

“中国电子杯”第三届高校 ICT 产教融合创新大赛

赛题四

一、赛题名称

先进计算应用赛道-国产服务器性能调优

二、命题单位

中国长城科技集团股份有限公司

三、赛题背景

随着国家信息安全与自主创新战略的深入推进，基于国产处理器的计算数据中心已成为数字基础设施的核心。主流的国产服务器 CPU 采用 NUMA（非统一内存访问）架构，物理资源被抽象和分割，极易引发跨 NUMA 节点访问延迟高、缓存命中率低、I/O 中断处理不均衡等“性能损耗”问题。

本赛题旨在引导学生深入到底层系统软件与硬件协同优化的核心领域，实现国产化算力在真实场景下“跑得通且跑得好”。

四、知识背景

参赛队伍需具备以下部分领域的跨学科知识储备：

1. 服务器硬件和 CPU 特性：了解主流服务器处理器（如 ARMv8 架构的

鲲鹏、飞腾) 的指令集、多核设计、NUMA 架构、内存/缓存、I/O 特性 (如 PCIe、DMA)、BIOS/UEFI 等。

2. 操作系统和内核: 熟悉 Linux 内核原理, 了解中断、进程调度、内存管理 (NUMA 架构、大页内存)、I/O 子系统及虚拟化技术 (KVM/QEMU) 等; 熟悉 Linux 系统常用命令; 熟悉编译器 (GCC 等) 和软件编译; 熟悉 JDK/JRE 和 JAVA 应用等。
3. 性能分析与调优工具: 熟练掌握 perf, top, mpstat, vmstat, numactl, taskset, ePBF 等性能分析调优工具。
4. 服务器应用软件: 熟悉常见的服务器应用软件 (如 PG/MySQL 等数据库) 的安装运行、运行机制及配置优化等。
5. 服务器性能基准工具和应用: CPU 计算性能 (CPUBench、SPEC CPU 2017 等)、内存带宽和时延 (stream、lat_mem_rd@lmbench 等)、JAVA 性能 (SPEC jbb2015、SPEC jvm2008 等)、系统性能 (UnixBench、lmbench)、数据库等应用性能 (Sysbench、Benchmark-SQL 等) 等。

五、赛题描述

1. 校赛任务

ARM 服务器的基础性能分析和优化。

■ 任务描述

在长城 ARM 服务器上进行 CPU、内存等基础性能分析和调优。

■ 任务要求

分析服务器的性能瓶颈（如跨 NUMA 节点内存访问带宽和时延），通过 SPEC CPU2017 工具评估服务器的性能，在此基础上利用各种方法分析和优化性能，包括但不限于 BIOS、操作系统、编译器、基础库、JDK 等，尽可能提升性能评估结果。

评估性能指标 SPECrate®2017_int_base。

2. 决赛任务

ARM 服务器的应用性能分析和优化。

■ 任务描述

在长城 ARM 服务器上进行 MySQL 数据库性能分析和优化。

■ 任务要求

在服务器上部署 MySQL 数据库，使用 BenchmarkSQL 工具测试数据库性能（单机测试），在这个基础上进一步利用各种方法分析和优化性能，包括但不限于 BIOS、操作系统、编译器、基础库、数据库编译优化和配置优化等，尽可能提升性能评估结果。

基于给定的 MySQL 版本测试，TPCC 模型覆盖仓库数 400 和 800，并发数 200 和 500，可额外选择其他的仓库数和并发数（自选模型）。事务类型权重保持 BenchmarkSQL 默认值，每次测试时间不少于 15 分钟，测试结果要保持稳定。

可额外选择其他版本的 MySQL 调优。

评估 TPCC 性能指标 tpmC。

六、参赛平台

主办方为每个参赛团队提供一台 ARM 服务器测试环境，所有服务器核心硬件配置相同，参赛者远程登录开展性能调优。

由于资源有限，测试环境限制使用时长，校赛原则上不超过 1 周，决赛原则上不超过 4 周，根据实际情况调整时长限制。

测试环境先到先得，资源不足时需要排队轮候。为了保证每个学校有队伍可以获得资源，未获得资源的学校可以优先轮候资源。

说明：校赛超过 24 支队伍可能无法获得足够资源，后报名的队伍可能无法获得足够资源；决赛最多支持 8 支队伍。

硬件环境：

长城科技研发的 ARM 服务器。

软件环境：

操作系统：麒麟 V10 服务器版。

测试工具：SPEC CPU2017, BenchmarkSQL, MySQL, stream, Imbench 等。

七、作品要求及评分标准

1. 校赛

1) 校赛作品提交要求

❖ 技术报告

提交技术报告 Word 版本及 PDF 版本各 1 份。

建议封面或目录后的第 1-2 页项目为重要内容预览页，包含作品重要核心亮点；核心内容包含总体思路和方案说明，环境说明，软件版本，软件安装和测试过程，性能调优措施验证和结果，测试结果总结，遇到的问题及其定位、解决或者规避的方法等。

❖ 技术数据

提交 1 份技术数据压缩文件，主要包含配置文件，测试命令/脚本，工具生成的报告，关键的测试结果输出日志等。

2) 校赛评分标准（总分 100 分）

大项	内容	分值	评分要求
技术能力	性能指标值	50	根据 1 轮 SPEC CPU2017 多核整型性能（SPECrate®2017_int_base）测试结果排名评分，按比例计分。得分最高者得 50 分，其余按对比最高得分的比例计算得分。 测试结果：未测试或有失败测试项的得 0 分，不参与计分；取三次测试结果计算平均分。
	问题分析深度	20	能否准确定位性能瓶颈并采取有效的优化措施，对 NUMA 架构、缓存机制等底层原理的分析是否透彻；是否清楚性能瓶颈、优化措施及其对性能影响的关系。
	调优方案创新性	10	是否采用了具有独特的/创新性的优化措施（如内核补丁等）。
文档质量	技术文档条理性	20	文档条理清晰，重点突出，技术数据充分完整，数据/文件分类组织合理清晰。
	技术数据完整性		

2. 决赛

1) 决赛作品提交要求

❖ 技术报告

提交技术报告 Word 版本及 PDF 版本各 1 份。

建议封面或目录后的第 1-2 页项目为重要内容预览页，包含作品重要核心亮点；核心内容包含总体思路和方案说明，环境说明，软件版本，软件安装和测试过程，性能调优措施验证和结果，测试结果总结，遇到的问题及其定位、解决或者规避的方法等。

❖ 技术数据

提交 1 份技术数据压缩文件，主要包含配置文件，测试命令/脚本，工具生成的报告，关键的测试结果输出日志等。

❖ 答辩报告

提交 1 分 PPT 版本答辩报告，建议核心内容不超过 10 页，包括项目背景、主要工作与创新点、测试结果与分析、成果及应用等。

注意：为确保比赛公平公正，PPT 中不能出现队伍单位、人名等识别信息。答辩 PPT 模板由主办单位提供，请关注组委会和赛题交流群通知。

2) 决赛评分标准（总分 100 分）

大项	内容	分值	评分要求
技术能力	性能指标值	50	根据必选模型的 TPCC 性能测试结果平均值排名评分，按比例计分。得分最高者得 50 分，其余按对比最高得分的比例计算得分。 测试结果：未测试或有失败测试项的得 0 分，不参与计分；每个模型取三次测试结果计算平均分。
	问题分析深度	20	能否准确定位性能瓶颈并采取有效的优化措施，对 NUMA 架构、缓存机制等底层原理的分析是否透彻；是否清楚性能瓶颈、优化措施及其对性能影响的关系。自选模型和自选数据库版本的测试结果可作为参考因素。
	调优方案创新性	10	是否采用了具有独特的/创新性的优化措施（如内核补丁、数据库编译优化等）。自选模型和自选数据库版本的测试结果可作为参考因素。

文档质量	技术文档条理性	10	文档条理清晰，重点突出，技术数据充分完整，数据/文件分类组织合理清晰。
	技术数据完整性		
	答辩报告条理性		
演示效果	现场宣讲演示	10	根据参赛团队陈述+评委提问，考察对性能调优的理解深度，要求逻辑清晰，重点突出。