

基于阿里云 E-HPC 的 英特尔® 模拟和仿真精选解决方案



“高性能计算上云，首先要考虑的是满足性能，要具备物理机的无损性能，同时提供低延迟、高带宽网络和并行文件存储。阿里云通过神龙架构弹性裸金属超级计算集群 SCC 满足了上述三者需求，充分释放基于新一代英特尔® 至强® 可扩展处理器的服务器平台算力，并针对云平台优化。除此之外，现代仿真企业客户需要长时间稳定地使用 HPC 仿真资源，还需要满足超越性能之上的需求。这时候，阿里云弹性高性能计算 E-HPC 弹性伸缩、主动运维、热迁移等云特性，满足了上汽、吉利制造业客户希望算例随需伸缩和自动化运维的需求，这才是云上高性能计算服务的关键所在。”

— 何万青博士
阿里云高性能计算负责人

在自动驾驶、工程建设、设备制造、车辆设计、科学研究等应用中，模拟和仿真都是重要的流程，而随着模拟仿真系统的日趋复杂化，以及数据规模与维度的快速增长，其对于基础设施也带来了越来越高的要求，基于高性能计算机（HPC）的模拟和仿真系统逐步成长为主流方案。在此过程中，传统本地化部署的 HPC 方案暴露出建设成本高、周期长，维护工作繁重、压力大等缺陷，无法很好地适应模拟仿真的应用与发展需求。

在此背景下，基于云计算的 HPC 集群在模拟仿真领域得到了快速的发展，云化的部署与交付能够减少企业在集群搭建、资产管理、软硬件优化、维护等方面的工作，使企业能够充分利用最新的 HPC 软硬件技术，将精力聚焦在模拟仿真应用创新、工作实施等高价值工作上，以提升模拟仿真工作效率，降低成本，缩短产品上市时间。

阿里云推出了弹性高性能计算平台 E-HPC，包括高主频计算型超级计算集群实例规格族、高主频通用型超级计算集群实例规格族、高主频内存型超级计算集群实例规格族等众多实例。这些实例搭载了英特尔® 至强® 可扩展处理器，提供模拟和建模、模拟和可视化、基因组分析以及 HPC 和人工智能（AI）等功能，使用英特尔 HPC 平台规范定义的基于标准的方法，并经过验证，能够提高工作效率、兼容性和工作负载，优化性能。

挑战：模拟仿真面临算力瓶颈

模拟仿真已经成为大量行业用户在进行目标系统设计时，为满足功能、性能、功耗和其他指标要求所需要的一项重要业务流程。由于实际系统的复杂度、精细度的快速提升，需要模拟仿真的场景不断增长，以及效率要求的提升，模拟仿真对于算力基础设施提出了苛刻的要求。在众多行业场景中，用户已经广泛部署涵盖数十乃至上百节点的 HPC 集群，对于上千场景节点进行并行仿真。

以自动驾驶为例，仿真测试是降低对于道路测试需求、加快自动驾驶系统演进的重要方式。自动驾驶仿真主要包括静态场景、动态场景、传感器仿真、车辆动力学仿真等，在仿真场景中涉及到海量不同特征的车辆、行人、交通标识、环境等元素，还需要根据仿真计算生成 RGB 图像、深度图、分割图、点云图等信息。L4 场景的仿真测试往往需要百万级别的场景数量高并发处理，对于算力有着较高的要求。

当前，传统面向模拟仿真的 HPC 集群方案主要存在以下挑战：

- 模拟仿真应用对于计算能力、内存带宽、互连结构性能等有着较高的要求，传统方案受限于 CPU 性能、网络架构等因素，在性能方面容易存在短板，影响了模拟仿真效率的进一步提升。

- HPC 集群部署流程较为复杂，需要对于软硬件进行协同优化，并对于关键的工作负载进行验证，将消耗大量的时间与资源。
- 传统 HPC 集群方案基于本地部署，无法敏捷地对于算力进行扩展。此外，由于企业的 IT 部门越来越难以依赖经验有效地将算力与需求计算匹配，因此也就难以根据对于算力需求的预测来拓展算力基础设施，导致算力的需求供给无法精准匹配。
- 在本地部署中，企业需要投入大量人力对 HPC 集群的计算、存储、网络等资源进行运维管理，会带来相应的运营成本，并分散企业的精力。

基于阿里云 E-HPC 的英特尔® 模拟和仿真精选解决方案

阿里云 E-HPC 弹性高性能计算是典型的云超算系统，由 PaaS 层的 E-HPC (Elastic High Performance Computing, 弹性高性能计算) 及其算力底座 SCC (Super Computing Cluster, 超级计算集群) 组成，通过 E-HPC 平台，用户可灵活定制基于任何 ECS 和异构实例构成的 HPC 集群，满足不同应用特征的性价比要求。在弹性裸金属服务器基础上，阿里云 E-HPC 加入高速 RDMA (Remote Direct Memory Access) 互联支持，提供了高带宽、低延迟优质网络，降低了大规模集群的网络瓶颈。

阿里云 E-HPC 可以满足模拟仿真负载对于算力的苛刻需求。在集群内，各节点间通过 RDMA 网络互联，提供高带宽低延迟网

络，保证了高性能计算和人工智能、机器学习等应用的高度并行需求。同时，RoCE (RDMA over Convergent Ethernet) 在实现了更高网络性能的同时，能够支持更广泛的基于 Ethernet 的应用，实现真正的云上超算。

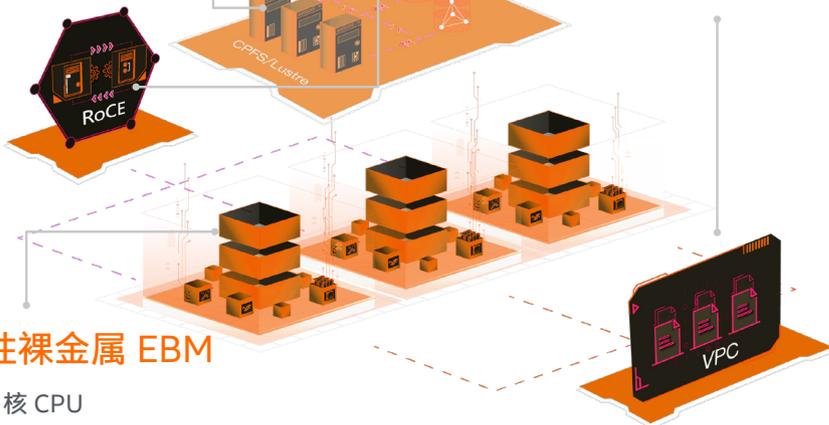
阿里云 E-HPC 拥有多种实例类型，最新的实例采用了第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器。该处理器能够在计算、存储和网络应用中，为计算密集型工作负载提供高性能和可扩展性。得益于英特尔® 超级通道互联 (英特尔® UPI)、英特尔® Infrastructure Management 技术 (英特尔® IMT)、英特尔® 高级矢量扩展指令集 512 (英特尔® AVX-512)、英特尔® 高级加密标准新指令 AES-NI 等领先功能，该处理器可满足严苛的 I/O 密集型工作负载的需求，能够帮助阿里云着力打造高性能高安全的敏捷服务和突破性功能。

利用内存计算和针对英特尔® 至强® 可扩展处理器优化的开源库，阿里云 E-HPC 能够支持用户处理大型数据集，同时运行广泛的模拟与仿真应用。此外，该解决方案也支持用户创建逼真的交互可视化，以便更快地获取洞察，更高效地展示新产品设计和研究突破。

- **高性能：**得益于新一代英特尔® 至强® 可扩展处理器等关键组件的强劲性能，以及 RDMA 等功能支持，阿里云 E-HPC 在模拟仿真应用中有着卓越性能表现，以及出色的跨集群性能扩展能力；

高性能存储

- NAS/CPFS 并行文件系统
- ESSD 模拟本地盘
- OSS



弹性裸金属 EBM

- 96 核 CPU
- 8 * Tesla A100 异构加速

高性能网络

- RDMA 高速网络
- 低延迟
- VPC 网络互连

E-HPC 管控服务 Region 化部署

- OpenAPI
- 作业管理
- 弹性伸缩
- 软件部署
- 性能监控
- 资源管理

图 1. 阿里云弹性高性能计算平台 E-HPC 架构

- **快捷:** 方案符合英特尔 HPC 平台规范 “hpc-cluster-2018.0” 的要求，提供了可快速部署的简单基础设施，支持快速创建基于阿里云 E-HPC 等资源的计算集群，根据用户选择快速构建运行时环境和丰富的支撑软件栈；
- **弹性:** 根据计算负荷、时间和性能要求增减和释放计算节点、存储等资源，可以实现即买即用的任意规模组合和节点自动扩容扩容的功能，节约大量的资本支出 (CAPEX) 费用；
- **互通:** 阿里云 E-HPC 和其它云产品可全面打通，例如通过云盘共享存储和 VPC 网络安全交换数据，并可以和其它产品互通，完成复杂的数值仿真和数据分析闭环。

验证：针对模拟和仿真工作负载进行验证的强大性能表现

阿里云和英特尔选取了四个典型行业工作负载，包括高性能 LINPACK (HPL)、高性能 Conjugate Gradient (HPCG)、DGEMM 和 STREAM 四个知名行业性能指标进行基准性能验证，满足或超过了其设计与测试标准，并针对模拟和建模应用工作负载显示出了纵向和横向的性能扩展潜力。

- **HPL:** HPL 是针对现代并行计算机提出的测试方式，测试通过在分布式内存上求解双精度数学运算，来衡量受测系统的并行计算能力。
- **HPCG:** 评测模拟真实应用的数据访问模式，如稀疏矩阵运算、测试内存子系统和内部互连，它还提供了查看单个节点性能和整个系统的综合性能的能力。
- **DGEMM:** 一个双精度通用矩阵乘法工作负载，用于测量处理器和内存的计算能力。
- **STREAM:** 用于测量简单矢量内核的可持续内存带宽和相应的计算速率。

双方在阿里云高主频计算型超级计算集群实例规格族 scchfc6 上进行了测试，该实例采用了英特尔® 至强® 铂金 8269 处理

第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器

第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器：

- 针对云、企业、高性能计算、网络、安全和物联网工作负载进行优化，拥有 8 至 40 个强大的内核，并提供多种频率、功能和功耗水平选项。
- 采用英特尔® 加密加速技术，通过提高加密密集型工作负载 (包括 SSL 网页服务、5G 基础设施和 VPN/防火墙) 的性能，同时降低普遍加密对性能的影响，来强化数据保护和隐私。
- 具有内置人工智能加速、端到端数据科学工具以及智能解决方案生态系统的数据中心 CPU。
- 专为满足云工作负载需求和助力各种 XaaS 环境而打造。
- 由英特尔® SGX 提供支持，可保护从边缘到数据中心和多租户公共云上使用的数据和应用程序。

英特尔® 精选解决方案推荐采用第三代英特尔® 至强® 金牌处理器。



器，处理器与内存配比为 1:2.4，存储为 I/O 优化实例，同时支持 RoCE 网络和 VPC 网络。

测试数据如表 1 所示¹，基于英特尔® 至强® 可扩展处理器的阿里云 E-HPC 满足基于模拟和建模的英特尔® 精选解决方案指定的最低工作负载优化性能和功能水平，能够支持用户更高效地运行模拟与仿真应用。

Alibaba SCC		ecs.scchfg6.20xlarge		英特尔性能要求
评测指标	执行方法	阿里云结果：3.1 GHz 英特尔® 至强® 铂金 8269 处理器 @ 3.1 GHz (Cascade Lake) @ 30 Gbit/s 以太网带宽		基于英特尔® 至强® 金牌 6248 处理器 (2.50 GHz, 20 核/40 线程) 或英特尔® 至强® 金牌 6148 处理器 (2.40 GHz, 20 核/40 线程)
HPL	跨所有 4 个节点	10586.9	GFLOP/s	超过 7700 GFLOP/s
HPCG	跨所有 4 个节点	137.31	GFLOP/s	超过 127 GFLOP/s
	在每个节点上	39.12	GFLOP/s	超过 32 GFLOP/s
DGEMM	在每个节点上	3032.78	GFLOP/s	超过 2048 GFLOP/s
STREAM	在每个节点上	192.237	GB/s	超过 164000.00 MB/s

表 1. 基于阿里云 E-HPC 的英特尔模拟和仿真精选解决方案测试数据

总结与展望：为模拟仿真提供弹性的高性能算力

阿里云与英特尔合作验证了基于阿里云 E-HPC 的英特尔模拟和仿真精选解决方案的性能指标，为希望在云 HPC 集群中快速部署模拟仿真应用的最终用户提供了参照。用户可以参考该精选解决方案，在阿里云 E-HPC 中快速搭建模拟和仿真应用，实现高性能、高扩展性、高安全性等优势的优势的统一。

未来，阿里云还将继续探索在 E-HPC 中为客户提供更加多样和高性能的选择，进一步提升解决方案在性能、安全性等方面的表现，满足模拟仿真等负载带来的严苛需求。此外，双方还将深入探索在高性能计算领域的合作，为材料科学、石油勘探、金融市场、应急管理、医学和互联网等行业的应用提供强大、弹性的算力支撑。



¹ 截至 2021 年 8 月的阿里云与英特尔内部测试结果。阿里云 E-HPC 配置：3.1 GHz 英特尔® 至强® 铂金 8269 处理器 @ 3.1 GHz (Cascade Lake) @ 30 Gbit/s 以太网带宽。英特尔® 精选解决方案 Plus 配置：基于英特尔® 至强® 金牌 6248 处理器 (2.50 GHz, 20 核/40 线程) 或英特尔® 至强® 金牌 6148 处理器 (2.40 GHz, 20 核/40 线程)。

实际性能受使用情况、配置和其他因素的差异影响。更多信息请见 www.intel.com/PerformanceIndex

具体成本和结果可能不同。

英特尔未做出任何明示和默示的保证，包括但不限于，关于适销性、适合特定目的及不侵权的默示保证，以及在履约过程、交易过程或贸易惯例中引起的任何保证。

性能测试结果基于配置信息中显示的日期进行测试，且可能并未反映所有公开可用的安全更新。详情请参阅配置信息披露。没有任何产品或组件是绝对安全的。

预测或模拟结果使用英特尔内部分析或架构模拟或建模，该等结果仅供您参考。系统硬件、软件或配置中的任何差异将可能影响您的实际性能。

英特尔并不控制或审计第三方数据。请您审查该内容，咨询其他来源，并确认提及数据是否准确。

© 英特尔公司版权所有。英特尔、英特尔标识以及其他英特尔商标是英特尔公司或其子公司在美国和/或其他国家的商标。

文中涉及的其他名称及品牌属于各自所有者资产。