

Web3.0 与网络技术发展范式若干问题研究

邬江兴^{1,2}, 邹宏¹, 张帆², 赵星¹

1. 复旦大学大数据研究院, 上海 200433

2. 国家数字交换系统工程技术研究中心, 郑州 450002

摘要 Web3.0是当前值得关注的前沿议题,它包含了人机物网深度融合、虚实融合与交互、多样化业务服务、智能化运维管理和可量化安全能力等多个新兴领域。Web3.0在对技术、经济、社会、文明产生变革的同时,也面临着技术路径未明、内生安全风险、组织架构不清以及现有网络技术架构难以承载等挑战。与此同时,现有的网络技术范式已经难以支撑Web3.0的发展,也面临着理论与发展困境。基于网络技术第四范式及多模态网络环境理论,提出了建设中国下一代互联网的相关建议、把“统筹安全和发展的关系”和实现网络安全可量化设计、可验证度量作为关键问题和核心目标之一,构建应用驱动型的技术发展路径、建立网络技术领域自主知识体系等。

关键词 Web3.0; 互联网; 网络技术体制; 范式; 多模态网络环境理论

Web3.0自2006年被提出以来,逐渐被各界视为下一代互联网的可能新形态。2021年后,区块链技术的广泛应用以及元宇宙的兴起爆发,使Web3.0在实现机制与应用场景上有了现实具象。Web3.0的核心特征是去中心化。当然,也有学者从语义网、全真互联网、价值互联网等角度解读它的其他特性。虽然目前Web3.0的形态仍未形成一致定义和结论,但对于未来互联网的价值已经引发了不少讨论^[1]。从社会治理的角度,需要对Web3.0

保持审慎的态度,关注其发展背后的挑战。从底层技术的维度,已有机构在区块链、隐私计算、数字身份等Web3.0关键底层技术方面展开研发。从经济发展的维度,元宇宙为Web3.0的发展提供了充分的发挥空间与平台,实践中数字藏品、NFT等的发展也为Web3.0提供了探索案例^[2]。Web3.0提供了更广泛的连接、更多元的接入主体、更高阶的信任要求以及加入身份确权和新型价值分配机制等,对未来网络技术发展范式变革提出了新的需求。

收稿日期:2023-02-16;修回日期:2023-04-07

作者简介:邬江兴,中国工程院院士,研究方向为信息技术与网络安全等,电子信箱:ndscwjx@126.com

引用格式:邬江兴, 邹宏, 张帆, 等. Web3.0与网络技术发展范式若干问题研究[J]. 科技导报, 2023, 41(15): 12-21; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.15.002

1 Web 技术演进及 Web3.0 目标愿景

作为建立在 Internet 上的一种网络服务, Web 广泛用于发布、浏览、查询网络信息, 为用户在 Internet 上提供了图形化的、易于访问的直观界面。过去 Web 技术的发展从一定程度上也反映了互联网随需求变化逐步演进的技术脉络。

1.1 Web 技术的发展演进

Web1.0 开始于 1994 年。这一时代的 Web 也被称为“只读 Web”, 以静态门户网站为主, 主要目的是为用户分发信息。在操作协议上是由 HTTP、HTML、URI 等协议支撑。其在功能上以信息的阅读和访问为主, 用户以信息的被动接受为主, 为互联网用户内部建立了一个公共的信息空间, 谷歌、雅虎、搜狐、新浪等是这一时期的典型代表。

Web2.0 时代起源于 2001 年维基百科, 这一时期以“软件即服务”的理念为指导, 主要通过信息共享、互操作性、用户中心化设计和万维网上的协作等实现人机简单交互。在这一阶段, 互联网从一系列网站集合演化成为终端用户提供网络应用的服务平台, 强调用户的参与、在线协作、数据储存的网络化、简易信息聚合 (really simple syndication, RSS) 应用以及文件的共享^[3]。

Web3.0 是包含了语义网、物联网、大数据、人工智能、区块链和用户共识社区 (Decentralized Autonomous Organization, DAO) 等一系列技术的集合^[4]。它能够进一步深度挖掘信息并使其从底层数据库进行互通。作为面向下一代互联网的服务形式, 其可以全真模拟现实世界的感受, 因而也有企业称之为全真互联网或沉浸式互联网。

从用户参与的角度来看三者的差异, Web3.0 以个性和智能化为特征, 可以提供更多人工智能服务, 用户可以实现实时参与。从技术角度看, Web1.0 依赖的是动态超文本标记语言 (HyperText Markup Language, HTML) 和静态 HTML 网页技术; Web2.0 则以 Blog、TAG、SNS、RSS、WiKi、六度分隔、可扩展标记语言 (Extensible Markup Language, XML)、异步 JavaScript 和 XML (Asynchronous Javascript And XML, AJAX) 等技术和理论为基础;

Web3.0 的技术特点是综合性的, 语义 Web/本体论是实现 Web3.0 的关键技术, 它以机器理解、信息集成和语义服务的需求, 将人、机、场、物真正结合起来, 使得人与 Internet 的融合更加和谐^[5]。

1.2 Web3.0 的目标愿景

Web3.0 试图达成“人机物网”多元深度融合互联、数字孪生的目标, 不但要能实现信息交互, 还要能实现数据资源交易、价值交换; 不但要实现人类社会与网络空间的交互, 还要实现物理世界与数字空间的交互和连接。可以说, Web3.0 是人们构建新型数字世界 (元宇宙)、实现人机物网深度融合、达成标准化/规范化接入的美好憧憬或愿景。即如果 Web3.0 技术能够实现, 就可让人类进入更高层次的数字社会、建设更高水平的数字文明。

1) 人机物网深度融合。人类正在进入一个“人机物”三元融合的万物智能互联时代, 即人类社会、信息空间、物理世界的模块集合在一起^[6], 人、机、物将成为计算过程的执行主体和对象课题, 人机物网的深度融合, 不仅包括人与人的高速互联、人与物的广泛连接, 还包括“人机物智”的充分连接、各种制式网络的包容连接、全球范围的无缝连接。

2) 虚实融合与交互。进入新世纪以来, 随着网络规模逐步增大、网络结构越发复杂、网络需求与日剧增, 对网络的灵活性要求也不断提高。一些虚实融合的网络技术不断被开发, 但 Web3.0 所需要的沉浸式互联网场景, 需要对各类虚实终端进行接入, 但现有接入方式部署复杂, 网络性能存在瓶颈, 不能适用于大规模网络场景。诸如直接可编程、集中化管控、开放兼容等方面成为这一时代的重点^[7]。

3) 多样化的需求和业务服务。相当一个时期以来, 网络服务的主体对象是社会人。面向 Web3.0, 虽然围绕人类社会信息交互仍然是刚需, 使得 toC (to Consumer) 领域的传统多媒体服务更加不可或缺, 同时还需要加快发展包括嗅觉、味觉、触觉等人类其他感官信息传送和交互在内的更高级形态的服务^[8]。与此同时, Web3.0 时代, 用户创造并掌握网络数字资产所有权, 面向数字资产甚至是数字生命体的服务也将兴起。

4) 全域化智能化运维管理。在 Web3.0 的愿景下, 各类实体终端数量、通信主体通信需求急剧膨胀, 网络连接数量呈现爆炸式增长, 网络已经不再单单是数据包的转发, 而是融入存储和计算, 形成连通、存储、计算等各种资源有机组合的复杂系统。需要构建“感知—决策—适配”一体的智慧化管理控制闭环, 满足不同业务的差异化服务质量需求, 实现对复杂网络的精细化、精准化管理^[9]。

5) 可量化的安全能力。开放和信任是人类群体协同创新的重要基础, Web3.0 的关键特性是信任, Web3.0 期望获得更大的信任能力以激发社群的创造创新能力, 从而释放人类的群体智慧。万物互联使得系统的可靠性和安全性保障面临着空前的挑战, 如果要建立类社会化运作的系统化安全与信任机制, 就需要一种可量化的安全能力, 而不是目前不确定、难以应对未知安全或“未知的未知”安全风险的能力, 以此应对多方多元互信的挑战, 保障整个人机物网融合系统的安全可靠可信运行^[10]。

1.3 Web3.0 引发的变革

1) 互联网技术变革。Web3.0 以基础性的技术融合涵盖了产业互联网、芯片、人工智能、云计算、区块链、大数据、密码技术、虚拟现实、生物工程等各类前沿技术。在 Web3.0 愿景的驱动下, 下一代互联网向智慧化、多元化、个性化、高鲁棒、高效能等方向发展并逐步升级换代, 新型网络体系及其核心技术将在范式层面发生变革^[7]。

2) 经济发展变革。Web3.0 结合了去中心化和代币等经济学概念, 基于区块链技术打造全新的互联网迭代方向, 以期解决 Web2.0 带来的生态不平衡、发展不透明等问题。用户可以获得一个去中心化的、通用的数字身份, 通过数字身份认证、隐私保护、数据确权和去中心化, 建立众多用户参与获取财富的经济模式。人工智能的加入催生了生产力的变革, Web3.0 的经济模式则推动了用户之间生产关系的变革^[11]。

3) 社会治理变革。Web3.0 带来的去中心化的互联网形态, 会衍生出新的组织和行业形态。这种新业态从根本上挑战了传统以“中心”为底层逻辑的社会治理模式, 构建了一种网络化、去中心化的

社会信用治理模式^[12-13]。

4) 数字文明变革。元宇宙是数字文明的具象版图, Web3.0 是元宇宙的底层基础设施。人类活动方式从资源生产、交换和分配等层面将实现新的变革。Web3.0 将会突破世界的隔板, 细分所有物品的所有权, 释放所有权归属, 让其价值回归到所有用户。

2 Web3.0 面临的技术挑战

在憧憬 Web3.0 愿景的同时, 需要从基本概念上对这样一个具有“代际”标识的技术有更清醒的认识, 其中需要特别关注的点包括支撑技术、安全风险、去中心化问题、运维管理等^[14-15]。

2.1 Web3.0 技术概念所需要的网络支撑技术发展比较缓慢

Web3.0 是一种高于网络技术的应用形态宏观表述, Web3.0 目标需要基于一个可支持多元化/多样化应用共生共存、演进与变革兼容并蓄的网络生态环境才能实现, 它是人机物世界现在或未来应用层面的若干特征技术的集合体, 也是未来数字经济系统的底座^[16]。理论上可以证明, 任何一种确定形态的网络架构都不可能支撑多元化应用生态的发展, 现有的消费互联网无法演进为 Web3.0 所需的互联网技术底座, 也就是说 Web3.0 亟待网络技术范式的变革。

2.2 基于区块链的安全技术不能解决其内生安全风险

Web3.0 “去垄断化”不能局限于区块链技术, 尽管区块链从智能合约层面解决了信任机制的问题, 但无法从根本上解决各种智能化技术存在的内生安全问题^[17-18]。仅从合约规制层面建立的算法解决方案, 仍然无法解决宿主系统软硬件存在的“未知的未知”网络安全问题, 也不能解决链上节点广泛存在的软硬件同构性缺陷带来的“>51% 共识机制”失效问题。例如, 若有 51% 以上的记账节点使用 X86CPU 或 windows 或 linux 操作系统或 oracle 数据库, 一旦这些软硬件产品中存在的未知漏洞后门被蓄意利用, >51% 的共识机制无法有效保护数

据资产。如果市场占有率>51%软硬件节点中存在共模性质的漏洞后门等,谁掌握了51%的“钥匙”谁就拥有了获得记账权的绝对优势,也就拥有了篡改区块链数据的权利。

2.3 去中心化的组织架构还需要进一步完善

Web3.0不能盲目地热衷于去中心化的概念,无论人类社会还是自然界运行规律都不支持无中心说教,去中心化是一种探索解决网络世界信息垄断机制的方案,但并非能覆盖到全部的社会场景。去中心化不是无中心化,去中心化可能的表达方式应该是多中心化,既需要具有“集体主义”自我约束的内容,也要兼顾政策监管、技术监管、人为监管以及法律规范的管理职能^[19-20]。

2.4 多样化、差异化对网络运维管理带来新的挑战

Web3.0所带来的万物智联,使得不同类型、不同形式、不同功能的虚实主体都可以按需接入、随时联网,使得网络拓扑变得复杂且不确定(图1)。同时,随着新设备、新技术、新协议、新业务不断出现,单一的网络互连协议(TCP/IP)网络难以支撑新兴业务需求,使得新兴业务的灵活部署和优化变得越发困难,也使得多样化的需求如何达成标准化/规范化接入变得更加困难。同时,因为广泛的创造网络价值的参与者,需要公平地分享经济受益,这使得网络运行需要跟踪存储网络所创造的价值,对网络的连通性和安全性提出了更高层次的要求^[21]。

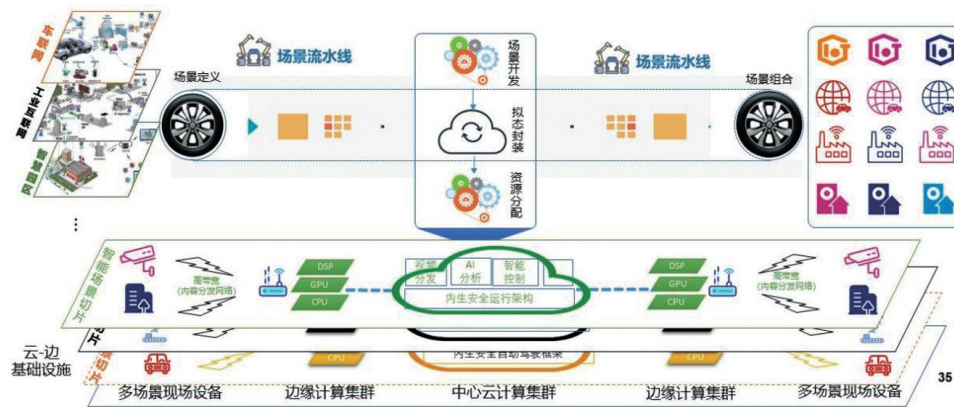


图1 多样化、差异化需求场景

近期,人工智能的生成式人工智能(artificial intelligence generated content, AIGC)领域在应用端取得显著突破,OpenAI公司的ChatGPT以创历史记录的速度,在2个月达到亿级用户,在全球引起轰动。在理论和方法等科学意义上,ChatGPT当前版本并没有带来显著的进步,其成功的核心是在工程应用上走出了关键的一步。有人提出智能系统、智能网络、智能应用才是Web3.0背后的真正的推动力,包括建立语义层面、数字价值层面的深度互联,直至推动出现类似人类的思辨方式的网络^[22]。ChatGPT本质上是一个自然语言处理模型,通过读取大量文本内容并学习其中的语言知识和语法实现对人类语言的理解和生成。对于Web技术而言,ChatGPT的发展进一步加快了人机物网泛

在化智慧连接。AIGC带来的Web3.0环境下内容生产力的革命,也进一步催化了Web3.0下的智能场景应用。Web3.0环境下的技术进步也将驱动AIGC可用性的不断增强,可以预见在未来,将有更多AIGC应用落地。

3 推动 Web3.0 需要网络技术发展范式变革

多样性和多元性是宇宙发展的第一特征。Web3.0作为面向数字未来的新的网络技术发展范式,是以人机物网为对象,以创造多元、多维、多域、多模态融合的创新为驱动,以极大满足人类多样化、智能化需求为目标。但是,当前网络技术发展

始终未能脱离基于单一体制自我演进或更替替代发展的基本范式,难以满足 Web3.0 的宏大目标,也是当下 Web3.0“叫好不叫座”的根本原因。为此,若要达成 Web3.0 的愿景,必须推动网络技术发展范式变革。

3.1 现有的网络技术发展范式难以支撑 Web3.0

回顾人类网络技术的发展史不难看出,其经历了3个标志性阶段,可以大致分为以下3种范式:一是网络与业务一体化发展范式,即面向规模化专业服务,独立建设和运营电报、电话、电视等专用网络,基本特征是“网络即服务”,方法论是“围绕一类服务构建一个网络”;二是综合业务数字网发展范式,即面向大众普遍服务,建设和运营综合电报、电话、视频服务的广域网络,基本特征是“一体化的网络与业务环境”,方法论是“基于标准化容器的业务封装”;三是网络与业务分离发展范式,即在终端或业务系统计算机化、智能化前提下,网络提供“以智能用户终端为服务对象”的语音、文本、图像等多媒体数据文件传送与交互功能,基本特征是“业务与网络相对分离”,业务由网络边缘提供,网络完成多媒体文件数据包的“尽力而为传送”等,方法论是“基于路由表的分组交换”^[23]。

面对 Web3.0 的需求,现有“业务与网络相对分离”的发展范式难以支撑。主要原因是垂直行业应用的多样性和网络基础设施的统一性之间产生了矛盾。Web3.0 的核心落在了数字身份、资产、数据回归个人的实现上,诸如数字营销、数字社交、数字内容、数字游戏等多元化的应用场景。复杂的应用场景和统一的身份认证与数据记录,使得以往的网络架构体系难以满足大量的去中心化的节点活动^[20]。现有互联网的做法是采用“网络与业务分离”思想,面向 toC 环境,在智能终端和服务器支持下(端/边智能、网简单),采用多层封装/虚拟映射等手段,支持基于 QoE(Quality of Experience)的数据传送,提高了业务部署的灵活性,但无法保障业务性能。在 toB(to business)甚至 toX(to any type of client)环境下,如何满足垂直行业多样化应用条件下,对包括但不限于可量化、确定性服务在内的更为广泛的功能性能需求? 总体来看,网络体制发

展在面向 Web3.0 的需求时,无法回避5个基本矛盾,即多元化网络需求与统一基础设施之间的矛盾;统一基础设施与多样化业务性能之间的矛盾;网络存量资产与网络技术创新互为掣肘的矛盾;应用开放性与统一基础设施安全性之间的矛盾;多元网络共生共存与演进变革兼容并蓄的矛盾^[23]。

3.2 网络技术范式的理论困境

一个成功的网络技术,一个能够改变全人类、服务于全人类的技术要获得长久成功,离不开以下3个要素,即经济性——技术的推广,总是预期以更低的成本实现更多的功能;有效性——技术应用于产品后,能有效保证人类生产生活中的特定质量、指标或效率追求;包容性——基于该技术的核心理念能够扩展出多种多样的应用设备,满足不同生产生活场景需求。

这3个要素投射到网络技术层面,形成了具体的映射关系。经济性,需要以有限的资源承载更多的上层业务,也就是复用性(multiplexity);有效性,能够满足上层已承载业务的服务需求指标,也就是服务质量承诺(service level agreement);包容性,能够兼容多样的、未知的业务类型,也就是多样性(variousness)。以上三者,形成了 SMV 三角。

现有的单一网络技术体制存在“不可能三角”困境(图2)。任何单一网络技术体制,3个核心指标集合不可能同时满足,最多只能满足其中的2个。单一的技术体制决定了物理资源向业务的映射采用了面向确定应用的、固定的、静态的方式,能够在部分指标上取得成功,但无法摆脱“不可能三角”的综合约束。网络与业务一体化范式(SM域)能支持的业务种类受限,随着业务发展多样性需求出现,经济技术上无法为每类业务兴建专用网络基础设施。综合数字业务网(SV域),以限定复用性、多样性等可扩展性为代价,限制了网络所能容纳的业务总量,网络的未来价值不高。网络与业务相对分离的发展范式(MV域)无法提供服务质量承诺,难以支持未来人机物网泛在互联、深度融合、服务性能确保、安全性可保障、全时空随遇接入等多样化网络应用。软件定义网络(Software Defined Network, SDN)、数据平面可编程设计(Programming

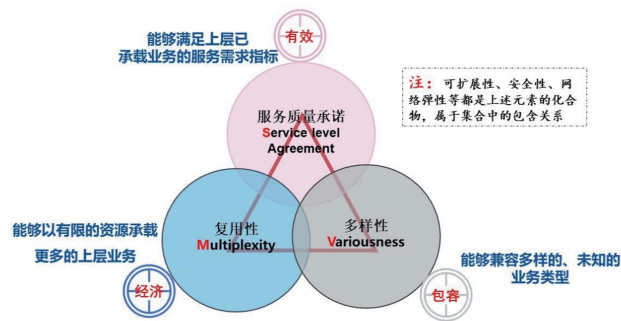


图2 网络技术发展的“不可能三角”

Protocol-independent Packet Processors, P4)等可定义、可编程技术虽然能够解决网络硬件的技术体制固化问题(充其量属于可重构网络),但其单一节点只能相对静态地编译为特定网络技术样例,多样性网络技术体制节点间无法实现动态互通、优势融合,仍旧无法突破“不可能三角”。

构建完备的网络技术体系形态,必须同时满足SMV三性,即SMV完全交集区域。基于对网络传输、计算、存储等软硬件资源的元素化抽象,通过编排、调度、重构、组合、互连等可动态定义方式,形成“SMV相交”架构。如何将现有网络体制代表的能力子集通过某种机制融合起来,形成SMV完备能力集合?来自物理学的启发是当前维度空间难以求解的问题,可以延伸到高维空间求解^[24]。当前主要解决的矛盾是自然界多样性与物质世界统一性之间的矛盾,多样化网络与统一基础设施之间的矛盾,统一基础设施与多样化业务功能/性能之间的矛盾,多元化网络共生共存与演进变革兼容并蓄之间的矛盾。

3.3 支持新需求的网络技术“第四范式”

范式概念与理论是美国著名科学哲学家托马斯·库恩在1962年的一篇长篇论文中提出,并在随后出版的《科学革命的结构》一书中作了系统阐述。从科学史的视角探讨常规科学和科学革命的本质,指出范式从本质上讲是一种理论体系、理论框架,主要包括思维视角、方法论和实践规范等内容,是开展科学研究、建立科学体系、运用科学思想的坐标、参照系和基本方式^[25]。

在Web3.0的驱动下,人机物网深度融合互联需求已提上议事日程,人类社会、网络世界、物理世

界人机物网深度互联,人们不再满足于局限于toC领域的多媒体服务,个性化或分众化特征显著的垂直行业应用将成为网络世界的“应用蓝海”,这意味着既有的网络技术体制自我演进或更新换代的发展范式,必须从思维视角、方法论和实践规范层面进行彻底的变革。

网络技术体制发展范式可以概括为应用网络体制与网络支撑环境相分离的发展范式。新范式借用生物学的多态的或多形的概念(包含时空意义上的动态性),提出多模态网络环境。通过构建“网络之网络”方式,为多样化或多元化应用网络模态提供计算、存储、互连、交换等更加丰富的自定义基线技术及资源,创建全维可定义网络技术体系,提供多种网络体系(模态)统一承载的技术环境,破解当前网络与业务分离发展模式的技术困境。多模态网络环境的构建为Web3.0环境下网络技术的发展与跃迁提供了底座网络。

应用网络体制与网络支撑环境相分离作为一种新的发展范式,可以进行以下描述:

1) 新的思维视角,将网络支撑环境与应用网络模态相分离。随着toB、toC、toX等垂直行业多元化应用需求的出现,现有消费互联网体制难以继续使用“打补丁”的演进方式来满足。理论证明,任何单一网络体制都不可能突破SMV困境,只有多模态网络环境能以应用网络模态集合方式达成SMV完全相交目标。

2) 新的方法论,在一个技术物理环境中为支持多元化或多样性的网络技术体制及业务的共生共存、演进与变革兼容并蓄问题提供“方法之方法”。对化合物形态表达的网络软硬件进行元素化抽象,以可扩展的网络基线元素和软件定义互连为基础,通过软硬件协同编排方式,实现多种应用网络模态及业务在“网络之网络”环境上动态加/卸载、共生共存、演进与变革兼容并蓄。其中,软件定义互连技术可以实现不同协议数据之间的交互,从架构上保证信息系统的高效能与灵活性。如图3所示,软件定义互连可以根据不同应用需求动态改变结构形态,从而减少软件的虚拟化层次,在系统层面和构件上实现高性能的兼备支持^[26]。

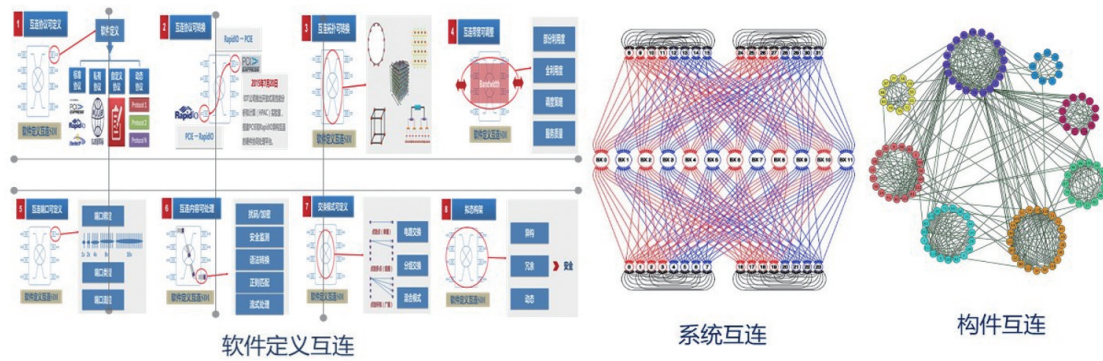


图3 软件定义互连的核心概念

3) 新的实践规范,基于软件定义多模态网络环境隔离实现多种应用网络。统一的网络之网络环境,可以利用网络基线元素+软件定义互连+软硬件协同编排等技术创建各种应用网络体制及业务,支撑多种应用网络模态、业务及运维管理体系共生共存,网络模态运营与管理者可自主决定个人网组件(Personal network components, PNE)之上的演进与变革发展路线。

4) 新的发展路径,转化或和解多样化应用网络与统一基础设施矛盾的新路径。以全维可定义的开放式体系,适配垂直行业多样化应用网络发展需求;面向应用网络提取基线技术作为网络元素,适配各种垂直应用行业所需的网络与业务;在统一的网络基础设施之上可运行多种功能/性能有保障的、可共生共存、可各自演进与变革、能自由加/卸载的软件定义应用网络模态及业务;在不依赖(但不排斥)先验知识的前提下,一体化地提供高可信、高可用、高可靠三位一体、安全性可设计量化和验证度量的广义功能安全。

4 Web3.0 发展建议

对于Web3.0的发展应该采取审慎包容的态度,一方面要因势利导、积极引导,扩大积极因素,助力我国数字经济发展;另一方面也要循序渐进、积极稳妥,特别是要结合中国特色、中国实际,精准发力。

1) 抓紧研究提出“中国版”的下一代互联网的概念和方案。深化对习近平总书记网络空间命运

共同体、数字文明、数字未来思想的学习研究,从基础理论创新的高度,形成指导人类社会网络技术发展的“灯塔”。中国特色互联网技术体系和发展方向,应该具有4个方面的特征:一是网络体系结构不依赖(但不排斥)西方模式,能够彻底跳出当前网络技术发展严重依赖的战略困局,解决“路径依赖”的本质安全问题;二是支持网络体制与业务多样化发展,为全球数字网络未来提供一套“双循环”乃至“多循环”解决方案或思路,既充分尊重网络空间个性化发展和数字主权安全,又强调互联互通、交流互鉴;三是创新基础设施建设理论与技术,探索多元化网络及业务共生共存、演进与变革兼容并蓄的多模态网络环境可持续发展新范式,避免网络升级换代时“新桃换旧符”的巨大社会成本;四是赋予内生安全网络弹性功能,确保网络基础设施自身安全可信,坚决避免成为数字社会“麻烦策源地”或国家安全的“致命”短板。

2) 在新一代网络技术发展过程中必须坚持“安全与发展”一体化建设关系。对未来互联网技术的谋划,一定要认真领会习近平总书记关于统筹好安全和发展之间关系的重要论述。既不能一味追求绝对安全而因噎废食、顾此失彼、丧失机遇,也应坚决摒弃一直以来以牺牲网络安全大格局来搞“急功近利、大跃进”式的数字化冒进,探索建立安全与发展同步规划、同步开发、同步建设、同步部署的大格局,不能只满足网络安全“有管理”,必须做到“可管理”;不仅要完善法律制度建设,更要有同步发展的监管和威慑技术^[27]。未来数字空间面临的重大安全问题是广义功能安全问题,信息系统和

物理系统深度互联、网络安全和功能安全问题相互交织,网络空间的安全问题向物理空间、认知空间外溢,不但会危及人民群众生命财产安全,而且还会严重影响关键基础设施安全、社会和经济秩序的稳定。为此,需要在新一代互联网的建设中充分考虑国家安全、数字主权甚至是国家政治安全、政权安全、经济安全、金融安全等问题。

3) 需要把解决未来网络“安全性能可度量”作为一个关键问题突出出来。未来的网络无论是Web3.0、元宇宙、人机物网互联,都必须解决一个基本的问题,所有的虚实连接、价值传递、内容分享等都是建立在“安全性可量化设计、可验证度量”的可信基础上。但是,现在所有的安全检测还是建立在“未见异常”的基础上。这样一个安全性能还不能准确标定的网络基础设施,无法为个性化、分众化的用户和场景提供可信交互的平台。只有让每个用户对网络与信息基础设施的安全性能做到“心中有数”,才能真正冲破信息“壁垒”“孤岛”,实现高质量互联互通。为此,需要借鉴欧洲网络弹性的立法经验,建立具有中国特色的网络弹性法规体系,对包括软硬件在内的数字产品分类提出在全生命周期内市场准入以及可度量安全功能的法规要求,面向制造商、进口商、分销商、监管机构等,明确责任主体、具体义务、处罚措施,划出数字技术产品功能安全和网络安全的法律底线。

4) 要发挥国内大市场的优势,通过应用驱动引领性技术快速发展。“不用或缓慢试用”何来成熟技术?过时的成熟技术对经济社会发展不可能有任何贡献,从来就没有缺乏规模化应用的成熟技术。要建立新技术领域的快速行动机制,高度重视并发挥“抢先应用”的后发优势,大大缩短论证、立项、申报、研发、试用、评价、推广等繁文缛节和示范过程,在应用中不断迭代、不断成熟。要彻底摒弃“市场换技术”固有模式,充分借鉴程控数字交换机和宽带无线通信的成功经验,以及国内大市场的“体量优势”“需求优势”“一体化优势”加持我国“引领性技术优势”。依靠有效、有力的产业政策助力“引领性技术”迅速形成市场规模优势,通过大规模的应用突破创新“死亡之谷”,实现引领性“中国技

术”与超大规模的国内大市场良性互动。

5) 需要尽快构建网络空间、数字空间的自主知识体系。当前,Web3.0、元宇宙、人机物网、物联网、星联网、语义网、6G等概念之所以层出不穷,是因为我们在科技创新层面,缺乏自由的逻辑自洽的话语体系。与此同时,面对基于世界知识的ChatGPT之类AIGC内容生产工具,如果我们没有自主的知识体系,还将在未来的虚实交互世界中失去话语权。为此,需要从国情出发,从中国实践中来、到中国实践中去,加强面向未来科技的学科建设和人才培养,集中力量建设“网络科学与技术”一级学科交叉学科,使理论和政策创新符合中国实际、具有中国特色,提出未来网络技术形态的中国话语体系,从科学的程度形成中国式未来网络建设的自主知识体系。同时,积极探索网络新技术领域的中国特色人才培养方案,用中国人的网络技术理论培养自己的网络信息人才,打破50年来对西方信息技术的“概念依赖”“方法依赖”“课本依赖”“工具依赖”,全面提高人才自主培养质量,形成具有中国特色的网络科学技术学派,以中国式数字化助力中国式现代化面向新未来的发展。

参考文献(References)

- [1] Rudman R, Bruwer R. Defining Web 3.0: Opportunities and challenges[J]. The Electronic Library, 2016, 34(1): 132-154.
- [2] Park J R, Choi S S. Web 3.0 Reboot: Issues and prospects [J]. Electronics and Telecommunications Trends, 2022, 37(2): 73-82.
- [3] Hiremath B K, Kenchakkanavar A Y. An alteration of the Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0: A comparative study[J]. Imperial Journal of Interdisciplinary Research, 2016, 2(4): 705-710.
- [4] Kreps D, Kimppa K. Theorising Web 3.0: ICTs in a changing society[J]. Information Technology & People, 2015, 28(4): 726-741.
- [5] Chohan U W. Web 3.0: The future architecture of the internet? [J]. Available at SSRN, 2022. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4037693.
- [6] 梅宏, 曹东刚, 谢涛. 泛在操作系统: 面向人机物融合泛在计算的新蓝海[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(1): 30-37.

- [7] Nath K, Dhar S, Basishtha S. Web 1.0 to Web 3.0—Evolution of the Web and its various challenges[C]//2014 International Conference on Reliability Optimization and Information Technology (ICROIT). Piscataway, NJ: IEEE, 2014: 86–89.
- [8] Suzuki J, Kawahara Y. Blockchain 3.0: Internet of value—human technology for the realization of a society where the existence of exceptional value is allowed[C]//Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications IV: Proceedings of the 4th International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies: Future Applications (IHET-AI 2021). Berlin: Springer International Publishing, 2021: 569–577.
- [9] Alexopoulos C, Lachana Z, Androutsopoulou A, et al. How machine learning is changing e-government[C]//Proceedings of the 12th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance. New York: Association for Computing Machinery, 2019: 354–363.
- [10] Silva S. Web 3.0 and cybersecurity—Short paper[J]. ARIS2—Advanced Research on Information Systems Security, 2022, 2(2): 39–49.
- [11] Caxton S V M, Naveen K, Karthik R, et al. User-centered evaluation and design suggestions for NFT marketplaces[C]//2022 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT). Piscataway, NJ: IEEE, 2022: 1214–1221.
- [12] Rudman R. Web 3.0: Governance, risks and safeguards [J]. Journal of Applied Business Research (JABR), 2015, 31(3): 1037–1056.
- [13] Ritterbusch G D, Teichmann M R. Defining the Metaverse: A systematic literature review[J]. IEEE Access, 2023, 11: 12368–12377.
- [14] Zarrin J, Wen Phang H, Babu Saheer L, et al. Blockchain for decentralization of internet: Prospects, trends, and challenges[J]. Cluster Computing, 2021, 24(4): 2841–2866.
- [15] Xu M R, Ren X X, Niyato D, et al. When quantum information technologies meet blockchain in Web 3.0[J]. arXiv Preprint, 2022: 2211.15941.
- [16] Caxton S V M, Naveen K, Karthik R, et al. User-centered evaluation and design suggestions for NFT marketplaces[C]//2022 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT). Piscataway, NJ: IEEE, 2022: 1214–1221.
- [17] Shukla S, Gupta I, Naresh K. Addressing security issues and future prospects of Web 3.0[C]//2022 2nd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON). Piscataway, NJ: IEEE, 2022: 1–7.
- [18] 邬江兴. 网络空间内生安全发展范式[J]. 中国科学: 信息科学, 2022, 52(2): 189–204.
- [19] Richardson C J. Open banking, blockchain and AI: The building blocks for Web 3.0[M/OL]//The AI Book: The Artificial Intelligence Handbook for Investors, Entrepreneurs and FinTech Visionaries. Hoboken: Wiley, 2020: 245–247. [2023–04–03]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119551966>.
- [20] Mazieri M R, Scafuto I C, da Costa P R. Tokenization, blockchain and web 3.0 technologies as research objects in innovation management[J]. International Journal of Innovation, 2022, 10(1): 1–5.
- [21] Riaz S, Mushtaq A, Ibrar H. Content generation in Web 3.0 and blockchain-based decentralized social networks: A theoretical adoption framework[C]//TENCON 2022—2022 IEEE Region 10 Conference. Piscataway, NJ: IEEE, 2022: 1–6.
- [22] Zhang Y C, Li P M, Cong P Z, et al. Web 3.0: Developments and directions of the future internet architecture? [C]//Web Services—ICWS 2022. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022: 104–121.
- [23] 邬江兴, 胡宇翔. 网络技术体系与支撑环境分离的发展范式[J]. 信息通信技术与政策, 2021, 47(8): 1–11.
- [24] 徐志伟, 李国杰, 孙凝晖. 一种新型信息基础设施: 高通量低熵算力网(信息高铁)[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(1): 46–52.
- [25] Kuhn T S. The structure of scientific revolution[M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1962.
- [26] 吕平, 刘勤让, 邬江兴, 等. 新一代软件定义体系结构[J]. 中国科学: 信息科学, 2018, 48(3): 315–328.
- [27] Lin Y J, Gao Z P, Du H Y, et al. A unified blockchain-semantic framework for wireless edge intelligence enabled web 3.0[J]. arXiv Preprint, 2022: 2210.15130.

Thoughts and suggestions on a variety of issues related to Web 3.0 and network technology development paradigm

WU Jiangxing^{1,2}, ZOU Hong¹, ZHANG Fan², ZHAO Xing¹

1. Institute of Big Data (IBD), Fudan University, Shanghai 200433, China

2. National Digital Switching System Engineering & Technological R&D Center, Zhengzhou 450002, China

Abstract Web 3.0 is a frontier issue that deserves attention and involves a number of emerging areas such as the deep integration of human-machine and object networks, virtual-real integration and interaction, diverse business services, intelligent operation and maintenance management, and quantifiable security capabilities. It is difficult for the existing technical architecture to cope with the challenges. However, it is clear that the existing web paradigm is no longer able to support the development of Web 3.0 nor to meet the theoretical dilemma. Based on the fourth paradigm of network technology institutional development and the theory of multimodal network environment, this paper puts forward relevant proposals for building China's next-generation Internet, taking "co-ordinating the relationship between security and development" and achieving quantifiable design and verifiable metrics for network security as one of the key issues and core objectives. On this basis we propose to build an application-driven technology development path and establish an autonomous knowledge system in the field of network technology.

Keywords Web 3.0; internet; network technology architecture; paradigm; multimodal network environment theory ●



(责任编辑 王志敏)