

“2018年超算领域的变化,给2019年乃至未来超算技术的发展,留下了哪些注脚?”

# 回顾与展望:全球超算技术关键词

■本报记者 赵广立

刚刚过去的2018年,全球超算领域发生了一些变化:美国凭借IBM研制的Summit高性能计算机重新夺回阔别5年之久的全球超算TOP500榜首;人工智能(AI)应用逐渐成为超算追逐的新目标;“超算云”被越来越频繁地提及……

2018年超算领域的这些变化,给2019年乃至未来超算技术的发展,留下了哪些注脚?

## 2018:异构、AI应用、超算云

中国国家高性能计算机工程技术研究中心副主任、中科院曙光副总裁何铁宁注意到,2018年重夺全球超算TOP500榜首的Summit超算和排名第二的Sierra超算,都是典型的CPU+GPU的异构体系架构。他认为,这种异构结构已成为主流。

“部署在美国橡树岭国家实验室的Summit超算实测效率很高,超过70%,这可能在已有的异构系统里是最好的。”近日,中科院计算机网络信息中心主任迟学斌在接受《中国科学报》采访时说,未来要发展E级计算(每秒百亿亿次),异构是重点,其他实现途径或许要让位于异构结构。

更让迟学斌感到触动的是,超算加速芯片对人工智能应用的适配。“英伟达公司推出的DGX-2,在支持人工智能算法特别是推理方面做得比较好,性能确实高,很好地将高性能和人工智能结合起来了。”他认为,这对中国超算而言是个挑战,“目前我们做的处理器里面缺少这方面的硬件。”

在2018年世界超算大会上,美国相关团队展示了基于Summit超算的地

震预测应用。何铁宁介绍,其地震整体部分的计算用的是传统科学计算方法,而单点破坏严重的地方则使用了测量数据+推理相结合。“等于是将一个大数据的局部用了人工智能计算,整体则仍是传统科学计算,二者合在一起把机器用到了完美。”

该应用摘得了2018年的“戈登贝尔奖”。何铁宁说,这一应用最值得学习的地方是,如何把这两种计算有机结合起来,并达到负载均衡的完全匹配。

针对越来越频繁被提及的“超算云”概念,迟学斌解释说:“超算云英文叫做HPC in Cloud,HPC还是HPC,只不过服务在云上面。简而言之,就是用云服务的形式,为用户提供高性能计算能力,只是服务形式不像以前那么单一。”

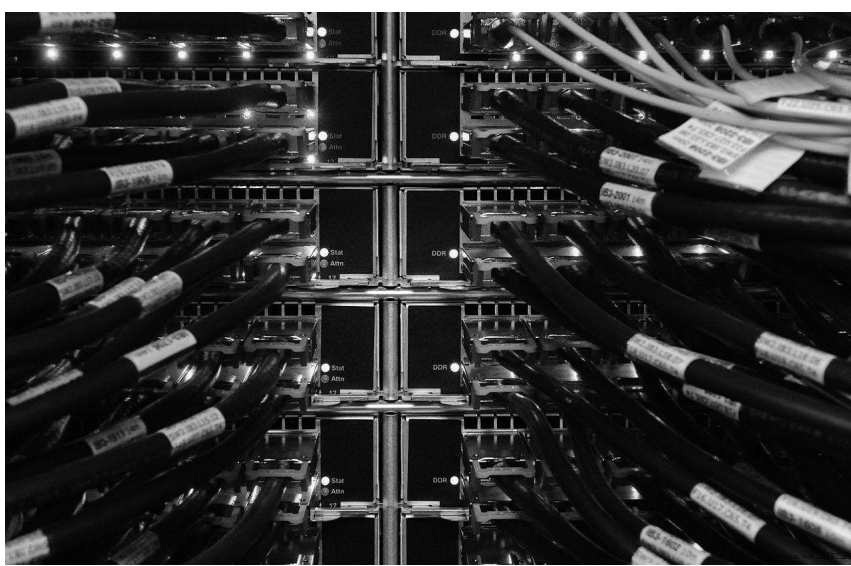
何铁宁认为“超算云”是未来超算获得更广泛应用的一个机会,只不过概念上要搞清楚,“超算云其实是‘超算服务云’的缩写,云化的是服务平台,并非真正的超算。”

## 2019:E级、应用提升、绿色超算

展望2019年,迟学斌认为“讨论最多的还将是E级计算这个事”,实现的途径“无非是异构或众核”,两条路径都可以通往E级。

“中国三台E级原型机都已经在2018年研制成功并通过了验收,2019年会继续往下做。”何铁宁说,在实现E级之后,中国有望短期内夺回全球超算TOP500的榜首。

另外,迟学斌认为,2019年中国超算将在软件和应用方面继续加强,相关投入也将逐渐增加。



E级计算将是2019年讨论热点。

“我估计2019年在应用和软件这些软实力的建设上会有更多投入,不然我们和发达国家的差距还会继续拉大,只有在软件上下一番功夫才可能进一步缩短差距。”迟学斌对《中国科学报》说,如果美国对软件使用实施管控,可能将导致很多设备成为摆设。

“很多应用软件不是一朝一夕可以做出来的,我们要持续投入。”迟学斌说。

尽管多年来屡屡被提及,“绿色超算”仍是迟学斌等人关注的重点。“总体上我们的处理器功耗还是最大的问题,如果把功耗降下来,会节约很多成本。”

“功耗墙”其实正是E级计算的一大瓶颈。此前,国际超算领域的共识是,

在实现百亿亿次超级计算机时,要将系统能耗控制在20兆瓦的合理范围内,后来该数字被调整为30兆瓦。但就目前来看,要实现这一目标并非易事。

当然,降低能耗也有着显著的商业价值。何铁宁认为,为了降低能耗成本,把超算中心或者数据中心建设在能源资源丰富、电价较低的地区或将在2019年成为主流。在内蒙古的呼和浩特,电价低至0.26元/度,比京津地区便宜一半还多。

“地方政府也正在转变观念。从传统的黑色能源(煤炭)运输变成了向外输电计算力,将节省不少中间环节。”何铁宁说,中科院曙光目前正在与呼和浩特等地区接洽,在当地建设计算中心。

体制、卫星载荷、地面运控、测试评估和装备应用任务的团队。

## 发射精神的北斗

高科技赛场的角逐是残酷的,特别是我国在卫星导航领域起步较晚,要想在这场较量中取胜,注定要比别人付出更多的艰辛。对此,北斗青年创新团队的成员们深有体会。

直到今天,在王飞雪等三人的办公室里,都有“三件套”——折叠行军床、简易行李箱、特大号水杯。“折叠行军床是为了加班晚了在办公室休息,简易行李箱是为了能够迅速开始一场‘说走就走’的出差,特大号水杯是为了节省倒水的时间。”王飞雪解释说。

几年前,该团队刚刚安装管理软件后的第3天,曾出了一个“笑话”,电子显示屏上记录着“姓名:龚航,离开时间7:32”,按照此记录,他是当天最早离开中心的人。而熟悉情况的人都知道,作为时频系统主任设计师,他已经连续两天两宿没有合眼休息,直到第二天早上调试完毕,他才抽空出去吃个早餐。

因为这个“笑话”,管理办特地对软件进行了完善。如今,走进北斗导航中心的大厅,滚动的电子屏上显示“陈雷:离开时间3:52,累计加班2268小时”“李井源:离开时间1:27,累计加班2023小时”……

据统计,近三年来,中心人员平均加班超过1000小时,如果按每天8小时工作算,他们每年要多上120多天班。作为北斗三号地面运控系统三亚注站点项目的主任设计师,刘增军对里里外外都要亲自把关,由于过度操劳,刚刚三十出头的他,青丝已染满秋霜。大家都笑称:“北斗三号即将服务‘一带一路’,你的白发却已‘布满全球’!”

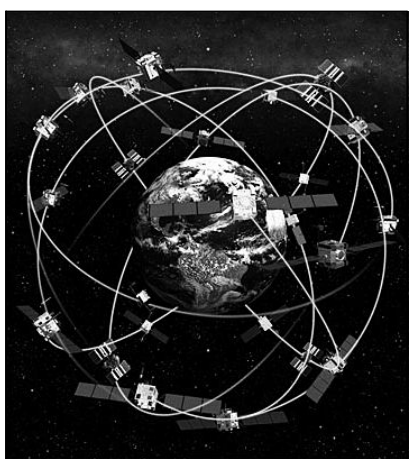
团队成员唐小妹作为孩子的妈妈,孩子出生没满月就一头扎进实验室。团队成员倪少杰不顾高烧39摄氏度,带领项目组在高原极度缺氧情况下连续奋战12天,高标准完成任务……

我国著名理论物理学家、激光陀螺领域专家、中国科学院院士、国防科技大学教授高伯龙曾在上世纪70年代末说过:“我们无论缺什么,都不能缺了精神。”对此,北斗青年创新团队用他们的实际行动做出了回应:“我们不但要建设最好的北斗,更要发射精神的北斗!”

## 团队

# 北斗青年的“问天征程”

■本报通讯员 吕超 记者 陈彬



北斗三号卫星

2018年末,随着中国卫星导航系统管理办公室正式宣布“北斗三号基本系统建成,提供全球服务”,北斗系统这一凝聚了无数国人骄傲的导航系统,正式从区域走向了全球。

北斗导航系统的研制正式启动是在1994年,如今20多年的时光已逝,北斗系统也从当初的一个设想,变成了令世界瞩目的科研成就。这段岁月同时也见证了几个年轻人的成长轨迹——他们在读博期间攻克了北斗导航核心技术,全程参与了从北斗一号卫星导航系统到北斗三号卫星导航系统的研发过程,其团队也从3个“毛头小伙”成长为一个300人规模的“国家队”。他们就是国防科技大学北斗青年创新团队。

## 拥有自己的北斗

虽然北斗导航系统的研发开始于1994年,但其实早在1983年,一个名为“双星快速定位系统”的卫星导航与定位方案,就已经被我国科学界所提出。然而,这一方案以及此后的北斗导航系统建设方案,都遇到了一个瓶颈问题——信号快速捕获问题。该难题历经国内专家十年攻关仍未获突破。

1995年的初春,正在攻读博士学位的国防科技大学学生王飞雪、欧阳和雍少为,在出差时无意中得知了此事。“看到攸关国家安全的系统工程研制受阻,我们的心情非常沉重。”欧阳说,当晚他们三个人彻夜未眠,把以前掌握的文字资料和这次的实验数据仔细研究对比,感到必须另辟蹊径,从国内刚刚兴起的数字技术中的理论算法和现实角度上找到解决问题的办法。

连续几个通宵,无数次的推导论证,三位年轻的学生提出了一个全新的算法,在经过导师郭桂蓉教授的细心完善、仔细验证后,这套“全数字化快速捕获信号与接收技术方案”得到了“两弹一星”功勋奖章获得者陈芳允院士的高度关注,并组织专家评审会论证,得到与会代表的充分肯定。

那一年,这三个不到30岁的“毛头小伙”,正式踏上北斗卫星导航探索的“问天征程”。他们从北京抱回一台当时比较先进的台式计算机,拿着4万元的尝试经费,开始了艰难的攻击历程。没有实验室,就把一个不到10平方米的

仓库简单收拾一下当作实验室,没有仪器设备,就东挪西凑找别人借……

3年后,当显示器上脉冲闪耀、信号捕捉成功的一刻,业内20多位专家简直不敢相信自己的眼睛——十几家单位、几十位知名专家求索多年而未解决的瓶颈技术,竟然在3年内被3个名不见经传的博士生解决了。

## 建设更好的北斗

在此后的几年间,王飞雪等三人组成的北斗青年创新团队,成为了北斗系统辛勤工作的科研大军中的一员。2003年,在北斗一号卫星导航系统正式服务的当天,这些年轻人在欢呼的同时也暗下决心,不但要做自己的北斗导航系统,而且必须建成世界最好的北斗导航系统。

2006年,在北斗二号导航系统建设初期,国家准备对短报文(RDSS)系统体制进行升级。当时,北斗一号导航系统已成功运行多年,系统稳定正常,多数人主张沿用原来的技术实现方式,只提升系统稳健性即可。但北斗青年创新团队却敏锐地意识到,这是一次北斗一号导航系统服务性能全面升级的绝佳机会。“哪怕是创新空间再小、创新难度再高,也要奋力一搏。”

那段时间,北斗导航中心灯火通明,大家吃住都在机房。每当说起这段往事,同事们听到王飞雪说得最多的一句话就是:“时机稍纵即逝,如果我们不抓住这次机会,就要花费更多的时间去追赶。”

三个月的挑灯夜战,几十人的彻夜不眠,在庄剑文的指导下,北斗团队大胆提出的最新编码理论改造应用方案,经过论证后应用到北斗二号导航系统上,所有的终端设备功耗降低一半,抗干扰性能提升200倍,各项参数达到理论最优值,使整个北斗短消息服务系统效能大幅度跃升。

2012年底,北斗二号正式面向亚太地区开通服务。2015年3月30日,北斗三号首颗卫星在西昌卫星发射中心成功发射,标志着我国北斗系统由区域运行向全球拓展的启动实施。

在这一重大工程中,国防科大北斗青年创新团队承担了30余项任务,先后突破20余项关键技术,实现全体制、全系统、全链路技术覆盖,是国家唯一同时承担北斗卫星导航系统核心

## E线访谈

# 多重问题制约工业互联网发展

■本报见习记者 赵利利

“工业互联网平台产业空心化问题亟待突破。”赛迪智库信息化研究中心主任杨春立近日接受《中国科学报》专访时表示,我国工业互联网仍存在跨行业跨领域生态体系构建能力薄弱、开源社区和工业App开发队伍建设滞后,工业互联网平台行业监管体系亟待完善等问题。

## 平台产业空心化问题突出

杨春立认为,当前,我国工业互联网平台产业空心化问题比较突出,国内领先工业互联网平台基本上都是建立在国外基础产业体系之上,工业互联网平台所依赖的智能装备、自动控制、工业协议、通用PaaS(平台即服务)、高端工业软件等产业链命脉掌握在别人手里。

杨春立介绍了三个关键数据。“95%以上的高端PLC(可编程逻辑控制器)和工业网络协议被国外厂商垄断,工业数据采集能力薄弱。”杨春立表示,由于国外厂商设备数据不开放、接口不统一,因此设备的数据兼容性差、采集门槛高、采集难度大,导致设备上云难,从而制约了我国工业互联网平台的快速发展。

“50%左右的工业PaaS平台采用国外开源架构,缺乏开源开放的本土通用PaaS平台。和国外开源架构相对成熟的开源生态相比,我国平台自主研发架构尚未建立开源生态,对开发者的‘黏性’不强,这会影响到第三方开发者在平台上的快速汇聚,导致我国工业互联网平台开发者社区建设缓慢。”杨春立说。

杨春立还告诉《中国科学报》,90%以上的高端工业软件被国外厂商垄断,杀手级工业App匮乏。她表示,高端工业软件是工业经验、技术、原理等工业知识的模块化、代码化、软件化,是杀手级工业App的重要来源,我国高端工业软件的匮乏在一定程度上制约了工业App的培育。

## 具有引领作用的产业巨头缺乏

杨春立表示,工业互联网平台向下整合上万吨类型的装备,向上承载海量工业应用开发,只有综合实力较强的龙头企业主导才有可能打造基于工业互联网平台的综合性产业生态。

数据显示,2018年,我国由制造企业主导建设的工业互联网平台为30个,占比为40%,由信息技术企业主导建设的工业互联网平台为45个,占比为60%,这些企业

初步具备了建设跨行业跨领域工业互联网平台的能力。

这意味着,过去一年,制造企业和信息技术企业双轮驱动,跨行业跨领域工业互联网平台从垂直深耕走向横向拓展阶段。杨春立告诉《中国科学报》,2018年,领先制造企业和信息技术企业均高度重视工业互联网平台建设,将工业互联网平台建设作为企业的重要战略。

但杨春立认为,国内缺乏产业巨头,一方面尚不具备整合控制系统、通信协议、生产装备、执行系统、管理工具、专业软件、平台建设等各类资源的能力,另一方面也不具备集业务流程咨询、软件部署实施、平台二次开发、功能上线调试、人才管理培训、系统运行维护等于一体的综合能力。

“国内工业互联网平台企业业务仍主要局限于垂直细分领域,工业PaaS搭建、开发者社区建设、商业模式创新能力仍严重不足”,杨春立补充道。

## 开源社区和App开发人才滞后

杨春立认为,当今时代,软件开源和硬件开放已成为不可逆转的趋势。全球主流开源软件成为支撑工业互联网平台发展的通用开源软件。而支撑工业互联网平台发展的通用开源软件社区基本上由国外企业主导,我国工业互联网平台的参与度和掌控度不高。

“国外领先平台企业均已建立为开发者提供源代码、开发工具、微服务组件的开发者社区,平台拥有上万名开发者。”杨春立告诉《中国科学报》,“我国工业互联网平台开发者社区建设处于空白,开发规模和能力与国外工业互联网平台相比差距显著,严重制约了工业App的培育。”

不仅如此,杨春立认为,工业互联网平台的建设和运营对行业监管提出了新要求,我国亟待研究制定工业数据产权确认、交易、保护、治理及跨境流动的相关政策法规,完善工业互联网平台许可准入、新型网间互联设备入网许可等监管政策。

“工业互联网平台的体系化信息安全设计、防护工具、监测手段缺失,急需制定工业互联网平台信息安全防护指南等政策规范和信息安全测试、验证、审查等关键标准。”杨春立说。

此外,在谈及应采取的应对措施时,杨春立表示,工业互联网的发展应加快边缘计算、大数据、人工智能、区块链等新兴技术在工业互联网平台中的应用推广。

## 前沿扫描

# 当神经网络遇上量子计算

量子计算,它能给人工智能技术的发展带来帮助吗?可以!

谷歌人工智能量子(Google AI Quantum)团队最近发表了两篇论文,介绍了他们在理解量子机器学习任务方面取得的新进展,证明了量子计算也能解决传统机器学习中的图像分类问题。而且,随着技术发展,量子计算机将在学习能力上超越经典的神经网络。

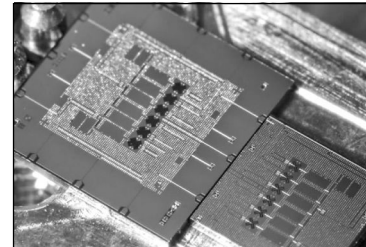
另外,量子计算还能解决经典神经网络中一些棘手问题,比如预防出现模型训练中的梯度消失问题。在第一篇论文中,谷歌构建一个神经网络的量子模型,研究如何在量子处理器上执行神经网络的分类任务。

谷歌把这个模型叫做量子神经网络(QNN),希望它能在近期出现的量子处理器上。虽然目前的工作主要是理论上的,但QNN的结构有助于在不久的将来对量子计算机进行测试。

QNN可以通过标记数据的监督学习进行调整,谷歌已经在理论上证明了可以在MNIST数据集上训练它进行图像分类。

谷歌预计,随着量子计算机硬件规模的发展,未来QNN的能力将足够与经典神经网络匹敌,从而实现“量子霸权”。

在第二篇论文中,谷歌专注于量子神经网络和经典神经网络训练中的关键难题,即梯度消失或爆炸(vanishing or exploding gradients)的问题。



量子神经网络

“未来量子神经网络的能力将足够与经典神经网络匹敌,从而实现‘量子霸权’。”

在传统的神经网络中,神经元权重良好的、无偏见的初始猜测通常与随机性无关,但是在某些情况下也存在一些困难。

量子计算恰恰能解决这方面的困难。谷歌的论文表明,量子几何(quantum geometry)的独特特征能够阻止某些不良的初始化情况产生,帮助我们进入到函数的稳定区,防止选取那些会导致梯度消失的初始化策略。

这项工作对未来初始化和训练量子神经网络的策略具有指导意义。谷歌希望从这些量子几何状态中获得启发,实现神经网络的新算法。(赵利利编辑整理)

相关论文信息:  
<https://arxiv.org/abs/1802.06002>