

“中国电子杯”第三届高校 ICT 产教融合创新大赛

赛题六

一、赛题名称

基于 x-kernel 的 Chromium 运行环境构建与优化

二、命题单位

麒麟软件有限公司

三、所需知识背景

- 编程语言与工具：掌握 Rust、C、Git、交叉编译和 Linux 用户态调试工具；了解 strace、perf、eBPF、火焰图等性能分析方法。
- 操作系统与内核知识：理解进程/线程、调度、虚拟内存、文件系统、信号、同步、网络 and 系统调用；能够阅读和修改 x-kernel 源码。
- 图形与桌面系统知识：了解窗口系统和图形显示基本原理，熟悉 X11、Wayland 等一种或多种图形协议，以及 Unix domain socket、compositor、DRM/KMS、共享内存缓冲区和输入事件。
- 浏览器运行时知识：了解 Chromium 多进程模型、窗口系统适配层、动态链接、进程间通信和基本 Web/JavaScript 执行流程。

四、赛题背景

当前浏览器通常运行在 Linux 等通用操作系统上，并依赖窗口系统、图形驱动、输入设备、进程间通信和丰富的 Linux 系统调用。将 Chromium 运行环境迁移到采用 Rust 编写的 x-kernel，可以系统检验内核的 Linux 兼容性、图形设备支持和跨层优化能力。

五、赛题描述

本赛题要求参赛队伍基于 QEMU 平台，在 x-kernel 上构建可用的图形运行环境，启动

Weston 或其他图形界面系统，并运行 Chromium 完成窗口显示、网页加载和基本交互。比赛采用递进式任务设计，强调内核兼容性、工程稳定性、可观测性和性能优化。

参赛队伍可自主选择 X11、Xwayland、原生 Wayland 或其他可行技术路线，不限制图形协议、渲染后端、浏览器启动参数和用户态组件组合。

（一）基础任务（图形环境与浏览器链路打通）

1. 任务说明：基于给出的 x-kernel QEMU 基线，配置图形、输入、文件系统和网络所需内核能力，启动 Weston 或其他图形界面系统，并建立稳定可重复的图形会话。
2. 任务要求：在 AArch64 QEMU（统一评测平台，具体规格见第七节），使用可用的虚拟显示设备和图形后端运行图形界面；通过 X11、Xwayland、原生 Wayland 或其他方案启动 Chromium，创建窗口并显示指定本地 HTML 页面。
3. 基础验收：图形界面能够成功启动并稳定运行；显示服务或 compositor 持续工作。参赛队伍需提交图形界面截图、启动日志、运行命令和稳定性证明。

（二）中阶任务（浏览器功能与 Linux 兼容性）

1. 任务说明：围绕 Chromium 多进程运行时，定位并补齐影响浏览器运行的内核接口、图形环境和用户态运行环境。
2. 任务要求：启动 Chromium，创建浏览器窗口并显示组委会指定的简单 HTML 页面；完成基本窗口显示和页面加载，可根据方案实现输入交互；提供 syscall 失败定位、兼容性测试和问题分析报告。
3. 重点方向：进程/线程与 clone/clone3、futex、epoll、eventfd、timerfd、Unix socket、inotify、memfd_create/sealing、mmap/COW、procfs、DRM ioctl、evdev，以及所选窗口系统的共享缓冲区和输入路径。

（三）高阶任务（跨层优化与安全扩展）

1. 任务说明：在稳定运行 Chromium 的基础上，开展浏览器、窗口系统、图形驱动和内核之间的跨层优化。
2. 任务要求：降低浏览器启动时间、页面首帧显示延迟、renderer 创建延迟和峰值内存；优化窗口系统 buffer、memfd/shared-memory、页面映射、调度、DRM present 或输

入事件路径，交付可复用的观测与测试工具。

3. 扩展方向：将 JavaScript 执行能力和 CSS 样式解析、布局及渲染能力纳入高阶任务评价；同时可尝试 virtio-gpu 3D 加速、浏览器进程隔离、图形协议兼容性增强和更高效的共享缓冲区传输；将通用补丁回馈 x-kernel 或相关开源社区。

六、统一验收场景与评分标准

统一使用组委会提供的 QEMU 配置、rootfs、测试页面和启动参数，测试内容至少覆盖：图形界面稳定运行、简单 HTML 显示、Chromium 窗口创建、renderer 子进程、键盘鼠标输入、多窗口/多页面和页面截图。

初赛阶段统一基于 QEMU 模拟平台进行开发，采用材料评审形式。参赛队伍提交技术方案文档、代码仓库、构建配置、自动化测试脚本、运行日志和演示视频等材料。

总决赛采用现场答辩与 QEMU 实时演示形式，参赛队伍需在组委会指定的统一评测平台上完成图形界面及 Chromium 测试，接受专家现场质询与性能评测。

评审原则：功能类指标实行“达标即满分、缺证据按项计 0 分”；性能与资源消耗类指标执行量化赋分标准。初赛不比较绝对性能结果，性能水平统一在决赛统一平台实测评定。

（一）初赛评分标准（满分 100 分，材料评审）

评分项目	分值	评分要求
图形环境启动与稳定性	20	成功启动图形会话 10 分； 连续稳定运行不少于 10 分钟且 compositor 无退出 10 分。 提供 screendump 截图与启动日志，达标即得满分，缺证据按项计 0 分。
浏览器基础功能	20	Chromium 成功启动并创建窗口 10 分； 正确渲染组委会指定 HTML 页面 10 分。 提供 screendump 截图、日志与完整运行命令，达标即得满分，缺证据按项计 0 分。
系统兼容性与移植分析	25	整理系统调用与内核接口缺口清单并附复现方法 8 分（每个缺口 1 分，最多计 8 个缺口）； 修复与补丁实现质量 12 分(一个高质量 patch 被上游合并 4 分，最多计 3 项)；

		与 Linux 行为基线的对比分析 5 分。
性能观测与量化方法	15	测量脚本与流程可复现 5 分； 指标覆盖 4 分（覆盖 2 类 1 分、3 类 2 分、不少于 4 类 4 分，指标含启动时间、页面加载延迟、renderer 创建延迟、峰值内存、CPU 使用率等）； 数据统计规范 3 分（每项不少于 5 次取中位数并给出波动范围）；性能改善数据 3 分（以队伍首个可运行版本为基线，任一指标相对改善 30% 及以上 3 分、15% 及以上 2 分、5% 及以上 1 分，无对比数据 0 分）。
技术文档与代码规范	10	设计报告结构完整 5 分； 关键代码与配置说明详实 5 分。
演示效果	10	完整流程录屏 6 分； 现象与数据可复现 4 分。

（二）决赛评分标准（满分 100 分，统一平台现场评测）

评分项目	分值	评分要求
图形环境与浏览器稳定运行	20	图形会话建立 5 分； 连续运行不少于 30 分钟无崩溃、无 OOM 10 分； 负载循环（每 2 分钟加载一次测试页、共 10 次）无卡死 5 分。
浏览器功能完整度	20	指定 HTML 页面渲染正确 4 分； renderer 等多进程结构可观测 4 分； 不少于 2 个标签页/窗口且可切换 4 分； 键盘输入回显与鼠标点击跳转 4 分； JavaScript 交互测试页通过 2 分； CSS 布局测试页比对通过 2 分。
性能与资源消耗	20	资格线 4 分：现场完成指定页面加载且峰值内存不超过 1.5G，未通过资格线本项计 0 分。 名次分 16 分：由组委会统一脚本现场实测，在通过资格线的队伍内按名次计分： 启动首帧 5 分（第 1 名 5 分、第 2 名 4 分、第 3 名 3 分、第 4 名 2 分、其余完成者 1 分）； 页面加载 5 分（同上）； renderer 创建延迟 3 分（第 1 名 3 分、第 2 名 2 分、其余完成者 1 分）； 峰值内存 3 分（同 renderer 档次）。 某指标无队伍通过资格线时，该指标计 0 分。
跨层优化与工程创	20	优化效果 6 分：以队伍首个可运行版本为基线提供 before/after 量化对

新		比，最多计 3 项，单项相对改善 5% 及以上 0.5 分、15% 及以上 1 分、30% 及以上或方法有突破 2 分； 创新性 5 分：首创性 2 分、跨层深度 2 分、方案通用性 1 分，按维度评分； 开源回馈 9 分：高质量补丁被 x-kernel 社区合并 3 分，最多计 3 个。
观测工具与测试套件	10	可定位崩溃、卡顿、内存泄漏三类问题各 2 分； 可复用并附使用文档 2 分； 支持一键运行 2 分。
答辩与现场演示	10	按统一步骤在统一平台现场复现 5 分； 质询应答与数据可信度 5 分。

七、统一评测平台与测量规范

（一）统一评测平台

1. 架构与配置：统一采用 AArch64 QEMU 虚拟平台（x-kernel kplat-aarch64 平台及组委会发布的 qemu_defconfig 基线配置），不接受其他架构平台参赛。
2. QEMU 规格：qemu-system-aarch64 版本不低于 8.0。全部评分数据必须出自纯 TCG 软件模拟环境，初赛阶段统一禁用 KVM/HVF 等硬件加速；开发调试阶段可使用加速，但相关数据不作为评分依据。
3. 设备组合：virtio-gpu-pci、virtio-input、virtio-blk、virtio-net，以组委会发布基线为准。功能证据统一采用 QEMU monitor screendump 截图，主机屏幕录像仅作演示辅助，不作为验收依据。

（二）测量规范

1. 初赛性能项评审测量方法与数据规范性，不比较绝对性能结果；性能改善数据以参赛队伍首个可运行版本（git tag 存档）为基线。
2. 决赛全部性能结果统一主机测量为准：组委会统一脚本测量启动首帧、页面加载、renderer 创建延迟和峰值内存，在通过资格线的队伍内按名次计分。
3. 跨层优化的 before/after 数据以队伍首个可运行版本为基线，提交时存档 git tag 与原始数据，组委会复核存档代码。

4. 测量要求：每项指标重复不少于 5 次取中位数，提交原始数据与波动范围；提交数据时注明宿主机 CPU 型号、内存、QEMU 版本与操作系统，供交叉核验。

八、参考资料

- 1.x-kernel 内核基线：<https://gitee.com/openkylin/x-kernel>
- 2.Wayland 协议：<https://wayland.freedesktop.org/>
- 3.X.Org/X11 参考资料：<https://www.x.org/wiki/>
- 4.X.Org 官方文档：<https://xorg.freedesktop.org/archive/current/doc/>
- 5.Chromium Ozone 平台资料：
https://chromium.googlesource.com/chromium/src/+/main/docs/ozone_overview.md