



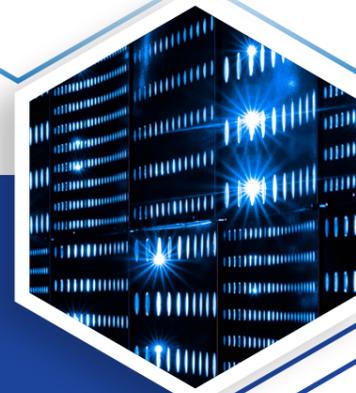
openEuler 22.03 LTS

技术白皮书

目录

CONTENTS

01/ 概述



01 概述 02

06 云化基座 18

02 平台架构 05

07 特性增强 23

03 运行环境 09

08 著作权说明 30

04 场景创新 11

09 商标 30

05 内核创新 14

10 附录 30

欧拉开源操作系统（openEuler，简称“欧拉”）从服务器操作系统正式升级为面向数字基础设施的操作系统，支持服务器、云计算、边缘计算、嵌入式等应用场景，支持多样性计算，致力于提供安全、稳定、易用的操作系统。通过为用户提供确定性保障能力，支持 OT 领域应用及 OT 与 ICT 的融合。

欧拉开源社区通过开放的社区形式与全球的开发者共同构建一个开放、多元和架构包容的软件生态体系，孵化支持多种处理器架构、覆盖数字设施全场景，推动企业数字基础设施软硬件、应用生态繁荣发展。

2019 年 12 月 31 日，面向多样性计算的操作系统开源社区 openEuler 正式成立。

2020 年 3 月 30 日，openEuler 20.03 LTS（Long Term Support，简称为 LTS，中文为长生命周期支持）版本正式发布，为 Linux 世界带来一个全新的具备独立技术演进能力的 Linux 发行版。

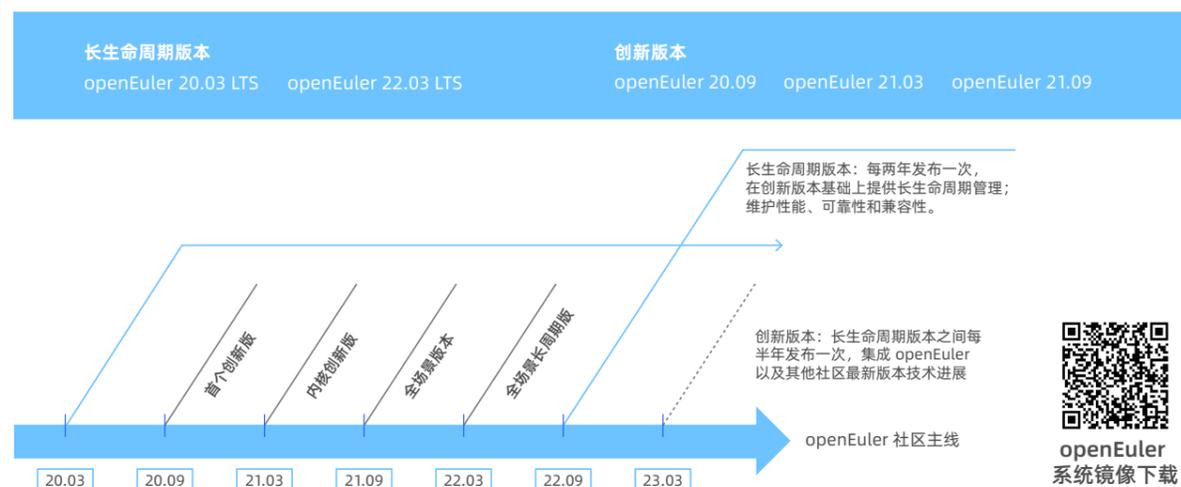
2020 年 9 月 30 日，首个 openEuler 20.09 创新版发布，该版本是 openEuler 社区中的多个公司、团队、独立开发者协同开发的成果，在 openEuler 社区的发展进程中具有里程碑的意义，也是中国开源历史上的标志性事件。

2021 年 3 月 31 日，发布 openEuler 21.03 内核创新版，该版本将内核升级到 5.10，还在内核方向实现内核热升级、内存分级扩展等多个创新特性，加速提升多核性能，构筑千核运算能力。

2021 年 9 月 30 日，全新 openEuler 21.09 创新版如期而至，这是欧拉全新发布后的第一个社区版本，实现了全场景支持。增强服务器和云计算的特性，发布面向云原生的业务混部 CPU 调度算法、容器化操作系统 KubeOS 等关键技术；同时发布边缘和嵌入式版本。

2022 年 3 月 30 日，基于统一的 5.10 内核，发布面向服务器、云计算、边缘计算、嵌入式的全场景 openEuler 22.03 LTS 版本，聚焦算力释放，持续提升资源利用率，打造全场景协同的数字基础设施操作系统。

openEuler 版本管理



openEuler 作为一个操作系统发行版平台，每两年推出一个 LTS 版本。该版本为企业级用户提供了一个安全稳定可靠的操作系统。

openEuler 也是一个技术孵化器。通过每半年发布一次的创新版，快速集成 openEuler 以及其他社区的最新技术成果，将社区验证成熟的特性逐步汇合到发行版中。这些新特性以单个开源项目的方式存在于社区，方便开发者获得源代码，也方便其他开源社区使用。

社区中的最新技术成果持续合入发行版，发行版通过用户反馈反哺技术，激发社区创新活力，从而不断孵化新技术。发行版平台和技术孵化器互相促进、互相推动、牵引版本持续演进。

openEuler 覆盖全场景的创新平台

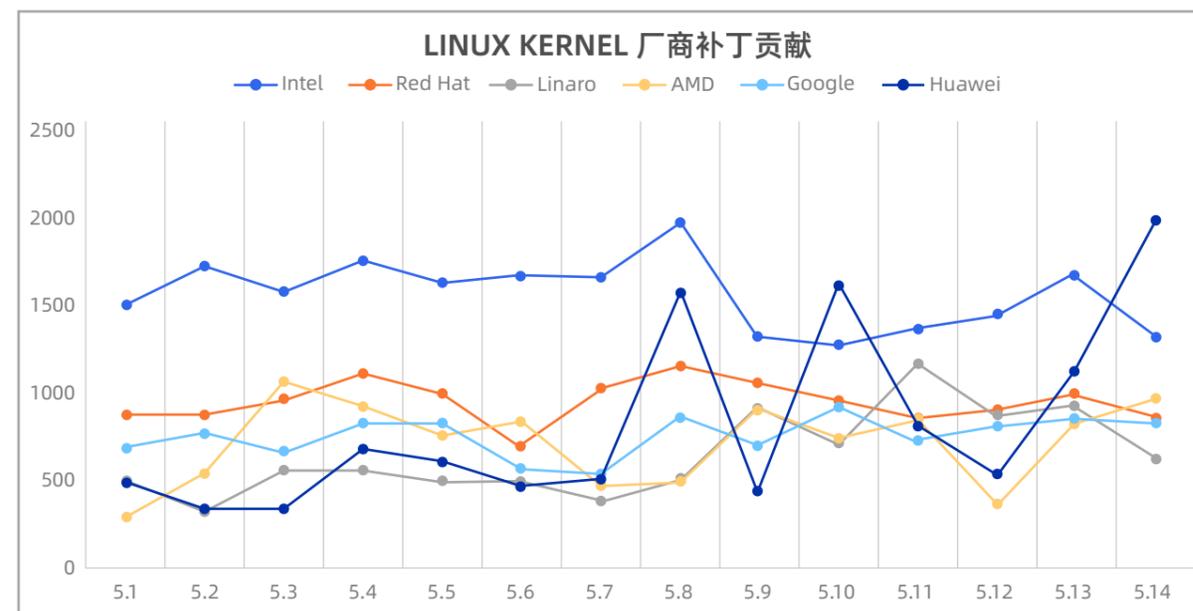


openEuler 已支持 x86、ARM、SW64、RISC-V 多处理器架构，未来还会扩展 PowerPC 等更多芯片架构支持，持续完善多样化算力生态体验。

openEuler 社区面向场景化的 SIG 不断组建，推动 openEuler 应用边界从最初的服务器场景，逐步拓展到云计算、边缘计算、嵌入式等更多场景。openEuler 正成为覆盖全场景的操作系统，新增发布面向边缘计算的版本 openEuler 22.03 LTS Edge、面向嵌入式的版本 openEuler 22.03 LTS Embedded。

openEuler 希望与广大生态伙伴、用户、开发者一起，通过联合创新、社区共建，不断增强场景化能力，最终实现统一操作系统支持多设备，应用一次开发覆盖全场景。

openEuler 对 Linux Kernel 的持续贡献



openEuler 内核研发团队持续贡献 Linux Kernel 上游社区，回馈主要集中在：芯片架构、ACPI、内存管理、文件系统、Media、内核文档、针对整个内核质量加固的 bug fix 及代码重构等内容。十余年来总计向社区贡献 17,000+ 补丁。

在 Linux Kernel 5.10 和 5.14 版本中，openEuler 内核研发团队代码贡献量排名全球第一。坚持内核创新，持续贡献上游社区。

openEuler 开放透明的开源软件供应链管理

开源操作系统的构建过程，也是供应链聚合优化的过程。拥有可靠开源软件供应链，是大规模商用操作系统的基础。openEuler 从用户场景出发，回溯梳理相应的软件依赖关系，理清所有软件包的上游社区地址，源码和上游对应验证。完成构建验证、分发、实现生命周期管理。开源软件的构建、运行依赖关系，上游社区，三者之前形成闭环且完整透明的软件供应链管理。

02/ 平台架构

系统框架

openEuler 是覆盖全场景的创新平台，在引领内核创新，夯实云化基座的基础上，面向计算架构互联总线、存储介质发展新趋势，创新分布式、实时加速引擎和基础服务，结合边缘、嵌入式领域竞争力探索，打造全场景协同的面向数字基础设施的开源操作系统。

openEuler 22.03 LTS 发布面向服务器、云原生、边缘和嵌入式场景的全场景操作系统版本，统一基于 Linux Kernel 5.10 构建，对外接口遵循 POSIX 标准，具备天然协同基础。同时 openEuler 22.03 LTS 版本集成分布式软总线、KubeEdge + 边云协同框架等能力，进一步提升数字基础设施协同能力，构建万物互联的基础。

面向未来，社区将持续创新、社区共建、繁荣生态，夯实数字基座。

引领内核创新

- **云原生调度增强**：针对云场景在线和离线业务混合部署场景，创新 CPU 调度算法，保障在线业务对 CPU 的实时抢占及抖动抑制，创新业务优先级 OOM 内存回收算法，保障在线业务安全可靠运行。
- **新文件系统 EulerFS**：面向非易失性内存的新文件系统，采用软更新、目录双视图等技术减少文件元数据同步时间，提升文件读写性能。
- **内存分级扩展 etMem**：新增用户态 swap 功能，策略配置淘汰的冷内存交换到用户态存储，用户无感知，性能优于内核态 swap。
- **内存 RAS 增强**：内存可靠性分级技术，可以指定内核、关键进程等对内存故障敏感的数据优先使用高可靠内存，降低宕机率，提升可靠性（技术预览特性）。

夯实云化基座

- **容器操作系统 KubeOS**：云原生场景，实现 OS 容器化部署、运维，提供与业务容器一致的基于 K8s 的管理体验。
- **安全容器方案**：iSulad+shimv2+StratoVirt 安全容器方案，相比传统 Docker+Qemu 方案，底噪和启动时间优化 40%。
- **双平面部署工具 eggo**：ARM/x86 双平面混合集群 OS 高效一键式安装，百节点部署时间 <15min。

新场景

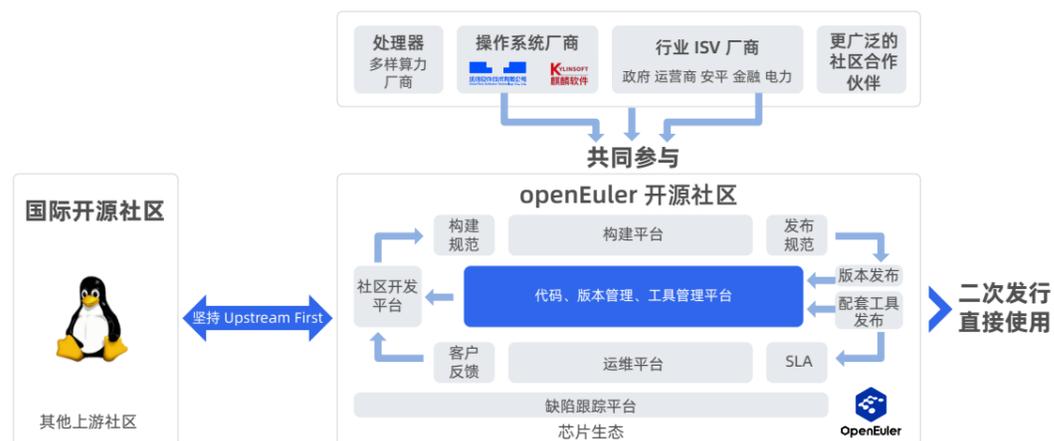
- **边缘计算**：发布面向边缘计算场景的版本 openEuler 22.03 LTS Edge，支持 KubeEdge + 边云协同框架，具备边云应用统一管理和发放等基础能力。
- **嵌入式**：发布面向嵌入式领域的版本 openEuler 22.03 LTS Embedded，镜像大小 <5M，启动时间 <5S。

繁荣社区生态

- **友好桌面环境**：UKUI、DDE、Xfce、Kiran-desktop、GNOME 桌面环境，丰富社区桌面环境生态。
- **欧拉 DevKit**：支持操作系统迁移、兼容性评估、简化安全配置 secPaver 等更多开发工具。

平台框架

openEuler 社区与上下游生态建立连接，构建多样性的社区合作伙伴和协作模式，共同推进版本演进。



硬件支持

openEuler 社区当前已与多个设备厂商建立合作，打造了丰富的南向生态，Intel、AMD 等主流芯片厂商的加入和参与，为 openEuler 提供了众多支持。openEuler 22.03 LTS 版本目前已全面支持 Intel Icelake、AMD milan 等芯片系列，同时提供了对下一代 Intel Sapphire Rapids 的基础支持，相关特性将持续在 openEuler 22.03 LTS update 版本中进行发布。

当前支持多个厂家的多款硬件设备和板卡，具备良好的兼容性。

支持的板卡类型如下：

芯片厂家	架构	芯片型号	板卡型号
Intel	aarch64/x86_64	I350	I350F2G1P20 914215
	aarch64/x86_64	82599	SP310
Avago	aarch64/x86_64	3408IT	SP150IT-M
	aarch64/x86_64	3108	SR430C-M
	aarch64/x86_64	SAS3516	SP460C-M
	aarch64/x86_64	3408iMR	SR150-M
Emulex	aarch64/x86_64	LPe16002B-M6	LPe16002B-M6
	aarch64/x86_64	XE201	LPe16002
	aarch64/x86_64	XE501	LPe31002
huawei	aarch64/x86_64	XE201	LPe32002-AP
	aarch64/x86_64	hi1822	SP582
	aarch64/x86_64	ES3600C V5-3200GB	Hi1812E V100
Mellanox	aarch64/x86_64	CX-4 Lx EN	SP380
	aarch64/x86_64	CX4	MCX4121A-XCAT
	aarch64/x86_64	MT27808A0-FCCF-EV	SP351
nvidia	aarch64/x86_64	TU104GL [Telsa T4]	TU104GL
	aarch64/x86_64	GV100GL [Telsa V100 PCIe 16GB]	GV100GL
	aarch64	GA100 [A100 PCIe 40GB]	GA100
Qlogic	aarch64/x86_64	ISP2532	QLE2560

支持的整机类型如下：

硬件厂家	硬件型号	架构	CPU
曙光	H620-G30A	x86_64	Hygon C86 7280 32-core Processor
华为	S902X20	aarch64	Phytium S2500
	TaiShan 200 (Model 2280)	aarch64	Kunpeng-920
宁畅	X620 G40	x86_64	Intel® Xeon® Gold 6346 CPU @ 3.10GHz
天固信安	TR2531F	aarch64	S2500/64C
超微	Supermicro AS-4124GS-TNR	x86_64	AMD EPYC 7513 32-Core Processor

详细的列表可在支持网站查询：<https://www.openeuler.org/zh/compatibility/>

03/ 运行环境

服务器

若需要在物理机环境中安装 openEuler 操作系统，则物理机硬件需要满足以下兼容性和最小硬件要求。
硬件兼容支持请查看 openEuler 兼容性列表：<https://openeuler.org/zh/compatibility/>

部件名称	最小硬件要求
架构	ARM64、x86_64
内存	为了获得更好的体验，建议不小于 4GB
硬盘	为了获得更好的体验，建议不小于 20GB

虚拟机

openEuler 安装时，应注意虚拟机的兼容性问题，当前已测试可以兼容的虚拟机及组件列表如下：

1. centos-7.9 qemu 1.5.3-175.el7 libvirt 4.5.0-36.el7 virt-manager 1.5.0-7.el7
2. centos-8 qemu 2.12.0-65.module_el8.0.0+189+f9babebb.5
libvirt 4.5.0-24.3.model_el8.0.0+189+f9babebb virt-manager 2.0.0-5.el8
3. fedora 32 qemu 4.2.0-7.fc32 libvirt 6.1.0-2.fc32 virt-manager 2.2.1-3.fc32
4. fedora 35 qemu 6.1.0-5.fc35 libvirt 7.6.0-3.fc35 virt-manager 3.2.0-4.fc35

部件名称	最小虚拟化空间要求
架构	ARM64、x86_64
CPU	2 个 CPU
内存	为了获得更好的体验，建议不小于 4GB
硬盘	为了获得更好的体验，建议不小于 20GB

边缘设备

若需要在边缘设备环境中安装 openEuler 操作系统，则边缘设备硬件需要满足以下兼容性和最小硬件要求。

部件名称	最小硬件要求
架构	ARM64、x86_64
内存	为了获得更好的体验，建议不小于 4GB
硬盘	为了获得更好的体验，建议不小于 20GB

嵌入式

若需要在嵌入式环境中安装 openEuler 操作系统，则嵌入式硬件需要满足以下兼容性和最小硬件要求。

部件名称	最小硬件要求
架构	ARM64、ARM32
内存	为了获得更好的体验，建议不小于 512MB
硬盘	为了获得更好的体验，建议不小于 256MB

04/ 场景创新

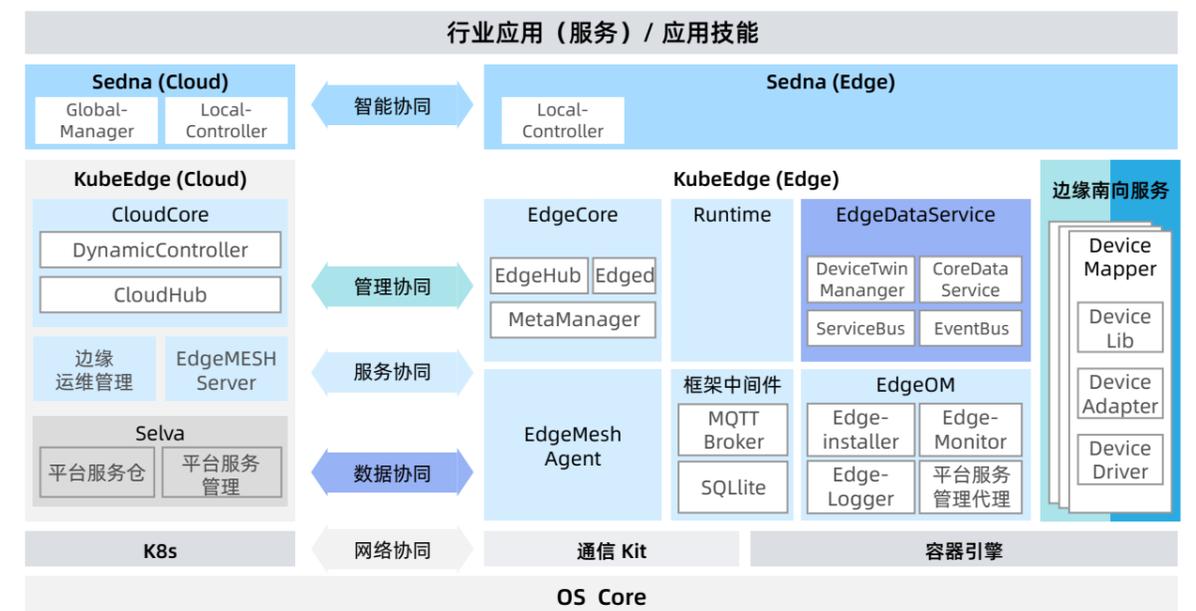
22.03 LTS 首次发布面向边缘计算的 openEuler 22.03 LTS Edge 版本和面向嵌入式的 openEuler 22.03 LTS Embedded 版本，构建全场景协同的数字基础设施操作系统。

边缘计算

边缘计算是未来 10 大战略技术趋势。随着智慧城市、自动驾驶、工业互联网等应用落地，海量数据将在边缘产生，IDC 预测中国 2025 年每年产生的数据将达 48.6ZB，集中式云计算在带宽负载、网络延时、数据管理成本等方面愈发显得捉襟见肘，难以适应数据频繁交互需求，边缘计算价值凸显。

openEuler 发布的面向边缘计算的版本 openEuler 22.03 LTS Edge，集成 KubeEdge + 边云协同框架，具备边云应用统一管理和发放等基础能力，并将通过增强智能协同提升 AI 易用性和场景适应性，增强服务协同实现跨边云服务发现和流量转发，以及增强数据协同提升南向服务能力。

功能描述



版本功能如下：

提供统一的跨边云的协同框架（KubeEdge+），实现边云之间的应用管理与部署，跨边云的通信，以及跨边云的南向外设管理等基础能力。

未来还将提供：

- 边云服务协同：**边侧部署 EdgeMesh Agent，云侧部署 EdgeMesh Server 实现跨边云服务发现和服务路由。
- 完善边缘南向服务：**南向接入 Mapper，提供外设 Profile 及解析机制，以及实现对不同南向外设的管理、控制、业务流的接入，可兼容 EdgeX Foundry 开源生态。
- 边缘数据服务：**通过边缘数据服务实现消息、数据、媒体流的按需持久化，并具备数据分析和数据导出的能力。
- 边云智能协同架构（Sedna）：**基于开源 Sedna 框架，提供基础的边云协同推理、联邦学习、增量学习等能力，并实现了基础的模型管理、数据集管理等，使能开发者快速开发边云 AI 协同特性，以及提升用户边云 AI 特性的训练与部署效率。

应用场景

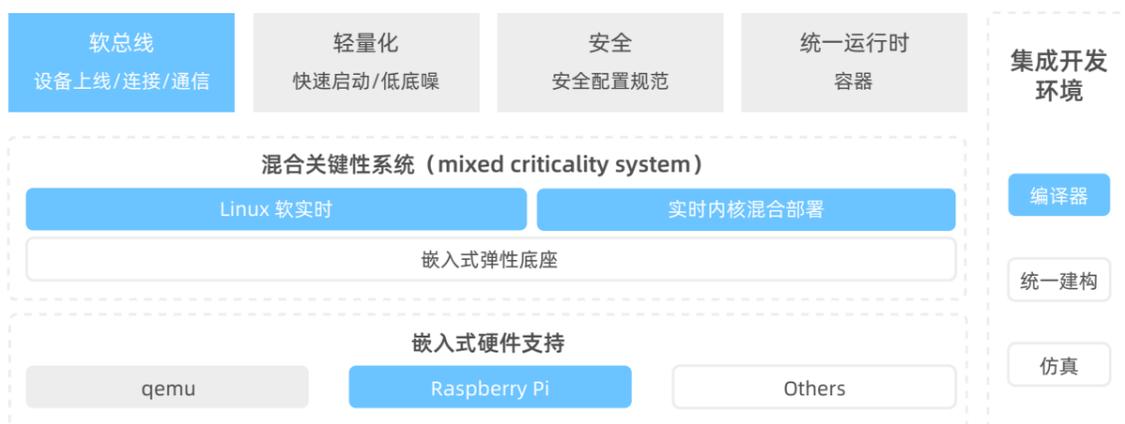
可应用智能制造、城市交通、高速收费稽查、智慧加油站、医疗影像识别、智慧园区等广泛的边云协同场景。

嵌入式

在中国制造 2025 及工业化和信息化融合进程加快的大背景下，我国工业软件以及信息化服务的需求持续增加，嵌入式软件作为工业软件行业最大的细分产品，其市场份额占比达到 57.4%，发展日渐壮大。

openEuler 发布面向嵌入式领域的版本 openEuler 22.03 Embedded，提供更加丰富的嵌入式软件包构建能力，支持实时 / 非实时平面混合关键部署，并集成分布式软总线。同时，将协同 openEuler 社区生态伙伴、用户、开发者，逐步扩展支持 PowerPC、RISC-V 等芯片架构，增加确定性时延、工业中间件、仿真系统等能力，打造嵌入式领域操作系统解决方案。

功能描述



版本功能如下：

1. **轻量化能力**：开放 yocto 小型化构建裁剪框架，支撑 OS 镜像轻量化定制，提供 OS 镜像 <5M，以及 <5S 快速启动等能力。
2. **多硬件支持**：新增支持树莓派作为嵌入式场景通用硬件。
3. **软实时内核**：基于 Linux 5.10 内核提供软实时能力，软实时中断响应时延微秒级。
4. **混合关键性部署**：实现 SOC 内实时和非实时多平面混合部署，并支持 Zephyr 实时内核。
5. **分布式软总线基础能力**：集成鸿蒙的分布式软总线，实现欧拉嵌入式设备之间互联互通。
6. **嵌入式软件包支持**：新增 80+ 嵌入式领域常用软件包的构建。

未来还将提供：

1. **确定性时延**：基于分域多内核架构的确定性时延处理能力，满足工业控制领域多层次的时延诉求。
2. **行业安全认证**：逐步支持面向行业安全认证，如面向 IEC61508、EC62443 等。

应用场景

嵌入式系统可广泛应用于航空航天、工业控制、电信设备、汽车及医疗等领域；随着 5G、AI 新型技术的成熟，还可应用于物联网 IoT 设备，边缘智能计算设备等。

05/ 内核创新

openEuler 内核中的新特性

openEuler 22.03 LTS 基于 Linux Kernel 5.10 内核构建，在此基础上，同时吸收了社区高版本的有益特性及社区创新特性：

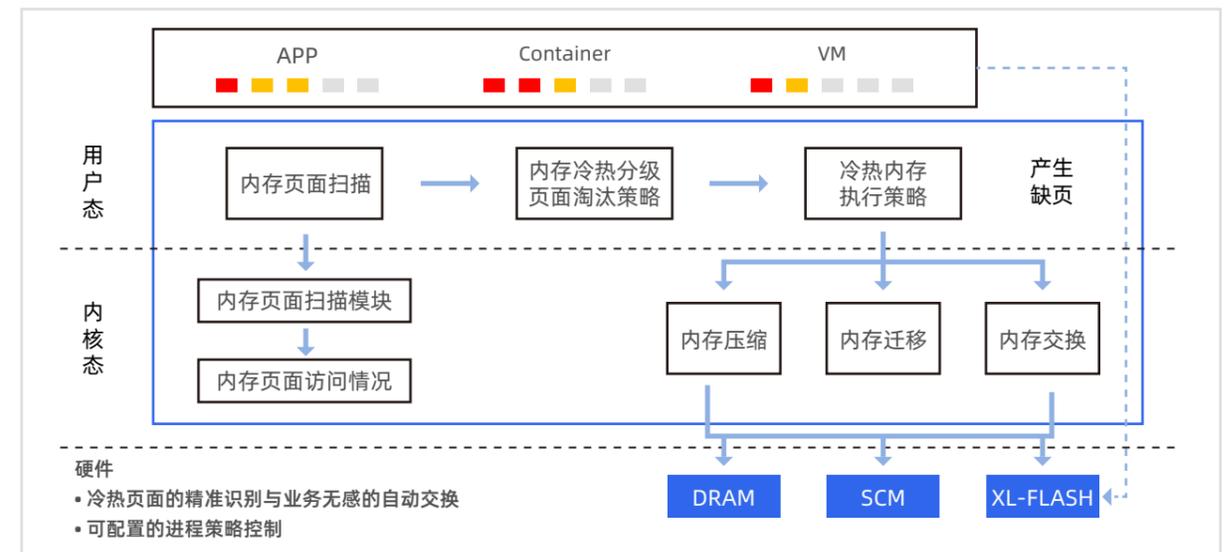
- **进程调度优化**：优化进程负载均衡算法，减少负载均衡过程中的开销，提升性能。
- **内核动态抢占**：新增启动选 preempt=none/voluntary/full，允许内核动态切换抢占模式。
- **mremap 性能优化**：通过移动 PMD/PUD 级别的表项，加速映射大块内存的速度。
- **per memcg lru lock**：采用 per memcg lru_lock，减少云原生容器实例锁竞争，提升系统性能。
- **大页内存管理优化**：通过共享映射方式将 HugeTLB 管理页中无实际作用的 tail 页释放掉，降低大页内存管理结构的开销。
- **TLB 并发刷新支持**：本地 TLB 和远端 TLB 刷新并行，优化 TLB shutdown 流程加速 TLB 刷新，提升业务性能。
- **大页 vmalloc 性能优化**：对于超过 huge page 的最小 size 的空间进行 vmalloc() 分配时，将会尝试使用 huge page 而不是 base page 来映射内存，改善 TLB 的利用，降低 TLB miss。
- **OOM 内存回收算法**：在发生 OOM 时，优先对低优先级的进程组进行内存回收，保障在线业务的正常运行。
- **支持 PAC (Pointer Authentication Code) 特性**：在使用寄存器的值作为指针访问数据或代码之前验证其内容，抵御 ROP/JOP 攻击。
- **支持 BTI (Branch Target Identifiers) 特性**：对间接跳转的目标进行限制。与 PA 结合使用减少控制流攻击。
- **XDP (eXpress Data Path) 支持**：基于 eBPF 的一种高性能、用户可编程的网络数据包传输路径，在网络报文还未进入网络协议栈之前就对数据进行处理，提升网络性能。可用于 DDOS 防御、防火墙、网络 QOS 等场景。
- **SVA (Shared Virtual Addressing) 支持**：进程虚拟地址在主机进程和设备间共享，实现资源跨主机与设备免拷贝复用，提升跨主机和设备业务通讯性能。
- **MPAM 增强**：支持外部接口自定义配置分区 rmid，支持 MPAM 设备节点通过 device tree 配置启动，可用于虚拟化等场景。
- **TCP 压缩特性**：hbase 等分布式数据库节点间数据传输量大，网络传输是性能瓶颈；在 TCP 层对指定端口的数据进行压缩后再传输，收包侧把数据解压后再传给用户态，从而提升分布式场景节点间数据传输的效率。
- **支持 SGX 特性**：SGX (software guard extensions) 是 Intel 推出的指令集扩展，旨在以硬件安全为强制性保障，不依赖于固件和软件的安全状态，提供用户空间的可信执行环境，通过一组新的指令集扩展与访问控制机制，实现不同程序间的隔离运行，保障用户关键代码和数据的机密性与完整性不受恶意软件的破坏。
- **技术预览特性**：
 - 内存可靠性分级技术**：通过对不同可靠性等级的内存分级管理，可以支持内核、关键进程、内存文件系统、文件缓存使用高可靠内存，避免内存多 bit 故障引起内核复位。
 - 动态大页技术**：支持对大页进行拆分和合并的功能，从而使得绑定到 memcg 的进程可以使用 1G/2M/4K 三种页。当大页资源不足时，可以动态配置大页资源，避免系统重启，减少业务中断时间。
 - 内存 RAS 容错增强**：支持 copy_from_user 读操作时，发生内存多 bit 错误，系统不复位。可以通过杀掉受影响的进程，而避免内核复位。
 - 支持 osnoise tracer**：osnoise tracer 支持分析系统噪声对业务线程的干扰，可以清晰的找出干扰源。

内存分级扩展

当前内存制造工艺已经达到瓶颈，生态发展让每个 CPU 核的成本越来越低。数据库、虚拟机、大数据、人工智能、深度学习场景同时需要算力和内存的支持。内存容量成为了制约业务和算力的问题。

内存分级扩展通过 DRAM 和低速内存介质，如 SCM、AEP，以及 RDMA 远端内存等形成多级内存，通过内存自动调度让热数据在 DRAM 高速内存区中运行，让冷数据交换到低速内存区，从而增加内存容量，保证核心业务高效平稳运行。该特性适用于内存使用量大，且使用相对不频繁的应用进程上，在这些场景中的效果好、收益大，实测等成本条件下 MySQL 性能提升 40%。针对用户态存储框架和用户需求，新增用户态的内存交换机制。

功能描述



继承已有功能：

- 进程级控制**：etmem 支持通过配置文件来进行内存扩展的进程，相比于操作系统原生的基于 LRU 淘汰的 kswap 机制，更加灵活和精准。
- 冷热分级**：用户态触发对指定进程进行内存访问扫描，根据分级策略配置文件，对内存访问结果进行分级，区分出热内存和冷内存。
- 淘汰策略**：根据配置文件和系统环境配置，对冷内存进行淘汰，淘汰流程使用内核原生能力，安全可靠，用户无感知。

新增功能：

用户态交换：通过 etmem 的策略配置，对于淘汰的冷内存，通过用户态 swap 功能交换到用户态存储中，达到用户无感知，性能优于内核态 swap。

应用场景

应用场景：节点内业务进程内存分级扩展

适用于对内存使用较多，且访问相对不频繁的业务软件，扩展效果较好，比如 MySQL、Redis、Nginx 等，内存扩展操作均在节点内部，不涉及跨节点远端操作。

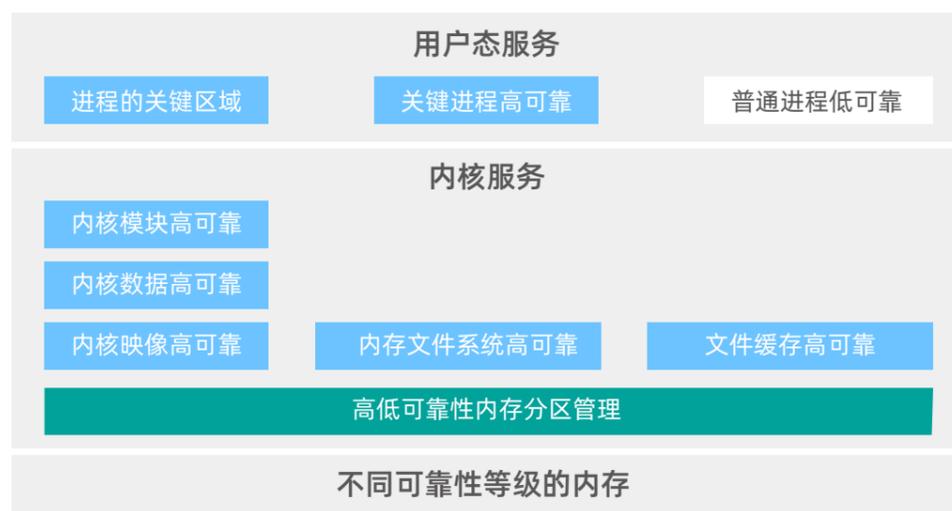
在用户态存储框架的场景中，可通过策略框架的用户态 userswap 功能，使用用户态存储作为交换设备。

内存可靠性分级

服务器支持的内存增多时，内存硬件故障将成为不可忽视的存在。内存不可纠正的多 Bit 错误，如果影响到操作系统内核、关键业务进程，则会导致系统复位，导致业务较长时间的中断。

另一方面，随着硬件技术的发展，服务器系统中可能会配置不同可靠性规格的内存，比如 HMB、NVDIMM 以及 Address Range Mirror。即系统中可以同时存在可靠性更高的内存和可靠性较低的内存。基于此，操作系统可以管理两种不同等级的内存，让内核及对内存错误更敏感的进程使用可靠性更高的内存，以减少内存故障带来的系统复位，提升系统可用性。

功能描述



- 内核核心数据高可靠：**支持内核核心数据在高可靠内存区域分配，避免内核数据的读写触发内存故障，提升系统可靠性。
- 支持进程使用高可靠内存：**通过进程属性，将进程设置为高可靠进程，指定进程从高可靠内存区域分配内存。
- 支持内存文件系统使用高可靠内存：**内存文件系统（tmpfs）的读操作发生在内核态，如果触发内存故障，会触发系统复位。tmpfs 设置使用高可靠内存，有助于减少系统复位，提升系统可靠性。
- 支持文件缓存使用高可靠内存：**文件缓存的（pagecache）的读取操作发生在内核态，如果触发内存故障，会触发系统复位。将文件缓存设置使用高可靠内存，有助于减少系统复位，提升系统可靠性。

应用场景

对系统可靠性要求较高的半封闭场景，如某些嵌入式场景。上述特性，要求内核、tmpfs、文件缓存等使用的内存大小可控，可预估。如果超过预先设置的大小，会导致内存分配失败。

06/ 云化基座

云原生调度增强

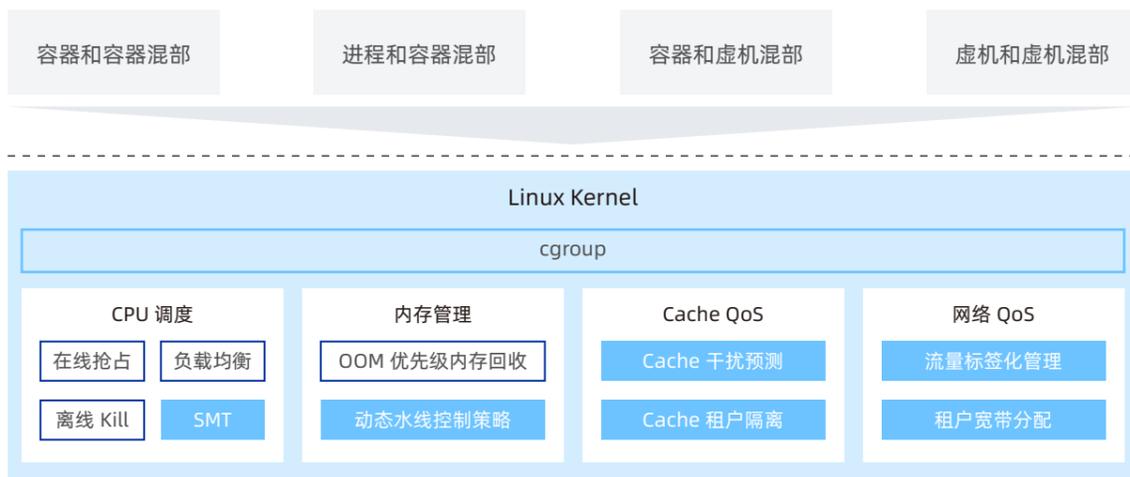
在云业务场景中，交互类延时敏感的在线业务存在潮汐现象，CPU 资源利用率普遍较低 (~15%)，在线和离线业务混合部署是提升资源利用率的有效方式。现有的内核资源分配和管理机制，混部后的在线业务性能抖动大，服务质量无法得到有效保障。openEuler 面向云原生业务混部场景，创新 CPU 调度算法和内存回收算法，支撑提升系统的 CPU 利用率和保证在线业务的服务质量。

QAS (Quality Aware Scheduler) 是一种适用于云原生场景，业务混合部署的全新调度算法，可以确保在线任务对 CPU 的快速抢占，确定性的调度运行，同时控制离线任务干扰。

优化 OOM 时内存回收调度算法，在发生 OOM 时，优先对低优先级的进程组进行内存回收，保障在线业务的正常运行。

针对 Kubernetes 集群下的混合部署，openEuler 用户仅需给业务打上在线或离线的标签，系统即能自动感知业务的创建，并根据业务的优先级配置，实现资源的隔离和抢占。

功能描述



- 1. 进程属性设置:** 支持通过 cgroup 接口来设置任务运行级别，可以配置成在线或离线属性。
- 2. 任务优先运行:** 在 CPU 中有在线任务和离线任务场景下，优先选择在线任务，在线任务可以 us 级抢占离线任务运行。
- 3. 离线 kill 机制:** 任务收到 kill 信号后会快速响应 kill 信号处理流程，加快离线任务的退出流程。
- 4. OOM 内存回收优先级机制:** 在发生 OOM 时，优先对低优先级的进程组进行内存回收，保障在线业务的正常运行。

应用场景

适用于对交互类等时延敏感型业务 (比如 MySQL、Redis、Nginx 等) 和 CPU 消耗且时延不敏感业务 (如 AI 离线训练) 的容器混合部署。

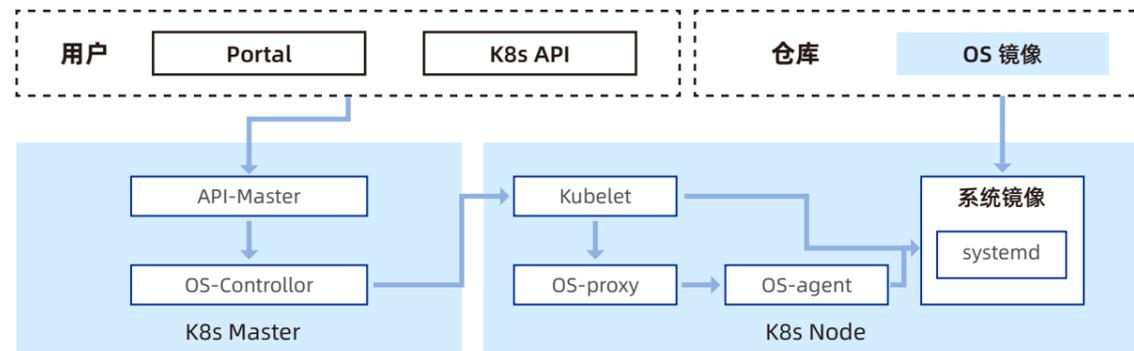
容器操作系统

云原生是云计算发展的下一跳，K8s 事实上已经成为云原生软件基础设施的底座。业界主流操作系统厂商都推出了针对云原生场景的 OS，如 Redhat RCHOS、AWS BottleRocket 等，实现 OS 容器化部署、运维，提供与业务容器一致的管理和运维体验。

openEuler 适应云原生发展趋势，推出容器化操作系统 KubeOS，实现云原生集群 OS 的统一容器化管理，具备如下特点：

1. OS 容器化管理、对接 K8s，原子化的生命周期管理。
2. OS 轻量化裁剪，减少不必要的冗余包，可实现快速升级、替换等。

功能描述



1. 全局管理器 OS-Controller，监控所有节点上的 OS 实例，收集所有节点 OS 信息，实现全局 OS 的生命周期管理，包括升级、重启、配置，以及关机时驱逐 Pod。
2. 节点代理 OS-proxy，部署和运行在工作节点上，监控单节点的 OS 实例，收集单节点 OS 信息，并上报到 OS-agent。
3. 节点 OS-agent，接受 OS-proxy 相关命令，是容器 OS 生命周期管理的执行单元，可维护容器 OS 安装、升级等。

适用场景

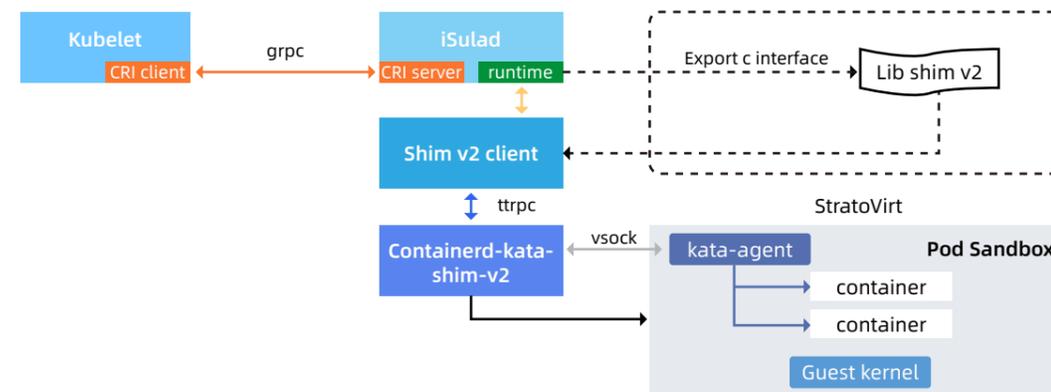
面向基于 K8s 容器云平台的业务节点服务器主机 OS 的容器化管理，提供容器业务相同的生命周期管理和运维体验。

安全容器方案

容器作为云计算广泛使用的技术，在简化应用封装，加快应用部署、减少环境依赖方面优势明显。容器可以直接访问主机资源，容器间共享主机内核，会存在容器逃逸等诸多安全问题，无法满足典型金融多租户安全隔离诉求。业界阿里和 Intel 主导的 kata 开源项目，使用虚拟化隔离层容器形成安全容器方案，Google 推出的 GVisor 安全沙箱，则结合进程级虚拟化隔离容器应用安全风险。

openEuler 结合虚拟化运行时，StratoVirt 及容器管理引擎 isulad 形成安全容器方案，较传统 Docker+Qemu 方案，底噪和启动时间优化 40%+，为应用提供一个轻量、安全的执行环境，隔离容器和宿主机操作系统间、容器间的安全风险。

功能描述



安全容器 StratoVirt:

- **强安全性:** 基于 Rust 实现语言级安全, 模块按需组合最小化攻击面, 支持多租户物理隔离。
- **轻量低噪:** 采用极简设备模型时, 启动时间小于 50ms, 内存底噪小于 4M。
- **软硬协同:** 支持 x86 的 VT, 支持鲲鹏的 Kunpeng-V。
- **极速伸缩:** 毫秒级设备扩缩能力, 为轻量化负载提供灵活的资源伸缩能力。
- **多场景支持:** 实现一套架构支持 serverless、安全容器、标准虚拟机等多种应用场景。

容器引擎 iSulad:

- **轻量引擎:** C/C++ 编程语言重构轻量容器底座, 适应边、云多样场景。
- **混合调度:** 通过 containerd-shim-kata-v2 对接 StratoVirt, 安全容器 StratoVirt 和普通容器 K8s 统一部署和调度。
- **直通设备热插拔:** 支持 virtio-blk-pci、virtio-net-pci 和 VFIO 等设备的热插拔, 可有效避免更换外设引起的系统停机和业务中断。

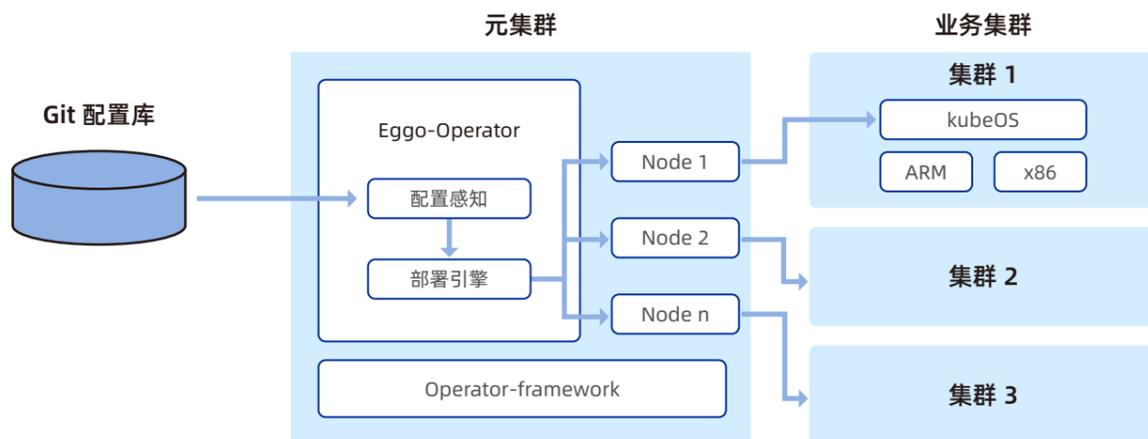
应用场景

替代 Docker 普通容器, 保证容器业务安全和隔离性, 可应用于金融、电信、安全等行业及面向多租户的业务场景。

双平面部署工具

eggo 是 openEuler 云原生 SIG 组 K8s 集群部署管理项目的研发成果, 可提供高效稳定的集群部署能力。其支持单集群多架构、在线和离线部署模式等多种部署模式, 可结合 GitOps 管理能力, 感知集群配置变化, 驱动集群 OS 统一高效部署。

功能描述



1. **集群配置版本化管理:** 配置统一 Git repo 版本化管理, 使用仓库汇总和跟踪集群的配置信息。
2. **配置感知:** GitOps 会感知 git 配置库中集群配置信息的变化, 向部署引擎发起集群相应的操作请求。
3. **部署引擎:** 部署引擎负责下发任务给业务集群, 触发部署业务集群、销毁业务集群、新增节点和删除节点等任务。

适用场景

适用于 x86/ARM 双平面云基础设施, 基于 K8s 云原生框架, 实现 OS 统一集群化部署、监控、审计等场景。

Qemu 热补丁机制

Qemu 热补丁机制提供了一种在线修复进程 bug 的技术, 使得 Qemu 进程能够在不影响虚拟机业务的情况下, 在线解决 Qemu 进程 bug。

Qemu 作为虚拟化交付的关键进程, 需要具备在不影响虚拟机业务的情况下, 解决 Qemu 进程的紧急漏洞。热补丁作为一种在线修复进程漏洞的技术, 能够在不中断进程运行的情况下, 修复进程的漏洞。因此, 需要为 Qemu 进程提供热补丁技术, 使得 Qemu 进程能够在不影响虚拟机业务的情况下, 在线解决 Qemu 进程漏洞。

当前业界无成熟的 Qemu 热补丁方案, 基于此背景, 我们希望依托于 openEuler 开源的 LibcarePlus 组件, 打造 Qemu 组件的热补丁能力。

LibcarePlus 是一个用户态进程热补丁工具, 它可以在不重启用户态目标进程的情况下, 对 Linux 系统上运行的目标进程进行补丁的加载 / 卸载操作。该工具可以应用于关键进程的 CVE 漏洞修复, 也可以应用于不中断应用服务的紧急 bug 修复。

功能描述

1. **补丁制作和加载:** LibcarePlus 补丁机制包括补丁制作和补丁加载两部分, 补丁制作通过编译生成的目标文件, 提取补丁二进制代码, 形成热补丁文件; 补丁加载通过 ptrace 以 mmap 映射形式将补丁文件加载到目标进程内存中, 并实现动态加载和运行, 进而实现在线修复的功能。
2. **热补丁生命周期管理:** 依托 libvirt 对 Qemu 生命周期的管理, 将补丁加载 / 卸载的相关动作嵌入到 libvirt 的生命周期管理中, 并且开放 virsh hotpatch 等接口, 以支持客户手动管理热补丁。
3. **热补丁的自动加载和卸载:** 对于新拉起的 Qemu 虚拟机, 支持自动加载 / 卸载适配的补丁, 对于已经拉起的 Qemu 虚拟机, 提供相关接口, 实现 Qemu 热补丁的自动加载 / 卸载。

应用场景

开发人员、云场景运维人员可使用 LibcarePlus 为 Qemu 应用程序制作热补丁和管理热补丁。

07/ 特性增强

安全策略配置工具 secPaver

secPaver 是一款 SELinux 安全策略开发工具，用于辅助开发人员为应用程序开发安全策略。secPaver 通过抽象通用的策略配置文件，封装统一的策略操作接口，对策略开发人员屏蔽安全机制细节，降低了策略开发门槛，提高策略开发效率。secPaver 当前支持 SELinux 的策略开发，后续可扩展支持 AppArmor 等其它安全机制。

功能描述

secPaver功能定位：端到端的策略开发工具



主要功能包括：

- 策略设计：**提供命令创建工程，在工程下编辑策略配置文件完成策略设计

```
pav project create project_name /opt/policy
```
- 策略生成：**提供命令根据策略配置文件内容生成 SELinux 策略文件

```
pav project build --engine selinux -d /opt/policy/project_name
```
- 策略测试：**提供命令完成策略的安装、查询、卸载；

```
pav policy list
```

```
pav policy install/uninstall policy_name
```
- 策略发布：**提供命令生成策略包（策略文件及安装卸载脚本文件）

```
pav policy export policy_name.
```

应用场景

开发人员、安全策略配置人员可使用 secPaver 为应用程序开发 SELinux 策略文件。

X2openEuler 迁移评估工具

X2openEuler 是一款跨操作系统迁移到 openEuler 的可行性、兼容性评估工具，该工具主要从软件、硬件和配置项兼容性层面识别风险并提供迁移报告，帮助开发者评估迁移方案的可行性，提升迁移适配效率，同时该工具也提供基于 Visual Studio Code 的插件端，提供给开发者基于 UI 的操作选择。

功能描述

• 软件评估

识别应用程序的依赖软件包信息，对 rpm/tar/zip/gzip/jar/py/pyc/sh/bin 等依赖软件进行扫描评估，识别不兼容变更，生成 .html 评估报告。

- 配置收集与评估

支持对用户环境数据进行收集并生成 json 文件，支持收集的数据包括：硬件配置、配置接口、内核选项配置参数、系统配置参数（sysctl/proc/sys）、环境变量、服务、进程、端口、命令接口、系统调用项和设备驱动接口等，并完成配置信息分析评估。

- 硬件评估

评估运行环境的整机（x86/aarch64）、整机板卡（RAID/NIC/FC/IB/GPU/SSD/TPM）是否在 openEuler 兼容性清单上。

EulerMaker 工具

标准的操作系统镜像，除内核外，还包含大量各种功能的外围包，安装和使用标准的操作系统镜像，对 CPU、内存和硬盘等资源有一定的要求。这样对一些使用功能简单，CPU 和内存等资源受限的场景来说，就存在一定的运行和使用挑战。

EulerMaker 统一构建套件，可以满足用户对特定场景的镜像大小定制、软件包和功能裁剪的诉求，解决资源受限场景的操作系统部署和运行问题，便于用户在实际生产环境中，根据不同的场景和条件，更加灵活的定制、部署和运行操作系统。

EulerMaker 同时支持系统包裁剪定制、系统配置定制、用户文件定制、安装启动定制，最小粒度支持文件级裁剪和定制。

功能描述

- 系统包裁剪定制

在标准的镜像基础上，用户可以根据实际部署诉求和运行环境，定制默认安装的软件包，同时支持用户定制、裁剪系统命令、库、驱动，以满足实际生产环境的运行。

- 系统配置定制

支持用户根据实际需要，配置默认的主机名、启动服务、时区、网络、分区、加载驱动、版本号等。

- 用户文件扩展

除了操作系统标准镜像自带的软件包和文件外，支持用户根据实际业务和生产环境部署，添加用户文件到系统镜像中。

应用场景

应用场景 1：标准镜像裁剪

实际部署和运行环境因为资源限制，不能满足标准镜像的部署和运行，需要对标准镜像进行定制，裁剪不需要的功能和软件包。

应用场景 2：定制部署

用户根据实际的业务情况，需要改变系统默认的部署方式和参数配置，添加部分业务相关部署文件等，以满足更加灵活快捷的生产部署需要。

Kunpeng GCC

Kunpeng GCC 编译器基于开源 GCC 10.3 版本开发，通过软硬件协同，内存优化、SVE 向量化、数学库等，打造鲲鹏 920 处理器的高性能编译器：

1. 充分发挥鲲鹏的硬件特性，运行效率更高，在 SPEC CPU 2017 等基准测试中性能大幅优于上游社区的 GCC 10.3 版本。
2. 支持 mcmodel=medium、fp-model、四精度浮点、矢量化数学库等功能。

功能描述

- 支持 ARM 架构下 mcmodel=medium 的寻址方式，可以正确访问体积超过 4GB 的符号，解决程序地址溢出导致的错误。
- 支持 ARM 架构下 128 位四精度浮点数据库，有效提升浮点数运算的精度。
- 支持矢量化 mathlib 数学库使能，在矢量化阶段自动寻找可以使用矢量化版本数学库的机会。
- ARM 架构下 SVE 矢量化优化，在支持 SVE 指令的机器上启用此优化后能够提升程序运行的性能。
- 支持 SLP 矢量化优化，进行 reduction chains group 的分析以及矢量化，提升程序运行的性能。
- 支持内存布局优化，通过重新排布结构体成员的位置，使得频繁访问的结构体成员放置于连续的内存空间上，提升 Cache 的命中率，提升程序运行的性能。
- 支持 fp-model 精度控制选项，精细化控制浮点数计算精度。

应用场景

在高性能计算领域的测试中，运行 WRF、NEMO 应用，相比于上游社区的 GCC 10.3 版本能够获得 10% 左右的性能收益。还可用于 SPEC CPU 2017 基准测试中，相比于上游社区的 GCC 10.3 版本在鲲鹏平台能够获得 15% 左右的性能收益。

毕昇 JDK

毕昇 JDK 是基于 OpenJDK 开发的增强版本，具备高性能、高可用等优点，可用于生产环境。毕昇 JDK 积累了大量使用场景，并针对 ARM 进行性能优化。支持 OpenJDK8 和 OpenJDK 11 两个版本，其中毕昇 JDK8 与 Java SE 标准兼容，毕昇 JDK 具备如下优势：

1. 稳定高效：在 SPECjbb2015 等基准测试中性能优于 OpenJDK。
2. 软硬结合：充分发挥鲲鹏服务器硬件特性，运行效率更高。
3. 安全有保障：毕昇 JDK 和 OpenJDK 社区版本同步更新，同时针对安全问题做更为严格的分析和把控，及时合入 CVE 安全漏洞补丁。
4. 开源贡献：毕昇 JDK 提供发行包和开源代码，并持续贡献上游社区。

功能描述

- 支持 Java Flight Recorder：低负载的在线性能诊断工具，对于长时间运行的应用程序，性能损耗小于 1%，生产环境中可使能，通过 ``-XX:+FlightRecorder`` 命令启用，生成 dump 文件，并可借助 JMC 工具可视化。
- 支持 AppCDS 技术（毕昇 JDK8）：该技术是 CDS 的扩展版本，可以将应用类转储为 jsa 文件，增加类使用范围，提升应用启动加载速度。
- 支持 G1GC 内存伸缩特性（毕昇 JDK8）：JVM 能够检测应用负载下降和 Java 堆有空闲内存的情况，并自动减少 Java 堆占用情况，将空闲内存资源归还给操作系统，在按资源使用量付费的容器场景中可以节省开销。
- 支持 ZGC 垃圾回收算法（毕昇 JDK11）：在 ARM64 上补齐该功能。支持 TB 级大小，最大 10ms 时延，停顿时间不会随着堆增大而增大。
- G1GC 支持 NUMA-Aware 特性（毕昇 JDK8 和 毕昇 JDK11）：JVM 能充分发挥硬件特性，在应用运行进行对象分配会优先选择使用本地节点的内存，在垃圾回收进行内存复制时优先在同一节点进行，保证垃圾回收后应用的数据亲和性。
- 支持新的快速序列化（毕昇 JDK8 和 毕昇 JDK11）：减少冗余新的传输，提高序列化和反序列化的效率。

- **支持 KAE Provider 特性 (毕昇 JDK8)**：毕昇 JDK8 通过利用 Provider 机制，实现对鲲鹏服务器 KAE 加解密特性的支持，以帮助用户提升在鲲鹏 AArch64 服务器加解密业务的竞争力，较 JDK 原生加解密性能提升 90%。
- **支持 JMap 并行扫描 (毕昇 JDK8 和 毕昇 JDK11)**：OpenJDK JMap 工具默认是单线程执行 Java 程序的 dump 操作，毕昇 JDK8 & JDK11 实现其并行化、增量式扫描，有效提升 JMap 在大堆场景的扫描速度，已支持 G1GC & ParallelGC & CMS。

应用场景

应用场景 1：大数据应用

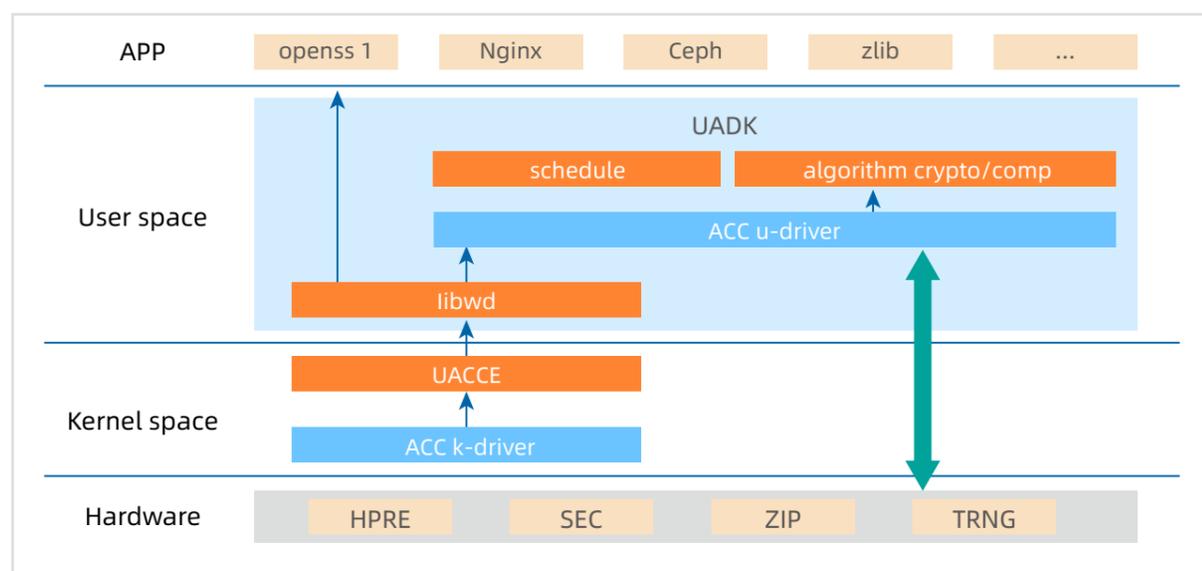
针对大数据优化 GC 内存的分配和回收，消除 JIT 代码中冗余内存屏障等。在大数据应用的基准测试性能较 OpenJDK 有 5%~20% 的性能提升。

应用场景 2：常见 Java 应用

针对鲲鹏服务器的弱内存模型进行优化，无效内存屏障，软硬结合使能 NUMA-Aware 特性，提高应用访问内存的效率，提升应用性能。增强 Java 开发者工具、引入 JFR 支持和 JMap 优化等功能帮助开发者快速分析性能、定位故障。

鲲鹏 UADK

鲲鹏 UADK 是基于 SVA 共享虚拟内存技术实现的一套用户态加速引擎，为用户提供一套针对加解密算法和压缩解压缩算法的加速框架，实现对用户数据的加解密或者压缩解压缩处理的算力释放、性能提升。



所有算法接口支持的数据格式遵照标准的加解密算法协议格式，整个 UADK 软件框架具有以下特点：

1. **稳定高效**：支持地址共享技术，实现内存零拷贝，进行大数据量的加解密和压缩解压缩硬件加速，性能提升 10%+。
2. **硬件加速**：借助 UADK 完成对硬件加速能力的加载，充分利用服务器硬件加速性能优势，实现数据加速处理。当前已经在鲲鹏服务器完成验证。
3. **内存隔离**：通过设备 PASID 区分各个进程的页表，保证每个进程的页表相互隔离，从而保证内存的安全。
4. **开源贡献**：鲲鹏 UADK 所有源码已在 openEuler 社区开源，并将持续发布新特性，提供技术支持。

功能描述

- **支持内存零拷贝功能**：在用户态加解密业务执行过程中，通过内存共享技术，减少数据拷贝，有效提升加解密和压缩、解压缩性能。
- **支持进程内存隔离**：多个进程同时运行时，SMMU 通过 PASID 进行页表隔离，从而保证进程间内存的安全。
- **支持对称加解密**：支持 AES、DES 和 3DES 算法，支持对称加解密算法的各种密钥长度和算法模式，包括 ECB、CBC、CTR、OFB、CFB、XTS 模式。
- **支持非对称加解密**：支持 RSA、DH、ECDH、ECDSA、x25519 和 x448 算法，支持各个算法的不同密钥长度规格，RSA 算法支持普通模式和 CRT 模式，支持算法本身对应的密钥生成、签名和验签功能。
- **支持哈希摘要算法功能**：支持 MD5、SHA1、SHA256、SHA224、SHA384、SHA512 算法。
- **支持加解密与认证级联功能**：支持 AES-CCM 和 AES-GCM 算法以及 AES 与 SHA256 级联算法。
- **支持压缩与解压缩算法功能**：支持 Zlib、Gzip 和 Deflate 的压缩与解压缩算法功能。
- **支持国密算法功能**：支持国家商密算法 SM2、SM3 和 SM4。
- **支持对 OpenSSL 的适配功能**：UADK 通过注册 OpenSSLEngine，支持 OpenSSL 中的加解密算法直接调用 UADK 的硬件进行算法加速。

应用场景

应用场景 1：大数据应用

针对大数据应用中的数据加解密应用，提供加解密算法硬件加速功能，全面提升大数据分析中的数据加解密带宽，释放处理器的算力。

应用场景 2：分布式存储应用

在分布式存储业务中，通过提供磁盘全盘加密功能和数据压缩功能，为存储业务提供全面的数据安全保障和减少数据存储空间。

应用场景 3：Web Server 应用

针对 Web 应用中 HTTPS 访问中的 RSA 加密通讯，提供 RSA 算法硬件加速功能，为客户提供高性能，安全的数字化解决方案。

DPDK 增强

DPDK 全称为 Data Plane Development Kit，是 Intel 提供的一套用户态库，为用户在多个平台提供一套高速处理数据报文的编程接口，为通信领域，云数据中心等网络或存储应用场景提供高性能加速。



上图绿框部分为 DPDK 在软件栈中所处位置。DPDK 提供 lib 库为用户提供高速转发报文接口，PMD 是各个厂家网卡的驱动（鲲鹏芯片板载网卡对应 hns3 PMD）。

openEuler 22.03-LTS DPDK 包基于社区 DPDK21.11 版本构建，加强了对 ARM64 的支持，集成了 hns3 PMD 驱动，完整支持鲲鹏芯片网卡特性。鲲鹏芯片板载网卡配套 hns3 PMD 支持 10G、25G、100G 等速率，支持单播、多播、广播、混杂等网卡基本特性，支持 VLAN、流表、TSO、GRO 等高级特性，并利用 NEON 指令实现数据面高速转发。

功能描述

原生 DPDK 以轮询代替中断，避免上下文切换开销，并利用多核实现并行 IO，通过旁路内核实现零拷贝，实现用户态高速转发能力。

DPDK 在鲲鹏网卡支持关键特性如下：

- 支持 SRIOV：DPDK 可使用多个 VF 进行业务处理，充分挖掘设备在 VM 或容器场景下的扩展能力。
- 支持单播、多播、广播、混杂等网络特性。
- 支持 RSS：支持使用网卡多队列，实现多处理器系统下使接收报文在多个 CPU 之间高效分发，增加 cache 命中率，提高收发速率。
- 支持 VLAN：支持 VLAN 过滤，VLAN 添加删除，VLAN 剥离等功能。
- 支持流表：支持流规则设置，根据报文元组等信息进行数据流路由到指定队列。
- 支持 checksum 卸载：卸载 checksum 校验、计算到网卡，释放 CPU 能力，提高转发速率。
- 支持 TSO、GRO 卸载：支持报文 TCP 分片、聚合卸载到网卡，降低 CPU 负载，加快报文处理速率。
- 支持 SIMD 向量指令处理：利用 NEON 指令高效处理网卡收发报文，提高报文处理速率。
- 支持 bonding：支持网卡聚合功能，提高带宽能力，增大冗余能力。
- 支持 dfx 维护：提供设备各功能状态查询、报文统计查询，提供在线定位能力。

应用场景

应用场景 1：下一代应用防火墙

基于鲲鹏芯片板载网卡，用 DPDK 作为收发包节点进行数据转发，结合上层业务处理，构建应用级防火墙，相比传统防火墙，实现 IO 速率倍增。

应用场景 2：云数据中心

云数据中心业务以 VM 或容器环境承载，其利用 DPDK 技术，配置网卡直通，让数据绕过内核，大量减小开销，提高业务性能。

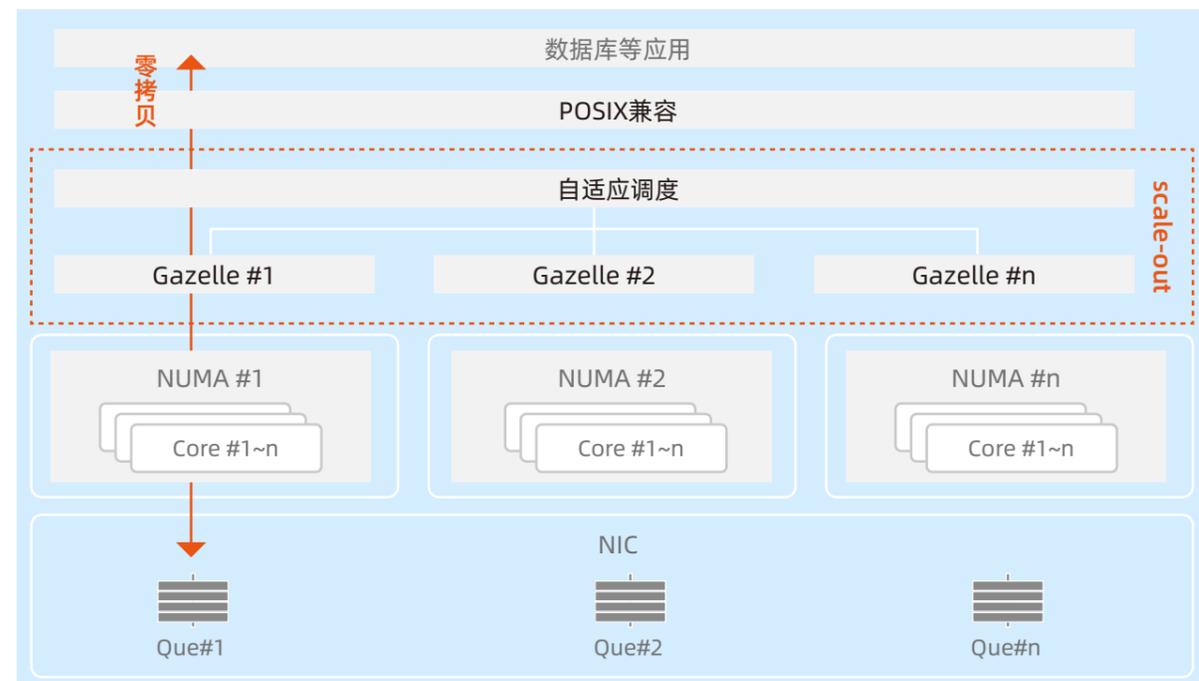
应用场景 3：5G 网络

5G 网络核心在于高速数据转发，DPDK 在各个节点的运用可将转发性能在传统网络协议栈上实现速率倍增。

Gazelle 用户态协议栈

Gazelle 用户态协议栈是基于 DPDK 和 LWIP 开发的，在满足高性能、高可用等诉求的同时，具备良好的通用性和易用性：

1. **高性能**：基于用户态开发，无上下文切换，报文传输过程零拷贝，无锁，灵活 scale-out，自适应调度。
2. **通用性**：完全兼容 POSIX，应用使用无需修改和重新编译，灵活部署和使用，适用不同类型应用。



功能描述

- 支持应用线程绑核：支持应用读写线程与协议栈线程绑定到同一 numa，加速读写效率。
- 支持网卡多队列：支持使用网卡多队列分发报文，同一连接报文固定 CPU 处理，增加 Cache 命中率，提高读写速度。
- 支持 checksum 卸载：支持报文 checksum 卸载到网卡，降低 CPU 负载，加快报文处理速度。
- 支持 TCP 跨线程：协议栈线程与应用线程解耦，支持应用任意网络模型。
- 支持 dfx 维护：展示实时状态、事件、报文计数，具备在线维护能力。

应用场景

应用场景 1：MySQL 数据库加速

MySQL 有大量读写线程，与协议栈线程绑核到同一 NUMA，tpcc 测试性能提升 15%。

应用场景 2：Redis 加速

Redis 同一线程大量读写 socket 串行处理，加速 socket 读写有叠加效果，测试吞吐量提升 2.5 倍。

08 / 著作权说明

openEuler 白皮书所载的所有材料或内容受版权法的保护，所有版权由 openEuler 社区拥有，但注明引用其他方的内容除外。未经 openEuler 社区或其他方事先书面许可，任何人不得将 openEuler 白皮书上的任何内容以任何方式进行复制、经销、翻印、传播、以超 级链路连接或传送、以镜像法载入其他服务器上、存储于信息检索系统或者其他任何商业目的的使用，但对于非商业目的的、用户使用的下载或打印（条件是不得修改，且须保留该材料中的版权说明或其他所有权的说明）除外。

09 / 商标

openEuler 白皮书上使用和显示的所有商标、标志皆属 openEuler 社区所有，但注明属于其他方拥有的商标、标志、商号除外。未经 openEuler 社区或其他方书面许可，openEuler 白皮书所载的任何内容不应被视为以暗示、不反对或其他形式授予使用前述任何商标、标志的许可或权利。未经事先书面许可，任何人不得以任何方式使用 openEuler 社区的名称及 openEuler 社区的商标、标记。

10 / 附录

附录 1：搭建开发环境

环境准备	地址
下载安装 openEuler	https://openeuler.org/zh/download/
开发环境准备	https://gitee.com/openeuler/community/blob/master/zh/contributors/prepare-environment.md
构建软件包	https://gitee.com/openeuler/community/blob/master/zh/contributors/package-install.md

附录 2：安全处理流程和安全批露信息

社区安全问题披露	地址
安全处理流程	https://gitee.com/openeuler/community/blob/master/zh/security-committee/security-process.md
安全披露信息	https://gitee.com/openeuler/community/blob/master/zh/security-committee/security-disclosure.md