有63.7岁。人们对健康和医疗的需求不断增加,而传统医疗过于依赖医生经验,药物研发效率低,医疗资源分布不均衡,迫切需要引入新的医疗技术和医疗模式。智慧医疗充分利用数字化技术,通过主动健康管理、精准医疗和远程医疗,提高医疗效率,优化医疗资源配置,降低医疗成本,实现以人为中心,让人人都有私人医生。



# 健康管理: "治未病"

随着新型生物传感技术和医疗物联网技术的发展,以及可穿戴健康监测设备的普及,健康管理变得更加方便。基于新型生物传感技术和医疗物联网终端全时全量的采集个人生物和行为数据,在机器学习技术的帮助下建立个人健康模型,通过实时的健康状态监测,评估和识别健康和疾病风险并给出具体建议,例如个人饮食指导,运动健身建议,老人远程监护等等。通过对更大规模人群的健康数据采集和分析,可以更容易的掌握群体健康状况,发现影响群体健康和导致疾病的因素和规律,例如慢性病和流行病的防治,疫情监控和预测,公共卫生服务政策制定等。通过主动的健康管理,提前采取有效干预措施,达到"治未病",提高生活质量,延长健康寿命。



# (♥) 精准医疗: "干人干药"

传统的医疗一般采用通用的医疗方案,较少考虑个体患者及其病症差异,通用药物往往仅对部分患者有效,经常不能达到最佳治疗效果,还有可能增加部分患者的痛苦。精准医疗是一种新兴的医疗方法,通过基因测序、新型分子靶向药物、mRNA等先进医疗技术,将个体特殊信息,如临床病史、遗传基因、环境和生活习惯等因素纳入到医疗方案中,定制最佳的预防和治疗方案,实现"干人干药"。

近年来,得益于基因技术的进步和检测成本的下降,人们使用基因疗法,对基因导致的疾病有了更深入的了解,针对特定疾病研发特定的靶向药物,目前已经有数百种靶向药物,覆盖了30种癌症类型,精准杀灭癌细胞。另外,精准医疗也综合利用其它个体信息:参考个人病史数据提高用药的准确度,根据患者的体型精确制定用药量和间隔时间,同时考虑个人的生活环境和习惯制定特殊的辅助医疗方案等等。精准医疗从根本上改变了传统医疗的方式,注重研究疾病的根本原因,以人为中心,充分考虑每个人的差异,让诊断更精准,治疗更有效,为医疗提供了前所未有的可能性。

# ■ 远程医疗:消除时空鸿沟

医疗资源分布不均,看病难、看病贵,一直都是医疗的主要矛盾,远程医疗则是解决这个矛盾的重要手段。信息通信技术的发展,如人工智能、云计算、互联网和5G等技术,为远程医疗提供了技术支撑。 个人医疗终端的监测信息、检查结果、医学影像与电子病历等信息可以上传到云端,由远端的医生进行诊断和开药,个人还可以通过高清视频和远端的医疗专家实时交互,甚至进行远程手术。远程医疗让医疗资源的获取更便捷,消除了医生和病患之间的时空鸿沟。



# 未来教育

# 因材施教,数智育人

教育肩负着为国家和社会培养多元化、专业化人才的重要职责。传统的教育教学主要依赖学校条件和教师的个人专业知识和经验,教学效率低、学生积极性主动性不够、教育资源分布不均衡。未来,数字化和智能化技术与教育深度融合,"干人干教、沉浸式教学、云上科研"等一系列创新型科技化的教学模式,不仅可以提高教学效率和质量、激发学生的活力和创造力,也可以加速科研创新和成果的转化落地。



# **万** 干人干教,因材施教

通常,制定一个有效的教学方案需要综合考虑学生的认知水平、学习能力以及自身素质等因素,而且还需要根据实际情况不断地更新完善。在传统情况下,教师没有太多的时间去了解每个学生学习的方方面面,主要依赖个人的专业知识和经验的判断,快速给出一个通用性的教学方案。

未来,通过AI、物联网和大数据等技术采集、汇聚和分析学生的相关数据,可以对每一位学生的认知水平、学习能力和自身素质等方面进行全面评估,为每一位学生构建数字画像和知识图谱,实时追踪并定期评估,同时通过利用成干上万的教学方案,结合学生的个体差异,最终教师可以为每个学生选择适合其特点的教学方案围绕"教、学、管、测"四个方面实现高效智慧的教学,从而可以发挥学生的长处,弥补学生的不足,激发学生学习的兴趣,树立学生学习的信心,促进学生全面发展,实现从传统教学向智慧教学转变,实现真正的"干人干教,因材施教"。

# 💼 沉浸式教学,让教育"身临其境"

传统的教学中,有些场景是无法或者很难用语言直观和生动描述 出来的,例如,非洲广袤草原上成群结队迁徙的羚羊、斑马和正 在觅食的雄狮。

未来,扩展现实与实际教学知识点紧密结合,能将抽象、晦涩难懂的知识以更生动、直观、全面的方式呈现,用沉浸式的教学体验增强学生的代入感。扩展现实可以为各个学科提供虚拟的场景,通过扩展现实感受到在客观物理世界中所经历的"身临其境"的逼真性,让学生一会儿身在非洲广袤的大草原,体验羚羊、斑马在你身边环绕的和谐景象,一会来到美丽的长江黄河,感受大江大河的波涛汹涌。同时通过扩展现实教师和学生可以突破时空限制,以虚拟的身份进入教室,面对面的沟通学习内容和心得,教师和学生之间有更多的互动和交流。这些增强现实元素所产生的可视化效果和沉浸式体验,能够大大增强学生对探索未知知识领域的热情。

# **⑤** 云上科研,云中实验室

传统的科研流程是个别国家重点科研院所购买昂贵的设备,搭建 复杂的实验环境后再进行科学实验,而且这些科研资源无法实现 弹性扩容和实时共享,算力少、共享难、不好用一直是科研的突 出问题。

未来,将科研放到云端,借助于云计算、物联网等技术,高校、硕博实验室、科研团队在云上建立自己的实验室,根据不同的实验需求,随心所欲地搭建各种实验环境,可以在云上进行高性能计算、深度学习、智能交互和可视化建模,同时通过云边端协同,多时区、多地域的师生可以协同完成各种复杂和高难度的科研任务,从而加速科研创新和科技成果的转化落地。

# 绿色能源

# 数智互联, "风光"无限

为应对全球变暖的问题,全球主要国家和经济体已纷纷制定战略,减少碳排放,实现碳中和。化石能源将逐步被绿色能源替代,风电、光伏、水电等绿色能源的使用将逐步增加(到2030年,全国非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右)。分布式绿色能源通过数字化和智能化技术的应用,很大程度上屏蔽了间歇性特点;能源互联网加快人们对分布式绿色能源的规模使用;终端电气化水平未来持续提升,同时对能源系统的数字化也起到推动作用。绿色能源持续地汲取数字化、智能化技术的发展红利,不断地优化自身。

# 【法】

### 源:能源数智化管理

由于天气变化和季节、昼夜的更替,风、光、水等绿色能源表现出随机性、间歇性特点。绿色能源需要并入电网系统才能真正的规模使用,而实际电网对稳定性要求十分严格,绿色能源接入电网对电力系统的稳定性提出了挑战。

能源数智化管理,即采用数字化、智能化技术对能源进行管理,通过大数据、人工智能技术精确预测识别风、光等绿色能源的状态,使用传感技术、5G、物联网技术监控和传递电网与用能终端的各种状态,能源系统利用大数据综合分析自动调节源端的发电启停、供应量的大小,精确控制绿色发电;同时,绿色能源分布式发电与虚拟电厂技术结合,绿色能源便捷高效接入电网。未来电力系统在不使用或者减少使用化石能源的条件下,完全适应风、光能源的特点,保持电力系统运行稳定。能源采用数字化、智能化技术管理,不仅有效提升能源生产、运维效率和能源效率,也促进绿色能源的大规模并网使用,助力实现碳中和。



### 网: 互联网广泛应用于能源行业

目前绿色能源的使用多呈分布式。分散式风电和分布式光伏是两种主流的可再生能源分布式应用模式。分布式的风、光电的使用,虽然满足绿色要求和部分用电需求,但仍有诸多问题。比如,发电不确定性较大、分布式电力市场化难度大等,从而限制绿色能源大规模开发的发展。

能源互联网,融合了互联网技术和思维,通过运用先进的电力电子技术、信息技术(包括物联网、云计算、大数据等)和智能管理技术,将大量由分布式能量采集与储存装置和各种类型负载构成的化石能源网络、绿色能源网络等能源节点互联起来,实现能量双向流动的共享网络。通过能源互联网可以将多个分布式绿色电站构建出"虚拟电厂",当电力出现供需不平衡时,通过虚拟电厂调控实现全局均衡。在能源互联网平台上,用电消费者也可以是电力提供者,在能源平台上进行能源交易和能源共享。未来,通过能源互联网,人们可以将煤炭、石油、水能、风能、太阳能、核能等一次能源转换为电能并连接在一起,实现多能互补、协调开发,实现更大范围内优化能源配置;与互联网、物联网、智能用能终端等深度融合,满足智能家居、智能社区、智能交通、智慧城市发展的多样化需求。





# 荷:终端电气化加深能源数字化

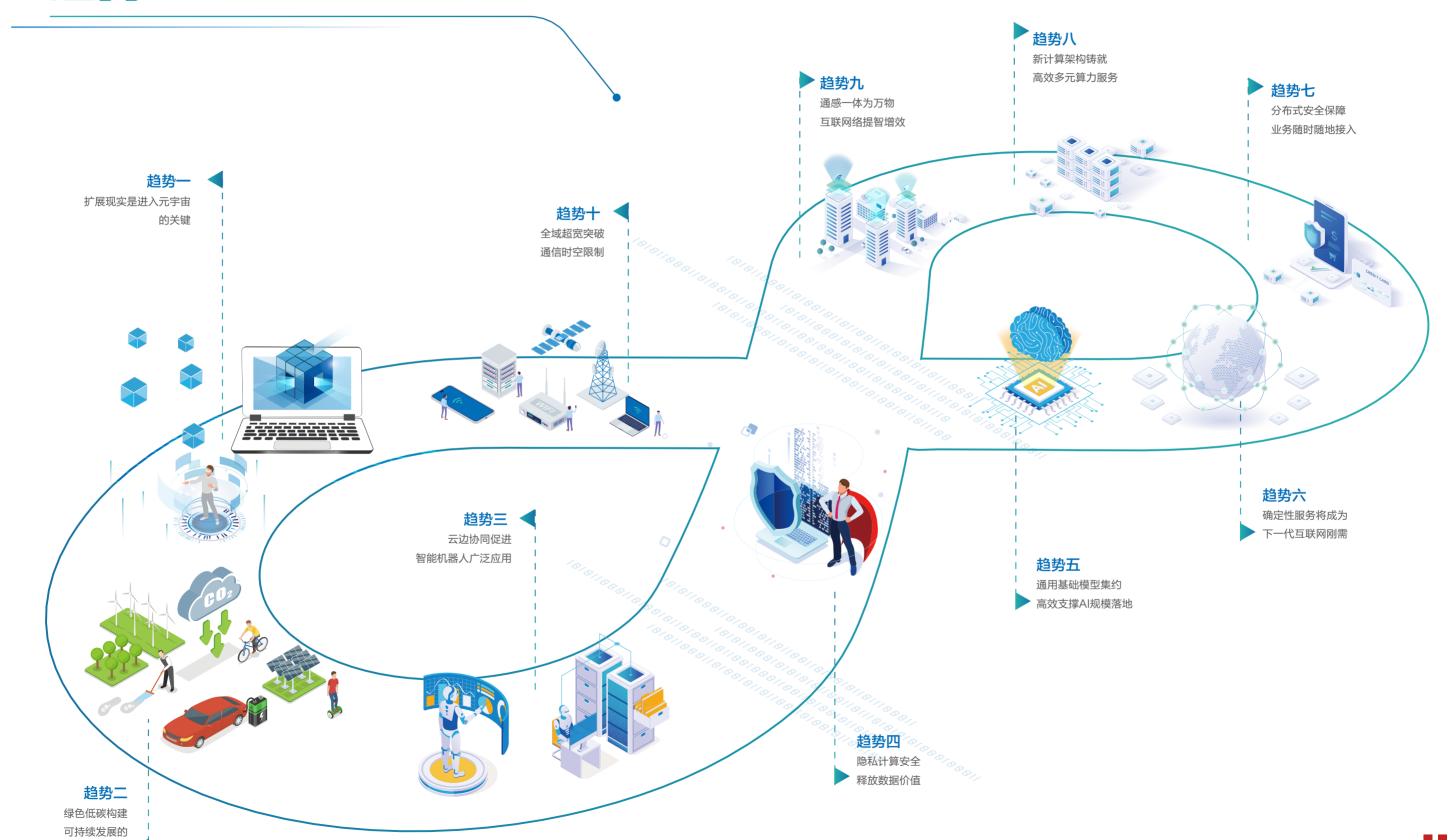
当前人们的衣食住行的用能终端还离不开化石能源,为了减少碳排放实现碳中和,私家车、公共交通工具、家用炊具等用能终端,未来必将逐步过渡到使用绿色能源产生的电力来替换传统化石能源。终端的电气化将进一步提升能源的数字化和智能化。人们的衣食住行等用能终端的电气化水平将越来越高(2050年我国终端电气化率将达到50%,即电能占终端能源消费的比重达到50%),随着各种电气化终端的数字化进一步完善,终端的用能信息非常方便地聚合反馈到能源系统,能源系统根据聚合信息,通过大数据、AI技术智能地调节源端的发电、配送等动作。未来人们汽车充电、生产生活用电、建筑用电等信息反馈给能源系统共享,能源系统结合大数据预测用电终端的负载变化,实时调整能源网络的动态响应。

# 小结▶

目前5G、物联网和人工智能等新技术在各行各业的应用正在普及中,公共事业将进入全面数字化和智能化时代。新技术推动着绿色能源的规模使用、助力碳中和,推动着医疗精准化、远程化,推动着教育向因材施教、数智育人方向发展。未来,科技的发展继续改变社会,为公共事业的发展插上数字化、智能化的翅膀,让人们的生活更便利、更美好。

# 趋势

数字社会

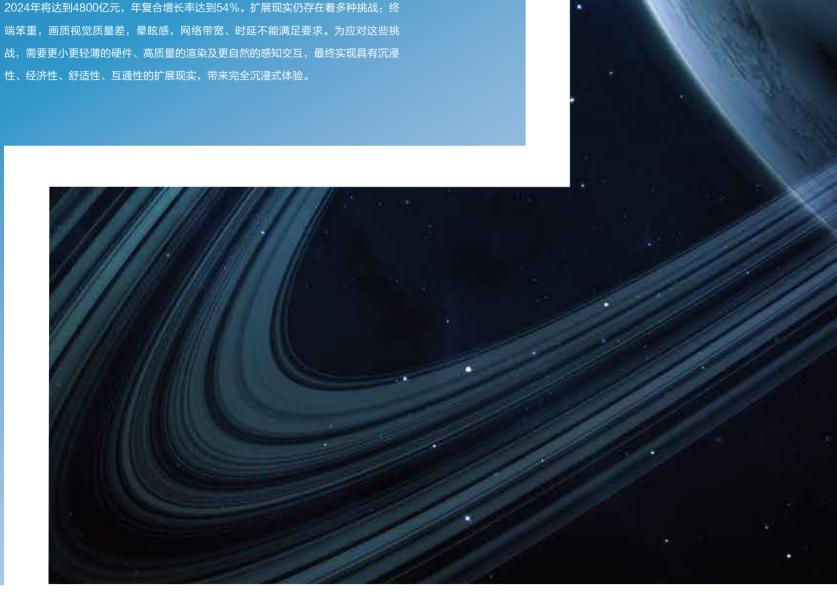




# 扩展现实是进入元宇宙的关键

2021年被认为是"元宇宙"元年,互联网进入到一个新的时代。元宇宙是整合多种 新技术而产生的新型虚实相融的互联网应用和社会形态,而由扩展现实技术提供的沉 浸式体验则是"元宇宙"最核心的特征,扩展现实是进入"元宇宙"的关键技术。

扩展现实创造了虚拟和真实环境相结合的人机交互环境,是虚拟现实、增强现实、混 合现实的统称。随着"元宇宙"概念的兴起,扩展现实产业即将进入快速发展阶段。 据中国信通院、IDC等机构统计,2020年扩展现实行业市场规模约为900亿元,到 2024年将达到4800亿元,年复合增长率达到54%。扩展现实仍存在着多种挑战:终 端笨重,画质视觉质量差,晕眩感,网络带宽、时延不能满足要求。为应对这些挑 战,需要更小更轻薄的硬件、高质量的渲染及更自然的感知交互,最终实现具有沉浸



### 更小更轻薄的硬件

扩展现实的终端硬件(即头显)是扩展现实产业的重要组成。据IDC统计,2020年全球扩展现实终 端出货量约为630万台,预计2024年终端出货量达到7500万台,增速达到86%。头显至今发展了 50~60年,正向更小更轻薄的方向发展。市面常见的头显有500克左右,现在已经出现了重量只有 90克的AR智能眼镜,在近几年内有望在大众市场掀起一波热潮。今天一些创新型厂商已经开始在 研究隐形眼镜形式的头显,它可以将图像、符号和文字自然叠加到佩戴者看到的现实场景上,佩戴 更舒适, "隐形眼镜"头显技术将在5年内成熟。未来,也许我们可以连眼镜都不需要而通过脑机接 口来看到虚实结合的世界,真正能做到"无感佩戴"。同时轻薄的终端硬件需要支持6DoF(六自由 度)、眼球追踪等先进的技术,以使用户获得沉浸式体验。

#### 人工智能加持的云边端协同渲染

渲染计算是获得沉浸式视觉的关键。为获得高画质并且不增加终端的成本,将部分复杂的渲染迁移 到云上,通过本地和云端协同,结合人工智能优化,提供高质量的渲染已经成为趋势。基于眼球追 踪的注视点渲染技术可在减少像素的情况下仍获得高分辨率的图像,是未来重点研究方向。云端渲 染是借助云端的计算能力提供扩展现实所需的渲染能力。通过云边端协同渲染,可以降低对终端设 备的硬件能力要求,使得便宜的终端设备也可以得到流畅细腻的画质。云边端协同渲染需要高带宽 低时延的网络传输。提供高画质、无卡顿、快速响应的极致体验,带宽要求在1Gbps以上,往返时 延要求在20ms以内。结合5G、6G、网络切片等新的网络技术可以较好的满足网络的需求。同时云 网边端协同将算力下沉到边缘,可以节约网络传输带宽,减少时延。人工智能加持的渲染技术,已 经成为热门的研究领域。通过人工智能去除画面的噪声,得到更精细的画质;通过人工智能技术实 现超采样,只需对更少的像素渲染即可得到高分辨率、高帧率的画面呈现,画面更流畅更清晰。

#### 更自然的人机交互

感知交互技术由视觉、听觉、嗅觉、触觉、运动感融合构建出沉浸式体验。我们对感知交互技术的研 究已有了一定的成果,超高清、3D视觉、全息、机器视觉、手势识别、立体声等技术都已经有了一些 应用。未来在元宇宙的世界里,我们需要大规模的复现真实的人与环境,实现"听声辨位"的沉浸式 立体听觉,我们可以"真正"触摸到物体的纹理和虚拟人的体温,我们能在跑步的时候感觉到耳边的 风声。多感知交互技术关联发展仍需要进一步的探索,实现更自然的交互、更自由的交流。

### 展望

当前扩展现实主要在游戏娱乐场景为大众所熟悉,扩展现实必将从娱乐场景扩展到社交、教育、 医疗、工业、办公等全场景。通过扩展现实进行社交聚会、拟真旅行、沉浸式高效协同的办公、 智慧文旅,人类社会将讲入现实世界与虚拟世界相互融合的新世界。

#### H3C预测

未来十年,

全球50%的互联网用户将频繁使用扩展现实。



# 趋势二 · 绿色低碳构建可持续发展的数字社会

实现可持续发展是国家部署"双碳"战略的根本目的。为此,必须将新能源技术与新一代信息技术相结合,在能源供应侧通过数字化智能化不断提升可再生能源的利用率,在能源消费侧通过低碳化电气化实现绿色节能,建设可持续发展的数字社会。

传统的数据中心、园区和工厂是能源消耗和碳排放的大户,而基于智能微网、能源互联网、综合能源管理和高能效制冷等关键技术,则可以优化能源供给和消费结构,极大地降低数据中心电能使用效率(PUE: Power usage effectiveness),实现园区综合能源智能管理,赋能制造业在数据驱动的"黑灯工厂"中实现减排降本提质增效,以零碳数据中心、零碳园区、零碳工厂的建设和发展来夯实数字社会可持续发展的根基。

# 智能微网

智能微网是智能化的小型发配电系统,以分布式电源为基础,融合储能装置、能量转换装置、控制装置和保护装置,采用先进的电力技术、通信技术、计算机技术和控制技术,实现自我控制、保护和管理,可并网运行也可独立运行。作为智能配电网的重要组成部分,智能微网通过智能地协调各种现场分布式发电资源,可以优化用电成本和提高电力稳定性,最大限度地利用可再生能源。智能微网将融合可再生能源利用、冷热电三联供、分布式供能和储能,保障数据中心、园区和工厂的可持续运行。

#### 能源互联网

能源互联网将先进信息通信技术、控制技术与先进能源技术 深度融合应用,涵盖新能源发电技术、大容量远距离输电技术、先进电力电子技术、先进储能技术、先进信息技术、需求响应技术、微能源网技术等。能源互联网支持源荷储泛在接入,通过数字技术实现能源的精准配置和高效利用,通过智能调度实现电力供给侧和需求侧的纵向灵活互动,通过综合能源服务实现不同能源品类的横向动态互补。能源互联网将在技术上不断创新,形成产销服务一条龙,实现能源供应绿色化、消费电气化、配置智能化、服务共享化。

## 综合能源管理

综合能源管理以物联网、云计算、大数据、人工智能为技术 平台,采用"监测系统+能效分析系统+能效管理平台"的系 统架构。综合能源管理结合能耗监控系统和自控系统,可以 提供多元化的能源服务,实现清洁能源有效利用,提升能源利用整体效率。综合能源管理将向系统化、智能化、协同化发展,实现多能协同供应和能源综合梯级利用。

#### 液冷技术

液冷技术是新兴的数据中心冷却技术,主要包含冷板式液冷和浸没式液冷,冷板式液冷属于间接液冷技术,浸没式液冷属于直接液冷技术。与数据中心传统的风冷技术相比,液冷技术可以提供更高能效的制冷效果,有效提升服务器的使用效率和稳定性,可在数据中心的单位空间布置更多服务器,提高数据中心运行效率,降低数据中心能耗,节省建设成本。提高电能使用效率已经成为数据中心发展的必然趋势,液冷技术可将数据中心PUE降到1.1以下,且比风冷技术节电20%以上,将成为数据中心的主流制冷技术。

### 展望

智能微网技术大力推动可再生能源利用,能源互联网融合能源流和信息流实现"源网荷储"一体化和多能互补,综合能源管理提供多元化能源服务,液冷技术实现数据中心高能效制冷。面对新一轮科技革命和产业变革的历史性机遇,新能源技术与新一代信息技术的融合将不断深化,加速以绿色低碳理念构建可持续发展数字社会的进程。

#### H3C预测

未来十年

数据中心、园区和工厂的可再生能源利用率将达到60%。 新建大型及以上数据中心PUE将低于1.1。





# 趋势三 ► 云边协同促进智能机器人广泛应用

随着传感、计算、通信、控制等核心技术的发展,机器人技术经历了电气时代、数字时代,已发展到目前的智能时代。人工智能与机器人技术的结合,使智能机器人应用场景得到了广泛的发展。智能制造机器人、智能家居机器人等正在逐步走向普及。

当前智能机器人技术领域也存在诸多挑战。机器人的硬件系统需要数量更多、体积更小、应用更灵活的器件和芯片,需要集成度更高的硬件架构;开源机器人操作系统(ROS: Robot Operating System)作为研究和开发的原型成熟度低,难以满足大规模生产应用需求;智能机器人深度融入家庭生活,每个家庭和个人的场景和需求各不相同,需要智能机器人具有强大的适应能力和个性化服务能力;单个机器人本身由于感知、计算和行动能力的限制,难以满足大规模智能协作场景的需求,需要借助云计算、边缘计算等技术进行统一协同。

智能机器人的硬件系统由感知、计算、通信、控制等多个核心系统组成,每一个系统都需要提供强大而复杂的功能。未来的机器人将会搭载更多的图像、声音、红外、辐射等传感器,实时感知周围信息;计算系统需要及时的汇总各类信息,完成对应的计算任务,并将结果迅速的反馈给控制系统;控制系统需要精确处理控制信号,及时准确控制微电机,调整机器人的姿态并做出相应的动作,需要反应机敏、准确,才能完成更高难度的任务。在需要合作的任务中,机器人之间、机器人与控制中心,都需要保持高质量的通信,信号传递需要即时准确,在恶劣环境下需要能够保证稳定。未来的机器人硬件系统,将使用更多种类的芯片,体积小、重量轻、集成度更高,能够在工作活动当中保持更高的可靠性,对各种环境具有更强的适应能力,同时也会足够节能,在无外部电源接入的情况下具有较高的工作时长。集成、高效和稳定的硬件架构,是未来智能机器人必备的基础要件。



开源ROS进行贡献,开源计算机操作系统的成功也为开源ROS 提供了丰富和宝贵的经验。开源ROS将成为功能更强、性能更 高、可产品化的机器人操作系统,支持更多的硬件种类、通信协 议和人工智能组件,并形成更大的开源技术社区。开放强大的开 源ROS系统,将在智能机器人领域建立产业生态和行业标准。

更加聪明的机器大脑

人工智能的迅猛发展,为智能机器人提供了多种智慧型能力,使 机器人拥有了更聪明的"大脑"。首先是机器视觉能力,能够迅 速准确的识别周边的人脸、物品和事件; 其次是提供了自然语言 理解能力,使得机器人能够准确理解人类通过自然语言下达的指 令,并可以与人类对话;第三是提供了自我学习能力,通过强化 学习技术,机器人可以主动探索周边环境,调节肢体运动策略,

自动学习在各种复杂地形活动的技巧。智能制造机器人在生产线 进行枯燥和繁琐的工作,准确、迅速且不知疲倦;智能助手机器 人能够顺畅的与人类合作,成为得力的助手;智能护理机器人能 够准确理解医生的指令,照顾好病人。随着人工智能在机器人上 更广泛的应用,智能机器人已经成为人类工作生活中聪明得力的 助手和伙伴。

#### 云边协同持续拓展机器人的能力

随着云计算和边缘计算的技术发展,人工智能已经在云、边、端 都发挥了更大的作用,云端训练和终端推理的模式也已经逐渐成 熟。云端强大的大数据处理能力和人工智能算力,为边缘提供了

强大的"云端大脑"。联邦学习和隐私计算的发展,促进了不同 主体、不同形态和多种途径来源的数据在云端得到整合, 形成通 用性更广、能力更强和准确性更高的模型。云端模型下发到终 端,为终端提供持续更新的推理能力;终端的数据传往云端,为 云端提供更广泛的训练数据。边缘计算已经广泛应用在医院、学 校、园区的多种场景,边缘侧为各自的场景提供了个性化的数据 和算力。智能机器人通过与云端和边缘端的通信,通过人工智能 的联邦学习、增量学习和终身学习的功能,可以持续的扩展自身 的能力。"云端大脑"也可以为机器人提供更广泛的工具使用、 事务处理和环境适应能力。未来的智能助手型机器人将具有更加 迅速准确的个性化学习能力, 更加快速的学习环境、人员、设 备、物品等个性化信息,能够根据人类的自然语言指令,理解需 要完成的任务,并自主寻找解决方案。云边协同将为智能机器人 提供持续提升的能力,适应更加广阔的应用场景。

#### 展望

智能机器人是集机械化、自动化、电气化、智能化为一体的综合 技术成果,是现代工业文明的结晶。随着时代的发展,智能机器 人将大幅度地替代人类简单的重复性工作,协助人类脱离沉重的 体力劳动和繁杂的琐碎工作,从而促进人类更加发挥主观创新优 势,促进人类文明水平提升。智能机器人已经具有强大的智能感 知、运算、控制和通信能力,通过云边协同的扩展和提升,智能 机器人将面向更加广阔的领域, 改善全人类的生活。

#### H3C预测

未来十年,

全球机器人市场规模达到1700亿美元,年均复合增长率 17.45%,智能制造、家庭服务、医疗护理等方面是重点增

云机器人市场占比超过40%,年均复合增长率28.3%。



# 趋势四 **>** 隐私计算安全释放数据价值

数字经济时代,数据被视作关键生产要素,比肩石油,其价值释放需通过跨领域、跨行业、跨地域的机构间数据融通共享实现。

当前主流数据集中共享方案面临很多问题,数据资产权益得不到有效的保护、安全性得不到保证、数据泄露风险高;国际国内的隐私和数据保护法律不断成熟完善,国外如欧盟的GDPR、美国的CCPA,国内在今年也正式颁布了数据安全和隐私保护法规,从合规监管层面大大增加了数据融合共享难度。

隐私计算是在保证数据提供方不泄露原始数据的前提下,对数据进行分析计算的一系列信息技术,保障数据在流通与融合过程中的"可用不可见",保障数据融通共享中的合规安全,大幅降低数据泄露风险。目前主流的隐私计算技术分为三大方向:第一类是以多方安全计算为代表的基于密码学的隐私计算技术;第二类是以可信执行环境为代表的基于可信硬件的隐私计算技术;第三类是以联邦学习为代表的人工智能与隐私保护技术融合衍生的技术。不同技术往往组合使用,在保证原始数据安全和隐私性的同时,完成对数据的计算和分析任务。

# 多方安全计算

多方安全计算 「Secure Multi-party Computation

综合应用多种密码学工具构造多方安全计算协议,除混淆电路、秘密分享、不经意传输等密码学原理外,其它所有用于实现多方安全计算的密码学算法都可以构成多方安全计算协议(同态加密、零知识证明等)。多方安全计算可在各方不泄露输入数据的前提下完成多方协同分析、处理和结果发布。多方安全计算当前应用实践中性能问题较突出,仅适合应用于小规模数据量场景,MPC的协议与工程优化在持续深入,硬件加速是未来方向。

混淆电路 「Garbled Circuit

使用布尔电路构造安全函数计算,保证一方输入不会泄露给其它方,计算出 结果,并能指定结果由哪方获得或者是两方以分片形式共有。

(秘密分享 | Secret Sharing

是指将秘密信息拆分成若干分片,由若干参与者分别保存,并且通过参与者 的合作,对分布式存储的各分片进行安全计算,全部分片或达到门限数的分 片根据多个份额可重新恢复秘密信息。

不经意传输 · Oblivious Transfer

指数据发送方有n个数据,数据接收方接收其选定的一个数据,且不能获取其它数据,同时数据发送方无法知道接收方的选择。

同态加密 · Homomorphic Encryption

能实现在密文上进行计算后对输出进行解密,得到的结果和直接对明文计算的结果一致,包括半同态加密和全同态加密算法。同态加密算法已在多方安全计算、联邦学习、区块链等存在数据隐私计算需求的场景落地应用。



零知识证明 ' Zero-Knowledge Proof

指的是证明者能够在不向验证者泄露任何有用信息的情况下,使验证者相信某个论断是正确的。零知识证明是一种两方或者多方的协议,两方或多方通过一系列交互完成生成证明和验证。在实际应用中,零知识证明能实现证明者向验证者证明并使其相信自己知道或拥有某一消息,而证明过程不会向验证者泄漏任何关于被证明消息的信息。

### 可信执行环境

可信执行环境 「Trusted Execution Environment

通过软硬件方法在中央处理器中构建一个安全的区域,保证其内部加载的程序和数据在机密性、完整性上得到保护。在TEE构建的安全区域中可对多方数据执行联合统计、联合查询、联合建模及预测等各种安全计算,保障数据在计算过程中的安全。可信执行环境与安全多方计算相比,具有更高的通用性、易用性和更优的性能,目前一些主流云厂商已提供支持TEE的云服务实例,后续机密计算(TEE)将成为公有云的标配,提高TEE对于侧信道攻击漏洞的鲁棒性,降低开发受信任应用以及方案集成的复杂性。

# 联邦学习

T

#### 联邦学习「Federated Learning

是实现在本地原始数据不出库的情况下,通过对中间加密数据的流通与处理来完成多方联合的机器学习训练。联邦学习结合机器学习、密码学,在构造算法时常应用同态加密、差分隐私技术以及包括基于秘密分享、不经意传输、混淆电路等密码学原理的各类多方安全计算协议和其它用于保证隐私计算的密码学技术来提升安全性;联邦学习框架也可与可信执行环境配合使用,提供安全性、应用性更强的综合解决方案。联邦学习保障了联合AI模型在训练和预测过程中的用户隐私和数据安全,广泛应用于联合建模、联合预测等场景。

联邦学习当前工程实现接近可商用水平,未来会进一步提 升联邦学习的系统效率,增强隐私安全泄露的防御策略、 分布式计算优化等工程落地所面临的可能挑战,在AI领域 大规模应用。

#### 展望

隐私计算技术能够在不影响保密性或隐私的情况下安全地共享、 汇集和分析数据,当前应用主要集中在数据驱动的金融、互联网 领域和拥有大量数据源和数据流通需求的医疗、政务领域,应用 场景集中在联合营销、联合风控、智慧医疗、电子政务等,整体 处于规模商用的前期,后续会在许多垂直领域以及公有云基础设 施得到广泛应用。

# H3C预测

未来十年,

95%企业将使用一种或多种隐私计算技术。

43 \_\_\_\_\_\_



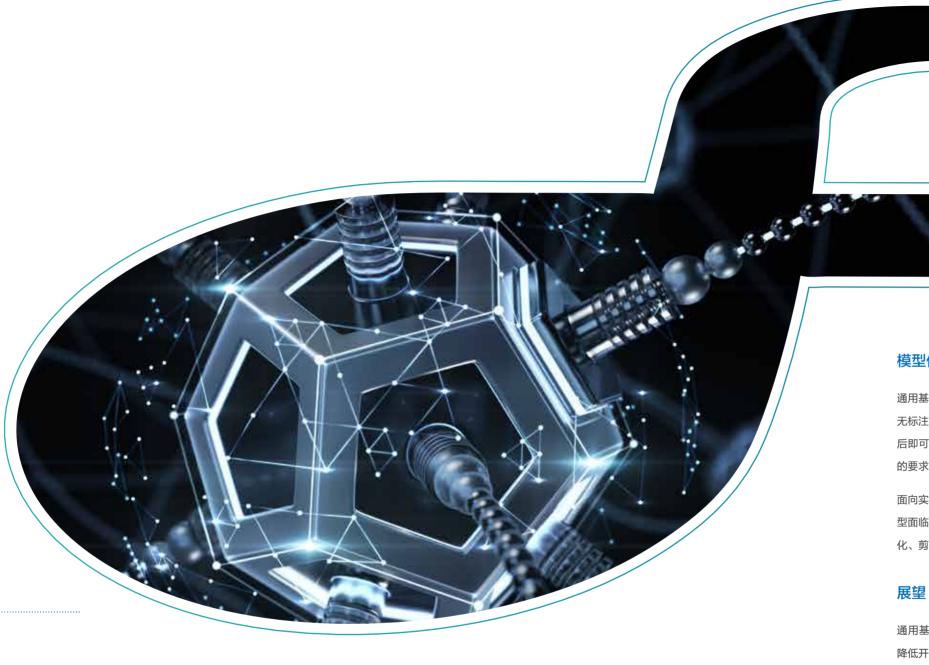
# 趋势五〉 通用基础模型集约高效支撑 Al规模落地

近年来,随着大量智慧类应用需求的不断涌现,人工智能技术受到极大的关注。但在实际落地过程中,仍然面临着开发门槛高、场景碎片化、交付周期长、模型效果难保障等诸多挑战。Gartner的研究表明,只有53%的项目能够从人工智能原型转化为生产。基于大型数据集和大规模算力,通过集约化方式训练出来的通用基础模型(Foundation Model),相较于传统定制化的模型在通用性和性能方面都表现出了显著优势,可有效解决AI落地过程中的问题。通用基础模型在架构设计上趋向大规模并行,参数量迈向百万亿级;在学习模式上,采用多模态融合、知识的融入等方法将进一步增强模型表达能力;在落地部署中,探索模型轻量化方法,降低资源消耗。未来,随着相关技术不断成熟,通用基础模型发挥的作用将愈加重要。

通用基础模型的核心是Transformer特征提取器。Transformer是一种基于注意力机制的模型结构,在处理自然语言类任务时,相比RNN、LSTM等传统模型,表现出两大优势:一是并行处理序列问题,可充分利用大规模的语料数据,效率非常高;二是采用多头自注意力机制(Multi-headed Self-Attention),具有学习长依赖关系的能力,使得模型效果大幅提升。

业内普遍认为模型参数规模与效果是正相关的,通用基础模型大规模化已成为趋势,陆续出现GPT3、悟道等一系列大模型,参数的数量已过万亿。为了支撑超大规模的基础模型,数据并行、模型并行、混合并行等方法的研究日趋增多,其中混合专家系统(MoE: Mixture of Experts)是一种新兴的稀疏化网络架构,在不增加样本计算量的同时,增大模型参数规模。同时,完成大型通用基础模型的训练,对算力、存储、网络等资源的消耗十分惊人,面向AI的高效大规模算力解决方案,将会成为今后算力基础设施建设的重点考虑内容。

45 — 46



# 多模态融合、知识增强

为了增强通用基础模型的特征表达能力,多模态融合、知识增强等学习模式将会是未来重点 研究方向。多种模态融合是通过机器学习的方法来提升模型处理和理解图像、视频、语音、 文字等不同模态信息的能力,这些不同模态间的信息本身就存在一定程度的相关性和互补 性,通过语义级的融合后,可提升基础模型的性能和鲁棒性。基础模型中融合显式知识,本 质上是人工智能历史上的两大学派(联结学派、符号学派)的技术上融合,相互取长补短, 一定程度上解决基础模型的"黑箱"和常识推理问题,增强可靠性和可解释性。

# 模型低资源化

通用基础模型应用于具体下游任务时,一般采用微调的方式来实现。在使用大量 无标注的数据训练出通用基础模型之后,在下游任务的数据集上进行小规模训练 后即可适配。通过这种"预训练+微调"的方式,大幅降低对下游任务训练数据 的要求,降低使用门槛,缩短开发周期。

面向实用化落地,模型低资源化将成为重点研究方向。目前大规模的通用基础模 型面临着资源消耗严重的困境,可以针对下游具体场景,对神经网络模型进行量 化、剪枝、参数共享、知识蒸馏等轻量化处理,来满足实际生产部署的需求。

通用基础模型可有效解决AI落地过程中的挑战,带来AI开发集约高效,进一步 降低开发和使用门槛,并在众多应用场景中可显著提升效果。通用基础模型犹如 现代社会中的"电厂、水厂",起到基石作用,支撑成百上千种场景化智能应 用。通过通用基础模型,机器的认知能力显著提升,可准确理解人们的意图,人 机交互也会变得更加自然。未来,通用基础模型将会推动人工智能应用的迎来更 大范围的普及。

# H3C预测

未来十年,

超过80%的AI服务将会是基于通用基础模型提供的。



未来需要实现对人、机、物的全面互联,构建起全要素、全产业链、全价值链的全面连接。而现有尽力而为的IP网络就显得力不从心,发展确定性网络势在必行。

现有的互联网面对激增的视频流量和实时交互等应用,存在着大量的拥塞崩溃、数据分组时延等问题,例如工业互联网、远程医疗、无人驾驶、VR游戏等,需要达到1~10毫秒时延,微秒级抖动,但传统"尽力而为"的网络只能将端到端的时延减少到几十毫秒且无法从理论上保证上限,做不到抖动有界可控。因此,迫切需要建立一种可提供"准时、准确"确定性数据传输服务的新一代网络,从园区级确定性网络演进到跨域级确定性网络,最终发展到全场景确定性网络。

# 园区级确定性网络服务重构工业网络

当前工业网络采用典型的两层三级架构,其中IT和OT两层网络之间通过 网关实现互联和安全隔离;工厂、车间、现场三级之间的网络配置和管 理策略相互独立,网络标准也七横八纵,相互之间无法实现互联互通。

TSN的出现为工业网络标准统一、互联互通和兼容带来了福音;同时 TSN的精准时间同步、定时调度、帧抢占、帧复制与消除和安全连接等 核心技术,实现了时间同步的低延迟的服务,为系统内各单元提供"准 时、准确"的标准化数据,从而为控制、测量、配置、UI和文件交换等 基础架构的融合提供基础。目前5G已经提供了uRLLC的基础能力,未 来移动网络将通过频谱扩展、自适应空口QoS控制与数字编码等技术进 一步提升移动网络确定性方面的能力,由此原有的两层三级架构将会变 得模糊,不仅降低了网络构建成本,还使系统变为更加扁平和高效。





#### 跨域级确定性网络服务突破空间限制

在产业数字化转型过程中一个个孤岛式的园区级确定 性网络,虽然实现了以TSN为基础的统一通信和IT与 OT的融合,但随着产业互联网的推进还无法满足大规 模的协同、协作等方面的需求,这就需要把起初一个 个孤岛式的园区级确定性网络过渡到更大的跨越广域 网的确定性网络之上。

确定性网络的背后需要确定性带宽、确定性路径和确 定性时间等技术的保障。确定性带宽方面, 网络的带 宽向着400G、800G甚至更高带宽演进,不断挑战极 限,做到网络性能更高,同时通过网络切片、资源预 留等手段能为专门业务提供确定性带宽,满足差异化 服务;确定性路径方面,基于IPv6+技术底座,以 SDN转控分离架构,通过SRv6和P4可编程能力,以 及智能分布式算路、智能云图算法等技术,实现路径 可规划,可预计的服务能力;确定性时间方面,主要 包括"确定性时延"和"确定性抖动",其中确定性 时延采用高精度时间同步、调度整形(TAS/ATS/ CSQF)、帧抢占等技术实现端对端时延界限的确 定: 确定性抖动采用优先级划分、缓冲吸收、抖动消 减等抖动压缩技术把端对端的传输抖动控制在一个确 定性范围之内,如:100us,甚至更低。

综上,在跨域传输的环境下,通过以上多维度确定性 技术的加持,实现端对端确定性传输,为产业上下游 客户提供差异化、多样化、个性化服务。

# 全场景确定性网络服务实现异构网络间无缝覆盖

当前网络在接入类型、承载方式和技术手段等方面都存在诸多不同, 如此复杂的异构网络在互联互通的基础上实现端对端的确定性传输服 务面临着巨大的挑战。在未来,会有大量的智能机器接入网络,"面 向机器的通信"将产生许多新型网络功能需求,网络服务对象和服务 模式的转变使得"大带宽等于高质量"的假设不再普遍适用,信息在 异构网络中传输的准时性和确定性将成为未来网络关键需求之一,全 场景确定性网络将成为支撑该需求的关键技术。

全场景确定性网络首先需要端对端管理与服务。通过全网SLA感知、精 确度量和调度实现闭环控制; 其次需要不同协议之间的转换: 不同网络 由不同协议构成,不同协议采用不同的标准、封装等;还有当前网络都 不是一网专用的,如何满足不同网络资源的CRUDA(Create/Read/Update/Delete/Aggregate)诉求,确定性业务与非确定性 业务、确定性业务的不同粒度、以及配置协同等问题,仍需继续研究。

未来全场景确定性网络将依托于FlexE、TSN、DetWiFi、5GDN、 DetNET等技术,把确定性网络的边界进一步延展,由原先一地一控 制,发展到多地协同控制的局面,通过远程控制达到有序、无缝地对 接,无感地实现从局域网到广域网、再到局域网的全域端对端确定性 传输。

#### 展望

未来确定性服务将是下一代互联网的刚需。未来确定性网络将向多层 次、多维度、多场景方向发展,实现局域、广域、有线和无线确定性 网络的深度集成, 助力农业、工业、服务业等各行各业网络化和智能 化,大幅提升产品质量、产品良率和服务质量,并推动从消费互联网 向产业互联网的升级,为百行百业服务。

# H3C预测

未来十年,

全球50%的行业将部署确定性网络以提升用户体验。 我国产业互联网市场规模将达到12.22万亿元。



# 安全访问服务边缘

安全访问服务边缘可在广域网边缘、云边缘、数据中心边缘、核心网络边缘、分支边缘和移动远程员工边缘等任何边缘保证安全连接和访问关键资源。这些资源可以分布在私有数据中心、托管设施和云上,用户就近接入边缘PoP节点,每个PoP节点提供相同的网络安全能力,从而在避免企业流量绕行的同时拥有最好的就近安全防护。安全访问服务边缘体现了网络与安全的深度融合趋势。在网络上,通过网络能力提供对分布式的边缘与分布式的资源的互连,具体包括网络接入能力、流量分析能力、QoS能力、网络优化能力、网络冗余能力等,适应不同类型网络并按需灵活调度,为支持所有边缘及资源的全球分布提供连接基础。在安全能力上,按层次可分为网络安全、应用安全、工作负载安全与数据安全等多方面防护能力,典型的核心能力包括Web安全网关、云访问安全代理、防火墙即服务等,为边缘进入的访问流量提供多方面的安全防护。

# 趋势七 > 分布式安全保障业务随时随地接入

随着云计算、大数据以及移动互联等新兴技术的发展,企业的应用和基础设施架构发生重大变化,传统安全体系面临两大挑战:首先是业务架构的分布化。云化背景下,随着业务上云和多云的出现,业务部署的范围泛化,用户接入的方式愈加灵活,呈现出用户接入位置分布化和资源位置分布化的新形势,导致安全位置边界被打破,无法仅通过网络位置来确定访问者的可信性。其次是安全威胁的复杂化。云原生架构带来的系统复杂性,应用迭代的快速性,需要安全防护系统能够应对更大的攻击面,更快地适应业务变化和匹配安全攻击变化。网络安全攻击在持续增加,手段也更隐蔽,单兵独战式的割裂安全检测和防御不足以完全有效应对。面对挑战,分布式安全随之应运而起。分布式安全融合了安全访问服务边缘(SASE:Security Access Sevices Edge)、零信任和统一的安全管理等关键技术,通过SASE实现在离用户更近的边缘节点部署集成了多方面能力的安全执行点,通过零信任实现对资源访问的动态、细粒度保护,通过统一的安全管理构建整合一致的保护平台,从而保障用户随时随地的安全访问。



# 零信任

传统以位置边界、静态规则防御为主体的安全架构已无法全面有效地保障信息基础设施和关键资产数据,针对传统安全架构易导致过度信任的状况,零信任假设网络外部和内部都始终存在威胁,默认不相信任何人、设备和应用,提出"从不信任,永远验证"的理念,对所有访问请求进行持续动态的身份验证和最小权限授予,通过对信任的时间和资源访问粒度进行细化管理,将边界安全拓展为端到端的安全,以实现收敛风险面到最小,达成对应用和数据资产的隐藏与保护。其核心能力体现在三方面:首先是实体身份优先。为终端、人员、应用等所有对象赋予数字身份,以身份为基石构建访问控制体系。其次是动态评估。实时感知终端、网络和应用的信任要素状态,一旦决策依据发生变化,则重新计算控制策略。最后是精细授权。对访问主体根据其身份和执行任务,按需分配最小资源权限。

### 统一的安全管理

统一的安全管理确保在分布式部署下的能力协同,简化运营运维者的繁杂工作,方便客户实现整体管控和获得一致的服务。从管理逻辑层级上看,分为两级,一级是分布于边缘POP位置的边缘云安全管理,另一级是面向各个边缘,对所有边缘节点的集中管控。管理能力包括网络、安全、配置、运维、资产、API、威胁情报等多方面的管理能力,用于打通各功能组件的连接和交互,为用户提供统一界面,对资源进行管理编排,按需提供一致性能力升级和弹性扩展。从对外服务方式上看,支持云端部署交付的能力。从部署范围看,与分布式云相对应,分布式安全的管理可根据需要覆盖中心Region、本地Region、边缘云节点、现场计算节点等多个层次。基于传统安全与云安全的融合,在统一的安全管理下,通过多种安全服务实时动态检测和防护,最终保证访问者以真实的身份、在安全的访问环境下、基于正当理由访问恰当的资源。

# 展望

从未来发展看,分布式安全呈现出两方面趋势。一是安全架构的升级。从 传统基于位置边界的局部防护,升级到分布式动态云交付架构。安全策略 执行点分布于访问主体所在的边缘,分析与策略决策点以云边协同的方式 实现统一管控,根据用户和资源所需部署安全能力,从架构上保证全局下 的高效安全。二是能力的融合与聚合。在既往打补丁式满足用户安全需求 的过程中,形成了点状的不同能力,新形势下,点状安全能力呈现出跟网 络融合与内部聚合的趋势。网络提供分布式连通能力,安全为网络访问保 驾护航,并通过聚合多种安全能力达到倍增效果,最终满足用户全面综合 的安全防护需求。

# H3C预测



55-\_\_\_\_\_\_56



# 以DPU/IPU为中心的新异构计算架构

CPU、GPU、FPGA、ASIC、DPU/IPU等是数据、智能时代多样算力的主要提供者,以DPU/IPU为中心的新异构计算架构中,DPU/IPU成为了提供数据中心算力和服务的核心,CPU、GPU、ASIC、FPGA等成为其扩展单元。

DPU/IPU将计算任务移到了接近数据的位置,其作为计算系统数据的第一入口,将"CPU处理效率低下、GPU处理不了"的任务优先卸载到DPU/IPU上进行处理,新一代DPU/IPU能更高效的完成网络、存储、虚拟化、安全等基础设施任务加速,彻底将CPU的算力释放给应用程序,从而实现以数据为中心的业务与基础设施操作的分离,大幅提升整个计算系统处理数据的效能。根据Canalys Cloud Channels Analysis预测,到2023年,中国DPU市场规模将达190亿人民币,其他分析机构预测甚至更加乐观。

DPU当前在技术标准和生态方面处于百家齐放、百家争鸣的早期阶段,随着云计算、高性能计算及人工智能计算、 边缘计算、数据存储等更加丰富的应用场景的出现,未来以DPU/IPU为中心的新异构计算架构将会逐渐普及。

#### 打破冯·诺伊曼架构的存算融合架构

一直以来,计算系统都是在冯·诺依曼架构下运行。在此架构中,计算与内存是分离的,计算单元从内存中读取数据,计算完成后再存回内存。随着人工智能对性能要求极高的应用场景的爆发,传统的冯·诺依曼架构中功耗墙、性能墙、内存墙等问题凸显,存算融合架构已成为业界研究的重要热点方向。

近内存计算可通过3D堆叠技术将计算资源和存储资源距离拉近,目标是在接近数据所在的位置进行处理,以尽量减少数据移动,从而降低访存延迟。通过3D堆叠技术也增大了并行宽度提升了存储带宽,实现了对能效和性能的大幅度提升。

存算融合的终极目标是存算一体,即存储芯片内部的存储单元完成计算操作,存储单元和计算单元完全融合。 利用存储器的独有特性,结合模拟计算直接在存储器中完成计算,运算中无需数据搬运,从而大大减少人工智 能计算中的内存读写操作,有效改善冯:诺依曼架构出现的功耗墙、内存墙等问题。

未来几年,基于SRAM、Flash等成熟存储器实现的存算一体架构将逐步进入产业化阶段,有望在端侧、边缘侧成熟落地应用。基于具有高速存取、功耗低等特点的非易失性新型存储介质如可变电阻式内存、相变存储等实现的存算一体架构目前还属于研究和实验阶段,随着技术的进步和应用的驱动有望进一步突破。

#### 展望

在多样的新兴智能化应用场景下,算力需求成多样化的特点。作为支撑算力的以数据为中心的多样化新计算架构,由数据流驱动计算,数据按需就近处理。通过新异构计算架构在云端可提供多样化的算力,使应用业务与基础设施操作分离,提升了整个计算系统处理数据的效能。通过存算融合架构,可在端侧、边缘侧提供超低功耗、运算效率极高的多元算力,大幅提升人工智能计算应用效能。

### H3C预测

未来十年,

80%的数据中心将采用以数据为中心的新计算架构,提供算力整体规模将达25000EFlops。

57 - 0.00



未来在家庭、园区、城市与公共事业场景中,包括基于机器人、无人车等智能体交互的无人化业务、基于人机交互的沉浸式业务和基于虚实空间交互的数字孪生业务都存在通信与感知业务耦合的需求。但是当前通信与感知相互独立造成通信频谱和资源浪费、信息处理时延长以及运维成本高的问题。

通感一体是将通信业务与感知业务相融合的技术,可分为光通信感知、无线通信感知两大类。未来通感一体系统不仅包括人与人、物与物的按需互联,还包括环境状态、移动位置等物理信息的智能交互。通感一体将使通信与感知共用频段,共享硬件设备资源降低成本,改变物理信息采集-传递-处理的串行处理方式为并行处理方式,真正实现物理信息的实时采集与实时处理,缩短信息处理时延,修筑起万物联接数字世界的基础。



光通信感知是光通信与光传感融合的技术,包括光纤传感、图像感知和激光雷达等 技术。

光纤传感除了具备光通信业务能力之外,还具备温度、振动、应力感知能力,主要 应用在电力、能源、交通等行业,提供建筑设施应力监控、周界安防等功能。例如 在城市体检场景中,分布式光纤传感器可以长距离实时采集和传送火灾监控、油气管线监测等数据,支撑城市管理看全面、管到位、防在前。当前光纤传感技术检测 方法对噪声非常敏感,在应对复杂环境时有较高的误报率,未来依赖智能算法等技术降低误报率。

图像感知适用于光学成像,3D定位等。人类感觉信息中的80%都是视觉信息,而 图像感知就是赋予家庭服务机器人与园区智能机器人助手视觉能力。IEEE 802.15.7制定了可见光成像通信技术标准,可在成像同时支持低速率通信。图像感 知技术未来有巨大的提升空间,例如在反应速度方面依赖深度学习与图像传感器技术的深度融合,将在未来车路协同以及移动机器人领域有广阔的应用前景。

激光雷达是一种利用光测距来创建深度地图的技术。激光雷达可应用于家庭扩展现实XR和车辆辅助驾驶场景,提供环境空间感知、高精度定位、姿态手势识别等功能,同时还可应用于车路协同信息交互。目前激光雷达还存在技术难题,例如易受热辐射或自然光等影响,未来需要增强激光雷达的稳定性和对于环境变化的鲁棒性,以及探索利用量子和AI等新兴技术进一步提升激光雷达的性能。



29 \_\_\_\_\_\_

#### 无线通信感知

无线通信感知主要包括移动通信感知和Wi-Fi感知,无线通信感知 已经被公认为未来5.5G、6G和下一代WLAN标准中的一项关键 新兴技术。

移动通信感知新场景、新业务不断涌现。5G时代定位精度在亚米 级,毫米波能够满足要求,主要应用在车联网、无人机的自动驾 驶场景。3GPP NR制定的无线定位技术标准,将定位引入到空口 功能中。从REL-18开始引入通感一体化探索。未来6G通信使用 超大规模天线、太赫兹通信以及可见光通信等通信技术,具备毫 米级高精度定位、微动作识别、成像和环境重建等能力,将连接 大量智能通信设备,而这些通信节点将同时并能够与周围节点进 行通信以交换感知信息。6G将广泛应用在智能电网、自动化工 厂、智慧城市、医疗监护等场景。当前移动通信感知技术还处于 起步阶段,在定位精度、环境重建等方面有待持续探索。

Wi-Fi感知适用于室内、室外、仓库以及周界安防等场景, Wi-Fi 通信系统融合Wi-Fi感知能力而无需部署额外传感设备,降低了部 署成本。传统的Wi-Fi感知基于接收信号强度RSS信息,近年来 基于更细粒度的信道状态信息CSI实现更为鲁棒、可靠的Wi-Fi感 知受到广泛研究。Wi-Fi感知可分为人体检测、室内定位、视距路 径识别和活动识别等技术方向。Wi-Fi感知室内定位可提供毫米级 分辨率精确定位,人体检测可以进行呼吸检测和情绪识别,视距 路径识别可以实现高数据吞吐量和可靠通信,活动识别则能够刻 画运动轨迹。未来Wi-Fi感知在节能降耗、通信质量、健康监测、 安全管理等场景应用越来越重要,都具有广阔的应用前景。Wi-Fi 感知当前有诸多问题亟待解决,例如实现对多人复杂场景的状态 感知,提升泛化能力,提升空闲状态下的感知能力,解决可能造 成的安全和隐私泄露等问题。未来Wi-Fi感知将利用机器学习和毫 米波等技术与Wi-Fi技术相结合,以及将Wi-Fi感知数据和来自其 它途径的感知数据进行集成和融合以获得更好的性能。



展望

通感一体的场景将伴随通信业务从传统的陆地10Km高度范围 扩展到高空、海洋、沙漠,未来网络将会是智慧连接、深度连 接、全息连接、泛在连接的网络,同时能够对人、场景、频 谱、交互对象精确感知,实现万物在数字世界的精准镜像。通 感一体是通信功能和感知功能高度融合的必然结果,未来必将 有广阔的应用前景。

#### H3C预测

未来十年,

超过50%的接入通信设备将融合一种或多种通信感知能力。



# 趋势十 **>** 全域超宽突破通信时空限制

全域是指以卫星通信为代表的天地一体化网络接入技术,突破空间限制,可以对全球进行全地 形全地域全时段无死角覆盖;超宽是指以F6G/6G为代表的下一代信息基础设施,突破时间限 制,可以在瞬息之间完成大量数据的传输。全域超宽接入技术可以为元宇宙等下一代的互联网 应用提供技术支撑。

当前地球表面71%的海洋上几乎没有网络覆盖,陆地表面的网络覆盖仅20%,而且极不均匀,在人口稀疏的偏远地区、地理恶劣地区如雪山、荒漠、原始森林等地缺乏经济的通信手段。当发生火山喷发、地震、海啸、洪水等大规模灾难时,网络往往被连带破坏,紧急救援、应急联络等出现重大障碍。此时,卫星通信具有全天候全地域的覆盖优势,几乎是不可替代的。

网络带宽是影响用户通信体验的基础因素。高清视频直播等新型应用创新需要高带宽的网络基础设施做支撑。网络传输速度大幅提升的同时,传输时延将随之大幅降低,抖动将控制在较低水平,整网性能会得到极大的改善和提升。

# 空天网络无缝覆盖

由高中低轨卫星星座组成的天基网络,和由热气球无人机等组成的空基网络,对地面形成多重覆盖。依托于光纤互联的地基网络,形成为立体分层、融合协作的天地一体化网络。卫星将会批量化工厂化生产,发射成本也会降低,星座的卫星总数将会达到数千颗至数万颗,并通过卫星链路连成一个整体。整个系统的频率、接入点、接入网、核心网等将统一规划,协同资源调度实现星地无缝漫游,确保多种类型的端到端服务。未来人们即便身处大洋中间、雪山绝顶、戈壁荒漠,都可以随时随地接入网络,获得低成本高质量的通信服务。

通过卫星网络可以实现无感知的泛在接入,海量的联网设备可以协同互动,紧密融合为一体,由全网进行端到端的资源统一编排调度,实现无感知的一致服务保障。跨洋的飞机货轮渔船等将会时刻在线;自动驾驶汽车将跨越国境在全球范围内无缝驰骋;无人物流系统将会实现全地域的互联连通;远程作业机器人将在全球范围内实现精确同步协同;环境感知、森林防火、地震检测等机器人将会遍布世界各地。万物智联将会在全球范围内真正实现。

# 地面网络万兆接入

未来的F6G接入将会全面万兆化,家庭和园区的出口可 直连入F6G全光网络。Wi-Fi7速率可达到30Gbps, 6G速率可达到200Gbps-1Tbps。随着网络带宽这个 主要矛盾的解决,网络传输效率将得到全面提升,用户体验将会明显得到改善。

F6G和6G的固定移动融合(FMC: Fixed and Mobile Convergence)技术将把有线、无线网络和蜂窝移动网络连接起来,固定网络和移动网络将会使用同样的物理基础设施。固定宽带和移动宽带将会无缝连接,用户使用一种终端就完成以前需要多种终端才能实现的应用,实现真正意义上的通信无所不在。4K/8K超清视频,扩展现实,全息会议等新型高带宽应用将会进入园区和企业办公场景,走进普通家庭。以超宽接入为特征的F6G和6G共同构成了通信基础设施,是数字化转型的关键使能者、新基建之"基"。

#### 展望

全域接入技术具有全天候、全地域覆盖优势,可提供高机动、高可靠的网络服务,泛在连接联通全世界,将有助于消除偏远地区的数字鸿沟。超宽接入技术具有高速率、固移融合性的接入优势,可提供高容量、高质量的网络服务,高速连接瞬息完成的数据传输,是新型网络应用和创新的信息基础设施。全域超宽技术将会深刻改变人们对网络的使用方式,是通信技术的一场革命。

#### H3C预测

未来十年,

Wi-Fi 7家庭覆盖率将达到60%,Wi-Fi 8开始商用。 5G用户渗透率90%,6G开始商用部署。



63-

# 缩略语清单

5G 5th Generation Mobile Communication Technology 第五代移动通信技术 6G 6th Generation Mobile Communication Technology 第六代移动通信技术 AGV Automated Guided Vehicle 自动导引运输车 AI Artificial Intelligence 人工智能 API Application Programming Interface 应用程序接口 AR Augmented Reality 培殖现实 名式 全球 美国加利福尼亚州消费者隐私法案 CCPA California Consumer Privacy Act 美国加利福尼亚州消费者隐私法案 CPU Central Processing Unit 中央处理器 CSI Channel State Information 信道状态信息 话应用程序接近	3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
AGV Automated Guided Vehicle 日动号引运输车 AI Artificial Intelligence 人工智能 API Application Programming Interface 应用程序接口 AR Augmented Reality 增强现实 ASIC Application Specific Integrated Circuit 专用集成电路 CCPA California Consumer Privacy Act 美国加利温尼亚州消费者除私法案 CPU Central Processing Unit 中央处理器 CSI Channel State Information 信道状态信息 CSQF Cyclic Specific Queuing and Forwarding 指定周期排队转发 CT Communication Technology 通信技术 DetNet Deterministic Networking 确定性网络 DP Differential Privacy DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 FIG The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethemet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GPP General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第二代生成式预测态变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 Information and Communications Technology 信息及通信技术	5G		第五代移动通信技术
All Artificial Intelligence 人工智能 API Application Programming Interface 应用程序接口 AR Augmented Reality 增强现实 ASIC Application Specific Integrated Circuit 等用集成电路 CCPA California Consumer Privacy Act 美国加利福尼亚州消费者隐私法案 CPU Central Processing Unit 中央处理器 CSI Channel State Information 信道状态信息 CSQF Cyclic Specific Queuing and Forwarding 指定周期排队转发 CT Communication Technology 通信技术 DetNet Deterministic Networking 编定性网络 DoF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同志加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	6G	6th Generation Mobile Communication Technology	第六代移动通信技术
API Application Programming Interface 应用程序接口 AR Augmented Reality 增强现实 ASIC Application Specific Integrated Circuit 专用集成电路 CCPA California Consumer Privacy Act 美国加利福尼亚州消费者隐私法案 CPU Central Processing Unit 中央处理器 CSI Channel State Information 信道状态信息 CSQF Cyclic Specific Queuing and Forwarding 指定周期排队转发 CT Communication Technology 通信技术 DetNet Deterministic Networking 确定性网络 DoF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预测路变换模型 GPT3 Generative Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同志加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	AGV	Automated Guided Vehicle	自动导引运输车
AR Augmented Reality	Al	Artificial Intelligence	人工智能
ASIC Application Specific Integrated Circuit 专用集成电路 CCPA California Consumer Privacy Act 美国加利福尼亚州消费者隐私法案 CPU Central Processing Unit 中央处理器 CSI Channel State Information 信道状态信息 CSQF Cyclic Specific Queuing and Forwarding 指定周期排队转发 CT Communication Technology 通信技术 DetNet Deterministic Networking 确定性网络 DoF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GPPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 Information and Communications Technology 信息及通信技术	API	Application Programming Interface	应用程序接口
CCPA California Consumer Privacy Act 美国加利福尼亚州消费者隐私法案 CPU Central Processing Unit 中央处理器 中央处理器 中央处理器 CSI Channel State Information 信識状态信息 SCQF Cyclic Specific Queuing and Forwarding 指定周期排队转发 CT Communication Technology 通信技术	AR	Augmented Reality	增强现实
CPU Central Processing Unit 中央处理器 CSI Channel State Information 信道状态信息 CSQF Cyclic Specific Queuing and Forwarding 指定周期排队转发 CT Communication Technology 通信技术 DetNet Deterministic Networking 确定性网络 DoF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	ASIC	Application Specific Integrated Circuit	专用集成电路
CSI Channel State Information 信道状态信息 CSQF Cyclic Specific Queuing and Forwarding 指定周期排队转发 CT Communication Technology 通信技术 DetNet Deterministic Networking 确定性网络 DoF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GPT3 General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	CCPA	California Consumer Privacy Act	美国加利福尼亚州消费者隐私法案
CSQF Cyclic Specific Queuing and Forwarding 指定周期排队转发 CT Communication Technology 適信技术 DetNet Deterministic Networking 确定性网络 DoF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	CPU	Central Processing Unit	中央处理器
DetNet Deterministic Networking 确定性网络 DoF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分降私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre―trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	CSI	Channel State Information	信道状态信息
DetNet Deterministic Networking 确定性网络 DOF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	CSQF	Cyclic Specific Queuing and Forwarding	指定周期排队转发
DoF Degrees of Freedom 自由度 DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	CT	Communication Technology	通信技术
DP Differential Privacy 差分隐私 DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	DetNet	Deterministic Networking	确定性网络
DPU Datacenter Processing Unit 数据中心处理器 EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	DoF	Degrees of Freedom	自由度
EFlops exaFLOPS 每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算 F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	DP	Differential Privacy	差分隐私
F6G The 6th generation Fixed networks 固定网络技术第六代 FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 毎秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	DPU	Datacenter Processing Unit	数据中心处理器
FL Federated Learning 联邦学习 FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	EFlops	exaFLOPS	每秒一百亿亿(=10^18)次的浮点运算
FlexE Flexible Ethernet 灵活以太网 Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数 FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	F6G	The 6th generation Fixed networks	固定网络技术第六代
Flops Floating Point Operations Per Second 每秒浮点运算次数  FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列  GC Garbled Circuit 混淆电路  GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》  GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型  GPU Graphic Processing Unit 图形处理器  HE Homomorphic Encryption 同态加密  ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	FL	Federated Learning	联邦学习
FMC Fixed and Mobile Convergence 固定移动融合 FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	FlexE	Flexible Ethernet	灵活以太网
FPGA Field Programmable Gate Array 现场可编程逻辑门阵列 GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	Flops	Floating Point Operations Per Second	每秒浮点运算次数
GC Garbled Circuit 混淆电路 GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	FMC	Fixed and Mobile Convergence	固定移动融合
GDPR General Data Protection Regulation 欧洲联盟《通用数据保护条例》 GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程逻辑门阵列
GPT3 Generative Pre-trained Transformers 3 第三代生成式预训练变换模型 GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	GC	Garbled Circuit	混淆电路
GPU Graphic Processing Unit 图形处理器 HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	GDPR	General Data Protection Regulation	欧洲联盟《通用数据保护条例》
HE Homomorphic Encryption 同态加密 ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	GPT3	Generative Pre-trained Transformers 3	第三代生成式预训练变换模型
ICT Information and Communications Technology 信息及通信技术	GPU	Graphic Processing Unit	图形处理器
in the same in the	HE	Homomorphic Encryption	同态加密
IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers 电气电子工程师协会	ICT	Information and Communications Technology	信息及通信技术
	IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气电子工程师协会

IFR	International Federation of Robotics	国际机器人联合会
IPU	Infrastructure Processing Unit	基础设施处理器
IT	Information Technology	信息技术
LSTM	Long Short-Term Memory	长短期记忆网络
MoE	Mixture of Experts	混合专家系统
MPC	Secure Multi-party Computation	多方安全计算
MR	Mixed Reality	混合现实
mRNA	messenger RiboNucleic Acid	信使核糖核酸
OT <sup>42</sup>	Oblivious Transfer	不经意传输
OT <sup>50</sup>	Operational Technology	运营技术
POP	Point-of-Presence	入网点
PUE	Power Usage Effectiveness	电能使用效率
QoS	Quality of Service	服务质量
REL-18	Release 18	指3GPP REL-18标准协议
RNN	Recurrent Neural Network	循环神经网络
ROS	Robot Operating System	机器人操作系统
RSS	Received Signal Strength	接收信号强度
SASE	Security Access Sevices Edge	安全访问服务边缘
SLA	Service Level Agreement	服务级别协议
SRAM	Static Random-Access Memory	静态随机存取存储器
SS	Secret Sharing	秘密分享
TAS	Time Aware Shaper	时间感知整形
TEE	Trusted Execution Environment	可信执行环境
TSN	Time Sensitive Network	时间敏感网络
uRLLC	ultra-Reliable Low-Latency Communication	超高可靠性超低时延通信
VR	Virtual Reality	虚拟现实
Web	World Wide Web	万维网
Wi-Fi 7	7th wireless fidelity Technology	第七代Wi-Fi技术
xPU	-	CPU、GPU、DPU/IPU等统称
XR	Extended Reality	扩展现实
ZKP	Zero-Knowledge Proof	零知识证明