

(上接 A14 版)

例如,在超级计算机的帮助下,五层楼高的世界最大盾构穿江过海、破土辟沙,将原本需要坐车又坐船,耗费整整一天才能来回的崇明岛,变得近在眼前。超级计算机的神奇功劳就是:在隧道未动一土一石之前,实现三维可视化的数值仿真施工,盾构轴线离中心线误差仅几毫米。据介绍,长江口内的复杂地质条件和工程环境使隧道施工面临不少难题,国际上这类高难度重大工程普遍采用“数值仿真”技术,为具体施工阶段提供理论依据和技术支持,而该技术极大地依赖着超级计算能力,我国在超级计算机对工程的数值仿真方面刚刚起步。

传统意义上的工程建模是建立同比例缩小的物理模型,在该模型上进行各项实验,验证工程设计的可行性,需要耗费大量人力物力。目前,这种实验已从单凭人为经验,发展到一维、二维、三维的数据模型验证。上海超算中心副主任李根国博士告诉记者,全三维、可视化的模型计算牵涉无以计数的海量数据,须同时考虑材料特性、结构变形和各类作用力的并行关系,只能靠超级计算机来完成。

承担该工程的是当时正在服役的“曙光4000A”。这台拥有 2128 个中央处理器(CPU)的超级计算机,单个 CPU 的最高运算速度就达每秒 48 亿次。为了模拟崇明越江隧道施工,埋头苦干了 10 万个 CPU/小时,相当于一台家用电脑 24 小时不间断运行 4167 天,即 11.4 年。最终,在整个工程开始之前,用户就在电脑显示屏上清楚看到了施工结果:立体化的盾构和土层表面都铺满了数字化的小网格,两个 15.2 米直径的盾构机分别在这条双管越江隧道中穿行,盾构头一前一后相距 600 米,两个隧洞间仅相隔二三十米;五六个需要“重点关照”的关节点被清晰标注,并建议采取加注高强度水泥等措施

加固管壁,以确保安全;就连隧道遭遇失火、爆炸等紧急情况下,通风系统的风力、烟雾扩散的排出路径,以及人员的撤离情景也都被“预告”出来。

“神算”就在你身边

十万亿次、百万亿次、千万亿次、万万亿次……在今年最新出炉的第 41 届全球高性能计算机 500 强(TOP500)排行榜中,中国造“天河二号”荣登榜首,成为全球最快的超级计算机。这是继 2010 年 11 月中国国防科技大学研制的“天河一号”摘得最快计算机后,中国超级计算机再次在“世界最快俱乐部”中登顶,标志着中国位列超级计算机研制的领先行列。随着超级计算机在技术上不断“顶天”,其应用也在不断“立地”——通过技术和市场不断渗透到百姓身边。

本市闵行区曾发生过一起“离奇”交通事故:一辆摩托车突然越过道路中线,与相向而行的一辆轿车撞个正着,摩托车上两人一死一伤。轿车司机只看见死者落在车侧,伤者落在车头附近,但无法分辨究竟谁是摩托司机。伤者称,自己当时坐在摩托后座。在缺乏有效目击证人情况下,如何通过现场采集的数据,精确而快速地还原事故发生全过程?正当案件扑朔迷离时,上海超级计算机被请出来协助交警,根据死伤者各自落点、受伤部位、车辆碰撞点等多项数据,很快建立了三维仿真数学模型,计算出当时碰撞速度约为每小时 45 公里,并模拟出摩托上驾驶员和乘员从撞击、弹出到落地的运动轨迹,最终确定了唯一一种与现场相吻合的情况。伤者面对数字铁证,他不得不承认自己才是驾驶摩托车的肇事者。

原来,再小的交通事故三维仿真也牵涉汽车工程学、人体解剖学、结构力学、运动学等多学科领域,需要处理海量数据,由超级计算机数十个处理器并行计算。上海超算中心

超级计算机是指计算速度最快、处理能力最强的计算机,最早出现于 20 世纪 60 年代。世界上第一台超级计算机 CDC6600 型诞生于 1964 年,由美国控制数据公司研制而成,其运算速度为每秒 300 万次浮点计算。数十年来,超级计算机技术呈现加速发展趋势,目前数以万计的处理器通过高速互联网络连接、协同工作构成大规模并行计算系统成为主流,代表性的系统有美国的 IBM 公司的“走聘”、蓝色基因,美国克雷公司的“美洲豹”,中国的“天河一号”、“天河二号”,日本的“京”计算机等。

自 1993 年以来,国际上普遍采用 Linpack 基准数值计算程序来衡量不同超级计算机的最大实际应用能力,并以此建立了全球最快的 500 台超级计算机排行榜,每年发布两次,集中展现世界各国在超级计算系统研制上的最新成果。在这个排行榜上,美国长期占据领先地位,日本间或排名第一,欧洲占据较大的份额。2010 年 11 月中国国防科技大学研制的“天河一号”排名世界第一,今年“天河二号”再次排名世界第一,标志着中国进入了超级计算机研制的领先行列。

当然“超级”是相对的,一个时代的超级计算机到下一时代可能成为普通的计算机,其技术也可能转化为通用的计算机技术。美国、欧洲、日本都启动了一系列新研究计划,目标是在 2018 年左右研制出具有每秒 10¹⁸ 次浮点计算能力的超级计算机。中国也在“十二五”期间启动了下一代超级计算机的研制。

不过,超级计算“大家伙”也有“小烦恼”。

怕“热”

今夏一路“高烧”,近 3 万多芯片核挤在一起的上海“神算”特别怕热。计算机芯片计算工作之余,还会产生大量的热量,上海“神算”产生的热量相当于 600 个 1.5KW 电炉。为了保证芯片及时冷却下来,上海超算采用了先进的水冷技术,直接将冷水通到机柜内,对芯片进行冷却,确保芯片在凉快的环境中,“开开心心”工作;同时,对机房环境也是呵护备至,精密空调将机房的温度控制在 22℃,湿度控制在 50%以下,确保“神算”头脑冷静,计算准确。

目前,世界超级计算机的进一步发展面临着高速高效、绿色节能、持续可扩展等一系

与上海交大联合承担的“上海市安全事故防范数字化公共平台及其应用”,应用国内高性能计算首次实现对上海等 9 省市 43 例典型交通事故的全三维、数字化重构,为疑难事故鉴定提供了科学依据。该项目目前已建立车型和假人两大数据库,前者包括国内常见的数十种车型的三维模型,能反映扭曲、震动等细节;后者则包括符合国人形体特征的“数字假人”模型。只要提供事故人员的生理参数,几秒之内就能生成一个惟妙惟肖的“人”。假人模型“五脏俱全”,可详细设定脊椎在第几节断裂,判断哪一次脑部撞击真正致命。有了这些人车数模,再考虑天气、路况等因素,超级计算机能在几十分钟到几小时内重演不同复杂程度的交通事故。

应用无止境

作为超级计算领域的专家,上海超级计算中心副主任李根国博士坦言,衡量一个国家在超级计算领域的实力,除了峰值计算速度,更重要的是看应用能力和广泛程度。上海超算中心累积支撑 3000 多个自主创新项目,服务了 2500 多位科学家和研究者,依托该中心的支撑,诞生了 1000 多篇世界一流论文、数百项工业新产品和数十个国家重大工程项目。其中,包括大飞机的气动部件、新一代国产车型、国内多个核电站的设计以及一批重要药物的先导化合物。不过,比起美国、日本、法国等超级计算机强国,差距不小。

一般而言,一个课题需要超级计算机提供的计算资源越多,研发成果也越能代表先进水平。在发达国家,拥有数万个 CPU 的超级计算机全力以赴在运算一个课题,包括模拟分子动力学模型,做新药开发等。例如,位于美国橡树岭国家实验室的“美洲豹”超级计算机峰值运算次数达到 500 万亿次,几乎是上海“魔方”的两倍。它的 15 万个芯片核常常集中计算纳米材料、蛋白质折叠等领域中的

的现实就是,超级计算机太容易“老”了,计算寿命通常为四五年。投运仅 1 年时,上海“魔方”的全球排名就从投运前的第 10 位退后至 25 位,国内排位也从过去的头名滑至第四。如今,其计算速度已经落后到全球百名之外。

上海超级计算中心作为国内最早、运转最成熟的高性能计算平台,培养了大批应用用户,社会各领域对超算中心的需求正以每年 230% 的速度增长,计算能力差不多每 3.3 年须提速 10 倍,即 1 个数量级。去年,来自各领域的计算需要已经达到 1480 万亿次,明年这个数字可能增至 7831 万亿次。虽然百万亿次的上海“魔方”仍超负荷全速工作,但是超大作业量,日渐老迈的身体,让它越累越渴望“千万亿次”的后继者早点上任。

怕“没软件”

国内超级电脑升级换代不断加速,用户需求日益旺盛,各地都正积极投建。但就如一台配置极高的个人电脑更需软件支撑,国产超算由于没有装上多功能、高版本的自主软件,导致其应用水平还不如国外同级机组的百分之一。若不加完善,这类高科技服务平台的效能将无法实现最大化。

上海超算中心每年投入千万元,引进超级电脑专用的并行计算软件,“软硬兼施”为计算用户提供周到服务。例如,上海超算中心拥有一套 FLUENT 流体力学分析软件,广泛用于航空航天、汽车、船舶、钢铁等工业领域。但这套软件是国外公司的“独门秘笈”,光引进费用就近 1000 万元。“它曾用于 ARJ-21 支线客机的流体计算,对于大飞机项目可能还不够用。前三年免费升级,此后更新为更高版本,还需几百万元维护费。”上海超算中心高性能计算应用技术部经理王涛告诉记者,上海超算中心共拥有 10 多套这类商业软件,但由于国内没有可替代的自主产品,目前全部依靠进口,为此花费近 6000 万元。

业内人士坦承,相比如今动辄十几亿的超算硬件投资,软件投入像是“毛毛雨”,大大滞后于硬件发展的水平。在项目审批过程中,硬件投资容易获批,软件投资则容易被“砍”,“重硬轻软”在不少科技服务平台上都存在。国产超算要想实现更深层次、更高层次的应用,还需大量专业软件支撑。

本报记者 马亚宁

超算“四怕”



列技术挑战,需要使能技术、微电子技术、新材料技术、软件技术等全方位的技术创新,才能不断突破速度极限。

怕“闲”

一台超级计算机投入巨大,开机后电费动辄千万元,如果空转没作业,开销巨大。2009 年上海“魔方”正式交付仅 3 个多月来,就被近 300 家单位占去过半计算资源,不出半年就将满负荷运转。去年,“魔方”超级计算机全机系统平均使用率达到了 73.36%,可用率平均为 97%,主干网络系统全年平均可

用率为 99.7%,全年新增用户 63 家用户,累计达到了 404 个。目前,上海超级计算中心大部分时间都是“客满”状态,后来者只得排队等待“叫号”,排队者和上机者的比例达到 1:1。

怕“老”

每隔 18 个月,计算机的速度便会增加一倍,性能也将提升一倍。遵循着这条计算机界的“速度咒语”,仅仅四年,中国最快的超级计算机就从百万亿次进步到万亿亿次,在国际排名榜上的成绩也越来越好。不过,一个无情