



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
操作系统 IOST 赛项

2024全国大学生计算机系统能力大赛 操作系统设计赛

主办单位：全国高等学校计算机教育研究会 系统能力培养研究专家组 系统能力培养研究项目发起高校

承办单位：杭州电子科技大学

协办单位：中国计算机学会系统软件专委会 北京计算机学会 “101计划” 操作系统课程虚拟教研室 机械工业出版社

赞助单位：华为 麒麟软件 龙芯 小米 蚂蚁集团 OPPO VIVO 龙蜥社区 国科环宇 飞腾

硬件支持：赛昉 龙芯 算能 嘉楠 飞腾 黑芝麻 平头哥 中科院软件所 博流 深度数智 矽速科技 群芯闪耀科技

技术支持：希冀 军事科学院

技术培训会



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 IOST 赛项——

2023

全国大学生计算机系统能力大赛

操作系统设计赛

竞赛总结

王 雷

北京航空航天大学



目录

1. 大赛赛题说明
2. 内核评测环境介绍
3. 2023内核赛现场赛情况
4. 部分大赛获奖作品介绍
5. 大赛小结



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 I/O 子系统——

大赛赛题说明



2023大赛赛题说明

- 内核赛：
 - **区域赛**：编写操作系统内核源码，能够运行QEMU上，并通过初赛赛题
 - **决赛第一阶段**：操作系统能够支持musl和Glibc库，并能够正确运行开源的busybox、lua、lmbench、iozone、iperf、libc-bench、libc-test、netperf等主流开源程序，能够对操作系统的功能和性能进行全面测试。
 - **决赛现场赛**：操作系统能够运行在真实开发板上，要求学生在现场一天的时间里修改内核源码，支持/proc/interrupt和copy_file_range系统调用，并现场实现syzkaller的移植。
- 功能赛
 - 由企业专家和高校教师命题，参赛队自由选择
 - 三年累计征集总数达到289个项目

2024大赛赛题说明（1）



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统（OS）赛题——

内核赛：

- **初赛：**编写操作系统内核源码，能够运行QEMU上；并通过初赛赛题
- **决赛第一阶段：**操作系统能够支持musl和Glibc库，并能够正确运行开源的busybox、lua、lmbench、iozone、iperf、libc-bench、libc-test、netperf等主流开源程序，能够对操作系统的功能和性能进行全面测试。
- **决赛现场赛：**操作系统能够运行在真实开发板上，要求学生在现场一天的时间里修改内核源码，现场完成四道题目。

Testsuits for OS Kernel

这里给出的syscalls测试用例会通过系统调用访问内核实现组开发的OS，得到正确可靠的服务。系统调用基于部分比较基础的Linux syscalls。从测试用例可以看出，自己开发的OS只需实现Linux syscalls的功能子集即可。

内核实现组可通过syscalls测试用例 for [Linux on Qemu RV64运行环境](#)了解测试用例在Linux on Qemu for RV64上的执行效果；然后可以尝试基于Qemu for RV64来开发，并用测试用例来测试自己实现的OS；在SD card上建立加载了测试用例的 [fat32文件系统](#)，让自己开发的OS能够正确访问并执行sd card上的测试用例。

在本地通过测试后，可提交[OS评测系统](#)进行测试。

syscalls说明

[syscalls说明](#)

注：初赛阶段，文档中描述不会增加更多的syscall。可能会进一步完善文档内容描述，保证描述的准确性。

syscalls测试用例

[syscalls测试用例](#)

注：测试用例的数量会增加

syscalls测试用例Qemu运行环境

[syscalls测试用例 for Linux on Qemu RV64运行环境](#)：在Linux上运行测试用例主要是用于对比自己实现的OS

系统调用的说明以及调用方式

系统调用方式遵循RISC-V ABI，即调用号存放在a7寄存器中，6个参数分别存储在a0-a5寄存器中，返回值保存在a0中。

主要参考了Linux 5.10 syscalls，详细请参见：<https://man7.org/linux/man-pages/man2/syscalls.2.html>

文件系统相关

#define SYS_getcwd 17

功能：获取当前工作目录；

输入：

- char *buf: 一块缓存区，用于保存当前工作目录的字符串。当buf设为NULL，由系统来分配缓存区。
- size: buf缓存区的大小。

返回值：成功执行，则返回当前工作目录的字符串的指针。失败，则返回NULL。

```
char *buf, size_t size;  
long ret = syscall(SYS_getcwd, buf, size);
```





2024大赛赛题说明（2）

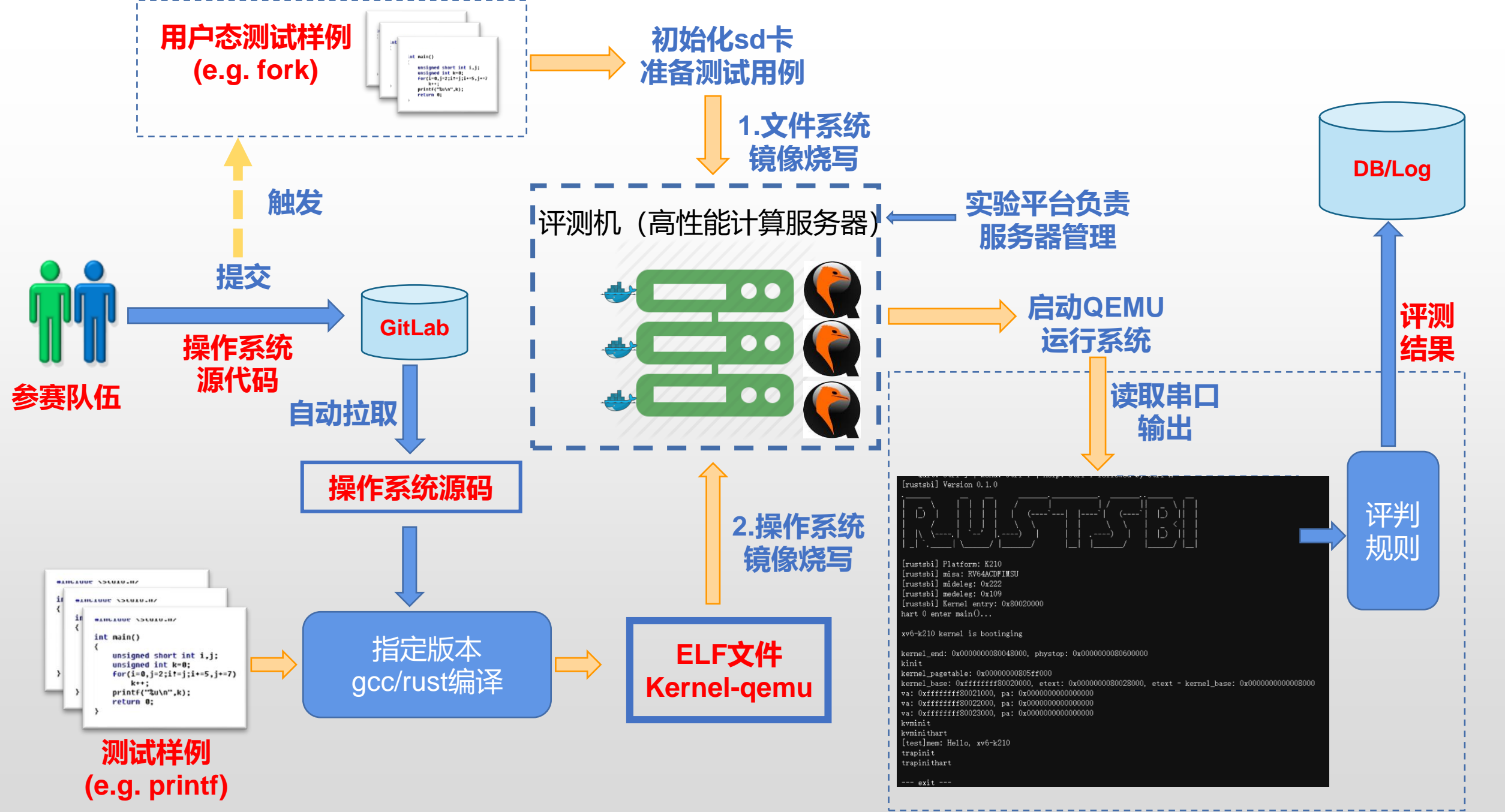
- 功能赛

- 由企业专家和高校教师命题，参赛队自由选择
- 重新与企业 and 命题教师联系，确认了所有功能赛题目
- 重新发起了题目征集



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 I/O 子系统——

内核评测环境介绍



用户态测试样例
(e.g. fork)



初始化sd卡
准备测试用例

1.文件系统
镜像烧写

- 将内核代码上传至指定Gitlab，在评测系统中点击提交
- 评测机自动Clone代码，并在Docker容器中使用Make进行编译
 - 镜像下载：docker pull alphamj/os-contest:v7.7
- Makefile中自行决定编译方式，要求构建完成后生成os.bin文件

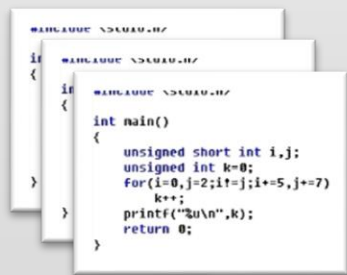
操作系统源码

2.操作系统
镜像烧写

指定版本
gcc/rust编译

ELF文件
Kernel-qemu

测试样例
(e.g. printf)



DB/Log

评测
结果

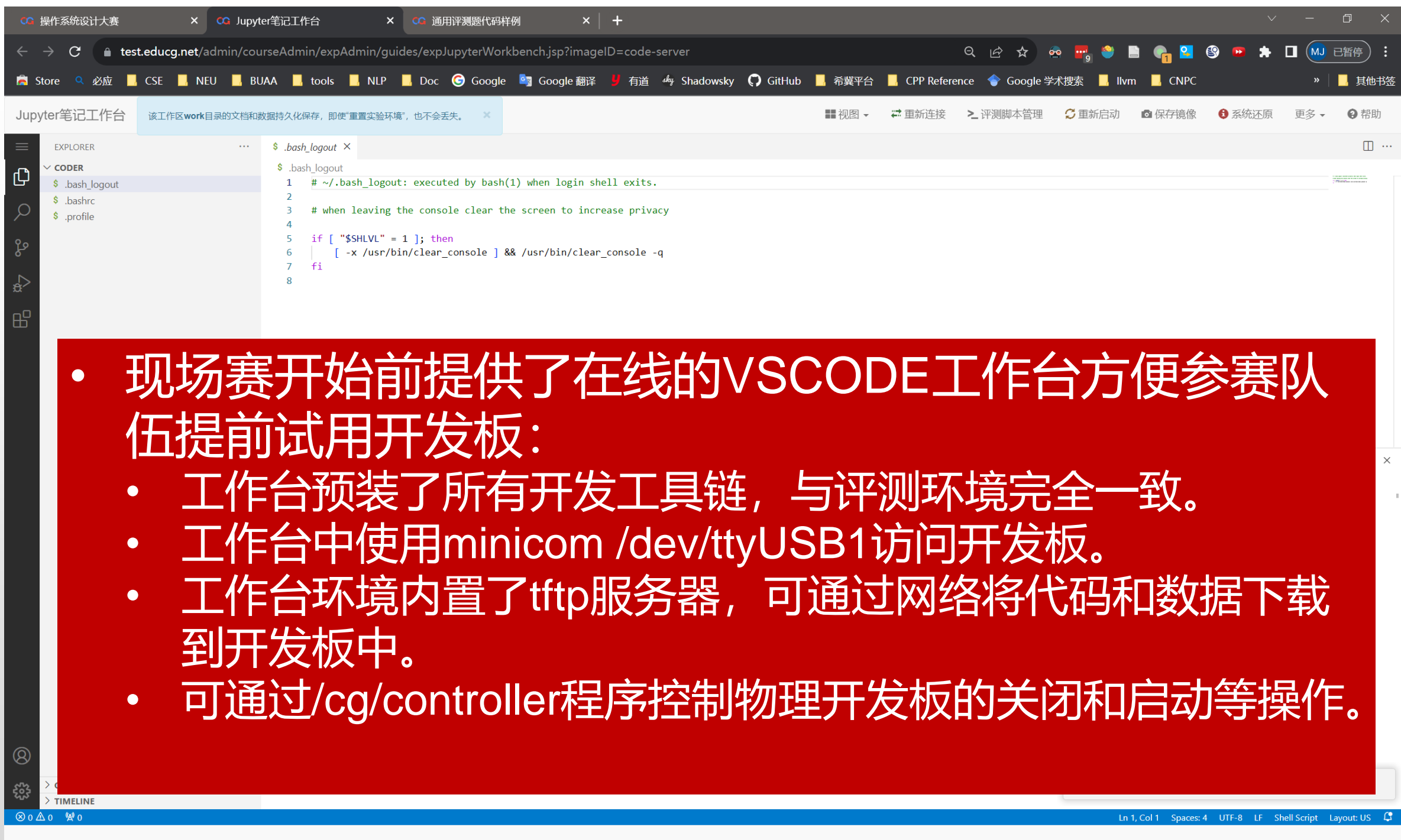
评判
规则

```
[rustabi] version 0.1.0
RUSTSYS
[rustabi] Platform: K210
[rustabi] misa: RV64ACDFIMSU
[rustabi] mideleg: 0x222
[rustabi] medeleg: 0x109
[rustabi] Kernel entry: 0x80020000
hart 0 enter main()...

xv6-k210 kernel is booting

kernel_end: 0x0000000080048000, physstop: 0x0000000080600000
kinit
kernel_pagetable: 0x00000000805ff000
kernel_base: 0xffffffff80020000, etext: 0x0000000080028000, etext - kernel_base: 0x0000000000008000
va: 0xffffffff80021000, pa: 0x0000000000000000
va: 0xffffffff80022000, pa: 0x0000000000000000
va: 0xffffffff80023000, pa: 0x0000000000000000
kvminit
kvminithart
[test]mem: Hello, xv6-k210
trapinit
trapinithart

--- exit ---
```

操作系统设计大赛 x Jupyter笔记工作台 x 通用评测代码样例 x +

test.educg.net/admin/courseAdmin/expAdmin/guides/expJupyterWorkbench.jsp?imageID=code-server

Store 必应 CSE NEU BUAA tools NLP Doc Google Google 翻译 有道 Shadowsky GitHub 希冀平台 CPP Reference Google 学术搜索 llvm CNPC » 其他书签

Jupyter笔记工作台 该工作区work目录的文档和数据持久化保存, 即使“重置实验环境”, 也不会丢失。 x

视图 重新连接 评测脚本管理 重新启动 保存镜像 系统还原 更多 帮助

EXPLORER

CODER

\$.bash_logout
\$.bashrc
\$.profile

\$.bash_logout x

```
$.bash_logout
1 # ~/.bash_logout: executed by bash(1) when login shell exits.
2
3 # when leaving the console clear the screen to increase privacy
4
5 if [ "$SHLVL" = 1 ]; then
6     [ -x /usr/bin/clear_console ] && /usr/bin/clear_console -q
7 fi
8
```

- 现场赛开始前提供了在线的VSCODE工作台方便参赛队伍提前试用开发板:
 - 工作台预装了所有开发工具链, 与评测环境完全一致。
 - 工作台使用minicom /dev/ttyUSB1访问开发板。
 - 工作台环境内置了tftp服务器, 可通过网络将代码和数据下载到开发板中。
 - 可通过/cg/controller程序控制物理开发板的关闭和启动等操作。

Ln 1, Col 1 Spaces: 4 UTF-8 LF Shell Script Layout: US



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 I/O 子系统——

2023内核赛现场赛情况



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 IOST 赛道——

全国赛评审-内核现场赛

2023操作系统大赛现场赛排行榜																			排名	历史记录	登录
队伍	学校	开发板	提交时间	commit	得分										阶段1得分 数		interrupt	copy	阶段2得分 数		阶段总分
Titania	哈尔滨工业大学 (深圳)	HiFive Unmatched开发板	2023/8/20 14:42:18	851948ec	56.89	38.35	7.34	32.38	8.08	40.21	4.00	54.00	220.00	9.00	100.00	25.00	25.00	100.00	200.00		
仰望星空队	西安科技大学	华山派-CV1 B13H	2023/8/20 13:33:21	78e3d7b4	48.58	34.13	7.87	28.73	8.85	34.87	5.67	54.00	220.00	9.00	93.33	25.00	25.00	100.00	193.33		
Allen	北京理工大学	VisionFive 2星光二代板	2023/8/20 17:47:53	59283c4a	48.95	31.60	2.00	31.13	7.80	29.82	7.92	53.00	220.00	9.00	86.67	25.00	25.00	100.00	186.67		
神匠队	北京航空航天大学	HiFive Unmatched开发板	2023/8/20 12:23:43	867ac781	39.09	31.77	6.65	31.21	7.47	32.17	4.00	54.00	220.00	9.00	80.00	25.00	25.00	100.00	180.00		
Starry	清华大学	HiFive Unmatched开发板	2023/8/20 16:35:12	0058a854	56.55	21.33	5.00	31.68	0.00	23.17	0.00	54.00	220.00	9.00	73.33	25.00	25.00	100.00	173.33		
Exaros	北京航空航天大学	HiFive Unmatched开发板	2023/8/20 14:58:03	#66a864	29.26	37.54	0.00	31.88	0.00	25.22	7.97	54.00	220.00	9.00	66.67	25.00	25.00	100.00	166.67		
LostWakeup	杭州电子科技大学	HiFive Unmatched开发板	2023/8/20 18:56:59	84759a1c	48.05	28.43	0.00	29.37	0.00	26.07	3.00	54.00	217.00	8.00	60.00	25.00	25.00	100.00	160.00		
AUX	华中科技大学	VisionFive 2星光二代板	2023/8/20 17:29:15	89339767	44.76	21.58	0.00	25.11	0.00	33.76	0.00	54.00	220.00	9.00	53.33	25.00	25.00	100.00	153.33		
SOS	哈尔滨工业大学	HiFive Unmatched开发板	2023/8/20 16:45:17	cc47031d	42.91	20.00	0.00	19.18	0.00	28.42	0.00	54.00	199.00	9.00	46.67	25.00	25.00	100.00	146.67		
MarkerOS	哈尔滨工业大学 (深圳)	VisionFive 2星光二代板	2023/8/20 15:44:29	5d0a1016	21.75	38.81	0.00	26.21	0.00	6.29	0.00	52.00	215.00	9.00	40.00	25.00	25.00	100.00	140.00		
PUNTRY	西安交通大学	华山派-CV1 B13H	2023/8/20 14:28:59	baf8597c	15.10	0.00	6.05	27.31	4.63	23.44	4.20	53.00	218.00	9.00	33.33	25.00	25.00	100.00	133.33		
NPUose+	西北工业大学	华山派-CV1 B13H	2023/8/20 17:03:08	31f1688c	11.56	0.00	0.00	20.16	0.00	14.07	0.00	49.00	218.00	9.00	26.67	25.00	12.50	26.67	53.33		
Maincore2 (V1)	北京科技大学	Speed Mal x Dock K21 0开发板	2023/8/20 17:34:10	c06199fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	191.00	9.00	13.33	25.00	12.50	26.67	40.00		
ZM2	华中科技大学	Speed Mal x Dock K21 0开发板	2023/8/20 13:56:19	b62403cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00	169.00	9.00	20.00	0.00	0.00	0.00	20.00		
康爱德Nut OS	中国科学技术大学	华山派-CV1 B13H	2023/8/20 17:31:07	c7f6e672	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	6.25	13.33	13.33		
AAS555AA	武汉大学	VisionFive 2星光二代板	2023/8/20 16:58:17	a8ac0a80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.00	88.00	9.00	6.67	12.50	0.00	6.67	13.33		
Runnable	中山大学	Speed Mal x Dock K21 0开发板	2023/8/20 16:34:47	aa5213cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
MoOS	哈尔滨工业大学 (深圳)	华山派-CV1 B13H	2023/8/20 08:32:29	3859a280	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
楼下卖煎饼果子的那位	广东工业大学	华山派-CV1 B13H	2023/8/20 09:12:37	f7f52a80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
OurOS	合肥工业大学	Speed Mal x Dock K21 0开发板	2023/8/20 15:44:31	9adfdca1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
BitTheDisk	杭州电子科技大学	HiFive Unmatched开发板	2023/8/20 17:24:29	0a30135c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
楼下的王大爷	上海海事大学	VisionFive 2星光二代板	2023/8/20 09:17:26	b258c59f	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
肉嘟嘟-FIVE	东北大学	VisionFive 2星光二代板	2023/8/20 17:02:30	60048a01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Code_new ware	东北大学	华山派-CV1 B13H	2023/8/20 17:36:31	aaa3aabb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
git_push	北京科技大学	Speed Mal x Dock K21 0开发板	2023/8/20 16:42:20	6a0ba4fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
彭明鹏让时光流走	哈尔滨工业大学	HiFive Unmatched开发板	未提交		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
代安奇团队	合肥工业大学	华山派-CV1 B13H	未提交		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
WowOS	合肥工业大学	华山派-CV1 B13H	未提交		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
你学可安顿也不带被吊打	西安邮电大学	HiFive Unmatched开发板	未提交		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
SSOW	中国科学技术大学	HiFive Unmatched开发板	未提交		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		



将内核移植到真实开发板上，参赛队伍可在k210、星光2、华山派和Sifive Unmatched中任选一种开发板进行移植。使用上述测试样例对移植到真实开发板上的内核性能进行测试。现场增加/proc/interrupts、copy-file-range和syzkaller三个测试题目，不仅考察内核功能完整性，还考察参赛队伍在限制时间场合下的现场编程能力。



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 I/O 专题——

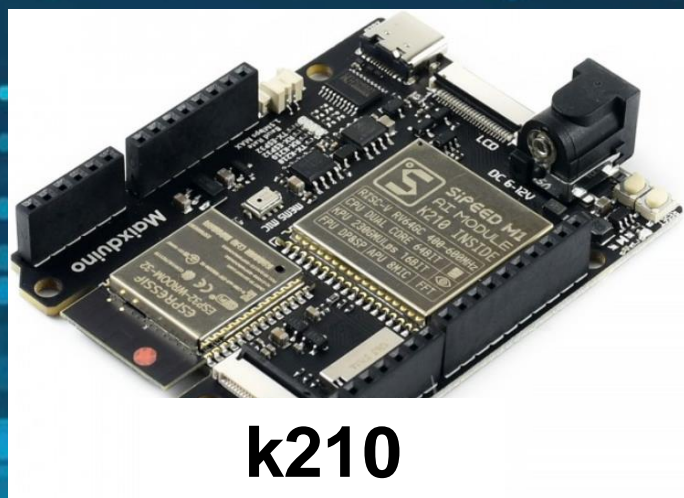
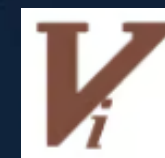
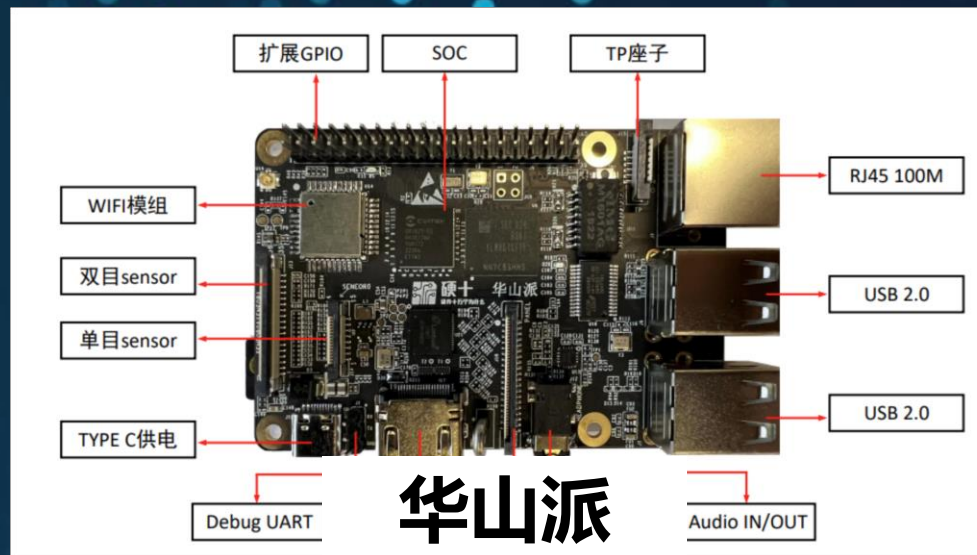
部分大赛获奖作品介绍



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 IOST 赛道——

2023大赛要求的硬件平台

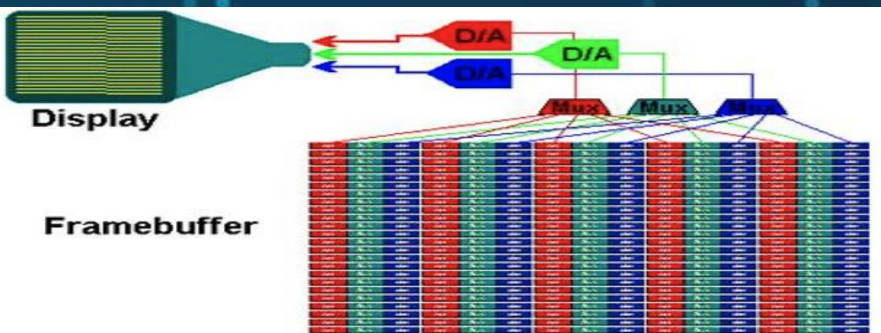
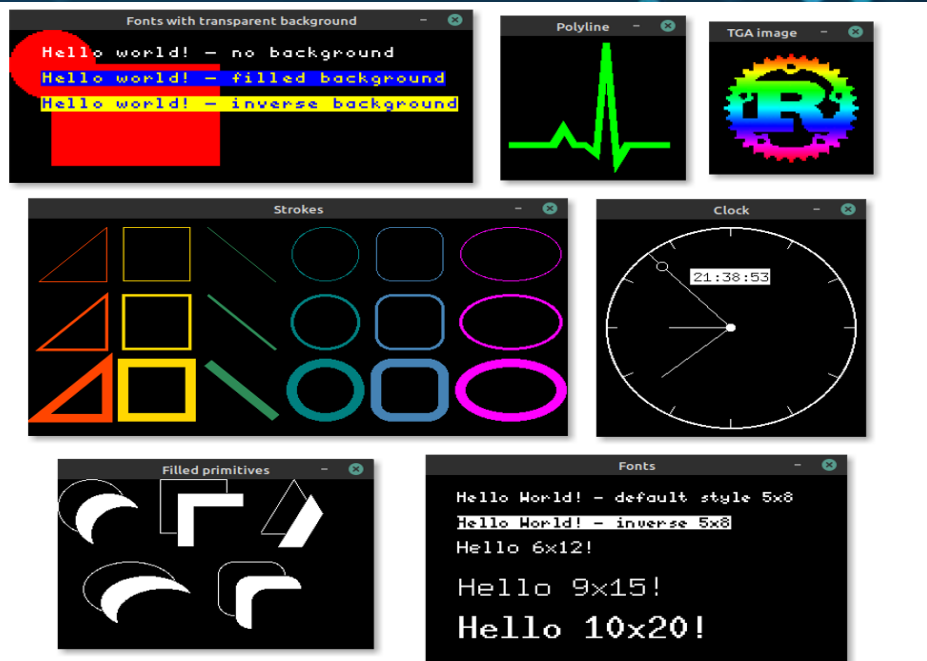
——内核赛道





CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 IOST 赛道——

2023内核赛完成特点——内核赛道



图形显示

FAT32

SD卡驱动



存储设备

自己实现tcp/ip

smoltcp-rs/rust-
managed



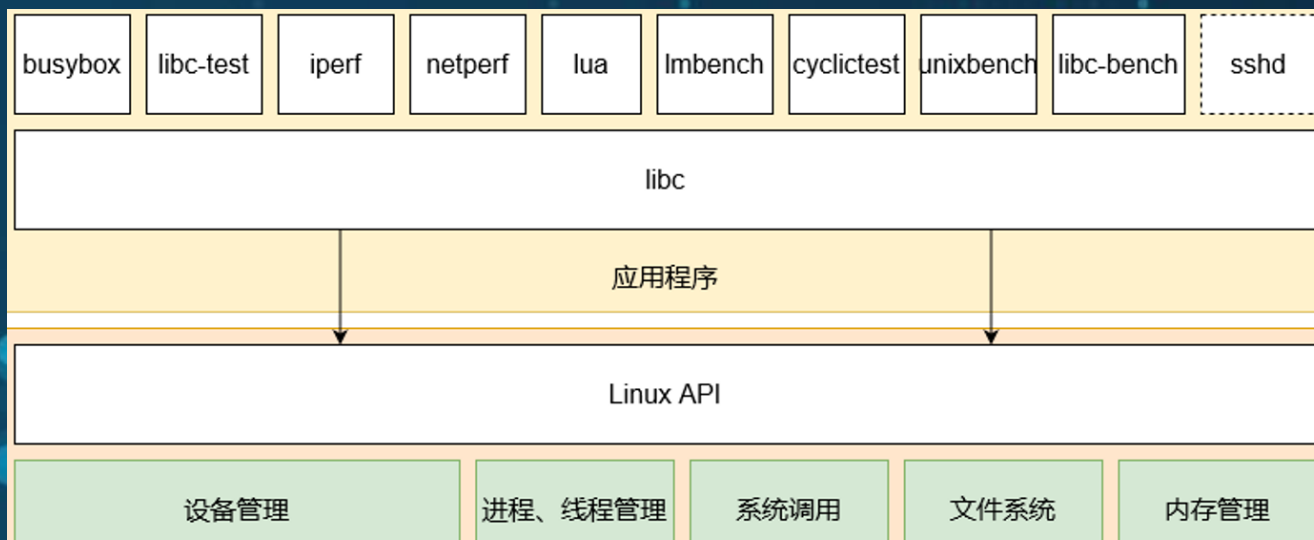
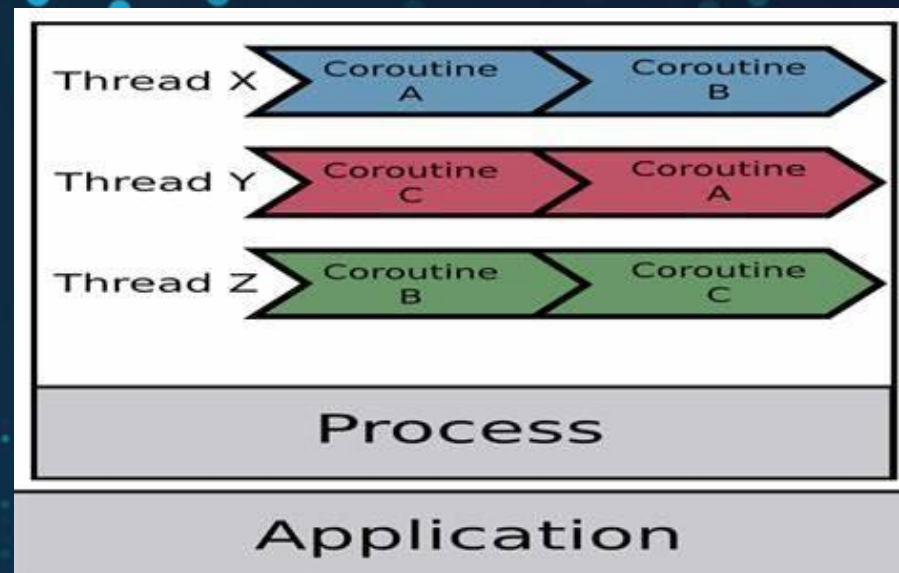
virtio-net

网络设备



2023内核赛完成特点

——内核赛道



```
===== netperf TCP_CRR begin =====
MIGRATED TCP Connect/Request/Response TEST from 0.0
Local /Remote
Socket Size   Request  Resp.   Elapsed  Trans.
Send  Recv   Size    Size    Time     Rate
bytes Bytes  bytes   bytes   secs.    per sec

16000 16000 64      64      1.00     625.61
16000 16000
===== netperf TCP_CRR end: success =====
/ # QEMU: Terminated

Socket Size   Request  Resp.   Elapsed  Trans.
Send  Recv   Size    Size    Time     Rate
bytes Bytes  bytes   bytes   secs.    per sec

32000 32000 64      64      1.00     579.03
32000 32000
===== netperf TCP_CRR end: success =====
root@debian: /testcase/22# QEMU: Terminated
```



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 IOST 赛道——

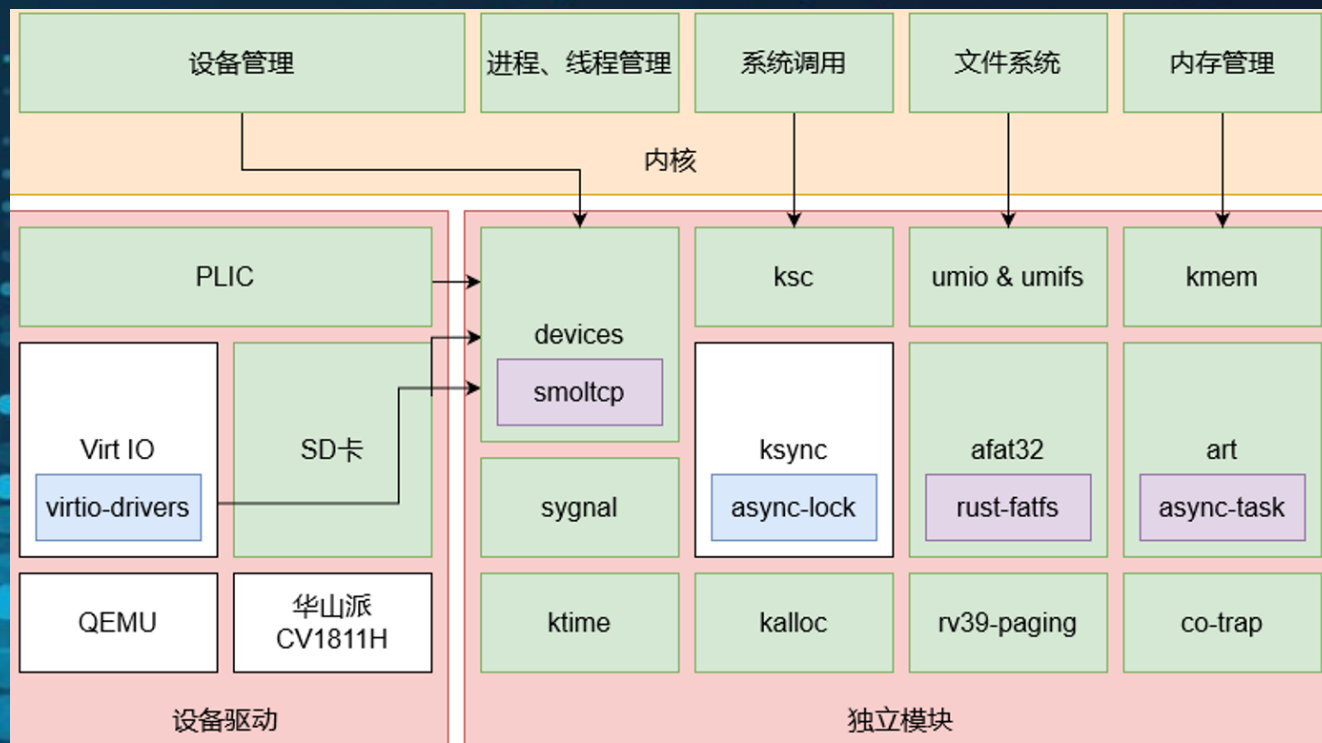
2023内核赛作品--内核赛道

特等奖

• 西安交通大学

• RISC-V平台的异步、多核的模块化操作系统内核

- 并发：贯彻始终的异步与无栈协程
 - 系统调用的异步 (poll & select)
 - 线程管理中的无栈协程
 - 文件系统的并发实现
 - 设备驱动程序中的中断驱动异步
- 并行：SMP多核支持
 - 异步执行器中的均衡负载





CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 IOST 赛道——

2023内核赛作品--内核赛道

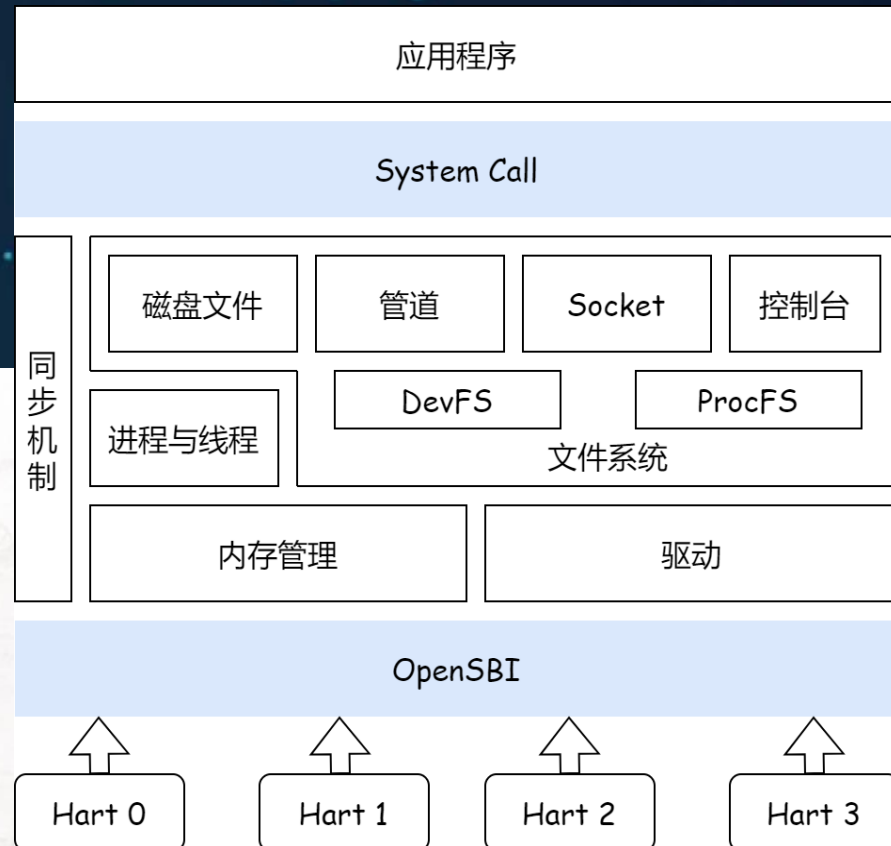
一等奖

•北京航空航天大学

•FarmOS 设计与实现

• 特色:

1. 在进程管理优化掉了调度器进程，**提高进程切换速度**
2. 利用多种同步互斥手段保证内核的**高效并发**，能够将线程放到Unmatched的**四核**上运行
3. **基于意向锁的文件引用计数管理机制**，快速判断目录的占用情况
4. Socket **从逐字节检查优化为一次检查批量复制**，性能极大提升
5. 针对 C 语言调试困难的现状，**研发多种调试方法**，以更好地发现和解决问题





CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 (OS) 赛道——

2023功能赛道赛题——功能赛道

- 题目来源：与OS相关，来源于企业/学校/个人，内容灵活
 - 88 → 192 → 265道题目
 - 40 → 50余家单位

ADD A USER PROGRAM
XV6 OPERATING SYSTEM



ARM

x86



DEBUGGER

LoongArch

- 题目分布：
 - OS课程实验
 - OS相关编程语言
 - OS调试动态分析工具
 - CPU+OS的软硬件协同设计
 - OS容器类工具
 - OS攻击和可靠性分析攻击
- 文件系统
- 内存管理优化
- 应用+内核动态联调工具
- OS静态分析工具
- LibOS
- TEE OS
- 嵌入式系统应用



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 IOST 赛道——

2023功能赛道作品——功能赛道

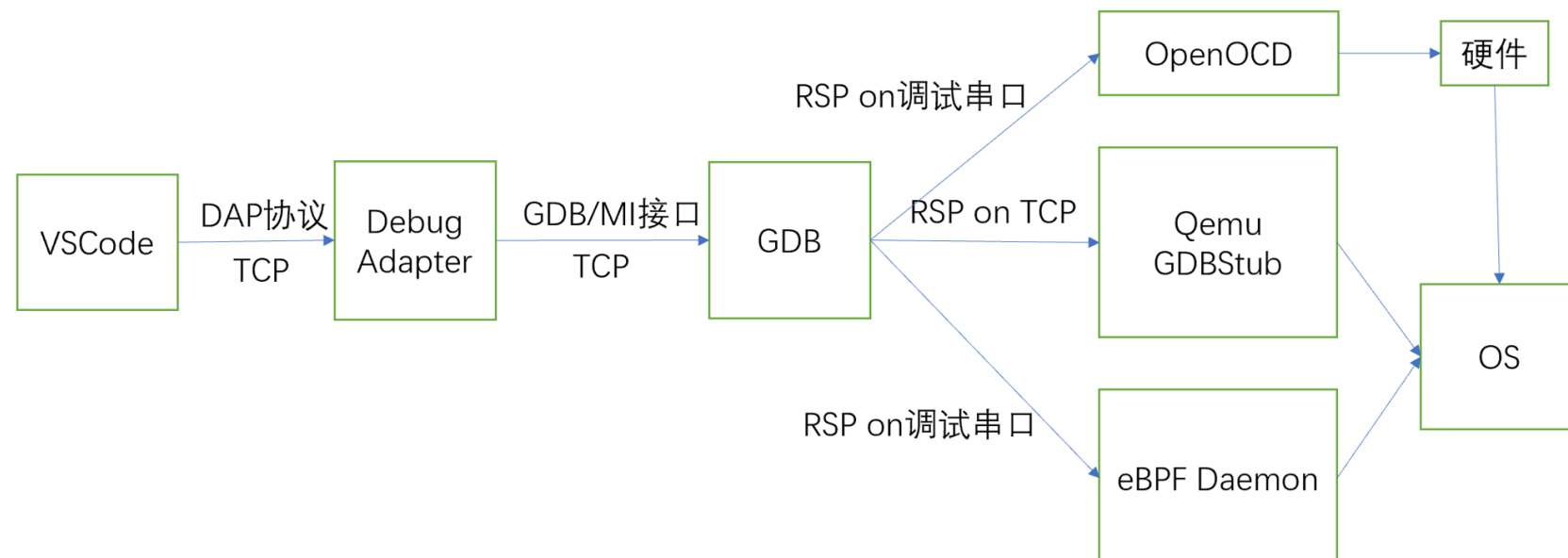
● 特等奖

北京工商大学

支持Rust语言的源代码级操作系统调试工具

VSCoDe与GDB、eBPF的数据流整合

OpenOCD和Qemu都作为一个GDBServer, 通过RSP协议进行通信





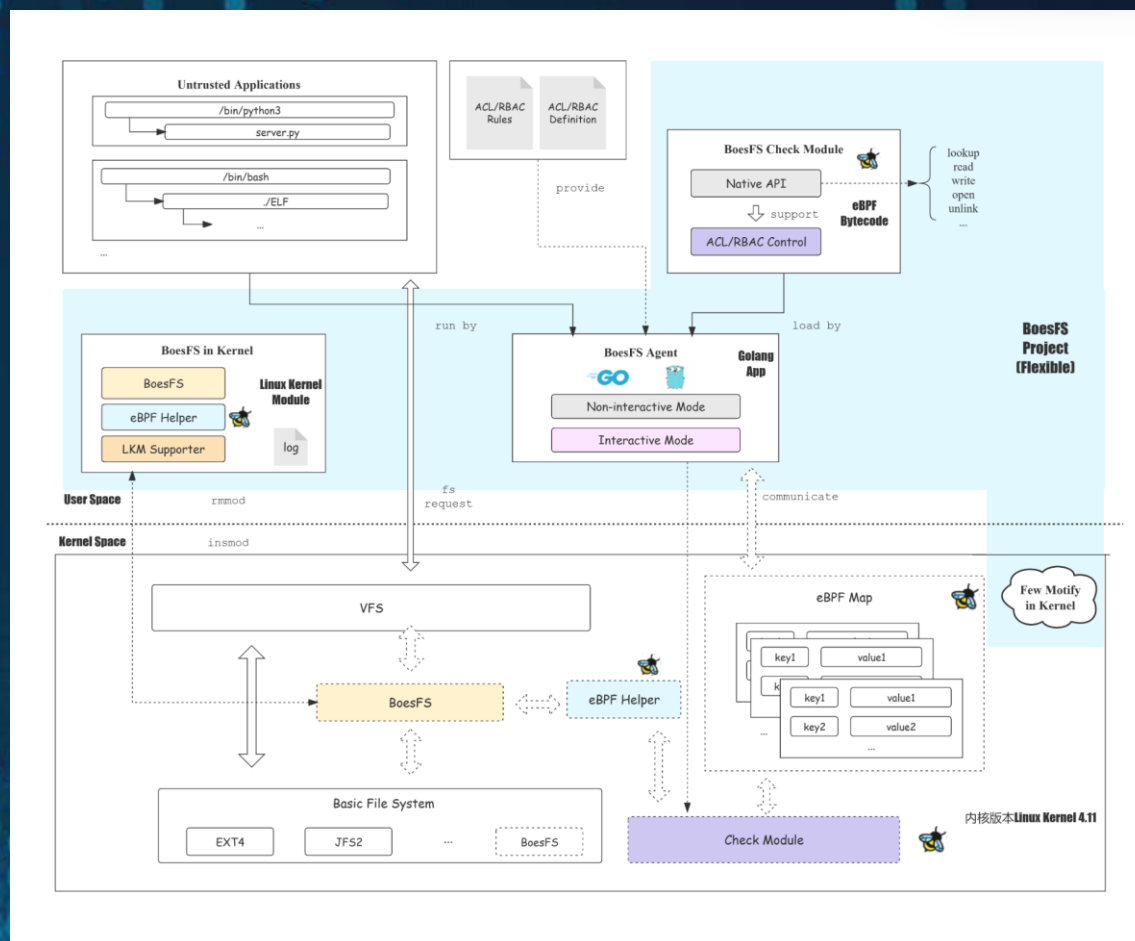
2023功能赛道作品——功能赛道

一等奖

哈尔滨工业大学（深圳）

BoesFS-FaaS：接入BoesFS
沙盒的轻量级FaaS平台

- 高并发
- 高密部署
- 可信文件系统沙盒环境
- 细粒度访问控制
- 自定义的动态安全检查
- 低性能开销



BoesFS-基于eBPF实现的沙盒文件系统

2023功能赛道作品——功能赛道



CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 IOST 赛道——

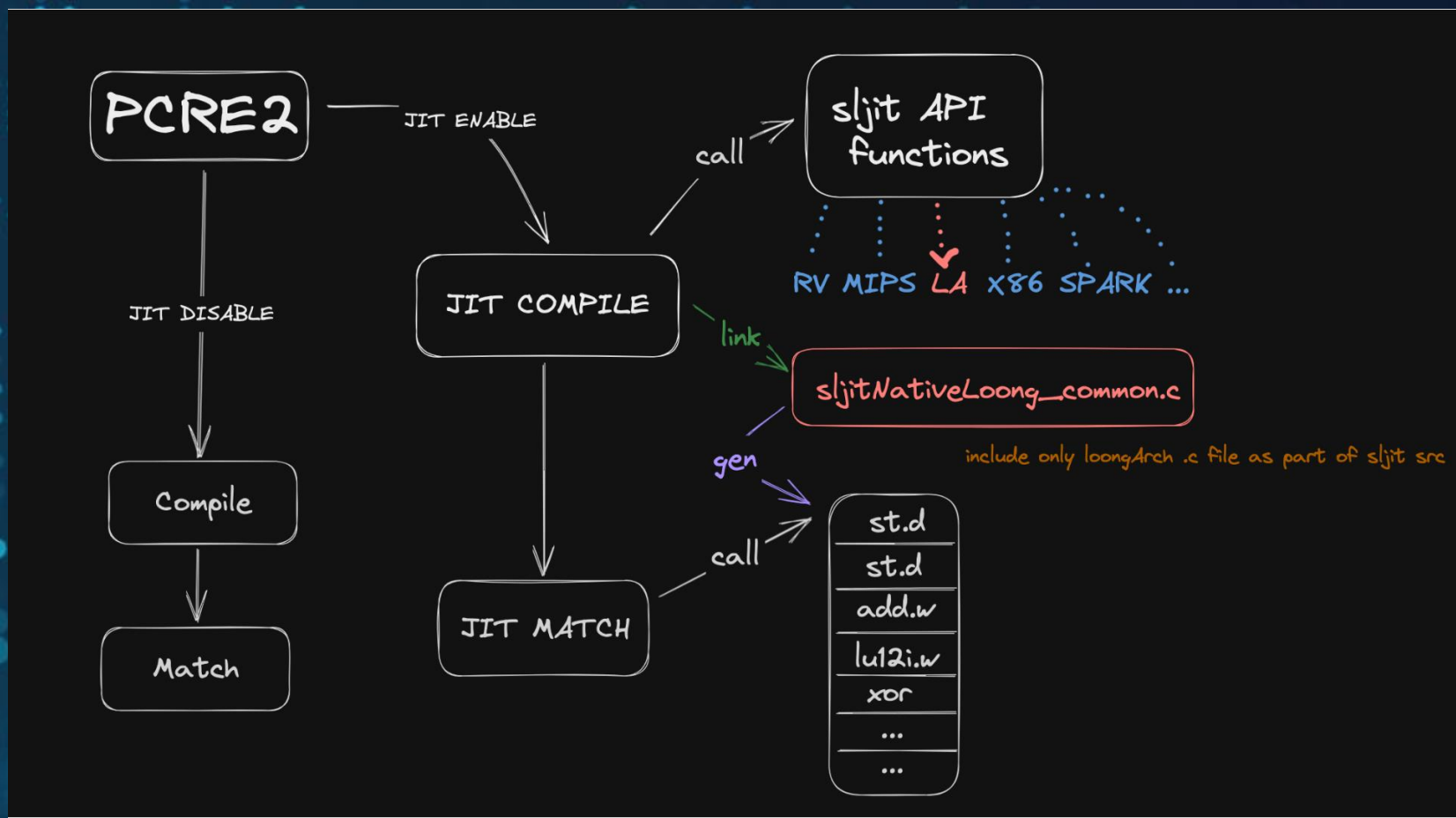
一等奖

西南大学

PCRE2

LoongArch移植

及性能优化





CSCC 全国大学生
计算机系统能力大赛
——操作系统 I/O 专题——

谢谢！