

结项报告

项目信息

- 项目名称：RISC-V BPF JIT支持更多扩展
- 方案描述：

一、功能实现：

- （1）通过查看源码树下include/uapi/linux/bpf.h、include/uapi/linux/bpf_common.h文件，并查阅[BPF指令规范](#)，明确现有BPF指令及功能；
- （2）在OLK-6.6源码树下arch/riscv/kernel/cpufeature.c中的riscv_isa_ext[]中查看支持的RISC-V扩展；
- （3）通过查阅[The RISC-V Instruction Set Manual](#)并结合（1）（2），确定可以实现扩展的功能、指令格式等信息；
- （4）代码实现：参考已实现的扩展
 - a. 通过查阅，发现主线对Zacas扩展已有硬件支持，将该部分提交生成patch添加到当前分支；
 - b. 在arch/riscv/Kconfig文件中添加内核编译配置对扩展的支持；
 - c. 在arch/riscv/net/bpf_jit.h文件中添加要实现的扩展的指令；
 - d. 在arch/riscv/net/bpf_jit_comp64.c文件中通过对BPF指令进行解析，跳转到对应的RISC-V指令

二、功能测试：

- （1）将kernel主线的关于测试支持的patch打包到OLK-6.6分支下；
- （2）创建docker环境来运行测试脚本，从而避免依赖环境带来的问题；
- （3）通过

```
PLATFORM=riscv64 CROSS_COMPILE=riscv64-linux-gnu- \
tools/testing/selftests/bpf/vmtest.sh \
-l <path of local rootfs image> -- \
./test_progs -a atomics
```

命令来进行原子指令测试；

mount文件系统后，将bpf_test.ko拷贝到文件系统内，通过`vmtest.sh -l <dir> -s -- ./test_progs -a atomics`命令停留在qemu中，再加载bpf_test.ko模块进行测试。

三、测试结果：

```
./test_progs -a atomics
#7/1      atomics/add:OK
#7/2      atomics/sub:OK
#7/3      atomics/and:OK
#7/4      atomics/or:OK
#7/5      atomics/xor:OK
#7/6      atomics/cmpxchg:OK
#7/7      atomics/xchg:OK
#7        atomics:OK
Summary: 1/7 PASSED, 0 SKIPPED, 0 FAILED
```

```
[ 89.550906] test_bpf: Summary: 1026 PASSED, 0 FAILED, [1014/1014 JIT'ed]
[ 89.907465] test_bpf: #0 Tail call leaf jited:1 126 PASS
[ 89.907727] test_bpf: #1 Tail call 2 jited:1 97 PASS
[ 89.908097] test_bpf: #2 Tail call 3 jited:1 106 PASS
[ 89.908394] test_bpf: #3 Tail call 4 jited:1 120 PASS
[ 89.908697] test_bpf: #4 Tail call load/store leaf jited:1 80 PASS
[ 89.908973] test_bpf: #5 Tail call load/store jited:1 125 PASS
[ 89.909538] test_bpf: #6 Tail call error path, max count reached jited:1 492 PASS
[ 89.910236] test_bpf: #7 Tail call count preserved across function calls jited:1 9
2726 PASS
[ 90.003274] test_bpf: #8 Tail call error path, NULL target jited:1 109 PASS
[ 90.003659] test_bpf: #9 Tail call error path, index out of range jited:1 74 PASS
[ 90.004032] test_bpf: test_tail_calls: Summary: 10 PASSED, 0 FAILED, [10/10 JIT'ed]
[
[ 90.005725] test_bpf: #0 gso_with_rx_frags PASS
[ 90.008940] test_bpf: #1 gso_linear_no_head_frag PASS
[ 90.009942] test_bpf: test_skb_segment: Summary: 2 PASSED, 0 FAILED
```

四、项目调研：

调研报告

- 时间规划：

七月：

- (1) 阅读BPF JIT源码，了解实现原理
- (2) 查阅RISCV规范手册，了解RISCV扩展

八月：搭建测试环境

九月：

- (1) 实现Zacas扩展并优化原本atomic_xchg功能代码
- (2) 撰写调研报告

- 时间规划与申请书不一致原因：

（1）前期拖延，原计划在7月前阅读源码，但是个人状态不好，比较懈怠，导致这项工作在7月才进行

（2）在搭建测试环境时，自己闷头做，未与导师即时沟通，浪费大量时间

项目总结

- 已完成工作：

（1）撰写初版调研报告

（2）新增Zacas指令，并利用Zacas扩展对原本atomic_xchg功能代码进行优化

- 遇到的问题及解决方案：

一、问题：

（1）在主机上，用qemu运行自己编译的kernel来构建测试环境未能行通

（2）关于测试思路有误

（3）对于可实现的扩展比较模糊

二、解决方案：

（1）使用docker来避免依赖问题

（2）使用脚本进行自动测试

（3）重新阅读BPF指令规范，了解BPF指令现有功能

三、心得感悟

（1）不要拖延

（2）应当摒弃学生思维，积极与导师沟通，避免埋头闭门造车

（3）有问题及时解决，不要堆积

（4）如何平衡自己思考和向外求助的度呢：我认为可以给自己定一个时间期限，在该期限内集中精力攻关，若仍没有解决问题，则即时收手，避免陷入

（5）学会并行推进任务，当一个子任务被阻塞，去推进另一个子任务而不是干等

（6）多做点、少想点

